



中华人民共和国国家标准

GB/T 31230.1—2014

工业以太网现场总线 EtherCAT 第 1 部分：概述

Industrial ethernet fieldbus EtherCAT—Part 1: Overview

2014-09-30 发布

2015-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 缩略语	1
4 EtherCAT 的概念	1
5 对 OSI 基本参考模型的映射	3
5.1 概述	3
6 每个服务和协议特性的简述	4
6.1 物理层服务和协议特性概述	4
6.2 数据链路层服务特性概述	4
6.3 数据链路层协议特性概述	4
6.4 应用层服务特性概述	4
6.5 应用层协议特性概述	4
7 数据类型 ASE	4
7.1 数据类型对象的形式定义	4
图 1 一般的现场总线网络	2
图 2 DL/AL 服务和协议的概念	2
图 3 基本现场总线参考模型	3
表 1 OSI 和 EtherCAT 各层	3

前 言

GB/T 31230《工业以太网现场总线 EtherCAT》分为以下 6 个部分：

- 第 1 部分：概述；
- 第 2 部分：物理层服务和协议规范；
- 第 3 部分：数据链路层服务定义；
- 第 4 部分：数据链路层协议规范；
- 第 5 部分：应用层服务定义；
- 第 6 部分：应用层协议规范。

本部分为 GB/T 31230 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本部分起草单位：机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、北京仪综测业科技发展有限公司、西南大学、上海自动化仪表股份有限公司、中科院(沈阳)自动化研究所、清华大学、北京航空航天大学、北京交通大学、北京和利时系统工程有限公司、中科院计算所顺德分所、欧姆龙工业自动化公司、倍福北京分公司、ETG 中国。

本部分主要起草人：谢素芬、高镜媚、刘丹、刘枫、包伟华、杨志家、王雪、刘艳强、范瑜、罗安、陈冰冰、李天兵、关鹏、范斌、程庚。

工业以太网现场总线 EtherCAT

第 1 部分:概述

1 范围

1.1 本部分与 IEC 标准的关系

GB/T 31230 的本部分依赖于 IEC 61158 系列标准类型 12 中相对应的部分。

1.2 概述

本部分通过以下内容介绍 GB/T 31230 的概述和导则:

- 说明 GB/T 31230 的结构和内容;
- 关联 GB/T 31230 的结构与 GB/T 9387 OSI 基本参考模型;
- 展示 GB/T 31230 的逻辑结构。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 9387(所有部分) 信息技术 开放系统互连 基本参考模型

3 缩略语

以下缩略语适用于本文件,部分基于 GB/T 9387.1 的概念。

AL:应用层($N=7$)[Application layer($N=7$)]

AR:应用关系(Application relationship)

AREP:应用关系端点(Application relationship endpoint)

DL-:数据链路层(作为前缀)[Data-link layer (as a prefix)]

DLL:数据链路层($N=2$)[Data-link layer ($N=2$)]

IETF:因特网工程任务组(Internet Engineering Task Force)

IP:因特网协议(见 RFC 791)[Internet Protocol (see RFC 791)]

(n)-layer:OSI 基本参考模型的 n 层(Layer n of the OSI Basic Reference Model)

OSI:开放系统互连(Open systems interconnection)

Ph-:物理层(作为前缀)[Physical layer (as a prefix)]

PhL:物理层($N=1$)[Physical layer($N=1$)]

4 EtherCAT 的概念

从概念上讲,现场总线是一种数字式通信网络,用于将工业控制和仪表设备集成为一个系统。典型设备有变送器、传感器、执行机构和控制器。

EtherCAT 协议已被工程化,以支持任何工业部门及相关领域的信息处理、监视和控制系统。图 1 示出了在过程车间的传感器、执行机构、本地控制器之间,并与可编程控制器互连在一起的一个高完整性的低层通信应用示例。

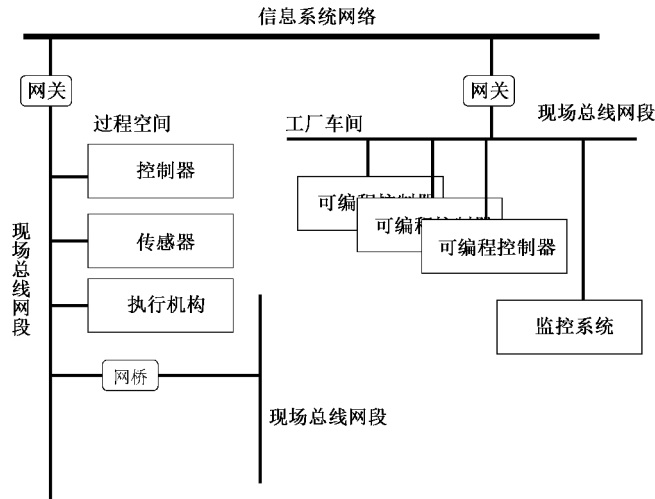


图 1 一般的现场总线网络

图 2 阐明了数据链路层和应用层的服务与协议视点之间的差异。协议部分表示层实现者的视点,服务部分表示层用户的视点。

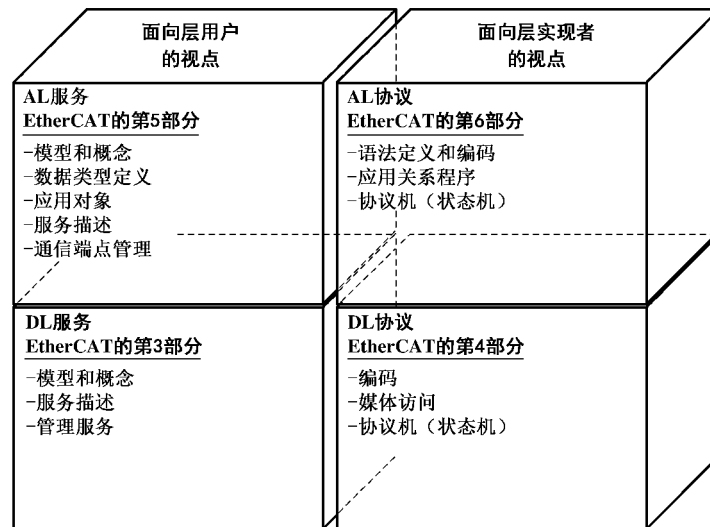


图 2 DL/AL 服务和协议的概念

应用层结构如下:

- GB/T 31230.5 的类型特定部分中的应用服务元素(ASE)描述“做什么”;
- GB/T 31230.6 的类型特定部分中的应用关系(AR)描述“怎么做”。

数据链路层结构如下:

- GB/T 31230.3 的类型特定部分中的数据链路层服务和模型描述“做什么”;
- GB/T 31230.4 的类型特定部分中的数据链路层协议机以及媒体访问原理描述“怎么做”。

物理层的结构类似,但因其服务容易描述,因此,这些服务定义与物理层协议规范在同一规范(GB/T 31230.2)中:

- 物理层服务和模型描述“做什么”；
- 物理层电磁和机械规范描述“怎么做”。

5 对 OSI 基本参考模型的映射

5.1 概述

采用 GB/T 9387 的原理、方法论和模型来描述 EtherCAT 的协议类型。OSI 模型提供了对通信标准的分层方法,据此可独立地开发和修改各层。EtherCAT 规定了完整的 OSI 通信栈由顶至底的功能,以及潜在地规定了通信栈用户的某些功能。OSI 的中间层(第 3~第 6 层)的功能可浓缩到 EtherCAT 的数据链路层或 EtherCAT 的应用层,或可由一个单独的层实现。同样,为了简化用户操作, EtherCAT 应用层可提供现场总线应用层的用户公用的若干特性。

表 1 列出了 OSI 各层、它们的功能以及在 EtherCAT 基本现场总线参考模型(见图 3)中等效的各层。

表 1 OSI 和 EtherCAT 各层

OSI 各层	功 能	EtherCAT 各层
7 应用层	将位于通信栈中的命令要求译成低层所理解的形式,反之亦然	应用层 (GB/T 31230.5、 GB/T 31230.6)
6 表示层	将数据变换为标准化的网络格式,或将标准化的网络格式变换为数据	↑
5 会话层	创建和管理低层间的对话	↑
4 传输层	提供透明可靠的数据传输(在可能包括多个链接的网络间端到端的传输)	↓或↑
3 网络层	执行报文路由	↓或↑
2 数据链路层	控制对通信媒体的访问。执行差错检测(在一条链路上的点到点传输)	数据链路层 (GB/T 31230.3、 GB/T 31230.4)
1 物理层	以一种适合于通信媒体的形式对发送/接收的信号进行编码/译码。规定通信媒体的特性	物理层 (GB/T 31230.2)
注: ↓与↑表示这一层的功能(当存在时)可包括在按箭头所指的方向最近的现场总线层内。因此网络层和传输层功能可包括在数据链路层或者应用层中,而会话层和表示层功能可包括在应用层中,但不能包括在数据链路层中。		

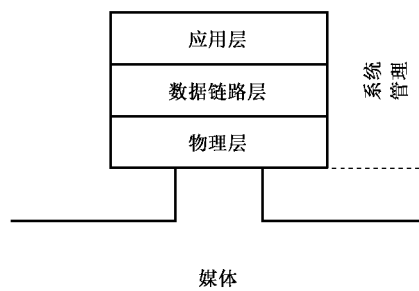


图 3 基本现场总线参考模型

6 每个服务和协议特性的简述

6.1 物理层服务和协议特性概述

6.1.1 EtherCAT: 线缆和光纤媒体

EtherCAT 规定 ISO/IEC 8802-3 物理层及以下变型:

——导线媒体, 100 Mbit/s, 低压差分信号模式(平行耦合), 符合 ANSI TIA/EIA-644-A 规定。

6.2 数据链路层服务特性概述

EtherCAT 支持数据链路服务, 其能提供 ISO/IEC 8886 中规定的服务中的无连接子集。

6.3 数据链路层协议特性概述

EtherCAT 支持用于 EtherCAT DL-服务的 DL-协议。最大系统大小含不限个数的段, 每个段含有 2^{16} 个节点。每个节点最大有 2^{16} 个对等端以及发布者/订阅者 DLCEP。

6.4 应用层服务特性概述

包含在应用过程中的 FAL 应用实体(AE)提供 FAL 服务和协议。FAL AE 是由一组面向对象的应用服务单元(ASE)和一个管理 AE 的管理实体(LME)组成。ASE 提供工作在一系列相关的应用过程对象(APO)类的通信服务。在 FAL ASE 中有一个管理 ASE, 它提供一组用于管理 FAL 类实例的通用服务。

虽然这些服务从应用的视点规定了如何发出和传送请求和响应, 但并未包括请求和响应的应用要用它们做些什么的规范。就是说, 并未对应用的行为特性方面做出规定; 仅仅是规定了它们能发送/接收什么请求和响应。这就使 FAL 用户在标准化这类对象的行为特性中具有更大的灵活性。

EtherCAT 支持提供无连接循环数据交换的应用服务和用于不同 ASE 的自发通信。

6.5 应用层协议特性概述

现场总线应用层(FAL)是一种应用层通信标准, 被设计用来支持自动化环境下的各设备间时间关键的应用请求和响应的传送。“时间关键”一词用来描述带时窗的应用, 在此时窗内, 必须按某些已定义的确定性等级完成一个或多个规定的动作。在此时窗内没有完成规定的动作, 有可能造成需要该动作的应用的失败, 甚至会影响设备、厂房及可能的人身安全。

EtherCAT 支持规定 EtherCAT 应用服务元素的抽象语法、编码及行为的应用协议。

7 数据类型 ASE

7.1 数据类型对象的形式定义

7.1.1 数据类型类

7.1.1.1 模板

数据类型类规定数据类型类树的根。它的父类“top”表明 FAL 类树的顶端。

FAL ASE:	DATA TYPE ASE
CLASS:	DATA TYPE
CLASS ID:	5 (FIXED LENGTH & STRING),6 (STRUCTURE),12 (ARRAY)
PARENT CLASS:	TOP
ATTRIBUTES:	
1	(o) Key attribute: Data type numeric identifier
2	(o) Key attribute: Data type name
3	(m) Attribute: Format (FIXED LENGTH,STRING,STRUCTURE,ARRAY)4(c) Constraint: Format=FIXED LENGTH STRING
4	(c) Constraint: Format=FIXED LENGTH STRING
4.1	(m) Attribute: Octet length
5	(c) Constraint: Format=STRUCTURE
5.1	(m) Attribute: Number of fields
5.2	(m) Attribute: List of fields
5.2.1	(o) Attribute: Field name
5.2.2	(m) Attribute: Field data type
6	(c) Constraint: Format=ARRAY
6.1	(m) Attribute: Number of array elements
6.2	(m) Attribute: Array element data type

7.1.1.2 属性

- Data type numeric identifier
该可选属性定义相关数据类型的数值标识符。
- Data type name
该可选属性标识相关数据类型的名称。
- Format
该必备属性标识数据类型为固定长度、字符串、数组或数据结构。
- Octet length
该条件属性定义相关类型对象大小的表示。当 Format 属性的值为“FIXED LENGTH”或“STRING”时显示该属性。对于 FIXED LENGTH 数据类型,它以八位位组个数表示长度。对于 STRING 数据类型,它以八位位组个数表示一个字符串的单个元素的长度。
- Number of fields
该条件属性定义结构中字段的数量。当 Format 属性的值为“STRUCTURE”时显示该属性。
- List of fields
该条件属性是包含在结构中有序字段的列表。由编号和类型规定每个字段。字段以其出现的顺序从 0 开始按顺序编号。通过用编号来标识字段支持对结构中部分字段的访问。当 Format 属性的值为“STRUCTURE”时,显示该属性。
 - Field name
该有条件的可选属性规定字段名称。当 Format 属性的值为“STRUCTURE”时显示该属性。
 - Field data type
该条件属性规定字段的数据类型。当 Format 属性的值为“STRUCTURE”时显示该属性。通过数值 id 来引用一个构造数据类型定义,或在此嵌入一个构造数据类型定义,该属

性本身可以规定一个构造的数据类型。当嵌入描述时,应当使用以下给出的 Embedded-data-type description 描述。

——Number of array elements

该条件属性定义了用于数组类型的元素个数。当数组大小为“*n*”个元素时,数组元素索引应从“0”开始,到“*n*-1”。当 Format 属性的值为“ARRAY”时显示该属性。

——Array element data type

该条件属性规定数组元素的数据类型。数组的所有元素应具有相同的数据类型。当 Format 属性的值为“ARRAY”时显示该属性。通过数值 id 来引用一个构造数据类型定义,或在此嵌入一个构造数据类型定义,该属性本身可以规定一个构造的数据类型。当嵌入描述时,应当使用以下给出的 Embedded-data-type description。

——Embedded-data-type description

该属性用于递归定义结构或数组中的嵌入数据类型。以下的模板定义了它的内容。在模板中显示的属性中,除了 embedded-data-type 属性,它对于该属性是一个递归引用,其余属性由上面的数据类型类定义。该属性用于定义嵌套元素。

ATTRIBUTES:

1	(m)	Attribute:	Format (FIXED LENGTH,STRING,STRUCTURE,ARRAY)
2	(c)	Constraint:	Format=FIXED LENGTH STRING
2.1	(m)	Attribute:	Data type numeric ID value
2.2	(m)	Attribute:	Octet length
3	(c)	Constraint:	Format=STRUCTURE
3.1	(m)	Attribute:	Number of fields
3.2	(m)	Attribute:	List of fields
3.2.1	(m)	Attribute:	Embedded data type description
4	(c)	Constraint:	Format=ARRAY
4.1	(m)	Attribute:	Number of array elements
4.2	(m)	Attribute:	Embedded data type description
