



使用ECM-XF配置EtherCAT总线 从站不同的运动模式

技术培训与实践指南

2026 INDUSTRIAL AUTOMATION & MOTION CONTROL TRAINING

目录 CONTENTS

01

引言与核心概念

- 项目背景与目标
- ECM-XF芯片简介
- EtherCAT核心概念：PDO, SDO, CiA 402

02

两种常见运动模式

- 轮廓位置模式 (CSP)
- 轮廓速度模式 (PV)

03

配置原理与核心函数

- **ConfigDrive**函数解析
- 底层ECM-XF命令序列

04

详细配置步骤与案例

- 通用配置流程
- CSP模式配置案例
- PV模式配置案例

01. 引言与核心概念

项目背景与目标

背景： EtherCAT是运动控制领域的主流现场总线，ECM-XF作为高性价比的EtherCAT主站芯片，为复杂多轴控制提供了强大的硬件基础。

目标： 掌握通过配置ECM-XF核心函数及底层命令，实现伺服从站CSP/PV等运动模式切换的方法；理解配置原理与PDO映射逻辑，具备独立配置能力。

ECM-XF 芯片简介

制造商： 讯成科技 (Nextwave Technologies)

核心定位： 一款通过SPI接口连接主控单元的高性价比EtherCAT主站专用控制芯片。



高实时性

DC同步周期
低至 125 μ s



大容量

最大支持
128个从站



协议支持

CoE协议
(CANopen over
EtherCAT)



内置逻辑

集成 CiA 402
标准状态机

01. 引言与核心概念

PDO (Process Data Object) · 过程数据对象

- **定义：**用于实时、周期性数据交换的核心机制。数据直接嵌入EtherCAT帧中，实现微秒级实时通信。
- **分类与映射：**RxPDO(主→从，传输控制指令) / TxPDO(从→主，传输状态反馈)。PDO映射是将站对象字典中的对象分配给PDO的关键步骤。

SDO (Service Data Object) · 服务数据对象

- **定义：**用于非周期性的数据访问，基于“请求-响应”机制，主要用于设备配置、参数设置和诊断，响应速度较PDO慢。
- **典型应用：**在 PRE_OP 状态下，配置从站非实时参数（如：写入 0x6060 控制模式、设定加减速参数）。

01. 引言与核心概念

CiA 402 驱动器状态机

CiA 402是CANopen协议中针对驱动和运动控制设备的应用规范，被EtherCAT广泛采用。它定义了驱动器从加电到正常运行的一系列状态和状态转换规则，是实现运动控制的基础。

⚙️ 关键状态定义

- **Not Ready → Ready → Switched On**: 驱动器从初始上电到准备就绪的基础上电流程。
- **Operation Enabled**: 核心运行态，驱动器使能，可以接收CSP、PV等运动控制指令。
- **Fault**: 故障状态，需清除故障并复位后方可恢复。

⚙️ 状态转换与控制

通过向控制字0x6040写入指令实现转换。ECM-XF内置的ECM_CMD_402_STATE_SET命令可简化开发流程。

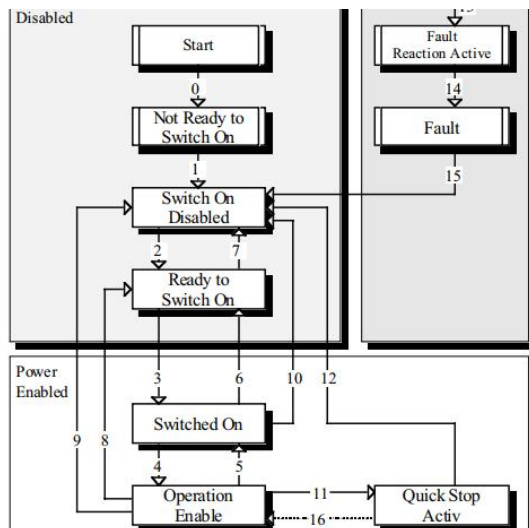


图 1.1 CiA 402 标准状态机状态转换图

02. 两种常见运动模式



典型应用：高精度制造场景

广泛应用于CNC 数控加工中心、精密机器人关节及各类工业机械臂中，以实现微米级的点对点精准定位控制。

轮廓位置模式 (CSP)

Cyclic Synchronous Position



运动原理

主站周期性发送**绝对目标位置**给从站。驱动器根据内部预设的速度、加速度曲线，自动控制电机运动至目标位置，实现闭环控制。



核心 PDO 对象映射

- 发送 (RxPDO):控制字 (0x6040) | 目标位置 (0x607A)
- 反馈 (TxPDO):状态字 (0x6041) | 实际位置 (0x6064)

* 通过实时同步的PDO交互，实现纳秒级的数据刷新与高精度闭环控制。

02. 两种常见运动模式：轮廓速度模式 (PV)



典型应用：工业传送带

适用于需要保持恒定线速度的连续生产流程



核心原理：目标速度控制

主站通过RxPDO下发**目标速度指令**，从站驱动器按照内部预设的梯形或S型加减速曲线，自动调节运行速度，直至稳定运行在目标速度，直至收到新指令或停止。



典型应用场景

需要保持恒定转速或线速度运行的场合，如：**物流/生产传送带、数控机床主轴、风机泵类、印刷/纺织机械等。**



核心通信对象 (PDO)

- ▶ **RxPDO (下发)**: 控制字 (0x6040)、目标速度 (0x60FF)
- ▶ **TxPDO (反馈)**: 状态字 (0x6041)、实际速度 (0x606C)

03. 配置原理与核心函数

ConfigDrive 函数解析

用户提供的核心函数**ConfigDrive**是一个高层封装函数，它隐藏了复杂的底层 EtherCAT 协议细节。其本质是对一系列 ECM-XF 底层命令的有序调用，通过一次调用即可完成从站配置、PDO 映射及运动模式的设定。

```
ConfigDrive(1, 0, 23, 0, 0x1600, 0x1A00, ETH_PV_MODE)
```

01. 1 → 命令版本或配置标志位

02. 0 → 起始从站地址 (Start Address)

03. 23 → 结束从站地址 (End Address), 支持批量配置

04. 0 → 轴号索引或保留备用参数

05. 0x1600 → RxPDO 映射参数的起始索引(对象字典索引)

06. 0x1A00 → TxPDO 映射参数的起始索引(对象字典索引)

07. ETH_PV_MODE → 运动模式宏定义，决定配置的具体运行模式 (如 CSP 或 PV)

03. 配置原理与核心函数

ConfigDrive 背后的 ECM-XF 命令序列

01

状态切换 (ECM_CMD_ECAT_STATE_SET)

将目标从站切换到 PRE_OP (预操作) 状态, 为后续参数配置做准备。

02

配置控制模式 (ECM_CMD_ECAT_SDO_REQ)

通过SDO服务写入从站的控制模式对象 0x6060, 设定如位置/速度/扭矩等运行模式。

03

配置PDO映射 (ECM_CMD_ECAT_PDO_CONFIG_SET)

核心步骤: 根据选定的控制模式, 动态构建并下发 PDO 过程数据对象映射表。

04

重新配置 (ECM_CMD_ECAT_RECONFIG_OP)

通知 EtherCAT 主站刷新通信配置, 确认 PDO 映射表已更改并生效。

05

状态切换 (ECM_CMD_ECAT_STATE_SET)

将从站状态依次切换到 SAFE_OP (安全操作) 并最终进入 OPERATIONAL (运行) 状态。

06

驱动器使能 (ECM_CMD_402_STATE_SET)

完成 CANopen 402 状态机切换, 将驱动器最终置为 Operation Enabled (已使能) 状态。

04. 详细配置步骤与案例

通用配置流程：ECM-XF 从站运动模式配置标准步骤

01

初始化EtherCAT网络

调用
ECM_CMD_ECAT_INIT_OP，扫
描所有从站并初始化DC同步。

02

切换到 PRE_OP 状态

调用
ECM_CMD_ECAT_STATE_SET，
将从站设为
`EC_STATE_PRE_OP`。

03

配置 PDO 映射

调用
ECM_CMD_ECAT_PDO_CONFIG
_SET，配置每个从站的 RxPDO
和 TxPDO。

04

配置控制模式 (SDO)

通过
ECM_CMD_ECAT_SDO_REQ写
入`0x6060`对象，选择CSP或PV
模式。

05

重新配置主站

调用
ECM_CMD_ECAT_RECONFIG_O
P，让PDO配置在主站侧生效。

06

切换到 SAFE_OP 状态

调用
ECM_CMD_ECAT_STATE_SET，
将从站状态更新为
`EC_STATE_SAFE_OP`。

07

配置 CiA 402 控制

调用
ECM_CMD_402_CONFIG_SET，
启用内置402状态机。

08

切换到 OP 状态

切换到
`EC_STATE_OPERATIONAL`，
开始实时PDO数据交换。

09

驱动器使能

调用
ECM_CMD_402_STATE_SET，切
换到`OPERATION_ENABLED`。

04. 详细配置步骤与案例

案例一：配置轮廓位置模式 (CSP) | 目标：将第0号从站配置为CSP模式

步骤 3：配置 PDO 映射

API 接口: ECM_CMD_ECAT_PDO_CONFIG_SET

RxPDO (写入)





- 对象0: Control Word (0x6040, 0x00, 16 bits)
- 对象1: Target Position (0x607A, 0x00, 32 bits)

TxPDO (读取)

- 对象0: Status Word (0x6041, 0x00, 16 bits)
- 对象1: Actual Position (0x6064, 0x00, 32 bits)

步骤 4：配置控制模式

API 接口: ECM_CMD_ECAT_SDO_REQ

-  命令码: **0x0A**(SDO 写操作) |  从站号: **0x00**
-  对象索引: **0x6060**(Modes of Operation)
-  写入数据: **0x01**(代表选择**Profile Position Mode**)

04. 详细配置步骤与案例

案例二：配置轮廓速度模式 (PV) | 目标：将第0号从站配置为PV模式

STEP 03 • 配置PDO映射

 (ECM_CMD_ECAT_PDO_CONFIG_SE
T)

► RxPDO 对象列表 (与CSP模式不同)

- 对象 0: Control Word (0x6040, 0x00, 16 bits)
- 对象 1: Target Velocity (0x60FF, 0x00, 32 bits)

► TxPDO 对象列表 (与CSP模式不同)

- 对象 0: Status Word (0x6041, 0x00, 16 bits)
- 对象 1: Actual Velocity (0x606C, 0x00, 32 bits)

STEP 04 • 配置控制模式 (ECM_CMD_ECAT_SDO_REQ)

操作命令码 (Command)

0x0A (写操作)

目标从站 (Slave)

0x00

SDO 索引 (Index)

0x6060

写入值 (Data)

0x03 (PV Mode)

总结与注意事项

■ 关键注意事项

- 01. 状态机顺序** 严格遵守 EtherCAT 和 CiA 402 状态机转换顺序，PDO/SDO 配置必须在**PRE_OP**状态下完成。
- 02. PDO 映射一致性** 主站软件配置的 PDO 映射表必须与从站硬件设备的对象字典及能力严格匹配。
- 03. 配置完整性** 确认对象字典位长度正确；每次修改映射后，必须调用**ECAT_RECONFIG_OP**命令生效。
- 04. 错误处理机制** 全过程实时检查 API 命令返回值及从站的 AL Status Code，确保快速定位通信或配置故障。



Q & A

感谢观看

THANK YOU FOR WATCHING