

计量是人类认知的基础

潘必卿

中国计量科学研究院院长兼党委书记

人类在科学研究、经济活动和社会发展的每时每刻都离不开测量。测量的结果实际上是人类活动最重要的信息源。如果这种信息是错误的或者没有可比性,那么人类就无法正确地认识事物,认识自然,也就无法改造自然。

计量是关于测量的科学,它是保证测量单位的统一和量值的准确一致。

通过计量的科学研究和国际上的约定,科学地定义测量单位。根据统一的单位定义,利用最新的技术成果,研究、建立以及维护、使用各种量的基准,使单位的定义值得以复现和保存,通过检定和校准的具体活动,使各种测量仪器的量值溯源到计量基准,以保证各种测量结果的一致性和可靠性。同时通过国家计量基准的国际比对,以获得量值在国际上的一致性和等效性。所以说,计量学是测量活动的基础。

计量工作一方面是科技和经济发展的保证,是重要的技术基础,另一方面又是公众利益和国家整体利益的保护,是治国安民的重要手段,是一项重要的社会制度。

对于涉及公众和国家利益的计量基准和有关的计量器具,所有国家无不采用制定法律、法规予以强制管理,有的还采取强制检定,通常称为法制计量,它是典型的政府行为。对于用于一般科学研究、经济活动所用的计量器具逐步由使用者(单位)根据需要,申请校准服务,逐步形成市场行为的量值溯源体系。

如果把人类社会简单地分为三个发展阶段,那么可以看出,计量工作随着社会发展的不同阶段,其目的、水平、管理方式等等与社会文明相适应。(详见表1)

农业经济	工业经济	知识经济
以商品交换、国家税收为目的,产生了古代计量学——度、量、衡	生产过程的一致性、互换性的要求以及科学现象的验证,文明社会发展,使计量学得到全面发展,几乎涉及所有的物理量	微观世界的认知、生活质量和生命,健康的需求,以及信息技术对计量的改造,使计量学得到进一步升华
以自然界最直观的现象(包括人体)为参考建立度、量、衡量的基准	以经典物理学为基础,应用最新技术成果,建立符合 SI 单位制的量定义的基准	以量子物理学为基础,量的基准从实物基准发展为自然基准,并对宏观物理现象建立评价参考
对度、量、衡实施法制管理,强制检定	法制管理和自我管理并存,强制检定和校准服务并存	法制管理更多涉及到以人的生活质量、生命等领域。 校准急需解决极大、极小、极强、极弱、极高、极低的非常态量和动态量,以及应用信息技术改造传统的测量方法

计量面临的挑战

1. 计量科学的前沿研究,面临着以量子效应为

基础的新一代计量基准和基本物理常数精密测量的严峻挑战。

以经典物理学为基础的七个基本单位(长度、质

量、时间、温度、电流、发光强度、物质的量)随着量子理论的逐步应用,建立在量子隧道效应基础上的自然基准逐步取代实物基准,从而逐步形成更为稳定、准确的量子计量基准结构,正在成为计量学前沿研究的大趋势。而飞秒激光梳状发生器研究成功,使光频、时频紧密联系在一起,可以达到 $10-16$ 数量级。基本单位更有望向以频率和物理常数为基础的新单位制发展。

2. 面临高新技术产业、传统支柱产业改造和社会发展需求带来的挑战。

以计算机技术和现代通信构成的“信息革命”引发了新时代科技的大发展。信息技术、微电子、超精密加工、生物工程等高新技术及其产业应运而生,传统支柱产业的改造和现代农业等是持续发展经济的重要标志,医疗卫生、环境改善、人身安全以及生命科学等社会发展体现了现代文明的要求。这些发展对测量技术和计量标准,不仅要求更高的准确度,而且要求有极大和极小、极高和极低、极强和极弱的测量范围,还要求有快速、在线、非接触、无损害等更有效的测量能力,以及解决综合量、动态量等更复杂的现场测量方法。

3. 面临贸易、经济全球化的挑战。

在贸易技术壁垒(TBT)协议中,产品质量的检验标准以合同约定的技术要求或认可的文字标准为依据,执行中则主要根据测量数据和检验结果做出判断。在测量结果未保证互认的情况下,不可避免地导致进出口产品的反复检验,从而增加质量成本,同时为发达国家设置技术壁垒提供条件。国际实验室认可工作的目的,就是为了使各国校准实验室和检测实验室能获得互认,从而达到测量结果的互认。其中的关键是各实验室测量设备的量值是否溯源,而这个溯源的源头或终端,就是国家最高计量标准。

各国计量院计量基准国际比对和校准、测量证书互认协议表明:一个国家的计量基准在国际比对中是不是处于先进水平或等效区内,就意味着这个国家的测量能力是否得到承认,直接影响着国际贸易中的主权地位和质量成本。也影响经济全球化中,加工的一致性和互换性。

4. 面临着新一代测量仪器出现对计量技术的挑战。

历经漫长时间工艺的改造,新材料的研究,模拟式测量仪器才逐渐地趋于性能稳定、准确度逐步提

高,而近半个世纪,数字式仪表逐步替代许多模拟式仪表。但随着计算机技术的迅速发展,由传感器与测量软件相结合的新一代测量仪器、仪表(所谓虚拟仪器)很快地出现,使测量仪器的面貌改变了,对传感器稳定性、线性以及软件的可靠性评价,将是虚拟式仪器的重要技术指标。

多媒体等技术在检验或测控技术中的应用,使得传统的检验方法和检验仪器的概念变化了。

同样地,计量技术领域也面临着如何采用信息技术改造校准和量值溯源方法的挑战。

二十一世纪伊始,中国工程院、中国科学院的28位院士到中国计量科学研究院指导工作后,联名向国务院呈报了《面向21世纪社会和经济可持续发展的需求,加快建设我国现代化计量体系的建议》的报告。

确实应对我国现有计量体系进行改革。

使之能适应社会主义市场经济的要求。政府应重点、切实管好涉及社会公益和国家整体利益的国家计量基准的研究;对用于贸易结算、医疗卫生、环境监测、安全防护以及涉及国家安全、资源的法制计量器具的强制管理,并对有限的器具强制检定;管好用于法制检定的公用标准器的研究和检定。同时在保证量值溯源的前提下,放开、培育、发展和规范校准市场。

使之能适应经济全球化的需要,总结建国以来行政管理实际效果的经验与教训,吸取发达国家对计量工作管理的先进经验,使行政管理与技术管理更有机地结合。同时使我国尽可能多的计量基准在国际上达到量值的一致性。

使之能适应我国高新技术和社会发展对计量科学技术提出层出不穷的要求。建立灵活有效的研究机制,集中优势兵力加强应用基础研究,选择具有社会效益和前瞻性课题,避免成为产业化的瓶颈。同时发挥各方面力量进行测量方法研究,以满足实际工作的需求。计量工作再也不能只满足于解决计量器具的量值溯源,更不能跟着仪器仪表行业跑,要投入精力加大测量技术研究,否则计量工作要走入死胡同。

使之能适应计量前沿研究突飞猛进的发展需求,不断提高我国计量基准水平,使国家计量科学研究院经过十年努力达到国际上5~6个发达国家的计量水平。