

MOTEC 直流伺服驱动器使用手册

Version 3.1

MOTEC(中国)营业体系

2020-08-01

注意	本版本手册请适配 MOTEC 直流伺服驱动器固件版本号 51010 以及以上版本。手册中有些功能并不是所有型号的驱动器都有，手册中已经加了特别说明，请注意文中说明。 适用的型号包括 Cobra、Ares、Elpht(正弦波版本)、Croco
-----------	---

注意	MOTEC 直流伺服驱动器固件版本号 51010 以及以上版本，请配套 motionStudio3.1.1 以及以上版本使用，否则电流的显示值有可能不对。
-----------	---

版本说明：

2017年06月01日发行，Version 2.1；

2020年08月01日发行，Version 3.1；

版权信息：

本手册为MOTEC(中国)营业体系（以下简称“MOTEC(中国)”）版权所有。

MOTEC(中国)对本手册拥有版权，未经书面授权，不可将本文的全部或部分内容进行复制、翻印、收录、再加工或任何形式的转让。

本文的编著几经审校，但MOTEC(中国)不对其内容和推论中可能存在的错误担责。因用户原因使用不当而对产品或用户造成的直接或间接损失，MOTEC(中国)同样免责。使用本产品时务必遵照使用说明，以免造成设备或人身伤害。

本文中的内容的表述力图精确、可靠，但错误和疏忽之处在所难免，MOTEC（中国）保留随时修改和完善本文档的权利。

最新版本的使用说明书可在www.motec365.com 下载。

联系方式：

MOTEC（中国）营业体系

北京诺信泰伺服科技有限公司

地址：北京市通州区环科中路17号11B（联东U谷西区）

电话：010-56298855-666

传真：010-65546721

邮编：100027

网址：<http://www.motec365.com>

eMail：motecSupport@sina.com

感谢您选择 MOTEC 直流伺服驱动器，在使用本产品之前，请先阅读以下内容：

注意事项

- 使用本产品之前，请务必详细阅读 MOTEC 闸机智能直流伺服驱动器用户手册；
- 请使用者不要随意拆装、修理本产品，出现故障时应向 MOTEC 服务中心咨询；
- 强烈的冲击或震动可能导致产品机身及附件的故障，因此请小心使用和搬运；
- 在因器件烧毁、发热而导致产品不能正常运作时，应迅速切断电源，并与 MOTEC 联络；
- 强力压挤或冲击传感器接口，可能导致产品工作异常；
- 本机工作时散热，因而需要有一定的环境空间以确保空气流通，同时应远离热源；
- 用户在产品维修之前应备份驱动器的有关数据文档，以免维修过程中所造成的数据丢失；
- 在使用本产品时，请勿带电插拔插头，以避免触电或损坏驱动器和电机；
- 操作者须对 PID 控制特别是有关控制参数的调节有一定认识，不适当的调试会导致系统操作不正常甚至烧毁。

操作步骤

为了能使 MOTEC 直流伺服驱动器正常运行，请按照以下步骤进行操作和调试：

(1) 网络操作模式：

第一步：按照用户手册的指导安装驱动器硬件和软件；

第二步：利用 motionStudio 上位机调试软件进行驱动器的调试和试运行；

第三步：利用以下方法之一进行驱动器的应用程序编程

- 利用 motionLib 函数库编写应用程序；
- 利用驱动器的 MODBUS 协议进行 PLC、HMI 的编程；
- 利用 CANOPEN 主站编写网络应用；
- 利用 MOTICIAN 协议实现系统应用；

第四步：根据所设计的应用程序和操作步骤对驱动器进行操作。

(2) 脉冲操作模式/模拟信号操作模式：

第一步：按照用户手册的指导安装驱动器硬件接线、软件；

第二步：利用 motionStudio 上位机调试软件进行驱动器的参数设置；

第三步：利用脉冲或模拟信号控制驱动器驱动电机工作。

(3)PWM 操作模式：

第一步：按照用户手册的指导安装驱动器硬件接线、软件；

第二步：利用 motionStudio 上位机调试软件进行驱动器的参数设置；

第三步：根据所设计的程序和操作步骤对驱动器进行操作。

(4)内置 PLC 编程操作模式：

第一步：按照用户手册的指导安装驱动器硬件接线、软件；

第二步：利用 motionStudio 上位机调试软件进行驱动器的参数设置；

第三步：利用 motionPainter 软件编写用户程序；

第四步：根据所设计的程序和操作步骤对驱动器进行操作。

目 录

1. 安全信息	8
1.1 安全警告.....	8
1.2 注意事项.....	9
2. MOTEC 直流伺服驱动器介绍.....	10
2.1 驱动器简介.....	10
2.2 适配电机.....	11
2.3 型号命名.....	11
3. MOTEC 直流驱动器安装和接线.....	12
3.1 驱动器安装.....	12
3.2 驱动器接线.....	12
3.2.1 驱动器接口定义.....	13
3.2.2 驱动器尺寸.....	13
3.2.3 I/O 接口	13
3.2.4 电机抱闸接口.....	13
3.2.5 硬件安装.....	15
3.2.6 第一次上电.....	15
4. MOTEC 直流驱动器通讯说明.....	17
4.1 USB 转串口通讯.....	17
4.2 RS232 通讯.....	18
4.3 RS485 通讯.....	19
4.4 CAN 总线通讯.....	19
5. MOTEC 直流驱动器参数表.....	20
6. MOTEC 直流驱动器运动轨迹规划.....	21
6.1 轨迹规划功能相关参数.....	21
6.2 S 曲线位置控制.....	21
6.3 T 曲线位置控制.....	23
6.3.1 T 曲线点到点位置运动.....	23
6.3.2 T 曲线连续运动.....	24
6.4 相对运动和绝对运动.....	26
6.5 T 曲线速度控制.....	26
6.6 S 曲线速度控制.....	26
6.7 速度模式同步运动.....	27
6.8 运动完成标志.....	27
6.9 完成稳定时间.....	28
6.10 应用	28
7. MOTEC 直流驱动器操作说明.....	29
7.1 网络操作模式.....	29
7.1.1 lifeguard 功能	30
7.2 脉冲/方向操作模式.....	30
7.2.1 脉冲/方向模式功能相关参数	30

7.2.2	脉冲/方向模式下 I/O 设置	32
7.2.3	电子齿轮比	33
7.2.4	其他功能	33
7.3	模拟信号操作模式	33
7.3.1	模拟信号操作模式功能相关参数	34
7.3.2	模拟信号模式下的设定值	35
7.3.3	模拟信号模式下 I/O 设置	36
7.3.4	利用 24VDC 电源和电位器搭建输入信号	37
7.3.5	模拟信号模式下的控制功能	37
7.3.6	模拟接口连接摇杆	39
7.3.7	其他功能	39
7.4	PWM 信号操作模式	40
7.4.1	PWM 操作模式功能相关参数	40
7.4.2	PWM 信号模式下的设定值	41
7.4.3	PWM 信号模式下 I/O 设置	42
7.4.4	PWM 模式下的控制功能	43
7.4.5	其他功能	44
7.5	PLC 编程模式	45
7.6	位置控制模式	45
7.7	速度控制模式	45
7.8	电流控制模式	45
7.9	电机停止运动方式	45
7.10	回原点操作	46
7.10.1	找原点相关参数	47
7.10.2	找原点操作过程	47
7.10.3	回原点过程示例	52
7.11	JOG 操作	53
7.12	控制增益切换	53
7.13	速度观测器滤波系数	54
7.14	电机使能/抱闸时序	55
7.15	输入/输出口功能	57
8.	MOTEC 直流驱动器保护措施	60
8.1	驱动器安全操作说明	60
8.2	限位功能	60
8.2.1	软件限位	61
8.2.2	限位开关限位	61
8.3	电流保护	62
8.3.1	I^2t 功能	62
8.3.2	最大电流限制	63
8.3.3	I_{2t} 释放保护	63
8.3.4	I_{2t} 限流保护	64
8.4	电流限制	64
8.5	温度保护	65
8.5.1	最高温度保护	65

8.5.2	温度释放保护.....	65
8.5.3	温度限流保护.....	66
8.5.4	电机温度保护.....	67
8.6	最高速度限制.....	67
8.6.1	运动最高速度限制.....	67
8.6.2	电流模式速度限制.....	67
8.7	停止运动.....	69
9.	MOTEC 直流驱动器通讯协议.....	71
9.1	MOTECIAN 通讯协议.....	71
9.2	MODBUS 通讯协议.....	71
9.3	CANOPEN 通讯协议.....	71
10.	MOTEC 直流驱动器编程函数库.....	72
11.	MOTEC 直流驱动器报警信息及故障诊断.....	73
11.1	报警信息总览.....	73
11.2	报警屏蔽.....	74
11.3	LED 闪烁.....	74
11.4	查看报警历史.....	75
11.5	报警注意事项.....	75
11.6	报警信息详解.....	76
12.	自动寻相.....	83
12.1	自动寻相操作说明.....	83
12.2	相位信息存储和使用.....	84
12.3	设置串行编码器零位.....	85
13.	电机温度检测.....	86
13.1	NTC 温度传感器和接线.....	86
13.2	使用温度阻值表.....	86
13.3	实施电机温度检测和保护.....	91
14.	PWM 控制主从模式.....	93
14.1	主从控制模式说明.....	93
14.2	主从控制模式接线.....	93
14.3	主从控制模式操作说明.....	94
15.	直流驱动器电流量纲说明.....	96
15.	PVT/PT 控制模式.....	98
16.	周期同步控制模式(CSP_CSV_CST_PVT_PT).....	98
17.	联系方式.....	98

1. 安全信息

在对驱动器进行安装和调试前请先仔细阅读本章节中的信息。这些信息意在您使用本产品时保护驱动器及相关设备的安全。不正确的使用驱动器会导致人身意外伤害或财产损失。只有专业人员才可以安装、调试、操作和维护驱动器，或由一个有资格认证的专业人员授权其他人执行诸如运输、组装、安装、调试和操作驱动器的任务。

在本手册中有以下安全标志：



警告！操作引起人身安全的危险标记，也包括预防这种情况发生的使用说明。



注意！驱动器可能损坏产品或设备的危险标记，也包括避免此情形发生的使用说明。



带电器件和电路板可能会在没有觉察的情况下放电，尽管本产品具有专有保护电路，但在遇到高能量 ESD 时，驱动器器件可能会损坏。因此，不允许私自拆装本驱动器并做好接地措施，以免由于 ESD 引起的器件功能下降甚至损坏，造成不必要的损失。

1.1 安全警告



警告！驱动器电压可能引起电击，电源打开的情况下，请不要直接触摸带电部分。



警告！为了避免电弧放电引起的危险，当电源打开时请不要连接或断开驱动器与电源的接线以及插拔驱动器上的接口。



警告！驱动器在运行期间表面可能发热。



警告！在驱动器运行期间，被控制的电机在旋转运动并带动机械系统运行，请远离所有运动部件，免受伤害。

1.2 注意事项



注意！连接驱动器的供电电源必须遵守本手册中的参数规定。



注意！故障维修与服务只有经过授权许可的专业人员才可以执行。

为了防止静电引起的损坏，为了释放静电，请注意保持驱动器的良好接地。

2. MOTEC 直流伺服驱动器介绍

2.1 驱动器简介

MOTEC 直流伺服驱动器是MOTEC（中国）营业体系自主知识产权的直流智能伺服驱动器，适合驱动直流有刷或无刷伺服电机。驱动器具有体积小、功率密度大、功能丰富等特点，与国内外同类产品相比具有极高的性能价格比。

MOTEC直流伺服驱动器可以设置为各种操作模式，如网络操作模式、模拟信号模式、脉冲/方向模式、PWM操作模式等。除网络模式外，其他各种操作模式无需使用网络接口即可直接运行，但在驱动器操作运行的同时，网络也可以用于参数修改和驱动器状态的监控。MOTEC直流驱动器有内置PLC可编程功能，无论工作于何种模式下驱动器均可以进行内置PLC程序的编程和运行。

MOTEC 直流伺服驱动器可通过RS232/RS485/CAN总线与PC机、触摸屏、PLC或其他控制器相连接。驱动器附带的motionStudio软件可运行于PC的Windows环境下，通过RS232/RS485通讯对驱动器进行参数设置、实时控制以及PLC程序的编写和下载等操作。驱动器使用一个开放的指令集，随产品提供的动态库motionLib可帮助用户快速设计自己的应用程序。

MOTEC 直流智能伺服驱动器具有以下特点：

- 直流12.5VDC-180VDC供电，最大连续电流可达100A；
- 适用于驱动有刷或无刷伺服电机，方波驱动或正弦波驱动；
- 位置传感器可为增量式编码器、旋转变压器、数字式霍尔传感器、14Bit磁编码器、17Bit绝对值编码器和23Bit绝对值编码器等；
- 运动控制器和伺服驱动功能集成一体，驱动器内部集成PLC控制器，支持梯形图编程，使得PLC和伺服驱动器形成有机的整体；
- 具有位置控制模式、速度控制模式和电流（转矩）控制模式；
- 操作模式有网络操作模式、脉冲/方向模式、PWM操作模式、模拟信号模式；
- 各个控制模式和操作模式间可以任意实时切换；
- 支持多组控制增益实时切换功能；
- 支持RS232、RS485和CAN总线通讯，RS232能实现8台驱动器联网、RS485能实现31台驱动器联网、CAN总线能实现110台驱动器联网；
- 支持MOTECIAN、MODBUS和CANOPEN协议；
- 内置S曲线和T曲线轨迹规划功能，T曲线模式下电机可以多段轨迹连续运动。有PVT/PT，以及CSP、CSV、CST同步功能；
- 具有自动寻相功能；
- 通过motionStudio上位机软件能方便地进行驱动器参数调整、在线监测和实时控制等功能；
- 支持驱动器参数文件保存、上传和下载的功能；
- 集成多路数字输入、多路数字输出、模拟量输入、脉冲输入；
- I/O口功能可编程为：Enable/Disable、故障清除、Jog+/Jog-、Homming、高限位、低限

位、脉冲禁止、零速箝位、零位开关、紧急停车以及故障输出、位置到达、速度到达、扭矩到达、抱闸输出、伺服准备好等功能；

- 电机紧急停止运动可选受控停止或不受控停止模式，受控停止模式可分为立即停止和减速停止模式；
- 电流限制和速度限制功能，功率模块温度实时监控并提供电机温度测量选项；
- 提供上位机动态库motionLib和指令集说明用于上位机应用程序编写；
- 具有温度保护，过流、过压、欠压保护、I²T电流限制等功能，可靠性高；
- 接受客户特殊订制，包括高低温、振动、三防等特殊处理。

MOTEC 直流伺服驱动器具有的操作模式有：网络操作模式、脉冲/方向操作模式、模拟信号操作模式、PWM操作模式和独立可编程模式。并且，可以在任何模式下在驱动器内部独立编辑程序。控制模式有：电流控制模式、速度控制模式和位置控制模式。操作模式和控制模式的组合如表2.1所示。

表 2.1MOTEC 直流伺服驱动器操作模式和控制模式组合表

操作模式 \ 控制模式	电流控制模式	速度控制模式	位置控制模式
网络操作模式	Yes	Yes	Yes
脉冲/方向操作模式	No	No	Yes
模拟信号操作模式	Yes	Yes	Yes
PWM 操作模式	Yes	Yes	Yes
内置 PLC 编程模式	Yes	Yes	Yes

2.2 适配电机

MOTEC 直流智能伺服驱动器可以适配的电机有：

- 1) MOTEC直流伺服有刷或无刷电机，方波驱动或正弦波驱动；
- 2) 反馈可为增量式编码器、旋转变压器、数字式霍尔传感器、14Bit磁编码器、17Bit绝对值编码器和23Bit绝对值编码器等；
- 3) 由于驱动器有自动寻相功能，MOTEC驱动器可以适配用户指定的并具有如上提及的反馈类型的特定的电机；

2.3 型号命名

有关 MOTEC 直流驱动器以及电机命名请查看各个系列驱动器和电机的选型手册。

3. MOTEC 直流驱动器安装和接线

3.1 驱动器安装

为了避免发生故障和安全事故，请按照以下标准安装驱动器。

1、安装场所

- (1) 驱动器没有防水功能，请将驱动器安装在没有雨淋且无阳光直射的地方；
- (2) 请勿在腐蚀性环境及易燃性气体环境、可燃物等附近使用驱动器；
- (3) 请勿在有油雾、铁粉、铁屑等场所使用驱动器；
- (4) 通风良好，干燥无尘的场所；
- (5) 请勿使用汽油、稀释剂、酒精、酸性及碱性清洗剂，以免外壳变色或破损；
- (6) 如需在以上所述的不适用场所使用本驱动器，请订购本驱动器的高可靠性版本，高可靠性版本经过特殊的处理，从而适合苛刻使用条件的要求。

2、环境条件

表 3.1 驱动器使用环境

项目	条件
环境温度	0℃～40℃（普通版本）
环境湿度	20%～85%RH（无结露）
存储温度	-20℃～60℃
存储湿度	20%～85%RH（无结露）
振动	5G 以下 10Hz~60Hz
注意：不同版本和系列的驱动器指标可能稍有不同，如果和选型样本有冲突之处，以选型样本为准。	

3、安装方向和间隔

- 1) 驱动器周围要有足够的通风空间；
- 2) 请留足够的空间，以便有效地降温；
- 3) 为保证控制柜或控制箱内的温度分布均匀，请安装风扇以形成空气对流；
- 4) 控制柜内的环境，请遵守前述的环境条件；
- 5) 注意散热情况。驱动器随着电机的运转发热。在密封的控制箱里使用驱动器会导致控制箱内的温度异常升高，为了满足驱动器周围温度的使用范围，请考虑配置冷却装置；
- 6) 驱动器的电流值是在保证驱动器散热片和功率模块温度(不高于 85 度)得到控制的前提下才满足的；
- 7) 务必使驱动器良好接地。

3.2 驱动器接线

有关 MOTEC 直流伺服驱动器接线请参考 MOTEC 各个系列驱动器选型样本关于驱动器各个接口的接线说明。

3.2.1 驱动器接口定义

有关 MOTEC 直流伺服驱动器接口定义请查看 MOTEC 各个系列驱动器选型样本的接口定义图。

3.2.2 驱动器尺寸

有关 MOTEC 直流伺服驱动器尺寸请查看各个系列 MOTEC 驱动器选型样本中关于驱动器尺寸图的说明。

3.2.3 I/O 接口

有关 MOTEC 直流伺服驱动器的 I/O 接口定义请查看各个系列 MOTEC 驱动器选型样本中关于驱动器 I/O 接口的说明。

3.2.4 电机抱闸接口

MOTEC 直流伺服驱动器内置抱闸功能，在设置为自动抱闸的情况下，抱闸的状态可以和电机的状态联动。MOTEC 驱动器提供了两种连接抱闸的方式：

1) 利用驱动器自带的抱闸接口；

2) 利用驱动器的通用输出口用于控制抱闸。如果一个驱动器有自带的专用抱闸接口，但是又把其中一个通用输出口定义了抱闸功能，则其专用输出口将不再有抱闸的功能。

不同类型的抱闸输出口，其抱闸接线方式如下：

1) 抱闸专用输出口接线方式

对于有专用抱闸接口的驱动器，只需将 24VDC 电源和抱闸线接入相应的接口即可。对于 ARES、ELPHT、CROCO 驱动器，抱闸接口需要单独的 24VDC 供电电源。而对于 COBRA 系列驱动器，抱闸接口的供电从驱动器的控制供电中获取。

2) 驱动器的数字输出口用于控制抱闸的接线方式

如果需要将驱动器的通用数字输出口用于控制抱闸，需要将其中一个输出口定义为抱闸输出并定义抱闸类型和相应的参数。图 3.1 给出了以光耦隔离的输出口作为抱闸输出的抱闸接线图，图 3.2 给出了 OC 输出口作为抱闸输出抱闸接线图。

■ 光耦隔离输出口作为抱闸控制输出口：

适合图 3.1 接法的驱动器有 ARES、ELPHT、CROCO 和 COBRA4820 驱动器，这些驱动器的共同特点是其数字输出口为光耦隔离的输出口。

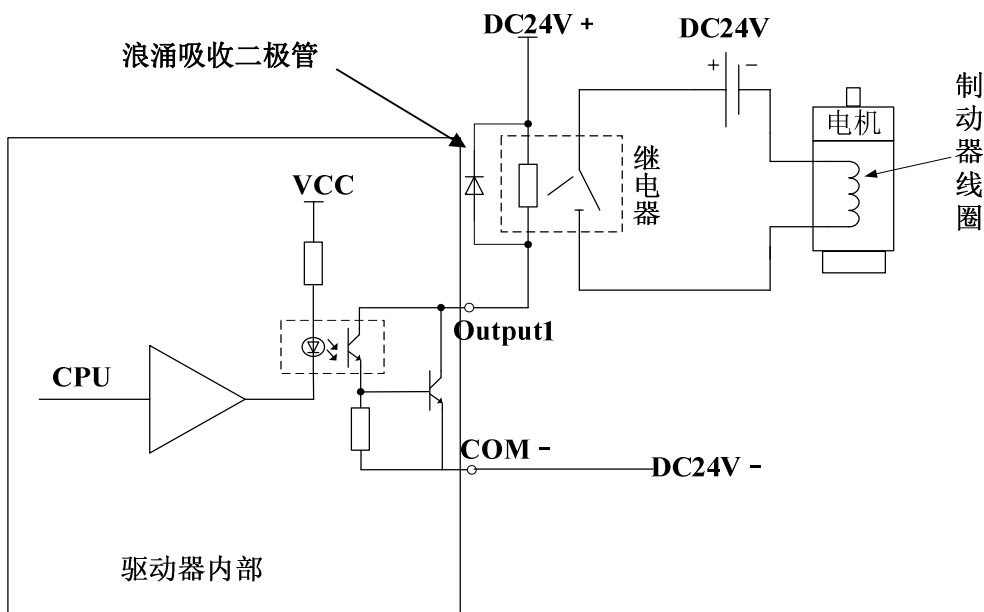


图 3.1 驱动器光耦隔离输出用于电机抱闸接口接线图

注意：无论是光耦隔离的输出口还是 OC 输出口，当通过控制继电器继而控制电机的抱闸时，都需要在通断保持制动器（抱闸）电路中的继电器线圈处并联一个浪涌吸收器（二极管），否则会损害驱动器的输出口电路。

■ OC 输出口作为抱闸控制输出口：

对于 Cobra4806(12)驱动器，其输出口为 OC 的输出方式，如果用于抱闸输出的控制，其接线图如图 3.2 所示。

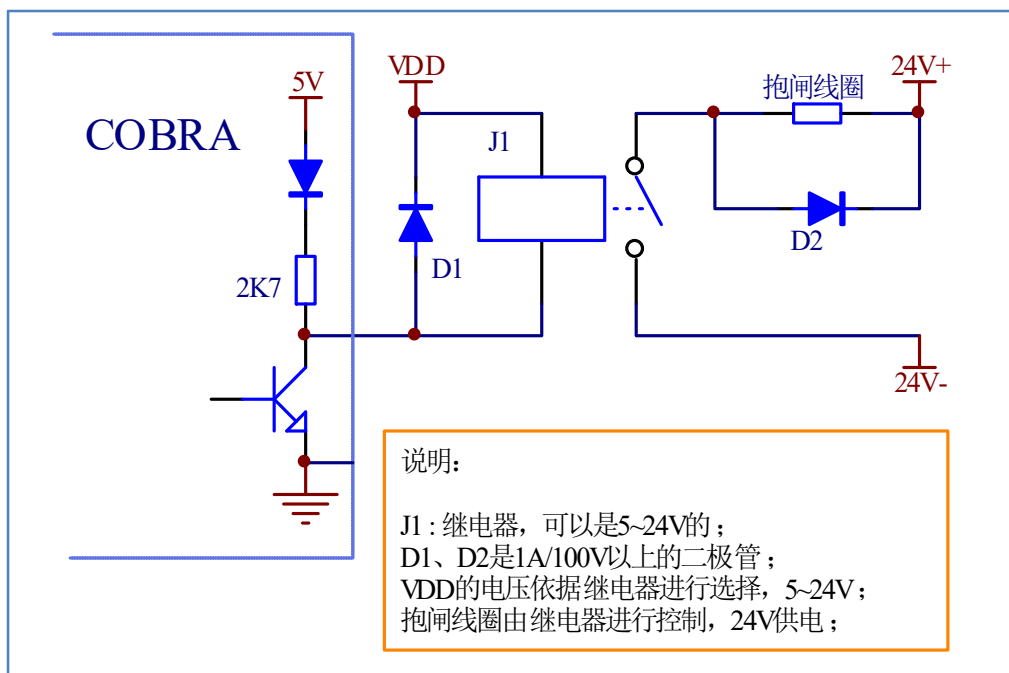


图 3.2 驱动器 OC 输出口用于电机抱闸接口接线图

3.2.5 硬件安装

冷却要求:

MOTEC 直流驱动器设计为自然冷却，可以水平安装在机柜中，或垂直安装在机箱中。

(见图 3.8)

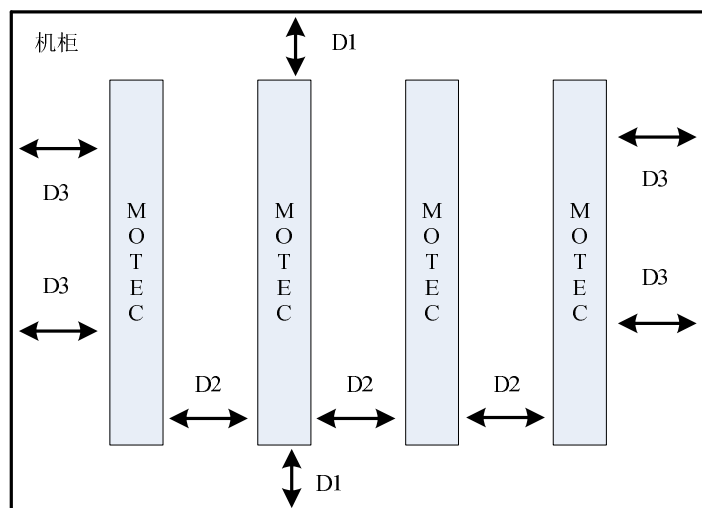


图 3.8 MOTEC 安装尺寸图

驱动器与周围柜壁以及驱动器之间的距离如 D1, D2 和 D3，为了保证空气自由循环，安装距离如表 3.2 所示。

表 3.2 驱动器安装冷却距离要求

安装冷却距离需求	
D1	> 25mm
D2	> 10mm
D3	> 25mm

3.2.6 第一次上电

在使用驱动器之前，首先必须对驱动器进行调试和试机。最简单的调试方法是在 PC 和驱动器之间通过 USB/RS232/RS485 进行联机，利用 PC 上位机进行系统调试。在第一次上电前，请务必检查以下事项：

- 供电电源连接是否正确以及电压值是否在要求范围之内；
- 电机编码器信号和动力电缆连接是否正确；

- 通讯电缆是否正确连接；
 - 如果电机已经连接到负载，请检查并确保负载连接正常（首次使用时最好现在空载状态下调试）；
 - 在 PC 上安装 motionStudio 调试软件，通过串口连接驱动器；
- 驱动器连接完成后就可以开始系统的调试。



注意：在连接驱动器的过程中，请注意人体静电，如果系统及人体带有静电并引起放电，有可能损坏驱动器。



警告：在连接驱动器之前，请确认电源线连接正确，否则会损坏驱动器。特别需要注意的是，驱动器不能带电插拔，否则有可能损坏驱动器。

4. MOTEC 直流驱动器通讯说明

MOTEC 直流驱动器工作在网络操作模式下，上位机通过通讯对驱动器发送控制指令，驱动器则根据指令的要求进行相应的控制动作。在网络模式下，上位机可以是电脑、HMI、PLC 或者是其他嵌入式系统。为了更方便于用户使用，MOTEC 还提供了函数库以及详细的指令集，用于支持用户的各种应用。

MOTEC 直流驱动器支持 USB 转串口、RS232、RS485、CAN 多种通讯方式，各种通讯方式都可以组成多个节点的运动控制网络（对于 RS232，由于采用了创新的设计，它也可以支持组建多个节点的运动控制网络）。表 4.1 显示了各种通讯方式通讯波特率的设置。驱动器的通讯波特率通过修改参数表参数完成，波特率参数修改后需要重新启动驱动器，新的波特率才会生效。表中 Pr.12 中的 Pr 表示参数，而后面的数字表示参数号。

表 4.1 网络操作模式通讯波特率相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.12	USB 转串口/RS232/RS485 通讯波特率	16bit	读/写	NA	0~4	1
	0-9600bps; 1-19200bps; 2-38400bps; 3-57600bps; 4-115200bps;					
Pr.13	CAN 通讯波特率	16bit	读/写	NA	0~5	3
	0-50kbps; 1-125kbps; 2-250kbps; 3-500kbps; 4-750kbps; 5-1Mbps;					

4.1 USB 转串口通讯

MOTEC 直流驱动器的 USB 通讯方式为 USB 转串口的方式，因此在使用之前需要安装附带的 USB 驱动程序。为了提高通讯的兼容性，用户最好选择 MOTEC 提供的通讯调试线缆。为了提高通讯效率，需要做如下的步骤的设置：

- 1) 选中电脑桌面“我的电脑”图标，点击右键并选择“属性”；
- 2) 在“系统属性”对话框中，选择“硬件”选项，点击“设备管理器”按钮打开设备管理器窗口；
- 3) 在设备管理器窗口中选择“端口（COM 和 LPT）”项目，选择相应的串口号并点击右键，打开属性对话框；
- 4) 在属性对话框中选择“端口设置”选项，点击“高级”按钮打开高级设置对话框；
- 5) 在高级设置对话框中将“延迟计时器(毫秒)”的值设置为 1(其他内容可以忽略，即

默认值即可), 如图 4.1 所示;

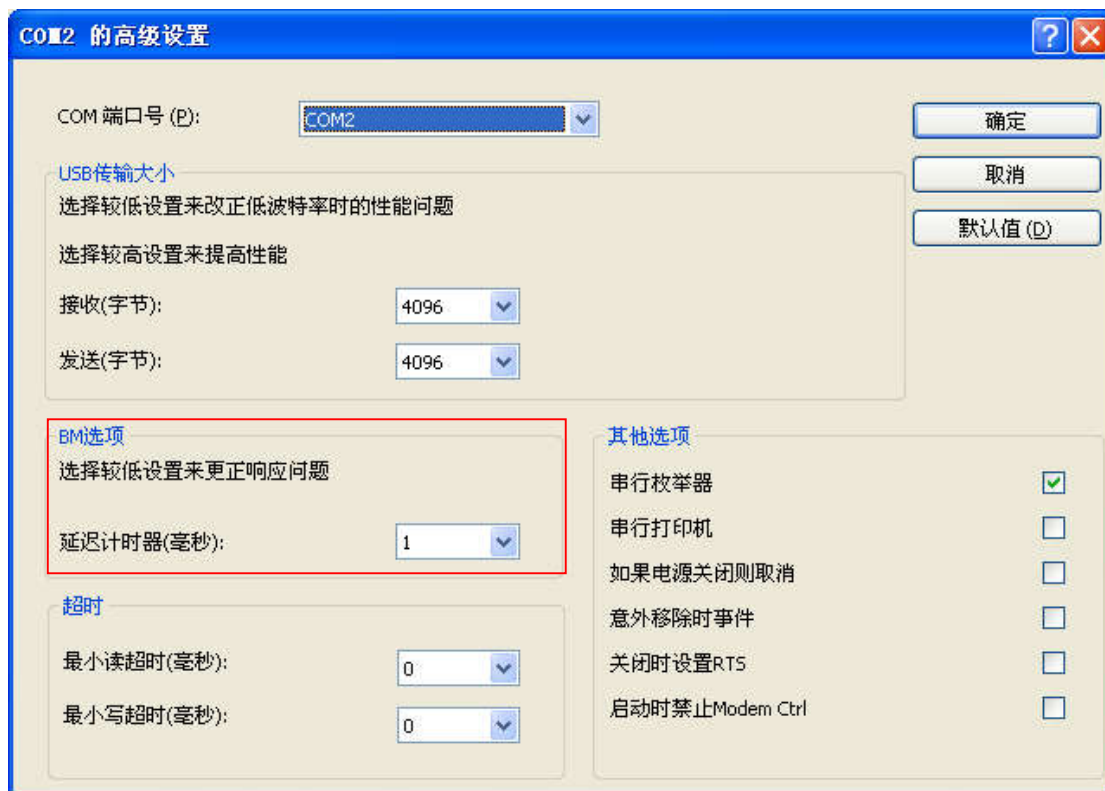


图 4.1 选择 USB 转串口通讯的延时计时器时间

4.2 RS232 通讯

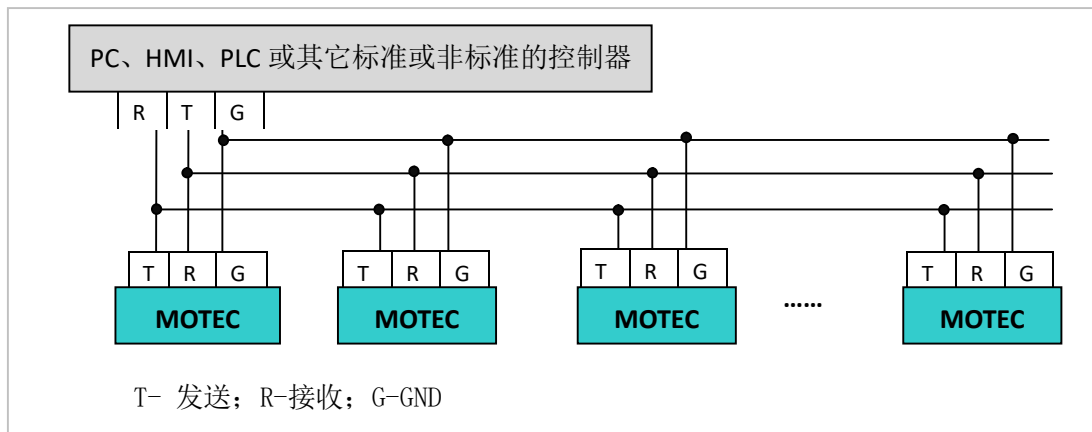


图 4.2 RS232 网络连接示意图

- 使用 RS232 通讯时, MOTEC 直流驱动器支持最大通讯速率为 115200bps;
- RS232 通讯口最多可以支持连接 8 台驱动器联网, 并可扩展;
- 支持 MOTECIAN 和 MODBUS 通讯协议;
- 支持 motionLib 函数库用于上位机是 WINDOWS 环境下的 PC 的应用,
- 实际通讯速率和通讯节点数量受使用环境与连接电缆长度等因素影响;

4.3 RS485 通讯

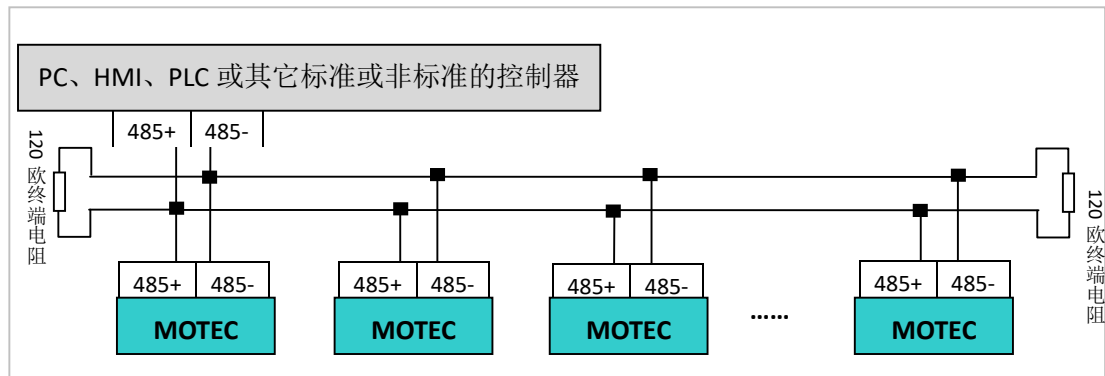


图 4.3 RS485 网络连接示意图

- RS485 总线抗共模干扰能力增强，最大通信距离可达到 1000 米；
- 支持 31 台联网，并可扩展；
- MOTEC 直流驱动器的 RS485 通讯支持最大通讯速率为 115200bps；
- 支持 MOTECIAN 和 MODBUS 通讯协议；
- 支持 motionLib 函数库用于上位机是 PC 的应用；
- 实际通讯速率和通讯节点数量受使用环境与连接电缆长度等因素影响；

4.4 CAN 总线通讯

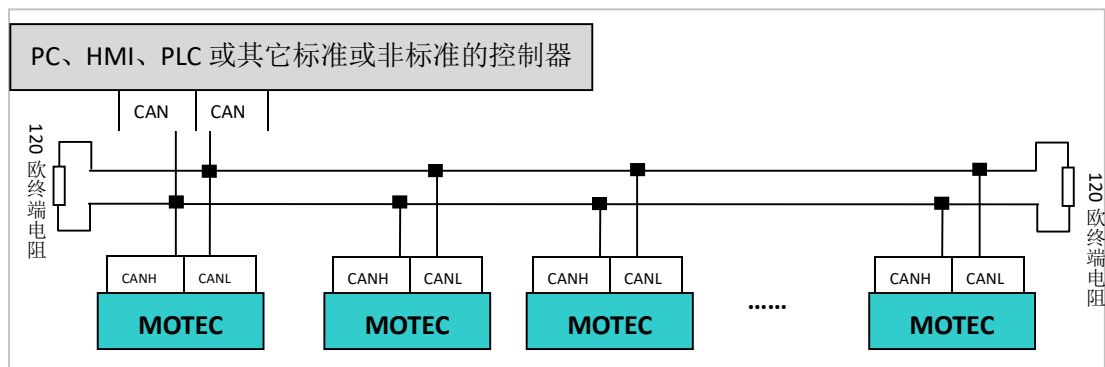


图 4.4 CAN 总线连接示意图

- CAN 总线具有实时性强、传输距离较远、抗电磁干扰能力强等优点；
- MOTEC 直流驱动器的 CAN 总线可支持最大 1M 的通讯速率，最多支持 110 个通讯节点
- 支持 MOTECIAN 通讯协议和 CANOPEN 通讯协议；
- 实际通讯速率和通讯节点数量受使用环境与连接电缆长度等因素影响；

5. MOTEC 直流驱动器参数表

MOTEC 直流驱动器拥有一个完善的参数表，使用者可以通过上位机软件 **motionStudio** 或通讯指令对参数表进行操作，从而完成对驱动器的操作和电机的控制。驱动器的参数表可以通过上位机调试软件 **motionStudio** 来实现修改、保存、备份、恢复、下载等操作，也可以通过 MOTECIAN 协议进行实时读写。

MOTEC 驱动器所有的操作都可以通过读写参数表中的寄存器来实现，所以请仔细了解参数表中各个参数的内容和使用方法。

注意：MOTEC 直流驱动器参数表中具体内容请在《MOTEC 直流驱动器参数表》文件中查看。

6. MOTEC 直流驱动器运动轨迹规划

对于点到点的运动，MOTEC 直流伺服驱动器提供了 2 种轨迹规划算法，分别是 S 曲线轨迹规划和 T 曲线轨迹规划。两种不同的轨迹规划算法用来满足使用者对不同场合位置控制或速度控制的需求。无论是在位置控制模式下还是在速度控制模式下，MOTEC 直流驱动器都可以使用 S 曲线或 T 曲线轨迹规划算法。

以下所描述的运动轨迹规划算法适用于网络模式下的位置/速度控制、模拟信号模式下的位置/速度控制、内置 PLC 控制下的位置/速度控制，而脉冲模式下的轨迹由使用者用上位机通过 PLC 程序进行规划。

6.1 轨迹规划功能相关参数

表 6.1 给出了与运动轨迹规划相关的参数，参数的具体内容解释请参考“驱动器参数”章节和随后章节中的说明。

表 6.1 运动轨迹规划相关参数

参数号	参数内容	数据类型	属性	单位	
Pr. 48	完成区域	ushort	读/写	Pulse	
Pr. 49	接近完成区域	ushort	读/写	Pulse	
Pr. 50	完成稳定时间	ushort	读/写	ms	
Pr. 78	S(T) 曲线最大速度	ushort	读/写	RPM	
Pr. 79	S 曲线最加速度	ushort	读/写	RPS2	
Pr. 80	S 曲线最加加速度	ushort	读/写	RPS3	
Pr. 83	T 曲线加速度	ushort	读/写	RPS2	
Pr. 84	T 曲线减速度	ushort	读/写	RPS2	
Pr. 86	连续 T 曲线模式最大反转速度	ushort	读/写	RPM	
Pr. 87	运动轨迹选择	ushort	读/写	NA	
	0-T 曲线； 1-S 曲线；				
注意： ushort 表示 16 位无符号数					

6.2 S 曲线位置控制

MOTEC 直流伺服驱动器内部集成了 S 曲线轨迹规划算法，寄存器 Pr. 87 设置为 1 即是 S 曲线轨迹规划。使用者只要设定运动所需要的最大速度、最大加速度和最大加加速度，即参数 Pr.78、Pr.79、Pr.80。发送相对运动或绝对运动命令即可完成 S 曲线点到点运动，所有轨迹规划的功能由驱动器完成。

为了使驱动器运行于 S 曲线点到点运动模式，首先需要将驱动器第 87 号参数，即运动轨迹选择参数设定为 1。图 6.1 到图 6.4 给出了 S 曲线轨迹规划的位置、速度、加速度和加加速度的曲线，S 曲线的运动方式下，电机运动的加加速度是受控的，如此能更好地控制速度的变化，从而使得电机的运动更加平稳。

注意：s 曲线模式下的点到点运动具有起点和终点运动速度都为 0 的特征，如果在运动尚未完成的情况下发送新的运动命令，则电机马上停止运动然后以新的轨迹运行，造成

电机运动的骤停和振动。并且在 S 曲线运动模式下，在电机运动尚未停止之前不能更新轨迹参数即最大速度、最大加速度和最大加加速度，否则会引起电机偏离原来运动轨迹。在位置控制模式下，如果需要在电机运动的过程中不断更新位置的设定值，可以使用 T 曲线模式下的连续运动模式实现相应的功能。在 T 曲线运动模式下，不但运动目标位置可以随时变动，轨迹参数及最大速度和最大加（减）速度也可以随时改变并立即生效。

在 S 曲线轨迹规划中，对于相同的运动距离和运动时间，可以有不同的最大速度、最大加速度和最大加加速度组合。在运动时间允许的前提下，建议将最大加加速度设置为较小的值，而通过增大最大加速度的设置来缩短运动时间。因为小的最大加加速度值有利于减少加减速变速时电机对机械的冲击，增加系统运行的平稳性。

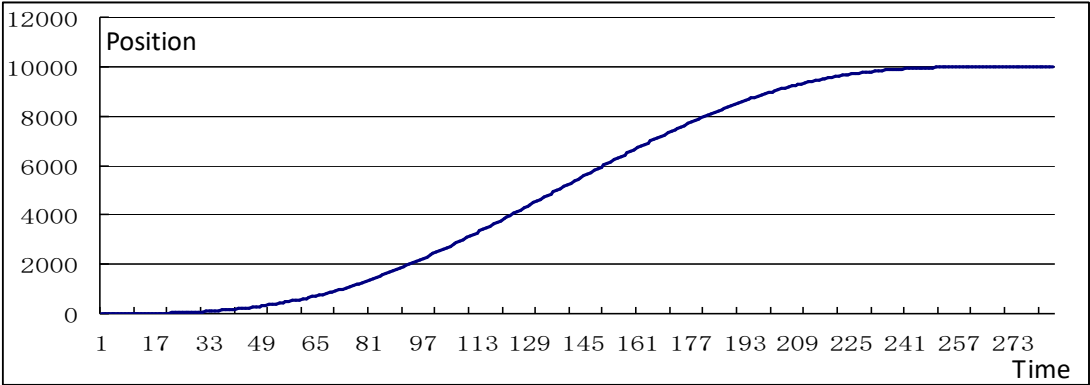


图 6.1 S 曲线轨迹规划位置曲线

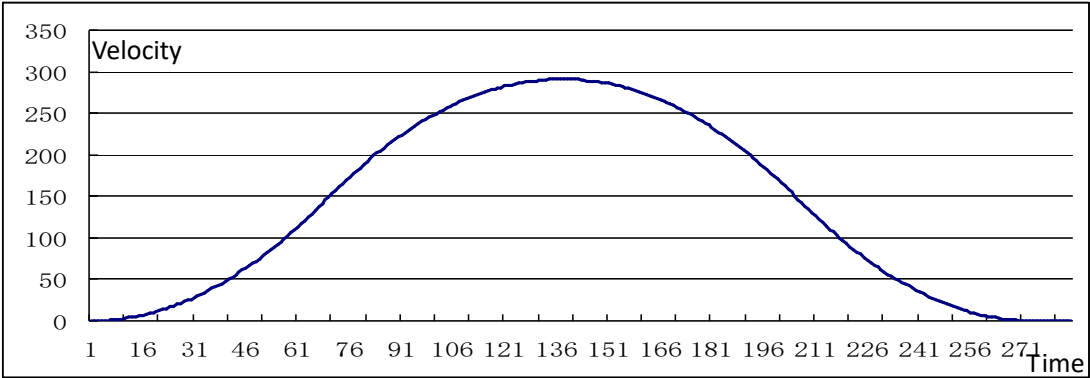


图 6.2 S 曲线轨迹规划速度曲线

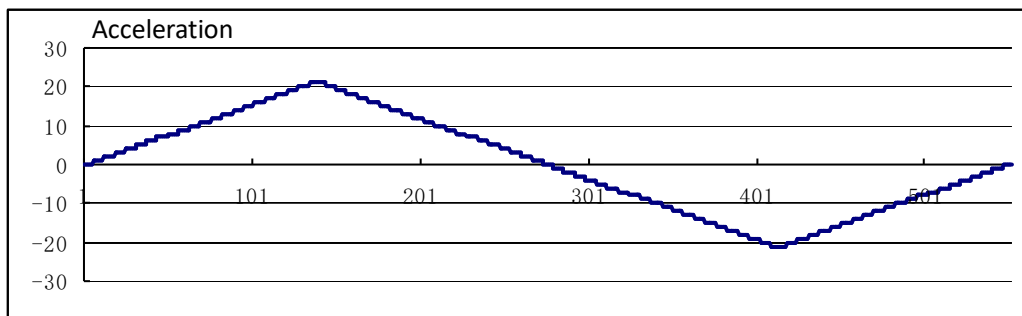


图 6.3 S 曲线轨迹规划加速度曲线

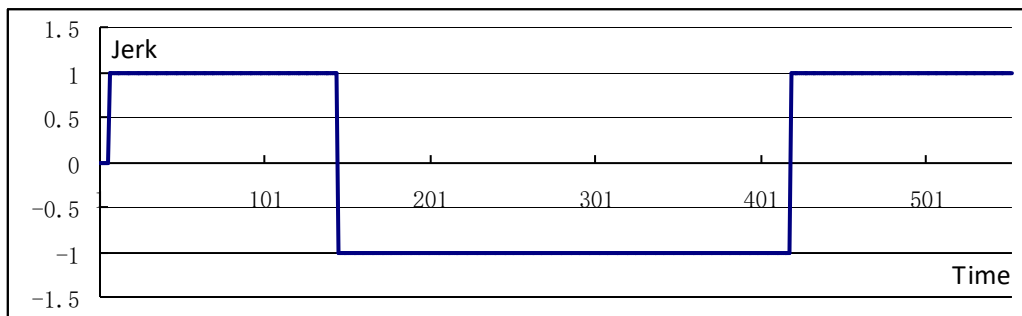


图 6.4 S 曲线轨迹规划加加速度曲线

6.3 T 曲线位置控制

以上所描述的 S 曲线轨迹规划方法只能运行于起点和终点速度都为 0 的情况之下，而不能运行于位置设定值连续更新的情况（即在运动尚未完成之时更新目标位置设定值）。与 S 曲线轨迹规划不同，MOTEC 直流伺服驱动器的 T 曲线轨迹规划既支持起点和终点速度为 0 的运动，也支持连续更新位置设定值的连续运动模式。更新位置设定值的时间间隔除了受通讯时间影响之外，没有时间间隔的限制。除了在运动过程中能更新新的目标位置之外，也能实时更新 T 曲线轨迹的最大速度以及加速度和减速度值。从而可以实现在目的位置不变的情况下实现变速度控制。

6.3.1 T 曲线点到点位置运动

为了使驱动器运行于 T 曲线运动模式，首先需要将驱动器第 87 号参数 Pr.87 设定为 0。在 T 曲线点到点运动模式下，需要设定 Pr.78 最大运动速度、Pr.83 加速度和 Pr.84 减速度。与 S 曲线轨迹规划加减速对称的运动速度曲线所不同，T 曲线速度轨迹可以是加速度和减速度单独设定和控制，从而可以做到不对称加减速控制，如图 6.5、图 6.6 和图 6.7 所示。与 S 曲线运动模式下其加加速度是受控的情况不同，T 曲线运动模式的加加速度是不受控的，具体表现是如图 6.7 的加速度曲线有突变，在加速度突变的地方其加加速度值即为无穷大。图 6.5 给出了 T 曲线点到点运动的位置曲线。

注意：与 S 曲线控制不同，T 曲线的速度曲线可以做到加速度和减速度不同的运动方式。

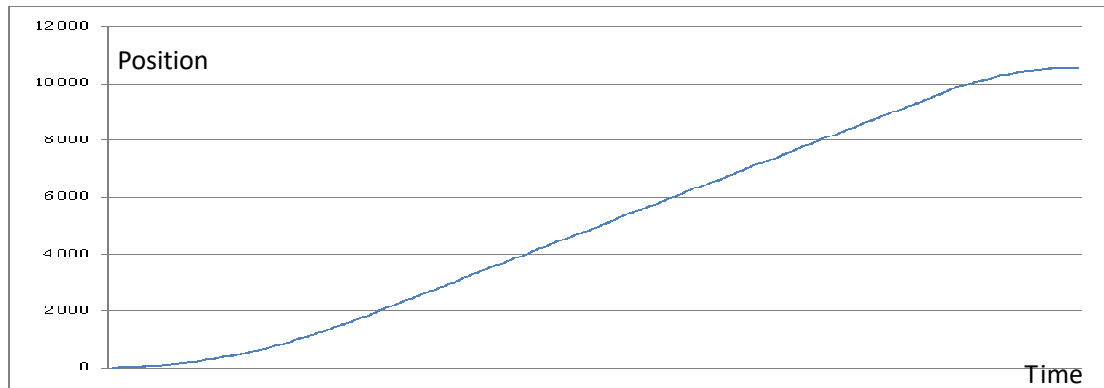


图 6.5 T 曲线点到点运动位置曲线



图 6.6 T 曲线点到点运动速度曲线

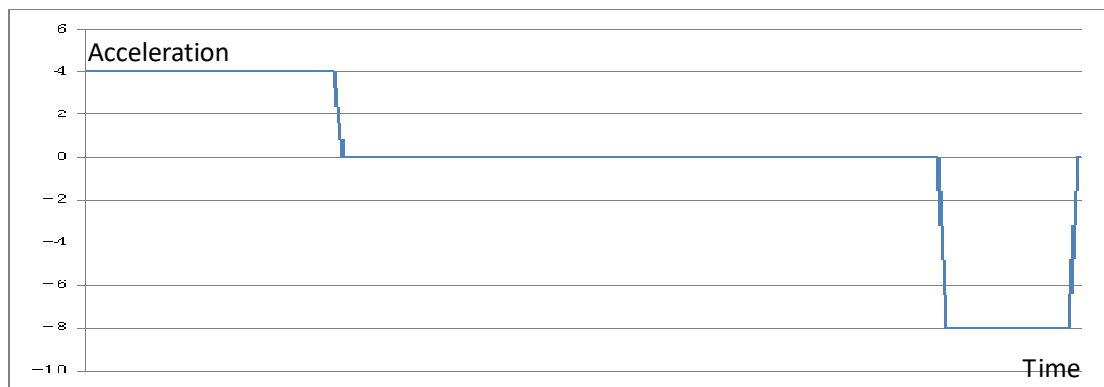


图 6.7 T 曲线点到点运动加速度曲线

6.3.2 T 曲线连续运动

MOTEC 直流伺服驱动器的 T 曲线轨迹规划所提供的另外一个功能是实现位置设定值可以连续更新的连续运动，称为 T 曲线连续运动。在 T 曲线连续运动模式下，驱动器中的轨迹规划控制器会根据当前的运动速度和尚未完成的运动距离对速度曲线做实时的规划，做到速度没有突变的连续运动。而当新设定的电机目的地位置和当前电机的运动方向正好相反时，电机立即进入减速，当电机的速度小于或等于所设定的反转速度(Pr.86 电机反转速度)时，电机停转并进入反向运动。反向运动时，电机速度从 0 开始加速。

注意：Pr.86 号参数表明 T 曲线连续运动模式下的反转速度，即电机从一个方向的运动改变到另一个方向的运动时电机的运动速度阈值。此值越大电机反转运动越灵敏，但电机反转时冲击也越大。此值越小电机反转运动越不灵敏，但运动的冲击也越小。

图 6.8 到图 6.10 描述了 T 曲线连续运动模式下的运动轨迹。从图 6.9 的速度曲线中可以看出，整个运动过程可以分成 3 段（图中分别标注为 I、II、III）。在这三段运动中，各做了 3 次位置设定值的改变和 2 次轨迹规划最大速度值的改变。而整个运动过程是连续完成的，对于修改了的参数，驱动器会马上做出响应。

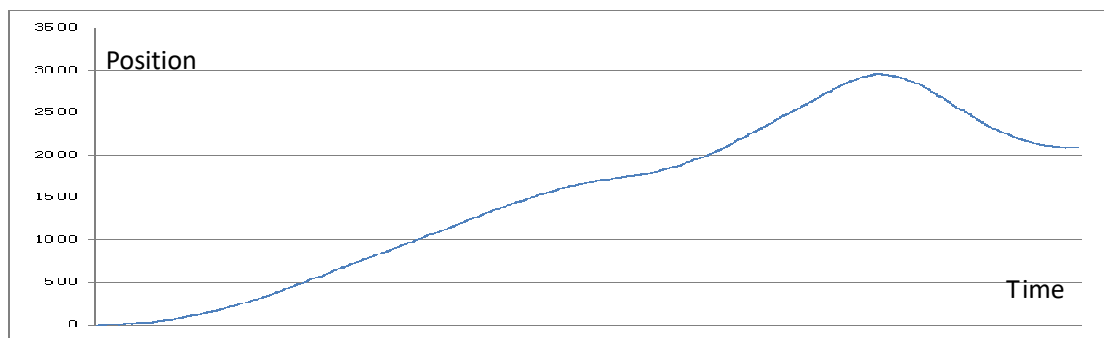


图 6.8 T 曲线连续运动位置曲线

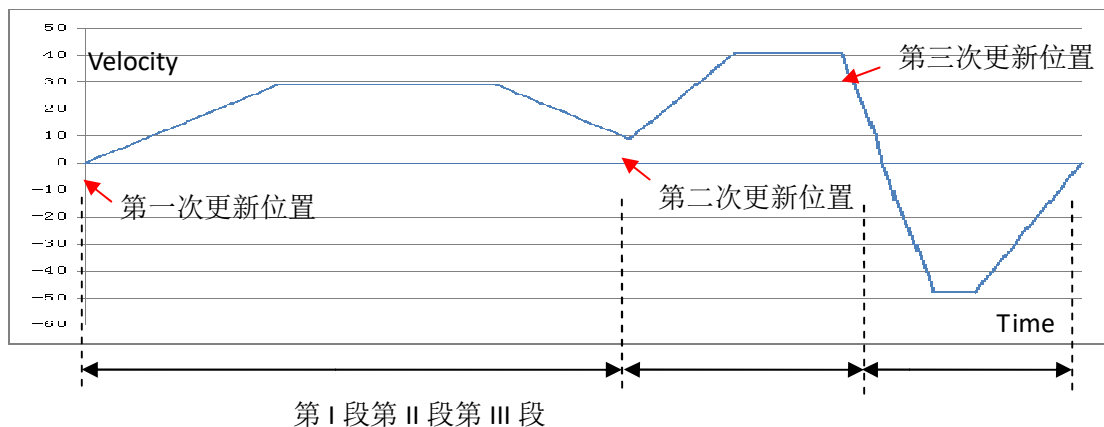


图 6.9 T 曲线连续运动速度曲线

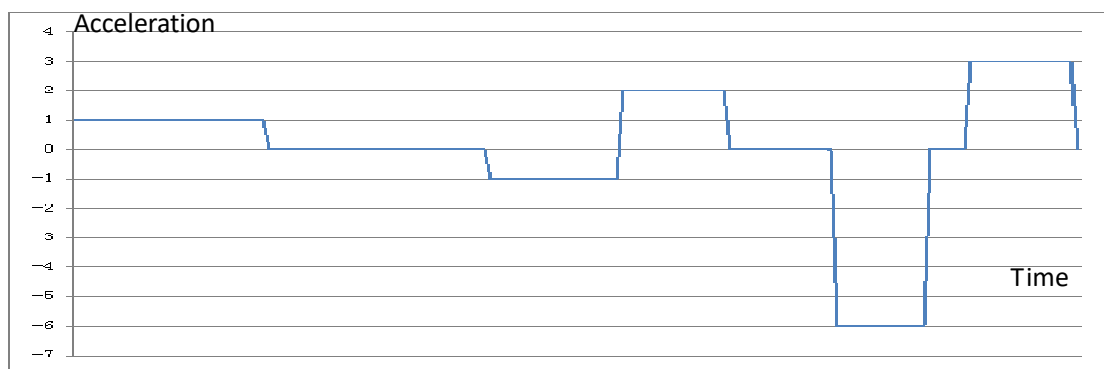


图 6.10 T 曲线连续运动加速度曲线

注意：在 T 曲线模式下，运动目标位置、最大速度、加速度和减速度值随时可以改变，驱动器会对改变的值马上做出响应。

6.4 相对运动和绝对运动

在位置控制运动过程中，运动过程可以是相对运动，也可以是绝对运动。相对运动和绝对运动的区分如下：

相对运动：相对运动是以电机当前位置为起点，所发送的运动距离为距离增量的运动方式。其终点为起点位置加上相对运动距离的位置所得的值。

绝对运动：绝对运动是以绝对 0 脉冲为起始计算，以所发送的运动距离作为目标位置的运动方式。

运动模式可以通过设置参数 Pr.45 来改变，Pr.45=1 为绝对运动，Pr.45=0 为相对运动。

6.5 T 曲线速度控制

驱动器运行于速度控制模式，当速度设定值发生变化时，会根据设定的加速度值和目标速度进行加减速控制。速度模式的轨迹规划方式可以是 S 曲线也可以是 T 曲线。如果设定为 T 曲线模式，则加减速遵循 T 曲线模式下的加速度和减速度。加/减速度的值可以实时进行调整，根据目标速度和当前速度的实际值实施轨迹规划，并可以实现加速度和减速度不同的不对称的加减速控制。如图 6.11 所示多段速度模式的加减速运动。

T 曲线速度模式下，其速度设定值可以来自于上位机发来的网络指令、模拟信号值、或独立可编程程序中的速度设定值。

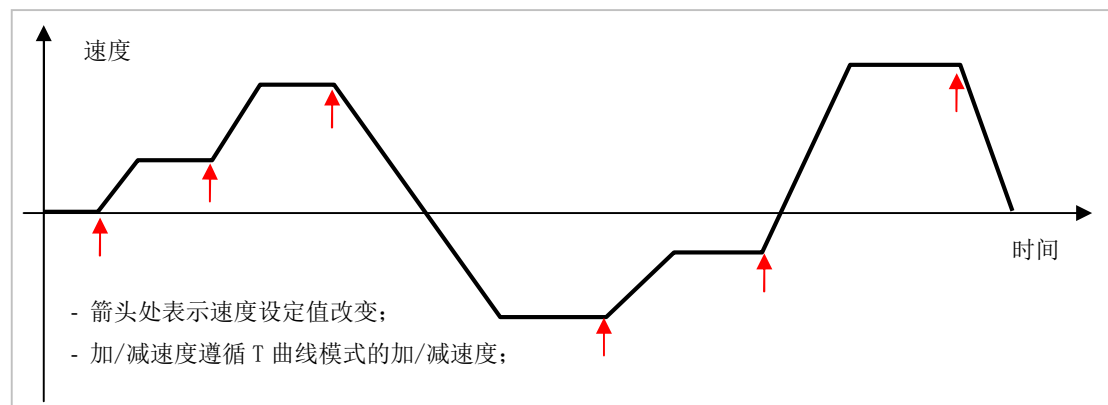


图 6.11 速度控制模式实现的多段加减速控制

6.6 S 曲线速度控制

运行在速度模式时，也可以用 S 曲线轨迹规划的方式实施速度控制。与 T 曲线相比，S 曲线速度控制模式有如下的不同点：

- 1) S 曲线具有加加速度控制能力，加减速度的过渡更平滑；
- 2) S 曲线加速度和减速度过程对称，不同于 T 曲线加速度和减速度由不同的寄存器设

置，T 曲线可以实现加减速速度不对称的曲线；

- 3) S 曲线速度控制模式，在电机运动的时候不能修改加速度和加加速度的值。而 T 曲线模式可以随时修改加速度和减速度的值；

6.7 速度模式同步运动

在 MOTEC 协议的网络模式下运行在速度模式时，如果要使得多台电机的速度设定值同时得到更新，可以用如下的指令发送方式：

- 1) 先使能电机；
- 2) 在所有希望同步运行的驱动器的 Pr.81 寄存器，即设定 JOG 的寄存器中设定速度设定值；
- 3) 各个驱动器速度设定值设定完毕后发送广播指令，设定 Pr.41 寄存器为 1，此时所有驱动器将会同时将 Pr.81 的设定值更新到 Pr.174，即速度模式的目标速度寄存器中，之后所有电机按照新的设定值同时开始运动；
- 4) 当然用户也可以用 CANOPEN 的同步模式实现速度同步运动；

6.8 运动完成标志

在位置运动模式下，用户除了可以通过查询和比较运动目的位置和当前位置的差值来确定电机是否运动到位之外，还可以通过查询 Pr.199 的第 0 位运动完成标志和第一位接近完成标志来确定是否运动到位。运动完成标志和接近完成标志的运作原理如图 6.12 和图 6.13 所示。

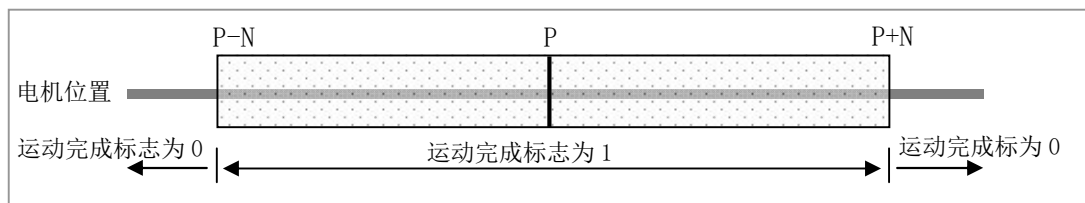


图6.12 运动完成标志

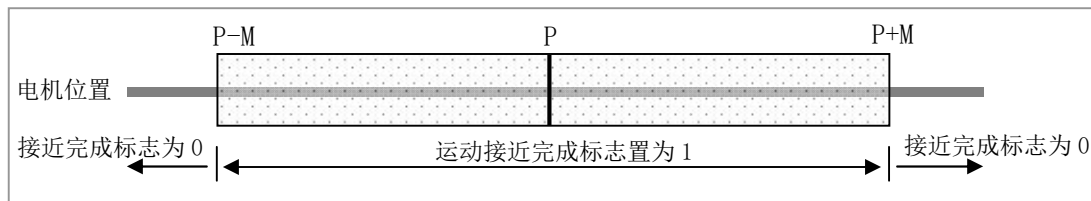


图6.13 运动接近完成标志

图 6.12 给出了运动完成标志设置原理图，图 6.13 给出了运动接近完成标志原理图。图中 P 为运动目的地位置(单位为脉冲)。N 和 M 为参数表中 Pr.48 和 Pr.49 所设置的参数，单位为脉冲，分别表示完成区域和接近完成区域。如图 6.12 和图 6.13 所示，当电机运动到[P-M,P+M]区域内时，接近完成标志置为 1。而当电机运动到[P-N,P+N]区域内时，还需要

达到延时所设定的时间后(参数表参数 Pr.50 即完成稳定时间, 单位毫秒), 完成标志置为 1。

6.9 完成稳定时间

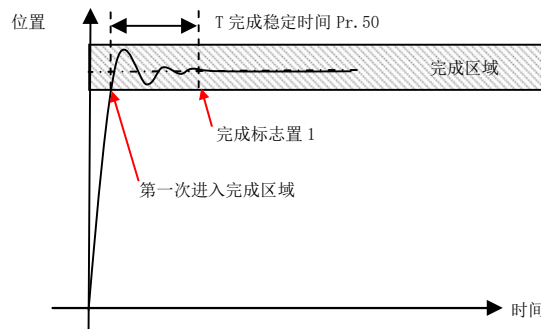


图 6.14 完成稳定时间示意图

完成稳定时间 Pr.50 是指当电机第一次运动进入完成区域内开始计时，到完成标志置为 1 为止所经历的时间。图 6.14 给出了一个点到点运动过程中完成区域、完成稳定时间和完成标志位之间的关系。完成稳定时间的长短可以根据用户使用现场的具体情况而定。

6.10 应用

本章所描述的运动控制轨迹规划，位置/速度控制模式下，其位置更新指令可以来自网络控制模式下的网络指令，或者是模拟信号模式下的模拟信号值的更新，也可以是内置 PLC 编程程序中的指令。不同模式下只是设定值更新来源不同，其操作特性和原理都是一致的。

位置模式 S 曲线轨迹规划由于有起点和终点速度都为 0 的限制条件，可以应用于点到点的运动。S 曲线由于限制加速度的功能，使得 S 曲线运动比 T 曲线运动更加柔和。而 T 曲线运动可以不受起点和终点速度的限制，可以在任意时刻改变轨迹参数或目标位置而不会引起电机运动速度的不连续。由于其连续运动的特点，T 曲线连续运动可以应用于诸如舵机、电动推杆等应用场合，也可以应用于目的位置不变，但是在运动过程中的速度需要随时调整的应用场合。

对于速度控制模式，无论是 S 曲线轨迹规划还是 T 曲线轨迹规划，虽然两者都可使用，但是还是有不同的地方，请使用者务必注意。

7. MOTEC 直流驱动器操作说明

MOTEC 直流伺服驱动器具有的操作模式有：网络操作模式、脉冲/方向操作模式、模拟信号操作模式、PWM操作模式。控制模式有：电流控制模式、速度控制模式和位置控制模式。操作模式和控制模式的组合如表7.1所示。

表 7.1MOTEC 直流伺服驱动器操作模式和控制模式组合表

操作模式 \ 控制模式	电流控制模式	速度控制模式	位置控制模式
网络操作模式	Yes	Yes	Yes
脉冲/方向操作模式	No	No	Yes
模拟信号操作模式	Yes	Yes	Yes
PWM 操作模式	Yes	Yes	Yes

MOTEC 直流伺服驱动器无论是何种操作模式和控制模式，都可以利用内置 PLC 功能进行 PLC 程序的编写，利用 PLC 控制 I/O 口逻辑和电机的运动。

7.1 网络操作模式

MOTEC 直流伺服驱动器运行在网络模式时，支持电流、速度和位置控制模式。其具体的功能描述如表7.2所示。

表7.2 网络模式说明

网络操作模式		
控制模式	电流控制模式	<ul style="list-style-type: none"> - 支持 MOTECIAN 协议（支持 RS232、RS485、USB、CAN 总线）； - 支持 MODBUS 协议（支持 RS232、RS485）； - 支持 CANOPEN 协议（支持 CAN 总线）；
	速度控制模式	<ul style="list-style-type: none"> - 电流模式可设定“电流模式平滑滤波器 Pr. 67”，用于平滑具有阶跃变化的电流设定值（仅限于电流控制模式下作用）；
	位置控制模式	<ul style="list-style-type: none"> - 电流模式可设定“电流模式最高速度限制 Pr. 66”； - 速度控制模式为 T 曲线轨迹规划方式和 S 曲线轨迹规划方式可选； - 位置控制模式可以使用 S 曲线和 T 曲线轨迹规划方式； - 任何模式下都可以使用正负向扭矩限制功能，具体详见参数 Pr.302-Pr.307

关于网络模式的通讯协议，请参考如下手册：

MOTECIAN 协议请参考“MOTEC 伺服驱动器MOTECIAN协议操作手册”；

MODBUS 协议请参考“MOTEC 伺服驱动器MODBUS协议操作手册”；

CANOPEN 协议请参考“MOTEC 伺服驱动器CANOPEN协议操作手册”。

7.1.1 lifeguard 功能

MOTEC直流伺服驱动器在网络模式MOTECIAN协议时，控制模式为电流模式、速度模式和位置模式时都具备lifeguard功能。

Lifeguard相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	
Pr.274	检测时间	16bit	读/写	ms	0~65535	
Pr.276	作用模式	16bit	读/写	NA	0~65535	

Lifeguard功能说明：

参数表中Pr.274是lifeguard检测时间，单位ms，参数Pr.276是作用模式。当Pr.274为非零值，参数Pr.276为9999时，启动lifeguard功能。在间隔Pr.274时间内，上位机没有发送指令信号给驱动器，则认为上位机断线，驱动器会报警(发送lifeguard故障)并disable电机。

关于CANOPEN通讯方式的lifeguard功能，请参考MOTEC驱动器CANOPEN使用手册。

7.2 脉冲/方向操作模式

MOTEC 直流伺服驱动器的 I/O 口提供了脉冲模式下的脉冲和方向信号输入。在脉冲/方向操作模式下，输入口可以工作于脉冲/方向模式或者是正交脉冲模式，无论是脉冲/方向输入或者是正交脉冲输入，在本文档中通称为脉冲/方向操作模式。在脉冲/方向模式下，输入信号频率可高达 500kHz，驱动器根据脉冲口发来的脉冲计数进行电机的位置控制。

脉冲/方向模式下电机的运动轨迹由发送脉冲的上位机进行规划，如果上位机没有轨迹规划功能，则可以用驱动器的脉冲输入滤波系数 Pr.93 进行电机加减速时电机速度设定值的平滑之用。

7.2.1 脉冲/方向模式功能相关参数

表 7.3 给出了脉冲/方向操作模式的相关参数，参数的具体内容解释请参考“驱动器参数”章节和随后章节中的说明。

表 7.3 脉冲/方向操作模式相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	
Pr.93	脉冲输入模式	16bit	读/写	NA	0~2	
Pr.94	电子齿轮分子	16bit	读/写	NA	1~65535	
Pr.95	电子齿轮分母	16bit	读/写	NA	1~65535	
Pr.98	脉冲输入平滑滤波系数	16bit	读/写	NA	0~999	
Pr.99	清除输入脉冲数	16bit	读/写	RPS ²	1~65535	
Pr100	脉冲方向设置	16bit	读/写	NA	0~1	
Pr.101	脉冲模式触发边沿	16bit	读/写	NA	0~1	

脉冲输入模式选择说明：

参数表中 Pr.93 号参数是脉冲输入模式选择参数，此参数设置完成后需要做掉电保存的操作后重启驱动器才可生效，具体数值意义表述如下：

- 0- 正交脉冲模式，脉冲输入为正交信号（如编码器信号），在正交模式下可以通过交换信号线来达到改变电机转动方向的目的，当然也可以通过设置 Pr.308 号参数或 Pr.100 号参数来完成电机方向的修改；
- 1- 脉冲方向模式；

脉冲方向输入模式脉冲计数方式说明：

对于脉冲/方向模式，即 Pr.93 设置为 1 时，可以利用 Pr.101 寄存器设置脉冲计数方向，具体如下：

- 1- 脉冲上升沿计数：脉冲输入为脉冲方向信号，在脉冲的上升沿计数；
- 0- 脉冲下降沿计数：脉冲输入为脉冲方向信号，在脉冲的下降沿计数；

脉冲输入平滑滤波系数说明：

参数表中 Pr.98 号参数是脉冲输入平滑滤波系数，其作用是对输入的脉冲信号进行滤波平滑处理，起到平滑和抑制输入脉冲频率突变的作用。其数值的意义描述如下：

- 0： 没有脉冲平滑滤波作用，驱动器的位置设定值严格按照收到的脉冲数处理；
- 1-999： 数值越小，平滑作用越弱；数值越大，平滑作用越强；

滤波器对输入脉冲进行平滑处理的时候，并不会影响到输入脉冲的个数，从而不会影响最终的位置控制精度，如图 7.1 所示。脉冲输入的滤波作用在起到平滑作用的同时，也会降低系统的响应特性。即滤波系数越小，平滑作用越小，系统响应快(驱动器的位置设定值跟随上位机的位置设定值越快)；反之，滤波系数越大，平滑作用越强，系统响应越慢(驱动器的位置设定值跟随上位机的位置设定值越慢)。

对于有加减速控制的脉冲信号，我们建议不用或者使用较小的滤波系数，从而可以加快脉冲的响应。而对于没有加减速控制的脉冲信号，建议考虑使用输入脉冲的平滑滤波器，使得电机运动过程更柔和顺畅，并且减少对机械系统的冲击。

当采用脉冲输入平滑滤波器的时候，滤波器会对收到的脉冲有一个“拖尾”的效果，该“拖尾”效果并不会影响最终的定位精度，只是降低系统的响应，在上位机控制电机反向运动的时候，请留足够的时间用于消除“拖尾”。如果在动态响应要求比较高的场合，可以考虑将平滑滤波器关闭。

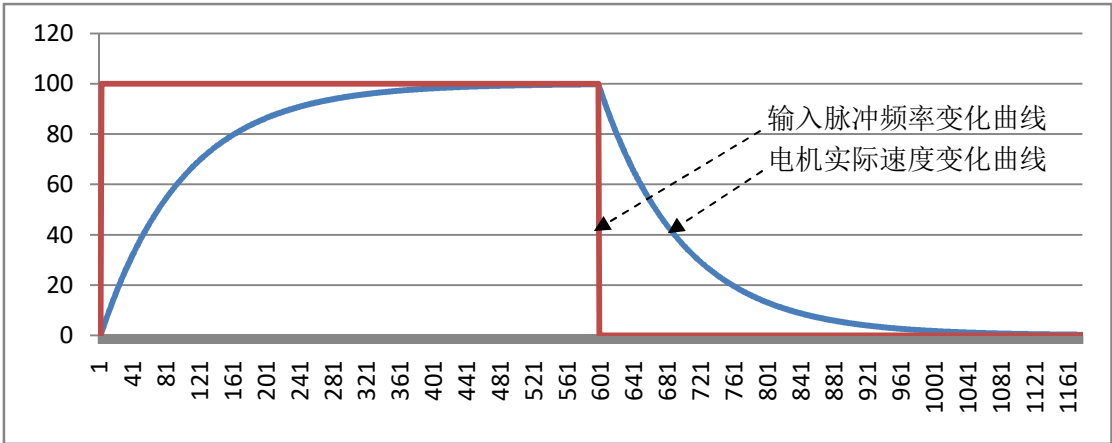


图 7.1 输入脉冲滤波对输入信号的滤波作用

7.2.2 脉冲/方向模式下 I/O 设置

MOTEC 直流伺服驱动器处于脉冲/方向模式时，驱动器由其输入口作为脉冲和方向输入，其它 I/O 所支持的功能设置如下表所示。表 7.4 为我们建议的 I/O 口功能设置，用户也可以按照自己的方式设置 I/O 的功能。

表 7.4 脉冲/方向模式下 I/O 的功能

序号	I/O 口功能	属性	电流控制模式	速度控制模式	位置控制模式
1	电机使能/释放	输入	○	○	●
2	报警清除	输入	○	○	●
3	正限位	输入	○	○	●
4	负限位	输入	○	○	●
5	正向点动	输入	○	○	●
6	负向点动	输入	○	○	●
7	启动回零	输入	○	○	●
8	脉冲禁止	输入	○	○	●
9	零位开关	输入	○	○	●
10	紧急停止	输入	○	○	●
11	报警输出	输出	○	○	●
12	控制到达	输出	○	○	●
13	抱闸输出	输出	○	○	●

注意：1) ●表示支持此功能，○表示不支持此功能；
 2) 脉冲模式只支持位置控制模式；
 3) 正向点动、负向点动和启动回零的功能只有在电机处于静止状态或速度小于零速阈值时 (Pr. 289) 才生效；
 4) 电机处于静止状态可以是没有脉冲输入或脉冲禁止信号处于有效状态；
 5) 正向限位、负向限位功能只有在电机朝正向或者负向运动的时候才会生效。

注意：当驱动器发生报警时，如果使用输入口作为故障清除端口，绝对不允许故障清除输入端口一直存在有效的故障消除信号。故障清除前应先撤消上位机的伺服电机使能信

号, 否则故障清除后由于伺服使能信号有效而导致电机马上重新使能, 继而导致一些不可预料的危险情况发生。

7.2.3 电子齿轮比

在脉冲/方向操作模式下, 驱动器提供了电子齿轮比值, 用于调整输入脉冲和电机运动脉冲之间的关系。电子齿轮比值的作用原理如公式 (7.1) 所示:

$$P_setpoint = P_input \times F_num / F_dem \quad (7.1)$$

公式 (7.1) 中, $P_setpoint$ 即脉冲输入模式下的位置设定值, P_input 表示原始输入脉冲个数, F_num 为电子齿轮分子 (参数表 Pr.94 号参数), F_dem 为电子齿轮分母 (参数表 Pr.95 号参数)。电子齿轮分子和分母的取值范围均是 1 到 65535。

除了以上描述的通过设置电子齿轮比的分子和分母来达到设置输入脉冲和电机实际运动脉冲之间的倍数关系的方法之外, 还可以通过改变 Pr. 348 和 Pr. 349 来对电机每转脉冲数进行设置的方式实现。例如, 如果 Pr. 348 和 Pr. 349 参数设置了电机每转脉冲数为 2000, 则上位机每发送 2000 个脉冲电机就会转一圈。

注意: Pr.348, Pr.349 中设置的数据, 不能大于电机的每转编码器计数 (Pr.26, Pr.27), 若大于, 则按照每转等于每转编码器计数。

当 Pr. 348 和 Pr. 349 设置无效, 即都设置为 0 的情况下, 要将驱动器设置为使用 Pr. 94 和 Pr. 95 进行输入脉冲数计算, 否则驱动器会利用 Pr. 348 和 Pr. 349 参数进行输入脉冲的计算。

7.2.4 其他功能

在脉冲模式下的其他功能如软件限位和硬件限位、回零、抱闸等功能可以参考操作手册中的相应功能说明。在脉冲模式下驱动器依然可以通过通讯和上位机相连, 此时上位机可以用作实时监控的功能。

7.3 模拟信号操作模式

MOTEC 直流伺服驱动器的 I/O 口提供了 1 个 $\pm 10V$ 的差分模拟信号输入接口。在模拟信号操作模式下, 模拟信号输入口可以作为电机运行的输入信号, 控制电机运行在电流 (扭矩) 控制模式、速度控制模式或位置控制模式。

注意:

(1) 驱动器还提供了模拟量输入的方向信号, 如果用户使用单端模拟量信号, 方向可以使用数字输入口控制, 方向信号由 Pr.272 和 Pr.273 进行设置, 一个非零的 Pr.272 参数表示数字量输入口的编号;

(2) 如果模拟量输入为 $\pm 10VDC$ 信号, 则需要把 Pr.272 设置为 0。当模拟量输入是 0 到 +10VDC 信号, 此时电机运动方向的改变需要通过数字量输入口进行控制。使用哪个输入

由 Pr.272 参数来设置，这里不为 0 的数值对应输入口编号，而 Pr.273 为触发 I/O 电平有效值，0 为低电平，1 为高电平。

(3) 模拟量输入模式电机运动方向还可以通过改变 Pr.100 参数来实现，用户可通过改变 Pr.100 的值为 0 或者是 1 来改变电机的运动方向。Pr.100 参数适用于模拟模式以及脉冲/方向模式，当然，客户可以使用 Pr.308 参数更改电机的预置运动方向。

7.3.1 模拟信号操作模式功能相关参数

表 7.5 给出了模拟信号操作模式的相关参数，参数的具体内容解释请参考“驱动器参数”章节和随后章节中的说明。

表 7.5 模拟信号操作模式相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.105	模拟输入滤波系数	16bit	读/写	NA	1~1000	0
Pr.106	模拟信号死区	16bit	读/写	mV	0~1000	0
Pr.107	模拟信号输入偏置值	16bit	读/写	mV	0~1000	0
Pr.108	模拟模式最大电流	16bit	读/写	mA	0~65535	0
Pr.109	模拟模式最大速度	16bit	读/写	RPM	0~5000	0
Pr.110	模拟模式最大位置高 16 位	16bit	读/写	脉冲	0~65535	0
Pr.111	模拟模式最大位置低 16 位	16bit	读/写	脉冲	0~65535	0
Pr.265	模拟输入数值	16bit	读	mV	-10000~+10000	
Pr.272	模拟量控制方向设置	16bit	读/写	NA	0~7	0
Pr.273	模拟量控制方向触发电平	16bit	读/写	NA	0~1	0

模拟输入滤波系数说明：

参数表中 Pr.105 号参数是模拟输入滤波系数，其作用是对输入的模拟信号进行滤波，起到平滑和抑制模拟输入噪声和毛刺的作用，同时对突然变化的阶跃输入起到平缓过度的作用，如图 7.2 所示。

模拟输入的滤波作用在起到平滑和抑制噪声的同时，也会降低系统的响应。即滤波系数越小，滤波作用越小，系统响应越快；反之，滤波系数越大，滤波作用越强，系统响应越慢。对于有平滑控制的模拟量信号，我们建议不用或者使用较小的滤波系数，从而可以加快模拟量跟随的响应，对于没有平滑控制的模拟信号，建议考虑使用模拟输入平滑滤波器，使得电机运动过程更柔和顺畅，并且减少对机械系统的冲击和设定值的波动。

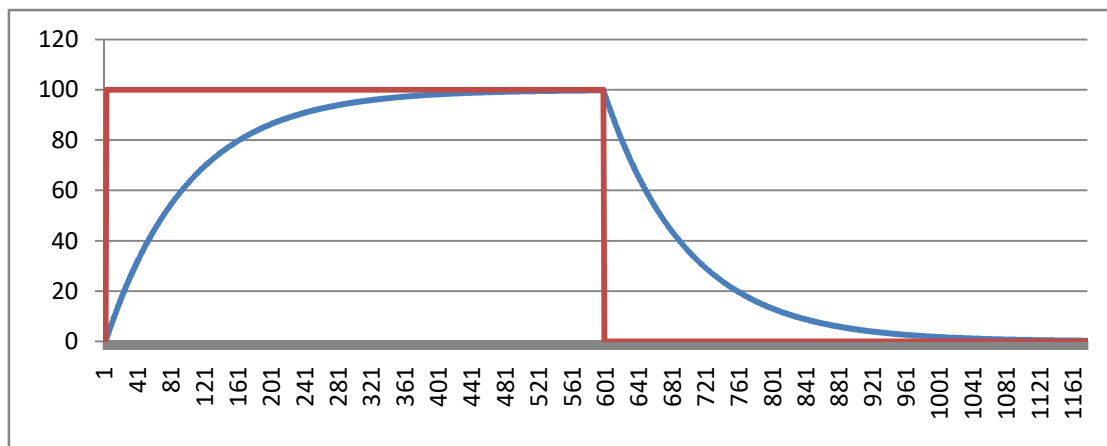


图 7.2 模拟信号输入滤波系数作用示意图

模拟方向的设定：

Pr.272 号参数用于定义第几号输入口为模拟控制功能的方向输入口，其定义值的意义表述如下：

0- 没有定义，由模拟量差分信号（+10VDC）改变方向；

1- 1 号输入口改变单端模拟信号方向；

2- 2 号输入口改变单端模拟信号方向；

……以此类推。

Pr.273 号参数用于定义模拟量功能控制方向触发电平，其定义值的意义表述如下：

0- 低电平触发；

1- 高电平触发；

注意：以上的设置只有当模拟量输入为 0 到 10VDC 单端信号时才采用，如果是±10VDC 信号，则将 Pr.272 设置为 0，否则电机只能单向运动。

7.3.2 模拟信号模式下的设定值

在模拟信号操作模式下，模拟输入口作为电机运动的设定值。公式(7.2)给出了模拟模式下设定值的计算算法。

$$\begin{aligned} &\text{if}(F_adrawdata - F_bias) < F_deadzone), \text{then } F_set=0; \\ &\text{if}(F_adrawdata - F_bias) > F_deadzone), \text{then,} \\ &F_set=(F_adrawdata - F_bias) \times F_max / 1000 \end{aligned} \quad (7.2)$$

式中 F_set 为模拟信号操作模式下的位置、速度或电流设定值。 F_max 是参数表中所设定的 Pr.108 模拟模式最大电流值、Pr.109 模拟模式最大速度值、Pr.110 和 Pr.111 的模拟模式最大位置值。分别对应电流控制模式、速度控制模式和位置控制模式。

F_bias 是参数表中的 Pr.107，其单位为毫伏，用于设置模拟输入信号的偏移量。

$F_adrawdata$ 为驱动器中模拟信号转换为数字信号的值，单位为毫伏。 -10000 到 $+10000$ 对应模拟输入电压为 $-10VDC$ 到 $+10VDC$ 。 $F_deadzone$ 是模拟信号死区，用于消除模拟输入信号为 $0VDC$ 时系统的零飘，同样单位为毫伏。

$Pr.265$ 即为所得的模拟量输入数值，单位 mV 。

图 7.3 显示了模拟量位置模式对应的设定值曲线。从图中的曲线以及本章的公式(7.2)可以得出， $Pmin=-Fmax$, $Pmax=Fmax$ ，其中 $Fmax$ 为参数表 $Pr.110$ 和 $Pr.111$ 所设置的模拟模式最大位置值。

对于模拟量速度模式和模拟量电流模式，其设定值曲线也和图 7.3 类似。

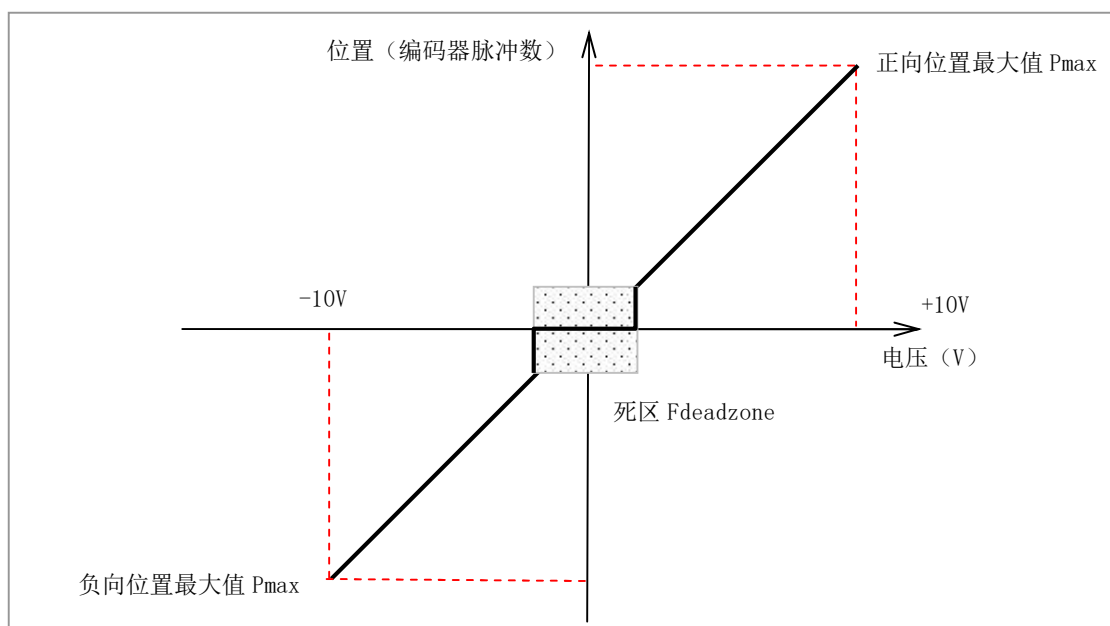


图 7.3 模拟信号对应位置设定值

7.3.3 模拟信号模式下 I/O 设置

MOTEC 直流伺服驱动器运行于模拟信号模式时，I/O 所支持的功能设置如下表所示：

表 7.6 模拟运行模式下 I/O 的功能

序号	I/O 口功能	属性	电流控制模式	速度控制模式	位置控制模式
1	电机使能/释放	输入	●	●	●
2	报警清除	输入	●	●	●
3	正限位	输入	●	●	●
4	负限位	输入	●	●	●
5	正向点动	输入	○	●	●
6	负向点动	输入	○	●	●
7	启动回零	输入	○	●	●
8	零速箝位	输入	●	●	●
9	零位开关	输入	○	●	●

10	紧急停止	输入	●	●	●
11	报警输出	输出	●	●	●
12	控制到达	输出	●	●	●
13	抱闸输出	输出	●	●	●
14	模拟量输入	输入	●	●	●
15	模拟量方向	输入	●	●	●

注意：1) ●表示支持此功能，○表示不支持此功能；
 2) 正向点动、负向点动和回零的功能只有在电机处于静止状态或速度小于零速阈值时(Pr.289)才生效；
 3) 电机处于静止状态可以是模拟输入信号为0或零速箝位功能输入有效；
 4) 模拟量方向信号由 Pr.272 和 Pr.273 寄存器定义；
 5) 正向限位、负向限位功能只有在电机朝正向或者负向运动的时候才会生效。

7.3.4 利用 24VDC 电源和电位器搭建输入信号

MOTEC 直流伺服驱动器的 $\pm 10V$ 模拟信号采用差分输入的方式，利用 24VDC 电源可以搭建 $\pm 10V$ DC 的信号源，用于系统测试。当使用电位器接线时，其接线方式如下图 7.4 所示：

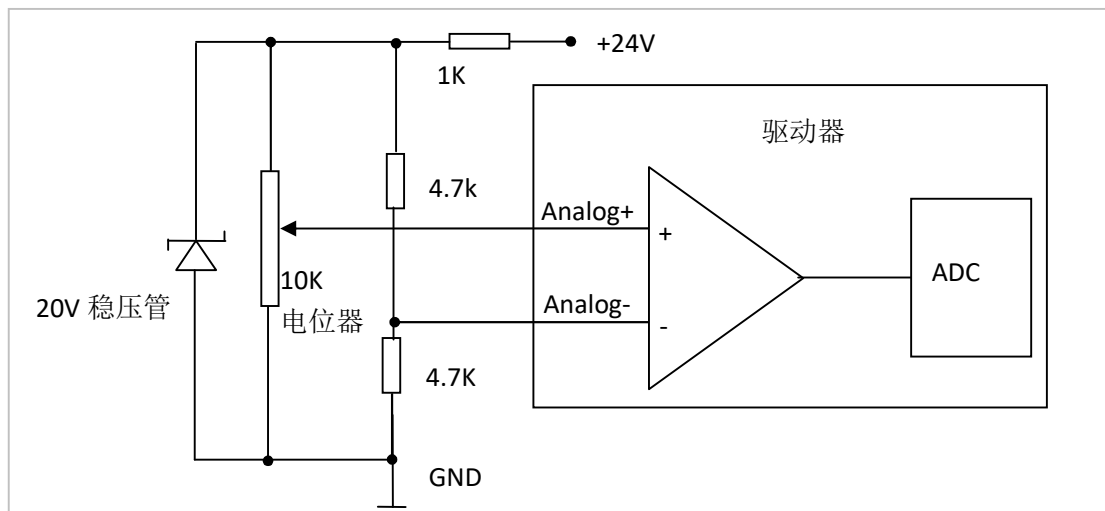


图 7.4 模拟输入口连接示意图

7.3.5 模拟信号模式下的控制功能

7.3.5.1 位置控制模式

MOTEC 直流驱动器从模拟信号接口接收来的 $\pm 10V$ 信号可以用作位置控制命令，根据电压信号的大小，驱动器会自动调整电机的位置。位置设定值的计算见本章节的公式 7.3 和公式 7.2，位置和电压的对应关系为线性关系。位移最大值的设定可以通过上位机软件设置参数 Pr.110 和 Pr.111 来完成。同时可设置死区的大小用于消除电压在零位时的漂移和

波动而引起的电机振动和零漂。

公式 7.3 给出了位置设定值的计算公式：

$$P_setpoint=(F_adrawdata-F_bias) \times P_max/10000 \quad (7.3)$$

其中，P_setpoint 为位置设定值，P_max 为 Pr.110 和 Pr.111 组成的 32 位无符号数，F_adrawdata 表示 AD 转换得到的模拟量值，取值范围为-10000 到+10000，单位为毫伏，分别表示-10VDC 到+10VDC 的信号。

在模拟信号位置控制模式下，其轨迹规划采用了 T 曲线连续运动的轨迹规划模式，所以在电机运动过程中，即使作为位置设定值的模拟输入信号有连续不断的变化也不会引起电机运动过程中的不连续感和顿挫感。

注意：在模拟量位置模式下，模拟量输入信号为 0v 即代表驱动器位置为 0 脉冲处，请在驱动器上电之前严格检查机械位置是否在绝对位置 0 点，以免造成机械冲击。

有关 T 曲线连续轨迹规划功能，请参考“运动轨迹规划章节”。

7.3.5.2 速度控制模式

MOTEC 直流驱动器从模拟信号接口接收来的 $\pm 10V$ 信号可以用作速度控制命令，根据电压信号的大小，驱动器会自动调整电机的运动速度。速度设定值的计算见本章节的公式 7.4 和公式 7.2，速度和电压的对应关系为线性关系。速度最大值的设定可以通过上位机软件设置参数 Pr.109 来完成。同时可设置死区的大小用于消除电压在零位时的漂移和波动而引起的电机速度零漂。

公式 7.4 给出了速度设定值的计算公式：

$$V_setpoint=(F_adrawdata-F_bias) \times V_max/10000 \quad (7.4)$$

其中，V_setpoint 为速度设定值，V_max 为 Pr.109 的所设置的最大速度值。F_adrawdata - F_bias 为 ADC 转换所得的电压信号，取值范围为-10000 到+10000，单位为毫伏，F_adrawdata 和 F_bias 分别表示-10VDC 到+10VDC 的信号。

在模拟信号速度控制模式下，其加减速采用 T 曲线轨迹规划使用的加速度和减速度，在电机运动过程中，即使作为速度设定值的模拟输入信号有连续不断的变化也不会引起电机运动过程中运动速度的突变而造成的不连续感和顿挫感。电机运动速度的变化率根据所设定的 T 曲线轨迹规划加速度和减速度实行控制。

有关 T 曲线速度模式轨迹规划功能，请参考“运动轨迹规划章节”。

7.3.5.3 电流控制模式

MOTEC 直流驱动器从模拟信号接口接收来的 $\pm 10V$ 信号可以用作电流控制命令，根据电压信号的大小，驱动器会自动调整电机的电流设定值。电流设定值的计算见本章节的公式 7.5 和公式 7.2，电流设定值和电压的对应关系为线性关系。电流设定最大值可以通过上

位机软件设置参数 Pr.108 来完成。同时可设置死区的大小用于消除电压在零位时的漂移和波动而引起的电机零漂。

公式 7.5 给出了电流设定值的计算公式：

$$I_setpoint = [(F_adrawdata - F_bias)] \times I_max / 1000 \quad (7.5)$$

其中， $I_setpoint$ 为电流设定值， I_max 为 Pr.108 的所设置的最大电流值。 $F_adrawdata - F_bias$ 为 ADC 转换所得的电压信号，取值范围为-10000 到+10000，单位为毫伏， $F_adrawdata$ 和 F_bias 分别表示-10VDC 到+10VDC 的信号。

在电流模式下，Pr.67 电流平滑滤波器可以用来对电流的设定值进行平滑滤波，达到电机平稳运行的目的。

7.3.6 模拟接口连接摇杆

有些应用场合如叉车的方向控制，有时会需要在手动和自动之间切换。当切换到手动模式时，需要利用摇杆控制电机运动，而当前市面上的摇杆大多是 0 到 5VDC 的信号。由于 0 到 5VDC 摇杆的复位中间值为 2.5VDC，如果是常规的+/-10VDC 模拟量输入口，由于没有负向的信号电机只能往一个方向运动。由于 MOTEC 驱动器的特点，无需经过定制即可满足用户的需求，即以 2.5VDC 为中心，大于 2.5VDC 时电机正转，小于 2.5VDC 时电机反转。具体设置方法和原理如下图所示。将 Pr.107 即模拟量偏移量设置为 2500（2.5VDC），此时根据公式 7.3、7.4 和 7.5 可以计算得到不同电压下的设定值，实现以 2.5VDC 为中心的电机正反转控制。

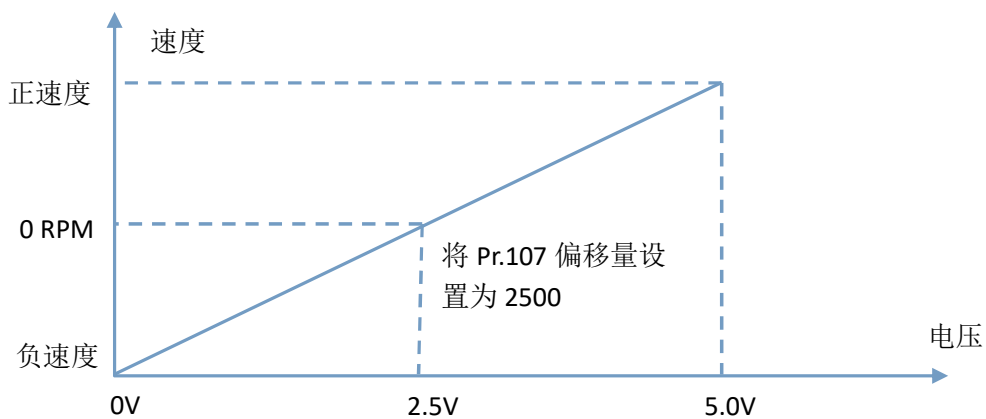


图 7.4-1 MOTEC 驱动器模拟量接口连接 0 到 5V 摇杆

7.3.7 其他功能

在模拟模式下的其他功能如软件限位和硬件限位、回零、抱闸等功能可以参考操作手册中的相应功能说明。同时，在模拟模式下驱动器依然可以通过通讯和上位机相连，此时上位机可以用作实时监控的功能。

7.4 PWM 信号操作模式

MOTEC 直流伺服驱动器提供了 PWM 信号输入,将脉冲模式下的脉冲输入口作为 PWM 信号输入,设置 PWM 模式后,驱动器需要重启后方可生效。在 PWM 操作模式下,使用者需要设置 PWM 的输入频率(寄存器 Pr.102),主要目的是为了提高 PWM 占空比识别的精度,从而提高系统的性能和稳定性。在 PWM 模式下为了提高 PWM 占空比测量的精度,建议将 PWM 输入信号的频率设置为 1KHz,位置和速度模式不要超过 5KHz,电流模式下不要超过 10KHz。在 PWM 信号操作模式下,PWM 信号输入口可以作为电机运行的输入信号,控制电机运行在电流(扭矩)控制模式、速度控制模式或位置控制模式。

注意: 客户在使用 PWM 模式时, PWM 的频率越低,精度越高。

驱动器还提供了 PWM 输入的方向信号,方向信号由 Pr.268 和 Pr.269 进行设置,一个非零的 Pr.268 参数表示数字量输入口的编号;

如果 PWM 输入为以 50%占空比为中间零信号,需要把 Pr.68 设置为 0。当 PWM 输入是 0%到 100%信号,此时电机运动方向的改变需要通过数字量输入口进行。使用哪个输入口由 Pr.268 参数来设置,这里不为 0 的数值对应输入口编号,而 Pr.269 为触发 I/O 电平有效值,0 为低电平,1 为高电平。

PWM 输入模式电机运动方向还可以通过改变 Pr.100 参数来实现,用户可通过改变 Pr.100 的值为 0 或者是 1 来改变电机的运动方向。Pr.100 参数适用于模拟模式以及脉冲/方向模式。

7.4.1 PWM 操作模式功能相关参数

表 7.7 给出了 PWM 信号操作模式的相关参数,参数的具体内容解释请参考“驱动器参数”章节和随后章节中的说明。

表 7.7 PWM 操作模式相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.102	PWM 输入频率	16bit	读/写	HZ	0~65535	0
Pr.103	PWM 输入滤波器	16bit	读/写	NA	0~999	0
Pr.104	PWM 输入占空比值, 小数点后 2 位	16bit	读/写	%	0~10000	0
Pr.112	PWM 输入信号死区	16bit	读/写	%	-1000 ~ +1000	0
Pr.113	PWM 输入信号偏移量	16bit	读/写	%	0~65535	0
Pr.114	PWM 模式最大电流	16bit	读/写	mA	0~1000	0
Pr.115	PWM 模式最大速度	16bit	读/写	RPM	0~5000	100
Pr.116	PWM 模式最大位置高 16 位	16bit	读	Pulse	-2147483648~ +2147483647	
Pr.117	PWM 模式最大位置低 16 位	16bit	读	Pulse		

Pr.268	PWM 功能控制方向设置	16bit	读/写	NA	0~8
Pr.269	PWM 功能控制方向触发电平设置	16bit	读/写	NA	0~1

PWM 功能控制方向设置说明:

当 Pr.268 参数设置为 0 时, 占空比为 50% 的作为零点, 小于 50% 电机反向转, 大于 50% 电机正向转动。当参数设置为非零的值时表示输入口的编号, 此时占空比为 0% 作为零点, 调节占空比值来调节电机的运动速度, 通过输入口的状态来改变电机的方向。

PWM 输入滤波系数说明:

参数表中 Pr.103 号参数是 PWM 输入滤波系数, 其作用是对输入的 PWM 信号进行滤波, 起到平滑和抑制 PWM 输入噪声和毛刺的作用, 同时对突然变化的阶跃输入起到平缓过度的作用, 如图 7.5 所示。

PWM 输入的滤波作用在起到平滑和抑制噪声的同时, 也会降低系统的响应。即滤波系数越小, 滤波作用越小, 系统响应越快; 反之, 滤波系数越大, 滤波作用越强, 系统响应越慢, 对于有平滑控制的 PWM 信号, 我们建议不用或者使用较小的滤波系数, 从而可以加快 PWM 跟随的响应, 对于没有平滑控制的 PWM 信号, 建议考虑使用 PWM 输入平滑滤波器, 使得电机运动过程更柔和顺畅, 并且减少对机械系统的冲击。

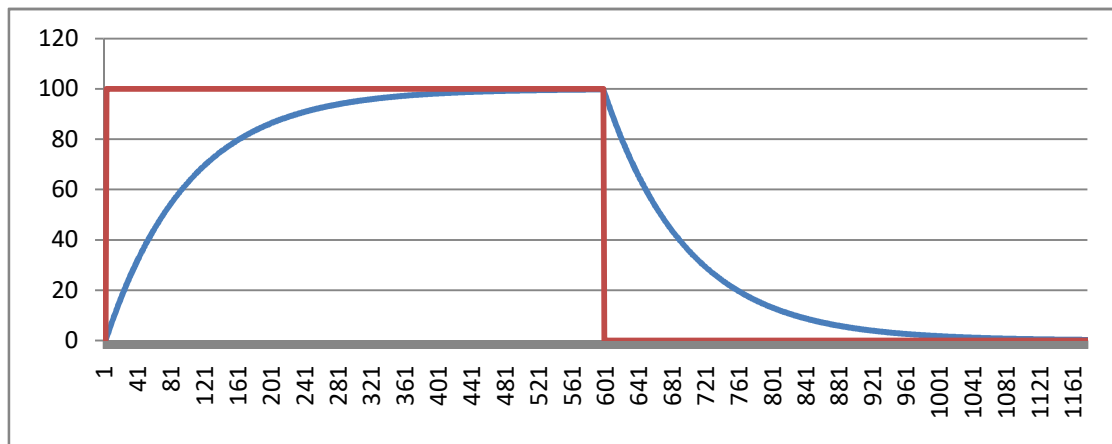


图 7.5 PWM 信号输入滤波系数作用示意图

7.4.2 PWM 信号模式下的设定值

在 PWM 信号操作模式下, PWM 输入信号的占空比口作为电机运动的设定值。公式 (7.6) 给出了 PWM 信号模式下设定值的计算算法。

$$\begin{aligned}
 &\text{if}(F_adrawdata - F_bias) < F_deadzone), \text{then } F_set=0; \\
 &\text{if}(F_adrawdata - F_bias) > F_deadzone), \text{then,} \\
 &F_set=(F_adrawdata - F_bias) \times F_max / 1000 \quad (7.6)
 \end{aligned}$$

式中 F_set 为 PWM 信号操作模式下的位置、速度或电流设定值。 F_max 是参数表中所设

定的 Pr.114 为 PWM 模式最大电流值、Pr.115 为 PWM 模式最大速度值、Pr.116 和 Pr.117 为 PWM 模式最大位置值，别对应电流控制模式、速度控制模式和位置控制模式。

F_bias 是参数表中的 Pr.113，用于设置 PWM 输入信号的偏移量。F_adrawdata 为驱动器中 PWM 信号转换为数字信号的值。F_deadzone 是 PWM 信号死区，用于消除 PWM 输入信号的零漂。F_adrawdata 的获取方式有两种，当 Pr.268 参数设置为 0 时，占空比为 50%的作为零点，此时 F_adrawdata 的计算方式如式 7.7 所示，PwmDutyCycle 表示原始的 PWM 测量值。反之则占空比为 0%作为零点时 F_adrawdata=PwmDutyCycle。

$$F_adrawdata = (PwmDutyCycle - 50\%) * 2(7.7)$$

图 7.6 显示了具有方向信号的 PWM 信号位置模式对应的设定值曲线。从图中的曲线以及本章的公式 (7.6) 可以得出， $P_{min} = -F_{max}$, $P_{max} = F_{max}$ ，其中 F_{max} 为参数表 Pr.116 和 Pr.117 所设置的 PWM 信号模式最大位置值。

对于 PWM 信号速度模式和 PWM 信号电流模式，其设定值曲线也和图 7.6 类似。

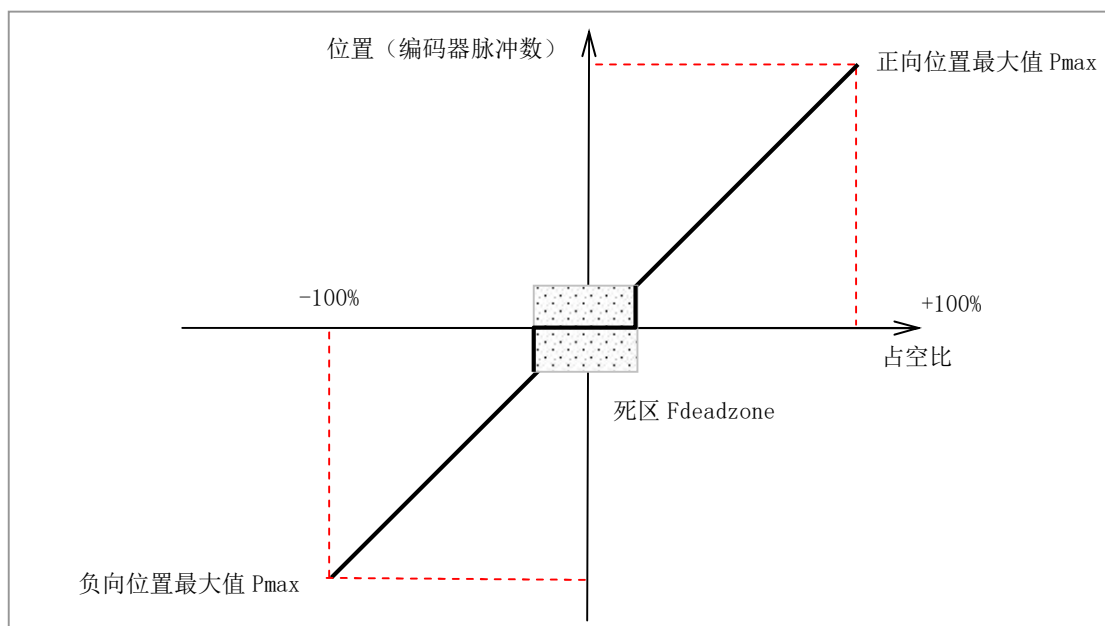


图 7.6 PWM 信号占空比对应位置设定值

7.4.3 PWM 信号模式下 I/O 设置

MOTEC 直流伺服驱动器运行于 PWM 信号模式时，I/O 所支持的功能设置如下表所示：

表 7.8 PWM 信号模式下 I/O 的功能

序号	I/O 口功能	属性	电流控制模式	速度控制模式	位置控制模式
1	电机使能/释放	输入	●	●	●
2	报警清除	输入	●	●	●
3	正限位	输入	●	●	●
4	负限位	输入	●	●	●

5	正向点动	输入	○	●	●
6	负向点动	输入	○	●	●
7	启动回零	输入	○	●	●
8	零速箝位	输入	●	●	●
9	零位开关	输入	○	●	●
10	紧急停止	输入	●	●	●
11	报警输出	输出	●	●	●
12	控制到达	输出	●	●	●
13	抱闸输出	输出	●	●	●
14	PWM 信号输入	输入	●	●	●
15	PWM 方向信号	输入	●	●	●

注意：1) ●表示支持此功能，○表示不支持此功能；
 2) 正向点动、负向点动和回零的功能只有在电机处于静止状态或速度小于零速阈值时(Pr.289)才生效；
 3) 电机处于静止状态可以是 PWM 输入信号为 0 或 50%时零速箝位功能输入有效；
 4) PWM 方向信号由 Pr.268 和 Pr.269 寄存器定义；

7.4. 4PWM 模式下的控制功能

7.4.4.1 位置控制模式

直流伺服驱动器从 PWM 接口接收信号可以用作位置控制命令，根据 PWM 占空比的大小，驱动器会自动调整电机的位置。位移最大值的设定可以通过上位机软件设置参数 Pr.116 和 Pr.117 来完成。同时可设置死区的大小用于消除 PWM 占空比在零时的漂移和波动而引起的电机振动和零漂。

当 Pr.268 号参数设置为 IO 口时，公式（7.8）位置设定值的计算公式：

$$\text{POS_SET} = \text{MAX_POS_SET} \times \text{PWM_duty cycle} \quad (7.8)$$

其中，POS_SET 为实际位置设定值，MAX_POS_SET 是设置的位置最大值(对应 PWM 占空比为 100%时的位置值)，为 Pr.110 和 Pr.111 组成的 32 位无符号数，表示最大位移。PWM_duty cycle 为 PWM 信号占空比值（在 0 和 100%之间变化）。

当 Pr.268 号参数设置为 0 时，公式（7.9）位置设定值的计算公式：

$$\text{POS_SET} = \text{MAX_POS_SET} \times (\text{PWM_duty cycle} - 50\%) \times 2 \quad (7.9)$$

其中，POS_SET 为实际位置设定值，MAX_POS_SET 是设置的位置最大值(对应 PWM 占空比为 100%时的位置值)，为 Pr.110 和 Pr.111 组成的 32 位无符号数，表示最大位移。PWM_duty cycle 为 PWM 信号占空比值（在 0 和 100%之间变化）。

7.4.4.2 速度控制模式

直流伺服驱动器从 PWM 接口接收信号可以用作速度控制命令，根据 PWM 占空比大小，驱动器会自动调整电机的运动速度。速度最大值的设定可以通过上位机软件设置参数 Pr.109 来完成。同时可设置死区的大小用于消除 PWM 占空比在零时的漂移和波动而引起的电机速度零漂。

当 Pr.268 号参数设置为 IO 口时，公式（7.10）运行速度设定值的计算公式：

$$VEL_SET = MAX_VEL_SET \times PWM_duty cycle \quad (7.10)$$

其中，VEL_SET 为实际速度设定值，MAX_VEL_SET 是设置的速度最大值(对应 PWM 占空比为 100%时的速度值)，为 Pr.109 的 16 位无符号数。PWM_duty cycle 为 PWM 信号占空比值（在 0 和 100%之间变化）。

当 Pr.268 号参数设置为 0 时，公式（7.11）运行速度设定值的计算公式：

$$VEL_SET = MAX_VEL_SET \times (PWM_duty cycle - 50\%) \times 2 \quad (7.11)$$

其中，VEL_SET 为实际速度设定值，MAX_VEL_SET 是设置的速度最大值(对应 PWM 占空比为 100%时的速度值)，为 Pr.109 的 16 位无符号数。PWM_duty cycle 为 PWM 信号占空比值（在 0 和 100%之间变化）。

7.4.4.3 电流控制模式

直流伺服驱动器从 PWM 接口接收信号可以用作电流控制命令，根据 PWM 占空比大小，驱动器自动调整电机的电流设定值。电流设定最大值可以通过上位机软件设置参数 Pr.108 完成。同时可设置死区的大小用于消除 PWM 占空比在零时的漂移和波动而引起的电机零漂。

当 Pr.268 号参数设置为 IO 口时，公式（7.12）电流设定值的计算公式：

$$I_SET = MAX_CUR_SET \times PWM_duty cycle \quad (7.12)$$

其中，I_SET 为实际速度设定值，MAX_I_SET 是设置的电流最大值(对应 PWM 占空比为 100%时的电流值)，为 Pr.108 的 16 位无符号数。PWM_duty cycle 为 PWM 信号占空比值（在 0 和 100%之间变化）。

当 Pr.268 号参数设置为 0 时，公式（7.13）电流设定值的计算公式：

$$I_SET = MAX_I_SET \times (PWM_duty cycle - 50\%) \times 2 \quad (7.13)$$

其中，I_SET 为实际速度设定值，MAX_I_SET 是设置的电流最大值(对应 PWM 占空比为 100%时的电流值)，为 Pr.108 的 16 位无符号数。PWM_duty cycle 为 PWM 信号占空比值（在 0 和 100%之间变化）。

7.4.5 其他功能

在 PWM 信号模式下的其他功能如软件限位和硬件限位、回零、抱闸等功能可以参考操作手册中的相应功能说明。同时，在 PWM 信号模式下驱动器依然可以通过通讯和上位机相连，此时上位机可以用作实时监控的功能。

7.5 PLC 编程模式

MOTEC 直流伺服驱动器可以运行在PLC编程模式,关于PLC编程模式的操作和编程方法,请参考“MOTEC智能驱动器可编程控制器编程手册”。

7.6 位置控制模式

MOTEC 直流伺服驱动器可运行于位置控制模式时,其使用方式和注意事项请参考第六章的运动轨迹规划的介绍。

7.7 速度控制模式

MOTEC 直流伺服驱动器可运行于速度控制模式时,其使用方式和注意事项请参考第六章的运动轨迹规划的介绍。

7.8 电流控制模式

电流控制模式下,我们除了需要注意电流模式速度限制保护功能相关参数,还需要注意使用以下几个参数。

■ Pr.66 电流模式最高速度限制值:

电流控制模式最高速度限制功能,以避免在电流控制模式下由于负载太小而导致飞车现象。当 Pr.288 即电流模式控制方式设置为 0 时电流模式最高速度限制才生效,在电流控制模式下,到达最高速度限制之后,驱动器会进入类似于速度模式,实际电流输出可能会小于电流控制模式下的设定电流

■ Pr.67 电流设定值平滑滤波器

电流设定值平滑滤波器,电流控制模式时用于控制电流设定值改变时的过渡过程平滑程度,滤波系数越大,电流设定值改变是越平稳,但时间较长。反之越小则变化越快。位置模式或速度模式时此参数设为 0,即没有滤波作用。

■ Pr.288 电流模式控制方式

电流控制模式主要有 4 种使用方式,包括:

0- 最高速度限制;

1- 没有速度限制,电流设定值阶跃变化;

2- 没有速度限制,电流设定值根据所设定的滤波器缓慢平滑变化;

7.9 电机停止运动方式

注意:当使用 I/O 口使能电机时,急停停止方式不允许使用急停释放模式,即 Pr42 参数不能设置为 2。

无论是位置控制还是速度控制,需要电机停止运动时,MOTEC 直流伺服驱动器提供了两种停止运动控制模式,即停止运动和急停,而急停又可以分为减速急停、紧急制动以

及急停电机释放。和停止运动相关的参数如下表所示。

表 7.9 停止运动相关参数

参数号	参数内容	数据类型	属性	单位	数据范围
Pr.42	急停停止方式	ushort	读/写	NA	0~2
	0- 电机立即停止，即没有减速运动过程; 1- 电机按照预设定的减速度减速停止; 2- 急停命令电机释放;				
Pr.77	急停减速度	ushort	读/写	RPS ²	0~65535
Pr.88	停止运动减速度	ushort	读/写	RPS ²	0~65535

停止运动和急停的动作方式描述如下：

停止运动：电机以设定的减速度 Pr.88 减速运动，直到电机停止运动。

急停：根据 Pr.42 急停停止方式的设置不同，急停可以分为立即停止、减速急停和电机释放：

- 1) 立即停止：无论当前电机的运动速度是多少，驱动器收到急停命令后电机立即停止运动。当电机运动速度较高时，请慎重使用这种方式。因为转速较高到电机立即停止，电机的动能需要在极短的时间内释放，此时母线电压会急剧升高。如果系统没有连接放电模块或者放电电阻功率不足以满足短时放电的要求，将有可能造成驱动器或电机的损坏。同时这种急停方式也会对机械系统造成巨大的冲击，导致系统运行不稳定；
- 2) 减速停止：电机以设定的减速度 Pr.77 减速运动，直到电机停止运动；
- 2) 电机释放：当触发急停命令时，电机释放，系统按惯性运动直至停止运动；

在系统参数设定时，可以将停止运动减速度 Pr.88 设置为小于急停减速度 Pr.77 的值，这样可以根据不同的情况选择不同的停止运动方式。

7.10 回原点操作

MOTEC 直流驱动器提供用于寻找工作零点的找原点操作，找原点操作可以由网络指令触发，也可以通过数字输入口来触发。MOTEC 直流驱动器的找原点过程包括三个部分，分别是：1) 找原点开关；2) 找编码器 Z 相脉冲；3) 脱离运动。通过设置参数表中的有关找原点操作的相关参数，这三个部分的功能可以相互组合从而形成适合用户使用的回原点方式。当然，根据用户的实际需求，可以只选择这三个步骤中的两个或 1 个步骤来完成回原点操作。

注意：找原点过程如果包含找 Z 脉冲或脱离运动时，电机急停停止方式不允许设置为急停释放，即 Pr.42 参数不能设置为 2，只有拥有 Z 脉冲的编码器才可以加入寻找 Z 脉冲模式，四线制编码器不具备此功能。

7.10.1 找原点相关参数

表 7.10 给出了与找原点操作相关的参数，参数的具体内容解释请参考“驱动器参数”章节和随后章节中的说明。

表 7.10 找原点操作相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围
Pr.235	原点开关输入编号	16bit	读/写	NA	0~8
Pr.234	常开/常闭模式	16bit	读/写	NA	0~1
Pr.82	找原点开关运动速度(包括方向)	16bit	读/写	RPM	-1000~1000
Pr.89	找 Z 脉冲运动速度(包括方向)	16bit	读/写	RPM	-1000~1000
Pr.279	寻找 Z 脉冲个数	16bit	读/写	NA	0~65535
Pr.281	脱离运动距离高 16 位	16bit	读/写	Pulse	0~65535
Pr.282	脱离运动距离低 16 位	16bit	读/写	Pulse	0~65535
Pr.280	停留稳定时间	16bit	读/写	ms	0~65535

需要说明的是找原点开关运动速度和找 Z 脉冲运动速度为 16 位有符号数，其速度表示了电机的运动速度，而符号表示了运动方向。符号为正表示正向运动，符号为负表示负向运动。

寻找 Z 脉冲的个数表示了第二阶段的运动，若寻找 Z 脉冲个数为零，则表示没有第二阶段运动，直接进入第三阶段。而第三阶段的脱离距离是有符号数，同时表示运动距离和运动方向，若设置脱离距离为 0，则表示回零马上结束，原点开关位置即为绝对位置零点。而停留稳定时间是一个阶段到下一个阶段的停留时间。

7.10.2 找原点操作过程

找原点运动可以通过网络指令来触发，也可以通过所定义的数字输入口状态来触发。在开始回原点运动之前需要定义原点开关以及表 7.10 中所述的参数。找原点的步骤分为：

- 1) 找原点开关；2) 找零位 Z 脉冲；3) 脱离运动。下面分别做详细的说明。

7.10.2.1 找原点开关

找原点的第一步为找原点开关，找原点开关的运动速度和运动方向由 Pr.82 的值决定，Pr.82 的值决定速度的大小，其符号代表找原点开关的运动方向。正的符号代表运动方向为正向，而负的符号代表负的运动方向。根据运动方向的设置和运动起始点的不同，每种运动方向还可以分为三种不同的情况。

(1) 正向运动找原点开关（下图中所示为从左向右运动）

根据当前启动位置的不同，正向找原点开关可以分为三种情况，如下所示。

第一种情况：当前启动位置在零位开关的左侧。如图 7.7(a)所示，当起点位置在零位开关左侧，而回零方向为向右，此时在电机向前运动过程中碰触原点开关后即完成找原点开关

的过程。

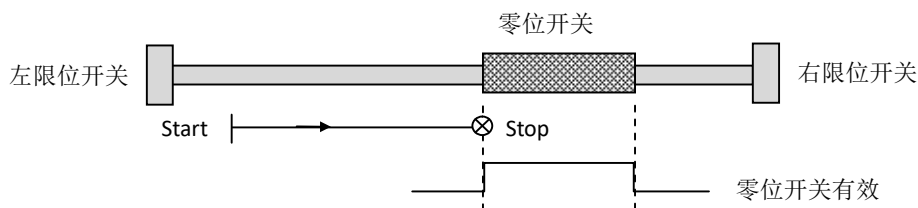


图 7.7(a) 起点在零位开关的左侧

第二种情况：当前启动位置在零位开关的右侧。如图 7.7(b)所示，当起点位置在零位开关右侧，而回零方向为向右，此时在电机向前运动过程中会先碰触右限位开关，然后停止并反方向运动。在运动过程中会先碰触限位开关而后继续运动，直到脱离限位开关后电机停止运动，然后反方向运动，在这个运动过程中触碰原点开关后即完成找原点开关的过程。

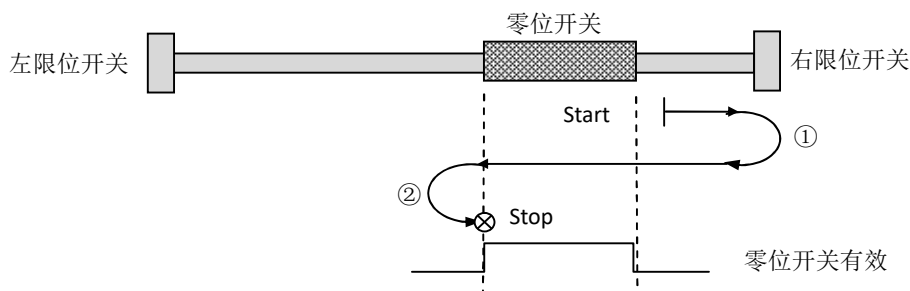


图 7.7(b) 起点在零位开关的右侧

第三种情况：当前启动位置正好在原点开关有效的位置。如图 7.7(c)所示，当启动回零的时候零位开关处于触发状态时，电机先向反方向运动，脱离零位开关后电机停止运动，而后重新启动电机运动，触碰原点开关后即完成找原点开关的过程。

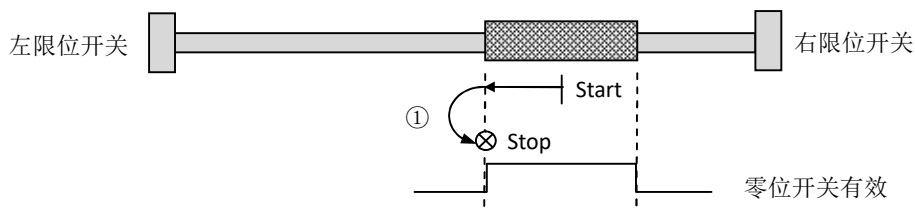


图 7.7(c) 起点在零位开关有效的位置

(2) 反向运动找原点开关

根据当前启动位置的不同，反向找原点开关也可以分为三种情况，详细情况和正向运动找原点开关相同，此处不再赘述。

第一种情况：当前启动位置在零位开关的右侧。

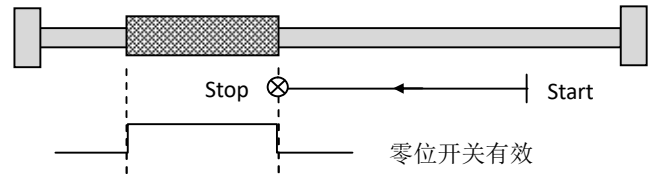


图 7.8(a) 起点在零位开关的右侧

第二种情况：当前启动位置在零位开关的左侧。

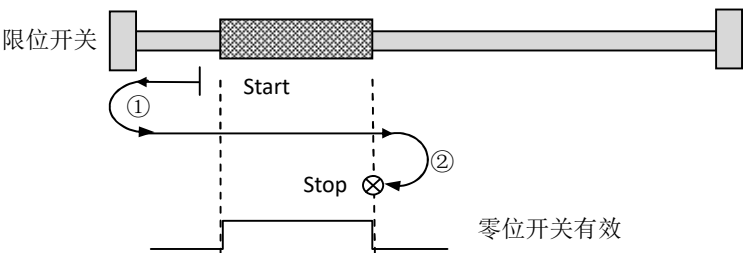


图 7.8(b) 起点在零位开关的左侧

第三种情况：当前启动位置正好在原点开关有效的位置；

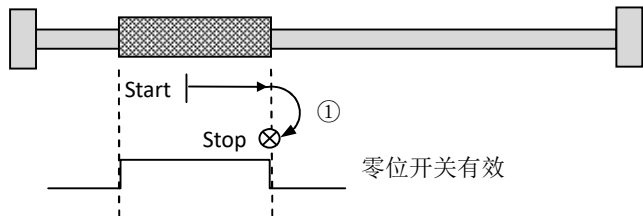


图 7.8(c) 起点在零位开关有效的位置

图 7.9 给出了找原点开关过程的速度曲线，在启动阶段，其速度的轨迹为 S 曲线轨迹（使用 S 曲线轨迹规划的速度、加速度和加加速度的参数），而在找到原点开关或碰到限位时电机的停止方式与急停停止方式相同，图中急停停止方式设置为减速急停。

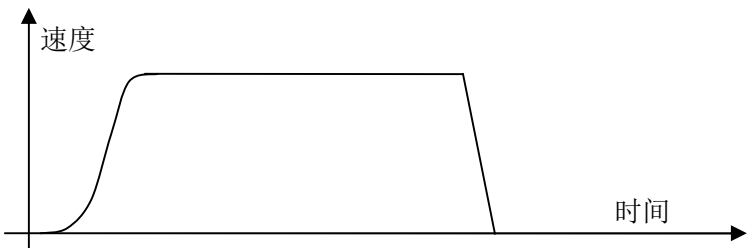


图 7.9 找原点开关过程的速度曲线

注意：对于需要回原点操作精度要求高的场合，需要设置找原点开关运动速度越小越好。

7.10.2.2 找编码器 Z 相脉冲

通过上一节的步骤，即寻找原点开关后我们已经停留在原点开关的位置，根据设定设定值的不同停留在原点开关的左侧或是右侧。根据参数表的设定，下一个步骤是找编码器 Z 相脉冲。如果 Pr.279 中设定的 Z 相脉冲个数为 0，则忽略这个步骤，直接进入下一个步骤。如果 Pr.279 中设定的 Z 相脉冲个数不为 0，则按照设定开始启动寻找指定个数的 Z 脉冲，找到指定个数的 Z 脉冲后即完成本步骤的运动。

根据参数表中 Pr.89 的设定，用户可以设定寻找 Z 脉冲的个数和运动速度及运动方向。

(1)正向找 Z 相脉冲

以找原点开关后的停止位置作为起始点开始运动，直至找到第 N 个 Z 相脉冲后停止运动。

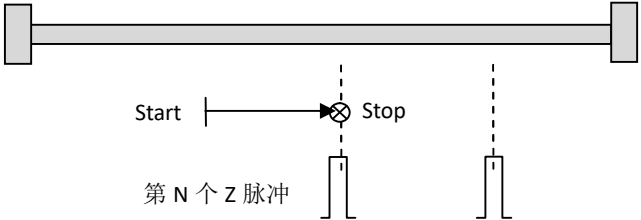


图 7.10(a) 正向找 Z 脉冲

(2)反向找 Z 相脉冲

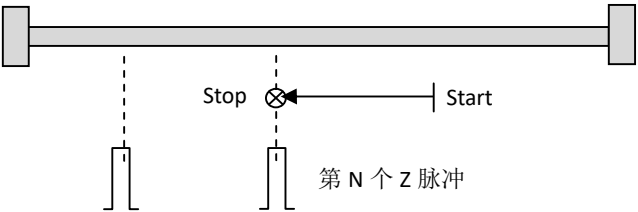


图 7.10(b) 反向找 Z 脉冲

图 7.11 给出了找 Z 脉冲过程的速度曲线，在启动阶段，其速度的轨迹为 S 曲线轨迹，而在找到 Z 脉冲时，其停止方式与急停停止方向相同，图中所示急停停止方式为快速急停。

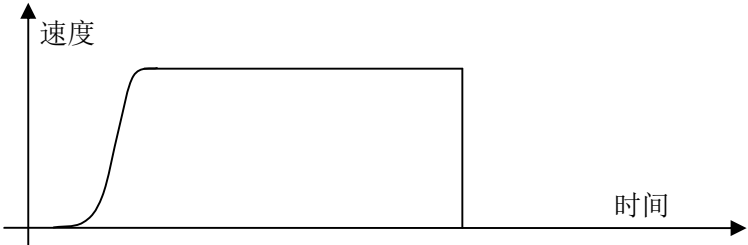


图 7.11 找 Z 脉冲过程速度曲线

7. 10. 2. 3 脱离运动

图 7.12(a)和图 7.12(b)给出了脱离运动的运动方式，当找到 Z 脉冲后，停留 Pr.280 参数所设定的时间。启动以 Pr.82 为运动速度，Pr.281 和 Pr.282 参数组成的 32 位有符号数为运动距离和运动方向，进行一次 S 曲线点到点运动后即完成回原点操作的脱离运动。

(1)正向脱离

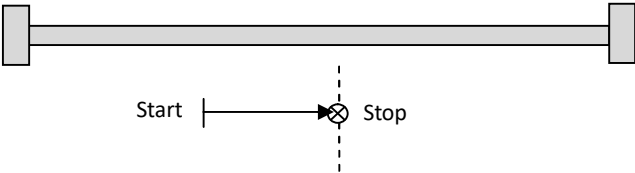


图 7.12(a) 正向脱离

(2)反向脱离

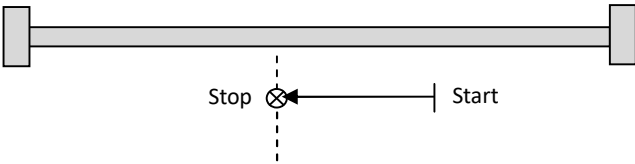


图 7.12(b) 反向脱离

7. 10. 3 回原点过程示例

上面的章节描述了回原点过程的三个步骤，而在实际使用过程中，根据实际情况，这三个步骤并不都是必须的。用户可以根据具体情况选择三个步骤中的 2 个或者 3 个步骤的回原点过程。而哪个步骤使用与否都由参数表的设置来完成。

下面给出了几个回原点过程的示例：

(1) 起点位于原点开关左侧，回原点过程为正向找零位开关、反向找 z 脉冲、反向脱离：

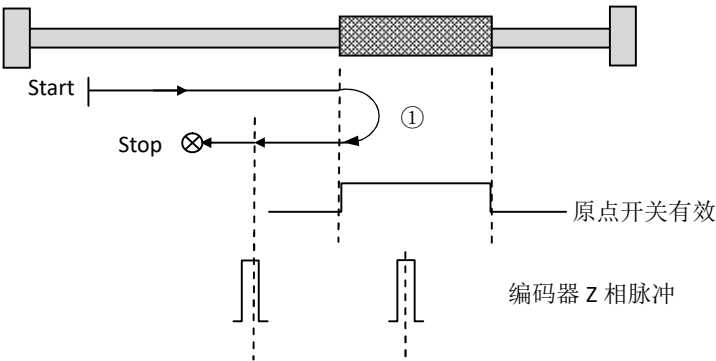


图 7.13(a) 起点位于原点开关左侧

(2) 起点位于原点开关右侧侧，回原点过程为正向找零位开关、反向找 z 脉冲、反向脱离：

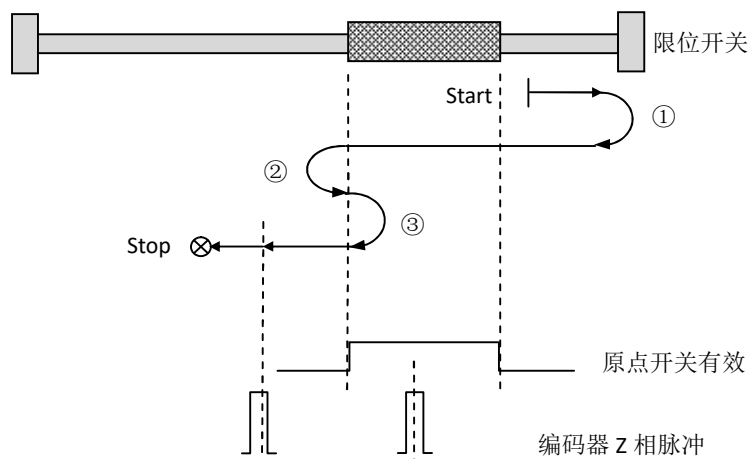


图 7.13(b) 起点位于原点开关右侧

(3) 起点位于原点开关有效位置，回原点过程为正向找零位开关、反向找 z 脉冲、反向脱离：

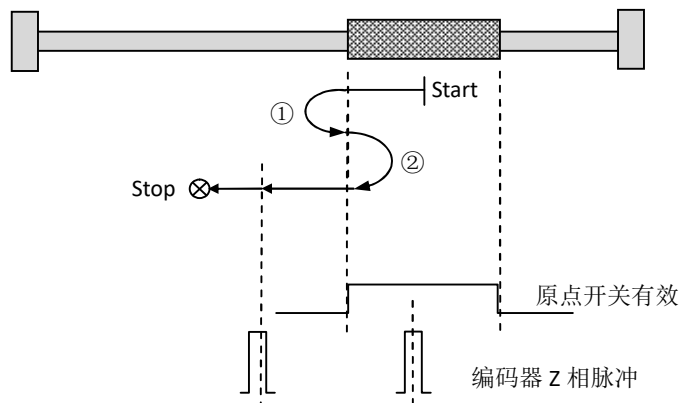


图 7.13(c) 起点位于原点开关有效位置

7.11 JOG 操作

MOTEC直流伺服驱动器在速度控制和位置控制模式下，JOG操作功能有效。JOG可以通过网络指令来操作也可以通过输入口来操作。网络指令的JOG操作请参考MOTECIAN协议的说明。同时JOG操作还可以通过修改Pr.55和Pr.56的数值来完成，数值1为运动，数值0为停止。而JOG的操作速度通过Pr.81的点动速度来设置，单位为RPM。

除了利用网络指令的方式进行JOG操作之外，还可以利用输入口的状态来触发操作。当然在此之前需要定义哪个输入口作为JOG操作触发输入口。

在使用JOG功能时，只有在电机处于静止状态或速度小于零速阈值时(Pr. 289)才生效，否则即使发送了JOG指令，驱动器也不响应这个功能。

7.12 控制增益切换

MOTEC 直流伺服驱动器共有三组控制增益，这三组控制增益可以工作在三种模式下。

不同的模式有不同的增益切换方式。

表 7.11 控制增益参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.118	控制增益切换模式	16bit	读/写	NA	1-3	1
Pr.127	控制增益切换平滑滤波器	16bit	读/写	NA	1-999	880
Pr.129	增益使用状态	16bit	读/写	NA	1-3	1
Pr.146	抗抖动因子	16bit	读/写	NA	0-10	0
Pr.147	抗抖动区域	16bit	读/写	NA	0-65535	0

控制增益切换模式Pr.118:

1- 模式1: 使用第1组控制增益，增益切换模式为根据扰动区域和抗扰动因子的设置。图7.14给出了位置控制模式下抗扰动区域的示意图，其中P为目标位置值，N为抗扰动区域的值，即Pr.147。

控制增益的变化策略为：

- 1) 当电机位置处于抗扰动区域时（即满足 $-Pr.147 < \Delta P < Pr.147$ 的区域， ΔP 为电机目标位置和电机实际位置的差值），所有的控制增益乘以Pr.146的抗扰动因子(Pr.146的值0-10代表0-1.0)，即将控制增益变小。
- 2) 当电机位置在抗扰动区域外时，控制增益使用第一组增益。

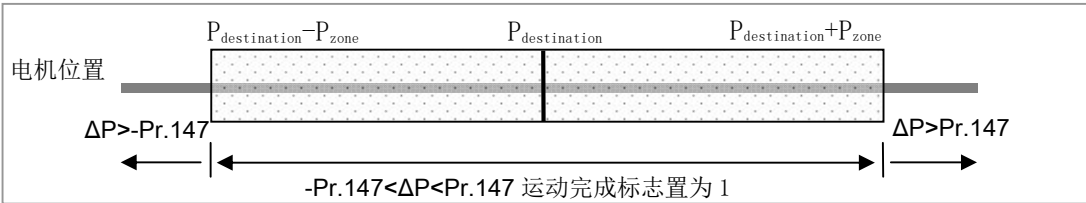


图7.14 抗扰动区域示意图

- 2- 模式2:** 当速度小于Pr.289所设定的零速阈值时，使用第2组控制增益，否则使用第一组控制增益；
- 3- 模式3:** 控制增益的使用及切换由Pr.129的数值决定，并由使用者通过修改参数实时切换。如果Pr.129=1则使用第一组增益，Pr.129=2则使用第二组增益，Pr.129=3则使用第三组增益。

控制增益的切换通过Pr.127的平滑滤波器实现平滑切换，数值越大切换过程越短，反之则越长。

7.13 速度观测器滤波系数

为了保证在不同的运动状态下电机的性能达到最佳状态，MOTEC 直流伺服驱动器设置了三组速度观测器系数，如表7.12所示。这三组速度观测器系数分别作用在电机静止、加减速运动和电机匀速运动时，如图7.15所示。

表 7.12 速度观测器参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.62	加减速运动速度观测器系数	16bit	读/写	NA	1-999	880
Pr.63	匀速运动时速度观测器系数	16bit	读/写	NA	1-999	880
Pr.64	速度为 0 时速度观测器系数	16bit	读/写	NA	1-999	880

为了保证电机静止时的静态刚度和稳定性，以及电机运动时的动态响应，速度观测系数所遵循的原则为：**Pr.64速度为0时速度观测器系数 > Pr.63匀速运动时速度观测器数 > Pr.62 加减速运动速度观测器系数。**

速度观测器相当于一个低通滤波器，其系数越大滤波作用越明显，当数值太大了也会影响系统的快速响应和稳定性。当由于速度观测器系数太大导致电机震荡时，可以适当减少速度观测器系数的值。

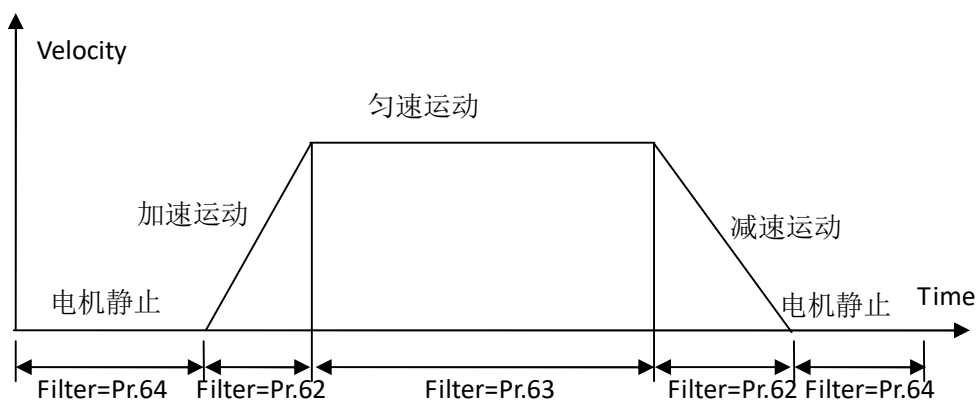


图 7.15 不同运动状态下速度观测器系数的作用情况

7.14 电机使能/抱闸时序

为了操作安全的考虑，MOTEC 直流伺服驱动器的电机使能/释放和抱闸操作需要遵循设定的时序，这些时序的详细描述如下：

表 7.13 抱闸相关参数

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.58	自动抱闸使能 (0-不自动抱闸; 1-自动抱闸)	16bit	读/写	NA	0-1	0
Pr.59	抱闸类型 (0-断开抱闸, 1-导通抱闸)	16bit	读/写	NA	0-1	0
Pr.60	抱闸启动延迟时间(电机静止时)	16bit	读/写	Ms	0-65535	0
Pr.61	抱闸启动最高速度	16bit	读/写	RPM	0-1000	0
Pr.69	抱闸输出口端口号	16bit	读/写	NA	1-6	0
Pr.70	抱闸启动延迟时间(电机运动时)	16bit	读/写	ms	0-65535	0
Pr.71	抱闸状态	16bit	只读	NA	0-1	0

1) 电机静止时电机使能/释放时序图

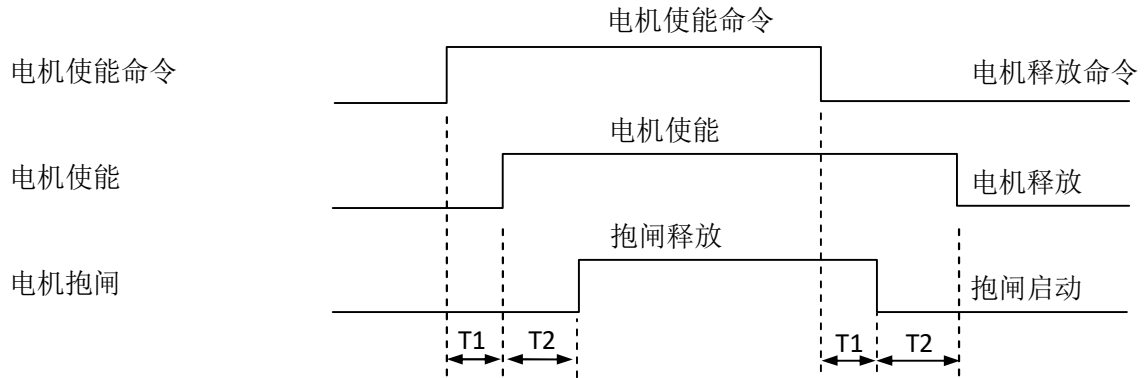


图 7.16 电机静止时电机使能/释放时序图

- 1) 图中的时序是指驱动器内部执行时的时间序列，不包括指令传输所需要的时间(如网络指令模式下的使能指令传送所需的时间)；
- 2) T1 的时间大约为 0.2~4ms；
- 3) T2 的时间为驱动器参数表 Pr.60 中所定义的时间；

2) 电机运动时电机使能/释放时序图

- a) 图中的时序是指驱动器内部执行时的时间序列，不包括指令传输所需要的时间(如网络指令模式下的使能指令传送所需的时间)；
- b) T1 的时间大约为 0.2~4ms；
- c) T2 的时间为驱动器参数表 Pr.70 中所定义的时间；
- d) T3(2*)的时间为驱动器所定义的 Pr.70 中的参数和电机减速到 Pr.61 中所定义电机转速所需时间的数值中的较小的值 (以最先到达者为准)；
- e) 当电机转速小于 30RPM 时，使能命令才有效；
- f) Pr.60 为抱闸延迟时间，Pr.61 为抱闸最高转速；

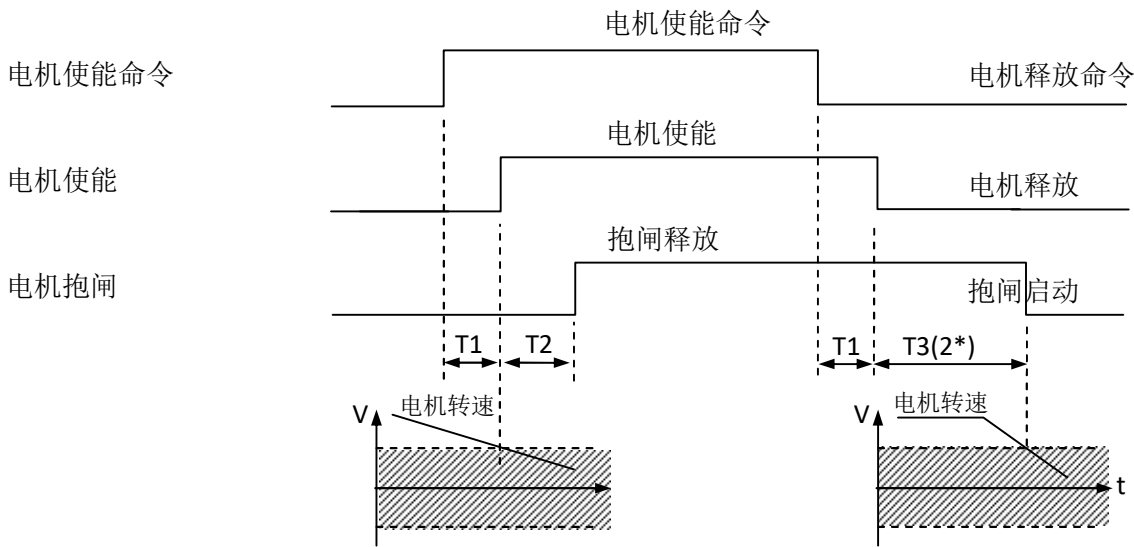


图 7.17 电机运动时电机使能/释放时序图

g) 电机使能状态下驱动器发生故障报警时序图

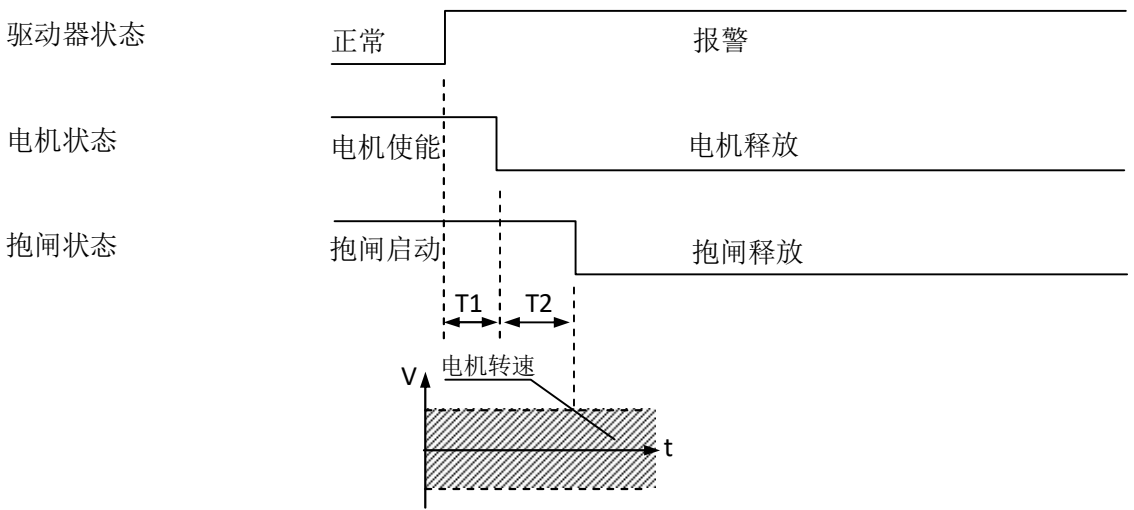


图 7.18 电机使能状态下驱动器发生故障报警时序图

- 1) T1 的时间大约为 0.2~4ms;
- 2) T2 时间为驱动器所定义的 Pr.70 中的参数和电机减速到 Pr.61 中所定义电机转速所需时间的数值中的较小的值(以最先到达者为准);

7.15 输入/输出口功能

MOTEC 直流伺服驱动器有多路输入和多路输出，通过上位机软件 motionStudio，输入/输出接口可以定义为特定的功能。输入/输出口可以定义的功能如下表所示：

表 7.14 输入/输出口功能表

序号	输入/口功能	网络模式			脉冲模式	模拟模式		
		电流	速度	位置	位置控制	电流	速度	位置
1	使能	○	○	○	●	●	●	●
2	清除报警	●	●	●	●	●	●	●
3	正限位	●	●	●	●	●	●	●
4	负限位	●	●	●	●	●	●	●
5	正向点动	○	●	●	●	○	●	●
6	负向点动	○	●	●	●	○	●	●
7	找原点	○	●	●	●	○	●	●
8	原点开关	○	●	●	●	○	●	●
9	停止运动	●	●	●	●	●	●	●
10	急停	●	●	●	●	●	●	●
11	脉冲停止	○	○	○	●	○	○	○
12	零速箝位	○	○	○	○	●	●	●
13	模拟输入	○	○	○	○	●	●	●
输出口功能								
1	报警输出	●	●	●	●	●	●	●
2	位置到达	○	○	●	●	○	○	●
3	速度到达	○	●	○	●	○	●	○
4	电流到达	●	○	○	●	●	○	○
5	抱闸输出	●	●	●	●	●	●	●
说明	●表示支持此功能，○表示不支持此功能； 其中，在网络模式下，可以通过设置参数 Pr.17 为 9999 通过数字输入口使能/释放， 但是不建议客户如此使用							

除了定义输入/输出口功能之外，还需要定义输入/输出口是在光耦导通还是断开时功能有效。表 7.15 给出了输入/输出口的相关寄存器功能。

表 7.15 输入/输出口相关寄存器

参数号	参数内容	长度	属性	描述
Pr.197	数字输入口状态	16bit	读/写	Bit0-表示输入口 1# Bit1-表示输入口 2# Bit2-表示输入口 3# Bit3-表示输入口 4# Bit4-表示输入口 5# Bit5-表示输入口 6# Bit6-表示输入口 7# Bit7-表示输入口 8#
Pr.198	数字输出口状态	16bit	读/写	Bit0-表示输出口 1# Bit1-表示输出口 2# Bit2-表示输出口 3# Bit3-表示输出口 4#

				Bit4-表示输出口 5# Bit5-表示输出口 6#
Pr.275	数字 IO 口状态反转标志	16bit	读写	IO 口状态反转设置，低 8 位为 1 表示输入口状态反转，高八位为 1 表示输出口状态反转
Pr.30	数字量输入滤波时间	16bit	读写	单位 ms，0 表示没有滤波，最大值为 50ms。如果大于 50ms 则自动设定为 50ms。

8. MOTEC 直流驱动器保护措施

MOTEC 直流伺服驱动器提供了多种保护措施，使得驱动器能够安全高效的运行。保护措施包括：1) 限位保护；2) 电压保护；3) 电流保护；4) 温度保护；5) 最高速度限制保护；6) 急停保护等。

8.1 驱动器安全操作说明

虽然 MOTEC 直流伺服驱动器提供了多种保护措施，但在操作过程中还需要遵循如下原则。当驱动器发生报警时，处理报警需要注意如下的注意事项：

- 1) 如果使用输入口作为故障清除端口，绝对不允许故障清除输入端口一直存在有效的故障清除信号；
- 2) 故障清除前应先撤消上位机的伺服电机使能信号，否则故障清除后由于伺服使能信号有效而导致电机马上重新使能；
- 3) 故障清除后在伺服驱动器重新启动前必须确认负载能接受重新启动条件，以免对人员或设备造成损坏；
- 4) 出现故障保护后，必须查明故障原因并解决故障问题才能重新启动电机以免进一步扩大故障因素；
- 5) 若故障原因是由负载引起的，在解决故障过程中应先关闭驱动器电源以策安全；
- 6) 当驱动器出现故障时，驱动器处于自身保护，避免扩大故障，将会停止电机运行。故障分为可清除故障和硬件故障，其中可清除故障可用过通讯指令或输入口来清除，而硬件故障，必须返回厂家维修；
- 7) 报警信息分为两类，分别是报警和警告。发布报警信息时电机将被释放，而发布警告信息时，电机可以正常工作。警告信息只是作为提醒操作者驱动器或电机已经达到某种状态之用；
- 8) Pr. 200 和 Pr. 201 寄存器用于表示故障代码，当标志位为 1 时表示出错，为 0 时为正常；
- 9) 如果发生了欠压报警，当母线电压恢复时，报警信息会自动清除；
- 10) 不可清除故障表示当报警发生时，故障不能通过常规清除故障的手段清除报警，只能重启驱动器；

8.2 限位功能

为了确保电机运动在安全的行程范围之内，MOTEC 直流伺服驱动器提供了限位功能，分别有软件限位和硬件限位功能。软件限位定义了电机能够运动的位置范围，而硬件限位则由限位开关来限制电机的运动范围。

设置完毕高限位和低限位的脉冲数值后，如果要启动限位功能，还必须设置 Pr.220 和 Pr.221 为 1(软限位)或 Pr.214 和 Pr.215 为 1（硬件限位），用于激活限位功能。如果限位功能不激活，限位将不会启动。

在位置模式和速度模式下，根据电机的运动方向，高限位为电机编码器位置正向增加

的方向，低限位为电机编码器位置负向增加的方向。在电机运动过程中如果触发了限位功能，则电机马上进入急停运动中，使用者可以通过设置急停减速度的大小来控制急停的快慢。

注意：如果是在电流模式下启用限位功能，有如下的注意事项：

- 1) 在电流模式下，在电机正常运动的时候电流的符号和速度符号一致，则高低限位的设置如上面的描述就可以，没有特别需要注意的内容；
- 2) 在电流模式下，如果电流符号和速度符号相反，则设置硬限位的时候高限位和低限位开关的设置正好相反，即高限位开关为低则限位有效，低限位开关为高则限位有效；
- 3) 在电流模式下，如果电流符号和速度符号相反，则软件限位功能失效；
- 4) 建议在电流模式下，如果电流符号和速度符号相反，则利用 Pr.308 号参数，将电流符号和速度符号达成一致后再设置高低限位，以免逻辑有不对的地方；

8.2.1 软件限位

为了使软件限位有效，需要设置的参数如表 8.1 所示。这些参数可以通过上位机软件 motionStudio 来设置，也可以通过通讯指令来实现设置。

表 8.1 软件限位参数设置

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.216	软件高限位高 16 位	16bit	读/写	Pulse	0~65535	组成 32bit 高限位位置值(有符号数)
Pr.217	软件高限位低 16 位	16bit	读/写	Pulse	0~65535	
Pr.218	软件低限位高 16 位	16bit	读/写	Pulse	0~65535	组成 32bit 低限位位置值(有符号数)
Pr.219	软件低限位低 16 位	16bit	读/写	Pulse	0~65535	
Pr.220	软件高限位激活	16bit	读/写	NA	0~1	0-未激活；1-激活
Pr.221	软件低限位激活	16bit	读/写	NA	0~1	0-未激活；1-激活
Pr.199	限位触发标志	16bit	读	NA		Bit2-高限位标志 Bit3-低限位标志

8.2.2 限位开关限位

为了使硬限位有效，首先需要通过上位机 motionStudio 设置哪个输入口作为高限位开关和低限位开关，然后激活硬件正限位和负限位，如表 8.2 所示。

表 8.2 硬件限位参数设置

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.214	硬件正限位激活	16bit	读/写	Pulse	0~1	0-未激活；1-激活
Pr.215	硬件负限位激活	16bit	读/写	Pulse	0~1	0-未激活；1-激活
Pr.199	限位触发标志	16bit	读	NA		Bit2-高限位标志 Bit3-低限位标志
Pr.239	正限位输入口定义	16bit	读/写	NA	0~1	0- 表示没有定义；

						1 到 8 表示输入口编号
Pr.240	负限位输入口定义	16bit	读/写	NA	0~1	0- 表示没有定义; 1 到 8 表示输入口编号
Pr.254	正限位触发电平	16bit	读/写	NA	0~1	0- 低电平有效; 1- 高电平有效;
Pr.255	负限位触发电平	16bit	读/写	NA	0~1	0- 低电平有效; 1- 高电平有效;

8.3 电流保护

8.3.1 I²t 功能

MOTEC 直流伺服驱动器的电流保护模式采用 I²t 的保护模式，涉及到的相关参数包括：

Pr. 5: 额定电流 I_{rated};

Pr. 209: 连续电流 I_{cont};

Pr. 211: 峰值电流 I_{peak};

Pr. 212: I²t 电流保护时间 T;

Pr. 213: 保护模式选择。详细情况如表 8.3 所示。

表 8.3 电流保护参数设置

参数号	参数内容	长度	属性	单位	数据范围	默认值
Pr.5	额定电流	16bit	读/写	mA	0~65535	
Pr.209	连续保护电流	16bit	读/写	mA	0~65535	
Pr.211	峰值电流	16bit	读/写	mA	0~65535	
Pr.212	I ² T 电流保护时间	16bit	读/写	ms	0~65535	
Pr.213	保护模式选择	16bit	读/写	NA	0~65535	0
	9999-电机处于限制电流保护模式; 其他值- 电机处于释放保护模式;					

MOTEC 直流伺服驱动器的 I²t 的保护模式所涉及到的计算如下，
I²t 设定值：

$$I^2t_{\text{Setpoint}} = (I_{\text{peak}}^2 - I_{\text{cont}}^2) \times T \quad (8.1)$$

公式(8.1)中，I_{peak} 表示峰值电流，I_{cont} 表示连续电流，T 为 Pr. 212 设置的保护时间，单位为 ms。所以式 8.1 也可以表示为单位时间为 1ms 的积分过程，如公式 8.2 所示，即表示为峰值电流和连续电流的平方差在 T 时间段内的积分。

$$I^2t_{\text{Setpoint}} = \int_0^T (I_{\text{peak}}^2 - I_{\text{cont}}^2) \quad (8.2)$$

I²t 实际值：

公式 (8.3) 中，I_{cont} 表示连续电流，I_{act} 表示实际电流，t 为过载的时间，单位为 ms。

对于(I_{act} - I_{cont})，其值必须大于等于零，如果(I_{act} - I_{cont}) < 0，则强制(I_{act} - I_{cont}) = 0，

因为无论 I_{2t} 设定值和 I_{2t} 实际值都是大于 0 的数值。

$$I^2 t_{\text{Actual}} = (I_{\text{act}}^2 - I_{\text{cont}}^2) \times t \quad (8.3)$$

公式 (8.3) 也可以表示为积分时间为 1ms 的积分过程，如公式 8.4 所示，即表示为实际电流和连续电流的平方差在 t 时间段内的积分。

$$I^2 t_{\text{Actual}} = \int_0^T (I_{\text{act}} - I_{\text{cont}})^2 \quad (8.4)$$

在驱动器的运行过程中，处理器会以 1kHz 为更新频率不断更新和比较 I_{2t} 设定值和 I_{2t} 实际值。当 I_{2t} 实际值大于 I_{2t} 设定值时，启动电流保护机制，根据设定的保护模式不同会启动“释放保护模式”或“限制保护模式”。

在驱动器的上位机软件中的监视窗口下，可以看到 I_{2t} 功能的保护状态情况，表示实际 I_{2t} 值占 I_{2t} 设定值的百分比，当达到 100% 时，启动 I_{2t} 保护。

8.3.2 最大电流限制

最大电流限制保护相关参数有：Pr.211 峰值电流、驱动器峰值电流值，电机电流的设定值的最大值，电机过载时电机电流所能达到的最大设定值。

当驱动器的电流设定值超过设置的峰值电流值（Pr.211）时，会触发最大电流限制保护机制，此时驱动器的电流的设定值会限制在最大电流而不会超过最大电流。当驱动器电流达到最大电流时，驱动器会发布“达到最大电流”警告。

8.3.3 I_{2t} 释放保护

I_{2t} 释放保护，当 I_{2t} 保护模式选择参数（Pr.213），设置为释放保护模式时（即 Pr.213 设置为非 9999 的值），如果电机正常运转过程中，电机负载增加，导致电流上升，当电流上升到设置的峰值电流限制值时，设定电流自动设置为峰值电流限制值，与此同时会不断的监控 I_{2t} 的实际值，当 I_{2t} 实际值达到 I_{2t} 设定值时，会触发 I_{2t} 释放保护机制，驱动器报警，电机使能释放，如下图 8.1 所示。

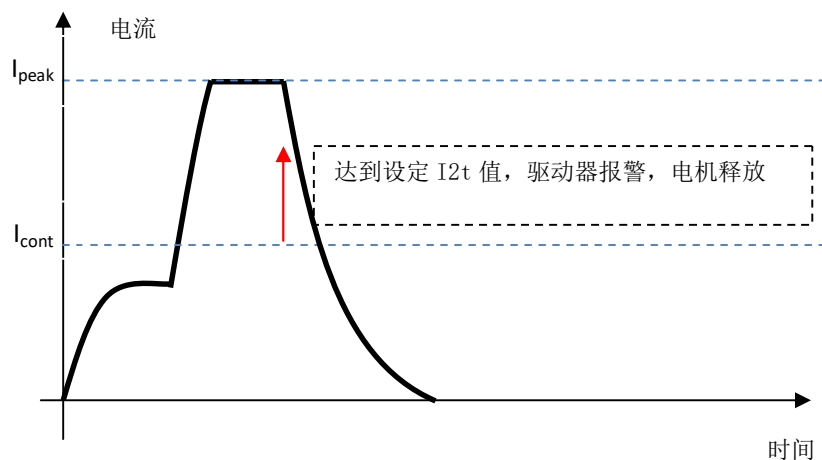


图 8.1 I_{2t} 释放保护功能曲线图

注意：在释放保护模式在计算 I_{2t} 实际值的时候， I_{cont} 电流所使用的电流值为 Pr.5 和 Pr.209 两者电流中电流小的那个值。所以在释放保护模式下，建议将 Pr.5 和 Pr.209 设置为相同的值。

8.3.4 I_{2t} 限流保护

I_{2t} 限流保护，当 I_{2t} 保护模式选择参数（Pr.213），设置为限流保护模式时（即 Pr.213 设置为 9999），如果电机正常运转过程中，电机负载增加，导致电流上升，当电流上升到设置的峰值电流限制值时，设定电流自动设置为峰值电流限制值，与此同时会不断的监控 I_{2t} 的实际值，当 I_{2t} 实际值达到 I_{2t} 设定值时，会触发 I_{2t} 限流保护机制，把电流值限制到额定电流值，在持续一段时间后， I_{2t} 的值会变小，此时可能会减小负载，电流降低到连续保护电流以下，此时可以再增加负载，成为一个循环。如下图 8.2 所示。

注意：在限流保护模式在计算 I_{2t} 实际值的时候， I_{cont} 电流所使用的电流值 Pr.209 所设定的电流值。当触发保护的时候，电流会限制在 Pr.5 所设定的电流值。所以在限流保护模式下，Pr.5 的值需要设定为比 Pr.209 的值更小的值。

在限流模式下，由于触发了 I_{2t} 保护以后，驱动器不会报警，而仅仅是发布一个警告。此时电机不会停止工作，所以使用者尤其需要注意此时电机的工作状态。如果电机长时间处于堵转的状态，且持续较大的电流，电机和驱动器都有损坏的可能性。

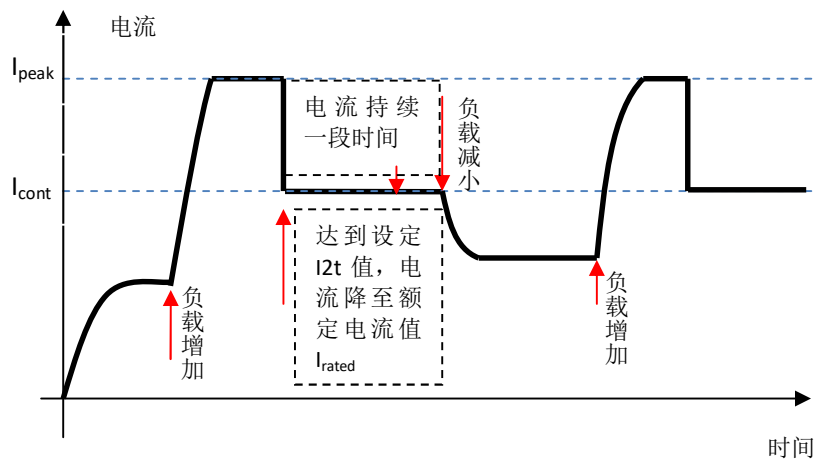


图 8.2 I_{2t} 限流保护功能曲线图

8.4 电流限制

除了 8.3 章节中描述的在 I_{2t} 触发的情况下驱动器的电流限流功能之外，在将驱动器的 I_{2t} 模式设置为释放保护模式（即 Pr.213=0）的情况下驱动器还具有本章节所描述的电流限制功能。电流限制功能相关寄存器如表 8.4 所示。在电流限制设置有效的情况下，驱动器的电流设定值将会被限制在 Pr.302 和 Pr.303 所设置的电流值。如果电流达到了所设定的限制电流，寄存器 Pr.306 和 Pr.307 将会被启用。如果电流限制功能在任何模式下都会生效，

请用户注意在位置模式或速度模式下，电流限制到达之后，容易产生位置误差超限报警或速度误差超限报警，请设置位置超差范围和速度超差范围到合适的值。

表 8.4 电流限制参数设置

参数号	参数内容	长度	属性	描述
Pr.302	正向电流限制值	16bit	读/写	取值为额定电流和连续电流中最小值的 0~300，代表 0%到 300%，最大值不超过峰值电流
Pr.303	反向电流限制值	16bit	读/写	
Pr.304	正向电流限制使能	16bit	读/写	0-正向电流限制无效，1-正向电流限制有效
Pr.305	反向电流限制使能	16bit	读/写	0-反向电流限制无效，1-反向电流限制有效
Pr.306	正向电流限制触发标志	16bit	读	0-正向电流限制未被触发，1-正向电流限制已被触发
Pr.307	反向电流限制触发标志	16bit	读	0-反向电流限制未被触发，1-反向电流限制已被触发

8.5 温度保护

8.5.1 最高温度保护

MOTEC 智能直流伺服驱动器对于驱动器的电流保护模式除了 I2t 保护模式之外，还采用了温度保护模式(前提为驱动器中有温度传感器)，在驱动器中，装有温度传感器，实时的监测驱动器中功率模块的温度，对驱动器进行温度保护。

温度保护模式中涉及到的相关参数有：Pr.224 温度报警阈值、Pr.225 温度故障阈值。

在驱动器的运行过程中，处理器会以 1kHz 为更新频率不断更新和比较实际的温度和设定的温度，当实际的温度达到设定的报警温度值时，启动温度保护机制，根据设定的保护模式的不同，启动“释放保护模式”或“限制电流保护模式”。

8.5.2 温度释放保护

功率模块温度报警阈值 Pr.224：电流保护模式为“释放保护模式时”，当功率模块温度达到所设定的报警阈值，驱动器发布报警信息，但是电机不释放。当电机保护模式为“限流保护模式”时，当功率模块温度达到所设定的阈值时，电机不释放，而是将电机的电流限定在 Pr.5 所设定的额定电流值以保护电机的驱动器不过热；当功率模块温度减小到保护限制以下时电机电流可以增加，直到再次触发温度保护。

功率模块温度故障阈值 Pr.225：当 IPM 温度达到设定的阈值时，电机实施释放使能保护，此时无论保护模式设为“释放保护模式”或“限制保护模式”均采用此策略。

温度释放保护，当保护模式选择参数（Pr.213），设置为释放保护模式时（即 Pr.213 设置为非 9999 的值）。如果电机正常运转过程中，电机负载增加，导致电流上升，当电流上升到设置的峰值电流限制值时，设定电流自动设置为峰值电流限制值，与此同时会不断的监控温度的值，当温度值达到功率模块温度报警阈值(Pr.224)所设定的温度时，会触发

驱动器报警，但是电机不释放，如果负载增加或不变，那么温度继续升高，当温度达到功率模块温度故障阈值(Pr.225)所设定的温度时，触发保护，驱动器报警，电机释放。如图 8.3 所示。

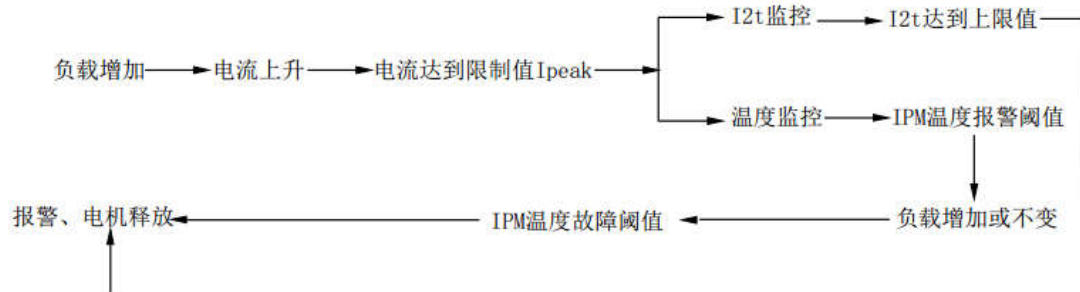


图 8.3 温度释放保护模式示意图

8.5.3 温度限流保护

温度限流保护，当保护模式选择参数（Pr.213），设置为限流保护模式时（即 Pr.213 设置为 9999 时）。如果电机正常运转过程中，电机负载增加，导致电流上升，当电流上升到设置的峰值电流限制值时，设定电流自动设置为峰值电流限制值，与此同时会不断的监控温度的值，当温度值达到功率模块温度报警阈值($T_{warning}$)(即 Pr.224 所设定的温度)时，会触发温度释放保护机制，驱动器报警，电机不释放，而是将电机的电流限定在 Pr.5 所设定的额定电流值以保护电机和驱动器不过热。当功率模块温度减小到保护限制以下时电机电流可以增加，直到再次触发温度保护。如果触达到功率模块温度报警阈值(Pr.224 所设定的温度)后的限流保护措施，温度继续上升，将达到功率模块温度故障阈值(T_{fault})(即 Pr.225 所设定的温度)，触发保护，驱动器报警，电机释放。如图 8.4 所示。

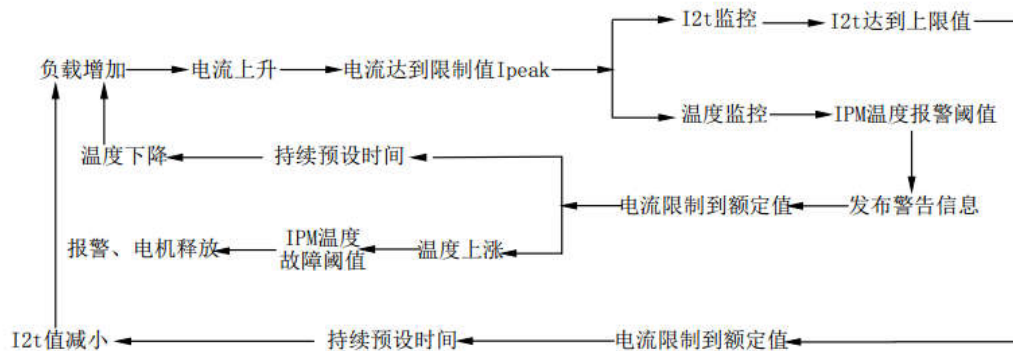
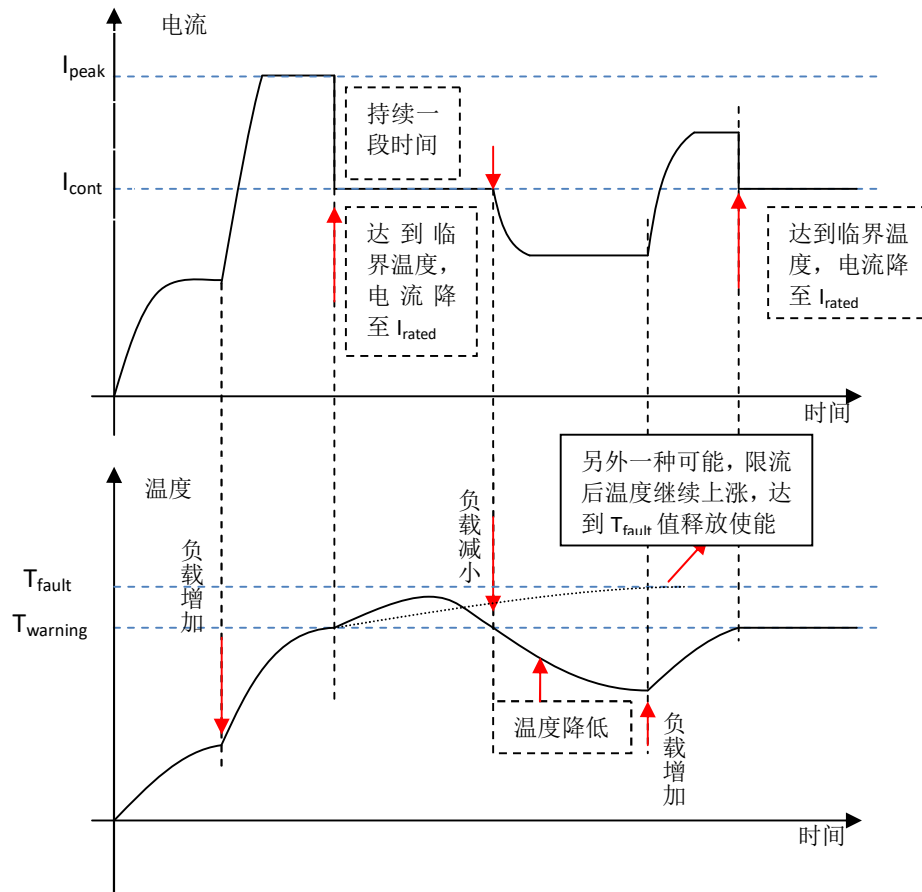


图 8.4 温度限流保护示意图

如图 8.5 所示为 I2t 和温度保护在限制保护模式下的综合图。

图 8.5 I₂t 保护和温度保护限流保护模式下综合功能曲线图

8.5.4 电机温度保护

除了对驱动器进行温度保护之外，驱动器还提供了外置 NTC 温度传感器进行电机的温度测量，从而对电机的温度实施保护。电机温度保护的逻辑与驱动器的温度保护逻辑类似，具体的关于电机保护接线方式和设置请参考第 13 章节中关于电机温度保护的说明。

8.6 最高速度限制

8.6.1 运动最高速度限制

运动最高速度限制保护功能的相关参数：Pr.210 最高速度限制。

最高速度限制是在任何模式下都起作用的限制保护功能，只要电机的转速超过最高速度限制 Pr. 210，电机即会报警并释放使能。

8.6.2 电流模式速度限制

电流模式速度限制保护功能相关参数：

Pr.66：电流模式最高速度限制值，单位 RPM；

Pr.288: 电流模式控制方式，0-表示有最高速度限制；1-表示没有最高速度限制，电流设定值阶跃变化；2-表示没有最高速度限制。

MOTEC 直流伺服驱动器运行于电流模式下，当设定的电流设定值比较大，而负载又很小时，电机的实际电流未达到所设定的电流值时，电机就会不断加速，直至其最高速度。为了避免这种现象，在 MOTEC 直流伺服智能驱动器中，为电流模式下设置了最高速度限制值（Pr.66）。当 MOTEC 直流驱动器运行于电流模式时，如果电机的转速达到设定的最大值，电机的实际电流就不会继续增加，而保持在设定最大转速值。

电流模式最高速度限制设置步骤：

- 设置电流模式最高速度限制 Pr.66 的参数速度值；
- 电流控制方式（Pr.288）参数设置为 0。

图 8.6 和图 8.7 是电流模式下是否设定最高速度限制的对比图。图 8.6 表示在没有最高速度限制的情况下电机转速随电流设定值的变化。图 8.7 表示在有最高速度限制的情况下电机转速的变化。

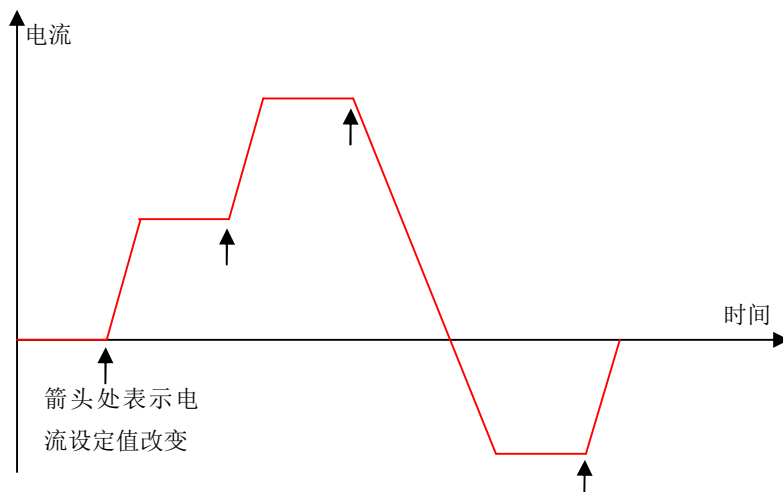


图 8.6 电流控制模式电流设定值的变化

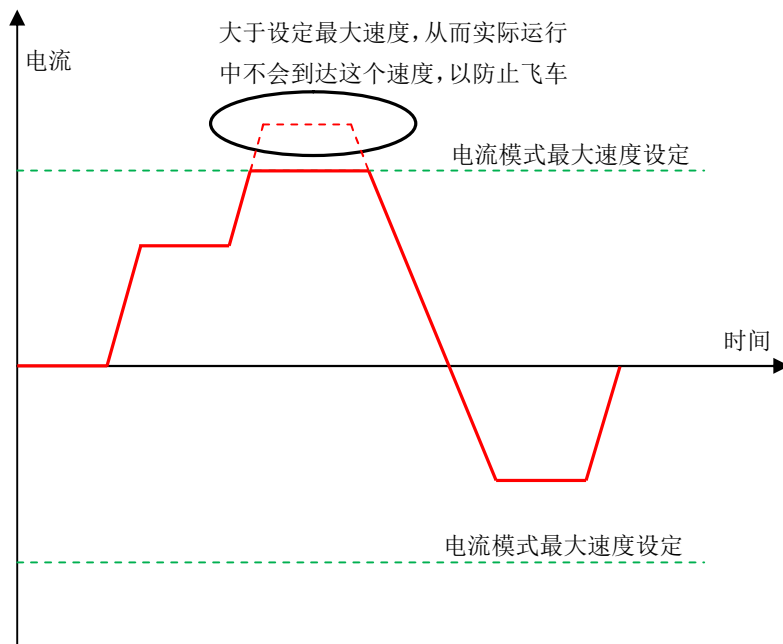


图 8.7 电流控制模式的最大速度限制值

8.7 停止运动

无论是何种控制模式, 需要电机停止运动时, MOTEC 直流伺服驱动器提供了两种停止运动控制模式, 即停止运动和急停, 而急停又可以分为减速急停、紧急制动(没有减速过程而直接停止运动)以及急停电机释放。

MOTEC 直流伺服驱动器的停止运动或急停功能可以通过软件触发, 也可以通过数字输入口触发。通过输入口触发急停的前提是将其中一个输入口定义为停止运动或急停功能。

和停止运动控制模式相关的参数如入下表所示。

表 8.5 停止运动控制模式相关参数

参数号	参数内容	数据类型	属性	单位	数据范围
Pr.42	急停停止方式	ushort	读/写	NA	0~2
	0- 电机立即停止, 即没有减速运动过程; 1- 电机按照预设定的减速度减速停止; 2- 急停命令电机释放;				
Pr.77	急停减速度	ushort	读/写	RPS ²	0~65535
	当急停停止方式设置为 1 时, 电机急停时的减速度值;				
Pr.88	停止运动减速度	ushort	读/写	RPS ²	0~65535
Pr.230	停止运动输入口	ushort	读/写	NA	0- 表示没有定义; 1 到 8 表示输入口编号
Pr.231	停止运动电平	ushort	读/写	NA	0- 低电平有效; 1- 高电平有效;
Pr.232	急停功能输入口	ushort	读/写	NA	1- 表示没有定义; 1 到 8 表示输入口编号
Pr.233	急停触发电平	ushort	读/写	NA	2- 低电平有效;

					3- 高电平有效;
--	--	--	--	--	-----------

根据 Pr.42 急停停止方式的设置不同，急停可以分为立即停止、减速急停和电机释放：

- 1) 立即停止：无论当前电机的运动速度是多少，驱动器收到急停命令后电机立即停止运动。当电机运动速度较高时，请慎重使用这种方式。因为转速较高到电机立即停止，电机的动能需要在极短的时间内释放，此时母线电压会急剧升高。如果没有再生制动回路或者放电电阻功率不足以满足短时放电的要求，将会造成驱动器或电机的损坏。同时这种急停方式也会对机械系统造成巨大的冲击，导致机械系统损坏或运行不稳定；
- 2) 减速停止：电机以设定的减速度 Pr.77 减速运动，直到电机停止运动；
- 3) 电机释放：当触发急停命令时，电机释放，系统按惯性运动直至停止运动；

在系统参数设定时，可以将停止运动减速度 Pr.88 设置为小于急停减速度 Pr.77 的值，这样可以根据不同的情况选择不同的停止运动方式。

注意：当使用 I/O 口使能电机时，急停停止方式不允许使用急停释放模式，即 Pr.42 参数不能设置为 2。以免电机在使能和释放之间循环。

9. MOTEC 直流驱动器通讯协议

MOTEC 直流驱动器支持三种通讯协议，分别是 MOTEC 自有协议 MOTECIAN、MODBUS 协议和 CANopen 协议。三种通讯协议的支持方式如下表所示：

表 9.1 MOTEC 直流驱动器通讯方式和通讯协议

通讯方式 \ 通讯协议	MOTECIAN	MODBUS	CANopen
USB	√	×	×
RS232	√	√	×
RS485	√	√	×
CAN	√	×	√

MOTEC 直流驱动器所提供的函数库是基于 MOTECIAN 协议编写的。除了提供函数库用于 PC 应用程序的编写之外，我们还通过 MOTECIAN 指令集，用于嵌入式系统的应用。

9.1 MOTECIAN 通讯协议

MOTECIAN 协议请参考“MOTEC 伺服驱动器 MOTECIAN 协议使用手册”；

9.2 MODBUS 通讯协议

MODBUS 协议请参考“MOTEC 伺服驱动器 MODBUS 协议使用手册”；

9.3 CANOPEN 通讯协议

CANOPEN 协议请参考“MOTEC 伺服驱动器 CANOPEN 协议使用手册”；

10. MOTEC 直流驱动器编程函数库

MOTEC直流伺服驱动器函数库请参考“MOTEC伺服驱动器函数库使用手册”。

注意：MOTEC函数库只能运行在WINDOWS环境下，其它环境下不能使用。

11. MOTEC 直流驱动器报警信息及故障诊断

11.1 报警信息总览

MOTEC 直流伺服驱动器报警代码为 32Bit 代码。由一个 32 位无符号数存储报警信息，其中每一位表示一个故障信息，为 1 表示有故障发生，0 表示没有故障。参数表中 Pr. 200 为报警代码的低 16 位，Pr. 201 为报警代码的高 16 位。当驱动器发生报警时，驱动器 LED 会根据报警类型的不同进行不同方式的闪烁。

报警信息分为两类，分别是报警和警告。发布报警信息时电机将被释放。而发布警告信息时，电机可以正常工作。警告信息只是作为提醒操作者驱动器或电机已经达到某种状态之用。

对于有些种类的报警和警告，提供了报警屏蔽的功能。如果相应位的报警功能被屏蔽，当参数达到报警触发阈值时，将不会触发报警。

表 11.1 显示了 MOTEC 直流驱动器报警信息的一览表。表中“屏蔽”栏目说明本报警是否可以屏蔽。

表 11.1 MOTEC 直流驱动器报警一览表

编号	故障信息	LED 闪烁	屏蔽	驱动器动作
Pr.200.Bit0	系统故障	1 长 1 短	不能	发布报警，驱动器不能正常工作，故障不可清除
Pr.200.Bit1	I2T 警告	不闪烁	能	发布警告(LED 不闪烁，寄存器更新报警代码)
Pr.200.Bit2	初始化参数错误	1 长 3 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit3	欠压	1 长 4 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit4	过压	1 长 5 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit5	I2T 报警	1 长 6 短	不能	发布报警，电机释放或将电流限制在额定值
Pr.200.Bit6	电流达到峰值电流	不闪烁	能	发布警告(LED 不闪烁，寄存器更新报警代码)
Pr.200.Bit7	位置偏差过大	1 长 8 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit8	编码器信号故障	1 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit9	速度偏差过大	2 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit10	IPM 模块温度超过一级限值	不闪烁	能	发布警告(LED 不闪烁，寄存器更新报警代码)
Pr.200.Bit11	IPM 模块温度超过二级限值	4 短	能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit12	速度超限报警	5 短	能	发布报警，电机释放
Pr.200.Bit13	FLASH 读写故障	6 短	不能	发布报警
Pr.200.Bit14	初始化电流零点检测异常	7 短	不能	发布报警，电机不能正常工作，故障不可清除
Pr.200.Bit15	碰触限位	不闪烁	能	发布警告(LED 不闪烁，寄存器更新报警代码)

Pr.201.Bit0	电机释放	1 长 9 短	能	电机释放的状态下此位置 1
Pr.201.Bit1	CANOPEN lifeguard 故障	1 长 10 短	不能	发布报警
Pr.201.Bit2	PVT 是数据 CRC 故障	1 长 11 短	不能	发布报警
Pr.201.Bit3	保留		能	
Pr.201.Bit4	初始化未完成报 警	1 长 13 短	不能	发布报警，电机释放，不可清除
Pr.201.Bit5	高限位警告	不闪烁	能	发布警告(LED 不闪烁，寄存器更新报警代码)
Pr.201.Bit6	低限位警告	不闪烁	能	发布警告(LED 不闪烁，寄存器更新报警代码)
Pr.201.Bit7	编码器 CRC 报警	1 长 16 短	不能	发布报警，电机释放
Pr.201.Bit8	动态电流检测故 障	9 短	能	发布报警，电机释放
Pr.201.Bit9	寻相故障报警	10 短	不能	自动寻相过程中或驱动器重启时检测到寻相信息不匹配
Pr.201.Bit10	同步模式失步报 警	11 短	能	发布报警
Pr.201.Bit11	保留		能	
Pr.201.Bit12	保留		能	
Pr.201.Bit13	保留		能	
Pr.201.Bit14	编码器电池异常	不闪烁	能	发布报警
Pr.201.Bit15	保留		能	

11.2 报警屏蔽

表 11.1 给出了各个报警代码的 LED 闪烁方式，同时也给出了各个报警位的报警能否屏蔽的设置。如果表中相应位的报警功能被屏蔽，则当达到报警阈值时，驱动器不会发出报警，报警代码也不会置位。寄存器 Pr. 346 和 Pr. 347 可以用于设置报警屏蔽位，Pr. 346 的每个位对应报警 Pr. 201 的每个位，Pr. 347 的每个位对应报警 Pr. 200 的每个位。如果相应位设置为 1，则该位报警被屏蔽，即报警触发之后不产生报警报错，也不会影响运动。

11.3 LED 闪烁

当驱动器有报警时，可以通过通讯方式读取 Pr. 200 和 Pr. 201 来得到报警信息，也可以通过驱动器上的 LED 灯来了解报警情况。LED 灯通过不同的闪烁方式来表达不同的报警内容，如图 11.1 所示的报警是 LED 长闪 1 下，短闪 4 下，表示欠压报警。

图中高电平表示 LED 灯亮，低电平表示 LED 灯灭。LED 灯亮的时间长表示长闪，亮的时间短表示短闪。当一个闪烁周期完毕后，LED 灯将会熄灭较长时间，然后继续之前的闪烁循环。

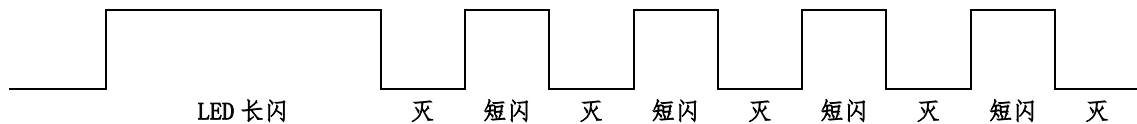


图 11.1 LED 灯的闪烁示意

11.4 查看报警历史

在驱动器的运行过程中，有时我们需要了解在一段时间内驱动器都发生了什么报警，以了解报警历史。Pr.91 和 Pr.92 寄存器即提供了这样的功能。报警历史寄存器 Pr.91(高 16 位)和 Pr.92(低 16 位)保存了从驱动器本次上电以来所有发生过的报警，其每位的报警定义和 Pr.200 和 Pr.201 一致。

Pr. 52 清除报警寄存器设置为 1 时可以清除驱动器报警寄存器 Pr. 200 和 Pr. 201 的内容，但此时不会清除 Pr. 91 和 Pr. 92 的报警历史。如果在清除驱动器报警的同时需要清除报警历史，则可以设置 Pr. 52=2，此时可以同时清除 Pr. 91 和 Pr. 92，Pr. 200 和 Pr. 201 的内容。

11.5 报警注意事项

当驱动器发生报警时，处理报警需要注意如下的注意事项：

- 1) 如果使用输入口作为故障清除端口，绝对不允许故障清除输入端口一直存在有效的故障清除信号；
- 2) 故障清除前应先撤消上位机的伺服电机使能信号，否则故障清除后由于伺服使能信号有效而导致电机马上重新使能；
- 3) 故障清除后在伺服驱动器重新启动前必须确认负载能接受重新启动条件，以免对人员或设备造成损坏；
- 4) 出现故障保护后，必须查明故障原因并解决故障问题才能重新启动电机以免进一步扩大故障因素；
- 5) 若故障原因是由负载引起的，在解决故障过程中应先关闭驱动器电源以策安全；
- 6) 当驱动器出现故障时，驱动器处于自身保护，避免扩大故障，将会停止电机运行。故障分为可清除故障和硬件故障，其中可清除故障可通过通讯指令或输入口来清除，而硬件故障，必须返回厂家维修；
- 7) 报警信息分为两类，分别是报警和警告。发布报警信息时电机将被释放，而发布警告信息时，电机可以正常工作。警告信息只是作为提醒操作者驱动器或电机已经达到某种状态之用；
- 8) Pr. 200 和 Pr. 201 寄存器用于表示故障代码，当标志位为 1 时表示出错，为 0 时为正常；
- 9) 如果发生了欠压报警，当母线电压恢复时，报警信息会自动清除；
- 10) 不可清除故障表示当报警发生时，故障不能清除，只能重启驱动器；

11.6 报警信息详解

以下的表格内容给出了 MOTEC 驱动器报警信息的详细情况和对应的处理方法。

(1) 系统故障

故障编号	1
报警代码	Pr.200.Bit0 置 1, 代码 Pr.200=0x0001
故障现象	1) 发布报警; 2) 驱动器不能启动; 3) 电机不能工作;
故障原因	程序运行故障
故障处理	1) 不可清除故障; 2) 重新启动驱动器, 如故障仍在则联系 MOTEC 进行检测处理;

(2) I2T 警告

故障编号	2
报警代码	Pr.200.Bit1 置 1, 代码 Pr.200=0x0002
驱动器动作	1) 发布警告; 2) 电机可以继续工作;
故障原因	负载过大, 加/减速过快;
故障处理	1) 可清除故障;

(3) 初始化参数故障

故障编号	3
报警代码	Pr.200.Bit2 置 1, 代码 Pr.200=0x0004
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机不能使能;
故障原因	驱动器初始化时从 FLASH 读取参数发生 CRC 校验错误
故障处理	1) 可清除故障; 2) 重新导入参数文件; 3) 若连续重新导入参数文件后故障仍在则联系 MOTEC 检测处理;

(4) 母线电压欠压故障

故障编号	4
报警代码	Pr.200.Bit3 置 1, 代码 Pr.200=0x0008
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 驱动母线电压低于规定范围的电压值; 2) 负载激剧增大有可能引起电源保护而导致母线电压降低; 3) 电机转速突然变大, 而加减速时间太短。负载变大导致母线电压降低;
故障处理	1) 可清除故障; 2) 将主电路的电源电压调整至规定范围内;

	3) 检查负载是否正常; 4) 减小电机的加/减速度; 5) 在主电路供电电源端增加电源稳压器; 6) 当母线电压恢复的时候, 欠压报警会自动清除。欠压报警是驱动器中唯一一个可以自动清除的报警, 检查供电电源功率或者最大输出电流是否能够满足系统需要
--	---

(5) 过压故障

故障编号	5
报警代码	Pr.200.Bit4 置 1, 代码 Pr.200=0x0010
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放
故障原因	1) 母线电压超出规定范围的电压值; 2) 电机进入发电状态, 如电机从高速状态下急停或负载带动电机转动使得电机进入发电状态, 导致母线电压升高;
故障处理	1) 可清除故障; 2) 检查主电路电压是否超出规定值; 3) 检查制动电阻是否接触良好; 4) 增加电源稳压器; 5) 考虑增加再生制动放电模块;

(6) I2T 报警

故障编号	6
报警代码	Pr.200.Bit5 置 1, 代码 Pr.200=0x0020
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 负载大, 超出电机驱动能力范围; 2) 检查驱动器是否有故障; 3) 检查驱动器电流值设置是否合适;
故障处理	1) 可清除故障; 2) 检查电机负载传动链是否出现异常; 3) 检查电机是否故障, 如接线和接地是否无误; 4) 恰当增加驱动器的电流设置; 5) 更换更大功率等级的电机和驱动器。

(7) 实际电流达到峰值电流

故障编号	7
报警代码	Pr.200.Bit6 置 1, 代码 Pr.200=0x0040
驱动器动作	发布警告, 电机可以继续工作
故障原因	1) 电机负载变大; 2) 电机连线或电机内部故障;
故障处理	1) 可清除故障, 当电流下降到小于峰值后报警自动消除; 2) 检查电机负载传动链是否出现异常; 3) 检查电机是否故障, 如接线和接地是否无误;

(8) 位置偏差过大故障

故障编号	8
报警代码	Pr.200.Bit7 置 1, 代码 Pr.200=0x0080
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 位置模式位置跟踪误差超过误差限值; 2) 电机轴卡住或负载太大, 电机带不动; 3) 电机加/减速度太大; 4) 脉冲模式下脉冲频率太高或存在干扰; 5) 位置偏差报警值太小; 6) 电机接线有误;
故障处理	1) 可清除故障; 2) 检查电机是否堵转或负载太大; 3) 减小电机加/减速度值; 4) 降低指令脉冲频率, 检查减小脉冲干扰, 采用差分输入; 5) 增大位置偏差报警值; 6) 检查电机接线;

(9) 编码器故障

故障编号	9
报警代码	Pr.200.Bit8 置 1, 代码 Pr.200=0x0100
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 编码器损坏; 2) 编码器与驱动器之间接触不良; 3) 检查接线是否正确;
故障处理	1) 检测编码器相关电缆是否接触良好; 2) 检查编码器接线是否正确; 3) 检查编码器电缆与驱动器之间的连接是否可靠; 4) 编码器线的走向要远离动力线缆, 以免编码器线缆受到干扰;

(10) 速度偏差过大故障

故障编号	10
报警代码	Pr.200.Bit9 置 1, 代码 Pr.200=0x0200
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 电机速度运行异常; 2) 电机堵转导致电机转动不正常; 3) 电机 UVW 接线错误, 导致电机无法正常启动;
故障处理	1) 可清除故障; 2) 检查电机接线是否正确; 3) 检查负载是否正常; 4) 增大速度偏差报警值;

(11) 驱动器功率模块温度过高预警告

故障编号	11
报警代码	Pr.200.Bit10 置 1, 代码 Pr.200=0x0400
驱动器动作	发布警告, 电机可以继续工作;
故障原因	1) 驱动器冷却不良; 2) 驱动器长时间工作在超负荷状态; 3) 驱动器功率模块温度过高;
故障处理	1) 改善驱动器的冷却条件; 2) 查看运行电流以确认负载是否太重, 若是则减轻负载; 3) 减少运动过程中的加/减速度; 4) 可以恰当增加报警温度阈值;

(12) 驱动器 IPM 功率模块温度过高报警

故障编号	12
报警代码	Pr.200.Bit11 置 1, 代码 Pr.200=0x0800
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 驱动器冷却不良; 2) 驱动器长时间工作在超负荷状态; 3) 驱动器功率模块温度过高;
故障处理	1) 改善驱动器的冷却条件; 2) 查看运行电流以确认负载是否太重, 若是则减轻负载; 3) 减少运动过程中的加/减速度; 4) 可以恰当增加报警温度阈值;

(13) 超速报警

故障编号	13
报警代码	Pr.200.Bit12 置 1, 代码 Pr.200=0x1000
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 电机速度超过最高限制值; 2) 电机运行速度异常;
故障处理	1) 可清除报警; 2) 检查超速限制值 Pr.66 参数值是否太小; 3) 检测电机 UVW 相序对应驱动器定义是否正确。 4) 若在脉冲/方向模式则检测输入脉冲是否受到干扰。 5) 若在速度模式则检查输入速度指令值是否太大。

(14) FLASH 读写故障

故障编号	14
报警代码	Pr.200.Bit13 置 1, 代码 Pr.200=0x2000
驱动器动作	发布报警;

故障原因	内部 FLASH 读写发生故障
故障处理	若重新上电后仍出现此故障则送厂家维修。

(15) 电流检测零点异常

故障编号	15
报警代码	Pr.200.Bit14 置 1, 代码 Pr.200=0x4000
驱动器动作	1) 发布报警, 电流偏差值故障; 2) 电机不能正常工作;
故障原因	驱动器上电自检过程中检测到相电流零点异常;
故障处理	1) 不可清除报警; 2) 若重启不能解决问题则需要返厂检测解决;

(16) 碰触限位

故障编号	16
报警代码	Pr.200.Bit15 置 1, 代码 Pr.200=0x8000
驱动器动作	1) 发布警告(LED 不闪烁); 2) 电机停止运动;
故障原因	触碰到硬件限位开关或到达软限位位置。无论是高限位还是低限位, 都会触发这个报警;
故障处理	无需处理, 电机脱离限位位置后警告自动清除;

(17) 电机释放

故障编号	17
报警代码	Pr.201.Bit0 置 1, 代码 Pr.201=0x0001
驱动器动作	当 Pr.201=0x0001 时, 表示当前电机处于释放的状态;
故障原因	
故障处理	

(18) CANOPEN 节点保护

故障编号	18
报警代码	Pr.201.Bit1 置 1, 代码 Pr.201=0x0002
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机停止运动;
故障原因	当 CAN 上位机和驱动器之间的通讯发生故障时触发此报警;
故障处理	检查上位机和驱动器之间的通讯是否正常;

(19) PVT 数据 CRC 故障

故障编号	19
报警代码	Pr.201.Bit2 置 1, 代码 Pr.201=0x0004
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机停止运动;
故障原因	PVT/PT 模式从内部 Flash 获取数据的时候, 在运动之前的数据检查中发现 Flash 中所存储的数据校验异常;

故障处理	重新下载数据到驱动器 Flash 中；
------	---------------------

(20) 保留

(21) 初始化未完成

故障编号	21
报警代码	Pr.201.Bit4 置 1, 代码 Pr.201=0x0010
故障现象	1) 发布报警; 2) 驱动器不能启动; 3) 电机不能工作;
故障原因	程序运行故障
故障处理	1) 不可清除故障; 2) 重新启动驱动器, 如故障仍在则联系 MOTEC 进行检测处理;

(22) 高限位

故障编号	22
报警代码	Pr.201.Bit5 置 1, 代码 Pr.201=0x0020
驱动器动作	1) 发布警告(LED 不闪烁); 2) 电机停止运动;
故障原因	触碰到硬件高限位开关或到达软高限位位置。
故障处理	无需处理, 电机脱离高限位位置后警告自动清除;

(23) 低限位

故障编号	23
报警代码	Pr.201.Bit6 置 1, 代码 Pr.201=0x0040
驱动器动作	1) 发布警告(LED 不闪烁); 2) 电机停止运动;
故障原因	触碰到硬件低限位开关或到达软低限位位置。
故障处理	无需处理, 电机脱离低限位位置后警告自动清除;

(24) 编码器 CRC 报警

故障编号	24
报警代码	Pr.201.Bit7 置 1, 代码 Pr.201=0x0080
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	四线制串行编码器的数据帧 CRC 校验出故障
故障处理	检查编码器接线、电机和驱动器;

(25) 保留

(26) 寻相故障报警

故障编号	26
报警代码	Pr.201.Bit9 置 1, 代码 Pr.201=0x0200

驱动器动作	1) 发布警告(LED 不闪烁); 2) 电机停止运动;
故障原因	初始化寻相过程中出现寻相不成功的情况
故障处理	1) 重复确认电机的极对数, 编码器分辨率等参数; 2) 将寻相电流设定到合适的值, 去除电机上的负载, 重复寻相, 如故障仍在则联系 MOTEC 进行检测处理;

(27) 同步模式失步报警

故障编号	27
报警代码	Pr.201.Bit10 置 1, 代码 Pr.201=0x0400
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机停止运动;
故障原因	CSP/CSV/CST 运动模式时, 驱动器在控制周期时间内没有接收到上位机发送过来的同步信号;
故障处理	确认通讯是否正常;

(28) 动态电流检测故障

故障编号	28
报警代码	Pr.201.Bit11 置 1, 代码 Pr.201=0x0800
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	1) 电机运动过程中发现 UVW 三相电流不平衡的程度超过了设定的阈值;
故障处理	1) 检查电机接线、电机和驱动器的状态; 2) 如果持续报警, 可返厂检测;

(29) 保留

(30) 保留

(31) 编码器电池异常

故障编号	31
报警代码	Pr.201.Bit14 置 1, 代码 Pr.201=0x4000
驱动器动作	1) 发布报警; 2) 电机释放;
故障原因	多摩川四线制串行编码器工作于绝对值模式时, 驱动器检测到电池的电压过低;
故障处理	确认电池电压或更换电池;

(32) 保留

12. 自动寻相

12.1 自动寻相操作说明

MOTEC 驱动器除了能适配自带的电机之外，还可以适配第三方电机。而在适配第三方电机之前需要进行自动寻相操作，寻相成功后驱动器才可以驱动电机进行工作。

注意，在寻相工作之前需要确认如下设置：

- 1) 编码器的分辨率为已知，电机的极对数为已知；
- 2) 编码器必须安装于电机后端，不能安装于减速机的前端；
- 3) 在寻相时电机必须在空载或轻载状态，带负载会影响自动寻找电角度的精度；
- 4) 多摩川 17 位编码器、多摩川 23 位编码器、MOTEC14 位和 17 位编码器、旋变编码器、增量式编码器均可进行自动寻相，而当反馈为增量式编码器时，有 Z 脉冲和无 Z 脉冲均可，但是必须有霍尔传感器；
- 5) 寻相只需进行一次，相位信息存储于驱动器；
- 6) 对于电角度对齐方式相同的同类电机，可以使用同一个已经寻相完毕的参数表，而不用再次寻相；
- 7) 寻相过程中会根据驱动器的零位设置改变串行编码器的零位；
- 8) 寻相完毕后，驱动器的功能和标准驱动器一致；
- 9) 对于电角度相同的电机，可以用寻相完成的驱动器的参数表，从而免除每台驱动器都要进行寻相的工作。

自动寻相的操作步骤：

Step I:在电机释放的前提下，设置以下参数：

编码器每转脉冲数(如果是增量式编码器则是 4 倍频之后)，Pr.26-高 16 位，Pr.27-低 16 位，设置电机极对数 Pr.28；

设置 Pr.331 参数，此参数的功能为在启动寻相之前确定电机的旋转方向和编码器读数增加和减少方向的关系，此参数上电初始化读取一次。设置数值为 0 和 1 两种值，在寻相之前，使用者可以在电机没有使能的情况下手动转动电机轴，观察 CCW 或 CW 转动时编码器是增加还是减少的。如果要保证 CCW 方向为编码器增加方向，可以通过切换 Pr.331 的值为 0 或者是 1 值来保证。寻相完成后不会改变此方向的设置；

设置以上参数后需要将参数保存到 Flash，然后重新启动驱动器，接着下面的步骤；

Step II: 将操作模式设置为网络操作模式，控制模式设置为电流控制模式且取消速度限制模式，Pr.85 设置为 9999；

Step III: 根据电机的额定电流设定电流设定值，一般设置寻相电流为小于电机额定电流的值。用网络模式使能电机，并更新电流设定值。此时电机开始运动，当电机运动了一定距离以后，如果驱动器没有报警且电机释放了，说明寻相成功。如果电机有报警，说明寻

相不成功。寻相完毕后 Pr.85 会自动设置为 0；

当驱动器检测到 Pr.85 参数为 9999，且设置为网络操作模式和电流控制模式，使能了电机并设定了电流设定值后。

- 驱动器会自动将 Pr.308(运动方向设置寄存器)设置为 0，此参数可以在寻相完毕后用于修改电机转动方向和编码器计数方向的关系（并不影响相位信息，即在寻相完毕后如果修改了 Pr.308 号参数后无需再一次寻相）；

- 将 Pr.288(电流控制模式寄存器)设置为 1，即“没有速度限制，电流设定值阶跃变化”；

Step IV: 寻相完毕后可以利用两种方式验证寻相是否成功

在电流模式下(没有速度限制)，给定相同数值大小的电流，切换不同的方向。如果寻相成功，正反向的速度值应该是差不多；

在速度模式下，给定相同的速度，切换不同方向，利用带电流显示的电源(或驱动器显示的电流值)观察不同运动方向的电流。如果寻相成功，正反向的电流应该差不多；

Step V: 寻相完毕后将当前的参数表保存到 Flash，否则下次上电的时候将丢失本次寻相结果而不能正常运动。保存到 Flash 后，下次上电电机可以不用寻相也可以正常运动。保存 Flash 的操作步骤如下；

Step VI: 设置 Pr.24 为 1，表示使用内置 Flash 的电角度信息；

Step VII: 通过 MOTEC 协议发送如下指令，0074 AAB B AAB B DF3E（CRC 校验，如果多台联网时操作，则需要添加地址信息，以免发生误操作）；

12.2 相位信息存储和使用

驱动器在上电初始化的时候，根据 Pr.24 号参数的数值选择电机的相位设置。具体如下：

- 1) 驱动器上电时从相位信息存储 Flash 中(不是参数表而是另外的 Flash)读取相位设置参数，同时写入到参数表 Pr.24 号参数中；
- 2) 如果 Pr.24≠1，则选用程序内置的相位、编码器、电机信息，此时的设置是驱动器型号对应的 MOTEC 品牌适配电机和编码器的型号；
- 3) 如果 Pr.24=1，则初始化时会从 Flash 中读取事先存储于 Flash 中(不是参数表而是另外的 Flash)的相位、编码器、电机信息；
- 4) 以上内容只有在驱动器上电初始化的时候运行一次；

当驱动器进行自动寻相并将相位信息存储于 Flash 中时，需要按照如下步骤操作：

- 1) 控制模式设置为电流模式、Pr.85 设置为 9999(Pr.85 必须从 0 变为 9999 才能启动自动寻相)；
- 2) 修改编码器分辨率（Pr.26、Pr.27）和电机极对数（Pr.28）；

- 3) 寻相完毕并确认寻相成功后，如果在下次重启时驱动器需要用到寻相所得的信息时，需要将设置和相位信息存储于 Flash，接着以下步骤操作（否则下次重启时还是根据上次的设置参数而运行）；
- 4) 设置 Pr.24 为 1，表示使用内置 Flash 的电角度信息；
- 5) 通过 MOTEC 协议发送如下指令，0074 aabb aabb df3e（CRC 校验，如果多台联网时操作，则需要添加地址信息，以免发生误操作）；
- 6) 如果要切换到程序内置的相位信息，则只需将 Pr.24 设置为 0，并执行第 5 步操作后重启即可；
- 7) 重启驱动器后可以根据 Pr.24 号参数来判断当前正在使用哪种的电角度信息；
- 8) 如果要将一个驱动器的相位信息复制到另一个驱动器，只需将一个驱动器的参数表下载到目标驱动器，并执行步骤 4 和步骤 5 即可完成；

12.3 设置串行编码器零位

对于串行编码器反馈的电机，驱动器寻相时有可能会改变电机编码器的零点位置。如果只需进行电机编码器零位设置而不进行中寻相，则只需进行如下的步骤：

- 1) 控制模式设置为电流模式、Pr.85 设置为 8888；
- 2) 修改编码器分辨率（Pr.26、Pr.27）和电机极对数（Pr.28）；
- 3) 使能电机，待电机稳定后在 Pr.19 号参数中写入 100 即完成电机零位设置；
- 4) 释放电机，将 Pr.85 设置为 0。

注意：在自动寻相过程中，必须将电机处于空载或者轻负载的情况下，寻相电流设置为小于额定电流，但是不能够太小，否则会影响自动寻相精度。

注意：关于更详细的利用 motionStudio 软件连接驱动器进行自动寻相的使用文档，请参考“MOTEC 驱动器自动寻相使用指南”。

13. 电机温度检测

13.1 NTC 温度传感器和接线

对于有模拟量输入口的 MOTEC 驱动器，驱动器可以利用模拟量接口接入 NTC 温度传感器对电机的温度进行检测，进而根据电机的温度实施对电机的控制，从而达到保护电机的目的。

利用 NTC 传感器，其接线方式如图 13.1 所示，图中：

- 1) R1 为驱动器内置的电阻，一般为 10Kohm；
- 2) Rntc 为外置的热敏电阻温度传感器，通常可以选 5K 和 10K 两种(5K 的精度会高于 10K)；
- 3) Analog+和 Analog-分别为驱动器的模拟量输入接口；
- 4) 5V/12VDC 为电源，可以选用驱动器编码器口的 5VDC 电源，此时只需将驱动器的 Analog-和驱动器的 GND 管脚连接就行。如果使用外部的电源（12VDC），则除了将电源连接到 Rntc 之外，Analog-和 GND 还需要连接到电源的 GND；
- 5) 接线完毕后需要将 Rntc 传感器固定到电机本体或者是电机的安装法兰上；

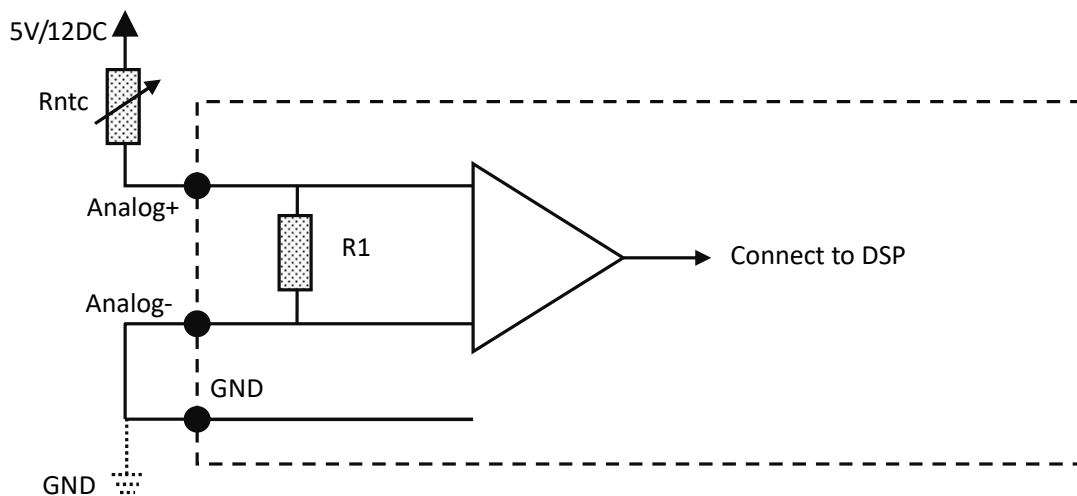


图 13.1 温度传感器接入驱动器

13.2 使用温度阻值表

在利用 NTC 传感器进行电机温度检测的时候，驱动器是通过查找阻值和温度之间的关系得到传感器的温度。MOTEC 驱动器有两种方式进行电阻阻值到温度值之间进行映射，第一种方法是利用内置的电阻/温度表，第二种方法是用使用者自己编制并下载到驱动器的电阻/温度表。

用内置电阻/温度表的使用条件为：

- 1) Rntc 连接到+5VDC 电源；
- 2) Rntc 采用 10kOhm 的阻值；

使用使用者自己编制的电阻/温度表格则没有如上的限制条件。下面的内容给出如果编制电阻/温度表格的表格格式以及如何下载到驱动器。

电阻/温度表格的格式如表 13.1 所示，其数据和格式有如下的特点：

- 1) 表格文件为文本文件，后缀为.txt;
- 2) 表格文件一共为 $N+2$ 行，其中 N 为电阻阻值个数;
- 3) 第一行数据：[数据总个数 ($N+1$)；电源电压（电压单位为 mV）];
- 4) 第二行数据：[ADC 并联电阻阻值即 $R1$ （一般为 10kOhm，单位 Ohm）;NTC 标称阻值（单位 Ohm）];
- 5) 第三行数据：[电阻阻值（单位 10Ohm）；温度值（单位摄氏度）];
- 6) 以此类推，直至最后一行数;

表 13.1 电阻/温度对应表存储格式：

行数	数据文件格式		说明
1	数据个数 (N+1)	； 电源电压	数据个数为 N+1, 电源电压单位为 mV；
2	ADC 并联电阻阻值	； NTC 标称阻值	两个电阻阻值单位都为欧姆；
3	电阻值 1	； 温度值 1	电阻阻值单位为 10 欧姆的正整数； 温度值的单位为摄氏度，为带符号的整数；
4	电阻值 2	； 温度值 2	
5	电阻值 3	； 温度值 3	
6	电阻值 4	； 温度值 4	
7	电阻值 5	； 温度值 5	
8	电阻值 6	； 温度值 6	
9	电阻值 7	； 温度值 7	
10	电阻值 8	； 温度值 8	
11	电阻值 9	； 温度值 9	
12	电阻值 10	； 温度值 10	
...	...	； ...	
N-3	电阻值 N-3	； 温度值 N-3	
N-2	电阻值 N-2	； 温度值 N-2	
N-1	电阻值 N-1	； 温度值 N-1	
N	电阻值 N	； 温度值 N	
注意： (1) 两列数值之间用分号隔开； (2) NTC 标称阻值必须设置为 5000 或 10000，对应 5k0hm 电阻和 10k0hm 电阻，否则驱动器会报警； (3) 驱动器能检测到的温度范围为温度 1 到温度 N，超出此范围的温度则显示为此范围温度的最大值和最小值； (4) 电阻阻值排序从小到大或从大到小都可以，但是要保证阻值和温度一一对应；			

编制好电阻/温度表格以后保存为 txt 文件，并利用 PVT 控制模式调试软件的 PVT 数据

下载软件进行电阻/温度表格的下载。温度表格下载到驱动器后通过下一节的设置方式便可进行电机温度的检测并实施保护。

如下的数据为一个完整的电阻/温度表，其中使用了驱动器自带的 5VDC 电源，NTC 电阻标称阻值为 10Kohm。根据此表格的设置，所能测试得到的最小温度为-20 度，最大温度为 100 度，如果小于-20 度则显示为-20 度，大于 100 度则显示为 100 度。

122;5000

9160;10000

9534;-20

9006;-19

8511;-18

8045;-17

7607;-16

7196;-15

6809;-14

6445;-13

6103;-12

5781;-11

5477;-10

5192;-9

4922;-8

4668;-7

4429;-6

4203;-5

3990;-4

3789;-3

3599;-2

3420;-1

3251;0

3091;1

2939;2

2796;3

2661;4

2533;5

2412;6

2297;7
2188;8
2086;9
1988;10
1896;11
1808;12
1725;13
1646;14
1571;15
1500;16
1432;17
1368;18
1308;19
1250;20
1195;21
1142;22
1093;23
1045;24
1001;25
958;26
917;27
878;28
841;29
806;30
772;31
740;32
710;33
681;34
653;35
627;36
601;37
577;38
554;39
532;40

511;41
491;42
472;43
454;44
436;45
419;46
403;47
388;48
373;49
359;50
346;51
333;52
321;53
309;54
297;55
287;56
276;57
266;58
257;59
248;60
239;61
230;62
222;63
214;64
207;65
200;66
193;67
186;68
180;69
174;70
168;71
162;72
157;73
152;74

147;75

142;76

137;77

133;78

128;79

124;80

120;81

116;82

113;83

109;84

106;85

102;86

99;87

96;88

93;89

90;90

88;91

85;92

82;93

80;94

78;95

75;96

73;97

71;98

69;99

67;100

13.3 实施电机温度检测和保护

MOTEC 驱动器有两种方式进行电阻阻值到温度值之间进行映射，第一种方法是利用内置的电阻/温度表，第二种方法是用使用者自己编制并下载到驱动器的电阻/温度表。

注意：如果使用第二种方式，由于表格的存储空间复用了 PVT 数据的存储空间。所以 PVT 内置 Flash 数据的模式不能同时使用。

当使用 NTC 温度传感器进行电机温度检测和保护时，其设置和操作方式如下：

- 1) Pr.17 参数设置为 18，此参数重启有效(即设置完了以后需要重启才能启用此功能)；
- 2) Pr.196 为电机温度当前值，单位为摄氏度；

- 3) Pr.223 为电机温度警告阈值, Pr.228 为电机温度故障阈值;
- 4) 当 Pr.223 和 Pr.228 都设置为 0 时, 不进行温度检测保护, 但温度检测值继续有效;
- 5) 电机温度保护逻辑和 8.5 章节中描述的保护逻辑一致;

当使用自己编制并下载的电阻/温度表实施电机温度保护时, 其设置和操作方式除了如上描述的第 1 点不一样之外, 其他的完全一致。其中第一点的 Pr.17 改为 19, 参数重启有效。

另外使用则需要注意的一点, 温度传感器除了 NTC 之外, PTC 也可以正常使用。只是需要制作对应的阻值和温度表格。

注意: 关于更详细的利用驱动器模拟量输入口复用为电机温度测量接口的使用文档, 请参考“MOTEC 驱动器电机温度测量使用指南”。

14. PWM 控制主从模式

14.1 主从控制模式说明

主从模式下，两个驱动器分为主驱动器和从驱动器，主/从驱动器通过驱动器的地址进行设置。奇数地址为主驱动器，偶数地址为从驱动器。主驱动器可以工作在位置/速度/电流模式，从驱动器工作于电流模式。主驱动器的电流设定值会通过 PWM 占空比的方式发送给从驱动器，这样从驱动器的电流设定值随着主驱动器的电流设定值变化，一起推动负载运动。

主从驱动器设置完毕以后，使用者只需对主驱动器进行操作，从驱动器对使用者来说是透明的。并且主从同时可以通过 CANopen 监控当前驱动器的状态和数据，在控制过程中需要分别对主从驱动器进行使能/释放操作。

注意：对于 **Cobra4806(12、13)**驱动器，只有四线制串行编码器反馈的驱动器可以工作于 PWM 主从模式，其它编码器反馈的驱动器不能工作于此工作模式。

注意：PWM 主从控制工作模式只适用于主从电机有刚性连接的场合，如果主从电机传动链没有刚性连接，当主电机运动的时候，从电机有可能运行在很高的速度导致从电机打滑或跑飞。

14.2 主从控制模式接线

- 1) Cobra4806/Cobra4812/Cobra4813 四线制串行编码器反馈驱动器，C 接口板
 - 主驱动器的 CN5 Output2 (Pin-4, 作为主驱动器的 PWM 输出) 连接到从驱动器的 CN5 Input7 (Pin-9, 作为从驱动器的 PWM 输入)；
 - 主驱动器的 CN5 GND (Pin-6) 连接到从驱动器的 CN5 GND (Pin-6)；
- 2) Cobra4806/Cobra4812/Cobra4813 四线制串行编码器反馈驱动器，C1 接口板
 - 主驱动器的 CN2 Output2 (Pin-4, 作为主驱动器的 PWM 输出) 连接到从驱动器的 CN2 Input7 (Pin-9, 作为从驱动器的 PWM 输入)；
 - 主驱动器的 CN2 GND (Pin-6) 连接到从驱动器的 CN2 GND (Pin-6)；
- 3) Cobra4820 四线制串行编码器反馈驱动器
 - 主驱动器的 CN2 Output2 (Pin-4, 作为主驱动器的 PWM 输出)，从驱动器的 CN2 Input4 (即脉冲输入口 Pulse+ 和 pulse-, Pin-11 和 Pin12, 作为从驱动器的 PWM 输入)；
 - 具体连接方式为：PULSE+ (Pin11) 串 2K 电阻后接到 24VDC 电源的正端；

- OUTPUT2 (Pin4) 接 PULSE- (Pin12) ;

- COM- (Pin2) 接到 24VDC 电源的负端;

4) Ares/Elpht/Croco 四线制串行编码器反馈驱动器

- 主驱动器的 CN3 口即编码器输出接口 (Pin-26 和 Pin-25, 作为主驱动器的 PWM 输出) 分别连接到从驱动器的 CN3 口的脉冲输入接 (Pin-3 和 Pin-4, 作为从驱动器的 PWM 输入);

14.3 主从控制模式操作说明

寄存器功能

- 1) Pr. 6, 驱动器电流采样满量程电流值 (主从驱动器设置一致, 以此来保证主从驱动器的电流在一个基准上);
- 2) Pr. 103, 从驱动器 PWM 输入测量滤波器; 取值范围 0 到 999, 越大滤波作用越大。从驱动器可以设置到 940 左右;
- 3) Pr. 104, 主驱动器为 PWM 输出值占空比值, 从驱动器为 PWM 输入值占空比, 小数点后 2 位即 1 到 10000 表示 0%到 100.00%;
- 4) Pr. 112, 从驱动器 PWM 输入信号死区, 小于这个值视 PWM 信号值为 0;
- 5) Pr. 113, 从驱动器 PWM 输入信号偏移量, 当从驱动器检测 PWM 占空比不准的时候可以通过设置此参数来矫正 (对于 Cobra4820 驱动器, 由于 PWM 输出通过光耦, 输出波形会稍微有点畸变, 此时可以通过此参数来矫正);
- 6) Pr. 295, 设置为 9999 则进入 PWM 主从模式, 设置后重启有效;
- 7) 设置驱动器的主从模式通过地址设置来完成, 地址为奇数的设置为主驱动器, 地址为偶数的驱动器设置为从驱动器, 从驱动器自动设置为网络操作模式、电流控制模式, 设置后重启有效。
- 8) Pr. 93, 设置从轴电流符号, 0-电流和 PWM 占空比同向, 非 0-电流和 PWM 占空比反向
- 9) 设置为从驱动器后, 从驱动器会自动设置为网络操作模式和电流控制模式, 主驱动器的操作模式和控制模式需要用户自己设置。

注意: PWM 主从模式中, 主从驱动器都不是设置为 PWM 控制模式, 而是主驱动器工作网络位置或速度模式, 从驱动器工作在网络电流模式。

零点和死区设置:**1) 零点设置**

接线完成之后, 将主从轴上电, 主从轴处于释放状态, 打开 IO 监控界面, 监控在主轴 0 电流的情况下从轴的 PWM 占空比, 减去 50%, 然后设定到 Pr. 113 参数中。

2) 死区设置

设置好零点后, 同样在主从轴非使能的情况下监控从轴的 PWM 占空比, 将数值变化的范围, 设置到 Pr. 112 参数中, 并且要稍大于波动范围, 比如说监控到的范围在 49.80%—50.20%之间, 那么可以设置死区为 50, 即为 0.50%。

注意事项

- 1) 主从模式下主驱动器工作于网络速度模式, 从驱动器工作于网络电流模式(电流设定值来自于 PWM 占空比信号), 驱动器内部自动设置(设置的条件是 Pr.295 和地址);
- 2) PWM 输入和输出信号的固定频率为 1000Hz;
- 3) PWM 信号的值为 0-100%之间的值, 以 50%作为中间 0 点。50%以下值越小负向电流越大, 50%以上值越大正向电流越大;
- 4) 主驱动器 PWM 输出占空比计算方法:

$$\text{PWM 占空比} = [(\text{实际电流值}/\text{满量程电流值}(\text{Pr.6})+1)/2]*100\%;$$

- 5) 从驱动器电流值的计算方法为:

$$\text{电流设定值} = \text{满量程电流值}(\text{Pr.6}) * [(\text{PWM 占空比}-50\%)/50\%];$$

- 6) 电机的使能操作需要通过网络操作来实现, 从驱动器所有寄存器的读取和标准驱动器一致;
- 7) 上位机直接操作主驱动器的速度和位置, 主电机运动以后从电机会跟随主电机运动(一定是要在刚性连接且带载的情况下, 否则从驱动器控制的电机会以较快的速度运动);
- 8) 根据主从电机的安装方式不同, 在进行正常控制之前, 需要调试主电机的旋转方向(可以通过 Pr.308 号参数更改), 需要调试从电机的电流与 PWM 占空比方向的关系(可以通过 Pr.93 号参数更改)。

15. 直流驱动器电流量纲说明

在 MOTEC 驱动器 Cobra、Ares、Elpht、Croco 中，如果固件版本号为 51010 或以后的版本。由于调整了电流寄存器的单位，需要配合 motionStudio3.1.1 或以上的版本使用，否则会导致电流显示不正确的现象。

表 15.1 给出了上面所描述驱动器及对应版本的电流的量纲，即单位。

表 15.1 驱动器电流参数量纲

参数号	参数说明	Cobra4806	Cobra4812	Cobra4820	Cobra4835	Ares8015	Ares8020	Elpht8050 Ares8050 Ares4835	Croco80100	属性
Pr. 0	型号	43100	43100	43100	43103	44000	44000	41401	41500	只读
Pr. 3	软件版本号	51010	51010	51010	51010	51010	51010	51010	51010	只读
Pr. 23	功率等级	200	400	750	1200	400	750	3000	6000	只读
Pr. 5	驱动器额定电流	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 6	满量程电流	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
	满量程电流值	12A	30A	50A		41A	61A	100A	200A	
Pr. 57	电流偏置值	1mA	1mA	1mA	1mA	1mA	1mA	1mA	1mA	读写
Pr. 108	模拟模式最大电流	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 114	pwm 模式最大电流	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 161	d 轴电流实际值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 162	q 轴电流实际值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 163	d 轴电流设定值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 164	q 轴电流设定值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 165	U 相电流实际值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 166	V 相电流实际值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读

Pr. 167	alpha 轴电流值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 168	beta 轴电流值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 178	Q 轴电流误差值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 179	电流模式目标电流	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 180	D 轴电流误差值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	只读
Pr. 181	电流到达电流值	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 189	电流到达窗口	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 209	连续保护电流	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写
Pr. 211	峰值电流限制	1mA	1mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	10mA	读写

15. PVT/PT 控制模式

关于 PVT/PT 控制模式请参考使用手册“MOTEC 驱动器 PVT_PT 模式使用指南 V3.1”。

16. 周期同步控制模式(CSP_CSV_CST_PVT_PT)

关于周期同步控制模式请参考使用手册“MOTEC 驱动器周期同步控制模式(CSP_CSV_CST_PVT_PT)使用说明 V1.0”。

17. 联系方式

Website: <http://www.motec365.com.cn>;

地址: 北京市通州区环科中路 17 号 11B;

服务热线: 010-56298855-666;

Email: motecSupport@sina.com;