

西北地区生态修复对策探讨

毛德华^{1,3}, 夏 军^{2,3}, 黄友波³

(1. 湖南师范大学 资源与环境科学学院, 湖南 长沙 410081; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 3. 武汉大学 水利水电学院, 湖北 武汉 430072)

摘 要: 西北地区水资源与生态环境问题多样且严重, 主要表现在水资源供需矛盾尖锐; 水土流失严重, 土地荒漠化加剧; 草地退化严重; 水污染问题日益突出等。分析了西北地区存在的各种生态问题及其本质, 并探讨了其形成机制。提出了西北地区生态修复对策: 加强空中水、地表水、地下水和污水的综合利用; 建立节水型的社会体系; 调整产业结构, 建立特色经济体系; 建立流域水资源统一管理机构和合理配置水利工程; 稳定现有灌溉面积, 提高用水效率; 粮食生产, 总体平衡, 区内调节; 合理确定水价, 发挥经济杠杆作用, 建立生态产业发展机制; 加强水土流失、土地荒漠化的防治; 控制人口增长, 提高人口素质, 实施必要的生态移民工程。

关键词: 生态环境; 形成机制; 修复对策; 中国西北地区

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2003)03-0011-05

中图分类号: X171

A Study on Countermeasures for Ecological Rehabilitation in Northwest China

MAO De-hua^{1,3}, XIA Jun^{2,3}, HUANG You-bo³

(1. College of Resources and Environment Science, Hunan Normal University, Changsha 410081, Hunan Province, China;

2. Institute of Geography Science and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;

3. College of Irrigation and Electricity, Wuhan University, Wuhan 430072, Hubei Province, China)

Abstract: There are many serious problems of the ecological environment in Northwest China, which present mainly as follows: the contradiction between water supply and demand; soil erosion; land desertification and water pollution etc. All kinds of the above problems, and their essence and causing mechanisms are analyzed deeply. The countermeasures for ecological rehabilitation are brought forward as follows: strengthening the synthesis utilization of air water, surface water and groundwater through understanding the features of the water cycle in Northwest China; constituting a social system of water economized use; adjusting the industry structure and constructing a characteristic economic system; organizing basin water resources uniform with government organization and deploying irrigation engineers with reason; keeping the existing irrigation area and increasing the efficiency of water use, sustaining the general balance of grain production in Northwest China and market adjustments; assigning water price with reason and constituting a development mechanism for the ecological industry; strengthening prevention and control of soil erosion and land desertification; and controlling increase and improving the condition of the population, implementing imported ecological engineering.

Keywords: ecological environment; causing mechanism; rehabilitation countermeasures; Northwest China

1 西北地区生态环境问题及形成机制

本文所指的西北地区包括新疆、甘肃、青海、陕西、宁夏 5 省区以及内蒙古西部的阿拉善、鄂尔多斯(伊克昭)、乌兰察布 3 盟和呼和浩特市、包头市、乌海市, 总面积 $3.49 \times 10^6 \text{ km}^2$ 。

1.1 西北地区生态环境问题多样且严重

1.1.1 水资源贫乏 时空分布不均, 与土地、矿产等资源不相匹配, 供需矛盾尖锐。西北地区降水量少, 年

降水量大多在 400mm 以下。大部分不到 150mm, 个别仅 10mm。而年蒸发量在 1200mm 以上。且时空分布不均, 表现为山地多、盆地(平原)少。降水年内分配极不均匀, 6—9 月降水量占全年的 60%~80%, 集中程度高。使西北地区成为我国水资源最贫乏的地区, 水土资源不匹配, 如新疆乌鲁木齐河流域、甘肃河西石羊河流域、蒙陕接壤地带能源重化工基地等是西北地区水资源与矿产资源开发最不匹配的地区^[1]。

1.1.2 用水效率低, 与过度利用并存 用水效率低,

收稿日期: 2002-08-12 修回日期: 2003-02-22

资助项目: 中国科学院知识创新工程项目(KZCX1-10-03); 中国科学院“百人计划”项目(编号: 2000)国家自然科学基金(50279049)

作者简介: 毛德华(1964—), 男(汉族), 湖南益阳人, 教授, 博士生, 主要从事水文与水环境、水土资源利用等方面的研究工作。电话(0731) 8871432, E-mail: mdh40812@sohu.com。

如地表水渠系利用系数平均仅 0.42, 其中河西走廊最高为 0.50, 新疆为 0.42, 柴达木盆地不到 0.40; 田间水利用系数仅 0.80 左右。但过度利用的现象较严重。如新疆的乌鲁木齐河流域引水率高达 168.3%, 甘肃河西石羊河流域为 160%, 吐鲁番地区为 147%。这一方面说明西北地区节水潜力较大; 另一方面因过度利用, 导致了地下水位下降、地下水漏斗、河湖断流或干涸、土地沙漠化等一系列不良生态后果。

1.1.3 河湖萎缩 西北地区是全国河湖萎缩最严重的地区, 如新疆湖泊总面积目前比 20 世纪 50 年代缩小了 39%^[2]。甚至一些面积较大的湖泊如罗布泊、玛纳斯湖、居延海等, 现已干涸。

1.1.4 水土流失严重 全国水土流失面积有 $3.67 \times 10^6 \text{ km}^2$ (1998 年), 其中 80% 在西部地区。黄土高原成为世界上水土流失最严重的地区。

1.1.5 土地荒漠化加剧 西北地区的土地荒漠化 (风蚀荒漠化 $1.60 \times 10^6 \text{ km}^2$) 占全国土地荒漠化面积的 61%, 年直接经济损失 5.40×10^{10} 元, 且每年以 2400 km^2 的规模在扩展。

1.1.6 草地退化严重 西北地区是我国草地和畜牧业集中分布区, 草地退化已成为西北地区畜牧业发展

重大制约因子。西北各省草地退化率在 30%~86% 之间, 退化相当严重。

1.1.7 水污染问题日益突出 黄河流域水污染具有以下特点: 一是水污染程度支流重于干流; 二是从源头向下游污染程度有逐渐加重之势; 三是超标污染物与经济活动直接对应, 反映出水污染治理程度有限。西北地区内陆河流域以塔里木河流域、黑河流域和石羊河流域污染较严重。由于西北地区是长江、黄河等大江大河的发源地, 其水质的好坏, 不仅影响当地环境, 而且还会对中、东部地区生态环境造成严重的影响; 而内陆河流域水循环具有封闭性。因此, 其日益严重的水污染应引起足够重视。

1.2 水资源及生态环境问题的本质与形成机制
西北地区水资源及生态环境问题是自然驱动力与人为驱动力综合作用的结果, 人类驱动力是主因 (图 1)。水资源是决定社会经济发展和生态环境状况及其演变的掣肘因素: 水资源是西北地区社会经济发展的命脉, 是西北地区生态环境构建的基础和变化的动力因子。西北水资源的稀缺性与重要性, 一方面对社会经济发展、生态环境建设构成强烈的制约; 另一方面加剧人水之争的矛盾。

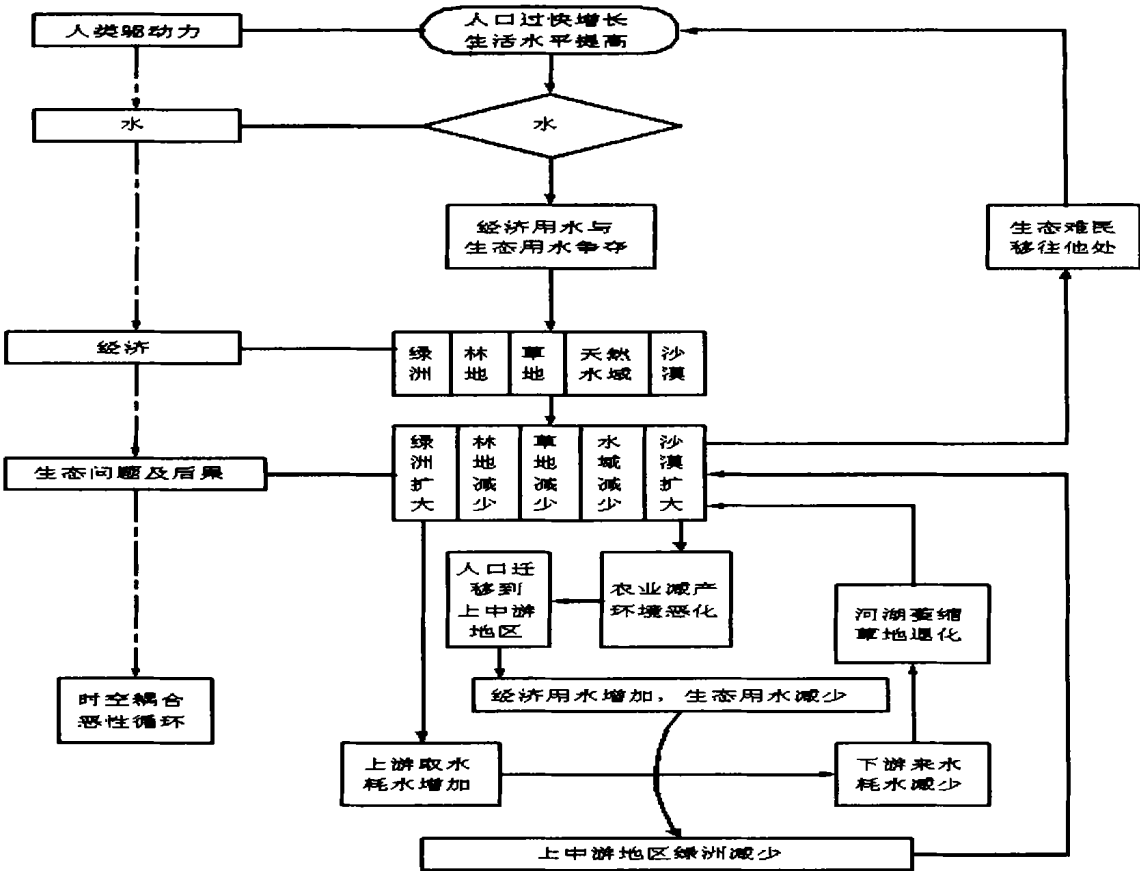


图 1 西北地区人类驱动下, 水—经济—生态时空耦合及恶性循环机制

西北地区水资源及生态环境问题的本质是:经济用水挤占生态用水,最终导致人地关系的失调。其驱动力是在水资源贫乏且时空分布不均的自然禀赋基础上,由于人口迅速增加造成对脆弱水资源系统的压力剧增。又由于人类的工程措施与非工程措施不力,从而形成人类驱动下,水—经济—生态的时空耦合及恶性循环机制,导致了西北地区水资源及生态环境问题的产生。

工程措施方面主要表现为:已有水利设施的老化、不配套,设计标准低;调蓄能力不够;水利工程分布不尽合理。非工程措施方面突出表现在:没有形成流域性水资源统一管理机构;水价等经济杠杆作用发挥的不够等。

绿洲与荒漠的演替是双向的,但是是不对称的。退化易,恢复难。古绿洲王国的消失及近代出现的“两增加,三减少”的趋势(人工绿洲和荒漠化土地增加,而林地、草地和天然水域减少)。主要是人类过度的经济用水挤占生态用水;上中游过度用水,挤占下游用水,导致下游荒漠扩展,生态环境恶化,引发人口向上中游迁移导致上中游地区的用水增加,生态压力扩大,从而使荒漠从下游向上中游扩展,最终导致整个流域不再适合人类居住,使当地居民沦为生态难民,从而形成时空耦合的恶性循环机制(图1)。

2 西北地区生态环境修复对策

2.1 加强空中水、地表水、地下水和污水的综合利用

2.1.1 加强空中水资源的综合利用 西北地区空中水资源开发利用潜力很大^[3]。理论推算,西北地区的入境水汽转化为降水的比例若在现有的基础上增加10%,则年降水量可达261 mm。加强和发展西部地区的人工影响天气工作,提高空中水资源的利用率,是缓解西部地区尤其是西北地区水资源严重短缺的一项有效措施,对于西部地区社会经济的发展和生态环境的保护意义重大。

因此,需要加强人工增雨优化成套技术研究,开展空中水资源及其开发利用的综合调查,加强效果评估方法的研究改进。针对我国西部地区水资源时空分布的特点,应加强在天山、祁连山等降水集中的山区开展试验研究,以提高人工影响天气的技术水平和作业的经济、社会、生态效益。试验区内配置先进的飞机、火箭、雷达、高炮等人工增雨设备,按照业务与科研相结合的思路,开展空中水资源勘测、气候生态环境监测、人工增雨作业和增雨效果试验,为西部地区人工影响天气工作提供示范^[4]。

2.1.2 认识地表水、地下水转化规律,因地制宜用水

(1) 可以划分为2个性质完全不同的径流区:径流形成区和径流耗散区。径流形成区大体占有干旱地区的山区部分,其下限约为海拔1500~2600 m,与天然森林分布区下限相吻合。降水较多,蒸发弱,年降水量一般为200~800 mm,并随海拔高度升高而增加^[5]。径流耗散区位于干旱区平原部分。凭借河流水流的进入,孕育了人类的基本生存空间——绿洲。(2) 地表水、地下水转化强烈。在河流出山前,山区地下水几乎全部转化为地表水,经河道排到山前平原。进入山前平原的河水在洪积扇裙带大量渗漏补给地下水,地下水又在扇缘及其以下的地区以泉水形式出露变为地表水,并汇聚成为平原河流。在多排构造盆地分布的流域,可重复出现多次,由第一循环带顺次过渡到第二或第三循环带,但循环水量逐次减少。

根据西北干旱内陆河流域地表水与地下水的转化规律,因地制宜合理利用水资源。山区是径流的策源地,保护其生态环境,增加涵养水源的能力是其工作重点;而径流耗散区,是水资源的主要利用区,持续利用与防止生态环境破坏是其首要任务。

对于山区的径流形成区,首先是保护其植被;退耕还林,恢复退化与破坏的植被,以充分发挥“绿色水库”的涵养与调蓄功能。另外,应采取人工影响天气的方法尽量多地截获空中水资源,增加山区水资源(包括冰川)的供给。

径流耗散区的水资源利用,首先要减少水的无效耗散,如减少平原水库的蒸发和潜水蒸发。为此,应适当减少平原水库的数量,代之以山区水库;第二,要通过工程措施,调节浅层地下水与深层地下水的关系,从而一方面抑制潜水蒸发,另一方面发挥“地下水库”的作用,提高可供水量。

地表水与地下水转化的连动关系。(1) 多次重复利用提供了可能;(2) 增加了利用系统的复杂性,必须统筹兼顾,否则会造成严重的生态环境问题。为此,水资源利用应纳入统一的调度之中,坚持“适度利用”的原则,以流域系统整体最优为首选追求目标。

2.1.3 污水资源化 西北地区城市水污染较严重,甚至形成水质型缺水,而目前污水处理能力低,甚至有的城市无污水处理设施。因此,要严格执法,加大污水处理能力,进行水利用,多级循环,提高水资源的重复利用率。废水的处理可因地制宜采取一些实用且较先进的处理方法,如活性污泥法、生物膜法等等。

2.2 建立节水型的社会体系

针对西北地区水资源状况,建立节水型的社会体系。从2000年西北地区的用水结构看,农业用水占

绝大部分,在 $8.70 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 总用水量中,农业用水占总用水量的 89.4%,工业用水占 6.0%,生活用水占 4.6%。而农业用水效率低,若提高有效利用率 0.1~0.2,则可节约用水 $6.7 \times 10^9 \sim 1.33 \times 10^{10} \text{ m}^3$,节水潜力大。为此,首先必须建立资源节约型农业生产体系,即建立以节水、节地为中心的生产体系。建立节约型农业生产体系,技术是根本,管理是关键,产业是保证,三者相互依赖、相辅相成,缺一不可^[6]。节水型技术包括节水型灌溉技术(滴灌、喷灌、微灌、雾灌、暗灌与渗灌、涌灌等技术)、节水灌溉制度(灌水定额、灌水次数、灌水时间、灌水方式等)、节水灌溉设施(渠系配套、渠道衬砌、管道布局等)、旱地节水技术(覆盖技术、保水剂、以肥调水、少耕免耕等);节水型管理包括组织机构、节水法规、用水计量、水费制度等内容;节水型产业包括产业布局、产业结构、产业制度、产业规模等内容。西北地区后备土地资源丰富,但考虑到水资源胁迫和生态环境脆弱的状况,西北地区土地资源开发亦应以内涵开发为主,后备土地资源亦应留出适当比例给生态用地。

其次节水潜力较大的是工业部门,西部地区工业以资源开发型为其特色,耗水量大,节水潜力较大。2000 年,6 省(区)万元工业产值耗水在 39~183 m^3 之间,这本身说明节水潜力之大。为此,应改造、改组、改进设备,提高设备的水资源利用效率和水资源重复利用率。生活节水的重点在城市,西北地区 2000 年人均日用水量,城镇居民为 154 L/(人·日),而农村居民仅 43 L/(人·日)。而在城镇居民生活用水中,各省区也相差很大,从 60~248 L/(人·日)。因此,也有相当节水潜力。

2.3 调整产业结构,建立特色经济体系

西北地区产业结构调整应在充分考虑水资源胁迫条件下,发挥资源比较优势,建设特色经济体系,谋求经济、生态与社会效益的统一。

(1) 要发展工矿业,推进城市化。西北地区工矿业资源丰富,是 21 世纪我国资源接替地区;目前城市化水平低。工矿和城镇发展的用水效益比农牧业高得多,而人均耗水比农牧业少得多。发达国家城市化发展的规律表明,在工业化中期和城市化水平由 30% 向 70% 演进的阶段是城市化加速发展的阶段。我国正在实施西部大开发战略,西北地区即将进入高速增长的工业化起飞阶段。高速的工业化必然推动城市化的高速发展。且工矿业和城市化的发展可以吸收大量富余劳动力,同时工矿业和城市化的发展可反哺农牧业。据研究成果,从目前到 2050 年,农业产值比重将从 18% 下降到 3% 左右;第二产业比重变化不

大,其趋势是先升后降,总体维持在 40% 左右;第三产业比重大幅度上升,将达 50%~60%。用水效益将由目前的 2 元/ m^3 增至 2050 年的 30 元/ m^3 左右。

(2) 退耕还林还草与建设替代产业相结合,确保生态建设持续进行。农业是西北地区的耗水大户,因此农业产业结构的调整尤为重要。退耕还林还草后,种植面积将减少。种植业应走集约化经营之路,形成粮食、饲料、经作三元种植结构。要建设高产稳产的基本农田、高产稳产的人工饲料基地和相应的舍饲畜牧业与高产稳产的经济林果业等替代产业,只有这样,当国家的经济补偿政策期限到了的时候,退耕还林还草等生态建设还能持续下去。

(3) 建立特色经济体系,富民增收,实现经济效益与生态效益的统一。充分利用西北地区特色的气候、土壤条件,突出特色产品和绿色产品的生产,如新疆的棉花、甜菜、瓜果等,甘肃的蕨菜、木耳、黑瓜子、啤酒大麦等,药材、饮料等;大力发展草地畜牧业。要大力发展粮食及食品加工系列产业;畜产品系列化加工产业;药材系列化加工产业;果业系列化加工产业;油料加工系列产业。

2.4 建立水资源统一管理机构,合理配置水利工程

要建立流域性水资源统一管理机构,把空中水、地表水、地下水和污水,河流的上中下游、左右岸,城市与乡村,量与质等统一管理起来,彻底打破水—经济—生态时空耦合恶性循环机制,走向良性循环,建设流域社会经济和谐高效的综合体系。要逐步压缩平原水库的数量,增加山区水库的数量,减少无效蒸发。加强现有水利工程的配套建设和维修管护,提高水资源的利用率。要新建一些水利工程,增加其调蓄能力,增加西北地区供水能力。据“九五”攻关项目(96-912-01-04)西北重点地区规划地表水工程 67 项,可增加供水量 $1.14 \times 10^{10} \text{ m}^3$ 。

2.5 提高用水效率,粮食生产总体平衡

考虑水资源的胁迫,根据分析研究,西北地区灌溉面积保持在目前 $6.67 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 左右的水平为宜。重点应放在提高用水效率上,向集约化要粮。从西北地区总体情况来看,在大区内维持粮食生产的总体供需平衡是可以的。但各省区发展不平衡,从各地人均粮食产量来看,存在很大差异,以陕西和甘肃 2 省人均粮食产量不能达到自给水平;宁夏和新疆自给有余。考虑到各地自然条件和人口状况的差异,不应强求各地都实现粮食自给,应区别对待,要通过加强市场调节来解决部分地区的缺粮问题。

2.6 合理确定水价,建立生态产业发展机制

水价过低,不能反映出水资源的成本,是造成水

资源浪费的重要原因之一。因此,应在调查研究的基础上,对水资源进行评估,确定合理水价,并把现有水价回归到其合理的水平,从而发挥水价的经济杠杆作用,即激励机制和约束机制,提高水资源的利用率。

西北地区处于我国大江、大河的河源地区,因此其环境状况将对东部地区生态环境造成严重影响。目前,国家通过粮食、资金补贴的方式进行的水源涵养林保护工程、退耕还林还草的工程,实质上是“以粮食换生态”,以西部的生态环境建设来获取国家整体生态—经济效益优化组合的生态—经济工程,其长远的受益者是东部地区。但如此之大的中央财政投资和粮食供应能否持续,是难以预料的。当前在某些地区已经出现了农业税与粮食订购困难,政策不能及时兑现,资金投入强度不够和劳动力没有转移渠道等现象。因此,建立一种国家补贴与区域间互利合作相结合的新的经济补偿机制,把西北环境建设作为一种“生态产业”;建立在国家调控下的东西部一体化的“生态产品市场”,使生态产业的生产者(当地农民)在市场机制调控下自觉地从事他们的活动,获取应得的经济收益^[10]。

2.7 加强水土流失、土地荒漠化的防治工作

水土流失、土地荒漠化的防治应贯彻“预防为主,防治结合”的方针,首先,要重点防止现有山地、耕地、草地等水土流失与土地荒漠化;其次,要采取工程措施与非工程措施相结合进行治理。水土流失要采取小流域综合治理的模式,水平梯田,种草种树,等高耕作,淤地坝,草田轮作间作等。对陡坡耕地,坚决退耕还林还草。要做到乔灌木结合,适地适树适草,加强抚育,提高其成活率。改变目前水土保持方面的资金多部门管理的现状,加强资金的协调统一管理,提高水土保持资金的整体投资效益,保证资金落实到位。稳定基本农田面积,改广种薄收为精耕细作,提高集约化的程度。要大力发展草地畜牧业,提高其经济产业,使其对退耕还林还草形成“逆向拉动”。同时,要与脱贫致富、城镇化发展结合起来,使因退耕还林还草富余的劳动力转移到城镇工业和第三产业中去,确保退耕还林还草、植树种草的效果。

土地荒漠化的防治,首先要严禁乱砍乱伐、乱采滥挖和乱耕滥牧。建立轮牧制度、人工草场建设以及与农业饲料连动的畜牧业体系,对一些人力难以恢复或急剧退化的生态失衡地区,圈定为“无人区”或“无畜区”,以利于这些地区的生态平衡和恢复。

2.8 控制人口增长,提高人口素质,实施必要的生态移民工程^[4]

人口增长过快和人口素质低下是西北经济发展和生态环境建设的严重障碍。因此除汉族仍实行严格的计划生育政策外,少数民族地区可以采取适当的激励措施,鼓励少数民族降低生育率。同时还应加大计划生育工作的投入,对少数民族家庭实行计划生育免费服务,由国家财政补贴。加大西部人力资源的投入,提高人口素质。(1)大力加强对西部地区基础教育的投入,加速普及九年义务教育。(2)要采取措施为科技人员在西部地区发挥作用提供必要的激励机制。(3)鼓励高校毕业生参与西部大开发。

国家应有计划、有组织地对国家和地方规定的自然保护区、自然灾害多发地区、生态环境特别恶劣不适合人类生存的地区,将人口移至条件较好的地方。重点是黄土高原特困区以及坝上沙化草原区,内蒙古阿拉善盟的严重干旱缺水地区,西北人畜饮水困难的荒漠化地区。但移民是一项社会生态工程,需要在详细调查和周密计划下进行。

[参 考 文 献]

- [1] 王苏民,林而达,余之祥.环境演变对中国西部发展的影响及对策[M].科学出版社,2002.24—53,165—186.
- [2] 王绍武,董光荣.中国西部环境特征及其演变[M].北京:科学出版社,2002.171—241.
- [3] 刘国纬.水文循环大气过程[M].北京:科学出版社,1997.103—285.
- [4] 秦大河.中国西部环境演变评估综合报告[M].北京:科学出版社,2002.12—28,47—79.
- [5] 曲耀光.我国西北干旱地区水资源的保护及合理利用[M].见:中国自然资源研究会等.中国干旱半干旱地区自然资源研究.北京:科学出版社,1988.91—97.
- [6] 黄文秀.农业自然资源[M].北京:科学出版社,1998.107—108.
- [7] 郑度.中国西部地区21世纪区域可持续发展[M].武汉:湖北科学技术出版社,2001.93—127.
- [8] 陆大道主编.中国区域发展报告(2000)[M].北京:科学出版社,2001.200—328.
- [9] 申元村.我国西北建设资源产业型经济发展体系的探讨[J].干旱区资源与环境,1997,11(3):1—8.
- [10] 于贵瑞,谢高地,王秋凤,等.西部地区植被恢复重建中几个问题的思考[J].自然资源学报,2002,17(2):216—220.