

2024-11-05 收到

✉ email: mcheng@iphy.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20241109

CSTR: 32040.14.wl20241109

建设大科学装置，探索科学的边界

——中国科学院物理研究所“我国大科学装置的布局与创新挑战”主题讨论侧记

工欲善其事，必先利其器。——《论语·卫灵公》

谈及正负电子对撞机、散裂中子源、同步辐射光源、中国天眼，大家或许并不陌生，但你知道吗，它们其实有一个共同的名字——大科学装置。大科学装置是前沿科学研究的神兵利器，是抢占科技制高点的国之重器，是我国建设科技强国的必要基础设施。建设大科学装置是未来科学发展的必然趋势，而大科学装置的建设路漫漫，我们还需上下而求索。

2024年11月1日晚，由中国科学院学部工作局、科学技术部人才与科普司支持，中国科学院物理研究所承办的第79期科学咖啡馆活动成功举行。本次活动主持人为中国科学技术大学科学传播研究中心研究员邱成利，主讲嘉宾为中国科学院高能物理研究所王贻芳院士。在这期沙龙活动中，王贻芳以“我国大科学装置的布局与创新挑战”为主题，向大家介绍了什么是大科学

装置、大科学装置的现状及我国大科学装置的发展。

大科学装置之布局

大科学装置是用来探索未知世界、发现自然规律、实现科技变革的大型科研装置或系统。大科学装置并不等同于一个大型的科研仪器中心，后者是一系列通用设备的集合，而前者应该是自行设计和研究的专用装备。通用设备更新很快，过时也很快，但大科学装置的设计指标和性能具备独特性，它的寿命至少在10年以上，甚至可以做到50年。大科学装置的建设应该具有明确的科学目标和重要的科学意义，设计指标应该达到国际认可甚至是国际领先，具有较大的国际影响力。为什么我们一定要建设大科学装置呢？基础研究离不开仪器设备，设备的进步增强了我们的感知能力，拓展科学的边界，因此科学的发展一定离不开越来越先进、规模越来越大的设备。规模宏大的大科学装置，一般都是面向全球，成为开放共享的国家公共基础设施的一部分，它们体现了世界最前沿科技的需求，是国家科技实力、经济实力乃至综合实力的重要标志，是占领科技制高点、建设科技强国的必需。

如今，美国、欧洲和日本是拥

有大科学装置最多的地方。美国目前建设和运行的大科学装置大约有70余座，包括韦伯空间望远镜、引力波探测装置、散裂中子源等，投资规模从数亿美元到上百亿美元不等，分布在材料科学、粒子物理与核物理、空间科学和天文学等近十个领域，取得了发现引力波等一系列重大科学成果。欧洲和日本也有50余座研究设施，包括大型强子对撞机、超级神冈实验等，投资规模也在数亿到数十亿欧元之间，取得了发现希格斯粒子等一系列重大科学成果。我国的大科学装置建设起步于20世纪七、八十年代，已建成及正在建设中的装置总数达到77个，也取得了不斐的成绩。依托重大科技基础设施，我们取得了数十项突出成果，大科学装置成为原创性、引领性科技成果的策源地；大科学装置也是解决国家重大战略科技问题的主平台；重离子、质子、中子治癌技术蓬勃发展，大科学装置成为推动战略性高技术发展的新引擎；还进一步推动了地方社会经济与科教事业的发展，是国家创新高地的强内核。王贻芳长期工作在大科学装置相关工作的一线，也分享了一些心得体会。他提出，国内工业水平的提高，有助于建造更好的装置，极大帮助了国家的基础研究，反过来科学家与企业的共同研



图1 王贻芳主题报告现场

发也带动了国家相关工业的发展，提高了工业界的创新和研发能力，甚至催生一些新兴产业。

大科学装置之建设

我国的大科学装置虽然经过了几十年的发展，但较国际先进水平，仍然有明显差距。总体上看，我国的大科学装置在数量上与美国基本相当，但单个装置投资规模比较小，多在数亿到十几亿人民币，同时我国还存在基础科学类的专用装置偏少、独有的设施不多、重大成果不足、设施相关的国际合作程度不够等挑战。大科学装置的酝酿、设计、建设至少需要10年，因此，要实现2035年建成世界科技强国的目标，我们的时间很紧迫。此外，我国物理学科人员数量与美国相当，约为日本的四倍，但大多集中在凝聚态物理、光学和理论物理三大领域，其中从事凝聚态物理和光学的研究人员数量达到美国的两倍，相对的，从事天文学与天体物理、粒子物理与核物理、大气科学的研究人员数量则显著少于美国，只是与日本相当。

要切实提高我国大科学装置的建设水平，王贻芳也提出一些建议。首先是要加强顶层设计，建立分类遴选机制，筛选出真正的前沿装置，同时要均衡投资。第二要以各种方式增加投入，并根据科学需求合理制定设施单体的资助体量，避免低水平重复，同时要高起点布局，建设国际领先的科学装置，鼓励全球合作，形成国际科学中心。第三要加强评审的国际化，邀请世界顶级专家参加评审，尽量公正客观。王贻芳提出，大科学装置对于国际竞争非常重要，欧洲曾出具《欧洲竞争力的未来》的报告，多次提及欧洲核子中心，并注意到了与中国的竞争。该报告指出，未来环

形对撞机是欧洲核子中心最具前景的设施，而中国也在规划类似的项目，如果中国在相关装置的建设中胜出，欧洲将失去在粒子物理学领域的领导地位。王贻芳同样指出，当下可能是我国发展大科学装置的最佳时机，欧美日经济下行，经费不足，而中国虽然总体规模还很小，国际领先性不足，但经济稳定增长，因此现在加强大科学装置的建设，机会难得，意义重大。

大科学装置之挑战

王贻芳院士高屋建瓴的报告深深地吸引了与会的每一位嘉宾，大家纷纷表示受益匪浅。本着对我国科学技术进步的关切，对大科学装置建设的关心，与会嘉宾纷纷提问，现场气氛热烈。

科技日报社陈磊率先发问：“我们建设了这么多大科学装置，如何评估它的效能，如何让大家对大科学装置的建设有信心？”王贻芳回答道：“评价大科学装置的性价比，我认为是几乎不可能完成的任务。我们只能评估它是不是按时完成了它的使命，带来了科学上或者技术上的收益，至于收益是大是小，很难评判，也很难预先评估。但这个事情还是要做，像是国际热核聚变堆，它非常复杂，中间有大量不可预见的因素，它也经历了一个非常长的规划设计阶段，这个阶段越久，不利因素就越多，20年后、50年后的事情没有料到也是在所难免的，所以一定程度的失败大家应该要容忍。当然，我们还是应该对自己有一个高要求，尽量不失败。我也总说，要求大科学装置按计划完成所有任务是不对的，这说明你的设计保守了，如果设计时你都不知道边界在哪，你就摸不到你可能失败的地方在哪，我认为，最理想的



图2 科普活动与会嘉宾合影

情况就是有10%的失败，100%的成功不是科学研究。”

中国科学院微电子研究所李轩熠随后问道：“如果要建成世界一流的大科学装置，是否面临较多的技术难题，如果有的话，您有什么建议吗？”王贻芳答道：“所有的大科学装置都有自己的技术难点，有一些可以通过国际合作解决，当然很大程度上还要靠自己，这里面也没有什么灵丹妙药，只能靠长时间的积累，要做足前瞻的准备工作，一般要经过10年左右的时间评估技术方案，技术方案要综合技术的先进性和可行性，太先进做不出来，太保守又没必要。我国早期的核心技术是进口的，现在我们设备的国产化率不断提高，如果我们未来要做环形正负电子对撞机的话，国产化率应该可以做到95%以上。”

科学咖啡馆活动在热烈的讨论中渐入尾声，与会嘉宾无不表示获益良多。中国科学院学部工作局周德进总结道：“非常感谢王贻芳院士的报告。王院士很支持科普工作，自己做，也鼓励别人做。江门中微子实验室是全国第一个中微子科普基地，中国科学报有一篇‘地下700米的孤勇者’的相关报道，广受好评，我建议大家可以去看看。也希望更多的人在王院士的引领下，走上探索科学边界的道路。”

(中国科学院物理研究所

李存东 秦晓宇 成蒙 供稿)