

如何规范通讯数据类型

摘要：当前的通讯方式各式各样，通讯协议也是五花八门，如何让通讯更加稳定可靠，这是很多工程师的棘手问题。本文将运用国际规范的通讯标准解说其通讯协议的定义方式。

过程数据对象PDO(Process data object)

PDO属于过程数据用来传输实时数据，即单向传输，无需接收节点回应CAN报文来确认，从通讯术语上来说是属于“生产消费”模型PDO，如图1所示，就像食品销售柜台，生产者摆出“食品”，但只有“需要”的消费者才会来买，没有指向性。



图1 生产者消费者模型

数据长度被限制为1~8字节。最多只要1帧就可以把一条信息或者一个变量传递结束。

PDO的CAN-ID定义

PDO通信比较灵活，广义上只要符合PDO范围内的所有CANID都可以作为节点自身的TPDO或者RPDO使用，也称为COB-ID，不受功能码和Node-ID限制，如图2所示。

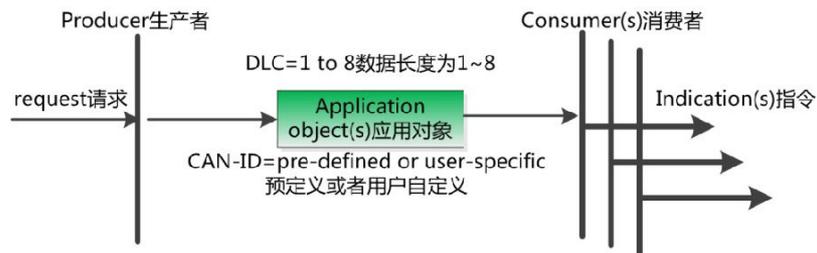


图2 PDO的CANID规则

而在PDO预定义中，人为规定了TPDO和RPDO，规定了Node-ID在PDO中的位置，规定了PDO的编号，如表1所示。

表1 PDO的CAN-ID定义

Object 对象 [↕]	Specification 规范 [↕]	CAN-ID (COB-ID) [↕]
TPDO1 发送过程数据对象 1 [↕]	CiA301 [↕]	181h to 1FFh (180h +node-ID) [↕]
RPDO1 接收过程数据对象 1 [↕]	CiA301 [↕]	201h to 27Fh (200h +node-ID) [↕]
TPDO2 发送过程数据对象 2 [↕]	CiA301 [↕]	281h to 2FFh (280h +node-ID) [↕]
RPDO2 接收过程数据对象 2 [↕]	CiA301 [↕]	301h to 37Fh (300h +node-ID) [↕]
TPDO3 发送过程数据对象 3 [↕]	CiA301 [↕]	381h to 3FFh (380h +node-ID) [↕]
RPDO3 接收过程数据对象 3 [↕]	CiA301 [↕]	401h to 47Fh (400h +node-ID) [↕]
TPDO4 发送过程数据对象 4 [↕]	CiA301 [↕]	481h to 4FFh (480h +node-ID) [↕]
RPDO4 接收过程数据对象 4 [↕]	CiA301 [↕]	501h to 57Fh (500h +node-ID) [↕]

PDO分为TPDO(发送PDO)和(接收RPDO)，发送和接收是以CANopen节点自身为参考(如果CAN主站或者其他从站就相反)。TPDO和RPDO分别有4个数据对象，每种数据对象就是1条CAN报文封装，这些都是数据收发的容器，就像图3所示，水果箩筐为使用者准备好，就看使用者在里面放什么水果了。



图 3 PDO和SDO就像水果箩筐

当然，如果某个节点需要传递的资源特别多，则有出现例如TPDO5之类的数据对象，而它们的CAN-ID定义就需要打破预定义的规则，比如我们可以定义Node-ID为1的节点中TPDO5是182h，这里的PDO的COB-ID中的低7位不再是表示Node-ID。其实所有的PDO的COB-ID与Node-ID无必然规则上的联系。

PDO的传输形式

PDO的两种传输方式：同步传输和异步传输。如图 4所示，1、2为异步传输，3、4为同步传输。

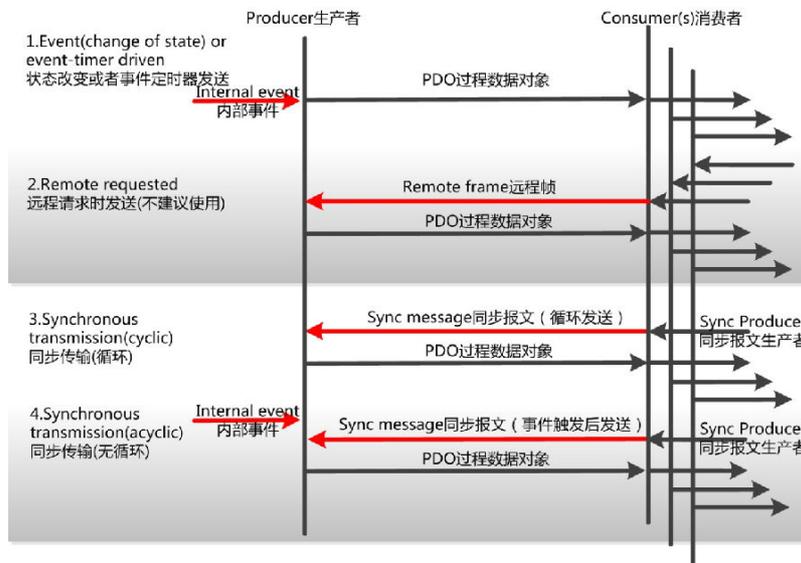


图 4 PDO的传输形式

异步传输(由特定事件触发)

其触发方式可有两种，第一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)。第二种是通过发送与PDO的COB-ID相同的远程帧来触发PDO的发送。目前应用中的异步传输基本都采用第一种。

同步传输(通过接收同步对象实现同步)

同步传输就是通过同步报文让所有节点能在同一时刻进行上传数据或者执行下达的应用指令，可以有效避免异步传输导致的应用逻辑混乱和总线负载不平衡的问题。一般发送同步报文的节点是NMT主机。

同步传输又可分为周期传输(循环)和非周期传输(无循环)。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。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预触发发送。

PDO的通信参数

PDO通信参数，定义了该设备所使用的COB-ID、传输类型、定时周期等。RPDO通讯参数位于对象字典索引的1400h to 15FFh，TPDO通讯参数位于对象字典索引的1800h to 19FFh。每条索引代表一个PDO的通信参数集，其中的子索引分别指向具体的各种参数。如表 2所示。

Index 索引 [Ⓞ]	Sub-index 子索引 [Ⓞ]	Description 描述 [Ⓞ]	Data type 数据类型 [Ⓞ]
RPDO: [Ⓞ]	00h [Ⓞ]	Number of entries 参数条目数量 [Ⓞ]	Unsigned8 [Ⓞ]
1400h to [Ⓞ]	01h [Ⓞ]	COB-ID: 发送/接收这个 PDO 的帧 ID [Ⓞ]	Unsigned32 [Ⓞ]
15FFh [Ⓞ]	Ⓞ	Transmission type 发送类型 [Ⓞ]	Ⓞ
Ⓞ		00h: 非循环同步 [Ⓞ]	
TPDO: [Ⓞ]		01h: 循环同步 [Ⓞ]	
1800h to [Ⓞ]		FCh: 远程同步 [Ⓞ]	
19FFh [Ⓞ]	02h [Ⓞ]	FDh: 远程异步 [Ⓞ]	Unsigned8 [Ⓞ]
Ⓞ	FEh: 异步, 制造商特定事件 [Ⓞ]		
Ⓞ	FFh: 异步, 设备子协议特定事件 [Ⓞ]		
Ⓞ	03h [Ⓞ]	Inhibit time 生产禁止约束时间(1/10ms) [Ⓞ]	
Ⓞ	05h [Ⓞ]	Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms) [Ⓞ]	Unsigned16 [Ⓞ]
Ⓞ	06h [Ⓞ]	SYNC start value 同步起始值 [Ⓞ]	Unsigned8 [Ⓞ]

表 2 PDO的通信参数

Number of entries参数条目数量：即本索引中有几条参数；

COB-ID：即这个PDO发出或者接收的对应CAN帧ID；

发送类型：即这个PDO发送或者接收的传输形式，通常使用循环同步和异步制造商特定事件较多；

Inhibit time生产禁止约束时间(1/10ms)：约束PDO发送的最小间隔，避免导致总线负载剧

烈增加，比如数字量输入过快，导致状态改变发送的TPDO频繁发送，总线负载加大，所以需要有一个约束时间来进行“滤波”，这个时间单位为0.1ms；

Event timer事件定时器触发的时间(单位ms)：定时发送的PDO，它的定时时间，如果这个时间为0，则这个PDO为事件改变发送。

SYNC start value同步起始值：同步传输的PDO，收到若干个同步包后，才进行发送，这个同步起始值就是同步包数量。比如设置为2，即收到2个同步包后才进行发送。

PDO的映射参数

PDO映射参数是初学者学习CANopen时的一个难点，它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。就是将通信参数、应用数据和具体CAN报文中的数据联系起来。

RPDO通讯参数1400h to 15FFh，映射参数1600h to 17FFh，数据存放为2000h 之后厂商自定义区域；TPDO通讯参数1800h to 19FFh，映射参数1A00h to 1BFFh，数据存放为2000h 之后厂商自定义区域。

为了更加直观地表现映射，表 3模拟TPDO1，将参数、应用数据、CAN报文数据联合起来展示，不同的映射采用不同的颜色。

Index 索引 [Ⓞ]	Sub 子索引 [Ⓞ]	Object contents 对象内容 [Ⓞ]
1800h [Ⓞ] 通信参数 [Ⓞ]	01h [Ⓞ]	COB-ID: 值为 181h [Ⓞ]
	02h [Ⓞ]	发送类型: FEh [Ⓞ]
	03h [Ⓞ]	生产禁止约束时间(1/10ms): 200 [Ⓞ]
	05h [Ⓞ]	Event timer 事件定时器触发的时间(单位 ms): 0 [Ⓞ]
	06h [Ⓞ]	SYNC start value 同步起始值: 无 [Ⓞ]
Ⓞ		
1A00h [Ⓞ] 映射参数 [Ⓞ]	01h [Ⓞ]	值 20000108 h 为映射到索引 2000h 的子索引 01h, 对象是 8 位
	02h [Ⓞ]	值 20030310 h 为映射到索引 2003h 的子索引 03h, 对象是 16 位 [Ⓞ]
	03h [Ⓞ]	值 20030108 h 为映射到索引 2003h 的子索引 01h, 对象是 8 位 [Ⓞ]
以下为厂商自定义区域: [Ⓞ]		
2000h	01h	值 01h
2000h [Ⓞ]	02h [Ⓞ]	值 02h [Ⓞ]
2001h [Ⓞ]	00h [Ⓞ]	值 00h [Ⓞ]
2002h [Ⓞ]	00h [Ⓞ]	值 00h [Ⓞ]
2003h [Ⓞ]	01h [Ⓞ]	值 12h [Ⓞ]
2003h [Ⓞ]	02h [Ⓞ]	值 34h [Ⓞ]
2003h [Ⓞ]	03h [Ⓞ]	值 5678h [Ⓞ]

表 3 PDO在对象字典中的映射关系

CAN transmission(CAN发送报文)

TPDO1(CAN-ID = 181h) Data field: 数据域4个字节

Data1	Data2	Data3	Data4
01h	78h	56h	12h

表 4 TPDO的数据域

请读者阅读3遍以上，如果还是无法理解。请打开广州致远电子的CANopen主站卡管理软件CANManager for CANopen，导入XGate-COP10模块从站协议栈模块的EDS文件，来真实感受一下。点击配置从站，“高级”中进行感性认识。

USBCAN-E-P与PCI-5010-P主站卡可为PC机拓展出CANOpen通讯接口，实现CANOpen协议的数据通信。作为CANOpen网络的管理者，实现全部的CANOpen网络管理(NMT)功能。

