

散裂中子源——

探索微观世界的超级显微镜

陈和生

中子具备一些特性,如不带电,但是有磁矩;能够探测原子核的位置,探测同步辐射所不敏感的轻元素,比如碳、氢、氧、氮等元素的位置;穿透能力非常强,能够用来原位研究大的工程部件的残余应力和金属疲劳;可以探测物质结构的微观动态过程等。因此,它被科学家视作探索微观世界的理想“探针”。当中子与被研究对象的原子核相互作用而改变运动方向时,科学家通过分析散射中子的轨迹、能量和动量变化,就能反推出物质的结构。就好像我们不断往一张看不见的网上扔弹珠,有的弹珠穿网而过,有的则打在網上,弹向不同角度。如果记录下这些弹珠的运动轨迹,就能大致推测出网的形状。如果弹珠扔得够多、够密、够强,就能把这张网的组成精确地描绘出来。

大科学装置是国之重器、科技利器

中子其实在我们周围到处都存在,但这些中子都被束缚于原子核中,无法自由运动。我们要用中子做探针,就需要自由的中子。自由的中子从何而来?这就需要专门产生大量自由中子的装置,可以通俗地称之为产生中子的“工厂”。这样的“工厂”主要有两类:一类是反应堆中子源,还有一类是散裂中子源,它通过高能质子束去轰击重金属靶,发生散裂反应,从而产生高通量短脉冲中子束流。国际上的先进中子源正在逐步从反应堆转向散裂中子源,因为其性能更好,而且安全性更高。

物理学有一条基本规律,研究越小的尺度,需要越高的能量。随着物质结构的研究深入到原子核和粒子的层次,研究物质微观结构的尺度越来越小,就需要使用能量越来越高的粒子。加速器可以产生高能粒子,加速器做得越大,能量有可能越高,于是催生了各种基于大型加速器的重大科技基础设施,也称大科学装置。

这些大科学装置具有鲜明的科学和工程双重属性,知识创新和科学成果产出丰硕,技术溢出、人才集聚效益非常显著,因此往往成为国家创新高地的关键要素,是国之重器、科技利器。

2011年9月,中国散裂中子源装置在广东东莞开工建设。一期建设内容包括一台8000万电子伏特的直线加速器、一台16亿电子伏特快循环同步加速器、一个靶站,以及3台供科学实验用的中子散射谱仪。其工作原理是将质子加速到16亿电子伏特,速度相当于0.92倍光速,把质子束当成“子弹”,去轰击重金属靶。金属靶的原子核被撞击出中子和中子,科学家便通过特殊的装置“收集”中子,开展各种实验。

散裂中子源装置不仅极为庞大,而且部件繁多,工艺极其复杂,制造和安装过程克服了重重困难。装置各项设备的批量生产由全国近百家合作单位完成,国产化率达90%以上,许多设备达到国际先进水平。2017年8月,中



国散裂中子源首次打靶就成功获得完全符合预期的中子束流。2018年,中国散裂中子源按指标、按工期高质量完成了工程建设任务,从此实现了强流质子加速器和中子散射领域的重大跨越,为物质科学、生命科学、资源环境、新能源等方面的基础研究和高新技术研发提供强有力支撑。

散裂中子源是提供先进中子散射研究和应用的大型交叉平台

自中国散裂中子源通过国家验收进入正式运行阶段以来,已完成11轮开放,每年运行时间超过5000小时,开放时长和效率都处于国际同类装置的领先水平。目前已完成了超过1300个科研课题,取得了一批重要研究成果,如锂离子电池、太阳能电池结构、稀土磁性、新型高温超导、量子材料、功能薄膜、高强度合金、芯片单粒子效应等,为国家诸多领域的战略需求和高科技产业提供关键的研究平台。在粤港澳大湾区,散裂中子源另外建设了8台合作谱仪,已经陆续投入运行。

近年来,中国散裂中子源对国产高铁车轮进行内部残余应力测量,给出了高铁车轮完整的应力数据,对高铁安全性和提速具有重要意义;利用中子的穿透能力和对复杂组分的定量识别能力,解释了创造世界纪录的高屈服强度且韧性好的超级钢的新机制;通过原位测量,研究汽车锂电池的结构特征和锂离子在充放电循环过程中的输运行为,对锂电池性能提高提供重要数据支撑;运行大气中子谱仪,加速模拟宇宙射线打到大气层产生的中子辐照环境,为解决电子元器件在大气层内与地面的失效问题提供重要手段,为飞机适航论证和航空器安全提供研究平台。

散裂中子源积极推动相关技术成果转化。硼中子靶向肿瘤治疗,是一种新的二元细胞级精准治疗癌症技术,利用中国散裂中子源发展起来的技术所研制的。硼中子俘获治疗项目作为推进散裂中子源技术产业化的第一



个项目,临床设备在东莞市人民医院已完成安装和调试,即将开始临床试验。

中国散裂中子源二期工程于2024年1月正式启动。二期工程建成后,中国散裂中子源的谱仪数量将增加到20台,加速器打靶束流功率将从一期的100千瓦提高到500千瓦。新的谱仪和实验终端建成后,中国散裂中子源的设备研究能力将大幅提升,实验精度和速度将显著提高,能够测量更小的样品,研究更快的动态过程,为前沿科学研究、国家重大需求和国民经济发展提供更先进的研究平台。

中国散裂中子源的建成恰逢大科学装置发展的最好时代,肩负发展中国中子散射研究和应用的重任,为国家创新发展提供重要引擎,为实现高水平科技自立自强作出贡献。

(作者为中国科学院院士、中国散裂中子源工程指挥部总指挥)

图①为中国散裂中子源靶站,图②为中国散裂中子源环设备楼。

中国散裂中子源供图
制图:蔡华伟

推荐阅读

- 《中国至2050年重大科技基础设施发展路线图》:中国科学院大科学装置领域战略研究组编;科学出版社出版。
- 《中子散射:理论与应用》:王哲著;清华大学出版社出版。
- 《中子散射在凝聚态物理中的应用》:艾伯特·富勒等著,刘本琼、孙光爱等译;国防工业出版社出版。

阅读经典文本,在长时段或宏大的历史背景下也会对作者有深度了解,与其形成精神或现实的交往,受其道德情操、学术志趣等影响。

皖南古村落西递、宏村有两副关于阅读的楹联,令人印象深刻。

西递履福堂有联:“几百年人家无非积善,第一等好事只是读书。”宏村南湖书院志道堂有联:“漫研竹露敲唐韵,细嚼梅花读汉书。”在某某种意义上,这两副楹联是对“何为阅读?何以阅读?”之问的作答。前者道尽阅读之效,后者描绘阅读之美。

每个人都有对“何为阅读?何以阅读”的答卷。这本《阅读是生活的一种方式:文本、交往与视域》集聚了我对阅读尤其是经典阅读的思考。“阅读是生活的一种方式”,或可从本体论层面而作答何为阅读;至于何以阅读,我提炼出“书与人、中国与世界”的阅读路径。

阅读的基础在于书,在于文本,阅读的要义也往往在于对经典文本的如切如磋、如琢如磨。培根在《论读书》中说:“读史使人明智,读诗使人灵秀,数学使人周密,科学使人深刻,伦理学使人庄重,逻辑修辞之学使人善辩;凡有所学,皆成性格。”对各个学科经典文本的阅读、重读乃至反复钻研,都能有“日读日新”的体验和收获。

阅读经典文本,在长时段或宏大的历史背景下也会对作者有深度了解,与其形成精神或现实的交往,受其道德情操、学术志趣等影响。阅读者借由文本阅读而神交古今中外贤达名家,达到“知行合一”“读万卷书,行万里路”的功效。

在此基础上,依据哲学诠释学理论,文本的视域和读者的视域相交汇,形成“视域融合”。读者在借助其知识、经历与视角帮助其理解文本的同时,也在丰富文本的内涵,使其具有全新的意义。如今,视域融合发生的广阔场域即是“中国与世界”。新时代中国,改革开放和社会主义现代化建设深入推进,全民民族文化创新创造活力持续迸发,人类命运共同体理念深入人心,“一带一路”倡议、“三大全球倡议”影响深远……通过阅读,我们打开了一扇理解中国与世界的大门。

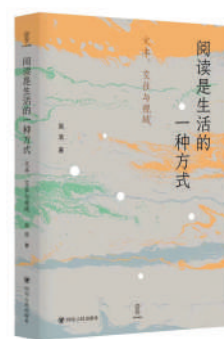
读书知人,读史阅世,这正是阅读的意义所在。读王佐良,他深耕外国文学、比较文学和语言学领域,对不同文化之间的交流互鉴有深刻洞见,他主张的“通过文学来学习语言”“要把文学同整个文化的变化联系起来谈”等观点,今天读来仍有启发意义。读叶嘉莹,她由词体美学意蕴提出“弱德之美”,这是一种在承受压力时坚持理想、坚韧不拔、外圆内方、一以贯之的人格之美,充满温柔的力量。读厉以宁,他以经济学理论阐释中国道路的学术著作,增进读者对中国经济改革发展路径和内在逻辑的理解,其理论创见与深厚学养、严谨学风以及对现实问题的关切密不可分……对这些学者为人为学的阅读,常使我感动,让我看到学问背后的人生追求和精神境界。

袁枚在《随园诗话》中对读书有一个绝妙比喻,把经史子集、诗词歌赋等比作中国古典建筑。在他看来,“四子书”如户牖,“九经”如厅堂,“十七史”如正寝,杂志如东西厢,诸子百家诗文书画如舍花园……袁枚喻之为厅堂园榭的各类书籍,恰是文本;居于其间,流连于良辰美景、赏心乐事,既是对文本的阅读,也是与著书之人的交往;在此基础上,把文本的意义推向更广阔的时空,升华自己的认知与理解,读书之乐正在于此。这一充盈着书香的比喻生动诠释了:阅读是生活的一种方式。

(作者为北京外国语大学区域与全球治理高等研究院副教授)

阅读是生活的一种方式

吴浩



《阅读是生活的一种方式:文本、交往与视域》:吴浩著;四川人民出版社出版。

最忆家乡风味

柴燕菲

小的书中,并配以易学易做的菜谱教程,就是想让拿到它的游子都能重拾记忆中的家乡味道。在杭州话里,“落胃”是指吃得很满足的意思,希望这本书能给人带来“落胃”一样的情感体验。

饮食是文化的组成部分。366道家乡菜也是地方文化底蕴、厚度的展示。东坡肉代表的名人文化、缙云烧饼代表的非遗文化、红膏呛蟹代表的海洋文化、禽药鸭干代表的地域文化……每一道家乡菜都有独特的故事,它们组成的是一本文图鉴、文化百科,让人感受到地方文化的魅力与厚重,这是我们希望人们了解的另一种“浙江风味”。

当然,“浙江风味”还包括文化的多样性和丰富性。浙江各地各区域风俗迥异,即便一个乡内,山前山后两个村庄的语言、习惯就可能明显不同。就以饮食来说,这里的杭帮菜追求清淡鲜嫩,而像我的家乡衢州又被称为“浙江小四川”,无辣不欢,此外还有自成体系的宁波菜、温州菜……我想,这样的“五彩斑斓”是值得被更多人看见的,这不正是中华文化兼收并蓄的包容性体现嘛!

思绪仍有万千,若归结起来说,便是希望

这本小小的读物,与每一个看到它的浙江人都能产生情感连接,正如书中那句——“阅春秋,历冬夏,回首看,世间功名利禄,抵不过家乡一味”。希望这本小小的读物,也让越来越多的人了解浙江的风味。

祝福每个人不论在哪里,都能在家乡菜中感受“落胃”,感受幸福。



《家乡菜最落胃》:柴燕菲主编,中国新闻社浙江分社编;西泠印社出版社出版。

新书架



《简明黄河史》:辛德勇著;生活·读书·新知三联书店出版。

本书吸收近年来有关黄河史研究的成果,系统叙述了中国古代认识、开发和利用黄河的历史过程。



《音乐山海经——西方名曲趣谈》:林华著;上海音乐出版社出版。

本书共5辑48个主题,探讨了音乐与数学、电影、建筑等关系,以轻松愉悦的方式趣谈西方名曲。

