

中国科学院合肥物质科学研究院与中国科学技术大学将其在核能领域数十年的厚实积淀注入中科院核能安全技术研究所,这个年轻的研究所正快速成长为核能安全领域一支具有国际先进水平的队伍。

核安全所已露“尖尖角”

■本报记者 杨琪 通讯员 孙策 胡丽



此前,不少人都只是听说中国科学院新成立了一个所,叫中科院核能安全技术研究所(以下简称核安全所),但是对该所的了解甚少。“今天很多朋友看到我们已取得的一系列科研成果时,都感到非常吃惊,因为这源自一个拥有300余人、人均年龄不到30岁的年轻的研究所。”核安全所负责人吴宜灿研究员自豪地说。

虽然“年轻”,但核安全所团队已在前期取得了一系列成果,国际影响力一直在不断提升。沿着既定规划,它步伐稳健,迅速成长为核能安全领域一支具有国际先进水平并逐渐发挥重要影响力的队伍。

强强结合 应势而生

2011年9月28日,由中科院合肥物质科学研究院(以下简称合肥院)和中国科学技术大学联合共建的中科院核能安全技术研究所正式揭牌成立,时任合肥院等离子体物理研究所副所长兼中科大核科学技术学院副院长的吴宜灿,受命牵头整合两个单位核能相关专业的优势力量,负责筹建核安全所。

“虽然核安全所所龄很短但团队前期实力积淀雄厚,它在原有多学科交叉先进核能技术研究团队—FDS团队研究基础上成立,FDS团队十余年的厚实积淀在两个共建单位的推动下注入核安全所,促其顺利启航。”吴宜灿向《中国科学报》记者介绍。

“以往国内核能安全技术研究较为分散比如等问题暴露出来或者急需时,大家才着手开展打补丁式的工作。目前大部分研究都是针对核能领域所需现实服务而开展,缺乏长远而深入的基础性研究。”吴宜灿多年从事先进核能技术研究,颇为感慨。

“在日本福岛核事故发生后,国家越来越重视核安全问题,同时,中科院介入核能领域,主要定位之一逐渐明晰在核能安全技术,我们研究所也顺势而生。”吴宜灿说。

目标明确 重任在肩

核安全所的定位与目标是中科院新增战略部署之一,研究所成立之前,中科院已将其“一三五”战略规划明确。

“核安全所的三大战略目标是核能安全领域

的研、学、产”,不久前,在核安全所主办的核能安全技术高峰论坛上,吴宜灿向国内外学者专家详解道:

“研”即研究,研究所以基础研究为主,旨在利用多学科交叉优势,建设核能安全领域国际先进水平基础研究基地。

“学”即人才培养,研究所通过强化科研与教学相结合,建设核能安全专业创新型高端人才培养中心。

“产”即综合服务产业化平台,研究所联合国内外相关优势力量,建设成为核电站及其他核设施安全技术综合支持平台及第三方评价机构。

近期,核安全所将重点围绕中科院战略性科技先导专项“未来先进核裂变能—ADS嬗变系统”项目和大型国际科技合作计划“国际热核聚变实验反应堆(ITER)”等重大科学研究计划,开展先进反应堆的设计和关键技术研发;同时,围绕核电站及其他核设施安全密切相关的问题,重点针对中子物理与辐射安全、核材料与设备安全、核热工与事故、核能软件与仿真、核能化学安全、核应急与公共安全等领域的关键科学技术问题开展多学科交叉的基础性、前瞻性、战略性研究并带动相关新型交叉学科发展。

强化基础 步伐稳健

吴宜灿说:“核安全所重点关注与核安全相关的科学技术问题,我们将不断强化基础研究。”

核能技术通常分为前端、中端及后端三部分,前端即核燃料供应,后端为核废料处理,中端则是核能发电。

自上世纪80年代以来,我国核电事业有了长足发展,核电技术取得很大进步,核工业规模不断扩大,“要实现核能长期安全高效发展必须依靠三方面保证——前端有足够的核燃料供应,后端解决好核废料处理问题中间则是保证核能发电全过程中的安全”。吴宜灿指出。

核安全所是ADS项目的主要承担单位之一,全面负责ADS系统的核心装置“铅铋反应堆”的设计研制工作,引领中国加速器驱动铅铋冷却反应堆和第四代铅冷快堆研究方向。目前核安全所已创造性地设计了自然循环临界/次临界双模式运行铅铋冷却反应堆CLEAR-I,可在同一座装置上开展第四代铅冷快堆和ADS系统耦合集成技术研究,正在进行反应堆工程设计和

关键技术研发。为开展ADS及第四代铅冷快堆关键技术验证工作,核安全所正在建造世界上参数最高、功能最全、技术最先进的液态重金属技术综合实验平台,已完成了大型铅铋技术实验回路KYLIN-II主体建造。

同时,凭借依托的研究团队长期从事聚变核技术与材料研究所积累的优势,核安全所在聚变系列先进反应堆概念设计、聚变核安全研究、聚变堆液态金属包层研发、聚变堆结构材料研制等方面也处于国际领先水平,完成了十余项国际热核聚变实验堆(ITER)核设计与安全评价合作项目课题以及ITER-DFLL实验包层模块安全分析,正推动建立建设我国聚变堆核安全评价体系。

“另外在核能软件与安全仿真技术方面我们具有独特优势。”吴宜灿告诉记者。核安全所自主研发了涉及核能系统基础物理问题模拟、设计交互与优化以及多过程综合集成仿真等3大类20余款核能专业软件。

引才聚贤 蓄势待发

合肥院与中科大联合共建核安全所,“两家单位都给了我们很多支持”。吴宜灿表示。

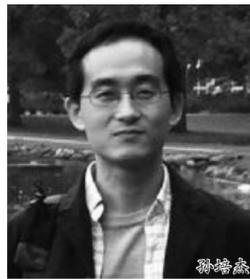
合肥院在人才引进指标、研究平台建设和办公场地等方面给予了“特别支持,让我们非常感动”。中科大从研究生培养和指标等方面为核安全所提供了支持,所内在读的各年级中科大编制的研究生已超过100人。

“近年来,国际核能领域出现短暂的人才过剩的现象,这正是我国引进人才的良机。”吴宜灿表示。目前,已经有4位“千人计划”专家到核安全所工作。

“此次高峰论坛的另一宗旨就是吸引人才。”在论坛上,一位来自美国的专家被核安全所的年轻人围住,探讨前沿学术问题。

这位专家被热情的核安全所人深深打动,并将于近日正式加入该所,核安全所引才的愿望正在实现。“近期我们还将陆续引进数位‘千人计划’专家。”吴宜灿介绍。

实现核能安全高效发展是一项长期、复杂、艰巨的任务,需要扎扎实实地做好各项工作。作为中科院研究所中首个以核能命名的研究所,也是我国首个直接面向核能安全基础研究这一重要方向的研究负责人,吴宜灿坚信,这个崭新的研究所将在我国核能研究中大有所为。



“能势特效应在整个凝聚态物理实验研究中都很少引起人们的关注,中国科学院物理所研究员孙培杰指出其主要原因:一是能势特信号不容易测量,二是能势特效没有很好的理论基础,信号很难定量和定性分析。

从德国马普固态化学物理研究所到中国中科院物理研究所,孙培杰将他在马普固态化学物理研究所从事的重费米子(或叫重电子)热输运性质的研究也一并带回。

尽管在国际上,同行对重费米子现象的研究已经深入,很多前沿的研究手法都已经应用到重费米子领域,但中科院物理所研究员孙培杰还是希望通过设计一种新的实验手法,即能势特效(能势特效是在磁场下,当有热流通过导电材料时,会在热流及磁场的垂直方向产生电动势的现象)来重新研究这一问题,进而揭开重费米子材料巨大热电效应的面纱,探索新型的热电材料。

一项传统的研究

在微观世界,原子、分子、离子、电子等大量粒子,在很强的相互作用下形成凝聚态。凝聚态物理主要研究固体材料的微观结构、动力学过程及其与宏观物理性质之间的联系。

“重费米子现象是凝聚态物理的一个传统研究领域,含有丰富的前沿物理问题。”孙培杰在接受《中国科学报》记者采访时表示。

重费米子现象通常出现于含有稀土或锕系元素的化合物中,在热力学、输运、磁性等实验上表现出巨大的电子有效质量。这一现象是典型的电子间相互关联效应,其微观原因是传导电子和局域磁性电子之间的近藤散射以及由晶格周期性导致的近藤散射的位相干性。

孙培杰介绍道,近藤散射是磁性原子对电子的共振散射,这一过程对很多材料物性都有较大的影响。重费米子材料简单地讲就是在这一共振散射的过程中,所有很轻的电子披上了一层由磁性原子提供的厚重外衣。这就是为什么会观测到重电子的微观原因。

目前,对于重费米子现象的理解为很多电子强关联效应的研究,包括高温超导的发展奠定了基础。在凝聚态物理研究方面,重费米子超导体一直是被关注的对象。此外,重费米子化合物的量子临界现象以及非费米液体现象也是目前国际上的研究热点。

然而,在理论方面,关于这类化合物的近藤散射过程如何演变为低温下重费米子结构,目前仍旧存在分歧。这一过程中,重费米子材料表现出巨大的热电效应,热电系数可以达到普通金属的上百倍。也就是说,该类材料里的一个微小温度梯度就可以产生巨大的电压,这一点,正是热电材料得以应用的基础。微观上重费米子材料的巨大热电效应究竟和近藤散射有什么关系,目前还没有一个明确的答案。

坚守自己的领域

谈及关注的重费米子状态下热性能,孙培杰指出,早在两年前,自己还在德国马普固态化学物理研究所的时候,就开始着手这项研究。当年遇到的一个困难在于如何设计实验,把电子的近藤散射过程和热电效应联系起来。但这项难题仅花了半年时间就取得了成果,孙培杰成功设计了一套可以在低温和磁场下运行的热电交叉测量仪器。

另一个困难来自同行的不理解。“具体说来,大家已经认为重费米子化合物的热电性质就是由巨大的重费米子质量造成,很多文献也都这么说,你为什么偏偏要怀疑这一点呢?”

这也是孙培杰来到物理所,还继续选择与德国马普固态化学物理研究所合作的原因,因为那里有他的导师,非常规超导和重费米子研究的奠基人, Frank Steglich 教授。

德国马普固态化学物理研究所拥有宽松的科研氛围,在这样的环境下,以及 Frank Steglich 个

人对年轻人想法的鼓励和包容,让孙培杰在近两年的时间里,能坚持这项在多数人看来没有必要再研究的课题。

来到中科院物理所,孙培杰发现这里同样有灵活的科研机制和不断加入的新生力量,结合马普所坚守自己的研究领域,做世界最好的科研优势,孙培杰最终在导师和同事的帮助下,得到了同行的认可。

不久前,孙培杰和 Frank Steglich 合作,采用自己所设计的热电输运测量手段,在重费米子化合物近藤散射的观察上取得了重要进展。他们通过构建精密的低温磁场下输运测量系统,在国际上首次用能势特效对近藤散射过程的能量非对称性进行了研究。

研究结果明确揭示了在广域温区范围内,重费米子体系中近藤散射过程的局域性,以及近藤散射的能量非对称性是控制巨大热电输运的微观原因,而不需要再考虑重电子本身。

用孙培杰的话概括,重费米子材料之所以有巨大热电效应,重费米子本身并非是关键因素。当我们通过能势特效脱去重费米子厚重的外衣后,发现了电子的散射过程具有巨大的非对称性,即高能量和低能量电子的散射时间明显不同。这一点才是巨大热电效应的真正原因。因为这一研究手法可以简单地分离出电子关联材料里的特殊散射过程对热电效应的影响,所以结果对研究强关联化合物中异常热电效应、预言基于电子关联的新型热电材料将起到积极作用。

一个全新的思路

“虽然很多前沿的研究手法都已经被应用到重费米子领域,但很少有人能用能势特效来研究这一问题。”孙培杰说。

能势特效应在整个凝聚态物理实验研究中都很少引起人们的关注,孙培杰指出其主要原因一是能势特信号不容易测量,二是能势特效没有很好的理论基础,信号很难定量和定性分析。

孙培杰的研究首次把重费米子的能势特信号和近藤散射的能量非对称性联系起来。

这项研究的意义首先是给近藤散射效应提供了一个新的探测手段,其次是首次意识到在重费米子化合物中,由近藤散射引起的异常霍尔效应和巨大热电效应,以及能势特效之间应该符合一个定量关系,即热电系数=能势特系数/霍尔迁移率。

这个结论意味着,我们可以明确地预测在什么样的材料里,由电子散射过程引起的热电效应会很大。孙培杰希望自己的发现能在探索新型热电材料方面提供一个全新的思路。

热电材料可以回收汽车、发电厂等废热用以发电;相反,也可以用来制冷,构建基于热电材料的冰箱。“传统理论从电子的能带结构来预测材料热电性质,而我们提供了一个全新思路。当材料具有一个明显非对称的散射过程时,其热电性质就不再受传统理论限制。”目前,孙培杰已经发现这一系列散射效应很明显的材料。

脱去厚重「外衣」 探索新型热电材料

■本报记者 沈春蕾

动态

第二届青年天文论坛在昆明举行

本报讯8月4日,由中国科学院云南天文台主办的第二届青年天文论坛在昆明顺利闭幕。本届会议上,大家分别就天文方法、行星、太阳、恒星、星系、宇宙学、高能及国内的大型望远镜等相关领域进行了讨论。

青年天文论坛由中科院青年创新促进会国家天文台小组倡导发起,目的是搭建一个青年科研人员研讨天文学前沿的平台,为有志从事天文学研究的青年人提供一个平等交流、畅所欲言的合作氛围。云南天文台台长韩占文结合自身成长经历,勉励青年学者克服困难,潜心学术。

青年论坛发起者之一、中科院国家天文台副研究员郑永春告诉记者,青年天文论坛是一个完全由青年人主办的学术交流平台,论坛学术讨论环节完全由青年学者主持,他们开放和包容不同的学术思想,激发了更多的有效讨论和深入思考,使青年天文论坛得以始终聚焦在科学问题上。(傅利)

政策所 在国际沙漠论坛发布研究报告

本报讯日前,第四届库布其国际沙漠论坛在内蒙古鄂尔多斯市库布其召开,其间发布了中科院科技政策与管

理科学研究所与联合国环境署、澳大利亚联邦科学与工业研究组织合作的研究报告——《中国资源效率:经济学与展望》。

报告的新闻发布会由联合国环境署早期预警司司长 Peter Gilruth 主持,政策所研究员陈劲锋就报告的内容进行了简要介绍,联合国副秘书长、联合国环境署执行主任 Achim Steiner 出席新闻发布会并作了讲话,还将报告赠予国家部委有关部门领导。

《中国资源效率:经济学与展望》报告是在政策所参与的联合国环境署报告——《亚太地区的资源效率:经济学与展望》基础上开展的中国国别研究报告。该报告的主要内容是对中国的资源利用模式、资源效率、资源利用驱动因子、温室气体排放和资源效率政策等方面进行了深入分析。(雨田)

“生物安全法律法规与标准研究课题研讨会”召开

本报讯8月2日至4日,由中科院武汉病毒所郑店项目办组织的第二届“生物安全法律法规与标准研究课题研讨会”成功召开。

参与生物安全课题研究的中科院武汉病毒所郑店项目办团队成员、中科院武汉文献情报中心情报研究部和标准分析研究中心的青年科研骨干20余人参加了会议并做专题汇报。会议总结了近两年来郑店项目办生物安全法律法

规和标准研究团队在中法两国生物安全/生物安保立法以及生物安全实验室技术标准比较分析研究的国际合作成果,交流了生物安全管理方面的国内外发展现状与最新趋势,并紧扣郑店实验室安全运行的实际需求就对上专项申报、专著撰写、论文发表、管理体系文件编制、标准体系建设、人员培训以及10月份病毒所承办的第六届世界高等生物安全实验室主任会议(GOHLCD)等工作进行重要部署。(刘汝 谢薇薇)

广州生物院启动“干细胞与生物医药领域云”项目

本报讯8月5日,中科院“十二五”科研信息化专项“干细胞与生物医药科技领域云”项目启动会在中科院广州生物医药与健康研究院举行。

生物院副院长邢雪荣介绍了生物院建设发展的基本情况。信息情报中心陈朝明代表项目组汇报了项目的整体规划、总体目标、项目内容、考核指标、关键问题以及已开展的工作情况。

与会专家希望该项目作为领域云的示范项目,不仅能在国内为广大干细胞与生物医药工作者所使用,更能成为国际上有影响力的专业领域平台。

与会专家还对项目的责任、标准规范、平台的用户体验等各个方面提出了具体要求,并就数据整合与共享、数据分析应用、文献资源服务、项目的可持续发展和组织协调等问题进行了讨论。(沈春蕾)

报告

成都山地所 福岛土壤里的放射性铯行为

8月9日,日本东京大学大学院、农学生命科学研究科、生物环境工学专攻环境地学研究室教授西村拓到访中科院成都山地灾害与环境研究所,作了题为 Behavior of radioactive Cs in Fukushima soil 的学术报告。

西村拓主要从事土壤水分运动与溶质迁移、冻融侵蚀研究,尤其在有机肥施用对土壤水力学性质和碳循环的影响、非饱和条件下土壤水、热和溶质迁移的模型模拟研究方面取得了显著的成果。

软件所 以假设为基础的论证决策

8月8日,由综合信息系统技术国家重点实验室和中科院软件所青年联合会共同主办的专题报告会举行,报告会邀请到英国帝国理工学院博士樊修逸,并进行了题为 Decision Making with Assumption-based Argumentation: A Medical Case Study 的学术报告。

报告中,樊修逸以有关辩证逻辑问题入手,介绍了辩证逻辑的研究现状和辩证逻辑应用于智能决策的相关内容。同时,他还对使用辩证逻辑及逆行医学文献检索、显示的案例研究作了说明,他认为使用逻辑决策技术,不仅可以选择决策,也给出了一种基于论证理由选择的决策,该研究可以开辟各种逻辑与智能决策的研究机会。

昆明动物所 共生入侵与返入侵

8月7日,中科院动物所研究员孙江华研究员莅临中科院昆明动物所,并作了题为《共生入侵与返入侵——以红脂大小蠹为例》的学术报告。

其研究结果解析了化学通讯在红脂大小蠹寄生识别和种群进攻中的调控机制,明确了红脂大小蠹生物学、行为学和生态学特性,揭示了红脂大小蠹入侵来源及其潜在风险。报告中还展示了根据上述理论研发的以信息素为核心的综合监测防控技术体系及该体系在我国取得的防控实效。(雨田整理)