**一、美国最新开发出一种高精度压力测量技术及压力传感器设备**

**1.研究现状**

目前，计量学领域的革命正在加速。继2019年5月国际计量学大会通过了启用新修订国际单位制(SI)的决议后，计量学家又有了新的奋斗目标：压力。美国研究人员现已开发出定义压力及其衍生SI单位的新方法。压力单位帕斯卡基于汞的测量方法自1643年起一直沿用至今。新的方法或许在一年内完成替代。

单位面积受到的力通常被定义为压力，1帕斯卡相当于每平方米受到1牛顿的力。以往，对帕斯卡的测量，是通过一种基于汞元素的气压值测定设备。马里兰州美国国家标准与技术研究院(NIST)拥有世界上为数不多的最精确压力计之一，作为其他压力传感器的校准基准。

但现在，NIST的研究者开发了另一套高精度的压力测量方法，该方法的基本原理是将压力视作能量密度，即单位体积内包含的能量。能量密度这一单位也从SI导出。

据悉，新方法用光进行更高精度的压力测量，设备是由气体和真空通道组成的光学谐振腔，通过探测其中的气体原子以确定压力。研究团队希望在2020年可证明该设备的准确性与压力计相媲美，并鼓励实验室将这一设备作为测定标准。

若这一手段被计量界广泛认可，意味着对汞元素的需求将减少。汞具有毒性且在国际上可能面临限制。此外，新技术通过自然基本常数直接测量压力，意味着科学家可以在不依赖压力计测量的其他量(如密度)的情况下得出1帕斯卡的数值。

理论上讲，新的方法可以让任何人都有机会利用基本原理测量压力，而无需繁琐的工作，中国科学院理化技术研究所正高级工程师高波表示，其团队正在研究极低温度的测量方法。

**2.改进空间**

长期以来，计量学家一直在努力让压力计的测量结果更准确。最初的压力计可追溯到意大利物理学家Evangelista Torricelli在1643年发明的水银压力计。

现代版的压力计包含两根汞柱，通过平衡压力与汞的重量产生的力进行测量。压力测定的重要依据是汞样本的密度，但得到更精确的密度值是研究者一直努力的事情。NIST计量学家Jay Hendricks表示，现有的压力表已达到了精度极限，而新的压力测量方法还有很大提升空间。

此次，NIST提出的新型压力传感器，准确的名字叫固定长度光学谐振腔(FLOC)。它能对通过充气腔的激光速度和真空中相同光束的速度进行比较。光速会随气体密度的变化而变化，量子化学家可以根据原子的性质加以计算。

在稳态的温度系统中，计量学家可将这些密度测量结果(模拟腔内颗粒数量)与摩尔兹曼常数结合，后者将温度与动能联系起来，从而计算出气体的“能量密度”，即压力。

Hendricks用“干脆利落”形容这种方法，因为它只用量子计算和自然基本常数计算腔内气体颗粒的数量，从而得到压力测量结果。“本质上讲，我们有‘量化’的压力，”他表示，“这是新一代国际单位制的精神，现在这些基本单位都与基本物理常数挂钩，而不是通过其他任意引用的对象。从计量学的角度看，这实在是太棒了。”

1. **变革驱动力**

但对其他国家的计量学家来说，说服他们采用FLOC为测量标准仍需时日。NIST将首先致力于采用FLOC为其主要的测量标准。为此，NIST将公布新旧方法测量出的结果并进行比较，同时进行内部审查。该结果已在国际度量衡委员会的一个附属机构的监督下得到了确认。

之后为了获得官方认可，确保FLOC结果准确，NIST须向同一机构提出申请，将该设备与德国布伦瑞克计量研究所传统压力计的测量结果进行比较。

为让新测量方法更广泛地为人接受，计量学家可能还需要看到另一个实验室复制出第二个FLOC，并获得同样的测量结果。其他国家的测量实验室正在致力于开发相同设备，但还须时日。

Davidson表示，对于新的测量设备来说，其准确性和人们对其的信任度需要长时间构建。理论上讲，由于SI基本单位现在是用常数定义的，所以一旦有可复制的、缜密的测量技术将压力的数量与常量联系在一起，这样的测量方式是应该被接受的。

根据这些定义，FLOC将成为定义压力的一种方式，但在实践中，没人知道国际社会在接受新方法前需要多少证据来证明，“这可能就是一个先例”。Davidson表示。与此同时，NIST团队正在开发基于FLOC原型的便携版本，以便在工业中实现更精确的测量。这将对半导体芯片、飞机制造业等行业产生重要影响。比如精密的压力测量会帮助飞机减少燃料消耗。

该团队还在调整相应的方法，以便让新的方法适用于更高的压力环境。目前测量较高压力环境的准确手段之一是活塞式压力计。高波表示，NIST的新一代压力测量技术有很大潜力，但还有一些问题需要解决，比如气体中的杂质将对测量结果以及实验过程产生怎样的影响，以及如何剔除这种影响。Hendricks表示，针对某些特定情况的压力测量，FLOC可在一年内为成为初步的工业测量标准做好优化准备。

研究团队表示，FLOC的测量结果在正常大气压下的不确定性为百万分之六，这几乎与汞气压计精度相当，不确定性最低可达百万分之三。在测量较低压力时，其不确定性是汞压力计的1/3。英国国家物理实验室(NPL)计量学家Stuart Davidson称，这项工作令人“印象深刻”。NPL计量学家Michael de Podesta表示，NIST推出的新方法的优势不仅仅在于实用性，而且可以从根本上推动科学发展。“就像提高图像分辨率一样，当人们能更准确地测量压力时，就能更清楚地看世界。这就像一幅图片，在构建出相应的观测设备之前，你不知道自己会看到什么。”

**二、标准孔板反接流量变化**

差压式流量计的流量与差压为开方关系，即所测差压开方后为流量值。孔板装反后使孔板的非锐角端朝向了上游，所测得的差压减小，开方后的流量低于正确值。

