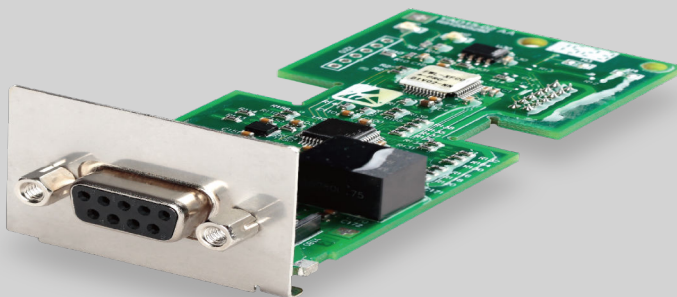


变频器

CANopen 卡

使用手册
R912007825

版本 01



更改过程

出版	颁发日期	备注
DOK-RCO0*-XFCX610*CAN-IT01-ZH-P	2017.10	第一版

参考文档

如需其他类型或语言的文档，请联系当地代理商或访问以下网址：
www.boschrexroth.com.

版权

© 博世力士乐（西安）电子传动与控制有限公司 2017

保留所有权利，也保留包括任何使用、利用、翻印、编辑、转让以及申请知识产权的权利。

责任

规格数据仅用于产品说明，如果未在合同中明确规定，不得视为对特性的保证。本公司保留关于该文档内容和产品可用性的所有权利。

目录

	页数
1 概述	1
2 安装说明	2
2.1 接口说明.....	2
2.2 电缆和连接.....	3
3 LED 状态指示	4
4 变频器配置	5
4.1 配置概述.....	5
4.2 COB 标识.....	5
4.3 对象字典.....	6
4.4 过程数据对象(PDO).....	10
4.5 过程数据对象配置.....	11
4.6 服务数据对象 (SDO).....	15
4.7 网络管理对象 (NMT)	16
4.8 紧急服务 (EMCY).....	18
4.9 同步服务 (SYNC).....	20
4.9.1 同步服务概述.....	20
4.9.2 错误控制服务.....	20
4.9.3 非易失存储.....	20
4.10 设备文件.....	21
4.10.1 设备文件概述.....	21
4.10.2 力士乐驱动文件.....	22
4.10.3 CiA-402 驱动文件.....	24
4.11 相关通讯参数.....	33
4.12 CANopen 扩展卡参数.....	34
5 诊断	35

1 概述

CANopen 是一种基于 CAN (Controller Area Network, 控制局域网)总线的高层通讯协议, CANopen 网络能够实现多种工业设备的互联互通, 是工业控制领域常用的一种现场总线。

CANopen 采用 OSI (Open Systems Interconnection, 开放系统互联)模式, 同时基于 CAN 技术平台实现媒介访问控制与物理信号传输。其设计基于三种子协议, 即:

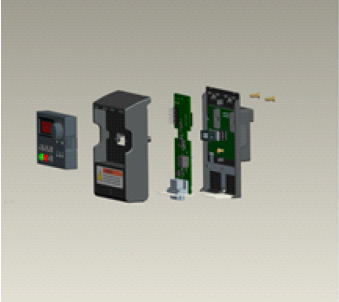
- DS102 物理层协议
- DS301 CANopen 通讯协议
- DSP402 驱动器及运动控制协议

CANopen 可采用主-从结构或基于点对点通讯的分布式控制结构, 最多支持 127 个网络从站。通讯从站 CANopen 卡由变频器提供供电电源, 均连接在同一总线上。

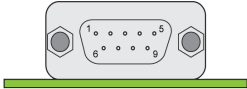
对于特定类别的设备, CANopen 定义了相应的配置文件。对于其他非特定类别的设备, 也需要定义其类别, 以确保与 CANopen 系统兼容。

2 安装说明

2.1 接口说明



DB9通讯接口引脚



CANopen DB9引脚定义

引脚	端子符号	功能说明
1	NC	保留
2	CAN_L	CANopen 总线低电平信号
3	CAN_V-	外部总线电源接地
4	NC	保留
5	Earth	CANopen 总线屏蔽
6	CAN_V-	外部总线电源接地
7	CAN_H	CANopen 总线高电平信号
8	NC	保留
9	NC	保留
10	Earth	CANopen 总线屏蔽

插图 2-1: 接口说明

2.2 电缆和连接

请根据如下规格选择 CANopen 通讯电缆。

波特率	最大 电缆长度	电阻 [mΩ/m]	电缆截面积 [mm ² /AWG]	终端电阻
1,000 kbps	25m	<70	0.25...0.34 / AWG23...AWG22	120 Ω
500 kbps	100 m	< 60	0.34...0.6 / AWG22...AWG20	
250 kbps	250 m	< 40	0.5...0.6 / AWG20	
125 kbps	500 m			
50 kbps	1,000 m	< 26	0.75...0.8 / AWG18	
20 kbps	1,000 m			
10 kbps	1,000 m			

表格 2-1: 电缆规格

“扁平电缆”等非屏蔽电缆不适合变频器通讯使用。建议每个 CANopen 从站的屏蔽电缆屏蔽层两端接地。高频段需以低阻抗方式接地，可以使用电缆夹或导电电缆装置（如变频器屏蔽支架）接地。

3 LED 状态指示

CiA-303-3 为 CANopen 设备提供了标准的状态指示，其中包括运行指示，故障指示和终端电阻指示。具体的状态指示说明如下所示。

LED	颜色	功能	状态	说明
H11 ^①	绿	CANopen 卡运行状态	熄灭	CANopen 控制器处于 关闭 状态
			单闪	CANopen 卡处于 停机 状态
			快速闪烁	CANopen 卡处于 预运行 状态
			常亮	CANopen 卡处于 正常运行 状态
H12 ^①	红	CANopen 卡故障指示	熄灭	未出现故障
			单闪	CANopen 控制器故障
			双闪	节点保护事件或过热事件导致的故障
			常亮	CANopen 控制器处于 总线关闭 状态
H13 ^①	绿	终端电阻指示	熄灭	终端电阻关闭(H2.98 = 0)
			常亮	终端电阻开通(120 Ω) (H2.98 = 1)

表格 3-1: CANopen 卡 LED 状态指示

注^①:

- 当 CANopen 卡安装在左侧卡槽时为 H11, H12 和 H13
- 当 CANopen 卡安装在右侧卡槽时为 H21, H22 和 H23

4 变频器配置

4.1 配置概述

通过服务数据对象(SDOs), 过程数据对象(PDOs)和管理服务指令(NMT)可以实现变频器内 CANopen 通讯。

用户可以通过以下步骤下载 EDS 文件:

1. 单击 <http://www.boschrexroth.com/dcc>。
2. 在左侧导航中选择“变频器 -> EFC 3610(或 EFC 5610)”。
3. 在右侧界面中选择“下载-范围”页签。
4. 单击“EDS_XFCX610.ZIP”下载 EDS 文件。

4.2 COB 标识

每个通讯对象都有一个由功能码和节点 ID 构成的唯一标识(COB-ID), 如下图所示。

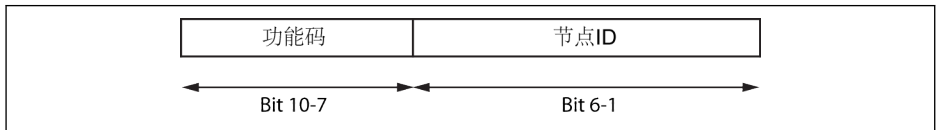


插图 4-1: COB-ID

4.3 对象字典

对象字典实质上就是对象的组合, 这些对象通过有序预定义的方式进行网络访问, 每个对象可以用一个 16 位的索引和一个 8 位的子索引进行存取。对象字典中收集了所有能够对应用对象, 通讯对象以及设备中的状态机的操作产生影响的参数数据。

索引范围 (Hex)	对象组
1000h...1FFFh	通讯文件
2000h...5FFFh	厂商指定对象
6000h...9FFFh	标准设备文件

表格 4-1: CANopen 对象组

CANopen 的指定对象如下表所示。

对象	索引	名称
基本对象	1000h	对象类型
	1001h	故障注册
	1002h	厂商状态注册
	1008h	厂商设备名称
	1009h	厂商硬件版本
	100Ah	厂商软件版本
	1010h	存储参数区域
	1011h	恢复默认参数
	1018h	身份对象
故障控制协议	100Ch	保护时间
	100Dh	生命周期因子
	1014h	紧急报文 COB-ID
	1015h	紧急报文抑制时间
	1016h	消费者心跳输入
	1017h	生产者心跳时间
	1029h	故障操作
SDO	1200h	SDO 服务器参数 1

对象	索引	名称
PDO 对象	1400h	接收 PDO 通讯参数 1
	1401h	接收 PDO 通讯参数 2
	1402h	接收 PDO 通讯参数 3
	1403h	接收 PDO 通讯参数 4
	1600h	接收 PDO 映射参数 1
	1601h	接收 PDO 映射参数 2
	1602h	接收 PDO 映射参数 3
	1603h	接收 PDO 映射参数 4
	1800h	传输 PDO 通讯参数 1
	1801h	传输 PDO 通讯参数 2
	1802h	传输 PDO 通讯参数 3
	1803h	传输 PDO 通讯参数 4
	1A00h	传输 PDO 映射参数 1
	1A01h	传输 PDO 映射参数 2
	1A02h	传输 PDO 映射参数 3
	1A03h	传输 PDO 映射参数 4
	厂商指定对象	2000h...3000h
4000h...5FFFh		后期优化预留
设备文件	6000h...9FFFh	供 CANopen 驱动文件 CiA-402 使用

表格 4-2: 对象字典

CANopen 驱动文件 CiA-402 速度模式支持下列对象:

设备文件段	603Fh	故障代码
	6040h	控制字
	6041h	状态字
	6042h	目标速度
	6043h	速度请求
	6044h	速度实际值
	6046h	速度最小最大量
	6048h	加速
	6049h	减速
	604Dh	电机级数(用于转换速度 v.s. 输入频率)
	6060h	操作模式
	6061h	操作显示模式

表格 4-3: CANopen 驱动文件 CiA-402 速度模式对象

H.L 分别代表功能码的高低字节, 其中 H 是用十进制简单化表达十六进制编码的功能类型。例如: 功能代码类型 **d** 编译为“0x10”, 则十进制简化编译为“10”。(注释: 这个方法

解决了变频器类型编码中 0x0A 和 0x0F 之间的差异, 因而可以满足所有功能代码完全映射到 CANopen 索引的厂商参数范围, 即: 0x2000 到 0x5FFF。

同时, 对应的“厂商指定对象”索引表示为: $I = 0x2000 + H \times 100 + L$ 。

功能代码 Yx.z, 其中 Y ∈ {b,d,C,E,U,F,H}, x ∈ {0...9}, z ∈ {0...99}

这表明, 功能代码 → H.L.范围(DEC) → FC 索引(DEC) → CAN 索引(HEX)

b_x.z → {00...09}. {0...99} → {0000...0999} → {0x2000...0x23E7}

d_x.z → {10...19}. {0...99} → {1000...1999} → {0x23E8...0x27CF}

C_x.z → {20...29}. {0...99} → {2000...2999} → {0x27D0...0x2BB7}

E_x.z → {30...39}. {0...99} → {3000...3999} → {0x2BB8...0x2F9F}

U_x.z → {40...49}. {0...99} → {4000...4999} → {0x2FA0...0x3387}

F_x.z → {50...59}. {0...99} → {5000...5999} → {0x3388...0x376F}

H_x.z → {60...69}. {0...99} → {6000...6999} → {0x3770...0x3B57}

厂商指定对象 (2000h...3FFFh)

所有功能代码(16 位)可通过厂商指定对象获得。厂商指定对象结构如下所示:

子索引	描述
1	数据访问 (参数集 0)
2...8	预留 (参数集 1...7)
9	预留 (参数集 1...7)
10	串行指针索引
11	元素 10 指向的列表元素 (仅针对于列表中的参数)
12...18	预留 (为参数集)
21	参数名称
22...28	预留 (为参数集)
31	参数属性
32...38	预留 (为参数集)
41	参数单元
41...48	预留 (为参数集)
51	参数最小值
52...58	预留 (为参数集)
61	参数最大值
62...68	预留 (为参数集)
71	列表中参数最大长度
72...78	预留 (为参数集)
81	列表中参数实际长度
82...88	预留 (为参数集)

表格 4-4: 厂商指定对象

通过使用子索引, 不仅可以读取日期信息(子索引 1), 还可以读取功能码其他信息, 如: 最小值, 最大值等。

列表访问

通过访问参数的操作日期, 可以读/写完整的参数列表。

如需访问列表中的独立元素, 可采用设置列表索引的方法。例如先设置子索引 10, 然后从子索引 11 开始访问索引下的列表元素, 子索引逐次增加 1, 直到子索引 18。这样就实现了对相应元素列表的访问。

如果发生下列任一情况, 列表索引将复位至第一个元素。

- 参数变更
- 连接中断

因此每一次列表元素访问需要进行列表索引设置, 以保证每次访问不需要从第一个元素开始。

如果需要改变列表长度, 可以通过改变列表参数的实际长度(子索引 81...88)进行调整。使用子索引 71...78, 可以读取列表的最大长度。

最后一位元素的写操作完成后, 参数值将被保存。

当控制电压出现故障, 变更将不会生效。

4.4 过程数据对象(PDO)

PDOs 代表高优先级的实时过程数据, 只有当节点为"可操作"状态时有效。

CANopen 扩展卡包含四组预定义 PDOs:

- 当 CiA-402 驱动文件有效, 并且是固定(静止)映射, 第一组 PDOs 自动启用:
 - 接收 PDO (RPDO1), 用于驱动控制(控制字)
 - 传输 PDO (TPDO1), 用于驱动监控(状态字)



- 数据传输类型为 255 的 TPDO1 只有在映射驱动状态字处于变化状态下, 才能够被激活, 其他映射对象不会引起 PDO 数据传输。
- 数据传输类型为 0 的 TPDO1 需要在 SYNC 启动后开始数据传输, 执行方式是非周期性的(不定期的), 即: 驱动状态字改变(事件)时间早于 SYNC 启动时间。

- 第二组 PDOs (CiA-402 驱动文件 PDO2)包括: 第二组 PDOs 初始状态是禁用, 需要用户激活。默认的映射配置用于支持 CiA-402 速度模式。
 - 接收 PDO (RPDO2), 用于驱动控制(控制字和速度给定)。同时, 该参数是可配置的, 可包含两个附加的对象 / 参数。控制字和速度给定与其它任意两个在 PDO 中具有可写访问权限的对象是可互换的。
 - 数据传输 PDO (TPDO2), 用于驱动监控(状态字和速度实际值)。同时, 该参数是可配置的, 可包含两个附加的在 PDO 中具有读取访问权限对象。状态字和速度实际值与其它任意两个在 PDO 中具有可读访问权限的对象是可互换的。
- 第三组 PDOs (力士乐驱动文件 PDO3)包括: 默认的映射配置激活驱动以便频率输入和力士乐驱动控制字进行控制。
 - 接收 PDO (RPDO3), 用于驱动控制(控制字和频率给定)。同时, 该参数是可配置的, 可包含两个附加的对象 / 参数。控制字和频率指令与其它任意两个在 PDO 中具有可写访问权限的对象是可互换的。
 - 数据传输 PDO (TPDO3), 用于驱动监控(状态字和实际输出频率)。同时, 该参数是可配置的, 可包含两个附加的在 PDO 中具有读取访问权限对象。状态字和实际输出频率与其它任意两个在 PDO 中具有读取访问权限的对象是可互换的。
- 第四组 PDOs 初始状态是禁用, 没有默认映射配置。PDO 信息可供用户自由调用。



- 对于数据传输类型为 255 的 TPDO2, 没有任何内部配置特定事件被定义为触发 PDO 数据传输, 因此对于 255/254(非同步)传输类型, 只有事件定时器可以触发 PDO 数据传输。
- PDO2 不支持 0 传输类型(同步非周期性)。

4.5 过程数据对象配置

主要包括如下配置:

- PDO1 是静态映射, 因此不能更改。
- 力士乐驱动文件默认的 PDO 映射配置如下:

RPDO No.	映射对象索引	映射对象名称	备注
1	0x6040	控制字	控制 CiA-402 状态机
2	0x6040 0x6042	控制字 目标速度(vl)	控制状态机和额定速度 (vl)
3	0x3770 0x377A	驱动控制字 频率指令	控制驱动系统状态机和设定频率
4	0x0000	-	-
TPDO No.	映射对象索引	映射对象名称	备注
1	0x6041	状态字	显示驱动状态
2	0x6041 0x6044	状态字 vl 输出速度	显示状态和实际速度 (vl)
3	0x3771 0x23EA	驱动状态字 输出频率	显示驱动状态和实际输出频率
4	0x0000	-	-

表格 4-5: CiA-402 文件 PDO 通讯参数结构

索引	子索引	名称	默认值
0x1400	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x80000200 + Node-ID**
	2	传输类型	255
	3	抑制时间(未执行)	0
	4	预留	-
	5	事件定时器	0
0x1600	0	映射对象的数量	1
	1	控制字	0x60400010

表格 4-6: RPDO1



**：当 CiA-402 有效, RPDO1 也有效, 因此 COB-ID 变更为 0x80000200 + Node-ID。力士乐驱动文件中 RPDO1 无效, 如果启用, 则系统会报错。

索引	子索引	名称	默认值
0x1401	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x80000300 + Node-ID
	2	传输类型	255
	3	抑制时间(未执行)	0
	4	预留	-
	5	事件定时器	0
0x1601	0	映射对象的数量	2
	1	控制字	0x60400010
	2	目标速度(vl)	0x60420010

表格 4-7: RPDO2

索引	子索引	名称	默认值
0x1402	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x00000400 + Node-ID
	2	传输类型	255
	3	抑制时间(未执行)	0
	4	预留	-
	5	事件定时器	0
0x1602	0	映射对象的数量	2
	1	驱动控制字	0x37700010
	2	频率指令	0x377A0010

表格 4-8: RPDO3

索引	子索引	名称	默认值
0x1404	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x80000500 + Node-ID
	2	传输类型	255
	3	抑制时间(未执行)	0
	4	预留	-
	5	事件定时器	0
0x1604	0	映射对象的数量	0
	1...4	-	0x00000000

表格 4-9: RPDO4

索引	子索引	名称	默认值
0x1800	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x00000180 + Node-ID**
	2	传输类型	255
	3	抑制时间	50 (100us)
	4	预留	-
	5	事件定时器	100 (1ms)
0x1A00	0	映射对象的数量	1
	1	状态字	0x60400010

表格 4-10: TPDO1



**：当 CiA-402 有效，TPDO1 也有效，因此 COB-ID 变更为 0x00000180 + Node-ID。力士乐驱动文件中 TPDO1 无效，如果启用，则系统会报错。

索引	子索引	名称	默认值
0x1801	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x80000280 + Node-ID
	2	传输类型	255
	3	抑制时间	50 (100us)
	4	预留	-
	5	事件定时器	100 (1ms)
0x1A01	0	映射对象的数量	2
	1	状态字	0x60410010
	2	vl 输出速度	0x60440010

表格 4-11: TPDO2

索引	子索引	名称	默认值
0x1802	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x00000380 + Node-ID
	2	传输类型	255
	3	抑制时间	50 (100us)
	4	预留	-
	5	事件定时器	100 (1ms)
0x1A02	0	映射对象的数量	2
	1	驱动状态字	0x37710010
	2	输出频率	0x23EA0010

表格 4-12: TPDO3

索引	子索引	名称	默认值
0x1805	0	子索引的最大数量	5
	1	PDO 使用 COB-ID	0x80000480 + Node-ID
	2	传输类型	255
	3	抑制时间	50 (100us)
	4	预留	-
	5	事件定时器	100 (1ms)
0x1A05	0	映射对象的数量	0
	1...4	-	0x00000000

表格 4-13: TPDO4

1. 当 NMT 为可操作状态时, 不支持 PDO 映射配置功能。PDO 映射功能只能在 NMT 预操作状态下使用。如果在可操作状态下执行 PDO 配置, CANopen 扩展卡将自动调整为预操作状态。
2. [b8.61]: 在现场总线扩展卡的厂商列表中, 定义了所有可以与 TPDO 映射的参数。
3. [b8.62]: 在现场总线扩展卡的客户列表中, 定义了所有可以与 RPDO 映射的参数。

4.6 服务数据对象 (SDO)

系统支持如下 SDO 服务:

- 启动 SDO 下载, 用于 VFC/EFC x610 长度不超过 4 个字节的数据写操作, 同时也可用于 VFC/EFC x610 启动超过 4 个字节的数据写操作(数据长度是在系统启动过程中确定的)。
- 下载 SDO 片段用于在 VFC/EFC x610 中传输数据片断, 启动 SDO。
- 上传数据从 VFC/EFC x610 到主机, 长度不超过 4 个字节。同时可用于启动长度超过 4 个字节的数据传输, 从 VFC/EFC x610 到主机(VFC/EFC x610 将通知主机反馈数据的长度)。
- 上传 SDO 片段用于数据片断在 VFC/EFC x610 与主机之间的传输。
- 中止 SDO 传输以便进行故障报告, 同时中止 SDO 访问。

SDO 中止代码	描述
05040000h	SDO 协议超时
05040001h	客户端 / 服务器命令符无效或不可知
05040005h	内存不足
06010001h	尝试读取一个只写对象
06010002h	尝试写入一个只读对象
06020000h	该对象在对象库里不存在
06040041h	该对象无法与 PDO 映射
06040042h	待映射对象的数量和长度超过 PDO 长度
06040043h	通用参数不兼容原因
06060000h	硬件出错, 无法访问
06070010h	数据类型不匹配, 服务参数长度不匹配
06090011h	子索引不存在
06090030h	超出参数取值范围(仅对写权限)
06090031h	写入的参数值过高
06090032h	写入的参数值过低
060A0023h	无资源提供
08000000h	基本故障
08000020h	数据不可传输或存储到应用程序
08000022h	因为当前设备状态, 数据不可传输或存储到应用程序
08000024h	无数据提供

表格 4-14: SDO 中止代码

4.7 网络管理对象 (NMT)

NMT 的作用是对网络稳定性的监控，其中包括同步，故障检测以及紧急信号传输。

NMT 状态机决定通讯功能具体操作。

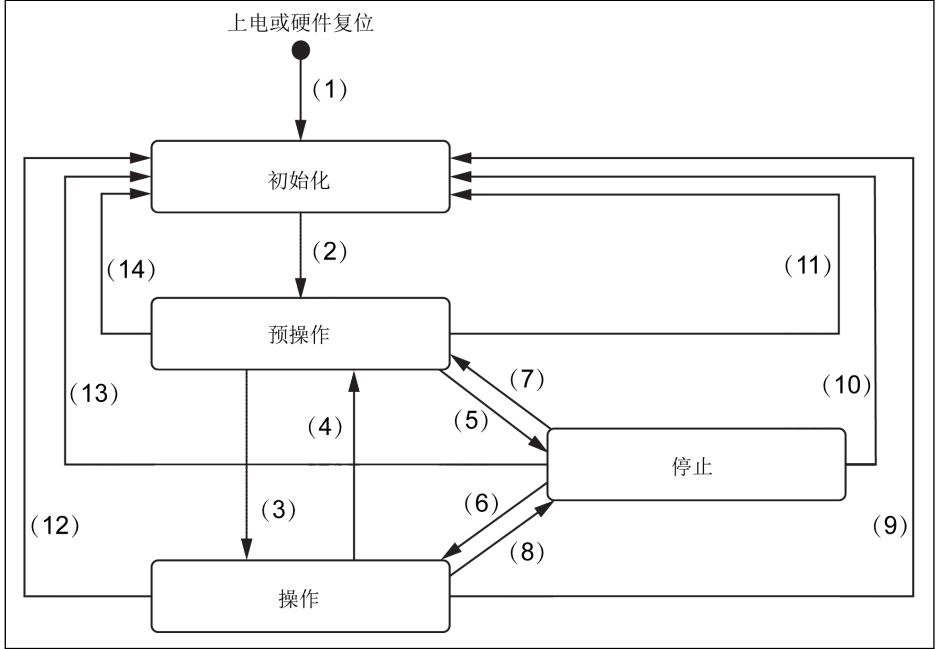


插图 4-2: CANopen 设备 NMT 状态图

(1)	启动 NMT 状态下自动输入初始化
(2)	NMT 状态初始化结束 - 自动输入 NMT 预操作状态
(3)	NMT 服务启动远程节点指示或采用本地控制
(4), (7)	NMT 服务输入预操作指示
(5), (8)	NMT 服务结束远程节点指示
(6)	NMT 服务启用远程节点指示
(9), (10), (11)	NMT 服务重置节点指示
(12), (13), (14)	NMT 服务重置通讯指示

表格 4-15: 扩展卡通讯状态描述

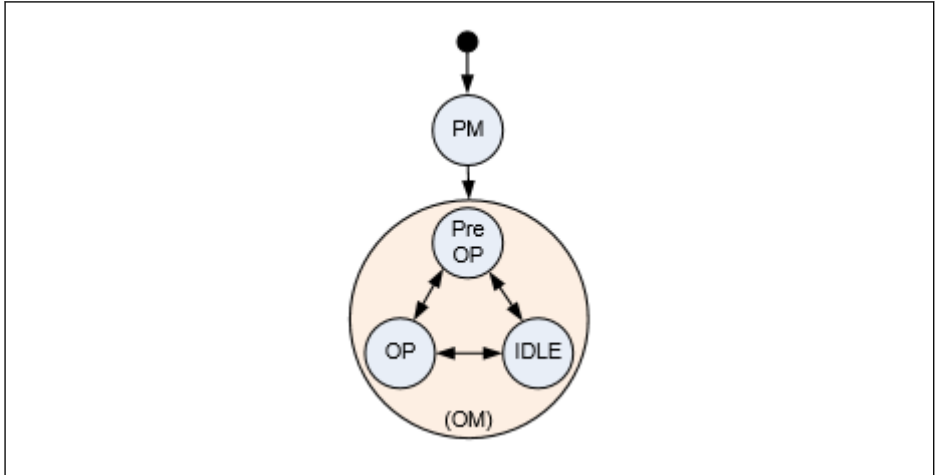


插图 4-3: 扩展卡通讯状态转移

状态	描述
PM	参数化模式(无过程数据的交换)
Pre-OP	预操作模式, 无过程数据的交换
OP	操作模式, 过程数据交换, 过程数据有效
IDLE	操作模式, 过程数据交换, 过程数据无效

表格 4-16: 扩展卡通讯状态描述



- 扩展卡和主机系统之间的通讯状态会周期性的进行转换。
- 扩展卡和 NMT 状态机之间的连接遵循如下定义。

NMT-状态	扩展卡状态
预操作 / 停机	预操作
操作	操作 / 待机 出现如下情况会进入待机状态: <ol style="list-style-type: none"> 现场总线数据无效(CAN 被动出错, 离线或初始化状态, NMT 处于操作状态)。 当 PDO 配置无效时, 切换为待机状态。

表格 4-17: 扩展卡通讯状态描述

4.8 紧急服务 (EMCY)

当出现故障或故障被清除时，触发 EMCY 报文，报文按照 8 个字节数据传输。

0	1	2	3	4	5	6	7
故障代码	故障寄存器	厂商指定字节					
对象: 0x603F 该对象在驱动设备中提供最后一次故障的故障代码。	对象: 0x1001 故障寄存器是一个 8 字节的区域，每一个针对一个特定的故障类型。故障产生时，相应的字节会被设置。	[b6.91] 至少 2 个关键字节	[b6.91] 至少 3 个关键字节				
故障代码 = 0xFF00 (只针对厂商) 故障代码 -> CiA301/402 特定故障代码	字节定义 0: 通用故障 1: 电流 2: 电压 3: 温度 4: 通讯故障(超限, 故障状态) 5: 专用设备文件 6: 预留 7: 厂商指定	Eg. lf [b6.91] = 0xF5001 Man_fact[3] = 0x01 Man_fact[4] = 0x50	Man_fact[5] = 0x01 Man_fact[6] = 0x50 Man_fact[7] = 0x0F				

表格 4-18: 故障报文

- 当扩展卡中出现重要故障，或者主机中出现故障状态，将启用紧急报文。
- 当 CAN 处于被动错误状态，系统报 EMCY 控件的故障代码 0x8120。
- 当 CAN 从离线故障状态中恢复，系统报 EMCY 控件的故障代码 0x8140。
- 支持 CiA-301，以及 CiA-402 故障代码：

无故障	0x0000
通用故障	0x1000
通用通讯故障	0x8100
CAN 超限	0x8100
CAN 被动错误	0x8120
心跳或节点保护错误	0x8130
协议错误	0x8200
CAN 从离线状态恢复	0x8140
持续过电流 (设备输出端)	0x2310
持续过电流 no.1	0x2311
2312h 持续过电流 no.2	0x2312
持续过电流 no.3	0x2313
直流中间环节过电压	0x3210

过电压 no.1	0x3211
过电压 no.2	0x3212
直流中间环节欠压	0x3220
过电压 no.1	0x3211
过电压 no.2	0x3212
直流中间环节欠压	0x3220
短路(设备内部)	0x2250
缺相	0x3130
负载故障	0x3230
温度过高驱动	0x4310
温度过低驱动	0x4320
参数故障	0x6320
任何其他供应商特定故障	0xFF00
任何其他供应商特定告警	0xFF01

表格 4-19: CiA-301 和 CiA-402 故障代码

0	1	2	3	4	5	6	7
故障代码	故障记录	厂商指定字节 (最后出现的故障诊断代码)					
0x0000	对象:0x1001	[b6.91] 至少 2 位关键字节			[b6.91] 至少 3 位关键字节		

表格 4-20: 故障清除报文

4.9 同步服务 (SYNC)

4.9.1 同步服务概述

同步服务用于 CANopen 从机通讯模式。



- PDO1 支持同步周期性以及同步非周期性模式。
- PDO2, PDO3, PDO4 仅支持同步周期模式。

4.9.2 错误控制服务

错误控制服务用于检测基于 CAN 网络的故障。

CANopen 扩展卡支持如下错误控制协议:

1. 心跳对象
2. 节点保护对象



- 对于错误控制协议, 无论是心跳还是节点保护, 每次只能使用其中一种。
- 每次检测出错误, 将设置错误代码“FnC-”(网络设置错误), 同时发送 EMCY 报文。

4.9.3 非易失存储

如下对象将执行操作:

1. 0x1010: 存储参数区域
2. 0x1011: 恢复默认参数



- 当被写入的对象(参数)数据值与已保存的数据值有差异时, 将保存对象(参数)数据值。保存对象的操作在 EEPROM 中进行。
- 使用针对对象 0x1011 的指令, 仅只有 CANopen 扩展卡参数的通讯和设备文件对象恢复默认值。
- 使用针对对象 0x1011 的指令, 厂商指定参数 / 对象将不会恢复为默认值。
- 使用针对对象 0x1011 的指令, 如下 CANopen 扩展卡参数将不会恢复为默认值:
 - [H2.00]: 节点地址
 - [H2.01]: CAN 波特率
 - [H2.02]: CANopen 设备文件选择
 - [H2.98]: CANopen 终端电阻开关

4.10 设备文件

4.10.1 设备文件概述

1. 通讯文件

xFC01 CANopen 扩展卡的通讯文件是基于:

- 物理层符合 CAN 2.0A 标准
- CANopen®规范文件 CiA-301(版本: 4.2.0)

2. 功能文件:

xFC01 CANopen 扩展卡的功能文件遵循:

- "用于驱动和运动控制的设备文件" (DSP-402 V2.0, 速度模式)
- 博世力士乐 VFC/EFC x610 驱动文件

文件选择项: 对于驱动控制, 提供了如下两种文件, 可由参数[H2.02]选择。

0. 力士乐驱动文件

1. CiA-402 驱动文件

4.10.2 力士乐驱动文件

设置参数[H2.02]为 0，使能力士乐驱动文件，CANopen 扩展卡自动禁止 RPDO1 和 TPDO1。

位数	位值	描述
15...8	-	保留
7	1	有效
	0	控制字无效
6	1	停机加速 / 减速有效 (停止内部加速 / 减速斜坡发生器)
	0	无效
5	1	错误重置有效
	0	无效
4	1	E-停机有效
	0	无效
3	1	根据参数设置停机
	0	无效
2	1	反转
	0	正转
1	1	点动有效 (点动方向由位数 2 决定)
	0	无效
0	1	运行指令有效
	0	无效

表格 4-21: VFC/EFC x610 驱动控制字

位数	位值	描述
15...8	-	错误代码 (同[E9.05])
7	1	错误
	0	无错误
6	1	失速过电流
	0	正常
5	1	失速过电压
	0	正常
4	1	减速
	0	未进行减速
3	1	加速
	0	未进行加速

位数	位值	描述
2	1	点动
	0	未进行点动
1	1	运行
	0	停机
0	1	反转
	0	正转

表格 4-22: VFC/EFC x610 驱动状态字

4.10.3 CiA-402 驱动文件

设置参数[H2.02]为'1', 使能 CiA-402 驱动文件, CANopen 扩展卡将自动激活 RPDO1 和 TPDO1。



当设备文件选择 CiA-402 驱动文件时, CANopen 主机将发送 NMT 复位应用指令。

设备控制

设备控制功能模块控制所有驱动功能(驱动功能和电源部分), 分为如下部分:

- 状态机控制
- 运行模式控制

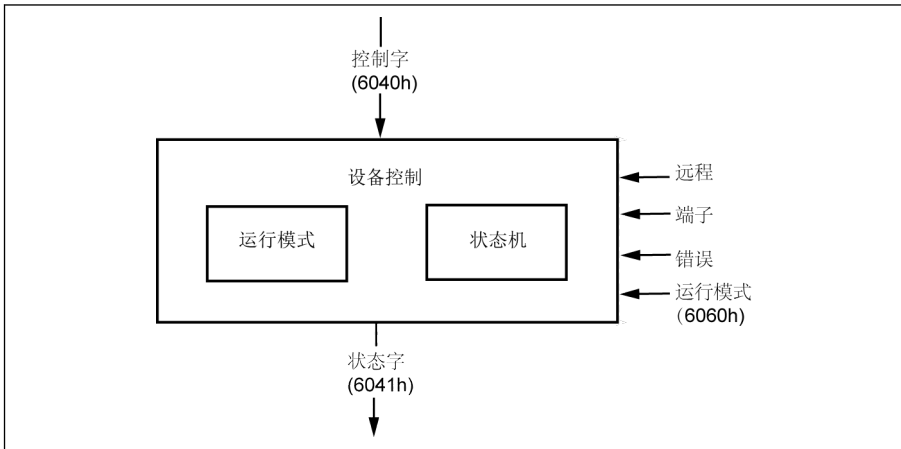


插图 4-4: 设备控制

驱动状态用控制字控制, 用状态字显示。

远程模式

远程模式下, 设备是由 PDO 和 SDO 通过 CANopen 网络直接控制。

状态机是由控制字和外部信号进行外部控制。

对控制字写操作权限是由备选的硬件信号"远程"来控制。

状态机由内部信号(如故障, 操作模式等)控制。

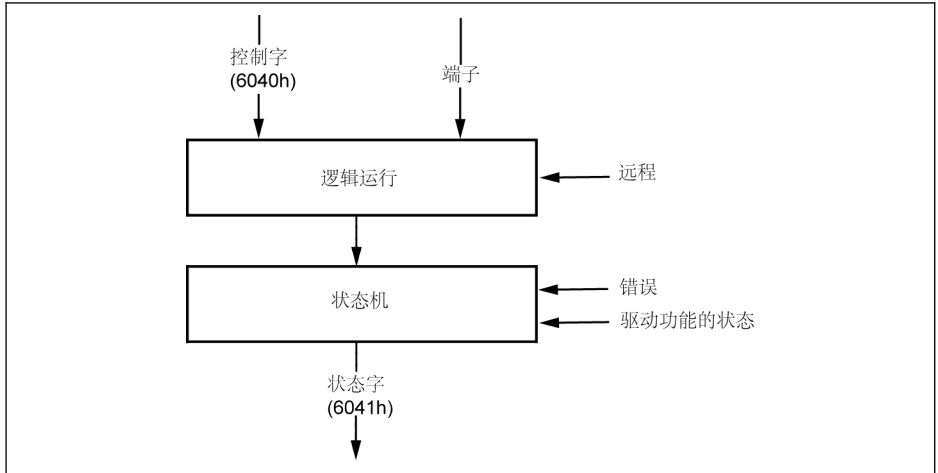


插图 4-5: 远程模式

对于 VFC / EFC x610, 如果运行指令来源为"通讯", 且通讯协议为"CANopen", 远程模式将被使能。

远程模式在状态字中体现: 远程字位(在有效模式下设置)

[E0.01]: 第一运行指令来源

[E0.02]: 第二运行指令来源

[E8.00]: 通讯协议

CiA-402 状态机

状态机描述了设备的状态, 以及驱动中可能的控制顺序。一个状态可以代表一个特殊的内部或外部操作。驱动的状态决定了哪些指令可接受。通过控制字和(或)内部事件可以改变设备的状态, 通过状态字可以读取设备当前状态。状态机通过相应的用户指令和内部驱动故障来反映设备的状态。

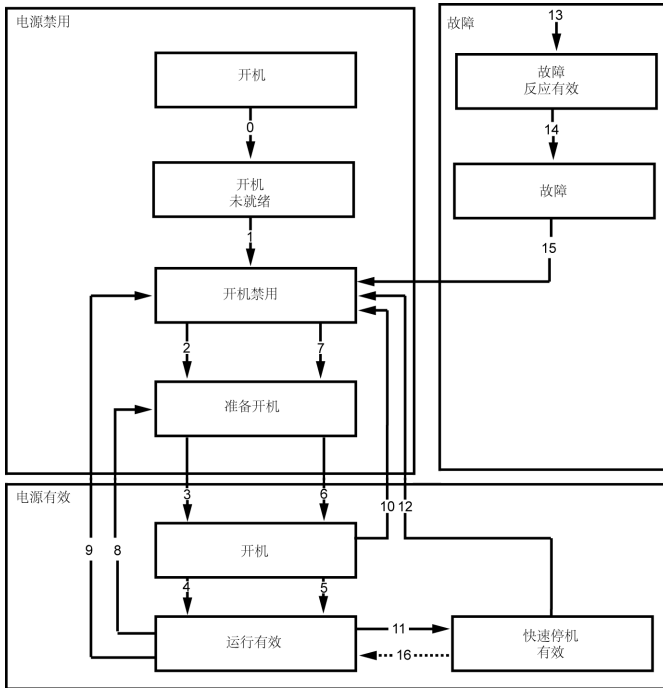


插图 4-6: CiA-402 状态机

备注:

- 部分 CiA-402 的状态不能直接与驱动内部系统的状态机进行映射, 另外通过扩展卡不能对驱动电源直接进行控制。CiA-402 状态机定义的状态及其映射关系如下所示。

CiA-402 状态	驱动状态
开机未就绪	初始化状态
开机禁用 / 开机就绪 / 开机	停机
运行有效	运行
快速停机有效	运行 -> 停机转换
错误反应有效 / 错误	错误已设置

表格 4-23: CiA-402 状态机中的状态映射

- 快速停机对象选项代码(0x605A)未执行。
- 转换(16)不支持。
- 一旦接收到快速停机指令, 驱动在停机后自动转换(12)为"开机禁用"状态。
- 遇到非法状态转换请求时可进行如下操作:

对于驱动控制, 状态转换需要按照正确的顺序来执行。如果请求执行的状态转换不正确 (如状态列表所定义), 此类操作将定义为非法转换。

如果出现这种情况, 需要向用户 / 主机提供正确的操作方法或提示。

例如:

- > 直接从"开机禁用"转换为"运行有效"。
- > 在"运行有效"状态下, 提供故障重置命令。

SDO 访问权限

如果 SDO 用于驱动控制, 发生非法转换时, 控制字无效, 终止代码为'0609 0030'即"参数值无效"。驱动状态不受影响。

PDO 访问权限

如果 RPDO 用于驱动控制, 发生非法转换时, 驱动状态不受影响, 但会提供如下说明:

1. 告警设置: 面板显示"lSt" (无效状态转换), 在 CiA-402 状态字中, 设置告警位(7)。
2. 发送紧急电文, 错误代码 0x8200 (协议错误)。
3. 当 CANopen 主机通过 SDO / PDO 发出一个新的有效转换指令(CiA 控制字), 告警将被清除。

0	1	2	3	4	5	6	7
故障代码 对象: 0x603F	故障寄存器 对象: 0x1001	厂商指定字节					
0x8200 (协议错误)	0x21	[b6.91] 0x5900			[b6.91] 0xE5900		

表格 4-24: CiA-402 状态字告警位

CiA-402 控制字:

对象 6040h: 控制字

控制字包括:

- 状态控制
- 运行模式控制
- 厂商指定项

控制字的位定义如下:

位	功能	描述
0	开机	有效
1	电压使能	有效
2	快速停机	有效
3	操作使能	有效
4	指定运行模式	无效(不需要考虑位)
5	指定运行模式	无效(不需要考虑位)

位	功能	描述
6	指定运行模式	无效(不需要考虑位)
7	故障重置	上升沿有效 0->1
8	暂停	有效
9	预留	保留(不需要考虑位)
10	预留	保留(不需要考虑位)
11	厂商指定	保留(不需要考虑位)
12	厂商指定	保留(不需要考虑位)
13	厂商指定	保留(不需要考虑位)
14	厂商指定	保留(不需要考虑位)
15	厂商指定	保留(不需要考虑位)

表格 4-25: 控制字位定义

设备控制指令按照如下控制字的位模式触发。

指令	控制字位					转换
	故障复位	操作使能	快速停机	电压使能	开机	
停机	0	X	1	1	0	2, 6, 8
开机	0	0	1	1	1	3*
开机	0	1	1	1	1	3**
电压无效	0	X	X	X	X	7, 9, 10, 12
快速停机	0	X	0	1	X	7, 10, 11
操作无效	0	0	1	1	1	5
操作使能	0	1	1	1	1	4, 16
故障复位		X	X	X	X	15

表格 4-26: 设备控制指令



停止位(8): 当停止位被设置并输入"开机无效"后, 驱动停止。

CiA-402 状态字:

对象 6041h: 状态字

状态字表示驱动当前状态。无位锁存, 状态字中的位包含如下信息:

- 当前驱动状态
- 运行模式的状态
- 厂商指定项

位	功能	描述
0	开机准备	有效
1	开机	有效
2	运行有效	有效
3	故障	有效
4	电压有效	有效
5	快速停机	有效
6	开机无效	有效
7	告警	有效
8	厂商指定	设置为'0'
9	远程	有效
10	目标达成	定义为驱动临时状态
11	内部限制有效	有效
12	指定操作模式	设置为'0'
13	指定操作模式	设置为'0'
14	厂商指定	设置为'0'
15	厂商指定	设置为'0'

表格 4-27: 状态字位定义

位值 (二进制)	状态
xxxx xxxx x0xx 0000	开机未就绪
xxxx xxxx x1xx 0000	开机禁用
xxxx xxxx x01x 0001	开机就绪
xxxx xxxx x01x 0011	已开机
xxxx xxxx x01x 0111	运行启用
xxxx xxxx x00x 0111	快速停机有效
xxxx xxxx x0xx 1111	故障响应有效
xxxx xxxx x0xx 1000	故障

表格 4-28: 设备状态位

告警位(7):

驱动告警是通过 CiA-402 状态字 Bit-7 表示, 而主机中检测到任何告警, 不会触发任何告警报文。在告警出现后, 对象 0x603F 包含告警代码。如果报警信号是主机发送, 相应的故障代码对象(0x603F)的值应该是 0xFF01。

目标达成位(10):

该位用于检测驱动是否处于临时状态。当目标速度到达时, 状态达成位会被设置。目标速度是否到达, 需要对驱动的加速和减速状态进行检测。在 CiA-402 状态字中检测和设置

该位前,需要先设置 30 ms 的内部延时。这是因为给定"运行"指令后驱动并未立即加速。此外,还需要设置约 8 ms 的延时用于使能电源并进入“运行”状态。

简单速度模式

速度模式包括了下表中的子功能:

- 给定计算
- 因子函数, 反转因子函数
- 百分比函数, 反转百分比函数
- 电机级数函数, 反向电极级数函数
- 速度限制函数
- 速度电机限制函数
- 斜坡函数
- 最小斜坡函数
- 闭开环控制函数

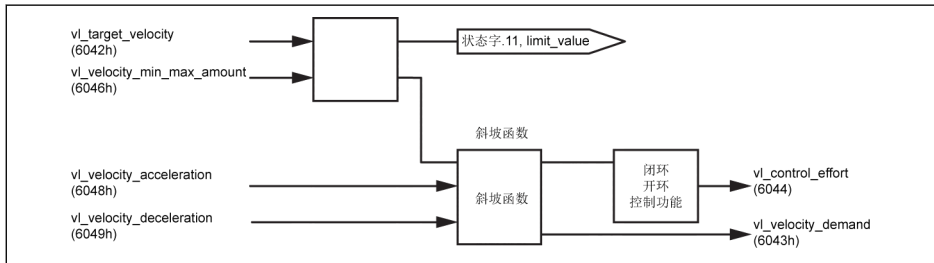


插图 4-7: 仅带强制对象的速度模式



- 旋转方向随对象 0x6042 的正/负值而改变。
RPM 中的目标速度，速度指令的范围是从 -32768 RPM 到 +32767 RPM。
- 速度模式下: 加速度定义为: $\frac{\Delta \text{速度}}{\Delta \text{时间}}$ 。
无论速度和时间如何变化, [E0.26] 都按照如下方式计算:

$$[E0.26] = \frac{[E0.08] \times \Delta \text{时间} \times 120}{\Delta \text{速度} \times \text{级数}}$$
 加速度单位: RPM/s
- 速度模式下, 减速度定义为: $\frac{\Delta \text{速度}}{\Delta \text{时间}}$ 。
无论速度和时间如何变化, [E0.27] 都按照如下方式计算:

$$[E0.27] = \frac{[E0.08] \times \Delta \text{时间} \times 120}{\Delta \text{速度} \times \text{级数}}$$
 [E0.08] -> 最大输出频率
减速度单位是: RPM/s

CiA-402 速度模式下的参数依赖关系

选择 CiA-402 驱动文件时, 在 CANopen 扩展卡中将生成相关参数列表。当列表中参数变更时, 与其相关的参数会被 CANopen 扩展卡自动计算并写到主机(控制板)。

主要参数列表	关联参数以及驱动文件对象
[C1.11]: 电机级数	1. [E0.26]: 加速时间 2. [E0.27]: 减速时间 3. [E0.10]: 输出频率下限* 4. [E0.09]: 输出频率上限*
[E0.08]: 最大频率	1. [E0.26]: 加速时间 2. [E0.27]: 减速时间 3. 0x6046: vl 速度最大最小量
[E0.09]: 输出频率上限	0x6046-02: vl 速度最大量
[E0.10]: 输出频率下限	0x6046-01: vl 速度最小量
[E0.26]: 加速时间	当 CiA-402 文件有效, 并且 NMT 处于可操作状态, 不可写。
[E0.27]: 减速时间	当 CiA-402 文件有效, 并且 NMT 处于可操作状态, 不可写。

表格 4-29: 关联参数列表



*: 根据对象 0x6046 定义的速度限制范围(vl 速度最大/最小量), 计算频率的上/下限。

- 当节点处于 NMT 可操作状态, 使用 ConverterWorks / SDO 不能直接写参数[E0.26] 和[E0.27] (将报"被其他保护"故障)。

- 当节点处于 NMT 预操作状态, 使用 ConverterWorks / SDO 可以直接写参数[E0.26]和[E0.27]。但当 NMT 从预操作状态转换为可操作状态, 其中根据对象 0x6048 和 0x6049 计算的加速/速时间将被写回到[E0.26]和[E0.27]。
- 当节点处于可操作状态, 如果电机级数[C1.11]或者最大频率[E0.08]更改, 相关参数会自动被重新计算和更新。

4.11 相关通讯参数

代码	名称	修改	功能	取值
E0.00	第一频率设定来源	停机	设置频率选择来源	20: 通讯
E0.01	第一运行指令来源	停机	执行指令选择来源	2: 通讯
E8.00	通讯协议	停机	现场总线协议选择	0: Modbus * 1: 扩展卡
E8.03	通过程数据丢失方式	停机	CANopen 节点在运行过程中切换到"预操作"模式时选择驱动方式	0: 减速停机 1: 自由停机 2: 继续运行
H0.00	控制字	运行	VFC/EFC x610 驱动控制字	-
H0.01	状态字	读取	VFC/EFC x610 驱动状态字	-
H0.10	频率指令	运行	设置频率	0...400Hz (0...65535) 默认: 0
H0.20	扩展卡 1 类型	读取	变频器检测到的卡槽 1 中的扩展卡类型	0: 无效* 1: PROFIBUS 卡 2: CANopen 卡 3: 多以太网卡 8: I/O 卡 9: 继电器卡
H0.21	扩展卡 1 硬件标签	读取	-	-
H0.22	扩展卡 1 软件字符串	读取	-	-
H0.23	扩展卡 2 类型	读取	变频器检测到的卡槽 2 中的扩展卡类型	0: 无效* 1: PROFIBUS 卡 2: CANopen 卡 3: 多以太网卡 8: I/O 卡 9: 继电器卡
H0.24	扩展卡 2 硬件标签	读取	-	-
H0.25	扩展卡 2 软件字符串	读取	-	-

表格 4-30: 状态字位定义



*: 出厂默认

4.12 CANopen 扩展卡参数

代码	名称	修改	功能	取值
H2.00	CANopen 地址	停机	选择 CANopen 节点的地址	1...127 默认: 1
H2.01	CANopen 波特率	停机	设置 CANopen 通讯的速度	0...6 默认: 3 0: 10 kbits/s 1: 20 kbits/s 2: 50 kbits/s 3: 125 kbits/s 4: 250 kbits/s 5: 500 kbits/s 6: 1 Mbit/s
H2.02	CANopen 设备驱动文件选择	停机	切换不同的驱动文件	0...1 默认: 0-> 力士乐驱动文件 1-> CiA-402 驱动文件
H2.98	CANopen 终端电阻开关	停机	选择终端电阻的状态	0: 无效 (默认) 1: 有效

表格 4-31: CANopen 扩展卡参数



MO: 厂商对象

5 诊断

VFC/EFC x610 的 CANopen 扩展卡只有在现场总线通讯建立时才会显示现场总线状态信息(故障/告警)。

- 如果 CANopen 处于 NMT 预运行状态(非周期性现场总线通讯): 将不显示现场总线通讯错误或报警**。
- 如果 CANopen 处于 NMT 可操作状态(周期性现场总线通讯已建立, 但数据无效), 当 CAN 处于被动或离线状态, 或者在选配板无法与控制板进行通讯的情况下, 数据无效; 在此情况下, 将出现如下两个可能:
 - 如果变频器处于"运行"状态, 将上报故障代码“Fdi-”(现场总线数据无效)。
 - 如果变频器处于"停止"状态, 将上报告警代码“Fdi”(不带负号)。



- 当检测到严重故障时, 紧急报文被触发。
- 任何在主机中检测到的报警状态, 不启用紧急电文。
- 在 VFC/EFC x610 CANopen 系统中, 当变频器进入停止状态, 故障(Fdi-)可以被清除。如果该故障持续, 在用户清除故障的同时, 自动产生告警(Fdi)。当 CAN 状态切换到有效状态且数据有效(例如 CAN 从故障无效状态恢复)或预操作状态(总线离线)时, 告警自动清除。
- 从 CANopen 选配卡中复位故障: 通过驱动控制字 RPDO 可以远程清除告警(即: 从机 NMT 应处于可操作状)。
- 如果事件计数器配置为 RPDO 模式, 如果在定义的事件时间内报文丢失, 如果驱动处于"运行"状态, 系统报故障(FTL); 如果驱动为"停机"状态, 则会报"FTL"告警。
- 对象 0x1029: 故障动作默认设置时'0', 当出现离线/心跳/节点保护故障时, 会引起从机 NMT 状态自动切换到预运行状态, 由于心跳或节点保护协议错误的关系, 这会对故障检测产生影响。
- 当变频器处于运行状态, 设备中检测到的错误为“Fdi-”, 而不是“FnC-”。这是因为控制板会首先检测系统向预运行状态的过渡, 即首先检测通讯干扰, 所以会报故障“Fdi-”。
- **例外情况: 如果心跳或节点保护出现故障, 系统报错, 不区分驱动是预操作/操作/运行/停止状态。
- 当出现 CANOVERRUN, 系统报错, 不区分驱动是预操作/操作/运行/停止状态。

- 如下诊断代码适用于 CANopen 扩展卡。

诊断代码 E= 告警 F= 故障	LED 显示	描述	处理方法
E5900	ISt	无效状态转换	当告警 CiA-402 文件有效, 该告警会产生。当用户使用合适的控制字序列执行 CiA-402 驱动状态机时该告警可自动清除。
E5903	FtL	RPDO 报文丢失	当 RPDO 事件定时器被设置, 并且如果变频器在预设置的时间内没有接收到 RPDO 控件, 将触发此告警。当系统接收到下一条 RPDO, 此告警可清除。请注意检查 CAN 系统的信息接收系统是否可以正常运行。如果出现错误, 延长 RPDO 事件时间。
E5908	Fdi	扩展卡过程数据无效	当 CAN 通讯故障或离线故障发生时, 检查通讯连接 - CAN 物理层(CAN 电缆)是否短路, 或者当系统处于 NMT 可操作状态, CAN 连接器与从机的连接是否有松动。
F5901	FCd-	主机通讯超时	与通讯板的通讯中断。按下 STOP 按键, 清除故障。如果错误持续, 重启系统。
F5902	FPC-	现场总线过程数配置错误	对于主机和从机, 重新确认 PDO 设置 (尤其要确认 PDO 信息长度是否合适)。
F5903	FtL-	RPDO 报文丢失	与故障 E5903 相似。但此告警可能在变频器处于运行状态时出现。
F5904	Fln-	通讯平台初始化故障	采用默认方式载入参数。
F5905	FnC-	现场总线网络配置无效	心跳和节点保护协议出错, 检查节点和通讯连接。
F5906	FCE-	通讯平台严重故障	检查参数 b7.93 中是否列入无效参数。如果没有, 检查网络设置节点保护间隔, PDO's & SDO's (因为这个过程关联大量的接受 / 发送数据, 例如心跳, 节点保护, SDO, NMT 以及 SYNC)。

表格 5-1: CANopen 扩展卡诊断代码

笔记

博世力士乐（西安）电子传动与控制有限公司
西安经济技术开发区尚稷路 3999 号
邮编：710021
电话：+86 (0) 29 86555100
传真：+86 (0) 29 86555109
www.boschrexroth.com.cn/fc



R912007825