

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

电工测量

DIANGONG CELIANG

陈惠群 主编

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

电工测量

陈惠群 主编

图例索引 (CIP)

电工测量 / 陈惠群主编. — 北京: 机械工业出版社, 2007.6

ISBN 978-7-111-21651-6

中等职业学校电工安装维修专业教材 / 陈惠群主编. — 北京: 机械工业出版社, 2007.6

ISBN 978-7-111-21651-6

I. 电… II. 陈… III. 电工测量—专业学校—教材

W. 729.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2007) 第 092473 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王 华 封面设计: 吕 晋

版式设计: 吕 晋 责任印制: 吕 晋

封面设计: 吕 晋 责任印制: 吕 晋

三河市中国印务有限公司印刷

2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 12 印张 · 286 千字

0001—4000 册

定价: 19.00 元



凡购本书, 如蒙函索, 请寄: 北京市百万庄大街 22 号 机械工业出版社发行部

电话: (010) 68379639 88379641 88379643

机械工业出版社

本书根据中等职业学校电气控制与维修专业理论实践一体化课程教学大纲, 参照国家职业标准编写。主要内容包括: 电工测量基础、电流与电压的测量、模拟式万用表、电阻的测量、电功率的测量、电能的测量、数字式万用表、转速的测量、常用电子仪器等。每一章后面都配有相应的技能训练和复习思考题供教学使用, 充分体现理论与实践有机结合的教学模式; 通过联系生产实际, 突出操作技能, 重视学生动手能力的培养。

另外, 本书配有教学电子课件, 包括教案、复习思考题答案、期中与期末模拟试题等, 读者可以从机械工业出版社网站下载 (网址为: <http://www.cmpbook.com>)。

本书既可作为中等职业学校电气控制与维修专业教材, 也可作为成人高校或职业技术学院相关专业的教材, 还可供有关专业技术人员参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工测量/陈惠群主编. —北京: 机械工业出版社, 2007.6

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材
ISBN 978-7-111-21621-6

I. 电… II. 陈… III. 电气测量-专业学校-教材
IV. TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 095473 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 朱 华 王振国

责任编辑: 王振国 马 晋 版式设计: 冉晓华 责任校对: 姚培新

封面设计: 马精明 责任印制: 杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2007年8月第1版·第1次印刷

184mm×260mm·12 印张·286千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-21621-6

定价: 19.00 元

凡购本书, 如有缺页, 倒页, 脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化 教材编审委员会

主任委员：王 建

副主任委员：赵承荻 李 伟

委 员：(排名不分先后)

陈惠群 施利春 郭瑞红 郭 贇 陈秀梅

吕书勇 陈应华 邵小英 荆宏智 朱 华

张 凯 刘 勇 王春晖 杜萌萌 李宏民

本书主编：陈惠群

本书副主编：张永志 范志勇

参编人员：王智武 高 波

本书主审：王中超

序

进入21世纪,我国逐渐成为“世界制造中心”,制造业赖以生存与发展的主力军是技能型人才队伍。而制造业向消费市场提供的机床、机械装备、电气设备及各种含有电力拖动与电气控制的产品中,电气系统都占有很大的分量并起着关键作用。要想完成装备中电气系统的研发、试制、安装、维修、操作及使用,就必须有大量的电工类专业技能人才参与。鉴于我国制造业及其他工业企业的人才结构状况,维修电工、机电一体化以及电子技术专业技能人才严重缺乏,尤其是经过培训并获得职业技能资格证书的高技能人才更为奇缺,这种格局已成为制约我国工业经济快速发展的瓶颈。因此,国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国加快培养高技能人才座谈会”,明确提出在“十一五”期间培养技师和高级技师190万人,培养高级工800万人,使我国高技能人才总量达到2800万人的宏伟目标。

众所周知,高职院校、技师学院、中职学校是培养和造就中高级技能人才的主要阵地,而教材则是使这些学校向学生传授知识与技能的主要工具之一,也是人们接受终身教育和职场发展的学习工具,编写一套既能适应时代要求,又能有效地提高人才培养效果的好教材,就等于为推进技能人才培养提供了成才就业的金钥匙。

随着现代科学技术的不断发展,在电气技术方面电子元器件及变换技术的产生,电动机由直流发电机—电动机调速向各类交流调速方向快速发展;电气控制方面由接触器控制系统向可编程序控制器(PLC)系统发展;机床电气控制也由接触器控制系统向数控机床系统、计算机数控(CNC)机床快速转化。各类职业技术学院针对现代工业企业对技能人才具有极大需求的特点,大胆提出了“知识宽广够用,重在应用技能为本”的人才培养理念;又根据电气技术不断发展,人才培训理念创新和企业人才需求“特点”的时代要求,将原来的专业理论课与技能训练课分别开设的教学内容及教学模式,逐步调整为专业理论与技能训练一体化的教学内容和教学模式。因此,我们组织了长期工作在教学第一线的专家和有丰富教学经验的教师编写了这套适合中、高级技能人才培养的电气安装与维修专业的理论与实践一体化教材。

这套教材在编写原则上,着重强调了理论与实训一体化的知识内容同步、训练同步的模式。教材内容以文字、数据、图、表格相结合的方式展示给学生,以此提高学生的学习兴趣 and 认知的亲和力。而且,还参照相关国家职业标准规定的知识层次,但在内容上又不完全拘泥于标准,以此照顾到初级、中级技能人才接受知识和技能培训的需要,为各类技能人才培训搭建一个阶梯型架构。同时,也为满足培训、考工和读者自学的需要提供教材的配套。最后,在教材编写过程中尽可能多地充实新知识、新技术、新工艺、新内容,力求增强技术知识的领先性和实用性,重在教会接受培训的人员掌握一些新知识与新技能。本套教材主要作为中等职业学校的教材,也可作为技师学院、高职学校选用参考。

在本套教材的编写过程中,得到了许多学校领导、专家、老师的指导及帮助,在此谨向

他们表示衷心的感谢。

由于我们的水平和编写时间有限,教材中难免存在错误和不足之处,诚请从事职业教育的专家、老师和广大读者批评指正。

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化 教材编审委员会

1	.....	分册
2	.....	附录及参考文献
3	.....	附录及参考文献
4	.....	附录及参考文献
5	.....	附录及参考文献
6	.....	附录及参考文献
7	.....	附录及参考文献
8	.....	附录及参考文献
9	.....	附录及参考文献
10	.....	附录及参考文献
11	.....	附录及参考文献
12	.....	附录及参考文献
13	.....	附录及参考文献
14	.....	附录及参考文献
15	.....	附录及参考文献
16	.....	附录及参考文献
17	.....	附录及参考文献
18	.....	附录及参考文献
19	.....	附录及参考文献
20	.....	附录及参考文献
21	.....	附录及参考文献
22	.....	附录及参考文献
23	.....	附录及参考文献
24	.....	附录及参考文献
25	.....	附录及参考文献
26	.....	附录及参考文献
27	.....	附录及参考文献
28	.....	附录及参考文献
29	.....	附录及参考文献
30	.....	附录及参考文献
31	.....	附录及参考文献
32	.....	附录及参考文献
33	.....	附录及参考文献
34	.....	附录及参考文献
35	.....	附录及参考文献
36	.....	附录及参考文献
37	.....	附录及参考文献
38	.....	附录及参考文献
39	.....	附录及参考文献
40	.....	附录及参考文献
41	.....	附录及参考文献
42	.....	附录及参考文献
43	.....	附录及参考文献
44	.....	附录及参考文献
45	.....	附录及参考文献
46	.....	附录及参考文献
47	.....	附录及参考文献
48	.....	附录及参考文献
49	.....	附录及参考文献
50	.....	附录及参考文献
51	.....	附录及参考文献
52	.....	附录及参考文献
53	.....	附录及参考文献
54	.....	附录及参考文献
55	.....	附录及参考文献
56	.....	附录及参考文献
57	.....	附录及参考文献
58	.....	附录及参考文献
59	.....	附录及参考文献
60	.....	附录及参考文献
61	.....	附录及参考文献
62	.....	附录及参考文献
63	.....	附录及参考文献
64	.....	附录及参考文献
65	.....	附录及参考文献
66	.....	附录及参考文献
67	.....	附录及参考文献
68	.....	附录及参考文献
69	.....	附录及参考文献
70	.....	附录及参考文献
71	.....	附录及参考文献
72	.....	附录及参考文献
73	.....	附录及参考文献
74	.....	附录及参考文献
75	.....	附录及参考文献
76	.....	附录及参考文献
77	.....	附录及参考文献
78	.....	附录及参考文献
79	.....	附录及参考文献
80	.....	附录及参考文献
81	.....	附录及参考文献
82	.....	附录及参考文献
83	.....	附录及参考文献
84	.....	附录及参考文献
85	.....	附录及参考文献
86	.....	附录及参考文献
87	.....	附录及参考文献
88	.....	附录及参考文献
89	.....	附录及参考文献
90	.....	附录及参考文献
91	.....	附录及参考文献
92	.....	附录及参考文献
93	.....	附录及参考文献
94	.....	附录及参考文献
95	.....	附录及参考文献
96	.....	附录及参考文献
97	.....	附录及参考文献
98	.....	附录及参考文献
99	.....	附录及参考文献
100	.....	附录及参考文献

目 录

序 会员委审编材料

绪论	1
复习思考题	3
第一章 电工测量基础	4
第一节 常用电工仪表的分类及识别	4
一、常用电工仪表的分类	4
二、电工指示仪表型号的识别	6
三、电工仪表标志的识别	7
第二节 电工指示仪表的误差和准确度	9
一、仪表的误差及分类	9
二、误差的表示方法	9
三、仪表的准确度	11
第三节 测量误差及消除方法	12
一、系统误差	12
二、偶然误差	13
三、疏失误差	13
第四节 选择电工指示仪表的原则	13
第五节 常用电工测量方法	14
一、直接测量法	14
二、间接测量法	15
三、比较测量法	15
本章小结	15
复习思考题	17
第二章 电流与电压的测量	18
第一节 电工指示仪表的基本结构	18
一、测量电路	18
二、测量机构	18
第二节 磁电系测量机构	22
一、基本结构	22
二、工作原理	24
三、磁电系仪表的技术性能	25
第三节 直流电流表和电压表	25

80	一、直流电流表	25
80	二、直流电压表	28
57	第四节 电磁系测量机构	30
57	一、基本结构	30
47	二、工作原理	31
77	三、电磁系仪表的技术性能	33
77	第五节 交流电流表和电压表	34
77	一、电磁系交流电流表	34
97	二、电磁系交流电压表	34
97	第六节 测量用互感器	35
08	一、主要用途	35
88	二、电压互感器	36
48	三、电流互感器	38
28	第七节 钳形电流表	40
28	一、构造及原理	40
78	二、使用方法	41
88	第八节 电流表与电压表的选择和使用	42
	一、选择原则	42
09	二、使用方法	43
09	技能训练1 用电流互感器配合电流表测量电流	44
09	技能训练2 用钳形电流表测量电动机的电流	45
19	本章小结	49
59	复习思考题	51
49	第三章 模拟式万用表	52
99	第一节 模拟式万用表的基本结构及工作原理	52
99	一、基本结构	53
99	二、工作原理	54
501	第二节 500 型万用表的电路分析	57
501	一、直流电流挡	58
501	二、直流电压挡	59
801	三、交流电压挡	59
601	四、电阻挡	60
401	第三节 模拟式万用表的使用与维护	61
401	技能训练3 万用表的使用	62
701	本章小结	65
801	复习思考题	65
	第四章 电阻的测量	67
011	第一节 绝缘电阻表	67

25	一、基本结构及工作原理	68
85	二、使用方法	69
06	第二节 接地电阻表	72
06	一、基本结构及工作原理	72
16	二、使用方法	74
68	第三节 直流单臂电桥	77
46	一、基本结构及工作原理	77
46	二、使用方法	77
46	第四节 直流双臂电桥	79
28	一、基本结构及工作原理	79
28	二、使用方法	80
06	技能训练4 用绝缘电阻表测量电动机的绝缘电阻	83
88	技能训练5 用接地电阻表测量接地装置的电阻	84
04	技能训练6 用直流单臂电桥测量电阻	85
04	技能训练7 用直流双臂电桥测量导线的电阻	85
14	本章小结	87
54	复习思考题	88
54	第五章 电功率的测量	90
44	第一节 电动系功率表	90
24	一、电动系测量机构的基本结构	90
04	二、电动系测量机构的工作原理	91
12	三、电动系仪表的技术性能	92
12	四、电动系功率表的基本结构及工作原理	94
52	五、电动系功率表的使用方法	95
52	第二节 三相有功功率的测量	99
52	一、一表法	99
62	二、三表法	99
42	三、两表法	99
72	四、三相有功功率表	102
82	第三节 三相无功功率的测量	102
92	一、一表跨相法	102
92	二、两表跨相法	103
02	三、三表跨相法	103
10	技能训练8 用两表法测量三相负载的有功功率	104
50	技能训练9 用三相功率表测量三相电动机的功率	104
20	本章小结	107
20	复习思考题	108
70	第六章 电能的测量	110
70	第一节 感应系电能表	110

一、单相感应系电能表的主要组成	110
二、单相感应系电能表的工作原理	111
三、三相电能表的组成及工作原理	114
第二节 电子式电能表	116
第三节 电能表的使用	117
一、电能表的技术特性	117
二、电能表量程的选择	118
三、电能表的接线	118
四、电能表的读数	119
五、电能表的安装	120
第四节 电能表的调整	120
一、防潜动装置的调整	121
二、内相角调整	121
三、满载调整	122
四、轻载调整	122
技能训练 10 单相电能表的连接	123
技能训练 11 三相四线电能表的连接	124
本章小结	125
复习思考题	126
第七章 数字式万用表	128
第一节 数字式万用表的基本组成	128
一、普通数字式万用表	128
二、数字式电压基本表	129
第二节 数字式万用表的基本原理	133
一、直流电压测量原理	133
二、交流电压测量原理	135
三、直流电流测量原理	136
四、电阻测量原理	136
五、二极管测量原理	138
六、晶体管 h_{FE} 测量原理	139
第三节 数字式万用表的使用	140
一、控制面板	140
二、使用方法	141
技能训练 12 数字式万用表的使用	148
本章小结	150
复习思考题	151
第八章 转速的测量	152
第一节 霍尔转速传感器	152

011	一、概述	152
111	二、工作原理	153
111	第二节 离心式转速表	154
111	一、基本结构	154
111	二、工作原理	155
111	三、使用方法	155
111	技能训练 13 测量电动机的转速	156
111	本章小结	157
111	复习思考题	158
131	第九章 常用电子仪器	159
131	第一节 低频信号发生器	159
131	一、主要组成及工作原理	159
131	二、主要技术指标	161
131	三、使用方法	161
131	第二节 双踪示波器	163
131	一、基本结构及工作原理	163
131	二、使用方法	167
131	三、示波器的应用	170
131	技能训练 14 双踪示波器的使用	173
131	本章小结	176
131	复习思考题	177
131	参考文献	178
131	附录 1 常用电子仪器的使用	178
131	附录 2 常用电子仪器的使用	178
131	附录 3 常用电子仪器的使用	178
131	附录 4 常用电子仪器的使用	178
131	附录 5 常用电子仪器的使用	178
131	附录 6 常用电子仪器的使用	178
131	附录 7 常用电子仪器的使用	178
131	附录 8 常用电子仪器的使用	178
131	附录 9 常用电子仪器的使用	178
131	附录 10 常用电子仪器的使用	178
131	附录 11 常用电子仪器的使用	178
131	附录 12 常用电子仪器的使用	178
131	附录 13 常用电子仪器的使用	178
131	附录 14 常用电子仪器的使用	178
131	附录 15 常用电子仪器的使用	178
131	附录 16 常用电子仪器的使用	178
131	附录 17 常用电子仪器的使用	178
131	附录 18 常用电子仪器的使用	178
131	附录 19 常用电子仪器的使用	178
131	附录 20 常用电子仪器的使用	178
131	附录 21 常用电子仪器的使用	178
131	附录 22 常用电子仪器的使用	178
131	附录 23 常用电子仪器的使用	178
131	附录 24 常用电子仪器的使用	178
131	附录 25 常用电子仪器的使用	178
131	附录 26 常用电子仪器的使用	178
131	附录 27 常用电子仪器的使用	178
131	附录 28 常用电子仪器的使用	178
131	附录 29 常用电子仪器的使用	178
131	附录 30 常用电子仪器的使用	178
131	附录 31 常用电子仪器的使用	178
131	附录 32 常用电子仪器的使用	178
131	附录 33 常用电子仪器的使用	178
131	附录 34 常用电子仪器的使用	178
131	附录 35 常用电子仪器的使用	178
131	附录 36 常用电子仪器的使用	178
131	附录 37 常用电子仪器的使用	178
131	附录 38 常用电子仪器的使用	178
131	附录 39 常用电子仪器的使用	178
131	附录 40 常用电子仪器的使用	178
131	附录 41 常用电子仪器的使用	178
131	附录 42 常用电子仪器的使用	178
131	附录 43 常用电子仪器的使用	178
131	附录 44 常用电子仪器的使用	178
131	附录 45 常用电子仪器的使用	178
131	附录 46 常用电子仪器的使用	178
131	附录 47 常用电子仪器的使用	178
131	附录 48 常用电子仪器的使用	178
131	附录 49 常用电子仪器的使用	178
131	附录 50 常用电子仪器的使用	178
131	附录 51 常用电子仪器的使用	178
131	附录 52 常用电子仪器的使用	178
131	附录 53 常用电子仪器的使用	178
131	附录 54 常用电子仪器的使用	178
131	附录 55 常用电子仪器的使用	178
131	附录 56 常用电子仪器的使用	178
131	附录 57 常用电子仪器的使用	178
131	附录 58 常用电子仪器的使用	178
131	附录 59 常用电子仪器的使用	178
131	附录 60 常用电子仪器的使用	178
131	附录 61 常用电子仪器的使用	178
131	附录 62 常用电子仪器的使用	178
131	附录 63 常用电子仪器的使用	178
131	附录 64 常用电子仪器的使用	178
131	附录 65 常用电子仪器的使用	178
131	附录 66 常用电子仪器的使用	178
131	附录 67 常用电子仪器的使用	178
131	附录 68 常用电子仪器的使用	178
131	附录 69 常用电子仪器的使用	178
131	附录 70 常用电子仪器的使用	178
131	附录 71 常用电子仪器的使用	178
131	附录 72 常用电子仪器的使用	178
131	附录 73 常用电子仪器的使用	178
131	附录 74 常用电子仪器的使用	178
131	附录 75 常用电子仪器的使用	178
131	附录 76 常用电子仪器的使用	178
131	附录 77 常用电子仪器的使用	178
131	附录 78 常用电子仪器的使用	178
131	附录 79 常用电子仪器的使用	178
131	附录 80 常用电子仪器的使用	178
131	附录 81 常用电子仪器的使用	178
131	附录 82 常用电子仪器的使用	178
131	附录 83 常用电子仪器的使用	178
131	附录 84 常用电子仪器的使用	178
131	附录 85 常用电子仪器的使用	178
131	附录 86 常用电子仪器的使用	178
131	附录 87 常用电子仪器的使用	178
131	附录 88 常用电子仪器的使用	178
131	附录 89 常用电子仪器的使用	178
131	附录 90 常用电子仪器的使用	178
131	附录 91 常用电子仪器的使用	178
131	附录 92 常用电子仪器的使用	178
131	附录 93 常用电子仪器的使用	178
131	附录 94 常用电子仪器的使用	178
131	附录 95 常用电子仪器的使用	178
131	附录 96 常用电子仪器的使用	178
131	附录 97 常用电子仪器的使用	178
131	附录 98 常用电子仪器的使用	178
131	附录 99 常用电子仪器的使用	178
131	附录 100 常用电子仪器的使用	178

绪论

学习指南

用来测量各种电量、磁量及电路参数的仪器、仪表统称为电工仪表。电工仪表的种类很多,发展也非常快。绪论首先介绍电工仪表的发展概况,介绍电工仪表课要学习的内容及学习本课程的方法等内容,以便为以后学习电工仪表打下牢固的基础。通过对本节的学习,要求学生达到以下目标:

1. 了解电工仪表的发展概况。
2. 了解电工仪表课学习的内容。
3. 掌握学习电工仪表课的方法。

(一) 电工仪表的发展概况

电工仪表至今已经发展到第三代。第一代仪表是模拟式仪表,亦称指针式仪表。19世纪20年代前后,随着“电流对磁针有力的作用”这一现象的发现,人们相继制造出了检流计、单臂电桥等最早的电工指示仪表。1895年设计制造出世界上第一台感应系电能表。20世纪40~50年代,由于新材料的出现,使电工仪表在准确度方面有所提高;60年代出现了0.1级的电磁系、电动系和磁电系仪表。我国从1956年开始建设大型生产先进仪表的企业,到70年代前后,国产电工指示仪表的准确度已达0.1级,品种已经基本满足了国内生产的需要。电工指示仪表具有结构简单、工作可靠和价格便宜等优点,这类仪表在电工测量中一直被广泛使用。

第二代仪表是数字式仪表。20世纪50年代初,电子技术的发展为电工仪表的发展提供了有力的支持。1952年,世界上第一只电子管数字式电压表问世;60年代生产出晶体管数字式电压表;70年代又研制出中、小规模集成电路的数字式电压表。近年来,又相继推出了由大规模集成电路和超大规模集成电路构成的数字式电压表,它们以高准确性、高可靠性、高分辨率等特性倍受人们的青睐。目前数字式仪表正进入一个蓬勃发展的时期。作为数字式仪表的核心,数字式电压基本表已被广泛应用于电工测量领域。

第三代仪表是智能式仪表。所谓智能式仪表,实际上就是能随外界条件改变而具有正确反应能力的仪器仪表。目前,由于电子技术、计算机和信息处理技术的综合应用,电工测量技术正向自动化、智能化的方向迅猛发展。特别是传感器技术的快速发展,使得人们可以比较方便地将各种非电量转换成电信号,再利用电工仪器仪表进行测量,从而进一步拓宽了电气测量的范围。因此,电工仪器仪表在非电量测量中也得到了广泛的应用。近三四十年来,由于工农业生产、科学研究、人类生活的需求,推动了非电量测量技术的飞速发展,传感器在各个领域发挥着越来越重要的作用。

电子仪器是在电子技术和电子器件的基础上发展起来的。电子仪器经历了由电子管→晶体管→集成电路的发展历程,在技术上也出现了两次大的突破。第一次是数字化,被测信号经过模/数转换变成数字信号,再经过电路处理后在数码管上直接显示出测量结果,进一步还可以将数字信号存储起来,需要时再取出来进行显示。数字化的优点是精度高、灵敏度高。例如,指针式电压表最多只能指示三位有效数字,灵敏度只能到零点零几伏,而数字式电压表最多可显示八位半数字,灵敏度可达到几纳伏。此外数字式仪器还具有输入阻抗高、读数直观、测量速度快等优点。电子仪器的第二次突破是智能化。所谓智能化是指仪器本身能自动完成某些操作,如自动校正、自动转换量程、自动更换测量项目等,此外还有自动诊断故障、自动排除故障等功能。

(二) 电工仪表课的内容及重要性

作为一名电工,平时接触最多的当然是“电”。但“电”不像一般物质那样看得见、摸得着。因此,在电能的生产、传输、变配以及使用过程中,必须通过各种电工仪表对电能的质量及负载运行情况进行测量,并对测量结果进行分析,以保证供电及用电设备和线路可靠、安全、经济地运行,同时也能保证电工自身的安全。图 0-1 所示是某工厂变电站内配电柜上的电工仪表。图 0-2 所示是常见的家庭用电能表。所以,电工测量是中等职业学校电工专业的一门专业课。

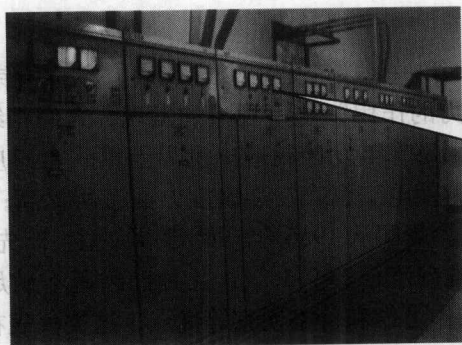


图 0-1 某工厂变电站的配电柜

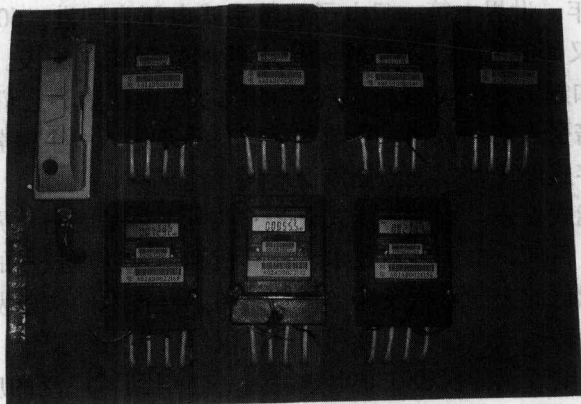
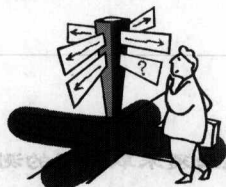


图 0-2 家庭用电能表

测量各种电量、磁量及电路参数的仪器、仪表统称为电工仪表。电工测量的对象主要是指电流、电压、电阻、电功率、电能、频率、相位、功率因数、转速等参数。

本课程主要讲述常用电工测量仪表的结构、工作原理、选择及使用方法,电工测量方法的选择,常用电子仪器的工作原理及使用方法等。通过对本课程的学习,可以使學生掌握合理运用电工测量方法,以及正确选择和使用常用电工测量仪表的基本技能。



你在学习这门课程之前,都接触过哪些电工仪表?你知道它们的结构和工作原理吗?

想一想

(三) 学习本课程的方法及要求

电工仪表主要由测量机构(或数字式电压基本表)和测量电路两部分组成,其中测量机构是整个仪表的核心。在学习本课程的过程中,要首先掌握各种测量机构的构造、工作原理和特点,然后在其基础上配合适当的测量电路,即可组成各种不同类型的电工仪表。例如,在学习直流电流表和直流电压表时,首先要掌握磁电系测量机构的构造、工作原理和技术性能,在此基础上,学习由不同的测量电路配合而组成的直流电流表、直流电压表、磁电系检流计等仪表的使用方法,就比较容易。值得注意的是,在学习本课程时,若能采取对比的方法来总结各种仪表和各种测量电路的特点,将对学习本课程起到重要作用。

对于电子仪器,主要要求掌握其组成框图,了解各部分的作用,在此基础上学习电子仪器的使用方法也会比较容易。

另外,在学习本课程时,除要重视课堂上的直观实物教学外,还要注意本课程与生产实习课的密切结合。只有这样,才能真正掌握好电工测量仪表的使用与维护等知识,为今后进入工作岗位打下牢固的基础。



复习思考题

1. 何谓电工仪表? 电工测量的对象有哪些?

2. 电工测量课程的内容包括哪些?

3. 电工仪表主要由哪几部分组成? 电工仪表的核心是什么?

县要主象按测量工中。表外工中或称表外，器外称表外，量中称表外。

表外称表外，器外称表外，量中称表外。

表外称表外，器外称表外，量中称表外。

表外称表外，器外称表外，量中称表外。

表外称表外，器外称表外，量中称表外。

第一章 电工测量基础

学习指南

在电工测量中，除应根据测量对象正确选择和使用电工仪表外，还必须采取合理的测量方法，掌握正确的操作技能，尽可能地减小测量误差。因此，在介绍各种常用电工仪表之前，本章首先介绍常用电工仪表的分类及常见的符号、常用的电工测量方法、测量误差及消除方法、选择电工仪表的原则等内容，以便为以后学习电工测量打下牢固的基础。

本章的学习目标：

1. 掌握常用电工仪表的分类及常见的符号。
2. 了解电工指示仪表的误差和准确度的概念。
3. 了解测量误差及消除方法。
4. 理解电工指示仪表的选择方法。
5. 掌握常用的电工测量方法。

第一节 常用电工仪表的分类及识别

一、常用电工仪表的分类

用来测量各种电量及电路参数的仪器、仪表统称为电工仪表。电工仪表的种类很多，分类方法也很多。电工仪表按结构和用途的不同，主要分以下四类。

1. 指示仪表

指示仪表的特点是将被测量转换为仪表指针的机械偏转角，并通过指示器直接指示出被测量的大小，故又称为直读式仪表。常见的指针式万用表和电压表就属于指示仪表，见图 1-1。

指示仪表的规格品种很多，通常采用下列方法加以分类：

(1) 按工作原理分类 主要有磁电系仪表、电磁系仪表、电动系仪表和感应系仪表四大类。其中磁电系仪表是根据通电导体在磁场中受力的原理制成；电磁系仪表是根据铁磁物质在磁场中被磁化后产生电磁吸力（或排斥力）的原理制成；电动系仪表是根据两个通电线圈之间产生电动力原理制成；感应系仪表是根据交变磁场中的导体产生感应涡流与磁场相互作用而产生电磁力的原理制成。此外常见的还有整流系仪表、铁磁电动系仪表等。

(2) 按使用方法分类 有安装式、便携式两种。安装式仪表是固定安装在开关柜或电气设备面板上的仪表，又称为面板式仪表。它的准确度一般不高，广泛应用于发电厂、配电

所的运行监视和测量中。便携式仪表是可以携带的仪表,其准确度较高,广泛应用于电气维修、电气试验、精密测量及仪表检定中。

(3) 按准确度等级分类 有 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0 共七级。准确度等级的数字越小,表示仪表的误差越小,准确度等级也越高。

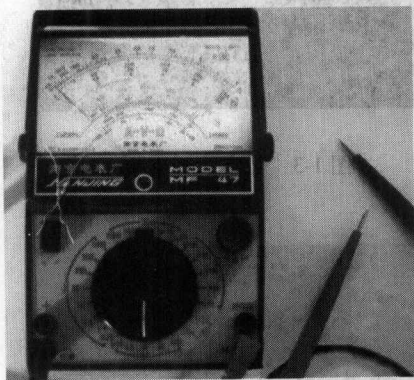


图 1-1 指示仪表

(4) 按被测量的名称分类 有电流表、电压表、功率表、电能表、频率表、相位表、万用表等。

(5) 按使用条件分类 有 A、B、C 三组类型的仪表。A 组仪表适用的环境温度为 $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$; B 组仪表适用于 $-20 \sim 50^{\circ}\text{C}$; C 组仪表适用于 $-40 \sim 60^{\circ}\text{C}$ 。它们的相对湿度条件均在 85% 范围内。

2. 比较仪表

比较仪表的特点是在测量过程中,通过被测量与同类标准量进行比较,再根据比较结果才能确定被测量的大小,因此,比较仪表中必须有度量器(即同类标准量)的直接参与。比较仪表又分直流比较仪表和交流比较仪表两大类。直流电桥属于直流比较仪表,交流电桥属于交流比较仪表。直流单臂电桥属于典型的比较式仪表,其外形见图 1-2。

3. 数字仪表

数字仪表的特点是采用数字测量技术,并以数码的形式在屏幕上直接显示出被测量的数值。数字仪表的种类很多,常用的有数字式电压表、数字式万用表、数字式频率表等。常见的数字式频率表的外形见图 1-3。

4. 智能仪表

智能仪表主要是指内部装有微处理器或微型计算机的仪器。这种仪器利用微处理器的控制和计算功能,可实现远程控制、记忆、自动校正、自诊断故障、数据处理和分析运算等功能,因此这种微机化的仪器又称为智能仪器。数字式存储示波器就属于智能仪表,其外形见图 1-4。它能将被测波形以及测量的结果以数字形式直接显示在屏幕上,使用十分方便快捷。

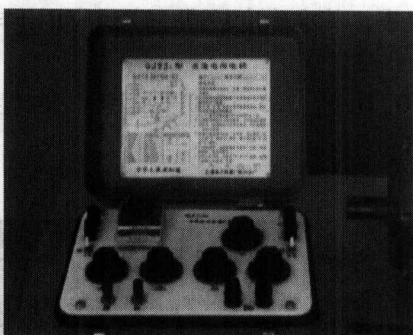


图 1-2 直流单臂电桥

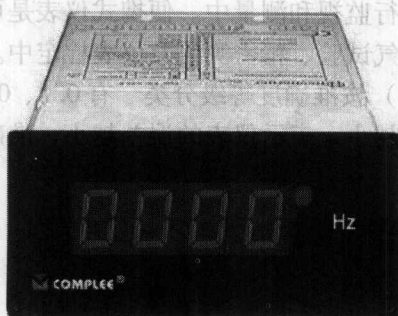


图 1-3 数字式频率表

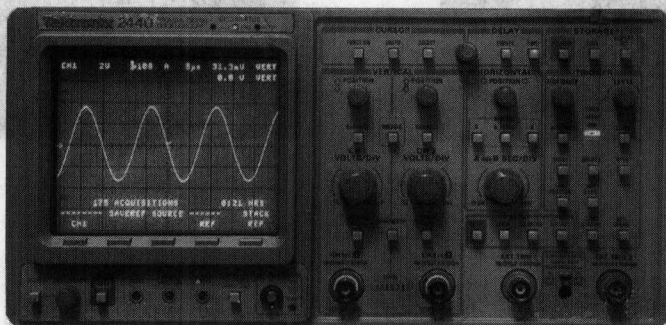


图 1-4 数字式存储示波器

二、电工指示仪表型号的识别

为了便于选择仪表，在电工指示仪表面板的显著位置都标有它的型号。电工指示仪表的型号是按照国家有关规定的标准编制的，它反映了仪表的用途、工作原理等特性。正确识别电工指示仪表的型号对使用、选择仪表具有十分重要的意义。

1. 安装式指示仪表型号的识别

安装式指示仪表型号的组成及含义如下：

