

# 电工测量仪表的 修 理

〔苏〕 В.Э. 拉索夫斯基  
Г.И. 科托夫

30.4

机械工业出版社

# 电工测量仪表的修理

[ 苏 ] B. Θ. 拉索夫斯基  
Γ. И. 科 托 夫

马 延 林 译

姜 相 阁 校



机械工业出版社

本书介绍了电工测量仪表零件的修理、装配和调整、简述了有关电工测量仪表的修理组织，所使用的工具、夹具和装备的一些知识。

本书可作为中等职业技术学校的参考教材，也可供电工仪表的装配、修理人员和有关使用人员参考。

## РЕМОНТ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПРИБОРОВ

В. Э. Расовский, Г. И. Котов

МОСКВА «ВЫСШАЯ ШКОЛА» 1980

\* \* \*

### 电 工 测 量 仪 表 的 修 理

В. Э. 拉索夫斯基

〔苏〕 Г. И. 科 托 夫

马 延 林 译

姜 相 阁 校

\*

责任编辑 卢若薇

封面设计 田淑文

\*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

北京市密云县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

\*

开本787×1092 1/32·印张3·字数64千字

1987年5月北京第一版·1987年5月北京第一次印刷

印数 0.001—9.500·定价：0.89元

\*

统一书号：15033·6212

## 译 者 的 话

本书经苏联国家职业技术教育委员会的学术委员会认可作为中等职业技术学校的教科书。本书作者具有丰富的实践经验，书中对各种电工测量仪表中所发生的故障以及排除方法都作了较详尽的叙述。

在翻译过程中，得到了徐立权师傅的帮助，在此表示衷心的感谢。

由于水平有限，译文中定有不少谬误之处，请读者指正。

1984.5

## 序 言

随着科学技术的进步，每运用一项新技术，其中包括生产过程自动化和遥控装置，往往都要经历非常艰难的历程。高的劳动生产率只能在这些装置以高可靠性工作的情况下才有可能得到保证。然而，如果没有现代化的完善检测手段，要想正确地使用它们是不可能的。

不断地提高工农业生产的电气化水平，不断地增加国内电能的产量，实现生产综合机械化和自动化的计划，是共产党和苏联政府在建设共产主义物质技术基础方面政策的总方针。这就要求制造出高质量的新型自动化控制装置，其中包括基于新测量原理的电工测量仪表。

例如，在最近十年内，数字式自动仪表已开始广泛地用于电气测量。数字式自动仪表不仅保证测量速度快和精度高，而且也能保证与自动控制和调节系统相连接。在提高电工测量仪表质量指标如：准确度、灵敏度、稳定性、抗干扰性、可靠性等方面，正进行着大量的工作。

专门从事电工测量仪表修理的工作人员，必须十分熟悉仪表的构造和工作原理，电气测量的理论和实践，掌握各种电工测量仪表及装置的修理、装配、维护、调整和检验的技能、方式和方法。

本书对电工测量仪表修理组织和工艺规程，以及修前拆卸与修后装配诸问题进行了阐述。仪表的理论、构造和工作及电量测量方法，已在И.М.阿鲁科的《电工测量仪表》一

书中(莫斯科《高校》出版社, 1976)作了介绍, 这里不再赘述。

在对电工测量仪表未来的修理专家们的教育方面, 主要应该注意对各种型式仪表的一般修理方法和原则的研究, 而不是在现代科学技术革命的条件下, 为使其完善而对结构不断变化的个别型号和牌号的仪表进行研究。

本书第一和第二章由 Г. И. 科托夫编写, 第三和第四章及序言由 В. Э. 拉索夫斯基编写。

# 目 录

## 译者的话

## 序 言

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| <b>第1章 电工测量仪表修理的组织</b> .....                      | 1  |
| 1.1 计划预修制度 .....                                  | 1  |
| 1.2 修理的种类、内容和期限 .....                             | 3  |
| 1.3 检测仪表及自动化装置车间的任务<br>和组织 .....                  | 4  |
| 1.4 仪表的检查 .....                                   | 6  |
| 1.4.1 仪表的特性 .....                                 | 6  |
| 1.4.2 检查的周期性和种类 .....                             | 7  |
| 1.5 技术文件 .....                                    | 9  |
| 测验题 .....                                         | 11 |
| <b>第2章 修理电工测量仪表所用的工具、夹具<br/>        和装置</b> ..... | 12 |
| 2.1 修理工人的工作位置和工具 .....                            | 12 |
| 2.2 将轴尖座粘在动框上用的夹具 .....                           | 17 |
| 2.3 张丝焊接装置 .....                                  | 19 |
| 2.4 永久磁铁充磁和退磁装置 .....                             | 21 |
| 2.5 匝间短路检测装置 .....                                | 22 |
| 测验题 .....                                         | 24 |
| <b>第3章 电工测量仪表零件和装配件的修理</b> .....                  | 25 |

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 3.1 电工测量仪表的故障 .....       | 25 |
| 3.2 轴尖的修理 .....           | 26 |
| 3.3 轴承的修理和安装 .....        | 31 |
| 3.4 游丝、张丝和吊丝的修理 .....     | 33 |
| 3.4.1 游丝的修理 .....         | 33 |
| 3.4.2 张丝和吊丝的修理 .....      | 36 |
| 3.5 动框重绕和导流丝焊接 .....      | 38 |
| 3.6 可动部分的平衡 .....         | 41 |
| 3.7 指针的修理 .....           | 42 |
| 3.8 外壳的修理 .....           | 43 |
| 3.9 零件的粘接 .....           | 45 |
| 3.10 玻璃的安装 .....          | 46 |
| 3.11 线圈、分流器和附加电阻的修理 ..... | 47 |
| 3.12 测量范围转换开关故障的排除 .....  | 50 |
| 3.13 光学系统零件的修理 .....      | 50 |
| 3.14 计度器的修理 .....         | 51 |
| 3.15 钟表机构的修理 .....        | 51 |
| 3.16 刻度盘的修理 .....         | 52 |
| 3.16.1 准备过程 .....         | 52 |
| 3.16.2 刻度盘刻度的绘制 .....     | 53 |
| 测验题 .....                 | 55 |

#### 第4章 电工测量仪表的装配和调整 .....

|                        |    |
|------------------------|----|
| 4.1 仪表拆卸和装配的基本规则 ..... | 56 |
| 4.2 装配的精确度和可靠性 .....   | 56 |
| 4.3 磁电系仪表的拆卸和装配 .....  | 59 |
| 4.3.1 磁电系仪表的拆卸 .....   | 59 |
| 4.3.2 磁电系仪表的装配 .....   | 61 |

|        |                         |    |
|--------|-------------------------|----|
| 4.4    | 磁电系仪表的调整 .....          | 63 |
| 4.5    | 电磁系仪表的拆卸和装配 .....       | 65 |
| 4.5.1  | 电磁系仪表的拆卸 .....          | 65 |
| 4.5.2  | 电磁系仪表的装配 .....          | 66 |
| 4.6    | 电磁系仪表的调整 .....          | 67 |
| 4.7    | 电动系仪表的拆卸、装配和调整 .....    | 68 |
| 4.8    | 动铁磁电动系仪表的拆卸、装配和调整 ..... | 69 |
| 4.9    | 组合式仪表的拆卸、装配和调整 .....    | 70 |
| 4.10   | 静电系仪表的装配和调整 .....       | 71 |
| 4.10.1 | 静电系仪表装配概述 .....         | 71 |
| 4.10.2 | 极板有效面积变化型仪表的调整 .....    | 71 |
| 4.10.3 | 极板间距离变化型仪表的调整 .....     | 73 |
| 4.11   | 感应系仪表的拆卸和装配 .....       | 73 |
| 4.11.1 | 电度表的拆卸 .....            | 73 |
| 4.11.2 | 电度表的装配 .....            | 75 |
| 4.12   | 电度表的调整 .....            | 76 |
| 4.13   | 振动系检流计的修理和调整 .....      | 79 |
| 4.14   | 自记式仪表的调整 .....          | 80 |
| 4.14.1 | 自记式电流表和电压表的调整 .....     | 80 |
| 4.14.2 | 自记式功率表和无功率表的调整 .....    | 81 |
| 4.15   | 光线示波器的修理和调整 .....       | 83 |
| 4.16   | 数字式仪表的修理 .....          | 84 |
| 4.17   | 继电器的修理 .....            | 85 |
| 4.18   | 测量电桥的调整 .....           | 86 |
| 4.19   | 电位差计的调整 .....           | 87 |
|        | 测验题 .....               | 88 |

# 第1章 电工测量仪表修理的组织

## 1.1 计划预修制度

犹如在所有其他技术部门一样，在电工仪表制造业里也采用计划预修制度，以提高检测仪表及自动化装置的使用水平。计划预修制度本身包括仪表监督、检查和修理的一些主要技术组织措施。苏联部长会议国家标准委员会在苏联全国范围内制定了检测仪表及自动化装置的计划预修制度。这种计划预修制度实际上是指仪表经过一定时间工作之后，要对它们进行必要的复查或检查，检查结果可能发现需要作某种修理，也可能做出仪表良好和能继续使用的结论。

所有电工测量仪表，不管它们工作与否都会随着时间的推移而改变其质量指标。

例如，在仪表正常使用过程中，导电游丝由于长时间通电的结果，使弹性改变、轴尖变形、轴承磨损、触点氧化等。因此，国家机关规定要对电工测量仪表的状况进行检验。在苏联建立了国家与主管机关的监督制度。

领导国内一切计量工作的苏联部长会议国家标准委员会，实行对标准量具和测量仪表的国家监督。国家标准委员会通过一些专门机关如计量研究院和国家监督机构所属的实验室来进行这项工作。

计量研究院的工作旨在组织苏联国内计量服务、协调与其他国家，首先是经互会成员国家的计量服务，保证所有技术部

门中需要的测量精度，研制基准和标准量具。

国家监督机构所属的实验室的职能包括：

1) 建立能以高精度和最大限度满足国民经济测量需要的完善的实验基地；

2) 对出厂的测量仪表实行国家检验、试验、鉴定和对成批生产产品质量的监督；

3) 对测量仪表的准确度和良好性提出及时的检查和正确的检验；

4) 遵照苏联部长会议国家标准委员会制定的全部规则和规程对仪表实行国家检查。

测量仪表需经国家检查的期限应根据其使用条件而定。例如，生产上用的仪表与只用于科研目的的仪表相比，前者的检查较为频繁。用于检查工作仪表的标准仪表应具有更高的精确度和可靠性。因此，标准仪表经国家检查之后要立即送到国家监督机构的实验室。检查日期标注在苏联部长会议国家标准委员会发给的文件上。

国家监督机构实验室的基准、标准量具和测量仪表的装备程度以及实验室的组织和编制，均根据该实验室所在地区的工作需要而定。但是，在任何一个实验室里，均须设立电气测量科或组，从事电测服务的组织工作以及在管辖地区进行电工测量仪表的检查工作。

对测量仪器主管机关的监督是由各企业内所建立起来的相应机构来实行的。这些机构是：测量实验室、测量仪表检查处、检测仪表及自动化装置修理厂或车间。它们的职责是：

定期测定所需测量装置的技术特性和参数，及时购买这种测量装置；

确定每个仪表必须的检查周期和在规定期限进行这种检

查；

针对测量装置在规定条件下的工作内容和保管状况，及时地把它们送交国家监督机构的实验室进行国家检查，并按照质量要求与期限，对损坏的和认为不能继续使用的仪表进行修理。

对主管机关进行监督的全部工作是由测量实验室主任负责的，而使用测量装置的那些企业的领导则对测量装置的有无和技术状况负责。

因此，检测仪表及自动化装置的计划预修制度，在仪表使用期限内，能保证它们处于可工作状态，并且在高质量修理的情况下，能降低使用和维修费用。

## 1.2 修理的种类、内容和期限

根据修理工作量的不同，通常可分为小修、中修和大修。

小修是指消除非至关重要的故障，不必拆卸仪表的可动部分（如玻璃和盖的修理等）。安装式仪表的小修直接在工作地点进行。这种修理的必要性由目视检查结果而定。

中修需要部分地拆卸仪表的可动部分，以更换受损零件（轴尖、轴承、导电游丝等），并消除妨碍仪表正常工作的个别机械缺陷。这种修理可以直接在仪表安装地点进行，也可以在修理厂进行。对于大多数指示式电工测量仪表来说，其中修周期为6个月。

大修需要把仪表的可动部分全部拆下来，更换其中的磨损件，修复受损的装配件。由于大修的修理工作量很大，而且又非常复杂，故不可能在仪表安装地点进行，而只能在修理厂或测量实验室里来完成。对于大多数电气机械式仪表来说，大修每年至少进行一次。专用仪表例外。

实际使用中，中修是最常见的一种修理，而且故障量多数是属于轴尖和轴承。

如果在临近修理期经观察或检查表明，某一台仪表按其技术状况不需要修理，并完全能够继续工作，那么仪表的使用期限应延至下一次计划期限。

无论是中修还是大修之后，仪表都必须经过检查。

### 1.3 检测仪表及自动化装置车间的任务和组织

在一些大型企业里，检测仪表及自动化装置车间在行政关系上直属总工程师领导，而在一些中型企业里，它包括在总动力科编制之内。

检测仪表及自动化装置车间的职能是：

对企业各车间安装的仪表和设备的例行维护；

组织并进行定期检查和修理工作，包括计划内的修理，或仪表临时损坏的计划外修理工作；

根据检测仪表及自动化装置的具体工作条件，制定企业里现有检测仪表及自动化装置的使用细则；

及时地把检测仪表送交国家进行检定；

仪表保管和使用的监督，废除陈旧的或不能正确工作的仪表；

制定提高仪表可靠性和寿命的措施；

材料与电能消耗和统计的监督；

统计企业里现有的自动化装置；

完成仪表的安装或在安装工作按协议由其他一些单位完成的情况下要对其进行检验；

编制新仪表以及测量装置维修所需设备、备件、工具和材料的申请单；

组织维修人员的技术学习。

车间由车间主任领导，主任工程师是车间的副主任。行政管理组、主管机关监督组和技术组直属车间主任领导。维修组、修理间和检查实验室直属主任工程师领导。

**行政管理组**包括会计人员、考勤员和仓库工作人员。行政管理组的职责是，统计和保管企业资产平衡表上所登的检测仪表及自动化装置，以及其他职能。

**主管机关监督组**负责对企业工作人员使用其管辖下的检测仪表及自动化装置的正确性实行监督。

**技术组**办理企业所得测量结果的整理和分析的全部技术文件，完成控制、测量和自动化线路变动的一些必要计算工作，根据行政管理组的资料编制所需检测仪表及自动化装置、设备、备件和材料的申请单。

**检查实验室**负责在电工测量仪表中修或大修之后进行检查，同时还要检查其使用的正确性。

**维修组**是车间的主要部门之一，它保证企业各车间安装的测量装置正常工作。维修组与检测仪表及自动化装置车间的其他工作人员不同，是昼夜值班的，检测仪表及自动化装置车间的其他工作人员只是白天一班制工作。因此，维修组的工作人员包括在其他车间——工艺车间人员编制之内，工艺车间的工作人员也是昼夜工作的。换句话说，维修人员在行政和技术方面归检测仪表及自动化装置车间主任工程师领导，而业务上又隶属于同时工作的工艺车间值班主任领导。因此，维修组的工作人员只有得到工艺车间值班主任的许可之后方可进行与检测仪表及自动化装置车间设备有关的全部工作。

工作班的编制和人员数根据设备数量的多少及其复杂程度而定。在许多企业里，工作班是由值班工程师领导的。在检测仪

表及自动化装置数量很大时，值班工程师可以从最有经验的工作人员中挑选一名助手。分散在相当大区域上的各个工段的作业服务，在工作班中由每个工段的一名值班技术员负责。仪表和装置的更换与修理由4~6级值班钳工进行，值班钳工的人数可根据设备数量而定。工作仪表由2~4级（按每人负责200~250台同型仪表计算）值班仪表工维护。

维修组的工作内容规定在维修人员条例和职务细则中。在这些文件里同时也规定了工作班工作人员的权力与义务、操作规程、专业技能等。

维修组不仅要完成检修图表上规定的计划检修工作，而且也要完成与突然出现故障有关的计划外的检修工作，同时还要完成线路的应急转换工作。

**检测仪表及自动化装置修理间**属于车间的最重要和责任最重大的部门之列。修理间负责电工测量仪表及自动化装置的中修和大修工作，同时也负责现行线路改造和重调的安装工作。

修理间的领导是主任或工长。根据测量与自动化装置的装备程度确定修理间的人员定额。修理间的主要任务是保证对测量装置的修理。根据企业规模的不同，这些修理工作可能划分成很窄的专业面，例如，建立热电偶、电阻温度计、电阻箱、传感器和信号器、电子仪表等的修理工段等。此外，修理间的工作人员还要完成一些辅助性的工作，这些工作同样也可以是专门化的（机械钳工、油漆和电镀等）。

## 1.4 仪表的检查

把确定仪表特性是否符合技术条件或ГОСТ（全苏国家标准）规定的操作之综合称为检查。

### 1.4.1 仪表的特性

**仪表的基本误差和附加容许误差的范围** 基本误差范围不应超过精度等级。附加误差是由于周围空气、温度偏离了正常温度而引起的。在有关的一些标准中，规定了电工测量仪表附加误差范围的容许值。

**可动部分的不平衡误差** 当张丝式带有光指示器的指示式仪表在任何方向上偏离工作位置  $5^\circ$  时，这个误差都不应大于其精度等级。对于自记式仪表也是如此。对于其他一些仪表，这种不平衡性误差值应在偏离  $10^\circ$  的情况下观察。

**频率误差** 当频率偏离标称频率  $\pm 10\%$  时，这个误差不应超过仪表的精度等级。

**读数变差** 对于磁电系和电动系仪表来说，读数变差不应超过精度等级，对于其他型式的一些仪表以及自记式仪表来说，则不应大于精度等级的二倍值。

**指针不回零位** 对于磁电系仪表来说，指针不回零位不应超过精度等级的二分之一，而对于其他一些仪表来说，可按下式计算出：

$$\gamma = 0.01kl$$

式中  $k$ ——精度等级的数值； $l$ ——刻度盘长度（mm）。

**可动部分的阻尼时间** 对于带张丝和吊丝的仪表来说，可动部分的阻尼时间不应大于 6 秒，而对于其他一些仪表来说，不应大于 4 秒。

**电气绝缘强度** 导电部分与外壳之间的绝缘应能耐工频电压 2 kV 为时 1 分钟，其有效值援引自 ГОСТ 22261—76《电气测量装置。一般技术条件》。

#### 1.4.2 检查的周期性和种类

大多数电工测量仪表至少每两年检查一次，而仪表用互感器是在修好后出厂时检查的。这个期限可暴露出仪表外部检查

时所不能发现的故障。属于类似的故障如导电游丝的永久变形。导电游丝的永久变形可能导致仪表误差的大大增加。仪表误差将随着其使用程度而不断增加。不经过专门检查是无法发现这种误差的。

为了检查量具和测量仪表，苏联部长会议国家标准委员会制定了有关细则和方法说明，其中注有检查方法。根据这些细则和方法说明，规定测量仪表有三种检查：国家检查、主管机关检查和例行检查。

**国家检查** 所有用于检查工作的量具和仪表的标准量具及仪表，以及按读数与用户进行现金结算的某些工作仪表（例如电度表），都要经过这种检查。

国家检查可以由苏联部长会议国家标准委员会的实验室进行，也可以由得到标准委员会的许可在该委员会注册的主管机关监督机构的地方机关进行。标准量具和电工测量仪表的国家检查周期为每年一次，民用单相电度表检查周期为每五年一次。

**主管机关检查** 企业里现有的全部工作量具和测量仪表均须经主管机关的检查。主管机关的检查由通过苏联部长会议国家标准委员会考核、并具有进行检查的专门许可证的检测仪表及自动化装置实验室的工作人员进行。当企业编制中无这种实验室时，可根据协议原则在国家监督机构的实验室或其他企业检测仪表及自动化装置实验室里进行这种检查。

仪表主管机关检查的周期由主管机关监督机构的工作人员会同使用这些仪表的人员来确定。在调查企业拥有的测量仪表及自动化装置品种和质量的基础上，编制主管机关检查进度表。进度表上应登有仪表特性、用途、工作条件等。例如，在恶劣条件下（抖动、振动、腐蚀性介质等）工作的仪表，受主