



管晓宏

杰青项目赋能复杂「交响乐」有了「指挥棒」

■本报记者 甘晓 杨曦

类型以及各类负载,其规模之大、结构之复杂在当时全球范围内位居前列。

在管晓宏看来,当时尽管风电和光伏发电尚未形成规模,但西北地区电力系统的协调优化已面临严峻挑战,尤其是黄河流域的水火电协调优化调度,复杂度远超美国同类系统。

“解决这个问题是国家重大需求,对我国国民经济发展有着重大意义。”管晓宏表示。

经过严格评审,管晓宏顺利获得杰青项目资助。在杰青项目资助下,他带领团队迎难而上,综合考虑各种电源特性和负载需求,力求在保障稳定供电的同时,实现电力系统资源的高效利用和成本的有效控制。

最终,通过不懈努力,他们提出的电力系统优化调度理论和在复杂性与创新性方面达到了世界一流水平。

令管晓宏感到欣慰的是,这项成果不仅解决了西北地区电力系统面临的难题,也为我国能源行业的可持续发展开辟了新路径。

如今,回顾杰青项目的研究成果,管晓宏认为,这项研究与当前倡导发展绿色生产力的理念不谋而合,尤其在实现“双碳”目标方面,其价值越发凸显。

“面向未来,随着原有问题的解决,应当把重点转向如何有效整合可再生能源,以及应对储能技术突破等高度不确定的挑战。”为此,他提出了“氢能零碳智慧能源系统”,并担任国家自然科学基金重大项目“含氢多能源供需系统协同运行的基础理论与关键技术”负责人。

2022年7月,他带领团队在陕西榆林建成了世界领先的氢能零碳智慧能源站并投入使用,实现了零碳和经济性的双示范。

见证与书写历史

回忆起20多年前申请杰青项目的点滴,管晓宏至今仍记忆犹新。那时,距离他从美国当时最大的电力公司太平洋燃气与电力公司辞职回国工作刚刚两年。

“当时杰青项目启动不久,我刚回国,对项目的相关事宜不了解。”管晓宏回忆说,“我对答辩一无所知,对答辩的要求、流程、重点完全没有把握。”

一个小插曲是,1997年夏天,正在国外参加学术会议的管晓宏突然接到答辩的通知。他迅速行动,马上订票,直飞北京,又马不停蹄地转机前往兰州。答辩结束后,他从兰州返回西安的途中,经历了一个特别的历史时刻——乘坐我国最后一班由“图-154”客机执飞的航班,见证了我国航空史的重要时刻。

他记得,答辩现场没有如今的电脑PPT演示,演讲材料都印刷在透明胶片上,需要通过投影仪逐页投射在屏幕上。就在这样的答辩条件下,管晓宏书写了自己科研生涯中的一段重要历史。

答辩中,由我国著名系统科学家于景元等组成的评审专家组对管晓宏的研究工作给予了高度评价,认为他的研究植根于国内的实际应用场景,其复杂性甚至超过国外案例,保证了未来产出的创新性和实用性。

“这些此前出现在教科书中的专家的认可,不仅是对我个人工作的肯定,更是对我未来科研方向的支持。”管晓宏表示,“这坚定了我国家自然科学基金资助下开展更深层次研究的决心。”

艺术启迪科学人生

作为一位科学家,管晓宏深受艺术的影响。少年时期,他只上了四年小学和一年半小学附设的初中班。

在没有任何家人从事艺术工作的情况下,管晓宏不知道从哪里获得了“艺术细胞”,找家里要了几块钱买了竹笛,学吹笛子且无师自通,进步还很快。

就这样,不满15岁的管晓宏,有幸以笛手身份由临时工转正成为工厂的正式职工,后来当了木工、钳工、车工,其间自学了初中和高中中的数理化学全部课程,最终在1977年恢复高考时脱颖而出,被清华大学录取。

“我感谢音乐,第一次改变了我的命运;1977年恢复高考,则彻底改变了我的命运。”他曾在接受媒体采访时说。

管晓宏善于反向思考,这一思维方式不仅助力他解决科学研究中的困难与挑战,也为探索艺术与科学的交叉结合提供了新机遇。真正以科研为职业后,他依然坚持以艺术启迪科学。

管晓宏团队发现,音乐旋律的统计特性与自然界现象和工程系统呈现相同的“幂律分布”。这促使他们深入探讨音乐旋律的数学本质以及作曲家创作时无意识追求的模式。在总结出音乐作曲理论中的3个数学特征后,他们构建了一个新的数学模型,推导出音乐旋律的幂律。

基于上述研究,他们正在承担国家自然科学基金委员会交叉学部专项项目“音乐智能量化和脑科学认知研究”,期待在音乐人工智能领域取得创新成果。

近年来,管晓宏致力于通过教学实践,让学生在科学探索中融入艺术思维,从而推动创新人才培养,为社会进步贡献力量。

(杨曦单位:国家自然科学基金委员会科学传播与成果转化中心)



谢庆国

杰青项目让我挺进全数字PET「无人区」

■本报见习记者 赵宇彤

许多人“谈癌色变”,如今,科学家研制出这样一台新设备,可以更早、更快、更精准地“捕捉”代谢异常的癌细胞,实现癌症的“早筛查、早诊断、早治疗”。

这台设备是国家杰出青年科学基金项目(以下简称杰青项目)获得者、中国科学技术大学教授谢庆国带领团队自主研发的“全数字正电子发射断层成像仪”(以下简称全数字PET),也是当前最尖端的医学分子影像设备之一。

2004年,谢庆国率先在国际上提出“全数字PET”概念,并在此后的20年中,完成了从概念到系统、从原理到应用的跨越。

2014年,“数字PET成像”项目获得杰青项目资助。谢庆国认为:“杰青项目格外体现了国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)的公平性和包容性。让我这样埋头干活的一线科研工作者也能被发现、被支持,给了我们这个草根团队挺进全数字PET‘无人区’的勇气和底气。”

申报即成长

2014年6月,杰青项目答辩现场,在等待进场“考试”期间,谢庆国默默地将答辩内容“数字PET成像”在脑海中又过了一遍。

PET是正电子发射断层成像仪的简称。这种检测方法具有极高的生化灵敏度,能够“捕捉”代谢异常的细胞,在恶性肿瘤、神经系统疾病、心血管系统疾病等诊疗上具有巨大潜力。然而,传统PET技术长期被西方垄断,费用高昂,且技术原理发明后的40余年内并无突破,存在“测不准、操控难、应用窄”的问题。PET的巨大潜力始终未得到充分发挥。

2004年,针对上述问题,谢庆国另辟蹊径,在全球首次提出全数字

PET概念,创造性探索出“多电压阈值(以下简称MVT)采样法”,解决了PET领域中的关键技术难题。

经过多年攻关,全数字PET虽有了一定的技术积累,并初步完成了仪器研发,但想要进一步发展,还需要大量的经费和工程投入。

2011年,谢庆国毫不犹豫地递交了杰青项目申请书。对于“有三分机会就要全力一搏”的他而言,杰青项目的申请之路也就是成长之路。

“MVT方法是一个全新的采样理论,获得认可绝非一朝一夕的事,要将其应用于全数字PET研发,更面临工程上的巨大挑战。3年中的每一次申请,专家都给出了很多宝贵建议,我们也在不断调整修改。”谢庆国说,“直到2014年,专家才觉得整个研究架构差不多建起来了。”

2014年,谢庆国终于获批杰青项目。5位专家的充分肯定,让他更坚定了“数字PET成像”项目的努力方向——自主可控、技术成熟和高度原创。

挺进无人区

全数字PET之于传统PET,好比数码相机之于胶片相机,是一项革命性技术创新。

“全数字PET具有三大技术特性,即模块化、全计数和全数据,不仅能拓展到高灵敏度应用场景,还有望从非图像信息中挖掘更丰富的病理、生理信号。”然而谢庆国告诉《中国科学报》,他并不仅仅满足于技术原理的创新。

在他看来,尖端科学仪器既是科学发现利器,又是技术发明温室,更是学科交叉平台。在基础研究普遍依赖进口仪器的当下,自主开发仪器对引领学科发展有关键价值。

“PET作为典型医工交叉方向,技术门槛高,涉及学科领域广,想要真正实现全数字PET的应用落地,并发挥出‘人无我有’的性能潜力,对于我们这样的草根团队,好比登天。”谢庆国表示。

杰青项目给团队的支持发挥了决定性作用。“杰青项目就是我的‘天使投资人’。我们刚刚踏足这一领域时,没有跟随西方发达国家相关企业的成熟技术路线,而是开辟一条新路,此路不通,方向对不对,我心里也都是问号。”谢庆国说,“杰青项目不仅给了我们科研资金上的关键支持,还提供了学界广泛认可的权威平台以及高水平的专家资源,让我有底气、有勇气。”

2019年底,杰青项目结题时,首台临床全数字PET已经获得市场准入资质,实现了从原理创新到临床应用的突破。“与高端医疗器械动辄数亿元、数百人的投入相比,我们只用了1/10的资金,1/100的人力。”谢庆国说。

“我们贡献了评价‘全数字PET’的全新标准。以前我们描述PET产品的技术细节,都是以计算机断层扫描(CT)的排数为指标,排数越多越高级。现在大家都以‘是不是全数字PET’作为衡量PET产品先进性的最高技术指标。”谢庆国说。

应用路漫漫

在谢庆国看来,撰写杰青项目申请书本质上是提出问题的过程。科研工作者在不断回应专家质疑、修改申请书的过程中凝练研究方向,确立学术思想,这对于后续科学研究至关重要。

“在申请杰青项目的过程中,通过和专家的沟通交流,我们逐渐加深了对全数字PET的认识,有了更清晰的研究路线图。”谢庆国说。

下一步,他希望将数字PET实验室做成“百年老店”,进行跨学科、跨单位、跨国界的广泛合作,让更多的青年医生和科学家投身其中。

谢庆国表示,从事基础研究的科学家承担着更多重任。“在从‘中国制造’到‘中国创造’的发展过程中,市场和应用的矛盾逐渐凸显。由于没有过往业绩和品牌知名度,数字PET完全以市场形态走下去很难,这就需要像杰青项目这样的国家层面的支持。”

他期待,杰青项目未来能够更加注重创新生态系统的构建,例如打通创新成果的快速转化渠道,建立开放的数据共享平台和高端实验设施共享机制等。

此外,谈及近年来自然科学基金委针对杰青项目推出的改革措施,谢庆国认为:“结题分级评价及延续资助机制,放宽女性入选年龄限制等措施,都是朝着更加开放、包容和科学的方向迈出的重要步伐,尤其是实施结题分级评价及延续资助机制,更强调了杰青项目的项目属性,鼓励科研人员不断产出高质量的研究成果。”



乔俊飞

杰青项目是我科研道路的「定海神针」

■本报记者 陈彬

熟悉北京工业大学教授乔俊飞的人都知道,几十年来,他的研究课题一直聚焦于智慧环保领域,并在水污染治理与水环境保护等问题上持续深耕细作。

自2000年进入北京工业大学以来,乔俊飞依托北京市高精尖学科“控制科学与工程”,在水再生和水污染治理领域取得一系列重要突破。他先后研发出污水出水水质参数实时检测、污水处理过程优化控制系统等多项关键技术,获得近百项国际发明专利和中国发明专利,填补了行业领域技术空白。

相关技术已在国内外30余家城市污水处理厂得到应用,使污染防治的中国方案走向世界。然而,很多人并不知道,在研究城市污水治理之前,乔俊飞的科研起点其实是另一个“行业”——冷轧板带板形控制。

促使乔俊飞“跨界”的重要因素是多年前北京市产业结构的调整,但让他在新行业坚守至今的原因,则是国家杰出青年科学基金项目(以下简称杰青项目)的资助。

“杰青项目就是让我潜心钻研的‘定海神针’。”乔俊飞接受《中国科学报》采访时表示。

“干什么都不怕,也不累了”

故事要从20多年前说起。到北京工业大学工作之前,乔俊飞在东北大学获得博士学位,师从我国冶金自动化专家柴天佑,主要从事冷轧板带板形控制研究。博士毕业后,他进入天津大学博士后流动站,延续了这一研究方向。

然而,当乔俊飞2000年进入北京工业大学后,却发现受北京产业结构调整的影响,冶金工业被疏解到京外,自己从事的研究已无“用武之地”。

他想要更好地在北京工业大学继续科研道路,唯有“转型”。

乔俊飞开始寻找北京市亟待解决的重大需求。经过全面调研和综合分析,他了解到,北京是世界上为数不多的水资源极度短缺的大城市。于是,他瞄准了城市污水治理这个难题。

“污水处理”和“板带轧制”看似风马牛不相及,但乔俊飞却洞悉了这两者的相通之处。他认为,智能控制是解决问题的利器,这正是他擅长的。

在没有前期研究基础的情况下,乔俊飞“单枪匹马”地走上了污水处理优化控制之路。在“硬着头皮”摸索了五六年后,他陆续发表了一些研究成果,研究工作多次获得国家项目资助,大型环保企业也主动找上门来寻求合作。科研工作进入了良性发展阶段。

尽管与同龄青年学者相比已经取得了一定成绩,当学校鼓励乔俊飞申请杰青项目时,他依然感到“心里没底”。

在他看来,杰青项目几乎是所有青年科研人员梦寐以求的项目,竞争之激烈可想而知。然而,幸运之神还是眷顾了他。2011年,他以“城市污水处理过程建模、控制与优化”为题申请并获批了杰青项目。

首次申请便获得成功,这给乔俊飞的鼓舞是无与伦比的。

“在获得杰青项目10年前,虽然我在污水处理领域取得了一些成绩,但当时污水处理过程控制是‘学术荒漠’,这条路是否值得走下去,心里还是有些犹豫。”乔俊飞说。

成功申请到杰青项目后,他的感受是:“忽然觉得自己这个‘拓荒者’还行,能做出一些填补空白的特色工作,自信心便有了。一个人有了信心后,干什么都不怕,也不累了。”

用“确定”方法解决“不确定性”

在很多人看来,污水处理似乎与人工智能这种“高大上”的技术不搭边。乔俊飞认为,人工智能正是以更高标准打赢污染防治攻坚战的重要“法宝”。通过创新引领环保产业技术变革,让浑浊的污水变成“蓝天碧水净土”的一部分,这既是一件“很浪漫”的事,也是一项高难度挑战。

“污水处理是典型复杂工业过程,污水的流量、组分和各类污染物的含量随时变化,不确定性、随机性一直伴随着污水处理的全过程,这意味着控制方法永远要跟着污水的变化不断调整。”乔俊飞说。调整的内容涵盖多方面,包括如何实时检测污水动态和污水出水水质、如何实现污水处理与治污能耗间的动态平衡、污水处理厂的大规模设备与工艺如何搭配才能达成效率最大化等。

城市污水治理的特点就是“不确定性”,早在申请杰青项目时,乔俊飞就立下目标,要寻找一种“确定”的方法解决这种“不确定性”。

“杰青项目要求青年学者在申请时必须认真总结自己的科研业绩,同时给出明确的未来研究计划。”乔俊飞说,从这个角度看,杰青项目也是一位青年学者的科研规划。

如今,杰青项目结题已近10年,乔俊飞坦言:“我现在还在按照当初的规划,一步步向前走。”

做科研需要“迭代升级”

如今,乔俊飞已由污染治理的“拓荒者”成长为我国环保自动化领域的知名学者,他提出的污染物实时检测技术、污染治理动态优化控制技术填补了行业空白,为国家打好污染防治攻坚战提供了技术支撑。

对于这些成果的取得,他总结说,最关键的便是坚持。

21世纪初,我国污水治理尚处于起步阶段,几乎没有成型的技术。彼时,国内有不少学者从事相关工作。然而,许多人在完成课题任务后便匆匆离开这个行业,乔俊飞却坚守至今,从未离开。

在他看来,目前国家和社会给青年学者提供了很多科研机会。与此同时,各单位对年轻人的考核也愈加严格,使得很多青年科研人员长期处于“追着项目走”的状态,无法确定自己的长期科研目标。

“对年轻科研人员来说,一定要有一个稳定、有特色的研究方向,独树一帜,让特色成就未来。”他说。

“科学研究需要不断‘迭代升级’,如果你的研究只停留在1.0版本,即便成果再多,科研价值也有限。科学研究只有从1.0到2.0,乃至于不断迭代升级,才能做出有影响的成果。”乔俊飞说。

(本版图片均由受访者提供)