

高等商业院校試用教材

电工仪表商品学

中国交通电工器材公司上海采购供应站 編
上 海 財 經 学 院

黑 龙 江 人 民 出 版 社

高等商业院校試用教材

电工仪表商品学

中国交通电工器材公司上海采购供应站 編
上 海 財 經 学 院

黑 龙 江 人 民 出 版 社

1964年·哈尔滨

电工仪表商品学

中国交通电器器材公司上海采购供应站 编
上 海 财 经 学 院

黑龙江人民出版社出版 (哈尔滨道里森林街14-5号) 黑龙江省书刊出版业营业许可证黑出字第001号

黑龙江新华印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092 毫米 $\frac{1}{25}$ · 印张 $22\frac{2}{25}$ · 插页 3 · 字数 470,000 · 印数 1-4,000

1964年9月第1版 1964年9月第1次印刷

总号:1369

统一书号, 4093·184 定价, (8)二元一角

緒 言

“电工仪表商品学”主要讲述各种国产电力、电讯仪器、仪表的原理、结构、用途、型号分类、检验、维护及储运、保管等技术理论知识。全书编排按商业部门经常接触到的仪器仪表等商品分列为十八章。编写时在考虑全书系统性的同时也照顾到每章的独立性。理论的叙述亦尽量避免繁复，主要以能说明商品的结构、原理及使用方法为主，并列举实物加以阐述，这是不同于一般工业专业所采用教本的特点之一。至于高频及超高频等专用仪器、仪表则不在本书叙述范围以内，故从略。

电工仪表制造业是现代工业中的一个重要部分。它的发展和成就，被视为衡量一个国家工业和科学技术水平的重要标志之一。

我国的电工仪表制造业，始于1936年，在上海、天津等地出现了几个规模很小的民办电表厂。它们除了修配电表外，还依靠外国材料和零件，制造一些简单的开关板用电表，准确度一般不超过1.5级。解放前的电工仪表制造业，在帝国主义的疯狂掠夺下，一直处于极其落后的状态。解放以后，在党的领导下，立即开始了艰巨的经济恢复工作，对电工仪表业，一方面积极建立和发展国营工厂，一方面组织私营企业恢复生产。经过短短三年的经济恢复时期，已能成批生产1.5级以下的成套开关板仪表、1.0级以下的便携式仪表和0.5级的惠斯顿电桥等产品，奠定了新中国电工仪表工业的初步基础。

第一个五年计划期间，我国兴建了具有现代化水平的哈尔滨电表仪器厂。这个厂的建成，使我国电器仪表工业的发展进入一个重要阶段。从而使我国技术较低的仪表制造业很快地提高到最先进的技术水平。与此同时，上海电表厂进行了大规模的扩建，北京、上海、天津等地的一些私营工厂经过合营并厂后也有了迅速的发展，到第一个五

年计划末期，我国电器仪表工业为国家提供了大量的新产品，并且满足了国内不断增长的需要。

1958年及1959年我国电器仪表工业有了更进一步的发展，0.1级精密仪表的制成，标志着国产指示电表已达到世界先进水平，同时0.2级精密仪表也全部投入了生产，并且已能基本上满足需要；张丝结构仪表的试制成功，节省了很多的关键性零件，经济价值很大。

近年来，许多新产品，如三用电桥、高压电桥、脉冲示波器、近距离及远距离测量的整套仪表的相继试制和完成，使目前国内电工仪表的品种、质量和数量已能基本上满足一般需要，而且还开始支援其他兄弟国家的建设。

随着电气测量技术的广泛应用，电工仪表不仅作为各种基本计量标准和指示工具，而且在工农业生产和科学研究工作中，也是测量、记录、自动化控制、指示等不可缺少的工具。

由于电工仪表品种很多，本书篇幅较大，课时有限，因此在教学中必须采用重点讲解与自学研究并重的方法。

随着电工仪表产品的不断增多，生产技术的迅速提高，新产品必然会不断地涌现。为此，在教学过程中，必须经常到生产部门参观学习，联系实际，不断吸收新的使用技术、保管、养护和检验方法等，以期达到学以致用，不断提高的要求。

目 录

前 言

第一章 电工测量仪表概說	1
第一节 仪表的分类和形式	1
第二节 仪表的误差及准确度	8
第三节 指示电表的动作原理	10
第四节 指示电表的结构	11
第二章 电工测量仪表的一般技术条件	18
第一节 仪表的基本误差与附加误差	18
第二节 仪表等级与容许误差的标准	21
第三节 对电工测量仪表的其他技术要求	27
第三章 磁电式电表	33
第一节 磁电式电表的结构及动作原理	33
第二节 分流器	37
第三节 附加电阻	40
第四节 电流表和电压表的温度补偿	42
第五节 磁电式电表的应用	43
第六节 直流电流表和电压表的规格	44
第七节 整流式电表	45
第八节 热电式电表	50
第九节 磁电式电表的常见故障和原因分析	52
第十节 直流电流表和电压表的检验方法	54
第十一节 电表的仓储保管	57
第四章 电磁式电表及仅用互感器	58
第一节 电磁式电式的结构及动作原理	58
第二节 电磁式电表的一般特性	59
第三节 交流电流表和电压表的规格	62

第四节	交流电流表和电压表的常见故障及检验方法	63
第五节	仪用互感器的用途	64
第六节	电压互感器的结构及作用原理	64
第七节	电压互感器的参数	66
第八节	电压互感器的等级标准和极性	67
第九节	电压互感器的型号和规格	68
第十节	电流互感器的结构及作用原理	71
第十一节	电流互感器的参数	73
第十二节	电流互感器的形式和极性	78
第十三节	电流互感器的型号和规格	79
第十四节	仪用互感器的检验方法	84
第十五节	电流互感器试验器	90
第十六节	钳形表的形式和规格	95
第十七节	钳形表的常见故障及原因分析	97
第十八节	钳形表的检验方法	98
第五章	电动式电表	100
第一节	电动式电流表电压表的结构及动作原理	100
第二节	电动式电流表电压表的型号和规格	104
第三节	单相电力表的结构及动作原理	106
第四节	单相电力表的型号和规格	110
第五节	三相电力表	111
第六节	铁磁电动式电力表	111
第七节	万用钳形表	113
第八节	电力表的常见故障及检验方法	115
第九节	功率因数表的结构及动作原理	117
第十节	功率因数表的规格	119
第十一节	功率因数表的检验方法	119
第十二节	周率表的结构和动作原理	121
第十三节	周率表的型号和规格	123
第十四节	周率表的常见故障及检验方法	124
第六章	微电计	12
第一节	微电计的种类及用途	127

第二节	直流磁电式微电计的結構及動作原理	127
第三节	直流磁电式微电计的型号和規格	131
第四节	冲击电流計	136
第五节	振动式(諧振式)微电计的結構及動作原理	138
第六节	振动式微电計商品举例	139
第七节	微电計的选择	141
第八节	直流微电計的技术要求	142
第九节	微电計的常見故障及原因分析	143
第十节	微电計的檢驗方法	144
第十一节	微电計的倉儲保管	150
第七章	电度表	151
第一节	单相电度表的結構及動作原理	151
第二节	单相电度表的精密等級和技术要求	159
第三节	单相电度表的型号規格	162
第四节	三相有功电度表的結構和技术要求	163
第五节	三相有功电度表的型号規格	166
第六节	三相无功电度表的結構及作用原理	169
第七节	三相无功电度表的規格及精密等級	172
第八节	最高需量电度表概說	173
第九节	标准电度表的結構及動作原理	174
第十节	标准电度表的技术要求	176
第十一节	标准电度表商品介紹及其使用法	177
第十二节	电动式直流电度表的結構及動作原理	181
第十三节	汞罩型直流电度表的結構及動作原理	183
第十四节	电度表的常見故障及原因分析	185
第十五节	电度表的檢驗方法	186
第十六节	电度表的包裝、保管及運輸	188
第八章	电单位的度量	189
第一节	标准電池	189
第二节	标准电阻及电阻箱	195
第三节	标准电感线圈及电感箱	210
第四节	标准电容器及电容箱	216

第九章 直流电位差计	225
第一节 概說	225
第二节 工作原理和結構	225
第三节 分路十进盘线路的电位差计	229
第四节 双十进盘线路的电位差计	233
第五节 桥式线路的电位差计	235
第六节 低阻电位差计	240
第七节 携带式电位差计	244
第八节 电位差计的技术要求和檢驗方法	248
第九节 电位差计的包装、保管及运输	253
第十章 电桥	255
第一节 直流电桥原理	255
第二节 直流电桥的結構形式	258
第三节 直流电桥的准确度等級及技术要求	262
第四节 直流电桥的型号及使用方法	264
第五节 直流电桥的檢驗方法	276
第六节 交流电桥原理	279
第七节 交流电桥的結構	280
第八节 几种常用的交流电桥电路	281
第九节 交流电桥型号介紹及使用方法	392
第十节 交流电桥的檢驗方法	308
第十一节 电桥的包装、保管、运输	309
第十一章 欧姆表及万用电表	310
第一节 欧姆表的結構原理	310
第二节 万用电表的結構原理	315
第三节 万用电表的形式	325
第四节 万用电表型号介紹及电路分析	326
第五节 万用电表的准确等級和技术要求	335
第六节 万用电表的常見故障和檢驗方法	337
第十二章 其他电阻、电容、电感测量仪表	339
第一节 测量高阻值的仪表	339
第二节 接地电阻測試器	349

第三节	大地电阻率测试器	357
第四节	利用諧振法的电容計	361
第五节	利用諧振法的电感計	366
第六节	Q 表	370
第十三章	稳压器及振荡器	388
第一节	概說	388
第二节	电子稳压器	389
第三节	铁磁饱和式稳压器	393
第四节	磁放大器式稳压器	398
第五节	蜂鳴振荡器	401
第六节	电子管音频振荡器	402
第七节	高频訊号发生器	420
第十四章	电子管电压表	431
第一节	电子管电压表的用途和类型	431
第二节	电子管电压表的工作原理	432
第三节	电子管电压表型号介紹	444
第四节	电子管电压表的檢驗方法	450
第五节	电子管电压表的包装、保管、运输	451
第十五章	电子管試驗器	453
第一节	电子管試驗器的用途和类型	453
第二节	电子发射式电子管試驗器	454
第三节	跨导式电子管試驗器	456
第四节	电子管試驗器型号介紹	459
第五节	电子管試驗器的檢驗方法	463
第十六章	阴极射綫示波器	465
第一节	示波器的用途及結構	465
第二节	阴极射綫管	467
第三节	鋸齿波发生器	476
第四节	放大器 (或称增幅器)	483
第五节	电源供給	487
第六节	型号介紹	489
第七节	脉冲同步示波器	494

第八节	双綫示波器	505
第九节	电子交换器	505
第十节	示波器的檢驗方法	508
第十一节	示波器的維護及儲运保管	515
第十七章	頻率計	516
第一节	概說	516
第二节	音頻頻率計	517
第三节	諧振式波长表	525
第四节	外差式頻率計	526
第十八章	失真度計	532
第一节	概說	532
第二节	工作原理	533
第三节	型号举例	538
第四节	失真度計的檢驗方法	541

第一章 电工测量仪表概說

第一节 仪表的分类和形式

按照被测的量与测量单位比較时所用的不同方法，电工测量仪表可分为直接計值仪表和比較仪表二种。有讀数装置指出被测量的数值的仪表，称为直接計值仪表。例如电流表、电力表、电度表等。用来将被测的量与度量比較的仪表，称为比較仪表。比較仪表必須与度量同时应用，才能进行测量。例如，测量各种电的量所用的直流补偿器，需用电势度量和电阻度量。又如，测量阻抗所用的电桥，需用电感电容等度量。

按照获得讀数的不同方法，测量仪表又分为直接讀数仪表、控制讀数仪表和自动記錄仪表三种。直接讀数仪表在作用时，給出直接可数的讀数，而不需将任何影响加到它的测量机构或讀数装置上（例如电流表、功率表）。控制讀数仪表在作用时，需要对应的影响加到测量机构或讀数装置，才能获得讀数（例如电桥、补偿器）。自动記錄仪表在作用时，将讀数記錄在紙上（例如自动記錄电压表）。

直接讀数仪表又可分为指示仪表和累計仪表。給出被测的量在测量时的值者，叫指示仪表（例如电流表、电压表）。給出被测的量系由計算机构决定的总数值者，叫累計仪表。因之，要得到被测的量由計算机构所决定的在测量时的值，必須从所得讀数减去开始测量前的讀数（例如，电度表所得讀数为4587瓦时，开始测量时的讀数为4087瓦时，則測得的电能为 $4587 - 4087 = 500$ 瓦时）。

电工测量仪表根据被测的量的分类，如表1-1。

此外，直接計值仪表并根据下列特征而分类，电流性质、作用原理、准确度、屏蔽外界磁場的方法、应用特性、装置方法、外形、外

表 1—1 电工测量仪表根据被测的量的分类

被 测 的 量		仪 表 名 称	仪 表 图 例
电	流	电流表	
		安培表	$\textcircled{A}$
		毫安表	$\textcircled{mA}$
电	压	微安表	$\textcircled{\mu A}$
		电压表	
		伏特表	$\textcircled{V}$
电	功	千伏表	$\textcircled{kV}$
		毫伏表	$\textcircled{mV}$
		电位差计	—
电	率	电力表	$\textcircled{W}$
		电度表	
		瓦时表	— wh —
电	能	百瓦时表	— hwh —
		千瓦时表	— kwh —
相	差	功率因数表	$\textcircled{\varphi}$
		频率表	$\textcircled{Hz}$
		欧姆表	$\textcircled{\Omega}$
电	感	兆欧表	—
		电 桥	
		电感计	$\textcircled{H}$
电	容	电 桥	—
		电容计	$\textcircled{F}$
		电 桥	—

壳的防护力、尺寸大小等等。

根据电流性质，仪表分为直流仪表、交流仪表和交直流两用仪表。

根据作用原理，电工测量仪表分为下列各式：

1. 磁电式：特征是有一个永久磁铁和一个电流回路（通常为线圈的形式）。根据能动部分（电流回路和磁铁）由磁场与电流回路间的相互作用力所引起的运动，决定被测量的值。

2. 电磁式：利用一个或几个电流线圈对于软铁磁材料的一部分或几部分的作用，这些部分通常便组成仪表的能动部分，并根据能动部分的运动，决定被测量的值。

3. 电动式：它有几个电流回路，其中有的是固定不动的，其余的为能动的。根据能动部分由电力所引起的运动，决定被测量的值。有些仪表中，为了加强磁场而采用由铁磁材料制成的磁导体，这种仪器叫铁磁电动式。

4. 感应式：应用几个交流回路，交流所造成的磁场在仪表能动部分内产生感应电流，引起能动部分的运动。

5. 热式：这种仪表能动部分的运动偏转，是由于被测电流使物体加热而伸长，或者变更形状或体积。

6. 热电式：特征是应用一个或几个热电偶，在被测电流所发生的热量的影响之下，使热电偶产生直流通过磁电式测量机构。

7. 整流式：用一个或几个整流器和一个磁电式测量机构所联接成的电路，用来测量各种交流电的量。

8. 电子管式：由一个或几个电子管和一个磁电式测量机构所联接成的电路，可用来测量各种交流电的量。

9. 光电式：应用一个或几个光电管和一个磁电式测量机构联接成的电路，可用来测量各种光的量。

10. 静电式：特征是应用一个或几个能动极片和几个固定极片构成电容器，在电场力影响下，能动极片与不动部分作相对的运动。

11. 电解式：利用被测直流使电解质分解的过程，根据分解产物的重量或体积，决定在电流通过的时间内所流过电路的电量。

12. 振动式（谐振式）：是用许多薄片，调谐在不同的固有振动周期，由于振动片与被测频率的谐振，可用来测量频率。

根据我国国家标准，直接读数的测量仪表，依照它们的准确度分为七级，即：0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.5 和 4.0。

根据屏蔽外界场的方法，仪表可分为：屏蔽的、不屏蔽无定位的和非无定位的三种。

根据应用特性, 仪表分为开关板式、携带式和活动装置用的耐震仪表三种。

此外, 开关板式仪表有突出式和嵌入式二种。根据外形, 仪表有圆形的和方形的。根据外壳的防护力, 仪表可分为防尘的、防潮的、防溅的和密闭的。根据尺寸大小, 国内目前生产的一般圆形仪表有2吋、3吋、5吋和7吋等种; 方形的有2吋、3吋、4吋和6吋等种。各种形式的外形图, 如图1-1至1-8所示。

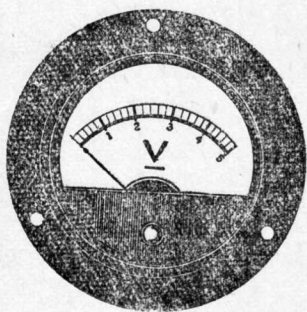


图1-1 2吋圆形嵌入式直流电压表的外形图

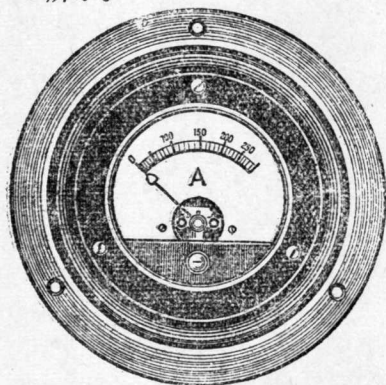


图1-2 3吋防振避磁圆形嵌入式交流电流表的外形图

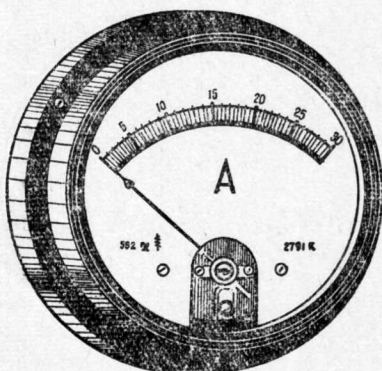


图1-3 5吋圆形凸出式直流电流表的外形图

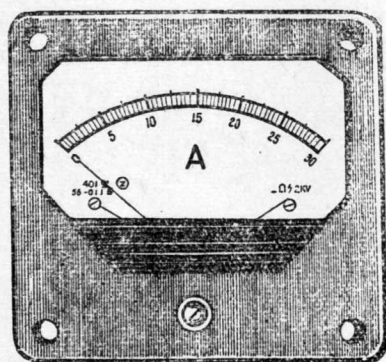


图1-4 4吋方形嵌入式直流电流表的外形图

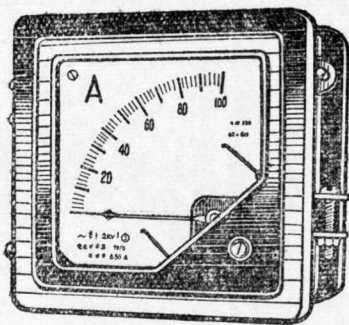


图 1—5 6 吋方形嵌入式交流
电流表的外形图

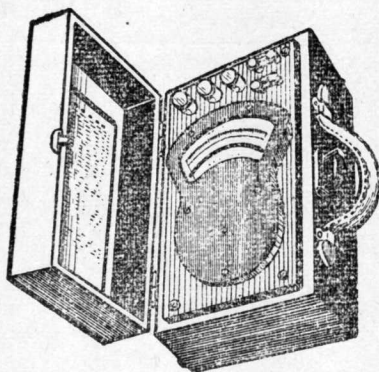


图 1—6 携带式交直流电流表的
外形图

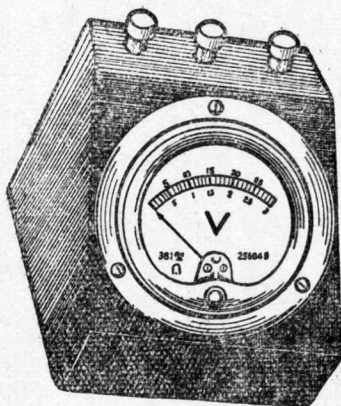


图 1—7 斜方壳台式直流电压
表的外形图

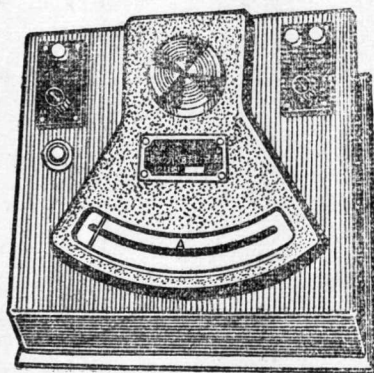


图 1—8 0.2 級标准交直流电流
表外形图

电工测量仪表各种型式的例定表示符号，和刻度尺上用来说明仪表特性的記号，以及运用时的某些主要守則，見表 1—2。

表 1—2 各式电工测量仪器的图例

標 記	式	標 記	說 明
	感應式: 甲、有機械反作用力	儀器裝置 的 標 記 	儀器的裝置: 垂直裝置
	乙、無機械反作用力		水平裝置
	熱線式		30° 傾斜裝置
	熱電式: 甲、有接觸熱電堆	例: 	準確度 1.5 級、有機械 反作用力的電磁式直流 儀器作 30° 傾斜裝置
	乙、有絕緣熱電堆		
	整流式		
	電子管式		
	光電式		
	靜電式		準確度 1.0 級的電動式 交直流儀器作水平裝置
	振動式		