

前言

版本说明:

| 版本 | 更新时间 | 更新内容 | 更新者 |
|-------|----------|---|----------|
| V1.00 | 20161215 | 初版 | Peng |
| V1.01 | 20161219 | 增加探针功能, 修改一些错误 | Peng |
| V1.02 | 20170118 | 修改报警部分内容 | Peng |
| V1.03 | 20170213 | 增加探针功能章节, 增加 202 版本支持参数功能, 增加一些参数意义描述, 删除一些参数 | Peng |
| V1.04 | 20170301 | 增删一些参数, 完善增加内容, 修改格式 | Peng |
| V1.05 | 20170405 | 增加 EtherCAT 一致性认证标识 | Bao、Peng |

前 言

DM3E 系列步进手册构成

DM3E 系列步进采用 EtherCAT 总线技术,为利于使用人员快速了解和使用 DM3E 步进产品及 EtherCAT 总线技术, DM3E 手册目前分 2 大部分, 分别介绍 DM3E 系列步进、EtherCAT 总线技术, 介绍如下:

A、《DM3E 步进系统 EtherCAT 通讯功能手册》

主要说明 EtherCAT 通讯原理及功能

B、《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》

主要说明 DM3E 步进驱动器所包含的功能以及关联参数等详情

手册适用对象

- 使用 DM3E 步进构建 EtherCAT 控制系统的开发工程师
- 为 DM3E 步进构建的设备提供支持服务的技术工程师

目录

| | |
|--|----|
| 前 言..... | 3 |
| DM3E 系列步进手册构成..... | 3 |
| 手册适用对象..... | 3 |
| 第一章 手册简介..... | 7 |
| 1.1 本手册简要介绍及章节脉络..... | 7 |
| 1.2 手册英文缩写列表..... | 7 |
| 第二章 EtherCAT 技术..... | 9 |
| 2.1 EtherCAT 技术原理..... | 9 |
| 2.2 EtherCAT 数据帧结构..... | 9 |
| 2.3 同步模式..... | 10 |
| 2.3.1 自由运行模式..... | 10 |
| 2.3.2 分布时钟同步模式..... | 10 |
| 2.4 EtherCAT 状态机..... | 11 |
| 2.5 COE..... | 12 |
| 2.5.1 COE VS CANopen DS301..... | 12 |
| 2.5.2 DM3E 的网络结构..... | 12 |
| 2.5.3 对象字典..... | 13 |
| 2.5.4 服务数据对象(SDO)..... | 14 |
| 2.5.5 过程数据对象(PDO)..... | 17 |
| 2.5.6 SDO VS PDO..... | 20 |
| 2.5.6、紧急事件..... | 21 |
| 2.6 从站别名设定及网络状态显示..... | 21 |
| 2.6.1 网络状态显示规格..... | 21 |
| 2.7 参数保存..... | 22 |
| 2.8 恢复出厂..... | 23 |
| 第三章 DM3E 步进系统 402 控制..... | 24 |
| 3.1 DM3E 步进系统运动步骤..... | 24 |
| 3.2 402 状态机..... | 25 |
| 3.2.1 状态转换图..... | 25 |
| 3.3 控制模式设定..... | 26 |
| 3.3.1 支持的控制模式对象(6502h)..... | 26 |
| 3.3.2 操作模式对象(6060h)与操作模式显示对象(6061h)..... | 26 |
| 3.3.3 注意事项..... | 26 |
| 3.4 操作模式下共同功能..... | 26 |
| 3.4.1 数字输入/输出..... | 26 |
| 3.4.2 旋转方向设定..... | 27 |
| 3.4.3 停止设定..... | 28 |
| 3.4.4 限位..... | 28 |
| 3.4.6 CIA DSP402 控制字..... | 28 |
| 3.4.7 CIA DSP402 状态字..... | 29 |
| 3.5 同步运动模式..... | 30 |
| 3.5.1 循环同步位置模式(CSP)..... | 30 |
| 3.6 非同步模式..... | 31 |

目录

| | |
|---------------------------|----|
| 3.6.1 协议位置模式(PP)..... | 31 |
| 3.6.2 协议速度模式(PV)..... | 32 |
| 3.6.3 原点模式(HM)..... | 33 |
| 3.7 探针功能说明..... | 41 |
| 3.7.1 探针功能构成..... | 41 |
| 3.7.2 相关对象..... | 41 |
| 3.7.4 设定探针功能控制..... | 42 |
| 3.7.5 探针动作状态..... | 42 |
| 3.7.6 锁存数据寄存器..... | 43 |
| 3.7.7 锁存计数寄存器..... | 43 |
| 3.7.8 探针动作的起动作..... | 43 |
| 3.7.9 探针时间模式..... | 43 |
| 3.7.10 探针动作时延..... | 44 |
| 3.7.11 探针其他状态指示..... | 45 |
| 第四章 DM3E 网络故障诊断及处理..... | 46 |
| 4.1 故障指示对象字典对象..... | 46 |
| 4.2 故障关联一览..... | 47 |
| 4.3 网络故障详情及原因..... | 47 |
| 4.3.1 未知错误..... | 47 |
| 4.3.2 内存溢出..... | 47 |
| 4.3.3 无效的 ESM 转换请求..... | 48 |
| 4.3.4 未知的 ESM 转换请求..... | 48 |
| 4.3.5 引导状态请求保护..... | 48 |
| 4.3.6 引导状态无效的邮箱配置..... | 49 |
| 4.3.7 无效的邮箱同步管理器配置..... | 49 |
| 4.3.8 无有效的输入数据..... | 49 |
| 4.3.9 无有效的输出数据..... | 50 |
| 4.3.10 同步错误..... | 50 |
| 4.3.11 PDO 看门狗超时..... | 50 |
| 4.3.12 无效的同步管理器类型..... | 51 |
| 4.3.13 无效的输出生配置..... | 51 |
| 4.3.14 无效的输入配置..... | 52 |
| 4.3.15 等待 ESM 初始状态..... | 52 |
| 4.3.16 等待 ESM 预操作状态..... | 52 |
| 4.3.17 等待 ESM 安全操作状态..... | 53 |
| 4.3.18 无效过程数据输入映射..... | 53 |
| 4.3.19 无效过程数据输出映射..... | 53 |
| 4.3.20 不支持同步模式..... | 53 |
| 4.3.21 输入和输出更新超时..... | 54 |
| 4.3.22 致命的同步错误..... | 54 |
| 4.3.23 无同步错误..... | 54 |
| 4.3.24 同步周期过小..... | 55 |
| 4.3.25 无效的 DC 同步配置..... | 55 |
| 4.3.26 DC 锁相环故障..... | 55 |
| 4.3.27 无效的 DC 同步周期..... | 56 |

目录

| | | |
|--------|------------------------------|----|
| 4.3.28 | EEPROM 无法访问..... | 56 |
| 4.3.29 | EEPROM 错误..... | 56 |
| 4.3.30 | 硬件未准备好..... | 57 |
| 4.4 | 故障清除..... | 57 |
| 4.4.1 | 驱动报警清除..... | 57 |
| 4.4.2 | 通讯报警清除..... | 57 |
| 附录 A | 对象字典一览表..... | 58 |
| 附录 B | 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例..... | 62 |

雷赛智能知识出口

第一章 手册简介

1.1 本手册简要介绍及章节脉络

本手册旨在介绍 DM3E 步进系统 EtherCAT 通讯的规格及功能的操作，手册的章节脉络结构如图 1.1 所示。

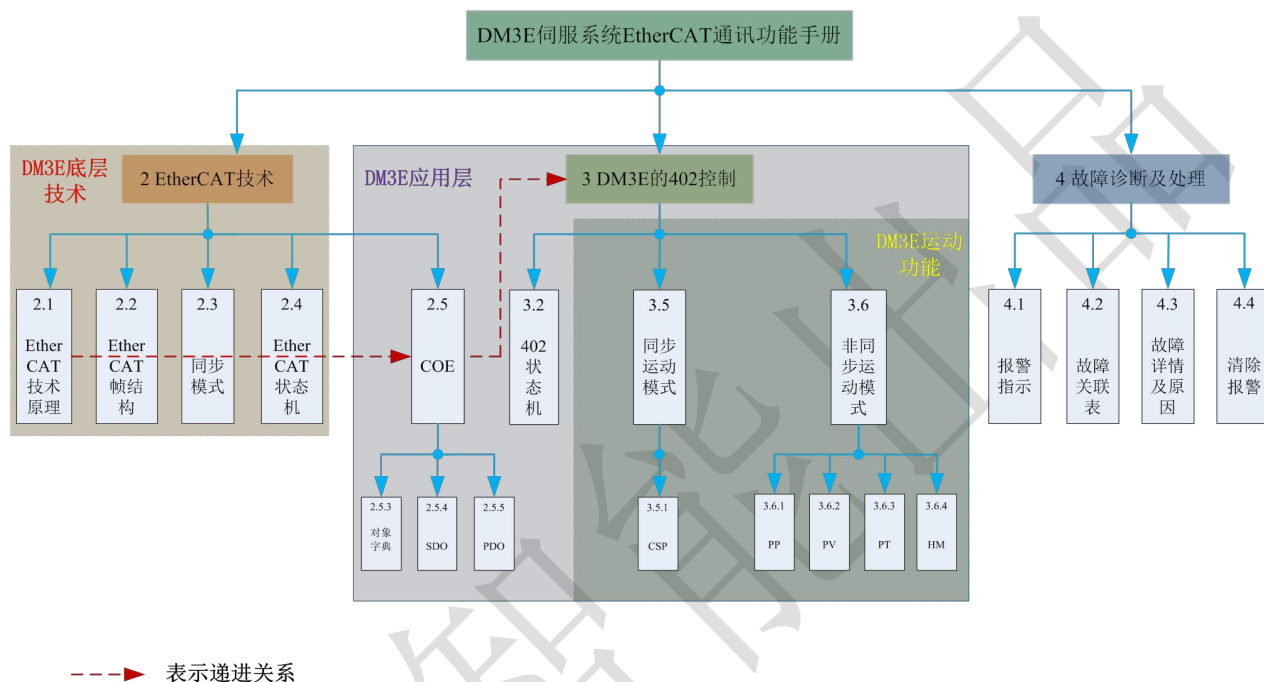


图 1.1 手册脉络结构

1.2 手册英文缩写列表

| 缩写 | 英文全称 | 中文名称 |
|-------|-------------------------------------|-------------------------|
| Bit/S | Bit Per Second | 一秒传输的位 |
| COE | CANopen Over EtherCAT | EtherCAT 应用层 CANopen 协议 |
| IP | Init To Pre-Operation | 初始化转换为预操作 |
| PI | Pre-Operational To Init | 预操作转换为初始化 |
| PS | Pre-Operational To Safe-Operational | 预操作转换为安全操作 |
| SP | Safe-Operational To Pre-Operational | 安全操作转换为预操作 |
| SO | Safe-Operational To Operational | 安全操作转换为操作 |
| OS | Operational To Safe-Operational | 操作转换为安全操作 |
| OI | Operational To Init | 操作转换为初始化 |
| SI | Safe-Operational To Init | 安全操作转换为初始化 |
| VS | Versus | 对比、对阵 |
| PDO | Process Data Objects | 过程数据对象 |

第一章 手册简介

| | | |
|---------------------|----------------------------------|----------------|
| SDO | Service Data Objects | 服务数据对象 |
| SM | Synchronization Manager | 同步管理器 |
| FMMU | Fieldbus Memory Management Uint | 现场总线内存管理单元 |
| h | Hex | 十六进制 |
| U8 | Unsigned Char | 无符号 8 位数据类型 |
| U16 | Unsigned Short | 无符号 16 位数据类型 |
| U32 | Unsigned Long | 无符号 32 位数据类型 |
| I8 | signed Char | 有符号 8 位数据类型 |
| I16 | signed Short | 有符号 16 位数据类型 |
| I32 | signed Long | 有符号 32 位数据类型 |
| RW | Read Write | 可读写属性 |
| RO | Read Only | 只读属性 |
| WO | Write Only | 只写属性 |
| Var | Variable | 单个变量 |
| Array | Array | 数组 |
| ETG | EtherCAT Technology Group | EtherCAT 技术协会 |
| ESC | EtherCAT Slave Controller | EtherCAT 从站控制器 |
| ESM | EtherCAT State Machine | EtherCAT 状态机 |
| SIn | Signal Input, n 为 IO 标号 | 信号输入 n |
| SOn | Signal Output, n 为 IO 标号 | 信号输出 n |
| PP | Profile Position Mode | 协议位置模式 |
| PV | Profile Velocity Mode | 协议速度模式 |
| HM | Homing Mode | 原点模式 |
| CSP | Cyclic Synchronous Position Mode | 循环同步位置模式 |
| Uint | —— | 指令单位 |
| Uint/S | —— | 指令单位每秒 |
| Uint/S ² | —— | 指令单位每秒平方 |
| P | Pulse | 脉冲单位 |
| S | Second | 秒 |
| RPM | Revolutions Per Minute | 转每分 |

第二章 EtherCAT 技术

2.1 EtherCAT 技术原理

传统的以太网设备组成的网络中，每个设备都能接收到网络中的所有数据包，指定设备的有用信息必须在应用层逐一提取，该方式严重影响了应用层执行效率。

EtherCAT 技术突破了传统以太网解决方案的系统限制，不必再像其它以太网那样每个连接点都接收以太网中所有的数据包。当数据帧通过每一个设备时，EtherCAT 从站设备在报文经过其节点时读取相应的编址数据。同样，输入数据可以在报文通过时插入至报文中。在帧被传递(几纳秒的延迟)过去的时候，从站会识别出相关命令，并进行处理。此过程是在从站控制器中通过硬件实现的，因此与协议栈处理器性能无关。由于以太网帧到达许多设备的数据，在发送和接收方向，可用的数据速率增加至超过 90%，对 100BaseTX 全双工功能得到更充分的利用，使 > 100 M Bit/S 的有效数据率 (> 2×100 M Bit/S 90%) 可以实现。

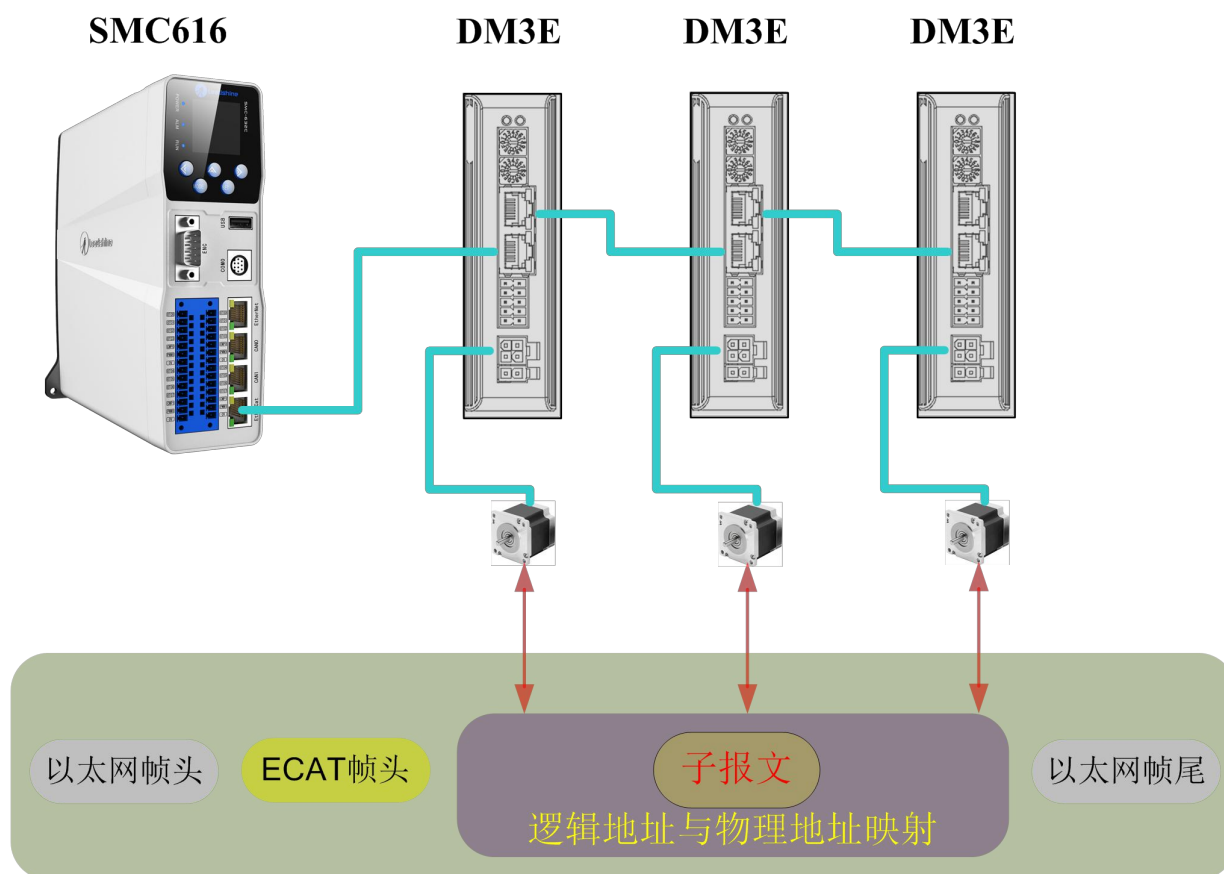


图 2.1 过程数据的数据包装载

2.2 EtherCAT 数据帧结构

EtherCAT 使用以太网数据帧进行传输，帧类型固定为 `0x88A4`。EtherCAT 数据帧中包含两个字节的 EtherCAT 帧头和 44~1498 字节的 EtherCAT 数据。EtherCAT 数据区域由一个或者多个 EtherCAT 子报文组成，每一个子报文对应一个从站的存储区域。EtherCAT 数据帧结构如图 2.2 所示，数据帧结构的具体含义

如表 2.1 所列。

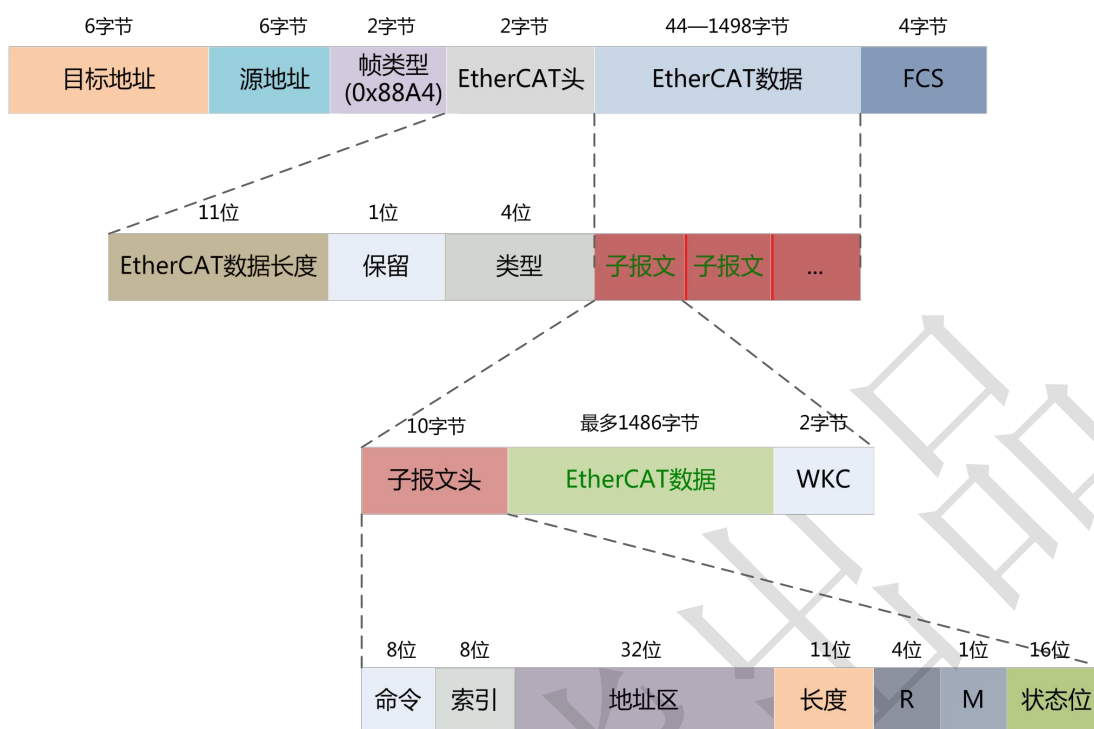


图 2.2 EtherCAT 数据帧结构

表 2.1 EtherCAT 帧结构含义

| 帧结构 | 含义 |
|------------------|-----------------------|
| 目的地址 | 接收方 MAC 地址 |
| 源地址 | 发送方 MAC 地址 |
| EtherCAT 帧头：数据长度 | EtherCAT 数据区所有子报文长度总和 |
| EtherCAT 帧头：类型 | 1：与从站通讯；其余保留 |
| FCS | 帧校验 |

2.3 同步模式

2.3.1 自由运行模式

自由运行模式下，DM3E 采用异步方式处理主站发送的过程数据；它仅适用于非同步运动模式，如原点模式、协议位置模式等。

2.3.2 分布时钟同步模式

DM3E 采用图 2.3 所示的分布时钟同步方式，当主站发送过程数据到从站后，从站立即读取过程数据，然后等待同步信号触发过程数据作用到驱动器。

过程数据必须提前于 SYNC0 信号 T_1 时间到达 DM3E 驱动器，驱动器在 SYNC0 事件到来之前已经完成了过程数据的解析和相关控制计算，当接收到 SYNC0 事件后，DM3E 马上实施控制动作，此方式具有较高的同步性能，它适用于本手册 3.5 节提及的 DM3E 同步运动模式。

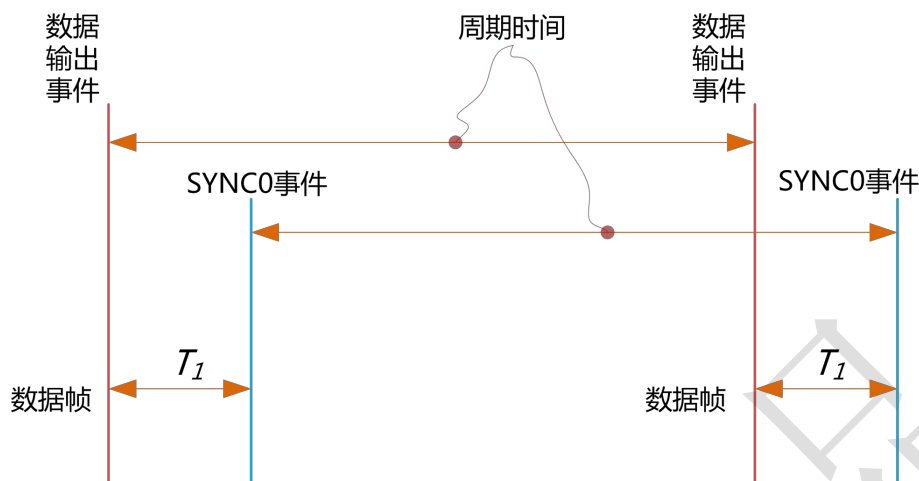


图 2.3 高性能同步模式

2.4 EtherCAT 状态机

EtherCAT 状态机俗称“通讯状态机”，主要用于管理主从站之间的通讯，通讯功能主要包含邮箱和过程数据的通讯。EtherCAT 状态转换关系如 2.4 图所示。

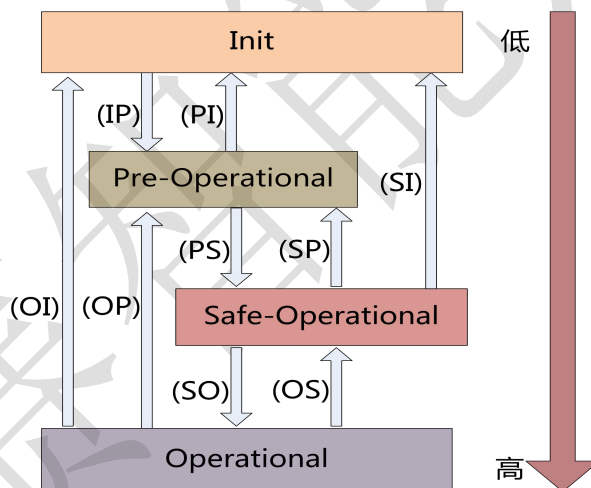


图 2.4 EtherCAT 状态机转换

EtherCAT 状态机的转换具有以下特点：

- ① 从初始化到操作，必须严格按照初始化→预操作→安全操作→操作的顺序从低到高进行转换，不可越级。
- ② 从高到低转换时，可以越级转换。
- ③ 主站是所有的状态转换的发起者，从站响应主站所请求的状态转换。
- ④ 如果主站请求的状态转换失败，从站发送错误信息给主站。

表 2.2 EtherCAT 状态机的通讯功能

| 状态及转换 | 通讯功能 |
|------------------------|---|
| 初始化(Init) | 主从站之间无通讯 |
| 预操作(Pre-Operational) | 邮箱通讯有效，无过程数据通讯，即 SDO 功能有效 |
| 安全操作(Safe-Operational) | 邮箱通讯及发送过程数据对象有效，即 SDO 及 TXPDO 有效 |
| 操作(Operational) | 邮箱通讯、接收及发送过程数据对象有效，即 SDO、RXPDO 及 TXPDO 有效 |

2.5 COE

2.5.1 COE VS CANopen DS301

COE 类似于 CANopen DS301 协议，但在其基础上，又进行了变更和扩展，它们的区别如表 2.3 所列。

表 2.3 COE 与 CANopen DS301 对比

| 对比项 | COE | DS301 |
|-------------|-----------------|-----------------|
| 现场总线 | EtherCAT | CAN |
| 报文结构 | 标准以太网 | CAN 2.0A 标准 |
| SDO 数据获取 | SM 邮箱数据区域 | CAN 报文 |
| PDO 数据获取 | SM 过程数据区域 | CAN 报文 |
| 每个 PDO 映射长度 | 最大 32 字节 *1) | 最大 8 字节 |
| 通讯状态机切换 | 0x120/0x130 寄存器 | NMT(网络管理工具) |
| 通讯对象的辨识 | 同步管理器(SM) | COB-ID(对象字典识别码) |

*1) DM3E 支持每个 PDO 映射 8 个对象字典对象，最大 32 字节。

2.5.2 DM3E 的网络结构

DM3E 步进系统网络模块的结构如图 2.5 所示。

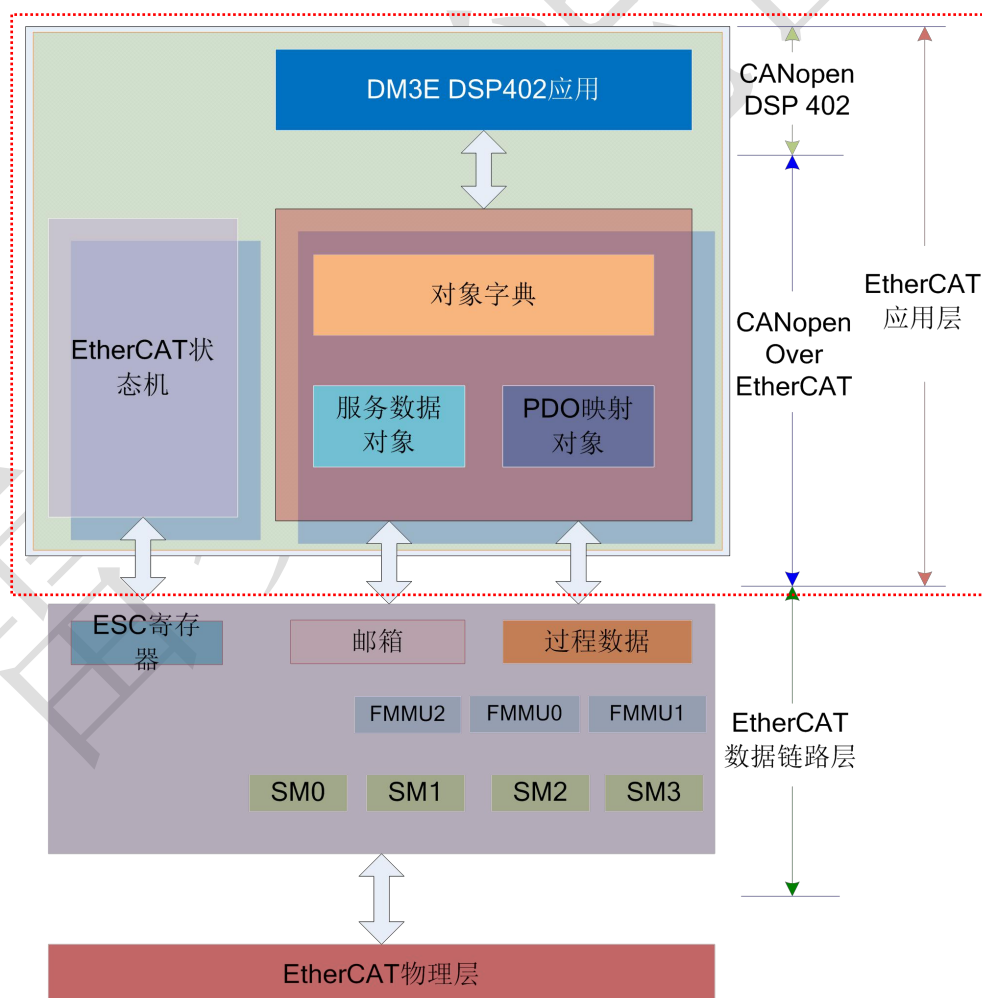


图 2.5 DM3E 设备结构

数据链路层实现主要是 EtherCAT 从站控制器(ESC)实现的, DM3EEtherCAT 应用层协议主要包含应用部分(CANopen DSP402)、对象字典及通讯功能三个部分(红色虚框部分), 其中对象字典和通讯功能可以合称为 COE 部分。

- 核心部分：**对象字典**——通讯功能和应用部分沟通的桥梁。
- 关键部分：**通讯功能**——通信规则(SDO、PDO 等)的实现。
- 重点部分：**应用部分**——决定了设备的具体功用，例如驱动器、IO 模块。

2.5.3 对象字典

EtherCAT 主站要通过写参数和读设备状态/信息来控制 DM3E 驱动器，为了达到这个目的，驱动器定义了可以读写的参数和只读的状态值，这些参数和状态的集合就是对象字典。

DM3E 对象字典以标准化的方式包含 DSP402 及 CoE 相关的所有数据对象。它是 DM3E 参数数据结构的集合。

2.5.3.1 对象字典——访问接口

DM3E 对象字典是主站与它通讯的接口，如图 2.6 所示。

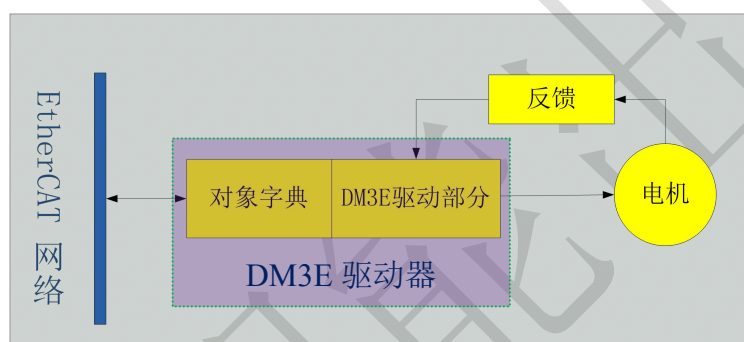


图 2.6 对象字典作为访问接口

EtherCAT 主站实现对 DM3E 的运动控制功能，都是通过对对象字典这个接口完成的。

2.5.3.2 对象字典和应用层协议

应用层协议(COE 和 DSP402)中规定了大量的强制对象和可选对象。DM3E 通讯部分(COE)要实现与 EtherCAT 网络交互功能，须应用的是通讯部分的对象字典，例如，配置对象字典来接受主站发送的数据；DM3E 应用部分(CANopen DS402)要实现的是如何访问设备的运动功能，它须使用的是应用部分的对象字典，例如，配置对象字典来控制 DM3E 进行原点运动；这些功能都是以对象字典为接口的。

2.5.3.3 对象字典结构及访问特点

对象字典基本的结构如表 2.4 所示。

表 2.4 对象字典结构

| | |
|--------|----------------|
| 索引 | 16bit,如 1000h |
| 子索引 | 8bit,如 00h、01h |
| 名称 | |
| 对象类型 | Var、array 等 |
| 数据类型 | 如无符号 32 位 |
| 访问属性 | 如 RO |
| PDO 映射 | 不可映射 |
| 值范围 | |
| 默认值 | |

对象字典访问具有以下特点:

- A、 效仿查字典的方法, 例如音序查字法, 先找到音节的音序索引, 再查询音节的其他部分
- B、 固定的索引和子索引对应确定的对象
- C、 对象字典访问方式有服务数据对象(SDO)和过程数据对象(PDO)

2.5.4 服务数据对象(SDO)

2.5.4.1、 SDO 概述

DM3E 系列步进系统支持 SDO 服务, EtherCAT 主站可以通过使用 SDO 读写 DM3E 步进系统的对象字典, 从而配置、监控、控制 DM3E 步进系统。

SDO 采用的是客户端/服务器模型; SDO 操作中主站对应为客户端, DM3E 从站为服务器, 所有传输都必须是客户发起, 服务器响应。

在传统 CANopen DS301 模式下, SDO 协议为了匹配 CAN 报文数据长度, 一次只能传输 8 个字节。在 COE 增强模式下仅扩大有效载荷数据而不改变协议首部; 在这种方式下, SDO 协议使用更大数据长度的邮箱, 从而提高了大数据的传输效率。

2.5.4.2 SDO 协议及报文格式

目前 DM3E 支持以下两种 SDO 服务:

- (1) 快速传输服务: 与 CANopen DS301 协议一致, 只使用 8 个字节, 最多传输 4 的字节的有效数据。
- (2) 常规传输服务: 传输的最大字节数决定于所分配的邮箱同步管理器容量。

SDO 数据帧格式如图 2.7 所示。

SDO 传输分为下载和上传两种, 本手册仅简要介绍下载服务, 上传及更详细内容请参照 ETG 规格书 (ETG1000-5 以及 ETG1000-6)应用层协议部分。

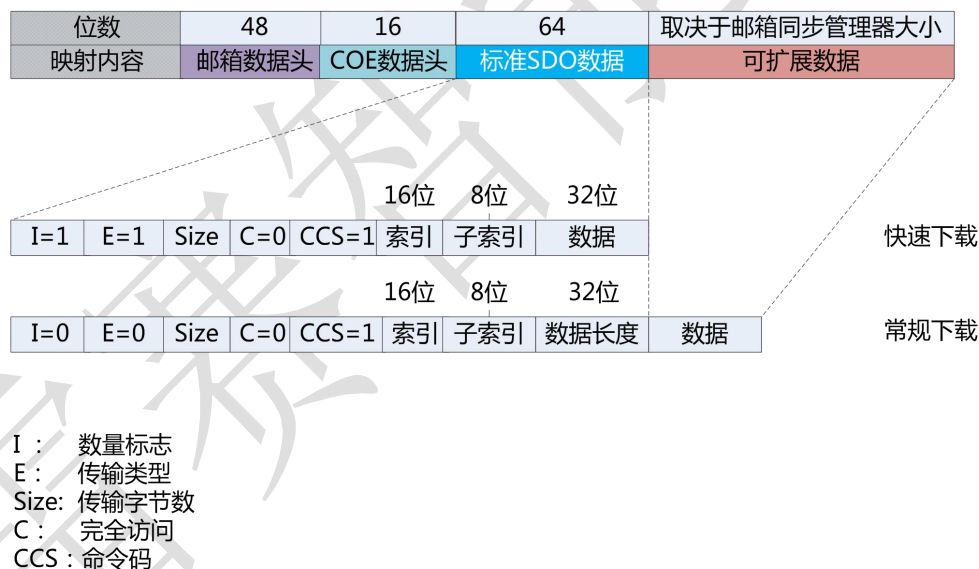


图 2.7 SDO 下载服务数据帧格式

SDO 下载传输请求服务数据具体内容如表 2.5 所列。

表 2.5 SDO 下载服务数据内容列表

| 数据区 | 字节数 | 位数 | 名称 | 描述 | |
|-----|-----|-----|------|---------------------------|----------------------|
| 邮箱头 | 2 | 16 | 长度 n | n≥0x0A, COE 命令及 SDO 数据的长度 | |
| | 2 | 16 | 地址 | 数据源地址 | |
| | 1 | 0~5 | | 通道 | 保留 |
| | | 6~7 | | 优先级 | 0: 最低优先级,...3: 最高优先级 |
| | 1 | 0~3 | | 类型 | 3: COE |
| | | 4~7 | | 保留 | |

第二章 EtherCAT 技术

| | | | | |
|--------|-------------|-------|-----------|-----------------------------------|
| COE 命令 | 2 | 0~8 | PDO 编号 | 0 |
| | | 9~11 | 保留 | |
| | | 12~15 | 服务类型 | 2: SDO 请求 |
| SDO 数据 | 1 (控制字节) | 0 | 数量标志 | 0: 未设置; 1: 设置传输字节数 |
| | | 1 | 传输类型 | 0: 常规/分段传输; 1: 快速传输 |
| | | 2~3 | 传输字节 | 0: 常规/分段传输无效; 其它: 传输字节数 |
| | | 4 | 完全访问 | 0: 不完全访问; 1: 完全访问 |
| | | 5~7 | 命令码 | 0: 分段下载请求; 1: 下载请求 |
| | 2 | 16 | 索引 | 对象字典索引 |
| | 1 | 8 | 子索引 | 对象字典子索引 |
| | 4 | 32 | 数据 | 快速传输: 指定对象字典数据 常规传输: 对象字典的总字节数 |
| n-10 | *1) | 扩展数据 | 常规传输的扩展数据 | |

*1) 长度只要不超过邮箱同步管理器设置都可采用常规传输方式

在 DM3E 收到主站 SDO 下载请求后, DM3E 会对其内容进行解析; 如果解析无错误, DM3E 会向主站发送下载响应的数据帧, 其格式如图 2.8 所示。

| | | | | |
|------|-------|--------|---------|--------------|
| 位数 | 48 | 16 | 64 | 取决于邮箱同步管理器大小 |
| 映射内容 | 邮箱数据头 | COE数据头 | 标准SDO数据 | 可扩展数据 |



I: 数量标志
E: 传输类型
Size: 传输字节数
C: 完全访问
CCS: 命令码

图 2.8 SDO 下载响应数据帧格式

SDO 下载响应数据具体内容如表 2.6 所列

表 2.6 SDO 下载响应数据描述

| 数据区 | 字节数 | 位数 | 名称 | 描述 |
|--------|-------------|-------|--------|---------------------------|
| 邮箱头 | 2 | 16 | 长度 n | n≥0x0A, COE 命令及 SDO 数据的长度 |
| | 2 | 16 | 地址 | 数据源地址 |
| | 1 | 0~5 | 通道 | 保留 |
| | | 6~7 | 优先级 | 0: 最低优先级,...3: 最高优先级 |
| | 1 | 0~3 | 类型 | 3: COE |
| 4~7 | | 保留 | | |
| COE 命令 | 2 | 0~8 | PDO 编号 | 0 |
| | | 9~11 | 保留 | |
| | | 12~15 | 服务类型 | 3: SDO 响应 |
| SDO 数据 | 1 (控制字节) | 0 | 数量标志 | 0 |
| | | 1 | 传输类型 | 0 |
| | | 2~3 | 传输字节 | 0 |

第二章 EtherCAT 技术

| | | | | |
|--|---|-----|------|--------------------|
| | | 4 | 完全访问 | 0: 不完全访问; 1: 完全访问 |
| | | 5~7 | 命令码 | 0: 分段下载请求; 1: 下载请求 |
| | 2 | 16 | 索引 | 对象字典索引 |
| | 1 | 8 | 子索引 | 对象字典子索引 |
| | 4 | 32 | 保留 | |

2.5.4.3 终止 SDO 传输

在 SDO 传输过程中, 如果 DM3E 数据解析中发生错误, 可以发送 SDO 终止传输请求, 主站收到此请求后, 终止当前的 SDO 传输。表 2.7 为 SDO 终止传输的数据内容。

表 2.7 SDO 终止传输数据描述

| 数据区 | 字节数 | 位数 | 名称 | 描述 |
|--------|-------------|-------|--------|-----------------------------------|
| 邮箱头 | 2 | 16 | 长度 n | $n \geq 0x0A$, COE 命令及 SDO 数据的长度 |
| | 2 | 16 | 地址 | 数据源地址 |
| | 1 | 0~5 | 通道 | 保留 |
| | | 6~7 | 优先级 | 0: 最低优先级, ...3: 最高优先级 |
| | 1 | 0~3 | 类型 | 3: COE |
| | | 4~7 | 保留 | |
| COE 命令 | 2 | 0~8 | PDO 编号 | 0 |
| | | 9~11 | 保留 | |
| | | 12~15 | 服务类型 | 2: SDO 请求 |
| SDO 数据 | 1 (控制字节) | 0 | 数量标志 | 0 |
| | | 1 | 传输类型 | 0: 常规/分段传输 |
| | | 2~3 | 传输字节 | 0 |
| | | 4 | 保留 | |
| | | 5~7 | 命令码 | 4: 终止传输请求 |
| | 2 | 16 | 索引 | 对象字典索引 |
| | 1 | 8 | 子索引 | 对象字典子索引 |
| | 4 | 32 | 终止代码 | 详情见表 2.10 |

表 2.7 中有 4 个字节的终止代码, 表示了终止传输的原因, 其具体定义如表 2.8 所列。

表 2.8 DM3E 支持的 SDO 传输终止代码

| 终止代码 | 含义 |
|------------|--------------------|
| 0x05040000 | SDO 传输超时 |
| 0x05040001 | 命令码无效或未知 |
| 0x05040005 | 内存溢出 |
| 0x06010000 | 试图操作不支持访问的对象 *1) |
| 0x06010001 | 试图读只写属性的对象 |
| 0x06010002 | 试图写只读属性的对象 |
| 0x06020000 | 访问的对象不存在 |
| 0x06040041 | 对象不能映射到 PDO |
| 0x06040042 | PDO 映射长度超过规定 |
| 0x06090011 | 对象子索引不存在 |
| 0x06090031 | 输入值超过最大值, 自动设置为最大值 |
| 0x06090032 | 输入值超过最小值, 自动设置为最小值 |
| 0x08000000 | 一般性错误 |

第二章 EtherCAT 技术

| | |
|------------|-----------------|
| 0x08000020 | 不支持的传输/保存操作 *2) |
| 0x08000021 | 保存操作无效 *3) |

*1) 目前仅支持厂商参数的保存/恢复，试图进行其他类对象保存/恢复将会报该错误。

*2) 操作 1010h/1011h 对象保存/恢复参数，输入的数据不符合 COE 规范。

2.5.5 过程数据对象(PDO)

2.5.5.1 PDO 概述

PDO 一般用于实时的数据更新；其分为接收 PDO(RXPDO)和发送 PDO(TXPDO)，前者的数据流方向是主站到从站，后者则是从站到主站。

DM3E 的 PDO 功能支持同步周期的刷新方式，也支持非周期的更新方式。当主站选择为分布时钟同步模式时，PDO 将按同步周期更新(更多信息可参见图 2.4)；如果选择自由运行模式，那么 PDO 数据的更新将是非周期性的。

2.5.5.2 PDO 映射

通过 PDO 映射，可实现映射对象的实时传输。

DM3E 支持 4 组 RXPDO 和 2 组 TXPDO 同时传输，每个 PDO 对象可以映射 8 个对象字典对象(最大长度 32 字节)，PDO 映射内容的格式如 2.11 表所示。

表 2.11 PDO 映射内容的格式

| 位 | 31~16 | 15~8 | 7~1 |
|----|---------|----------|---------------|
| 内容 | 映射对象的索引 | 映射对象的子索引 | 位长(十六进制形式) |
| 例 | 6040h | 00h | 10h(长度为 16 位) |

默认的 PDO 映射(与 XML 文件保持一致)如表 2.12 所示。

表 2.12 默认 PDO 映射

| PDO 映射对象索引 | PDO 对象子索引 | 映射内容 | 映射内容分解 | | | 映射内容名称 |
|-------------------|-----------|-----------|--------|-----|-----------|---------|
| | | | 索引 | 子索引 | 位长 | |
| RXPDO1 (1600h) | 01h | 60400010h | 6040h | 00h | 10h(16 位) | 控制字 |
| | 02h | 607A0020h | 607Ah | 00h | 20h(32 位) | 目标位置 |
| | 03h | 60810020h | 6081h | 00h | 20h(32 位) | 目标速度 |
| | 04h | 60830020h | 6083h | 00h | 20h(32 位) | 目标加速度 |
| | 05h | 60840020h | 6084h | 00h | 20h(32 位) | 目标减速度 |
| RXPDO2 (1601h) | 01h | 60400010h | 6040h | 00h | 10h(16 位) | 控制字 |
| | 02h | 60FF0020h | 60FFh | 00h | 20h(32 位) | 目标速度 |
| | 03h | 60830020h | 6083h | 00h | 20h(32 位) | 目标加速度 |
| | 04h | 60840020h | 6084h | 00h | 20h(32 位) | 目标减速度 |
| RXPDO3 (1601h) | 01h | 60400010h | 6040h | 00h | 10h(16 位) | 控制字 |
| RXPDO4 (1603h) | 01h | 60400010h | 6040h | 00h | 10h(16 位) | 控制字 |
| | 02h | 60980008h | 6098h | 00h | 08h(8 位) | 原点方法 |
| | 03h | 60990120h | 6099h | 01h | 20h(32 位) | 原点速度(快) |
| | 04h | 60990220h | 6099h | 02h | 20h(32 位) | 原点速度(慢) |
| | 05h | 609A0020h | 609Ah | 00h | 20h(32 位) | 原点加/减速度 |
| | 06h | 607C0020h | 607Ch | 00h | 20h(32 位) | 原点偏移 |
| | 07h | 60600008h | 6060h | 00h | 08h(8 位) | 操作模式 |
| TXPDO1 (1A00h) | 01h | 60410010h | 6041h | 00h | 10h(16 位) | 状态字 |
| | 02h | 60640020h | 6064h | 00h | 20h(32 位) | 实际位置 |

第二章 EtherCAT 技术

| | | | | | | |
|-------------------|-------|-----------|-------|-----|-----------|--------|
| | 04h | 606C0020h | 606Ch | 00h | 20h(32 位) | 实际速度 |
| | 06h | 60610008h | 6061h | 00h | 08h(8 位) | 操作模式显示 |
| TXPDO2 (1A01h) | 无默认映射 | | | | | |

2.5.5.3 PDO 动态映射

与 CIA DS301 不同，COE 使用 PDO 指定对象 (1C12h/1C13h) 来配置 PDO 映射对象 (1600h~1603h/1A00h~1A01h) 到 PDO 对象同步管理器(同步管理器 2/3)，PDO 指定对象定义如表 2.13。

表 2.13 PDO 指定对象定义

| 索引 | 子索引 | 范围 | 数据类型 | 访问属性 |
|--------------------------|-----|-------------|--------|--------|
| RXPDO 指定对象 (1C12h) | 00h | 0~4 | U8 *1) | RO *2) |
| | 01h | 1600h~1603h | U16 | RW |
| | 02h | | U16 | RW |
| | 03h | | U16 | RW |
| | 04h | | U16 | RW |
| TXPDO 指定对象 (1C13h) | 00h | 0~2 | U8 | RO |
| | 01h | 1A00h~1A01h | U16 | RW |
| | 02h | | U16 | RW |

*1) U 表示无符号类型，如 U8 表示无符号 8 位，U16 表示无符号 16 位。

*2) 访问属性表达，RO 表示只读，RW 表示可读写，WO 表示只写。

2.5.5.4 DM3E PDO 动态映射设置过程

- A、将 EtherCAT 状态机切换到预操作，此状态下可以用 SDO 来配置 PDO 映射，每个状态下通讯功能可参考表 2.2 所述内容。
- B、清除 PDO 指定对象的 PDO 映射对象，即设置 1C12-00h/1C13-00h 为 0。
- C、使 PDO 映射对象无效，即对 1600h~1603h/1A00h~1A01h 的子索引 0 赋值为 0。
- D、重新配置 PDO 映射内容，将映射对象按表 2.11 格式写入到 1600-01h~1600-08h、1601-01h~1601-08h、1602-01h~1602-08h、1603-01h~1603-08h(1600h-01 开始写入的为 RXPDO 映射内容)、1A00-01h~1A00-08h 或 1A01-01h~1A01-08h(1A00h-01 开始写入的为 TXPDO 映射内容)范围的对象中。
- E、设置 PDO 映射对象的总个数，即将映射对象的个数写入到 1600-00h、1601-00h、1602-00h、1603-00h、1A00-00h 或 1A01-00h 中，未配置映射内容的 PDO 映射对象总个数将为 0。
- F、写有效的 PDO 映射对象索引到 PDO 指定对象，即将有效的 RXPDO 映射对象索引 1600h~1603h 写入到 1C12-01h~1C12-04h 中，将有效的 TXPDO 映射对象索引 1A00h、1A01h 写入到 1C13-01h、1C13-02h 中。
- G、设置 PDO 指定对象的总个数，即将映射对象个数写入到 1C12-00h、1C13-00h
- H、转换 EtherCAT 状态机到安全操作或以上，配置的 PDO 映射将有效。

2.5.5.5 DM3E PDO 动态映射过程举例

本例使用一个 RXPDO，以 RXPDO1 中添加 6081-00h(协议位置模式最大速度)和 6083-00h(加速度)映射对象为例。

表 2.12 可见，RXPDO1 中已经有 5 个对象，本例将 6081-00h 和 6083-00h 对象按表 2.11 格式写入 1600-06h 和 1600-07h。

步骤 B: 将 1C12-00h 设置为 0

| 1C12h PDO指定对象内容 | | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 子索引 | 00h | 01h | 02h | 03h | 04h |
| 映射内容 | 0 | — | — | — | — |

图 2.9 清除 PDO 指定对象数据

将 1C12-00h 设置为 0 后, 1C12-01h~1C12-04h 将自动失效

步骤 C: 将 1600-00h 设置为 0

| 1600h映射内容组合表 | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 子索引 | 00h | 01h | 02h | 03h | 04h | 05h | 06h | 07h | 08h |
| 映射内容 | 0 | — | — | — | — | — | — | — | — |

图 2.10 清除 PDO 映射对象数据

将 1600-00h 设置为 0 后, 1600-01h~1600-08h 中的映射内容将自动失效

步骤 D: 配置 1600-01h~1600-07h 的内容

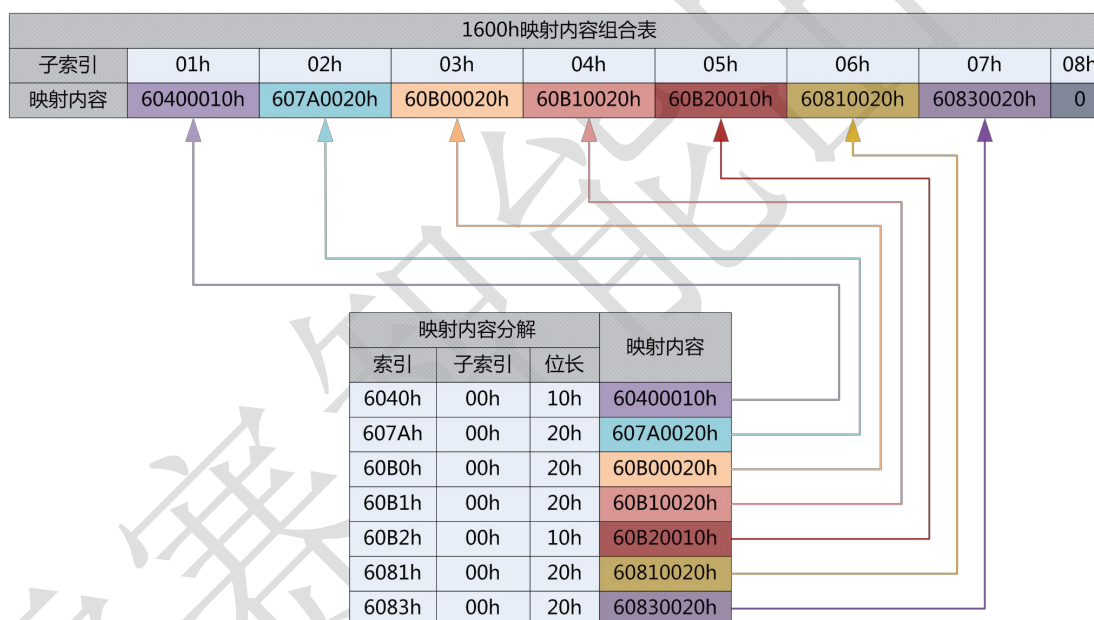


图 2.11 设置 PDO 映射对象内容

配置 1600h 对象的子索引(不含子索引 0), 无内容的子索引内容将为 0(例如 1600-08h)。

步骤 E: 写入 1600-00h 对象, 即设置 1600h 映射对象总个数

| 1600h映射内容组合表 | | | | | | | | | |
|--------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----|
| 子索引 | 00h | 01h | 02h | 03h | 04h | 05h | 06h | 07h | 08h |
| 映射内容 | 7 | 60400010h | 607A0020h | 60B00020h | 60B10020h | 60B20010h | 60810020h | 60830020h | 0 |

图 2.12 设置 PDO 映射对象总数

本例中, 1600h 对象一共配置了 7 个映射对象, 所以设置 1600-00h 为 7。

步骤 F: PDO 映射对象 1600h 作为内容写入到 1C12-01h

| 1C12h PDO指定对象内容 | | | | |
|-----------------|-------|-----|-----|-----|
| 子索引 | 01h | 02h | 03h | 04h |
| 映射内容 | 1600h | 0 | 0 | 0 |

图 2.13 配置 PDO 指定对象内容

本例仅使用了一个 RXPDO，所以 1600h 数据将写入到 1C12-01h，1C12-02~1C12-04h 均为 0。

步骤 G：设置 PDO 指定对象中 PDO 映射对象的个数

| 1C12h PDO指定对象内容 | | | | | |
|-----------------|-----|-------|-----|-----|-----|
| 子索引 | 00h | 01h | 02h | 03h | 04h |
| 映射内容 | 1 | 1600h | 0 | 0 | 0 |

图 2.14 设置 PDO 指定对象个数

本例中只使用了 1600h 这一个 RXPDO 映射对象，故 1C12-00h 的数据为 1。

DM3E PDO 动态映射设置举例总览如图 2.15 所示

提示：步骤 A 和 H 不包含在举例中，附录 B 的具体示例和本例对应，并包含 A 和 H 步骤的模拟。

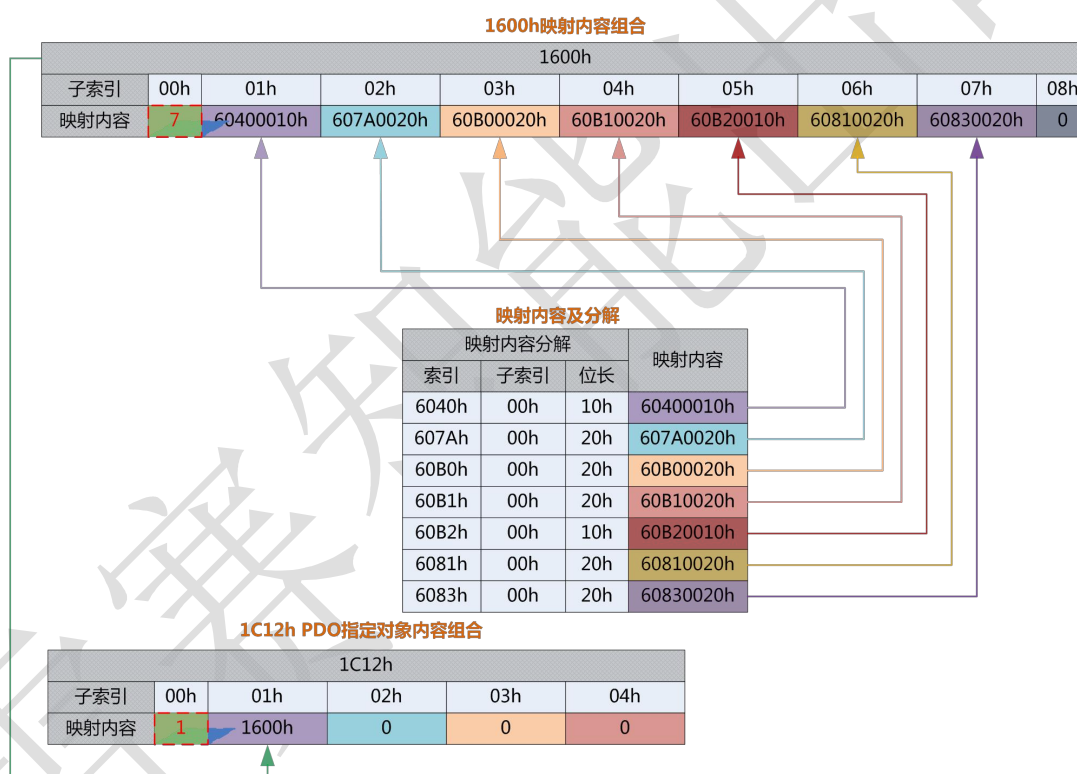


图 2.15 DM3E PDO 动态映射设置举例总览

2.5.6 SDO VS PDO

SDO 与 PDO 的区别和联系可以总结为表 2.14。

表 2.14 SDO 与 PDO 的区别与联系

| 对比项 | PDO | SDO |
|-------|----------|----------------|
| 通讯能力 | 最大 64 字节 | 一般为 4 字节(快速传输) |
| 效率 | 高 | 低 |
| 优先级 | 高 | 低 |
| 实时性 | 实时(同步模式) | 非实时 |
| 传输主动性 | 主动传输 | 被动传输(主站发起) |

第二章 EtherCAT 技术

| | | |
|--------|-------------|----------------|
| 对象字典访问 | 间接访问 | 直接访问 |
| | 访问 PDO 映射对象 | 访问任意对象 |
| 同步性 | 异步/同步 | 异步 |
| 应用场合 | 实时数据传输 | 配置 PDO 映射、参数设置 |

注：表 2.14 的对比项基于 DM3E 步进系统，并不能表征其它厂商的相关产品数据

2.5.6 紧急事件

紧急报文由 DM3E 驱动器内部错误事件触发发送到主站，内部错误包含网络警告和驱动器错误报警。当警告/错误发生时，DM3E 将错误代码内嵌到紧急报文中发送给主站。

紧急报文的数据格式如表 2.15 所示。

表 2.15 紧急报文格式

| 内容 | 邮箱头 | 命令 | 错误代码 | 错误寄存器 | 用户自定义区 |
|-----|-----------|------|--------|----------|--------|
| | 类型=3(COE) | 类型=1 | 详见 4.2 | 详见 4.1 节 | *1) |
| 字节数 | 6 | 2 | 2 | 1 | 5 |

*1) 低 2 字节与错误代码 603Fh 对象内容一致，高 3 字节全为 0。

2.6 从站别名设定及网络状态显示

2.6.1 站点别名设定

站点别名设定可详见《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》的 3.2.6 小节。

2.6.2 网络状态显示规格

DM3E 可以根据驱动器网络端口的 LED 灯来判断网络连接状态。

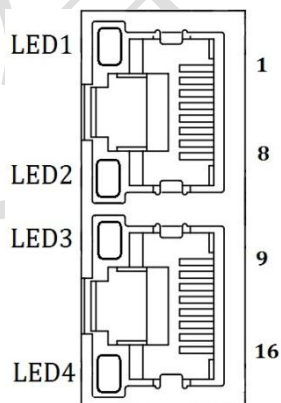


图 2.16 DM3E 的 CN3 端口

- ① LED1 为“Link/Activity IN”状态灯，绿色。
- ② LED3 为“Link/Activity OUT”状态灯，绿色。
- ③ LED2 为“RUN”状态灯，绿色，EtherCAT 状态机指示。
- ④ LED4 为“ERR”状态灯，红色，网络错误指示，指示状态详见 4.3 节。

LED 显示规格如 2.16 表所示。

表 2.16 LED 显示规格

| 名称 | 颜色 | 状态 | 描述 |
|----|----|----|----|
|----|----|----|----|

第二章 EtherCAT 技术

| | | | |
|---------|----|------------------|-----------|
| RUN | 绿色 | 关 (OFF) | 初始化状态 |
| | | 慢闪烁(Blinking) | 预操作状态 |
| | | 单闪(Single flash) | 安全操作状态 |
| | | 开(ON) | 操作状态 |
| ERR | 红色 | 关(OFF) | 详见 4.3 节 |
| | | 慢闪烁(Blinking) | |
| | | 单闪(Single flash) | |
| | | 双闪(Double flash) | |
| | | 快闪烁(Flickering) | |
| L/A IN | 绿色 | 关(OFF) | 物理层链路无建立 |
| | | 开(ON) | 物理层链路建立 |
| | | 快闪烁(Flickering) | 链路建立后交互数据 |
| L/A OUT | 绿色 | 关(OFF) | 物理层链路无建立 |
| | | 开(ON) | 物理层链路建立 |
| | | 快闪烁(Flickering) | 链路建立后交互数据 |

指示灯状态描述如图 2.17 所示。

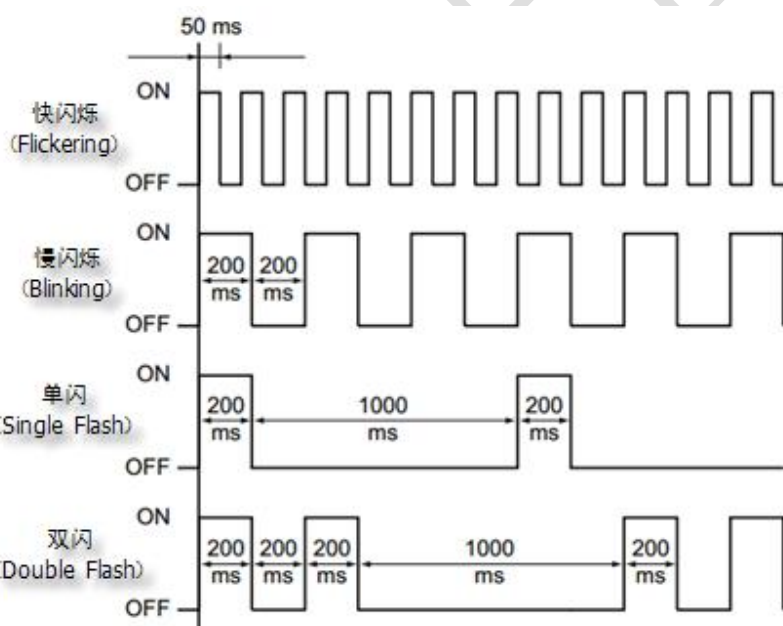


图 2.17 LED 指示灯状态

2.7 参数保存

DM3E 支持厂商参数的保存功能，在修改参数后，可通过[主站操作 0x1010](#) 对象进行参数保存。

0x1010 保存参数

主站可以操作 0x1010-04 来保存用户参数到 EEPROM,如果驱动器检测到主控发送的 0x1010-04 的数据为 [0x65766173](#) 时，驱动器会保存当前的参数到 EEPROM(包含 0x2000 至 0x5FFF 有保存属性的参数)。

注意：EEPROM 写入操作中，请勿关闭电源，否则可能会导致写入错误数据；若发生此种情况，请重新设置全部参数，再进入 EEPROM 写入操作。

2.8 恢复出厂

和保存一样，参数恢复出厂通过操作 0X1011 对象实现。

0x1011 恢复参数

主站可以操作 0x1011-04 来恢复出厂用户参数,如果驱动器检测到主控发送的 0x1010-04 的数据为 **0x64616f6c** 时，驱动器会恢复出厂默认值。

雷赛智能官方代理

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

3.1 DM3E 步进系统运动步骤

- A、EtherCAT 主站发送“控制字(6040h)”初始化驱动器。
- B、驱动器反馈“状态字(6041h)”到主站，以示准备好(状态字指示)。
- C、主站发送使能命令(控制字切换)，详细操作参考 3.2 节。
- D、驱动器使能并反馈状态至主站
- E、主站发送回零命令进行回零(回零运动参数及控制字切换)，详情参考 3.6.4 节原点运动。
- F、驱动器回零完成并告知主站(状态字指示)
- G、主站发送位置模式命令进行位置运动(位置运动参数及控制字切换)或者发送速度命令进行速度运动(速度运动参数及控制字切换)，详情参考 3.5 及 3.6 节。
- H、驱动器执行运动完成(位置运动)，运动过程中 DM3E 反馈实际位置/速度到主站监视。
- I、主站发送命令进行下一次运动。

3.2 402 状态机

3.2.1 状态转换图

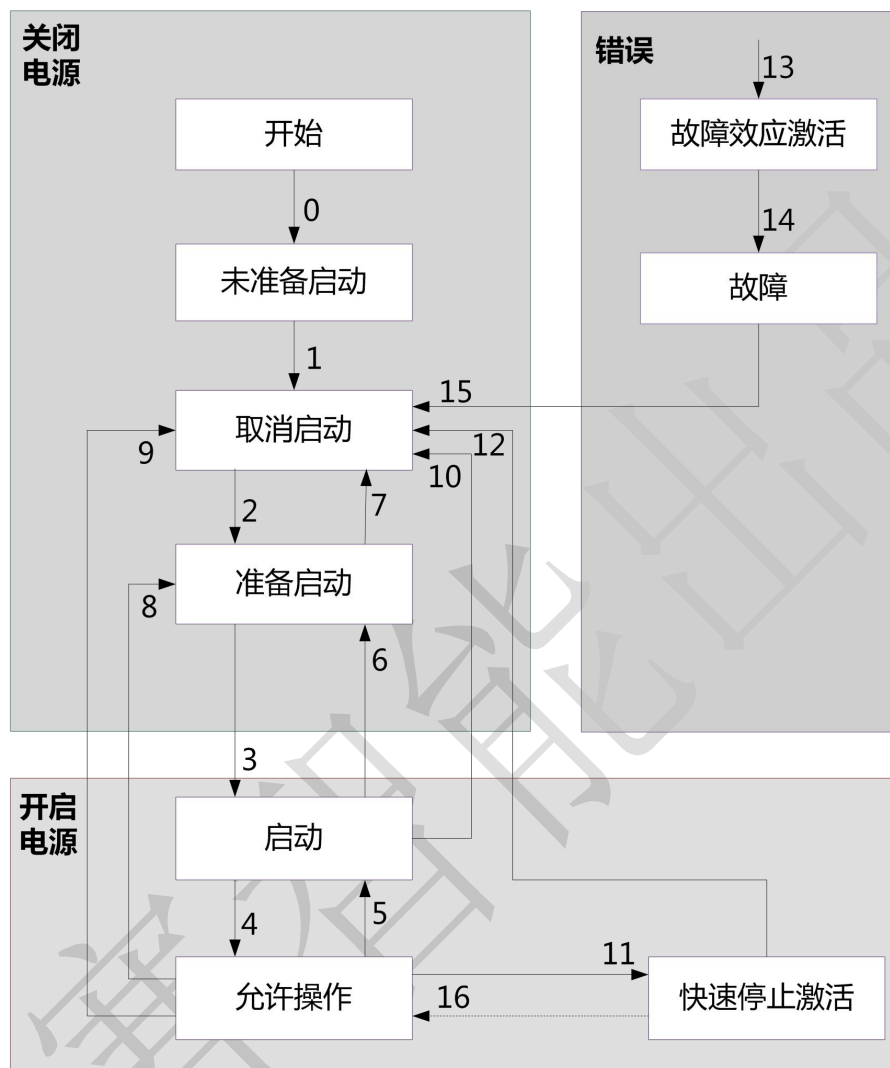


图 3.1 DM3E 的 402 状态机

图 3.1 中的状态对应驱动器动作如表 3.1 所列。

表 3.1 状态对应驱动器动作

| 状态 | DM3E 驱动器动作 |
|--------|--|
| 未准备启动 | 驱动器已供电，开始初始化；如有抱闸，抱闸锁紧；轴不使能 |
| 取消启动 | 初始化完毕，参数初始化，无故障；轴不使能 |
| 准备启动 | 参数初始化完成；轴不使能 |
| 启动 | 驱动器准备好，等待使能 |
| 允许操作 | 使能，无错误 |
| 快速停止激活 | 快速停止启动 |
| 故障激活 | 停机的错误发生，未处理；轴不使能 |
| 故障 | 错误已处理，等待切换 402 状态机从错误(Fault)到取消启动(Switch on disabled)，轴不使能 |

402 状态机的转换是依靠主站操作 DM3E 步进系统的控制字(6040h)来完成的，具体操作参考 3.4.6 节。

3.3 控制模式设定

3.3.1 支持的控制模式对象(6502h)

6502h 对象用于指示 DM3E 步进系统当前软件版本下支持的操作模式，其位定义如下。

表 3.2 6502h 对象位定义

| 位 | 31~10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----|-------|----|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 模式 | 保留 | 保留 | 保留 | CSP | 保留 | HM | 保留 | 保留 | PV | 保留 | PP |
| 数据 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |

| 英文全称 | 简称 | 中文名称 |
|----------------------------------|-----|----------|
| Profile position mode | PP | 协议位置模式 |
| Profile velocity mode | PV | 协议速度模式 |
| Homing mode | HM | 原点模式 |
| Cyclic synchronous position mode | CSP | 循环同步位置模式 |

3.3.2 操作模式对象(6060h)与操作模式显示对象(6061h)

利用 6060h 可以设置 DM3E 的操作模式，6061h 可以显示当前设置的模式是否被 DM3E 所执行，两者的定义是完全一致的，如表 3.3 所示。

表 3.3 6060h/6061h 对象定义

| 数据 | 英文名称 | 简称 | 中文名称 |
|----|----------------------------------|-----|----------|
| 1 | Profile position mode | PP | 协议位置模式 |
| 3 | Profile velocity mode | PV | 协议速度模式 |
| 6 | Homing mode | HM | 原点模式 |
| 8 | Cyclic synchronous position mode | CSP | 循环同步位置模式 |

3.3.3 注意事项

A、变更 6060h 对象数据可以切换操作模式

B、6061h 对象可以用来确认 DM3E 当前的操作模式

C、切换不同的操作模式，可能需要变更 RXPDO 及 TXPDO 的映射对象；每个模式下推荐配置的对象字典映射可详见 3.5 和 3.6 的相关内容。

D、电机使能后，如果设置操作模式并非 DM3E 当前软件版本下所支持，402 状态机不会转换。

3.4 操作模式下共同功能

3.4.1 数字输入/输出

3.4.1.1 数字输入设定及状态显示

数字 IO 输入功能选择及极性设置详细介绍可参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》IO 设置

的章节。

DM3E 提供一种 IO 输入状态的映射办法，60FDh 对象为符合 IEC61800-200 标准的输入 IO 状态映射对象，60FDh 对象的位是按功能定义的，如表 3.5 所列。

表 3.5 数字 IO 输入功能状态映射 60FDh 定义

| 位 | IO 映射 |
|-------|-------------------|
| 0 | 功能设置为负限位的 SIn 状态 |
| 1 | 功能设置为正限位的 SIn 状态 |
| 2 | 功能设置为原点的 SIn 状态 |
| 3 | 功能设置为快速停止的 SIn 状态 |
| 4~16 | 保留 |
| 17 | 输入 IN1 自定义输入状态 |
| 18 | 输入 IN2 自定义输入状态 |
| 19 | 输入 IN3 自定义输入状态 |
| 20 | 输入 IN4 自定义输入状态 |
| 21 | 输入 IN5 自定义输入状态 |
| 22 | 保留 |
| 23 | 保留 |
| 24 | 保留 |
| 25 | 保留 |
| 26 | EXT1 状态 |
| 27 | EXT2 状态 |
| 28~31 | 保留 |

3.4.1.2 数字输出设定及主控操作方法

数字 IO 输出功能选择及极性设置详细介绍可参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》IO 设置的章节。

数字 IO 输出除步进系统内部操作以外，DM3E 还提供了一种主站操作步进数字 IO 输出的功能。

当数字 IO 输出功能设置为主站控制时(具体设置方法参见《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》IO 设置章节),主站可以通过 60FEh 对象来操作 DM3E 步进数字 IO 输出。60FEh 的具体定义如表 3.7 所示。

表 3.7 60FEh 对象的定义

| 位 子索引 | 31~21 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | 15~0 |
|----------|-------|----|----|----|----|--------|--------|------|
| 01h | 保留 | | | | | SO2 有效 | SO1 有效 | 保留 |
| 02h | | | | | | SO2 使能 | SO1 使能 | |

3.4.2 旋转方向设定

模式下旋转方向的设定如表 3.8 所示。

表 3.8 各模式旋转方向设定

| 模式 | 对象字典 | 设定值 |
|------|-----------------|---|
| 位置模式 | PP HM CSP | 2051h 0: 旋转方向与位置指令一致 1: 旋转方向与位置指令相反 详情参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》旋转方向设定小节 |
| 速度模式 | PV | |

3.4.3 停止设定

DM3E 仅提供快速停止的功能设定，如果设定的 6085h 不为 0，那么以 6085h 对象为减速度进行快速停止，如果 6085h 为 0，步进将按最大电流限制迅速停止。

限位状态下的急停按最大电流限制迅速停止。

402 状态机切换到不使能的状态电机将自由停止。

6040h 对象的 bit8(Halt)为 1 时电机将以 6083h/6084h 为减速度进行减速停止。

3.4.4 限位

DM3E 限位为硬件限位，硬件限位主要利用外部硬件数字信号输入限制电机动作范围。

硬件限位在所有操作模式下均有效。

3.4.6 CIA DSP402 控制字

控制字(6040h)定义如表 3.9 所示。

表 3.9 控制字(6040h)位定义

| 位 | 15~11 | 10~9 | 8 | 7 | 6~4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----|-------|------|----|------|---------|------|------|------|----|
| 定义 | 无 | 无 | 暂停 | 错误复位 | 视操作模式而定 | 允许操作 | 快速停止 | 电压输出 | 启动 |

位 7 与 3~0 的组合可触发的 402 状态机的转换命令如表 3.10 所示。

表 3.10 位 7 与 3~0 组合下转换命令

| 转换命令 | 位 7 与 3~0 组合 | | | | | 402 状态机转换 *1) |
|-------|--------------|---------|---------|---------|-------|---------------|
| | 7: 错误复位 | 3: 允许操作 | 2: 快速停止 | 1: 电压输出 | 0: 启动 | |
| 关闭电源 | 0 | × | 1 | 1 | 0 | 2;6;8 |
| 启动 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3* |
| 启动 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3** |
| 无输出电压 | 0 | × | × | 0 | × | 7;9;10;12 |
| 快速停止 | 0 | × | 0 | 1 | × | 7;10;11 |
| 未允许操作 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| 允许操作 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4;16 |
| 错误复位 | 上升沿 | × | × | × | × | 15 |

×代表不受此位状态的影响，*表示在设备启动状态执行此转换，**表示对启动状态无影响，保持在启动状态。

*1) 切换状态与图 3.1 对应。

位 8 与 6~4 在不同操作模式下的含义如表 3.11 所示。

图 3.11 位 8 和 6~4 在不同模式下的含义

| 位 | 操作模式 | | | |
|---|-------------|-------------|-----------|----------------|
| | 协议位置模式 (PP) | 协议速度模式 (PV) | 原点模式 (HM) | 循环同步位置模式 (CSP) |
| 8 | 减速停止 | 减速停止 | 减速停止 | 无效 |
| 6 | 绝对/相对 | 无效 | 无效 | 无效 |
| 5 | 立即触发 | 无效 | 无效 | 无效 |
| 4 | 新位置点 | 无效 | 启动运动 | 无效 |

3.4.7 CIA DSP402 状态字

状态字(6041h)定义如表 3.12 所示。

表 3.12 状态字位定义

| 位 | 定义 |
|-------|---------|
| 15~14 | 保留 |
| 13~12 | 视操作模式而定 |
| 11 | 限位有效 |
| 10 | 位置到达 |
| 9 | 远程 |
| 8 | 视操作模式而定 |
| 7 | 保留 |
| 6 | 未启动 |
| 5 | 快速停止 |
| 4 | 电压输出 |
| 3 | 错误 |
| 2 | 允许操作 |
| 1 | 启动 |
| 0 | 准备启动 |

位 11 限位有效在硬件限位有效时会置位。

位 6 与 3~0 的组合代表的设备状态如表 3.13 所示。

表 3.13 位 6 与 3~0 的组合含义

| 位 6 与 3~0 组合 | 设备状态机状态 |
|---------------------|---------|
| xxxx,xxxx,x0xx,0000 | 未准备启动 |
| xxxx,xxxx,x1xx,0000 | 取消启动 |
| xxxx,xxxx,x01x,0001 | 准备启动 |
| xxxx,xxxx,x01x,0011 | 启动 |
| xxxx,xxxx,x01x,0111 | 允许操作 |
| xxxx,xxxx,x00x,0111 | 快速停止激活 |
| xxxx,xxxx,x0xx,1111 | 故障效应激活 |
| xxxx,xxxx,x0xx,1000 | 故障 |

x代表不受此位状态的影响。

位 13~12 及 8 在不同操作模式下的含义如表 3.14 所示。

表 3.14 位 13~12 及 8 不同模式下的含义

| 位 | 操作模式 | | | |
|----|-------------|-------------|-----------|----------------|
| | 协议位置模式 (PP) | 协议速度模式 (PV) | 原点模式 (HM) | 循环同步位置模式 (CSP) |
| 13 | 无效 | 无效 | 找原点错误 | 无效 |
| 12 | 无效 | 速度为 0 | 原点完成 | 跟随有效 |
| 8 | 非正常停止 | 无效 | 非正常停止 | 非正常停止 |

位 8 非正常停止一般在硬件限位或者减速停止状态下有效。

位 12 在同步模式(CSP)下指示为跟随主站的状态,若驱动器未使能或者不再跟随主站的指令,该位将无效。

3.5 同步运动模式

在同步运动模式下，主站进行轨迹规划并输出周期指令，驱动器按同步周期接收主站的规划指令，适合进行多轴的同步运动。DM3E 同步运动模式支持循环同步位置模式(CSP)。

DM3E 支持的同步周期为：**250 us, 500 us, 750us, 1000 us, 2000 us, 4000 us。**

3.5.1 循环同步位置模式(CSP)

3.5.1.1 功能描述

循环同步位置模式(CSP)下，轨迹规划在主站完成，DM3E 根据同步周期接收主站发送的位置信息，在同步信号到达时立即将位置信息输送到驱动执行，该模式下步进环路控制整体结构如图 3.5 所示。

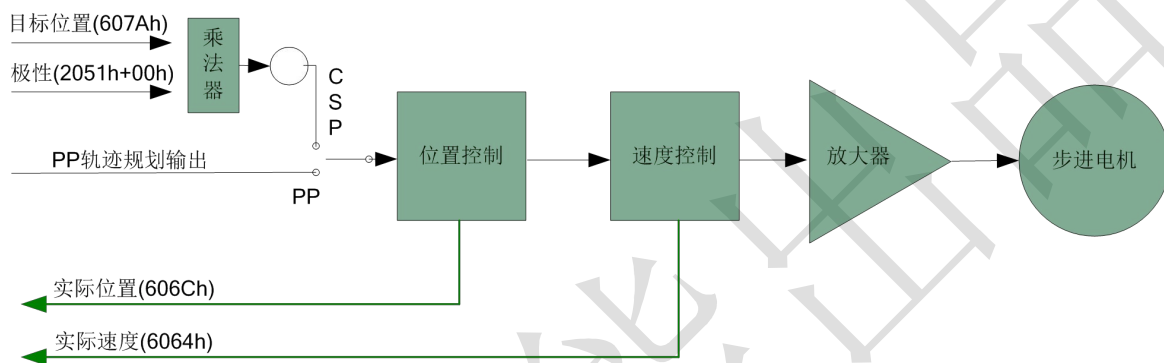


图 3.5 循环同步位置模式整体结构

图 3.5 中开关部分全选择为 CSP 后即循环同步模式整体结构；如果全选择为 PP，为协议位置模式下的结构，其详情参见 3.6.1 小节。

3.5.1.2 相关参数

基本参数对象(推荐配置的对象)

表 3.15 CSP 模式基本参数对象

| 数据方向*1) | 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|----------------------|----------|------|------|------|---------|
| 输出 (RXPDO) *1) | 6040-00h | 控制字 | U16 | RW | — |
| | 607A-00h | 目标位置 | I32 | RW | Uint |
| 输入 (TXPDO) | 6041-00h | 状态字 | U16 | RO | — |
| | 6064-00h | 实际位置 | I32 | RO | Uint |
| | 606C-00h | 实际速度 | I32 | RO | Uint /S |

*1) 数据方向是主站为参考对象的，输出为主站到从站，输入为从站到主站。

扩展参数对象

表 3.16 CSP 模式扩展参数对象

| 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|----------|--------|------|------|------|
| 603F-00h | 最近错误代码 | U16 | RO | — |
| 6060-00h | 操作模式 | I8 | RW | — |
| 6061-00h | 操作模式显示 | I8 | RO | — |
| 6062-00h | 内部指令位置 | I32 | RO | Uint |
| 606B-00h | 内部指令速度 | I32 | RO | Uint |
| 605A-00h | 快速停止代码 | I16 | RW | — |

| | | | | |
|----------|---------|-----|----|---------|
| 6085-00h | 快速停止减速度 | U32 | RW | Uint /S |
|----------|---------|-----|----|---------|

关于步进本身参数对应的对象和调试请参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》的位置模式章节。

3.5.1.3 CSP 模式下的控制字和状态字

CSP 模式下与控制模式相关的控制字(6040h)位 6~4 三位是无效的,如表 3.11 所列;用户只需按表 3.10 所列的命令操作此模式即可。

与 CSP 模式相关的状态字(6041h)13 和 12 位定义如表 3.14 所列。

3.6 非同步模式

在非同步运动模式下,主站只负责发送运动参数和控制命令;DM3E 步进驱动器在收到主站的运动启动命令后,将按主站发送的运动参数进行轨迹规划;这非同步运动模式下,每个电机轴之间的运动是异步的。DM3E 非同步运动模式包含协议位置模式(PP)、协议速度模式(PV)及原点模式(HM)。

3.6.1 协议位置模式(PP)

3.6.1.1 功能描述

从驱动器的功能设计而言,PP 与 CSP 模式的区别在于,PP 需要 DM3E 具有轨迹生成器的功能,所以 PP 在图 3.5 部分轨迹生成入口部分需要增加轨迹生成器;轨迹生成器的输入输出结构如图 3.8 所示。

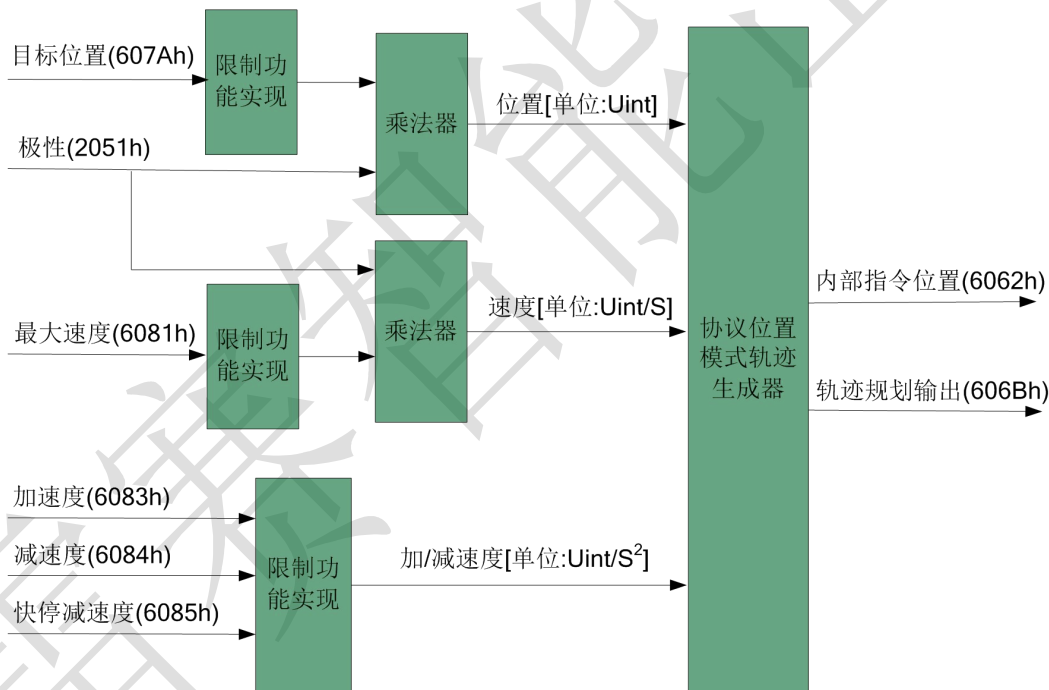


图 3.8 PP 模式的轨迹生成

3.6.1.2 相关参数

基本参数对象(推荐配置的对象)

表 3.21PP 模式基本参数对象

| 数据方向*1) | 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|---------------|----------|------|------|------|---------|
| 输出 (RXPDO) | 6040-00h | 控制字 | U16 | RW | — |
| | 607A-00h | 目标位置 | I32 | RW | Uint |
| | 6081-00h | 最大速度 | U32 | RW | Uint |
| | 6083-00h | 加速度 | I32 | RW | Uint /S |
| | 6084-00h | 减速度 | U32 | RW | Uint /S |
| 输入 | 6041-00h | 状态字 | U16 | RO | — |

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

| | | | | | |
|---------|----------|------|-----|----|---------|
| (TXPDO) | 6064-00h | 实际位置 | I32 | RO | Uint |
| | 606C-00h | 实际速度 | I32 | RO | Uint /S |

*1) 数据方向是主站为参考对象的，输出为主站到从站，输入为从站到主站。

扩展参数对象

表 3.22PP 模式扩展参数对象

| 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|----------|---------|------|------|---------|
| 603F-00h | 最近错误代码 | U16 | RO | — |
| 6060-00h | 操作模式 | I8 | RW | — |
| 6061-00h | 操作模式显示 | I8 | RO | — |
| 6062-00h | 内部指令位置 | I32 | RO | Uint |
| 606B-00h | 内部指令速度 | I32 | RO | Uint |
| 605A-00h | 快速停止代码 | I16 | RW | — |
| 6085-00h | 快速停止减速度 | U32 | RW | Uint /S |

关于步进本身参数对应的对象和调试请参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》的位置模式章节。

3.6.1.3 PP 模式下的控制字和状态字

PP 模式下与控制模式相关的控制字(6040h)位 6~4 三位如表 3.11 所列；用户需按表 3.10 和 3.11 所列的命令操作此模式。

与 PP 模式相关的状态字(6041h)13 和 12 位定义如表 3.14 所列。

3.6.2 协议速度模式(PV)

3.6.2.1 功能描述

PV 需要 DM3E 具有轨迹生成器的功能，所以 PV 在图 3.6 部分轨迹生成入口部分需要增加轨迹生成器；轨迹生成器的输入输出结构如图 3.9 所示。

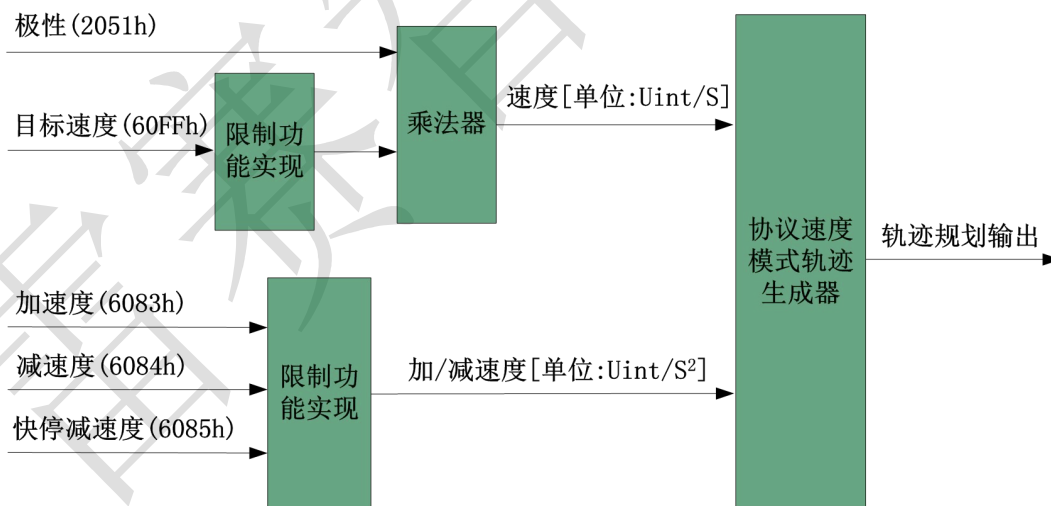


图 3.9 PV 模式的轨迹生成

图 3.9 中极性(2051h)设置请参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》旋转方向设定小节。

3.6.2.2 相关参数

基本参数对象(推荐配置的对象)

表 3.23PV 模式基本参数对象

| 数据方向*1) | 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|------------|----------|------|------|------|------|
| 输出 (RXPDO) | 6040-00h | 控制字 | U16 | RW | — |
| | 60FF-00h | 目标速度 | I32 | RW | Uint |

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

| | | | | | |
|---------------|----------|------|-----|----|---------|
| 输入 (TXPDO) | 6083-00h | 加速度 | I32 | RW | Uint /S |
| | 6084-00h | 减速度 | U32 | RW | Uint /S |
| | 6041-00h | 状态字 | U16 | RO | — |
| | 6064-00h | 实际位置 | I32 | RO | Uint |
| | 606C-00h | 实际速度 | I32 | RO | Uint /S |

*1) 数据方向是主站为参考对象的，输出为主站到从站，输入为从站到主站。

扩展参数对象

表 3.24PV 模式扩展参数对象

| 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|----------|---------|------|------|---------|
| 603F-00h | 最近错误代码 | U16 | RO | — |
| 6060-00h | 操作模式 | I8 | RW | — |
| 6061-00h | 操作模式显示 | I8 | RO | — |
| 605A-00h | 快速停止代码 | I16 | RW | — |
| 6085-00h | 快速停止减速度 | U32 | RW | Uint /S |

关于步进本身参数对应的对象和调试请参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》的速度模式章节。

3.6.2.3 PV 模式下的控制字和状态字

PV 模式下与控制模式相关的控制字(6040h)位 6~4 三位如表 3.11 所列；用户需按表 3.10 和 3.11 所列的命令操作此模式。

与 PV 模式相关的状态字(6041h)13 和 12 位定义如表 3.14 所列。

3.6.3 原点模式(HM)

3.6.3.1 功能描述

原点功能的实现方式与协议位置模式类似，并且属于位置模式的范畴，原点模式下的轨迹生成可参考协议位置模式(图 3.5 及 3.8)。

DM3E 步进系统支持 17~34,35/37 的回原点运动，DM3E 原点运动的输入输出运动参数如图 3.11 所示。

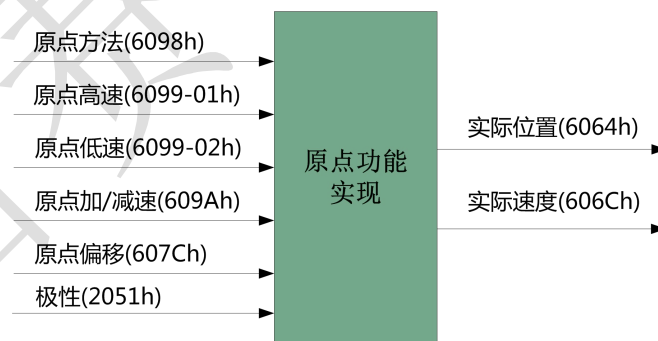


图 3.11 原点运动输入/出参数对象

一般来说，原点运动后，将该点作为机械原点。在此基础上进行其他模式的运动。

3.6.3.2 相关参数

基本参数对象(推荐配置的对象)

表 3.27HM 模式基本参数对象

| 数据方向*1) | 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|---------|----------|-----|------|------|----|
| 输出 | 6040-00h | 控制字 | U16 | RW | — |

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

| | | | | | |
|---------------|----------|-------|-----|----|----------------------|
| (RXPDO) | 6098-00h | 回原点方法 | I8 | RW | — |
| | 6099-01h | 原点快速 | U32 | RW | Uint /S |
| | 6099-02h | 原点慢速 | U32 | RW | Uint /S |
| | 609A-00h | 原点加速度 | U32 | RW | Uint /S ² |
| | 607C-00h | 原点偏移 | U32 | RW | Uint |
| 输入 (TXPDO) | 6041-00h | 状态字 | U16 | RO | — |
| | 6064-00h | 实际位置 | I32 | RO | Uint |
| | 606C-00h | 实际速度 | I32 | RO | Uint /S |

*1) 数据方向是主站为参考对象的，输出为主站到从站，输入为从站到主站。

扩展参数对象

表 3.28HM 模式扩展参数对象

| 索引+子索引 | 名称 | 数据类型 | 访问类型 | 单位 |
|----------|--------|------|------|------|
| 603F-00h | 最近错误代码 | U16 | RO | — |
| 6060-00h | 操作模式 | I8 | RW | — |
| 6061-00h | 操作模式显示 | I8 | RO | — |
| 6062-00h | 内部指令位置 | I32 | RO | Uint |
| 606B-00h | 内部指令速度 | I32 | RO | Uint |

关于步进本身参数对应的对象和调试请参考《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》的位置模式章节。

3.6.3.3 HM 模式下的控制字和状态字

HM 模式下与控制模式相关的控制字(6040h)位 6~4 三位如表 3.11 所列；用户需按表 3.10 和 3.11 所列的命令操作此模式。

与 HM 模式相关的状态字(6041h)13 和 12 位定义如表 3.14 所列。

3.6.3.4 HM 模式错误位触发条件(未对应)

原点模式下错误位指的是状态字位 13，其发生条件如表 3.29 所列。

表 3.29 HM 运动错误发生条件

| 触发条件 | 备注 |
|-------------------|---------------------|
| 检测到两个限位信号 | HM 运动中同时检测到正负限位信号 |
| 使用正限位的方法下负限位有效 | 原点方法 23~26 下负限位信号有效 |
| 使用负限位的方法下正限位有效 | 原点方法 27~30 下正限位信号有效 |
| 不使用限位信号的方法下限位信号有效 | 原点方法 19、20 下限位信号有效 |

3.6.3.5 HOME 动作

DM3E 系列驱动产品支持 17~34,35/37 的回原点方式，具体定义和回原点的过程如下描述。

方法 17:

此方法是检测负限位变化的位置。

如果在运动过程中正限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

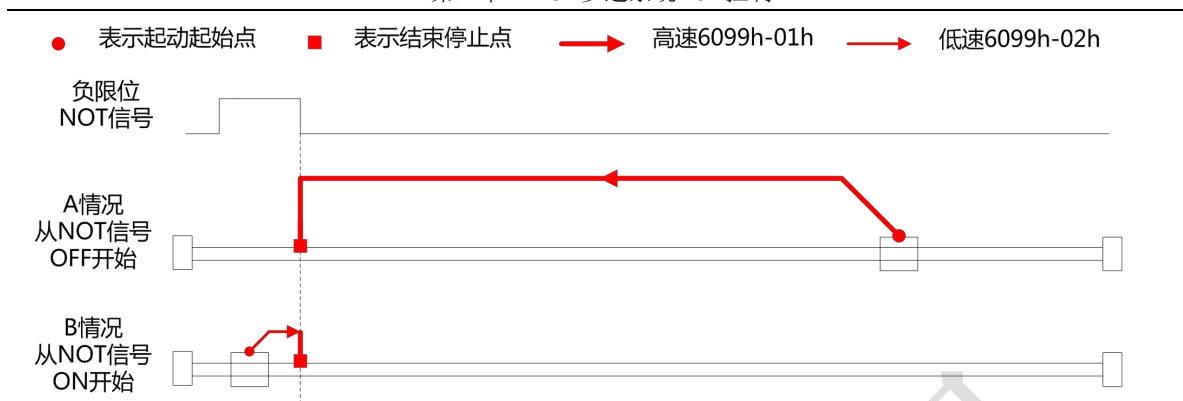


图 3.26 方法 17 图示

方法 18:

此方法是检测正限位变化的位置。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

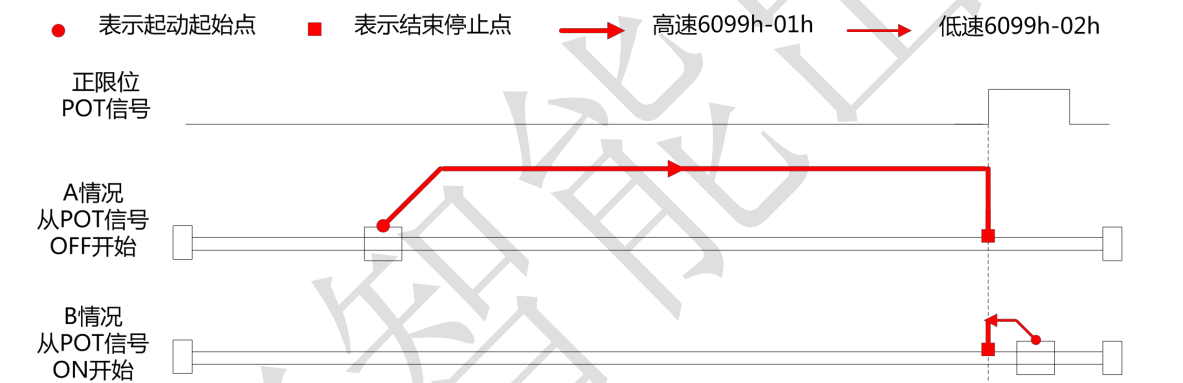


图 3.27 方法 18 图示

方法 19:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

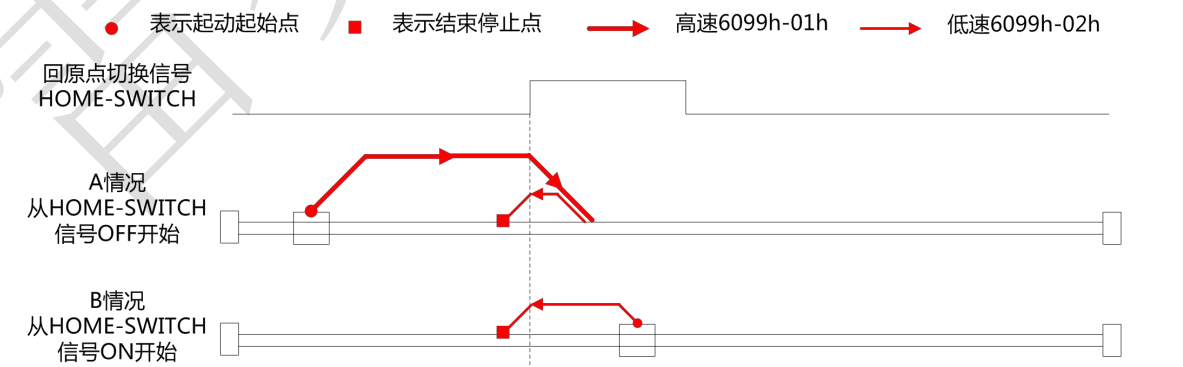


图 3.28 方法 19 图示

方法 20:

此方法是检测原点开关变化的位置。

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

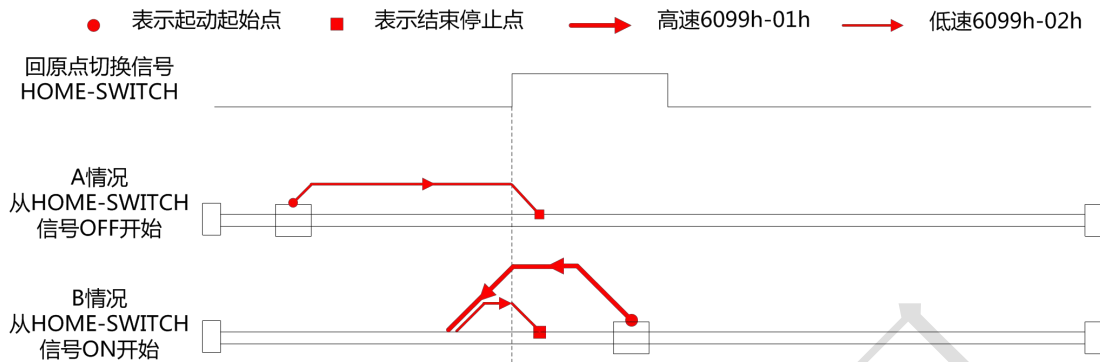


图 3.29 方法 20 图示

方法 21:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

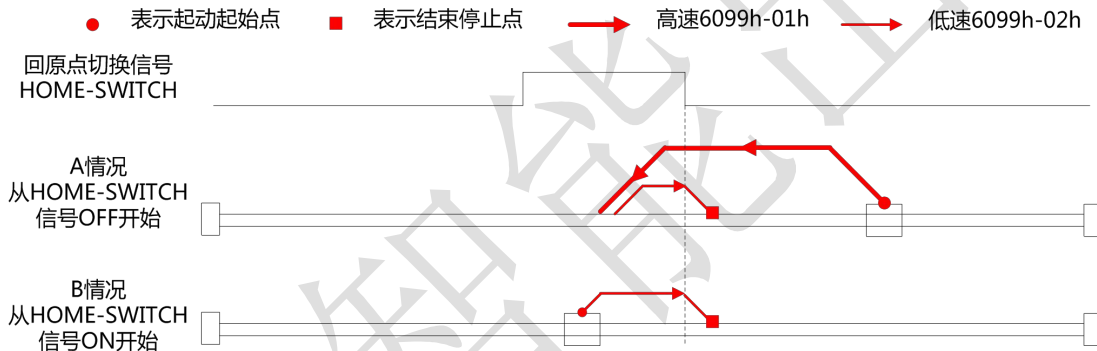


图 3.30 方法 21 图示

方法 22:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

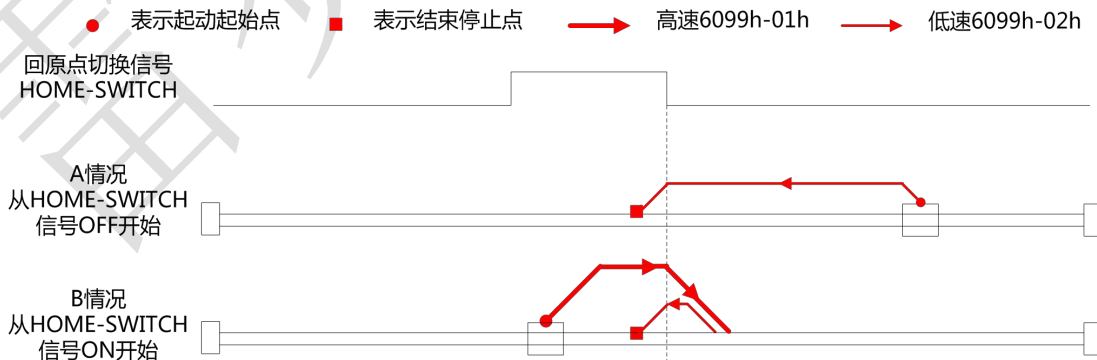


图 3.31 方法 22 图示

方法 23:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

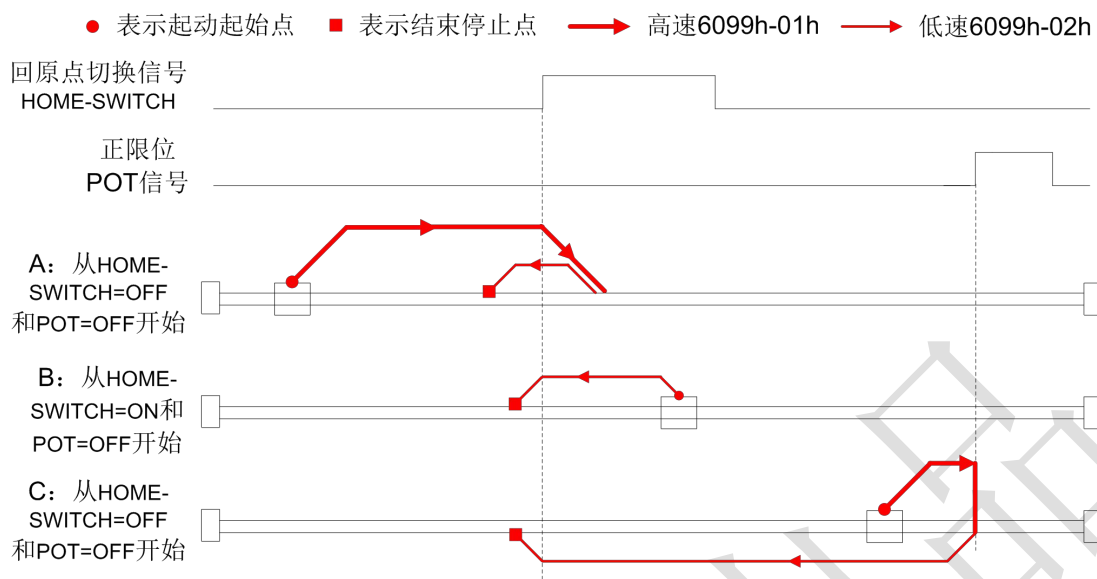


图 3.32 方法 23 图示

方法 24:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

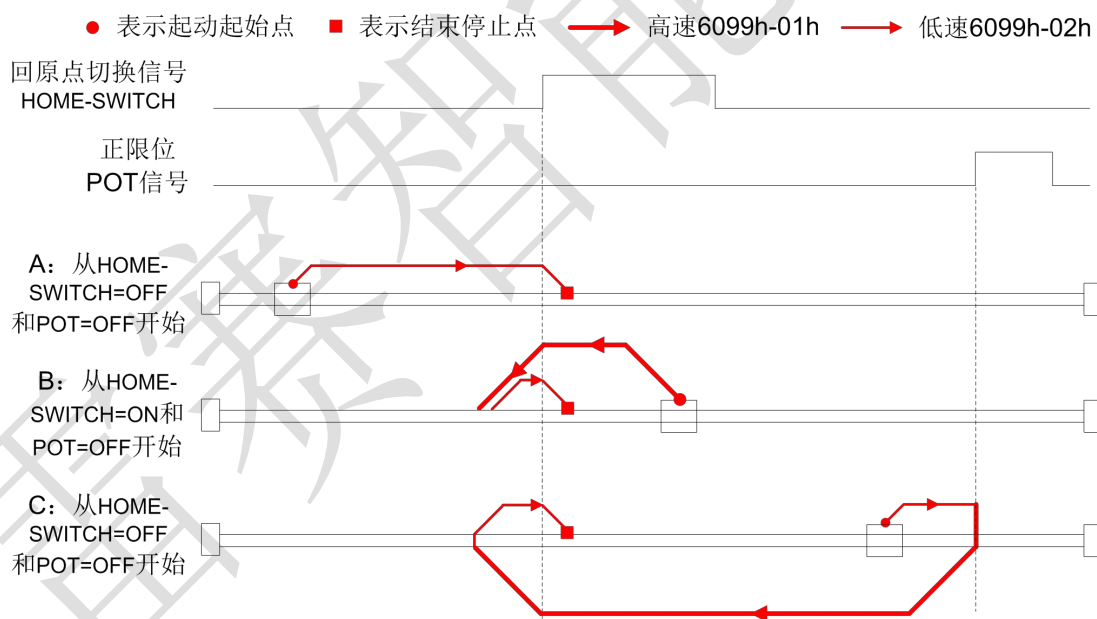


图 3.33 方法 24 图示

方法 25:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

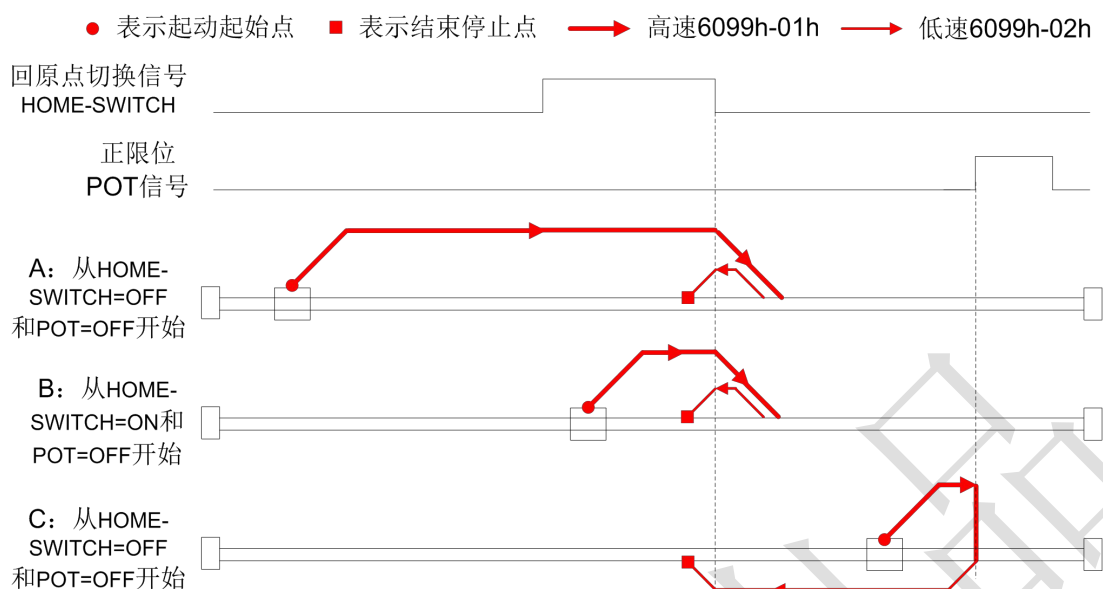


图 3.34 方法 25 图示

方法 26:

此方法是和方法 10 类似，不同的是，原点检测位置不是 Z 信号，而是原点开关变化的位置。如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

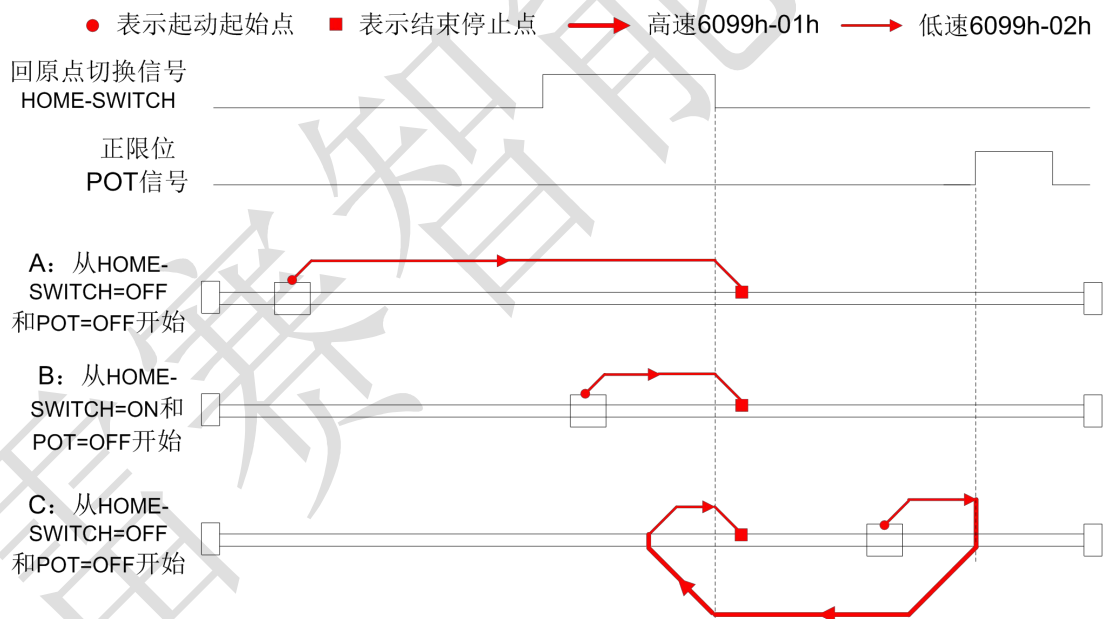


图 3.35 方法 26 图示

方法 27:

此方法是检测原点开关变化的位置。如果在运动过程中正限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

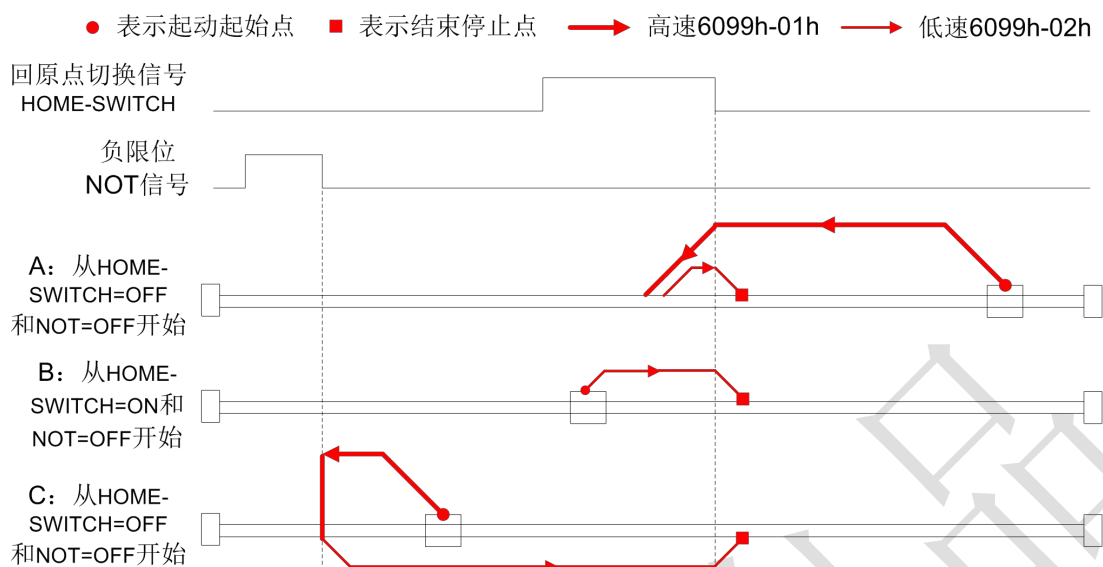


图 3.36 方法 27 图示

方法 28:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中正限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

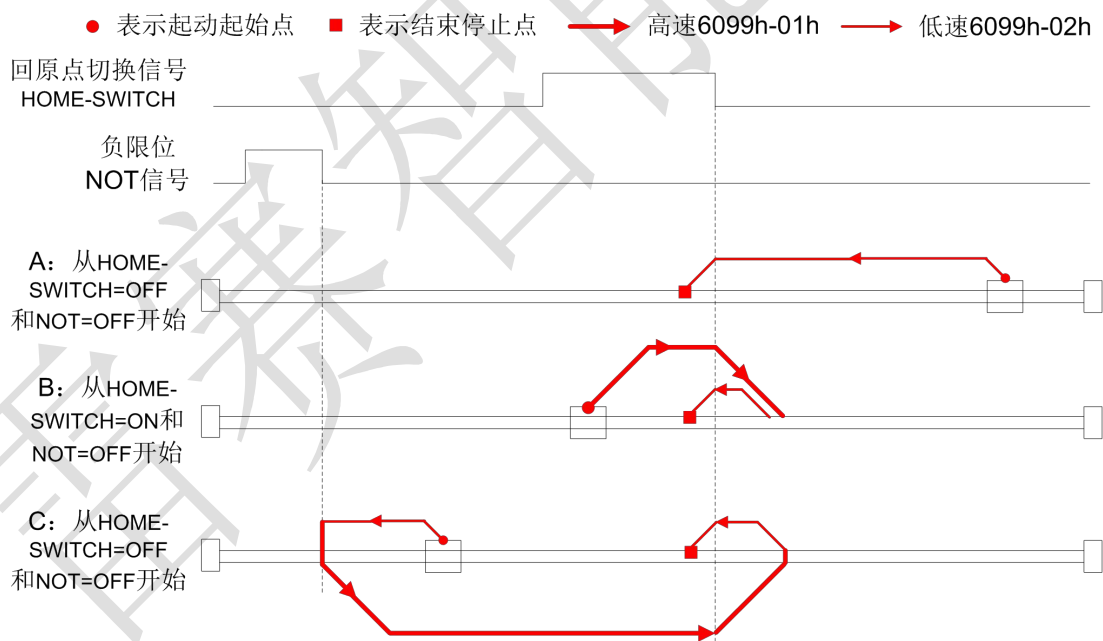


图 3.37 方法 28 图示

方法 29:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

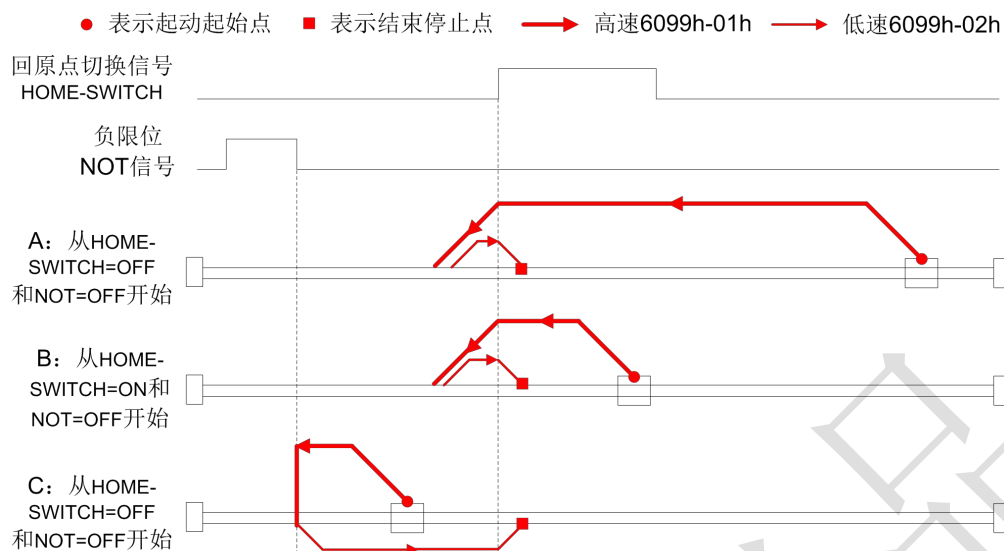


图 3.38 方法 29 图示

方法 30:

此方法是检测原点开关变化的位置。

如果在运动过程中负限位信号有效，状态字(6041h)位 13 将有效，表示原点运动错误，电机将立即停止。

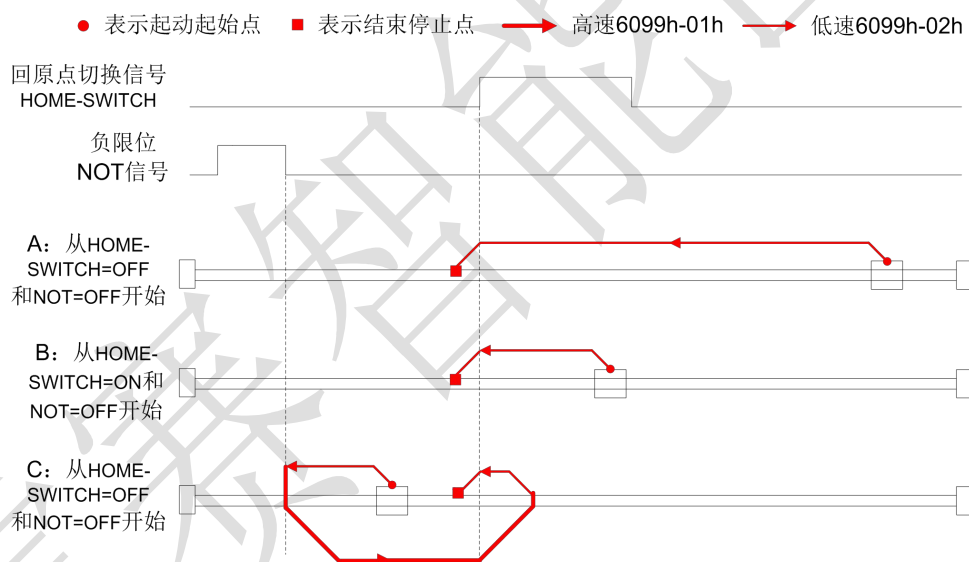


图 3.39 方法 30 图示

方法 35/37:

方法 35/37 是以当前点为原点，该方法下电机并不会旋转。

当利用该方法时，电机不需要使能，只需要将控制字(6041h)执行从 0 到 1 的过程即可。

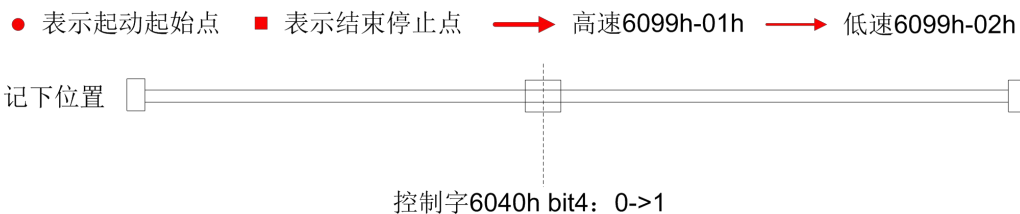
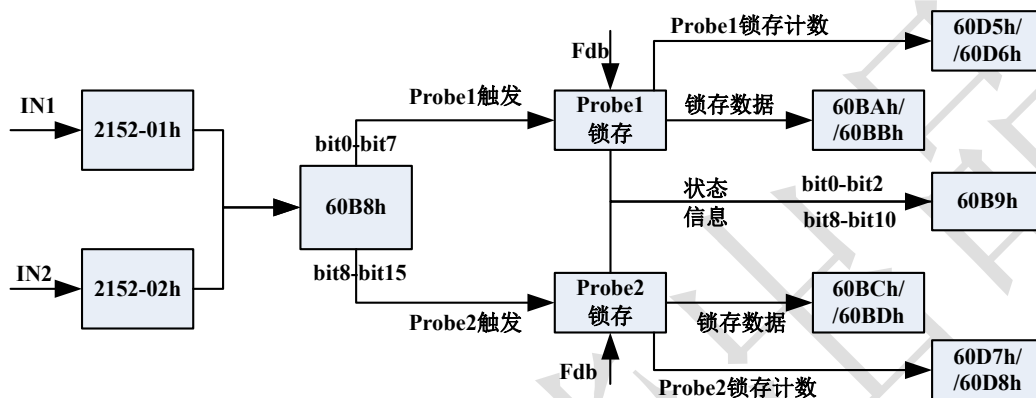


图 3.42 方法 35/37 图示

3.7 探针功能说明

探针功能是利用具有探针功能的输入信号来实现电机反馈锁存的功能。DM3E-556 驱动器支持两路输入 IO 定义为探针功能并可同时使用，可分别记录探针信号上升沿和下降沿对应的位置信息。探针 1 可以选择 IN1 或者 IN2 作为探针信号，探针 2 也可以选择 IN1 或者 IN2 作为探针信号。探针功能在 201,202 及以后的版本中均支持；

3.7.1 探针功能构成



使用 IN1 或者 IN2 作为探针功能时，使用请进行以下设置：

- a) 设置 IN1 或 IN2 探针 Probe1 功能（或 Probe2 功能），对应参数 0x2152-01h 或 0x2152-02h 为 32（或 64）；
- b) 设置 0x60B8 控制字（低 8 位控制 Probe1、高 8 位控制 Probe2），包括启动、时间模式，触发边沿等。

特别注意：

- (i) 使用 IN1 或者 IN2 作为探针触发信号时，IN 端子的逻辑设置必须与 60B8（探针功能）设置一致，否则，探针功能无效！
- (ii) 单次模式时，不可对同一 probe 同时设定上升沿和下降沿生效，但连续模式可以。
- (iii) IN1 和 IN2 同时设为同一 probe 时，若 IN1 和 IN2 输入时序相同的脉冲序列时，探针 probe 动作结果就相当于 IN1 或 IN2 输入时的情况；否则，探针 probe 动作结果是 IN1 和 IN2 边沿触发事件的叠加。

3.7.2 相关对象

| 索引 | 子索引 | 名称 | 访问 | 数据类型 | 单位 | 设定访问 | 默认值 |
|-------|-----|--------------|----|--------|------|------------------------|-----|
| 2152h | 01h | IN1 功能设置 | RW | Uint16 | —— | 0~32768 | 1 |
| | 02h | IN2 功能设置 | RW | Uint16 | —— | 0~32768 | 2 |
| 60B8h | 00h | 探针功能 | RW | Uint16 | —— | 0-65535 | 0 |
| 60B9h | 00h | 探针状态 | RO | Uint16 | —— | 0-65535 | 0 |
| 60BAh | 00h | 探针 1 上升沿锁存位置 | RO | int32 | 指令单位 | -2147483648~2147483647 | 0 |
| 60BBh | 00h | 探针 1 下降沿锁存位置 | RO | int32 | 指令单位 | -2147483648~2147483647 | 0 |
| 60BCh | 00h | 探针 2 上升沿锁存位置 | RO | int32 | 指令单位 | -2147483648~2147483647 | 0 |
| 60BDh | 00h | 探针 2 下降沿锁存位置 | RO | int32 | 指令单位 | -2147483648~2147483647 | 0 |
| 60D5h | 00h | 探针 1 上升沿触发计数 | RO | Uint16 | —— | 0~32768 | 0 |

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

| | | | | | | | |
|-------|-----|--------------|----|--------|----|---------|---|
| 60D6h | 00h | 探针 1 下降沿触发计数 | RO | Uint16 | —— | 0~32768 | 0 |
| 60D7h | 00h | 探针 2 上升沿触发计数 | RO | Uint16 | —— | 0~32768 | 0 |
| 60D8h | 00h | 探针 2 下降沿触发计数 | RO | Uint16 | —— | 0~32768 | 0 |

3.7.3 IN1 或 IN2 引脚功能设置

对应参数：2152-01h/2152-02h

| | | | | | | |
|----|-----|-----|----|-----|--------|--------|
| 1 | 2 | 4 | 8 | 16 | 32 | 64 |
| 原点 | 左限位 | 右限位 | 急停 | 自定义 | Probe1 | Probe2 |

3.7.4 设定探针功能控制

对应参数：60B8h

| bit | value | note | |
|-----|-------|----------|------------|
| 0 | 0 | 探针 1 不使能 | 探针 1 执行/停止 |
| | 1 | 探针 1 使能 | |
| 1 | 0 | 单次模式 | 时间模式选择 |
| | 1 | 连续模式 | |
| 2 | - | reserved | 保留 |
| 3 | - | reserved | 保留 |
| 4 | 0 | 上升沿不使能 | 上升沿选择 |
| | 1 | 上升沿使能 | |
| 5 | 0 | 下降沿不使能 | 下降沿选择 |
| | 1 | 下降沿使能 | |
| 6 | - | reserved | 保留 |
| 7 | - | reserved | 保留 |
| 8 | 0 | 探针 2 不使能 | 探针 2 执行/停止 |
| | 1 | 探针 2 使能 | |
| 9 | 0 | 单次模式 | 时间模式选择 |
| | 1 | 连续模式 | |
| 10 | - | reserved | 保留 |
| 11 | - | reserved | 保留 |
| 12 | 0 | 上升沿不使能 | 上升沿选择 |
| | 1 | 上升沿使能 | |
| 13 | 0 | 下降沿不使能 | 下降沿选择 |
| | 1 | 下降沿使能 | |
| 14 | - | reserved | 保留 |
| 15 | - | reserved | 保留 |

3.7.5 探针动作状态

对应参数：60B9h

| bit | value | note |
|-----|-------|----------|
| 0 | 0 | 探针 1 未动作 |

第三章 DM3E 步进系统 402 控制

| | | |
|-------|---|----------------|
| | 1 | 探针 1 动作中 |
| 1 | 0 | 上升沿 probe1 未完成 |
| | 1 | 上升沿 probe1 已完成 |
| 2 | 0 | 下降沿 probe1 未完成 |
| | 1 | 下降沿 probe1 已完成 |
| 3-5 | - | 保留 |
| 6-7 | - | 保留 |
| 8 | 0 | 探针 2 未动作 |
| | 1 | 探针 2 动作中 |
| 9 | 0 | 上升沿 probe2 未完成 |
| | 1 | 上升沿 probe2 已完成 |
| 10 | 0 | 下降沿 probe2 未完成 |
| | 1 | 下降沿 probe2 已完成 |
| 11-13 | - | 保留 |
| 14-15 | - | 保留 |

3.7.6 锁存数据寄存器

对应参数：60BAh/60BBh/60BCh/60BDh

| 对象字典 | 描述 |
|-------|-------------------|
| 60BAh | 表示探针 1 上升沿锁存的位置信息 |
| 60BBh | 表示探针 1 下降沿锁存的位置信息 |
| 60BCh | 表示探针 2 上升沿锁存的位置信息 |
| 60BDh | 表示探针 2 下降沿锁存的位置信息 |

3.7.7 锁存计数寄存器

对应参数：60D5h/60D6h/60D7h/60D8h

| 对象字典 | 描述 |
|-------|-----------------------|
| 60D5h | 表示一次连续模式时探针 1 上升沿锁存计数 |
| 60D6h | 表示一次连续模式时探针 1 下降沿锁存计数 |
| 60D7h | 表示一次连续模式时探针 2 上升沿锁存计数 |
| 60D8h | 表示一次连续模式时探针 2 下降沿锁存计数 |

3.7.8 探针动作的起动

探针功能控制参数 60B8h 的 bit0/bit8 从"0(停止)→1(起动)"变化的时间下, 获取各种设定条件(60B8h: bit1~7/bit9~15), 起动探针动作。

各种设定条件的变更有效, 请 bit0/bit8 返回一次"0(停止)", 然后再次到"1(起动)"。

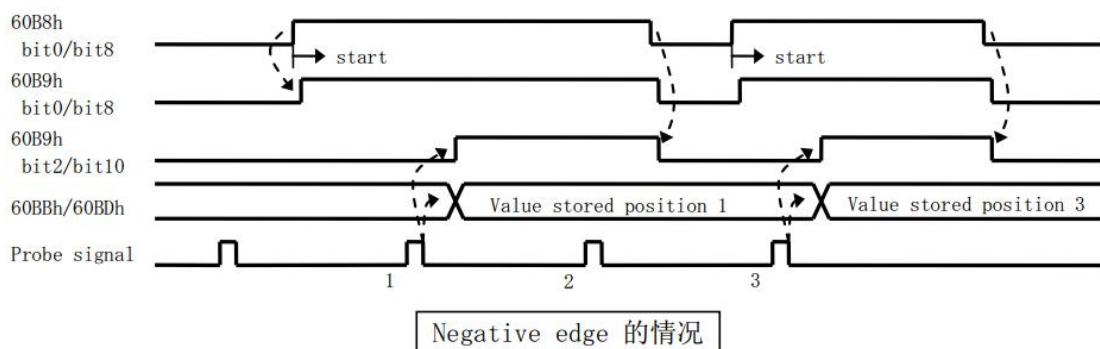
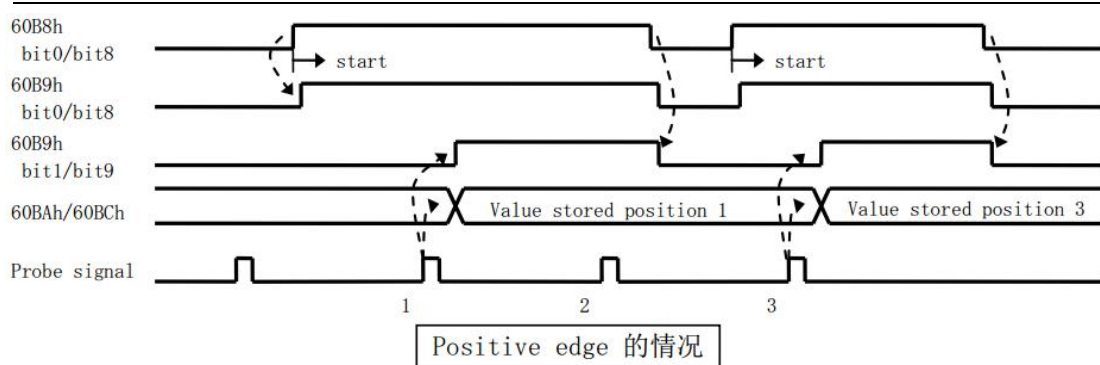
3.7.9 探针时间模式

根据 60B8h 的 bit1/bit9(时间模式选择), 可以选择"0(单次模式)"、"1(连续模式)"。

(1) 单次模式时:

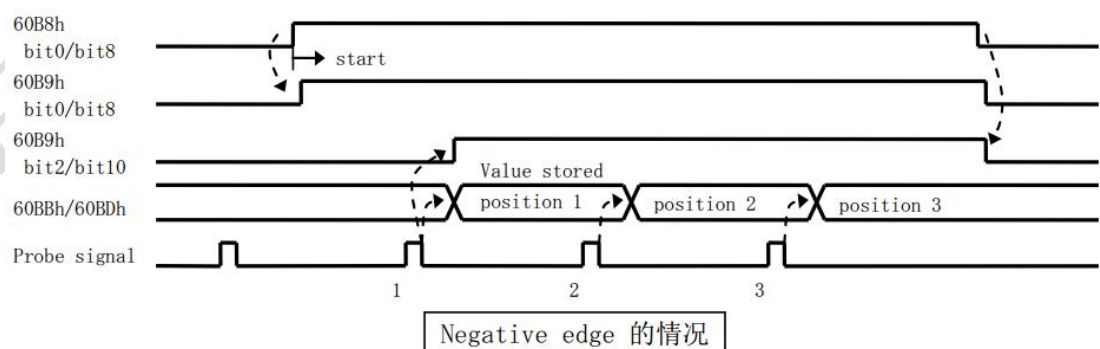
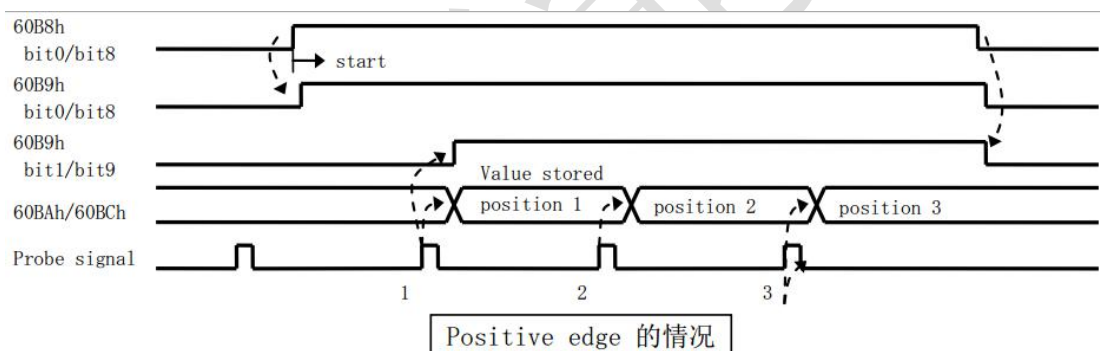
起动后, 只在第一次的触发信号下进行锁存的模式。为了再次锁存位置值, 有必要再次起动探针动作, 即将 bit0/bit8 先置"0(停止)", 然后再置"1(起动)"的动作。时序图如下:

第三章 DM3E 步进系统 402 控制



(2) 连续模式时:

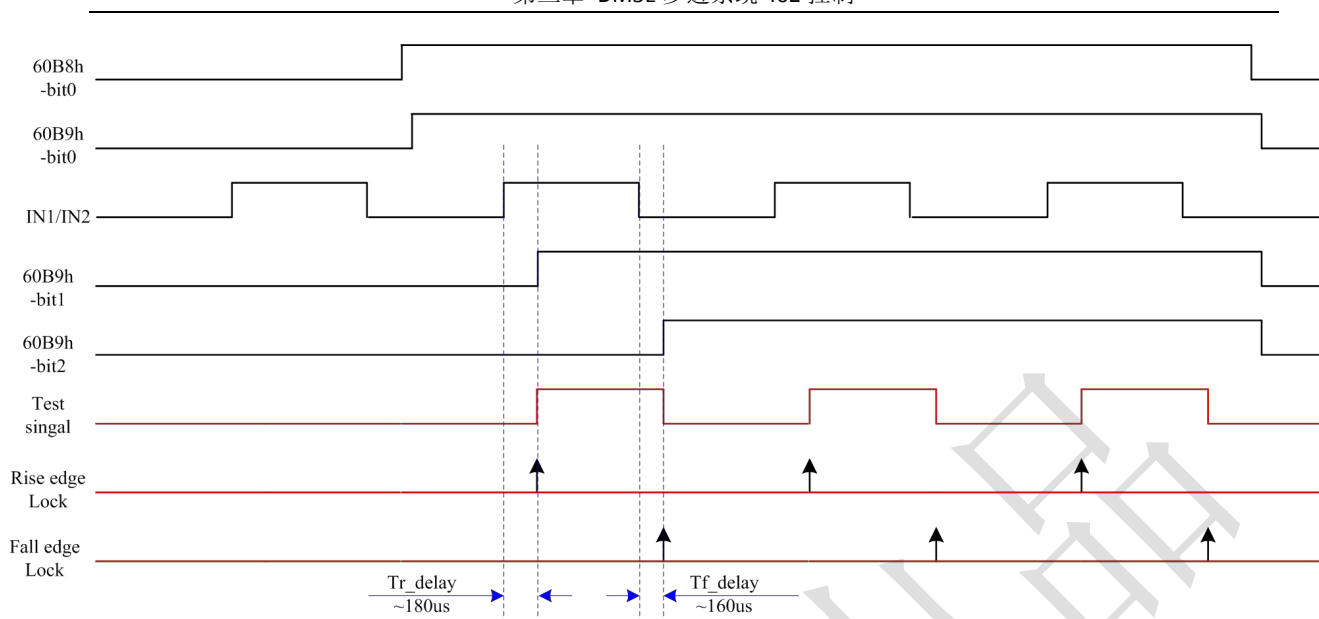
启动后，每次检出触发信号都进行锁存的模式。获取的值，被保持到下次的触发信号。不需要再次设置探针启动动作。时序图如下:



3.7.10 探针动作时延

以 Probe1 为例，说明连续模式下、上升沿、下降沿同时使能的时延情况。

第三章 DM3E 步进系统 402 控制



IN1/IN2 引脚滤波时间设为最小值 (50us) 时, 测得上升沿锁存时延约 180us、下降沿锁存时延约 160us。下降沿触发锁存比上升沿触发锁存略小一点, 主要是光耦后端电容充放电过程的时延差异导致的。

3.7.11 探针其他状态指示

可通过对象 60FDh 观测探针动作是否触发完成。

| 60FDH | Bit 26 | Bit 27 |
|-------|-----------|-----------|
| | 探针 1 触发标志 | 探针 2 触发标志 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

当 DM3E 发生网络故障时，ERR 状态指示灯也会有相应的指示，另外，对象字典 1001h、603Fh 符合 CIA/IEC 规格的错误信息会通过紧急报文发送到主站，主站通过紧急报文或者这两个对象字典的错误代码可以确定具体故障。

4.1 故障指示对象字典对象

对象字典 1001h 为 CIA 规范错误寄存器，其结构定义如表 4.1 所列。

表 4.1 1001h 对象定义

| | |
|--------|-------|
| 索引 | 1001h |
| 子索引 | 00h |
| 名称 | 错误寄存器 |
| 对象类型 | Var |
| 数据类型 | U8 |
| 访问属性 | RO |
| PDO 映射 | 可映射 |
| 值范围 | |
| 默认值 | 0 |

1001h 内容的定义如 4.2 表所列。

表 4.2 1001h 内容位定义

| 位 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 0 |
|----|--------|----|----------|------|------|------|------|------|
| 含义 | 厂商定义错误 | 保留 | 402 规则错误 | 通讯错误 | 温度错误 | 电压错误 | 电流错误 | 一般错误 |

603Fh 显示符合 IEC 61800 规格的错误码，其结构定义如表 4.3 所列

表 4.3 603Fh 对象定义

| | |
|--------|-------|
| 索引 | 603Fh |
| 子索引 | 00h |
| 名称 | 错误代码 |
| 对象类型 | Var |
| 数据类型 | U16 |
| 访问属性 | RO |
| PDO 映射 | 可映射 |
| 值范围 | |
| 默认值 | 0 |

当 DM3E 发生故障时，603Fh 对象能匹配唯一的错误代码，用户可根据 603Fh 的内容确定故障的具体信息。

4.2 故障关联一览

当 DM3E 发生故障时，通讯 LED 状态、1001h 对象及 603Fh 对象的关联性如表 4.4 所列。

表 4.4 故障关联表

| 代码 *1) | 1001h 对象 *2) | 603Fh 对象 *2) | 含义 | 报警灯闪烁次数 |
|--------|--------------|--------------|-------------|---------|
| 0x0a0 | 0x03 | 0x3131 | A 相运放故障 | 12 |
| 0x0a1 | 0x03 | 0x3132 | B 相运放故障 | 12 |
| 0x0c0 | 0x05 | 0x3110 | 母线过压故障 | 2 |
| 0x0e0 | 0x03 | 0x2200 | 过流故障 | 1 |
| 0x1a0 | 0x21 | 0x8400 | 指令超速故障 | 5 |
| 0x240 | 0x01 | 0x5530 | EEPROM 错误故障 | 8 |

*1) 报警代码可以在 3FFE 对象中指示，指示为历史报警

*2) 1001h 和 603Fh 指示当前报警状态，其中 603Fh 指示的为 IEC 61800 规格的错误码；1001h 指示的为 CIA 规格的错误码。

*3) ERROR LED 显示规格参考 2.6.2 节。

注：当步进存在多个报警时，DM3E 关联的所有故障选项都将更新到最新的报警状态。

4.3 网络故障详情及原因

本节仅详细介绍与网络相关的故障，与驱动相关的报警详情可见《步进驱动器—DM3E 系列产品功能手册》的相关章节。

4.3.1 未知错误

| | |
|--------------|----------------------------|
| 故障产生可能原因 | ESM 状态机转换失败 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0001 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| ERROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF0C |
| 处理 | 确认网络连接及主站 ESM 转换次序 |

4.3.2 内存溢出

| | |
|----------|------------|
| 故障产生可能原因 | CPU 申请内存失败 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|--------------|----------------------------|
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0002 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 常亮 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0x5510 |
| 处理 | 确认 DM3E 硬件是否存在故障 |

4.3.3 无效的 ESM 转换请求

| | |
|--------------|---|
| 故障产生可能原因 | DM3E 接收到 ESM 无法转换请求，即 2.3 节状态转换图之外的转换请求 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0011 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xA000 |
| 处理 | 确认主站发送的转换信息是否恰当 |

4.3.4 未知的 ESM 转换请求

| | |
|--------------|--|
| 故障产生可能原因 | DM3E 接收到 ESM 所有状态以外的转换请求，即 2.3 节状态转换图之外的转换状态 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0012 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF0F |
| 处理 | 确认主站发送的转换信息 |

4.3.5 引导状态请求保护

| | |
|----------|-------------------|
| 故障产生可能原因 | DM3E 接收到引导状态的转换请求 |
|----------|-------------------|

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|--------------|------------------------|
| 可检测错误的状态 | 初始化转换到引导 |
| 结果状态 | 初始化 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0013 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 快闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF09 |
| 处理 | 确认 DM3E 软件版本是否支持该状态的转换 |

4.3.6 引导状态无效的邮箱配置

| | |
|--------------|-----------------------|
| 故障产生可能原因 | 当前配置无法支持引导状态下的动作 |
| 可检测错误的状态 | 初始化转换到引导 |
| 结果状态 | 初始化 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0015 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF12 |
| 处理 | 确认 DM3E 软件版本是否支持该状态动作 |

4.3.7 无效的邮箱同步管理器配置

| | |
|--------------|--|
| 故障产生可能原因 | 邮箱同步管理器配置无效 |
| 可检测错误的状态 | 预操作 |
| 结果状态 | 初始化 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0016 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF10 |
| 处理 | 1、确认 DM3E 的 XML 是否与软件版本相符 2、ESC 故障，请与维修联系 |

4.3.8 无有效的输入数据

| | |
|----------|----------------|
| 故障产生可能原因 | 输入数据无更新超过 1 秒 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|--------------|----------------------------------|
| | 作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0018 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 双闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0x8210 |
| 处理 | 1、确认当前 TXPDO 是否都无效 2、确认主站同步配置 |

4.3.9 无有效的输出数据

| | |
|--------------|----------------------------------|
| 故障产生可能原因 | 输出数据无更新超过 1 秒 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0019 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 双闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0x8210 |
| 处理 | 1、确认当前 RXPDO 是否都无效 2、确认主站同步配置 |

4.3.10 同步错误

| | |
|--------------|--------------------------------|
| 故障产生可能原因 | RXPDO 和 DC 更新次序故障或其一未按同步周期更新 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x001A |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 单闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF02 |
| 处理 | 1、确认 RXPDO 是否全无效 2、确认主站同步配置 |

4.3.11 PDO 看门狗超时

| | |
|----------|---------------------|
| 故障产生可能原因 | 在 OP 状态下 RXPDO 更新超时 |
| 可检测错误的状态 | 操作 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|--------------|---------------------------------------|
| 结果状态 | 安全操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x001B |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 双闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF06 |
| 处理 | 1、确认 DM3E 的网络，是否断线 2、确定 RXPDO 更新时间 |

4.3.12 无效的同步管理器类型

| | |
|--------------|--|
| 故障产生可能原因 | 同步管理器配置了以下之外的类型： 1、邮箱输出 2、邮箱输入 3、过程数据输出 4、过程数据输入 |
| 可检测错误的状态 | 预操作 |
| 结果状态 | 初始化 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x001C |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF0D |
| 处理 | 确认 DM3E 的 XML 文件是否和程序版本一致 |

4.3.13 无效的输出配置

| | |
|--------------|--|
| 故障产生可能原因 | 过程数据输出同步管理器配置无效 |
| 可检测错误的状态 | 预操作 |
| 结果状态 | 初始化 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x001D |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF13 |
| 处理 | 1、确认 DM3E 同步管理器配置 2、确认 XML 文件与程序版本一致性 |

4.3.14 无效的输入配置

| | |
|--------------|--|
| 故障产生可能原因 | 过程数据输入同步管理器配置无效 |
| 可检测错误的状态 | 预操作 |
| 结果状态 | 初始化 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x001E |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF14 |
| 处理 | 1、确认 DM3E 同步管理器配置 2、确认 XML 文件与程序版本一致性 |

4.3.15 等待 ESM 初始状态

| | |
|--------------|------------------|
| 故障产生可能原因 | DM3E 等待主站发送初始化请求 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 保持当前状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0021 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF15 |
| 处理 | 确认主站发送的转换请求 |

4.3.16 等待 ESM 预操作状态

| | |
|--------------|------------------|
| 故障产生可能原因 | DM3E 等待主站发送预操作请求 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作、操作 |
| 结果状态 | 保持当前状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0022 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF16 |
| 处理 | 确认主站发送的转换请求 |

4.3.17 等待 ESM 安全操作状态

| | |
|--------------|-------------------|
| 故障产生可能原因 | DM3E 等待主站发送安全操作请求 |
| 可检测错误的状态 | 操作 |
| 结果状态 | 保持当前状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0023 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF17 |
| 处理 | 确认主站发送的转换请求 |

4.3.18 无效过程数据输入映射

| | |
|--------------|------------------|
| 故障产生可能原因 | TXPDO 配置了不可映射的对象 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作 |
| 结果状态 | 预操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0024 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF18 |
| 处理 | 重新配置 TXPDO 的映射对象 |

4.3.19 无效过程数据输出映射

| | |
|--------------|------------------|
| 故障产生可能原因 | RXPDO 配置了不可映射的对象 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作 |
| 结果状态 | 预操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0025 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF19 |
| 处理 | 重新配置 RXPDO 的映射对象 |

4.3.20 不支持同步模式

| | |
|------------|-------------|
| 故障产生可能原因 | 当前配置不支持同步模式 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作 |
| 结果状态 | 预操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0028 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|--------------|-------------------------------|
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 单闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF02 |
| 处理 | 1、确认 DM3E 软件版本 2、确定 XML 版本 |

4.3.21 输入和输出更新超时

| | |
|--------------|--|
| 故障产生可能原因 | RXPDO 和 TXPDO 更新超时 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 低于安全操作保持当前状态，操作状态切换到安全操作状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x002B |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF1A |
| 处理 | 1、确认当前 RXPDO 和 TXPDO 是否都无效 2、确认主站同步配置 |

4.3.22 致命的同步错误

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| 故障产生可能原因 | DC 看门狗超时 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作、操作 |
| 结果状态 | 安全操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x002C |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x81 |
| 603Fh 对象数据 | 0Xff20 |
| 处理 | 1、确认 DM3E 硬件是否存在故障 2、确认 DC 设定及延时 |

4.3.23 无同步错误

| | |
|----------|------|
| 故障产生可能原因 | 同步无效 |
| 可检测错误的状态 | 操作 |
| 结果状态 | 安全操作 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|--------------|---|
| ESC 寄存器状态码 | 0x002D |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 单闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF01 |
| 处理 | 1、确认有无发生“致命的同步错误” 2、确认主站同步配置 3、主站同步故障是否发生 |

4.3.24 同步周期过小

| | |
|--------------|-------------------|
| 故障产生可能原因 | 主站同步周期设置小于 250 微秒 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作 |
| 结果状态 | 预操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x002E |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF03 |
| 处理 | 确认主站设置的同步周期 |

4.3.25 无效的 DC 同步配置

| | |
|--------------|-------------|
| 故障产生可能原因 | 同步模式下同步设置无效 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作 |
| 结果状态 | 预操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0030 |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 慢闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF1B |
| 处理 | 确认主站同步配置 |

4.3.26 DC 锁相环故障

| | |
|--------------|------------|
| 故障产生可能原因 | DC 锁相环设置无效 |
| 可检测错误的状态 | 安全操作、操作 |
| 结果状态 | 安全操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0032 |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 单闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF05 |

第四章 DM3E 网络故障诊断及处理

| | |
|----|-------------------|
| 处理 | 确认主站 DC 设定及网络传输延迟 |
|----|-------------------|

4.3.27 无效的 DC 同步周期

| | |
|--------------|---|
| 故障产生可能原因 | 同步周期设置不为以下项： 1: 250us 2: 500us 3: 750us 4: 1000us 5: 2000us 6: 4000us |
| 可检测错误的状态 | 安全操作 |
| 结果状态 | 预操作 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0036 |
| 何种同步模式可发生 | 分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 单闪 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF04 |
| 处理 | 确认主站设置的同步周期 |

4.3.28 EEPROM 无法访问

| | |
|--------------|--------------------------------------|
| 故障产生可能原因 | ESC 的 EEPROM 访问失败 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 保持当前状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0050 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 快闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF0A |
| 处理 | 1、确认 DM3E 硬件是否存在故障 2、确认主站是否释放了访问权 |

4.3.29 EEPROM 错误

| | |
|--------------|-------------------|
| 故障产生可能原因 | ESC 的 EEPROM 操作失败 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 保持当前状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0051 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 快闪烁 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF0B |
| 处理 | 确认主站是否释放了访问权 |

4.3.30 硬件未准备好

| | |
|--------------|------------------|
| 故障产生可能原因 | 数据链路故障 |
| 可检测错误的状态 | 全部 ESM 状态 |
| 结果状态 | 保持当前状态 |
| ESC 寄存器状态码 | 0x0052 |
| 何种同步模式可发生 | 自由运行、分布时钟 |
| EEROR LED 状态 | 常亮 |
| 1001h 对象数据 | 0x11 |
| 603Fh 对象数据 | 0xFF1C |
| 处理 | 确认 DM3E 硬件是否存在故障 |

4.4 故障清除

4.4.1 驱动报警清除

如果是可以清除的驱动器报警，通过以下办法。

- A、向对象字典对象 4000h 写 1，清除当前报警。
- B、6040h 对象的位 7 通过设定 0→1 切换 402 状态机从错误(Fault)到初始化完成，无故障(Switch on disabled)。

4.4.2 通讯报警清除

DM3E 通讯相关的报警都为可清除的报警，也不会保存到历史记录中。

通讯报警清除和驱动器报警清除类似，先清除本身的报警，再转换 402 状态机；但前者与驱动报警清除有很大区别，通讯报警主要依靠主站的寄存器清除，其遵循以下流程。

- A、主站写 DM3E 的 ESC 控制寄存器 0x120 寄存器位 4(错误应答位)为 1。
 - B、直到 DM3E 的 ESC 状态码寄存器 0x134~0x135 反馈为 0，通讯报警即可解除。
- 然后和驱动报警清除的第二个步骤一样，6040h 对象的位 7 通过设定 0→1 切换 402 状态机从错误(Fault)到取消启动(Switch on disabled)。

附录 A 对象字典一览表

| 对象字典地址 | 参数名称 | 属性 | 出厂默认参数 | 参数可设置范围 | 说明 |
|------------|--------------|-------|------------|---------------|---|
| 1000+00 | 设备类型 | R | 0x00040192 | | 与 CIA 规则一致 |
| 1001+00 | 错误寄存器 | R | 0 | | Bit Meaning 0 : generic error 1 : current 2 : voltage 3: temperature 4: communication error (overrun, error state) 5: device profile specific 6:Reserved (always 0) 7:manufacturer specific |
| 1008+00 | 设备名称 | R | DM3E-556 | | |
| 1009+00 | 硬件版本 | R | V1.0 | | |
| 100A+00 | 软件版本 | R | V1.0 | | |
| 1010+04 | 厂商参数保存 | R/W | 0 | | 发 0x65766173, 保存参数 |
| 1010+04 | 厂商参数恢复 | R/W | 0 | | 发 0x64616f6c, 恢复出厂值 |
| 1018+01 | 厂商 ID | R | 0x00004321 | | |
| 1018+02 | 产品代码 | R | 0x00008100 | | |
| 1018+03 | 修改编码 | R | 0x00000001 | | |
| 1018+04 | 序列号 | R | 0x00000001 | | |
| 1600+01~08 | RXPDO 映射对象 1 | R/W | | | 可配置的对象字典索引+子索引 |
| 1601+01~08 | RXPDO 映射对象 2 | R/W | | | 可配置的对象字典索引+子索引 |
| 1602+01~08 | RXPDO 映射对象 3 | R/W | | | 可配置的对象字典索引+子索引 |
| 1603+01~08 | RXPDO 映射对象 4 | R/W | | | 可配置的对象字典索引+子索引 |
| 1A00+01~08 | TXPDO 映射对象 1 | R/W/S | | | 可配置的对象字典索引+子索引 |
| 1A01+01~08 | TXPDO 映射对象 2 | R/W/S | | | 可配置的对象字典索引+子索引 |
| 1C00+01 | 邮箱输出类型 | R | 1 | | |
| 1C00+02 | 邮箱输入类型 | R | 2 | | |
| 1C00+03 | 过程数据输出类型 | R | 3 | | |
| 1C00+04 | 过程数据输入类型 | R | 4 | | |
| 1C12+00 | RXPDO 分配 | RW | 0x1600 | 0x1600~0x1603 | |
| 1C13+00 | TXPDO 分配 | RW | 0x1A00 | 0x1A00~0x1A01 | |
| 地址 | 参数名称 | 属性 | 出厂默认参数 | 参数可设置范围 | 说明 |
| 2000+00 | 峰值电流 | R/W/S | 3200 | 1000—最大电流 | 最大电流由驱动器软件定义(mA)。 |
| 2001+00 | 细分数 | R/W/S | 50000 | 6400~51200 | 电机转一圈脉冲数 |
| 2002+00 | 待机时间 | R/W/S | 500 | 100—10000 | 单位: ms |
| 2003+00 | 待机电流百分比 | R/W/S | 50 | 0—100 | 单位: %, 待机使用 |
| 2005+01 | 输出口 1 功能设置 | R/W/S | 0 | 1—16 | bit0: 报警输出 Bit2: 到位输出 Bit4: 主站控制输出 |
| 2005+02 | 输出口 2 功能设置 | R/W/S | 4 | 1—16 | bit0: 报警输出 Bit2: 到位输出 Bit4: 主站控制输出 |
| 2007+00 | 不使能模式 | R/W/S | 0 | 0/1 | 0: 不使能时电机自由; 1: 不使能时电机锁轴 |
| 2008+00 | 输出口 阻态设置 | R/W/S | 0 | 0—3 | 0: 正逻辑 1: 反逻辑 位定义: bit0 对应 out1 以此类推 |
| 2009+00 | FIR 滤波使能 | R/WS | 0 | 0/1 | 0: 不使能 1: 使能滤波 |

附录 A 对象字典一览表

| | | | | | |
|---------|---------------------|-------|------|----------------|---|
| 2010+01 | FIR 滤波器时间常数 | R/W/S | 200 | 0—512 | 单位: 50us |
| 2012+00 | 软启动时间 | R/W/S | 4096 | 4000~6553 5 | 单位: 50us |
| 2013+00 | 电流环自整使能 | R/W/S | 1 | 0/1 | 电流环 PI 上电自动整定功能: 0: 不使能 1: 使能 |
| 2015+00 | 电流环 Kp | R/W/S | 300 | 200—3276 7 | 自整定使能时, 该项只读; 不使能时用户可改写 |
| 2016+00 | 电流环 Ki | R/W/S | 30 | 0—32767 | 自整定使能时, 该项只读; 不使能时用户可改写 |
| 2017+00 | 电流环 Kc | R/W/S | 75 | 80—300 | 自动获取, 不允许客户修改 |
| 2020+00 | 电机电阻 | R/W/S | 1000 | 1—20000 | 单位: mOhms |
| 2021+00 | 电机电感 | R/W/S | 1 | 1—6000 | 单位: uH |
| 2028+00 | 输出极性配置 | R/W/S | 0 | 0—0xffff | bit0 和 bit1 位分别控制 OUT1 和 OUT2 的输出极性, 0 时输出低电平, 1 时输出高电平 |
| 2039+00 | 外部位置总数 H | R | 0 | | 接收的位置指令累加值高 16bit |
| 2040+00 | 外部位置总数 L | R/W | 0 | | 接收的位置指令累加值低 16bit 写: 写入 1 清除计数器 |
| 2043+00 | 速度参考 | R | 0 | | 单位: 转每分 r/min |
| 2048+00 | 母线电压 | R | 0 | | 单位: 伏特 V |
| 2051+00 | 电机运行方向 | R/W/S | 0 | 0/1 | 0: 电机运行方向不变 1: 电机运行方向取反 |
| 2056+00 | 故障检测选择 | R/W/S | 0xc3 | 0—0xffff | 软件检测故障选择位: 1: 使能。0: 屏蔽该故障检测 Bit0: 过流(错误代码: 1。闪灯 1 次) Bit1: 过压(错误代码: 2。闪灯 2 次) Bit2: EEPROM(错误代码: 8。闪灯 8 次) Bit3: 指令超速 (总线版本 202 及以上版本生效, 错误代码: 5。闪灯 5 次) Bit11: 运放故障(错误代码: 9。闪灯 12 次) |
| 2057+00 | 清除当前报警 | R/W | 0 | 0/1 | 0: 不清除 1: 清除报警 |
| 2058+00 | 软启动使能 | R/W/S | 0 | 0/1 | 0: 不使能 1: 使能 |
| 2060+00 | 第一抗振幅值 | R/W/S | 0 | 0—100 | 第一个低速共振点抑制幅值 |
| 2061+00 | 第一抗振相位 A | R/W/S | 0 | 0—255 | 第一个低速共振点抑制相位 A |
| 2062+00 | 第一抗振相位 B | R/W/S | 0 | 0—255 | 第一个低速共振点抑制相位 B |
| 2063+00 | 第二抗振幅值 | R/W/S | 0 | 0—100 | 第二个低速共振点抑制幅值 |
| 2064+00 | 第二抗振相位 A | R/W/S | 0 | 0—255 | 第二个低速共振点抑制相位 A |
| 2065+00 | 第二抗振相位 B | R/W/S | 0 | 0—255 | 第二个低速共振点抑制相位 B |
| 2066+00 | 第三抗振幅值 | R/W/S | 0 | 0—100 | 第三个低速共振点抑制幅值 |
| 2067+00 | 第三抗振相位 A | R/W/S | 0 | 0—255 | 第三个低速共振点抑制相位 A |
| 2068+00 | 第三抗振相位 B | R/W/S | 0 | 0—255 | 第三个低速共振点抑制相位 B |
| 2069+00 | 第四抗振幅值 | R/W/S | 0 | 0—100 | 第四个低速共振点抑制幅值 |
| 2070+00 | 第四抗振相位 A | R/W/S | 0 | 0—255 | 第四个低速共振点抑制相位 A |
| 2071+00 | 第四抗振相位 B | R/W/S | 0 | 0—255 | 第四个低速共振点抑制相位 B |
| 2072+00 | Z 轴抗振相位 | R/W/S | 0 | 0—255 | Z 轴低速共振点抑制相位 |
| 2073+00 | 上电电机 自动走位 | R/W/S | 0 | 0/1 | 0: 上电后电机正常待机 1: 上电后电机先正转 30 度再反转 15 度, 然后待机 |
| 2093+00 | 清除故障记录 | R/W | 0 | 0/1 | 0: 不清除 1: 清除历史报警 |
| 2150+00 | 从站地址 | R/W/S | 1 | 1~65535 | 从站地址 |
| 2151+00 | 从站地址来源 | R/W/S | 0 | 0—2 | 0: 来源于旋转拨码 1: 来源于 2150h 2: 来源于 ESC EEPROM (此选择暂无) |
| 2152+01 | 输入数字 IO 口 1 功能选择 | R/W/S | 1 | 0—32768 | 1: 原点信号; 2: 正限位; 4: 负限位; 8: 快速停止; 16: 自定义; 32: Probe1 功能; 64: Probe2 功能 |
| 2152+02 | 输入数字 IO 口 2 功能选择 | R/W/S | 2 | 0—32768 | 1: 原点信号 2: 正限位 4: 负限位 8: 快速停止 |

附录 A 对象字典一览表

| | | | | | 16: 自定义 32: Probe1 功能; 64: Probe2 功能 |
|------------|---------------------|-------|----------|----------|---|
| 2152+03 | 输入数字 IO 口 3 功能选择 | R/W/S | 4 | 0—32768 | 1: 原点信号; 2: 正限位; 4: 负限位; 8: 快速停止; 16: 自定义 |
| 2152+04 | 输入数字 IO 口 4 功能选择 | R/W/S | 8 | 0—32768 | 1: 原点信号; 2: 正限位; 4: 负限位; 8: 快速停止; 16: 自定义 |
| 2152+05 | 输入数字 IO 口 5 功能选择 | R/W/S | 0 | 0—32768 | 1: 原点信号; 2: 正限位; 4: 负限位; 8: 快速停止; 16: 自定义 |
| 2153+01 | 输入数字 IO 口 1 滤波时间 | R/W/S | 1000 | 50—60000 | 单位: us |
| 2153+02 | 输入数字 IO 口 2 滤波时间 | R/W/S | 1000 | 50—60000 | 单位: us |
| 2153+03 | 输入数字 IO 口 3 滤波时间 | R/W/S | 1000 | 50—60000 | 单位: us |
| 2153+04 | 输入数字 IO 口 4 滤波时间 | R/W/S | 1000 | 50—60000 | 单位: us |
| 2153+05 | 输入数字 IO 口 5 滤波时间 | R/W/S | 1000 | 50—60000 | 单位: us |
| 2154+00 | 输入数字 IO 电平极性配置 | R/W/S | 0 | 0~65535 | 0: 不变 1: 取反(bit0 对应外部输入 1, 以此类推) |
| 2155+00 | 输入 IO 状态 | R | 0 | 0—32768 | bit0 对应外部输入 1, 以此类推 |
| 2163+00 | 模式 1 到位选择 | RW/S | 0 | 10 | 0: 规划完成即到位 10: 到位信号来自驱动 |
| 3100+01 | EtherCAT 应用层软件版本 | R | 201 | 0~65535 | 201 为初始版本号, 只读 |
| 3100+02 | 驱动控制层软件版本 | R | 102 | 0~65535 | 102 为初始版本号, 只读 |
| 3FFE+01~09 | 故障列表 | R/W/S | 0 | | 3FFE+01 为最近报警记录, 其他为历史报警 |
| 4000+00 | 电机类型 | R/W/S | 0 | 0—255 | 0: 采用用户配置低频抗振系数 1-255 默认电机类型的抗振系数 (此功能暂无) |
| 4001+00 | 堵转检测使能 | R/W/S | 0 | 0/1 | 0: 不检测电机堵转 1: 检测电机堵转 (此功能暂无) |
| 4002+00 | 电机堵转处理选择 | R/W/S | 0 | 0/1 | 0: 不处理 1: 停机并报警 (此功能暂无) |
| 5000+00 | 程序内部状态 | R | 0xffff | 0~0xffff | 用于显示运动规划状态 (此功能暂无) |
| 地址 | 参数名称 | 属性 | 类型 | | 说明 |
| 603F+00 | 最近错误代码 | R | 无符号 16 位 | | 最近一次的错误代码 |
| 6040+00 | 控制字 | R/W | 无符号 16 位 | | 控制字 |
| 6041+00 | 状态字 | R | 无符号 16 位 | | 状态字 |
| 605A+00 | 快速停止代码 | RW | 有符号 16 位 | | 5 : Slow down on slow down ramp and stay in Quick Stop Active 其他: 无效 |
| 6060+00 | 模式设置 | RW | 无符号 8 位 | | 工作模式: 1—位置模式 3—速度模式 6—回原点模式 8—循环同步位置模式 |
| 6061+00 | 模式查询 | R | 无符号 8 位 | | 显示驱动器的工作模式 |
| 6062+00 | 命令位置 | R | 有符号 32 位 | | 显示电机命令位置 |
| 6064+00 | 实际位置 | R | 有符号 32 位 | | 显示电机实际位置 |
| 606B+00 | 命令速度 | R | 有符号 32 位 | | 显示电机命令速度 |
| 606C+00 | 实际速度 | R/W | 有符号 32 位 | | 显示电机的实际速度 |
| 607A+00 | 目标位置 | R/W | 有符号 32 位 | | 位置模式下的目标位置 |

附录 A 对象字典一览表

| | | | | |
|----------|--------------|-----|----------|---|
| 607C+00 | 原点偏移 | R/W | 有符号 32 位 | 原点偏置量 |
| 6081+00 | 梯形速度 | R/W | 无符号 32 位 | 位置模式的最大速度 |
| 6082+00 | 起止速度 | R/W | 无符号 32 位 | 模式 1 起跳速度和停止速度 |
| 6083+00 | 梯形加速度 | R/W | 无符号 32 位 | 梯形曲线的加速度 |
| 6084+00 | 梯形减速度 | R/W | 无符号 32 位 | 梯形曲线的减速度 |
| 6085+00 | 快速停止减速度 | R/W | 无符号 32 位 | 急停减速度，是否使用取决于 605A 的取值 |
| 6098+00 | 回原点模式 | R/W | 无符号 8 位 | 寻找原点模式 |
| 6099+01 | 回原点模式速度 | R/W | 无符号 32 位 | 寻找极限开关的速度 |
| 6099+02 | 回原点模式速度 | R/W | 无符号 32 位 | 寻找原点信号的速度 |
| 609A+00 | 回零加/减速度 | R/W | 无符号 32 位 | 用于原点模式的加减速速度 |
| 60B8h+00 | 探针功能 | R/W | 无符号 16 位 | 设置探针功能（具体参看探针功能说明） |
| 60B9h+00 | 探针状态 | R | 无符号 16 位 | 显示探针动作状态（具体参看探针功能说明） |
| 60BAh+00 | 探针 1 上升沿锁存位置 | R | 有符号 32 位 | probe1 上升沿锁存位置数据信息 |
| 60BBh+00 | 探针 1 下降沿锁存位置 | R | 有符号 32 位 | probe1 下降沿锁存位置数据信息 |
| 60BCh+00 | 探针 2 上升沿锁存位置 | R | 有符号 32 位 | probe2 上升沿锁存位置数据信息 |
| 60BDh+00 | 探针 2 下降沿锁存位置 | R/ | 有符号 32 位 | probe2 下降沿锁存位置数据信息 |
| 60C2+01 | 插补时间值 | R | 无符号 32 位 | 设定插补时间周期 |
| 60C2+02 | 插补时间单位 | R | 无符号 32 位 | 设定插补时间指数 |
| 60D5h+00 | 探针 1 上升沿触发计数 | R | 无符号 32 位 | 记录 probe1 上升沿触发次数 |
| 60D6h+00 | 探针 1 下降沿触发计数 | R | 无符号 32 位 | 记录 probe1 下降沿触发次数 |
| 60D7h+00 | 探针 2 上升沿触发计数 | R | 无符号 32 位 | 记录 probe2 上升沿触发次数 |
| 60D8h+00 | 探针 2 下降沿触发计数 | R | 无符号 32 位 | 记录 probe2 下降沿触发次数 |
| 60F4+00 | 位置误差 | R | 无符号 32 位 | 位置误差 |
| 60FD+00 | 输入 IO 状态 | R | 无符号 32 位 | bit0: 负限位 bit1: 正限位 bit2: 原点信号 bit16: 快速停止 Bit17~bit21 对应 IN1~IN5 自定义功能时的输入电平 bit26: Probe1 触发完成指示（总线版本 202 及以上版本生效） bit27: Probe2 触发完成指示（总线版本 202 及以上版本生效） |
| 60FE+01 | 物理输出开启 | RW | 无符号 32 位 | 当 2005+01/02 的功能设置为 bit4 时，IO 输出为主站控制；bit16 对应 out1，bit17 对应 out2.必须当 60fe+01 和 60fe+02 进行的是与操作 |
| 60FE+02 | 物理输出使能 | RW | 无符号 32 位 | |
| 60FF+00 | 目标速度 | R/W | 有符号 32 位 | 速度模式的最大速度 |
| 6502+00 | 支持的操作模式 | R | 无符号 32 位 | 驱动器支持的操作模式 |

附录 B 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例

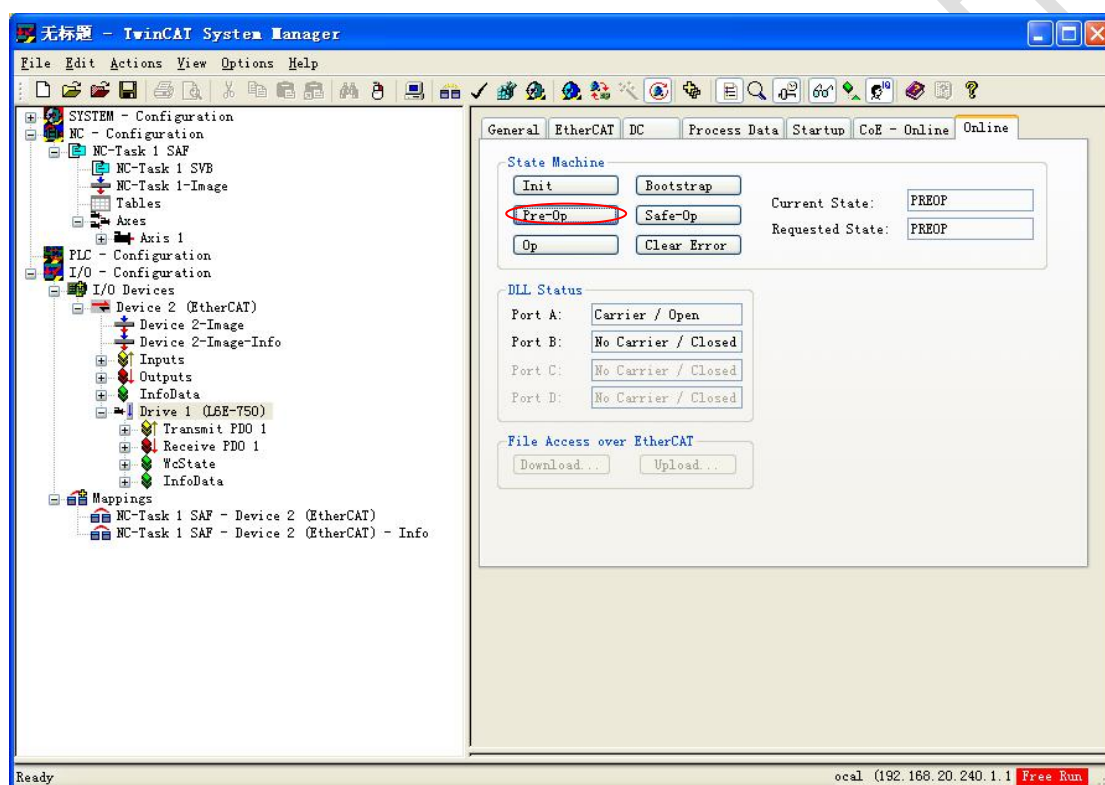
该举例的操作步骤与 2.5.5.4 小节中 L6E（此处例子是雷赛的伺服驱动器 L6E 系列，DM3E 系列设置方法类似）动态映射设置步骤一致。

本例使用一个 RXPDO，以 RXPDO1 中添加 6081-00h(协议位置模式最大速度)和 6083-00h(加速度)映射对象为例。

表 2.12 可见，RXPDO1 中已经有 5 个对象，本例将 6081-00h 和 6083-00h 对象按表 2.11 格式写入 1600-06h 和 1600-07h。

由于 TwinCAT 配置 PDO 映射的界面具有较好的用户体验，所以实际操作并不能完全看到 PDO 配置的过程。

步骤 A：将 EtherCAT 状态机切换到预操作



该步骤为作者解释 PDO 配置执行过程需要，实际操作并不需要此步骤。

步骤 B：将 1C12-00h 设置为 0

步骤 C：将 1600-00h 设置为 0

步骤 B 和 C 是 TwinCAT 自动完成的，可以在 startup 选项卡观测到执行过程。

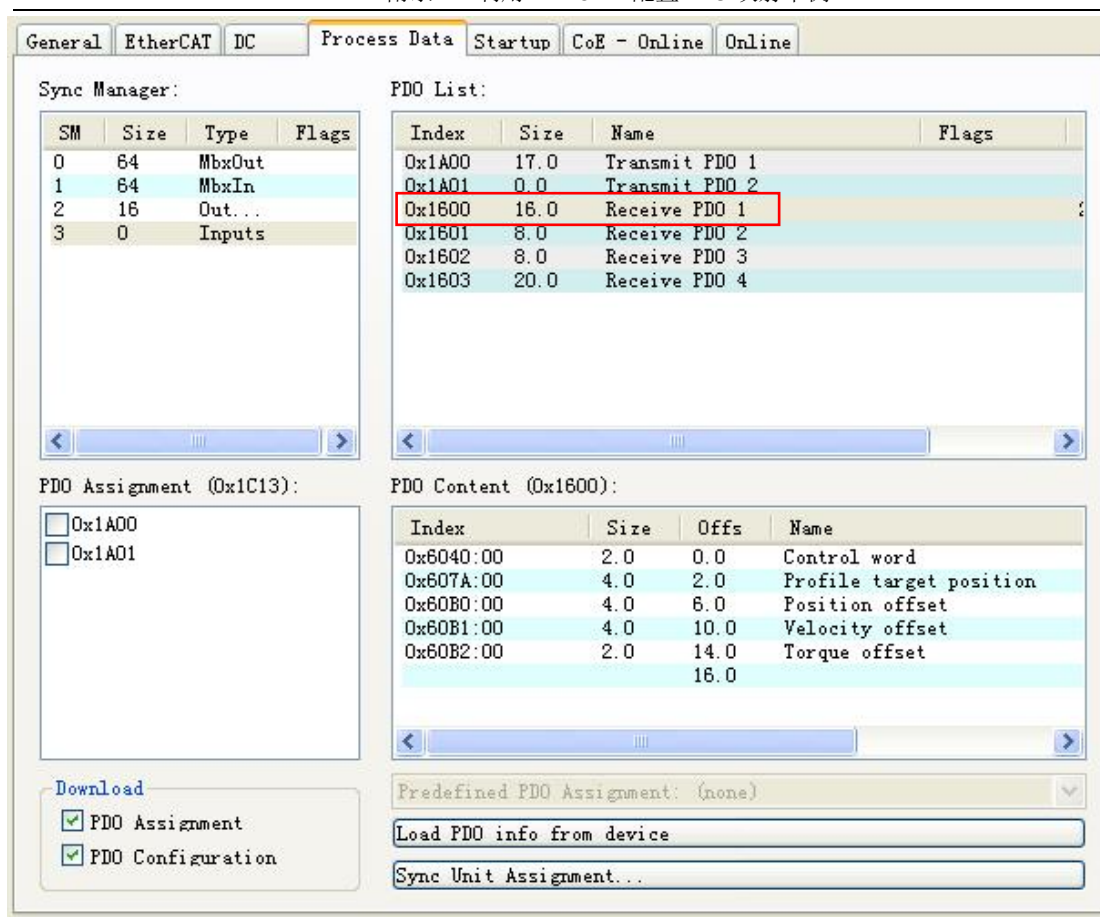
附录 B 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例

| Trans... | Protocol | Index | Data | Comment |
|--|----------|-----------|------------------------|------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1C12:00 | 0x00 (0) | clear sm pdos (0x1C12) |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1C13:00 | 0x00 (0) | clear sm pdos (0x1C13) |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1A00 en... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:01 | 0x60410010 (1614872... | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:02 | 0x60640020 (1617166... | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:03 | 0x60F40020 (1626603... | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:04 | 0x606C0020 (1617690... | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:05 | 0x60770010 (1618411... | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:06 | 0x60610008 (1616969... | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A00:00 | 0x06 (6) | download pdo 0x1A00... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1A01:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1A01 en... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1600 en... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1600... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:02 | 0x607A0020 (1618608... | download pdo 0x1600... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:03 | 0x60B00020 (1622147... | download pdo 0x1600... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:04 | 0x60B10020 (1622212... | download pdo 0x1600... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:05 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1600... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1600:00 | 0x05 (5) | download pdo 0x1600... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1601:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1601 en... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1601:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1601... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1601:02 | 0x60FF0020 (1627324... | download pdo 0x1601... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1601:03 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1601... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1601:00 | 0x03 (3) | download pdo 0x1601... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1602:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1602 en... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1602:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1602... |
| <input checked="" type="checkbox"/> <PS> | CoE | 0x1602:02 | 0x60710010 (1618018... | download pdo 0x1602... |

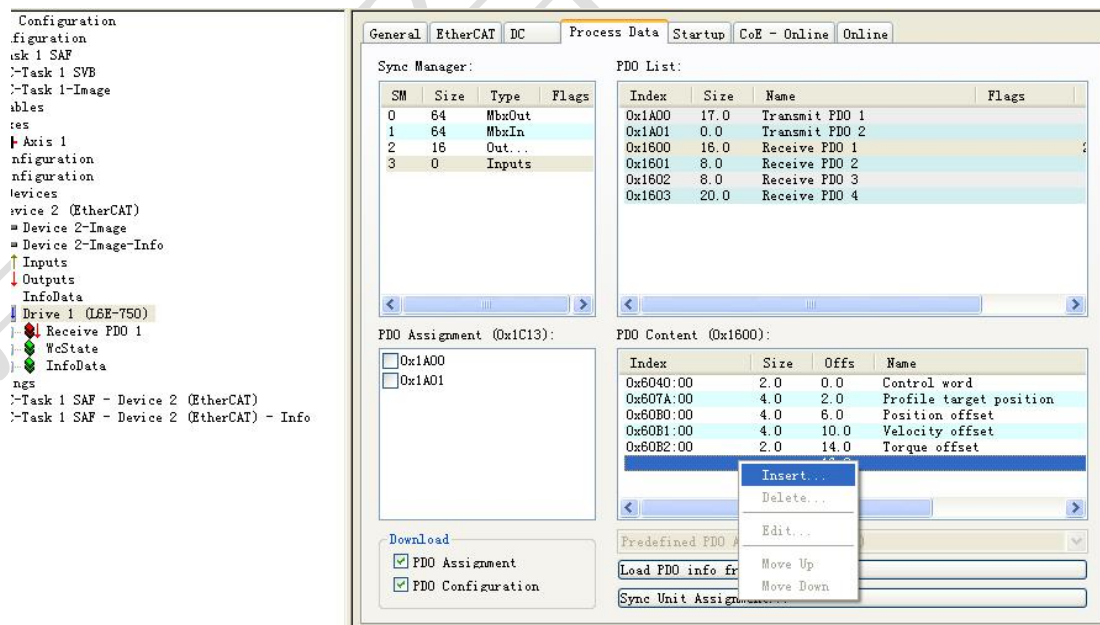
步骤 D: 配置 1600-01h~1600-07h 的内容

在“过程数据”选项卡下点击 1600h 后，可以配置其映射对象。

附录 B 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例

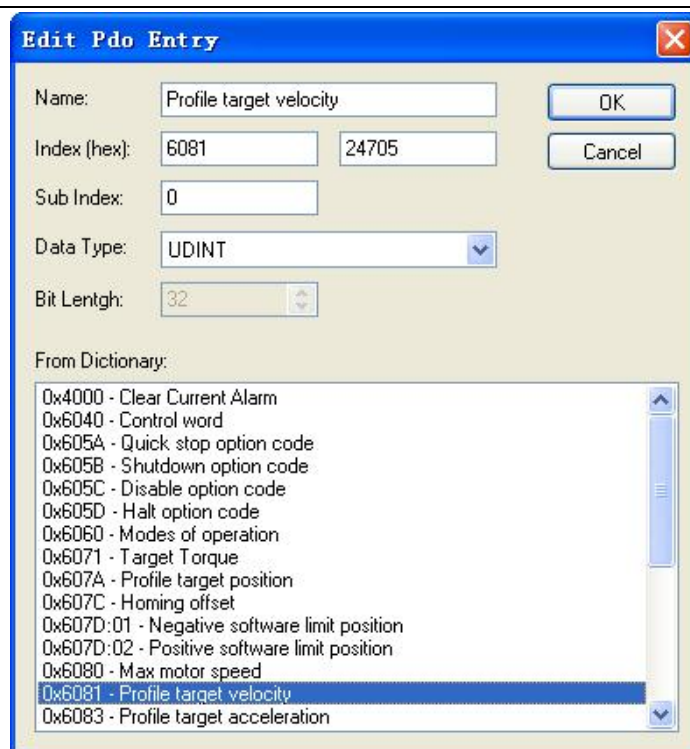


可见 1600h 下已经有 5 个映射对象了，DM3E 每个 PDO 最大支持 8 个对象的映射，可以再增加映射对象，如下图添加。



选择映射对象 6081-00h。

附录 B 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例



同样的办法配置 6083-00h。

步骤 E: 写入 1600-00h 对象，即设置 1600h 对象映射对象总个数

此步骤可以在 startup 选项卡观测到。

| Trans... | Protocol | Index | Data | Comment |
|----------|----------|-----------|------------------------|------------------------|
| C <PS> | CoE | 0x1600:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1600 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:02 | 0x607A0020 (1618608... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:03 | 0x60B00020 (1622147... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:04 | 0x60B10020 (1622212... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:05 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:06 | 0x60810020 (1619066... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:07 | 0x60830020 (1619197... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:00 | 0x07 (7) | download pdo 0x1600... |

步骤 F: PDO 映射对象 1600h 作为内容写入到 1C12-01h

附录 B 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例

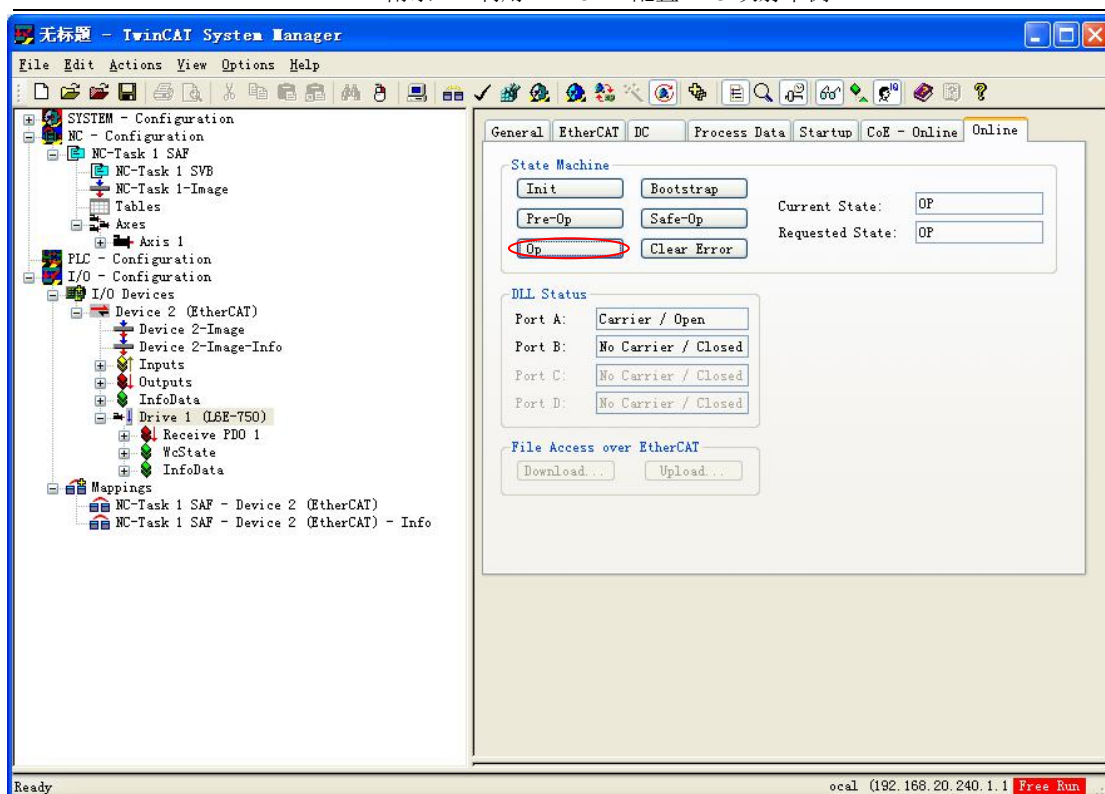
| Trans... | Protocol | Index | Data | Comment |
|----------|----------|-----------|------------------------|------------------------|
| C <PS> | CoE | 0x1600:05 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:06 | 0x60810020 (1619066... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:07 | 0x60830020 (1619197... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:00 | 0x07 (7) | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1601 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:02 | 0x60FF0020 (1627324... | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:03 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:00 | 0x03 (3) | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1602 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:02 | 0x60710010 (1618018... | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:03 | 0x60870020 (1619460... | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:00 | 0x03 (3) | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1603 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:02 | 0x60980008 (1620574... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:03 | 0x60990120 (1620640... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:04 | 0x60990220 (1620640... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:05 | 0x609A0020 (1620705... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:06 | 0x607C0020 (1618739... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:07 | 0x60600008 (1616904... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:00 | 0x07 (7) | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1C12:01 | 0x1600 (5632) | download pdo 0x1C12... |

步骤 G: 设置 PDO 指定对象中 PDO 映射对象的个数

| Trans... | Protocol | Index | Data | Comment |
|----------|----------|-----------|------------------------|------------------------|
| C <PS> | CoE | 0x1600:05 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:06 | 0x60810020 (1619066... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:07 | 0x60830020 (1619197... | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1600:00 | 0x07 (7) | download pdo 0x1600... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1601 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:02 | 0x60FF0020 (1627324... | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:03 | 0x60B20010 (1622278... | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1601:00 | 0x03 (3) | download pdo 0x1601... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1602 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:02 | 0x60710010 (1618018... | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:03 | 0x60870020 (1619460... | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1602:00 | 0x03 (3) | download pdo 0x1602... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:00 | 0x00 (0) | clear pdo 0x1603 en... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:01 | 0x60400010 (1614807... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:02 | 0x60980008 (1620574... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:03 | 0x60990120 (1620640... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:04 | 0x60990220 (1620640... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:05 | 0x609A0020 (1620705... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:06 | 0x607C0020 (1618739... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:07 | 0x60600008 (1616904... | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1603:00 | 0x07 (7) | download pdo 0x1603... |
| C <PS> | CoE | 0x1C12:01 | 0x1600 (5632) | download pdo 0x1C12... |
| C <PS> | CoE | 0x1C12:00 | 0x01 (1) | download pdo 0x1C12... |
| C PS | CoE | 0x6060:00 | 0x08 (8) | Modes of Operation |

步骤 H: 转换 EtherCAT 状态机到安全操作及以上，配置的 PDO 映射将有效

附录 B 利用 TwinCAT2 配置 PDO 映射举例



在 COE-Online 选项卡下可以看到 1600h 对象的具体映射内容。

