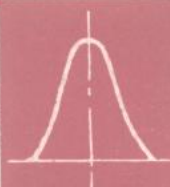


计量技术丛书

电磁计量技术

陕西机械学院 穆志坚 李大成 高宗海 编



机械工业出版社

计量技术丛书

电磁计量技术

陕西机械学院 穆志坚 李大成 高宗海 编



机械工业出版社

内 容 简 介

该书是“计量技术”丛书的第八分册。全书共分五篇十六章。着重介绍了电磁计量的基本概念、单位和计量器具，常用电测量指示仪表的结构、原理、特性、检定方法以及用它们进行直读测量的方法；常用比较仪器的结构、原理及比较测量法；数字仪表的基本知识及数字电压表的组成、原理和使用方法；磁测量的基本知识及测量磁场和磁性材料磁特性的基本方法。

该书取材广泛，概念叙述清楚，通俗易懂，每章后面均附有小结、思考题和习题，便于自学。

DT25/05

计量技术丛书

(第八分册)

电 磁 计 量 技 术

陕西机械学院 穆志坚 李大成 高宗海 编

责任编辑： 贡克勤

封面设计： 田淑文

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

通县曙光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本787×1092¹/₁₆·印张1¹/₁₆·字数 371千字

1988年7月北京第一版·1988年7月北京第一次印刷

印数 00,001—6000·定价: 4.50元

ISBN7-111-00552-7/TM·84

0380138

“计量技术”丛书编委会

主 编：柏永新

副主编：唐家驹 童 竞

编 委：（按姓氏笔划为序）：

冯炳华 任金铭 刘毓兰

许开君 许泽鹏 李 信

李大成 李斌之 李福利

陈素明 林霁栋 杨国珍

杨致忠 赵瑞生 赵念念

柏永新 高宗海 郭桂珊

夏道智 唐家驹 童 竞

傅庭和 穆志坚

序 言

我国社会主义四个现代化建设事业的蓬勃发展,要求加快现代化计量科学技术的发展。同时,计量科学技术的进步又有力地促进我国各行业、企业进行的技术改造,使它们尽快地转到现代化技术和现代化管理的基础上来。因此,为了满足各行业、各部门对具有现代计量科学知识的人才的需要,加速人才培养,并提高现有企事业单位计量测试人员的技术水平,我们在陕西机械学院领导的鼓励和支持下,组织我院精密仪器工程系和自动控制系具有丰富教学实践经验的二十名教师,并聘请了陕西省计量局具有丰富工作经验的工程师编写了这套“计量技术”丛书。考虑到计量科学是一门基础性的应用科学,涉及的专业学科有十大类一百四十多项,其内容十分丰富,丛书不可能面面俱到,全面论述。按多数计量测试工作的实际需要,我们编写的丛书比较全面地论述了计量测试中所遇到的机械学,光学,电学和误差理论与数据处理等方面的基础知识,并对长度、温度、力学、电磁和理化等五个方面计量的各种原理、方法和应用技术进行了系统地阐述。这套丛书共包括以下九个分册:

1. 计量机械基础(第一分册)
2. 计量光学基础(第二分册)
3. 计量电学基础(第三分册)
4. 测量数据处理(第四分册)
5. 长度计量技术(第五分册)
6. 温度计量技术(第六分册)
7. 力学计量技术(第七分册)
8. 电磁计量技术(第八分册)
9. 理化计量技术(第九分册)

这套丛书是针对具有中等以上文化程度的在职计量技术和管理人员而编写的,可作为他们的自学和函授教材或有关培训班教材,也可作为大专院校有关专业的教材或参考书。

由于我们水平有限,丛书可能存在不少缺点和错误,我们衷心欢迎广大读者批评指正。

“计量技术”丛书编委会

1987.7

前 言

电磁计量技术是计量技术中的一个重要分支，它的迅速发展不仅推动了电工理论和电工技术的蓬勃发展，而且在其他科技领域，如电子技术、原子物理、地球物理、宇航工程、生物、医学等领域中得到了极其广泛的应用。

本书介绍了电磁计量的基本原理、基本方法及常用计量器具的结构、原理和检定方法。全书共分为五篇十六章：第一篇分为两章，介绍了电磁计量的基本概念、单位和计量器具；第二篇分为七章，介绍了常用电测量指示仪表的结构、原理、特性、检定方法以及用它们进行直接测量的方法；第三篇分为两章，介绍了常用比较仪器的结构、原理及比较测量法；第四篇分为两章，介绍了数字仪表的基本知识及数字电压表的组成、原理和使用方法；第五篇分为三章，介绍了磁测量的基本知识及测量磁场和磁性材料磁特性的基本方法。

编写本书时，力求做到取材广泛、概念清楚、通俗易懂、便于自学，并注意理论联系实际。在每章后面均附有小结、思考题和习题。编写时参考了国内外电磁测量方面的书籍和资料，在此，仅向这些书籍的作者及译者表示衷心的感谢！

本书第一、二、十二章由李大成编写；第十、十一、十六章由高宗海编写；第十三章由李大成、高宗海编写；其余各章由穆志坚编写，并由穆志坚担任主编。由唐家驹主审。

由于时间仓促和编者水平所限，在书中定有许多不妥和错误之处，恳切希望读者给予批评指正。

编者

一九八七年八月

目 录

第一篇 电磁计量概论

第一章 电磁计量的基本概念	1
§ 1-1 电磁计量概述	1
§ 1-2 电磁计量的方法和分类	2
§ 1-3 测量中的误差	4
本章小结	5
思考题与习题	6
第二章 电磁计量的单位和电学量具	7
§ 2-1 电磁学单位和电学单位量值传递体系	7
§ 2-2 电学计量主要量具	12
本章小结	18
思考题与习题	18

第二篇 电测量指示仪表及直读测量

第三章 电测量指示仪表的一般知识	19
§ 3-1 电测量指示仪表的组成及其基本原理	19
§ 3-2 指示仪表的误差和准确度	23
§ 3-3 指示仪表的主要技术特性	25
§ 3-4 指示仪表的分类	27
本章小结	29
思考题与习题	29
第四章 磁电系仪表	30
§ 4-1 磁电系测量机构	30
§ 4-2 磁电系电流表	33
§ 4-3 磁电系电压表	37
§ 4-4 磁电系欧姆表	39
§ 4-5 带整流器的磁电系仪表	41
§ 4-6 万用表	44
§ 4-7 兆欧表	51
§ 4-8 磁电系检流计和冲击检流计	54
§ 4-9 磁电系仪表的技术特性	58
本章小结	59
思考题与习题	60
第五章 电磁系仪表	61
§ 5-1 电磁系测量机构	61

§ 5-2 电磁系电流表	63
§ 5-3 电磁系电压表	63
§ 5-4 电磁系仪表的技术特性	64
本章小结	66
思考题与习题	66
第六章 电动系仪表	67
§ 6-1 电动系测量机构	67
§ 6-2 电动系电流表	69
§ 6-3 电动系电压表	71
§ 6-4 电动系功率表	71
§ 6-5 电动系仪表的技术特性	77
§ 6-6 铁磁电动系仪表	78
本章小结	78
思考题与习题	79
第七章 感应系仪表	80
§ 7-1 感应系测量机构	80
§ 7-2 感应系电度表	83
§ 7-3 感应系电度表的主要技术特性及使用注意事项	85
本章小结	88
思考题与习题	88
第八章 电测量指示仪表的选择与检定	89
§ 8-1 常用电测量指示仪表的性能比较	89
§ 8-2 电测量指示仪表的选择	90
§ 8-3 电测量指示仪表的检定	91
§ 8-4 直接比较法检定电流表、电压表、功率表	95
§ 8-5 热电比较法检定电流表、电压表、功率表	98
本章小结	101
思考题与习题	102
第九章 电量和电路参数的直读测量	103
§ 9-1 电流、电压的直读测量	103
§ 9-2 功率的直读测量	106
§ 9-3 测量用互感器	112
§ 9-4 直流电路参数的直读测量	119
§ 9-5 交流电路参数的直读测量	122
本章小结	126
思考题与习题	126

第三篇 常用比较仪器及比较测量法

第十章 电位差计	128
§ 10-1 直流电位差计的基本原理及其构成	128
§ 10-2 直流电位差计的使用与维护	134
§ 10-3 直流电位差计的应用及其检定	137

§ 10-4 交流电位差计的工作原理	140
§ 10-5 交流电位差计的特点和用途	142
本章小结	144
思考题与习题	145
第十一章 电桥	146
§ 11-1 直流单电桥	146
§ 11-2 直流双电桥	149
§ 11-3 直流电桥的使用维护及检定	152
§ 11-4 交流电桥的原理和特点	155
§ 11-5 常用交流阻抗比电桥介绍	157
§ 11-6 变压器电桥	160
§ 11-7 交流电桥的干扰防护及使用	164
本章小结	167
思考题与习题	167

第四篇 数 字 仪 表

第十二章 数字式测量仪表	169
§ 12-1 数字仪表概述	169
§ 12-2 电子计数器的基本原理	170
§ 12-3 电子计数器的几种测试功能	172
本章小结	176
思考题与习题	176
第十三章 数字电压表	177
§ 13-1 D/A转换器	178
§ 13-2 A/D转换器	180
§ 13-3 数字电压表的主要技术指标	187
§ 13-4 PZ-15型数字电压表	189
§ 13-5 数字电压表的使用	192
本章小结	198
思考题与习题	198

第五篇 磁 的 测 量

第十四章 磁学计量基础知识	199
§ 14-1 描述磁场的基本物理量及基本定律	199
§ 14-2 磁性材料的磁化特性	203
§ 14-3 磁路及其基本定律	210
本章小结	211
思考题与习题	212
第十五章 磁通与磁场强度的测量	214
§ 15-1 感应法测磁通	214
§ 15-2 其他磁场测量仪器及测量方法	219

§ 15-3 磁学量值检定系统	224
本章小结	225
思考题与习题	225
第十六章 磁性材料特性的确定	226
§ 16-1 磁性材料静态特性的确定	226
§ 16-2 磁性材料动态特性的确定	230
本章小结	237
思考题与习题	237
● 考文献	238

第一篇 电磁计量概论

电磁计量是人们掌握电磁知识、发展电磁理论和电磁技术的重要手段。由于电磁计量具有测量方便、易于实现自动化和遥测等固有优点，故它在各种计量技术中占有很重要的地位。

本篇主要介绍有关电磁计量的基本概念、基本方法、单位及量具。

第一章 电磁计量的基本概念

§ 1-1 电磁计量概述

一、电磁计量的发展和地位

世界上有着各种各样的物质，它们都具有不同的物理性质和化学性质，人们在实践中为了认识和掌握它们的客观规律，经常需要知道这些物质的数量、大小、形状、状态和变化特性等等；因而就要进行测量。所谓“测量”就是“为确定被测对象的量值而进行的实验过程”。门捷列夫曾形象地指出：“科学从测量开始……”。如果没有测量，一切社会活动是无法想象的。

“计量”，从狭义角度可理解为在于保证测量统一和量值准确的测量；从广义角度可理解为是计量学、计量技术和计量管理的全部活动。其中计量技术包括有：长度、热学、力学、电磁学、光学、声学、化学、无线电、时间频率、放射性等十类。

电磁计量就是按照国家的法定计量检定系统，借助于各种电磁计量器具，对自然界中的电磁现象及各种电气设备中的电磁过程进行定量分析研究的过程。它的成长和发展是和电磁学理论及电磁技术的成长和发展密切相关，互相促进的，它的发展大体上经历了以下几个时期：

早在远古时代，人们已经了解到“摩擦生电”的现象，在我国，也很早就发现了天然磁铁，并制造了指南针。但当时人们对电磁的认识是很肤浅的。

直到18世纪末，库仑用实验方法确定了电荷间相互作用的定律，18世纪末到19世纪初，伏打制成了所谓的“伏打电池”，欧姆通过实验得出了有名的“欧姆定律”，法拉第发现了电磁感应定律，这些定律奠定了电路理论和电工技术的基础。1873年，麦克斯威提出的“麦克斯威方程”，则奠定了电磁场理论基础。19世纪中叶以后，发电机、电动机的发明，为人们利用电能开辟了宽阔的道路。所有这些，都促进了电磁测量技术的发展。在此期间，人们制造了电磁系、感应系、铁磁电动系等仪表。正是有了这些测量仪表，相应地出现了多种测

8810660

量单位。当时,仅电阻就有15种单位,电流有5种单位。如此众多的单位使得测量结果无法比较,在1881年召开的国际会议上规定了统一的电学单位制,统一了测量单位。

20世纪以来,尤其是60年代以来,由于电子技术、大规模集成电路以及计算机技术的迅速发展,使电磁测量进入了一个新的时期,正朝着快速测量、小型化、数字化、多功能化、高准确度、高灵敏度、高可靠性及智能化等方面迈进。

总之,电磁理论和电磁技术的发展推动着电磁计量技术的提高,而电磁计量技术的提高又促进了电磁理论和电磁技术的发展。

由于电磁计量具有测量方便、易于实现自动化、遥测等固有优点,故很多其他计量往往都将其转换为电磁计量。例如在测量温度、长度、振动时,常常先将被测测量转变成电信号,通过对电信号的测量再换算成被测量。因此,电磁计量在各种计量技术中占有很重要的地位,应用极为广泛。

二、电磁计量的任务

电磁计量可分为电学计量和磁学计量两大部分,它们的任务就是按照国家法定的计量单位和标准来测量各种电参量和磁参量。

电参量可以分为电量(例如电压、电流、电功率、电能、相位……)和电路参数(例如电阻、电感、电容、互感……)。

磁参量也可以分为磁量(例如磁通、磁感应强度、磁场强度……)及磁路参数(例如磁阻、磁性材料的磁导率……)。

三、电磁计量器具

凡能用以直接或间接测出被测对象量值的量具、计量仪器(仪表)和计量装置统称为计量器具。

量具是以固定形式复现量值的计量器具。在电磁计量中,象标准电池、标准电阻等都是量具。

计量仪器(仪表)是将被测的量值转换成可直接观测的指示值或等效信息的计量器具。电磁计量中的测量仪器(仪表)分为两类。一类是电磁测量指示仪表,它能够直接指示出被测量的大小和单位。电磁测量指示仪表按其结构、原理不同又分为模拟式(或机械式)指示仪表(例如,电流表、电压表、磁通表等)和数字式仪表(例如数字电压表、数字磁通表等)。另一类叫比较式仪器,它是将被测量与量具进行比较而确定出被测量大小的仪器(例如电位差计、电桥等)。

计量装置是为确定被测量值所必需的计量器具和辅助设备的总体。

本书主要介绍各种电磁计量器具的结构、工作原理以及用它们进行电参量和磁参量测量的方法。

§1-2 电磁计量的方法和分类

同一物理量可以用各种不同的方法进行测量。但是,在一定的条件下,要根据被测量的性质、特点以及对准确度的要求等因素来选择测量方法。根据各种测量的性质和特点可将测量方法作如下分类:

一、根据获得测量结果的过程分类

根据获得测量结果的过程可以将测量分为三类：

1. 直接测量

直接从测量的实测数据中得到测量结果的叫直接测量。实测数据可以直接由指示仪表上得到，也可以用量具直接与被测量相比较而得到。例如，用电流表测量电流和用电位差计测量电压都是直接测量，因为被测量的数据能够直接从仪表或仪器上得到。

2. 间接测量

通过测量一些与被测量有函数关系的量，然后通过计算而获得测量结果的叫间接测量。例如用伏安法测电阻就是间接测量。因为这种方法是先测出电阻两端的电压 U 和电阻中的电流 I ，然后再根据公式 $R=U/I$ 计算出电阻值。

间接测量比直接测量要复杂一些，一般在不能使用直接测量或直接测量达不到测量要求时，才采用间接测量法。

3. 组合测量

这种测量是在多次直接测量具有一定函数关系式的某些量的基础上，通过联立求解各函数关系式来确定被测量大小的方法。它比直接测量和间接测量都要复杂。例如，要测量一只标准电阻的温度系数，就必须采用组合测量的方法。标准电阻的阻值与温度之间的函数关系为

$$R_t = R_{20}[1 + \alpha(t - 20^\circ\text{C}) + \beta(t - 20^\circ\text{C})^2] \quad (1-1)$$

式中 R_{20} ——该电阻在温度 20°C 时的阻值。

R_t ——该电阻在温度 t 时的阻值。

α 、 β ——该电阻的温度系数。

在一次测量中，只能测得一个温度 t 以及相对应的 R_t ，因此要在不同温度下测量三次，分别得到

$$R_{t1} = R_{20}[1 + \alpha(t_1 - 20^\circ\text{C}) + \beta(t_1 - 20^\circ\text{C})^2]$$

$$R_{t2} = R_{20}[1 + \alpha(t_2 - 20^\circ\text{C}) + \beta(t_2 - 20^\circ\text{C})^2]$$

$$R_{t3} = R_{20}[1 + \alpha(t_3 - 20^\circ\text{C}) + \beta(t_3 - 20^\circ\text{C})^2]$$

通过解以上方程组，可以求得 R_{20} 、 α 、 β 。这种方法即为组合测量法。

二、根据所用器具分类

根据在测量过程中所用测量器具不同可分成直读测量法和比较测量法。

1. 直读测量法

利用电测量指示仪表进行测量称为直读测量法。例如用电压表测量电压。这种测量的特点是量具并不直接参与测量过程。当然，为了保证测量仪表准确可靠，首先要用标准测量器具对测量仪表进行校准。

直读测量法所用设备简单，操作方便，在电磁测量中得到广泛的应用。但这种测量方法准确度较低，一般不能用于高准确度的测量。

2. 比较测量法

比较测量法是将被测量与标准量（通过量具实现）进行比较得到测量结果的一种测量方法。这种测量方法的特点是在测量过程中要有量具直接参与。它又可以分为以下四种：

(1) 差值法 在这种测量方法中，是通过测量仪器直接读取被测量 x 与某一标准量 x_0

的差值 a ，然后通过简单计算，可求得被测量的大小，即

$$x = A + a$$

在差值测量法中，由于标准量 A 一般准确度较高， A 的误差一般可以忽略。主要考虑测量仪器的读数 a 所带来的误差。

在采用差值法进行测量时，一般尽量选取标准量 A 与被测量 x 相接近，这样可以减少测量误差。

(2) 零值法 这种测量方法也是将被测量 x 与已知的标准量 A 相比较。由于 A 是可调的，并有一个可以监测标准量与被测量相平衡的指零仪，故只要调节标准量 A ，使指零仪指零，就可认为

$$x = A$$

这种测量方法的准确度主要决定于标准量 A 的准确度以及指零仪的灵敏度。

(3) 替代法 在测量过程中，先用测量仪器对某一标准量 A 进行测量，得到一个测量结果 a_N ，然后再用该仪器对被测量 x 进行测量，得到一个测量结果 a_x ，则

$$x - A = a_x - a_N$$

即

$$x = A + (a_x - a_N) \quad (1-2)$$

如果标准量 A 可以调节，当第二次测量中使 a_x 和 a_N 相等时，就称为完全替代法。否则称为不完全替代法。

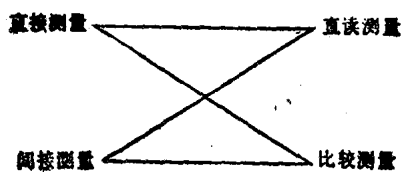


图 1-1

替代法能消除由于测量仪器引入的误差，因此在高精度的测量技术中得到比较广泛的应用。

(4) 重合法 重合法是将被测测量的一系列均匀交替的信号与某个已知参考量相比较，当两者的信号出现重合的状态或现象时，就可以确定被测量的大小。

根据以上分类方法，我们可以看到，在直接测量和间接测量中都包括直读测量和比较测量。同时，在直读测量和比较测量中也都包括直接测量和间接测量。它们之间的关系可用图 1-1 表示。

§ 1-3 测量中的误差

在测量过程中，测量结果与真值之间总有一定的偏差，这种偏差称为测量误差。根据产生误差的性质及特点，可将测量误差分为系统误差、随机误差和粗差。为了减小误差，以提高测量的准确度，必须对产生这些误差的主要来源进行分析。

一、系统误差

凡按一定规律变化的误差称为系统误差。主要来源于以下几个方面：

1. 测量器具误差

这类误差主要由于在测量过程中所使用的测量器具（例如量具、仪器、仪表等）的缺陷或不理想而造成的。当这些测量器具组合在一起形成一个完整的测量装置后，则它们形成的综合误差也就确定了。所以这类误差是系统误差。

指示仪表在正常工作条件下的误差称为仪表的基本误差。

2. 环境误差

测量时, 周围环境的影响 (例如温度、湿度、电磁场、电源频率等) 发生变化也会引起测量误差。如果这种变化是有规律的, 则属于系统误差。例如标准电池的电动势随温度的变化是有规律的, 所以属于系统误差。

对于指示仪表, 凡不能满足正常工作条件而引起的误差称为仪表的附加误差。

3. 方法误差

一个物理量可以用多种方法测量。由于所选用的测量方法不当, 或者所依据的理论有一定的缺陷所引起的误差称为方法误差。例如, 用伏安法测量电阻 R_x 时, 有两种接线方法, 如图1-2所示。

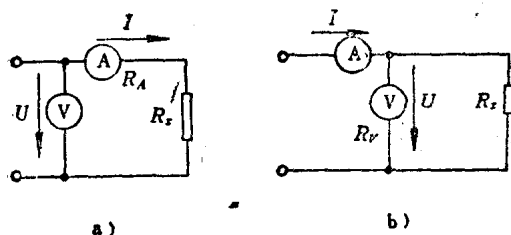


图1-2 用伏安法测电阻

这两种方法都可以根据公式 $R = U/I$ 来计算出 R_x 。由于电流表内阻 R_A 和电压表内阻 R_V 的影响, 这两种方法都存在着误差, 这种误差即为方法误差。

4. 人员误差

由于操作人员生理上的差异, 他们的读数习惯、分辨能力所引起的误差称为人员误差。

二、随机误差

由许多小相互独立的影响而引起对测量系统同一读数的偏离, 这种偏离即为随机误差。它的值时大时小, 时正时负, 没有确定的变化规律。

在电磁计量中, 由于环境温度的起伏, 电磁场的微变, 电源电压、频率变化以及操作人员感觉器官的生理变化都是引起随机误差的因素。

三、粗大误差

明显的超出规定条件而造成的误差叫粗大误差。主要是由于操作人员疏忽大意或操作错误所造成。

除上述所提到的一般引起测量误差的原因外, 在电磁计量中, 引起误差的原因还有:

(1) 连接导线、接线柱、转换开关的电阻引进的误差 这些电阻虽小, 但在高准确度测量和小电阻测量中是不可忽视的, 有时还要考虑它的交流阻抗 (电容、电感)。

(2) 线路和平衡指示器灵敏度不够引起的误差 如果线路灵敏度低, 那么必须有较大的被测量变化才能引起可以观察到的指示变化, 利用这样的测量装置或仪器不能精确确定被测量的数值, 因而引起测量误差。这在使用电位差计及电桥时是需要注意的。

(3) 热电势的影响 不同的金属材料组合在一起, 由于温度的变化会引起热电势, 这也将引起测量误差。如操作人员手的温度影响也会产生热电势, 而引进测量误差。

除此以外, 元件的稳定度不高; 在交流电路中, 由于元件的残余电感、分布电容的影响; 线路中各元件相互间电磁场的影响等都可能引起测量误差。在测量时, 需要对这些因素进行估计, 并设法减小或消除。

本章小结

电磁计量的主要对象是电参量（例如电流、电压、电功率、电阻、电感、电容等）和磁参量（例如磁通、磁感应强度、磁场强度、磁性材料的性质等）的测量。

电磁计量发展的历史虽短，但发展迅速，已经成为十大计量工作中的重要分支。电磁计量准确度高，信号易于处理（可以放大、调制等），故使它在其他计量工作中得到广泛的应用，具有十分重要的地位。

电磁计量根据获得测量结果的过程和使用的仪器不同，可以分为直接测量、间接测量、组合测量以及直读测量和比较测量。

思考题与习题

1-1 直接测量与直读测量有什么区别？

1-2 在电磁计量中产生系统误差的因素有哪些？

第二章 电磁计量的单位和电学量具

§ 2-1 电磁学单位和电学单位量值传递体系

一、国际单位制

由于历史的原因,世界各国都建立了自己的计量制度,使世界计量制度十分混乱,计量单位十分繁杂,给国际贸易往来及科学技术交流造成一定困难。为此,世界各国的科学家作了长期的大量工作,在1960年第11届国际计量大会上正式通过了一种通用的适合一切计量领域的单位制,叫作国际单位制,用符号“SI”表示。1971年第14届国际大会规定了国际单位制含有七个基本单位,并对导出单位的名称、符号等作了一系列规定。这是当前最完善的单位制。

我国法定计量单位是以SI为基础制订的。国家标准GB3102.5—86《电学和磁学的量和单位》已经发布。

SI的七个基本单位是

- ① 长度单位——米 (m)。
- ② 质量单位——千克 (kg)。
- ③ 时间单位——秒 (s)。
- ④ 电流单位——安培 (A)。
- ⑤ 热力学温度单位——开尔文 (K)。
- ⑥ 物质的量单位——摩尔 (mol)。
- ⑦ 发光强度单位——坎德拉 (cd)。

二、电磁学单位

SI的电磁学单位是以SI前四个基本单位米、千克、秒和安培为基本单位建立起来的。

安培的定义为:安培 (A) 是一恒定电流,若保持在处于真空中相距一米的两根无限长而横截面可忽略的平行直导线内,则此两导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿。

这个定义是简单、明瞭的,但是如果根据这个定义来实现安培,就会发现,直导线的无限长度、可忽略的横截面以及异常小的力都要引起无法克服的困难。因此,现在是用安培天平来实现安培的。

安培天平是以通过两个螺线管电流的相互作用力并利用天平来测定作用力的大小为原理的装置。其原理结构如图2-1a所示。

图中,外面线圈的位置是固定的,称为定圈,里面的线圈相对定圈可以上下移动,称为动圈。当两个线圈分别通过电流 I_1 和 I_2 时,两个线圈相互间的能量 W 为

$$W = I_1 I_2 M$$

两线圈回路之间沿 x 方向的作用力 F_x 为