

# 第11章 计量、电磁量标准及量值传递

# 11.1 计量

计量和测量是互有联系又有区别的两个概念。测量是通过实验手段对客观事物取得定量信息的过程，也就是利用实验手段把待测量直接或间接地与另一个同类已知量进行比较，从而得到待测量值的过程。测量过程中所使用的器具和仪器就直接或间接地体现了已知量。测量结果的准确与否，与所采用的测量方法、实际操作和作为比较标准的已知量的准确程度都有着密切的关系。因此，体现已知量在测量结果过程中作为比较标准的各类量具、仪器仪表、必须定期进行检验和校准，以保证测量结果的准确性、可靠性和统一性，这个过程，称为计量。计量的定义不完全统一，目前较为一致的意见是：“计量室利用技术和法制手段实现单位统一和量值准确的测量。”计量可看作测量的特需形式。

## 11.1 计量

在计量过程中，认为所使用的量具和仪器时标准的，用它们来校准、检定受检验量具和仪器设备，以衡量和保证使用受检验仪器进行测量时所获得测量时所获得测量结果的可靠性。因此，计量又是测量的基础和依据。计量工作室国民经济中一项极为重要的技术基础工作，在工农业生产、科学技术、国防建设、国内外贸易以及人民生活等各个方面起着技术保证和技术监督作用。《中华人民共和国计量法》第一条就指出，做好计量工作“有利于生产、贸易和科学技术的发展，适应社会主义现代化建设的需要，维护国家、人民利益”，这些都深刻地说明了计量工作的重要意义。

## 11.1 计量

计量学是研究测量、保证测量统一和准确的科学，它研究的主要内容包括：计量和测量的方法、技术、量具及仪器设备等一般理论；计量单位的定义和转换；量值传递和保证量值统一所必须采取的措施、规程和法制等。

## 11.2 单位和单位制

### 11.2.1 单位

#### ■ 1. 计量单位

一种量的计量单位，是通过协议所选取的其数值为1的同类量的一个固定的标准量。例如经17届国际计量会协议通过确定将等于光在真空中于 $1/299792458\text{s}$ 时间间隔内所经过路程长度称为1m，定位长度的计量单位。

## 11.2 单位和单位制

### ■ 2. 基本单位

在许多物理量中，可以选择某些少数相互独立的物理量，其他物理量都能通过这些量的组合而进行定义，这些少数物理量称为基本量。基本量的主单位称为基本单位。基本单位是构成单位制中其他单位的基础。例如在国际单位制中，是以长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度等七个为基本量，它们的主单位为基本单位。

## 11.2 单位和单位制

### ■ 3. 导出单位

遵循物理学法则，由基本量通过组合推导出的量称为导出量，导出量的单位称导出单位。例如在国际单位制中，速度是导出量，其单位是m/s就是导出单位。

### ■ 4. 辅助单位

国际上把既可以作为单位又可作为导出单位的称为辅助单位。在国际单位制中，平面角的单位弧度和立体角的单位球面度即为辅助单位。

### ■ 5. 主单位

一种物理量有若干个单位，但只有一个是独立定义的，这个单位称为主单位，其余的单位则以主单位为基础定义。例如长度的单位为m，而km、cm等则按m给予定义。

## 11.2 单位和单位制

### ■ 6. 倍数和分数单位

它是相对于主单位而言的。例如长度主单位m在实际应用中不能满足需要，则选择了km、cm、mm等作为她的倍数和分数单位。

### ■ 7. 组织形式单位

指由两个或两个以上单位用相乘、相除形式组合而成的新的单位，例如电能的单位“KW.h”。



## 11.2 单位和单位制

### ■ 11.2.2 单位制

任何测量都要有一个统一的体现计量单位的量作为标准，这样的量称作计量标准。计量单位是有明确定义和名称并令其数值为1的固定的量，例如长度单位1米(m)，时间单位1秒(s)等。计量单位必须以严格的科学理论为依据进行定义。法定计量单位因而具有统一性、权威性和法制性。

## 11.2 单位和单位制

- 1984年2月27日国务院在发布《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》时指出：我国的计量单位一律采用《中华人民共和国法定计量单位》。我国法定计量单位以国际单位制（SI）为基础，并包括10个我国国家选定的非国际单位制单位，如时间（分、时、天），平面角（秒、分、度），长度（海里）、质量（吨）和体积(升)等。基本单位是那些可以彼此独立地加以规定的物理量单位，共7个，分别是长度单位米（m），时间单位秒（s），质量单位千克（kg），电流单位安培（A），热力学温度单位开文（K），发光强度单位坎德拉（c d）和物质单位摩尔（mol）。

## 11.2 单位和单位制

由基本单位通过定义、定律及其它函数关系派生出来的单位称为导出单位，例如力的单位牛顿（N）定义为“使质量为 1 千克的物体产生加速度为 1 米每 2 磁方秒的力”，

即  $N = kg \cdot m / s^2$ 。在电学量中，除电流外，其它物理量的单位都是导出单位，如：频率的单位为赫兹（Hz），定义为“周期为 1 秒的周期现象的频率”，即  $W = J / s$ ：电荷量库仑（C）定义为“在载有 1 安培恒定电流在 1 秒内所传送的电荷量”，即  $C = A \cdot s$ ：电位电压的单位伏特（V）定义为“在载有 1 安培恒定电流导线的两点间消耗 1 瓦的功率”，即  $V = W / A$ ：电阻的单位欧姆定义为“导体两点间的电阻，当该两点间加上 1 伏特恒定电压时，导体内产生 1 安培的电流”，即  $\Omega = V / A$ ，等等。

## 11.2 单位和单位制

国际上把既可以作为基本单位又可作为导出单位的单位，单独列为一类叫做辅助单位。国际单位制中包括两个辅助单位，分别是平面角的单位弧度（rad）和立体角的单位球面角（sr）

## 11.2 单位和单位制

由基本单位、辅助单位和导出单位构成的完整体系，称为单位制。单位制随基本单位的选择而不同。例如：在确定厘米、克、秒为基本单位后，速度单位为厘米每秒（ $\text{cm/s}$ ）密度单位为克每立方厘米（ $\text{g/cm}^3$ ）；力德尔夫包围达因（ $\text{dyn}$ ）等构成一个体系，称为厘米克秒制。而国际单位制就是由前面列举的7个基本单位、2个辅助单位及19个具有专门名称的导出单位构成的一种单位制，国际上规定以拉丁文字母SI作为国际单位的简称。

## 11.2 单位和单位制

### ■ 11.2.3 法定计量单位

法定计量单位是国家以法令规定允许使用的计量单位。

根据1984年2月27日“国务院关于在我国统一实行法定计量单位的命令”，规定我国的计量单位一律采用“中华人民共和国法定计量单位”。

#### ■ 我国的法定计量单位包括：

- (1) 国际单位制的基本单位。
- (2) 国际单位制的辅助单位。
- (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位。
- (4) 国家选定的非国际单位制单位。
- (5) 由以上单位构成的组合形式的单位。
- (6) 由词头和以上但是所构成的十倍数和分数单位。

## 11.2 单位和单位制

### ▪ 11.2.4 电磁量单位

在电磁学领域中，历史上使用过多种单位制如绝对静电单位制（CGSE）、绝对电磁单位（CGSM）、高斯单位(CGS)、绝对实用单位制（MKSA）以及有理化绝对实用单位制等。在阅读实用有关书籍、资料时，要注意其使用的单位制。目前世界上各国家大都在推行国际单位制。

## 11.2 单位和单位制

在电磁测量技术领域，采用国际单位制七个基本单位中的前四个，即kg、m、s、A，就可以导出其他各种电磁物理量的单位，这样制定的单位称为国际单位制的电磁学单位，它与在电工技术中已经使用的有理化实用单位制（有理化m、kg、s、A制）是一致对的。



## 11.2 单位和单位制

作为力学基本单位的m、kg、s和电学基本单位A都是相互独立定义的，但是为了使电磁力单位与机械力单位相等，在国际单位制中，规定真空磁导率这个联系电学单位与力学单位的换算系数 $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2$ 。也就是说，国际单位制是直接用电流的力效应来定义电流单位安培的，即：“安培是一恒定电流强度，若该电流保持在处于真空中相距1m的两无限长而圆截面小到可以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等于 $2 \times 10^{-7} \text{ N}$ ”。电流单位安培一旦规定，w其他电磁量单位就可以根据一系列电磁学公式导出，同时它们的单位还必须使电功率单位与机构功率单位相等，即满足

$$W = J \cdot S^{-1} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$$

## 11.3 电磁量的标准量具

- 一个测量单位不仅需要科学的定义，更重要的是通过实验将其复现、是实物奖其保存并逐级传递到测量现场。复现、保存和传递单位量值的实物体现是标准量具。

### ■ 11.3.1 分类和用途

电磁学标准量具，根据其在单位量值传递过程中的地位和作用，分为：基准器、标准器和工作量具。

（一）基准器 它是用现代科学技术所能达到的最高准确度来复现和保存计量单位的器具。它由国家的法制机关保存，并作为国家处理计量业务的法定依据和科学基础。基准器又分为主基准、副基准、工作基准和保证（比较）基准。

## 11.3 电磁量的标准量具

### ■ 1. 主基准

主基准也称作原始基准，是用来复现和保存计量单位，具有现代科学技术所能达到的最高准确度的计量器具，经国家鉴定批准，作为统一国家计量单位量值的最高依据。因此主基准也叫国家基准。

### ■ 2. 副基准

通过直接或间接与国家基准比对，确定其量值并经国家鉴定批准的计量器具。它在全国作为复现计量单位的副基准，其地位仅次于国家基准，平时用来代替国家基准使用或验证国家基准的变化。

## 11.3 电磁量的标准量具

### ■ 3. 工作标准

经与主要基准或副基准校准或比对，并经国家鉴定批准，实际用以检定下属计量标准的计量器具。它在全国作为复现计量单位的地位仅在主基准和副基准下。设置工作基准地目的是不使主基准和副基准因频繁使用而丧失原有的准确度。工作基准用于直接向标准器传递量值单位。

### ■ 4. 保证基准

保证基准主要是用于监视工作基准的变化，保证工作基准的准确度，减少主基准的使用，同时也起到量值保持作用。

但应了解，基准本身并不一定刚好等于一个计量单位，标准电池复现的电压值是 $1.0186\text{ V}$ ，不是 $1\text{ V}$ 。

## 11.3 电磁量的标准量具

- （二）标准器是准确度等级仅低于基准器的一种标准量具，它是供计量系统对工作量具进行检定的一种手段，根据其用途和实现的可能又分为一等标准器、二等标准器。
- （三）工作量具 是供生产或生活中进行测量时使用的器具，按其准确度的不同又可分为若干个等级。

## 11.3 电磁量的标准量具

### ■ 11.3.2 电磁量基准器

现行的电磁量单位国家主基准系统是以SI单位制的基本单位安培和几个最重要的导出大为（V、F、H）为基础的。

电磁学计量单位基准器依据其构成方式，可分为：绝对测量基准、实物基准和自然基准。

## 11.3 电磁量的标准量具

### ■ (一) 绝对测量基准

它的依据定义，是通过其他基本单位来复现的单位基准。例如直接按照力学量的基本单位（m、kg、s）通过一套极为复杂的系统来建立电磁学单位基准，就是电磁量的绝对基准。

1. 电学量的基本单位安培绝对测量基准，是利用电流的力效应，通过对几何尺寸的测量得出力与电流的转换系数。所设计的装置时电流天平（1908年Ayrton）和电动力（1927年Curtis）。上述原理的最新发现时用计算机电容得出电阻的单位，通过改进的电流天平，不必测量线圈的几何尺寸，即可得出力和电流的转换系统。

此外，利用质子回旋磁比，通过对质子在磁场中产生核磁共振频率测量，确定磁感应强度 $B$ ，从而确定产生磁场的电流值。此法称为核磁共振，它不仅可以用来实现安培、监视安培的长期变化，也是测量磁场的基础装置。

## 11.3 电磁量的标准量具

- (1) 导出量电压单位伏特，是利用不同电位的二平行板间的静电引力效应，通过对极板间的间隙的几何尺寸测量和真空介电常数，来确定电压和力之间的转换系数。此法称为开尔文静电计法。
- (2) 阻抗单位的绝对测量基准是利用计算机电容和计算互感来复现的。计算电容是依据A. M. Thomposn和D.G..Lampard所提出的静电学新定理，通过对其呈柱状的电极长测量和真空光速 $C$ ，确定其电容量计算互感是Compbell线图，可根据线圈的几何尺寸以及真空中的磁导率，来确定其互感量。



## 11.3 电磁量的标准量具

### ■ (二) 实物基准

电学量的实物基准用来保护国家量值。其主要特点是有很高的稳定性，相比绝对测量基准易于复制和使用。

#### ■ 1. 标准电池

标准电池就是复制“伏特”量值的标准量具

我们没有恰好是1伏的电动势标准器具，因此，只能以电动势不等于1伏，但是其值是可以准确知道的原电池来代替（其平均电动势约1.0186V）。这种特制的原电池，就是目前在计量工作中以及在工业测量中常用的所谓标准电池。标准电池的各个组成部分，是采用化学性能稳定、成分纯净的材料，经过精确配方制成的。这里，材料的提纯是很关键的问题。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/757113044020006144>