

最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材

(初、中、高级工及技师、高级技师适用)

电能表修校

陈佩琼 编

DIANNENGBIAO



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

(初、中、高级工及技师、高级技师适用)

电能表修校

DIANNENGBIAO XIUJIAO

陈佩琼 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是《最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材》的《电能表修校》分册,是根据《国家职业技能鉴定规范·电能表修校》的要求,并结合目前电能表修校工作的实际要求和发展的编写而成。本书提供了电能表修校的理论知识及实际技能,对电能表修校工种的初级工、中级工、高级工、技师和高级技师所应掌握的有关电能计量及电能计量管理方面的知识都作了介绍。还介绍了在电能计量中所运用到的最新技术和设备。为了帮助读者理解、巩固理论知识,还给出了适合鉴定的练习题。本书的主要内容有计量基础知识、感应式电能表的基本结构和工作原理、感应式电能表的调整和补偿装置、电子式电能表结构与工作原理、电能表的检验及检验装置、互感器工作原理及应用、互感器检验装置及检验、电能计量装置正确接线和错误接线的分析、电能计量装置管理等。本书还附有电能表修校知识要求试卷等。

本书是电能表修校初级工、中级工、高级工、技师和高级技师的岗位及职业技能鉴定的培训教材,也可供相关专业技术人员和管理人员及大中专院校师生阅读、参考。

图书在版编目(CIP)数据

电能表修校 / 陈佩琼编. —北京: 中国水利水电出版社, 2005

最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材.
初、中、高级工及技师、高级技师适用

ISBN 7-5084-3444-7

I. 电... II. 陈... III. ①电度表—维修—技术培训—教材②电度表—校验—技术培训—教材
IV. TM933.407

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 140875 号

书 名	最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材 (初、中、高级工及技师、高级技师适用)
作 者	电能表修校 陈佩琼 编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 14 印张 332 千字
版 次	2006 年 1 月第 1 版 2006 年 1 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	27.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

《最新统一编写电力行业岗位 及职业技能鉴定培训教材》

出版说明

为了提高电力技术工人的业务素质,适应开展电力行业岗位培训和实施职业技能鉴定工作的需要,根据劳动和社会保障部制定的电力行业《国家职业技能鉴定规范》的要求,组织有关专家编写了《最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材》。第一辑包括:《变压器检修》、《变电检修》、《变电站值班员》、《电气试验》、《继电保护》、《送电线路》、《用电检查》、《电能表修校》、《装表接电》、《抄表核算收费》等十个专业的培训教材。

本套培训教材在编写过程中注重各工种专业技术知识的系统性和全面性,将公用基础理论知识融会到专业技术知识当中,力求做到学以致用,避免理论与实际相脱节。

本套培训教材还具有专业技术丛书的功能,突出技能方面的要求,坚持实用性。本套教材的编写者均为具有丰富现场工作经验的专业技术人员及国家职业技能考评员,教材中结合现场实际介绍了许多典型的实际故障及处理案例,有较强的实用参考价值。同时,结合近年来电力事业的高速发展,教材中较全面地介绍了各工种发展的新技术、新设备、新工艺,对实际工作有很好的指导意义。本套培训教材不仅适用于各工种专业技术人员的岗位培训及职业技能考核的需要,而且对现场的工程技术人员,也有较好的参考价值。

本套培训教材由陈敢峰、吴锦华同志担任丛书主编,由浙江省电力公司楼其民同志主审。

中国水利水电出版社

2006年1月

前言



本书是《最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材》的《电能表修校》分册，是根据《国家职业技能鉴定规范·电能表修校》的要求，并结合目前电能表修校工作的实际要求和实际考核要求，除了电力营销各工种的公共部分的知识，如电工基础及电力生产基本知识、班组管理等本书没有介绍，对电能表修校初级工、中级工、高级工、技师和高级技师所应掌握的有关电能计量及电能计量管理方面的知识都作了介绍。还介绍了在电能计量中所运用到的最新技术和设备。为了帮助读者理解、巩固理论知识，还给出了适合鉴定的练习题。本书共分为十章，主要内容有计量基础知识、感应式电能表的基本结构和工作原理、感应式电能表的调整和补偿装置、电子式电能表结构与工作原理、电能表的检验及检验装置、互感器工作原理及应用、互感器检验装置及检验、电能计量装置正确接线和错误接线的分析、电能计量装置管理等。

本书是电能表修校初级工、中级工、高级工、技师和高级技师的岗位及职业技能鉴定的培训教材，也可供相关专业技术人员和管理人员及大中专院校师生阅读、参考。

本书在编写过程中，得到了浙江省电力教育培训中心各级领导及营销教研室各位同事的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中错误或不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

作者

2005年11月

目 录

《最新统一编写电力行业岗位及职业技能鉴定培训教材》出版说明

前言

第一章 计量基础知识	1
第一节 概述.....	1
第二节 计量法律和法规.....	2
第三节 法定计量单位.....	5
第四节 电能量值传递.....	6
复习思考题.....	7
第二章 感应式电能表	8
第一节 电能表概述.....	8
第二节 单相感应式有功电能表结构	10
第三节 单相感应式有功电能表工作原理	12
第四节 三相感应式有功电能表结构特点及工作原理	17
第五节 感应式无功电能表工作原理	17
第六节 电能表的误差	20
第七节 感应式电能表的调整及补偿装置	22
复习思考题	34
第三章 电子式电能表	36
第一节 电子式电能表的产生背景及分类、特点	36
第二节 机电脉冲式电能表结构与工作原理	37
第三节 全电子式电能表的结构与工作原理	41
复习思考题	58
第四章 电能表的检验及检验装置	59
第一节 电能表检验的基础知识	59
第二节 电能表检定装置	67
第三节 感应式电能表检验	75
第四节 电子式电能表检验	86
第五节 电能表现场检验	97
复习思考题	99
第五章 测量用互感器	101

第一节 电压互感器的工作原理及误差	101
第二节 电流互感器工作原理及误差	105
第三节 互感器的应用	109
复习思考题	111
第六章 互感器检验装置及检验	113
第一节 互感器校验仪	113
第二节 互感器室内检定	118
第三节 互感器现场检验	127
复习思考题	131
第七章 电能计量装置的接线	132
第一节 有功电能表的正确接线	132
第二节 无功电能表的正确接线	139
第三节 电能表与互感器的联合接线	143
复习思考题	148
第八章 电能计量装置管理	149
第一节 电能计量装置分类	149
第二节 计量点的设置及计量方式	149
第三节 电能计量装置的选型及配置	152
第四节 电能计量装置安装及竣工验收	157
第五节 电能计量装置运行管理	162
复习思考题	164
第九章 电能计量装置接线检查及退补电量计算	166
第一节 电压互感器的错误接线检查和分析	166
第二节 电流互感器的错误接线检查和分析	172
第三节 电能计量装置接线检查	174
第四节 错误接线更正系数及退补电量的计算	179
复习思考题	182
第十章 现代化电能计量管理	184
第一节 电能计量信息化管理	184
第二节 用电现场服务与管理系统	188
附录一 电能表检定接线图和接线系数	201
附录二 电能表修校中级工知识要求试卷	205
附录三 电能表修校高级工知识要求试卷	208
附录四 电能表修校技师知识要求试卷	212
参考文献	217

第一章 计量基础知识

第一节 概述

一、电能计量

随着国民经济的不断发展和人民生活水平的持续提高,电能已经得到越来越广泛的运用。电能有别于其他产品,首先它是看不见、摸不着的,在使用的过程中无法直接通过人的感观器官确定量的多少,必须通过专用的设备进行测量。这种专门用于测量电能量的设备叫电能计量装置,即电能计量的专用设备叫电能计量装置;其次,电能一般不能储存,电力企业的生产和销售是同时完成的,等用户使用后再测量是无法测量的。所以在电能的生产、传输和使用中,电力部门装设了大量的电能计量装置,以正确、及时了解各环节中电能的数量。这些数量不仅是电力系统内部进行生产安排调度的依据,还关系着国计民生和千家万户,尤其在如今的社会主义市场经济条件下,更需要依法测量,保证测量数值的准确、公正,以保护国家、电力用户和电力部门的经济利益。如何对电能进行测量?又如何能够保证测量的准确、公正?这是一门复杂的学科,我们称它为电能计量。

量,又称为可测的量,它是现象,是物体或物质的可以定性区别和定量确定的一种属性。量有广义的量和特定的量之分,广义的量是指温度、湿度、长度等,特定的量是指特定物体的特定量值,如一条高速公路的长度,一根导线的电阻等。量值是由数值和计量单位综合表示量的大小。以确定量值为目的的一组操作叫测量。

计量的涵义是以法定形式和技术手段实现以单位统一和量值准确、可靠的测量。电能计量就是在有关计量法律、法规提供实施保障的前提下,对电能进行的准确测量。电能计量包含以下两层涵义:

- (1) 由电能计量装置来确定电能量值的一组操作。
- (2) 为实现电能量单位的统一及其量值准确、可靠的一系列活动。

二、电能计量装置

由《电工基础》理论的基本概念可知,通过某网络的瞬时功率如为 p ,则在 dt 时间内通过的电能:

$$dw = p dt$$

在 t_1 到 t_2 一段时间内,网络吸收或发出的电能为:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} p dt$$

要将以上电能测量出来,首先要有测量电能的专用仪表,称作电能表。当电路中的电压或电流没有超过电能表规定量程时,电能表可直接接入电路计量电能,这种电能表称直接接入式电能表;当电路中的电压或电流超过电能表规定量程时,电能表就不能直接接入

电路，而是经过测量用电压互感器或电流互感器间接接入电路。通常我们把电能表和与其配合使用的测量用互感器、电能表到互感器的二次回路接线及计量柜（计量箱）统称为电能计量装置。电能计量这门学科就是研究如何在有关计量法律、法规提供实施保障的前提下，正确利用电能计量装置对电能进行准确测量。

本章就是从电能计量的概念出发，介绍了有关计量的法律、法规；计量单位及电能量值传递等基本知识。

第二节 计量法律和法规

一、计量法律和法规

在上一节介绍过，电能计量就是在有关计量法律、法规提供实施保障的前提下，对电能进行的准确测量。所以有关计量法律、法规是电能计量的前提保障。电力企业必须在计量法规和电力法规体系的规范下开展电能计量工作，规范电能计量的行为，否则就不可能做到公正、公平、合理。

在我国，法的整体一般由法律、法规和国家行政机关颁发的规章等组成，称为法规体系或法群。计量法规体系就是国家在计量方面的法律、法规、计量管理规章以及要强制执行的计量技术法规。

电能计量中常用到的有关法律、法规有以下几个：

- (1) 中华人民共和国计量法。
- (2) 中华人民共和国电力法。
- (3) 中华人民共和国产品质量法。
- (4) 中华人民共和国消费者权益保护法。
- (5) 中华人民共和国反不正当竞争法。
- (6) 中华人民共和国标准化法。
- (7) 中华人民共和国计量法实施细则。
- (8) 水利电力部门电测、热工计量仪表和装置检定管理的规定。

我国的计量法律是以法律的形式明确计量管理工作中应遵循的基本准则，必须经全国人大常委会批准，如1985年9月6日由第六届人大常委会第十二次会议通过的，自1986年7月1日起施行的《中华人民共和国计量法》（简称《计量法》）就是计量管理的基本大法，所有计量法规和规章、技术法规，均是为保证实施《计量法》而制定、发布的子法。

我国的计量行政法规一般由国务院行政部门或地方行政部门起草，经国务院或地方人大批准后由国家计量行政部门或地方计量行政部门发布。根据批准的部门不同，我国的计量行政法规分为国家计量行政法规和地方计量行政法规两种。如《中华人民共和国计量法实施细则》和《水利电力部门电测、热工计量仪表和装置检定管理的规定》具有法规的性质，是对计量法律的细化，对计量管理的指导更详细、更具体。

二、计量规章、技术法规

计量规章可分为三类：一是国家计量行政部门批准发布的全国性计量规章；二是国务院有关主管部门制定发布的部门行业性或专业性计量规章制度；三是各省级政府制定的规章。

技术法规是规定技术要求的法规，直接规定或引用包括标准、技术规范或规程的内容而提供技术要求的法规。电能计量的技术法规主要有：国家计量检定系统表；计量器具检定规程；国家计量技术规范。

从计量基准到各级计量标准直至工作计量器具的主、从检定关系所作的技术规定，称为国家计量检定系统表。

计量检定规程是指对计量器具的计量性能、检定项目、检定条件、检定方法、检定周期以及检定结果处理所做的技术规定。它们具有法律效力，是我国的技术法规，是国家法定性的技术文件。常用的国家检定规程有：

JJG307—88《交流电能表（电度表）检定规程》；

JJG596—1999《电子式电能表检定规程》；

JJG597—89《交流电能表检定装置检定规程》；

JJG569—88《最大需量电能表（电度表）检定规程（试行）》；

JJG691—90《分时记度（多费率）电能表检定规程》；

JJG313—94《测量用电流互感器检定规程》；

JJG314—94《测量用电压互感器检定规程》；

JJG169—93《互感器校验仪检定规程》。

计量技术规范是对上述规程的具体技术要求或说明。常用的计量技术规范有：

JJF1001—1998《通用计量术语及定义》；

JJG1027—91《测量误差及数据处理技术规范》；

JJF1033—2001《计量标准考核规范》；

JJG1036—93《交流电能表检定装置试验规范》；

JJF1059—1999《测量不确定度评定与表示》；

JJF1069—2000《法定计量检定机构考核规范》。

电能计量工作除了要遵循以上法律、法规和技术要求外，有关电能计量器具的技术标准也非常繁多，概括地说可分为与电能计量有关的国家标准和行业标准两种。国家标准又可分为产品标准和设计标准；行业标准可分为设计标准、订货与验收标准、管理标准。

由于技术标准种类繁多，各种标准之间、标准与检定规程之间，可能存在不一致的地方，那么我们应如何执行这些标准和规程呢？

检定规程是技术法规，具有法律效力，是强制性的。任何标准与之矛盾，都应以检定规程为准。

行业标准的技术要求不能低于国家标准的要求。

产品检定合格与否以检定规程为准，产品合格与否以国家标准为准，产品符合要求与否以消费者提出的技术要求为准。

三、与电能计量相关的法律、法规概念解释

1. 计量行政管理

计量行政管理指的是在本行政区域内，依据《计量法》赋予的权限，对计量依法实施的行政监督管理。包括：建立标准，制定规程，检定授权，制造许可，考核发证，监督质量。在《计量法》中确定为：

- (1) 建立国家计量标准和社会公用计量标准。
- (2) 对部门、企业建立的最高计量标准进行考核。
- (3) 强制检定、授权、考核及其监督检查。
- (4) 制定检定规程。
- (5) 颁发制造、修理计量器具许可证，对其质量监督检查。
- (6) 进口计量器具检定。

2. 强制检定

为查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序称之为计量器具的检定，它包括检查、加标记和（或）出具检定证书。

对列入强制检定目录的工作计量器具，实行定点定期查明和确认其是否符合有关法定要求所进行的操作称为强制检定。包括检查、加标记和（或）出具检定证书。列入强制检定目录的计量器具，必须经过强制检定并确认其符合有关法定要求方可投入使用。

《计量法》第九条要求对不同类型、不同用途的计量器具施行分类检定和管理。一是对社会公用计量标准器具，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面的列入强制检定目录的工作计量器具实行强制性检定；二是对强制检定之外的其他计量标准器具和工作计量器具实行非强制检定，即自检或送检。

根据 1987 年 4 月国务院发布的《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》和国家强制检定的工作计量器具目录可知属国家强制检定的电能计量器具除各部门和各企、事业单位建立的电能计量最高标准器外，还包括用于贸易结算和安全防护方面的工作用电能计量器具。所以属国家强制检定的电测量类工作计量器具具体如下：

电能表：单相电能表、三相电能表、分时计度电能表。

测量用互感器：电压互感器、电流互感器。

绝缘电阻测量仪、接地电阻测量仪。

国家强制检定的计量器具由县级以上人民政府计量行政管理部门设置的，或者授权的计量检定机构实行定点、定期检定，也可以授权经考核合格的企业自行强制检定。1986 年 5 月 12 日，国务院根据《计量法》的有关规定，批准并授权电力部门的计量检定机构对本部门建立和使用的电能计量最高标准，以及电测、热工类计量仪表和装置执行强制检定。而没有授权的计量装置的生产厂家不具备强制检定的资格，所以用户使用的计量装置在使用之前必须经电力部门的计量检定机构检定合格后才能作为贸易结算的依据。

检定中的检查又包括以下三种检查：

- (1) 计量检查：确定计量器具的误差及其他计量特性。如测量不确定度、误差、准确度等级、稳定性等。
- (2) 技术检查：为满足计量要求必须具备的结构、安装要求，读数可见性等。
- (3) 行政检查：标识、铭牌、检定标记、许可证标记、证书、密封、有关记录等。

3. 贸易结算用电能表

贸易结算用：进行买卖电能交易用于电费结算的计量器具。如：上网电量结算、网际间互供电量结算、趸售计费结算、用户受电点计费结算、城乡居民实行“四到户”供电的

计费结算用计量器具。

非贸易结算用：内部用的工作计量器具。如安装于变电站出口等处，用于内部结算或线损考核等各种工作计量器具，以及物业、单位自供电内部结算用的电能表。

符合《计量法》、《电力法》、《税法》要求的称为“贸易结算用电能表”。

第三节 法定计量单位

单位对测量来说，是非常重要的。因为如果没有单位，测量的量是没有具体意义的，也就不能进行电能计量工作。

一、计量单位

用以定量表示同种量量值而约定采用的特定量叫计量单位。计量单位具有明确的名称、定义和符号，并命其数值为1。计量单位的符号，简称单位符号，是表示计量单位的约定记号。如：把水三相点热力学温度的 $1/273.16$ 作为热力学温度的标准，并称为开尔文，符号为 K。

计量单位可分为三类：基本单位、辅助单位、导出单位。

在一个单位制中基本量的主单位称为基本单位。它是构成单位制中其他单位的基础。

基本量是为确定一个单位制时选定的彼此独立的那些量。目前国际通用的基本单位是7个：米（长度）、千克（质量）、秒（时间）、安培（电流强度）、开尔文（热力学温度）、摩尔（物质的量）、坎德拉（发光强度）。

国际上把既可作为基本单位又可作为导出单位的单位单独作为一类，称为辅助单位。国际上通用的辅助单位有2个：弧度和球面度。

在选定了基本单位后，按物理量之间的关系，由有关基本单位相乘、相除的形式构成的单位称为导出单位。如速度由长度除以时间导出。导出单位包括具有专门名称的导出单位和组合形式的导出单位。 $1\text{W}=1\text{J/s}$ 即为具有专门名称的导出单位。组合形式的导出单位是指由两个或两个以上的单位相乘、除的形式组合而成的新的单位，如有功电量的单位为千瓦·时。

二、单位制和国际单位制

在确定基本单位后，按一定的物理关系可以构成一系列的导出单位，这样，由基本单位和导出单位构成的一个完整的单位体系，称为单位制。基本单位选择不同，就会对应产生不同的单位制。现行常见的单位制有以下几种：

(1) 厘米、克、秒制（CGS制）：选择长度用厘米（cm）、质量用克（g）、时间用秒（s）作为基本单位的单位制。

(2) 米、千克、秒制（MKGS制）：选择长度用米（m）、质量用千克（kg）、时间用秒（s）作为基本单位的单位制。

在世界各国，由于科学文化发展历史不同，习惯上使用某种熟悉的单位制，导致各国之间的计量单位差异很大，给世界各国之间的科技交流及发展造成阻碍，制约了世界经济的发展和科技进步。1960年的第十一届国际计量大会提出和通过了国际单位制，被各国际组织和绝大多数国家所采纳，是目前国际上最广泛使用的计量单位制。

国际单位制，就是选用米 (m)、千克 (kg)、秒 (s)、安培 (A)、开尔文 (K)、摩尔 (mol) 和坎德拉 (cd) 为七个基本单位所构成的单位制。缩写符号为“SI”，因此又把国际单位制叫做 SI 制，或“SI”单位制。

三、法定计量单位

由于我国地域辽阔，而计量单位的使用涉及全国各行各业、千家万户。只有确定一套统一的法定计量单位，才能既利于各行各业及各地区的生产、贸易和科学技术的发展与交流，减少了大量且不必要的单位换算，又有利于国家各项事业的发展。国务院于 1984 年 2 月发布了《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》及《中华人民共和国法定计量单位》，要求在 1990 年底以前，全国各行业应全面完成向法定计量单位的过渡，自 1991 年 1 月起，除个别特殊领域外，不允许再使用非法定计量单位。

法定计量单位是由国家法律承认、具有法定地位的计量单位。我国的法定计量单位由以下几部分构成：全部采用国际单位制中的 7 个 SI 基本单位；23 个包括辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位和用于构成十进倍数和分数单位的词头；16 个非国际单位制单位；由上述单位构成的组合形式的单位。

电能单位：千瓦特小时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$)，是由专门名称的导出单位功率“瓦 (W)”与国家选定的非国际单位制时间单位“小时 (h)”和词头“千 (k)”构成的组合单位。所以，电能单位的中文名称应为千瓦特小时，中文符号是千瓦·时，国际符号是 $\text{kW} \cdot \text{h}$ 。而度、“°”、千瓦时、KWS 等名称及符号都是错误的。

第四节 电 能 量 值 传 递

在第一节曾提到过，电能计量包含以下两层涵义：由电能计量装置来确定电能量值的一组操作；为实现电能量单位的统一及其量值准确、可靠的一系列活动。在其中第二层涵义中的“统一”该如何保证。在现实的社会生产活动中，同一被测对象可能会经过不同的计量人员在不同的地点和时间，利用不同的计量器具进行测量，所测的量值应该在规定的误差范围内要保持一致。但是如果没有一套完整的管理规则，比如各级计量器具没有一个统一的计量基准，同一个计量装置在一个地方所检测的准确度可能就和在其他地方检测的准确度就不一样，也就不能保证“实现电能量单位的统一及其量值准确、可靠”。所以《计量法》规定，计量检定必须按照国家计量检定系统表进行。国家计量检定系统表由国务院计量行政部门制定。国家计量检定系统表是自上而下进行量值传递的依据。在单位量值的传递中，所用的各级标准计量器具以及由它们检定或校准的计量器具的量值，都必须溯源到国家计量基准，所有量值在规定的误差范围内要保持一致。

一、国家计量检定系统表

为了保障某一物理量计量单位制的统一和量值的准确、可靠，国家就要组建该物理量具有最高计量特性的基准器及各等级的标准器，然后通过计量检定把国家标准的单位量值逐级传递到各级工作计量器具。对这种从计量基准到各级计量标准直至工作计量器具的主、从检定关系所作的技术规定，称为国家计量检定系统表，简称计量检定系统。我国也称之为量值传递系统。国际上一般称之为计量器具溯源等级图或国家溯源等级图。即指在

一个国家内，对给定量的计量器具有效的一种溯源等级图，它包括推荐（或允许）的比较方法和手段。它对计量基准到各级计量标准直至工作计量器具的主、从检定关系作了技术规定，同时也把它们量值联系起来，是为量值传递（或溯源）而制定的一种法定性文件，是属于三类计量技术法规中的一类。它是建立计量基准、计量标准，对各等级计量标准器和工作计量器具进行检定或校准的，制定检定规程或其他技术规范，组织量值传递的重要依据，其目的是“实现电能能量单位的统一及其量值准确、可靠”。

国家计量检定系统表一般用文字和流程图的形式表述，主要内容有：引言、计量基准器具、计量标准器具、工作计量器具、检定系统框图等。

检定系统框图分三部分：计量基准器具、计量标准器具、工作计量器具。具体如图1-1所示。

二、量值传递

量值传递，就是通过对计量器具的检定和校准，将国家基准所复现的计量单位量值通过各等级计量标准传递到工作计量器具，以保证对被测对象所测得的量值的准确和一致的过程。它是自上而下的过程。首先在我国范围内，具有最高准确度的计量标准，即为国家计量基准。国家计

量基准具有保存、复现和传递计量单位量值的三种功能，是保证全国量值准确一致的最高依据。然后依据计量检定系统表和检定规程逐级检定，把量值自上而下传递到工作计量器具。这样就保证了上、下的一致和统一。

三、量值溯源

量值溯源又叫溯源性，是指通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链，使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准，通常是与国家测量标准联系起来的特性。其中不间断的比较链称为溯源链。量值溯源是对计量器具的又一基本要求。它是从下至上追溯计量标准直至国家的和在国际的基准。因为利用计量器具进行测量必须能与国家计量基准建立量值溯源关系。如不能溯源，不管计量器具如何精密，测量重复性如何好，这种测量都不可能准确，测量数据也缺乏可比性，最终不能保证量值的统一。量值溯源与量值传递使计量量值管理构成了一个有效的封闭环路系统，来保证“实现电能能量单位的统一及其量值准确、可靠”。

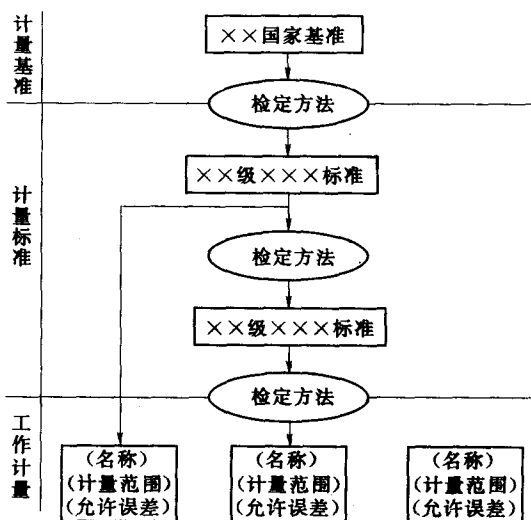


图 1-1 检定系统框图

复习思考题

1-1 按《中华人民共和国计量法》规定的法定计量单位分别写出以下量的单位符号：有功电能、无功电能、有功功率。

1-2 绘出电能表量值传递的检定系统方框图。

第二章 感应式电能表

第一节 电能表概述

测量电能的专用仪表称作电能表。它是电能计量装置中最基本的设备，与电能计量装置中的其他设备配合使用或单独使用，用于测量和记录发电量、厂用电量、供电量、线损电量和客户用电量等。

自 1881 年，爱迪生发明了最早的电能测量器——直流安培小时计，电能表在世界上的出现和发展已有一百多年的历史。随着现代工业生产的飞速发展，以及新材料、新技术、新工艺的应用，同时也为了满足不断发展的用电管理的需要，电能表的发展日新月异，产品种类不断增加，从最早的直流安培小时计，到随后的感应式电能表、长寿命电能表、机电脉冲式电能表、电子式电能表、电子式多功能电能表、用电现场管理系统等，电能表已成为社会拥有量最大、应用最广泛的计量器具之一。

我国电能表的生产始于 20 世纪 50 年代。从仿照国外电能表开始，经过几十年的努力，使我国的电能表生产、制造达到国际先进水平，但造价却远低于国外同类产品。目前我国自行设计和大批量生产的各种类型的电能表，不仅供给国内，还远销国外。

本章首先对电能表的总体概况作一介绍，然后介绍感应式电能表的结构、工作原理、使用、误差、调整及检修等。

一、电能表的分类

为满足不同的电能测量需要，有多种类型的电能表，其类别可按不同情况划分如下：

(1) 按结构及工作原理分：

1) 感应式电能表。

2) 电子式电能表。

电子式电能表进一步又可分为全电子式电能表和机电脉冲式电能表。

(2) 按准确度等级分：

普通级：0.2S, 0.2, 0.5S, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 级，用于测量电能。

精密级：0.01, 0.05 级，主要作为校验普通级电能表的校验基准。

(3) 按用途分：

1) 有功电能表。用于测量有功电量。

2) 无功电能表。用来计量发、供、用电的无功电能。

3) 最大需量表。是一种既积算用户耗电量的数量，还指示用户在一个电费结算周期中，指定时间间隔内平均最大功率的电能表。

4) 费率电能表。复费率电能表是按指定时段分别按要求计量各时段的用电量及总用电量的电能表。

5) 多功能电能表。除了计量有功(无功)电能外,还具有分时、测量需量等两种以上功能,并能显示、储存和输出数据的电能表。

(4) 根据接入电源的性质可分为:交流电能表和直流电能表。

(5) 按照表计的安装接线方式可分为:直接接入式和间接接入式(经互感器接入);其中由于测量电路的不同,通常又分为单相电能表、三相三线电能表和三相四线电能表。

(6) 按平均寿命的长短,单相感应式电能表又分为:普通型和长寿命技术电能表。按照规程规定,普通型感应式电能表在使用5年后就要进行抽检,当抽检不合格时就要进行轮换。而长寿命技术电能表是指平均不修理的有效使用时间在20年及以上的感应式电能表。

二、电能表的型号和铭牌标志的含义

在每只电能表出厂时,均应具备各自的型号和铭牌,以说明其功能、主要技术指标和使用条件等,方便用户的使用。这些型号和铭牌的含义在国家标准中有统一的规定,但由于近年来我国对外开放进一步扩大,我国使用的电能表除了国产表外,进口表和外资厂生产的表所占比例慢慢增加,而这些仪表上所标示的型号和铭牌标示的含义则有所不同。以下仅介绍国家标准中的一些规定。

1. 型号

我国电能表型号一般由文字符号和数字按以下方式组成:

$$\boxed{1} + \boxed{2} + \boxed{3} + \boxed{4}$$

其代表意义为:

$\boxed{1}$ ——类别代号: D—电能表。

$\boxed{2}$ ——组别代号: 表示相线: D—单相; S—三相三线; T—三相四线。

表示用途及工作原理: X—无功; B—标准; A—安培小时计; Z—最大需量; J—直流; F—复费率; H—总耗; L—长寿命; S—全电子式; Y—预付费; M—脉冲; D—多功能。

$\boxed{3}$ ——设计序号: 用阿拉伯数字表示。

$\boxed{4}$ ——派生号: T—湿热、干热两用; TH—湿热用; TA—干热用;

G—高原用; H—船用; F—化工防腐用。

例如:

DD——单相感应式有功电能表。如 DD28 型、DD862 型等。

DS——三相三线有功电能表。如 DS8 型、DS864 型等。

DSSD——三相三线全电子式多功能电能表。如 DSSD—331 型、DSSD—110 型等。

DT——三相四线有功电能表。如 DT8 型、DT862 型等。

DTF——三相四线复费率电能表。如 DTF68 型、DTF9 型等。

DX——无功电能表。如 DX862 型、DX863 型等。

2. 铭牌标志

电能表铭牌标志包括以下几部分:

(1) 电能表的名称及型号。

(2) 准确度等级：将等级的数字置于圆圈内。如②表明电能表的准确度为 2.0 级。

(3) 电能表的标定电流和额定最大电流：括号外数值为标定电流，括号内数值为额定最大电流。标定电流是电能表设计的基本依据。额定最大电流指电能表长期工作，而且满足误差等各项要求的最大电流。如 1.5 (6) A，对于三相电能表应在前面乘以相数，如 3 × 1.5 (6) A。

(4) 电能表的额定电压：电能表长期承受的电压额定值。如 220V，对于三相电能表应在前面乘以相数，如 3 × 380V。对于三相四线电能表应标明线电压与相电压，并以斜线分开，如 3 × 380/220V。

(5) 额定频率：50Hz。

(6) 使用条件分组的代号：将代号置于一个三角形内。

(7) 电能表常数：一般标为 $\times \times \times r / (kW \cdot h)$ 、 $\times \times \times imp / (kW \cdot h)$ 。电能表常数表示电能表每计量 $1kW \cdot h$ ，转盘应转的圈数（对感应式电能表）或发出的脉冲数（对电子式电能表）。

除了以上几个主要标志外，铭牌还标有生产厂家、出厂编号、出厂日期等标志。

第二节 单相感应式有功电能表结构

在电能表的不同种类中，感应式电能表具有结构简单、牢固可靠、性能稳定、调修方便及成本低廉等特点，因而得到了极为广泛的应用。感应式电能表种类、型号非常繁多，但其基本结构都是由测量机构，补偿、调整装置和辅助部件组成。

一、测量机构

测量机构是电能表完成测量的心脏部分，其结构如图 2-1 所示，由以下几部分组成。

1. 驱动元件

驱动元件由电压元件和电流元件组成。通过电压元件和电流元件将被测电路的电压和电流转变为穿过转盘的交变磁通，此交变磁通即为引起转盘转动的磁通。

(1) 电压元件。由三部分组成：一是铝盘上面的电压铁芯，其形状如侧转的 E，采用薄电工硅钢片叠铆而成；二是绕在铁芯中柱上的电压线圈，电压线圈用较细的漆包线绕数按每伏 25~50 匝来考虑，固定在电压铁芯中柱上。接线时，电压线圈与被测电路并联，与铁芯作用产生电压磁通；三是电压铁芯下装的回磁极，它伸入铝盘下部，与电压铁芯的中柱上下相对应，以构成穿过铝盘的磁通回路，见图 2-2。

(2) 电流元件。由二部分组成：一是铝盘下面的 U 形电流铁芯；二是绕在电流铁芯柱上的电流线

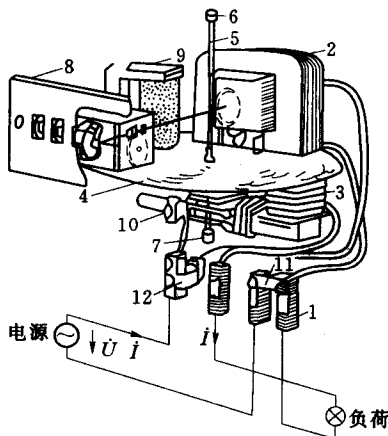


图 2-1 单相感应式电能表
内部结构示意图

1—端钮；2—电压元件；3—电流元件；
4—圆盘；5—转轴；6—上轴承；7—下轴
承；8—计度器；9—永久磁钢；10—相位
角调整装置；11—连接片；12—电压小钩