



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

清华大学信息科学技术学院教材——实验实践系列

电路实验与测量

Electric Circuit Experiments and Measurement

徐云 奎丽荣 周红 张丕进 编著

Xu Yun Kui Lirong Zhou Hong Zhang Peijin

清华大学出版社



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

TM13-33/34

2008

清华大学信息科学技术学院教材——实验实践系列

电路实验与测量

Electric Circuit Experiments and Measurement

徐云 奎丽荣 周红 张丕进 编著

Xu Yun Kui Lirong Zhou Hong Zhang Peijin



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书由实验知识、电路原理实验和附录三部分组成。实验知识部分全面地介绍完成实验所必须了解的相关知识,如计量知识、测量方法、实验数据的处理、实验作图、常用实验仪器的原理和计算机仿真实验软件与虚拟仪器。电路原理实验部分的内容基本覆盖了“电路原理”课程范围,众多的实验内容可为因材施教提供菜单型的选课方式,其中包含了设计型考试实验和开放式的实验。附录部分提供了许多常用测量仪器的使用说明,这些测量仪器基本可以测量“电路原理”课程所涉及的电路参数。

本书是为高等院校理工科各专业大学生编写的电路原理实验教材,也可供相关工程人员学习参考。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电路实验与测量/徐云等编著. —北京:清华大学出版社,2008.5

(清华大学信息科学技术学院教材·实验实践系列)

ISBN 978-7-302-14892-0

I. 电… II. 徐… III. ①电路—实验—高等学校—教材 ②电气测量—高等学校—教材
IV. TM13-33 TM93

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 037479 号

责任编辑:陈国新

责任校对:梁 毅

责任印制:何 辛

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:18.5 字 数:415 千字

版 次:2008 年 5 月第 1 版 印 次:2008 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:28.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系
调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:010526-01

前言

《电路实验与测量》是理论和实验教学多年改革的结果,目标是系统地培养学生的电路测量与实验基本技能和创新意识。本教材分为3个部分:一实验知识、二电路原理实验、三附录。

第一部分全面地介绍完成实验所必须了解的有关知识:计量知识、测量方法、实验数据的处理、实验作图、常用实验仪器的原理和计算机仿真实验软件与虚拟仪器。学生通过了解这些知识,可以增加实验操作的目的性和规范性,并可以开阔学生知识面的视野,对后续的学习和未来的工作都是有益的。

第二部分是电路原理实验,共有23个实验,基本覆盖了电路原理课程的内容,这些实验既紧密地联系电路基本理论,又开拓电路基本理论的应用,有较长的时效性,众多的实验内容可为因材施教提供菜单型的选课方式。实验内容由浅到深,由易到难地分三个阶段培养学生的实验基本技能,在开始阶段进行基础实验,学生完成这些实验后既验证了所学的理论知识,又学习了计量知识、测量方法、实验数据的处理、实验作图和常用实验仪器的原理及使用;第二阶段为设计型考试实验;第三阶段开放式的实验设计是训练学生应用实验方法去研究电路理论的问题。

第三部分是附录,提供了测量仪器的简易使用说明,这些测量仪器共有10种,包含了模拟式仪表、数字式仪表和智能型仪表。这些测量仪器基本可以测量电路原理课程中所涉及的电路参数,可以满足学生自主地扩展各种电路实验的需要。

本书内容较为丰富充实、系统全面;使用的测量方法和测量仪器先进;实验编排科学合理,学生有较大的选择空间。

本书作者按编写内容先后排序。全书由徐云教授统稿和校定。

由于作者水平有限加上时间仓促,书中难免会有一些错误及不足之处,敬请各位读者指正。

作 者

2007年9月于清华园

Xuyun@mail.tsinghua.edu.cn

目 录

第1部分 实验知识

第1章 计量知识	3
1.1 计量	3
1.2 误差	15
1.3 测量不确定度	26
第2章 测量方法	31
2.1 电路测量的主要方法	31
2.2 被测量分类	32
第3章 实验数据表示及处理	34
3.1 有效数字	34
3.2 实验数据的表示	36
第4章 实验作图	51
4.1 电路原理图	51
4.2 几种常用的电子元件与图形	52
4.3 常用电路图形符号	54
4.4 实验数据图形表示法	55
第5章 常用实验仪器与仪表	60
5.1 指针式电工仪表	61
5.2 数字万用表	71

5.3	模拟示波器的原理与应用	77
5.4	数字存储示波器	92
5.5	数字荧光示波器简介	99
5.6	数字相位仪	100
5.7	电参数测试仪	104
5.8	任意波形信号发生器	110
第 6 章	计算机仿真实验软件与虚拟仪器	118
6.1	计算机仿真实验软件	118
6.2	虚拟仪器的概念	121

第 2 部分 电路原理实验

实验 1	三端变阻器	127
实验 2	直流短传输线	132
实验 3	万用表电路的计算与校验	136
实验 4	数字万用表电路的计算与校验	143
实验 5	直流电阻的测量	148
实验 6	直流非线性电桥电路的研究	157
实验 7	含有非独立电源的电路的研究	162
实验 8	R 、 L 、 C 元件的频率特性	168
实验 9	交流电路参数的测定	171
实验 10	RLC 串联电路的幅频特性和谐振现象	175
实验 11	RC 电路频率特性的研究	178
实验 12	有源滤波器	183
实验 13	开关电容装置及其应用	190
实验 14	三相电路	194
实验 15	非正弦周期电路	198
实验 16	电路过渡过程的研究	201
实验 17	用模拟计算机求电路方程的解	206
实验 18	有源带通滤波器研究	214
实验 19	有源滤波器的阶跃响应与冲激响应	218
实验 20	直流磁路的研究	222

实验 21 音频软磁材料特性的测量	227
实验 22 仿真线	232
实验 23 电路原理的实验设计	236

第 3 部分 附 录

附录 1 EM1715/8 直流稳压电源使用说明书	241
附录 2 DMM8245 智能台式双显四位半数字多用表使用说明书	244
附录 3 8952CJ 数字电参数测量仪使用说明书	248
附录 4 EM1643 型函数发生器使用说明书	252
附录 5 NY4520 型双通道交流毫伏表使用说明书	255
附录 6 S7802/7804/7810 型示波器使用说明书	260
附录 7 HG4181 型智能数字相位计使用说明书	266
附录 8 TDS210 型数字式实时示波器使用说明书	269
附录 9 HM—1B 型数字式磁通测量仪使用说明书	279
附录 10 ZL7 型自动 LCR 测量仪使用说明书	283
参考文献	287

第1部分

实 验 知 识

计 量 知 识

1.1 计 量

计量学是一门研究测量、保证测量统一和准确的科学。计量学研究对象包括计量单位及其基准以及标准的建立、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，此外计量学的研究对象还包括研究物理常数、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。它在改善企业管理、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一个国家科学技术发展的水平。

计量工作对产品的质量管理至关重要，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，但二者有着密切的联系。测量是为确定量值而进行的操作，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精度度，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，推动着计量学的发展。

1.1.1 计量器具

凡能够单独或与辅助设备一起，以直接或间接方法确定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。按技术特性及用途，计量器具可分为计量基准器具、计量标准器具和普通计量器具。

1. 计量基准器具

计量基准是计量基准器具的简称，是在特定计量领域内复现和保存计量单位并具有最

高计量特性的计量器具。计量基准通常分为主基准、副基准和工作基准。

(1) 主基准(国家标准) 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。

(2) 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主基准。

(3) 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器具,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主基准由于频繁使用而丧失其应有的精确度或遭到损坏。

2. 计量标准器具

计量标准是计量标准器具的简称,是按国家规定的精确度划分等级,作为检定依据用的计量器具或物质。计量标准一般不能自行定义,必须直接或间接地接受计量基准的量值传递。

3. 普通计量器具

普通计量器具亦称工作计量器具,是日常工作以及现场测量中所使用的计量器具。它虽然不是计量标准,但也具有一定水平的计量性能。

1.1.2 中华人民共和国法定计量单位

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令其数值为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。国际单位制(代号SI)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,共有7个基本单位。我国于1984年2月27日由国务院发布了《中华人民共和国法定计量单位》。

1. 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:

- (1) 国际单位制的基本单位(SI基本单位),见表1.1.1;
- (2) 国际单位制的辅助单位,见表1.1.2;
- (3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位,见表1.1.3;
- (4) 国家选定的非国际单位制单位,见表1.1.4;
- (5) 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1.1.5。

表 1.1.1 国际单位制的基本单位

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

表 1.1.2 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

表 1.1.3 国际单位制中具有专门名称的导出单位

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 1.1.4 国家选定的非国际单位制单位

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	°	1°=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			1kn=1n mile/h=(1852/3600)m/s
	节	kn	(只用于航行)
质量	吨	t	1t=10 ³ kg
	原子质量单位	u	1u=1.6605655×10 ⁻²⁷ kg
体积	升	L(l)	1L=1dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1eV≈1.6021892×10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特克斯	tex	1tex=1g/km

表 1.1.5 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10 ¹⁸	艾[可萨]	E	10 ⁻¹	分	d
10 ¹⁵	拍[它]	P	10 ⁻²	厘	c
10 ¹²	太[拉]	T	10 ⁻³	毫	m
10 ⁹	吉[咖]	G	10 ⁻⁶	微	μ
10 ⁶	兆	M	10 ⁻⁹	纳[诺]	n
10 ³	千	k	10 ⁻¹²	皮[可]	p
10 ²	百	h	10 ⁻¹⁵	飞[母托]	f
10 ¹	十	da	10 ⁻¹⁸	啊[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。
- ⑨ 10⁴ 称为万,10⁸ 称为亿,10¹² 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。

2. 法定计量单位使用规则

(1) 关于单位的名称

① 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,表 1.1.3 和表 1.1.5),表示方括号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为西门;电子伏本身就是全称,无其他简称,也不应称为电子伏特;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。

② 组合单位的汉字名称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 单位名称为“千克每立方米”(因其符号为 kg/m^3);热导率的 SI 单位名称为“瓦特每米开尔文”(因其符号为 $W/(m \cdot K)$);粒子流密度的 SI 单位名称为“每平方米秒”(因其符号为 $m^{-2} \cdot s^{-1}$)。

③ 乘方形式单位名称的顺序是指数名称在前,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:断面惯性力矩的 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”。

④ 如果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,否则按规则③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”。

⑤ 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”或简写为“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。而海里和节的符号采用了国际惯例写法,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(如人民币圆、班、组、台、件、万支等)以及没有国际符号的非法计量单位在某些场合下暂时还出现时,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 $^{\circ}\text{C}$ 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:

$$\text{Pa} \cdot \text{s} \quad \text{或} \quad \text{Pa s}$$

国际标准化组织 ISO 还有第三种形式,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的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:

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

以上单位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,如:

$$\text{千克} \cdot \text{米}^{-3} \quad \text{或} \quad \text{千克}/\text{米}^3$$

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,如:

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

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 $1/\text{m}$ 和 $1/\text{米}$ ；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 $^{-1}/\text{米}^3$ 而不用 $1/(\text{J} \cdot \text{m}^3)$ 和 $1/(\text{焦} \cdot \text{米}^3)$ 。

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 $\text{mg}/(\text{d} \cdot \text{kg})$ 或毫克/(天·千克)而不应应用 $\text{mg}/\text{d}/\text{kg}$ 或毫克/天/千克，因为后者的含义既可理解为 $(\text{mg}/\text{d})/\text{kg}$ ，也可理解为 $\text{mg}/(\text{d}/\text{kg})$ 。

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) ， $\text{M} \cdot \text{eV}$ 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： 3km^2 的汉字符号应表示为 $3(\text{千米})^2$ ，而 3000m^2 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) 使用规则

① 单位和词头的名称只宜用在叙述性文字中。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，也可以在叙述性文字中表示量值，但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 $1\text{m}5$ 或 $1\text{米}5$ 或 $1\text{米}50\text{厘米}$ ， $1\text{m}50\text{cm}$ 等；应为 $1.04563 \pm 0.00012\text{m}$ ，而不应为 $1.04563\text{m} \pm 0.12\text{mm}$ ；应为 $18 \sim 25^\circ\text{C}$ ，而不应为 $18^\circ\text{C} \sim 25^\circ\text{C}$ 。

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°C 应读成 20 摄氏度，而不得读成或写成“摄氏 20 度”； $30\text{km}/\text{h}$ 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 $30\text{km}/\text{h}$ 的读法。

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

例如： $1.2 \times 10^4\text{N}$ 可以写成 12kN ， 0.00394m 可以写成 3.94mm ， $3.1 \times 10^{-8}\text{s}$ 可以写成 31ns ， 11401Pa 可以写成 11.401kPa 。在做以上变更时应注意保持原来的有效数字位不变。

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 表示百、十、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制的单位，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，而不应用毫微米， $m\mu m$ ；应该用皮法，pF，而不应用微微法， $\mu\mu F$ ；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 $10^4 t \cdot km$ 。

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} ，p 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 组合单位的十进制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； $kN \cdot m$ 不宜用 $N \cdot km$ ；但按习惯可用 g/cm^3 代替 Mg/m^3 ；可用 $\Omega \cdot cm$ 代替 $c\Omega \cdot m$ 。

⑫ 带有词头的单位，其指数系指这个倍数(或分数)单位。

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

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 $10^3 g$ ，这样使数值方程与单位方程完全一致并可减少出错机会。

部分常用物理量及其法定计量单位如表 1.1.6 所示。