

把脉陆架海洋生态环境

“973”计划项目历时5年理清6000年来我国陆架海洋生态环境演变过程

■本报记者 廖洋 通讯员 冯文波



典型情景渤、黄、东海月平均水温及生态要素图集

江文波 赵美训 冯文波 毛新刚 杨文波 编著

日前,由中国海洋大学教授赵美训担任首席科学家的“973”计划项目——“我国陆架海生态环境演变过程、机制及未来变化趋势预测”在青岛顺利通过课题结题验收。经过该项目成员历时5年的系统研究,获得的主要成果之一便是理清了过去6000年来我国陆架海洋生态环境演变的记录,摸清了本底,而且为区分气候变化和人类活动对我国陆架海洋生态环境的影响提供了重要依据;同时还提出了我国陆架海洋生态环境演变机制的新认识,对我国陆架海洋生态环境未来变化趋势进行了科学预测,为国家海洋、环保、渔业等政府部门今后合理制定发展规划、科学决策提供了参考依据。近日,《中国科学报》记者走进赵美训位于中国海洋大学崂山校区的办公室,听他讲述这一以海为途、追古溯今、启迪未来的海洋问津之路。

▲该计划项目成果之一——《典型情景渤、黄、东海月平均水温及生态要素图集》。

缘起：26年后重回母校“亮剑”“973”

2006年9月,中国海洋大学崂山校区正式启用,学校的办学环境有了极大改善。对于在1959年山东海洋学院成立之时发展起来的海洋化学学科亦不例外,不仅是教学和工作的空间环境得到了改善,而且用以科学研究的平台支撑条件也有了大幅度提升,2005年通过立项正在建设的海洋化学理论与工程技术教育部重点实验室也有了独立的实验大楼……加上中国海洋大学校领导的热情相邀,这一切都深深打动了一颗为“科研”而回国的赵美训,于是2008年夏天,在毕业26年之后,赵美训再次全身心地投入到母校的怀抱。

与1978年夏天考进这所大学时不同,这次赵美训是以“筑峰人才工程”特聘教授的身份来母校执教的,学校领导对他寄予了深深的期望。“时任校长吴德星、副校长于志刚多次和我交流,一是希望通过我们的努力巩固和提升学校海洋化学学科在国内的地位和水平;二是希望提升这一学科的国际知名度,为建设国际知名、特色显著的高水平研究型大学服务。”谈起当时的情景,赵美训记忆犹新。

无论是自己想干一番事业的决心,还是校长的期望,以及对母校的深深情义,都需要他在母校提供的平台上,在海洋化学这片领域里勇敢地“亮剑”。于是,旨在解决国家战略需求中的重大科学问题以及对人类认识世界将会起到重要作用的科学前沿问题的“973”计划项目就成为他“亮剑”的突破口。“2008年的项目申报指南中已经含有‘气候变化和人类活动影响下的海洋环境与生态安全’的内容,特别是赤

潮、浒苔、水母的大面积暴发,国家对海洋生态环境问题愈来愈重视,但是演变机制不清楚,于是我们抓住这一瓶颈问题,着手‘973’计划项目的申报。”赵美训告诉记者,我国关于陆架海洋生态环境演变的记录资料很少,连续性的资料更少,这一点与发达国家相差甚远。美国西海岸有连续60多年的环境演变过程资料,东海岸有大约100年的资料,欧洲一些国家甚至有好几百年的完整记录,我们国家只能查到改革开放以来30多年的不连续资料。赵美训解释说:“如同医生要给一个病人看病,需要先看看他以前的病历,了解下他以往的病史和身体状况,结合他目前的症状制定治疗方案,并据此预测他未来的身体状况。可是,记录我国陆架海洋生态环境演变过程的这个病历我们没有,也就无法对未来的变化趋势进行科学预测。”

国家和科学界都有加强陆架海洋生态环境研究的愿望,加上中国海洋大学在海洋化学和海洋生态研究方面的良好基础,以及学校想通过科研项目整合力量,带动学科发展的构想……这些都为这一重大科研项目的成功申请创造了条件。2009年7月,以赵美训为首席科学家的“973”计划项目“我国陆架海生态环境演变过程、机制及未来变化趋势预测”获批立项,这也是中国海洋大学主持承担的第5项“973”计划项目。该项目涉及海洋化学、物理海洋、海洋地质、海洋生态等多个学科领域,不仅有利于各学科的交叉融合,而且为中国海洋大学多个二级海洋学科的进一步协同发展提供了机会。

实施：从“摸石头过河”到“陆架海遨游”

2009年11月2日,来自科技部、南京大学、东北师范大学、国家海洋局第二海洋研究所、中科院广州地球化学研究所、厦门大学等单位的多位专家学者齐聚历史悠久的中国海洋大学鱼山校区,共同见证了“973”计划项目“我国陆架海生态环境演变过程、机制及未来变化趋势预测”的启动。

启动会上,赵美训向大家详细介绍了该项目的研究对象、内容、方法和预期达到的目标。“项目主要选择生态环境脆弱的东海和黄海为研究区域,通过采集并分析海洋沉积物的化学组成重建这一区域几千年来的生态环境演变过程,结合近代海洋生态环境调查资料,区分出自然变化和人类活动对环境的影响,构建起反映我国陆架海洋生态环境变化机制的量化模型,并据此来预测它未来的变化趋势。”赵美训说,我们国家的黄海、东海区域有宽广的大陆架,沉积物的样本保存完好,具有连续性,而且拥有很高的分辨率,这为重建我国陆架海洋生态环境并揭示它的演变规律提供了便利,一般以5-10年为界就可以获得一个有效的数据。而在美国,它们的大陆架比较陡峭,沉积物的记录少,而且分辨率也不高,甚至需要以几百年为界,才能获得一个数据。

项目共分为4个子课题,由来自7个科研院所、高校的30多名科研人员历时5年完成。回首这段不平凡的历程,赵美训坦言,一路走来,有困难,有挑战,有艰辛,但也有乐趣,有喜悦,更有收获。“这一科学研究的时空跨度太大,时间上涉及过去、现在和未来,空间上涵盖长江口、陆架海、大洋等多处考察点,工作繁杂、任务艰巨。但是,经过我们这些来自不同学科方向的科研人员的齐心协力,最终还是实现了原定的目标,结果是美好的。”

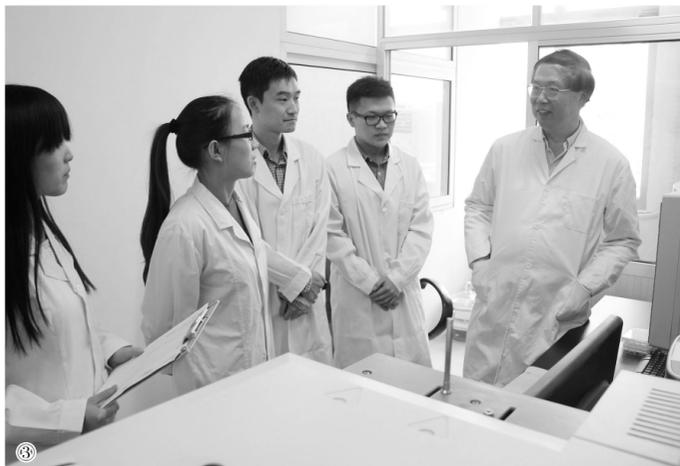
面对这样一个无经验可以参考、借鉴的重大科学研究项目,赵美训和他的队友们很多时候是摸着石头过河,需要根据实际情况的变化及时调整方案。“项目启动之初,于志刚教授等专家建议我们在项目研究过程中,要根据具体问题适时调整思路,进一步修正原来的假设和设想。”赵美训告诉记者,这一点在项目执行过程中确实出现了,而且他们也及时正确地作出了调整。“该项目立项时,我们设想把过去2000年以来我国陆架海洋生态环境的演变过程、机制和影响因素搞清楚,后来随着研究的深入,我们发现我国陆架海洋生态环境最大的转变是从6000年前开始的,于是项目中期评估的时

候,我们作了调整,决定重建6000年以来我国陆架海洋生态环境的演变过程。如同考察一个病人的家族遗传史,我们如果只做到2000年而不去做6000年,就会将这个家族一段很重要的病史遗漏,那样就不利于我们的准确判断,进而也会影响对未来发展趋势的预测。”

在5年风雨兼程的不懈探索中,项目组的科研人员历经5次大断面出海观测及多次小航次调查,几乎查遍了黄海、东海50多万平方公里的大陆架区域,在共计50多个站位采集了近700个沉积物柱状样,完成了2000多个沉积物样品的多参数测定,并开展了大量实验室分析测定和计算机模拟实验。当记录着过去6000年来我国陆架海洋生态环境演变的一组组数据、一张张图表、一篇篇论文展现在大家眼前的时候,赵美训和他的团队体会到了收获的喜悦和付出的价值。他说:“用5年辛苦换来6000年的数据资料很值。”



科研人员在采集生物标本。



①2009年11月2日,“973”计划项目“我国陆架海生态环境演变过程、机制及未来变化趋势预测”正式启动。
②2012年11月10日,“海洋有机生物地球化学”创新研究群体项目在青岛启动。
③该项目首席科学家赵美训教授(右一)在实验室与学生交流。

成果：以海为途，追古溯今，启迪未来

通过5年的系统研究,该项目组完成了多项古生态和古环境重建指标的验证与建立,并获得了国际同行的认可。其中,最重要的是重建了过去6000年来我国陆架海洋生态环境演变的记录,理清了本底,并通过比较过去和近代生态环境变化的历史和规律,基本厘清了生态环境变化的原因,尤其是初步区分了自然变化和人类活动的影响;提出了我国陆架海洋生态环境演变机制的新认识,并对我国陆架海洋生态环境未来变化趋势进行了科学预测。赵美训告诉记者,重建过去、调查现在都是为了更好地预测未来。他们通过研究发现,当前我国黄海、东海区的陆架海洋生态环境与6000年前十分相似,气温也基本处于同一水平。如果去除人类活动排放二氧化碳等温室气体导致气温升高的影响因素,仅从自然界的因素(风、太阳照射等)考虑,按照自然气候演变的规律,未来一段时期,这一区域的气温应该呈下降趋势。但是,当前我们面临的现实是,人类活动、工业生产都不可能停止,社会发展还得继续,二氧化碳等温室气体和各类生产生活污染物还会继续排入大气和海洋,气温会变得越来越高,长期下去会给作为近海初级生产力的海洋植物以及渔业资源、人类生活带来什么样的影响,就不好下结论了。赵美训说,希望通过我们的研究给国家政府

部门决策提供参考。当前我们所能找到的参考依据就是过去6000年以来的生态环境状况,我们现在正处在这个临界点上,如果人类活动不断加剧,气温继续升高,我们就找不到可以参考的标准了,至于未来可能出现的状况,只能靠模型来预测。“如同一个初次前来就诊的血压有一点高的病人,当医生得知他的家族有一定程度的高血压史,但是生活和寿命基本正常时,可能会告诉他并无大碍。但是,过了一段时间,当这个病人的血压明显比上次又高了许多时,医生还能说他无大碍吗?”赵美训说,如果人类活动继续影响,赤潮灾害、水温升高、海洋层化现象就会不断加剧,我们的陆架海洋生态环境就会变得越来越脆弱。

项目执行过程中,项目组始终秉承科学研究和人才培养相结合的思路,不仅取得了一系列重大科研成果,而且在促进青年学者成长和研究生培养方面也成绩卓著。其间,中国海洋大学教授刘素美、中国科技大学教授周清分别获得了国家杰出青年科学基金资助,有80余名研究生通过参与该项目顺利毕业。同时,还会聚培育了一支高水平的科研团队,促成了2012年以赵美训为学术带头人的中国海洋大学“海洋有机生物地球化学团队”获得国家自然科学基金委创新研究群体项目资助。

为使相关科研成果得以更好地保留和传播,项目组成员先后在《自然—地球科学》等知名学术刊物上发表了近200篇高水平的学术论文,并出版了《典型情景渤、黄、东海月平均水温及生态要素图集》一书。此外,还以该项目为重要载体,加强了学科交叉融合,促进了中国海洋大学、中国科学技术大学、国家海洋局第二海洋研究所等课题承担单位间的学术交流与合作,开创了这一领域协同创新的新机制,为今后类似科研项目的执行积累了经验,奠定了基础。

今年10月10日,针对该项目的课题结题验收会在青岛召开,由项目咨询专家、项目专家、国内同行专家共计11人组成的课题验收专家组对各课题任务完成情况、研究成果的水平及创新性、研究队伍的创新能力和人才培养情况、经费使用情况等各方面进行了综合评议。专家组一致认为,各课题完成或超额完成了既定的任务指标,4个课题均以优秀成绩通过验收。

谈到项目成果的未来应用,赵美训说,目前联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)发布的5次“气候变迁评估报告”都没有涉及中国陆架海洋生态环境演变记录和变化趋势的预测,希望通过我们的努力,让这些方面的内容出现在下一次的报告中。

未来：海洋碳汇，有机生物地球化学的新突破

我国是二氧化碳排放大国,节能减排压力巨大,与此同时,作为发展中国家,我们又有发展经济的现实需要。于是,平衡两者关系,设法增加二氧化碳的吸收和储藏就成为了我国政府急需解决的难题。殊不知我国幅员辽阔的海洋就是一个巨大的碳库,而且它的“碳汇”能力十分强大。时下,“海洋碳汇”已成为我国海洋学界研究的热门之选,赵美训和他的团队今后主攻的方向便是这一研究领域的一个重要分支——海洋有机碳循环。

2012年8月,以赵美训为学术带头人的中国海洋大学“海洋有机生物地球化学团队”获得国家自然科学基金委创新研究群体项目资助。该团队成为中国海洋大学第二个、全国海洋领域第六个获此殊荣的科研团队,中国海洋大学也成为全国为数不多的在海洋科研领域拥有两个国家级创新研究群体的单位。

谈到这一项目的研究内容,赵美训告诉记者,该项目紧扣海洋有机碳循环与生态环境演变的科学前沿问题,力图阐明海洋有机物的产生、转化、降解和埋藏机制及其对生态环境变化的影响,进而评估这一“海洋有机生物地球化学过程”对“海洋碳汇”的影响,为国家制定生态环境保护和外交谈判政策提供科学依据。

2012年11月12日,该群体项目正式启动,此时正值赵美训主持的“973”计划项目“我国陆架海生态环境演变过程、机制及未来变化趋势预测”进入中期,在时间维度上,两个项目自然而然地联系在一起。据赵美训介绍,除了时间上的重叠关系,在研究内容上两者也存在着十分紧密的联系。“‘973’计划项目以陆架海洋生态环境记录的重建为核心,而群体项目则聚焦有机生物地球化学过程的控制机理和有机碳循环,内容看似毫不相干,其实不然。‘973’计划项目对过去6000年我国陆架海洋生态环境进行了重建,其中用到了很多有机生物地球化学指标,而这些指标的验证和进一步发展就需要更加深入地研究海洋有机生物地球化学过程。所以说,群体项目为‘973’计划项目的发展提供了支撑,尤其是为其后续研究提供了更基础的保障。同时,在‘973’计划项目执行中我们发现海洋生态环境的演变对碳循环有很大影响,但这不是‘973’计划项目的主要研究任务,于是就促成了这一新的群体项目的诞生。”

截至目前,群体项目已经执行了两年,距离项目结束还有一年的时间。谈起两年来取得的成就,赵美训如数家珍。基本理清了东

海、黄海现代沉积物中有机质的来源,首次把有机质来源分成了海源有机质、陆地—土壤有机质和陆地—植被有机质;用同位素的办法证明陆地上的古老有机质可以输送到海洋环境中埋藏,而这一过程受人类活动影响较大;在河口区域,人类活动所导致的低氧现象增加了微生物活动,对海洋有机碳的分解起到了很大的作用。

展望这一群体项目的未来,赵美训说,积极争取获得国家自然科学基金委的滚动支持,力争再用4年的时间,阐明海洋有机生物地球化学过程对生态环境变化的响应机制及碳循环意义,搞清微生物的群落结构、功能活性及其在海洋有机碳循环中的作用;重建我国边缘海生态环境演变过程和“碳汇”记录,并构建起有机碳循环的规律模型。赵美训还提到了人才梯队建设,他笑着说:“在这一领域,我已经算老人了,希望通过这一项目的执行,培养造就一批有国际影响力的中青年学术带头人,打造一支在国际海洋化学界有较大影响力的创新群体队伍,在事关国家可持续发展的基础理论和关键技术研究领域取得重大突破,从而更好地贡献国家、服务社会、造福于民。”