

高等学校规划教材

# 微机测控技术

金海明 主编

煤炭工业出版社

封面设计：郑玉水

高等学校规划教材  
微机测控技术

ISBN 7-5020-1257-5/TP 306

书号：4025 定价：14.50 元

TP 274-324

版社

高等学校规划教材

# 微机测控技术

金海明 罗云林 郑国莘 陆友勤 编

煤炭工业出版社

(京)新登字 042 号

### 内 容 提 要

本书从实用角度系统地阐述了采用微机解决测试与控制问题时所涉及的软、硬件技术。主要包括:微机测控系统组成及主要指标;误差基本理论;微机检测技术;传感器基本理论及常用传感器;微机控制技术;干扰及干扰的抑制技术;微机测控系统的设计;矿山实际测控系统介绍等。

本书选材注意了理论联系实际,从工程实际出发,以 MCS-51 系列单片机为主,列举了大量的工业测控实例,并给出实用电路及程序。具有系统性、先进性和实用性等特点。

本书可作为大专院校自动化及仪表专业本科生教材,同时也可作为职大、电大相应专业教材,特别适用于从事工业测控及自动化工作的工程技术人员阅读。

高等学校规划教材

### 微机测控技术

金海明 罗云林 郑国莘 陆友勤 编

责任编辑:高 专 李朝雯

\*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街 21 号)

中国科学院印刷厂印刷

\*

开本 787×1092mm<sup>1/16</sup> 印张 16.5 插页

字数 390 千字 印数 1—2,600

1995 年 12 月第 1 版 1995 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 7-5020-1257-5/TP306

书号 4025 A0331 定价 14.50 元

## 出版说明

《中国教育改革和发展纲要》指出,教育改革“要按照现代科学技术文化发展的新成果和社会主义现代化建设的实际需要,更新教学内容,调整课程结构,加强基本知识、基础理论和基本技能的培养和训练,重视培养学生分析问题和解决问题的能力”。“高等学校教材要在积极扩大种类的同时,不断提高质量,加强理论与实际的联系,力求思想性和科学性的统一”,要适应教学改革需要。

由阜新矿业学院、山西矿业学院、黑龙江矿业学院、淮南矿业学院等四所院校进行的工业电气自动化专业教学综合改革,按照“知识归类、科学组合、优化设课、精简学时、加强实践”的改革原则,制定新的教学计划。根据培养目标的要求,新计划对于原有课程,采用删、调、合、增的方法改变原有课程体系,将工业电气自动化专业电类课程归并为四大类:基础理论课、方法论课、应用技术基础课和有针对性的专业课。

为了适应深化教学改革的需要,我们首先组织编写、出版以下几种教材:

- 电工原理
- 网络与系统分析
- 电机与传动
- 控制工程技术
- 微机原理与接口技术
- 微机测控技术
- 矿山自动控制系统
- 电工技术 CAA
- 电气实验技术
- 电气工程实践教程

煤炭工业部科技教育司  
教材编审室

# 前 言

《微机测控技术》一书是煤炭高等学校“八五规划”教材,是为大学本科工业电气自动化专业教学综合改革而设置的一门重要的技术基础课。编者根据多年教学改革和科研实践认为:为迅速推广计算机应用技术,提高工业电气自动化水平,编写一本《微机测控技术》书是非常必要的。

本书共分八章。第一章概述,主要介绍微机测控技术的发展和系统组成,主要功能及技术指标;第二章测量误差的基本理论,讲述误差及其分类,误差分析及减少误差的方法;第三章微机检测技术,讲述采样定理、检测直流电压信号、频率信号方法以及数据采集系统;第四章传感器,包括传感器组成及分类,主要性能指标以及矿山常用传感器;第五章微机控制技术,讲述微机顺序控制、可编程控制器、微机数值控制、步进电机控制、数字PID控制算法、最快响应无波纹计算机控制及一些先进控制算法;第六章干扰及干扰的抑制技术,讲述干扰及干扰分类、干扰产生原因、提高抗干扰性能的基本方法;第七章微机测控系统的设计,讲述总体方案的确定、控制算法选择,重点讨论系统软、硬件设计方法、软件抗干扰对策;第八章矿山实际测控系统介绍,介绍目前矿山应用较多的KJ<sub>2</sub>、KJ<sub>4</sub>、KJ<sub>7</sub>系统的组成,功能及部分工作原理。

本书的指导思想是力图将微型计算机原理、接口、传感器与工业过程测试和控制紧密结合在一起,立足于工程实际应用,重点介绍微型计算机在工业过程测试和控制应用中的各种技术。书中所给电路及程序都是来源于生产实际或取自科研课题。读者在学完本书后,只要结合实际稍动脑筋就可独立地设计出满足生产实际需要的微机测控系统。本书与同类图书相比,有以下几方面特点:

(1)本书既不同于微机原理及应用方面的书,又不同于微机控制方面的书,它系统完整地介绍有关微机测控方面的技术及设计方法。便于读者掌握和应用。

(2)取材注意了内容的系统性、完整性、实用性和先进性。

(3)重点突出、以目前最广泛应用的MCS-51单片机为主,介绍检测与控制技术以及测控系统软、硬件设计方法。

本书文字、符号、图例、单位均采用国家新标准。学习本书的先修课有:电工原理、电子技术基础、微机原理与接口技术等。本书参考学时为80学时。

本书第一、七章由金海明执笔;第二、三、四章由郑国莘执笔;第五章由罗云林执笔;第六、八章由陆友勤执笔;全书由金海明副教授担任主编,罗云林副教授担任副主编。

在《微机测控技术》一书编写中,得到了煤炭部科教司、教材编委会、教材编审室以及有关高校的大力支持与帮助,在此向他们及提供有关参考文献作者一并表示谢意。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些缺点和错误,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

# 目 录

<b>第一章 概述</b> .....	(1)
第一节 微机测控技术的发展及应用 .....	(1)
第二节 微机测控系统的组成及主要技术指标 .....	(3)
习题与思考题 .....	(8)
<b>第二章 误差基本理论</b> .....	(9)
第一节 误差及其分类 .....	(9)
第二节 误差处理及减少误差的方法 .....	(12)
习题与思考题 .....	(16)
<b>第三章 微机检测技术</b> .....	(17)
第一节 采样定理 .....	(17)
第二节 模拟量检测技术 .....	(19)
第三节 脉冲信号检测技术 .....	(27)
第四节 微机数据采集系统 .....	(29)
习题与思考题 .....	(31)
<b>第四章 传感器</b> .....	(33)
第一节 传感器基本理论 .....	(33)
第二节 低浓度甲烷传感器 .....	(38)
第三节 风速传感器 .....	(44)
第四节 负压传感器 .....	(47)
第五节 矿井机电设备开/停传感器 .....	(52)
第六节 交流电流、电压传感器 .....	(53)
第七节 皮带称 .....	(56)
第八节 其它矿用传感器 .....	(58)
习题与思考题 .....	(63)
<b>第五章 微机控制技术</b> .....	(64)
第一节 微机顺序控制 .....	(64)
第二节 可编程控制器 .....	(67)
第三节 微机数值控制 .....	(77)
第四节 步进电机控制 .....	(84)
第五节 数字 PID 控制算法 .....	(94)
第六节 最快响应无波纹计算机控制 .....	(103)
第七节 模糊控制器算法 .....	(109)
第八节 模型参考自适应控制算法 .....	(121)
第九节 控制对象具有纯滞后自适应预估微机控制方法 .....	(125)
习题与思考题 .....	(134)
<b>第六章 干扰及干扰的抑制技术</b> .....	(135)
第一节 概述 .....	(135)
第二节 干扰源的抗干扰措施 .....	(137)



第三节	常模干扰的抑制 .....	(139)
第四节	共模干扰的抑制 .....	(141)
第五节	用隔离的方法抑制干扰 .....	(145)
第六节	用屏蔽的方法抑制干扰 .....	(148)
第七节	微机测控系统的接地 .....	(150)
第八节	减小测控系统干扰灵敏度的措施 .....	(155)
	习题与思考题 .....	(156)
<b>第七章</b>	<b>微机测控系统的设计</b> .....	<b>(157)</b>
第一节	微机测控系统设计原则及总体方案的确定 .....	(157)
第二节	微机及控制算法的选择 .....	(160)
第三节	微机测控系统中的逻辑电平转换 .....	(161)
第四节	模拟量输入通道设计 .....	(165)
第五节	开入通道设计 .....	(183)
第六节	微机测试系统硬件电路设计举例 .....	(185)
第七节	输出通道设计 .....	(190)
第八节	微机测控系统中的测量标度变换 .....	(198)
第九节	微机测控系统与防爆 .....	(200)
第十节	微机测控系统的远程通讯 .....	(202)
第十一节	系统软件设计原则及方法 .....	(207)
第十二节	应用程序设计举例 .....	(210)
第十三节	软件抗干扰设计 .....	(221)
	习题与思考题 .....	(224)
<b>第八章</b>	<b>矿山实际测控系统介绍</b> .....	<b>(226)</b>
第一节	典型系统概述 .....	(226)
第二节	KJ <sub>7</sub> 系统 .....	(231)
第三节	KJ <sub>4</sub> 系统 .....	(242)
第四节	KJ <sub>2</sub> 系统 .....	(250)
	习题与思考题 .....	(254)
<b>参考文献</b>	.....	<b>(255)</b>



# 第一章 概 述

## 第一节 微机测控技术的发展及应用

### 一、测控技术的发展过程

测控技术的发展和应用的与生产和科学技术的发展分不开的。在手工生产阶段,人们对产品的质量要求不高,对产品的数量要求不多。因此采用手摸、目测的方法,再以手或脚去控制加工工具或简单生产机械来进行生产。在单机生产阶段,原有的测试方法已不能满足要求。随之就产生了与之相适应的指针式仪表等简单测试仪器,用以作为手工控制的依据。在大规模生产机械化、自动化阶段,产生了各种不同的检测元件、仪器仪表及装置,以适应机械化或自动化生产的需求。在现代化生产阶段,为了提高产品质量、提高效率、减轻劳动强度、改善劳动环境、安全生产和节省能源等,自动化生产的水平越来越高,特别是科学技术的发展,大规模集成电路及微型计算机的出现和发展,测控技术有了更高发展,构成了各种类型的微机测控系统。

微机应用于工业生产过程,首先是对生产过程监测,有时参与一些简单的开关量控制,此种系统一般称为微机监测系统。然后是增加其控制功能,即在监测的基础上增加了对生产机械的调节功能,此种系统一般称为微机控制系统,更准确地说应称为微机测控系统。

微机测控系统及其技术发展的历史虽然并不长,但发展的速度非常之快,其技术先进、功能齐全、各项指标均优且安全可靠。因此它是现代化工业生产和科学管理必不可少的。

### 二、微机测控技术的应用

微机测控技术在国民经济的各个领域中都有应用,特别是电力系统、输油和输气系统、矿山生产系统、城市公共事业系统、气象系统,由于采用了这种先进技术,使得生产效率大大提高,同时安全生产也得到了可靠保障。电力是现代化生产的主要动力,许多水电站、发电厂、变电站及输配线构成一个庞大的电力系统。为了合理分配电力,保证系统安全可靠、连续高质量运行,其调度任务是十分繁重的。微机远动装置就是完成电力自动化调度最好工具。它可以遥测各站、点、线路的电压、电流、功率、功率因数、频率等运行参数,同时也能遥测、遥控各主要断路器的状态(开或闭)。此外,它还可以对运行参数和状态进行显示,打印制表,对事故进行预分析和处理,并且进行记录备查;可取消原有的继电保护,由微机直接进行遥控来取而代之。微机测控系统可使电力系统经济、可靠地运行在最佳状态。

石油在国民经济发展中所占的地位众所周知,然而我们并不是直接利用原油,而是将其加工成不同产品。实际上原油加工厂往往距原油产地很远,为了对原油进行加工,必须将原油运往加工地,若采用一般运输方式,如汽车、火车,则会产生滴冒跑漏现象,造成很大浪费,同时也增加了公路、铁路运输任务。原油最好的输送方式是采用输油管线路。输油管线路一般是由首站、末站、油库和一些中间加热泵站及调度室构成。原油的加压、加热、分配、计量等均由微机测控系统自动完成。天然气输送方式与输油方式相同。

上述系统被测控目标分散,距离遥远(几百~几千公里),并且全线构成统一体,一处变

动,就要牵动全局。根据这些特点,微机测控系统最好采用集散型微机测控系统。这种系统为分级管理,它由测控中心和分站两部分组成。平时各分站根据测控中心给定的参数就地集中管理,而测控中心随时采集各分站的运行参数和设备工作状况,以便进行全系统协调平衡。当系统某处发生故障或需要改变原计划时,测控中心就将新命令送往分站,再由分站执行中心命令。有时,重要设备也由测控中心直接遥控、遥调。

城市公共事业包括自来水、供电、煤气、取暖用热水分配、下水道排水、公共交通等。若用微机管理自来水系统,可以测控水源群及各加压泵站的水位、水压、流量等,水泵转速、各阀门的开闭程度;若微机测控供电系统可以合理分配电能;若微机测控公共交通,可以使车辆畅通无阻,并且可以大大减少事故确保安全。总之,城市公共事业采用微机测控系统,使得公共事业中各系统均能更及时、更经济、更安全可靠、高效运行,以适应城市随季节、气象、昼夜、节假日等情况对水、电、煤气、交通等供求量的要求。

近年来地震在我国境内屡有发生,为确保人民生命和财产安全,国家建立了各级地震组织,并建立了地震台、站。要及时、准确地预报出地震的发生,组成了地震监测网,该网由各地台、站,乃至国家地震局构成微机地震预报网。

在气候特别恶劣的地区是无法建立人工气象站的,采用无线电遥测、遥控技术,可以实现无人管理的气象站。它能提供和收集气象情报,积累各地区气象资料,并将结果送往几百甚至几千公里外的气象中心。

微机测控技术在广播、铁路调度、医疗事业中均有应用,至于在国防建设和空间科学上的应用更是屡见不鲜。

### 三、测控技术在煤矿生产中的发展及现状

煤矿生产是地下作业,自然条件 and 生产条件都比较特殊和复杂,在采掘过程中出现的瓦斯涌出、煤尘飞扬,自然水、火灾等都有可能造成严重事故。为防止事故发生,保障矿工的健康和安全,促进生产发展,提高经济效益,对井下各方面都进行安全测控是非常必要的。

在煤炭开采初期,人们为了防止井下一氧化碳造成中毒事故,曾用过金丝雀一类的动物来进行检测。1815年英国人开始使用安全火焰灯检测瓦斯。1897年瑞典制成第一台容积压力式瓦斯测量仪。随着矿井开采规模及开采深度的增大,机械化和综合机械化采煤的普遍推广,通风安全方面的问题日益突出。随着科学技术和电子技术的发展,相继出现了许多新型的检测传感器和仪器仪表。特别是电子计算机的应用,使煤矿测控技术面貌焕然一新,出现了除能检测瓦斯、一氧化碳、氧、氢的浓度,温度、风速、压力等安全参数外,同时还能对井下设备工作状况进行监视与控制的微机测控系统。如英国1976年研制成的迪纳林克-曼诺斯系统,监测容量986个模拟量,896个开关量,传输距离为13km。在地面测控中心一般都配有进行数据采集和处理用的计算机、打印机、显示器、控制台和模拟盘等。当某些参数超限时,能发出声、光报警信号,对相应设备施行控制。

解放前我国煤炭工业技术十分落后。解放后,党和政府对安全生产极为重视,除建立了以抚顺、重庆、西安、常州、上海等地为中心的安全仪器生产基地外,从1980年起,先后从波兰、英国、美国和西德等国家引进了多种型式的煤矿安全监测系统和生产监控系统。同时,为了使我国煤炭生产自动化水平跨入世界先进行列,集中了大量科技人员,投入了大量资金,在引进消化的基础上,先后研制了一批测控系统,如常州煤研所的KJ<sub>1</sub>型、北京长城科学仪器厂的KJ<sub>4</sub>型,重庆煤矿安全仪器厂的TF-200型和AWJ-80型,西安煤矿仪表厂的MJC-

100型,抚顺煤矿安全仪器厂的AU<sub>1</sub>型和东煤-1型,总参6904厂的WDJ-1型,镇江煤矿专用设备厂的A-1型,常州煤研所和阜新矿业学院的KJ<sub>7</sub>型,其中KJ<sub>7</sub>型功能较全,它在原有测控功能基础上,增加了调节功能。

## 第二节 微机测控系统的组成及主要技术指标

### 一、微机测试系统的组成

微机测试可以应用于智能仪表、工业过程测试和智能测试,从而构成不同的微机测试系统。

#### 1. 智能仪表

智能仪表是指以微处理器为核心而设计的新一代测量仪表,它是最简单的微机测试系统,智能仪表的“智能”含意是指:(1)仪表功能较多,使用灵活,配有通用接口,有完善的远距离信息传输能力,便于接入自动测试系统。(2)仪表本身具有“初级智能”,即具有自动量程转换、自调零、自校准、自检查、自诊断等功能。(3)仪表采用“智能”元件-微处理器。

智能仪表可以利用“智能”特性使仪表中精密模拟元件大大减少,从而降低成本。

#### 2. 过程测试系统

过程测试系统以参数测量为目标,用来对被测过程中的一些物理量进行测量,获得相应的精确的测量值。在工业自动化中,过程测试主要用于对工业过程进行检测与分析,或作为过程控制系统的一部分。过程测试系统在组成方式上可分为集中和分布式两大类。

#### 3. 智能测试系统

智能测试系统也称为专业系统。它是测试系统中最先进、最年轻的研究领域,这类系统研究随着科学技术发展和各方面的需求与日骤增,并且十分迅速地应用于各个领域。这里所谓的“智能”,是指系统具有部分人的智能,能局部代替人去完成那些以前依靠人的智能才能完成的任务。智能测试系统不是以精确测量过程参数为目的,而是以获得某种决策或判断为主要目标。例如,是否是寻找的工件?(识别型智能测试);设备是否运行正常?(诊断型智能测试);通过综合分析给出预测预报结果(专家型智能测试);实时故障诊断系统是智能测试系统最典型的应用系统。

由上述可知,微机测试系统随着应用目的不同,具有各种不同的形式。但是其基本组成是相同的,其组成框图如图1-1所示。

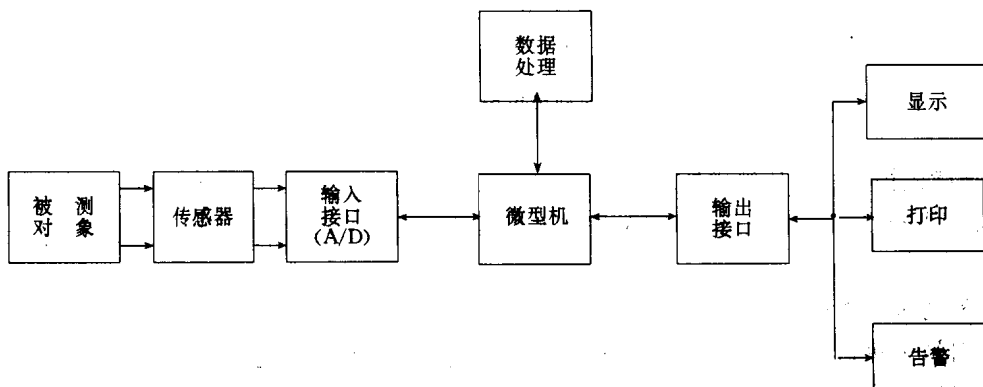


图 1-1 典型微机测试系统组成框图

由图可知,微机测试系统硬件主要由以下几部分组成:传感器;输入、输出接口;微型机;控制台或控制键盘。测试系统的工作过程可归结为:

1)数据采集 将与被测参数相对应的信号采入微机。在实施采集的过程中,包含着微机对数据采集过程的控制。

2)数据处理 由微机执行以测试为目的的算法程序后,得到与被测参数相对应的测量结果(过程测试),或者形成相应的决策与判断(智能测试),或作出决定性的预测预报(专家智能测试)。

3)数据输出 将数据处理的结果送显示装置或打印输出。

在微机测试系统中,除测试功能外还具备不少控制功能。例如,显示、告警等。

## 二、微机控制系统的组成

微机控制系统因其控制方式不同而结构各异。主要类型有下列几种:

### 1. 程序控制系统

这是一种开环控制系统。程序控制的基本思想是将被控对象的动作次序和各类参数输入微机,然后微机执行应用程序,按照次序一步一步地控制对象动作,以达到预期的目的。例如,机床的微机控制、运输机等设备的顺序控制等。由于这种系统所控对象的动作次序是按照预先安排好的程序动作,因此该系统也称之为顺序控制系统。

### 2. 实时控制系统

这是一种闭环控制系统。实时控制的基本思想是将被控对象的状态设定值和数学模型事先输入微机,然后微机执行应用程序,对被控对象的各种参数进行采集,并与设定值相比较,再根据偏差按控制规律求调整值,通过执行机构控制被控对象,其最终目的是使偏差接近于零。闭环实时控制系统按其工作特点又可分为:直接数字控制系统(DDC);计算机监督系统(SCC);分布式控制系统(Distributed Control)。

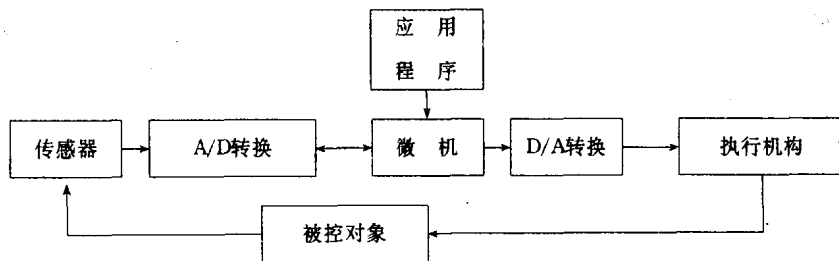


图 1-2 典型微机控制系统框图

典型微机控制系统的组成框图如图 1-2 所示。由图 1-2 可知,一个实时控制系统是由被控对象、传感器、A/D 转换、微机、D/A 转换和执行机构等部分组成。系统的控制过程可归结为以下几步:

- (1)实时采集数据。
- (2)对被采集到的被控参数进行处理,实施控制算法并决定进一步的控制过程。
- (3)根据决策,适时地对控制机构发出控制信号实现实时控制。

### 三、微机测控系统的组成

微机测试系统与微机控制系统的工作过程极其相似,若不考虑应用程序,两类系统上是可以通用的,只需稍加改动即可。这是因为不管是控制系统还是测试系统都是利用微机的数据处理与控制功能。

微机测控系统根据系统组成方式可分为独立系统和分布式系统两种,后者典型的微机测控系统的硬件组成如图 1-3 所示。按各部分在系统的作用,该系统可分为测控中心、信息传输通道、测控分站(以下简称分站)三大部分组成。

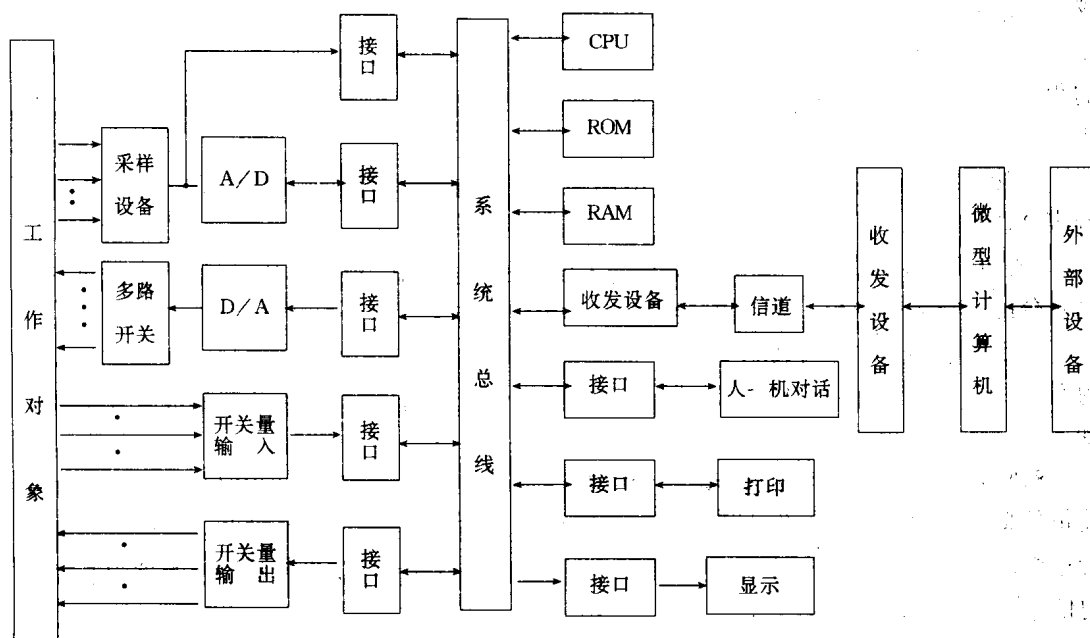


图 1-3 分布式典型微机测控系统硬件组成原理框图

#### 1. 测控分站

图 1-3 左侧为分站部分,它包括主机、输入输出通道、接口电路、系统总线、外部设备(以下简称外设)等部分组成。

1)主机 CPU 及其内部存储器(ROM、RAM)统称为主机。这部分是分站的核心。主机根据输入输出通道检测得到的各种参数,按照人们预先安排好的程序,自动地进行信息处理、分析和计算,最终做出相应的控制决策或调节,再经输出通道发出控制命令,控制执行机构达到要求的控制目的。

2)输入通道(或前向通道) 输入通道可分为模拟量输入通道、数字量输入通道和开关量输入通道。带有模/数转换器的模拟量通道用来连接各类以模拟量信号为输出的传感器,也可以直接作为模拟形式的电压或电流的输入端。数字量输入用来连接各类以频率量信号为输出的传感器,也可以直接作为数字量信号的输入端。开关量输入通道用来接收外界以“开关”形式表示的信号。例如,在电网实时测控系统中,它可以用来检测电网各类断路器的开合状态;而另一些测控系统是用来表示各种设备的开、停运行状态,超限、报警、极性转换

等状态。

3)输出通道(或后向通道) 输出通道可分为模拟量输出通道、数字量输出通道和开关量输出通道。模拟量输出通道是将主机发出的数字量转换成模拟量,以适应要求模拟量控制的设备。例如,对伺服电机的控制、电磁阀等的控制。数字量输出通道用来控制需要数字信号控制的设备。例如步进电机等。开关量输出通道用来控制各类开关设备。

输入输出通道可统称过程通道,它是微型机与被测控对象传递与转换信息的通道。

4)外部设备 按功能可分为三类:输入设备、输出设备和外存储器。常用的输入设备有键盘、磁带输入机等。输入设备主要用来输入程序和数据;常用的输出设备有打印机、记录仪、绘图机、显示器等。输出设备主要用来把各类信息或数据按人们容易接受的形式,如数字、字符、曲线、图表等提供给工作人员;外存储器有如磁带机、磁盘机等。主要用来存储系统的程序、有关信息和数据。外部设备配置多少,取决于分站的性能要求,它直接影响分站的成本。

5)接口电路 过程通道和外部设备都必须通过相应的“接口”与主机相联,接口电路起着媒介作用。

6)人-机对话设备 它是人-机对话的主要手段,是专用的外部设备。工作人员通过它可以对分站运行施于干预。人-机对话设备至少配置键盘。

7)系统总线 如果说接口是联接各硬件模块的纽带,则系统总线就是联接各硬件模块的基础。选择什么样的系统总线不仅影响分站的性能,而且还会影响系统的成本及组建速度。

8)收发信息设备 用来远距离收发信息。分站的任务是收集被测控对象的模拟量和开关量信息,进行数据处理、作出决策后对被测控对象施以相应控制,同时也可以根据需要进行报警、显示、打印记录等。另外,还可以向测控中心远距离发送信息和接收由测控中心发来的信息,并执行有关命令。

分站与测控中心可以组成微机测控系统(或微机网),也可以自己构成独立的微机测控系统而独立工作。

## 2. 测控中心

1)收发信息设备 接收远距离分站传送来的信息或向远距离的分站发送信息。

2)微机 对收集的信息进行加工处理,然后作出相应的反应。根据需要向分站发布命令。

3)外部设备 它所包括的设备基本与分站的外部设备相同。所不同的是,为了对全系统情况一目了然,可能增加大屏幕显示或模拟盘。测控中心的任务是对一个或多个分站进行管理,收集积累有关信息,向分站发布命令。

## 3. 信息传输通道

分站和测控中心之间信息传输的通道,称为信道。它可以是有线信道,也可以是无线信道。有线信道分为专用架空或电缆信道、电话线或动力电线复用信道、光纤电缆等。无线一般采用微波通讯。

## 四、测控系统的工作方式

根据其应用场合不同,一般可分为下面四种:

1)(1:1)工作方式 此种工作方式是最简单的,它是一个测控中心中的一套设备对一分

站。它通常被应用于特定场合。例如,对一个无人管理的气象站、对人造卫星测控等。

2)(1:1)×N工作方式 在一个测控中心安装有N个(1:1)装置。

3)(1:N)工作方式 此种工作方式是目前应用较多的一种方式。

它是测控中心中的一套装置对N个分站统一管理。特别适合分站多并且较集中的场合。

4)(M:N)工作方式 这种工作方式是在一个测控中心同时安装有(1:1)×N和(1:N)装置,即有M台装置,对N个分站进行管理。适合于多分站且有集中、有分散的场合。

(1:1)或(1:1)×N方式特点是工作独立,若一套有问题不影响其它工作。由于装置多占地面积大,组建投资多;(1:N)方式特点结构紧凑、体积小、占地面积少、组建投资少。缺点是一旦有问题则影响大;(M:N)具有上述两种共同的优点。微机测控系统的工作方式如图1-4所示。

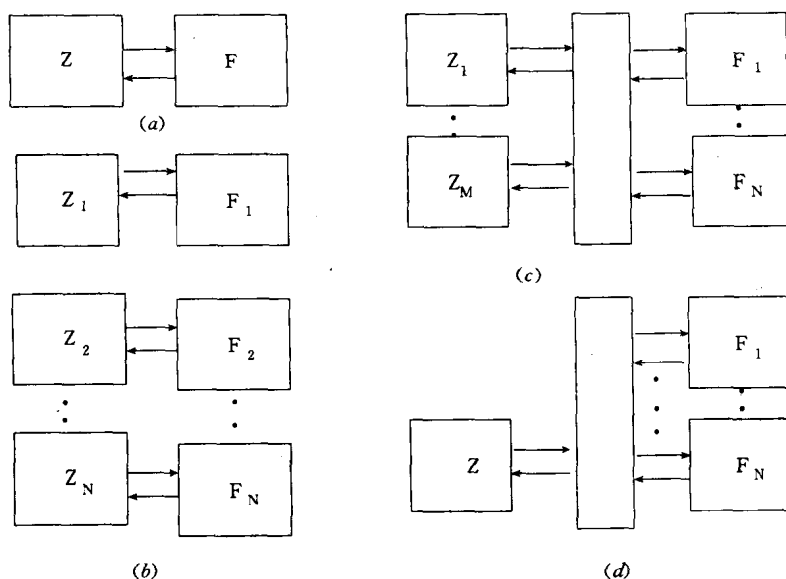


图 1-4 微机测控系统工作方式框图

a—(1:1); b—(1:1)×N; c—M:N; d—1:N

## 五、测控系统的主要技术指标

### 1. 测控中心

一般包括下列几个方面:

(1)主机型号,配置内部存储器(RAM)容量,软驱数量、规格,硬盘容量,配置外设种类、型号、数量等。另外,还要说明备用主机情况。

(2)容量,即测控中心一套装置可带分站数量。例如,井下100个分站,井上10个分站。

(3)信息传输方式,即时分制还是频分制,是频带传输还是基带传输方式。

(4)传输速率,数字传输每秒所传的波特率。例如,600bit/s、1200bit/s等。波特率越高,传输效率越高。

(5)传输距离,即测控中心站与最远分站间的距离,其单位为km。

(6)可靠性,一般用故障率和信息传输误码率来衡量。



## 2. 分站

一般分站包括下列几方面内容:

(1) 分站容量包括模拟输入量路数, 例如 8 路或 16 路等; 开入量个数, 例如 8 个无电平开关信号(接点信号), 4 个有电平或电流形式的开关信号等; 模拟量输出路数; 开关量输出个数。例如 4 个 TTL 电平或 4 个继电器触点输出等; 数字量输出路数。

(2) 模入量性质: 是交流还是直流, 是电压、电流还是频率, 是单极性还是双极性等。

(3) 模入量范围, 例如单极性 0~5V, 双极性  $\pm 5V$  等。

(4) 检测精度是测控系统最主要指标之一, 直接反映分站性能好坏。精度一般用被测量满量程的相对误差来表示, 数值越小, 则精度越高。它是高精度控制的基础。

(5) 分辨率反映分站对微小模入量变化的敏感程度, 一般用 A/D 转换器的有关参数来表示。例如, 8 位或 12 位分辨率。有的也用一个数码所代替的模入量来表示, 即

$$1\text{LSB} = \frac{1}{2^N} \times \text{模入量满刻度值}$$

式中 1LSB——A/D 转换器输出一个数码 1;

$N$ ——A/D 转换器的有效数字位数。

(6) 转换时间或转换率是指 A/D 一次转换所需时间。转换率是转换时间的倒数。它们反映分站检测能力的快慢程序, 从而也反映实时性的程度。

(7) 传输距离是传感器与分站间信号传输的最远距离。

(8) 分站所配置的传感器种类、型号、测量范围、信号输出形式及有关参数、供电电压大小、精度等。

此外, 还有可靠性、工作条件、耗电量、重量、几何尺寸等。

## 六、煤矿测控系统的特点

由于煤矿生产环境的特殊性, 因此对测控系统的要求与一般的系统不同, 其主要区别在于井下设备、以及井上、井下设备之间的连接。主要有以下几方面:

(1) 井上、下设备必须进行安全隔离(一般电路与本安电路之间)。

(2) 井下采用的电源必须是隔爆兼本质安全型。

(3) 分站必须制成本安型。

(4) 传感器必须制成或选用本安型。

(5) 采用煤矿用电缆作为电源或信号传输电缆。

另外还要考虑设备发热、散热、体积、重量、维修方便等问题。凡是入井的电气设备, 必须符合煤矿安全规程规定, 并经国家指定的机关检验合格后方可入井使用, 否则后果自负。

## 习题与思考题

1-1 微机测试系统一般是由哪几部分组成的? 各部分作用是什么? 简述系统工作过程。

1-2 微机控制系统一般是由哪几部分组成的? 各部分作用是什么? 简述系统工作过程。

1-3 分布式微机测控系统是由哪几部分组成的? 各部分作用是什么?

1-4 煤矿微机测控系统与通用系统有何区别?

## 第二章 误差基本理论

### 第一节 误差及其分类

#### 一、测量误差

在工业测量中,无论是被测对象、检出变换器、信息的传递放大、处理、显示仪表,还是测量方法以及测量者本身,都会不同程度地受到周围各种因素的影响。当这些因素变化时,被测量的示值随之相应变化,使仪表的示值与被测量的真值之间造成差异,这个差异就是测量误差。

测量是被测量与标准量比较。标准量在一定程度上是代表真值的,一般可有两种等级的真值。即约定真值和实际值。绝对真值是不可能得到的,所以一般以基准器的量值代表真值,叫做约定真值,它与真值之差可忽略不计,以  $T_1$  表示。一般通过多级计量检定网来逐级传递标准量值,以上一级标准器的量值当作近似真值,又叫做实际值,以  $T$  表示。仪表示值与被测量的约定值(或实际值)之间的差值叫误差。

$$\Delta = M - T_1 \quad (2-1)$$

式中  $\Delta$ ——误差;

$M$ ——示值;

$T_1$ ——约定真值。

式(2-1)所示的误差  $\Delta$  是与仪表示值  $M$  同量纲的,称为绝对误差,它反映示值偏离约定真值的大小。

#### 二、误差的分类

##### 1. 按误差出现的规律划分

1) 系统误差 系统误差是指服从某一确定规律(如定值、线性、多项式、周期性等函数规律)的误差。系统误差又叫确定性误差,它是受少数因素的影响而产生的误差。

产生系统误差的原因有:仪表工作所利用的物理原理不完善;仪表本身的材料、零部件、制造工艺有缺陷;测量环境有变化;测量工作中使用仪表的方法不正确;测量工作人员有不良的读数习惯或其感觉器官不完善等等。系统误差是有规律可循的,它总可以归结为一个或少数几个因素的函数关系。这些函数规律经过细心的研究(理论分析和实验研究)是有可能掌握的,因而有可能预见它们的出现,并尽力设法减小。

2) 随机误差 随机误差是一种由于很多因素随机变化引起的测量误差,一般难以具体分析,故表现为随机性的误差。

在任何一次测量中,只要灵敏度足够高,随机误差的出现总是不可避免的,而且在同一条件下重复进行的各次测量中,它或大或小,或正或负,不能预知,也不能用校正方法加以消除。但是,利用概率论的一些理论和统计学的一些方法,可以掌握表面上看起来是毫无规律的随机误差的某些规律,适当处理所得的测量数据,并减弱它对测量结果的影响。

3) 粗大误差 粗大误差是指一种显然偏离实际值的误差,它没有任何规律可循,主要