

中等专业学校教材

远动技术基础

内江铁路机械学校 李敏 主编

YUANDONG
JISHU
JICHU

中国铁道出版社

中等专业学校教材

远动技术基础

内江铁路机械学校 李 敏主编

西南交通大学 刘津云主审

中 国 铁 道 出 版 社

2006年·北京

内 容 简 介

本书根据远动技术的特点,由浅入深,系统地分析了微机远动装置的结构、过程通道、信道、软件等。为适应现场需要,缩短学生现场适应的时间,本书在运行、维护、安装、调试方面介绍得非常全面,使本书有别于其它教科书而具有很强的实用价值。

本书为中等专业学校铁道电气化专业的教材,可供牵引供电系统和电力系统的工程技术人员参考,也可作为牵引供电系统远动维护人员、电调人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

远动技术基础/李敏编. —北京:中国铁道出版社,1999

ISBN 7-113-03382-2(2006.3 重印)

I. 远… II. 李… III. 远动技术—应用—电气化铁道—专业学校—教材 IV. U224.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 45945 号

书 名:远动技术基础

作 者:内江铁路机械学校 李敏

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:河北省遵化市胶印厂

开 本:787×1092 1/16 印张:13.25 字数:328 千

版 本:1999 年 8 月第 1 版 2006 年 3 月第 2 次印刷

印 数:10001 ~ 12000 册

书 号:ISBN7-113-03382-2/TP·373

定 价:17.10 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

本书是根据铁道部教育司颁布的中等专业学校铁道电气化专业初中四年制教学计划中“远动技术基础”课程教学大纲编写的。授课总时数为 80~90 学时。

本书力求结合中等专业学校的特点,根据现场使用的需要,既有基本概念、基本结构的分析,又有实际运行、维护的介绍。

根据实际学时、毕业生去向、培训对象不同,教学中,对本教材某些章节的内容可有所侧重,应加强实践性教学环节,结合实验、现场参观、课程设计完成相关教学内容。

本书由重庆铁路分局北碚供电段蒲丹编写第八、九章;郑州铁路机械学校李建民编写第六章,其余章节由内江铁路机械学校李敏编写。全书由李敏主编,由西南交通大学自动化研究所刘津云高级工程师主审。本书在编写过程中,得到内江铁路机械学校张俊和刘昊君两位老师的大力帮助,在此表示感谢。

编 者

1999 年 1 月

目 录

第一章 绪 论	1
第一节 远动概述	1
第二节 远动系统特征及其发展历史	2
第三节 现代远动系统的发展趋势	4
第四节 远动系统的性能指标	5
第二章 微机远动系统基础	7
第一节 微程序控制原理	7
第二节 工作模式	10
第三节 硬件电路的软件模拟	14
第四节 微机远动装置的系统配置	20
第五节 微机远动装置的功能及实现描述	22
第三章 微机远动装置结构	26
第一节 微机远动装置的组成	26
第二节 微机远动装置的硬件结构	27
第三节 供电电源(UPS)	31
第四章 电量变送器	40
第一节 交流电流、电压变送器	40
第二节 功率变送器	42
第三节 新型变送器简介	52
第五章 计算机控制系统的过程通道	54
第一节 过程参数的采样、量化和编码	54
第二节 模拟量输入通道	57
第三节 模拟量输出通道	65
第四节 开关量输入通道	68
第五节 开关量输出通道	70
第六节 接口的编址和通道的控制方式	72
第七节 过程通道的抗干扰措施	74

第六章 远动信道	79
第一节 概 述	79
第二节 通信线路	83
第三节 线性调制的概念	88
第四节 数字调频	90
第五节 数字调相	97
第六节 滤波器、衰耗器及二四线转换装置	101
第七章 软 件	107
第一节 系统软件	107
第二节 应用程序设计	118
第八章 微机远动装置运行	125
第一节 概 述	125
第二节 微机远动系统功能	127
第三节 应用微机远动系统分析牵引供电系统运行状态	142
第九章 微机远动装置维护及故障分析	148
第一节 微机远动系统维护基础	148
第二节 故障分析及处理	150
第十章 微机控制系统的通用标准总线	160
第一节 概 述	160
第二节 STD 总线	162
第三节 RS-232C 标准接口总线	168
第十一章 远动装置的安装及调试	178
第一节 远动装置的安装	178
第二节 远动系统调试	183
第十二章 微机远动系统实例(京秦线)	188
第一节 系统构成	188
第二节 系统容量和系统功能	192
第三节 功能模块单元	193
第四节 远动信息的传输	200
第五节 远动装置电源	201
参考文献	204

第一章 绪 论

第一节 远 动 概 述

随着我国铁路事业的发展,电气化铁路在整个铁路网中所占的比例越来越大。我国现有电气化铁路一万多公里,并以每年 500~800km 的速度发展。电气化铁路的牵引供电系统有其特殊性,各个牵引变电所(分区亭、开闭所)沿铁路沿线分布,彼此之间的距离长达数十公里,不易集中控制,并且接触网设备属露天设备,无备用,运行条件恶劣,事故频繁,“天窗”时间短。随着列车运行速度的不断提高,留作接触网停电检修的时间将越来越短。

在电气化铁路运行初期,牵引供电系统的运行是靠电力调度所通过电话来进行调度的。这时,一个信息的上报、计划,下达命令到确认、执行、消令,所需时间往往是数十分钟。这样根本不能保证供电系统运行的可靠性、及时性和经济性,并势必影响到列车的正常运行。为了确保整个牵引供电系统的高质量运行,迫切需要形成这样一个格局:一个电力调度中心,统一指挥,集中监视控制各个牵引变电所(分区亭、开闭所)。这就是实现了远动化的格局。

电气化铁道远动技术是一门综合技术,它是应用电力技术、计算机技术、现代通信技术在牵引供电系统中的应用,是远距离测量、监视、控制和调整的总称。

远动技术的基本功能包括:遥控、遥测、遥信和遥调。

1. 遥控(YK)

遥控就是在电力调度所直接对远方的牵引变电所的被控对象进行远距离操作。主要指开关的“分”、“合”闸。

2. 遥测(YC)

遥测就是牵引变电所被测对象的某些参数远距离传送到调度所。如有功和无功、电度、电压、电流及接触网故障点等。

3. 遥信(YX)

遥信就是将远方的被控对象的状态信号传送给调度所。主要指开关位置信号。

4. 遥调(YT)

遥调就是调度所直接对远方的被控对象的工作状态和参数进行远距离调整。如调节主变压器的输出电压。

实际上,以上四种功能不是各自独立的,而是相辅相存的。遥信和遥测信息是遥控和遥调的依据,而遥控和遥调又需要遥信和遥测信息来检查和证实。这样就决定了远动技术有“实时性”特征。

所谓“实时性”,针对牵引供电系统来讲,就是指开关的变位信息和状态信息,电气量的变化信息必须及时反应到调度所;而调度所的控制、调整命令必须及时下达到被控对象。这是因为电力系统运行的变化过程十分短暂,迟到的信息,其价值迅速降低,有时甚至完全失去意义。

采用远动技术进行监视、控制,其优越性表现为: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;事故时能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,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。三是经济效益显著,减少运行维修费用。

电气化铁道供电系统采用远动技术,其可靠性和经济性是十分明显的。现有电气化铁路使用了远动装置的,已超过 4000km。目前我国铁路教学、科研部门在远动技术的科研、生产方面已经成熟。可以预计,我国的电气化铁路将逐步采用远动技术,有电气化铁路就有远动装置。所以学好远动技术,将是对一个供电技术人员的基本要求。

第二节 远动系统特征及其发展历史

最简单的远动系统如图 1—1 所示。在图中,调度端是遥控、遥调信息的发送端,而执行端是这两种信息的接收端,我们把遥控、遥调信息称之为“下行”信息。反过来,执行端是遥测、遥信信息的发送端,而调度端是这两种信息的接收端,我们把遥测、遥信信息称之为“上行”信息。

一、远动系统特征

从图 1—1 中可以看出,和一般自动化系统相比,远动系统具有一个显著特征:通道的存在。由于存在通道,那么被传送的命令也应该被转换成适合在通道中传送的最好形式,这种形式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设备来转换命令。

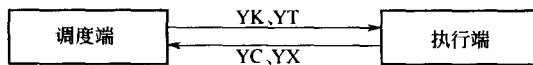


图 1—1 简单远动系统示意图

(一)通道复用

由于距离远而使通信部分的投资费用增大,而调度所和变电所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。

1. 频分制

频分制将各个待传送的信息转换成不同频率的信息,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

时分制将待传送的信息按规定的时间先后顺序,依次在通道中逐个传送。在接收端把同一通道接收到的串行信息还原成并行信息。时分制是我国目前远动装置采用的主要制式。

(二)特殊的信息传输方式

由于牵引供电系统的特点,采用远动技术就是由一个调度中心控制多个变电所。显然每个变电所的信息不可能在同一时刻到达调度中心,因为各变电所远动装置和调度端的通信使用的是同一个通道。为使整个系统可靠、有序的工作,远动系统采用了两种信息传送方式,即循环方式(称 CDT 方式)和查询方式(称 polling 方式)。

1. 循环方式

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方式向调度端发送数据、状态信息。

2. 查询方式

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工作,被查询到的站向调度端传送数据或状态信息。

(三) 干扰

距离“远”，信息在传送过程中容易受到干扰，降低了信息的准确性和整个系统的可靠性。这时就不能再像原地控制那样采用强度制作为特征了，即个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。最广泛被采用的是在传送时，把信息编成具有抗干扰能力的数字信号，即数字编码。

二、远动技术的发展历史

在国民经济各部门及国防部门，采用远动技术的领域和场合日益广泛。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控制点，或是由于被控对象是运动的或是有危险的，均需采用远动技术。

尽管远动技术的广泛应用在我国时间不长，但发展十分迅猛，发展过程中大体经历了三个阶段：

第一阶段：有触点式阶段

这是以继电器为主要元件，配以步进选线器、电子管等元件组成的远动装置。这类远动装置有大量接点，维护工作量大，可靠性较差，寿命短，属早期远动产品，我国电力系统在五十年代有广泛应用，现已全部淘汰。铁路部门牵引供电没有经历这一阶段。

第二阶段：布线逻辑式阶段

这一阶段也经历了晶体管、集成电路的过程。布线逻辑式远动装置是无接点式装置，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装置，不能随意进行功能的扩展。在 70 年代，我国各大电力系统都使用过这类装置，在电气化铁路上也有过使用。

第三阶段：软件化阶段

计算机的出现给科学技术和工业生产带来一场深刻的革命。当计算机技术发展一定程度，十分自然地要应用到控制系统上。我国在 70 年代后期开始发展计算机化远动装置，在牵引供电系统上研制、试用计算机化远动装置是在 80 年代初期。表面上看，软件化的远动装置和传统的布线逻辑式远动装置好象完全不同，实际上对实现基本功能而言它们是相同的。它们的区别可以用图 1—2 来说明。

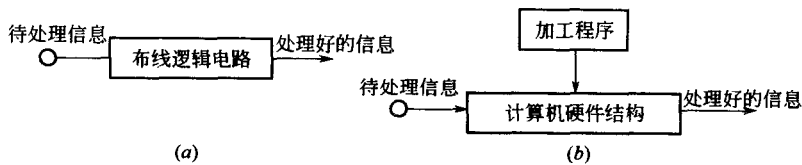


图 1—2 硬件远动装置和软件远动装置的区别

(a) 硬件远动装置；(b) 软件远动装置。

在布线逻辑式远动装置中，实现某种功能就有某种对应的电路，一旦设计定型，其功能种类和容量不易改变。而在软件化远动装置中，只需设计出一套硬件设备，当装置的功能种类和容量需作变更时，只要适当修改加工程序并适当增加外围部件即可。总的来说，软件化远动装置和布线逻辑式远动装置的本质区别就在于软件的存在。

微机远动装置属于软件化远动装置,从上所述可以看出,微机远动装置更能适应电气化铁道供电系统的变化和发展,因此具有不可估量的生命力。

第三节 现代远动系统的发展趋势

必须指出的是,人们把目前在牵引供电系统中使用的远程自动控制装置称为远动装置只是由于习惯。从本章第一节可以看出,单从定义上讲,远动的范畴是十分有限的,当初给它下定义时,主要指遥控、遥信、遥测、遥调四种功能。现在牵引供电系统中使用的远程自动控制系统,确切地讲,应称之为“计算机远程监控系统”,远动是它完成的功能之一。由于计算机有丰富的指令系统、足够的内存空间、较快的运算速度等特点,所以能完成其它丰富的功能。

一、现代远动系统的发展趋势

由于现代计算机技术、现代通信技术、现代应用电子技术等的应用,使远动技术有了质的飞跃。下面列举发展的几个主要趋势。

(一)调度端远动装置与计算机系统一体化

早期的远动装置多为点对点结构。在变电所每装一台远动装置,在调度端就有一台远动装置与之相对应。以后逐步出现了1:N型的装置,组成了星型(辐射型)结构和共线型(串联型)结构。由于调度端收集信息的规模和功能不断增加,以及与承担信息处理功能的计算机系统接口功能的加强,已出现了不少在调度端把信息收集和信息处理结合在一起,由同一计算机系统来完成的一体化调度自动化系统。有的分为前置机(收集信息)和后台主机(处理信息)。有的甚至不分前置机和后置机,而是采用多台同一型号的计算机组成一个计算机网络,由网络中的各台计算机分担收集信息和处理信息的任务,这时,在调度端已看不到传统的远动装置,它已完全被分担收集信息功能的计算机所取代。

(二)变电所远动装置智能化

现在已经把变电所远动装置称为远方终端,也就是把它视为一个计算机系统的组成部分,是调度端主机的延伸,它本身就是一台微型计算机。远方终端智能化主要表现在以下几个方面。

1. 能使信息采集功能扩大

远动系统的重要任务是事件状态信息的采集。利用微型计算机的存贮能力,可以实现带时间特征的事件顺序记录并传送,甚至开发出事故追忆及动态信息的采集功能。

2. 能压缩传送信息

对信息传送来说,传送信息量增大,传送的响应时间要快,二者本身就是一对矛盾。因为远动信息串行传送,当通道传送率一定,传送信息量的增加必然造成延时增加,响应减慢,影响实时性。为此现代微机远动装置一般都具有判断信息传送与否的能力,以压缩传送信息量,提高实时性。

3. 能使当地功能增强

远方终端微机化为当地功能开发创造了条件。除常规的当地显示和打印制表外,还能进一步发展数据处理和校验、程控等功能。

(三)远动系统向多微处理机结构发展

以微机构成独立的功能模块,通过微机总线把各微机功能模块连接起来。这种多微机的系统结构,更突出了远动装置的多功能性,灵活性和可靠性,响应速度快,具有很强的生命力。

第四节 远动系统的性能指标

对任何一种远动系统而言,都可以用远动系统的性能指标,或叫主要技术要求来衡量其优劣或作为设计、选型的要求。一般来说有如下几个主要方面。

1. 可靠性

远动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。

远动系统也像其它自动系统一样,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。一次误动作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。

远动系统中每个设备的可靠性一般用平均故障间隔时间,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。

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

式(1-1)中停用时间包括故障和维修时间。影响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。

国外的远动装置平均故障间隔时间已达到 30000h,国内要求在 800~10000h 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。

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

在通常情况下,差错率要求在 10^{-10} 以下。

2. 容量

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。容量同远动系统的路数有着密切的关系,显然容量越大,则表示该远动系统所能完成的功能也就越多。此外遥控、遥调、遥测及遥信的功能也要可扩展,因为随着技术的发展,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,对系统实时性的要求是显而易见的。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收到该事件信息这一段时间间隔。例如,电力系统典型的最大容许时延,在正常传送遥测、遥信时为 2~10s,在状态变化(例如开关跳闸)时为 0.5~5s,在传送遥控、遥调等命令时为 0.1~2s。

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 1-3 所示。假如信道的输出端没有特殊的方法把原来的信号

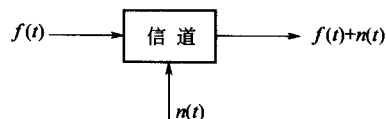


图 1-3 通道干扰

$f(t)$ 分离出来,减免干扰的影响,则在遥测时将造成误差,而在摇控时将有可能发生误动作。

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面和成本低廉方面有所要求,逻辑设计尽可能地简单化,做到简化系统,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。

第二章 微机远动系统基础

第一节 微程序控制原理

随着电气化铁道牵引供电系统对自动化程度的进一步要求,特别是近年来“实时控制”自动化技术的出现,远动装置已作为供电系统自动化整体的有机一环来考虑,因而使远动装置的总体设计思想发生了很大的变化,其主要表现在:

- (1)通常都与电子计算机相衔接、使供电系统实现实时控制成为可能;
- (2)发展新型的人—机通信方式,以提高装置的输入输出的效率;
- (3)采用 1:N 方式,以扩充装置的站容量;
- (4)传送信息高速化,以满足计算机实时处理信息的要求;
- (5)具有信息交换、再分配功能,以形成实时信息网络;
- (6)发展多处理机功能,以满足分层控制理论提出的要求;
- (7)采用计算机程序方式,以使远动装置电路结构标准化、功能积木化。

随着用户对远动装置不断提出新功能的要求,用传统布线逻辑来设计这种远动装置,在花时花钱方面已越来越不能接受。在这种前提下,就产生了远动装置计算机化或叫软件化的想法。因为远动装置实际上就是一种“信息处理机”,因此采用通常认为标准的处理信息的方法,即类似电子计算机处理信息的方式来设计远动装置,乃是合理的事。

计算机化远动装置是采用微程序计算机原理构成的。我们知道,计算机是执行人们安排的一些数据和逻辑运算的工具。为了达到所要求的目的,必须将输入的信息经过一步步的加工方可得到所需要的结果,这一步步的加工称为操作,而这些人地操作进行的命令就称为指令。

要完成一项计算机任务,就必须根据任务的性质和要求,制定出一连串完整的指令,使机器按照这个指令的次序进行有计划的操作。这一连串的指令的集合,就叫做计算机程序。不同的任务就采用不同的程序来进行工作。

因此,计算机的工作过程,也就是根据程序的安排,执行一条一条的指令来进行操作的过程。这些操作可以是普通的加减运算,也可以是复杂的函数运算等。对于这些操作可以采用布线逻辑式硬件来实现,也可以采用微程序控制方式来实现。

微程序控制是利用普通的程序设计思想,把每一条机器指令的执行过程分解成一些基本的操作(微操作)。例如输入、输出、移位、加、取反、异或等等。而指示完成这些操作的命令称为微指令,再把微指令按一定的次序设计编成微程序。机器执行一条指令的过程,实际上就是执行相应的许多条微指令组成的微程序的过程。

微程序计算机结构框图如图 2—1 所示。

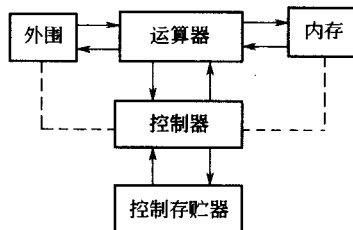


图 2—1 微程序计算机结构框图

在这种方式的计算机里,多了一个控制存贮器。微指令像计算机的一般指令一样,以二进制代码形式依地址存放在这个存贮器里。每条微指令除了规定本身要进行的操作外,同时还

规定了下一条要执行的微指令的地址,每当从存储器中取出一条机器指令时,便同时取出下一条微指令地址。于是就能按设计预定的次序,有条不紊地执行各条微指令,直到执行完一条机器指令为止,继而又能转向另一条机器指令。这种按照存贮在机器内的微指令而控制机器操作的方式,称为“存储逻辑”控制方式。显然,采用这种控制方式可使运算器作成最基本、最简单的方式。它的硬件内部由于构造比较规则,因此易于标准化。而且还由于它是依靠微程序指令来动作的,因而改动或添加程序也很方便,故适应性、柔软性较大。

微程序控制原理,可用图 2—2 来说明。

图中右侧的横竖线来代表只读存储器。它由二极管(也可用磁环等其它元件)矩阵组成。矩阵的每一条横线,代表一条微指令,每一条竖线代表相应微指令的一位码。假如某条微指令的第某位是“1”,那么,就在微指令线和该码位线之间接上一只二极管,图中用黑点表示。当该位是“0”,则不接二极管。图中画出四条微指令线,每条微指令有 8 位码,前 5 位是操作码,直接控制运算器各寄存器之间的传送门,以达到使运算器执行微指令的目的。后 3 位是下一条微指令的地址码。

图 2—2 微程序控制原理

动作由节拍脉冲 M 所控制。当 M 脉冲到来时,打开控制门,将寄存在 S 地址寄存器中的下一条指令地址码移入 R 地址寄存器中。当该脉冲过后,即将该控制门关闭。 R 地址寄存器内寄存的地址码,经译码器译码,使只读存储器的一根指令线选通带电。

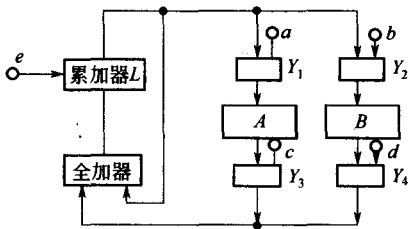


图 2—3 存储程序控制原理框图

运算器根据该条指令线的操作码,控制各寄存器之间的数据传送门,从而完成本指令所规定的运算或逻辑操作。从图中还可以看到,机器在执行现有微指令时,同时已将本条指令所规定的下条指令地址存入 S 地址寄存器中。当第二个节拍脉冲到来时,机器就能自动地执行下一条微指令。这样,周而复始地不断从只读存储器中取出微指令并执行微指令,最终就能完成预定的各种运算或操作任务。

例如,要求把预先放在 A 寄存器中的数,与预先放在 B 寄存器中的数相加,再将运算结果存入 B 寄存器中。为了完成加法运算,可设计如图 2—3 所示的存贮程序控制原理框图,并编制如表 2—1 所列的一组微程序。这组微指令存放在只读存储器中,直接法如图 2—2 所示。接通二极管的位(有黑点)为“1”,不接的位为“0”

表 2—1

指令地址	操作码					下一条指令地址码	说明
	a	b	c	d	e		
0 0 0	0	0	0	0	1	0 0 1	(L)清零
0 0 1	0	0	1	0	0	0 1 0	(A) ∇ L

指令地址	操作码					下条指令地址码	说明
	a	b	c	d	e		
0 1 0	0	0	0	1	0	0 1 1	$(A+B) \diamond L$
0 1 1	0	1	0	0	0		$L \diamond B$

第一条微指令中 e 位为“1”,使累加器 L 清零。

第二条微指令中 c 位为“1”,使 A 寄存器到全加器的门打开, A 寄存器中的数送入全加器。因为此时累加器 L 已清零,所以全加器输送至 L 中的数为 A 中的数。

第三条微指令中 d 位为“1”,使 B 寄存器的输出门打开。于是,全加器将 B 中的数加上 L 中的数(A),再送入 L 中。

第四条微指令中 b 位为“1”,使 B 寄存器的输入门打开, L 中的数(即 $A+B$ 的数)送入 B 寄存器中,代替了其原有的数。

当在存储程序控制过程中加入条件判别时,则根据运算的结果,必要时能自动修改下条微指令地址,即实时变址操作。

微程序远动装置之所以能自动完成各项运算和操作任务,是靠存储在只读存储器中的整套控制程序来实现的。装置在工作过程中不断从只读存储器中取出指令、执行指令,完成程序规定的各项任务。装置的全部指令数以千计,种类很多,所以编制程序是一项十分细致而又繁重的工作。为了达到同一目的,可以有不同的程序方案。

程序设计的任务是根据装置所应完成的各种任务,利用指令系统,编制出一套指令,使装置按照这一套指令正确地进行各种运算和操作,如事故扫描及处理,发送扫描及处理等等。程序设计主要包含下列三项内容:

(1)根据运算和控制任务,确定计算方法和顺序;

(2)在储单元分配,合理安排数据和信息的存放地址,如信息原始数据、计算所需的常数、中间结果、最终结果和程序本身等;

(3)制定各种程序框图,最后编写成整套指令系列,每条指令用代码表示并存入相应的只读存储器中。

程序设计应力求步骤简单,所用指令数目及占用的存储单元较少。程序的书写和表达方式不止一种。框图法是用简单框图描述运算和操作过程,框图内用符号表示执行何种指令。这种方法的特点是程序各部分之间相互关系清晰,便于了解程序的工作过程,便于充实和修改程序,便于最终编写成具体的指令系列,亦便于阅读和检查程序。

在编制程序过程中,发现有的程序段使用的场合较多,具有一定的通用性。为了节省编制程序工作,可把它们单独提出,组成“宏指令”和“子程序”。在需要的场合,就将它们调来使用。采用宏指令和子程序是程序设计的主要方法之一,它可使设计工作简化,避免重复,利于检查程序的正确性,便于运行维护。

用微处理机构成的远动装置属于软件化的远动装置。它的 CPU、数据存储以及信息控制单元等,都是采用系列生产的微型固体集成电路,甚至直接用系统机开发,而不是专为远动装置而设计制造的。

近年来,微型计算机发展很快,使用范围日渐扩大,在供电系统远动装置中已经采用并取得了较好的效果。因此,微机远动装置必将逐步取代布线逻辑远动装置。

第二节 工作模式

大部分体现远动功能的程序都是按照对装置的主观要求而编制的,而这些程序都要由主机完成。如何组织这些程序按一定的方式来依次工作,也就是说,远动装置正常运行时,执行各种体现远动功能程序所遵循的一套流程的原则,叫做工作模式。工作模式也可以象程序框图一样,通常用简单的示意框图表示,也可以简单地用带箭头的线条表示。

一、程序的启动及允许响应迟延

微机远动装置的特点是用程序来完成传统远动装置硬件的功能,对于远动装置周而复始地发送与接收远动数字信息的特点来说,微机远动装置的软件应该带有周期性。尽管有些远动装置能够响应及处理一些随机的事件,如事故及操作人员键盘请求装置输出信息等,但是它的主干程序象硬件远动装置的逻辑电路一样,仍是循环的。那么这一循环的周期是多少,它又受什么节拍来控制呢?我们知道,硬件远动装置通常是通过晶振、分频出来的各种时标来控制的。其中包括有向信道发送一位一位信息的位驱动脉冲,也有向信道发送一个一个信息字相应的节拍脉冲。微机远动装置的主干程序原则上虽然也可以用位驱动脉冲来同步,但是目前多数采用信息字(或叫循环字)的节拍来同步。例如,在信道上要发送第 n 个信息字之前,就必须把这一信息的内容,以程序加工来拼成标准的信息格式存放在内存规定的单元中,并且一定要等到发送通道接口的缓冲寄存器发完第 $n-1$ 个信息字的最后一位时,才能把该内存规定单元中的第 n 个信息字转移到此接口缓冲寄存器中去,它们的关系如图 2—4 所示。因此,对于这种主干程序可以选用信道向分频器发生的“上一个信息的最后一位已发出”的信号来启动。这个主干程序启动后的第一项工作就是把上一个加工好的信息字送到通道缓冲寄存器,让信息自动地一位一位的发送;第二项工作是加工下一次要发的信息字以及其它的处理任务与结果。

每一种体现远动功能的程序往往都是在一定的条件下启动,如信息发送信息字的节拍脉冲是发送程序的启动条件。接收回路收满一个完整信息字时发出的“请求主机取数”标志是接收程序的启动条件。另外,当地巡回检测程序、内部运算程序、响应控制台键盘请求程序都有它的启动条件,即使以上的启动条件没有发生时,也可以启动自检程序。

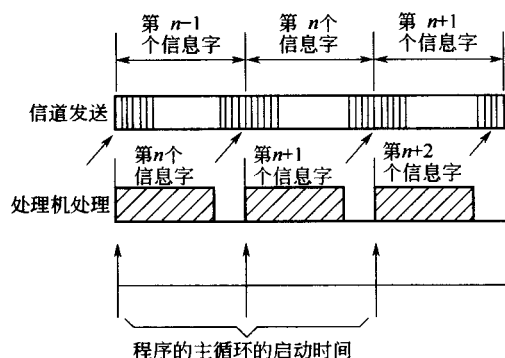


图 2—4 程序的主循环与时标节拍的关系

因此,每一种条件的出现都相当于对主机发出要求。执行某一相应远动功能程序的请求,在主机只有一台的情况下往往会发生这样的情形,也就是当主机还没有处理完上面一个远动功能程序时,又有新的请求出现。一般情况下都要等原来的程序执行完后再响应新的请求。因此,新的请求将要等待一段时间才能得到响应,这就产生了“最大允许响应迟延”的问题。

对于远动发送部分与主机接口部分的一种方案可以用图 2—5 来表示。接口部分的通道缓冲寄存器存放一个 28 位的完整信息字,通过并串变换按 0、1、2……27 的次序向调制器(例如以 12000Bd 的速度)转移。当第 27 位信息元刚向调制器转移之后,表示接口已送完一个完

整信息字,28 位计数器便使完成特征 FG 置“1”。每当主机在执行完一个主干程序循环之后,便连续用指令取 FG 标志,直到判别到 FG 为“1”后,再一次启动主干程序。主干程序的第一步就是把已准备好的下一个 28 位信息并行送至通道缓冲器 TH,让并串变换能够继续有信息逐位向调制器发送。第二步把 FG 完成标志置“0”。当第二个信息又发完 28 位时,FG 又置“1”,再通知主机请求提供新的远动信息准备发送。从图 2—5 显然可知,当前一个信息发完第 27 位信息元使 FG 完成标志置“1”的瞬间到主机并行对通道缓冲寄存器 TH 送入 28 位信息元的时间,最大不能超过并串变换移出一位码元的时间。否则信道上的信息就要脱空,接收端的解码就会发生错误,接收与发送的同步便会破坏。这个最大允许时间便是程序启动的最大允许响应延迟。

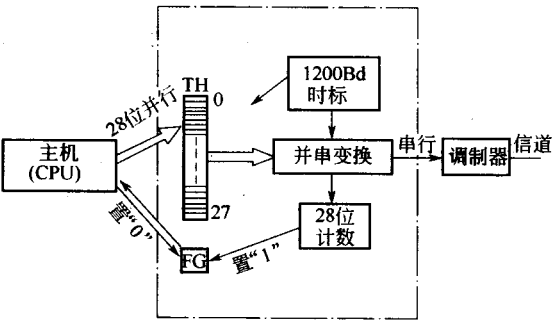


图 2—5 发送部分与主机接口部分

对远动接收部分与主机接口来说,也可以用图 2—6 的方案来表示。在收发两端未同步的情况下,当解调器的输出串行信息通过位同步,从通道缓冲寄存器 TH 的第 0 位向第 27 位的方向连续一位一位移位时,同步检测环节通过 a 使 TH 与 FG 之间的门隔离。只有在 TH 移位过程中同步检出环节通过 b 感知 TH 的第 0 位至第 27 位正好是同步码的码型时,通过 c 使 FG 置“1”,并开启 TH 与 FG 的联系。

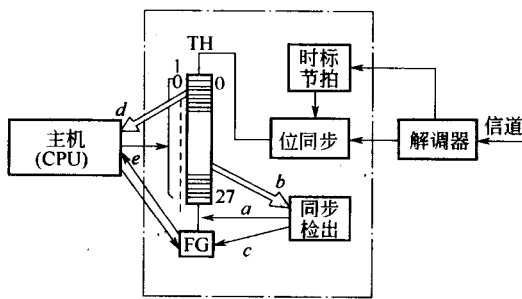


图 2—6 接收部分与主机接口部分

同样,当主机在执行完一个主干程序循环之后,便连续用指令取 FG 标志,直到判别到 FG 是“1”为止。这时主机便启动信息接收程序,通过 d 取入 28 位同步码信息,再通过 e 使 TH 中除第 0 位置“1”外,其它均置“0”,最后使 FG 置“0”并处理取入的信息。由于解调器源源不断地逐位向 TH 的第 0 位注入信息,因此 TH 中第 0 位的“1”便逐步向 TH 的高位移位。当解调器又移入 28 位码时,原来第 0 位的“1”已移入 FG,向主机发出请求取信息的信号。

与发送的道理一样,从 FG 置“1”,即接口向主机发出请求取信息的信号到主机响应之间的时间也不能大于信道接收信息一位码元的时间。因此,最大响应延迟越小,对主机的要求也越高。为了延长主机接收信道信息的最大允许延迟,我们还可增加通道缓冲器的办法来解决。

二、工作模式

1. 踏步同步和中断工作模式

上面叙述的主干程序的运转,可以说成是一种主干程序与远动装置信道发送信息字的节拍相同步的方式。如果用 S 表示主干程序的启动点,F 表示主干程序的结束点,整个主干程序的执行过程可用图 2—7 的示意图来表示。图中 P 表示主干程序本身,箭头表示程序的执行方向。为了达到远动装置循环的目的,应该通过某种形式把 S 与 F 连接起

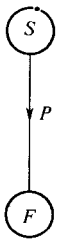


图 2—7

主干程序
执行过程