

探索微观世界的“火眼金睛”

□ 陈和生



陈和生，中国科学院院士，现任国家重大科技基础设施散裂中子源工程指挥部总指挥、北京正负电子对撞机国家实验室主任、中国科学院高能物理研究所研究员。他长期从事粒子物理实验研究，主持了重大科技基础设施北京正负电子对撞机重大改造工程。陈和生曾荣获国家科技进步一等奖、二等奖，第一届全国创新争先奖，中国科学院杰出科技成就奖等。

散裂中子源究竟是什么？简单来说，散裂中子源就是一种“超级显微镜”，其散射的中子如同“探针”，可以清晰检测物质的内部结构，因此被认为是当今人类深度探索微观世界的有力工具。它广泛应用于新材料研发、关键零部件的性能检测、癌症治疗等热门领域，为材料科学、生命科学、环境科学等基础研究，提供了先进的现代技术平台，对解决前沿科学问题具有重大意义，是当之无愧的“国之重器”。

看透物质结构的“火眼金睛”——中子

如何去研究微观结构呢？我们在中学时可以用显微镜来看花粉、看细胞等等。如果还想看更精细的结构，可以用电子显微镜。而要想看到分子结构，就需要用散裂中子源，或者是同步辐射光源，我们把它叫作超级显微镜。什么是同步辐射呢？同步辐射实际上就是非常强的X光，大家在医院做检查用的就是X光，但是同步辐射比它要强百亿倍。用一般的方法是得不到这么强的X光的，所以就要利用大型的加速器，电子的束流在磁场拐弯的时候，会产生非常强的X光，我们把它叫作同步辐射。利用专门的加速器来产生很强的同步辐射，这样就能够研究物质的结构，比如说上海同步辐射光源、北京同步辐射装置、合肥同步辐射装置。

散裂中子源产生中子，它打在样品上，样品跟它相互作用以后，它的方向和动量都改变了，用探测器把这个样品包起来，看看入射进来的中子经过样品之后的变化，反过来就可以用数学方法反推出它的结构。

中子从哪儿来？自由的中子在正常的状态之下，寿命很短，自然界中自由的中子寿命大概就是20分钟左右，没有办法对它利用。绝大部分的中子都是在原子核里，质子、中子组成原子核，要得到自由的中子，需要从专门的大科学装置来产生。这种装置有两类：一类是反应堆，反应堆的中子源是利用铀235裂变的时候产生中子，它的问题是产生中子的时候，附带产生很高的热量，这样就会产生一些危险。比如2011年，日本福岛核电站发生的故事。在世界上，现在能够找到到反应堆的地方，越来越困难，从环保

的角度，这样类型的反应堆逐渐地淡出了。第二种产生中子的实验设施就是散裂中子源，它是用高能质子去打靶，产生中子，这样就没有反应堆那样很高的反应热的问题，只要关掉电源，它就停止运行，不会有任何安全问题。所以现在发展的趋势，就是逐步地用散裂中子源来代替反应堆，从事中子散射的研究。

散裂中子源造价高、技术复杂，中子探测起来也非常困难，实验的难度非常高，所以在中国散裂中子源建成之前，全世界只有3台，英国的卢瑟福实验室、美国的橡树岭实验室和日本的原子能机构。经过大约20年的谋划和建设，2018年8月，中国自己的散裂中子源终于在广东东莞“横空出世”，正式投入运行。由此，我国成为世界上第4个拥有这一科技“重器”的国家。

中国散裂中子源“初露锋芒”

近年来，我国建成的上海光源、散裂中子源等大科学装置，在提高自主创新新能力方面发挥了重要作用，大大缩小了与发达国家的差距。与此同

时，围绕这些大科学装置建成的科学与技术中心，也具有特殊的辐射、示范、引领作用，逐渐构筑起了重要的创新“高地”。但是，打造大科学装置与制造一般的科研仪器设施不同，需要在建设中研制大量的非标准设备，而且规模大、建设周期长、投资巨大，需要汇集大批科学家和工程师，因此，会遇到工程建设与科学研究的双重挑战。

散裂中子源由三大部分构成，包括加速器、重金属的靶、谱仪，所谓谱仪就是实验终端。中国散裂中子源，它的加速器包括两部分，一部分是8000万电子伏特的质子直线加速器，注入到快循环同步加速器，跑两万多圈，把它加速到16亿电子伏特，能量提高20倍。然后就去打靶，是一个钨靶，用水冷的钨靶，效率非常高，能够产生非常强又非常短的中子。我们在靶站的周围，建设很多谱仪，把样品放在谱仪的中间，用探测器把它包起来，这样就能够知道，中子打上去以后，发生了什么情况。这个样品就像一张渔网，我们往渔网上扔好多玻璃球，有的球就穿过渔网的间隙走了，有的碰到渔网的结点，它改变了方向。把所有的这些玻璃球的信息都测量出来，经过数学方法，就可以反推出来这张网的结构，这就是

中子散射的研究方法。

2017年8月28日，我们首次打靶成功，获得了中子束流，而且中子的能谱，完全符合理论的计算，一次打靶成功，调试的进度，远远超过国际上其他散裂中子源。特别可喜的是，我们设备的国产化率超过了90%，美国、日本的散裂中子源，都花费十几亿美元，我们只用了18亿元人民币。2018年8月通过了国家验收，被给予非常高的评价：装置的整体设计科学合理，靶站的最高中子效率和三个谱仪性能达到国际先进水平，显著地提升了我国在这个领域当中的技术水平和创新能力，使得我们国家在强流质子加速器和中子散射领域实现重大跨越，技术和综合性能进入国际同类装置的先进行列。

“国之重器”前途无量

作为一个用户装置，要求稳定高效运行。从2017年以来，我们的打靶功率是节节提升，成功地达到了设计功率100千瓦的指标，始终做到稳定运行。目前注册的用户超过了2000人，其中来自粤港澳大湾区的有四分之一，还包括港澳用户55人，国外用

户42人，完成了课题400多项，其中企业课题达到13%以上。在前沿科学研究和国家发展的一些关键领域，我们已经发表了文章65篇。

新型的能源材料是我们工作的重点。因为新能源的材料，比如储氢材料、锂电池材料，还有燃料电池的核心就是氢、锂和氧，而这三种元素都对中子研究非常有利，又很关键。比如锂电池的研究，只有用中子才能够搞清楚锂电池的锂在什么地方，它怎么运动，我们过去这两年的工作，锂电池的研究是一个重点，获得了很多成果。

散裂中子源研究所产生出来的新技术，还有一项是硼中子靶向治癌。硼中子靶向治癌，是一种新的精准治



疗癌症的二维技术，它是利用中国散裂中子源发展起来的技术所研制的。这种治疗方法，相信会开辟癌症放射治疗一个新的篇章。它最大的优点，就是能够治疗那些弥散的，甚至扩散的癌。我们正在进行动物实验，一年以后将要开展临床试验，完成了临床试验以后，就可以进行临床治疗。这种技术需要的靶向药物，也是目前研究的热点，希望国内做药、研究硼化学的相关人士一起努力，找到效果更好的靶向药物，为人民健康服务。

中国散裂中子源现在还不能满足国内的需求，因为国内的用户增长非常迅速。2018年全世界发表的关于中子散射的文章，13%以上都有中国单位署名。现在我们的束流时间供不应求，2021年春天申请用户的数目是2020年春天的两倍，所以国家发展改革委已经批准了在“十四五”期间，进行散裂中子源的二期工程。二期工程将增建11台谱仪，这样就覆盖了用户的各个领域，同时把束流的功率，从现在的100千瓦提高到500千瓦，总投资30亿元。

由于大科学装置的社会影响和辐射效应，现在国内兴建大科学装置的热情迅速提高，但是盲目上马、低水平重复，会带来很多问题。我们国家现在大科学装置的数量和种类，和发达国家已经比较相近了，但是我们装置的实验终端，它的数量和水准、研究工作的水平、科学产出，和发达国家相比差距比较大。我们最紧迫的不是说各个省市动员大家都去上同步辐射、上散裂中子源，而是集中力量办大事，集中我们有限的财力物力、集中我们有限的队伍，把我们的大科学装置建好，真正让它达到国际先进水平。必须继续坚持国家统一规划和部署重大科技基础设施的原则，坚持以国家科学技术发展战略需求和用户需求为导向，这是保证我们国家大科学装置持续发展、健康发展的关键。



（上接1版头条）

提出全球发展倡议，缩小发展鸿沟。呼吁各国坚持以人民为中心，加强减贫、卫生、气候变化、基础设施等领域合作，加快落实2030年可持续发展议程，推动实现更加强劲、绿色、健康的全球发展。创造发展成果更多更公平惠及每一个国家、每一个人的发展局面，破解发展中国家发展困境，着力解决国家间和各国内部发展不平衡不充分问题。

团结在联合国旗帜下，携手推动构建人类命运共同体

习近平总书记在庆祝中国共产党成立100周年大会上庄严宣告，实现中华民族伟大复兴进入了不可逆转的历史进程。党的十九届六中全会明确指出，现在，党团结带领中国人民又踏上了实现第二个百年奋斗目标新的赶考之路。站在新的历史起点上，中国正以自身的新发展给世界带来新机遇，也必将以更加积极有为的新担当为联合国事业注入新动力。我们将更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围，以习近平新时代中国特色社会主义思想和习近平外交思想为指导，认真学习贯彻习近平主席在中华人民共和国恢复联合国合法席位50周年纪念会议上的重要讲话精神，高举和平、发展、合作、共赢旗帜，积极推进中国特色大国外交，与国际社会一道，团结在联合国旗帜下，践行真正的多边主义，为实现中华民族伟大复兴营造有利外部环境，为构建人类命运共同体作出不懈努力。

一是充分发挥元首外交的战略引领作用，为解决全球问题提供新方案。全面落实习近平主席宣布的一系列多边合作重大举措，加大向发展中国家提供疫苗援助力度，以实际行动填补“免疫鸿沟”。加强国

际联防联控合作，支持关键医疗物资在全球范围内公平分配和贸易畅通。维护多边共识，聚焦务实行动，加速绿色转型，共同应对气候变化挑战。推进全球发展倡议实施和落实，对接联合国2030年可持续发展议程，共同推动全球发展迈向平衡协调包容新阶段。

二是持续放大理念创新的积极效应，为加强全球治理拓展新思路。高举人类命运共同体旗帜，积极阐释宣介习近平主席提出的构建人与自然生命共同体、地球生命共同体、全球发展共同体等新理念新倡议，推动国际社会同我国在气候、生态、发展等具体领域利益共享、责任共担、挑战共迎，汇聚起共建美好世界的强大合力。围绕《全球数据安全倡议》凝聚更多共识，把深海、极地、外空、互联网等领域打造成各方合作的新疆域。

三是坚定践行真正的多边主义，为全球治理体系变革构建新格局。坚决反对霸权主义和强权政治，维护发展中国家的正当权利和发展空间，扩大发展中国家在全球治理中的话语权，推动全球治理体系更加客观反映国际政治现实、体现多极化发展进程。坚持走符合国情的人权发展道路，反对以人权为借口干涉别国内政，推动形成更加公正、合理、包容的全球人权治理。

四是大力倡导交流互鉴的人文精神，为人类文明进步注入新活力。弘扬和平、发展、公平、正义、民主、自由的全人类共同价值，推动不同文明交流对话、和平共处、和谐共生，以文明交流超越文明隔阂、文明互鉴超越文明冲突、文明共存超越文明优越。倡导不同社会制度和发展道路相互包容，在交流互鉴中取长补短，在求同存异中共同前进。在联合国等多边场合更加广泛宣介中国主张、中国智慧、中国方案，通过多种途径推动我国同各国的人文交流和民心相通。

（上接1版二条）

行大道，实现奋斗目标。一是走好中国道路，实现民族复兴。党的百年奋斗开辟了实现中华民族伟大复兴的正确道路。党员干部要坚定不移不移走中国特色社会主义道路，胸怀“两个大局”，发扬斗争精神，抓住战略机遇，为实现中华民族伟大复兴的中国梦勠力同心、奋勇前进。二是弘扬中国价值，推进世界大同。党员干部要以世界眼光深化对中国道路的认知和认同，凝聚构建人类命运共同体的共识，进一步坚定道路自信，努力贡献创造更多的中国智慧、中国方案、中国力量。

怀大爱，践行根本宗旨。一是牢记立党为公，坚持人民立场。坚持全心全意为人民服务，是我们党的根本宗旨。党员干部要始终坚持以人民立场为根本立场、坚持以人民为中心，做到权为民所用、情为民所系、利为民所谋，把共产党人的为民情怀落到实处，不断巩固好、发展好我们党的执政根基。二是以百姓心为心。党员干部要始终把人民放在心中最高位置，坚持一切为了群众，一切依靠群众，把人民利益作为标尺和准绳，牢固树立为民办事、为民造福的政绩观，让工作实绩经得起历史和人民的检验。三是不忘初心使命，进一步依靠群众。党员干部要深刻认识到我们党为人民而生、因人民而兴，始终牢记初心使命，切实践行初心使命，不负时代责任，不负人民期望。

有大勇，砥砺前行奋进。一是发扬革命精神，解决矛盾问题。党员干部要继承革命传统，不断增强革命意识、保持革命斗志、提高革命本领，在实现第二个百年奋斗目标中有力有序推进各项任务。二是发扬斗争精神，提高执政本领。党员干部要深刻认识到矛盾和斗争普遍存在，善于抓住主要矛盾，面对大是大非和重大原则问题立场坚定、旗帜鲜明，做到不为任何风险所惧，不为任何干扰所惑。三是发扬奋斗精神，始终拼搏奋进。党员干部要把奋斗作为立身之

本、成事之基，始终保持积极向上、奋发有为、开拓进取的奋斗状态，始终做到谦虚谨慎、不骄不躁、艰苦奋斗，坚持埋头苦干、勇毅前行，在新时代新征程上赢得更加伟大的胜利和荣光。

用习近平新时代中国特色社会主义思想指导实践，努力改造客观世界，做到知行合一

时代是思想之母，实践是理论之基。习近平新时代中国特色社会主义思想是对历史之问、时代之问、人民之问的科学回答，是全党全国各族人民的思想灯塔、行动指南。党员干部要把深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想作为头等大事、终身课题，深刻理解其中蕴含的目标与方法、认识与实践逻辑统一的哲学要义，以学懂弄通为前提，最终落脚在做实之处。

把好方向知所趋。方向，是党的政治立场、政治纲领、政治目标的体现。党员干部要按照习近平新时代中国特色社会主义思想指引的政治方向，牢记中国共产党是什么、要干什么这个根本问题，把握历史发展大势，坚定理想信念，牢记初心使命，坚定不移地走中国特色社会主义道路，确保党和国家各项事业沿着正确政治方向前进。

找准方位知所在。方位，就是历史位置，主要包括历史维度、现实维度和世界维度。党员干部要以习近平新时代中国特色社会主义思想为基准点，把握时代要求，紧扣矛盾变化，统筹发展要求，回应人民群众多层次、多样化、多元化的高质量需求，做到准确识变、科学应变、主动求变。

明确方略知所行。方略，指实现伟大事业的计划和策略。新时代坚持和发展中国特色社会主义的基本方略

共有“14个坚持”，党员干部要将基本方略与《决议》的“十个明确”相贯通，和自己的工作相结合，突出历史性、战略性、纲领性、全局性、指导性，贯彻于各领域、各方面、各环节。

确定方针知所依。方针，是事业遵循的指导原则，与方略密切相关。党员干部要以习近平新时代中国特色社会主义思想为根本遵循，以基本方略为统领，聚焦突出问题，贯彻党的方针政策，把党的方针政策和决策部署落实、落细、落具体，既要在全球性问题上发力，更要在“十四五”期间着力解决的主要问题上下功夫，使党的方针真正在实践中落地、植根于群众。

制定方案知所为。方案，是完成某项工作制定的规划、计划。党员干部在制定工作方案时，要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，牢牢把握以人民为中心、增进民生福祉的主旨，切实提升人民群众获得感、幸福感、安全感；要深入贯彻新发展理念，切实转变发展方式，推动质量变革、效率变革、动力变革；要始终围绕高质量发展标准，推动实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续、更为安全的发展；要对标对表“十四五”规划、第二个百年奋斗目标，分批实施推进，不断凝聚发展力量。

掌握方法知所法。方法，是思想和行动的方式。党员干部要善于运用习近平新时代中国特色社会主义思想认识和改造主观世界、客观世界，努力把握规律、预见趋势、防范风险、推动发展。一是掌握辩证思维。提高运用马克思主义认识、分析和解决问题的能力，善于运用矛盾法则，提高处理实际问题的能力。二是掌握系统思维。站在全要素、全领域、全过程角度分析事物，把握事物本质，用系统观念统筹推进“五位一体”总体布局，协调推进“四个全面”战略布局。三是掌握战略思维。学会从政治性、全局性、前瞻性、长期性的视

角认识规律、判断趋势、指导实践，胸怀“两个大局”，统揽“四个伟大”，时刻保持战略定力，科学作出战略抉择。四是掌握底线思维。面对日趋复杂的国内外形势，既防范“黑天鹅”事件又防止“灰犀牛”事件发生，不断提高战略预见能力，坚决筑牢底线思维，沉着应对各类挑战，防范化解风险。五是掌握历史思维。以党史学习教育为契机，把学习“四史”和学习贯彻党的创新理论结合起来，从党的百年奋斗中看清楚过去我们怎样才能成功、弄明白未来我们怎样才能继续成功，更好地把握历史规律，抢抓历史机遇。六是掌握创新思维。紧扣高质量发展，立足创新驱动发展战略，充分发挥科技创新的引领带动作用。七是掌握法治思维。增强运用法治思维和法治方式解决问题、推动发展的能力，努力让公平正义成为群众的切身感受。党员干部要深刻领悟习近平新时代中国特色社会主义思想中蕴含的科学的思想方法，把向理论学习 and 向实践学习相统一，不断增强运用辩证唯物主义和历史唯物主义世界观和方法论的能力，以科学的思想方法为统领，持续改进领导方法、创新工作方法，使思想、能力、行动始终跟上党中央要求、跟上时代前进步伐、跟上事业发展需要。

当前，实现中华民族伟大复兴进入了不可逆转的历史进程。实现这一伟大目标，一刻不能离开理论武装，一刻不能没有思想指引。党员干部要坚决做习近平新时代中国特色社会主义思想的坚定信仰者、忠实实践者，以学习理论立身，以践行理论干事，不断增强学懂弄通做实的政治自觉、思想自觉、行动自觉，用深刻的道理学理哲理对照自己、改造自己、提高自己，用马克思主义立场观点方法观察时代、把握时代、引领时代，努力在新时代新征程展现新气象新作为。

（作者系中国延安干部学院分管日常工作的副院长）