

计量工程师 常用手册

洪生伟 主编



中国计量出版社
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE



计量工程师常用手册

洪生伟 主编

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计量工程师常用手册/洪生伟主编. —北京: 中国计量出版社, 2005.7
ISBN 7-5026-2093-1

I. 计… II. 洪… III. 计量—工程师—手册 IV. TB9-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 137405 号

内 容 提 要

本书收集了各企事业单位经常使用的计量管理工作文件和资料, 为广大计量工程师日常工作所必备。其内容包括: 计量术语; 计量管理法律、法规; 计量机构; 法定计量单位; 常用计量标准及考核; 常用计量器具检定; 计量室环境条件; 计量标志及使用说明; 计量认证和实验室认可; 测量管理体系; 计量工程师资格评审等 11 个部分。

本书供企事业计量测试技术及管理人员使用。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

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

北京密东印刷有限公司印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

787 mm × 1092 mm 16 开本 印张 16.5 字数 385 千字

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 32.00 元

前 言

进入 21 世纪,各企业之间的质量竞争日趋激烈,而质量竞争又是现代文明社会发展必不可少的驱动力。

质量的度量 and 实现离不开计量检测设备和计量管理工作,因此,质量要提高,计量须先行。随着我国社会主义市场经济的发展,我国的计量工作也必然会得到更快的发展。

为了有效地开展各项计量工作,广大计量工作者,尤其是企事业单位的计量工作者迫切需要一本简明、系统而又实用的计量管理工作手册。为此,我们在日常收集与使用计量工作文件和资料的基础上,策划和整理编写了这本《计量工程师常用手册》。

本手册内容包括:计量术语;计量管理法律法规;计量机构;法定计量单位;常用计量标准及考核;常用计量器具及其检定;计量室环境条件;计量标志及其说明;计量认证和实验室认可;测量管理体系;计量工程师资格评审等共 11 个部分。

本书由洪生伟主编,钱高梯、何春、郑小平、白平、李小云、黄珂、张晓华等参加编写。在本书的编写过程中,得到了国家计量部门及有关协会、学会的热情支持和帮助,在此,谨向他(她)们表示衷心的感谢。

由于我们水平有限,加之时间仓促,书中不当或错漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2005 年 2 月于杭州

中国计量学院

目 录

第 1 部分 计量术语	(1)
一、计量基础术语 /1	
二、计量标准术语 /5	
三、测量设备术语 /6	
四、计量管理术语 /10	
第 2 部分 计量管理法规	(13)
一、《中华人民共和国计量法》及条文解释 /13	
二、中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法 /23	
三、我国主要计量行政法规与规章 /25	
第 3 部分 计量机构	(28)
一、国际计量机构 /28	
二、国家计量技术机构 /33	
三、国家专业计量站及其授权项目一览表 /35	
四、地方计量行政机构一览表 /42	
五、计量学术、教育、宣传机构一览表 /43	
六、全国计量图书发行站一览表 /44	
第 4 部分 法定计量单位	(46)
一、量与单位的基本概念 (JJG 1001) /47	
二、SI 基本单位 /49	
三、SI 导出单位 /50	
四、SI 单位的倍数单位 /51	
五、我国选定为法定单位的非 SI 单位 /51	
六、SI 的使用方法 /52	

七、数值修约规则 (GB 8170) /55

附表 4.1 千克力与牛顿的换算表 /57

附表 4.2 兆帕斯卡与千克力每平方厘米的换算表 /64

附表 4.3 千瓦小时与兆焦耳的换算表 /70

附表 4.4 马力与千瓦的换算表 /76

附表 4.5 奥斯特与安培每米的换算表 /82

附表 4.6 长度、面积、功、热、能单位换算系数表 /88

附表 4.7 各种能源折算标准煤系数表 /89

第 5 部分 常用计量标准及考核 (90)

一、几何量类计量标准 /90

二、力学计量标准 /91

三、热学计量标准 /92

四、电磁学类计量标准 /93

五、无线电类计量标准 /95

六、一级标准物质分类与编号 /96

七、计量标准考核评审表 /107

第 6 部分 常用计量器具及其检定 (110)

一、中华人民共和国依法管理的计量器具目录 /110

二、强制检定工作计量器具的强检形式与范围 /113

三、进口计量器具型式审查目录 /123

四、常用计量器具检定/确认一览表 /125

五、能源计量器具的最大检定周期表 /163

六、商用计量器具使用允差表 /165

七、定量包装商品生产企业计量保证能力评价表 /167

第 7 部分 计量室环境条件 (170)

一、影响计量器具准确度的因素 /170

二、计量室环境条件 /174

第 8 部分 计量标志及其说明 (183)

第 9 部分 计量认证和实验室认可 (184)

一、产品质量检验机构计量认证评审表 /184

二、实验室现场评审核查表 /189

第 10 部分 测量管理体系	(213)
一、测量管理体系 /213	
二、企业计量工作水平考核评分标准 /220	
第 11 部分 计量工程师资格评审	(224)
一、计量工程师资格评审内容与条件 /224	
二、高级计量工程师资格评审内容与条件 /226	
附录 1 制造、修理计量器具许可证监督管理办法	(228)
附录 2 中小企业计量检测保证规范	(232)
附录 3 GB/T 15481—2000 idt ISO/IEC 17025: 1999	
检测和校准实验室能力的通用要求	(236)

第 1 部分 ■ 计量术语

一、计量基础术语

1. 计量 metrology

实现单位统一、量值准确可靠的活动。

2. 计量学 metrology

关于测量的科学。

注：①计量学涵盖有关测量的理论与实践的各个方面，而不论测量的不确定度如何，也不论测量是在科学技术的哪个领域中进行的。

②计量学有时简称计量。

③计量学曾称度量衡学和权度学。

3. 测量 measurement

以确定量值为目的的一组操作。

注：①操作可以是自动地进行的。

②测量有时也称计量。

4. [可测量的] 量 [measurable] quantity

现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。

注：①“量”可指一般意义的量或特定量。一般意义的量如长度、时间、质量、温度、电阻、物质的量浓度；特定量如某根棒的长度，某根导线的电阻，某份酒样中乙醇的浓度。

②可相互比较并按大小排序的量称为同种量。若干同种量合在一起可称之为同类量，如功、热、能；厚度、周长、波长。

③量的符号参照 GB 3100 ~ GB 3102。

5. 量值 value of a quantity

一般由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。例：5.34 m 或 534 cm, 15 kg, 10 s, -40 °C。

注：对于不能由一个数乘以测量单位所表示的量，可参照约定参考标尺，或参照测量程序，或两者都参照的方式表示。

6. [量的] 真值 true value [of a quantity]

与给定的特定量的定义一致的值。

注：①量的真值只有通过完善的测量才有可能获得。

②真值按其本性是不确定的。

③与给定的特定量定义一致的值不一定只有一个。

7. [量的] 约定真值 conventional true value [of a quantity]

对于给定目的具有适当不确定度的、赋予特定量的值，有时该值是约定采用的。

例：a. 在给定地点，取由参考标准复现而赋予该量的值作为约定真值。

b. 常数委员会（CODATA）1986年推荐的阿伏伽德罗常数 $6.022\,136\,7 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ 。

注：①约定真值有时称为指定值、最佳估计值、约定值或参考值。参考值在这种意义上使用不应与

5.7条注中的参考值混淆。

②常常用某量的多次测量结果来确定约定真值。

8. 量制 system of quantities

彼此间存在确定关系的一组量。

9. 基本量 base quantity

在给定量制中约定地认为在函数关系上彼此独立的量。

例：在国际单位制（参见1.12）所考虑的量制中，长度、质量、时间、热力学温度、电流、物质的量和发光强度为基本量。

10. 导出量 derived quantity

在给定量制中由基本量的函数所定义的量。

例：在国际单位制所考虑的量制中，速度是导出量，定义为长度除以时间。

11. 被测量 measurand

作为测量对象的特定量。

例：给定的水样品在20℃时的蒸汽压力。

注：对被测量的详细描述，可要求包括对其他有关量（如时间、温度和压力）做出说明。

12. 影响量 influence quantity

不是被测量但对测量结果有影响的量。

例：a. 用来测量长度的千分尺的温度；

b. 交流电位差幅值测量中的频率；

c. 测量人体血液样品血红蛋白浓度时的胆红素的浓度。

13. 测量原理 principle of measurement

测量的科学基础。

例：a. 应用于温度测量的热电效应；

b. 应用于电位差测量的约瑟夫森效应；

- c. 应用于速度测量的多普勒效应;
- d. 应用于分子振动波数测量的喇曼效应。

14. 测量方法 method of measurement

进行测量时所用的, 按类别叙述的逻辑操作次序。

注: 测量方法可按不同方式分类, 如替代法、微差法、零位法。

15. 测量程序 measurement procedure

进行特定测量时所用的, 根据给定的测量方法具体叙述的一组操作。

注: 测量程序(有时被称为测量方法)通常记录在文件中, 并且足够详细, 以使操作者在进行测量时不再需要补充资料。

16. 测量信号 measurement signal

表示被测量并与该量有函数关系的量。

- 例: a. 压力传感器的输出电信号;
- b. 电压频率变换器的频率;
- c. 用以测量浓度差的电化学电池的电动势。

注: 进入测量系统的输入信号可称为激励, 输出信号可称为响应。

17. 测量结果 result of a measurement

由测量所得到的赋予被测量的值。

注: ①在给出测量结果时, 应说明它是示值、未修正测量结果或已修正测量结果, 还应表明它是否为几个值的平均。

②在测量结果的完整表述中应包括测量不确定度, 必要时还应说明有关影响量的取值范围。

18. [测量结果的] 重复性 repeatability [of results of measurements]

在相同测量条件下, 对同一被测量进行连续多次测量所得结果之间的一致性。

注: ①这些条件称为重复性条件。

②重复性条件包括: 相同的测量程序; 相同的观测者; 在相同的条件下使用相同的测量仪器; 相同地点; 在短时间内重复测量。

③重复性可以用测量结果的分散性定量地表示。

19. [测量结果的] 复现性 reproducibility [of results of measurements]

在改变了的测量条件下, 同一被测量的测量结果之间的一致性。

注: ①在给出复现性时, 应有效说明改变条件的详细情况。

②改变条件可包括: 测量原理; 测量方法; 观测者; 测量仪器; 参考测量标准; 地点; 使用条件; 时间。

③复现性可用测量结果的分散性定量地表示。

④测量结果在这里通常理解为已修正结果。

20. 测量准确度 accuracy of measurement

测量结果与被测量真值之间的一致程度。

注：①不要用术语精密度代替准确度。

②准确度是一个定性概念。

21. 测量不确定度 uncertainty of measurement

表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系的参数。

注：①此参数可以是诸如标准偏差或其倍数，或说明了置信水准的区间的半宽度。

②测量不确定度由多个分量组成。其中一些分量可用测量列结果的统计分布估算，并用实验标准偏差表征。另一些分量则可用基于经验或其他信息的假定概率分布估算，也可用标准偏差表征。

③测量结果应理解为被测量之值的最佳估计，而所有的不确定度分量均贡献给了分散性，包括那些由系统效应引起的（如与修正值和参考测量标准有关的）分量。

22. 标准不确定度 standard uncertainty

以标准偏差表示的测量不确定度。

23. 不确定度的 A 类估算 type A evaluation of uncertainty

通过对观测列进行统计分析，对标准不确定度进行估算的一种方法。

注：不确定度的 A 类估算有时也称A 类不确定度估算。

24. 不确定度的 B 类估算 type B evaluation of uncertainty

通过对观测列进行非统计分析，对标准不确定度进行估算的一种方法。

注：不确定度的 B 类估算有时也称B 类不确定度估算。

25. 合成标准不确定度 combined standard uncertainty

当测量结果是由若干个其他量的值求得时，按其他各量的方差或（和）协方差算得的标准不确定度。

26. [测量] 误差 error [of measurement]

测量结果减去被测量的真值。

注：①由于真值不能确定，实际上用的是约定真值。

②当有必要与相对误差相区别时，此术语有时称为测量的绝对误差。注意不要与误差的绝对值相混淆，后者为误差的模。

27. 相对误差 relative error

测量误差除以被测量的真值。

注：由于真值不能确定，实际上用的是约定真值。

28. 随机误差 random error

测量结果与在重复性条件下对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值之差。

注：①随机误差等于误差减去系统误差。

②因为测量只能进行有限次数，故可能确定的只是随机误差的估计值。

29. 系统误差 systematic error

在重复性条件下，对同一被测量进行无限多次测量所得结果的平均值与被测量的真值之差。

注：①如真值一样，系统误差及其原因不能完全获知。

②对测量仪器而言，参见“偏移”[见“测量（设备）术语”27]。

30. 修正值 correction

用代数方法与未修正测量结果相加，以补偿其系统误差的值。

注：①修正值等于负的系统误差。

②由于系统误差不能完全获知，因此这种补偿并不完全。

二、计量标准术语

1. [计量] 基准、标准 [measurement] standard, etalon

为了定义、实现、保存或复现量的单位或一个或多个量值，用作参考的实物量具、测量仪器、参与物质或测量系统。

例：a. 1 kg 质量标准；

b. 100 Ω 标准电阻；

c. 标准电流表；

d. 铯频率标准；

e. 标准氢电极；

f. 有证的血浆中可的松浓度的参考溶液。

注：①一组相似的实物量具或测量仪器，通过它们的组合使用所构成的标准称为集合标准。

②一组其值经过选择的标准，它们可单个使用或组合使用，从而提供一系列同种量的值，称为标准组。

2. 国际 [计量] 基准 international [measurement] standard

经国际协议承认的计量标准，在国际上作为对有关量的其他计量标准定值的依据。

3. 国家 [计量] 基准 national [measurement] standard

经国家决定承认的计量标准，在一个国家内作为对有关量的其他计量标准定值的依据。

4. 标准物质 reference material (RM)

具有一种或多种足够均匀和很好地确定了特性，用以校准测量装置、评价测量方法

或给材料赋值的一种材料或物质。

注：标准物质可以是纯的或混合的气体、液体或固体，例如校准粘度计用的水，量热计法中作为热容量校准物的蓝宝石，化学分析校准用的溶液。

5. 溯源性 traceability

通过一条具有规定不确定度的不间断的比较链，使测量结果或测量标准的值能够与规定的参考标准，通常是与国家测量标准或国际测量标准联系起来的特性。

注：①此概念常用形容词可溯源的表述。

②这条不间断的比较链称为溯源链。

6. 校准 calibration

在规定条件下，为确定测量仪器或测量系统所指示的量值，或实物量具或参考物质所代表的量值，与对应的由标准所复现的量值之间关系的一组操作。

注：①校准结果既可赋予被测量以示值，又可确定示值的修正值。

②校准也可确定其他计量特性，如影响量的作用。

③校准结果可以记录在校准证书或校准报告中。

7. 溯源等级图 hierarchy scheme

一种代表等级顺序的框图，用以表明计量器具的计量特性与给定量值的基准之间的关系。

溯源等级图是对给定量或给定型号计量器具所用的比较链的一种说明，以此作为其溯源性的证据。

8. 国家溯源等级图 national hierarchy scheme

在一个国家内对给定量的计量器具有效的一种溯源等级图，它包括推荐（或允许）的比较方法和手段。

注：有时也称国家计量检定系统表。

9. 国际溯源等级图 international hierarchy scheme

由国际组织采纳，用作某一区域溯源性基础的溯源等级图。

三、测量设备术语

1. 测量仪器 [计量器具] measuring instrument

单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具。

2. 实物量具 material measure

使用时以固定形态复现或提供给定量的一个或多个已知值的器具。

例：a. 砝码；b. （单值或多值、带或不带标尺的）量器；c. 标准电阻；d. 量块；

e. 标准信号发生器; f. 参考物质。

3. 测量设备 measuring equipment

测量仪器、测量标准、参考物质、辅助设备以及进行测量所必需的资料的总称。

4. 显示式 [测量] 仪器 displaying [measuring] instrument

指示式 [测量] 仪器 indicating [measuring] instrument

显示示值的测量仪器。

例: a. 模拟电压表; b. 数字频率计; c. 千分尺。

注: ①显示可以是模拟的(连续或非连续)或数字的。

②多个量值可以同时显示。

③显示式测量仪器也可提供记录。

5. 记录式 [测量] 仪器 recording [measuring] instrument

提供示值记录的测量仪器。

例: a. 气压记录仪; b. 热释光剂量计; c. 记录式光谱仪。

注: ①记录(显示)可以是模拟的(连续或非连续的线)或数字的。

②多个量值可以同时记录(显示)。

③记录式仪器亦可显示示值。

6. 累计式 [测量] 仪器 totalizing [measuring] instrument

通过对来自一个或多个源中同时或依次得到的被测量的部分值求和, 以确定被测量值的测量仪器。

例: a. 累计式轨道衡; b. 总加式电功率表。

7. 积分式 [测量] 仪器 integrating [measuring] instrument

通过一个量对另一个量积分以确定被测量值的测量仪器。

例: 电能表。

8. 模拟式测量仪器 analogue measuring instrument

模拟式指示仪器 analogue indicating instrument

其输出或显示为被测量或输入信号连续函数的测量仪器。

注: 此术语只涉及输出或显示的表示形式, 而与仪器的工作原理无关。

9. 数定式测量仪器 digital measuring instrument

数字式指示仪器 digital indicating instrument

提供数字化输出或显示的测量仪器。

注: 此术语只涉及输出或显示的表示形式, 而与仪器的工作原理无关。

10. 测量传感器 measuring transducer

提供与输入量有确定关系的输出量的器件。

例：a. 热电偶；b. 电流互感器；c. 应变计；d. pH 电极。

11. 测量系统 measuring system

组装起来以进行特定测量的全套测量仪器和其他设备。

例：a. 测量半导体材料电导率的装置；

b. 校准体温计的装置。

注：①测量系统可以包含实物量具和化学试剂。

②固定安装着的测量系统称为测量装备。

12. 显示装置 displaying device

指示装置 indicating device

测量仪器显示示值的部件。

注：①此术语包括用以显示或设定由实物量具提供量值的装置。

②模拟显示装置提供模拟显示，数字显示装置提供数字显示。

③由末位有效数字的连续变动进行内插的数字式显示，或由标尺和指示器补充读数的数字式显示称为半数字式显示。

13. 记录装置 recording device

提供示值记录的测量仪器部件。

14. 指示器 index

显示装置的固定的或可动的部件，根据它相对于标尺标记的位置即可确定示值。

例：a. 指针；b. 光点；c. 液面；d. 记录笔。

15. [测量仪器的] 标尺 scale [of a measuring instrument]

测量仪器显示装置的部件，由一组有序的带有数码的标记构成。

注：这些标记称为标尺标记。

16. 度盘 dial

载有一个或几个标尺的固定的或可动的显示装置部件。

注：在某些显示装置中，度盘做成转鼓或圆盘形，载有数字并可相对于固定的指示器或窗口转动。

17. 量程 span

标称范围两极限之差的模。

例：对从 $-10 \sim +10$ V 的标称范围，其量程为 20 V。

注：在有些知识领域中，最大值与最小值之差称为范围。

18. 标称值 nominal value

测量仪器上表明其特性或指导其使用的量值，该值为圆整值或近似值。

例：a. 标在标准电阻上的量值：100 Ω 。

b. 标在单刻度量杯上的量值: 1 L。

19. 标称范围 nominal range

测量仪器的操纵器件调到特定位置时可得到的示值范围。

注: 标称范围通常用它的上限和下限表明, 例如 100 ~ 200 °C。若下限为零, 标称范围一般只用其上限表明, 例如 0 ~ 100 V 的标称范围可表示为 100 V。

20. 灵敏度 sensitivity

测量仪器响应的变化除以对应的激励变化。

注: 灵敏度可能与激励值有关。

21. 鉴别力 [阈] discrimination [threshold]

使测量仪器产生未察觉的响应变化的最大激励变化, 这种激励变化应缓慢而单调地进行。

注: 鉴别力阈可能与例如噪声 (内部的或外部的) 或摩擦有关, 也可能与激励值有关。

22. [显示装置的] 分辨率 resolution [of a displaying device]

显示装置能有效辨别的最小的示值差。

注: ①对于数字式显示装置, 这就是当变化一个末位有效数字时其示值的变化。

②此概念亦适用于记录式装置。

23. 稳定性 stability

测量仪器保持其计量特性随时间恒定的能力。

注: ①若稳定性不是对时间而是对其他量而言, 则应该明确说明。

②稳定性可以用几种方式定量表示, 例如: 用计量特性变化某个规定的量所经过的时间; 用计量特性经规定的时间所发生的变化。

24. 超然性 transparency

测量仪器不改变被测量的能力。

例: a. 天平不会改变被测的质量, 因此是超然的。

b. 电阻温度计使欲测其温度的介质加热, 因此不是超然的。

25. 漂移 drift

测量仪器计量特性的慢变化。

26. 测量仪器的准确度 accuracy of a measuring instrument

测量仪器给出接近于真值的响应的能力。

注: 准确度是定性的概念。

27. [测量仪器的] 偏移 bias [of a measuring instrument]

测量仪器示值的系统误差。

注：测量仪器的偏移通常用适当次数重复测量的示值误差的平均来估计。

28. [测量仪器的] 重复性 repeatability [of a measuring instrument]

在相同测量条件下，重复测量同一个被测量，测量仪器提供相近示值的能力。

注：①这些条件包括：相同的测量程序；相同的观测者；在相同条件下使用相同的测量设备；在相同地点；在短时间内重复。

②重复性可用示值的分散性定量地表示。

四、计量管理术语

1. 计量管理

为在国民经济各个领域提供计量保证所开展的各项管理工作。

2. 计量保证 metrological assurance

用于保证计量可靠和适当的测量准确度的全部法规、技术手段及必要的各种运作。

3. 计量控制 metrological control

根据国家法规由指定的机构提供计量保证的工作体系。计量控制通过计量器具控制、计量监督和计量评审予以实施。

4. 计量确认 metrology confirmation

为确保测量设备处于满足预期使用要求的状态所需要的一组操作。

5. 计量监督 metrological supervision

为核查计量器具是否依照计量法律、法规正确使用和诚实使用，而对计量器具制造、安装、修理或使用进行控制的程序。

这种监督也可扩展到对预包装食品上指示量正确性的控制。

6. 计量评审 metrological assessment

为了检查和认证目的而进行的全部运作，例如为了在法庭上对计量器具的状态作证，或为了按有关法定要求来确定计量器具的计量性能。

7. 法制计量 legal metrology

计量的一部分，即与法定计量机构所执行工作有关的部分，涉及到对计量单位、测量方法、测量设备和测量实验室的法定要求。

8. 法定计量机构 service of legal metrology

负责在法制计量领域实施法律和法规的机构。

注：法制计量机构可以是政府机构，也可以是国家授权的其他机构。其主要任务是执行计量控制。