

电力系统 远动原理 及 微机远动装置

柳永智 编著

成都科技大学出版社



TELECONTROL

电力系统远动原理及微机远动装置

柳永智 编著

成都科技大学出版社

内 容 提 要

本书阐述了电力系统远动技术的基本原理及构成微机远动装置的多种技术。

全书共分九章，主要内容包括：概述；信道编码的基本原理及方法；远动信息的信道编译码；时序及同步；遥信信息和遥测信息的编码；变送器；数字调制与解调；人机联系；微机远动装置。

本书适于大专院校设有远动课程的专业作教材，还可供在电力系统、石油系统、天然气公司、自来水公司从事远动技术工作的工程技术人员参考。

电力系统远动原理及微机远动装置

编 著 柳永智

责任编辑 雷家兰

成都科技大学出版社出版、发行

四川省新华书店 经销

成都科技大学印刷厂印刷

开本：787×1092 1/16 印张：16.625

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数：1—3000 字数：392千字

ISBN7-5616-0385-1/TP·5(课)

定价：3.30元

前 言

为了提高电力系统安全经济运行水平，调度自动化是必不可少的技术手段。远动系统作为调度自动化系统的一个子系统，担负着实时信息采集等主要功能，它是实现调度自动化的基础。因此，远动系统的健全和完善程度，是反映电力系统调度自动化水平的一个重要标志。

由于电子技术的发展，远动装置从有触点式发展为无触点式，从分立元件发展到集成电路。特别是七十年代以来，随着微型计算机技术的发展和运用，远动技术向着微型计算机化的技术方向不断发展。多种型号的微机远动装置被不同的单位研制成功，并投入现场运行，使远动技术进入一个新的阶段。

为了适应远动装置向着微型计算机化发展的需要，特编写了《电力系统远动原理及微机远动装置》一书。本书在阐述了远动技术的基本原理之后，以个别装置为例，较详细地介绍了微机远动装置的硬件设计和软件设计的一般方法，以及布线远动装置与微机远动装置的接口。

本书经成都科技大学滕福生教授审阅，并提出了宝贵意见，特此致谢。在编写过程中，参阅了成都科技大学信息工程专业使用的远动课程讲义及南京自动化研究所编写的《微型计算机在远动中的运用》等有关资料。

限于编者水平，书中难免有不妥与错误之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 电力系统的运动功能.....	(1)
第二节 电力系统运动信息.....	(2)
第三节 电力系统运动装置概况.....	(5)
第四节 运动系统.....	(9)
第二章 信道编译码的基本原理及方法	(13)
第一节 抗干扰编码的基本原理.....	(13)
第二节 信道编码的代数基础.....	(17)
第三节 线性分组码的编译码.....	(24)
第四节 循环码的编译码原理.....	(28)
第五节 系统循环码的编译码电路.....	(34)
第六节 系统循环码的译码.....	(38)
第七节 系统循环码的编译码算法.....	(41)
第三章 运动信息的信道编译码	(56)
第一节 奇偶校验码.....	(56)
第二节 <i>BCH</i> 码.....	(60)
第三节 <i>BCH</i> 码的编译码电路.....	(62)
第四节 <i>BCH</i> 码编译码的程序设计.....	(67)
第五节 其它检纠错码.....	(70)
第四章 时序及同步	(75)
第一节 运动信息的时序.....	(75)
第二节 帧同步.....	(79)
第三节 位同步.....	(85)
第四节 随机同步.....	(90)
第五章 遥信信息和遥测信息的编码	(94)
第一节 遥信信息的编码.....	(94)
第二节 模一数转换原理及方法.....	(101)
第三节 模一数转换电路及与 <i>CPU</i> 接口.....	(105)
第四节 标度变换和二—十转换原理.....	(110)

第五节	标度变换和二—十转换的程序设计	(116)
第六节	遥测数据的处理	(118)
第六章	变送器	(124)
第一节	电流变送器和电压变送器	(124)
第二节	功率变送器	(126)
第三节	功率总加器	(133)
第七章	数字调制与解调	(137)
第一节	概述	(137)
第二节	二相键控调频	(142)
第三节	二相键控调相	(147)
第八章	人机联系	(152)
第一节	调度模拟盘	(152)
第二节	键盘和发光二极管显示器	(154)
第三节	屏幕显示	(157)
第四节	行式打印机	(164)
第九章	微机远动装置	(166)
第一节	微机远动装置硬件结构	(166)
第二节	MWY-C01的存贮器和计时器电路	(169)
第三节	MWY-C01的串行和并行接口电路	(176)
第四节	MWY-C01的键盘/显示器和中断管理	(192)
第五节	MWY-C01的软件设计	(211)
第六节	模板级设计的调度端机	(221)
第七节	调度端的软件设计	(226)
第八节	接收布线远动装置信息	(238)
第九节	IBM PC机作调度端机	(242)
第十节	多机系统的微机远动装置	(254)

第一章 概 述

远动技术的应用是从本世纪三十年代开始的，并随着生产的发展而迅速发展起来。

生产的发展，使其规模愈来愈大。完成同一任务的系统，往往由互相有关的许多生产单位及生产设备构成，并分散在相距较远的不同地区。比如电力系统、铁路系统、石油系统等。要把分布较远的各生产设备联成一个整体，让它们服从于一个调度机构的指挥，安全、经济地运行，需要有专门的技术及设备，以实现对整个生产过程的监视和控制。远动技术就是专门研究这一技术问题的学科。

远动技术建立在自动技术、通信技术和计算机技术的基础之上。它的基本理论包括转换技术原理、计算机技术基本原理、编码理论、数据传输原理及信息论等。

远动技术在 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。

第一节 电力系统的远动功能

现代电力系统由许多分布距离较远的发电厂、变电站及大量高压输电线路等组成。按照电力系统调度自动化的分层控制管理方法，电力系统设有网调、省调、地调等各级调度中心，由它们对系统的运行进行统一调度指挥，使电力系统的运行能随时满足发、供电要求、保证供电质量，并提高系统运行的安全性和经济性。为达到此目的，发电厂及变电站必须及时向调度中心反映实时运行参数及状态，调度中心通过对收集到的实时数据的处理，作出决策，可对发电厂及变电站发布命令，对运行状态进行控制或调整。因此，为了实现对电力系统的统一调度管理，在调度中心和发电厂、变电站之间需要传递信息。早期的电力系统调度，主要通过电话交换信息，这种方法的速度慢、同时性差。自从远动技术进入电力系统之后，则由安装在各调度中心及厂站中的远动装置自动完成实时信息的收集和传送，使调度管理工作朝着自动化的方向发展。

由发电厂或变电站向调度中心传送的信息为遥远信号（简称遥信，用 YX 表示）和遥远测量（简称遥测，用 YC 表示），通常称为上行信息。调度中心向发电厂或变电站传送的信息为远程控制（简称遥控，以 YK 表示）和遥远调节（简称遥调，以 YT 表示），称为下行信息。因此，人们通常把远动技术称之为四遥，即遥信、遥测、遥控、遥调。

国际电工委员会（IEC）第五十七技术委员会（TC-57）即远动分会在 1980 年 8 月曾公布远动术语草案，该草案已列入国际电工词典第 371 章。草案中有关远动概念的术语有：

远动（Telecontrol） 运用通信技术传输信息，以监视控制远方的运行设备。

远程监视（Telemonitoring） 运用通信技术对远方的运行设备状态进行监视。

远程测量 (Telemetry) 运用通信技术传输所测变量之值。

远程信号 (Teleindication, Telesignal) 对状态信息 (例如报警信号、断路器位置、闸门位置等) 的远程监视。

远程计数, 累计总数传输 (Telecounting, Transmission of Integrated Totals) 运用通信技术传输可测的量值。这些量值是按某一指定参数 (如时间) 加以累计的。

远程控制 (Telecommand) 运用通信技术使远方的运行设备状态发生改变。

远程切换 (Teleswitching) 对具有两个确定状态的运行设备所进行的远程操作。

远程整定 (Teleadjusting) 对具有不少于两个设定值的运行设备进行远程操作。

远程指令 (Teleinstruction) 运用通信技术传递切换和 (或) 整定指令到有值班员的变电站。

远程调整 (Teleregulation) 指在一闭环内, 对设备进行远程监视和远程命令的组合, 通常还包括自动决策部分。

根据上述有关远动概念的术语, 我们通常所说的遥信、遥测、遥控、遥调就是远程信号、远程测量、远程切换、远程整定的概念。其中远程信号和远程测量属于远程监视, 远程切换和远程整定属于远程控制。因此, 远动概念可以理解为:

远动 = 远程监视 + 远程控制 = 远程监控

远动技术要解决相距甚远的生产部门之间的信息传送, 所以必须采用通信技术, 且要保证信息的实时性。因此, 它有别于自动技术、电视广播、电话、电报等。

电力系统远动技术完成对电力系统运行的监视和控制, 直接为电力调度服务。现代电力系统调度, 已发展到计算机调度阶段, 即由电子计算机和远动装置, 构成电力调度自动化系统。在这个系统中, 远动装置通过远程信号和远程测量, 收集系统运行的主要参数, 如发电机功率, 电力线路潮流, 母线电压, 以及发电厂、变电站主要断路器的位置状态信息等。这些信息除实时地显示在调度中心的模拟盘上之外, 同时作为原始数据送入计算机, 为计算机分析、评价系统的运行情况, 调整控制提供了基础信息。这时, 除调度员能实时地对系统运行进行全面监视外, 依靠电子计算机还可以完成对电力系统运行情况的安全分析、经济调度和自动控制。

目前电力系统使用的调度自动化系统, 多数为监视控制和数据收集系统 (Supervisory Control and Data Acquisition System) 简称 SCADA 系统。对扩展了自动发电控制 (AGC) 和经济调度控制 (EDC) 等其它功能的系统, 则成为现代的能源管理系统 (Energy Management System), 简称 EMS。

第二节 电力系统远动信息

电力系统远动的功能, 一是实现对实时数据的收集, 即将运行设备状态的实时信息向调度中心反映; 二是由调度中心向运行设备发出命令信息, 实现对运行设备的控制和调节。借助远程的监视和控制, 可以使电力系统安全、经济地运行。为实现这种远动功能, 远动信息的基本内容包括:

一、遥信信息

遥信信息包括发电厂、变电站中主要的断路器合闸或跳闸位置状态信号、隔离开关的合闸或分闸位置状态信号、重要继电保护与自动装置的动作信号，以及一些运行状态信号，如厂站设备事故总信号、发电机组运行状态的变动信号、远动及通信设备的运行故障信号等，另外，对测量参数的上、下越限告警信号，也可以用遥信信息传送。遥信信息所涉及的对象，只具有两种状态，这两种状态以数字量“0”或“1”表示，送入远动装置经编码后形成遥信码字。

二、遥测信息

遥测信息中，功率遥测是不可缺少的信息。它是指发电厂、变电站中的发电机组、调相机组、变压器、输电线、配电线等通过的有功功率和无功功率。用这些遥测量可以监视电力系统的出力、潮流与负载情况。除功率遥测外，遥测信息还包括传输线路中重要支路的电流和重要母线上的电压、频率，总发电电度量、厂用电电度量和地区负荷电度量，联络线的交换电度量、大容量发电机的功率角。另外，发电厂、变电站内成组自动调节装置的整定值，带负荷调压变压器及补偿器的分接头位置，水电站的上、下游水位，进水口闸门的开度等也属于遥测信息。

遥测信息代表的是随时间作连续变化的模拟量的大小，这些被测量大部分是先通过变送器把实测值变成 $0V \sim 5V$ 范围内的直流电压后，送入远动装置，经编码得到遥测码字。如功率、电压和电流等。对不能由变送器转换成直流电压的量，可通过其它仪表，转换成数字量后送入远动装置编码，称外接数字量输入。

遥测信息和遥信信息是上行远动信息，它从发电厂、变电站向调度中心传送，也可以从下级调度中心向上级调度中心传送。

三、遥控信息

遥控信息要根据正常和事故时运行操作的需要进行发送，它是通过远动指令遥控发电厂或变电站中的各级电压回路的断路器、投切补偿电容器和电抗器，自动装置的投入和退出，发电机组的开停等。

由于遥控信息的可靠性要求很高，为了提高控制的准确性，避免误动作，除在信道编码时加强保护措施之外，一般在遥控命令下达之后，都要通过返送校核，只有在校核正确之后才能执行。

四、遥调信息

遥调信息包括改变变压器或补偿器分接头的位置，以调节电力系统的运行电压；改变机组有功或无功成组调节器的整定值，以增减机组出力；对自动装置整定值的设定及改变闸门、阀瓣的开度位置等。

遥控、遥调信息是下行远动信息，它从调度中心向发电厂、变电站传送，或者从上级调度中心向下级调度中心传送。

上述四种信息中，遥信信息和遥测信息是实现运行监视的基础信息，同时还为安全

分析提供信息依据。遥控信息和遥调信息则是在安全分析的基础上,对运行系统进行经济调度和自动控制时,向发电厂或变电站传送的远程切换和远程调整命令。因此,传送信息的优先级别应该是先遥信信息和遥测信息,其次为遥控信息和遥调信息。

由于遥控信息和遥调信息一旦被发电厂或变电站执行,立即按照命令要求,改变电力系统的运行状态,如果命令在传送过程中发生畸变,将会发生错误操作,给电力系统带来不堪设想的后果。所以从可靠性来看,对遥控信息和遥调信息的可靠性要求最高,其次为遥信信息和遥测信息。

由于电力系统运行的变化过程十分短暂,所以对电力系统运行信息的实时性要求很高。实时性指标,一般用允许传送时间来表示。国际电工委员会(IEC)建议的允许时延和传送的优先等级由表1-1列出。

表1-1 最大允许时延表(通道误码率 $\leq 10^{-4}$)

优先等级	信 息 类 型	典型的最大允许时延(s)
1	在非循环的数据传送中,检出错误后的重复传送	
2	命令;给定值命令	0.1~2
3	状态变化;事件信息;自发数据(对大信息容量的系统,按事件的紧急程度细分)	1~5
4	循环式数据	2~10
5	存贮的数据(记忆或表计)	1~5 min

在实际应用中,信息传送的允许时间,要根据电力系统调度自动化功能的要求,信息的特点及一些具体情况而定。我国水电部制定的地区电网调度自动化系统基本指标中,用系统响应指标给出对信息传送的允许时间,具体要求如下:

开关量变位时,传送至主站的时间小于3秒;遥测量变化超过死区时,传送时间小于3秒;遥测全系统扫描时间为3~8秒;控制命令的传送时间小于3秒;遥调命令的传送时间小于4秒。

可靠性和实时性是对远动信息在质量方面的要求,为了完成调度自动化功能,同时还要保证远动信息的数量。远动信息的数量指标,在远动装置中用容量指标给出。对不同的监控对象,所需要的远动信息在数量上的差别是很大的。如对大型变电站,表示状态量的遥信信息可达二百个以上,而小型变电站则可能只有几十个。

远动信息的传送方式可以采用循环数字传送(CDT)方式或回答传送(Polling)方式。

在CDT方式中,发端将要发送的信息分组后,按双方约定的规则编成帧,从一帧的开头至结尾依次向收端发送。全帧信息传送完毕后,又从头至尾传送。这种传送方式实际上是发端周期性地传送信息帧给收端,而不顾及收端的需要,也不要求收端给以回答。故称它为循环数字传送方式。这种传送方式,对传输可靠性要求不很高,因为任一错误信息可望在下一循环中得到它的正确值。

CDT 方式中的帧结构, 可以是固定不变的形式 (在布线远动装置中), 也可以是可变的帧结构 (在微机远动装置中)。

Polling 方式的特点是: 主站 (Master Station) 向分站发送一定信息格式的查询命令, 分站按查询要求向主站发送信息。这里的主站有时也称调度端, 分站是指厂站端或远方数据终端。用这种方式, 可以做到主站需要什么, 分站就送什么, 即按需传送。

运动信息的传送方式目前较多使用的是循环数字传送方式, 在微机远动中, 对问答传送方式也在探讨它的应用。按 TC-57 规约的要求, 远动信息的传送应能同时满足两种传送方式。水电部《全国电网调度自动化规划目标和要求》一文中指出“循环数字传送远动装置 (CDT) 和发展起来的应答式远动装置将并存较长时间, 都予以采用”。

在具体应用中, 对信息传送方式的选择还应考虑到通道结构的实际情况。

第三节 电力系统远动装置概况

远程监视和远程控制借助四遥信息的传送实现, 而四遥信息的形成及识别则是远动装置应该完成的功能。

按习惯叫法, 远动装置分为厂站端和调度端。顾名思义, 厂站端是指放置在发电厂或变电站的端机; 调度端指放置在调度中心的端机。厂站端和调度端必须同时存在才能完成远动功能, 但不一定要求它们一一对应。经常是一个调度端与多个厂站端配合工作, 称为一对 N。在少数特殊情况下, 可以是一个厂站端与一个以上的调度端配合工作, 称为一发 N 收。

目前国内生产的远动装置就功能来讲, 有同时完成四遥功能的远动装置, 也有完成三遥功能的远动装置 (没有遥控或遥调), 还有只完成二遥功能的远动装置 (没有遥测和遥调)。

有四遥功能装置的厂站端, 能完成遥测和遥信信息的编码及发送; 遥控和遥调信息的接收及译码执行。而调度端能完成遥控和遥调信息的编码及发送; 遥测和遥信信息的接收及译码输出。

四遥信息均为二进制数“0”与“1”的组合, 其编码采用分组码方式, 每一组码称为一个码字。国内生产的各种远动装置, 码字结构各不相同。如果按信道编码方式对码字结构进行分类, 所有远动装置的码字结构分成两大类。一类是按奇偶校验方式进行信道编码的码字; 另一类是按 BCH 校验进行信道编码的码字。

以遥测信息和遥信信息为例, 采用奇偶校验的码字结构如下:

组码	组码奇偶	遥测或遥信数码	数码奇偶
----	------	---------	------

在这种码字结构中, 每个码字由组码、组码奇偶、遥测或遥信数码、数码奇偶组成。有的装置中为了提高码字的抗干扰能力, 再加上一遍遥测或遥信数码的反码, 构成一个码字。

采用 BCH 校验的码字结构是:

组码	遥测或遥信数码	BCH 监督码
----	---------	---------

这种结构，每个码字由组码、遥测或遥信数码、BCH 监督码组成。

码字中的组码作为每个码字的代号。各个码字的代号不同，可以相互区别。组码在接收端的接收校核和同步中也可以起一定作用。遥信数码代表遥信对象的状态，遥测数码代表遥测对象参数的大小、符号等。奇偶码和 BCH 监督码是为了增强码字在远距离传输中抗干扰的能力，按一定规律增加的多余码元，也称保护码或监督码。

遥测数码和遥信数码的产生过程称信源编码，保护码的产生过程称信道编码。

遥控信息和遥调信息通常又称为命令码。遥控命令码由遥控性质码、对象码及监督码组成。遥调命令码则由遥调对象码、整定值及监督码组成。它们的码字结构如下：

性质码	对象码	监督码
对象码	整定值	监督码

遥控性质码说明遥控操作是合闸还是跳闸；对象码则指明遥控所选择的是某个断路器或隔离开关。

遥调对象码同样指明调整的对象；遥调整定值则是下达给控制调整对象工作的自动调节装置的给定值。监督码由所选择的信道编码方式确定，可以选择奇偶校验加反码保护，也可以采用 BCH 校验或其它校验方式。

厂站端装置首先要能够把遥信对象的双位状态量变换成按一定规则编码的遥信码字，并把代表遥测量大小的直流模拟电压，或外接数字量也变换成按一定规则编码的遥测码字，并使它们在远距离传输中有一定抗干扰能力。这就是遥信编码、遥测编码及信道编码的情况。另外，厂站端装置还要能够接收遥控和遥调码字，并按照它们的编码规则，译码出应控制的对象、性质及应调整的对象、整定值，使调度端选定的对象完成控制动作或调整工作。

调度端装置则要能够接收遥信和遥测码字，并根据它们的编码规则进行译码，还原出遥信对象的状态及遥测对象量值的大小，进行显示。同时调度端还要把需要控制的对象及性质，需要调整的对象及整定值，按约定的规则编码成有一定抗干扰能力的遥控码字和遥调码字，远传到厂站端。

另外，为了使分别安放在厂站和调度中心的相距甚远的装置协调工作，必须采用同步技术。这样，发送装置（对遥信、遥测信息指厂站端，对遥控、遥调信息指调度端）应产生和发送同步码字；接收装置（对遥信、遥测信息指调度端，对遥控、遥调信息指厂站端）则应完成对同步码字的检测。

图 1-1 是四遥装置的原理框图。

我国电力系统中最早使用的远动装置是有触点式装置，型号为 CF-56、SF-58 等，这种装置的主要元器件是继电器、步进选线器和电子管等。由于装置中有大量接点，维护工作量大，可靠性较差，随着半导体电子器件的出现，以晶体管为主要元件的无触点

式远动装置型号为 WYZ-1、Ⅰ、Ⅱ，SZY-1、2、3 相继出现。紧接着是由半导体集成元件构成的 SZY-30、CBY-1 等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，它们按预定的逻辑要求进行电路设计，使构成装置的各部分逻辑电路，按固定的时间顺序周而复始地循环工作，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。

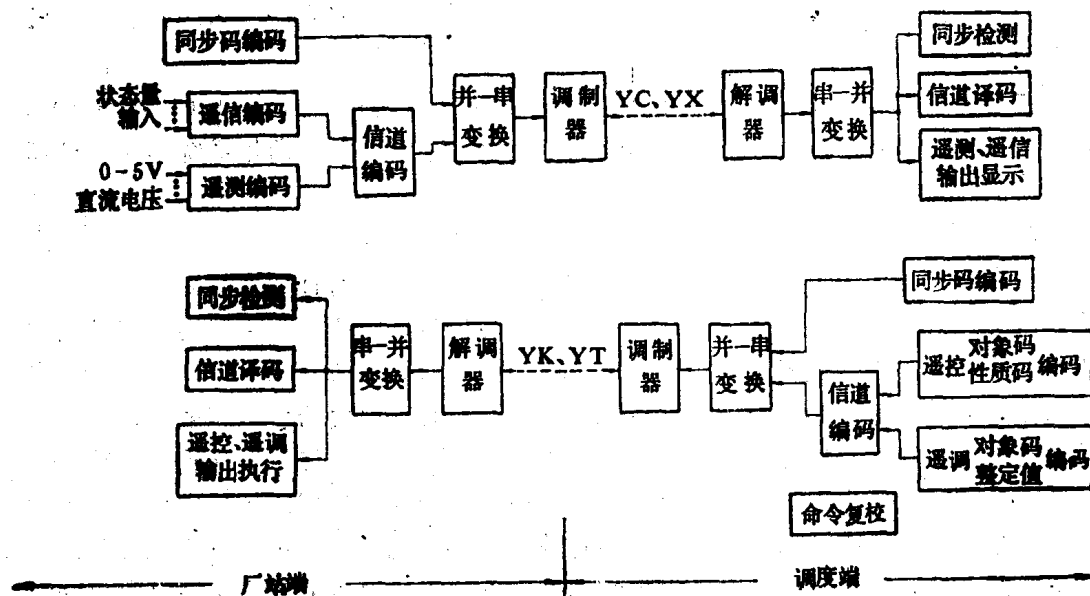


图 1-1 四遥装置原理框图

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，以后人们又研制出了软件化的远动装置。如初期的微程序远动装置，有 JYC-01、WYZ-5 和 ZYD-50 等，以及近几年迅速发展起来的微型计算机远动装置（简称微机远动装置），如 SZY-4、DCX-5、WYZ-7 和 MWY 系列等。

在布线逻辑远动装置的逻辑电路中，有一套时序电路，用它产生各种时序信号和控制脉冲，去控制其余逻辑电路在规定的时间内按预定的要求动作，从而使输入的待处理信息（如遥信对象的状态量、遥测对象的直流电压等），在相应的逻辑电路中完成各种变换，成为处理好的信息（如遥信信息、遥测信息等）输出。由于这种装置处理工作全部在固定的逻辑电路中按固定流程进行，要改变处理要求即改变装置的功能时，必须重新改变电路结构。这是导致布线逻辑远动装置机型不断增多的原因之一。

软件化远动装置除硬件外还包括软件部分。它的硬件部分由运控器、存储器、输入/输出接口电路等组成。对微机远动装置，它的硬件则是以微处理器为中心，配以大规模集成的存储器芯片、输入输出接口芯片等，构成的微型计算机系统。整个装置的工作受软件——处理程序控制。当需要改变处理要求或增减功能时，一般只需对程序进行修改。由于各部分电路是通过总线相互连结，即使在功能扩展时需要增加硬件，也十分方便。因此软件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，

软件运动装置中以微机运动装置占绝对优势。

从硬件设计上进行划分，微机运动装置的发展经历了三个阶段：片级设计；板级或模板级设计；系统级设计。片级设计是指根据用户的要求，选用不同种类的微处理器芯片、存储器芯片、输入输出接口芯片等，连成自己所需要的系统。板级或模板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板构成用户系统。进行系统级设计时，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。

用微机运动装置构成的远动系统中，称厂站端装置为远方终端 (Remote Terminal Unit)，缩写为 RTU。称调度端装置为前置处理机（相对调度自动化系统中的主计算机而言）。

微机运动装置的工作方式因由软件进行控制，使装置的功能大大加强。它除了能同布线逻辑装置一样，完成对四遥信息的编码和译码外，还能进行许多运算处理工作。比如对遥信信息进行变位判别、事故顺序记录，对遥测信息进行死区计算、用程序完成功率总加等。同时，对地调或省调的调度端装置，还可以从它接收到的遥测、遥信信息中，提取出上级调度所需要的内容，按新的规约重新组装后转发给上级调度所。这时，调度端运动装置既能接收遥测、遥信信息，又能转发遥测、遥信信息。这种转发功能是布线逻辑运动装置无能为力的。除此之外，作为前置机的运动装置，能够完成一些实时计算，如多个厂站的功率总加、输电线线损计算、误码率统计等，可在一定程度上减轻主计算机的负担。在没有配置主计算机的地方，前置机也可以兼管部分主计算机的工作。

远动技术的发展，使远动装置的类型越来越多，而且不同型号的装置采用的同步方式、码长、信道编码方式、传输速率等各不相同，给远动系统的建立带来很大不便。为此，1976年我国提出了“远动装置标准化初步意见”，为统一我国远动设备标准化迈出了重要的一步。国际上从1976年国际电工委员会 TC-57 着手制定“远动设备及系统”标准化以来，1978年 TC-57 提出了远动通信规约草案。目前这个草案仍在讨论修改中。鉴于近几年我国微机远动装置发展很快，国际电工委员会 TC-57 的远动通信规约正式文本尚未通过，根据 TEC TC-57 远动通信规约草案，考虑到我国远动设备的现状和发展，于1985年7月制订了“供电网微机远动系统（循环式）技术要求”和“供电网微机远动系统（循环式）规约草案”。此规约草案适用于点对点的通道结构，信息传送方式为循环式同步传送方式。为了促进我国问答式远动系统的研究、制造和应用，1986年水电部又制定了“问答式远动规约（试行）”。

规约是指通信双方对话时应遵循的一系列约定。远动系统有了一个统一的基本约定，就会统一远动系统的信息结构，在统一的规约下研制出的不同型号的产品，就能相互衔接和通信，易于组成一个统一的灵活的数据网络，因此统一远动通信规约，有利于远动系统的建立和发展。

第四节 远动系统

随着我国电力工业的迅速发展, 电网日趋庞大, 电力系统的运行、调度和管理工作的日益复杂。要做到安全、经济、多供、少损, 除要求具备灵活可靠的一次主网系统外, 还必须建立一个能对电网主要设备进行监视、测量、调整、控制以及管理的调度自动化系统。

现代调度自动化系统由计算机系统和远动系统组成。计算机系统包括主计算机和人机联系部分。主计算机从发展看是一个多机系统; 实现人机联系的键盘、打印机、屏幕显示器等是为了辅助调度人员的调度决策工作, 并减轻相应的监视和纪录等日常工作。远动系统由前置处理机、多个远方终端和通道构成。前置机一般应为双机配置。

调度自动化的功能包括安全监视、安全分析、经济调度及发电自动控制。安全监视就是自动收集电力系统中各主要厂站的实时运行参数, 达到对电力系统运行全面监视的目的。收集到的这些信息由计算机系统分析处理后, 才能确定电力系统运行是否安全经济、供电质量是否符合要求, 从而为正确的调度决策提供科学的依据。因此, 安全监视是调度的基础工作。

要实现安全监视必须建立一个能保证实时信息的数量和质量量的远动系统。由此可见, 建立和完善远动系统, 是实现调度自动化的基础工作。

在 IEC TC-57 公布的远动术语草案中, 对远动的站型、网络和布局有如下一些定义。

主控站 (Master station) (用于远动) —— 对被控站执行远动任务的处所。

集中站 (次级主控站) (Concentrator station; Submaster station) —— 在分层远动网中的一种站, 它将来自各被控站的监视信息集中起来发给主控站, 并将命令信息分发给各被控站。

中转站 (Transit station) —— 进行消息和信息交换的中间站。

被控站 (Controlled station; Remote station) —— 受主控站监视或监控的站。

远动布局 (Telecontrol configuration) —— 各远动站及连接这些站所用传输通道的组合。

点对点布局 (Point-to-Point configuration) —— 在此种布局中, 一站通过专用通信线路与另一站连接。

多路点对点布局 (Multiple point-to-point configuration) —— 控制中心 (或主控站) 与两个以上被控站的一种连接方式; 在此种布局中, 主控站可以与各被控站进行数据交流。

多点星形布局 (Multipoint-Star configuration) —— 控制中心 (或主控站) 与两个以上被控站的一种连接方式, 不论在任何时刻只能有一个被控站将数据传送至主控站, 而主控站却可将数据传送至一个或几个选定的被控站, 也可将同一消息同时传给所有被控站。

多点共线布局 (Multipoint-partyline configuration) —— 控制中心或主控站通

过一共用线路与若干被控站连接。某时刻只允许一个被控站将数据传送至主控站。主控站可选择一个或多个被控站传送数据或同时向所有被控站传送全局性的消息。

多点环形布局 (Multipoint-Ring configuration) ——所有各站之间的传输线路连接成环形；控制中心或主控站可通过两条不同途径与各被控站联系。

总线布局 (Omnibus configuration) ——远动布局的一种：若干个站中任何一个可与其余各站联系。

混合布局；复合布局 (Hybrid configuration; composite configuration) (用于远动) ——若干种以上远动布局的组合，例如多点星形与多点共线两种布局的组合。

图 1-2 是远动系统的基本布局示意图。

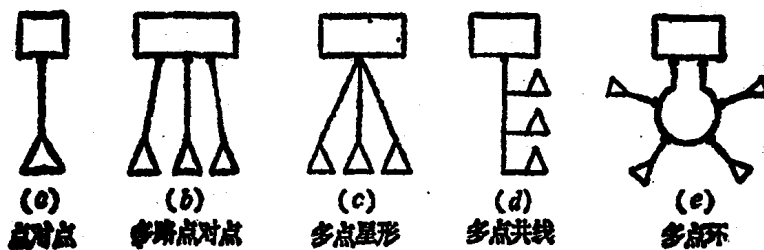


图 1-2 远动系统的基本结构形式

点对点布局是最简单的一对一 (1:1) 方式。在这种布局中，由于一个主控站通过专用通信线路与一个被控站连接，因此，远动信息的传送既可采用 CDT 方式，又可采用 Polling 方式。

在多路点对点布局中，主控站对每个被控站都有相应的链路终端。因此，任何时候所有被控站都可以将数据传给主控站，而主控站也可以同时对一个或多个被控站传送信息。

对多点星形布局，主控站用一个公用链路终端与一个以上的被控站连接。因此任何时候主控站只允许接收一个被控站的数据，而主控站可以对选定的一个或几个被控站传送数据。或者将全局性的信息，同时传给所有被控站。

多点共线布局是主控站用一条公共通信线路，与一个以上的被控站连接，俗称挂灯笼方式。主控站与被控站之间的数据传送方式与多点星形布局相同。这种布局可节省通道，但远动信息的传送只能采用 Polling 方式。

在多点环形布局中，所有厂站间的通信线路形成一个环，使主控站和被控站之间的数据交换可以选择两条途径，从而提高通道的可靠性。

以上五种结构是远动的基本布局，对不同的电网，可根据数据收集的需要，对各个局部选择不同的布局，由多种基本布局构成一个复合布局的完善的远动系统。

由于电力系统的规模越来越大，使调度任务不断增加。为了便于完成对整个电力系统的监视控制功能，电力系统一般采用分层控制的结构实现调度控制，相应地远动系统也为分层结构形式。

目前我国电力系统已形成三级调度体制。第一层是网调，它控制大型火电厂、大型水电厂、原子能电厂、500 kV 变电站和各省调；第二层的省调控制中小型电厂、220 kV 变电站与地调；地调则控制 110 kV 以下的变电站及基地站（配电控制中心）。对全系统的监视控制工作，可按其重要性，分属不同的层次来完成。这时，远动系统为了实现各层或各级调度的实时数据收集，形成一个多层次的实时数据网。

在分层实时数据网中，对重要厂站，网调与省调可以直接与远方数据终端（RTU）连接，及时收集到信息，以满足实时性要求；一般情况下，都是由下一级调度把收集到的数据集中后，将部分内容转发给上级调度中心，这样既简化数据网结构，更便于分层调度的实施。这种逐级转发数据是分层控制数据网的重要特点。另外，常有个别的发电厂或变电站，分归两级调度中心调度，这只要在厂站端配置具有一发二收功能的 RTU，就可以同时向两级调度中心，按不同的通信规约，发送不同内容的数据。对地调监控的多个变电站，可以采用共线式布局，以便节省通信道。有时，为了保证可靠性，一些厂站和调度中心之间，可采用多点环方式，使通道形成环路。当某一方向通道出现故障或误码率太高时，可由程序自动切换到另一方向。其次，转发功能不仅对调度端存在，RTU 同样可以具备转发功能，它既收集本站的数据，又接收其它站送来的数据，然后一起向调度中心发送，同样可以使数据网结构得到简化。

在远动系统中，通道占有重要地位。远动通道包括：将二进制数字序列表示的远动信息转换成数字波形信号的调制器、含有各种干扰的通信线路及将数字波形恢复成数字序列的解调器。调制器和解调器一般配置在远动装置内部。

我国现阶段常用的通道主要有专用有线通道；复用电力线载波通道；微波接力无线通道。此外，光纤通讯、卫星通讯、散射波通讯也在发展中。

采用专用有线通道时，由远动装置产生的远动信号，以直流电的幅值、极性或交流电的频率在架空明线或专用电缆中传送。这种通道只适宜近距离的信号传送。

电力线载波通道是电力系统中应用较广泛的通道形式。当远动信号与载波电话复用电力线载波通道时，通常规定载波电话占用 0.3 至 2.3 千赫（或 0.3 至 2.0 千赫）音频段，远动信号占用 2.7 至 3.4 千赫（或 2.4 至 3.4 千赫）的上音频段。由远动装置产生的用二进制数字序列表示的远动信息，经调制器转换成上音频段内的正弦波数字波形后，进入电力载波机进行频率搬移，再经电力线传输。收端载波机从接收到的信号中复原为原来的上音频信号，再由解调器还原出用二进制数字序列表示的远动信息。

远动通道质量的好坏，直接影响远动系统工作的可靠性。同时，通道又是远动系统中投资大、费用多的一部分。因此，在保证可靠性的前提下，如何经济和合理地划分和使用通道是一个重要问题。一般对通信道采用多路划分的办法，以充分发挥通道的作用。目前有按频率划分和按时间划分两种制式。

按频率划分的频分制中，各种待传送的信号以不同频率的交流电传送。这些不同频率的交流信号可以在同一通道中同时传送，接收时再将其按频率分开。为了使传送的信号互不干扰，在发送端和接收端都设有通带频率滤波器。

按时间划分的时分制中，各种待传送的信号先按分组码方式分组进行编码，再将在时间上是并行的信号，按规定的时间先后顺序，一位码元接一位码元地依次向通道传