



中国石油高技能人才培训丛书

仪表维修技师培训教程

(下 册)

中国石油天然气集团公司人事部 © 编

石油工业出版社

中国石油高技能人才培养丛书

仪表维修技师培训教程

(下册)

中国石油天然气集团公司人事部 编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书为《中国石油高技能人才培养丛书》中的一本,分上、下两册。上册讲述了大型机组控制技术;执行器的结构、测试、安装、设计及故障分析;集散控制系统的配置、编程;可编程控制系统及其应用程序。下册讲述了现场总线控制系统的结构、特征;安全仪表系统的安全等级、应用程序;数据采集与监控系统及其应用;控制系统通信网络组成、特点及应用实例;先进控制技术的概念及工业应用;企业管理信息系统的组成、功能及应用。

本书主要用于仪表维修技师的培训,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

仪表维修技师培训教程:全2册/中国石油天然气集团公司人事部编.
北京:石油工业出版社,2011.12

(中国石油高技能人才培养丛书)

ISBN 978-7-5021-8595-4

I. 仪…

II. 中…

III. 仪表-维修-技术培训-教材

IV. TH707

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 157404 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里2区1号 100011)

网 址:www.petropub.com.cn

编辑部:(010)64523582 发行部:(010)64523620

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2011年12月第1版 2011年12月第1次印刷

787×1092毫米 开本:1/16 印张:56.25

字数:1400千字

定价:120.00元(上、下册)

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《中国石油高技能人才培训丛书》

编 委 会

主 任：单昆基

副 主 任：任一村

执行主任：丁传峰

委 员：(按姓氏笔画排序)

王子云	左洪波	吕凤军	刘 勇	刘德如
杨 锋	杨静芬	李世效	李建军	李孟洲
李钟磬	李保民	李超英	李禄松	何 波
张建国	陈宝全	尚全民	周宝银	徐进学
高 强	高丽丽	职丽枫	崔贵维	韩贵金
傅敬强	霍 良			

前 言

为加快高技能人才知识更新,提升高技能人才职业素养、专业知识和解决生产实际问题的能力,进一步发挥高端带动作用,在总结“十一五”技师、高级技师跨企业、跨区域开展脱产集中培训的基础上,中国石油天然气集团公司人事部依托承担集团公司技师培训项目的培训机构,组织专家力量,历时一年多时间,将教学讲义、专家讲座、现场经验及学员技术交流成果资料加以系统整理、归纳、提炼,开发出首批 15 个职业(工种)高技能人才培训系列教材,由石油工业出版社陆续出版。

本套教材在内容选择上,突出新知识、新技术、新材料、新工艺等“四新”技术介绍,重视工艺原理、操作规程、核心技术、关键技能、故障处理、典型案例、系统集成技术、相关专业联系等方面的知识和技能,以及综合技能与创新能力的知识介绍,力求体现“特、深、专、实”的特点,追求理论知识体系的通俗易懂和工作实践经验的总结提炼。

本套教材是集团公司加快适用于高技能人才现代培训技术和特色教材开发的有益尝试,适合于已取得技师、高级技师职业资格的人员自学提高、研修培训、传承技艺使用,也适合后备高技能人才超前储备知识使用,同时,也为现场技术人员和培训机构提供了一套实践参考用书。

《仪表维修技师培训教程》由中国石油辽阳石化机电仪培训中心组织编写,雷军任主编,参加编写的人员有金大勇、郑文革、李志峰、段立国、冯恩辉、汪春竹、王虎威、刘忠鹏、赵鑫、蒋国亮、荣小晶、于宏恩、崔高斌、郑友海、马鑫、韩广涛,参加审定的人员有中国石油炼油与化工分公司赵俊松、钟艳阳;大庆石化公司李迎涛、董佩峰;独山子石化公司彭守泉;大连石化公司张军;东北炼化抚顺工程建设公司张风光、邓树伟等。

由于编者水平有限,书中错误、疏漏之处在所难免,请广大读者提出宝贵意见。

编者

2011 年 10 月

目 录

(上 册)

第一章 大型机组控制技术	(1)
第一节 概述	(1)
第二节 离心式压缩机的控制基础知识	(1)
第三节 离心式压缩机的控制方案	(6)
第四节 大型机组监视控制系统实例	(18)
思考题	(48)
第二章 执行器	(49)
第一节 执行器的结构与特性	(49)
第二节 智能阀门定位器	(73)
第三节 执行器的测试与安装	(89)
第四节 执行器的工程设计、计算与选型	(113)
第五节 执行器的故障分析与处理	(155)
思考题	(171)
第三章 集散控制系统	(172)
第一节 集散控制系统概述	(172)
第二节 Honeywell TPS 系统	(173)
第三节 Honeywell Experion PKS 系统	(235)
第四节 CENTUM - CS3000 系统配置	(261)
第五节 艾默生 Delta V 控制系统	(314)
第六节 西门子 SIMATIC PCS 7 系统	(365)
第七节 和利时集散控制系统(DCS)	(369)
第八节 中控 WebField ECS - 700 系统	(374)
思考题	(384)
第四章 可编程控制系统	(385)
第一节 可编程控制系统概述	(385)
第二节 SIEMENS S7 可编程控制器	(395)
第三节 GE 系列 90 - 70 可编程控制器	(499)
第四节 欧姆龙 PLC	(524)
第五节 Schneider 可编程控制器	(578)
第六节 组态软件	(599)
思考题	(607)

(下 册)

第五章 现场总线控制系统	(609)
第一节 概述	(609)
第二节 现场总线	(609)
第三节 常用数据总线	(612)
第四节 现场总线仪表	(628)
第五节 现场总线控制系统应用	(635)
思考题	(644)
第六章 安全仪表系统	(645)
第一节 概述	(645)
第二节 安全仪表系统安全等级要求	(645)
第三节 TRICON TMR 系统概述	(649)
第四节 TRICON 系统硬件及配置	(650)
第五节 TRICON 系统编程与组态	(660)
第六节 TRICON 系统的安装和调试	(672)
第七节 TRICON 系统的维护及注意事项	(674)
思考题	(710)
第七章 数据采集与监控系统	(711)
第一节 概述	(711)
第二节 SCADA 系统应用	(712)
第三节 管道泄漏检测技术应用	(723)
思考题	(727)
第八章 控制系统通信技术	(728)
第一节 概述	(728)
第二节 串行通信接口	(740)
第三节 并行通信接口	(744)
第四节 控制系统通信实例	(748)
第五节 OPC 技术	(781)
思考题	(790)
第九章 先进控制技术与应用	(792)
第一节 先进控制技术	(792)
第二节 先进控制技术的工业应用	(807)
思考题	(842)
第十章 企业管理信息系统	(843)
第一节 概述	(843)
第二节 ERP 系统	(844)

第三节	MES 系统	(847)
第四节	AMS 系统	(862)
第五节	设备远程监测与故障诊断系统	(870)
思考题		(876)
参考文献		(877)

第五章 现场总线控制系统

第一节 概 述

现场总线(Fieldbus)是顺应智能现场仪表而发展起来的一种开放型的数字通信技术,其发展的初衷是用数字通信代替4~20mA模拟传输技术,把数字通信网络延伸到工业过程现场。随着现场总线技术与智能仪表管控一体化(仪表调校、控制组态、诊断、报警、记录)的发展,这种开放型的工厂底层控制网络构造了新一代的网络集成式全分布计算机控制系统,即现场总线控制系统(Fieldbus Control System,简称FCS)。

现场总线控制系统兴起于20世纪90年代,它采用现场总线作为系统的底层控制网络,沟通生产过程中现场仪表、控制设备及其与更高控制管理层之间的联系,相互间可以直接进行数字通信。作为新一代控制系统,一方面FCS突破了DCS采用专用通信网络的局限,采用了基于开放式、标准化的通信技术,克服了封闭系统所造成的缺陷;另一方面FCS进一步变革了DCS中“集散”系统结构,形成了全分布式系统构架,把控制功能彻底下放到现场。需要提醒的是,DCS以其成熟的发展、完备的功能及广泛的应用,在目前的工业控制领域内仍然扮演着极其重要的角色。

第二节 现场总线

一、现场总线的概念

在传统的计算机控制系统中,现场层设备与控制器之间采用一对一的(一个I/O点对应于设备的一个测控点)连接方式,传输信号采用4~20mA等的模拟量信号或24VDC的开关量信号。根据IEC和美国仪表协会ISA的定义,现场总线是连接智能现场设备和自动化系统的数字式、双向传输、多分支结构的通信网络,它的关键标志是能支持双向、多节点、总线式的全数字通信。

简而言之,现场总线将把全厂范围内的最基础的现场控制设备变成网络节点连接起来,与控制系统实现全数字化通信。它给自动化领域带来的变化是把自控系统与设备带到了信息网络的时代,把企业信息沟通的覆盖范围延伸到了工业现场。因此,现场总线可以认为是通信总线在现场设备中的延伸。

现场总线顺应了工业控制系统向分散化、网络化、智能化的方向发展,它一经产生便成为全球工业自动化技术的热点,受到全世界的普遍关注,被认为是21世纪自动控制系统的基础。它的出现和应用将使传统的自动控制系统产生一系列重大变革,例如,变革传统的信号标准、

通信标准、系统标准;变革现有自动控制系统的体系结构、产品结构;变革惯用的设计、安装、调试、维护方法等。

二、现场总线的结构特点

现场总线控制系统打破了传统计算机控制系统的结构形式。在如图 5-1 所示的传统计算机控制系统中,广泛使用了模拟仪表系统中的传感器、变送器和执行机构等现场仪表设备。现场仪表和位于控制室的控制器之间均采用一对一的物理连接,一只现场仪表需要由一对传输线来单向传送一个模拟信号,所有这些输入或输出的模拟量信号都要通过 I/O 组件进行信号转换。

现场总线系统的拓扑结构则更为简单,如图 5-2 所示。由于采用数字信号传输取代模拟信号传输,现场总线允许在一条通信线缆上挂接多个现场设备,而不再需要 A/D、D/A 等 I/O 组件。当需要增加现场控制设备时,现场仪表可就近连接在原有的通信线上,无需增设其他组件,与传统的一对一连接方式相比,现场总线可节省大量的线缆、桥架和连接件。此外,现场总线在为总线上的现场设备传送数字信号的同时,还可以为总线上的现场仪表提供电源,这不仅可以简化系统的结构,更主要的是它可以满足工业生产现场的本质安全防爆要求。

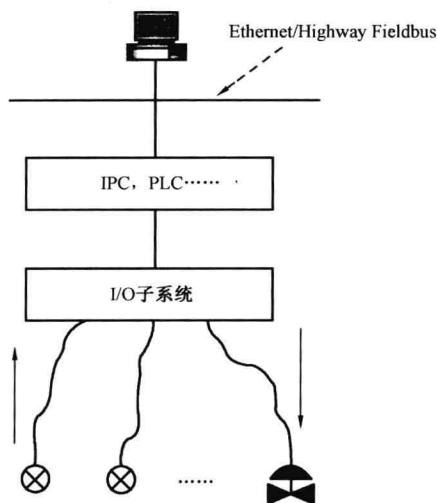


图 5-1 传统计算机控制系统结构示意图

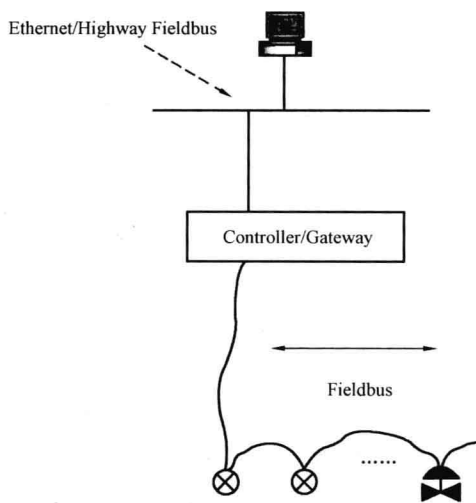


图 5-2 现场总线控制系统结构示意图

从结构上看,DCS 实际上是“半分散”、“半数字”的系统,而 FCS 采用的是一个完全分散的控制方式。在一般的 FCS 系统中,遵循特定现场总线协议的现场仪表可以组成控制回路,使控制站的部分控制功能下移分散到各个现场仪表中,各种控制设备本身能够进行相互通信,从而减轻了控制站负担,使得控制站可以专职于执行复杂的高层次的控制算法。对于简单的控制应用,甚至可以把控制站取消,在控制站的位置代之以起连接现场总线作用的网桥和集线器,操作站直接与现场仪表相连,构成分布式控制系统。

三、现场总线的技术特征

(一)全数字化通信

在现场总线控制系统中,现场信号都保持着数字特性,所有现场控制设备采用全数字化通信。许多总线在通信介质、信息检验、信息纠错、重复地址检测等方面都有严格的规定,从而确保总线通信能快速、完全可靠的进行。

(二)开放型的互联网络

开放的概念主要是指通信协议公开,也就是指对相关标准的一致性、公开性,强调对标准的共识与遵从。一个开放系统,它可以与任何遵守相同标准的其他设备或系统相连。现场总线就是要致力于建立一个开放型的工厂底层网络。

(三)互操作性与互用性

互操作性的含义是指来自不同制造厂的现场设备可以互相通信、统一组态,构成所需的控制系统;而互用性则意味着不同生产厂家的性能类似的设备可进行互换而实现互用。由于现场总线强调遵循公开统一的技术标准,因而有条件实现这种可能。用户可以根据性能、价格选用不同厂商的产品,通过网络对现场设备统一组态,把不同产品集成在同一个系统内,并可在同功能的产品之间进行相互替换,使用户具有了系统集成的主动权。

(四)现场设备的智能化

现场总线仪表本身具有自诊断功能,它可以处理各种参数、运行状态及故障信息,系统可以随时掌握现场设备的运行状态,这在传统模拟仪表中是做不到的。

(五)系统结构的高度分散性

数字、双向传输方式使得现场总线仪表可以摆脱传统仪表功能单一的制约,可以在一个仪表中集成多种功能,甚至做成集检测、运算、控制于一体的变送控制器,把 DCS 控制站的功能块分散地分配给现场仪表,构成一种全分布式控制系统的体系结构。

总之,开放性、分散性与数字通信是现场总线系统最显著的特征,FCS 更好地体现了“信息集中,控制分散”的思想。首先,FCS 系统具有高度的分散性,它可以由现场设备组成自治的控制回路,现场仪表或设备具有高度的智能化和功能自主性,可完成控制的基本功能,也使其可靠性得到提高。其次,FCS 具有开放性,而开放性又决定了它具有互操作性和互用性。另外,由于结构上的改变,使用 FCS 可以减少大量的隔离器、端子柜、I/O 接口和信号传输电缆,这可以简化系统安装、维护和管理,降低系统的投资和运行成本。

四、现场总线国际标准化概况

现场总线技术自 20 世纪 90 年代初开始发展以来,一直是世界各国关注和发展的热点,目前具有一定规模的现场总线已有数十种之多。为了开发应用以及争夺市场的需要,世界各国所采用的技术路线基本上都是在开发研究的过程中同步制订了各自的国家标准(或协会标准),同时力求将自己的协议标准转化成各区域标准化组织的标准。

由于现场总线是以开放的、全数字化的双向多变量通信代替传统的模拟传输技术,因此现

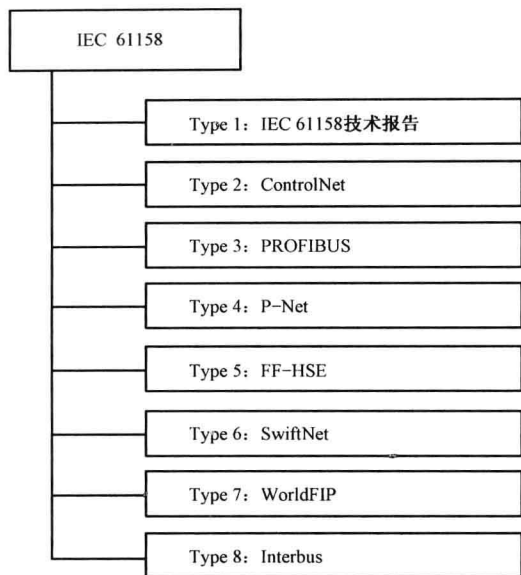


图 5-3 IEC 61158 采用的八种类型

按照 IEC 技术报告 Type 1 的框架组织各自的行规。IEC 标准的八种类型都是平等的,其中 Type 2 ~ Type 8 需要对 Type 1 提供接口,而标准本身不要求在 Type 2 ~ Type 8 之内提供接口,用户应用各类型时仍可使用各自的行规,其目的就是为了保护各自的利益。

除此之外,还相继出现了 HART、FF、PROFIBUS 等总线协议,在以后的章节中将分别介绍。

场总线标准化是该领域的重点课题。国际电工委员会、国际标准化组织、各大公司及世界各国的标准化组织对于现场总线的标准化工作都给予了极大的关注,现场总线技术在历经了群雄并起,分散割据的初始阶段后,尽管已有一定范围的磋商合并,但由于行业与地域发展等历史原因,加上各公司和企业集团受自身利益的驱使,致使现场总线的标准化工作进展缓慢,直至 1999 年形成了一个由八个类型组成的 IEC61158 现场总线国际标准。

IEC 61158 包括的八个组成部分分别是: IEC61158 原先的技术报告、ControlNet、PROFIBUS、P - Net、FF - HSE、SwiftNet、WorldFIP 和 Interbus,如图 5-3 所示。IEC 61158 国际标准只是一种模式,它既不改变原 IEC 技术报告的内容,也不改变各组织专有的行规,各组织按

第三节 常用数据总线

一、HART 总线

1986 年, Rosemount 公司开发了 HART(Highway Addressable Remote Transducer)协议,应用于智能变送器。经过不断地开发并使之用于其他设备,1989 年 HART 发展成为一种开放的协议,1990 年成立了 HART 用户集团, HART 用户集团的成员 1990 年有 13 家,到 1993 年已经发展为 79 家,于是,1993 年 7 月成立了 HART 通信基金会(HART Communication Foundation - HCF),同时 Fisher - Rosemount 将 HART 协议的所有权转让给了 HCF。HCF 是一个独立的、非盈利的组织,负责推广 HART 协议在工业中的应用并满足 HART 用户的需要,它的唯一任务就是协调、推动并支持 HART 技术在世界范围的应用。

HART 采用统一的设备描述语言 DDL。现场设备开发商采用这种标准语言来描述设备特性,由 HART 基金会负责登记管理这些设备,描述并把它们编为设备描述字典,主设备运用 DDL 技术来理解这些设备的特性参数而不必为这些设备开发专用接口。但由于这种模拟数字混合信号制,导致难以开发出一种能满足各公司要求的通信接口芯片。

(一)基本功能

HART 能利用总线供电,可满足本质安全防爆要求,并可组成由手持编程器与管理系统主机作为主设备的双主设备系统。

HART 协议基于 Bell202 电话通信标准,使用了 FSK (Frequency Shift Keying) 技术,在 4 ~ 20mA 信号过程测量模拟信号上叠加了频率信号,它成功地使模拟信号与数字双向通信能同时进行,而不相互干扰。HART 还可在一根双绞线上以全数字的方式通信,支持 15 个现场设备的多站网络,并且能对现场仪表的各项特性进行清楚的描述。

(二)网络构成

HART 网络应用原理如图 5-4 所示。HART 设备可以组态成两种网络形式。

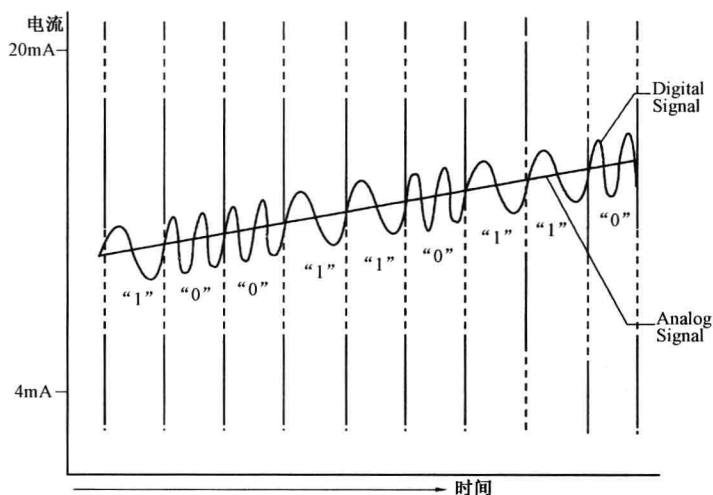


图 5-4 HART 网络应用原理

(1) 点对点模式(图 5-5)。在这种模式下,传统的 4 ~ 20mA 信号传送一个过程变量,附加的过程变量、组态参数和其他设备数据使用 HART 协议通过数字信号转送。4 ~ 20mA 的模拟信号不会受到 HART 信号的影响,可用于正常的控制。而由 HART 传送的附加的数字信号有利于指导操作和对设备的调试、维护与诊断。

(2) 多站模式(图 5-6)。这种模式只需要一对导线就可连接多达 15 个现场设备,所有的过程变量都是以数字的形式传送,流经每个设备的电流都被固定在最小的值上(通常为 4mA)。

HART 协议被认为是事实上的工业标准,但它本身并不算现场总线,只能说是现场总线的雏形,是一种过渡性协议。它的不足之处是速度较慢(1200bps),而一台智能设备要么选用“成组”方式,要么在“主—从”方式中充当从设备回答主设备的询问,它不像一台现场总线设备既可作从设备,又可作主设备。由于目前使用 4 ~ 20mA 标准的现场仪表大量存在,所以,现场总线进入工业应用之后,HART 仍会应用很多年。

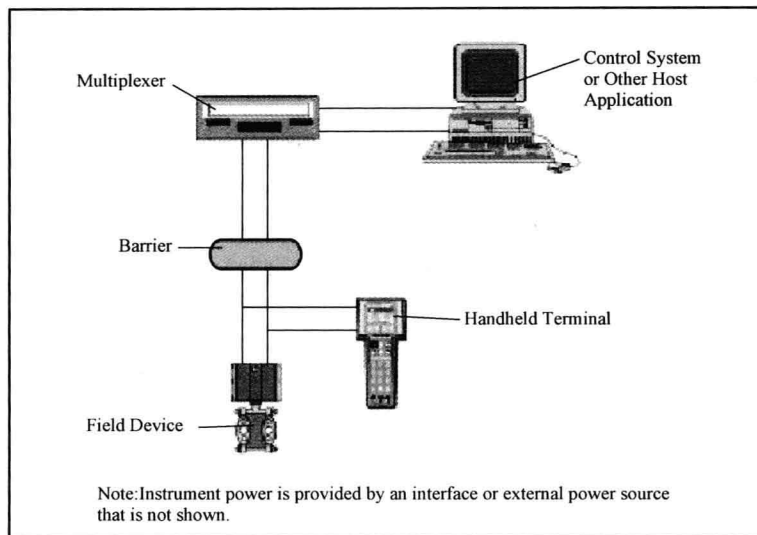


图 5-5 HART 应用于点对点模式

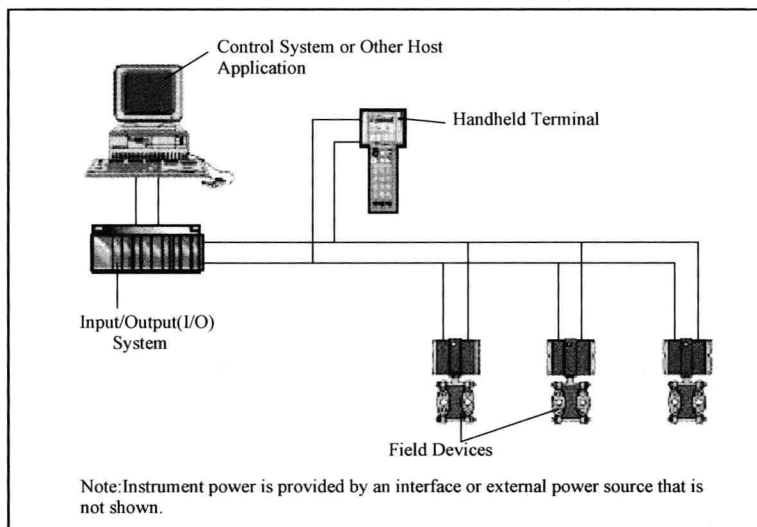


图 5-6 HART 应用于多站模式

(三)特点与优势

模拟信号带有过程控制信息,同时,数字信号允许双向通信。动态控制回路更灵活、有效和安全。

(1) 因为 HART 协议能同时进行模拟和数字通信,因此,在与智能化现场仪表通信时还可使用模拟表、记录仪及控制器。

(2) 支持多主站数字通信:在一根双绞线上可同时连接几个智能化仪表,可节省接线费用。

(3)物理层技术规范。HART 是用于为过程控制设备提供可寻址远程通信服务的。HART 提供相对低的带宽和中等响应时间的通信,用于扩展传统的 4~20mA 的模拟传输,其典型应用包括远程过程变量查询、参数设定和对话。

为说明方便,通常根据 OSI 七层通信模型将其通信设备分为数据链路层及物理层。但就硬件与软件而言,层与层之间并不一定要有明确的界限。按层划分可看作按功能区分,数据链路层需要物理层的特殊服务,这些服务可通过不同的方式来实现。

数据链路层说明了基本的 HART 协议,而物理层则规定了信号的传输方式、信号电压、设备阻抗和传输介质等。通常情况下,物理层以双绞线为介质,它或是单独提供数字通信,或是在完成 4~20mA 模拟信号传输的同时进行数字通信(1500m)。图 5-7 所示为 HART 网络物理层结构关系。

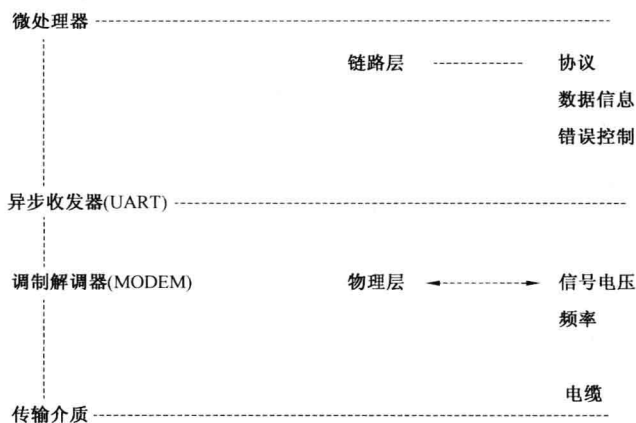


图 5-7 HART 网络物理层结构关系

HART 数据的传输是传统 4~20mA 信号传输的一种扩展。它在低频的 4~20mA 电流上叠加了一高频电流,两种信号共享硬件,但在频率上是分开的。

HART 能辨认三种不同的设备,其中最基本的是现场设备,它可对主设备发出的命令做出响应。现场设备还可进一步分为从设备(slave device)及成组模式设备(burst-mode device)。第二种设备是基本主设备,它是与现场设备进行通信的主要设备。一个过程控制器单元是使用一个或多个基本主设备的例子。第三种设备是副主设备,它是链路的临时使用者。手持通信器便是一例。其他的 HART 通信方式,如租用电话线及射频,允许进行远距离通信,但需满足其他的特殊要求。

HART 的通信物理层规范提供了建立和使用 HART 网络和设备的基本信息,这些信息用来提供 HART 设备间的互操作性,在各种条件下提供可接受的通信,减小与 4~20mA 信号之间的串扰。

(四)应用前景

HART 通信的应用通常有三种方式,最普通的是用手持通信终端(HHT)与现场智能仪表进行通信。通常,HHT 供仪表维护人员使用,不适合于工艺操作人员经常使用。HHT 完全用手操作,无法自编程序对智能仪表进行自动操作,这种方式简单,但不够方便灵活。

为克服上述不足,市场上出现了一些带 HART 通信功能的控制室仪表,如 Arocom 公司的壁挂式仪表 MID,它可与多台 HART 仪表进行通信并组态,实现罐区、加热炉等小规模控制系统。

第三种方式是与 PC 机或 DCS 操作站进行通信。这是一种功能丰富、使用灵活的方案,但它会涉及接口硬件和通信软件问题,特别是这种应用带有系统性质,以使它与整个系统成为有机的整体。在 DCS 上增加 HART 功能被认为是一种较勉强的方式,因为 HART 通信传输的信息大多为仪表维护及管理信息,挤占 DCS 的操作站不太合适。而在 PC 机上增加 HART 通信功能及相应软件构成的设备管理系统(EMS)则较受欢迎。

由于 HART 仪表与原 4~20mA 标准的仪表具有兼容性,HART 仪表的开发与应用发展迅速,特别是在设备改造中受到欢迎。尽管 HART 通信被认为是一种过渡性的标准,但其发展之快令人注目。

HART 协议与 FF 等协议相比,较为简单,而且由于速度慢及低功耗的要求,其数据链路层及应用层一般均由软件实现。物理层应用原有的 Bell 202 调制解调器。这使得一些小型企业独立地开发一些专用 HART 设备成为可能。总线供电的 HART 仪表对低功耗的要求较为苛刻,要求其从总线吸取的电流不大于 4mA,在供电电压为 24V 时其总功耗仅约 100mW。因此,总线供电的 HART 仪表应用前景十分广阔。

二、FF 总线

FF 总线是基金会现场总线的简称,前身是可操作系统协议 ISP 和世界工厂仪表协议 WorldFIP 标准。

FF 总线是一种全数字的、串行的、双向传输的通信系统,是一种能连接现场各种传感器、控制器、执行单元的信号传输系统。FF 总线最根本的特点是专门针对工业过程自动化而开发的,在满足要求苛刻的使用环境、本质安全、总线供电等方面都有完善的措施。FF 采用了标准功能块和 DDL 设备描述技术,确保不同厂家的产品有良好的互换性和互操作性。为此,有人称 FF 总线是专门为过程控制设计的现场总线。

在起初的 FF 协议标准中,FF 分为低速 H_1 总线和高速 H_2 总线。低速总线协议 H_1 主要用于过程自动化,其传输速率为 31.25kbps,传输距离可达 1900m,可采用中继器延长传输距离,并可支持总线供电,支持本质安全防爆环境。 H_1 协议标准已于 1996 年发表,目前已经进入实用阶段。高速总线协议 H_2 主要用于制造自动化,传输速率分为 1Mbps 和 2.5Mbps 两种,通信距离分别为 750m 和 500m。但原来规划的 H_2 高速总线标准现在已经被现场总线基金会所放弃,取而代之的是基于 EtherNet 的高速总线技术规范 HSE。

(一)基本功能

FF 总线的核心功能是实现现场总线信号的数字通信。为了实现通信系统的开放性,其通信模型参考了 ISO/OSI 参考模型,并在此基础上根据自动化系统的特点进行演变后得到的,如图 5-8 所示。

H_1 总线的通信模型以 ISO/OSI 开放系统模型为基础,采用了物理层、数据链路层、应用层,并在其上增加了用户层,各厂家的产品在用户层的基础上实现。

HSE 充分利用了低成本和成熟可用的以太网技术,以太网作为高速主干网,传输速率为

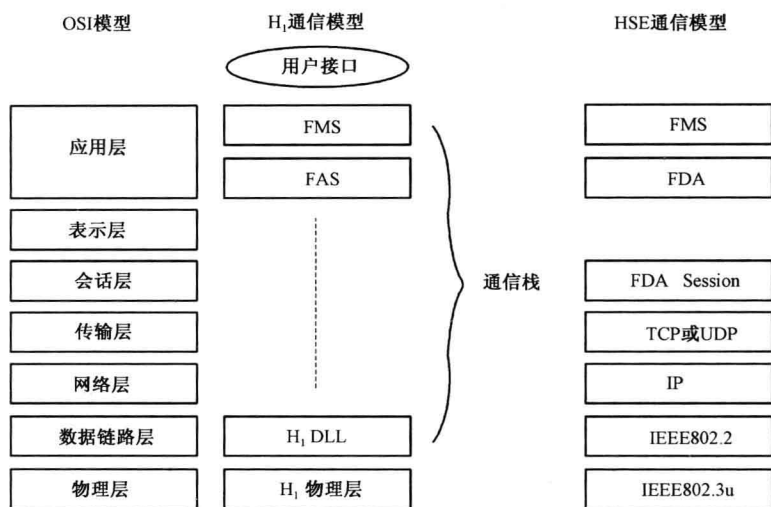


图 5-8 FF 通信模型

100Mbps 到 1Gbps,或以更高的速度运行,主要用于复杂控制、子系统集成、数据服务器的组网等。HSE 和 H1 两个网络都符合 IEC 61158 标准,HSE 支持所有的 H₁ 总线的功能,支持 H₁ 设备通过链接设备接口与基于以太网设备的连接。与链接设备连接的 H₁ 设备之间可以进行点对点通信,一个链接上的 H₁ 设备还可以直接与另一个链接上的 H₁ 设备通信,无需主机的干涉。此外,HSE 现场设备支持标准的 FOUNDATION 功能模块,例如,AI,AO 和 PID 以及一些新的、具体应用于离散控制和 I/O 子系统集成的“柔性功能模块”FFB。

FF 现场总线的网络拓扑比较灵活,如图 5-9 所示,通常包括点对点型拓扑、总线型拓扑、菊花链型拓扑、树型拓扑以及多种拓扑组合在一起构成的混合型结构。其中,总线型和树型拓扑在工程中使用较多。

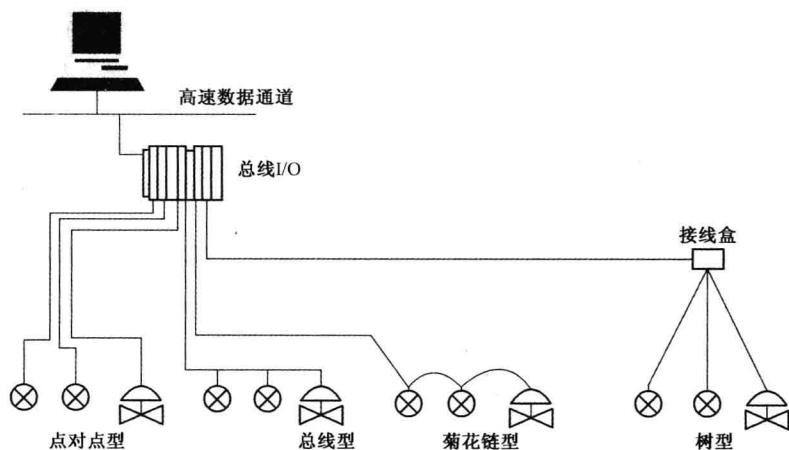


图 5-9 基金会现场总线常见的网络拓扑