



高等学校仪器仪表及自动化类专业规划教材

自动显示技术与仪表

■ 主 编 何金田
副主编 张全法



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

TH85/6

2008

高等学校仪器仪表及自动化类专业规划教材

自动显示技术与仪表

主 编 何金田

副主编 张全法

西安电子科技大学出版社

2008

内 容 简 介

全书分为五章和一个绪论。绪论部分简要介绍了信息显示和显示仪表的基本概念、特点和发展趋势；第1章为模拟显示技术及仪表，介绍模拟显示仪表的基本概念和工业上常用的模拟显示仪表；第2章为数字显示技术及仪表，介绍工业生产过程中使用的常规数字显示仪表的有关技术问题；第3章为智能显示仪表，介绍智能显示仪表的结构、特点以及实例；第4章为各种平板显示器简介，介绍近年来发展比较快的平板显示器件；第5章为计算机图形显示，介绍计算机图形学以及构成计算机显示系统常用的图形显示功能部件等。

本书内容丰富、深入浅出、概念准确、便于阅读，既可以作为测控技术和仪器仪表类专业的教材，也可供有关专业的本科生和研究生选用，还可作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

自动显示技术与仪表/何金田主编. —西安:西安电子科技大学出版社, 2008. 4

高等学校仪器仪表及自动化类专业规划教材

ISBN 978-7-5606-1952-1

I. 自… II. 何… III. ①显示—自动化技术—高等学校—教材

②自动化仪表:显示仪表—高等学校—教材 IV. TH85

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 193365 号

策 划 云立实

责任编辑 张 梁 云立实

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb@pub.xaonline.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2008年4月第1版 2008年4月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 18

字 数 426千字

印 数 1~4000册

定 价 26.00元

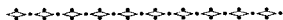
ISBN 978-7-5606-1952-1/TH·0085

XDUP 2244001-1

* * * 如有印装问题可调换 * * *

本社图书封面为激光防伪覆膜, 谨防盗版。

前 言



近年来,随着新的显示原理、显示技术的不断出现,显示技术与仪表的发展非常迅速。为了适应这种发展趋势和市场对此类人材的需求,一些高校的测控技术与仪器专业开设了“自动显示技术与仪表”这门专业课,但国内有些作者把显示技术与仪表的内容放在有关仪表或检测控制技术的教材中仅作为一章来介绍,内容显然偏少。鉴于此,根据专业培养目标的要求,我们结合自己的科研和教学实践编写了本书。

考虑到我国自动显示技术与仪表的历史、现状及发展趋势,我们在编写本书内容时充分考虑了本学科的基础理论知识与技术发展的结合,本课程和其它相关课程知识的衔接。全书分为五章和一个绪论。绪论部分简要介绍了信息显示和显示仪表的基本概念、特点和发展趋势;第1章为模拟显示技术及仪表,介绍模拟显示仪表的基本概念和工业上常用模拟显示仪表的结构、工作原理及应用;第2章为数字显示技术及仪表,介绍工业生产过程中使用的常规数字显示仪表的原理、线性化和有关技术问题;第3章为智能显示仪表,介绍智能显示仪表的结构、特点以及无纸记录仪、虚拟显示仪器、模糊显示仪器等;第4章为各种平板显示器简介,介绍近年来发展比较快的液晶、等离子体等新型平板显示器件的结构、原理及发展趋势;第5章为计算机图形显示,介绍计算机图形学以及构成计算机显示系统常用的图形显示功能部件等。

本书既可以作为测控技术及仪器专业或仪表类相近专业的参考教材,也可供有关专业的本科生和研究生选用,还可作为有关工程技术人员的参考书。

本书由郑州大学何金田教授主编。绪论和第1章由何金田、李苏贵编写,第2章由张全法编写,第3章由张斌编写,第4章由马凤英编写,第5章由李素晓编写。全书由何金田统稿,由郑州大学赵书俊教授审稿。

本书在编写过程中参考了大量文献,在此对这些文献的译、著者表示谢意。

由于编者水平所限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者指正。

何金田

2007年10月

目 录



绪论	1
0.1 信息显示	1
0.1.1 信息显示技术的概念	1
0.1.2 显示系统的基本构成及特点	2
0.1.3 显示技术的发展趋势	2
0.2 显示仪表	3
0.2.1 显示仪表的种类和特点	3
0.2.2 显示仪表的发展趋势	6
第1章 模拟显示技术及仪表	8
1.1 模拟显示仪表的基本概念	8
1.1.1 模拟显示仪表概述	8
1.1.2 显示仪表的质量指标	12
1.1.3 模拟显示仪表的静态特性	15
1.1.4 模拟显示仪表的动态特性	24
1.2 动圈式显示仪表	29
1.2.1 动圈式显示仪表概述	29
1.2.2 动圈式显示仪表的应用	31
1.3 自动平衡式显示仪表	35
1.3.1 自动平衡式显示仪表的分类	35
1.3.2 自动平衡式显示仪表的结构及特点	35
1.4 自动平衡式直流电子电位差计	36
1.4.1 自动平衡式直流电子电位差计的工作原理	36
1.4.2 自动平衡式直流电子电位差计的测量桥路	37
1.5 自动平衡式直流电子平衡电桥	42
1.5.1 自动平衡式直流电子平衡电桥的工作原理	42
1.5.2 测量桥路的分析计算	43
1.5.3 电子电位差计和电子平衡电桥的区别	46
1.6 自动平衡式显示仪表的放大器	47
1.6.1 对自动平衡式显示仪表的放大器的要求	47
1.6.2 自动平衡式显示仪表的放大器的主要类型	48
1.6.3 仪表的稳定性分析	50
1.7 光柱式显示仪表	54
1.7.1 分类与构成原理	54
1.7.2 等离子光柱式显示仪	54

1.7.3 发光二极管(LED)光柱	55
1.7.4 应用举例	57
思考与练习题	58
第2章 数字显示技术及仪表	59
2.1 数字显示仪表的分类和特点	59
2.1.1 数字显示仪表的分类	59
2.1.2 数字显示仪表的特点	60
2.2 数字显示仪表的构成及主要技术指标	60
2.2.1 数字显示仪表的构成	60
2.2.2 数字显示仪表的主要技术指标	61
2.3 信号的采样与量化过程	62
2.3.1 信号的采样与采样定理	62
2.3.2 信号的量化与量化过程	64
2.4 双积分型 A/D 转换器	66
2.4.1 双积分型 A/D 转换器的工作原理	66
2.4.2 双积分型 A/D 转换器的特性与参数选择	70
2.4.3 集成化双积分型 A/D 转换器	71
2.5 工业参数的线性化显示	76
2.5.1 线性化器的求取方法	77
2.5.2 非线性的补偿	82
2.6 标度变换	88
2.6.1 模拟量标度变换	89
2.6.2 数字量标度变换	90
2.7 数字显示器件	92
2.7.1 常用数字显示器件的类型	93
2.7.2 LED 显示器件	93
2.7.3 LCD 显示器件	98
2.7.4 数字显示器件应用举例	101
2.8 XZMA 系列数字显示仪	102
2.8.1 技术指标及工作原理	103
2.8.2 配接热电偶电路	104
2.8.3 配接热电阻电路	105
2.8.4 非线性补偿电路	106
2.8.5 A/D 转换及显示电路	107
2.9 干扰及仪表的抗干扰措施	108
2.9.1 干扰对仪表的影响及干扰源	108
2.9.2 串模干扰的抑制	113
2.9.3 共模干扰的抑制	118
思考与练习题	121
第3章 智能显示仪表	122
3.1 智能显示仪表概述与实例	122

3.1.1	智能显示仪表概述	122
3.1.2	智能显示仪表实例	130
3.2	无纸记录仪	133
3.2.1	无纸记录仪的基本结构	134
3.2.2	画面显示和按键操作	135
3.2.3	组态操作介绍	140
3.2.4	安装与接线	143
3.2.5	通信接口	145
3.3	虚拟显示仪器	146
3.3.1	虚拟仪器的概念和特点	146
3.3.2	虚拟仪器的组成与工作原理	148
3.3.3	虚拟仪器的软件实现	152
3.3.4	虚拟显示仪器及应用举例	160
3.4	模糊显示仪器	161
3.4.1	基础知识	161
3.4.2	模糊显示仪器的功能与结构	167
3.4.3	模糊显示仪器实例——模糊温度计	170
	思考与练习题	175
第4章	各种平板显示器简介	176
4.1	平板显示器概述	176
4.1.1	平板显示器的类型与特点	176
4.1.2	平板显示器的主要参量	177
4.2	液晶显示器	180
4.2.1	液晶的特性	180
4.2.2	常用液晶显示器	185
4.3	等离子体显示器(PDP)	199
4.3.1	等离子体显示的特点	200
4.3.2	等离子体显示器的结构与工作原理	202
4.4	电致发光显示器(ELD)	206
4.4.1	电致发光显示器的分类与特点	207
4.4.2	电致发光显示器的驱动电路	210
4.5	有机电致发光显示器(OELD)	212
4.5.1	有机电致发光显示器简介	212
4.5.2	有机电致发光显示器的驱动	216
4.6	场致发射显示器(FED)	219
4.7	电子纸	221
4.7.1	电子纸及其特点	221
4.7.2	电子纸的结构和工作原理	223
4.7.3	电子纸的现状与发展趋势	225
4.8	平板显示器发展前景	226
	思考与练习题	230

第 5 章 计算机图形显示	231
5.1 计算机图形显示概述	231
5.1.1 计算机图形学简介	231
5.1.2 计算机图形学的特点	239
5.2 计算机图形显示系统的结构与组成	239
5.2.1 人机交互系统的组成	239
5.2.2 计算机图形显示系统的组成	245
5.3 CRT 显示器	247
5.3.1 CRT 显示器的结构	247
5.3.2 CRT 显示的扫描方式	251
5.3.3 光栅式图形显示器的结构与工作原理	252
5.4 常用图形的生成与运算	258
5.4.1 常用图形算法	259
5.4.2 图形标准	271
5.4.3 图形交互系统的设计简介	275
5.4.4 计算机图形显示系统的简单应用	277
思考与练习题	278
 参考文献	 279

绪 论

0.1 信息显示

0.1.1 信息显示技术的概念

信息科学是专门研究信息的获取、传输、处理、存储、显示和优化的科学，是现代科学技术的热门课题。随着通信技术和自动化技术的发展，特别是随着计算机科学越来越广泛的应用，信息科学得到了非常迅速的发展。人类已经步入了信息社会，信息科学越来越受到人们的关注。

研究表明，人的各种感觉器官从外界获得的信息中，视觉占60%，听觉占20%，触觉占15%，味觉占3%，嗅觉占2%。由此可见，视、听二者占据了人接受信息总量的80%。俗话说“百闻不如一见”，这就充分说明了视觉的重要性。因此，人们获取的信息往往要转换成人们容易观察到或感觉到的形式，以利于信息的交换和处理。信息显示技术就是把从传感器获得的各种信息转换成指针的位移、文字、图形、图像等可视形式的一门学科，是信息科学中的一个重要组成部分。随着科学技术的发展，信息显示技术正逐渐独立成为一门新的学科，并在国民经济和国防方面越来越显示出重要作用。

信息显示的目的将在于将工业(或其它)过程中获得的信息变成便于人眼观察的形态显示出来，使人们对研究的对象有进一步的了解，因此在“人机联系”方面起着重要的桥梁作用。在工业生产中，为了监视、管理和控制生产，必须对生产过程中的工艺参数进行检测，并把检测数值及时准确地指示、记录下来或用文字、符号、图形、数字等显示出来，以便提供生产管理所必需的数据，让操作者了解生产过程的全部情况，从而更好地操纵、管理生产。在现代军事指挥控制系统中，屏幕上显示的敌我双方的态势，武器系统中的导弹、飞行器、鱼雷、火炮等的工作状态及各种参数，为指挥员的正确决策提供了依据。对现代战争来讲，信息显示设备及其它组成武器系统的电子设备的优劣直接影响到军事指挥控制系统的效能，关系到战争的胜负。

显示技术本身涉及的范围很宽，例如物理学、化学、数学、电子技术、机构学、材料学以及计算机科学等，包含了许多学科的新发现和新成果。所以，显示技术是一门多学科性的技术。它的应用领域很广，遍及工业监控、军事指挥、气象预报、医学图像处理、交通管理、国防、航天和家庭应用等。

最早出现的指示(或显示)方式是指针和刻度，例如秤杆、电表等，这是因为当时人们几乎只能通过视觉观察长度才能有效地分辨量的大小。这时仪表的检测元件和显示部分是

做成一体的，一般都安装在现场，称为基地式仪表，并没有显示仪表和显示系统的概念。随着工业自动化技术的发展，自动化系统中监、控的参数越来越多，精度要求也相应提高。为了便于集中管理和高度自动化的要求，检测信号必须远传，实行集中显示、记录和控制。这时单一指示型的显示仪表已不能满足需要，因此检测和显示功能逐渐分开，形成了显示仪表的系列产品，而且出现了数字显示的仪表，以适应工业自动化发展的需要。20 世纪末，由于新的显示原理和新材料、新器件的不断出现，显示技术发展非常迅速，不仅出现了各种新型的单机显示(记录)仪表和装置，还出现了与计算机连用的图形显示系统。目前迅速发展的微处理器在显示技术的发展中起到了极其重要的作用。

0.1.2 显示系统的基本构成及特点

显示系统(或仪表)通常是由测量线路和显示装置(显示器)两部分组成的。测量线路的作用是接收传感器或变送器送来的电势、电流、电阻、电容等信号，将其转换成显示装置(显示器)容易接收的信号，最后让显示装置(显示器)显示。现代显示系统中，计算机是核心部分，而且还有以计算机图形显示系统为代表的人机交互界面。信息显示系统的组成框图如图 0-1 所示。

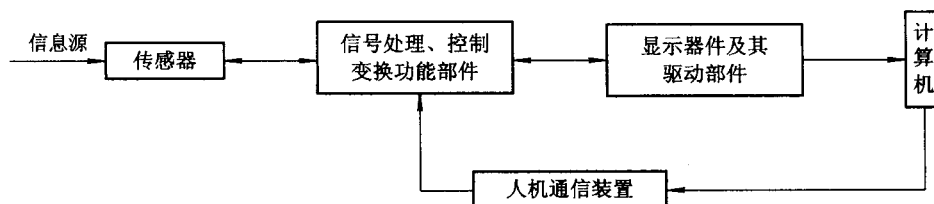


图 0-1 信息显示系统的组成框图

0.1.3 显示技术的发展趋势

显示技术的发展主要表现在显示器件、显示设备与系统两个方面。

1. 显示器件

在显示器件方面，新型显示器件以超薄、轻质、低电压、低功耗、微型化等为特征，且种类繁多、发展迅速。新型显示器件表现的特点如下：

(1) 阴极射线管(CRT)在发展中求生存。CRT 显示技术经过一百多年的发展，现在已经十分成熟，但显示屏体积大且笨重，所以近年来 CRT 的生存与发展受到平板显示器(FPD)的严峻挑战。目前 CRT 唯一的价格优势也正在逐渐变的不明显，生产 CRT 的企业正在竭尽全力研发新的超薄型 CRT，阴极、聚焦栅、透镜、荧光粉、偏转线圈、网络过滤器以及显示器中的其它组件仍然在不断改进，以提供更出色的显示效果。

(2) 液晶显示器(LCD)在发展中求兴旺。LCD 技术成熟，产品种类可覆盖从小到大几乎所有尺寸，性能稳定，能耗小。尤其是近年来伴随着亮度/对比度的改善、可视角度的增加以及响应时间的缩短，LCD 开始加快了取代 CRT 的步伐，市场占有率也开始节节攀升。

(3) 等离子显示器(PDP)在发展中求未来。等离子(PDP)显示技术现在已比较成熟，易于实现薄型大屏显示，画面聚焦感强，没有色差，不受磁场干扰，可实现全彩色显示，视

角宽，响应时间短，可实现全数字化，目前已成为高清晰度电视（High Definition Television, HDTV）和多媒体显示器的首选。

(4) 有机发光二极管(OLED)在发展中求发展。OLED是近年来发展起来的一种令人瞩目的固体化平板显示技术，其发光原理是通过注入的正、负载流子在有机层中复合，然后辐射发光的。OLED显示器具有技术可靠、成本低廉、适应性强、耗能少等很多方面的优势，所以具有广泛的市场应用前景。OLED目前还存在着以下几个问题：寿命短、稳定性差；全色显示问题还没有很好解决；器件老化的发光机理不能很好的解释。

(5) 场致发射显示器(FED)在发展中求出路。FED与CRT的原理相似，显示画质优秀，但制作工艺完全不同。FED的关键技术是发射阴极的制作。近几年来随着纳米技术的突破，FED的发展有了很大的飞跃。

2. 显示设备与系统

在显示设备与系统方面，随着计算机技术的发展，网络技术的应用，集成电路芯片规模及功能的不断扩大，微处理器和微型计算机已成为显示设备与系统的核心，使整个显示系统的功能大大地增强了。计算机图形显示设备将计算机的输出信息以可见光形式，用文字、图形、图像直接显示在屏幕上，以便通过人眼直观、准确、实时了解显示的内容。显示器本身已具有大容量显示数据存储、文件管理、高速坐标变换能力，与之配套的各种显示适配器、图形卡、显示终端、图形工作站也迅速发展。计算机强大的软件功能，不仅使显示设备与系统具有智能化功能，而且实现了真正意义上的“人机对话”，使人们操作更方便、更舒适。

0.2 显示仪表

在科学技术和工业生产自动化中，为了达到显示的目的，人们设计制造了各种显示（记录）仪表、显示装置以及更复杂的显示系统。这些显示系统可以按不同的方法进行分，根据显示方式可以分为模拟显示（记录）、数字显示（记录）、计算机图形显示以及声光报警型显示等。

0.2.1 显示仪表的种类和特点

1. 模拟显示（记录）仪表

模拟显示（记录）仪表是以仪表指针线性位移（或角位移）的形式模拟指示和记录被测参数的。模拟式仪表可以分为直接变换式（动圈式）和自动平衡式两类。

模拟显示（记录）仪表的测量速度不高，测量精度也受到一定的限制，在读数上容易造成多值性，即一个指示值由不同的人站在不同角度的位置去读数，可能得到不同的结果。因此，需要有经验的操作人员去读数。虽然这类仪表有上述问题，但其优点是简单可靠、价格低廉，容易反映被测量的变化趋势，即使是在仪表屏上排列了许多只仪表，操作人员也能一目了然地了解到总体情况。所以，工业生产中仍大量采用模拟显示和记录仪表。目前，自动平衡式模拟显示记录仪表是设计制造上比较成熟的产品，已普遍采用了集成电路运算放大器，有的仪表上还采用了导电塑料电位器等新元件；在产品设计上都侧重于附加

各种调节、计算、程序控制装置，扩大其功能；在精度上一般为 $\pm 0.5\%$ ，有的厂家已达 $\pm 0.25\%$ 。自动平衡式显示仪表即使是在新建的采用计算机控制的现代化企业中也广泛被应用。

2. 数字显示(记录)仪表

在工业自动化中采用的另一类显示仪表是数字显示仪表。所谓数字显示仪表，就是把与被测量(例如温度、流量、液位、压力等)成一定函数关系的连续变化的模拟量，通过A/D转换变成相应的数字编码，变换为断续的数字量然后通过数字显示器件显示出来。

数字显示仪表按输入信号的不同，可分为电压型和频率型两大类。电压型输入信号是连续的电压或电流信号；频率型仪表的输入信号，是连续可变的频率或脉冲序列信号。按使用场合不同，数字显示仪表又可分为实验室用和工业用两大类。实验室用的有数字式电压表、频率表、相位表、功率表等；工业现场用的有数字式温度表、流量表、压力表、转速表等。

这类仪表由于在原理上避免了模拟显示仪表所具有的电磁偏转机构或伺服电动机等机械结构(除机械式数字显示外)，将被测信号变换成数字量进行显示，因此其特点是：测量速度快、精度高(分辨力高)、读数直观(数字显示或打印)、重现性好、功能多(多点巡测、选点显示和其它运算、处理功能)，尤其是它能将模拟信号转换为数字量，便于与计算机和其它数字装置连用。对数字信号，经过转换，也可输出适合于调节装置工作的模拟信号，这样就可以在自动化系统中起着A/D、D/A转换的桥梁作用。因此，这类仪表得到了广泛的应用。

3. 屏幕显示仪表

屏幕显示仪表又称做无纸记录仪，就本质而言，它属于数字仪表的范畴，其原理框图如图0-2所示。屏幕显示仪表是在数字仪表的基础上增加了微处理器、存储器、显示屏以及与之配套的一些辅助设备，因而对信息的存储以及综合处理能力大大加强。例如可以对热电偶冷端温度、非线性特性以及电路零漂等进行补偿，进行数字滤波，各种运算处理，设定参数的上、下限值，报警，数据存储，通信，传输字符、数以及趋势显示等。

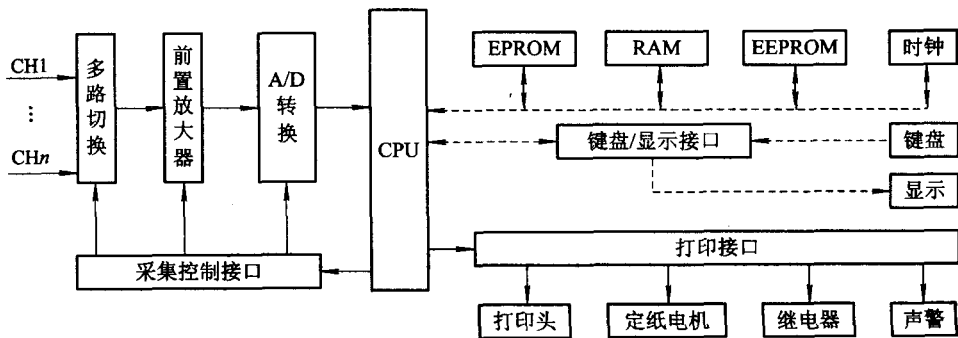


图 0-2 屏幕显示仪表的原理框图

4. 计算机图形显示仪表

计算机图形显示仪表是直接工艺参数用文字、符号、数字和图像配合的形式在显示屏上直接显示出来，并配以打印记录装置，按操作者的需要，任意以其中一种或多种方式

同时显示。它同时具有模拟与数字显示仪表的功能，并且具有计算机大存储量的记忆能力与快速处理数据的功能。计算机图形显示器作为信息显示设备，其使用范围很广。在工业控制系统中，随着设备的日趋大型化，检测控制的参数日益增多。采用常规仪表将使控制屏尺寸越来越长，这不仅使投资增加，而且在这些长长的仪表屏前，操作运行人员往往顾此失彼，无法进行工作，集中显示成为一个迫切需要解决的问题。计算机图形显示就是在计算机技术日益发展，集中显示问题亟待解决的形势下，被引进到工业自动化系统中来的。

计算机图形显示设备、计算机软件系统和操作人员组成人机交互系统。该系统不仅能用字符和数字，而且还可以用图形把计算机处理过程中的中间数据及处理结果按需要显示出来，操作者也可以利用计算机通信装置(如键盘、光笔等)进行设计修正或追加数据内容，即通过计算机图形显示设备进行实时的“人机对话”。

计算机图形显示仪表不仅限于在工业自动化系统中作监控之用，在医疗上的应用也很广泛，如对各种疾病的通信显示，用它可以进行自动化诊断，以提高诊断的准确性和治疗效率；在交通管理中，它可用为铁路运行、空运控制、宇航飞行的中心控制系统；在军事指挥系统中，它可用为气象预报、敌情监视的设备；此外，它还可应用于商业、邮政管理及科学研究等方面。

5. 声光报警型显示仪表

为了安全、可靠地运行及对某些重要参数进行监视，声光报警型显示仪表在各种工业测量和控制系统中被大量使用。20世纪90年代以前，该类仪表大多以晶体管逻辑电路为基础，根据工业过程的特殊要求配备必要的发光、发声器件，完成自动化仪表检测系统中越限报警功能。由于数字逻辑电路和微处理器电路的大量采用，使声光报警型显示仪表产生很大变化。大规模集成电路的使用，大大提高了仪表的可靠性，寿命也随之更长。单片机的应用，丰富了该类仪表的声光报警性能，不仅可以采用蜂鸣式的报警，也可以引进丰富的语言和特殊报警功能，给仪表使用者提供了极大的便利。

图0-3所示为一智能闪光报警器的原理框图。该系统由输入及光隔电路、单片机、光隔及驱动电路、声光报警电路(声音报警和灯光报警)、试验电路、消音电路、设定电路、自启动复位电路及电源等部分组成。

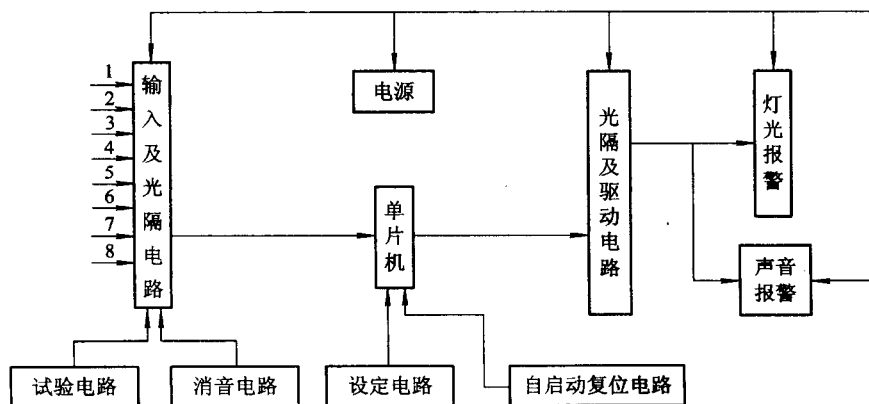


图0-3 智能闪光报警器原理框图

单片机是仪表的核心部分,完成全部逻辑功能的控制。输入、输出电路与单片机系统之间采用光电耦合器件进行隔离,防止干扰进入单片机系统。灯光报警采用LED发光元件指示报警状态,具有功耗小、使用寿命长等优点。声音报警由继电器提供接点输入,可接电铃或蜂鸣器。设定电路确定报警回路的接点输入方式。试验电路用于检验报警功能。消音电路可使报警状态下的音响停响,报警灯停闪。电源采用线性电源。自启动复位电路实现仪表上电或软件运行不正常时的硬件自启动,可提高仪表的可靠性。

0.2.2 显示仪表的发展趋势

显示仪表品种多、系列全,在各种工业测量和控制系统中都有应用。在过去的几十年中,显示仪表经历了机械式、机电式和全电子式的发展过程,在每个发展过程中均产生了一系列各种形式的显示仪表,这些仪表在测量和控制系统中各自发挥了应有的作用。随着微电子和计算机技术的迅速发展,工业自动化仪表的组成和产品结构产生了根本的变化。显示仪表的总体发展趋势主要体现在以下几个方面。

1. 显示记录仪表的智能化、多功能化

随着计算机技术的迅猛发展,智能显示记录仪表成为当今显示记录仪表重要发展趋势,而且其本身几经变迁,技术性能和用途不断发展。智能化功能表现在以下几个方面:

(1) 输入信号类型、量程范围能设定。模拟显示记录仪的一个较大局限性是一台仪表只用于一种输入信号,量程范围不能变化。智能显示记录仪表却能满足多种输入信号,可以同时测量直流毫伏、伏、毫安与热电偶、热电阻等多种信号,并可以设定量程范围,使用十分方便。

(2) 可靠性增加,测量显示记录精度提高。机械结构简化,电子元件数减少,无接触式反馈系统的使用,大规模和超大规模集成电路的采用以及步进电机驱动系统和SMT(Subminiature Tube,超小型晶体管)工艺应用都大大提高了产品可靠性。

采用了数字技术,显示精度普遍在测量标准电压信号(2V)时达到 $0.1\%FS+2$ 个字的水平。采用新技术、新器件后,产品记录精度也大大提高,有些已达到 $0.3\%FS$ 。

(3) 数据处理能力,显示记录功能增加。智能显示记录仪能够自动采集数据,并对数据进行处理。智能显示记录仪普遍采用了数字模拟混合显示记录,它能记录趋势,又能采用数字显示和光柱显示。部分仪表还采用了标尺指针指示,在显示器和记录纸上提供用户多种信息,使用户观看、分析十分方便。为了增加记录清晰度,还可以任意设定各通道的记录颜色。

(4) 自校正、自诊断功能。即具有自检、自校正、故障诊断和修复故障的功能。

(5) 计算机的通信功能。即具有双向通信、标准化数字输出或符号输出的功能。既能向上位机输出数据,也能接受上位机的指令,改变工作状态或参数。

(6) 报警和附加功能。一般智能记录仪有多种设定,如变化率上、下限和差值上、下限等,报警设定十分方便。在附加功能上,除前面介绍的计算机通信接口、运算与调节功能之外,还有遥控功能、断偶报警等。

2. 显示仪表的网络化

随着计算机技术和网络通信技术的飞速发展,目前许多厂家和研究部门正在研究和制

造各种现场级网络与显示仪表相结合的应用系统。在这类系统中，显示仪表采用标准的网络协议和模块化结构。显示仪表是测控网络的一个节点，通过网络接口把数据传输到网上，反过来通过网络处理器又能接受网络上其它节点的数据和命令，实现数据远传和资源共享。

3. 显示仪表显示的模糊化

显示仪表的模糊化是为顺应人类生活、生产与科学实践的需要而提出的，并得到了迅速发展。从 20 世纪 80 年代以来，人们研究开发能将传统的数据经过模糊推理与专家知识集成，以自然语言符号描述的形式显示测量结果。如测温仪表测量温度时，不仅显示具体的温度值，而且还给出温度值是偏高、适中或偏低。

4. 虚拟显示仪表

虚拟显示仪表利用计算机强大的软件功能，除了保留数字显示仪表的输入通道，其它工作全部由计算机完成。虚拟显示仪表在显示屏上完全模仿实际使用中的各种仪表，用户可以通过键盘、鼠标或触摸屏进行各种操作，完成传统显示仪表的各种功能。用一台计算机还可以实现多个虚拟仪表。所以近年来，虚拟显示仪表得到了长足的进展。

第 1 章 模拟显示技术及仪表

本章在介绍模拟显示仪表基本概念的基础上,介绍了动圈式显示仪表(开环式仪表)、自动平衡式显示仪表(闭环式仪表),最后对光柱式显示仪表作了简单介绍。

1.1 模拟显示仪表的基本概念

1.1.1 模拟显示仪表概述

1. 模拟显示仪表的基本构成形式

模拟显示仪表实际上是一个将输入信号转换为便于操作人员观察、读数或进行数据处理的另一物理量(输出信号)的信号变换装置。

一般模拟显示仪表对信号的变换是多级的,被测量 x 在转换为输出信号 y (指针或记录笔的位移)之前要经过一系列的中间变换。按照信号变换方式的不同,模拟显示仪表的基本构成形式分为开环和闭环两种,如图 1-1 所示。图 1-1(a)为各环节串联所构成的开环式仪表,图 1-1(b)为各环节并联组成的开环式仪表。闭环式仪表是指具有反馈回路的仪表,如图 1-1(c)所示,仪表中大多采用负反馈,反馈回路的引入是为了改善仪表的静态和动态特性。在实际的反馈式仪表中,主回路和反馈回路经常包含多个环节。

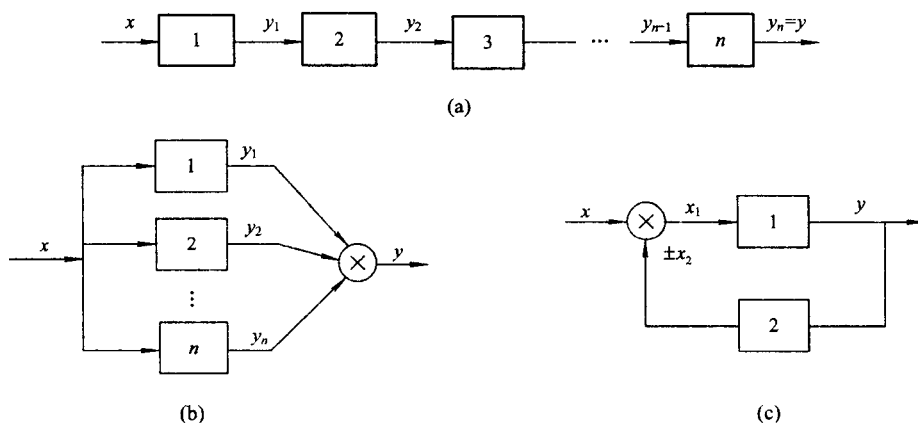


图 1-1 模拟显示仪表的基本构成形式

(a) 串联式开环仪表; (b) 并联式开环仪表; (c) 闭环仪表

2. 模拟显示仪表的类型

模拟显示仪表通常由测量线路和显示装置两部分组成,其中测量线路用以接收传感器或变送器送来的电势、电流、电阻、电容等信号;显示装置是将测量线路的处理结果显示出来,以使用户直接读取。测量线路是模拟显示仪表的关键部件,它的优劣直接关系到模拟显示仪表的各项性能指标。根据模拟显示仪表的测量线路,通常可将它分为直接变换式仪表和平衡式显示仪表两类。从显示特征上又可分为指针式显示仪表和色带式指示仪表两类。

1) 直接变换式仪表

直接变换式仪表是由传感器或变送器与直接变换式仪表组成的检测系统,如图 1-2 所示。其中 T 为传感器或变送器, M 为测量线路, D 为显示装置, x 为被测变量, y 为仪表示值。

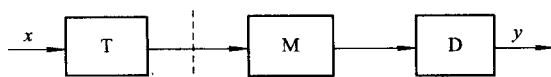


图 1-2 直接变换式仪表组成的检测系统

动圈式显示仪表是一种发展较早的直接变换式仪表,它可以对直流毫伏信号进行显示,也可以对那些能转换成电势信号的非电参量进行显示。

直接变换式仪表结构简单可靠、重量轻、尺寸小、价格便宜,目前仍有一定的应用。

直接变换式仪表是开环串联系统,系统的灵敏度等于各组成环节灵敏度的积,所以只有组成仪表的每个环节的灵敏度均为常数,或几个环节的非线性互相补偿,才能保证仪表的线性。直接变换式仪表的系统相对误差等于各组成环节相对误差的和,所以必须尽量减少组成环节的数目或减少每个环节的误差才能减少系统的误差。

2) 平衡式显示仪表

平衡式显示仪表是由闭环结构的平衡式测量线路构成的仪表。图 1-3 所示为自动平衡式电子电位差计的闭环结构图。图中 T 为传感器件或变送器, C 为比较器, A 为放大器, M 为可逆电机, R 为记录机构, F 为反馈部件, x 为被测变量, y 为仪表示值。

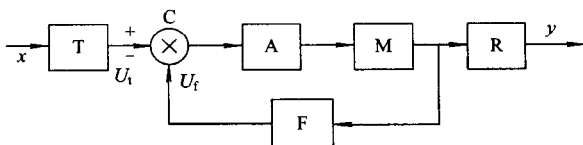


图 1-3 自动平衡式电子电位差计的闭环结构图

平衡式仪表较直接变换式仪表结构复杂,但具有线性好、反应速度快、精度高等特点。不过由于是闭环系统,就有可能产生自激振荡,故会使稳定性差,灵敏度降低(可用放大器补救)。

3) 指针式显示仪表

指针式显示仪表是利用仪表指针的线位移(或角位移)与被测量的变化构成确定的函数关系来实现显示的。优点是结构简单、显示直观、便于判断被测量的变化趋势;其缺点是精度不高,易产生示读误差,造成读数的非单值性,其原因主要是操作者的视差和刻度标