

中国沙漠科学研究进展

夏训诚^① 樊胜岳^②

(^①中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011; ^②中国科学院寒区旱区环境与工程研究所, 兰州 730000)

中国沙漠科学研究开始于 20 世纪 30 年代, 陈宗器等人对我国的个别沙漠进行了初步研究。建国初期, 沙漠研究工作根据营造防风固沙林带的需要, 开展了一些小规模的研究, 如结合营造陕北防护林带的建设, 开展了陕北榆林、靖边、定边等地区毛乌素沙漠的流动沙丘研究。但真正的沙漠科学的综合研究, 是从 1959 年中国科学院治沙队开始的。那时组织了多学科联合的庞大科研队伍, 开展了对我国主要沙漠与戈壁的大规模综合考察, 与此同时, 在西北 6 省、自治区建立了多个治沙试验研究站, 开展了防治风沙危害农田、铁路的试验研究。40 多年来, 我国在沙漠和沙漠化的研究与防治上进行不懈努力, 取得了突出的成就。但是沙漠化点上治理、面上破坏, 局部好转、总体恶化的局面, 仍未得到根本改观。对沙漠科学研究进行回顾, 无疑对指导我国的防沙治沙和推动沙漠科学发展是有益的。

1 初步形成了沙漠科学的基础理论, 为防沙治沙技术的形成和创新提供了依据

沙漠科学是一门综合性学科, 虽然至今沙漠学的整体理论框架有待完善, 但是沙漠科学的不同分支却取得了明显的进展, 突出反映在如下方面:

在风沙地貌与沙漠形成演化方面, 系统研究了风沙流的形成、运动及其结构的特征, 分析了风成分异作用及其对沙的粒度成分和形态特征的影响^[1, 2]。对风蚀雅丹、风蚀城堡、风蚀长丘和风蚀劣地等风蚀地貌的形成发育条件有了明确的认识; 对纵向沙丘、横向沙丘和多风向沙丘形态的形成和运动过程的动力学特征进行了系统研究, 初步揭示了沙丘的形成机制与沉积特征; 查明了沙漠的分布和类型特征。初步建立了两代沙漠格局: 第三纪副热带高压动力下形成的红色沙漠和第四纪亚洲季风作用形成的黄色沙漠, 提出了中国沙漠 3 种演化模式^[3]。代表性的论著有: 《中国沙漠概论》、《风沙地貌学》、《塔克拉玛干沙漠风沙地貌研究》、《罗布泊科学考察与研究》和《中国沙漠图》, 使风沙地貌学、沙漠第四纪研究取得了重大进展。

在风沙物理学方面, 比较系统地进行了土壤风蚀风洞模拟实验, 定量、半定量地确定自然因素和人为因素在土壤风蚀中的作用^[4]。在风沙气、固两相流体动力学、风成基面形态运动、风沙相似和风沙工程的研究方面, 都取得了明显进展, 特别是对单一颗粒运动图像有了较清晰的了解, 建立了相关的数学模型; 初步建立了风沙气、固两相流体运动物理模型, 并提出了一套较为系统和完整的风沙实验相似理论参数; 采用二次流的理论, 对风沙形态的发育史进行深入研究, 形成了风沙流风积风蚀瞬时行为、本构行为、风沙流湍流特征与沙波纹形成、流沙固定的动力学机制等理论, 提出了“固、阻、输、导”的治沙体系原理和治沙技术, 出版了《风沙物理与风沙工程学》等专著。

在植物生理生态方面, 有关沙漠植物的逆境生理研究, 主要集中在对沙漠植物的生理特征研究, 其中比较深入的方面为沙漠植物的水分生理, 如植物的束缚水、自由水研究, 蒸腾系数和速率及水分亏缺研究等。近 10 年来, 已经开始注意沙漠化过程与植物生理变化的关系及植物对沙漠化的适应机制和对策研究^[5, 6], 内容涉及植物的形态解剖、光合速率、保护酶系

统、渗透调节物质的变化、质膜透性及膜脂过氧化作用、植物的抗逆演替等。查明了中国沙漠、沙地植物种类及其分布,初步形成了沙漠植物生理生态特性、植被演替规律、固沙植物水分平衡、植物抗旱性与灌溉理论、农牧交错带脆弱生态系统特征及其恢复学理论^[7~9]。初步探讨了中国沙漠与沙漠化地区植物栽培技术和农作物高产技术,出版了《中国沙漠植物志》。

在沙漠水土资源方面,对中国干旱、半干旱地区水土资源的形成、数量、开发利用现状及其引起的环境变化进行了系统的研究,提出中国西部干旱区以水定地、水土平衡和流域水土开发的途径,并在节水灌溉、沙漠土壤改良等方面做了大量的研究工作^[10~14]。另外结合区域开发和生态建设,开展了西北地区水资源可利用量与林业建设、干旱区内陆河流域水资源承载力^[15]、风沙土和干旱土以及绿洲灌淤土的系统分类、气候变化对干旱农业生态系统和水资源的影响、荒漠绿洲水分平衡与可持续发展、绿洲地区经济发展与生态环境保护等研究,出版了《中国风沙土》、《河西地区水土资源及其合理开发利用》等专著和系列图件。

在沙漠化研究方面,对我国干旱、半干旱和半湿润地区土地沙漠化发生、发展及其类型特点进行了研究^[16, 17],特别是从人、地关系的角度,对脆弱生态环境下人类活动频繁地区进行了研究,设计和形成了沙漠化的分类体系,确定了人为因素和自然因素对沙漠化的作用,提出在不具备垦殖条件又无防护措施的情况下,在干旱、半干旱和半湿润地区的农业种植活动,超过天然草地承载能力的放牧活动,农民对荒漠植被的破坏和干旱区滥用水资源等,是导致沙漠化形成的主要原因^[18~20],而人口增长迅速,生产经营方式落后,是沙漠化扩展的内在动因。初步弄清了中国沙漠化土地的分布、特征和危害,编制了土地沙漠化类型图,并对土地沙漠化发展趋势进行了监测、预测和防治。出版了《中国北方地区沙漠化过程及治理区划》、《中国沙漠化及其治理》、《新疆沙漠化与风沙灾害治理》、《中国土地沙质荒漠化》等专著。

2 研究和开展了沙漠化治理模式和整治技术,取得了显著效益

在中国不同生物气候带建立了多种类型的沙漠化治理试验研究站和示范区,开展了系统深入的研究工作,形成了沙漠化治理的系列技术,推动了区域沙漠化的治理^[21]。如高大沙堤加机械沙障阻沙技术、化学固沙技术、生物固沙技术、草方格沙障固沙技术、沙地农业高产技术、沙地果树栽培技术、沙漠化草场改良技术、沙漠和沙漠化土地遥感监测技术等。这些技术的综合运用,形成了适合当地自然和社会经济条件的沙漠化土地整治模式。

包兰铁路沙坡头段穿过腾格里沙漠东南缘高大流动沙丘区。在高大密集的格状流动沙丘群中和降雨量不足 200 mm 的恶劣条件下,以无灌溉技术途径,首创了“以固为主、固阻结合”,以生物固沙为主、生物固沙与机械固沙相结合的稳固的铁路防沙体系的模式,在铁路两侧高大的流动沙丘上,建立 235~583 m 宽的保护带。在保护带外缘用高度为 1 m 左右的高立式沙障阻沙;在沿线固沙带设立 1 m × 1 m 的草方格沙障,并选用适宜沙地生长的植物栽植,建立永久的防护带;在灌溉条件下的乔木林带(第 3 带);砾石平台缓冲输沙带(第 4 带),此带的宽度约 2 m 左右。这种防护模式不仅有效地固定了流沙,而且在固沙带形成土壤结皮层,促进风沙土向土壤的转化。包兰铁路沙坡头段的沙害治理,取得了 72 亿元的经济效益,成为中国铁路防沙的典范,获得国家科技进步特等奖。

塔里木沙漠公路南北贯通塔克拉玛干沙漠,其中流沙路段 446 km。在号称“死亡之海”的塔克拉玛干沙漠新建公路,防沙固沙是其关键。把沙漠公路选线、沙漠公路防沙固沙、沙

漠公路环境评价等技术有效组合,创造了沙漠公路防沙体系^[22],使世界上第一条穿行于高大流动沙漠中的石油公路畅通无阻,已创经济效益 1.98 亿元.该公路建设因其科学技术的重大突破,被中国政府评为 1995 年 10 大科技成就之一.

沙漠化整治模式和技术研究是沙漠科学研究的重要内容.我国沙漠化治理紧紧围绕经济发展和生态环境建设的需要,研究和形成了沙漠化土地不同类型区的综合治理技术和模式,在绿洲重建和沙漠化治理方面也取得了重大进展,经济和生态效益显著.其中有:(1)适于半干旱农牧交错区的奈曼“生态网”、“多元系统”、“小生物圈”乡、村、户三级沙漠化土地综合治理模式.该系列模式是在乡一级有计划地大规模营造防风固沙林网,在村一级采用调整种植结构、沙地育草、固沙造林、建设基本农田,在户一级采用分散居住,在水热条件较好的丘间甸子地按农业区、林带保护区、草地缓冲区、放牧区安排农业生产和沙漠化治理.这三级结合模式形成了一套比较完整的沙漠化治理体系.(2)适于半湿润地区风沙区的延津、禹城沙化土地治理与农业高效开发模式.该模式主要是根据黄淮海地区水热条件好和交通便利等有利条件,对沙化土地实施改造,种植果树、花卉等高效经济作物,其生态和经济效益都很明显.(3)适于干旱地带绿洲周围沙漠化治理的临泽和策勒模式.具体内容为在绿洲边缘沿灌渠营造 10~50 m 的防沙林.营造防沙林的同时,在绿洲内部建立护田乔木林网,规格为 300 m×500 m;在绿洲边缘灌渠外侧的丘间低地和沙丘上,营造各种固沙林.在流动沙丘上先设置机械沙障,在它的保护下,栽植耐旱的荒漠植物.这样就形成了“条条分割,块块包围”的防护体系.近 10 年来,新研究开发的沙漠化治理与沙地农业开发技术主要包括:适合半干旱区的沙地衬膜水稻栽培技术,沙地小麦栽培技术,沙地甘草、麻黄栽培技术;适合高寒沙化地区的西瓜、玉米、小麦栽培技术;适合于干旱地区的绿洲节水农业技术、绿洲防护林营造技术、咸水灌溉技术等.

3 展望

综上所述不难看出,我国沙漠科学研究密切结合国家经济建设的治沙任务,经过 40 多年的艰苦努力,使之从几乎一片空白的科学领域,发展成长为能较好地解决沙漠和沙漠化治理的理论与实践技术的一门新学科,为我国的生态建设和环境保护与沙地资源开发做出了重大贡献,并应邀多次派专家援助非洲沙漠治理研究,我国沙漠科学开始走向世界.但是根据我国当前沙漠化日益加剧的状况,今后沙漠化治理应主要就如下方面进行研究:

开展我国各种典型脆弱和退化生态系统(荒漠、农田、草场、森林、寒区等)的空间分布规律与地理特性研究,分析导致各种生态系统退化的自然和人为影响因素.建立各种类型脆弱和退化生态系统分析和评价研究的评估指标体系.对农牧交错带脆弱生态系统结构功能、平衡稳定及其调控机理进行研究,揭示农牧交错脆弱生态系统结构与功能障碍的特征以及研究综合整治与可持续发展的途径和方法;探索 and 开发脆弱生态环境综合整治及农牧业可持续发展集成技术,建立脆弱生态环境整治和可持续发展的模式和示范工程.

开展干旱区区域水资源形成与水文过程的生态效应的深入研究,定量化准确判定生态需水量和生态环境的价值效应,建立以经济、社会和生态环境并举的流域水土资源合理利用模式和可持续发展的水土资源利用制度.基于“3S”技术,构建典型流域数字模型,并使“虚拟流域”成为资源分配、生态环境建设、经济和社会发展格局决策的有效工具,逐步开展流域水

资源优化配置的信息化、自动化的试验和示范研究,在水资源合理利用的管理方面提出新的模式,并对流域生态环境建设提供必要的技术与科学依据。

从解决沙漠化土地上过重的人口压力出发,从经济学、沙漠生态学和高新技术相结合的角度,把沙漠化治理与农村经济发展有机结合起来,形成沙漠化防治的生态经济模式。在这个模式中,沙漠化治理应该按照降低土地上的人口压力和形成稳定生态系统的总体目标,有层次和时序地进行。在荒漠化与人类活动相互作用定量研究技术基础上,完成不同自然地带荒漠化防治理论体系,同时,通过布局于荒漠化地区的一批野外试验站长期研究与试验、示范,形成荒漠化防治的成套技术体系,并在广大荒漠化地区推广,促进生态环境的恢复,使荒漠化得到治理。此外,探讨和制定让沙漠化地区千家万户农民参与沙漠化治理投资的制度和政策,将是我国21世纪大规模开展沙漠化治理的关键环节。

致谢 本工作为中国科学院知识创新领域前缘项目(210023)、国家自然科学基金重大项目(批准号:39990490)和国家重点基础研究发展规划资助项目(G19990435)。

参 考 文 献

- 1 吴正. 中国风沙地貌学研究的新进展. 地理研究, 1993, 12(1): 10~16
- 2 朱震达. 三十年来中国沙漠研究的进展. 地理学报, 1979, 34(4): 305~314
- 3 董光荣, 高尚玉, 金炯, 等. 毛乌素沙漠的形成、演变和成因问题. 中国科学, B 辑, 1986, (6): 633~642
- 4 董光荣, 李长治, 金炯, 等. 关于土壤风蚀风洞模拟实验的某些结果. 科学通报, 1987, 32(4): 297~301
- 5 周瑞莲, 孙国钧, 王海鸥. 沙生植物渗透调节物对干旱、高温的响应及其在抗逆性中的作用. 中国沙漠, 1999, 19 (增刊 1): 18~22
- 6 周瑞莲, 王海鸥. 在干旱、高温胁迫中沙生植物抗脱水性与膜脂过氧化关系的研究. 中国沙漠, 1999, 19(增刊 1): 59~64
- 7 周瑞莲, 赵哈林, 王海鸥. 科尔沁沙地植被演替的抗逆性特征. 中国沙漠, 1999, 19(增刊 1): 1~6
- 8 常学礼, 邬建国. 科尔沁沙地景观格局的特征分析. 生态学报, 1998, 18(3): 225~232
- 9 赵哈林. 科尔沁沙质放牧草地沙漠化演变机理研究. 中国草地, 1997, (3): 15~24
- 10 肖洪浪. 乌鲁木齐河终端湖区荒漠化过程中土壤植被系统的演替. 地理科学, 1990, 10(4): 379~384
- 11 夏训诚, 胡文康. 塔克拉玛干沙漠资源与环境. 中国科学, B 辑, 1993, 23(8): 889~896
- 12 高前兆, 李福兴, 周开蕴, 等. 黑河流域水资源合理开发利用. 兰州: 甘肃科学技术出版社, 1990
- 13 肖洪浪. 石羊河下游民勤绿洲地区土地退化研究. 干旱区研究, 1988, 5(2): 33~40
- 14 杜虎林. 河西地区内陆河流域地表水资源及其动态趋势分析. 自然资源, 1996, (2): 44~54
- 15 曲耀光, 樊胜岳. 黑河流域水资源承载力分析计算与对策. 中国沙漠, 2000, 20(1): 1~8
- 16 朱震达, 刘恕, 邱醒民. 中国的沙漠化及其治理. 北京: 科学出版社, 1989
- 17 朱震达. 中国沙漠化研究的进展. 中国沙漠, 1989, 9(1): 1~13
- 18 王涛. 中国北方典型沙漠化土地沙漠化的对比研究. 中国沙漠, 1989, 9(1): 113~136
- 19 周兴佳. 塔里木河下游绿色走廊的沙漠化及其防治. 中国沙漠, 1983, (1): 27~31
- 20 樊胜岳, 杨根生. 土地沙漠化过程的数学模型. 中国沙漠, 1989, 9(1): 93~100
- 21 中国科学院兰州沙漠研究所沙坡头沙漠科学研究所. 包兰铁路沙坡头段固沙原理与措施. 银川: 宁夏人民出版社, 1991
- 22 夏训诚, 陈广庭, 李崇舜, 等. 塔里木沙漠石油公路工程技术研究. 中国沙漠, 1995, 15 (1): 1~9

(2000-07-18 收稿)