



电气化铁道 微机监控技术

西南交通大学 钱清泉 编著

dianqihua tieluweiji jiankong jishu

中国铁道出版社



The image shows a high-speed train, possibly a Shinkansen, in a control room. The train is white with a red stripe and is moving along a track. The control room is filled with computer monitors and desks, with several people working at the consoles. The scene is dimly lit, with the primary light source being the screens and the train's headlights.

责任编辑：方 军
封面设计：李艳阳

ISBN 7-113-03655-4



9 787113 036553 >

ISBN7-113-03655-4/U · 1010
定 价： 15.90 元

高 等 学 校 教 材

电气化铁道微机监控技术

西南交通大学 钱清泉 编著
西南交通大学 李 治 主审

中 国 铁 道 出 版 社

2000年·北京



(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书系统地介绍了微机监控系统的功能及组成原理,数据通信网络结构及原理,信息传输与通信设备,系统接口,遥测量的测量,系统软件开发技术,系统的可靠性和微机监控技术的发展。

本书为高等学校铁道电气化专业本科生教材,同时也可供本专业研究生,从事电力系统和工业控制方面的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电气化铁道微机监控技术/钱清泉著. —北京:中国铁道出版社,2000 高等学校教材
ISBN 7-113-03655-4

I. 电… II. 钱… III. 电气化铁道-计算机监控-高等学校-教材 IV. U224.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 01528 号

书 名:电气化铁道微机监控技术

作 者:西南交通大学 钱清泉

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:方 军

封面设计:李艳阳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:12.25 字数:304 千

版 本:2000 年 6 月第 1 版 2000 年 6 月第 1 次印刷

印 数:1~3000 册

书 号:ISBN7-113-03655-4/U·1010

定 价:15.90 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。



前 言

多微机监控系统将微型计算机技术、通信及接口技术、智能控制技术、检测与转换技术、远动技术、多媒体技术等高科技成果有机地融为一体,集技术先进、功能完备、应用灵活、运行可靠、监控范围广等优点于一身。多微机监控系统广泛应用于工业生产的自动化过程控制,并为生产管理的科学化、可视化和综合自动化提供了强有力的技术支持。

本书以电气化铁道微机监控系统为例,介绍了系统的特点、基本结构、分类和系统主要性能指标,系统的功能及组成原理,系统的数据通信原理及网络结构,系统的信息传输与通信设备及有关接口,遥测技术,系统的软件开发技术,系统的可靠性,以及微机监控技术的发展前景。

本书是我们多年来从事电气化铁道牵引供电多微机监控系统的研制开发、调试运行的实践总结。希望能为有志于从事监控领域工作的同仁提供参考。

本书可作为电气化自动化专业本科生教材,也可供相关专业研究生及有关工程技术人员参考。

本书由中国工程院院士钱清泉教授编著,李治教授主审。陈维荣、李建兵、王茜、王倩、李光、郑永平、杨卿及华东交大陈健云等同志也参加了编写。西南交通大学电气化自动化研究所全所同志为本书的完成给予了大力支持和协助,在此一并表示感谢!

编著者

2000年1月



目 录

第一章 绪 论	1
第一节 概 述	1
第二节 电气化铁道微机监控系统的特点	4
第三节 微机监控系统的基本结构及分类	5
第四节 微机监控系统的性能指标	6
思考题	8
第二章 微机监控系统功能及组成原理	9
第一节 概 述	9
第二节 监控主站功能及组成原理	9
第三节 被控站功能及组成原理	16
思考题	19
第三章 微机监控系统数据通信网络结构及原理	20
第一节 被控站通信网络结构及原理	20
第二节 调度端局域网结构及原理	31
第三节 监控系统通信网络互连	36
第四章 微机监控系统的信息传输与通信设备	38
第一节 概 述	38
第二节 通信信道及数据传输系统	42
第三节 调制方式	51
第四节 通信设备关键部件	67
思考题	70
第五章 微机监控系统接口	71
第一节 开关量采集接口	71
第二节 模拟量采集接口	74
第三节 遥控、遥调输出接口	77
第四节 数字通信接口	79
思考题	89

第六章 遥测量的测量	90
第一节 变送器测量原理	90
第二节 交流采样	94
第三节 模数 A/D 转换原理	98
第四节 测量信号的处理	103
第五节 电量的计算	107
思考题	110
第七章 微机监控系统软件技术	111
第一节 软件开发技术	111
第二节 微机监控系统数据库设计	125
第三节 监控站软件体系	130
第四节 被控站软件	134
第五节 微机监控系统组态软件	139
思考题	145
第八章 微机监控系统可靠性	146
第一节 可靠性理论概述	146
第二节 微机监控系统冗余结构设计	147
第三节 硬件可靠性设计	148
第四节 软件的可靠性	150
第五节 抗干扰编码	153
第六节 接地技术	170
思考题	173
第九章 微机监控技术的发展	174
第一节 铁路综合监控系统	174
第二节 变电站综合自动化技术	177
第三节 集散控制原理及其应用	184
思考题	187
参考文献	188

第一章 绪 论

第一节 概 述

随着科学技术的发展,远动技术已经形成一门独立的学科。由于生产过程自动化程度日益提高,人们不断谋求对生产过程,特别是对处于分散状态的生产过程的集中监视、控制和统计管理。为适应上述目的,远动技术在综合自动控制理论、计算机技术和现代通信技术的基础上迅速发展起来。

远动技术在 20 世纪 30 年代首先用于铁路运输系统,40 年代用于电力系统,我国在 50 年代末才在电力系统中采用。而电气化铁道(简称电铁)远动系统在我国 60 年代开始研制,80 年代才得到了广泛应用。和电力系统远动装置一样,电铁远动系统也经历了继电器、晶体管(分立元件)、集成电路和微机远动系统几个阶段,相应的远动系统也称为第一代、第二代、第三代和第四代远动系统。第一代、第二代、第三代远动系统统称为布线逻辑远动系统,第四代即为微机远动系统。目前,广泛使用的电铁远动系统均为微机远动系统。

远动系统(Telecontrol System,有时也称为 Remote - Control System)在基本设想方面,在应用场合和完成其特定的任务方面都有着繁多的种类,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系统。不管怎样,远动系统具有远距离的在人(或者机器)和机器之间交换信息的机能。

如供电系统设有电力调度所,统一指挥供电系统在正常及事故情况下的运行工作,并集中管理沿铁道线分布的许多牵引变电所、分区亭和开闭所中的电力设备。

为了保证供电系统运行的可靠性和经济性,调度所必须及时地掌握系统的实际运行情况。所以,从调度工作出发,一方面需要收集信息,要求变电所将断路器的位置信号、事故信号及主要运行参数等能迅速、正确、可靠地反映给调度所;另一方面,调度所切实了解到系统的运行情况并进行判断处理后,应对变电所(包括分区亭和开闭所等)下达命令,去直接操作某些设备或调整某些参量,或去完成实时控制的任务。

为了完成变电所与调度所之间远距离信息的实时自动传输,必须应用远动技术,采用远动装置。简单地讲,远动技术即是调度所与各被控端(包括变电所等)之间实现遥控、遥测、遥信和遥调技术的总称。由远动装置在调度所和变电所之间充当传送各种信息的桥梁,其示意图如图 1—1 所示。采用远动装置对于监视和控制系统的运行是一个十分有利的工具。它是实现系统实时调度和进一步实现调度综合自动化的基础。传统远动装置的主要功能是遥控、遥测、遥信和遥调。

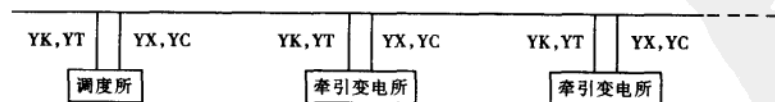


图 1—1 电气化铁道远动系统

YK—遥控;YX—遥信;YC—遥测;YT—遥调

1. 遥控(YK, Remote - Control, 或者 Telecontrol)

遥控是从调度所发出命令以实现远方操作和切换。这种命令只取有限个离散值,通常只取两种状态指令,例如开关的“合”、“分”指令。

2. 遥调(YT, Teleadjusting)

遥调是调度所直接对被控站某些设备的工作状态和参数的调整。如调节变电所的某些量值(如电压等)。

3. 遥测(YC, Telemetry)

遥测是将被控站的某些运行参数传送给调度所。如有功和无功功率、电度、电压、电流等电气参数及接触网故障点等非电气参数。

4. 遥信(YX, Telesignal)

遥信是将被控站的设备状态信号远距离传送给调度所。如开关位置信号、报警信号等。

运动化的主要任务:一是集中监视,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,提高劳动生产率。调度人员可以借助远动装置进行遥控或遥调,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。

电气化铁道供电系统采用远动装置,实现集中监视和控制,可以保证供电质量,提高可靠性和减少维修费用。其经济效益是很明显的。因而在一些技术先进国家的牵引供电设备中广泛采用远动装置。此外,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、原子能的应用以及军事目标的控制等,或是由于控制对象远离被控点,或是由于被控对象有危险不宜靠近的,均需采用远动技术。而且,随着技术的发展,需采用远动技术的领域和场合将更加日益广泛。

总之,远动技术已经为国民经济各部门及国防部门所需要。尽管它的历史不长,但发展速度很快。最早使用的远动装置是有接点式装置,它的主要元器件是继电器。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。随之而来的是由集成元件构成的全集成电路装置的诞生,上述各型装置都属于布线逻辑装置,它们按预定的要求进行设计,使构成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。这些装置属于硬件式的装置,不能随意进行功能的扩展。为了提高装置的灵活性和可扩性,以适应多种用户的不同需要,人们又研制出了软件化的远动装置。如初期的微机远动装置,以及目前广泛使用的微型计算机远动装置(简称微机远动)等。

软件化的远动装置和布线逻辑远动装置的主要区别如图 1—2 所示。布线逻辑远动装置的逻辑电路中有一套时序电路,由它控制其余逻辑电路按时序工作,从而使输入的待处理信息(如遥信对象的状态量、要发送的遥控命令等)变成处理好的信息(如遥信信号、遥控指令等)。由于这种装置处理工作全部在逻辑电路中自动进行,要改变处理要求必须重新进行电路设计。而软件化远动装置除硬件外,还包括软件部分。整个装置的工作由输入的软件——加工程序



图 1—2 硬件远动装置和软件化远动装置的区别

(a) 硬件远动装置; (b) 软件化远动装置。

控制。当需要改变处理要求时,只需对程序进行修订。即使需要增加硬件,由于各部分电路是通过总线相互连结,扩展也很方便。因此软件化远动装置更具有灵活性和可扩性。随着微型计算机技术的发展和普及,软件化远动装置中以微机远动装置占绝对优势。

从硬件设计上进行划分,微机远动装置的发展经历了三个阶段:片级设计;板级或模块级设计;系统级设计。片级设计是指用户根据自己的要求选用不同类的微处理器片、存储器片、输入输出片等联成自己的系统。板级或模块级设计则是直接采用单板机或软硬件结合的多功能集成模块构成用户系统。系统级设计是直接使用具有完整的硬件和软件结构的微型机系统,适当配置一些接口电路,即可更方便地构成一个满足用户要求的系统。显而易见,随着微型计算机生产技术的发展,微机远动装置硬件的设计越趋简单。

由于微机远动装置的工作方式由软件进行控制,使装置的功能大大加强。它除了能同硬件装置一样完成“四遥”功能外,还能进行许多运算处理工作。比如对遥信信号进行变位判别、事故顺序记录、程序控制、用程序实现功率总加等。同时,还能进行信息的加工处理和转发。这时调度端远动装置既能接收遥测、遥信信号,又能发送遥测、遥信信号,与传统的概念略有区别。这种转发功能是布线逻辑远动装置难以实现的。除此之外,微机远动装置还可进行一些实时计算,如多个站的功率总和、输电线线损计算、误码率统计、各种图形报表的显示、打印等。

以微型机为主构成、以完成常规“四遥”功能为目标的监视控制和数据采集系统,简称为微机远动系统,即 SCDAS 系统(Supervisory Control and Data Acquisition System)。这种远动系统的被控端简称为远方终端,即 RTU(Remote Terminal Unit)。由于计算机的运算速度越来越快、功能越来越强,使得微机远动系统除了完成常规的“四遥”功能外,还可完成许多其它的数据处理和管理功能,如根据需要,编制各种不同的图形、报表,可提供复示终端,可与其它系统联网等功能,还可提供操作人员的在线培训、防误操作以及辅助决策等功能。因此,具有这些扩展功能的微机远动系统,我们称之为微机调度自动化系统(Dispatching Automation System),也简称为微机监控系统(Supervisory Control System)。在本书中,除非特别注明,微机远动系统即指微机监控系统。

微机监控系统由三大部分构成:控制中心(Control Center, CC, 也称为调度端)、通道(Channel)和远方终端(RTU)构成,一个典型的单主机微机监控系统如图 1—3 所示。

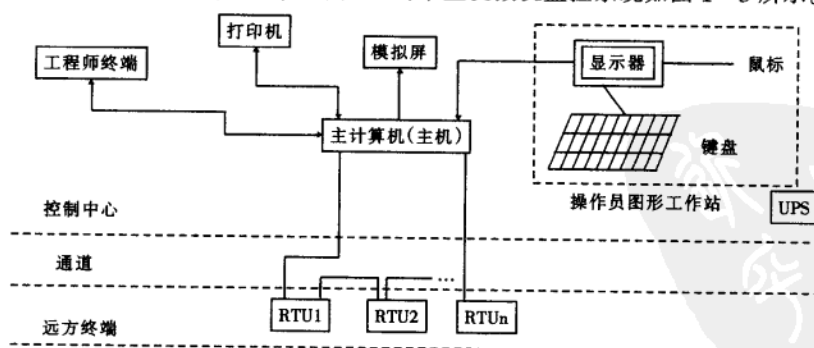


图 1—3 微机监控系统

控制中心主要由远动主机、模拟屏(Mimic Panel)、打印机、工程师终端、VDU 显示设备(含键盘、鼠标器等人机接口)、通讯处理器以及不间断电源 UPS 等,控制中心一般设在铁路分局的调度所,RTU 一般设在铁路沿线的各变电所、开闭所或分区亭内,它们之间的信息通过远

动通道来传输。控制中心的主要任务就是对 RTU 送来的信息进行加工、处理,并根据需要进行各种报表、记录的打印、存贮、显示,对事故信号进行报警,以及操作员通过人机接口向各 RTU 发出操作命令等。RTU 的主要功能则是采集变电所内各开关量的状态、电气量的参数并及时上送调度中心,以及执行控制中心发来的各种操作命令等。

随着我国电气化铁道的迅速发展,供电系统的运行、调度、管理工作日益复杂,要做到安全、经济、降低损耗,就需要建立一个能对供电一次系统主要设备进行监视、测量、调整、控制、管理以及与其它系统(如行车调度自动化系统、红外轴温监控系统等)联网以实现数据共享的调度自动化综合监控系统。这是微机监控系统的发展方向。

第二节 电气化铁道微机监控系统的特点

电气化铁道供电系统,也称为牵引供电系统(Traction Power Supply System),是电力系统的一个特殊用户,它的特殊性决定了电气化铁道的远动系统(电铁远动系统)与电力系统中的远动系统(电力远动系统)有共性,也有区别。它们的基本功能和作用是一样的,但系统结构、网络拓扑以及一些具体技术和要求又不尽相同。

首先,牵引供电系统的负荷——电力机车,目前大多采用整流型的交—直流传动。由于采用晶闸管整流,因而在整流过程中不可避免地会产生谐波成份。这些谐波,对与接触网相距不远的远动通道,有相当严重的谐波干扰。因此在设计电铁远动系统时,必须采取强有力的措施来克服这种通讯干扰(包括硬件抗干扰措施和软件抗干扰措施)。

其次,在电力系统中,各变电所、发电厂(站)的地理布局大多为辐射状的分散布局,因此其相应的电力远动系统的通道结构也多为星型辐射状结构。在牵引供电系统中,各变电所、分区亭、开闭所则是沿铁路线分布,其通讯线路呈相应的分布。因此电铁远动通道为适应这种特点,大多采用链型结构、环型结构、总线型结构,有时也要包含星型结构。对于链型、环型结构,必须考虑到信号的中继转发、实时性以及误码累积等问题,这在星型结构中是不需特别考虑的。

从系统功能和容量上,电铁远动系统与电力远动系统也有不同。在电力系统中,侧重的是对遥测量的采集和监视,要求遥测数量大、采集精度高而对遥控开关的控制数量少、操作频率低。在牵引供电系统中,由于每天都需要对接触网进行停电检修,因此对变电所开关的操作频繁,开关数量多,且可靠性要求极高,以确保行车安全和检修人员人身安全。

从通讯媒介上看,电力系统多采用电力线载波作为远动通道,而电铁远动系统多采用音频实回线、载波电缆或光纤作为远动通道,这是因为电铁的电力线(接触网)存在大量的谐波,这些谐波的存在严重影响到用电力线作为传输通道的通讯质量,从而影响到远动系统的可靠性。另一方面,电铁远动系统的管辖范围内常包括多个变电所、分区亭等,电力线是分段不同相供电的。在不同相的交会处,电力线是不连通的。载波如何有效地在这些交会处传输,这也是一个问题。因此,电铁远动系统都不采用电力线载波的方式。

此外,由于牵引供电系统的负荷——电力机车,是一个移动冲击性负荷,与电力系统的静止负荷相比,电气量变化幅度大,更容易造成牵引供电网故障,也要求电铁远动系统具有更高的可靠性和实时性,以便及时、准确地将故障信息送到控制中心进行处理,并及时进行相应的操作控制,以缩短事故的影响时间。

第三节 微机监控系统的基本结构及分类

最简单的远动系统包括三个部分:命令(远动信息)的产生、命令的传送以及命令的接收。

远动系统的发送端设备就是命令的产生部分,远动系统的接收端设备就是命令的接收部分,而命令的传送部分就是远动系统的信道。从结构上讲,远动系统与一般自动化系统之间最大的区别就在于信道的存在。

由于远动系统中存在着信道,那么被传达的命令也应该被转换成适合于在信道中传送的最好形式。这种形式往往与一般自动化系统中命令的形式有很大区别,因此在远动系统中就需要一些特殊的转换设备来转换命令。

由于距离较远,再加上信道的存在,远动系统在结构上就存在着一定的弱点,即易受外来的干扰,降低了命令的准确性和整个系统的可靠性。当所需传送的命令愈多、系统愈复杂时,信道的结构也就愈复杂,这个弱点也就愈突出,并且信道的成本也愈高。因此,需要有一系列的措施来保证系统的正常、可靠和经济地运行。

远动系统的结构是千变万化的,但基本原理是类似的。图 1—4 给出了远动系统原理框图。

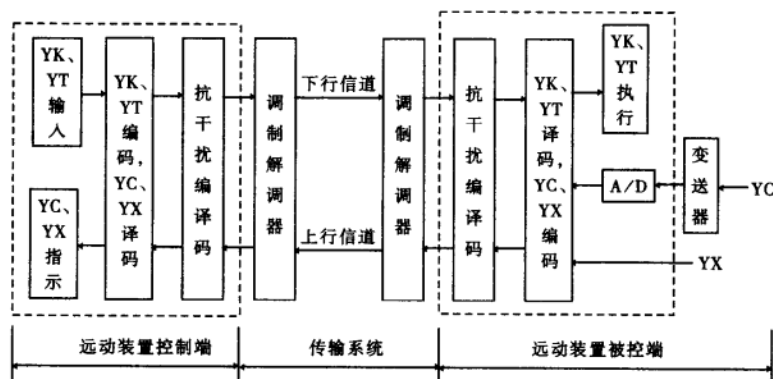


图 1—4 远动系统原理框图

我们把进行控制的一侧称为控制端(调度端,即 CC),把被控制的一侧称为被控端(执行端,即 RTU)。这两端由信道连接起来,从控制端向被控端发送的数据称“下行”数据;反之,从被控端向控制端发送的数据称“上行”数据。

设在调度所的控制端要将遥控、遥调命令送到被控端去执行,遥控或遥调命令经编码编成数字信号。在远动系统中传送的信号,在传输过程中会受到各种干扰,可能使信号发生差错。为提高传输的可靠性,对遥控、遥调的数字信息要进行抗干扰编码,以减小由于干扰而引起的差错。由于数字脉冲信号一般不适宜直接传输,例如利用电话线路作为信号传输的通道时,线路的电感、电容会使脉冲信号产生很大的衰减和变形,所以要用通信设备部分的调制器把数字脉冲信号变成适合于传输的信号,如变成正弦信号传输。这样,控制端就把经过调制后的遥控、遥调信号发送出去,送到被控端接收。接收端首先用通信设备中的解调器把正弦信号还原成原来的数字信号,再经抗干扰译码进行检错,检查信号在传输过程中是否因干扰的影响而发生错码。检查出错误的码组就拒绝执行,正确时则遥控、遥调译码后分别执行。

对遥测、遥信,被控端则是发送端,而控制端则是接收端。被控端要将遥测、遥信量送到控

制中心去显示或记录。遥测量是电量或非电量,经过变送器后,通常变成 $0\sim 5V$ 的直流模拟电压,输入模数转换器。模数转换器将输入的模拟电压转换成数字量,进行遥测、遥信编码。而遥信是开关量,可以直接编码。再进行抗干扰编码后,经调制后发送出去,送到控制中心接收端经解调和抗干扰译码进行检查,检查出错的码组就放弃不用,正确的码组则分别去显示或指示。

由于距离远而使通信部分的投资费用增大,而控制中心和变电所等被控端之间需要传送的信息又较多,为了使同一信道传送更多的信息,充分发挥信道的作用,就需要采用多次复用的办法。目前有按频率和时间划分的两种制式,简称为频分制和时分制。

在频分制中,各种远动信号是用不同频率的信号来传送的,例如用频率 $f_1, f_2, \dots, f_n$ 分别代表 n 种不同的信号,这些同频率信号可以在同一信道中同时传送。为了使传送的各种远动信号互不干扰,在发送端和接收端都设有通带频率滤波器。

在时分制中,待传的远动信号是按规定的先后顺序,依次在信道中逐个传送。例如有 n 个断路器位置状态信号需要传送,可以先送第一个断路器位置状态信号,再依次送第二个,第三个等等。

如上所述,远动技术是将供电系统的数据、命令从一端传送到另一端去控制执行、显示或记录。远动技术的传送方式分为两大类,即循环数字传送方式(称 CDT 方式)和查询传送方式(称 Polling 方式)。

循环传送方式是以被控端的远动装置为主,周期性地采集数据,并且周期性地以循环的方式向调度端发送数据,即由被控端传送遥测、遥信量给调度端。

查询传送方式是以调度端为主。由调度端发出查询命令,被控端按发来的命令而工作,被查询的站向调度端传送数据或状态信息。

远动装置按工作方式分类,可分为 $(1:1)$ 工作方式, $(1:N)$ 工作方式及 $(M:N)$ 工作方式。 $(1:1)$ 工作方式是指在被控端装一台远动装置,在调度端对应地也装一台远动装置; $(1:N)$ 工作方式是指调度端一台远动装置对应着各被控端的 N 台远动装置; $(M:N)$ 工作方式是指调度端 M 台装置对应被控站 N 台装置。

此外,根据远动系统所采用的信道、被控对象和所用元件的不同,也可以有不同的分类方法。例如根据传送信号是利用有线信道还是无线信道,可分为有线和无线远动系统;根据信道数目是随着控制对象数目而增加还是与被控对象数目的多少无关,可分为少信道和多信道远动系统;根据被控对象是分散还是集中、是固定还是活动、是在铁路沿线那样链式分布还是以控制端为中心向四周辐射式分布,就分别称为分散型或集中型远动系统、固定目标或活动目标远动系统、链式或辐射式远动系统等。也可以根据装置采用的元件是有接点还是无接点,而分为有接点和无接点远动系统;按远动功能是用硬件实现还是靠软件实现,而分为布线逻辑式和软件化远动系统;甚至可视其是否有一个远程自动调节系统,而分为开式和闭式远动系统等。

第四节 微机监控系统的性能指标

对任何一种微机监控系统而言,都可以用系统的性能指标,或叫主要技术要求来衡量其优劣或作为设计、选型的要求。一般说来有如下主要几点:

1. 可靠性

监控系统的可靠性是指设备在技术要求所规定的工作条件下,能够保证所规定的技术指标的能力。

监控系统也象其他自动化系统一样,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中,对于装置的可靠性有很高的要求。一次误动或是失效都有可能引起严重的后果,造成生命和财产的损失。可靠性包括装置本身的可靠性及信息传输的可靠性两个主要方面。

监控系统中每个设备的可靠性一般用平均故障间隔时间(MTBF),即两次偶然故障的平均间隔时间来表示。而整个系统的可靠性通常可以用“可用率”来表示。

$$\text{系统可用率} = \frac{\text{运行时间}}{\text{运行时间} + \text{停用时间}} \times 100\% \quad (1-1)$$

式中停用时间包括故障和维修时间。影响系统可用率的重要因素有:设备的质量、维护检修情况、环境条件、电源供电可靠性及其备用的程度等。

目前,一般远动装置平均故障间隔时间要求控制中心达到5 000 h以上,被控站达到8 000 h以上。

远动信息传输过程中,会因为干扰而出现差错。传输可靠性是用信息的差错率来表示的。

$$\text{差错率} = \frac{\text{信息出现差错的数量}}{\text{传输信息的总数量}} \quad (1-2)$$

差错率包括误比特率、误码率和误字节率,且常用误码率表示。

在通常情况下,差错率要求在信噪比大于15 dB时,误码率小于 10^{-5} 。

2. 容量及功能

通常把遥控、遥调、遥测及遥信等对象的数量,统称为该装置的容量。首先远动装置的容量要满足实际用户的远动化要求。此外,遥控、遥调、遥测及遥信的功能也要可扩展。随着技术的发展,远动装置还要完成事件记录,数据处理、信息转发等功能。

3. 实时性

从提高生产效率,加速事故处理等观点出发,对系统实时性要求是显而易见的。实时性常用“响应时间”来衡量。它是指从发送端事件发生到接收端正确地收到该事件信息这一段时间间隔。例如,一般电铁远动系统的响应时间,遥控、遥信一次平均传输时间小于2 s,遥测响应时间小于3 s等。

4. 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远动系统的抗干扰能力。

众所周知,任何信道中必然存在着人为的或自然的干扰。在自然干扰中最有害的是工业干扰和起伏干扰。此外,在多路传输时还有信道间的路际干扰。因此,在远动系统信道另一端所得到的已不是原来的信号,而是信号 $f(t)$ 和干扰 $n(t)$ 的混合,如图 1—5 所示。假如信道的输出端没有特殊的方法把原来的信号 $f(t)$ 分离出来,减免干扰的影响,则在遥测时将造成误差,而在遥控时将有可能发生误动作。

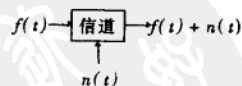


图 1—5 通道干扰

增加抗扰度的方法大致说来有两种:其一是在信道输入端适当变换信号的形式,使其不易受干扰的影响;其二是在接收端变换环节的结构上加以改善,使其具有消除干扰的滤波和补偿能力。

远动系统的上述主要性能指标对同一系统往往并非同时能够满足,其中存在着矛盾,因此需要权衡利弊,予以选择。此外远动系统还应具有足够的灵活性,以便使系统能在用途改变或

容量变更时,只需稍加改动或简单地叠加一些设备就可运用。远动系统还应在使用维护方便和成本低廉方面有所要求,设计尽可能地简化,使用户在操作上易于掌握和便于日常维护,这对降低成本和提高系统可靠性也将大有好处。

思考题

1. 电气化铁道远动系统的主要作用和功能是什么?
2. 试比较电铁远动系统与电力远动系统的特点。
3. 监控系统的性能指标有哪些?其含义是什么?



第二章 微机监控系统功能及组成原理

第一节 概 述

随着电气化铁道的迅猛发展,在铁路干线上,电力机车牵引将逐渐替代内燃及蒸汽机车牵引而成为铁路运输的主力。而牵引供电系统的高效、可靠运行是电力牵引运输得以顺利进行的根本保证。微机监控技术为提高牵引供电系统调度管理综合自动化水平,为迅捷、快速分析、查找、切除故障点,提高系统智能化水平,确保系统安全、可靠、高效运行提供了有力的技术支持。

电气化铁道微机监控系统(亦称微机远动系统)基本结构在第一章绪论中已述及,系统主要由三大部分组成,即装设于铁路分局(局)调度所(中心)的监控主站(调度端),装设于铁路沿线牵引变电所(分区亭、开闭所等)的远方终端装置(RTU,亦称被控站或执行端)及从铁路通信系统中分离出来的远动通道,如图 2—1 所示。监控主站和被控站以远动通道为桥梁有机配合,共同实现对牵引供电设备遥控、遥信、遥测、遥调等功能。所谓遥控(YK),顾名思义,即指远距离控制,亦即从监控主站发出命令通过执行端实现对被控对象的远程操作,这种命令只取有限个离散值,通常取两种状态切换指令,如开关的“合”、“分”。遥信(YX)是将被控站的牵引供电设备状态信号、事故报警信号等远距离传送给监控主站处理,如开关位置信号、事故、预告信号等。遥测(YC)是将被控牵引供电设备的某些运行参数远距离传递给监控主站处理,如有功和无功功率、电度、电压、电流等电气参数及故障点等非电气参数。遥调(YT)是指监控主站通过命令直接对被控站某些牵引供电设备的工作参数进行远距离调整,如调整变压器的原边电压等。

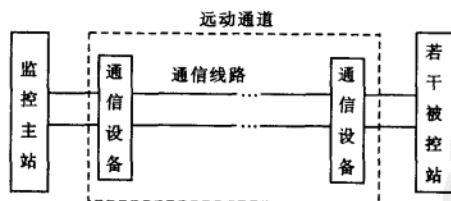


图 2—1 电气化铁道微机监控系统示意图

本章着重介绍监控主站和被控站的功能及组成原理,远动通道部分在后面第四章作专门介绍。

第二节 监控主站功能及组成原理

监控主站是微机监控系统乃至牵引供电系统的调度指挥中心。装设于此的调度管理自动化系统为直观实现调度管理意图提供了强有力的技术支持。

监控主站(这里习惯称之为调度端)设备主要由冗余配置的双主机服务器(MC)、冗余配置

的调度员操作工作站(OW)、冗余配置的通讯前置处理机(CC)、数据维护工作站(DW)、工程师终端(ET)、数据终端通信控制器(DTC)、大幅模拟屏(MNP)、流水打印机(LP)、报表打印机(RP)、拷屏打印机(CP)、电源系统(UPS及配电盘)、连接电缆等部分组成,如图 2—2 所示。

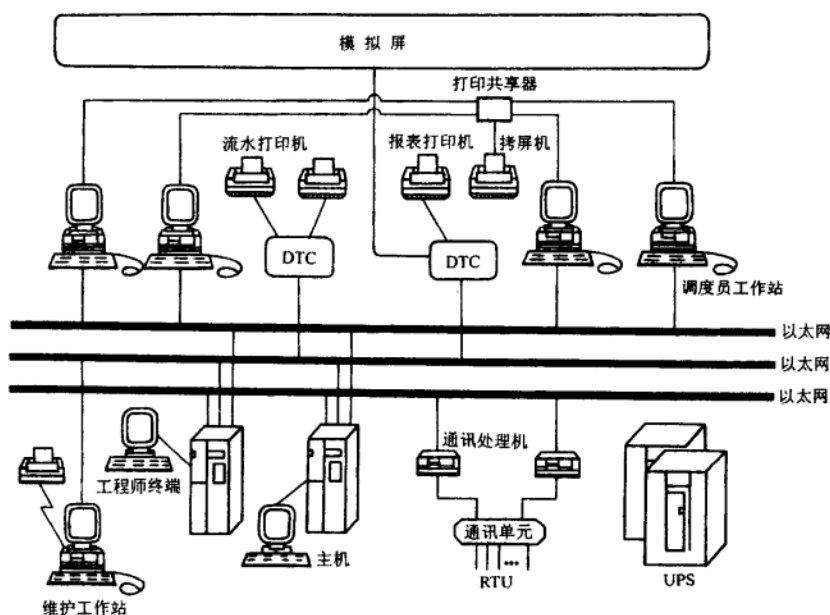


图 2—2 调度端硬件配置图

冗余配置的目的是提高系统的运行可靠性、冗余的设备可有冷备用和热备用两种备用工作方式。所谓冷备用是指作为备用的设备不运行指定的应用软件或干脆就关电待命,待主用设备故障或视需要切换时再投入运行;热备用是指作为备用的设备运行指定的应用软件监视主用设备,一旦发现主用设备故障,即自动切换运行主用程序,接替原主用设备工作,或收到双机切换命令后自动切换为主用设备工作方式,原主用设备切换为备用工作方式,或退出运行休整。

监控主站调度管理自动化系统以主机为核心,通过网络与操作工作站、数据工作站、通讯机、DTC 等设备进行数据交换,并对各设备工作状态进行监视管理;流水记录打印机、报表打印机、模拟屏等慢速设备,与 DTC 进行串口通讯,由 DTC 统一管理,通过 DTC 上网与主机相联;操作工作站通过打印共享器共享拷屏打印机资源。监控主站系统结构如图 2—3 所示,图中设备简写前已述及。

主机、数据工作站、操作工作站、通讯机配以相应操作系统(如主机 UNIX 操作系统、工作站及通讯机 Windows NT 等)及监控应用软件,充分利用外设及数据资源,实现遥控、遥信、遥测、遥调“四遥”功能及数据报表统计、记录事故分析等调度自动化管理各项功能。

监控主站调度管理自动化系统数据源于调度台调度员的操作命令及被控站(RTU)采集到的被控对象的有关数据上送信息。前者的远动操作命令亦称下行命令,后者的上送有效信息部分亦称上行信息。整个系统围绕下行命令和上行信息展开处理工作。操作工作站作为主要的人机交互界面,接受和初步处理调度操作命令,是下行命令的第一受理者;通讯机通过远