

基于 CAN 总线的 CANopen 协议讲座（二）

CANopen 协议简介

AN01010101 V1.00 Date: 2009/11/14

产品应用笔记

类别	内容
关键词	CANopen CAN 总线 CAN-bus 现场总线 总线协议
摘要	CANopen 协议以其成熟的结构、抗干扰能力强等优势越来越多的应用到各种工业活动中，也成为各种行业的标准，已经成为未来现场总线发展的一种趋势。

修订历史

版本	日期	原因
V1.00	2009/11/14	创建文档

销售与服务网络（一）

广州周立功单片机发展有限公司

地址：广州市天河北路 689 号光大银行大厦 12 楼 F4
邮编：510630
电话：(020)38730916 38730917 38730972 38730976 38730977
传真：(020)38730925
网址：www.zlgmcu.com



广州专卖店

地址：广州市天河区新赛格电子城 203-204 室
电话：(020)87578634 87569917
传真：(020)87578842

南京周立功

地址：南京市珠江路 280 号珠江大厦 2006 室
电话：(025)83613221 83613271 83603500
传真：(025)83613271

北京周立功

地址：北京市海淀区知春路 113 号银网中心 A 座
1207-1208 室（中发电子市场斜对面）
电话：(010)62536178 62536179 82628073
传真：(010)82614433

重庆周立功

地址：重庆市石桥铺科园一路二号大西洋国际大厦
（赛格电子市场）1611 室
电话：(023)68796438 68796439
传真：(023)68796439

杭州周立功

地址：杭州市天目山路 217 号江南电子大厦 502 室
电话：(0571) 28139611 28139612 28139613
28139615 28139616 28139618
传真：(0571) 28139621

成都周立功

地址：成都市一环路南二段 1 号数码同人港 401 室
（磨子桥立交西北角）
电话：(028)85439836 85437446
传真：(028)85437896

深圳周立功

地址：深圳市深南中路 2070 号电子科技大厦 C 座 4
楼 D 室
电话：(0755)83781788（5 线）
传真：(0755)83793285

武汉周立功

地址：武汉市洪山区广埠屯珞瑜路 158 号 12128 室
（华中电脑数码市场）
电话：(027)87168497 87168297 87168397
传真：(027)87163755

上海周立功

地址：上海市北京东路 668 号科技京城东座 7E 室
电话：(021)53083452 53083453 53083496
传真：(021)53083491

西安办事处

地址：西安市长安北路 54 号太平洋大厦 1201 室
电话：(029)87881296 83063000 87881295
传真：(029)87880865

销售与服务网络（二）

广州致远电子有限公司

地址：广州市天河区车陂路黄洲工业区 3 栋 2 楼

邮编：510660

传真：(020)38601859

网址：www.embedtools.com （嵌入式系统事业部）

www.embedcontrol.com （工控网络事业部）

www.ecardsys.com （楼宇自动化事业部）



技术支持：

CAN-bus:

电话：(020)22644381 22644382 22644253

邮箱：can.support@embedcontrol.com

MiniARM:

电话：(020)28872684 28267813

邮箱：miniarm.support@embedtools.com

无线通讯:

电话：(020) 22644386

邮箱：wireless@embedcontrol.com

编程器:

电话：(020)22644371

邮箱：programmer@embedtools.com

ARM 嵌入式系统:

电话：(020)28872347 28872377 22644383 22644384

邮箱：arm.support@zlgmcu.com

销售:

电话：(020)22644249 22644399 22644372 22644261 28872524

28872342 28872349 28872569 28872573 38601786

维修:

电话：(020)22644245

iCAN 及数据采集:

电话：(020)28872344 22644373

邮箱：ican@embedcontrol.com

以太网:

电话：(020)22644380 22644385

邮箱：ethernet.support@embedcontrol.com

串行通讯:

电话：(020)28267800 22644385

邮箱：serial@embedcontrol.com

分析仪器:

电话：(020)22644375 28872624 28872345

邮箱：tools@embedtools.com

楼宇自动化:

电话：(020)22644376 22644389 28267806

邮箱：mjs.support@ecardsys.com

mifare.support@zlgmcu.com

目 录

1. 引言.....	1
2. CANopen协议简介	1
3. CANopen对象字典	1
4. CANopen通讯	2
5. CANopen预定义连接集	3
6. CANopen网络结构	4
7. 结语.....	4
8. 参数资料.....	4

1. 引言

在上期文章中我们了解了 CAN 总线，本期文章中我们将介绍 CANopen 协议相关概念及其组网方式。

CANopen 协议是在 20 世纪 90 年代末，由 CiA 组织 (CAN-in-Automation) 在 CAL (CAN Application Layer) 的基础上发展而来，一经推出便在欧洲得到了广泛的认可与应用。经过对 CANopen 协议规范文本的多次修改，使得 CANopen 协议的稳定性、实时性、抗干扰性都得到了进一步的提高。并且 CIA 在各个行业不断推出设备子协议，使 CANopen 协议在各个行业得到更快的发展与推广。目前 CANopen 协议已经在运动控制、车辆工业、电机驱动、工程机械、船舶海运等行业得到广泛的应用。

2. CANopen 协议简介

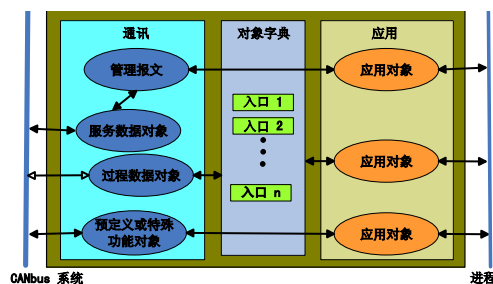


图 1 CANopen 设备结构

图 1 所示为 CANopen 设备结构，CANopen 协议通常分为用户应用层、对象字典、以及通讯三个部分。其中最为核心的是对象字典，这部分将在本文以下章节中介绍。CANopen 通讯是 CANopen 关键部分，其定义了 CANopen 协议通信规则以及与 CAN 控制器驱动之间对应关系，熟悉这部分对全面掌握 CANopen 协议至关重要，这部分将在以下章节中进行介绍。用户应用层是用户根据实际的需求编写的应用对象，这部分本文将不作介绍。

3. CANopen 对象字典

CANopen 对象字典 (OD: Object Dictionary) 是 CANopen 协议最为核心的概念。所谓的对象字典就是一个有序的对象组，每个对象采用一个 16 位的索引值来寻址，这个索引值通常被称为索引，其范围在 0x1000 到 0x9FFF 之间。为了允许访问数据结构中的单个元素，同时也定义了一个 8 位的索引值，这个索引值通常被称为子索引。

每个 CANopen 设备都有一个对象字典，对象字典包含了描述这个设备和它的网络行为的所有参数，对象字典通常用电子数据文档 (EDS: Electronic Data Sheet) 来记录这些参数，而不需要把这些参数记录在纸上。对于 CANopen 网络中的主节点来说，不需要对 CANopen 从节点的每个对象字典项都访问。

CANopen 对象字典中的项由一系列子协议来描述。子协议为对象字典中的每个对象都描述了它的功能、名字、索引、子索引、数据类型，以及这个对象是否必需、读写属性等等，这样可保证不同厂商的同类型设备兼容。

CANopen 协议的核心描述子协议是 DS301，其包括了 CANopen 协议应用层及通信结构描述，其它的协议子协议都是对 DS301 协议描述文本的补充与扩展。在不同的应用行业都会起草一份 CANopen 设备子协议，子协议编号一般是 DS4xx。

CANopen 协议包含了许多子协议，其主要划分为以下三类。

1. 通讯子协议 (Communication Profile)

通讯子协议，描述对象字典的主要形式和对象字典中的通讯对象以及参数。这个子协议适用所有的 CANopen 设备，其索引值范围从 0x1000~0x1FFF。

2. 制造商自定义子协议 (Manufacturer-specific Profile)

制造商自定义子协议，对于在设备子协议中未定义的特殊功能，制造商可以在此区域根据需求定义对象字典对象。因此这个区域对于不同的厂商来说，相同的对象字典项其定义不一定相同，其索引值范围为 0x2000~0x5FFF。

3. 设备子协议(Device Profile)

设备子协议，为各种不同类型的设备定义对象字典中的对象。目前已有十几种为不同类型的设备定义的子协议，例如 DS401、DS402、DS406 等，其索引值范围为 0x6000~0x9FFF。

4. CANopen 通讯

在 CANopen 协议中主要定义了管理报文对象 NMT (Network Management)、服务数据对象 SDO(Service Data Object)、过程数据对象 PDO(Process Data Object)、预定义报文或特殊功能对象等四种对象。

1. 管理报文 NMT

管理报文负责层管理、网络管理和 ID 分配服务，例如，初始化、配置和网络管理（其中包括节点保护）。网络管理中，同一个网络中只允许有一个主节点、一个或多个从节点，并遵循主从模式。

2. 服务数据对象 SDO (Service Data Object)

SDO 主要用于主节点对从节点的参数配置。服务确认是 SDO 的最大的特点，为每个消息都生成一个应答，确保数据传输的准确性。在一个 CANopen 系统中，通常 CANopen 从节点作为 SDO 服务器，CANopen 主节点作为客户端。客户端通过索引和子索引，能够访问数据服务器上的对象字典。这样 CANopen 主节点可以访问从节点的任意对象字典项的参数，并且 SDO 也可以传输任何长度的数据（当数据长度超过 4 个字节时就拆分成多个报文来传输）。

3. 过程数据对象 PDO (Process Data Object)

PDO 用来传输实时数据，其传输模型为生产者消费者模型如图 2 所示。数据长度被限制为 1~8 字节。PDO 通信对象具有如下的特点：

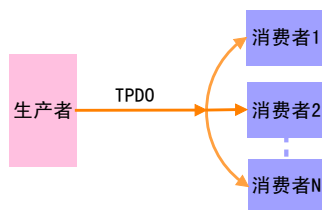


图 2 生产者消费者模型

- PDO 通讯没有协议规定, PDO 数据内容由它的 CAN-ID (也可称为 COB-ID) 定义;
- 每个 PDO 在对象字典中用 2 个对象描述:
 - PDO 通讯参数, 该通讯参数定义了该设备所使用的 COB-ID、传输类型、定时周期;
 - PDO 映射参数, 映射参数包含了一个对象字典中的对象列表, 这些对象映射到相应的 PDO, 其中包括数据的长度 (单位, 位), 对于生产者和消费者都必须要知道这个映射参数, 才能够正确的解释 PDO 内容。
- PDO 消息内容是预定义的, 如果 PDO 支持可变 PDO 映射, 那么该 PDO 是可以通过 SDO 进行配置;
- PDO 可以有多种的传输方式:
 - 同步传输 (通过接收同步对象实现同步), 同步传输又可分为非周期和周期传输。非周期传输是由远程帧预触发或者由设备子协议中规定的对象特定事件触发传送。周期传输则是通过接收同步对象 (SYNC) 来实现, 可以设置 1~240 个同步对象触发;
 - 异步传输 (由特定事件触发), 其触发方式可有两种, 第一种是通过发送与 PDO 的 COB-ID 相同的远程帧来触发 PDO 的发送, 第二种是由设备子协议中规定的对象特定事件来触发 (例如, 定时传输, 数据变化传输等)。

4. 预定义报文或特殊功能对象

预定义报文或特殊功能对象为 CANopen 设备提供特定的功能, 方便 CANopen 主站对从站管理。在 CANopen 协议中, 已经为特殊的功能预定义了 COB-ID, 其主要有以下几种特殊报文:

- 同步 (SYNC), 该报文对象主要实现整个网络的同步传输, 每个节点都以该同步报文作为 PDO 触发参数, 因此该同步报文的 COB-ID 具有较高的优先级以及最短的传输时间;
- 时间标记对象 (Time Stamp), 为各个节点提供公共的时间参考;
- 紧急事件对象 (Emergency), 当设备内部发生错误触发该对象, 即发送设备内部错误代码;
- 节点/寿命保护 (Node/Life Guarding), 主节点可通过节点保护方式获取从节点的状态。从节点可通过寿命保护方式获取主节点的状态;
- 启动报文对象 (Boot-up), 从节点初始化完成后向网络中发送该对象, 并进入到预操作状态。

5. CANopen 预定义连接集

CANopen 预定义连接是为了减少网络的组态工作量, 定义了强制性的缺省标识符 (CAN-ID) 分配表, 该分配表是基于 11 位 CAN-ID 的标准帧格式。将其划分为 4 位的功能码和 7 位的节点号 (Node-ID)。如图 3 所示, 在 CANopen 里也通常把 CAN-ID 称为 COB-ID (通信对象编号)。

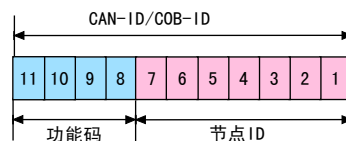


图 3 预定义连接 ID

其中节点号由系统集成商给定，每个 CANopen 设备都需要分配一个节点号，节点号的范围为 1~127（0 不允许被使用）。预定义连接集定义了 4 个接收 PDO（Receive-PDO）、4 个发送 PDO（Transmit-PDO）、1 个 SDO（占用 2 个 CAN-ID）、1 个紧急对象和 1 个节点错误控制(Node-Error-Control)ID。也支持不需确认的 NMT 模块控制服务、同步（SYNC）和时间标志（Time Stamp）对象报文。

6. CANopen 网络结构

如图 4 所示为 CANopen 典型的网络结构，该网络中有一个主节点，三个从节点以及一个 CANopen 网关挂接的其它设备。由于 CANopen 是基于 CAN 总线，因此其也属于总线型网络，在布线和维护等方面非常方便，可最大限度的节约组网成本。

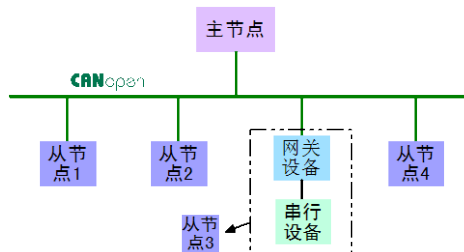


图 4 CANopen 网络结构

7. 结语

CAN 总线作为新型成熟的现场总线已经应用到生活生产的各个领域。其中基于 CAN 总线的 CANopen 协议，以其独特的优势已经成为行业标准，CANopen 也必将成为现场总线的发展趋势。

广州致远电子有限公司提供各种接口的 CANopen 接口卡、CANopen 终端设备（包括数据采集，电机控制等）、CANopen 分析仪、网关及网桥、OPC 服务器以及基于 CANopen 协议的整套组网方案及应用开发。

8. 参数资料

www.can-cia.com

www.embedcontrol.com