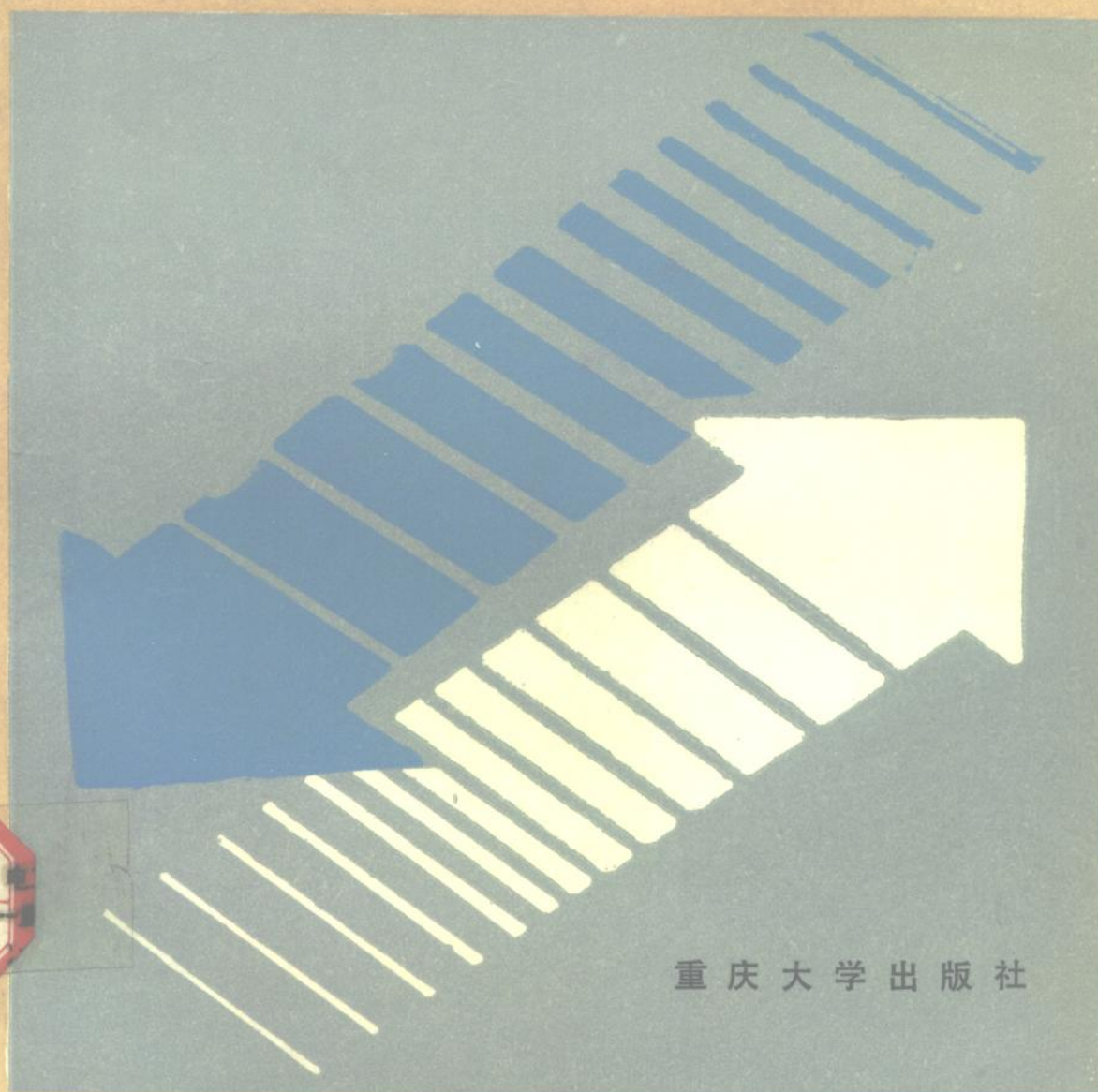


电工技术测量与实验

电工技术测量与实验

徐 云 毛正明 段渝龙 编



重庆大学出版社

重
庆

433
01

社

电工技术测量与实验

徐云 毛正明 段渝龙 编

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书分两篇编写，第一篇介绍了计量、误差及数据处理的基本原则和方法以及电工技术测量与实验常用的主要仪表仪器。第二篇介绍了电路实验、应用电子技术实验和变压器及电动机的实验。

本书可作为高等工科院校电工计量、电路实验和电工学实验的教材，对大中专有关专业的教师及科技人员均有一定参考价值。

0008/17

电工技术测量与实验

徐云 毛正明 段渝龙 编

责任编辑 黄开植

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

解放军后勤工程学院印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/16 印张：12 字数：300 千

1992年 7 月第 1 版 1992年 7 月第 1 次印刷

印数：1—5000

标准书号：ISBN7-5624-0461-5 定价：3.56 元
TM·31

前 言

《电工技术测量与实验》是为了便于读者掌握电工技术基本测量与实验技能而编写的。本书的宗旨是以实际操作为主，提高工科学生的动手能力和实验技巧，弥补学生在这方面的欠缺。

本书共分两篇，第一篇为计量与电工测量仪器仪表。共分四章，第一章为计量；第二章是测量、误差及其表示与测量数据的处理；第三章讲述实验数据的表示及处理；最后一章是电工技术测量仪器与仪表。前三章介绍了计量、误差及数据处理的基本原则和方法。第四章则介绍了电工技术测量与实验的主要仪表仪器，在内容上既保留了常用传统的模拟式仪表，又增加了应用日益广泛的数字式仪表。并介绍了这些仪表的推广使用。第二篇为实验，分为三部份，第一部份是电路实验；第二部份为应用电子技术实验；第三部份为变压器及电动机实验。这些实验内容的安排有如下特点：1. 电路基本实验的内容较多，可满足电路课程对实验的要求。2. 在应用电子技术实验中，有关集成电路的实验比重较大，以适应当前电工技术的发展现状。3. 增加了部份设计型实验，以提高学生独立工作的能力。在完成所有的实验内容后，学生即可自行设计和进行各种小型的综合实验。

本书从内容上看，可以满足电工计量，电路实验和电工学实验的要求。强调动手操作，对实验原理的叙述比较简略，要求学生在实验前必须对有关实验内容认真进行预习。

限于篇幅，本书未编入磁测量和电磁场实验的内容。

本书大部份由徐云编写，电路实验和仪表使用由段渝龙编写，毛正明对全部稿件作了必要的修订，整理和最后成稿工作。

在本书编写过程中，曾得到聂经奋，张建峡等同志的帮助和支持，在此表示深深的感谢。本书完稿后，承贵州工学院葛真教授仔细审阅，提出了许多宝贵意见，在此谨致衷心的感谢。

限于编者的水平，书中不足之处和错误在所难免，诚恳地期望读者提出批评和建议。

编 者

1991年5月

目 录

第一篇 计量与电工测量仪器仪表

第一章 计量	(1)
1.1 计量与计量器具	(1)
1.2 中华人民共和国法定计量单位	(2)
1.3 部分常用物理量及其法定计量单位	(9)
1.4 法定单位的错误使用	(13)
第二章 测量误差及其表示与测量数据的处理	(15)
2.1 误差及仪器误差的表示	(15)
2.2 测量误差的分类及测量结果评估	(22)
2.3 有效数字和测量数据处理	(26)
2.4 测量方法	(28)
第三章 实验数据的表示及处理	(30)
3.1 列表法	(30)
3.2 实验数据图形表示法	(33)
3.3 实验数据方程表示法	(37)
3.4 列表及图解的微分法和积分法	(46)
第四章 电工技术测量仪表与仪器	(52)
4.1 电工技术测量仪表的组成及分类	(52)
4.2 指针式电工仪表	(53)
4.3 数字万用表	(71)
4.4 示波器的原理	(93)

第二篇 实 验

第一部分 电路实验	(103)
实验一 直流电阻的测量	(103)
实验二 电路元件特性的测试	(108)
实验三 线性电路定理的验证	(111)
实验四 R 、 L 、 C 元件在交流电路中的特性	(113)
实验五 交流参数的测定	(115)
实验六 日光灯及功率因数的改进	(118)
实验七 R 、 L 、 C 串联谐振电路	(119)
实验八 互感电路	(121)
实验九 三相电路功率的测量	(122)
实验十 三相电路的研究	(124)
实验十一 非正弦周期电流电路	(127)
实验十二 一阶电路的响应	(129)

实验十三	二阶电路的响应与状态轨迹	(132)
实验十四	回转器的特性	(134)
实验十五	二端口网络参数的测定	(136)
实验十六	仿真线	(139)
第二部分	应用电子技术实验	(143)
实验十七	单管低频电压放大电路	(143)
实验十八	阻容耦合放大器	(145)
实验十九	差动式直流放大电路	(147)
实验二十	LC正弦波自激振荡器	(148)
实验二十一	单相整流、滤波、稳压电路	(150)
实验二十二	可控硅触发电路	(152)
实验二十三	运算放大器的基本应用	(153)
实验二十四	集成OTL功率放大器	(155)
实验二十五	逻辑门电路的应用	(158)
实验二十六	触发器及其应用	(161)
实验二十七	计数器及译码显示	(165)
实验二十八	多谐振荡器	(168)
第三部分	变压器及电动机实验	(172)
实验二十九	单相变压器	(172)
实验三十	三相变压器	(173)
实验三十一	异步电动机绕组的极性测定及起动	(176)
实验三十二	异步电动机的正反转	(178)
实验三十三	异步电动机的能耗制动	(179)
实验三十四	多台电动机按时间原则的顺序起动与顺序停车	(181)
实验三十五	直流并激电动机的起动与调速	(182)
参考文献		(184)

第一篇 计量与电工测量仪器仪表

第一章 计 量

1.1 计量与计量器具

一、计量学的内容

计量学是研究测量，保证测量统一和准确的科学。计量学研究计量单位及其基准、标准的建立、保存和使用；测量方法和计量器具；测量的准确度以及计量法制和管理等。计量学也包括研究物理常数，标准物质及材料特性的准确测定等。

计量是国民经济的一项重要的技术基础，计量工作在国民经济建设中占有十分重要的地位。它对于改善企业管理、提高产品质量、节约能源，为实现标准化、自动化提供科学数据等方面都起着重要的作用。同样道理，计量科学技术水平一般也可以标志着一个国家科学技术发展的水平。

计量工作对电子产品的质量管理也至关重要，产品出厂前要经过严格的计量检定。仪器仪表在使用过程中要定期进行检验和校准，以确保测量的准确性。

计量与测量不同，但二者又有密切的联系。测量是用已知的标准单位量与同类物质进行比较以获得该物质数量的过程，这时认为被测量的真实数值是客观存在的，其误差是由测量仪器和测量方法所引起的。而计量，则认为使用的仪器是标准的，误差是由受检仪器引起的，它的任务是确定测量结果的可靠性，计量学把测量技术和测量理论加以完善和发展，对测量起着推动作用。例如，原子频率基准具有高的精确度，因而使频率测量的精确度随之大为提高，反之，随着测量技术的发展，也不断出现各种新的计量仪器，推动计量学的发展。

二、计量器具

凡能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，也包括计量基准和计量标准。

1. 计量基准 a 国家标准（主基准）它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精确度的计量器具，经国家鉴定并批准、作为统一全国计量单位量值的最高依据。

b 副基准 通过直接或间接与国家基准比对来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地位仅次于国家基准。

c 工作基准 经与国家基准或副基准校准或比对，并经国家鉴定，实际用以检定的计量标准具，它在全国作为复现计量单位的地位仅在国家基准及副基准之下。设立工作基准的

目的是不使国家基准由于使用频繁而丧失其应有的精确度或遭到损坏。

计量标准是按国家规定的精确度等级，作为检定依据用的计量器具或物质。

2.量具 以固定形式复现量值的计量器具称为量具，量具可用或不用其它计量器具而进行测量工作，而且一般没有指示器，在测量过程中也没有运动的测量元件。量具分为单值量具（例如砝码、标准电池、固定电容器等）、多值量具和成套量具。

应当指出，量具本身的数值并不一定刚好等于一个计量单位。例如标准电池复现的是1.0186V，而不是1V。

上述这些有关计量学方面的基本知识，对于从事测量技术的工作者应当了解，并应正确使用这些术语。

3.单位制 单位的确定和统一是非常重要的，必须采用公认的而且是固定不变的单位，只有这样，测量才有意义。

计量单位是有明确定义和名称并命其数值为1的一个固定的量。例如1米，1秒等。

单位制是经过国际或国家计量部门以法律形式规定的。在国际单位制（代号SI）中包括了整个自然科学的各种物理量的单位，经1960年第11届国际计量大会（CGPM）通过并经1971年第14届CGPM修订，有7个基本单位，我国于1984年3月4日公布了《中华人民共和国法定计量单位》。

1.2 中华人民共和国法定计量单位*

一、我国的法定计量单位

我国的法定计量单位（以下简称法定单位）包括：

国际单位制的基本单位（见表1-1）；

国际单位制的辅助单位（见表1-2）；

国际单位制中具有专门名称的导出单位（见表1-3）；

国家选定的非国际单位制单位（见表1-4）；

由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位（词头见表1-5）。

表 1-1

量 的 名 称	单 位 名 称	单 位 符 号
长 度	米	m
质 量	千克（公斤）	kg
时 间	秒	s
电 流	安〔培〕	A
热 力 学 温 度	开〔尔文〕	K
物 质 的 量	摩〔尔〕	mol
发 光 强 度	坎〔德拉〕	cd

• 本章以下内容节选自各有关国家标准。

表 1-2

量 的 名 称	单 位 名 称	单 位 符 号
平 面 角	弧 球	rad
立 体 角	球 平 面	sr

表 1-3

量 的 名 称	单 位 名 称	单 位 符 号	其他表示式例
频 率	赫 [兹]	Hz	s^{-1}
力; 重力	牛 [顿]	N	$kg \cdot m/s^2$
压力; 压强; 应力	帕 [斯卡]	Pa	N/m^2
能量; 功; 热	焦 [耳]	J	$N \cdot m$
功率; 辐射通量	瓦 [特]	W	J/s
电荷量	库 [仑]	C	$A \cdot s$
电位; 电压; 电动势	伏 [特]	V	W/A
电 容	法 [拉]	F	C/V
电 阻	欧 [姆]	Ω	V/A
电 导	西 [门子]	S	A/V
磁通量	韦 [伯]	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度、磁感应强度	特 [斯拉]	T	Wb/m^2
电 感	亨 [利]	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	
光通量	流 [明]	lm	$cd \cdot sr$
光照度	勒 [克斯]	lx	lm/m^2
放射性活度	贝可 [勒尔]	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈 [瑞]	Gy	J/kg
剂量当量	希 [沃特]	Sv	J/kg

表 1-4

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1min=60s
	〔小时〕	h	1h=60min=3600s
	天〔日〕	d	1d=24h=86400s
平面角	〔角〕秒	($''$)	1 $''$ =($\pi/648000$)rad(π 为圆周率)
	〔角〕分	($'$)	1 $'$ =60 $''$ =($\pi/10800$)rad
	度	($^{\circ}$)	1 $^{\circ}$ =60 $'$ =($\pi/180$)rad
旋转速度	转每分	r/min	1r/min=(1/60)s $^{-1}$
长度	海 里	n mile	1n mile=1852m (只用于航程)
速度	节	kn	1kn=1n mile/h
			=(1852/3600)m/s (只用于航行)
质量	吨	t	1t=10 3 kg
	原子质量单位	u	1u $\approx$ 1.6605655 $\times$ 10 $^{-27}$ kg
体积	升	L, (l)	1L=1dm 3 =10 $^{-3}$ m 3
能	电子伏	eV	1eV $\approx$ 1.6021892 $\times$ 10 $^{-19}$ J
级差	分贝	dB	
线密度	特〔克斯〕	tex	1tex=1g/km

表 1-5

所表示的因数	词 头 名 称	词 头 符 号
10 18	艾〔可萨〕	E
10 15	拍〔它〕	P
10 12	太〔拉〕	T
10 9	吉〔咖〕	G
10 6	兆	M
10 3	千	k
10 2	百	h
10 1	十	da
10 $^{-1}$	分	d
10 $^{-2}$	厘	c
10 $^{-3}$	毫	m
10 $^{-6}$	微	μ
10 $^{-9}$	纳〔诺〕	n
10 $^{-12}$	皮〔可〕	p
10 $^{-15}$	飞〔母托〕	f
10 $^{-18}$	阿〔托〕	a

- 注：1 周、月、年（年的符号为a）为一般常用时间单位。
- 2 []内的字是在不致混淆的情况下，可以省略的字。
- 3 ()内的字为前者的同义语。
- 4 角度单位度分秒的符号不处于数字后时，用括弧。
- 5 升的符号中，小写字母l为备用符号。
- 6 r为“转”的符号。
- 7 人民生活和贸易中，质量习惯称为重量。
- 8 公里为千米的俗称，符号为km
- 9 10^4 称为万、 10^8 称为亿、 10^{12} 称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

二、法定计量单位使用规则

1. 关于单位的名称 *a* 在公布的法定计量单位中，有一些名称带有方括号(见表1-1, 1-3, 1-4和1-5)，表示方括中的字是可以省略的部分，省略后成为该单位的简称，简称可用于不致引起混淆的场合下代替全称；并用于构成单位的汉字符号，对于那些没有方括号的单位，在构成汉字符号时，使用其全称，因此，简称只能按公布的方式简化而不得自行任意简化。

例如：贝可勒尔只能简称为贝可而不应简称为贝；西门子只能简称西而不应简称西门；电子伏本身就是全称也无其他简称，不应称之为电子伏特；特斯拉和特克斯在简称中有可能发生混淆时不应采用它们的简称。

b 组合单位的汉字符号与其符号表示的顺序一致。在只有名称而不出现符号的场合，名称的顺序应该与有符号的情况下一致，如单位由相乘构成，无论是否使用乘的符号，名称中无对应“乘”的词，符号中的除（斜线和出现的负指数），名称中对应的词为“每”字，“每”字只出现一次而与分母中的单位多少无关。

例如：力矩的SI单位名称为“牛顿米”（因其符号为 $N \cdot m$ ）；密度的SI名称为“千克每立方米”（因其符号为 kg/m^3 ）；热导率的SI单位名称为“瓦特每平方米开尔文”（因其符号为 $W/(m^2 \cdot K)$ ）；粒子流密度的SI单位名称为“每平方米秒”（因其符号为 $m^{-2} \cdot s^{-1}$ ）。

c 乘方形式的单位名称其顺序是指指数名称在前，单位名称(包括带有词头的单位名称)在后，相应的指数名称由数字加“次方”二字构成。

例如：断面惯性矩的SI单位 m^4 的名称为“四次方米”其分数单位 cm^4 的名称为“四次方厘米”。

d 如长度单位的二次和三次幂是表示面积和体积，则相应指数的名称为“平方”和“立方”并置于单位名称之前，否则按*c*决定名称。

例如：光亮度的SI单位 cd/m^2 的名称为“坎德拉每平方米”；运动粘度的SI单位 m^2/s 的名称为“二次方米每秒”。

e 书写单位名称时不应加任何表示乘、除、幂或其他符号。

例如：电阻率的SI单位 $\Omega \cdot m$ 的名称写为“欧姆米”或写简称为“欧米”，而不能是：“欧姆·米”、“欧姆-米”、“[欧姆][米]”等；密度的SI单位 kg/m^3 的名称写为“千克每立方米”，而不能是“千克/立方米”，“千克每米³”等。

2.关于单位与词头的符号 (1) 所公布的法定计量单位和词头的符号全部采用拉丁字母或希腊字母,其中除海里和节的符号不是国际符号外,全部采用了国际符号。而海里和节的符号则采用了国际习惯写法,这些符号应通用于我国各少数民族,它的使用,不受文字种类限制。

(2) 计量单位和词头的符号,不论拉丁字母或希腊字母,无例外地使用它们的正体,且不附省略点(句末语法上所需的句号应保留),无复数形式。

(3) 非物理量的单位,如圆(人民币)、班、组、台、件、万支等;以及没有国际符号的非法定计量单位而暂时在某些场合下还出现时,如:马力(功率单位)等,可以使用汉字单位,必要时,这样的汉字单位可与字母符号组合,但只用于汉语书刊。

例如:每小时三十万支,可表示为30万支/h;每台六千千瓦,可表示为6000kW/台。

(4) 汉语普通书刊和小学课本中,有必要时,可使用单位和词头的简称作为汉字符号,没有规定简称形式的单位和词头,使用其全称,摄氏度的字母符号℃可作为汉字符号使用,并与其他汉字符号组合。

例如: $\text{N}\cdot\text{m}$ 对应的汉字符号为牛·米; kg/m^3 对应的汉字符号为千克/米³;pF对应的汉字符号为皮法; $\text{W}/(\text{m}^2\cdot^\circ\text{C})$ 对应的汉字符号为瓦/(米²·℃)。

(5) 计量单位的字母符号,一般为小写体,但若单位名称来源于人名,其符号第一个字母大写,非法定计量单位符号亦一般按此原则。

例如:秒的符号为s;弧度的符号为rad;流明的符号为lm;帕斯卡的符号为Pa;居里的符号为Ci;巴的符号为bar。

(6) 词头的字母符号自兆(10^6)以上,包括兆在内为大写;自千(10^3)以下,包括千为小写。

(7) 相乘的单位,其次序无原则规定,但米和特斯拉与其他单位相乘时,考虑到它们的字母符号同时又是一种词头符号,为减少混淆,应尽量将它们置于右侧。

例如:力矩单位用牛顿米而不用米牛顿,因 $\text{m}\cdot\text{N}$ 可以写成mN而与毫牛顿的符号mN混淆。

(8) 由两个单位相乘构成组合单位的字母符号,可用下列形式表示:

$$\text{Pa}\cdot\text{s} \qquad \text{Pa s}$$

国际标准ISO1000有第三种形式,即齐线圆点表示乘,如 $\text{Pa}\cdot\text{s}$,我国不推荐这一形式。

(9) 由两个单位相乘构成的组合单位其汉字符号只有一种形式,即用居中圆点表示乘,如:帕·秒。

不应写成,“帕秒”、“[帕][秒]”、“帕-秒”、“(帕)(秒)”等。

(10) 由单位相除构成组合单位的字母符号,可用下列形式表示:

$$\text{kg}/\text{m}^3 \qquad \text{kg}\cdot\text{m}^{-3} \qquad \text{kgm}^{-3}$$

均处于同一水平线上。

当可能发生误解时,应尽量用居中圆点或斜线的形式,例如:速度单位米每秒的符号用m/s或 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 而不应用 ms^{-1} ,以免误解为每毫秒。

当分母有两个以上单位时,可使用括弧,也可不使用括弧。

(11) 由单位相除构成组合单位的汉字符号有两种形式:

千克·米⁻³ 千克/米³

以上单位应处于同一水平线上。

(12) 运算中, 组合单位中的除可用水平线表示:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \frac{\text{米}}{\text{秒}}$$

(13) 分子为1的组合单位符号一般不用分式而用负数幂。

例如: 波数的SI单位每米字母符号为m⁻¹, 汉字符号为米⁻¹而不用1/m和1/米; 态密度的SI单位每焦耳立方米的字母符号为J⁻¹·m⁻³, 汉字符号为焦⁻¹·米⁻³而不用1/(J·m³)和1/(焦·米³)。

(14) 在用斜线(/)表示除时, 在一个组合单位符号中的同一行内, 除加括弧避免混淆外, 斜线不得多于一条。

例如: 按体重每天用药的剂量, 可用mg/(d·kg)或毫克/(天·千克)而不应用mg/d/kg或毫克/天/千克, 因为后者的含义既可理解为(mg/d)/kg, 也可理解为mg/(d/kg)。

(15) 词头字母符号和单位字母符号间不得有间隔, 不加表示乘的任何符号也不应使用括弧。

例如: 兆电子伏的符号MeV不应写为M eV, (M e V), M·eV等。

(16) 词头和单位的汉字符号在区别于数词的情况下, 应使用括弧。

例如: 3km²的汉字符号应表示为3(千米)², 而3000m²的汉字符号表达为3千米²。

(17) 单位和词头的字母符号应按其名称或简称读音而不应按字母发音。

例如: kg应读为千克; mA应读为毫安。

3.使用上的规则 (1) 单位和词头的名称只宜用于叙述性文字中。它们的符号可用于公式、数据表、曲线图、刻度盘、产品铭牌等需要简单明了的地方。也可以用于叙述性文字中用于表示量值, 应优先使用字母符号。

(2) 法定计量单位不得加其他形容词限制或改变其含义, 其符号上亦不得附加其他限制其含义的任何记号。

例如: 不得使用“标准升”(符号NL、Nl、Ln等)说明是标准状态下的体积。

(3) 一个量值一般只使用一个单位(非十进制单位如: 度、分、秒等例外), 而且居于数值完结之后, 与数值间有半个字码空隙。

例如: 应为1.5m或1.5米而不应为1m5或1米5或1米50厘米, 1m50cm等; 应为1.04563±0.00012m而不应为1.04563m±0.12mm; 应为18~25℃而不应为18℃~25℃。

(4) 单位的名称和符号必须作为一个整体使用而不得拆开。

例如: 20℃应读成20摄氏度而不得读成或写成“摄氏20度”; 30km/h应读成三十千米每小时而不得读成每小时30千米, 速度可以叙述为每小时30千米, 但这不是对30km/h的读法。

(5) 选用的倍数和分数单位, 一般应使量的数值处于0.1~1000范围内。

例如: 1.2×10⁴N可以写成12kN, 0.00394m可以写成3.94mm, 3.1×10⁻⁸s可以写成31ns, 11401Pa可以写成11.401kPa。在作以上变更时应注意保持原来的有效位不变。

某些场合习惯使用的单位可不受数值范围的限制。

例如：大部分机械图中长度单位全部用毫米；导线截面单位用平方毫米；国土面积用平方公里。

在同一个量的数值表中或叙述某一个量的文章中，为了对照方便，只使用一个单位，数值也不受上述范围限制。

(6) 表示十、百、分、厘的词头，一般用于长度、面积和体积，但根据习惯也可用于其他单位，例如：分贝。

(7) 有一些非法定计量单位，按习惯也可使用SI词头。

例如：毫居mCi毫伽mGal等。

法定计量单位中非十进的单位如：度、角分、角秒、分、小时、天均不得使用SI词头构成倍数和分数单位。

摄氏度按习惯亦不使用SI词头，必要时可用10的整数幂。

(8) 词头的名称及符号均不得重叠使用。

例如：应该用纳米，nm，而不应应用毫微米，m μ m；应该用皮法，pF，而不应应用微微法， $\mu\mu$ F，但是，可以说五千千瓦，因为它是5000kW的叙述，第一个千字不是词头。

(9) 亿(10^8)，万(10^4)是数词，未列入词头，亦无符号。它们仍按数词使用于各种场合。习惯中使用的统计单位如万公里，可在符号中记为万km或 10^4 km；万吨公里可记为万t·km或 10^4 t·km。

(10) 词头及其符号不得单独使之表示某因数，例如：k不得单独地用于表示 10^3 ， μ 不得单独地表示 10^{-6} ，皮可不得单独地表示 10^{-12} 等，但词头中借用的一部分数词，如十、百、千等仍可单独地作为数词使用。

(11) 组合单位的十进倍数和分数单位在加词头时，一般只加在它的第一个单位之前；分数形式的组合单位、词头一般加在分子的第一个单位前；分子是1时，加在分母的单位前，一个组合单位一般只用一个词头，根据实用上的方便，上述一般规则不是硬性的，千克本身是SI单位，其已具有的词头“千”，在这里不作为已有词头对待，按习惯，cm、mm及其平方或立方，往往可用于分母中构成组合单位的倍数单位。

例如：kJ/mol不宜用J/mmol；kN·m不宜用N·km。但按习惯可用g/cm³代替Mg/m³；可用 $\Omega\cdot\text{cm}$ 代替 $c\Omega\cdot\text{m}$ 。

(12) 带有词头的单位，其指数系指这个倍数（或分数）单位。

例如： $1\text{cm}^2=1(10^{-2}\text{m})^2=1\times 10^{-4}\text{m}^2$ ； $1\mu\text{s}^{-1}=1(10^{-6}\text{s})^{-1}=10^6\text{s}^{-1}$

(13) 建议计算中所有的量均以SI单位表示，而词头以相应的10的幂代替，千克本身是SI单位，不必换成 10^3g ，这样使数值方程与单位方程完全一致并可减少出错机会。

1.3 部分常用物理量及其法定计量单位

表 1-6

量的名称	符 号	SI单位名称	符号	非国际单位制的法定单位	符 号	备 注
〔平面〕角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$, 等	弧 度	rad	度 〔角〕分 〔角〕秒	(°) (′) (″)	弧度不得称径 $1^\circ = 0.0174533 \text{ rad}$ $1' = 2.90888 \times 10^{-4} \text{ rad}$ $1'' = 4.84814 \times 10^{-6} \text{ rad}$ 度符号在数值后, 如 51.27°
立 体 角	Ω	球面度	sr			球面度不得称立径
长 度	$l, (L)$	米	m	海 里	n mile	1 n mile = 1852 m • 埃 $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ • 天文单位〔距离〕 $1 \text{ \AA} = 1.49597870 \times 10^{11} \text{ m}$ • 秒差距 $1 \text{ pc} = 206265 \text{ A}$ $= 3.0857 \times 10^{16} \text{ m}$
宽 度	b					
高 度	h					
厚 度	$\delta, (d, t)$					
半 径	r, R					
直 径	d, D					
程 长	s					
距 离						
面 积	$A, (S)$	平方米	m^2			• 公亩 $1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$ • 公顷 $1 \text{ ha} = 10^4 \text{ m}^2 = 100 \text{ a}$
体 积	V	立方米	m^3	升	L, (l)	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3$ (1964年升的新定义)。 按1901年升的定义: $1 \text{ L} = 1.000028 \text{ dm}^3$
容 体						
时间, 时间间隔, 持续时间	t	秒	s	分 〔小〕时 天(日)	min h d	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ d} = 86400 \text{ s}$ 周、月、年(符号a)可作为较长的时间单位使用
角 速 度	ω	弧度每秒	rad/s	度每秒 度每分 弧度每分	(°)/s (°)/min rad/min	(°)/s = 0.0174533 rad/s $1 (\text{°})/\text{min} = 2.90888 \times 10^{-4} \text{ rad/s}$ $1 \text{ rad/min} = 0.0166667 \text{ rad/s}$

(续)

量的名称	符 号	SI单位名称	符 号	非国际单位 制的法定单位	符 号	备 注
角加速度	α	弧度每 二次方秒	rad/s ²			
速 度	u, v w, c	米每秒	m/s	节 千米每小时	kn km/h	1kn=0.514444m/s 1km/h=0.277778m/s
加速度 重力加 速度, 自由落 体加速度	a g	米秒每二 次方秒	m/s ²	·		· 伽 1Gal=0.01m/s ² 只用于量g, 特别是毫 伽, 只用于大地测量学

· 为根据ISO1000、ISO31/1-13中说明、在专门领域中使用的单位。

表 1-7

量的名称	符 号	SI单位名称	符 号	非国际单位 制的法定单位	符 号	备 注
周 期	T	秒	s	分 〔小〕时 日	min h d	1min=60s 1h=3600s 1d=86400s
时间常数	$\tau, (T)$	秒	s			
频 率 转 速 旋转频率	$f, (v)$ n	赫〔兹〕 每 秒	Hz s ⁻¹	转每秒 转每分	r/s r/min	1r/s=6.28319rad/s 1r/min=0.104720rad/s 1Hz=1s ⁻¹
角频率 圆频率	ω	弧度每秒 每秒	rad/s s ⁻¹			
波 长	λ	米	m			· 埃 1Å=10 ⁻¹⁰ m=0.1nm
波 数 圆 波 数 角 波 数	σ k	每米	m ⁻¹			每厘米(cm ⁻¹)不得称凯塞 (kayser)
振幅级差 场级差	L_F	(无量纲量)		分贝	dB	· 奈培 1Np=8.68589dB
功率级差	L_P	(无量纲量)		分贝	dB	· 奈培 1Np=8.68589dB
阻尼系数	δ	每 秒	s ⁻¹	分贝每秒	dB/s	· 奈培每秒 1Np/s=8.68589dB/s

表 1-8

量的名称	符号	SI单位名称	符号	非国际单位制的法定单位	符号	备 注
电 流	I	安〔培〕	A			
电荷〔量〕	Q	库〔仑〕	C	安培小时		$1\text{C}=1\text{A}\cdot\text{s}=1\text{J}/\text{V}=1\text{FV}$ $=1\text{Wb}/\Omega$ $1\text{A}\cdot\text{h}=3.6\text{kC}$
电荷〔体〕密度	$\rho, (\eta)$	库〔仑〕 每立方米	C/m^3			倍数单位可用 $\text{C}/\text{mm}^3, \text{C}/\text{cm}^3$
电荷面密度	σ	库〔仑〕 每平方米	C/m^2			$1\text{C}/\text{m}^2=1\text{A}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ $=1\text{N}/(\text{V}\cdot\text{m})=\text{F}\cdot\text{T}/\text{s}$ 倍数单位可用 $\text{C}/\text{mm}^2, \text{C}/\text{cm}^2$
电场强度	$E, (\kappa)$	伏〔特〕 每米	V/m			$1\text{V}/\text{m}=1\text{m}\cdot\text{kg}/(\text{A}\cdot\text{s})$ $=1\text{W}/(\text{A}\cdot\text{m})$ $=1\text{A}\cdot\Omega/\text{m}$ $=1\text{A}/(\text{S}\cdot\text{m})$ $=1\text{T}\cdot\text{m}/\text{s}=1\text{N}/\text{C}$ 倍数单位可用 $\text{V}/\text{mm}, \text{V}/\text{cm}$
电位, (电势) 电位差, (电势差), 电压 电动势	V, φ U E	伏〔特〕	V			$1\text{V}=1\text{W}/\text{A}=1\text{A}\cdot\Omega=1\text{A}/\text{S}$ $=1\text{Wb}/\text{s}=1\text{A}\cdot\text{H}/\text{s}$ $=1\text{kgm}^2/(\text{A}\cdot\text{s}^3)$ ISO电位差备用符号为V
电通〔量〕, 电位移通量	ψ	库〔仑〕	C			
介电常数(电容率) 真空介电常数, (真空电容率)	ϵ ϵ_0	法〔拉〕 每米	F/m			$1\text{F}/\text{m}=1\text{C}/(\text{V}\cdot\text{m})$ $=1\text{A}\cdot\text{s}/(\text{V}\cdot\text{m})$ $=1\text{S}\cdot\text{s}/\text{m}=1\text{s}/(\Omega\cdot\text{m})$ $=1\text{N}/\text{V}^2$ $=1\text{A}^2\cdot\text{s}^4/(\text{kg}\cdot\text{m}^3)$ $\epsilon_0=(8.854187818$ $\pm 0.000000071)\times 10^{-12}\text{F}/\text{m}$
相对介电常数 (相对电容率)	ϵ_r	(无量纲量)				
电极化率	χ, χ_e	(无量纲量)				
电极化强度	P	库〔仑〕 每平方米	C/m^2			倍数单位可用 C/cm^2
电偶极矩	$p, (p_e)$	库〔仑〕米	$\text{C}\cdot\text{m}$			
电流密度	J (S, δ)	安〔培〕 每平方米	A/m^2			ISO没有 δ 作为备用符号, 倍数单位可用 $\text{A}/\text{mm}^2, \text{A}/\text{cm}^2$