

电力系统 计算机化运动装置 的原理及应用

杨冠城 主编

水利电力出版社

电 力 系 统 计算机化远动装置的 原 理 及 应 用

杨冠城 主编

水利电力出版社

电力系统计算机化运动装置的原理及应用

杨冠城 主编

★

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

★

787×1092毫米 32开本 12.25印张 270千字

1987年2月第一版 1987年2月北京第一次印刷

印数0001—4320册 定价2.50元

书号 15143·6209

内 容 提 要

本书阐述电力系统推广采用的计算机化远动装置的原理。书中从电力系统运行对信息传送、处理提出的任务谈起，论述了信息采集和处理系统计算机的发展趋势；从最基本的电路原理入手，扼要地介绍了计算机化远动硬件、软件方面的基础知识。

本书共分七章，主要内容为概述、电力系统装置的功能、远动信息和编码、计算机化远动装置硬件结构、程序设计基础、远动装置程序设计、远动装置的运行。

本书可供从事远动、计算机专业以及有关专业人员参考。

前 言

随着电网规模日益扩大，我国电力系统将发展为四级调度，实行分级管理和分层控制。调度自动化已成为提高电力系统安全经济运行水平必不可少的技术手段，而远动技术是调度自动化的基础。随着微机远动的逐步推广应用，作为信息采集子系统的远动将发展为计算机前置处理的组成部分。厂站端则成为兼备当地自动化功能的智能终端。应用计算机技术实现自动、远动功能已成为电力系统现代化水平的重要标志之一，因而受到了我国的高度重视，国务院电子振兴领导小组也将电网调度自动化列为计算机应用的重点项目之一。

我国电力系统调度自动化工作起步较早，1958年东北成立自动化委员会就开始搞远动，从事于远动技术工作的广大技术人员，奋发图强为发展我国的远动技术做了大量工作。目前各电网都安装了远动装置，这些装置在实践中为保证电力系统安全经济运行起到了重要作用。

由于元器件的不断发展，远动装置从最初的有触点式发展为无触点式；从分立元件发展为集成电路器件。七十年代初期华东电管局中心试验研究所 [陈安乐] 同志首先提出了软件式远动装置的设想。他与上海浦江电表厂协作，经过几年努力，研制了JYC-01型远动装置，并成功地在华东电网投入运行，充分证明了软件式远动装置的优越性，促使了我国远动技术从布线逻辑式远动装置向计算机化方向发展。近年

来，随着大规模集成电路器件的出现，微处理机远动装置在国内许多单位相继研制成功并投入运行，较快地改变了远动技术的面貌，把我国远动技术提到了一个新的水平。

为了适应远动装置向计算机化发展的需要，陈安乐同志倡议编写《电力系统计算机化远动装置原理及应用》一书。本书着重阐述采用计算机技术实现远动功能的原理，同时也介绍必要的计算机电路原理，以及数制、抗干扰编码等基础知识，对于远动功能与调度自动化也作了扼要介绍。

本书由上海交通大学杨冠城、华东电管局中心试验研究所陈安乐，华东电力设计院杨雅梁合编，杨冠城任主编。全书共分七章，其中第一章和第二章由杨雅梁同志执笔，第五章和第六章的一部分由陈安乐同志执笔，其余部分由杨冠城同志执笔。本书经叶世勋同志审阅。

限于编者水平、经验不足，书中缺点错误在所难免，恳切地欢迎广大读者批评指正。

编 者

一九八五年

目 录

前 言

第一章 概 述	1
第一节 引言	1
第二节 电力系统的运行监视和控制	6
第三节 电力系统的分层控制	13
第四节 远动信息及其传输指标	19
第五节 现代远动装置的发展	30
第二章 电力系统远动装置的功能	37
第一节 信息采集功能	40
第二节 信息传送功能	42
第三节 信息处理功能	47
第四节 人机联系功能	49
第五节 计算机接口功能	52
第六节 自诊断功能	53
第七节 当地自动化功能	54
第八节 各节点远动装置的功能	55
第三章 远动信息和编码	59
第一节 二进制数	60
第二节 抗干扰编码	74
第三节 电力系统信息	100
第四章 计算机化远动装置硬件结构	108
第一节 基本逻辑部件	108
第二节 计算机原理简述	139
第三节 微型计算机和远动装置	162

第四节	计算机化远动的外部设备	199
第五章	程序设计基础	231
第一节	程序设计的基本概念	231
第二节	指令的结构	235
第三节	8080A微处理机的指令系统	237
第四节	程序框图的表示	255
第五节	程序的循环	259
第六节	程序的分支	268
第七节	子程序	272
第六章	远动装置程序设计	289
第一节	模拟量采样程序	293
第二节	遥测量标度变换程序	297
第三节	如何提高标度变换的精度	307
第四节	遥测量的数字滤波	311
第五节	越限检查	322
第六节	二/十进制转换	329
第七节	信道编码和译码	338
第八节	发送程序	345
第九节	接收程序	349
第十节	常数的存贮和查找	353
第七章	远动装置的运行	358
第一节	工作模式	358
第二节	自检查和自诊断	365
第三节	程序调试与维护	377

第一章 概 述

第一节 引 言

本章主要介绍电力系统计算机化运动装置的外部条件。即电力系统的运行监视和控制、电力系统的分层控制、讨论运动在电力系统中的地位和作用；运动系统的结构特征和对运动装置的要求，最后再谈一下现代运动装置的发展。

一、运动的概念

要确切地阐明运动的全部含义，首先就得规定一套说明运动概念的术语。

电力系统运动技术经多年发展，目前在电力系统中已普遍应用，水平也不断提高。特别是计算机技术的引入，使运动又充实了新的技术内容。

因此，国际电工委员会（IEC）对运动术语进行了全面修订，根据IEC1980年8月公布的运动术语草案（国际电工词典第371章）有关运动概念的术语有：

371—01—01

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。

371—01—02

远程监视 (TELEMONITORING)

● 远动可包括非语言信息的命令、报警、指示、测量以及保护设备，跳闸设备等各种组合。

运用通信技术对远方的运行设备状态进行监视。

371—01—03

远程测量(遥测)(TELEMETERING)

运用通信技术传输所测变量之值。

371—01—04

远程信号(遥信)

(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。

371—01—05

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^①的。

371—01—06

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。

371—01—07

远程切换(遥控)(TELESWITCHING)

对具有两个确定状态的运行设备所进行的远程操作。

371—01—08

远程整定(遥调)(TELEADJUSTING)^②

① 累计工作在传输前后均可进行。如果在传输之前累计, 可表述为“已累计的总数传输”。

② 远程整定可通过重复传递单命令或双命令以及传递给定值命令来实现。

对具有不少于两个设定值的运行设备进行远程操作。

371—01—09

远程指令(TELEINSTRUCTION)①

运用通信技术传递切换和(或)整定指令到有值班员的变电所。

371—01—10

远程调整(TELEREGULATION)

分析上述远动术语,其相互关系可用远动概念集合图1-1来表示。

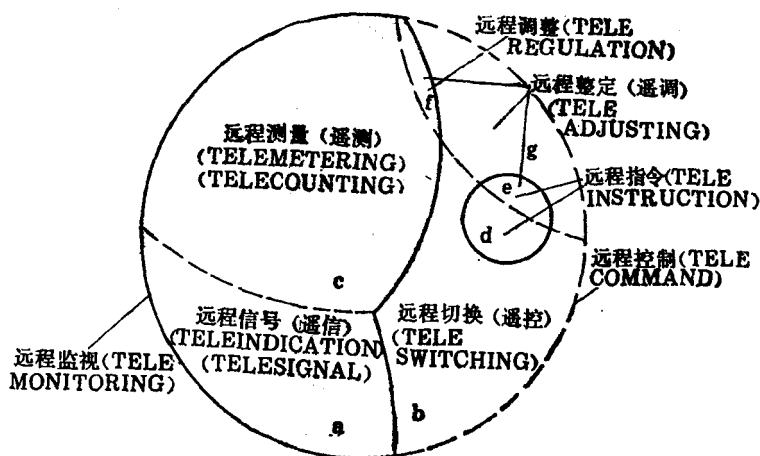


图 1-1 远动(TELECONTROL)概念集合图

图1-1中,远动(TELECONTROL)作为第一层次包含了远程监视和远程控制两个第二层次内容。其中远程监视

● 远程指令通常用直观的方式显示。

包括属于第三层次概念的远程信号(集合图中a块)和远程测量(集合图中c块和f块)两部分内容;同样,远程控制也包括远程切换(遥控)(集合图中b块和d块)和远程整定(遥调)(集合图中g块, e块和f块)两部分内容。

综上所述,概念分层后,远动概念的全部含义可以由下面各层的集合表达式来表示,并通俗地理解第三层次为通信、遥测、遥控、遥调四个概念的综合。

远动=远程监控=远程(监视+控制)	第一层次
=远程监视+远程控制	第二层次
=远程(信号+测量)+远程(切换+整定)	
=远程信号+远程测量+远程切换+远程整定	
	第三层次
=通信 + 遥测 + 遥控 + 遥调	

概念集合图中,由于远程指令是对“有人值班”变电所的人而言的,因此通常均用对人来讲较直观的方式显示。指令可以是远程切换指令(d块),也可以是远程整定指令(e块)。两者均包括在远程控制的概念范畴之内。

至于远程调整(f块),按IEC术语的定义,应为远程测量(c块)和远程整定(g块)两者的交集。这与目前我国对遥调的习惯理解有差别。在我国,如上面远动概念第三层次的集合表达式,把远程整定(g块)单独理解为遥调,而遥调执行后的情况则由相应的远程测量数据(遥测)来反馈。

二、远动的技术特征

从上述远动术语的定义得出,远动主要用于传送信息,而其技术特征有两个。一是“远”,因为传送信息的距离“远”,所以必须运用通信技术,二是“实时”性,即传送的内容均为直接用于监视和控制的“实时”信息,因此它

又区别于电报、电话以及电视广播技术。专门用来完成“远”距离传送“实时”信息功能的装置统称远动装置。按远动第三层次概念，对完成单项功能的装置则分别称为通信装置、遥测装置、遥控装置和遥调装置。而如能完成多项功能的装置则称为综合远动装置。

从信息的角度看远动装置与普通控制一样，属于同一种类型的人机系统。操作人员发出的“命令”信息送向运行设备，并使运行设备执行，这个过程叫做“操作”或“控制”。运行设备向操作人员反映其状态的过程，叫做“监视”。

大家知道，现代电力系统是由地域分布极为广阔的很多发电厂、变电所通过很多长距离超高压输电线路连接起来的大系统，它的生产运行必须分别听从电力系统中各级调度中心的统一指挥，这时人（电力调度中心的值班调度员）与运行设备（发电厂、变电所中的发电机、变压器和输电线路等）之间的距离远达几十公里，几百公里，甚至上千公里。采用远动技术，借助远动装置在调度中心和发电厂、变电所之间传送信息，以便调度人员在调度中心能直接监视发电厂、变电所中运行设备的工作情况，并对之进行操作控制。因此，电力系统是远动技术广泛应用的领域。

要传送信息，就需要在传送信息的两端之间建立通道。通道可以采用电缆、载波、光纤通信等有线通道，也可以采用特高频、微波等无线通道。因此远程传送必须采用通信技术。

（一）复用通道

距离“远”、通道长，故建立一条通道的费用就很大，电力系统在运行中调度中心需大量实时信息，如果每个信息的传送都要占用一条通道的话，在技术上，经济上都将是不能接受的。因此就提出了怎么用一条通道能同时传送多个信息

的问题,以充分发挥通道作用。采用通信技术就是用复用的办法使一条通道能传送更多的信息。常用的复用办法有两种:

1. 频分制

频分制将各个待传送的信息转换成不同频率,然后将各不同频率的信息混合在同一通道中传送,接收时再由各对应频率的鉴频装置将各信息分开。

2. 时分制

时分制采用时间分割的原理,在发送端把在时间上是并行的待传信息按规定的时间先后顺序,依次在同一通道中逐个传送(即变成串行信息),在接收端反变换,把由同一通道接收到的串行信息还原成并行信息。

(二) 抗干扰

距离“远”,信息在传送过程中有可能受到干扰,影响正确性。这时就不能再像近作用那样采用强度制作为特征了,即不能利用信息的幅度特征,而需将信息进行变换,使之更适于远距离传送。当前,最广泛被采用的是在传送时,具有较好抗干扰性能的数字编码信息。

远动的技术特征,说明远动装置与就地控制一样,除了同有显示部件(遥测、遥信)和操作、执行部件(遥控、遥调)外,其不同之处在于远动装置还要考虑信息的编码、转换、调制传送等问题。基于通过远动装置的转换、待传送的信息(如遥测量、开关量、控制命令等)均已变成数字的形式,因此,远动装置也是数字传输装置的一种。

第二节 电力系统的运行监视和控制

上节阐述了远动的概念和特征,本节将说明电力系统的

运行监视和控制。

大家知道，电力系统是由发电厂，变电所，输电线路等环节构成的一个整体，主要任务是生产并传输电能，供用户使用。由于用电规律不受控制，电能不能储存，每时每刻都要保持供需的平衡。因此电力系统一经形成，其运行调度跟着就提上了日程。调度员通过对发电，输电和供电的控制以协调整个电力系统的运行。调度的任务就是一方面要随时满足对用户供电的要求，保证供电质量，另一方面，则要提高电力系统运行的安全性和经济性，尽力降低能源的消耗。

电力系统的调度大体上分为三个阶段。

一、电话调度阶段

电力系统调度初期，对运行状况的了解，调度命令的下达均是以调度员和发电厂、变电所值班人员间通电话完成的，即电话调度方式。它以人工口述的办法来传送信息，速度慢、同时性差。

二、远动调度阶段

随着电力系统的扩大，调度对象增多，用电话来调度，已很难及时掌握发电厂、变电所现场的实际运行情况。于是在调度中心与被调度的发电厂、变电所之间出现了自动收集传送实时运行信息的远动装置。

电力系统采用远动技术为电力调度服务，调度员能通过远动装置与被监控对象直接进行联系，成为这一发展阶段的主要特征。在这一阶段远动装置主要任务是：

1. 集中监视，提高电力系统的安全、经济运行水平

装设的远动装置，主要用于收集电力系统运行的主要参数，如发电机功率，电力线路输送功率（称潮流），母线电压、频率以及发电厂、变电所的主要断路器的位置状态信息

等，并实时地传送到调度中心的模拟盘和控制台显示。使调度人员借助这些信息，集中监视和分析电力系统运行的实际情况，实施运行计划。正常时实现合理的系统运行方式，事故时能及时了解和判断事故的发生和范围，加速事故的处理。

2. 集中控制、提高劳动生产率

对一些降压变电所和水电厂，调度人员可通过远动装置的遥控，遥调功能对厂、所进行控制和调节，实现厂、所无人化和少人化，提高运行的灵活性和操作质量，改善运行人员的劳动条件。实现无人化可简化厂、所的辅助建筑，降低工程造价，避免因为在偏僻地区的厂、所需配置运行人员所带来的学习和生活上的一些麻烦。

因此，在这一发展阶段，远动装置已成为电力系统运行调度的重要工具，电话已退居辅助地位。借助远动装置实现了运行信息收集的自动化，使调度人员能直接监视并掌握电力系统运行的实时状况，直接对被监视对象发出操作指令。由于在这一阶段，除了信息的自动收集外，对信息的监视、分析、决策直到发出命令进行控制都是依靠人来进行的，故在这一阶段，远动的水平还较低，通过远动传送信息的数量仅限于一些主要参数，并且传送信息的速度和精度也不是很高。

三、计算机调度阶段

计算机调度是指在远动技术的基础上进一步采用电子计算机，通过电子计算机帮助调度员来处理由远动装置收集来的大量信息，以便更有效地对电力系统的运行进行监控。

电力系统采用计算机协助调度有两个前提。一是电力系统的规模扩大及其运行复杂化，二是远动技术已有相当基

础。前者说明了当监控的对象增加到一定程度后,不只是送到调度所的信息量增加,而且运行方式也复杂。这时,必须对大量运行信息进行分析 and 综合,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。这对调度员来说已难于胜任,需要采用电子计算机来部分代替并扩展调度员的脑力劳动,以提高对信息的处理能力。后者则说明远动这个基础如果不好,远动信息收集系统不完备,输入计算机的实时信息数量不足,质量很差(如可靠性差,误差过大等),采用电子计算机也起不了作用。因此计算机调度必然采用处理能力较强的电子计算机和可靠的远动装置连接成系统,这就是电力调度自动化系统。它以电子计算机为核心,以远动系统为基础。远动信息系统已成为整个调度自动化系统的一个重要组成部分。

随着调度自动化水平的提高,调度自动化的内容逐步扩展,远动与计算机的连接愈加紧密。电力系统调度自动化经历了由低级向高级的发展过程,由早期的远方监控和近期的数据收集监控系统(SCADA),发展到现代的能量管理系统(EMS),它几乎已承担了调度人员对电力系统运行进行调度指挥的全部工作内容。原则上可概括为运行监视,安全分析,经济调度和自动控制四个方面。

(一) 运行监视

调度员为了经常掌握电力系统的实时运行情况,需对电力系统的运行进行全面的监视,目前,运行监视的范围已十分广泛。为了保证供电质量,需监视电力系统各中枢点的电压和频率。为了保证电力系统本身的安全与经济运行,需监视输电线路的有功、无功潮流,用电负荷,发电功率,电量、功角等参数,以及反映网络结构及故障情况的断路器,