

# 基于圈层结构的绿洲生态安全问题研究<sup>\*</sup>

张军民

(石河子大学师范学院 地理系, 新疆 石河子 832003)

**摘 要:** 干旱区生态圈层结构是在特定气候条件下水资源有效分配形成的, 是生态系统稳定性和生态服务健康性的客观表达。荒漠化背景决定了各圈层类型发育的唯水(径流)性, 水资源时空分布及其转化的竞争性决定了圈层结构的脆弱性, 社会经济、生态环境耗水的满足程度及景观格局变化决定了圈层结构的生态安全状态。以流域水资源利用率不超过 70% 和生态耗水率不低于 50% 为标准, 结合圈层结构变化所带来的生态问题分析, 得出: 干旱区内陆河流域生态系统组成、结构、功能存在重大缺陷, 人类活动改变了水资源分配的有效性, 生态耗水出现长期亏损, 导致圈层结构完整性的基础——天然绿洲及过渡带趋于退化, 生态安全问题难以有效遏制, 已给干旱区生态经济发展带来了现实和潜在的威胁。

**关键词:** 干旱区; 生态圈层结构; 径流; 生态耗水; 生态安全; 绿洲

**中图分类号:** X171.1    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1000-811X(2009)02-0101-04

生态安全问题是 20 世纪 80 年代出现的一个新的研究领域, 它有两层基本含义: 一是生态系统主体的安全问题, 主要研究生态系统完整性和健康状态的受损程度和控制途径; 二是生态系统服务功能对人类需求的持续支撑能力和安全保障程度<sup>[1]</sup>。

我国对生态安全问题的高度重视基于以下背景: 一是国内资源消耗的膨胀导致生态环境持续恶化; 二是西部大开发应取生态安全第一的战略定位, 使西部生态安全问题引起了广泛关注; 三是国际社会关于生态安全的理论与实践在我国产生的巨烈反响和共鸣。目前, 生态安全问题研究已呈现出以时空尺度为基础, 区域安全评价为核心, 流域、国家生态安全评价为突破的研究格局, 主要在生态系统主体安全、生态服务和生态安全分析与评价三个方面取得了一定进展<sup>[2]</sup>, 敏感、脆弱区域的生态安全问题成为研究的重点领域。但总体上, 人类对生态安全问题的研究和认识仍处于起步阶段, 对人地和谐的响应机理、时空格局和驱动过程的研究较为薄弱, 尤其缺乏实证研究积累。本文通过对内陆河流域生态圈层结构的剖析和人类活动对其时空格局的扰动所带来的生态安全问题的研究, 力图探讨干旱区生态圈层结

构稳定性对绿洲化和荒漠化演进的内在约束, 揭示绿洲水土开发普遍存在的生态安全隐患, 为干旱区生态安全分析和评价提供自组织层面的实证研究案例。

## 1 干旱脆弱的生态环境本底——不可逆转的荒漠化背景

自中更新世以后, 西北生态环境演变就出现了干旱特征和荒漠化趋势, 逐渐形成了以荒漠化景观和胁迫为本底和基质的生态格局, 并从环境条件限制和生态背景影响两方面主宰着干旱区的生态进程。突出反映在关键性生态因子——水资源及水域面积严重不足, 自然生产力的核心因素植被发育稀疏, 人居环境面积少, 难利用土地面积广大等(表 1)。因此, 干旱区环境恶劣, 生态脆弱, 自然承载力有限。

表 1 新疆景观生态结构与全国比较

区域	水面	林地	草地	耕地	人居用地	难利用土地
新疆	0.5	2.2	31.9	2.7	1.5	61.0
西北合计	0.8	4.6	36.8	5.4	2.7	50.0
全国	1.8	14.2	31.6	14.5	4.7	33.0
新疆/全国	27	15	98	19	32	184

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-10-15

基金项目: 科技部软科学项目(2006GXQ3D171)、(2007GXQ4D202); 国家社会科学基金项目(05BJL035)

作者简介: 张军民(1964-), 男, 甘肃武山人, 教授, 博士, 主要研究干旱区资源综合开发与可持续利用。

E-mail: zjm\_tea@163.com

## 2 以径流为依托的生态圈层结构及人类活动的扰动趋势

山区降水集流、绿洲集约转化、荒漠耗散消失的水文循环和水资源分配机理，维系着干旱区以内陆河流域为基本单元的生态系统格局，径流的时空分布和转化条件是生态结构演变的关键。自然状态下，径流沿地形梯度从盆地边缘向中央由强渐弱并最终消失于过渡带，同一方向沿河流两岸侧渗的地下水埋深经历由浅到深、潜水蒸发

量由强到弱、侧渗带由宽变窄的有规律变化，相应的对植物的水分补给由多渐少、植被等级和盖度由高向低演变，最终径流补给完全消失，代之以降水补给为主的荒漠和沙漠<sup>[3]</sup>，由此形成山地以森林、草甸为主体的垂直带谱和平原盆地以绿洲、过渡带、荒漠渐次交错为圈层的水平带谱，构成以荒漠为基质、径流为核心、植被为主体的绿洲生态系统圈层结构(表2)。因此，水分条件是导致内陆河流域生态系统结构和状态变化的主要驱动因素，生态圈层结构是绿洲生态安全的内在规定。

表 2 新疆内陆河流域生态系统圈层结构

万 km<sup>2</sup>

区域	总面积	荒漠	过渡带	总绿洲	各类型占总面积比例%					人工/天然
					荒漠	过渡带	绿洲	人工	天然	
新疆	93.38	66.48	14.56	12.35	71	16	13	6.328	6.022	1.05
北疆	26.03	14.26	6.83	4.94	55	26	19	3.267	1.673	1.95
东疆	15.39	14.36	6.6	0.37	93	4	2	0.226	0.144	1.57
南疆	51.96	37.86	7.06	7.04	73	14	14	2.834	4.206	0.67
干旱区	122.28	87.60	18.89	15.79	72	15	13	7.536	8.254	0.91

人类活动对水资源的集中使用改变了水资源的时空分布和耗散形式，使河川径流在纵向上水文循环加强、径流消失点向上游推移，在横向上地下潜水位的水力坡度增大、潜水消失点向河道收缩，导致人工绿洲区水分通量加强，耗水强度加大，天然绿洲和过渡带水分通量减弱，生态耗

水减弱<sup>[4]</sup>，天然稳定的生态结构圈层格局遭到破坏：作为绿洲生命之源的山区生态恶化，植被锐减；人工绿洲扩大，具有保护人工绿洲功能的天然绿洲、特别是绿洲－荒漠过渡带大幅度萎缩，使人工绿洲的生态基础更加脆弱，荒漠化威胁不断增加(表3)。

表 3 20 世纪 70－90 年代新疆生态圈层变化趋势

万 km<sup>2</sup>

区域	山区植被		人工绿洲		天然绿洲		绿洲总和		交错过渡带		荒漠区	
	面积变化	变化率%	面积变化	变化率%	面积变化	变化率%	面积变化	变化率%	面积变化	变化率%	面积变化	变化率%
新疆	-10.1	-24	1.45	27	-0.39	-7	10.6	10	-2.66	-12	1.60	3
北疆	-0.8	-7	1.28	54	-0.02	-1	12.6	27	-1.29	-9	0.03	0
东疆	-0.7	-21	0.03	13	-0.06	-31	-0.03	-8	-0.23	-13	0.26	2
南疆	-8.6	-32	0.15	5	-0.31	-10	-0.17	-3	-1.15	-16	1.32	3
干旱区	-12.8	-24	1.53	23	-0.68	-9	0.85	6	-14	-14	3.60	5

注：数字表示各类生态面积变化值和变化率，正数表示增加，负数表示萎缩。

## 3 生态耗水亏损导致生态安全问题日益严峻

绿洲生态系统服务的健康性完全取决于生态需水的满足程度及圈层结构的稳定状况<sup>[5]</sup>。新疆人工绿洲面积已由解放初的 1.3 万 km<sup>2</sup> 增加到 2004 年的 7.07 万 km<sup>2</sup>，耕地面积由 120 万 hm<sup>2</sup> 扩大到 2004 年的 402.54 万 hm<sup>2</sup>。而荒漠化土地面积每年扩展 85 km<sup>2</sup>，目前达到 79.59 万 km<sup>2</sup>，占新疆

国土面积的 47.7%，近 2/3 的土地、66.67 万 hm<sup>2</sup> 农田(占耕地面积的 16.56%)和 1 200 多万人正受到沙漠化的危害。同期全疆天然草地面积每年减少 13.7 万 hm<sup>2</sup>，约 800 万 hm<sup>2</sup> 草场严重沙漠化，占新疆草场面积的 15.63%，85% 以上草地已经退化，草地超载率 45%；水土流失总面积约为 103.6 万 hm<sup>2</sup>，占新疆国土总面积的 62.4%，较解放初增加 18%；湿地总面积已由解放初期的 280 万 hm<sup>2</sup>，降至 148 万 hm<sup>2</sup>，减少近一半，仅占新疆土地总面积的 0.8%。山区森林已减少 1/5，

其中严重退化的面积达 1/3，荒漠河谷林(胡杨林)减少 60%，荒漠灌木林(梭梭、红柳等)减少 20%<sup>[6,7]</sup>.....。

导致生态服务功能及健康状况恶化的根本原

因就在于经济活动大量挤占生态需水<sup>[8]</sup>，使各圈层之间的用耗水平衡受到干扰，生态耗水处于长期缺损状态(表 4、5)，生态圈层内在的稳定性遭到严重破坏。

表 4

2005 年新疆耗水构成及亏损量

流域水系	水资源/亿 m <sup>3</sup>	耗水构成/亿 m <sup>3</sup>				生态耗水占%	亏损量/亿 m <sup>3</sup>
		经济合计	生态合计	盐碱地	总计		
准噶尔盆地	145.3	73.84	64.43	9.23	147.50	43.68	-9.32
塔里木盆地	451.36	206.57	219.72	35.07	461.36	47.62	-10.98
全疆	596.66	280.41	284.15	44.3	608.86	46.47	-21.49

表 5

2005 年新疆主要流域水资源利用率及生态耗水比率

%

	天山北坡	塔里木河	吐鲁番、哈密 盆地诸小河	乌鲁木齐河	艾比湖	天山北 坡中段	天山北 坡东段	吐哈盆地	阿克苏河	渭干河	叶尔羌河	喀什河
水资源 利用率	85~90	97	≥100	153								
生态耗 水比率					47	33	42	36	43	41	38	31

注：1. 研究表明，干旱区水资源利用率超过 70%、生态耗水低于 50% 的流域必然出现生态退化趋势，因此生态耗水亏缺按 50% 的标准换算。经济耗水增加主要靠挤占生态用水来平衡<sup>[7]</sup>；

2. 表 1~5 中数据均根据参考文献[6、7、9]整理得出。

据统计分析，目前及今后相当长时期内，GDP 增长对水资源增长的弹性系数为 0.12~0.2，即 GDP 每增长 5~8 倍，需水量增长 1 倍。新疆“十一”五发展目标是 GDP 年均增长 9%，2010 年经济总量达到 4 014.26 亿元，是 2005 年的 1.54 倍，社会经济耗水量将增长 0.19~0.33 倍<sup>[9]</sup>，总量达到 349.11 亿 m<sup>3</sup>，生态耗水比率将由 46.47% 下降为 42.23%，生态耗水亏损量将由 21.49 亿 m<sup>3</sup> 增加为 52.65 亿 m<sup>3</sup>。按目前每缺水 1m<sup>3</sup> GDP 损失约 12.5 元计算，生态耗水亏缺造成的损失占 GDP 的比重将由目前的 10.29% 上升到 16.39% (生态耗水价值按等额的经济耗水价值折算)，生态安全问题难以有效遏制<sup>[10]</sup>。

## 4 结论

主要依赖出山口径流维持的绿洲生态系统在空间构成上表现为典型的圈层结构，从山前到盆地内部依次发育了人工绿洲、天然绿洲、过渡带、荒漠，物质、能量、信息在其间的有序传递和转化支撑着山地、绿洲、荒漠间脆弱的生态平衡，各圈层的稳定性和健康性共同维持着整体的生态功能，并通过生态服务价值满足着人类生存和繁衍的需要。但人类活动对水资源的掠夺使生态耗

水日趋不足的矛盾不断加剧，各圈层的生态联系和平衡过程遭到破坏，使干旱区生态环境普遍处于失衡状态，人类活动的扰动背离了生态圈层结构完整性和统一性的用耗水机制，破坏了圈层结构稳定性和健康性的景观生态格局，干旱区生态安全问题处于长期积累而危机四伏的险境，绿洲生态经济发展面临现实和潜在的生态安全隐患。

## 参考文献：

- [1] 张百平, 姚永慧, 朱运海, 等. 区域生态安全研究的科学基础与初步框架[J]. 地理科学进展. 2005, 24(6): 1-6.
- [2] 陈星, 周成虎. 生态安全: 国内外研究综述[J]. 地理科学进展. 2005, 24(6): 8-20.
- [3] 陈敏建, 王浩, 王芳, 等. 内陆干旱区水分驱动的生态演变机理[J]. 生态学报, 2004, 24(10): 2108-2114.
- [4] 樊自立, 马英杰, 王让会, 等. 干旱区内陆河流域生态系统类型及其整治途径 - 以新疆为例[J]. 中国沙漠, 2000, 20(2): 393-396.
- [5] 陈东景, 徐中民. 西北内陆河流域生态安全评价研究 - 以黑河流域中游张掖地区为例[J]. 冰川冻土, 2002, 24(4): 219-224.
- [6] 王浩, 陈敏建, 秦大庸, 等. 西北地区水资源合理配置和承载力研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 208-218.
- [7] 杨小柳, 刘戈力, 甘泓, 等. 新疆经济发展与水资源合理配置及承载力研究[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2003: 79

- 94.
- [8] 李宗礼, 苏中原, 沈清林, 等. 干旱区内陆河流域下游绿洲生态建设中的水资源问题[J]. 中国水土保持, 2006, (2): 9 - 11.
- [9] 新疆维吾尔自治区统计局. 新疆五十年[M]. 北京: 中国统计出版社, 2005.
- [10] 周立华, 王涛, 樊胜岳, 等. 内陆河流域的生态经济问题与协调发展模式[J]. 中国软科学, 2005, (1): 114 - 117.

## Study on the Oasis Ecological Safety Problem Based on the Ring Structure

Zhang Junming

(*Department of Geography, Teacher College, Shiheze University, Xingjiang 832003, China*)

**Abstract:** The ecological ring structure in arid area has formed through the effective assignment of water resources in the specific climatic conditions. It is the objective expression of the eco-system stability and ecology service healthy. The desert background decides its only water (runoff) dependence of various types of growth. The competition of the temporal and spatial distribution and transformation of the water resources decides the ring structure vulnerability. The satisfied degree of water consumption of social economy and eco-system and the landscape pattern change decides the ecological safety state of the ring structure. Taking water resources use ratio lower than 70% and the ecological water consumption rate upper than 50% in river basins as a standard, related the ecological problems due to ring structure changes is analyzed. The analysis incate that the composition, structure and function of ecosystem of inland river basins exist significant flaw because of the change of the ring structure. The human activity changes the effectiveness of water resource distribution. The ecological water consumption experiences a deficit for a long time. It causes the natural oasis, foundation of the complete ring structure and the intermediate belt tend to decline. The ecological safety problem can not be contained effectively. It has brought realistic and the potential threat for the ecological economy development in arid areas.

**Key words:** arid area; ecological ring structure; runoffs; ecological water consumption; ecological safety; oasis