

用电检查资格考核培训教材

电能计量

广东省电机工程学会 组编
雷 文 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

用电检查资格考核培训教材

电 能 计 量

广东省电机工程学会 组编

雷 文 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《电力法》和《用电检查管理办法》的规定：“对危害供电、用电安全和扰乱供电、用电秩序的，供电企业有权制止，凭携带用电检查证的查电人员有权进入用户进行用电安全检查”。根据部颁“关于用电检查人员资格认可有关问题的通知”（综合〔1998〕7号）的要求，为保障电网的安全、稳定运行，维护正常的供用电秩序，保护供用电双方的合法权益，切实依法履行好《电力法》规定的查电任务，规范供电企业查电人员的查电行为，对担任一、二、三级的用电检查人员资格必须经过考核认定等都作了明确规定。因此，为提高用电检查队伍的素质，保障用电检查人员具有相应的查电能力与水平，确保用电检查工作合法有效地进行，组织编写了一套《用电检查资格考核教材》（共5册），以满足各网省电力企业对用电检查岗位培训和资格认定的培训需要。

本书是《用电检查资格考核培训教材》（电能计量）分册，全书共6章，主要介绍与电能计量相关法规，电能计量装置种类与内容，电能表类型与铭牌，感应式、静止式、多功能、预付费和宽量程电能表技术，电流电压互感器接线，计量柜（箱）部件与配置，五类电能计量装置及其调整内容和实例，计量方案确定，准确度等级配置与误差，互感器选配与二次回路选择，电能计量装置接线方式、配置原则、设计审查、订货与验收检测、资产管理、安装与验收、运行管理、职责划分、故障处理、主副电能表运行监测、现场检验、周期检定（轮换）、抽样检定和运输、印证管理要求、印证种类与制作、印证使用、计量封印实施要求、计量器具彩色标记，自动抄表系统用途、技术要求和各类抄表系统以及与自动抄表系统配套使用的电能表，有功和无功电能表正确接线和联合接线、错误接线、接线检查和退补电量计算等，最后附上电能计量装置的技术管理、安装接线、检定和使用规程等。

本套教材可作为全国各网省电力公司、地市县供电企业的用电检查岗位培训和资格认定的考核专用教材，也可作为供电企业的用电营销、电能计量、报装接电等岗位培训参考教材。

图书在版编目（CIP）数据

电能计量/雷文主编. —北京：中国电力出版社，2004

用电检查资格考核培训教材

ISBN 7-5083-2413-7

I. 电… II. 雷… III. 电能-电量测量-技术培训-教材
IV. TM933.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2004）第 055292 号

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>）

北京同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2004年7月第一版 2006年3月北京第二次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 15印张 362千字

印数5001—8000册 定价 26.00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）

《用电检查资格考核培训教材》

编 委 会

主任委员：郭 智

副主任委员：梁 周 陈 锐 刘贻柱

何初文 张朝佳

策 划：何初文

主 审：林德浩

编 委：李 晋 李 受 林德浩

李 昕 雷 文 徐 鹏

陈 勇 蓝小萌 李景村

前 言

用电检查是电网经营企业的一项重要的基础工作，在电力体制改革之前被称为用电监察。原用电监察工作行使了政府部门的管电行政职能，代表政府维护电力供应和使用过程的正常秩序和电力系统的安全、可靠运行，指导用电客户做好计划用电、节约用电和安全用电工作，实施对电力违约违法案件进行查处等。国家实行电力体制改革、政企分开后，电力行政管理职能由原先的电力（电业）局移交到政府职能部门，原用电监察职能（政企合一）也相应分解为供电监督职能（属于电力管理部门对电力企业和用电客户进行监督管理的政府行为）和用电检查职能（属于电网经营企业依法行使对用电客户受电装置进行检查的企业行为）。

为了保障电网的安全可靠和经济运行，维护正常的供用电秩序，保护供用电双方的合法权益，国家《电力法》明确规定“对危害供电、用电安全和扰乱供电、用电秩序的，供电企业有权制止”，并允许“供电企业查电人员进入用户进行用电安全检查”。为切实依法履行好《电力法》规定的查电任务，规范供电企业的用电检查行为，1996年电力工业部颁布了《用电检查管理办法》，对供电企业用电检查人员的工作内容与范围、用电检查程序、人员资质要求、用电检查纪律等都作了明确的规定，是指导用电检查工作的行为准则。同时，该办法明确规定对用电检查人员的资格实行考核认定，目的在于提高用电检查人员的从业素质，使用电检查人员具备电力专业技能、具备法律等相关业务知识、具备良好的政治觉悟和职业道德，确保用电检查工作有效、合法地开展。

用电检查是国家电力法律法规赋予电网经营企业的权利和义务。在新形势下，用电检查人员作为供电企业与客户之间沟通的桥梁和纽带，也是供电企业搞好优质服务的一个窗口，因此，用电检查人员不仅要检查用电，还要服务用电。

为了提高用电检查人员的专业知识和综合业务水平，2002年10月份，广东省电机工程学会受广东省广电集团有限公司的委托，根据1998年电力工业部颁发的“关于用电检查人员资格认可有关问题的通知（综合[1998]7号）”的要求，组织编写了《用电检查培训系列教材》（共五册），供内部培训使用。该套教材得到了各有关领导和读者的一致好评和广泛使用，短短一年内就已多次重印，使用量超过4000套。本教材在此基础上，结合新形势下需求侧管理的需要对相关内容进行补充和完善，修订后更名为《用电检查资格考核培训教材》（共五册），作为供电企业用电检查人员岗位培训和资格考核认定的专业教材。

本套教材共分五册，《用电检查法律法规》由李受编写；《知识技能与标准规范》由林德浩编写；《安全供用电与营销》由李昕编写；《电能计量》由雷文编写；《防治窃电技术》由李晋编写。全套教材由林德浩主审。在修订过程中，中国南方电网有限责任公司及其所属的广东省广电集团有限公司、广西电力有限公司、云南电力集团公司、贵州省电力公司、海南省电力有限公司的代表提出了很多宝贵意见，在此深表谢意！

由于时间仓促，加之水平所限，书中疏误之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2004年5月

目 录

前言

第一章

电 能 计 量 概 述

- 第一节 与电能计量相关法规..... 1
- 第二节 电能计量意义与作用..... 2
- 第三节 电能计量装置技术管理内容..... 2

第二章

电 能 计 量 装 置

- 第一节 电能计量装置种类..... 3
- 第二节 电能表..... 3
 - 一、电能表分类 (3) 二、国产电能表铭牌标志 (5) 三、感应式电能表 (7) 四、静止式 (电子式) 电能表 (8) 五、多功能电能表 (11) 六、预付费电能表 (11) 七、宽量程电能表 (12)
- 第三节 互感器 13
 - 一、互感器分类 (13) 二、电流互感器 (14) 三、电压互感器 (15) 四、互感器接线 (17)
- 第四节 电能计量柜 (箱) 18
 - 一、电能计量柜型号 (19) 二、电能计量柜 (箱) 的主要部件 (19)

第三章

电能计量装置技术要求

- 第一节 电能计量装置分类 21
 - 一、分类 (21) 二、分类调整内容与原因 (21) 三、应用举例 (22)
- 第二节 计量方案确定 22
- 第三节 电能计量装置接线方式 23
- 第四节 准确度等级 26
 - 一、准确度等级配置 (26) 二、电能计量误差 (27)
- 第五节 电能计量装置配置 28
 - 一、配置原则 (28) 二、电流表基本电流确定 (31) 三、互感器选配 (31) 四、互感器二次回路选择 (32) 五、电能计量柜配置 (33)

第四章

投运前管理与运行管理

- 第一节 投运前管理 35
 - 一、电能计量装置设计审查(35) 二、电能计量装置订货与验收检测(36) 三、电能计量装置资产管理(37) 四、电能计量装置安装(38) 五、电能计量装置验收(41)

第二节 运行管理 43

- 一、运行档案管理 (43) 二、职责划分 (43) 三、故障处理 (44) 四、主副电能表运行监测 (45) 五、现场检验 (45) 六、周期检定 (轮换) (47) 七、抽样检定 (48) 八、运输 (49)

第三节 印证管理 49

- 一、基本要求 (49) 二、印、证种类与制作 (50) 三、印、证使用 (50) 四、计量封印实施要求 (51) 五、计量器具彩色标记 (51)

第五章

自动抄表系统

第一节 自动抄表系统简介 53

- 一、自动 (集中) 抄表系统定义 (53) 二、自动 (集中) 抄表系统主要用途 (53) 三、自动抄表系统技术要求 (54)

第二节 各类抄表系统 54

- 一、远红外手持抄表系统 (54) 二、电力线载波抄表 (55) 三、无线电抄表 (55) 四、利用 RS485 串行口抄表 (56) 五、利用有线电视网抄表 (56)

第三节 与自动抄表系统配套使用的电能表 56

- 一、三相全电子多功能电能表 (57) 二、单相全电子式多功能电能表 (60) 三、多用户多费率电能表 (61) 四、网络电能表 (62) 五、电子式载波电能表 (63)

第六章

电能计量装置接线

第一节 有功电能表正确接线 64

- 一、单相有功电能表正确接线 (64) 二、三相四线有功电能表正确接线 (65) 三、三相三线有功电能表正确接线 (66)

第二节 无功电能表正确接线 67

- 一、无功电能表分类 (67) 二、跨相 90° 的三相四线无功电能表 (68) 三、 60° 型三相三线无功电能表 (69) 四、三相无功电能表特点 (70)

第三节 电能表联合接线 70

- 一、功率传输方向 (71) 二、负荷性质 (71) 三、三相电压和电流的相序 (71)

第四节 电能表错误接线 72

- 一、电压钩子打开 (72) 二、电流线圈的进线反接 (72) 三、三相四线电能表电压线圈中性点与电路中性线断开 (72) 四、三相三线有功电能表 U 相电流互感器极性接反 (73) 五、三相四线无功电能表相序接反 (74)

第五节 电能表接线检查 74

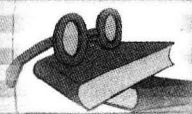
- 一、接线检查意义 (74) 二、投运前停电检查内容与方法 (75) 三、运行时带电检查电压回路的接线 (78) 四、运行时带电检查电流回路的接线 (81) 五、实负荷比较法检查电能表接线 (82) 六、用力矩法检查电能表接线 (83) 七、相量图法 (六角图法) (85)

第六节 退补电量计算 89

- 一、测定相对误差 (89) 二、更正系数法 (89)

附录一 电能计量装置技术管理规程 (DL/T 448—2000) 摘要 91

附录二	电能计量装置安装接线规则 (DL/T 825—2002) 摘要	117
附录三	电能计量装置检验规程 (SD109—1983) 摘要	128
附录四	交流电能表 (电度表) 检定规程 (JJG307—1988) 摘要	153
附录五	最大需量电能表 (电度表) 检定规程 (试行) (JJG 569—1988) 摘要	179
附录六	电子式电能表检定规程 (JJG 596—1999) 摘要	184
附录七	分时记度 (多费率) 电能表检定规程 (JJG 691—1990) 摘要	203
附录八	电能计量柜 (GB/T 16934—1997) 摘要	210
附录九	电能计量装置的安装、使用规定 (华北电集营 [2001] 102 号) 摘要	225
参考文献		230



电能计量概述

第一节 与电能计量相关法规

电能计量是电力生产、营销以及电网安全运行的重要环节，发、输、配电和销售、使用电能都离不开电能计量。电能计量的技术水平和管理水平不仅事关电力工业的发展和电力企业的形象，而且影响贸易结算的准确、公正，涉及国家、电力企业和广大电力客户的合法权益。因此，电力企业必须高度重视电能计量管理工作，认真贯彻执行国家计量法规及有关电能计量技术标准和规程。

电能计量装置的管理必须遵守《中华人民共和国计量法》、《中华人民共和国计量法实施细则》、《中华人民共和国电力法》、《供电营业规则》等有关法律、法规的规定，并接受国家有关部门的监督。

电力企业的电能计量既有计量的一般特性，但又不同于其他门类的计量和一般意义的电能计量，这是因为它与电力的生产和营销密切相关，具有以下特点：

(1) 电力系统具有跨区、跨省联网运营的自然特性，必然要求整个系统内的电能量值准确而统一。

(2) 电力生产具有发、供、用电同时完成的特性，必然要求保证供电的连续性，因此，电能计量就必须是在线的、不间断的，且准确性、可靠性具有一定的要求。

(3) 接入电力系统的电能计量装置与其他电气设备必须配套，并连接成网络一起运行，电能计量工作必然要遵守电力系统的安全、运行规则。

因此，对电能计量装置的管理必须遵守《电力法》、《电力供应与使用条例》和《供电营业规则》。

2001年1月1日国家经贸委发布实施的《电能计量装置电能计量装置技术管理规程》(DL/T448—2000)，是对能源部1991年发布的《电能计量装置管理规程》(DL448—1991)的修订。新实施的《电能计量装置技术管理规程》(DL/T 448—2000)结合我国电力企业电能计量管理的实际，借鉴国外电力企业的管理经验，大力推广了电能计量方面业已成熟的新技术和新产品，积极采用先进的管理方法和手段，规定了电能计量装置管理的内容、方法及技术要求，突出强调了对电能计量装置的全过程管理，它是我国电力企业对贸易结算用和企业内部经济技术指标考核用电能计量装置管理的技术规范。本书的主要内容都将涉及《电能计量装置技术管理规程》(DL/T448—2000)的相关内容。

“贸易结算用电能计量装置”是指由电力企业管理，用于结算、收费的电能计量器具。贸易结算用电能表、测量用电压及电流互感器属国家强制检定的电能计量器具。

“企业内部经济技术指标考核用电能计量装置”是指电力企业为了分析、考核其内部经济技术指标而用于发电机、主变压器、发电厂用电线路、无结算关系的电力系统间的联络线路和考核有功电量平衡的输电线路等，计量发电量、厂用电量、线损电量、变损电

量、有功平衡电量的电能计量装置。此类电能计量器具属于非强制检定的电能计量器具。

第二节 电能计量意义与作用

(1) 电能计量是电力企业生产、科研和经营管理不可缺少的一项重要基础工作。它包括：发电量、上网电量的计量，供电量、售电量的计量；以及网损、线损、变损的检测和生产、经营中技术经济指标核算的计量等等。从某种意义上说电能计量工作是代表电力企业效益和质量水平的重要标志，是电力企业参与市场竞争的首要条件。没有准确的电能计量，就没有科学、合理且合法的电量数据，电力生产经营指标的监控，发、供、用电量的结算就缺乏牢固的基础。

(2) 世界工业发达的国家，都把计量检测、原材料和工艺装备作为现代工业生产的三大支柱。电力企业只有凭借准确、可靠地计量数据，才能保证电力系统安全、经济、可靠地运行，才能有优质、诚信的电力营销和良好的企业形象。

(3) “计量就是效益”，电力企业在激烈地市场竞争中，必须在降低成本和电量损耗上下功夫，实现发电与供电、购电与售电的最小差值；提高电力营销水平，必须以科学、准确、可靠的电能计量数据为依据，加强购、售电量的核算及管理，杜绝估抄估算、假账真算、线损指标分摊等现象，用系统的、准确可靠的、最佳的电能计量方式及其计量所得数据来保证电力营销活动。只有加强电能计量工作，公正而诚信地进行贸易结算和参与市场竞争，电力企业才能获得最佳的经济效益。

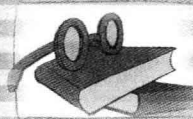
第三节 电能计量装置技术管理内容

电能计量装置的管理有许多环节，每一环节都会对电能计量装置的计量性能产生一定的影响。然而，长期以来，人们对电能计量装置的管理比较注重电能计量器具的检定、电能表的现场检验和电能表的周期轮换等，而对电能计量方案的确定、电能计量器具的订货验收、电能计量装置的安装验收等环节和运行质量监督抽检的管理较薄弱。因此，《电能计量装置技术管理规程》(DL/T 448—2000)为加强电能计量装置各个环节的管理，明确规定要对电能计量装置实施全过程管理。全过程管理的具体内容在《电能计量装置技术管理规程》(DL/T 448—2000)的各章节都有明确地规定。

电能计量装置的全过程管理是电力企业对电能计量装置从确定电能计量方案、选用电能计量器具，到电能计量器具的订货验收、检定、检修、保管、安装、竣工验收、运行维护、现场检验、周期检定(轮换)、抽检、故障处理、报废等整个过程的管理。

对与电能计量有关的电压失压计时器、电能量计费系统、远方集中抄表系统等相关内容的管理提出了原则性要求。

《电能计量装置技术管理规程》(DL/T 448—2000)强调全面推行计算机技术在电能计量装置管理上的应用，建立电能计量装置微机管理信息系统。



电能计量装置

第一节 电能计量装置种类

电能计量装置是用于测量和记录发电量、厂用电量、供（互供）电量、线损电量和客户用电量的电能计量器具及其辅助设备的总称。

电能计量装置包括各种类型的电能表、计量用电压互感器（TV）、电流互感器（TA）及其二次回路、电能计量柜（箱）等。

电能计量装置的种类很多，实际工作中经常遇到的有以下几种：

- （1）大多数的电能计量装置仅仅只有一只电能表；
- （2）有的除电能表外还有电流互感器及其计量二次回路；
- （3）有的则包含有电能表，电压、电流互感器及其计量二次回路；
- （4）有的则是电能计量柜或电能计量箱。

可见，无论哪种类型的电能计量装置都必须有电能表，它是电能计量装置最基本的组件，否则不能称之为电能计量装置。在实际工作中，为满足电能计量的不同要求，往往采用不同类型的电能表或者各种类型电能表的组合。

至于各种类型电量变送器，因设计用途不同、误差计算方式不同及误差调整的开放性不符合电能计量的特殊性要求，不能作为电能计量装置使用。

电压失压计时器仅仅是在电能计量装置故障时用作记录故障时间，并非直接计量电能，所以也没有列入电能计量装置。

电压互感器二次压降补偿仪主要是为了“补偿”计量二次回路的电压降。而解决计量二次回路电压降过大，且行之有效的方法很多，如增加导线截面、采用低功耗电能表、缩短电压互感器与电能表之间的连线（就近计量）等。采用电压互感器二次压降补偿仪反而增加了电能计量装置的故障点，影响其可靠性和稳定性，且易造成用户的异议，引起不必要的纠纷。因此，《电能计量装置技术管理规程》（DL/T 448—2000）不推荐应用此类补偿方式来降低电压互感器的二次压降。

第二节 电 能 表

一、电能表分类

根据电能表的用途、结构形式、工作原理、准确度等级、测量对象的不同，以及所接的电源性质和接入方式、付款方式的不同，可将电能表分成若干类别。

根据其用途，一般将电能表分为测量用电能表和标准电能表两大类。测量用电能表

又可分成以下不同的类别:

(1) 按其结构和工作原理的不同可分为感应式(机械式)、静止式(电子式)和机电一体式(混合式)。

(2) 根据接入电源的性质可分为交流电能表和直流电能表。

(3) 按其准确度等级一般分为3级、2级、1级、0.5级等不同等级的电能表。随着静止式电能表制造工艺及电子组件质量的提高,近年来又增加了0.5S级和0.2S级静止式电能表。

S级电能表与非S级电能表的主要区别在于对轻负荷计量的准确度要求不同。非S级电能表在 $5\% I_b$ 以下没有误差要求,而S级电能表在 $1\% I_b$ 即有误差要求。

(4) 按照表计的安装接线方式又可分为直接接入式和间接接入式(经互感器接入式);其中,又有单相、三相三线、三相四线电能表之分。

(5) 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。

长寿命技术电能表是指平均寿命为20年及以上,且平均寿命的统计分布服从指数分布规律的测量频率为50Hz(或60Hz)的感应式电能表。通常用于装配量大、而用电量较小的单相供用电量的计量。

(6) 根据付款方式还有预付费电能表,如投币式、磁卡式、电卡式(IC卡)等。

预付费电能表就是一种用户必须先买电,然后才能用电的特殊电能表,安装预付费电能表的用户必须先持卡到供电部门售电机上购电,将购得电量存入IC卡中,当IC卡插入预付费电能表时,电能表可显示购电数量,购电过程即告完成。预付费电能表不需要人工抄表,有效地解决了抄表难的问题。

在交流电路中,由于计量对象的不同,不论任何结构的电能表又可分为以下类别:

(1) 有功电能表。通过将有功功率对相应时间积分的方式测量有功电能的仪表,多用于计量发电厂生产至用电户消耗的有功电能,其测量结果一般表示为: $W_P = UI \cos \varphi t$ 。

(2) 无功电能表。通过将无功功率对相应时间积分的方式测量无功电能的仪表,多用于计量发电厂生产及用电户与电力系统交换的无功电能,测量结果为: $W_Q = UI \sin \varphi t$ 。

(3) 最大需量表。一般由有功电能表和最大需量指示器两部分组成,除测量有功电量外,在指定的时间区间内还能指示需量周期(我国规定为15min)内测得的平均有功功率最大值,主要用于执行两部制电价的用电计量。

(4) 分时记度电能表。装有多多个计度器,每一个计度器在设定的时段内计量交流有功或无功电能量的仪表,称为分时记度电能表,又称复费率或多费率电能表。

在我国,根据地区(省、直辖市)经济的发展,分时电价一般分为尖峰、峰、平、谷(24h内又分为至少8个以上时段),白天与黑夜,枯水期与丰水期等不同费率,国外还有节假日、星期天等许多费率时段分别执行不同电价。早期分时计度电能表多为机械电子式,随着电子工业的发展和计算机技术的广泛应用,目前多采用电子式,即静止式分时计度电能表。

(5) 多功能电能表。一种比分时计度电能表功能更多、数据传输功能更强的静止式电能表。多功能电能表是由测量单元和数据处理单元等组成。除计量有功(无功)电能量外,还具有分时计量、测量需量等两种以上功能,并能自动显示、存储和传输数据。

二、国产电能表铭牌标志

1. 型号含义

我国电能表型号的表示方法一般按下列规定编排：

类别代号 + 组别代号 + 设计序号 + 派生号

1) 类别代号：D—电能表。

2) 组别代号：

表示相线：D—单相；S—三相三线有功；T—三相四线有功。

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

3) 设计序号用阿拉伯数字表示，如 862、864、95、98 等。

4) 派生号有以下几种表示方法：T—湿热、干燥两用；TH—湿热带用；TA—干热带用；G—高原用；H—船用；P—化工防腐用等。

举例说明如下：

DD—单相感应式电能表，如 DD28 型、DD862 型、DD104 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、DT864 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。

DB—标准电能表，如 DB2 型、DB3 型等。

2. 铭牌标志

如图 2-1 所示，在每只电能表的铭牌上通常有下列标志：

1—商标，如哈仪®、和成®、长新® 等。图 2-1 中所示为 HOLLEY®。

2—制造计量器具许可证标志（CMC）和制造、生产许可证编号等。

3—计量单位名称或符号，如有功电能表计量单位为千瓦·时或 kWh；无功电能表计量单位为千乏·时或 kvarh；图 2-1 所示为 kWh。

4—字轮式计度器的窗口，整数位和小数位用不同颜色区分，中间有小数点；若无小数位，窗口各字轮均有被乘系数，如 $\times 100$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1$ 等。图 2-1 为 $\times 1000$ 、 $\times 100$ 、 $\times 10$ 、 $\times 1$ 、 $\times 0.1$ 。

5—电能表的名称及型号。图 2-1 为单相电能表 DD862-4 型。

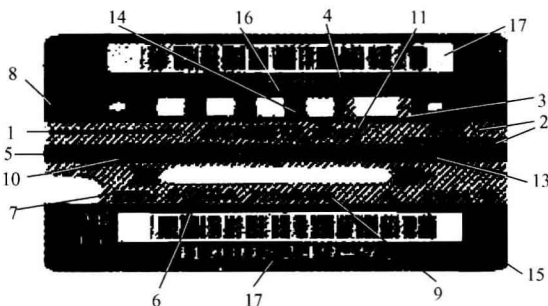


图 2-1 单相电能表铭牌

6—基本电流和额定最大电流。图 2-1 所示为 5 (20) A 电能表, 即基本电流为 5A, 额定最大电流为 20A。如果额定最大电流小于基本电流的 150% 时, 则只标明基本电流。对于三相电能表还应在前面乘以相数, 如 3×5 (20) A; 对于经电流互感器接入的电能表则标明互感器次级电流, 以 /5A 表示; 若电能表常数中已考虑互感器变比时, 应标明互感器变比, 如 $3 \times 1000/5A$ 。否则, 为 $3 \times 5A$ 。

基本电流是确定电能表有关特性的电流值, 以 I_b 表示; 额定最大电流是仪表能满足制造标准规定允许误差的最大电流值, 以 I_{max} 表示。

7—参比电压。它是确定电能表有关特性的电压值, 以 U_n 表示。直接接入式三相三线电能表以相数乘以线电压表示, 如 $3 \times 380V$, 额定线电压为 380V; 直接接入式三相四线电能表则以相数乘以相电压/线电压表示, 如 $3 \times 220/380V$, 额定线电压为 380V, 额定相电压为 220V; 对于单相电能表则以电压线路接线端上的电压表示。图 2-1 所示为 220V 单相表。

如果电能表通过测量用电压互感器接入, 并且在常数中已考虑电压互感器变比时, 应标明电压互感器的变比。如 $3 \times 10000/100V$, $3 \times 110000/100/\sqrt{3}V$ 。否则, 为 $3 \times 100V$ 或 $3 \times 100/\sqrt{3}V$ 。

8—参比频率, 它是确定电能表的正常工作频率值, 以赫兹(Hz)为单位。图 2-1 为 50Hz。

9—电能表常数, 是指电能表记录的电能和相应的转数或脉冲数之间关系的常数。有功电能表以 kWh/r (imp) 或 r (imp) /kWh 表示; 无功电能表以 kvarh/r (imp) 或 r (imp) /kvarh 表示。图 2-1 为 720r/kWh。

10—准确度等级, 电能表的准确度等级数以相对误差来表示的, 以记入圆圈中的等级数字表示, 如①、②等; 或以“C1·0.5”、“C1·2”表示。图 2-1 中所示为 2 级。

11—相数、线数的标示。通常有单相有功、三相三线有功、三相四线有功、三相四线无功、三相三线无功等。

12—耐受环境条件的能力组别, 分 P、S、A、B 四组。各组电能表的基本环境条件参见有关规程。图 2-1 中所示铭牌无标志, 为 P 组表。

13—制造标准。图 2-1 中所示铭牌标示为 GB/T15283。

14—制造厂名称。

15—制造时间。

16—出厂编号。

17—条形码。图 2-1 中的上条形码为制造厂的条码, 下条形码为某供电企业 D005249492 号电能表的资产档案条码。

除上述标志外, 如果电能表的参比温度不是 23℃ 时, 在铭牌上应标出; 如果电能表带有止逆器, 铭牌应有标示; 绝缘封闭 II 类防护电能表用符号“回”表示; 用于容性负荷的无功电能表应用文字标明“容性负荷”; 双宝石轴承的电能表用符号“□”表示, 磁力轴承的电能表用符号“+”表示 (大多见于进口电能表铭牌上)。

电能表抄见的数字, 有的是直读的, 有的要乘上一个倍率。直接接入式电能表, 若铭牌上未标倍率, 则这种表的倍率为 1, 铭牌上标有倍率, 用 $\times 10$ 、 $\times 100$ 等表示, 则抄见的数字要乘上倍率方为实际用电量。经互感器接入铭牌上未注明带互感器的电能表, 则抄见的数字除要乘上电能表本身的倍率外, 还要乘上电压、电流互感器的变比。

现场运行的电能表, 由于有时与电能表实际连用的电流、电压互感器的额定变比 K'_1 、

K'_U 与原电能表铭牌上标示的额定变比 K_I 、 K_U 不同, 其示数乘以实际倍率后, 才能得到应测的电量, 实际倍率为

$$B = \frac{K'_I K'_U}{K_I K_U} B_j$$

式中 B_j ——铭牌上标示的倍率;

B ——实际倍率。

三、感应式电能表

1. 感应式电能表结构

感应式电能表的型号、规格虽然很多, 且各有不同, 但它们的基本结构及工作原理都很相似。单相感应式电能表的结构如图 2-2 所示。

在结构上, 三相电能表与单相电能表的不同点是电磁组件和圆盘个数不等, 因而基架、底座、外壳等都存在一定的差异, 但其转动原理都完全一样, 由测量机构和辅助组件两大部分组成。测量机构是电能表的核心部分, 它包括以下几部分:

(1) 驱动部分。也称驱动组件, 如图 2-2 所示, 它由电压组件 1 和电流组件 2 组成。其作用是产生驱动磁场, 并与圆盘相互作用产生驱动力矩, 使电能表的转动部分做旋转运动。

(2) 转动部分。转动部分如图 2-2 所示, 由铝制圆盘 3 和转轴 4 组成, 并配以支撑转动的轴承。轴承分为上下两部分 (图 2-2 中 5 和 6), 上轴承 5 主要起导向作用; 下轴承 6 主要用来承担转动部分的全部重量, 它是影响电能表

准确度及使用寿命的主要部件, 因此对其质量要求较高。感应式长寿命技术电能表一般采用没有直接摩擦的磁力轴承。

(3) 制动磁钢 8。它由永久磁铁和磁轭组成, 其作用一是在圆盘转动时产生制动力矩使圆盘匀速旋转, 其次使转速与负荷的大小成正比。

(4) 计度器 7。为蜗轮通过减速轮、字码轮把电能表圆盘的转数变成与电能量相对应的指示值, 其显示单位就是电能表的计量单位, 有功表是 kWh, 无功表是 kvarh。

(5) 辅助部件。它包括基架、底座、表盖、端钮盒和铭牌等。

2. 感应式电能表工作原理

当电能表接入交流电路时, 电压线圈两端承受线路电压, 电流线圈流过负载电流, 由于电压组件和电流组件在电气结构上的不同, 将产生在空间上的不同位置、相位上有一定差异

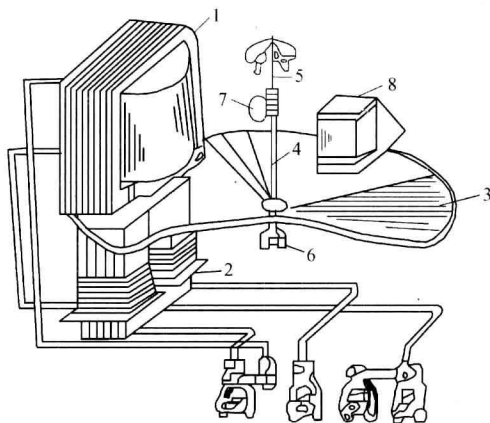


图 2-2 单相感应式电能表结构图
1—电压组件; 2—电流组件; 3—铝制圆盘;
4—转轴; 5—上轴承; 6—下轴承;
7—计度器; 8—制动磁钢

的电压、电流交变磁通。当交变磁通穿过圆盘时，分别在圆盘上产生了涡流，于是电压工作磁通与电流工作磁通所产生的涡流相互作用，其结果在圆盘上形成了驱动力矩，使圆盘始终按一定方向转动。而转动的圆盘穿过制动磁钢的磁场时，制动磁钢产生的制动力矩会使圆盘的转动速度与被测电路的功率成正比。圆盘转动的圈数则通过蜗轮等传给十进制的计度器，累积成电能的累计值即某一时段的电能量。

三相感应式电能表是在单相感应式电能表的基础上发展制成的。区别在于每只三相表是由两组或三组电磁驱动组件组成，它们分别产生的驱动力矩共同作用在同一轴上的一个（或两个）圆盘上，并由一个计度器显示出三相电路消耗的总电能量。

3. 单相感应式长寿命技术电能表与普通电能表的异同

(1) 共同点。

1) 工作原理完全一致，都是依据电磁感应原理工作的。

2) 电能表准确度等级标志都是 2 级。

(2) 不同点。

1) 可靠性设计要求，一般 DD86 系列电能表设计寿命为 10 年，而长寿命技术电能表要求在 20 年以上。

2) 长寿命技术电能表电磁系统的设计、选材高于普通感应式电能表，所用材料要求高稳定度、抗腐蚀、抗老化、抗氧化。

3) 阻尼磁钢的固定方式不一样。长寿命技术电能表采用高稳定度磁性材料制造的双极的阻尼磁钢，阻尼磁钢与基架相对固定，位置不能调整。而普通电能表由多点固定，可调整点多，易位移，可靠性差。

4) 转动系统的设计有很大的差异。长寿命技术电能表的轴承系统采用高稳定度、不锈蚀的磁力轴承座、不锈钢导向针和石墨导向环，导向环和导向针之间不添加润滑剂，摩擦力矩小、耐磨损性能好。而普通电能表采用钢珠宝石（单宝石或双宝石）轴承，摩擦力矩大、易磨损，因而寿命短。

5) 计度器的设计不一样。长寿命技术电能表用的计度器的转动部分选用的是耐磨性高的石墨轴衬，不锈钢轴针，轴孔不加润滑油，摩擦系数小，寿命长。而普通电能表采用金属轴孔与人造宝石配合，需加润滑油，摩擦力矩大，寿命较短。

6) 长寿命技术电能表的铭牌和计度器字轮印刷用油墨耐紫外线辐射能力必须达 7 级及以上，能耐阳光照射而不褪色，铭牌具有条形码标志或预留有条形码标志位置。而普通电能表无此要求。

7) 电流回路的电阻值不一样。长寿命技术电能表的电流线圈与接线端子采用焊接式、压接式或嵌入式双螺钉旋紧方式，接触电阻比一般电能表连接方式小，因此温升慢、表温度差异小、可靠性较好等。

四、静止式（电子式）电能表

1. 静止式（电子式）电能表特点

静止式电能表也称电子式电能表，由于微电子技术和单片机应用技术的飞速发展，使得

体大笨重、功耗高而精度低的感应式电能表的测量机构正在被电子电路所替代。电子式电能表与普通感应式电能表相比有以下几个特点:

(1) 功能强大, 易拓展。一块静止式(电子式)电能表可相当几块感应式电能表, 如一块功能全面的电子式多功能表, 可相当二块正向有功表、二块正向无功表、二块最大需量表, 一块失压计时仪, 并能实现这七块表所不能实现的分时计量、数据自动抄读等功能, 同时, 表计数量的减少, 有效地降低了二次回路的压降, 提高了整个计量装置的可靠性和准确性。

(2) 准确度等级高且稳定。感应式电能表的准确度等级一般为 0.5~3 级, 并且由于机械磨损, 误差容易发生变化, 而静止式(电子式)电能表可方便地利用各种补偿轻易地达到较高的准确度等级, 并且误差稳定性好, 静止式(电子式)电能表的准确度等级一般为 0.2~1 级。

(3) 启动电流小且误差曲线平整。感应式电能表要在 $0.3\% I_b$ 下才能启动并进行计量, 而静止式(电子式)电能表非常灵敏, 在 $0.1\% I_b$ 下就能开始启动进行计量, 且误差曲线好, 在全负荷范围内误差几乎为一条直线, 而感应式电能表得误差曲线变化较大, 尤其在低负荷时误差较大。

(4) 频率响应范围宽。感应式电能表的频率响应范围一般为 45~55Hz, 而电子式多功能表的频率响应范围为 40~1000Hz。

(5) 受外磁场影响小。感应式电能表是依靠移进磁场的原理进行计量的, 因此外界磁场对表计的计量性能影响很大。而静止式(电子式)电能表主要依靠乘法器进行运算的, 其计量性能受外磁场影响小。

(6) 便于安装使用。感应式电能表的安装有严格的要求, 若悬挂水平倾度偏差大, 甚至明显倾斜, 将造成电能计量不准。而静止式(电子式)电能表采用的是静止式的计量方式, 无机械旋转部件, 因此不存在上述问题, 加上体积小, 质量轻, 便于使用。

(7) 过负荷能力大。感应式电能表是利用线圈进行工作的, 为保证其计量准确度, 一般只能过负荷 4 倍。而全电子式多功能表可达到过负荷 6~10 倍。

(8) 防窃电能力更强。窃电是我国城乡用电中一个无法回避的现实问题, 感应式电能表防窃电能力较差。而新型的静止式(电子式)电能表从基本原理上实现了防止常见的窃电行为。例如, AD7755 能通过两个电流互感器分别测量相线、零线电流, 并以其中大的电流作为电能计量依据, 从而实现防止短接电流导线等的窃电方式。

2. 静止式(电子式)电能表缺点

(1) 维修较复杂。全电子式电能表线路较复杂, 维修工作需要具有一定电子技术的专业人员来承担。

(2) 若质量不过关, 表计容易死机, 从而造成极其严重的计量数据混乱。

(3) 单块表计价格较高。

(4) 受目前电子器件寿命的制约, 电子式电能表的寿命大约为 10 年, 与长寿命技术电能表相比寿命还不算长。

3. 静止式(电子式)电能表结构原理

静止式(电子式)电能表按其工作原理可分为模拟乘法器型电子式电能表和数字乘法器