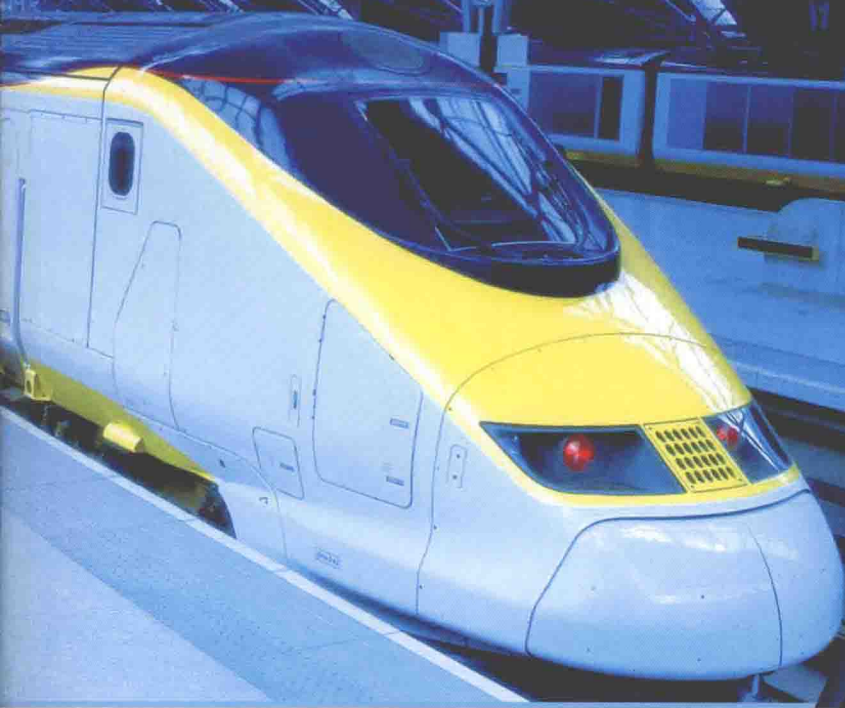


电气化铁道系列规划教材



微机远动 〔监控〕技术

WEIJI YUANDONG (JIANKONG) JISHU

柯志敏 主 编
李学武 侯应旗 副主编



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

电气化铁道系列规划教材

微机远动（监控）技术

柯志敏 主 编
李学武 侯应旗 副主编

北京交通大学出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书根据高等教育突出对人才技术应用能力培养的需求,结合作者多年从事高等教育教学的经验,在总结我国微机远动技术研究、开发与应用的基础上,围绕电气化铁道装备水平的实际情况,突出介绍电气化铁道微机远动(监控)技术的基本概念、结构与功能,变电所综合自动化基本知识,数据信息的采集与处理技术,数据通信技术,远动装置软件系统开发技术等理论。以国产APCS2000TD型牵引供电远动系统为例,讲解典型微机远动系统的特点、构成和结构、功能,并结合铁路运行管理部门的实际工作情况,介绍远动装置运行管理、电力监控设备的运行与巡视、电力监控设备事故处理、电力监控设备的维修等维护常识。

本书可作为高等院校电气化铁道技术、铁道供电专业的教材使用,也可作为电气化铁道技术相关专业工程技术人员的培训、参考用书。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

微机远动(监控)技术/柯志敏主编. —北京:北京交通大学出版社,2012.5

(电气化铁道系列规划教材)

ISBN 978-7-5121-0967-4

I. ①微… II. ①柯… III. ①电气化铁道-远动技术-高等学校-教材 IV. ①U224.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第067251号

责任编辑:张利军

出版发行:北京交通大学出版社

电话:010-51686414

北京海淀区高粱桥斜街44号

邮编:100044

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:14.25 字数:370千字

版 次:2012年5月第1版 2012年5月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-5121-0967-4/U·93

印 数:1~3 000册 定价:29.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043,51686008;传真:010-62225406;E-mail:press@bjtu.edu.cn。

前 言

微机远动(监控)技术是建立在自动控制理论、检测技术、计算机技术和现代通信技术基础上的一门多学科应用技术,它根据应用场合和完成其特定任务等方面的不同,有着繁多的种类,各自有着不同的特征。它技术先进、功能完备、应用灵活、运行可靠,在工业、电力、运输、航空航天、气象和原子能开发利用等领域得到广泛的应用,并发挥着越来越重要的作用。

我国电气化铁道广泛应用了微机远动(监控)技术,本书主要围绕电气化铁道装备水平的实际情况,结合我国高等教育的特点,突出介绍与技术应用相关的基本知识和案例。全书共分7章:第1章简述远动技术基本概念、远动系统的基本构成与分类、远动系统的技术要求与性能指标等;第2章介绍远动装置调度端与执行端的结构及功能、变电所综合自动化的相关基本概论;第3章介绍远动系统中有关数据信息的采集与处理,包括模拟量的采集与处理、VFC式数字采集系统、模拟量输出电路、开关量输入/输出电路、脉冲量计数电路、输入/输出(I/O)接口等内容;第4章介绍数据通信的基本概念、计算机网络的组成与结构、计算机网络的类型及特征、网络体系结构、数据传输技术等相关理论;第5章介绍远动装置软件系统的开发技术、数据库设计、调度端软件体系、执行端软件及微机监控系统组态软件等理论;第6章介绍国产APCS2000TD牵引供电远动系统的特点、结构和功能等;第7章介绍远动装置运行管理、电力监控设备的运行与巡视、电力监控设备事故处理、电力监控设备的维修等维护常识。

本书由柯志敏担任主编,负责全书的统稿工作,李学武、侯应旗担任副主编。其中,第1、2、3章由柯志敏编写,第4章由耿长清编写,第5章由侯应旗编写,第6章由张桂林编写,第7章由李学武编写。本书在编写过程中征求了电气化铁道行业专家的意见,并得到了许多同仁的大力支持和帮助,在此一并表示深切的谢意。

由于远动技术发展迅速,加之编者水平有限,书中错误和不足之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

编 者
2012年5月

目 录

1 运动技术概论	1
1.1 基本概念	1
1.1.1 什么是运动技术	1
1.1.2 遥控、遥测、遥信和遥调的定义	2
1.1.3 运动技术的发展与应用	2
1.1.4 牵引供电系统应用运动技术的意义	3
1.2 运动系统的基本构成与分类	4
1.2.1 运动系统的基本构成	4
1.2.2 运动系统的分类	5
1.2.3 布线逻辑式运动装置与计算机运动装置	6
1.2.4 电气化铁道运动系统的特点	8
1.3 运动系统的技术要求与性能指标	9
2 调度端与执行端的结构及功能	12
2.1 调度端的结构及功能	12
2.1.1 调度端的基本结构	12
2.1.2 调度端的功能	14
2.1.3 分布式(运动)调度自动化系统	15
2.1.4 计算机运动系统的工作模式	19
2.2 执行端的基本结构及功能	20
2.2.1 执行端的基本结构	20
2.2.2 执行端的功能	21
2.2.3 执行端的分类	22
2.3 变电所综合自动化概述	24
2.3.1 基本概念及发展过程	24
2.3.2 采用综合自动化技术的优越性	26
2.3.3 综合自动化系统的基本功能	28
2.3.4 变电所综合自动化系统的特点	30

3 数据信息的采集与处理	33
3.1 模拟量的采集与处理	33
3.1.1 模拟量输入电路的组成	34
3.1.2 电量变送器	35
3.1.3 采样及采样保持电路	38
3.1.4 模拟低通滤波器	44
3.1.5 多路转换开关	45
3.1.6 模/数 (A/D) 转换器	47
3.2 VFC 式数字采集系统	52
3.2.1 VFC 式数字采集系统概述	52
3.2.2 VFC 芯片——AD654 芯片	53
3.2.3 A/D 式数据采集系统与 VFC 式数据采集系统的比较	56
3.3 模拟量输出电路	56
3.3.1 D/A 转换器的工作原理	56
3.3.2 D/A 转换器的性能指标	58
3.3.3 D/A 转换器的芯片	58
3.4 开关量输入/输出电路	60
3.4.1 开关量的隔离与抗干扰	60
3.4.2 开关量的采集、检测与变位识别	62
3.4.3 开关量输入/输出电路	64
3.5 脉冲量计数电路	66
3.5.1 电能脉冲计量法	66
3.5.2 脉冲量计数电路实例	67
3.6 输入/输出接口	68
3.6.1 I/O 接口的作用	68
3.6.2 输入/输出信息的传送方式、组成及典型接口	68
3.6.3 CPU 对输入/输出数据的控制方式	70
3.6.4 输入/输出接口常用的芯片	73
4 数据通信技术	78
4.1 数据通信概述	78
4.2 计算机网络的组成与结构	80
4.2.1 计算机网络的组成	80
4.2.2 网络的子网结构	81
4.2.3 网络的拓扑结构	82
4.3 计算机网络的类型及特征	84
4.3.1 按网络的覆盖范围分类	84
4.3.2 按资源共享方式分类	85

4.3.3 按网络对传输介质的利用方式分类	85
4.4 网络体系结构	86
4.4.1 OSI 体系结构	86
4.4.2 TCP/IP 参考模型	90
4.5 数据传输技术	91
4.5.1 术语和概念	92
4.5.2 数字数据	92
4.5.3 模拟数据数字化	93
4.5.4 数据编码	94
4.5.5 数据传输方式	98
4.5.6 单工通信、半双工通信和全双工通信	99
4.5.7 信道与数据传输速率	100
4.6 数据交换技术	102
4.6.1 传统交换技术的演进	102
4.6.2 分组交换原理	103
4.7 多路复用	106
4.7.1 频分复用传输	107
4.7.2 时分复用传输	108
4.7.3 码分复用传输	108
4.7.4 波分复用传输	109
4.8 传输介质	110
4.8.1 双绞线	110
4.8.2 同轴电缆	111
4.8.3 光缆	112
4.8.4 无线传输介质	113
4.9 差错控制方法	114
4.9.1 差错的产生原因及其控制	115
4.9.2 奇偶校验码	116
4.9.3 循环冗余码	117
5 远动装置软件系统	121
5.1 软件开发技术	121
5.1.1 软件技术基础	121
5.1.2 软件开发技术	128
5.2 微机监控系统的数据库设计	136
5.2.1 牵引供电监控系统的数据模型	137
5.2.2 牵引供电监控系统的数据结构	138
5.2.3 牵引供电监控系统的数据库设计及生成	139

5.3 微机监控系统的调度端软件	141
5.3.1 调度端软件的基本功能	142
5.3.2 调度端软件的结构	142
5.4 微机监控系统的执行端软件	147
5.4.1 执行端的软件结构	147
5.4.2 执行端的数据结构	148
5.4.3 执行端的输入/输出软件	150
5.5 微机监控系统的组态软件	152
5.5.1 实时数据库生成软件	154
5.5.2 画面生成软件	155
5.5.3 报表生成技术	157
5.5.4 控制组态软件	158
6 国产 APCS2000TD 牵引供电远动系统实例	162
6.1 APCS2000TD 牵引供电远动系统的特点	162
6.2 APCS2000TD 牵引供电远动系统的构成和结构	164
6.2.1 系统构成	165
6.2.2 调度端设备的配置及性能要求	166
6.3 APCS2000TD 牵引供电远动系统的功能	177
6.3.1 调度操作监视管理功能	177
6.3.2 系统维护管理功能	185
6.3.3 监控系统的复示功能	188
7 远动装置运行维护常识	189
7.1 运行管理	189
7.1.1 工作人员配置及其职责	189
7.1.2 电力监控管理规程和制度	190
7.1.3 电力监控管理工作应备的记录和技术资料	192
7.1.4 电力监控系统 (SCADA) 应备的工具和备件	194
7.2 电力监控设备的运行与巡视	195
7.2.1 电力监控中央级设备巡视的要求和内容	195
7.2.2 电力监控站级设备巡视的要求和内容	201
7.3 电力监控设备事故处理	203
7.3.1 SCADA 系统事故 (故障) 的特点	203
7.3.2 主控制盘 (RTU) 柜故障的分析与处理	203
7.3.3 TCI (前置机) 柜故障的分析与处理	205
7.3.4 SCADA 系统故障抢修卡片	207
7.4 电力监控设备的维修	209

7.4.1	安全注意事项	209
7.4.2	维护操作注意事项	210
7.4.3	一般维护检查说明	211
7.4.4	站级设备的维护保养	211
7.4.5	中央级设备的维护保养	213
参考文献		218

1 运动技术概论

1.1 基本概念

1.1.1 什么是运动技术

现代社会生产过程的集约化、自动化程度不断提高，人们从事生产的领域也越来越广泛，所以人们不断谋求对生产过程中处于分散状态（或远程、危险）的生产设备的运行实施集中监视、控制和统计管理。经过长期生产实践的积累，配合科学技术的发展水平，运动技术逐渐成为一门相对独立的应用学科。

运动技术是建立在自动控制理论、检测技术、计算机技术和现代通信技术基础上的一门多学科应用技术。运动技术集控制、通信、计算机技术于一体，在工业、电力、运输、航空航天、气象和原子能开发利用等领域得到广泛的应用，并发挥着越来越重要的作用。运动系统（Telecontrol System）根据应用场合和完成其特定任务等方面的不同，有着繁多的种类，各自有着不同的特征。较为简单的运动系统可能是完成一个很简单的对单一对象的控制，而较复杂的运动系统可能是一个很大的对多个被控对象的集群控制。

例如，在电气化铁道牵引供电系统中应用运动技术后，设立在中心城市的电力调度所即可通过运动系统完成对铁路沿线数百公里（甚至上千公里）范围内的各个牵引变电所、分区亭和开闭所的信息交互与传输，实现对牵引变电所、分区亭和开闭所中的电气设备运行状态进行实时控制与监视，其示意图如图 1-1 所示。一方面，根据调度工作的需要，牵引变电所将断路器等电气设备的位置信号、事故信号及主要运行参数等信息能迅速、正确、可靠地反映给调度所；另一方面，调度所在了解到各被控对象的电气设备运行情况并进行判断处理后，即可对牵引变电所（包括分区亭和开闭所等）下达命令，直接操作某些设备（对象），完成实时控制的任务。

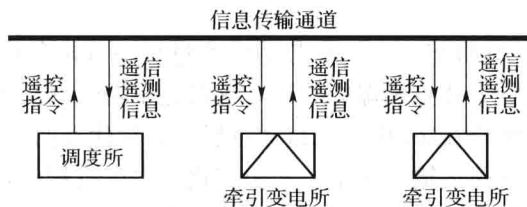


图 1-1 电气化铁道运动系统示意图

一般来讲，运动系统应该具备遥控、遥测、遥信和遥调方面的“四遥”功能。所以，运动技术也可以定义为：一种实现对远距离生产过程或设备进行控制、测量与监视的综合技

术,即调度所与各被控对象之间实现遥控、遥测、遥信和遥调技术的总称。

1.1.2 遥控、遥测、遥信和遥调的定义

远动系统中遥控、遥测、遥信和遥调等“四遥”功能有其特定的范围和含义,一般情况下,其功能定义如下。

1. 遥控

遥控(Remote Control)是指从控制端(调度所)向远距离的被控对象发送位置状态变更的操作命令,实行远距离控制操作。在远动技术的应用中,这种命令只取有限个离散值,通常较多情况下只取两种状态指令,例如电力系统中各个变电所中的开关电器设备的“合闸”、“分闸”指令;某个物体位置的“升位”、“降位”指令;某个机械设备上电磁阀门的“开启”、“关闭”指令等。

2. 遥测

遥测(Telemetering)是指从控制端(调度所)对远距离的被控对象的工作状态参数进行测量,被控对象实时将工作运行的参数传送给控制端(调度所),例如电气化铁道牵引变电所中的馈线负载电流、母线的工作电压、系统的有功功率和无功功率等电气参数及接触网故障点位置等非电气参数;航天飞机舱体内的温度、气压等参数。

3. 遥信

遥信(Telesignal)是指从控制端(调度所)对远距离的被控对象的工作状态信号进行监视,被控对象实时将设备状态信号传送给控制端(调度所),例如在电力系统中变电所的开关电器设备所处的“分闸”或“合闸”位置信号、设备运行的报警信号或继电保护装置的動作信号等。

4. 遥调

遥调(Teleadjusting)指从控制端(调度所)对远距离的被控对象的工作状态或参数进行调整,例如调节牵引变电所牵引变压器的二次输出电压,调节某一设备中驱动电机的转速等。

目前,我国电气化铁道牵引供电系统中需要进行设备工作状态或参数调整的对象不多,所以其远动系统一般主要要求具备遥控、遥测、遥信功能。

1.1.3 远动技术的发展与应用

1. 远动技术的发展

远动技术的出现起于19世纪,人们在劳动生产过程中远离危险物体,但又需要对危险物体实施操作,如用遥控的方式点燃爆炸物等,这就是早期远动技术的例子。

远动技术的发展集中体现在20世纪。自20世纪30年代开始,随着社会生产力的发展,远动技术被应用于电力、铁路运输、军事、矿山和化工生产过程中,这一时期的远动技术侧重于遥控、遥测技术的发展,用于实现对远程物体的控制和参数测量。

到20世纪50年代后,全球科学技术得到飞速发展,人们的活动领域不断扩大,如宇航、卫星、原子能发电、深海作业等,远动技术也就被更广泛地应用于气象、航空航天、机器人、核能工业、海洋作业、环境保护等领域。而且,在这一时期,计算机及计算机网络技术、微电子技术、控制技术和通信技术得到迅速发展及应用,使远动技术得到革命性的改革

与创新,出现了计算机远动技术。

从远动装置的技术装备角度来看,远动系统前后经历了继电器、晶体管(分立元件)、集成电路和计算机远动系统等4个阶段,相应的远动系统也被称为第一代、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,第四代即为计算机远动系统。目前,电气化铁道远动系统均为计算机远动系统。

电气化铁道远动技术的发展趋势集中在计算机高可用性技术的应用、基于 IEC61970 系列标准的数据结构和数据交换的应用、远动系统专用 Internet 网络的使用等方面,即电气化铁道远动技术迎来了网络化的时代。由于它简单可靠并且充分利用了广域网技术,因此发展潜力巨大。目前,中国电力科学研究院电网所科东公司、东方电子和南京自动化研究所在这方面的研究在国内处于领先地位。

2. 远动技术在国内的应用

我国电力系统由东北、华北、华东、华中、华南、西北、山东7个大电网组成,国家电力管理调度体系分为国家级总调度、大电网级网调度、省级电网省调、地区电网地调和县级电网调度等五级。庞大的电网区域与复杂的管理体系,必须依靠现代化的管理手段,才能实现电力系统的安全、优质和经济运行。

我国电网调度自动化的研制工作开始于20世纪50年代,实际应用开始于20世纪70年代中期。1978年我国第一套电网在线监控与调度系统在京津唐电网投入运行;1985年后,能源管理/安全监控与数据采集(EMS/SCADA)系统陆续在华北、华中、东北、华北四大电网投入建设并运行。到目前为止,我国电网调度自动化有了较大的发展,基本实现了五级调度自动化。

我国电气化铁道牵引供电远动系统自20世纪60年代开始研制,20世纪80年代开始得到广泛应用。20世纪60—70年代,铁道科学院与唐山铁道学院联合研制的第一套晶体管元件布线逻辑式的远动装置在宝鸡到凤州铁路的3个牵引变电所、2个分区亭进行了试运行;20世纪70年代末,第一套晶体管问答式通信方式远动装置在西安铁路局宝鸡开闭所投入运行;20世纪80年代开始,随着我国电气化铁道建设的快速发展,计算机远动装置被大量采用,前后在京秦线、陇海线、京广线、兰武线、贵昆线、成渝线、宝中线、西康线等投入运行。

目前,我国电气化铁道远动系统的技术装备已经达到了较为先进的水平,南京自动化研究所、许昌继电器集团公司、西南交通大学等单位形成了集电气化铁道远动技术研究、开发、生产、服务于一体的技术团队。

1.1.4 牵引供电系统应用远动技术的意义

远动系统在电气化铁道供电系统中的应用,其主要目标是解决牵引供电系统的运行与调度管理工作。实现电气化铁道供电系统远动化具有实际的意义。

(1) 实现对铁路沿线供电设备的集中监视,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,加快事故的处理。

(2) 实现对铁路沿线供电设备的集中控制,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,在牵引变电所、分区亭、开闭所实现无人化或少人化值班,并提高运行操作质量,改善运行人员的劳动条件。

(3) 实现对牵引供电系统运行的统一调度, 提高系统运行的管理水平, 从而保证供电质量, 提高供电可靠性, 合理使用电能。

(4) 建立一个良好的通信网络平台, 有利于实现牵引变电所综合自动化技术的运用。目前, 变电所综合自动化技术得到飞速发展, 除提高设备运行自动化外, 同时提高了防火、防盗等安全防护功能。

1.2 远动系统的基本构成与分类

1.2.1 远动系统的基本构成

远动系统的基本作用就是实现调度端对被控端设备的监视与控制操作, 所以远动系统的组成应包括调度端(或控制端)、通信信道和执行端(或被控端)三部分, 如图 1-2 所示。

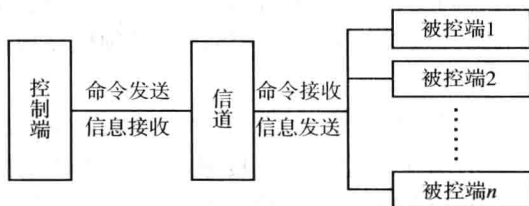


图 1-2 远动系统组成示意图

1. 调度端(或控制端)

调度端是远动系统遥控、遥调指令信息的产生部分, 也是被控端设备对象遥测、遥信信息的接收部分。

电气化铁道牵引供电远动系统调度端安装在中心城市的调度控制中心, 例如郑州铁路局所管辖范围内的京广铁路线、陇海铁路线及新荷线电气化铁道牵引供电远动系统的调度端就安装在郑州调度控制中心。在远动系统中, 为配合调度端工作, 调度控制中心还配备有模拟屏、打印机、工程师终端、VDU 显示设备(含键盘、鼠标器等人机接口)、通信处理器及不间断电源(UPS)等设备。

调度端的主要任务就是对被控端送来的信息进行加工、处理(如有功功率、无功功率、电能等), 并根据需要进行各种报表、记录的打印、存储、显示, 对事故信号进行报警, 以及由操作员通过人机接口向各被控对象发出操作命令等。

采用计算机技术的远动系统也称远方监控与数据采集系统, 也称为 SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition System)。其主要功能是依靠软件编程来实现的, 突出优势在于信息数据处理、人机对话和自动巡回检测等。

2. 执行端(或被控端)

执行端是远动系统遥控、遥调指令信息的接收与执行部分, 也是被控端设备对象遥测、遥信信息的采集与发送部分。

电气化铁道远动系统执行端分布安装在被控对象的所在地, 其主要功能则是采集牵引变电所内各开关量的状态、电气量的参数并及时上送调度端, 以及执行控制端发来的各种操作

命令等。执行端为实现远动系统的功能完善,一般还具备被控设备对象发生事件的顺序记录、自恢复和自检测功能。

在 SCADA 中,执行端也称远方终端装置(RTU)。计算机远动系统的执行端主要包括计算机、数据采集电路、显示器和打印机等设备,其主要功能依靠软件编程来实现。

3. 通信信道

远动系统中信道的主要功能是承担控制端与被控端之间的信息数据、命令的传输。通常,把从控制端向被控端发送的数据称“下行”数据;反之,把从被控端向控制端发送的数据称为“上行”数据。

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。远动系统由于调度端与执行端之间的距离较远,信道存在易受外来干扰的弱点,从而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正常、可靠和经济地运行。一般情况下,远动系统中会采取将被传达的命令转换成适合于在信道中传送的最好信息形式进行传输,如模拟信号数字化技术、纠错编码技术、数字加密技术、基带传输技术、同步技术等。这种形式往往与一般自动化系统中命令的形式有很大的区别,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。例如,设在调度中心的控制端要将遥控、遥调命令送到被控端去执行时,首先要将遥控或遥调命令经抗干扰编码编成数字信号,以防止信号在传输过程中受到各种干扰而发生差错,提高传输的可靠性。其次,除光纤数据传输外,如果利用电话线路作为信号传输的通道时,由于数字脉冲信号易受到线路的电感、电容的影响而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,则相应地要求在执行端通信设备中用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。

在电气化铁道供电远动系统中,由于系统分布距离远而使通信部分的投资费用增大,而控制端调度中心和牵引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,就需要在信息传输中采用信道多次复用的办法。目前有两种制式,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,这些不同频率的信号可以在同一信道中同时传送;而且,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时间先后顺序,依次在信道中逐个传送,如有几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。

近年来,随着计算机网络通信技术的不断发展,特别是网络通信设备技术的标准化与规范化,以及光纤通信技术的应用,远动系统中通信信道的许多问题得到了解决和改善,为计算机远动技术的应用与发展打下了坚实的基础。

1.2.2 远动系统的分类

远动系统在整体归类上一般按照不同的信息传送方式、不同的工作方式、控制对象的不同分布形式、具有的不同功能等方面进行分类。

1. 按照远动系统中信息传送方式的不同分类

在远动系统中,各种信息、命令从一端传送到另一端去控制执行、显示或记录。目前,远动技术的信息传送方式分为两大类:循环传送方式和查询传送方式。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。

2. 按照远动工作方式的不同分类

远动装置按照工作方式的不同一般可以分为以下3类。

(1) 1:1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。

(2) 1:N工作方式。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。

(3) M:N工作方式。M:N工作方式是指调度端M台装置对应被控站N台装置。

3. 按照远动系统所采用信道的不同分类

(1) 按信道的性质分类。远动系统按照传送信号的信道是利用有线信道还是无线信道,可分为有线远动系统和无线远动系统。无线远动系统多应用于航空航天、军事等领域,而在工业、运输、电力等领域更广泛使用的是有线远动系统。

(2) 按信道的数量分类。远动系统可以按照信道的数量是随着控制对象的数量而增加还是与被控对象数量的多少无关来分类,一般可分为少信道远动系统和多信道远动系统。

4. 按照远动系统所控制对象分布的不同分类

远动系统可以根据被控对象的分布状态来分类,即分为分散型远动系统和集中型远动系统、固定目标远动系统和移动目标远动系统、链式远动系统和辐射式远动系统等。

5. 按照远动系统所采用的元件、功能的不同分类

远动系统可以根据装置采用的元件是有接点还是无接点分为有接点远动系统和无接点远动系统;远动系统按照远动功能是用硬件实现还是靠软件实现,可分为布线逻辑式远动系统和软件化远动系统;远动系统还可以按照是否有一个远程自动调节系统而分为开式远动系统和闭式远动系统等。

1.2.3 布线逻辑式远动装置与计算机远动装置

在远动系统中,布线逻辑式远动系统的功能主要是依靠硬件设备来实现的,而计算机远动系统的功能主体是依靠软件来实现的,其功能实现示意图如图1-3所示。



图 1-3 远动功能实现示意图

布线逻辑式运动系统功能的实现是通过装置中逻辑电路的时序电路,由它控制具有运动功能的逻辑电路按一定的时序要求进行工作,将等待处理的遥信、遥测信息或要发送的遥控、遥调命令经各功能逻辑电路的处理变换为适合于显示遥信、遥测信息和适合于发送的遥控、遥调指令。由于处理过程完全由逻辑电路来实现,所以其投入运行的远动装置如果需要实现功能的变更,则必须更改逻辑电路设计,这也就限制了布线逻辑式运动系统功能应用的灵活性。在这一点上,计算机远动系统具有明显的优势。

计算机远动系统功能的实现是基于硬件设备的基础上,应用软件系统引导并控制处理信息。当需要改变处理要求时,只需对软件程序进行修订。即使需要增加硬件,由于各部分电路是通过数据总线相互连接的,扩展也很方便。因此,计算机运动装置更具有灵活性和可扩展性。目前,随着微型计算机技术的发展和普及,电气化铁道牵引供电运动装置广泛采用计算机远动装置。

1. 计算机远动系统的发展

从硬件设计上看,计算机远动系统的发展经历了芯片级设计、板级或模块级设计、系统级设计等3个阶段。

芯片级设计是指用户根据系统功能实现的要求选用不同类型的微处理器芯片、存储器芯片和输入输出芯片等独立元件联成的系统;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,微机运动装置硬件的设计越趋简单。

2. 计算机远动系统的基本结构与功能

以微型计算机为工作主机,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。其基本构成包括主计算机、人机对话设备、工程师终端、模拟屏、被控端 RTU 等,如图 1-4 所示。

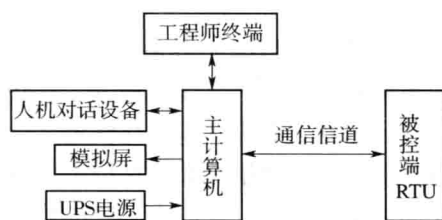


图 1-4 计算机远动系统示意图

(1) 主计算机。主计算机是微机远动装置的核心,其工作方式由软件进行控制,具有很强的功能适应性。其主要功能除完成远动系统的“四遥”功能外,还能进行许多运算处理工作,例如对遥信信号进行变位判别、事故顺序记录、程序控制等。同时,它还能进行信息的加工处理和转发,即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式运动装置难以实现的。

除此之外,微机远动装置还可进行一些实时计算,如对多个牵引变电所的功率进行总和统计、输电线线损计算、误码率统计及各种图形报表的显示、打印等。

(2) 人机对话设备。人机对话设备包括键盘、鼠标器、显示器、打印机等,工作人员通

过这些设备实现对遥信、遥测等信息的浏览,发送遥控、遥调命令,编制打印各种不同的图形、报表等。同时,也可以通过复示终端提供操作人员的在线培训、防误操作及辅助决策等功能。

(3) 工程师终端。工程师终端用于实现对远动系统的调试、诊断与功能修改等功能,通过工程师终端,可以完成对远动系统运行参数的校核与修订。

(4) 模拟屏。在电气化铁道牵引供电远动系统中,模拟屏作为辅助设备,用于显示各个被控端牵引变电所电气设备运行状态的遥信信息和牵引供电系统运行参数(如电流、电压、功率等)的遥测信息。

(5) UPS 电源。用于为主计算机提供不间断工作电源。

(6) 被控端 RTU。牵引供电远动系统中的 RTU 一般设在铁路沿线的各变电所、开闭所或分区亭内,它们与调度端主计算机之间的信息通过远动通道来传输。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牵引供电系统主要设备进行监视、测量、调整、控制、管理及与其他系统(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,这是电气化铁道微机远动系统的发展方向。

1.2.4 电气化铁道远动系统的特点

电气化铁道牵引供电系统(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与电力系统中的远动系统既有共性,也有区别。它们的基本功能和作用是一样的,但系统结构、网络拓扑及一些具体技术和要求又不尽相同。

1. 牵引负荷的特殊性

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分。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,在设计电气化铁道远动系统时,必须采取强有效的措施来克服这种通信干扰(包括硬件抗干扰措施和软件抗干扰措施)。

同时,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,也要求电气化铁道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。

2. 牵引供电系统布局的特殊性

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形辐射状结构。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,其通信线路呈相应的分布。因此,电气化铁道远动通道为适应这种特点,大多采用链形结构、环形结构、总线形结构,有时也要包含星形结构。对于链形、环形结构,必须考虑到信号的中继转发、实时性及误码累积等问题,这在星形结构中是不需要特别考虑的。