

情系声学 矢志创新

■胡芳

中国科学院声学研究所研究员张碧星:

冰心老人有一句话:“成功之花,人们往往惊羡它现时的明艳,然而当初,它的芽儿却浸透了奋斗的泪泉,洒满了牺牲的血雨。”凭借着多年来不为人知的勤勉敬业,中国科学院声学研究所研究员、博士生导师张碧星在声学研究领域征服了一个又一个高峰。

他在超声成像、超声传播与散射、超声电子学、声孔声学等方面开展了深入系统的研究工作,在时间反转成像、相控阵检测与成像、瑞利波探测理论与方法等方面负责完成了多项国家级科研项目并横向课题。他针对分层介质、各向异性介质、多孔介质等,对声波的激发和传播与散射机理、声学探测理论和声学成像理论和方法等问题开展研究并取得了一系列具有原创性的科研成果。

张碧星一直从事声学无损评价的基础理论和应用方法研究,完善和发展了声表面波探测的理论体系。理论上对分层介质的传递矩阵进行了改进,改善了数值计算中的高频有效数字丢失现象,较大程度地扩大了可计算的频率范围,使得在通常频段范围内完全克服了有效数字丢失现象的难题。

在此基础上,他对声表面波探测理论与方法开展了系统深入的研究。正确地给出了声表面波多模态的物理诠释及内在机理,首次提出了“声表面波”之“Z”形频散曲线的形成机理,为声表面波反演研究打开了缺口,并率先开展了声表面波反演研究。

他发展了声学时间反转聚焦成像理论,首次将时间反转法应用于各向异性介质,提出了时间反转聚焦增益的概念。率先在国内开展了系统的声学时间反转聚焦理论和实验研究,将时间反转法应用于水下编



码通信,极大地降低了水下通信中的误码率,使通信距离大大增加,推动了我国水下通信研究的发展。

在声孔声学方面,他深入系统地研究了模式波和临界折射波的激发与传播机制,指出多极源在低频段测得的是临界折射波,而不是具有频散特性的模式波,澄清了前人在该问题上的模糊认识。

对于各向异性声测井理论,他首次采用摄动理论对各向异性地层井孔内外声场进行了摄动求解,得到了一套完整的理论体系,从而为非轴对称各向异性声测井理论、井中横波劈裂等问题的研究提供了很好的理论基础。

近10年来,张碧星一直坚持开展超声相控阵检测技术的理论、方法及实验研究。

在国家“863”计划课题资助下,他率团队在开展大量超声相控阵理论和实验研究的基础上,专注于管材超声相控阵检测的应用技术研究,在相控阵换能器探头设计与研制、相控阵发射采集系统、高速数据处理与传输等关键技术上取得突破,打破了国外技术的封锁,成功研制出我国第一台超声相控阵管材探伤设备,关键技术指标达到国际先进水平,具有自主知识产权,填补了我国在超声相控阵管材检测上的技术空白,改变了我国不能研制管材超声相控阵检测设备的落后现状。

据悉,当今世界,每年约有2000多万人因缺水而背井离乡。预计到2025年,水危机将蔓延到48个国家和地区,约有35亿人将为干旱所困。在气候变化日趋反常的今天,中国能否从水困中顺利突围?如何才能摸准干旱气候的“命门”开展防灾减灾工作?这一系列让人焦灼的难题,将中国气象局兰州干旱气象研究所推向了时代攻坚的最前沿。

发轫: 踌躇满志不等闲,愿乘长风破万里

兰州干旱气象研究所(以下简称“干旱所”)的前身是成立于1974年的甘肃省气象科学研究所。作为中国气象局“一院八所”之一,干旱所2001年开始进行科研体制改革,并在2004年通过了国家科技部首批改革试点单位的改革目标验收。2008年以来,该所更是通过不断深化改革,逐步提升了对我国干旱监测预警业务技术和国家抗旱减灾提供科学决策服务的科技支撑能力。

多年薪火相传,研究所的工作目标始终清晰地镌刻在科研路上——作为面向基本气象系统和社会服务的国家级公益类专业气象科学研究所,要全力构筑国家气象科技创新体系的组成部分,成为现代气象业务体系的科技支撑支柱,紧紧围绕国家、地方社会经济发展和现代气象业务体系建设的需求,开展干旱防灾减灾和干旱气候变化的应用研究、应用基础研究和技术开发,重点解决我国干旱气象业务发展中急需解决的科技前沿和重大关键科技问题,为国家经济社会发展保驾护航。

明确的目标催生了昂扬的斗志。自建立以来,干旱所坚持用野外观测试验、卫星遥感和数值模拟等国际先端方法,积极投身专业攻关。仅在2008-2011年的4年间,干旱所就主持承担了41项科研项目,其中“973”前期预研项目课题1项,国家科技支撑项目课题2项,国家自然科学基金重点项目1项,面上项目8项,行业专项3项,中国气象局项目5项,省自然科学基金项目9项,参与合作科研项目20项。可以说,在中国,几乎任何一个与干旱气象研究相关的课题,都在兰州干旱所的关注范畴之内。

攻关: 长风破浪会有时,直挂云帆济沧海

焦渴的西北平原,荒沙如坪、沙漠如海。背倚这样的西北大地,干旱所的每一个成员都能深深体味“任重道远”的含义。多年来,干旱所紧紧围绕干旱监测预警理论研究、干旱气候变化及其影响研究、干旱气象灾害研究和干旱陆面过程研究等优势研究领域,开展了科技创新及业务技术研发工作,并取得了世人瞩目的进展。

首先是在干旱监测预警预测研究领域,干旱所依托行业专项“多时间尺度干旱监测与预警、评估技术研究”和中国气象局项目“西北极旱事件个例库及干旱监测指标数据集”等的实施,建立了完备的西北旱涝集成信息。同时,干旱所还开展了我国区域性干旱客观识别方法研究,发展了K干旱监测指数和Z干旱指数,改进了Palmer干旱指数,建立了适用于西北地区的干旱监测指标体系,并进行了CI、SPI、K、PDSI等多种干旱指数在我国不同区域的适应性和适用性研究,利用陆面过程模式监测干旱综合效应的试验研究、干旱监测的遥感技术研究以及全国干旱监测预警业务试验先后提上日程。这些研究对大幅度提升我国干旱监测预警预测研究和业务技术水平具有不可磨灭的意义。

与此同时,干旱所在干旱气候变化及其影响研究方面也说得得上建功赫赫。通过多项国家自然科学基金、省自然科学基金及行业专项基金等的实施,干旱所开展了西北旱作农业对气候变暖的响应规律和适应特征、农田水分利用效率对气候变化的响应特征、干旱形成机理及其对气候

胸怀天地惠民生

——记中国气象局兰州干旱气象研究所

■胡芳 特约通讯员 张凯

变暖响应差异性等方面的研究工作。揭示了包括中亚地区的干旱半干旱区干旱形成机理及其近100年来气候变化规律,指出近100年来,亚洲中部干旱区整体上以暖干化趋势为主,其中南疆盆地和蒙古中部呈现出显著变干趋势;近50年来,西北地区总体仍以暖干化趋势为主。

通过这些研究,干旱所取得了气候变暖对干旱半干旱区作物生长影响变化特征和机理的认识,建立了西北干旱半干旱区农作物对气候变化响应的评价指标和方法,使干旱气候变化及其影响研究工作取得了明显进展。

为了能有为的放矢地针对极端天气进行防灾减灾工作,干旱所还派出了精兵强将,开展干旱的主要衍生灾害——沙尘暴起沙、扩散等机理研究。经过废寝忘食的潜心钻研,最终建立了沙尘数值模式系统GRAPES_SDM,从五方面进行了适合西北干旱半干旱地地表特征的改进发展,并建立了遥感定量监测沙尘暴范围和强度的沙尘指数以及沙尘潜势预报和影响评估业务系统,大大提升了区域沙尘天气预报能力。

除此之外,干旱所还将目光投向了干旱陆面过程研究领域。依托国家自然科学基金重点项目“黄土高原陆面过程观测试验研究”的实施,干旱所开展了黄土高原陆面过程观测试验研究,研究了典型半干旱雨养区能量不平衡问题,发现垂直感热平流对其地表能量不闭合具有突出影响。继而分析了深厚边界层发展机制,发现深厚边界层的发展与地表浮力通量密切相关,表明陆面干旱程度与大气边界层厚度密切相关……在黄土高原陆面过程特征和边界层发展机制、地表能量和水分不平衡问题、黄土高原露露变化特征及形成机制等方面取得了多项创新成果。

突破: 大鹏一日同风起,扶摇直上九万里

随着研究的深入,干旱所加强了对科研成果转化和业务科技支撑能力的提升的重视程度,紧紧围绕气象业务发展的需求,凝练科学问题,积极开展科学研究和技术开发工作,加强科研业务结合机制的建设,努力推进科研成果的转化应用,提升干旱所对我国干旱气象及相关业务发展的科技支撑能力。

为了达成这一目标,干旱所率先建成了面向全国的干旱监测预警业务技术中试平台。该平台将不同干旱指数进行了系统集成,开发了几种干旱指数资料的自动化查询、指数自动计算和结果输出功能,实现了数据、指数结果等基于二维曲线、SURF图形的产品展示以及干旱评估报告的生成,大幅度提升了干旱监测预警业务服务的准确性。

同时,干旱所还以中试平台为孵化器,与业务单位联合攻关,将低频天气图预报等方法应用于干旱预测业务,提升了干旱预测水平,为农业适应气候变化决策气象服务工作提供了技术保障;改进了沙尘模式,发展了沙尘暴遥感监测预报业务技术,建立了西北沙尘暴精细化预报预警技术流程,有效提升了沙尘暴精细化预报水平。

此外,干旱所还建成了干旱监测预警业务数据库系统,实现了全国720个国家级站点历史资料数据录入和自动站实时资料的解析入库工作,开发了日降水量、日平均温度、日照时数、日最高温度等要素的统计计算功能,完成了实时资料向历史资料的自动转换和存储,基本解决了在开展全国干旱监测预警和预测技术研究过程中的资料瓶颈问题。

蜕变: 我劝天公重抖擞,不拘一格降人才

人才培养是科技发展的永续动力。为了吸引和加快培养更多优秀人才,干旱所搭建了“博士后站”、“研究生联合培养示范基地”、“干

旱气象与灾害硕士点”等人才培养平台,组建了干旱监测预警预测研究、干旱气候变化及其影响研究和干旱气象灾害研究三支科研创新群体,逐步形成了一支有影响力的国家级干旱气象科研团队。

目前,干旱所全所人员中的80%为大气科学相关专业,有硕士学位的占总人数的73%,有高级职称的占总人数的45%,一个年龄、学历、职称、专业结构合理的人才队伍已基本成形,能支撑未来可持续发展的人才储备格局已经奠定。

干旱所以甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室为跨部门和跨行业开放合作平台,以中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室为区域开放合作平台,以兰州国际环境蠕变研究中心为国际开放合作平台,以国家级博士后科研工作站和干旱气象灾害硕士点为人才培养合作平台,并设立干旱气象科学研究基金,面向国内外相关科研机构进行开放合作研究,积极举办和参加各类高水平的国际国内学术会议。国外邀请澳大利亚气象局研究中心、美国国家干旱减灾中心等机构的专家学者来所开展学术交流和访问;国内与国家气候中心等国家业务单位、中国气象科学研究院、北京大学等高等院校及科研单位建立了良好的合作关系,在科研业务交流、科研项目合作、共建试验基地和研究生联合培养等方面开展了实质性合作。

再出发: 海到无边天做岸,山登绝顶我为峰

多年的潜心研究结出了丰硕的果实。2002年至今,干旱所共发表论文1200余篇,其中在SCI、SCIE、EI类收录刊物上发表99篇,在核心期刊上发表论文804篇;出版专著12部;获各种科技奖84项,其中省部级奖15项。

在这个时间节点上,干旱所并没有满足于现有成绩,而是朝向更高远的目标,斗志昂扬地拟定了新一轮科研建设的目标——将坚持“需求牵引、瞄准前沿,以用为本、效益为先”的原则,建立起政策措施保障有力的科研成果转化应用的有效机制,切实推动我国干旱气象相关事业的发展,为国家抗旱减灾科学决策提供有力支撑。以《中国干旱气象科学试验计划》为框架,加强干旱形成机理和干旱监测、预测、预警及评估技术研究,重点在干旱监测预警预测、干旱气候变化及其影响和对策以及干旱气象灾害等领域的研究取得明显进展,在我国重大干旱形成机理及其监测预测关键技术研究方面取得重要突破,产生一批国内外有重要影响的科技成果,明显缩小我国与国际领先水平的差距。以“固本强基、适度外延、定位明确、共建共享”为原则,到2016年末,基本完成设备先进、功能完善的干旱半干旱区不同下垫面综合观测试验基地建设任务;在干旱半干旱以外区域,建成以大气—土壤—植被—水分循环为核心的干旱气象联合观测试验基地。加强干旱气候变化与减灾重点实验室建设,充分发挥实验室开放合作平台作用。以“国际视野、创新意识、团队精神、敬业精神”为原则,建成由“双百”计划人选等高层次人才为团队领军,着力打造以干旱监测预测预警技术和干旱气候变化影响研究为重点方向的两个中国气象局科研创新团队。

如果在太空中俯瞰地球,可以清晰地看到中国区域上一片赤裸的黄色。作为天气、气候灾害严重和水资源贫乏的国家,我们的未来,危机与机遇并存。在这样的时代背景下,中国气象局兰州干旱气象研究所子孙万代的安全和福祉为己任,正迅速成长为一个个专业特色突出、科研水平一流、支撑业务有力的干旱气象科技研发中心和人才培养基地。一个以干旱气象研究服务社会的先锋团队已经成形,它的业绩必将荫庇天下、福泽民生。

小藻类贡献大环境

——记中国科学院水生生物研究所研究员刘永定

■褚晓光



潜力。可以想象,世界许多地区可能从这些方法中受益。基于这项研究的未来受益是不可估量的。”法国政府为表彰其学术成就和对中法科技交流的贡献,授予其法国学术教育金棕榈奖师级勋章。

湖泊中的那一汪清波

素有“高原明珠”之称的云南滇池遭受“水华蓝藻”肆虐之痛,整个湖面几乎都被蓝藻水华覆盖。1995年以来,刘永定率先带领团队进驻滇池,一年在湖边蹲点200多天,并辗转于我国东部的重污染湖泊,孜孜以求地揭示浅水湖泊富营养化的不境—生态变化过程,建立了浅水湖泊生态系统演替的阶段论,创建了按5个阶段区分的稳态转换模式,通过实施与之相应的环境生态工程,实现了以控制藻华、恢复水生植被为主要措施的水生态修复,将藻型混浊水体转换为草型清水稳态,还提出并制定了我国第一个检测微囊藻毒素的国家标准。

基于水华蓝藻的生物学和生态学研究结果,刘永定创造性地提出“生产力控制”原理,即在浅水湖泊中,浮游藻类、周丛藻类、沉水植物与挺水植物形成初级生产力系统;另外,他在湖湾污染治理、入湖河道污染控制和蓝藻水华治理三个节点上提出了理论与实践结合的10项原则,建立和发展了蓝藻水华控制、生物控藻、产毒藻类污染控制和富营养化水体生态修复四套相互关联的技术。该项技术4个月内即将湖水状态转换为清水状态,在千余亩的湖湾实验水体和河湖连通的城市水体中,实现水清见底,长效维持的效果。

太空中的那一簇水藻

刘永定1987年留学回国就参与我国“863”计划的太空生物学探索研究,而后受命主持我国载人航天计划的“空间生物学效应研究和空间通用生物培养箱研制”项目。针对实现载人空间飞行和外星球拓殖需要解决的生命保障系统关键技术,他设计并构建了以水生态系统为基础的受控生态生命保障系统,共进行了6次返回式卫星和2次神舟飞船搭载飞行试验。他主持的项目还包括植物、微生物、水生生物、哺乳动物及脑神经细胞等生物学试验,取得了一系列研究成果。近年来,他进一步提出了利用荒漠藻进行外星球拓殖的设想,获得了国外同行专家的高度评价并邀请其进行国际合作研究。

舍小家以顾大家,小藻类贡献大环境——这就是刘永定的真实写照,平凡的世界里,正是多了像他这样的人,中国的未来才不断走向和谐幸福!

利用微藻在地球上的广泛适应性,开发其在各个领域的应用以造福人类,是中国科学院水生生物研究所研究员刘永定的理想。为了这一理想,他越荒漠、走边疆、探索太空,几十年如一日。如今,理想真正成了现实:依托于多项国家重点项目,刘永定在土地荒漠化防治、水环境治理和载人航天空间生命保障系统研究等方面,开拓性地建立和发展了藻类环境生态工程技术,为我国环境效益和社会经济效益的提高作出了诸多贡献。

荒漠中的那一抹翠绿

藻类几乎可以在地球上任何环境中存活。34亿年前,地球上最早的光合生物就是原核的蓝藻。针对近年来我国西北严重的荒漠化问题,刘永定在藻类生态技术上进行了16年的探索,带领团队共分离出40多个藻株,筛选出3个优良结皮藻种,实现了批量培养和工程化应用,以藻类生物结皮为先导,通过藻—草—灌结合,在内蒙古自治区库布齐沙漠等5个不同类型沙地(漠)中逐步推广示范,现已实施5万多亩荒漠结皮工程,有效控制了风沙危害,并取得显著的社会经济效益。

刘永定的工作获得了国际同行的高度评价。他被认为是将人工藻类土壤生物结皮概念引入固定沙化土壤的最早科学家之一,也是最早研发真正大规模人工接种技术的科学家。他们说:“刘教授及其团队的项目为干旱半干旱地区被侵蚀土地的修复提供了一条非常令人关注的途径……生物人工结皮的应用具有巨大的

生物制造——

解决器官供体来源不足的创新之路

■李伟工

2012年3月7日,在全国政协小组讨论会上,卫生部副部长黄浩夫表示,器官紧缺已成为中国器官移植发展的瓶颈。2006年,由杭州电子科技大学生物制造研究中心教授史廷春为首的课题组成立,该课题组以生物制造法获取人体器官,为解决器官短缺的现状作出了贡献。

由于器官移植目前主要是异体器官移植,受到供体限制,器官来源一直偏少。可移植的人体器官的诞生,将最终解决器官来源不足的问题。生物制造人造器官的研究是一个多学科高度交叉的研究领域,需要广大科学工作者深入、密切的合作才能取得实质性进展。在中国科学院院士吴澄的亲切关怀下,杭州电子科技大学与清华大学开展了生物制造方向的密切合作。引进了具有国际领先水平的设备和技术,开展了生命信息的提取与反馈、快速成形、组织工程和人造器官以及药物筛选的研究。

目前该研究中心正在承担7项国家自然科学基金项目的研究工作。中心拥有3名教授、7名博士,主要针对“脊髓损伤支架”、“个性化美容整形修复器件”、“人工喉软骨支架”、“特效药物筛选”、“组织工程生物反应器”等领域进行研究。史廷春教授表示,科研成果的取得离不开创新,要实现创新,就要

在选题上避免盲目跟踪。生物制造研究的最终应用是服务病人,改善生命质量,挽救生命,因此要多了解病人的疾苦,了解医生的需求,这样筛选出来的研究题目才更有研究动力,更容易拓展研究思路。还要借鉴国内外最新研究成果,在研究团队已有的知识储备基础上,把研究做好。生物制造研究的每一个选题都会面临严峻的挑战,都不是原有研究题目的简单重复或扩充。例如,在人工脊髓支架研制中,精细化复合支架的成形就遇到了材料的使能技术精度无法满足要求问题。因此课题组针对材料的精细化控制展开了深入研究。这一技术也将对复杂器官的成形起到促进作用。

据史廷春介绍,“器官直接制造”一直是研究人员的梦想。尽管取得了一些初步的前期成果,但距离这一梦想的实现还有很长、很艰难的路要走。首先面临的主要问题是数据模型的建立上如何模拟天然器官的结构和功能,百分之百地模拟真实在后期实现上存在巨大困难。对数据模型进行必要简化应该是一条可行的道路,但是在简化上如何取舍,如何优化,还有许多问题需要研究,其次是材料和成形问题。肾脏、肝脏、心脏均有巨大的市场需求量。但因为这些器官的功能和结构都很复杂,目前的研究成果基本上还是在堆积成

形细胞团簇,保存细胞活性,使其具备初步分泌、代谢等功能。下一步的突破还需要艰苦的潜心研究。在器官直接制造上,国内外学者均面临相似的问题,但限于设备和考核体系,与国际同行相比,我国的研究在精细化、研究的深入程度上还有所欠缺。而且随着研究目标的推进,面临的问题也会更多、更难。理论上,制作一个与真实器官形状完全相同、内在结构在一定分辨率上相似的模型并不难,但是如果简单地用材料换成细胞,不仅形状的保持会面临问题,细胞的选择、细胞之间功能的匹配、器官内部血液循环等都是亟待解决的问题。

史廷春表示,科学研究不仅仅是取得专利,发表文章,更重要的是让研究成果能够取得实际应用效果。比如在客户化人工耳蜗支架的研究上,从逼真的数据模型的重建,到柔软生物材料的遴选,再将材料成形与患者侧耳廓完全一致的人工耳蜗支架,这是一个复杂的过程。为了能够最终服务于患者,在支架的处理上还在进行深入研究。力争使该支架能够在最短的时间与患者皮肤贴合,取得逼真的耳廓。“科学研究是没有止境的。科研工作者的乐趣就是在追求的目标上不断取得新的进展和成果。”他说。