



全国供用电工人技能培训教材

电能表修理

中国电力企业家协会供电分会 编

初级工

中国电力出版社

全国供用电工人技能培训教材

电能表修理

初级工

主编：陈林生 严尔衡

主审：蒋贻吉

中国电力出版社

内 容 提 要

本书为《全国供用电工人技能培训教材·电能表修理》之一。本册为初级工分册,共五章,主要介绍感应式电能表的基本结构、电能表的检修工艺及操作的方法,文中还穿插了一些对简单故障的分析和处理。书中每章结尾都附有复习题,以名词解释、填空题、选择题、问答题为主,适当编些计算题、绘图题和操作题,用于复习和巩固所学的知识内容。

本书既可作为电能表修理工的岗位技能培训教材,也可供有关电能计量专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电能表修理/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 7-80125-884-3

I. 电… II. 中… III. 电度表-检修-技术培训-教材 IV. TM933.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 34296 号

电能表修理(初级工)

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>)

北京市樱花印刷厂印刷 各地新华书店经售

*

1999年8月第一版 2002年5月北京第三次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 6印张 128千字

印数8001-11000册 全三册定价37.00元(本册12.00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
	韩英男			
委员	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	朱永芑
	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
			朱 品	谢 红	胡莉莉

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，能充分体现出电力生产工艺特性。

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和操作技能。

本套丛书属于供电生产专业性技能培训教材，为达到机构设置合理化，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

本教材是《全国供用电工人技能培训教材》的一部分，是与《中华人民共和国工人技术等级标准·电力工人·供用电部分》相适应的系列职业培训教材，突出以职业技能为重点，根据编审委员会的要求，不追求学科系统性，尽量避免重理论、轻技能，对一些基本概念、原理和公式不作推导、分析和论证，只作定性介绍，尽可能向模块式的新型教材靠拢。

本教材是以电能表修理工为对象，讲述内容着重于生产实际，适当地加入一些理论分析，力求做到深入浅出，加深对技能的理解和掌握。

《电能表修理》共分初、中、高级工三个分册，各分册内容互相对应，循序渐进，突出各等级工的专业技能。书中每章结尾都附有复习题，以名词解释、填空题、选择题、问答题为主，适当编些计算题、绘图题和操作题，用于复习和巩固所学的内容。本书既可作为电能表修理工的岗位技能培训教材，也可供有关电能计量专业技术人员参考。

全书由陈林生、严尔衡主编，《电能表修理》高级工分册的第二章由褚大华参编，《电能表修理》初、中、高级三个分册由蒋贻吉主审。在编写过程中承蒙各级领导的大力支持，在此特表示谢意！

编者

1999年5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 电能表的一般概念	1
第一节 电能表的发展概况.....	1
第二节 电能表的分类与用途.....	6
第三节 电能表的型号含义和铭牌标志	16
复习题	26
第二章 感应式电能表的工作原理	29
第一节 电能表的基本结构	29
第二节 单相电能表的工作原理	33
第三节 电能表的转动力矩与制动力矩	39
复习题	44
第三章 感应式电能表主要部件	
与调整装置	47
第一节 电能表的电磁元件	47
第二节 电能表的制动元件	52
第三节 电能表的转动元件	57
第四节 电能表的轴承	60
第五节 计度器组合与积算原理	68
第六节 自制动力矩与过载补偿装置	77
第七节 补偿力矩与轻载调整装置	80

第八节	潜动力矩灵敏度与防潜装置	86
第九节	满载调整装置	92
第十节	相角调整装置	96
复习题		101
第四章	三相电能表的结构与部件	106
第一节	电路中三相功率与电能的测量.....	106
第二节	三相有功电能表的结构与接线.....	110
复习题		116
第五章	电能表的检修	117
第一节	电能表检修工作的重要性.....	117
第二节	检修场地与常用工具材料的使用知识.....	120
第三节	电能表的一般检修工序.....	131
第四节	外壳检修工艺和要求.....	136
第五节	拆卸和清洗.....	139
第六节	轴承的检修.....	141
第七节	转盘的检修.....	147
第八节	计度器的检修.....	151
第九节	电磁元件的修理.....	155
第十节	制动磁钢的检查.....	162
第十一节	电能表的基架与调整机构的检查.....	165
第十二节	电能表的装配要求.....	169
复习题		172
参考文献		176

第一章 电能表的一般概念

第一节 电能表的发展概况

随着我国电力工业的飞速发展，电能在工矿企业、农业生产和居民的日常生活中已成为不可缺少的能源。由于电力生产的特殊方式，电力生产的发、供、用的各个环节都存在着记录电能，考核电能的特殊要求。不妨这样说，凡是用电的地方都有记录电能的仪表——电能表。电能表的使用量之庞大和普及也是任何其他仪表无法比拟的。

电能计量工作在电力生产中占居重要地位，通过正确的计量电能，不仅能考核电力生产自身的经济效益，而且能正确地指导用电单位合理地、科学地使用电能，进而提高全社会的综合经济效益。

目前，我国使用的电能表大多为感应式电能表。近年来，各类高精度的多功能电子式电能表正逐步被安装在供电所、变电所以及用电大户。但这并不代表电子式电能表会完全取代感应式电能表。在今后很长一段时间，感应式电能表在数量上仍会占据绝对优势。因而，认识、熟悉和全面掌握感应式电能表的检修、校验，以及判断电能表的质量水平等方面的技能仍十分重要。

回顾一下电能表的发展史，了解各种表计的演变和进化，将有助于我们加深对现代电能表结构和性能的认识。

一、电能表的发展史

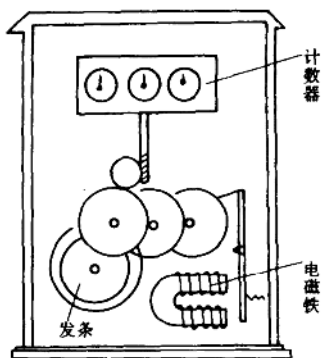


图 1-1 钟式电能表

1. 钟式电能表

第一块钟式电能表是茄迪诺 (GARDINER) 于 1872 年提出, 类似于一个用发条的机械钟。其钟摆被电磁铁制动, 电磁铁与电流回路串接, 当有电流流过时, 电磁铁释放制动器, 钟摆摆动, 时间计数装置计数。实际上, 这种表仅能计量用电时间。

第二块钟式电能表是 1878 年由弗拉 (FULLER) 和沙耶 (SAWYER) 联合设计的一种交流表, 用电磁铁的振荡与脉动 (频率) 电流同步带动计数齿轮, 计量用电时间。

2. 爱迪生化学表

爱迪生 (EDISON) 于 1881 年在发明白炽灯的同时发明了利用电解原理制成的电解表。用两块锌板浸入硫酸锌电解液中, 电流通过时, 极块在电解液中分解, 使一块极板质量增加, 另一块减轻, 抄表员定期到用户处轮换电瓶, 经过天平秤换算出增重极板的电量, 测得的电量为 Q 或 I_t 。

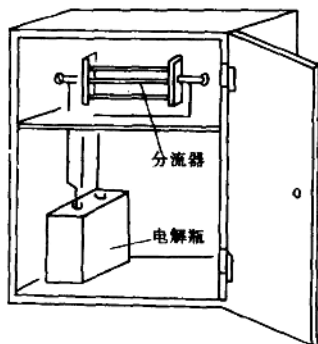


图 1-2 爱迪生化学表

3. 振子式表

潘立 (PERRY) 和 安通 (AYRTON) 于 1882 年首先联

合制成振子式表,它的振荡速度与电流成正比。1893年在英国和欧洲大陆被广泛使用。该表有两个相比速的振子,其中一个振子是预定的常速,另一个受电磁铁和负载电流的影响而变化。

4. 热量原理表

1882年发明了变压器,1885年出现了三相交流电系统。最早计量交流电量的仪表用热丝原理,第一台表计是英国福到斯(FORBES)于1887年制成。该表利用负载电流流过线圈,使表内空气加热,热空气对流,吹动云母制的风扇叶片,云母风扇与纸质圆锥体相连,并用宝石轴承支撑,转动计数。由于该表太灵敏,使用不可靠,无实用价值。

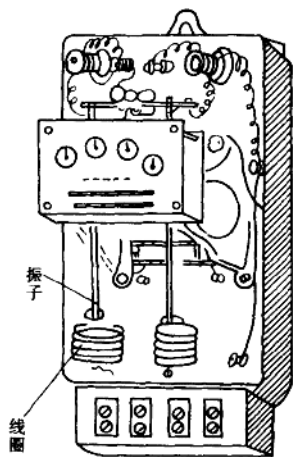


图 1-3 振子式电能表

后来,汤姆生(THOMSON)使用两个抽真空的玻璃球,中间用毛细管连接,球内装有酒精,球下有加热原件。两球装在天平的秤杆两端,如图1-4所示,利用天平的不平衡,低端下沉碰到水银触点,接通加热元件。当负载电流流过时,玻璃球内酒精温度上升,气体经毛细管到高端的玻璃球内,高端球因增重下沉,接通另一侧的水银触点,继续加热。这样往返重复,使秤杆摆动并带动计数机构,秤杆的摆动频率与负荷大小成正比。

5. 薛伦盎格(SHALLENERGER)安时表

爱迪生曾于1881年发明过马达式电表,但因爱迪生偏爱