

项目 1 计量基础知识	1
任务 1 了解计量的概念	1
任务 2 了解计量法与计量单位	3
任务 3 了解计量器具与计量检定(校准)	11
任务 4 了解量值的传递与溯源	21
任务 5 了解测量误差	24
任务 6 数据处理	31
项目 2 医用电气设备电气安全的质量控制	37
任务 1 了解医用电气设备电气安全的基本原理	37
任务 2 医用电气设备电气安全检测	45
任务 3 电气安全检测规范	49
任务 4 各类电气设备电气安全检测方法	51
项目 3 医用检验类设备的质量控制	53
任务 1 了解生化分析仪的质量控制	53
任务 2 了解电解质分析仪的质量控制	57
任务 3 了解血细胞分析仪的质量控制	61
任务 4 了解尿液分析仪的质量控制	66
任务 5 了解其他检验类设备的质量控制	70
项目 4 医用电生理设备的质量控制	78
任务 1 了解心电图机的质量控制	78
任务 2 了解脑电图机的质量控制	83
任务 3 了解多参数监护仪的质量控制	87
任务 4 了解除颤监护仪的质量控制	93
项目 5 了解医用人工脏器类设备的质量控制	103
任务 1 了解呼吸机、麻醉机的质量控制	103
任务 2 了解血液透析设备的质量控制	111
项目 6 医用激光源类设备的质量控制	120
任务 1 了解医用激光源的结构原理	120

任务 2	掌握准分子激光治疗仪的质量控制	124
项目 7	放射类设备的质量控制	128
任务 1	了解 X 射线的物理测量与防护	128
任务 2	掌握普通 X 射线机的质量控制	139
任务 3	掌握 CR、DR 的质量控制	148
任务 4	掌握 DSA 的质量控制	152
任务 5	掌握 CT 机的质量控制	156
任务 6	掌握磁共振成像系统的质量控制	165
项目 8	放射治疗类设备的质量控制	177
任务 1	了解肿瘤放射治疗设备质控的基本概念	177
任务 2	掌握医用直线加速器的质量控制	182
项目 9	医用超声源的质量控制	188
任务 1	了解医用超声源的结构原理	188
任务 2	掌握医用超声诊断仪超声源的质量控制	195
项目 10	其他医疗设备的质量控制	199
任务 1	了解高频手术设备的质量控制	199
任务 2	了解医用输液泵、注射泵的质量控制	202
任务 3	了解婴儿培养箱的质量控制	211
参考文献	215

**知识目标**

- 掌握计量的概念和意义。
- 了解如何量值传递与溯源及其意义。

**技能目标**

- 能熟练进行数据处理。

任**务****1****了解计量的概念****一、计量的概念与发展****(一) 计量的概念**

计量是实现单位统一、保障量值准确可靠的活动。计量在历史上称为度量衡,其含义是关于长度、容积、质量的测量,所用的主要测量器具是尺、斗、秤。在英语中尺子和统治者是同一个词(ruler),中国古代把砝码称为“权”,至今仍用天平代表法制和法律的公平,这些都表明计量象征着权力和公正。计量学是关于测量的科学,它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。计量管理工作是经济而有效地满足社会对测量的需要而进行的一项法制、技术和管理方面的有组织的活动。

(二) 计量的分类

当前,国际上趋向于把计量分为科学计量、工程计量和法制计量3类,分别代表计量的基础、应用和政府起主导作用的社会事业3个方面。

科学计量 指基础性、探索性、先行性的计量科学研究,通常用最新的科技成果来精确地定义与实现计量单位,并为最新的科技发展提供可靠的测量基础。

工程计量 指各种工程、工业、企业中的实用计量,又称工业计量。

法制计量 其特征除了政府起主导作用,即由政府或代表政府的机构管理外,还有一个明显的特征:直接传递到公众一端,即直接与公众的利益相关。它涉及的不仅是有利益冲突而需要保护,以及测量结果需要公共机构予以特别关注或特殊信任的领域,还包括测量结果违背公众利益的领域,即保护与违背两者常常是并存的。例如,忽视医疗计量会造成可怕的医疗事故:超声波胎

心仪的功率超差如果严重,会使胎儿在母腹中遭受脑损伤;伽马刀放射治疗肿瘤时聚焦偏差如果过大,会使正常组织坏死等。

(三) 计量的发展简史

计量的发展具有悠久的历史,大体上可以分为原始、经典和现代 3 个阶段。

1. 原始阶段 以经验和权力为主,大多利用人、动物或自然物作为计量基准。例如,中国古代的布手知尺、掬手为升、十发为程等计量器具;公元前 221 年,秦始皇统一中国后即颁布诏书,建立了全国统一的度量衡制度,其中度制和量制的大部分采用了十进制,并实行定期检定计量器具的法制管理(见中国古代度量衡史)。古埃及的尺度是以人的胳膊到指尖的距离为依据的,称之为“腕尺”(约 46 cm)。英国的码是亨利一世将其手臂向前平伸,从其鼻尖到指尖的距离(1yd=0.914 4 m);英尺是查理曼大帝的脚长(1 ft=0.303 8 m);英寸是英王埃德加的手拇指关节的长度(1 in=25.4 mm);而英亩则是两牛同犁,一日翻耕土地的面积(1 英亩=4.05×10³平方米)。

2. 经典阶段 一个以宏观现象与人工实物为科学基础的阶段。标志是 1875 年签订的《米制公约》。包括根据地球子午线 1/4 长度的千万分之一建立了铂铱合金制的米原器;根据 1 m³ 水在规定温度下的质量建立了铂铱合金制的千克原器;根据地球绕太阳公转周期确定了时间(历书时)单位秒等。它们形成一种基于所谓自然不变的米制,并成为国际单位制的基础。但是这类宏观实物基准随着时间的推移或地点的变动,其量值不可避免地受物理或化学性能缓慢变化的影响而发生漂移,从而影响了复现、保存,并限制了准确度的提高。

3. 现代阶段 以量子理论为基础,由宏观实物基准过渡到微观量子基准。国际上已正式确立的量子基准有长度单位米基准、时间单位秒基准、电压单位伏特基准和电阻单位欧姆基准。从经典理论来看,物质世界在做连续、渐进的宏观运动;而在微观量子体系中,事物的发展是不连续的、跳跃的,也是量子化的。由于原子的能级非常稳定,跃迁时辐射信号的周期,自然也非常稳定,因此跃迁所对应的量值是固定不变的。这类微观量子基准,包括 1960 年用氪 86 原子的特定能级跃迁所定义的米、1967 年用铯 133 原子的特定能级跃迁所定义的秒等,提高了 SI 基本单位实现的准确性、稳定性和可靠性。但是,它们仍与某种原子的特定量子跃迁过程有关,因而尚不具备普适性。显然,最好的方案莫过于用基本物理常量(普适量)来定义计量单位。例如,1983 年将米定义为光在真空中在 1/299 792 458 秒的时间间隔内所行进的长度,即认为真空中光速作为一个定义值恒为 299 792 458 米/秒(约 30 万千米/秒);而长度事实上变成了时间(频率)的导出量。这种定义通过不变的光速给出了空间和时间的联系,使得新定义的米只依赖于目前测量不确定度最小(10⁻¹⁵量级)的频率,从而具有准确性、稳定性、可靠性和普适性。

从计量发展的另一角度看,由于计量是在古代各国独立地产生,并作为民族文化和社会制度的一部分而继承和发展的,因而直到 19 世纪,各国使用的计量单位及其进位制度、计量器具和管理措施等彼此差异甚大。相应的,计量学长期停留在记述各种计量单位及其换算关系的阶段上;计量管理工作则停留在各国、各地区各自为政的状态。随着工业和国际贸易、特别是物理学等实验科学的迅速发展,需要测量的量已从传统的度量衡剧增至上百个。18~19 世纪,欧美的科学家们开始创建一种以科学实验为基础、可在国际上通用的计量单位制。1955 年签订《国际法制计量组织公约》和 1960 年第 11 届国际计量大会(CGPM)通过国际单位制,则标志着各国计量制度基本统一和计量学的基本成熟。计量的发展趋势,主要沿着两个方向:① 利用最新科技成果不断完善国际单位制及其实验基础,使单位的定义及其基准、标准建立在基本物理常量的稳固基础上;② 推

动全球计量体系的形成,逐步实现国际测量与校准结果的相互承认,以适应贸易和经济全球化发展的需要。

二、计量的内容与特点

(一) 计量的对象

人类为了生存和发展,必须认识自然、利用自然和改造自然,而自然界的一切现象或物质,是通过一定的“量”来描述和体现的。也就是说“量是现象、物体或物质可定性区别与定量确定的一种属性”。因此,要认识大千世界和造福人类,就必须对各种“量”进行分析和确认,既要区分量的性质,又要确定其量值。计量正是达到这种目的的重要手段之一,从这个意义上可以广义地认为,计量是对“量”的定性分析和定量确认的过程。实际上,人类在科学研究、经济活动和社会活动中,每时每刻都离不开计量,通过计量所获得的测量结果是人类活动最重要的信息源之一。

(二) 计量的内容

随着科技、经济和社会的发展,计量的内容也在不断地扩展和充实。通常可概括6个方面:计量单位与单位制;计量器具(或测量仪器),包括实现或复现计量单位的计量基准、标准与工作计量器具;量值传递与溯源,包括检定、校准、测试、检验与检测;物理常量、材料与物质特性的测定;不确定度、数据处理与测量理论及其方法;计量管理,包括计量保证与计量监督等。其中,计量器具是对量的定性分析和定量确认进行管理的最为常用的直接手段。

(三) 计量的特点

计量的特点概括地说,可归纳为准确性、一致性、溯源性及法制性4个方面。准确性指测量结果与被测量真值的一致程度。一致性指在统一计量单位的基础上,无论在何时何地采用何种方法、使用何种计量器具,以及由何人测量,只要符合有关的要求,其测量结果就应在给定的区间内有其一致性。溯源性指任何一个测量结果或测量标准的值,都能通过一条具有规定不确定度的连续比较链,与计量基准联系起来。这种特性使所有的同种量值,都可以按这条比较链通过校准向测量的源头追溯,也就是溯源到同一个计量基准(国家基准或国际基准),从而使其准确性和一致性得到技术保证。法制性来自计量的社会性,因为量值的准确可靠不仅依赖于科学技术手段,还要有相应的法律、法规和行政管理。特别是对国计民生有明显影响,涉及公众利益和可持续发展或需要特殊信任的领域,必须由政府起主导作用建立起法制保障。否则,量值的准确性、一致性及溯源性就不可能实现,计量的作用也难以发挥。计量学作为一门科学,它同国家法律、法规和行政管理紧密结合的程度,在其他学科中是少有的。

任务2

了解计量法与计量单位

一、计量法的主要内容

我国计量法共6章,35条,其有关主要内容归纳如下:

(一) 立法的宗旨

立法的宗旨是加强计量监督管理,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。

(二) 立法的原则

立法的原则是统一立法,区别管理。

(三) 适用范围

中华人民共和国境内,所有国家机关、企事业单位、中国人民解放军、社会团体和个人,凡是使用计量单位,建立计量基准、计量标准、进行计量检定,制造、修理、销售、使用计量器具和进口计量器具,开展计量认证,实施仲裁检定和调解计量纠纷,进行计量监督管理方面所发生的各种法律关系,均为计量法适用的范围。

(四) 法定计量单位

我国采用国际单位制。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。

(五) 计量基准

国家计量基准是统一全国量值的最高依据。计量基准由国务院计量行政部门负责批准和颁发证书。目前,我国有国家计量基准 191 项,国家标准物质 2 200 多种,大部分计量基准建在中国计量科学研究院,有部分项目建在其他有关部门和计量技术机构。

(六) 计量标准

县级以上地方人民政府计量行政部门,根据本地区需要建立本行政区域内社会公用计量标准。社会公用计量标准是统一本地区量值的依据,在社会上实施计量监督具有公证作用,其数据具有权威性和法律效力。

(七) 强制检定

强制检定是指计量标准或工作计量器具必须定期定点地由法定的或授权的计量检定机构检定。强制检定的计量器具范围有:

(1) 社会公用计量标准器具。

(2) 部门和企业、事业单位使用的最高计量标准器具。

(3) 用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测等方面的列入计量器具强制检定目录的工作计量器具。非强制检定的计量器具可由使用单位依法自主行定期检定,本单位不能检定的,由有权开展量值传递工作的计量检定机构进行检定。计量检定工作应当按照经济合理、就地就近的原则进行。

(八) 国家计量检定系统表和计量检定规程

国家计量检定系统表和国家计量检定规程是全国法定性的计量技术文件。计量法规定: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,没有国家计量检定规程的可执行部门和地方计量检定规程。

(九) 制造、修理计量器具许可证

制造、修理计量器具的企事业单位须取得《制造计量器具许可证》或《修理计量器具许可证》,否则工商行政管理部门不予办理营业执照。进口的计量器具,必须向省级以上人民政府计量行政部门申请检定,由其指定的计量检定机构检定合格后,方可销售。

(十) 法定计量检定机构

县级以上人民政府计量行政部门,根据需要设置计量检定机构,或者授权其他单位的计量检

定机构,执行强制检定和其他检定、测试任务。被授权执行检定、测试任务的人员,必须经授权单位考核合格。

(十一) 计量纠纷的处理

处理因计量器具的准确度所引起的纠纷,以国家计量基准器具或者社会公用计量标准器具检定的数据为准(即仲裁检定)。县级以上人民政府计量行政部门负责计量纠纷的调解和仲裁检定,并可根据司法机关、合同管理机关、涉外仲裁机关或者其他单位的委托,指定有关计量检定机构进行仲裁检定。

(十二) 违反计量法应承担的法律责任

有如下行为的没收违法所得,可以并处罚款。① 制造、修理、销售不合格计量器具;属于强制检定范围的计量器具,未按照规定申请检定或者检定不合格继续使用的,责令其停止使用;使用不合格的计量器具或者破坏计量器具准确度,给国家和消费者造成损失的,责令其赔偿损失,没收其计量器具。制造、销售、使用以欺骗消费者为目的的计量器具的,没收其计量器具。② 计量监督人员违法失职,情节严重的,要依照《刑法》有关规定追究刑事责任;情节轻微的,给予行政处分。

(十三) 中国人民解放军和国防科技工业系统计量工作

计量法第三十三条规定中国人民解放军和国防科技工业系统计量工作的监督管理办法由国务院、中央军事委员会依据计量法另行制定。

二、计量单位

(一) 量与单位的基本概念

1. 量的基本概念

(1) 量:现象、物体或物质可定性区别和定量确定的属性。量所表达的对象是现象、物体或物质,是不依赖于人的主观意识的客观存在。它是计量学研究对象,对一切自然的现象、物体或物质,只有用相应的量来表述时,才能发现其固有的运动规律。我们在计量学中研究的量都是可以测量的,故又把量称为可测量的量,可测量的量包括物理量和非物理量(硬度、波度等)。凡是可测量的量都可用数值和计量单位的组合来表示。

(2) 量制:彼此间存在确定关系的一组量。在量制中,约定地认为在函数关系上彼此独立的量称为基本量,如在国际单位制中选择长度、质量、时间、热力学温度、电流、物质的量和发光强度等7个量为基本量;由基本量的函数所定义的量,称为导出量,如在国际单位制中速度导出量,定义为长度(基本量)除以时间(基本量)而得出的量。

(3) 量纲:以给定量制中基本量的幂的乘积表示某量的表达式。

(4) 量值:由一个数乘以测量单位所表示的特定量的大小。它由数值和单位两部分的组合来表示。例如:5.34 m,15 kg,10 s。

2. 单位的基本概念

(1) 单位:为定量表示同种量的大小而约定的定义和采用的特定量。

(2) 一贯单位:可由比例因数为1的基本单位幂的乘积表示的导出计量单位,称为一贯单位。例如,国际单位制中, $1\text{ N}=1\text{ kg}\cdot\text{m}\cdot\text{J}^2$,N(牛顿)就是力的一贯单位。

(3) 单位制:为给定量制按给定规则确定的一组基本单位和导出单位。如国际单位制,CGS

单位制。

(4) 基本单位:给定量制中基本量的计量单位,称为基本单位(表 1-2-1)。对给定的一贯单位制中,每个基本量只有一个 SI 基本单位。如米(m)就是 SI 单位,而厘米(cm)就不是 SI 基本单位。

(5) 导出单位:给定量制中导出量的计量单位(表 1-2-2)。

(6) 制外单位:不属于给定单位制的计量单位。如电子伏($1.602\ 177 \times 10^{-19}$ J)为能的 SI 制外单位;日、时、分为时间的 SI 制外单位。

(7) 倍数单位:按约定的比率,由给定单位构成的更大的计量单位。如千米是米的十进制倍数单位之一;小时是秒的非十进制倍数单位之一。

(8) 分数单位:按约定的比率,由给定单位构成的更小的计量单位。如毫米是米的十进制分数单位之一。注:分数单位是约定比率小于 1 的倍数单位。

3. 国际单位制单位 国际单位制是由国际计量大会(CCPM)采纳和推荐的一种一贯单位制。它的国际通用符号为“SI”,是法文的国际单位制的缩写。国际单位制的构成见图 1-2-1。

所以 SI 单位是国际单位制中有特定含义的名称,而国际单位制单位不仅包括 SI 单位,还包括 SI 单位倍数单位(即由 SI 词头与 SI 单位构成的单位)。由此可见,国际单位制单位与 SI 单位两者的含义是不同的,前者是指全部单位,后者仅指构成 SI 一贯制的那些单位。

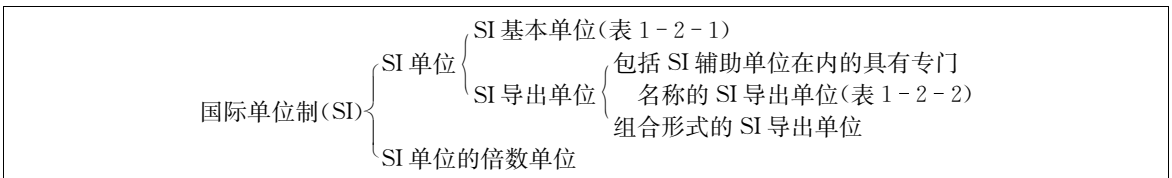


图 1-2-1 国际单位制的构成图

(1) SI 基本单位:SI 基本单位见表 1-2-1。

表 1-2-1 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	定义
长度	米	m	光在真空中在 $1/299\ 792\ 458$ s 时间间隔内所经路径的长度[第 17 届 CGPM(1983)]
质量	千克(公斤)	kg	等于国际千克原器的质量[第 13 届 CGPM(1967)]
时间	秒	s	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 $9\ 192\ 631\ 770$ 个周期的持续时间[第 13 届 CGPM(1967)]
电流	安(培)	A	在真空中,截面积可忽略的两根相距 1 m 的无限长平行圆直导线内通以等量恒定电流时,若导线间相互作用力在每米长度上为 2×10^{-7} N,则每根导线中的电流为 1 A

续 表

量的名称	单位名称	单位符号	定义
热力学温度	开(尔文)	K	水三相点热力学温度的 $1/273.16$ [第 13 届 CGPM(1967)决议 4]
物质的量	摩(尔)	mol	一系统的物质的量,该系统中所包含的基本单元数与 0.012 kg 碳 12 的原子数目相等。在使用摩尔时,基本单元应予指明,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[第 14 届 CGPM(1971)决议 3]
发光强度	坎(德拉)	cd	一光源在给定方向上的发光强度,该光源发出频率为 $540 \times 10^{12}\text{ Hz}$ 的单色辐射,且在此方向上的辐射强度为 $1/683\text{ W/sr}$ [第 16 届 CGPM(1979)决议 3]

(2) SI 导出单位:见表 1-2-2。

表 1-2-2 SI 导出单位

量的名称	SI 导出单位		说明	
	单位名称	单位符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示	被纪念科学家的国籍,生卒年份
[平面]角	弧度	rad	$1\text{ rad}=1\text{ m/m}=1$	—
立体角	球面度	sr	$1\text{ sr}=1\text{ m}^2/1\text{ m}^2=1$	—
频率	赫[兹]	Hz	$1\text{ Hz}=1\text{ s}^{-1}$	德国(1857~1894)
力	牛[顿]	N	$1\text{ N}=1\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$	英国(1643~1727)
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	$1\text{ Pa}=1\text{ N/m}^2$	法国(1623~1662)
能[量],功,热量	焦[耳]	J	$1\text{ J}=1\text{ N}\cdot\text{m}$	英国(1818~1889)
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	$1\text{ W}=1\text{ J/s}$	英国(1736~1806)
电荷[量]	库[仑]	C	$1\text{ C}=1\text{ A}\cdot\text{s}$	意大利(1745~1827)
电压,电动势,电位,(电势)	伏[特]	V	$1\text{ V}=1\text{ W/A}$	英国(1791~1867)
电容	法[拉]	F	$1\text{ F}=1\text{ C/V}$	英国(1791~1867)
电阻	欧[姆]	Ω	$1\Omega=1\text{ V/A}$	德国(1787~1854)
电导	西[门子]	S	$1\text{ S}=1\Omega^{-1}$	德国(1816~1892)
磁通(量)	韦[伯]	Wb	$1\text{ Wb}=1\text{ V}\cdot\text{s}$	德国(1804~1891)
磁通(量)密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	$1\text{ T}=1\text{ Wb/m}^2$	美国(1857~1943)
电感	亨[利]	H	$1\text{ H}=1\text{ Wb/A}$	美国(1799~1878)
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C}=1\text{ K}$	(1948 年第 9 届 CGPM 通过采用)

续 表

量的名称	SI 导出单位		说明	
	单位名称	单位符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示	被纪念科学家的国籍, 生卒年份
光通量	流明	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$	(1960 年第 11 届 CGPM 通过采用)
[光]照度	勒[克斯]	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm}/\text{m}^2$	(1960 年第 11 届 CGPM 通过采用)
[放射性]活度	贝可[勒尔]	Bq	$1 \text{ Bq} = 1 \text{ s}^{-1}$	法国(1852~1908)
剂量当量	希[沃特]	Sv	$1 \text{ Sv} = 1 \text{ J}/\text{kg}$	瑞典(1896~1966)
吸收剂量, 比释动能	戈[瑞]	Gy	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J}/\text{kg}$	英国(1905~1965)

SI 导出单位用 SI 基本单位以代数形式表示的单位。SI 导出单位由两个部分组成: 一部分是包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称 SI 导出单位(表 1-2-2); 另一部分是组合形式的 SI 导出单位。

包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称 SI 导出单位(见表 1-2-2)组合形式的 SI 导出单位用 SI 基本单位和具有专门名称的 SI 导出单位和(或)SI 辅助单位以代数形式表示的单位, 称为组合形式的 SI 导出单位。即由表 1-2-1、表 1-2-2 中单位通过代数形式表示的单位(不加词头构成的单位)。

SI 单位的倍数单位

SI 单位的倍数是由 SI 词头与 SI 单位(包括 SI 基本单位、SI 导出单位)构成。在国际单位制中, 用以表示倍数单位的词头, 称为 SI 词头(表 1-2-3)。

表 1-2-3 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

续 表

因数	词头名称		符号
	英文	中文	
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

4. 法定计量单位

(1) 概述:我国计量法明确规定,国家实行法定计量单位制度。法定[计量]单位——由国家法律承认,具有法定地位的计量单位。《中华人民共和国计量法》第三条规定:“国际单位制计量单位和我国选定的其他计量单位,为国家法定计量单位。”现行的法定计量单位是 1984 年 2 月 27 日由国务院发布的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》中规定的。

(2) 法定计量单位的构成:我国 1984 年 2 月 27 日颁布的《中华人民共和国法定计量单位》,是在国际单位制单位的基础上,根据我国的实际情况,适当地选用了一些可与国际单位制单位并用的非国际单位制构成的。可以说,国际单位制中所有单位都是我国的法定计量单位,它是我国法定计量单位的主体。如有变化,我国法定计量单位也将随之变化。但我国的法定计量单位不一定是国际单位制单位,本身并不构成一个单位制,故不能称为“法定计量单位制”或“法定单位制”。

表 1-2-4 非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时间	分 [小]时 日,[天]	min h d	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$ $1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3\,600 \text{ s}$ $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$
[平面]角	[角]秒 [角]分 度	" ' °	$1'' = (\pi/648\,000) \text{ rad}$ $1' = 60'' = (\pi/10\,800) \text{ rad}$ $1^\circ = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$ (π 为圆周率)
体积	升	L(l)	$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$

续 表

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
质量	吨 原子质量单位	t u	1 t = 10 ³ kg u = 1.660 540 × 10 ⁻²⁷ kg
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = (1/60)s ⁻¹
长度	海里	n mile	1 n mile = 1 852 m (只用于航程)
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1 852/3 600)m/s(只用于航行)
能	电子伏	eV	1 eV = 1.602 177 × 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	—
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 10 ⁶ kg/m(适用于纺织行业)
面积	公顷	hm ²	1 hm ² = 10 ⁴ m ²

(3) 我国法定计量单位内容包括:国际单位制的基本单位(表 1-2-1);国际单位制中包括辅助单位在内的具有专门名称的导出单位(表 1-2-2);我国选定的可与国际单位制单位并用的非国际单位制单位(表 1-2-4);以上单位构成的组合形式的单位;SI 词头(表 1-2-3)和以上单位构成的倍数单位(十进倍数和分数单位)。

1) 我国选定的可与国际单位制单位并用的非国际单位制单位见表 1-2-4。

对表 1-2-4 的说明:

① 表 1-2-4 中为 11 个物理量,选定 16 个单位。

② 周、月、年(年的符号为 a,拉丁字母 annum,不写 y 或 w),为一般常用时间单位,可以使用。

③ 升的符号的小号字体“l”作为备用符号。

④ “r”作“转”的符号。

⑤ 公里为千米的俗称,符号为 km,可以使用。

⑥ 表中 1u 和 1eV 的数据是 1986 年公布的。

⑦ 土地面积的单位为公顷,是 1990 年我国增补的,公顷的国际通用单位符号为 ha(我国不采用),土地面积单位可用平方公里(km²)、公顷(hm²)和平方米(m²)3 种(1 km² = 100 hm² = 10⁶ m²)。

⑧ [平面]角单位度、分、秒的符号,在组合单位中不处在数字后应采用括号的形式。例如,不用°/s,而用(°)/s。

⑨ 时间 30 分 16 秒应写成 30 min16 s,不得写成 30'16"。

⑩ “电子伏”不能称为“电子伏特”。

⑪ 表中除升、电子伏、分贝(L, eV, dB)外,其余均为正体小写。升(L)主要为了避免升的符号 l 和数字 1 之间发生混淆,第 16 届 CGPM 通过了另一符号 L;电子伏的符号“eV”中 e 表示“电子”,

“V”表示伏特(人名),故大写;分贝的符号“dB”为十分之一贝[尔](人名),故B为大写。

⑫ 表中非十进制的单位,如[平面]角单位“度”“[角]分”“[角]秒”与时间单位“分”“小时”“日,(天)”“月”“年”等不得用SI词头构成倍数单位。表中转每分(r/min)、海里(n mile),节(kn)也不得用SI词头构成倍数单位。

⑬ 表中除吨(t)、分贝(dB)、特[克斯](tex)采用音译外,其余为意译。

⑭ 考虑到我国国情并借鉴国际上其他主要国家血压计量单位的使用情况,为更有利于医疗诊断工作和国际的交流合作,1998年由国家质量技术监督局和卫生部共同发布质技监局量函[1998]126号文通知:在临床病历、体检报告、诊断证明、医疗记录等非出版物及国际交流、国外学术期刊等,可任意选用mmHg或kPa;在出版物及血压计(表)使用说明中可使用kPa或mmHg,如果使用mmHg应明确mmHg与kPa的换算关系。但在血压计(表)等计量器具铭牌上按JJG270—2008《血压计与血压表检定规程》中有关规定采用“双标尺”,即kPa与mmHg同时存在。

2) 组合形式的单位:凡是由两个或两个以上的单位以乘、除组合构成的单位及由一个单位与数学符号或数字指数构成的单位均为组合形式单位,简称为组合单位。例如:

米每秒(m/s); 每米(m^{-1}); 每摄氏度($^{\circ}C^{-1}$)

3.75 $\times 10^{-3}$ m; 千克每立方米(kg/m^3)

说明:在单位之间乘、除采用数学符号为“ \cdot ”或“/”,在数值间乘采用数字符号“ \times ”。

任务3

了解计量器具与计量检定(校准)

一、计量器具

(一) 计量器具的定义及分类

1. 计量器具的定义 计量器具,是指单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具。

按照《中华人民共和国计量法实施细则》第六十一条给出的定义,计量器具是指能用以直接或间接测出被测对象量值的装置、仪器仪表、量具和用于统一量值的标准物质,包括计量基准、计量标准和工作计量器具。

用计量器具确定量值的方法可以是直接测量,例如用米尺来量布;也可以是间接测量,即通过测量两个或两个以上的量值再用公式计算后得到另一个所需要的量值。计量器具的特征表现为:用于测量;能确定被测对象的量值;本身是一种计量技术装置。

为了加强对计量器具的管理,国务院计量行政部门制定了《中华人民共和国依法管理的计量器具目录》。在该目录中列举了计量基准、计量标准和工作计量器具的具体项目名称。由于科技的发展,将不断产生各种新的目录中还不能包含的计量器具。因此在《目录》中专门列出一项“属于计量基准、计量标准和工作计量器具的新产品”。如何判定该产品是否属于计量器具,就必须按计量器具的定义和计量器具的基本特征来进行科学的分析。如该《目录》中虽然没有列出“电话计费器”这个名称,但电话计费器实质上是测量通话的时间长度的,这个时间长度乘以单位时间的价格即为通话的收费依据。因此,根据计量器具的定义,电话计费器理所当然的是计量器具。

2. 计量器具的分类 计量器具(测量仪器)是指单独地或连同辅助设备一起用以进行测量的器具。计量器具种类繁多,并有多种分类方法。例如,按结构特点分类可分为:实物量具(亦称“被动式”计量器具)、计量仪器(亦称“主动式”计量器具)和计量物质(例如标准物质);按技术性能和用途分类可分为:计量基准器具、计量标准器具和工作计量器具(或普通计量器具)。

(1) 计量基准器具:计量基准器具,简称计量基准,是在特定领域内复现和保存计量单位量值,并具有最高计量学特性,经国家鉴定、批准作为统一全国量值最高依据的测量标准。《中华人民共和国计量法》和《计量基准管理办法》,对建立计量基准的原则、条件、程序、法律保护和国际比对都作了明确规定。

建立计量基准的原则是:根据国民经济发展和科学技术进步的需要,由国务院计量行政部门负责统一规划、组织建立。遵循大集中、小分散的格局,属于基本的、通用的,为各行各业服务的计量基准尽量建立在国家设置的法定计量检定机构;属于专业性强,仅个别行业所需要,或工作条件要求特殊的计量基准可授权其他部门建立在有关技术机构。

计量基准必须具备以下条件:经国家鉴定合格,即由国务院计量行政部门主持鉴定合格或由国务院有关部门主持鉴定通过并经国务院计量行政部门审查认可,并颁发计量基准证书。正常工作的环境条件。考核合格的保存、维护、使用人员。完善的管理制度。

计量基准的量值应与国际上的量值保持一致。国务院计量行政部门根据需要统一安排计量基准进行国际比对。通过国际间国家计量基准的比对,建立起各国计量基准间的等效性联系,从而实现全球国家计量基准等效和国际量值的统一。

(2) 计量标准器具:计量标准器具,简称计量标准,是指准确度低于计量基准,用于检定或校准其他计量标准或工作计量器具的计量器具。它在保证单位统一和量值准确可靠活动中,起着承上启下的作用。

计量标准按其法律地位、作用和管辖范围的不同,分为社会公用计量标准,部门和企业、事业单位使用的计量标准。社会公用计量标准是指经政府计量行政主管部门建立考核、批准,作为统一本地区量值的依据,在社会上实施计量监督具有公证作用的计量标准。在处理计量纠纷时,只有以计量基准或社会公用计量标准仲裁检定的数据才具有法律效力。部门和企业、事业单位可以根据需要建立本部门,本企业、事业单位的计量标准。

县级以上地方人民政府计量行政部门设置的法定计量检定机构或授权机构建立的社会公用计量标准,要向上一级人民政府计量行政部门申请;国务院有关部门和省、自治区、直辖市有关部门建立的各项最高的计量标准,要向同级人民政府计量行政部门申请;企业、事业单位建立的各项最高计量标准,要向与其主管部门同级的人民政府计量行政部门申请;乡、镇企业建立的各项计量标准,要向当地县级人民政府计量行政部门申请。

(3) 标准物质:标准物质是已确定其中一种或几种特性量值用于校准计量器具、评价测量方法或确定材料特性量值的物质。标准物质在量值传递和保证测量统一方面起着重要作用。标准物质按其特性量值的定值准确度的高低分为一级标准物质和二级标准物质。按其被定值的特性,标准物质分为化学成分标准物质、物理或物理化学特性标准物质和工程特性标准物质。按其生产、使用和管理标准物质的实际情况,标准物质可分为钢铁成分分析标准物质等类。标准物质的管理工作由国家质量技术监督局负责。企、事业单位制造标准物质必须具备相应的设施、人员和分析测量仪器设备,并向国务院计量行政部门申请办理《制造计量器具许可证》,其新产品必须进行定

级鉴定。

(4) 工作计量器具:工作计量器具,相对于计量标准器具而言,亦称普通计量器具,它是指一般日常工作中所用的计量器具。虽然通常它不是计量标准,不用于计量检定,但是也具有一定的计量性能。由于通常它位于量值溯源链的终端,因此工作计量器具的计量性能主要体现在可获得某给定量的测量结果。

3. 计量器具的特性

(1) 工作范围的特性:

1) 标称范围:测量仪器的操纵器件调到特定的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,如 $100\sim 200\text{ V}$ 。若下限为零,标称范围一般只用其上限表明,例如 $0\sim 100\text{ V}$ 的标称范围可表示为 100 V 。

2) 量程:标称范围两极限之差的模。

例:对从 -10 V 到 $+10\text{ V}$ 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”。

3) 标称值:测量仪器上表明其特性或指导其使用的量值,该量值为圆整数或近似值。

例:a. 标在标准电阻上的量值: $100\ \Omega$; b. 标在单刻度量杯上的量值: 1 L 。

4) 测量范围(工作范围):测量仪器的误差处在规定极限内的一组补测量值。

注:通常按约定真值确定“误差”。

(2) 工作条件的特性:

1) 额定操作条件:测量仪器规定的计量特性处于给定极限内的使用条件。

注:额定操作条件一般规定被测量和影响量的范围或额定值。

2) 极限条件:测量仪器的规定计量特性不受损也不降低,其后仍可在额定操作条件下运行而能承受的极端条件。

注:a. 储存、运输和运行的极限条件可以各不相同。 b. 极限条件可包括被测量和影响量的极限值。

3) 参考条件:为测量仪器的性能试验或为测量结果的相互比较而规定的使用条件。

注:参考条件一般包括作用于测量仪器的影响量的参考值或参考范围。

(3) 响应方面的特性:

1) 响应特性:在确定条件下,激励与对应响应之间的关系。例如热电偶的电动势与温度的函数关系。

注:a. 这种关系可以用数学等式、数值表或图表示。 b. 当激励按时间函数变化时,传递函数(响应的拉普拉斯变换除以激励的拉普拉斯变换)是响应特性的一种形式。

2) 灵敏度: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。

3) 鉴别力(阈):使测量仪器产生未察觉的响应变化的最大激励变化,这种激励变化应是缓慢的和单调的变化。

注:鉴别力可能与噪声(内部的或外部的)或摩擦有关,也可能与激励值有关。

4) 分辨力:显示装置能有效辨别的最小的示值差。

注:a. 对数字式显示装置而言,这就是当变化一个最小的有效数字时其示值的变化。 b. 此概

念亦适应于记录式装置。

5) 死区:不致引起测量仪器响应发生变化的激励双向变动的最大区间。

注:a. 死区可能与变化的速率有关。b. 死区有时有意地做大些,以防止激励的微小变化引起响应变化。

6) 响应时间:激励受到规定突变的瞬间,与响应达到并保持其最终稳定值在规定极限内的瞬间,这两者之间的时间间隔。

(4) 准确度方面的特性:

1) 测量仪器的准确度:测量仪器给出接近于真值的响应的能力。

2) 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。

注:准确度等级通常按约定注以数字或符号,并称为等级指标。

3) 测量仪器示值误差:测量仪器示值与对应输入量的真值之差。

注:a. 由于真值不能确定,实际上使用约定真值。b. 此概念主要应用于与参考标准相比较的仪器。c. 就实物量具而言,示值就是赋予它的值。

4) 最大允许误差:规范、规程等对给定测量仪器所允许的误差极限值。

注:有时也称为“测量仪器的允许误差限”。

5) 基值误差:为核查仪器而选用在规定的示值或规定的被测量值处的测量仪器误差。

6) 零值误差:被测量为零值的基值误差。

7) 固有误差:在参考条件下确定的测量仪器的误差。

8) 偏移:测量仪器的系统误差。

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。

9) 抗偏移性:测量仪器给出不含系统误差的示值的能力。

10) 引用误差:测量仪器的误差除以仪器的特定值。

注:特定值一般称为引用值,例如可以是测量仪器的量程或标称范围的上限。

(5) 有关性能方面的特性:

1) 稳定性:测量仪器保持其计量特性持续恒定的能力。

注:a. 若稳定性不是对时间而是对其他量而言,则应明确说明。b. 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。

2) 保真性:测量仪器不改变被测量的能力。例如,天平不改变被测量质量,因此是保真的。电阻温度计使欲测其温度的介质加热,因此是不保真的。

3) 漂移:测量仪器特性的慢变化。

4) 重复性: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:a. 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;在相同的地点;在短时间内重复。b. 重复性可用示值的分散性定量地表示。

5) 可靠性:测量仪器在规定条件下和规定时间内,完成规定功能的能力。

注:定量地表示测量仪器可靠性的指标,可以采用在其极限工作条件下的平均无故障工作时间 MTBF(mean time between failures)来表示。这个指标越高,说明可靠性越好。

二、计量检定(校准)

(一) 计量检定、校准和确认的概念

1. 计量检定 检定是指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。

检定具有法制性,其对象是法制管理范围内的计量器具。由于各国的管理体制不同,法制计量管理的范围也不同。1987 年国家计量局发布的《中华人民共和国依法管理的计量器具目录》有 12 大类;同年国务院发布了《中华人民共和国强制检定的工作计量器具检定管理办法》,办法中附有强制检定的工作计量器具目录,即用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测四个方面的工作计量器具 55 项,国家计量局又发布明细目录共 111 种。1999 年,国家质量技术监督局根据国务院的授权又增补了强检工作计量器具 4 项 5 种,2001 年增加了 2 项 2 种。从国际法制计量组织的宗旨及其发布的国际建议(见 9.21 条)看,其认定的法制管理范围基本上与我国的强制检定管理范围相当,随着我国改革开放及经济的发展,也有这种趋势,今后更强化检定的法制性,而大量的非强制检定的计量器具为达到统一量值的目的以采用校准为主要方式。一个被检定过的计量器具也就是根据检定结果,已被授予法制特性的计量器具。强制检定应由法定计量检定机构或者授权的计量检定机构执行。此外,在我国,社会公用计量标准,部门和企业、事业单位的各项最高计量标准,要实行强制检定。检定的依据是按法定程序审批公布的计量检定规程。我国《计量法》规定:“计量检定必须按照国家计量检定系统表进行。国家计量检定系统表由国务院计量行政部门制定。计量检定必须执行计量检定规程。国家计量检定规程由国务院计量行政部门制定。没有国家计量检定规程的由国务院有关主管部门和省、自治区、直辖市人民政府计量行政部门分别制定部门计量检定规程和地方计量检定规程,并向国务院计量行政部门备案。”因此,任何企业和其他实体是无权制定检定规程的。按照检定规程检定,以查明和确认计量器具是否具有法制特性。检定结果必须做出合格与否的结论,并出具证书或加盖印记。直观地理解,可以认为:检定=检查(examination)+加标记出证书。

从事检定的工作人员必须是经考核合格,并持有有关计量行政部门颁发的检定员证。

2. 校准 校准是指在规定条件下,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:校准结果既可给出被测量的示值,又可确定示值的修正值。校准也可确定其他计量特性,如影响量的作用。校准结果可以记录在校准证书或校准报告中。

该定义的含义是:

(1) 在规定的条件下,用一个可参考的标准,对包括参考物质在内的测量器具的特性赋值,并确定其示值误差。

(2) 将测量器具所指示或代表的量值,按照校准链,将其溯源到标准所复现的量值。

校准的目的是:

(1) 确定示值误差,并可确定是否在预期的允差范围之内。

(2) 得出标称值偏差的报告值,可调整测量器具或对示值加以修正。

(3) 给任何标尺标记赋值或确定其他特性值,给参考物质特性赋值。

(4) 实现溯源性。

校准的依据是校准规范或校准方法,可作统一规定也可自行制定。校准的结果记录在校准证书或校准报告中,也可用校准因数或校准曲线等形式表示校准结果。

3. 计量确认 计量确认是指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。

此定义来源于 ISO 10012-1:1992。在原标准中还有一个重要的注。计量确认一般包括:首先是核准,必要的调整和修理,随后的再校准,以及所要求的封印和标记。这就是定义中所说的一组操作。从定义和注中可看出,其内容和法制计量中的检定差不多。其核心是要校准,也需封印和标记。但它还包括调整或修理。其目的都是要满足预期需要。法制计量中,检定是要证明仪器能满足有关法规的要求,能用于法制计量,因而通过检定授予该仪器以应有的法制地位。而确认是要证明仪器能满足产品质量检测的要求。由于过去在产品质量标准或工艺中,没有对检测仪器提出明确的要求,因而在 ISO/TC167 制定质量体系辅助标准,也就是 ISO 10012-1 时,明确地提出了在质量管理体系中,要对测量仪器进行计量确认,并提出了建立计量确认体系的要求。因此,计量确认的实质是要通过校准,确定测量仪器测量能力。并将其测量能力与将要检测的产品的允差进行比较。以确定其是否满足预期使用的要求,也就是要保证检测结果的可靠性,或者说,检测结果的质量。

4. 检定、校准和确认的比较 计量检定、校准和确认在适用对象、目的、性质、依据、活动内容和结果等方面,都有所区别。现将它们之间的比较用表 1-3-1 做简要表述。

表 1-3-1 检定、校准和确认的比较

	检定	校准	确认
对象	依法管理计量器具	测量设备	测量设备
目的	评定是否符合法定要求	确定与对应标准量值之间的关系	评定是否满足预期使用要求
性质	具有法制性,属于法制计量管理的执法行为	不具有法制性,是企事业单位自愿溯源的行为	不具有法制性,是企事业单位计量管理的自愿行为
依据	计量检定规程	校准规范或校准方法	校准规范或校准方法以及预期使用要求
活动	检查计量要求,技术要求和行政管理要求;加标记和(或)出证书	用计量标准对被校准的测量设备的计量特性赋值,并确定其示值误差	校准,必要的调整和修理,随后的再校准,与预期使用要求比较,以及所要求的封印和标记
结果	合格的发检定证书;不合格的发不合格通知书	校准证书或校准报告	计量确认证明文件盒相应的封印和标记

(二) 计量检定的分类

1. 按法制管理的程度分类

(1) 强制检定:指由政府计量行政主管部门所属的法定计量检定机构或授权的计量检定机构,对社会公用计量标准器具、部门和企事业单位的最高计量标准器具,用于贸易结算、安全防护、医疗卫生、环境监测方面列入国家强制检定目录的工作计量器具,实行定点定期检定。其特点是由政府计量行政部门统管,指定法定的或授权的技术机构具体执行;固定检定关系、定点送检;检定

周期由执行强制检定的技术机构按照计量检定规程来确定。

计量法对强制检定的规定,不允许任何人以任何方式加以变更和违反,当事人和单位没有任何选择和考虑的余地。

(2) 非强制检定:指由计量器具使用单位自己或委托具有社会公用计量标准或授权的计量检定机构,依法进行的一种检定。强制检定与非强制检定均属于法制检定,是对计量器具依法管理的两种形式,都要受法律的约束。不按规定进行周期检定的,都要负法律责任。

2. 按检定的目的和性质分类

(1) 首次检定:对未曾检定过的新计量器具进行的一种检定。多数计量器具首次检定后还应进行后续检定。然而某些强制检定的工作计量器具,如竹木直尺、玻璃体温计、液体量提,我国规定,只作首次强制检定,失准报废;直接与供水、供气、供电部门结算用的生活用水表、煤气表和电能表也只作首次强制检定,限期使用,到期更换。

(2) 后续检定:计量器具首次检定后的任何一种检定:强制性周期检定;修理后检定;周期检定有效期内进行的检定,不论它是由用户提出请求,或者由于某种原因使有效期内封印失效而进行的检定。

(3) 使用中检验:在计量器具控制中常用“使用中检验”来进行该项工作。一般由法定计量技术机构或授权机构进行。检验后,应在计量器具上做适当的标识,表明其状态。当计量器具的工作条件保证不使计量性能受损,对其不进行全部检查的一种后续检定,它构成一种“简化检定”。

(4) 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。

(5) 仲裁检定:指用计量基准或者社会公用计量标准器所进行的以裁决为目的的计量检定、测试活动。

(三) 计量检定的实施

计量检定人员、检定规程、标准器具和环境条件是实施计量检定并确保检定结果准确、可靠的必备条件;原始记录是检定过程和结果的客观记录,并能为检定结果的追溯提供有效的客观证据;检定印证是检定的最终产品,是判断计量器具合格与否的凭证。法定计量检定机构出具的检定证书具有法律效力。上述6个要素,是实施检定的关键要素,必须予以高度重视。

1. 检定人员 计量检定人员作为计量检定的主体,在计量检定中发挥着重要的作用。为了对计量检定人员纳入正常管理,1987年7月10日由国家计量局发布了《计量检定人员管理办法》,作为我国从事计量检定的检定人员的管理依据。

(1) 定义:计量检定人员是指经考核合格,持有计量检定证件,从事计量检定工作的人员。

(2) 条件及要求:计量检定人员必须具备以下条件:具有中专(高中)或相当于中专(高中)以上文化程度;熟悉计量法律、法规;能熟练地掌握所从事检定项目的操作技能。

计量检定人员除了要求工作认真、具有良好的职业道德等一般要求之外,还有一些特殊要求。首先,要求检定人员熟悉有关计量的法律、法规、规程和规范等。检定人员必须认真学习并掌握计量法及其有关的法规,如计量标准管理办法(检定人员的管理办法等,还必须熟练地掌握自己所检定项目的检定系统、检定规程等)。同时必须在自己的工作中按这些法律法规办事。

(3) 职责:计量检定人员应该为实施计量监督,发展生产、贸易和科学技术以及保护人民健康和生命、财产的安全提供准确可靠的检定数据。计量检定人员具有以下职责: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;执行计量技术法规,进行计量检定工作;保证计量检定的原始数据和有关技术资料的完整;承办政府计量行政部门委托的有关任务。

(4) 计量检定人员出具数据的法律地位:根据《计量检定人员管理办法》第十二条规定,对法定计量检定机构或授权的技术机构,“计量检定人员出具的检定数据,用于量值传递、计量认证、技术考核、裁决计量纠纷和实施计量监督,具有法律效力”。

(5) 权利与义务:《计量检定人员管理办法》第十三条规定:“计量检定人员依法执行计量检定任务受法律保护。以暴力或威胁的办法阻碍计量检定人员依法执行职务的,提请司法部门追究法律责任。”

第十四条规定:“计量检定人员有权拒绝任何人迫使其违反计量检定规程,或使用未经考核合格的计量标准进行检定。”其中也包括使用未检或超期的计量标准器具。

(6) 法律责任:计量检定人员出具的检定证书、检定数据,具有法律效力。其责任是重大的。如果出现下列行为之一的,给予行政处分;构成犯罪的,依法追究刑事责任:伪造检定数据;出具错误数据造成损失的;违反计量检定规程进行计量检定的;使用未经考核合格的计量标准开展检定的;未取得计量检定证件执行检定的。

(7) 计量检定人员考核:计量检定人员考核根据《中华人民共和国计量法实施细则》第二十九条、《计量检定人员管理办法》第七条、《计量授权管理办法》第十条及质技监办函[1998]127号《关于对无主管单位有关计量考核问题的答复》。

国家法定计量检定机构的计量检定人员必须经县级以上人民政府计量行政部门考核合格,并取得计量检定证件,方可从事计量检定。被授权单位执行强制检定和法律规定的其他检定、测试任务的计量检定人员,由授权单位组织考核;根据特殊需要,也可在授权单位监督下,委托有关主管部门组织考核。无主管单位由政府计量行政部门考核。

2. 检定规程 计量检定规程属于计量技术法规。它是计量监督人员对计量器具实施监督管理、计量检定人员执行计量检定的重要法定技术依据,是计量器具检定时必须遵守的法定文件。《中华人民共和国计量法》第十条明确规定:“……计量检定必须执行计量检定规程……”

计量检定规程:为评定计量器具的计量特性,由国务院计量行政部门组织,制定并批准颁布,在全国范围内施行,作为确定计量器具法定地位的技术文件。其内容包括计量要求、技术要求和管理要求,即:适用范围、计量器具的计量特性、检定项目、检定条件、检定方法、检定周期以及检定结果的处理和附录等。

计量检定规程的主要作用在于统一检定方法,确保计量器具量值的准确一致。它是协调生产需要、计量基准(标准)的建立和计量检定系统三者之间关系的纽带。这是计量检定规程独具的特性。从某种意义上说,计量检定规程是具体体现计量定义的具体保证,不仅具有法制性,而且具有科学性。因此,国家在2010年修订了我国计量检定规程编写规则。

JJF1002—2010《国家计量检定规程编写规则》,作为统一全国编写计量检定规程的通则。部门、地方计量检定规程是在无国家检定规程时,为评定计量器具的计量特性,由国务院有关主管部门或省、自治区、直辖市计量行政主管部门组织制定并批准颁布,在本部门、本地区施行,作为检定依据的法定技术文件。部门、地方计量检定规程如经国家计量行政主管部门审核批准,也可以推荐在全国范围内使用。当国家计量检定规程正式发布后,相应的部门和地方检定规程应即行废止。为了保证计量器具的量值准确可靠,必须按国家计量检定系统表和计量检定规程,对计量器

具进行周期检定。在计量器具检定规程中,一般对需要进行周期检定的计量器具都规定了检定周期(该检定周期为最长周期)。用户可根据:计量器具的性能,特别是长期稳定性和可靠性的水平;使用环境条件的影响程度;使用的频繁程度;使用单位的维护保养能力;配备位置的重要性;影响计量器具的准确度和长期稳定度等因素,依据计量器具历次周期检定的合格情况,考虑是否缩短或延长检定周期。

3. 标准器具

(1) 计量标准的概念及考核的性质:计量标准器具简称计量标准,是指准确度低于计量基准,用于检定其他计量标准或工作计量器具的计量器具。也可以理解为按国家规定的准确度等级,作为检定依据用的计量器具或标准物质。它处于中间环节,起着承上启下的作用,即将计量基准所复现的单位量值,通过检定逐级传递到工作计量器具,从而确保工作计量器具量值的准确可靠,确保全国测量活动达到统一。计量标准的准确度一般应比检定计量器具的准确度高 3~10 倍。凡不用于检定而只用于日常测量的叫工作计量器具,不能称之为计量标准。我国的计量标准,按其法律地位、使用和管辖范围的不同,区分为社会公用计量标准,部门和企业、事业单位使用计量标准。

为了使各项计量标准能在正常技术状态进行工作,保证量值的溯源性,计量法规定建立计量标准,要依法考核合格,才有资格进行量值传递。这种对计量标准的考核制度,属于技术认证的性质,是必要的法制监督。考核的内容主要是技术状态,考核的目的是确认其是否具有开展量值传递的资格。因此,这种考核与以往实行的行政审批制度在性质上是截然不同的。

(2) 计量标准考核的内容和要求:

1) 要求计量标准设备齐全配套,技术状态良好,即计量性能、技术指标和运行状况均符合技术规范的要求,并经主持考核的有关人民政府计量行政部门指定的计量机构检定合格,才能使用。

2) 要有计量标准正常工作所需要的温度、湿度、防尘、防震、防腐蚀、抗干扰等环境条件和工作场所。

3) 保存、维护、使用计量标准的人员必须称职,经考核合格取得计量检定证件。持有检定证件的计量检定人员,只能从事检定证件上签注项目的检定工作。

4) 必须具有完善的管理制度,包括:实验室工作制度,计量标准使用制度,维护保养制度,周期检定的制度等保证检定工作得以正常进行必要制度。

(3) 社会公用计量标准器具的建立:社会公用计量标准器具简称社会公用计量标准,是指经过政府计量行政部门考核、批准,作为统一本地区量值的依据,在社会上实施计量监督具有公证作用的计量标准。在处理计量纠纷时,只有以计量基准或社会公用计量标准仲裁检定后的数据才能作为依据,并具有法律效力。其他单位建立的计量标准,要想取得上述法律地位,必须经有关政府计量行政部门授权。

社会公用计量标准由各级政府计量行政部门根据本地区需要组织建立,在投入使用前要履行法定的考核程序。具体说,下一级政府计量行政部门建立的最高等级的社会公用计量标准,须向上一级政府计量行政部门申请技术考核,其他等级的社会公用计量标准,属于哪一级政府的,就由哪一级地方政府计量行政部门主持考核。经考核合格符合要求并取得证书的,由建立该项社会公用计量标准的政府计量行政部门审批并颁发社会公用计量标准证书。不符合上述要求的,不能作为社会公用计量标准使用。

(4) 部门计量标准的建立:按照计量法规定,省级以上政府有关主管部门可以根据本部门的特

殊需要建立计量标准,在本部门内使用,作为统一本部门量值的依据。所谓“本部门特殊需要”是指由其专业特点所决定,而社会公用计量标准不能覆盖或满足不了的那部分需要。这种根据特殊需要而建立的某些计量标准的规定,即是权利性规范,同时又是限制性规范,目的是国家要限制有些部门对各类计量专业都按部门、行业各自形成一套量值传递系统的做法。只要社会公用计量标准能满足需要的,各部门就没有必要重复再建,使经济合理的原则真正得到贯彻执行。

省级以上政府有关主管部门建立计量标准,由本部门审查决定。其各项最高计量标准,须经同级人民政府计量行政部门主持考核合格后,发给计量标准证书,才能开展非强制检定。这是部门建立计量标准应履行的法定程序。

(5) 企、事业单位计量标准的建立:按照计量法规定,企业、事业单位有权根据生产、科研和经营管理的需要建立计量标准,在本单位内部使用,作为统一本单位量值的依据。企、事业单位计量标准的建立不适用强制检定的项目。

4. 环境条件 计量检定环境条件应符合现行有效的计量检定规程或技术规范中的要求。也就是按《计量标准考核办法》(2005年7月1日实施)“考核内容和要求”中规定:“具有计量标准正常工作所需要的湿度、温度、防尘、防震、防腐蚀、抗干扰等环境条件和工作场所。”不仅要有正常工作的环境条件和工作场所,还必须符合建标中配备的检定规程要求。如对电能表来讲,按JJG307—1988《交流电能表(电度表)检定规程》中详细规定,主要指环境温度、外磁场及铁磁物质的抗干扰影响,还有电能表所处的工作位置、电压、频率等,这些条件对电能表的误差有影响,所以必须加以规定。只有都在规定相同的条件下检定,量值才会统一、准确。对于上述的环境条件,规程一般除规定一个标准值外,在不影响检定结果的原则下还规定一个允许范围,如环境温度(20 ± 5) $^{\circ}\text{C}$,相对湿度不大于60%~75%等。

5. 原始记录 检定原始记录是对检测结果提供客观依据的文件,作为检定过程及检定结果的原始凭证,也是编制证书或报告并在必要时再现检定的重要依据。因此,计量检定人员要在检定过程中如实地记录检定时所测量的实际数据。

(1) 检定原始记录的信息:检定原始记录应包含足够的信息,如检定器具的名称、型号规格、编号、量程、生产厂家、准确度或测量不确定度等;使用的技术依据;使用的计量检测器具;检定时环境条件(温度、湿度、震动、气压等);检测地点;采用的检测方法(必要时);检测时依据技术指标要求(适合时);原始观察数据及计算过程;检定结果判定(是否合格);检定日期;检定人员、检验人员签名;检定连接线路图,如电学、无线电检定(必要时)。

(2) 检定原始记录的要求:检定原始记录填写应做到以下要求。

1) 检定原始记录格式统一印制(印制格式参照检定规程要求;检定规程没有规定的,由检定人员设计)。

2) 检定原始记录内容应如实记载,记录完整,数据无误,字迹清楚,严禁追记,不得用铅笔填写。填写内容不允许随意涂改或删除;若确需更改,作废数据应画两条水平线,将正确数据填在上方,并在原作废处盖上更改人印章。

3) 检定原始记录应由持检定证件的检定人员和核验人员分别签名,检验人员必须认真核对检定数据,如果对检定数据有怀疑,必须进行复检。

(3) 检定原始记录的数据处理:应按照检定规程和有关国家标准等技术文件的要求,对检定原始记录的数据进行正确处理。

(4) 检定原始记录的存档与保管期限:检定原始记录由检定人员按一定数量或一定时间,汇集分别装订后,分类管理,由计量管理人员统一保管。计量检定原始记录应保存不少于3个检定周期。即符合《计量标准证书》中有效期内要求,以使用户查询及计量标准复查过程提供必要的检定原始记录。

6. 检定印、证 计量检定印、证按《计量检定印、证管理办法》(1987年7月10日国家计量局发布)中有关规定执行。计量器具经检定机构检定后出具的检定印、证,是评定计量器具的性能和质量是否符合法定要求的技术判断和结论,是计量器具能否出厂、销售、投入使用的凭证。

(1) 计量检定印、证的种类:计量检定印、证包括以下几种。

1) 检定证书:证明计量器具已经过检定,并获满意结果的文件。

2) 不合格通知书:证明计量器具不符合有关法定要求的文件。

3) 检定印记:证明计量器具经过检定合格而在计量器具上加盖的印记。例如,在计量器具上加盖检定合格印(玺印、喷印、钳印、漆封印)或粘贴合格标签。

4) 检定合格证。

5) 注销印。

(2) 检定证书的信息:检定证书应包括足够信息,如名称;检测单位;被检单位(或用户);受检产品(名称、型号及规格、准确度);检测环境条件(如温度、湿度、气压、电压、电流等);检测结果(或检测数据与结果);检定日期、签发日期、有效日期;检定及使用注意事项的说明。

(3) 检定证书的要求:检定证书必须符合国家计量检定规程和《计量检定印、证管理办法》及有关规章制度规定。计量器具的检定结论不同,使用的检定印、证也不同。

1) 计量器具经检定合格的,由检定单位按照计量检定规程的规定出具《检定证书》《检定合格证》或加盖检定合格印。

2) 计量器具经周期检定不合格的,由检定单位出具《不合格通知书》(原“检定结果通知书”),或注销原检定合格印、证。

《检定证书》或《不合格通知书》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。检定合格印应清晰完整。残缺、磨损的检定合格印应即停止使用。

(4) 检定印、证的管理和作用:计量检定印、证应有专人保管,并建立使用管理制度。对伪造、盗用、倒卖强制检定印、证的,依照《中华人民共和国计量法实施细则》规定追究法律责任。

经计量基准、社会公用计量标准检定出具的检定印、证,是一种具有权威性和法制性的标记或证明,在调解、审理、仲裁计量纠纷时,可作为法律依据,具有法律效力。其他印、证有:校准证书/报告、检测证书/报告、测试证书/报告。

任务4

了解量值的传递与溯源

一、基本概念

(一) 量值传递与溯源的定义

1. 量值传递 量值传递是指将国家计量基准所复现的计量单位量值,通过检定(或其他传递

方式)传递给下一等级的计量标准,并依次传递的工作计量器具,以保证被计量的量值准确一致。

同一量值,用不同的计量器具进行计量,若其计量结果,在要求的准确度范围内达到统一,称为量值准确一致。

任何计量器具,由于种种原因,都具有不同的误差。计量器具的误差只有在允许范围内才能使用,否则将带来错误的计量结果。欲使新制的、使用中的、修理后的、各种形式的、分布于不同地区、在不同环境下计量同一量值的计量器具,都能在允许的误差范围内工作,如果没有国家计量基准、计量标准并进行量值传递是不可能的,因此量值传递的必要性是显而易见的。

2. 量值溯源(溯源性) 是指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。

溯源性强调的是用测量器具测得的量值或测量标准的值,在误差允许的范围内,通过不间断的比较链与参考标准、国家基准或国际基准相联系的能力。

3. 量值传递与溯源的比较 量值传递是指通过对计量器具的检定、校准或以其他方式,将国家计量基准所复现的计量单位量值由各级计量标准逐级传递到工作器具的活动。其目的是保证被测对象的量值准确一致,而量值准确一致的前提条件是要求量值的“溯源性”。为使计量结果在允差范围内准确一致,所有同一物理量的量值都必须来源于相同的计量基准(或计量标准)。以国家计量基准(或国际计量基准)为“源点”,既可以自上而下,按国家有关规定强制逐级地进行传递,称“量值传递”(图 1-4-1),也可自下而上根据实际需要自愿地寻求溯源,称“量值溯源”(量值传递的逆过程)。因此,任何一个计量结果,无论是通过量值传递或者量值溯源,都能通过连续的比较链与国家计量基准(或国际计量基准)联系起来,从而使计量的“准确”与“一致”得到基本保证。“量值传递”及其逆过程“量值溯源”是实现量值统一、提供计量保证的主要途径与手段。

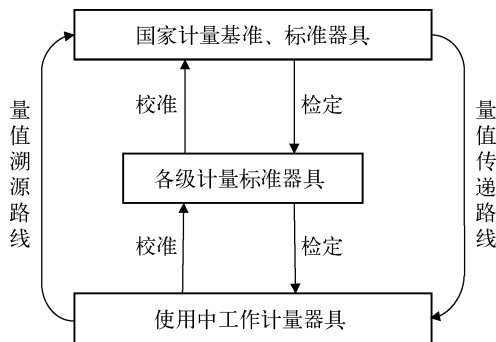


图 1-4-1 量值传递与量值溯源示意图

因此,量值传递与量值溯源,本质上没有多大差别。单从术语含义看,存在以下区别:

(1) 量值传递是强调从国家建立的基准或最高标准向下传递;量值溯源是强调从下至上寻求更高的测量标准,追溯求源直至国家或国际基准,是量值传递逆过程。量值传递体现强制性,量值溯源体现自发性。

(2) 量值传递有严格的等级,层次较多,中间环节多,容易造成准确度损失;量值溯源不按严格的等级,中间环节少。根据用户自身需要,可以逐级溯源,也可以越级溯源,因此,不受等级的限制。

二、量值传递与溯源的实施

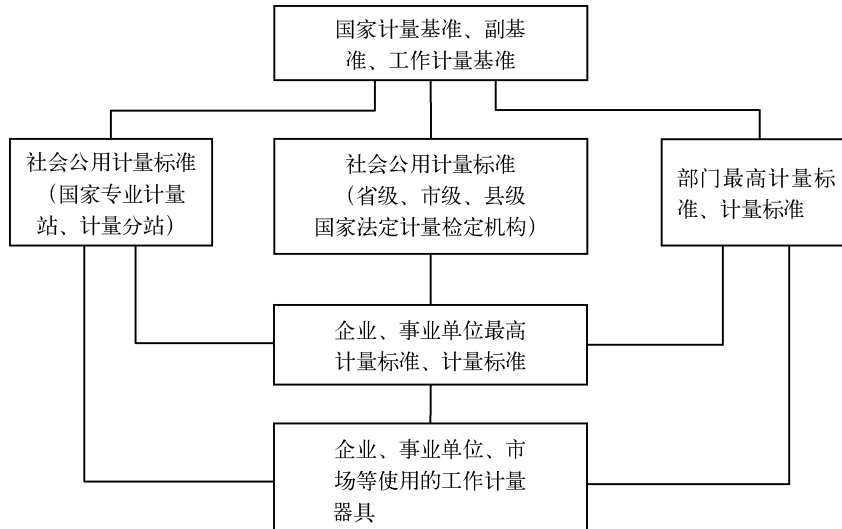


图 1-4-2 我国的量值传递与量值溯源体系

量值传递和溯源方式有如下几种：采用实物标准逐级传递，发放标准物质，发布标准数据，发播标准信号、量值比对以及计量保证方案（MAP，Measurement Assurance Programs）。目前我国的基本情况是：采用实物标准逐级进行量值传递是基本的、主要的；发放标准物质目前主要用于化学计量领域，发播标准信号目前主要用于时间频率、无线电计量领域；量值比对主要是两个或多个实验室按照规定的条件对相同或相似的物品或材料在实验室之间所进行的组分、性能和评价的测试相互比较，目前已经广泛使用。计量保证方案，是一种新型的量值传递方式，目前虽然采用的不多，却是发展方向。

我国的量值传递或量值溯源体系见图 1-4-2。

三、计量检定系统表

“国家计量检定系统表”（也称国家溯源等级图）在我国有其明确的法制地位，《中华人民共和国计量法》中第十条明确规定：“计量检定必须按照国家计量检定系统表进行。国家计量检定系统表由国家计量行政部门制定……”

我国每一项国家计量基准对应一种等级图，国家溯源等级图基本上按各类计量器具分别制定，它以文字加框图构成。