

·学科进展与展望·

中国西部环境和生态科学重大研究计划 阶段性进展及深入研究的问题

冷疏影¹ 李秀彬² 程国栋^{*3} 孙鸿烈^{*2}

(1 国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100085; 2 中国科学院地理科学与资源研究所,北京 100101;
3 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,兰州 730000)

[摘要] 中国西部环境和生态科学重大研究计划已资助 3 批项目并于 2004 年进行了中期评估。通过实施该计划,取得了一批宝贵的基础数据资料和初步的研究结论,稳定和进一步培育了中国西部环境和生态科学研究队伍,特别是在内陆河流域生态水文过程研究方向上取得明显的进展,更加明晰了未来若干年可望重点突破的一些重要的科学问题。

[关键词] 中国西部环境和生态,重大研究计划,进展,深入研究

1 重大研究计划的宏观战略指导思想

“中国西部环境和生态科学”重大研究计划(以下简称西部计划)是国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)于 2001 年首批启动的 4 个重大研究计划之一,由地球科学部联合生命科学部等组织和执行。

1.1 对西部计划实施背景的认识

国家把生态建设作为实施“西部大开发”战略的重要基础之一。我国西部环境问题的产生根源在于陆地表层环境特点及其脆弱性。我国西部地区独具特色的自然地域单元以及长期的人类活动历史使人地关系经历了复杂的演变过程,提出了许多需要深入探索的重要科学问题,如西部的现代环境格局的形成过程,自然和人文因素在西部环境演化中的作用,在全球变化的背景下,西部环境今后的发展趋势等。对这些问题的回答,不仅依赖高分辨率的时间、空间序列数据的采集和分析,更依赖于通过不同学科背景的科学家的沟通和对话,逐步产生和形成综合集成研究的理论、方法体系和人才队伍。从国际地球科学研究活动及其组织形式看,开展人与环境的相互作用为主要科学问题的研究,比较重视选择研究计划的方式,并取得了很好的效果。因此,西部

计划实施的宏观指导思想,就是围绕国家发展战略需求,发掘基础性、战略性和前瞻性的科学问题,通过专家组顶层科学思想的设计,以指南发布带动科学家的自由申请,逐步实现对西部环境变化过程和机理的整体性深入认识,为解决西部环境和可持续发展中的重大科学问题提供更加充足的依据。

1.2 项目指南对西部计划的引导作用

西部计划以中国西部陆地表层系统的物理、化学、生物、人文过程及其相互作用在不同时间、空间尺度的规律为主要研究对象,具体包括 4 方面核心科学问题,即西部环境系统的演化及未来趋势(以下简称“环境演化”),水循环过程与水资源可持续利用(以下简称“水循环”),生态系统过程与调控(以下简称“生态系统”),以及主要人类活动方式与环境(以下简称“人类活动”)。在计划的实施方案中指出,这是一项为期 10—15 年的计划,“十五”是该计划的起步阶段,也是最关键的时期。围绕核心科学问题,将优先选择关键基础科学数据的收集与研究,迫切需要回答的科学问题的研究,以及基础较好、条件较为成熟的科学问题的探索。为此,专家组通过逐年修订项目指南,对西部计划研究项目的申报与遴选发挥积极的引导作用。

2001 年的项目指南公布了“十五”期间西部计

* 中国科学院院士。

本文于 2005 年 6 月 30 日收到。

划优先研究的15个科学问题。经过评审,资助了几项不同时间尺度的环境演化项目,因此,2002年指南不再强调过去环境演化,而是突出地表环境要素高分辨率遥感研究。在“水循环”方面,突出大尺度水循环,西北干旱区山区水文动态,以及水分循环的植被控制机理。在“生态系统”方面,突出陆气耦合作用模式与植被重建的生态机理,以及西南地区生态系统的稳定性和恢复能力。在“人类活动”方面,突出两千年来人类活动对地表环境和生态系统的影响,高山峡谷区人类活动的环境效应,土地利用和土地覆被变化环境效应的评估模型,以及城镇体系建设的资源承载力与环境经济效应。2002年指南共发布11个优先研究的科学问题,相对2001年指南的范围有所缩小。

因所剩经费不多,另外考虑到“全球变化及其区域响应”重大研究计划以及地学部按领域受理的重点项目均已启动等因素,结合2001年和2002年已资助项目的分布情况,2003年指南共发布8个优先研究的科学问题,同时强调“为进一步加强学科交叉,本年度鼓励和优先考虑资助从地球科学以外的其他学科角度申报的项目”。

通过2004年初的中期评估,专家组认为,在基础资料分析与交流,项目研究的地区与科学问题分布,综合集成工作的深化,以及形成相对稳定的研究队伍等方面仍然存在一些问题。为此,2005年指南强调加强交叉与集成研究,并围绕西部古环境演变代用资料比对与集成研究、黑河流域大气-水文-生态耦合过程及其模拟、黄土高原土地利用和土地覆被变化的环境效应开展整合集成研究;新布局项目不宜过多,优先资助创新性强的新申请项目;对已取得突出进展的2004、2005年结题项目予以延续资助。在项目指南的宏观指导下,2005年西部计划申请项目51项,其中属于已资助项目的延续申请有9项;申报综合集成研究的项目25项,其中针对西部环境演变的7项,针对黑河流域的7项,针对黄土高原的11项;有25项申请属于新布局项目或与集成问题相关但联系并不密切的申请。

2 西部计划取得的阶段性进展

已资助的53个项目按照各自预期的研究目标,取得了一批宝贵的基础数据资料和初步的研究结论,稳定和进一步培育了具有学科交叉意识和研究能力的中国西部环境和生态科学研究队伍。

2.1 西部计划资助项目格局与分布

西部计划2001、2002、2003年共受理411项申

请,资助研究项目53项,总经费3800万元,资助率12.9%。其中报送地球科学部的36项,经费2650万元;报送生命学部的16项,经费1100万元;报送工程与材料学部的1项,经费50万元;53项中重点项目有29项,经费2575万元,占67.76%;面上项目24项,经费1225万元,占32.24%;就核心科学问题而言,针对“环境演化”的9项,经费660万元;针对“水循环”的12项,经费785万元;针对“生态系统”的18项,经费1300万元;针对“人类活动”的14项,经费1055万元;就依托单位性质而言,高等院校的有14项,经费845万元;隶属于中国科学院的有32项,经费2480万元;隶属于其他省部级单位的有7项,经费475万元;就依托单位所在地而言,地处我国西部的有30项,占56.6%;获资助经费2220万元,占58.4%。其中中科院在西部的研究所获20项资助,经费1525万元;在西部的高等院校获8项资助,经费530万元;依托单位不在西部的有23项,其中22项在北京,经费1540万元。22项中高等院校5项,经费275万元;中科院研究所12项,经费955万元。

2.2 基础资料 and 数据的采集与分析

通过野外考察、实验布设、样品分析以及遥感影像判读,取得了大量第一手资料,主要表现在:

(1) 地质时期、历史时期及现代环境变化数据

针对地质时期和历史时期环境变化,(i)采集了一大批黄土、冰芯、石笋、树轮和孢粉等研究材料,分析了一批具有气候指示意义的物理、化学和生物的气候因子代用指标。(ii)在官亭盆地配合考古发掘,对典型遗址进行了动物遗骸、植物遗存的浮选、人骨性别年龄鉴定采样工作;考察了河西走廊、川南、渝东多处古城或古村落遗址。(iii)建立了从1988—2000年1、4、7、10四个月整个西部地区NOAA-AVHRR影像数据库。接收2001年和2002年EOS/MODIS影像数据;建立了500m分辨率的全国卫星遥感地标数据库。

(2) 流域和区域的水文、冰雪等数据

通过布设野外观测点,(i)在塔里木河、石羊河、黑河、柴达木河、艾比湖等多个流域以及河套灌区、黄土高原和黄河源头区,布设地下水监测断面9个,打监测井46眼,利用原有观测井58眼,建立农业与生态节水试验点3个,建立大型坡面定位监测场1个,对地下水、土壤水等进行了动态监测和系统采样分析。(ii)在玉龙山—丽江地区对20m高天然冰雪剖面采集冰、雪、水样品500余个并进行实验室稳

定同位素等测试;在玉龙山白水1号冰川首次安置自动气象站,在海拔4500 m以上进行主要气象要素的观测;对冰川变化、冰雪融水以及地下水与地表水关系进行监测。

(3) 土壤剖面、植物样方、植被样地、动物及微生物区系调查数据

针对生态过程与调控,(i) 采集荒漠植物标本400余份,植物种子93种;在实验室进行种子萌发影响及植物抗旱性实验。(ii) 在古尔班通古特沙漠采集生物结皮和土壤样品,测定土壤和微生物参数。(iii) 在塔里木河中下游5个断面建立植被样地18个,样方55个,测定植物生长量、细胞结构、植物体盐分、光合作用等多项数据;挖土壤剖面34个。(iv) 在典型草原、草原化荒漠、山地荒漠草原、撂荒地、放牧梯田及高寒草地建立了动态观测小区,研究生态系统的退化和演变。(v) 开展川西暗针叶林对气候变化的响应模拟实验,采集立地群落植物样2050个,土壤样1850个,凋落物样335个。(vi) 对西南不同喀斯特景观类型发育的基岩、土壤、生物根系和土壤生物、常量和微量元素进行测定分析。(vii) 在青藏公路和青藏铁路沿线,调查环境背景样带29条,调查植被样方1092个,采集植被样品3105个,土壤样品1626个,小型哺乳动物68只,土壤动物300余只。

(4) 人类活动与环境互馈作用数据

从土地利用、大型工程建设以及城市化三方面入手,(i) 完成西部地区1:10万土地利用图,青藏铁路沿线1995年和2000年土地利用图以及青藏铁路沿线1:10万数字高程模型。(ii) 收集了西北各省及典型城市近50年社会经济统计资料、1980年以来典型城市环境质量资料。(iii) 在青藏铁路沿线布设多年冻土变化监测场地29个并已正常监测;对川藏公路、西攀高速公路、G318线以及西南深切河谷地区多个水电站等工程进行野外调查和观测。(iv) 在云南、甘肃和贵州,针对人类活动造成自然环境改变从而引发的不同类型虫媒病传播,进行了调查和样品采集。

2.3 研究结果和初步结论

在已有积累的基础上,许多项目取得了一些初步结论,推动了对西部计划核心科学问题的认识。

(1) 西部环境系统的演化及未来趋势

在地质尺度的环境变化方面,发现西北大致以贺兰山为界,东部季风区与西部西风带影响区的环境演变控制因素存在较大差异。整个西北区,全新

世大暖期整体上为相对湿润环境。贺兰山以西地区全新世大暖期以后沙漠扩大,气候变干可能起了主导作用。第四纪以来天山持续隆升,平原曲流带位置北移并有湖泊发育,且天山地区与青藏高原的演化在时间上有一定的相关性。

在历史尺度的环境变化方面,(i) 冰芯记录反映出20世纪青藏高原整体呈升温趋势;通过冰芯记录恢复的青藏高原中部1600年以来的降水变化,填补了这一广阔区域没有长时间降水记录的空白。(ii) 发现西南地区在大约2000年前,出现过严重的干旱事件。(iii) 复原了近300年来天山北坡三屯河与呼图壁河水系变迁、水流空间分布过程,指出二水系的变迁与玛纳斯湖群历史变迁关系密切。

采用de Martonne干燥度指数和Holdridge的可能蒸散率两种方法计算的1991—2000年间我国干旱区面积大致相等,占我国总面积的17.4%,且绝大部分在西北地区。

(2) 水循环过程与水资源可持续利用

在绿洲地表水和地下水研究中,(i) 发现黑河下游地下水运行和出露特征与区域构造和沉积特征有密切关系。(ii) 发现石羊河绿洲地表水与地下水之间的转化受人为干预明显,形成了自然-人工复合水资源转化模式。(iii) 发现塔里木河断流河道随着输水次数增加,输水河道两侧响应宽度由第一次450 m增加到第四次1050 m,但响应程度随距离输水河槽中轴线距离增加而减小。

在土壤水研究中,(i) 发现在黄土沟壑区从1957年到2003年,55.3%年份里降水年渗透到2 m之下是困难的。(ii) 降雨试验发现翻耕对降雨入渗和转化率、产流时间及补给深度均有显著增加。

在冰雪水和土壤水遥感研究中,(i) 改进、开发了辐射计、散射计土壤水分反演算法;开发了纯雪像元的被动微波雪水当量新算法。(ii) 遥感监测表明塔里木河流域周边山地有近3600条冰川发生较明显的变化,面积减少了4%。

在模型研究中,(i) 将一维作物模型CERES-Wheat和CERES-Maize融合到三维的分布式水文模型SWAT2000中,使其在引黄灌区的应用具有显著优势。(ii) 在SWAT2000模型中,新开发了灌溉渠系模拟功能模块CTLM,拓展了其在渠灌区的应用。(iii) 实现了SWAT2000和MODFLOW96模型的双向耦合,完成的SWATMOD.2K4模型将作物生态系统、陆地水文循环、地下水动态模拟全面耦合。

(3) 生态系统过程与调控

在荒漠-绿洲植被、土壤与水分相互作用研究方面,(i)发现沙漠人工植物柠条和油蒿冠层的截留使穿透水量显著小于降水量。(ii)发现古尔班通古特沙漠土壤生物结皮使地表0—5 cm土层有机质含量显著提高。(iii)提出了塔里木河下游天然植被的合理地下水位:胡杨正常的地下水位为4 m,9 m以下为其生存临界水位。怪柳正常生长的地下水位在2—3 m,10 m为其生存临界水位。

在草地土壤、水分及生物相互作用研究中,(i)发现典型草原土壤微生物的数量和生物量明显高于退化草地,且微生物活性较高;放牧与围封对典型草原的土壤微生物量碳影响显著,对草原化荒漠影响不显著。(ii)指出1980年以来我国北方晚冬早春温度明显升高,草原植物生产节律提早,生长季早期的降水量对草原年生物量影响明显。

在生态系统模型研究方面,(i)发表了叶片尺度的生理生态学模型,得到了典型草原和荒漠草原生态系统主要植被类型的生理生态学参数。(ii)对原气孔模型中的部分线性假设作了非线性处理,得到非线性动态气孔模型并成功应用于干旱区百余种植物的野外观测数据中,结果比原气孔模型有了显著的改进。(iii)进一步修改了景观模型,实现了在不同尺度上的植被类型变化与生态系统过程的耦合,突出了降水通过地表径流和壤中流的横向再分配对生态系统的影响,以及植物根系对土壤水分在垂直方向再分配的影响,使之更加适宜于模拟干旱、半干旱区水文-生态系统。

(4) 主要人类活动方式与环境

在重大工程活动与环境互馈作用研究方面,(i)通过监测青藏铁路地下活动层水热过程,发现高原植被对冻土具有保温作用,即铲除植被后表面温度降低,季节融化深度减少,多年冻土温度降低。这与以往的青藏高原植被对冻土的冷却作用的认识不同。(ii)通过对青藏公路6年监测发现,多年冻土对气候变化的响应是长期而缓慢的过程,而对工程活动的响应是一个短期而快速的过程。提出了“主动保护”多年冻土的冷却路基的工程措施,经实体工程试验段验证,达到了预期目的。

对人类活动环境下虫媒病传播的研究结果表明,(i)微小按蚊仍是云南疟疾的主要媒介;微小按蚊的种群数量变动与水环境的改变关系密切。(ii)证实全沟硬蜱是甘肃腊子口林区莱姆病传播媒介,首次确立该林区为莱姆病自然疫源地,将我国以

全沟硬蜱为媒介的北方莱姆病自然疫源地从过去已知的六盘山向南扩展到秦岭。(iii)证实贵州研究区发生鼠间鼠疫流行。

对西北地区城市化与环境关系的研究表明:(i)该区大城市已进入经济增长与环境污染的负相关阶段,而中小城市则相反。(ii)西北城市化非自发性产生,多以资源开发为导向,非农业人口多于城镇人口;城市化以“点—轴”方式逐渐向大城市和交通干线集聚。(iii)西北城市化已接近30%的加速推进门槛,需及早从战略模式上做准备。

对黄土高原土地利用的环境效应研究结果表明,(i)土地利用格局变化能够改变降雨-径流、径流-泥沙的变化,进而影响水土流失。(ii)提出了“源-汇”生态过程理论与景观空间负荷对比指数,并从距离、相对高度和坡度三方面进行刻画,使定量研究流域景观格局与生态过程的关系成为可能。(iii)针对黄土丘陵沟壑区,探讨了流域和区域尺度降雨侵蚀力的计算及其区域效应,提出了区域尺度作物覆盖与管理因子的尺度上推方法。

2.4 具有发展潜力的生长点

部分项目在研究对象和技术路线上具有明显的创新性和学术带动意义,一些项目在执行过程中发现了新的重要科学问题:

在过去环境变化研究方面,有关项目将地面景观变化与区域大气环流模式结合起来,引导环境变化研究从“概念模型”到“动力模型”方向发展。

在水循环研究方面,有关项目将地下水与地表径流过程耦合起来,开发了相关模型,为人类活动影响与水文过程的综合集成研究奠定了基础。

在荒漠生态系统研究方面,有关项目探索生物结皮在荒漠环境变化及其稳定性上的作用,拓展了一个很有前景的研究方向。

在人类活动的环境效应方面,有关项目从区域土地利用空间格局的角度,提出区分水土流失的“源景观”和“汇景观”,根据两种景观的空间搭配格局对水土流失过程的影响来评估人类活动的环境效应,开辟了一个新的研究方向。

3 西部计划深入研究的方向之一:内陆河流域生态-水文过程观测与研究

中国西北内陆河流域是灌溉农业开发最早的流域,是水环境急剧恶化严重影响可持续发展的流域,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。同时,它又是国内多个部门资助较为集中的地区,有相当的科学积累。针对内陆河流域开展生态-水文过程的观测与研究,既可以紧密围绕我国干旱区水资源缺乏影响区域可持续发展的重大国家需求问题,同时也符合国际学科发展的前沿,将会极大地提高我国地表过程研究的水平,探索地表过程综合研究的有效方法。

3.1 西部计划实施过程中逐步显现的问题

西部计划研究项目所涉及的时间尺度有长有短,既有地质时期、历史时期的古环境演变,也有现代环境演变;研究项目的空间尺度也很不同,有坡面的,流域的,也有区域的,并且可以针对不同类型的自然地域单元。计划实施4年来,总体上看项目布局过于分散,首先表现在科学问题不集中。西部环境演变是一个漫长的过程,且不说夹杂着全球环境变化的巨大因素,单从演变的时间尺度看,地质尺度、历史尺度和现代尺度环境演变无论在研究方法、研究手段、数据获取可行性及可靠性,以及主要变化区域和格局上都有相当大的差异。即使对于现代尺度环境演变,对于不同自然地域综合体,在黄土高原、西北干旱区、青藏高原或西南喀斯特地区,生态系统类型及人类活动的行为和方式也存在巨大差别。因此,就重大研究计划经费体量和实施时限来看,科学目标过大,研究区域不集中,结果是研究队伍分散,研究力量不集中,研究结果比对分析和系统集成非常困难,研究结论多数是针对特定环境、特定区域研究的结果,不能从整体上回答和反映区域环境变化的格局、过程和机理。

3.2 “内陆河流域生态-水文过程观测与研究”与西部计划等已开展工作的衔接

西部计划针对生态系统过程与调控和水循环与水资源两方面内容的研究资助了30个项目,分布在黑河流域、塔里木河流域、石羊河流域、河套平原、黄土高原和西南喀斯特地区的不同生态系统类型,其中针对绿洲-荒漠生态系统研究的项目比较多。黑河流域和塔里木河流域有着相似的生态系统结构特征,代表了典型的以水为主线的内陆河流域,上游是山区生态-水文过程,中下游是生态-水文-经济过程,科学问题十分明确。自西部计划实施以来,资助黑河、塔里木河及相关流域的研究项目约20项,对冰雪资源变化、高原土壤水分及雪水的反演,山地-绿洲-荒漠系统的演变,绿洲-荒漠过渡带土壤-植被-大气界面物质交换,干旱区地表-地下水系统变化,荒漠地表生物结皮,荒漠植物生态适应机制,以及生态

水文模型研究等内容开展了大量工作,进展着重体现在两方面。一方面是以水为纽带的干旱、半干旱区植物生理生态过程观测、实验、分析与模拟得到加强,另一方面是综合植物-土壤-大气-水文过程的模型模拟研究不断发展,尤其是在植物生理生态模型、作物生长模型、景观模型,以及地下水与地表径流耦合模型研究等方面取得了相当好的进展。近年来针对西北内陆河流域,结合国家层面项目,建立了一些监测—数据—试验—示范平台,形成了中国科学院、地方院所、大学和政府参与的研究团队,在生态水文、生态经济、生态恢复、水环境演变方面取得较好进展。这些积累为进一步研究干旱、半干旱区生态-水文过程,开展以提高流域尺度水利用率为目标的生态系统管理和流域水-生态-经济系统研究,从而带动现代地表过程研究打下了非常好的基础。

3.3 内陆河流域生态水文过程与水资源利用研究的国家需求

2004年联合国可持续发展委员会第12次会议呼吁各国政府实施流域管理,关注水与发展、水与环境和水管理。水资源的短缺严重地威胁着国家安全和战略资源。水资源早已从自然资源跃升为国家战略资源。占中国国土面积1/3的内陆河流域集中在西北干旱区,其中不到10%的绿洲是人类主要的生存环境。先天性的资源缺陷使得水问题成为内陆河流域乃至西北干旱区经济发展和环境保护的关键性问题。

对水文过程的研究,我国在农田尺度土壤-水文过程方面开展了一些工作,而在坡面、流域、区域尺度的水文-生态过程研究方面还几乎是空白。西北内陆河上游由高山冰雪冻土带、山地森林植被带组成,中游为绿洲区,人类活动以不同的土地利用方式体现,通过生态系统改变了水文、生态、社会经济过程的时空耦合。我国内陆河流域水循环是联系经济发展和生态环境建设的纽带,水循环问题已成为流域可持续发展过程中水、生态和经济系统之间矛盾的焦点;水资源短缺所引发的生态经济问题不仅与水循环机理有关,而且与虚拟水循环密不可分;从生态经济的角度认识社会或经济过程中水循环机理和水转化规律,创新水资源的管理思路势在必行。

3.4 生态水文过程与水资源利用研究的国际进展

以气候-土壤-植被为核心研究水文和生态动力学的时空联系,进而寻找生态格局形成和生态过程演化水文机理的生态水文学是21世纪最有前景的研究方向之一。干旱、半干旱区生态水文过程不仅

较好地综合了自然要素的变化过程,突出了以水为主线变化过程,而且可以囊括自然变化为主导的过程,和人类活动影响下的变化过程。

分布式生态水文模型的发展综合了水文学、生态学和气候学的三条研究途径,已取得重要进展。分布式生态水文模型目前尚存在多方面不确定性问题,而模型与遥感信息同化(LDAS)和多目标参数率定是解决不确定性问题的重要办法。流域和区域是联结微观和宏观过程的较为适度的研究尺度。区域生态水文学模型研究,普遍缺乏充分的实验观测数据的支持,数据的细致程度与模型的细致程度不匹配,缺乏足够的对模型模拟的主要过程进行校验,缺乏系统的对模型的总体性能进行校验。因此,加强综合观测,才能更好地发展和完善包括融雪、土壤冻融过程以及土壤与植被相互作用的地表过程模型,进一步研究气候、冻土、植被和径流间的相互作用。生态过程模拟与社会经济耦合的关键环节是土地利用,然而目前有关土地利用模拟很欠缺,在这方面大尺度上的观测和监测尤为重要。

流域管理是水、生态、人类活动的综合管理,是基于流域尺度的水环境和生态系统的整体管理方式,是综合考虑流域与水有关或由水引起的各种人类活动的科学思维方法。流域科学近十年的进展充分体现了自然科学、生物科学、社会或经济学方面的综合及其与流域管理需求的结合。以水为主线,采用多尺度的途径和综合分析的方法,广泛运用生态水文学和生态经济学解决流域复杂系统问题,已成为流域管理研究的主要趋势。

3.5 “内陆河流域生态-水文过程观测与研究”的重要科学问题

“内陆河流域生态-水文过程观测与研究”的总体科学目标是开展多学科交叉的流域尺度地表过程实验观测和模拟研究,建立一个对科学家开放的内陆河生态-水文-遥感实验观测的地表过程研究基地和一套完全共享的多尺度、多学科综合的数据和模拟平台,揭示内陆河流域自然、社会或经济系统水循环规律,发展内陆河流域以水为核心的地表过程综合研究的理论和方法体系,解决部分综合性的科学问题,服务于流域尺度的国家资源管理和环境战略决策。

内陆河流域生态-水文过程观测与研究应主要关注以下3方面科学问题:流域尺度生态-水文过程、机理及其定量描述;流域尺度的水-生态-经济或社会系统耦合;流域水资源可持续利用及区域协调发展。具体内容可以包括:(1)流域水循环:流域水文过程与水资源管理,流域生态水文过程及其尺度转换,水资源的社会或经济循环。(2)流域尺度的生态水文学:水和生物间的功能关系,非生物环境中的生物学过程,耦合各种尺度的水循环、生态过程到流域尺度。(3)流域生态系统管理:生态系统管理,生物多样性管理,流域水环境管理与生态恢复。(4)流域水-生态-经济系统可持续发展模式:生态水文模型的数据同化系统,数字流域与模型集成。(5)流域生态水文综合观测与遥感同步实验:冰川冻土遥感实验,山地小流域生态水文遥感实验,绿洲生态水文遥感综合实验,荒漠生态水文遥感实验。

致谢:国家自然科学基金委员会地球科学部宋长青研究员对本文文字进行了修改。

THE PROGRESS OF STUDIES ON THE ENVIRONMENTAL CHANGE AND ECOLOGICAL ISSUES IN WESTERN CHINA

Leng Shuying¹ Li Xiubin² Cheng Guodong³ Sun Honglie²

(1 Department of Earth Sciences, NSFC, Beijing 100085;

2 Institute of Geographical Science and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101;

3 Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, CAS, Lanzhou 730000)

Abstract The major research plan Environmental and Ecological Issues in Western China is initiated by NSFC in 2001. This article gives a brief introduction of the progresses of the environmental change and ecological issues study in the plan by the end of 2004. Based on the accumulation and problems occurred in the plan. Integrated study on eco-hydrological process in continental river basin in Western China is suggested to develop in the following years.

Key words environmental change and ecological issues in Western China, study progress, prospects