



全国供用电工人技能培训教材

电能表校验

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

电能表校验

初级工

主编：董永新 王宏毅

主审：黄寿海

参编：何科泰

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》电能表校验初级工，全书共有六章，主要介绍感应式电能表的基础理论及单相电能表的校验调整和检定的方法，并对单相检定装置的操作使用与维护、电流互感器的试验以及单相电能计量装置现场检验的方法分别加以介绍，文中还穿插了一些对简单故障的分析处理和常用仪表使用方法的介绍。本书既可作为电能表校验工的培训教材，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

电能表校验/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

ISBN7-80125-885-1

I. 电… I. 中… III. 电能表-校验-技术培训-教材
IV. TM933.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 04264 号

电能表校验 (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>)

北京市铁成印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1999 年 6 月第一版 2002 年 5 月北京第四次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 6.75 印张 145 千字

印数 11001—14000 册 全三册定价 49.00 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。

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	陆廷昌	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

本书以职业技能为重点,根据编审委员会的要求,不追求学科系统性,对一些基本概念、原理和公式不做推导、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。

本书是以电能表校验工为对象,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。

本书分初、中、高级工三册,各分册内容互相对应,循序渐进,突出各等级工的专业技能。每章后附有复习题。本书既可作为电能表校验工的培训教材,也可供有关电能计量专业技术人员参考。

本初级工分册由何科泰编写,黄寿海审核,交编审委员会定稿,在编写过程中承蒙山西大同供电局各级领导的大力支持,在此特表谢意。

限于编写水平,且编写时间仓促,错误和不妥之处一定不少,希望广大读者批评指出。

上海电力表计厂

董永新 王宏毅

1999.1

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	概述	1
第一节	电能表的应用及其发展.....	1
第二节	电能表的种类及其用途.....	2
第三节	国产电能表的型号含义和铭牌标志.....	9
复习题		14
第二章	感应式电能表的结构和工作	
	原理	18
第一节	感应式电能表的结构	18
第二节	电能表的工作原理	34
复习题		55
第三章	电能表的校验调整及检定	60
第一节	单相电能表的检定内容和方法	60
第二节	单相电能表误差调整的方法	74
第三节	电能表检定结果的处理	78
第四节	单相电能表调整与运行时的故障分析	93
复习题		97
第四章	电能表的检定装置	107
第一节	单相电能表检定装置的主要设备.....	107
第二节	单相电能表检定装置.....	115

第三节	单相电能表检定装置的操作与维护·····	119
复习题	·····	124
第五章	测量用互感器 ·····	128
第一节	电流互感器的结构及其工作原理·····	128
第二节	电流互感器的性能指标及误差特性·····	135
第三节	电流互感器的试验·····	141
第四节	常用互感器校验仪·····	154
复习题	·····	163
第六章	电能计量装置 ·····	173
第一节	单相电能计量装置的接线·····	173
第二节	单相电能计量装置的现场检验·····	175
第三节	单相电能计量装置的故障及分析·····	181
第四节	实用倍率的计算和电量的抄读·····	185
第五节	常用仪表的使用和保管·····	187
复习题	·····	194
参考文献	·····	200

第一章 概 述

第一节 电能表的应用及其发展

随着我国电力工业的飞速发展，电能已成为工农业生产和人们日常生活中不可缺少的主要能源。在电能的生产、输送与使用过程中，为了正确计量电能，必须通过专用的电能计量仪表进行，电能表也就成了工农业生产以及各个行业和家庭生活中必不可少的计量仪表，是电气仪表中应用最广泛的仪表之一。

我国使用的电能表，绝大多数是感应式电能表。感应式电能表发展到现在已有一百多年的历史了，而我国的电能表工业才仅仅三四十年。1949 年以前，我国使用的电能表全部依靠国外进口，自己没有一家生产电能表的工厂。1949 年以来我国的电能表工业经历了从无到有、从小到大的发展历程。从 50 年代开始对国外样品进行仿制、小批生产。到了 60 年代末，在上海、哈尔滨、杭州、青岛、兰州等地已经有了几个大中型的电能表生产工厂，而且完全具备了自行设计、加工和生产单相、三相有功、无功电能表的能力。电能表的结构、性能也基本满足了国内电能计量的需要，很多产品还远销国外，但与国外的电能表相比，在质量、工艺和性能方面还存在着很大的差距。

改革开放以来，国民经济高速发展，我国的电能表工业同其他行业一样得到了迅速的发展。全国电能表的生产厂家已

达一百多家。国外先进技术的引进使电能表的质量和性能不断提高,制造工艺也有了很大的改进。为了提高电能表的精度,延长使用寿命,现在生产的各种电能表绝大多数过载能力达到了 200%~600%。双宝石轴承、磁力轴承的推广和应用,又有效地提高了电能表的精度,明显地延长了使用寿命。

随着电子技术和微计算机技术的应用和普及,电力系统对电能计量水平和表计的准确度提出了更高的要求,我国陆续生产出了各种不同用途的电能表,如脉冲电能表、滑差式最大需量表、复费率分时电能表、预付费电能表,精度为 0.2 级以上的标准电能表等。目前,我国已有许多制造厂利用微计算机原理,研制生产了机电一体化及全电子式多功能电能表,这种表计采用了大规模集成电路专用芯片、大画面液晶显示元器件。产品除了具有电能表的所有功能外,还具备了负荷控制、数据远方传输和用电管理功能。这些先进的计量设备的问世,为电力部门经济、合理地供用电提供了技术手段,大大加快了电力系统计量工作自动化的进程,解决了多年计量工作中难以解决的技术问题。电子式电能表的精度高、功能齐全、自动化程度高、稳定性好、低功耗等特性显示出了旺盛的生命力,但与感应式电能表相比,其价格昂贵,维护较复杂,目前还无法大范围普及代替普通等级的感应式电能表,而主要用于重要场合的计量和作为高准确度等级标准电能表供检定装置或现场校验使用。

第二节 电能表的种类及其用途

一、电能表的分类

如果按电能表使用的电源来分,可分为直流电能表和交

流电能表。

按电能表的精度等级可分为,普通安装式电能表(0.5、1.0、2.0、3.0级)和携带式精密级电能表(0.05、0.1、0.2级)。

按结构原理分,可分为电气机械式电能表和电子数字式电能表。

电气机械式电能表是用于交流电路作为普通的电能测量仪表,按照其工作原理可以分为:感应型、电动型和磁电型。它们共同的特点是都有一个可以旋转的可动体在磁场中转动,指示器是一个机械计度器。磁电型一般用作直流安培小时计。电动型则主要用于测量直流电能。感应型电能表由于其具有结构简单、转动力矩大、工作可靠等优点,在我国各行业中使用时最广泛、数量最多。

由于用途不同,在交流电路中电能表又可分为:有功电能表、无功电能表、最大需量表、标准电能表、复费率分时电能表、预付费电能表、损耗电能表和多功能电能表等。电能表按相线又可分为:单相电能表、三相三线电能表和三相四线电能表。

国产的电能表的使用范围一般从电能表的型号就能分辨出来。例如,DD28型就是用于单相电路的电能表;DS862型就是用于三相三线电路的有功电能表;DT862型就是用于三相四线电路的有功电能表。具体这方面的内容将在下一节中详细介绍。

二、各类电能表的用途

1. 有功电能表

所谓有功电能表,指的是在一定时间内以累积有功功率的方式来测得有功电能的仪表。它主要用于计量发电厂发出或用户消耗的有功电能,其测量结果可用下式表示

$$\begin{aligned} W_p &= UI \cos \varphi \cdot t \\ &= Pt \end{aligned} \quad (1-1)$$

式中 UI —— 交流电路中电压、电流的有效值；

φ —— U 和 I 之间的相位角；

$\cos \varphi$ —— 负载的功率因数；

t —— 计量电能的时间。

从公式 (1-1) 可以看出，有功电能表实际上是计量电能的有功部分，也就是有功功率与时间的乘积。

2. 无功电能表

所谓无功电能表，指的是将无功功率对时间进行积分来测量无功电能的仪表。由于用电负荷性质的关系，电路中电压和负荷电流之间的相位角 φ 对于不同性质的负荷是不相同的。以公式 (1-1) 为例，如果同一路电压下在 $\cos \varphi = 1$ 和 $\cos \varphi = 0.5$ 两种情况下，要得到同样的有功电能， $\cos \varphi = 0.5$ 时的电流是 $\cos \varphi = 1$ 时电流的两倍。也就是说，当功率因数低时，发电厂、变压器和输电线路的负担加大了，线路、变压器的损耗也加大了，降低了发、供电设备的利用率。这对于安全、经济发、供电是十分不利的，因此在计量有功电能的同时，还要用无功电能表来计量无功电能，以便掌握用户负载的性质以及平均功率因数的大小。根据功率因数的大小对用户执行功率因数奖惩。

功率因数一般用有功功率和视在功率之比来计算

$$\begin{aligned} \cos \varphi &= P/S \\ &= \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}} \end{aligned} \quad (1-2)$$

也可用某一时段的有功电量和无功电量用下式计算这一时段内的平均功率因数