



企业计量管理讲义

编著：王 斌



中国石油乌石化公司

前 言

随着国有工业企业的生产、经营进一步持续发展，企业的专职计量管理人员在逐步减少，取代的多是兼职计量管理人员，一人多岗，企业要求兼职就必须兼责。怎样才能做好现阶段企业计量工作呢？这就需要企业每个计量管理人员深入探讨和不断总结提高。因为企业的计量检测能力是对生产、经营、产品质量、能源结算、环境监测、安全防护和企业的经济效益起着重要的基础作用。现代企业的计量工作要和国际接轨，就必须遵守国际标准化组织颁布的 ISO10012《测量管理体系-测量过程和测量设备的要求》和我国等同转化《计量检测体系确认规范》国家标准。“科技要发展，计量需先行”，要重视计量工作，首先要重视计量管理工作，使计量管理和计量技术工作齐头并进，为企业的生产和经营、成本核算和降低能耗做出计量工作应有的贡献。

作者

2003 年 11 月

— 常用计量名词术语及定义

1. 计量：实现单位统一、量值准确可靠的活动。从狭义理解：计量是标准化测量。从广义来讲：计量是计量学、计量技术和计量管理的统称。
2. 计量学：关于测量的科学。
3. 计量技术：是应用计量学和其他现代科学发展的新理论和新技术，对物质世界的微观和宏观状态及其运动规律进行观察、测得、分析、综合和监控，成为现代科学研究和生产的中枢。

计量技术涉及到国民经济各个领域，一般分为：长度、热学、力学、电磁学、光学、声学、化学、无线电、时间频率、放射性等十大计量。

4. 计量管理：所谓的计量管理系在国民经济大系统中，各级政府计量部门和其他部门的各级计量机构，贯彻国家计量法令，运用现代管理科学，为保证计量制度统一、量值准确，以提高产品质量和经济效益所采取的一系列措施。
5. 法制计量：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。
6. （可测量的）量：现象、物体和物质的可以定性区别和定量确定的属性。
7. 量值：一般由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。

例：5.34m或534cm, 15kg, 10s, -40℃。

8. 测量：以确定量值为目的的一组操作。（这种操作可自动完成）
9. [计量器具的]检定：查明和确认计量器具是否符合法定要求的程序，它包括检查、加标记和（或）出具检定证书。
10. 周期检定：按时间间隔和规定程序，对计量器具定期进行的一种后续检定。
11. 计量器具（测量仪器）：单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器

具。

12. [测量] 误差：测量结果减去被测量的真值。

13. 校准：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。

14. 标准物质：是指在规定条件下，具有高稳定的物理、化学或计量学特性，并经正式批准作为标准使用的物质或材料。

15. 测量设备：凡用于检定、检验、测试、检测、校准、监测、试验等活动的设备都是测量设备。测量设备中有量具和计量仪器的区别；

a) 量具是以固定形式复现量值的计量器具。例如：量块、线纹尺、砝码、标准电阻等。

b) 计量仪器是将被测量转换成可直接观测的指示值或等效信息的计量器具。

16. 计量确认：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。

17. 准确度等级：符合一定的计量要求，使误差保持在规定极限以内的测量仪器的等别、级别。

18. 强制检定：计量器具依法进行定点、定周期的检定。

二 计量法和法定计量单位

1 计量法

中华人民共和国《计量法》是 1985 年 9 月 6 日由第六届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议通过。以国家主席第二十八号令公布。自 1986 年 7 月 1 日起实施。全法共分六章三十五条。

1) 计量立法的目的和宗旨：为了加强计量监督管理，保障国家计量单位

制的统一和量值的准确可靠，有利于生产、贸易和科学技术的发展，适应社会主义现代化建设的需要，维护国家、人民的利益，制定本法。

2) 国家采用国际单位制。我国法定计量单位是国际单位制计量单位和国家选定的其他计量单位。

3) 哪些计量器具属强制检定？社会公用计量标准器具，部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面的列入强制检定目录的工作计量器具。

4) 计量检定必须按照国家计量检定系统表进行。计量检定必须执行计量检定规程。

5) 计量检定工作应当按照经济合理的原则，就地就近进行。

6) 计量认证：为社会提供公正数据的产品质量检验机构，必须经省级以上人民政府计量行政部门对其计量检定、测试能力和可靠性考核合格。7

） 计量标准器（简称计量标准）的使用，必须具备下列条件：

a) 经计量检定合格；

b) 具有正常工作所需要的环境条件； c

） 具有称职的保存、维护、使用人员；

d) 具有完善的管理制度。

8) 计量检定人员有下列行为之一的，给予行政处分；构成犯罪的，依法追究行事责任：

a) 伪造检定数据的；

b) 出具错误数据，给送检以方造成损失的；

c) 违反计量检定规程进行计量检定的； d

） 使用未经考核合格的计量标准开展检定；

e) 未取得计量检定证件执行计量检定的。

2 法定计量单位 （我国法定计量单位内容包括：）

- 1) 国际单位制(SI)的基本单位（7 个）；
- 2) 国际单位制的辅助单位（2 个）；
- 3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位（19）；
- 4) 国家选定的非国际单位制单位（15）；
- 5) 由以上单位构成的组合形式的单位；
- 6) 由词头和以上单位所构成的十进倍数和分数单位。

表 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 2 用于构成十进倍数和分数单位的词头

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]	
10 ⁹	吉[咖]	G
10 ⁶	兆	M
10 ³	千	k
10 ²	百	h
10 ¹	十	d _a
10 ⁻¹	分	d
10 ⁻²	厘	c

所表示的因数	词头名称	词头符号
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

另外在接介绍 4 个词头， 10^{21} 泽[它] Z； 10^{24} 尧[它] Y；
 10^{-21} 仄[普托] z； 10^{-24} 幺[科托] y。

3 计量检定员职责：

- a) 正确使用计量基准或计量标准并负责维护、保养，使其保持良好的技术状况；
- b) 执行计量技术法规，进行计量检定工作；
- c) 保证计量检定的原始数据和有关技术资料的完整；
- d) 承办政府计量行政部门委托的有关任务。

4 关于企业使用的非强检计量器具的公告内容：（国家质量技术监督局 1999 年第 6 号）

- 1) 企业使用的非强制检定计量器具，是指除企业最高计量标准器具以及用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面的列入强制检定目录以外的其他计量标准器具和工作计量器具。非强制检定计量器具的检定周期，由企业根据计量器具的实际使用情况，本着科学、经济和量值准确的原则自行确定。
- 2) 非强制检定计量器具的检定方式，由企业根据生产和科研的需要，可以自行决定在本单位检定或者送其他计量检定机构检定、测试，任何单位不得干涉。
- 3) 企业使用的最高计量标准器具，以及用于贸易结算、安全防护、医疗

卫生、环境监测方面的列入强制检定目录的工作计量器具，应当进行强制检定。未按照规定申请检定或者检定不合格的，企业不得使用。

5 计量检定印、证管理办法中规定：

- 1) 计量检定印、证包括：检定证书；检定结果通知书；检定合格证；检定合格印（璽印、喷印、钳印、漆封印）；注销印。
- 2) 检定证书、检定结果通知书必须字迹清楚、数据无误，有检定、核验、主管人员签字，并加盖检定单位印章。

6 中华人民共和国依法管理的计量器具目录（1987 年 7 月 10 日国家计量局[87]量局法字第 231 号）：

一 计量标准和工作计量器具：

1. 长度计量器具

比长仪、干涉仪、稳频激光器、测长机、测长仪、工具显微镜、读数显微镜、光学计、测量用投影仪、三坐标测量仪、球径仪、球径仪样板、圆度仪、锥度测量仪、孔径测量仪、比较仪、测微仪、光学仪器检具、量块、尺、基线尺、线纹尺、光栅尺、光栅测量装置、磁尺、容删尺、水准标尺、感应同步器、测绳、卡尺、千分尺、百分表、千分表、测微计、小孔内径表、平晶、刀口尺、棱尺、平尺、测量平板、木直尺检定器、千分尺检具、百分表检定器、千分表检定仪、测微仪检定器、多面棱体、度盘、测角仪、分度台、分度头、准直仪、角度块、角度规、直角尺、正选弦尺、方箱、水平仪、象限仪、直角尺检定仪、水平仪检定器、塞规、卡规、环规、圆锥套规、塞尺、半径样板、螺纹量规、螺纹样板、三针、粗糙度样板、粗糙度测量显微镜、表面轮廓仪、齿轮渐开线检查仪、齿轮周节检查仪、齿轮基节检查仪、齿轮啮合检查仪、齿轮径向跳动检查仪、齿轮螺旋检查仪、齿轮公法检查仪、正切齿厚规、万能测齿仪、齿轮参数综合测量

仪、齿轮渐开线样板、齿轮螺纹线样板、丝杠检查仪、经纬仪、水准仪、平板仪、测高仪、高度表、测距仪、测厚仪、刀具检查仪、轴承检查仪、面积计、皮革面积板；

1. 热学计量器具

热电偶、热电阻、温度灯、温度计、高温计、辐射感温器、体温计、温度计检定装置、电子电位差计、电子平衡电桥、高温毫伏计、比率计、温度指标调节器、温度变送器、温度自动控制器、温度巡回检测仪、测温电桥、热量计、比热装置、热物性测定装置、热流计、热象仪；

2. 力学计量器具

砝码、天平、秤、定量包装机、称重传感器、轨道衡、检衡车、台秤检定器、量器、量提、注射器、计量罐、计量罐车、加油机、售油器、容量器、密度计、酒精计、乳汁计、糖量计、盐量计、压力计、压力真空计、气压计、微压计、眼压计、血压计、压力表、压力真空表、微压表、压力变送器、压力传感器、压力表校验仪、血压计检定器、真空计、流量计、水表、煤气表、明渠流量测量仪、流速计、流量二次仪表、流量变送器、流量检定装置、标准体积管、水表检定装置、硬度块、压头、硬度计、测力机、测力计、扭矩机、扭矩计、拉力表、力传感器、冲击试验机、疲劳试验机、拉力试验机、压力试验机、弯曲试验机、万能材料机、抗折试验机、无损检测仪、杯突试验机、扭转试验机、高温蠕变试验机、木材试验机、强力计、应变仪、应变仪检定装置、引伸计、应变计参数测量装置、应变模拟仪、振动检定装置、振动台、冲击检定装置、冲击实验台、加速度仪、测振仪、振动冲击测量仪、振动传感器、速度传感器、重力仪、转速表检定装置、速度表、测速仪、转速表、里程表、里程计价表、里程计价表检定装置；

2. 电磁学计量器具

标准电池、标准电压源、标准电功率源、标准电阻、电阻箱、标准电容、测量用可变电容器、电容箱、标准电感、标准互感线圈、电感箱、电位差计、标准电池比较仪、电桥、电阻测量仪、欧姆表、毫欧计、兆欧表、高阻计、电表检定装置、电流表、毫安表、微安表、电压表、毫伏表、微伏表、电功率表、频率表、功率因数表、相位表、检流计、万用表、电度表、电度表检定装置、互感器校验仪、互感器校验仪检定装置、测量互感器、感应分压器、直流分压箱、分流计、磁性材料特性测量装置、标准磁性材料、标准磁带、磁通量具、磁通测量线圈、磁通计、磁强计；

3. 无线电计量器具

高频电压标准、同轴热电转换器、微电位计、高频电压表、高频毫伏表、高频微伏表、低频电压标准源、低频电压表、高频电流表、校准接收机、标准信号发生器、调幅度仪、频偏仪、调制度仪、失真度仪检定装置、失真度仪、低失真信号发生器、音频分析仪、脉冲发生器、时标发生器、标准脉冲幅度发生器、脉冲电压表、高频阻抗分析仪、高频标准电阻、高频标准电感、高频标准电容、Q 表、高频Q 值标准线圈、高频介质标准样板、高频电容损耗标准、高频零示电桥、谐振式阻抗仪、矢量阻抗表、矢量阻抗分析仪、高频电容损耗仪、高频介质损耗仪、高频微波功率座、高频微波功率计、高频微波功率指示器、高频微波功率计校准装置、衰减器校准装置、衰减器、相位标准、相位计、移相器、相位发生器、微波阻抗标准装置、微波阻抗标准负载、测量线、反射计、阻抗图示仪、网络分析仪、高微频微波噪声发生器、高频微波噪声测量仪、标准场强发生器、高频近区标准场装置、微波标准天线、高频场强计、微波漏能仪、测量接收机、干扰测量仪、脉冲响应校准器、晶体管图示仪、晶体管图示仪校准装

置、晶体管参数测试仪、电子管参数测试仪、频谱分析仪、波形分析仪、电视综合测试仪、电视参数测试仪、示波器、示波器校准仪、抖晃仪、雷达综合测试仪、心电图仪检定装置、脑电图仪检定装置、心脑电图仪、半导体材料工艺参数测量标准、半导体材料工艺参数测量仪、集成电路参数测量标准、集成电路参数测量仪；

4. 时间频率计量器具

原子频率标准、石英晶体频率标准、频率合成器、频标比对器、相位噪声测量装置、比相仪、彩色电视副载频校频仪、频率计、频率表、频率计数器、时间间隔计数器、时间合成器、原子钟、标准石英钟、精密钟检定仪、精密钟、航海钟、校表仪、时钟检定仪、秒表检定仪、秒表、电子毫秒表、电子计时器；

5. 声学计量器具

测量用传声器、标准传声器、声极校准器、声级计、杂音计、声学标准噪声源、倍频程与 1/3 倍频程滤波器、仿真耳、水听器、听力计、耳机测量标准耦合腔、助听器测量仪、超声功率计、医用超声源；

6. 光学计量器具

光学标准灯、微弱光标准、积分球、脉冲光测量仪、光探测器、照度计、亮度计、色温计、标准黑体、标准色板、色差计、白度计、测色光谱光度计、标准滤色片、感光度标准、感光仪、光密度计、激光能量计、激光功率计、医用激光源、标准鉴别率板、折射计、焦距仪、光学传感函数仪、屈光度计、验光镜片、验光机、光泽度计；

7. 电离辐射计量器具

标准辐射源、活度标准装置、活度计、 $4\pi\gamma$ 电离室、医用活度测量装置、 γ 谱仪、X 谱仪、电离辐射计数器、比释动能测量仪、剂量标准装置、

剂量计、剂量率标准装置、剂量率测量仪、剂量当量仪、中子雷姆计、剂量当量率仪、照射量标准装置、照射量计、医用辐射源、照射量率标准装置、注量标准装置、注量测量仪、注量率标准装置、注量率测量仪、活化探测器、电子束能量测量仪、电离辐射防护仪；

8. 物理化学计量器具

电导仪、酸度计、离子计、电位滴定仪、库仑计、极谱仪、伏安分析仪、比色仪、分光光度计、光度计、光谱仪、旋光仪、折射率仪、浊度计、色谱仪、电泳仪、烟尘粉尘测量仪、粒度测量仪、水质监测仪、测氦仪、气体分析仪、瓦斯计、测汞仪、测爆仪、呼出气体酒精含量探测器、熔点测定仪、水份测定仪、湿度计、标准湿度发生器、露点仪、粘度计、测量用电子显微镜、X 光衍射仪、能谱仪、电子探针、离子探针、质谱仪、波谱仪、血球计数器、验血板；

9. 标准物质

钢铁成份分析标准物质、有色金属成份分析标准物质、建材成份分析标准物质、核材料成份分析与放射性测量标准物质、高分子材料特性测量标准物质、化工产品成份分析标准物质、地质矿产成份分析标准物质、环境化学分析标准物质、临床化学分析与药品成份分析标准物质、食品成份分析标准物质、煤炭石油成份分析和物理特性测量标准物质、物理特性与物理化学特性测量标准物质、工程技术特性测量标准物质。

10. 专用计量器具。

还有属于计量基准、计量标准和工作计量器具的新产品。

7 强制检定的工作计量器具强检形式及强检适用范围（详见附表）

三 误差理论简介

科学是从测量开使的，由于被测量的数值形式常是不可通约的（不能

以有限位数表示)，又由于认识能力的不足和科学水平的限制，实验中测得的值和它的客观真值并不一致，这种矛盾在数值上的表现即为误差。误差产生的必然性已为实践所证实，也为一切从事科学实验的人们所公认，由此，下列的误差公理成立，即：

误差公理：测量结果都具有误差，误差自始至终存在于一切科学实验和测量的过程之中。

1. 名词解释

- a) 示值：由计量器具指示的被测量的值。
 - b) 标称值：量具上标注的量值。
 - c) 测得值：从计量器具上直接反映或经必要的计算而得出的量值。 d)
 -) 给出值：取决于给出方式的值，它包括测得值、测量结果、实验值、标称值、示值、计算近似值及猜测值等。
 - e) [量的]真值：在某一时刻和某一位置或状态下，某量的效应体现出的客观值。（ISO 定义为：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。
 - 4 GUM 用“被测量之值”代替“真值”。在不致引起混淆时，推荐这一用法。
- f) [量的]约定真值：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：① 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。

② 常数委员会（CODATA）1986 年推荐的阿伏加德罗常数值

6. $0.0221367 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ 。

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参考条件中的参考值混淆。

2 常用某量的多次测量结果来确定约定真值。

标准器相对真值：高一级标准器的误差与低一级标准器或普通计量仪器的误差相比，为其 $1/5$ （或 $1/3-1/20$ ）时，则可以认为前者是后者的相对真值。

g) [测量]不确定度：表征合理地赋予被测量之值的分散性，与测量结果相联系参数（不确定度恒为正值。测量不确定度意为对测量结果正确性的可疑程度。）

h) 测量准确度：测量结果与被测量的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。例如：可以说准确度高、准确度为 0.25 级、准确度为 3 等及准确度符合 xx 标准；尽量不使用如下表示：准确度为 0.25%、16mg、 $\leq 16\text{mg}$ 及 $\pm 16\text{mg}$ 。

2. 绝对误差（测量误差）

测量结果的误差为测量结果与其真值之差，由于误差和测量结果同量纲，故称为绝对误差（测量误差）。

误差=给出值－真值

测量误差=测量结果－真值

示值误差=示值－真值

修正值=-误差=真值－给出值

真值=给出值+修正值=给出值－误差

3. 相对误差