

市政工程专业人员岗位培训教材

试验员专业与实务

建设部 人事教育司 组织编写
城市建设司



中国建筑工业出版社

市政工程专业人员岗位培训教材

试验员专业与实务

建设部 人事教育司 组织编写
城市建设司



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

试验员专业与实务/建设部人事教育司 城市建设司组织编写.
北京: 中国建筑工业出版社, 2006
市政工程专业人员岗位培训教材
ISBN 7-112-08255-2

I. 试... II. ①建... ②城... III. ①市政工程—质量检验—
技术培训—教材 ②市政工程—建筑材料—材料试验—技
术培训—教材 IV. TU99

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 025595 号

市政工程专业人员岗位培训教材

试验员专业与实务

人事教育司
建设部 城市建设司 组织编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

北京永峥印刷有限责任公司制版

北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 7% 字数: 203 千字

2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 16.00 元

ISBN 7-112-08255-2

(14209)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

本书作为市政行业培训教材，是依据现行国家、市政行业、公路行业的标准规范编写而成的。总共分为五章，前四章简要介绍了试验人员应该掌握的基本理论知识，如计量单位的使用方法、数值修约、误差和测量不确定度、设备的校准与检定、比对和能力验证以及抽样方法等。第五章介绍了市政工程中常用的原材料、半成品以及施工过程质量检验的依据标准、检验频率、检验项目、技术指标和检验方法等内容。

本书由济南市政工程质量监督站试验中心的庞京春任主编，组织一线检测人员编写。编写的分工如下：前四章及第五章第九、十六、十七节由庞京春编写；第五章第一、二十节由郑毅编写；第五章第二、二十节由薛丰收编写；第五章第三、十五节由刘娜梅编写；第五章第四、五、六、二十一节由衣艳荣编写；第五章第七、十八节由张森编写；第五章第八、十、十三、十九节由刘希合编写；第五章第十一、十二、十四节由张凤涛编写。最后由济南市政工程质量监督站试验中心主任刘希海审定。

本书可作为市政工程行业施工现场及试验室试验人员的培训教材，对其他工程技术人员也可以作为参考使用。

限于作者水平和所掌握的现行标准的局限性，难免存在不足之处，恳请广大读者在使用过程中提出宝贵意见。

出 版 说 明

为了落实全国职业教育工作会议精神，促进市政行业的发展，广泛开展职业岗位培训，全面提升市政工程施工企业专业人员的素质，根据市政行业岗位和形势发展的需要，在原市政行业岗位“五大员”的基础上，经过广泛征求意见和调查研究，现确定为市政工程专业人员岗位为“七大员”。为保证市政专业人员岗位培训顺利进行，中国市政工程协会受建设部人事教育司、城市建设司的委托组织编写了本套市政工程专业人员岗位培训系列教材。

教材从专业人员岗位需要出发，既重视理论知识，更注重实际工作能力的培养，做到深入浅出、通俗易懂，是市政工程专业人员岗位培训必备教材。本套教材包括8本教材：其中1本是市政工程专业人员岗位培训教材《基础知识》属于公共课教材；另外7本分别是：《施工员专业与实务》、《材料员专业与实务》、《安全员专业与实务》、《质量检查员专业与实务》、《造价员专业与实务》、《资料员专业与实务》、《试验员专业与实务》。

由于时间紧，水平有限，本套教材在内容和选材上是否完全符合岗位需要，还望广大市政工程施工企业专业人员和教师提出意见，以便使本套教材日臻完善。

本套教材由中国建筑工业出版社出版发行。

中国市政工程协会

2006年1月

市政工程专业人员岗位 培训教材编审委员会

顾问	李秉仁	李东序						
主任委员	林家宁	张其光	王天锡					
副主任委员	刘贺明	何任飞	果有刚					
委员	丰景斌	白荣良	冯亚莲	许晓莉	刘艺			
	陈新保	陈明德	弥继文	周美新	张智			
	张淑玲	赵澄	戴国平	董宏春				

本书作为市政行业培训教材，是依据现行国家、市政行业、公路行业的标准规范编写而成的。总共分为五章，前四章简要介绍了试验人员应该掌握的基本理论知识，如计量单位的使用方法、数值修约、误差和测量不确定度、设备的校准与检定、比对和能力验证以及抽样方法等。第五章介绍了市政工程中常用的原材料、半成品以及施工过程质量检验的依据标准、检验频率、检验项目、技术指标和检验方法等内容。

本书适用于市政工程行业施工现场及试验室试验人员的培训和学习，对其他工程技术人员可以作为参考用书。

* * *

责任编辑：胡明安 田启铭 姚荣华

责任设计：赵明霞

责任校对：张景秋 张虹

目 录

第一章 计量单位的组成和使用	1
第一节 法定计量单位的构成	1
第二节 法定计量单位的使用规则	8
第二章 统计技术和抽样技术	11
第一节 统计技术	11
第二节 抽样技术	18
第三章 数据处理、测量误差及不确定度	24
第一节 数据处理	24
第二节 测量误差	27
第三节 测量不确定度	31
第四章 量值溯源和能力验证	37
第一节 量值溯源	37
第二节 能力验证	40
第五章 通常检测项目	44
第一节 建筑用砂	44
第二节 石子	51
第三节 水泥	63
第四节 石灰	76
第五节 矿粉	81
第六节 粉煤灰	88
第七节 砖	96
第八节 水泥混凝土	103
第九节 预应力用锚具、夹具、连接器	118
第十节 外加剂	123
第十一节 钢材物理试验	135

第十二节	钢筋焊接	148
第十三节	砌筑砂浆	153
第十四节	预应力混凝土用钢绞线	158
第十五节	道路石油沥青	165
第十六节	预制混凝土构件结构性能检验	171
第十七节	检查井盖	179
第十八节	无机结合料稳定材料	184
第十九节	沥青混合料	199
第二十节	现场检测试验方法	209
第二十一节	混凝土路面砖	227
参考文献		234

第一章 计量单位的组成和使用

第一节 法定计量单位的构成

国务院于1984年2月27日发布了“关于在我国统一实行法定计量单位的命令”，同时要求逐步废除国家非法定计量单位。

我国计量法明确规定，国家实行法定计量单位制度。计量法规定：“国家采用国际单位制。国际单位制计量单位和国家选定的其他计量单位，为国家法定计量单位。”

一、国际单位制计量单位

(一) 国际单位制的来历

在人类历史上，计量单位是伴随着生产与交换的发生、发展而产生的。随着社会和科学技术的进步，要求计量单位稳定和统一，以维护正常的社会、经济和生产活动的秩序，于是逐渐形成了各个国家的古代计量制度。这些制度是根据各自的经验和习惯确定的，自然是千差万别、各行其是。有时在一个国家内，还有多种计量制度并存，这种状况阻碍着生产和贸易的发展及社会进步。

法国在1790年建议创立了一种新的、建立在科学基础上的计量制度，随后制定了“米制法”，通过对地球子午线长度的精密测量来确定最初的米原器。这一制度逐渐得到其他国家的认同，1875年17个国家在巴黎签署了“米制公约”，成立国际计量委员会（CIPM）并设立国际计量局（BIPM）。我国于1977年加入米制公约国组织。

随着科学技术的发展，在米制的基础上先后形成了多种单位制，又出现混乱局面。1960 年第 11 届国际计量大会（CGPM）总结了米制经验，将一种科学实用的单位制命名为“国际单位制”，并用符号 SI 表示。后经多次修订，现已形成了完整的体系。

国际单位制是在科技发展中产生的，也将随着科技的发展而不断完善。由于结构合理、科学简明、方便实用，适用于众多科技领域和各行各业，可实现世界范围内计量单位的统一，因而获得国际上广泛承认和接受，成为科技、经济、文教，卫生等界的共同语言。

（二）国际单位制的构成

国际单位制由 SI 单位和 SI 单位的倍数单位构成。SI 单位又由 SI 基本单位和 SI 导出单位组成。SI 导出单位又由包括辅助单位在内的具有专门名称的导出单位和组合形式的导出单位组成。

1. SI 基本单位

SI 选择了长度、质量、时间、电流、热力学温度、物质的量和发光强度等七个基本量作为基本单位，并给基本单位规定了严格的定义。SI 各基本单位的定义如下：

（1）米

光在真空中于 $1/299792458$ 秒的时间间隔内所经过的距离。

（2）千克（公斤）

质量单位，等于国际千克（公斤）原器的质量。

（3）秒

铯-133 原子基态的两个超精细能级之间跃迁所对应的辐射的 9192631770 个周转的持续时间。

（4）安 [培]

一恒定电流，若保持在处于真空中相距 1m 的两无限长而圆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是 2×10^{-7} 牛顿。

（5）开 [尔文]

水三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。

(6) 摩 [尔]

一系统的物质的量，该系统中所包含的基本单元数与 0.012 千克碳-12 的原子数目相等。在使用摩 [尔] 时应指明基本单元，可以是原子、分子、离子、电子及其他粒子，或是这些粒子的特定组合。

(7) 坎 [德拉]

发射出频率为 540×10^{12} Hz 单色辐射的光源在给定方向上的发光强度，而且在此方向上的辐射强度为 $1/683$ W 每球面度。

SI 基本单位的名称和符号见表 1-1。

国际单位制的基本单位

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

2. SI 导出单位

SI 导出单位是由 SI 基本单位导出，并由 SI 基本单位以代数形式表示的单位。导出单位是组合形式的单位，它是由两个以上基本单位（或者以“1”作为单位）幂的乘积来表示。

为了读写和实际应用的方便，以及便于区分某些具有相同量纲和表达式的单位，在历史上出现了一些具有专门名称的导出单位。SI 仅选用了 19 个，其专门名称可以合法使用。没有选用的，如电能单位“度”（即千瓦时），光亮度单位“尼特”（即坎德拉

每平方米)等名称,就不能再使用了。

弧度和球面度是 SI 的两个辅助单位,它由长度单位导出,在某些领域(如光度学和辐射度学)有着重要的应用,是一个独立而具体的单位。这样,包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的导出单位一共有 21 个,这些导出单位列于表 1-2。由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的 SI 导出单位见表 1-3。

包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位 表 1-2

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	$1\text{rad} = 1\text{m}/\text{m} = 1$
立体角	球面度	sr	$1\text{sr} = 1\text{m}^2/\text{m}^2 = 1$
频率	赫[兹]	Hz	$1\text{Hz} = 1\text{s}^{-1}$
力	牛[顿]	N	$1\text{N} = 1\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$
能[量],功,热量	焦[耳]	J	$1\text{J} = 1\text{N}\cdot\text{m}$
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	$1\text{W} = 1\text{J}/\text{s}$
电荷[量]	库[仑]	C	$1\text{C} = 1\text{A}\cdot\text{S}$
电压,电动势,电位,(电势)	伏[特]	V	$1\text{V} = 1\text{W}/\text{A}$
电容	法[拉]	F	$1\text{F} = 1\text{C}/\text{V}$
电阻	欧[姆]	Ω	$1\Omega = 1\text{V}/\text{A}$
电导	西[门子]	S	$1\text{S} = 1\Omega^{-1}$
磁通[量]	韦[伯]	Wb	$1\text{Wb} = 1\text{V}\cdot\text{s}$
磁能[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	$1\text{T} = 1\text{Wb}/\text{m}^2$
电感	亨[利]	H	$1\text{H} = 1\text{Wb}/\text{A}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$
光通量	流[明]	lm	$1\text{lm} = 1\text{cd}\cdot\text{sr}$
[光]照度	勒[克斯]	lx	$1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$

由于人类健康安全防护上的需要而确定的具有专门名称的 SI 导出单位

表 1-3

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
[放射性] 活度	贝可 [勒尔]	Bq	$1\text{Bq} = 1\text{s}^{-1}$
吸收剂量 比授 [予] 能 比释动能	戈 [瑞]	Gy	$1\text{Gy} = 1\text{J/kg}$
剂量当量	希 [沃特]	Sv	$1\text{Sv} = 1\text{J/kg}$

3. SI 单位的倍数单位

基本单位、具有专门名称的导出单位，以及直接由它们构成的组合形式的导出单位都称为 SI 单位，它们有主单位的含义。在实际使用时，量值的变化范围很宽，仅用 SI 单位来表示量值是很不方便的。为此，SI 中规定了 20 个构成十进倍数和分数单位的词头。这些词头列于表 1-4。这些词头不能单独使用，也不能重叠使用，它们用于与 SI 单位（kg 除外）构成 SI 单位的十进倍数单位和十进分数单位。需要注意的是：相应于因数 10^3 （含 10^3 ）以下的词头符号必须用小写正体，等于或大于因数 10^6 的词头符号必须用大写正体，从 10^3 至 10^{-3} 是十进位，其余是千进位。

SI 单位加上 SI 词头后两者结合为一整体，称为 SI 单位的倍数单位。

用于构成十进倍数和分数单位的词头

表 1-4

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^{24}	尧 [它]	Y	10^{15}	拍 [它]	P
10^{21}	泽 [它]	Z	10^{12}	太 [拉]	T
10^{18}	艾 [可萨]	E	10^9	吉 [咖]	G

续表

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
10^6	兆	M	10^{-6}	微	μ
10^3	千	k	10^{-9}	纳 [诺]	n
10^2	百	h	10^{-12}	皮 [可]	p
10^1	十	da	10^{-15}	飞 [母托]	f
10^{-1}	分	d	10^{-18}	阿 [托]	a
10^{-2}	厘	c	10^{-21}	仄 [普托]	z
10^{-3}	毫	m	10^{-24}	幺 [科托]	y

二、国家选定的其他计量单位

在日常生活和一些特殊领域,还有一些广泛使用的、重要的非 SI 单位不能废除,尚须继续使用。因此,我国选定了若干非 SI 单位与 SI 单位一起,作为国家的法定计量单位,它们具有同等的地位。国家选定的非国际单位制单位列于表 1-5。

国家选定的非国际单位制单位

表 1-5

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	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$ $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$
平面角	[角] 秒 [角] 分 度	($^{\circ}$) ($'$) ($''$)	$1'' = (\pi/648000) \text{ rad}$ (π 为圆周率) $1' = 60'' = (\pi/10800) \text{ rad}$ $1^{\circ} = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$
旋转速度	转每分	r/min	$1 \text{ r/min} = (1/60) \text{ s}^{-1}$
长 度	海 里	n mile	$1 \text{ n mile} = 1852 \text{ m}$ (只用于航程)
速 度	节	kn	$1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h} = (1852/3600) \text{ m/s}$ (只用于航行)

续表

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
质 量	吨	t	$1\text{t} = 10^3\text{kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{u} \approx 1.660540 \times 10^{-27}\text{kg}$
体 积	升	L, (l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$
能	电子伏	eV	$1\text{eV} \approx 1.602177 \times 10^{-19}\text{J}$
级差	分贝	dB	
线密度	特 [克斯]	tex	$1\text{tex} = 1000\text{m}^2$
面 积	公 顷	hm ²	$1\text{hm}^2 = 10000\text{m}^2$ (国际符号为 ha)

国际计量大会确定暂时保留与 SI 并用的单位还有 9 个, 列于表 1-6。它们可能出现在国际标准或国际组织的出版物中, 但是在我国则不得使用。在个别科学技术领域, 如需要使用某些非法定计量单位 (如天文学上的“光年”), 则须与有关国际组织规定的名称、符号相一致。

我国没有选用的暂时保留与 SI 并用的单位 表 1-6

单位名称	单位符号	用 SI 单位表示的值
埃	Å	$1\text{Å} = 0.1\text{nm} = 10^{-10}\text{m}$
公 亩	a	$1\text{a} = 1\text{dam}^2 = 10^2\text{m}^2$
靶 恩	b	$1\text{b} = 100\text{fm}^2 = 10^{-28}\text{m}^2$
巴	bar	$1\text{bar} = 0.1\text{MPa} = 10^5\text{Pa}$
伽	Gal	$1\text{Gal} = 1\text{cm/s}^2 = 10^{-2}\text{m/s}^2$
居 里	Ci	$1\text{Ci} = 3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$
伦 琴	R	$1\text{R} = 2.58 \times 10^{-4}\text{C/kg}$
拉 德	rad	$1\text{rad} = 1\text{cGy} = 10^{-2}\text{Gy}$
雷 姆	rem	$1\text{rem} = 1\text{cSv} = 10^{-2}\text{Sv}$

第二节 法定计量单位的使用规则

一、法定计量单位名称

(一) 计量单位的名称，一般是指它的中文名称，用于叙述性文字和口述中，不得用于公式、数据表、图、刻度盘等处。

(二) 组合单位的名称与其符号表示的顺序一致，遇到除号时，读为“每”字，例如： m/s 的名称应为“米每秒”。书写时亦应如此，不能加任何图形和符号，不要与单位的中文符号相混。

(三) 乘方形式的单位名称举例： m^6 的名称应为“六次方米”而不是“米六次方”。用长度单位米的二次方或三次方表示面积或体积时，其单位名称应为“平方米”或“立方米”，否则仍应为“二次方米”或“三次方米”。

$^{\circ}\text{C}^{-1}$ 的名称为“每摄氏度”，而不是“负一次方摄氏度”。

s^{-1} 名称应为“每秒”。

二、法定计量单位符号

(一) 计量单位的符号分为单位符号（即国际通用符号）和单位的中文符号（即单位名称的简称），单位的中文符号便于在知识水平不高的场合下使用，一般推荐使用单位符号。十进制单位符号应置于数据之后。单位符号按其名称或简称读，不得按字母读音。

(二) 单位符号一般用正体小写字母写，但是以人名命名的单位符号，第一个字母必须正体大写。“升”的符号“ l ”，可以用大写字母“ L ”。

(三) 分子为 1 的组合单位的符号一般不用分子式，而用负数幂的形式。

(四) 单位符号中，用斜线表示相除时，分子、分母的符号