



图为以国际千克原器为基准的校准装置

为科技界服役130年 国际千克原器可能要退休了

实习记者 陆成宽

一千克究竟有多重?这个看似简单的问题,科学家却探索了百年。

11月13日,由国际计量局组织的第26届国际计量大会在法国凡尔赛开幕。在国际计量局物理量所功率天平组工作的李世松博士正在会议现场,他在接受科技日报记者采访时表示,本次会议是科技界期盼已久的盛会,因为会议有一项重要议程——对“修

订国际单位制(SI)的1号决议进行表决。16日,来自世界60多个国家的计量科学家将共同在现场见证此次表决。如果决议获得通过,7个国际单位制基本单位中,有4个将被重新定义,届时,7个基本单位将全部由基本物理常数定义。新国际单位体系将于2019年国际计量日(5月20日)起正式生效。这将是1875年《米制公约》签署以来,国际测量体系面临的最大变革,对科技创新、产业发展影响深远。

必须由三把钥匙同时打开。这三把钥匙分别保存在国际计量局局长、国际计量委员会主席和法国国家档案馆馆长手中。千克采用国际千克原器定义后,有个问题计量学家们十分关心,这样的定义到底有多稳定?会随着时间的推移发生漂移吗?

应该说,这个问题在定义质量单位千克之初就被提了出来,例证是,在1889年进行千克定义时,国际计量局就制作了7个铂铱合金千克砝码,其中的一个,即国际千克原器,用于质量单位千克的定义,而其他6个采用同种材料、同种工艺制作的砝码,则作为副基准,用于检查彼此之间是否存在随时间变化的漂移。

“根据国际计量局的官方数据,在1889—

2014年的100多年间,其他千克原器与国际千克原器在质量一致性上发生了约50微克的变化。这表明质量单位的实物基准的稳定性存在问题,虽然50微克的变化听起来很小,但对一些高精尖产业来讲影响却很大。”王健说。

他表示,如果使用基本物理常数取代千克实物基准,质量单位的稳定性就不会受到空间和时间的影响。因此,国际计量委员会于2005年起草了关于采用基本物理常数定义部分国际单位制基本单位的框架草案,建议采用普朗克常数定义质量单位千克,并鼓励有能力的国家级实验室开展相关科研工作。

“在重新定义千克的过程中最关键的是普朗克常数的精密测量,现在测量的精度已经达到了重新定义质量单位千克的要求。”王健强调。

基础,将使科学界、工业界和人类社会拥有一个更加可靠、一致、全覆盖(大至很大,小至很小)的测量系统。

据了解,质量单位千克的现行定义是一块保存在国际计量局的铂铱合金圆柱体——“国际千克原器”的质量;电流单位安培的现行定义是一恒定电流,若它保持在处于真空中相距1米的两根无限长而横截面大小可被忽略的平行直导线内,则这两根导线之间产生的力在每米长度上等于 2×10^{-7} 牛顿;物质的量单位摩尔的现行定义是所包含的基本单元数与0.012千克的 ^{12}C 的原子数目相等;而温度单位开尔文的现行定义则等于水的三相点热力学温度的 $1/273.16$ 。

李世松表示,这次国际单位制修订的主要目的,是消除现行定义中所使用的实物基准随时间、地点、环境产生的未知漂移,建立一套与基本物理常数挂钩,适用于自然界基本物理定律的,对相应量值的复现不受时间、地点、环境约束的国际单位新体制。

修订后基本单位量值更稳定

“这次单位修订,共涉及4个基本单位。质量单位千克将采用普朗克常数定义,电流单位安培将采用基本电荷量定义,物质的量单位摩尔将采用阿伏伽德罗常数定义,温度单位开尔文将采用玻尔兹曼常数定义。用这些不变的参考基准作为测量的基础,意味着这些单位的定义在未来是可靠、不变的。”李世松告诉记者。

启蒙时代起,测量界就致力于建立一个寰宇通用的测量系统。用实物作为测量基准虽然是一个可行的方式,但因为实物很容易受到人为或环境因素的损坏,稳定性会受到影响,测量界一直想要尽早摒弃这种方式。

同时,随着高精尖科技的发展,我们也需要更稳定、准确的测量。于是,用物理常数重新定义国际基本单位的方案被提了出来。用常数的方式定义测量单位意味着这些定义将适应下一代科学发展的需要。

本次国际单位制的修订将使所有的基本单位都建立在我们描述自然界所用的基本物理常数上。由这些自然常数组成寰宇通用的测量基

国际千克原器发生50微克漂移

由于质量单位千克是目前唯一还在使用实物基准定义的基本单位,因此科技日报记者独家采访了中国计量科学研究院力学与声学计量科学研究所副所长王健研究员,请他详细介绍有关质量单位千克的定义的历史来龙去脉。

王健介绍,早在1799年,科学家们就发现水在4摄氏度时的密度最为稳定,因此将4摄氏度时1立方分米水的质量定义为1千克。然而,由于以水为标准的质量既不方便又不稳定,1889年,千

克又被批准由一块采用工业革命技术打造的铂铱合金圆柱体来定义,其中铂含量为90%,铱含量为10%,铂铱合金满足了千克原器稳定性和耐腐蚀性要求。

千克用千克原器定义后,千克原器就被保存在国际计量局,用三层玻璃罩罩保护,最外层抽成半真空,以防止空气和杂质进入。在科技界服役的130年内,为保证千克原器的绝对安全,原器被保存在国际计量局的一个保险箱内,保险箱

国际单位制溯源体系彻底改变

在李世松看来,本次国际单位制基本单位的重新定义,是一个具有里程碑意义的事件。“这是我们人类在基本单位体系中首次彻底摆脱了实物基准,将所有基本单位的定义推向‘量子化’的关键一步。”李世松说。

本次国际单位制修订,从表面而言,人们并不会看到太大变化。这好比你给房子换了一个更坚固的地基,从表面上是不可能看到任何变化的,但它可能已经发生了实质性的变化,使房子变得更耐久了。

李世松认为,本次基本单位修订最重要的影响在于使国际计量体系以及未来的检定和校准工作等发生改变。基于自然物理常数定义的国际单位制基本单位本征具有的开放性,将允许任何实验室或个人建立直接进行国际单位制溯源的测量和校准装置。

“在国家层面,如果我们能建立我国自己的基

本单位复现装置,就不用再定期到国际计量局去进行校准。在区域层面,我们国家如果能建立起国际公认的高准确性基本单位的复现装置,就能够为其他国家提供校准服务。”李世松说,“而对国际计量局而言,未来最重要的使命,除了发展自己的基本单位量值复现装置外,还会更加注重组织不同国家参与的国际比对,以确保国际单位制基本单位量值在全世界范围内具有一致性。”

“国际单位制基本单位重新定义以后,量子基准将取代实物基准,基本单位可实现独立复现,不再依赖于国际计量局。这将彻底改变世界计量格局——未来,国际计量局将不再是世界量值的唯一源头,主要发达国家和新兴发展中国家计量院将成为国际计量‘多中心’格局的主体。”国际计量委员会委员、中国计量科学研究院党委书记兼副院长段宇宁表示。

相关链接

1.国际单位制7个基本单位是什么

国际单位制中7个基本单位包括千克(kg)、米(m)、秒(s)、安培(A)、开尔文(K)、摩尔(mol)和坎德拉(cd),分别表示质量、长度、时间、电流、温度、物质的量、发光强度的单位。

2.这次修订将发生哪些变化

千克(kg)、安培(A)、开尔文(K)和摩尔(mol)将拥有新的定义。秒(s)、米(m)和坎德拉(cd)的定义将保持不变,但是它们的表达方式会有一定

改变,以与千克、安培、开尔文和摩尔新定义的表达方式相一致。

3.新定义生效后,用户是否需要将质量标准器重新送检

千克新定义生效后,用户可以和现在一样,将自己的质量标准器送到国家计量院(NMI)或其他次级校准实验室进行校准。然而,国家计量院将按照新定义对千克进行复现,亦即国家计量院链接到SI千克的溯源途径会发生改变。

基准星:将卫星“校正场”搬上太空

第二看台

本报记者 付丽丽

在太空中,每时每刻,遥感卫星都像眼睛一样在注视着地球,监测这个系统的云团、海流、气温变化等。但如何能让这些“太空眼”看得越来越清楚,科学家们一直在思索,能否发射一颗空间辐射测量基准卫星,以提高遥感卫星的辐射定标精度,减小观测误差。

“如今,依托国家863计划地球观测与导航技术领域‘空间辐射测量基准源研制’项目,这一设想越来越接近现实。”13日,在中国气象局等主办的第五届风云卫星发展国际咨询会暨首届风云卫星用户大会间隙,国家卫星气象中心副主任张鹏在接受科技日报记者采访时说。那么,到底什么是空间辐射测量基准卫星,其又将发挥怎样的作用呢?

像天平一样为卫星校准

生活中,很多人都戴有手表,用来显示时间,但经常会两块表指示时间有差异的情况,卫星也是如此。同一卫星随着其寿命期延长,其资料会衰

减,不同卫星之间更会出现不一致,因此,就需要有一颗基准卫星,就像手表授时一样。

如同一个没有刻度的温度计和尺子,无法给别的物体测量温度、丈量长度,卫星也要定标,给空间仪器观测数据进行量值刻度,才能测量得更加精确。但是这个定标过程比起一般的地面仪器定标要复杂许多,而且遥感仪器在轨长期工作存在衰退,定标工作不能一劳永逸。

“发射一颗空间辐射测量基准卫星,这颗卫星在绕地球飞行时,会和其他卫星有一个轨道交叉,利用该卫星与其他遥感卫星对地球同一目标同时进行观测,就可以把这颗卫星的观测结果传递到另一颗卫星上,用以卫星定标。”张鹏说。

对这种方法,国家卫星气象中心总工程师卢乃锰曾有一个形象的说法:“做一个高精度的天平,先用这个天平称苹果,再将苹果放到别的天平上,就能标定好其他任何一个天平。”

历史上,我国主要采用地面辐射技术对遥感器进行定标,利用地面辐射特性均匀稳定的目标,将其作为“基准”,在卫星飞过时通过星地同步观测,将“基准”传递到卫星上以校准遥感器偏差。利用这种方法,红外光定标精度徘徊在1K—1.5K,可见光通约5%—7%,与0.2K和2%的国际水平存在很大差距。

应用定标卫星的好处是,用一颗基准星就可以对其他所有遥感卫星进行标定,从而大大降低每颗卫星都设计高精度定标系统所带来的成本。

“再就是气候变化研究对遥感卫星辐射测量精度提出了前所未有的要求。”张鹏说,气候变化研究需要观测每百年不到1K的温度观测,测量精度是天气尺度的10倍甚至100倍,太阳辐射直接观测相对误差需要稳定在0.1%,反射太阳辐射需要稳定在误差3%。我国现有的辐射技术显然无法满足这一需要。

将在2025年前后发射

“但是,由于空间辐射测量基准卫星定标精度要比现有遥感卫星高一个数量级以上,必须完成原理突破和技术革新,研制难度极大。”张鹏说,卫星发射后,有一个传递链断裂问题,因为把仪器送到天上,没有办法再去定标设备到底观测准还是不准,当前发展的方向就是从看图说话到定量应用,这就需要解决一个关键技术,即辐射量技术,将观测数据溯源到跟实验室一样甚至是国际辐射单位,这样才能保证不同卫星观测数据的一致性,从而有利于开展科学研究。

张鹏表示,基准星就相当于把实验室的基准

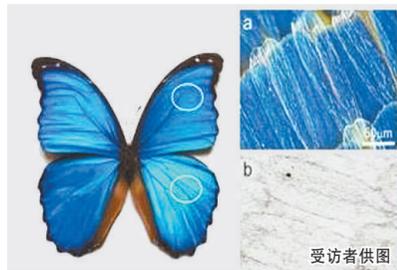
给搬到了天上,如大家都知道,温度计定时,0摄氏度是冰水混合物,100摄氏度就是沸点,这都是物理基准,不依赖仪器。那在研发时就要找到一些特殊材料的这种相变点,把它放到天上,不管什么东西改变,其温度都是那样的。

“也就是两条腿走路,一条腿就是把卫星的定标设备做好,定标精度比以前提高10倍甚至100倍。”张鹏说,再就是找一些自然基准,如所有卫星都可以看到月亮,月亮在反射光时会有一个暗区和亮区,这是不变的,通过这些自然基准去验证卫星的设计是不是准确。

尽管很难,但张鹏表示,通过三年技术攻关,项目团队已完成了近期发展定标卫星的核心支撑技术研发,创新构建了不同谱段的辐射基准源,并完成原理样机研制,同时开发了基于月球源可见光定标技术。其中,红外绝对辐射温度基准源系统不确定度优于0.15K,可见光自校准辐射基准源系统绝对响应不确定度优于0.3%,太阳光谱辐射基准源系统不确定度优于0.2%(<1600纳米)和0.5%(>1600纳米);基于月球反射的可见光谱段月球定标技术系统实现在轨卫星定标检验,不确定度优于3%。

“如果项目一切顺利,这颗星将在2025年前后发射升空。”张鹏说。

新知



受访者供图

除供人观赏 蝴蝶翅膀 微纳米结构有妙用

美丽的蝴蝶除了制成标本供人观赏,还有什么价值?南通大学顾晓松院士课题组通过对蝴蝶翅膀研究,发现其微纳米结构调控细胞生长行为,将为新型医用仿生材料的设计带来灵感和启示。该成果近日发表在纳米研究领域国际著名杂志(ACS Nano)上。

鳞翅目蝴蝶翅膀是自然界中精细结构与功能一体化的典范。一万四千多种蝴蝶翅膀结构各不相同,具有令人叹为观止的多形态、多尺度和多维度的精细分级结构,为人类研究生物材料提供了一个巨大模板库。这次新研究选取了两种具有不同表面微纳米结构形态的蝴蝶,处理后蝴蝶的物理性能均适于细胞黏附与生长,但在具平行结构的大蓝闪蝶翅上,细胞表现出规律的定向生长,而在凹坑形的天堂凤蝶翅上,细胞则呈现杂乱无规则的生长模式。(通讯员徐凌 记者张晖)



乔松树轮 揭示喜马拉雅 320年来干湿变化史

极端干旱对一个地区自然生态系统、粮食生产和社会经济发展都会产生多重影响,因此了解历史干旱发生的强度和频率至关重要。中国科学院西双版纳热带植物园研究团队近日在国际期刊《古地理学·古气候学·古生态学》上发表论文称,他们在喜马拉雅的多波地区建立了长达405年的乔松树轮宽度年表,并重建了这个地区1697年以来的干湿变化历史。

西双版纳热带植物园热带森林生态学重点实验室的纳拉扬·盖尔博士,在树木年轮与环境演变研究组范泽鑫研究员指导下,与德国、印度、尼泊尔等国科学家展开合作,分析了喜马拉雅中部乔松的径向生长受生长季和生长季前期两到八个月的水分条件,在重建的帕尔默干旱指数序列中,发现极端干旱的年份和历史上几次干旱灾害事件。其中,喜马拉雅中部地区的干湿变化序列具有2至3年、12年的高频周期,以及128年低频周期变化,这意味着这个地区干湿变化受厄尔尼诺—南方涛动和北大西洋涛动的影响。(记者赵汉斌)

趣图

姿势满分 高颜值翠鸟入水捕鱼



近日,摄影师康纳·迈凯伦守候10个小时后,完美捕捉到一只翠鸟捕鱼的画面。据外媒报道,这只颜值颇高的翠鸟收拢翅膀直直地潜入水中,然后成功捕捉到一条鱼儿出水,整个过程显得非常有技巧。等这只成功捕食的翠鸟落在树梢上后,它的嘴里还叼着战利品。

(本版图片除标注外来源于网络)

扫一扫 欢迎关注 共享科学之美 微信公众号

