



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 31230.6—2014

---

## 工业以太网现场总线 EtherCAT 第 6 部分：应用层协议规范

Industrial ethernet fieldbus EtherCAT—  
Part 6: Application Layer protocol specification

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 .....	VII
1 范围 .....	1
1.1 本部分与 IEC 标准的关系 .....	1
1.2 概述 .....	1
1.3 规范 .....	1
1.4 一致性 .....	1
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语、定义、符号、缩略语和约定 .....	2
3.1 参考模型术语和定义 .....	2
3.2 服务协议术语和定义 .....	3
3.3 应用层定义 .....	4
3.4 通用符号和缩写 .....	8
3.5 附加的符号和缩略语 .....	9
3.6 约定 .....	10
4 应用层协议规范 .....	14
4.1 工作原理 .....	14
4.2 节点参考模型 .....	14
5 FAL 语法描述 .....	16
5.1 编码原则 .....	16
5.2 数据类型和编码规则 .....	16
5.3 AR 编码 .....	19
5.4 SII 编码 .....	24
5.5 等时同步 PDI 编码 .....	29
5.6 CoE 编码 .....	31
5.7 EoE 编码 .....	71
5.8 FoE 编码 .....	80
6 FAL 协议状态机 .....	86
6.1 总体结构 .....	86
6.2 AP 上下关系状态机(AP-Context state machine) .....	87
6.3 FAL 服务协议机(FAL service protocol machine, FSPM) .....	87
6.4 应用关系协议机(Application Relationship Protocol Machines, ARPM) .....	87
6.5 DLL 映射协议机(DLL mapping protocol machine, DMPM) .....	147
参考文献 .....	148
图 1 特定字段的公共结构 .....	10
图 2 类型描述示例 .....	12

图 3	从站节点参考模型 .....	15
图 4	Time Of Day 的编码 .....	16
图 5	Time Difference 的编码 .....	17
图 6	AL 控制请求结构 .....	19
图 7	AL 控制响应结构 .....	20
图 8	AL 状态变化结构 .....	22
图 9	PDI 控制类型描述 .....	23
图 10	同步配置类型描述 .....	23
图 11	分布式时钟同步和锁存类型描述 .....	29
图 12	CoE 一般结构 .....	31
图 13	SDO 下载急送请求结构 .....	32
图 14	SDO 下载急送响应结构 .....	34
图 15	SDO 常规下载请求结构 .....	35
图 16	下载 SDO 段请求结构 .....	36
图 17	下载 SDO 段响应结构 .....	37
图 18	SDO 上传急送请求结构 .....	38
图 19	SDO 上传急送响应结构 .....	39
图 20	SDO 常规上传响应结构 .....	40
图 21	上传 SDO 段请求结构 .....	41
图 22	上传 SDO 段响应结构 .....	42
图 23	中止 SDO 传输请求结构 .....	43
图 24	SDO 信息服务结构 .....	45
图 25	获取 OD 列表请求结构 .....	47
图 26	获取 OD 列表响应结构 .....	48
图 27	获取对象描述请求结构 .....	49
图 28	获取对象描述响应结构 .....	50
图 29	获取条目描述请求的结构 .....	51
图 30	获取条目描述响应结构 .....	52
图 31	SDO 信息错误请求结构 .....	54
图 32	EoE 一般结构 .....	71
图 33	EoE 时间戳结构 .....	72
图 34	EoE Fragment 请求结构 .....	73
图 35	Set IP Parameter 请求结构 .....	75
图 36	Set IP Parameter 响应结构 .....	76
图 37	Set Address Filter 请求结构 .....	77
图 38	Set Address Filter 响应结构 .....	79
图 39	FoE Read 请求结构 .....	80

图 40	FoE Write 请求结构 .....	81
图 41	FoE Data 请求结构 .....	81
图 42	Ack 请求结构 .....	82
图 43	Error 请求结构 .....	83
图 44	Busy 请求结构 .....	85
图 45	协议机间的关系 .....	86
图 46	AR 协议机 .....	87
图 47	ESM 图 .....	88
表 1	PDU 元素的描述示例 .....	11
表 2	属性描述实例 .....	12
表 3	状态机描述元素 .....	13
表 4	状态机元素的说明 .....	13
表 5	状态机中使用的约定 .....	13
表 6	位序列的传输语法 .....	17
表 7	Unsignedn 数据类型的传输语法 .....	18
表 8	Integern 数据类型的传送语法 .....	18
表 9	AL 控制描述 .....	19
表 10	AL 控制响应 .....	20
表 11	AL 状态编码 .....	20
表 12	AL 状态改变 .....	22
表 13	PDI 控制 .....	23
表 14	PDI 配置 .....	23
表 15	同步配置 .....	24
表 16	从站信息接口区域 .....	24
表 17	从站信息接口类别 .....	25
表 18	支持的邮箱协议类型 .....	25
表 19	类别类型 .....	25
表 20	String 类别的结构 .....	26
表 21	General 类别的结构 .....	26
表 22	FMMU 类别的结构 .....	27
表 23	每个元素的 SyncM 类别的结构 .....	28
表 24	每个 PDO 的 TXPDO 和 RXPDO 类别的结构 .....	28
表 25	PDO Entry 的结构 .....	28
表 26	分布式时钟同步参数 .....	30
表 27	分布式时钟锁存数据 .....	30
表 28	CoE 元素 .....	32

表 29	SDO 下载急送请求 .....	33
表 30	SDO 下载急送响应 .....	34
表 31	SDO 常规下载请求 .....	35
表 32	下载 SDO 段请求 .....	36
表 33	下载 SDO 段响应 .....	37
表 34	SDO 上传急送请求 .....	38
表 35	SDO 上传急送响应 .....	39
表 36	SDO 常规上传响应 .....	41
表 37	上传 SDO 段请求 .....	42
表 38	上传 SDO 段响应 .....	42
表 39	中止 SDO 传输请求 .....	44
表 40	SDO 中止代码 .....	44
表 41	SDO 信息服务 .....	46
表 42	获取 OD 列表请求 .....	47
表 43	获取 OD 列表响应 .....	48
表 44	获取对象描述请求 .....	49
表 45	获取对象描述响应 .....	50
表 46	获取条目描述请求 .....	51
表 47	获取条目描述响应 .....	52
表 48	SDO 信息错误请求 .....	54
表 49	紧急请求 .....	55
表 50	紧急错误代码 .....	55
表 51	错误代码 .....	56
表 52	诊断数据 .....	57
表 53	同步管理器长度错误 .....	57
表 54	同步管理器地址错误 .....	57
表 55	同步管理器设置错误 .....	57
表 56	通过邮箱进行 RxPDO 传输 .....	58
表 57	通过邮箱进行 TxPDO 传输 .....	58
表 58	RxPDO 远程传输请求 .....	59
表 59	TxPDO 远程传输请求 .....	59
表 60	命令对象结构 .....	60
表 61	对象字典结构 .....	60
表 62	对象代码定义 .....	61
表 63	基本数据类型区 .....	61
表 64	扩展数据类型区 .....	62
表 65	枚举定义 .....	63

表 66	CoE 通信区 .....	64
表 67	Device Type .....	65
表 68	Error Register .....	65
表 69	Manufacturer Device Name .....	66
表 70	Manufacturer Hardware Version .....	66
表 71	Manufacturer Software Version .....	67
表 72	Identity Object .....	67
表 73	Receive PDO Mapping .....	68
表 74	Transmit PDO Mapping .....	68
表 75	Sync Manager Communication Type .....	69
表 76	Sync Manager Channel 0~31 .....	70
表 77	Sync Manager Synchronization .....	70
表 78	Initiate EoE 请求 .....	71
表 79	Initiate EoE 响应 .....	72
表 80	EoE Fragment 请求 .....	73
表 81	EoE 数据 .....	74
表 82	Set IP Parameter 请求 .....	75
表 83	Set IP Parameter 响应 .....	76
表 84	EoE Result 参数 .....	77
表 85	Set Address Filter 请求 .....	78
表 86	Set Address Filter 响应 .....	79
表 87	FoE Read 请求 .....	80
表 88	FoE Write 请求 .....	81
表 89	FoE Data 请求 .....	82
表 90	Ack 请求 .....	83
表 91	Error 请求 .....	84
表 92	FoE 的错误代码 .....	84
表 93	Busy 请求 .....	85
表 94	状态转换与本地管理服务 .....	89
表 95	ESM 到 DL 的原语 .....	90
表 96	DL 到 ESM 的原语 .....	90
表 97	应用到 ESM 的原语 .....	90
表 98	ESM 到应用的原语 .....	90
表 99	ESM 变量 .....	91
表 100	ESM 宏 .....	92
表 101	ESM 函数 .....	92
表 102	ESM 状态表 .....	93

表 103	ESM 函数 .....	112
表 104	邮箱处理程序向 DL 发出的原语 .....	112
表 105	DL 向邮箱处理程序发出的原语 .....	113
表 106	协议处理程序向邮箱处理程序发出的原语 .....	113
表 107	邮箱处理程序向协议处理程序发出的原语 .....	113
表 108	应用向 CoESM 发出的原语 .....	114
表 109	CoESM 向应用发出的原语 .....	115
表 110	CoESM 状态表 .....	116
表 111	应用向 EoESM 发出的原语 .....	131
表 112	EoESM 向应用发出的原语 .....	132
表 113	EoESM 状态表 .....	133
表 114	应用向 FoESM 发出的原语 .....	140
表 115	FoESM 向应用发出的原语 .....	140
表 116	FoESM 状态表 .....	141

## 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 6 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 6 部分:应用层协议规范

### 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 系列文件类型 12 中相对应的部分。

#### 1.2 概述

现场总线应用层(FAL)为用户程序提供一种访问现场总线通信环境的方法,FAL 被当作相应的应用程序之间的“窗口”。

针对 EtherCAT 现场总线的自动化环境和材料,本部分为应用程序之间基本时间关键及非时间关键信息的交流提供公共要素。“时间关键”一词代表存在一个时窗,在此时窗内,要求完成一个或多个有明确定义的指定动作。在时窗内没有完成指定的动作,有可能造成需要该动作的应用失败,甚至会影响设备、厂房及人身安全。

本部分以一种抽象的方式定义由不同类型的现场总线应用层提供的外部可视的服务,含以下方面:

- a) 定义在通信应用实体间传送的应用层协议数据单元的抽象语法;
- b) 定义在通信应用实体间传送的应用层协议数据单元的传输语法;
- c) 定义通信应用实体间可视的应用服务行为的应用上下关系状态机;
- d) 定义通信应用实体间可视的通讯行为的应用关系状态机。

本部分的目的是为下列内容定义协议:

- 1) 定义 GB/T 31230.5 中定义的服务原语的 wire-representation;
- 2) 定义与传输相关的外部可视行为。

本部分规定 IEC 现场总线应用层的协议,并与 OSI 基本参考模型(GB/T 9387)及 OSI 应用层结构(GB/T 17176)相一致。

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 由一组面向对象的应用服务单元(ASE)和一个管理 AE 的层管理实体(LME)组成。ASE 提供操作一组应用过程对象(APO)类的通信服务。在 FAL ASE 中有一个管理 ASE,它能提供一组用于 FAL 类实例管理的通用服务。

从应用的角度,尽管这些服务定义了请求和响应怎样被发布和传送,但它们都不包括关于请求和响应中的应用发布和传送内容的规范。也就是,应用的行为方面没有被定义。只有对它们可以发送/接收什么样的请求和响应进行了明确定义。这使得 FAL 用户在标准化这种对象行为时更具灵活性。除了这些服务之外,在该部分中也定义了一些支持服务,以提供对控制操作的某些方面的 FAL 的访问。

#### 1.3 规范

本部分的主要目的是定义应用层协议的语法和行为,用于传送在 GB/T 31230.5 中定义的应用层服务。

本部分的另一个目的是为先前已有的工业通信协议提供升级路径。

#### 1.4 一致性

本部分不规定具体的设备或产品,也不具体限制工业自动化系统中的应用层实体的实现。