

文章编号: 1001-1498(2000)06-0673-06

额济纳荒漠绿洲环境容量与环境影响评价

王鸣远¹, 姚云峰², 王林和²

(1. 中国林业科学研究院 森林生态环境与保护研究所, 北京 100091;

2. 内蒙古林学院 沙漠治理系, 内蒙古 呼和浩特 010019)

摘要: 额济纳荒漠绿洲生态环境的变迁经历了一个复杂且漫长的时期, 伴随着人类开发利用水资源的进程和人工绿洲建设的过程, 水资源的时空分布发生了显著的变化, 土地沙漠化、土壤盐渍化、荒漠河岸林植被退化、水质恶化等情况严重。本文通过对绿洲水资源、土地资源、植被资源的系统分析, 以“以水定地”、“水土平衡”的生态考核原则对绿洲环境容量进行评价。并对绿洲开发利用作了环境影响评价。提出了额济纳荒漠绿洲水资源利用及其生态经济发展途径。

关键词: 荒漠绿洲; 水资源; 环境容量; 环境影响

中图分类号: S718.55⁺7

文献标识码: A

额济纳荒漠绿洲位于阿拉善高原的西部, 额济纳河中下游地区。其地理背景属阿拉善高原典型的严重干旱和极干旱地区。阿拉善高原大部属典型的荒漠灰棕漠土带, 东部属草原化荒漠灰漠土带, 土地面积 26 900 km², 以高原为主体, 高原上有干燥剥蚀山地和丘陵, 山丘之间有广阔的沙漠, 巴丹吉林、腾格里和乌兰布和、亚玛利克沙漠等统称阿拉善沙漠, 占总面积的 29.07%。戈壁占 33.72%。只有额济纳河下游平原和沙漠中的湖盆滩地条件较好, 占总面积的 19.46%^[5]。

干旱荒漠区绿洲生态环境恶化作为一个全球性问题引起了国际社会的普遍关注和高度的重视。额济纳荒漠绿洲生态环境的变迁经历了一个复杂且漫长的时期, 人类经济活动对生态环境产生了累积性和广泛性的影响, 在干旱区内陆河流域具有代表性。额济纳荒漠绿洲所出现的一系列人口、资源与生态环境问题都与水密切相关, 这是研究绿洲环境容量的基础。本项目研究从人地关系分析入手, 针对额济纳这条荒漠—绿洲交错带上诸如土地沙漠化、土壤盐渍化、荒漠河岸林植被退化、水质恶化等生态环境退化的主要过程, 揭示不合理的水资源利用观念及方式所造成的干流上、中、下游地区之间的矛盾, 揭示绿洲生态系统的空间分异规律和生态安全机制。具体来说, 根据绿洲水资源系统、土地资源系统、植被资源系统等子系统的表现形式, 确定各子系统的生态敏感因子, 探索水量平衡、人工绿洲及其界外区天然植被的动态平衡关系, 以水、植被、风沙等关键生态因子作为调控体系基础, 以期实现绿洲与荒漠生态系统和谐共生的生态环境过程。

收稿日期: 2000-02-26

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关项目“典型脆弱生态区综合整治技术集成试验示范研究”子专题“额济纳荒漠绿洲生态环境综合整治与适度利用”(96-920-13-02-02)的部分内容

作者简介: 王鸣远(1957), 男, 山西长子人, 副研究员。

1 额济纳荒漠绿洲环境容量评价

1.1 额济纳荒漠绿洲环境容量的研究方法^[1]

额济纳荒漠绿洲自然资源参数的数量、质量及相互匹配是决定环境容量的基础。为此定议:

(1) 把水资源与经济人口承载力乘积除以人口实际数量作为人口承载力指数。即人均年水资源量所创造的产值与人均实际年产值之比: $K = (W \cdot V / L) / P_t$, 式中: W —— 水资源数量 (m^3); V —— 单位取水量创造产值 ($元 \cdot m^{-3}$); L —— 人均年产值 ($元 \cdot 人^{-1} \cdot a^{-1}$); P_t —— t 时段人口实际数量。

(2) 把水资源的满足程度以及水资源对畜牧业(可利用草地面积)、种植业(宜农土地资源)、林业(可利用林地面积)等的负荷作为绿洲系统平衡稳定系数。即

$$S = (\prod_{i=1}^n S_i)^{1/n} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n)$$

式中: $S_i = \Sigma R_i / \Sigma Q_i$ (当 $S_i \geq 1$ 时, 取 $S_i = 1$); ΣR_i —— 第 i 种资源可提供量之和; ΣQ_i —— 第 i 种资源的总需求量。

(3) 把人口承载力指数 K 乘以系统的平衡稳定系数 S 作为绿洲系统环境容量指数 (C)。即: $C = K \cdot S$ 。

1.2 额济纳荒漠绿洲水资源系统结构分析

额济纳河是内蒙古西部阿拉善高原荒漠区内流河, 又称弱河, 发源于青海省祁连山南麓。上游有黑河和临水在鼎新相会后, 向北流入内蒙古后称额济纳河。河流北至狼心山分为东河(纳林高勒)和西河(穆林高勒), 最终分别入东居延海(索果诺尔)和西居延海(嘎顺诺尔)。在这两河地区是广阔的湖积冲积洪积平原, 第四纪湖相沉积层分布范围很广, 说明过去居延海的范围相当大。近些年来, 由于上游来水逐年减少, 河流除汛期外(每年8月至次年4月)无水, 东、西居延海早已干枯成了无水湖。额济纳河流域面积约10万 hm^2 。呈东北—西南向带状分布, 地势平坦, 由西南向北倾斜, 海拔1100~900 m。地下水量较多, 埋深在5 m左右。

显然, 额济纳荒漠绿洲的农牧业用水主要靠河流汛期和地下水供给(见表1)。据统计, 额济纳河多年平均入境径流4.67亿 m^3 , 著名的额济纳河草原灌区位于东、西河河道两岸, 面积4.67万 hm^2 , 成为茫茫戈壁中的一片绿洲。但水资源时空分布极不平衡, 在农牧业需水量大的4~6月份, 黑河来水量仅占年径流量的24%, 供需矛盾很突出。常有大量的牧场、农田和荒地不能适时灌溉和开发利用。并且由于上游甘肃层层截留河水, 下游流量减少终至非汛期断流, 地下水补给呈季节性波动或无从补给, 大片植被枯死, 林灌草甸土及生物群落作为荒漠生态环境中极具有生命力的一个环节, 一经毁灭, 土壤很快荒漠化。近年来, 额济纳旗在解决额济纳河配水的基础上, 对胡杨(*Populus euphratica* Oliv)林围栏封育, 使残存的荒漠河岸林得以保存和繁衍, 为保护绿洲和不断开拓新绿洲奠定了基础。

表1 额济纳地下水资源状况^[5]

评价面积/ hm^2	地下水资源 量/ $万 m^3$	地下水资源 模数/($万 m^3 \cdot a^{-1} \cdot hm^{-2}$)	地下水总补 给量/ $万 m^3$	其中降水入 渗补给量/ $万 m^3$	可开采面积/ hm^2	地下水可开 采量/ ($万 m^3 \cdot a^{-1}$)	可开采模数/ ($万 m^3 \cdot a^{-1} \cdot hm^{-2}$)
95 514.72	53 430.21	0.56	53 430.21	20 951.21	48 846.90	44 928.63	0.92

表2 额济纳绿洲用水结构参数(1975~1995年平均)^[5]

农业总产值/ 万元	用水量/ 万 m ³	工业总产值/ 万元	用水量/ 万 m ³	工农业总产值/ 万元	用水量/ 万 m ³	万元产值取水量/ (m ³ ·万元 ⁻¹)	单位取水量创造 产值/(元·m ⁻³)
3 619	16 259.2	2 244	185.2	5 863	16 444.4	28 000	0.36

由表2可以看出,在用水结构中,农业(农林牧)用水远大于工业用水,两者用水结构比例为88:1,而单位用水量创造的产值之比却为1:55。根据额济纳绿洲地下水资源状况,绿洲用水水平不高,一方面单位取水量创造的产值低,另一方面水资源利用率不高。若分别按现状地下水可开采量16 444.4万m³和最大地下水可开采量44 928.63万m³,单位取水量创造产值0.36元·m⁻³,人均年产值3 806元,人口15 405计,则人口承载力指数为1.01~2.76。人口承载力指数随生产力水平、水资源利用水平(节水技术)和人们生活水平而变化,尤以水资源为制约因素,确定合理的用水结构和环境容量。

1.3 额济纳绿洲水土资源系统平衡稳定分析

据有关文献^[2]的研究成果,干旱区每养育1 hm²的绿洲需消耗约5 420 m³的水。额济纳现有绿洲总面积约95 514.7 hm²,则需耗水51 769万m³。若分别按现状地下水可开采量16 444.4万m³和最大地下水可开采量44 928.63万m³计,水资源满足程度为0.32~0.87。换言之,可养育绿洲面积3 034~82 892 hm²。绿洲目前实际利用土地面积7 230 hm²(灌溉)~20 450 hm²,土地资源利用的适宜程度(满足程度)为0.42。绿洲系统内部平衡稳定系数为0.13~0.37。显然,随着上游来水的不断减少和不合理的用水方式,水资源的浪费和短缺情况非常严重。

1.4 额济纳荒漠绿洲环境容量指数

绿洲系统的平衡稳定系数 S 主要受控于可开采水资源的数量,从前面分析可知,其变化幅度为0.13~0.37。系统的人口承载力指数 K 除了取决于水资源的开采量外,更主要取决于水资源的利用效率,目前的变化幅度为1.01~2.76。因此,目前系统的环境容量指数 C 为0.13~1.0。当 $C > 1.0$ 时,为宽松的环境容量;当 $C = 0.8 \sim 1.0$ 时,为适度环境容量;当 $C = 0.5 \sim 0.7$ 时,为临界环境容量;当 $C = 0.4 \sim 0.2$ 时,为超载环境容量;当 $C \leq 0.2$ 时,为严重超载环境容量。根据上述推定,就绿洲目前“以水定地”的资源利用水平而言,其环境容量指数为0.13,属于严重超载环境容量。突出表现在绿洲水环境容量呈现出严重短缺状况,这意味着牧农林农用地质量衰退,草场过牧退化,生产力低下和生态环境建设滞后等问题。只有提高水资源利用的生态和经济效率,做好生态规划和水资源利用规划及其设计,才能从根本上扭转绿洲生态环境退化的局面,实现绿洲开发与生态保护的可持续发展。

2 额济纳荒漠绿洲资源开发的环境影响评价

绿洲生态环境的稳定性问题则是指农、林、牧、水等各业生产活动所造成的对自然资源质量和环境资源质量意义上的生态干扰,因此,绿洲开发的环境影响评价应循着生态环境的退化过程、生态调节能力、生态发展建立指标体系,通过定量或定性的评价,选择绿洲环境质量目标及其实现的途径(见表3)。

环境容量分析体现“以水定地”、“水土平衡”的生态考核原则。水资源的多寡决定绿洲开发的规模,水资源利用的好坏制约绿洲开发的质量。多年来绿洲的开发以牧业为主体,绿洲的

环境变化过程可明显地总结为以下几点。

表3 额济纳荒漠绿洲生态考核指标

主要生态过程		生态考核指标
逆向生态过程	正向生态过程	
<p>河流枯竭,湖泊干涸;农田盐化发展;平原和河流沿岸林灌植被减少加速沙漠化过程以及风沙扬尘天气增多;草场严重退化;物种资源破坏等。一切掠夺式的、破坏性的滥垦、滥牧、滥伐、广种薄收、粗放经营等土地资源开发利用活动,必然引起土地沙化的发展。</p> <p>潜在沙化土地; 正在发展的沙化土地; 强烈发展的沙化土地; 严重沙化土地; 固定和半固定沙漠活化。</p>	<p>河流水资源统一管理、统一调度;农田、草场、河流防护林体系建设;沙区产业建设;建立荒漠绿洲生态保护区等。</p> <p>以沙地环境资源(光能、风能、水资源、土地资源等)利用和生态保护为目标的新兴沙区产业(绿色产业)开发过程以及传统产业结构调整过程。</p>	<p>河流年径流量;地下水位;风蚀沙埋农田面积和盐渍化农田面积百分比;植被覆盖度;草地面积及其草场载畜量。</p> <p>水分利用效率指标:单位水资源产值。草场种的群落优势度指标:种的重要值。草场改良土壤效益指标:土壤毛管孔隙度,地被物盖度,增加土壤有机质、全N及速效P含量。</p> <p>光能利用率指标:生物量及其热值。</p> <p>农田牧区防护林效能指标:林网系统防风效能的影响范围,减低风速,减少输沙量;小气候效应的湿度调节,温度调节,地表、地中温度调节。</p>

2.1 黑河水资源的开发利用对生态环境的影响

额济纳河属黑河水系。黑河发源于祁连山北麓,流经河西走廊盆地,终止于额济纳旗居延海。黑河全长 800 km,以莺落峡和正义峡为上、中、下游的分界点。上游祁连山区,是黑河的产流区,中游走廊平原区是径流利用区,具有发展农业灌溉的优越条件。下游额济纳平原广布戈壁,是径流消失区。黑河水系开发利用前,在泉水出漏带以下多积水为湖,有的成为沼泽地。河流尾间存在着大面积的终端湖。例如张掖市城区以北,临泽小屯泉区;酒泉城下的天然沼泽,下游额济纳旗东部的古居延曾名胜一时,而现代弱水的终端湖东西居延海,至今成为季节湖,湖水矿化度高达 $88 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ 。据推算^[3],历史上这种天然水面仅黑河干流就可达 $1\,000 \text{ hm}^2$ 以上,而现在天然水面不足 30 hm^2 。与此相反,目前黑河流域已有水库塘坝 145 座,水面面积在 50 hm^2 以上,超过了现存天然水面面积,库容达 2.94 亿 m^3 ,约为天然水体的 7 倍。天然水域的减少,一方面反映了人工开发水资源的强度,另一方面也改变了流域内不同区域的生态环境条件,有利方面是大部分水资源为人工绿洲服务,不利的是流域中、下游额济纳的干旱环境更趋干旱还可能会引起绿洲外部气候的极端化。表现为内陆终端湖退缩,水系分离,使黑河流域完整的水系支离破碎,逐渐形成了新的水、土、植被平衡区。反映最明显的是额济纳东、西两河下游三角洲上植被退化和绿洲的沙漠化,天然生长的乔灌草三层结构逐渐演化为二层、单层,甚至干枯死亡,地面裸露,疏松的地面和松散的河流沉积物受风力侵蚀。绿洲沙漠化的另一方面还由于河道输水由常流水变为季节性河流,而枯水季节正值风季,风力搬运下游河床淤积泥沙,向大风侧(东岸)堆积,原先繁茂的河岸植被在一侧堆积成固定的胡杨、红柳(*Salix sinopurpurea* C. Wang et Ch. Y. Yang)沙包,有时堵塞河道,常使流水改道。河道干枯后,胡杨和红柳也因失去水分供给逐渐退缩死亡,沙包逐渐变为半流动、流动沙丘,顺风向前移动。除此以外,灌溉地区灌排不平衡,引起地下水位上升,甚至土壤盐渍化和沼泽化,局部地区过度抽取地下水,形成漏斗。

2.2 额济纳荒漠绿洲水、土、植被资源开发利用对生态环境的影响

作为干旱区经济载体的绿洲,其地理结构包含绿洲及其过渡带。荒漠绿洲生态系统其独

特的不同于其它陆地生态系统的特点:

2.2.1 水、土、植被各子系统的相互依赖性密切,以胡杨为主的独特的荒漠河岸林是沙漠戈壁区农牧民赖以生存的基地。组成森林植被的植物除胡杨外,还有沙枣(*Elaeagnus angustifolia* L.)、柽柳(*Tamarix chinensis* Lour.)及甘草(*Glycyrrhiza uralensis* Fisch)、骆驼刺[*Alhagi maurorum* Medic. var. *sparsifolium* (Shap.) Rakovl]、苦豆子(*Sophora alopecuroides* L.)、苏枸杞(*Lycium ruthenicum* Murr.)、芦苇(*Phragmites australis* Trin.)、拂子茅[*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth]、芨芨草[*Achnatherum splendens* (Trin.) Nevski]等乔灌木,使额济纳河两岸形成绿色走廊,成为控制风沙危害东侵的天然屏障。这些植被为荒漠地带增添了极具价值的植物资源,也构成了阿拉善最富裕的荒漠绿洲^[6]。额济纳河沿岸胡杨林由于上游来水逐年减少,枯水期延长,加之人类不合理盲目地利用,分布面积急剧减少。早在1944年面积为5万 hm^2 ,1958年下降到4万 hm^2 ,1976年至90年代初一直保持在2万 hm^2 左右。据统计绿洲林业用地占阿拉善盟全区总土地面积的3.43%。林地利用率96.47%,居全区第一。额济纳荒漠绿洲有草场近70万 hm^2 ,占该旗可利用草地面积的34.6%,草场沙漠化面积占8.31%。额济纳绿洲草地平均产草量暖季为 $173.7 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,冷季为 $124.4 \text{ kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,4.49 hm^2 草地养一个绵羊单位。额济纳绿洲低平地草甸主要分布在额济纳旗沿河滩地和湖泊外围,面积约62.47万 hm^2 ,是额济纳旗70%牧畜(骆驼和山羊)的饲料基地。这类草地生产力高,是荒漠地区家畜重要的放牧场,亦是主要的打草基地。平均每公顷产草量暖季为837.5 kg,冷季为651.9 kg,0.92 hm^2 草地饲养一个绵羊单位。该类草地适宜的载畜量为41.06万只绵羊单位。额济纳荒漠绿洲处于干旱、极干旱地区,荒漠景观一望无垠,生态环境十分严酷,地表风蚀、剥蚀强烈,土、草、畜之间的生态关系极不稳定,草群结构单纯,种类贫乏,盖度35%~50%,草层高度40~50 cm,牧草质量低,牧草供给处于低替代性,第一性生产能力极低,生物群体退化,已经对绿洲的存在构成威胁。减缓生态危机首先要保护好现有森林资源,控制消耗,重点抓好胡杨林大面积的围封育林工作,并进行积极的人工造林,确保沙漠绿洲永存。其次要加强对草原化荒漠的保护与管理,封育种草相结合,增加植被,提高草群覆盖度。

2.2.2 独特的荒漠绿洲灌溉农业 额济纳旗自60年代以来,沿额济纳河建设引水闸66座,渠道68条,发展灌溉天然草场4.67万 hm^2 ,灌溉粮料地3000多 hm^2 ,产草量达到4500 $\text{kg} \cdot \text{hm}^{-2}$,水资源利用所带来的水环境问题是:(1)黑河上无调节水库,天然来水与需水矛盾突出,植被退化;(2)河道输水损失严重,正义峡至额济纳旗200多km河道水量损失4.35亿 m^3 ,占年径流量的40%,水资源浪费惊人;(3)河系紊乱,配套工程设施不足,草场采用高埂深水大面积灌溉,受水很不均匀,低地产生盐碱化,而大片草场受旱;(4)河道缺少观测设施,入境水账不清。缺乏电力,地下水未充分利用;据估计黑河干流流出山口莺落峡年径流量15.71亿 m^3 ,梨园河山口梨园堡年径流量2.25亿 m^3 ,两河合计17.96亿 m^3 ;张掖盆地地下水综合补给量14亿 m^3 ,其中92%是河道、区系及田间入渗量,为河川径流的重复量;正义峡年径流量10.97亿 m^3 ,额济纳旗平原地下水综合补给量为3.79亿 m^3 ,其中80%为河川径流的重复量^[3]。

3 结论与建议

综上所述,在宏观方面,额济纳荒漠绿洲属于河西走廊的中下部地带,绿洲用水系统、绿洲的环境容量和绿洲建设应从整个黑河流域的统一规划出发,应特别重视流域内上、中、下游的

关系。亦即额济纳河流水资源统一管理、统一调度。在中观和微观方面,绿洲经济形成牧业、农业及城镇工业的经济结构,在实践上往往由于没有从绿洲自然资源的空间结构和数量结构的特征出发,绿洲用水结构不合理,出现了绿洲空间结构日趋衰减恶化的问题,并愈益严重地阻碍空间结构效益的提高和生态经济的持续发展。为此,应根据绿洲环境容量分析,针对农田、草场、河流防护林体系建设、沙区产业建设和建立荒漠绿洲生态保护区等,正确地制定绿洲开发利用与治理的空间分布、时序安排和实施措施。随着绿洲农牧业向高效生态农牧业系统发展,必然对水资源利用的目标、范围、数量、质量有更高的要求。这就要求打破单一的“水土平衡”传统用水模式,建立水资源利用的多目标、多层次、全方位的生态用水模式^[4,7,8]:(1)发展沙区产业建设是绿洲促进经济发展、生态保护和水资源利用的最新型模式,利用阳光温室、无土栽培、滴灌等新技术减少干旱地区无效的水面和土壤水分蒸发,防止土壤盐渍化,以产生更大经济效益。(2)通过水量平衡计算,调整系统的组分结构或降低系统规模,改变用水过程,实现绿洲水资源规划、区域发展规划、流域规划、农林牧规划等协调,从全局出发,统筹兼顾,使水资源的保护和开发利用获得长远的综合效益。

参考文献:

- [1] 李建牢. 黄河中游小流域系统环境人口容量分析与评价[J]. 水土保持通报, 1998, 18(3): 47~ 52.
- [2] 韩德麟. 绿洲系统与绿洲地理建设[J]. 干旱区地理, 1992, 增刊: 50~ 56.
- [3] 方创琳. 黑河中游绿洲用水系统与空间结构调整建议[J]. 干旱区研究, 1990, 7(3): 30~ 35.
- [4] 郑国瑛, 刘翠容. 干旱区水资源利用与绿洲生态农业[J]. 干旱地区农业研究, 1991, (2): 79~ 83.
- [5] 马玉明. 内蒙古资源大字典[M]. 1997.
- [6] 高永, 汪季, 翟永在. 干旱区保护天然植被在防治荒漠化中的作用[A]. 见: 郭连生. 荒漠化防治理论与实践[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1998. 74~ 79.
- [7] 韩泽民, 吕爱香. 绿洲工程与沙产业——防治土地荒漠化实施可持续发展战略思考[A]. 见: 郭连生. 荒漠化防治理论与实践[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1998. 43~ 48.
- [8] 张奎壁, 曹轶凡, 龚秋野. 发展沙产业, 提高荒漠化防治效益[A]. 见郭连生. 荒漠化防治理论与实践[M]. 呼和浩特: 内蒙古大学出版社, 1998. 32~ 35.

Assessment of Environmental Capacity and Environmental Impact Assessment in Ejina Oasis

WANG Ming-yuan¹, YAO Yun-feng², WANG Lin-he²

(1. Research Institute of Forest Ecology, Environment and Protection, CAF, Beijing 100091, China;

2. Department of Desert Control, Inner Mongolia Forestry College, Hohhot 010019, Inner Mongolia, China)

Abstract: The changes of ecological environment in Ejina oasis have experienced a complicated and very long period. With processes of water resource exploitation and use and man-made oasis construction, the changes of distribution of water resources in time and space, land desertification, salinization of soil, degradation of desert riverbank forest and deteriorate of water quality have become serious. Through a systematic analysis on resources of water, land and vegetation, a assessment was made on environmental capacity of the oasis in accordance with the ecological principles of land exploitation with full of supply of water resources. This paper also made environmental impact assessment related to the exploitation and use of the oasis and put forward the ways of water resource use and eco-economic development in Ejina oasis.

Key words: desert oasis; water resources; environmental capacity; environmental impact assessment