

现代铁路新技术丛书——通信信号·控制

现代铁路 远程控制系统

刘晓娟 郑云水 编著



西南交通大学出版社
Http://press.swjtu.edu.cn

现代铁路新技术丛书——通信信号·控制

现代铁路远程控制系统

刘晓娟 郑云水 编著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 简 介

本书全面系统地介绍了远程控制系统的基本原理、方法及其在铁路信号远程控制系统中的具体应用。主要内容有远程控制系统的概念、技术基础、调度集中（CTC）系统及应用、铁路列车调度指挥系统（TDCS）、铁路信号微机监测及其实用系统（MMS）、铁路智能交通系统（ITS-R）等。为配合教学，在每章附有小结及思考题。

本书介绍的铁路信号远程控制系统适用于目前的高速铁路客运专线，内容新，适用性强。可作为高等院校及高等职业技术学院铁路通信信号专业、自动控制专业等学生的教材或教学参考书；可供从事铁路通信信号工作的工程技术人员参考使用。

图书在版编目（CIP）数据

现代铁路远程控制系统 / 刘晓娟, 郑云水编著. —
成都: 西南交通大学出版社, 2010.3
现代铁路新技术丛书·通信信号·控制
ISBN 978-7-5643-0606-9

I. ①现… II. ①刘… ②郑… III. ①铁路信号—遥
控系统 IV. ①U283.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 028997 号

现代铁路新技术丛书——通信信号·控制

现代铁路远程控制系统

刘晓娟 郑云水 编著

*

责任编辑 张 雪

封面设计 谢春雷

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: 170 mm × 230 mm 印张: 17.5

字数: 314 千字 印数: 1—3 000 册

2010 年 3 月第 1 版 2010 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0606-9

定价: 29.50 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

远程控制系统是能在远距离、大范围内进行集中监测和控制的系统。随着计算机技术、通信技术、自动控制技术、监测技术等不断发展,远程控制系统这门交叉性学科发展非常迅速,应用领域也越来越广,涉及电力、交通、石油、航空、地质等诸多行业。

本书以远程控制系统基本原理和方法为基础,重点论述远动技术在铁路信号远程控制系统中的应用。为了更好地适应铁路信息化、网络化、智能化、集成化、综合化及跨越式发展的要求,满足培养现代化的铁路通信信号人才的需要,贯彻“学中做、做中学”的教育教学理念,本书从专业的需求出发,力求反映铁路信号远程控制系统的现状及今后的发展趋势,重点突出基本原理和实现方法,可为相关专业大学生、高职学生提供应具备的知识。

本书介绍的铁路远程控制系统的新成果、新技术应用,体现了现代铁路的发展方向,适用于高速铁路客运专线、重载、城市轨道交通建设,实用性强,对从事铁路建设的工程技术人员有指导、学习价值。

全书共分6章。

第1章 概述。主要介绍远动系统的基本概念、原理、功能、性能指标及远动技术在铁路信号控制系统中的应用情况。

第2章 远动系统技术基础。主要介绍远动系统的网络结构、数据通信、电码结构、可靠性及容错技术、总线技术、计算机网络等方面的基础知识。根据目前技术的发展,本章还特别增加了网络安全及数据安全传输技术、铁路专用全球移动通信系统(GSM-R)等内容。

第3章 调度集中(CTC)系统及应用。阐述了铁路运输调度集中(CTC)系统的基本概念、系统功能、组成原理、系统设计,重点介绍新一代分散自律调度集中系统,包括分散自律调度集中系统的优势、控制模式、系统结构及主要模块设计。

第4章 铁路列车调度指挥系统TDCS。主要介绍TDCS的发展历程、总体目标、技术特点、TDCS系统结构及各层次的功能。本章还着重介绍了无线车次号校核系统的构成原理及功能。

第5章 铁路信号微机监测及其实用系统(MMS)。主要阐述了信号微机监测系统的功能、结构、应用及其发展。并给出TJWX-2000型信号微机监

测系统、TFJC-99 型驼峰信号微机监测系统、新型便携式微机监测仪等具体实例。

第 6 章 铁路智能交通系统 (ITS-R)。介绍了智能交通系统的概念,我国铁路智能交通系统的发展应用及对今后的展望。

本书由刘晓娟主编统稿,与郑云水共同编写。其中第 1 章、第 3 章、第 5 章、第 6 章由刘晓娟执笔,第 2 章、第 4 章由郑云水执笔。

本书在写作过程中参考了大量相关资料,在此作者对参考文献中所列专著、教材和高水平论文的 authors 表示最诚挚的谢意。正是他们的优秀作品为作者提供了丰富的营养,使得作者能够在自己科研和教学实践的基础上,汲取各家之长,形成一本具有自己特色的书籍。

由于作者水平有限,难免有疏漏和不足之处,恳请读者批评指正。

作 者

2009 年 10 月

目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 远动系统基本概念	2
1.2 远动系统的性能指标	4
1.3 远动技术在铁路信号远程控制系统中的应用	6
本章小结	8
思考题	9
第 2 章 远动系统技术基础	10
2.1 远动系统的网络结构	10
2.2 远动系统的信息传输	17
2.3 差错控制与电码结构	42
2.4 通信网络的主要硬件设备	51
2.5 远动系统的网络体系结构	53
2.6 通信总线和现场总线	66
2.7 远动系统的可靠性与避错、容错技术	75
2.8 网络安全和数据安全传输技术	90
2.9 铁路专用全球移动通信系统 GSM-R	94
本章小结	98
思考题	99
第 3 章 调度集中 (CTC) 系统及其应用	100
3.1 调度集中系统发展历程与现状	100
3.2 调度集中系统的基本概念	102
3.3 传统调度集中系统结构	108
3.4 传统调度集中系统设计	113
3.5 分散自律调度集中系统的提出	119
3.6 分散自律调度集中系统的基本概念	121
3.7 分散自律调度集中系统结构	131
3.8 分散自律调度集中主要子系统设计	137
3.9 分散自律调度集中系统举例	155
本章小结	161
思考题	162

第4章 铁路列车调度指挥系统 (TDCS)	163
4.1 TDCS 概述	163
4.2 TDCS 系统结构	168
4.3 TDCS 系统功能	179
4.4 无线车次号校核系统	188
本章小结	192
思考题	194
第5章 铁路信号微机监测及其实用系统 (MMS)	195
5.1 应用信号微机监测系统的必要性	195
5.2 微机监测系统概述	196
5.3 微机监测系统硬件结构设计	202
5.4 微机监测系统软件结构设计	209
5.5 实用微机监测系统举例	214
5.6 微机监测系统的未来发展	240
本章小结	243
思考题	244
第6章 铁路智能交通系统 (ITS-R)	245
6.1 智能交通系统 (ITS) 的概念及发展	245
6.2 ITS 和 ITS-R 对比分析	247
6.3 我国铁路智能交通系统的发展	249
6.4 ITS-R 的应用领域	251
6.5 铁路智能交通在客运方面的发展	254
本章小结	256
思考题	256
附 录 分散自律调度集中系统技术条件 (暂行)	257
参考文献	272

第1章 概述

随着人类生产实践、生产范围日益扩大,生产过程日益趋向自动化。在生产规模愈来愈大,地区愈来愈广的情况下,为了合理地安排生产过程,提高生产过程的自动化程度,就要把间隔几公里到几千公里的各部门联系起来,服从专门机构的统一指挥,像一个整体那样协调工作。这就需要专门的技术和设备来完成这项任务。远动技术就是综合自动控制技术、计算机技术和现代通信技术三大领域的主要技术成果,为适应上述要求而发展起来的一门学科,也称遥测遥控技术或远程控制技术。

远动技术作为一门学科,起源于20世纪30年代,近几十年来,随着科学技术的发展,特别是计算机技术、现代通信技术、自动控制技术、检测技术等迅猛发展,远动技术得到飞速发展,应用领域和所涉及的技术范围更为广泛,功能也不断提高,无论是在控制距离上还是在控制功能、容量和自动化程度上均有了阶跃性的发展。远动技术的发展不是偶然的,它是在许多现代化技术的基础上建立起来的,其中有计算机、数据传输、编码理论、检测技术、传感器等,特别是大规模集成电路的发展,使远动技术跨越到一个新的高度,远动技术与人工智能、知识工程、模糊控制等新技术的有机结合,更使其迅速地发展为智能化的综合系统,而且应用也更加广泛和深入。现代电力工业、石油工业、采矿工业、城市交通、卫星通信、火箭导弹、宇航工业等国民经济的各个领域都采用和推广远动技术的各项成果,取得了巨大的经济效益。例如,飞机的飞行试验、火箭和导弹的发射与控制、卫星和宇宙飞船的运行和操纵、工农业生产和交通运输调度的自动化、危及人身安全的工作场所的无人作业,以及医疗卫生和体育训练等方面的工作,都离不开远动技术的应用。可以肯定,随着新技术的不断涌现,远动技术必将得到进一步的发展和应用。

具体的远动系统由于在设计思想、应用场合、所要完成的任务方面都有所不同,因而拥有繁多的种类,并各自有着不同的特征。有的可能是一个很简单的单一对象控制,有的可能是一个很大的综合测控系统。然而不管怎样,远动系统具有远距离在人(或机器)和机器之间交换信息、完成测控的功能。

铁路运输是应用远动技术最早的部门之一,电气化铁路牵引控制、铁路信号与道岔的控制,开创了远动技术提高生产效率的新篇章。铁路信号远程控制系統,就是以远动技术作为理论基础,结合铁路运输对信号控制的要求而设计的系統。

1.1 运动系统基本概念

远动技术就是遥控、遥信和遥测的总称。

遥控就是对被控对象进行的远距离控制。一般的控制命令产生的地点称为控制端，而把被控制对象所放置的地方称为被控端。控制命令是指调度人员或计算机对被控对象发出的控制意图。这种意图由控制端传送到执行端。该命令是由可以传输的电量来表示的，是由控制端传送到执行端。连接控制端和执行端的通道称为信道。控制端、执行端、信道是遥控系统的三个基本组成部分。遥控系统的组成如图 1.1 所示。

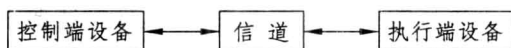


图 1.1 遥控系统的组成

远动系统的核心问题是远距离信息传输，它直接影响着系统工作的可靠度。控制端与执行端相距较远，必须采用现代数据传输方式，把控制意图转变为可以传输的电信号，这不仅要把非电量转化成电量，而且要形成有规律的、符合双方约定含义的数据信号，因此就需要进行编码。执行端接收到数据以后，必须按照原约定的内容，恢复成一个控制信号去操纵某个执行设备，这个过程就是译码。因此，遥控系统的结构可进一步用图 1.2 来描述。

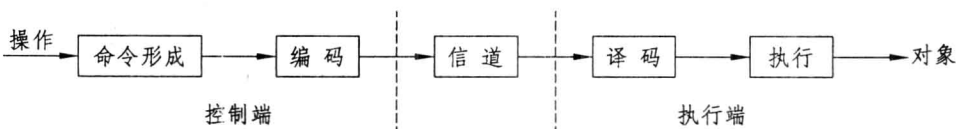


图 1.2 遥控系统框图

遥信系统是对远距离被控对象的工作极限状态进行远距离的测定。所谓测定就是用表示灯或表示设备监视被控对象的极限状态。遥信系统要反映被控对象的状态，所以它的信息源是在执行端，而接收信息的场所是在控制端。信息的传输方向是由执行端到控制端。遥信系统的基本结构如图 1.3 所示。

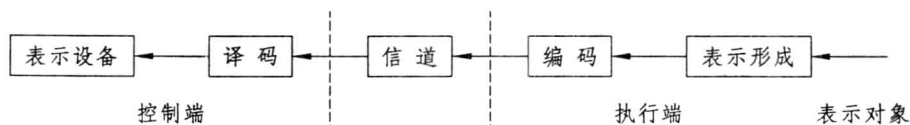


图 1.3 遥信系统框图

遥测系统是对被控对象的某些参数进行远距离测量。它与遥信系统的区别是测量对象的参数是模拟量而不是数字量。

要测量对象的参数，在执行端就必须不断地对被测量进行采集，然后进行编码送到控制端，经译码后，送到记录、显示、处理设备。遥测系统的结构如图 1.4 所示。

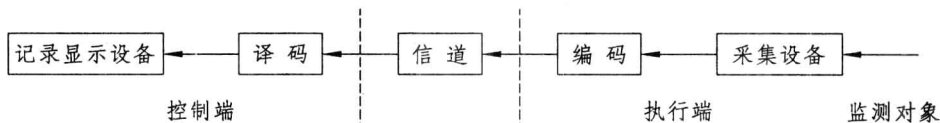


图 1.4 遥测系统框图

由上述可见，远动系统可以进行远程控制、远程状态监视和远程参数测量。作为完整的远动系统而言，在远程控制的同时，进行远程监视和远程参数的测量，针对每一种功能，需要有相应的信息。

一个完整的远动系统的结构如图 1.5 所示。

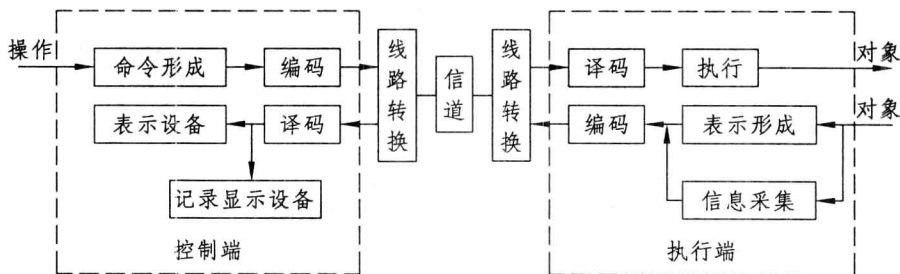


图 1.5 远动系统组成

由图 1.5 可见，遥控、遥信及遥测可以在同一信道上传送不同的信息。两种不同方向的信息可以同时传送，也可以根据需要分时传送。按照系统设计的要求，采用线路控制方法，分配占用信道的时机，实现不同方向信息的传送。

远动系统按其功能而言，可以分为远程控制（遥控）、远程监视（遥信）、远程测量（遥测）三种类型的系统。按照生产过程的需要，遥信与遥测可以单独存在，而遥控系统一般都自然包括遥信的功能，从而检验控制功效。因此，今后对遥控系统的分析，即可覆盖对其他二者的分析。

远动系统的主要任务，一是集中监视，以提高安全经济运行水平。正常状态下实现合理的系统运行方式，事故时，及时了解事故的发生和范围，加快事故处理。二是集中控制，以提高劳动生产率。调度人员可以借助远动装

置进行遥控,实现无人化或少人化,并提高运行操作质量,改善运行人员的劳动条件。采用远动装置,实现生产过程的集中监视和控制,可有效提高系统的可靠性并减少维修费用,其经济效益是非常明显的。因此,远动技术已经为国民经济各部门及国防部门所需要。如电力系统、列车运行、石油开采、煤矿、农田灌溉、给排水系统、大工厂及联合企业、气象、宇航、原子能的应用及军事目标的控制等,或是由于控制对象远离被控点,或是由于被控对象是有危险不可靠近的,均需采用远动技术。而且,需要用远动技术的领域和场合更是日益广泛。

构成远动系统的远动装置最初使用的是接点式装置,它的主要元件是继电器,随着新型电子器件的出现,以晶体管为主要元件的无接点式远动装置相继出现,随之而来的是采用集成元件的全集成电路装置的诞生,上述各类装置均按预定的要求进行设计,使构成的装置的各部分逻辑电路按固定的时间顺序工作,以完成预定的功能。这些装置一旦设计好,其功能不能随意进行扩展。近几十年来,随着计算机技术的发展和普及,远动装置全部采用微机化装置,通过微机的硬件和软件相配合完成远动系统的功能。微机化远动装置具有结构简单、功能完善、使用灵活、扩展容易等诸多优点。采用计算机技术、现代通信技术和网络技术而构成的全微机化远动系统是目前的发展方向。

1.2 远动系统的性能指标

对任何一种远动系统,都可以用远动系统的性能指标来衡量其优劣或作为设计、选型的要求。一般来说有以下几点:

1. 可靠性

可靠性是指系统或设备在规定的时间内和规定的条件下完成规定功能的能力。

远动系统往往要求无人监视,并且应用在重要的生产部门或国防部门,对于设备的可靠性有很高的要求,一次误操作或失效都有可能引起严重的后果,造成生命和财产的损失。远动系统可靠性包括设备本身的可靠性及信息传输的可靠性两个主要方面。可靠性的详细介绍在 2.7 节中阐述。

2. 容量

遥控、遥信及遥测系统中对象的数量,称为该系统的容量。远动设备的容量首先要满足用户对远动化的实际要求。容量越大,表示该系统所能完成

的功能越多。此外，系统的容量也要考虑到功能的扩展。因为随着技术的发展，远动系统的功能还要进一步增加。

3. 传输速度

远动系统通过信道传输信息。信息在信道中传输的快慢用传输速度来衡量。通常从两方面来定义传输速度，一个叫波形速度（又称调制速度），即每秒钟所传输的数字波形数，单位是波特；另一个是信息速度，即每秒所传输的信息量，单位是比特/秒。在二进制代码串行发送的传输方式中，这两种速度在数值上是相等的，对多进制代码就不相等了，信息速度比波形速度大。这是因为每个波形中包含的不是一个比特信息，而是多个。例如 N 进制，每个数字波形携带的信息量为 $\log_2 N$ 比特。

4. 实时性

实时性常用“传输时延”来衡量。它是指从发送端事件发生到接收端正确地接收到该事件信息这一段时间间隔。从提高生产效率、加速事故处理等观点出发，对系统的实时性要求是显而易见的。

5. 抗干扰能力

在有干扰的情况下，远动系统仍能保证技术指标的能力称为抗干扰能力。远动信息要在信道上传输，就不可避免地要受到外界的干扰，这些干扰主要是工业干扰和起伏（脉冲）干扰，此外，在多路传输时还有信道间的路际干扰。这些干扰造成的不良结果就是使信息发生畸变，使系统发生误操作。

提高系统抗干扰能力的方法有两种：一是在信道发送端适当变换信号的形式，使其不易受干扰的影响；二是在接收端变换环节的结构上加以改动，使其具有消除干扰的滤波能力。

6. 适应性及维修性

适应性就是远动装置对各种客观条件变化的适应能力，即对于环境温度、湿度、电源变动、振动等条件的适应能力。

维修性就是按规定的程序和方法对设备进行维修时，保持或恢复其规定状态的能力。对此，应采用必要的性能指示及故障报警装置。尽可能做到故障自动检测，以便发生故障时能迅速判断地点，及时排除故障。此外，要体积小、重量轻，才能够机动灵活。

7. 经济性

经济性就是使设备获得一定的性能指标所花的代价。该项指标要综合考

虑诸如成本、传输速度、差错率各因素。

总之,评价远动系统性能的指标有多个,有些指标往往存在矛盾。因此需要根据具体情况和要求加以选择。

1.3 远动技术在铁路信号远程控制系统中的应用

铁路运输生产过程是在全国纵横交错的铁路网上进行的。目前,在我国铁路网拥有几万公里线路,几千个车站,几百万职工,配备了大量的技术设备,设有运输、机车、车辆、工务、电务等业务部门,每天有上万台机车和几十万辆编成数以千计的各种列车,在四通八达的铁路线上昼夜不停地运行。同时,铁路运输的作业环节繁多且复杂,要求各单位和各工种间密切配合,协同工作,犹如一架庞大的联动机,需要环环相扣,有节奏地工作。为此,在铁路运输组织工作中,必须贯彻高度集中、统一指挥的原则。

铁路运输调度工作,就是铁路日常运输的组织指挥工作。各级调度机构编制与执行日常工作计划,对整个运输生产过程,首先是对列车运行进行不间断地指挥与监督,以使全路能够连续、均衡、合理、质量良好地实施运输生产。

铁路系统是最早使用远动技术的部门之一。这与铁路运输的管理、指挥体制很有关系。铁路行车现为三级管理指挥系统,设有部、局、车站。各次列车在运行过程中,由车站值班员记录,并向路局调度中心汇报列车在本调度区段的走行情况,路局每天向部报告全局列车运行情况。虽然全国铁路纵横交错、绵延万里,但通过分级的管理体制,能对每次列车的运行情况了如指掌,实现集中、统一指挥。

每个车站的管辖范围一般有几公里,若包括两边的区间设备就有十几公里。每个局要管辖几百公里。具体到每个调度台也有几十公里,即要控制、指挥列车的运行,又要了解列车实际的运行情况,正是远动技术的用武之地。

远动技术在铁路行车指挥控制系统中的应用,有如下几方面。

1. 调度集中和调度监督系统

在行车调度系统中把遥控称为调度集中,而把遥信称为调度监督。在行车调度的各类应用中,有的属于调度集中和调度监督的独立应用,有的是综合应用。具体表述如下:

1) 区段遥控遥信设备

区段遥控系统是铁路干线行车指挥的综合设备,它是以干线上的车站电

气集中与站间闭塞设备（自动闭塞或半自动闭塞）作为基础，在以行政区划而设置的铁路局调度中心内，设置集中控制与监视设备，完成如下基本控制与监视功能，即直接控制区段内各车站的信号和进路，并且监视电气集中设备的状态（信号机、进路）、列车占用、列车离去及在区间和离去的状态。

作为区段遥信系统（调度监督系统）可以根据具体区段的情况，只完成以上的基本监视功能。

2) 枢纽遥控及遥信系统

铁路枢纽是影响铁路运输能力的关键，其线路布置复杂，行车密度高，运输作业种类繁多、交叉干扰影响大，因此枢纽调度员的工作相当繁重。枢纽遥控及遥信系统的功能与区段遥控系统的功能类似，但其管辖范围只涉及枢纽内部。

3) 大站遥控遥信系统

前已述及，铁路区段内的区段站、编组站等，虽然设有车站电气集中，但是距车站值班室较远的地点，可能存在咽喉或个别咽喉道岔，因此可以单独地设置遥控设备，以便车站值班员通过控制台对其进行控制与监视。另外，在调度区段入口与出口端的较大车站，列车占用线路情况直接影响区段行车调度员的指挥工作，因此可以针对由车站值班员控制的大站装设遥信设备，以实现区段行车调度员对其的监视。

4) 分界口遥信系统

分界口是铁路局之间的交界点，分界口端的车站分属于不同的铁路局，根据前述各级调度员的不同职责，可以看到，分界口的运输计划安排将涉及两个以上的铁路局。分界口跨局列车的接续，不能单以发局或接局的运输计划执行来考虑，而需根据运输过程的综合情况，以及分界口两侧车站内列车实际占用线路与运输情况、车流变化等情况，专门制定分界口的运输计划。为使铁路局及铁道部调度能监视分界口的实际运输情况，取得复杂的运输数据及参数，可为分界口单独设置遥信系统。

近年来，由于计算机技术的发展，以上所述各种形式的遥控和遥信系统均可由计算机或微机作为其中心控制机与被控分机。中心控制机主要完成控制与监视功能，被控分机用以执行控制命令及完成状态信息采集。中心控制机与各被控分机之间，按照计算机通信网的形式连接，完成数据传输，这样就为调度员对铁路运输实行集中控制与指挥提供了新的手段。

2. 铁路列车调度指挥系统（TDCS）

铁路列车调度指挥系统（TDCS）是实现铁路各级运输调度对列车运行

实行透明指挥、实时调整、集中控制的现代化信息系统。TDCS 由铁道部、铁路局 TDCS 中心局域网及车站基层网组成,是一个覆盖全路的现代化铁路运输调度指挥和控制系统。TDCS 用信息技术、网络技术、控制技术等现代科学技术手段取代了传统落后的行车指挥手段,结合先进的通信、信号、计算机网络、数据传输、多媒体等现代信息技术,在保证网络安全的前提下,与相关系统紧密结合、互联互通、信息共享,实现了铁路运输组织的科学化、现代化,增加了运能,提高了效率,改善了调度指挥的工作环境,减轻了调度人员的劳动强度。

TDCS 能够实现列车在车站和区间运行的实时监视,动态调整、自动生成列车运行三小时阶段计划;实现列车调度命令的自动下达和实际运行图的自动描绘;实现分界口交接列车数、列车运行正点率、行车密度、早晚点原因、重点列车跟踪等信息的实时宏观统计分析并形成相关统计报表;实现对铁路路网、沿线线路、车站、救援列车分布等主要技术资料 and 气象资料的显示,为铁路事故救援、灾害抢险、防洪等提供决策参考。

3. 微机监测

随着铁路信号维修体制的改革,信号设备的微机监测系统也迅速发展起来,并日益得到应用。微机监测系统利用计算机技术和检测技术实现对信号设备的日夜监视,为信号设备的维修和铁路运输工作提供了可靠的依据。

微机监测系统可以作为独立的系统存在,也可作为行车调度自动化系统的基础设备存在。目前,铁路信号设备的微机监测系统均以计算机网络的形式存在。以车站、车间(领工区)、电务段等几级构成基层网,为行车调度自动化系统、TDCS 系统提供可靠依据。

总之,以调度集中、调度监督、微机监测为基础,以 TDCS 为龙头,将从根本上改变我国铁路信号在调度指挥手段、行车控制技术和信号技术设备功能等方面的落后面貌,带动整个铁路信号向网络化、智能化方向发展,从而提高铁路干线的运输能力和效率,全面提高行车安全程度。

本章小结

本章主要介绍了远动系统的基本概念、性能指标和远动系统在铁路运输调度工作中的具体应用。通过本章学习我们知道,远动系统的主要任务是对处于分散状态的生产过程进行集中监视、控制和统一管理,远动技术正是为适应上述目的而发展起来的一门综合性的学科。

远动技术包括遥控(远程控制)、遥信(远程监视)和遥测(远程测试)

三大部分。一般，遥信系统和遥测系统可以单独存在，而遥控系统一般均包含遥信的功能，用以检验遥控的功效。目前的远动系统均为全微机化的远动系统。

远动系统的性能好坏可通过可靠性、容量、传输速度、实时性、抗干扰能力、适应性及维修性、经济性等指标来衡量。

远动技术在铁路行车指挥控制系统中的应用主要有：调度集中、微机监测及铁路列车调度指挥系统等。这些系统将带动铁路信号向信息化、网络化、智能化方向发展。

思考题

1. 何谓远动技术？它包括哪几部分？
2. 一个完整的远程控制系统由哪几部分组成？画出结构图。
3. 远动系统的主要任务有哪些？
4. 衡量远动系统性能的指标有哪些？
5. 远动技术在铁路运输调度工作中的应用表现在哪几方面？

第 2 章 运动系统技术基础

2.1 远动系统的网络结构

控制端设备、执行端设备、信道是构成远动系统的三个组成部分。其中关系到远动系统结构的一个重要因素是远动系统的网络形式，即系统的网络结构。远动系统的网络结构与对象的数量和分布有关。在物理上把分布的对象连接起来有若干形式，这些连接形式就叫做拓扑结构或网络结构。目前的远动系统中，无论是控制端还是执行端，它们所用的设备均是计算机，因此，远动系统的网络结构实质上也是计算机网络的拓扑结构。

2.1.1 网络的拓扑 (Topology) 结构

构成网络的拓扑结构有好几种，如图 2.1 所示。

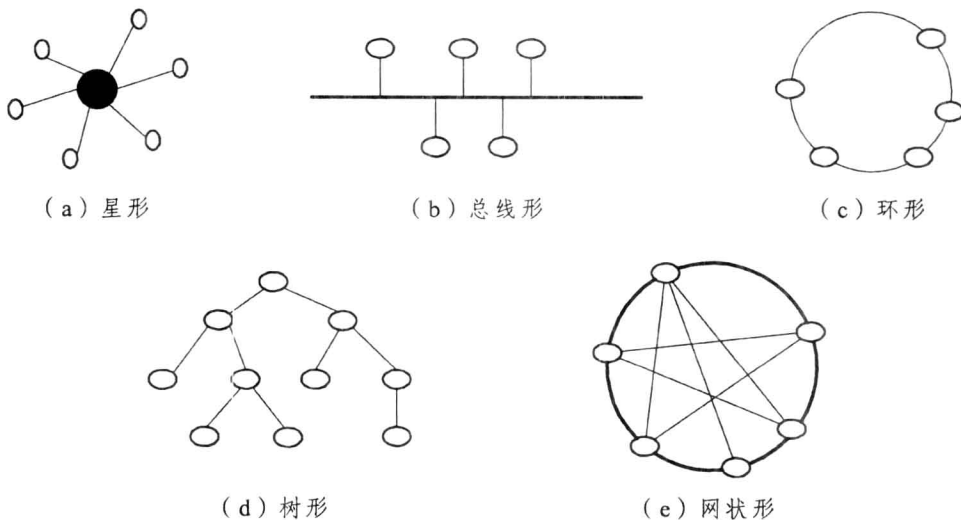


图 2.1 网络的拓扑结构示意图

1. 星形 (Star) 拓扑

星形拓扑是由中央节点通过点一点链路接到中央节点下的各站点组成，又称集中式控制，站点间的通信必须通过执行集中式通信控制策略的中央节点进行。当一个站点要向另一个站点发送信息时，它将数据先发送到中央站