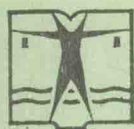


中等专业学校教材



电能计量

长春电力学校 孙铁民 编



中等专业学校教材

电 能 计 量

长春电力学校 孙铁民 编

水利电力出版社

(京)新登字115号

中等专业学校教材

电 能 计 量

长春电力学校 孙铁民 编

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 15.25印张 341千字

1992年11月第一版 1992年11月北京第一次印刷

印数00001—11690册

ISBN 7-120-01568-0/TM·442

定价3.70元

内 容 提 要

本书系根据原水利电力部教育司1988年4月颁发的全日制普通中等专业学校“用电管理”专业教学计划和《电能计量》课程教学大纲的要求而编写的教材。

本书共分八章,主要包括:感应式电度表的结构及工作原理、电度表的误差特性及误差调整装置、无功电度表、特殊用途电度表、电度表的校验与调整、测量用互感器、电度表的接线、电能计量装置的综合误差等。

本书还可供全日制普通中等专业学校其它有关专业师生和从事电能计量工作的专业人员参考。

前 言

自1981年以来,某些电力中专学校陆续增设了“用电管理”专业。多年来在教学中,该专业的部分主要专业基础课和专业课只能选用有关科技书籍作为代用教材。为了改变这种局面,以保证教学质量的提高和适应用电专业发展的要求,在中国电力企业联合会教育培训部的领导下,在管理类专业教研会的具体组织下,对用电专业新教材的建设工作作了充分的准备,最后确定了编写符合用电管理专业教学大纲要求的,并已列入1989~1993年电力中专学校教材建设规划的新教材,共有八门,《电能计量》是其中之一。

《电能计量》是用电管理专业的专业课之一,全书共八章,由长春电力学校高级讲师孙铁民编写;全书由西安电力学校高级讲师傅义诚审阅。

在编写本书过程中,曾得到太原电力学校、郑州电力学校、合肥电力学校、山东省电力学校、江西省电力学校、吉林省电力工业局、西北电管局试验研究所、南京供电局的有关同志的大力支持和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1991、5

目 录

前言

绪 论	1
-----------	---

第一章 感应式电度表的结构及工作原理	6
--------------------------	---

第一节 感应式单相电度表的结构	6
-----------------------	---

第二节 感应式单相电度表的工作原理	10
-------------------------	----

第三节 计度器的积算原理	19
--------------------	----

第四节 三相电度表的结构及原理	21
-----------------------	----

小结	24
----------	----

思考题及习题	26
--------------	----

第二章 电度表的误差特性及误差调整装置	26
---------------------------	----

第一节 电度表误差的基本概念	26
----------------------	----

第二节 轻负载下的误差及其调整	27
-----------------------	----

第三节 灵敏度及潜动	30
------------------	----

第四节 相位角误差及其调整	34
---------------------	----

第五节 三相电度表的相位角误差	37
-----------------------	----

第六节 满负载下的误差及其调整	40
-----------------------	----

第七节 负载特性及其改善	43
--------------------	----

第八节 外界条件变化对电度表误差的影响	45
---------------------------	----

第九节 三相电度表的不平衡误差	51
-----------------------	----

第十节 三相电度表元件间的电磁干扰	54
-------------------------	----

小结	58
----------	----

思考题及习题	58
--------------	----

第三章 无功电度表	59
-----------------	----

第一节 概述	59
--------------	----

第二节 正弦型无功电度表	61
--------------------	----

第三节 90° 型无功电度表	64
-----------------------------	----

第四节 60° 型无功电度表	67
-----------------------------	----

小结	69
----------	----

思考题及习题	70
--------------	----

第四章 特殊用途电度表	71
-------------------	----

第一节 标准电度表	71
-----------------	----

第二节 最大需量电度表	76
-------------------	----

第三节 损耗电度表	79
-----------------	----

第四节 分时计量电度表	84
-------------------	----

小结	86
思考题及习题	87
第五章 电度表的校验与调整	88
第一节 电度表的校验方法	88
第二节 电度表校验步骤及校验接线	93
第三节 电度表的调整	99
第四节 电度表校验装置	105
第五节 电度表的自动化校验	114
小结	118
思考题及习题	118
第六章 测量用互感器	120
第一节 电压互感器的误差及其补偿方法	120
第二节 电压互感器的使用	128
第三节 电流互感器的误差及其补偿方法	136
第四节 电流互感器的使用	141
第五节 互感器校验仪	144
第六节 互感器的检验	154
小结	162
思考题及习题	163
第七章 电度表的接线	165
第一节 电度表的正确接线	165
第二节 电度表的错误接线	175
第三节 电度表接线的检查	185
第四节 电量的抄读及退补电量的计算	199
小结	204
思考题及习题	205
第八章 电能计量装置的综合误差	207
第一节 综合误差的基本概念及综合误差的计算	207
第二节 校验电度表时的综合误差	216
第三节 减小综合误差的方法	222
第四节 计量标准的传递及数据处理	224
小结	228
思考题及习题	229
附录	230
附录一 国产电度表型号中字母的含义	230
附录二 国产电压互感器型号中字母的含义	230
附录三 国产电流互感器型号中字母的含义	230
附录四 断开B相电压法功率之比及圆盘转向对照表	231
附录五 对换电压法圆盘转向对照表	232
附录六 电度表错误接线时的更正系数	233

绪 论

一、学习电能计量的重要性

能源是发展生产力和提高人民生活水平的重要物质保证。能源在工业生产中，不仅是动力的源泉，也是重要的工业原料，在人民日常生活中，又是重要的生活物资。能源在国民经济中的地位是十分重要的。

电能是重要的二次能源。随着生产的发展和人民生活水平的不断提高，电能已经得到了越来越广泛地应用，在工业、农业、国防、科学研究和人民日常生活等各个领域起着越来越重要的作用。可以说，没有电能我国“四个现代化”的实现是不可能的。所以，我们必须重视能源的开发和利用，尤其要重视电能的生产和合理地使用。

电能的生产和使用是通过发电、供电、用电等几个主要环节完成的。为了掌握电能的生产、传输和使用各个环节中的数量，装设了大量的电能计量装置，用以计量发电量、厂用电量、供电量、损耗电量、销售电量等等。这些数量是计收电费、搞好经济核算的依据；是进行生产调度、指挥生产的依据；是制定国民经济发展计划和安排人民生活的依据。只有准确地掌握电量这个数据，才能做到合理地使用电能，保证最大限度地节约电能，以便达到最有效地利用能源，为子孙后代造福之目的。而电量数据的获得是靠电能计量技术来实现的。因此，掌握电能计量技术便具有十分重要的意义。

二、电能计量的特点

1. 电量为累积值

电能计量技术是整个测量技术中的一部分。由测量的基本概念知道，测量就是将任何一个量与其同类的被选作单位的量相比较。电量的单位与一般的能量单位相同，即其单位亦为J（焦耳）。工业上是以kW·h（千瓦·小时）做为电能测量单位的。 $1\text{kW}\cdot\text{h}=3.6\times 10^6\text{J}$ 。

电度表（又称电能表）是测量电能的专门仪表。在高电压、大电流的电路中，电度表是经过测量用互感器（电压互感器和电流互感器）而接入电路的。通常我们把电度表和与其配合使用的测量用互感器，以及电度表到互感器二次回路的连接导线所组成的整体称为电能计量装置。电能计量装置所测得的电能的多少，指某一段时间内通过它的电能的累积值。设通过某电路的瞬时电功率为 p ，则在 dt 时间内通过的电能可写作 $dW=p\cdot dt$ 。于是在 t_1 到 t_2 时间内通过的电能可写作

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

式中 p ——瞬时功率， W 。

上式说明，进行电能计量时，必须同时反映出功率的大小和时间的长短。因此，不论

何种形式的电度表都必须同时具有反映功率大小的元件和反映时间长短的元件。这是电度表与一般电气指示仪表，例如：电压表、电流表、功率表等所不同之处。所以，电度表的读数应该是从某一时刻开始，到另一时刻为止的一段时间内所记录的电能的多少。

2. 电能计量的统一性

我们知道，电能是不能储存的。因此，电能的生产、传输、分配以及转换为其它能量形式的过程是同时进行的。这便使得电能作为一种产品从生产到使用的各个环节，即发、供、用三个环节必须紧紧地联系在一起。电力生产必须实行统一指挥、统一调度、统一管理、统一销售。所以，电能计量装置的安装、校验、检修等也要遵循这一规律。正因为如此，我国计量法及有关法律已明确规定：电能计量装置由电业部门实行统一管理，这一点是不同于其它测量的。

3. 电能计量的广泛性

电能使用最方便，可不受时间、空间和气温等条件的限制，因此，得到了最为广泛地应用。这样便带来了电能计量的广泛性，所以，目前电度表的拥有量是其它任何仪表所不能比拟的。另外，电度表需长期接入电路才能计量电能，由于电度表的用量大，接入电路的时间又长，因此，电能计量装置的自身耗电量就是不可忽视的。

三、电度表的分类

目前，各国应用的电度表种类很多，分类方法也不同。下面就我国对电度表的分类情况作一介绍。

1. 按接通电源的性质分

电度表按接通电源的性质分可分为交流电度表和直流电度表两大类。在交流电度表中按用途又可分为工业及民用电度表、标准电度表及特种电度表等。

2. 按结构及工作原理分

电度表按其结构及工作原理主要可分为电气机械式和电子式（也称静止式）两大类。

电气机械式电度表中按工作原理又可分为感应式、电动式和磁电式。其中以感应式应用最为普遍，电动式主要用于测量直流电能，磁电式主要用于安培小时计。电气机械式电度表结构的共同特点是：都有一个可动体在磁场中转动，指示部分为机械计度器。

目前，在交流电路中，几乎全部使用感应式电度表。因为它具有结构简单，转动转矩大，工作可靠，维护方便，调整容易等优点。所以本书将着重讲述感应式电度表。

电子式电度表是一种新型仪表，它是以模数转换技术和脉冲数字技术为工作基础的。这类仪表都是由计数器以数字形式显示测量结果的。目前，这类电度表的主要形式有：时间分割乘法器式、FET模拟乘法器式和二极管式等。电子式电度表的优点是：精度高、频带宽、寿命长、电压范围大、适合于遥控等。但是，由于它们的结构复杂，可靠性较差，所以，目前还不能取代感应式电度表。它主要用来作为校验普通电度表的标准电度表。

除上述两类外，还有电解式电度表（包括汞电量和氢电量电度表），其中应用较广的有汞电量电度表和氢电量电度表。前一种在通电后，由于电解的作用，电解液中的汞沉积到下面的量管中，根据汞沉积的高度可以测定电量的多少；后一种在通电后，由于电解的作用，电解液中有氢气释放，并集结到上面的量管中，根据氢气集结的高度可以测定电量

的多少。它们测量电量的单位都是以“A·h”来表示的。所以，又把这种电度表称为安培小时计。它同磁电式电度表一起主要应用于化学工业和电解铜、电解铝工业中测量电量的消耗，或检查、控制生产工艺流程。

3. 按准确度等级分

准确度等级是根据仪表测量相对误差的百分值来确定的。按准确度等级可将电度表分为普通级（0.5、1.0、2.0、3.0级）和精密级（0.01、0.05、0.1和0.2级）。普通级电度表用于测量电能；精密级电度表则主要作为校验普通级电度表的校验基准。

4. 按用途分

电度表按用途可分为有功电度表、无功电度表、标准电度表、最高需量电度表、损耗电度表、定量电度表及分时计量电度表等等。

我国对电度表的分类体系如表0-1所示。

表 0-1 电 度 表 分 类 体 系

接接通 电 源 性质分	按 用 途 分	名 称	准 确 等 级	负 载 范 围 I_b (%)	备 注
交 流 类	工业与 民 用 电度表	单相电度表	1.0, 2.0	5~200、5~600*	注*号者为 出口产品
		三相三线有功电度表	0.5, 1.0, 2.0	5~150、5~600*	
		三相四线有功电度表	1.0, 2.0	5~150、5~600*	
		三相无功电度表	2.0, 3.0	5~150、5~400*	
	标准电 度 表	单相标准电度表	0.2, 0.5	10~120	
		三相三线有功标准电度表	0.2, 0.5	10~120	
		三相四线有功标准电度表	0.2, 0.5	10~120	
		三相无功标准电度表	0.5, 1.0	10~120	
	特殊用 途电度 表	最高需量电度表	1.0, 2.0	10~120	三 相
		记录式多路需量电度表	1.0	10~120	
		三相打字式记录电度表	1.0	20~120	
		总损耗电度表	2.0	5~120	
		三矢电度表	2.0	5~120	
		脉冲电度表	2.0	5~120	
		铜损电度表	4.0		单 相
		铁损电度表	4.0		
		电力机车用电度表	1.0	5~120	
直流类		电子式三相电度表	0.1, 0.2, 0.5		电子式电 度 表
		单相电子式标准电度表	0.05		
		三相电子式标准电度表	0.05		
		直流电度表	2.0	20~120	
	安培小时计		2.0	100、300、600 700A	
			4.0	100、150A	
		伏特小时表	2.5	0~500V	

四、电能计量技术的发展概况

电能计量技术是随着电力工业的发展而发展的,其发展水平又以电度表的发展水平为主要标志。电度表作为测量电能的专用仪表出现在世界上已有100多年的历史。在这100多年中,由于科学技术的飞跃发展,也使电度表的发展水平达到了一个新高度。最初一只电度表的重量达几十千克,制作工艺粗糙,精度很低。发展到目前为止,已有0.2级和0.1级的感应式电度表以及0.05级和0.01级的电子式电度表,其品种规格也由单一的几种发展为目前的几十种。其产量更为可观,仅我国1989年一年的产量已达2000余万只。目前,我国电度表的使用量至少有4000万只。

世界上最早的电度表是德国人爱迪生在1880年用电解原理制成的直流电度表,即安培小时计。到了1888年交流电的出现和应用,对电度表的发展提出了新的要求。意大利科学院物理学家弗拉里首先提出了用旋转磁场的理论测量电能。与此同时,美国电工技术学校一名物理教师也利用旋转磁场的原理制成了感应式电度表,它仅仅是电度表的雏形。到1889年匈牙利岗兹公司一位名叫布勒泰的德国人,做成了一只总重量为36.5kg,电压铁芯为6kg,无单独电流铁芯的感应式电度表。到1890年便出现了带电流铁芯的电度表,不过它的转动元件是一个铜环,产生反作用力矩是靠交流电磁铁。到19世纪末逐步采用直流电磁铁以降低旋转速度增加转动力矩。同时,也改进了计数机构,并用铝圆盘代替了铜圆盘。至此,感应式电度表的制造理论已经形成。

从20世纪初以后的很长一段时间内,电度表的发展方向主要放在如何缩小体积和改善工作性能的研究上。

到1905年出现了增加非工作磁路改进内相角的方法。由于高导磁材料的出现,不仅使电度表的重量大大减轻,也大大降低了它的自身功率损耗。到20世纪20年代,电度表铁芯的重量已降到1.5~2kg。

到30年代出现了铬钢、铝镍合金磁铁,用它代替钨铜,使电度表的体积进一步缩小,转速也降低了,同时改善了负载特性,并在此基础上出现了用磁桥(磁分路)来补偿过负载特性的方法。不过当时的过负载特性还只停留在150%~200%的水平上。

从40年代起,电度表的发展方向转向外界条件对电度表影响的研究上,如:环境温度、电压、频率等的影响。到50年代和60年代,主要研究调整机构的合理化和提高抗雷击的性能。最近20多年已经解决了延长电度表使用寿命和提高过载能力的生产技术。双宝石轴承和磁力轴承的使用,使电度表的寿命达到15~20年,过载能力达到600%以上。

随着电子工业的飞速发展,已出现了各种形式的电子式电度表。这种电度表在提高准确度方面越来越显示出它的优越性,现在已生产出了0.05级和0.02级的电子式标准电度表。例如:我国生产的PS₁₀型和CB₃型电子式标准电度表的准确度为±0.1%;日本生产的0E4AH型、瑞士生产的TVH₂型和西德生产的7EC2100型电子式电度表的准确度均为±0.05%;瑞士生产的TVL3·1型电子式电度表的准确度可达±0.02%。

我国电度表工业从50年代开始建立,那时只能仿造外国的电度表。现在,已经能够自行设计并大批量生产各种类型的电度表、电度表校验装置以及所需要的其它辅助设备。不仅可以满足国内需要,还有一部分可以远销国外。现在,我国已有一支具有相当技术水平

的从事电能计量工作的专门队伍，他们已成为电力事业不可缺少的技术力量。

五、课程内容及学习方法

《电能计量》是用电管理专业的主要专业课。本课将着重讲述感应式电度表、测量用互感器的工作原理、误差特性及调试方法，还要介绍电度表、互感器校验装置的构成、原理及使用方法以及电度表的接线及其检查、电度表的综合误差等内容。本课理论性和实践性均较强，学习时除应掌握基本原理外，还应理论联系实际。此外，学好本课还应具备一定的数学、物理、电工基础、电机学等基础知识。

还要指出，本课程是为用电管理专业开设的一门新学科，课程体系还要进一步完善，内容也要逐步充实，所以，学习本课时，要多看些有关参考书，以帮助理解课程内容。

第一章 感应式电度表的结构及工作原理

第一节 感应式单相电度表的结构

感应式电度表的种类、型号尽管很多，但它们的基本结构都是相似的，即都是由测量机构（驱动元件、转动元件、制动元件、轴承、计度器）、补偿、调整装置和辅助部件（外壳、基架、端钮盒、铭牌）所组成。

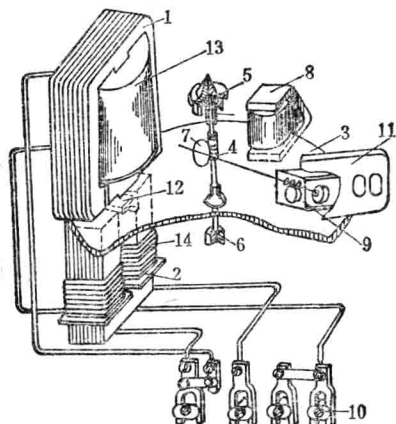


图 1-1 感应式单相电度表测量机构
1—电压铁芯；2—电流铁芯；3—圆盘；4—转轴；5—上轴承；6—下轴承；7—蜗轮；8—制动元件；9—计度器；10—接线端子；11—铭牌；12—回磁板；13—电压线圈；14—电流线圈

一、测量机构

测量机构是电度表实现电能测量的核心部分，图1-1是感应式单相电度表测量机构简图。

1. 驱动元件

驱动元件由电压元件和电流元件组成，其作用是：通过被测电路的电流和电压，建立交变磁通，与其在圆盘内产生的感应电流相互作用，进而产生驱动力矩，使圆盘转动。

（1）电压元件。见图 1-1，电压元件由电压铁芯 1、电压线圈 13 和回磁板 12 组成。电压铁芯是由 0.35~0.5mm 厚的硅钢片叠成的，它下面固定着回磁板 12。回磁板的作用是构成电压工作磁通的磁路，它是由 1.5~2mm 厚的钢板冲成的。电压线圈是由 0.08~0.17mm 的漆包线绕成的，其匝数一般按每伏 25~50 匝来选择。

电度表接入被测电路后，电压线圈与负载相并联，而且不论是否有负载电流，它总是带电的，所以，应尽量减少电压元件的功率消耗，一般其功率消耗应不超过 0.5~1.5W。

（2）电流元件。见图 1-1，电流元件由电流铁芯 2 和电流线圈 14 组成。电流铁芯由 0.35~0.5mm 厚的、含硅较多的“U”形优质硅钢片叠成的。电流线圈是分为匝数相等的两部分，分别绕在“U”形铁芯的两柱上，其绕向相反。电流线圈的匝数较少，一般为 60~150Aw（安匝），其导线直径可按电流密度不超过 3~5A/mm² 来选择。

电度表接入被测电路后，电流线圈与负载相串联。

驱动元件的布置形式可分为辐射式和切线式两种。目前，多采用切线式驱动元件，它又可分为分离式、封闭式和组合封闭式等几种基本结构形式，如图 1-2 所示。

分离式驱动元件的电压铁芯和电流铁芯彼此是分开的，普通型电度表多采用这种结构。封闭式驱动元件的电压铁芯和电流铁芯是用整块硅钢片冲成，然后叠成一个整体。组合封闭式驱动元件的电压铁芯和电流铁芯是用铆钉或螺钉连成一个整体，并另设回磁板。封闭式和组合封闭式驱动元件多用于精密型电度表。

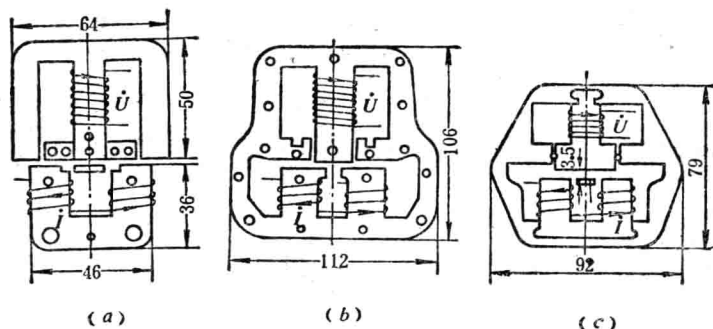


图 1-2 切线式驱动元件的结构形式
(a)分离式; (b)封闭式; (c)组合封闭式

由于切线式驱动元件结构简单, 体积小, 便于安装和批量生产, 而且又具有较好的技术性能, 所以被广泛采用。我国生产的电度表, 驱动元件都是采用切线式的。

2. 转动元件

转动元件由圆盘 3 和转轴 4 组成, 见图 1-1, 圆盘用纯铝板制成, 其直径为 80~100mm, 厚度为 0.5~1.2mm, 圆盘边缘应涂以计算转数的标记。转轴一般用铝或铜合金棒制成。转轴上装有蜗杆, 蜗杆与计度器 9 上的蜗轮 7 相啮合, 以便把圆盘转数传递给计度器。

转动元件的作用是: 在驱动元件建立的交变磁场的作用下, 在圆盘上产生感应电流, 进而产生驱动力矩使圆盘转动, 并把转动的圈数传递给计度器。

对转动元件的要求是: 有一定的机械强度, 重量要轻, 圆盘导电率要大。

3. 制动元件

制动元件由永久磁铁及其调整装置组成, 如图 1-1 中的 8 所示。永久磁铁是用具有较高矫顽力和剩磁感应强度的材料, 如铝镍合金或铝镍钴合金等压铸而成。

制动元件的作用是: 产生与驱动力矩方向相反的制动力矩, 以便使圆盘的转动速度与被测电路的功率成正比。

制动元件按永久磁铁的结构形式及其在圆盘上的布置方式, 可分为如图 1-3 所示的几种。

4. 轴承

轴承是电度表的重要部件, 它对电度表的准确度和使用寿命有重要影响。现代电度表的轴承结构主要有两种。

(1) 钢珠宝石轴承。它主要作为下轴承用以支撑转动元件的全部重量。其结构的基本类型有三种, 如图 1-4 所示。

钢珠宝石中的钢珠是用铬钢或不锈钢等材料经研磨而成, 其直径一般为 0.8~1.5mm。宝石一般用钢玉即三氧化二铝制成, 其曲率半径一般为 1~1.7mm, 硬度为莫氏 9 度。

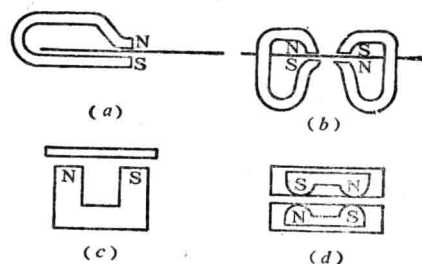


图 1-3 制动元件的形式

(a)单磁通单磁型; (b)单磁通双磁型;
(c)双磁通单磁型; (d)双磁通双磁型

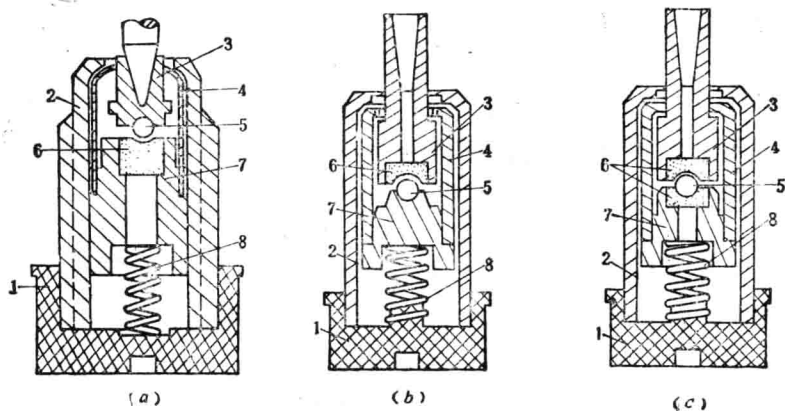


图 1-4 钢珠宝石轴承的类型

(a)正宝石轴承；(b)倒宝石轴承；(c)双宝石轴承

1—螺帽；2—衬管；3—轴座；4—卡套；5—钢珠；6—宝石；7—支承；8—弹簧

(2) 磁力轴承。它是一种新型轴承，目前，主要类型有两种，如图1-5所示。图中磁悬轴承是靠圆筒形磁铁 9 和圆柱形磁铁 14 之间的吸引力，将转动元件悬浮于空间的。而磁推轴承是靠两个圆筒形磁铁 9 和 15 之间产生的排斥力将转动元件抬高。两种轴承转动元件的定位和导向都是靠石墨衬套 5、6 和钢针 3、4 来实现的。

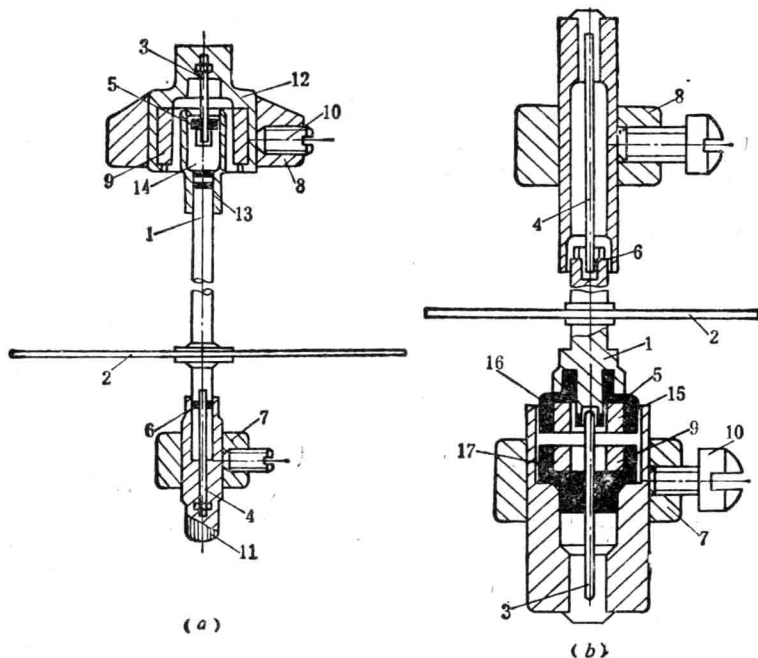


图 1-5 磁力轴承结构

(a)磁悬轴承；(b)磁推轴承

1—转轴；2—圆盘；3、4—钢针；5、6—石墨衬套；7、8—基架；9、15—圆筒形磁铁；10—螺钉；11、12—铝合金罩；13—铝筒；14—圆柱形磁铁；16、17—钢环

磁力轴承由于能减少机械磨损，因而，不但提高了电度表的灵敏度，而且大大延长了电度表的使用寿命。

(3) 上轴承。它装于转轴 7 的上端，只起定位和导向作用。它一般由长 5~9mm，直径 0.3~0.5mm 的不锈钢针及黄铜轴套所组成。图 1-6 为一种常见的上轴承结构。

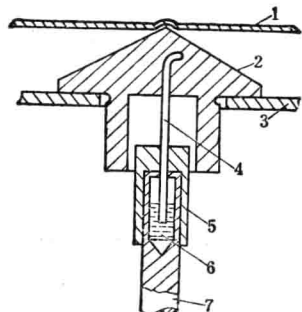


图 1-6 常见的上轴承结构

1—弹簧片；2—针夹持器；3—基架；4—钢针；
5—轴套；6—储油室；7—轴

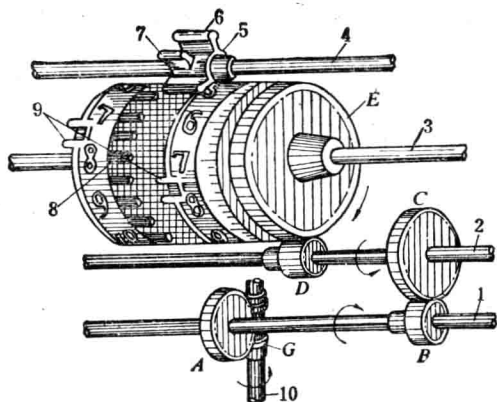


图 1-7 字轮式计度器结构

A—蜗轮；G—蜗杆；B、D—主动轮；C、E—从动轮；
1~4—横轴；5—进位轮；6—长齿；7—短齿；8—稍齿；
9—槽齿；10—转轴

5. 计度器

计度器是电度表的指示部分。计度器的形式有字轮式、字盘式和指针式几种，图 1-7 为字轮式计度器的结构图。

计度器的字轮、进位轮、传动齿轮等多采用铝合金或工程塑料压铸而成。横轴 1~4 多采用耐磨的不锈钢条制造，其直径一般为 1~1.2mm。

计度器的传动比是指其末位字轮转一转时圆盘的转数。它在数值上等于圆盘转速与末位字轮转速之比。用公式可表示为

$$k = \frac{Z_a}{Z_g} \cdot \frac{Z_c}{Z_b} \cdot \frac{Z_e}{Z_d}$$

式中 Z_a 、 Z_c 、 Z_e ——齿轮 A、C、E 的齿数；

Z_b 、 Z_d ——齿轮 B、D 的齿数；

Z_g ——蜗杆 G 的头数，一般为 1 或 2。

通常是通过改变齿轮 C 和 B 的齿数比 $\left(\frac{Z_c}{Z_b}\right)$ ，来改变计度器的传动比。

二、补偿、调整装置

补偿、调整装置是改善电度表的工作特性和满足准确度要求不可缺少的组成部分。每只单相电度表都装有满载、轻载、相位角调整装置和防潜动装置。某些电度表还装了过载和温度补偿装置。三相电度表还应装平衡调整装置。补偿、调整装置的结构、原理及调整方法在第二章讲授。

三、辅助部件

1. 外壳

外壳由底座和表盖组合而成。外壳一般用金属材料制作,也可用塑料绝缘材料制作。表盖用玻璃、胶木或塑料压制而成的。

2. 基架

基架是用来支撑和固定测量机构及调整装置的。基架对电度表的技术性能有一定的影响,因此,要求它具有足够的机械强度。基架可以与底座分开,也可以与底座连成一个整体。DD862型和DS864型电度表的基架就是与底座分开的,它们都是用铝合金压铸而成。

3. 端钮盒

端钮盒是用来将测量机构的电流、电压线圈与被测电路相连接,它一般应与底座连在一起,并要求它具有足够的机械强度和良好的电气绝缘。

4. 铭牌

铭牌可以固定在计度器框架上,也可附在表盖上。铭牌上应标注电度表的型号、额定电压(U_n)、标定电流(I_n)、频率、相数、准确等级、电度表常数等主要技术性能。还要标明厂家、编号、出厂年月等。我国电度表型号中字母含义,参见附录一。

第二节 感应式单相电度表的工作原理

一、圆盘的转动原理

1. 磁通的分布情况

如图1-8所示,负载电流 I 在电流铁芯中产生的总磁通有两部分。一部分为 Φ_I ,它沿着电流铁芯3右边柱,经空气隙穿过圆盘5,又经电压铁芯1再次穿过圆盘5,然后回到电流铁芯3左边柱而闭合,我们把它称为电流工作磁通;另一部分是不穿过圆盘的,我们把它称为电流非工作磁通。非工作磁通又包括电流线圈的漏磁通 Φ_{IL} 和沿着电流铁芯3右边柱经气隙及回磁板6,到电流铁芯左边柱而闭合的磁通 Φ_{IF} 。电流非工作磁通的存在对改善电度表的工作特性是必要的。

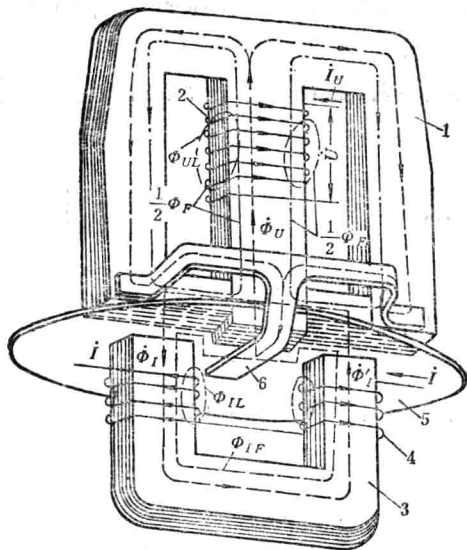


图 1-8 电度表内磁通的分布情况

1—电压铁芯; 2—电压线圈; 3—电流铁芯; 4—电流线圈; 5—圆盘; 6—回磁板

电压线圈中的电流 I_U 在电压电磁铁中产生的总磁通有两部分。一部分为 Φ_U ,它从电压铁芯1的中柱到上部磁轭,再沿两边柱经回磁板6及回磁板与电压铁芯间的气隙,穿过圆盘又回到电压铁芯中柱。我们把这部分磁通称为电压工作磁通;另一部分是不穿过圆盘的,我们把它称为电压非工作磁通。电压非工作磁通