



供电类学徒工初级工培训教材

内线安装

(试用本)



水电部教育司培训教材编写组

内 线 安 装

(试 用 本)

下

水利电力部教育司培训教材编写组

内线安装初级技工教材

内 容 提 要

本书讲述内线安装技术的基本原理和实用，全书共分十二章，主要内容包括：内线安装的工序、工艺要求和质量标准、检查和修理室内照明、动力线路的方法，一般电动机、常用电器、接地装置和安全用电等知识。本书力求将基本概念结合实际，阐述清楚。

本书主要作为具有初中毕业水平的内线安装技工的培训教材，并可作为从事内线安装技术工作人员的学习参考。

供电类学徒工初级工培训教材

内 线 安 装

(试用本)

• 下 •

水利电力部教育司培训教材编写组
水利电力部武汉高压研究所印刷厂印刷
(地址: 武昌鲁巷)

前 言

为了提高水利电力系统学徒工初级工的技术水平，使技工培训工作逐步走向正规化、系统化，我们统一组织编写了水电生产、水电施工、火电生产、火电建设和供电等五类学徒工初级工的培训教材。

这五类培训教材是按照原水利部、原电力工业部颁发的工人技术等级标准中相应的应知技术理论要求编写的。每一工种的培训教材均注意到学徒工初级工两个阶段技术理论教育的系统性和完整性，力求密切联系生产实际，深入浅出，突出工人培训教材的特点。

供电类培训教材包括十七个工种共十八本书。部委托由东北、华北电管局，天津、湖北、湖南电力工业局组织编写，并约请各大区网局和省电力工业局的有关同志参加审稿。

《内线安装》一书，由上海电力建设局王志才同志主编，陈力行同志编写了第六章。华东电管局、湖南电力工业局、上海供电局、西北咸阳供电局、重庆供电局、河南新乡供电局、上海送变电工程公司、天津发电检修公司、上海电力建设局技工学校等有关同志进行审定。

由于编辑写时间仓促，又缺乏经验，培训教材中难免存在错误和不妥之处，现以试用本出版，内部发行。希望使用单位和广大读者提出宝贵意见，以便提高再版的质量。

此书共分上、下两册同时出版。

水 利 电 力 部

1983.12月

目 录

第六章 常用电工仪表	(215)
第一节 电工仪表的基本知识	(215)
一、概述	(215)
二、电工测量仪表分类	(216)
三、电工仪表的准确度	(218)
四、电工仪表的一般原理和主要构造	(220)
五、磁电系仪表	(222)
六、电磁系仪表	(225)
七、电动系仪表	(230)
第二节 常用电工仪表及测量方法	(234)
一、电流测量	(234)
二、钳形电流表的使用	(238)
三、电压测量	(239)
四、兆欧表的使用	(242)
五、万用表的使用	(248)
六、接地电阻测定仪的使用	(251)
第三节 电度表接线	(253)
一、单向交流有功电度表	(253)
二、三相交流有功电度表	(254)
第七章 电工材料	(258)

一、绝缘材料	(258)
(一) 绝缘材料用途.....	(258)
(二) 绝缘材料的性能.....	(260)
(三) 绝缘材料耐热等级.....	(264)
(四) 聚氯乙烯薄膜.....	(265)
(五) 白纱带.....	(271)
(六) 玻璃纤维制品.....	(273)
(七) 绝缘子的种类和用途.....	(277)
二、导电材料	(282)
(一) 导线.....	(286)
(二) 导线型号选择及截面选择.....	(295)
(三) 导线直径公英制换算.....	(299)
(四) 电阻及石墨材料.....	(302)
(五) 保险丝.....	(307)
(六) 电缆的种类和规格.....	(318)
三、其他材料	(322)
(一) 导线管.....	(323)
(二) 水煤气管.....	(323)
(三) 硬聚氯乙烯管.....	(323)
(四) 金属软管.....	(325)
(五) 瓷管.....	(325)

第八章 低压配电..... (329)

一、低压配电的一般要求..... (329)

(一) 低压配电分类	(329)
(二) 低压配电方式	(331)
(三) 导线选择	(336)
二、低压配线	(358)
(一) 瓷夹板和瓷瓶配线	(358)
(二) 木槽板配线	(364)
(三) 护套线配线	(367)
(四) 硬塑料管配线	(368)
(五) 导线管配线	(371)
三、导线的连接及封端	(379)
(一) 连接的基本要求	(379)
(二) 绝缘层的剥切	(380)
(三) 单股铜导线的对接和分支连接	(381)
(四) 多股导线的对接和分支连接	(382)
(五) 铝导线的压接	(384)
(六) 铝导线的焊接	(386)
四、电缆敷设	(388)
(一) 电缆直埋敷设	(389)
(二) 电缆沟敷设	(393)
第九章 接地与接零	(397)
一、接地与接零的概念	(397)
(一) 接地体	(398)
(二) 接地线	(402)
(三) 保护接地的作用	(406)

(四) 保护接零的作用·····	(408)
二、电气设备接地或接零·····	(411)
(一) 接地范围·····	(411)
(二) 移动电器接地·····	(412)
(三) 变压器设备的安全要求·····	(414)
(四) 车间电器设备的安全要求·····	(417)
(五) 电工安全用具·····	(421)
(六) 安全用具试验·····	(422)

第六章 常用电工仪表

电工仪表已有二百多年的发展历史。在日益发展的电力系统中，自然也离不开电的测量。为了满足近代电测量的新的需要，在电测量技术中广泛采用了电子技术。但是，由于普通机电式电工仪表具有结构简单、稳定可靠、价格低廉和适宜于大批生产等一系列优点，所以在工农业生产和教学科研等方面仍被广泛采用。

第一节 电工仪表的基本知识

一、概 述

电力系统的电能质量指标如电压、频率，主要经济指标如发电量、厂用电、煤耗、线路损失；电气设备的运行情况如电压、电流、功率，都是靠电工仪表来指示的。因此，人们把电工仪表比作电力系统的“眼睛”。

电工仪表包括电气测量指示仪表和较测仪器两类，其中电气测量指示仪表是重要的组成部份。所有用于电测量的仪器仪表，统称为电工仪表。

电工仪表的作用：1. 研究和确定电磁现象各种量之间

的关系；2. 反映生产中各种电气设备的工作情况；3. 能起自动控制的作用；4. 有助于检验、维护和检修等工作。

电工仪表进行测量时，具有快速、连续、自动、准确、灵敏度高等一系列优点。它不仅可测量电量和磁量，而且与适当的设备配合可测温度、压力等非电量。它正朝着以下方向发展：1. 提高准确度和灵敏度；2. 扩大测量范围；3. 减小仪表本身损耗；4. 缩小体积；5. 扩大频率使用范围等。

二、电工测量仪表分类

电工仪表种类繁多，分类方法也很多，主要有以下几种分类。

(一) 根据工作原理分类 有磁电系仪表、电磁系仪表、电动系仪表以及感应系仪表、整流系仪表、静电系仪表、热电系仪表、电子系仪表、铁磁电动系仪表等。

(二) 根据测量方法分类 有直接式仪表和比较式仪表两大类。

(三) 根据被测量的量纲分类 有电流表、电压表、电功率表、电能表、电阻表、频率表、功率因素表以及多种测量用途的表。

(四) 根据仪表的适用电压或电流分类 有直流仪表、交流仪表、交直流两用仪表。

(五) 根据使用方法分类 有可携式和安装式两种。

(六) 根据使用条件分类 有A、B、C三组。A组仪表宜在较温暖的室内使用，B组可在不温暖的室内使用，C组可在不固定地区的室内和室外使用。

表6-1

仪表分类

分类	符号	名称	分类	符号	名称
电 流 种 类	—	直流表	作 用 原 理		磁电式仪表
	~	交流表			电动式仪表
	~	交直流表			电动式仪表 (有磁屏蔽)
	≡	三相交流表			电磁式仪表
测 量 对 象	Ⓐ	安倍表			静电式仪表
	Ⓥ	伏特表			感应式仪表
	Ⓦ	瓦特表	防卸能力		防卸外磁场能力Ⅲ号
		电度表	使用条件		使用条件B组
准 确 度	⓪.5	0.5级	工		水平使用
	0.5				
绝 缘 试 验		试验电压 2千伏	位 置		垂直使用
	☆				

三、电工仪表的准确度

在生产和科研部门，保证测量仪表应有的准确度是十分重要的。所以，准确度是电工仪表最重要的一个技术指标。

(一) 误差

由于测量仪器仪表本身的固有误差、测量方法的不完善、环境的影响、人们感觉器官的限制等等各种原因，无论我们采用什么方法测量一个量，在测量结果中总会带来一定误差。因此，人们只能测得被测之量的近似值。

1. 绝对误差 被测之量的测得值 X 与被测之量的真实值 X_0 之间的差值 ΔX 叫绝对误差。即

$$\Delta X = X - X_0$$

由于被测之量的真实值通常是未知的，所以在测量技术中往往把标准读数作为 X_0 ，并把这个读数值称为实际值。例如，电流表测得值为1.25安，而实际值为1.23安时，则绝对误差为+0.02安。又如电阻线圈的测得值为10欧，而实际值为10.05欧，则绝对误差为-0.05欧。

2. 相对误差 绝对误差 ΔX 与实际值 X_0 的比值叫相对误差。即

$$r \cong \frac{\Delta X}{X_0}$$

因为一般情况下， X 与 X_0 很接近，所以也常用 ΔX 与 X 的比值来表示相对误差。

相对误差是一个比值，所以没有量纲。一般以百分数来表示。

相对误差不但可以表示测量结果的准确度，而且便于对

不同的测量方法进行比较。例如，当测量10千伏电压时，绝对误差为1毫伏；测1伏电压时，绝对误差也为1毫伏。两次测量，绝对误差一样，但第一次测量的相对误差为千万分之一，而第二次测量却为千分之一。

(二) 仪表的准确度

相对误差只能说明仪表测量某一数值的准确程度，但不能说明仪表本身的准确性能。对于我们最常使用的单向标度尺的仪表，它的准确度是指在正常工作条件下，进行测量时，可能产生的最大绝对误差 ΔX_m 与仪表的满偏转值 X_m 之比的百分数，亦叫引用误差。以 δ 表示，即

$$\delta = \frac{\Delta X_m}{X_m} \times 100\%$$

它说明基本误差的范围。按仪表的准确度等级可分七个等级，即0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、和5.0级。

表6—2 仪表的基本误差

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差(%)	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 1.0	± 1.5	± 2.5	± 5.0

例如，量限为0—250伏的电压表，其准确度为1.5级， δ 即= $\pm 1.5\%$ ，则可出现的最大误差

$$\Delta X_m = \delta \cdot X_m = 1.5\% \cdot 250 = \pm 3.75 \text{伏}$$

就是说，这个表的全部刻度上，读数的绝对误差都不超过3.75伏的范围的

通常0.1级和0.2级的仪表用作标准表，0.5级至1.0级用于实验室。1.5级至5.0级的仪表用于工程。选择仪表时，除

了考虑仪表的准确度以外，还应选择合适的量限来提高测量的准确程度。尽量使测量值指示在仪表的一半至三分之二以上，才能保证测量结果的准确性。例如用上例中的电压表测量 0 ~ 250 伏之间的各个电压时，都可能出现 ± 3.75 伏的最大绝对误差。测量值越接近仪表的量限，测量的最大相对误差 X_m 就越小。当电压表指示为 100 伏，最大相对误差为

$$r_1 = \frac{\Delta X}{X_1} = \frac{\pm 3.75}{100} \cdot 100\% = \pm 3.75\%$$

当电压指数为 200 伏，最大相对误差为

$$r_2 = \frac{\Delta X}{X_2} = \frac{\pm 3.75}{200} \cdot 100\% = \pm 1.88\%$$

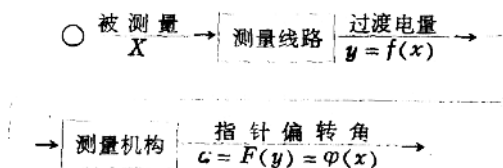
四、电工仪表的一般原理和主要构造

(一) 电工仪表的组成

指示仪表都是由测量电路和测量机构两部份组成。测量电路的作用是将被测之量如电压、功率、电阻等变换成测量机构可以直接测量的电磁量。测量机构是电工仪表的主要工作部份，它的作用在于使电磁能变成使仪表可动部份偏转的机械能，从而使被测量的量显示出来。

电工仪表的组成可由方框图表示。

表6—3 仪表结构方框图



(二) 测量机构的构造和工作原理

测量机构一般由固定部份和可动部份所组成。固定部份通常包括有永久磁铁或电磁线圈、标度盘及支架等；可动部份通常包括有动圈、软磁铁或永久磁铁片、指示器、阻尼器等。

可动部份的支承方式最常见的有两种，轴尖轴承支承方式和张丝弹片支承方式。

普通轴承支承 弹性轴承支承

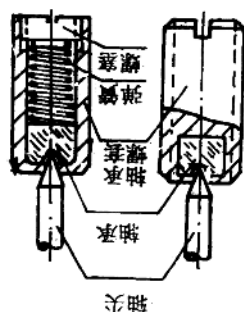


图 6-1
轴尖轴承支承

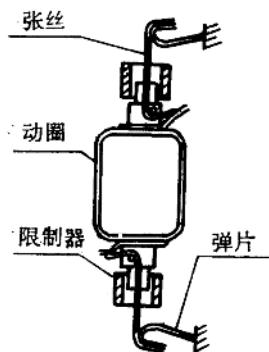


图 6-2
张丝弹片支承

测量机构必须具备的工作性能，1. 产生转动力矩，2. 产生反作用力矩，3. 产生阻尼力矩。

1. 转动力矩，由于被测量（或过渡量）的作用，使仪

表指针偏转的力矩称之为转动力矩。而且，这个转动力矩的大小还随被测量的变化而按一定的关系变化。转动力矩可以由电磁力、电动力、电场力或其他力产生或随不同种类而不同。磁电系仪表利用可动线圈和永久磁力，电动系仪表利用可动线圈和固定线圈之间的电动力，静电系仪表利用可动极和固定电极之间的电场力等等。

2. 反作用力矩 如果只有转动力矩，那末不管被测量 X 的大小如何，只要它产生的转动力矩能够克服摩擦力矩，就都可以使可动部份偏转到不能再转动为止。因此，仪表就不能显示出被测量 X 的大小。所以必须要有一个反作用力矩作用在可动部份上。这个力矩的方向应该与转动力矩方向相反，而且随偏转角 α 增大而增大，以起到控制作用。这正如称杆必须要有称砵平衡才能称出重量。反作用力矩通常利用弹性元件产生，例如，利用油丝的弹力或张丝、悬丝的扭力。

阻尼力矩 由于可动部份的惯性，当仪表通电后，它的指针不是立即停在平衡位置，而是在其最终位置附近作减幅振荡。因而就不能尽快地取得测量读数。所以，在仪表中心必须设有阻尼装置产生阻尼力矩，用以吸收摆动能量，使可动部份迅速在平衡位置上稳定。

最常见的阻尼器是空气阻尼器、油阻尼和磁感应式阻尼器。阻尼器只有当可动部份转动时，才有阻尼力矩产生，它的大小只和可动部份的运动速度有关，而与其偏转角无关。它的方向总是和可动部份的运动方向相反。当可动部份稳定后，阻尼力矩为零。所以，阻尼力矩只影响测量时的读数时间，不影响测量结果。

五、磁电系仪表