

XIANCHANG ZONGXIAN YIBIAO



化学工业出版社

XIANCHANG ZONGXIAN YIBIAO



0088/013-010 客服电话 (0880/218-010 传真) 8880518-010 商务咨询

62 0022-010 www.114.com.cn 邮编



化学工业出版社

如何鉴别盗版书或，并本类书

仅供参考 仅供参考

· 北 京 ·

51 00.55 : 价 主

图书在版编目 (CIP) 数据

现场总线仪表/韩兵, 火长跃编. —北京: 化学工业出版社, 2007.5

ISBN 978-7-122-00331-7

I. 现 II. ①韩 ②火… III. 总线-仪表 IV. TP336

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 059260 号

责任编辑 宋 辉 刘 哲

文字编辑 钱 诚

责任校对 郑 捷

装帧设计 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 北京市兴顺印刷厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 348 千字 2007 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 32.00 元

版权所有 违者必究

1983 年世界上出现了第一台现场总线化智能测量仪表——现场总线压力变送器，标志着对传统现场仪表的一次深刻变革，并为工业自动化仪表及其系统应用向更高层次的发展开辟了道路。从 20 世纪 80 年代中期开始，随着微电子和微处理器技术、数字通信技术的发展和应用，以罗斯蒙特（Rosemount）公司为代表的国外著名仪表厂商，陆续推出了现场总线智能型变送器。自 2000 年以来现场总线仪表发展迅速，得到了广泛的应用，对工业生产和社会生活的影响日益广泛。如今，以嵌入式微处理器和通信控制器为核心的现场总线仪表已经迅速进入生产现场，使自动控制仪表和设备领域发生了巨大变革。现场总线仪表的测量精度高，补偿性能好，便于组态，功能强大可靠，特别是现场总线变送器具备通信能力，为自动控制系统应用奠定了坚实的基础。

由于现场总线仪表技术复杂、应用对象广泛，给实际工程技术人员迅速掌握现场总线仪表知识、产品和实际应用带来了不便。本书希望能给从事现场总线应用的工程技术人员提供帮助。

全书共分 7 章。第 1 章简要介绍了现场总线的产生和现场总线仪表、设备的特征和类型。第 2 章描述了现场总线仪表的基本原理和结构组成。第 3 章分三类描述了各种现场仪表，包括过程控制现场总线仪表、运动控制现场总线仪表和人机界面现场总线仪表。第 4 章介绍了现场总线仪表的功能组态方式。第 5 章全面介绍了全球重要企业的现场总线仪表。第 6 章给出了现场总线仪表系统的设计、选型和安装调试过程。第 7 章介绍了现场总线仪表在各个领域的应用。

在本书编写过程中，范园园、林明峰也参加了部分工作，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者
2007 年 4 月

目录

第1章 概论

1.1 现场总线控制系统	1
1.2 现场总线通信协议	2

第2章 现场总线仪表原理

2.1 现场总线仪表的基本组成	6
2.1.1 现场总线仪表的结构	6
2.1.2 现场总线仪表的硬件结构	7
2.1.3 现场总线仪表的软件组成	12
2.2 现场总线仪表的功能	18
2.2.1 现场总线仪表的功能特点	18
2.2.2 现场总线仪表的功能块	19

第3章 各种现场总线仪表

3.1 过程控制现场总线仪表	21
3.1.1 现场总线温度测量仪表	21
3.1.2 现场总线压力测量仪表	27
3.1.3 现场总线流量测量仪表	36
3.1.4 现场总线变量转换仪表	46
3.2 运动控制现场总线仪表	56
3.2.1 位置测量与控制仪表和设备	56
3.2.2 速度测量与控制仪表和设备	62
3.3 人机交互现场总线仪表	79
3.3.1 人机界面仪表	79
3.3.2 编程器与组态设备	85
3.3.3 虚拟现场总线仪表	88

第4章 现场总线仪表功能组态

4.1 现场总线仪表的功能模块	90
-----------------------	----

4.1.1 运算控制功能块	91
4.1.2 输入输出模块	92
4.1.3 功能块的分类	93
4.2 现场总线仪表的组态	93
4.2.1 现场总线仪表设备组态	93
4.2.2 现场总线仪表系统组态	97

第5章 全球重要企业的现场总线仪表

102

5.1 西门子现场总线仪表	102
5.1.1 SITRANS P 系列压力测量仪表	102
5.1.2 SITRANS T 系列温度测量仪表	103
5.1.3 SITRANS F 系列流量测量仪表	103
5.1.4 SITRANS L 系列物位测量仪表	104
5.1.5 SIPART PS2 智能电气阀门定位器	105
5.1.6 称重模块与系统	106
5.2 罗克韦尔现场总线仪表	107
5.2.1 软启动器	107
5.2.2 PowerFlex 系列变频器	107
5.3 爱默生现场总线仪表	108
5.3.1 罗斯蒙特流量计	108
5.3.2 罗斯蒙特压力变送器	109
5.3.3 罗斯蒙特温度变送器	110
5.4 霍尼韦尔现场总线仪表	111
5.5 Smar 现场总线仪表	116
5.5.1 现场总线 (FF) 浓度/密度变送器 DT302	116
5.5.2 现场总线 (FF) 到电流转换器 FI302	116
5.5.3 现场总线 (FF) 到气动信号转换器 FP302	116
5.5.4 现场总线 (FF) 阀门定位器 FY302	117
5.5.5 现场总线 (FF) 阀门定位器 (单行程) FY402	117
5.5.6 HART/FF 接口 HI302	118
5.5.7 电流到现场总线 (FF) 转换器 IF302	118
5.5.8 现场总线 (FF) 压力变送器 LD292	118
5.5.9 现场总线 (FF) 压力变送器 (高性能) LD302	119
5.5.10 现场总线 (FF) 温度变送器 TT302	119
5.6 Foxboro 现场总线仪表	119
5.6.1 现场总线流量计	119
5.6.2 现场总线压力变送器	121
5.6.3 液位、密度和界面变送器	125
5.6.4 现场总线温度变送器	126
5.7 E+H 现场总线仪表	127

5.7.1	热式质量流量计	127
5.7.2	余氯/二氧化氯测量变送器	129
5.7.3	智能罐液位计	130
5.7.4	科氏力质量流量测量系统	131
5.7.5	涡街流量测量系统	131
5.7.6	电磁流量测量系统	132
5.7.7	一体化温度变送器	133
5.7.8	智能电导测量仪	134
5.7.9	智能型压力变送器	135
5.8	中科博微现场总线仪表	135
5.8.1	NCS-PT105 变送器	135
5.8.2	T105 温度变送器	137
5.8.3	NCS-IF105 变送器	138
5.8.4	NCS-FI105 变送器	140

第6章 现场总线系统设计

142

6.1	现场总线系统网络设计	142
6.1.1	现场总线系统网络的设计原则	142
6.1.2	现场总线系统网络的设计过程	143
6.2	现场总线系统的仪表设计与选择	145
6.2.1	现场总线系统的仪表设计方法	145
6.2.2	现场总线系统的仪表选型方法	148
6.3	现场总线系统软件开发	153
6.3.1	现场总线系统的通信软件开发	153
6.3.2	现场总线系统的监控软件开发	155
6.4	现场总线仪表的安装与测试	156
6.4.1	现场总线仪表的安装	156
6.4.2	现场总线仪表的测试与维护	159

第7章 现场总线仪表应用

161

7.1	现场总线仪表在流程工业的应用	161
7.1.1	化工过程控制	161
7.1.2	工业流程控制	169
7.2	现场总线仪表在机器制造业的应用	187
7.2.1	汽车工程	187
7.2.2	加工流水生产线	200
7.3	现场总线仪表在环境与民用工程的应用	205
7.3.1	水处理工程	205
7.3.2	市政工程	208

7.4 现场总线仪表在能源工程的应用	211
7.4.1 锅炉汽包水位现场总线仪表应用	211
7.4.2 电站基地现场总线式测控仪表应用	213

参考文献

221

第 1 章

概 论

现场总线系统将双向数字通信引入到各种现场仪表、可编程逻辑控制器（PLC）以及集散控制系统（DCS）中，取代了常规仪表广泛使用的 4~20mA 模拟信号通信标准，改进了智能仪表过程控制技术。由于现场总线数字通信技术可靠、易于实现，成为更适于工业现场环境的通信方式。它特有的高可靠数字通信与联网多节点传输技术，代表了仪表自动化系统的发展方向。目前的现场模拟信号传输已不能适应大规模工业过程控制的要求，现场总线技术采用数字多路复用通信方式，在现场装置与计算机之间进行有效的数字通信，减少了应用现场布线，使智能仪表、控制器和执行器实现了测量、控制和运行的远程操作。现场总线不但可以保证常规系统的运行工作，而且可以通过组态建立现场总线网络，改变功能和参数，直至实现在线故障预报和诊断工作。

1.1 现场总线控制系统

IEC/ISA（ISA，美国仪表学会）在综合了多种现场总线标准的基础上制订了现场总线协议模型，规定了现场应用过程之间的可互操作性、通信方式、层次化的通信服务功能划分、信息的流向及传递规划，并将上述内容以类似于 ISO/OSI 参考模型的方式进行了定义。

IEC/ISA 现场总线参考模型如图 1.1 所示。比较可见，现场总线的体系结构省略了网络层、传输层、会话层及表示层，这主要是针对工业过程的特点，使数据在网络流动中尽量减少中间环节，加快数据的传递速度，提高网络通信数据处理的实时性。

目前大多数现场总线参考模型采用了这种模型，但有的在应用层上又加了用户层，如 FF

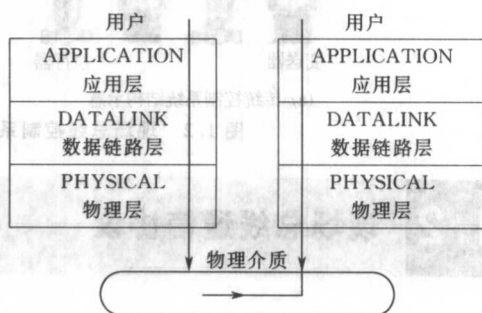


图 1.1 IEC/ISA 现场总线参考模型

现场总线。有个别现场总线协议也包括全部 7 层协议,如 LonWorks 现场总线协议。从发展趋势上看,现场总线模型仍保持多样性和融合性,例如工业以太网的发展就是传统计算机网络与现场总线网络融合的结果。

现场控制层网段 PROFIBUS 的 H1、H2、FF 等,即为底层控制网络。它们与工厂现场设备直接连接,一方面将现场测量控制设备互联为通信网络,实现不同网段、不同现场通信设备间的信息共享;同时又将现场运行的各种信息传送到远离现场的控制室,并进一步实现与操作终端、上层控制管理网络的连接和信息共享。在把一个现场设备的运行参数、状态以及故障信息等送往控制室的同时,又将各种控制、维护、组态命令,乃至现场设备的工作电源等送往各相关的现场设备,沟通了生产过程现场级控制设备之间及其与更高控制管理层次之间的联系。由于现场总线所肩负的是测量控制的特殊任务,因而它具有自己的特点。它要求信息传输的实时性强,可靠性高,且多为短帧传送,传输速率一般在几 Kbps 至 10Mbps 之间。

现场总线系统打破了传统控制系统的结构形式。传统模拟控制系统采用一对一的设备连线,按控制回路分别进行点对点连接。位于现场的测量变送器与位于控制室的控制器之间,控制器与位于现场的执行器、开关、马达之间均存在不同的一对一连线。

现场总线系统由于采用了智能现场设备,能够把原先 DCS 系统中处于控制室的控制模块、各输入输出模块置入现场设备,加上现场设备具有通信能力,现场的测量变送仪表可以与阀门等执行机构直接传送信号,因而控制系统功能能够不依赖控制室的计算机或控制仪表,直接在现场完成,实现了彻底的分散控制。图 1.2 为现场总线控制系统与传统控制系统的结构对比。由于采用数字信号代替模拟信号,因而可实现现在一对电线上传输多个信号(包括多个运行参数值、多个设备状态、故障信息),同时又为多个设备提供电源,现场设备以外不再需要模拟/数字、数字/模拟转换部件。这样就为简化系统结构、节约硬件设备、节约连接电缆与各种安装、维护费用创造了条件。

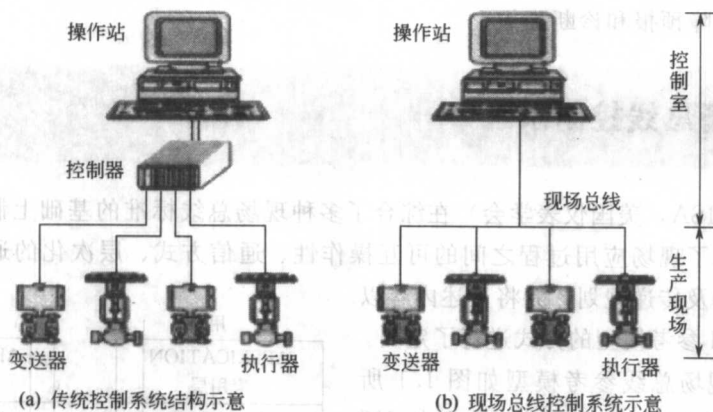


图 1.2 现场总线控制系统与传统控制系统结构的比较

1.2 现场总线通信协议

(1) FF 现场总线协议

基金会 (FF) 现场总线的核心之一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,包括物理层、数据链路层和应用层,并按照现场总线的实际要求,把应用层划分为两个层——总线访问子层与总线报文规范子层。

如某个用户要将数据通过现场总线发往其他设备,首先在用户层形成用户数据,并把它们送往总线报文规范层处理,每帧最多可发送 251 个 8 字节的数据信息;用户数据信息在 FAS、FMS、DLL 各层分别加上各层的协议控制信息,在数据链路层加上帧校验信息后,送往物理层将数据打包,即加上帧前、帧后定界码,也就是开头码、帧结束码,并在开头码之前再加上用于时钟同步的先导码,或称之为同步码。各层所附的协议信息的字节数如图 1.3 所示,它涉及一系列与网络相关的软硬件,如通信栈软件,被称之为圆卡的仪表内置通信接口卡,FF 总线与计算机的接口卡,各种网关、网桥、中继器等,它是现场总线的核心技术之一。

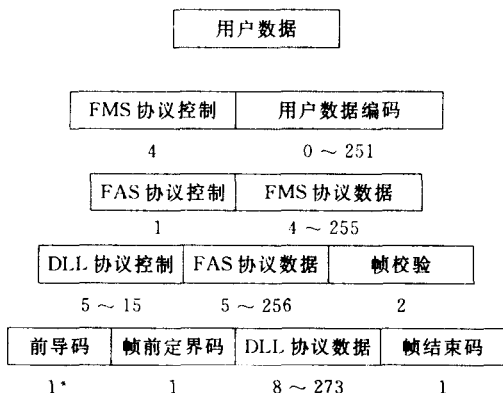


图 1.3 现场总线协议数据的生成

(2) ControlNet 现场总线协议规范

ControlNet 采用的生产者/消费者模式允许在同一链路上有多个主控制器共存,对输入数据和对等通信数据采用多信道广播方式,将传统网络的针对不同站点多次发送改为一次多点共享,以使链路上所有控制器之间实现预定的对等通信互锁,共享输入数据,从而大大减少了网络发送的次数和网络上的交通量,提高了网络效率和网络性能;允许网络上的所有节点同时从单个数据源存取相同的数据,报文通过标识符来识别:如果一个节点要接收一个数据,仅仅需识别与此信息相连的特定的标识符,每个数据包不再需要源地址和目标地址位。因为数据是按内容进行标识的,数据源只需将数据发送一次。许多需用此数据的节点通过在网上一同识别这个标识符,可同时从同一生产者取用此同一数据消费,从而可以实现网络节点的精确同步,提高带宽的有效使用率。其他的设备加入网络后并不增加网络负载,因为它们同样可以消费这些相同的信息,并且所有数据可以同时到达。此时采用该模式既可以支持系统的主从、多主或对等通信结构,也可以支持其任意组合的混合系统结构,还可在同一链路上传送任意信息类型相混合的数据。显然,与典型的源/目的地模式相比,生产者/消费者模型是一种更为灵活高效的处理机制。可以说,基于此模式的 ControlNet 是当今世界市场上各种工业控制底层现场总线网络中性能较为可靠的网络。

(3) PROFIBUS 现场总线协议

PROFIBUS 现场总线协议是由德国西门子公司研发的现场总线标准,也是德国、欧洲和国际标准。针对不同的控制场合,它分为 3 个系列。PROFIBUS-DP 用于传感器和执行器级的高速数据传输。DP 的传输速率可达 12Mbps,一般构成单主站系统,主站、从站间采用循环数据传送方式工作。与分散的设备进行数据交换多数是周期性的。PROFIBUS-PA 用于安全性要求较高的场合。PA 具有本质安全特性,实现了 IEC 1158-2 规定的通信规程。PROFIBUS-PA 是 PROFIBUS 的过程自动化解决方案。PA 将自动化系统和过程控制系统与现场设备,如压力、温度和液位变送器等连接起来,代替了 4~20mA 模拟信号传输技

术,节约了设备成本,且大大提高了系统功能和安全可靠。PROFIBUS-FMS 主要解决车间一级通用性通信任务,完成中等传输速度进行的循环和非循环的通信任务。由于它是完成控制器与智能现场设备之间的通信以及控制器之间的信息交换,因此它考虑的主要问题是系统的功能,而不是系统的响应时间,应用过程通常要求的是随机的信息交换(如改变设定参数等)。FMS 给用户提供了广泛的应用范围和更大的灵活性,可用于大范围 and 复杂的通信系统。

(4) CAN 现场总线协议规范

CAN 总线是 20 世纪 80 年代初德国 Bosch 公司为解决现代汽车中众多的控制与测试仪器之间的数据交换而开发的一种串行数据通信协议,它是一种多主总线,通信介质可以是双绞线、同轴电缆或光导纤维。它的应用范围遍及从高速网到低成本的多线路网络。在汽车发动机控制部件、传感器、抗滑系统等应用中,CAN 总线的通信速率可达 1Mbps。CAN 分为物理层(physical layer)和数据链路层(data link layer)。

CAN 总线系统由 CAN 网络节点、转发器节点和上位机构成。CAN 网络由多达 100 个网络节点和 6 个转发器构成,可以主动也可以根据上位机系统的数据请求命令进行数据采集。网络节点负责对电缆接头盒温度进行检测。CAN 网络的拓扑结构采用两级总线式结构,两级总线之间采用转发器进行连接。高压电缆接头盒的温度由网络节点进行现场的采集和检测并经二级总线发送至转发器节点,再由转发器节点经一级总线送至主机节点。这种结构比环形结构信息吞吐率低,并且无源抽头连接,系统可靠性高。信息的传输采用 CAN 通信协议,通信介质采用双绞线。

(5) DeviceNet 现场总线协议

DeviceNet 总线早先是由罗克韦尔(Rockwell)的 AB 公司开发的。DeviceNet 使用了 CAN 的物理层和数据链路层协议。DeviceNet 的数据帧如图 1.4 所示。

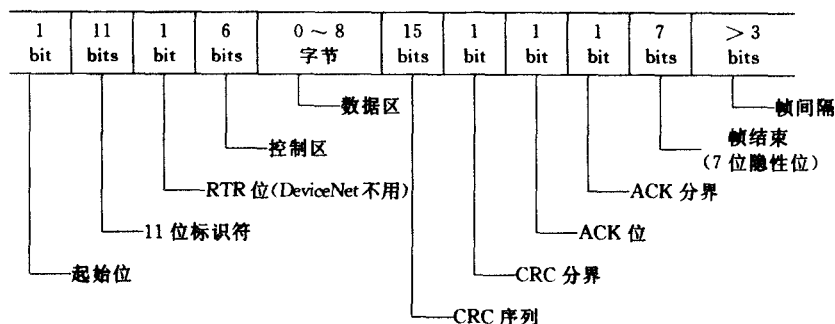


图 1.4 DeviceNet 的数据帧

DeviceNet 网络上所有节点都在监听总线,当总线上已有节点在发送时,任何节点必须等待这一帧结束,经过约定的帧间隔,任何节点都可以申请下一帧的发送,但经过 11 位标识符的仲裁,只有一个节点能赢得仲裁,取得这一帧的发送权。15 位 CRC 序列是对本帧数据进行计算得到的循环校验码,在接收时通过校验码的校核,可以判定所收到的数据是否正确。

(6) HART 现场总线协议

HART 现场通信协议是工业界广泛认可的标准,在 4~20mA 智能设备的基础上增加了数字通信能力。HART 采用 OSI 的物理层、数据链路层和应用层。其物理层采用基于 Bell

202 标准 FSK (频移键控) 技术, 即在低频 4~20mA 模拟信号上叠加高频 FSK 数字信号, 逻辑 1 为 1200Hz, 逻辑 0 为 2200Hz, 波特率为 1200bps, 单台设备使用距离达 3000m, 多站互通距离可达 15000m。HART 基于主/从 (master/slave) 协议原理, 这意味着只有在主站呼叫时, 现场设备 (从站) 才传送信息。在一个 HART 网络中, 两个主站 (主和副) 可以与一个从设备通信。副主站, 如手持终端, 几乎可以连接在网络任何地方, 在不影响主站通信的情况下与任何一个现场设备通信。

(7) Modbus 现场总线

施耐德电气 (Schneider Electric) 已经将 Modbus 所有权转于 Modbus-IDA 非赢利性组织, 该组织建于 2002 年, 致力发展工业通信技术。Modbus 最初由 Modicon 公司于 1979 年开发, Modicon 后并入施耐德自动化 (Schneider Automation)。Modbus 消息帧两种传输模式中 (ASCII 或 RTU), 传输设备已将 Modbus 消息转为有起点和终点的帧, 这就允许接收的设备在消息起始处开始工作, 读地址分配信息, 判断哪一个设备被选中 (广播方式则传给所有设备), 判知何时信息已完成。部分的消息也能侦测到, 并且错误能设置为返回结果。标准的 Modbus 口使用了 RS-232C 兼容串行接口, 它定义了连接口的针脚、电缆、信号位、传输波特率、奇偶校验。控制器能直接或经由 Modem 组网。控制器通信使用主-从技术, 即仅一设备 (主设备) 能初始化传输 (查询), 其他设备 (从设备) 根据主设备查询提供的数据做出相应反应。典型的主设备: 主机和可编程仪表。典型的从设备: 可编程控制器。主设备可单独和从设备通信, 也能以广播方式和所有从设备通信。如果单独通信, 从设备返回一消息作为回应, 如果是以广播方式查询的, 则不做任何回应。Modbus 协议建立了主设备查询的格式: 设备 (或广播) 地址、功能代码、所有要发送的数据、一错误检测域。从设备回应消息也由 Modbus 协议构成, 包括确认要行动的域、任何要返回的数据和一错误检测域。如果在消息接收过程中发生一错误或从设备不能执行其命令, 从设备将建立一错误消息并把它作为回应发送出去。

(8) ASi 现场总线

ASi (actuator sensor interface) 是执行器-传感器-接口的英文缩写, 它是一种用来在控制器 (主站) 和传感器/执行器 (从站) 之间双向交换信息的总线网络, 属于现场总线最底层设备级的监控网络系统。ASi 总线系统由主站、从站和传输系统三部分组成。传输系统又由两芯传输电缆、ASi 电源和数据解耦电路构成。ASi 总线系统为主从结构, 采用请求-应答的访问方式。主站先发出一个请求信号, 信号中包括从站的地址。接到请求的从站会在规定的时间内给予应答, 在任何时间只有 1 个主站和最多 31 个从站进行通信。一般总线的访问方式有两种: 一种是带有令牌传递的多主机访问方式, 另一种是 CSMA/CD 方式, 它带有优先级选择和帧传输过程。而 ASi 的访问方式比较简单, 为了降低从站的费用、提高灵活性, 一方面要在不增加传输周期的条件下尽量包括更多的参数和信息, 另一方面传输周期的时间要能自动调整, 例如系统中只有 6 个从站时, 传输周期为 1ms, 而 31 个从站时周期约为 5ms。如果在网上有短暂的干扰, 主站没有收到从站的应答信号或收到的是错误无效的信号时, 主站可以重发信息而无需重复整个传输周期。ASi 总线的总传输速率为 167Kbps, 若包括所有功能上必要的暂停, 允许的网络传输速率为 53.3Kbps, 从这一点看它的传输效率为 32%, 同其他现场总线系统相比较, 这个数值还是较好的。

第 2 章

现场总线仪表原理

2.1 现场总线仪表的基本组成

现场总线仪表一般由传感器、信号变换、信号控制处理器、存储单元、显示单元和通信控制器组成。由于具有智能处理和实时通信功能，它可以与现场其他设备连接成网络。因此，与常规仪器仪表相比，现场总线仪表具有更强大的功能、更好的适用性和更低的维护成本。

2.1.1 现场总线仪表的结构

现场总线仪表至少有一个专用的嵌入式微处理器系统，它由系统硬件和系统软件组成。新型的现场总线系统不同于以往仪器仪表系统，它的组成和功能更为复杂，在系统结构、数据处理方式和系统的控制方式等方面有了根本性的改变。它在系统编程技术、现场总线接入和嵌入式操作系统等方面将仪表应用的功能进一步扩大，使仪表不仅具有自动化测量、数据处理和模拟人工智能的功能，而且还具备了远程测量、远程下载软件（升级）、组态和硬件重构等功能。现场总线仪表与目前广泛使用的现场仪表相比具有以下特点。

(1) 全数字性 现场总线作为一种数字式通信网络从控制室一直延伸到生产现场，使过去采用点到点式的模拟量信号传输变为多点一线的串行数字式传输。数字传送比模拟信号传送的距离远并且可靠性高。现场总线型变送器的全数字性能使得变送器的结构更加简单，其分辨率、测量速度、稳定性都比较高。

(2) 内嵌控制功能 现场总线型变送器除了保持智能型变送器优良的测量性能外，还增加了运算和控制功能。在每台现场总线型变送器中都内嵌有 PID 控制、逻辑运算、算术运算、累加等模块，用户通过组态软件对这些功能模块进行任意调用，以实现参数的现场控制。由于现场总线型变送器就安装在生产设备附近，使信号传输的距离大大缩短，提高了回路的控制质量，降低了回路的不稳定性。

(3) 真正的互操作性 现场总线通信方式正在向国际化推进，标准化确保了互操作

性的实现。所谓互操作性是指来自不同厂家的设备可以互相通信,并且可以具有在多种不同的环境中完成任务的能力。互操作性使不同厂家的设备可以互相使用,其控制系统的组成是自由的。凡是符合现场总线国际通信标准的现场总线设备,不论是哪一个厂家生产的,都可以互相交换信息。这样,用户就不必围绕着某一家仪表公司选择设备,控制系统构成的自由度大大增加,用户能够以最优的性能/价格比构成符合自己要求的控制系统。

(4) 多变量测量 所谓多变量测量是指一台变送器可以同时测量多个过程变量。由于每台现场总线型变送器内配有多个感测元件,它就可以同时测量多个过程变量,并通过现场总线传输出去。

(5) 高精确度和高抗干扰能力 由于现场总线设备的智能化和数字化,与模拟信号相比,它从根本上提高了测量与控制的精确度,减少了传输误差。同时,由于系统的结构简化,设备与连线减少,现场仪表内部功能加强,减少了信号的往返传输,提高了系统的工作可靠性。此外,由于它的设备标准化,功能模块化,因而还具有设计简单,易于重构等优点。

(6) 高速通信和网络连接 采用双绞线作为串行数据通信总线,把每个测量控制仪表、执行器、PLC和上级计算机连接成网络系统,构成了全分布式的网络控制系统。按现场总线通信协议,位于工业或工程现场的每个嵌入式传感器、测量仪表、控制设备、专用数据存储设备和远程监控计算机都通过一条现场总线在任意单元之间进行高速数据传输与信息交换。

(7) 系统综合成本低 现场总线系统的接线十分简单,一对双绞线或一条电缆上通常可挂接多个仪表,因而电缆、端子、槽盒、桥架的用量大大减少。由于现场总线仪表具有极性自动识别功能,连线设计与接头校对的工作量也大大减少。当需要增加现场总线仪表设备时,无需增设新的电缆,可就近连接在原有的电缆上,既节省了投资,也减少了设计、安装的工作量。

2.1.2 现场总线仪表的硬件结构

现场总线仪表的硬件系统是完成现场总线仪表任务的主要支撑体系。现场总线仪表的硬件系统包括传感器、信号处理、现场总线通信、CPU控制、存储器、数码或液晶显示、控制输出接口和电源等几大模块。图2.1显示了现场总线仪表的一般硬件结构。

各个模块根据自己所执行的功能,在现场总线仪表中处于不同的位置。传感器将测量的

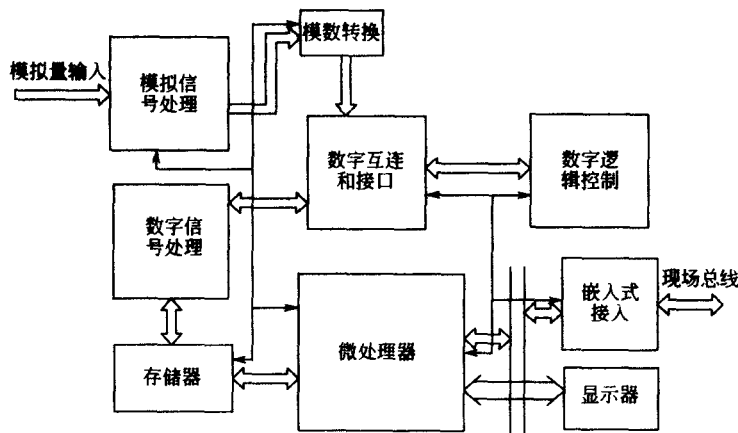


图 2.1 现场总线仪表的一般硬件结构



物理量转换成电流电压信号。模拟/数字信号处理是仪表采集测量数据的处理前端,由传感器传入的信号可能是微弱信号、受过干扰的信号,模拟处理的作用是将这些信号进行放大、滤波处理,再进行模/数转换;数字信号处理器的信号分析处理效率和速度很高,可以进行数字的频谱、滤波等计算。现场总线仪表的控制数据可通过通常的 I/O 和现场总线方式输出,更方便的是用户除了可在现场控制、观察现场总线仪表的运行状态和数据外,还可以通过现场总线在任何现场终端来监控仪表的运行。存储器模块负责存储现场总线仪表的功能程序和仪表运行的测量数据。现场总线仪表硬件存储器分配包括 CPU 芯片资源分配、寄存器分配、RAM 分配、定时器和中断源分配。CPU 控制模块是仪表工作的核心部件,用于处理仪表工作的不同任务,如测量输入和仪表状态数据的显示,控制算法的计算,测量参数的存储通信等。现场总线通信模块将 CPU 传送的数据转换成相应的现场总线传输协议的数据帧,并实时监控现场总线的通信。现场总线通信控制器一般可根据应用环境选择不同的现场总线通信协议(如 HART、PROFIBUS、FF 等)芯片或软件编程实现应用。液晶显示模块将仪表状态数据显示在 LCD 上。电源模块要求能利用单独电源供电和由总线供电,一般要求电压为 9~32V DC;静态电流消耗一般小于 15mA。与一般现场仪表不同,现场总线仪表可以利用一对双绞线供电和传送数据并可进行自动极性判别,使得仪表连接系统非常方便简单。下面以电压电流测量现场总线仪表为例进一步说明现场总线仪表的硬件结构。

现场总线型电量变送器与目前开始广泛使用的电量变送器相比采用了双 CPU 设计。常用现场仪表系统的处理任务简单,往往使用一个 CPU 加一系列外围辅助电路就能达到相应的目标功能。采用双 CPU 可以根据系统的总体功能要求进行合理的分工,各自完成不同的控制和处理功能,可以适当地简化硬件电路和软件资源的分配,设计相对独立,程序的修改和移植也变得容易,从而适用于很多系统。

电压电流测量现场总线仪表采用 80C196 和 80C32 处理器。80C196 专注实现对采集进来的电压、电流信号和频率信号的数字滤波、谐波分析、其他相关参数处理及与 80C32 进行数据交换。80C32 单片机负责与 80C196 交换数据、LED 显示、数据存储、与 PROFIBUS 现场总线协议芯片 SPC3 通信等功能的实现。在现有的各种现场总线标准中,PROFIBUS 总线是一种比较流行的现场总线标准,用于控制系统的 PROFIBUS-DP 现场总线是市场占有率较高的现场总线技术。电压电流测量现场总线仪表采用 PROFIBUS-DP 通信接口,能够连接到 PROFIBUS 现场总线网络控制系统中,从而得到现场总线仪表的重要功能。

(1) 现场总线仪表的微处理器单元 电压电流测量现场总线仪表采用双 CPU 处理技术,配以适当的外围接口电路来完成各项功能。主要包括数据采集单元、数据预处理单元、显示单元、存储单元和 DP 从站接口单元。电压电流测量仪表硬件结构如图 2.2 所示。

8XC196XX 系列单片机是 Intel 公司继 8096BH 之后,推出的系列高性能的 CHMOS16 位单片机。除正常工作外 80C196 还可工作于两种节电方式——待机方式和掉电方式,进一步减少了芯片的功耗。80C196 系列单片机特别适用于实时处理和实时控制的各种自动控制系统。

80C32 单片机提高了系统的实时性,具有以下特点。

- ① 它属于 MCS-51 系列中的 52 子系列,为 8 位的 CPU。
- ② 片内数据存储器(RAM)为 256B。
- ③ 片内无程序存储器(ROM/EPROM)。
- ④ 四个 8 位并行 I/O 接口 P0~P3,每个 I/O 口既可作输入,也可作输出。

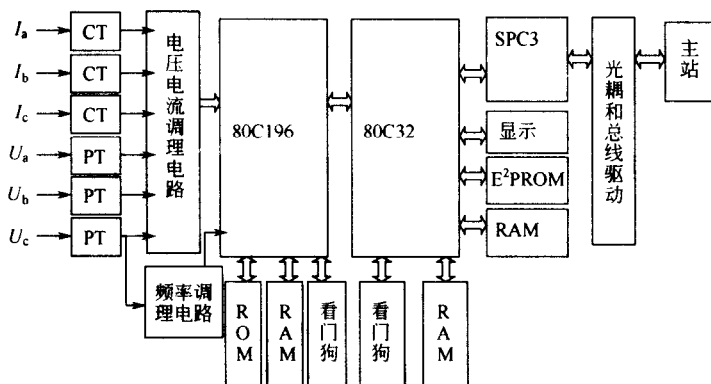


图 2.2 电压电流测量仪表硬件结构

⑤ 三个定时计数器，每个定时/计数器都可以设置成计数方式，用以对外部事件进行计数，也可以设置成定时方式，并可以根据计数或定时的结果实现计算机控制。

⑥ 六个中断源的中断控制系统，即两个外部中断、三个定时中断和一个串行口中断。

⑦ 一个全双工 UART（通用异步接收发送器）的串行 I/O 口，用于实现单片机之间或单片机与微机之间的串行通信。

⑧ 有片内振荡器和时钟产生电路，但石英晶体和微调电容需要外接。最高允许振荡频率为 12MHz。

80C32 单片机丰富的硬件资源可以很好地满足系统的要求。

(2) 现场总线通信模块 通信接口芯片 SPC3 是 PROFIBUS 标准通信芯片。世界上任何采用 PROFIBUS 标准的软、硬件解决方案，原则上都可以在任何微处理器上按协议编程实现，或采用 SPC3 系列芯片实现。在微处理器内部或外部利用异步串行通信接口（UART）即可完成串行通信。但当数据传输速率超过 500Kbp，或需要使用 IEC1158-2 传输技术时，一般使用协议专用芯片。

PROFIBUS-DP 通信接口部分由 SPC3 和 80C32 芯片实现。利用 PROFIBUS 通信芯片及开发包进行。PROFIBUS 现场总线通信接口的开发工具是西门子公司的 Package4 开发软件包，它可以让用户将选件连接到 PROFIBUS-DP 上，进行通信协议级测试。Package4 开发软件包由硬件组件、软件组件和技术支持组成。

硬件组件包括：IM180 主站接口模块、IM183-1 从站接口模块、IM184 从站接口模块及总线连接器、电缆等附件。软件组件包括：COM PROFIBUS 总线系统及 IM180 配置软件、IM183-1 和 IM180 模块固态程序，专用于配置开发软件包的演示软件。开发软件包还有技术支持提供给深层用户，这些技术支持可通过德国 Fuerth 接口中心获得。在该软件包中有 ASICS 协议的 SPC3 芯片是最重要的。

SPC3 协议芯片是 SIEMENS 公司为优化智能 PROFIBUS-DP 从站提供的专用的芯片，集成了 DP 协议中的 MAC 和 FDL 两层，可以承担通信部分的微处理器负载，实现 DP 从站通信处理。SPC3 通过它的 RAM 与微处理器交换数据，微处理器操作 SPC3 芯片就像操作它的外部 RAM。SPC3 的总线接口是个可参数化的同步/异步 8 位接口，适合于 Motorola 和 Intel 的微控制器/处理器。DP 通信的服务存取点由 SPC3 自动建立，各种报文信息呈现在