



古场坝的“三天”

■本报记者 李思辉 通讯员 王以豪

古场坝,鄂西南山区小村,属湖北恩施市龙凤镇管辖,平均海拔 700 多米。过去 5 年,中国科学院武汉分院(以下简称武汉分院)派出科学家工作队驻村帮扶,助力当地乡村振兴。春节前,《中国科学报》记者从武汉出发,进村采访调研。

“稀客,稀客!天寒,赶紧来屋里烤烤火!”说话的是古场坝村支书胡环志,一个精瘦、干练的老党员。进了屋,大伙围着炉子坐下。

“这位是吴黎芳,她负责村里的鸡场管理;这位是龙凤镇党委委员胡泉雄;对了,这位是欧阳祉祺,招商引资来村的晒尚仁公司总经理……”胡环志一一介绍。

“山村里也有招商引资的企业?”记者问。

“有啊!而且是科学家帮我们招商引来的!”胡环志说。

昨天:引来投资破困局

那是 2021 年 7 月,按照中央和湖北省委、省政府关于乡村振兴工作的部署,武汉分院启动驻古场坝村乡村振兴帮扶工作队。武汉分院在系统内相关研究所选拔精兵强将,组成驻村工作队,开始常驻古场坝。

宗三林是最早进村的工作队队员之一,已在村工作近 5 年。在此之前,他是中国科学院武汉病毒研究所的高级工程师,长期从事科研工作。驻村后,他和其他队员一道,以做科研的态度,迅速开展调查研究,很快发现古场坝一些亟待破解的困局——村集体无稳定收入,难以解决各类发展难题;村民在岩石裸露的零散山地间辛勤耕作,但包括晒在内的资源禀赋没能开发和变现。怎么办?招商引资!

“古场坝山清水秀,真不错!我来了都不想回城市了,你也一定要来看看!”在宗三林的再三邀请下,一些投资人从广州等地赶来参观。全面了解当地的地理气候、山区环境、富硒资源之后,宗三林的一位大学校友决定投资。

“公司领导看重校友情谊,更看重这里良好的生态环境、淳朴的民风以及科学家的加持——中国科学院的科学家长期驻扎在这里,我们的项

目有科技支撑。”欧阳祉祺说。

招引来的企业先是流转了村里一座几乎被撂荒的山岭,名曰“华山”。他们借助骡、马等工具运输生产资料上山,在远山深处建成 60 多亩高山藤茶基地。

在宗三林的动员下,这家企业又追加投资,租下村集体此前闲置的 15 座塑料温室大棚,开展设施农业种植。

有了农业项目、企业投资,闲置的土地被盘活了。村民流转土地有租金,村里富余劳动力有务工收入,村集体也有了收入。

在项目现场,欧阳祉祺告诉记者,他们公司过去 3 年投入资金 300 万元,为 40 余户村民带来土地租金及务工收入约 120 万元,老百姓切实受益。

“项目是我们招来的,一定要能赚钱才好,不然我过意不去。”宗三林告诉记者。好在经过几年的深耕,企业投资已经开始产生收益。去年,他们售出价值 240 万元的高端礼品藤茶,另库存价值约 60 万元的藤茶,发展势头不错。

今天:万只鸡场将欲出

土鸡是很多人喜爱的美味,古场坝自古就有散养“走地鸡”的传统。不能开展林间规模养殖;科学家从土壤气候、养殖技术、林间管理、卫生防疫等多维度综合评估,判断这一产业可行。

武汉分院驻古场坝村工作队第一书记李新伟介绍,武汉分院支持村里完善山区立体种养循环农业新模式,即在继续发展柿子种植的基础上,在柿园采用生态种养结合方式散养土鸡,同时改良酿酒工艺提升柿子酒品质,打造“柿子+柿子酒+走地鸡”的“古场坝村”特色品牌产品。

思路对了,经济效益很快凸显出来。(下转第 2 版)



在“极端”条件下创造科学的无限可能

■本报记者 韩扬眉

发现分数量子反常霍尔效应和里德堡莫尔激子态,解决超导量子计算难题,攻克国产无液氮稀释制冷机和极高温超导材料等关键实验技术……

在这一系列突破背后,有一个共同的“助力者”——中国科学院牵头建设的综合极端条件实验装置。

“十四五”期间,综合极端条件实验装置正式建成。它包含位于北京怀柔科学城的极端条件物性表征系统、极端条件量子态调控系统、超快条件物质研究系统,以及位于长春吉林大学校区的高温高压大体积材料研究系统等。实验装置的关键和核心指标均实现自主可控,处于国际先进水平。装置采用边建设、边运行的模式,从 2022 年 1 月部分设备投入试运行以来,科学家通过“走极端”——利用极低温、强磁场、超高压、超快光场等极端条件,探索物质科学奥秘,不断拓展科学认知。

如今,装置已进入平稳运行期。“综合极端条件实验装置使我们可以更广阔的范围内,探索新的科学现象,发现新的物质状态,造福人类社会。”综合极端条件实验装置首席科学家、中国科学院物理研究所(以下简称物理所)怀柔研究部主任吕力说。

拓展认知

从北京怀柔上空俯瞰,绵延绿意中有一个建筑群引人注目。这里占地 4.8 万平方米,是综合极端条件实验装置所在地,也是怀柔科学城第一个开工建设的国家大科学装置。

物理学的发展促进人类认识自然并造福人类。然而,随着理论模型、实验技术的进步和发展,要想取得新突破,需要将实验条件推向极限状态。在极端条件下,材料会表现出常规条件下无法呈现的特征物性,可能会揭示自然界的基本规律、物质新状态等。

事实上,自 1985 年以来,科学家利用一种或多种极端条件取得多项获得诺贝尔奖的创新成果,如整数量子霍尔效应、激光冷却原子、阿秒光脉冲及电子动力学方法等。“借助综合极端条件取得创新突破,已成为科学研究的一种重要范式。”吕力说。

在新一轮的科技竞争中,中国科学家必须争取“先发优势”。物理所深知作为国家战略科技力量成员,肩负着重要的使命担当。

综合极端条件实验装置建成了从材料制备、结构和物性表征,到综合极端物态调控,再到器件制备和性能测



吕力(前排左一)团队在极低温强磁场量子输运和调控实验站进行研讨。 物理所供图

试的全链条一站式研究平台,包括物性表征平台、量子调控平台、超快动力学表征平台和高温高压大体积材料研究平台 4 个实验平台,形成解决凝聚态物理重大科学问题的建制化研究平台。

“探索过程就像‘盲人摸象’,大家一起来探索,就容易知道是大象还是其他东西。”吕力说。

不论资排辈

创造极端条件,需要一批“走极端”的人。物理所研究员周睿就是其中代表。

周睿从物理所博士毕业后,前往法国国家科学研究中心国家强磁场实验室深造。那时,综合极端条件实验装置还只是纸上勾勒的“蓝图”。在法国 3 年半,周睿开展了基于水冷磁体等先进强磁场技术的高温超导材料研究和装置运行维护工作。

装置建设时,周睿回国并承担强磁场核磁共振测量系统的研制任务。

“最大的难点是如何基于高温超导磁体进行整个强磁场测量系统的设计。”周睿谈及建设历程时说,“我们当时建设的这种基于高温超导材料的磁场系统,国际上没有先例但不成熟,最终没能成功运行。”

来自中国科学院电工研究所和物理所的科研人员反复讨论,边做边摸索,逐步解决了问题。最终,他们成功自主研发了高稳定度、高均匀度、26 特斯拉高磁场强度的全超导磁体。地球磁场

约为 0.5 高斯,足以牵引指南针,而超导磁体磁场是它的 50 多万倍。

不过,这还未达到装置的极限。“国外类似系统仅运行了一年就损坏了,而我们至今未出现类似故障,系统的使用边界目前仍不清晰。同时,用户也提出了高压、极低温等新需求,我们需要不断探索,一步步拓展系统的整体能力。”周睿说,他们的目标是做到世界最佳。

在综合极端条件实验装置项目中,像周睿这样的年轻人还有很多,他们像桥梁一样,一头连着科学目标,一头连着装置指标。他们致力于在更“极端”的装置上探索前沿科学。

这些“走极端”的人突破了多项关键“卡脖子”技术,创造了低于 1 毫开尔文的极低温、大于 300 吉帕的超高压、高至 30 特斯拉的全超导磁体、短于 100 阿秒的超快光场等极端物理条件。

他们放开手、大胆干也得益于物理所的科研文化。“不论资排辈,只要你说得对,所里就支持你去做,不管你的资历和年龄。”周睿说。

科学家手中的“利器”

装置边建设边运行,累计开展了千余个课题的研究,开放机时达 42.8 万小时。如今,综合极端条件实验装置已成为凝聚态物理领域科学家手中的“利器”。

2023 年 6 月 30 日,物理所特聘研究员许杨回国正好两年半,他的团队与合作者在《科学》发表了一项重要研究

成果。他们首次在实验中观测到了里德堡莫尔激子态,系统展示了对于高阶激子态的可控调节和空间束缚,为实现基于固态体系的里德堡态在量子科学技术领域的应用提供了潜在途径。

事实上,这原本是他并不看好的“备胎”课题。那时,许杨一直想用光学的方法对转角石墨烯中的量子物态进行实验验证。然而,由于各方面条件不成熟,他并未将此作为研究重点,指导学生在做其他研究时“搭”着做了一部分实验。一天,学生意外测得了一个“波浪形”的异常光谱,并确认这不是差错造成的假象,认为背后一定有真实的物理机制存在。这为后来的“里德堡莫尔激子态”的发现奠定了基础。

这一实验便是在装置拉曼实验站上完成的。拉曼实验站为实验提供了测量所需的低温强磁场样品环境、改造电子学测量所需的电极部分、辅助搭建光路测量中所需的光路等。

上海交通大学物理与天文学院副教授李昕昕 2021 年回国。团队初建,因缺少实验设备,他们无法开展极低温测量实验。

随后两年里,他和团队成员多次往返上海和北京。2023 年,他与美国团队分别独立发现“分数量子反常霍尔效应”。这一发现的核心数据是在装置亚毫开实验站的先进量子调控测量系统上获得的。实验站提供了极低温测量环境,同时通过严格的电磁屏蔽、滤波和接地处理,有效抑制了空间环境的电磁噪声,使整套测量系统的电压噪声降至 10 纳伏特以下,为观测分数量子反常霍尔效应提供了关键条件。

类似的成果不断涌现,综合极端条件实验装置持续助力前沿科学发展,创造无限可能性。

大科学装置的本质是“开放共享”。如今,综合极端条件实验装置立足国内,面向全球开放,国际知名物理学家称其“在国际凝聚态物理界发挥着至关重要的作用”。

“这里已经成为国际科技合作与交流的重要平台。未来,我们期待催生新的研究方向和科学问题,吸引并培养一批优秀人才,为我国极端条件下的物质科学研究提供坚实的人才保障。”吕力说。

有了“利器”,还需要大量的数据支撑。团队在肺癌的肺转移小鼠模型中获取 3000 多个转移灶样本,进行系统的实验分析和验证。

“这项技术的核心在于能够进行高通量分析,可同时解析数百种基因对肿瘤免疫微环境的影响。”王广川说。

直击源头,攻破免疫屏障

在 CLIM-TIME 的帮助下,研究团队系统分析了 391 种临床上常见的肿瘤抑制基因驱动形成的转移微环境,并根据不同特点将肿瘤微环境划分为 7 种类型。

比如,DNA 损伤修复基因缺失形成的转移微环境中,有大量免疫细胞“入驻”,肿瘤对免疫药物“敏感”;而另一种导致 Hippo 通路中转录激活因子 YAP 蛋白激活的抑制基因缺失,则会形成“髓系细胞富集但 T 细胞排斥型”转移微环境,肿瘤对免疫药物“反应迟钝”,免疫治疗效果有限。(下转第 2 版)

“十四五”科技答卷

揭示肿瘤“免疫围墙”形成机制——他们用五年时间攻克转移瘤耐药难题

■本报见习记者 江庆龄

2021 年 1 月,王广川离开了工作 5 年的美国耶鲁大学,加入中国科学院分子细胞科学卓越创新中心(以下简称分子细胞卓越中心)任研究员,开展肿瘤免疫逃逸机制和免疫治疗相关研究。

彼时,他心里带着一个疑问:肿瘤在转移过程中会形成独立的转移灶,对应特定的肿瘤微环境,而这一独特的“生态系统”直接影响免疫治疗的效果。这背后的机制是什么?

依托分子细胞卓越中心在生命科学前沿基础研究与应用基础研究方面的积淀,王广川一边组建实验室,一边找帮手。他了解到,陈洛南团队在生物信息领域深耕多年,景乃团队具有基于激光显微切割的转录组测序技术方面的优势。一个联合团队很快组建起来。

随着项目稳步推进,他们搭建起一套新型技术平台——空间 CRISPR 筛选与激光显微切割诱导的转录组测序解析肿瘤免疫微环境(CLIM-TIME)。基于该平台,研究团队首次在高通量尺度上建立了“肿瘤内在遗传扰动—微环境结构—免疫治疗效果”之间的因果联系,新发现的微环境重塑分子有望为解决

转移瘤耐药难题提供新策略。近日,这项研究成果发表于《细胞》。

“利器”在手,迈向高通量空间解析

人体内存在一支精密运作的“护卫队”——免疫系统。它们持续巡逻,识别并清除异常细胞,维系机体稳定。但在一些特殊情况下,比如遇到肿瘤时,“护卫队”会陷入被动。

早在 1968 年,科学家便发现了“赫斯特罗姆悖论”——淋巴细胞在体外可以有效识别并杀伤肿瘤细胞,但在体内却无效阻止肿瘤的发展。

现在,人们已经明白,影响淋巴细胞发挥作用的除“免疫检查点分子”外,另一个关键因素就是肿瘤微环境。可以说,肿瘤微环境是肿瘤细胞赖以生存的“生态系统”,不仅影响肿瘤转移和发展,也在很大程度上决定临床疗效。近年来,免疫检查点抑制剂和 T 细胞疗法等免疫治疗手段为许多肿瘤患者带来了希望,但这些疗法在多数实体瘤中的总体响应率仍然有限。

“肿瘤微环境是限制实体瘤免疫治疗效果的一个关键障碍。”王广川说,肿瘤好

比犯罪分子,周围正常的细胞是普通民众,免疫 T 细胞就是警察。肿瘤微环境像一堵无形的围墙,阻挡免疫 T 细胞“缉拿”肿瘤细胞。此外,即便进入了肿瘤内部,由于各种抑制性因素存在,免疫 T 细胞也不能有效识别和清除肿瘤细胞。

换言之,肿瘤可以通过遗传突变“改造”特定微环境并形成免疫屏障,导致免疫治疗效果有限。

那么,这是如何实现的?

此前,已经有不少团队开展“点”上的研究。他们从某个或几个与肿瘤微环境相关的基因着手,使人关于免疫治疗与肿瘤微环境之间关系的认知不断提升,部分工作已向临床推进。

王广川和合作者则想从更宏观的角度切入——将肿瘤微环境视为一个整体,通过探究其形成规律,解析肿瘤微环境导致免疫治疗耐药的机制。

王广川表示:“肿瘤在转移过程中,每一个肿瘤细胞都会形成自己独立的微环境。如果对每个细胞进行不同的基因敲除或者扰动,就可以研究相应的微环境特征,以及微环境与免疫之间的关系。”

CLIM-TIME 应运而生。该平台集成了空间扰动筛选、免疫荧光染色、转

录组测序等技术,无需对所有样本进行单细胞测序,即可实现对肿瘤微环境的高通量空间解析。

有了“利器”,还需要大量的数据支撑。团队在肺癌的肺转移小鼠模型中获取 3000 多个转移灶样本,进行系统的实验分析和验证。

“这项技术的核心在于能够进行高通量分析,可同时解析数百种基因对肿瘤免疫微环境的影响。”王广川说。

在 CLIM-TIME 的帮助下,研究团队系统分析了 391 种临床上常见的肿瘤抑制基因驱动形成的转移微环境,并根据不同特点将肿瘤微环境划分为 7 种类型。

比如,DNA 损伤修复基因缺失形成的转移微环境中,有大量免疫细胞“入驻”,肿瘤对免疫药物“敏感”;而另一种导致 Hippo 通路中转录激活因子 YAP 蛋白激活的抑制基因缺失,则会形成“髓系细胞富集但 T 细胞排斥型”转移微环境,肿瘤对免疫药物“反应迟钝”,免疫治疗效果有限。(下转第 2 版)

耗资 1 亿美元!“北冰洋 2050”项目启动



本报讯 未来 10 年,挪威科学家将从斯瓦尔巴群岛出发,面向北极海域的极点方向展开科考。他们将动用卫星、水下无人机和一艘科考破冰船,研究这片快速发展的区域。

据《科学》报道,这个为期 10 年、耗资 1 亿美元的“北冰洋 2050”项目近日在北极前沿大会上正式启动。这是挪威有史以来规模最大的研究项目,也是在第五次“国际极年”(IPY-5)框架下启动的首个项目。“国际极年”是一项全球极地研究行动,一般按照每半个世纪一次规划。不过,因极地气候可能发生不可逆变化,IPY-5 定于 2032 至 2033 年举办,距上一届仅相隔 25 年。

“IPY-5 可能是在北极地区看到夏季海冰的最后的一届了。”美国马萨诸塞大学阿默斯特分校的 Julie Brigham-Grette 说,“我们真的需要为过去 25 年间气候的变化程度建立基

准数据。”

IPY-5 已正式启动,重点包括与原住民社区建立更公平的研究伙伴关系、研究北极气候变化的社会影响,以及利用人工智能解析海量数据。

更多项目仍在规划中。除“北冰洋 2050”外,德国阿尔弗雷德·魏格纳研究所及其国际合作伙伴正筹备“南极同步计划”,将于 2027 年在南极和南大洋开展一系列实地考察。(王方)



挪威科考破冰船“哈康王储号”将参与一个大型北极研究项目。图片来源:HELGERUD