



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 20540.4—2006

---

## 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 3: PROFIBUS 规范 第 4 部分: 数据链路层协议规范

Digital data communication for measurement and control—  
Fieldbus for use in industrial control systems—  
Type 3: PROFIBUS specification—Part 4: Data link layer  
protocol specification

(IEC 61158-4 Type 3:2003, MOD)

2006-10-16 发布

2007-05-01 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

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
测 量 和 控 制 数 字 数 据 通 信  
工 业 控 制 系 统 用 现 场 总 线  
类 型 3 : PROFIBUS 规 范  
第 4 部 分 : 数 据 链 路 层 协 议 规 范

GB/T 20540.4—2006

\*

中 国 标 准 出 版 社 出 版 发 行  
北 京 西 城 区 复 兴 门 外 三 里 河 北 街 16 号  
邮 政 编 码 : 100045

<http://www.spc.net.cn>

电 话 : (010)51299090、68522006

2007 年 3 月 第 一 版

\*

书 号 : 155066 · 1-28734

版 权 专 有 侵 权 必 究  
举 报 电 话 : (010)68522006

## 目 次

前言 .....	V
引言 .....	VI
1 范围 .....	1
1.1 概述 .....	1
1.2 技术规定 .....	1
1.3 规程 .....	1
1.4 适用性 .....	1
1.5 一致性 .....	1
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语和定义 .....	2
3.1 参考模型的术语和定义 .....	2
3.2 服务协议术语和定义 .....	3
3.3 公用术语和定义 .....	4
3.4 本部分的术语和定义 .....	5
4 符号和缩略语 .....	7
4.1 公用符号和缩略语 .....	7
4.2 本部分的符号和缩略语 .....	8
5 多种 DL 协议类型公用的 DL 协议基本原理 .....	12
5.1 帧检验序列 .....	12
6 DL 协议概述(同步传输) .....	14
6.1 所采用的 PhL 服务 .....	14
7 DL 协议概述 .....	16
7.1 概述 .....	16
7.2 媒体访问控制和传输协议概述 .....	17
7.3 传输模式和 DL 实体 .....	17
7.4 所采用的 PhL 服务 .....	21
7.5 操作原理 .....	22
7.6 循环和系统响应时间 .....	33
8 DLPDU 通用结构和编码以及有关规程原理 .....	35
8.1 DLPDU 间隔大小 .....	35
8.2 长度八位位组(LE,LEr) .....	36
8.3 地址八位位组 .....	37
8.4 控制八位位组(FC) .....	38
8.5 DLPDU 内容差错检查 .....	42
8.6 DATA_UNIT .....	42
8.7 差错控制规程 .....	43
9 DLPDU 专用的结构、编码和规程原理 .....	44
9.1 无数据字段的固定长度的 DLPDU .....	44

9.2	有数据字段的固定长度的 DLPDU .....	45
9.3	有可变数据字段长度的 DLPDU .....	46
9.4	令牌 DLPDU .....	48
9.5	ASP DLPDU .....	48
9.6	SYNCH DLPDU .....	48
9.7	时间事件(TE) DLPDU .....	49
9.8	时钟值(CV) DLPDU .....	49
9.9	传输规程.....	49
10	其他的 DLE 规程原理.....	52
10.1	DL 实体的初始化 .....	52
10.2	DL 实体的媒体访问控制的状态 .....	53
10.3	时钟同步协议 .....	57
附录 A (资料性附录)	同步,典型的 FCS 实现示例 .....	61
附录 B (规范性附录)	DL 协议状态机 .....	62
附录 C (资料性附录)	典型的令牌规程和报文传送周期 .....	170
参考文献.....		176
图 1	数据链路层与其他各层以及数据链路服务的用户之间的关系 .....	VI
图 2	DLSAP, DLSAP 地址和组 DL 地址之间的关系 .....	4
图 3	逻辑令牌传递环 .....	18
图 4	用于异步传送的 PhL 数据服务 .....	21
图 5	空闲时间 $T_{ID1}$ .....	23
图 6	空闲时间 $T_{ID2}$ (SDN, CS) .....	24
图 7	空闲时间 $T_{ID2}$ (MSRD) .....	24
图 8	时隙时间 $T_{SL1}$ .....	24
图 9	时隙时间 $T_{SL2}$ .....	24
图 10	时隙时间 $T_{SL1}$ .....	28
图 11	时隙时间 $T_{SL2}$ .....	28
图 12	令牌传送周期 .....	33
图 13	报文传送周期 .....	33
图 14	UART 字符.....	36
图 15	八位位组结构 .....	36
图 16	长度八位位组编码 .....	36
图 17	地址八位位组编码 .....	37
图 18	DLPDU 中的 DAE/SAE 八位位组 .....	37
图 19	地址扩展八位位组 .....	38
图 20	用于发送/请求 DLPDU 的 FC 八位位组的编码.....	39
图 21	用于确认或响应 DLPDU 的 FC 八位位组的编码 .....	39
图 22	FCS 八位位组的编码 .....	42
图 23	数据字段 .....	42
图 24	标识用户数据 .....	43
图 25	无数据字段固定长度的 DLPDU .....	44
图 26	无数据字段固定长度的 DLPDU .....	45

图 27	有数据字段长度固定的 DLPDU .....	45
图 28	有数据字段的固定长度的 DLPDU .....	46
图 29	有可变数据字段长度的 DLPDU .....	46
图 30	有可变数据字段长度的 DLPDU .....	47
图 31	令牌 DLPDU .....	48
图 32	令牌 DLPDU .....	48
图 33	无数据固定长度的发送/请求 DLPDU .....	49
图 34	令牌 DLPDU 和有数据的固定长度的发送/请求 DLPDU .....	50
图 35	有可变数据字段长度的发送/请求 DLPDU .....	50
图 36	无数据的固定长度的发送/请求 DLPDU .....	51
图 37	令牌 DLPDU 和有数据固定长度的发送/请求 DLPDU .....	51
图 38	有可变数据字段长度的发送/请求 DLPDU .....	52
图 39	DL 状态图 .....	53
图 40	时钟同步的概貌 .....	58
图 41	时间主站状态机 .....	59
图 42	时间接收器状态机 .....	59
图 43	时钟同步序列 .....	60
图 A.1	FCS 生成(用于同步)的示例 .....	61
图 A.2	在接收时 FCS 综合检查的示例(用于同步) .....	61
图 B.1	协议机的结构 .....	63
图 B.2	SRU 状态机的结构 .....	147
图 C.1	令牌持有时间( $T_{TH}$ )的推导 .....	170
图 C.2	没有使用令牌持有时间( $T_{TH}$ ) .....	171
图 C.3	使用令牌持有时间( $T_{TH}$ )传送报文(在每个主站的 $T_{TH}$ 之间平等) .....	172
图 C.4	在不同的工作负载情况下令牌持有时间( $T_{TH}$ )的使用 .....	173
表 1	FCS 长度、多项式和常数 .....	13
表 2	现场总线数据链路协议特性 .....	16
表 3	传输功能码 .....	39
表 4	响应方中的 FCB,FCV .....	41
表 5	操作参数 .....	52
表 B.1	状态机的分配 .....	64
表 B.2	数据资源 .....	64
表 B.3	由 DL 用户发给 FLC 的原语 .....	69
表 B.4	由 FLC 发给 DL 用户的原语 .....	70
表 B.5	由 DL 用户发给 DLM 的原语 .....	72
表 B.6	由 DLM 发给 DL 用户的原语 .....	72
表 B.7	在 DL 用户与 FLC 之间交换的原语所使用的参数 .....	73
表 B.8	DL 用户与 DLM 之间交换的原语所使用的参数 .....	73
表 B.9	FLC/DLM 状态表 .....	74
表 B.10	FLC/DLM 功能表 .....	93

表 B.11	由 DLM 发给 MAC 的原语	104
表 B.12	由 MAC 发给 DLM 的原语	104
表 B.13	在 DLM 与 MAC 之间交换的原语所使用的参数	104
表 B.14	本地 MAC 变量	105
表 B.15	MAC 状态表	106
表 B.16	MAC 功能表	141
表 B.17	由 DLM 发给 SRC 的原语	148
表 B.18	由 SRC 发给 DLM 的原语	148
表 B.19	由 MAC 发给 SRC 的原语	149
表 B.20	由 SRC 发给 MAC 的原语	149
表 B.21	MAC 与 SRC 之间交换的原语所使用的参数	149
表 B.22	FC 结构	150
表 B.23	SRC 的本地变量	150
表 B.24	SRC 状态表	150
表 B.25	SRC 功能	169

## 前 言

GB/T 20540—2006《测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 3: PROFIBUS 规范》的内容分为如下 6 个部分:

- GB/T 20540.1 概述和导则;
- GB/T 20540.2 物理层规范和服务定义;
- GB/T 20540.3 数据链路层服务定义;
- GB/T 20540.4 数据链路层协议规范;
- GB/T 20540.5 应用层服务定义;
- GB/T 20540.6 应用层协议规范。

本部分为 GB/T 20540—2006 的第 4 部分。

本部分修改采用 IEC 61158-4 Type3:2003《测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型 3: PROFIBUS 规范 第 4 部分: 数据链路层协议规范》, 在技术内容上与原国际标准没有差异, 为方便我国用户使用, 在文本结构编排上进行了适当调整, 并按 GB/T 1.1 的要求进行编辑。

本部分基于 JB/T 10308.3—2005 制定。

本部分的附录 B 为规范性附录, 附录 A、附录 C 为资料性附录。

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第四分技术委员会归口。

本部分起草单位: 中国机电一体化技术应用协会、机械工业仪器仪表综合技术经济研究所、西南大学、中海石油研究中心、上海自动化仪表股份有限公司、清华大学、重庆川仪总厂、北京交通大学、天华化工机械及自动化研究设计院、中石化装备总公司、中国仪器仪表协会、西门子(中国)有限公司。

本部分主要起草人: 李百煌、欧阳劲松、王春喜、梅恪、王玉敏、刘枫、徐伟华、孙昕、谢素芬、惠敦炎、刘云男、阳宪惠、董景辰、姜金锁、冯秉耘、陈明海、田英明。

本部分为首次发布。

# 引 言

## 1 概述

本部分是为方便实现自动化系统各组成部分互连所形成的系列标准之一。它与在某种程度上基于开放系统互连基本参考模型的“三层”现场总线参考模型所定义的标准系列中的其他标准有关。两种参考模型均将互连标准化区域细分为一系列层规范,每层有可管理的大小范围。

数据链路协议利用物理层提供的服务来提供数据链路服务。图 1 解释了用于现场总线的数据链路服务、现场总线数据链路协议、现场总线物理层服务和系统管理等标准之间的关系。

注:本部分中所使用的系统管理是用于管理层协议的一种本地机制。

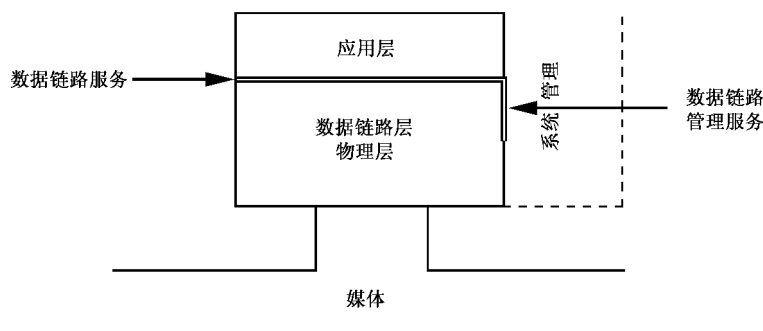


图 1 数据链路层与其他各层以及数据链路服务的用户之间的关系

本部分的主要目的是提供一组依据对等数据链路实体(DLE)在通信时刻要执行的步骤表达的通信规则。这些通信规则旨在为服务于以下各种目的的开发提供可靠的基础:

- a) 作为实现者和设计者的指南;
- b) 在设备测试和采购中使用;
- c) 作为系统准入开放系统环境约定的一部分;
- d) 作为对理解 OSI 中严格时间要求的通信的明确表达。

本部分特别考虑了传感器、执行机构和其他自动化设备的通信和相互协调工作。本部分与在 OSI 或现场总线参考模型内的其他标准一起使用,但随意组合共同工作的系统可能是不兼容的。

## 2 本部分引用的命名法

条款(包括附录)以及任何从属的子条款可全部引用,如“条款 N”或“附录 N”,此处 N 是此条款的编号或此附录的字母。

子条款以及此子条款的任何从属子条款可全部引用,如“N. M”或“N. M. P”等(依据此子条款的级别类推),此处 N 是此子条款的编号或附录的字母,而 M、P 等表示上一子条款的后续级别,并包括其所涉及的子条款。

当一个条款或子条款包含一个或多个从属的子条款时,该条款或子条款标题与其第一个从属子条款之间的正文可全部被引用,如“N. 0”或“N. M. 0”或“N. M. P. 0”等,此处的 N, M 和 P 如前所述。不同的是,以“. 0”结束的引用表示一个条款或子条款标题与其第一个从属子条款之间的正文和图。



# 测量和控制数字数据通信

## 工业控制系统用现场总线

### 类型 3: PROFIBUS 规范

#### 第 4 部分: 数据链路层协议规范

## 1 范围

### 1.1 概述

现场总线数据链路层在自动化环境中提供各设备之间基本的严格时间要求的报文通信。

本部分的目的是定义现场总线数据链路协议。本部分中所定义的协议与 GB/T 20540.3 中相应的服务紧密相关,并位于其应用的场合内。

此协议类型是用于 GB/T 20540 DL 服务的 DL 协议。最大的系统规模对链路的数量没有限制,每个链路可以有 127 个节点,每个节点可以有 66 个 DLSAP 地址。

### 1.2 技术规定

本部分规定:

- a) 用于从一个数据链路用户实体到另一个对等的用户实体实时地传输数据和控制信息的协议规程,并在这些数据链路实体之间形成分布式数据链路服务的提供者;
- b) 通过此协议传输数据和控制信息所使用的现场总线数据链路(DL)协议数据单元的结构,以及其作为物理接口数据单元的表达法。

注:贯通整个本部分,在表中使用灰色盒子来指出所规定的字段不属于特定 DLPDU 的概念部分。

#### 1.2.1 附加特性

本协议为一个预选的数据链路实体的“主”(“master”)子集中的每一个数据链路实体顺序地提供以循环异步方式通信的机会。其他数据链路实体只有在被这些主数据链路实体允许和指定时,才进行通信。

对于一个特定主站而言,它与其他数据链路实体的通信可能是具有优先访问权的循环或非循环的或是上述二者组合的通信。

本协议提供一种以平等方式共享有效通信资源的手段。本协议有用于时间同步和等时同步操作的保证措施。

### 1.3 规程

依据以下条款来定义规程:

- a) 对等 DL 实体(DLE)之间的交互作用通过现场总线数据链路协议数据单元的交换来实现;
- b) 在同一系统中,DL 服务(DLS)提供者与 DLS 用户之间的交互作用通过交换 DLS 原语来实现;
- c) 在同一系统中,DLS 提供者和物理服务提供者之间的交互作用通过交换 Ph 服务原语来实现。

### 1.4 适用性

这些规程可应用于在 OSI 或现场总线参考模型的数据链路层中支持严格时间要求的通信服务的系统之间的通信示例,而这些系统需具备在开放系统互连环境中互连的能力。

行规提供了一种简单的概述实现能力的多属性方法。也就是使行规具有了对各种严格时间要求通信的可适用性。

### 1.5 一致性

本部分还为实现这些规程的系统规定了一致性要求,但不包括验证这些要求的符合性测试。