



普通高等教育“十五”国家级规划教材

现代检测技术

XIANDAI JIANCE JISHU

周杏鹏 仇国富 王寿荣 操家顺 编著



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本书为普通高等教育“十五”国家级规划教材。主要介绍现代检测技术的基础知识和各种物理、化学成分参量检测的原理、方法和技术。在教材内容组织上,为便于教学与自学,采用贴近工程应用实际的按被测参量进行分类编排的方法(即按计量学分类法)。着重讲述工程重要参量的常用检测方法与技术实现机理、工作原理和应用特点,通过典型实例介绍技术先进、适合工程实际需要的高性价比自动检测系统的设计方法。基于我国经济与社会可持续发展对环境保护与污染治理的强大需求和我国环保行业目前严重缺乏环保自动化方面工程技术人才的被动局面,本教材增加同类教材中通常没有的“水环境和水污染检测技术”及“环境空气与大气污染检测技术”两章。

本教材内容包含的检测参量广,能较好地满足多类专业的宽口径教学需要,可供从事相关专业的科技和自动化工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代检测技术/周杏鹏等编著. —北京:高等教育出版社,2004.1

ISBN 7-04-013030-0

I. 现... II. 周... III. 传感器-检测-高等学校-教材 IV. TP212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 106766 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-82028899

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所
印 刷 涿州市星河印刷厂

开 本 787×960 1/16
印 张 24.75
字 数 460 000

版 次 2004 年 1 月第 1 版
印 次 2004 年 1 月第 1 次印刷
定 价 30.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

随着科学技术的不断进步,在人类进入 21 世纪的同时,世界多数国家都纷纷加快本国信息化建设步伐,而现代检测技术正是实现自动化、信息化的基础与前提。

科学技术,特别是现代传感技术、新材料、大规模集成电路技术、先进的检测方法和网络、信息化技术的迅速发展,不断给传统检测技术带来新的变化。本书是针对自动化、测控技术与仪器、电气工程与自动化、环境工程等专业编写的普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本教材是在周杏鹏、王寿荣、况迎辉编著的《检测技术及系统设计》(东南大学出版社 1996.9 出版)的基础上编写而成的,与旧教材相比,《现代检测技术》新增了第 2、9 和 10 三章,适当增加了检测技术基础知识的内容,删除了原教材中与自动化联系较少的“几何量测量”以及可能与“微机原理与接口技术”、“智能仪器设计”、“微机测控技术”等课程内容交叉的“自动检测系统的综合设计技术与方法”和“微机化检测系统设计实例与系统调试技术”三章,并把原教材中“压力检测”和“其他量检测”两章的相关内容重新编写后分别融入现教材的第 3 章和第 10 章;考虑到本教材涉及的各种物理和化学成分参量的检测需转化为各种弱电(电压、电荷、电流、阻抗、频率等)信号的情况,特增加电参量测量一章;教材中还增加了“水环境与水污染检测技术”和“环境空气与大气污染检测技术”两章,这一方面是基于我国经济与社会可持续发展对环境保护专业人才的强大需求;另一方面也是考虑应尽早给在校自动化本科学生增补水和环境空气的质量检测技术知识,有利于引导他们毕业后跨入新世纪朝阳行业——环保行业,有助于逐步改变我国目前环保行业严重缺乏环保自动化方面的工程技术人才的被动局面。

本教材还汲取了国内外同类教材的长处,并针对按传感器分类编排的不足,采用更加贴近工程应用实际的按被测量参量(即按计量学分类法)分类编排教材内容的方法。教材共分 11 章:绪论;第 1 章 检测技术基础知识;第 2 章 电参量测量技术;第 3 章 力学量检测技术;第 4 章 运动量检测技术;第 5 章 振动测量技术;第 6 章 温度检测技术;第 7 章 物位检测技术;第 8 章 流量测量技术;第 9 章 水环境与水污染检测技术;第 10 章 环境空气与大气污染检测技术。重点讲述各种物理量和常见成分量检测的原理、方法与技术,这些方法和技术的特点、适用场合,如何选用合适的传感器,如何设计与之配套的信号调理电路和相应检

测仪器、检测系统等。教材内容包含的检测参量广,且在3~10章的有关章节中还总结出了相应参量的常用测量方法及测量仪器的应用特点汇总表,不仅便于教学,还能较好地满足多专业的宽口径教学需要,而且可使有关科技人员在工程实际应用时,能以较短时间获得待测参量的现有检测技术与测量设备特点全貌,为其进一步学习研究提供捷径。

本教材具有内容全面、系统,取材新,技术先进,理论紧密联系工程实际,便于开展素质教学,以及定位准确,与相关各专业培养计划中的其他课程配合紧密,衔接好,没有交叉重复等特点。

本书由东南大学自动控制系周杏鹏、南京理工大学精密仪器系仇国富、东南大学仪器科学与工程系王寿荣、河海大学环境工程学院操家顺编著,由周杏鹏任主编,仇国富任副主编。其中,绪论及第1、6、7章由周杏鹏执笔,第2、3、8章由仇国富执笔,第4、5章由王寿荣执笔,第9、10章由操家顺执笔。本书承蒙天津大学陈林才教授主审,并请国家863专家、东南大学环境研究所所长吕锡武教授为特约审稿人,审阅了本书的第9、第10两章,他们提出不少宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

在本书编写过程中,曾得到黄本鹏、陈大新、刘峰雷、常飞、蔡娟、周天蕾、张扬、陈鸣慰等同学的大力帮助;还参考了许多相关的教材、书籍、期刊、产品样本及技术手册,在此对本教材引用文献的有关作者一并表示感谢。

限于笔者现有水平与能力,本书不足或不当之处恳请广大读者批评指正。

编者

2003年8月于南京

策划编辑	金春英
责任编辑	张春英
封面设计	于文燕
责任绘图	朱 静
版式设计	张 岚
责任校对	胡晓琪
责任印制	陈伟光

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》,其行为人将承担相应的民事责任和行政责任,构成犯罪的,将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序,保护读者的合法权益,避免读者误用盗版书造成不良后果,我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为,希望及时举报,本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话: (010) 58581897/58581698/58581879/58581877

传 真: (010) 82086060

E - mail: dd@hep.com.cn 或 chenrong@hep.com.cn

通信地址: 北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社法律事务部

邮 编: 100011

购书请拨打电话: (010) 64014089 64054601 64054588

目 录

绪论	1
第1章 检测技术基础知识	11
1.1 检测系统误差分析基础	11
1.1.1 误差的基本概念	11
1.1.2 误差的表示方法	12
1.1.3 检测仪器的精度等级与容许误差	14
1.1.4 测量误差的分类	16
1.2 系统误差处理	18
1.2.1 系统误差的特点及常见变化规律	18
1.2.2 系统误差的判别和确定	19
1.2.3 减小和消除系统误差的方法	21
1.3 随机误差处理	22
1.3.1 随机误差的分布规律	23
1.3.2 测量数据的随机误差估计	25
1.4 粗大误差处理	28
1.5 测量不确定度的评定	30
1.5.1 测量不确定度的主要术语	31
1.5.2 不确定度的评定	32
1.5.3 测量结果的表示和处理方法	35
1.6 检测系统的静态特性	39
1.6.1 概述	40
1.6.2 检测系统静态特性方程与特性曲线	41
1.6.3 检测系统静态特性的主要参数	42
1.7 检测系统的动态特性	47
1.7.1 检测系统的(动态)数学模型	47
1.7.2 一阶和二阶系统的数学模型	49
1.7.3 一阶和二阶系统的动态特性参数	51
第2章 电参量测量技术	55
2.1 频率、时间和相位的测量	55
2.1.1 频率的测量	55

2.1.2 时间间隔的数字测量	61
2.1.3 相位差的数字测量	62
2.2 电压和电流的测量	64
2.2.1 电压的测量	64
2.2.2 电流的测量	73
2.3 阻抗的测量	75
2.3.1 概述	76
2.3.2 直流电阻测量	78
2.3.3 交流阻抗及 L 、 C 的测量	83
第3章 力学量检测技术	88
3.1 压力的测量	88
3.1.1 压力的基本概念	88
3.1.2 常用压力检测仪表	90
3.1.3 压力检测仪表的使用与校准	102
3.2 力的测量	107
3.2.1 力的基本概念	107
3.2.2 力的测量方法	108
3.2.3 测力传感器	111
3.3 转矩测量	114
3.3.1 转矩的概念	114
3.3.2 传递法转矩测量	115
第4章 运动量检测技术	119
4.1 位移检测	119
4.1.1 位移检测方法	119
4.1.2 常用的位移传感器	119
4.1.3 相位差法检测	122
4.2 速度检测	125
4.2.1 速度检测方法	125
4.2.2 常用的速度测量传感器	126
4.2.3 弹丸飞行速度的测量	128
4.2.4 光纤陀螺测量角速率	134
4.3 加速度检测	136
4.3.1 加速度检测方法	136
4.3.2 伺服式加速度测量	137
4.3.3 微机电系统加速度计	139
4.4 惯性测量	142

4.4.1 概述	142
4.4.2 惯性测量单元	143
4.4.3 深井测斜	145
第5章 振动测量技术	148
5.1 振动和振动测量系统	148
5.1.1 振动信号分类	148
5.1.2 振动测量系统	149
5.2 振动参量的测量	157
5.3 机械阻抗测量	160
5.4 振动信号的频谱分析	163
第6章 温度检测技术	165
6.1 温标与标定	165
6.1.1 温标	165
6.1.2 标定	168
6.2 测温方法分类及其特点	169
6.3 热膨胀式测温方法	170
6.3.1 玻璃温度计	171
6.3.2 压力温度计	171
6.3.3 双金属温度计	172
6.4 热阻式测温方法	173
6.4.1 铂电阻测温	173
6.4.2 铜电阻和热敏电阻测温	177
6.5 热电式测温方法	179
6.5.1 热电偶测温	179
6.5.2 集成温度传感器 AD590	185
6.6 辐射法测温	186
6.6.1 辐射测温的基本原理	186
6.6.2 光谱辐射温度计	188
6.6.3 比色高温计	195
6.6.4 红外测温	197
6.6.5 红外热像仪	199
6.7 新型温度传感器及其测温技术	202
6.7.1 石英晶体温度传感器及其测温技术	202
6.7.2 光纤测温	204
6.7.3 一线制数字温度传感器 DS18B20 及其应用	209

第7章 物位检测技术	213
7.1 液位检测方法	215
7.1.1 直接测量法	215
7.1.2 压力法	216
7.1.3 浮力法	218
7.1.4 电学法	219
7.1.5 热学法	224
7.1.6 超声波法	225
7.1.7 核辐射法	226
7.1.8 微波法	227
7.1.9 磁电法	230
7.1.10 光学法	231
7.2 料位检测方法	232
7.2.1 重锤探测法	232
7.2.2 称重法	233
7.2.3 电磁法	233
7.2.4 声学法	234
7.2.5 光学法	235
7.2.6 微波法	235
7.3 相界面的检测	236
第8章 流量测量技术	237
8.1 流量测量的基础知识	237
8.1.1 流量和流量计	237
8.1.2 流体的物理性质与管流基础知识	238
8.1.3 流量测量方法与流量仪表的分类	243
8.2 流量测量仪表	245
8.2.1 差压式流量计	245
8.2.2 容积式流量计	261
8.2.3 速度式流量计	265
8.2.4 质量流量计	276
8.3 流量标准装置	281
8.3.1 液体流量标准装置	281
8.3.2 气体流量标准装置	283
第9章 水环境与水污染检测技术	284
9.1 概述	284
9.2 水质的一般指标及其检测方法	285

9.2.1 水温	285
9.2.2 pH 值	285
9.2.3 电导率	287
9.2.4 溶解氧	290
9.2.5 浊度	294
9.2.6 色度	296
9.2.7 连续自动监测一般水质的指标系统	297
9.3 水质污染度指标	298
9.3.1 BOD	298
9.3.2 COD	301
9.3.3 (紫外)吸光度	305
9.3.4 TOC	307
9.3.5 TOD	309
9.4 水质污染成分指标及其检测方法	311
9.4.1 镉	311
9.4.2 汞	316
9.4.3 铅	319
9.4.4 铬	319
9.4.5 氰化物	321
9.4.6 矿物油	323
9.5 水质的生物指标	324
9.6 水质自动监测系统	325
9.6.1 环境水质自动监测系统	325
9.6.2 污染源测流和在线连续监测系统	327
第 10 章 环境空气与大气污染检测技术	329
10.1 概述	329
10.1.1 大气污染物	329
10.1.2 大气污染监测系统	330
10.2 大气污染指标监测	330
10.2.1 二氧化硫	330
10.2.2 氮氧化物	337
10.2.3 臭氧	341
10.2.4 一氧化碳	345
10.2.5 飘尘	348
10.2.6 总烃	350
10.3 环境空气自动连续监测系统	352
10.3.1 大气自动监测站	352

10.3.2 在线烟道气分析系统	356
习题和思考题	357
附录	364
参考文献	383

绪 论

1 检测技术的地位与作用

检测是指在各类生产、科研、试验及服务各个领域,为及时获得被测、被控对象的有关信息而实时或非实时地对一些参量进行定性检查和定量测量。

对工业生产而言,采用各种先进的检测技术对生产全过程进行检查、监测,对确保安全生产,保证产品质量,提高产品合格率,降低能源和原材料消耗,提高企业的劳动生产率和经济效益是必不可少的。

中国有句古话:“工欲善其事,必先利其器”,用这句话来说明检测技术在我国现代化建设中的重要性是非常恰当的,今天我们所进行的“事”就是现代化建设大业,而“器”则是先进的检测手段。科学技术的进步、制造业和服务业的发展、军队现代化建设的大量需求,促进了检测技术的发展,而先进的检测手段也可提高制造业、服务业的自动化、信息化水平和劳动生产率,促进科学研究和国防建设的进步,提高人民的生活水平。

“检测”是测量,“计量”也是测量,两者有什么区别?一般说来,“计量”是指用精度等级更高的标准量具、器具或标准仪器,对送检量具、仪器或被测样品、样机进行考核性质的测量;这种测量通常具有非实时及离线和标定的性质,一般在规定的具有良好环境条件的计量室、实验室,采用比被测样品、样机更高精度的并按有关计量法规经定期校准的标准量具、器具或标准仪器进行测量。而“检测”通常是指在生产、实验等现场,利用某种合适的检测仪器或综合测试系统对被测对象进行在线、连续的测量。

在工业生产中,为了保证生产过程能正常、高效、经济地运行,必须对生产过程的某些重要工艺参数(如温度、压力、流量等)进行实时检测与优化控制。例如城镇生活污水处理厂在污水的收集、提升、处理、排放的生产过程中,通常需要实时准确地检测液位、流量、温度、浊度、泥位(泥、水分界面位置)、酸碱度(pH)、污水中溶解氧含量(DO)、五日化学需氧量(COD)、各种有害重金属含量等多种物理和化学成分参量;再由计算机根据这些实测物理、化学成分参量进行流量、(多种)加药(剂)量、曝气量及排泥优化控制;为保证设备完好及安全生产,需同时对污水处理所需机电动力设备和电气设备的温度、工作电压、电流、阻抗进行安全监测,这样才能实现污水处理安全、高效和低成本地运行。据了解,目前国内外

一些城市污水处理厂由于在污水的收集、提升、处理及排放的各环节均实现自动检测与优化控制,因而大大降低了污水处理的运营成本,其污水处理的平均运行费用约为 0.4 元/m^3 ;而我国许多基本上靠人工操作的城镇污水处理厂其污水处理的平均运行费用约为 $1.0 \sim 1.6 \text{ 元/m}^3$,两者相比差距十分明显。

在军工生产和新型武器、装备研制过程中更离不开现代检测技术,对检测的需求更多,要求更高。研制任何一种新武器,从设计到零部件制造、装配到样机试验,都要经过成百、上千次严格的试验,每次试验需要同时高速、高精度地检测多种物理参量,测量点经常多达上千个。飞机、潜艇等在正常使用时都装备了上百个不同的检测传感器,组成十几至几十种检测仪表,实时监测和指示各部位的工作状况。在新机型设计、试验过程中需要检测的物理量更多,而检测点通常在5000个以上。在火箭、导弹和卫星的研制过程中,需动态高速检测的参量也很多,要求也更高;没有精确、可靠的检测手段,要使导弹准确命中目标和卫星准确入轨是根本不可能的。

用各种先进的医疗检测仪器可大大提高疾病的检查、诊断速度和准确性,有利于争取时间,对症治疗,增加患者战胜疾病的机会。

随着生活水平的提高,检测技术与人们日常生活也愈来愈密切。例如,新型建筑材料的物理、化学性能检测,装饰材料有害成分是否超标检测,城镇居民家庭室内的温度、湿度、防火、防盗及家用电器的安全监测等,不难看出检测技术在现代社会中的重要地位与作用。

2 现代检测系统的组成

尽管现代检测仪器和检测系统的种类、型号繁多,用途、性能千差万别,但它们的作用都是用于各种物理或化学成分等参量的检测,其组成单元按信号传递的流程来区分:通常由各种传感器(变送器)将非电被测物理或化学成分参量转换成电信号,然后经信号调理(信号转换、信号检波、信号滤波、信号放大等)、数据采集、信号处理后显示并输出(通常有 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 、经 D/A 转换和放大后的模拟电压、开关量、脉宽调制 PWM、串行数字通信和并行数字输出等),由以上设备以及系统所需的交、直流稳压电源和必要的输入设备(如拨动开关、按钮、数字拨码盘、数字键盘等)便组成了一个完整的检测(仪器)系统,其各部分关系如图 0-1 所示。

1. 传感器

传感器是检测系统与被测对象直接发生联系的器件或装置。它的作用是感受指定被测参量的变化并按照一定规律将其转换成一个相应的便于传递的输出信号。传感器通常由敏感元件和转换部分组成;其中,敏感元件为传感器直接感

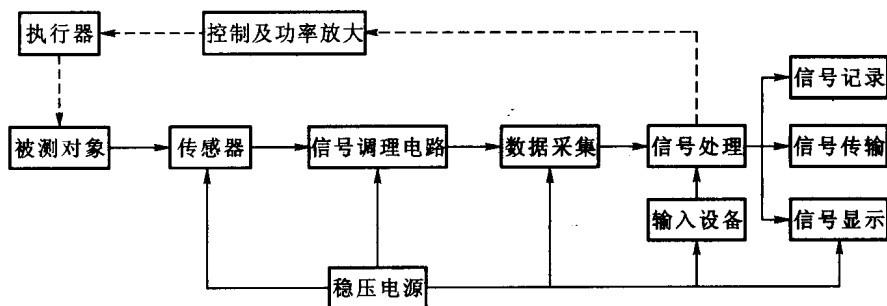


图 0-1 现代检测系统一般组成框图

受被测参量变化的部分,转换部分的作用通常是将被测敏感元件的输出转换为便于传输和后续环节处理的电信号。

例如,半导体应变片式传感器能把被测对象受力后的微小变形感受出来,通过一定的桥路转换成相应的电压信号输出。这样,通过测量传感器输出电压便可知道被测对象的受力情况。这里应该说明,并不是所有的传感器均可清楚、明晰地区分敏感和转换两部分;有的传感器已将这两部分合二为一,也有的仅有敏感元件(如热电阻、热电偶)而无转换部分,但人们仍习惯称其为传感器(如人们习惯称热电阻、热电偶为温度传感器)。

传感器种类繁多,其分类方法也较多。主要有按被测参量分类法(如温度传感器、湿度传感器、位移传感器、加速度传感器、荷重传感器等),按传感器转换机理(工作原理)分类法(如电阻式、电容式、电感式、压电式、超声波式、霍尔式等)和按输出信号分类法(分为模拟式传感器和数字式传感器两大类)等。采用按被测参量分类法有利于人们按照目标对象的检测要求选用传感器,而采用按传感器转换机理分类法有利于对传感器做研究和试验。

传感器作为检测系统的信号源,其性能的好坏将直接影响检测系统的精度和其他指标,是检测系统中十分重要的环节。本书主要介绍工程上涉及面较广、应用较多、需求量大的各种物理量、化学成分量常用的先进的检测技术与实现方法以及如何选用合适的传感器,对传感器要求了解其工作原理、应用特点,而对如何提高现有各种传感器本身的技术性能,以及设计开发新的传感器则不作深入研究。通常检测仪器、检测系统设计师对传感器有如下要求:

(1) 精确性 传感器的输出信号必须准确地反应其输入量,即被测量的变化。因此,传感器的输出与输入关系必须是严格的单值函数关系,最好是线性关系;

(2) 稳定性 传感器的输入、输出的单值函数关系最好不随时间和温度而变化,受外界其他因素的干扰影响亦应很小,重复性要好;

(3) 灵敏度 即要求被测参量较小的变化就可使传感器获得较大的输出信

号;

(4) 其他 如耐腐蚀性好、低能耗、输出阻抗小和售价相对较低等。

各种传感器输出信号的形式也不尽相同,通常有电荷、电压、电流、频率等,在设计检测系统及选择传感器时对此也应给予重视。

2. 信号调理

信号调理在检测系统中的作用是对传感器输出的微弱信号进行检波、转换、滤波、放大等,以方便检测系统后续环节处理或显示。例如,工程上常见的热电阻型数字温度检测(控制)仪表,其传感器 Pt100 的输出信号为热电阻值的变化。为便于处理,通常需设计一个四臂电桥,把随被测温度变化的热电阻阻值转换成电压信号;由于信号中往往夹杂着 50 Hz 工频等噪声电压,故其信号调理电路通常包括滤波、放大、线性化等环节。需要远传的话,通常采取 D/A 或 V/I 电路将获得的电压信号转换成标准的 4~20 mA 电流信号后再进行远距离传送。检测系统种类繁多,复杂程度差异很大,信号的形式也多种多样,各系统的精度、性能指标要求各不相同,它们所配置的信号调理电路的多寡也不尽一致。对信号调理电路的一般要求是:

- (1) 能准确转换、稳定放大、可靠地传输信号;
- (2) 信噪比高,抗干扰性能要好。

3. 数据采集

数据采集(系统)在检测系统中的作用是对信号调理后的连续模拟信号进行离散化并转换成与模拟信号电压幅度相对应的一系列数值信息,同时以一定的方式把这些转换数据及时传递给微处理器或依次自动存储。数据采集系统通常以各类模/数(A/D)转换器为核心,辅以模拟多路开关、采样/保持器、输入缓冲器、输出锁存器等。数据采集系统的主要性能指标是:

- (1) 输入模拟电压信号范围,单位 V;
- (2) 转换速度(率),单位 次/s;
- (3) 分辨率,通常以模拟信号输入为满度时的转换值的倒数来表征;
- (4) 转换误差,通常指实际转换数值与理想 A/D 转换器理论转换值之差。

4. 信号处理

信号处理模块是现代检测仪表、检测系统进行数据处理和各种控制的中枢环节,其作用和大人的大脑相类似。现代检测仪表、检测系统中的信号处理模块通常以各种型号的单片机、微处理器为核心来构建,对高频信号和复杂信号的处理有时需增加数据传输和运算速度快、处理精度高的专用高速数据处理器(DSP)或直接采用工业控制计算机。

当然,由于检测仪表、检测系统种类和型号繁多,被测参量不同,检测对象和应用场合各异,用户对各检测仪表的测量范围、测量精度、功能的要求差别也很

大。对检测仪表、检测系统的信号处理环节来说,只要能满足用户对信号处理的要求,则是愈简单愈可靠,成本愈低愈好。对一些容易实现且传感器输出信号大,用户对检测精度要求不高,只要求被测量不要超过某一上限值,一旦越限,送出声(喇叭或蜂鸣器)、光(指示灯)信号即可的检测仪表的信号处理模块,往往只需设计一个可靠的比较电路,该电路的一端为被测信号,另一端为表示上限值的固定电平;当被测信号小于设定的固定电平值,比较器输出为低电平,声、光报警器不动作,一旦被测信号电平大于固定电平值,比较器翻转,经功率放大驱动扬声器、指示灯动作。这种简单系统的信号处理就很简单,只要一片集成比较器芯片和几个分立元件即可。但对于热处理和炉温检测、控制系统来说,其信号处理电路将大大复杂化。因为对热处理炉炉温测控系统,用户不仅要求系统高精度地实时测量炉温,而且需要系统根据热处理工件的热处理工艺制定的时间-温度曲线进行实时控制(调节)。如果采用一般通用的中小规模集成电路来构建这一类较复杂的检测系统的信号处理模块,则不仅构建技术难度很大,而且所设计的信号处理模块必然结构复杂,调试困难,性能和可靠性差。

由于微处理器、单片机和大规模集成电路技术的迅速发展和这类芯片价格不断降低,对稍复杂一点的检测系统(仪器)其信号处理环节都应考虑选用合适型号的单片机、微处理器、DSP 或新近开始推广的嵌入式模块为核心来设计和构建(或者由工控机兼任),从而使所设计的检测系统获得更高的性能价格比。

5. 信号显示

通常人们都希望及时知道被测参量的瞬时值、累积值或其随时间的变化情况,因此,各类检测仪表和检测系统在信号处理器计算出被测参量的当前值后通常均需送至各自的显示器作实时显示。显示器是检测系统与人联系的主要环节之一,显示器一般可分为指示式、数字式和屏幕式三种。

(1) 指示式显示又称模拟式显示。被测参量数值大小由光指示器或指针在标尺上的相对位置来表示。用有形的指针位移模拟无形的被测量是较方便、直观的。指示式仪表有动圈式和动磁式等多种形式,但均有结构简单、价格低廉、显示直观的特点,在检测精度要求不高的单参量测量显示场合应用较多。指针式仪表存在指针驱动误差和标尺刻度误差,这种仪表的读数精度和仪器的灵敏度等受标尺最小分度的限制,如果操作者读仪表示值时,站位不当就会引入主观读数误差。

(2) 数字式显示以数字形式直接显示出被测参量数值的大小。在正常情况下,数字式显示彻底消除了显示驱动误差,能有效地克服读数的主观误差,(相对指示式仪表)可提高显示和读数的精度,还能方便地与计算机连接并进行数据传输。因此,各类检测仪表和检测系统正越来越多地采用数字式显示方式。

(3) 屏幕显示实际上是一种类似电视显示方法,具有形象性和易于读数的