

8 印刻 SCIENTISTS



张焕乔(1933年—)

张焕乔,核物理学家,1933年12月13日出生于四川巴县的一个商人家庭。童年的经历培养了他顽强的毅力、独立能力和自学意识。自小就对自然科学产生了强烈的好奇心和浓厚的兴趣,在巴蜀中学受到了良好的中学教育,更增加了对数理化学科的浓厚兴趣。在农村上完小学,1946年考入巴蜀中学,1952年考入武汉大学物理系,为了适应国家发展原子能事业的需要,1955年转入北京大学物理研究室,师从胡济民和朱光亚等名师。1956年毕业后至今一直在中国原子能科学院工作。1958年10月至1960年1月,在苏联库尔恰托夫研究所实习期间师从M·彼伏日涅耳教授。在杨桓领导下发现的压电振荡石英单晶中子衍射增强现象与后来他们发现 α 磷酸锂在外场下的中子衍射增强一起获1982年国家自然科学三等奖。近垒重离子诱发裂变机制的研究成果获得1992年部级科技进步一等奖和1999年国家自然科学三等奖。1987年任中国原子能科学院研究员,核物理所科技委主任和原子能院科技委常委,1997年当选中国科学院院士,2004年获得何梁何利科学与技术进步奖。

张焕乔于1933年出生在四川巴县的一个商人家庭。父亲张玉田勤俭忠孝,尊师重教,精于商道,乐于慈善,公益和教育事业。张焕乔从小就充满对自然世界的好奇和探索之心,中学时代良好的学校教育更激发了他对自然科学的兴趣。

坚守科研一线,潜心物理研究

自1956年秋天从北京大学核物理专业毕业分配到中国科学院物理研究所(现中国原子能科学院前身),从事核物理研究,张焕乔一干就是六十多年。他传承于钱三强、何泽慧和戴传曾等老一辈核物理学家,曾长期在何泽慧先生身边工作,受到很大教诲。

张焕乔最初来到钱三强、何泽慧先生领导的中子物理研究室,在戴传曾先生的中子衍射研究组参加建立中子晶体谱仪、中子衍射谱仪及测量中子截面的工作。从最初阅读经典文献、焊接、安装和调试仪器开始,他在极其简陋的条件下,动手实干,自力更生,为我国第一台中子晶体谱仪和第一台中子衍射谱仪的建立作出了重要贡献。

两年后即1958年,张焕乔赴苏联库尔恰托夫原子能研究所实习。刚去苏联期间,由于受到国内“大跃进”形势的影响,他不到三个月就写信要求回国参加献礼,室主任何泽慧先生回信强调要注意学习人家积累的科学研究方法和先进经验。何先生的忠告使他更加潜心工作,在苏联期间参加了中子裂变截面的测量、固体声子谱和低温反铁磁性实验等工作,并参观了库尔恰托夫研究所的全面核物理研究工作,对其创新意识印象深刻,受益匪浅。回国后他在杨桓领导下参与了在重水堆上进行的压电振荡石英单晶中子衍射增强现象的发现,并提出合理解释和实验验证方案,指出晶体压电振荡产生应变,引起晶格的动态变化,晶体对中子衍射有效厚度增加,导致衍射中子增强。该项成果与后来杨桓等人发现 α 磷酸锂在外场下的中子衍射增强一起获1982年国家自然科学三等奖。

随着我国20世纪60年代发展核武器需求的加大,核数据测量成了当务之急。张焕乔于1960年秋天调入裂变物理组,在何泽慧先生的领导下开展工作。1962年负责开展 ^{238}U 对裂变谱中子的裂变截面的绝对测量,为了提高计数率,制备了大面积均匀的薄铀样品,设计了大直径裂变室,并提出利用 ^{235}U 热中子裂变的平均中子数作为基准来进行裂变截面的绝对测定,与陈进贵、崔德惠和刘桂生一起顺利完成了此项任务,接着完成了 ^{235}U 和 ^{239}Pu 对裂变谱中子的裂变截面测量。

1973年,为国防需要,张焕乔负责开展

延伸阅读

随着年龄增大和视力的变差,张焕乔先生从一线的实验室工作逐渐转移到更多的义务工作。2016年领了大百科核物理词条任务后,他积极组织安排任务分工,汇总后也是反复推敲和比对,认真校对,在规定时间内圆满完成了任务。在汇总审核的过程中,遇到自己不熟悉的领域,就请教多方专家,如在翻译directed flow时,不能确定其中文定名,打电话给庄鹏飞和李祝霞等多位理论家确认。

在新版《物理学名词》的编撰工作中,他是全国科学技术名词审定委员会第三届物理学名词审定委员会成员,亲自负责核物理部分,为编撰工作呕心沥血,做了大量具体工作。

他多次参加香山科学会议,为核物理前沿研

^{239}Pu 快中子裂变的瞬发中子平均数(ν_p)随入射能量(E_n)变化的测量,要求精度达1%。当时拥有的实验手段不能满足要求,于是他带领课题组,自己动手创造条件,用两年多时间,在国内首次制成大体积钽闪烁体探测器,载量达105毫克铀的快裂变电离室(过去仅1毫克铀水平)和高稳定性的脉冲数分析器。最后测得的 ν_p 值精度达0.8%,与当时国外最好水平相当。测量的数据显示在0.15~2.0 MeV能区 $\nu_p(E_n)$ 的斜率有下降的趋势,后来得到美国橡树岭国家实验室数据的支持,也在美国ENDF/BV数据库中得到了反映。该数据被美国国家数据中心收集,并获1978~1979年度国防科委重大成果奖二等奖。

系统研究了自发裂变和中子诱发裂变的中子平均数及其与碎片特性的关联。精确测量 ^{252}Cf 自发裂变的瞬发中子平均数及中子数目分布,提供了高精度裂变中子产额的初级标准,被国际上誉为“高质量的测量”。国际核数据委员会将此数据作为原始标准数据收集和推荐,是承认的13个数据中精度最高的4个数据之一,至今仍是国际上“热中子常数”和 ^{252}Cf 自发裂变中子产额”这组重要初级标准中被收入的唯一中国数据。

张焕乔充分利用国内条件,在国内推动了超钚核的物理学研究。他对国内可获得的超钚核 ^{240}Pu 、 242 、 ^{244}Cm 和 ^{252}Cf 自发裂变的瞬发中子平均数及中子数目分布 P_{ν} 作了精确测量,得到了裂变中子平均数和裂变核质量数以及裂变中子数分布宽度 σ_{ν} 和裂变中子平均数呈线性依赖关系的两个经验规律。还测定了 ^{242}Cm 的 α 和自发裂变半衰期,这是当时国际上衰变数据评价迫切需要的数据之一。

开展了 ^{252}Cf 自发裂变的瞬发中子数与碎片质量、电荷和总动能的关联测量。实现了 4π 与 $\pi/3$ 两种几何的精确测量,丰富了关联数据,给出了更完整的规律,并纠正了前人的错误。第一次指出在 4π 与 $\pi/3$ 几何测量中得到的瞬发裂变中子平均数随裂变核质量数变化在质量对称区域与不对称区域存在明显的系统差异,揭示了实验存在的问题。

研究了 ^{252}Cf 三分裂的瞬发中子数分布及瞬发中子平均数与长程 α 粒子动能的关联。首次给出 ^{252}Cf 三分裂的瞬发中子数分布的实验结果,观察到三分裂与二分裂瞬发中子数分布相似,但三分裂的平均瞬发中子数(3.03±0.02)明显小于二分裂的(3.743±0.018),这意味着 ^{252}Cf 长程 α 粒子伴随裂变的碎片平均总激发能比二分裂的低~6 MeV。从两种裂变的瞬发中子数目分布的相似性推知这两种裂变在断裂时围绕平均状态的涨落十分相似。

20世纪70年代末,原子能院筹建串列加速

老义工张焕乔

■谢翊 贾会明

建言献策,如最近参加了第572次(2016年10月18日至19日)高能环正负电子对撞机—中国发起的大型国际科学是要和第618次(2018年3月20日至21日)典型矿区辐射的评价技术及其对生态安全影响。

张焕乔考虑到原子核无中微子双 β ($0\nu\beta\beta$)衰变的重要科学意义,他早在2012年前后就建议白森林用QRPA方法做核矩阵元的理论计算。他看到国内近几年提出了多个实验方案,已经有能力开展这方面研究,有望通过不太大的经费支出,产出重要的科学成果,占领国际先机,就谋划着如何整合国内力量,想到通过申请科学院战略咨询项目支持推动国内的研究,并对该咨询项目进行整体筹划,亲自联系国内几家主要的力量和相关理论家,

“老科学家学术成长资料采集工程”系列报道(190)

“纵观张焕乔先生的核物理生涯,他师从名师,勤奋严谨,先后从事中子物理、裂变物理和重离子物理研究,在每个领域都取得了很重要的成果,作出了重要的贡献。他强记博闻、记忆精准;他为人谦逊,乐于助人;他严于律己,宽以待人。在做人、育人和科研工作上都是后辈学习的楷模。”

张焕乔:钟情核物理事业

■谢翊 贾会明

器,他把注意力转移到核物理基础研究领域,并参加了引进串列加速器物理筹备组,讨论串列加速器的物理终端、计算机和电子学设备等。1982年初应邀赴意大利利亚洛国家实验室(LNL)从事在XTU-15串列加速器上的重离子融合反应实验工作,合作建成静电偏转板装置,并负责了前期检验实验。

1984年2月回国后,他提出了开展垒下重离子裂变角分布的研究课题,从最初的设计和加工反应靶室和静电偏转板等基本工作入手,实现了用静电喷射法制成多种放射性薄靶,建立起一个可以用作实验的物理终端。1987年原子能院建成HI-13串列加速器正式开始供束,他和合作者用8年的时间,系统研究了近垒和垒下重离子融合裂变反应的角分布。

张焕乔具有细致严谨的科学精神和敏锐的科学洞察力,在科学研究中从不放过对任何一点异常迹象的探索。敢于创新,善于常规中找到新奇。如在国际上首先采用碎片折叠角技术区分融合裂变与转移裂变,发现碎片角分布各向异性的异常现象。在这项研究中,确定碎片角分布各向异性在深垒下能区普遍异常,发现碎片各向异性随质心能量变化出现一个异常峰,并参加提出了一个新的预平衡裂变模型,得到国外实验支持。实验发现受到了国际同行的认可和赞誉,美国的Back教授在ANL进展报告中指出:“在重复 $^{16}\text{O}+^{232}\text{Th}$ 垒下融合裂变的碎片角分布实验中,证实张(焕乔)等人在碎片各向异性激发函数中观测到的反常峰和垒下能区的碎片各向异性反常的特性。”Siemssen教授在1989年重离子物理及应用国际会议总结中指出,“张(焕乔)报告了在近库仑势垒能区融合裂变中一个惊人的裂变角分布各向异性的异常。这个异常是在北京串列加速器上首先被观察到的,它已经引起很大的兴趣。一个可能的解释是来自这低能区的转移裂变的竞争”。相关工作获得1992年部级科技进步一等奖和1999年国家自然科学三等奖。后来在重离子融合反应、原子核晕结构和奇特核反应与衰变等方面做出了一些重要工作。

谋求学科发展,重视国际交流

他积极开展国际合作,实现与意大利利亚洛国家实验室、日本理化学研究所和俄罗斯库尔恰托夫研究所与杜布纳联合核研究所的国际合作,申请他们的束流时间开展相关实验研究,或他们来北京参加串列加速器上的实验。有的合作持续至今。他看到研究组发展的需要,介绍了多位年轻人出国深造,为国家培养了人才。

结合研究组的工作,他考虑到少体理论的重要作用和国内少体理论的薄弱,看到博士生喻宁擅长理论公式的推导和编写程序,适合这个研究工作,于2007年让喻宁主要学习少体理论。刚开始跟随武汉大学的刘福庆教授学习法捷耶夫(Faddeev)方程方法,但发表的文章投到国外,审稿人认为内容不够新颖,没能接收。张焕乔积极联系国外的理论家,让喻宁2010年博士毕业后紧接着去葡萄牙里斯本高等技术学院Lidia Ferreira和Enrico Maglione教授那里学习前沿的法捷耶夫少体理论。

张焕乔关心国内大科学装置建设以及后续科研工作的进展,如:1.考虑到HI-13串列加速器的能量限制了很多有意义物理工作的开展,积极呼吁后加速器的建立,推动引进美国Stony Brook实验室的超导直线加速器,并关注后续工程进展;2.关注兰州中科院近代物理研究所超重核谱仪的研制和物理实验的进展;3.关注国内大科学装置如散裂中子源等工程的进展。

在谈及原子能院过去的探测器和电子学等研究组时,他深表惋惜,说这些都是实验室里很基本、很重要的技术,以前实力很强,国内从这里起家,很多电子学插件和探测器都是自己做。但现在基本上消失了,需要时都得靠购买了,而且大多数得靠买国外的产品,摊子散了要恢复起来

讨论具体探测器的研制和同位素的分离与生产等关键事宜。他还根据战略咨询项目的要求,为咨询项目安排具体任务,请中科院高能物理研究所的邢志忠研究员负责图书的写作工作,对组织会议的形式、会议内容和参会人员已经做到了心中有数,希望做到既节省大家时间,节省经费开支,又提高会议效率,真正解决咨询项目需要解决的问题。

2018年3月20日张焕乔在中国科学院数学物理学部常委会上,亲自作了申请战略咨询项目的报告,近物所许怒,高能所邢志忠,上海交大刘江来、韩柯和中国原子能科学院贾会明参加了报告会。计划通过前期的讨论和预先研究,确定可行的路线和研究方案,为在中国挑战这个科学难题理清道路。

就要花大力气了。

在近垒能区重离子核反应实验研究工作中,注重与国外核反应方面理论家的交流与合作,以及利用国外的加速器束流做实验。积极参加国际会议,掌握领域前沿和动态,并提交报告,与专家讨论,提升研究水平。为了扩大我国核物理基础研究领域的国际影响,积极申请大型国际会议。在2006年8月巴西里约热内卢召开的第九届国际核碰撞会议(NN2006)上,与美国MSU、Texas A & M和印度的申请者竞争下一届会议(NN2009)的主办权。为此,他会前精心准备申请材料,会间积极与国际顾问委员会成员交流,争取获得最大的支持。成功申请后,负责筹办会议并担任会议主席,全面负责会议报告人的选择、会议日程的安排、会议经费的筹集等。会议的成功举办受到了国外参会者的好评。

身教胜于言传,关心同事学生

张焕乔先生淡泊名利,平易近人,从不摆架子。他严于律己,在每次的基金申请中,没有把握完成的任务从不写进去。平时遇到事情总是往前赶,从不拖大家后腿。无论生活还是工作都十分节俭,直到八十岁高龄,还是坚持骑着自己的老式自行车上下班,平时出差也都是与年轻人一起坐经济舱。大家习惯了,从来没想到要给老先生买头等舱,以至于有一次谢翊因为给张焕乔买了经济舱而被领导教育。

2015年6月21日至26日,张焕乔先生与张英逊、图雅和贾会明同行,去意大利卡塔尼亚核物理国家实验室(LNS)参加第12届核碰撞国际会议(NN2015),乘坐土耳其航空公司的廉价飞机经济舱,凌晨从北京出发,来回在伊斯坦布尔转机等候时间均在八九个小时,等候时只能坐在凳上。长途跋涉马劳顿,加上时差和本身睡眠不好,疲劳程度可想而知。但他还是全程参会,根据节目单选择自己最感兴趣的分会报告转帖不同的分会场,坐在靠前的位置,认真聆听报告并与报告人积极交流相关问题和建设。

张焕乔先生对科学的好奇和探索永不停息,虽然近年来视力大幅减退,但仍然坚持阅读文献的习惯,放不下自己心爱的科学研究。他对科学研究的极大兴趣和惊人的毅力让人由衷敬佩。如今,虽然年纪大了,无法亲自去实验室干具体工作,但是还心系实验,经常与组里的同事和学生讨论工作中的问题,放不下热爱的物理研究工作。

目前,张焕乔先生已经培养了二十多名博士、硕士研究生和一名博士后,在培养过程中,对学生要求严格,自己身先士卒,带领他们开展科学研究,帮助他们尽快成长,锻炼成具有独立研究能力的科研工作者。希望他们青出于蓝而胜于

蓝。教育学生既要勤奋努力,又要动脑思考。既要脚踏实地,立足现实,又要谋求发展,着眼未来。在实际工作中要灵活处理自主研发与购买设备的关系。在张先生的辛勤培育下,不少学生已经成为专业骨干人才。

张焕乔对学生给予了特别的关心和教育。在2012年10月贾会明去意大利的前一天,专门把贾会明叫去吃晚饭,张先生的夫人也参加了(这是贾会明十多年来唯一一次见到她在饭店吃饭),张焕乔在餐桌上反复告诫贾会明要认真工作,学习人家先进的东西,谆谆教诲,至今不忘。张焕乔在2016年第3期《物理》杂志撰文《花中真君子风姿寄高雅——感念恩师何泽慧先生》一文,专门把这本杂志送给贾会明,告诉他里面有介绍何泽慧先生的稿子,并说:“带回去给你夫人看看,对她教育孩子有好处。”稿子写得很生动、全面、翔实,可看出他对恩师的尊敬之情和深厚的师生情谊。2017年10月参加在北京大学召开的CUSTIPEN会议,听林承键说贾会明也参加此会,主动联系贾会明让搭车同去,确认搭车后又联系司机具体的乘车时间,还特意打电话嘱咐去他家里等车,说外面冷,不要在外面等。得知贾创业也想搭车后,他也爽快答应。

张焕乔先生每逢年底都会把在组里待过的学生和同事聚在一起,跟大家倾心畅谈,了解大家的工作情况并给予指导和鼓励。如果在一些场合发现年轻人的问题,总会委婉指出其问题,督促其改正,并给出更多的肯定和鼓励,希望年轻人能够踏实工作,尽快提升能力和水平,为国家作出更大的贡献。他将老同事也记在心上,知道张锡珍老师家里困难,多年来一直给予很大的精神支持和物质帮助,就在张锡珍老师离开的前一个月还委托谢翊送去润嗓子的保健品。

(作者单位:中国原子能科学院)

后记:精神财富

张焕乔先生在青年时代受到了老一辈科学家严谨求实、锲而不舍的科学作风和严于律己、宽以待人的高尚人格的熏陶,如今又把这些宝贵精神财富传给了后辈。他告诫后辈要重视锻炼动手能力,认真细致地准备实验,实验数据的处理和分拆要反复检查和推敲,要能经得起检验,确保正确无误后才能发表。张焕乔是对老一辈科学家敢为人先、严谨求实精神财富的继承者和传承者。张老师淳朴谦逊的高贵品质和对科学研究的执着探索精神影响着一代代人,是对科研工作者极大的精神鼓舞。目前他所在的课题组虽然面临着诸多困难,但仍然传承着老先生的科学精神,坚持在基础研究的道路上砥砺前行。



①1978年庐山五老峰,中国物理学会第三次核物理会议,第一排左起顾以藩、李寿楠、王淦昌、何泽慧;第二排左起张焕乔、洪润生。②1988年在串列加速器R60°散射靶室做实验。③1996年在意大利利亚洛核物理国家实验室。④2014年9月16日在串列加速器实验室,左起林承键、刘祖华、张焕乔。⑤2015年10月27日墨西哥国家核研究所Arturo Gomez教授访问原子能院,前排左起林承键、Arturo Gomez、张焕乔,后排左起王东宝、孙立杰、杨磊、贾会明。

本版组稿负责人:张佳静