

389-396

5707/71

第16卷 第4期
1996年8月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 16, No. 4
Aug., 1996

河西走廊绿洲生态系统的动态模拟研究

方创琳

(中国科学院 地理研究所, 北京, 100101)
X21

A

摘要 在对绿洲生态系统特殊性分析的基础上, 运用灰色计量模型对2000年河西走廊绿洲生态系统做了现状动态模拟和前景预测分析, 提出了河西走廊绿洲生态环境质量改善的几种不同对策方案, 认为以适度投入与适度产出为主要内容的可持续发展对策方案是保证河西走廊经济持续发展与生态环境永续良化的最佳对策方案。

关键词: 河西走廊, 绿洲生态系统, 动态模拟, 持续发展方案。

DYNAMIC SIMULATION AND SUSTAINABLE ECOLOGICAL MEASURES OF OASES ECOSYSTEM IN HEXIZOULANG

Fang Chuanglin

(Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing, China, 100101)

Abstract Based on the analysis to the specific characteristics of oases ecosystem in some dry areas, the ecoperspective of oases ecosystems in 2000 is evaluated by grey measurement model. The result shows that the quality of oases eco-environment could be ameliorated slowly, the improved area should be $11.69 \times 10^4 \text{ km}^2$ more than that of degradation. However, the contradictory problems among the population, water, soil resources, environment and economic development will be faced to the local peoples seriously, thus, the establishment of eco-consciousness, the advocacy of oases eco-ethics, eco-morality and eco-civilization, the construction of oases, eco-agriculture, and the fastening of eco-engineering construction and eco-design are the main ecological stratiges for the improvement of dry area oases eco-environmental quality.

Key words: oases ecosystem, sustainable ecological measures, Hexizoulang, dynamic simulation.

河西走廊绿洲系指甘肃省境内黄河以西地区荒漠中有水源、可供人类居住并进行各种社会经济活动的特殊区域, 行政区划上辖武威、张掖、酒泉、金昌、嘉峪关等5地市, 国土总面积27万 km^2 , 总人口424.01万人(1992年), 是我国重要的商品粮基地, 也是干旱地区

收稿日期: 1995 10 06, 修改稿收到日期: 1996 03 20.

绿洲生态经济发展的典型区域。这一地区绿洲开发历史悠久,曾是著名古“丝绸之路”必经之地,受干旱多风等自然条件的长期影响,区域自然生态环境总体呈缓慢退化趋势,期间参与了人类活动的干预,种种自然与人为因素的交互作用使绿洲生态环境发生着深刻的变化。运用适当的方法模拟绿洲生态系统,寻求最佳对策方案,采取超前措施防患于未然,谋求绿洲生态长远利益,就成了河西走廊绿洲生态环境得以持续发展的首要问题。

1 绿洲生态系统的特殊属性

绿洲生态系统作为荒漠生态系统的重要组成部分,同时也是生态最敏感部分,其存在与演化态势是荒漠生态系统环境进化与退化的真实反映。从系统论的角度分析,绿洲生态系统是一个包括自然生态系统、生态经济系统和社会生态系统的复合人工生态系统,它本身除具有一般生态系统所共有的复杂性、开放性、整体性、倏忽性、动态性和自组织性等特性外,又具有旱生性、脆弱性和不可逆性等特殊属性。

河西走廊地区呈斑点状分布的绿洲与大面积广布的戈壁沙漠复合成的荒漠自然景观赋予了绿洲生态系统明显的旱生性属性,表现为绿洲生态系统的水源类型属于包括地表水与地下水源在内的有限灌溉水源类型,绿洲生态农业属于节水型低熵农业类型,大部分荒漠植被耐旱抗旱力强,植物根系发达,叶面小且盖有腊质光泽,多刺备有贮水组织,土地沙化与盐渍化现象突出,等等。绿洲生态系统中,无论是有生命的还是无生命的生态因子,无论是乡村还是城市,都在通过各种充分的自组织和自监控机制不断地把自身与干旱的自然环境有机地融为一体,力求物竞天择,适者生存。

脆弱性是河西走廊“有水便是绿洲、无水即为沙漠”的区域生态变化机制作用的产物,是作为绿洲生态系统“形成—稳定发展—衰败”决定因子的水源日渐短缺,从而导致生态环境抗干扰能力和自我恢复能力差的退化现象。可以说,水是河西走廊生命的同义词。然而河西走廊地区水资源却在日渐短缺,地下水位下降。据武威地区民勤县林业局 1981~1983 年调查资料,石羊河流域下游民勤绿洲因过量开采地下水,导致地下水位下降至少 5~7 m,在 8.17 万株树木中枯死者达 2.57 万株,占总株数的 31.50%,全县成片的沙枣毛柳死亡达 0.3 万 hm^2 ,枯梢达 0.58 万 hm^2 。伴随森林破坏枯死,目前流沙正在以每年 6~8 m 的速度向南移动逼近农田,沙漠化与盐碱化面积越来越大,绿洲生态系统自组织和自我恢复能力越来越差,自然灾害频繁,脆弱性加剧,这种情况在卫星图象上反映得尤为明显。

不可逆性是指河西走廊降水稀少、水源匮乏、地表裸露、自然环境脆弱的生态背景,决定了绿洲生态系统一旦破坏,无论采取生物措施还是工程措施,其逆转的难度相当巨大。尽管人类通过与大自然的世代抗争有过沙漠绿洲化的成功例证,但大量的事实却是绿洲沙漠化和由此引起的城都废弃。惨痛的教训表明,今天每伐一棵树,每铲 1 m^2 草皮所引起的生态环境退化,需要经过后代几千万年努力才能得以逆转甚至根本无法逆转。

2 绿洲生态系统现状分析

河西走廊绿洲生态系统的现状如表 1 所示。由表 1 可得出河西走廊绿洲生态系统如下特点:

第一,绿洲生态环境正在得到局域性缓慢改善,生物改善生态环境的作用逐步加强。从 1985~1992 年间,由于人们先后在绿洲地区投入大量资金用于植树造林、植土保水,修建和改善水库渠道,营造防风固沙林和农田防护林、建立自然保护区,垦殖宜农荒地增加灌溉面积,整治沙化与盐渍化土地等,从而使河西走廊绿洲生态环境得到缓慢改善,其中

表 1 河西走廊绿洲生态现状态势分析

Table 1 Present Situation Analyses of Oases Ecosystem in Hexiboulang

绿洲生态现状指标 Present index	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	历年平均增(+) 减(-)速度%
总人口 Population (10^4 P.)	380.56	385.55	390.59	395.89	402.14	414.22	418.89	424.01	+1.36
人口自然增长率 Natural growth rate of population (%)	8.68	9.93	10.61	10.17	11.30	11.33	11.11	12.06	+4.19
耕地面积 Cultivated area (10^4 hm ²)	62.43	62.41	62.45	62.49	62.66	61.19	63.00	63.25	+0.16
农作物播种面积 Sown area of crops (10^4 hm ²)	56.30	57.12	60.10	59.61	58.61	58.40	58.37	57.55	+0.28
有效灌溉面积 Effective irrigated area (10^4 hm ²)	46.13	46.03	46.70	46.43	45.96	46.44	46.97	46.82	+0.11
土壤沙化面积 Soil desertification area (10^4 hm ²)	250.60	251.60	252.60	254.00	254.93	255.33	256.93	257.13	+0.32
土壤盐渍化面积 Salinization area of soil (10^4 hm ²)	35.01	35.34	35.47	35.36	35.79	35.83	35.97	36.15	+0.40
水土流失面积 Soil and water erosion area (10^4 hm ²)	1363.20	1363.31	1364.00	1364.33	1364.46	1365.53	1365.80	1366.40	+0.03
降水量 Annual rainfall (mm)	134.70	172.60	128.90	111.60	152.30	161.60	174.65	130.30	-0.01
水资源总量 Water resources (10^8 m ³)	67.81	67.86	67.90	67.88	67.83	67.80	67.76	67.73	-0.01
年平均用水量 Total of used water (10^8 m ³)	46.18	47.35	50.11	52.87	55.66	59.44	62.28	64.39	+4.24
粮食总产量 Grain yield (10^4 t)	175.89	179.20	179.20	199.86	206.13	212.84	205.70	222.37	+2.97
植树造林面积 Afforestation area (10^4 hm ²)	3.17	2.71	2.30	1.73	2.10	2.48	3.44	3.20	+0.12
水源涵养林面积 Area of forest conserving water (10^4 hm ²)	12.82	12.76	12.56	12.55	12.49	12.30	11.95	11.78	-1.05
农田防护与固沙林 Area of forest protecting field and fixing dune (10^4 hm ²)	6.84	7.39	8.01	7.99	7.78	8.24	8.17	8.56	+2.84
草原面积 Grasslands area (10^4 hm ²)	804.41	803.61	803.34	803.32	803.58	804.58	801.99	805.72	+0.03
草原退化面积 Area of grassland degeneration (10^4 hm ²)	306.57	306.69	307.69	308.25	307.68	307.69	308.29	308.58	+0.08
自然保护区面积 Area of natural protection region (10^4 hm ²)	12.65	12.65	13.76	13.95	13.97	14.11	15.78	18.98	+5.20
自然灾害面积 Area of natural disaster region (10^4 hm ²)	15.76	15.71	15.27	11.87	12.94	16.55	14.01	14.97	-0.64
工农业总产值 Total output value of industry and agriculture (10^8 Yuan)	34.75	37.74	40.81	66.82	57.07	52.56	93.05	106.79	+15.06
乡镇企业产值 Output value of village and township enterprises (10^8 Yuan)	2.54	2.75	6.19	3.86	9.66	12.29	16.03	21.05	+30.26
人均耕地 Per capita cultivated land (hm ²)	0.164	0.162	0.169	0.157	0.155	0.148	0.150	0.149	-1.19
人均粮食 Per capita grain (kg)	462.18	464.79	458.79	504.83	512.58	513.83	491.06	524.44	+1.59

注: 资料来源于《甘肃省统计年鉴》(1985~1993), 河西走廊五地市统计年鉴。

尤以生物改善绿洲生态环境的作用明显突出。主要表现为,1992年农作物播种面积、农田防护林、防风固沙林、植树造林、育苗、草原、种草、自然保护区、城市园林绿化等面积分别比1985年净增1.25万 hm^2 、0.63万 hm^2 、1.09万 hm^2 、0.02万 hm^2 、0.04万 hm^2 、1.32万 hm^2 、6.33万 hm^2 、8.99万 hm^2 ,历年平均递增速度分别为0.28‰、1.72‰、4.52‰、0.12‰、1.23‰、0.03‰、1.89‰、5.20‰和17.29‰,合计净增绿地面积20.99万 hm^2 ,占现有绿地总面积的2.18%。伴随绿地面积的增加,以干旱和风沙为主的自然灾害面积以历年平均0.64%的速度递减,水土流失、土壤沙化与土壤盐渍化面积虽仍以历年平均0.03%、0.32%和0.40%的速度递增,但均较80年代初期慢0.02%、0.08%和0.11%,得到了力所能及的控制。

第二,绿洲生态效益与经济效益渐趋协调统一,人地关系矛盾趋于缓和。伴随绿洲生态效益的提高,经济效益持续适度增加。至1992年底,工农业总产值达106.79亿元,粮食单产与总产分别达409.37 kg和222.37万t,种植业与牧业、工业与乡镇企业总产值分别为25.41亿元、8.87亿元、71.82亿元和21.05亿元,分别是1985年的3.07倍、1.27倍、1.26倍、2.63倍、3.58倍、3.30倍、8.29倍,历年平均递增速度分别为15.06%、2.99%、2.97%、12.86%、17.27%、16.10%和30.26%。由于实施了5万人规模的“两西”(定西地区和河西地区)移民开发垦殖工程与吨粮田和千斤田工程,新增耕地面积0.82万 hm^2 ,新增灌溉面积0.39万 hm^2 ,人均耕地在低幅度减少的基础上仍保持0.149 hm^2 ,是全国平均水平的1.50倍,人均粮食占有量达524.44 kg,历年平均递增速度为1.59%,人地关系矛盾趋于缓和。

第三,水源奇缺,生态脆弱,自我恢复能力差。对于干旱少雨的河西走廊来说,水资源总量和水源涵养林面积正在分别以年平均0.01%和1.05%的速度减少,而工农业各部门用水总量却在以4.24%的速度递增,加之现有灌溉工程老化,设备陈旧,水资源开发利用程度低,浪费水的现象严重,地下水过量开采,土壤盐渍化面积扩大,种种原因造成今后的河西走廊成为严重缺水地区。由于水源匮乏,许多水利工程和生物工程都将无法继续发挥效用,这将严重地制约绿洲生态经济的持续发展和生态环境质量的改善。

3 绿洲生态系统的动态模拟

3.1 绿洲生态系统动态模拟组分的选取及其相互关系

基于河西走廊绿洲生态系统的特殊性和现状特点,选取对绿洲生态系统形成、发展与衰败起决定作用的水源、人口、气候与土地四大子系统作为绿洲生态系统动态模拟的核心组分,选取与绿洲生态系统演化存在显著相关关系的农田、森林、草原、自然保护、工业与城市6大子系统作为主要组分,摒弃对绿洲生态系统有轻微影响的渔业、大气、能源等子系统,得出河西走廊绿洲生态系统生态组分结构及相互关系图式,如图1所示。在每个子系统中,根据动态模拟需要,分别选取了能代表各子系统生态状况的生态因子建立子模型。各子系统及其所属的生态子模型名称代码为:

水资源子系统(SS):可利用水资源模型(SS_k)、用水模型(SS_v)、工业用水模型(SS_g)、农业用水模型(SS_n)、城市及人畜用水模型(SS_c);

人口子系统(RS):人口模型(RS_t)、计划生育模型(RS_j)、人口素质模型(RS_k)、性别模型(RS_x)、农业劳动力模型(RS_n);

气候子系统(QS):气温模型(QS_t)、降水模型(QS_j)、蒸发模型(QS_e)、 $\geq 10^\circ\text{C}$ 积温模型

(QS);

土地子系统(TS):耕地模型(TS_g)、农作物模型(TS_c)、经济作物模型(TS_e)、化肥生产模型(TS_f)、施肥模型(TS_i)、灌溉模型(TS_m)、土地沙漠化模型(TS_d)、土壤盐渍化模型(TS_s)、水土流失模型(TS_l);

农田子系统(NS):粮食生产模型(NS_l)、经济作物生产模型(NS_e)、粮食单产模型(NS_d)、种植业模型(NS_z);

森林子系统(LS):植树造林模型(LS_z)、育苗模型(LS_y)、防风固沙林模型(LS_f)、农田防护林模型(LS_n)、水源涵养林模型(LS_b)、林业模型(LS_l);

草原子系统(CS):草原模型(CS_c)、种草模型(CS_z)、大牲畜模型(CS_d)、小牲畜模型(CS_x)、草场退化模型(CS_t)、牧业模型(CS_m);

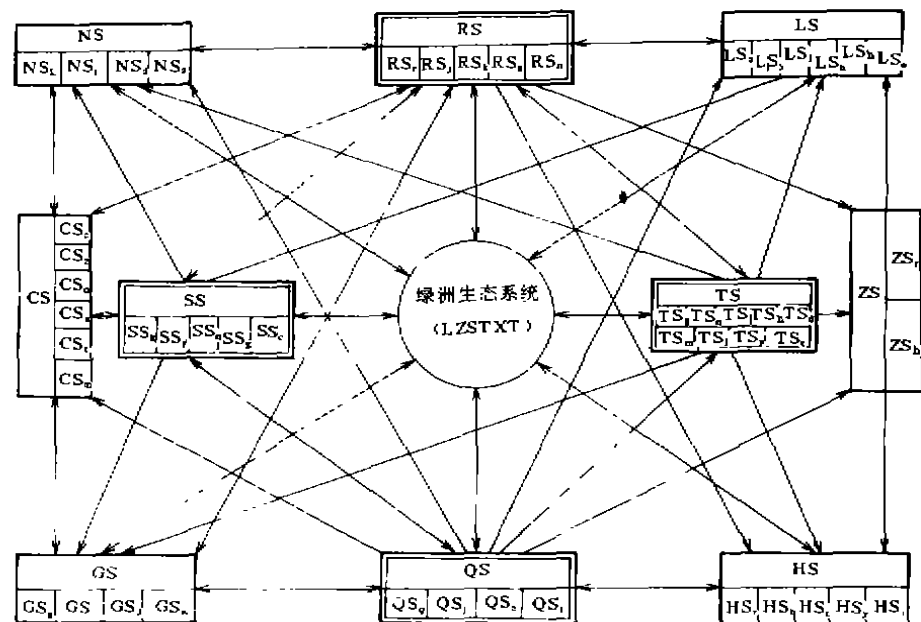


图1 河西走廊绿洲生态系统动态模拟组分结构及相互关系

Fig.1 Combination structure and interrelation of dynamic simulation of oases ecosystem in Hexizoulang

自然保护子系统(ZS):自然保护区模型(ZS_z)、自然灾害模型(ZS_n);

工业子系统(GS):工业生产模型(GS_z)、工业结构模型(GS_j)、单位资金产值模型(GS_d)、单位资金利税模型(GS_w);

城市子系统(HS):城市人口模型(HS_r)、城市化模型(HS_h)、城市土地模型(HS_l)、园林绿化模型(HS_v)、城市经济发展模型(HS_j);

图1表明,不仅各个子系统之间存在着极为复杂的相互关系,而且子系统内部各生态因子之间,各生态因子与其他子系统的生态因子之间均存在相互作用、彼此制约的关系。这种关系表现为非线性多重反馈、多维连锁、多元耦合关系和因果关系,正是这种关系才得以使绿洲生态系统的各子系统之间有机地结合成一个整体。调整它们之间相互作用的比例和作用强度,有可能改变绿洲生态系统的动态演化方向和速度,改善系统功能。这正是河

西走廊绿洲生态系统动态模拟的基本假设。

3.2 绿洲生态系统现状动态模拟及结果

依据河西走廊 1985~1992 年各项生态指标的统计资料,以灰色控制系统原理为基础,采用灰色计量模型方法对河西走廊绿洲生态系统现状进行动态模拟。主要步骤是先去掉主模型第 1 个原始数据,将其余数字分别向前推一位,在末尾加上主模型预测出来的第 1 个数据,组成第 1 子模型数据列,上机求出第 1 子模型,接着把用第 1 子模型预测出来的第 1 个数据作为第 2 个子模型序列数的末尾一个数据,同时去掉第 1 子模型序列数中第 1 个数据,组成第 2 个子模型数据列,上机建立第 2 个子模型,依次类推,直到最后一年数据预测出来为止。现状模拟结果与 1985~1992 年各年度的实际情况基本吻合一致,说明灰色计量模型能较好地描述绿洲生态系统的时序变化特点。为此可直接用其对 2000 年河西走廊绿洲生态系统的前景进行预测,预测结果如表 2 所示。

顺便指出,表 2 预测结果是在 50 个生态组分按照图 1 所示的相互作用状况下进行的。由于各个生态因子之间存在着非线性相互作用,改变任何一个生态因子尤其是水资源因子都必然引起一系列连锁反应,大有“牵一发而动全身”之势,甚至会改变绿洲生态系统演化的方向。鉴于目前还很难通过模拟方法寻找各生态因子之间的非线性相互关系并予以量化,本预测模型的 50 个子模型虽然从形式上看是彼此独立的,但本质上已经蕴含了彼此之间的相互制约与依赖关系。

表 2 河西走廊 2000 年绿洲生态系统动态模拟结果值

Table 2 Dynamics simulation Data of oases ecosystem in Hexizoulang in 2000

子模型 代码 Code	单位 Unit	数值 Datum	年平均 增长率(%) Average rate	子模型 代码 Code	单位 Unit	数值 Datum	年平均 增长率 (%)	子模型 代码 Code	单位 Unit	数值 Datum	年平均 增长率 (%)
SS _k	10 ⁹ m ³	67.59	-0.03	TS ₇	10 ⁴ hm ²	37.18	0.35	CS ₂	10 ⁴ hm ²	11.70	2.66
SS _v	10 ⁹ m ³	84.66	3.48	TS ₈	10 ⁴ hm ²	137.00	0.03	CS ₃	万头	109.73	-0.68
SS _g	10 ⁹ m ³	2.05	0.25	QS ₂	C	7.9	0.01	CS ₄	万只	522.25	1.22
SS _m	10 ⁹ m ³	82.15	3.49	QS ₃	mm	257	-0.01	CS ₅	10 ⁴ hm ²	309.73	0.05
SS _c	10 ⁹ m ³	0.43	4.96	QS ₄	mm	2615	0.05	CS _m	亿元	19.65	10.45
RS _r	万人	483.55	1.65	QS ₅	C	3022	0.04	ZS ₂	10 ⁴ hm ²	20.16	0.77
RS ₁	%	13.08	1.00	NS ₁	10 ⁴ t	287.23	3.25	ZS ₃	10 ⁴ hm ²	13.46	-1.31
RS ₂	万人	72.08	-1.86	NS ₂	10 ⁴ t	157.60	5.53	GS ₂	亿元	108.97	5.32
RS ₃		107.75	0.08	NS ₃	kg	427.40	0.53	GS ₃	%	67.37	-1.09
RS ₄	万人	308.14	2.17	NS ₄	亿元	59.46	11.21	GS ₄	元	79.76	-1.69
TS ₂	10 ⁴ hm ²	62.14	-0.22	LS ₂	10 ⁴ hm ²	4.26	3.62	GS ₅	元	10.66	2.53
TS ₃	10 ⁴ hm ²	58.85	0.27	LS ₃	10 ⁴ hm ²	1.51	16.06	HS ₂	万人	249.56	1.27
TS ₄	10 ⁴ hm ²	12.65	2.19	LS ₄	10 ⁴ hm ²	4.47	2.57	HS ₃	%	41.22	0.97
TS ₅	10 ⁴ t	14.66	8.07	LS ₅	10 ⁴ hm ²	5.26	7.19	HS ₄	10 ⁴ km ²	29.66	2.86
TS ₆	10 ⁴ t	122.19	9.89	LS ₆	10 ⁴ hm ²	11.02	-0.83	HS ₅	10 ⁴ hm ²	15.70	2.92
TS _m	10 ⁴ hm ²	47.25	0.11	LSe	亿元	1.32	9.68	HS ₆	亿元	137.40	6.68
TS ₈	10 ⁴ hm ²	262.29	0.25	CSe	10 ⁴ hm ²	806.67	0.02				

4 绿洲生态系统环境质量改善的不同模拟方案与最佳方案

从表 2 模拟预测结果中可以看出,在维持河西走廊绿洲生态系统现状生物设施与工程

设施不变的常规条件下,由于干旱趋于加剧,气温趋于升高、水资源的绝对短缺,突发自然灾害与人为灾难等自然与人文因素的影响,到2000年河西走廊绿洲生态系统将较1992年有缓慢退化趋势。针对这种情况,究竟采用何种方案与对策措施遏制生态退化还需权衡不同模拟方案利弊,选出最佳方案并制订出相应的生态对策措施。

依据绿洲生态系统各子系统之间的相互关系与现状模拟结果,调整各个生态组分或生态因子之间相互耦合关系,对河西走廊绿洲生态环境质量改善的4种不同方案进行了模拟。

方案1:低投入低产出方案 亦即维持现有生物设施与工程设施基本不变,少增加或不再增加投入用于植树造林、垦殖荒地、修建水利工程和营造防护林与固沙林,所有生态指标与经济指标均以表2所列的年平均递增(减)速度增减。按照这种速度发展至2000年,绿洲生态环境将呈退化趋势。如前所述,这种方案是一种低投入条件下的低经济产出与低生态产出方案,对于时刻都需“输血”的河西走廊绿洲来说是一种最无前途的僵死方案。

方案2:高投入高产出方案 通过引进外资和国际贷款、争取国家投资和地方自筹等手段集中巨额资金用于大规模绿洲水利工程建设,扩大耕地面积和有效灌溉面积,扩大草场载畜能力,大力发展乡镇企业,把1992~2000年河西走廊的绿洲耕地面积、农作物播种面积、有效灌溉面积、大牲畜头数、小牲畜头数、乡镇企业产值年平均增长速度分别调高至1%、1%、1%、1.5%、3%和12%,种植业与畜牧业产值年平均增长速度相应分别调整为17.21%、15.45%,工业、林业与其他产业保持调整前速度,则到2000年将分别新增耕地、农作物播种面积、有效灌溉面积6.36万 hm^2 、3.47万 hm^2 、3.45万 hm^2 ,新增工农业总产值54.09亿元,经济效益十分显著。然而,获得如此巨大经济效益主要是靠对农业的高投入为手段、以对地表水与地下水资源过量开采为代价换来的。经济保持高速增长的同时,用水总量却比调整前高2.55%的速度增加,水源供需矛盾日益突出。水的短缺对于“有水变为绿洲、无水即为沙漠”的河西走廊来说是一种致命的威胁,必然会加速生态环境的恶化。这种对策方案对于宜农荒地资源丰富的河西走廊而言,近期可以获得高经济产出与低生态产出效益,远期必然形成高投入条件下的低经济产出与低生态产出,因而是一种片面追求经济效益、忽视生态效益的短期行为方案。

方案3:高投入低产出方案 多渠道集中大量资金倾斜投入用于以改善生态环境为主要目标的森林生态工程建设、草原生态工程建设、自然保护生态工程建设与减灾工程建设,以普及教育、强化生态意识为主的“希望工程”建设,在维持各项经济指标保持表2所预测的增长速度不变的情况下,把1992~2000年植树造林、农田防护林、防风固沙林、水源涵养林、种草、育苗、自然保护区面积的年平均递增速度分别由预测的3.62%、7.19%、2.57%、-0.83%、2.66%、16.06%、0.77%调整为5%、10%、3%、5%、20%和5%,把人口素质模型(RS_k)中文盲、半文盲人口年平均递减速度由1.86%调整为5%,则到2000年整个河西走廊将新增绿地面积13.32万 hm^2 ,新增自然保护区面积7.87万 hm^2 ,合计新增绿洲生态环境质量改善面积21.19万 hm^2 ,文盲、半文盲人数将比预测值净减少16.50万人。这样一来,土壤沙漠化与次生盐渍化及水土流失面积将控制在1992年的现状水平,比预测值净减少9.39万 hm^2 ,绿洲生态环境明显得到改善。这种方案从长远角度分析是积极可行的,但对于市场经济大背景下经济尚欠发达的河西走廊地区来说,由于将更多的资金投入于改善生态环境,势必会影响经济的总体发展速度以及经济总量的增加,至2000年工农业总产值将比预测值净减少32.74亿元,经济发展滞后影响生态环境改善的进一步投入,久而久之

造成恶性循环。因此这是一种片面追求生态效益,忽视经济效益的长期行为方案。

方案 4: 适度投入适度产出方案 也叫中等投入与中等产出对策,或叫持续投入与持续产出对策,其涵义是将有限的资金按照恰当的比例分别投入于经济建设与改善生态环境两方面,既不能求过高的经济增长和经济总量,又要使绿洲生态环境得到明显改善,即经济增长与生态环境质量保持“适度”状态,走可持续发展道路。按照这一思路进行模拟调试,在河西走廊植树造林、农田防护林、防风固沙林、水源涵养林、种草、育苗、自然保护区面积年平均增长速度分别调试为 4%、8%、4%、4%、4%、16% 和 4% 的前提下,当种植业、畜牧业、乡镇企业和工业产值分别调减为 10%、10%、10% 和 6%、林业产值调高至 10% 时,获得的经济效益和生态效益同时达到最大值,即到 2000 年工农业总产值将达到 234.72 亿元,林草与自然保护区面积分别将达到 49.07 万 hm^2 和 25.98 万 hm^2 ,分别较 1992 年净增 106.94 亿元、15.59 万 hm^2 和 6.99 万 hm^2 ,分别较预测值高 8.08 亿元、10.85 万 hm^2 和 5.79 万 hm^2 ,经济效益与生态效益取得协调统一。因此,这是一种兼顾了远近期利益、经济效益与生态效益、生物治理与工程治理的最有前途的方案,因而是 4 个方案中最可行的方案。

参 考 文 献

- 1 甘肃省统计局. 甘肃统计年鉴(1985~1993 年). 北京: 中国统计出版社. 1993
- 2 马世骏. 现代生态学透视. 北京: 科学出版社. 1990
- 3 方创琳. 干旱地区绿洲生态农业的节水研究. 地理学与农业持续发展. 北京: 气象出版社. 1994
- 4 方创琳. 荒漠绿洲生态系统的运行机制及退化的监控研究. 生态学杂志. 1994, 13(4): 50~55