



重新定义秒，锶光钟又进一步

◎ 实习记者 苏菁菁

你有没有想过，1秒是多少？是时钟的一次嗒嗒声，人们的一次眨眼，还是数到“1”的所用的时间？这一问题看似容易，其实并不简单。为了更精确地定义秒，全世界的科学家已经努力了多年。

重新定义“1秒”：从天文秒到原子秒

我们可以通过运动来计量时间，有规律的、能够重复的周期现象是人们计量时间的重要工具。曾经，我们依赖观测天体运动定义秒。科学家们发现，日月轮换、昼夜交替具有规律性，因此便以地球的周期运动来定义秒，从而有了我们熟知的一年大约365日，1日24小时，每小时60分钟，每分钟60秒，总计一天86400秒。但由于地球公转、自转的运动速度并不均匀，于是，科学家们将目光转到了微观层面，寻找更精确稳定的周期来确定一秒有多长。“科学家们发现，微观量子世界的一些参数比天体运动更加稳定。1967年，国际单位制以铯-133原子的能级跃迁为基

锶光钟数据获得国际认可

国家授时中心研究员常宏告诉记者，根据输出频率的范围不同，原子钟可以分为微波钟与光钟。以原子的微波波段共振频率作为时间频率基准的原子钟就是微波钟，而以原子的光学波段共振频率作为时间频率基准的原子钟则被称为光钟。据了解，光钟的工作频段比微波钟的工作频段高4到5个数量级，因此光钟可以达到比微波钟更高的精度。近日，国家授时中心完成了对其研制的锶原子光钟性能的评估确认，并在现行时间单位秒定义下对锶原子光钟的绝对频率进行了测量。这一步骤完成后，国家授时中心锶原子光钟的相关数据将作为重要的参考值

力了多年。近日，中国科学院国家授时中心(以下简称国家授时中心)的锶原子光晶格钟的相关研究取得了重要进展。国家授时中心研制出了锶光钟，并通过守时氢钟溯源至国际原子时，实现了在现行时间单位秒定义下的锶光钟绝对频率测量，相关研究成果发表于《计量学》。

础，重新定义了秒，也即原子秒。”中国科学院国家授时中心(以下简称中国计量院)研究员林弋戈说。

林弋戈告诉记者，原子的能级跃迁就是指原子从一种能量状态到另一种能量状态。在这一过程中，原子发射出的电磁波频率非常稳定，因此可以采用某些原子的跃迁频率作为时间的计量基准，从而建立原子钟。终于，1967年，第十三届国际计量大会(CGPM)决定，将秒的定义从天文秒改为原子秒，将铯-133原子无干扰的基态超精细能级跃迁对应辐射的9192631770个周期所持续的时间定为1秒。也就是说，将铯-133原子发出的辐射振动9192631770次所持续的时间定为1秒。

上报给国际时间频率咨询委员会频率标准工作组，成为锶光钟频率国际推荐值计算所需要的源数据。“在我们的锶原子光钟研制完成后，需要将其数据纳入现行秒定义框架之下进行频率测量，来确保未来时间单位秒基于光钟重新定义时，量值保持连续。此次发表于《计量学》上的成果，代表着国际上认可了我们的锶光钟的评估和测量数据。”常宏说。这一成果的第一作者、国家授时中心卢晓同博士告诉记者，完成现行时间单位秒定义下的锶光钟绝对频率测量，主要包括两个方面的技术探索。第一是锶光钟的实现，第二是如何将锶光钟输出的光频信号溯源至现行秒定义。

“研究的过程比较艰辛。”常宏说，“从研制锶光钟，到完成‘评估与认可’，国家授时中心一共花了15年。”

“光钟的研制对于国家授时中心而言是全新的领域，需要非常多的专业知识，例如原子物理、激光技术、电子线路等，这些都需要知识的积累与时间的沉淀。”常宏说。

常宏告诉记者，从2008年到2017年，国家授时中心的锶光钟制作完成，这台光钟终于“走了起来”，但是“走起来”后，人们还需要知道光钟的频率值具体是多少。“校准”频率的研究始于2017年，近日，这台光钟实现了现行时间单位秒定义下的锶光钟绝对频率测量，数据获得了国际认可。

秒定义关乎基础科学发展

目前，国内多家单位都在进行光钟的研制与绝对频率测量，有些团队研制铯原子光钟，有些则研制钙离子光钟、锶原子光钟。“现在，在如何重新定义秒的问题上，国际上还没有一个共识，其中一个重要的原因就是这些光钟的表现都不错，不存在某一种原子光钟性能明显强于另一种的情况。所以，目前国际上还没有选定要用哪种光钟来进行未来的秒定义。”林弋戈说，“前两年，国际上提出了一个定义秒的新想法，是使用多种原子钟的加权平均值作为新的秒定义。所以国内做多种光钟是非常有意义的。”

目前，中国计量院的锶原子光钟、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院的钙离子光钟和北京师范大学的锶原子光钟的频率测量结果已经报国际时间频率咨询委员会频率标准工作组接受，这三所单位的测量数据参与了这几种光钟频率国际推荐值的计算。

那么，为什么我们要积极研制光钟，实现更精确的秒定义呢？

对于人们的日常生活而言，秒的精确定义将让人们享受更准确的导航服务。每当我们打开地图、“摇一摇”寻找身边的人，精确的秒定义都在发挥着作用。此外，交通、金融、电网、计算机网络、移动通信等领域的安全运行都依靠高精度的时间频率计量。

此外，精确地定义秒还关乎基础科学

的发展。据了解，能够成功研制光晶格钟的国家并不多，其中多数是发达国家。“现在，国内完成光晶格原子钟研制的共4家，分别是中国计量院、国家授时中心、中国科学院精密测量科学与技术创新研究院、华东师范大学。”常宏说。其中，中国计量院和国家授时中心都独立完成了光钟频率通过国际原子时溯源到现行秒定义的工作。

“目前，锶光钟研究最为领先的是美国海军团队和日本东京大学的香取秀俊研究组，我们的研究和这两个团队还有差距。但我们与法国的巴黎天文台、德国联邦物理技术研究院、英国国家物理实验室的差距正在缩小，甚至在某些方面实现了超越。”常宏说。

“目前包括物理学研究在内的很多领域都亟待突破。而突破的发生，需要科学上或技术上其他的突破来带动。时间频率目前是人类能够测量的最准确的物理量，可以说时间频率测量能力的提升，将会带动多个研究领域的进步。”林弋戈说。例如，秒的精确定义和测量可以帮助科学家更深入地研究宇宙中的暗物质，了解发生在遥远太空中的由更小的天体并合所产生的极微弱的引力波等。

“参与国际秒定义变更中，对国家而言也意义深远。”常宏说。

2022年，第二十七届国际计量大会通过“关于秒的未来重新定义”的决议——利用光钟实现时间单位秒的重新定义。该决议计划在2026年国际计量大会上提出关于秒的重新定义的建议，并在2030年第二十九届国际计量大会上做出最终决定。

“我国需要让更多自己研制的光钟参与到这一工作中，在未来时间单位秒定义变更时确保我国有更多的话语权，维护国家权益。”常宏说。

“我国一直在进行光钟的研究，是为了能够在秒定义的过程中作出贡献，推动科学的发展，并且在未来独立自主地复现秒定义，这一工作不仅体现了我国较高的科研水平，还能够长期、自主地保持国际标准时间的准确、稳定。”林弋戈说。

新知

科学家发现西南低涡新结构对短期暴雨预报有重要作用

科技日报(记者陈曦)起源于青藏高原东麓和我国西南地区的西南低涡，一直以来被认为是造成中国夏季半年暴雨的主要天气系统，其重要性仅次于台风。中国民航大学航空气象系教授刘海文和研究团队在首次发现西南低涡具有双核的水平空间结构以后，最近又联合中山大学吴珍珠博士、陈庭辉副教授以及北京城市气象研究院张文龙研究员，对2010年发生在四川盆地的双核西南低涡现象进行了更深入的研究，取得了我国在西南低涡研究上的原创性、突破性进展。该研究成果发表在国际期刊《地球科学前沿》上。

研究表明，西南低涡加强东移后对我国东部地区，包括华南、长江中下游地区，华北以及东北地区都可能带来影响很大的灾害性天气，给当地带来巨大的经济损失。2018年7月19—20日发生在华北和北京大暴雨就是北上西南低涡所致，该次强降水过程，影响的地区涉及京津冀地区和我国北方多个省份，造成了重大灾害，损失严重。

“过去由于受气象资料空间分辨率的限制，一般认为西南低涡是一个单一的 α 中尺度涡旋。”刘海文介绍，随着大气再分析资料的空间分辨率提高以及气象中尺度数值模式的发展，科研团队对2010年7月10日发生在四川盆地的双核西南低涡现象进行了更深入的研究。

研究发现，该次双核西南低涡事件的两个核一个位于四川阆中，一个位于四川乐山。这种结构类似于日常生活中的“双黄蛋”现象，即一个较大尺度的大的涡旋包含有两个较小尺度的低值涡旋，该次暴雨给当地带来了100毫米以上的大暴雨天气——双核西南低涡给当地带来的影响比传统的西南低涡更加严重。

过去有研究认为，西南低涡是在我国青藏高原与云贵高原等特殊地理条件下产生的。但是刘海文教授认为，高原地形和大气由于降水所释放的潜热对双核西南低涡的产生起到的作用并不相同。“大气潜热释放对双核西南低涡的形成起着决定性作用，但是青藏高原大地形和云贵高原只能决定双核西南低涡产生的位置。”刘海文说。

此次研究成果对于高原大地形背风坡气旋的研究以及短期暴雨预报有着重要的作用。

海蜘蛛可再生身体重要部位为再生医学研究带来新启示

新华社讯 一项新近发表在美国《国家科学院学报》周刊上的研究发现，海蜘蛛有神奇的再生本领，可再生其身体中的一些重要部位，而不像其他一些节肢动物那样仅能再生腿脚。该发现或将进一步推动再生科学研究。

海蜘蛛是与蜘蛛形似的一种节肢动物，身躯细小，有着非常细长的腿，几乎各大洋中都有它们的存在。

来自德国洪堡大学等机构的研究人员发现，海蜘蛛这种8条腿的小生物拥有强大的再生能力。他们截掉了23只未成年和成年海蜘蛛的后肢和身体后部，发现成年海蜘蛛身体部分没有再生，但其中一些海蜘蛛在两年后依然存活；幼年海蜘蛛缺失的身体部分可完全或接近完全再生，包括后肠、肛门、肌肉组织和部分生殖器官再生。此次实验中约90%的海蜘蛛长期存活下来，其中16只幼年海蜘蛛至少蜕皮一次。

动物们的再生能力各不相同。例如，扁形虫可以从少量细胞中再生出它们的身体。而包括人类在内的脊椎动物几乎没有再生能力，只有少数例外，如可再生尾巴的蜥蜴。

研究人员认为，关于海蜘蛛的上述新发现有助于深入推进再生医学研究。其下一步研究是尝试探究这种再生背后的机制，比如在细胞和分子层面寻找再生的原因，其中可能涉及未分化的干细胞的作用。这类研究或许有益于开发医治人体断肢的某些疗法。

我国首次观测到基于简并腔中涡旋光子的非厄米奇异性

科技日报(记者吴长锋)记者1月30日从中国科学技术大学获悉，该校郭光灿院士团队李传锋、许金时、韩永建等人利用简并光学谐振腔内的涡旋光子构建非厄米人工轨道角动量晶格，观测到了非厄米奇异性。该成果于日前发表在国际知名学术期刊《科学·进展》上。

奇异性是非厄米系统的独特性质，它们存在于与周围环境有能量交换的开放系统中，是拓扑物理重要的研究对象。在前期工作基础上，研究组巧妙地引入一个参数动量，并在人工轨道角动量与参数动量构成的二维动量空间中构建了狄拉克点，进一步在人工轨道角动量晶格上引入偏振非平衡损耗，使动量空间中的狄拉克点劈裂成一对奇异性。

在非厄米系统中，能量通常会变成复数，而对复能量的探测往往十分困难。本项工作中，研究组创造性地提出了基于人工轨道角动量维度的复能谱探测方法——波前角分辨能谱探测法。利用这一技术，研究组不仅成功观测到了动量空间的奇异性，还观测到了体费米弧、宇称一时间对称性破缺的相变和半整数能带缠绕等有趣的现象和特性。

此外相比于传统的拓扑量子模拟体系，光学人工合成维度具有灵活的调节能力。研究组通过调控人工合成维度中的参数，使动量环绕奇异性一周，观测到复能量的反转，直观地刻画了复能带黎曼面的几何特征。

光学人工合成维度是近年来兴起的拓扑量子模拟的新方法。研究组搭建的基于简并腔中涡旋光子的人工维度实验平台，不仅能用来探索深刻的拓扑物理，还可用于开发功能强大的全光器件。审稿人评价称“大规模非厄米系统的数值模拟是十分困难的，因此这项工作提供了一个新的重要研究视角，特别是在技术应用方面”。

特异埋藏化石库“上新” 贵阳生物群或揭开大灭绝后生命恢复之谜

◎ 本报记者 吴纯新
通讯员 魏海勇 王俊芳

2月11日，记者从中国地质大学(武汉)获悉，该校宋海军教授团队主导，与多个国内和国际科研机构进行的联合研究有了新成果，论文《中生代一个新的特异埋藏化石库——贵阳生物群，揭示现代类型海洋生态系统》在《科学》杂志发表。该研究揭示了我中国又一个新的特异埋藏化石库：贵阳生物群。

宋海军介绍，研究团队在贵州省贵阳市及其周边发现的贵阳生物群，埋藏时期距今2.508亿年，是目前全球中生代最古老的一个特异埋藏化石库，距离地球历史上最大的一次生物大灭绝事件仅过去约一亿万年时间。这个重大发现为我们理解最大规模灭绝事件发生之后的生命恢复速度和模式提供了新的认识。

揭开贵阳生物群冰山一角

近5亿年来，地球上一共发生过5次生物大灭绝事件，其中在2.5亿年前的二叠纪—三叠纪之交发生的生物大灭绝事

件是最为严重的一次，造成超过80%海洋生物物种灭绝的后果，同时促使海洋生态系统从古生代类型向现代类型转变。

为揭示二叠纪—三叠纪之交这一特殊且重要时期生物与环境的协同演化关系，宋海军带领三叠纪地球生物学团队在我国华南多省开展了近15年野外工作。

“贵阳生物群的发现源于2015年的一次野外踏勘。”宋海军说，当时，他指导的学生、上述研究论文第一作者代旭博士发现了一枚非常奇特的化石碎片，经鉴定为龙虾化石碎片，这在早三叠世海相地层中很罕见，这一发现引起团队的重点关注。

此后，代旭等人每年都在该地区开展野外工作，陆续发现大量门类化石，揭开了贵阳生物群的冰山一角。

目前，贵阳生物群中已发现包括硬骨鱼、软骨鱼、牙形动物、海绵动物、双壳、菊石、腹足、虾类、原蟹、放射虫、有孔虫等十几个大类，总计达40种不同的生物。从生态上看，贵阳生物群的营养金字塔已经完整，从大到近1米长的顶级捕食者腔棘鱼，到小到100微米左右的初级消费者有孔虫，各个营养级均有代表。此外，研究者还发现了大量粪便化石，表明当时的食物网已较为复杂，生态结构很完善。

宋海军表示，贵阳生物群比全球已发现的其他中生代生物群在时代上更早，且距离二叠纪—三叠纪大灭绝更近，无论是在生物多样性还是生态结构上已经和之后的生物群没有明显差异，甚至可能更为复杂。

为弄清贵阳生物群的精确时代和生物面貌，团队成员在该地区开展大量地质工作，从古生物分类学、生物地层学、年代地层学、沉积学、沉积地球化学等方面入手开展系统研究。2018年至今，该团队已发表相关学术论文6篇，初步厘清了贵阳生物群的主要面貌、地层分布、埋藏年代、埋藏环境等信息。

新认知为研究带来更多惊喜

在大灭绝之后的早三叠世(2.519亿—2.476亿年前)，海洋环境异常恶劣，曾出现多次缺氧、酸化事件；全球气候异常，出现极端高温现象，赤道地区年均温度可能超过35℃。因此，异常的气候和环境条件下，生物复苏通常被认为非常缓慢，该观点得到了大部分早三叠世海洋化石记录的证实。

宋海军介绍，前人认为，生态系统复苏是从初级消费者到顶级捕食者逐级缓慢完善的一个过程，完整的海洋生态系统