相关知识链接（中国计量科学研究院 刘军供稿）：

一、国际单位制（SI）

1.国际单位制（SI）是计量领域最基础的技术支撑，支撑计量领域及整个社会经济发展。

国际单位制，被广泛称为SI（源于法文 Système international d’unités），由国际计量大会（CGPM）负责制定和修改。新版SI手册是目前国际上唯一、全面、系统、权威、最新的关于国际单位制定义和使用信息的书籍。

SI单位的定义是以一组7个定义常量建立的。将这组定义常量以SI单位表示，通过其固定值可以导出整个单位制。国际单位制严格遵循一贯单位制、采用十进制、最大限度地减少由专门名称和符号组成的SI导出单位，因而易于学习、记忆和使用，被世界各国普遍接受。SI的基本单位覆盖了几乎全部的科学技术领域，是一种广泛一致地应用于生活方方面面的单位制，包括国际贸易、制造、安全、健康、环境保护，以及支撑所有这些领域的基础科学。SI基础的量制及量的关联方程式均基于当前人类对自然的描述，为所有科学家、技术人员和工程师所熟知。

2.各个国家以SI为基础通过国家立法使用国际单位制（SI）

各个国家通过国家立法确立涉及单位使用的规则，无论是对于一般性用途，还是对于诸如商业、卫生、公共安全、 教育等特定领域的用途，几乎所有国家的立法都以SI为基础。

《中华人民共和国计量法》第三条规定，国家实行法定计量单位制度。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。国家法定计量单位的名称、符号由国务院公布。

二、国际单位制（SI）的新变化

在2018年11月的第26届国际计量大会上，表决通过了新的国际计量单位定义，并且已于2019年5月20日“世界计量日”起正式生效。

此次重新定义的基本单位为4个：千克、开尔文、安培和摩尔。千克将定义为“对应普朗克常数为6.62607015x10-34Js时的质量单位”；开尔文将定义为“单位系统内微观粒子热运动动能发生1.380649x10-23焦耳变化的热力学温度的改变”;安培将定义为“单位时间内通过1/1.602176634x10-19个电子对应的电流”；摩尔将定义为“精确包含6.02214076x1023个原子或分子等基本单元的系统的物质的量”。秒、米、坎德拉等3个基本单位调整了表达方式，以与前述四个定义的表达方式保持一致。

三、国际单位制（SI）新定义的重要作用

以往的SI定义存在一定的不足，随着科学技术的不断发展，国际单位制凸显了由于定义带来的缺陷。

千克被定义为国际千克原器（高和底面直径均为39毫米的正圆柱体）的质量。实际上，根据国际计量局的官方数据，在1889-1989年的100年间其他千克原器与国际千克原器比较，在质量一致性上发生了约0.05毫克的变化。

开尔文被定义为水三相点热力学温度的273.16分之一，但是水三相点关键比对结果显示，水中氢氧同位素丰度随水源、蒸馏工艺过程不同会有明显差异，因而造成水三相点的不同；三相点容器长期存放，器壁钠元素会污染纯水，这些因素都致使实际复现的水三相点有可能偏离开尔文定义值。

秒在1967年之前被定义为平太阳日的1/86400的时间长度。基于地球自转的平太阳日由天文观测决定，但是天文学家发现地球的自转和公转运动的周期不是恒定不变的，而是时快时慢。如果地球转速不同，“一天”的长度就不同，“一秒”的长度也不同。

因此需要更准确的定义。随着科学的进步，我们需要也能够实现更准确的测量，而相应的标准装置和定义也应及时跟上。

1889年工业革命时期，千克的定义是由物理实物来确定的，是一个铂铱合金圆柱体。千克也是SI单位制中最后一个仍由实物来定义的基本单位，千克原器的稳定性一直颇受关注。近年来，用物理常数重新定义千克的呼声也越来越多。由于实物会随时间推移或环境改变而变化，不能满足当今科学研究与技术应用对测量准确度的需要。上世纪以来，科学家们测量了自然界的基本常数，如光速和普朗克常数，准确度越来越高。他们发现这些常数比实物更加稳定，并将这些常数的数值固定下来。这些自然常数不会发生变化，至少比实物稳定一百万倍。这是现行的千克定义所不能保证的。

安培和开尔文的新定义将极大提升与它们相关的电学量以及辐射温度测量的准确度。这将即刻对电学测量产生影响：目前最准确的电学量需要依据约瑟夫森效应和量子霍尔效应测出——而新的SI单位固定了普朗克常数*h*和基本电荷*e*的数值，使约瑟夫森和冯·克里青常数也具有了确切的数值。这将终结电学测量结果必须采用约定电学单位而不是SI单位来表达的局面。

新的开尔文和千克定义将固定辐射能量和热力学温度之间的转换因子（斯特藩-玻尔兹曼常数）的数值，这将引领温度计量随科技进步。

新的摩尔定义将比现行定义更简单，它将帮助SI的使用者更好理解“物质的量”的数量及其单位的本质。总之，修订后的SI将能更好地响应本世纪的技术需求。

测量界一直以来都在致力于建立一个不依赖于物理实物的完整测量体系。随着最后一个实物基准“千克原器”退出历史舞台，千克基于普朗克常数重新定义，SI迎来了历史性的时刻。

我们目前正处于量子或数字化革命的开端。用常数定义测量单位，意味着这些定义将适应下一代科学发现的需要。

四、国际单位制（SI）新定义对未来的影响

国际单位制重新定义在测量准确度、测量范围等方面取得技术上的突破进展，而且将使全球的测量体系发生重构，形成多级溯源中心和扁平化溯源甚至零链条的溯源体系，更将对管理体系、国家治理体系、人的传统观念带来重大影响和挑战。

一是将改变国际计量体系和现有格局。新的计量体系不再过度依赖于通过实物基准向各国传递量值，打破了由国际计量局作为全球测量体系量值传递源头的单级中心局面，将形成一部分先进国家为主体的多级全球中心或区域中心。如能抢占技术制高点，主动布局，就可以在这一轮激烈竞争中脱颖而出，形成区域乃至全球计量体系的重要一级。反之，就要依赖于他国，进而丧失发展主导权和控制权。

二是将显著提升国家计量管理效能。新的国际计量单位制使得单位量值可随时随地复现，将最准“标尺”直接应用于生产生活，大幅缩短量值传递链。这将推动传统的以行政层级和行政区划为特征、以实物计量器具为主体的计量管理模式的改革创新，释放计量量子化变革效能。无时无处不在的最佳测量，直接有助于人们的公平交易、放心消费、安全医疗等，也有利于大幅提升质量水平，促进诚信建设，降低社会成本，有力保障和改善民生。

三是将有力支撑新一轮工业革命。国际单位制重新定义这一变革深度契合了以信息物理系统为基础、智能制造为主要特征的新一轮工业革命。通过嵌入芯片级量子计量基准，把最高测量准确度直接赋予制造设备并保持长期稳定，可以实现对产品制造过程的准确感知和最佳控制。测量水平的大幅提升，将为突破大型飞机、航空发动机及高档数控机床、核电装备等重大装备的共性关键技术与工程化、产业化瓶颈提供支撑和保障。