

基于 Ethercat 的伺服驱动器的 设备描述技术研究

Research on Device Description Technology for the Driver Based on Ethercat

樊留群 余 强

(同济大学 中德学院, 上海 200092)

摘 要: 针对现场总线的互操作性问题, 以 Ethercat 总线为代表, 探讨了如何采用 XML 设备描述技术, 对来自不同制造厂商的现场设备实现互联和互操作, 并以同济大学和沈阳机床联合开发的基于 Ethercat 总线的飞阳系列伺服驱动器为例, 具体研究和分析该设备的设备描述文档, 以及该文档在现场设备组态过程中的应用。

关键词: 互换性 Ethercat XML 设备描述 组态

Abstract: In allusion to the interoperability of field bus, it is discussed how to use the XML device description technology, to realize the interconnection and interoperation of different devices, which communication protocol is based on Ethercat. Take Fiyang Series Drivers as example, made by Tongji University and Shenyang Machine Tool Group, the paper give a specific analysis of the device description documents and the application of the documents in the device configuration process.

Key words: interoperability Ethercat XML device description configuration

DOI: 10.3969/j.issn.1007-080X.2010.06.008

0 引 言

工业控制领域现场总线技术的竞争, 形成了当今不同总线标准并存的局面。这一局面限制了用户对总线产品的选择, 同时也约束了总线技术的发展, 这使得实现各种总线之间的互联和互操作成了当务之急。虽然各现场总线组织在设备互操作方面做出了很大努力, 在同一种现场总线标准下实现了互操作性, 但是目前对于基于不同总线标准的现场设备, 还不能保证在同一个控制系统中实现无缝地互操作。另一方面, 在激烈的市场总线技术竞争中生存下来的几个现场总线协议标准, 都各自有其独特的用户群体和针对其特殊需求的产品特色, 人为地用一种协议来进行统一是不

现实的。因此, 对各个现场总线标准之间互操作性的研究就显得格外重要^[1]。

在相同的现场总线协议下, 互操作研究的主要内容是, 实现不同设备制造厂商的设备互联与互操作的机制和手段。各种现场总线实现互操作性的技术虽然有些不同, 但基本上都离不开设备描述技术。设备描述由设备描述语言实现, 是对现场设备的一种明确的、无歧义的、结构化的文本描述。此描述精确定义了一台现场设备如何与一台监控设备进行交互, 包括监控设备操作现场设备所需的全部信息。

1 基于 Ethercat 总线的设备描述规范

Ethercat 总线 (Ethernet for control automation

作者简介: 樊留群 1964 年出生, 教授。主要从事教学和生产过程自动化方面的研究。

technology)是德国倍福公司 2003 年提出的一种开放式实时以太网协议,并成为国际标准(IEC/PAS62407)。ETG(Ethercat technology group)技术协会是一个全球化的自动化用户和厂商的协会,旨在为 Ethercat 技术的开发提供支持^[2]。作为一种标准的现场总线,为了保证来自不同厂家的设备能在同一个系统中相互正常操作,而不会损失其设备功能,Ethercat 总线设备描述协议既支持基于 CANopen 设备描述符,又支持基于 Sercos 驱动描述符。此外,ETG 组织对不同厂商设备的设备描述形式进行了统一的规范,组态软件通过访问和操作设备描述文件中的信息,获取所需要的参数进行系统配置,实现了对现场设备的控制及设备间的互操作。

基于 Ethercat 总线控制系统的设备描述主要描述设备的以下信息,即设备基本信息、设备资源、设备功能块等,并详细描述了其中每一个模块的内部参数结构与操作权限描述、变量值等等。基本的设备描述结构如图 1 所示^[3]。

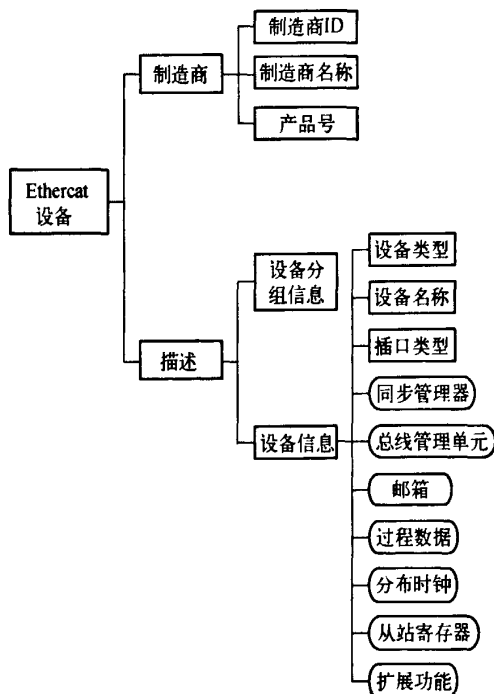


图 1 基于 Ethercat 总线控制系统的设备描述结构

整个设备的描述结构分为两个部分:第一部分为基本参数描述,定义所有设备都必须有的公共属性参数,如制造商 ID、制造商名称、产品号等;第二部分又分

为两层,第一层是设备的分组信息描述,制造商根据设备类型和功能对设备进行分组,从而对从站设备进行进一步细分,以方便组态工具对设备进行组态。第二层是设备的物理参数和功能块参数描述。物理参数包括设备类型、设备名称、插口类型等。功能块参数描述,一个设备里可有多个功能块,每个功能块里又可有多个子变量,定义了表征设备功能的各种参数,如该设备支持的同步管理器数量,以及同步管理器大小,输入输出的设定;总线管理单元数量、大小和映射设定;该从站设备是简单从站还是复杂从站,如果该从站支持邮箱通信,为复杂设备,与微处理器连接,若该从站只支持过程数据通信,为简单设备,直接与 I/O 端连接;该从站设备是否支持分布时钟功能,以及从站寄存器的大小和存储内容。

基于 Ethercat 总线的网络控制系统的设备描述是可扩展的,因此一个设备的设备描述里除了有 Ethercat 标准制定组织提供的标准功能块及参数定义部分外,也可能有制造商提供的扩展功能部分,这部分是制造商根据他们生产的设备的具体功能自己添加的。这两部分结合在一起,完整地描述了设备功能块的特性。

2 基于 Ethercat 总线伺服驱动器的设备描述

设备描述是对现场设备的一种明确的、无歧义的、结构化的描述,并通过设备描述语言表现。基于 Ethercat 总线的网络控制系统的设备描述语言采用 XML 语言。XML 语言是一种结构化语言,Ethercat 标准制定组织 ETG 定义专用于设备描述的 Schema。在 Schema 里定义设备描述中每个元素的元素类型、属性列表、符号等等,设备描述便可根据这个 Schema 来编写。由于 XML 是一种网络标记定义语言,因此编写好的设备描述文件可以通过普通浏览器在 Internet 上查看。

(1) 现场总线管理单元 FMMU 和同步管理器 SM

飞阳伺服驱动器采用 4 个同步管理器和 3 个现场总线管理单元,分别用于过程数据通信和邮箱通信。

```

< Fmmu > Outputs </Fmmu >
< Fmmu > Inputs </Fmmu >
< Fmmu > MBoxStatus </Fmmu >
< SmStartAddress = "#x1800" > MboxOut </Sm >
< SmStartAddress = "#1a00" > MboxIn </Sm >
< SmStartAddress = "#1 000" > Outputs </Sm >
    
```

```
<SmStartAddress = "#1100" > Inputs </Sm >
```

(2) 过程数据对象 PDO

PDO 包括接收过程数据 RxPdo 和传输过程数据 TxPdo,对 PDO 的描述包括 PDO 索引、PDO 名称、PDO 入口索引、入口长度、入口子索引名称以及对应的同步管理器。飞阳伺服驱动器接收的过程数据包括主站控制字和速度命令值,传输的过程数据包括驱动状态字和位置反馈值以及转矩反馈值。

```
- <RxPdo Mandatory = "1" Sm = "2" >
```

```
<Index > 24 </Index >
```

```
<Name > MDT </Name >
```

```
- <Entry >
```

```
<Index > 134 </Index >
```

```
<BitLen > 16 </BitLen >
```

```
<Name > Master control word </Name >
```

```
<DataType > UNIT </DataType >
```

```
</Entry >
```

```
- <Entry >
```

```
<Index > 36 </Index >
```

```
<BitLen > 32 </BitLen >
```

```
<Name > Velocity command value </Name >
```

```
<DataType > DNIT </DataType >
```

```
</Entry >
```

```
</RxPdo >
```

```
- <TxPdo Mandatory = "1" Sm = "3" >
```

……(描述格式同 RxPdo)

```
</RxPdo >
```

(3) 邮箱通信 Mailbox

Ethercat 总线支持的邮箱协议有 4 种: COE (CANopen over Ethercat)、EOE (Ethernet over Ethercat)、FOE (File access over Ethercat)、SOE (Sercos over Ethercat)。飞阳伺服控制器采用的是 SOE 协议,SOE 使 Ethercat 在驱动级可以兼容基于 Sercos 的驱动规范,其协议参数以一种称为 IDN 的数据结构来描述,所有操作数据都分配给 IDN。Sercos 的服务通道以及驱动器内部参数和功能的交互机制,都映射到了 Ethercat 的邮箱功能中^[4]。

```
- <Mailbox >
```

```
<Soc/ >
```

```
<Mailbox >
```

(4) 分布时钟 Distribute Clocks

Ethercat 总线支持 3 种同步模式: 定时器中断事件模式、同步 SM 事件模式和分布时钟模式^[5]。飞阳伺服控制器采用分布时钟模式,通过同步带转换时间的同步信号 0 事件来实现主站和各个从站之间的同步。同步信号的周期时间设为 250 μ s,转换时间设为 50 μ s。

```
- <DC >
```

```
- <OpMode >
```

```
<Name > Distributed Clocks </Name >
```

```
<Desc > Synchron with SYNC0 Event </Desc >
```

```
<AssignActivate > #x0300 </AssignActivate >
```

```
<CycleTimeSync0 > 250 </CycleTimeSync0 >
```

```
<ShiftTimeSync0 > 50 </ShiftTimeSync0 >
```

```
</OpMode >
```

```
</DC >
```

(5) 从站寄存器 EEPROM

Ethercat 从站控制器使用一个强制 RAM 来储存设备的配置和设备功能信息,EEPROM 的大小从 1 kB 到 4 MB,取决于从站控制器。飞阳伺服驱动器从站寄存器的大小为 4 kB,内含驱动器的基本配置和功能描述。在组态过程中,主站读取 EEPROM 并与设备描述文档中的设备描述信息进行匹配,数据的一致性通过校验码来保证。

```
- <Eeprom >
```

```
<ByteSize > 4096 </ByteSize >
```

```
<ConfigData > 08000088c409 </ConfigData >
```

```
</Eeprom >
```

3 设备描述文档在组态过程中的应用

从站设备描述文档建好后,由于从站设备存储空间有限,该文档通常存放在主站设备中。具有组态功能的主站设备通过读取设备描述文档理解现场设备中数据的含义,保证对来自不同厂商的现场设备实现正确的操作和组态。基于 Ethercat 总线的伺服驱动器组态过程如图 2 所示^[6],具体步骤如下:

(1) 主站设备中的组态软件监测到现场从站设备上线后,通过 Ethercat 总线通信接口读取设备的功能块数量、功能块类型等信息;

(2) 主站根据设备信息,调用解释器的相关接口

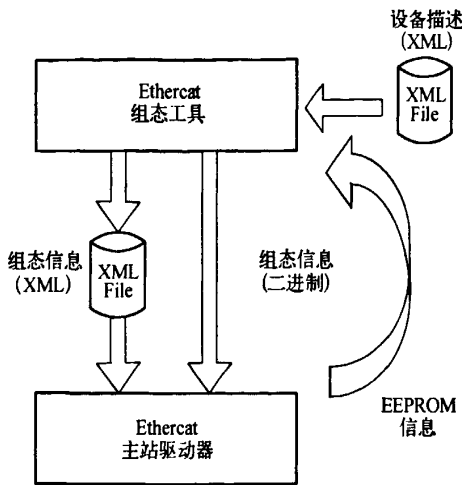


图 2 基于 Ethercat 总线的伺服驱动器组态过程

查找并解析相应的设备描述文档;

(3) 主站通过 Ethercat 总线通信接口向现场从站设备发出读请求,读取从站 EEPROM,获取功能块参数信息,从站接到请求后,通过总线通信协议栈返回响应;

(4) 主站接收到从站设备返回的响应后,将从设备描述文档中获取的设备描述信息与响应数据进行匹配,理解其含义,并在组态工具的界面上显示;

(5) 操作人员通过组态软件完成对从站设备的配置,包括从站设备功能块参数的设置、功能块的链接、寄存器配置等;

(6) 主站将配置完成后生成的相关配置信息,通过 Ethercat 总线通信接口下载到主站驱动器中,完成对从站设备的组态。

完成对从站设备的配置后,主站会在相应位置生成一个 XML 语言格式的网络配置文档,通过浏览 XML 文档,可以获取整个网络的拓扑结构,主站和从站的基本信息和功能块信息,以及主站和从站当前的状态。

4 结 语

随着现场总线与工业以太网的发展,解决互操作性问题成为现场总线领域研究的一个重点。本文以 Ethercat 总线为代表,探讨了 ETG 组织规定的基于 Ethercat 总线的现场设备描述规范,以及采用 XML 设备描述技术的实现方法,并以基于 Ethercat 总线的飞阳系列伺服驱动器为例,具体研究和分析该设备的设备描述文档,以及该文档在现场设备组态过程中的应用。

参 考 文 献

- [1] 樊留群. 实时以太网及运动控制总线技术[M]. 上海: 同济大学出版社, 2009.
- [2] Ethercat 技术协会. Ethercat 技术介绍及发展概貌[J]. 世界仪表与自动化, 2007, 11(9): 72-75.
- [3] Ethercat Technology Group. Ethercat Slave Device Description Specification 0.3.1.
- [4] Ethercat Technology Group. Ethercat Communication Specification 1.0.
- [5] Ethercat Technology Group. Ethercat Communication Principles.
- [6] Ethercat Technology Group. Ethercat Network Information Specification 1.0.0.

(上接第 26 页)

- [3] 赵艳丽,王海龙,谢晖,等. 基于产品数据管理的汽车模具企业协同设计管理系统研究[J]. 计算机集成制造系统, 2008(2): 349-356.
- [4] 王素,郭智锋,严丽娟. 面向汽车制造企业的一种 PDM 编码技术[J]. 北京航空航天大学学报, 2008(5): 600-603.
- [5] 王永靖,刘飞,王琦峰. 面向绿色制造的汽车制造企业信息系统及关键技术研究[J]. 中国机械工程, 2009, 4(7): 832-837.
- [6] Gruber T R. A translation approach to portable ontology specifications [R]. Stanford, Cal., USA: Stanford

- University, 1993.
- [7] Chan C W. Cognitive modeling and representation of knowledge in ontological engineering [J]. Brain and Mind, 2003, 4(2): 269-282.
- [8] Chan B, Josephson J R, Benjamins V R. What are ontologies, and why do we need them? [J]. IEEE Intelligent Systems, 1999, 14(1): 20-26.
- [9] Ushold M, Gruninger M. Ontologies: principles, methods and applications [J]. The Knowledge Engineering Preview, 1996, 11(2): 53-58.