



铁路信号集中监测系统

原理及应用

张胜平○编 著
周文江○主 审



西南交通大学 出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

铁路信号集中监测系统

原理及应用

张胜平 编 著

周文江 主 审

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

铁路信号集中监测系统原理及应用/ 张胜平编著.
—成都: 西南交通大学出版社, 2013.8
ISBN 978-7-5643-2409-4

I. ①铁… II. ①张… III. ①铁路信号—监测系统
IV. ①U284.91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 141257 号

铁路信号集中监测系统原理及应用

张胜平 编著

责任编辑	李芳芳
助理编辑	宋彦博
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都中铁二局永经堂印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	10
字 数	250 千字
版 次	2013 年 8 月第 1 版
印 次	2013 年 8 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2409-4
定 价	22.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

铁路信号集中监测系统（CSM，Centralized Signaling Monitoring system），其前身是铁路信号微机监测系统。它是保证行车安全、加强信号设备结合部管理、监测铁路信号设备运用质量的重要行车设备。铁路信号集中监测系统是铁路信号设备维护的综合监测平台，经过十多年的建设，已经在全国铁路五千多个车站开通使用，成为铁路信号维护人员现场分析设备故障、发现设备隐患和指导现场维修不可缺少的重要工具。

近年来，随着铁路信号设备的不断发展，原铁道部运输局组织有关专家对铁路信号集中监测的技术条件进行了几次补充修订，相继颁布了 2006 版和 2010 版技术条件，为铁路信号集中监测系统的持续发展奠定了基础。目前，铁路信号集中监测系统已经成为新建、改建车站必须同步装备的信号基础设备。铁道通信信号专业的高职院校学生和铁路运输相关专业技术人员必须熟练掌握铁路信号集中监测系统的知识和设备维护技能。

目前，专门介绍铁路信号集中监测系统的书籍极少，而适合作为高职院校铁道通信信号专业教学用的教材更是稀缺。为了满足高职院校铁道通信信号专业的教学需要，同时也为铁路运输相关专业技术人员和管理干部的学习提供参考，我们编写了这部教材。在编写过程中，我们多次深入铁路现场搜集资料、请教专家，以保证教材的内容紧跟铁路现场的技术发展。本教材力求重点突出、通俗易懂、理论联系实际，充分体现铁路现场应用的新知识、新技术、新设备、新标准，注重对学生职业能力的培养。

本书由辽宁铁道职业技术学院张胜平编著，由沈阳铁路局电务处周文江高级工程师主审。辽宁铁道职业技术学院王爽对书中部分插图进行了绘制。编写过程中，还得到了辽宁铁道职业技术学院有关领导、同事的支持，以及现场有关技术人员的帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促、作者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请读者批评指正。

作 者

2013年7月

目 录

第一章 监测系统概述及技术基础	1
第一节 监测系统发展概况	1
第二节 监测系统监测范围及基本要求	3
第三节 监测系统相关技术基础	4
复习思考题	13
第二章 监测系统体系结构及设备功能	14
第一节 监测系统体系结构及数据流	14
第二节 通信网络技术要求	17
第三节 监测子系统设备配置及功能	19
复习思考题	23
第三章 监测系统具体功能及要求	24
第一节 模拟量监测功能	24
第二节 开关量监测功能	33
第三节 监测系统与其他系统的接口	33
第四节 监测系统的安全要求	41
第五节 监测系统故障报警	43
复习思考题	50
第四章 车站监测设备及采集原理	51
第一节 车站主机	51
第二节 采集设备	57
第三节 监测系统采集方案及原理	67
第四节 TJWX-2006-Ka 车站监测设备	72
第五节 有源应答器监测装置	102

第六节 ZPW2000 监测子系统 104

复习思考题 109

第五章 监测系统的使用及维护管理 110

第一节 站机软件的使用 110

第二节 信号设备故障分析 119

第三节 基于微机监测的嵌入式智能分析系统 143

第四节 信号集中监测系统的管理 146

复习思考题 153

参考资料 154

第一章

监测系统概述及技术基础

铁路信号集中监测系统（CSM）的前身是铁路信号微机监测系统。它是保证行车安全、加强信号设备结合部管理、监测铁路信号设备运用质量的重要行车设备。铁路信号集中监测系统把传感器、现场总线、计算机网络通信、数据库及软件工程等现代最新技术融为一体，通过监测并记录信号设备的主要运行状态，为电务部门掌握设备的当前状态和进行事故分析提供科学依据。同时，系统还具有数据逻辑判断功能，当信号设备工作偏离预定界限或出现异常时，可以及时报警，避免因设备故障或违章操作影响列车的安全、正点运行。铁路信号集中监测系统是铁路装备现代化的重要组成部分。

第一节 监测系统发展概况

一、监测系统发展历程

（一）发展初期

1985年，多家科研单位开始研制信号微机监测系统。由于当时技术、经济条件的限制，微机监测系统技术陈旧、采集精度不高、可靠性差、缺乏统一标准、很少联网，所以一直未能很好发展和利用。

1997年，随着列车的提速，为了规范信号微机监测系统的上道管理，原铁道部科技司和电务局组织成立了由各研制单位组成的联合攻关组，研制了第一代 TJWX 型信号微机监测产品，并且在现场得以应用。正是第一代 TJWX 型信号微机监测设备在现场的应用，使原铁道部和各铁路局对信号微机监测的重要性有了新的认识。原铁道部领导在 2000 年初把信号微机监测系统列为保证铁路运输安全的首要措施，把信号微机监测系统称为电务系统的“黑匣子”，按行车安全设备对待。但是第一代微机监测系统难以满足这样的要求。

首先，第一代 TJWX 信号微机监测系统在现场的实际应用中，各个研制单位根据自身技术优势对该系统进行了不同程度的完善，开发出了形式各异、技术水平参差不齐的微机监测设备，从而造成了微机监测系统制式不一、标准各异、分散使用、不能联网的局面。这使得微机监测系统的作用大大降低。因此，开发出集各家之所长、统一制式、能够全路联网的新型微机监测系统显得尤为重要。

其次，“4·29”“7·9”“10·29”等事故给全路带来了重大损失和惨痛的教训，同时也给信号微机监测系统提出了新的课题。如何准确判断违章操作带来的事故隐患，从而防患于未然，是第一代产品未能解决的问题，也是新一代微机监测系统必备的功能。

（二）推广应用

2000 年，原铁道部汇集了各铁路局及专家的意见，对原《微机监测系统技术条件》提出了修改，进行第二次联合攻关，集中各研制单位的 20 多位技术专家，在 1997 年第一代微机监测系统的基础上，开发了新型的 TJWX-2000 型微机监测系统。TJWX-2000 型微机监测系统以新的技术条件为依据，坚持“五统一”的原则，即统一技术条件，统一软硬件结构，统一联网设备配置，统一采用部定点厂家生产的采集机和设备，统一组织工程实施。

随着大量铁路信号新设备的使用，TJWX-2000 型微机监测系统已不能满足实际需要。特别是实行铁路局直管站段体制和电务段生产力布局调整后，电务部门安全管理难度加大，迫切需提高微机监测系统技术水平，充分发挥其在保证行车安全、加强信号设备结合部管理和信号设备运用状态管理、发现信号设备故障隐患、分析故障和指导维修方面的作用，以提高维护水平和效率，压缩电务故障延时。原铁道部于 2006 年 8 月发布《信号微机监测系统技术条件（暂行）》，对微机监测系统提出了更高的要求。由此，研制了 TJWX-2006 型微机监测系统。

（三）集中、智能化发展

随着高速铁路的快速发展，为适应电务系统对信号设备维护的更高要求，充分发挥监测系统在铁路信号设备维护工作方面的指导作用，加强监测系统数据分析，实现故障预警和故障诊断，推动监测系统向综合化、智能化、信息化方向发展，原铁道部运输局基础部会同科技司、鉴定中心于 2010 年 8 月 6 日~7 日在上海召开了《铁路信号集中监测系统技术条件》审查会，审查通过了《铁路信号集中监测系统技术条件》。

《铁路信号集中监测系统技术条件》对《信号微机监测系统技术条件》进行了完善，说明了铁路信号集中监测系统是信号微机监测系统的升级，明确了铁路信号集中监测系统作为信号设备的综合监测平台。其体系结构在原有的三级四层结构基础上，根据信号设备维修需要，强化了电务段子系统。同时，《铁路信号集中监测系统技术条件》规定了铁路信号集中监测系统应统一规划，统一实施，与联锁、闭塞、列控、TDCS/CTC 等系统同步设计、施工、调试、验收及开通。

随着科学技术的不断发展与进步，我国铁路及城市轨道交通现代化建设正朝着网络化、自动化、数字化、综合化和智能化（简称“五化”）的方向发展。为此，铁路信号集中监测系统正在向集设备监控、诊断与维护、生产决策和辅助运营管理等功能于一体的综合化、智能化信息平台发展，来提高整个铁路线路及轨道交通线路的运营和管理效率，设备和系统的使用效率和诊断维护能力，车站防灾、消灾监控和指挥决策能力。

二、发展监测系统的必要性

发展信号集中监测系统，是铁路运输生产的需要，是铁路信号技术自身发展的需要，是信号设备维修改革的需要。信号微机监测系统的发展，对于进一步提高信号设备的安全可靠性、强化结合部管理、改善和优化现场维修工作具有划时代的意义。

① 系统能全天候监测信号设备的运行状态，测定电气性能的偏离界限，及时发现故障隐患，使信号设备具有了自诊断功能，有效地避免因信号设备故障而产生的行车事故。

② 系统运用计算机技术，通过逻辑判断，有利于捕捉瞬间故障和间歇故障，有利于分析故障，分清责任。

③ 系统能够监督信号设备工作状态和变化趋势，是推行信号设备状态修的技术基础，为维修决策提供科学依据。

④ 系统通过联网，将各站信号设备运行信息传送到车间、电务段、铁路局、铁道部，便于指导维修工作，加强生产指挥，实现科学管理。

第二节 监测系统监测范围及基本要求

一、监测系统的监测范围

监测系统是信号设备的综合集中监测平台，其监测范围包括联锁、闭塞、列控、TDCS/CTC、驼峰、电源屏、计轴等信号系统和设备，同时还包括与防灾、环境监测等其他系统接口监测。

对于计算机联锁、列控中心、TDCS/CTC、智能电源屏、ZPW2000、有源应答器、计轴等具有自诊断功能的信号设备，其接口方式、信息内容、采集精度、实时性须符合《铁路信号集中监测系统技术条件》要求。监测系统通过数据接口获取所需的信息。监测系统预留与RBC、TSRS等系统接口。

二、监测系统的基本要求

为适应电务系统对信号设备维护的更高要求，充分发挥监测系统在铁路信号设备维护工作方面的指导作用，加强监测系统数据分析，实现故障预警和故障诊断，监测系统应符合以下基本要求。

① 对于新建铁路线路，监测系统应统一规划，统一实施，与联锁、闭塞、列控、TDCS/CTC、驼峰等系统同步设计、施工、调试、验收及开通。基建、大修、更改工程，必须同步装备监测系统。

② 监测系统应采用成熟可靠的技术手段，实现信号设备运用过程的动态实时监测、数据记录、统计分析。

③ 监测系统应能监测信号设备的主要电气特性和转辙设备机械特性，当偏离预定界限或不能正常工作时应及时预警或报警。监测系统应能及时记录监测对象的异常状况，具备预警分析和故障诊断功能。监测系统应能监督、记录信号设备与电力、车务、工务等结合部的有关状态。

④ 监测系统必须采用良好的隔离措施，不得影响被监测设备的正常工作。监测系统应具备抗电气化干扰能力，确保在电气化区段能正常工作。

⑤ 监测系统应采用模块化、网络化结构，可分散、集中设置，以适应不同站场的要求。监测系统应具有统一的人机界面，操作简单，易于维护，具备一定的自诊断功能。

⑥ 监测系统的采集传感器经过标准计量器具校核后，应保证 1 年内其各项测试精度指标满足《铁路信号集中监测系统技术条件》的要求。

⑦ 监测系统应采用统一接口、标准协议，能实现全路互联互通。监测系统网络应采用冗余技术、可靠性技术和网络安全技术，确保网络与信息安全。监测系统与其他专业系统信息交换时，应采用可靠的网络安全隔离技术，确保监测系统的网络安全。

⑧ 监测系统应具有统一的时钟校核功能，确保系统中各个节点的时钟统一。

第三节 监测系统相关技术基础

一、开关量与模拟量

开关量指只有两种状态，在时间上和数值上断续变化的物理量，如开关的导通和断开，继电器接点的闭合和断开，道岔的定位与反位。

模拟量指自然界大量出现的，在时间上和数值上均连续变化的物理量，如压力、重量、温度、密度、流量、转速、位移、电压、电流等。

对于控制系统来说，由于 CPU 的工作是基于二进制的，数据的每位有“0”和“1”两种状态，因此，开关量只要用 CPU 内部的一位即可表示，比如，用“0”表示开，用“1”表示关。而模拟量则根据精度，通常需要 8~16 位才能表示一个模拟量。最常见的模拟量是 12 位的，即精度为 2^{-12} ，最高精度约为万分之二点五。在实际的控制系统中，模拟量的精度还要受 D/A 转换器和仪表的精度限制，通常不可能达到这么高。

二、电量隔离传感器

（一）电量隔离传感器的作用

传感器是一种检测装置，能感受被测量，并将其按一定规律变换成电信号或其他所需形式的信号输出，以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。它通常由敏感元件和转换元件组成，是实现自动检测和自动控制的首要环节。

电量隔离传感器是针对工程中的电量检测（监测），为提高系统的整体抗干扰能力而研制

开发的一种小体积、高性能的电量测试部件（产品）。

电量隔离传感器可以对现场的大电流、高电压、功率、频率、相角、电度等电参量进行隔离测量和变换，也可以对各种微弱信号（如各种桥路信号）进行隔离放大和变换，将其调理后，变换成符合国际通用标准的电压、电流、频率等模拟信号或变换成数字量、开关量状态等信号输出。这些输出信号可以和传统的指针式仪表相接，也可与现代的数字式自控仪表、各种 A/D 转换器以及计算机系统直接配接，从而形成一个高可靠的工业检测（监测）或控制系统。

由于电量隔离传感器在实际应用中不需要用户做二次开发工作，高电压或大电流信号直接接入器件（通过端子、插针输入或穿孔方式输入），就可以得到相应的输出信号，因此，电量隔离传感器作为信号调理、隔离和变换功能模块，是工业控制和数据采集系统中比较理想的变送器产品。铁路信号集中监测系统中使用了大量电量隔离传感器，用来采集电信号。

（二）电量隔离传感器的工作原理

由于电量隔离传感器的检测对象主要是电流和电压信号，所以下面主要介绍电流和电压信号的检测原理。

1. 交流信号检测原理

交流信号又分为交流电压和交流电流信号。图 1.3.1 和图 1.3.2 所示分别为交流电流和交流电压信号的检测原理框图，由 CT 和 PT 对信号进行隔离。电流为穿孔输入方式，电压为端子接线输入方式。

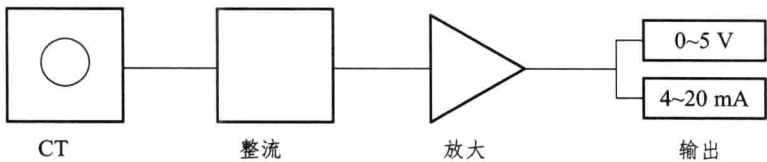


图 1.3.1 交流电流信号的检测原理框图

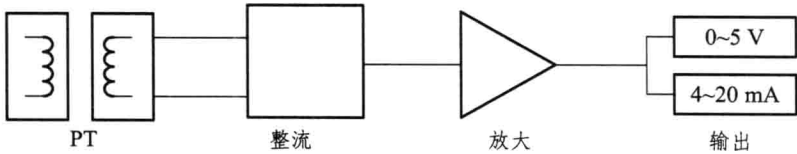


图 1.3.2 交流电压信号的检测原理框图

其中，CT 为传统的电流互感器，PT 为电压互感器，输出一般为 $0 \sim 5 \text{ V}$ 或 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 。

2. 直流信号检测原理

直流信号分为直流电压和直流电流信号。直流信号检测原理框图如图 1.3.3 所示。直流电流一般是通过电阻取样，直流电压一般用电阻降压处理，由一个隔离电源向前置放大器供电。

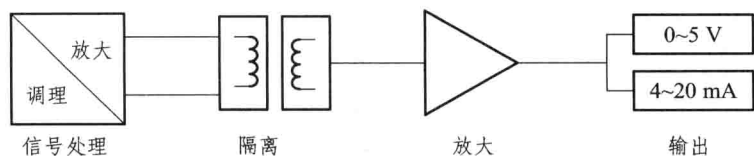


图 1.3.3 直流信号检测原理框图

由图 1.3.1 ~ 1.3.3 可以看出，不论是交流信号还是直流信号，输入与输出都是完全隔离的。一般情况下，现场输入信号都是大电流或高电压，这样电量隔离传感器就可以把现场信号与低压数据采集系统完全隔离，避免系统受到强信号的干扰，从而提高系统的可靠性。

(三) 数字式电量隔离传感器

图 1.3.4 所示为一种交流信号数字式电量隔离传感器的结构框图，它由互感器、数据处理、接口、T/V 变换和输出等部分组成。

互感器有电流互感器和电压互感器两种。电流互感器一般为穿孔方式，电压互感器在其原边一般需要加限流电阻。

数据处理部分是数字式电量隔离传感器的核心，目前一般都选用带 A/D 转换器的单片机，电路简单，如 PIC16C74，MSP430 或 ADCUC812 等。如果选 ADUC812 单片机，则可以直接输出 0 ~ 5 V 电压信号，因为其内部包含有两个 12 位的 D/A 转换器。

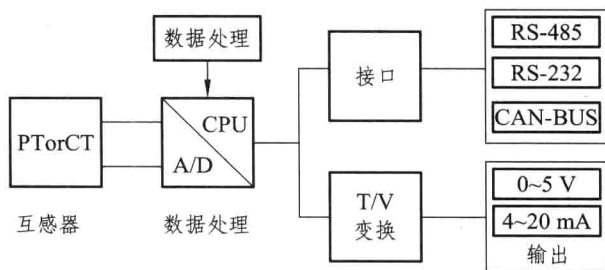


图 1.3.4 交流信号数字式电量隔离传感器的组合框图

接口部分是数字信号输出的变换电路，目前广泛采用的是 RS-485 总线接口。最常用的接口芯片为 ADM483，它可以最多挂接 32 个节点。当然现在也有许多其他类似芯片。RS-232 接口一般有两种方式实现，一种是在 RS-485 网络总线上加一个 RS-485/RS-232 转换器，另一种是直接把 RS-232 接口芯片放在产品中。后一种的缺点是产品的应用将受到限制，不能组成网络结构，只能点对点通信。CAN-BUS 是目前发展较快的一种总线，其优点是传输距离远，可以达到 10 km，不会出现总线冲突，多主工作方式，通信协议通用性好，当然其成本较高。

T/V 变换是为了兼容模拟信号采集输入系统。目前一般是采用 PWM 方式输出，再经过 T/V 变换，输出 0 ~ 5 V 或 4 ~ 20 mA 模拟信号。

软件主要包含三个功能模块：数据采集、数据处理和通信协议。其中数据采集主要读取 A/D 转换结果，由于单片机自带 A/D，因此程序比较简单。数据处理主要完成交流变直流的运算。通信协议一般由用户选定，如 MODBUS 协议、ASCII 格式等。

由于数字式电量隔离传感器可以直接输出数字量，对于许多应用系统可以省去 A/D 采集模块，所以可以降低系统成本。因此，电量隔离传感器的数字化，不仅可以提高产品稳定性，还可以使用户进一步降低成本。

（四）霍尔传感器

铁路信号集中监测系统中一般用霍尔元件替代前面所述的电流互感器。应用霍尔感应原理能隔离主回路和测试电路的检测元件。它克服了传统的检测元件互感器（一般只适用于交流测量）和分流器（无法进行隔离测量）的不足，既可以检测交流也可以检测直流，甚至可以检测瞬态峰值。

应用霍尔感应原理制成的传感器称为霍尔传感器。它一般有以下两种工作方式：

① 直测式。当电流通过一根长导线时，在导线周围将产生一磁场，这一磁场的强度与流过导线的电流大小成正比，它可以通过磁芯聚集感应到霍尔器件上并使其有一信号，这一信号经功率放大器放大后直接输出。

② 磁平衡式。磁平衡式电流传感器也称补偿式传感器，即主回路被测电流 I_p 在聚磁环处所产生的磁场通过一个次级线圈电流所产生的磁场进行补偿，从而使霍尔器件处于检测零磁通的工作状态。

三、监测系统的信息传输总线

通过采集并记录信号设备的主要运行状态，铁路信号集中监测系统为各级电务人员提供大量的监测数据，信息传输贯穿整个系统的工作过程。信息传输的速度和质量将直接影响监测系统指导铁路信号设备的维护工作。下面简要介绍监测系统常用的几种信息传输总线。

（一）串行通信总线

总线是一组能被多个部件分时共享的公共信息传送线路，即系统之间、模块之间、芯片内部用来传递信息的信号线的集合。分时和共享是总线的两个主要特征。共享是指总线上可以连接多个部件，各个部件之间相互交换的信息都可以通过总线来传送。分时是指同一时刻总线上只能传送一个部件的信息。

通信总线也称外总线，用来实现计算机系统之间或计算机系统与其他系统（如仪器、仪表、控制装置）之间的信息传输。它往往借用电子工业已有的总线标准。通信总线有并行通信总线和串行通信总线两类。

串行总线即在信息传输过程中，每次传送一个比特（1 bit）的信息。串行总线传输速度低，使用的电缆少，且抗干扰能力强，一般用于较远距离的数据传输。常用的串行通信总线有 RS-232C、RS-422、RS-485 总线等。

1. RS-232C 总线

RS-232C 是美国电子工业协会（EIA，Electronic Industry Association）制定的一种串行物理接口标准。RS 是英文“推荐标准”的缩写，232 为标识号，C 表示修改次数。完整的 RS-232C 接口有 25 根线，采用 25 芯的插头插座，RS-232C 另一种常用的插头是 9 芯插座。RS-232C 总线包括一个主通道和一个辅助通道。RS-232C 标准规定，驱动器允许有 2 500 pF 的电容负载，通信距离将受此电容限制。例如，采用 150 pF/m 的通信电缆时，最大通信距离为 15 m；若每米电缆的电容量减小，通信距离可以增加。传输距离短的另一原因是 RS-232 属单端信

号传送,存在共地噪声和不能抑制共模干扰等问题,因此一般用于 20 m 以内的通信。RS-232C 传输速率低,不超过 20 kbps。

2. RS-422 总线

RS-422A 标准是 EIA 公布的《平衡电压数字接口电路的电气特性》标准。RS-422A 与 RS-232C 的关键不同在于把单端输入改为双端差分输入,信号地不再公用,双方的信号地也不再接在一起。RS-422 总线是一种平衡方式传输的总线,即双端发送和双端接收,差模传输。这种方式抗干扰能力强,它的最大传输速率可达 10 Mbps(15 m),最大传输距离能达 1 200 m(90 kbps)。其连接器采用 9 插针方案。

3. RS-485 总线

RS-485 总线同 RS-422 总线传输方式相同,它与 RS-422 总线兼容且扩展了 RS-422 总线的功能。两者主要区别在于 RS-422 总线只允许电路中有一个发送器,而 RS-485 总线允许电路中有多个发送器,且一个发送器驱动多个负载设备,允许 32 台驱动器和 32 台接收器并联。RS-485 总线广泛应用于铁路信号集中监测系统中。

4. Modbus 协议

Modbus 协议是应用于电子控制器上的一种通用语言。通过此协议,控制器相互之间、控制器经由网络(如以太网)和其他设备之间可以通信。它已经成为一通用工业标准,有了它,不同厂商生产的控制设备可以连成工业网络,进行集中监控。

此协议定义了一个控制器能认识和使用消息结构,而不管它们是经过何种网络进行通信的。它描述了一控制器请求访问其他设备的过程,如何回应来自其他设备的请求,以及如何侦测错误并记录。它制定了消息域格局和内容的公共格式。

当在一 Modbus 网络上通信时,此协议决定了每个控制器必须知道它们的设备地址,识别按地址发来的消息,决定要产生何种行动。如果需要回应,控制器将生成反馈信息并用 Modbus 协议发出。在其他网络上,包含了 Modbus 协议的消息转换为在此网络上使用的帧或包结构。这种转换也扩展了根据具体的网络解决节地址、路由路径及错误检测的方法。

Modbus 的几个特点:

① 标准、开放,用户可以免费、放心地使用 Modbus 协议,不需要交纳许可证费,也不会侵犯知识产权。

② Modbus 可以支持多种电气接口,如 RS-232, RS-485 等,还可以在各种介质上传送,如双绞线、光纤、无线等。

③ Modbus 的帧格式简单、紧凑,通俗易懂,使得用户使用容易,厂商开发简单。

(二) 现场总线

现场总线是以测量控制设备作为网络节点,以双绞线等传输介质作为纽带,把位于生产现场、具备了数字计算和数字通信能力的测量控制设备连接成网络系统,按照公开、规范的网络协议,在多个测量控制设备之间以及现场设备与远程监控计算机之间,实现数据传输与信息交换,形成适应各种应用需要的自动控制系统。

CAN (Controller Area Network) 即控制器局域网, 可以归属于工业现场总线的范畴, 是目前国际上应用最广泛的开放式现场总线之一, 如图 1.3.5 所示。

与一般的通信总线相比, CAN 总线的数据通信具有突出的可靠性、实时性和灵活性。它在汽车领域的应用最为广泛, 世界上一些著名的汽车制造厂商采用 CAN 总线来实现汽车内部控制系统与各检测和执行机构间的数据通信。由于 CAN 总线的特点, 其应用范围可从高速网络到低成本的多线路网络。铁路信号集中监测系统中采集机与站机之间采用这种连接方式。

CAN 总线的位速率可高达 1 Mbps。在微机监测系统中, CAN 总线的位速率设置为 250 kbps, 在此速率下, CAN 总线的长度可达 270 m。CAN 总线传输介质可以是双绞线、同轴电缆。CAN 总线适合在大数据量短距离通信或长距离小数据量通信, 实时性要求比较高, 多主从或者各个节点平等的现场中使用。

CAN 总线数据通信是基于报文的方式进行数据传输。在微机监测系统的底层网络中, CAN 总线卡为报文中心 (邮局), 采集设备的功能类似于信箱。

上位机 (站机) 向采集设备发送数据时, 先将报文传送到 CAN 总线卡, CAN 总线卡根据报文地址分发到下面的采集设备。采集设备向上位机发送数据时, 直接将报文发送到 CAN 总线卡, 然后 CAN 总线卡将报文传送到上位机进行处理。

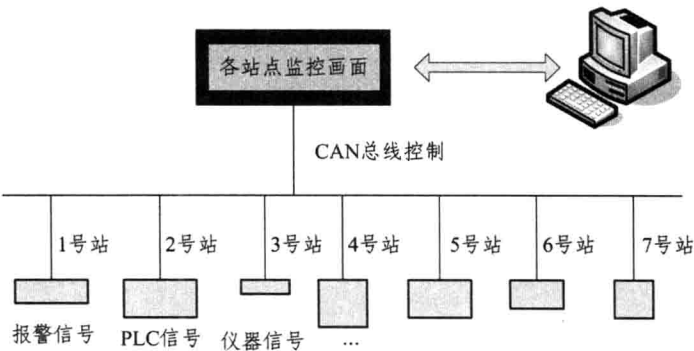


图 1.3.5 CAN 总线

四、计算机网络基础

计算机网络是把分布在不同地点, 并具有独立功能的多个计算机系统通信设备和线路连接起来, 在功能完善的网络软件和协议的管理下, 以实现网络中资源共享为目标的系统。

(一) 计算机网络的主要功能

1. 资源共享

① 硬件资源: 包括各种类型的计算机、大容量存储设备、计算机外部设备, 如彩色打印机、静电绘图仪等。

② 软件资源: 包括各种应用软件、工具软件、系统开发所用的支撑软件、语言处理程序、数据库管理系统等。

③ 数据资源：包括数据库文件、数据库、办公文档资料、企业生产报表等。

④ 信道资源：通信信道可以理解为电信号的传输介质。通信信道的共享是计算机网络中最重要的共享资源之一。

2. 网络通信

通信通道可以传输各种类型的信息，包括数据信息和图形、图像、声音、视频流等各种多媒体信息。

3. 分布处理

分布处理是把要处理的任务分散到各个计算机上运行，而不是集中在一台大型计算机上。这样不仅可以降低软件设计的复杂性，还可以大大提高工作效率和降低成本。

4. 集中管理

对于地理位置分散的组织和部门，可通过计算机网络来实现集中管理，如数据库情报检索系统、交通运输部门的订票系统、军事指挥系统等。

5. 均衡负荷

当网络中某台计算机的任务负荷太重时，通过网络和应用程序的控制和管理，将作业分散到网络中的其他计算机中，由多台计算机共同完成。

(二) 计算机网络的结构组成

一个完整的计算机网络系统由网络硬件和网络软件组成。网络硬件是计算机网络系统的物理实现，网络软件是网络系统中的技术支持。两者相互作用，共同完成网络功能。

1. 网络硬件系统

计算机网络硬件系统由使用网络的计算机终端设备和服务器以及负责传输数据的网络传输介质和网络设备组成，如图 1.3.6 所示。

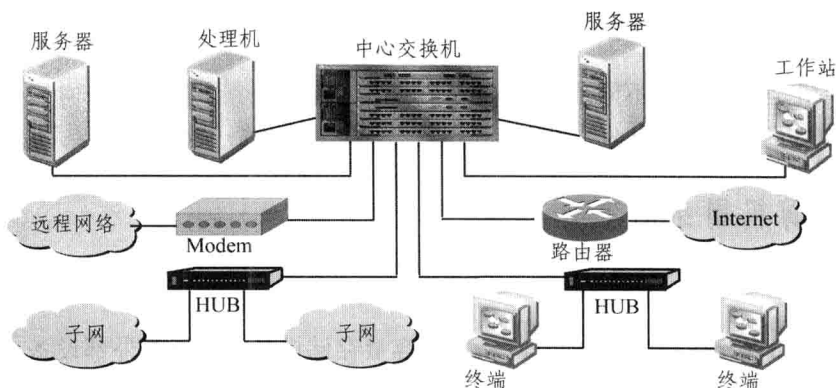


图 1.3.6 计算机网络硬件系统组成

(1) 网络终端与服务器

网络终端也称网络工作站,是使用网络的计算机、网络打印机等。在客户/服务器网络中,客户机指网络终端。

网络服务器是被网络终端访问的计算机系统,通常是一台高性能的计算机。例如,大型机、小型机、UNIX 工作站和服务器 PC 机,安装上服务器软件后构成网络服务器,分别被称为大型机服务器、小型机服务器、UNIX 工作站服务器和 PC 机服务器。

网络服务器是计算机网络的核心设备,网络中可共享的资源,如数据库、大容量磁盘、外部设备和多媒体节目等,通过服务器提供给网络终端。服务器按照可提供的服务,可分为文件服务器、数据库服务器、打印服务器、Web 服务器、电子邮件服务器、代理服务器等。

(2) 网络交换设备

网络交换设备是把计算机连接在一起的基本网络设备。计算机之间的数据通过交换机转发。因此,计算机要连接到局域网络中,必须首先连接到交换机上。不同种类的网络使用不同的交换机。常见的交换机有:以太网交换机、ATM 交换机、帧中继网的帧中继交换机、令牌网交换机、FDDI 交换机等。

(3) 网络互联设备

网络互联设备主要是指路由器。路由器是应用于不同网段或不同网络之间的设备,属于网际设备。路由器不是一个纯硬件设备,而是有相当丰富路由协议支持的设备,如 RIP 协议、OSPF 协议、EIGRP、IPV6 协议等。这些路由协议就是用来实现不同网段或网络之间的相互“理解”。路由器的主要功能就是选择到达目标主机的最佳路径,并沿该路径传送数据包。

协议转换器是一种网络接入设备,能使处于通信网上采用不同高层协议的主机仍然互相合作,完成各种分布式应用,也就是用于构架网络连接,将一种协议转换为另一种协议。现有的协议转换器主要分为 E1/以太网系列和 E1/V.35 系列。它将以太网信号或 V.35 信号转换为 E1 信号,以 E1 信号形式在同步/准同步数字网上进行长距离传输。其主要目的是延长以太网信号和 V.35 信号的传输距离。

在广域网与局域网中,调制解调器也是一个重要的设备。调制解调器用于将数字信号调制成频率带宽更窄的信号,以便适应广域网的频率带宽。最常见的是使用电话网络或有线电视网络接入互联网。

中继器是一个延长网络电缆和光缆的设备,对衰减了的信号起再生作用。

(4) 网络传输介质

主要的网络传输介质有四种:双绞线电缆、光纤、微波、同轴电缆。

在局域网中的主要传输介质是双绞线,这是一种不同于电话线的 8 芯电缆,具有传输 1 000 Mbps 信号的能力。光纤在局域网中多承担干线部分的数据传输。使用微波的无线局域网由于其灵活性而逐渐普及。早期的局域网中使用网络同轴电缆,从 1995 年开始,网络同轴电缆被逐渐淘汰,已经不在局域网中使用了。由于 Cable Modem 的使用,电视同轴电缆还在充当 Internet 连接的一种传输介质。