

ICS 25.040

P 72

备案号: J2439-2017



中华人民共和国石油化工行业标准

SH/T 3188—2017

石油化工 PROFIBUS 控制系统 工程设计规范

**Design specification for PROFIBUS control system
engineering in petrochemical industry**

2017-04-12 发布

2017-10-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义、缩略语	1
3.1 术语和定义	1
3.2 缩略语	3
4 PROFIBUS 技术应用原则	4
5 控制系统设计	4
5.1 系统结构	4
5.2 系统功能	4
5.3 过程控制站	4
5.4 过程接口	5
5.5 操作站	5
5.6 工程师站	5
5.7 历史记录工作站	5
5.8 网络管理服务器	5
5.9 供电要求	5
5.10 接地要求	5
5.11 防电涌要求	5
5.12 安装条件	5
5.13 备品备件	5
5.14 与第三方设备/系统通信	6
6 网络/网段设计	6
6.1 技术规格	6
6.2 拓扑结构	7
6.3 设计要求	12
7 设备选用	13
7.1 选用原则	13
7.2 PA 总线电源调整器	13
7.3 网络连接设备	13
7.4 现场接线设备	13
7.5 终端器	14
7.6 远程 I/O 单元	14
7.7 现场设备	14
7.8 诊断工具	14

8 工程设计	14
8.1 基础工程设计	14
8.2 详细工程设计	14
8.3 工程设计文档	14
8.4 系统供应商工作	16
8.5 供应商文档	16
附录 A (资料性附录) PFCS 网络结构示意图	17
附录 B (资料性附录) 网络/网段示意图	18
附录 C (资料性附录) 工厂验收 (FAT)	19
附录 D (资料性附录) 现场验收 (SAT)	21
附录 E (资料性附录) IEC 61158-2 标准规定的 DP 总线电缆 (A 类)	23
附录 F (资料性附录) IEC 61158-2 标准规定的 PA 总线电缆 (A 类)	24
参考文献	25
本规范用词说明	26
附: 条文说明	27

Contents

Foreword	V
1 Scope	1
2 Normative references	1
3 Terms and definitions, abbreviations	1
3.1 Terms and definitions	1
3.2 Abbreviations	3
4 PROFIBUS technology apply principle	4
5 Design of PROFIBUS control system	4
5.1 System architecture	4
5.2 System function	4
5.3 Process control stations	4
5.4 Process interface units	5
5.5 Operator workstations	5
5.6 Engineering workstations	5
5.7 Historian workstations	5
5.8 Network management servers	5
5.9 Power supply requirements	5
5.10 Grounding requirements	5
5.11 Anti-surge requirements	5
5.12 Installation conditions	5
5.13 Spare parts	5
5.14 Communication with third part equipment/system	6
6 Network/Segment design	6
6.1 Technical specification	6
6.2 Topological structure	7
6.3 Design requirement	12
7 Equipment selection	13
7.1 General rules	13
7.2 PA bus power	13
7.3 Network connection equipments	13
7.4 Field junction equipments	13
7.5 Terminator	14
7.6 Remote I/O unit	14
7.7 Field devices	14
7.8 Diagnostic tools	14

SH/T 3188—2017

8 Engineering design	14
8.1 Basic engineering design.....	14
8.2 Detail engineering design.....	14
8.3 Engineering design documents.....	14
8.4 Vendor scope of work	16
8.5 Vendor documents	16
Annex A (Informative) PFCS structure sample drawing.....	17
Annex B (Informative) Network/Segment sample drawing.....	18
Annex C (Informative) Factory acceptance test.....	19
Annex D (Informative) Site acceptance test.....	21
Annex E (Informative) IEC 61158-2 DP bus cable (Type A)	23
Annex F (Informative) IEC 61158-2 PA bus cable (Type A)	24
Bibliography	25
Explanation of wording in this specification	26
Add: Explanation of articles	27

前 言

根据中华人民共和国工业和信息化部《2011年第二批行业标准制修订计划》工信厅科(2011)134号的要求,规范编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国际标准和国内先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规范。

本规范共分8章和6个附录。

本规范的主要技术内容是:PROFIBUS技术应用原则;控制系统设计;网络/网段设计;设备选用;工程设计。

本规范由中国石油化工集团公司负责管理,由中国石油化工集团公司自动控制设计技术中心站负责日常管理,由中石化上海工程有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送日常管理单位和主编单位。

本规范日常管理单位:中国石油化工集团公司自动控制设计技术中心站

通信地址:上海市徐汇区中山南二路1089号徐汇苑大厦12楼

邮政编码:200030

电 话:021-64578936

传 真:021-64578936

本规范主编单位:中石化上海工程有限公司

通信地址:上海市浦东新区张扬路769号

邮政编码:200120

本规范参编单位:中国石化工程建设有限公司

中石化洛阳工程有限公司

中石化宁波工程有限公司

中国机电一体化技术应用协会现场总线(PROFIBUS)专业委员会

西门子(中国)有限公司

本规范主要起草人员:俞旭波 陈 新 肖海荣 李 冰 高 欣 叶向东 裴炳安 严春明

窦连旺 崔 坚 王 斌 燕爱利 刘春才 冯学卫 陈昌领 刘 丹

本规范主要审查人员:林 融 徐伟清 宋志远 林洪俊 赵 柱 梁 达 宋 燕 陈学敏

本规范为首次发布。

石油化工 PROFIBUS 控制系统工程设计规范

1 范围

本规范规定了 PROFIBUS 控制系统 (PFCS) 工程设计的要求。

本规范适用于石油炼制、石油化工及以煤为原料制取燃料及化工产品的工厂新建、扩建和改建工程中采用 PROFIBUS 控制系统的工程设计。

2 规范性引用文件

下列文件对本规范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规范。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本规范。

GB 3836.4 爆炸性环境 第4部分:由本质安全型“i”保护的設備

GB 3836.19 爆炸性环境 第19部分:现场总线本质安全概念“FISCO”(等同于 IEC 60079-27)

GB/T 20540.2—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2部分:物理层规范和服务定义 (IEC 61158-2 Type 3:2003. MOD)

GB/T 27526—2011 PROFIBUS 过程控制设备行規

SH/T 3081 石油化工仪表接地设计规范

SH/T 3092 石油化工分散控制系统设计规范

SH/T 3164 石油化工仪表系统防雷设计规范

IEC 61784-1 工业通信网络协议集-第1部分:现场总线协议集

3 术语和定义、缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范。

3.1.1

过程总线 PROFIBUS

PROFIBUS是IEC 61784-1标准中规定的一种现场总线,用于工业现场仪表设备的数字通信。有 PROFIBUS DP和PROFIBUS PA两种规格。

3.1.2

PROFIBUS DP

符合IEC 61784-1中CP 3/1的通信网络。

3.1.3

PROFIBUS PA

符合IEC 61784-1中CP 3/2的通信网络。采用曼彻斯特编码 (MBP) 和总线供电的传输技术,用于同步数据传输。

3.1.4

网段 segment

总线网络的一部分,以终端电阻为起始点。一个PROFIBUS DP、PROFIBUS PA网段最多可包括32个设备。

3.1.5

现场总线设备 fieldbus device

SH/T 3188—2017

与现场总线连接的仪表或通信设备。

3.1.6

干线 trunk

网段的主通信线，干线可以分出多个分支来连接现场总线设备。DP网络上的干线称为DP干线；PA网段上的干线称为PA干线。

3.1.7

分支 spur

连接干线和现场PROFIBUS PA仪表的通信电缆。

3.1.8

支线 stub

连接PROFIBUS DP干线和PROFIBUS DP设备的通信电缆。

3.1.9

周期 cycle time

设备完成输入信号处理、执行计算和最终输出值传输的时间之和称为一个周期。

3.1.10

非周期时间 acyclic time

周期时间外，用于传送其他信息的时间。传送的信息包括：报警或事件、维护或诊断信息、显示信息、趋势信息和组态信息等。

3.1.11

PROFIBUS DP主站 PROFIBUS DP master

在PROFIBUS DP中的具有主动控制和管理功能的现场总线设备，分为1类主站或2类主站。1类主站是一个控制多个DP从站的控制设备，通常是一个可编程控制器或过程控制器。2类主站是一个管理组态数据和诊断数据的控制设备。

3.1.12

PROFIBUS DP从站 PROFIBUS DP slave

指定给某个1类PROFIBUS DP主站的现场设备，并提供数据交换的设备。

3.1.13

中继器 repeater

中继器是增加网络设备数量、延长通信距离的一种网络延续设备。

3.1.14

RS 485-IS隔离中继器 RS 485-IS isolation repeater

中继器的一种，用于连接本安DP网络。

3.1.15

DP/DP耦合器 DP/DP coupler

DP/DP 耦合器连接两个PROFIBUS DP 网段，用于两个PROFIBUS DP主站之间的数据交换。

3.1.16

DP/PA耦合器 DP/PA coupler

DP/PA 耦合器是PROFIBUS DP和PROFIBUS PA之间的接口设备，用于PROFIBUS DP和PROFIBUS PA之间的数据交换。

3.1.17

Y链接器 Y link

DP网络连接DP设备的中间设备，用于非冗余的PROFIBUS DP设备连接到冗余的PROFIBUS DP网络上。

3.1.18

DP/PA链接器 DP/PA link

PROFIBUS DP网络连接PROFIBUS PA网络的中间设备，用于PROFIBUS DP和PROFIBUS PA之间的网络转换及数据交换，由PROFIBUS DP接口模块以及DP/PA耦合器组合而成。

3.1.19

现场安全栅 field-barrier

安装于现场的安全栅，用于限制现场非本安系统和本安系统之间线路和设备的电流和电压。

3.1.20

总线接线箱 fieldbus junction box

用于连接总线干线和支线的现场接线箱。

3.1.21

有源现场分离器 active field splitter

使PROFIBUS DP/PA耦合器以冗余方式运行的一种连接设备。

3.1.22

有源现场分配器 active field distributor

使PROFIBUS DP/PA耦合器以冗余方式运行并可实现PROFIBUS PA环网功能的一种连接设备。

3.1.23

DP终端器 DP terminator

在DP总线网段末端设置避免信号因反射造成失真的电阻。

3.1.24

PA终端器 PA terminator

在PA总线网段末端设置避免信号因反射造成失真的一组电阻及电容。

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本规范。

AFD: 有源现场分配器 (Active Field Distributor)

AFDiS: 本安有源现场分配器 (Active Field Distributor Intrinsically Safety)

AFS: 有源现场分离器 (Active Field Splitter)

BMS: 燃烧监视系统 (Burner Monitoring System)

CCS: 压缩机控制系统 (Compressor Control System)

DCS: 分散控制系统 (Distributed Control System)

EDD: 电子设备描述 (Electronic Device Description)

FAT: 工厂验收 (Factory Acceptance Test)

FDS: 功能设计规格书 (Function Design Specification)

FISCO: 现场总线本质安全概念 (Fieldbus Intrinsically Safe Concept)

GDS: 可燃气体和有毒气体检测系统 (Gas Detection System)

GSD: 通用站描述 (General Station Description)

IFAT: 工厂集成验收 (Integration Factory Acceptance Test)

MMS: 机组监视系统 (Machine Monitor System)

OLM: 光纤链接模块 (Optical Link Module)

OPC: 用于过程控制的内部数据设备连接协议 (Object Linking and Embedding(OLE) for Process Control)

PFCS: PROFIBUS控制系统 (PROFIBUS Control System)

PI: PROFIBUS及PROFINET国际组织 (PROFIBUS & PROFINET International)

- PLC: 可编程序控制器 (Programmable Logic Controller)
- SAT: 现场验收 (Site Acceptance Test)
- SIS: 安全仪表系统 (Safety Instrumented System)
- SPD: 电涌防护器 (Surge Protective Device)

4 PROFIBUS 技术应用原则

- 4.1 总线型现场仪表应符合 GB/T 27526—2011 的规定, 并应经过 PI 组织认证合格。
- 4.2 爆炸性危险区域内的 PA 干线、总线接线箱、PA 分支及总线型现场仪表, 应满足该区域的防爆要求, 符合表 4.2 的规定。

表 4.2 爆炸性危险区域内总线设备防爆类型的选用

防爆区	设备		
	PA 干线	总线接线箱	PA 分支/总线型现场仪表
0 区	—	—	Ex ia
1 区	FISCO ia/ib, Ex e	FISCO ia/ib, Ex e, Ex d	Ex ia/ib, FISCO ia/ib, Ex d
2 区	FISCO, Ex e	FISCO, Ex e, Ex d	Ex i, FISCO, Ex d
非防爆区	无防爆要求	无防爆要求	无防爆要求

- 4.3 爆炸性危险区域内的本安技术应用, 宜选用增安型干线加多路现场安全栅方式, 现场安全栅和本安仪表的组合应符合 GB 3836.4 的规定。
- 4.4 连接到同一接线箱内的仪表防爆类型应相同。
- 4.5 PROFIBUS 网段上的电缆, 宜采用 A 类电缆。
- 4.6 现场总线设备管理系统可独立设置, 也可集成在控制系统中。
- 4.7 PROFIBUS 电缆屏蔽接地宜采用多点重复接地方式, 各接地点之间应实现等电位连接。
- 4.8 SIS、GDS、CCS、MMS、BMS 等安全相关系统不应采用 PA 总线技术。
- 4.9 高速响应回路不应采用 PA 总线技术。
- 4.10 特殊仪表不应采用现场总线技术。

5 控制系统设计

5.1 系统结构

- 5.1.1 PFCS 的网络总体结构应符合 SH/T 3092 的规定。
- 5.1.2 PFCS 应采用 PROFIBUS DP (以下简称 DP) 网络。
- 5.1.3 PFCS 应具备通过 PROFIBUS DP、TCP/IP、MODBUS、OPC 等通信协议与第三方系统进行数据通信的能力。

5.2 系统功能

PFCS 应至少具备以下功能:

- a) 互操作性;
- b) 互换性;
- c) 兼容性;
- d) 在线维护和诊断功能;
- e) 在线参数设置功能;
- f) 在线增加、删除仪表设备的功能。

5.3 过程控制站

- 5.3.1 控制器常规功能应符合 SH/T 3092 的规定。

5.3.2 控制器的总线应具备以下功能:

- a) 对 PROFIBUS PA (以下简称 PA) 仪表配置相应的转换功能块;
- b) 对 PA 仪表的检测和数据采集、连续控制、顺序控制、批量控制、逻辑控制、诊断等功能。

5.4 过程接口

5.4.1 常规 I/O 模块应符合 SH/T 3092 的规定。

5.4.2 PFCS 应配置分散安装的远程 I/O, 用于连接非总线型现场仪表。

5.4.3 PA 仪表宜通过 DP/PA 链接器或 DP/PA 耦合器连接到 DP 网络。

5.4.4 非冗余的 DP 设备宜通过 Y 链接器连接到冗余的 DP 网络。

5.4.5 两个 DP 主站连接宜通过 DP/DP 耦合器。

5.5 操作站

5.5.1 操作站应符合 SH/T 3092 的规定。

5.5.2 现场总线设备管理功能宜设置独立的服务器, 不宜集成在操作站中。

5.6 工程师站

5.6.1 工程师站应符合 SH/T 3092 的规定。

5.6.2 工程师站的功能应符合下列要求:

- a) 工程师站应支持所有 PROFIBUS 功能, 包括组态、维护和操作显示功能;
- b) 工程师站应支持 PROFIBUS 设备的设备管理功能;
- c) 工程师站中装载设备管理软件后应可实现 PA 现场仪表的设备管理功能;
- d) 工程师站应支持离线组态及控制策略仿真调试功能。

5.6.3 工程师站应能对非现场总线 I/O、智能 HART 和 PA 仪表进行组态、维护和操作。

5.7 历史记录工作站

历史记录工作站应符合 SH/T 3092 的规定。

5.8 网络管理服务器

网络管理服务器应符合 SH/T 3092 的规定。

5.9 供电要求

5.9.1 PFCS 的供电应符合 SH/T 3092 的规定。

5.9.2 PA 网段应采用 UPS 供电。

5.9.3 PA 网段宜采用双路冗余供电。

5.10 接地要求

5.10.1 接地系统应符合 SH/T 3081 及 SH/T 3164 的规定。

5.10.2 PFCS 的保护接地应接到保护接地汇总板。保护接地汇总板接到接地总板或电气接地网; PFCS 应采用隔离技术, 网络和 I/O 接口应是隔离的, 信号线路不需要接地。

5.10.3 DP/PA 总线信号回路应与地绝缘, 总线信号电缆的线芯对地绝缘。

5.10.4 DP/PA 总线电缆应在每个断接处对屏蔽层进行连接, 应在控制室、接线箱、现场仪表等处接地。

5.11 防电涌要求

5.11.1 PFCS 的防雷电电涌保护设计, 应符合 SH/T 3164 的规定。

5.11.2 电涌保护器 (SPD) 的选型和使用不应影响 PROFIBUS 各网段上的信号传输, 不应影响 PROFIBUS 设备和仪表的正常工作。

5.12 安装条件

PFCS 的安装设计应符合 SH/T 3092 的规定。

5.13 备品备件

5.13.1 PFCS 的备品备件应按装置或单元分别配置。

5.13.2 I/O 模件的备用量宜为 20%，各种模件应至少备一件。

5.13.3 网段设备的备用量宜各为 5%，各种设备应至少备一件。

5.14 与第三方设备/系统通信

5.14.1 PFCS 应具备通过 PROFIBUS DP、MODBUS、TCP/IP 等协议与 SIS、GDS、CCS、MMS、BMS 及其他 PLC 设备进行数据通信的功能。

5.14.2 PFCS 采用 PROFIBUS DP 与其他采用 DP 通信的第三方设备/系统进行通信设计时，接口设计应符合下列要求：

- a) 以本方为 DP 主站，第三方设备/系统为从站，位于危险区的从站，应在主站侧增加 RS 485-IS 隔离中继器；位于安全区的从站可以直接连接到主站网络；
- b) 以本方为主站，第三方设备/系统为从站，应向主站提供配置所需的 GSD 文件、通信速率及通信的数据格式；
- c) 第三方为 DP 主站，本方也是主站，两个 DP 网络进行通信时主站点间应增加 DP/DP 耦合器，双方应制定通信的数据格式。

5.14.3 第三方设备/系统与 PFCS 距离较远或两者间有电位差，应在两端增加光电转换模块，使用光缆连接，采用光通信方式。

6 网络/网段设计

6.1 技术规格

6.1.1 PROFIBUS DP 技术规格

6.1.1.1 PROFIBUS DP 的数据传输速率应为 9.6kbit/s~12000kbit/s，应根据数据传输速率选用匹配的连接设备。

6.1.1.2 PROFIBUS DP 的传输介质应为铜芯屏蔽双绞线或光纤。

6.1.1.3 PROFIBUS DP 网段 A 类电缆的最大通信距离应符合表 6.1.1.3 的规定：

表 6.1.1.3 PROFIBUS DP 网段 A 类电缆的通信距离表

数据传输速率 kbit/s	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	3000	6000	12000
最大通信距离 m	1200	1200	1200	1000	400	200	100	100	100
相关标准	GB/T 20540.2—2006								

6.1.1.4 PROFIBUS DP 网段通信距离大于表 6.1.1.3 中规定的通信距离时，应采用光通信方式。

6.1.1.5 PROFIBUS DP 网段两端应各设置一个总线终端器。

6.1.1.6 PROFIBUS DP 两个站点间最小通信电缆长度不应小于 1m。

6.1.1.7 每个 PROFIBUS DP 从站的输入/输出数据字长最大应各为 244 字节。

6.1.1.8 PROFIBUS DP 网段上使用支线时支线的长度应符合表 6.1.1.8 的规定：

表 6.1.1.8 PROFIBUS DP 网段相应数据传输速率下允许最大支线长度表

数据传输速率 kbit/s	每个网段支线允许最大的总长度 m
9.6~93.75	96
187.5	75
500	30
1500	10
>1500	0

- 6.1.1.9 PROFIBUS DP 信号传输采用光缆时，两个光纤链接模块（OLM）之间单模光缆不应超过 15km，多模光缆不应超过 2.8km。
- 6.1.1.10 本安 DP 干线最大传输速率应为 1500kbit/s。
- 6.1.2 PROFIBUS PA 技术规格
- 6.1.2.1 PROFIBUS PA 的数据传输速率应为 31.25kbit/s。
- 6.1.2.2 PROFIBUS PA 应采用两线制技术，结构应为多节点式。
- 6.1.2.3 PROFIBUS PA 的传输介质应为铜芯屏蔽双绞线，宜采用 A 类电缆。
- 6.1.2.4 PROFIBUS PA 网段与 DP 网段连接应采用 DP/PA 链接器或 DP/PA 耦合器。
- 6.1.2.5 PROFIBUS PA 网段两端应各设置一个总线终端器。
- 6.1.2.6 对于非本安干线，PA网段电压应为9V DC~31V DC。
- 6.1.2.7 对于FISCO模型的本安干线，PA网段电源调整器输出电压应为14V DC~17.5V DC，且网段任意一点电压不应低于9V DC。
- 6.1.2.8 PROFIBUS PA网段电缆总长度不应大于1900m。FISCO模型应用于IIC级别的爆炸危险场合时，网段电缆总长度不应大于1000m。
- 6.1.2.9 非本安应用的分支电缆长度应小于 120m；本安应用的分支电缆长度应小于 60m。
- 6.1.2.10 PROFIBUS PA 网段结构可为线型、树型、线型和树型混合型、环型。
- 6.2 拓扑结构
- 6.2.1 PROFIBUS DP 网络拓扑结构
- 6.2.1.1 PROFIBUS DP 屏蔽双绞线的网络拓扑结构宜为线型。
- 6.2.1.2 PROFIBUS DP 屏蔽双绞线的网段扩展可使用中继器。
- 6.2.1.3 使用光纤总线终端的 PROFIBUS DP 光缆网络的拓扑结构应为线型。
- 6.2.1.4 使用光纤链接模块的 PROFIBUS DP 光缆网络的拓扑结构可为线型、星型、环型拓扑结构。
- 6.2.2 PROFIBUS PA 网段拓扑结构
- 6.2.2.1 PROFIBUS PA 网段线型拓扑结构见图 6.2.2.1。

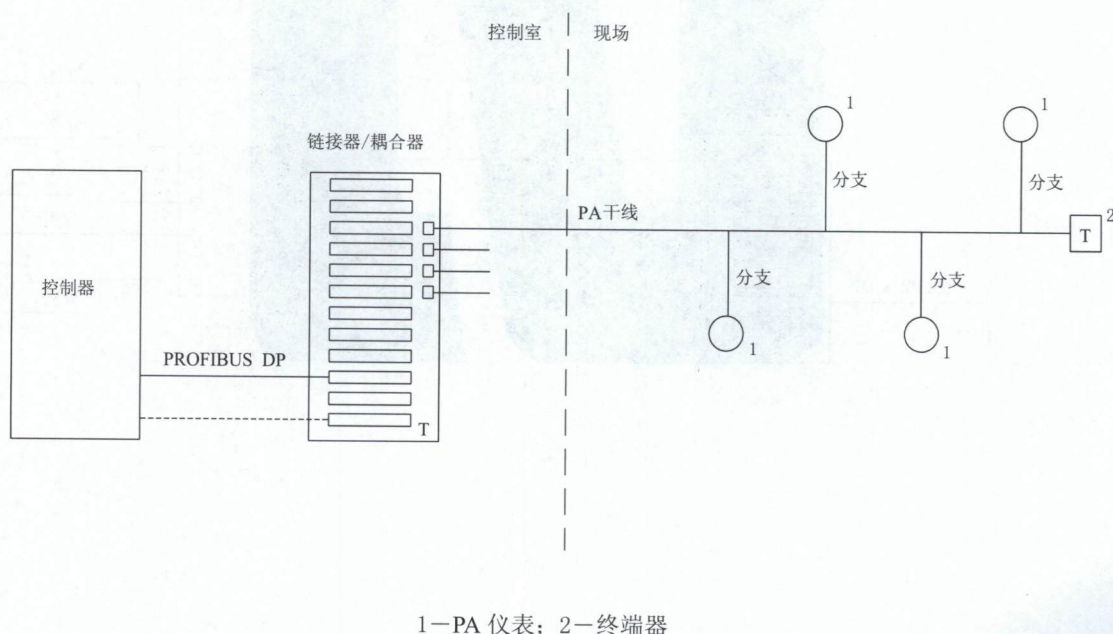
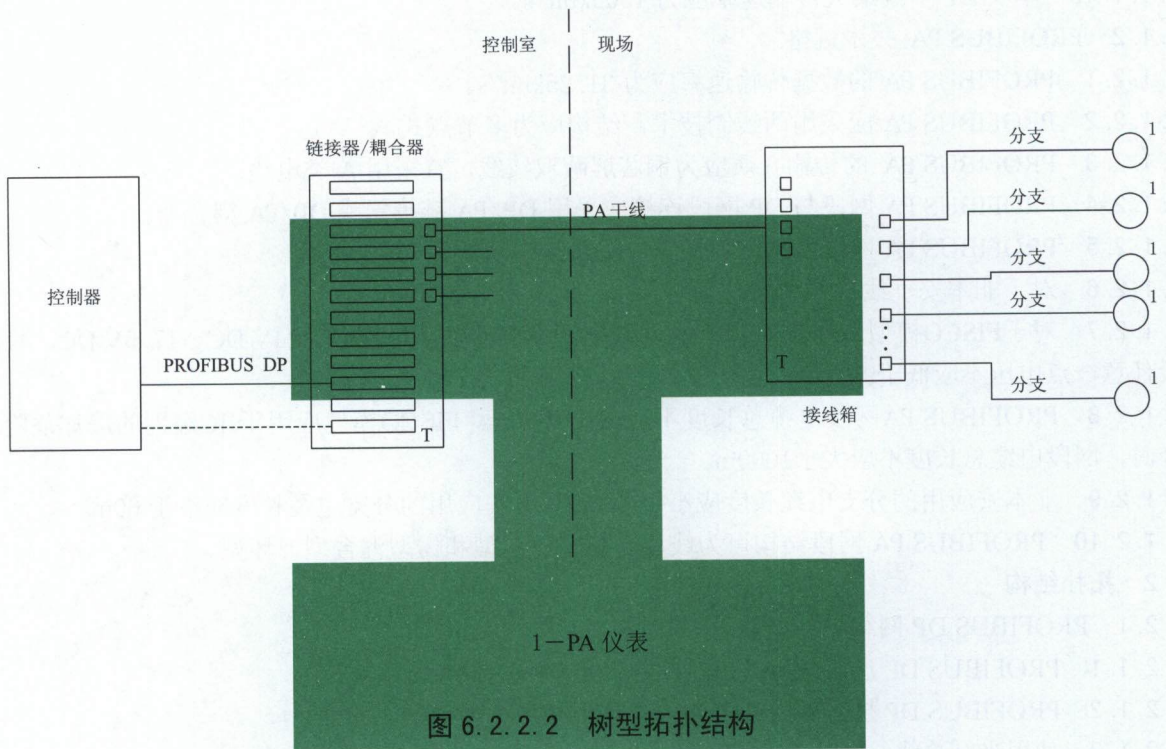
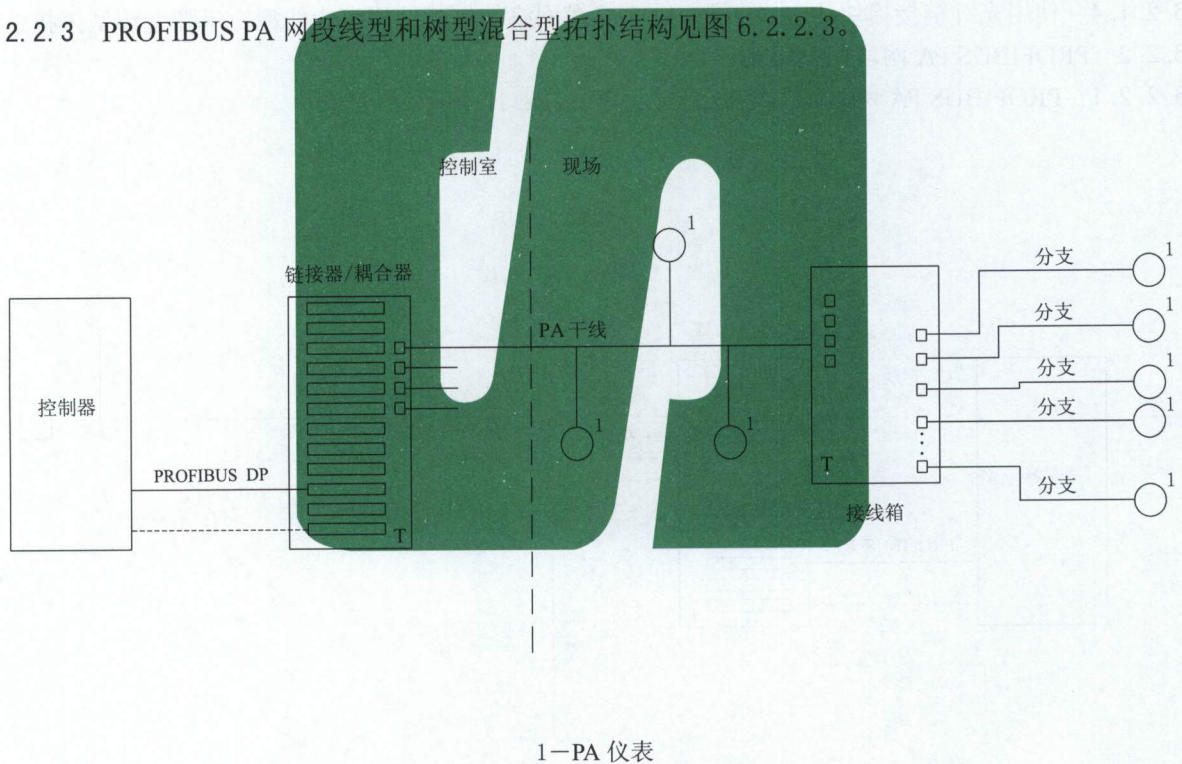


图 6.2.2.1 线型拓扑结构

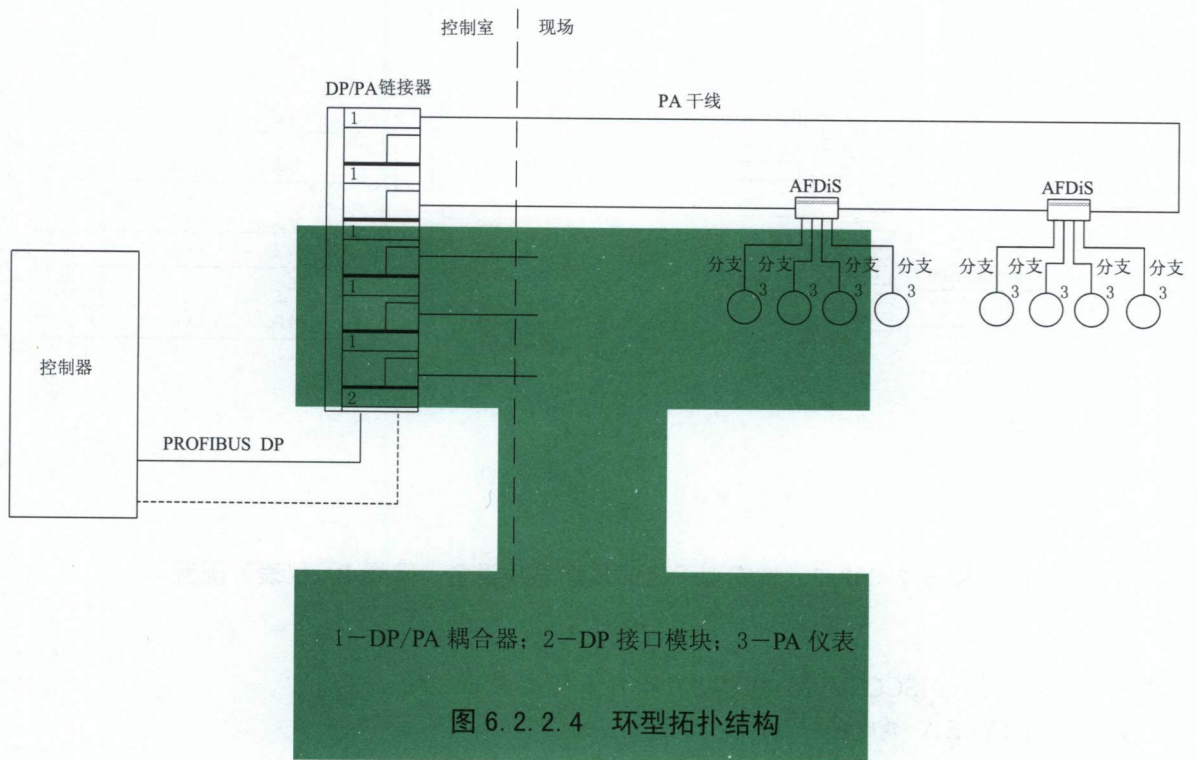
6.2.2.2 PROFIBUS PA 网段树型拓扑结构见图 6.2.2.2。



6.2.2.3 PROFIBUS PA 网段线型和树型混合型拓扑结构见图 6.2.2.3。



6.2.2.4 PROFIBUS PA 网段环型拓扑结构见图 6.2.2.4。



6.2.3 PROFIBUS PA 网段典型配置分类

6.2.3.1 增安型干线 (Ex e) 的现场总线设备配置应符合下列要求：

- a) 网段电缆总长度不应大于 1900m；
- b) 本安或隔爆认证的现场仪表及设备、终端器；
- c) 分支及 PA 仪表的防爆类型应按本规范第 4.2 条的规定选用。

6.2.3.2 增安型干线 (Ex e) 现场总线设备配置见图 6.2.3.2-1 或图 6.2.3.2-2。

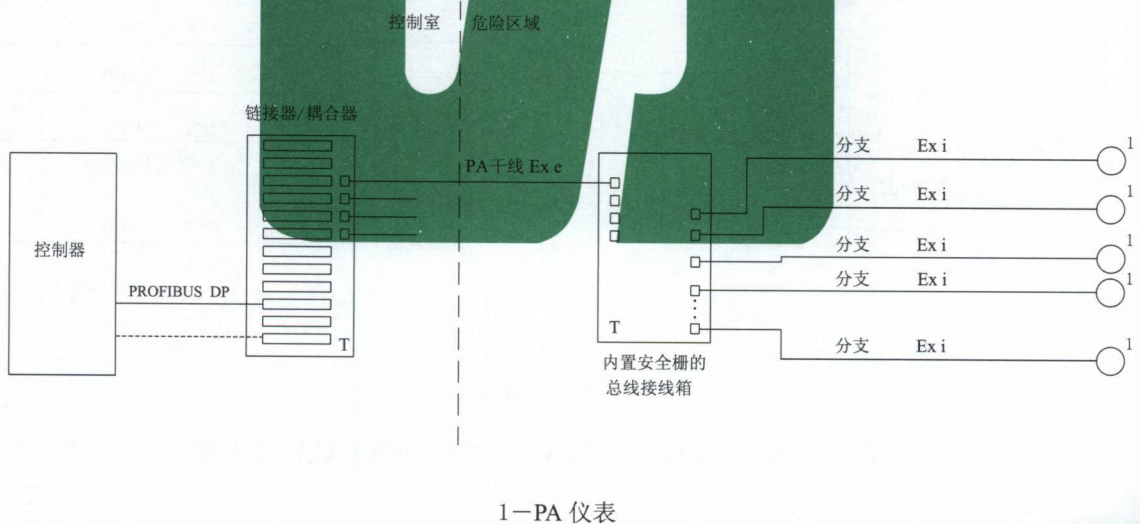
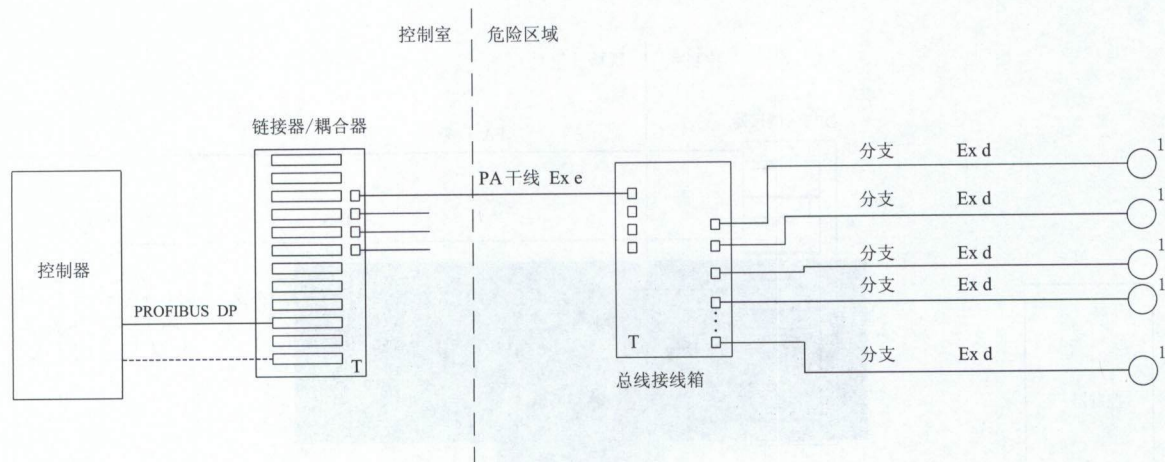


图 6.2.3.2-1 增安型干线现场总线设备 (本安 PA 仪表) 配置



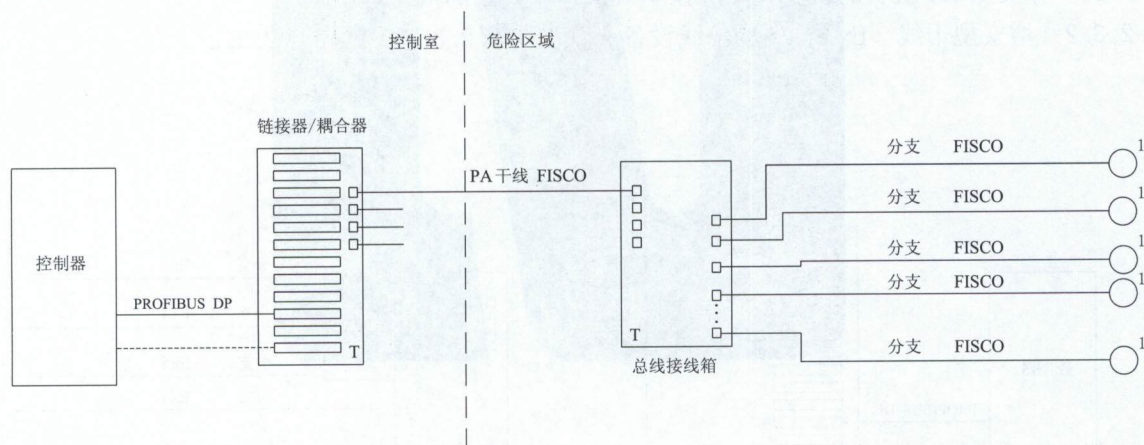
1—PA 仪表

图 6.2.3.2-2 增安型干线的现场总线设备（隔爆 PA 仪表）配置

6.2.3.3 本质安全 FISCO 模型的物理层宜符合下列要求：

- a) 采用 TYPE A 类电缆；
- b) 网段电缆总长度不应大于 1900m (II B)；1000m (II C)；
- c) 最大分支长度为 60m；
- d) FISCO 认证的电源、链接器/耦合器、现场仪表及设备、终端器；
- e) 分支及 PA 仪表的防爆类型应按本规范第 4.2 条的规定选用。

6.2.3.4 本质安全 FISCO 模型的现场总线设备配置见图 6.2.3.4。



1—PA 仪表

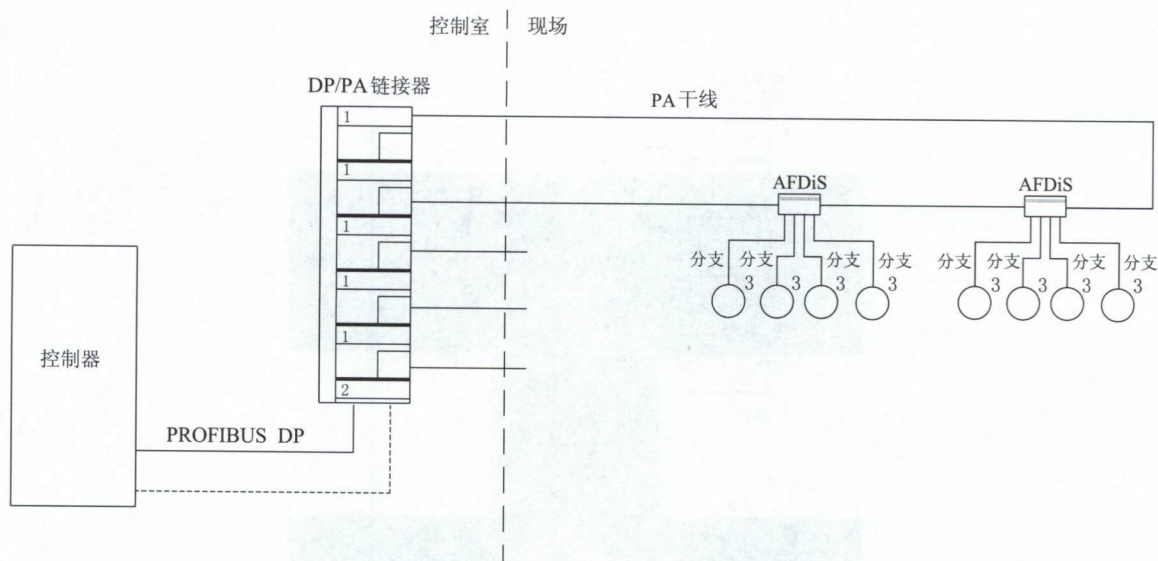
图 6.2.3.4 本质安全 FISCO 模型的现场总线设备配置

6.2.3.5 环型结构的物理层宜按如下要求：

- a) 网段电缆总长度不应大于 1900m；

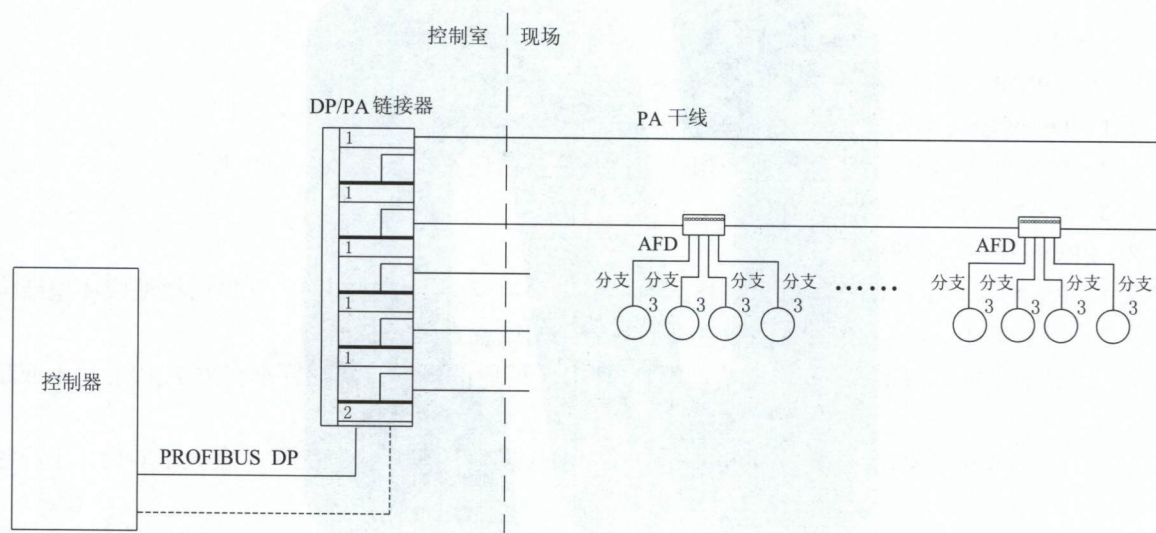
- b) 爆炸性危险区域应用的现场仪表及设备、终端器等应取得本安或隔爆认证；
c) 分支及 PA 仪表的防爆类型应按本规范第 4.2 条的规定选用。

6.2.3.6 环型结构的现场总线设备配置见图 6.2.3.6-1 或图 6.2.3.6-2。



1—DP/PA 耦合器；2—DP 接口模块；3—PA 仪表

图 6.2.3.6-1 环型结构的现场总线设备配置（本安）



1—DP/PA 耦合器；2—DP 接口模块；3—PA 仪表

图 6.2.3.6-2 环型结构的现场总线设备配置（非本安）

6.2.3.7 耦合器冗余结构的物理层应符合下列要求：

- a) 网段电缆总长度不应大于 1900m；
b) 爆炸性危险区域应用的现场仪表及设备、终端器等应取得本安或隔爆认证；

c) 分支及 PA 仪表的防爆类型应按本规范第 4.2 条的规定选用。

6.2.3.8 耦合器冗余结构的现场总线设备配置见图 6.2.3.8。

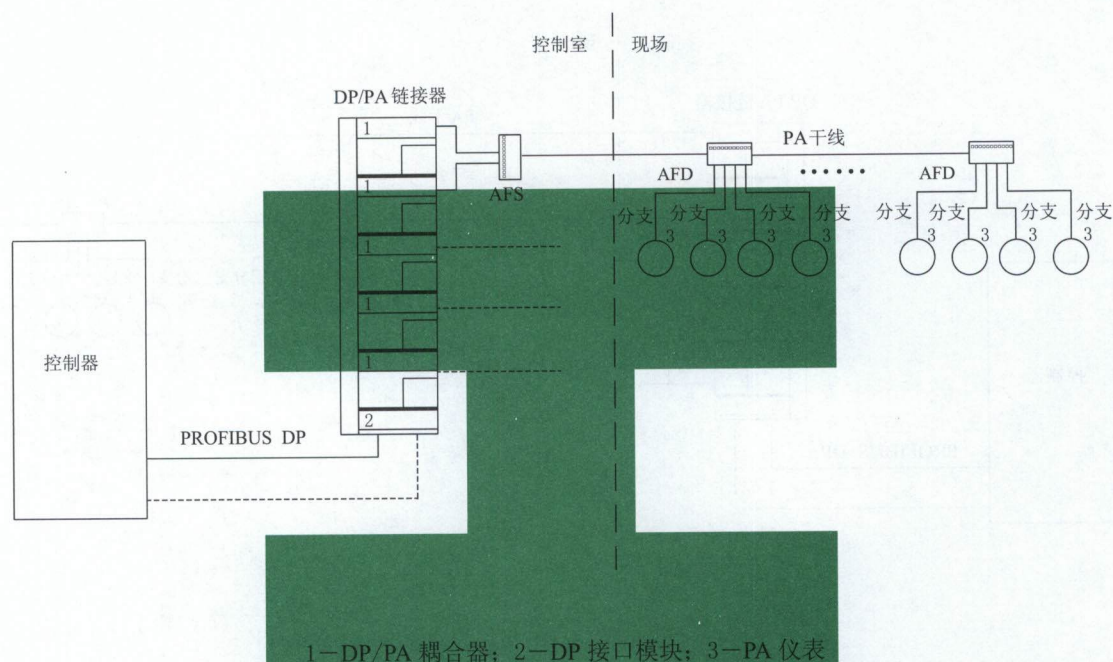


图 6.2.3.8 耦合器冗余结构的现场总线设备配置

6.3 设计要求

6.3.1 PROFIBUS DP 网络设计

6.3.1.1 DP 网段中不应超过 31 个从站。

6.3.1.2 DP 网段的长度应与传输速率相匹配，具体要求应符合表 6.1.1.3 的规定。

6.3.1.3 DP 网络宜采用线型拓扑结构。

6.3.2 PROFIBUS PA 网段设计

6.3.2.1 PA 的网段设计可采用单一拓扑结构，也可采用混合型拓扑结构，宜采用树型或环型结构。

6.3.2.2 对于重要监控回路，PA 网段宜采用环型结构或耦合器冗余结构。

6.3.2.3 对于非本安型干线 PA 网段的设计，每个 PA 网段的现场仪表配置不宜大于 12 台，不应超过 16 台。

6.3.2.4 对于本安 FISCO 干线 PA 网段设计，每个 PA 网段的现场仪表配置不宜大于 6 台，不应超过 8 台。

6.3.2.5 PA 网段上总线供电仪表的供电电压不应低于 9V (DC)，不宜高于 28V (DC)。

6.3.2.6 PA 网段上所有仪表的电流之和不应超过 DP/PA 耦合器电源输出的额定值。

6.3.2.7 PA 网段电流负荷应按公式 6.3.2.7 进行计算。

$$\text{DP/PA 耦合器配电电流} \geq \text{现场设备耗电电流总和} + \text{最大一台仪表故障电流} + \text{一台仪表的最大短路电流} \dots\dots\dots (6.3.2.7)$$

6.3.2.8 PA 网段电压负荷应按公式 6.3.2.8 进行计算。

$$\text{PA 网段允许电压降} \leq \text{网段最大工作电流} \times \text{总线电缆的总直流电阻} \dots\dots\dots (6.3.2.8)$$

- 6.3.2.9 同一控制回路的所有 PA 仪表宜分配在同一 PA 网段上。
- 6.3.2.10 每个 PA 网段的周期时间宜为 1s。
- 6.3.2.11 针对 PA 网段不同周期通信时间要求，网段上 PA 仪表数量宜为：
- a) 周期通信时间大于等于 0.5s 的网段，PA 仪表数量不大于 16 台；
 - b) 周期通信时间为 0.25s 的网段，PA 仪表数量不大于 6 台。

7 设备选用

7.1 选用原则

- 7.1.1 爆炸性危险区域采用的防爆设备应符合该区域等级划分的要求，现场仪表宜选用本安或隔爆型。
- 7.1.2 爆炸性危险区域使用的 PA 干线宜采用增安技术，也可采用 FISCO 技术。
- 7.1.3 现场总线设备宜包括 DP/PA 链接器或 DP/PA 耦合器、总线接线箱、现场安全栅、有源现场分离器、有源现场分配器、网段终端器、Y 链接器、中继器、远程 I/O 通信单元、现场总线仪表等。
- 7.1.4 PROFIBUS 现场总线设备应具有 PI 颁发的认证证书。

7.2 PA 总线电源调整器

- 7.2.1 PA 总线电源调整器宜与 DP/PA 链接器/耦合器集成。
- 7.2.2 当采用 FISCO 模型本安干线时，应选用 FISCO 电源调整器。FISCO 电源调整器应符合 GB 3836.19 的要求。
- 7.2.3 当采用非本安干线时，宜选用非本安电源调整器。非本安电源调整器的最大输出电压不应大于 32VDC。

7.3 网络连接设备

- 7.3.1 PA 仪表可通过 DP/PA 耦合器或 DP/PA 链接器接入 DP 网络。
- 7.3.2 对重要监控回路，DP/PA 链接器宜配置一对冗余接口模块。
- 7.3.3 非冗余的 PROFIBUS DP 设备连接到冗余的 PROFIBUS DP 网络上时，应使用 Y 链接器。
- 7.3.4 PROFIBUS DP 主站之间的数据交换，宜采用 DP/DP 耦合器连接两个 DP 网络。
- 7.3.5 增加 DP 网段或延长 DP 网络电缆长度宜采用中继器或诊断中继器。诊断中继器应具有网络诊断和故障分析功能。
- 7.3.6 长距离数据传输，宜选用光缆，并采用光纤链接模块 (OLM) 实现 DP 电信号和光信号的转换。
- 7.3.7 有源现场分离器 (AFS) 应符合下列要求：
- 7.3.7.1 非环网的 DP/PA 耦合器冗余结构，宜采用有源现场分离器 (AFS)。
 - 7.3.7.2 有源现场分离器 (AFS) 应提供 PA 干线的状态指示。

7.4 现场接线设备

- 7.4.1 总线接线箱
- 7.4.1.1 总线接线箱应为 PA 干线和分支提供独立的接线端子，单独插拔分支不应影响干线的正常工作。
 - 7.4.1.2 用于爆炸性危险区域的总线接线箱应符合其安装区域的防爆要求。
 - 7.4.1.3 总线接线箱应提供分支短路保护及报警功能，短路电流不应超过 60mA。
 - 7.4.1.4 总线接线箱可内置现场安全栅满足增安干线加本安分支的应用。
- 7.4.2 有源现场分配器 (AFD/AFDiS)
- 7.4.2.1 当 PA 网段采用环型结构时，宜采用 AFD/AFDiS。
 - 7.4.2.2 AFD/AFDiS 应提供 PA 干线及分支的状态指示。
 - 7.4.2.3 AFD/AFDiS 应内置可自动切换的终端器。

- 7.4.2.4 AFD/AFDiS 应自动隔离有故障的网段。
- 7.4.2.5 AFD/AFDiS 应能在网段故障修复后，自动恢复原状态。
- 7.4.2.6 AFD/AFDiS 应提供分支反接保护和短路保护。

7.5 终端器

- 7.5.1 DP 终端器应选用有源方式。
- 7.5.2 PA 终端器应采用无源方式。

7.6 远程 I/O 单元

非总线仪表宜采用远程 I/O 单元接入 PFCS。

7.7 现场设备

7.7.1 PROFIBUS DP 设备应符合下列要求：

- a) DP 设备应具备互操作性；
- b) DP 设备的 GSD 文件应与控制系统匹配；
- c) DP 设备作为 DP 从站，其通信速率应与主站保持一致，通信参数应匹配。

7.7.2 PROFIBUS PA 仪表应符合下列要求：

- a) PA 仪表应具备兼容性、互换性和互操作性；
- b) PA 仪表的 GSD、EDD 文件应与控制系统匹配。

7.8 诊断工具

DP 及 PA 网络应配置专用诊断工具，诊断工具宜具备多用户的功能。

8 工程设计

8.1 基础工程设计

在基础工程设计前期，应进行 PROFIBUS 总线的技术方案研究：包括现场总线系统功能、网络拓扑结构、PA 网段与 DP 网段的连接方式、PA 网段冗余原则与冗余方式、第三方网络接入方式、防爆类型、设备仪表选型、电缆选型、最大总线电缆长度、电源要求、执行时间、网段负载、防雷抗电涌、系统及仪表接地等。

8.1.2 设计应编制 PROFIBUS 系统（PFCS）工程设计规定。

8.1.3 设计应完成初步 PFCS 系统结构设计。

8.1.4 设计应进行典型网络/网段结构设计。

8.1.5 设计应编制 PFCS 系统技术规格书（包括现场总线设备管理系统）。

8.1.6 设计应编制 PROFIBUS 总线仪表规格书。

8.2 详细工程设计

8.2.1 设计应编制 PFCS 系统、总线仪表询价技术规格书。

8.2.2 设计应配合采购部门与供应商签订 PFCS 系统、现场总线设备的供货及技术服务合同的技术附件。

8.2.3 设计应确认供应商返回资料。

8.2.4 供应商应配合设计完成 PA 网段设计。

8.2.5 供应商应完成 PA 网段核算。

8.2.6 设计应在 FAT 之后修改完善仪表工程设计文件。

8.3 工程设计文档

8.3.1 采用 PFCS 系统的工程设计与常规 DCS 的工程设计所要求的文档基本相同。根据 PROFIBUS 总线技术的特点，应增加部分文档，另有部分文档应添加 PROFIBUS 总线相关内容。这些工程设计文档至少应符合表 8.3.1 的规定：

表 8.3.1 工程设计文档表

PROFIBUS文档	基础设计	详细设计
PFCS系统技术规格书	√	
现场总线设备管理系统技术规格书 ^a	√	
PFCS系统配置图 ^b	√	
网络/网段典型图	√	
网络/网段图		√
总线仪表配管配线平面布置图		√
仪表索引表	√	√
I/O 索引表		√
仪表规格书	√	√
现场总线接地系统图		√
总线电缆连接表		√
仪表安装材料汇总表 ^c	√	√
^a 可包括在 PFCS 技术规格书中。 ^b 最终 PFCS 系统配置图由供应商完成。 ^c 用于现场总线仪表及设备。		

8.3.2 PROFIBUS 工程设计文档内容应符合下列要求：

a) PFCS 系统技术规格书

PFCS 系统技术规格书应包括设计原则、报价要求、供货范围、系统配置、系统硬件/软件功能、冗余要求、组态要求、FAT 要求、SAT 要求、培训要求、技术服务要求、文件要求、DP 和 PA 网络接口设备清单、远程 I/O 单元数量、I/O 点清单等。

b) 现场总线设备管理系统技术规格书

现场总线设备管理系统技术规格书应包括设计原则、报价要求、供货范围，系统配置、系统硬件/软件功能、组态要求、FAT 要求、SAT 要求、培训要求、技术服务要求、文件要求、总线型仪表数量、HART 通信等智能仪表数量等。

c) PFCS 系统配置图

PFCS 系统配置图上应标出网络、控制器、通信总线、历史数据库、操作员站、工程师站、设备管理站等；应标出控制系统与其他系统的连接；应标出控制系统与所有 DP 智能设备的连接；应标出 DP 网与 PA 网的连接方式等。

d) 网络/网段图

网络/网段图上应标出同一 PA 网段上的所有总线仪表，并包括如下详细信息：

- 1) 网络/网段编号；
- 2) 所有网络连接元件；
- 3) 所有分支电缆；
- 4) 每个 PA 仪表的地址；
- 5) PA 仪表的制造厂及型号。

e) 总线仪表配管配线平面布置图

总线仪表配管配线平面布置图是现场总线系统设计所需的输入条件，应准确标注现场仪表、总线接线箱及有源现场分配器（AFD/AFDiS）的位置。

f) 仪表索引表

除常规仪表信息外，仪表索引表上应标明如下信息：

- 1) 是否为现场总线仪表；

- 2) 现场总线类型;
- 3) 软件版本。
- g) I/O 索引表
除常规信息外, I/O 索引表应增加 PA 仪表或 DP 设备的网段号、地址等信息。
- h) 仪表规格书
除常规仪表信息外, PA 仪表还应包含如下信息:
 - 1) 工作电压 (V DC);
 - 2) 最低工作电压 (V DC);
 - 3) 工作电流 (mA);
 - 4) 故障电流 (mA);
 - 5) 极性是否敏感;
 - 6) 采用的转换块、功能块;
 - 7) 行规版本;
 - 8) 地址设定方式;
 - 9) 互操作性认证;
 - 10) 是否需要 FISCO 认证。
- i) 现场总线接地系统图
现场总线接地系统图应包含 PFCS 控制系统和现场总线设备的接地方式、汇集方式、接地电缆的规格、长度、接地要求等信息。
- j) 总线电缆连接表
总线电缆连接表应列出电缆的编号、型号、规格、长度、起点与终点、端子号等。
- k) 仪表安装材料汇总表
除常规的仪表安装材料外, 仪表安装材料汇总表还应列出总线仪表安装所需要的主要材料, 包括总线电缆、总线接线箱等材料的名称、规格和数量。

8.4 系统供应商工作

- 8.4.1 制定项目执行计划;
- 8.4.2 配合检查单位相关工程设计文件、总线仪表及设备选型;
- 8.4.3 完成系统典型回路类型、回路功能、典型操作面板、典型报警及事件记录面板等设计;
- 8.4.4 编制 PFCS 系统功能设计规格书 FDS (包括各子系统的硬件、软件、网络、接口等要求);
- 8.4.5 完成 PFCS 系统配置图;
- 8.4.6 配合设计单位校验网段设计;
- 8.4.7 用标准的组态工具包完成 PFCS 系统组态;
- 8.4.8 主导完成 PFCS 系统工厂验收 (FAT), 并负责编制 FAT 报告;
- 8.4.9 在 FAT 阶段对项目中用到的各种类型仪表进行互操作性测试, 并提供测试报告;
- 8.4.10 主导完成与第三方系统通信功能集成测试 (IFAT), 并负责编制 IFAT 报告;
- 8.4.11 主导完成 PFCS 系统现场验收 (SAT), 并负责编制 SAT 报告。

8.5 供应商文档

供应商应以电子和纸质形式向用户提供下列文档, 包括, 但不仅限于下列文档。

- a) 系统设计文档;
- b) 产品技术规格书;
- c) 安装手册;
- d) 培训手册;
- e) 维护手册。

附录 A
(资料性附录)
PFCS 网络结构示意图

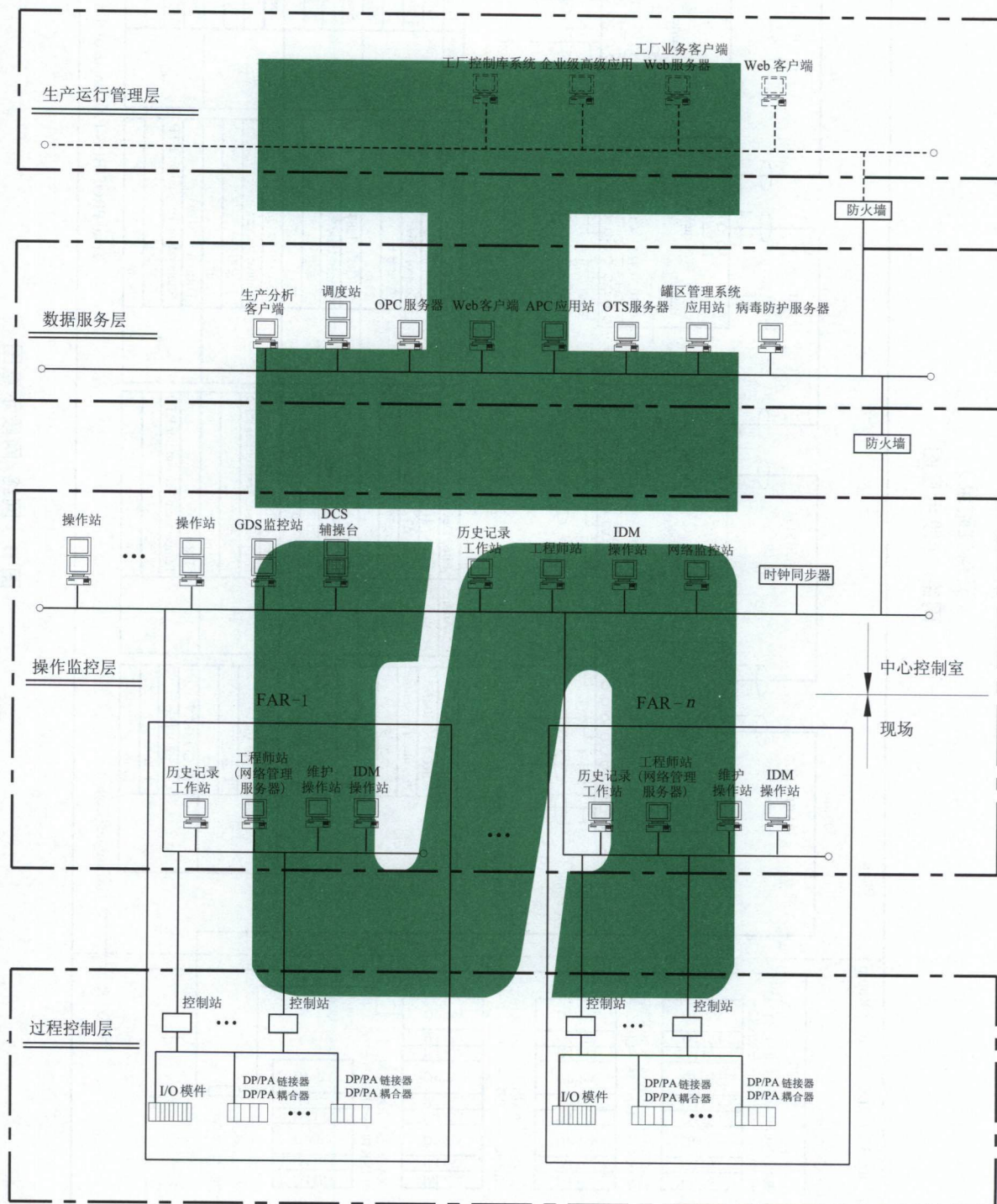


图 A PFCS 网络结构示意图

附录 B
(资料性附录)
网络/网段示意图

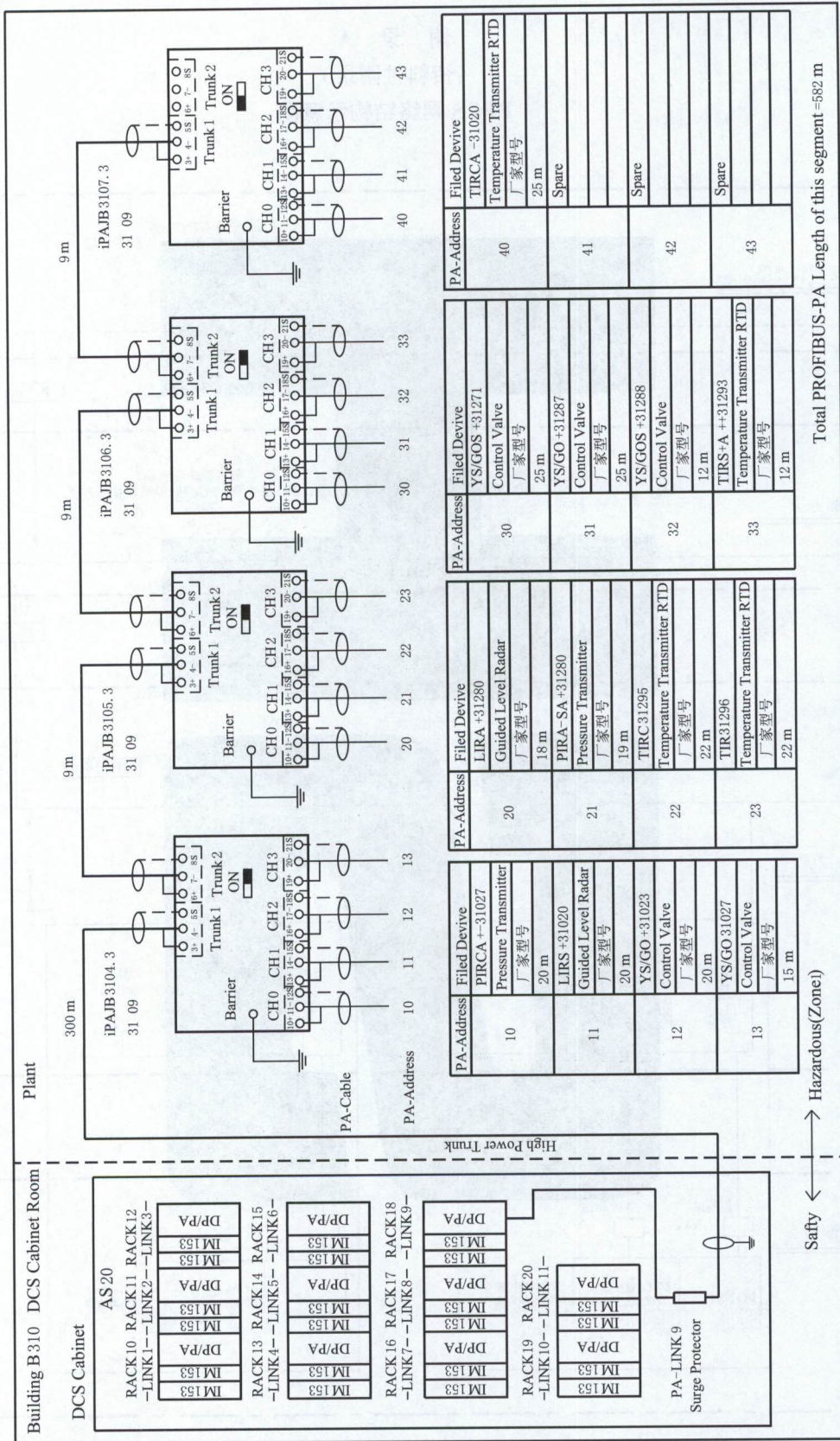


图 B 网络/网段示意图

附 录 C

(资料性附录)

工厂验收 (FAT)

C.1 简介

常规控制系统的工厂验收测试针对的是控制系统和子系统，并不对现场仪表和设备进行测试。但 PFCS 控制系统的工厂验收测试，除了对控制系统硬件、软件、人机界面、网络和与其他系统集成的性能和功能进行测试外，还应连接总线型现场仪表和设备进行测试和确认。由于对所有的总线型现场仪表和设备进行测试不现实，针对一部分具有代表性的现场仪表和设备进行测试是必要的。

全面的现场总线综合测试将在现场验收时进行，其他的现场总线仪表设备也将在现场验收测试时进行逐一测试。

C.2 工厂验收测试条件

工厂验收测试前应具备以下条件：

- a) PFCS 控制系统已在制造厂调试完毕并有测试报告；
- b) 系统集成商和用户共同制定工厂验收测试计划，并得到双方认可；
- c) 系统集成商根据合同附件、系统硬件配置、系统软件功能和有关标准等编制工厂验收测试程序，并得到用户确认。

C.3 工厂验收测试要求

工厂验收测试是一种必要的质量保证检验。为便于 PFCS 控制系统工厂验收测试，工厂测试时，各类现场总线设备至少要提供一个样品进行测试。

C.3.1 参数设置

由供应商提供，并得到最终用户的书面批准。

参数包括：

- a) PROFIBUS DP 主干网络的通信速率；
- b) 第三方设备通信的 PROFIBUS DP 网络速率。

C.3.2 功能性测试

应对 PROFIBUS 仪表设备的全部功能进行测试。包括：

- a) 主从通信测试；
- b) 信号输入输出检测。

C.3.3 冗余测试

该测试程序确保系统故障切换时不会导致停车，内容包括：

- a) 控制器切换：主控制器故障时可以无扰的切换到另一个控制器上；
- b) 网络切换：在一个网络部件故障时，能够无扰切换到另一个网络上，从而实现无扰通信。

C.3.4 网络测试

每个 PA 网段，应在至少连接一个在线总线仪表设备的情况下测试。测试 DP/PA 耦合器、链接器工作是否正常，测试仪表设备与系统的通信是否正常。

C.4 工厂验收测试内容

由于主系统与常规控制系统的工厂验收测试步骤类似，以下内容仅针对 DP 和 PA 总线部分。

C.4.1 PROFIBUS DP 网络验收测试

C.4.1.1 安装检查

按照工厂提供的外观检查表逐项检查安装的 DP 电缆是否符合相关规定。

C.4.1.2 电缆检查

使用总线测试仪检查 DP 铜芯电缆的电气特性是否符合电缆参数的要求。检查电缆是否存在断路、短路，最大允许长度是否符合规定。

C.4.1.3 节点地址和通信参数设置

a) 节点地址

在网络上不能有 2 个设备具有相同的地址，否则不能进行通信。在投运前，应检查 PROFIBUS 站的地址；

b) 通信参数：

1) 设置通信速率，并检查网络中所有设备是否支持该通信速率，确保同一网络中的所有设备使用相同的通信速率；

2) 检查网络中第三方系统通信速率，确保第三方系统与 PFCS 主系统的通信。

C.4.1.4 启动网络

启动主站，检查所有 DP 设备是否可读、是否有任何错误。在启动网络时，应注意切断控制系统中对外输出的信号，以免使得现场仪表设备出现误动作。

C.4.1.5 输入/输出信号测试

检查连接的 DP 设备的所有信号是否可正确读取/写入。

C.4.1.6 验收测试文档建立

测试过程和测试结果均应记录并存档。

C.4.2 PA 网段验收测试

针对 PA 网段，应选取几种典型仪表，对每个 DP/PA 链接器、耦合器所连接的 PA 网段进行测试。测试所用仪表应与工程实际使用的仪表为同一型号，GSD、EDD 版本与实际使用仪表也应完全一致。测试内容如下：

- a) 检测 DP/PA 链接器、耦合器是否工作正常；
- b) 检查仪表是否能正常集成到 PFCS 控制系统中。

C.5 工厂验收报告

工厂验收测试报告应包括以下内容：

- a) 工厂验收步骤；
- b) 检查和测试结果；
- c) 最终验收结论。

附录 D

(资料性附录)

现场验收 (SAT)

D.1 简介

PFCS 主系统现场验收 (SAT) 测试的程序与常规控制系统是一致的, 因此本文档只针对 DP 和 PA 总线部分的工作进行描述。现场验收 (SAT) 较之工厂验收 (FAT), 是更为全面的现场总线综合测试, 除控制系统外, 所有现场总线仪表设备也将在现场验收 (SAT) 时逐一进行测试。

D.2 PROFIBUS DP 网络测试

测试完成后, 将拆除网络接线, 包装发往施工现场。在施工现场, 需要重新完成 DP 网络的连接。现场安装工作结束后, 对 DP 网络进行现场验收测试时, 应重点检查处理工厂验收 (FAT) 遗留问题。

现场验收测试与工厂验收测试步骤相同, 由下列 6 个步骤组成:

第 1 步: 安装检查

第 2 步: 电缆检查

第 3 步: 节点地址和通信参数设置

第 4 步: 启动网络

第 5 步: 信号输入/输出测试

第 6 步: 验收测试文档建立

D.3 PROFIBUS PA 网段测试

PA 网段现场验收测试, 与工厂验收 (FAT) 阶段基本相同。由于工厂验收 (FAT) 并没有对所有现场设备做检查, 因此在现阶段有必要对所有的现场仪表设备作详细的测试。主要包括如下内容:

D.3.1 PA 网段安装检查

D.3.1.1 连接

- a) 检查是否使用合格的连接设备 (例如电缆、接线盒、T 型头等);
- b) 接线盒或 T 型接头使用和安装是否正确;
- c) 安装和接线是否正确, 连接是否牢固。

D.3.1.2 终端电阻

检查网段上是否配置了终端电阻。终端电阻既不可以少配, 也不可以多配。

D.3.1.3 网段长度

- a) 分支电缆长度是否在规定以内;
- b) 干线和分支电缆长度总和不得超出规定。

D.3.1.4 接地检查

- a) 检查 PA 电缆的屏蔽是否可靠接地;
- b) 检查 PA 网络的屏蔽是否实现等电位接地。

D.3.1.5 电缆质量检查

检查电缆厂家提供的电缆参数是否符合规范要求。

D.3.1.6 安装环境检查

- a) 检查 PA 电缆与动力电缆间距是否符合要求;
- b) 检查 PA 电缆的弯曲半径是否符合要求;
- c) 检查确认仪表设备、电缆与动力设备之间是否保持了最小间距。

D.3.2 网段节点地址和参数检查

确认 PA 仪表有一个唯一有效的地址, 网络上的重复地址将导致该 PA 仪表无法进行通信。

D.3.3 PA 网段质量测试

使用示波器或其他总线监测工具对网段进行检测，从所显示的信号得到有关出错和信号品质的信息，及时发现并处理网段故障。

D.3.4 PA 仪表检测

D.3.4.1 对所有变送器，应完成以下工作：

- a) 校正量程；
- b) 报警；
- c) 故障模式。

D.3.4.2 对所有控制阀，应完成以下工作：

- a) 正确动作；
- b) 限幅/反馈；
- c) 故障模式。

D.3.4.3 更为详细的回路检查和调试如下：

- a) 向网络上添加新仪表；
- b) 从网络上删除新仪表；
- c) 替换网络上的仪表；
- d) 修改仪表变量和参数，例如：更改位号名、更改测量范围、更改设备描述符、更改工程单位、更改仪表显示的设定。

D.4 现场验收报告

现场验收报告应包括以下内容：

- a) 现场验收步骤；
- b) 检查和测试结果；
- c) 最终验收结论。

附录 E
(资料性附录)

IEC 61158-2 标准规定的 DP 总线电缆 (A 类)

表 E IEC 61158-2 标准规定的 DP 总线电缆 (A 类)

电缆描述	屏蔽双绞线
导体截面积	$\geq 0.34 \text{ mm}^2$
电阻	$< 100 \text{ } \Omega / \text{km}$
阻抗	$135 \text{ } \Omega \sim 165 \text{ } \Omega$ ($f = 3 \text{ MHz} \sim 20 \text{ MHz}$)
电容	$< 30 \text{ pF/m}$
非 IS 护套的颜色	紫色 (GB/T 20540.2—2006)
IS 护套的颜色	蓝色 (GB/T 20540.2—2006)

附录 F
(资料性附录)

IEC 61158-2 标准规定的 PA 总线电缆 (A 类)

表 F IEC 61158-2 标准规定的 PA 总线电缆 (A 类)

电缆描述	屏蔽双绞线
导体截面积	0.8mm ² (AWG18)
传输模式	电压
传输速率	31.25kbit/s
最大直流电阻 (回路)	24Ω/km
导体-屏蔽间最小绝缘电阻	16GΩ/km
31.25kHz下的特性阻抗	100Ω ± 20Ω
最高工作电压	300V RMS
最高耐电压: 芯-芯 ^a	1kV
最高耐电压: 芯-屏蔽 ^a	1kV
最大工作电容@1kHz	78nF/km
最大不平衡电容	2nF/km
最大分布电感	0.5mH/km
最大电感电阻比	25mH/Ω
39kHz下最大衰减	3dB/km
7.9kHz~39kHz最大传播延时	1.7μs/km
屏蔽最小覆盖率	90%
推荐网络最大长度	1900m
非IS护套的颜色	黑色 (GB/T 20540.2—2006)
IS护套的颜色	蓝色或蓝黑色 (GB/T 20540.2—2006)
注: 以上参数基于导体在25℃。	
^a 最高耐电压的测试时间为 1min。	

参 考 文 献

- [1] 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 1 部分: 概述和导则 (IEC 61158-1 Type 3:2003. MOD), GB/T 20540.1—2006
- [2] 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 3 部分: 数据链路层服务定义 (IEC 61158-3 Type 3:2003. MOD), GB/T 20540.3—2006
- [3] 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 (IEC 61158-4 Type 3:2003. MOD), GB/T 20540.4—2006
- [4] 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 5 部分: 应用层服务定义 (IEC 61158-5 Type 3:2003. MOD), GB/T 20540.5—2006
- [5] 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 6 部分: 应用层协议规范 (IEC 61158-6 Type 3:2003. MOD), GB/T 20540.6—2006
- [6] 信息技术 开放系统互连 基本参考模型 第 1 部分: 基本模型 (GB/T 9387.1—1998, Idt ISO/IEC 7498-1—1994)
- [7] 石油化工装置基础工程设计内容规定 (SHSG-033)
- [8] 石油化工装置详细工程设计内容规定 (SHSG-053)
- [9] PROFIBUS Technical Guideline: PROFIBUS PA User and Installation Guideline (ORDER NO.2.092, Version 2.2, February 2003)
- [10] PROFIBUS Technical Guideline Installation Guideline for PROFIBUS-DP/FMS (ORDER NO.2.112, Version 1.0, September 1998)
- [11] PROFIBUS Interconnection Technology Guideline (ORDER NO.2.142, Version 1.4, January 2007)
- [12] PROFIBUS RS 485-IS User and Installation Guideline (PG ORDER NO.2.262, Version 1.1, June 2003)
- [13] PROFIBUS Profile for Process Control Devices (ORDER NO.3.042, Version 3.02, April 2009)
- [14] PROFIBUS and PROFINET Glossary (ORDER NO.4.300, Version 0.92, January 2007)
- [15] PROFIBUS Installation Guideline for Planning, (ORDER NO.8.012, Version 1.0, Aug 2009)
- [16] PROFIBUS Installation Guideline for Cabling and Assembly (ORDER NO.8.022, Version 1.0.6, May 2006)
- [17] PROFIBUS Installation Guideline for Commissioning, (ORDER NO.8.032, Version 1.0.2, November 2006)
- [18] PROFIBUS Installation Guideline for Planning Supplement, (ORDER NO.8.042, Version 1.0, Aug 2009)

本规范用词说明

- 1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工 PROFIBUS 控制系统 工程设计规范

SH/T 3188—2017

条文说明

2017 北 京

第 1 卷 (总第 1 期) 2013 年 1 月

第 1 卷 (总第 1 期) 2013 年 1 月



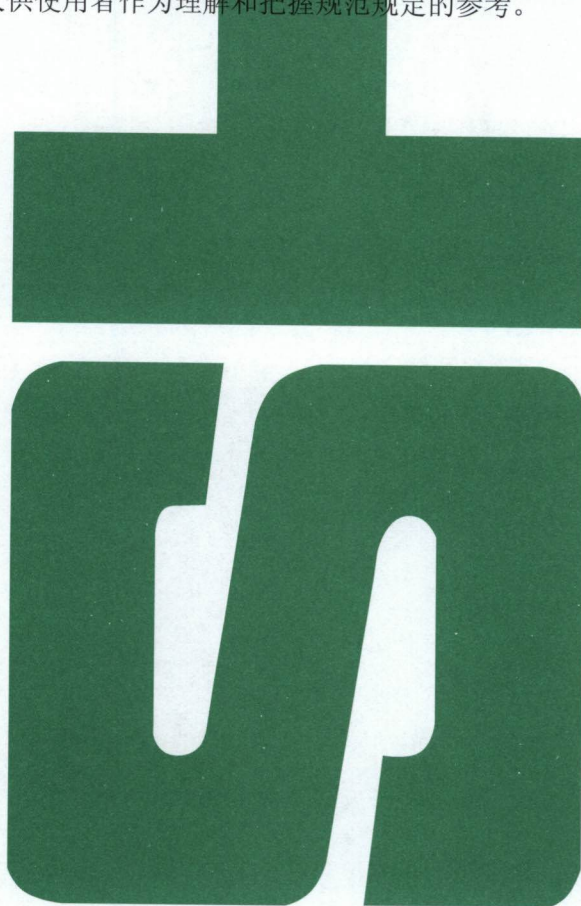
第 1 卷 (总第 1 期) 2013 年 1 月

制定说明

SH/T 3188—2017《石油化工PROFIBUS控制系统工程设计规范》，经工业和信息化部2017年4月12日以14号公告批准发布。

本规范制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了近年来我国工程建设中，PROFIBUS控制系统在设计和应用中的实践经验，同时参考了国内、外其他行业的技术标准和有关资料，通过多次征求意见，认真讨论，分析研究，取得了重要共识。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《石油化工PROFIBUS控制系统工程设计规范》编制组按章、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。



目 次

3	术语和定义、缩略语·····	33
4	PROFIBUS 技术应用原则·····	33
5	控制系统设计·····	33
6	网络/网段设计·····	33
7	设备选用·····	35
8	工程设计·····	38



石油化工 PROFIBUS 控制系统工程设计规范

3 术语和定义、缩略语

3.2 GSD 文件装在控制器中，完成周期通信任务。GSD 文件用来生成 PROFIBUS 主站的通信参数，对通信中所有重要参数进行了描述。这些参数定义了通信的特征和功能范围。

EDD 文件安装于二类主站中，完成非周期通信任务。这些任务包括：参数设置、诊断、监控测量值、设备管理。

PROFIBUS 总线系统通过 GSD 文件和/或 EDD 文件管理总线型仪表设备。

4 PROFIBUS 技术应用原则

4.2 爆炸性危险区域内的防爆要求，应满足 GB 50058 的规定。对于非危险区域内的总线型现场仪表，仅需满足 PROFIBUS 行规要求，无需考虑防爆要求。当采用隔爆方式的 PA 仪表时，如需要维护仪表，需要切断 PA 网段的供电，此时会造成网段上其他 PA 仪表无法工作。

4.3 危险区域内的本安应用，可采用多路现场安全栅方式或 FISCO 模型。采用多路现场安全栅方式干线可连接的仪表数量多于 FISCO 模型方式。

4.5 由于采用 A 类电缆组成的网段比采用 B、C 类电缆组成的网段长度更长，故推荐采用 A 类电缆。

4.7 根据 PROFIBUS 总线的行规要求，PA 总线屏蔽地需采用重复接地方式，各接地点之间应实施等电位连接。若现场条件无法满足各接地点之间的等电位，也可采用屏蔽层的单点接地。

4.9 高速响应回路如防喘振控制回路等。

4.10 特殊仪表如转速、扭矩、振动和位移等。

5 控制系统设计

5.2 系统功能

- a) 互操作性：在 PA 总线上的不同制造商的仪表与控制系统应能协同工作，而不丧失各自的功能；
- b) 互换性：在 PA 总线上的某一家制造商的仪表可用其他制造商的同类仪表进行替换；
- c) 兼容性：在 PA 总线上的仪表应能实现固件版本的向上或向下兼容。无论是仪表固件版本升级或软件版本升级，现场仪表和控制系统间能协同工作。向上兼容是指原有仪表由于系统升级造成的 GSD 文件升级能继续使用。向下兼容是指当仪表更换而 GSD 文件不能更换时，仪表可以组态设置为原有 GSD 文件，此时仪表应能够保证基本功能使用；
- d) 维护和诊断功能，包括：诊断信息、附加文档、内部状况监视结果、状态信息、修改日志等；
- e) 参数设置功能：应能通过控制系统直接对 PA 现场设备进行参数设置，而不需要借助专门的手持/移动调试设备；
- f) 在线添加和删除 PROFIBUS 设备的功能：可对系统的 PROFIBUS 网络进行灵活扩展及调整。

5.10 PROFIBUS 系统的 DP 接地要求等电位。当 PROFIBUS 控制系统 DP 网络无法满足等电位要求时，可将有电位差的各部分通过光缆进行连接。

5.14.3 对于距离要求，见本规范表 6.1.1.3 距离与速率关系。对于电位差要求，不同的等电位接地网络通常按有电位差考虑。

6 网络/网段设计

6.1.1.3 PROFIBUS DP 电缆（A 类电缆）的最大通信距离指不增加中继器的通信距离。

6.1.1.7 当采用 DP/PA 链接器连接 PA 网段时，输入/输出字长限制是指链接器连接的所有耦合器所带 PA 仪表的总字长，其中总的输入不能超过 244 字节，总的输出不能超过 244 字节；当采用 DP/PA 耦合器连接 PA 网段时，输入/输出字长限制是指该耦合器所带 PA 仪表的总字长，总的输入不能超过 244 字节，总的输出不能超过 244 字节。

6.1.1.8 PROFIBUS DP 网络上的支线应用，通常有 MCC 抽屉柜、接入的诊断设备等。

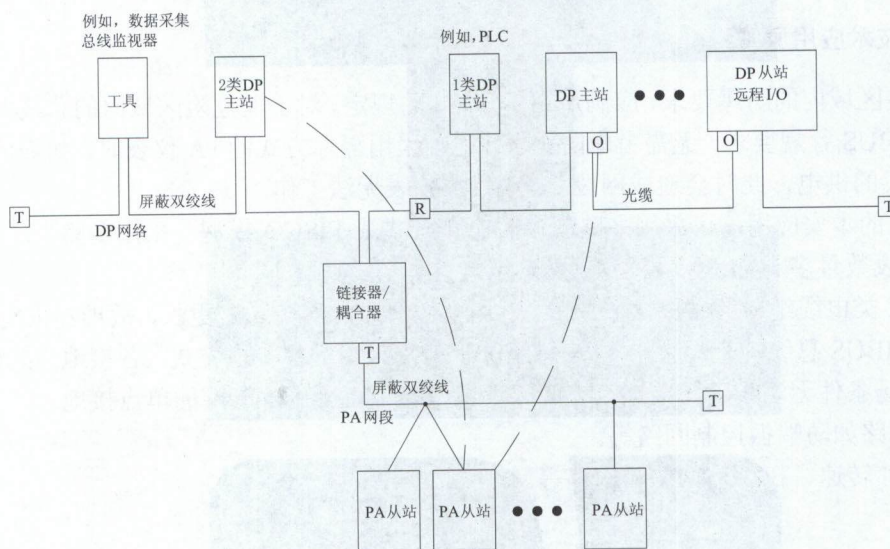
6.1.2.6 干线类型分为：本安干线、增安干线及非防爆干线等。

6.1.2.7 网段电压不应低于 9V DC，网段电压是指网段上任何一点的电压，包括供给仪表的电压。

6.1.2.8 网段电缆总长度为干线电缆长度与分支电缆长度之和。

6.2 拓扑结构

PROFIBUS DP 网络的典型拓扑结构如图 1 所示。



注：T 为终端器；R 为中继器；O 为 RS485/光耦合器。

图 1 PROFIBUS DP 网络典型拓扑结构

6.2.1.4 DP 网络最常用的拓扑结构为线型。

6.2.3 PA 网段典型配置图中均为爆炸危险场合的应用，安全区的应用可采用非防爆仪表设备，网段配置参考图 6.2.3.2-2 增安型干线的现场总线设备（隔爆 PA 仪表）配置。

6.3.2 每个 PA 网段分配的现场仪表数量可根据如下设计原则及计算结果进行复核：

a) PA 网段分配原则

- 1) 对于一个有能量传递的设备（如精馏塔、反应器等），与加热设备（如再沸器）有关的仪表与撤热设备（如冷凝器）有关的仪表宜分配在不同的 PROFIBUS PA 网段中；
- 2) 用于主工艺设备（如主泵）与备用工艺设备（如备泵）的现场总线设备宜分配在不同的 PA 网段中；
- 3) 对于采用多点测量的设备，例如采用多点温度和多点压力测量的反应器，宜将现场 PA 总线仪表均匀地分布在不同的 PA 网段中；
- 4) 不同重要级别的控制阀，按工程设计有关规定采取合理、安全的分布方式。

b) PA 网段上电压、电流的计算

PA 网段仪表数量应依据 DP/PA 耦合器输出的电压、电缆的直流电阻及每台仪表所消耗的电流计算。选用的 DP/PA 耦合器需考虑其配电能力，它直接影响可挂仪表的数量和总线电

缆长度。DP/PA 耦合器的额定电流限制了现场仪表的耗电电流总和。额定电流越大，能挂接的仪表就越多；当挂接仪表数量不变，配电电压越高，总线电缆就能设置越长。

- 1) DP/PA 耦合器配电电流应 \geq 现场设备耗电电流总和+最大一个仪表故障电流+一个仪表的最大短路电流；
- 2) PA 网段允许电压降应 \leq 网段最大工作电流 \times 总线电缆的总直流电阻。

以图 2 中的环型网段为例，对 PA 网段上电压、电流进行计算，验证 PA 网段设计的合理性：若 DP/PA 耦合器配电输出能力：24V DC \sim 31V DC/1000mA，若每个现场仪表耗电 20mA。

$$\begin{aligned} \text{现场总线电缆总长度} &= 300+100+100+100+400+20+30+20+20+20+20+20+20+20+20 \\ &= 1210\text{m} < 1900\text{m}。 \end{aligned}$$

现场总线仪表耗电：20mA/个，现场挂接 10 个。

现场总线 A 型电缆分布电阻：24 Ω /km。

则现场仪表耗电总和为：10 \times 20= 200mA。

假设最大仪表故障电流取 50mA，最大仪表短路电流取 60mA

$$200\text{mA} + 50\text{mA} + 60\text{mA} = 310\text{mA} < 1000\text{mA}$$

总线电缆上总电压降为= 0.2A \times 1.21km \times 24 Ω /km

$$= 5.808\text{V}$$

最末端设备的供电电压= 24V - 5.808V

$$= 18.192\text{V} > 9\text{V}。$$

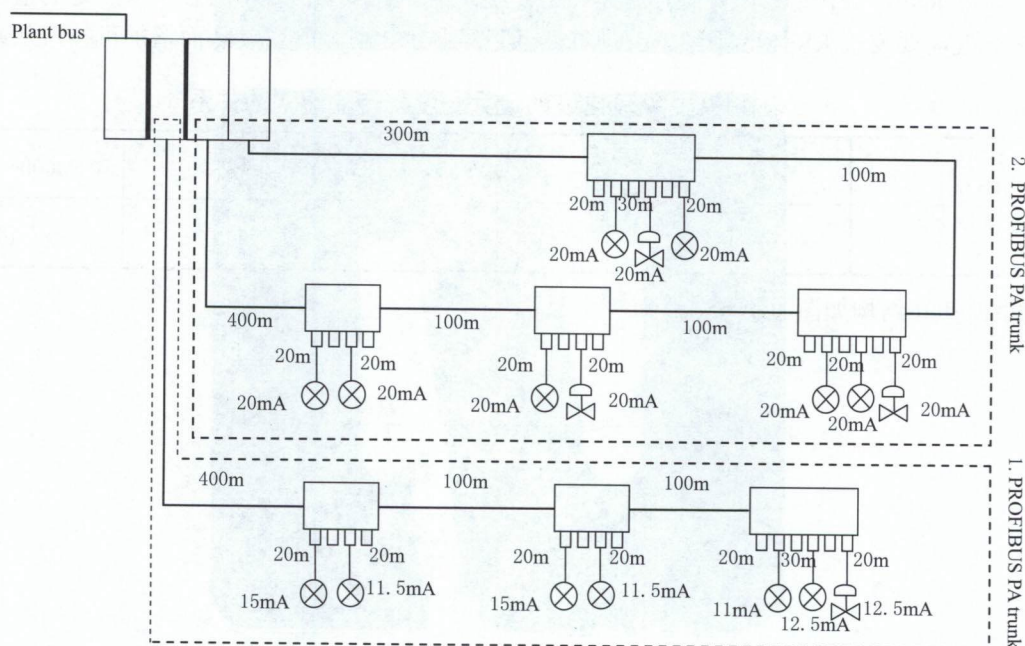


图 2 PA 网段示例

7 设备选用

7.1.2 当 PA 干线采用 FISCO 技术时，爆炸性危险区域 2 区内的应用优先采用“ic”等级的 FISCO 干线。

7.2.1 目前市场上总线电源调整器一般都集成在链接器/耦合器中，无需单独采购。

7.3.1 通过 DP/PA 耦合器接入 DP 网络的 PA 仪表属于 PROFIBUS DP 的从站，每个 PA 仪表占用

PROFIBUS DP 的地址。

多个 DP/PA 耦合器可通过同一个 DP/PA 链接器接入 DP 网络，只占用同一 DP 地址，在 DP 到 PA 之间形成网络转换。对控制器而言它是一个 DP 从站，同时它又属 PA 的主站。DP/PA 链接器占用 DP 的网段地址，但 PA 网段的设备不占用 DP 网段的地址，因此增加了接入 PA 仪表的数量。但实际应用时，PA 仪表数量还受字节数等其他因素限制。DP/PA 链接器可以单独运行在单个 DP 上，也可以运行在冗余的 DP 上。

7.3.3 Y 链接器是控制器的从站，同时它又属于 DP 设备的主站。图 3 显示了 Y 链接器的连接方式。

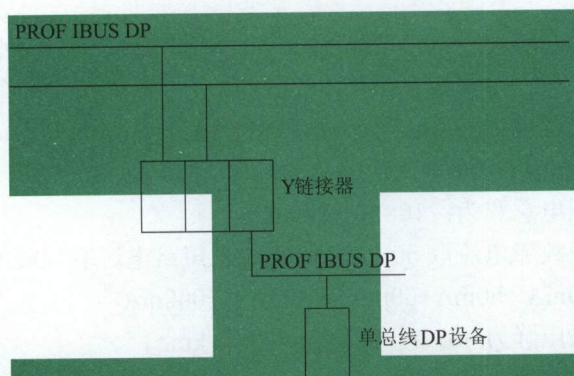


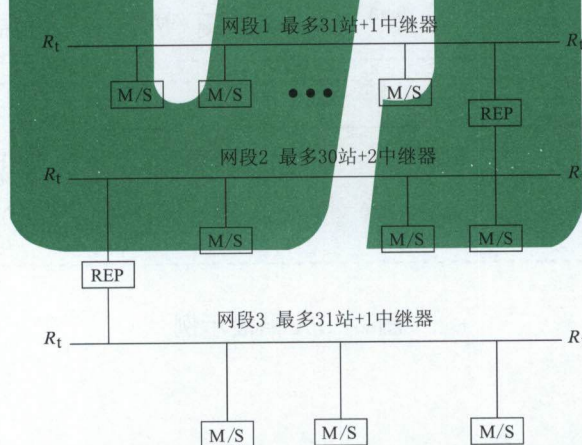
图 3 Y 链接器的连接方式

7.3.5 标准 RS-485 中继器具有信号放大和再发送功能，当总线长度超出表 1 中规定的值或者站点数大于 32 个就需要安装 RS-485 中继器。中继器通过增加 DP 网段的数量从而增加可挂接从站的数量。

表 1 DP 网段电缆的最大长度与传输速率的关系

传输速率 kbit/s	9.6~187.5	500	1500	3000~12000
总线长度 m	1000	400	200	100

典型的拓扑结构如图 4 所示。



注：M/S 为主站/从站；REP 为中继器；R_t 为总线端接器。

图 4 使用 2 个中继器的线型总线

诊断中继器不仅提供了中继器的功能，还能够对 PROFIBUS 网络进行诊断和故障分析，诊断中继器可以诊断出以下类型的故障：

- a) 信号线 A/B 断线；
- b) 信号线 A/B、屏蔽层短路；
- c) 终端电阻缺失；
- d) 连接松动；
- e) 非法的级联或无效的级联深度；
- f) 网段中存在两个或更多的检测回路；
- g) 网段站点过多；
- h) 站点离诊断中继器太远；
- i) 错误信息。

7.4.1.4 现场安全栅本体设计采用 1 区或者 2 区的防爆技术，干线为增安设计，而分支为本安设计，可连接危险 0 区安装的本安型 PA 现场设备。多路现场安全栅安装于现场，有多种分支数量的产品可供选择，例如 4 分支、6 分支、12 分支等。

7.4.2 有源现场分配器 (AFD) 是一种智能型总线设备，可直接连接 PA 现场仪表，与 DP/PA 链接器配合使用实现 PA 环网冗余。有源现场分配器 (AFD) 将 PA 现场仪表集成到一个具有自动总线终端功能的 PA 环网中。PA 环网被连接到一个 DP/PA 链接器中的两个 DP/PA 耦合器上。采用环型结构的 PA 网段，当发生如下故障时，系统依然能运行正常：

- a) 仪表故障，不会对网络造成任何影响；
- b) 如果 1 个耦合器故障，冗余耦合器工作，保证网络工作正常；
- c) 网络电缆断线时，由于 AFD 的自动终端作用，可以将网段自动分成 2 段或 1 段，保证网络工作正常；
- d) 网络的短路保护功能保护了网络安装和设备更换。

本安型有源现场分配器 (AFDiS) 内含智能多路现场安全栅，其本体设计采用 1 区或者 2 区的防爆技术，干线为增安设计，分支为本安设计，连接本安型 PA 现场仪表。

7.6 远程 I/O 作为 DP 从站，远程 I/O 和主控制器以 DP 通信方式进行数据传输。

7.7.1 DP 设备与主站采用 DP 方式通信，需检查下列内容：

- a) DP 设备作为一个 DP 从站，最大的通信字节为 244 字节输入/244 字节输出，主站制造商应提供通信字节数或地址空间的说明文件；
- b) 采用的 DP 行规通信参数应匹配，对电机驱动设备宜采用 PROFIDrive 的行规设备。

7.8 DP/PA 是全数字的信号通信，应通过示波器、手持设备、总线监视器等专用设备来检测。

- a) DP 诊断中继器，是作为一个 DP 从站设备接入网络，和其他从站一样，安装在网络中。但目前诊断中继器产品提供的信息不直接，信息量较少，不够灵活。
- b) 专用的 DP/PA 诊断设备

该诊断设备和示波器一样，是网络诊断设备的代表。由 DP 连接头，信号处理器，上位软件（安装于计算机中）组成。

通过专用诊断设备的软件，可以对网络电压、信号质量、报文传输质量、反射、信号波形等直接用图文的形式反映给使用者。

DP 网络对短截线（支线）是有明确要求的，因为短截线会对网络通信质量产生影响。

因此生产这种诊断设备的厂家都会做一段很短的 DP 线，一般小于 15cm，然后直接介入数据处理设备（一个类似 USB 的设备）。

该设备出来的数据线不是 DP 线缆，因此这段线缆可以适当做的长些，方便连接到几米外的笔记本电脑上。

因为 PA 网络的最终主站还是 DP 主站，因此一般 DP/PA 网络的诊断设备都是能够同时用于 DP 和 PA 两种网络。接在 DP 网络上可以查看 DP 网段的波形及 PA 从站的信号(报文)，接在 PA 网络上可以查看 PA 网络的波形及主站的信号和报文。

目前使用的 PA 仪表主要是端子连接式的(仪表侧和接线盒侧)，因此在现场侧接入时要求网络停网。

c) 示波器

示波器和诊断软件相比有以下优点：

- 1) 因为示波器的采样频率可以设置得较高，展示的波形更接近真实波形。对于一些尖峰和毛刺更清晰。
- 2) 示波器的接入是通过探针直接搭在网络的通信线上，相对而言在通过端子连接的 PROFIBUS DP/PA 网络中，可供接入的诊断点更多。

注：对网络的诊断，宜在网络的多处收集信息。至少要在网络的两端各进行一次接入检查。因为电信号的传输和声音传输较像，就像声音是逐渐衰弱的，电信号也是在网络中逐渐衰弱的。同一个站点发出的信号，在不同地方检测到的信号质量是不一样的。

上面描述的诊断软件也具有波形展示的功能，但是这个波形是被软件复原展示的，波形相当于被平滑过滤过。

使用示波器接入时，应要求网络能够停运。不是因为需要停止网络，而是因为示波器是通过探针接入，很容易发生和旁边的金属碰接，造成设备停机。因此在现场使用示波器接入时，要求网络应能停运。

8 工程设计

8.1.5 现场总线设备管理系统管理的智能设备包括：智能仪表、智能 IO 站、智能转动设备、智能控制器、网络通讯器等。

8.3.2

d) 网络/网段图

- 1) 网络/网段编号，应由“控制器号、插卡号和端口编号”组成。例如，控制器号为“01”，插卡号为“02”，接入端口编号为 03 时，则网络/网段名为 N010203；
- 2) 所有网络连接，应包括 PA 接口插卡、现场总线网络电源、现场仪表、端子、接线盒和终端器；
- 3) 所有分支电缆，应标明仪表位号、电缆长度；
- 4) 应标注出每个 PROFIBUS PA 仪表的地址。

网络/网段典型图是基础设计阶段出版的图纸，只体现网段结构的种类，不需要具体编号。

e) 总线仪表配管配线平面布置图

在采用 PFCS 控制系统的工程设计中，该图纸的准确性要求较高，是精确计算现场总线分支和网络/网段电缆长度的基础。

8.4.10 PFCS 系统的 IFAT 与 DCS 基本相同，可参考 SH/T 3092—2013 的规定。