

专业技术学习资料



电工仪表修理

陆正荣、段孝斌 等編著



國防工業出版社

专业技术学习资料

电 工 仪 表 修 理

陆正荣、段孝棫等编著



国防工业出版社

1965

內 容 簡 介

全书包括四部分，书中重点讲述軸尖、軸承、游絲、动圈、指針、度盘、磁鋼等的修理与配制方法；介紹了常用的磁电系仪表、磁电系檢流計及張絲仪表、万用表、搖表、电磁系仪表及电动系仪表的修理与調整方法；还介紹了电工仪表檢修的基础知識和修理用設備、工具等。

为使讀者易于理解，有些关键技术采用图来表达修理与加工方法。

本书可供具有初中文化程度、从事电工仪表修理工作的技术工人使用，也可供本专业的工程技术人员参考。

电 工 仪 表 修 理

陆正荣、段孝斌等編著

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店經售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $1/32$ 印張 $13^{5/16}$ 340 千字

1966 年 1 月第一版 1966 年 1 月第一次印刷 印数：0,001—15,500册

統一书号：15034·1067 定价：(科四) 1.70元

序

随着我国工业的迅速发展，电工仪表修理方面的技术队伍也在不断的扩大。很多初参加电工仪表修理工作的同志迫切需要一本能指导实际工作的技术书籍，以便能尽快的掌握这门技术，为祖国的社会主义建设服务。

在毛泽东思想的指导下，和有关部門的支持下，我們怀着能为社会主义建设事业多添一磚，多加一瓦的心情，决心集体编写这本适合工人閱讀的书，以期对修理工作有所帮助。

在编写过程中，克服了重重困难，确定了工人自己編、給工人自己看和以总结实践經驗为主，破除迷信，打破框框，集体創作的原則。为了突出修理的手艺，把难于用文字叙述的技艺尽量用看图学艺形式表示出来，插入了較多的操作方法示意图。对于有些較复杂的綫路，还采用了实物連接方法的立体示意图或分部綫路。

参加本书编写工作的人員主要是从事电工仪表修理工作的技术工人。因此，在內容上是以参加集体編著人員的实践經驗为主的，沒做理論上的闡述。

本书的編著、校对、繪图是在集体討論与分工負責相結合的原則下进行的，由于水平有限，难免还存在着不妥、甚至錯誤的地方，望讀者給予批評指正。

参加本书編著工作的有(按姓名笔划排列)：王捷夫、朱家余、陆正荣、佟柏芬、沈 尧、李宝民、袁德富、孟书义、赵会符、段孝楫、柴信祥、黄庆国、賀楚湘、樊恩起。

协助編写的有：于最文、王希华、王振惠、王玉霞、刘海燕、刘青芳、米素霞、朱祺琇、李忠根、苏家康、应素珍、吳丽云、吳玉新、陈 令、陈 煒、金 穎、范云龙、周天合、赵玉书、馬淑珍、馬秀兰、俞玉琴、段海生、錢宝华、奚可影、黄燦文、張 文、張庆梅、張雅坤、張秀丽、張树发、張曾玲、傅凤新、蔡必正、魏秀女。

目 录

序	3
---------	---

緒論	9
----------	---

第一部分 修理电工仪表的基础知識

第一章 电工测量的基础知識	11
---------------------	----

§ 1-1-1 测量的概念和测量仪器的分类	11
-----------------------------	----

§ 1-1-2 衡量测量仪器技术特性的主要标准	11
-------------------------------	----

第二章 修理工作中常用的电阻仪器及标准附件的	
------------------------	--

使用与維護	14
-------------	----

§ 1-2-1 标准电池	14
--------------------	----

§ 1-2-2 标准电阻	18
--------------------	----

§ 1-2-3 测量电阻箱及直流分压箱	22
---------------------------	----

§ 1-2-4 直流檢流計	31
---------------------	----

§ 1-2-5 直流电桥	38
--------------------	----

§ 1-2-6 直流电位差計	56
----------------------	----

§ 1-2-7 用补偿法檢定仪表的簡易綫路装接方法	79
---------------------------------	----

第三章 直讀仪表的一般問題	87
---------------------	----

§ 1-3-1 直讀仪表的分类及主要技术特性	87
------------------------------	----

§ 1-3-2 直讀仪表的組成	90
-----------------------	----

§ 1-3-3 电工仪表的誤差	97
-----------------------	----

§ 1-3-4 溫度补偿	100
--------------------	-----

第二部分 修理工作中常用的工具、材料、仪器、設備

第一章 工具及自制工具	115
-------------------	-----

§ 2-1-1 拔装軸尖用的专用工具	115
--------------------------	-----

§ 2-1-2 更換游絲、張絲、吊絲时用的专用工具	124
---------------------------------	-----

§ 2-1-3 繞动圈用的专用工具	127
-------------------------	-----

§ 2-1-4 其它自制工具	136
----------------------	-----

第二章 材料、仪器、设备	143
§ 2-2-1 检修用材料	145
§ 2-2-2 检修用仪器、设备	147
第三章 检定用电源及调节设备	150
§ 2-3-1 检定用电源的主要要求	150
§ 2-3-2 蓄电池的使用与维护	152
§ 2-3-3 用比较法检定仪表时所用的电源调节设备	157
第三部分 电工仪表通用零件的修配方法	
第一章 轴尖的磨修与制作	171
§ 3-1-1 主要技术要求	171
§ 3-1-2 常见故障的产生原因	174
§ 3-1-3 轴尖修磨方法	175
§ 3-1-4 个别轴尖的配制	180
§ 3-1-5 轴尖质量的检查方法	182
第二章 轴承与轴承螺丝	184
§ 3-2-1 主要技术要求	184
§ 3-2-2 轴承螺丝的配制及轴承的镶装	187
§ 3-2-3 轴承的故障及检查方法	188
§ 3-2-4 轴承的修理及更换	189
第三章 游丝	192
§ 3-3-1 主要技术要求	192
§ 3-3-2 常见故障及排除方法	195
第四章 动圈的绕制	202
§ 3-4-1 动圈结构和要求	202
§ 3-4-2 动圈的绕制	203
§ 3-4-3 无框架动圈的绕制	205
§ 3-4-4 轴尖座的粘合与线头焊接	209
第五章 仪表刻度盘的修理	211
§ 3-5-1 刻度盘的一般要求	211
§ 3-5-2 刻度的常见缺陷及其消除方法	213
§ 3-5-3 纸面刻度盘的绘制	215

§ 3-5-4 用照相法晒印表盘的方法	221
§ 3-5-5 0.5級 0.2 級仪表刻度盘簡易修理法	225
第六章 永久磁鉄	230
§ 3-6-1 性能与結構	230
§ 3-6-2 充磁与退磁	233
§ 3-6-3 磁通的測量	236
第七章 其它零件的配制	238
§ 3-7-1 軸尖座与軸杆的配制	238
§ 3-7-2 指針的修配	239
§ 3-7-3 調零器的車制	244
§ 3-7-4 支架的修配	245
§ 3-7-5 表壳的修补	246
§ 3-7-6 表面玻璃的加工	247
第四部分 电工仪表的調修	
第一章 磁电系仪表的調修	251
§ 4-1-1 磁电系仪表的結構原理	251
§ 4-1-2 修理前的故障檢查	254
§ 4-1-3 不拆开測量机构的基本修理	256
§ 4-1-4 拆开測量机构的修理	262
§ 4-1-5 磁电系电流电压表誤差調整	275
第二章 磁电系檢流計及張絲仪表的修理	287
§ 4-2-1 檢流計的修理	287
§ 4-2-2 張絲仪表的修理	297
第三章 万用表調修	302
§ 4-3-1 万用表主要組成元件	302
§ 4-3-2 万用表的原理綫路	308
§ 4-3-3 故障的檢查	317
§ 4-3-4 故障分析及調整	319
第四章 搖表的調修	329
§ 4-4-1 搖表的結構及原理	329
§ 4-4-2 測量綫路和一般技术要求	336
§ 4-4-3 搖表的常見故障	340

§ 4-4-4 搖表拆卸	343
§ 4-4-5 故障檢查及修理	346
§ 4-4-6 搖表組裝	363
§ 4-4-7 搖表調整與校驗方法	364
第五章 电磁系仪表的調修	367
§ 4-5-1 电磁系仪表的結構原理	367
§ 4-5-2 常見故障及其原因	369
§ 4-5-3 刻度特性的調整	370
第六章 电动系电压表电流表的調修	378
§ 4-6-1 电动系仪表的結構原理	378
§ 4-6-2 电动系仪表的故障及調修方法	385
§ 4-6-3 电动系仪表刻度特性的調整	389
§ 4-6-4 測量線路的調整	394
結束語	404
附录一、錳銅合金綫和鎳銅合金綫的电阻值	405
附录二、仪表檢修常用漆包銅綫参考数据表	407
附录三、对于各种电流密度而言的導綫电流負載	414
附录四、每 1 厘米长度的电阻板上用密集繞法实际可繞 的圈数	419
附录五、每 1 厘米 ² 連續密繞綫圈中实际具有的欧姆数 ...	420
附录六、在 1 厘米 ² 的綫圈截面积中用密集的交流式繞 法实际可繞的圈数	421
附录七、在用密集的交流交疊式繞法的綫圈中每 1 厘米 ³ 体积实际具有的欧姆数	423
附录八、焊料配方及用途	425
附录九、焊剂配方及用途	426
附录十、粘合材料	426

緒 論

測量是確定各種量的數值的过程，也是認識客觀世界不可缺少的手段。電氣測量是人們要更全面的認識電世界，并借助于測量儀器掌握它的規律性，以便于利用它來為人類服務的一項專業技術工作。在我國社會主義建設事業正飛躍發展的今天，幾乎沒有一個科學技術領域可以離開測量工作，而電氣測量又是它的重要組成部分之一。因此，電氣測量儀表在國民經濟的各個部門中得到廣泛的採用。為確保這些儀表的正常使用，在我國有成千上萬的儀表維修人員在勤勞的工作，并在實踐中積累了不少經驗，但是只有大家互相學習，取長補短才能進一步提高，以適應社會主義建設事業發展的需要。

電工儀表檢修人員的主要任務是負責周期檢定后不合格儀表的修理，以確保使用中的儀表能正常工作，同時，在完成任务的基礎上，應配合生產發展的需要，適當的進行儀表量限的改裝工作；另外還要根據新產品試制的需要，協助配制專用測量儀表，并配合生產解決有關電工測量方面的技術問題。在檢修工作已納入正軌之后，應注意總結修理經驗，如常見故障和行之有效的排除方法等等。對儀表的非正常損壞及時提出防護措施的建議。對於使用者操作不當或維護工作做得不好而導致儀表壽命的縮短，應及時提出改進意見。為確保生產不間斷的進行，應根據儀表損壞的規律準備適當數量的備件，并按季編訂儀表檢修用的材料計劃，對購到的材料應注意妥善保管和節約使用等等。更重要的是要在工作實踐中不斷的培养又紅又專的新生力量。

要做好电工仪表的檢修工作，应注意以下几方面的工作：

1. 建立起修理工作的組織，培养起一支又紅又专的仪表維修技术队伍，制定必要的工作制度。
2. 选择适当的工作地点，檢修工作室应光线明亮，无震源。这样才能进行精密复杂仪表的修理工作，且有利于保护高灵敏度精密仪器不致损坏。
3. 要配备一定的修理工具及适合修理人员使用的工作台。
4. 应当准备必須的檢修常用的材料。
5. 根据生产需要适当选配必要的标准仪器、仪表及校驗設備。

第 一 部 分

修理电工仪表的基础知識

第一章 电工测量的基础知識

§ 1-1-1 测量的概念和测量仪器的分类

一、测量的概念

“测量”是人們在社会实践中認識客觀事物和現象时不可缺少的过程，人們对于客觀存在的事物和現象的認識，不仅仅局限于性质方面，应推进到数量方面，这样才能使認識更加深化，才能有助于認識它的本质和規律性，从而将認識过程更提高一步。测量技术在認識过程中所起的作用就在于它能使我們全面地來認識客觀世界。

“测量过程”就是把被测量同测量单位进行比较的过程。例如，用尺去量布的长度；用安培表去测量电流强度等。

为了能够正常的进行测量，必須有：

1. 度量器（量具）——测量单位的实物复制件。
2. 测量仪器——用来实现被测量与度量器相互比較的技术工具。

二、测量仪器的分类

电工测量仪器按其使用情况可分为二类：

1. 直讀仪表——凡是测量結果可直接由仪表指示机构的示值获得的均屬此类。如所有指示仪表及自动記錄仪表。
2. 較量仪器——包括所有的需要度量器参与工作才能获得最后結果的测量仪器，如电桥、电位差計等。

§ 1-1-2 衡量测量仪器技术特性的主要标准

仪表的修理及制造部門必須考虑到仪表所应符合的技术要

求。在仪表檢修工作中,可以从以下几个方面来衡量仪器的质量。

一、誤差

誤差是具体判断測量結果准确性的标准,它决定着測量值和实际值的接近程度。

誤差有如下几种表达形式:

1. 絕對誤差——指示值 A_x 和实际值 A_0 之差,用符号 Δ 表示。

$$\Delta = A_x - A_0 \quad (1-1-1)$$

$$\text{更正值 } C = -\Delta = A_0 - A_x \quad (1-1-2)$$

2. 相对誤差——絕對誤差 Δ 和实际值 A_0 之比的百分数,以 β 表示。

$$\beta = \frac{\Delta}{A_0} 100\% = \frac{A_x - A_0}{A_0} 100\% \quad (1-1-3)$$

在工程測量技术中,实际值 A_0 計算起来很麻煩,故实际上常用名义相对誤差 β_x 。

$$\beta_x = \frac{\Delta}{A_x} 100\% = \frac{A_x - A_0}{A_x} 100\% \quad (1-1-4)$$

例如:有一名义值为 10 欧的标准电阻,檢定后获得的最后結果为 10.002 欧 (实际值),該电阻的誤差为:

$$\beta_x = \frac{A_x - A_0}{A_x} 100\% = \frac{10 - 10.002}{10} 100\% = -0.02\%$$

相对誤差的表示方法,在度量器以及較量仪器中应用較多。

3. 引用誤差——絕對誤差 Δ 与仪表測量上限 A_m 之比的百分数,以 β_m 表示。

$$\beta_m = \frac{\Delta}{A_m} 100\% = \frac{A_x - A_0}{A_m} 100\% \quad (1-1-5)$$

例如:在檢定一只 1.5 級、0~250 伏的磁电系伏特表时,在被檢表 200 伏那一点的标准表讀数是 203 伏,則:

$$\Delta = A_x - A_0 = 200 - 203 = -3 \text{ 伏}$$

$$\text{更正值 } C = -\Delta = A_0 - A_x = 203 - 200 = 3 \text{ 伏}$$

$$\beta_m = \frac{\Delta}{A_m} 100\% = \frac{-3}{250} 100\% = -1.2\%$$

引用誤差的表示多用在直讀仪表中，而仪表的精度級別的数字就是相对于测量上限的百分数。

二、恒定性

所謂测量仪器的恒定性，是指测量仪器在外界条件不变的前提下，指示值随時間能保持多大的不变性。通常直讀仪表用变差来衡量，度量器常用稳定性来衡量，而較量仪器則常常是两者都要考核。

1. 变差——在不变的外界条件下，对应于同一个被测量的实际值，重复讀数可能出現的差值。对于直讀仪表，可认为是当被测量由零向滿量限方向平稳增加与由滿量限向零方向平稳减小时，对于同一个刻度点上两次讀得的实际值之差，即为仪表的变差。

2. 稳定性——度量器或测量仪器的参数或示值，当它們受不可逆的和稳定的外界变化因素作用后，保持自己的数值或示值的一种性能。稳定性也常用不稳定性来表示。

例如：二級标准电池的电动势允許年变化 50 微伏，而一級标准电池則要求年变化小于 10 微伏，說明后者的稳定性高。

三、灵敏度

被测量变化 Δx 时，在仪表或仪器上引起的相应变化是 ΔA ，灵敏度用 S 表示：

$$S = \frac{\Delta A}{\Delta x} \quad (1-1-6)$$

在电位差計中，常用“格/微伏”表示，而在电桥中，則常用“格/欧”表示。在直讀仪表中，則用“格/微安”，“格/毫安”表示。

灵敏度的倒数称不灵敏度 C （又称“常数”）。

$$C = \frac{1}{S} = \frac{\Delta x}{\Delta A} \quad (1-1-7)$$

在直讀仪表中，通常表示为“安/格”，“伏/格”。

除上述外，尚有阻尼時間、消耗功率、絕緣电阻等方面的要求。

第二章 修理工作中常用的电阻仪器及标准附件的使用与维护

在电工仪表修理工作中，电阻箱、电桥和电位差计等电阻仪器用的很普遍。而标准电池、标准电阻、分压箱、检流计等等又是运用上述仪器进行测量工作不可缺少的“附件”^①，因之，了解它们的一些主要技术性能，尤其是使用维护常识，是很重要的。

§1-2-1 标准电池

一、结构及特点

标准电池就是复制“伏特”量值的标准量具。它具有如下的特点：

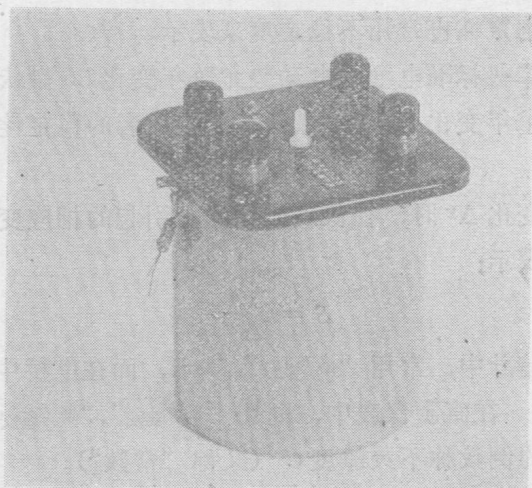


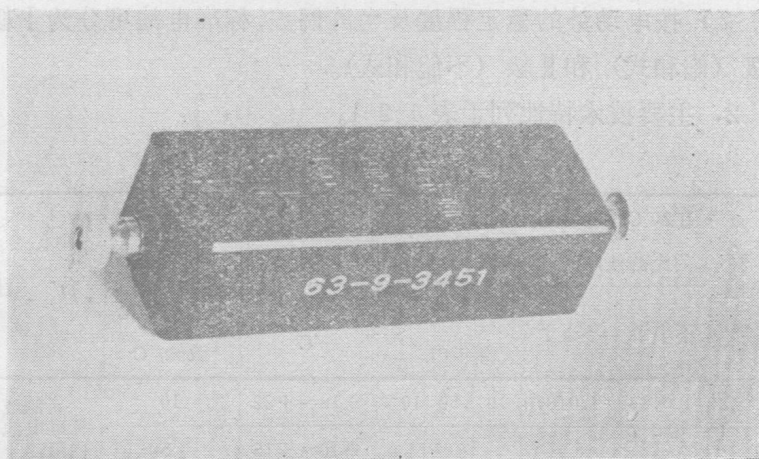
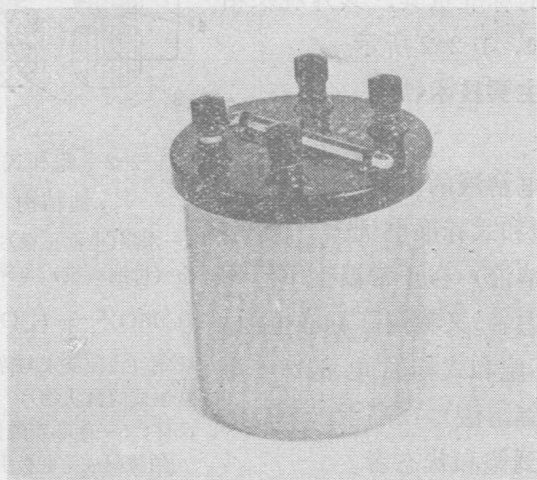
图1-2-1 标准

① 实际上，所谓“附件”又是主要组成部件，只是用以说明互相配合使用的关系。

1. 电动势恒定, 使用中随时间的变化也很小。
2. 电动势因温度的影响而产生变化, 可以用下面經驗 公式准确地加以更正。

$$E_t = E_{20} - 0.00004(t - 20) - 0.000001(t - 20)^2$$

$$\approx E_{20} - (t - 20)(t + 20) \times 10^{-6} \quad (1-2-1)$$



电池外观图

式中 E_t ——当室温为 t °C 时, 标准电池电动势的实际值, 伏;
 E_{20} ——当室温为 20 °C 时, 标准电池电动势的实际值, 伏。

3. 不存在化学副反应, 极化作用小到可以忽略的程度。

4. 电池的內阻随时间保持相当大的恒定性。

目前在国际上统一选用镉汞电池作为电动势的标准量具, 其外观及结构如图 1-2-1, 1-2-2 所示。

二、分类及主要技术特性

1. 分类

1) 按电解液的浓度可分为:

(1) 饱和式标准电池——电解液(硫酸镉溶液)在正常温度下运用达到饱和状态者。又称国际标准电池。

(2) 不饱和式标准电池——电解液(硫酸镉溶液)在高于 $+4^{\circ}\text{C}$ 的温度下未达到饱和状态者。

2) 按电动势的稳定程度及允许偏差, 标准电池可分为 I 级、II 级(饱和式)和 III 级(不饱和式)。

2. 主要技术特性列于表 1-2-1。

表 1-2-1

等 级	电 解 液 浓 度	在 20°C 时电动势 的允许值, 伏		允许最大 变化值, 微伏		最大允许 电流, 安	使用温度范围及 电动势允许偏差		备 注
		不小于	不大于	在 3~5 天内	在一 年内		温度范围, $^{\circ}\text{C}$	按温度更正 公式计算出的 电动势允许 误差 微伏/ $^{\circ}\text{C}$	
I	饱和式	1.01850	1.01870	10	50	10^{-6}	$+18 \sim +22$	10	新制成的 标准电池的 內阻, I 级 II 级通常为 1500 欧, 不 饱和式 III 级 标准电池为 600 欧。
II	饱和式	1.01850	1.01870	50	100	10^{-6}	$+10 \sim +15$	50	
							$+15 \sim +25$	20	
							$+25 \sim +30$	50	
							$+30 \sim +35$	100	
III	不饱和式	1.0185	1.0195	100	300	10^{-5}	$+5 \sim +55$	100	

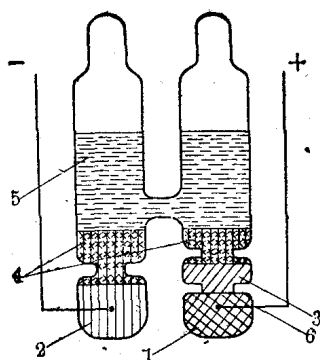


图 1-2-2 饱和式标准电
池结构

1—水银(电池正极); 2—镉汞合金(电池负极)与碎硫酸镉晶体($\text{CdSO}_4 \cdot \frac{8}{3} \text{H}_2\text{O}$); 3—反极化剂(由硫酸汞与碎硫酸镉晶体合制成的膏状物); 4—碎硫酸镉晶体; 5—饱和硫酸镉溶液; 6—铂丝制成的电极引出端。