

## 西北内陆河流域水资源优化配置与可持续利用<sup>\*</sup>

——以石羊河流域民勤县为例

王世金<sup>1</sup>, 何元庆<sup>1</sup>, 赵成章<sup>2</sup>

(1. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所 冰冻圈科学国家重点实验室/ 丽江站, 兰州 730000;

2. 西北师范大学 地理与环境科学学院, 兰州 730070)

**摘 要:**西北内陆河流域,气候干旱,降水稀少,蒸发量大,水资源极其宝贵,生态环境脆弱。然而,西北内陆河流域工农业用水却存在不同程度的浪费现象,致使流域水资源管理出现诸如上下游利用不公,工农业利用不均等许多问题。现在,如何科学合理地优化配置西北内陆河流域水资源,并使其可持续利用,发挥最大的经济、社会和生态效益,已经成为学界和政界关注的重大问题。本文以石羊河下游流域民勤县为例,通过分析和研究流域水资源利用现状,提出了适合西北内陆河流域水资源优化配置的支撑体系,以期对本流域水资源可持续利用有所裨益。

**关键词:**西北地区;内陆河流域;水资源;优化配置;可持续利用

中图分类号:TV213.2

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2008)05-0022-04

## Optimized Allocation and Sustainable Utilization of Water Resources in the Inland River Basin of Northwest Regions

—Take Minqin County in Shi-yang River Basin as a Case

WANG Shi-jin<sup>1</sup>, HE Yuan-qing<sup>1</sup>, ZHAO Cheng-zhang<sup>2</sup>

(1. State Key Laboratory of Cryospheric Sciences/ Lijiang Station, Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, China; 2. College of Geography and Environmental Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070, China)

**Abstract:** In the Inland River Basin, which the climate is arid, the water resources are scarce, the rainfall is exiguity, meanwhile water resources is wondrously invaluableness and the ecological environment is fragile. However, water consumption of industry and agriculture is not be limited, which causing many problems on water management, such as usage injustice on upper and lower reaches of basin, use inequality of other industrial and agricultural water resources. At present, it has been being one of important problems how to optimize and allocate water resources scientifically, make it sustainable and maximize its economic, social and ecological benefit. This paper takes Minqin as example which locates Shi-yang river lower reaches. By analyzing and studying present situation of the water resources usage, it proposes its supporting system which is suitable for optimizing and allocating water resources of inland river basin in Northwest of China in order to help sustainable use of water resources in the inland river basin.

**Key words:** Northwest of China; in the inland river basin; water resources; optimized allocation; sustainable use

水资源是农业之命脉,工业之血液,是人类赖以生存和经济社会发展的物质基础,是支撑国民经济发展的先导资源,对国民经济的发展具有举足轻重的作用<sup>[1]</sup>。西北内陆河流域气候整体干燥,降水偏少,农作物一般需要灌溉补充水量,大部分地区以生长草类为主,部分地区植被很少,以荒漠为主<sup>[2]</sup>,水资源极其宝贵。同时,西北内陆河流域水资源利用率高达 52.5 % (2000 年),远高于世界干旱区平均水资源利用率 30 % 的水平,水资源利用粗放,经济效益不高,石羊

河流域甚至超过 150 %。2000 年,该流域人均用水量、耗水量分别为同期全国的 4.8、5.8 倍,万元 GDP 用水量为全国的 4.8 倍,农田灌溉实灌定额为全国的 1.7 倍,每 1 m<sup>3</sup> 水的 GDP 产出值却仅 3.4 元,为全国的 20.73 %<sup>[3]</sup>,居全国末位。伴随着经济社会的发展,人口数量的增加,工农业生产的发展,特别是工业化、城市化进程的加快,人类对水资源的需求越来越大,水资源供需失衡,水环境和生态环境遭到严重破坏,水资源短缺日益显现,同时加剧了流域绿洲工农业生产

<sup>\*</sup> 收稿日期:2007-03-10

基金项目:中国科学院重要方向性项目(KZCXZ-YW-317);国家自然科学基金重点项目(90511007)、国家重点基础研究发展(973)计划(2007CB411201);基金委群体项目(40121101);中国科学院创新群体项目(CXTD-Z2005-2);丽江市政府委托项目联合资助

作者简介:王世金(1975-),男,甘肃金昌人,博士,研究方向为生态经济、区域旅游发展与管理等方面。E-mail:xiaohanjin@126.com

用水和生态用水之间的矛盾。如何科学合理地优化配置西北内陆河流域水资源使其可持续利用,发挥其最大的经济效益、社会效益和生态效益,现已经成为学界和政界关注的重大问题之一。

1 石羊河流域水资源利用状况

石羊河流域是西北内陆河流域水资源过度开发利用并导致生态严重恶化的典型流域,河流起源于祁连山北麓冷龙岭,消失于民勤盆地北部,属典型的温带大陆性干旱气候,降水稀少,蒸发强烈,生态环境十分脆弱。下游民勤县东北部被腾格里沙漠包围,西北有巴丹吉林沙漠,中部有石羊河冲积成狭长而平坦的绿洲带,是典型的荒漠绿洲<sup>[4]</sup>。

1.1 水资源利用率低

石羊河流域多年平均水资源量 16.9 亿 m<sup>3</sup>,但总耗水达到 20.4 亿 m<sup>3</sup>。水资源毛利用率达 154%,净利用率超过 95%。2000 年石羊河流域供需水缺口 738 亿 m<sup>3</sup>,超采地下水 500 亿 m<sup>3</sup>,水资源开发利用率 89.6%,远超过国际公认的 40%的标准;水资源开发利用程度为 139.35%,远高于黑河(112%)、塔里木河流域(74.5%)<sup>[5]</sup>。

1.2 下游水资源逐年减少

石羊河下游水量逐年减少,进入民勤县的水量已从 1956 年的 51.4 亿 m<sup>3</sup> 下降到了 2005 年的 9 亿 m<sup>3</sup>,下降幅度高达 82.49%<sup>[6]</sup>(图 1)。主要原因是上游相继修建曹家湖水库和十八里堡水库以及上游渠系衬砌标准提高,灌溉面积扩大所致。地表水的过度引用,导致中下游地下水位下降,中游武威绿洲从 1958 - 2000 年,地下水位的下降幅度并灌区为 1.0 ~ 2.5 m,山水灌区为 2.5 ~ 4.0 m。

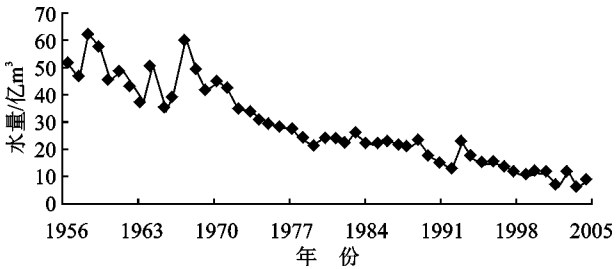


图 1 1956 - 2005 年石羊河进入民勤水量变化趋势

石羊河下游进入民勤县的水量逐年减少,水资源现已远远不能满足当地人民生活以及工农业生产的需求,导致民勤县地下水严重超采,下游盆地地下水位下降 4 ~ 17 m,已经形成总面积达 0.1 万 km<sup>2</sup> 的大型区域水位下降漏斗,由此也导致红崖山水库以北的民勤下游灌区水源严重不足,几个湖泊干涸,大量耕地因缺水而弃耕。与此同时,石羊河下游民勤县红崖山水库水量库存总体上也出现下降趋势,至 2003 年由于跨流域调水以及上中下游水量优化配置才使库存有所上升(图 2)。

1.3 水资源利用以高耗水农业为主

石羊河下游民勤县水资源利用高达 152%,高于河西走廊 115% 的平均值,但水资源利用效益却很低。农业以高耗水的农作物种植为主,其次为林业,而城乡生活、人畜饮水所占比例很小,其中农业用水几乎占到所有用水的 80% 以上

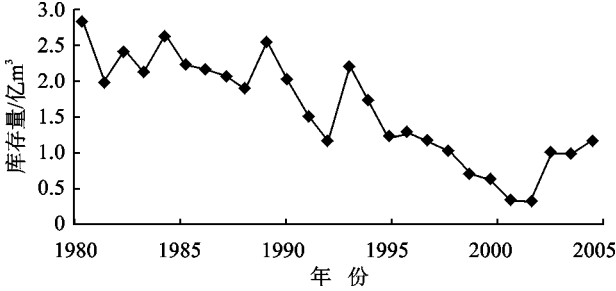


图 2 1980 - 2005 年石羊河下游红崖山水库库存变化

(图 3)。农业灌溉用水浪费严重,大水漫灌仍然是主要的农业灌溉方式,灌溉定额普遍偏高,农业灌溉经济效益差,平均 1.0 m<sup>3</sup> 水资源产量不足 1.0 kg<sup>[7]</sup>。由于石羊河流域水资源综合治理,农业用水有下降趋势,但幅度不大,今后应在节水高效农业方向发展,重点加强生态保护工程的实施,以延缓生态环境的进一步恶化。

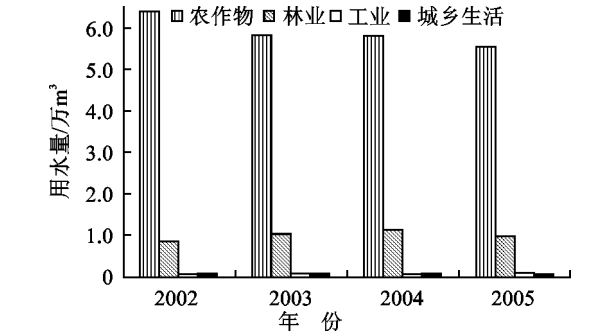


图 3 2002 - 2005 年民勤县水资源利用情况

1.4 水资源引发的生态问题日益突出

石羊河流域水资源的过度开发利用,致使进入尾间民勤绿洲盆地的地表水量大大减少,地下水位及地下水水质均下降,生态严重退化。20 世纪 90 年代以来,绿洲边缘防风固沙的灌木林地带因水分亏缺而退化、衰败,削弱了防沙固沙和对绿洲的保护能力,已固定多年的沙丘重新活化,民勤东部腾格里沙漠和西部巴丹吉林沙漠日益逼近,绿洲大片土壤沙漠化,风沙和沙尘暴危害频繁发生,民勤绿洲随时面临消失的危险。因为缺水,民勤湖区已有 33.32 万 km<sup>2</sup> 天然灌木林枯萎、死亡,有 2 万 km<sup>2</sup> 农田弃耕,部分已风蚀为沙漠<sup>[8]</sup>。流域生态环境问题已引起了党中央、国务院和社会各界的高度重视和广泛关注,温家宝总理先后 8 次做出重要批示,明确指出:“决不能让民勤成为第二个罗布泊,这不仅是个决心,而是一定要实现的目标。这也不仅是一个地区的问题,而是关系国家发展和民族生存的长远大计。”由此可见,优化配置石羊河流域水资源使其可持续利用已刻不容缓。

2 流域水资源优化配置与可持续利用内涵

流域水资源优化配置是指在流域范围内,遵循科学性、有效性、公平性和可持续性原则,利用各种水利工程与非水利工程,按照市场经济规律和资源配置准则,通过合理抑制需求、保障有效供给、维护和改善生态环境等方式,对多种可利用水源在流域间和各水部门间进行的调配和优化。流域水资源的可持续利用包括:既要考虑当前发展需要,又要考虑未来发展需要,同时,不以牺牲后代人利益为代价来满足

当代人的需求;水资源利用要与人口、社会、经济和环境协调发展,既要达到发展经济的目的,又要保护人类赖以生存的水资源的持续利用环境。要实现流域水资源可持续利用,必须合理分配流域水资源,加大流域水利设施的投入力度,以完善法律及水权制度来引导、规范、保障和约束,否则就会出现种种无序和混乱的状态<sup>[9]</sup>。

流域水资源可持续利用和流域管理,是一个系统工程,在强调水资源的开发利用时需考虑水资源的再生能力,注重开发与保护措施之间的协调,同时,水资源的开发应与流域内社会经济发展目标与行动相协调<sup>[10]</sup>。流域水资源管理应在国家立法、规划与地方实施、公众参与之间实现有机结合,建立健全相应的管理、分配、监督、规划、仲裁、评价制度与方法等,实施水量与水质、地表水与地下水资源的综合管理。流域水资源的优化配置、综合管理和可持续利用,目的是为了实现流域水资源各项服务功能的协调,本质是按照自然规律和经济规律,对流域水循环的自然、社会诸因素进行多维整体调控,以达到人—自然、人—水的和谐共存,其总体要求是在保证流域生态环境建设必要用水和社会经济合理用水的同时,保持水资源的可持续利用,其原则是节流与开源相结合,利用与保护并举,生态用水与工农业用水并重,统一调配、经济合理,统筹当前利益与长远利益,协调人—地关系、人—水关系,实施水资源可持续发展模式。

### 3 西北内陆河流域水资源可持续利用支撑体系

西北内陆河流域水资源管理需要建立量水而行的经济体系和优化配置的水利工程体系,需要统筹流域工农业节约用水体系,更需要建立节水型社会的科学技术支撑体系和人地协调的社会意识形态,只有这样才能确保西北内陆河流域生态环境建设和水资源的可持续发展<sup>[11]</sup>。

#### 3.1 加强流域水资源统一管理

多年来,我国实行条块分割的管理机制,没有统一的流域管理与区域管理相协调的机制和配套的政策法规,流域水资源开发利用各自为政、条块分割。公民自觉守法意识不够,执法力度不强,水事活动各行其是,纠纷频发。水的流域性,人类、自然、社会对水的依赖性,决定了流域水资源管理必须改变现行条块分割、“多龙管水”的格局,代之以在流域为单元的水量和水质统一管理原则下,实行流域与区域相结合的分级负责管理体制。西北内陆河流域水资源的可持续利用迫切需要加强以流域为基础的水资源统一管理、规划、调度,统一发放取水许可证、征收水资源费,统一管理水量和水质,严格履行取水许可、计划用水申报、审批、年审、监管等制度。本着全面规划、合理布局、短长期效益兼顾原则,正确处理经济社会发展用水与生态环境用水之间的矛盾,加强水资源的统一管理调度,建立水资源有偿使用和补偿机制,增强流域水资源的优化配置和可持续利用,为流域经济社会发展提供有效保障。

以石羊河流域为例:一方面,要加强石羊河流域水资源统一管理,没收地表水调度权,直接由甘肃省级直接监管,限制地下水超采,转变用水方式和经济增长方式,提高水资源的有效利用率和利用效率。进一步加大石羊河流域上游水

源涵养区生态治理与保护力度。着力实施中游灌区的节水改造和节水型社会建设,开展以退耕还林、退牧还草、灌区节水、户用沼气、生态移民为主要内容的干旱区内陆河流域水资源综合治理。下游应该在实施调水工程基础上,大力推广节水灌溉技术,使开源与节流并举。另一方面,要积极着手石羊河流域水资源法规体系建设,尽快组建石羊河流域水政监察执法队伍,加强水资源的执法保障。全面推行取水许可制度,任何单位、个人取用水都应交纳一定的水资源费,这是国家对水资源产权有偿使用的体现方式,也是政府在水资源的勘探、保护、监测、评价等方面付出的一种代价补偿。

#### 3.2 厉行节水,发展节水经济

西北内陆河流域水资源利用率和用水效率都很低,水的利用率不足 0.4,水利用效率仅  $0.9 \text{ kg/m}^3$  左右,而国际先进国家为 0.8~0.9 和  $2.0 \text{ kg/m}^3$ 。因此,西北内陆河流域工农业发展必须以提高水资源利用率和用水效率作为重点突破。在现有的经济条件下,最重要的是厉行节水,发展节水经济。

##### 3.2.1 农牧业节水

西北内陆河流域气候干旱,降水稀少,蒸发强烈,综合农田灌溉定额高达  $52.93 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ ,农业用水比重高达 93.8%,远远高于我国其它地区,但用水效率却极其低下。大量的农业用水挤占生态环境用水,致流域生态环境退化、局部地区环境恶化。这种高耗水、低产出的农业开发模式急需调整,农业节水亟待加强。首先,调整农业产业结构,推行农业节水灌溉,加大“节水农业工程”、“生态工程”和“种苗工程”实施力度。其次,充分利用降水建设现代集约旱地农业,建设高标准的基本农田和草料地,要加快优质谷物、棉花、药材等特色农业和草地农业现代化建设,选育推广节水抗旱品种,改进耕作和覆盖保墒技术、培肥改土技术、配套栽培耕作技术,提高综合生产能力。最后,必须转变传统的粗放型灌溉农业和旱地雨养农业,发展优质、高产、高效农业和节水农业,大力兴建小水库、集雨工程、蓄水池和节水工程,建立健全灌溉制度(灌水定额、灌水次数、灌溉时间等),积极推广应用地面灌溉(渠道防渗、细流沟灌、膜上灌、低压管道输水技术等)、地上灌溉(喷灌、微灌、滴灌等)及地下灌溉(地下滴灌、地下渗灌等)等节水技术,发展精种高产和抗旱补灌技术,提高粮食单产和农产品经济效益。

##### 3.2.2 工业及其他用途节水

工业用水是城市用水的重要组成部分,一般占城市用水的 80%左右,用水量大而集中,应以技术进步型和结构调整型节水为主。一是通过循环回用,重复利用,串联使用,一水多用,提高工业用水重复利用率。二是加大生产设备更新力度,改造工艺流程,降低工业用水定额,利用高新技术改造传统生产工艺和节水方式,推广闭路循环用水和清洁生产方式,尤其是对重污染型行业和“五小企业”的改造。三是加快城市污水处理回用,发展低耗水、高附加值的高新技术产业,促进工业用水量逐步趋于零增长或负增长。相对工业用水,城市生活用水的节水难度较大,应该以节水器具型和强化管理型为主。针对其他用水,按照优水优用、劣水差用的原则,

推行一水多用和分质供水系统,如在新建大型公共建筑和城市居住小区时将中水回用设施和主体工程同步建成使用,处理回用的部分生活污水用于冲厕、园林绿化等,以提高生活用水的重复利用率。

### 3.3 建立阶梯式水价制度,促进水资源商品化

水价是科学地调控用水、节约用水的一项关键性经济措施。水也是商品,建立以水权为中心的管理体系,明晰水权,调整水价,发展水市场。制定流域水价政策,税费按价值规律逐步调整,实行配额以内维持低,超额高价,安放收费,累进加价政策。同时,对于在配额以内用水的农户,有关水利部门应给予一定的奖励补偿,通过健全的经济奖惩办法来培养农民的节水意识。针对流域内农业用水比重大、效率低和地下水超采过量的现实,制定合理的供水价格,全面实行计划供水,超计划用水实施累进加价收费制度,依法适时开征农业地下水资源费,通过完善征收水资源费办法,遏制地下水超采。同时,加大水价改革力度,逐步推行终端水价制,积极促进节约用水。适时调整水资源费和水费的征收,对不同时间、不同行业、不同用途和不同水质采取不同水价标准,运用经济杠杆遏制水资源浪费,促进节约用水,实现水资源的合理使用。

根据市场供求关系、用水户承受能力和供水成本,建立超额用水累积加价以及节约有奖、转让有偿的阶梯式水价制度,促进水资源商品化。目前,石羊河流域农业地表水价平均不到0.1元/ $\text{m}^3$ ,地下水只收电费,基本不收水费。城镇生活与工业水价不分水量、时间,全年采用统一水价,这极不利于水量控制和节约用水。因此,必须制定与节水、治污、统一调配水资源等战略相适应的水价政策。城镇生活、工业供水应实行总量控制、定额管理、超额加价的分段水价政策。农村供水考虑现阶段实际情况,力争按成本收费,努力做到供水工程良性运行,有条件的可试点推行,按用水紧张程度区别的季节性“峰谷水价”政策。对于提取地下水工程,可考虑调整机井用电价格,实行分段累积加价的电价政策,以此经济杠杆控制地下水过度开采。

### 3.4 实施流域水库优化调度与跨流域调水

实施流域水库优化调度与跨流域调水可以调剂相邻河系和水库间的丰枯差异及流域内水资源供需余缺,提高水库之间的供水能力和保证程度<sup>[12]</sup>。以石羊河流域为例,从长远看,流域有限的水资源无法从根本上满足未来经济社会的发展和生态环境建设对水资源的需求。实施跨流域调水工程是解决石羊河流域水资源短缺的重要途径,也是石羊河流域经济社会可持续发展的战略保障。在做好石羊河流域水库间优化调度的前提下,应结合流域实际和调水的可行性情况,实施跨流域调水工程建设,以增加用水供给量。近期已经实施调水的工程有:景电二期工程延伸向民勤调水工程和“引疏济金”工程。景电二期工程向民勤调水工程是利用景电二期工程空闲时间抽水输入民勤红崖山水库,以解决民勤县水资源短缺的供水工程。“引疏济金”工程是从青海省境内硫磺沟引水至石羊河流域的西大河,经已建成的西大河水库和金川峡水库调节后向金昌镍基地供水。未来应尽快开

工兴建“引大济西”二期工程,积极开展结合“引黄济民”与延长“引大入秦”干渠向民勤调水等工程应及早进行前期工作,充分比较论证。

### 3.5 合理调整产业结构,实现水资源合理配置

产业结构与水资源利用关系密切,产业结构调整在一定意义上就是对用水结构的调整,从经济学角度看,实现水资源优化配置才能使有限的水资源发挥其最大的经济效益。建立完善适水型产业结构是现阶段缓解西北内陆河流域水资源问题的有效途径。

#### 3.5.1 工业产业结构调整

正确选择流域比较发达地区实施面向知识经济的现代化工业战略,率先实现信息化带动工业化进程中的节水型产业结构调整的区域创新。工业结构应向低投入、低耗水、高产出、低污染型转变,严格限制新上高耗水、高污染工业项目,加快节水技术和节水设备、器具及污水处理设备研发和应用,大力推广工业节水新技术、新工艺、新设备,改造落后工艺设备,降低单位产值耗水量;着力培植机电一体化、生物工程、新材料等高新技术密集型产业,加快改造高耗水冶金、建材等资本密集型产业。流域内金昌市是以镍铂有色金属冶炼和加工为主的工业城市,城市工业结构比较单一,耗水、耗能量大,应注重体制创新、技术创新,知识创新,提升工业产品档次和科技含量,加大对初级产品的深加工和产业链的前后侧向延伸,以及加大对高新技术产业的发展,同时考虑流域资源型城市工业旅游的开发,以减少流域工业城市对水资源的过度依赖。

#### 3.5.2 农业产业结构调整

在农业内部结构,根据流域自然条件,适当调整农、林、牧比重。在种植业方面,调整粮食与棉花、油料等耐旱型经济作物比例。坚持以水定种植,大力压缩高耗水作物种植面积,加快发展节水型高效型的生态农业、特色农业等,使优化后的农业结构既能保证流域农业经济的健康发展,又能实现流域节水的目的。目前,石羊河流域农业种植结构粮、经、草比为68 24 8,复(套)种比例高达50%,这与流域水资源条件极不相称,是流域水资源超载的根本原因。因此,流域内各市、县区要坚持以水定发展,以水定产业结构,大力推进产业结构调整,切实转变经济增长方式。大力发展第二产业和服务业,禁止开荒、禁止新打机井、禁止种植高耗水作物,逐年关闭不合理机井,逐步改进大水漫灌方式,使现有机井布局合理,保持适度规模水平。武威市是以高耗水农业和农产品加工为主的农业城市,应加快农业产业结构调整,发展旅游、商贸、农副产品加工、建材等低耗水产业,加强流域水资源的统一规划和协调,合理调整产业结构,实现流域产业优势互补,保护生态环境,提高水资源承载力,实现流域水资源的高效利用和可持续利用。农业产业结构调整必须依靠科技进步,增强农业科技创新能力,提高农产品的科技含量和经济效益。从流域实际出发,注重节水技术和新型现代农业的推广应用,走现代化农业发展之路,发展低耗水、科技含量高,附加值高、无公害的生态农业。

(下转第29页)

究州、日照市辖区、曲阜、临沂市辖区等地经济发展水平在研究区内相对较高,人为干扰作用较强;而滕州、鄒城、邹城、莒县、莒南等地的自然环境质量低于研究区平均水平,植被系统的稳定性较低。因此可以说自然条件差、人类社会经济活动的干扰是植被格局趋于退化的重要原因。

4 植被格局变化潜势分析

沂蒙山区的自然环境比较脆弱,随着人类干扰活动强度的不断加大,程度不断加深,生态环境有恶化趋势,植被作为环境中的重要组成部分,也存在演替的趋势。沂蒙山区内各县市区自然环境有较大差异,社会经济状况也不相同,这使得植被演替在空间上存在分异格局<sup>[3]</sup>。

4.1 人为干扰活动较强的地区,植被退化的潜势大

通过研究发现,植被格局变化驱动力指数大的地区与人为干扰指数大的地区基本重合,说明在一定自然环境条件下,人为活动因素越来越成为植被退化的重要因素。人为干扰和破坏的作用越强,植被退化的趋势越大。

4.2 自然环境质量高的地区,植被变化的潜势小

植被格局变化驱动力指数小的地区与自然质量高指数大的地区也有一定的重合,说明自然环境的稳定性对植被格局变化也有重要作用。如沂南和山亭区,其自然环境较好,驱动力指数较小,变化的潜势就小。此外,蒙山、五莲山、尼山、峰山等山区森林覆盖率高,自然质量良好,植被变化的潜势也较小。

4.3 驱动力指数在非极端水平,植被格局演替具有不确定性

沂蒙山区的大部分地区植被格局演替的驱动力处于较显著、显著和很显著水平,且大部分地区起主导作用的驱动

力或以自然环境为主、或以人为活动为主,具有不确定性。因此,在保护自然、减少人为干扰的情况下,植被格局退化的机率小,演替慢;反之,在破坏自然、增大人为干扰的情况下,植被格局退化的机率大,演替快。因此,在驱动力指数处于非极端水平的地区,应采取措施,有意识地促进植被格局向好的方向转化。

5 结 语

通过对沂蒙山区植被格局变化驱动力的评价计算以及等级划分,可以全面掌握该区域植被格局的现状,预测其变化趋势,为沂蒙山区实施生态修复,改善各县市自然环境状况提供科学依据,具有现实的指导意义,研究成果意义重大。首先,形成了相对完整的植被格局变化驱动力评价指标体系,丰富和优化了评价的方法和模型。其次,综合运用遥感和 GIS 的先进技术与方法,在分析与评价模型的基础上,可以对具有时空变化特点的植被格局进行质量评估和潜势分析,反映植被格局的时空分布、变异及动态。不仅快速、准确而且时效性好,可操作性强。

参考文献:

[1] 章家恩,徐琪.生态系统退化的动力学解释及其定量表达探讨[J].地理科学进展,2003,22(3):251-258.  
[2] 孙希华.基于 GIS 的济南市山丘区土壤侵蚀潜在危险度评价研究[J].水土保持学报,2003,17(6):47-50.  
[3] 李瑞俊,孙希华,李平.基于遥感和 GIS 的青岛市土地利用动态变化分析[J].山东师范大学学报:自然科学版,2004,19(4):50-52.

(上接第 25 页)

3.6 加强节水环保意识宣传,鼓励公众广泛参与

西北内陆河流域水资源管理最终要贯彻到每个公民,只有公众认识到“水资源的宝贵,水资源的有限”、“不合理利用水资源会导致水资源短缺”,“必须大力提倡节约用水”,才能使流域水资源统一管理,优化配置得以实现。鉴于此,除加大对流域水资源的统一管理和优化配置,还应开展多种形式的节水宣传,鼓励公众更多地参与水资源的流域管理,提高全社会的水忧患意识和节水意识,顺应先进文化方向,提倡节水型的文明消费<sup>[13]</sup>,使其成为水资源流域管理的重要力量。

参考文献:

[1] 白永平.区域工业化与城市化的水资源保障研究[M].北京:科学出版社,2004.  
[2] 刘昌明,陈志恺.中国水资源现状评价和供需发展趋势分析[M].北京:中国水利水电出版社,2001.  
[3] 陈志凯,王浩,汪党献.西北地区水资源及其供需发展趋势分析[M].北京:科学出版社,2004:20-113.  
[4] 马金珠,李相虎,贾新颜.干旱区水资源承载力多目标层次评价:以民勤县为例[J].干旱区研究,2005,22

(1):11-16.  
[5] 钱鞠,王银绪,马金辉,等.西北干旱区生态环境建设支撑体系的构建[J].干旱地区农业研究,2003,2(1):102-107.  
[6] 民勤县统计局.2006 年民勤县统计年鉴(内部发行)[Z].2007:24-55.  
[7] 张勃,石惠春.河西地区绿洲资源优化配置研究[M].北京:科学出版社,2004.  
[8] 王丁宏.河西走廊人口、资源、环境、经济可持续发展问题探索[J].科学·经济·社会,2005,23(3):16-19.  
[9] 王有强,司毅铭,张道军.流域水资源保护与可持续利用[M].郑州:黄河水利出版社,2005.  
[10] 杨志峰,冯彦,王烜,等.流域水资源可持续利用保障体系:理论与实践[M].北京:化学工业出版社,2003.  
[11] 程国栋.承载力概念的演变及西北水资源承载力的应用框架[J].冰川冻土,2002,24(4):361-367.  
[12] 李柱琨,厚士德,杨连金,等.浅析水库对城镇供水的重要性[J].山东水利科技,1996(3):54-55.  
[13] 吴季松.科学发展观与中国循环经济战略[M].北京:新华出版社,2006:206-208.