深圳市雷赛控制技术有限公司
SHENZHEN LEADSHINE CONTROL TECHNOLOGY CO.,LTD

雷赛控制技术 EtherCAT 总线卡

用户使用手册

2021.04.30

版 权 说 明

本手册中的信息资料仅供参考。由于改进设计和功能等原因，雷赛控制技术保留对本资料的最终解释权，内容如有更改，恕不另行通知。

调试机器要注意安全！用户必须在机器中设计有效的安全保护装置，在软件中加入出错处理程序。否则所造成的损失，雷赛控制技术没有义务或责任负责。

目 录

第 1 章　产品概述

1.1　雷赛控制 EtherCAT 总线控制卡的特点

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164运动控制卡是深圳市雷赛控制技术有限公司开发的具有自主知识产权的新型高性能EtherCAT总线轨迹/点位运动控制卡。其中DMC-E1016、DMC-E3064和DMC-E5064是PCI总线协议的控制卡，DMC-E5164/DMC-E3164是PCIE总线协议的控制卡。该控制卡在具备通用的EtherCAT总线功能的基础上，还拥有强大的运动功能。在总线接口方面，可通过EtherCAT总线协议组成网络，通信速率可达到100Mbps。其主要特点如下：

1）接线方便，通过网线连接EtherCAT总线伺服/步进驱动器、EtherCAT总线IO模块、EtherCAT总线模拟量模块、EtherCAT总线定位模块。

2）总线负载能力强，最快可达250us，轴扩展方便，最多可扩展64轴。

3）支持对称或非对称梯形、S形速度曲线规划。

4）支持位置控制、速度控制。支持运动中变速、变位功能。

5）支持8个插补坐标系，每个坐标系支持2～16轴直线插补、两轴圆弧插补、空间圆弧插补、两轴及三轴螺旋线插补、两轴矩形插补等运动。8个坐标系的速度可独立设置，可同时进行8组插补运动。当轴数大于3时，支持前三轴做螺旋插补或圆弧插补的同时，后续轴跟随前三轴做线性运动。DMC-E1016只支持直线插补运动。

6）DMC-E5064/DMC-E5164支持连续插补运动，连续插补缓冲区可装5000条指令。在连续插补运动中支持直线插补、两轴圆弧插补、两轴及三轴螺旋线插补、空间圆弧插补、两轴矩形插补等算法；支持小线段前瞻、连续插补暂停延时、IO控制等功能。

7）DMC-E5064/DMC-E5164支持圆弧插补限速，减小设备冲击，保证加工精度，提升圆弧加工品质。

8）支持反向间隙补偿功能，可降低机械传动反向间隙的影响。

9）支持PWM输出功能。

10）支持螺距补偿功能、龙门运动功能。

11）支持高速位置锁存、软件位置锁存、一维、二维高速/低速位置比较。

12）支持手轮运动功能。可任意配置一个轴或多个轴按不同的倍率跟随一个手轮运动。任意配置跟随轴增强了手轮复用性能，多轴跟随手轮可实现多轴协同精确定位功能。

⚠注意：DMC-E5064/DMC-E5164连接64轴，开启8个插补系满负载运行时，总线通信周期必须设置大于等于2ms。 DMC-E3064不支持连续插补前瞻轨迹功能。DMC-E1016只支持直线插补运动。

1.2 EtherCAT 总线运动控制卡主要技术指标

表 1.1 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 主要技术指标

卡类型 / 技术指标	DMC-E1016	DMC-E3064/DMC-E3164/ DMC-E5064/DMC-E5164
支持在PC机中同时工作的卡数	8	8
单卡可扩展电机轴数	16	64
总线通讯速率	最大100Mbps	最大100Mbps
支持的总线周期	250us（8轴）、500us（16轴），1ms（16轴）、2ms	250us（16轴）、500us（32轴）、1ms（64轴）、2ms（64轴）
支持的插补坐标系个数	4	8
辅助编码器信号输入个数	2	2
辅助编码器计数器长度	32位有符号	32位有符号
辅助编码器输入信号频率	4 MHz （4倍频后为16MHz）	4 MHz （4倍频后为16MHz）
通用数字输入口数量	8（可扩展）	8（可扩展）
通用数字输出口数量	8（可扩展）	8（可扩展）
通用数字输入口	光电隔离，RC滤波	光电隔离，RC滤波
通用数字输入口导通电流	≥4.2 mA（15V） 典型值	≥4.2 mA（15V） 典型值6.9mA
通用数字输入口最高响应频率	4 kHz	4 kHz
通用数字输出口	光电隔离，集电极开路	光电隔离，集电极开路
通用数字输出口最大电流	500 mA（5～24Vdc，吸入）	500 mA（5～24Vdc，吸入）
高速位置锁存输入口数量	0	4
高速位置比较输出口数量	0	6
工作温度	0～50 ℃	0～50 ℃
贮存温度	-20～80 ℃	-20～80 ℃
湿度	5～85 %，非结露	5～85 %，非结露
PCI总线插槽电源（输入）	+5VDC±5% ，最大1100 mA	+5VDC±5% ，最大1100 mA
外部电源（输入）	24VDC±5% ，10A	24VDC±5% ，10A
尺寸大小（mm）	182.00(长)×106.68(高)	182.00(长)×106.68(高)
驱动程序	支持Windows XP、Windows 7（32bit和64bit） Window10（32bit和64bit）	支持Windows XP、Windows 7（32bit和64bit） Window10（32bit和64bit）

卡类型 / 技术指标	DMC-E1016	DMC-E3064/DMC-E3164/ DMC-E5064/DMC-E5164
运动控制函数库	支持VC、VB6.0、C#、VB.NET、LabVIEW、Delphi等多种语言	支持VC、VB6.0、C#、VB.NET、LabVIEW、Delphi等多种语言
调试软件	控制卡 Motion 软件	控制卡 Motion 软件

表 1.2 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 主要功能

功能 / 卡类型	DMC-E1016	DMC-E3064/DMC-E3164	DMC-E5064/DMC-E5164
点位运动	√	√	√
在线变速/在线变位	√	√	√
回零运动	√	√	√
PVT运动	×	√	√
手轮运动	√	√	√
高速锁存	×	√	√
软件锁存	×	√	√
一维高速位置比较	×	√	√
二维高速位置比较	×	√	√
螺距补偿	×	√	√
反向间隙	×	√	√
轴IO映射	√	√	√
直线插补	√	√	√
圆弧插补	×	√	√
椭圆插补	×	×	√
连续插补	×	×	√
连续插补前瞻	×	×	√
连续插补圆弧限速	×	×	√
连续插补缓存IO控制	×	×	√
连续插补PWM跟随	×	×	√
连续插补DA跟随	×	×	√
连续插补位置跟随	×	×	√
连续插补切向跟随	×	×	√

功能 \ 卡类型	DMC-E1016	DMC-E3064/DMC-E3164	DMC-E5064/DMC-E5164
CSP（周期位置控制模式）	√	√	√
CST（周期转矩控制模式）	√	√	√

1.3 EtherCAT 运动控制卡的典型应用

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164运动控制卡可应用于各行各业自动化设备中。主要设备有：

1）电子产品加工、装配设备，如：丝印机、贴片机、PCB钻孔机等

2）绕线机等。

3）机器视觉及自动检测设备，如：影像测量仪、电路板自动检测设备等

雷赛控制EtherCAT总线运动控制卡典型系统结构图如下：

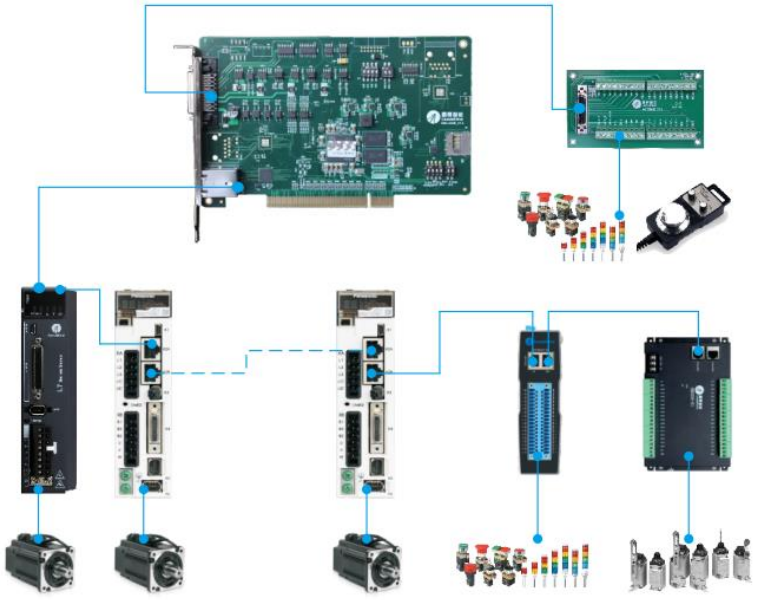


图1.1 EtherCAT总线运动控制卡组成的运动控制系统结构图

1.4 订货信息

表 1.3 DMC-E1016 运动控制卡及主要配件订货代码

	订货代码	名称	数量	备注
配置 1		运动控制卡 DMC-E1016	1	无扩展接线板及连接电缆（无本地 IO、编码器输入及手轮接口）
配置 2		运动控制卡 DMC-E1016	1	带扩展接线板及连接电缆（有本地 IO、编码器输入及手轮接口）
	80.15.03.012060	接线板 ACC36-IO	1	
	10.25.03.010328	CABLE36-NR-20(36Pin 长 2m SCSI 连接线 带 SCSI 插头)	1	

表 1.4 DMC-E3064 运动控制卡及主要配件订货代码

	订货代码	名称	数量	备注
配置 1	80.00.24.010750	运动控制卡 DMC-E3064	1	无扩展接线板及连接电缆（无本地 IO、编码器输入、位置比较输出及手轮接口）
配置 2	80.00.24.010750	运动控制卡 DMC-E3064	1	带扩展接线板及连接电缆（有本地 IO、编码器输入、位置比较输出及手轮接口）
	80.15.03.012060	接线板 ACC36-IO	1	
	10.25.03.010328	CABLE36-NR-20(36Pin 长 2m SCSI 连接线 带 SCSI 插头)	1	

表 1.5 DMC-E5064 运动控制卡及主要配件订货代码

	订货代码	名称	数量	备注
配置 1	80.00.24.010800	运动控制卡 DMC-E5064	1	无扩展接线板及连接电缆（无本地 IO、编码器输入、位置比

				较输出及手轮接口）
配置 2	80.00.24.010800	运动控制卡 DMC-E5064	1	带扩展接线板及连接电缆（有本地 IO、编码器输入、位置比较输出及手轮接口）
	80.15.03.012060	接线板 ACC36-IO	1	
	10.25.03.010328	CABLE36-NR-20(36Pin 长 2m SCSI 连接线 带 SCSI 插头)	1	

表 1.6 DMC-E5164 运动控制卡及主要配件订货代码

	订货代码	名称	数量	备注
配置 1		运动控制卡 DMC-E5164	1	无扩展接线板及连接电缆（无本地 IO、编码器输入、位置比较输出及手轮接口）
配置 2		运动控制卡 DMC-E5164	1	带扩展接线板及连接电缆（有本地 IO、编码器输入、位置比较输出及手轮接口）
	80.15.03.012060	接线板 ACC36-IO	1	
	10.25.03.010328	CABLE36-NR-20(36Pin 长 2m SCSI 连接线 带 SCSI 插头)	1	

1.5 产品图片

运动控制卡 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064卡的外观示意图如图 1.3所示。

图1.3 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064运动控制卡外观示意图

运动控制卡DMC-E5164/DMC-E3164卡的外观示意图如图 1.4 所示。

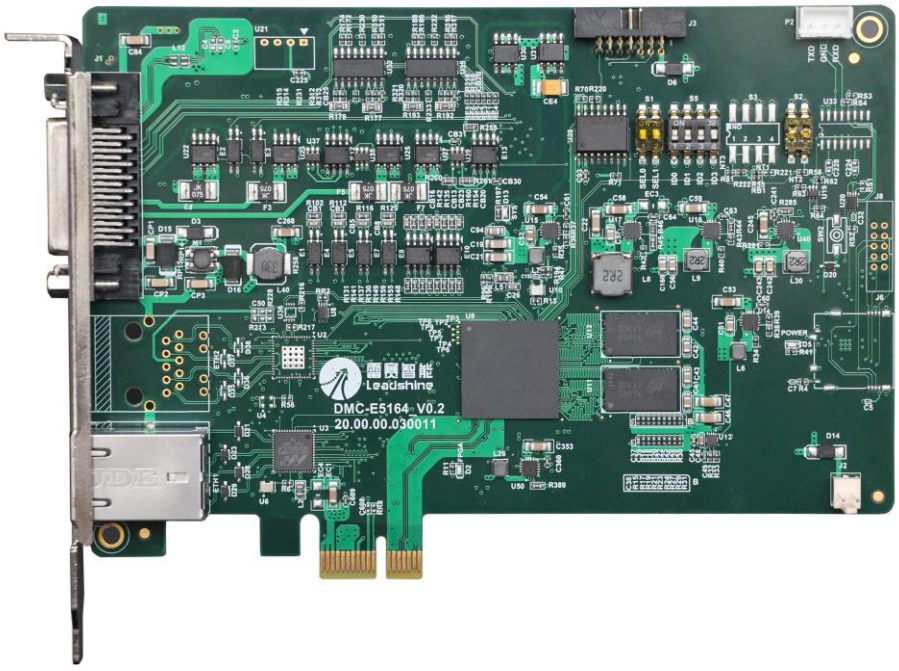


图1.4 DMC-E5164/DMC-E3164运动控制卡外观示意图

运动控制卡 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164卡的相关配件如图 1.5所示。

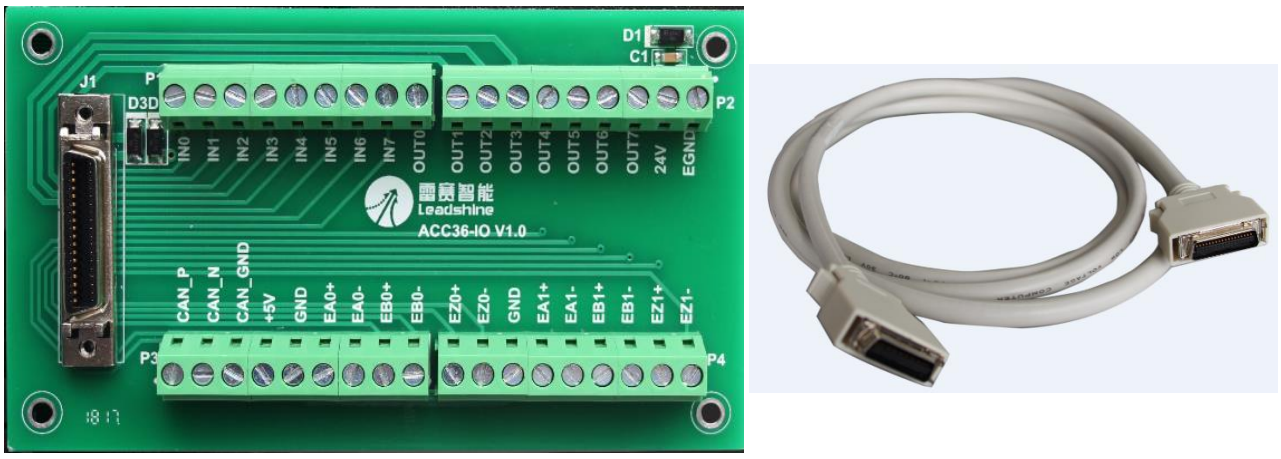


图1.5 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164运动控制卡扩展接线板及电缆示意图

第 2 章　雷赛控制 EtherCAT 总线卡功能介绍

雷赛控制DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164运动控制卡是一款新型的EtherCAT总线轨迹/点位运动控制卡。可以控制多个支持EtherCAT总线的伺服/步进驱动器；适合于多轴点位运动、插补运动、轨迹规划、手轮控制、编码器位置检测、 IO 控制、位置比较、位置锁存等功能的应用。

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164运动控制卡的运动控制函数库功能丰富、易学易用，用户开发应用软件十分方便。随卡免费提供的控制卡Motion调试软件，不但可以演示DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164卡的控制功能，而且可用于控制卡及运动控制系统的硬件测试。

2.1　运动控制功能

2.1.1　点位运动

点位运动是指：运动控制器控制运动平台从当前位置开始以设定的速度运动到指定位置后准确地停止。

点位运动只关注终点坐标，对运动轨迹的精度没有要求。PC机执行点位运动指令，即调用点位运动函数，并自动将运动参数通过PCI总线接口传送至运动控制卡，使其按设定的速度发出指令，运动的距离由点位运动指令决定。位移与时间的关系如图2.1所示。

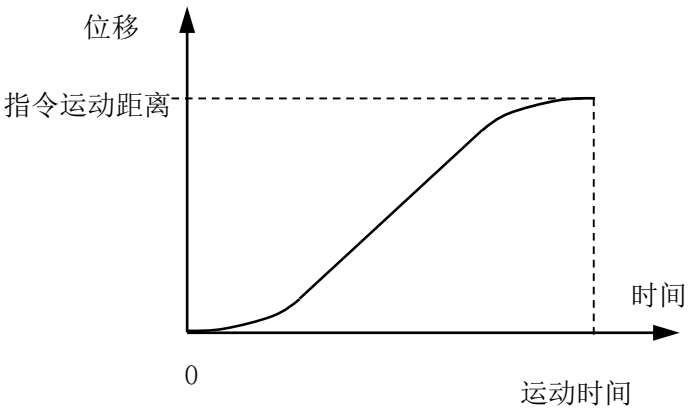


图2.1　定长运动位移曲线

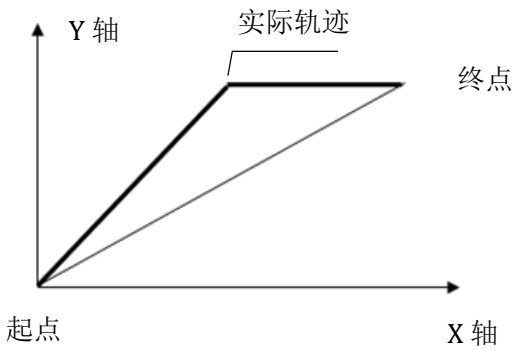


图2.2　两轴复合运动的轨迹

多轴同时做点位运动，称之为多轴联动。由于软件处理速度远比机械系统响应速度快，虽然多条运动指令连续发出，需几个微秒，可对机械系统而已，可认为是同时启动。如果每个轴的运动速度相同，则多轴运动的轨迹就可能是折线，如图2.2所示。

如果从起点到终点都需要按照规定的路径运动，就必须采用直线插补或圆弧插补功能。

2.1.1.1 梯形速度控制

为了让平台在运动过程中能平稳加速、准确停止，一般采用梯形速度曲线控制运动过程，如图2.3所示。即：电机以起始速度开始运动，加速至最大速度后保持速度不变，结束前减速至停止速度，并停止。运动的距离由点位运动指令决定。

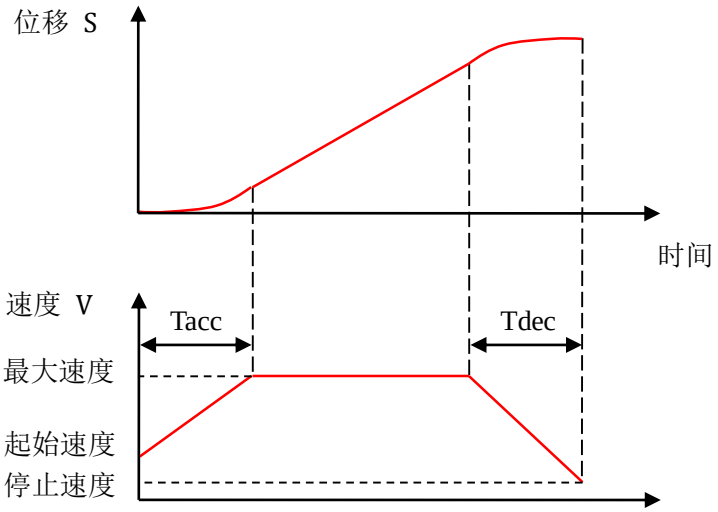


图2.3 梯形速度曲线及对应的位移曲线

Tacc：总加速时间， Tdec：总减速时间

2.1.1.2 S 形速度控制

为改善平台运动的平稳性，运动控制卡还提供了S形速度控制曲线。

在S形速度控制过程中，指令速度从一个内部设定的速度快速加速到起始速度，然后作S形加速运动；运动结束前，指令速度作S形减速运动到停止速度，然后再快速减速到一个内部设定的速度，这时运动停止，如图2.4所示。

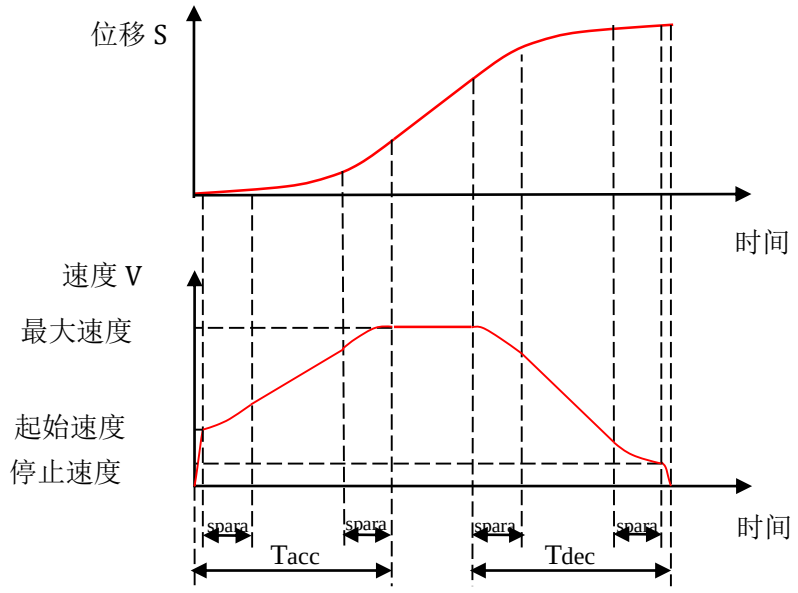


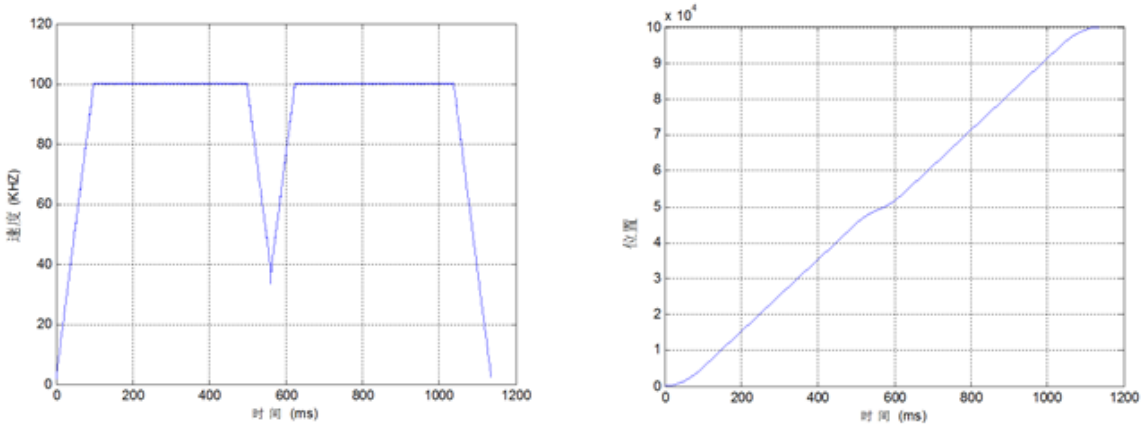
图2.4　S形速度曲线及对应的位移曲线

2.1.1.3　运动中改变终点位置

在进行点位运动的过程中，运动控制卡可以改变运动的终点位置，且位置可增可减。如图 2.5 所示，原本点位运动的距离是 50000；但当运动了 550ms 时，将终点改为 100000，电机从减速变为加速，继续向前运动，然后减速停在新的终点位置。

该功能在固晶机上使用十分方便。首先，取料臂开始向一个理想位置运动；摄像头检测晶片的实际位置；然后给出终点的修整位置；取料臂向新的位置运动。这样可以大大提高设备的生产效率。

spara：S 段时间，Tacc：总加速时间，　Tdec：总减速时间



(a)　速度曲线　　(b)　位移曲线

图2.5　改变终点位置的过程

2.1.1.4　运动中改变当前速度

在点位运动（或连续运动）过程中，DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡可以改变运动的速度，且速度变化过程和预设的梯形速度曲线或 S 型速度曲线相同，如图 2.6 所示。

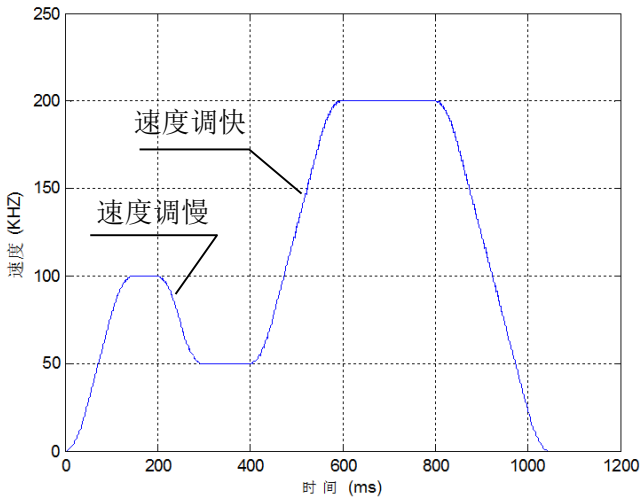


图2.6　调速过程

2.1.2　连续运动

连续运动是指：电机从起始速度开始运行，加速至最大速度后连续运动；只有当接收到停止指令或外部停止信号后，才减速停止。

连续运动指令其实就是速度控制指令，国外运动控制器将此指令称为 JOG 指令。

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡可以控制电机以梯形或 S 形速度曲线在指定的加速时间内从起始速度加速至最大速度，然后以该速度连续运行，直至调用停止指令或者该轴遇到限位信号、急停信号才会按设定的减速方式减速停止。连续运动指令的速度与时间曲线如图 2.7 所示。

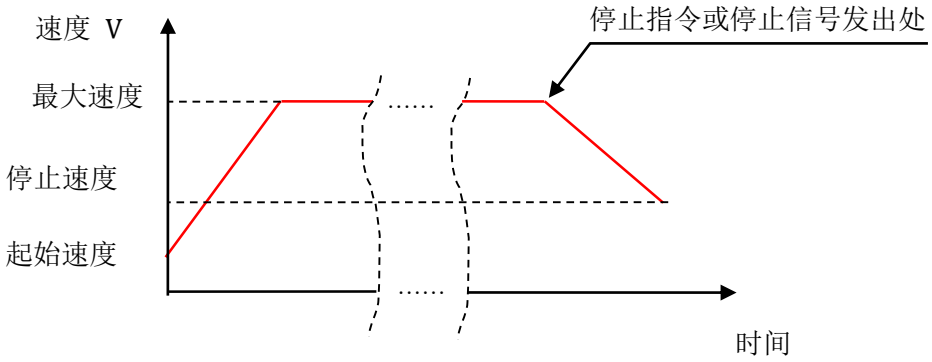


图2.7　连续运动速度曲线

该功能的主要用途是：速度控制，如：传送带的速度、包装机连续送料速度等。

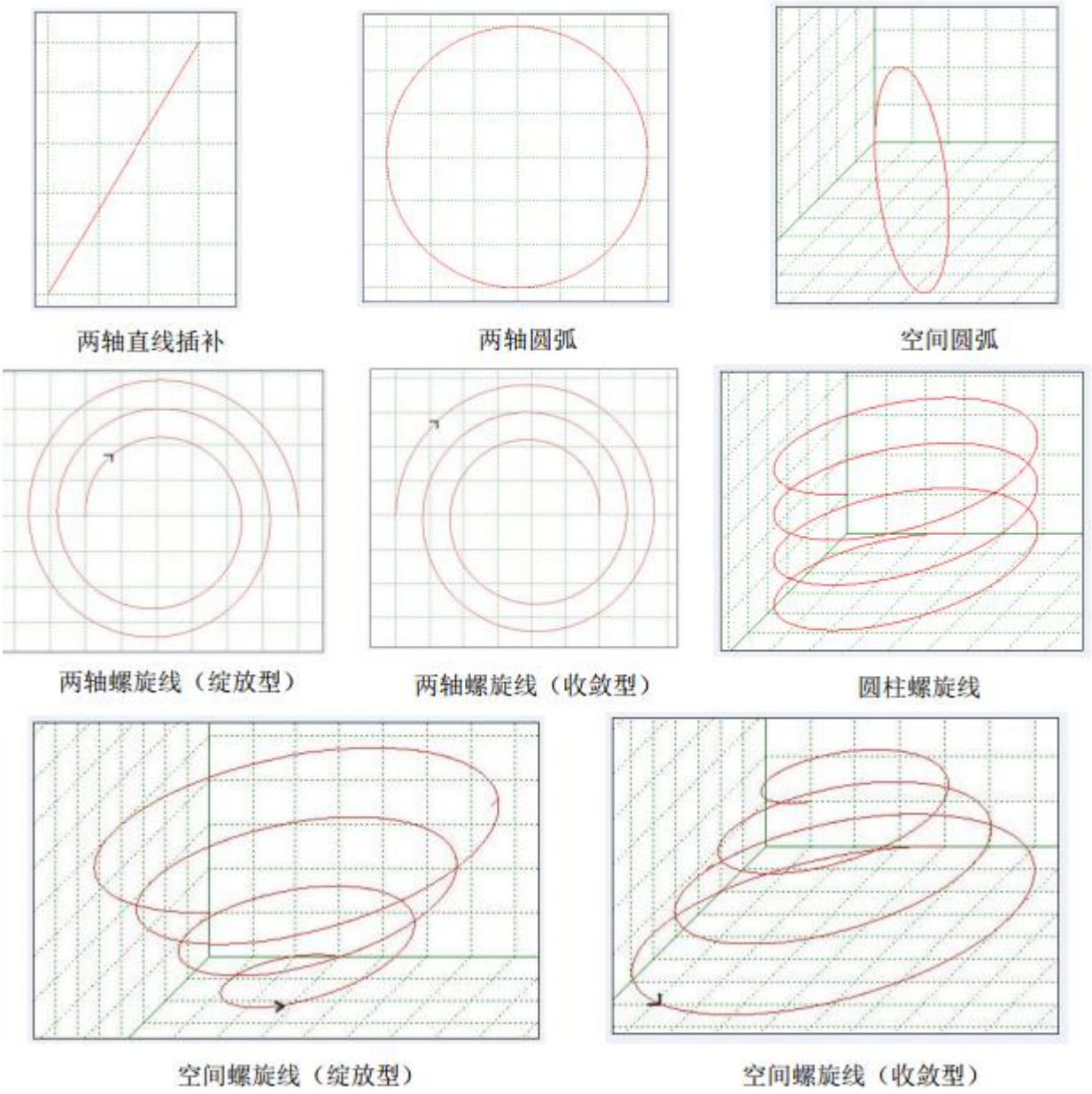
2.1.3 插补运动

为了实现轨迹控制，运动控制卡按照一定的控制策略控制多轴联动，使运动平台用微小直线段精确地逼近轨迹的理论曲线，保证运动平台从起点到终点上的所有轨迹点都控制在允许误差范围内。这种控制策略称为插补算法，因此轨迹运动通常称为插补运动。插补运动有许多种类，如：直线插补、圆弧插补、螺旋线插补等。如图 2.8 所示为各种曲线轨迹的示意图。

插补运动模式可以分为单段插补与多段连续插补两种。

单段插补可实现单段直线插补、单段圆弧插补、单段螺旋插补等运动。

多段连续插补可分为非前瞻和前瞻。可实现各种插补曲线连续运行，可实现速度的平滑过渡，减少机器振动，提高加工效率与加工精度。



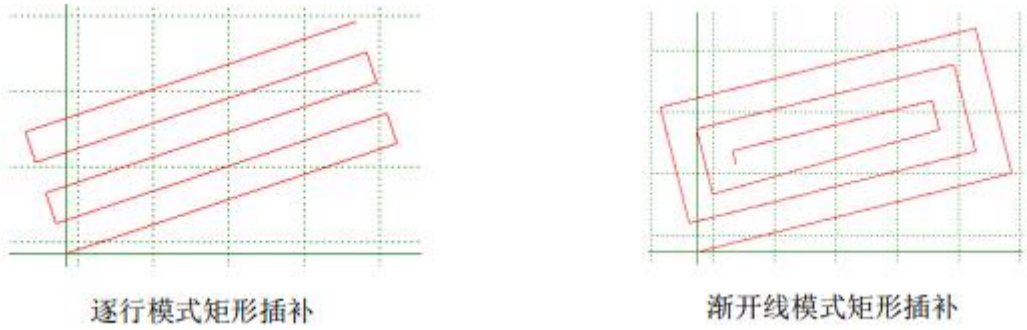


图 2.8　各种曲线轨迹示意图

2.1.3.1 单段插补运动

单段插补各段插补独立不连续，插补指令逐条边解释边执行，一条指令在执行的过程中不允许插入下一条指令。

DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 可以进行任意 2~16 轴直线插补，同时，DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡不仅可以进行两轴圆弧插补，并且可以进行两轴及三轴螺旋线插补、空间圆弧插补等。此外，当插补轴数大于 3 时，DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡还支持前三轴做螺旋插补或圆弧插补的同时，剩余轴数可根据插补运动做同时启停的点位运动。

DMC-E1016 只支持直线插补运动。

2.1.3.2 多段连续插补运动

DMC-E5064/DMC-E5164 提供了多段连续插补运动功能，采用多段连续插补可实现速度的平滑过渡，减小机器的振动，生产出高质量的工件，同时能提高机器的加工速度。连续插补指令支持直线插补，圆弧插补，螺旋线插补、IO 控制等。各种曲线轨迹示意图见图 2.8。

多段连续插补运动功能，包含前瞻和非前瞻运动。连续插补指令支持直线插补，圆弧插补，螺旋线插补，IO 控制等，前瞻和非前瞻主要区别在于前瞻可很好应用于小线段轨迹，其轨迹连接处更平滑。

连续插补对于圆弧提供了圆弧限速功能，主要为限制运行速度，使加速度值不超出设定范围。具体功能见下表：

连续插补功能	非前瞻	前瞻
插补系	8 个	8 个
长线段轨迹	支持	支持
小线段轨迹	不支持	支持
圆弧限速	支持	支持

T\S 型曲线	支持 T、S 型	支持 T、S 型
加、减速时间	可自由设定	对称曲线
起始、停止速度	可自由设定	不支持
速度倍率	支持(下一轨迹生效)	支持(立即生效)
插补延时	支持	支持
IO 等待输入	支持	支持
IO 立即输出	支持	支持
IO 超前、滞后输出	支持	支持

此外，DMC-E5064/DMC-E5164 支持 8 个坐标系，每个坐标系的连续缓冲区最多可缓存 5000 条指令。8 个坐标系的速度可独立设置，执行连续插补时 8 个坐标系可独立进行连续插补运动，即可同时进行 8 组连续插补运动。

2.1.4 回原点运动

在进行精确的运动控制之前，需要设定运动坐标系的原点。运动控制系统通常会执行寻找该原点的动作将系统坐标位置归零，即回原点运动。如图 2.11 所示，在运动平台上，每个轴都有一个位置传感器用于设置一个位置参考点，即原点位置，以便进行位置控制。在正常运动之前，都需要用回零指令控制平台向原点方向运动，当回零完成后，平台自动停止，此时系统可将该位置作为一个机械标准位置作为系统参考。DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 回原点参数可由控制卡设置，由驱动器完成，具体回零方法请参考驱动器手册。

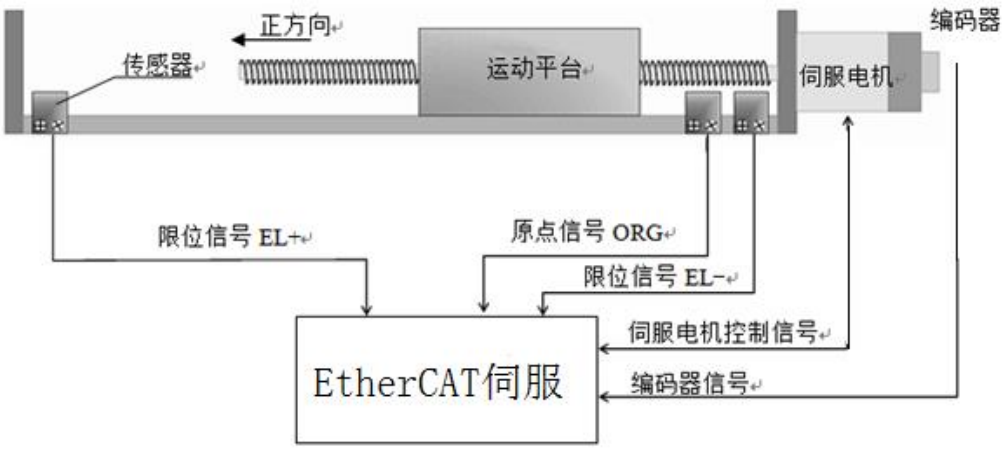


图 2.9 运动平台传感器信号及电机控制信号与伺服驱动器的关系

2.1.5 异常减速停止时间设置功能

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持异常减速停止时间

设置功能，异常减速停止包括命令减速停止、硬限位减速停止、软限位减速停止、IO 触发减速停止等，用户根据现场实际需求情况设定减速停止时间可达到理想的减速效果。

2.1.6 手摇脉冲发生器的控制

为了让用户能在手动模式下方便地调整机器的位置，DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了手摇脉冲发生器控制功能（手轮功能）。用户操控接在运动控制卡上的手摇脉冲发生器（参见图 1.1、图 2.12），手摇得慢，电机就转动得慢；手摇得快，电机就转动得快。

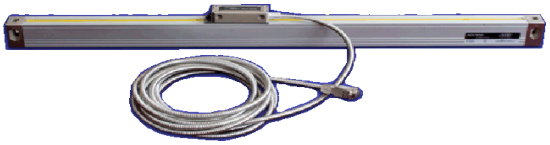
该功能多用于加工轨迹起点调整、刀具对位等工作中。

图210 手持式手摇脉冲发生器外形

2.2 编码器位置检测

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡有两个辅助编码器输入接口用于检测平台的位移或电机的转角。辅助编码器有 EA、EB、EZ 三个信号，脉冲计数信号由 EA 和 EB 端口输入；它可以接收两种类型的脉冲信号：正负脉冲输入或 A/B 相正交信号；EZ 信号是编码器零位信号。编码器外形如图 2.13 所示。

旋转编码器



光栅尺

图2. 10 编码器外形

采用探针和编码器配合使用，DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡通过位置触发功能，可完成对工件的位置检测工作，如图 2.13 所示。即：当探针接触到工件时，产生一个触发信号；DMC-E5064/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5164 卡接受该信号后，立即将编码器当前位置记录下来；通过记录工件的一系列数据，然后再通过软件处理，即可获得该工件的外形尺寸。

图2. 11　被测工件与探针

2.3　专用 IO 和通用 IO 控制

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡除了运动控制功能外，还提供了数字式输入信号（Input）和输出信号（Output）即 IO 信号的控制功能。

2.3.1　位置比较输出

DMC-E5064/DMC-E3064/DMC-E5164/DMC-E3164 卡提供了位置触发输出信号的函数，包括单轴低速位置比较、单轴高速位置比较和一组二维高速位置比较。当电机运动到预先设置的位置时，自动触发特定的输出口。该功能在轨迹运动中用于控制点胶阀的开关、触发照相机快门等动作十分方便。

2.3.2　高速位置锁存

DMC-E5064/DMC-E3064/DMC-E5164/DMC-E3164 卡支持多种高速位置锁存功能，包括单次锁存、连续锁存以及锁存触发延时急停功能。连续锁存可实现对多个位置依次进行高速锁存，结合高速比较输出可以实现多个位置精确检测功能。高速触发急停可以实现在接收到触发信号时锁存当前位置并在设定的时间内停止运动这种特殊应用的精确定位功能。

2.3.3　通用 IO 信号

如图 1.1 所示，在电机运动的同时，DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡还可接受按键、数字式传感器等信号，控制指示灯、继电器、电磁阀等器件。

2.3.4 EtherCAT IO 扩展功能

当设备需求的 IO 端口数量较多时，DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡可配套 EtherCAT 总线 IO 模块对通用输入输出端口进行扩展。

2.4 多卡运行

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡的驱动程序支持最多 8 块 DMC-E5064 卡同时工作。因此，一台 PC 机可以同时控制多达 256 个电机同时动。

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持即插即用模式，用户可不必去关心如何设置卡的基地址和 IRQ 中断值。在使用多块运动控制卡时，首先要用运动控制卡上的拨码开关设置卡号；系统启动后，系统 BIOS 为相应的卡自动分配物理空间。

运动控制卡的编号是 0~7 号。在多卡系统中要控制某个电机运动，需要先确定卡号，再确定轴号。

第 3 章 硬件接口电路

3.1 硬件简介

雷赛 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064 运动控制卡兼容 PCI V2.3 标准的 32Bit PCI 标准半长卡的尺寸规范，DMC-E5164 运动控制卡兼容 PCI Express x1 标准的尺寸规范,具体硬件系统框图如图 3.1 所示。

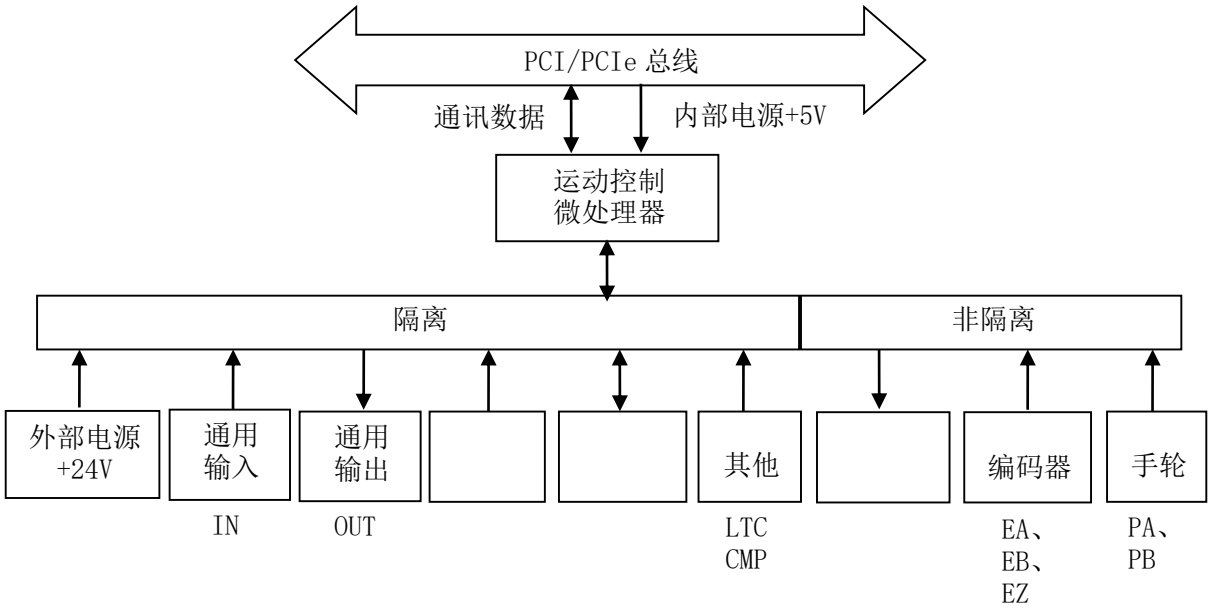


图3.1 运动控制卡硬件系统框图

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064 运动控制卡硬件布置及尺寸如图 3.2 所示。

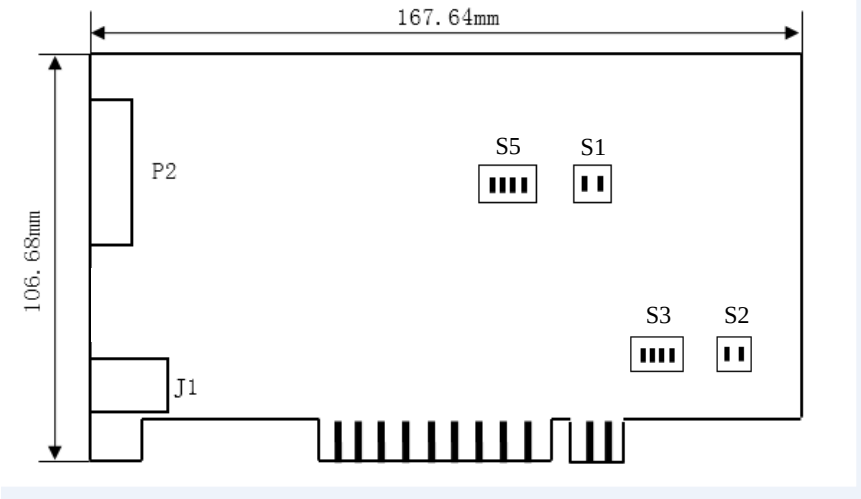


图 3.2 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064 运动控制卡结构尺寸图

DMC-E5164/DMC-E3164 运动控制卡硬件布置及尺寸如图 3.3 所示。

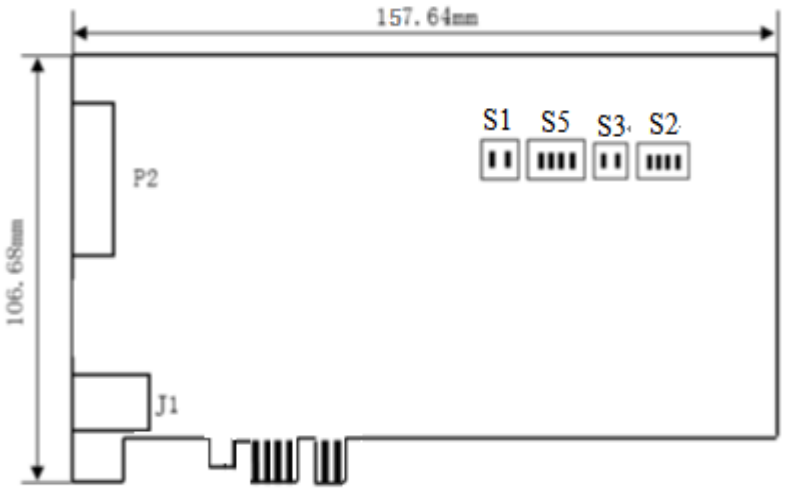


图 3.3 DMC-E5164/DMC-E3164 运动控制卡结构尺寸图

3.2 接口及引脚定义

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡的接口及脚位如表 2.1 所示。

表 3.1 接口及脚位

名称	功能介绍
P2	DB36 接口
J1	EtherCAT 接口
S5	控制卡 ID 号设置
S1	初始电平设置
S3、S2	控制卡启动方式设定

3.2.1 接口 P2 引脚定义

P2 为 DB36 接口，通过外接扩展接线板来使用，具体定义见附录 1 所示。

3.2.2 接口 J1 定义

J1 为 EtherCAT 总线接口，可用于连接支持 EtherCAT 总线的伺服驱动器、EtherCAT 总线 IO 模块、EtherCAT 总线模拟量模块、EtherCAT 总线定位模块等。

3.3 控制卡与配件的连接

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064 总线卡有一个选配的接线板，连接示意图如图 3.4 所示。

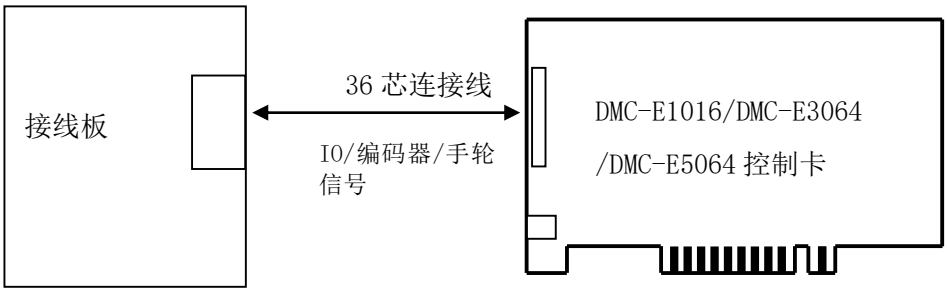


图3.4 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064与配件连接示意图

DMC-E5164 总线与选配的接线板，连接示意图如图 3.5 所示。

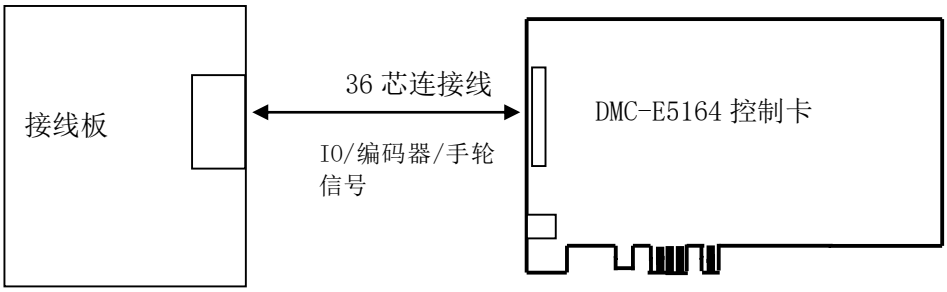


图3.5 DMC-E5164/DMC-E3164与配件连接示意图

3.4 编码器、手摇脉冲发生器接口电路

3.4.1 编码器信号输入接口

3.4.1.1 可接收的编码器信号类型

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡支持 2 种类型的辅助编码器信号输入：非 AB 相脉冲输入和 A/B 相正交信号。

1. 非 AB 相脉冲输入模式

该模式为脉冲+方向模式。在此模式下 EA 端口接收脉冲信号；EB 端口接收方向信号，高电平对应于计数器计数加，低电平对应于计数减。

2. AB 相正交信号输入模式

在这种模式下，EA 脉冲信号超前或滞后 EB 脉冲信号 90 度，而这种超前或滞后代表电机的运转方向。如图 3.6 所示，当 EA 信号超前 EB 信号 90 ℃时，被视为正转；当 EB 信号超前 EA 信号 90 ℃时，被视为反转。

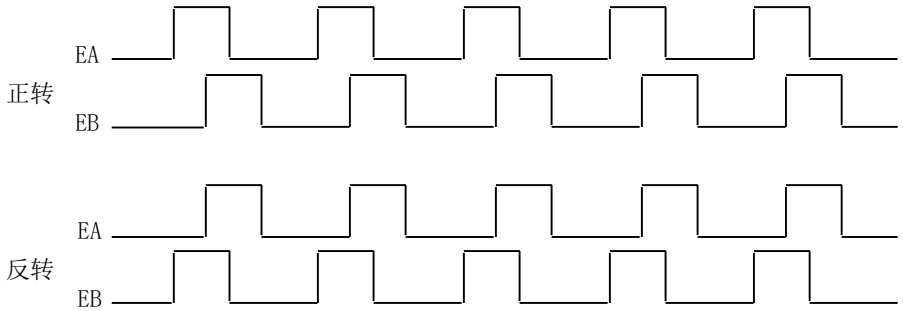


图3.6 A/B相正交信号

为了提高编码器的分辨率，控制卡采用 4 倍频计数模式对 EA，EB 信号进行计数设置。

4 倍频计数：EA、EB 信号的上升沿和下降沿都参与触发计数器，故将一个脉冲周期就分为四份。所以，计数精度提高了 4 倍。

例如：如果使用的编码器为 2500 线，即电机转一周反馈的 EA、EB 脉冲数都为 2500 个。让电机转一周，若编码器输入模式为 4 倍频计数，编码器计数器的值为 10000。

3.4.1.2 编码器信号输入接口电路

如果使用差分输出的编码器，输入信号的正端接 EA+(或 EB+，EZ+)端，负端接 EA-(或 EB-，EZ-)端。如图 3.7 所示。

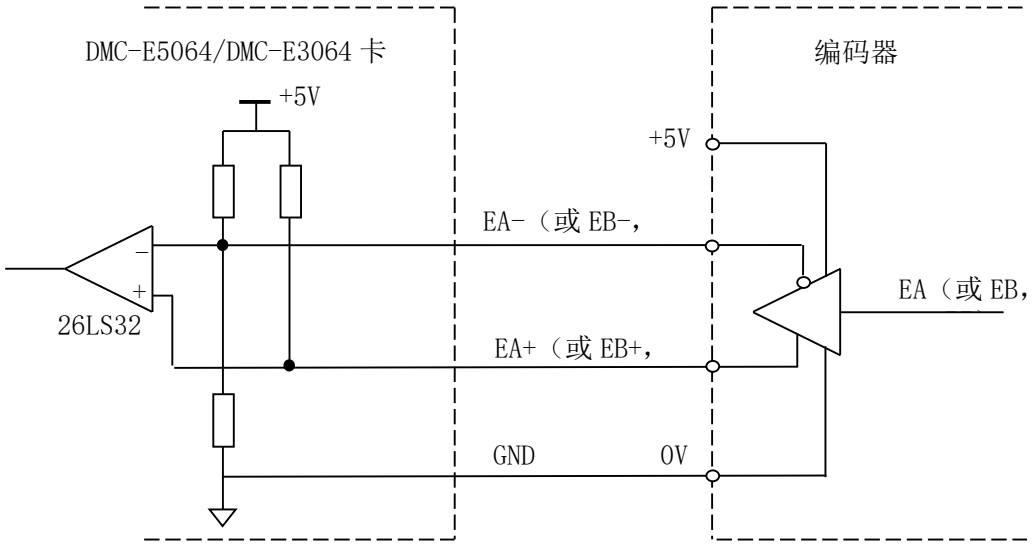


图 3.7　差分输出编码器接线原理图

如果使用集电极开路输出的编码器，则编码器输出信号接 EA+（或 EB+，EZ+）端，而 EA-（或 EB-，EZ-）端悬空。如图 3.8 所示。

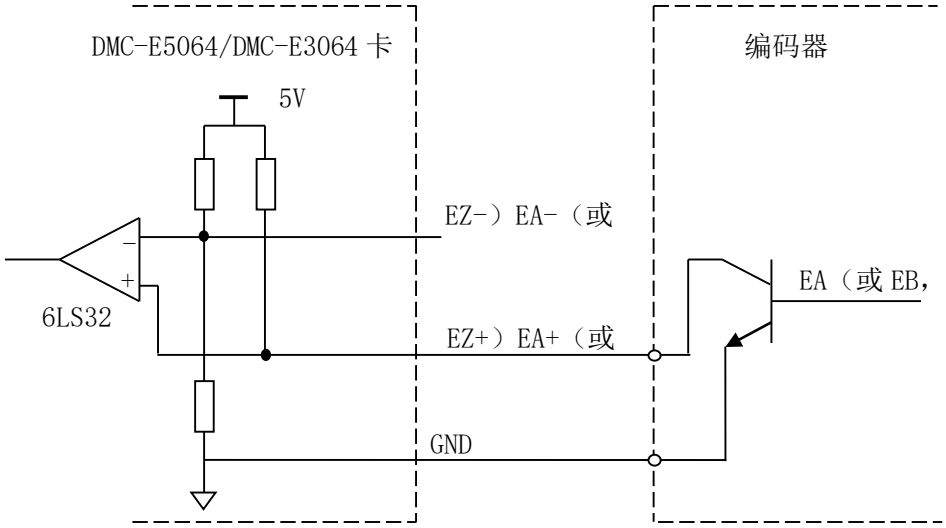


图 3.8　集电极开路输出的编码器接线原理图

注意：

1）编码器等脉冲输入信号的 EA+、EA-、EB+、EB-和 EZ+、EZ-的差分信号电压差必须高于 3.5V，小于 5V，且输出电流不应小于 6mA。

2）需要将输入设备的地线和控制卡的 GND 连接。

3.4.2　手摇脉冲发生器输入接口

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡为轴提供了手摇脉冲发生器（手轮）脉冲信号 PA、PB 的输入接口（接口与辅助编码器输入复用），用户可以通过手摇脉冲发生器控制电机的运动，电机的运动距离和速度由手摇脉冲发生器输入的脉冲数和脉冲频率控制，具体使用请参考相关指令和函数。其接口原理如图 3.9 所示。

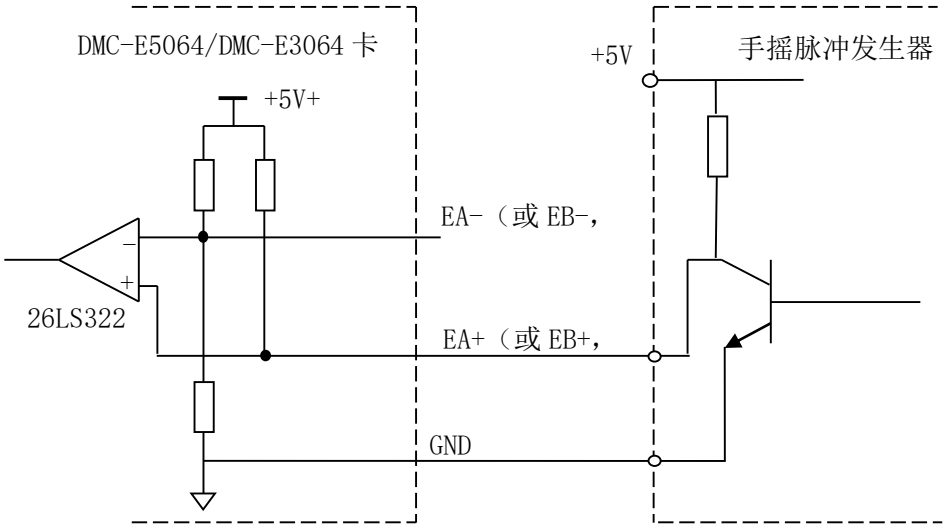


图 3.9　手轮脉冲输入接口原理图

3.5　专用 I/O 接口电路

3.5.1　高速位置锁存输入信号接口

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡有四路位置锁存输入信号 LTC0~LTC3 对应通用输入口 IN4~IN7，用于锁存辅助编码器位置。其接口电路原理如图 3.10 所示。

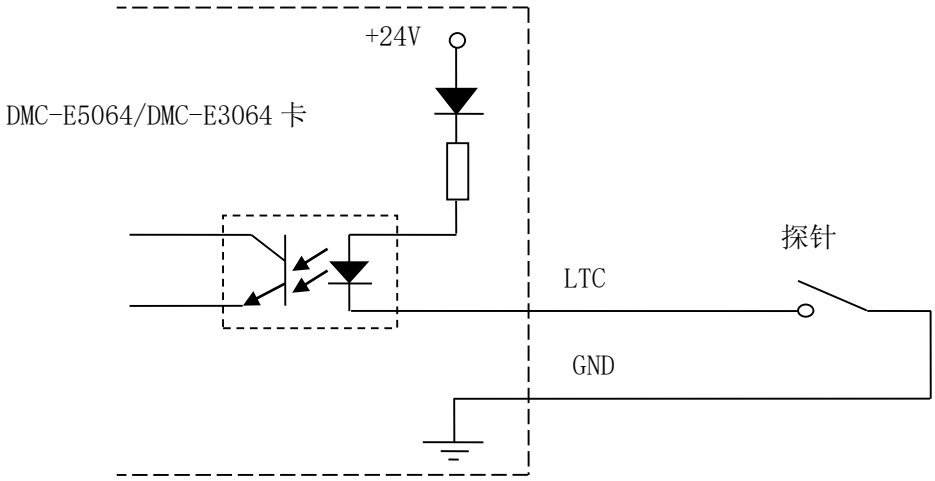


图 3.10 DMC-E5064/DMC-E3064/DMC-E5164 位置锁存输入信号接口原理图

3.5.5　高速位置比较输出信号接口

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡有六个高速位置比较器，每个高速位置比较器均配有 1 个硬件位置比较输出接口（OUT2~OUT7）。通过软件使能后，可设置比较模式，当辅助编码器寄存器内数值满足触发条件时，硬件自动在 CMP 端口上输出一个开关信号。

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 的 CMP 接口原理图如图 3.11 所示。

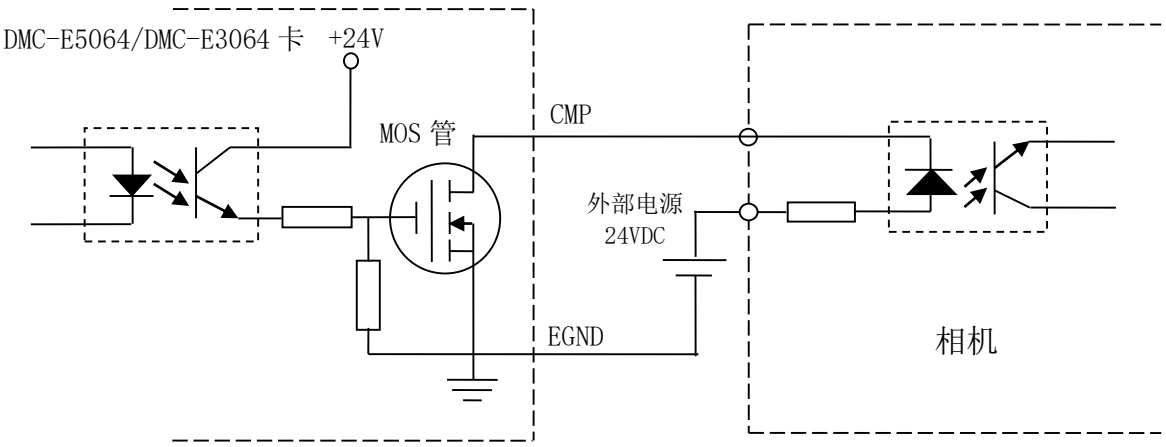


图 3.11　DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 高速位置比较输出信号接口原理图

3.6　通用 I/O 接口电路

3.6.1　通用数字输入信号接口

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡有 8 路通用数字输入信号（其中 IN4、IN5、IN6、IN7 为高速输入）。所有输入接口均加有光电隔离元件，可以有效隔离外部电路的干扰，以提高系统的可靠性。通用数字输入信号接口原理图如图 3.12 所示。

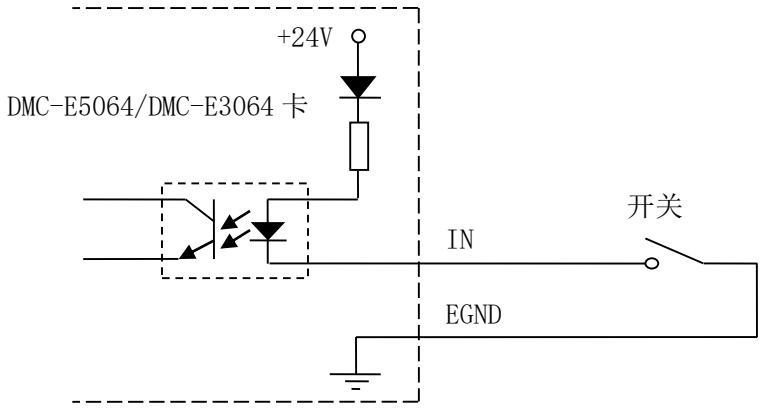


图 3.12　通用输入信号接口原理图

3.6.2　通用数字输出信号接口

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 有 8 路通用数字输出信号（其中 OUT2~OUT7 为高速输出），由 MOS 管驱动，其最大工作电流为 500 mA（5～24Vdc，吸入），可用于控制继电器、电磁阀、信号灯或其它设备。

下面给出了通用数字输出信号接口控制几种常用元器件的接线图。

1、发光二极管

通用数字输出端口控制发光二极管时，需要接一限流电阻 R，限制电流在 10mA 左右，电阻需根据使用的电源来选择，电压越高，使用的电阻值越大。接线图如图 3.13 所示。

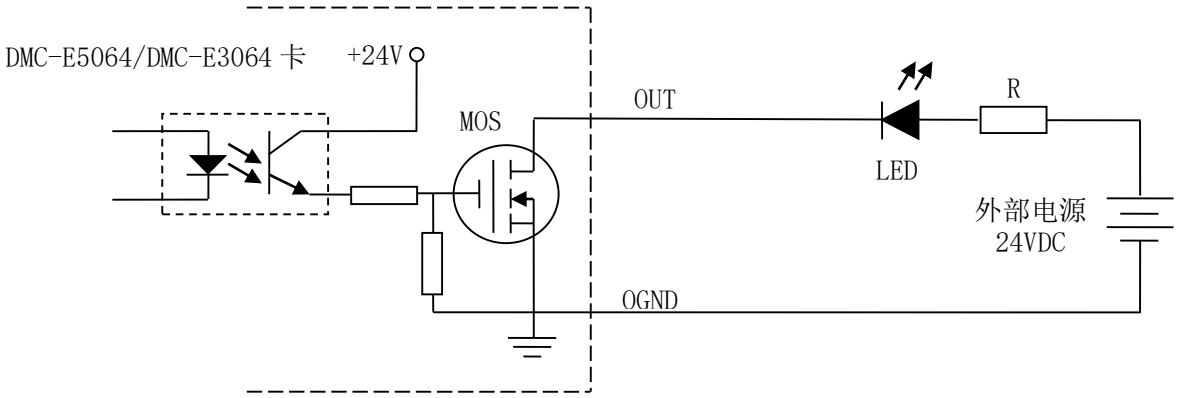


图 3.13　DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 输出口接发光二极管

2、灯丝型指示灯

通用数字输出端口控制灯丝型指示灯时，为提高指示灯的寿命，需要接预热电阻 R，电阻值的大小，以电阻接上后，输出口为 1 时，灯不亮为原则。接线图如图 3.14 所示。

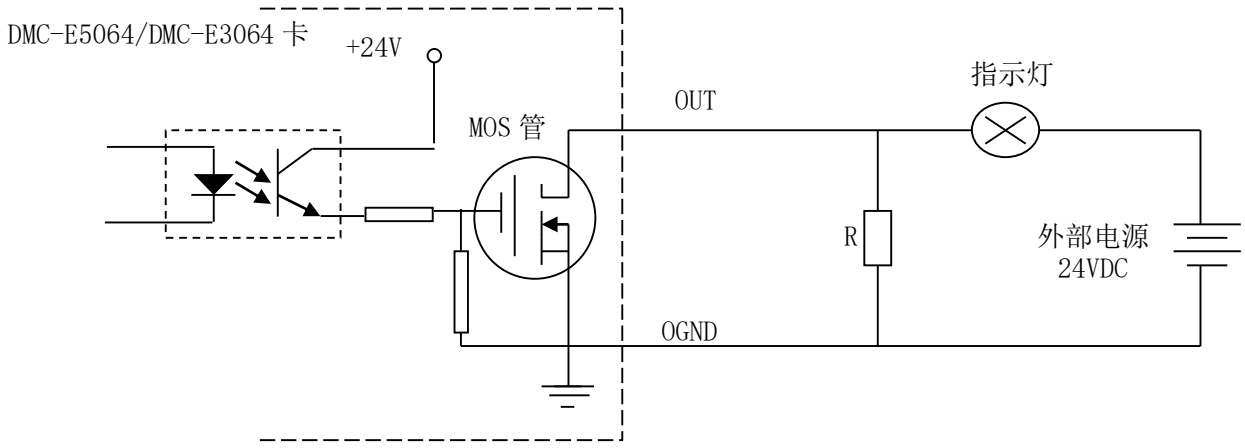


图 3.14　DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡灯丝型指示灯接线图

3、小型继电器

继电器为感性负载，必须并联一个续流二极管。当继电器突然关断时，继电器中的电感线圈产生的感应电动势可由续流二极管消耗，以免 ULN2803 或 MOS 管被感应电动势击穿。其接线图如图 3.15 所示。

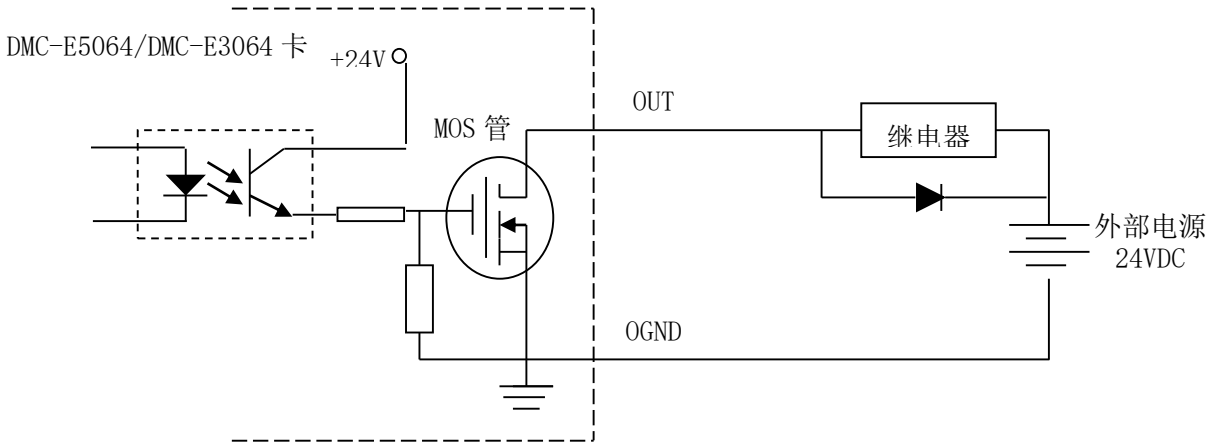


图 3.15　DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 接小型继电器的接线图

注意：在使用通用数字输出端口时，切勿把外部电源直接连接至通用数字输出端口上，否则会损坏输出口。

第 4 章　硬件及驱动程序的安装

4.1　硬件安装步骤

4.1.1　硬件设置

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡上有 2 组拨码开关 S1、S2、S3、S5，用于设置控制卡的工作参数。

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064 的各拨码开关位置，如图 4.1 所示：

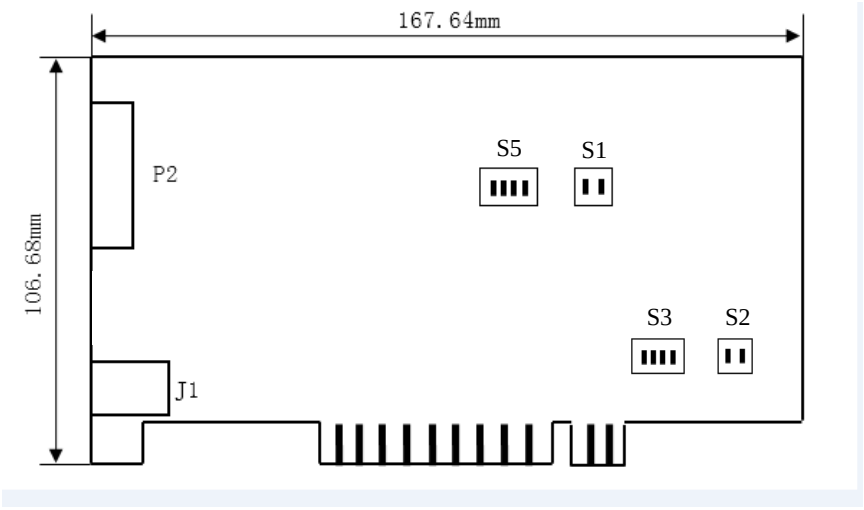


图 4.1　DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064 板卡拨码开关的位置

DMC-E5164/DMC-E3164 的各拨码开关位置，如图 4.2 所示：

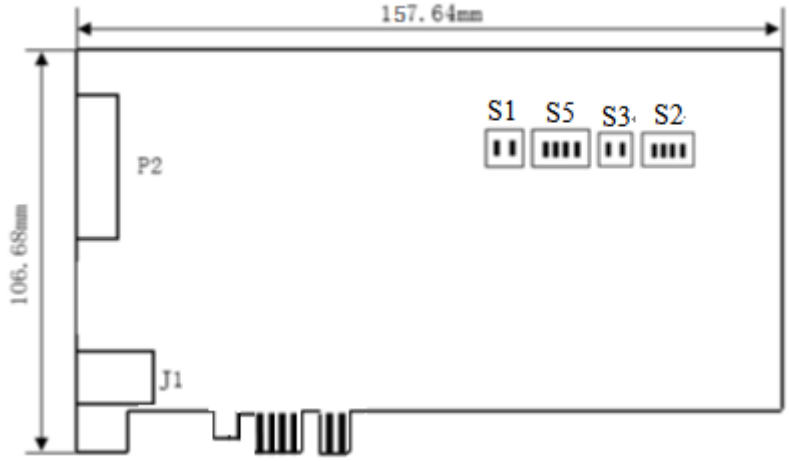


图 4.2　DMC-E5164 板卡拨码开关的位置

拨码开关 S1 用于设置总线卡接线板输出口初始电平，S5 用于设置控制卡卡号。设置方法如表 4.1、4.2 所示。

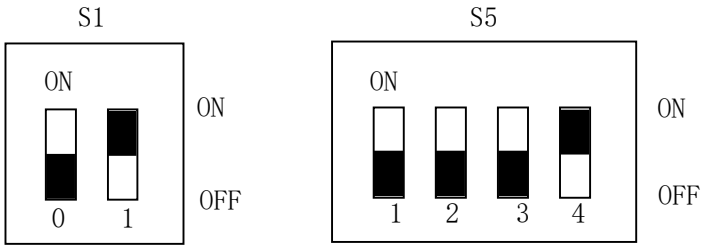


图 4.3 拨码开关示意图

表 4.1 拨码开关 S2 设置卡初始电平

拨码开关号	对应的输出口	拨码开关位置	初始输出电平
S1-1	OUT0~3	ON	高电平
		OFF	低电平
S1-2	OUT4~7	ON	高电平
		OFF	低电平

注意：1）拨码开关 S2 出厂默认值全部为 ON，即 OUT0～7 初始电平为高电平。

2）拨码开关 S2 的设置只是设置输出口的初始电平，不影响输出口高低电平与逻辑值的关系。

表 4.2 拨码开关 S1 设置运动控制卡号

S5-4	S5-3	S5-2	S5-1	控制卡号
	OFF	OFF	OFF	0
	OFF	OFF	ON	1
	OFF	ON	OFF	2
	OFF	ON	ON	3
	ON	OFF	OFF	4
	ON	OFF	ON	5
	ON	ON	OFF	6
	ON	ON	ON	7

注意：1）拨码开关 S1-1、S1-2、S1-3 出厂默认配置为 ON，即默认设置为 7 号卡。

2）当每张卡都设置为 0 号卡时，按靠近 CPU 的顺序自动排序。除此种情况外，如有两张卡以上设置为相同卡号，则初始化函数 dmc_board_init 会返回一个错误代码。

拨码开关 S2 和 S3 用于设置总线卡的启动方式，按照出厂设置使用就可以（QSPI FLASH）。

表 4.2　拨码开关 S2、S3 设置运动控制卡启动方式

	S3				S2	
BOOT MODE	4	3	2	1	2	1
QSPI FLASH	OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON
SD	OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF
JTAG	OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON

4.1.2　硬件安装

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064 运动控制卡硬件遵从 32bit PCI 卡结构标准，DMC-E5164/DMC-E3164 运动控制卡硬件遵从 PCI Express x1 卡结构标准，其安装方法与其它 PCI/PCIe 卡，如：声卡、网卡等相似。具体步骤如下：

1）打开控制卡的包装，参考 4.1.1 节硬件设置的说明，按照实际需求，完成拨码开关的设置；

2）操作员要带好防静电手套，并触摸一下地线，完全释放身上的静电；

3）关闭 PC 机以及一切与 PC 相连的设备；

4）打开 PC 机的机箱；

5）选择一个靠近处理器的 32bit PCI 插槽，将控制卡垂直插入插槽中；

6）将控制卡用螺钉固定在 PC 机机箱上，确保紧固可靠；

7）将接线板用电缆线与控制卡对应的插座连接，并确保连接牢固可靠。

4.2　驱动程序安装步骤

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064 运动控制卡的驱动程序遵从 32bit PCI 卡驱动标准，DMC-E5164/DMC-E3164 遵从 PCI Express x1 卡结构标准，其安装方法与其它 PCI 卡，如：声卡、网卡等相似。雷赛为 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E3164/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡提供驱动程序一键式安装包，用户只需按照步骤安装即可，下面简要讲述相关安装过程。

1、双击驱动文件 DMCDriver_Setup.exe，如果出现如图 4.4 所示对话框，点击“下一步”继续安装；如果出现如图 2 所示对话框，请选择“修复”，并点击“下一步”，跳转到第 5 步继续安装。

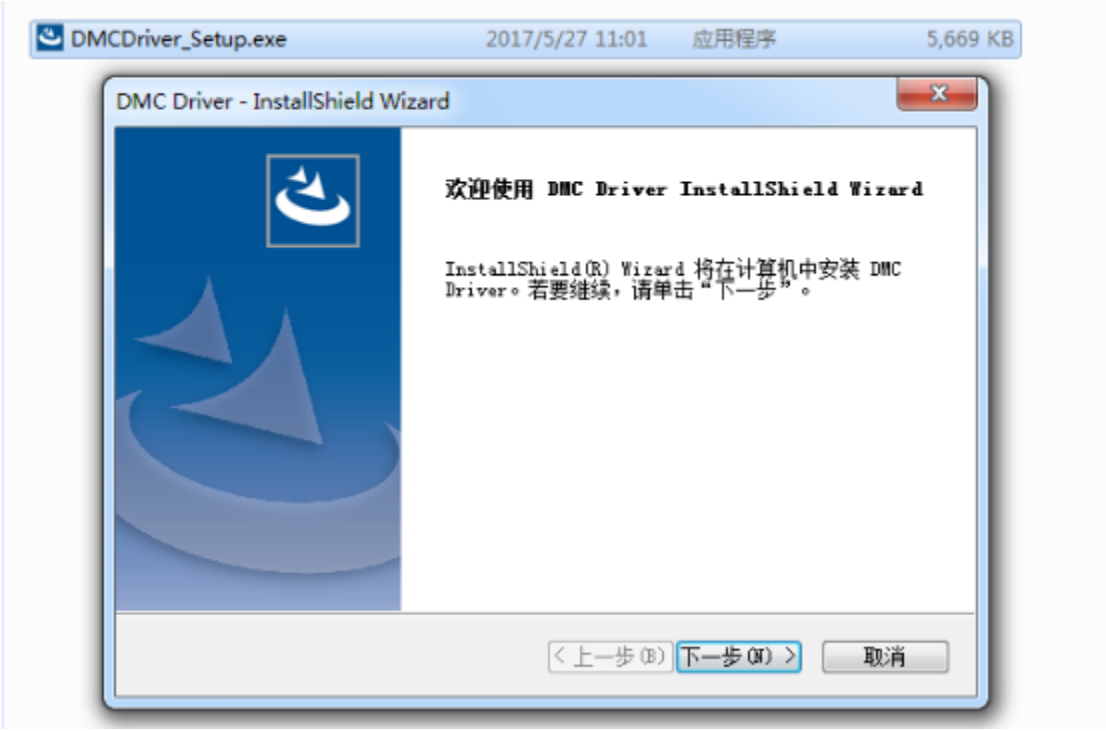


图 4.4　驱动程序开始安装

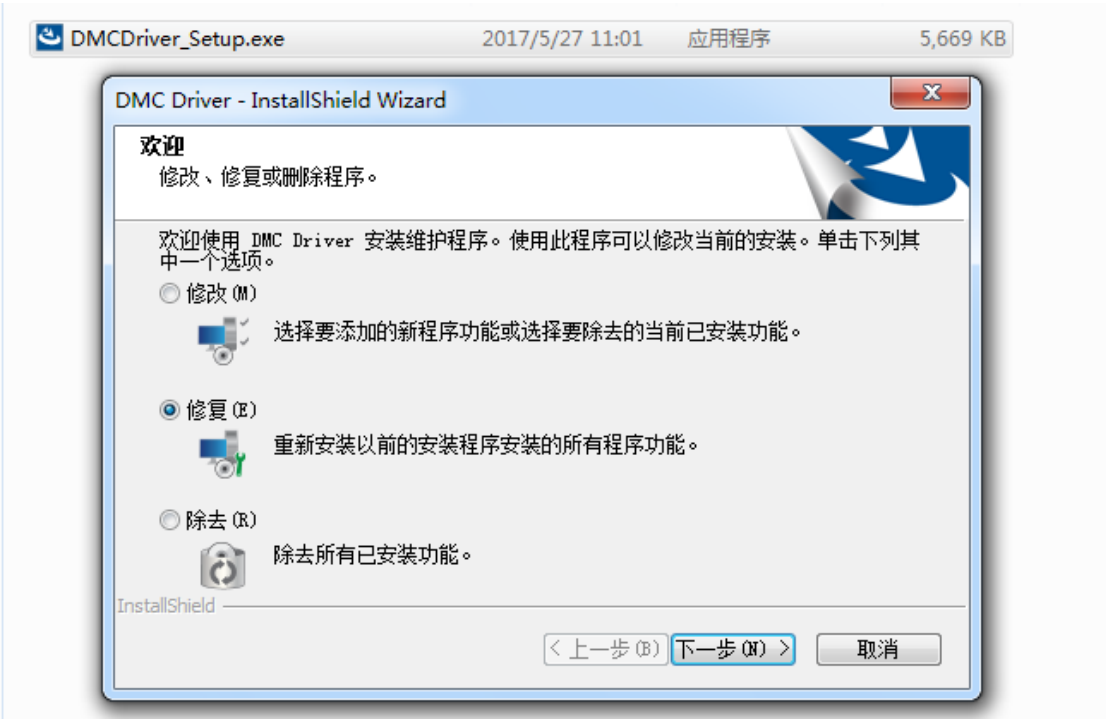


图 4.5　已安装驱动程序选项

2、如图 4.6 所示，输入用户名和公司名称，点击“下一步”继续安装。

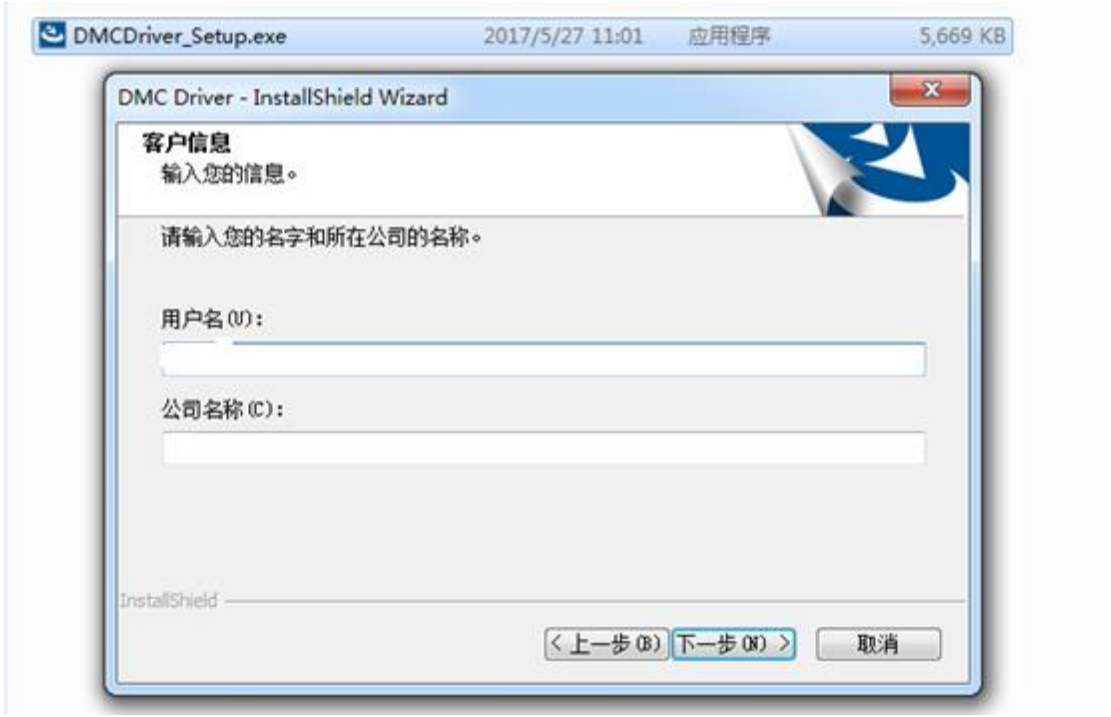


图 4.6　输入信息对话框

3、如图 4.7 所示，请选择“全部”，然后点击“下一步”继续安装。

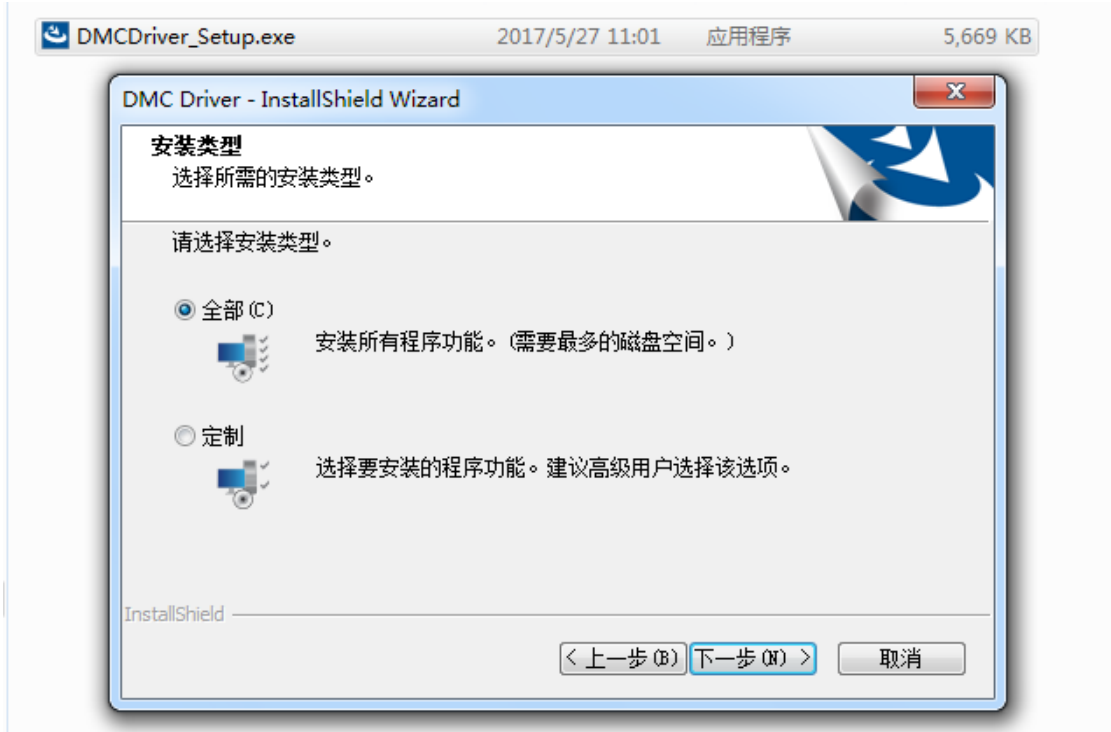


图 4.7　安装类型选择

4、如图 4.8 所示，点击“安装”按钮，开始安装，。

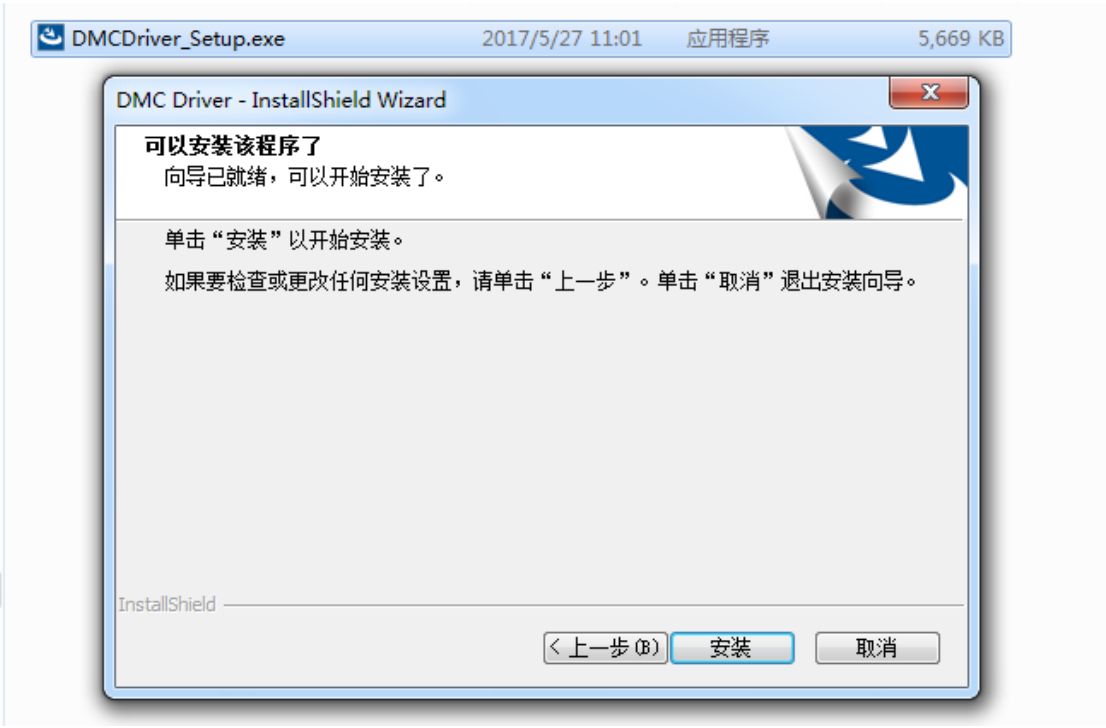


图 4.8　驱动程序开始安装

5、安装过程中会出现如图 4.9 所示的 Windows 安全提示对话框，请点击“始终安装此驱动程序软件”，并继续安装。

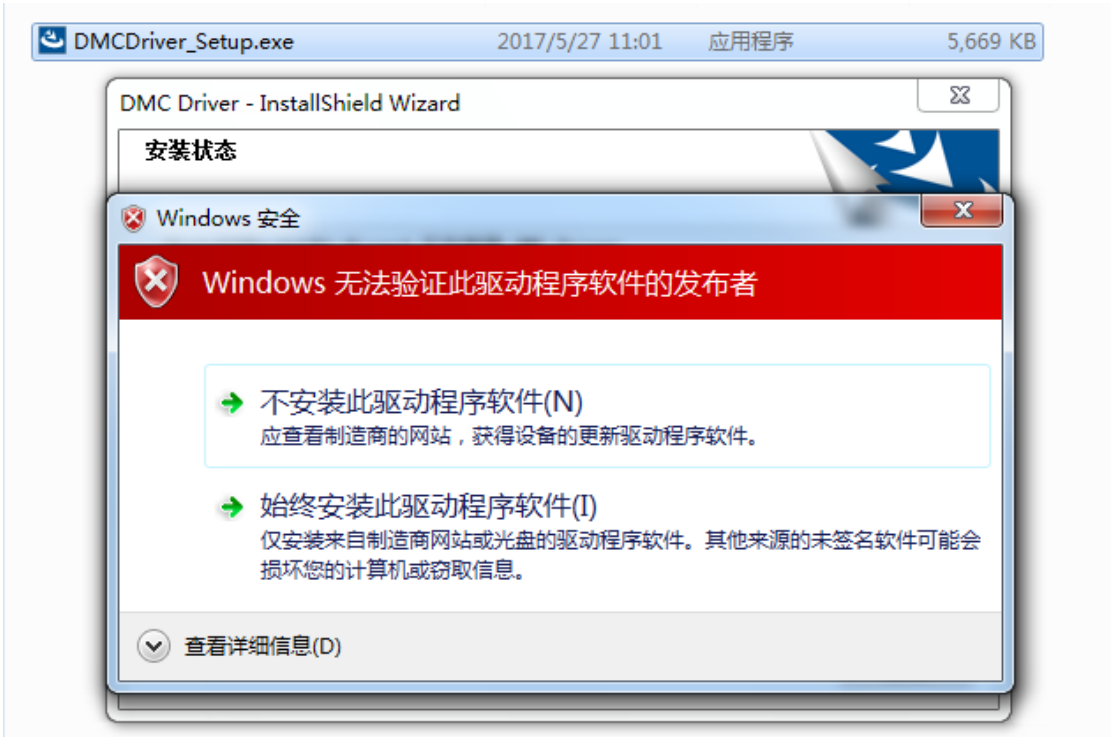


图 4.9　Windows 安全提示

6、安装完成后，显示界面如图 4.10 所示，点击“完成”。

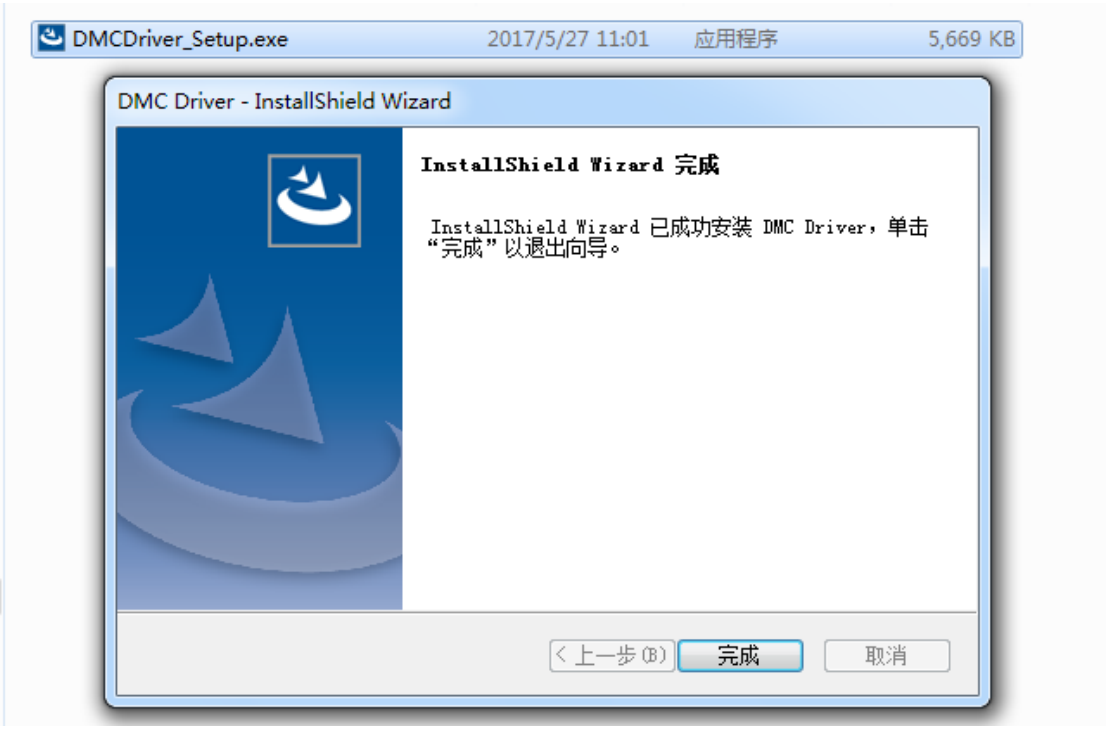


图 4.10　完成驱动程序安装

7、打开设备管理器， 在“ Jungo”选项下可以看到“ DMC3K5K”和“ LeisaiDrvr1230”注册信息。 至此控制卡就可以正常使用了， 如图 4.11 所示。

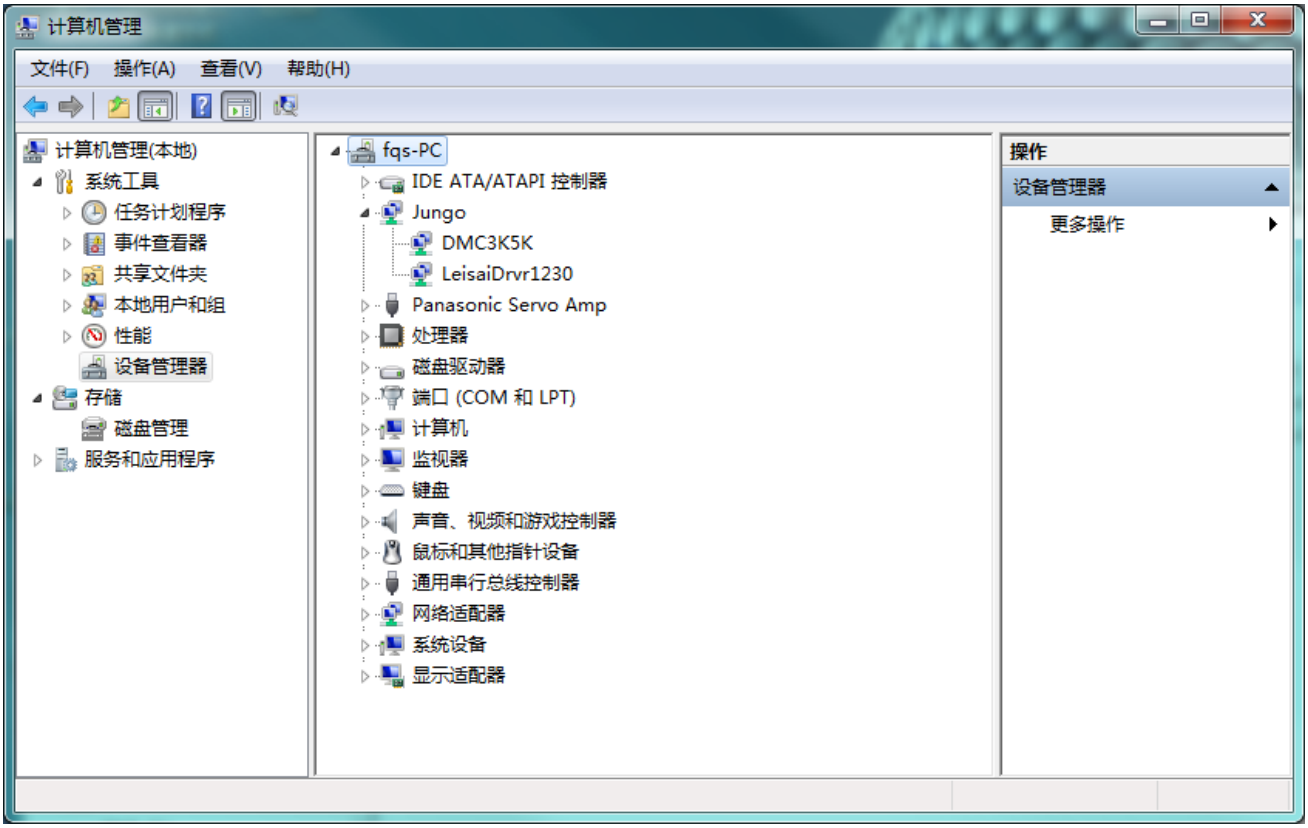


图 4.11 正确安装驱动程序后的设备信息

4.3 驱动程序卸载步骤

1、双击驱动文件 DMCDriver_Setup.exe，如果出现如图 4.12 所示对话框，请选择 “除去”，并点击“下一步”。

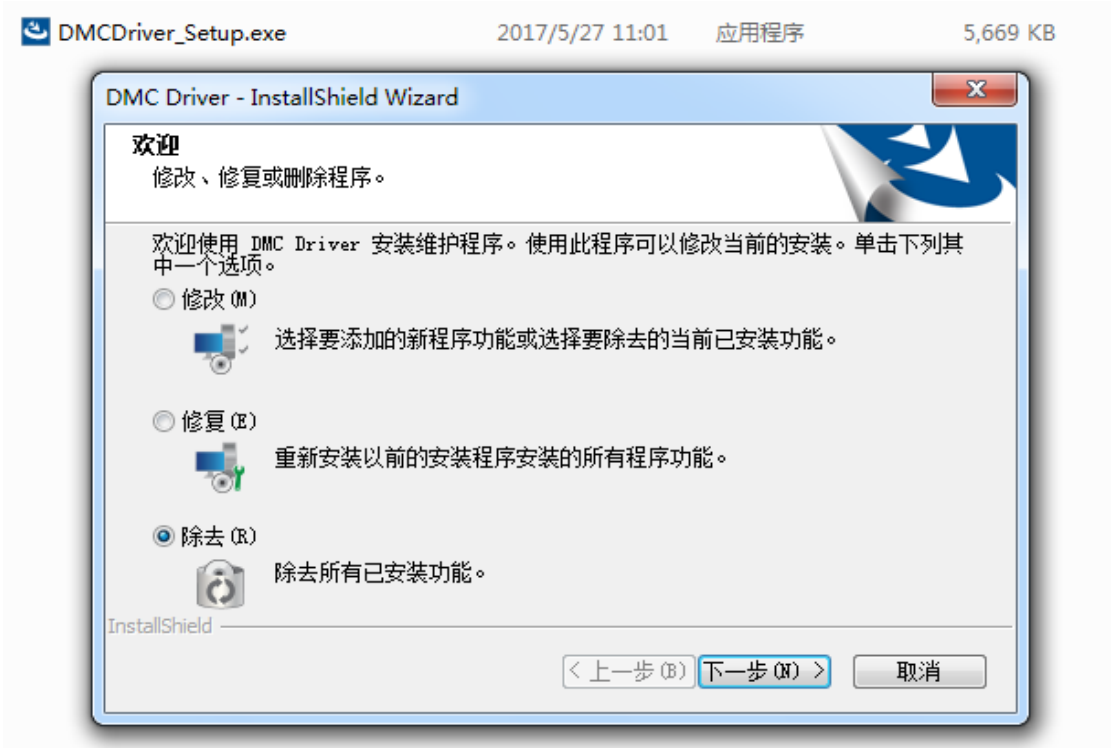


图 4.12 删除驱动选项

2、出现确认对话框，请选择“是”按钮。

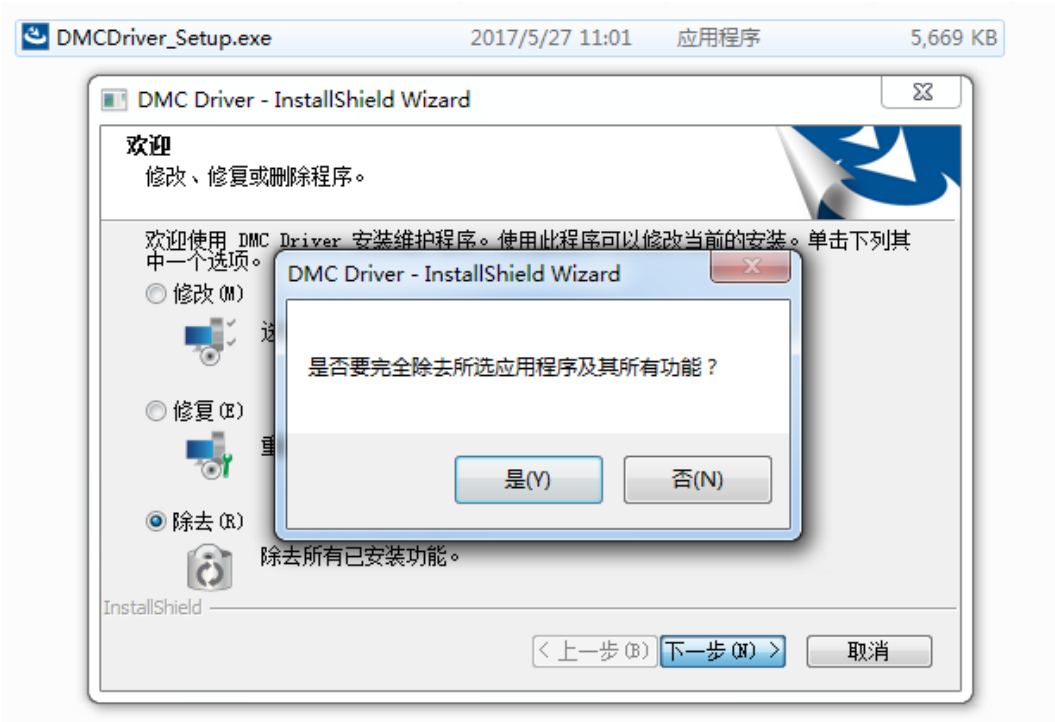


图 4.13　是否删除提示窗

3、卸载完成后，显示界面如图 4.14 所示，点击“完成”，完成卸载。

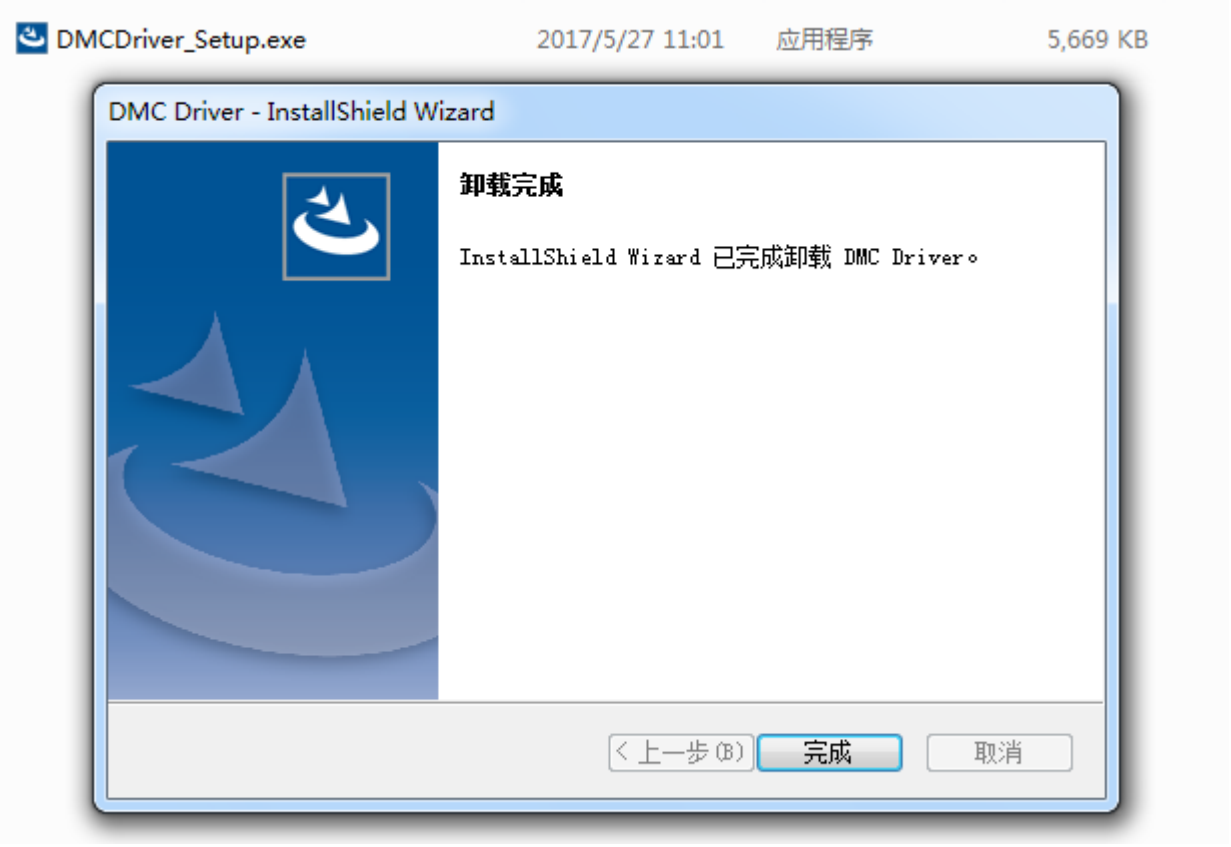


图 4.14　完成驱动程序的卸载

第 5 章　控制卡总线 Motion 的安装与使用方法

雷赛公司除了开发了驱动程序、函数库以外，还开发了一套控制卡总线 Motion。

用户在使用 VB、VC 或其它高级语言编写应用程序之前，可利用控制卡总线 Motion 软件快速熟悉 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡的硬件、软件功能，还可以方便快捷地测试电机、传感器、开关元件、平台等在执行各种动作时的性能特点。

此外，在编程控制之前，需用总线 Motion 扫描从站并进行总线配置。

5.1　控制卡总线 Motion 的安装步骤

安装控制卡总线 Motion 测试软件的步骤如下：

1）使用控制卡总线 Motion 前，请确保已经通读本手册，并参照第 4 章硬件及驱动程序的安装，完成硬件设置、硬件安装和驱动程序安装。

2）启动 PC 机，进入 Windows 操作系统。

3）将 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡资料包中的“\MOTION\控制卡总线 Motion”，全部复制到硬盘中。

4）在复制到硬盘中的控制卡总线 Motion 目录中找到 Leadshine.DMC.IDE.exe，双击运行，即显示如图 5.1 所示的演示软件主界面。在此界面上可以通过点击相应按钮，进入各功能界面。

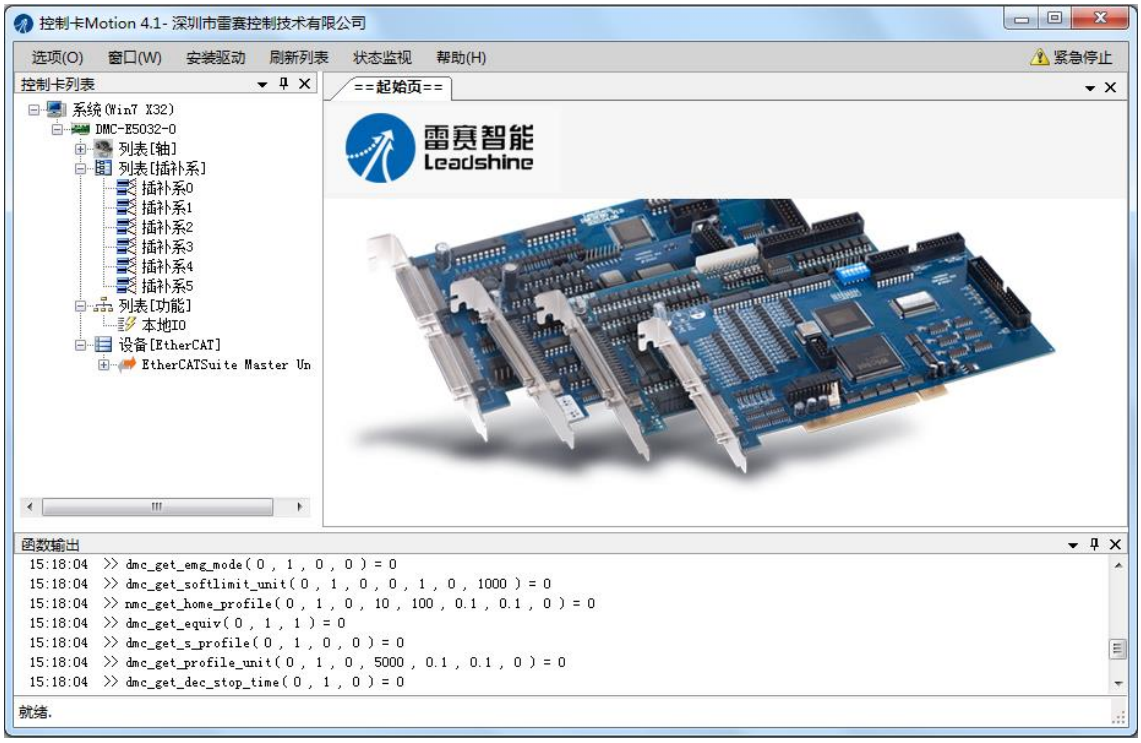


图 5.1　演示软件主界面

5）选择所需的卡，然后进行相应的操作。

6）至此，即可使用控制卡总线 Motion 软件进行测试。

注意：本软件是基于.NET 4.0 开发，请在使用软件前确保操作系统内已经安装了.NET 4.0，若未安装请先安装。

5.2 Motion 软件的功能与使用方法

当使用 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 控制卡时，控制卡总线 Motion 提供了参数设置、IO 检测、运动测试、帮助这四个主要的操作界面。设置好界面上的参数后，就可以进行一些基本的控制操作，如：点位运动、直线插补、圆弧插补、I/O 信号检测等。

控制卡 Motion 软件主要用于设备扫描配置以及功能测试使用，界面简单，操作方便。

软件主界面主要分为 5 个部分：

（1）菜单栏，用于 Motion 软件的设置、驱动安装、刷新列表和紧急停止。

（2）控制卡列表窗口，控制卡列表区的控制卡列表是在软件启动时先扫描 PC 系统上已经插入的控制卡并显示在列表上。轴列表会显示控制卡上已经连接的轴，插补系列表和功能列表根据控制卡的不同而有所不同，设备列表会显示已经加入 EtherCAT 网络的设备。

（3）功能页面窗口。

（4）信息输出窗口，支持所有函数调用过程的信息输出。

（5）状态栏，显示总线的状态，会根据控制卡列表区选择的控制卡类型不同而有所不同。主界面如下图：

图 5.2 主界面

各功能详细使用方法见控制卡 Motion 使用手册。

5.2.1 EtherCAT 总线配置

EtherCAT 总线控制卡 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 在使用前必须配置总线参数，下载总线轴 PDO 配置和轴 IO 映射。不同的 PDO 对象组合，可以实现不同的功能，PDO 常用对象可参见附录 3，EtherCAT 总线控制卡 CSP 模式最基本的 PDO 对象如下表：

主索引（HEX）	子索引（HEX）	对象名称	数据类型	PDO 映射
603F	00	错误码(Error Code)	UINT16	T_PDO
6040	00	控制字(Controlword)	UINT16	R_PDO
6041	00	状态字(Statuword)	UINT16	T_PDO
6060	00	操作模式(Modes of operation)	INT8	T_PDO
6061	00	操作模式显示(modes of operation display)	INT8	R_PDO
6064	00	实际位置(position actual value)	INT32	T_PDO
607A	00	目标位置(Target position)	INT32	R_PDO
60FD	00	数字输入(Digital inputs)	UINT32	T_PDO

从站 PDO 对象的删减可以通过 motion 操作，但需根据从站实际需要的 PDO 对象合理的增减，下面介绍 EtherCAT 总线控制卡连接从站的操作方法。

在控制卡列表区，点击“设备【EtherCat】”按钮进入总线配置界面。总线参数可以手动配置也可以自动配置，一般自动配置总线即可。扫描完成后可以手动修改 PDO 对象。

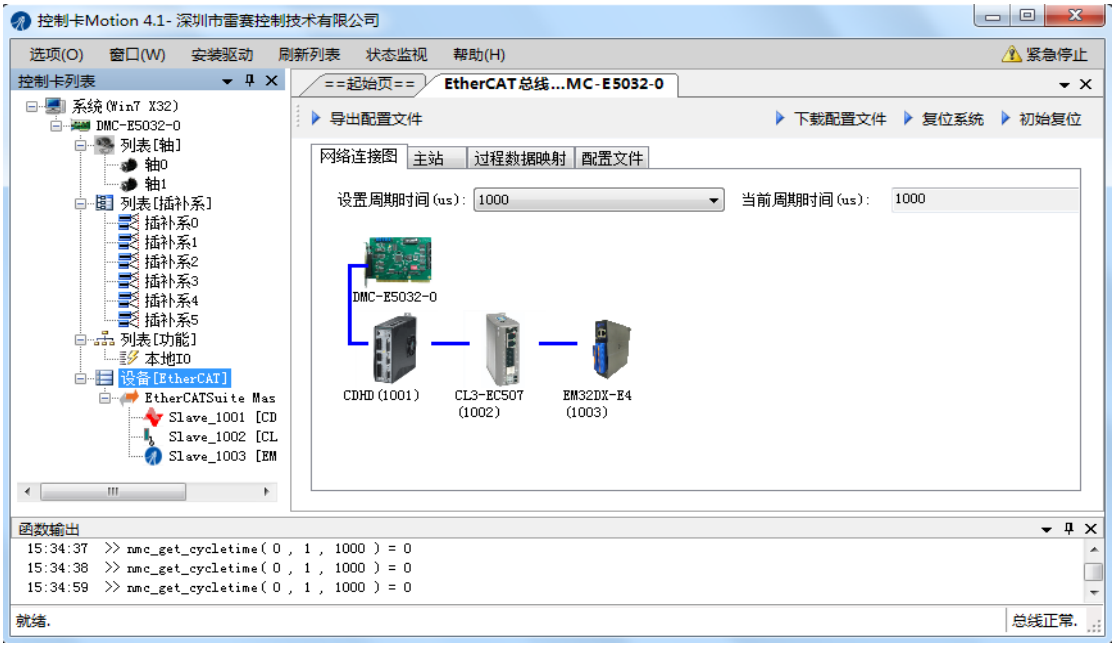
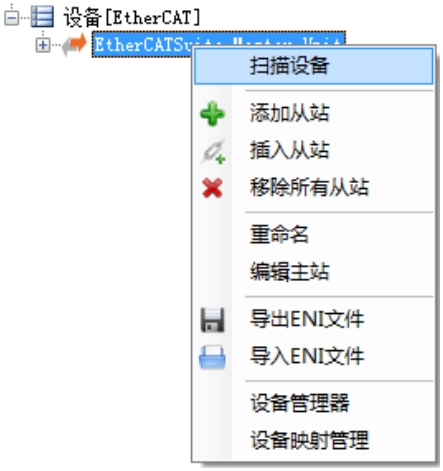


图 5.3 总线配置界面

1) 自动配置总线

总线配置可以通过扫描来自动匹配完成总线结构配置，在扫描前需要把总线上的从站设备都接好并上电，然后右键点击主站“EtherCATSuite Master Unit”，选择“扫描设备”进行扫描。



当扫描完成后，主站节点下会显示总线上所有的从站。

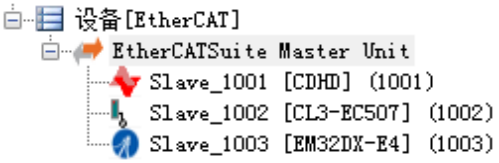


图 5.5 从站列表

2) 手动配置总线

在主站右键菜单选择“添加从站”或“插入从站”菜单项可以添加或插入从站到该主站下。

在从站右键菜单选择“插入从站”“移除从站”可以在当前位置插入从站设备或移除当前选择的从站设备。

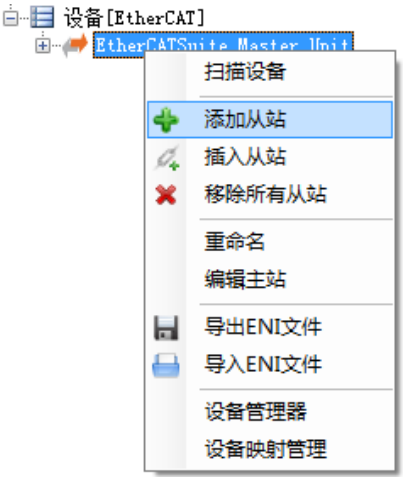


图 5.6 从站操作菜单

3) 配置从站 PDO 参数

设备厂商提供的设备描述文件中已经有默认的 PDO 配置，但实际应用过程如果需要用到额外的参数，就需要对 PDO 配置进行修改和配置。若用户需要修改从站 PDO 参数，可以双击列表中的从站名称，即可显示从站相关配置项，修改从站过程数据的 PDO 对象。在配置完相关参数后，需将配置文件下载到控制卡中。

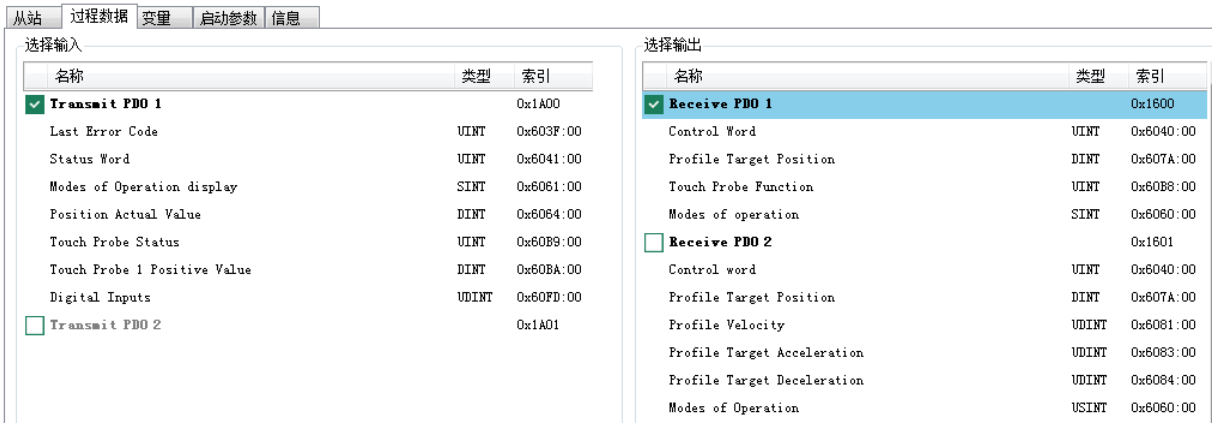


图 5.7 从站参数

4) 配置主站参数

双击选择主站名称，即可显示主站参数项。

图 5.8 主站编辑

5) 配置映射

轴映射指的是建立 EtherCAT 驱动器 (EtherCAT 地址)和 EtherCAT 总线控制卡中的轴号的对应关系。映射控制卡的轴号到从站的轴和控制卡的 IO 索引到从站的 IO 索引，映射完成后就可以像操作本地轴和本地 IO 一样操作从站的功能。

默认扫描完成或添加从站时映射关系软件已经自动配置完成，注意：控制卡的本地轴和本地 IO 默认被映射到最前面。

图 5.9 映射配置

⚠注意：对于 Motion 没有自动映射轴号的驱动器设备(设备描述文件没有集成到 EtherCAT 总线控制卡 Motion 软件中)，用户需要手动添加该驱动器和轴号的映射关系。

6) 配置下载

在配置完成从站和主站以及映射关系后，需要把配置文件下载到控制卡。

点击“下载文件”完成配置文件下载，若软件未自动复位控制卡，需要手动点击“复位系统”来复位重启控制卡。至此，EtherCAT 总线配置完成，可以像操作脉冲卡一样操作了。

图 5.10 下载配置文件

7）总线状态

在主界面右下角状态栏显示总线状态，若出现错误将显示总线错误码，点击该错误码，会弹出错误的具体意义对话框。

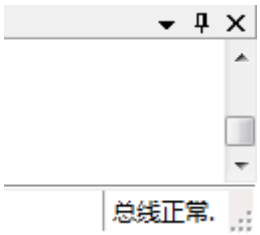


图 5.11 总线状态

注意：总线错误码说明见附录 2。

5.2.2 辅助功能

5.2.2.1 重启

当使用控制卡出现异常情况时，可以通过复位来实现控制卡重启。右键选择对应的控制卡，即可出现复位控制卡的菜单项。

复位分为两种：冷复位和热复位。

冷复位：重启控制卡操作系统，控制卡内部所有程序重启，复位速度较慢；

热复位：重启控制卡应用程序，重新连接从站，复位速度较快。

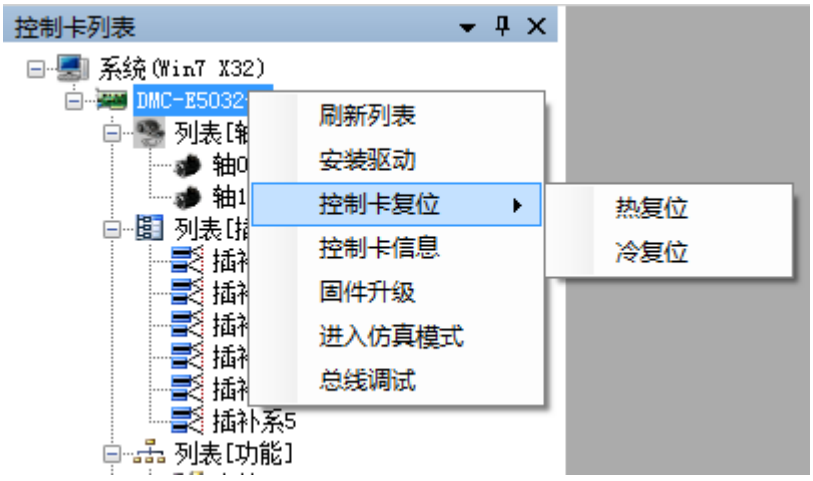


图 5.12 复位控制卡菜单

注意：系统中增加或减少从站后都要执行重新扫描配置主从站并下载。

5.2.2.2 控制卡信息

当需要了解控制卡相关信息时，可右键点击对应的控制卡，选择“控制卡信息”菜单项。

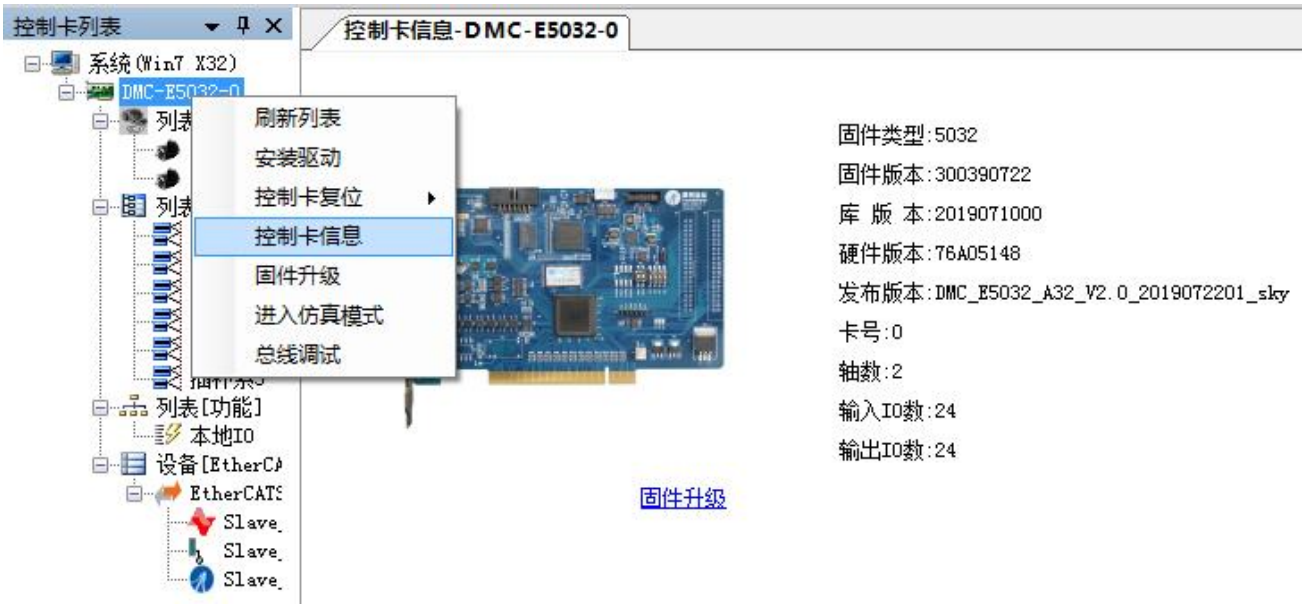


图 5.13 控制卡信息菜单

5.2.2.3 信息输出

控制卡 Motion 软件支持所有函数调用过程的信息输出，在菜单栏“窗口”选择“函数输出窗口”即可显示输出窗口。

函数输出窗口中输出了函数的调用名称、参数以及返回值，当返回值为错误码时会以红色标记。

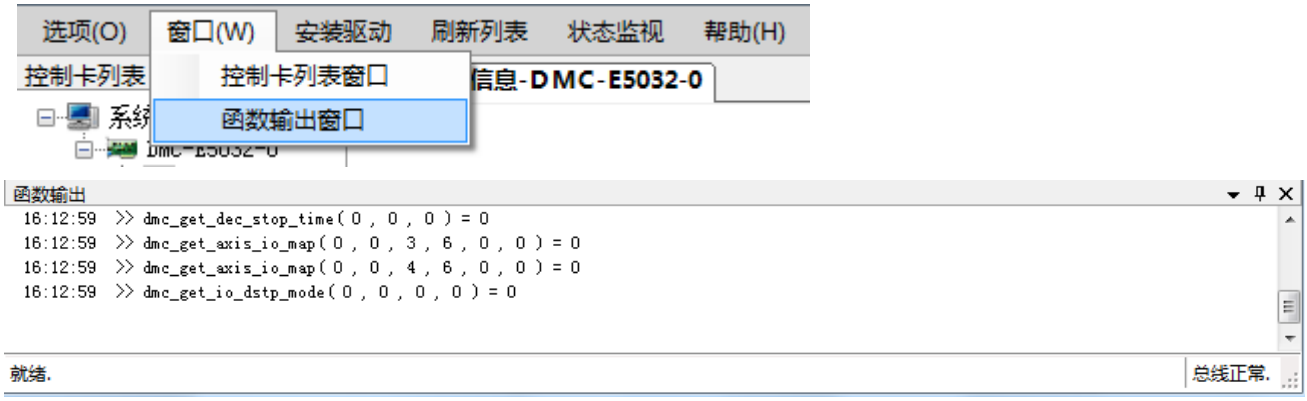
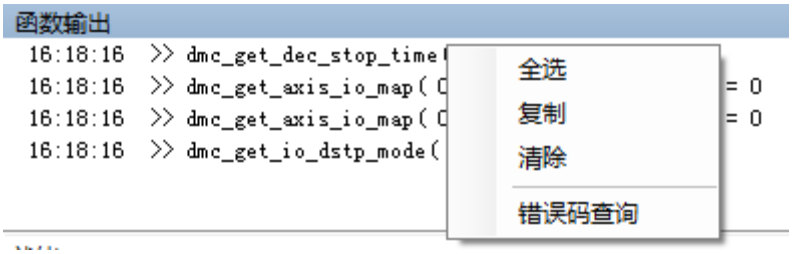


图 5.14 函数输出窗口

5.2.2.4 错误码查询

在函数输出窗口右击，选择“错误码查询”菜单项，即可弹出错误码查询窗口，输入错误码，点击“查询”即可显示错误码对应的信息。



错误码查询菜单

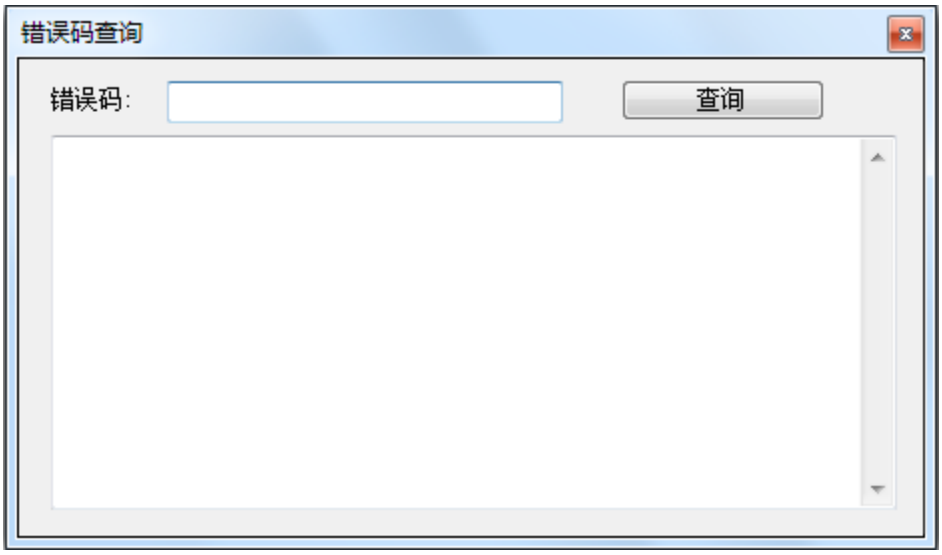


图 5.15 错误码查询窗口

5.2.3 参数配置

当使用控制卡前，需要对控制卡的轴运动、IO 信号以及伺服信号等相关参数进行合理配置。注意：不同型号控制卡，请根据现场情况以及产品使用手册进行合理配置。

选择“控制卡列表区”的控制卡->展开“列表[轴]”列表->选择要操作的轴->双击“轴 0”按钮->单击“单轴参数”选项页，进入轴参数配置窗口。

在进入参数配置窗口后，可以通过点击“上传”按钮上传控制卡内的参数到当前窗口显示，点击“下载”按钮把当前界面的参数下载到控制卡；当所有轴参数设置相同时，点击“应用到所有轴”按钮可以把当前轴设置的参数应用到所有轴。窗口打开时默认会上传控制内最新的参数。

注意：不同类型控制卡参数项可能有所不同

图 5.16 参数配置窗口

5.2.3.1 轴参数

1) 基本设置

设置各个轴的基本运动参数，包括脉冲当量、初始速度、定位速度、终止速度、加减速时间、S 段时间等参数。

参数名	参数值	单位	说明
基本设置			
脉冲当量	1	pulse/unit	每个单位距离对应的脉冲数量
初始速度	0	unit/s	最大值根据驱动器决定
定位速度	5000	unit/s	最大值根据驱动器决定
终止速度	0	unit/s	最大值根据驱动器决定
加速时间	0.1	s	最小值为 0.001s
减速时间	0.1	s	最小值为 0.001s
S段时间	0	s	范围: 0~0.5 s
减速停止时间	0	s	异常减速停止时间 范围: 0~∞

图 5.17 基本参数设置

脉冲当量：根据控制卡所接电机的轴的参数设置对应的当量参数，当量为一个运动单位所需要的运动数量，单位为 pulse/unit。

初始速度：设置单轴运动时，轴运动开始的起步速度，单位为 unit/s。

定位速度：设置单轴运动时，轴运动的最大速度，单位为 unit/s。

终止速度：设置单轴运动时，轴运动结束时的停止速度，单位为 unit/s。

加速时间：设置单轴运动时，轴运动由初始速度加速到最大速度时所需要的时间，单位为 s。

减速时间：设置单轴运动时，轴运动快结束时由最大速度降速到终止速度时所需要的时间，单位为 s。

S 段时间：设置单轴运动时，轴 s 型曲线速度的时间，单位为 s。

减速停止时间：设置单轴运动时，调用减速停止指令或遇到异常信号减速后，减速停止的时间，单位 s。

2) 回零设置

设置各个轴的回零参数，回零参数包括回零低速、回零高速、加减速度时间、回零模式。

回零设置			
回零低速(unit/s)	10		
回零高速(unit/s)	100		
回零偏移(unit)	0		
加速时间(s)	0.1		
减速时间(s)	0.1		
回零模式	0		

图 5.18回零参数设置

回零低速：回零时低速运动时的速度。

回零高速：回零时高速运动时的速度。

加速时间：回零时由低速到高速的加速段时间。

减速时间：回零时由高速到低速的减速段时间。

回零模式：设置回零的回零方式。

3) 软限位设置

设置各个轴的软限位参数，参数包括：软限位启用、软限位正、软限位负、停止模式、编码器启用等。

软限位设置			
限位启用	是		
软限位正	1000		
软限位负	0		
停止模式	减速停止		
编码器启用	否		

图 5.19软限位参数设置

限位启用：设置软限位是否启用。

软限位正：设置软限位正方向位置，轴运动的最大范围。

软限位负：设置软限位负方向位置，轴运动的最小范围。

停止模式：设置轴触发软限位后，停止的模式。

编码器启用：位置是否是检测编码器反馈位置。

4) 急停设置

设置急停参数设置，参数包括：急停启用、有效电平、急停 IO 映射等。

急停设置			
急停启用	否		
有效电平	低		
急停IO映射	通用输入:0,滤波:0s		

图 5.20急停设置

急停启用：设置急停是否启用。

有效电平：设置急停 IO 信号触发的有效电平。

急停 IO 映射：设置急停 IO 信号映射到其他 IO 上。

5) 减速停止设置

设置减速停止参数，参数包括：信号启用、有效电平、减速停止 IO 映射等。

减速停止设置			
信号启用	否		
有效电平	低		
减速停止IO映射	通用输入:0, 滤波:0s		

图 5.21减速停止设置

信号启用：设置是否启用减速停止信号。

有效电平：设置减速停止信号触发电平。

减速停止 IO 映射：设置减速停止 IO 信号映射到其他 IO 信号上。

5.2.3.2 插补参数

选择“控制卡列表”区的控制卡->展开“列表[插补系] ”列表->选择要操作的插补坐标系->双击“插补系0”按钮->单击“插补系参数”选项页，进入插补系参数配置窗口。

插补运动 | 插补系参数

应用到所有插补系 | 上传 | 下载

参数名	参数值	单位	说明
插补设置			
起始速度(unit/s)	0	unit/s	最大值根据驱动器决定
插补速度	10000	unit/s	最大值根据驱动器决定
终止速度(unit/s)	0	unit/s	最大值根据驱动器决定
加速时间	0.5	s	最小值为 0.001s
减速时间	0.5	s	最小值为 0.001s
S段时间	0	s	范围： 0~0.5 s
减速停止时间(s)	0.01	s	异常减速停止时间 范围：0~∞

图 5.22 插补参数

注意：插补参数中所有的速度都是坐标系内的各个轴的合成速度。

起始速度：设置插补运动的起始速度。

插补速度：设置插补运动的最大速度。

终止速度：设置插补运动的停止速度。

加速时间：设置插补运动由起始速度到最大速度的加速时间。

减速时间：设置插补运动由最大速度到停止速度的减速时间。

S 段时间：设置插补运动 s 型速度曲线的时间。

5.2.4 功能测试

测试控制卡各项功能，包括单轴测试、多轴测试、手轮测试、PVT 测试、单轴比较、二维比较、原点锁存、高速锁存、连续插补、PWM 测试、AD 测试、DA 测试等。注意：不同类型的控制卡可能测试项不同。

5.2.4.1 单轴测试

测试各个轴的定长、定速以及回零运动，支持在线变速和在线变位运动，监视各个轴的运动状态以及轴状态信息。

图 5.23 单轴测试界面

一般操作步骤：

1.设置模式，设置好运动模式及其他参数，注意：不同运动模式参数项不一样。

2.设置参数。

3.设置曲线显示，勾选需要采集的曲线进行曲线显示。

4.点击“启动”按钮，即开始运动。

1)模式设置

运动模式：选择测试运动的模式，包括定长运动、连续运动以及回零运动。

停止模式：设置点击“停止”按钮时，停止是减速停止还是立即停止。

位置类型：设置参数项中的目标位置是绝对定位还是相对定位。

2)参数项

运动轴选择：勾选需要参数运动的轴。

起始速度：定位运动起始的速度。

最大速度：定位运动达到的最大运动速度。

终止速度：定位运动结束运动时的速度。

加速时间：定位运动从起始速度到最大速度的加速段时间。

减速时间：定位运动从最大速度到停止速度的减速段时间。

S 段时间：S 曲线速度段的时间。

目标位置：设置定位运动的运动到的目标位置，若位置坐标类型设置为“相对坐标”则该值为相对于当前位置的相对距离。

运动方向：设置“相对坐标”模式下，相对定位方向。

回零低速：回零运动低速时的速度。

回零高速：回零运动高速时的速度。

回零方向：回零运动的方向，正方向/负方向。

回零模式：设置回零的模式，具体模式请参照对应型号的控制卡手册。

回零速度模式：设置回零时低速回零还是高速回零。

3)图形显示

位置-时间曲线：采集显示位置与时间关系曲线。

速度-时间曲线：采集显示速度与时间关系曲线。

4)操作

启动：启动选择的轴运动。

单轴停止：停止选择的轴。

紧急停止：紧急停止所有的轴运动。

计数器清零：设置所有轴指令位置和反馈位置为 0。

在线变速：在轴定位运动时改变选择的轴的运动速度。

在线变位：在轴定位运动时改变选择轴的定位目标位置。

SEVON：使能/失能轴。

5.2.4.2 多轴测试

测试多轴插补运动，包括直线插补、各类型圆弧/螺旋线插补等。

选择“控制卡列表”区的控制卡->展开“列表[插补系]”列表->选择要操作的插补坐标系->双击“插补系 0”按钮->单击“插补运动”选项页，进入插补运动操作窗口。

图 5.24 多轴测试界面

一般操作步骤

1. 使能参与运动的轴，点击“SEVON”使能操作的轴。
2. 选择操作轴，选择需要参与插补运动的轴号。
3. 设置插补模式。
4. 添加插补数据
5. 轴参数设置，设置多轴插补速度参数或者连续插补速度参数。
6. 图形显示，勾选需要显示的曲线。
7. 点击“启动”按钮，启动运动。

1) 插补模式

设置插补运动是连续插补或者多段插补。选择连续插补后，下方会出现连续插补设置项

在线变速（%）：设置在线变速的百分比

圆弧限速：设置是否启用圆弧限速功能

前瞻模式：设置是否启用前瞻模式

前瞻段数：设置前瞻模式的段数

允许误差：设置开启前瞻模式时的允许误差范围

前瞻加速度：设置前瞻模式的前瞻加速度

PWM 启用： 设置是否启用连续插补运动中的 PWM 跟随功能。点击设置，可以进入 PWM 跟随功能参数设置窗口。

2）添加插补数据操作过程

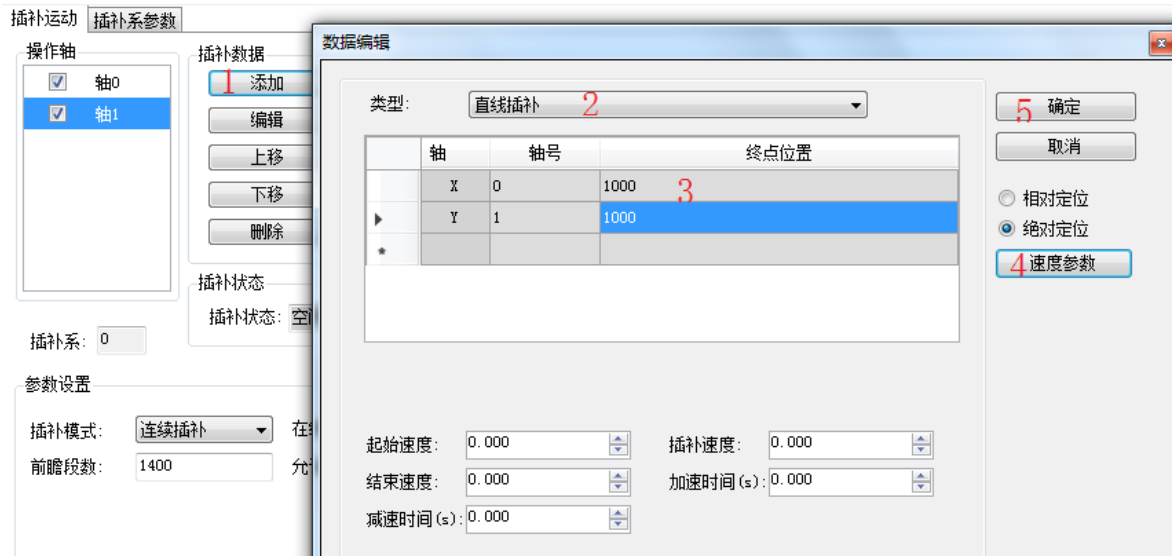


图 5.25 添加插补数据界面

5.2.4.3 手轮测试

测试手轮运动。在控制卡列表区选择控制卡->展开“列表[功能]”列表->双击“手轮”按钮，进入手轮测试窗口。注意：不同的控制卡，手轮配置选项可能不同

操作步骤

1）手轮配置，配置手轮通道、手轮输入模式等。

2）选择手轮控制轴号以及手轮倍率。

3）启动手轮运动。

图 5.26 手轮测试界面

5.2.4.4 单轴比较

测试单轴比较。在控制卡列表去选择控制卡->展开“列表[功能]”列表->双击“一维比较”按钮，进入一维比较测试窗口。

图 5.27 单轴比较测试界面

一般操作步骤

1）添加数据表。

2）选择测试轴，设置轴速度相关参数。

3）启动运动。

比较数据编辑

1）添加数据，右键菜单选择“添加比较点”菜单项，在编辑窗口中添加数据，确定即可。

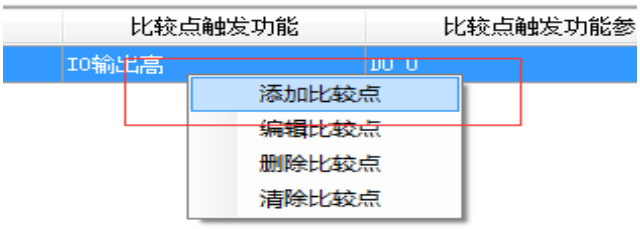


图 5.28 添加比较点菜单

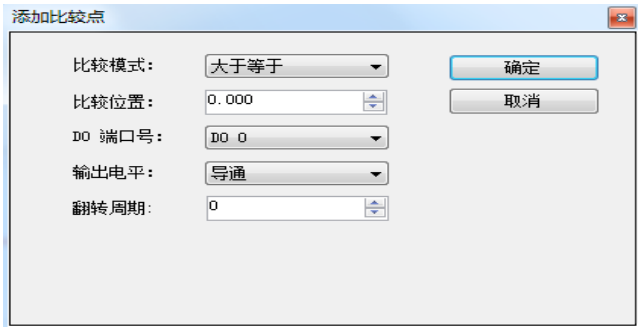


图 5.29 比较点编辑窗口

2）编辑比较点，右键菜单选择“编辑比较点”菜单项或双击需要编辑的行，再在编辑窗口编辑数据确定即可。

3)删除比较点，右键菜单选择“删除比较点”菜单项，即可删除选择的比较点数据。

4)清除比较点，右键菜单选择“清除比较点”菜单项，即可清除所有的比较点数据。

比较状态监视

实时显示比较器的当前比较位置、已比较点数和可加比较点数，同时实时显示比较数据图。

图 5.30 比较状态

5.2.4.5 高速锁存

测试高速锁存。在控制卡列表中选择控制卡->展开“列表[功能]”列表->双击“高速锁存”按钮，进入高速锁存窗口。

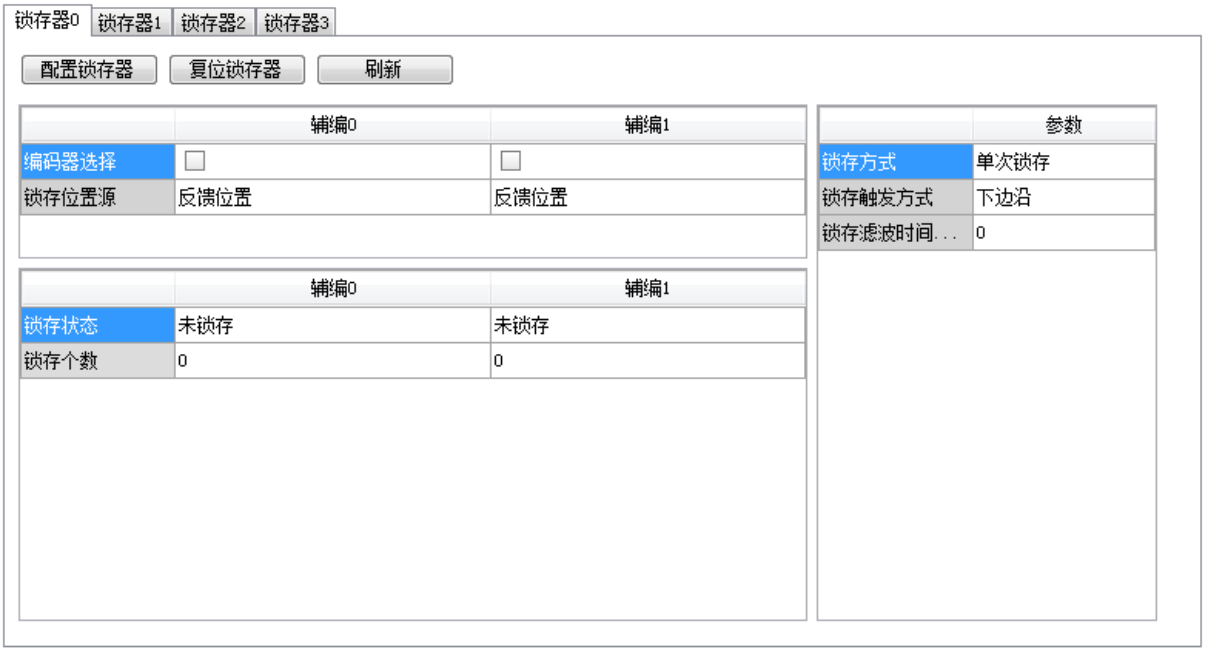


图 5.31 高速锁存窗口

一般操作步骤：

1）复位锁存器。

2）锁存参数配置。

3）配置锁存器。

4）启动运动，LTC 被触发时，读取锁存值，并在锁存区显示。

第 6 章　应用软件开发方法

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡的应用软件可以在 Visual Basic 、Visual C++、C#等高级语言环境下开发。应用软件开发之前，需保证 DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 连接好从站，通过控制卡 Motion 的 EtherCAT 总线配置界面扫描从站、设置总线通信周期，并下载总线配置文件。操作过程详见 5.2.1 节。

如果您对 VB、VC、C#语言都不熟悉，建议您花两天时间阅读一本 VB 语言的培训教材，并且通过练习掌握该语言的基本技巧，如：编写简单的程序、创建窗体和调用函数。

如果您曾用 VB 或 VC 等程序语言开发过运动控制软件，并具有丰富的经验，则可直接阅读第 8 章“总线操作函数说明”及第 9 章“基本功能函数说明”。

6.1　基于 WINDOWS 平台的应用软件结构

使用雷赛运动控制卡的自动化设备运动控制系统构架如图 6.1 所示：

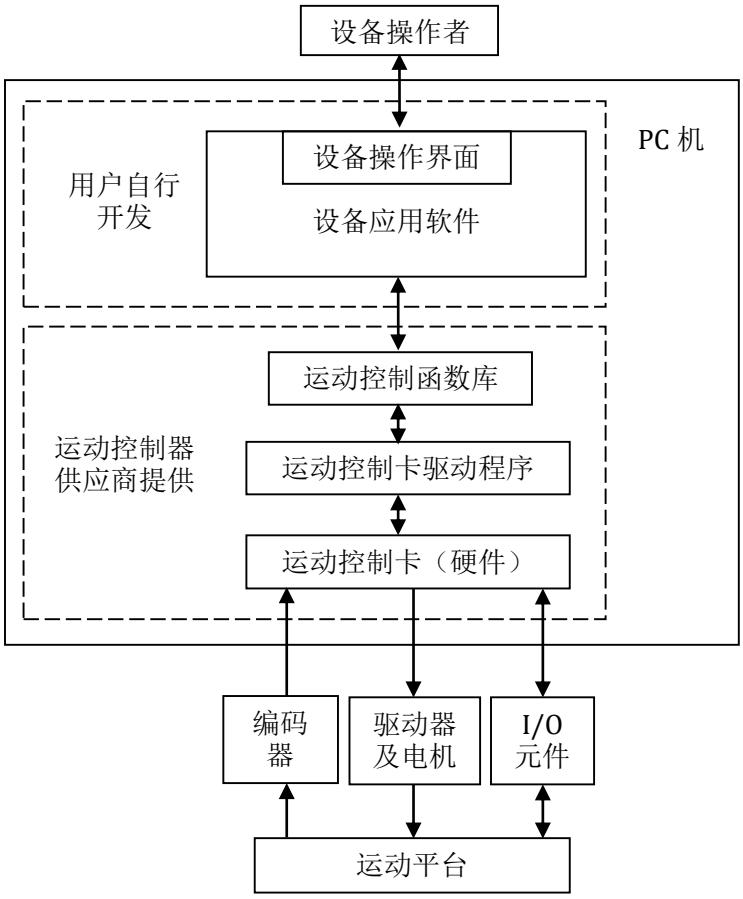


图 6.1　基于雷赛运动控制卡的自动化设备运动控制系统构架

从图 6.1 中可看出，运动控制系统的工作原理可以简单描述为：

1）操作员通过操作界面（包括显示屏和键盘）将指令信息传递给设备应用软件；

2）设备应用软件将操作者的信息以及应用软件中已有的运动流程、运动轨迹等数据转化为运动参数，并根据这些参数调用 DLL 库中运动函数；

3）运动函数通过雷赛运动控制卡驱动程序向运动控制卡发出控制指令；

4)运动控制卡根据控制指令发出相应的指令脉冲给驱动器及电机、读写通用输入输出口、读取编码器数据。

用户根据设备的工艺流程、运动轨迹和友好的人机界面等要求开发设备应用软件。雷赛公司已提供支持 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡的硬件驱动程序和 DLL 运动函数库，包括控制卡初始化、单轴及多轴控制、数字量输入/输出控制等多种函数。这些函数可以方便地完成与运动控制相关的功能，用户不需要更多了解硬件电路的细节以及运动控制和插补算法的细节，就能使用 VB、VC 等程序语言开发出自己的运动控制系统应用软件。

用户编写的设备应用软件的典型流程如图 6.2 所示。

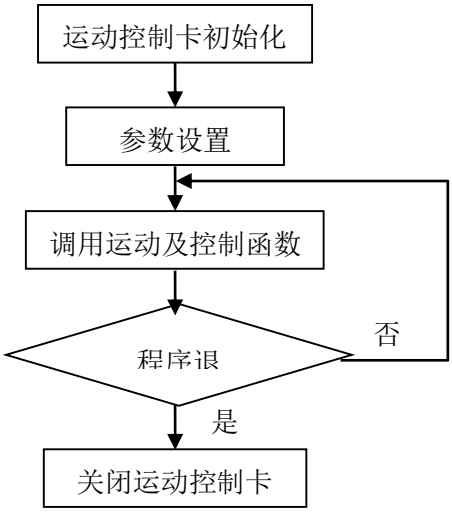


图 6.2　设备应用软件的典型流程

6.2　采用 VB 6.0 开发应用软件的方法

下面以 Visual Basic6.0 环境下编写一个点位运动的应用软件为例，讲解用 VB 开发应用软件的一般方法。

1）Motion 软件中，扫描驱动器，并将轴使能。在磁盘上新建一个目录，如 E:\test1

2）打开 Visual Basic 6.0，新建一个“标注 EXE”工程，在对话框上添加按钮“启动”和“停止”，并将其名称分别修改为“CB_Start”和“CB_Stop”，如图 6.3 所示。

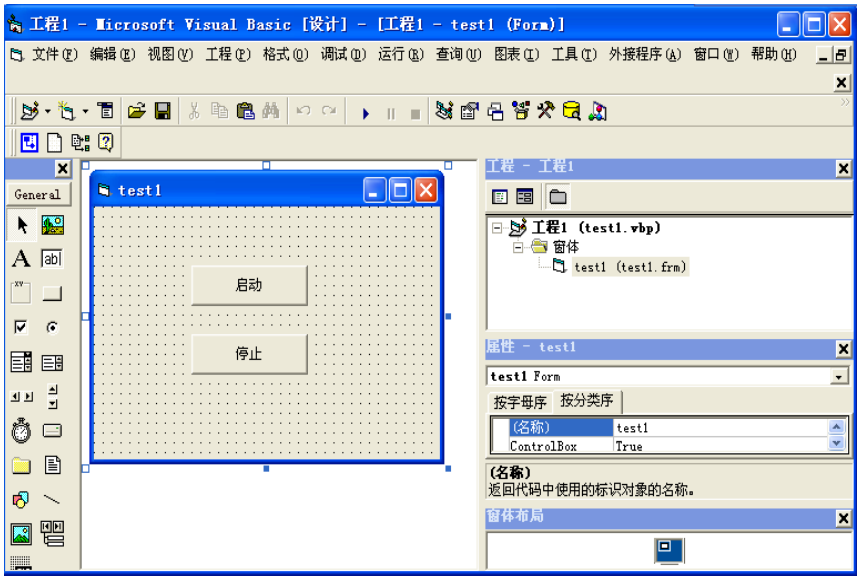


图 6.3　修改对话框（VB）

3）工程保存在 E:\test1 目录下。

4）在资料光盘相应目录下找到 LTDMC.bas、LTDMC.dll 和 PVT.dll 文件，拷贝到 test1 目录下。

5）菜单中选择“工程”->“添加模块”->“现存”，找到 test1 目录下的 LTDMC.bas 文件，添加到工程中，如图 6.4 所示。

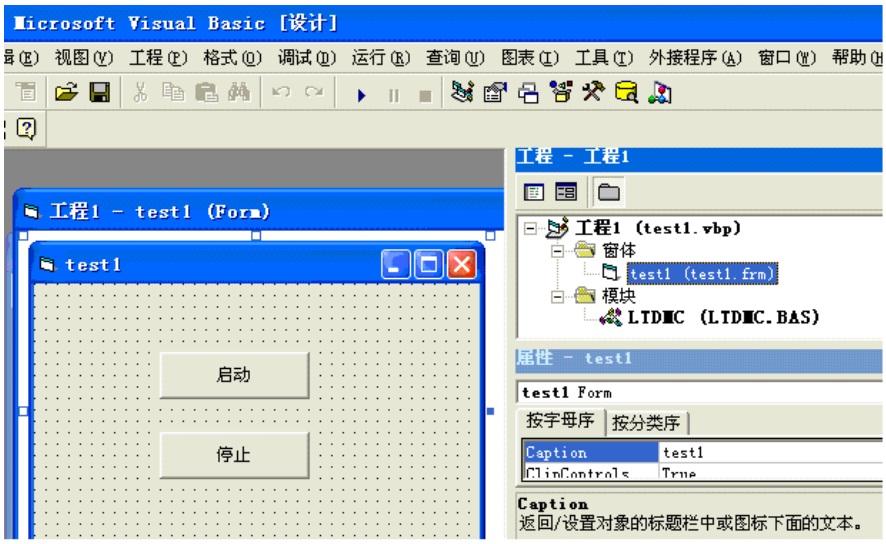


图 6.4　添加头文件

6）双击窗口控件，在 Form_Load 事件中添加代码 dmc_board_init。选择 UnLoad 事件，在 Form_Unload 事件中添加代码 dmc_board_close 双击“启动”按钮，在 CB_Start_Click 事件中添加代码如下：

```
dmc_set_profile_unit 0,0,500,5000, 0.01,0.01,500
dmc_pmove_unit 0,0,200000,0
```

双击“停止”按钮，在 CB_Stop_Click()事件中添加代码如下：

```
dmc_stop 0,0,0
```

7）程序编写完成。运行程序，显示界面如图 6.5 所示。按下“启动”按钮，第 0 轴就会输出长度为 200000 的脉冲；运动中可以按下“停止”按钮，便会减速停止脉冲输出。

图 6.5　程序运行界面（VB）

6.3　采用 VC 6.0 开发应用软件的方法

下面以 Visual C++ 6.0 环境下编写一个点位运动的应用软件为例，讲解用 VC 开发应用软件的一般方法。

1）打开 Visual C++ 6.0。

2）新建一个工程。

3）选择 MFC APPWizard(exe)。

4）选择工程保存路径，如：E:\。

5）输入工程名,如：test1。如图 6.6。

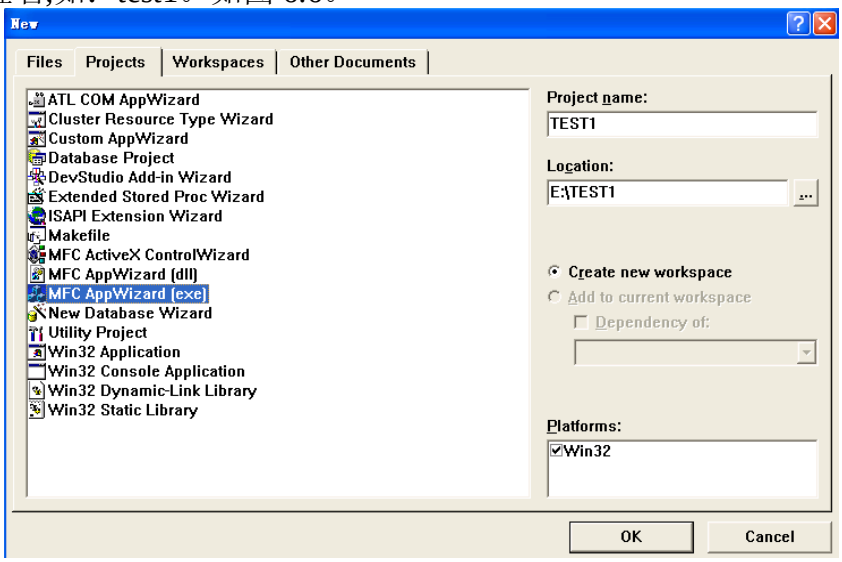


图 6.6　创建新工程

6）在应用程序类型中选择“基于对话”，按“完成”键，建立工程。

7）给对话框进行简单的修改，增加按钮“启动”、“停止”和“使能”；并分别命名为“IDC_BUTTON_Start”、“IDC_BUTTON_Stop” 和“IDC_BUTTON_enable”，如图 6.7 所示。

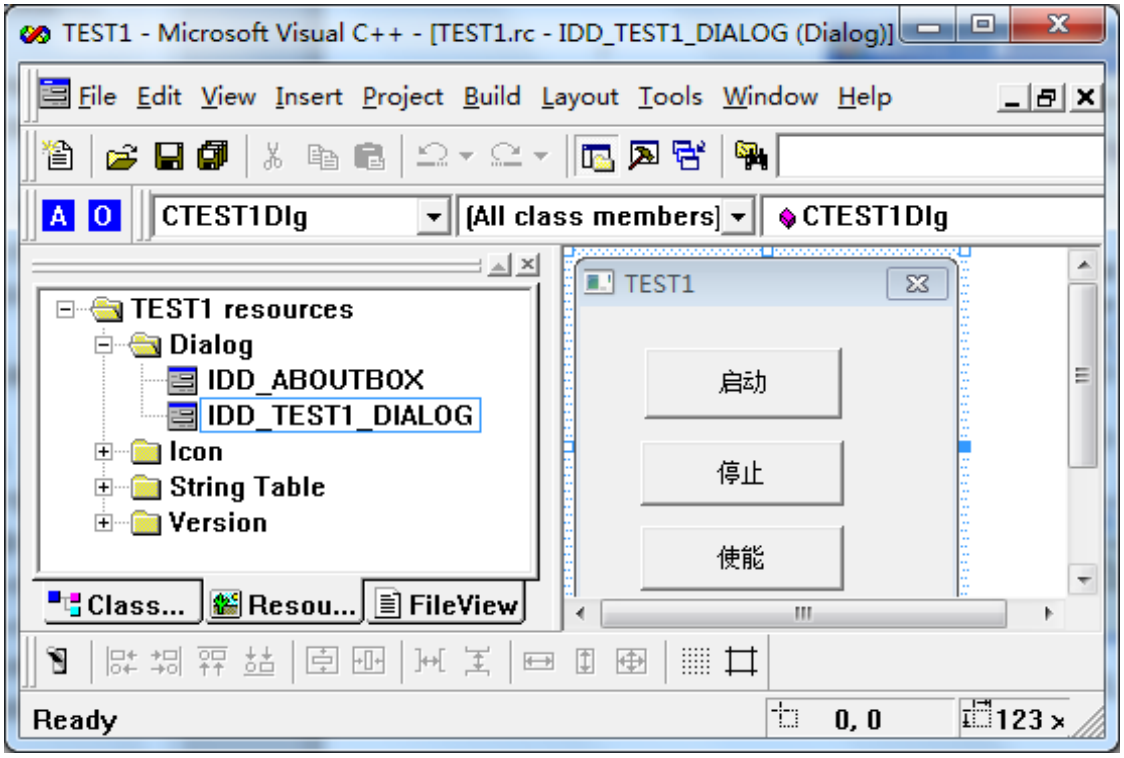


图 6.7　修改对话框

8）在相应的目录下找到 LTDMC.h、LTDMC.lib、LTDMC.dll 和 PVT.dll 文件，拷贝到 E:\tes1 目录。

9）在菜单中选择“工程”->“添加工程”->“文件”，选中 LTDMC.lib 文件加入到工程中。

10）打开 test1.cpp 文件，在程序开始部分添加相应语句：#include “LTDMC.h”，如图 6.8 所示。

11）在 CTest1Dlg::OnInitDialog()函数中添加代码：dmc_board_init();如图 6.9。

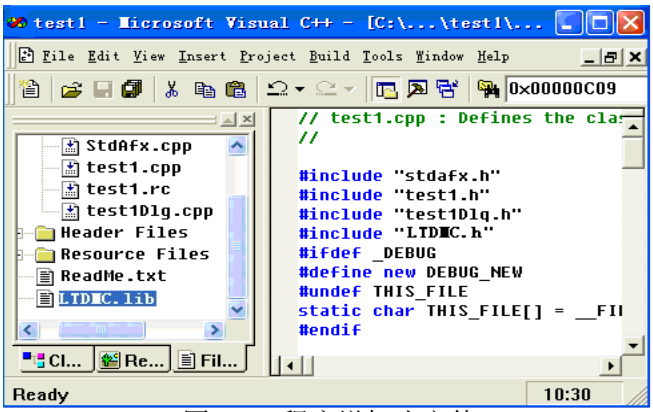


图 6.8　程序增加头文件

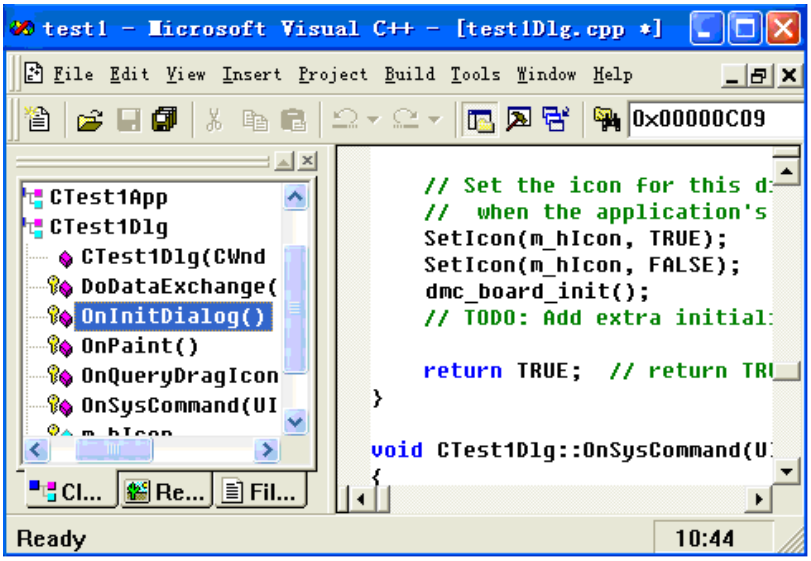


图 6.9　程序增加初始化函数

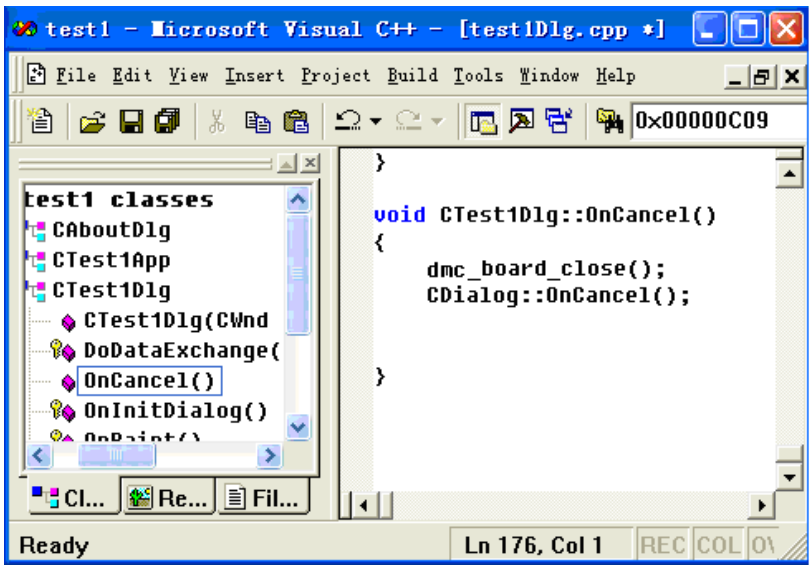


图 6.10　程序增加 OnCancel 函数

12）如图 6.10 所示，在 Ctest1Dlg 中添加一个成员函数 OnCancel,在 OnCancel 函数中添加代码如下：

```
dmc_board_close();
CDialog::OnCancel();
```

13）双击“启动”按钮在按钮点击事件中输入代码如下：

```
dmc_set_profile_unit(0,0,500,5000, 0.01,0.01,500);
dmc_pmove_unit(0,0,200000,0);
```

双击“停止”按钮在按钮点击事件中输入代码：

```
dmc_stop(0,0,0);
```

双击“使能”按钮在按钮点击事件中输入代码：

nmc_set_axis_enable(0,0);

14）编译程序后，运行程序，显示图 6.11 所示的界面。按下“使能”，再按下“启动”按钮，第 0 轴就会输出长度为 200000 的脉冲；运动中可以按下“停止”按钮便会减速停止脉冲输出。

图 6.11　程序运行界面

6.4　采用 C＃开发应用软件的方法

下面以 C＃环境下编写一个点位运动的应用软件为例，讲解用 C＃开发应用软件的一般方法。

1）在磁盘上新建一个目录，如 E:\Test

2）打开 C＃，新建一个“Windows 应用窗体程序”，并将名称修改为“test1”，如图 6.12 所示。在对话框上添加按钮“启动”和“停止”，并将其名称分别修改为“Start”和“Stop”，如图 6.13 所示。

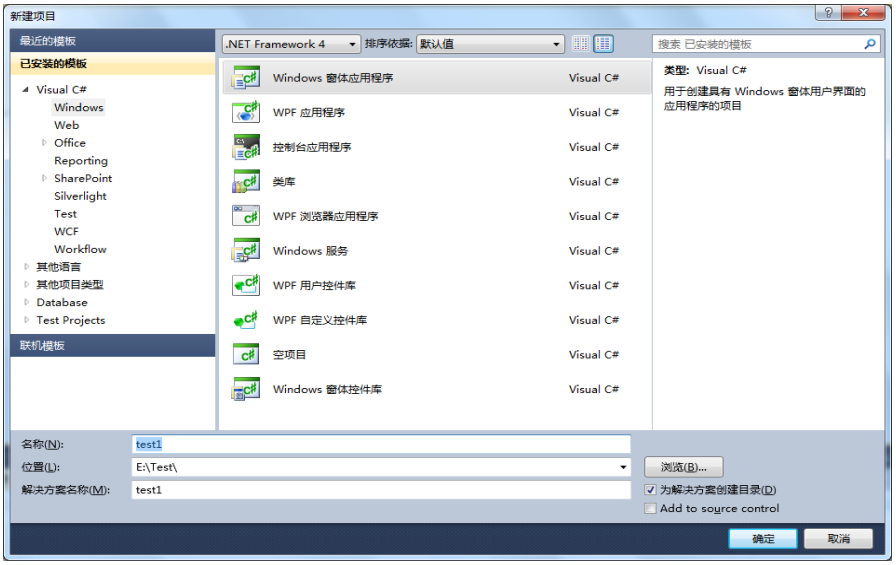


图 6.12　新建 Windous 窗体应用程序

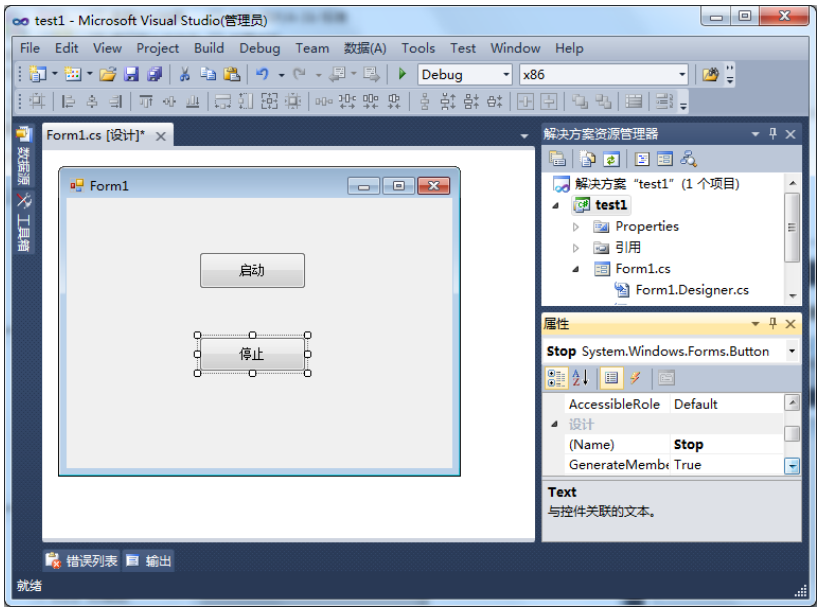


图 6.13　修改对话框

3）点击“全部保存”，将应用程序保存在 E:\Test 目录下。

4）在资料光盘相应目录下找到 LTDMC.dll、PVT.dll 和 LTDMC.cs 文件，将 LTDMC.dll、PVT.dll 文件拷贝至 E:Test\test1\test1\bin\debug 目录下，LTDMC.cs 文件拷贝至 E:Test\test1\test1 目录下。

5）菜单中选择“项目”->“添加现有项”，找到 test1 目录下的 LTDMC.cs 文件，添加到应用程序中，如图 6.14 所示。

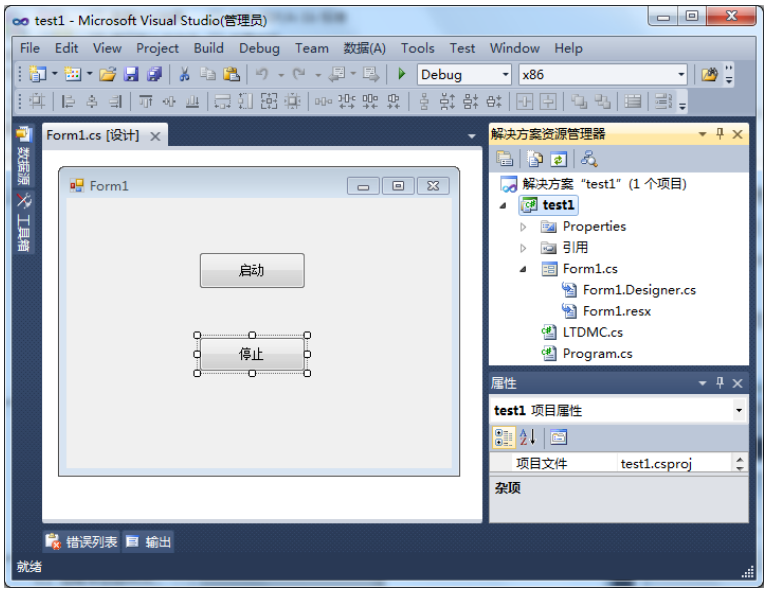


图 6.14　添加头文件

6）在代码文件开头处添加控制卡的命名空间：using csLTDMC;如图 6.15 所示。

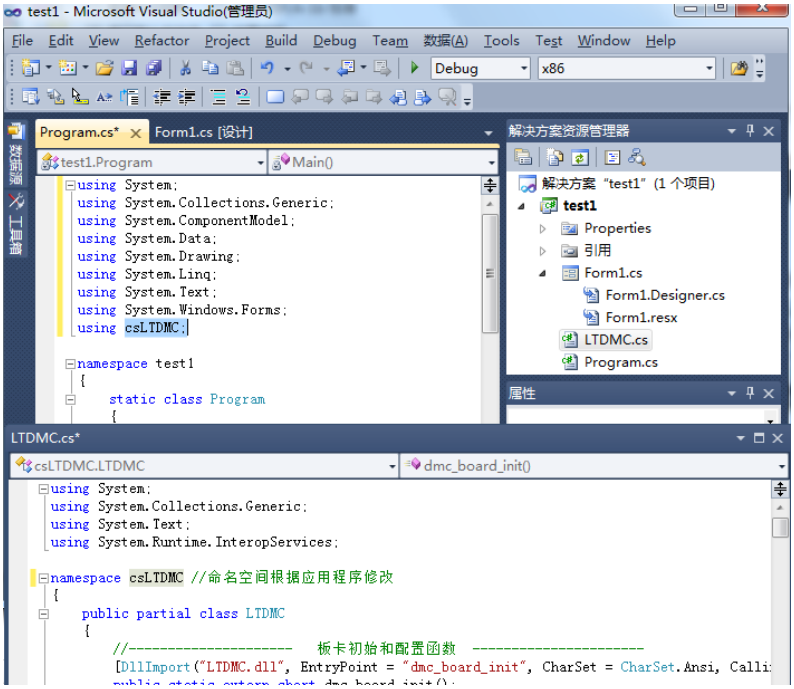


图 6.15　添加控制卡的命名空间

7）设定控制卡卡号为 3，如图 6.16 所示，双击窗口控件，在 Form1_Load 事件中添加代码 LTDMC.dmc_board_init(); 双击属性窗口中 FormClosed，在 Form1_FormClosed 事件中添加代码 LTDMC.dmc_board_close();双击“启动”按钮，在 Start_Click 事件中添加代码如下：

```
LTDMC.nmc_set_axis_enable(3, 0);
LTDMC.dmc_set_profile_unit(3, 0, 500, 5000, 0.01, 0.01, 500);
LTDMC.dmc_pmove_unit(3, 0, 200000, 0);
```

双击“停止”按钮，在 Stop_Click 事件中添加代码如下：

```
LTDMC.dmc_stop (3,0,0);
```

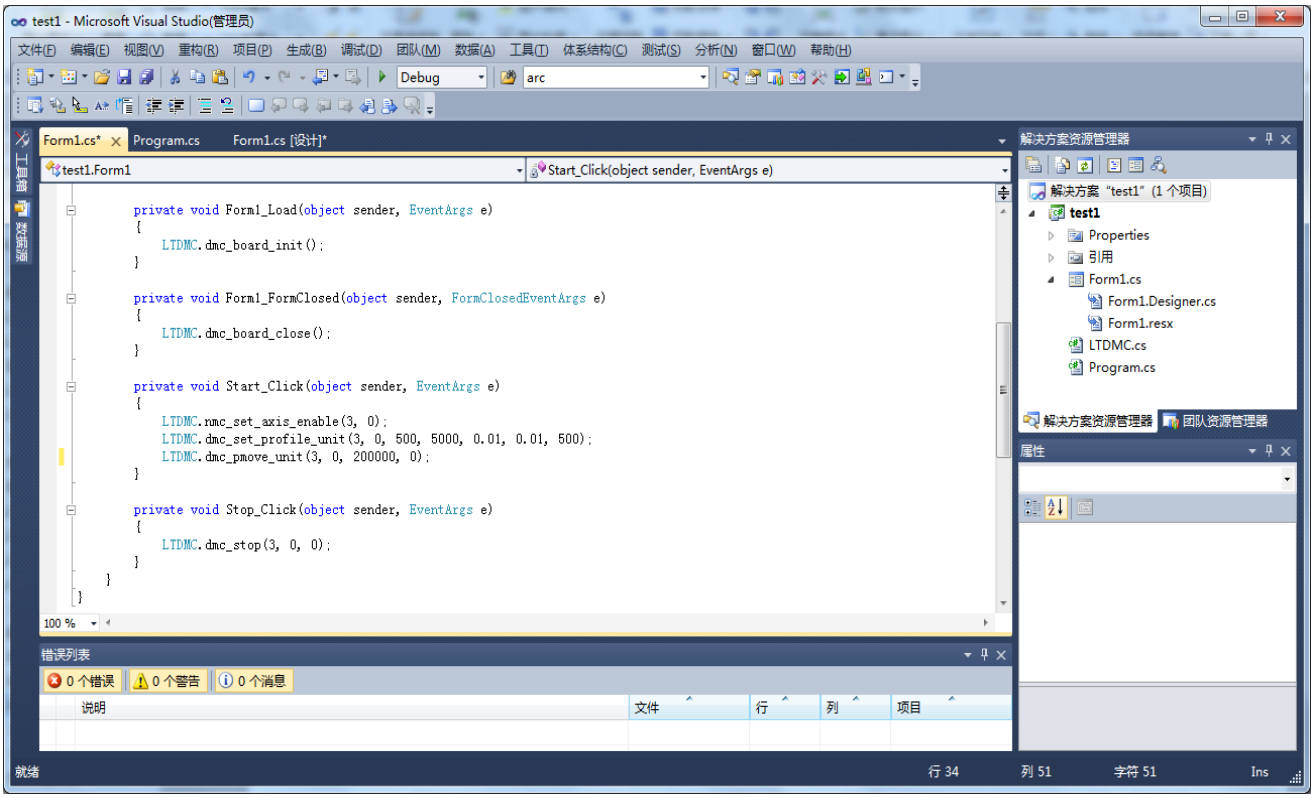


图 6.16　程序中调用运动控制卡库函数

7）程序编写完成。运行程序，显示界面如图 6.17 所示。按下“启动”按钮，第 0 轴就会走长度为 200000 的距离；运动中可以按下“停止”按钮，便会减速停止脉冲输出。

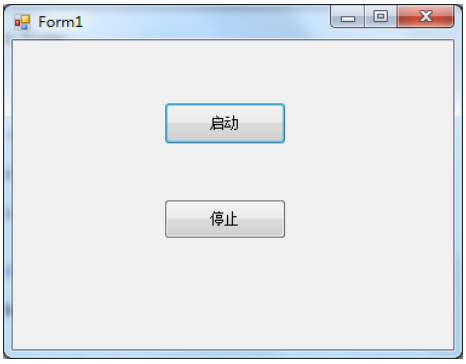


图 6.17　程序运行界面

第 7 章　雷赛控制 EtherCAT 总线卡基本功能实现方法

本章介绍采用 C＃语言通过调用相关函数实现 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡的基本功能方法。

注意：在编程之前，一定要用控制卡 Motion 软件检测硬件系统，确保硬件接线正确。

7.1　板卡初始化

板卡初始化设置相关函数如下表 7.1 所示。

表 7.1　板卡初始化相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_board_init	控制卡初始化函数	9.1 节
dmc_board_close	控制卡关闭函数	

在操作运动控制卡之前，必须调用函数 dmc_board_init 为运动控制卡分配资源。同样，当程序结束对运动控制卡的操作时，必须调用函数 dmc_board_close 释放运动控制卡所占用的 PC 系统资源，使得所占资源可被其它设备使用。

7.2　脉冲当量的设置

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了脉冲当量设置功能，该功能可以自定义位置（位移）单位，并且提供了相应的各种高级运动函数。相关函数如表 7.2 所示。

表 7.2　脉冲当量相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_equiv	设置脉冲当量值	9.2 节
dmc_get_equiv	读取设置的脉冲当量值	

注意：设置脉冲当量功能允许在轴使能状态下设置，但需 1 个总线周期时间才能生效。

例：某设备中运动控制卡发送 100 的运动位置，设备平台前进 1mm。用户可以通过脉冲当量设置功能将运动的位移单位设置为 mm，速度单位则为 mm/s。脉冲当量为 100。相关代码如下：

```
……
ushort MyCardNo, MyAxis;
```

```
double MyEquiv;

MyCardNo=0;                                          //卡号
MyAxis=0;                                            //轴号
MyEquiv=100;                                         //设置脉冲当量为 100
LTDMC.dmc_set_equiv(MyCardNo, MyAxis, MyEquiv);//设置脉冲当量
……
```

注意：设置当量为 100 后，若下次调用函数时没有设置脉冲当量，脉冲当量仍为 100。

例：如果用户仍希望以脉冲（pulse）为单位，那么用户可以将脉冲当量值设置为 1，即此时运动的位移单位为 pulse，速度单位则为 pulse/s。相关代码如下：

```
……
ushort MyCardNo, MyAxis;
double MyEquiv;

MyCardNo=0;                                          //卡号
MyAxis=0;                                            //轴号
MyEquiv=1;                                           //设置脉冲当量为 1
LTDMC.dmc_set_equiv(MyCardNo, MyAxis, MyEquiv);//设置脉冲当量
……
```

7.3 停止命令的设置

在设备进行运动功能调试之前，必须确保安全机制的有效。

停止开关在运动过程中出现意外的运动时，能起到紧急停止运动的功能，提高设备运行时的安全性能。在使用运动控制卡进行运动控制之前，必须保证停止命令的有效性。

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了急停设置函数 dmc_emg_stop 或 dmc_stop 来设置急停功能。

相关函数如下表 7.3 所示。

表 7.3 急停开关设置相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_emg_stop	紧急停止所有轴	9.16 节
dmc_stop	单轴急停或减速停	

例：紧急停止前 8 轴

```
……
ushort CardNo,Axis;

CardNo=0;                    //卡号
```

```
for(Axis=0;Axis<8;Axis++)//循环，依次对 0~7 号轴进行设置
{
    LTDMC.dmc_stop(CardNo, Axis, 1); //紧急停止轴
}
……
```

7.4 总线复位及电机使能

总线复位及电机使能相关函数如下表 7.4 所示。

表 7.4 电机使能失能相关函数说明

名称	功能	参考
nmc_set_axis_enable	设置 EtherCAT 总线驱动器使能	8.3 节
nmc_set_axis_disable	设置 EtherCAT 总线驱动器失能	
nmc_get_errcode	读取 EtherCAT 总线状态	8.2 节
nmc_clear_errcode	清除 EtherCAT 总线错误码	
dmc_soft_reset	总线热复位	9.1 节

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 总线卡构成的总线系统中，第一次操作控制卡或更改过连接的 EtherCAT 从站设备时，需通过雷赛 motion 扫描下载总线配置参数后，才可正常操作控制卡。控制卡初始化后需判断总线是否正常（nmc_get_errcode），正常时才可操作各从站。当 EtherCAT 总线报错时，可以通过执行总线热复位函数（dmc_soft_reset）来恢复总线操作。

所有电机在运动之前都需要进行使能操作，不管是总线伺服还是总线步进。E5064 卡控制轴使能，需要发送设置轴使能指令，并且在总线轴状态机（nmc_get_axis_state_machine）变成”操作使能”状态后才完成。

例：轴 0 使能操作

```
……
ushort MyCardNo,MyAxis,errcode,statemachine;
MyCardNo=0;
MyAxis=0;
errcode=0;          //总线错误代码
statemachine=0;     //总线状态机
LTDMC.nmc_get_errcode(MyCardNo, 2,ref errcode);          //获取总线状态
if(errcode==0)      //总线正常才允许使能操作
{
    LTDMC.nmc_set_axis_enable(MyCardNo, MyAxis);//设置指定轴使能,此处 MyAxis 即当前指定轴
```

```
        LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
        DateTime dt_start=DataTime.Now;//获取当前时间
        while(statemachine!=4)  //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于使能状态
        {
            if((DataTime.Now - dt_start).TotalMilliseconds >= 1000)//1s 时间防止死循环
            {
                break;
            }
            LTDMC.nmc_set_axis_enable(MyCardNo, MyAxis);   //设置轴使能
            LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine); //获取状态机
        }
    }
    else        //总线不正常状态下不响应使能操作
    {
        LTDMC.nmc_clear_errcode(MyCardNo,2);//尝试清除总线错误
        return;
    }
    ……
```

7.5 回原点运动的实现

在进行精确的运动控制之前，需要设定运动坐标系的原点。运动平台上都设有原点传感器（也称为原点开关）。寻找原点开关的位置并将该位置设为平台的坐标原点的过程即为回原点运动。DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了回原点运动的相关函数，参数传输到驱动器，由驱动器完成回零功能。各驱动器回零后对回零偏移量的处理方式不同，请查看各驱动器手册说明。

相关函数如下表 7.5 所示。

表 7.5　回原点相关函数说明

名称	功能	参考
nmc_set_home_profile	设置 EtherCAT 总线轴回零参数	8.3 节
nmc_get_home_profile	读取 EtherCAT 总线轴回零参数	
nmc_home_move	启动 EtherCAT 总线轴回零	
dmc_get_home_result	读取回零状态	

回原点运动主要步骤如下：

1）使用 nmc_set_home_profile 函数设置回原点模式及相关回原点运动参数；

2）使用 nmc_home_move 函数执行回原点运动；

3）使用 dmc_get_home_result 函数读取回原点执行的结果。

例：方式 33 回原点，直接找 EZ 方式

```
……
ushort MyCardNo,Myaxis,Mymode,state,statemachine;
MyCardNo=0;                    //卡号
Myaxis=0;                      //轴号
state=0;
statemachine=0;
Mymode=33;                     //回零方式为 33
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.nmc_set_home_profile(MyCardNo, Myaxis, Mymode, 500, 1000, 0.1, 0.1, 0);
                                   //设置回原点模式 ,设置 0 号轴梯形速度曲线参数
    LTDMC.nmc_home_move(MyCardNo, Myaxis);//执行回原点运动
    while (LTDMC.dmc_check_done(MyCardNo, Myaxis) == 0)//   判断轴运动状态，等待回零运动完成
    {
        Application.DoEvents();
    }
    LTDMC.dmc_get_home_result(MyCardNo, Myaxis,ref state);//判断回零是否正常完成。
    if(state == 1)   //回零正常完成
    {
        MessageBox.Show("回零完成");
    }
}
```

7.6 点位运动的实现

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 控制卡在描述运动轨迹时可以用绝对坐标也可以用相对坐标，如图 7.1 所示。两种模式各有优点，如：在绝对坐标模式中用一系列坐标点定义一条曲线，如果要修改中间某点坐标时，不会影响后续点的坐标；在相对坐标模式中，用一系列坐标点定义一条曲线，用循环命令可以重复这条曲线轨迹多次。

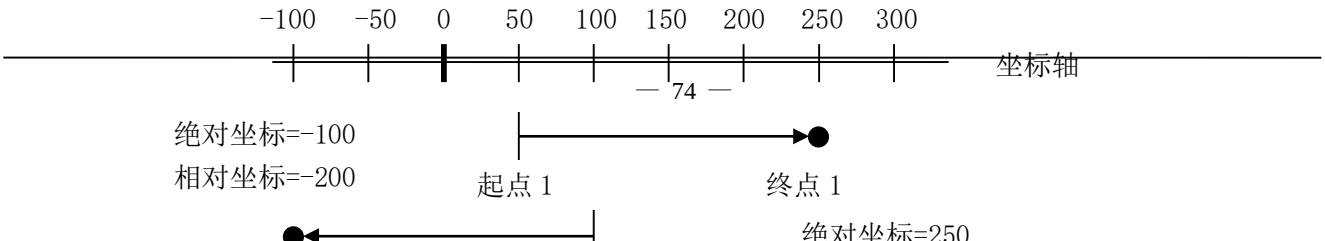


图 7.1　绝对坐标与相对坐标中轨迹终点的不同表达方式

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡在执行点位运动控制指令时，可使电机按照梯形速度曲线或 S 形速度曲线进行点位运动。梯形速度曲线参见图 2.3，S 形速度曲线参见图 2.4。

相关函数如表 7.6 所示。

表 7.6　基于脉冲当量的点位运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_profile_unit	设置单轴运动速度曲线	9.3 节
dmc_set_s_profile	设置单轴速度曲线 S 段参数值	9.3 节
dmc_pmove_unit	定长运动	9.4 节
dmc_check_done	检测指定轴的运动状态	9.16 节

例：执行点位运动

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Myposi_mode, statemachine;
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel, Mys_para;
int MyDist;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
Myaxis = 0;                                     //轴号
MyMin_Vel = 200;                                 //起始速度 200unit/s
MyMax_Vel = 5000;                                //最大速度 5000unit/s
MyTacc = 0.01;                                  //加速时间 0.01s
MyTdec = 0.01;                                  //减速时间 0.01s
MyStop_Vel = 200;                               //停止速度 200unit/s
MyDist = 60000;                                 //位移为 6000unit
Myposi_mode = 0;                                 //保留参数 0
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis ,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_set_profile_unit(MyCardNo, Myaxis, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
```

```
        MyStop_Vel);                                                    //设置单轴运动速度曲线
        LTDMC.dmc_pmove_unit(MyCardNo, Myaxis, MyDist, Myposi_mode);//执行点位运动
        while (LTDMC.dmc_check_done(MyCardNo, Myaxis) == 0)          //判断轴运动状态，等待运动完
成
        {
            Application.DoEvents();
        }

    }
    ……
```

在点位运行过程中，最大速度 Max_Vel 和目标位置 Dist 均可以实时改变，参见图 7.2。若在减速时改变目标位置，电机的速度变化曲线参见图 7.3。

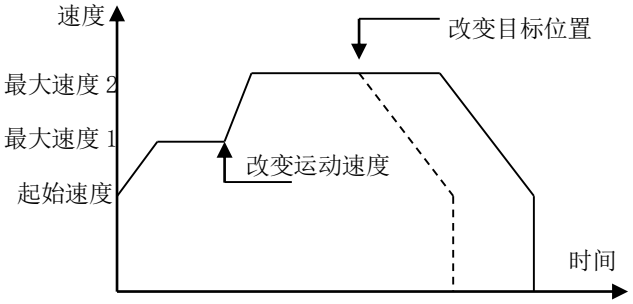


图 7.2　改变速度及改变目标位置

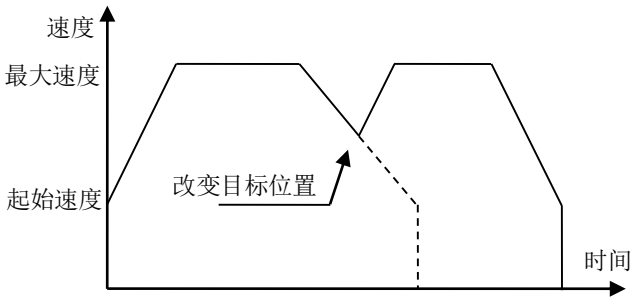


图 7.3　减速时改变目标位置

实现这 2 个功能的函数如表 7.7 所示。

表 7.7　点位运动中改变速度、目标位置的相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_change_speed_unit	在线变速	9.4 节
dmc_reset_target_position_unit	在线变位	

注意：1）在线变位适用于点位运动；在线变速适用于点位及连续运动。

2）在线变位后的目标位置为绝对坐标位置值，无论当前的运动模式为绝对坐标还是相对坐标模式。

3）在线变速可以设置变速时间，设置的变速时间是从当前速度变速到新速度的时间。此时控制卡会重新计算起始速度加速到最高速度所需的时间以及最高速度减速到停止速度所需的时间，即加减速时间会被重新计算。变速一旦成立，该轴的默认运行速度将会被改写为 New_Vel，加减速时间也会被控制卡新计算的值所覆盖，也即当调用 dmc_get_profile_unit 回读速度参数时会发生与 dmc_set_profile_unit 所设置的值不一致的现象。

例：点位运动中改变速度、改变终点位置

```
    ……
    ushort MyCardNo, Myaxis, Myposi_mode, Mys_mode, statemachine;
```

```
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel, Mys_para;
int MyDist;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
Myaxis = 0;                                            //轴号
Myposi_mode=0;                                         //相对运动模式
Mys_mode = 0;                                          //参数保留
Mys_para = 0.02;                                       //S 段时间为 0.02s
MyMin_Vel = 200;                                       //起始速度 200unit/s
MyMax_Vel = 5000;                                      //最大速度 5000unit/s
MyTacc = 0.05;                                         //加速时间 0.05s
MyTdec = 0.05;                                         //减速时间 0.05s
MyStop_Vel = 200;                                      //停止速度 200unit/s
MyDist = 60000;                                        //位移为 60000unit
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_set_profile_unit(MyCardNo, Myaxis, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
MyStop_Vel); //设置单轴运动速度曲线
    LTDMC.dmc_set_s_profile(MyCardNo, Myaxis, Mys_mode, Mys_para);//设置 S 型速度曲线
    LTDMC.dmc_pmove_unit(MyCardNo, Myaxis, MyDist, Myposi_mode);//执行点位运动
    if (“改变速度条件”)                                  //如果在线变速条件满足
    {
        LTDMC.dmc_change_speed_unit(MyCardNo, Myaxis, 10000, 0);//执行在线，速度变为 unit/s
    }
    if (“改变终点位置条件”)                              //如果在线变位条件满足
    {
        LTDMC.dmc_reset_target_position(MyCardNo, Myaxis, 100000, 0);
        //目标位置变为 100000unit
    }
}
……
```

7.7 连续运动的实现

连续运动模式中，DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡可以控制电机以梯形或 S 形速度曲线在指定的加速时间内从起始速度加速至最大速度，然后以该速度一直运行，直至调用停止指令或者该轴遇到限位信号才会按设定方式减速停止。

相关函数如表 7.8 所示。

表 7.8　连续运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_vmove	指定轴连续运动	9.4 节
dmc_stop	指定轴停止运动	9.16 节

在执行连续运动过程中，可以调用 dmc_change_speed_unit 实时改变速度。注意：在以 S 形速度曲线连续运动时，改变最大速度最好在加速过程已经完成的恒速段进行。图 7.4 和图 7.5 为梯形和 S 形速度曲线下连续运动中变速和减速停止过程的速度曲线。

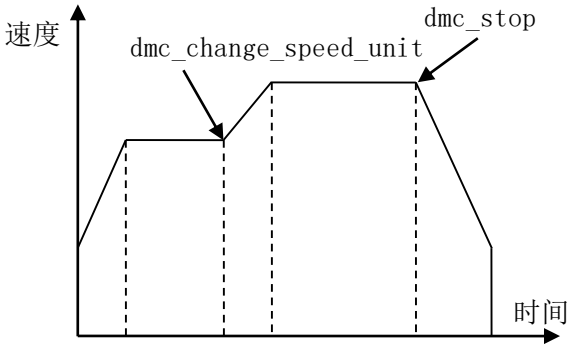


图 7.4　梯形运动中变速

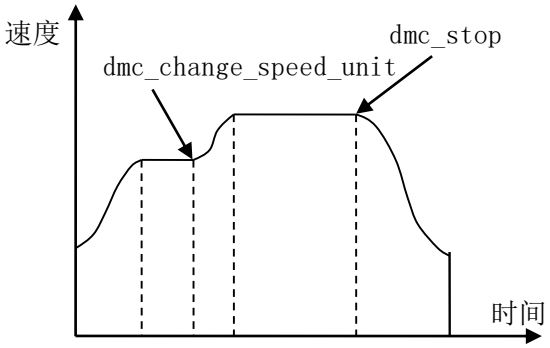


图 7.5　S 形运动中变速

例：以 S 形速度曲线加速的连续运动及变速、停止控制

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Mydir, Mystop_mode, statemachine;
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel, Mys_para;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
Myaxis = 0;                                      //轴号
MyMin_Vel = 200;                                 //起始速度 200unit/s
MyMax_Vel = 5000;                                //最大速度 5000unit/s
MyTacc = 0.05;                                   //加速时间 0.05s
MyTdec = 0.05;                                   //减速时间 0.05s
MyStop_Vel = 200;                                //停止速度 200unit/s
Mys_para=0.01;                                   //s 段时间
Mydir=1;                                         //运动方向为正向
Mystop_mode = 0;                                 //停止方式为减速停止
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_set_profile_unit(MyCardNo, Myaxis, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
MyStop_Vel);                                     //设置单轴运动速度曲线
```

```
        LTDMC.dmc_set_s_profile(MyCardNo, Myaxis, 0, Mys_para);//速度曲线为 s 形
        LTDMC.dmc_vmove(MyCardNo, Myaxis, Mydir);                    //执行连续运动
        if (“在线变速条件”)                                          //如果在线变速条件满足
        {
            LTDMC.dmc_change_speed_unit(MyCardNo, Myaxis, 10000, 0);
                                                                     //在线变速，速度变为 10000unit/s
        }
        if (“减速停止条件”)                                          //减速停止条件满足
        {
            LTDMC.dmc_stop(MyCardNo, Myaxis, Mystop_mode);           //执行减速停止
        }
    }
    ……
```

7.8 插补运动的实现

插补运动是为了实现轨迹控制，运动控制卡按照一定的控制策略控制多轴联动，使运动平台用微小直线段精确地逼近轨迹的理论曲线，保证运动平台从起点到终点上的所有轨迹点都控制在允许误差范围内。

7.8.1 直线插补运动

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡可以进行任意 2~16 轴直线插补，插补计算由控制卡的硬件执行，用户只需将插补运动的速度、加速度、终点位置等参数写入相关函数即可。

1. 两轴直线插补

如图 7.6 所示，2 轴直线插补从 P0 点运动至 P1 点，X、Y 轴同时启动，并同时到达终点；X、Y 轴的运动速度之比为 ΔX：ΔY，二轴合成的矢量速度为：

$$\frac{\Delta P}{\Delta t}=\sqrt{\left(\frac{\Delta X}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{\Delta Y}{\Delta t}\right)^2}$$

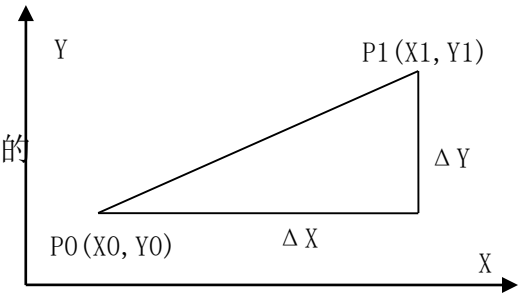


图 7.6 两轴直线插补

2. 三轴直线插补

如图 7.7 所示，在 X、Y、Z 轴内直线插补，从 P0 点运动至 P1 点。插补过程中 3 轴的速度比为 ΔX：ΔY：ΔZ，三轴合成的矢量速度为：

$$\frac{\Delta P}{\Delta t}=\sqrt{\left(\frac{\Delta X}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{\Delta Y}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)^2}$$

3. 四轴直线插补

4 轴插补可以理解为在 4 维空间里的直线插补。一般情况是 3 个轴进行直线插补，另一个旋转轴也按照一定的比例关系和这条空间直线一起运动。其合成矢量速度为：

$$\frac{\Delta P}{\Delta t}=\sqrt{\left(\frac{\Delta X}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{\Delta Y}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{\Delta Z}{\Delta t}\right)^2+\left(\frac{\Delta U}{\Delta t}\right)^2}$$

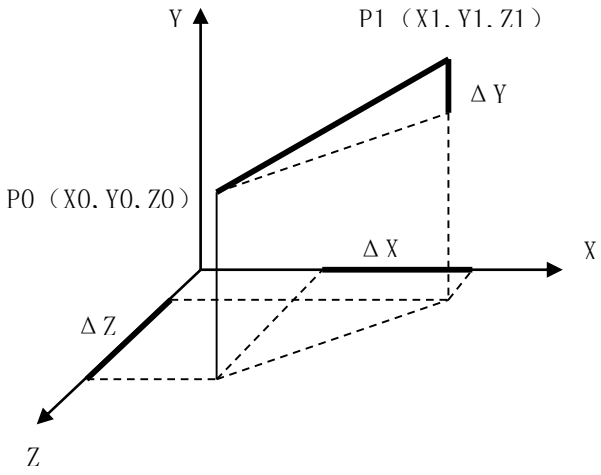


图 7.7　三轴直线插补

调用直线插补函数时，调用者需提供矢量速度，包括其最大矢量速度 Max_Vel 和加减速时间参数。

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 总线卡不仅可以进行两轴圆弧插补，并且可以进行两轴及三轴螺旋线插补、空间圆弧插补等。此外，当插补轴数大于 3 时，DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 总线卡还支持前三轴做螺旋插补或圆弧插补的同时，后续轴跟随前三轴做线性运动。插补计算由控制卡的硬件执行，用户只需将插补运动的速度曲线参数及运动参数写入相关函数即可。

各种曲线轨迹示意图如图 2.8 所示，相关函数如表 7.9 所示。

表 7.9　插补运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_vector_profile_unit	设置插补运动速度曲线	9.5 节
dmc_get_vector_profile_unit	读取插补运动速度曲线	
dmc_set_vector_s_profile	设置插补运动速度曲线的平滑时间	
dmc_get_vector_s_profile	读取插补运动速度曲线的平滑时间	
dmc_line_unit	直线插补运动	9.6 节
dmc_arc_move_center_unit	基于圆心圆弧扩展的螺旋线插补运动（可作两轴圆弧插补）	
dmc_arc_move_radius_unit	基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补运动（可作两轴圆弧插补）	
dmc_arc_move_3points_unit	基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋线插补运动（可作两轴及三轴圆弧插补）	

dmc_line_unit 函数可以执行多轴直线插补运动（其中单段插补模式下可支持 2~16 轴）。

例：XY 轴直线插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, statemachine;
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
MyCrd = 0;                                             //坐标系号
MyMin_Vel = 200;                                       //起始速度 200unit/s
MyMax_Vel = 5000;                                      //最大速度 5000unit/s
MyTacc = 0.01;                                         //加速时间 0.01s
MyTdec = 0.01;                                         //减速时间 0.01s
MyStop_Vel = 200;                                      //停止速度 200unit/s
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis <2; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
MyStop_Vel);                                           //设置插补运动速度曲线
LTDMC.dmc_line_unit(MyCardNo, MyCrd, 2, new ushort[] { 0, 1 }, new double [] { 20000, 20000 },
0);                                                    //执行两轴直线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                                                       //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

例：六轴直线插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd,statemachine;
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
MyCrd = 0;                                             //坐标系号
MyMin_Vel = 200;                                       //起始速度 200unit/s
MyMax_Vel = 5000;                                      //最大速度 5000unit/s
MyTacc = 0.01;                                         //加速时间 0.01s
```

```
MyTdec = 0.01;                                          //减速时间 0.01s
MyStop_Vel = 200;                                       //停止速度 200unit/s
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis <6; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
MyStop_Vel);                                            //设置插补运动速度曲线
LTDMC.dmc_line_unit(MyCardNo, MyCrd, 6, new ushort[] { 0, 1 ,2,3,4,5}, new double[] { 20000,
20000,20000,20000,20000,20000 }, 0);                    //执行六轴直线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                                                        //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

7.8.2 基于圆心圆弧的插补运动

dmc_arc_move_center_unit 函数可以执行两轴圆弧插补，两轴螺旋线插补（绽放与收敛型），空间螺旋线插补（绽放与收敛型），空间圆柱螺旋线插补运动。

7.8.2.1 基于圆心圆弧的两轴圆弧插补

当插补轴数为 2，且设置的圆心位置、目标位置等参数满足圆弧参数时（起始点到圆心的距离等于终点到圆心的距离）函数 dmc_arc_move_center_unit 可执行两轴圆弧插补运动。

例：XY 轴圆心圆弧插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd,statemachine;
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel;

MyCardNo = 0;                                           //卡号
MyCrd = 0;                                              //坐标系号
MyMin_Vel = 200;                                        //起始速度 200pulse/s
MyMax_Vel = 5000;                                       //最大速度 5000pulse/s
MyTacc = 0.01;                                          //加速时间 0.01s
```

```
MyTdec = 0.01;                                    //减速时间 0.01s
MyStop_Vel = 200;                                 //停止速度 200pulse/s
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis <2; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}

LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
MyStop_Vel);                                      //设置插补运动速度曲线
LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd,2, new ushort[] { 0, 1 }, new double [] { 5000,
5000 }, new double [] { 5000, 0 }, 0,0, 0);     //执行 X、Y 轴圆弧插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                                                  //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

7.8.2.2 基于圆心圆弧的两轴螺旋线插补

螺旋线插补基本原理：如图 7.8 所示，点 A 为圆 O 上一点，点 P 为线段 OA 上一点，当点 P 匀速由 O 向 A 运动，同时点 A 匀速沿圆 O 运动（线段 OA 等角速度沿 O 点转动），点 P 的轨迹即为绽放螺旋线；当点 P 由 A 向 O 匀速运动，同时点 A 匀速沿圆 O 运动，点 P 的轨迹即为收敛螺旋线。

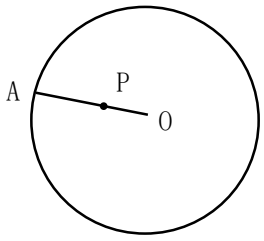


图 7.8 螺旋线插补基本原理

当插补轴数为 2，并设置满足螺旋线轨迹的圆心位置、目标位置等参数时，函数 dmc_arc_move_center_unit 可执行两轴螺旋线插补运动。当起始点到圆心的距离小于终点到圆心的距离，为绽放螺旋线；当起始点到圆心的距离大于终点到圆心的距离，为收敛螺旋线。

例：两轴绽放螺旋线插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
int MyCircle;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
MyCrd = 0;                                             //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                         //插补运动轴数为 2
MyArc_Dir = 0;                                         //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                          //设置圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                       //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new
double[] { 5000, 5000}, new double[] { 2000, 0}, MyArc_Dir, MyCircle, Myposi_mode);
                        //执行螺旋线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                        //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.9 所示。

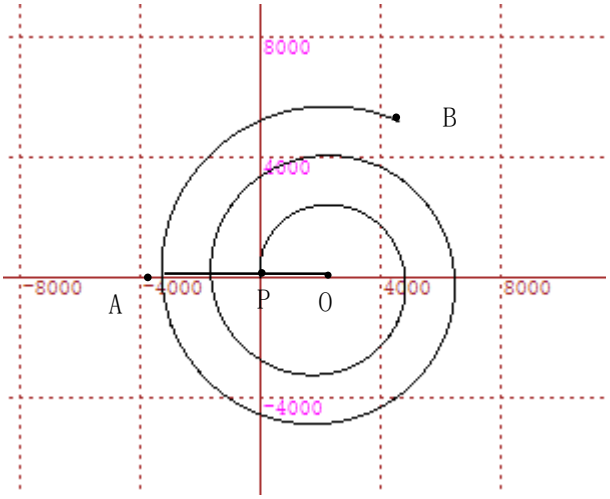


图 7.9　两轴绽放螺旋线插补

此运动中，圆心位置为 O(2000，0)，目标位置为 B（5000，5000)，运动起点为坐标原点。

点 A、B 为以 O 为圆心，OB 为半径的圆上两点，点 P 为 OA 上一点，且其运动轨迹起点为坐标原点。当点 P 沿 OA 向点 A 运动时，点 A 同时沿圆 O 顺时针运动，运动两圈后再次到达 B 点时停止运动，此时点 P 刚好到达 A 点（即最后终点位置 B)。

例：两轴收敛螺旋线插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
int MyCircle;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum =2;                                    //插补运动轴数为 2
MyArc_Dir = 0;                                   //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                    //设置圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                 //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
```

```
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0,6000, 0.1, 0, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 6000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new
double[] { 3000, 3000}, new double[] {5000, 0}, MyArc_Dir, MyCircle, Myposi_mode);
                        //执行螺旋线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                        //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.10 所示。

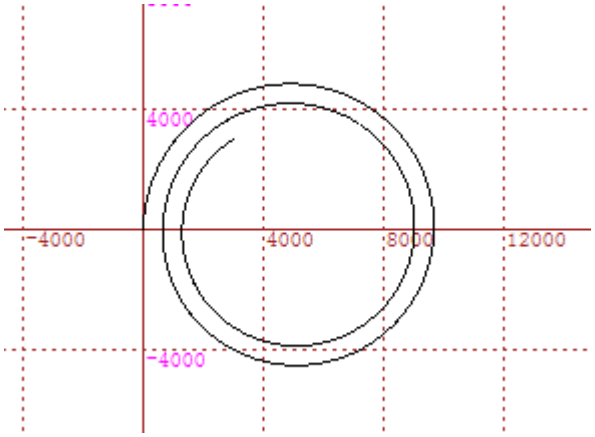


图 7.10　两轴收敛螺旋插补

此插补运动中，圆心位置为(5000，0)，目标位置为（3000，3000)，运动起点为坐标原点。

7.8.2.3　基于圆心圆弧的空间螺旋线插补

函数 dmc_arc_move_center_unit 执行空间螺旋线插补运动是在两轴螺旋线插补运动的基础上扩展而来。在空间螺旋线插补中，前两轴（XY 轴）作平面螺旋线插补运动，第三轴（Z 轴）沿 Z 轴方向运动指定高度。空间螺旋线插补运动规则详见第 9.6 节函数说明。

当轴数大于 3，运动轨迹为螺旋插补时，列表前三轴进行螺旋插补的同时，后续轴做线性跟随运动。跟随轴与作插补运动的轴同时运动、同时停止，作线性跟随运动的速度计算由控制卡的硬件执行，用户只需将插补运动的速度曲线参数及运动参数写入相关函数即可。

例：XYZ 轴基于圆心圆弧扩展的绽放螺旋线插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
int MyCircle;
```

```
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                   //插补运动轴数为 3
MyArc_Dir = 0;                                   //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                    //设置圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                 //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}

LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 }, new
double[] { 5000, 5000, 6000 }, new double[] { 2000, 0, 0 }, MyArc_Dir, MyCircle, Myposi_mode);
                    //执行螺旋线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                    //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.11 所示。

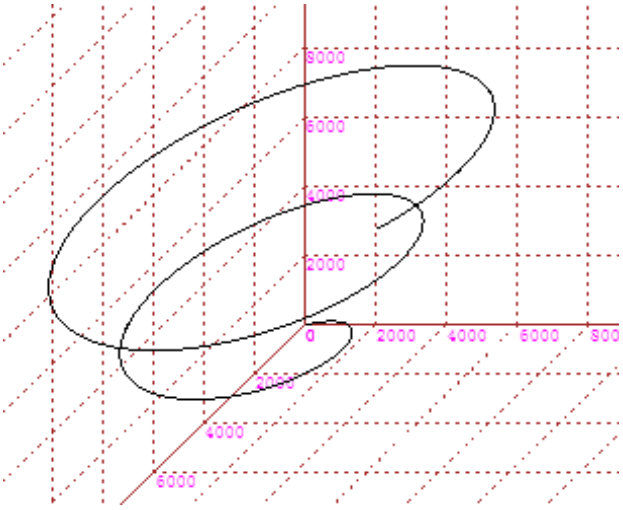


图 7.11　绽放螺旋插补

基于 XY 平面的运动轨迹如图 7.12 所示。

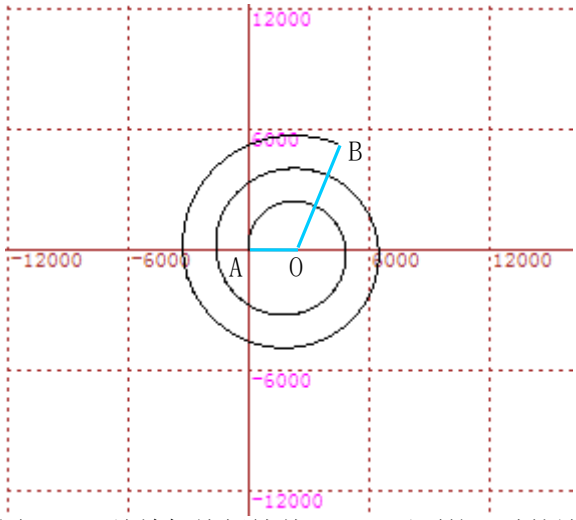


图 7.12　绽放螺旋插补基于 XY 平面的运动轨迹

此螺旋线插补运动中，轴列表前两轴所在的平面为 XY 平面。如上图 7.12 所示，在 XY 平面中，O 为插补运动的圆心，A 为运动的起点，B 为运动的终点，起点到圆心的距离 S1=OA，终点到圆心的距离 S2=OB。明显地，S1<S2，因此，此插补运动轨迹为绽放螺旋线(具体执行不同类型的螺旋线插补运动的参数设置方法，除参考本例程外，请参考第 9.6 节相关函数说明）。

例： XYZ 轴基于圆心圆弧扩展的收敛螺旋线插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
int MyCircle;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                   //插补运动轴数为 3
MyArc_Dir = 0;                                   //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                    //设置圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                 //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
```

```
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0,6000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 6000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 }, new
double[] { 3000, 3000, 6000 }, new double[] {5000, 0, 0 }, MyArc_Dir, MyCircle, Myposi_mode);
                    //执行螺旋线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                    //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.13 所示。

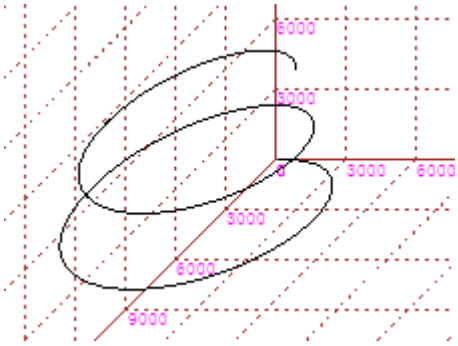


图 7.13　空间收敛螺旋线插补

基于 XY 平面的运动轨迹如图 7.14 所示。此螺旋线插补运动中，轴列表前两轴所在的平面为 XY 平面。在 XY 平面中，O 为插补运动的圆心，A 为运动的起点，B 为运动的终点，起点到圆心的距离 S1=OA，终点到圆心的距离 S2=OB。明显地，S1>S2，因此，此插补运动轨迹为收敛螺旋线。

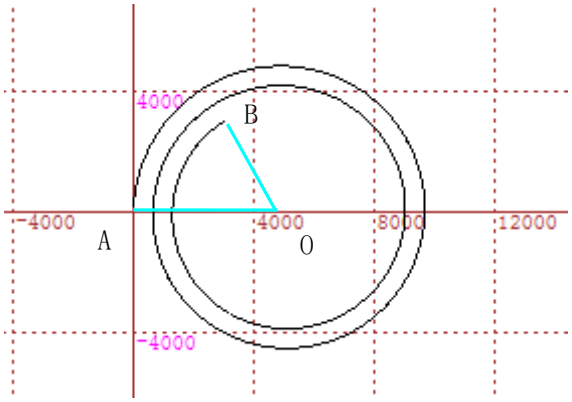


图 7.14　空间收敛螺旋线插补基于 XY 平面的运动轨迹

例：XYZ 轴基于圆心圆弧扩展的圆柱螺旋插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
int MyCircle;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                   //插补运动轴数为 3
MyArc_Dir = 0;                                   //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                    //设置圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                 //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0,6000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 6000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 }, new
double[] { 5000, 5000, 6000 }, new double[] {5000, 0, 0 }, MyArc_Dir, MyCircle, Myposi_mode);
                    //执行螺旋线插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                    //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.15 所示。

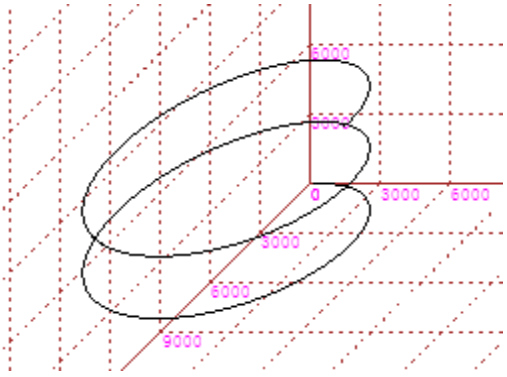


图 7.15　圆柱螺旋插补

基于 XY 平面的运动轨迹如图 7.16 所示。此螺旋线插补运动中，轴列表前两轴所在的平面为 XY 平面。在 XY 平面中，O 为插补运动的圆心，A 为运动的起点，B 为运动的终点，起点到圆心的距离 S1=OA，终点到圆心的距离 S2=OB。明显地，S1=S2，因此，此插补运动轨迹为圆柱螺旋线。

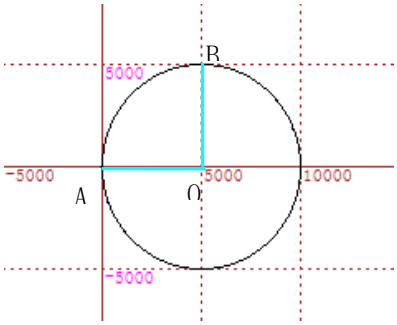


图 7.16　圆柱螺旋线插补基于 XY 平面的运动轨迹

7.8.2.4　插补模式下的辅助轴跟随

辅助轴跟随运动：当轴数大于 3，运动轨迹为螺旋线插补时，列表前三轴进行螺旋线插补的同时，后续轴做线性跟随运动，跟随轴支持的轴数最多为 3。跟随轴与作插补运动的轴同时运动、同时停止，作线性跟随运动的速度计算由控制卡的硬件执行，用户只需将插补运动的速度曲线参数及运动参数写入相关函数即可。支持辅助轴跟随的函数有：基于圆心圆弧的插补运动 dmc_arc_move_center_uni、基于半径圆弧的插补运动 dmc_arc_move_radius_unit、基于三点圆弧的插补运动 dmc_arc_move_3points_unit。

例：六轴基于圆心圆弧扩展的空间螺旋插补（前三轴作螺旋线插补运动，后三轴线性跟随）

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode;
int MyCircle;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 6;                                   //运动轴数为 6
MyArc_Dir = 0;                                   //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                    //设置圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                 //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
```

```
        LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
        if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
        {
            MessageBox.Show("轴状态机错误");
            return;
        }
    }
    LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
    LTDMC.dmc_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2,3,4,5 },
    new double[] { 5000, 5000, 6000,3000,4000,5000 }, new double[] { 2000, 0, 0,0,0,0 }, MyArc_Dir,
    MyCircle, Myposi_mode);//执行插补运动
    while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                            //判断坐标系运动状态，等待运动完成
    {
        Application.DoEvents();
    }
    ……
```

7.8.3 基于半径圆弧的插补运动

dmc_arc_move_radius_unit 函数可以执行两轴圆弧插补，空间圆柱螺旋线插补运动。

7.8.3.1 基于半径圆弧的两轴圆弧插补

当插补轴数为 2，且设置的半径、目标位置等参数满足圆弧参数时，函数 dmc_arc_move_radius_unit 可执行两轴圆弧插补运动。

例：两轴圆弧插补

```
    ……
    ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
    double MyRadius;
    int MyCircle;

    MyCardNo = 0;                                   //卡号
    MyCrd = 0;                                      //坐标系号
    MyaxisNum = 2;                                  //插补运动轴数为 2
    MyRadius=6000;                                  //圆弧半径为 6000
    MyArc_Dir = 0;                                  //设置圆弧方向为顺时针
    MyCircle = 0;                                   //设置圆弧圈数为 0
    Myposi_mode = 0;                                //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
```

```
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 6000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 6000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_radius_unit( MyCardNo, MyCrd , MyaxisNum,new ushort []{0,1},new double
[]{12000,0},MyRadius,MyArc_Dir,MyCircle,Myposi_mode);//执行两轴圆弧插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                                                    //判断坐标系运动状态，等待运动完
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.17 所示。

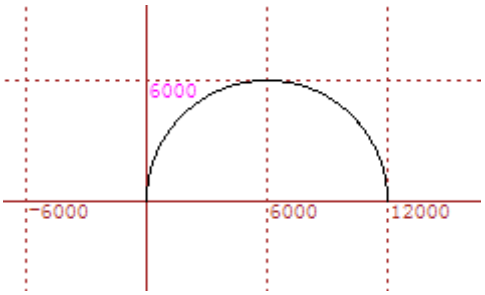


图 7.17　两轴圆弧插补

7.8.3.1　基于半径圆弧的圆柱螺旋线插补

dmc_arc_move_radius_unit 函数可执行圆柱螺旋插补，轴数为 3 时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面圆弧插补；同时，轴列表第三轴运动指定高度；该轴终点位置与该轴起点位置的差值为圆柱螺旋线段相对于基面的高度。轴数大于 3 时，轴列表前三轴进行圆柱螺旋插补的同时，后续轴做线性跟随运动，运动时间与前三轴的运动时间相等（可参考第 7.8.2.4 节插补模式下的辅助轴跟随）。

例：XYZ 轴基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补

```
……
```

```
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyArc_Dir, Myposi_mode,statemachine;
double MyRadius;
int MyCircle;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                   //插补运动轴数为 3
MyRadius = 2500;                                 //设置半径大小
MyArc_Dir = 0;                                   //设置圆弧方向为顺时针
MyCircle = 2;                                    //设置螺旋线圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                 //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 3000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 3000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_radius_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 ,2}, new
double[]{ 5000, 0 ,4000}, MyRadius, MyArc_Dir, MyCircle, Myposi_mode);
                    //执行基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                    //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.18 所示。

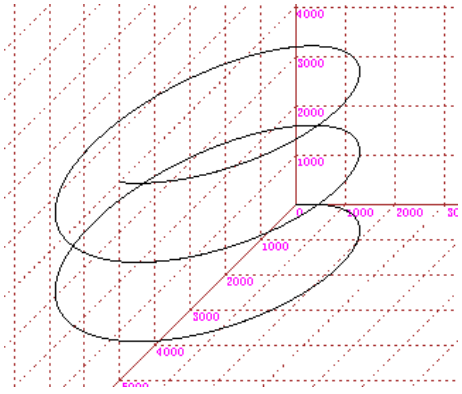


图 7.18　圆柱螺旋线插补

7.8.4　基于三点圆弧的插补运动

dmc_arc_move_3points_unit 函数可以执行两轴圆弧插补，空间圆弧插补，空间圆柱螺旋线插补运动。执行基于三点圆弧的插补运动时，需正确设置中间位置、目标位置等参数，当圆弧圈数设置不同数值时，可实现不同类型的插补运动。

当轴数大于 3 时，轴列表前三轴进行插补运动的同时，后续轴做线性跟随运动，运动时间与前三轴的运动时间相等（可参考第 7.8.2.4 节插补模式下的辅助轴跟随）

当正确设置运动轴数、中间位置、目标位置等参数后，设置圆弧插补圈数为负数时，函数 dmc_arc_move_3points_unit 可实现空间圆弧插补（参数设置规则详见 9.6 节插补运动）。

例：XYZ 轴基于三点圆弧扩展的空间圆弧插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Myposi_mode;
int MyCircle;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
MyCrd = 0;                                             //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                         //插补运动轴数为 3
MyCircle =-1;                                          //设置空间圆弧，圆弧圈数为 0
Myposi_mode = 0;                                       //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 3000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 3000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_3points_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 }, new
double[] {5000,5000, 0 }, new double[] {2500,2500,2500 }, MyCircle, Myposi_mode);
                    //执行顺时针方向三点圆弧插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                    //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
```

```
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.19 所示。

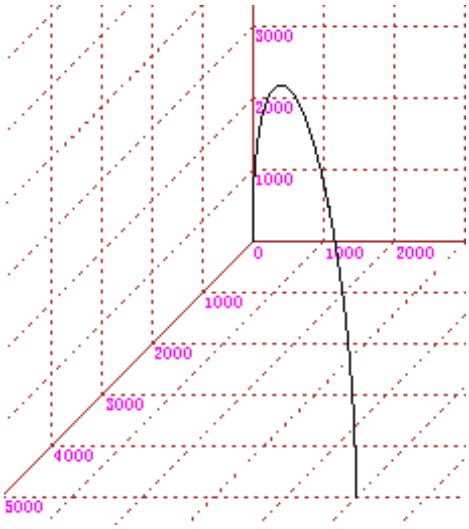


图 7.19　空间圆弧插补

例：XYZ 轴基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋插补

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Myposi_mode;
int MyCircle;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
MyCrd = 0;                                             //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                         //插补运动轴数为 3
MyCircle = 2;                                          //设置圆柱螺旋插补，圆弧圈数为 2
Myposi_mode = 0;                                       //设置圆弧插补模式为相对坐标模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 6000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 3000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_arc_move_3points_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 }, new
```

```
double[] {5000,5000,5000 }, new double[] {2500,-2500,2500 }, MyCircle, Myposi_mode);
                    //执行顺时针方向三点圆弧插补运动
while (LTDMC.dmc_check_done_multicoor(MyCardNo, MyCrd) == 0)
                    //判断坐标系运动状态，等待运动完成
{
    Application.DoEvents();
}
……
```

运行结果如图 7.20 所示。

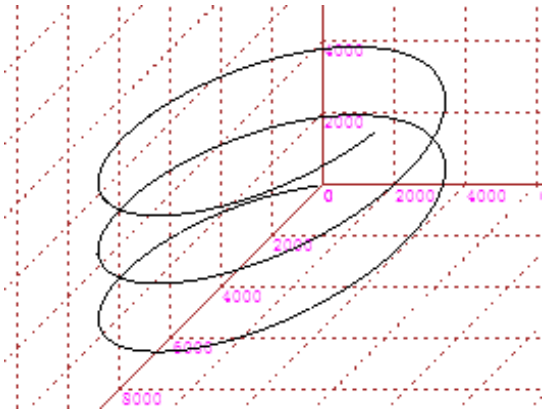


图 7.20　空间圆弧插补

7.8.5　矩形插补运动

dmc_rectangle_move_unit 函数可以执行两轴矩形插补运动，包括逐行模式与渐开线模式。矩形插补运动支持前瞻模式和非前瞻模式(dmc_conti_set_lookahead_mode)，前瞻模式矩形拐角会平滑处理变成圆弧，无法到达矩形端点；非前瞻模式则精确到达矩形端点。一般建议运行矩形插补运动前，调用前瞻函数关闭前瞻模式。

7.8.5.1　逐行模式的矩形插补运动

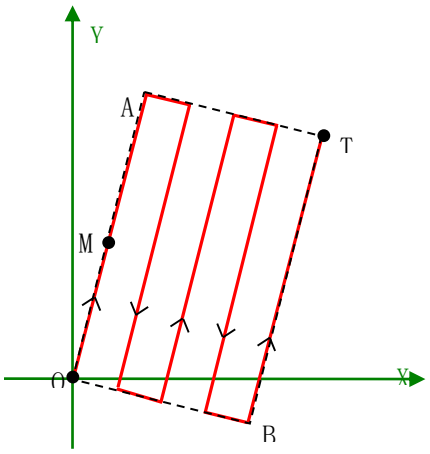


图 7.21　逐行模式的矩形插补运动示意图

如图 7.21 所示，要进行一次逐行模式的矩形插补运动，必须确定以下三个参数：

（1）对角位置，如图 7.21 中的点 T，该点确定了矩形的对角点。

（2）矩形方向标记位置，如图 7.21 中的点 M。矩形方向标记位置确定了矩形插补运动第一条边的运动方向，该方向为射线 OM 的方向。

此时，通过对角位置坐标及矩形边的方向，则可以确定该矩形区域的框架，如图 7.21 中的矩形 OATB。

（3）行数，如图 7.21 中矩形插补运动的行数为 5。通过行数参数，可以设置在指定矩形区域内进行矩形逐行插补运动的行数。

例：逐行模式的矩形插补运动

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyCount, Myrect_mode,Myposi_mode,statemachine;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum =2;                                    //插补运动轴数为 2
MyCount = 6;                                     //行数为 6
Myrect_mode = 0;                                 //设置矩形插补模式为逐行模式
Myposi_mode = 0;                                 //设置运动模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_rectangle_move_unit(0, 0, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 3000, 2000 }, new
double[] { 700, 0 }, MyCount, Myrect_mode, Myposi_mode);
                        //执行逐行矩形插补运动
……
```

运行结果如图 7.22 所示。

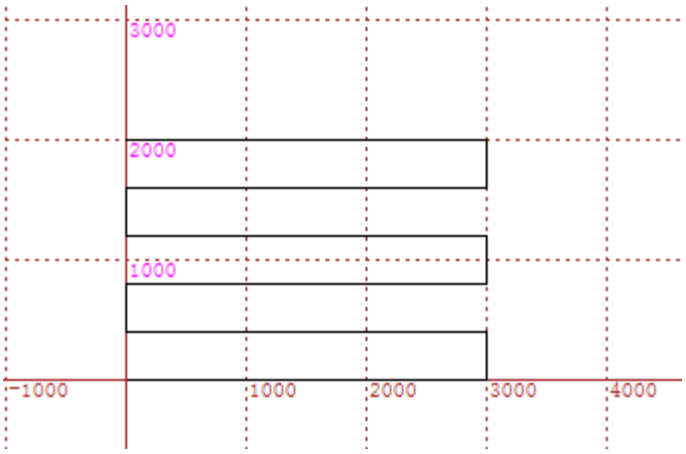


图 7.22 逐行模式的矩形插补运动

7.8.5.2 渐开线模式的矩形插补运动

如图 7.23 所示，要进行一次渐开线模式的矩形插补运动，必须确定以下三个参数：

（1）对角位置，如图 7.23 中的点 T，该点确定了矩形的对角点。

（2）矩形方向标记位置，如图 7.23 中的点 M。矩形方向标记位置确定了矩形插补运动第一条边的运动方向，该方向为射线 OM 的方向。

此时，通过对角位置坐标及矩形边的方向，则可以确定该矩形区域的框架，如图 7.23 中的矩形 OATB。

（3）圈数，如图 7.23 中矩形插补运动的圈数为 3。通过圈数参数，可以设置在指定矩形区域内进行矩形区域渐开线插补运动的圈数。

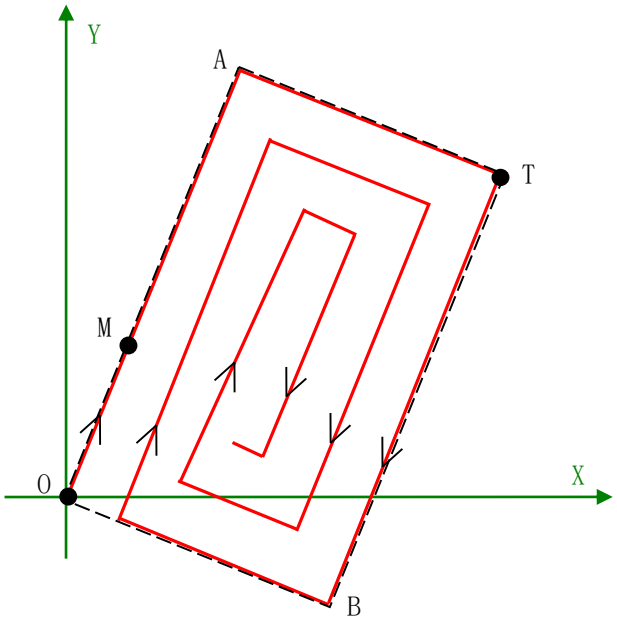


图 7.23　渐开线模式的矩形插补运动示意图

例：渐开线模式的矩形插补运动

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyCount, Myrect_mode, Myposi_mode,statemachine;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                   //插补运动轴数为 2
MyCount = 4;                                     //行数为 4
Myrect_mode = 1;                                 //设置矩形插补模式为渐开线模式
Myposi_mode = 0;                                 //设置运动模式
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_rectangle_move_unit(0, 0, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] {2000, 1500 }, new
double[] { 200, 500 }, MyCount, Myrect_mode, Myposi_mode);
                    //执行渐开线模式的矩形插补运动
……
```

运行结果如图 7.24 所示。

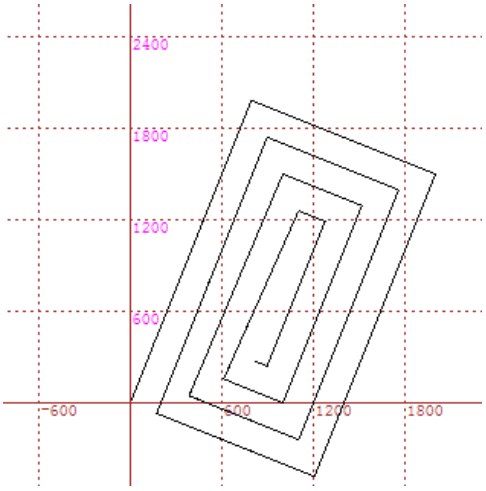


图 7.24　渐开线模式的矩形插补运动

7.9　连续插补运动的实现

DMC-E5064/DMC-E5164 支持连续插补运动，DMC-E1016/DMC-E3064 暂不支持连续插补运动。

在运动控制中，采用连续插补可实现速度的平滑过渡，减小机器的振动，可能提高机器的加工精度和加工速度。

DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了连续插补运动功能。连续插补指令支持直线插补，圆弧插补，螺旋线插补，矩形插补，IO 控制等。各种曲线轨迹示意图参见图 2.8。

此外，DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持 8 个坐标系，每个坐标系的连续缓冲区最多可缓存 5000 条指令。8 个坐标系的速度可独立设置，执行连续插补时 8 个坐标系可独立进行连续插补运动，即可同时进行 8 组连续插补运动。

实现基本连续插补运动的一般步骤如下：

1） 如需要小线段前瞻功能，使用函数 dmc_conti_set_lookahead_mode 设置连续插补前瞻模式及参数；

2） 使用 dmc_set_vector_profile_unit、dmc_set_vector_s_profile 函数设置连续插补速度曲线；

3） 使用函数 dmc_conti_open_list 打开连续插补缓冲区；

4） 添加连续插补运动指令；

5） 使用函数 dmc_conti_start_list 启动连续插补运动；步骤 4 和 5 可以对调顺序，即可以添加运动指令完成后执行连续插补运动或启动运动后添加运动指令；若设置前瞻模式，需在步骤 4 预压一些运动指令，启动运动后再在步骤 5 后添加运动指令。

6） 使用函数 dmc_conti_close_list 关闭连续插补缓冲区。

需要注意的是 dmc_conti_set_lookahead_mode 设置连续插补前瞻模式及参数指令必须在 dmc_conti_open_list 打开连续插补缓冲区指令前调用。下面列出了连续插补中需要调用的函数列表：

a．连续插补初始化及状态检测函数如下表所示。

表 7.10　连续插补运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_set_lookahead_mode	设置连续插补前瞻模式及参数	9.7 节
dmc_conti_get_lookahead_mode	回读连续插补前瞻模式及参数	
dmc_conti_open_list	打开连续插补缓冲区	
dmc_conti_start_list	开始连续插补	
dmc_conti_close_list	关闭连续插补缓冲区	

名称	功能	参考
dmc_conti_pause_list	暂停连续插补	
dmc_conti_stop_list	停止连续插补	
dmc_conti_remain_space	查询插补缓冲区剩余插补空间	
dmc_conti_read_current_mark	读连续插补缓冲区当前插补段号	
dmc_conti_get_run_state	读取连续插补运动状态	9.16 节

b. 连续插补运动相关函数如下表所示。

名称	功能	参考
dmc_conti_line_unit	连续插补中直线插补指令	9.7 节
dmc_conti_arc_move_center_unit	连续插补中基于圆心圆弧扩展的螺旋线插	
dmc_conti_arc_move_radius_unit	连续插补中基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋	
dmc_conti_arc_move_3points_unit	连续插补中基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋	
dmc_conti_line_unit	连续插补中直线插补指令	

c. 连续插补 IO 操作相关函数如下表所示。

名称	功能	参考
dmc_conti_set_pause_output	设置连续插补暂停及异常停止时 IO 输出	9.10 节
dmc_conti_get_pause_output	读取连续插补暂停及异常停止时 IO 输出	
dmc_conti_wait_input	连续插补等待 IO 输入	
dmc_conti_delay_outbit_to_start	连续插补中相对于轨迹段起点 IO 滞后输	
dmc_conti_delay_outbit_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 IO 滞后输	
dmc_conti_ahead_outbit_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 IO 提前输	
dmc_conti_write_outbit	连续插补中缓冲区立即 IO 输出	
dmc_conti_clear_io_action	清除段内未执行完的 IO 动作	

d. 连续插补其它函数如下表所示。

名称	功能	参考
dmc_conti_delay	连续插补中暂停延时指令	9.7 节
dmc_set_arc_limit	设置圆弧限速功能	9.12 节
dmc_get_arc_limit	回读圆弧限速功能参数	

7.9.1 小线段前瞻及圆弧限速功能

DMC-E5064/DMC-E5164 卡对连续插补运动提供了前瞻和非前瞻模式。连续插补指令支持直线插补，圆弧插补，螺旋线插补，IO 控制等，前瞻和非前瞻主要区别在于前瞻可很好应用于小线段轨迹，其轨迹连接处更平滑。

DMC-E5064/DMC-E5164 卡对于圆弧提供了圆弧限速功能，主要为限制运行速度，使加速度值不超出设定范围。

相关函数如表 7.11 所示。

表 7.11　连续插补运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_set_lookahead_mode	设置连续插补前瞻模式及参数	9.9/9.12 节
dmc_conti_get_lookahead_mode	回读连续插补前瞻模式及参数	
dmc_set_arc_limit	设置圆弧限速参数	
dmc_get_arc_limit	读取圆弧限速参数	

例：连续插补运动，直线+圆弧（前瞻运动）

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Myposi_mode,statemachine， mode, ArcLimit;
int Mymark，LookaheadSegment;
double PathError，LookaheadAcc；
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 3;                                   //插补轴数为 3
Myposi_mode = 0;                                 //相对坐标模式
Mymark = 0;                                      //自动编号
mode=1;                                          //定义连续插补使能参数，0 连续，1 前瞻运动
LookaheadSegment=200;                            //定义插补段数:200 段
PathError=1;                                     //定义轨迹误差：1unit
LookaheadAcc=10000;                              //定义拐弯加速度:10000unit/s2
ArcLimit=1;                                      //使能圆弧限速，0：不使用，1 使能
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
//第一步、设置圆弧限速功能使能
LTDMC.dmc_set_arc_limit（MyCardNo,MyCrd, ArcLimit,0,0）;
//第二步、设置前瞻参数
LTDMC.dmc_conti_set_lookahead_mode(MyCardNo,MyCrd,mode,LookaheadSegment,PathError,Lookahead
Acc);
//第三步、打开连续插补缓冲区
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 });
//第四步、设置插补运动速度参数,最大矢量速度 2000unit/s，加减速时间 0.1s
```

```
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 2000, 0.1, 0, 0);
//第五步、添加直线插补段，直线插补，相对模式
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 }, new double[]
{ 2000, 3000, 1000 }, Myposi_mode, Mymark);
//第六步、添加圆弧插补段，XY 平面圆弧插补，逆时针，相对坐标模式
MyaxisNum = 2;                                          //重新定义插补轴数为 2
LTDMC.dmc_conti_arc_move_center_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new
double[] { 1500, 0 }, new double[] { 750, 0 }, 1, 0, 0, 0);
//第七步、开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);
//第八步、关闭连续插补缓冲区
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);
……
```

7.9.2 连续插补运动的暂停延时功能

DMC-E5064/DMC-E516 卡对连续插补运动提供了暂停延时功能，相关函数如表 7.12 所示。

表 7.12 连续插补运动的暂停延时功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_delay	连续插补中暂停延时指令	9.7 节

注意：1）延时时间为运动停止时的等待时间。

2）当延时时间设置为 0 时，延时时间将无限长。

例：连续插补运动的延时功能

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Myposi_mode,statemachine;
int Mymark;
double MyDelayTime;

MyCardNo = 0;                                           //卡号
MyCrd = 0;                                              //坐标系号
MyaxisNum =2;                                           //插补轴数为 3
Myposi_mode = 0;                                        //相对坐标模式
Mymark = 0;                                             //自动编号
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
```

```
            MessageBox.Show("轴状态机错误");
            return;
        }
    }
    LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1, 2 });
                                                        //打开连续插补缓冲区
    LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 2000, 0.1, 0, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 2000unit/s，加减速时间 0.1s
    LTDMC.dmc_set_s_profile(MyCardNo, MyCrd, 0, 0.02);//设置连续插补 S 段时间为 0.02s
    LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
    { 3000,1000 }, Myposi_mode, Mymark);                //直线插补，相对模式
    MyDelayTime=2;                                          //延时时间为 2 秒
    LTDMC.dmc_conti_delay(MyCardNo, MyCrd, MyDelayTime, Mymark);//暂停延时 2 秒
    LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
    { 1000, 3000 }, Myposi_mode, Mymark);               //直线插补，相对模式

    LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);      //开始连续插补
    LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);      //关闭连续插补缓冲区
    ……
```

运行结果：

当完成第一段直线插补运动后，延时 2 秒，然后再继续执行后续运动。其速度曲线如图 7.25 所示。

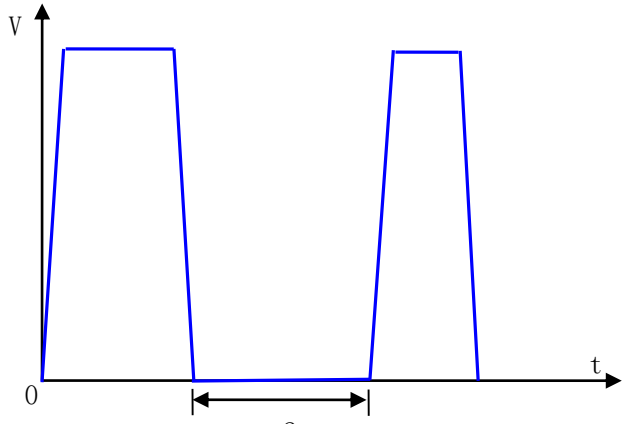


图 7.25　连续插补中暂停延时功能例程的速度曲线

7.9.3　连续插补 IO 控制

DMC-E5064/DMC-E516 卡在连续插补运动过程中支持缓存 IO 控制，通过 IO 控制函数的调用，用户可以轻易实现各种 IO 控制功能。

7.9.3.1 连续插补暂停及异常停止时的 IO 输出控制

当暂停、停止连续插补，或遇到其他异常停止（如碰到 EMG 信号）时，运动控制卡可以按照用户预先设置的 IO 输出状态进行 IO 控制。

相关函数如表 7.15 所示。

表 7.15 连续插补运动的暂停延时功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_set_pause_output	设置连续插补暂停及异常停止时 IO 输出状态	9.10 节

例：连续插补暂停时，通用输出口 0 及输出口 2 输出高电平，恢复运动时不恢复暂停前的 IO 状态

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyAction, Myposi_mode,statemachine;
int Mymask, Mystate, mark;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                   //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
MyAction = 2;    //激活模式为 1：暂停时输出设定的 IO 状态，恢复运行时不恢复暂停前的 IO 状态
Myposi_mode = 0;//相对运动模式
mark = 0;          //自动编号
Mymask = Convert.ToInt32("101", 2); //选择通用输出口 0 和 2 输出，第 0 位及第 2 位值为 1
Mystate = Convert.ToInt32("101", 2);//输出口 0 和 2 输出高电平，第 0 位及第 2 位值为 1
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
                                                 //打开连续插补缓冲区
LTDMC.dmc_conti_set_pause_output(MyCardNo, MyCrd, MyAction, Mymask, Mystate);
                                                 //设置连续插补暂停时 IO 输出状态
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 3000, 4000 }, Myposi_mode, mark); //执行连续插补运动
```

```
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 2000, 4000 }, Myposi_mode, mark); //执行连续插补运动
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);       //开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);       //关闭连续插补缓冲区
……
```

运行结果：

在执行连续插补运动的过程中，当调用函数 dmc_conti_pause_list 暂停连续插补运动时，通用输出口 0 及输出口 2 输出高电平；再次调用函数 dmc_conti_start_list 恢复连续插补运动时，通用输出口 0 及输出口 2 仍然保持为高电平状态。

7.9.3.2 连续插补中的等待 IO 输入功能

当进行连续插补运动时，用户可以在缓冲区插入等待 IO 输入指令。当运动控制卡执行到此指令时，其只有在接受到输入 IO 信号或超出超时时间后，才会执行后续运动，超时时间可以自由设置。相关函数如表 7.16 所示。

表 7.16 连续插补等待 IO 输入相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_wait_input	连续插补等待 IO 输入	9.10 节

注意：1）当超时时间设为 0 时，运动控制卡将一直等待 IO 输入信号，超时时间为无限长。
2）超时时间为运动停止时的等待时间。

例：连续插补中，先运行一段直线插补，然后等待通用输入口 0 为低电平时（或等待时间超过 5 秒后），才执行后续运动

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Mybitno, MyLevel,MyTimeOut,statemachine;

MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                   //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
```

```
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
        //打开连续插补缓冲区
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum,new ushort []{0,1},new double
[]{4000,5000},0,0);//直线插补运动
Mybitno=0;          //通用输入口 0
MyLevel=0;          //等待输入低电平
MyTimeOut=5;        //等待 5s
LTDMC.dmc_conti_wait_input(MyCardNo, MyCrd, Mybitno, MyLevel, MyTimeOut, 0);//等待 IO 输入
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 3000,3000 }, 0, 0);                          //直线插补运动
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);    //开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);    //关闭连续插补缓冲区
……
```

7.9.3.3 连续插补中的普通 IO 输出控制

当进行连续插补运动时，用户可以在缓冲区插入普通 IO 输出控制指令。

在每段运动轨迹中，至多可添加 10 个 IO 操作，包括普通 IO 控制及精确位置 CMP 输出控制。普通 IO 输出的分辨率为 1ms（误差在 0.2ms 以内）。

相关函数如表 7.17 所示。

表 7.17　连续插补中的普通 IO 输出控制相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_delay_outbit_to_start	连续插补中相对于轨迹段起点 IO 滞后输出（段内执行）	9.10 节
dmc_conti_delay_outbit_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 IO 滞后输出	
dmc_conti_ahead_outbit_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 IO 提前输出（段内执行）	
dmc_conti_write_outbit	连续插补中缓冲区立即 IO 输出	
dmc_conti_clear_io_action	清除段内未执行完的 IO 动作	

其中，dmc_conti_delay_outbit_to_start 函数可以设置轨迹段内 IO 的输出位置或时间，该位置或时间是相对于该轨迹段起点的滞后值。

dmc_conti_delay_outbit_to_stop 函数可以设置轨迹段执行完后 IO 的输出时间，该时间是相对于该轨迹段终点的滞后值。

dmc_conti_ahead_outbit_to_stop 函数可以设置轨迹段内 IO 的输出位置或时间，该位置或时间是相对于该轨迹段终点的提前值。

dmc_conti_write_outbit 函数可以实现连续插补运动中的 IO 立即输出。

dmc_conti_clear_io_action 函数可以实现当本段轨迹运行完成时，清除仍未执行完的 IO 操作，使其不会在后续轨迹段中被继续执行。该函数对 dmc_conti_delay_outbit_to_start、dmc_conti_ahead_outbit_to_stop、dmc_conti_delay_outbit_to_stop 指令起作用。

例：连续插补中的 IO 输出控制

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Mybitno, MyLevel, MyTimeOut,MyDelayMode,statemachine;
double MyDelayVal,MyRevTime;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                   //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 4000, 0.1, 0, 0);
            //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 4000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
            //打开连续插补缓冲区
Mybitno = 2;//通用输出口 2
MyLevel = 0;//输出电平为低电平
MyDelayVal = 1;//滞后时间为 1s
MyDelayMode   = 0;//滞后模式为滞后时间
MyRevTime = 0.5 ;//电平延时翻转时间为 0.5s
LTDMC.dmc_conti_delay_outbit_to_start(MyCardNo, MyCrd, Mybitno,MyLevel, MyDelayVal,
MyDelayMode,MyRevTime);
                //相对于轨迹段起点,滞后 1 秒，输出口 2 输出低电平，低电平持续时间为 0.5s

LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 4000,
4000 }, 0, 0);//第一段轨迹直线插补
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{2000, 4000 }, 0, 0);//第二段轨迹直线插补

Mybitno = 0;//通用输出口 0
MyLevel = 0;//输出电平为低电平
```

```
MyRevTime = 0.5 ;//电平延时翻转时间为 0.5s
LTDMC.dmc_conti_write_outbit(MyCardNo, MyCrd, Mybitno,MyLevel,MyRevTime);//IO 立即输出

LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{5000, 3000 }, 0, 0);//第三段轨迹直线插补
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);       //开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);       //关闭连续插补缓冲区
……
```

运行结果：

当第一段直线插补开始 1s 后，通用输出口 2 输出低电平，低电平持续时间为 0.5s。当第二段直线插补结束时，通用输出口 0 立即输出低电平，低电平持续时间为 0.5s。

例：清除段内未执行完的 IO 动作功能

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, Mybitno, MyLevel, MyTimeOut, MyDelayMode;
double MyDelayVal, MyRevTime;
MyCardNo = 0;                                          //卡号
MyCrd = 0;                                             //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                         //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 3000, 0.1, 0, 0);
                    //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 3000unit/s，加减速时间 0.1s

LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
                    //打开连续插补缓冲区
Mybitno = 2;       //通用输出口 2
MyLevel = 0;       //输出电平为低电平
MyDelayVal = 1; //滞后时间为 1s
MyDelayMode = 0;//滞后模式为滞后时间
MyRevTime = 3;    //电平延时翻转时间为 3s
LTDMC.dmc_conti_delay_outbit_to_start(MyCardNo, MyCrd, Mybitno, MyLevel, MyDelayVal,
MyDelayMode, MyRevTime);
```

```
                    //相对于轨迹段起点,滞后 1 秒，输出口 2 输出低电平，低电平持续时间为 3s
LTDMC.dmc_conti_clear_io_action(MyCardNo, MyCrd, 0x4);
                    //清除段内未执行完的通用输出口 2 的动作

LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 6000, 0 }, 0, 0);     //第一段轨迹直线插补
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 4000, 4000 }, 0, 0);//第二段轨迹直线插补
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);       //开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);       //关闭连续插补缓冲区
……
```

运行结果：

当第一段直线插补开始 1s 后，通用输出口 2 输出低电平，低电平持续时间为 3s。但继续运行 3s 后，已进入了第二段直线插补运动。此时，由于使用了函数 dmc_conti_clear_io_action 清除段内未执行完的 IO 操作，所以通用输出口 2 的电平将持续保持低电平，不会翻转。如图 7.29 所示。

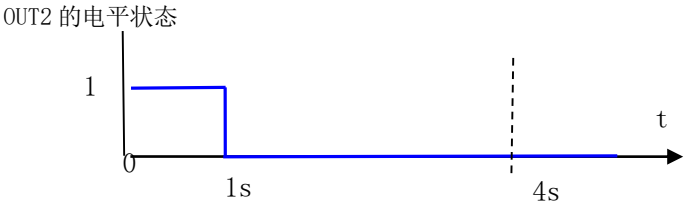


图 7.29　通用输出口 2 的电平时序图(清除段内未执行完的 IO 操作)

如果在上例中没有在第一段直线插补运动中插入指令 dmc_conti_clear_io_action 清除段内未执行完的 IO 操作，那么通用输出口 2 的电平将会在到达设置的延时翻转时间后翻转，尽管此时已进入了第二段直线插补运动。如图 7.30 所示。

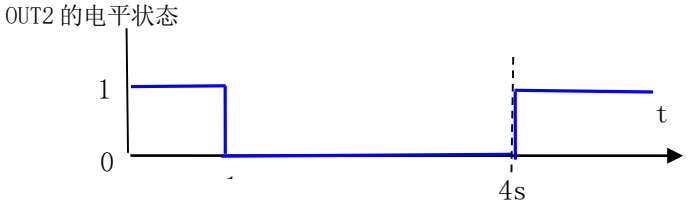


图 7.30　通用输出口 2 的电平时序图(未执行清除段内未执行完的 IO 操作)

7.9.3.4　连续插补中精确位置 CMP 输出控制

当进行连续插补运动时，用户可以在缓冲区插入精确位置 CMP 输出控制指令，当运动到达设定位置时，指定的 CMP 端口输出预先设置的电平。

在每段运动轨迹中，至多可添加 10 个 IO 操作，包括普通 IO 控制及精确位置 CMP 输出控制。精确位置 CMP 输出基本无触发延时，其分辨率为 1us。

相关函数如表 7.18 所示。

表 7.18　连续插补中的精确位置 CMP 输出控制相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_accurate_outbit_unit	连续插补中精确位置 CMP 输出控制	9.10 节

注意：1）此功能为一维高速位置比较（队列模式）的扩展功能。当启用精确位置 CMP 输出控制时，会占用高速比较器资源，所以一维高速位置比较功能与精确位置 CMP 输出控制功能不能在同一时间内使用，否则可能会出现错误动作。关于一维高速位置比较功能详见 7.16.3 一维高速位置比较功能。

2）执行精确位置 CMP 输出时，每个位置点的触发是按照添加的比较点顺序执行的，即如果有一个比较点没有被触发比较动作，那么后面的比较点是不会被触发的。如果期望在连续插补中使用该功能，可以在打开连续插补缓冲区时就调用函数 dmc_hcmp_clear_points 清除相应比较器的比较点。

3）该指令的触发位置为相对于轨迹段起点的距离在坐标系内关联轴上的分量距离。

例：连续插补中，当执行第一段直线插补时，0 号轴运行到相对起点的 2000unit 位置处，CMP0 端口输出低电平，低电平持续时间为 100us。

```
……
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, MyCMPno, MyLevel, MyMapAxis, MyPosSour,statemachine;
double MyRelDist, MyRevTime;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
MyCrd = 0;                                       //坐标系号
MyaxisNum = 2;                                   //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_hcmp_clear_points(MyCardNo, 0);      //清除 CMP0 比较器所有比较点
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0,2000, 0.1, 0, 0);
            //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 2000unit/s，加减速时间 0.1s

LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
```

```
                //打开连续插补缓冲区
MyCMPno = 0 ;       //CMP0 端口
MyLevel = 1    ;    //输出电平为低电平
MyMapAxis = 0     ; //坐标系内关联轴号，X 轴，对应打开连续插补缓冲区中的 X 轴号，此例中为 0 轴
MyRelDist = 2000;//相对起点距离，2000unit
MyPosSour = 0 ;   //位置源为指令位置计数器
MyRevTime =100 ; //电平延时翻转时间为 100us
LTDMC.dmc_conti_accurate_outbit_unit(MyCardNo, MyCrd, MyCMPno, MyLevel, MyMapAxis,
MyRelDist, MyPosSour, MyRevTime);
                //设置精确位置 CMP 输出控制

LTDMC.dmc_conti_line_unit (MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum ,new ushort []{0,1},new double
[]{4000,2000},0,0);                                    //直线插补运动
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 3000, 3000 }, 0, 0);                                 //直线插补运动
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);       //开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);       //关闭连续插补缓冲区
……
```

7.9.4 连续插补中位置跟随功能

DMC-E5064/DMC-E516 卡提供连续插补位置跟随功能。该功能使插补系以外的轴能跟随插补运动的合位移运动，从而实现刀具在加工过程中处于合适的方向和位置。相关函数如表 7.21 所示。

表 7.21 连续插补中位置跟随功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_conti_gear_unit	连续插补中位置跟随	9.13 节

连续插补中控制位置跟随输出一般步骤如下：

1）使用函数 dmc_conti_open_list 打开连续插补缓冲区；

2）使用函数 dmc_conti_gear_unit 设置位置跟随参数；

3）添加连续插补运动指令；

4）使用函数 dmc_conti_start_list 启动连续插补运动；

5）使用函数 dmc_conti_close_list 关闭连续插补缓冲区。

例：连续插补中位置跟随功能。

设定跟随旋转轴转一圈的脉冲数为 10000.

```
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum， statemachine;


MyCardNo = 0;                          //卡号
MyCrd = 0;                             //参与插补运动的坐标系 0
MyaxisNum = 2;                                  //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
            //打开连续插补缓冲区
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 5000, 0.1, 0.1, 0);
//设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 5000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_set_profile_unit(_CardID, 2, 0, 5000, 0.1, 0.1, 0);
//*********第一段***********//
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 10000,
10000 }, 0, 0);//第一段轨迹，直线插补 1，相对模式
//*********第二段***********//
LTDMC.dmc_conti_pmove_unit(MyCardNo, MyCrd, 2, -1250, 0, 0, 0);//设置刀向偏转，逆时针 45 度
LTDMC.dmc_conti_gear_unit(MyCardNo, MyCrd, 2, 5000, 0, 0);//设置位置跟随运动，顺时针 180 度
LTDMC.dmc_conti_arc_move_radius_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new
double[] { 10000, 0 }, 5000, 0, 0, 0, 0);//第二段轨迹，圆弧插补，相对模式
//*********第三段***********//
LTDMC.dmc_conti_pmove_unit(MyCardNo, MyCrd, 2, -2500, 0, 0, 0);//设置刀向偏转，逆时针 90 度
LTDMC.dmc_conti_gear_unit(MyCardNo, MyCrd, 2, 5000, 0, 0);//设置位置跟随运动，顺时针 180 度
LTDMC.dmc_conti_arc_move_radius_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new
double[] { 0, -10000 }, 5000, 0, 0, 0, 0);//第三段轨迹，圆弧插补，相对模式
//*********第四段***********//
LTDMC.dmc_conti_pmove_unit(MyCardNo, MyCrd, 2, 1250, 0, 0, 0);//设置刀向偏转，顺时针 45 度
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { -10000,
10000 }, 0, 0);//第四段轨迹，直线插补 2，相对模式
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd); //开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd); //关闭连续插补缓冲区
```

运行结果：

插补运动轨迹曲线，如图 7.34

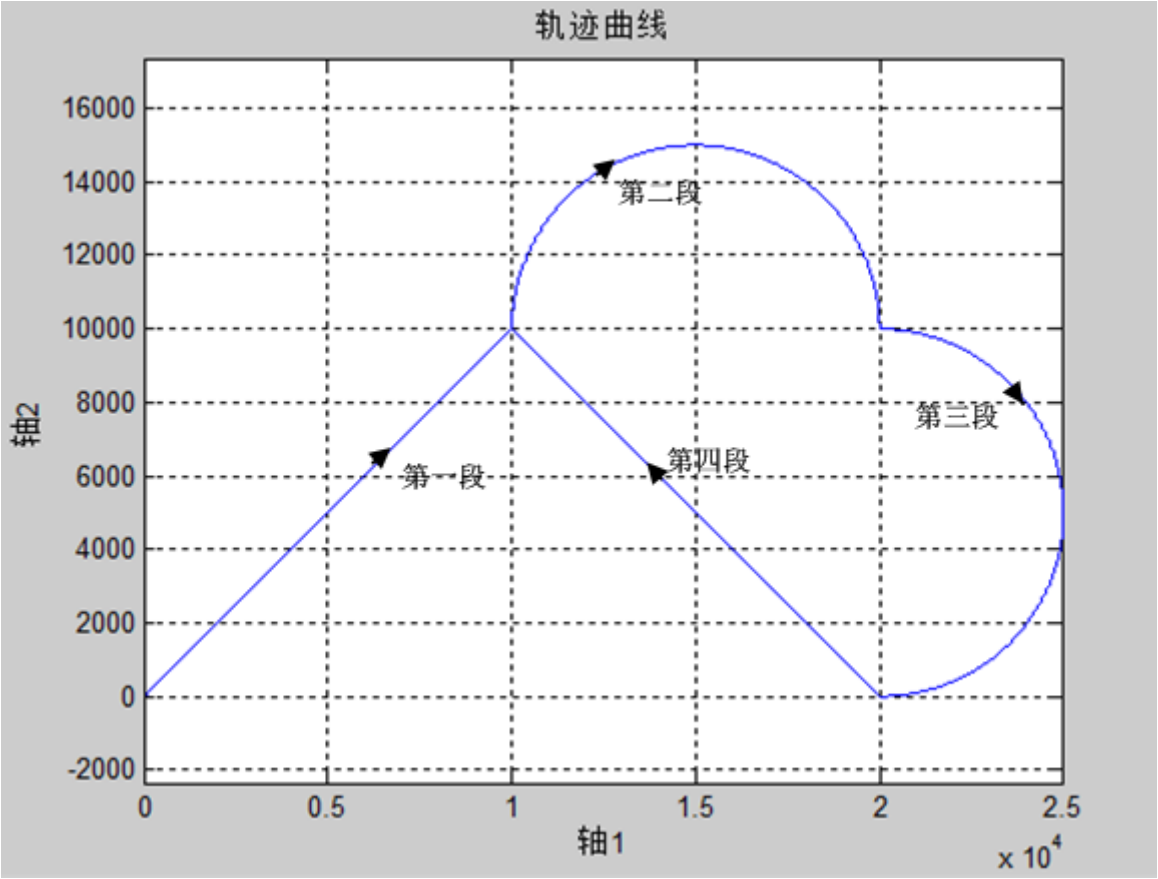


图 7.34　刀具轨迹曲线

7.10　PWM 输出功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了 4 路 PWM 输出，PWM0~PWM3 对应控制卡本地 8 路输出的 OUT2~OUT5，本地 IO 位于控制卡 36PIN 扩展接线板上。如图 7.35 所示，DMC-E5064 卡输出的 PWM 波形的周期为 t2（频率即为 1/t2），占空比为 t1/t2，幅值为 V1 = 24V。

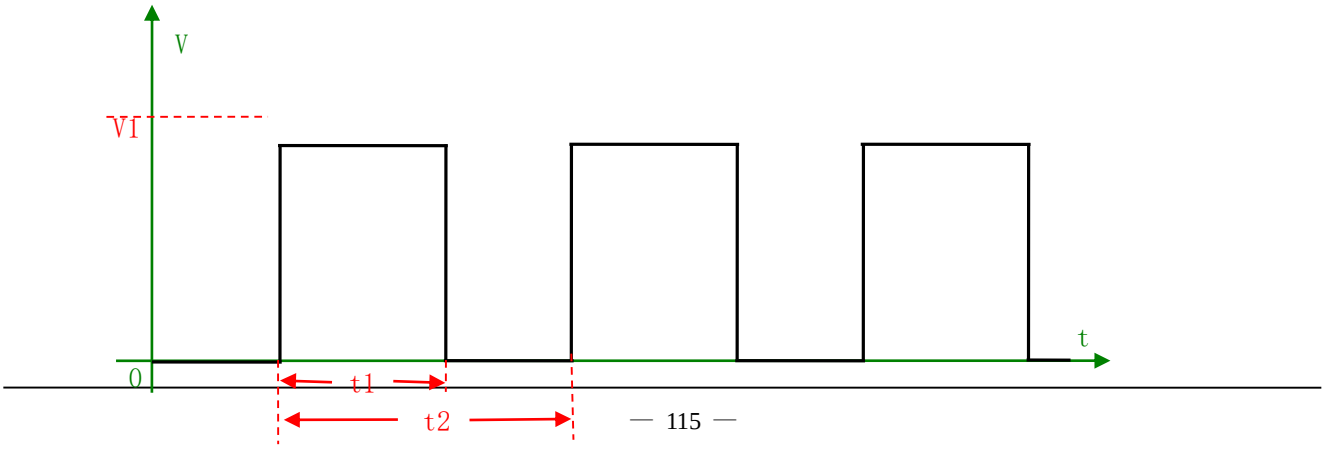


图 7.35　PWM 输出示意图

7.10.1　PWM 立即输出功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持 PWM 立即输出功能，用户只需要简单设置 PWM 输出通道、频率及占空比参数即可实现 PWM 输出功能，非常方便。

相关函数如表 7.22 所示。

表 7.22　PWM 立即输出功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_pwm_enable_extern	设置 PWM 使能状态	10.12 节
dmc_set_pwm_output	设置 PWM 输出	

例：PWM 输出功能

```
……
ushort MyCardNo, Myenable, MyPwmNo;
double MyfDuty, MyfFre;

MyCardNo = 0;                          //卡号
Myenable = 1;                          //PWM 输出使能状态：使能
MyPwmNo = 0;                           //PWM 输出通道为 0 通道，即本地 OUT2
MyfDuty = 0.5;                         //PWM 输出占空比为 50%
MyfFre = 10000;                        //PWM 输出频率为 10000Hz
LTDMC.dmc_set_pwm_enable_extern(MyCardNo, MyPwmNo ,Myenable);
    //使能 PWM 输出
LTDMC.dmc_set_pwm_output(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyfFre);
    //设置 PWM 输出，占空比为 50%，频率为 10000Hz
……
……
Myenable = 0;                                  //PWM 输出使能状态：禁止
LTDMC.dmc_set_pwm_enable(MyCardNo, ,MyPwmNo ,Myenable);//禁止 PWM 输出
……
```

运行结果：

DMC-E5064 卡的本地 OUT2 口输出 PWM 波形，其占空比为 50%，频率为 10000Hz（即周期为 0.1ms）。

7.10.2 连续插补中 PWM 输出功能

DMC-E5064/DMC-E516 卡支持连续插补中插入 PWM 指令。DMC-E3064 暂不支持连续插补中插入 PWM 指令，相关函数如表 7.23 所示。

表 7.23 连续插补中 PWM 输出功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_pwm_enable_extern	设置 PWM 使能状态	9.14 节
dmc_set_pwm_onoff_duty	设置 PWM 开关状态对应的占空比	
dmc_conti_set_pwm_output	连续插补中 PWM 输出设置	
dmc_conti_set_pwm_follow_speed	连续插补中 PWM 速度跟随	
dmc_conti_delay_pwm_to_start	连续插补中相对于轨迹段起点 PWM 滞后	
dmc_conti_ahead_pwm_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 PWM 提前	
dmc_conti_write_pwm	连续插补中缓冲区立即 PWM 输出	

连续插补中控制 PWM 输出分为不跟随模式和跟随模式。

不跟随模式控制 PMM 输出一般步骤如下：

1）使用函数 dmc_set_pwm_enable 使能 PWM 输出；

2）使用函数 dmc_set_pwm_output 设置 PWM 占空比为 0，设置 PWM 频率（设置 PWM 占空比为 0，即此时 PWM 功能已使能，但暂不输出 PWM 波形）；

3）使用函数 dmc_conti_open_list 打开连续插补缓冲区；

4）添加连续插补中 PWM 输出指令 dmc_conti_set_pwm_output；

5）添加连续插补运动指令；

6）使用函数 dmc_conti_start_list 启动连续插补运动；

7）使用函数 dmc_conti_close_list 关闭连续插补缓冲区。

跟随模式控制 PWM 输出一般步骤如下：

1）使用函数 dmc_set_pwm_enable_extern 使能 PWM 输出；

2）使用函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置 PWM 跟随模式，函数中跟随模式 mod 有 5 种模式，不同模式，说明如下

a. 跟随模式 mode=0（不跟随，保持状态），PWM 一直输出，输出的频率为步骤 2 中设置的频率，输出的占空比为步骤 4 中设置的占空比，具体采用打开（fOnDuty）还是关闭状态（fOffDuty）的占空比，由步骤 5 中添加的 PWM 指令中参数 on_off(0 采用关闭状态占空比，1 采用打开状态占空比)确定。

b. 跟随模式 mode=1（不跟随，输出低电平），根据步骤 5 中添加的 PWM 输出指令中参数 on_off 确定。

当 on_off = 1（打开模式），输出低电平；

当 on_off = 0 (关闭模式)，输出步骤 2 中设置的频率，步骤 4 中关闭状态的占空比。

c. 跟随模式 mode=2（不跟随，输出高电平），根据步骤 5 中添加的 PWM 输出指令中参数 on_off 确定。

当 on_off = 1（打开模式），输出高电平；

当 on_off = 0（关闭模式），输出步骤 2 中设置的频率，步骤 4 中关闭状态的占空比。

d. 跟随模式 mode=3（跟随，占空比自动调整），根据步骤 5 中添加的 PWM 输出指令中参数 on_off 确定。

当 on_off = 1（打开模式），输出频率为步骤 2 中函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的 outvalue 值，跟随的占空比 =（当前轨迹段插补速度/ MaxVel）*MaxValue。MaxVel 为 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 函数设置的最大运行速度，MaxValue 为 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 函数设置的最大占空比。

当 on_off = 0(关闭模式)，输出的频率为步骤 2 中函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的 Outvalue，占空比为步骤 4 中关闭状态（fOffDuty）对应的占空比。

e. 跟随模式 mode=4（跟随，频率自动调整），根据步骤 5 中添加的 PWM 输出指令中参数 on_off 确定。

当 on_off = 1（打开模式），输出的占空比为步骤 2 中函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的 outvalue 值，跟随的频率=（当前轨迹段插补速度/ MaxVel）*MaxValue。MaxVel 为 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 函数设置的最大运行速度，MaxValue 为 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 函数设置的最大频率。

当 on_off = 0(关闭模式)，输出步骤 2 中函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的最大频率 MaxValue，步骤 4 中关闭状态（fOffDuty）对应的占空比。

3）使用函数 dmc_conti_open_list 打开连续插补缓冲区；

4）使用函数 dmc_set_pwm_onoff_duty 设置 PWM 打开（fOnDuty）及关闭状态（fOffDuty）的占空比；

5）添加连续插补中 PWM 输出指令，如起点 PWM 滞后输出 dmc_conti_delay_pwm_to_start，终点 PWM 提前输出 dmc_conti_ahead_pwm_to_stop, 缓存区立即 PWM 输出 dmc_conti_write_pwm 等；

6）添加连续插补运动指令；

7）使用函数 dmc_conti_start_list 启动连续插补运动；

8）使用函数 dmc_conti_close_list 关闭连续插补缓冲区。

注意：步骤 5 添加的 PWM 跟随输出指令，配置参数 on_off = 1，打开了模式，必须在关闭插补缓存区（步骤 8）之前，再次调用步骤 5 中的 PWM 跟随输出指令，配置参数 on_off = 0,将模式关闭，即打开关闭必须成对出现，否则再次运行会出现 PWM 不输出的情况。

例：连续插补中 PWM 输出功能，不跟随模式

```
……
ushort MyCardNo, Myenable, MyPwmNo, MyCrd, MyaxisNum,statemachine;
double MyfDuty, MyfFre;
MyCardNo = 0;                          //卡号
Myenable = 1;                          //PWM 输出使能状态：使能
MyPwmNo = 0;                           //PWM 输出通道为 0 通道，即本地 OUT2
MyfDuty = 0;                           //PWM 输出占空比为 0，（即此时暂不输出 PWM 波形）
MyfFre = 0;                            //PWM 输出频率为 0Hz

LTDMC.dmc_set_pwm_enable_extern(MyCardNo, MyPwmNo ,Myenable);
  //使能 PWM 输出
LTDMC.dmc_set_pwm_output(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyfFre);
  //设置 PWM 输出，占空比为 0，频率为 0Hz
  //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 500unit/s，加减速时间 0.1s
MyaxisNum = 2;                                  //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
MyCrd = 0;                                      //参与插补运动的坐标系 0
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 500, 0.1, 0.1, 0);
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
 LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 4000, 4000 }, 0, 0); //第一段轨迹，直线插补，相对模式
LTDMC.dmc_conti_set_pwm_output(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo,0.8,200);//下一段运动开始，改变占空比和频率
```

```
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
    { 8000, 8000 }, 0, 0); //第二段轨迹，直线插补，相对模式
LTDMC.dmc_conti_set_pwm_output(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, 0.5, 100000);//下一段运动开始，改变占空比和频率
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
    { 10000, 10000 }, 0, 0); //第三段轨迹，直线插补，相对模式
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd); //开始连续插补
    LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd); //关闭连续插补缓冲区
    ……
```

运行结果：

当第二段直线插补，PWM 通道 0 输出 PWM 波形，频率为 200Hz，占空比为 80%（该 PWM 输出将一直保持，直到下次被改变）。

当第三段直线插补，PWM 通道 0 输出 PWM 波形，改变频率为 100kHz，占空比为 50%。

例：连续插补中 PWM 输出功能，跟随模式 0

```
    ……
    ushort MyCardNo, Myenable, MyPwmNo, MyCrd, MyaxisNum,statemachine;
    ushort MyPwmMode, MyOnOff, MyDeMode,MyAhMode ;
    double MyfDuty, MyfFre, MyOffFre, MyMaxVel, MyMaxValue;
    double MyOutValue, MyDeVal, MyRevTime,MyAhVal ;

    MyCardNo = 0;                    //卡号
    Myenable = 1;                    //PWM 输出使能状态：使能
    MyPwmNo = 0;                     //PWM 输出通道为 0 通道，即本地 OUT2
    MyfDuty = 0;                     //PWM 输出占空比为 0，（即此时暂不输出 PWM 波形）
    MyfFre = 20000;                  //PWM 输出频率为 20000Hz

    LTDMC.dmc_set_pwm_enable(MyCardNo, MyPwmNo ,Myenable);
      //使能 PWM 输出
    LTDMC.dmc_set_pwm_output(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyfFre);
      //设置 PWM 输出，占空比为 0，频率为 20000Hz
    MyfDuty = 0.8;                                  //设置 PWM 打开状态的占空比为 80%
    MyOffFre = 0.05;                                //设置 PWM 关闭状态的占空比为 5%
    LTDMC.dmc_set_pwm_onoff_duty(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyOffFre);
                                                     //设置 PWM 开关状态对应的占空比
    MyCrd = 0;                                      //参与插补运动的坐标系 0
    LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 500, 0.1, 0.1, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 500unit/s，加减速时间 0.1s
    MyaxisNum = 2;                                  //插补运动轴数为 2
    statemachine = 0;
    for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
```

```
    {
        LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
        if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
        {
            MessageBox.Show("轴状态机错误");
            return;
        }
    }
    MyPwmMode = 0;                                  //设置 PWM 跟随模式为 0（即非速度跟随，保持状态）
    MyMaxVel = 0;
    MyMaxValue = 0;
    MyOutValue = 0;                                 //当 PWM 跟随模式为 0、1、2 时，此三个参数无意义
    LTDMC.dmc_conti_set_pwm_follow_speed(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyPwmMode, MyMaxVel,
    MyMaxValue, MyOutValue);                        //设置 PWM 跟随模式为 0（即非速度跟随，保持状态）

    LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
                                                    //打开连续插补缓冲区
    MyOnOff = 1   ;                                 //设置 PWM 输出状态：打开
    MyDeMode = 0    ;                               //设置 PWM 输出滞后模式：滞后时间
    MyDeVal = 2 ;                                   //设置 PWM 输出滞后时间：2s
    MyRevTime = 0   ;                               //保留参数，固定值为 0
    LTDMC.dmc_conti_delay_pwm_to_start(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyOnOff, MyDeVal, MyDeMode,
MyRevTime);                                         //相对于轨迹段起点,滞后 2 秒，控制 PWM 输出
    LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
    { 4000, 0 }, 0, 0);                             //第一段轨迹，直线插补，相对模式
    MyOnOff = 0 ;                                   //设置 PWM 输出状态：关闭
    MyAhMode = 0;                                   //设置 PWM 输出提前模式：提前时间
    MyAhVal = 1;                                    //设置 PWM 输出提前时间：1s
    MyRevTime = 0;                                  //保留参数
    LTDMC.dmc_conti_ahead_pwm_to_stop(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyOnOff, MyAhVal, MyAhMode,
    MyRevTime);                                     //相对于轨迹段终点,提前 1 秒，控制 PWM 输出
    LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
    { 0, 4000 }, 0, 0);                             //第二段轨迹，直线插补，相对模式
    LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd); //开始连续插补
    LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd); //关闭连续插补缓冲区
    ……
```

运行结果：

当第一段直线插补开始 2s 后，PWM 通道 0 输出 PWM 波形，频率为 20kHz，占空比为 80%（该 PWM 输出将一直保持，直到下次被改变）。

当第二段直线插补结束前 1 秒时，PWM 通道 0 输出 PWM 波形，频率为 20kHz，占空比为 5%。

例：连续插补中 PWM 输出功能，跟随模式 1

```
……
ushort MyCardNo, Myenable, MyPwmNo, MyCrd, MyaxisNum，statemachine;
ushort MyPwmMode, MyOnOff, MyDeMode,MyAhMode ;
double MyfDuty, MyfFre, MyOffFre, MyMaxVel, MyMaxValue;
double MyOutValue, MyDeVal, MyRevTime,MyAhVal ;

MyCardNo = 0;                          //卡号
Myenable = 1;                          //PWM 输出使能状态：使能
MyPwmNo = 0;                           //PWM 输出通道为 0 通道，即 7 号轴的脉冲端口（PUL+与
PUL-）
MyfDuty = 0;                           //PWM 输出占空比为 0，（即此时暂不输出 PWM 波形）
MyfFre = 20000;                        //PWM 输出频率为 20000Hz
LTDMC.dmc_set_pwm_enable_extern(MyCardNo, MyPwmNo ,Myenable);
  //使能 PWM 输出
LTDMC.dmc_set_pwm_output(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyfFre);
  //设置 PWM 输出，占空比为 0，频率为 20000Hz
MyfDuty = 0.8;                         //设置 PWM 打开状态的占空比为 80%
MyOffFre = 0.05;                       //设置 PWM 关闭状态的占空比为 5%
LTDMC.dmc_set_pwm_onoff_duty(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyOffFre);
                                       //设置 PWM 开关状态对应的占空比
MyCrd = 0;                             //参与插补运动的坐标系 0
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0,1000, 0.1, 0.1, 0);
                  //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 1000unit/s，加减速时间 0.1s
MyaxisNum = 2;              //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
MyPwmMode = 1;//设置 PWM 跟随模式为 1（即不跟随，输出低电平）
MyMaxVel = 0;
MyMaxValue = 0;
MyOutValue = 0;//当 PWM 跟随模式为 0、1、2 时，此三个参数无意义
LTDMC.dmc_conti_set_pwm_follow_speed(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyPwmMode, MyMaxVel,
```

```
MyMaxValue, MyOutValue);//设置 PWM 跟随模式为 1（不跟随，输出低电平）
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
                                //打开连续插补缓冲区
MyOnOff = 1;                    //设置 PWM 输出状态：打开
MyDeMode = 0;                    //设置 PWM 输出滞后模式：滞后时间
MyDeVal = 2;                    //设置 PWM 输出滞后时间：2s
MyRevTime = 0;                  //保留参数，固定值为 0
LTDMC.dmc_conti_delay_pwm_to_start(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyOnOff, MyDeVal, MyDeMode,
MyRevTime);                     //相对于轨迹段起点,滞后 2 秒，控制 PWM 输出
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 4000, 0 }, 0, 0);         //第一段轨迹，直线插补，相对模式
MyOnOff = 0;                    //设置 PWM 输出状态：关闭
MyAhMode = 0;                    //设置 PWM 输出提前模式：提前时间
MyAhVal = 1;                    //设置 PWM 输出提前时间：1s
MyRevTime = 0;                  //保留参数
LTDMC.dmc_conti_ahead_pwm_to_stop(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyOnOff, MyAhVal, MyAhMode,
MyRevTime);                     //相对于轨迹段终点,提前 1 秒，控制 PWM 输出
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 0, 4000 }, 0, 0);                                 //第二段轨迹，直线插补，相对模式
LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);//开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);//关闭连续插补缓冲区
……
```

运行结果：

当第一段直线插补开始 2s 后，PWM 通道 0 输出低电平（该 PWM 输出将一直保持，直到下次被改变）。

当第二段直线插补结束前 1 秒时，PWM 通道 0 输出 PWM 波形，频率为 20kHz，占空比为 5%。

例：连续插补中 PWM 输出功能，跟随模式 3

```
……
ushort MyCardNo, Myenable, MyPwmNo, MyCrd, MyaxisNum, MyPwmMode, MyOnOff, MyDeMode,
MyAhMode,statemachine;
double MyfDuty, MyfFre, MyOffFre, MyMaxVel, MyMaxValue, MyOutValue, MyDeVal, MyRevTime,
MyAhVal;
MyCardNo = 0;                       //卡号
Myenable = 1;                       //PWM 输出使能状态：使能
MyPwmNo = 0;                        //PWM 输出通道为 0 通道
MyfDuty = 0;                        //PWM 输出占空比为 0，（即此时暂不输出 PWM 波形）
MyfFre = 20000;                     //PWM 输出频率为 20000Hz
LTDMC.dmc_set_pwm_enable(MyCardNo, MyPwmNo ,Myenable);
  //使能 PWM 输出
```

```
LTDMC.dmc_set_pwm_output(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyfFre);
  //设置 PWM 输出，占空比为 0，频率为 20000Hz

MyfDuty = 0.8;                          //设置 PWM 打开状态的占空比为 80%
MyOffFre = 0.05;                        //设置 PWM 关闭状态的占空比为 5%
LTDMC.dmc_set_pwm_onoff_duty(MyCardNo, MyPwmNo, MyfDuty, MyOffFre);
                                        //设置 PWM 开关状态对应的占空比
MyCrd = 0;                              //参与插补运动的坐标系 0
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 1000, 0.1, 0.1, 0);
                        //设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 1000unit/s，加减速时间 0.1s
MyaxisNum = 2;            //插补运动轴数为 2
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < MyaxisNum; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
MyPwmMode = 3;          //设置 PWM 跟随模式为 3（即速度跟随，占空比自动调整，频率固定）
MyMaxVel = 4000;        //速度最大值为 4000 unit/s
MyMaxValue = 1;         //PWM 占空比最大值为 100%
MyOutValue = 30000; //PWM 频率固定为 30kHz
LTDMC.dmc_conti_set_pwm_follow_speed(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyPwmMode, MyMaxVel,
MyMaxValue, MyOutValue);//设置 PWM 跟随模式为 3（即速度跟随，占空比自动调整，频率固定）

LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
                        //打开连续插补缓冲区
MyOnOff = 1;              //设置 PWM 输出状态：打开
MyDeMode = 0;             //设置 PWM 输出滞后模式：滞后时间
MyDeVal = 2;              //设置 PWM 输出滞后时间：2s
MyRevTime = 0;            //保留参数，固定值为 0
LTDMC.dmc_conti_delay_pwm_to_start(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyOnOff, MyDeVal, MyDeMode,
MyRevTime);             //相对于轨迹段起点,滞后 2 秒，控制 PWM 输出
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 4000, 0 }, 0, 0);  //第一段轨迹，直线插补，相对模式

MyOnOff = 0;            //设置 PWM 输出状态：关闭
MyAhMode = 0;           //设置 PWM 输出提前模式：提前时间
MyAhVal = 1;            //设置 PWM 输出提前时间：1s
```

```
MyRevTime = 0;          //保留参数
LTDMC.dmc_conti_ahead_pwm_to_stop(MyCardNo, MyCrd, MyPwmNo, MyOnOff, MyAhVal, MyAhMode,
MyRevTime);             //相对于轨迹段终点,提前 1 秒，控制 PWM 输出

LTDMC.dmc_conti_set_speed_unit(MyCardNo, MyCrd, 3000);
//设置连续插补最大矢量速度 3000unit/s
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
{ 0, 4000 }, 0, 0);//第二段轨迹，直线插补，相对模式

LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[]
 {4000, 0 }, 0, 0);                    //第三段轨迹，直线插补，相对模式

LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd);//开始连续插补
LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd);//关闭连续插补缓冲区
……
```

运行结果：

当第一段直线插补开始 2s 后，PWM 通道 0 启动 PWM 速度跟随输出（该 PWM 速度跟随输出将一直保持，直到被关闭），此时 PWM 输出波形占空比为 25%，频率为 30kHz。

当第二段直线插补运行时，PWM 输出波形占空比为 75%，频率为 30kHz。

当第三段直线插补结束前 1 秒时，PWM 通道 0 将关闭 PWM 速度跟随输出，此时 PWM 输出波形频率为 30kHz，占空比为 5%。

7.11 异常减速停止时间设置功能的实现

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持异常减速停止时间设置功能，用户根据现场实际需求情况设定减速停止时间可达到理想的减速效果，相关函数如表 7.24 所示。

表 7.24 异常减速停止时间设置相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_dec_stop_time	设置减速停止时间	9.27 节
dmc_get_dec_stop_time	读取减速停止时间设置	
dmc_set_vector_dec_stop_time	设置插补系减速停止时间	
dmc_get_vector_dec_stop_time	读取插补系减速停止时间设置	

注意：当发生异常停止时，如：限位信号被触发、减速停止命令被触发等进行减速停止时，减速停止时间都为 dmc_set_dec_stop_time 函数里设置的减速时间。

例：设置异常减速停止时间为 0.5 秒

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis;
```

```
double Stop_time;
MyCardNo=0;                                                    //卡号
Myaxis=0;                                                      //轴号
Stop_time=0.5;                                                 //减速时间 0.5s
LTDMC.dmc_set_dec_stop_time(MyCardNo, Myaxis, Stop_time); //设置轴异常减速停止时间
……
```

7.12 手轮运动功能的实现

7.12.1 单轴手轮运动功能

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持单轴手轮运动功能。该功能允许用户设置手轮通道对应一个运动轴进行运动。相关函数如表 7.25 所示。

表 7.25 单轴手轮运动功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_handwheel_inmode	设置单轴手轮运动控制输入方式	9.19 节
dmc_handwheel_move	启动手轮运动	

注意：当启动手轮运动后，只有发送 dmc_stop 或 dmc_emg_stop 命令才会退出手轮模式。

例：单轴手轮运动

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis,Myinmode,statemachine;
int Mymulti;
double vh;
MyCardNo=0;                                          //卡号
Myaxis=0;                                            //轴号
Myinmode = 0;                                        //手轮输入方式为 AB 相
Mymulti=10;                                          //手轮倍率为 10，方向正
vh=0;                                                //保留参数 0
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_set_handwheel_inmode(MyCardNo, Myaxis, Myinmode, Mymulti, vh);
                                                     //设置手轮运动控制输入方式
    LTDMC.dmc_handwheel_move(MyCardNo, Myaxis);//启动手轮运动
}
……
```

7.12.2 多轴手轮运动功能

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持多轴手轮运动功能。该功能允许用户设置手轮通道对应多个运动轴进行运动。相关函数如表 7.26 所示。

表 7.26 多轴手轮运动功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_handwheel_inmode_extern	设置多轴手轮运动控制输入方式	9.19 节
dmc_handwheel_move	启动手轮运动	

注 意：当启动手轮运动后，只有发送 dmc_stop 或 dmc_emg_stop 命令才会退出手轮模式。

例：多轴手轮运动

```
……
ushort MyCardNo,Myinmode,MyAxisNum,statemachie;
ushort []MyAxisList=new ushort [3];
MyAxisList[0]=0;
MyAxisList[1]=2;
MyAxisList[2]=5;                                    //设置参与手轮运动的轴数
int []Mymulti=new int [3];
Mymulti[0]=1;
Mymulti[1]=10;
Mymulti[2]=10;                                      //设置轴的倍率
MyCardNo = 0;                                       //卡号
Myinmode = 0;                                       //手轮输入方式为 AB 相
MyAxisNum=3;                                        //参与手轮运动的轴数
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_set_handwheel_inmode_extern(MyCardNo,Myinmode,MyAxisNum,MyAxisList,Mymulti);
                                                    //设置多轴手轮运动控制输入方式
    LTDMC.dmc_handwheel_move(MyCardNo, MyAxisList[0]);//启动手轮运动

}
……
LTDMC.dmc_emg_stop(MyCardNo);                       //停止手轮运动
……
```

7.13 编码器检测的实现

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡的辅助编码器计数器是一个 32 位有符号计数器，对通过控制卡辅助编码器接口 EA，EB 输入的脉冲（如编码器、光栅尺反馈脉冲等）进行计数。而总线反馈位置支持直接读取以 unit 为单位的编码器值。相关函数如表 7.27 所示。

表 7.27 编码器检测相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_encoder_unit	设置当前编码器计数值	9.20 节
dmc_get_encoder_unit	读取当前编码器计数值	
dmc_set_extra_encoder_mode	设置辅助编码器计数模式	
dmc_get_extra_encoder_mode	读取辅助编码器计数模式	
dmc_set_extra_encoder	设置辅助编码器计数值	
dmc_get_extra_encoder	读取辅助编码器计数值	

例：编码器检测

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Mymode;
double Myencoder_value, MyX_Position;

MyCardNo = 0;                                          //卡号
Myaxis = 0;                                            //轴号
Myencoder_value = 0;                                   //设置 0 号轴的计数初始值为 0
LTDMC.dmc_set_encoder_unit(MyCardNo, Myaxis, Myencoder_value);
                                                       //设置 0 号轴的计数初始值
MyX_Position = 0;                                      //C＃中使用未赋值的变量会报错
LTDMC.dmc_get_encoder_unit(MyCardNo, Myaxis, ref MyX_Position);
                                                       //读轴 0 的计数器数值至变量 MyX_Position
……
```

7.14 检测轴到位状态功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 系列卡提供了检测轴到位状态函数，使用这些函数可以设置单轴运动中允许的误差范围，并检测单轴运动是否处于允许的误差范围内。相关函数如表 7.28 所示。

表 7.28　检测轴到位状态功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_factor_error	设置位置误差带	9.28 节
dmc_check_success_pulse	检测指令到位	
dmc_check_success_encoder	检测编码器到位	

注　意：

1）该功能检测只适用于单轴运动。

2）检测函数请在 dmc_check_done 检测到轴停止后调用，函数调用后会等待轴到位后返回，如果调用函数 100ms 内未到位，函数超时返回认为不到位。

例：检测轴到位状态

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, statemachine;
double Myfactor;
int Myerror;

MyCardNo=0;                                          //卡号
Myaxis=0;                                            //轴号
Myfactor=5;                                          //编码器系数为 5
Myerror=10;                                          //位置误差带为 10pulse
LTDMC.dmc_set_factor_error(MyCardNo, Myaxis, Myfactor, Myerror);
                                                     //设置位置误差带
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(CardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_pmove_unit (MyCardNo, Myaxis, 1000, 1);
            //定长运动，位移为为 1000 pulse、绝对模式,脉冲当量未设置默认为 1
    while (LTDMC.dmc_check_done(MyCardNo, Myaxis) == 0)
                                                     //判断轴运动状态，等待运动完成
    {
        Application.DoEvents();
    }
}
if (LTDMC.dmc_check_success_encoder(MyCardNo, Myaxis) == 0)//检测编码器到位状态
{
    MessageBox.Show("编码器不到位!");
}
else
{
```

```
        MessageBox.Show("编码器到位!");
    }
    ……
```

运行结果说明：

运动的目标位置脉冲数为 1000 pulse，假设当前编码器反馈脉冲数为 199 pulse

由于误差带设为 10 pulse，编码器系数设为 5

处理如下：

199*5=995(pulse)

1000-995=5(pulse)

在误差带范围[-10,10]之内，此时则认为编码器到位，否则认为编码器不到位。

7.15 通用 I/O 控制的实现

7.15.1 I/O 普通控制功能

用户可以使用 DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡上的数字 I/O 口用于检测开关信号、传感器信号等输入信号，或者控制继电器、电磁阀等输出设备的信号，通用输出口初始电平默认为高电平。相关函数如表 7.29 所示。

表 7.29 通用 IO 普通控制功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_read_inbit / dmc_read_inbit_ex	读取指定控制卡的某一位输入口的电平状态	9.17 节
dmc_write_outbit	对指定控制卡的某一位输出口置位	
dmc_read_outbit / dmc_read_outbit_ex	读取指定控制卡的某一位输出口的电平状态	
dmc_read_inport / dmc_read_inport_ex	读取指定控制卡的全部输入口的电平状态	
dmc_read_outport / dmc_read_outport-ex	读取指定控制卡的全部输出口的电平状态	
dmc_write_outport	设置指定控制卡的全部输出口的电平状态	

注意：在使用 dmc_write_outport 对运动控制卡的全部输出口进行置位，使用 dmc_read_inport、dmc_read_outport 进行 IO 电平读取显示时，应该使用十六进制数进行赋值（尽量避免使用十进制数，特别是在不支持无符号变量的开发环境下）。在对 IO 电平进行控制与读取时，使用十六进制数赋值远比使用十进制数赋值更加直观、方便。

例：读取第 0 号卡的通用输入口 1 的电平值，并对通用输出口 3 置高电平

```
……
ushort MyCardNo,MyInbitno,Mybitno,MyOutValue = 1 ;
short MyInValue;
```

```
MyCardNo=0;                          //卡号
MyInbitno=1;                         //定义通用输入口 1
Mybitno=3;                           //定义输出口 3
MyOutValue = 1;                      //定义输出电平为高电平
MyInValue = LTDMC.dmc_read_inbit(MyCardNo, MyInbitno);
                                     //读取通用输入口 1 的电平值，并赋值给变量 MyInValue
LTDMC.dmc_write_outbit(MyCardNo, Mybitno, MyOutValue);//对通用输出口 3 置高电平
……
```

例：读取全部输入 IO 口的电平值并进行显示，对全部输出 IO 口的电平进行初始化

```
……
ushort MyCardNo,Myportno;
ulong a;
int    n;
uint MyOutportValue;

MyCardNo=0;                          //卡号
Myportno=0;                          //IO 口组号
MyOutportValue = 0xFFFFFBFA;
          //(0x 表示 16 进制数）定义输出口电平值，输出口 0、2、10 为低电平，其余端口为高电平
a= LTDMC.dmc_read_inport(MyCardNo, Myportno);
                                     //读取指定控制卡的全部输入端口的电平
n = (int)a;                          //将 ulong 型的 a 强制转换为 int 型的 n
string MyInportValue = Convert.ToString(n, 2);
                                     //将信号返回值转换成二进制数，并赋值给 MyInportValue
LTDMC.dmc_write_outport(MyCardNo, 0, MyOutportValue);//对全部输出口进行电平赋值
……
```

7.15.2 I/O 延时翻转功能

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持 I/O 延时翻转功能。该函数执行后，首先输出一个与当前电平相反的信号，延时设置的时间后，再自动翻转一次电平。相关函数如表 7.30 所示。

表 7.30 IO 延时翻转相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_reverse_outbit	IO 输出延时翻转	9.17 节

例：对通用输出 IO 端口 0 进行延时翻转动作

```
……
ushort MyCardNo,MyOutbitno;
```

```
double MyDelayTime;
MyCardNo=0;        //卡号
MyOutbitno=0;     //通用输出口 0
MyDelayTime=0.5;//延时时间 0.5s
LTDMC.dmc_reverse_outbit(MyCardNo, MyOutbitno, MyDelayTime);//启动 IO 延时翻转
……
```

7.15.3 I/O 计数功能

DMC-E1016/DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 运动控制卡支持输入 IO 计数功能。该功能允许用户设置输入 IO 作为计数器使用。相关函数如表 7.31 所示。

表 7.31 IO 计数功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_io_count_mode	设置 IO 计数模式	9.17 节
dmc_set_io_count_value	设置 IO 计数值	
dmc_get_io_count_value	读取 IO 计数值	

例：设置通用输入 IO 端口 0 作为计数器

```
……
ushort MyCardNo, MyInbitno, Mymode;
double Myfilter, Value;
uint MyCountValue;

MyCardNo = 0;//卡号
MyInbitno = 0;//通用输入口 0
Mymode = 1;//上升沿计数
Myfilter = 0;//滤波时间保留
LTDMC.dmc_set_io_count_mode(MyCardNo, MyInbitno, Mymode, Myfilter);//设置计数模式
MyCountValue=0;//计数值为 0
LTDMC.dmc_set_io_count_value(MyCardNo, MyInbitno, MyCountValue);//计数器清零
Value = 0;//给变量 Value 赋初始值
LTDMC.dmc_get_io_count_mode(MyCardNo, MyInbitno, ref Mymode, ref Value);
//读取计数器值，并赋值给变量 Value
……
```

7.16 位置比较功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了位置比较功能，位置比较的一般步骤是：

1、配置比较器；

2、清除比较器数据；

3、添加/更新比较位置点；

4、开始运动并查看比较状态。

7.16.1 一维低速位置比较功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡对每个轴都提供了一组一维低速位置比较，每轴最多都可以添加 256 个比较点。一维低速位置比较的触发延时时间在 1-2 总线周期以内。相关函数如表 7.32 所示。

表 7.32 一维低速位置比较相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_compare_set_config	设置一维位置比较器	9.15 节
dmc_compare_clear_points	清除一维位置比较点	
dmc_compare_add_point_cycle_unit	添加一维位置比较点	
dmc_compare_get_current_point_unit	读取当前一维比较点位置	
dmc_compare_get_points_runned	查询已经比较过的一维比较点个数	
dmc_compare_get_points_remained	查询可以加入的一维比较点个数	

注意：（1）每轴的位置比较都是独立进行的。

（2）执行位置比较时，每个比较点的触发是按照添加的比较点顺序执行的，即如果有一个比较点没有被触发比较动作，那么后面的比较点是不会起作用的。

例：一维低速位置比较

```
……
ushort MyCardNo,Myaxis,Myenable,Mycmp_source,Mydir,Myaction ,Cycle,Level,statemachine;
double Mypos;
uint Myactpara,Bitno;

MyCardNo=0;                    //卡号
Myaxis=0;                      //轴号
Myenable=1;                    //设置比较使能
Mycmp_source = 0;              //设置比较源为指令位置
Mypos = 10000;                 //设置比较位置为 10000unit
Mydir = 1;                     //设置比较模式为大于等于
```

```
Cycle = 1000;              //1000 倍总线通信周期
Level = 0;                 //输出 IO 端口 0 输出低电平，维持 1000 倍总线周期
Bitno = 0;                 //输出 IO 端口 0
LTDMC.dmc_compare_set_config(MyCardNo, Myaxis, Myenable, Mycmp_source);
                                                    //设置 0 轴比较器
LTDMC.dmc_compare_clear_points(MyCardNo, Myaxis);//清除比较点
LTDMC.dmc_set_position(MyCardNo, Myaxis, 0);       //设置 0 号轴的指令脉冲计数器绝对位置为 0
LTDMC.dmc_compare_add_point_cycle_unit (MyCardNo, Myaxis, Mypos, Mydir, Bitno, Cycle,Level);
                //添加比较点，位置 10000pulse，模式大于等于，触发时动作为输出端口 0 输出低电
平，维持 1000 倍总线周期时间。
LTDMC.dmc_set_profile _unit (MyCardNo, Myaxis, 1000, 10000, 0.01, 0.01, 1000);
                //设置梯形速度曲线
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_pmove _unit (MyCardNo, Myaxis, 50000, 0);
                //定长运动，位移为 50000，相对模式
}
……
```

运行结果：

当运动到 10000 时，通用输出口 0 电平输出低电平，保持时间 1000 倍总线通信周期。

7.16.2 二维低速位置比较功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了一组二维低速位置比较，最多都可以添加 256 个比较点。二维低速位置比较的触发延时时间小于 1ms。相关函数如表 7.33 所示。

表 7.33 二维低速位置比较相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_compare_set_config_extern	设置二维位置比较器	9.21 节
dmc_compare_clear_points_extern	清除二维位置比较点	
dmc_compare_add_point_extern_cycle_2d	添加二维位置比较点	
dmc_compare_get_current_point_extern_unit	读取当前二维位置比较点位置	
dmc_compare_get_points_runned_extern	查询已经比较过的二维比较点个数	
dmc_compare_get_points_remained_extern	查询可以加入的二维比较点个数	

注 意：执行位置比较时，每个比较点的触发是按照添加的比较点顺序执行的，即如果有一个比较点没有被触发比较动作，那么后面的比较点是不会起作用的。

例：二维低速位置比较

```
……
ushort MyCardNo, Mycrd, Myenable, Mycmp_source, Mydir, Myaction,statemachine;
uint Myactpara;
MyCardNo = 0;                                    //卡号
Mycrd = 0;                                       //坐标系号
Myenable = 1;                                    //设置比较使能
Mycmp_source = 0;                                //比较源：指令位置
Mydir=1;                                         //比较模式：大于等于
Cycle = 1000;                                    //1000 倍总线通信周期
Level = 0;                                       //输出 IO 端口 0 输出低电平，维持 1000 倍总线周期
Bitno = 0;                                       //输出 IO 端口 0
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < 2; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
    }
}
LTDMC.dmc_compare_set_config_extern(MyCardNo, Myenable, Mycmp_source);//设置二维比较器
LTDMC.dmc_compare_clear_points_extern(MyCardNo);//清除二维位置比较点
LTDMC.dmc_compare_add_point_extern_cycle_2d(MyCardNo, new ushort[] { 0, 1 }, new int[] { 5000, 5000 },
Mydir,Bitno,Cycle,Level);//添加二维位置比较点
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, Mycrd, 0, 3000, 0.01, 0.01, 0);
                                                 //设置插补运动速度曲线
LTDMC. dmc_arc_move_center_unit (MyCardNo, Mycrd,2, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 0, 0 }, new
double[] { 5000, 0 }, 0, 0, 0);                  //圆弧插补运动
……
```

7.16.3 一维高速位置比较功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡共有六个高速位置比较器，每个高速位置比较器均配有 1 个硬件位置比较输出接口。DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡的 CMP0-CMP5 对应本地输出的 OUT2~OUT7,本地输出在 DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 36PIN 接线板上，端口电路使用的都是高速光耦（1MHz）。

每个 CMP 输出端口都可与 36PIN 接线板上的辅助编码器接口关联，不支持指令位置，只支持两路辅助编码器。支持多种比较模式，用户只需在函数里设置便可以使用，非常灵活方便。

其中“等于”、“小于”、“大于”比较模式为单次比较模式。“队列”模式提供 127 个比较点，采用先添加先比较，比较完可追加比较点，也可一次性添加多个比较点。“线性”模式适用于每个比较点位置都是按照线性增量依次增加的情况，用户只需要设置起始比较点位置以及线性增量值即可，非常方便。位置间时间间隔最小可达几微秒。

相关函数如表 7.34 所示。

表 7.34　一维高速位置比较相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_hcmp_set_mode	设置高速比较模式	9.22 节
dmc_hcmp_set_config	配置高速比较器	
dmc_hcmp_set_liner_unit	设置高速比较线性模式参数	
dmc_hcmp_clear_points	清除高速位置比较点	
dmc_hcmp_add_point_unit	添加/更新高速比较位置	
dmc_hcmp_get_current_state_unit	读取高速比较参数	

注　意：

（1）每个比较器的位置比较都是独立进行的。

（2）在队列及线性比较模式中，执行位置比较时，每个比较点的触发是按照添加的比较点顺序执行的，即如果有一个比较点没有被触发比较动作，那么后面的比较点是不会被触发的。

例：单次比较模式（大于）

```
……
ushort MyCardNo,Myaxis,Mycmp_mode,Myhcmp,Mycmp_source,Mycmp_logic;
int MyTime;

MyCardNo=0;                          //卡号
Myaxis=0;                           //
Mycmp_mode = 3;                      //比较模式为模式 3
Myhcmp=0;                            //高速比较器，对应硬件 CMP 端口
Mycmp_source=1;                      //比较源为辅助编码器位置
Mycmp_logic=0;                       //低电平有效
MyTime=0;                            //脉冲宽度,只有比较模式为 4 或 5 时起作用
LTDMC.dmc_hcmp_set_mode(MyCardNo, Myhcmp, Mycmp_mode);//设置高速比较模式
LTDMC.dmc_hcmp_set_config(MyCardNo, Myhcmp, 0, Mycmp_source, Mycmp_logic, MyTime);
                                                    //配置高速比较器
LTDMC.dmc_hcmp_clear_points(MyCardNo, Myhcmp);      //清除比较点
LTDMC.dmc_hcmp_add_point_unit(MyCardNo, Myhcmp, 5000);      //添加高速比较位置为 5000 unit
```

……

运行结果：

当辅助编码器位置超过 5000 unit 时，CMP0 端口输出低电平并保持。

例：队列比较模式

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Mycmp_mode, Myhcmp, Mycmp_source, Mycmp_logic;
int MyTime;
double MyCmpPos;
MyCardNo=0;                                    //卡号
Myaxis=0;                                      //
Mycmp_mode = 4;                                //比较模式为模式 4
Myhcmp=0;                                      //高速比较器，对应硬件 CMP 端口
Mycmp_source=1;                                //比较源为辅助编码器位置
Mycmp_logic=0;                                 //低电平有效
MyTime = 500000;                               //脉冲宽度 500000us
LTDMC.dmc_hcmp_set_config(MyCardNo, Myhcmp, Myaxis, Mycmp_source, Mycmp_logic, MyTime);
                                               //配置高速比较器
LTDMC.dmc_hcmp_clear_points(MyCardNo, Myhcmp);//清除比较点
LTDMC.dmc_hcmp_set_mode(MyCardNo, Myhcmp, Mycmp_mode);//设置高速比较模式为队列模式
MyCmpPos = 10000;
LTDMC.dmc_hcmp_add_point_unit(MyCardNo, Myhcmp, MyCmpPos);//添加高速比较位置为 10000 unit
MyCmpPos = 30000;
LTDMC.dmc_hcmp_add_point_unit(MyCardNo, Myhcmp, MyCmpPos);//添加高速比较位置为 30000 unit
MyCmpPos = 70000;
LTDMC.dmc_hcmp_add_point_unit(MyCardNo, Myhcmp, MyCmpPos);//添加高速比较位置为 70000 unit
……
```

运行结果：

当辅助编码器经过位置 10000 unit、30000 unit、70000 unit 时，CMP0 端口输出低电平，低电平持续时间为 500ms。

例：线性比较模式

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Mycmp_mode, Myhcmp, Mycmp_source, Mycmp_logic;
int MyTime, MyCmpCount;
double MyCmpPos, MyCmpInc;
MyCardNo=0;                                    //卡号
Myaxis=0;                                      //
Mycmp_mode = 5;                                //比较模式为模式 5
Myhcmp=1;                                      //高速比较器，对应硬件 CMP 端口
Mycmp_source=1;                                //比较源为辅助编码器位置
Mycmp_logic=0;                                 //低电平有效
```

```
MyTime = 500000;                                    //脉冲宽度 500000us
MyCmpInc=20000;                                     //线性增量 20000 unit
MyCmpCount=5;                                       //比较次数 5
LTDMC.dmc_hcmp_set_config(MyCardNo, Myhcmp, Myaxis, Mycmp_source, Mycmp_logic, MyTime);
                                                    //配置高速比较器
LTDMC.dmc_hcmp_clear_points(MyCardNo, Myhcmp); //清除比较点
LTDMC.dmc_hcmp_set_mode(MyCardNo, Myhcmp, Mycmp_mode);//设置高速比较模式为线性比较模式
LTDMC.dmc_hcmp_set_liner_unit(MyCardNo, Myhcmp, MyCmpInc, MyCmpCount);
                                                    //设置高速比较线性模式参数
MyCmpPos = 10000;
LTDMC.dmc_hcmp_add_point_unit(MyCardNo, Myhcmp, MyCmpPos);//添加高速比较位置为 10000 unit

……
```

运行结果：

当辅助编码器经过位置 10000、30000、50000、70000、90000 pulse 时，CMP1 端口输出低电平，低电平持续时间为 500ms。

7.16.4 二维高速位置比较功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡只支持一个二维高速比较器，硬件共有六个高速输出端口 CMP0、CMP1、CMP2、CMP3、CMP4、CMP5，可作为二维高速位置比较输出口使用。

每个 CMP 输出端口可以与任意两轴关联，需将对应两轴驱动器的编码器输出给到 DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 36PIN 接线板的两路辅助编码器接口，不支持指令位置，仅支持两路辅助编码器。支持队列比较模式，最多可以添加 256 个比较点（缓存模式支持添加 25000 个点），采用先添加先比较，比较完可追加比较点，也可一次性添加多个比较点。位置间时间间隔最小可达几微秒。

相关函数如表 7.35 所示。

表 7.35 二维高速位置比较相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_hcmp_2d_set_enable	设置二维高速比较使能	9.22 节
dmc_hcmp_2d_get_enable	读取二维高速比较使能	
dmc_hcmp_2d_set_config_unit	配置二维高速比较器	
dmc_hcmp_2d_get_config_unit	读取二维高速比较器配置	
dmc_hcmp_2d_clear_points	清除二维高速比较位置	
dmc_hcmp_2d_add_point_unit	添加/更新二维高速比较位置	
dmc_hcmp_2d_get_current_state_unit	读取二维高速比较参数	
dmc_hcmp_2d_force_output	强制二维比较输出	

注意：（1）执行位置比较时，每个比较点的触发是按照添加的比较点顺序执行的，即如果有一个比较点没有被触发比较动作，那么后面的比较点是不会被触发的。

例：二维高速比较

```
……
short iret = 0，statemachine;
ushort MyCardNo = 0;                    //卡号
ushort Mycrd = 0;                       //坐标系号
ushort hcmp = 0;                        //保留参数 0
ushort cmp_mode = 0;                    //比较输出模式：进入误差带后触发
ushort x_axis = 0;                      //X 轴轴号
ushort x_cmp_source = 0;                //X 轴比较源：指令位置
ushort y_axis = 1;                      //Y 轴轴号
ushort y_cmp_source = 0;                //Y 轴比较源：指令位置
double xcmp_error = 50;                 //X 轴误差带：50pulse
double ycmp_error = 40;                 //Y 轴误差带：40pulse
ushort cmp_logic = 0;                   //输出有效电平：低电平
int time = 200;                         //输出脉冲宽度：200us
ushort cmp_outbit = 7;                  //输出端口号
ushort enable = 1;
iret = LTDMC.dmc_hcmp_2d_set_enable(MyCardNo, hcmp, enable); //二维高速位置比较功能使能
iret = LTDMC.dmc_hcmp_2d_clear_points(MyCardNo, hcmp);//清除比较点
iret = LTDMC.dmc_hcmp_2d_set_config_unit(MyCardNo, hcmp, cmp_mode, x_axis, x_cmp_source,
xcmp_error,y_axis, y_cmp_source, ycmp_error, cmp_logic, time);
                                                    //配置二维高速位置比较比较器
iret = LTDMC.dmc_hcmp_2d_add_point_unit(MyCardNo, hcmp, 1000, 1000, cmp_outbit);        //添
                                                    加第一个比较点（1000,0）
iret = LTDMC.dmc_hcmp_2d_add_point_unit (MyCardNo, hcmp, 2000, 2000, cmp_outbit);       //添
                                                    加第二个比较区域（2000,0）
iret = LTDMC.dmc_hcmp_2d_add_point_unit (MyCardNo, hcmp, 3000, 3000, cmp_outbit);
                                                    //添加第三个比较区域（3000,0）
iret = LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, Mycrd, 0, 3000, 0.01, 0.01, 0);
            //设置插补运动速度曲线
statemachine = 0;
for(ushort Axis =0; Axis < 2; Axis ++)
{
    LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Axis,ref statemachine);//获取轴状态机
    if(statemachine != 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
    {
        MessageBox.Show("轴状态机错误");
        return;
```

```
        }
    }
    iret = LTDMC.dmc_line_unit(MyCardNo, Mycrd, 2, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 5000, 5000 }, 0);
//直线插补运动
    ……
```

7.17 位置锁存功能的实现

7.17.1 高速位置锁存功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了高速位置锁存功能，支持 4 组锁存器，LTC0~LTC3 分别对应本地 IO 的 IN4~IN7，仅支持锁存 2 路辅助编码器值，支持多种位置锁存模式，可实现精确定位功能，其包括单次锁存、连续锁存。位置锁存无触发延时时间，当捕获到位置锁存信号后立即锁存当前辅助编码器位置。辅助编码器和本地 IO 接口位于 36PIN 接线板上。连续锁存相邻两个锁存点之间的间隔时间应大于 2 个总线周期。

相关函数如表 7.36 所示。

表 7.36 高速锁存相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_ltc_set_mode	配置锁存器	9.24 节
dmc_ltc_get_mode	读取锁存器配置	
dmc_ltc_set_source	配置锁存源	
dmc_ltc_get_source	读取锁存源配置	
dmc_ltc_get_value_unit	读取锁存值	
dmc_ltc_get_number	读取锁存器已锁存个数	
dmc_ltc_reset	复位指定卡的锁存器	

注 意：

1）在单次锁存中，多次触发高速锁存口只锁存第一次触发位置，只有调用函数清除锁存状态方可再次锁存。

2）在连续锁存，多次触发高速锁存口锁存所有的触发位置，超过 1000 次剔除最先的触发位置保存最新的触发位置。在每次锁存后，不需要调用函数清除锁存状态。但是在启动高速连续位置锁存之前，必须调用函数清除锁存状态。

例：高速单次位置锁存

```
    ……
```

```
ushort MyCardNo, Myaxis, Myltc_mode，statemachine;
ushort Mylatch_source, Latch;
double Myfilter;
int My_latch_Value;
int number;
number = 0;                                    //锁存个数
My_latch_Value = 0;                            //锁存值
MyCardNo = 0;                                  //卡号
Myaxis = 0;                                    //固定 0
Myltc_logic = 0;                               //设置 LTC 触发方式为下降沿触发
Myltc_mode = 0;                                //设置锁存模式为单次锁存
Myfilter = 0;                                  //滤波时间
Mylatch_source = 1;                            //锁存源为辅助编码器位置

LTDMC.dmc_ltc_set_mode(MyCardNo, Latch, Myltc_mode, Myltc_logic, Myfilter);
                    //配置锁存器 0，单次锁存模式，LTC 下降沿触发
LTDMC.dmc_ltc_set_source (MyCardNo, Latch ,Myaxis, Mylatch_source);
                    //设置锁存源为辅助编码器位置
LTDMC.dmc_ltc_reset(MyCardNo, Latch);          //复位锁存器
LTDMC.dmc_set_profile_unit(MyCardNo, Myaxis, 1000, 10000, 0.01, 0.01, 1000);
                                               //设置梯形速度曲线
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_pmove_unit (MyCardNo, Myaxis, 100000, 1); //定长运动，位移为100000，绝对模式
}
while (number == 0) ;// 判断 0 号轴 LTC 锁存状态，若个数不为零，已锁存数据
{
    LTDMC.dmc_ltc_get_number(MyCardNo, Latch, Myaxis,ref number); // 读取锁存个数
    Application.DoEvents();
}
LTDMC. dmc_ltc_get_value_unit (MyCardNo, Latch, Myaxis,ref    My_latch_Value);
                        //读取锁存值，并赋值给变量 My_latch_Value
……
```

例：高速连续位置锁存

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Myltc_logic, Myltc_mode,statemachine;
ushort Mylatch_source,Latch;
double Myfilter;
int number;
double[] My_latch_Value;
number = 0;                                    //锁存个数
MyCardNo = 0;                                  //卡号
Latch = 0;                                     //锁存器 0，锁存输入对应本地 IN4 口
Myaxis = 0;                                    //设置锁存源为辅助编码器 0 的计数值
Myltc_logic = 0;                               //设置 LTC 触发方式为下降沿触发
Myltc_mode = 1;                                //设置锁存模式为连续锁存
Myfilter = 0;                                  //滤波时间
//配置锁存器 0，连续锁存模式，LTC 下降沿触发
LTDMC.dmc_ltc_set_mode(MyCardNo, Latch, Myltc_mode, Myltc_logic, Myfilter);
//设置锁存源为辅助编码器 0 的计数值
LTDMC. dmc_ltc_set_source (MyCardNo, Latch ,Myaxis, Mylatch_source);
//复位锁存器
LTDMC.dmc_ltc_reset(MyCardNo, Latch);
LTDMC.dmc_set_profile(MyCardNo, Myaxis, 1000, 10000, 0.01, 0.01, 1000);//设置梯形速度曲线
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, MyAxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_pmove(MyCardNo, Myaxis, 100000, 1); //定长运动，位移为 100000，绝对模式
}
while (LTDMC.dmc_check_done(MyCardNo, Myaxis) == 0)
{
    Application.DoEvents();
}
LTDMC.dmc_ltc_get_number(MyCardNo, Latch, Myaxis,ref number); //  读取锁存个数
if(number > 0)
{
    My_latch_Value = new double[number];
```

```
    for (int i = 0; i < number; i++)
    {
        //读取锁存值，并赋值给变量 My_latch_Value
        LTDMC.dmc_ltc_get_value_unit (MyCardNo, Latch, Myaxis,ref    My_latch_Value[i]);
    }
}
```

7.17.2 软件位置锁存功能

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了软件位置锁存功能。软件位置锁存可以在软件层实现精确定位功能。当外部信号变化时，精确锁存到这一瞬间运动机构所在的位置，用户可以在之后查询这个位置的数值。每个锁存器都可以配置任意一个输入信号用于触发锁存动作，支持 4 组锁存器，可以用指令选择输入信号导通或截止的瞬间位置进行锁存，也可以选择锁存编码器反馈的位置或输出脉冲的位置。

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡支持多种软件位置锁存模式，可实现定位功能，其包括单次锁存、连续锁存。单次锁存在锁存信号有效后可锁存一次，再次锁存需复位锁存标志。

连续锁存可实现对多个位置依次进行锁存。在每次锁存后，不需要再复位锁存标志。锁存次数超过 1000 次，剔除最先的触发位置保存最新的触发位置。连续锁存间隔时间需大于 10ms。

软件位置锁存相关函数如表 7.37：

表 7.37　软件位置锁存相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_softltc_set_mode	配置锁存器	9.23 节
dmc_softltc_get_mode	读取锁存器配置	
dmc_softltc_set_source	配置锁存源	
dmc_softltc_get_source	读取锁存源配置	
dmc_softltc_get_value_unit	读取锁存值	
dmc_softltc_get_number	读取锁存器已锁存个数	
dmc_softltc_reset	复位指定卡的锁存器	

例：软件位置连续锁存

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Myltc_logic, Myltc_mode,statemachine;
ushort Mylatch_source,Latch， Myltc_inbit， Myltc_enable;
double Myfilter;
int number;
double[] My_latch_Value;

number = 0;                                    //锁存个数
MyCardNo = 0;                                  //卡号
Latch = 0;                                     //锁存器 0
Myaxis = 0;                                    //轴号
Myltc_enable = 1                               //锁存器使能
Myltc_inbit = 0;                               //配置锁存输入口为 0
Myltc_logic = 0;                               //设置锁存输入口触发方式为下降沿触发
Myltc_mode = 1;                                //设置锁存模式为连续锁存
Myfilter = 0;                                  //保留参数
Myltc_source = 0;                              //锁存源为指令位置
//第一步、配置锁存器 0，连续锁存模式，通用输入口 0 下降沿触发锁存指令位置
LTDMC.dmc_softltc_set_mode(MyCardNo,Latch,Myltc_enable,Myltc_mode,Myltc_intbit,Myltc_logic,
Myfilter);
//第二步、设置 0 号锁存器的锁存源为 0 号轴的指令位置
LTDMC. dmc_softltc_set_source (MyCardNo, Latch ,Myaxis, Myltc_source);
//第三步、复位 0 号锁存器
LTDMC.dmc_softltc_reset(MyCardNo, Latch);
//设置梯形速度曲线
LTDMC.dmc_set_profile(MyCardNo, Myaxis, 1000, 10000, 0.01, 0.01, 1000);
statemachine = 0;
LTDMC.nmc_get_axis_state_machine(MyCardNo, Myaxis,ref statemachine);//获取轴状态机
if(statemachine == 4) //监控轴状态机的值，该值等于 4 表示轴状态机处于准备好状态
{
    LTDMC.dmc_pmove(MyCardNo, Myaxis, 100000, 1); //定长运动，位移为 100000，绝对模式
}
while (LTDMC.dmc_check_done(MyCardNo, Myaxis) == 0)//等待运动停止
{
    Application.DoEvents();
```

```
}
//第四步、读取锁存器已锁存个数
LTDMC.dmc_softltc_get_number(MyCardNo, Latch, Myaxis,ref number);
//第五步、读取锁存值
if(number > 0)
{
    My_latch_Value = new double[number];
    for (int i = 0; i < number; i++)
    {
        LTDMC.dmc_softltc_get_value_unit (MyCardNo, Latch, Myaxis,ref    My_latch_Value[i]);
    }
}
```

7.18 螺距补偿功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供螺距补偿功能。该功能使各轴根据设置的补偿值进行位置补偿。

相关函数如表 7.38 所示。

表 7.38 连续插补中刀向跟随功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_enable_leadscrew_comp	设置螺距补偿的使能与禁止	9.25 节
dmc_set_leadscrew_comp_config_unit	配置螺距补偿参数	
dmc_get_leadscrew_comp_config_unit	读取配置的螺距补偿参数	

注 意：

1、一般在回零完成之后使用该功能，起点补偿值为 0

2、补偿值为相对于起点的误差值

使用螺距补偿功能一般步骤如下：

1）使用函数 dmc_enable_leadscrew_comp 使能螺距补偿；

2）使用函数 dmc_set_leadscrew_comp_config_unit 设置螺距补偿数据；

3）配置运动参数启动运动。

螺距补偿数据表一般由激光干涉仪测量而来，假设有如下图所示 9 个位置（8 个段，每段必须保持等长距离进行测量），若 2~9 点经测量补偿数据如下图所示。

|_____|_____|_____|_____|_____|_____|_____|_____|

1 2 3 4 5 6 7 8 9

0 7 10 9 6 -1 -5 -3 -1 → 正方向运动补偿量 unit

0 -9 -5 -4 0 3 6 4 2 ← 反方向运动补偿量 unit

假设轴1需测量段的总长度为8000unit，则每隔1000unit长度测量一次，起始点为0，

往正方向运动时，各点需要补偿的脉冲数为（0，7,10,9,6，-1，-5，-3,-1）；

往负方向运动时，各点需要补偿的脉冲数为（0，-9，-5，-4，0,3,6,4，2）；

轴 1 往正方向运动时，将按照正方向运动补偿量进行补偿；往负方向运动时，将按照反方向运动补偿量进行补偿。

例：螺距补偿功能

```
ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum;

ushort MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum,axis,enable, npos;
double startpos, lenpos;
short err = 0;

MyCardNo = 0;                    //卡号
MyCrd = 0;                       //参与插补运动的坐标系
MyaxisNum = 2;                   //插补运动轴数为 2
axis = 0;                        //螺距补偿轴
enable = 0;                      //设置螺距补偿使能
npos = 9;                        //螺距补偿点数
startpos = 0;                    //补偿的起始位置
lenpos = 8000;                   //补偿的长度
double [] comPos = new double[] { 0，7,10,9,6，-1，-5，-3,-1}; // 正方向运动时，各点位置需要补偿的位置
double[] comNeg = new double[] { 0，-9，-5，-4，0,3,6,4，2 }; // 负方向运动时，各点位置需要补偿的位置
LTDMC.dmc_set_leadscrew_comp_config_unit(MyCardNo, axis, npos, startpos, lenpos, comPos, comNeg); //配置螺距补偿参数
LTDMC.dmc_enable_leadscrew_comp(MyCardNo, axis, enable); //使能轴的螺距补偿
LTDMC.dmc_conti_open_list(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 });
//打开连续插补缓冲区
LTDMC.dmc_set_vector_profile_unit(MyCardNo, MyCrd, 0, 5000, 0.1, 0.1, 0);
//设置插补速度曲线参数，插补运动最大矢量速度 5000unit/s，加减速时间 0.1s
LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 1000, 1000 }, 0, 0);//第一段轨迹，直线插补，相对模式
LTDMC.dmc_conti_arc_move_radius_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 2000, 0 }, 1000, 1, 0, 0, 0);//第二段轨迹，圆弧插补，相对模式
```

LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { 3000, 1000 }, 0, 0);//第三段轨迹，直线插补，相对模式

LTDMC.dmc_conti_line_unit(MyCardNo, MyCrd, MyaxisNum, new ushort[] { 0, 1 }, new double[] { -6000, 2000 }, 0, 0);//第四段轨迹，直线插补，相对模式

LTDMC.dmc_conti_start_list(MyCardNo, MyCrd); //开始连续插补

LTDMC.dmc_conti_close_list(MyCardNo, MyCrd); //关闭连续插补缓冲区

7.19 龙门功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 提供了龙门跟随功能，相关函数如表 7.39 所示。

表 7.39 龙门相关函数

名称	功能	参考
dmc_set_gear_follow_profile	设置轴跟随模式参数	9.26 节
dmc_get_gear_follow_profile	读取轴跟随模式参数	
dmc_set_grant_error_protect_unit	设置龙门模式主从轴编码器跟随误差停止阀值	
dmc_get_grant_error_protect_unit	读取龙门模式编码器位置跟随误差停止阈值	

例：定长运动中龙门功能的实现

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, Axis, Myposi_mode, Master_axis;
double MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec, MyStop_Vel, MyDist, dstp_error,emg_error;

MyCardNo = 0;                                   //卡号
Myaxis = 0;                                     //轴号
Axis = 1;                                       //跟随轴轴号
Master_axis = 0;                                //主轴轴号
MyMin_Vel = 500;                                //设置起始速度为 500unit/s
MyMax_Vel = 2000;                               //设置最大速度为 2000unit/s
MyTacc = 0.01;                                  //设置加速时间为 0.02s
MyTdec = 0.01;                                  //设置减速时间为 0.01s
MyStop_Vel = 500;                               //设置停止速度为 1000unit/s
LTDMC.dmc_set_profile_unit(MyCardNo, Master_axis, MyMin_Vel, MyMax_Vel, MyTacc, MyTdec,
MyStop_Vel);                                    //设置 0 号轴速度曲线参数

MyDist = 10000;                                 //设置运动距离为 10000unit
Myposi_mode = 0;                                //设置运动模式为相对坐标模式
LTDMC.dmc_set_gear_follow_profile(MyCardNo, Axis, 1, Master_axis, 1);
```

```
                                                    //1 号轴跟随 0 号主轴运动
dstp_error=100;                                     //减速停止误差阈值 100unit
emg_error=100;                                      //立即停止误差阈值 100unit
LTDMC.dmc_set_grant_error_protect_unit(MyCardNo, Axis, 1, dstp_error， emg_error)
                                                    //设置龙门模式主从轴编码器跟随误差停止阀值
LTDMC.dmc_pmove_unit(MyCardNo, Master_axis, MyDist, Myposi_mode); //0 号主轴启动运动
```

7.20 PVT 运动功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡共提供四种 PVT 模式，分别为 PTT、PTS、PVT、PVTS 模式。其中 PTT、PTS 运动模式用于单轴速度规划功能，PVT、PVTS 运动则用于多轴轨迹规划功能，用户可以根据实际需求选择适合的 PVT 模式。

7.20.1 单轴任意速度规划功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡提供了两种 PVT 模式来实现单轴任意速度规划的功能，分别为 PTT 运动模式和 PTS 运动模式。PTT 运动模式是用于单轴梯形速度的规划，而 PTS 运动模式则用于单轴 S 形速度的规划。

7.20.1.1 PTT 运动模式

PTT 模式非常灵活，能够实现单轴任意速度规划。用户通过直接输入位置和时间参数描述运动规律。相关函数如表 7.40 所示。

表 7.40 PTT 模式运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_ptt_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PTT 描述方式	9.30 节
dmc_pvt_move	启动 PVT 运动	

例：PTT 模式运动

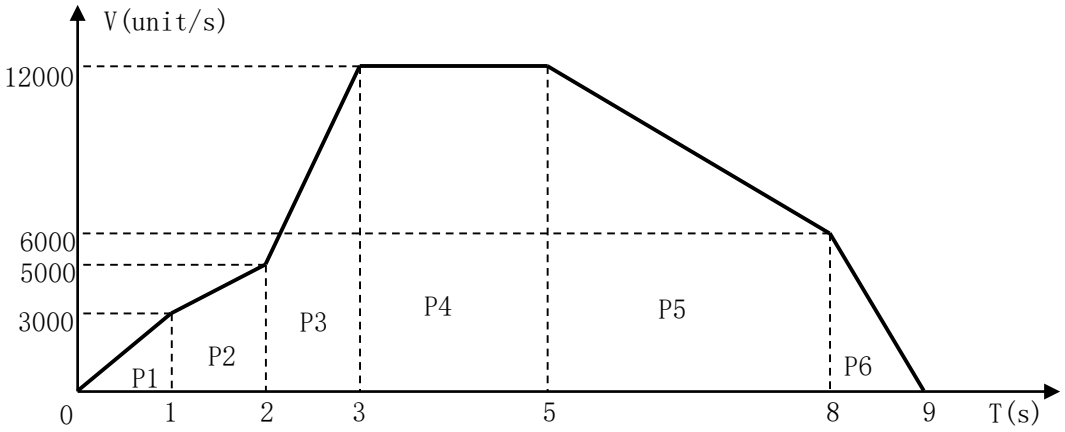


图 7.37　PTT 模式下的 V-T 曲线规划

规划如图 7.37 所示速度曲线，用 PTT 模式规划该速度曲线非常简单。

首先计算各段的位移量，即速度曲线和时间轴所围面积：P1=1500(unit)，P2=4000(unit)，P3=8500(unit)，P4=24000(unit)，P5=27000(unit)，P6=3000(unit)。

将各段位移量累加，得到 PTT 模式下各点的位置和时间数据，如表 7.41 所示。

表 7.41　PTT 模式数组数据

序号	位置 P(unit)	时间 T(s)
0	0	0
1	1500	1
2	5500	2
3	14000	3
4	38000	5
5	65000	8
6	68000	9

编写程序如下：

```
ushort MyCardNo,Myaxis, MyAxisNum, MyCount;
ushort []My_AxisList=new ushort [1];
MyCardNo = 0;                                          //卡号为 0
Myaxis=0;                                              //轴号 0
MyAxisNum=1;                                           //参与运动的轴数为 1
MyCount = 7;                                           //有 7 组数据
My_AxisList[0] = 0;                                    //0 号轴参与 PTT 运动
double[] MyPTime = new double[7] {0,1,2,3,5,8,9 };//定义 PTT 时间数组
double[] MyPPos = new double[7] { 0, 1500, 5500, 14000, 38000, 65000, 68000 };
                                                       //定义 PTT 位置数组
LTDMC.dmc_ptt_table_unit(MyCardNo,Myaxis, MyCount, MyPTime, MyPPos);
//采用 PTT 模式传递数据
LTDMC.dmc_pvt_move(MyCardNo, MyAxisNum, My_AxisList);//执行 PTT 运动
```

PTT 运动结果(位置-时间曲线、加速度-时间曲线)如图 7.38、7.39 所示。

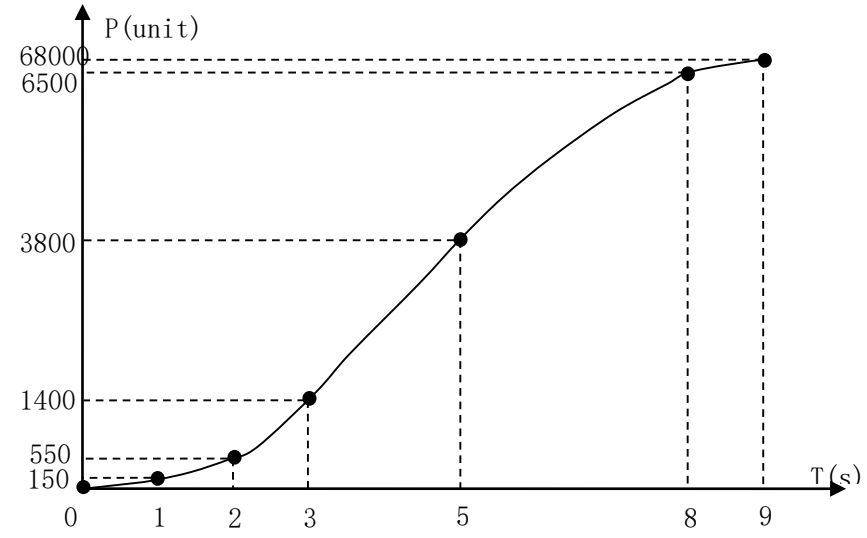


图 7.38　PTT 运动得到的位移曲线

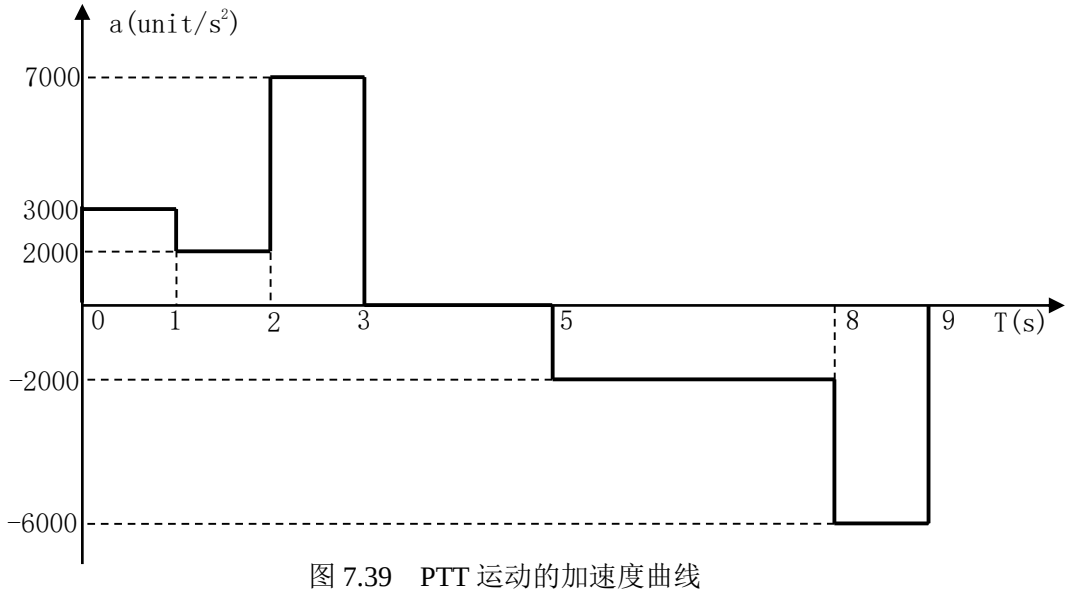


图 7.39　PTT 运动的加速度曲线

7.20.1.2　PTS 运动模式

PTS 运动模式是 PTT 的扩展功能模式，可以使各数据点的速度过渡更加平滑。用户通过输入位置、时间、百分比参数描述运动规律。数据点的百分比参数是指：相邻 2 个数据点之间加速度的变化时间占速度变化时间的百分比。相关函数如表 7.42 所示。

表 7.42　PTS 模式运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_pts_table	向指定数据表传送数据，采用 PTS 描述方式	9.30 节
dmc_pvt_move	启动 PVT 运动	

例：PTS 模式运动

由图 7.39 可知，其加速度曲线存在突变，因此，运动过程中有冲击现象。如果要获得更加平滑的速度曲线，可以使用 PTS 模式运动，其速度曲线比图 7.37 所示的速度曲线平滑。

设置各点的速度百分比参数如表 7.43 所示；其对应的加速度-时间曲线如图 7.40 所示，每段的加减速时间为该段时间值×速度百分比；每段的加速度最大值与 PTT 模式下的加速度值不一样，这是因为内部算法作了平滑处理。其对应的位置-时间曲线、速度-时间曲线如图 7.41、7.42 所示。

表 7.43　PTS 模式数组数据

序号	P(unit)	T(s)	Percent(%)
0	0	0	0
1	1500	1	20
2	5500	2	40
3	14000	3	60
4	38000	5	0
5	65000	8	20
6	68000	9	80

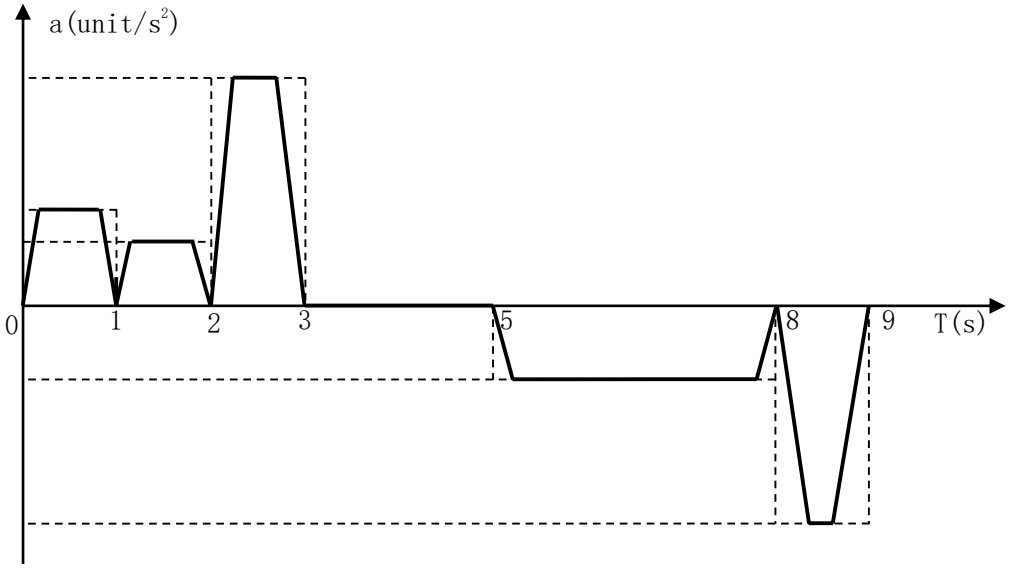


图 7.40　PTS 模式下的加速度曲线

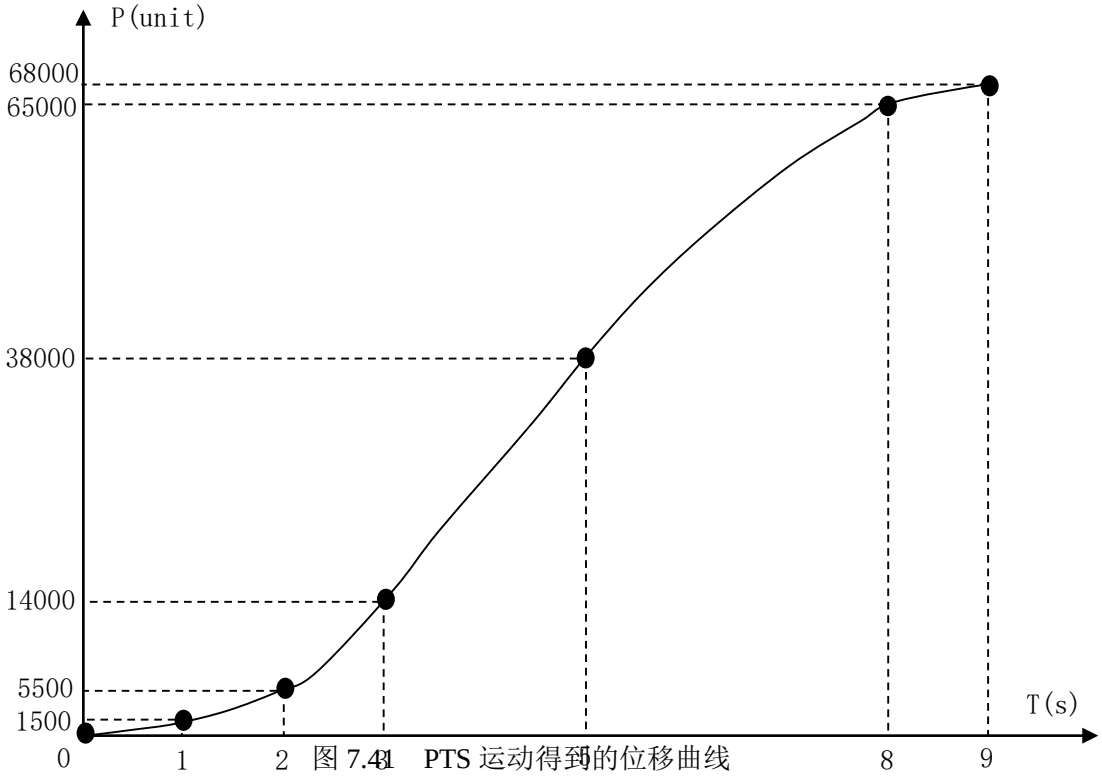


图 7.41　PTS 运动得到的位移曲线

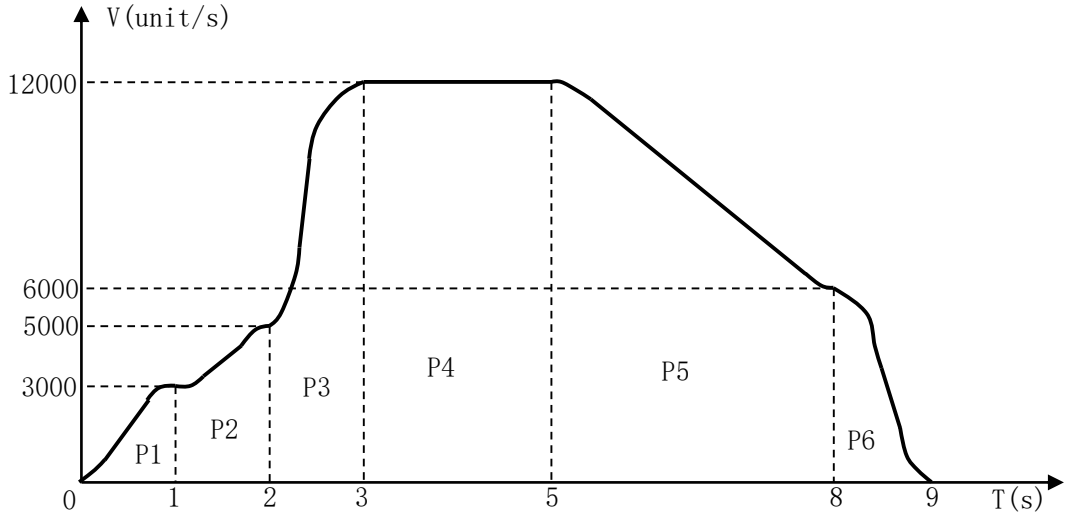


图 7.42　PTS 运动得到的速度曲线

编写程序如下：

```
……
ushort MyCardNo, Myaxis, MyAxisNum, MyCount;
ushort[] My_AxisList = new ushort[1];
MyCardNo = 0;                          //卡号为 0
Myaxis = 0;                            //轴号 0
MyAxisNum = 1;                         //参与运动的轴数为 1
MyCount = 7;                           //有 7 组数据
```

```
My_AxisList[0] = 0;                          //0 号轴参与 PTS 运动

double[] MyPTime = new double[7] { 0, 1, 2, 3, 5, 8, 9 };     //定义 PTS 时间数组
double[] MyPPos = new double[7] { 0, 1500, 5500, 14000, 38000, 65000, 68000 };
                                                              //定义 PTS 位置数组
double[] MyPPer = new double[7] { 0, 20, 0, 60, 0, 20, 80 };//定义 PTS 百分比数组
LTDMC.dmc_pts_table_unit(MyCardNo, Myaxis, MyCount, MyPTime, MyPPos, MyPPer);
                                                              //采用 PTS 模式传递数据
LTDMC.dmc_pvt_move(MyCardNo, MyAxisNum, My_AxisList);          //执行 PTS 运动
……
```

7.20.2 多轴高级轨迹规划功能的实现

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 卡具有 PVT 高级运动曲线规划的功能，当用户需要规划一些特殊的运动轨迹而使用单轴运动及插补运动无法满足需求时，可以尝试使用 PVT 来规划自己的运动轨迹。

DMC-E3064/DMC-E5064/DMC-E5164 系列卡共提供了两种 PVT 模式来实现多轴轨迹规划的功能，分别为 PVT、PVTS 运动模式。PVT 模式用于对各点的位置、时间、速度都有要求的轨迹规划，PVTS 模式用于只对各点的位置、时间有要求，而对各点的速度无太多要求的轨迹规划。

7.20.2.1 PVT 运动模式

PVT 模式使用一系列数据点的位置、速度、时间参数描述运动规律。

相关函数如表 7.44 所示。

表 7.44 PVT 模式运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_pvt_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PVT 描述方式	9.30 节
dmc_pvt_move	启动 PVT 运动	

注意：当设置的各点 P、V、T 数据不合理时，很难得到理想的轨迹曲线。

理想轨迹上取点越多，实际轨迹越接近理想轨迹。

例：PVT 模式运动

如图 7.43 所示，要控制运动平台按椭圆轨迹运动，但 DMC-E5064 卡中并没有提供椭圆插补函数，用户可以使用 PVT 函数自己设计该轨迹。

设该椭圆的长半轴长 9000unit，短半轴长 7000unit；椭圆轨迹的角速度 ω 恒定，轨迹运动的总时间为 10s。该椭圆的方程为：

$$\begin{cases} x = 9000\cos(\theta) + 9000 \\ y = 7000\sin(\theta) \end{cases} \quad (7.1)$$

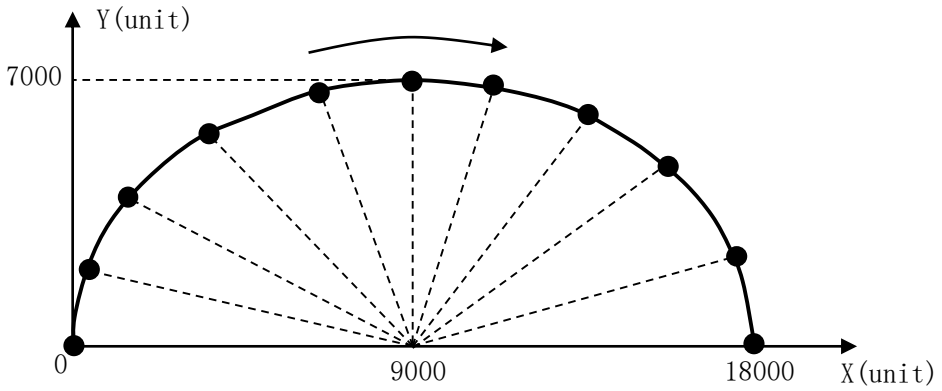


图 7.43　上半椭圆轨迹和分段

使用 PVT 模式运动上半椭圆轨迹的步骤为：

1、将该轨迹分成圆弧角相等的十段轨迹，如图 7.43 所示；计算各点坐标值，即得 P 值。程序如下：

```
double[] MyPPosX = new double[11];//定义数组，用于存储 PVT 的位置数据（X 轴）
double[] MyPPosY = new double[11];//定义数组，用于存储 PVT 的位置数据（Y 轴）

ushort a = 9000, b = 7000;              //定义椭圆长半轴、短半轴长
for (int i = 0; i < 11; i++)          //计算各点的 X、Y 坐标
{
        MyPPosX[i] = (a * Math.Cos((10 - i) * Math.PI / 10) + a);
                                        //存储 X 轴各点位置数据
    MyPPosY[i] = (b * Math.Sin((10 - i) * Math.PI / 10));
                                        //存储 Y 轴各点位置数据
}
```

2、根据各点坐标（即 P 值），计算出各点对应的速度的（V 值）和时间（T 值）。

对椭圆方程（7.1）式求导，可得 X、Y 轴方向的速度分量为：

$$\begin{cases} \dot{x} = -9000\sin(\theta)\dfrac{d\theta}{dt} \\ \dot{y} = 7000\cos(\theta)\dfrac{d\theta}{dt} \end{cases}$$

上式中 $\dfrac{d\theta}{dt}$ 即为角速度 ω。

各点的 X、Y 轴方向的速度分量可由以下程序计算得出。程序如下：

```
double[] MyPVelX = new double[11]; //定义数组，用于存储 PVT 中的速度数据（X 轴）
```

```
double[] MyPTimeX = new double[11];//定义数组，用于存储 PVT 中的时间数据（X 轴）
double[] MyPVelY = new double[11]; //定义数组，用于存储 PVT 中的速度数据（Y 轴）
double[] MyPTimeY = new double[11];//定义数组，用于存储 PVT 中的时间数据（Y 轴）
double MyWVel;                     //定义角速度

for (int i = 0; i < 11; i++)
{
    MyPTimeX[i] = i;               //存储 X 轴各点时间数据
    MyPTimeY[i] = i;               //存储 Y 轴各点时间数据
}
MyWVel = -Math.PI / 10;            //计算角速度
MyPVelX[0] = 0; MyPVelX[10] = 0;   //起始点与终止点 X 轴速度设为 0
MyPVelY[0] = 0; MyPVelY[10] = 0;   //起始点与终止点 Y 轴速度设为 0
for (int i = 1; i < 10; i++)
{
    MyPVelX[i] = -a * Math.Sin((10 - i) * Math.PI / 10) * MyWVel;//计算其他点 X 轴速度
    MyPVelY[i] = b * Math.Cos((10 - i) * Math.PI / 10) * MyWVel;//计算其他点 Y 轴速度
}
```

计算出各点 X、Y 轴的 P、V、T 数据如表 7.44 所示。

表 7.44　PVT 数据

	X 轴			Y 轴		
序号	P(unit)	V(unit/s)	T(s)	P(unit)	V(unit/s)	T(s)
0	0	0	0	0	0	0
1	440	873.731	1	2163	2091.479	1
2	1719	1661.927	2	4115	1779.117	2
3	3710	2287.443	3	5663	1292.603	3
4	6219	2689.048	4	6657	679.560	4
5	9000	2827.431	5	7000	-0.003	5
6	11781	2689.046	6	6657	-679.566	6
7	14290	2287.438	7	5663	-1292.608	7
8	16281	1661.921	8	4114	-1779.120	8
9	17560	873.724	9	2163	-2091.481	9
10	18000	0	10	0	0	10

3、使用 dmc_pvt_table_unit 函数向数据表传递数组数据。

程序如下：

```
ushort MyCardNo, MyCountX, MyCountY;
ushort[] My_AxisList = new ushort[] { 0, 1 };//定义轴列表变量

MyCardNo = 0;                                  //卡号
```

```
MyCountX = 11;                                          //X 轴 11 组数据
MyCountY = 11;                                          //Y 轴 11 组数据
LTDMC.dmc_pvt_table_unit(MyCardNo, My_AxisList[0], MyCountX, MyPTimeX, MyPPosX, MyPVelX);
                                                        // 以 PVT 描述方式向 X 轴传送 PVT 数据
LTDMC.dmc_pvt_table_unit(MyCardNo, My_AxisList[1], MyCountY, MyPTimeY, MyPPosY, MyPVelY);
                                                        //以 PVT 描述方式向 Y 轴传送 PVT 数据
```

4、使用 dmc_pvt_move 函数执行 PVT 运动。

程序如下：

```
ushort My_AxisNum;

My_AxisNum = 2;                                                    //参与 PVT 运动的轴数为 2
LTDMC.dmc_pvt_move(MyCardNo, My_AxisNum, new ushort[] { 0, 1 });//启动 PVT 运动
```

执行完上述程序后，得到 PVT 运动轨迹如图 7.44 所示。

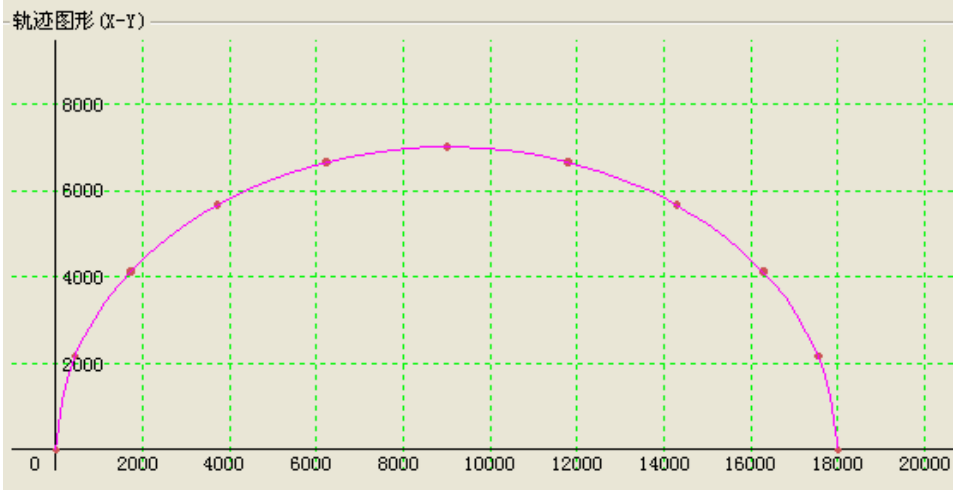


图 7.44　PVT 模式运动得到的上半椭圆轨迹

7.20.2.2　PVTS 运动模式

PVTS 运动模式只需要定义理想轨迹上数据点的位置和时间，以及起点速度和终点速度。运动控制器根据各数据点的位置、时间参数计算各点之间的轨迹位置和速度，确保各段轨迹的速度连续、加速度连续。相关函数如表 7.45 所示。

表 7.45　PVTS 模式运动相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_pvts_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PVTS 描述方式	9.30 节
dmc_pvt_move	启动 PVT 运动	

例：PVTS 模式运动

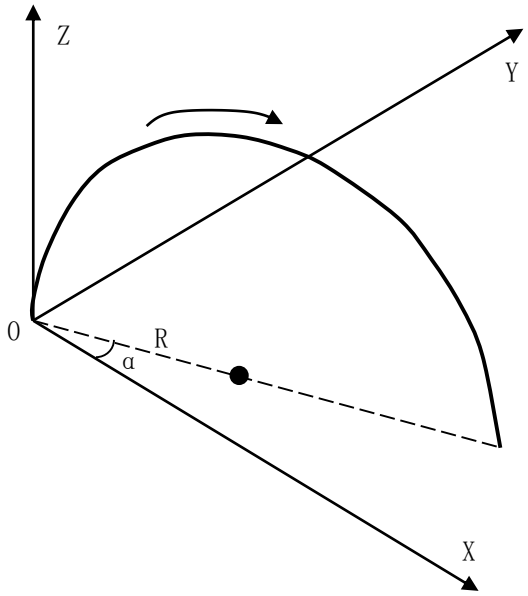


图 7.45　空间圆弧轨迹

如图 7.45 所示，设计空间圆弧轨迹。设其半径 R=15000unit，其映射在 XY 平面上的轨迹与 X 轴的夹角 α=π/6，轨迹运动总时间为 10s。该空间圆弧的方程为：

$$\begin{cases} x = 15000\cos(\frac{\pi}{6})\cos(\theta) + 15000\cos(\frac{\pi}{6}) \\ y = 15000\sin(\frac{\pi}{6})\cos(\theta) + 15000\sin(\frac{\pi}{6}) \\ z = 15000\sin(\theta) \end{cases} \qquad (7.2)$$

若对轨迹上各点速度无精确要求，采用 PVTS 模式设计该轨迹的步骤如下：

1、将该轨迹分成角度相等的十份，计算各点的位置坐标，即 P 值。

2、根据各点的 P 值，计算出各点的 T 值。设每段轨迹运动的时间相等。

3、设定起点速度与终点速度都为 0。

4、使用 dmc_pvts_table_unit 函数向数据表传递数组数据。

5、使用 dmc_pvt_move 函数执行 PVT 运动。

编写程序如下：

```
……
double[] MyPTime = new double[11];
double[] MyPPosX = new double[11];
dobule[] MyPPosY = new double[11];
double[] MyPPosZ = new double[11];
ushort MyCardNo, MyCount, R, My_AxisNum;

ushort[] My_AxisList = new ushort[] { 0, 1, 2 };//轴号列表
```

```
double MyPVelBeginX=0, MyPVelEndX=0, MyPVelBeginY=0, MyPVelEndY=0, MyPVelBeginZ=0, MyPVelEndZ=0;                    //各轴起始速度、停止速度设置
MyCardNo=0;                                                                                                          //卡号
R = 15000;                                                                                                           //定义空间圆弧半径
MyCount = 11;                                                                                                        //设置 X、Y、Z 轴的数据点数
My_AxisNum = 3;                                                                                                      //0、1、2 号轴（即 X、Y、Z 轴）参加 PVT 运动
for (int i = 0; i < 11; i++)
{
    MyPPosX[i] = ( R * Math.Cos(Math.PI / 6) * Math.Cos((10 - i) * Math.PI / 10) + R * Math.Cos(Math.PI / 6));      //计算 X 轴各点位置坐标
    MyPPosY[i] = (R * Math.Sin(Math.PI / 6) * Math.Cos((10 - i) * Math.PI / 10) + R * Math.Sin(Math.PI / 6));      //计算 Y 轴各点位置坐标
    MyPPosZ[i] = (R * Math.Sin((10 - i) * Math.PI / 10));//计算 Z 轴各点位置坐标
}
for (int i = 0; i < 11; i++)
{
    MyPTime[i] = i;                                                                                                  //各点时间坐标
}
LTDMC.dmc_pvts_table_unit(MyCardNo, My_AxisList[0], MyCount, MyPTime, MyPPosX, MyPVelBeginX, MyPVelEndX);           //以 PVTS 描述方式向 X 轴传送 PVT 数据
LTDMC.dmc_pvts_table_unit(MyCardNo, My_AxisList[1], MyCount, MyPTime, MyPPosY, MyPVelBeginY, MyPVelEndY);           //以 PVTS 描述方式向 Y 轴传送 PVT 数据
LTDMC.dmc_pvts_table_unit(MyCardNo, My_AxisList[2], MyCount, MyPTime, MyPPosZ, MyPVelBeginZ, MyPVelEndZ);           //以 PVTS 描述方式向 Z 轴传送 PVT 数据
LTDMC.dmc_pvt_move(MyCardNo, My_AxisNum, My_AxisList);//启动 PVT 运动
……
```

以 PVTS 模式得到的空间圆弧轨迹如图 7.46 所示。

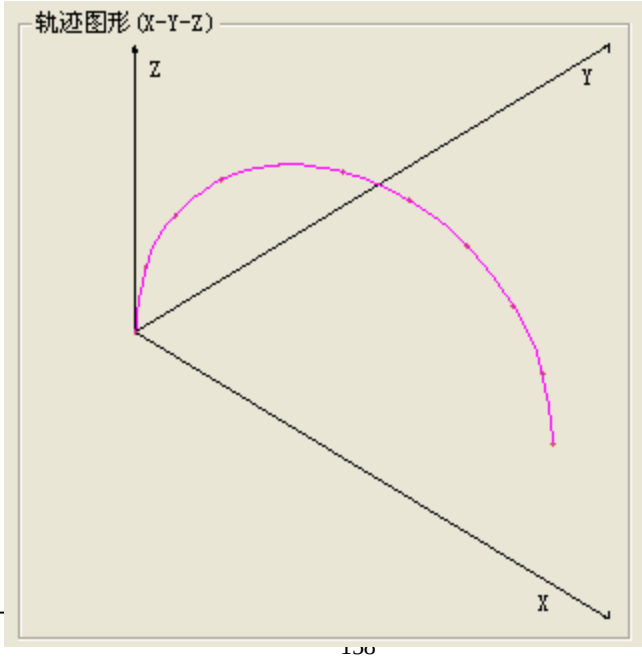


图 7.46　PVTS 模式运动得到的空间圆弧轨迹

7.21　软着陆功能的实现

软着陆功能主要用来实现 pmove 运动可以一个较低的速度平稳地接近目标位置，降低运动部件对接触点的冲击。如上图所示，重点想实现的功能为 pmove 结束时能以一个很低速度靠近结束点。将 pmove 分为两段，第一段以 vs, vm，ve 进行规划，第二段以最大速度 ve 进行规划。同样，强制变位置 dmc_update_target_position_extern 也有该项功能。常用于晶圆取放等场合，相关函数如表 7.46 所示。

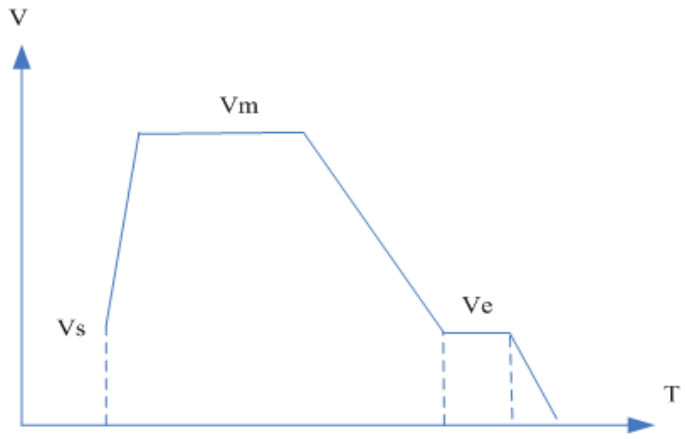


表 7.46　软着陆运动功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_pmove_extern_unit	实现 profile、pmove 整合，缩短指令时间	9.4 节
dmc_t_pmove_extern_unit	实现 profile、pmove 整合，缩短指令时间，并且实现软着陆	
dmc_update_target_position_extern_unit	强行改变指定轴的当前目标位置并且实现软着陆	

备注：软着陆不支持 S 型速度曲线

例：软着陆运动

```
……
double start,speed,stop, acc,dec,dis,softdist;
ushort cardID,axis ,posi_mode;
```

```
cardID = 0;
axis = 0;                                   //轴号
dis =1000;                                  //定长运动距离
softdist =40;                               //软着陆时低速运动距离
start = 10;                                 //启动速度
speed = 500;                                //运行速度
stop = 10;                                  //停止速度，软着陆低速运动时速度
acc = 0.1;                                  //加速时间
dec = 0.1;                                  //减速时间
posi_mode = 1;                              //绝对运动模式
LTDMC.dmc_t_pmove_extern_unit (cardID ,axis, dis, dis + softdist, start, speed, stop, acc, dec, posi_mode); //执行软着陆运动
……
```

例：强制变位软着陆运动

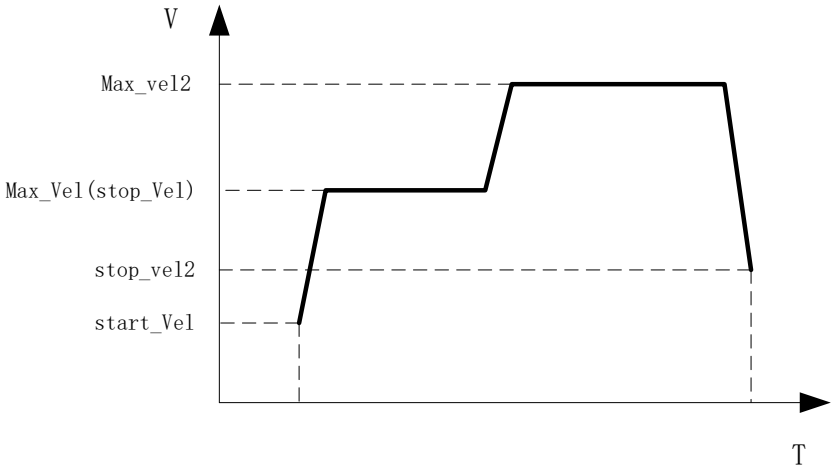
```
……
double start,speed,stop, acc,dec,dis,softdist;
ushort cardID,axis ,posi_mode;
int pos;

cardID = 0;
axis = 0;                                   //轴号
dis =1000;                                  //定长运动距离
softdist =40;                               //软着陆时低速运动距离
start = 10;                                 //启动速度
speed = 500;                                //运行速度
stop = 10;                                  //停止速度，软着陆低速运动时速度
acc = 0.1;                                  //加速时间
dec = 0.1;                                  //减速时间
posi_mode = 1;                              //绝对运动模式
s_para = 0;                                 //平滑时间
LTDMC.dmc_ pmove_extern_unit (cardID ,axis, dis, start, speed, stop, acc, dec, s_para, posi_mode); //执行运动
while (true)
    {
        LTDMC.dmc_get_position(cardID ,axis,ref pos);
        if (pos > dis -50)
        {
            break;
         }
         Application.DoEvents();
     }
```

LTDMC.dmc_update_target_position_extern_unit(cardID ,axis, dis + 500, dis + 500+ softdist, 0, 0) //强制变位并且实现软着陆

……

7.22 软启动功能的实现



软启动功能主要用来实现启动时以一个较低速度平稳运动，然后快速 pmove 到目标位置，保证启动平稳的同时又不失效率。如下图所示，重点想实现的功能为 pmove 启动时能以一个很低速度平稳运行。将 pmove 分为两段，第一段以 start_Vel、Max_Vel、stop_Vel 进行规划，第二段以最大速度 Max_Vel2 进行规划。常用于晶圆抓取等场合。相关函数如表 7.47 所示

表 7.47 软启动运动功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_t_pmove_extern_softstart_unit	实现 profile，pmove 整合，缩短指令时间，并且实现软着陆	9.4 节

备注：软启动不支持 S 型速度曲线

例 8.47：软启动运动

```
……
double start,speed_low,stop_mid ,delayms ,speed_high ,stop_end, acc,dec, targetPos, midPos;
ushort cardID,axis ,posi_mode;

cardID = 0;
axis = 0;                                   //轴号
targetPos =1000;                            //目标位置
```

```
midPos = 60;                          //软启动时低速运动位置
start = 10;                           //启动速度
speed_low = 30;                       //第一段低速速度
stop_mid = 30;                        //停止速度，软着陆低速运动时速度
delayms = 0;                          //第一段完成后延时时间ms
speed_high = 500;                     //第二段高速速度
stop_end = 10;                        //第二段停止速度
acc = 0.1;                            //加速时间
dec = 0.1;                            //减速时间
posi_mode = 1;                        //绝对运动模式
```

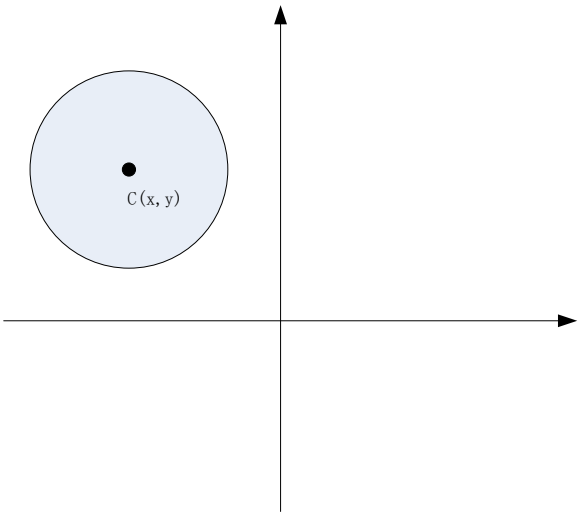
LTDMC. dmc_t_pmove_extern_softstart_unit (cardID ,axis, midPos, targetPos, start, speed_low, stop_mid, delayms, speed_high, stop_end, acc, dec, posi_mode); //执行软启动运动

7.23 圆形区域限位功能的实现

圆形区域限位，即运动仅在用户设定的圆形范围内进行，超出这个范围，运动会依据设定的减速模式停止，且禁止任何运动操作。仅支持平面圆形限位，不支持空间圆形限位。

首先，用户需要绑定两个轴进而确定该功能所处的坐标系。根据用户设置的圆心坐标及半径，可以确定该区域在坐标系中的位置。运动过程中，对两轴的每一个位置 x_i 、y_i 都判定与圆心的距离，若超过半径 R，则触发减速停或急停。

$$\sqrt{(x_i-x)^2+(y_i-y)^2}<R$$



备　注：1） 由于触发圆形限位运动停止，获取停止原因返回值为 1103；

2） 轴在运动中，不可设置圆形限位参数；

3） 开启功能后，可通过重复调用 dmc_set_arc_zone_limit_config 函数修改参数；

4） 除 Vmove 外，其它运动形式若开始运动时在限位区域外，则禁止运动；

5） 使用先配置圆形限位参数，再使能功能。

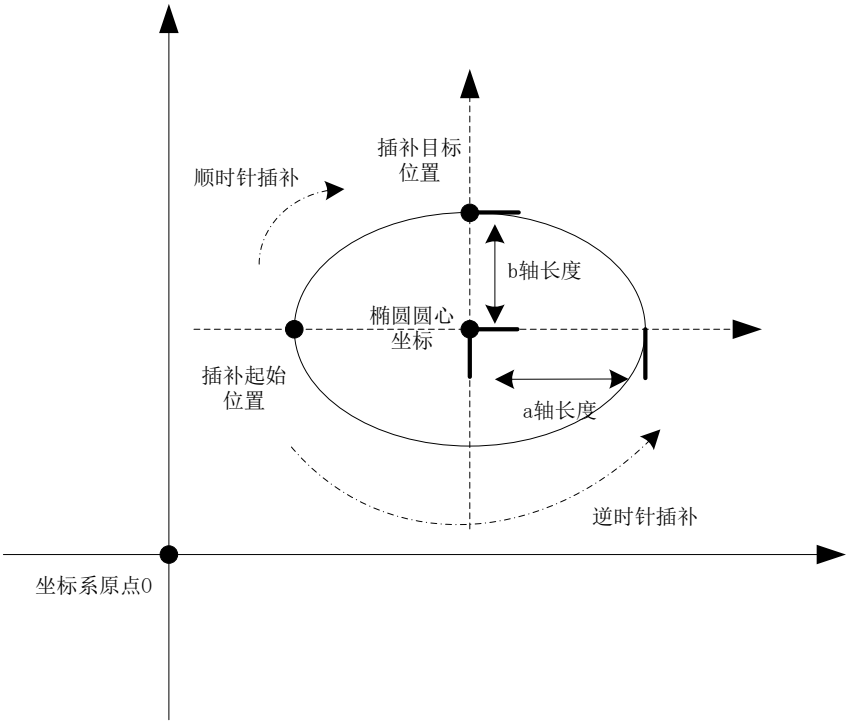
相关函数如表 7.48 所示

表 7.48 圆形区域限位功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_set_arc_zone_limit_enable	开启/关闭圆形区域限位功能	9.3 节
dmc_get_arc_zone_limit_enable	获取圆弧限位功能的使能状态	
dmc_set_arc_zone_limit_config_unit	配置圆形区域限位参数	
dmc_get_arc_zone_limit_config_unit	回读配置的圆形区域限位参数	
dmc_get_arc_zone_limit_axis_status	查询相应轴的状态	

7.24 椭圆插补及切向跟随的实现

椭圆插补指令实现平面椭圆插补。如下图所示，用户需设置椭圆圆心坐标、a 轴长度、b 轴长度，以确定椭圆在坐标系中数学表达；设置插补目标位置，插补方向，以确定插补动作。



备　注：1）a 轴定义为平行于 x 轴的椭圆半轴长度，b 轴定义为平行于 y 轴的椭圆半轴长度；

2）插补起始位置为坐标系轴当前位置；

3）目前仅支持标准椭圆，即长轴和短轴与 XY 平行；

4）运动开始前，用户应当将旋转轴调整到与插补曲线的起点位置相切的角度；

5）插补运动中，不能取消跟随运动；

6）插补运动结束后，跟随关系**自动解除**，下次运动时，需要根据需要**重新进行配置**

切向跟随运动可以配合椭圆插补或圆弧插补运动，实现跟随轴的旋转运动角度与曲线当前插补位置的切向保持一致。

该功能的使用流程为：

1）调用 dmc_set_tangent_follow 指令配置相应坐标系跟随参数；

2）启动相应坐标系的插补运动。

相关函数如表 7.49 所示

表 7.49　椭圆插补及切向跟随功能相关函数说明

名称	功能	参考
dmc_ellipse_move	启动椭圆插补运动	9.6 节
dmc_set_tangent_follow	设置切向跟随参数	
dmc_get_tangent_follow_param	读取切向跟随参数	
dmc_disable_follow_move	取消指定坐标系的跟随运动	

第 8 章　总线操作函数说明

8.1　总线配置函数

本部分函数用于函数实现配置总线通讯（不再需要通过 Motion 配置），调用需按照特定格式，下面只做指令介绍，具体使用可参照例程-配置下载

short nmc_set_cycletime(WORD CardNo,WORD PortNum,DWORD CycleTime)

功　能：设置EtherCAT总线循环周期

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

CycleTime　　EtherCAT 总线循环周期，单位：us，支持 250/500/1000/2000

返回值：错误代码

short dmc_download_memfile(WORD CardNo, char* pbuffer, uint32 buffsize, char* pfilename,WORD filetype)

功　能：下载总线配置文件到控制卡

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Pbuffer　　配置文件字符串缓存，UTF8 编码

buffsize　　配置文件字符串大小

pfilename　　文件名（保留参数）

filetype　　文件类型

返回值：错误代码

8.2　总线通讯函数

short nmc_get_cycletime(WORD CardNo,WORD PortNum,DWORD* CycleTime)

功　能：读取EtherCAT总线循环周期

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

CycleTime　　EtherCAT 总线循环周期，单位：us，支持 250/500/1000/2000

返回值：错误代码

short nmc_set_node_od(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD NodeNum, WORD Index,WORD SubIndex,WORD ValLength,DWORD Value)

功　能：设置从站对象字典参数值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeNum　　从站 EtherCAT 地址，第 i 个 EtherCAT 从站地址为 1000+i

Index　　对象字典索引

SubIndex　　对象字典子索引

ValLength　　对象字典索引长度(单位：bit)

Value　　对象字典索引参数值

返回值：错误代码

short nmc_get_node_od(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD NodeNum, WORD Index,WORD SubIndex,WORD ValLength,DWORD* Value)

功　能：读取从站对象字典参数值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeNum　　从站 EtherCAT 地址，第 i 个 EtherCAT 从站为 1000+i

Index　　对象字典索引

SubIndex　　对象字典子索引

ValLength　　对象字典索引长度(单位：bit)

Value　　对象字典索引参数值

返回值：错误代码

short　nmc_get_errcode(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD* errcode)

功　能：读取 EtherCAT 总线状态

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　PortNum　　EtherCAT 总线端口号，固定为 2

　　errcode　　EtherCAT 总线状态，0 表示正常

返回值：错误代码

short nmc_clear_errcode(WORD CardNo,WORD PortNum)

功　能：清除 EtherCAT 总线错误码

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　PortNum　　EtherCAT 总线端口号，固定为 2

返回值：错误代码

short nmc_stop_etc(WORD CardNo,WORD* ETCState)

功　能：停止EtherCAT总线运行

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　ETCState　　0：停止 EtherCAT 总线成功，1：停止 EtherCAT 总线失败

返回值：错误代码

short nmc_get_consume_time_fieldbus(WORD CardNo,WORD PortNum,DWORD* Average_time, DWORD* Max_time,uint64* Cycles)

功　能：读取EtherCAT总线平均周期时间、最大周期时间、执行周期数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

　　Average_time　　EtherCAT 总线周期时间，单位：us

　　Max_time　　EtherCAT 总线最大周期时间，单位：us

　　Cycles　　EtherCAT 总线执行周期数

返回值：错误代码

short nmc_clear_consume_time_fieldbus(WORD CardNo,WORD PortNum)

功　能：清除EtherCAT总线平均周期时间、最大周期时间、执行周期数等记录

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

返回值：错误代码

short nmc_get_total_slaves(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD* TotalSlaves)

功　能：获取 EtherCAT 从站总数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

　　TotalSlaves　　EtherCAT 从站总数

返回值：错误代码

short nmc_get_total_adcnum(WORD CardNo,WORD* TotalIn,WORD* TotalOut)

功　能：读取 EtherCAT 总线 AD/DA 输入输出口数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　TotalIn　　EtherCAT 总线 AD 输入数

　　TotalOut　　EtherCAT 总线 DA 输出数

返回值：错误代码

short nmc_get_total_ionum(WORD CardNo,WORD *TotalIn,WORD *TotalOut)

功　能：读取 EtherCAT 总线 IO 输入输出口数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　TotalIn　　EtherCAT 总线 IO 输入数

　　TotalOut　　EtherCAT 总线 IO 输出数

返回值：错误代码

short nmc_get_total_axes(WORD CardNo,DWORD* TotalAxis)

功　能：读取 EtherCAT 总线轴和虚拟轴轴数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　TotalAxis　　EtherCAT 总线轴和虚拟轴轴数

返回值：错误代码

short nmc_set_controller_workmode(WORD CardNo,WORD controller_mode)

功　能：设置控制卡工作模式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　controller_mode　　控制器工作模式，0 表示仿真模式，1 表示 EtherCAT 总线模式

返回值：错误代码

short nmc_get_controller_workmode(WORD CardNo,WORD* controller_mode)

功　能：读取控制卡工作模式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　controller_mode　　控制卡的工作模式，0 表示仿真模式，1 表示 EtherCAT 总线模式

返回值：错误代码

short nmc_write_rxpdo_extra(WORD CardNo,WORD PortNum,Word address,Word DataLen,int Value)

功　能：设置从站扩展有符号 RxPDO 值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

　　address　　扩展 PDO 的首地址

　　DataLen　　数据长度，按 16bit 计算，最大值为 2（表示 32bit 数据）

　　Value　　数据值

返回值：错误代码

short nmc_read_rxpdo_extra(WORD CardNo,WORD PortNum,Word address,Word DataLen, int *

Value)

功　能：读取从站扩展有符号 RxPDO 值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

address　　扩展 PDO 的首地址

DataLen　　数据长度，按 16bit 计算，最大值为 2（表示 32bit 数据）

Value　　数据值

返回值：错误代码

short nmc_read_txpdo_extra(WORD CardNo,WORD PortNum,Word address,Word DataLen, int * Value)

功　能：读取从站扩展有符号 TxPDO 值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

address　　扩展 PDO 的首地址

DataLen　　数据长度，按 16bit 计算，最大值为 2（表示 32bit 数据）

Value　　数据值

返回值：错误代码

short nmc_write_rxpdo_extra_uint(WORD CardNo,WORD PortNum,Word address,Word DataLen,DWORD Value)

功　能：设置从站扩展无符号 RxPDO 值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

address　　扩展 PDO 的首地址

DataLen　　数据长度，按 16bit 计算，最大值为 2（表示 32bit 数据）

Value　　数据值

返回值：错误代码

short nmc_read_rxpdo_extra_uint(WORD CardNo,WORD PortNum,Word address,Word DataLen, DWORD * Value)

功　能：读取从站扩展无符号 RxPDO 值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

address　　扩展 PDO 的首地址

DataLen　　数据长度，按 16bit 计算，最大值为 2（表示 32bit 数据）

Value　　数据值

返回值：错误代码

short nmc_read_txpdo_extra_uint(WORD CardNo,WORD PortNum,Word address,Word DataLen, DWORD* Value)

功　能：读取从站扩展无符号 TxPDO 值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

address　　扩展 PDO 的首地址

DataLen　　数据长度，按 16bit 计算，最大值为 2（表示 32bit 数据）

Value　　数据值

返回值：错误代码

8.3　总线 IO 及轴控制函数

short nmc_set_fieldbus_error_switch(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD Data)

功　能：设置总线掉线后是否能操作从站

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

Data　　使能开关：1 使能，0 不使能；默认为 0 不使能

返回值：错误代码

备注：不使能：当总线报掉线报错以后，网络所有轴不允许操作，但是 IO 仍然可以操作。避免客户用 IO 操作做电源，驱动器上电等类似操作；使能：总线报掉线报错以后，未掉线之前的驱动器仍然能操作。

short nmc_get_fieldbus_error_switch(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD* Data)

功　能：读取设置的总线掉线后是否能操作从站

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

Data　　读取设置的使能状态

返回值：错误代码

short nmc_get_current_fieldbus_state_info(WORD CardNo,WORD Channel,WORD *Axis,WORD *ErrorType,WORD *SlaveAddr,DWORD *ErrorFieldbusCode);

功　能：获取当前的时刻的总线错误码状态信息

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Channel：　　通道号，EtherCAT 为 2 或者 3 号通道

Axis：　　如果当前总线是由驱动器从站引起，该值为轴号，否则为 0xFFFF

ErrorType：　　错误码类型，1 表示主站引起的总线错误，2 表示驱动器引起的从站错误，3 表示无错误，或者错误已纠正；

SlaveAddr：　　如果错误码类型为 2，该值为从站地址，从十进制的 1001 开始。否则为 0xFFFF

ErrorFieldbusCode：表示实际的错误码值。

返回值：错误代码

short nmc_get_detail_fieldbus_state_info(WORD CardNo,WORD Channel,DWORD ReadErrorNum,DWORD *TotalNum, DWORD *ActualNum, WORD *Axis,WORD *ErrorType,WORD *SlaveAddr,DWORD *ErrorFieldbusCode)

功　能：获取历史总线错误码状态信息

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Channel：　通道号，EtherCAT 为 2 或者 3 号通道

ReadErrorNum：设置需要读取的错误码个数；最大值为 1000

TotalNum：　总线正常运行到执行该指令时的网络错误码的总组数；每组错误码包括：轴号，错误码类型，从站地址及错误码值；

ActualNum　实际读回来的错误码组数；

Axis：　如果当前总线是由驱动器从站引起，该值为轴号，否则为 0xFFFF

ErrorType：　错误码类型，1 表示主站引起的总线错误，2 表示驱动器引起的从站错误，3 表示无错误，或者错误已纠正；

SlaveAddr：　如果错误码类型为 2，该值为从站地址，从十进制的 1001 开始。否则为 0xFFFF

ErrorFieldbusCode：表示实际的错误码值。

返回值：错误代码

short nmc_torque_move(WORD CardNo,WORD axis,int Torque,WORD PosLimitValid,double PosLimitValue,WORD PosMode)

功　能：启动转矩运动

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

Torque　　设置启动转矩值

PosLimitValid　位置限制开关，0：限位不起作用，1：停止在限位位置，2：超出限位停止

PosLimitValue　0x80：强制切换成扭力模式

PosMode　　位置模式，0：相对模式，1：绝对模式

返回值：错误代码

注意：启用的时候当超过限制位置时会退出转矩控制并且保持限制位置不动；报错 180：当起用位置限制的时候会根据转矩正负方向判断 PosLimitValue 与当前轴位置CurrentPos 的关系， Torque>0 时必须确保 PosLimitValue>CurrentPos,Torque<0 时必须确

PosLimitValue<CurrentPos

short nmc_change_torque(WORD CardNo,WORD axis,int Torque);

功　能：在线调整当前轴的转矩值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

Torque　　在线改变实时转矩值

返回值：错误代码

注意：当要使用位置限制功能的时候务必确保新设置的 Torque 转矩值与启动时候的转矩值方向一致，即要保证运动方向的正确性，否则将无法到达限制位置。

short nmc_get_torque(WORD CardNo,WORD axis,int* Torque);

功　能：获取当前轴的转矩值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

Torque　　当前轴的实时转矩值

返回值：错误代码

short nmc_set_slave_output_retain(WORD CardNo,WORD Enable)

功　能：总线复位输出保持开关设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Enable　　使能配置，1：使能，0：不使能

返回值：错误代码

注　意：该功能使用需要从站模块支持才可实现复位保持。

short nmc_get_slave_output_retain(WORD CardNo,WORD * Enable);

功　能：读取总线复位输出保持开关设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Enable 使能配置，1：使能，0：不使能

返回值：错误代码

short nmc_set_axis_enable(WORD CardNo,WORD axis)

功 能：设置 EtherCAT 总线驱动器使能

参 数：CardNo 控制卡卡号

axis EtherCAT 总线轴的轴号，255 表示使能所有 EtherCAT 轴

返回值：错误代码

short nmc_set_axis_disable(WORD CardNo,WORD axis)

功 能：设置 EtherCAT 总线驱动器失能

参 数：CardNo 控制卡卡号

axis EtherCAT 总线轴的轴号，255 表示失能所有 EtherCAT 轴

返回值：错误代码

short nmc_get_axis_node_address(WORD CardNo,WORD axis， WORD* SlaveAddr,WORD* Sub_AlaveAddr)

功 能：读取 EtherCAT 轴节点地址信息

参 数：CardNo 控制卡卡号

axis EtherCAT 总线轴号

SlaveAddr EtherCAT 总线轴地址

Sub_AlaveAddr EtherCAT 总线轴子地址

返回值：错误代码

short nmc_get_axis_type(WORD CardNo,WORD axis, WORD* Axis_Type)

功 能：读取轴类型

参 数：CardNo 控制卡卡号

axis 轴号

Axis_Type　　轴的类型，0：虚拟轴，1：EtherCAT 轴，2：CANopen 轴，3：脉冲轴，4：未知类型轴

返回值：错误代码

short nmc_get_axis_state_machine(WORD CardNo,WORD axis, WORD* Axis_StateMachine);

功　能：读取EtherCAT总线轴状态机

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

Axis_StateMachine　　EtherCAT 总线轴状态机

0：未启动状态(NOT_READY_SWITCH_ON)

1：启动禁止状态(SWITCH_ON_DISABLE)

2：准备启动状态(READY_TO_SWITCH_ON)

3：启动状态(SWITCH_ON)

4：操作使能状态(OP_ENABLE)

5：停止状态(QUICK_STOP)

6：错误触发状态(FAULT_ACTIVE)

7：错误状态(FAULT)

返回值：错误代码

short nmc_get_axis_errcode(WORD CardNo,WORD axis,WORD *Errcode)

功　能：读取总线轴错误码

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

Errcode　　EtherCAT 总线轴错误码

返回值：错误代码

short nmc_clear_axis_errcode(ushort CardNo, ushort axis);

功　能：清除总线轴错误码

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　axis　　EtherCAT 总线轴轴号

返回值：错误代码

DWORD nmc_get_axis_io_in(WORD CardNo,WORD axis)

功　能：读取EtherCAT总线驱动器的数字量输入状态，32bit数据

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　axis　　EtherCAT 总线轴轴号

返回值：EtherCAT 总线驱动器数字量输入状态，32bit 数据，bit 位为 1 表示有输入信号。

DWORD nmc_get_axis_io_out(WORD CardNo,WORD axis)

功　能：读取EtherCAT总线驱动器的数字量输出状态，32bit数据

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　axis　　EtherCAT 总线轴轴号

返回值：EtherCAT 总线驱动器数字量输出状态，32bit 数据，bit 位为 1 代表有输出信号

short nmc_set_axis_io_out(WORD CardNo,WORD axis,DWORD iostate)

功　能：设置EtherCAT总线驱动器的数字量输出状态，32bit数据

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　axis　　EtherCAT 总线轴轴号

　　iostate　　EtherCAT 总线驱动器数字量输出状态，32bit 数据，bit 位为 1 代表置输出信号

返回值：错误码

short nmc_get_axis_setting_contrlmode(WORD CardNo,WORD axis,long* contrlmode);

功　能：获取EtherCAT总线轴配置控制模式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　axis　　EtherCAT 总线轴轴号

contrlmode　　EtherCAT 总线轴配置控制模式（6 回零模式、8 CSP 模式）

返回值：错误码

short nmc_get_axis_statusword(WORD CardNo,WORD axis,long* statusword);

功　能：获取EtherCAT总线轴状态字

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

statusword　　EtherCAT 总线轴状态字

返回值：错误码

short nmc_get_axis_contrlword(WORD CardNo,WORD axis,long* Contrlword);

功　能：获取EtherCAT总线轴控制字

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

statusword　　EtherCAT 总线轴控制字

返回值：错误码

short nmc_write_outbit_extern(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD NoteID,WORD IoBit,WORD IoValue)

功　能：设置 EtherCAT 扩展模块的某个输出端口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeID　　扩展模块的节点号,从 1001 开始，按从站数往后累加

IoBit　　输出端口号

IoValue　　输出电平，　0：　低电平，　1：　高电平

返回值：错误代码

short nmc_read_outbit_extern(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD NoteID,WORD

IoBit,WORD *IoValue)

功　能：读取 EtherCAT 扩展模块的某个输出端口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeID　　扩展模块的节点号，从 1001 开始，按从站数往后累加

IoBit　　输出端口号

IoValue　　返回输出电平，　0：　低电平，　1：　高电平

返回值：错误代码

short　nmc_read_inbit_extern(WORD　CardNo,WORD　PortNum,WORD　NoteID,WORD IoBit,DWORD *IoValue)

功　能：读取 EtherCAT 扩展模块的某个输入端口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeID　　扩展模块的节点号，从 1001 开始，按从站数往后累加

IoBit　　输入端口号

IoValue　　输入端口电平，　0：　低电平，　1：　高电平

返回值：错误代码

short　nmc_write_outport_extern(WORD　CardNo,WORD　PortNum,WORD　NodeID,WORD PortNo,WORD IoValue)

功　能：设置 EtherCAT 扩展模块指定 IO 组号的全部输出口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeID　　扩展模块的节点号，从 1001 开始，按从站数往后累加

PortNo　　IO 组号（32 位一组，从 0 开始，如 0 表示 0-31 位，1 表示 32-63 位）

IoValue　　32 位数值，输出 bit 位端口电平，　0：　低电平，　1：　高电平

返回值：错误代码

注　意：IO 组号最小值为 0，每 32 点 IO 一组；IO 数满 32，组号加 1

short nmc_read_outport_extern(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD NodeID,WORD PortNo,DWORD *IoValue)

功　能：读取 EtherCAT 扩展模块指定 IO 组号的全部输出口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeID　　扩展模块的节点号，从 1001 开始，按从站数往后累加

PortNo　　IO 组号（32 位一组，从 0 开始，如 0 表示 0-31 位，1 表示 32-63 位）

IoValue　　32 位数值，输出 bit 位端口电平，　0：　低电平，　1：　高电平

返回值：错误代码

注　意：IO 组号最小值为 0，每 32 点 IO 一组；IO 数满 32，组号加 1

short nmc_read_inport_extern(WORD CardNo,WORD PortNum,WORD NodeID,WORD PortNo,DWORD *IoValue)

功　能：读取 EtherCAT 扩展模块指定 IO 组号的全部输入口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

PortNum　　EtherCAT 端口号，固定为 2

NodeID　　扩展模块的节点号，从 1001 开始，按从站数往后累加

PortNo　　IO 组号（32 位一组，从 0 开始，如 0 表示 0-31 位，1 表示 32-63 位）

IoValue　　32 位数值，输入 bit 位端口电平，　0：　低电平，　1：　高电平

返回值：错误代码

注　意：按 EtherCAT 节点号读取和设置 IO 只适用于操作 EtherCAT IO 扩展模块，不支持板卡自带 IO 以及驱动器本体 IO；

short nmc_set_offset_pos(WORD CardNo,WORD axis, double offset_pos)

功　能：设置偏移量的位置值

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis 轴号

offset_pos 偏移值，偏移值设为零，使用驱动器实际位置

返回值：错误代码

注意：只需初始化卡后，设置一次。

short nmc_get_offset_pos(WORD CardNo,WORD axis, double* offset_pos)

功　能：获取设置的偏移量位置值

参　数：CardNo 控制卡卡号

axis 轴号

offset_pos 获取设置的偏移值

返回值：错误代码

8.4 回零运动函数

short nmc_set_home_profile(WORD CardNo,WORD axis,WORD home_mode,double Low_Vel,double High_Vel,double Tacc,double Tdec,double Offsetpos)

功　能：设置 EtherCAT 总线轴回零参数

参　数：CardNo 控制卡卡号

axis EtherCAT 总线轴轴号

home_mode EtherCAT 总线轴回零模式

Low_Vel EtherCAT 总线轴回零低速

High_Vel EtherCAT 总线轴回零高速

Tacc EtherCAT 总线轴回零加速时间

Tdec EtherCAT 总线轴回零减速时间

Offsetpos EtherCAT 总线轴回零偏移

返回值：错误代码

注意：各驱动器回零后对回零偏移量的处理方式不同，请查看各驱动器手册说明。

short nmc_get_home_profile(WORD CardNo,WORD axis,WORD* home_mode,double* Low_Vel,double* High_Vel,double* Tacc,double* Tdec,double* Offsetpos)

功　能：读取 EtherCAT 总线轴回零参数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

home_mode　EtherCAT 总线轴回零模式

Low_Vel　　EtherCAT 总线轴回零低速

High_Vel　　EtherCAT 总线轴回零高速

Tacc　　EtherCAT 总线轴回零加速时间

Tdec　　EtherCAT 总线轴回零减速时间

Offsetpos　EtherCAT 总线轴回零偏移

返回值：错误代码

short　nmc_home_move(WORD CardNo,WORD axis)

功　能：启动 EtherCAT 总线轴回零

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　EtherCAT 总线轴轴号

返回值：错误代码

short dmc_get_home_result(WORD CardNo,WORD axis,WORD* state)

功　能：读取回零执行状态

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号，取值范围：0~31

state　　回零执行状态，1：回零完成，0：回零未完成

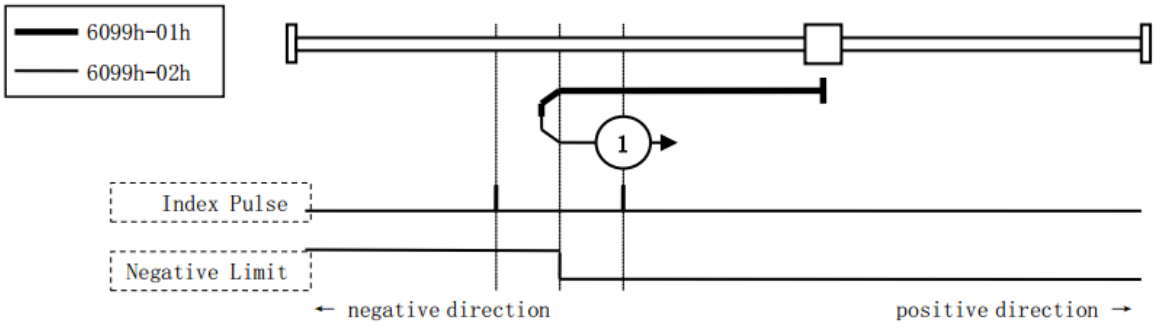
返回值：错误代码

下面以**松下 A6B 系列驱动器**为例，简单介绍 EtherCAT 总线各回零模式具体实现方式，其他品牌 EtherCAT 总线驱动器回零模式请参照驱动器手册描述。

回零模式 1：

・此方法是， 如果未激活负限位开关，初始化动作方向是负方向。(图示为低电平状态下非激活状态)

・原点检出位置是负限位信号为非激活后的在正方向侧位置的最初的 Index pulse 检出位置。

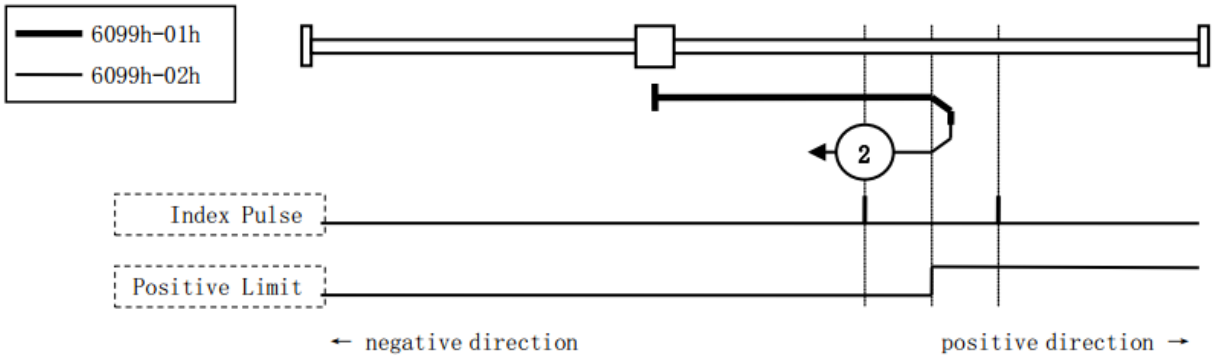


Homing on negative limit switch and index pulse

回零模式 2：

・此方法是，如果未激活正限位开关，初始化动作方向是正方向。(图示为低电平状态下非激活状态)

・原点检出位置是正限位信号为非激活后的在负方向侧位置的最初的 Index pulse 检出位置。

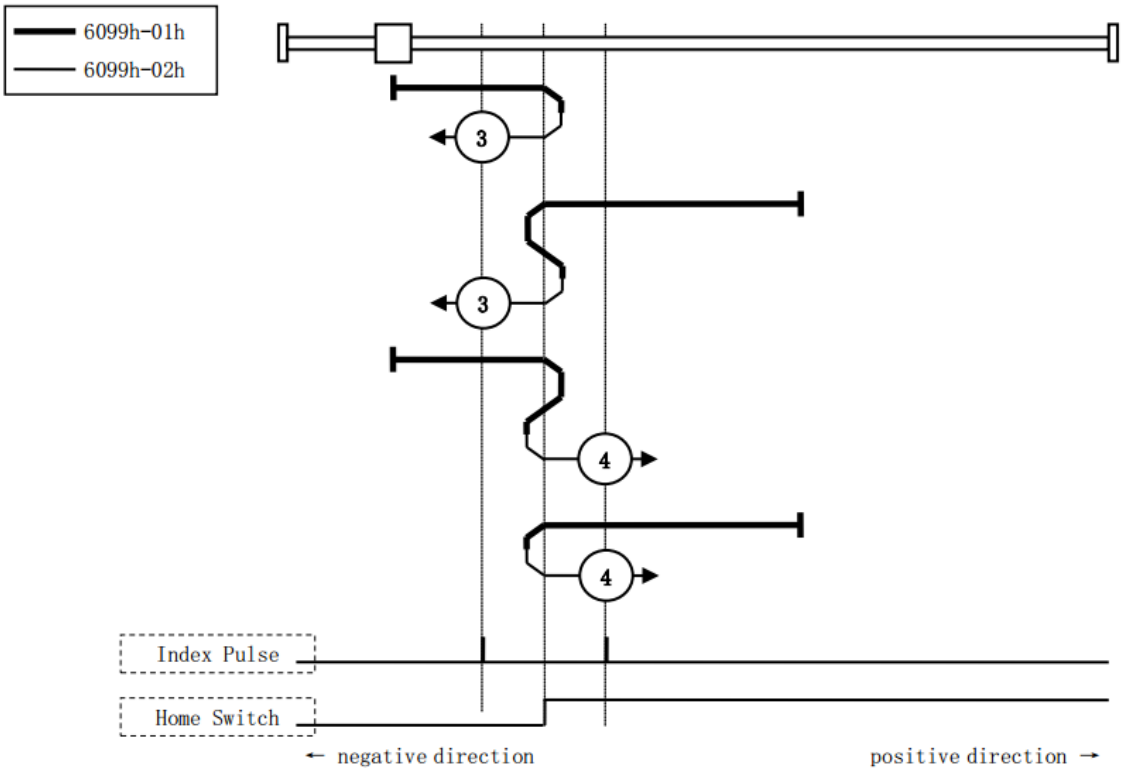


Homing on positive limit switch and index pulse

回零模式 3、4：

・此方法是，基于起动时的 Home switch 的状态初始化动作方向变化。

・原点检出位置是 Home switch 的状态变化后的负方向侧，或者负方向侧最初的 Index pulse 检出位置。

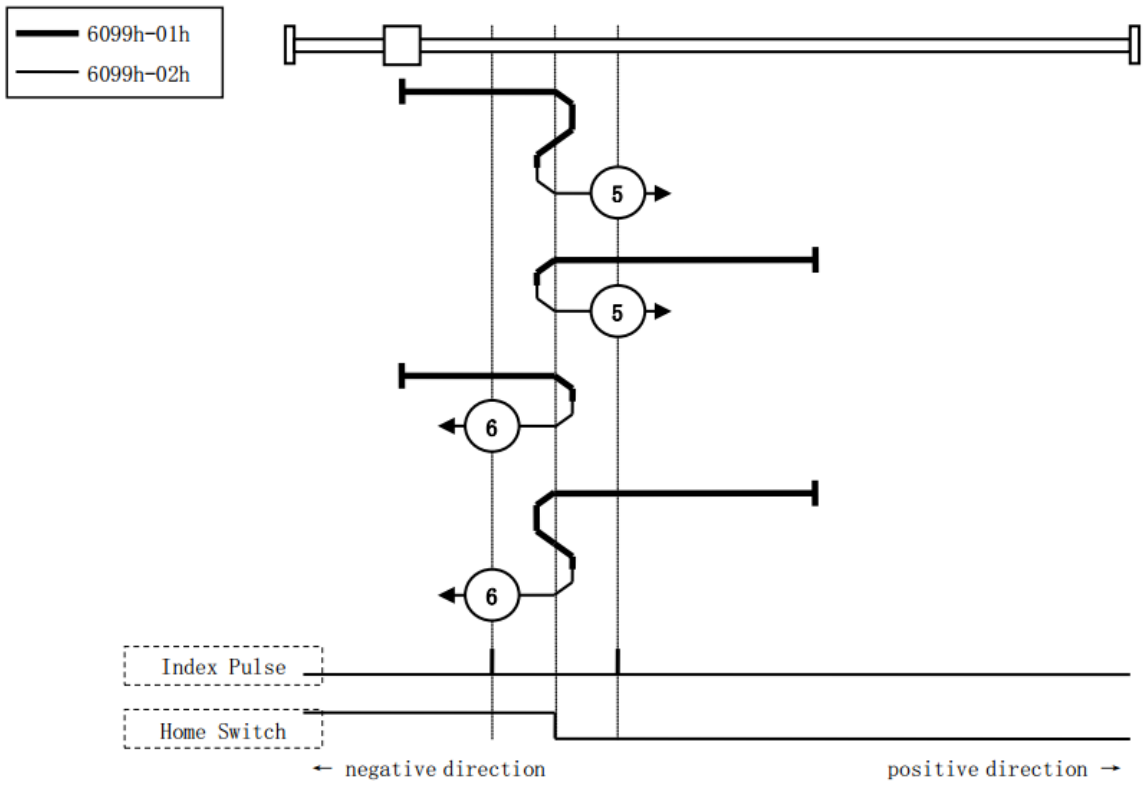


Homing on positive home switch and index pulse

回零模式 5、6：

・此方法是，基于起动时的 Home switch 的状态初始化动作方向变化。

・原点检出位置是 Home switch 的状态变化后的负方向侧，或者正方向侧最初的 Index pulse 检出位置。



Homing on negative home switch and index pulse

回零模式 7、 8、 9、10：

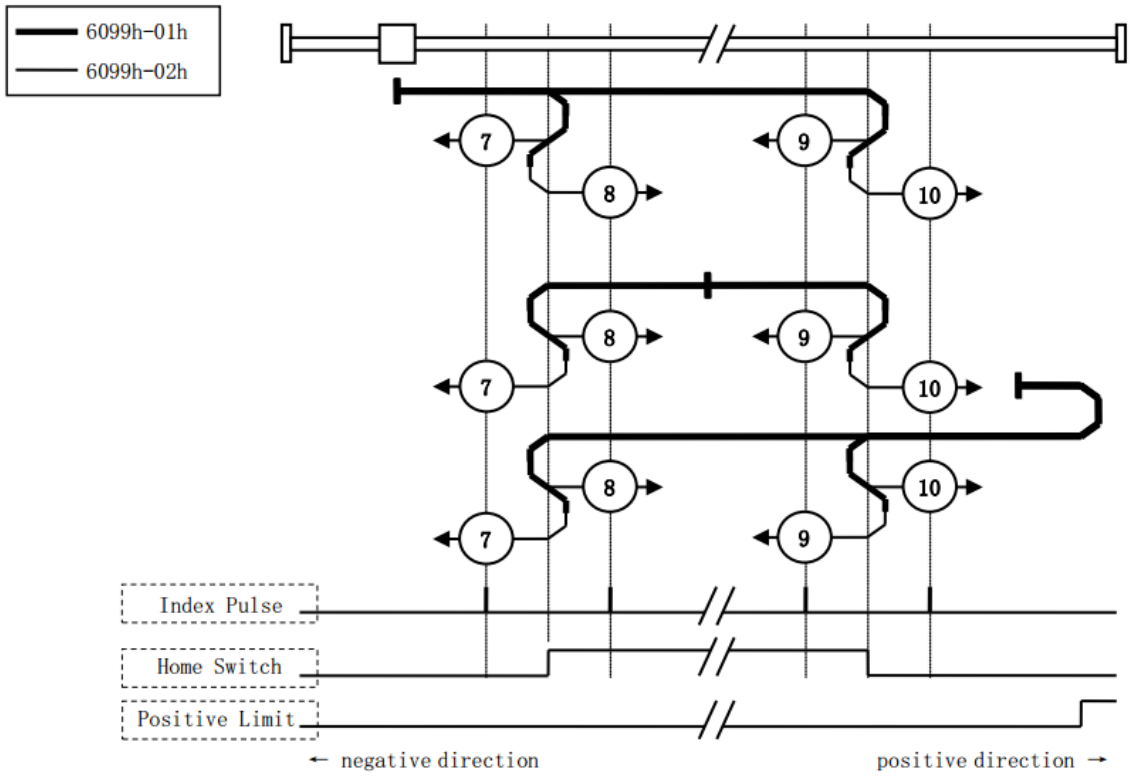
・此方法是，使用 Home switch 和 Index pulse。

・方法 7, 8 的初始动作方向是 Home switch 如果在动作开始时已经激活，则为负方向。

・方法 9, 10 的初始化动作方向是 Home switch 如果在动作开始时已经激活，则为正方向。

・原点检出位置是， Home switch 的上升沿或者下降沿附近的 Index pulse。

(请参照下图)

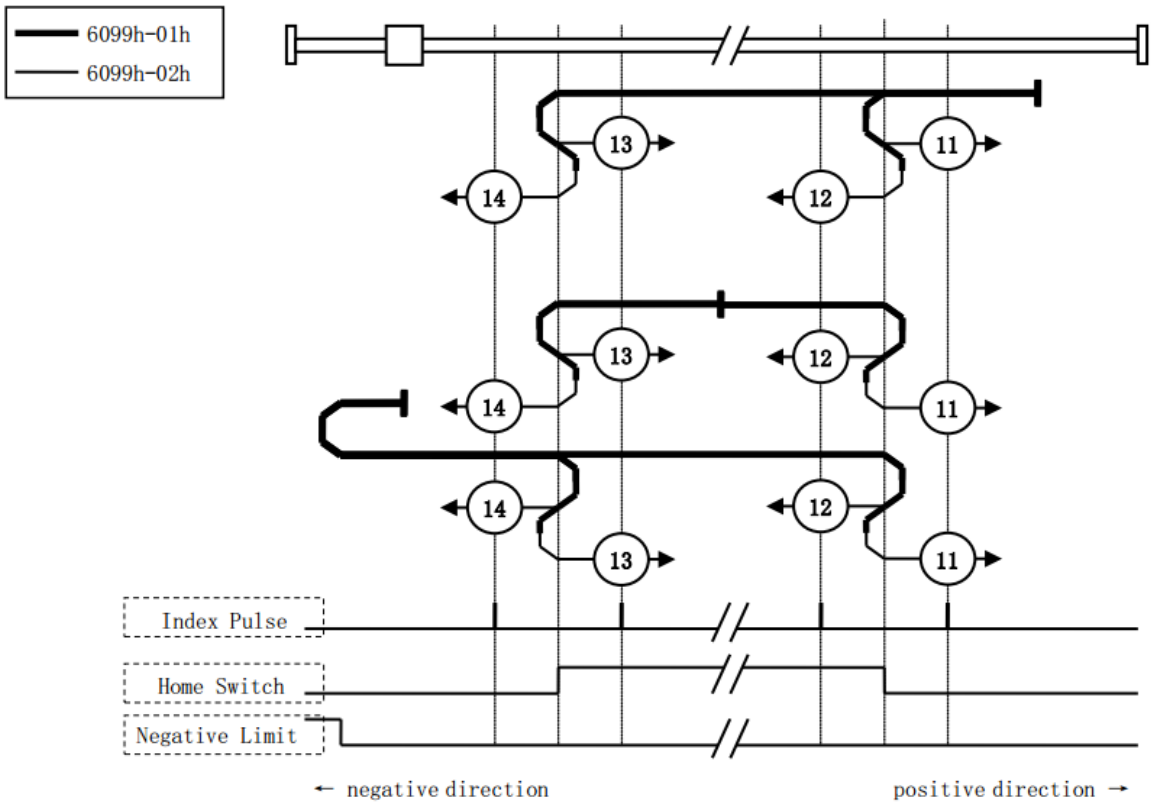


Homing on home switch and index pulse - positive initial motion

回零模式 11, 12, 13, 14

- 此方法是，使用 Home switch 和 Index pulse。
- 方法 11, 12 的初始化动作方向是 Home switch 如果在动作开始时已经激活，则为正方向。
- 方法 13, 14 的初始化动作方向是 Home switch 如果在动作开始时已经激活，则为负方向。
- 原点检出位置是， Home switch 的上升沿或者下降沿附近的 Index pulse。

(请参照下图)



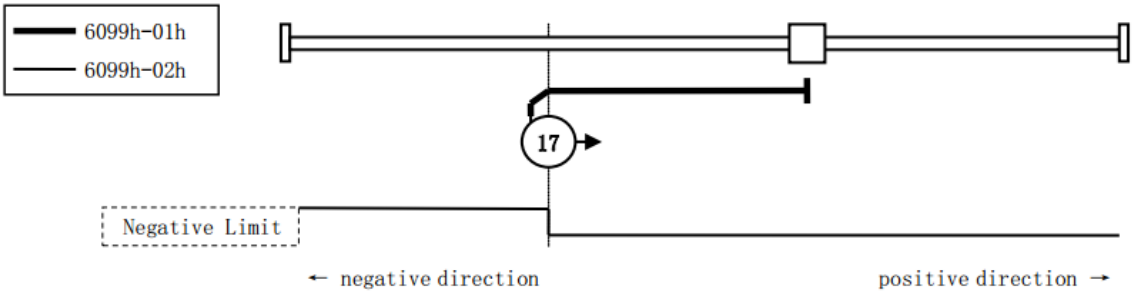
Homing on home switch and index pulse - negative initial motion

回零模式 17

・此方法是，类似于回零模式 1。

不同的是，原点检出位置不是 Index pulse，而是 Limit switch 变化的位置。

(请参照下图)



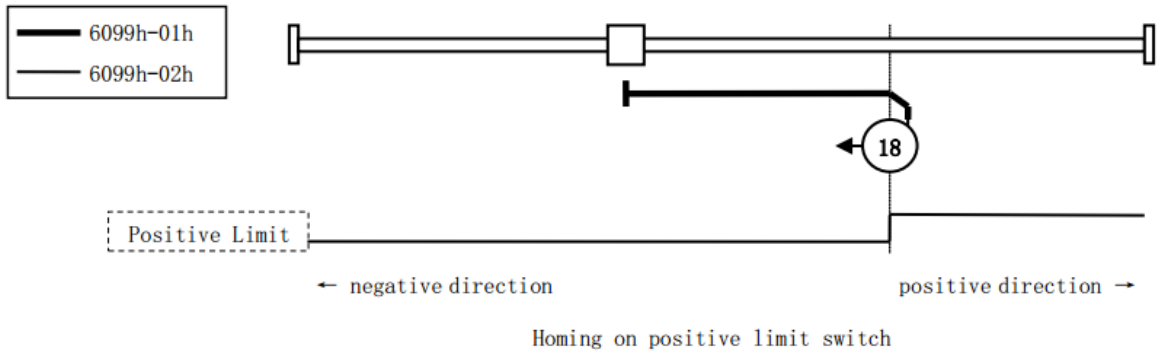
Homing on negative limit switch

回零模式 18

・此方法是，类似于 回零模式 2。

不同的是，原点检出位置不是 Index pulse，而是 Limit switch 变化的位置。

(请参照下图)



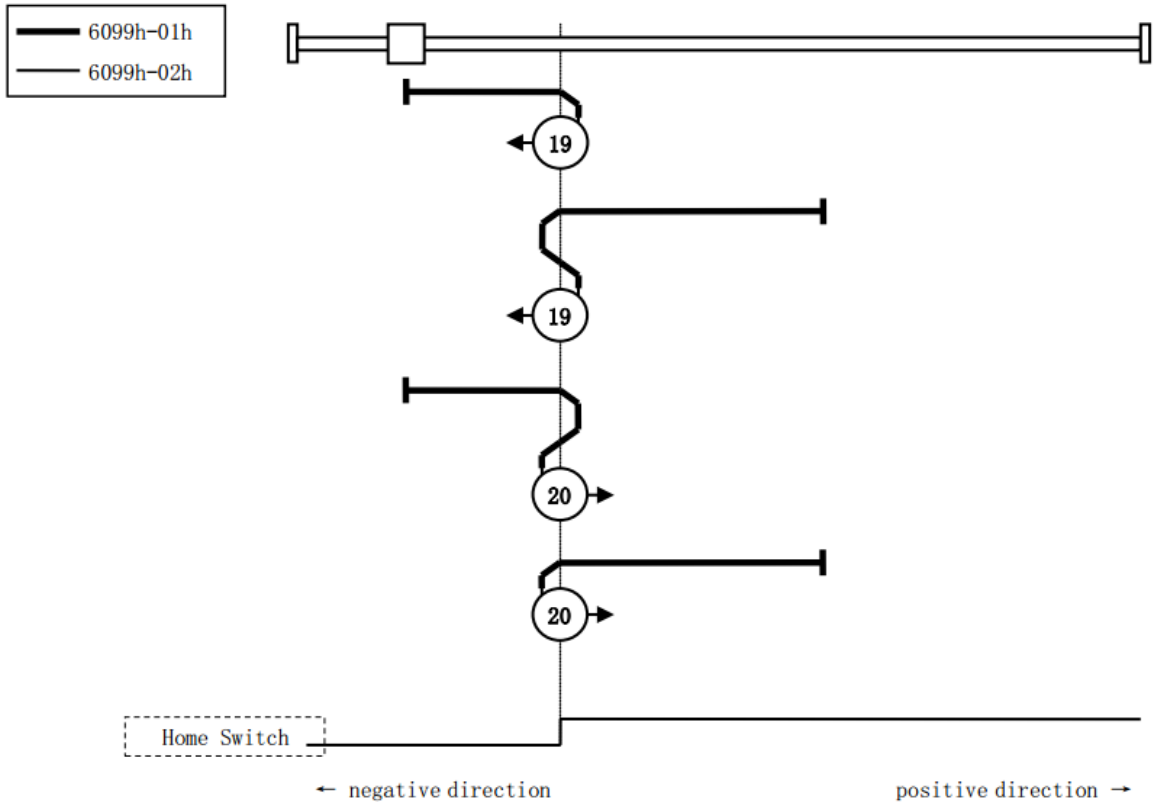
Homing on positive limit switch

回零模式 19, 20

・此方法是，类似于回零模式 3, 4。

不同的是，原点检出位置不是 Index pulse，而是 Home switch 变化的位置。

(请参照下图)



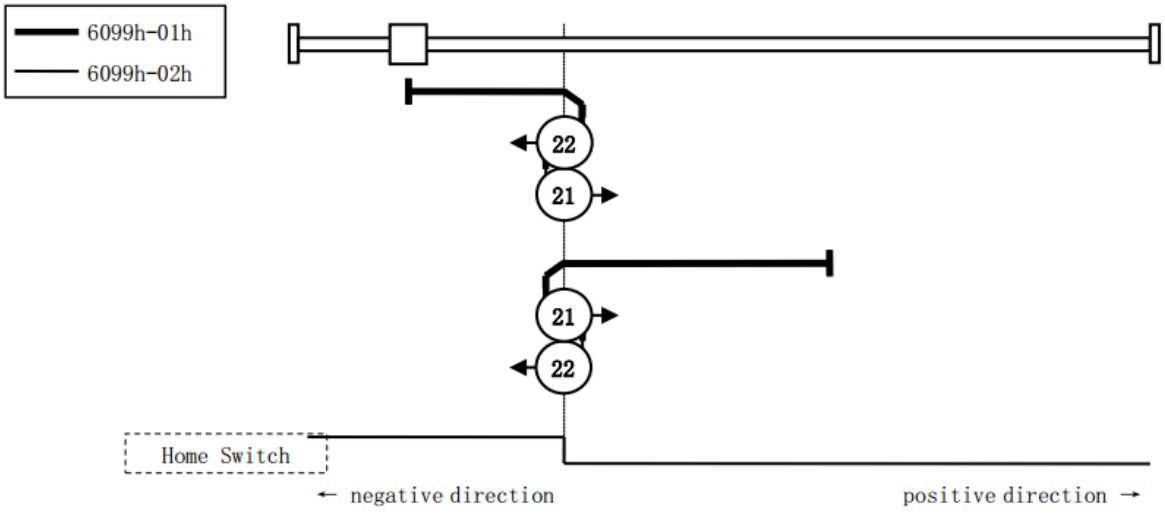
Homing on positive home switch

回零模式 21, 22

・此方法是，类似于回零模式 5, 6。

不同的是，原点检出位置不是 Index pulse，而是 Home switch 变化的位置。

(请参照下图)



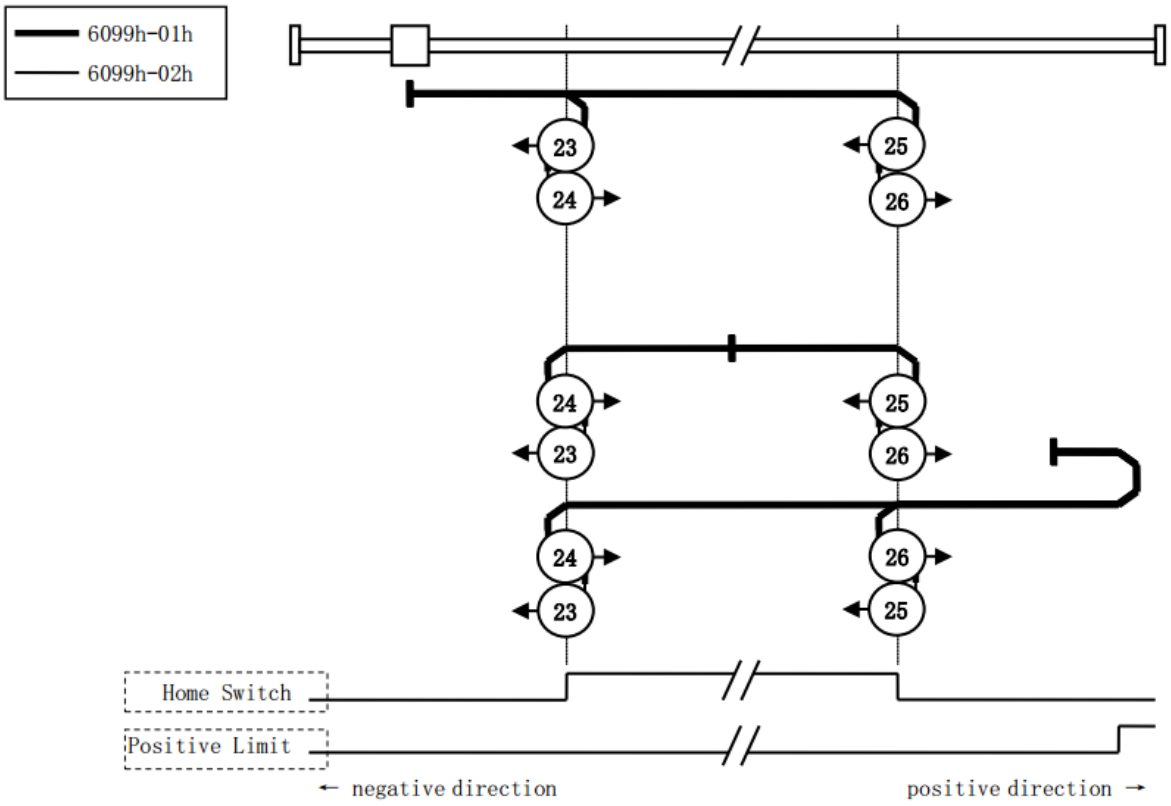
Homing on negative home switch and index pulse

回零模式 23, 24, 25, 26

・此方法是，类似于回零模式 7, 8, 9, 10。

不同的是，原点检出位置不是 Index pulse，而是 Home switch 变化的位置。

(请参照下图)



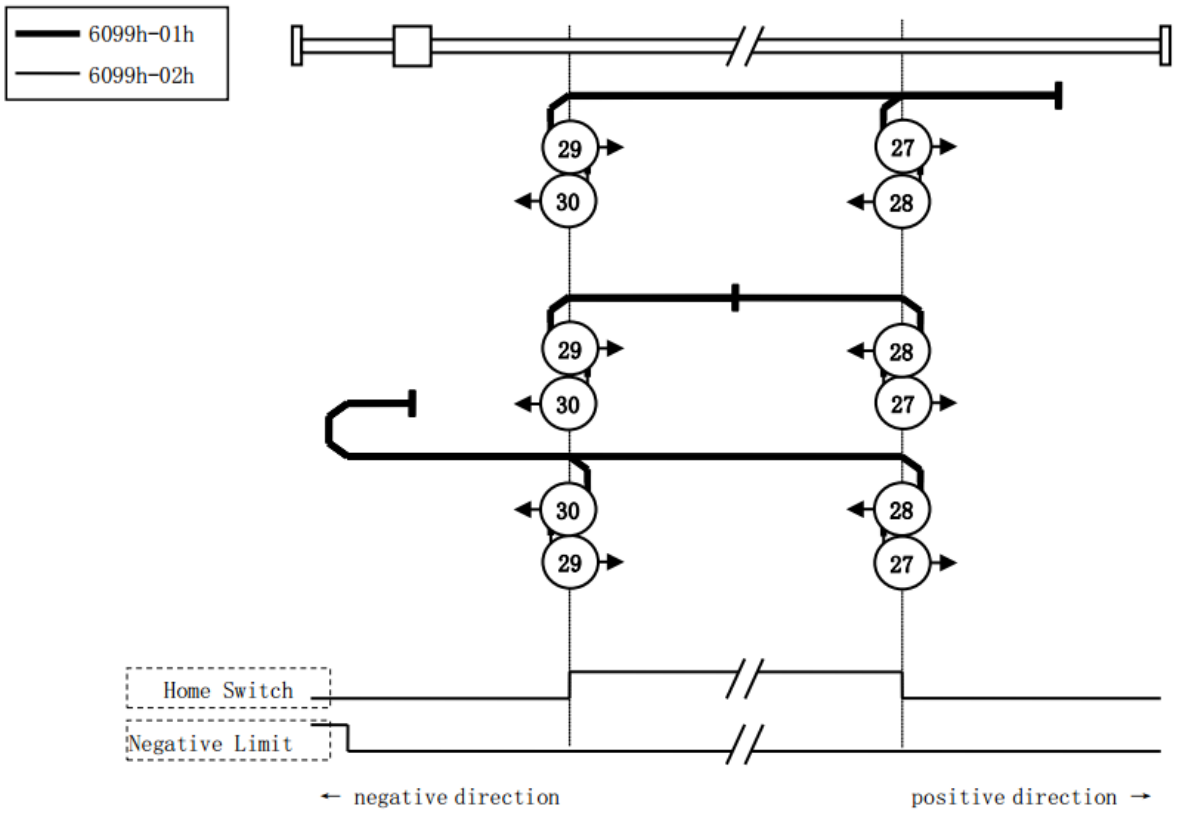
Homing on home switch and index pulse - positive initial motion

回零模式 27, 28, 29, 30

・此方法是，类似于回零模式 11, 12, 13, 14。

不同的是，原点检出位置不是 Index pulse，而是 Home switch 变化的位置。

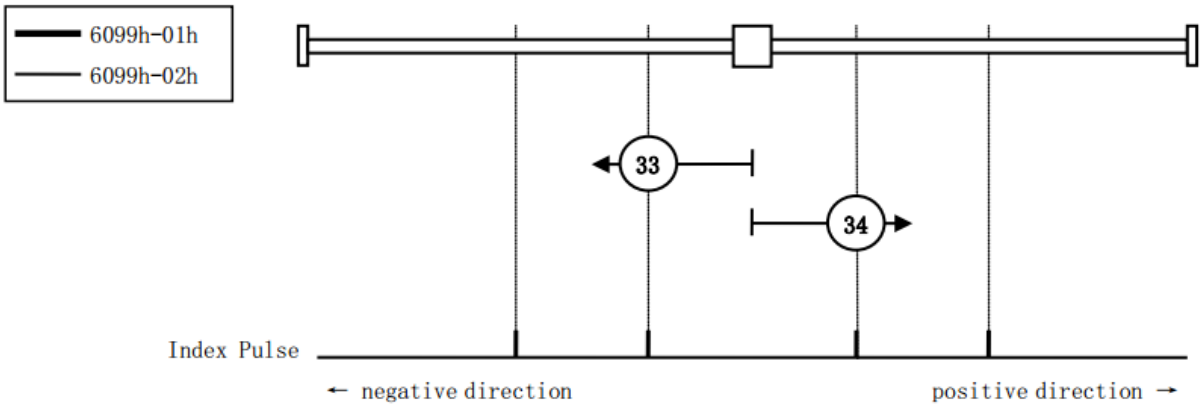
(请参照下图)



Homing on home switch and index pulse - negative initial motion

回零模式 33, 34

- 此方法，仅使用 Index pulse。
- 在图中所示方向动作后检出 Index pulse 作为原点检出位置。



Homing on index pulse

第 9 章　基本功能函数说明

9.1　板卡设置

short dmc_board_init(void)

功　能：控制卡初始化函数，分配系统资源

参　数：无

返回值：0：　　没有找到控制卡，或者控制卡异常

1~8：　控制卡数

负值：　表明有 2 张或 2 张以上控制卡的硬件设置卡号相同；返回值取绝对值后减 1 即为该卡号

short dmc_cool_reset(WORD CardNo)

功　能：控制卡冷复位函数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

返回值：错误代码

注　意：执行复位操作后，必须关闭控制卡，等待 15 秒方可执行初始化控制卡，否则会出错。出错后必须重新执行复位操作，再等待 15 秒后执行初始化控制卡。

short dmc_soft_reset(WORD CardNo)

功　能：总线卡热复位函数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

返回值：错误代码

注　意：执行总线热复位操作后，循环调用 nmc_get_errcode 函数判断总线状态，如果总线状态返回正常，则可退出循环，总线热复位完成。

short dmc_original_reset(WORD CardNo)

功　能：控制卡初始值复位函数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

返回值：错误代码

注　意：主要用于删除系统中的所有变量及文件信息。包括：eni 文件，eeprom_config 文件，全局变量文件等。调用该函数只是删除了文件信息，此时需要，再调用一次冷复位或者热复位重启总线才可以完全清除系统的临时缓存信息。执行初始复位操作后，等待 2 秒后再调用冷复位或热复位控制卡函数，否则会出错。

short dmc_board_close(void)
功　能：控制卡关闭函数，释放系统资源
参　数：无
返回值：错误代码

short dmc_get_CardInfList (WORD* CardNun, DWORD* CardTypeList, WORD* CardIdList)
功　能：获取控制卡硬件 ID 号
参　数：CardNun　　返回初始化成功的卡数
　　CardTypeList　　返回控制卡固件类型数组
　　CardIdList　　返回控制卡硬件 ID 号数组，卡号按从小到大顺序排列
返回值：错误代码
注　意：参数 CardTypeList 类型为十六进制

short dmc_get_release_version(WORD CardNo,char *ReleaseVersion)
功　能：获取控制卡发布版本号
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　ReleaseVersion　　返回控制卡发布版本号
返回值：错误代码

short dmc_get_card_version(WORD CardNo, DWORD *CardVersion)
功　能：获取控制卡硬件版本号
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　CardVersion　　返回控制卡硬件版本号
返回值：错误代码

short dmc_get_card_soft_version(WORD CardNo, DWORD *FirmID, DWORD *SubFirmID)
功　能：获取控制卡固件版本号
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　FirmID　　返回控制卡固件类型
　　SubFirmID　　返回控制卡固件版本号
返回值：错误代码
注　意：参数 FirmID 类型为十六进制
short dmc_get_card_lib_version(DWORD *LibVer)
功　能：获取控制卡动态库文件版本号

参　数：LibVer　　返回库版本号
返回值：错误代码

short dmc_get_total_ionum(WORD CardNo,WORD *TotalIn,WORD *TotalOut)

功　能：获取控制卡本地 IO 输入输出口数

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　TotalIn　　控制器本地 IO 输入数
　　TotalOut　　控制器本地 IO 输出数

返回值：错误代码

short dmc_download_configfile(WORD CardNo, const char *FileName)

功　能：下载参数文件

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　FileName　　文件路径：
　　参数文件名+后缀：相对路径
　　完整描述参数文件的路径+文件名后缀：绝对路径

返回值：错误代码

注　意：1）当使用相对路径时，参数文件与程序必须在同一目录下
　　2）可以在控制卡 Motion 软件中“参数设置”界面下，将各轴参数设置好，然后点击 “下载”将参数文件下载。

short　dmc_download_firmware(WORD CardNo, const char *FileName)

功　能：下载固件文件

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　FileName　　文件路径：
　　参数文件名+后缀：相对路径
　　完整描述参数文件的路径+文件名后缀：绝对路径

返回值：错误代码

注　意：1）当使用相对路径时，固件文件与程序必须在同一目录下
　　2）可以在控制卡 Motion 软件中“高级功能”->“固件升级”菜单下直接升级固件。

short　dmc_get_progress(WORD CardNo,float* process)

功　能：获取下载文件进度

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Process　　下载文件进度（下载过程值范围 0~1，下载完成瞬间置 0）

返回值：错误代码

9.2　脉冲当量与限位设置

short dmc_set_equiv(WORD CardNo,WORD axis, double equiv)

功　能：设置指定轴的脉冲当量

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

equiv　　脉冲当量，单位：pulse/unit

返回值：错误代码

注　意：1）轴脉冲当量允许在总线轴使能状态下设置，但需一个总线周期时间生效；

2）该函数适用于基于脉冲当量的高级运动函数（包括点位、插补等运动）；

3）当使用基于脉冲当量的高级运动函数进行运动前，必须先使用该函数设置各运动轴的脉冲当量值，该值不能设置为 0；

short dmc_get_equiv(WORD CardNo,WORD axis, double *equiv)

功　能：读取指定轴的脉冲当量设置

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

equiv　　返回脉冲当量

返回值：错误代码

short dmc_set_softlimit_unit(WORD CardNo, WORD axis, WORD enable, WORD source_sel, WORD SL_action, double N_limit, double P_limit)

功　能：设置单轴软限位

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

enable　　使能状态，0：禁止，1：允许

source_sel　　计数器选择，0：指令位置计数器，1：编码器计数器

SL_action　　限位停止方式，0：立即停止 1：减速停止

N_limit　　负限位位置，单位：unit

P_limit　　正限位位置，单位：unit

返回值：错误代码

注　意：正、负限位位置可为正数也可为负数，但正限位位置应大于负限位位置

short dmc_get_softlimit_unit(WORD CardNo, WORD axis, WORD* enable, WORD* source_sel, WORD* SL_action, double* N_limit, double* P_limit)
功能：读取单轴软限位设置
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号
　　enable　　返回使能状态
　　source_sel　　返回计数器选择
　　SL_action　　返回限位停止方式
　　N_limit　　返回负限位脉冲数
　　P_limit　　返回正限位脉冲数
返回值：错误代码

short dmc_set_arc_zone_limit_enable(WORD CardNo, WORD enable);
功　能：配置圆弧限位功能使能状态
参　数：CardNo: 卡号，0-7
　　enable: 使能状态，0 未使能；1 使能
返回值：错误代码
注意：圆型限位目前只支持一组限位器，多次配置圆形限位则以最后一次配置为准，覆盖之前的配置；　圆形限位使用步骤：先配置圆形限位参数，再使能功能。

short dmc_get_arc_zone_limit_enable(WORD CardNo, WORD* enable);
功　能：读取圆弧限位功能使能状态
参　数：CardNo: 卡号，0-7
　　enable: 使能状态，0 未使能；1 使能
返回值：错误代码

short dmc_set_arc_zone_limit_config_unit(WORD CardNo, WORD* AxisList, WORD AxisNum, double　*Center, double Radius, WORD Source, WORD StopMode);
功　能：设置圆弧区域限位配置信息
参　数：CardNo: 卡号，0-7
　　AxisList: 需要限位的轴列表，0-实际轴数-1
　　AxisNum：需要限位的轴个数，固定为 2

Center：区域限位圆心，unit 单位
Radius：区域限位半径，unit 单位
Source：计数器选择，0 指令位置，1 反馈位置
StopMode: 限位触发后停止模式， 0 减速停止；1 急停；
返回值：错误代码

short dmc_get_arc_zone_limit_config_unit(WORD CardNo, WORD* AxisList, WORD* AxisNum, double *Center, double * Radius, WORD* Source, WORD* StopMode);
功　能：读取圆弧区域限位配置信息
参　数：CardNo: 卡号，0-7
AxisList: 需要限位的轴列表，0-实际轴数-1
AxisNum：需要限位的轴个数，固定为 2
Center：区域限位圆心，unit 单位
Radius：区域限位半径，unit 单位
Source：计数器选择，0 指令位置，1 反馈位置
StopMode: 限位触发后停止模式， 0 减速停止；1 急停；
返回值：错误代码

short dmc_get _arc_zone_limit_axis_status(WORD CardNo, WORD AxisNo);
功　能：查询相应轴的状态
参　数：CardNo: 卡号，0-7
AxisNo: 轴号，0-实际轴数-1
返回值：-1 该轴没有被设置区域限位；0 该轴在区域内；1 该轴触发区域限位

9.3　单轴运动速度曲线设置

short dmc_set_profile_unit(WORD CardNo, WORD axis, double Min_Vel, double Max_Vel, double Tacc, double Tdec, double Stop_Vel)
功　能：设置单轴运动速度曲线
参　数：CardNo　　卡号
axis　　指定轴号
Min_Vel　　起始速度，单位：unit/s
Max_Vel　　最大速度，单位：unit/s
Tacc　　加速时间，单位：s

Tdec　　减速时间，单位：s
Stop_Vel　　停止速度，单位：unit/s
返回值：错误代码

short dmc_get_profile_unit(WORD CardNo, WORD axis, double* Min_Vel, double* Max_Vel, double* Tacc, double* Tdec, double* Stop_Vel)
功　能：读取单轴运动速度曲线
参　数：CardNo　　卡号
axis　　指定轴号
Min_Vel　　返回起始速度设置
Max_Vel　　返回最大速度设置
Tacc　　返回加速时间设置
Tdec　　返回减速时间设置
Stop_Vel　　返回停止速度设置
返回值：错误代码
注：该函数不适用于连续插补

short　dmc_set_s_profile(WORD CardNo, WORD axis, WORD s_mode, double s_para)
功　能：设置单轴速度曲线 S 段参数值
参　数：CardNo　　控制卡卡号
axis　　指定轴号
s_mode　　保留参数，固定值为 0
s_para　　S 段时间，单位：s；范围：0~1
返回值：错误代码

short　dmc_get_s_profile(WORD CardNo, WORD axis, WORD s_mode, double *s_para)
功　能：读取单轴速度曲线 S 段参数值
参　数：CardNo　　控制卡卡号
axis　　指定轴号
s_mode　　保留参数
s_para　　返回设置的 S 段时间
返回值：错误代码

9.4 单轴运动

short dmc_pmove_unit(WORD CardNo, WORD axis, double Dist, WORD posi_mode)

功　能：定长运动

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

Dist　　目标位置，单位：unit

posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

返回值：错误代码

short dmc_vmove(WORD CardNo, WORD axis, WORD dir)

功　能：指定轴连续运动

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

dir　　运动方向，0：负方向，1：正方向

返回值：错误代码

short dmc_reset_target_position_unit(WORD CardNo, WORD axis, double New_Pos)

功　能：在线改变指定轴的当前目标位置

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

New_Pos　　新目标位置，单位：unit

返回值：错误代码

注　意：1）该函数只适用于点位运动中的变位

2）参数 New_Pos 为绝对位置值，无论当前的运动模式为绝对坐标还是相对坐标模式

short dmc_update_target_position_unit(WORD CardNo, WORD axis, double New_Pos)

功　能：强行改变指定轴的当前目标位置（在线/非在线）

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

New_Pos　　新目标位置，单位：unit

返回值：错误代码

注　意：1）该函数适用于指定轴停止状态或点位运动中的变位

2）参数 New_Pos 为绝对位置值，无论当前的运动模式为绝对坐标还是相对坐标模式

short dmc_change_speed_unit(WORD CardNo, WORD axis, double New_Vel, double Taccdec)

功　能：在线改变指定轴的当前运动速度

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

New_Vel　　新的运行速度，单位：unit/s

Taccdec　　变速时间，单位：s

返回值：错误代码

注　意：1）该函数适用于单轴运动中的变速

2）设置的变速时间是从当前速度变速到新速度的时间。此时控制卡会重新计算起始速度加速到最高速度所需的时间以及最高速度减速到停止速度所需的时间，即加减速时间会被重新计算

3）变速一旦成立，该轴的默认运行速度将会被改写为 New_Vel，加减速时间也会被控制卡新计算的值所覆盖，也即当调用 dmc_get_profile_unit 回读速度参数时会发生与 dmc_set_profile_unit 所设置的值不一致的现象

4）在连续运动中 New_Vel 负值表示往负向变速，正值表示往正向变速。在点位运动中 New_Vel 只允许正值

short dmc_pmove_change_pos_speed_enable(WORD CardNo,WORD axis, WORD enable)

功　能：IO 触发在线轴变速变位置使能

参　数：CardNo 卡号 0-7

axis　轴号

enable 使能 0：功能关闭；1：多次触发，2：单次触发

返回值：错误代码

注　意：单次触发指变速变位完成后才响应下一个的 IO 信号，触发变速变位动作，变速变位期间不响应；多次触发指变速变位运动过程中也能响应下一个 IO 信号，触发变速变位运动。

short dmc_get_pmove_change_pos_speed_enable(WORD CardNo,WORD axis, WORD* enable)

功　能：读取 IO 触发在线变速变位置使能

参　数：CardNo 卡号 0-7

axis　轴号

enable：使能 0：功能关闭；1：多次触发，2：单次触发

返回值：错误代码

short dmc_pmove_change_pos_speed_config(WORD CardNo,WORD axis,double tar_vel, doubl

e tar_rel_pos, WORD trig_mode, WORD source)
功　能：高速 IO 触发在线变速变位置参数配置
参　数：CardNo 卡号 0-7
axis 轴号
tar_vel 改变后的运动速度，仅允许正值，单位：pulse/s，0-8M
tar_rel_pos 相对 IO 触发处的位移量，单位：pulse，相对 IO 锁存位置，相对模式
trig_mode 触发方式 0：下降沿触发，1：上升沿触发
source 位置锁存源 0 指令位置，1 编码器位置，固定为指令位置
返回值：错误代码
注意：变速变位可同时执行，速度有变化则执行变速，位置有变速则执行变位；只适用于 pm ove 运动；

short dmc_get_pmove_change_pos_speed_config(WORD CardNo,WORD axis,double* tar_vel, double* tar_rel_pos, WORD* trig_mode, WORD* source)
功　能：读取高速 IO 触发在线变速变位置参数配置
参　数：CardNo 卡号 0-7
axis 轴号
tar_vel 改变后的运动速度，仅允许正值，单位：pulse/s，0-8M
tar_rel_pos 相对 IO 触发处的位移量，单位：pulse，相对 IO 锁存位置，相对模式
trig_mode 触发方式 0：下降沿触发，1：上升沿触发
source 位置锁存源 0 指令位置，1 编码器位置，固定为指令位置
返回值：错误代码

short dmc_pmove_change_pos_speed_inbit(WORD CardNo,WORD axis, WORD inbit，WORD enable)
功　能：高速 IO 触发在线变速变位置 IO 配置
参　数：CardNo 卡号 0-7
axis 轴号 0-63
inbit 输入端口号，0-实际输入数-1
enable IO 配置使能，配置使能，0 未使能（未使能，脉冲卡输入端口默认为对应轴的 ORG 信号），1 使能
返回值：错误代码

short dmc_get_pmove_change_pos_speed_inbit(WORD CardNo,WORD axis, WORD *inbit，W

ORD *enable)

功　能：读取高速 IO 触发在线变速变位置 IO 配置

参　数：CardNo 卡号 0-7

axis 轴号 0-63

inbit 输入端口号，0-实际输入数-1

enable IO 配置使能，配置使能，0 未使能（未使能，脉冲卡输入端口默认为对应轴的 ORG 信号），1 使能

返回值：错误代码

short dmc_get_pmove_change_pos_speed_state(WORD CardNo,WORD axis,WORD *trig_num, double *trig_pos)

功　能：读取高速 IO 触发在线变速变位置状态

参　数：CardNo 控制卡号 0-7

axis 轴号 0-63

trig_num 触发次数

trig_pos 触发位置

返回值：错误代码

注意：调用 pmove 的时候会自动将触发次数和触发位置清 0；

short dmc_set_io_exactstop (UInt16 CardNo, UInt16 axis, UInt16 ioNum， UInt16[] ioList, UInt16 enalbe, UInt16 valid_logic, UInt16 action, UInt16 move_dir)

功　能：配置减速停止相关参数

参　数：CardNo 控制卡号 0-7

axis 轴号

ioNum： 输入数量,1-16

ioList： 输入端口号数组，最大 16 个输入

enable： IO 逻辑减速停止使能，‘1’:打开此功能，‘0：关闭此功能

valid_logic：与/或之后的有效触发逻辑，0：下降沿触发，1：上升沿触发

action： ‘0：逻辑与，‘1：逻辑或

move_dir: ‘0’正方向停止，‘1：负方向停止

返回值：错误代码

说　明：配置减速停止相关参数。其中 move_dir 表示检测方向，如果设置为 0，只有速度方向为正向运动时候，减速停止才会起作用；

dmc_set_dec_stop_dist_unit(UInt16 CardID, UInt16 axis,double dis);

功　能：设置 IO 触发减速停止距离

参　数：CardNo 控制卡号 0-7

axis 轴号

dis 减速停止距离

返回值：错误代码

dmc_get_dec_stop_dist_unit (UInt16 CardID, UInt16 axis, double dis);

功　能：读取 IO 触发减速停止距离

参　数：CardNo 控制卡号 0-7

axis 轴号

dis 减速停止距离

返回值：错误代码

short dmc_t_pmove_extern_unit (UInt16 CardNo, UInt16 axis, double MidPos, double TargetPos, double Min_Vel, double Max_Vel, double stop_Vel, double acc, double dec, UInt16 posi_mode)

功　能：单轴软着陆功能

参　数：CardNo：卡号 0-7

Axis：指定轴号，0-实际轴数-1

MidPos：第一段 pmove 终点位置

TargetPos：第二段的终点位置

Min_Vel：起始速度（Vs）

Max_Vel：最大速度（Vm）

stop_Vel：停止速度（Ve）

acc：加速时间 0.001-2~31s

dec：减速时间 0.001-2~31s

posi_mode：相对模式 0 / 绝对模式 1

返回值：错误代码

short dmc_pmove_extern_unit (WORD CardNo,WORD axis, double dist, double Min_Vel, double Max_Vel, double Tacc, double Tdec, double stop_Vel, double s_para, WORD posi_mode)

功　能：实现 profile，pmove 整合，缩短指令时间，适用于高速场合

参　数：CardNo　　指定卡号 0-7

axis　　指定轴号，0-实际轴数-1

dist	终点位置,单位：unit
Min_Vel	起始速度
Max_Vel	最大速度
Tacc	加速时间 0.001-2~31s
Tdec	减速时间 0.001-2~31s
stop_Vel	停止速度
s_para	平滑时间，单位：s，范围[0~0.5]
posi_mode	运动模式，0：相对模式，1：绝对模式

返回值：错误代码

short dmc_t_pmove_extern_softstart_unit (UInt16 CardNo, UInt16 axis, double MidPos, double TargetPos, double start_Vel, double Max_Vel, double stop_Vel, UInt32 delay_ms, double Max_vel2,double stop_vel2, double acc_time, double dec_time, UInt16 posi_mode);

功　能：单轴软启动

参　数：CardNo：卡号 0-7

axis：指定轴号，0-实际轴数-1

MidPos：第一段 pmove 终点位置

TargetPos：第二段 pmove 终点位置

start_Vel:第一段 pmove 起始速度

Max_Vel：第一段 pmove 最大速度

stop_Vel：第一段 pmove 停止速度

delay_ms：第一阶段完成后延迟时间（单位：毫秒）0-100s

Max_vel2：第二段 pmove 最大速度

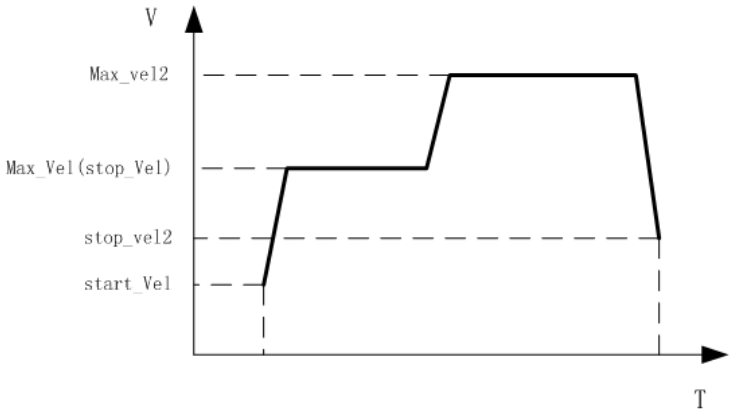
stop_vel2：第二段 pmove 停止速度

acc_time:加速时间(单位：秒)0.001s-100s

dec_time：减速时间(单位：秒) 0.001s-100s

posi_mode：相对模式：0/绝对模式：1

返回值：错误代码



软启动速度曲线示意

short dmc_update_target_position_extern_unit(WORD cardId,WORD axis, double mid_pos, double aim_pos,double vel,WORD posi_mode)

功　能：强行改变指定轴的当前目标位置并且实现软着陆

参　数：cardId　　指定卡号 0-7

axis　　指定轴号，0-实际轴数-1

mid _pos　　第一段的终点位置，单位：unit

aim_pos　　第二段的终点位置，单位：unit

vel:　　保留参数，固定值为 0

posi_mode　　保留参数，固定值为 0

返回值：错误代码

注　意：

1）该函数适用于指定轴停止状态或点位运动中的变位，并且实现软着陆。

2）参数 mid _pos，aim_pos 为绝对坐标位置值，无论当前的运动模式为绝对坐标还是相对坐标模式。mid _pos 以速度规划指令中的最大速度运行，aim_pos 以速度规划指令中的停止速度运行。

9.5　插补速度设置

short dmc_set_vector_profile_unit(WORD CardNo,WORD Crd,double Min_Vel,double Max_Vel, double Tacc, double Tdec, double Stop_Vel)

功　能：设置插补运动速度曲线

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

Min_Vel 最小速度，单位：unit/s
Max_Vel 最大速度，单位：unit/s
Tacc 加速时间，单位：s
Tdec 减速时间，单位：s
Stop_Vel 停止
速度，单位：unit/s

返回值：错误代码

注　意：1）DMC-E5064 卡支持 8 个坐标系（参数 Crd）。六个坐标系的速度可独立设置，执行插补时六个坐标系可独立进行插补运动（即可同时进行六组插补运动）

short dmc_get_vector_profile_unit(WORD CardNo,WORD Crd,double* Min_Vel, double* Max_Vel, double* Tacc, double* Tdec, double* Stop_Vel)

功　能：读取插补运动速度曲线

参　数：CardNo 卡号
Crd 坐标系号，取值范围：0~7
Min_Vel 返回最小速度设置
Max_Vel 返回最大速度设置
Tacc 返回加速时间设置
Tdec 返回减速时间设置
Stop_Vel 返回停止速度

返回值：错误代码

short dmc_set_vector_s_profile(WORD CardNo, WORD Crd, WORD s_mode, double s_para)

功　能：设置插补运动速度曲线的平滑时间

参　数：CardNo 卡号
Crd 坐标系号，取值范围：0~7
s_mode 保留参数，固定值为 0
s_para 平滑时间，单位：s，范围：0~1

返回值：错误代码

short dmc_get_vector_s_profile(WORD CardNo, WORD Crd, WORD s_mode, double *s_para)

功　能：读取设置的插补运动速度曲线平滑时间

参　数：CardNo 卡号
Crd 坐标系号，取值范围：0~7

s_mode　　保留参数，固定值为 0
s_para　　返回平滑时间设置
返回值：错误代码

9.6　插补运动

short dmc_line_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList, double* Target_Pos, WORD posi_mode)
功　能：直线插补运动
参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
AxisNum　　轴数，取值范围：2~16
AxisList　　轴号列表
Target_Pos　　目标位置列表，单位：unit
posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式
返回值：错误代码

short dmc_arc_move_center_unit(WORD CardNo, WORD crd,WORD AxisNum, WORD* AxisList, double *Target_Pos, double *Cen_Pos, WORD Arc_Dir, long Circle, WORD posi_mode)
功　能：基于圆心圆弧扩展的螺旋线插补运动（可作两轴圆弧插补）
参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
AxisNum　　轴数，取值范围：　2~16
AxisList　　轴号列表
Target_Pos　　目标位置数组，单位：unit
Cen_Pos　　圆心位置数组，单位：unit
Arc_Dir　　圆弧方向，0：顺时针，1：逆时针
Circle　　圈数：
自然数：表示此时执行的为螺旋线插补
该值表示螺旋线的圈数。如，0 即表示 0 圈螺旋线插补，1 表示 1 圈螺旋线插补…
posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式
返回值：错误代码
注　意：1）当轴数为 2 时，轴列表前两轴进行平面螺旋
2）当轴数为 3、运动轨迹为螺旋插补时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面螺旋插

补；同时，轴列表第三轴运动指定高度，该轴终点位置与该轴起点位置的差值为螺旋线段相对于基面的高度

3）当轴数大于 3、运动轨迹为螺旋插补时，列表前三轴进行螺旋插补的同时，后续轴做线性跟随运动，运动时间与前三轴的运动时间相等

4）当运动轨迹为螺旋插补时：

轴列表前两轴组成的基面上，当起始点到圆心的距离小于终点到圆心的距离，为绽放螺旋线

轴列表前两轴组成的基面上，当起始点到圆心的距离大于终点到圆心的距离，为收敛螺旋线

轴列表前两轴组成的基面上，当起始点到圆心的距离等于终点到圆心的距离，为圆弧插补（插补轴数为 3 时则为圆柱螺旋线）

short dmc_arc_move_radius_unit(WORD CardNo, WORD crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList, double *Target_Pos, double Arc_Radius, WORD Arc_Dir, long Circle, WORD posi_mode)

功　能：基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补运动（可作两轴圆弧插补）

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

AxisNum　　轴数

AxisList　　轴号列表

Target_Pos　　目标位置数组，单位：unit

Arc_Radius　　圆弧半径值（负值为优弧，正值为劣弧），单位：unit

Arc_Dir　　圆弧方向，0：顺时针，1：逆时针

Circle　　圈数，取值范围：大于等于 0

该值表示螺旋线的圈数。如，0 即表示 0 圈螺旋线插补，1 即表示 1 圈螺旋线插补…

posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

返回值：错误代码

注　意：1）当轴数为 2 时，轴列表前两轴进行平面圆弧插补

2）当轴数为 3 时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面圆弧插补；同时，轴列表第三轴运动指定高度；该轴终点位置与该轴起点位置的差值为圆柱螺旋线段相对于基面的高度

3）当轴数大于 3 时，轴列表前三轴进行圆柱螺旋插补的同时，后续轴做线性跟随运动，运动时间与前三轴的运动时间相等

short dmc_arc_move_3points_unit(WORD CardNo,WORD Crd,WORD AxisNum,WORD* AxisList, double *Target_Pos, double *Mid_Pos, long Circle, WORD posi_mode)

功　能：基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋线插补运动（可作两轴及三轴圆弧插补）

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

AxisNum　　轴数，取值范围：　2~16

AxisList　　轴号列表

Target_Pos　目标位置数组，单位：unit

Mid_Pos　　中间位置数组，单位：unit

Circle　　圈数：

负数：表示此时执行的为空间圆弧插补

该值的绝对值减 1 表示空间圆弧的圈数。如，-1 即表示 0 圈空间圆弧，-2 即表示 1 圈空间圆弧…

自然数：表示此时执行的为圆柱螺旋线插补

该值表示螺旋线的圈数。如，0 即表示 0 圈螺旋线插补，1 即表示 1 圈螺旋线插补…

posi_mode　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

返回值：错误代码

注　意：1）当轴数为 2 时，轴列表前两轴进行平面圆弧插补

2）当轴数为 3、运动轨迹为圆柱螺旋插补时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面圆弧插补；同时，轴列表第三轴运动指定高度；该轴终点位置与该轴起点位置的差值为圆柱螺旋线段相对于基面的高度

3）当轴数大于 3、运动轨迹为螺旋插补时，列表前三轴进行螺旋插补的同时，后续轴做线性跟随运动，运动时间与前三轴的运动时间相等

short dmc_rectangle_move_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD *AxisList, double *Target_Pos, double *Mark_Pos, long Count, WORD rect_mode, WORD posi_mode)

功　能：矩形插补运动

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

AxisNum　　轴数，**保留参数**，固定值为 2

AxisList　　轴号列表

Target_Pos　　对角位置数组，单位：unit

Mark_Pos　　矩形方向标记位置数组，单位：unit

Count 行数/圈数
rect_mode 矩形插补模式，0：逐行，1：渐开线
posi_mode 运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

返回值：错误代码

注　意：该指令只支持 2 轴矩形插补运动。矩形插补运动支持前瞻模式和非前瞻模式(dmc_conti_set_lookahead_mode)，前瞻模式矩形拐角会平滑处理变成圆弧，无法到达矩形端点；非前瞻模式则精确到达矩形端点。

short dmc_axis_follow_line_enable(WORD CardNo,WORD Crd,WORD enable_flag)

功　能：直线插补参与插补轴数设置，默认情况下为所有轴都参与直线插补

参　数：CardNo 卡号
Crd 坐标系号，取值范围：0~7
enable_flag 使能轴数值，
0：最多只有 3 个轴参与直线插补，其它轴跟随运动
1：坐标系所有轴都参与直线插补

返回值：错误代码

注　意：该指令只针对连续插补-直线插补运动。

short dmc_ellipse_move (WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD *AxisList,double* TargetPos,double* CenPos,double ALen,double BLen, WORD Dir, WORD PosMode)

功　能：启动椭圆插补运动

参　数：CardNo 卡号
Crd 坐标系号 0-3
AxisNum 坐标系轴数量，保留参数，固定为 2
AxisList 坐标系轴列表
TargetPos 目标位置列表
CenPos 椭圆圆心位置
Alen 长半轴长度
Blen 短半轴长度
Dir 插补方向，0 顺时针插补，1 逆时针插补
PosMode 插补模式，0 相对运动，1 绝对运动

返回值：错误代码

short dmc_set_tangent_follow (WORD CardNo, WORD Crd, WORD Axis, WORD FollowCurve,

WORD RotDir,double DegreeEquiv)

功　能：设置切向跟随参数

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号 0-3

Axis　　跟随轴号

FollowCurve　　跟随曲线类型，0 跟随圆弧； 1 跟随椭圆

RotDir　　跟随轴旋转方向， 0 跟随轴负向旋转， 1 跟随轴正向旋转

DegreeEquiv　　角度当量，单位 pulse/degree，跟随轴每旋转一度，控制卡下发的脉冲数

返回值：错误代码

short dmc_get_tangent_follow_param (WORD CardNo, WORD Crd, WORD * Axis, WORD * FollowCurve, WORD * RotDir, double* DegreeEquiv)

功　能：读取切向跟随参数

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号 0-3

Axis　　回读的跟随轴号

FollowCurve　　回读的跟随曲线类型

RotDir　　回读的跟随轴旋转方向

DegreeEquiv　　回读的角度当量

返回值：错误代码

short dmc_disable_follow_move (WORD CardNo, WORD Crd)

功　能：取消指定坐标系的跟随运动

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号 0-3

返回值：错误代码

9.7　连续插补运动

该部分指令 DMC-E3064 不支持

short dmc_conti_open_list(WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList)

功　能：打开连续插补缓冲区

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
AxisNum　　轴数
AxisList　　轴号列表

返回值：错误代码

说　明：1）连续缓冲区最多可缓存 5000 条指令
2）当打开连续插补缓冲区后，则进入连续插补模式；此时，除非当执行完缓冲区中的指令或是调用停止连续插补指令 dmc_conti_stop_list 后，参与连续插补的运动轴才能退出连续插补模式

short dmc_conti_start_list(WORD CardNo, WORD Crd)

功　能：开始连续插补

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

返回值：错误代码

short dmc_conti_close_list(WORD CardNo, WORD Crd)

功　能：关闭连续插补缓冲区

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

返回值：错误代码

short dmc_conti_pause_list(WORD CardNo,WORD Crd)

功　能：暂停连续插补

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

返回值：错误代码

说　明：当暂停连续插补后，连续插补运动将减速停止，当再次调用 dmc_conti_start_list 指令时运动控制卡将继续运行之前未完成的连续插补轨迹

short dmc_conti_stop_list(WORD CardNo, WORD Crd, WORD stop_mode)

功　能：停止插补运动

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
stop_mode　　停止模式，0：减速停止，1：立即停止

返回值：错误代码

说　明：1）该函数适用于所有插补运动

2）当正在执行插补运动时，通过此指令可以中止插补运动，并使参与插补的运动轴退出插补模式

short dmc_conti_delay(WORD CardNo, WORD Crd, double delay_time, long mark)

功　能：连续插补中暂停延时指令

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

delay_time　　延时时间，单位：秒

mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：1）延时时间为运动停止时的等待时间

2）当延时时间设置为 0 时，延时时间将无限长

short dmc_conti_change_speed_ratio (WORD CardNo, WORD Crd, double Percent)

功　能：动态调整连续插补速度比例

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

Percent　　速度比例，取值范围：0~2.0

返回值：错误代码

说　明：1) 当计算机执行到此指令时，运动控制卡将立即调整连续插补速度比例，此指令一般在调试中使用；

2) 该函数必须在打开缓冲区（dmc_conti_open_list）后才能调用；

short dmc_conti_line_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList, double* Target_Pos, WORD posi_mode, long mark)

功　能：连续插补中直线插补指令

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

AxisNum　　轴数

AxisList　　轴号列表

Target_Pos　　目标位置数组，单位：unit

posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

short dmc_conti_arc_move_center_unit(WORD CardNo, WORD crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList, double *Target_Pos, double *Cen_Pos, WORD Arc_Dir, long Circle, WORD posi_mode, long mark)

功　能：连续插补中基于圆心圆弧扩展的螺旋线插补指令（可作两轴圆弧插补）

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

AxisNum　　轴数

AxisList　　轴号列表

Target_Pos　　目标位置数组，单位：unit

Cen_Pos　　圆心位置数组，单位：unit

Arc_Dir　　圆弧方向，0：顺时针，1：逆时针

Circle　　圈数：

非负数：表示此时执行的为螺旋线插补

该值表示螺旋线的圈数。如，0 即表示 0 圈螺旋线插补，1 即表示 1 圈螺旋线插补…

posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：1）轴列表的前三轴必须为 XYZ 轴的组合；关于 XYZUVW 轴对应定义详见函数 dmc_conti_open_list 的说明

2）当轴数为 2 时，轴列表前两轴进行平面螺旋插补

3）当轴数为 3、运动轨迹为螺旋插补时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面螺旋插补；同时，轴列表第三轴运动指定高度，该轴终点位置与该轴起点位置的差值为螺旋线段相对于基面的高度

4）当轴数大于 3、运动轨迹为螺旋插补时，主动轴进行螺旋插补的同时，辅助轴跟随主动轴做线性运动，运动时间与主动轴的总运动时间相等；关于主动轴及辅助轴对应定义详见函数 dmc_conti_open_list 的说明

5）当运动轨迹为螺旋插补时：

轴列表前两轴组成的基面上，当起始点到圆心的距离小于终点到圆心的距离，为绽放螺旋线

轴列表前两轴组成的基面上，当起始点到圆心的距离大于终点到圆心的距离，为

收敛螺旋线

轴列表前两轴组成的基面上，当起始点到圆心的距离等于终点到圆心的距离，为圆弧插补（插补轴数为 3 时则为圆柱螺旋线）

short dmc_conti_arc_move_radius_unit(WORD CardNo, WORD crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList, double *Target_Pos, double Arc_Radius, WORD Arc_Dir, long Circle, WORD posi_mode, long mark)

功　能：连续插补中基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补指令（可作两轴圆弧插补）

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

AxisNum　　轴数

AxisList　　轴号列表

Target_Pos　　目标位置数组，单位：unit

Arc_Radius　　圆弧半径值（负值为优弧，正值为劣弧），单位：unit

Arc_Dir　　圆弧方向，0：顺时针，1：逆时针

Circle　　圈数，取值范围：大于等于 0

该值表示螺旋线的圈数。如，0 即表示 0 圈螺旋线插补，1 即表示 1 圈螺旋线插补…

posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：1）轴列表的前三轴必须为 XYZ 轴的组合；关于 XYZUVW 轴对应定义详见函数 dmc_conti_open_list 的说明

2）当轴数为 2 时，轴列表前两轴进行平面圆弧插补

3）当轴数为 3 时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面圆弧插补；同时，轴列表第三轴运动指定高度；该轴终点位置与该轴起点位置的差值为圆柱螺旋线段相对于基面的高度

4）当轴数大于 3 时，主动轴进行圆柱螺旋插补的同时，辅助轴跟随主动轴做线性运动，运动时间与主动轴的总运动时间相等；关于主动轴及辅助轴对应定义详见函数 dmc_conti_open_list 的说明

short dmc_conti_arc_move_3points_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD* AxisList, double *Target_Pos, double *Mid_Pos, long Circle, WORD posi_mode, long mark)

功　能：连续插补中基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋线插补指令（可作两轴及三轴圆弧插补）

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
AxisNum　　轴数
AxisList　　轴号列表
Target_Pos　目标位置数组，单位：unit
Mid_Pos　　中间位置数组，单位：unit
Circle　　圈数
负数：表示此时执行的为空间圆弧插补
该值的绝对值减 1 表示空间圆弧的圈数。如，-1 即表示 0 圈空间圆弧，-2 即表示 1 圈空间圆弧…
自然数：表示此时执行的为圆柱螺旋线插补
该值表示螺旋线的圈数。如，0 即表示 0 圈螺旋线插补，1 即表示 1 圈螺旋线插补…
posi_mode　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式
mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：1）轴列表的前三轴必须为 XYZ 轴的组合；关于 XYZUVW 轴对应定义详见函数 dmc_conti_open_list 的说明
2）当轴数为 2 时，轴列表前两轴进行平面圆弧插补
3）当轴数为 3、运动轨迹为圆柱螺旋插补时，轴列表前两轴平面为基面，进行平面圆弧插补；同时，轴列表第三轴运动指定高度；该轴终点位置与该轴起点位置的差值为圆柱螺旋线段相对于基面的高度
4）当轴数大于 3 时，主动轴进行圆柱螺旋插补或空间圆弧插补的同时，辅助轴跟随主动轴做线性运动，运动时间与主动轴的总运动时间相等；关于主动轴及辅助轴对应定义详见函数 dmc_conti_open_list 的说明

short dmc_conti_rectangle_move_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD AxisNum, WORD *AxisList, double *Target_Pos, double *Mark_Pos, long Count, WORD rect_mode, WORD posi_mode, long mark)

功　能：连续插补中矩形插补指令

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
AxisNum　　轴数，**保留参数**，固定值为 2
AxisList　　轴号列表

Target_Pos　　对角位置数组，单位：unit
Mark_Pos　　矩形方向标记位置数组，单位：unit
Count　　行数/圈数
rect_mode　　矩形插补模式，0：逐行，1：渐开线
posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式
mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：该指令只支持 2 轴矩形插补运动

short dmc_conti_pmove_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD axis, double dist, WORD posi_mode, WORD mode, long imark)

功　能：连续插补中控制指定轴运动

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
axis　　指定轴号
dist　　目标位置，单位：unit
posi_mode　　运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式
mode　　模式：
0：暂停启动（当缓冲区中的上一段插补运动结束后，执行此段定长运动；当本段定长运动结束后，再执行下一段插补运动）
1：直接启动（当缓冲区中的上一段插补运动结束后，执行此段定长运动，并且同时执行下一段插补运动）
mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：1）该指令可以实现在连续插补运动中，控制指定轴做定长运动
2）该轴不能为参与连续插补的运动轴，即不能为插补系轴列表中的轴
3）在使用该指令控制轴运动前，必须先使用函数 dmc_set_profile_unit 设置该轴的运行速度。

short dmc_conti_pmove_unit_pausemode(WORD CardNo, WORD axis,double TargetPos, double Min_Vel,double Max_Vel,double stop_Vel,double acc,double dec,double smooth_time,WORD posi_mode)

功　能：连续插补暂停后，执行单轴运动

参　数：CardNo　　卡号

	Axis	轴号
	TargetPos	目标位置
	Min_Vel	单轴运动起始速度
	Max_Vel	单轴运动运行速度
	stop_Vel	单轴运动停止速度
	acc	单轴运动加速度
	dec	单轴运动减速度
	smooth_time	单轴运动平滑时间
	posi_mode	运动模式，0：相对坐标模式，1：绝对坐标模式

返回值：错误代码

short dmc_conti_return_pausemode(WORD CardNo, WORD Crd, WORD axis)

功　能：连续插补暂停，执行单轴运动后，回到暂停位置

参　数：CardNo　卡号

Crd　插补系号，0-7

Axis　轴号

返回值：错误代码

9.8　连续插补缓冲区检测

long dmc_conti_remain_space(WORD CardNo, WORD Crd)

功　能：查询连续插补缓冲区剩余插补空间

参　数：CardNo　卡号

Crd　坐标系号，取值范围：0~7

返回值：连续插补缓冲区剩余大小

long dmc_conti_read_current_mark (WORD CardNo, WORD Crd)

功　能：读取连续插补缓冲区当前插补段号

参　数：CardNo　卡号

Crd　坐标系号，取值范围：0~7

返回值：当前连续插补段号

9.9 连续插补小线段前瞻功能

short dmc_conti_set_lookahead_mode(WORD CardNo, WORD Crd, WORD enable, long LookaheadSegments, double PathError, double LookaheadAcc)

功　能：设置连续插补前瞻参数

参　数：CardNo 卡号

Crd 坐标系号，取值范围：0~7

enable 前瞻使能状态，0：禁止，1：使能

LookaheadSegments 前瞻段数，参数保留

PathError 允许误差范围，取值范围：非负数,单位：unit

LookaheadAcc 前瞻加速度，参数保留

返回值：错误代码

注意：小线段前瞻支持圆弧过渡和非圆弧过渡两种方式，设置轨迹误差范围为零时没有圆弧过渡，不为零时默认有圆弧过渡，且普通连续插补没有圆弧过渡功能

short dmc_conti_get_lookahead_mode(WORD CardNo, WORD Crd, WORD* enable, long* LookaheadSegments, double* PathError, double* LookaheadAcc)

功　能：读取连续插补前瞻参数

参　数：CardNo 卡号

Crd 坐标系号，取值范围：0~7

enable 前瞻使能状态，0：禁止，1：使能

LookaheadSegments 前瞻段数

PathError 允许误差范围，取值范围：非负数,单位：unit

LookaheadAcc 前瞻加速度

返回值：错误代码

9.10 连续插补 IO 控制

short dmc_conti_set_pause_output(WORD CardNo, WORD crd, WORD action, long mask, long state)

功　能：设置连续插补暂停及异常停止时 IO 输出状态

参　数：CardNo 卡号

Crd 坐标系号，取值范围：0~7

action 激活模式：

0：保持原状

1：暂停连续插补时输出设定的 IO 状态，恢复运行时不恢复暂停前的 IO 状态

2：暂停连续插补时输出设定的 IO 状态，继续运行时恢复暂停前的 IO 状态

3：当暂停、停止连续插补，或遇到其他异常停止（如碰到 EMG 信号）时，输出设定的 IO 状态

mask　　选择输出端口标志：bit0~bit31 代表 Out0~Out31，位值为 1 时输出，位值为 0 不输出

state　　输出电平状态：bit0~bit31 代表 Out0~Out31，位值为 1 时输出高电平，位值为 0 时输出低电平

返回值：错误代码

激活模式 3 的说明：1）暂停连续插补时，运动控制卡输出设定的 IO 状态，继续运行时恢复暂停前的 IO 状态

2）停止连续插补、或遇到其他异常停止时，运动控制卡输出设定的 IO 状态，但是再次启动连续插补时不会恢复之前的 IO 状态

short dmc_conti_get_pause_output(WORD CardNo, WORD crd, WORD* action, long* mask, long* state)

功　能：读取连续插补暂停及异常停止时 IO 输出状态设置

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

action　　返回激活状态设置

mask　　返回输出选择标志设置

state　　返回输出电平状态设置

返回值：错误代码

short dmc_conti_wait_input(WORD CardNo, WORD Crd, WORD bitno, WORD on_off, double TimeOut, long mark)

功　能：连续插补等待 IO 输入.当运动控制卡执行到此指令时，只有在接受到输入 IO 信号或超出超时时间后，才会执行后续运动

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

bitno　　输入口号，取值范围：0~31

on_off　　电平状态，0：低电平，1：高电平

TimeOut　　超时时间，单位：s
mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误代码

注　意：1）当超时时间设为 0 时，运动控制卡将一直等待 IO 输入信号，超时时间为无限长
2）超时时间为运动停止时的等待时间

short dmc_conti_delay_outbit_to_start(WORD CardNo, WORD Crd, WORD bitno, WORD on_off, double delay_value, WORD delay_mode, double ReverseTime)

功　能：连续插补中相对于轨迹段起点 IO 滞后输出（段内执行）

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
bitno　　输出口号，取值范围：0~31
on_off　　电平状态，0：低电平，1：高电平
delay_value　滞后值，单位：s（滞后时间模式）或 unit（滞后距离模式）
delay_mode　滞后模式，0：滞后时间，1：滞后距离
ReverseTime　电平输出后的延时翻转时间，单位：s

返回值：错误代码

注　意：1）设置的 IO 操作，将在该指令的下一条轨迹中起作用
2）当 ReverseTime 参数设置为 0 时，相应 IO 端口电平将不会翻转，保持设置值不变
3）当滞后模式选择为滞后距离时，位置源为指令位置计数器

short dmc_conti_delay_outbit_to_stop(WORD CardNo, WORD Crd, WORD bitno, WORD on_off, double delay_time, double ReverseTime)

功　能：连续插补中相对于轨迹段终点 IO 滞后输出

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
bitno　　输出口号，取值范围：0~31
on_off　　电平状态，0：低电平，1：高电平
delay_time　滞后时间，单位：s
ReverseTime　电平输出后的延时翻转时间，单位：s

返回值：错误代码

注　意：1）设置的 IO 操作，将在该指令的下一条轨迹结束后起作用
2）如果使用了 dmc_conti_clear_io_action 函数清除段内未执行完的 IO 动作时，那么该指令将不会被执行

short dmc_conti_ahead_outbit_to_stop(WORD CardNo, WORD Crd, WORD bitno, WORD on_off, double ahead_value, WORD ahead_mode, double ReverseTime)

功　能：连续插补中相对于轨迹段终点 IO 提前输出（段内执行）

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

bitno　　输出口号，取值范围：0~31

on_off　　电平状态，0：低电平，1：高电平

ahead_value　提前值，单位：s（提前时间模式）或 unit（提前距离模式）

ahead_mode　提前模式，0：提前时间，1：提前距离

ReverseTime　电平输出后的延时翻转时间，单位：s

返回值：错误代码

注　意：1）设置的 IO 操作，将在该指令的下一条轨迹中起作用

2）当 ReverseTime 参数设置为 0 时，相应 IO 端口电平将不会翻转，保持设置值不变

3）当滞后模式选择为滞后距离时，位置源为指令位置计数器

short dmc_conti_accurate_outbit_unit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD cmp_no, WORD on_off, WORD map_axis, double rel-dist, WORD pos_source, double ReverseTime)

功　能：连续插补中精确位置 CMP 输出控制

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

cmp_no　　CMP 输出端口号，取值范围：0~5

on_off　　电平状态，0：低电平，1：高电平

map_axis　　辅助编码器号，范围：0~1

rel-dist　　相对于轨迹段起点的距离在关联轴上的分量距离

pos_source　位置源固定为 1：辅助编码器计数

ReverseTime　电平输出后的延时翻转时间，单位：us，范围：1us~20s

返回值：错误代码

注　意：1）设置的 IO 操作，将在该指令的下一条轨迹中起作用

2）ReverseTime 参数不能设置为 0，当该参数设置为 0 时，相应 CMP 口将不会被操作

3）如果 ReverseTime 参数设置过大，那么当该段轨迹执行完毕时，CMP 端口电平仍会自动翻转，即使此时未达到设置的电平延时翻转时间

4）此功能为一维高速位置比较（队列模式）的扩展功能。当启用精确位置 CMP 输出

控制时，会占用高速比较器资源，所以一维高速位置比较功能与精确位置 CMP 输出控制功能不能在同一时间内使用，否则可能会出现错误动作。

5）执行精确位置 CMP 输出时，每个位置点的触发是按照添加的比较点顺序执行的，即如果有一个比较点没有被触发比较动作，那么后面的比较点是不会被触发的。如果期望在连续插补中使用该功能，可以在打开连续插补缓冲区时就调用函数 dmc_hcmp_clear_points 清除相应比较器的比较点

short dmc_conti_write_outbit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD bitno, WORD on_off, double ReverseTime)

功　能：连续插补中缓冲区立即 IO 输出

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

bitno　　输出口号，取值范围：0~31

on_off　　电平状态，0：低电平，1：高电平

ReverseTime　电平输出后的延时翻转时间，单位：s

返回值：错误代码

说　明：1）当计算机执行到此指令时，将该指令存入缓冲区，当缓冲区中的上一段运动指令执行完毕时，该指令将执行

2）当 ReverseTime 参数设置为 0 时，相应 IO 端口电平将不会翻转，保持设置值不变

short dmc_conti_clear_io_action(WORD CardNo, WORD Crd, DWORD IoMask)

功　能：清除段内未执行完的 IO 动作

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

IoMask　　清除标志：bit0~bit31 分别表示 Out0~Out31 输出口；位值：1：清除对应输出口段内未执行完的动作，比如翻转时间到达后 IO 翻转动作；0：不操作

返回值：错误代码

说　明：该函数对 dmc_conti_delay_outbit_to_start、dmc_conti_ahead_outbit_to_stop、dmc_conti_delay_outbit_to_stop 指令起作用

9.11　圆弧限速

short dmc_set_arc_limit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD Enable, double MaxCenAcc, double

MaxArcError)

功　能：设置指定坐标系的圆弧限速参数

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

Enable　　使能状态，0：禁止，1：使能

MaxCenAcc　　保留参数

MaxArcError　　保留参数

返回值：错误代码

short dmc_get_arc_limit(WORD CardNo, WORD Crd, WORD* Enable, double* MaxCenAcc, double* MaxArcError)

功　能：读取指定坐标系的圆弧限速参数

参　数：CardNo 卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

Enable　　使能状态，0：禁止，1：使能

MaxCenAcc　　保留参数

MaxArcError　　保留参数

返回值：错误代码

9.12　连续插补位置跟随

short dmc_conti_gear_unit(WORD CardNo,WORD Crd,WORD axis,double dist,WORD follow_mode,long imark)

功　能：设置轴位置跟随

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

axis　　指定轴号

dist　　跟随距离，单位：unit

follow_mode　0 表示相对位置跟随模式，1 表示轴跟随插补速度的模式

mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号

返回值：错误码

注　意：

1）进行跟随运动的轴不能是插补坐标系中的轴；发送该指令时轴如果在运动中，指令将不能正常执行。

2）跟随距离是相对当前位置的相对距离，即下一段插补段运动过程中，跟随轴需要运动的距离。

9.13 PWM 功能

short dmc_set_pwm_enable_extern(WORD CardNo, WORD pwm_no， WORD enable)
功　能：设置 PWM 使能状态
参　数：CardNo　　卡号
　　pwm_no　　PWM 通道号，0-5
　　enable　　PWM 使能状态，0：禁止，1：使能
返回值：错误代码

short dmc_get_pwm_enable_extern(WORD CardNo, WORD pwm_no， WORD enable)
功　能：读取 PWM 使能状态设置
参　数：CardNo　　卡号
　　pwm_no　　PWM 通道号，0-5
　　enable　　PWM 使能状态，0：禁止，1：使能
返回值：错误代码

short dmc_set_pwm_output(WORD CardNo, WORD pwm_no, double fDuty, double fFre)
功　能：设置 PWM 立即输出
参　数：CardNo　　卡号
　　pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5
　　fDuty　　占空比，取值范围：0~1
　　fFre　　频率，取值范围：0~500KHz
返回值：错误代码

short dmc_get_pwm_output(WORD CardNo ,WORD pwm_no, double* fDuty, double* fFre)
功　能：读取 PWM 立即输出设置
参　数：CardNo　　卡号
　　pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5
　　fDuty　　返回占空比设置值
　　fFre　　返回频率设置值
　返回值：错误代码

short dmc_set_pwm_onoff_duty(WORD CardNo, WORD PwmNo,double fOnDuty, double fOffDuty)

功　能：设置 PWM 开关状态对应的占空比

参　数：CardNo　　卡号

PwmNo　　PWM 通道，取值范围：0~5

fOnDuty　　PWM 打开状态的占空比，取值范围：0~1

fOffDuty　　PWM 关闭状态的占空比，取值范围：0~1

返回值：错误代码

short dmc_get_pwm_onoff_duty(WORD CardNo, WORD PwmNo, double* fOnDuty, double* fOffDuty)

功　能：读取 PWM 开关状态对应占空比的设置

参　数：CardNo　　卡号

PwmNo　　PWM 通道，取值范围：0~5

fOnDuty　　返回 PWM 打开状态的占空比设置值

fOffDuty　　返回 PWM 关闭状态的占空比设置值

返回值：错误代码

short dmc_conti_set_pwm_output(WORD CardNo, WORD Crd, WORD pwm_no, double fDuty, double fFre)

功　能：连续插补中 PWM 输出设置

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5

fDuty　　占空比，取值范围：0~1

fFre　　频率，取值范围：0~2MHz

返回值：错误代码

注　意：该函数不能与 dmc_conti_write_pwm 、dmc_conti_delay_pwm_to_start 、dmc_conti_ahead_pwm_to_stop 等函数同时使用

short dmc_conti_set_pwm_follow_speed(WORD CardNo, WORD Crd, WORD pwm_no, WORD mode, double MaxVel, double MaxValue, double OutValue)

功　能：连续插补中 PWM 速度跟随

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5
mode　　跟随模式：
　　0：不跟随，保持状态
　　1：不跟随，输出低电平
　　2：不跟随，输出高电平
　　3：跟随，占空比自动调整
　　4：跟随，频率自动调整
MaxVel　　最大运行速度，单位：unit/s
MaxValue　　最大输出值：
　　跟随模式为 3 时：占空比，取值范围：0~1
　　跟随模式为 4 时：频率，取值范围：0~2MHz
OutValue　　固定输出值：
　　跟随模式为 3 时：频率，取值范围：0~2MHz
　　跟随模式为 4 时：占空比，取值范围：0~1

返回值：错误代码

注　意：1）当设置跟随模式为 3，即占空比自动调整时，运行速度（0~MaxVel）与占空比（0~MaxValue）成线性关系，参数 OutValue 确定 PWM 输出频率。

2）当设置跟随模式为 4，即频率自动调整时，运行速度（0~MaxVel）与输出频率（0~MaxValue）成线性关系，参数 OutValue 确定 PWM 输出占空比。

3）模式 0、1、2 本为占空比可调，固定的频率通过函数 conti_set_pwm_follow_speed 中的 outvalue 设置，如果该值设置为 0，采用上次设置的频率值。

short dmc_conti_get_pwm_follow_speed(WORD CardNo, WORD Crd, WORD pwm_no, WORD* mode, double* MaxVel, double* MaxValue, double* OutValue)

功　能：读取 PWM 速度跟随参数设置

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5
mode　　返回跟随模式设置值
MaxVel　　返回最大运行速度设置值
MaxValue　　返回最大输出占空比或频率设置值
OutValue　　返回固定输出频率或占空比设置值

返回值：错误代码

short dmc_conti_delay_pwm_to_start(WORD CardNo, WORD Crd, WORD pwmno, WORD on_off, double delay_value, WORD delay_mode, double ReverseTime)

功　能：连续插补中相对于轨迹段起点 PWM 滞后输出

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5

on_off　　输出状态，0：关闭，1：打开

delay_value　滞后值，单位：s（滞后时间模式）或 unit（滞后距离模式）

delay_mode　　滞后模式，0：滞后时间，1：滞后距离

ReverseTime　保留参数，固定值为 0

返回值：错误代码

注　意：1）调用此指令前，必须先调用函数 dmc_set_pwm_onoff_duty 设置 PWM 关闭及打开状态的占空比。PWM 波形的频率为之前调用 PWM 时设置的频率

2）当函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的跟随模式为 0 时：

参数 on_off 设置为 0（关闭状态）时，输出 PWM 波形的占空比为函数 dmc_set_pwm_onoff_duty 设置的关闭状态占空比值；

参数 on_off 设置为 1（打开状态）时，输出 PWM 波形的占空比为函数 dmc_set_pwm_onoff_duty 设置的打开状态占空比值

3）当函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的跟随模式不为 0 时：

参数 on_off 设置为 0（关闭状态）时，输出 PWM 波形的占空比为函数 dmc_set_pwm_onoff_duty 设置的关闭状态占空比值；

参数 on_off 设置为 1（打开状态）时，输出 PWM 波形为函数 dmc_conti_set_pwm_follow_speed 设置的跟随模式样式

short dmc_conti_ahead_pwm_to_stop(WORD CardNo, WORD Crd, WORD pwmno, WORD on_off, double ahead_value, WORD ahead_mode, double ReverseTime)

功　能：连续插补中相对于轨迹段终点 PWM 提前输出

参　数：CardNo　　卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

pwm_no　　PWM 通道，取值范围：0~5

on_off　　输出状态，0：关闭，1：打开

ahead_value　提前值，单位：s（滞后时间模式）或 unit（滞后距离模式）

delay_mode　　提前模式，0：滞后时间，1：滞后距离

ReverseTime　保留参数，固定值为 0

返回值：错误代码

注　意：同函数“dmc_conti_delay_pwm_to_start”

short dmc_conti_write_pwm(WORD CardNo, WORD Crd, WORD pwmno, WORD on_off, double ReverseTime)

功　能：连续插补中缓冲区立即 PWM 输出

参　数：CardNo　卡号

Crd　坐标系号，取值范围：0~7

pwm_no　PWM 通道，取值范围：0~5

on_off　输出状态，0：关闭，1：打开

ReverseTime　保留参数，固定值为 0

返回值：错误代码

注　意：同函数“dmc_conti_delay_pwm_to_start”

9.14　连续插补 DA 跟随

short dmc_conti_set_da_follow_speed(WORD CardNo, WORD Crd, WORD da_no, double MaxVel, double MaxValue, double acc_offset, double dec_offset, double acc_dist, double dec_dist)

功　能：连续插补中 DA 速度跟随

参　数：CardNo　卡号

Crd　坐标系号，取值范围：0~7

da_no　DA 通道

MaxVel　DA 跟随最大速度，单位：unit/s

MaxValue　DA 跟随最大输出值，单位 V

acc_offset　加速段偏差，单位 V

dec_offset　减速段偏差，单位 V

acc_dist　保留参数

dec_dist　保留参数

返回值：错误代码

注　意：DA 跟随配置需在 open_list 前执行。

short dmc_conti_get_da_follow_speed(WORD CardNo, WORD Crd, WORD da_no, double *MaxVel, double *MaxValue, double *acc_offset, double *dec_offset, double *acc_dist, double

*dec_dist)
功　能：读取连续插补中 DA 跟随速度
参　数：CardNo　　卡号
　　Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
　　da_no　　DA 通道
　　MaxVel　　DA 跟随最大速度
　　MaxValue　　DA 跟随最大输出值
　　acc_offset　　加速段偏差
　　dec_offset　　减速段偏差
　　acc_dist　　保留参数
　　dec_dist　　保留参数
返回值：错误代码

short dmc_conti_set_da_enable(WORD CardNo, WORD Crd, WORD enable,WORD channel,long mark);
功　能：连续缓冲区内的 DA 跟随使能
参　数：CardNo　　卡号
　　Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
　　channel　　通道号
　　enable　　DA 跟随，0：禁止，1：使能
　　mark　　标号，任意指定，0 表示自动编号
返回值：错误代码

9.15　位置计数器控制

short dmc_set_position_unit(WORD CardNo, WORD axis, double pos)
功　能：设置指定轴的当前指令位置计数器值
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号
　　pos　　位置值，单位：unit
返回值：错误代码

short dmc_get_position_unit(WORD CardNo, WORD axis, double *pos)
功　能：读取指定轴的当前指令位置计数器值

参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号
　　pos　　返回当前位置值，单位：unit
返回值：错误代码

9.16　运动状态检测及控制

short dmc_get_axis_run_mode(WORD CardNo, WORD axis, WORD* run_mode)
功　能：读取指定轴的运动模式
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号
　　run_mode　　返回运动模式：

0,空闲模式
1,定长模式
2,定速模式
3,回零模式
4,手轮模式
5,PT 模式
6,PVT 模式
7,电子齿轮模式
8,电子凸轮模式
9,单段直线模式
10,连续插补模式
11,停止模式
12,限位模式
13,驱动器 PP 模式
14,龙门模式
17,退出龙门模式
18,门型运动
19,插补速度跟随模式
20,正弦振荡曲线模式
21,插补速度跟随模式
22,转矩控制模式
23,PDO 缓存运动模式

24,驱动器 PV 模式
25,插补暂停定长运动模式

返回值：错误代码

说　明：1）该函数适用于所有运动，使用该函数可读取当前的运动模式
2）当执行基于脉冲当量的插补及连续插补运动时，使用该函数读取运动模式为 10

short dmc_read_current_speed_unit(WORD CardNo, WORD axis, double *current_speed)

功　能：读取指定轴的当前单轴速度

参　数：CardNo　　卡号
axis　　指定轴号
current_speed　　返回速度值，单位：unit/s

返回值：错误代码

注　意：当执行基于脉冲当量的插补运动时，使用该函数读取的为各轴的单轴速度

short dmc_read_vector_speed_unit(WORD CardNo,WORD Crd,double *current_speed)

功　能：读取插补运动的合速度

参　数：CardNo　　卡号
Crd　　坐标系号，取值范围：0~7
current_speed　　返回插补合速度值，单位：unit/s

返回值：错误代码

short　dmc_check_done(WORD CardNo, WORD axis)

功　能：检测指定轴的运动状态

参　数：CardNo　　控制卡卡号
axis　　指定轴号

返回值：0：指定轴正在运行，1：指定轴已停止

注　意：此函数适用于单轴、PVT 运动

short dmc_check_done_multicoor(WORD CardNo, WORD Crd)

功　能：检测坐标系的运动状态

参　数：CardNo　　控制卡卡号
Crd　　指定控制卡上的坐标系号（取值范围：0~7）

返回值：坐标系状态，0：正在使用中，1：正常停止

注　意：此函数适用于插补运动

short dmc_conti_get_run_state(WORD CardNo, WORD crd)

功　能：读取指定坐标系的插补运动状态

参　数：CardNo　　卡号

　　Crd　　坐标系号，取值范围：0~7

返回值：运动状态，0：运动中，1：暂停中，2：正常停止，3：未启动，4：空闲

说明：1)该函数适用于所有插补

　　2)“运动中”指的是插补运动正在进行

　　3)“暂停中”指的运动未完成时暂停指令生效后的状态，调用 startlist 可重新启动

　　4)“正常停止”指的是缓冲区内运动都执行完成后运动停止

　　5)“未启动”指打开缓冲区后轴已被坐标系占用但还没开始运动的状态，此时被加坐标系中的轴不能再被调用

　　6)“空闲”指坐标系未打开的状态，调用 stoplist 后进入此状态

short dmc_get_stop_reason(WORD CardNo, WORD axis, long* StopReason)

功　能：读取指定轴的停止原因

参　数：CardNo　　卡号

　　axis　　指定轴号

　　StopReason　　停止原因：

　　0：正常停止

　　1：ALM 立即停止

　　2：ALM 减速停止

　　3：LTC 外部触发立即停止

　　4：EMG 立即停止

　　5：正硬限位立即停止

　　6：负硬限位立即停止

　　7：正硬限位减速停止

　　8：负硬限位减速停止

　　9：正软限位立即停止

　　10：负软限位立即停止

　　11：正软限位减速停止

　　12：负软限位减速停止

　　13：命令立即停止

　　14：命令减速停止

15：其它轴引起的立即停止
16：其它轴引起的减速停止
17：模拟量超限，触发急停
18：保留
19：DSTP 信号引起的减速停止
20：前瞻预处理和速度规划来不及，底层自动调用 stoplist
21：原点不在两个限位之间停止
22：回零方向和当前有效限位端相反（正限位有效时，回零方向为负方向；负限位有效时，回零方向为正方向）
23：正负限位同时有效
24：没有找到 EZ 信号
25：回零位置溢出停止
26：动加速度过大，异常停止
27：双原点停止
28：区域限位立即停止
29：区域限位减速停止
30：龙门超差保护减速停止
31：龙门超差保护立即停止
32：插补规划错误停止
33：单轴跟踪误差保护立即停止
34：单轴跟踪误差保护减速停止
35：插补缓冲区错误停止
36：龙门主从轴超差保护立即停止
37：龙门主从轴超差保护减速停止
38：轴输出脉冲频率超过 4M
39：IO 触发立即停止
40：IO 触发减速停止
49：看门狗超时
50：两轴碰撞检测立即停止
51：两轴碰撞检测减速停止
52：龙门从轴 alm 引起主轴立即停止
53：从轴开始启动时主轴绝对位置错误（不在主轴运动方向上）
54：同步时主轴绝对位置错误（不在主轴运动方向上）
55：从轴开始运动位置大于同步时主轴绝对位置错误

56：同步时从轴绝对位置（不在从轴运动方向上）
57：不支持主轴运动模式（仅支持跟随主轴做定长和定速运动模式）
58：从轴追赶目标速度小于同步时从轴的速度,建议调大追赶目标速度
59：从轴同步位置过小，不足以从轴从当前速度直接加速或减速至同步速度,建议调大从轴同步位置或调大加减速度
60：初始化时主轴运动方向错误(运动速度为零)
61：从轴开始运动时主轴未达到匀速状态,建议调大从轴启动时主轴的位置
62：GearInPos 实际加速度大于设置的最大加速度
63：GearInPos 实际减速度大于设置的最大减速度
64：从轴追赶实际可达速度大于追赶设置的最大目标速度,且以最大追赶速度运行无法实现规定时间内达到从轴的位移，建议调大追赶目标速度或减小从轴同步位置
65：从轴同步速度在只有加速或减速过程也不可达速度,建议调大从轴从轴同步位置或调小齿轮比或调大从轴开始运动的主轴位置
66：二分法求取合适的可达速度，迭代次数超过限制次数让无法找到合适的速度值
67：主轴 pmove 目标位置小于主轴同步位置
68：主轴 pmove 目标位置小于从轴开始运动时的主轴位置
69：从轴追赶过程加速周期或减速周期为 0，有可能主轴同步位置和从轴开始运动时的主轴位置相隔太近
70：主轴目标速度为零
71：从轴实际可达速度大于追赶速度时，重算以追赶速度为目标速度的匀速周期数小于等于零
72：GearInPos 主轴位移与规划结果不一致
73：GearInPos 主轴 vmove 减速阶段不支持
74：从轴起始反向运动方向模式错误(1~4)
75：从轴起始反向运动加速度为零
76：连续轨迹等待外部 io 输入信号有效超时，停止插补系运动
201：正负限位之间全程没找到原点信号
202：回零方向不匹配
203：正负限位同时有效
204：正负限位之间全程没有 EZ 信号

205：位置溢出
206：双原点错误
207：外部信号触发回零停止
208：驱动器回零被中断停止

返回值：错误代码

short dmc_clear_stop_reason(WORD CardNo, WORD axis)

功　能：清除指定轴的停止原因

参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号

返回值：错误代码

DWORD dmc_axis_io_status(WORD CardNo, WORD axis)

功　能：读取指定轴有关运动信号的状态

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号，

返回值：见表 9.2

表 9.2　轴的运动信号状态

位号	信号名称	描述
0	ALM	1：表示伺服报警信号 ALM 为 ON； 0：OFF
1	EL+	1：表示正硬限位信号 +EL 为 ON； 0：OFF
2	EL-	1：表示负硬限位信号–EL 为 ON； 0：OFF
3	EMG	1：表示急停信号 EMG 为 ON； 0：OFF
4	ORG	1：表示原点信号 ORG 为 ON； 0：OFF
6	SL+	1：表示正软限位信号+SL 为 ON； 0：OFF
7	SL-	1：表示负软件限位信号-SL 为 ON； 0：OFF
其他位	保留	

short　dmc_stop(WORD CardNo, WORD axis, WORD stop_mode)

功　能：指定轴停止运动

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号
　　stop_mode　　制动方式，0：减速停止，1：紧急停止

返回值：错误代码

注　意：此函数适用于单轴、PVT 运动

short dmc_stop_multicoor(WORD CardNo, WORD Crd, WORD stop_mode)

功　能：停止坐标系内所有轴的运动

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　Crd　　指定控制卡上的坐标系号（取值范围：0~7）

　　stop_mode　　制动方式，0：减速停止，1：立即停止

返回值：错误代码

注　意：此函数适用于插补运动

short　dmc_emg_stop(WORD CardNo)

功　能：紧急停止所有轴

参　数：CardNo　　控制卡卡号

返回值：错误代码

注　意：此函数适用于所有运动模式

short　dmc_get_target_position_unit(WORD CardNo, WORD axis, double *pos)

功　能：读取正在运动的目标位置（绝对坐标）

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　axis　　指定轴号

　　pos　　目标位置，单位：unit

返回值：错误码

注　意：此函数适用于 pmove 运动模式

9.17　输入输出 IO

short dmc_read_inbit(WORD CardNo, WORD bitno)

功　能：读取指定控制卡的某个输入端口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　bitno　　输入端口号，取值范围：　0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加

返回值：指定的输入端口电平：0：低电平，1：高电平

short dmc_read_inbit_ex(WORD CardNo, WORD bitno，WORD *status)

功　能：读取指定控制卡的某个输入端口的电平

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

bitno　　输入端口号 0-实际输入口数-1
status　　指定的输入端口电平：0：低电平，1：高电平
返回值：错误代码

short dmc_write_outbit(WORD CardNo, WORD bitno, WORD on_off)
功　能：设置指定控制卡的某个输出端口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号
bitno　　输出端口号，取值范围： 0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加
on_off　　输出电平，0：低电平，1：高电平
返回值：错误代码

short dmc_read_outbit(WORD CardNo, WORD bitno)
功　能：读取指定控制卡的某个输出端口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号
bitno　　输入端口号，取值范围： 0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加
返回值：指定输出端口的电平，0：低电平，1：高电平

short dmc_read_outbit_ex(WORD CardNo, WORD bitno, WORD *status)
功　能：读取指定控制卡的某个输出端口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
bitno　　输入端口号
status　　指定输出端口的电平，0：低电平，1：高电平
返回值：错误代码

DWORD dmc_read_inport(WORD CardNo, WORD portno)
功　能：读取指定控制卡的全部输入端口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号
portno　　IO 组号，DMC-E5064 固定取值为 0
返回值： bit0~bit31 的定义见表 9.3

表 9.3　DMC-E5064 卡 dmc_read_inport 函数返回值各位的定义表

第 0 组（portno 参数）		
函数返回值的 bit	输入口号	输入口名称
0	0	IN0
1	1	IN1

第 0 组（portno 参数）		
函数返回值的 bit	输入口号	输入口名称
2	2	IN2
3	3	IN3
4	4	IN4
5	5	IN5
6	6	IN6
7	7	IN7
8-31	8-31	扩展输入口

short dmc_read_inport_ex(WORD CardNo, WORD portno，DWORD *status)
功　能：读取指定控制卡的全部输入端口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　portno　　IO 组号
　　status　全部输入端口的电平
返回值：错误代码

DWORD dmc_read_outport(WORD CardNo, WORD portno)
功　能：读取指定控制卡的全部输出口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　portno　　IO 组号
返回值：　bit0~bit31 的定义见表 9.4

short dmc_read_outport_ex(WORD CardNo, WORD portno，DWORD *status)
功　能：读取指定控制卡的全部输出口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　portno　　IO 组号
　　status　　对应输出 port 口号的电平
返回值：错误代码

short dmc_write_outport(WORD CardNo, WORD portno, DWORD port_value)
功　能：设置指定控制卡的全部输出口的电平
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　portno　　IO 组号
　　port_value　　bit0~bit31 的定义见表 9.4
返回值：错误代码

表 9.4　DMC-E5064 卡 dmc_read_outport、dmc_write_outport 函数返回值各位的定义表

函数返回值的 bit	输出口号	输出口名称
0	0	OUT0
1	1	OUT1
2	2	OUT2
3	3	OUT3
4	4	OUT4
5	5	OUT5
6	6	OUT6
7	7	OUT7
8-31	8-31	扩展输出口

short dmc_reverse_outbit(WORD CardNo, WORD bitno, double reverse_time)

功　能：IO 输出延时翻转

参　数：CardNo　　控制卡卡号

bitno　　输出端口号，取值范围：0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加

reverse_time　　延时翻转时间，单位：s

返回值：错误代码

注　意：延时翻转时间参数设置为 0 时，此时延时翻转时间将为无限大

short dmc_set_io_count_mode(WORD CardNo, WORD bitno, WORD mode, double filter_time)

功　能：设置 IO 计数模式；

参　数：CardNo　　控制卡卡号

bitno　　输入端口号，取值范围：0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加

mode　　IO 计数模式，0：禁用，1：上升沿计数，2：下降沿计数

filter_time　　滤波时间，单位：s，保留参数

返回值：错误代码

short dmc_get_io_count_mode(WORD CardNo, WORD bitno, WORD *mode, double* filter_time)

功　能：读取 IO 计数模式设置；

参　数：CardNo　　控制卡卡号

bitno　　输入端口号，取值范围：0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加

mode　　返回 IO 计数模式

filter_time　　返回滤波时间，单位：s，保留参数

返回值：错误代码

short dmc_set_io_count_value(WORD CardNo, WORD bitno, DWORD CountValue)

功　能：设置 IO 计数值；

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　bitno　　输入端口号，取值范围：0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加

　　CountValue　　IO 计数值

返回值：错误代码

short dmc_get_io_count_value(WORD CardNo,WORD bitno,DWORD* CountValue)

功　能：读取 IO 计数值；

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　bitno　　输入端口号，取值范围：0~7，如果扩展 IO 模块，依次往后累加

　　CountValue　　返回 IO 计数值

返回值：错误代码

9.18　轴 IO 映射

short dmc_set_axis_io_map(WORD CardNo,WORD Axis,WORD IoType,WORD MapIoType,WORD MapIoIndex,double filter_time)

功　能：设置轴 IO 映射关系

参　数：CardNo　　控制卡卡号

　　Axis　　指定总线轴号

　　IoType　　指定总线轴的 IO 信号类型：

　　3：急停信号，AxisIoInMsg_EMG

　　4：减速停止信号，AxisIoInMsg_DSTP

　　MapIoType　　轴 IO 映射类型：

　　6：通用输入端口，AxisIoInPort_IO

　　MapIoIndex　　轴 IO 映射索引号：

　　1）当轴 IO 映射类型设置为 6 时，此参数可设置为 0~最大输入口数（包括 EtherCAT 扩展模块），表示该映射对应的具体通用输入端口号，设置为 65535 表示取消该映射关系

　　filter_time　　轴 IO 信号滤波时间，单位：s

返回值：错误代码

short dmc_get_axis_io_map(WORD CardNo,WORD Axis,WORD IoType,WORD* MapIoType,WORD* MapIoIndex,double* filter_time)

功　能：读取轴 IO 映射关系设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Axis　　指定总线轴号

IoType　　轴 IO 信号类型

MapIoType　　返回轴 IO 映射类型

MapIoIndex　　返回轴 IO 映射索引号

filter_time　　返回轴 IO 信号滤波时间，单位：s

返回值：错误代码

short dmc_set_io_map_virtual(WORD CardNo, WORD bitno, WORD MapIoType, WORD MapIoIndex, double filter_time)

功　能：设置虚拟 IO 映射关系

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

bitno　　虚拟 IO 口号，取值范围：0~15

MapIoType　　虚拟 IO 映射类型：

6：通用输入端口，AxisIoInPort_IO

MapIoIndex　　虚拟 IO 映射索引号：1:当虚拟 IO 映射类型设置为 6 时，此参数可设置为 0~15 整数，表示该映射对应的具体通用输入端口号，设置成 65535 表示取消该映射关系；

filter_time　　虚拟 IO 信号滤波时间，单位：s，0.001 – 2^31s

返回值：错误代码

short dmc_get_io_map_virtual(WORD CardNo, WORD bitno, WORD* MapIoType, WORD* MapIoIndex, double* filter_time)

功　能：读取虚拟 IO 映射关系设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

bitno　　虚拟 IO 口号，取值范围：0~15

MapIoType　　返回虚拟 IO 映射类型

MapIoIndex　　返回虚拟 IO 映射索引号

filter_time　　返回虚拟 IO 信号滤波时间，单位：s

返回值：错误代码

short dmc_set_emg_mode(WORD CardNo, WORD axis, WORD enable, WORD emg_logic)

功　能：设置 EMG 急停信号

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

axis　　轴号 0-实际轴数-1

enable　　允许/禁止信号功能，0：禁止，1：允许

emg_logic　　EMG 信号有效电平，0：低有效，1：高有效

返回值：错误代码

short dmc_get_emg_mode (WORD CardNo, WORD axis, WORD *enbale, WORD * logic)

功　能：读取 EMG 急停信号设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

axis　　轴号 0-实际轴数-1

enable　　返回 EMG 信号功能状态

logic　　返回设置的 EMG 信号有效电平

返回值：错误代码

short dmc_set_io_dstp_mode(WORD CardNo, WORD axis, WORD enable, WORD logic)

功　能：设置减速停止信号

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

axis　　指定轴号 0-实际轴数-1

enable　　允许/禁止硬件信号功能，0：禁止，1：允许

logic　　外部减速停止信号有效电平，0：低有效，1：高有效

返回值：错误代码

short dmc_get_io_dstp_mode(WORD CardNo, WORD axis, WORD *enable, WORD *logic)

功　能：读取减速停止信号设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

axis　　指定轴号 0-实际轴数-1

enable　　返回 DSTP 硬件信号功能状态

logic　　返回设置的外部减速停止信号有效电平

返回值：错误代码

9.19 手轮功能

short dmc_set_handwheel_inmode (WORD CardNo, WORD axis, WORD inmode, long multi, double vh)

功　能：设置单轴手轮运动控制输入方式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

inmode　　手轮输入方式，0：脉冲+方向信号；1：A、B 相位正交信号

multi　　手轮倍率，正数表示默认方向，负数表示与默认方向反向

vh　　保留参数，固定值为 0

返回值：错误代码

short dmc_get_handwheel_inmode (WORD CardNo, WORD axis, WORD* inmode, long * multi, double* vh)

功　能：读取单轴手轮运动控制输入方式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

inmode　　返回手轮输入方式

multi　　返回手轮倍率

vh　　保留参数

返回值：错误代码

short dmc_handwheel_move(WORD CardNo, WORD axis)

功　能：启动手轮运动

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

返回值：错误代码

注　意：当启动手轮运动后，只有发送 dmc_stop 或 dmc_emg_stop 命令后才会退出手轮模式

short dmc_set_handwheel_inmode_extern(WORD CardNo, WORD inmode, WORD AxisNum, WORD* AxisList, long* multi)

功能：设置多轴手轮运动控制输入方式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

inmode　　手轮输入方式：0：脉冲+方向信号；1：A、B 相位正交信号

AxisNum　　参与手轮运动的轴数
AxisList　　参与手轮运动的轴号数组
multi　　手轮倍率数组:正数表示默认方向，负数表示与默认方向反向
返回值：错误代码
注　意：通过该函数设置可以使一个手轮通道控制多个轴同时运动，运动倍率都以第一个轴的倍率。

short dmc_get_handwheel_inmode_extern(WORD CardNo, WORD *inmode, WORD *AxisNum, WORD* AxisList, long* multi)
功能：读取多轴手轮运动控制输入方式；
参　数：CardNo　　控制卡卡号
inmode　　返回手轮输入方式
AxisNum　　返回参与手轮运动的轴数
AxisList　　返回参与手轮运动的轴号数组
multi　　返回手轮倍率数组
返回值：错误代码

9.20　编码器函数

short dmc_set_encoder_unit(WORD CardNo, WORD axis, double pos)
功　能：设置指定轴的当前编码器计数值
参　数：CardNo　　卡号
axis　　指定轴号
pos　　编码器计数值，单位：unit
返回值：错误代码
注　意：总线设置指令位置 dmc_set_position_unit 为 0，则指令位置和编码器位置同时清 0，总线设置编码器位置 dmc_set_encoder_unit 为 0，则指令位置和编码器位置同时清 0：不允许单独设置指令位置为 0 或者单独设置编码器位置为 0。

short dmc_get_encoder_unit(WORD CardNo, WORD axis, double *pos)
功　能：读取指定轴的当前编码器计数值
参　数：CardNo　　卡号
axis　　指定轴号
pos　　返回当前编码器计数值，单位：unit

返回值：错误代码

short dmc_set_extra_encoder_mode(WORD CardNo, WORD channel, WORD inmode, WORD multi);
功　能：设置辅助编码器输入方式
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　channel　　辅助编码器通道，0，通道 0，1，通道 1
　　inmode　　辅助编码器输入方式，0：脉冲+方向信号；1：A、B 相位正交信号
　　multi　　辅助编码器计数模式，1：4 倍频计数，其他参数保留
返回值：错误代码

short dmc_get_extra_encoder_mode(WORD CardNo, WORD channel, WORD* inmode, WORD* multi);
功　能：读取辅助编码器输入方式
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　channel　　辅助编码器通道
　　inmode　　返回辅助编码器输入方式
　　multi　　返回辅助编码器计数模式
返回值：错误代码

short dmc_set_extra_encoder(WORD CardNo, WORD channel, int pos);
功　能：设置辅助编码器计数值
参　数：CardNo　　卡号
　　channel　　辅助编码器通道
　　pos　　辅助编码器计数值，单位：pulse
返回值：错误代码

short dmc_get_extra_encoder(WORD CardNo, WORD channel, int* pos);
功　能：读取辅助编码器计数值
参　数：CardNo　　卡号
　　channel　　辅助编码器通道
　　pos　　辅助编码器计数值，单位：pulse
返回值：错误代码

short dmc_set_extra_counter_reverse(WORD CardNo,WORD channel,WORD reverse);

功　能：设置辅助编码器 AB 相计数反相
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　辅助编码器通道，通道 0/1
　　reverse　　0-A 超前 B 计数，1-B 超前 A 计数
返回值：错误代码

short dmc_get_extra_counter_reverse(WORD CardNo,WORD channel,WORD *reverse);
功　能：读取辅助编码器 AB 相计数反相
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　辅助编码器通道，通道 0/1
　　reverse　　0-A 超前 B 计数，1-B 超前 A 计数
返回值：错误代码

short dmc_set_ez_mode(WORD CardNo, WORD axis, WORD ez_logic, WORD ez_mode, double filter)
功　能：设置指定辅助编码器通道的 EZ 信号
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　axis　　辅助编码器通道，0/1
　　ez_logic　　EZ 信号有效电平，0：低有效，1：高有效
　　ez_mode　　默认为 0，设置为 1 表示 EZ 清零，电平有效
　　filter　　保留参数，固定值为 0
返回值：错误代码

short dmc_get_ez_mode(WORD CardNo, WORD axis, WORD *ez_logic, WORD *ez_mode, double *filter)
功　能：读取指定轴的 EZ 信号设置
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　axis　　辅助编码器通道，0/1
　　ez_logic　　返回设置的 EZ 信号有效电平
　　ez_mode　　EZ 模式
　　filter　　保留参数
返回值：错误代码

9.21 低速位置比较

short dmc_compare_set_config(WORD CardNo, WORD axis, WORD enable, WORD cmp_source)
功　能：设置一维位置比较器
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号
　　enable　　比较功能状态，0：禁止，1：使能
　　cmp_source　比较源，0：指令位置计数器，1：编码器计数器
返回值：错误代码

short dmc_compare_get_config(WORD CardNo, WORD axis, WORD* enable, WORD* cmp_source)
功　能：读取一维位置比较器设置
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号
　　enable　　返回比较功能状态
　　cmp_source　返回比较源
返回值：错误代码

short dmc_compare_clear_points(WORD CardNo, WORD axis)
功　能：清除已添加的所有一维位置比较点
参　数：CardNo　控制卡卡号
　　axis　指定轴号
返回值：错误代码

short dmc_compare_add_point_cycle_unit(WORD CardNo,WORD axis,double pos,WORD dir, DWORD bitno,DWORD cycle,WORD level)
功　能：添加一维位置比较点
参　数：CardNo　控制卡卡号
　　axis　指定轴号
　　pos　比较位置 unit
　　dir　比较模式，0：小于等于，1：大于等于
　　bitno　比较输出口
　　cycle　周期个数
　　level　比较输出点电平（level 只有当 cycle 为 0 的时候起作用，cycle 为 0 的时候

触发时输出 level 电平）

返回值：错误代码

short dmc_compare_get_current_point_unit(WORD CardNo, WORD axis, double* pos)

功　能：读取当前一维比较点位置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

pos　　返回当前比较点位置 unit

返回值：错误代码

注 意：当前位置被比较之后会被清除

short dmc_compare_get_points_runned(WORD CardNo, WORD axis, long* PointNum)

功　能：查询已经比较过的一维比较点个数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

PointNum　　返回已经比较过的点数

返回值：错误代码

short dmc_compare_get_points_remained(WORD CardNo, WORD axis, long* PointNum)

功　能：查询可以加入的一维比较点个数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

PointNum　　返回可以加入的比较点数

返回值：错误代码

short dmc_compare_set_config_extern (WORD CardNo, WORD enable, WORD cmp_source)

功　能：设置二维位置比较器

参　数：CardNo　　控制卡卡号

enable　　二维位置比较功能状态，0：禁止，1：使能

cmp_source　　二维位置比较源，0：指令位置计数器，1：编码器计数器

返回值：错误代码

short dmc_compare_get_config_extern(WORD CardNo, WORD* enable, WORD* cmp_source)

功　能：读取二维位置比较器设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

enable 返回比较功能状态
cmp_source 返回比较源
返回值：错误代码

short dmc_compare_clear_points_extern(WORD CardNo)
功 能：清除已添加的所有二维位置比较点
参 数：CardNo 控制卡卡号
返回值：错误代码

short dmc_compare_add_point_extern_cycle_2d(WORD CardNo, WORD* axis, double* pos, WORD* dir, WORD bitno, DWORD cycle,WORD level)
功 能：添加二维位置比较点
参 数：CardNo 控制卡卡号
axis 指定卡上的即将进行位置比较的轴列表(两个轴)
pos 二维位置比较位置列表，单位：unit
dir 比较模式列表，0：小于等于，1：大于等于
bitno 比较输出口
cycle 总线周期的倍数，设置为 0，代表输出口保持
level 比较点输出口电平,0 低电平,1 高电平。输出维持时间为总线周期*cycle
返回值：错误代码

short dmc_compare_get_current_point_extern_unit(WORD CardNo, double *pos)
功 能：读取当前二维位置比较点位置
参 数：CardNo 控制卡卡号
pos 返回当前二维位置比较点位置，单位：unit
返回值：错误代码

short dmc_compare_get_points_runned_extern(WORD CardNo, long *PointNum)
功 能：查询已经比较过的二维比较点个数
参 数：CardNo 控制卡卡号
PointNum 返回已经比较过的二维位置比较点数
返回值：错误代码
short dmc_compare_get_points_remained_extern(WORD CardNo, long *PointNum)
功 能：查询可以加入的二维比较点个数

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　PointNum　　返回可以加入的二维位置比较点数
返回值：错误代码

9.22　高速位置比较

short dmc_hcmp_set_mode(WORD CardNo, WORD hcmp, WORD cmp_mode)
功　能：设置一维高速比较模式
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）
　　cmp_mode　比较模式：
　　0：禁止（默认值）
　　1：等于
　　2：小于
　　3：大于
　　4：队列，提供 127 个点比较空间，采用先添加先比较，比较完可追加比较点，也可一次性添加多个比较点
　　5：线性，提供起始比较点，位置增量，比较次数
返回值：错误代码
注　意：1）当选择模式 1 时，只有当前位置等于比较位置时，CMP 端口才输出有效电平
　　2）当选择模式 2 时，只要当前位置小于比较位置时，CMP 端口就一直保持有效电平
　　3）当选择模式 3 时，只要当前位置大于比较位置时，CMP 端口就一直保持有效电平
　　4）当选择模式 4 或 5 时，CMP 端口输出有效电平的时间通过 dmc_hcmp_set_config 函数的 time 参数（脉冲宽度）设置

short dmc_hcmp_get_mode(WORD CardNo, WORD hcmp, WORD* cmp_mode)
功　能：读取一维高速比较模式设置
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）
　　cmp_mode　返回比较模式设置
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_set_config(WORD CardNo, WORD hcmp, WORD axis, WORD cmp_source, WORD cmp_logic, long time)
功　能：配置一维高速比较器

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）
　　axis　　辅助编码器通道号
　　cmp_source　比较位置源，固定值 1：辅助编码器计数器
　　cmp_logic　有效电平：0：低电平，1：高电平
　　time　　脉冲宽度，单位：us，取值范围：1us~20s
返回值：错误代码
注　意：1）该函数的 time 参数（脉冲宽度）只对队列和线性比较模式起作用

short dmc_hcmp_get_config(WORD CardNo, WORD hcmp, WORD* axis, WORD* cmp_source, WORD* cmp_logic, long* time)
功　能：读取一维高速比较器配置
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）
　　axis　　返回辅助编码器通道号
　　cmp_source　返回比较位置源设置
　　cmp_logic　返回有效电平设置
　　time　　返回脉冲宽度设置
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_clear_points(WORD CardNo, WORD hcmp)
功　能：清除已添加的所有一维高速位置比较点
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_add_point_unit(WORD CardNo, WORD hcmp, double cmp_pos)
功　能：添加/更新一维高速比较位置
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）
　　cmp_pos　　队列模式下：添加比较位置，单位：unit
　　线性模式下：更新起始比较位置，单位：unit
　　其他模式下：更新比较位置，单位：unit
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_set_liner_unit(WORD CardNo, WORD hcmp, double Increment, long Count)

功　能：设置一维高速比较线性模式参数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）

Increment　位置增量值，单位：unit（正值表示位置递增，负值表示位置递减）

Count　　比较次数，取值范围：1~65535

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_get_liner_unit(WORD CardNo, WORD hcmp, double* Increment, long* Count)

功　能：读取一维高速比较线性模式参数设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）

Increment　返回位置增量值设置

Count　　返回比较次数设置

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_get_current_state_unit(WORD CardNo, WORD hcmp, long *remained_points, double *current_point, long *runned_points)

功　能：读取一维高速比较参数

参　数：CardNo　　控制卡卡号

hcmp　　比较器号，取值范围：0~5（对应硬件 OUT2~OUT7 端口）

remained_points　返回可添加比较点数

current_point　返回当前比较点位置，单位：unit

runned_points　返回已比较点数

返回值：错误代码

队列缓存模式添加比较点

short dmc_hcmp_fifo_set_mode(WORD ConnectNo,WORD hcmp, WORD fifo_mode);

功　能：启用缓存方式添加比较位置

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

hcmp　　高速比较器，取值范围：0~5（对应硬件 out2~out7 端口）

fifo_mode　是否启用缓存方式，0：不启用，1：启用

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_fifo_get_mode(WORD ConnectNo,WORD hcmp, WORD* fifo_mode);
功　能：缓存方式添加比较位置模式回读
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　hcmp　　高速比较器，取值范围：0~5（对应硬件 out2~out7 端口）
　　fifo_mode　　回读是否启用缓存方式，0：不启用，1：启用
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_fifo_get_state(WORD ConnectNo,WORD hcmp,long *remained_points);
功　能：读取剩余缓存状态，上位机通过此函数判断是否继续添加比较位置
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　hcmp　　高速比较器，取值范围：0~5（对应硬件 out2~out7 端口）
　　remained_points　　剩余缓存
返回值：错误代码
备注：实际控制卡最大 25000+127 个缓存点，如果添加 25000 个点，读剩余缓存为 127；

short dmc_hcmp_fifo_add_table(WORD ConnectNo,WORD hcmp, WORD num,double *cmp_pos);
功　能：按数组的方式批量添加比较位置
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　hcmp　　高速比较器，取值范围：0~5（对应硬件 CMP0~CMP5 端口）
　　num　　数据点数，单次可添加 25000 点
　　cmp_pos　　比较位置数组
返回值：错误代码
备注：添加大数据，会堵塞一段时间，直到数据添加完成；
short dmc_hcmp_fifo_clear_points(WORD ConnectNo,WORD hcmp);
功　能：清除比较位置,也会把 FPGA 的位置同步清除掉
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　hcmp　　高速比较器，取值范围：0~5（对应硬件 out2~out7 端口）
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_set_enable(WORD CardNo,WORD hcmp, WORD cmp_enable)
功　能：设置二维高速比较使能
参　数：CardNo　　卡号
　　hcmp　　保留，参数值为 0

cmp_enable　二维高速比较器使能，0：禁止，1：使能

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_get_enable(WORD CardNo,WORD hcmp, WORD *cmp_enable)

功　能：读取二维高速比较使能

参　数：CardNo　控制卡卡号

hcmp　保留，参数值为 0

cmp_enable　返回二维高速比较器使能状态

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_set_config_unit(WORD CardNo,WORD hcmp,WORD cmp_mode,WORD x_axis, WORD x_cmp_source, double x_cmp_error, WORD y_axis, WORD y_cmp_source, double y_cmp_error,WORD cmp_logic,int time);

功　能：配置二维高速比较器

参　数：CardNo　控制卡卡号

hcmp　保留，参数值为 0

cmp_mode　比较模式：

0：进入误差带后触发

1：进入误差带单轴等于后再触发

x_axis　x 轴关联的辅助编码器通道号（0，1）

x_cmp_source　x 轴比较位置源：固定为 1：辅助编码器计数值

x_cmp_error　x 轴误差带设置，单位：unit

y_axis　y 轴关联的辅助编码器通道号（0，1）

y_cmp_source　y 轴比较位置源：固定为 1：辅助编码器计数值

y_cmp_error　y 轴误差带设置，单位：unit

cmp_logic　有效电平：0：低电平，1：高电平

time　脉冲宽度，单位：us，取值范围：1us-20s

返回值：错误代码

注　意：1）如果 2 次高速比较输入相距很近，则自动重合为一个位置单位。

short dmc_hcmp_2d_get_config_unit(WORD CardNo,WORD hcmp,WORD * cmp_mode,WORD * x_axis, WORD * x_cmp_source, double * x_cmp_error, WORD * y_axis, WORD * y_cmp_source, double * y_cmp_error,WORD * cmp_logic,int * time);

功　能: 读取二维高速比较器

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　保留，参数值为 0
　　cmp_mode　　比较模式：
　　0：进入误差带后触发
　　1：进入误差带单轴等于后再触发
　　x_axis　　返回 x 轴关联轴号
　　x_cmp_source　返回 x 轴比较位置源：0：指令位置，1：反馈位置
　　x_cmp_error　x 轴误差带设置，单位：unit
　　y_axis　　返回 y 轴关联轴号
　　y_cmp_source　返回 y 轴比较位置源：0：指令位置，1：反馈位置
　　y_cmp_error　x 轴误差带设置，单位：unit
　　cmp_logic　　返回有效电平：0：低电平，1：高电平
　　time　　返回脉冲宽度，单位：us，取值范围：1us~20s
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_set_pwmoutput(WORD CardNo,WORD hcmp,WORD pwm_enable,double duty,double freq,WORD pwm_number);
功　能：配置二维高速比较器 pwm 参数
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　保留，参数值为 0
　　pwm_enable　　pwm 模式使能，0 不启用，1 使能
　　duty　　占空比
　　freq　　频率
　　pwm_number　　输出的 pwm 脉冲数
返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_get_pwmoutput(WORD CardNo,WORD hcmp,WORD * pwm_enable,double * duty,double * freq,WORD * pwm_number);
功　能：读取配置的二维高速比较器 pwm 参数
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　hcmp　　保留，参数值为 0
　　pwm_enable　　读取 pwm 模式使能状态
　　duty　　读取占空比
　　freq　　读取频率

pwm_number　读取输出的 pwm 脉冲数

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_clear_points(WORD CardNo,WORD 2dhcmp)

功　能：清除所有缓冲区二维高速位置缓冲比较值，并退出当前比较状态

参　数：CardNo　控制卡卡号

2dhcmp　保留，参数值为 0

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_add_point_unit(WORD ConnectNo,WORD hcmp, double x_cmp_pos, double y_cmp_pos,WORD cmp_outbit)

功　能：添加/更新二维高速比较位置

参　数：CardNo　控制卡卡号

2dhcmp　保留，参数值为 0

x_cmp_pos　队列模式下：添加 x 比较位置，单位：unit

y_cmp_pos　队列模式下：添加 x 比较位置，单位：unit

cmp_outbit　输出口号，范围（2~7）

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_get_current_state_unit(WORD CardNo,WORD 2dhcmp, int *remained_points, double* x_current_point, double* y_current_point, int *runned_points, WORD *current_state, WORD *current_outbit)

功　能：读取高速比较参数

参　数：CardNo　控制卡卡号

hcmp　保留，参数值为 0

remained_points　返回可添加比较点数

x_current_point　返回当前 x 比较点位置

y_current_point　返回当前 y 比较点位置

runned_points　返回已比较点数

current_state　比较器状态 1 正在输出 0 输出完成

current_outbit　返回当前输出口

返回值：错误代码

short dmc_hcmp_2d_force_output(WORD CardNo,WORD 2dhcmp,WORD cmp_outbit);

功　能：该函数用于强制二维比较输出，输出按照配置好的脉冲模式或者 pwm 模式
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　2dhcmp　　保留，参数值为 0
　　cmp_outbit　　输出口号，范围（2~7）
返回值：错误代码

9.23　软件位置锁存

short dmc_softltc_set_mode(WORD CardNo,WORD latch,WORD ltc_enable,WORD ltc_mode,WORD ltc_inbit,WORD ltc_logic,double filter)
功　能：配置锁存器
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　ltc_enable　　使能锁存器
　　ltc_mode　　锁存模式，0-单次锁存，1-连续锁存
　　ltc_inbit　　锁存触发输入信号
　　ltc_logic　　锁存触发边沿，0-下降沿，1-上升沿，2-双边沿
　　filter　　滤波时间，单位：us
返回值：错误代码

short dmc_softltc_get_mode(WORD CardNo,WORD latch,WORD *ltc_enable,WORD * ltc_mode, WORD * ltc_inbit, WORD *ltc_logic,double *filter)
功　能：读取锁存器
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　ltc_enable　　使能锁存器
　　ltc_mode　　锁存模式，0-单次锁存，1-连续锁存
　　ltc_inbit　　锁存触发信号
　　ltc_logic　　锁存触发边沿，0-下降沿，1-上升沿，2-双边沿
　　filter　　滤波时间，单位：us
返回值：错误代码

short dmc_softltc_set_source(WORD CardNo,WORD latch,WORD axis,WORD ltc_source)
功　能：配置锁存源

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存对应轴号
　　ltc_source　　配置锁存源，0-指令位置，1-编码器反馈位置
返回值：错误代码

short dmc_softltc_get_source(WORD CardNo,WORD latch,WORD axis,WORD *ltc_source)
功　能：读取锁存源配置
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存对应轴号
　　ltc_source　　配置锁存源，0-指令位置，1-编码器反馈位置
返回值：错误代码

short dmc_softltc_reset(WORD CardNo,WORD latch)
功　能：复位锁存器
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
返回值：错误代码

short dmc_softltc_get_number(WORD CardNo,WORD latch,WORD axis,int *number)
功　能：读取锁存个数
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存对应轴号
　　number　　锁存个数
返回值：错误代码

short dmc_softltc_get_value_unit(WORD CardNo,WORD latch,WORD axis,double *value)
功　能：读取锁存值
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存对应轴号
　　value　　读取锁存值

返回值：错误代码

9.24 高速位置锁存

short dmc_ltc_set_mode(WORD CardNo, WORD latch, WORD ltc_mode, WORD ltc_logic, double filter)

功　能：配置锁存器

参　数：CardNo　　控制卡卡号

latch　　锁存器号，范围 0~3

ltc_mode　锁存模式，0：单次锁存，1：连续锁存，3：触发延时停止

ltc_logic　锁存信号的触发方式，0：下降沿锁存，1：上升沿锁存，2：双边沿锁存

filter　　滤波时间，单位：us

返回值：错误代码

short dmc_ltc_get_mode(WORD CardNo, WORD latch, WORD *ltc_mode, WORD *ltc_logic, double *filter)

功　能：读取锁存器配置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

latch　　锁存器号，范围 0~3

ltc_mode　读取锁存模式，0：单次锁存，1：连续锁存 ，3：触发延时停止

ltc_logic　读取锁存信号的触发方式，0：下降沿锁存，1：上升沿锁存，2：双边沿锁存

filter　　读取滤波时间，单位：us

返回值：错误代码

short dmc_ltc_set_source(WORD CardNo, WORD latch, WORD axis, WORD latch_source)

功　能：配置锁存源

参　数：CardNo　　控制卡卡号

latch　　锁存器号，范围 0~3

axis　　锁存器辅助编码器通道号

latch_source　锁存源，　固定 1：辅助编码器计数

返回值：错误代码

short dmc_ltc_get_source(WORD CardNo, WORD latch, WORD axis, WORD *latch_source)

功　能：读取锁存源配置

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存器辅助编码器通道号
　　latch_source　　读取锁存源，　1：辅助编码器计数
返回值：错误代码

long dmc_ltc_get_value_unit(WORD CardNo, WORD latch,WORD axis,double *value)
功　能：读取锁存值
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存器辅助编码器通道号
　　value　　锁存值
返回值：锁存值
注　意：1）该函数只可以读辅助编码器锁存值；
　　2）当选择锁存方式为连续锁存时，该函数第一次执行的时候，读取的是锁存器的第一个锁存值，第二次执行的时候，读取的是锁存器的第二个锁存值，以此类推；
　　3）单次锁存时，调用 dmc_ltc_get_value_unit 不会自动清除已锁存个数，须调用 dmc_ltc_reset；

short dmc_ltc_get_number(WORD CardNo, WORD latch,WORD axis,int *number)
功　能：读取锁存器锁存个数
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
　　axis　　锁存器辅助编码器通道号
　　number　　读取锁存器个数
返回值：已锁存个数，0 表示无锁存值
注　意：连续锁存时，函数 dmc_ltc_get_value_unit 每执行一次，该函数的返回值减 1

short dmc_ltc_reset(WORD CardNo, WORD latch)
功　能：复位锁存器
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　latch　　锁存器号，范围 0~3
返回值：错误代码
注　意：当使用锁存功能前，必须先调用此函数复位锁存器的标志位

short dmc_set_latch_stop_time(WORD CardNo, WORD axis, long time)
功　能：设置 LTC 端口触发延时急停时间
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　axis　　指定轴号 0-实际轴数-1
　　time　　触发延时停止时间，单位：总线周期个数，取值范围：1-2^31
返回值：错误代码

short dmc_get_latch_stop_time(WORD CardNo, WORD axis, long* time)
功　能：读取 LTC 端口触发延时急停时间
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　axis　　指定轴号 0-实际轴数-1
　　time　　返回触发延时停止时间设置，单位：周期个数
返回值：错误代码

short dmc_set_latch_stop_axis(WORD CardNo, WORD latch, WORD num,　WORD axislist)
功　能：设置 LTC 端口触发延时停止轴配置
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　latch　　锁存器号，0-3；
　　num　　触发延时停止轴数，取值范围：1-实际轴数
　　axislist　　触发延时停止轴列表
返回值：错误代码

short dmc_get_latch_stop_axis(WORD CardNo, WORD latch, WORD* num,　WORD axislist)
功　能：读取 LTC 端口触发延时急停轴配置
参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7
　　latch　　锁存器号，0-3；
　　num　　触发延时停止轴数，取值范围：1-实际轴数
　　axislist　　触发延时停止轴列表
返回值：错误代码

9.25　螺距补偿

short dmc_enable_leadscrew_comp(WORD CardNo, WORD axis,WORD enable);

功　能：设置螺距补偿的使能与禁止
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号
　　enable　　螺距补偿使能状态，0：禁止，1：使能
返回值：错误码

short dmc_set_leadscrew_comp_config_unit(WORD CardNo,WORD axis,WORD n,double startpos,double lenpos,double *pCompPos,double *pCompNeg);
功　能：配置螺距补偿参数
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号
　　N　　点数
　　Startpos　　补偿起始位置，单位 unit
　　Lenpos　　补偿段的总长度，单位 unit
　　pCompPos　　对应为正方向运动时，各点位置需要补偿的位置值，单位 unit
　　pCompNeg　　对应为负方向运动时，各点位置需要补偿的脉冲数，单位 unit
返回值：错误码
注　意：1）螺距补偿只在插补运动时有效。最大补偿点数 256。
　　2）螺距补偿的长度不可设置为负值，补偿位置范围为从补偿起始位置的绝对位置往后的补偿长度。
　　3）补偿范围内的 N 段，正向经过补偿段时按 pCompPos 设置的参数进行补偿，负向经过补偿段时按 pCompNeg 设置的参数进行补偿。

short dmc_get_leadscrew_comp_config_unit(WORD CardNo,WORD axis,WORD* n,double* startpos,double* lenpos,double *pCompPos,double *pCompNeg);
功　能：读取螺距补偿参数
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　指定轴号
　　N　　返回点数
　　Startpos　　返回补偿起始位置，单位 unit
　　Lenpos　　返回补偿段的总长度，单位 unit
　　pCompPos　　返回正方向运动时，各点位置需要补偿的脉冲数，单位 unit
　　pCompNeg　　返回负方向运动时，各点位置需要补偿的脉冲数，单位 unit
返回值：错误码

short dmc_get_position_ex_unit(WORD CardNo, WORD axis, double *pos)

功　能：读取指定轴的螺距补偿后的指令位置

参　数：CardNo　　卡号

axis　　指定轴号

pos　　返回当前位置值，单位：unit

返回值：错误码

9.26　龙门功能

short dmc_set_gear_follow_profile(WORD CardNo,WORD axis,WORD, enable,WORD master_axis,double ratio);

功　能：设置龙门跟随模式参数

参　数：CardNo　　卡号

Axis　　跟随轴轴号

enable　　使能状态，0：禁止，1：使能

master_axis　主轴轴号

ratio　　保留参数，设为 1

返回值：错误代码

注　意：1）龙门功能允许一对一关系，即一个主轴对应一个从轴，允许多对一，即多个从轴一个主轴，不允许一个从轴多个主轴；

2）龙门模式的跟随轴没有硬限位和软限位，主轴遇到限位停止时，跟随轴同样停止；

3）如果某个轴被设置为龙门模式的跟随轴后，check done 返回一直是运动状态，直至解除该从轴与主轴龙门关系；

4）龙门函数调用有先后顺序区分，先调用 dmc_set_gear_follow_profile 建立龙门关系，再 dmc_set_grant_error_protect 设置龙门保护误差，不可对调设置顺序，否则会报错。

short dmc_get_gear_follow_profile(WORD CardNo,WORD, axis,WORD* enable,WORD* master_axis,double* ratio);

功　能：读取龙门跟随模式参数

参　数：CardNo 卡号

Axis　　跟随轴轴号

enable　　使能状态，0：禁止，1：使能

master_axis 跟随主轴轴号
ratio 保留
返回值：错误代码

short dmc_set_grant_error_protect_unit(WORD CardNo, WORD axis,WORD enable,double dstp_error, double emg_error)
功 能：设置龙门模式主从轴编码器跟随误差停止阀值
参 数：CardNo 卡号
axis 主轴轴号
enable 使能状态，0：禁止，1：使能
dstp_error 减速停止的误差阀值，单位：unit
emg_error 立即停止的误差阀值，单位：unit
返回值：错误码

short dmc_get_grant_error_protect_unit(WORD CardNo, WORD axis,WORD* enable,double* dstp_error, double* emg_error)
功 能：读取龙门模式编码器位置跟随误差停止模式设置
参 数: CardNo 卡号
axis 主轴轴号
Enable 返回停止使能标志
dstp_error 返回减速停止误差阀值，单位：unit
emg_error 返回立即停止误差阀值，单位：unit
返回值：错误码

9.27 减速停止时间设置

short dmc_set_dec_stop_time(WORD CardNo, WORD axis, double stop_time)
功 能：设置减速停止时间
参 数：CardNo 控制卡卡号
axis 指定轴号
stop_time 减速时间，单位：s
返回值：错误代码
注 意：当发生异常停止时，如：限位信号（软硬件）被触发、减速停止信号(DSTP)被触发等进行减速停止时，减速停止时间都为 dmc_set_dec_stop_time 函数里设置的减速时间

short dmc_get_dec_stop_time(WORD CardNo, WORD axis, double *stop_time)

功　能：读取减速停止时间设置；

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

stop_time　　返回设置的减速时间，单位：s

返回值：错误代码

short dmc_set_vector_dec_stop_time (WORD CardNo, WORD Crd, double stop_time)

功　能：设置插补系减速停止时间

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~5

stop_time　　减速时间，单位：s

返回值：错误代码

注　意： 调用 dmc_stop_multicoor 进行插补系减速停止或软限位触发减速停止时，减速停止时间都为 dmc_set_dec_stop_time 函数里设置的减速时间

short ddmc_get_vector_dec_stop_time (WORD CardNo, WORD Crd, double *stop_time)

功　能：读取插补系减速停止时间设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

Crd　　坐标系号，取值范围：0~5

stop_time　　返回设置的减速时间，单位：s

返回值：错误代码

9.28　检测轴到位状态

short dmc_set_factor_error(WORD CardNo, WORD axis, double factor, long error)

功　能：设置位置误差带

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

factor　　编码器系数

error　　位置误差带，单位：pulse

返回值：错误代码

编码器系数的说明：当使用 dmc_check_success_encoder 函数检测编码器是否到位时，其用于

判断的编码器位置为：**编码器计数值**乘以**编码器系数**的值。

short dmc_get_factor_error(WORD CardNo,WORD axis,double* factor,long* error)

功　能：读取位置误差带设置

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

factor　　返回编码器系数设置

error　　返回位置误差带设置

返回值：错误代码

short dmc_check_success_pulse(WORD CardNo, WORD axis)

功　能：检测指令到位

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

返回值：0：表示指令位置在设定的目标位置的误差带之外

1：表示指令位置在设定的目标位置的误差带之内

注　意：1）该函数只适用于单轴运动

2）检测函数请在 dmc_check_done 检测到轴停止后调用，函数调用后会等待轴到位后返回，如果调用函数 100ms 内未到位，函数超时返回认为不到位

short dmc_check_success_encoder(WORD CardNo, WORD axis)

功　能：检测编码器到位

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

返回值：0：表示编码器位置在设定的目标位置的误差带之外

1：表示编码器位置在设定的目标位置的误差带之内

注　意：1）该函数只适用于单轴运动

2）检测函数请在 dmc_check_done 检测到轴停止后调用，函数调用后会等待轴到位后返回，如果调用函数 100ms 内未到位，函数超时返回认为不到位。

short dmc_set_pulse_encoder_count_error(WORD CardNo,WORD axis,WORD error)

功　能：设置脉冲计数值和编码器反馈值之间差值的报警阀值

参　数：CardNo　　控制卡卡号 0-7

axis　　指定轴号

error 差值报警阀值
返回值：错误代码

short dmc_get_pulse_encoder_count_error(WORD CardNo,WORD axis,WORD *error)
功 能：回读脉冲计数值和编码器反馈值之间差值的报警阀值
参 数：CardNo 控制卡卡号 0-7
axis 指定轴号
error 返回设定报警阀值，单位：unit
返回值：错误代码

short dmc_check_pulse_encoder_count_error(WORD CardNo,WORD axis,int* pulse_position, int* enc_position);
功 能：检查脉冲计数值和编码器反馈值之间差值是否超过报警阀值
参 数：CardNo 控制卡卡号 0-7
axis 指定轴号
pulse_position 返回指令位置值，单位：unit
enc_position 返回编码器位置值，单位：unit
返回值： 0：差值小于报警阀值 ，1：差值大于等于报警阀值

short dmc_set_encoder_count_error_action_config(WORD CardNo,WORD enable,WORD stopmode)
功 能：检测指令位置与编码器偏差超过报警阀值时停止运动
参 数：CardNo 控制卡卡号 0-7
Enable 使能值，0：禁止，1：使能允许
Stopmode 运动停止模式，0：减速停止，1：立即停止
返回值：错误代码

short dmc_get_encoder_count_error_action_config(WORD CardNo,WORD* enable,WORD* stopmode)
功 能：回读检测指令位置与编码器偏差超过报警阀值时停止运动
参 数：CardNo 控制卡卡号 0-7
Enable 回读使能值，0：禁止，1：使能允许
Stopmode 回读运动停止模式，0：减速停止，1：立即停止
返回值：错误代码

9.29 反向间隙设置

short dmc_set_backlash_unit(WORD CardNo, WORD axis, double backlash)
功　能：设置指定轴的反向间隙值
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　轴号
　　backlash　　反向间隙值，单位：unit
返回值：错误代码

short dmc_get_backlash_unit(WORD CardNo, WORD axis, double *backlash)
功　能：读取指定轴的反向间隙值设置
参　数：CardNo　　卡号
　　axis　　轴号
　　backlash　　返回反向间隙设置值
返回值：错误代码

9.30 PVT 运动

short dmc_ptt_table_unit(WORD CardNo, WORD axis, DWORD count, double *pTime, double *pPos)
功　能：向指定数据表传送数据，采用 PTT 模式
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号
　　count　　数据点个数，每个数据表具有 1000 个存储空间，每个数据点占用 1 个存储空间
　　pTime　　数据点时间数组，单位：s（精度：ms）；数组长度：count
　　pPos　　数据点位置数组，单位：unit；数组长度：count
返回值：错误代码
注 意：（1）下载的第一组（即起始点）数据中位置、时间必须为 0；数组中的数据都是以起始点的数据为参考点。
（2）调用该指令向数据表中传递数据时，会删除数据表中原先的数据，因此所有数据应当一次传送完毕。如果使用数据表的轴正在运动，禁止更新数据表。

short dmc_pts_table_unit(WORD CardNo, WORD axis, DWORD count, double *pTime, double

*pPos, double *pPercent)

功　能：向指定数据表传送数据，采用 PTS 模式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

count　　数据点个数，每个数据表具有 1000 个存储空间，每个数据点占用 1 个存储空间

pTime　　数据点时间数组，单位：s（精度：ms）；数组长度：count

pPos　　数据点位置数组，单位：unit；数组长度：count

pPercent　　数据点百分比数组，百分比的取值范围：[0,100]；数组长度：count

返回值：错误代码

注 意：（1）下载的第一组（即起始点）数据中位置、时间必须为 0；数组中的数据都是以起始点的数据为参考点。

（2）调用该指令向数据表中传递数据时，会删除数据表中原有数据，因此所有数据应当一次传送完毕。如果使用数据表的轴正在运动，禁止更新数据表。

short dmc_pvt_table_unit(WORD CardNo, WORD axis, DWORD count, double *pTime, double *pPos, double *pVel)

功　能：向指定数据表传送数据，采用 PVT 模式

参　数：CardNo　　控制卡卡号

axis　　指定轴号

count　　数据点个数，每个数据表具有 5000 个存储空间，每个数据点占用 1 个存储空间

pTime　　数据点时间数组，单位：s（精度：ms）；数组长度：count

pPos　　数据点位置数组，单位：unit；数组长度：count

pVel　　数据点速度数组，单位：unit/s；数组长度：count

返回值：错误代码

注 意：（1）下载的第一组（即起始点）数据中位置、时间、速度必须为 0；数组中的数据都是以起始点的数据为参考点。

（2）调用该指令向数据表中传递数据时，会删除数据表中原有数据，因此所有数据应当一次传送完毕。如果使用数据表的轴正在运动，禁止更新数据表。

short dmc_pvts_table_unit (WORD CardNo, WORD axis, DWORD count, double *pTime, double *pPos, double velBegin, double velEnd)

功　能：向指定数据表传送数据，采用 PVTS 模式

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　axis　　指定轴号
　　count　　数据点个数，每个数据表具有 5000 个存储空间，每个数据点占用 1 个存储空间
　　pTime　　数据点时间数组，单位：s（精度：ms）；数组长度：count
　　pPos　　数据点位置数组，单位：unit；数组长度：count
　　velBegin　　设置的第一点的速度，单位：unit/s
　　velEnd　　设置的最后一点的速度，单位：unit/s
返回值：错误代码

注　意：（1）下载的第一组（即起始点）数据中位置、时间、速度必须为 0；数组中的数据都是以起始点的数据为参考点。

（2）调用该指令向数据表中传递数据时，会删除数据表中原有数据，因此所有数据应当一次传送完毕。如果使用数据表的轴正在运动，禁止更新数据表。

short dmc_pvt_move(WORD CardNo, WORD AxisNum, WORD* AxisList)
功　能：启动 PVT 运动
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　AxisNum　　轴数
　　AxisList　　轴列表
返回值：错误代码

9.31　看门狗功能

short dmc_set_watchdog_action_event(WORD CardNo, WORD event_mask)
功　能：设置看门狗触发响应事件
参　数：CardNo：　　卡号；0-7
　　event_mask　　看门狗触发事件：bit0 停止更新指令位置；bit1 停止轴使能；bit2 输出口复位，包括扩展口
返回值：错误代码

short dmc_get_watchdog_action_event(WORD CardNo, WORD* event_mask)
功　能：读取看门狗触发响应事件
参　数：CardNo：　　卡号；0-7
　　event_mask　　看门狗触发事件：bit0 停止更新指令位置；bit1 停止轴使能；bit2

输出口复位，包括扩展口
返回值：错误代码

short dmc_set_watchdog_enable (WORD CardNo, double timer_period, WORD enable)
功　能：使能看门狗保护机制
参　数：CardNo：　　卡号；0-7
　　timer_period　　看门狗触发时间，单位：ms。设置为 0 看门狗功能将无效
　　enable　　使能标志，0 关闭看门狗；1 开启看门狗，其他值报错不处理
返回值：错误代码

short dmc_get_watchdog_enable (WORD CardNo, double * timer_period, WORD* enable)
功　能：回读看门狗状态
参　数：CardNo：　　卡号；0-7
　　timer_period　　看门狗触发时间
　　enable　　使能标志
返回值：错误代码

short dmc_reset_watchdog_timer (WORD CardNo)
功　能：复位看门狗定时器
参　数：CardNo：　　卡号；
上位机需要在设定的时间内不断喂狗（复位看门狗定时器），以保证控制卡和上位机通讯正常，否则会触发看门狗事件；

9.32　密码管理

short　dmc_enter_password_ex(WORD CardNo, const char* spass)
功能说明：密码登录
参数说明：CardNo：卡号
　　spass：　旧密码
返回值：错误代码
注意：修改旧密码前需要调用此密码进行验证，验证成功后才可调用写密码函数写入新的密码

short dmc_write_sn(WORD CardNo, const char* new_sn)
功　能：修改密码

参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　new_sn　　新密码，密码长度不大于 255 个字符
返回值：错误代码

short dmc_check_sn(WORD CardNo, const char* check_sn)
功　能：密码校验
参　数：CardNo　　控制卡卡号
　　check_sn　　旧密码
返回值：校验状态，0：失败，1：成功
注　意：1）用户可以在系统软件开启时加入密码校验动作，以此对系统软件进行加密
　　2）密码校验失败 5 次后，无法进行校验；若需再次校验，需将电脑关机，断电重启

9.33　打印输出函数

short dmc_set_debug_mode(WORD mode, const char *FileName)
功　能：函数调用打印输出设置
参　数：mode　　打印输出使能状态，0：禁止，1：使能，2：全部不打印
　　FileName　　文件保存路径：
　　参数文件名+后缀：相对路径
　　完整描述参数文件的路径+文件名后缀：绝对路径
返回值：错误代码
说　明：使能打印输出后，可监控运动函数库的调用情况。在用户调用函数时，将输出相关信息，并保存在指定文件路径中；**函数设置模式 2 全部不打印需配合最新动态库（20181030 及以后动态库）使用。**

short dmc_get_debug_mode(WORD mode, char *FileName)
功　能：读取函数调用打印输出设置
参　数：mode　　返回打印输出使能状态
　　FileName　　返回文件保存路径
返回值：错误代码

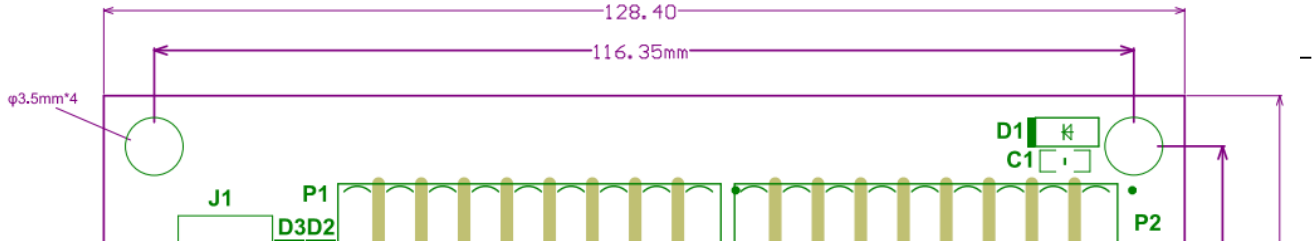
附　录

附录 1　ACC36-IO 接线板接口说明及相关尺寸

表 F1.0　接线板接口定义

名称	说　明	名称	说　明
1	24V	19	EGND
2	EGND	20	IN0
3	OUT0	21	IN1
4	OUT1	22	IN2
5	OUT2（高速）	23	IN3
6	OUT3（高速）	24	IN4（高速）
7	OUT4（高速）	25	IN5（高速）
8	OUT5（高速）	26	IN6（高速）
9	OUT6（高速）	27	IN7（高速）
10	OUT7（高速）	28	EA1+
11	EA0+	29	EA1-
12	EA0-	30	EB1+
13	EB0+	31	EB1-
14	EB0-	32	EZ1+
15	EZ0+	33	EZ1-
16	EZ0-	34	5V
17	DGND	35	CAN_L
18	CAN_GND	36	CAN_H

ACC36-IO 接线板尺寸图如下（单位：mm）：



附录 2　常见错误码说明

DMC-E5064 运动控制卡的主要总线错误码和函数返回值错误码见表 F2.0 和 2.1。

表 F2.0　总线错误码

错误码（16 进制）	可能错误原因
0x0000	没有错误
0x0009	同步时钟丢失，第一个从站丢失
0x000E	总线初始化不成功，总线未连接
0x0010	总线初始化连接超时
0x0013	SDO 操作失败
0x0014	无效的 SDO 指令
0x001E	从站丢失
0x001F	读取配置文件错误，xml 文件有问题
0x0020	总线无法切换到 op 状态，总线连接有问题,可能的原因是总线没有下载配置文件
0x0022	从站的状态切换寄存器与其配置的 xml 不匹配，导致读写从站寄存器失败
0x0024	从站错误，可能的原因是从站无法切换状态机，查找从站错误码信息,即读取 0x603F 地址
0x0026	总线网络连接有问题，可能网线有干扰，导致丢数据包
0x0027	同步时钟丢失，网络时钟不稳定，1.该现象可能在总线连接过程中出现，可能运动中程序负载太大导致，可增加总线周期调试；2.网络干扰大导致
0x002A	从站无法切换到 OP 状态
0x002D	网络连接线已连接
0x0031	从站不支持 SDO 操作
0x0041	读写 SDO 超时
0x0047	该地址不支持 SDO 操作
0x0048	该地址不可读，只能写操作
0x0049	该地址不可写，只能读操作
0x004A	对象在对象字典中不存在
0x004B	不能映射为 PDO 对象
0x017B	网线断开,可能网线插错，入口与出口不匹配
0x01C2	总线的时钟发生较大的跳动，可能总线周期太小导致
0x0206	SDO 写操作失败
0x0207	SDO 读操作失败
0x020C	从站有报警出现，需求查找具体的从站错误码地址 0x603F
0x020D	从站地址无法收到数据，可能掉线等
0x0224	网络掉线，或者新加入了从站，该从站没有进入 OP 状态
0x0225	网络接线重新连上
0x0226	网络掉线，或者没有连接网线

0x0227	从站掉线
0x0229	从站状态状态错误，从站 AL-Status 寄存器错误，可能网络中网线被拔出后又插上
0x022B	无法连接从站地址
	其它的为错误码位乱码，是总线没有建立（即主站没有连接从站）；尤其是当控制卡中存有配置文件，而没有连接任何从站时常出现。

表 F2.1　函数返回值错误码

错误码	含义
0	无错误
-1	内部的一些空指针返回值
2	动态库层参数错误
3	PCI 通讯超时
4	动态库层检测到轴处于运动中
6	连续插补错误
8	无法连接错误
9	动态库层卡号错误
10	动态库层发送数据失败，请检查 PCI 槽位是否松动
12	固件文件错误
14	动态库层下载固件与控制卡/器型号不匹配
17	不支持的功能，预留，不能更改
19	链接对应型号类型不匹配
20	固件参数错误
22	固件当前状态不允许操作
24	固件不支持功能，保留原版本的错误码
25	密码错误
26	密码错误输入次数受限
1000	设置的轴号超出最大轴数或伺服轴数允许范围
1001	该轴已经被其它运动占用，不支持对该轴进行操作
1002	不支持该操作，轴或坐标系处于运动中，或轴 CHECK_DOWN 未完成
1003	不支持该操作，轴或坐标系处于运动或暂停中
1004	轴映射列表为空
1005	设置脉冲计数值和编码器反馈值之间差值的报警阀值为 0
1006	设置编码器和指令位置跟踪误差使能信号错误（使能信号不是 0 或 1）
1007	设置编码器和指令位置跟踪误差停止模式错误（停止模式不是 0 或 1）
1008	设置的脉冲当量小于等于 0
1009	QUEUE 队列初始化参数错误，初始化空间大小小于 0
1010	不支持该功能
1011	SPI CRC 校验码错误
1022	中断通道超限
1023	中断配置参数有误

1024	中断逻辑电平错误
1100	设置轴的目标位置大于轴软件正限位位置
1101	设置轴的目标位置小于轴软件负限位位置
1102	软件负限位位置大于或等于正限位位置，不允许使能限位功能
1103	圆弧区域限位
1104	区域限位半径为 0
1105	设置的限位维数大于 2 维
1106	设置的二维限位轴号相同
1107	设置的限位停止模式大于 1（取值只能 0 和 1）
1108	设置两轴碰撞检测时，两轴轴号相同
1200	该轴已被配置为 PWM 输出轴，不允许其它操作
1201	该轴已被配置为 PWM 输出轴，1D 和 2D 比较输出使能失败，PWM 与比较输出互斥
1202	PWM 通道超限（共支持 6 通道）
1203	PWM 跟随模式超限（0~4:5 种模式）
1204	设置 PWM 占空比大于 1
1205	设置 PWM 频率超出范围
1300	回零目标速度小于等于 0 或大于 4M 错误
1301	回零加速度小于等于 0 错误
1302	（1）回零方向与回零偏移量冲突，正向限位回零，偏移量不能为正，负向同理；（2）回零方向与当前限位状态冲突
1303	设置回零限位反找偏移值小于 0
1304	设置回零模式超范围（回零模式小于 1 或者大于 13）
1305	设置回零偏移清零模式超限（0-回零后不做任何动作，1-回零之后，清零，然后偏移，2-回零之后，偏移，清零）
1306	设置回零模式失败，由于该回零模式下变速变位置使能信号有效
1307	原点锁存回零位移为 0
1308	驱动器 ALM 信号有效，回零启动失败
1309	轴 EMG 信号有效，回零启动失败
1310	轴 DSTP 信号有效，回零起动失败
1311	正负限位都有效
1312	轴未使能
1313	轴号超出范围
1314	回零周期设置错误，内部
1315	正在回原点
1400	TRACE 功能已经开启，请停止后再开启
1401	设置采样周期等于 0
1402	设置对象数超过限制
1403	采集功能已经启动

1404	设置的采集类型不对
1405	设置的采集长度不对
1406	读取时候的存储数组为空指针
1407	采集对象为 0
1408	采集数据已经空了
1409	采集功能内存不足
1410	采集功能已经使能
1411	采集功能未启动
1412	采集的 PDO 不存在
1500	添加 PT 点,百分比小于 0 或大于 100
1501	添加 PT 点，添加点数超出最大允许值（1001）
1502	添加 PT 点，数据点个数超出最大允许值（1001）
1503	添加 PVT 点，添加点数超出最大允许值（5001）
1504	添加 PVT 点，数据点个数超出最大允许值（5001）
1505	启动 PVT 时，检测轴运动模式发现不是 PVT 模式，故报错
1506	PVT 或 PT 点数或轴号超出范围
1507	添加 PVT TABLE 时 BLOCKNUM 等于 0
1508	PVT START 失败
1509	驱动器 ALM 信号有效，PVT/PT 启动失败
1510	轴 EMG 信号有效，PVT/PT 启动失败
1511	PVT 运动轴数大于控制卡最大轴数，启动 PVT 失败
1512	没有数据
1513	时间为 0
1514	速度、加速度或者减速度小于等于 0
1515	速度小于 0
1516	与上一个位置一样
1517	方向改变了但是上一个位置的速度不为 0
1518	下载编号不匹配
1519	第一组数据必须为 0
1600	螺距补偿点数超出最大值（256）或小于最小值（2）
1601	螺距补偿距离小于等于 0
1602	螺距补偿轴数超出允许范围
1603	轴脉冲补偿时间小于等于 0
1700	如果不是主从轴关系，则不予以解除龙门关系
1701	主轴已经作为从轴使用,配置龙门主从轴关系失败
1702	从轴已经作为主轴使用,配置龙门主从轴关系失败
1703	从轴已经作为从轴使用,配置龙门主从轴关系失败
1704	龙门超差保护设置减速停止误差大于等于急停误差错误
1705	获取指定从轴的主轴号失败，两轴不存在主从关系
1706	该轴为龙门主轴，不允许操作，请解除龙门关系后再操作

1707	主轴和从轴编码器计数模式不一致
1708	轴未使能
1709	没有进入龙门模式
1710	主轴超出范围
1711	从轴超出范围
1712	退出 GANTRY 模式, FOLLOW 模式，必须在主轴停止状态
1713	主轴在运动中不允许退出龙门
1714	从轴 ALM 信号有效
1715	从轴 EMG 信号有效
1716	从轴 DSTP 信号有效
1800	IO 映射轴参数或 IO 类型错误
1801	IO 输入输出口超出最大允许值（16）或映射轴号超出范围
1802	设置 IO 口状态值失败，已配置为一维高速比较输出,不允许对 IO 口进行操作，比较输出和普通 IO 设置操作互斥
1803	设置 IO 口状态值失败，已配置为二维高速比较输出，不允许对 IO 口进行操作，比较输出和普通 IO 设置操作互斥
1804	设置 IO 口状态值失败，已配置为一维低速比较输出，不允许对 IO 口进行操作，比较输出和普通 IO 设置操作互斥
1805	设置 IO 口状态值失败，已配置为锁存输出，不允许对 IO 口进行操作，锁存输出和普通 IO 设置操作互斥
1806	获取 IO 值失败，IO 端口号超出有效范围（大于 801+16*8）
1807	设置全部输出口电平形参 PORTNO 错误（固定值为 0）
1808	设置 IO 延时输出翻转 IO 端口超出范围（大于 32 且小于 80）
1809	设置或读取轴 IO 映射轴号超出范围（大于最大轴数且不等于 15）
1810	配置或读取通用输入为轴的限位信号，输入端口超出范围（0~15）
1811	设置 IO 计数值，输入端口号超限（0~15）
1812	IO 通道实现 MS 级别的 PWM 输出器已用完
1813	IO 通道实现 MS 级别的 PWM 输出个数为 0
1814	IO 通道实现 MS 级别的 PWM 输出个数为 0
1815	IO 延时输出通道数超出范围
1816	设置 IO 口状态值失败，已配置为二维低速比较输出，不允许对 IO 口进行操作，比较输出和普通 IO 设置操作互斥
1817	设置 IO 口状态值失败，已配置为 PWM 输出，不允许对 IO 口进行操作
1900	DA 通道超出范围（只有 0 和 1 两个通道）
1901	设置 DA 跟随最大速度等于 0
1902	模拟量输入通道超限（支持 8 路模拟量输入）
1903	连续插补 DA 跟随占用不允许操作
1904	DA 超范围
1950	接收数据包长度超过 PCI 最大接收数据包长度
1951	上传文件指令 ID 不匹配

1952	上传文件类型不匹配
1953	上传文件 FLASH 地址为空
1954	无效参数 ID，不支持该功能
1955	无效指令 ID，不支持该功能
1956	下载固件文件太长
1957	轴运动中，下载固件失败
1958	下载固件文件 ID 改变
1959	下载文件块号错误
1960	文件大小不匹配
1961	CRC 不匹配
1962	应答数据包长度超出 PCI 最大应答数据包长度
1963	上传固件文件 ID 改变
1964	上传文件块号错误
1965	下载固件指令 ID 错误
1966	在线升级过程中增加 ARM 层校验卡的型号，如果型号不对，则不予升级
1967	密码 ENTER 错误
1968	密码 ENTER 次数过多
1969	密码写入拒绝
1970	数据保存位置超限
1971	下载文件过程中不允许其他命令通讯
1972	下载文件保存失败
1973	下载文件类型不匹配
1974	下载文件名不匹配
1975	下载变量文件号超过范围
1976	下载 BASIC 文件时文件还在运行中
1977	上传固件文件太长
1978	不支持上传文件
1979	下载文件名不匹配
1980	上传文件名不存在
2000	添加比较点功能参数和功能编号不匹配(或某值超出范围)
2001	比较缓冲区已满（256）
2002	比较点功能参数超出范围（0~15）
2003	比较组超出范围（最多 12 组：0~11）
2004	高速一维比较通道超出范围（4 通道：0~3）
2005	高速一维比较未使能，操作失败
2006	批量高速一维比较缓冲区满
2007	一维高速比较使能失败，已被配置为二维比较输出，1D 和 2D 互斥
2008	已经被配置为比较输出，PWM 使能失败，CMP 与 PWM 互斥
2009	比较通道超限或者轴数超限
2010	设置或读取一维比较参数配置，轴号超过最大值且不等于 255
2011	批量添加缓存比较点数大于 100

2012	高速比较缓冲区模式参数错误
2013	高速比较缓冲区模式方向参数错误
2014	高速比较时间参数设置错误
2015	高速一维比较器未使能
2016	一维比较器未使能
2017	一维比较输出口超出范围
2018	高速一维比较缓冲区已满
2100	比较组超出范围（最多 1：取值 0）
2101	二维高速比较使能失败，已被配置为一维比较输出，1D 和 2D 互斥
2102	高速二维比较配置 PWM 输出通道超限（大于等于 1 或小于 0）
2103	高速二维比较使能 PWM 输出信号有误（ENABLE>1）
2104	高速二维比较输出口设置超限（大于 15 或小于 12）
2105	添加高速二维比较点失败，FIFO 已满
2106	高速二维比较通道超出范围（1 通道：0）
2107	高速二维比较通道没有启用
2108	二维比较器未使能
2109	二维比较输出口超出范围
2110	二维比较输出口超出范围
2111	高速二维比较缓冲区已满
2200	LTC 锁存通道超限（只有 2 通道）
2201	LTC 设置通用输出口超限（0~15）
2202	软锁存锁存器个数超限（0~15）
2203	锁存轴为 8 时，锁存源只支持编码器反馈位置锁存
2204	读取软锁存位置值无效
2205	软锁存轴号超限（0~15）
2206	软锁存缓冲存满
2207	锁存的滤波参数超出范围 0~64MS
2208	锁存功能未生效，可能是配置文件未配置生效
2209	原点锁存参数无效
2210	EZ 锁存参数无效
2300	CAN 状态设置模式超限（0-断开；1-连接；2-复位后自动连接）
2301	CAN 状态设置 CAN 节点超限（等于 0 或大于 8）
2400	设置的反向间隙补偿值小于 0
2401	读取反向间隙补偿值，保存反向间隙补偿值的地址无效
2500	主轴和从轴轴号相同冲突
2501	主轴已被占用，非空闲
2502	从轴已被占用，非空闲
2503	从轴未处于电子齿轮模式

2504	主轴已经配置为电子齿轮从轴，不允许重复配置为其它从轴的主轴
2505	从轴已经配置为电子齿轮主轴，不允许重复配置为其它从轴
2506	不支持跟随主轴的运动模式，目前支持主轴为 PMOVE 和 VMOVE 两种运动模式（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2507	设置同步状态超出范围（0-未同步，1-同步）
2508	设置跟随位置源错误（0-跟随主轴指令位置，1-跟随主轴编码器位置）
2509	设置电子齿轮分子为 0（不能为零，可以是正数或负数）
2510	设置电子齿轮分母小于或等于 0（正数）
2511	设置从轴跟随方向限制模式超限（0-不限制，正反方向都跟随(默认)　1-正方向跟随，负方向不跟随　2-负方向跟随，正方向不跟随）
2512	设置从轴跟随模式超限（0-速度同步（默认）　1-位置和速度同步）
2513	从轴已经配置为电子齿轮模式，不允许再次配置
2514	设置从轴追赶目标速度小于等于 0 或大于 4M 错误
2515	设置电子齿轮缓存模式错误（0-打断　1-等待）
2516	从轴已经配置为电子齿轮从轴，不允许重复配置为其它主轴的从轴
2517	GEARINPOS 模式，初始化时主轴运动方向错误（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2518	从轴开始启动时主轴绝对位置错误（不在主轴运动方向上）（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2519	同步时主轴绝对位置错误（不在主轴运动方向上）（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2520	从轴开始运动位置大于同步时主轴绝对位置（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2521	同步时从轴绝对位置（不在从轴运动方向上）（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2522	从轴追赶目标速度小于同步时从轴的速度，建议调大追赶目标速度（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2523	从轴同步位置过小，不足以从轴从当前速度直接加速或减速至同步速度,建议调大从轴同步位置或调大加减速度（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2524	从轴开始运动时主轴未达到匀速状态,建议调大从轴启动时主轴的位置（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2525	GEARINPOS 模式，设置从轴的最大加速度或减速度小于等于 0
2526	GEARINPOS 实际加速度大于设置的最大加速度（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2527	GEARINPOS 实际减速度大于设置的最大减速度（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2528	主轴空闲，不处于运动中，不允许在线配置电子齿轮比参数
2529	电子齿轮已经处于脱离耦合状态，操作失败
2530	从轴追赶实际可达速度大于追赶设置的最大目标速度,且以最大追赶速度运行无法实现规定时间内达到从轴的位移，建议调大追赶目标速度或减小从轴同步位置（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2531	从轴同步速度在只有加速或减速过程也不可达速度,建议调大从轴从轴同

	步位置或调小齿轮比或调大从轴开始运动的主轴位置（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2532	二分法求取合适的可达速度，迭代次数超过限制次数也无法找到合适的速度值（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2533	主轴 PMOVE 目标位置小于主轴同步位置（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2534	主轴 PMOVE 目标位置小于从轴开始运动时的主轴位置（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2535	从轴追赶过程加速周期或减速周期为 0，有可能主轴同步位置和从轴开始运动时的主轴位置相隔太近（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2536	主轴目标速度为零（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2537	从轴实际可达速度大于追赶速度时，重算以追赶速度为目标速度的匀速周期数小于等于零（内部错误码，请查看相应轴停止原因了解详情）
2538	反转禁止仅对模数轴有效，若禁止反转，而从轴不是模数轴则报错
2539	GEARINPOS 位置同步模式不支持在线变倍率
2540	GEARINPOS 主轴位移与规划结果不一致
2541	GEARINPOS 变倍率失败，输入主轴和从轴不属于主从轴关系
2542	上一次变倍率尚未处理完成，禁止再次触发变倍率
2543	从轴起始反向运动方向模式错误(1~4)
2544	从轴起始反向运动加速度为零
2600	凸轮轴未使能
2601	轴已经处于凸轮模式
2602	没进到凸轮模式
2603	主轴超出范围
2604	从轴超出范围
2605	主从轴同轴
2606	没有配置主轴
2607	添加的凸轮数据个数超出范围
2608	插入的凸轮数据有错误
2609	插入的凸轮数据表已满
2610	添加 CAM TABLE 时 BLOCKNUM 等于 0
2701	输入参数报错为空指针，内部使用
2702	内存分配不成功，内部使用
2703	输入的跟随序号超过最大数限制
2704	轴未处于跟随模式
2705	条件不允许退出跟随模式
2706	条件不允许进入跟随模式
2707	参数错误
2708	跟随参数必须在插补系停止的时候设置
2709	跟随不支持

2721	输入参数报错为空指针，内部使用
2722	输入的跟随类型不对
2723	输入参数有错误
2724	状态机切换不正确，可能参数未设置，或者未使能
2741	输入参数报错为空指针，内部使用
2742	如果不是主从轴关系，则不予以解除
2743	检查从轴是否已经作为主轴使用
2744	误差检测值中 DSTP_ERROR 大于 EMG_ERROR 错误
2745	轴跟随功能没启用
2761	输入参数报错为空指针，内部使用
2762	PWM 通道未使能
2763	占空比小于 0 或者大于 1
2764	跟随模式超出范围
2765	跟随通道超出范围
2781	输入参数报错为空指针，内部使用
3000	目标速度小于等于零错误
3001	点位运动位移为零或规划时运动距离为零
3002	轴状态未处于完成或空闲状态，启动点位运动无效
3003	PMOVE 规划或设置的起跳速度小于 0
3004	PMOVE 规划或设置目标速度等于 0
3005	PMOVE 规划或设置结束速度小于 0
3006	正向硬件限位触发，不允许正向启动 PMOVE
3007	负向硬件限位触发，不允许负向启动 PMOVE
3008	轴 ALM 信号有效，启动 PMOVE 失败
3009	正向软件限位触发，不允许正向启动 PMOVE
3010	负向软件限位触发，不允许负向启动 PMOVE
3011	轴处于空闲或不处于 PMOVE 模式，强行变位操作失败
3012	在线变速失败，新的目标速度小于 0
3013	设置点位起跳速度大于 4M 频率
3014	设置点位目标速度大于 4M 频率
3015	设置点位结束速度大于 4M 频率
3016	设置软启动结束速度大于 4M 频率
3017	设置软启动目标速度大于 4M 频率
3018	该轴已配置为 PWM 输出轴，PMOVE ENTER 失败，PMOVE 与 PWM 轴互斥
3019	PMOVE 运动已经结束，不能进行在线变位操作
3020	当前处于回零运动模式，不允许该操作
3021	软着陆第一段 PMOVE 结束速度为零，导致第二段 PMOVE 无法规划
3022	软着陆第二段目标位置小于第一段目标位置，导致第二段 PMOVE 反向运动，容易引起危险
3023	轴 EMG 信号有效，启动 PMOVE 失败
3024	当前运动模式不是 VMOVE 和 PMOVE，不支持在线变速操作

3025	当前运动模式不是 PMOVE，不支持同时变速和变位速操作
3026	内部规划缓冲区出错
3027	软着陆第二段方向错误
3028	软着陆中加速度或者减速度为 0
3029	当前轴运动模式为空闲时，调用 VMOVE 和 PMOVE 在线变速报错
3030	当前处于软启动或软着陆运动，PMOVE 在线变速报错
3031	当前处于软启动或软着陆运动，PMOVE 在线变位报错
3032	PMOVE 平滑时间大于 1 秒报错
3033	设置的加速时间等于 0
3034	设置的减速时间等于 0
3035	设置的加速度小于等于 0
3036	设置的减速度小于等于 0
3037	设置软启动第二段目标速度小于第一段目标速度
3038	软着陆设置的停止速度必须小于最大速度
3039	软着陆设置的停止速度必须大于 0
3040	软着陆第一段运动距离为零
3041	软启动第二段目标位置小于或等于第一段目标位置，导致第二段 PMOVE 反向运动，容易引起危险
3042	软启动第一段运动距离为零
3043	设置的加速时间大于 100S
3044	设置的减速时间大于 100S
3100	正向硬件限位触发，不允许正向启动 VMOVE
3101	负向硬件限位触发，不允许负向启动 VMOVE
3102	轴 ALM 信号有效，启动 VMOVE 失败
3103	正向软件限位触发，不允许正向启动 VMOVE
3104	负向软件限位触发，不允许负向启动 VMOVE
3150	正弦波频率限制
3151	正弦波单周期速度限制
3200	轴数超过最大轴数范围，且该轴运动模式不是手轮模式，不允许操作
3201	该轴运动模式不是手轮模式，设置手轮编码器位置失败
3202	手轮倍率为 0
3203	轴处于手轮运动中，禁止编码器清零
3204	驱动器 ALM 信号有效，手轮启动失败
3205	轴 EMG 信号有效，手轮启动失败
3206	轴未使能
3207	已经处于手轮模式
3208	总线配置状态
3209	轴号超出范围
3210	轴选超出范围
3211	倍选超出范围
3212	设置手轮编码器值为非零值

3300	门型正在运动
3301	轴未使能
3302	轴正在运动
3303	轴号超出范围
3304	插补系超出范围
3305	轴 ALM 信号有效
3306	轴 EMG 信号有效
3307	轴 DSTP 信号有效
3308	正向硬件限位触发
3309	负向硬件限位触发
3310	正向软件限位触发
3311	负向软件限位触发
3312	第二段运动与第一段方向不一致或者第二段距离为 0，启动 M_MOVE 失败
3500	单段插补模块已经初始化
3501	单段插补模块内存开辟失败
3502	单段插补模块内坐标系忙，不能清除模块
3503	单段插补模块指针为空，不能清除模块
3504	单段插补模块坐标系状态不为空闲，不能进行参数配置
3505	单段插补模块坐标系号超过最大值
3506	单段插补模块坐标系维度配置错误
3507	单段插补模块速度规划参数配置错误
3508	单段插补模块路径长度为 0
3509	单段插补模块路径类型不支持
3510	单段插补模块圆弧三点在一条直线上
3511	单段插补模块圆弧点坐标相同
3512	单段插补模块圆弧终点+半径模式，半径为 0 或小于两点的距离的一半
3513	单段插补模块圆弧半径为 0
3514	单段插补模块圆弧圈数小于 0
3515	单段插补模块圆弧 3 维空间参数模式错误
3516	单段插补模块圆弧终点半径方式，圆弧参数错误，可能在同一直线上
3517	单段插补模块圆弧计算空间向量函数输入参数指针为 0
3518	单段插补模块圆弧计算空间向量错误
3519	单段插补模块椭圆维度错误
3520	单段插补模块椭圆 A/B 轴长度错误
3521	单段插补模块椭圆起点或终点不在曲线上
3522	单段插补模块椭圆数据坐标相同
3523	单段插补模块坐标系不处于空闲状态，不能启动插补
3524	单段插补模块坐标系不处于完成状态，不能复位坐标系
4000	坐标系插补有限状态不在有限状态机所列状态范围

4001	插补坐标系处于空闲状态时，START_LIST 操作无效
4002	插补坐标系处于空闲状态时，PAUSE_LIST 操作无效
4003	插补坐标系处于就绪状态时，OPEN_LIST 操作无效
4004	插补坐标系处于就绪状态时，PAUSE_LIST 操作无效
4005	插补坐标系处于运动状态时，OPEN_LIST 操作无效
4006	暂停或减速停，停止过程未完成，不允许调用重启运动
4007	插补坐标系处于暂停状态时，OPEN_LIST 操作无效
4008	插补坐标系处于空闲状态，不允许操作（添加指令）
4009	插补坐标系处于运动状态时，不允许操作插补模式
4010	插补坐标系处于运动状态时，不允许操作设置参数
4011	插补坐标系处于运动状态时，不允许重复启动
4012	插补坐标系处于关闭状态时，不允许操作（添加指令）
4013	插补坐标系处于暂停中状态时，不允许暂停
4014	插补坐标系处于单段插补模式，OPEN_LIST 操作无效
4015	插补坐标系处于连续插补中，不能进行单段插补
5000	设置插补系超出最大插补系允许范围
5001	设置插补目标速度大于 4M 频率
5002	设置螺旋线封闭模式失败（模式取值只能 0 和 1）
5003	插补维数和插补轴数不匹配
5004	坐标系尚未建立，轨迹插补计算失败
5005	插补维数超出范围（大于最大轴数或小于 2）
5006	缓冲区未打开
5007	STARTLIST 失败，由于上一次设置的速度倍率为 0
5008	初始化模块，动态分配前瞻和插补 FIFO 失败
5009	在线变倍率设置的倍率超出范围值（0~2）
5010	脉冲当量小于等于 0
5011	设置的目标速度小于等于 0
5012	设置连续插补段速度比例超限（0~2）
5013	缓存区处于异常状态，不允许操作
5014	缓存区空间已满，不允许操作
5015	插补路径矢量位移为零
5016	圆弧插补三点共线，无法求取圆弧参数
5017	终点+半径圆弧插补模式，起点和终点重合错误
5018	终点+半径圆弧插补模式，半径为 0 或小于两点的距离的一半
5019	增强圆弧插补，半径小于等于 0
5020	增强圆弧插补，旋转角度为零或者大于 360 度
5021	终点半径的圆弧插补方式，圆弧参数错误，可能在同一直线上
5022	添加轨迹轴列表轴号存在相同轴号错误
5023	添加轨迹轴号不在 OPENLIST 轴列表内
5024	增强圆弧插补不支持前瞻模式
5025	半径+终点圆弧插补，圈数为负值暂不支持
5026	圆心+终点圆弧插补，圈数为负值，暂不支持同心圆插补
5027	仅支持 T 形速度规划模式，设置速度插补模式有误，不支持变速

5028	由于变倍率引起的暂停或减速停，停止过程未完成，不允许调用变倍率
5029	上一次变倍率未处理完，不允许再次调用变倍率
5030	当前段处于减速阶段，不允许调用变倍率操作
5031	轨迹暂停后，存在点位运动轴未恢复至初始位置情况报错
5032	坐标系不处于暂停状态，不允许调用暂停返回运动
5033	上一次变倍率当前段变速未处理完，不允许再次调用变倍率
5034	在线变倍率未处理完，不允许调用轨迹暂停命令
5035	运动模式错误，轨迹暂停后恢复初始位置运动失败
5036	设置切向跟随时，被跟随的轨迹模式错误（模式仅支持圆弧和椭圆）
5037	设置切向跟随时，被跟随轴角度当量小于 0
5038	设置切向跟随时，跟随坐标系处于运动中，不允许设置切向跟随
5039	设置切向跟随时，跟随轴处于运动中
5040	解除切向跟随时报错，该轴处于运动中，不允许解除跟随功能
5041	解除切向跟随时，该轴不处于切向跟随模式，解除报错
5042	读取切向跟随参数失败，该轴不处于切向跟随模式或已被解除切向跟随
5043	该版本固件连续轨迹功能模块禁止，不支持连续轨迹功能
5044	运动中或暂停时禁止设置前瞻参数
5045	刀向跟随量设置值为 0
5046	插补坐标系不处于运动状态时，不允许操作在线变倍率
5047	平面圆弧插补前两轴或者空间圆弧插补前三个轴不在主轴范围内
5048	圆弧插补参数错误
5049	当前段尚未规划，不响应在线变倍率请求
5050	插补系运动重启未完成，不响应当次在线变倍率功能
5051	连续轨迹控制节点 IO 编号超出范围：0-本地 IO 1~8-扩展 IO
5100	速度规划函数出错
5101	圆弧限速速度小于等于 0
5102	设置规划参数错误，起始或结束速度小于 0，或者目标速度小于等于 0，或者加速度小于等于 0
5103	设置的单轴最大速度小于等于 0
5104	设置单段插补位移长度小于或等于 0
5105	设置的加速时间等于 0
5106	设置的减速时间等于 0
5107	置的前瞻加速度等于 0
5108	设置的最大加速度等于 0
5109	设置的平滑停止时间等于 0
5110	设置速度规划模式超限（0-T 形,1-S 形）
5111	设置的平滑时间大于 1 秒
5112	规划起始速度小于 0
5113	规划目标速度小于等于 0
5114	规划结束速度小于 0
5115	当前段剩余周转期不足以支持当前段变速
5116	当前段处于结束或者空闲阶段不支持当前段变速

5117	当前段速度规划模式错误，不支持当前段变速
5118	当前段新目标速度达不到，不支持当前段变速
5119	当前段剩余距离不足，不支持当前段变速
5120	设置的加速度等于 0
5121	设置的减速度等于 0
5122	设置的加速时间超出范围
5123	设置的减速时间超出范围
5124	规划起始速度超出范围
5125	规划目标速度超出范围
5126	规划结束速度超出范围
5127	坐标系暂停过程，插补轴点位运动操作类型超出范围（0~3）
5200	设置插补维数超出范围（大于最大轴数）
5201	径+终点圆弧插补模式，半径为零
5202	不支持该圆弧插补模式，模式超限
5203	半径+终点圆弧插补模式，弦长大于直径错误（终点和起点的距离大于直径）
5204	3 维空间圆弧插补圆弧参数模式错误（模式为终点+半径模式）
5205	计算空间圆弧的转换矩阵，输入参数地址无效
5206	计算空间圆弧的转换矩阵，单位向量计算结果有误
5207	椭圆插补，长半轴或端半轴长度小于 0
5208	起点不在椭圆上
5209	终点不在椭圆上
5210	圆弧圆心终点模式，圆心坐标与起点相同
5211	连续轨迹直线段和圆弧自动分段段距小于等于 0
5212	连续轨迹直线段和圆弧自动分段未使能
5213	连续轨迹直线段和圆弧自动分段缓存已满
5214	连续轨迹类型错误，目前仅支持直线段和圆弧自动分段
5215	连续轨迹直线段和圆弧自动分段段数大于缓存剩余空间
5216	自动分段点胶或者用户自定义批量点胶位置，IO 号配置超出允许范围(0~15)
5217	自动分段点胶或者用户自定义批量点胶位置，IO 控制模式超出允许范围(0~4,6)
5218	不支持的插补模式，模式超限
5300	LIST 已经打开
5301	缓冲区未打开，关闭缓冲区操作无效
5302	圆弧插补获取插补平面时，插补轴数小于 2 错误
5303	圆弧插补获取插补平面时，插补轴数与插补轴列表维数不一致
5304	圆弧插补获取插补平面时，插补轴不在插补轴列表内
5305	设置环形缓冲区状态不在有限状态范围以内
5306	设置引起 RINGBUFFER 停止源错误（0-减速停引起，1-暂停引起）
5307	设置环形缓冲区异常状态错误（0-正常，1-减速停，2-急停）

5308	插补系号或者 IO 索引号超出范围
5309	插补轴正向硬件限位触发，OPENLIST 失败
5310	插补轴负向硬件限位触发，OPENLIST 失败
5311	插补轴轴 ALM 信号有效，OPENLIST 失败
5312	插补轴正向软件限位触发，OPENLIST 失败
5313	插补轴负向软件限位触发，OPENLIST 失败
5314	插补轴 EMG 信号有效，OPENLIST 失败
5315	工件坐标系超出范围
5316	旋转加速度或最大速度小于等于 0
5317	读取插补系工件坐标系号和使能报错，未使能或工件坐标系号为空
5318	插补轴正向硬限位有效，无法启动单段圆弧插补
5319	插补轴负向硬限位有效，无法启动单段圆弧插补
5320	插补轴正向软限位有效，无法启动单段圆弧插补
5321	插补轴负向软限位有效，无法启动单段圆弧插补
5322	插补轴正向硬限位有效，无法启动单段直线插补
5323	插补轴负向硬限位有效，无法启动单段直线插补
5324	插补轴正向软限位有效，无法启动单段直线插补
5325	插补轴负向软限位有效，无法启动单段直线插补
5350	工件坐标系超出范围
5351	旋转加速度或最大速度小于等于 0
5352	读取插补系工件坐标系号和使能报错，未使能或工件坐标系号为空
6000	模块初始化错误
6001	不支持
6002	参数错误
6003	缓存空
6004	缓存满
6005	错误索引
6006	缓存段无效
6010	插补系号错误
6011	插补系没有打开
6012	插补系已经打开
6013	插补系已经关闭
6014	插补系不能暂停
6015	插补系正在运行
6016	插补系正在暂停
6020	插补 IO 缓冲区已满
6021	插补段已被中断使用
6022	该模式下不能设置该功能
6023	运动中不运行更改参数
6024	参数不在有效范围
6025	主要的 LIST 没有初始化
6026	另外一个 LIST 已经启动

6027	主要 LIST 没有启动
6030	插补维数超限
6031	轴数不在有效范围
6032	插补轴号一样的
6033	轴不在 OPEN 时的列表中
6034	轴映射表为空
6035	映射轴错误
6036	映射轴忙
6037	轴的使能信号关闭，不能启动
6038	轴软件限位信号有效
6039	轴硬件限位信号有效
6040	轴减速停止信号有效
6041	轴急停信号有效
6042	轴报警信号有效
6050	半径为 0 或小于两点的距离的一半
6051	半径方式起点和终点重合
6052	圆弧轴不在 XYZ 里面
6060	S 曲线加减速模式，平滑时间为零出错
6061	起跳速度小于零
6062	最大速度小于等于零
6063	终点速度小于零
6064	规划长度小于等于零
6065	最小匀速时间小于零
6066	规划模式非 T 型非 S 型
6067	加速度小于等于零
6068	减速度小于等于零
6069	规划长度小于等于零
6070	参数变量空指针
6071	参数变量 2 空指针
10000	总线报错
10001	总线连接的从站数量超过最大允许的从站数
10002	总线轴映射关系错误
10003	从站节点地址不存在
10004	总线轴号不存在
10005	输入的总线轴号错误
10006	总线 IO 口号不存在
10007	总线函数中输入的指针为空
10008	总线配置文件中的从站类型错误
10009	ETHERCAT 从站的函数输入参数无效
10010	CANOPEN 从站的函数输入参数无效
10011	总线函数操作 SDO 时输入参数无效
10012	总线输入的端口号无效

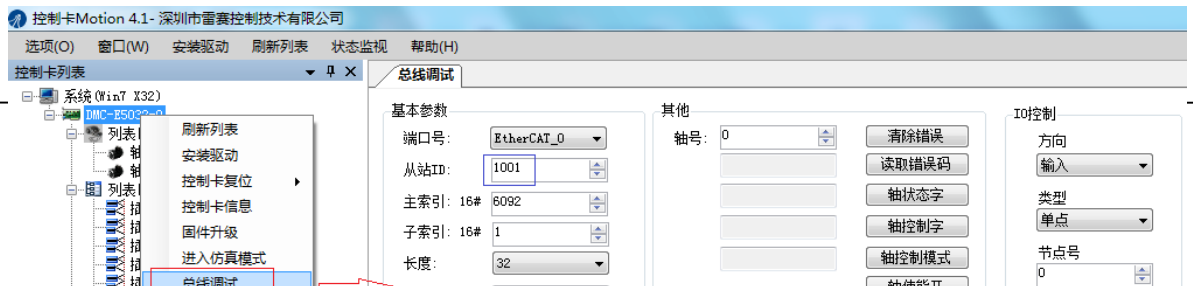
10013	总线未做映射配置
10014	CANOPEN 总线超过最大允许从站数
10015	从站超过最大允许从站数
10016	主站序号输入错误
10017	总线输入文件大小超过最大限制
10018	总线输入文件为空文件
10019	总线输入文件格式错误
10020	总线映射文件信息错误
10021	总线配置 ENI 文件错误
10022	总线轴运行模式错误
10023	总线类型输入错误
10024	总线运行 PP 模式错误
10025	总线 PDO 输入参数错误,长度类型超过 2 或者等于 0
10026	总线周期参数错误
10027	总线 PDO 缓存满
10028	运动中不允许扫描
10029	运动中不允许设置周期
10030	运动中不允许下载 ENI 文件
10031	运动中不允许下载配置文件
10032	总线错误不能运动
10033	PP 运动非 ETHERCAT 轴
10034	轴未使能
10035	轴已经使能
10036	轴不能使能
10037	转矩控制下转矩值与运动方向不匹配
11000	SDO 报错，需要加上后面的 SDO 具体错误码

附录 3　常用 PDO 对象表

表 F3.0　PDO 对象

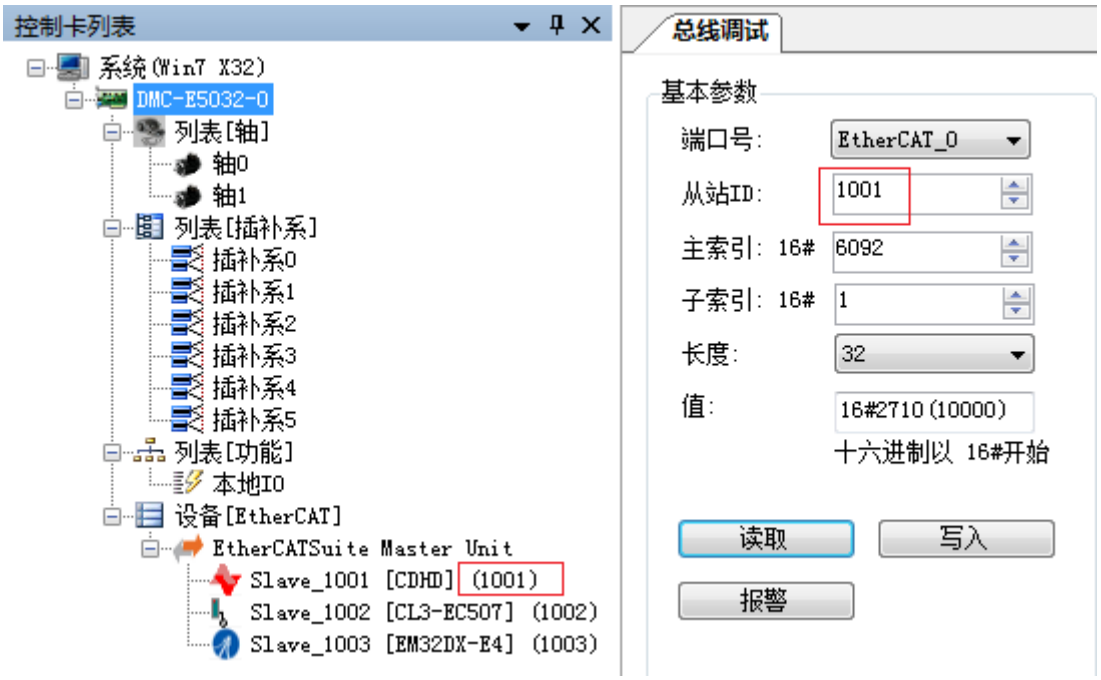
主索引（HEX）	子索引（HEX）	对象名称	数据类型	PDO 映射
603F	00	错误码(Error Code)	UINT16	T_PDO
6040	00	控制字(Controlword)	UINT16	R_PDO
6041	00	状态字(Statuword)	UINT16	T_PDO
6060	00	操作模式(Modes of operation)	INT8	T_PDO
6061	00	操作模式显示(modes of operation display)	INT8	R_PDO
6064	00	实际位置(position actual value)	INT32	T_PDO
606C	00	速度实际值 (Velocity actual value)	INT32	T_PDO
607A	00	目标位置(Target position)	INT32	R_PDO
60FD	00	数字输入(Digital inputs)	UINT32	T_PDO
60FE	01	物理输出开启(Physical outputs)	UINT32	R_PDO
60FE	02	物理输出使能(Bit mask)	UINT32	R_PDO
607C	00	原点偏移(Home offset)	INT32	NO
6098	00	回零方式(Homing method)	INT8	NO
6099	01	回零高速(Speed during search for switch)	UINT32	NO
6099	02	回零低速(Speed during search for zero)	UINT32	NO
609A	00	回零加速度(Homing acceleration)	UINT32	NO
6092	01	每转脉冲数(Feed)	UINT32	NO
6071	00	目标转矩(Target touque)	INT16	R_PDO
6072	00	最大转矩(Max touque)	UINT16	R_PDO
6077	00	转矩实际值(Touque actual value)	INT16	T_PDO
6080	00	最大电机速度(Max motor speed)	UINT32	R_PDO
6087	00	转矩变化率(Touque slope)	UINT32	R_PDO
60B2	00	转矩偏移值(Touque offset)	INT16	R_PDO

以上对象字典可通过 SDO 方式读取和设置值。SDO 方式读取和设置可直接通过雷赛 Motion 软件的总线调试界面操作。总线调试界面进入方式，打开 Motion 后，右击“控制卡列表区”的控制卡 DMC-E5064 ->单击“总线调试”菜单，进入总线调试窗口。



附图 3.1 总线调试界面

进入总线调试界面后，可以通过 SDO 方式读写各从站的对象字典。SDO 方式不允许频繁读写对象字典。下面以读取 E5064 连接的第一个从站（CDHD 驱动器）的每转脉冲数为例，预操作的对象字典主索引 6092，子索引 1，长度 UINT32，从站 ID 为 1001（第一个从站 ID 为 1001，依次往后排列），点击“读取”按钮，就可以读取到每转脉冲数，此驱动器设置为 10000。写入过程同理。



附图 3.2 对象字典操作

如果需频繁读写某个对象字典，则只能通过扩展 PDO 的方式操作，不能通过 SDO 方式操作。比如，预读取驱动器的到位（INP）信号，通过查看 CAN402 协议手册，我们知道对象字典 6041 状态字（Statuword）的 bit10 位为 INP 位。需通过 Motion 软件将 6041 状态字（Statuword）

添加到扩展 PDO，操作过程，进入 Motion 后，在“控制卡列表区”的“设备[EtherCAT]” ->双击主站“EtherCATSuite Master Unit”菜单，进入主站配置界面，点击“主站”列表->点击“扩展 TxPDO”列表，进入扩展 TxPDO 编辑界面。映射类型选择“EtherCAT”，映射从站选择预操作的从站 ID，映射变量选择状态字 Statuword，确认后下载配置文件到控制卡，完成操作。最后通过调用扩展 PDO 的读取写人 API 函数监控修改值。Motion 软件也提供读取设置的操作界面，进入总线调试界面的扩展 PDO 操作。扩展 PDO API 操作函数如表 F3.0。

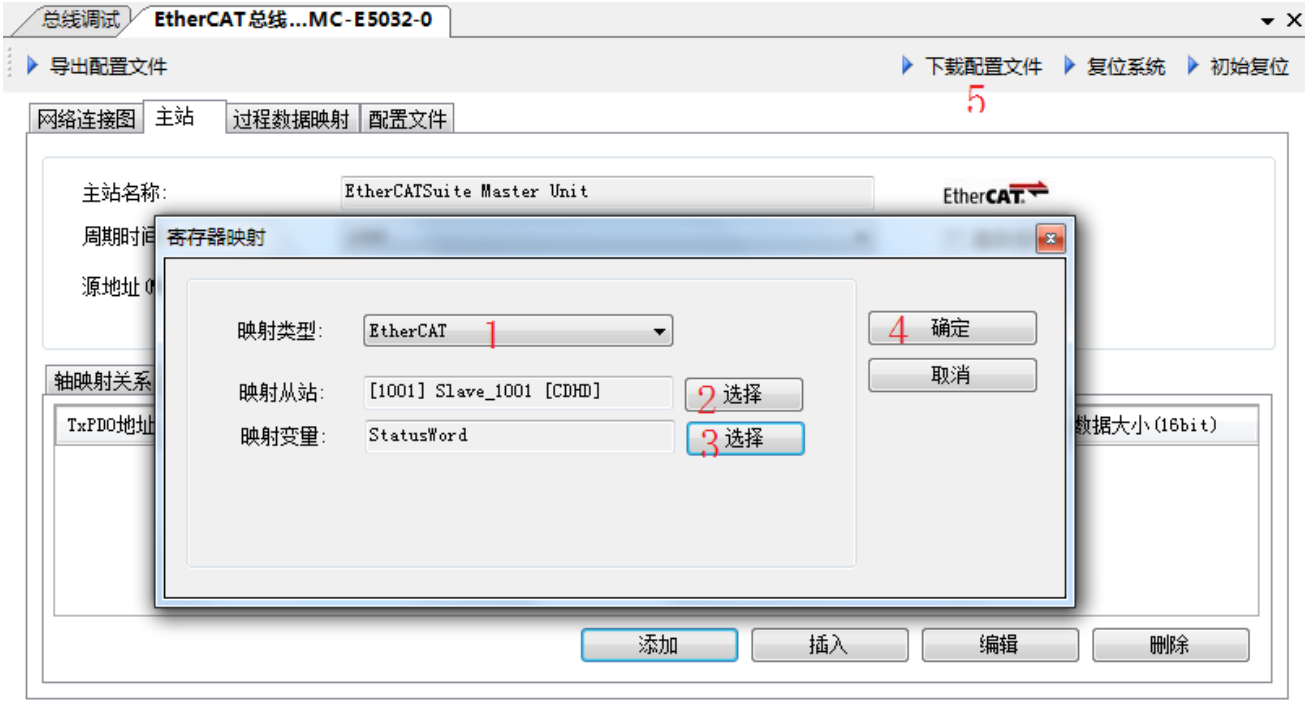
表 F3.0　扩展 PDO API 函数

nmc_write_rxpdo_extra	设置从站扩展无符号 RxPDO 值
nmc_read_rxpdo_extra	读取从站扩展有符号 RxPDO 值
nmc_read_txpdo_extra	读取从站扩展有符号 TxPDO 值

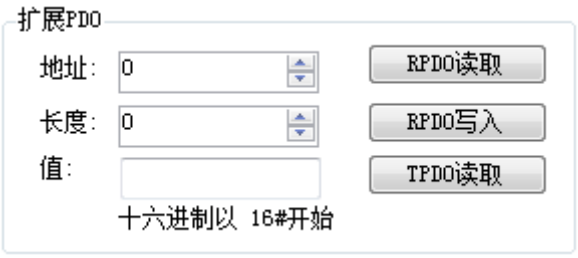
Bit	Description	M /O
0	Ready to switch on	M
1	Switched on	M
2	Operation enabled	M
3	Fault	M
4	Voltage enabled	M
5	Quick stop	M
6	Switch on disabled	M
7	Warning	O
8	Manufacturer specific	O
9	Remote	M
10	Target reached	M
11	Internal limit active	M
12 - 13	Operation mode specific	O
14 - 15	Manufacturer specific	O

附图 3.3 状态字 6041 的 bit 位定义

附图 3.4 主站配置界面



附图 3.5 扩展 TxPDO 编辑界面



附图 3.6 扩展 PDO 读写界面

附录 4　运动控制函数索引

函数分类	函数名	描 述	索引
板卡设置函数	dmc_board_init	控制卡初始化函数	9.1 节
	dmc_board_reset	控制卡硬件复位函数	
	dmc_board_close	控制卡关闭函数	
	dmc_get_CardInfList	获取控制卡硬件 ID 号	
	dmc_get_card_version	获取控制卡硬件版本号	
	dmc_get_card_soft_version	获取控制卡固件版本号	
	dmc_get_card_lib_version	获取控制卡动态库文件版本号	
	dmc_get_total_axes	获取当前卡的轴数	
	dmc_download_configfile	下载参数文件	
	dmc_download_firmware	下载固件文件	
脉冲当量与限位设置函数	dmc_set_equiv	设置指定轴的脉冲当量	9.2 节
	dmc_get_equiv	读取指定轴的脉冲当量	
	dmc_set_softlimit_unit	设置软限位	
	dmc_get_softlimit_unit	读取设置的软限位	
回原点运动函数	nmc_set_home_profile	设置 EtherCAT 总线轴回零参数	8.3 节
	nmc_get_home_profile	设置 EtherCAT 总线轴回零参数	
	nmc_home_move	启动 EtherCAT 总线轴回零	
	dmc_get_home_result	读取回零结果	
限位开关设置函数	dmc_set_softlimit_unit	设置软限位	9.2 节
	dmc_get_softlimit_unit	读取软限位设置	
位置计数器控制函数	dmc_set_position_unit	设置指令脉冲位置	9.15 节
	dmc_get_position_unit	读取指令脉冲位置	
运动状态检测及控制函数	dmc_read_current_speed_unit	读取单轴的速度值	9.16 节
	dmc_read_vector_speed_unit	读取插补运动的矢量速度	
	dmc_check_done	检测指定轴的运动状态	
	dmc_check_done_multicoor	检测坐标系的运动状态	
	dmc_axis_io_status	读取指定轴有关运动信号的状态	
	dmc_stop	指定轴停止运动	
	dmc_stop_multicoor	停止坐标系内所有轴的运动	
	dmc_emg_stop	紧急停止所有轴	
单轴运动速度曲线设置函数	dmc_set_profile_unit	设置单轴运动速度曲线	9.3 节
	dmc_get_profile_unit	读取单轴运动速度曲线	
	dmc_set_s_profile	设置单轴速度曲线 S 段参数值	
	dmc_get_s_profile	读取单轴速度曲线 S 段参数值	
单轴运动函数	dmc_pmove_unit	指定轴点位运动	9.4 节
	dmc_vmove	指定轴连续运动	
	dmc_change_speed_unit	在线变速	

函数分类	函数名	描 述	索引
	dmc_reset_target_position_unit	在线变位	
	dmc_update_target_position_unit	强行变位（在线/非在线）	
	dmc_t_pmove_extern_unit	软着陆	
	dmc_pmove_extern_unit	指令整合 PMOVE	
	dmc_t_pmove_extern_softstart_unit	软启动	
	dmc_update_target_position_extern_unit	强制变位并实现软着陆	
通用输入输出 IO 函数	dmc_read_inbit/ dmc_read_inbit_ex	读取指定控制卡的某一位输入口的电平状态	9.17 节
	dmc_write_outbit	设置指定控制卡的某一位输出口的电平状态	
	dmc_read_outbit/ dmc_read_outbit_ex	读取指定控制卡的某一位输出口的电平状态	
	dmc_read_inport/ dmc_read_inport_ex	读取指定控制卡的全部输入口的电平状态	
	dmc_read_outport/ dmc_read_outport_ex	读取指定控制卡的全部输出口的电平状态	
	dmc_write_outport	设置指定控制卡的全部输出口的电平状态	
	dmc_reverse_outbit	IO 输出延时翻转	
	dmc_set_io_count_mode	设置 IO 计数模式	
	dmc_get_io_count_mode	读取 IO 计数模式设置	
	dmc_set_io_count_value	设置 IO 计数值	
	dmc_get_io_count_value	读取 IO 计数值	
手轮功能函数	dmc_set_handwheel_inmode	设置单轴手轮运动控制输入方式	9.19 节
	dmc_get_handwheel_inmode	读取单轴手轮运动控制输入方式	
	dmc_handwheel_move	启动手轮运动	
	dmc_set_handwheel_inmode_extern	设置多轴手轮运动控制输入方式	
	dmc_get_handwheel_inmode_extern	读取多轴手轮运动控制输入方式	
编码器函数	dmc_set_encoder_unit	设置指定轴编码器反馈位置脉冲计数值	9.20 节
	dmc_get_encoder_unit	读取指定轴编码器反馈位置脉冲计数值	
	dmc_set_extra_encoder_mode	设置辅助编码器计数方式	
	dmc_get_extra_encoder_mode	读取辅助编码器计数方式	
	dmc_set_extra_encoder	设置辅助编码器计数值	
	dmc_get_extra_encoder	读取辅助编码器计数值	
软件位置锁存函数	dmc_softltc_set_mode	配置锁存器	9.23 节
	dmc_softltc_get_mode	读取锁存器配置	
	dmc_softltc_set_source	设置锁存源	
	dmc_softltc_get_source	读取锁存源	

函数分类	函数名	描 述	索引
	dmc_softltc_get_value_unit	读取锁存值	
	dmc_softltc_get_number	读取已锁存个数	
	dmc_softltc_reset	复位指定卡的锁存器的标志位	
高速位置锁存函数	dmc_ltc_set_mode	配置锁存器	9.24 节
	dmc_ltc_get_mode	读取锁存器配置	
	dmc_ltc_set_source	设置锁存源	
	dmc_ltc_get_source	读取锁存源	
	dmc_ltc_get_value_unit	读取锁存值	
	dmc_ltc_get_number	读取已锁存个数	
	dmc_ltc_reset	复位指定卡的锁存器的标志位	
低速位置比较函数	dmc_compare_set_config	设置一维位置比较器	9.21 节
	dmc_compare_get_config	读取一维位置比较器设置	
	dmc_compare_clear_points	清除一维位置比较点	
	dmc_compare_add_point_cycle_unit	添加一维位置比较点	
	dmc_compare_get_current_point_unit	读取当前一维比较点位置	
	dmc_compare_get_points_runned	查询已经比较过的一维比较点个数	
	dmc_compare_get_points_remained	查询可以加入的一维比较点个数	
高速位置比较函数	dmc_hcmp_set_mode	设置高速比较模式	9.22 节
	dmc_hcmp_get_mode	读取高速比较模式设置	
	dmc_hcmp_set_config	配置高速比较器	
	dmc_hcmp_get_config	读取高速比较器配置	
	dmc_hcmp_add_point_unit	添加/更新高速比较位置	
	dmc_hcmp_set_liner_unit	设置高速比较线性模式参数	
	dmc_hcmp_get_liner_unit	读取高速比较线性模式参数设置	
	dmc_hcmp_clear_points	清除高速位置比较点	
	dmc_hcmp_get_current_state_unit	读取高速比较参数	
螺距补偿	dmc_enable_leadscrew_comp	设置螺距补偿的使能与禁止	9.25 节
	dmc_set_leadscrew_comp_config_unit	配置螺距补偿参数	
	dmc_get_leadscrew_comp_config_unit	读取配置的螺距补偿参数	
	dmc_get_position_ex_unit	读取指定轴的螺距补偿后的指令位置	
龙门功能	dmc_set_gear_follow_profile	设置龙门跟随模式参数	9.26 节
	dmc_get_gear_follow_profile	读取龙门跟随模式参数	
	dmc_set_grant_error_protect_unit	设置龙门模式主从轴编码器跟随误差停止阀值	
	dmc_get_grant_error_protect_unit	读取龙门模式编码器位置跟随误差停止阈值	
减速停止时间设置	dmc_set_dec_stop_time	设置减速停止时间	9.27 节
	dmc_get_dec_stop_time	读取减速停止时间设置	
	dmc_set_vector_dec_stop_time	设置插补系减速停止时间	
	dmc_get_vector_dec_stop_time	读取插补系减速停止时间设置	

函数分类	函数名	描 述	索引
检测轴到位状态函数	dmc_set_factor_error	设置位置误差带	9.28 节
	dmc_get_factor_error	读取位置误差带设置	
	dmc_check_success_pulse	检测指令到位	
	dmc_check_success_encoder	检测编码器到位	
密码管理函数	dmc_enter_password_ex	密码登录	9.31 节
	dmc_write_sn	修改密码	
	dmc_check_sn	密码校验	
打印输出函数	dmc_set_debug_mode	函数调用打印输出设置	9.32 节
	dmc_get_debug_mode	读取函数调用打印输出设置	
状态检测	dmc_get_axis_run_mode	读取轴运动模式	9.16 节
	dmc_get_stop_reason	读取轴停止原因	
	dmc_clear_stop_reason	清除轴停止原因	
插补速度设置函数	dmc_set_vector_profile_unit	设置插补运动速度曲线	9.5 节
	dmc_get_vector_profile_unit	读取插补运动速度曲线	
	dmc_set_vector_s_profile	设置插补运动速度曲线的平滑时间	
	dmc_get_vector_s_profile	读取插补运动速度曲线的平滑时间	
插补运动函数	dmc_line_unit	直线插补运动	9.6 节
	dmc_arc_move_center_unit	基于圆心圆弧扩展的螺旋线插补运动（可作两轴圆弧插补）	
	dmc_arc_move_radius_unit	基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补运动（可作两轴圆弧插补）	
	dmc_arc_move_3points_unit	基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋线插补运动（可作两轴及三轴圆弧插补）	
连续插补运动	dmc_conti_open_list	打开连续插补缓冲区	9.7 节
	dmc_conti_start_list	开始连续插补	
	dmc_conti_close_list	关闭连续插补缓冲区	
	dmc_conti_pause_list	暂停连续插补	
	dmc_conti_stop_list	停止连续插补	
	dmc_conti_delay	连续插补中暂停延时指令	
	dmc_conti_line_unit	连续插补中直线插补指令	
	dmc_conti_arc_move_center_unit	连续插补中基于圆心圆弧扩展的螺旋线插补指令（可作两轴圆弧插补）	
	dmc_conti_arc_move_radius_unit	连续插补中基于半径圆弧扩展的圆柱螺旋线插补指令（可作两轴圆弧插补）	
	dmc_conti_arc_move_3points_unit	连续插补中基于三点圆弧扩展的圆柱螺旋线插补指令（可作两轴或三轴圆弧插补）	
	dmc_conti_rectangle_move_unit	连续插补中矩形插补指令	
	dmc_conti_pmove_unit	连续插补中控制指定外轴运动指令	

函数分类	函数名	描 述	索引
连续插补缓冲区检测	dmc_conti_remain_space	查询连续插补缓冲区剩余插补空间	9.8 节
	dmc_conti_read_current_mark	读取连续插补缓冲区当前插补段号	
连续插补小线段前瞻功能	dmc_conti_set_lookahead_mode	设置连续插补前瞻参数	9.9 节
	dmc_conti_get_lookahead_mode	读取连续插补前瞻参数	
连续插补 IO 控制	dmc_conti_set_pause_output	设置连续插补暂停及异常停止时 IO 输出状态	9.10 节
	dmc_conti_get_pause_output	读取连续插补暂停及异常停止时 IO 输出状态设置	
	dmc_conti_wait_input	连续插补等待 IO 输入	
	dmc_conti_delay_outbit_to_start	连续插补中相对于轨迹段起点 IO 滞后输出（段内执行）	
	dmc_conti_delay_outbit_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 IO 滞后输出	
	dmc_conti_ahead_outbit_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 IO 提前输出（段内执行）	
	dmc_conti_accurate_outbit_unit	连续插补中精确位置 CMP 输出控制	
	dmc_conti_write_outbit	连续插补中缓冲区立即 IO 输出	
	dmc_conti_clear_io_action	清除段内未执行完的 IO 动作	
圆弧限速	dmc_set_arc_limit	设置圆弧限速参数	9.12 节
	dmc_get_arc_limit	读取圆弧限速参数	
连续插补位置跟随	dmc_conti_gear_unit	连续插补中刀向跟随	9.13 节
PWM 输出	dmc_set_pwm_enable/ dmc_set_pwm_enable_extern	设置 PWM 使能状态	9.14 节
	dmc_get_pwm_enable/ dmc_get_pwm_enable_extern	读取 PWM 使能状态设置	
	dmc_set_pwm_output	设置 PWM 输出	
	dmc_get_pwm_output	读取 PWM 输出设置	
	dmc_set_pwm_onoff_duty	设置 PWM 开关状态对应的占空比	
	dmc_get_pwm_onoff_duty	读取 PWM 开关状态对应占空比的设置	
	dmc_conti_set_pwm_output	连续插补中 PWM 输出设置	
	dmc_conti_set_pwm_follow_speed	连续插补中 PWM 速度跟随	
	dmc_conti_get_pwm_follow_speed	读取 PWM 速度跟随参数设置	
	dmc_conti_delay_pwm_to_start	连续插补中相对于轨迹段起点 PWM 滞后输出	
	dmc_conti_ahead_pwm_to_stop	连续插补中相对于轨迹段终点 PWM 提前输出	
	dmc_conti_write_pwm	连续插补中缓冲区立即 PWM 输出	

函数分类	函数名	描 述	索引
反向间隙设置	dmc_set_backlash_unit	设置反向间隙值	9.29 节
	dmc_get_backlash_unit	读取反向间隙值设置	
PVT 运动函数	dmc_ptt_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PTT 模式	9.30 节
	dmc_pts_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PTS 模式	
	dmc_pvt_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PVT 模式	
	dmc_pvts_table_unit	向指定数据表传送数据，采用 PVTS 模式	
	dmc_pvt_move	启动 PVT 运动	
EtherCAT 总线操作函数	nmc_set_fieldbus_error_switch	设置总线掉线后是否能操作从站	第 8 章
	nmc_get_fieldbus_error_switch	读取设置的总线掉线后是否能操作从站	
	nmc_set_node_od	设置从站对象字典参数值	
	nmc_get_node_od	读取从站对象字典参数值	
	nmc_set_axis_enable	使能 EtherCAT 总线驱动器	
	nmc_set_axis_disable	失能 EtherCAT 总线驱动器	
	nmc_get_total_axes	读取 EtherCAT 总线轴和虚拟轴轴数	
	nmc_get_total_adcnum	读取 EtherCAT 总线 AD/DA 输入输出口数	
	nmc_get_total_ionum	读取 EtherCAT 总线 IO 输入输出口数	
	nmc_set_controller_workmode	设置控制卡工作模式	
	nmc_get_controller_workmode	读取控制卡工作模式	
	nmc_get_cycletime	读取 EtherCAT 总线循环周期	
	nmc_get_axis_type	读取轴类型	
	nmc_stop_etc	停止 EtherCAT 总线	
	nmc_get_consume_time_fieldbus	读取 EtherCAT 总线平均周期时间、最大周期时间、执行周期数	
	nmc_clear_consume_time_fieldbus	清除 EtherCAT 总线平均周期时间、最大周期时间、执行周期数的记录	
	nmc_get_axis_state_machine	读取 EtherCAT 总线轴状态机	
	nmc_get_axis_controlmode	读取 EtherCAT 总线轴控制模式	
	nmc_set_home_profile	设置 EtherCAT 总线轴回零参数	
	nmc_get_home_profile	读取 EtherCAT 总线轴回零参数	
	nmc_home_move	启动 EtherCAT 总线轴回零	
	nmc_get_errcode	读取 EtherCAT 总线状态	
	nmc_get_axis_node_address	读取 EtherCAT 轴节点地址信息	
	nmc_get_total_slaves	获取 EtherCAT 从站总数	

函数分类	函数名	描 述	索引
	nmc_write_outbit_extern	设置 EtherCAT 扩展模块的某个输出端口的电平	
	nmc_read_outbit_extern	读取 EtherCAT 扩展模块的某个输出端口的电平	
	nmc_read_intbit_extern	读取 EtherCAT 扩展模块的某个输入端口的电平	
	nmc_read_outport_extern	读取 EtherCAT 扩展模块指定 IO 组号的全部输出口的电平	
	nmc_read_inport_extern	读取 EtherCAT 扩展模块指定 IO 组号的全部输入口的电平	

附录 5　常见问题解决方法

序号	问题描述	可能原因及解决方法
1	控制卡无法扫描到设备	a. 检查各网口接线是否松动
		b. 检查驱动器是否上电、有无报错，若报错先断电重启，执行热复位再扫描
		c. 控制卡是否正常工作，可复位系统完成后再扫描
2	驱动器无法使能	a. 该驱动器是否正常通讯，扫描设备看能否扫描到
		b. 该驱动器是否报错，若报错先断电重启再使能
3	控制卡连接多台 EtherCAT 驱动器时，扫描到设备的数量不对	a. 检查各网口接线是否松动
		b. 检查驱动器是否上电、有无报错，若报错先断电重启，执行热复位再扫描
		c. 控制卡是否正常工作，可冷复位系统完成后再扫描
4	板卡插上后，PC 机系统还不能识别控制卡	检查板卡驱动是否正确安装，在 WINDOWS 的设备管理器（可参看 WINDOWS 帮助文件）中查看驱动程序安装是否正常。如果发现有相关的黄色感叹号标志，说明安装不正确，需要按照软件部分安装指引，重新安装； 计算机主板兼容性差，请咨询主板供应商； PCI 插槽是否完好； PCI 金手指是否有异物，可用酒精清洗。
5	PC 机不能和控制卡通讯	PCI 金手指是否有异物，可用酒精清洗； 参考软件手册检查应用软件是否编写正确。
6	控制卡已经正常工作，但电机不转动	检查驱动器和电机之间的连接是否正确。可以使用 Motion 软件进行测试。 确保驱动器工作正常，没有出现报警。
7	电机可以转动，但工作不正常	检查控制卡和驱动器是否正确接地，抗干扰措施是否做好。
8	能够控制电机，但电机出现振荡或是过冲	可能是驱动器参数设置不当，检查驱动器参数设置； 应用软件中加减速时间和运动速度设置不合理。
9	不能读入辅助编码器信号	请检查编码器信号类型是否是脉冲 TTL 方波； 参看所选编码器说明书，检查接线是否正确； 编码器供电是否正常； 检查函数调用是否正确。
10	对辅助编码器的读数不准确	检查全部编码器及触发源的接线； 做好信号线的接地屏蔽。
11	不能锁存辅助编码器读数	检查触发源的接线； 检查函数的调用是否正确。
12	锁存数据的重复精度差	检查函数调用； 程序中是否进行了去抖动处理； 触发信号的设定。

13	数字输入信号不能读取	接线是否正常；检查函数调用。
14	数字输出信号不正常	接线是否正常；检查函数调用。
15	电脑休眠后找不到卡	刷新设备管理器或重启电脑

深圳市雷赛控制技术有限公司
SHENZHEN LEADSHINE CONTROL TECHNOLOGY CO.,LTD

深圳市雷赛控制技术有限公司
地　址：深圳市南山区塘朗学苑大道 1001 号南山智园 A3 栋 9 楼
邮　编：518055
电　话：0755-26415968
传　真：0755-26417609
Email：info@szleadtech.com.cn
网　址：http://www.szleadtech.com.cn