

全国供用电工人技能培训教材

电
测
仪
表

中
级
工

中
国
电
力
出

1933

20-2



全国供用电工人技能培训教材

电 测 仪 表

中国电力企业家协会供电分会 编

中级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培训教材

电测仪表

中级工

王长江 编著

吴 桥 主审

中国电力出版社

内 容 提 要

本书按“全国供用电工人培训教材编辑委员会”审定的“电测仪表培训教学大纲(中级工)”编写,是《全国供用电工人技能培训教材》之一。全书从电力生产实际需要出发安排教学内容,强调实用性,共分九章,主要介绍万用表、绝缘电阻表、接地电阻表、相位表与功率因数表、静电系与热电系仪表、整步表、电测量变送器、直流电桥的工作原理和构造,对于这些仪表常见故障的修理方法、误差补偿方法以及基本误差检定方法作了较详细的阐述,对仪表检定与修理过程中使用的电子测量仪器,如模拟电子电压表、电子示波器、晶体管特性图示仪、失真度测量仪、电子交流稳压器的的工作原理、结构、使用和维修作了介绍,每章的结尾附有复习题,以填空题、选择题、问答题、计算题和操作题的形式概括本书论述的主要内容,务求使经过本教材培训的工人能较快运用所学知识,掌握本专业技能,为电力生产服务。

本书适合作为电测仪表中级工的培训教材,也可作为从事电气测量与仪表工作方面的技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电测仪表/中国电力企业家协会供电分会编. —北京:中国电力出版社, 1999

全国供用电工人技能培训教材

ISBN 7-80125-772-3

I. 电… II. 中… III. 电工仪表—技术培训—教材
IV. TM93

中国版本图书馆CIP数据核字(1999)第26013号

电测仪表(中级工)

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

水利电力出版社印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999年6月第一版 2002年3月北京第二次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 11.5印张 252千字

印数6011—9010册 全三册定价65.00元(本册23.00元)

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

审 定 委 员 会

主 任 王宏超

副主任 李宝祺 王文喜 郝邦振 刘治国

张一士 丁 雁

成 员 线路组：刘天明 成仲良 杨书全 许精潜

变电组：何雨宸 王典伟 万 达 沈镜明

调度组：冯新发 张 庆 朱佩萍 葛剑飞

用电组：刘云龙 蒋貽吉 宋永伦 曾乃鸿

审定委员会办公室秘书 龙镇和 张兰慧

关于《全国供用电工人 技能培训教材》的审定意见

经中电联核准，由中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心共同组成的审定委员会于1998年9月下旬，对中国电力企业家协会供电分会组织编写的《全国供用电工人技能培训教材》进行了审定。其审定意见如下。

第一、本技能培训教材的指导思想正确、编写依据充实。这套教材以提高供用电工人职业技能为重点，以加强职业知识培训为指导思想，以原电力工业部、原劳动部颁发的《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工业·供用电部分》和原电力工业部颁布的运行、检修、安全规程、四项监督、五项制度为依据，在大纲的拟定、内容取舍和深度控制等方面，均符合中电联教培部《关于电力生产人员职业资格培训教材编审工作原则的意见》的原则和规定。

第二、编写形式符合工人技能培训特点。这套教材的结构设置借鉴了国际上电力行业编辑职业技能培训教材的先进做法，其结构框架、内容描述等，均力求与国际同行业惯例接轨。即以职业技能为中心，以岗位设篇，知识以够用为度，并将必备的知识融入技能描述之中。每一工种教材又分为初、中、高三个分册，内容上依次递进，互不重复或不简单重复，更适合工人技能培训之用。

第三、本教材的先进性、实用性结合得当。这套教材注重实用性和先进性的有机结合，在编写过程中，编者做了大量的调研工作，认真了解供用电工人的实际需求和整体素质状况，使编写内容符合供电企业培训、考核、技能鉴定的需要，有较强的实用性。同时，注重吸收电力生产的新工艺、新方法、新技术，使教材内容具有先进性，符合电力工业科技发展方向。书中的名词术语、计量单位等，均符合国家标准和行业标准，能适应电力工业培养跨世纪劳动者的要求。

第四、编写、出版阵容较强。这套教材是由中国电力企业家协会供电分会与中国电力出版社共同推出的。通过联手合作方式，使本套教材既具有显著的供电行业的特色，又具有较强的权威性。本套教材主要是为供电企业工人职业技能培训服务，而中国电力企业家协会供电分会的成员遍布全国，作者既具有深厚的理论基础，又直接从事生产实际工作，较好地体现出实践经验的总结和概括。中国电力出版社是中宣部和新闻出版署在全国首批认定的15家优秀出版单位之一，是我国唯一专门为电力行业服务的大型专业出版社，其出书质量是一流的。因此，供电企业与出版社两者的合作可谓珠联璧和，是值得提倡的。这套丛书的成功面世也为今后电力图书的出版提供了一个可借鉴的模式。

综上所述，我们认为：本套教材在编写结构、体例格式、内容描述的先进性、实用性方面适当；在字数控制、知识的渐进性和启发性，以及复习题的安排方面较好；语言文字的运用得当，所述内容基本正确，同时还具有图文并茂，通俗易懂，循序渐进的特点。因此，它不仅适用于培训、考核技术工人的需要，而且对现场的工程技术人员，也有参考价值。

建议可将这套丛书作为全国供用电工人的技能培训教材。

中 国 电 力 企 业 家 协 会
中 电 联 教 培 部
电 力 行 业 职 业 技 能 鉴 定 指 导 中 心

一九九八年九月二十八日

教材编辑委员会

名誉主编	陆延昌	张绍贤	刘宏	王宏超
主编	赵双驹			
常务副主编	钱家越	陆孟君	张克让	
副主编	宗健	朱良镭	丁德政	周英树
委员	韩英男			
	张一士	赵双驹	周永兴	李承的
	吴周春	刘美观	郭志贵	杨新培
	张昌润	钱家越	陆孟君	徐健
	韩英男	周英树	陈祥斌	王春波
	孙少平	骆应龙	史传卿	朱德林
	白巨耀	蔡百川	李祥宪	严尔衡
	赵广祥	杨光慈	何童芳	杨忠
	张文奎	郭宏山	钱忠伟	顾志鹏
	周道和	刘绍钧	娄殿强	朱永芄
	王之珮	万善良	刘云龙	何宗义
	赵彩明	何雨宸	阙炳良	

教材编辑办公室

主	任	陆孟君 (兼)				
副	主	任	丁德政	任军良	张 涛	
工	作	人	陈祥斌	胡维保	吕忠福	胡莉莉
			朱 品	谢 红		

前 言

为贯彻党的“十五大”精神，落实“科教兴国”战略，全国提高劳动者素质，中国电力企业家协会供电分会组织编写了《全国供用电工人技能培训教材》。本教材以电力工业发展的客观规律为依据，是服务于电力生产现代化，培养供电生产应用型人才的一部工种齐全配套、覆盖面广、实用性强、编写水平较高的系列通用技能培训教材。在中国电力企协、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心的重视和关心下，由中国电力企业家协会供电分会精心组织全国 49 个单位 146 名工程技术人员、专家和教授参加了编撰工作，并在中国电力出版社对编撰原则、框架结构、体例格式全过程的培训下，调查研究供电工人的技能需求和整体素质现状，撰写技能培训大纲，自 1995 年 11 月至 1998 年 4 月底，经历两年半时间，完成了书稿的写作、修改及初审工作。

这套丛书是遵照“电力工人技术等级标准”关于知识和技能的要求，结合供电生产发展情况进行编写的，全书分线路、变电、用电、调度通信四门专业，27 个工种，每个工种又分为初级、中级、高级工三个分册，共计 77 分册，1000 余万字。本教材以“做什么，怎样做，在什么条件下做，达到什么标准”为中心内容，详实得当，图文并茂，文字简练，由浅入深，便于对知识和操作工艺的掌握，收到以“知”为“做”服务的效果。这套教材的编写还力求把概念、原理、公式与技能有机地结合起来，避免重理论、轻技能的弊端。

本教材坚持先进性和实用性结合，突出技能，符合电力

工业科技发展方向，体现电力生产的新技术、新方法、新工艺，并力求向模块式教材靠拢，以适应技能考核鉴定和培养跨世纪供电用工人的需要，以电力生产目前实行的两个技术措施计划、三种规程、四项监督、五项制度的具体要求为依托，使教材达到规程、规范、制度的规定，能充分体现电力生产工艺特性。

按供电工人培训目标要求，结合技能培训特点，以“干什么”、“学什么”、“考核什么”为原则，每章后均附有选择、是非、计算、画图、问答等复习思考题，便于巩固所学的理论知识 and 操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到结构设置合理化，重在提高技能应用水平，避免基础理论知识的重复，凡属已出版的公用基础理论教材的内容，如职业道德、电力生产知识、绘图、电工、电子、热工、水工、机械、力学、钳工、计算机等基础理论均未重复编入本教材。

这套丛书业经中国电力企协、中国电力企业家协会、中电联教培部、电力行业职业技能鉴定指导中心组织专家审定，并建议作为全国供电工人技能培训教材。在编写过程中，得到很多单位的领导、专家和教育培训工作者的的大力支持与热心帮助，在此表示衷心的感谢！

由于编者经验所限，在编写中难免有疏漏之处，诚恳地希望广大读者和教育培训部门的专家、教师提出修改意见，并在教学实践中进行调整和补充，使其更加完善，为提高供用电工人的素质和技能发挥积极作用。

《全国供用电工人技能培训教材》编辑委员会

一九九八年九月

编 者 的 话

为适应我国电力工业技术装备的不断更新和测量技术的不断提高，做好电测仪表维护修理、计量检定工作，贯彻电测量仪表专业的国家标准和行业标准，进一步提高电测仪表工人的技术素质，编写了这套书。本套书以《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工人·供用电部分》为依据，按“全国供用电工人培训教材编辑委员会”审定的“电测仪表培训教学大纲（中级工）”进行编写。

全套书共分初级工、中级工、高级工三个分册，内容上呈阶梯式递进，本着互不重复或不简单重复的原则，从电测仪表工作实际情况出发，突出各等级工的专业技能，对仪表基本结构和工作原理的论述力求通俗易懂，舍去深层的理论分析和推导，不过多涉及具体电路，着重于仪表维护修理技能、计量检定方法和要求上的讲解。每一章结尾都附有复习题，复习题的形式多种多样，有填空题、选择题、问答题、计算题和操作题。通过复习题的解答，可使学员巩固和深化所学知识，掌握各等级工仪表修理和计量检定必备的技能。

本册为电测仪表中级工培训教材，由上海电力工业局长江编著，江苏省电力试验研究所吴桥主审，常州供电局周荣华同志参与了本册某些章节的编写。在本书编写过程中，得到中国电力出版社、本教材编辑办公室及有关同志的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的编写水平,且编写的时间仓促,书中错误、疏漏或不妥之处一定不少,热忱欢迎各位专家和学员批评指正。

编 者

1998年12月

目 录

关于《全国供用电工人技能培训教材》的审定意见

前言

编者的话

第一章 电测量仪表的误差和补偿方法	1
第一节 仪表的误差	1
第二节 仪表基本误差的减小及附加 误差的补偿方法	5
复习题	23
第二章 万用表	27
第一节 万用表的结构	27
第二节 万用表的测量原理	30
第三节 万用表常见故障及其检修	52
复习题	61
第三章 绝缘电阻表与接地电阻表	68
第一节 绝缘电阻表的测量原理和结构	68
第二节 绝缘电阻表的检定	84
第三节 绝缘电阻表的修理	93
第四节 接地电阻表的结构及原理	106
第五节 接地电阻表的使用	115
第六节 接地电阻表的检定	119
第七节 接地电阻表的修理	124
复习题	126
第四章 相位表与功率因数表	132

第一节	功率因数的间接测量	132
第二节	功率因数表的结构与原理	136
第三节	相位表、功率因数表的检定	157
复习题		167
第五章	静电系与热电系仪表	172
第一节	静电系仪表的结构和工作原理	172
第二节	静电系仪表的测量与修调	180
第三节	静电系电压表的检定	195
第四节	热电系仪表	198
复习题		200
第六章	整步表	204
第一节	电磁系整步表的结构和工作原理	204
第二节	整步表的检验	217
复习题		223
第七章	电测量变送器	226
第一节	概述	226
第二节	电测量变送器的工作原理	231
第三节	电测量变送器的检定	251
第四节	电测量变送器常见故障的检查修理	261
复习题		263
第八章	直流电桥	266
第一节	直流单臂电桥	266
第二节	直流双臂电桥	275
复习题		286
第九章	常用电子测量仪器的原理与使用	290
第一节	概述	290

第二节	模拟式电子电压表·····	293
第三节	电子示波器·····	303
第四节	晶体管特性图示仪·····	323
第五节	失真度测量仪·····	331
第六节	电子交流稳压器·····	338
复习题	·····	346
参考文献	·····	352

第一篇 电测量仪表的误差 和补偿方法

第一节 仪表的误差

电测量仪表主要由测量线路和测量机构两大部分组成。为准确地指示被测量值，必须使仪表工作在某一规定的条件范围内。当仪表工作的环境温度或其他影响量偏离了规定的条件时，仪表的机械零件和介电器件在机械参数和电气性能上就会发生变化，从而导致仪表的误差超出原定范围。根据仪表误差产生的原因，电测量仪表的误差通常分为基本误差和附加误差两类。

一、基本误差

仪表的基本误差是指仪表在规定条件(又称标准条件、参比条件、正常条件等)下工作产生的误差。规定条件一般是指仪表工作的环境温度(如 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$)、相对湿度(如 $40\%\sim 60\%$)、频率、波形畸变因数、位置、外电磁场等等。仪表的基本误差产生的原因主要是：

(1) 支承摩擦误差。它是轴尖、轴承式仪表产生误差的主要原因之一，由轴尖、轴承之间的相互摩擦所致。

(2) 倾斜误差。仪表可动部分轴尖与轴承之间存在着间隙，使转轴偏转受力倾斜造成的误差。

(3) 重力不平衡误差。仪表可动部分的重心和转轴不重合而造成的误差。