

DOI:10.3880/j.issn.1004-6933.2015.03.002

河西走廊生态格局演变跟踪分析

张建永¹,李扬²,赵文智³,史晓新¹

(1. 水利部水利水电规划设计总院,北京 100120; 2. 中国水利水电科学研究院,北京 100044;
3. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所,甘肃 兰州 730030)

摘要:根据河西走廊区域生态特点以及水资源分布状况,将河西走廊分为祁连山水源涵养区、河西走廊绿洲区、内陆河尾间湿地、河西走廊荒漠区4个生态分区。综合运用RS和GIS技术,以1949年、1975年、2000年及2010年为评价节点,对河西走廊不同生态分区的结构组成及生态指标进行了跟踪评价,分析了河西走廊生态格局演变的主要特征。分析表明:1949年以后,河西走廊生态格局演变主要是以水资源开发利用为主线,以河流为纽带进行的。水资源在人工绿洲和天然绿洲、流域上中下游之间重新进行分配,形成了人工绿洲与荒漠、天然绿洲之间此消彼长的关系,决定了生态格局演进的方向与进程。

关键词:河西走廊;生态分区;特征演变;绿洲;荒漠;内陆河

中图分类号:TV824 **文献标志码:**A **文章编号:**1004-6933(2015)03-0005-06

Tracking analysis on changes of ecological patterns in Hexi Corridor Region

ZHANG Jianyong¹, LI Yang², ZHAO Wenzhi³, SHI Xiaoxin¹

(1. General Institute of Water Resources and Hydropower Planning and Design, Beijing 100120, China;
2. China Institute of Water Resource and Hydropower Research, Beijing 100044, China;
3. Cold and Arid Regions Environmental and Engineering Research Institute, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730030, China)

Abstract: Considering the characteristics of ecosystem and distribution of water resource, Hexi Corridor Region can be divided into four ecological regions, including Qilian Mountain headwater region, Hexi Corridor oasis region, tail-end-lake & wetland and Hexi Corridor desert region. Using RS and GIS technology, taking the years 1949, 1975, 2000 and 2010 as the evaluation points, We tracking evaluated the structure, composition and ecological indicators of the four different ecological regions and analyzed the main characters of the changes of ecological patterns in Hexi Corridor. We concluded that the changes of ecological patterns in Hexi Corridor are taking place with utilization of water resource as its thread and rivers as its bounds. The water resource is re-distributed among artificial oasis and natural oasis, as well as the upper, middle and lower reaches of the river basin. Changing relationship among artificial oasis, dessert and natural oasis is formed, which determines the direction and process of the changes of ecological patterns.

Key words: Hexi Corridor; ecological divisions; change patterns; oasis; desert; endorheic river

河西走廊位于甘肃省西北部,地处我国西北内陆干旱半干旱区,区内降雨稀少、荒漠广布、生态环境脆弱,十数余条分布其间发源于祁连山的内陆河是区域经济社会发展、绿洲维持和生态系统稳定的

根本支撑。河西走廊历代均为中国东部通往西域的咽喉要道,是著名的“丝绸之路”的重要组成部分,也是我国西北地区重要的生态屏障,战略地位十分重要。但由于深居内陆、干旱少雨,水资源匮乏,河

西走廊绿洲生态系统具有高度的脆弱性。长期以来,大规模、无序化的水土资源开发导致区域生态系统严重退化,已经制约了区域经济社会的可持续发展。随着经济社会的进一步加快发展,区域内经济社会用水剧增,水资源空间格局发生了重大变化,石羊河、黑河以及疏勒河等内陆河流域先后被过度开发,导致了河道断流、绿洲萎缩、土地沙化等一系列生态危机。分析河西走廊生态格局演变趋势,对维护绿洲生态稳定和可持续发展具有重要意义。

1 生态分区及评价时段

1.1 生态分区

生态格局是指区域内山地、绿洲、荒漠、内陆河尾间等不同生态系统的组成结构、空间分布格局及其生态学过程^[1]。河西走廊内陆河流均发源于祁连山北坡,走廊平原及下游地区是水资源开发利用和水资源消耗区。随着河流从发源地流至尾间湖泊,依次穿越了高山冰雪冻土带、山区植被带、绿洲带、下游荒漠带 4 个景观带,形成具有干旱内陆河流域典型特征的“冰雪带-山地森林草原-走廊绿洲-尾间湿地-荒漠”复合生态系统,呈现西部内陆河典型的生态系统格局。

根据区域地理景观差异、生态功能定位以及水资源分布状况,将河西走廊分为祁连山水源涵养区、河西走廊绿洲区、内陆河尾间湿地区、河西走廊荒漠区 4 个生态分区。根据石羊河、黑河和疏勒河 3 大水系的流域边界,可进一步细分为不同的生态区。各生态分区情况见表 1。

1.2 评价时段

根据经济社会发展进程和区域生态格局演变的特点,本文将生态格局演变主要划分为 4 个评价时段:1949 年之前的 2 000 多年、1949—1975 年、1975—2000 年以及 2001—2010 年。其中:1949—1975 年为河西走廊初级开发阶段,主要依靠自然水文过程进行农业灌溉;1975—2000 年是国家加快开发阶段,人工绿洲扩大,天然绿洲退化,绿洲化和沙

漠化同步出现,生态问题凸显;2000—2010 年,河西走廊内陆河流域进入水资源综合管理阶段,先后实施了黑河流域和石羊河流域重点治理工程,即将开展疏勒河流域湿地保护工程。

1.3 评价方法

1949 年之后的生态格局演变分析采用统计数据 and 3S 技术进行。其中,1949—1975 年生态格局演变采用有关统计数据进行分析;1975 年、1990 年、2000 年、2005 和 2010 年(水源涵养区仅有 2000 年、2005 年和 2010 年)生态格局演变采用 Landsat TM 遥感解译数据,以每年 6—10 月的图像为主进行分析。鉴于研究区覆盖面积较大,很难获取满足要求且覆盖全区的同一年图像,在进行遥感影像分析时,从邻近年份的图像中进行合理选取。

根据各生态分区的结构组成和生态特征,针对不同的生态分区选取相应的指标进行分析。祁连山水源涵养区主要分析冰川面积、长度以及林草植被覆盖的变化情况;河西走廊绿洲区主要分析人工绿洲及耕地、天然绿洲的组成及变化特征;内陆河流及尾间湿地主要分析内陆河流及尾间湿地、植被面积的变化情况;河西走廊荒漠区,主要分析沙漠化面积的变化特征。

2 祁连山水源涵养区生态格局演变

2.1 冰川变化

祁连山东西段冰川发育的地形和气候条件差别特别大,导致冰川特征与冰川规模各不相同。从小冰期以来,特别是 20 世纪以来,祁连山冰川一直处于退缩状态。根据有关研究资料,小冰期(盛)至新中国成立初期,冰川面积平均减少了 21.5%,其中东段冰川面积减少了 46.1%,中段冰川面积减少了 22.3%,西段冰川面积减少了 13.2%。

1949 年以后,祁连山冰雪消融加快,冰川萎缩程度趋于严重,呈现出长度缩短、面积缩小和冰储量减少的趋势,特别是近 10 年来祁连山冰川呈现加速退缩状态。分析表明,祁连山冰川东段变化最大,自

表 1 河西走廊地区生态分区

生态分区	范 围	特 征
祁连山水源涵养区	东起乌鞘岭西止当金山口,长约 800 km,海拔在 3 000 ~5 000 m,面积为 6.25 万 km ²	山势东高西低,年降水量为 200 ~800 mm,冰川发育,是河西走廊大小 50 余条内陆河的发源地。森林、草地镶嵌分布,发挥涵养水源、调节径流的生态功能
河西走廊绿洲区	分布在平原区的河流沿岸,呈斑块镶嵌于荒漠中,主要有武威绿洲、民勤绿洲、张掖绿洲、酒泉绿洲和敦煌绿洲,总面积为 1.84 万 km ²	由农田、防护林、沙地、湿地等组成的复杂系统,水资源重复利用程度高,地下水 and 地表水转换频繁,是流域内生产生活的核心区
河西走廊荒漠区	位于祁连山和走廊北山之间,降水量 150 mm 以下,为绿洲外围地区,面积为 22.76 万 km ²	戈壁荒漠和沙漠两种景观,植被稀疏、主要靠降水维持,生态系统脆弱
内陆河尾间湿地区	主要分布在内陆河流域下游尾间区,如额济纳绿洲、民勤青土湖、敦煌西湖湿地等	主要包括尾间河岸林、草地、尾间湿地等,气候极端干旱,河流生态及尾间湿地的稳定性不仅受周围绿洲、沙漠的影响,而且取决于河流补给地表水量的规模,区域生态极其脆弱

冰川编目时期(1980年前后)至2009年,该段冰川面积减少了52.4%,其中1990年代减少了26.5%,是冰雪消融加快、冰川萎缩程度是有记录以来最严重的时段。与祁连山东段相比,祁连山中段冰川退化趋势相对较弱,与1980年代相比减少了33.8%,冰川面积基本是每10年减少11%以上。祁连山西段的冰川数十年的变化量、幅度及其变率较东段小,但近年加速退缩趋势明显。

冰川长度减小是冰川退缩的主要标志。选取祁连山东部的水管河4号冰川和羊龙河冰川、祁连山中部的“七一”冰川和祁连山西部的老虎沟12号冰川作为典型代表性冰川,进行冰川末端变化分析表明,总体上各代表性冰川末端退缩较为明显,部分冰川呈加速退缩趋势^[2-3],见图1所示。

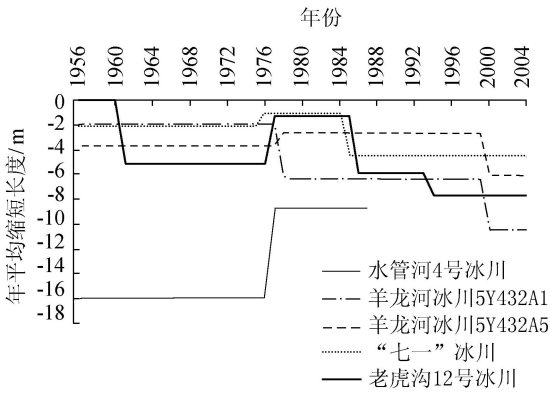


图1 祁连山代表性冰川末端年均缩短长度变化示意图

2.2 林草植被覆盖变化

由于水汽来源不同,祁连山区的降水量自西向东递增,造成了祁连山林草植被覆盖空间分布整体上呈现东多西少的格局。受人类活动影响,祁连山区森林覆盖率不断下降。据历史记载,距今约2500年左右,祁连山区森林面积约6.0万km²,森林覆盖率约80%以上。到1950年,祁连山区林线后移,森林面积减至1.5万km²,森林覆盖率降到24.5%,天然草场退化严重,水源涵养能力降低。至2010年,祁连山森林面积已较1949年减少了1/4,其中1949—1975年,森林面积锐减;1975—2000年,森林覆盖率有所回升,但草地面积大幅下降。

近10年来,河西走廊林草覆盖面积略有减少,但减少幅度减弱。至2010年,祁连山区林草覆盖率维持在79%左右,疏勒河上游山区林草覆盖率呈增加趋势,但绝大多数林草面积为草地。石羊河和黑河的林草覆盖率呈降低趋势,其中石羊河上游山区林草覆盖率最低,为63.7%,森林和草地各占一半左右;黑河上游山区林草覆盖率为68%,林草面积中草地占2/3以上。

3 河西走廊平原绿洲区生态格局演变

3.1 绿洲总面积及组成变化

河西走廊绿洲主要分布在平原区的河流沿岸,呈斑块镶嵌于荒漠中,主要有武威绿洲、民勤绿洲、张掖绿洲、酒泉绿洲和敦煌绿洲。根据遥感解译数据,自1975年以来,河西走廊绿洲总面积以平均70.8 km²/a的速度递增,其中1975—2005年绿洲总面积呈加速增长趋势,其在2000—2005年间平均增长195.1 km²/a;2005年以后绿洲总面积增速有所下降,平均为63.8 km²/a,见表2所示。至2010年,河西走廊绿洲总面积19233 km²,较1975年增加了14.8%。

表2 河西走廊绿洲面积及其变化情况

年份	人工绿洲面积/ km ²	天然绿洲面积/ km ²	绿洲总面积/ km ²	变化面积/ km ²	变化率/ (km ² ·a ⁻¹)	天然绿洲所占 百分率/%
1975	14286	2470	16756			14.7
1990	14670	2991	17661	905	60.3	16.9
2000	15272	2666	17938	277	27.7	14.9
2005	16292	2622	18914	976	195.1	13.9
2010	16627	2606	19233	319	63.8	13.5

3.2 人工绿洲及组成变化

至2010年,河西走廊人工绿洲面积为1.66万km²,占绿洲总面积的86.5%。1975—2010年人工绿洲面积增长66.9 km²/a,增速最快的时间段为2000—2005年,面积增加主要以耕地为主。不同流域人工绿洲的主要组分比例虽有一定差异,但其主要组成部分仍是耕地、草地和建设用地。2010年,人工绿洲内部的耕地、林草地和建设用地面积所占比例分别为76%、12%和5%。建设用地主要分布在耕地的周边,属于绿洲的核心地区;林地分布在耕地斑块周围,多为防风固沙林和农田防护林。

与1975年相比,2010年人工绿洲内部水域及湿地、耕地、建设用地面积分别增加了5%、28%和39%,而林草地及其他用地则分别减少了7%和41%。其中,耕地面积以年均增长0.79%的速度高速增长,2000—2005年间增速达到最大,年均增长2.13%;2005年以后有所下降,为年均增长0.41%,其中石羊河流域出现负增长。

3.3 天然绿洲及组成变化

2010年,河西走廊天然绿洲面积为2606 km²,占绿洲总面积的13.5%。总体来看,天然绿洲面积在1975—1990年间为增加趋势,主要是草地以及水域湿地的面积增加导致;1990年以后天然绿洲面积持续下降,减少速度为19.25 km²/a,其中1990—2000年间减少速度最大达32.5 km²/a,2000年以后

减少速度有所缓,为 $6.0\text{ km}^2/\text{a}$ 。天然绿洲内部主要以草地和水域及湿地为主,2010 年所占比例分别为 73% 和 11%,这两种主要植被覆盖类型的面积变化趋势与天然绿洲总面积的变化趋势一致。

其中,石羊河流域天然绿洲面积在 2000 年以后持续减少,其中水域及湿地面积在 2000—2005 年间减少了 75%,但 2005 年以后水域及湿地面积呈现稳定趋势。黑河流域天然绿洲面积在 20 世纪 90 年代减幅显著;2000 年以后快速增加,主要以草地、水域及湿地面积增加为主。疏勒河流域天然绿洲面积在 2000 年前呈增加趋势,2000 年之后呈递减趋势,主要以草地、水域及湿地面积减少为主。

3.4 绿洲不同土地利用和植被覆盖类型的转换

从 1975—2010 年,河西走廊人工绿洲与非人工绿洲(主要指天然绿洲、戈壁、荒漠等)用地之间相互转化明显,主要是非人工绿洲向人工绿洲转换的过程。其中 1990—2005 年间共有 $2\,799\text{ km}^2$ 的非人工绿洲转换为人工绿洲,大部分转换为耕地;2005 年以后,非人工绿洲转换为耕地的面积有所减少,人工绿洲内部的转换主要表现为耕地的退耕还林和弃耕。从空间分布分析,发生绿洲土地变化的区域主

要分布在党河下游的敦煌境内、疏勒河下游瓜州境内、黑河中下游和石羊河中下游,见图 2 所示。分析表明,河西走廊 1975 年有 76% 的人工绿洲面积分布在河流两侧 10 km 以内,1975—1990 年间增加的人工绿洲大部分在河流 10 km 以外,2000 年以后增加的人工绿洲是在上一阶段的基础上继续向外缘增加。

其中,1975—1990 年发生变化的区域主要分布在党河下游的敦煌境内,主要是非人工绿洲向人工绿洲转换;疏勒河下游瓜州境内,主要是草地和非人工绿洲的相互转换;黑河中下游各个县的河流两侧,主要为耕地与其他类型的转化;石羊河中下游的武威、金昌和民勤以及古浪东部,主要是非人工绿洲向耕地和草地的转换。

1990—2000 年主要是在 1975—1990 年的基础上进一步扩展,其中黑河和石羊河中下游的绿洲土地变化更为显著。黑河流域主要表现在高台、临泽、张掖、酒泉和金塔的耕地和建设用地的增加;石羊河流域主要表现在中下游非绿洲土地的开发和耕地的弃耕以及水域湿地的减少。

2000—2005 年人工绿洲土地利用类型转换明显。其中,党河下游的敦煌和疏勒河下游的瓜州,主

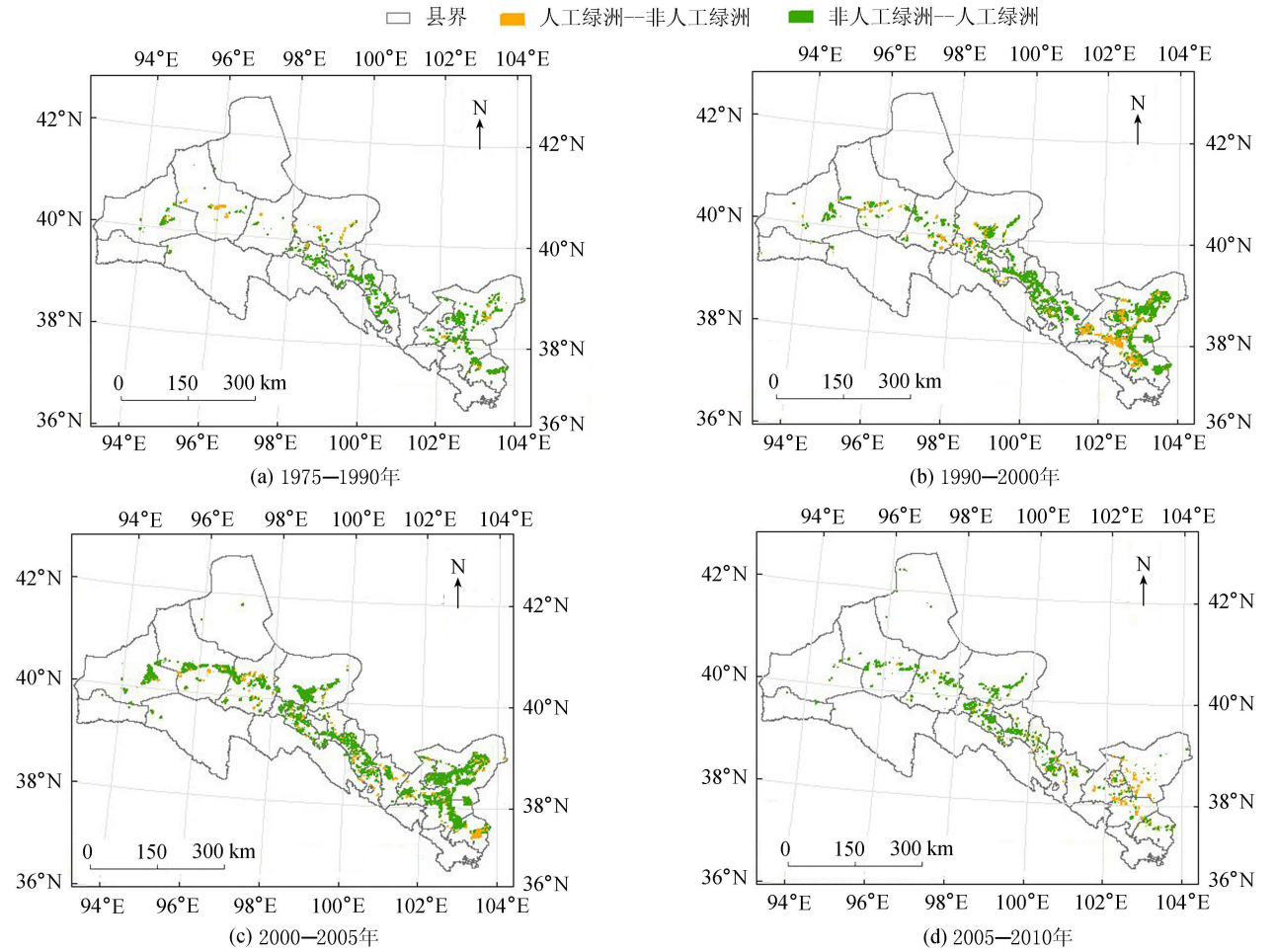


图 2 河西走廊人工绿洲与非人工绿洲转化示意图

要表现在耕地面积增大;黑河中游县区有少量的退耕还林现象;石羊河流域绿洲土地变化较前略有缓慢,主要表现在绿洲区扩张。

2006—2010 年发生变化的区域都在距离河流较远处,其中党河下游变化很小;疏勒河下游变化明显,主要是非人工绿洲转化成耕地;黑河流域发生变化的区域比较零散,主要为非绿洲向耕地和建设用地转化;石羊河发生变化的区域特点跟黑河相似,但变化类型主要以耕地弃耕和退耕还林为主。

4 河西走廊荒漠区生态格局演变

随着人类大规模开荒以及水资源空间上的重新分配,人工绿洲面积大幅扩大,天然绿洲面积逐渐缩小,部分荒漠区也逐步转变为人工绿洲。河西走廊荒漠区面积与绿洲总面积呈现此消彼长的关系,绿洲总面积的增长主要是荒漠区转变而来,从绿洲总面积的增长上,可以看出荒漠区面积的缩减趋势。

河西走廊历史时期的土地沙漠化面积约为 9 719 km²。1950 年以来,河西走廊沙漠化面积逐步增加,在 1990 年前后达到顶峰,为 1.2 万 km²,主要是重度和中度沙漠化面积的增长导致的。1980 年代后期至 1990 年代,土地沙漠化过程出现明显的减缓甚至出现局部逆转^[4],至 2010 年降至 1.14 万 km²,轻度、中度、重度和严重的沙漠化面积所占比例分别为 16%、22%、30% 和 32%。其中严重、重度和中度的沙漠化面积均大幅减少,轻度沙漠化面积持续增加,但以严重和重度为主的沙漠化格局没有改变。荒漠和绿洲交错带以及位于内陆河流尾间的绿洲、湿地受沙漠化影响严重,以石羊河下游的民勤地区最为严重^[5]。

5 内陆河流及尾间绿洲区生态格局演变

5.1 河流及其尾间湿地总体状况

在内陆河流域的开发历史上,人工绿洲的无节制扩张与全流域有限的水资源之间产生了尖锐的矛盾,普遍出现了下游天然绿洲萎缩、消亡的现象,这标志着绿洲进入不稳定状态。

a. 石羊河流域尾间湿地总体状况。自 20 世纪中叶以来,随着上中游农业开发大量用水,流入下游民勤的水量逐年减少加之过量开采地下水,导致地下水位急剧下降,生态环境恶化。1958 年,红崖山水库建成后,石羊河尾间青土湖在 1959 年后完全干涸。2007 年,通过实施石羊河流域重点治理工程,地下水位逐年回升,植被盖度有所增加,出现了一定面积的水面和旱区湿地,2010 年通过专用渠道正式向青土湖区注水后,才使湖区有 3 km² 的湖面。

b. 黑河流域尾间湿地总体状况。1940 年代和 1950 年代,鸳鸯池水库和解放村水库分别建成蓄水后,致使讨赖河下游断流,与黑河脱离了地表水力联系。1960 年代以来,区内多处泉眼和沼泽地先后消失,1961 年下游尾间湖泊东居延海干涸沙化,西居延海于 1961 年和 1992 年干涸沙化,与周边沙漠连成一片。从 2001 年开始实施黑河近期治理工程,已连续 8 年 21 次调水进入东居延海,累计进水量 4.30 亿 m³,河道断流天数减少,有效缓解了生态恶化趋势。2010 年实现了东居延海已连续 6 年多不干涸,额济纳绿洲区内的 19 条支流总长约 1 105 km 的河道实现过流^[6]。

c. 疏勒河流域尾间湿地总体状况。1958 年昌马总干渠、双塔水库以及 1975 年党河水库等一系列水利工程建成后,河水大部分被引入渠系,人工绿洲面积不断扩大,而下游河道来水逐渐减少直至断流。双塔水库和党河水库建成后,党河脱离了疏勒河水系,疏勒河在西湖以西断流,导致水生态不断恶化、湿地不断萎缩。1950 年以来,敦煌西湖湿地面积以 13 km²/a 的速度递减,原有的永久性湿地大部分已转为季节性湿地。

5.2 尾间天然绿洲区林草及水域湿地面积变化

河西走廊内陆河流域尾间天然绿洲区中与水资源关系最为密切的是河岸林、草地以及水域湿地等生态景观。河西走廊这 3 类生态景观面积随流域水资源空间分布的变化而发生明显的变化。其中河西走廊这 3 类生态景观总面积在 1975—1990 年间呈增加状态,面积增加了 121 km²。1990 年代减幅较大,达到 205 km²,减幅最大的是黑河和石羊河尾间天然绿洲。2000 年以后河西走廊尾间区天然绿洲面积有所增加,主要位于黑河尾间区,而石羊河和疏勒河流域呈减少趋势。

草地面积与河岸林、水域湿地面积的变化趋势一致,在 1975—1990 年间均呈增加趋势,1990—2000 年间面积则大幅减少,2000 年以后逐渐回升。2010 年尾间区天然绿洲区林草及水域湿地面积为 1 920 km²,其中草地占 86%,总体上尾间天然绿洲的面积变化主要取决于草地面积的变化。

6 结 论

河西走廊生态系统是具有镶嵌结构和异质性陆域空间的复合生态系统,其生态格局的复合性表现在生态系统内部结构、功能以及时空分布的同质性和异质性,同时在自然因素驱动与人类活动干预下,也形成了原有自然组分与人类创建组分之间的深度交叉与替代。1949 年以后,河西走廊生态格局演变

主要是以水资源开发利用为主线,以河流为纽带进行的。在自然条件与人类活动的共同驱动下,共同作用于水循环系统,进而驱动河西走廊不同生态分区生态格局的演变。水资源在人工绿洲和天然绿洲、流域上中下游之间重新进行分配,形成了人工绿洲与荒漠、天然绿洲之间此消彼长的关系,决定了生态格局演进的方向与进程。

作为对区域生态格局演变的响应,为维护河西走廊区域生态安全格局,亟须优化产业布局 and 结构、改变水资源开发利用方式,减轻水土资源开发对生态系统的压力,加大脆弱生态系统的保护力度,实现经济发展和生态保护双赢。

参考文献:

[1] 水利部水利水电规划设计总院. 河西走廊水生态变化跟踪分析与对策措施研究[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2011.

[2] 杜文涛,秦翔,刘宇硕,等. 1958-2005 年祁连山老虎沟 12 号冰川变化特征研究[J]. 冰川冻土,2008,30(3):373-377. (DU Wentao, QIN Xiang, LIU Yushuo, et al. Variation of the Laohugou Glacier No.12 in the Qilian Mountains [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2008, 30(3): 373-377. (in Chinese))

[3] 施雅风. 2050 年前气候变暖冰川萎缩对水资源影响情

景预估[J]. 冰川冻土, 2001, 23(4):333-338. (SHI Yafeng. Estimation of the water resources affected by climatic warming and glacier shrinkage before 2050 in West China [J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2001, 23(4):333-338. (in Chinese))

[4] 王根绪,程国栋,沈永平. 近 50 年来河西走廊区域生态环境变化特征与综合防治对策[J]. 自然资源学报, 2002, 17(1):78-82. (WANG Genxu, CHENG Guodong, SHEN Yongping. Features of eco-environmental changes in Hexi corridor region in the last 50 years and comprehensive control strategies [J]. Journal of Natural Resouces, 2002, 17(1):78-82. (in Chinese))

[5] 赵哈林,赵学勇,张铜会,等. 我国西北干旱区的荒漠化过程及其空间分异规律[J]. 中国沙漠, 2011, 31(1):1-4. (ZHAO Halin, ZHAO Xueyong, ZHANG Tonghui, et al. Desertification process and its spatial differentiation in arid areas of Northwest China [J]. Journal of Desert Research, 2011, 31(1):1-4. (in Chinese))

[6] 王忠静,郑航,耿国婷. 河西走廊流域治理的科学问题及其思考[J]. 水利水电技术, 2011, 42(1):7-11. (WANG Zhongjing, ZHENG Hang, GENG Guoting. The key problems and challenges on the river basin governance in the Hexi Corridor, Gansu, China [J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2011, 42(1):7-11. (in Chinese))

(收稿日期:2014-07-04 编辑:高渭文)

(上接第 4 页)

会发展布局及污染物排放的空间布局不相匹配。受经济社会发展布局、沿河地形条件等的影响,我国主要江河约有一半左右的排污口集中在城市及江河的下游河段,而这些河段的纳污能力有限。保护区和保留区虽有一定纳污能力,但其水质目标按现状水质进行控制,保护要求高,在空间上也不是污染物排放的主要水域。

c. 从部分功能区存在超载但水质达标的问题来看,今后可对纳污能力的计算方法进一步研究探讨,特别是对汛期与非汛期采用不同的计算条件。

d. 从部分功能区存在不超载但水质不达标的问题来看,从保障完成规划水平年水质达标目标的角度,建议进一步对天然本底值超高的功能区进行梳理统计,将这部分功能区作为规划水平年不达标功能区,或者在达标目标中建议暂不考虑这部分功能区。对于功能区不达标且影响下游功能区达标的,建议作为排污口治理的重点区域;对于农业面源污染影响功能区达标的情况,建议进一步加强农业面源污染治理,并对面源污染强化监测与评估。

参考文献:

[1] 国函[2011]167 号 全国重要江河湖泊水功能区划

(2011—2030 年)[S].

[2] 国发[2012]3 号 国务院关于实行最严格水资源管理制度意见[S].

[3] 水资源[2011]544 号 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案制定技术大纲[S].

[4] 水利部水利水电规划设计总院. 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限制排污总量控制方案[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2014.

[5] 水利部水利水电规划设计总院. 全国重要江河湖泊水功能区纳污能力核定和分阶段限排总量控制方案技术大纲[R]. 北京:水利部水利水电规划设计总院,2011.

[6] 国办发[2013]2 号 实行最严格水资源管理制度考核办法[S].

[7] 国函[2012]32 号 重点流域水污染防治规划(2011-2015 年)[S].

[8] 朱党生,张建业,史晓新,等. 现代水资源保护规划技术体系[J]. 水资源保护, 2011, 27(5):37-38. (ZHU Dangsheng, ZHANG Jianyong, SHI Xiaoxin, et al. Modern water resources protection planning system [J]. Water Resources Protection, 2011, 27(5):37-38. (in Chinese))

(收稿日期:2015-03-25 编辑:彭桃英)