## 用“最亮”的光，观“最小”的世界

北京怀柔雁栖湖畔，整体建筑形似放大镜的高能同步辐射光源（HEPS）是我国正在建设的最新一代同步辐射光源。近日，其增强器正式通过工艺验收，这是HEPS建设过程中的又一重要里程碑。

HEPS通过三级加速器（直线加速器、增强器和储存环）将电子加速至接近光速，同时产生同步辐射光，利用同步辐射光穿透性强、高亮度、高强度和宽能谱等特点，可以帮助人们洞察更为隐秘的微观物质世界，揭示物质微观结构生成及演化机制。

人类的生存和发展离不开对光的利用和开发，人类文明史也是一部利用和开发光资源的历史。除可见光外，光还包括无法用肉眼观察的无线电波、微波、红外线、紫外线、X射线、伽马射线等。光的波长和能量决定了光与物质的相互作用类型，不同波长的光可以像尺子一样，测量不同尺度范围内物质的结构。若要探测宇宙星球，可以选用无线电波；而要在原子分子尺度探测物质的微观结构，则需要利用X射线。同步辐射光源是人类迄今所发明的最先进的X射线产生装置和光子科学研究平台。它如同一个超精密、超快、超穿透能力的巨型X光机，通过小光束穿透物质表层，深入内部进行立体扫描，从分子原子尺度观察微观世界。

同步辐射是指速度接近光速的带电粒子在做曲线运动时沿切线方向发出的电磁辐射，也叫做同步光。这个场景就像是在雨中快速转动雨伞，沿伞边缘的切线方向会飞出一簇簇水珠。与常规X射线相比，同步辐射光具有宽波段、高准直、高偏振、高亮度、高稳定性等优异性能，可以帮助人类观察肉眼看不到的微观世界。目前，全球正在运行的同步辐射光源有50多台，是数量最多、支撑学科范围最广的大科学实验设施，被誉为“前沿科研的眼睛”“科技的灯塔”。同步辐射光源在生物大分子结构解析领域的相关研究已获得5次诺贝尔奖，是现代科学不可或缺的大型研究平台。

要想看到物质里的细节，就要有足够的亮度。就像打个手电筒看东西，手电筒越亮，就能看得越清楚。光越亮，意味着探测的精度越高、速度也越快。迄今，同步辐射光源经历了4次重要的技术升级和发展。经过第一代、第二代的积累，第三代同步辐射光源取得质的飞跃，采用小发射度电子束以及特殊设计的插入型辐射元件，产生高亮度的同步光。2017年，科学家利用同步辐射光实现对完整木乃伊内部完好无损的检测，这是目前其他技术无法做到的。2020年，我国科研人员借助同属于第三代光源的上海光源，率先解析新冠病毒关键蛋白的高分辨结构。

当前，全球已开启第四代同步辐射光源，它将电子束进一步减低1-2个量级，将光源亮度提高2-3个数量级，其产生的更高亮度和更高相干性的同步光有助于相干X射线成像等新兴实验技术的发展，对材料科学、化学工程、能源环境、生物医学、航空航天、科技考古等众多基础科学和前沿工程领域研究将产生重要推动作用。全球现已建成3台第四代同步辐射光源。未来5年，预计将再建成近10台。

高能同步辐射光源是我国重大科技基础设施建设“十三五”规划确定建设的10个重大科技基础设施之一，是基础科学和工程科学等领域原创性、突破性创新研究的重要支撑平台。除了HEPS，我国已启动建设合肥先进光源（HALF）。人们期待，随着更多同步辐射光源的建成，人类对微观物质世界的探索将获得更多成果。