



上海电气（集团）总公司 编
上海市机电工业技术监督所

职业技能鉴定培训教材

长度计量工

(高级)



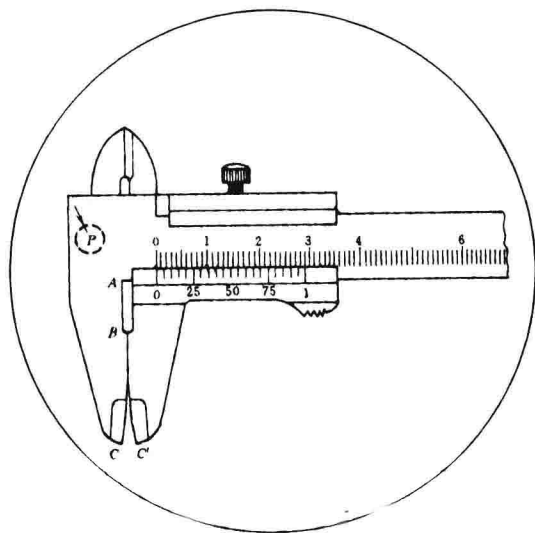
上海科学技术出版社

职业技能鉴定培训教材

长度计量工

(高级)

上海电气(集团)总公司
上海市机电工业技术监督所 编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书在初、中级工教材的基础上,进一步介绍了法定计量单位的使用方法,新旧单位的换算关系及量值传递的主要方式,误差理论及数据处理方法,微机操作系统和一般系统软件的应用方法,一般机械知识(包括材料、热处理、金属切削的基本内容)和金属加工工艺及装配工艺,几何光学成像原理及物理光学的基本知识(如光的干涉、衍射、偏振原理及光电效应等),电工与电子技术基础,公差配合、形位公差及其误差测量方法,复杂长度量具的检定修理技术和操作技能,以及新技术在长度计量中的应用。本书是高级长度计量工培训教材,也可作为其他高级机械技术工及相关工种的参考工具书。

责任编辑 姚伟民 闵珺

2

图书在版编目(CIP)数据

长度计量工/上海市机电工业技术监督所编.上海:
上海科学技术出版社,2002.1
职业技能鉴定培训教材.高级
ISBN 7-5323-6129-2

I.长... II.上... III.①长度-计量-职业技能鉴定-教材②长度量仪-使用-职业技能鉴定-教材 IV.TB921

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 057734 号

上海科学技术出版社出版、发行

(上海瑞金二路 450 号 邮政编码 200020)

新华书店上海发行所经销 常熟市华顺印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 23 字数 537 000

2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

印数:1-4 000

定价:33.20 元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向本社出版科联系调换

编审委员会

主 审：沈 思 史子伟
主 编：陈作民 杨惠莉
副主编：沈卫平 许曙珍 李 健
编 委：陈作民 陈根福 沈卫平 陆国征 沙光辉
唐剑萍 徐智衡 杨惠莉 张连宝 严慈容
严嘉萍



前 言

为了贯彻国务院批准、劳动部门颁布的《工人考核条例》，推动质量技术监督行业工人技术等级的培训、考核和发证工作的开展，上海电气(集团)总公司和上海市机电工业技术监督所根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)》，组织编写了初级、中级和高级长度计量工培训教材。教材以基本要求、基本知识和基本操作为主，内容深入浅出、循序渐进，力求授课与自学通用、应知与应会并重。同时，从长度计量专业技术工作需要出发，适当编入有关的新技术、新设备和新方法等新知识，以适应科技进步的需要。

长度计量是计量技术最基础的部分。随着科技的进步，工业生产的发展和高新技术的引入，长度计量无论从内涵还是外延，从装备还是方法都发生了前所未有的变化。但是，要充分发挥计量工作的基础保障作用关键在于人。我们既需要一批从事计量技术研究和管理工作科技人员，也需要一批战斗在生产第一线的懂技术、会操作的技工、技师等高水平的计量技术队伍。

人才在于培养，培养在于教育，教育的重要条件之一是有一套好的教材。上海电气(集团)总公司和上海市机电工业技术监督所为组织、编写这套教材，集思广益、几易其稿，付出了极大的心血与精力。借此，向关心、支持和参与教材编写工作的同志们致以衷心的感谢。同时，希望各地的计量工作者在教学实践中广泛收集意见，并提出建议，以便使这套教材能进一步得以完善。

沈 思

2001年10月



编者的话

迈入 21 世纪的中国,面临国内外市场趋于一体化,市场竞争日趋激烈的局面,能否培养出一批有创新能力的通用人才,提高全员的素质,是决定企业在市场竞争中成或败的关键。工业发达国家的经验证明,计量测试能力是工业竞争力的重要组成部分。计量在保证产品质量,保障安全生产,以及节能降耗等方面,发挥着重要作用。因此,对于我国企业中从事计量工作的广大人员来说,迫切需要提高他们的计量技术业务和操作技能。鉴此,上海电气(集团)总公司和上海市机电工业技术监督所根据《中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)》的要求,组织有关专家和专业技术人员编写了初级、中级、高级长度计量工的培训教材。

本套教材从计量人员的现实需要出发,内容分基本知识和操作技能两大部分。基本知识部分包括法定计量单位和量值传递知识,误差理论和数据处理,机械制图基础,机械基础,光学基础知识,电工与电子技术基础,公差配合技术测量,以及长度量具计量检定技术八个方面内容。操作技能部分既要求计量人员能对量具进行测量,又要求他们能掌握量具的修理技术。教材还根据计量技术发展需要,适当编入了有关计量技术发展的新动态、新技术和新设备的应用知识,具有一定的前瞻性。

本套教材既可作为计量人员等级工培训教材,也是他们申报参加计量等级技能鉴定考核的依据。

在教材编写过程中,我们得到了上海市质量技术监督局领导的关心和帮助,还得到了计量行业许多老前辈的指教和支持,在此一并致以诚挚的谢意。

由于教材编写时间紧迫,虽然全体编写人员尽心尽力,仍可能会有许多不足之处,诚望各使用单位在教学过程中及时反馈意见,以便我们再作修改。

编者
2001 年 10 月



目 录

第一章 法定计量单位和量值传递知识	1
第一节 法定计量单位的使用方法和单位改制中的换算.....	1
一、法定计量单位和词头的名称与符号	1
二、法定计量单位使用规则	4
三、单位改制中的换算	6
第二节 量值传递方式和计量法制检定知识.....	8
一、量值传递方式	8
二、计量器具强制检定和非强制检定的概念与范围	10
思考题	12
第二章 误差理论与数据处理	13
第一节 随机误差的处理与评定	13
一、算术平均值原理	13
二、正态分布随机误差的评定	14
三、不确定度	16
四、非正态分布	17
第二节 系统误差	22
一、系统误差的分类及其影响	22
二、系统误差的发现与消除	24
第三节 粗大误差的判别与剔除	26
一、 3σ 准则.....	26
二、肖维勒准则	27
三、格拉布斯准则	28
四、狄克松准则	28
第四节 测量结果的处理	31
一、直接测量结果的处理与评定	31
二、间接测量结果的处理	34
三、不等精度测量结果的处理	35
思考题	37
第三章 计算机知识	38
第一节 计算机初步知识	38
一、计算机的发展概况	38
二、计算机的特点和应用	39



三、计算机系统的组成	41
第二节 数值与数制的表示方法	43
一、数值的表示方法	43
二、几种常用的数制	44
三、几种常用的数制间的相互转换	45
四、二进制数的运算规则	47
第三节 Windows 95 基础	48
一、Windows 95 及其版本	48
二、Windows 95 的启动和退出	48
三、Windows 95 的基本操作	49
四、Windows 资源管理器	52
第四节 Word 基础	55
一、简介	55
二、建立文档	55
三、打开文档	58
四、编辑文档	58
五、文档排版	60
六、表格制作	62
七、页面设置	63
八、打印文档	64
第五节 网络基础	65
一、概述	65
二、Internet 网	66
思考题	73
第四章 机械基础	75
第一节 机械传动知识	75
一、齿轮传动	75
二、蜗杆传动	79
三、螺旋传动	80
四、摩擦传动	82
五、凸轮传动	85
第二节 基本机械零件	88
一、螺纹连接	88
二、弹簧	90
三、轴	92
四、轴承	96
五、导轨	98
第三节 常用材料及金属材料的热处理	101
一、常用金属材料	101



二、金属材料的热处理·····	107
三、非金属材料·····	111
第四节 金属切削加工工艺·····	112
一、金属切削的几个基本概念·····	112
二、车削、镗削·····	115
三、铣削·····	115
四、刨削、插削·····	115
五、磨削·····	116
六、光整加工与研磨·····	116
七、钳工、装配和修理·····	119
八、成型面的切削加工知识·····	121
九、卧镗加工中心简介·····	122
第五节 热加工基本知识·····	123
一、铸造·····	123
二、锻造·····	124
三、焊接·····	124
思考题·····	125
第五章 光学基础知识·····	127
第一节 物理光学·····	127
一、物理光学·····	127
二、光波干涉在计量工作中的具体应用·····	131
三、光的衍射·····	132
四、光的偏振现象·····	133
第二节 光学新技术及其应用·····	133
一、激光及其应用·····	133
二、光栅及其应用·····	135
三、光电效应及其应用·····	142
四、光学纤维·····	143
第三节 象差·····	144
一、球差·····	144
二、彗差·····	145
三、象散·····	145
四、场曲·····	145
五、畸变·····	145
六、色差·····	145
第四节 光学零件的特种加工工序·····	145
一、光学零件的结合法·····	145
二、镀透光膜、镜膜及折射膜·····	147
三、分度及分划工艺·····	151



四、宝石轴承的加工·····	152
思考题·····	153
第六章 电工与电子技术基础知识·····	155
第一节 变压器和笼型交流异步电动机·····	155
一、变压器的工作原理和结构·····	155
二、变压器的分类和用途·····	157
三、三相笼型异步电动机·····	161
第二节 晶体二极管及整流滤波电路·····	167
一、半导体的基础知识·····	167
二、晶体二极管·····	169
三、晶体管整流电路——整流器·····	171
四、滤波电路·····	173
五、硅稳压二极管及其应用·····	175
第三节 晶体三极管及其基本电路·····	176
一、晶体三极管·····	176
二、晶体管低频电压放大器的基本电路·····	181
三、晶体管功率放大电路·····	192
第四节 脉冲与数字电路·····	196
一、脉冲与数字电路的基本概念和原理·····	196
二、数字集成电路的基本概念·····	202
三、集成门电路的应用·····	205
思考题·····	207
第七章 公差与配合、形位公差与技术测量·····	209
第一节 配合及其分类·····	209
一、配合及其分类·····	209
二、配合基准制·····	222
三、轴与孔的作用尺寸·····	224
第二节 公差原则·····	224
一、概述·····	224
二、独立原则·····	224
三、相关原则·····	226
四、相关原则的应用·····	230
思考题·····	234
第八章 长度量具计量检定技术·····	236
第一节 测微类量具·····	236
一、内径千分尺·····	236
二、杠杆千分尺·····	242
三、V形砧千分尺·····	249
四、螺纹千分尺·····	255



五、深度千分尺·····	264
第二节 表类量具及检定仪·····	270
一、千分表·····	270
二、杠杆百分表和杠杆千分表·····	275
三、机械式比较仪·····	286
四、扭簧式比较仪·····	295
五、百分表检定器·····	301
六、千分表检定仪·····	308
第三节 专用量具·····	313
一、光滑极限量规·····	313
二、圆柱螺纹量规·····	320
思考题·····	329
第九章 长度量具操作技能·····	330
第一节 正确使用复杂长度量具·····	330
一、用内径千分尺测量精密槽宽尺寸·····	330
二、用三针测量外螺纹中径·····	330
三、用杠杆千分表测量轴类零件的圆跳动误差和全跳动误差·····	332
四、用内径千分表测量孔径及槽宽·····	333
五、用机械式比较仪与量块以比较法测量工件尺寸·····	334
第二节 调修复杂长度量具·····	335
一、修理 300mm 以上千分尺·····	335
二、修理 V 形砧千分尺·····	337
三、修理杠杆千分尺·····	338
四、修理千分表·····	340
五、修理扭簧式比较仪·····	340
六、修理百分表检定器·····	347
七、修理千分表检定仪·····	349
附录 中华人民共和国职业技能鉴定规范(考核大纲)·····	351



第一章

法定计量单位和量值传递知识

第一节 法定计量单位的使用方法和单位改制中的换算

一、法定计量单位和词头的名称与符号

(一) 法定计量单位的名称

所谓的法定计量单位名称,均指单位的中文名称。单位的中文名称分全称和简称两种。《中华人民共和国法定计量单位》(见表 1-1-1~表 1-1-4)所列出的单位名称均是单位的全称,把其中方括号里的字省略即成为该单位的简称。对于没有方括号的单位名称,其简称与全称相同。例如,力的单位全称是“牛顿”,简称为“牛”;温度的导出单位“摄氏度”,其后不带方括号,故简称也是“摄氏度”。

简称有两个作用:一是简称可在不致混淆的场合下,与它的全称等效使用;二是简称被视作为单位的中文符号。

在实际使用法定计量单位时,还大量应用到组合单位。组合单位名称的读写已形成一套原则,具体应主要掌握下列两条:

① 读写顺序原则上与该单位的国际符号表示的顺序一致,但乘方形式的单位名称,要把指数名称读在指数所表示的单位名称之前。例如,电阻率单位 $\Omega \cdot \text{m}$, 其中文名称为“欧姆米”或“欧米”;密度单位 kg/m^3 , 其中文名称为“千克每立方米”。

表 1-1-1 SI 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 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位		
	名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面]角	弧度	rad	1rad = 1m/m = 1
立体角	球面度	sr	1sr = 1m ² /m ² = 1
频率	赫[兹]	Hz	1Hz = 1s ⁻¹
力	牛[顿]	N	1N = 1kg·m/s ²
压力, 压强, 应力	帕[斯卡]	Pa	1Pa = 1N/m ²
能[量], 功, 热量	焦[耳]	J	1J = 1N·m
功率, 辐[射能]通量	瓦[特]	W	1W = 1J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1C = 1A·s
电压, 电动势, 电位(电势)	伏[特]	V	1V = 1W/A
电容	法[拉]	F	1F = 1C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1Ω = 1V/A
电导	西[门子]	S	1S = 1Ω ⁻¹
磁通[量]	韦[伯]	Wb	1Wb = 1V·s
磁通[量]密度, 磁感应强度	特[斯拉]	T	1T = 1Wb/m ²
电感	亨[利]	H	1H = 1Wb/A
摄氏温度	摄氏度	℃	1℃ = 1K
光通量	流[明]	lm	1lm = 1cd·sr
[光]照度	勒[克斯]	lx	1lx = 1lm/m ²
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	1Bq = 1s ⁻¹
吸收剂量			
比授[予]能	戈[瑞]	Gy	1Gy = 1J/kg
比释动能			
剂量当量	希[沃特]	Sv	1Sv = 1J/kg

表 1-1-3 SI 词头

因数	词头名称		符号
	英文	中文	
10 ²⁴	yotta	尧[它]	Y
10 ²¹	zetta	泽[它]	Z
10 ¹⁸	exa	艾[可萨]	E
10 ¹⁵	peta	拍[它]	P
10 ¹²	tera	太[拉]	T
10 ⁹	giga	吉[咖]	G
10 ⁶	mega	兆	M
10 ³	kilo	千	k
10 ²	hecto	百	h
10 ¹	deca	十	da
10 ⁻¹	deci	分	d
10 ⁻²	centi	厘	c
10 ⁻³	milli	毫	m
10 ⁻⁶	micro	微	μ
10 ⁻⁹	nano	纳[诺]	n
10 ⁻¹²	pico	皮[可]	p
10 ⁻¹⁵	femto	飞[母托]	f
10 ⁻¹⁸	atto	阿[托]	a
10 ⁻²¹	zepto	仄[普托]	z
10 ⁻²⁴	yocto	幺[科托]	y



表 1-1-4 我国选定为法定单位的非 SI 单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时 间	分 小时 天(日)	min h d	1min = 60s 1h = 60min = 3 600s 1d = 24h = 86 400s
平 面 角	角秒 角分 度	($''$) ($'$) ($^{\circ}$)	$1'' = (\pi/648\,000)\text{rad}$ (π 为圆周率) $1' = 60'' = (\pi/10\,800)\text{rad}$ $1^{\circ} = 60' = (\pi/180)\text{rad}$
旋转速度	转 每 分	r/min	$1\text{r}/\text{min} = (1/60)\text{s}^{-1}$
长 度	海 里	n mile	1n mile = 1 852m (只用于航程)
速 度	节	kn	$1\text{kn} = 1\text{n mile}/\text{h} = (1\,852/3\,600)\text{m}/\text{s}$ (只用于航行)
质 量	吨 原子质量单位	t u	$1\text{t} = 10^3\text{kg}$ $1\text{u} \approx 1.660\,540 \times 10^{-27}\text{kg}$
体 积	升	L, (l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$
能	电子伏	eV	$1\text{eV} \approx 1.602\,177 \times 10^{-19}\text{J}$
级 差	分 贝	dB	
线 密 度	特克斯	tex	$1\text{tex} = 1\text{g}/\text{km}$ (适用于纺织行业)
面 积	公顷	hm ²	$1\text{hm}^2 = 10^4\text{m}^2$

② 单位的国际符号中的数学符号(“·”、“/”、“ x^n ”)的读写:乘号“·”无对应名称,即不再读“乘”;除号“/”对应读写“每”字,无论分母中有几个单位,“每”字只出现一次;乘方中的指数的相应名称一般是用数字加“次方”两字,但如果是长度单位的 2 次或 3 次幂,且用以表示面积或体积时,则相应的指数名称应读为“平方”和“立方”。

例如,冲量的单位 $\text{N}\cdot\text{s}$,其中文名称为“牛顿秒”或“牛秒”,不是“牛乘秒”;比热容的单位 $\text{J}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$,其中文名称为“焦耳每千克摄氏度”,不是“焦耳每千克每摄氏度”;截面系数单位 m^3 ,其中文名称为“三次方米”;体积单位 m^3 ,其中文名称为“立方米”。

组合单位名称的读写还应注意:当单位的指数全为负指数时,作为分子为 1 的相除形式的组合单位,其中文名称就以“每”字起头。例如,波数的单位 m^{-1} ,读作“每米”。

(二) 词头的名称

对于 SI 词头,国际上规定了统一的名称和符号,为了照顾习惯、方便使用,使人们逐步熟悉并过渡到使用 SI 词头的国际符号,我国法定计量单位规定了词头相应的中文名称和符号(见表 1-1-3)。

在汉语中是没有类似词头这一种构词成分的,汉语中只有数词,没有词头。可是,人们已习惯把一些数词作为词头,对于已习惯的 8 个,即兆、千、百、十、分、厘、毫、微,在法定计量单位中仍予以保留为词头名称。用这 8 个借用中文数词作为词头的名称时,是行使词头的职能,而不是数词的职能,因此要注意两者的区别,使用时要避免引起混淆。

另 8 个词头的中文名称采用音译,音译名称与相应的国际名称发音相近,便于记忆,它们是艾[可萨]、拍[它]、太[拉]、吉[咖]、纳[诺]、皮[可]、飞[母托]、阿[托]。



二、法定计量单位使用规则

(一) 单位名称和符号的使用场合

单位的名称,一般只用于叙述性的文字中,单位的符号则在公式、数据表、曲线图、分度盘和产品铭牌等需要简单明了表示的地方使用,也可用于叙述性文字中。

这里,着重强调以下几点:

- ① 单位的简称在不致于混淆的场合下,可与全称等效使用,可以用于叙述性文字中。
- ② 国际符号可用于任何场合,但国际符号仅用来表示相应的单位,不能当作文字使用。

例如,“每千克鱼价 5 元”不能写成“每 kg 鱼价 5 元”。

- ③ 在使用符号时,应优先使用国际符号。中文符号一般在初中、小学课文和普通书刊中使用。

(二) 组合单位加词头的原则

1. 相乘形式的组合单位

如加词头,词头通常加在组合单位中的第一个单位之前。例如,力矩的单位 $\text{N}\cdot\text{m}$,加词头 M 时,写成 $\text{MN}\cdot\text{m}$ 。

2. 相除形式的组合单位

如加词头,词头通常应加在分子中的第一个单位之前,分母中一般不加词头。例如,摩尔内能单位 kJ/mol ,不宜写成 $\text{J}/\text{m mol}$ 。

但有以下几个情况例外:

- ① 质量的 SI 单位 kg 可允许在分母中,此时把 kg 作为质量单位的整体来看待,不作为分母中的单位加词头。例如,比能的单位 J/kg ,比热容单位 $\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ 均属此况。

- ② 当组合单位中分母是长度、面积或体积单位时,分母中按习惯与方便也可选用词头,使之构成相应组合单位的十进倍数和分数单位。例如,密度的 SI 单位为 kg/m^3 ,它的十进倍数单位为 kg/dm^3 ,也可以写为 kg/cm^3 。

- ③ 分子为 1 的组合单位加词头时,词头只能加在分母的单位上,且是在其中的第一个单位上。例如,波数的 SI 单位 $1/\text{m}$,它的十进倍数单位为 $1/\text{mm}$ 。

(三) 单位的名称或符号要作为整体使用

一个单位,不论是基本单位、组合单位,还是它们的十进倍数和分数单位,使用时均应作为一个整体来对待。为此,有相应的规定:

- ① 在书写或读音时,不能把一个单位的名称随意拆开,更不能在其中插入数值。例如,“ 20°C ”应写成或读成“20 摄氏度”,不能写成和读成“摄氏 20 度”。

- ② 十进倍数和分数单位的指数,是对包括词头在内的整个单位起作用。例如, $1\text{cm}^2 = 1(\text{cm})^2 = 1(10^{-2}\text{m})^2 = 10^{-4}\text{m}^2$,但 $1\text{cm}^2 \neq 10^{-2}\text{m}^2$ 。

(四) 不能单独使用词头

- ① 不能把词头当作单位使用。例如,“这个电容器的电容为 10μ ”应改称为“这个电容器的电容为 $10\mu\text{F}$ ”。

- ② 不能把词头单纯作因数使用。例如, $10^{-3}\text{s}^{-1} = 1\text{ms}^{-1}$ 这个等式就不成立。因为上式将因数 10^{-3} 随便地代之以相应的词头 m。岂不知,加上词头 m,词头 m 则应先跟其后的单



位 s 结合, 负指数再对新构成的 ms 起作用, 即 $1\text{ms}^{-1} = 1(\text{ms})^{-1} = 1(10^{-3}\text{s})^{-1} = 10^3\text{s}^{-1}$ 。显然, 原先等式两边是不相等的。

(五) 词头不能重叠使用

过去, 习惯把一些常见的词头重叠起来, 代替不常用的词头, 出现在一些单位中, 较常见的有“微微法($\mu\mu\text{F}$)”“毫微秒($\text{m}\mu\text{s}$)”等, 这种用法是错误的。正确的应是: “微微法”改用“皮法(pF)”, “毫微秒”改用“纳秒(ns)”。不过, 由于部分词头的中文名称就是数词, 用这些词表示数值再与有词头的单位连用, 不属于词头重叠使用。例如, 可以写“三千千瓦”, 这里, 前面一个“千”字是数词, 后一个“千”字是词头, 因而“千千”不是词头重叠。把“三千千瓦”用符号表示应是“ $3 \times 10^3\text{kW}$ ”或“ 3000kW ”(这里 3×10^3 表示有一位有效数字, 而 3000 表示有四位有效数字)。

(六) 限制使用 SI 词头的单位

① SI 词头不能加在非十进制的单位上。例如, 与 SI 单位并用的平面角单位“度”“[角]分”“[角]秒”与时间单位“分”“时”“天(日)”等, 不能加词头。

② 在 16 个国家选定的非国际单位制单位中, 只有“吨”“升”“电子伏”“分贝”(词头加在“贝”前)“特克斯”这五个单位, 有时可加 SI 词头。作为例外, 摄氏温度单位“摄氏度”, 虽然是 SI 单位, 但是它不能加词头。

(七) 注意避免单位的名称与符号, 以及单位的国际符号与中文符号的混用

① 单位的中文名称与中文符号不应混用。例如, 力矩单位是“牛顿·米”, 瓦特的表示式是“焦耳/秒”, 这两个说法中的“牛顿·米”和“焦耳/秒”就是中文名称和中文符号的混用。因为若是表示单位名称, 则不应有表示相乘和相除的符号“·”和“/”, 应写为“牛顿米”和“焦耳每秒”; 若是表示单位的符号, 那么不能用单位的全称, 而应用单位的简称, 应写成“牛·米”和“焦/秒”。

为避免上述混用, 要注意以下两点:

第一, 凡是单位名称不应出现任何数学符号, 如居中圆点“·”、除线“/”等, 所用的单位要用简称。

第二, 凡是单位的中文符号, 要用该单位的简称, 当没有简称时才能用全称。

② 单位的国际符号和中文符号也不应混用。例如, 速度的单位是“m/秒”, 电能的单位是“kW·小时”, 这些就是单位的国际符号和中文符号的混用。这两个单位的正确写法是“ m/s ”和“ $\text{kW}\cdot\text{h}$ ”, 或写成“米/秒”和“千瓦·时”。

这里, 有一个例外, “ $^{\circ}\text{C}$ ”是摄氏度的国际符号, 但它又可作为中文符号。为此, 符号“ $^{\circ}\text{C}$ ”具有双重性, 在使用中要能鉴别。例如, 比热容的单位写成“焦/(千克· $^{\circ}\text{C}$)”是允许的。

(八) 量值应正确表述

一个量值均由数值和单位组成, 在表述时应注意以下几点:

① 单位的名称或符号要置于整个数之后。例如, $5 \sim 7\text{kg}$ 不应写成 $5\text{kg} \sim 7\text{kg}$; 1.75m 不应写成 $1\text{m}75$ 。

② 十进制的单位一般在一个量值中只应使用一个单位。例如, 1.81m 不应写成 $1\text{m}81\text{cm}$ 。

对于非十进制的单位, 允许在一个量值中使用几个单位。例如, 可以写成 $25^{\circ}37'11''$, $3\text{h}45\text{min}15\text{s}$ 。



③ 选用倍数或分数单位时,一般应使数值处于 0.1~1000 范围内。例如, $1.2 \times 10^4 \text{N}$ 应写成 12kN; 0.003 94m 应写成 3.94mm。

某些场合习惯使用的单位可以不受限制。例如,大部分机械制图使用的长度单位用“mm(毫米)”,导线截面积使用的面积单位可以用“ mm^2 (平方毫米)”。

在同一量的数值表中或叙述同一量的文章中,为对照方便而使用相同的单位时,数值不受限制。

④ 当数值位数较多时,由小数点起向左或向右,每三位数留一空隙,以方便读数。例如,9.80665N 应写成 9.806 65N。

三、单位改制中的换算

(一) 测力机的改制

过去使用的测力机,均以千克力(kgf)及其倍数单位吨力(tf)作为力的单位。如将力的单位由 kgf 或 tf 改为 N,两者的换算关系为

$$1\text{kgf} = 9.806\ 65\text{N}$$

按此关系,当要将原 6tf 测力机改为牛顿值测力机时,其测量范围应改为

$$6 \times 1\ 000 \times 9.806\ 65\text{N} = 58\ 839.9\text{N} = 58.839\ 9\text{kN}$$

从方便使用的角度出发,就不能机械地将 6tf 改为 58.839 9kN,而应将它取作一近似的整数,即把 6tf 测力机改制为 60kN 测力机。而 $60\text{kN} = 6\ 118.296\text{kgf}$,由此可见,将 6tf 测力机改为 60kN 测力机后,相当于其测量范围比原来增加了 2%。如果测力机各部件均不改制,使用时则将产生 2% 误差,这个误差对测力机是不允许的。为了消除这个误差,可在原测力机的基础上,增加适当的补充砝码(可对称地加在原砝码两侧)。补充砝码的计算式为

$$m = \frac{F(\text{牛})}{Kg \left(1 - \frac{\rho_K}{\rho_f}\right)} - \frac{F(\text{千克力})g_n}{Kg \left(1 - \frac{\rho_K}{\rho_f}\right)}$$

式中: F ——测试地区所测出的力值[如在上例中, $F(\text{牛}) = 60\text{kN}$, $F(\text{千克力}) = 6\ 000\text{kgf}$];

K ——传递比;

g ——测试地区的重力加速度;

g_n ——标准重力加速度;

m ——砝码质量;

ρ_f ——砝码材料密度;

ρ_k ——空气密度。

(二) 材料试验机的改制

原材料试验机的计量单位是千克力(kgf)、吨力(tf)及千克力·米(kgf·m),相应力的法定计量单位是牛(N)及它常用倍数单位千牛(kN)、兆牛(MN),能量的法定计量单位是焦(J)。

虽然材料试验机的测力原理有多种,但从整体看,它们都是由力的接收系统、传递系统和指示系统三部分组成。而完成其计量单位的改制,实质上是改造其传递系统和指示系统。改制的基本出发点是:一般不用重新刻制度盘或标尺,只需将原指示器的刻度值