

电气化铁路职工技能培训丛书

牵引供电 综合自动化技术

主编 • 柳明宇 毛克胜 李西岐

主审 • 孟志强 王修文



**QIANYIN GONGDIAN
ZONGHE ZIDONGHUA JISHU**

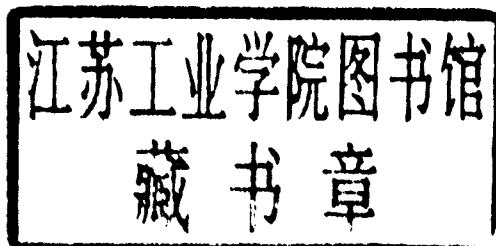


西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

电气化铁路职工技能培训丛书

牵引供电综合自动化技术

主编 柳明宇 毛克胜 李西岐
主审 孟志强 王修文



西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书系统地介绍了我国电气化铁路牵引供电综合自动化技术的发展、系统构成、功能及原理,着重对综合自动化技术在目前铁路牵引变电所和电力配电所的运用情况、安全技术要求及故障处理技术进行了阐述。全书内容包括牵引供电综合自动化系统、供电调度自动化系统、牵引变电所综合自动化系统、电力及配电综合自动化系统的运用、故障检测与处理。

本书主要作为从事电气化铁路及电力、供电综合自动化系统的干部、技术人员、工人的工具书及培训教材,也可供高等院校相关专业作教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

牵引供电综合自动化技术 / 柳明宇, 毛克胜, 李西岐
主编. — 成都: 西南交通大学出版社, 2007.10
(电气化铁路职工技能培训丛书)
ISBN 978-7-81104-688-5

I. 牵… II. ①柳…②毛…③李… III. 电力牵引—供电—
自动化技术—技术培训—教材 IV. TM922.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 115574 号

电气化铁路职工技能培训丛书

牵引供电综合自动化技术

主编 柳明宇 毛克胜 李西岐

*

责任编辑 黄淑文

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 14

字数: 350 千字 印数: 1—3 500 册

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-81104-688-5

定价: 28.00 元

图书如有印装问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

我国电气化铁路近几年有了飞速发展,牵引供电系统又是电气化铁路最重要的组成部分,由于综合自动化技术在牵引供电系统及电力系统的广泛应用,使得牵引变电所及电力配电所在设备应用管理方面得到了大幅度提升,但至今尚缺乏面向铁路供电的有针对性且较系统的培训教材。为使广大技术管理人员和现场工人得到系统化培训,较好地掌握和运用综合自动化技术,确保电气化铁路供电的安全可靠性,作者本着科学与规范性、创新与实用性的原则,循迹我国电气化铁路综合自动化系统的发展历程,参照高校教材体例及国内本系统最具代表性厂家的技术介绍,结合现场综合自动化技术的运用情况,编写了《牵引供电综合自动化技术》一书。

本书系统地介绍了我国电气化铁路牵引供电综合自动化和铁路供电综合自动化技术的发展、系统构成、功能及原理,着重对综合自动化技术在目前铁路牵引变电所和电力配电所的运用情况、安全技术要求及故障处理技术进行了阐述。全书内容包括牵引供电综合自动化系统、供电调度自动化系统、牵引变电所综合自动化系统、电力及配电综合自动化系统的运用、故障检测与处理。

本书由柳明宇、毛克胜、李西岐主编,由孟志强、王修文主审。参与该书编写的人员还有:雷杭州、张学政、赵立峰、张晓宇、潘延安、唐伟、付剑侠、张渝立、詹勇、赵海东、耿运转、张鸿斌、聂义军、范选朝、李蔚。在编写过程中得到了郑州铁路局洛阳供电段、成都交大许继有限责任公司、西南交通大学出版社、西安铁路局建管处等单位的大力协助,在此一并表示感谢。

作 者

2007 年 3 月

目 录

第一章 牵引供电综合自动化系统.....	1
第一节 概 述.....	1
第二节 数字通信.....	5
第三节 铁路供电自动化系统通信解决方案.....	28
第四节 负荷开关无线监控装置.....	32
第五节 供电段复示终端设备.....	37
第二章 供电调度自动化系统.....	39
第一节 概 述.....	39
第二节 远动系统的基本知识.....	41
第三节 远动通信规约.....	48
第四节 国内引进远动系统简介.....	51
第五节 新一代调度自动化系统的结构和特点.....	61
第六节 陇海线郑宝段国产化改造工程.....	62
第七节 远动系统设备工作条件.....	104
第八节 远动系统基本技术指标.....	105
第九节 远动系统试验.....	105
第十节 远动数据通道.....	108
第十一节 新型牵引供电调度系统简介.....	109
第三章 牵引变电所综合自动化系统.....	117
第一节 概 述.....	117
第二节 分层分布式变电所自动化系统.....	118
第三节 集中式变电所自动化系统.....	122
第四节 陇海线被控站设备构成.....	126
第五节 SC-9603 RTU 设备的组成.....	128
第六节 变电所综合自动化系统.....	132
第七节 TA-21 型牵引供电综合自动化系统简介.....	137
第八节 在线监测装置.....	144
第四章 电力、配电综合自动化系统.....	153
第一节 铁路电力系统基础知识.....	153
第二节 铁路电力自动化系统基本内容.....	155
第三节 铁路电力调度自动化主站系统.....	158

第四节 变/配电所自动化系统.....	169
第五节 PM1000 变电所综合自动化系统简介.....	172
第六节 铁路电力线路自动化技术.....	189
第五章 故障检测及处理.....	205
第一节 远动通道故障.....	205
第二节 调度端常见故障及处理	208
第三节 综合自动化系统的试验和检修	210
第四节 RTU 单元的组成及日常维护和注意事项.....	212
第五节 遥视系统常见故障分析及处理	215
第六节 电磁干扰及其处理	216
参考文献	218

第一章 牵引供电综合自动化系统

第一节 概 述

牵引供电综合自动化系统是利用计算机技术、网络通信技术、控制及继电保护原理，实现对电气化铁路牵引供/变配电系统、接触网、电力系统运行过程的故障保护、远程及当地控制、正常及故障信息监视、数据采集的一种综合性的自动化系统。它是为运营指挥调度人员、维护/维修人员提供正常设备系统运行监视、例行检查检修、系统故障分析判断及处理、运营决策的辅助综合智能系统。

一、牵引供电综合自动化系统的组成

一般认为牵引供电综合自动化系统的构成框图如图 1.1 所示，其具体构成如图 1.2 所示。

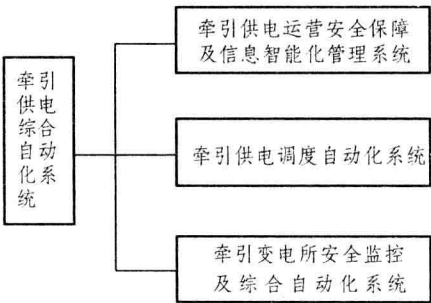


图 1.1 牵引供电综合自动化系统的构成框图

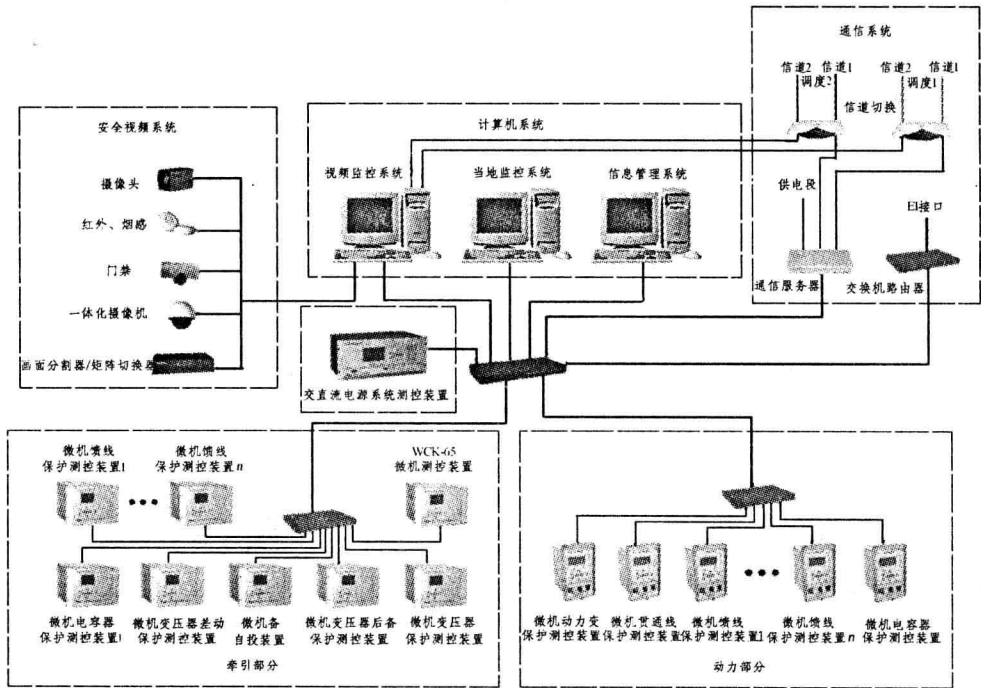
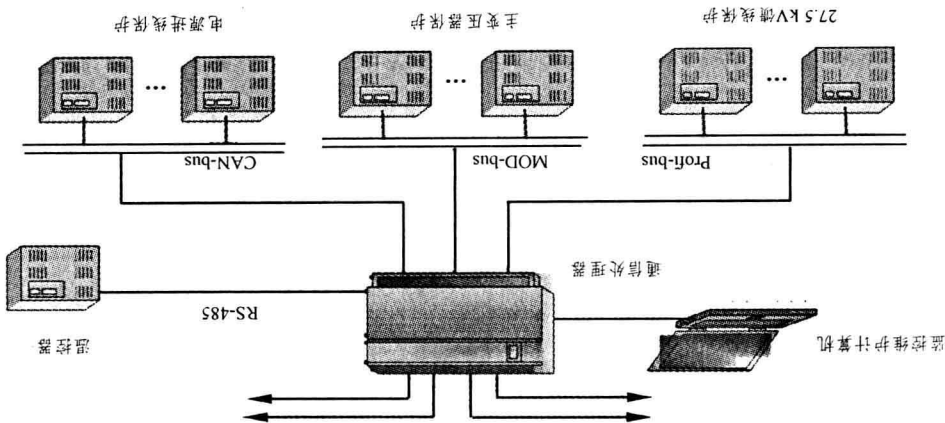


图 1.2 牵引供电综合自动化系统的具体构成示意图

图 1.4 信息收集和执子系统的构成示意图



成如图 1.4 所示。

信息，系统的运行状态信息（电压、电流、功率、开关状态等），以及温度、湿度等。其构

的实时信息，并根据传输协议向调度端提供各种监视、分析和控制牵引供电系统所需要的

(4) 信息收集和执子系统 该子系统的功能是在变电所收集各种表征电力系统运行

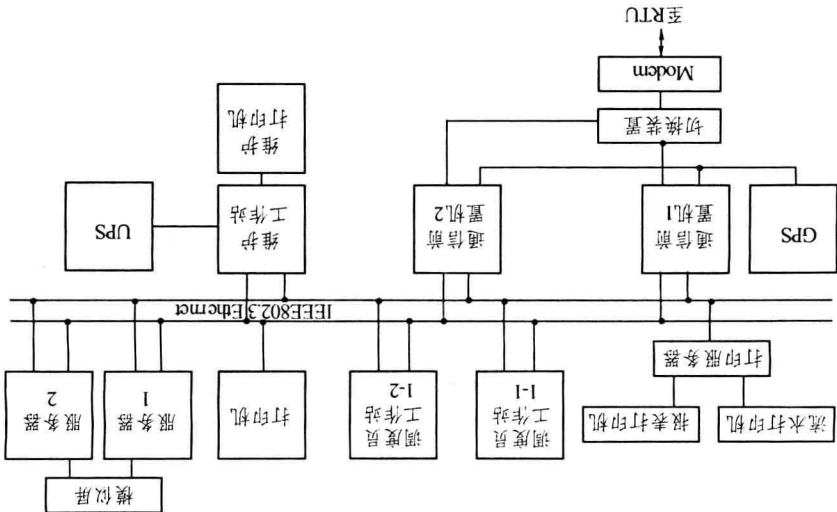
等几种通信方式。目前，光纤通信为主、数字微波通信为辅是电力通信主干网的发展方向。

(3) 信息传输子系统 信息传输子系统主要有电力载波通信、数字微波通信、光纤通信

(2) 信息处理子系统 该系统主要完成实时信息处理、存储、打印等功能，并在调度

员工作站以友好的人机界面显示。

图 1.3 人机联系子系统的构成示意图



音响报警系统、打印绘图系统。人机联系子系统的构成如图 1.3 所示。

行实时状态及分析，完成远方操作。包括：模拟盘（大屏幕显示器）、图形显示器、控制台、

(1) 人机联系子系统 通过人机联系子系统，为调度员提供完整的牵引供电系统设备运

牵引供电综合自动化系统可分为四个子系统：

二、牵引供电综合自动化系统的运用模式

按用户需要、值班方式和保护测控装置的布置方式不同，牵引供电综合自动化系统有以下几种运用模式。

1. 分散式无人值守模式

在该模式下，保护与测控装置“下放”至一次设备处，同时牵引变电所采用无人值守的模式，系统主要配备视频监控单元、自动灭火单元、分散式保护测控单元、当地监控单元。其系统配置如图 1.5 所示。

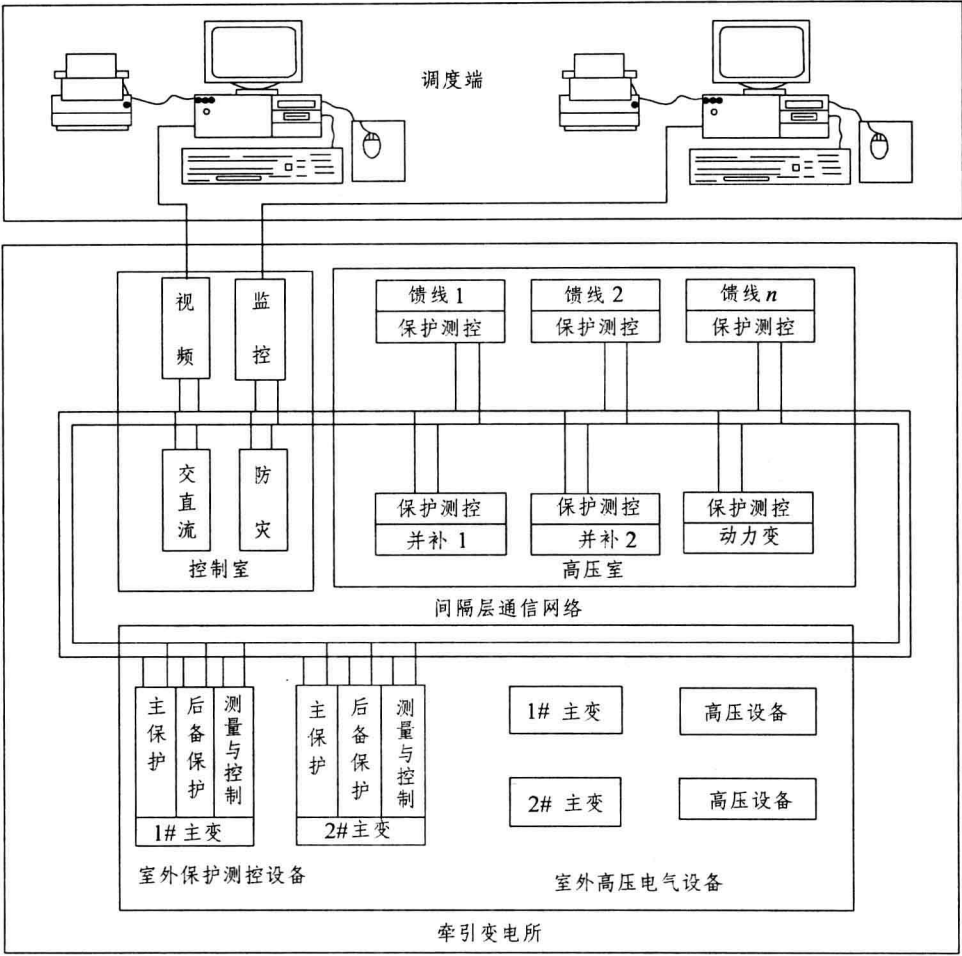


图 1.5 分散式无人值守综合自动化系统配置图

2. 集中式有人值守模式

在该模式下，保护与测控装置集中在控制室组盘，同时牵引变电所采用有人值守的模式，系统主要配置集中式保护测控单元、当地监控单元、手动选线控制、中央信号、显示表计。其系统配置如图 1.6 所示。

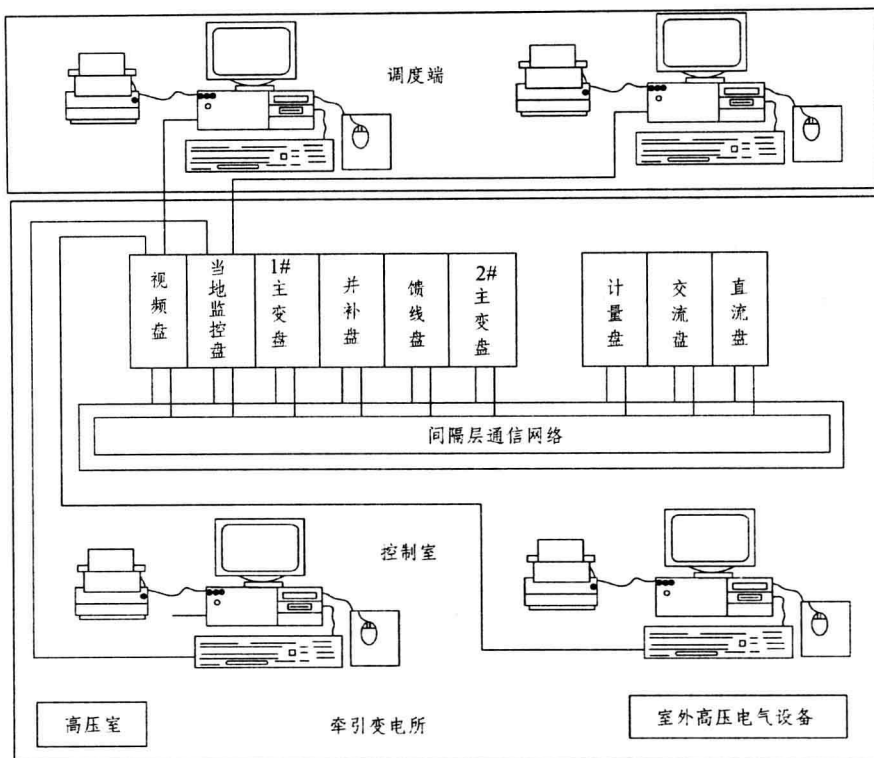


图 1.6 集中式有人值守综合自动化系统配置图

3. 集中式无人值守模式

在该模式下，保护与测控装置集中在控制室组盘，同时牵引变电所采用无人值守，系统主要配备视频监控单元、自动灭火单元、集中式保护测控单元、手动选线控制，其系统配置如图 1.7 所示。

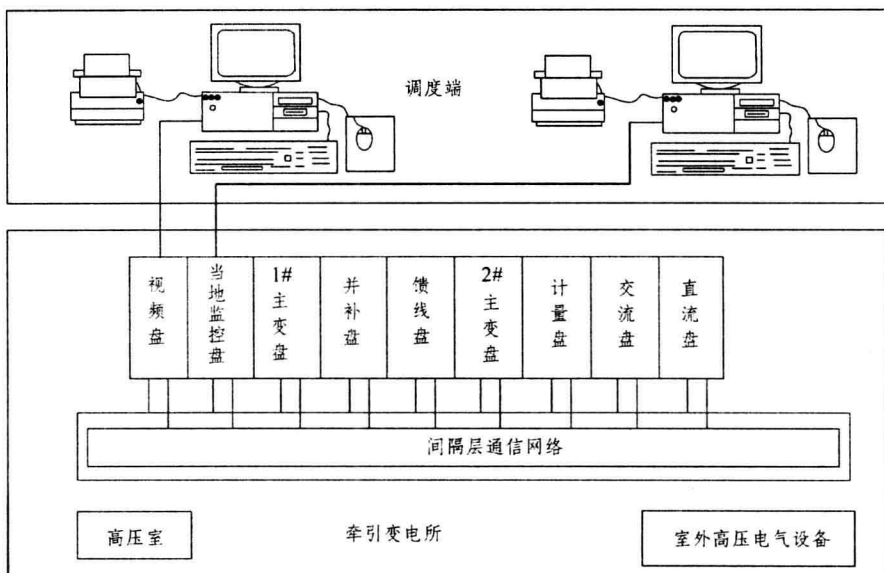


图 1.7 集中式无人值守综合自动化系统配置图

三、牵引供电综合自动化系统的特点

- ① 功能综合化：传统变电所内全部二次设备的功能均综合在此系统中。
- ② 分层分布化结构：在综合自动化系统中，多个微处理器同时并行工作，实现各种功能；按照各子系统功能分工不同，综合自动化系统的总体结构又按分层原则来组成。
- ③ 操作监视屏幕化：变电所实现综合自动化后，不论有人值班还是无人值班，操作人员面对彩色大屏幕显示器进行变电所的全方位监视与操作。
- ④ 运行管理智能化：综合自动化系统不仅检测一次设备，还实时检测自身是否有故障。
- ⑤ 通信手段多元化：计算机局域网技术和光纤通信技术在综合自动化系统中得到了普遍应用。
- ⑥ 测量显示数字化：变电所实现综合自动化后，常规指针式仪表全被 CRT 显示屏上的数字显示所代替；原来的人工抄表记录则完全由打印机打印、制表所代替。

四、牵引供电综合自动化系统的发展方向

牵引供电综合自动化系统经过十多年的发展已经达到一定的水平，近几年来，在我国电气化铁路中得到了广泛的应用。综合自动化系统大大提高了牵引变电所的现代化水平，降低了牵引变电所建设的总造价，这已经成为不争的事实。然而，技术的发展是没有止境的，随着智能化开关、光电式电流电压互感器、一次运行设备在线状态检测，以及计算机高速网络在实时系统中的开发应用，势必对已有的牵引供电综合自动化系统产生深刻的影响，全数字化的牵引变电所综合自动化系统在不久的将来也将成为现实。全数字化的牵引供电综合自动化系统主要有下面几个特点：

- ① 智能化的一次设备；
- ② 网络化的二次设备；
- ③ 自动化的运行管理系统。

第二节 数字通信

数字通信是指数据在各个设备之间，借助某种介质，以“1”和“0”的二进制信息流进行传输。无论是简单的 RS-232、RS-422、RS-485 串行口通信，还是 100M、1000M 以太网，本质上都是数字通信。数字通信技术是通信系统、计算机网络和现场总线的基础。

数字通信系统一般包括下述几个部分：发送设备、接收设备，传输介质，通信协议，传输报文。

数字通信系统实际上是软件和硬件的结合体。数字通信的目的就是将信息在一定的时间内无差错地从发送端送达目的端。

一、数字通信方式

数字通信按照不同的使用场合和需求可以选择形式多样的工作方式。在骨干网中，需要选用高速光纤网络；在底层设备通信中，一般采用中低速异步串行数据通信方式，在可接受

的性能和价格下,实现有效、实时的无差错数据传输。

如何协调发送端和接收端的工作,是实现数字通信的关键问题之一。串行数据以位数据的方式按照时间顺序逐位发送,接收端必须知道每个二进制数据位的时间长度和开始的消息才能正确地恢复数据。发送端和接收端都必须使用时钟信号,通过时钟信号来确定何时发送和接收每一位数据。

1. 数据的传输

数据:是指能够由计算机处理的数字、字母和符号等具有一定意义的实体。它分为模拟数据、数字数据。

信号是数据的具体表现形式,它和数据有一定的关系,但又和数据不同。模拟数据可以用模拟信号传输,也可以用数字信号传输;同样,数字数据可以用数字信号传输,也可以用模拟信号传输。这样数据就有四种传输方式:

① 模拟信号传输模拟数据:如声音在普通电话系统中的传输。

② 模拟信号传输数字数据:通过公用电话系统传输数字信号,如经公用电话线传输数字信号的调度自动化系统、个人计算机通过电话网络访问 Internet 国际互联网等。

③ 数字信号传输数字数据:如计算机网络通信,以太网、令牌环网等,两台计算机通过并口直接连接等。这种传输方式为基带传输,所谓基带就是基本频带,即原始信号所占用的基本频道。基带传输就是在线路上直接传输基带信号。

基带传输需要解决两个问题:一个是数字数据的数字信号编码(表示)问题,如归零码、不归零码、曼彻斯特编码、差分曼彻斯特编码等。另一个是收发两端之间的信号同步问题,如位同步、群同步等,这是主站系统局域网内部的数据传输方式。

④ 数字信号传输模拟数据:常用的方法是对模拟信号进行脉冲编码调制(PCM),主要包括三个步骤:抽样、量化和编码。如数字程控交换机传输模拟信号。

2. 同步传输

同步传输指的是所有的设备均使用一个共同的时钟,这个时钟源可以是发送端或接收端的任何一台设备或系统外的其他一台设备。所有传输的数据位均与这个时钟信号同步,即通过时钟信号的跳变(上跳沿或下跳沿)来确定数据何时有效或何时失效,接收端依靠这个时钟信号捕获锁存数据。

同步传输至少应具有两个信号:一个同步时钟和一个数据信号。同步时钟可以是一个独立的信号,也可以是使用自同步编码(如曼彻斯特编码等),加载在数据信号上。

同步传输可以实现较高的传输速度,由于没有数据同步的开销,同步传输的通信信流很高。但是对于较长距离的数据传输,同步传输需要一条额外的介质或者更大的带宽来传输时钟信号,同时由于线路的干扰和信号的传播速度及距离的变化,在实现高速远距离传输时,实现同步传输比较困难,成本也较高。

3. 异步传输

在大多数的工业数据通信中均采用异步传输方式。采用异步传输方式时,每个通信节点均具有自己的时钟信号,但是必须保证每个节点的时钟频率的偏差在允许的范围内。

异步传输一般采用起始位来表示启动数据传送,用终止位表示数据结束,在起始位和终

止位之间是需要传送的数据，起始位起到同步的作用。异步传输实际上是依靠接收端检测发送端发出起始位引起的总线极性变化，启动定时机制，实现发送和接收的同步。异步方式实现简单，没有频率漂移的积累效应，但是由于需要传输起始位和终止位，增加了网络的开销，通信效率较同步方式有所下降。

异步传输是数据通信中最常用的方式，但正常情况下需传送大量数据的通信系统并不采用异步传输方式，因为这种传送方式中传送起始码和停止码的开销太大（需要额外加 20% 的通信开支），而且，其检错和纠错方法也不现实。异步传输和同步传输的比较如图 1.8 所示。

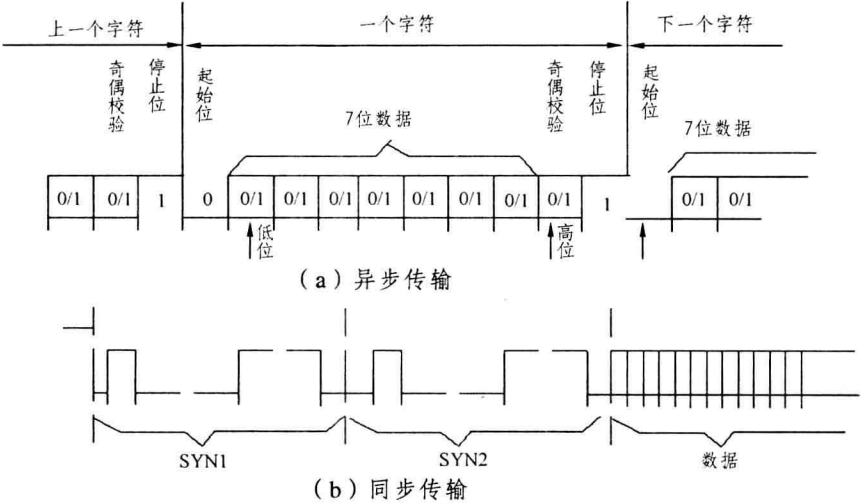


图 1.8 异步传输与同步传输比较

二、数据传输速率

衡量一个信号信道传输数字信号能力的主要指标有码元传输速率和比特传输速率。

二进制数字采用 0 和 1 的码元表示，一个二进制码元称为 1 位。二进制数字信号的 1 位也叫二进码，通常也叫比特 (bit)。每秒钟通过信道的码元传输速率，也叫波特率，记做 F_s ，单位是波特 (Band)，简记为 Bd。每秒钟通过信道的比特数称为比特传输率，记作 F_b ，也称比特率，单位是比特/秒 (bit/s)。在二进制数字通信中，码元传输速率等于比特传输速率。

信息传输的可靠性与传输速率有密切关系。传输速率越高，每秒钟传输的码元越多，每个码元所占的时间越短，其波形就越窄，受到干扰就越容易出错，传输的可靠性就越低。反之，传输速率低则可靠性高。

为满足自动化系统的信息传输需要，必须采用适当的抗干扰措施和适宜的传输速率，目前，常用的传输速率有 300 Bd、600 Bd、1 200 Bd 和 2 400 Bd 等。

三、数据交换方式

数据交换方式可分为电路交换与报文交换两种。

1. 电路交换

电路交换是在两个通信站之间建立一条专用的通信线路，如公用电话网 (PADN) 采用

电路交换方式。常规的远程通信都是采用电路交换方式，调度端与站端建立一条事实上的电路连接。

电路交换的优点是建立连接后，网络对用户是透明的，可以使用固定的数据传输速率；缺点是通道利用率低。

2. 报文交换

数据发送端把一个目的地址附加在要传送的数据报文中，网络中的节点接受整个报文，暂存报文，选择空闲的路径传到下一个节点，直到将报文传到目的站。**Internet** 就采用报文交换方式。

报文交换的优点是通道利用率高；缺点是发送站对报文传送路径进行控制，传送延时具有不确定性。

在电力牵引调度自动化系统中，报文交换主要用于主站系统局域网上计算机之间的数据交换。随着通信技术的发展，调度端与厂站段之间的实时数据通信也越来越多地采用报文交换方式。

四、数据通信系统的一般结构

通信系统一般由数据终端设备（DTE）、数据连接设备（DCE）和信道三部分组成。

数据终端设备（DTE）是数据的源或目的或者既是源又是目的。

DCE（data communication equipment）：数据连接设备（DCE）是数据电路终结设备或数据通信设备、网络设备的统称，该设备为用户设备提供入网的连接点。

信道是传输信息所经过的路径，是连接两个 DTE 的线路，包括传输介质和有关的中间设备。

五、通信线路方式

1. 通信线路的连接方式

自动化系统中常用的通信线路方式有：

- ① 点一点连接，见图 1.19.
- ② 星形连接（点一多点），见图 1.10。
- ③ 共享信道，见图 1.11。

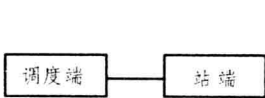


图 1.9 点一点连接（1 对 1）

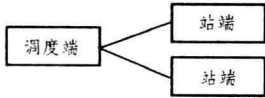


图 1.10 星形连接（1 对 n）

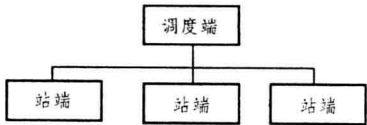


图 1.11 共享信道连接

2. 通信线路工作方式

(1) 单工通信

在这种方式下，两台装置之间的通信传输的信息只能是一个指定单方向的，即一方只能

发送，另一方只能接收，不能进行反方向的传输，可以实现点对多点的单向数据传输，如图 1.12 所示。

(2) 半双工通信

在这种方式下，信息可以双向传输，但同一时刻只能单向传输。在任何给定时间，传输仅能沿某一方向进行，换句话说，此时通信的任何一方既可以作为发送方，也可以作为接受方，但不能同时作为接受方和发送方，如图 1.13 所示。这种方式可以实现总线方式的多点传输，是常用的通信方式，RS-485 是典型的例子。在调度自动化系统中应用较多。

(3) 全双工通信

在这种方式下，信息可以双向同时传输，一般只能做点对点连接，在一对多应用中，只能实现主节点同一时刻与某一个从节点全双工通信，从节点之间无法通信。全双工通信通常要求 4 条线路，每个方向 2 条传输线路。但通过频分复用、时分复用或回路低效等技术，双线也可以实现全双工传输，但技术复杂，成本较高。RS-232 和 RS-422 是典型的应用。CDT 规约采用全双工通信方式，全双工通信如图 1.14 所示。



图 1.12 单工通信



图 1.13 半双工通信

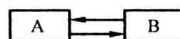


图 1.14 全双工通信

六、网络技术

计算机网络技术是当今 IT（信息）技术中最活跃的一个领域，它已深入到各行业和日常生活中，如 Internet。近几年，铁路系统中计算机网络建设发展迅速，光线（或微波）同步数字结构 SDH、异步转移模式 ATM 等已广泛应用。

1. 网络组成及分类

计算机网络包括三方面基本内容：

- ① 至少有两个计算机实体，它们有共享需求，计算机网络服务解决共享问题。
- ② 与其他实体联系的方法或通路，由传输媒介提供。
- ③ 有一种通信规则使得多个计算机实体之间的数据传输可以相互“理解”，这些规则称作计算机网络协议。

计算机网络通常按大小、距离不同，可分为局域网和广域网。

局域网（LAN）：指在比较小的范围内组成的计算机网络系统，一般不超过几十公里。如调度自动化系统的主站部分。

广域网（WAN）：指在更大范围，如一个城市、一个国家甚至全球范围内组成的计算机网络系统。它一般包括多个局域网，采用多种通信介质和网络连接设备连接。最典型的广域网有国际互联网 Internet、企业内部互联网 Intranet 等。铁路系统自建的 SDH 或 ATM 都属于广域网范围。

广域网有如下特点：

- ① 地理范围很大；
- ② 网络拓扑复杂、纵横交错成网状；
- ③ 传输媒体主要为卫星、数据网。

牵引供电综合自动化系统的调度系统的主控中心，维修中心，被控站可构成一个广域网系统。

2. 网络服务

网络服务提供了对各种资源的访问能力，这些资源包括共享文件、打印、数据库、应用、动态信息等。常用的网络服务包括：文件服务、打印服务、消息服务、应用服务、数据库服务等。

(1) 文件服务 包括对数据文件的有效存储、提取以及传输，执行读、写、访问控制以及数据管理等操作。

(2) 打印服务 用来控制和管理对打印机、传真设备的访问。打印服务接受打印作业请求，解释打印作业格式和打印机的设置，管理打印队列，为网络用户充当打印中间人，与网络上的打印机和传真设备打交道。

(3) 消息服务 与文件服务相似，但也有不同之处。如消息服务能够主动处理计算机用户之间、用户应用程序之间、网络应用程序之间或文件之间的交互式通信。消息服务不是简单地将数据存储起来，而是将数据一个点一个点地向前传送，并通知等待这些数据的用户。如电子邮件服务、工作流程管理、目录服务等。

(4) 应用服务 是一种替网络客户运行软件的网络服务。应用服务不同于文件服务，它不仅允许计算机之间共享数据，同时允许计算机之间共享处理能力。

(5) 数据库服务 数据库服务也是一种应用服务。网络数据库服务提供了基于数据库服务器进行数据或信息的存储和提取操作，它允许网络上的用户控制数据的处理以及数据的表示。它采用专用语言描述数据库应用程序，允许客户向这些指定的服务器发出数据操作请求，服务器对请求进行处理并且返回处理结果。这就是所谓的客户/服务器（Client/Server，简称为 C/S）数据库系统。

采用数据库服务的优势在于：

- ① 优化计算机进行数据库记录的存储、查询以及提取。
- ② 控制数据的存储位置。
- ③ 保证数据的安全性。
- ④ 协调分布的数据，保证系统内数据记录的一致性。
- ⑤ 减少数据库客户的访问时间。

客户/服务器（C/S）结构：指网络中服务的提供方式，请求服务的一方叫客户方，提供服务的一方叫服务器方，客户、服务器服务既可在一台机器上完成，也可分布在网络上不同机器上。

客户/服务器（C/S）结构有如下特点：

① 数据集中管理、安全可靠和数据一致性强，多用户共享主机系统的数据和外设资源，共享资源能力强，降低了系统成本。

② 集成应用能力强，用户需要的各种信息都可在客户机上得到，用户可通过客户机交互工作界面，直接处理从服务器及其他客户机得到的数据，并产生新的有用信息。

③ 组网灵活，客户机配置灵活，增减客户机节点非常方便，这些都可通过维护软件设定来完成。

④ 系统数据库保存在服务器中，客户机启动时按需要传入数据库，因此，当某一客户机节点故障时，并不影响整个系统运行，系统数据库也不受影响，从而提高了系统的可靠性。

浏览器/服务器 (B/S) 模式：该模式应用于 SCADA 系统，对扩大实时系统应用范围、减少维护工作量发挥了很大的作用。在新一代 SCADA 系统中，传统的人机界面将保留，主要供调度员使用，管理部门的复示系统用标准浏览器通过 Web 访问服务器，实时监视整个系统的运行状态。

3. 网络拓扑

网络的拓扑结构是抛开网络物理连接来讨论网络系统的拓扑连接形式。网络中各节点相互连接的方法和形式称为网络拓扑，主要有星状结构、环形结构、总线型结构、树状结构、网状结构、蜂窝状结构、分布式结构等。

(1) 星状结构

星状结构是指各节点以星状方式连接成网。网络有中央节点，其他节点都与中央节点直接相连，这种结构以中央节点为中心，因此又称为集中式网络。

① 优点：结构简单，便于管理；控制简单，便于建网；网络延迟时间较小，子节点故障不会相互影响；传输误差较低。

② 缺点：成本高，中心节点是系统的关键点，可靠性要求高。

(2) 环形结构

环形结构由网络中若干节点通过点到点的链路首尾相连形成一个闭合的环，这种结构使公共传输电缆组成环形连接，数据在环路中沿着一个方向在各个节点间传输，信息从一个节点传到另一个节点。

① 优点：信息流在网中是沿着固定方向流动的，两个节点仅有一条道路，故简化了路径选择的控制；环路上各节点都是自举控制，故控制软件简单。

② 缺点：由于信息源在环路中是串行地通过各个节点，当环中节点过多时，势必影响信息传输速率，使网络的相应时间延长；环路是封闭的，不便于扩充；可靠性低，一个节点故障，将会造成全网重构；维护难，对分支节点故障定位较难。

(3) 总线型结构

总线型结构是指各节点均挂在一条总线上，各工作站地位平等，无中心节点控制，公用总线上的信息多以基带形式串行传递，其传递方向总是从发送信息的节点开始向两端扩散，如同广播电台发射的信息一样，因此又称为广播式计算机网络。各节点在接受信息时都进行地址检查，看是否与自己的地址相符，相符则接收网上的信息。

① 优点：结构简单，可扩充性好。当需要增加节点时，只需要在总线上增加一个分支接口便可与分支节点相连，当总线负载不允许时还可以扩充总线；使用的电缆少，且安装容易；使用的设备相对简单。

② 缺点：维护难，分支节点故障查找难。

(4) 网状结构

网状结构是将分布在不同地点的节点通过线路互连起来的一种网络形式。

① 优点：由于采用分散控制，即使整个网络中的某个局部出现故障，也不会影响全网的操作，因而具有很高的可靠性；网中的路径选择最短路径算法，故网上延迟时间少，传输速