

中国科学院资源环境科学研究六十年*

丁仲礼 范蔚茗 冯仁国 常旭

(中国科学院 北京 100864)

摘要 资源环境领域是中科院科技创新体系中一支重要战略力量。在 60 年发展历程中,中科院资源环境领域的广大科技人员为国家不同时期的经济社会发展、国防建设和资源环境科学与技术的发展做出了重要贡献。文章简要回顾了中科院资源环境领域 60 年来的发展历程,列举了各个时期在固体地球科学、地理科学、大气科学、海洋科学、生态与区域农业、环境科学与技术、全球变化研究等领域的主要科技进展与突出贡献,并对中科院资源环境领域的未来发展进行了思考和展望。

关键词 中国科学院,资源环境科学研究,60 年



中国科学院



中国科学院副院长
丁仲礼院士

资源环境科学与技术,是实现人类经济社会可持续发展的重要基础,是现代科学技术的重要组成部分。其研究涉及地质学、地球物理学、大地测量学、地球化学、大气科学、海洋科学、地理

学、环境科学、资源科学、空间科学、生态学等学科领域。

中科院始终把资源环境领域的综合研究,置于科技体系整体发展的战略地位。60 年来,中科院资源环境领域的广大科技人员

为国家不同时期的经济社会发展、国防建设和资源环境科学与技术的发展做出了重要贡献,在我国基础理论创新,新学科、新领域的开拓,新技术、新方法的应用,人才队伍的建设与培养,科技平台建设等方面,始终发挥着骨干与引领作用。

1 中科院资源环境领域 60 年发展

回顾

新中国成立前,与资源环境有关的机构,主要是中央研究院的地质研究所、气象研究所、中央地质调查所和极少数省份的地质调查所、南京矿产勘测处及一些大学的地质、地理与气象系和原教育部的地理研究所等。研究人员屈指可数,地质学方面仅 200 余人,气象学方面不到 30 人,海洋学方面主要是海洋生物学的几个人。观测台站寥寥无几。

新中国的诞生,开始了中国资源环境科学发展的新纪元。1949 年 11 月 1 日,中

* 收稿日期:2009 年 6 月 3 日

院成立,在旧中国的薄弱基础上,中科院的资源环境科学事业,从小到大,迅速发展,成为了我国资源环境学界的骨干力量。1950年成立了地球物理研究所,1951年成立了地质研究所和古生物研究所,1953年成立了地理研究所和土壤研究所。为加强中国地震的观测与研究,1953年成立了中科院地震委员会。当时广大科技人员精神振奋,全力以赴地投入了矿产资源(包括石油)及各种自然资源、地震等自然灾害、天气、重大工程等科研工作。许多滞留国外的科学家陆续回国,加强了资源环境领域各所的科技力量。1956年,成立中科院地学部,选出第一批学部委员。

为适应国民经济、国防建设和贯彻全国12年科学技术发展远景规划,从1956年起,中科院资源环境领域开始进行学科布局,着手开拓新的学科,加强了资源、灾害的调查与研究,重点突出地球化学、地球物理和海洋科学,并陆续建立了24个研究所,分布在全国各地,包括自然资源的综合考察、古脊椎动物与古人类、大地测量、地球物理、地理、海洋、大地构造、盐湖、冰川冻土、沙漠、地球化学、大气物理等研究机构,建立了一批当时高水平的实验室,建立了野外观测台站并初步形成网络。同时,加强科技人员的培养,选送大批青年人才出国深造,并招收了新中国成立后的第一批资源环境领域的研究生。到1966年初,形成了学科结构较完整、空间布局较合理的综合研究体系,开展了地球表层、地壳、地球深部、大气、海洋等领域的科学研究;实施了矿产资源和可再生资源的调查研究;进行了天气、自然灾害、生产力配置、农业、重大工程与水利建设和国防安全等有关问题的研究,并做出了重大贡献。

1966年开始的10年动乱,使中科院蓬

勃发展的资源环境科学遭受严重打击。即使在这种情况下,中科院的科技人员忍辱负重,在铀矿、油气冶炼、天气、工程、地方病、环境保护等方面还是做出了相当重要的科学贡献。

1976年动乱结束,中科院的资源环境科学,重新走上正常发展的轨道。1978年至80年代早期,恢复和重建了部分研究所。1985年起,贯彻中科院提出的开放、流动、联合和面向全国、面向世界的原则,地学各领域成立了12个开放研究实验室,其中资源与环境信息系统实验室,于1986年成为全国第一个资源环境领域的国家重点实验室。

从1981年起,为贯彻面向经济建设的方针,中科院资源环境科技领域加强了横向联系,并进行了科研工作的纵深部署,对学科任务进行了调整,例如:加强了经济地理工作,发展了环境科学,突出了国土开发与整治的研究,开展了岩石圈演化、地球动力学和气候及环流变化与预测等多学科的综合研究。

1998年,党中央、国务院为全面提升我国科技创新能力,做出了建设国家创新体系的重大战略决策,启动了中科院知识创新工程,该工程的启动标志着中科院进入了新的发展时期。

为适应新时期世界科技发展形势并满足国家战略需求,中科院进行了大规模的学科布局和组织结构调整。其中,在资源环境领域,将地理研究所与自然资源综合考察委员会整合,组建成地理科学与资源研究所;将地质研究所、地球物理研究所与兰州地质研究所整合,组建成地质与地球物理研究所;将长春地理研究所与黑龙江农业现代化研究所整合,组建成东北地理与农业生态研究所;将广州地球化学研究所与长沙大地构

造研究所整合, 组建成广州地球化学研究所; 将兰州冰川冻土研究所、沙漠研究所和高原大气物理研究所整合, 组建成寒区旱区环境与工程研究所; 将新疆生物土壤沙漠研究所与新疆地理研究所整合, 组建成新疆生态与地理研究所。同时, 在一些新的学科生长点和交叉前沿领域, 按照新的体制和模式, 与国家有关部门合作, 陆续新建了地球环境研究所、青藏高原研究所、烟台海岸带研究所、城市环境研究所。

知识创新工程实施 10 年来, 中科院资源环境领域通过持续开展战略研究, 不断深化创新基地建设, 建议与承担国家重大科技任务, 加强人才队伍建设, 加强科技支撑体系建设, 促进重大成果产出等工作, 综合实力与整体竞争能力显著提高。

截至 2008 年, 中科院共有 27 个以资源环境研究为主的研究所, 形成了由 7 186 名固定人员, 1 114 名流动人员, 6 781 名博、硕士研究生构成的科技队伍; 形成了由 20 个国家重点实验室、32 个院重点实验室、5 大野外台站网络系统、科考船等构成的实验、观测技术体系。一支具有可持续创新能力、充满生机与活力的国家资源环境科技战略研究力量业已形成。

2 中科院资源环境研究的主要进展与突出贡献

2.1 固体地球科学

2.1.1 古生物及地层学研究

古生物及地层学研究在中科院历史上乃至当今始终保持国内领先地位, 由于持续不断的学术积累, 中科院在该领域的研究也是国际地层古生物研究的重要核心之一。

中科院科学家在以“寒武纪大爆发”和翁安生物群研究为代表的早期生命起源、演化研究中, 取得了系列研究成果, 再现了 5.3 亿年前海洋动物世界的真实面貌, 极大地丰

富了人类对早期生命演化历史的知识, 使人类对早期生命起源的研究向前迈进了一大步。通过热河生物群的系统研究, 在早期鸟类、早期哺乳类、恐龙、翼龙、两栖类和鱼类等类群的研究中取得了一系列重要发现。在全球地层界线层型剖面 and 点位 (“金钉子”) 研究中, 建立了我国完整的地层系统; 对浙江中奥陶统达瑞威尔阶底界的研究于 1997 年获得了建立在我国的第一颗“金钉子”; 迄今为止, 在我国境内相继建立的 9 颗“阶”和“系”级别的“金钉子”中, 7 颗为中科院科学家完成。

2.1.2 大陆动力学和地球深部过程研究

近 20 多年来, 随着探测技术手段的进步, 中科院的大陆动力学和地球深部过程研究得到了快速发展。例如, 在超高压变质带和大陆深俯冲作用研究中, 通过对大别—苏鲁造山带的系统研究, 论证了大陆地壳物质能够俯冲到大于 200 公里的深度, 论证了大规模的大陆地壳整体深俯冲作用, 论证了大陆板块的快速俯冲和快速折返, 发现了超高压变质岩存在显著的氧、氢和碳同位素异常和不平衡。在岩石磁学与古地磁场研究领域, 开拓了新的实验技术和方法, 对岩石剩磁机理进行了深入的研究, 为沉积盆地定年提供了突破点, 发展了地磁极性转换场形态学理论, 并将古地磁学研究范畴拓展到认识地球深部动力学过程。

2.1.3 青藏高原隆升及其对东亚环境的影响研究

在刘东生、施雅风、孙鸿烈等老一辈科学家带领下, 中科院在青藏高原—喜马拉雅隆升的时代和幅度、高原隆升对亚洲季风—内陆干旱环境形成演化的影响、高原冰芯与亚洲季风高分辨率变化历史、雪冰现代过程和雪冰生物地球化学循环、高原现代生物过程、青藏高原与全球变化等领域取得了重要



中国科学院

进展,在国际上逐步占据重要位置。

2.1.4 油气资源研究

早在上个世纪中叶,中科院老一辈地质学家在摘掉中国“贫油论”的帽子、发现大庆油田的工作中做出过重要贡献,成为全国科学大会之后于1982年颁发的首批国家自然科学奖一等奖获奖完成人。1960年以后,中科院油气研究队伍在对西北地区陆相盆地详细研究的基础上提出“陆相潮湿拗陷成油理论”,为在中国陆相地层中找油提供了依据。改革开放以来,中科院科学家力主油气资源二次创业,针对前新生代油气资源及火山岩油气藏勘探,形成了一套针对复杂地质体油气资源勘探的理论、方法和实用技术,在发现大庆大气田、富台油田的研究工作中发挥了重要作用;为普光大气田、通南巴大气田等大型海相层系油气田的发现提供了理论指导。

2.1.5 矿产资源研究

建院60年来,在以涂光炽等为代表的老一辈矿床学家的率领下,中科院在国家紧缺的战略矿产资源、稀有金属、稀土、贵金属矿产资源研究和勘查中做出了重要贡献。率先开展对中国层控矿床的系统研究,提出层控矿床成因分类,深入研究了矿床的物质来源、介质条件、热液运移机制、矿床定位因素、地球化学特征与规律、成矿作用与矿物和元素共生组合,论证了矿床多成因、多来源、多阶段的观点,突破传统成矿理论,形成了一套层控矿床成矿理论。开展了白云鄂博矿床物质成分与成矿规律的综合研究,进行系统的矿床矿物学研究,查明170种矿物,其中发现新矿物或新种16种,查明矿床中有益元素的赋存形式、分布状态和富集规律,为矿床物质成分的综合利用提供了科学依据。率先开展了分散元素矿床和低温矿床成矿作用研究,确立了分散元素可以形成独

立矿床的理论体系,提出了分散元素矿床的分类、成矿专属性和找矿方向。

2.2 地理科学

2.2.1 全国自然资源科学考察

60年来,中科院先后组织了数十个综合科学考察队和专题科考组,对黑龙江流域、青藏高原、黄土高原、内蒙古、新疆、南方山区等区域进行了综合科学考察和专题科学考察,既服务于基础科学资料的积累,又服务于国家水土资源、生物资源、盐湖资源、南水北调、水土保持、防沙治沙等资源利用与特定重大需求。上述各类科学考察工作,催生了我国的自然资源学科以及冰川、冻土、沙漠、水土保持、湖泊、黄土等一大批分支学科,并在此基础上陆续建立了相关研究机构。

其中始于上世纪50年代的多次青藏高原综合科学考察,持续时间最长,成果丰硕,是综合科学考察研究工作的典范。通过考察、研究,摸清了青藏高原自然环境、自然资源、人类活动的基本情况,为促进青藏高原地区的经济社会发展和生态环境保护提供了科学依据。

2.2.2 中国自然地理环境分异规律研究

系统开展了中国自然地理环境分异规律的研究。根据纬度、海陆分布、地理位置,以及地形、气候、植被、土壤、水文等自然要素的差异,将中国分为东部季风区、西北干旱区、青藏高寒区3大自然区域,下分若干自然地区和自然区,基本揭示了中国自然条件的宏观和中观地域差异,为国家农业生产布局、基础设施建设、生态保护等提供了基本依据。

组织编纂了由国家普通地图集、自然地图集、农业地图集、经济地图集、历史地图集5卷组成的中国国家大地图集。该图集是中国自然、经济、社会与历史的完整汇编,促进

了中国当代地图学的发展。

2.2.3 地理过程研究

自上世纪 50 年代黄秉维先生提出自然地理学要对地理环境的现代物理过程、化学过程和生物过程 3 大方向进行综合研究之后,中科院在大气水—地表水—土壤水—地下水转化过程、土地利用 / 土地覆被变化过程、冰冻圈过程、土壤侵蚀过程、泥石流滑坡等坡面动力过程等方面开展了综合性、系统性的研究,推动了地理环境研究的深化,也为我国水土资源管理、水土流失治理、沙漠化防治、山地灾害防治、退化生态系统恢复重建、区域经济社会发展、应对全球变化等国家重大需求提供了科学依据。比如,从“厚层地下冰的重复分凝机制”的假说到“主动冷却路基、积极保护冻土”的设计新思路,为青藏铁路勘测、设计和施工提供了科学支持;“以固为主,固阻结合,以害设防”的沙漠铁路 / 公路防护体系建设理论与模式,确保了包兰铁路 / 塔里木沙漠公路的畅通无阻。

2.2.4 水土资源研究

组织开展了中国土地资源生产能力及人口承载力研究,得出我国 2000、2025 年最大供养人口分别为 12.87 亿和 16.33 亿的重要结论。主持编制了《1:100 万中国土地利用图》、《1:100 万中国土地类型图》和《1:100 万中国土地资源图》,概算了我国宜农、宜林、宜牧土地的质量与数量,确立了由土地纲、土地类、土地型构成的土地类型分类系统,把我国土地利用理论研究提高到新的高度。利用遥感数据,建立了 80 年代中期、90 年代中期、2000 年、2005 年 4 期中国 1:10 万土地利用数据库,初步揭示了近 20 年来我国土地利用变化的时空特征及其驱动机制。

从 1970 年开始,中科院组织开展了我国第一次冰川资源调查,编制了《中国冰川

目录》,建立了中国冰川信息系统数据库,较准确估算了我国冰川储量约为 5 600km³,被世界冰川监测服务处、美国地质调查局等国际组织和科研单位广泛收录引用。系统开展了华北地区、西北地区 and 东北地区水资源的综合研究,基本明确了我国北方地区水资源现状及其承载能力,提出了水资源高效合理利用的措施建议。

2.2.5 地域空间开发与区域规划研究

建立了以“点轴系统和地域功能”为核心的中国地域空间开发理论体系,形成了地域空间开发状态评价、过程诊断、前景规划的现代经济地理学技术方法,出版了《中国区域发展报告》系列专著,完成了“京津冀都市圈区域规划”、“长江三角洲地区区域规划”、“东北地区振兴规划”、“西部开发重点区域规划前期研究”、“全国国土规划前期研究”、“国家主体功能区规划”、“武汉城市圈总体规划”等多项国家组织实施的重大区域规划,成为中央政府实施空间管理的科学依据,为地方和部门编制规划提供了典型范例。

完成了《国家汶川地震灾后重建规划》中的“资源环境承载能力评价”专项规划,成为国家制定汶川地震灾后恢复重建综合规划和其它专项规划的参考依据。

2.2.6 遥感与地理信息技术研究

组织了腾冲航空遥感试验、京津渤环境遥感试验和二滩水能开发遥感试验等我国著名的遥感 3 大战役;在高光谱遥感、微波遥感、红外遥感、激光雷达测高等领域取得多项原创性理论进展和技术创新,引领了我国遥感科技的发展。例如,在上世纪 80 年代研制成功机载三频段微波辐射计,填补了我国在该领域的空白。建成可业务化运行的资源环境灾害遥感动态监测与预警系统,为国家粮食宏观调控、水资源综合管理、防灾减灾



中国科学院

灾提供了决策支持,在汶川地震等重大灾情遥感监测中发挥了重要作用。研发了具有自主知识产权的 SuperMap 等 GIS 和遥感软件,打破了国外产品对国内市场的垄断,引领了我国地理信息产业化发展。积极开展了地理信息系统应用示范,广泛应用于自然灾害监测、公共卫生应急、海洋、土地管理、市政管理等领域,为相关行业发展提供了重要科技支撑。

2.3 大气科学

2.3.1 天气预报

1950年,中科院与军委气象局合作组建联合天气分析预报中心和联合资料室,开展气象业务和研究工作。此后在赵九章、叶笃正等的带领下,开创了大气运动的适应理论和数值天气预报研究;开辟了云雾物理试验及云和降水物理研究;发展了中小尺度动力学和大气探测研究。叶笃正先生开创的青藏高原气象研究,奠定了中国天气预报的认识基础,创立的大气长波频散理论,提出的单站历史资料演变法的长期预报方法、寒潮预报方法等至今仍应用于业务预报中。

2.3.2 气候数值模式研究

自上世纪80年代以来,构建了我国独创的、完全协调的气候系统(大气、海洋、陆面)模式,被国际模式比较计划证实为模拟季风能力最好的3个模式之一,气候变暖模拟3次被IPCC(政府间气候变化委员会)科学报告采用,为政府间谈判提供了科学依据。在短期气候预测方面,提出了适用于短期气候预测的集合预测理论和方法以及一套有效的预测误差订正理论和方法,提高了跨季度数值预测准确度;提出了影响我国夏季气候异常的物理因子;发现了年际气候异常及有关旱涝的季风变异机理。以此为基础,与中国气象局联合建立了第一代短期气候预测业务系统。

2.3.3 气候系统圈层相互作用研究

知识创新工程以来,构建了适用于研究非线性、开放、耗散的大气系统的理论框架,揭示了海陆气相互作用的时空分布特征影响副热带高压和东亚季风的新机制,揭示了不同纬度带相互作用和云-辐射反馈影响我国短期气候变化的规律。与国际同步,提出以气候系统和环境生态系统为核心的地球系统概念,并开展了地球系统内部过程及其相互作用的理论和地球系统动力学模式研究。

2.3.4 大气化学过程、机理与模拟研究

创建了陆地生态系统温室气体原位观测技术和方法,有力地支撑该研究领域的野外观测与实验研究,并被国内外研究机构广泛长期采用。通过长期系统的野外观测实验和系统的农田CH₄的排放研究,更正了IPCC报告中关于中国温室气体的排放数据。研制了陆地生态系统-大气碳氮交换模式,应用该模式对亚洲活性氮状况给出了一个完整、综合的评估,为我国政府编制了提交联合国的农田温室气体排放清单。

2.3.5 大气环境研究

近10年来,发展了先进的双向嵌套和污染来源与过程追踪技术,自主研发了嵌套网格空气质量预报模式系统,可同时研究不同尺度(包括区域和城市尺度)的污染演化规律,为2008年北京奥运会空气质量保障发挥了重要作用,同时被国家“十五”科技攻关项目选定为区域示范模型之一。建立了可用于模拟沙尘的发生、输送及沉降的沙尘数值预报系统,在世界上首次通过数值模式量化了沙尘输送对于东亚酸雨分布的影响。

2.4 海洋科学

2.4.1 海洋生物资源研究

上世纪50年代开始,中科院率先开展了紫菜生活史研究,解决了海带低温培育、

南移栽培及病害防治的关键技术。实现了中国对虾亲虾产卵孵化优质增养全过程的人工控制,引进了南美白对虾,并攻克南美白对虾人工授精及育苗工艺研究重大难题。成功实现中国对虾、南美白对虾等大规模工厂化育苗和规模化养殖;成功引进了海湾扇贝;成功推动了紫菜种苗工程;培育出我国首个贝类养殖新品种——“大连1号”杂交鲍,并实现了大规模养殖;成功引进墨西哥湾扇贝,创建了以“中科红”海湾扇贝为代表的雌雄同体型贝类的育种模式;创建了菲律宾蛤仔健康养殖模式;首次成功获得外源基因表达的中国对虾;发明了海洋生物资源精深加工和高值化利用的若干新技术。

2.4.2 物理海洋研究

首次提出了浅海跃层的研究方法,提出的上升流理论模式迄今仍被广泛采用。积极参与热带海洋与全球大气(TOGA)等国际合作计划,发现了唯一由中国人命名并在国际上获得广泛承认的洋流——“棉兰老潜流”。发起了国际研究计划——西北太平洋环流实验计划(NPOCE)。首次提出了太平洋海洋环流指数,阐释了热带海洋变率及其气候效应。发展了海洋资料同化系统(OVALS),改善了物理海洋要素场的模拟,并移植应用到相关业务保障部门。

2.4.3 海洋生态研究

上世纪80年代,中科院开始参与并主持国际GLOBEC计划等一系列国际海洋生态研究计划,提出了中华哲水蚤度夏机制,揭示了浮游动物种群动态变化与物理过程、生物过程等环境因子之间的关系。揭示了热带边缘海海洋水圈-地圈-生物圈圈层结构、相互作用特征和演变规律,及其对资源形成和环境变化的控制和影响。阐明了东海大规模原甲藻赤潮形成机制及危害机理,提出了东海大规模原甲藻赤潮宏观调控设想以及

赤潮的应急治理措施,为全球赤潮生态学与海洋学国际合作计划(GEOHAB)提供了研究范例。

2.4.4 海洋地质研究

上世纪70年代,中科院的海洋地质科学研究开始起步。中科院科学家开创和发展了我国海洋沉积学研究,从宏观上阐明了沉积物分布的空间格局,划分出两种不同时代和不同成因的内陆架和外陆架沉积;提出了中国陆架的“泛大陆阶段”、“青年期陆架”、“壮年期陆架”和“现代陆架”等4个不同的演化发展阶段,建立了中国大陆架的沉积模式,编绘了第一幅较完整的中国海陆架沉积类型分布图。

2.4.5 海洋观测与调查能力建设

上世纪50年代,针对我国近海海洋调查,以“金星”号科考船为基础,中科院组建了海洋科学考察船队,并逐步发展成目前拥有6艘在役科考船和1艘在建综合科考船的海洋科考船队。开创了面向全国的海洋科考船开放共享航次和我国近海固定断面调查,先后开展了南海北部、西沙群岛、中沙群岛、南沙群岛及其邻近海域的综合科学考察,并多次对渤海、黄海、东海近海海域进行科学考察。逐步建立完善了胶州湾站、大亚湾站、三亚站等国家野外台站,正在建设黄海站、东海站、西沙站、南沙站等近海海洋环境与生态观测站,结合科考船开放航次断面观测和雷达、卫星遥感观测逐步形成了点、线、面相结合的近海海洋观测研究网络,具备了近海调查、观测与专项研究的能力。

2.5 生态与区域农业

2.5.1 土壤科学研究

组织全国力量,开展了中国土壤的系统研究,出版了《中国土壤》、《中国红壤》、《中国水稻土》等著作。在系统研究土壤发生、分布、物理化学性质和剖面特征的基础上,提



中国科学院

出了人为土纲及其诊断指标,建立了我国土壤分类体系,成为世界 4 大土壤分类系统之一。系统研究了我国湿润热带、亚热带地区可变电荷土壤表面电荷性质,建立了土壤电学学科,丰富了国际土壤学科的内容,研究成果居于世界领先地位。系统研究了土壤氮素转化规律,提出了区域宏观控制与田块微域调控相结合的氮肥施用量控制理论和实现的技术途径。明确了我国稻田生态系统 CH₄ 排放时间和空间变化规律,改变了国际上对我国和世界稻田 CH₄ 排放量的过高估算,揭示了稻田 CH₄ 与 N₂O 排放的相互消长关系,成果成为政府间气候变化专门委员会(IPCC)估算稻田 CH₄ 和 N₂O 排放量的主要依据。开辟了土壤侵蚀-水土保持-提高土壤水肥潜力-增强作物抗逆能力-促进农业增产的系统研究,解决了水土流失和发展农业等关键性问题。

2.5.2 生态系统过程与联网研究

中国生态系统研究网络(CERN)的建立提升了生态系统定位和综合观测研究水平。内蒙古草原站关于温带草原生态系统多样性与稳定性关系和蒙古高原生态系统初级生产力的研究,对正确评估气候变化对草原生态系统的影响具有重要理论意义。鼎湖山站在成熟森林土壤可持续积累有机碳方面取得了重要进展。

基于 CERN,中国农田生态系统养分平衡和循环的联网实验研究、中国陆地生态系统通量观测研究网络、中国陆地生态系统样带综合观测和实验研究等专项平台的建立为揭示生态、环境、全球变化等领域的综合性重大科学问题发挥了不可替代的重要作用。

2.5.3 生态恢复技术与示范

在黄土高原、锡林格勒草原和浑善达克沙地、黑河流域、塔里木河下游、岷江上游、广西喀斯特地区、重庆三峡库区、青海三江

源地区等 8 个地区建立了生态恢复试验示范区,在退化生态系统恢复机理、生态系统修复技术模式、流域综合管理与调控、水资源高效开发利用、区域经济发展模式等方面取得显著成绩,相关技术与模式在西部重大生态工程中得到广泛应用,取得了明显的经济、生态和社会效益,为西部地区生态建设和区域社会经济的协调发展提供了典型范例和示范样板。

2.5.4 农业地理与农业区划研究

对我国农业生产发展条件、特点、水平、潜力及地域差异进行了综合分析,对商品粮基地建设和山区综合开发的论证均被国家相关部门采纳。组织开创的中国综合农业区划研究,为中国农业自然资源的开发、农业生产合理布局做出了重要贡献。

2.5.5 区域农业技术研究示范

20 世纪 80 年代,围绕中低产田改造,在黄淮海平原、黄土高原、松嫩-三江平原农业区、南方红壤区和北方旱区建立了长期定位监测与试验研究的综合治理试验示范区,大幅度提高了单位面积产量,为国家农业发展做出了重要贡献。

近年来,面向东部沿海经济发达区、黄淮海平原农业区、松嫩-三江平原农业区、南方红黄壤地区、北方半干旱农业区、黄土高原丘陵沟壑区等 6 个典型农业区所面临的重大问题和需求,开展了节水农业、农田水土资源调控、水土流失治理、土壤退化的阻控和修复、健康养殖、新型肥料研制等促进区域农业发展、粮食安全和高效优质生态农业的关键技术研究示范,在西北农业高效用水、华北节水农业、旱地农业、畜禽氮磷代谢调控及健康养殖、长效缓释肥料研制等方面取得重要成果。

2.6 环境科学与技术

2.6.1 持久性有机污染物(POPs)研究

建立了二恶英、多氯联苯等 POPs 检测

新方法,将我国 POPs 的检测技术提高到国际先进水平。在国际上首次阐明了氯苯类生产过程中二恶英类产生机理,发现了五氯酚等环境污染物代谢产物毒性作用的羟基自由基新途径。提出的氯苯类生产过程二恶英类排放因子,被联合国环境规划署采纳并推荐世界各国使用,同时提出了符合中国实际情况的二恶英类排放清单,为我国履行斯德哥尔摩公约提供了重要科技支撑。

2.6.2 水污染控制技术与示范工程

针对我国废水处理和污水回用的特点和需求,开展了难降解有毒有机污染物光催化降解机理等研究;在高效絮凝技术方面取得突破,实现了规模产业化。在饮用水安全保障方面,针对水源保护、水质改善等关键环节进行系统研发,形成了集成多项单元关键技术和末端水质多级保障新工艺的饮用水水质安全风险末端控制系统,提出水质安全评价技术体系,建立了奥运小区等多个示范工程。在富营养化水体治理方面,系统研究了我国湖泊富营养化成因、控制途径、生态恢复机理,研发集成了消浪、控藻、面源污染控制等关键技术,基于多年的治理实践,提出了先改善环境、后生态恢复的技术路线,在太湖、滇池等湖泊建立了示范工程。

2.6.3 土壤污染控制技术与示范工程

组织开展了我国土壤背景值调查和容量研究,揭示了我国土壤中多种化学元素的背景含量和分异规律,奠定了我国土壤环境科学研究的新基础。对重金属、有机污染物等污染土壤的生物修复机理及技术进行了深入研究,筛选了蜈蚣草等重金属富集植物,并进行了示范应用。

2.6.4 大气污染监测与控制技术

通过长期大气环境质量演变规律和污染防治机理研究,阐明了酸雨形成的机制与传输规律及其生态影响机制,开拓了我国酸雨生态影响和恢复工程研究领域,为国家酸

雨控制区的确定和防治提供了科学基础。面向国家对空气质量和污染源自动监测的需求,开发了以差分光学吸收光谱(DOAS)和激光吸收光谱(TDLAS)为主的空气质量和污染源环境光学监测技术研究,研发了空气质量、固定和流动污染源自动监测系统,并实现产业化。利用自主创新监测技术,结合高塔梯度观测和卫星反演,在奥运区域建立了立体化大气污染监测网,研发了机动车尾气氮氧化物控制、常温下甲醛净化等空气污染控制新技术,为奥运环境安全保障提供了重要科技支撑。

2.6.5 铬盐清洁生产技术与示范工程

研发了低温亚熔盐液相氧化/介质再生循环/铬铁矿资源多组分深度利用/铬渣零排放的原创性清洁生产集成技术,在相对低温下强化了资源转化和分离过程,在世界上首次实现了铬渣、含铬粉尘废气的零排放,并进入3—10万吨大规模产业化阶段。

2.6.6 环境影响评价与区域环境质量

研究

开展了长江水系水环境背景值研究,分析了多种元素的背景值、空间形态分布以及在湖泊沉积物中的历史演变规律。研究了三峡工程对生态与环境的影响及对策,形成了《长江三峡工程对生态与环境影响的论证报告》等系列研究报告,提出了三峡工程对生态与环境的影响、移民环境容量制约因素等重要结论,为最大限度地减小不利影响提供了决策依据。针对京津渤、珠江三角洲等重点区域开展了多学科、多层次、多手段的区域环境质量、污染规律和污染防治研究,综合分析了区域环境质量状况、污染过程、控制因素以及净化功能等,为区域环境保护与经济开发提供了科学依据。

2.7 全球变化研究

2.7.1 发起和推动了国际全球变化研究

中国是最早参与全球变化研究计划的



中国科学院

发起国之一,中科院以叶笃正、刘东生为代表的一批科学家于上世纪80年代就活跃在国际科学舞台上,并在其后的科学活动中不失时机地提出了一系列影响全球变化研究方向的重大科学问题,推动了全球变化科学的发展。例如:在计划的酝酿阶段,提出了“全球变化要以气候变化研究为核心”;1988年与英国科学家同时提出了“土地利用是另一类重大的全球变化问题”;上世纪90年代,又提出“有序人类活动”;本世纪初,提出了“亚洲季风系统”问题,引起了地球系统科学伙伴计划的关注,并发展成为其重要的区域合作研究项目——季风亚洲集成研究等等。这些问题至今仍受到科学界的广泛关注。

2.7.2 丰富了全球变化研究的内容

中科院科学家在全球变化科学的发展过程中,不断丰富全球变化的研究内容。例如:在过去环境变化研究方面,提出并主持了北极-赤道-南极断面-II的研究;组织并开展了黑河流域陆气相互作用试验,并成为国际水循环的生物圈方面项目的组成部分;在全球变化与陆地生态系统研究方面,发起并组织了40°N生物样带观测和东亚样带观测;开展了西太平洋暖池观测,成为热带海洋与全球大气计划、海洋大气耦合响应试验的主力船队;在土地利用与土地覆盖方面,完成了过去300年中国土地利用与土地覆盖变化的研究等。

2.7.3 在若干领域取得了一批国际一流科研成果

在过去全球变化方面,建立了可与深海(大西洋607孔)氧同位素变化相媲美的黄土-古土壤沉积及其粒度与磁化率序列,证实2.4MaBP以来的气候变化在万年尺度上存在明显冷干-暖湿旋回;通过石笋资料揭示了东亚季风千年尺度冷暖循环变化特征;

利用史料重建了过去2000年中国东部地区温度变化高分辨率(达年代)序列,揭示中国20世纪并非过去2000年中最暖世纪。在青藏高原和西北地区,通过冰芯、树轮和湖泊沉积等自然证据重建了若干具有国际影响的长尺度、高分辨率气候变化序列。

全球变化模式(全球和区域)模拟方面,发展了多种全球和区域气候模型,参加了国际气候模式的比较研究,开展了气候变化过程、机制与预测研究,进行了气候变化的模拟与预测试验。

全球碳循环方面,建成了中国碳通量观测网络,发展了多类生态系统碳模型,开展了碳循环的驱动因子和影响碳循环的生物、物理、化学过程研究,初步计算并分析了中国陆地和近海碳通量的时空分布格局和固碳潜力。

在全球变化影响和适应研究方面,根据IPCC给出的气候变化情景,定量化评估了全球增暖对中国农业、水资源、林业,以及生态系统、海岸带环境、人类健康的影响,提出了中国不同区域适应气候变化的对策。分析了中国减排潜力,综合评价了全球变化对中国社会经济发展的影响。

在关键性地表环境参数变化幅度检测研究方面,系统检测了中国地表温度、降水、极端事件、大气温室气体、气溶胶的变化过程、幅度及其区域特征,检测并分析了水文、物候、冰川、土地覆被等关键性地表环境参数以及濒危物种等的变化及其与全球变化的关系。

3 中科院资源环境领域的发展展望

随着我国全面建设小康社会和工业化进程的推进,资源和环境的瓶颈约束,对经济社会的发展、生态环境保护 and 人民生活质量的产生重要影响,成为了我国经济社会发展的主要矛盾之一。通过科技创新,实现资

源的集约利用,提高资源对经济社会发展的保障程度,保证经济、社会和生态环境的协调与可持续发展,为资源环境科学与技术的发展提出了新的挑战,也提供了重要的机遇。面对新的形势,中科院资源环境领域下一步应加强以下几个方面的工作:

3.1 面向国家需求,为经济社会可持续发展提供科技支撑

中科院资源环境领域应面向国家经济社会可持续发展的战略需求,并结合自身特色,重点开展以下领域的研究:应对气候变化国际谈判的关键问题;退化生态系统恢复与试验示范;区域环境污染界面过程与效应;重大自然灾害区域风险评估与灾后重建规划;重要成矿域和特色成矿系统理论与勘查技术;油气资源勘探理论与关键技术;水资源综合评价与高效利用;近海生物资源变动的关键生态与环境过程;地表过程集成系统等。

3.2 面向国际科技前沿,在有特色的学科与领域取得国际领先地位

中科院资源环境领域要不断加强基础研究,促进各分支学科的深入发展和协同发展,充分利用我国在自然地理和地域条件方面拥有的特色和研究优势,取得能够在国际上产生重大影响的高水平研究成果。应重点开展以下领域的研究:全球变化;深部过程与岩石圈演化;青藏高原;气候系统和地球系统模式;生命的起源与演化;深海海洋极端环境生命过程等。

3.3 加强学科交叉与集成,为地球系统科学发展做出贡献

近年来,全球气候变化和环境问题的产生,以及对地观测技术的发展,促进了对地

球各圈层相互作用的研究和对地球系统整体认识的形成,中科院资源环境领域必须以高新技术为先导,加强各分支学科的交叉综合,加强与生命科学、数理科学、化学、信息科学、社会科学等学科的交叉,在促进各学科深入发展的同时,积极开展对地球系统的交叉集成研究,为地球系统科学的发展做出应有的贡献。

3.4 加强科研条件与能力建设,构建系统高效的资源环境科技平台体系

资源环境科学研究依赖于长期系统性的观测、探测和实验资料的积累与数据信息系统的建立,因此系统高效的资源环境科技平台体系是中科院资源环境研究与发展的重要保障。中科院资源环境领域应进一步加强中国生态系统研究网络、特殊环境与灾害监测研究网络、近海海洋观测研究网络、日地空间环境观测研究网络等野外台站网络平台的建设,加强国家重点实验室、院重点实验室等实验平台的建设,加强海洋观测探测平台、对地观测平台的建设,加强仪器设备的自主研发,全面提升科技创新能力。

3.5 加强人才队伍建设,培养造就一批国际顶尖人才

科技创新的关键是人才。中科院资源环境领域应进一步加强人才队伍建设,在充分利用国家及中科院各种人才引进与培养计划吸引优秀人才的同时,应注意发现、培养有良好学术发展潜力的青年人才,充分重视技术支撑队伍的建设,同时要克服在培养和吸引优秀人才方面的制约因素,为优秀人才创造良好的学术和文化环境,提倡团队协作精神,最终培养造就一批国际顶尖人才。



中国科学院