

## 西部行动计划

# 黑河流域水-生态-经济系统 综合管理试验示范\*

关键词 黑河流域,水,生态,经济系统

## 1 项目首席科学家和执行负责人

首席科学家程国栋 中国科学院院士,中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冻土工程国家重点实验室主任,兰州分院院长,中国西部资源环境科学研究中心首席科学家。1965年毕业于北京地质学院水工专业,1984—1986年任美国陆军寒区与工程实验室特聘名誉研究员。长期从事寒区旱区环境、工程与生态经济方面的研究工作。

在青藏高原铁路、公路和矿山冻土问题研究中,创造性地提出了厚层地下冰形成的重复分凝机制和冻土三维地带性规律;系统地解决了路基冻害原理、工程措施、养护方法等理论和技术问题,所著《冻土路基工程》已成为我国该领域的经典著作,被誉为“程氏假说”的地下成冰理论为发展冻融土物理学这一新兴领域起到了极大的推动作用。

针对我国内陆河生态环境问题,以流域水科学和应用生态研究为主线,在流域水-生态-经济系统综合研究的理论和实践中取得了明显进展;建立了我国内陆河流域尺度的野外观测和实验系统,初步构建了我国数据量最大的流域数据平台——数字黑河;在此基础上开展了流域水资源、水安全、水管理的系列研发和技术示范推广,一个集国内外流域模型之大成、充分体现中国内陆河特色、体现科学家和管理层意向的流域管理模型正在努力开发中。

曾获国家“五一”劳动奖章。

执行负责人肖洪浪 寒区旱区环境与工程研究所研究员。联合国环境开发署、中国科学院、国家环境保护总局中国沙漠化防治研究与培训中心副主任,中国地理学会沙漠分会副理事长兼秘书长。1985年原兰州沙漠研究所水土资源与环境专业研

究生毕业,1992—1993年先后在联合国国际沙漠中心和比利时根特大学进修沙漠学和流域水土管理。长期从事内陆河流域水土资源管理、干旱区环境变化、生物防沙治沙工程方面的科技研发。

在完成我国多个内陆河流域水土资源研究的基础上,提出了内陆河绿洲迁移的基本概念,指出人类活动导致的水资源转移是绿洲迁移的动因,不合理的水资源利用的实质是下游绿洲变成沙漠。近几年执行黑河项目,集中在流域水环境演变研究的基础上探讨生态水文学的基本规律;通过流域水-生态-经济系统综合研究和试验、示范,构建和完善野外监测、数据库、模型三大平台,支撑水安全基础上的流域水资源管理研究。

## 2 科学内涵与意义

我国西北干旱区,水是生命和经济活动之源;有水就是绿洲,无水便成荒漠。西北地区每个内陆河都是一个山区与平原、绿洲与荒漠,地表水与地下水相互依存、相互转换的独立功能单元,可持续地运行该单元的根本是流域内水-生态-经济的协调发展。

黑河发源于青藏高原北缘的祁连山区,北流穿越河西走廊、阿拉善高原的戈壁、沙漠,曾止于居延古泽,流域面积13万 $\text{km}^2$ 。流域跨越青海、甘肃和内蒙古三省区,是一个多民族聚居的流域;北部以数百公里的边防线与蒙古人民共和国接壤,我国的酒泉航天基地位于流域的下游。

黑河流域是典型的内陆河流域,是西北地区灌溉农业大规模开发最早的流域,是急剧恶化的水-生态环境明显影响可持续发展的流域。黑河流域尺度适中,科研基础相对较好,是中亚内陆干旱区形成

演变和西北水土资源开发利用具有良好代表性的流域,是国内外政界和学术界高度关注的流域。

为整治黑河流域,1992年国家计委批复了“黑河干流分水方案”;1995年国务院八部委、院士考察团对流域生态环境进行了全面调研;1997年国务院批准了“黑河干流水量分配方案”,成立了“黑河流域管理局”;2001年2月在第94次总理办公会上,提出“维护现有绿洲不再退化,使干涸的居延海再现碧波荡漾、天水一色的美景”。国家“黑河流域近期治理规划”项目投入23亿元巨资实施黑河流域生态环境治理,2002年夏末黑河水重新注入东居延海。“黑河流域水-生态-经济系统综合管理试验示范”项目正是在此背景下启动的。项目致力于国家西部生态建设的大目标,研究流域尺度水资源、水循环和水安全,示范推广成熟的技术和模式,促进区域经济发展。

### 3 研究进展

项目执行两年多来,在流域水-生态-经济等科学问题上不断创新的同时,结合上、中、下游不同环境条件,组配和研发了8项符合当地生态和经济可持续发展的模式,10项高效节水和种植、养殖实用技术;实施了示范区生态、生产、生活需水量合理配置方案,节水经济作物面积达到30%,农牧业单方水产值提高20%—30%,灌区整体节水20%以上。目前,项目完成示范面积逾万公顷,推广面积数万公顷,取得经济效益数亿元,为流域产业结构调整、水资源科学管理奠定了基础。

#### 3.1 试验示范研究

(1)上游天然草场建设,羔羊异地育肥。

729个示范户推广人工草地816hm<sup>2</sup>,提高干草产量20%左右,降低牲畜越冬死亡率50%以上,提高仔畜成活率10%,增加产值约280万元。示范区完成草地围栏6200hm<sup>2</sup>,地上生物量增加440kg/hm<sup>2</sup>,可食牧草比例提高17%。使用寒区旱区环境与工程研究所自主知识产权的化学灭除狼毒、棘豆,3年来累计治理1.4万公顷。引进内蒙古草原兴发股份有限公司注资兴建肉食加工厂一座,以公司加农户模式进行产业化运作,推动畜群结构和畜种结构调整。

(2)中游推进草-畜转换,培植节水产业。

引进加、美5个苜蓿种,示范推广5634hm<sup>2</sup>,单产22.5t/hm<sup>2</sup>,较区内原有品种产量提高1/3。示范推广以草-畜转换为纽带的绿洲农业系统耦合模式:平原绿洲种草+獭兔养殖增值模式,绿洲边缘种草+养羊增值模式和浅山区以及山前洪积扇绿洲种草+养牛增值模式,每公顷年增加纯收入3000—6000元。提出了0.5亩标准灌溉单元概念,确定了作物灌期、频率及定额,并协同水管部门在示范区实施水票制,推动种植业结构向低耗水高产值方向发展,灌区用水量减少23%。配置低耗水、雨养树种,构建节水、防护高效益防护林。

(3)下游改造传统游牧业,培植生态经济。

完成人工荒漠河岸林恢复重建示范5000hm<sup>2</sup>,推广12554hm<sup>2</sup>。戈壁人工造林2898hm<sup>2</sup>,试验示范区边缘的生态屏障基本形成;嫁接肉苁蓉3000株,经济效益15万—30万元。示范、推广200个荒漠河滩五配套草库伦,草场承载力由1羊/hm<sup>2</sup>提高到5羊/hm<sup>2</sup>,建成草库伦3950hm<sup>2</sup>,安置移民297户873人,为绿洲生态区限牧、禁牧实现舍饲、半舍饲提供条件。

#### 3.2 科技研发

(1)流域生态变化和水环境定位。

历史上黑河流域经历了水资源向中游的转移,下游水系和尾间湖泊从大到小、从东向西的退缩过程;绿洲在空间上自东向西迁移逐渐演变出一个仍然依靠地下水维持的天然绿洲。目前,中游人工绿洲持续大幅度扩张,城镇化发展迅速;天然草地与林地不断萎缩;大量河道、水域消逝,冰川消退;土地荒漠化持续发展。

(2)林地水分平衡研究。

防护林主要树种的耗水量排序,得出杨树>沙枣>榆树>非杨柳科树种(樟子松等);综合经济、节水、灌溉与防护效益等因素,提出了杨树仍是防护林的主导树种,樟子松、柳树应占防护体系一定比例的结构指标,防护林补灌定额和频率已纳入地方水制改革中;明确了荒漠绿洲区不应提倡“退耕还林”,应考虑“退耕还水”。

(3)山地-河谷-绿洲系统的农牧业结构调整。

建立了多元种植业结构,调整畜种、畜群结构,发展优质高效畜牧业;初步形成天然草场改良与人

工草地建设同步、放牧与舍饲相结合的新型高效养殖模式,农牧业系统耦合格局基本成形,牛羊贩销成为农民增收、农业增效的有力手段。绿洲种草为发展舍饲畜牧业提供了强大的物质基础。

#### (4)生态经济评估体系。

在水资源管理决策支持系统中,将多样性理论引入生态足迹的研究,提出万元产值的生态足迹指标;解决了环境服务的价值化问题;开发了单机版本的流域水资源管理决策支持系统。结合试验示范研究的阶段成果,优化了黑河流域用水、投资、用地和粮-经-草结构,显示出提高流域生态-经济综合效益潜力较大。

#### (5)数字黑河。

包括全流域 1:10 万数字高程模型、40 景 TM 图像库,多期土地资源系列图,黑河流域水文、气候、水资源、生态与环境评价、黑河各野外站点、试验示范等数据库,黑河地气实验数据库,20 年逐旬气象卫星数据等。“数字黑河”是目前国内同类数字流域研究中数据量最大、数据类型最丰富的系统。“数字黑河”正在推动科学数据完全共享,实现了 Web 信息系统的目标。

## 4 项目特色

### 4.1 野外平台——野外站 + 农户 + 政府行为

以黑河流域野外科学试验站网为依托,结合国家“黑河工程”、“生态县”、“退耕还林”等项目确定技术示范推广区及相应的建设内容。以研究所野外站点为中心组织技术研发和试验示范,与地方政府协作获得政策和行政管理方面的支持,选择具备示范推广能力的示范农户(村干部、农技师、专业户等)展示生态和经济效益,项目组成员在示范户的配合下推广成熟的技术和模式。

### 4.2 数据平台——流域野外试验观测系统

寒区旱区环境与工程研究所在黑河的研究已有 30 多年的积累,长期野外实验观测及其基础上的科学数据采集一直是黑河研究的重要内容。该项目执行以来先后更新和完善了上、中、下游和典型景观类型区的实验观测系统,建立了高寒山区、戈壁、沙漠等的全自动监测体系,极大地提高了“数字

黑河”的价值,黑河数据平台建设已纳入研究所知识创新工程。

### 4.3 模型平台——深化科学认识,协调管理行为

项目组就流域上、中、下游水-生态-经济协调型发展方案对应的流域需水量以及流域用水结构逐步合理化演变趋势进行了分析与模拟计算;建立了黑河流域水-生态-经济耦合模型、内陆河流域水资源分配模型和水价模型等。首次把黑河流域的生态状况变化和水资源承载能力的分析纳入持续发展的范畴进行综合集成研究。

## 5 建议

### 5.1 加强流域生态水文和生态经济研究

中国内陆河的可持续发展所面临的生态问题源自有限水资源和高人口压力这两方面的不协调。提高对水资源的认识,重新审视荒漠绿洲地区应“退耕还林”还是“退耕还水”,澄清干旱区流域水资源的利用率低,还有较大的开发潜力等问题。在水-生态-经济综合的层次上配置水资源,调整产业结构,提高单方水产值,评估生态系统服务价值和功能等。

### 5.2 研发专家和管理层共建流域管理模型

流域管理模型研发既是流域科学研究的热点,又是管理层急需的决策工具。一个多学科的、管理层参与的流域管理模型仍在探索、开发之中。建模有助于科学知识在时间和空间上拓展,有助于试验成果的形式化,完善数据平台建设,进而提出可操作性的水资源、水安全的决策依据和管理模式。

### 5.3 正视黑河水问题的现实,确定生态-经济目标

国家投巨资实施“黑河流域近期治理规划”,依靠行政命令取得了一些进展。然而,由于立项科学依据的缺乏,水资源家底不清,产业结构调整凝固在传统观念上,中游地下水的超采正在危及生态建设,下游生态修复目标模糊等问题逐渐凸现。下游的阿拉善盟沙漠化日趋严重,为此,必须加强生态环境的建设和治理,阻止三大沙漠“握手”。

(西部行动计划领导小组办公室 供稿)

(相关图片请见封四)