

简单 CANOpen 协议说明

创建日期：2005-11-17

修改日期：2005-11-17

文件名称：简单 CANOpen 协议说明.doc

作者：wsw

版本：V1.0

(注：本说明以 24in 24out I/O 模块为例说明)

本说明是 CAN 上层协议 CANOpen 协议的嵌入式简化，较原始 CANOpen 版本简单易用，且更适应嵌入式模块通讯的需要，并且兼容 CANOpen 协议。

下面按照协议支持的功能分别进行说明：

一、NMT 网络管理服务

网络管理状态表：

终端主节点→从节点

COB-ID	0-字节	1-字节
0 (16#000)	命令说明符 (CS)	节点ID (1)

说明：一般终端主节点是指上位机，如上位用于网络管理和监控的PC机，从节点是指被管理的各模块。

如果节点ID是0表示命令会被广播至所有从节点，从节点必须执行相应的命令。

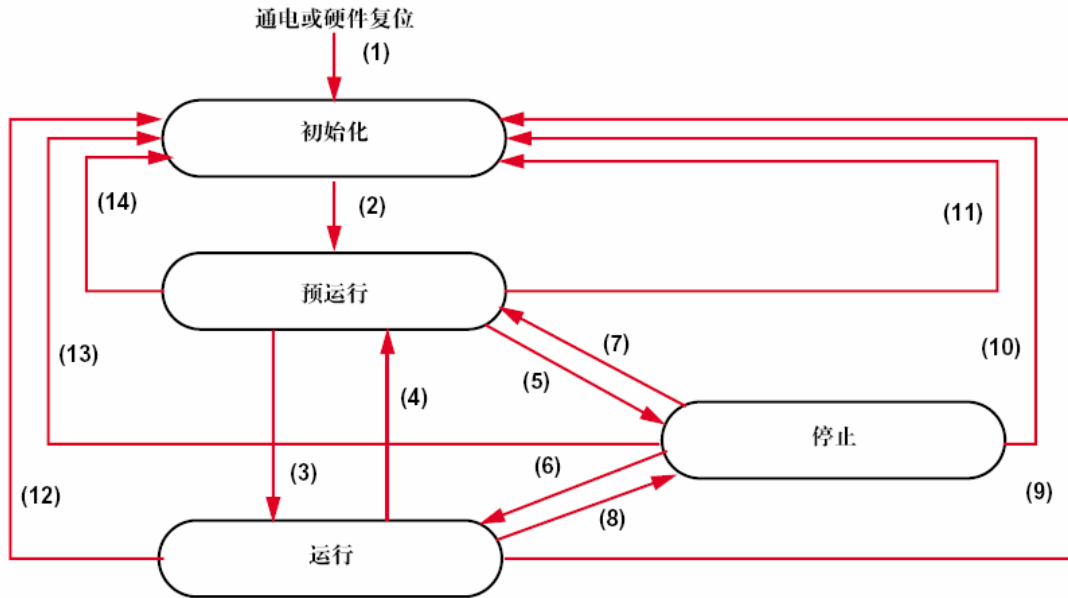
命令说明符功能见下表：

命令说明符(CS)	意义
1(16#01)	启动节点进入可操作状态
2(16#02)	停止远程节点
128(16#80)	使节点进入预操作状态
129(16#81)	复位节点
130(16#82)	复位通讯

例：启动节点1进入可操作状态，

16#000	16#80	16#04
--------	-------	-------

网络管理状态表：



状态转换	说明
(1)	通电后自动初始化
(2)	完成初始化自动进入预操作状态
(3),(6)	启动远程节点
(4),(7)	进入预操作状态
(5)(8)	停止远程节点
(9),(10),(11)	复位节点
(12),(13),(14)	复位通讯

根据节点的状态提供以下服务：

	初始化	预操作	可操作	停机
PDO			√	
SDO		√	√	
启动引导	√		√	
网络管理		√	√	√
错误控制		√	√	

二、过程数据对象(PDO)服务

过程数据对象用于在节点之间传送过程数据，如 I/O 模块 I/O 状态读取和设定，模拟量采集和模拟量输出等等，本协议考虑从机硬件限制最多支持 4 组 PDO,每组包含一个 RPDO 和一个 TPDO，现已 I/O 模块为例进行说明：

设 I/O 模块有 24 输入，24 输出，24 输入通过 TPDO 传给监控终端或其他节点，24 输出通过 RPDO 由控制节点对其进行设定，采用发送和接收 PDO1 组，即标识符 TPDO：

0x180+NODE_ID,RPDO: 0x200+NODE_ID,用 3 个字节就可以表示 24 个 I/O 量，因此发送和接收 PDO 可以表示如下(假设 NODE_ID=1)：

1. I/O 节点→监控终端 (TPDO)

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节
385(0x181)	Data:输入 I/O 状态量		
	Input_Digital_1	Input_Digital_2	Input_Digital_3

2. I/O 节点←监控终端(RPDO)

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节
513(0x201)	Data:输出 I/O 状态量		
	Output_Digital_1	Output_Digital_2	Output_Digital_3

如果是 8 通道的模拟量采集模块则需要两个 TPDO 来传送采集的数据，不需要 RPDO，因为每个通道产生一个 16 位数据，一共是 16 字节，每个 TPDO 只能够传送 8 字节。两个 TPDO 标识符分别为：0x180+NODE_ID,0x280+NODE_ID。

每帧数据格式如下表(设 NODE_ID=2):

TPDO1

COB-ID	0-1 字节	2-3 字节	4-5 字节	6-7 字节
385(0x182)	Data:输入模拟量			
	Output_Analog_1	Output_Analog_2	Output_Analog_3	Output_Analog_4

TPDO2

COB-ID	0-1 字节	2-3 字节	4-5 字节	6-7 字节
385(0x182)	Data:输入模拟量			
	Output_Analog_5	Output_Analog_6	Output_Analog_7	Output_Analog_8

三、服务数据对象(SDO)服务

服务数据对象用于读写节点的对象字典，现只实现 SDO 下载和上传的全速模式，不支持正常模式也不支持块下载和上传，因为数据量不大，实现的功能足够用，SDO 全速下载和上传采用应答式服务，由监控终端向节点发送服务请求，由节点返回应答。

现假设某节点 NODE_ID=3,协议报文如下:

读节点 OD

假设，读 SDO index = 0x1018 subindex = 0x00，返回的是 1 字节 data=0x04

监控终端→节点(终端请求)

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节	3 字节	4 字节	5 字节	6 字节	7 字节
1539(0x603)	命令	index		subindex	Reserved(保留)			
	0x40	0x18	0x10	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

监控终端←节点(节点应答)

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节	3 字节	4 字节	5 字节	6 字节	7 字节
1411(0x583)	命令	index		subindex	数据	凑够 8 个字节		
	0x4F	0x18	0x10	0x00	0x04	0x00	0x00	0x00

写节点 OD

假设，写 SDO index=0x1017,subindex=0x00,写数据为 0x07D0

监控终端→节点(终端请求)

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节	3 字节	4 字节	5 字节	6 字节	7 字节
1539(0x603)	命令	index		subindex	要写入的数据	凑 8 个字节		
	0x2B	0x17	0x10	0x00	0xD0	0x07	0x00	0x00

监控终端←节点(节点应答)

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节	3 字节	4 字节	5 字节	6 字节	7 字节
--------	------	------	------	------	------	------	------	------

1411(0x583)	命令	index		subindex	凑够 8 个字节			
	0x60	0x18	0x10	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00

如果监控终端发送的请求，节点处理出错，将返回 SDO 中止报文，报文如下：

COB-ID	0 字节	1 字节	2 字节	3 字节	4 字节	5 字节	6 字节	7 字节
1411(0x583)	命令	index		subindex	错误代码			
	0x80	0x18	0x10	0x00	0-7 位	8-15 位	16-23 位	24-31 位

节点返回的错误代码如下：

SDO_ABORT_UNSUPPORTED	0x06010000UL	不支持该功能
SDO_ABORT_NOT_EXISTS	0x06020000UL	不存在的索引
SDO_ABORT_READONLY	0x06010002UL	只读，不可写
SDO_ABORT_TYPEMISMATCH	0x06070010UL	类型不匹配
SDO_ABORT_UNKNOWN_COMMAND	0x05040001UL	未知命令
SDO_ABORT_UNKNOWN_SUB	0x06090011UL	未知子索引

注：命令字节含义请参考 CANopen 协议文件 DS301。

四、错误控制——心跳(或者叫脉动)协议(heartbeat)

错误控制用于了解总线上各节点的状态，本文只实现心跳协议，由各节点向监控终端定期发送心跳报文，报告本节点的状态，报文如下：

设节点 NODE_ID=2

节点→监控终端

COB-ID	0 字节
1794(0x702)	节点状态
	0x00

返回状态如下：

状态代码	状态含义
0x00	BOOTUP 启动状态
0x04	STOPPED 停止
0x05	OPERATIONAL 可操作
0x7F	PRE-OPERATIONAL 预操作

节点在启动之后发出 BOOTUP 心跳，然后按固定频率发出脉动消息帧，监控终端接收该报文用以检测该节点状态。

参考文献：

1. CiA Draft Standard 401 <Device Profile for Generic I/O Modules> CAN in Automation
2. CiA Draft Standard 301 <Application Layer and Communication Profile> CAN in Automation
3. 周立功 <CANopen 协议介绍>
4. 史久根 等《CAN 现场总线系统设计技术》
5. www.microcanopen.com 《MicroCANopen Atmel 89C51CC01 Application Examples》