



张钟华,江苏苏州人,计量专家,中国工程院院士。现任中国计量科学研究院首席研究员等职。曾用交叉电容法建立国家电容标准,用低温核磁共振法建立国家强磁场标准、用量子化霍尔效应建立国家电阻标准等,均为国际最好同类标准之一,其国家电阻标准不确定度达到 10^{-10} 量级,为世界第一。

卷首语 Foreword

科技导报 2014, 32(31)

我国计量工作面临新需求

当前,我国的经济发展模式正在从大量消耗资源、劳力密集的粗放阶段向高新技术为先导的创新阶段转变。中共十八大提出了创新驱动发展战略,要在2020年左右把我国转变成创新型国家。创新型工作的特点是需要大量的科学数据。计量工作的主要作用正是保证各种各样科学仪器的准确性以及所获得的数据的可靠性。因此,在具有重大历史意义的转型阶段,计量工作正在越来越明显地凸现其重要作用。

我国自古有重视计量工作的优良传统。秦始皇统一六国后,在全国范围内统一了度量衡,促进了农业和商业的发展。王莽时代的遗物,现保存在台北故宫博物院的“新莽嘉量”是一件古代度量衡器具中的瑰宝。它集度、量、衡3种国家标准于一身,还兼有二进制和十进制两类标准量,其科学性令每一位当代参观者惊叹不已。清代太和殿门口的台阶上,放置着容量和时间的计量标准“嘉量”和“日晷”,也充分说明对计量工作的重视。

新中国成立以来,党和国家认识到计量工作对我国的科技和经济发展是一项重要的基础工作,涉及国家的核心竞争力,于1955年在国务院直属机构中设立了“国家计量局”,统一管理全国的计量工作,并建立了一套从中央到地方的计量机构,负责全国计量量值的一致和统一。前国家科学技术委员会主任聂荣臻提出“科技要发展,计量须先行”,并于1965年成立了“中国计量科学研究院”,逐步建立独立自主的国家计量基准、标准系统,使得我国的计量科技逐步接近国际先进水平。改革开放以来,党和国家对计量工作更为重视。1985年,我国第一部“计量法”公布,使计量工作走上了法制化的道路。为了适应我国经济的转型和建设创新型国家的需求,国务院于2013年3月2日发布了“计量发展规划(2013—2020年)”,指出20世纪第2个十年,是我国全面建成小康社会、加快推进社会主义现代化建设的关键时期,是深化改革开放、加快转变经济发展方式的攻坚时期。计量发展面临新的机遇和挑战;世界范围内的计量技术革命将对各领域的测量精度产生深远影响。

这里特别指出的世界范围内的计量技术革命,主要是指20世纪下半叶以来,国际单位制的基本单位逐步用量子计量基准复现,以代替原来用实物计量基准复现的做法。计量是可以溯源到标准量的测量,各种计量标准量最终要溯源到计量单位制的基本单位。目前广泛应用的国际单位制SI有7个基本单位:时间单位秒(s)、长度单位米(m)、质量单位千克(kg)、电流单位安培(A)、温度单位开尔文(K)、光度单位坎德拉(c)和物质质量单位摩尔(mol)。20世纪上半叶以前,基本单位的量值由实物计量基准复现和保存。实物基准一般是根据经典物理学的原理,用某种特别稳定的实物来实现。例如,一根保存在巴黎国际计量局(BIPM)的X型截面的铂铱合金尺上的两条刻线之间的距离被定义为长度单位米(m),一个保存在巴黎国际计量局的铂铱合金圆柱的质量被定义为质量单位千克(kg),等等。但是,这样的实物基准一旦制成后,总会有一些不易控制的物理、化学过程使其特性发生缓慢的变化,因而它们所保存的量值也会有所改变。此外,最高等级的实物计量基准全世界一般只有1个或1套,一旦发生意外被损坏,就无法完全一模一样地复制出来,原来连续保存的单位量值也就会因此而被中断。

上述问题已经使传统的计量体系日益不能适应实际需要。近几十年来量子物理学的成就为解决以上问题提供了全新的途径。2005年10月,国际计量委员会(CIPM)召开会议,准备在用基本物理常数定义计量单位方面迈出新的步伐。会议决定,原则上准备用普朗克常数 h 重新定义质量单位千克(kg),用基本电荷 e 重新定义电流单位安培(A),用波尔兹曼常数 k 重新定义温度单位开尔文(K);同时还考虑用阿佛加德罗常数 N 重新定义物质质量单位。CIPM希望各国国立计量研究所进行准确的基本物理常数测量,并考察实物基准的稳定性,以备实施新的基本单位定义的需要。2018年召开的国际计量大会,将有可能对此作出正式的决议。届时国际单位制的稳定性、精确性和可靠性将大大提高,从而可在更长的时间内更好地为我们服务。

但实现这样的目标也非易事。特别是要在2018年用普朗克常数 h 重新定义质量单位千克(kg)有一些困难。英国计量院(NPL)在1975年,美国计量院(NIST)于1980年就启动该项研究。后来,国际计量局、瑞士、法国、韩国、新西兰等均开展了相应课题。至今历时近40年,离开预定的目标仍有一些距离。所以,英国的《Nature》杂志上的一篇文章把“重新定义千克单位”列为当前人类面临的五大实验难题之一(Nicola Junes. Five experiments as hard as finding the Higgs[J]. Nature, vol.481, 14-17)。

面对这样的新形势,中国亦应加大力度,跟上国际计量科学的新步伐。2006年,中国计量科学研究院提出了一种“焦耳天平法”,可用普朗克常数复现千克单位的量值。与各国所用的“瓦特天平法”相比,避免了难度很大的动态测量。最近,国际计量局主编的《计量学》(Metrologia)杂志专门出版了一期讨论此问题的专刊,题目为“瓦特与焦耳天平法”,已把国际上通行的方法与我国的方法并列。列出的测量数据只有加、美、中3国的结果,可见国际上对中国的方法相当重视。中国课题组的成员正在积极努力,争取到2018年为解决这一难题作出自己的贡献。

张钟华

(中国计量科学研究院,北京 100013)

(责任编辑 李娜)