

标准时间如何产生？

揭秘守护“北京时间”的“硬核”团队

实现国家标准时间产生的自主可控

“铛、铛、铛……现在是北京时间9点整。”清脆的声音从陕西省西安市临潼区中国科学院国家授时中心大门上方的一块大钟表发出。我们日常使用的国家标准时间“北京时间”，就是从这里产生并传播到全国各地。

看似寻常最奇崛。在国际单位制的七个基本物理量中，时间是测量精度最高、应用最广的一个。1967年，为提高时间测量精度，第十三届国际计量大会修改了时间单位“秒”的定义，以反映地球自转状态的天文时“秒”，变更为以原子内部电磁振荡周期计时的原子时“秒”。

“近代中国，标准时间的产生和传递曾长期被外国人主导并把持。”张首刚说，一个国家是否能研制出拥有自主知识产权的原子钟，不仅代表着相关领域的科研实力，更代表着保障国家安全的能力水平。

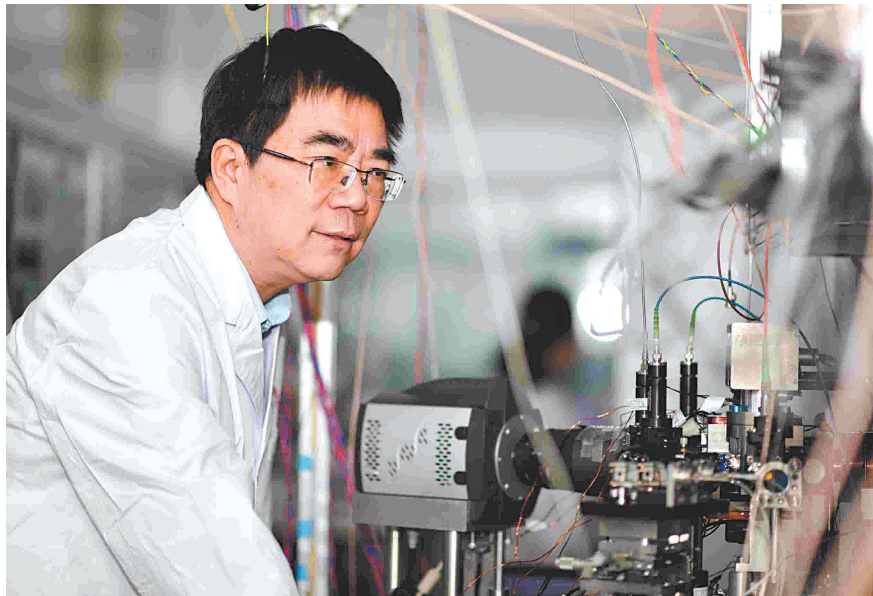
2005年，张首刚从法国学成回国后，只身来到国家授时中心，创建团队，主持原子钟研发与标准时间研究。

“最初的课题组包括张老师在內，只有3个人研制铯原子喷泉钟，当时国家授时中心没有任何原子钟研究基础，研究过程非常艰辛。”作为张首刚回国后指导的第一个研究生，阮军全程参与了铯原子喷泉钟的研制。

如何减少微波泄漏，一度成为团队最头疼的问题。“经过多次研讨和大量实验，我们最终选择了通过钢丝密封6处接口等技术。”阮军介绍，“仅仅这一个环节，就花费了我们一年半的时间，而一台原子钟的制造，要经历成百上千个类似这样的精细环节。”

铯原子喷泉钟是目前世界上最好的基准型原子钟，“从2005年到2012年，张首刚团队终于自主研制出了国家授时中心第一台铯原子喷泉钟；2018年和2022年，第二、三台铯原子喷泉钟相继被研制出来。”阮军介绍，目前课题组已发展成9人，团队人员学科背景也更为合理，铯原子喷泉钟的性能也在持续提升，精度也从E-15量级提升至E-16量级，实现国家标准时间产生的自主校准。

国家标准时间是原子时和天文时的协调产物，协调了原子钟测量的原子时和天文观测系统测量的世界时。产生国家标准时间不仅需要基准型原子钟，也需要守时型原子钟。小铯钟是各国守时应用最多的原子钟，美国一直独家垄断，并对我国禁运。张首刚团队应用新原理，与企业合作研发了国际第一款守时型光抽运小铯钟产品，百余台产品用于海军导航、北斗导航、5G通信以及北极科考等。团队继美国之后，也成功研制更高性能的新型守时钟——铷原子喷泉钟。研发的两类新型守时原子钟，均运行于国家标准时间产生系统，并对国际标准时间产生作出贡献。基于地球自转测量的世界时是航天工程及国防建设必要参数。为打破我国世界时数据一直依赖国外的不利局面，团队提出并实现了多技术融合的世界时高精度连续自主测量与服务。



2022年2月8日，张首刚在空间光钟实验室工作。（资料图片）

白驹过隙、一日三秋、天长地久……时间，承载了人们对韶光易逝的感慨，也见证了那些浪漫的期待与不朽的功勋。

时间，对于另外一群人而言，还有着更为重要的意义。它不仅是国家战略资源，事关国家安全和经济社会运行，更是国家话语权的体现。

“十三五”期间，我国投资16.7亿元，研制建设高精度地基授时系统国家重大科技基础设施，“这是时间频率领域在新时代的大科学装置，建成后的全国光纤授时骨干网将实现国际最高水平的频率传递能力，支撑经济社会运行和相关基础研究等。”中国科学院国家授时中心主任、首席科学家张首刚说。

打造时间频率科学的“国家队”

近年来，党中央、国务院高度重视大科学装置建设，将其视为提升我国基础研究和应用研究水平、促进相关领域国际科技合作的重要支撑。大科学装置是否能带动建制化基础科学研究，关键要看人才队伍是否持续发展。

“国家授时中心非常重视人才，尽最大努力给人才搭建事业平台。”量子频标研究室研究员董瑞芳说，“2010年，我来到单位后，因为是开拓一个新方向，前期没有任何基础，单位一下子给我拨了150万元项目启动经费，支持我开展科研工作。”

目前，董瑞芳已经成为量子

频标研究室的主任，主要从事量子时间同步研究工作，主持承担了国家自然科学基金重点和面上项目、中国科学院前沿重点及科研装备研发等项目。

在积极吸纳海内外优秀人才的同时，国家授时中心也在依托中国科学院积极培养人才。董瑞芳除了开展自身的科研工作，还是中国科学院博士生导师，指导培养了多名研究生，为研究的可持续发展奠定人才基础。如今，量子频标研究室已拥有近百名中青年科研人员，发展成为中国科学院重点实验室，并被中国科学院推荐参加全国重点实验室重组。

“国家队”就要担“国家责”

一秒钟，是手表秒针的一声“滴答”。秒以下的时间按千分之一逐级递减，还有毫秒、微秒、纳秒、皮秒、飞秒、仄秒等时间单位。

实现高精度时间测量，有何意义呢？

简单地讲，有了毫秒级的时间，电网可以高效运行；有了微秒级的时间，移动通信可以进入4G时代；有了纳秒级的时间，卫星导航才能提供常规服务；有了皮秒级的时间，一些理论是否正确就有了检验的可能……

“1纳秒是十亿分之一秒。2017年以来，北京时间与国际标准时间的偏差一直在减小，从原来的5纳秒到现在的2纳秒，位居国际前三。”张首刚介绍。产生高性能的国家标准时间是为了授时发播，是为了服务不同应用需求。授时系统是国家重大基础设施。我国建立了国际先进的多手段授时系统。面向未来需求，张

首刚提出了天地一体化的国家弹性授时体系架构，并带队逐步建设。2022年10月31日，梦天实验舱载着高精度时频实验柜飞上了太空。“有了这个实验柜，天宫空间站时频实验系统将融合北斗导航系统、在建地基授时系统和现有的授时系统，预计在5年内，我们将建成世界上独一无二的天地融合、立体交叉的国家授时系统。”张首刚说。

“我们正在加快建设空天地立体交叉授时系统，着重往深空探测的方向发展，这个系统建成后，长距离、跨区域重大设施之间的时间同步精度可以提高四个到五个数量级，对科学研究和国家安全意义重大。”国家授时中心党委书记窦忠介绍，“对于大众来说，这同样是个利好消息，将来我们的生活会更加便利，数字通信、无人驾驶、智慧城市等的建设会进一步加快。”（据《光明日报》）