



中华人民共和国国家标准

GB/T 31230.2—2014

工业以太网现场总线 EtherCAT 第 2 部分：物理层服务和协议规范

Industrial ethernet fieldbus EtherCAT—
Part 2: Physical Layer service and 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	III
引言	IV
1 范围	1
1.1 本部分与 IEC 标准的关系	1
1.2 概述	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
3.1 通用术语和定义	1
3.2 EtherCAT 术语和定义	5
4 符号和缩略语	7
4.1 符号	7
4.2 缩略语	7
5 数据链路层(DLL)-物理层(PhL)接口	7
5.1 概述	7
5.2 要求的服务	8
6 系统管理-PhL 接口	9
6.1 概述	10
6.2 系统管理-PhL 接口	10
7 DCE 无关子层(DIS)	10
7.1 概述	10
7.2 DIS	10
8 DTE-DCE 接口和 MIS 特定功能	10
8.1 概述	10
8.2 DTE-DCE 接口	11
9 媒体相关子层(MDS)	11
9.1 概述	11
9.2 MDS; 线缆媒体	11
10 MDS-MAU 接口	13
10.1 概述	13
11 媒体附属单元: 电气媒体	13
11.1 电气特性	13
11.2 媒体规范	14
11.3 传输方式	14
参考文献	15

图 1 物理层通用模型 IV

图 2 通过 DLL-PhL 接口的数据单元间映射 8

图 3 协议数据单元 11

图 4 PhSDU 编码与解码 11

图 5 曼彻斯特编码规则 12

表 1 曼彻斯特编码规则 12

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 2 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。

引 言

本部分属于 GB/T 31230 系列文件,其目的是为了便于实现自动化系统各部分间的互连。本部分与 3 层现场总线参考模型的其他标准相互关联,该总线参考模型由 IEC/TR 61158-1 表述。

本部分的主要目的是提供一组通信规则,由对等物理层实体在通信时执行的规程来表达。

物理层从数据链路层接收数据单元,将它们编码,如果必要还要增加通信帧信息,将合成的物理信号发送至一个节点的传输媒体。然后由另一个或者多个其他节点接收信号、解码,如果必要,在数据单元传递到接收设备的数据链路层之前还要删除通信帧信息。

物理层通用模型见图 1。

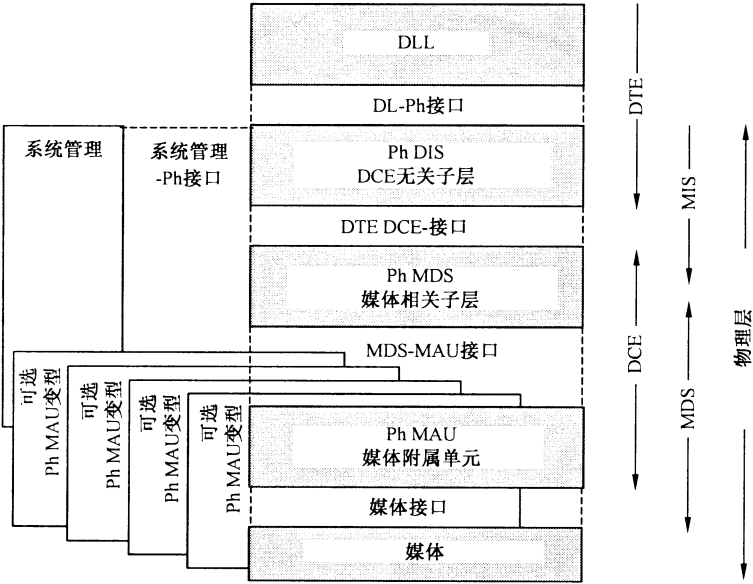


图 1 物理层通用模型

所有变型和类型的共同特性如下：

- 数字数据传输；
- 非分离(单独)的时钟传输；
- 半双工通信(双向,但同一时间只能一个方向)或全双工通信。

EtherCAT 规定的线缆媒体具有以下特性：

- 低电压差分信号线(LVDS)传输速率高达 100 Mbit/s。

工业以太网现场总线 EtherCAT

第 2 部分:物理层服务和协议规范

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

本部分定义了现场总线组件部分的需求,还规定必要的媒体和网络配置以确保符合以下要求:

- a) 数据链路层错误检查前的数据完整性;
- b) 物理层各设备之间的互操作性。

现场总线物理层应符合由 GB/T 9387 定义的 7 层模型的第 1 层,除了某些类型现场总线的帧定界符存在于物理层,其他类型的帧定界符均存在于数据链路层。

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

ISO/IEC 8802-3 信息技术 系统间通信和信息交换 局域网和城域网 特殊要求 第 3 部分:带碰撞检测的载波侦听多址访问(CSMA/CD)的访问方法和物理层规范(Information technology—Telecommunications and information exchange between systems—Local and metropolitan area networks—Specific requirements—Part 3:Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications)

ANSI TIA/EIA-644-A 低压差分信号(LVDS)接口电路的电气特性[Electrical Characteristics of Low Voltage Differential Signaling (LVDS) Interface Circuits]

3 术语和定义

GB/T 9387 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1 通用术语和定义

注:很多定义为多个协议类型所共用,但并不是所有协议类型都适用。

3.1.1

活动 activity

现场总线设备输入端的信号或噪声幅度高于该设备接收器的信号阈值的现象。

3.1.2

安全栅 barrier

在危险区域内,为了满足本质安全需求对电流和电压进行限制的物理实体。

3.1.3

位 bit

由 0 或 1 组成的数据单元。

注：位是可发送的最小数据单元。

3.1.4

总线 bus

通信干线以及与它连接的所有设备。

3.1.5

电缆设备接口连接器 cable plant interface connector; CPIC

进行测试和一致性测量的点,也是网络设备与电缆设备的接口。

3.1.6

通信部件 communication element

通过总线与其他部件通信的现场总线设备的部分。

3.1.7

连接器 connector

用来连接两个电路或通信部件媒体的耦合设备。

[IEEE Std 100-1996,已修改]

3.1.8

耦合器 coupler

干线和支线或干线和设备之间的物理接口。

3.1.9

数据通信设备 Data Communications Equipment; DCE

用现场总线连接的设备中与媒体、调制和编码相关的部分,包含设备物理层的较低部分。

3.1.10

数据终端设备 Data Terminal Equipment; DTE

用现场总线连接的设备中与媒体、调制和编码无关的部分,包含该设备物理层的最高部分和物理层之上的所有层。

3.1.11

分贝(mW) decibel(milliwatt)

dB(mW)

功率的对数单位,以 1 mW 为基准(也写作 dBm)。

$$P_{\text{dBm}} = 10 \log(P_{\text{mW}})$$

注：如果测量功率 P_{mW} 的单位是 mW,则功率的对数表达 P_{dBm} 的单位是 dB(mW)或 dBm。

3.1.12

定界符 delimiter

分隔和组织数据项的标志。

3.1.13

设备 device

连接到至少由一个通信部件(网络部件)组成的现场总线的物理实体,并且该物理实体可能包含一个控制部件和/或一个终端部件(变送器、执行器等)。

注：一个设备可能包含多个节点。

3.1.14

有效发射功率 effective launch power

由发送耦合到光导纤维芯中的有效发射功率。该功率通过连接到 CPIC 的标准测试光纤来测量。

3.1.15

有效功率 effective power

在高电平时间中点测量的绝对光强度(以 mW 表示)与在低电平时间中点测量的绝对光强度(以 mW 表示)之差,以 dBm 表示。

注:有效功率比传统测量给出了更准确的测量,例如峰值和平均功率。测量有效功率的方法还有待进一步的研究。

3.1.16

误差 error

由计算、观察或测量而来的值或状态与指定或理论上正确的值或状态之间的差异。

3.1.17

消光比 extinction ratio

在高电平时间中点测量的绝对光强度(以 mW 表示)与在低电平时间中点测量的绝对光强度测量值(以 mW 表示)的比值。

注:以下给出计算有效功率和消光比的例子。

如果在高电平时间中点测出的绝对光强度为 $105\ \mu\text{W}$,在低电平时间中点测出的绝对光强度为 $5\ \mu\text{W}$,那么,差值是 $100\ \mu\text{W}$ 。因此,有效功率为 $10\log[(100\ \mu\text{W})/1\ \text{mW}] = -10.0\ \text{dBm}$ 。消光比为 $(105/5) = 21:1$ 。

3.1.18

光缆 fiber optic cable

含一股或多股光导纤维且带有封套材料的线缆。封套材料便于操作与保护光纤。

3.1.19

光纤接收器 fiber optic receiver

通信设备中光器件和电子器件的组合,可接受通信设备通过 CPIC 接收的光信号。

3.1.20

光纤接收器工作范围 fiber optic receiver operating range

CPIC 必须具有的能够确保满足误码率规范的光功率范围。

3.1.21

光纤发送器 fiber optic transmitter

通过 CPIC 发射光信号传播进入光导纤维的设备。

3.1.22

光导纤维 fiber optic waveguide

柔韧的、光透明的导线束,用于在不同地理位置间传送光信号。

3.1.23

帧 frame

一组连续的数字时隙,每一个数字时隙的位置可以通过参考成帧信号来识别。

[IEEE Std 100-1996]

3.1.24

本质安全 intrinsic safety

在规定的试验条件下,一个电路或一组电路中正常工作状态或特定的故障状态下产生的任何电火花或热效应都不能点燃特定的易爆环境的一种设计方法。

[GB 3836.4]

3.1.25

隔离 isolation

信号传输系统各部分的物理与电气之间的布置,以防止各部分内部或各部分之间的电干扰电流。

[IEEE Std 100-1996]

3.1.26

超时传输 jabber

由于设备故障而出现在媒体上的连续传输。

3.1.27

抖动 jitter

由各种原因造成的脉冲沿中点相对于理想位置的偏移。

3.1.28

曼彻斯特编码 Manchester encoding

将单独的数据和时钟信号合并成单个自同步的数据流的编码方法,适合在串行通道上传输。

3.1.29

媒体 medium

在两点或多点间传输通信信号的电缆、光纤或其他介质。

3.1.30

网络 network

所有的媒体、连接器、中继器、路由器、网关和相关节点通信部件,用以实现一组通信设备互连。

3.1.31

节点 node

在网络上一条分支的端点,或一条或多条分支的交汇点。

[IEV 131-02-04]

3.1.32

有源星形光耦合器 optical active star

将从一个输入光纤接收到的信号放大,并转发到多个输出光纤的有源设备。对接收信号的时间调整是可选的。

3.1.33

光下降时间 optical fall time

脉冲有效功率从 90% 下降为 10% 所需要的时间,用标称比特时间的百分比表示。

3.1.34

无源星形光耦合器 optical passive star

组合输入光纤信号,然后分配到输出光纤的无源设备。

3.1.35

光上升时间 optical rise time

脉冲有效功率从 10% 上升为 90% 所需要的时间,用额定比特时间的百分比表示。

3.1.36

峰值发射波长 peak emission wavelength

λ_p

最大发射强度对应的波长。

3.1.37

接收器 receiver

通信部件的接收电路。

3.1.38

中继器 repeater

接收并转发所有信号的双端口有源物理层设备,以增加在给定媒体下正确传输信号的传输距离以及设备数量。

3.1.39

段 segment

以特性阻抗端接的现场总线的一段干线电缆部分。

注：段通过逻辑链路中的中继器链接并通过网桥构成现场总线网络。

3.1.40

独立供电设备 separately powered device

不由现场总线信号导体供电的设备。

3.1.41

屏蔽 shield

带有接地的外包金属层,用于限制电缆内的电场并保护电缆不受外部电干扰。

注：金属套管、铠装和接地同轴导线也可用于屏蔽。

3.1.42

分支 spur

分支线(即,接在较大线路上某一点的链路),它是一个末端电路。

注：本标准也使用术语“分支电缆(drop cable)”。

3.1.43

终端器 terminator

为了防止线缆末端的反射,在线缆媒体段的两端导线处连接的电阻。

3.1.44

收发器 transceiver

具有接收和发送两种功能的设备。

[IEEE Std 100-1996 修订用于非射频应用]

注：根据类型和实现的不同,媒体附属单元可以是收发器也可以包含收发器。

3.1.45

发送器 transmitter

通信部件的发送电路。

3.1.46

干路 trunk

主要的通信信道,作为其他分支的信号源。

3.1.47

典型半强度波长 typical half-intensity wavelength **$\Delta\lambda$**

光谱分布发射强度不小于最大强度一半的波长范围。

3.2 EtherCAT 术语和定义

3.2.1

活动 activity

[见 3.1.1]

3.2.2

位 bit

[见 3.1.3]

3.2.3

连接器 connector

[见 3.1.7]

3.2.4

耦合器 coupler

[见 3.1.8]

3.2.5

数据通信设备 Data Communications Equipment; DCE

[见 3.1.9]

3.2.6

数据终端设备 Data Terminal Equipment; DTE

[见 3.1.10]

3.2.7

定界符 delimiter

[见 3.1.12]

3.2.8

设备 device

[见 3.1.13]

3.2.9

误差 error

[见 3.1.16]

3.2.10

帧 frame

[见 3.1.23]

3.2.11

空闲 idle

媒体上 EOF 和 SOF 之间的符号。

3.2.12

隔离 isolation

[见 3.1.25]

3.2.13

抖动 jitter

[见 3.1.27]

3.2.14

曼彻斯特编码 Manchester encoding

[见 3.1.28]

3.2.15

媒体 medium

[见 3.1.29]

3.2.16

网络 network

[见 3.1.30]

3.2.17

接收器 receiver

[见 3.1.37]

3.2.18

屏蔽 shield

[见 3.1.41]

3.2.19

终端器 terminator

[见 3.1.43]

4 符号和缩略语

4.1 符号

下列符号适用于本文件。

符号	定义	单位
f_r	标称比特率对应的频率	MHz
N+	正-非数据符号,曼彻斯特编码信号,含有一个比特时间的高电平,用作定界符,不携带数据	—
N—	负-非数据符号,曼彻斯特编码信号,含有一个比特时间的低电平,用作定界符,不携带数据	—
T_{bit}	标称的位持续时间	μs
Z	阻抗;电阻和电抗(感性的或容性的)的矢量和	Ω
Z_o	特性阻抗;在定义的频率范围上,电缆阻抗及其终端阻抗	Ω

4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

EBUS:由本标准描述的 EtherCAT 物理层(A EtherCAT physical layer as described in this international standard)

EOF:帧结束符(End of Frame)

LVDS:低压差分信号(Low Voltage Differential Signaling)

PCB:印刷电路板(Printed Circuit Board)

RxS:接收信号(Receive Signal)

SOF:帧起始符(Start of Frame)

TxS:发送信号(Transmit Signal)

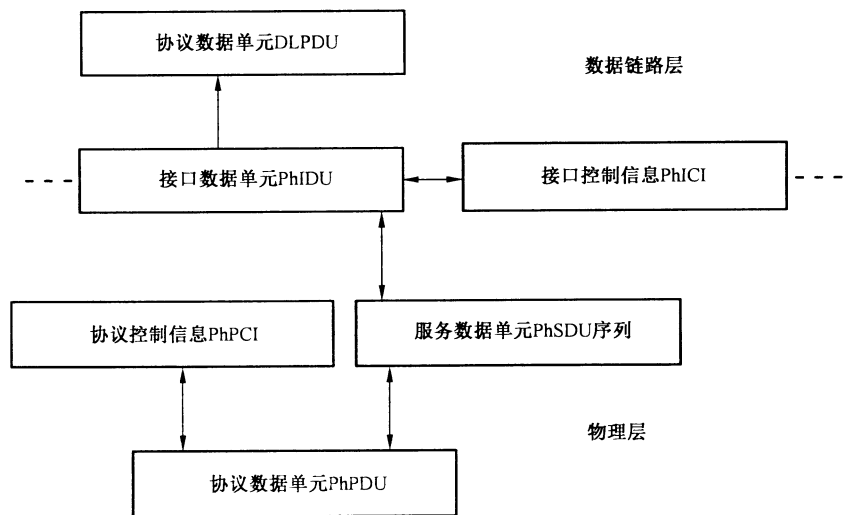
5 数据链路层(DLL)-物理层(PhL)接口

5.1 概述

本条定义了必需的物理服务(PhS)原语以及其使用限制。

注 1: DLL-PhL 接口是一种虚拟机间的虚拟服务接口;由于本规范不需要显露该接口,在这里不需要物理信号线。

PhIDU 应依照 GB/T 9387 的要求在 DLL 和 PhL 间传输,如图 2 所示。



注：是否支持 PhPCI 和 PhICI 是类型特定的。

图 2 通过 DLL-PhL 接口的数据单元间映射

- 注 2：这些服务用于 DLL 实体与其关联的 PhL 实体间的 PhIDU 交换。这样的传输是协同操作的 DLL 实体间事物处理的一部分。本部分列出的服务是最低要求，这些服务能联合提供一种方法，通过该方法，协同操作的 DLL 实体能协调在共享的通信媒体上的传输及数据交换。如有必要，也提供数据交换的同步及相关的操作。
- 注 3：恰当的分层要求：对于(N)层提供(N)层服务的方法，(N+1)-层实体不涉及，并且(N)-服务接口没有过度限制。因而，Ph-服务接口不要求 DLE 知道 PhE 的内部细节(如前同步码、后同步码和帧定界符信号模式，每波特的比特数)，并且不妨碍 PhE 使用适当的升级技术。
- 注 4：根据工业实践，定义了许多不同的 DLL-PhL 接口。

5.2 要求的服务

5.2.1 PhS 原语

5.2.1.1 概述

在 PhL-DLL 接口上 PhS-user 数据交换的最小单元为一个八位位组。

5.2.1.2 Ph-CHARACTERISTICS 指示

PhS 应提供下列服务原语，用以报告 PhS 的基本特性(可以用在 DLL 传输、接收和调度活动中)：
——Ph-CHARACTERISTICS 指示(minimum-data-rate, framing-overhead)

这里

——minimum-data-rate 规定有效最小数据传送速率 bits/s，包括任何定时容差；

注 1：一个标称数据速率为 100 Mbit/s±0.01% 的 PhE 规定最小数据速率为 99.99 Mbit/s。

——framing-overhead 规定不直接传送数据的 PhPDU(如传送帧定界符，帧间“空闲”等的 PhPDU)的传输使用的比特周期(周期是数据速率的倒数)的最大数。

注 2：如果 framing overhead 是 F，两个 DL 报文长度分别是 L1 和 L2，那么发送 2 个连续的长度为 L1 和 L2 的报文所需的时间，至少为发送一个长度为 L1+F+L2 的报文所需的时间。

5.2.1.3 PhS 传输和接收服务

PhS 应提供以下用于传输和接收的服务原语：

- PH-DATA 请求(class, data)；
- PH-DATA 指示(class, data)；
- PH-DATA 证实(status)。

这里

——class 应指定 PhIDU 的 PhICI 组件。

对于 PH-DATA 请求,它的可能值应为:

——START-OF-FRAME 在 Ph-user 数据开始之前的 PhPDU 传输;

——DATA 相关的数据参数的单一八位位组的值作为连续正确地传输中的一部分被传输;

——END-OF-FRAME 终止 Ph-user 的 PhPDU,在 Ph-user 数据的最后一个八位位组后发送。

对于 PH-DATA 指示,它的可能值应为:

——START-OF-FRAME 开始接收来自一个或多个 PhE 的明确传输;

——DATA 相关数据参数作为格式上连续正确的接收中的一部分被接收;

——END-OF-FRAME 正进行格式上连续正确的接收 Ph-user 数据,以 PhPDU 的正确接收结束;

——END-W-E-R-R-O-R 正进行格式上连续正确的接收的 Ph-user 数据,被非正确形式的接收打断,表明 END-OF-FRAME 有错误;

——data 应规定 PhIDU 中 PhID 部分。它由待传输的八位位组 Ph-user-data(PH-DATA 请求)或已被成功接收的 Ph-user-data (PH-DATA 指示)组成;

——status 应规定成功或导致失败的本地原因。

PH-DATA 证实原语应提供关键的物理定时反馈,这对于防止 DLE 在第一个传输完成前开始第二个传输是必要的。直到 PhE 完成传输后,才能发出最终 PH-DATA 证实。

5.2.2 PhS 特性的通知

PhE 负责通知 DLE PhS 的那些可能与 DLE 操作相关的特性。PhE 应通过在每个 PhE 的 PhE 启动阶段发出单个 Ph-CHARACTERISTICS 指示原语来完成通知。

5.2.3 Ph-user-data 的传输

PhE 应决定所有传输的时序。当 DLE 传输一连串的 PhSDU 时,DLE 应通过制作一连串符合格式的 PH-DATA 请求来发送一连串的 PhSDU,PH-DATA 请求包括单个请求即 START-OF-FRAME,紧接着 72~1 535 个连续请求,即 DATA,且每个请求传递一个 PhSDU,并以单个请求即 END-OF-FRAME 结束。

PhE 应通过发布 PH-DATA 证实原语来标志各个 PH-DATA 请求的完成状态以及新 PH-DATA 请求的接收准备就绪状态;PH-DATA 证实原语 status 参数应传递相关 PH-DATA 请求的成功与否。只有在 PH-DATA 证实与第一个由 PhE 发布的请求一致后,DLE 才能发布第二个 PH-DATA 请求。

5.2.4 Ph-user-data 的接收

PhE 应使用一连串符合格式的 PH-DATA 指示,用以报告已接收的传输信息,这些指示应包括以下内容:

- a) 单个指示即 START-OF-FRAME,紧接着连续的指示即 DATA,每个指示传递一个 PhSDU,并以单个指示即 END-OF-FRAME 结束;
- b) 单个指示即 START-OF-FRAME,可选地,紧接着一个或多个连续的指示即 DATA,每个指示传递一个 PhSDU,然后以单个指示即 END-W-E-R-R-O-R 结束。

后一个序列为一个不完整或不正确的接收;如果在已接收的 PhPDU 序列中或在 PhE 接收过程中检测出一个错误,则应禁止后面的 class 参数为 DATA 或 END-OF-FRAME 的 PH-DATA 指示,直到在 PH-DATA 指示即 START-OF-FRAME 报告了当前活动周期的结束和下一活动周期的开始之后。

6 系统管理-PhL 接口

6.1 概述

该接口为 PhL 提供用于初始化和选择项的服务。

PhL 的目标之一是允许未来的变型,如无线、光纤、冗余通道(如电缆)、不同的调制技术等。一种通常形式的系统管理-PhL 接口,它提供了实现这些变型所需的服务。

当设备直接连接到媒体时,一套完整的管理服务才能被使用。对于有源连接的设备(如有源耦合器、中继器、无线/电话调制解调器、光电等),其中的一些服务对于有源耦合器是可以隐含的。此外,每个设备可以使用描述原语的一个子集。

注:根据工业实践,定义了许多不同的系统管理-PhL 接口。

6.2 系统管理-PhL 接口

6.2.1 请求的服务

对于 PhL 管理,最小服务原语应为:

——PH-RESET 请求-复位物理层。

6.2.2 PH-RESET 请求服务原语

该原语没有参数。接收该原语后,PhL 应复位它的所有功能。

7 DCE 无关子层(DIS)

7.1 概述

PhL 实体分为数据终端设备(DTE)组件和数据通信设备(DCE)组件。DTE 组件与 DLL 实体通过接口相连,并形成了 DCE 无关子层(DIS)。DIS 通过第 5 章中定义的 DL-Ph 接口交换接口数据单元,并提供了 DL-Ph 接口处每次的 PhIDU 和物理发送与接收所需的比特串之间的基本转换。

该子层独立于所有的 PhL 变型,包括编码和/或调制、速度、电压/电流/光模式、媒体等,所有这些变型在指定数据通信设备(DCE)下分组。

注:根据工业实践,定义了许多不同的 DIS 实体。

7.2 DIS

DIS 应将 PhID 传输顺序排列为串行 PhSDU 序列。同样,DIS 应根据已接收的串行 PhSDU 序列,形成要报告给 DLL 的 PhID。

应将 PhID 转换为 PhSDU 序列用于以八位位组串行传输,范围从最小的 72 个八位位组到最大的 1 535 个八位位组。

对于串行传输,PhIDU 序列应转换为 PhSDU 序列。低位的 PhSDU 传输之后,再传输高位的 PhSDU。

当接收到 PhSDU,每个 PhSDU 序列都应转换成 PhIDU 序列,以便于以这种方式形成的 PhIDU 序列与从 MAC 子层传输到 PhL 的 PhIDU 序列相一致。

8 DTE-DCE 接口和 MIS 特定功能

8.1 概述

PhL 实体分为包含 DIS 的数据终端设备(DTE)组件和包含 MDS 及较低子层的数据通信设备(DCE)组件。DTE-DCE 接口连接这两个物理组件,且其自身包含在 MIS 中(见图 1)。

注:根据工业实践,定义了许多不同的 DTE-DCE 接口。

对于 DTE-DCE 接口或任何其他接口,不强制显露这些接口。

对于类型 3 同步传输模式、类型 1 和类型 7,DTE-DCE 接口是支持一组服务的功能性和电气接口,

不是机械接口。这些服务中的每个服务通过在接口上的已定义的信号交互序列实现。

8.2 DTE-DCE 接口

对于 EtherCAT 传输,DTE-DCE 接口不显露。

9 媒体相关子层(MDS)

9.1 概述

媒体相关子层(MDS)是数据通信设备(DCE)的一部分(见图 1)。第 8 章规定了 MDS 通过 DTE-DCE 接口交换信息,第 10 章规定了 MDS 通过 MDS-MAU 接口传输已编码的 Ph-符号。MDS 的功能包括:分别为发送和接收进行逻辑编码和解码、增加/删除前同步码和定界符以及定时和同步功能。

注:根据工业实践,定义了许多不同的 MDS 子层实体。

9.2 MDS:线缆媒体

9.2.1 PhPDU

通过向 PhSDU(比特串)串行序列数据帧(该数据帧来自 DIS,通过 DTE-DCE 接口传输)添加定界符和最小空闲序列,MDS 可以产生如图 3 所示的 PhPDU。发送顺序必须按图 3 所示从左到右发送。即先发送 SOF,然后是 PhSDU,最后是 EOF。

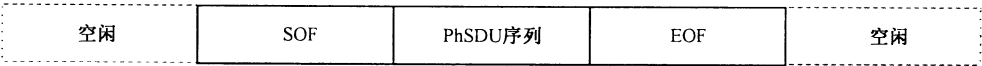


图 3 协议数据单元

相反地,MDS 应从接收到的 PhPDU 中移除空闲序列、SOF 和 EOF,以产生相应的串行 PhSDU 序列。如果在接收到的 PhSDU 序列中检测到非二进制数据单元,则 MDS 应立即停止向 DIS 传送 PhSDU,且 MDS 应报告错误,并且当错误发生时,MDS 应向 DIS 指示终止活动。

9.2.2 编码与解码

对于到 MAU 的应用,MDS 应使用如图 4(曼彻斯特双相 L)所示的编码对数据单元进行编码。编码规则见图 5 和表 1。

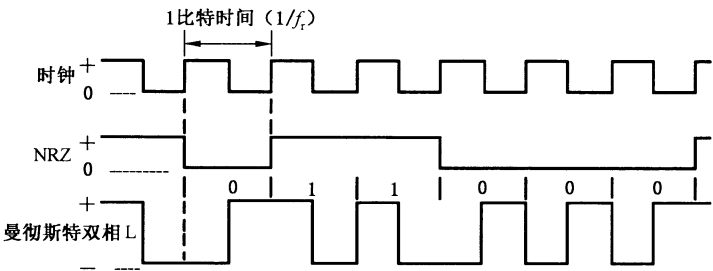


图 4 PhSDU 编码与解码

注:图 4 的目的是阐述原理,并不是具体的实现。

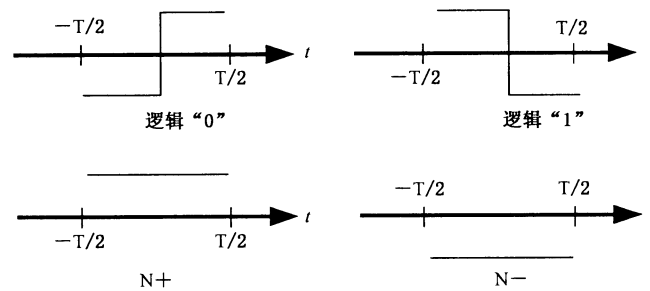


图 5 曼彻斯特编码规则

表 1 曼彻斯特编码规则

符号	编码
1 (ONE)	高-低转换(比特中间)
0 (ZERO)	低-高转换(比特中间)
N+(NON-DATA PLUS)	高(无转换)
N-(NON-DATA MINUS)	低(无转换)
注：由上述表格可以得出,通常情况将数据符号(1 和 0,由 PhSDU 传递)编码为带比特中间转换,而将非数据符号(N+ 和 N-)编码为没有比特中间转换。	

解码通常应和编码相反。在接收时,MDS 应验证每个符号都是按图 5 和表 1 的方式进行编码的,并检测以下错误:

- a) 无效的曼彻斯特码;
- b) 半比特滑移错(half-bit-slip error);
- c) EOF 未对准(比特数不是 8 的倍数)。

上述错误以如下方式报告:

PH-DATA 指示(class=END-W-ERROR,data=error)

9.2.3 极性检测

对于已接收的曼彻斯特双相 L 编码信号,并没有自动的极性检测。

9.2.4 SOF

以下符号序列,显示出从左到右的传输顺序,应将其放置于 PhSDU 序列之前,用于界定数据帧的起始:

0,N+

在确认上述序列后,MDS 只将已接收的信号流当作 PhPDU,并且在将 PhSDU 序列传送给 DIS 之前,MDS 应移除上述序列。

9.2.5 EOF

以下符号序列,显示出从左到右的传输顺序,应将其放置于 PhSDU 序列之后,用于界定数据帧的结束:

N-,0

在将 PhSDU 序列传送给 DIS 之前, MDS 应将上述序列从 PhPDU 中移除。通过媒体收到的任何帧, 如果从帧的开始(即 SOF 的结束)算起的 1 535 个八位位组内都不包含上述序列, 则 MDS 应向相关的 DLL 实体报告, 如下:

PH-DATA 指示(class=END-W-ERROR,data=frame_too_long)

如果通过媒体接收的任何帧的结束定界符不在八位位组边界, 则 MDS 应通过对应的 DIS 向对应的 DLL 实体报告, 如下:

PH-DATA 指示(class=END-W-ERROR,data=alignment_error)

9.2.6 空闲

为了同步比特时间, 在没有 PhSDU 或 SOF/EOF 传输的情况下, 则应发送空闲序列:

0

一个空闲序列始终是按比特对齐的。

注: 在 PhSDU 中一连串的 1 可以被解释为空闲。紧接着的“0”符号或 EOF 将重新调整比特单元检测。

9.2.7 同步

在激活并接收足够数量的信号后, 接收器应检测并报告 half-bit-slip 错误。

注 1: 这种同步规范允许损失 4 比特的前同步码。

在 SOF 之后, half-bit-slip 错误应按如下格式报告:

PH-DATA 指示(class=END-W-ERROR,data=half_bit_slip_error)

注 2: Half-bit-slip 错误可以通过过度的比特单元抖动和/或比特周期内过度变化检测出来。

9.2.8 帧间隙

在传输一个 PhPDU 后, 应有一个最小时间间隔, 在该时间间隔内, 下一个传输应还未开始。对于收到一个 PhPDU 后的同一最小时间间隔, 接收 PhL 实体应忽略所有接收到的信号。MDS 实体应设置一个长度为 92 个(96 则包含 SOF、EOF)标称比特时间的最小传输时间间隔。这个时间间隔可以由系统管理增加, 但不能减少。

10 MDS-MAU 接口

10.1 概述

媒体附属单元(MAU)是通信部件的一个可选独立部分, 可直接或通过无源器件连接到媒体(见图 1)。对于电信号来说, MAU 是为发送和接收信号提供了电平变换和波形整形的收发器。MDS-MAU 接口将 MAU 连接到 MDS。服务被定义为实现该接口的物理信号, 该接口的显露是可选的。后续各条列出规定的 MDS-MAU 接口所需服务的最小集。管理服务见第 6 章。

注: 根据工业实践, 定义了许多不同的 MDS-MAU 接口。

11 媒体附属单元: 电气媒体

11.1 电气特性

此 MAU 规范描述了一个通过符合 ANSI TIA/EIA-644-A 的线对进行的对称传输线单向传输。在线缆接收末端放置一个终端电阻, 能使 PhL 支持更高速的传输。该线对最长不超过 20 m。除了被称作 100BASE-TX 和 100BASE-FX 的 ISO/IEC 8802-3 技术, 本规范也补充提供了这种传输方法。其主要目的是连接控制柜内的设备。因此, 它采用一个公共的信号地。

曼彻斯特比特编码与 ANSI TIA/EIA-644-A 信号发送相结合,其目标是降低线耦合器的成本,它可以不将线缆与站隔离(电流隔离),需要一个终端电阻(推荐值为 $100\ \Omega$)。

该拓扑结构支持恰好含一个发送方和一个接收方的单一线对。

一个连接由正好连接 2 个 DTE 的 2 个线对组成。

术语“线缆”定义了一种在规定的长度内能够依照 ANSI TIA/EIA-644-A 传输信号的媒体。设备制造商的一致性声明应定义这些参数。

11.2 媒体规范

11.2.1 连接器

对于这类媒体不规定连接器。设备制造商的一致性声明应定义连接器性能。

11.2.2 线缆

这类媒体是线对。可以用屏蔽线提高电磁兼容性(EMC)。如果没有严重的电磁干扰(EMI),则可以使用非屏蔽线。

线对的特性阻抗 Z_0 应该在 $80\ \Omega \sim 120\ \Omega$,线对电容(导体-导体)应小于 $60\ \text{pF/m}$ 。导线的选择标准应遵守 ANSI TIA/EIA-644-A 实现指南,尤其对于背板总线和 PCB 的互连。

注:假设一个输出共模电压约为 $1.2\ \text{V}$,输出电阻可以用 2 个 $50\ \Omega$ 电阻串联,其中间抽头位于 $1.2\ \text{V}$,这为典型的 PCB 的布线特性提供了 $50\ \Omega$ 的匹配电阻(Z_0),使反射最小化。

线对应具有对称结构(长度相同、紧密结合、到地信号的距离相同)。两个线对应具有相同的长度,小于 $2\ \text{ns}$ 的偏差是可接受的。

11.3 传输方式

11.3.1 比特编码

来自 DLL 的曼彻斯特编码数据通过线对进行传输。在 TxS/RxS 用一个恒定的正差分电压表示一个二进制数“1”(N+或 DL_symbol=“ONE”的前半部分或者 DL_symbol=“ZERO”的后半部分),在 TxS/RxS 用一个恒定的负差分电压表示一个二进制数“0”(N-或 DL_symbol=“ZERO”的前半部分或者 DL_symbol=“ONE”的后半部分)。

11.3.2 ANSI TIA/EIA-644-A 信号表示法

在 ANSI TIA/EIA-644-A 的术语中,TxS 表示为 OUT+ 和 OUT-;RxS 表示为 IN+ 和 IN-。

注:假设输出电流是 $3.5\ \text{mA}$,共模电压大约是 $1.2\ \text{V}$,OUT+ 和 OUT- 之间额定差分电压是 $350\ \text{mV}$ (在 $247\ \text{mV} \sim 454\ \text{mV}$ 范围内)。检测一个信号的差分电压需 $100\ \text{mV}$ 。

参 考 文 献

- [1] IEC Multilingual Dictionary: Electricity, Electronics and Telecommunications (on CD_ROM—2001 Edition)
 - [2] IEC 60079-0 Explosive atmospheres—Part 0: General requirements
 - [3] IEC 60079-27 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres—Part 27: Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO) and Fieldbus non-incendive concept (FNICO)
 - [4] IEC 61784-1 Industrial communication networks—Part 1: Fieldbus profiles
 - [5] ISO/IEC 8509:1987 Information processing systems—Open Systems Interconnection—Service conventions
 - [6] ISO/IEC 8886:1996 Information technology—Open Systems Interconnection—Data link service definition
 - [7] ISO/IEC 10022:1996 Information technology—Open Systems Interconnection—Physical service definition
 - [8] IEEE Std 100 The IEEE Standard Dictionary of Electrical and Electronics Terms
 - [9] ETG.1000.2 EtherCAT Specification Part 2: Physical layer specification and service definition
 - [10] ETG.1000.3 EtherCAT Specification Part 3: Data Link Layer service definition
 - [11] ETG.1000.4 EtherCAT Specification Part 4: Data Link layer protocol specification
 - [12] ETG.1000.5 EtherCAT Specification Part 5: Application layer service definition
 - [13] ETG.1000.6 EtherCAT Specification Part 6: Application layer protocol specification
 - [14] ETG.1100 EtherCAT Specification Communication profiles
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工业以太网现场总线 EtherCAT
第 2 部分:物理层服务和协议规范
GB/T 31230.2—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100029)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

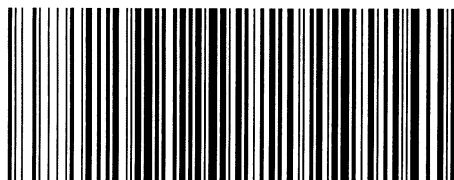
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 30 千字
2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 1-50402 定价 24.00 元



GB/T 31230.2—2014

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107