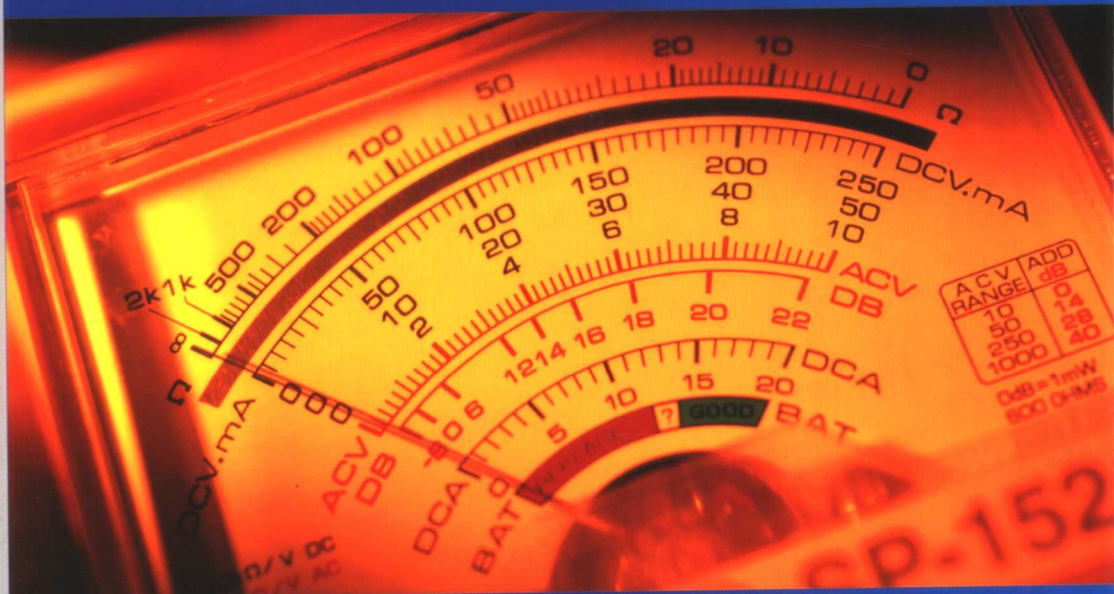


电子技术技能实训教程丛书



电子仪表

应用技术与技能

实训教程

主编:韩雪涛 副主编:韩广兴 吴 瑛



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

电子技术技能实训教程丛书

电子仪表应用技术与技能 实训教程

主 编 韩雪涛

副主编 韩广兴 吴 瑛

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分别对电子产品制造业中常用的各种仪表的结构、特点、功能、使用方法、实用案例以及实训方法进行了系统的介绍。重点介绍万用表(含数字万用表)、示波器(含数字示波器)、信号发生器(低频和高频)、频率合成器、频率计数器、场强仪、频谱分析仪、逻辑分析仪、毫伏表、微伏表等仪表在各种电子产品的生产、调试以及维修中的使用方法和技能实训指导。并结合各种生产岗位对常用仪表的功能、应用领域、按钮使用方法、信号检测的技巧进行详解。另外,还对信号测量基础,各种信号的基本参数的含义以及测量方法,结合测量实例进行详解。

本书参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》内容的要求编写而成,可作为中、高等职业技术学校 and 电子电器类专业学校电子技术学科的教材;也可作为电子制造企业的岗位培训教材;还可供广大电子爱好者阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子仪表应用技术与技能实训教程 / 主编韩雪涛. —北京: 电子工业出版社, 2006.5

(电子技术技能实训教程丛书)

ISBN 7-121-02528-0

I. 电... II. 韩... III. 电工仪表—技术培训—教材 IV. TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 039486 号

责任编辑: 谭佩香

印 刷: 河北省邮电印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 17.75 字数: 397 千字

印 次: 2006 年 5 月第 1 次印刷

印 数: 6000 册 定价: 28.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话: (010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

出版说明

发展职业教育是经济社会发展的重要基础和教育工作的战略重点。国务院关于大力发展职业教育的决定中明确指出,为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,必须以就业为导向,改革与发展职业教育。职业教育要为我国走新型工业化道路,调整经济结构和转变增长方式服务。因此职业教育要以服务社会主义现代化建设为宗旨,要与市场需求和劳动就业紧密结合,要校企合作,建立有中国特色的现代职业教育体系,实施国家技能型人才培养培训工程。

为进一步深化职业教育教学的改革,各类职业学校根据市场和社会需求,在不断更新教学内容,改进教学方法,各家科技出版社也正在为推进现代科学技术在教学中的应用做好教材服务工作。

电子工业出版社一贯重视职业教育工作。在认真学习领会国家相关政策,研究职业教育规律和特点的基础上,组织相关院校企业共同研发,成功出版了大量职业教育方面的书籍,并取得了很好的社会效益和经济效益。在全国职业教育工作会议隆重召开以后,我社为更好地适应职业教育教学改革的需要,深入职业学校进行了认真调研,组织长期从事电子技术行业工作的专家和在教育第一线的有丰富经验的教师共同编写《电子技术技能实训教程丛书》。我社推出的本丛书是以构建职业标准指导下的能力本位为主导,以提高学生科技素养为宗旨,以就业为导向,指导学生进行专业实践能力的训练,提高学生的技术运用能力和岗位工作能力。

《电子技术技能实训教程丛书》的编写主要遵循以下原则:

(1) 教学内容充分体现职业性,即本职业生产岗位必备的知识和技能,充分满足本行业生产一线的需求。

(2) 建立职业院校的课程与国家行业标准之间的紧密联系,从职教课程中能清晰地看到国家行业的职业标准要求,形成一种新的职业能力培养的系统化课程。

(3) 行业标准指导下的先进性原则。克服专业教学存在的内容陈旧和不适应产业发展需求的弊端,突出本专业领域的新知识、新技术、新流程、新方法,理论和实践一体化,使之符合职业能力的发展规律,培养学生的学习能力、工作能力、创新思维的能力。

为突出本丛书实用性强的特点,从内容的安排上,以理论指导实践,重点突出技能训练,不仅结合各章内容安排了实训,而且有的书还在全书的最后安排了综合实训项目,使读者将电子专业知识和电子技术灵活运用于实践,在实践中加深理解和积累知识,并在知识和技能不断积累的基础上进行有创造性的实践,从而更有利于技能型人才的培养,更好地提高读者的就业能力、工作能力、职业转换能力和创业能力。

目前本丛书主要包括以下教程:《电工技术基础与技能实训教程》,《电子技术基础与技能实训教程》,《数字电路基础与技能实训教程》,《模拟电路基础与技能实训教程》,《电子产品制作技术与技能实训教程》,《电子产品装配技术与技能实训教程》,《电子仪表应用技术与技能实训教程》,《自动控制技术与技能实训教程》,《传感技术与技能实训教程》,《汽车电子技术与技能实训教程》。以后将根据职业学校教材的需求不断拓展新的教程。

我们期盼本丛书能成为通俗易懂的、专业性强和实用性强的、学得会和用得巧的职教选用教材和广大读者的自学教程。

电子工业出版社

前 言

随着科学技术的发展,特别是电子技术的发展,我国正成为世界电子产品制造业的制造中心,从事各种电子产品及相关领域的从业人员很多。特别是生产、调试、检验第一线的技术工人,需要进行岗位技能培训。为了提高生产效率,在生产岗位上除了需要大量的通用仪表,还需要各种特殊仪表。万用表、示波器,信号发生器是最为流行的仪表,也是大多数生产企业包括产品研发部门以及科研、教学、维修等部门不可缺少的仪表。这些仪表的结构、功能、使用方法和技巧也是本书的重点。

在各领域中使用的仪表都具有复杂的电路和精密器件,有很多仪表都采用了数字处理技术和伺服控制技术,并具有智能化的分析、计算和显示功能。在测量方面,一方面要测量各种各样的信号,另一方面要测量各种各样的电子元器件,同时还要测量各种电子产品部件或整机的性能。所以仪器仪表的应用范围十分广泛。

学习仪表的使用离不开实践,因而实际的技能实训是必要的。因此,本书是参照《高等职业教育电子信息类专业“双证课程”培养方案》的内容要求编写的。在本书的编写中,以技能实训为主线,使读者掌握电子仪表的应用技术。为了帮助大家学习最流行的示波器的操作方法,我们制作了《示波器使用方法与技巧》教学光盘(4盘)需要者可与作者联系。

仪表的使用技能是国家职业资格认证的项目,电子产品调试工、电子产品检验工、电子产品装配工都需要掌握仪表的使用方法。

参加本书编写的有韩雪涛、韩广兴、吴瑛、刘贞关、孙承满、马亮、周丹、马鸿雁、孟雪梅、孟宇宁、张湘潭、边嘉新、韩雪冬、金磊、吴玮、马朝平、赵俊彦等。

您在教学中,或在职业资格认证考核方面有什么问题请与我们联系,可为您提供技术咨询。网址: www.taoo.cn

邮编: 300384 电话: (022) 83718162

地址: 天津南开华苑产业园天发科技园 8-1-401 天津市涛涛多媒体技术有限公司

图书联系方式: tan_peixiang@phei.com.cn

——编者

2006年3月5日

目 录

第 1 章 模拟式万用表的结构与使用方法.....	1
1.1 模拟式万用表的功能特点	1
1.1.1 模拟万用表的功能.....	1
1.1.2 模拟万用表的性能.....	1
1.2 模拟式万用表的基本结构	2
1.2.1 万用表的刻度盘.....	2
1.2.2 电流表头的工作原理.....	3
1.2.3 模拟万用表的内部电路结构.....	4
1.3 模拟式万用表的使用方法	6
1.3.1 模拟式万用表使用前的准备	6
1.3.2 模拟式万用表的使用方法	7
1.3.3 模拟式万用表的使用注意事项.....	10
本章小结	12
习题 1	12
第 2 章 数字万用表的结构与使用方法	15
2.1 数字万用表的种类与特点	15
2.1.1 典型的数字万用表.....	15
2.1.2 数字万用表的特点.....	23
2.2 数字万用表的基本结构	25
2.2.1 数字万用表的基本构成.....	25
2.2.2 数字万用表的内部电路.....	26
2.3 数字万用表的使用方法	26
2.3.1 电阻、电压、电流值的测量.....	26
2.3.2 电容值及损失系数的测量.....	26
2.3.3 电感值及损失系数的测量.....	28
2.3.4 电阻值的测量.....	28
2.3.5 数字万用表的电源.....	28

2.4 数字万用表的使用注意事项.....	28
2.4.1 交流信号的测量范围.....	28
2.4.2 数字万用表的稳定性.....	28
2.4.3 使用数字万用表的一般注意事项.....	29
本章小结.....	31
习题 2.....	31
第 3 章 万用表在测量中的应用及实例.....	33
3.1 电路及器件的测量方法.....	33
3.2 关于电平的测量单位 (dB).....	37
3.3 万用表在检修电子产品中的应用实训.....	39
3.3.1 实训目的.....	39
3.3.2 实训步骤.....	39
3.3.3 电子产品中关键元器件的检测方法.....	40
本章小结.....	47
习题 3.....	48
第 4 章 模拟示波器的结构与使用方法.....	49
4.1 常用示波器的种类和特点.....	49
4.1.1 示波器的种类特点.....	49
4.1.2 典型示波器的介绍.....	50
4.2 示波器的结构和工作原理.....	53
4.2.1 示波器的基本结构.....	53
4.2.2 示波器的整机结构.....	56
4.2.3 示波器的工作原理.....	60
4.3 示波器的键钮分布及具体功能.....	62
4.3.1 示波器的键钮部位.....	62
4.3.2 示波器各键钮的具体功能.....	64
4.4 示波器使用前的准备.....	72
4.4.1 示波器使用前的设置与调整.....	72
4.4.2 示波器的开机与调整.....	73
4.5 示波器探头的功能和使用方法.....	75
4.5.1 如何使用低电容直接探头.....	75
4.5.2 示波器探头的连接和校正.....	76
4.5.3 示波器探头的使用方法.....	77

4.6 示波器的测量方法	78
4.6.1 信号的接入与测量	78
4.6.2 测量信号的基本操作	78
4.6.3 波形参数的读取	79
4.6.4 信号波形的检测实例	80
4.7 双踪示波器的操作方法	81
4.7.1 双踪示波器的键钮分布 (LBO—522/523)	81
4.7.2 双踪示波器的键钮功能	83
4.8 示波器的误差及其消除方法	93
4.8.1 用示波器测量电压的误差	93
4.9 示波器使用实训	97
4.9.1 实训目的	97
4.9.2 实训方法与步骤	97
4.9.3 实训设备和器材	98
4.9.4 实训项目	98
本章小结	101
习题 4	101

第 5 章 数字示波器的结构与使用方法103

5.1 数字示波器的基本特点	103
5.1.1 数字示波器的基本概念	103
5.1.2 模拟示波器与数字示波器的比较	103
5.1.3 数字示波器的主要参数	106
5.2 数字示波器的基本结构	108
5.2.1 数字示波器的结构和基本构成	108
5.2.2 数字示波器的电路实例	109
5.3 数字示波器的基本工作原理	111
5.3.1 数字示波器的基本电路	111
5.3.2 数字示波器的信号检测过程	113
5.3.3 数字示波器的波形显示方法	116
5.4 数字示波器的使用方法	120
5.4.1 测量与计算	120
5.4.2 面板键操作方式	120
5.4.3 数字存储示波器的显示方式	120
5.5 数字示波器的应用实训	123
5.5.1 实训目的	123

5.5.2 实训方法及步骤	123
5.5.3 实训项目	123
本章小结	125
习题 5	125

第 6 章 信号发生器的结构和应用 127

6.1 低频信号发生器	127
6.1.1 低频信号发生器的基本功能	127
6.1.2 低频信号发生器的基本结构	127
6.1.3 低频信号发生器的使用方法	130
6.1.4 常用的低频信号发生器	131
6.2 高频信号发生器	133
6.2.1 高频信号发生器的基本功能	133
6.2.2 高频信号发生器的基本结构	133
6.2.3 高频信号发生器的使用方法	135
6.2.4 典型的高频信号发生器	137
6.3 频率合成器	138
6.3.1 频率合成器的基本功能	138
6.3.2 频率合成器的基本结构	139
6.3.3 典型的频率合成器	141
6.3.4 频率合成器的使用方法	143
6.4 函数信号发生器	143
6.4.1 函数信号发生器的基本功能	143
6.4.2 函数信号发生器的基本结构和原理	147
6.4.3 典型的函数信号发生器	150
6.4.4 函数信号发生器的使用方法	152
6.5 信号发生器应用实训	153
6.5.1 实训目的	153
6.5.2 实训步骤和方法	154
本章小结	155
习题 6	155

第 7 章 信号测量的基本方法 157

7.1 信号频率的测量	157
7.1.1 信号波形的观测	157

7.1.2	频率特性的测量.....	157
7.2	信号幅度和周期的检测.....	158
7.2.1	直流电压（含交流成分）的测量.....	158
7.2.2	交流信号的幅度测量.....	159
7.2.3	测量误差.....	159
7.2.4	信号周期或时间的测量.....	160
7.3	脉冲信号的测量.....	161
7.3.1	脉冲宽度的测量.....	161
7.3.2	脉冲上升沿和下降沿时间的测量.....	161
7.3.3	两个信号时间差的测量.....	162
7.3.4	延迟特性对测量的影响.....	163
7.4	相位差的测量.....	164
7.4.1	用单踪示波器测量正弦信号的相位差.....	164
7.4.2	用双踪示波器测量正弦信号的相位差.....	165
7.5	利用 X-Y 功能进行频率和相位的测量.....	165
7.5.1	利用 X-Y 功能测量频率.....	165
7.5.2	利用 X-Y 功能测量相位差.....	166
7.6	信号测量的实训.....	168
7.6.1	实训目的.....	168
7.6.2	实训方法和步骤.....	168
7.6.3	实训项目.....	168
本章小结.....		169
习题 7.....		169

第 8 章 示波器在音频、视频设备检测中的应用.....171

8.1	示波器在音频设备中的常用检测项目.....	171
8.1.1	音频设备频率特性的测量.....	171
8.1.2	音频功放最大不失真功率的测量.....	173
8.1.3	立体声录放机的相位检测.....	175
8.2	示波器在视频设备中的常用检测项目.....	175
8.2.1	彩色电视机各单元电路的信号检测.....	175
8.2.2	彩色电视机的检测实例.....	176
8.3	示波器在数字产品（CD、VCD）中的检测项目.....	179
8.3.1	CD 唱机的信号检测.....	179
8.3.2	VCD 视盘机的信号检测.....	188
8.3.3	VCD 视盘机信号检测实例.....	201

本章小结	210
习题 8	210
第 9 章 频率计数器	213
9.1 频率计数器的基本结构	213
9.1.1 频率计数器的特点	213
9.1.2 频率计数器的电路结构	214
9.1.3 频率计数器的面板及键钮功能	215
9.1.4 频率计数器的基本特性	216
9.2 频率计数器的基本功能和工作原理	217
9.2.1 频率测量	217
9.2.2 周期测量	218
9.2.3 时间间隔的测量	219
9.2.4 脉冲统计	220
9.2.5 频率比的测量	220
9.2.6 校对回路	221
9.3 频率计数器的应用	221
9.3.1 对灵敏度和准确度的要求	222
9.3.2 测量仪器的准确度的选择	222
9.3.3 通用频率计数器的使用	222
9.3.4 微波计数器的使用	224
9.4 典型计数器产品介绍	224
9.4.1 Fluke 164 系列多功能手持式计时/计频器	224
9.4.2 EE3386A/B 系列通用计数器	225
9.4.3 PM6685 高性能频率计数器	226
9.4.4 Agilent 53151A CW 微波计数器	227
9.4.5 SP—3395 毫米波频率计数器	227
9.5 频率计数器的应用实训	228
9.5.1 实训目的	228
9.5.2 实训方法与步骤	228
9.5.3 实训项目	229
本章小结	230
习题 9	231

第 10 章 其他常用仪器仪表的特点与应用实训	233
10.1 场强仪的特点与应用	233
10.1.1 场强仪的种类及特点	233
10.1.2 场强仪的应用	234
10.1.3 典型场强仪的产品介绍	236
10.2 频谱分析仪的特点与应用	237
10.2.1 频谱分析仪的种类及特点	237
10.2.2 频谱分析仪的应用	239
10.2.3 典型频谱分析仪的产品介绍	242
10.3 晶体管特性图示仪的特点与应用	244
10.3.1 晶体管特性图示仪的种类及特点	244
10.3.2 晶体管特性图示仪的应用	248
10.3.3 典型晶体管特性图示仪的产品介绍	249
10.4 逻辑分析仪的特点与应用	251
10.4.1 逻辑分析仪的种类及特点	251
10.4.2 逻辑分析仪的应用	254
10.4.3 典型逻辑分析仪的产品介绍	255
10.5 兆欧表的特点和应用	257
10.5.1 兆欧表的种类及特点	257
10.5.2 兆欧表的应用	257
10.5.3 典型兆欧表的产品介绍	259
10.6 毫伏表、微伏表的特点与应用实训	260
10.6.1 毫伏表、微伏表的种类及特点	260
10.6.2 毫伏表的应用实训	260
10.6.3 典型毫伏表、微伏表的产品介绍	262
10.7 仪表应用综合实训	264
10.7.1 实训目的	264
10.7.2 仪表及器材准备	264
10.7.3 实训方法及步骤	264
本章小结	265
习题 10	265
附录 习题答案	267
第 1 章 习题答案	267

第 2 章	习题答案.....	267
第 3 章	习题答案.....	267
第 4 章	习题答案.....	267
第 5 章	习题答案.....	268
第 6 章	习题答案.....	268
第 7 章	习题答案.....	268
第 8 章	习题答案.....	268
第 9 章	习题答案.....	269
第 10 章	习题答案.....	269

第 1 章 模拟式万用表的结构与使用方法

1.1 模拟式万用表的功能特点

1.1.1 模拟万用表的功能

万用表的使用范围很广，可以测量电阻、电流和电压等项参数，在电子、电气产品的维修中是不可缺少的测量工具，它的结构简单，使用方便。常见的万用表有模拟式万用表和数字式万用表。图 1-1 为模拟式万用表的外形结构，它的最大显示特点就是由表头指针指示测量的数值。



图 1-1 模拟式万用表的外形结构

万用表一般可测量从几百毫伏至几百伏甚至几千伏的直流和交流电压，其测量准确度直流为 $\pm 2.5\%$ ，交流为 $\pm 4.0\%$ 。它的频率范围通常为 $40 \sim 1000 \text{ Hz}$ ，如果准确度要求不高，还可用于测试高达 10 kHz 的正弦波和非正弦波信号。由于万用表的交流刻度是根据正弦波的有效值来定值的，因此，它对方波电压的指示值偏大些，而对锯齿波、脉冲波的指示值偏小些。

万用表各电压挡级的输入阻抗是不一样的，其阻值等于相应挡级的电压满度值 V_0 （即量程）和万用表灵敏度 $S (\Omega/\text{V})$ 值的乘积，即 $R_i = V_0 S$ 。

因此，万用表的低量程输入阻抗较小，而高量程输入阻抗较大。因为测压仪器的输入端是和被测电路并联的，其输入阻抗会起着分流作用，为了尽量减小测量的误差，通常要求万用表相应电压挡级的输入阻抗应大于被测电路的阻值 10 倍以上，所以必须选用灵敏度值较大的万用表来测试电压。一般要求万用表的灵敏度不应小于 $2 \text{ k}\Omega/\text{V}$ 。

1.1.2 模拟万用表的性能

通常以万用表的最大刻度值和万用表的误差来表示万用表的性能。万用表的最大刻度



值见表 1-1 所列, 万用表的误差见表 1-2 所列。

表 1-1 万用表的最大刻度值

测量项目	最大刻度值
直流电压 (V)	0.25、1、2.5、10、50、250、1000 (内阻 20 k Ω /V)
交流电压 (V)	1.5、10、50、250、1000 (内阻 20 k Ω /V)
直流电流 (mA)	3000、30000、300000
低频电压 (dB)	0~+22 (AC10 V 范围)

表 1-2 万用表的误差

测量项目	允 差 值
直流的电压、电流	最大刻度值的 $\pm 3\%$
交流电压	最大刻度值的 $\pm 4\%$
电阻	度盘长度的 $\pm 3\%$

1.2 模拟式万用表的基本结构

1.2.1 万用表的刻度盘

模拟式万用表是一种最普通的万用表, 模拟式万用表的正面及刻度盘如图 1-2 所示。

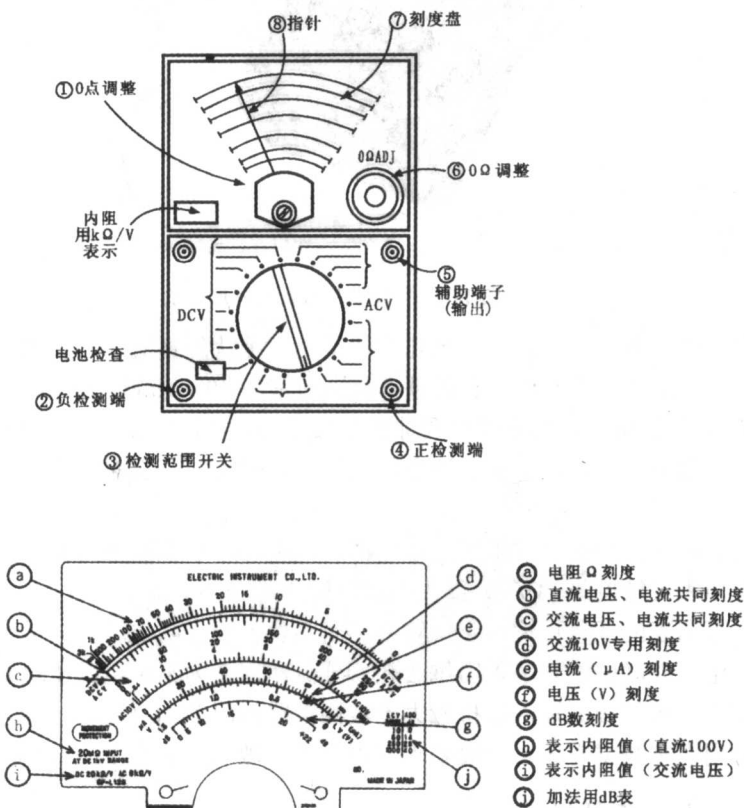


图 1-2 模拟式万用表的正面及刻度盘

模拟式万用表用来指示测量值的是一个动圈形直流电流表，各种项目的测量都转换成驱动这个动圈形的直流电流表。此外在万用表中还设有分流器（用以扩大电流的测量范围）、倍率器（用以扩大电压的测量范围）、整流器（将交流变成直流）、电池（为测量电阻时提供电源）及切换开关等部分。除了能进行直流的电流和电压、交流的电压和电阻测量以外，还能测量低频交流信号的电压（以 dB 表示）。

1.2.2 电流表头的工作原理

万用表中用以指示刻度的是一个电流表，测量电阻、电压和电流都经电路转换成驱动电流表的电流。电流表的结构如图 1-3 所示。其指示部分是将一个绕在磁场中的线圈与指针连在一起，由电流流过线圈，线圈就会转动，其转动的角度与电流大小成正比，根据电磁感应的左手定则，当有电流流过位于磁场中的导体时，导体会受到电磁力的作用而转动，电流表就是根据这个原理制作的。电磁感应定律（左手定则）如图 1-4 所示。

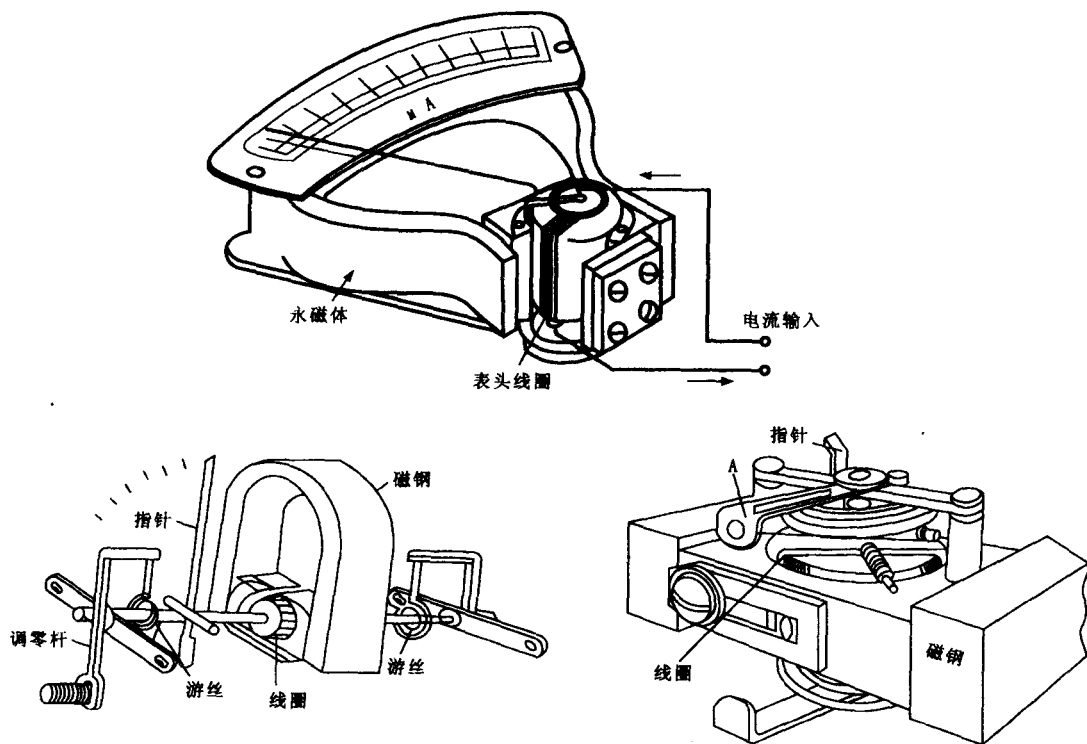


图 1-3 电流表的结构