

ISSN 1003—7578

干旱区资源与环境

JOURNAL OF ARID LAND RESOURCES
AND ENVIRONMENT

第7卷

第1期

Vol. 7

No. 1

1993

中国自然资源研究会干旱半干旱地区研究委员会

《干旱区资源与环境》编委会

干旱区资源与环境

第七卷 第一期

目 录

大西北自然灾害及其对策的初步研究·····	蔡运龙 (1)
干旱区新型绿洲生态经济系统的优化分析·····	赵成义、韩德林 (9)
绿洲吨粮田土肥因素的分析·····	谭伯勋 (19)
内蒙古水资源合理利用与加强保护·····	马长炯 (26)
土壤——水环境中溶质动力学的动态模拟·····	史海滨、陈亚新 (32)
陕甘宁青蒙相邻干旱地区的旱涝灾害及 其对经济发展的影响·····	梁 旭、尚永生 (40)
腾格里沙漠东南缘沙坡头地区防护林建设 与生物气候关系的研究·····	陈荷生 康跃虎等 (51)
2000年呼和浩特市农业经济发展目标预测·····	马 礼 (63)
呼和浩特市环境地貌与城市建设·····	张炳文 (71)
渭南旱源畜牧业资源及生产配置问题研究·····	李云毅、王雅鹏 (80)
内亚的盐生植物和盐生植物群落·····	张立运、夏阳等 (87)
前苏联干旱区研究的动态·····	马长春、范文基 (95)

大西北自然灾害及其对策的初步研究

蔡 运 龙

(北京大学城市与环境学系 北京, 100871)

提 要

本文在对近40年来我国西北地区自然灾害统计调查的基础上,对当地自然灾害产生的地理背景、灾害类型、时空分布特点以及减灾对策作了概括和初步总结。

关键词: 自然灾害 西北地区 灾害类型 时空分布 减灾对策

国际社会把本世纪最后十年定为“国际减灾十年”,自然灾害的发生、发展及其对人类社会的影响,以及测灾、防灾、抗灾、减灾、救灾对策和措施,已是各国各地区人民和科学技术界普遍关注的问题。我国是世界上自然灾害较为频繁而严重的国家,但自然灾害研究还比较落后。大西北的自然灾害在我国灾害研究中有突出的意义,同时也是地区经济社会发展的严重制约因素。因此,加强我国大西北自然灾害的研究,不仅有利于我国科技界不失时机地参与“国际减灾十年”行动,也是制定本地区未来发展规划的一项基础工作。笔者最近参加了中国“国际减灾十年”委员会主持的《中国自然灾害要略》上卷(1949—1990)的编写,并执笔“西北区灾害”一章。在编写过程中,对近40年来西北地区各种自然灾害的发生时间、地点、灾害强度、灾情程度、发生原因与发展过程、减灾措施及效益等方面作了广泛的文献调查和统计。本文试图对此作一个初步总结,聊作引玉之砖。

一、大西北自然灾害的地理背景

这里采用行政区划上的大西北概念,它包括陕西、甘肃、青海三省和宁夏回族自治区、新疆维吾尔自治区,土地面积302万多平方公里,占全国总面积的31%。人口7712万(1989年底数据),占全国总人口的7%。大西北是多民族地区,频繁的自然灾害使各族人民深受其害,是地区发展、民族繁荣、社会安定的严重障碍。

西北区地处我国西北部,其范围东至吕梁山西麓,南达大巴山和昆仑山,西起帕米尔高原和天山西段,北至阿尔泰山。主要由黄土高原的主体、青南高原、河西走廊、柴达木盆地、塔里木盆地、准噶尔盆地、关中—汉中盆地、吐鲁番—哈密盆地以及昆仑山、阿尔金山、巴颜喀拉山、祁连山、六盘山、贺兰山、秦岭、天山东段等山地组成。

西北区深居内陆,又有高山阻挡,来自海洋潮湿气流很少到达,因此降水稀少,气候干燥,大陆性异常明显。全区除秦岭山地以南气候温暖湿润外,绝大部分地区属温带大陆性干旱、半干旱气候,青海为温带大陆性高原气候,成为我国降水最少、常出现干旱的地区。春季温度变化剧烈,时有冷空气入侵,出现霜冻。东部地区夏季降雨集中,

如出现大范围连续大雨和暴雨,又往往形成洪涝灾害。河西走廊、南疆、关中和汉中、宁夏等地处山后焚风区,春末夏初常遭干热风危害。有些年份秋季晚秋作物还遭受霜冻袭击。冬季的大风雪常常给牧业生产带来不利影响。

西北区正处印度洋板块、欧亚板块及蒙古板块交汇地带,新构造运动活跃;区内又分布着若干大地质构造带,因此成为我国地震发生频率较高、危害较严重的地区。西北区地貌复杂,地形起伏大,山地表层岩体破碎,黄土区土层松散;加之气候干旱,植被覆盖度很低,滑坡、泥石流、水土流失等灾害极易发生。海拔高的山地和高原也常有低温、冰雪、冰川等灾害。

西北区又是我国沙漠分布最多、最广的地区。由于沙地和黄土广布,气候干旱,植被覆盖率低,生态系统比较脆弱;加上人类活动加剧的诱发作用,使得沙漠化、土壤盐碱化、水土流失等生态灾害也较严重。同时,由于环境条件恶劣、生态系统结构单一,鼠害、农作物病虫害、害草等生物灾害和地方病的发生也较频繁。

二、大西北的主要自然灾害类型

1. 气象与水文灾害

干旱:西北区降水稀少,大部分地区的农业生产靠引高山冰雪融水(如新疆的绿洲)或河水(如黄河沿岸灌区);东部旱作农业极易受干旱影响。若遇大旱之年,可导致库、塘干涸,不仅灌溉农业会遭危害,甚至人、畜饮水也会发生困难。西北区几乎每年从3月至10月农作物生长期均可能出现干旱,常是春旱、春夏连旱或夏旱、夏秋连旱,少数年份局部地区甚至出现春夏秋连旱。

洪涝:本区洪涝较少,但夏季偶有局地性暴雨引起的洪涝,一般影响范围较小,持续时间也很短。但此类暴雨常引发泥石流或滑坡,危害较严重。陕西大部分和宁夏平均每15年出现1—2次;甘肃东部受涝次数较多,平均约6年出现一次。另一类洪涝灾害则由于上游地区暴雨下泄引起,如1983年7月安康特大洪水灾害就属于这类情况。新疆一些地区还有一类由冰川湖水量陡涨引起的洪水,如叶尔羌河冰川湖突发洪水危害之烈,发生之频繁,全世界只有美国阿拉斯加地区可以相比。

冻害:陕西、宁夏和甘肃东部一般在9月下旬至10月上、中旬就出现初霜冻,比华北平原早10天左右;本区其余地区的初霜冻平均在9月上、中旬出现。过早的初霜冻使正在生长的大秋作物受到严重冻害。终霜冻的出现在陕甘宁一般是4月中、下旬或5月初,比华北平原晚10天左右;而本区其余地区则出现于6月。过迟的终霜冻常常使春播作物遭受冻害。

冰雪灾害:高山和高原地区常有冰雪灾害,新疆和青海牧区有“五年一大灾,三年一小灾”之说,使牲畜受冻挨饿,造成严重损失。此外,冰川、雪崩还常常使村庄、公路、桥梁等受到严重破坏。

冰雹:青南高原是我国雹日最多的地区之一,年平均雹日一般在20天以上,多出现于6—9月。天山及祁连山地区是我国仅次于青藏高原的多雹地区,年平均雹日一般有4—10天,其中新疆乌苏达22天,多出现于4—7月。黄土高原也属我国多雹日地区,年平均雹日有1—3天,多出现于5—9月。

干热风:陕西关中处秦岭背风坡,由于焚风下沉增温作用,在冬小麦开花灌浆期间

常出现一种高温、低湿并伴有一定风力的灾害性天气,称干热风。关中年平均干热风日数有4—8天,常使冬小麦减产。

风沙与尘暴:西北区(尤其是新疆)是苏联中亚地区气流扩散的主要路径,常有大风,加之多沙漠和疏松黄土,易形成风沙和尘暴天气。新疆、甘肃、宁夏年沙暴日数都在20—30天以上;新疆的柯坪每年平均沙暴38.5天(最多年53天),是我国沙暴日数最多的台站,其次是民丰38.3天(最多年52天),甘肃民勤37.2天(最多年59天),南疆皮山县34.5天(最多年48天),和田33.6天(最多年52天)。这些气象台站都处在沙漠边缘或沙漠绿洲之中。尘暴和浮尘天气也以这些地区为多,如位于塔克拉玛干沙漠中的尉犁铁干里克,平均每年尘暴日数达73.3天(最多年95天),为我国尘暴日数之最;和田平均每年有202.4天浮尘,是我国浮尘日数最多的地区。沙暴、尘暴和浮尘日数最多的季节都在最干燥的春季或春夏之交。

2. 地震地质灾害

地震:渭河平原带、银川平原带、六盘山带、天水—兰州带、河西走廊带、塔里木南缘带、南天山带、北天山带、阿尔泰山带都是我国的主要地震带。据统计,西北区自1949年以来共发生大于或等于7级的地震8次,有案可查的大于4级以上的地震130多次。我国历史上波及范围最广的地震(1920年12月16日宁夏海原8.5级大地震)就发生在西北区。1556年陕西华县大地震死亡人数高达83万,也发生在西北区内。

滑坡泥石流灾害:黄土高原广泛分布有黄土滑坡和崩塌,青海高原上分布有与冻融有关、规模较小的冻融堆积层滑坡和崩塌,秦岭——大巴山地区也是我国主要滑坡分布地区之一。甘肃南部及白龙江流域是我国泥石流多发区之一,以武都地区最为严重;陕南山区也是我国泥石流危害严重的地区。例如1981年秋,陕南连续暴雨后,共发生滑坡、泥石流约2万处。

地裂缝:陕西西安是我国地裂缝发生最为典型和严重的地区。该地区的地裂缝最早发现于1959年,1976年后发育规模和活动强度急剧增大。目前已查清主要地裂缝有10条,最长10公里,合计总长40公里,地裂区面积150平方公里。此外,西北区各地的地震也常造成地裂缝。

3. 生物灾害

鼠害:西北各地主要和常见害鼠多属耐旱型。主要的农牧业害鼠有小家鼠、黄鼠、长爪沙鼠、子午沙鼠、仓鼠、布氏田鼠、中华鼯鼠、高原鼯鼠、黑唇鼠兔和旱獭等。鼠害给农牧业都造成严重损失,例如新疆的沙湾、乌苏两县1982年鼠害面积150多万亩,草场遭到严重破坏,大部分地区的牧草被啃食一光,成为裸地。

植物病虫害:西北区的植物病虫害主要有亚洲飞蝗、小麦条锈病、棉花枯黄萎病、玉米大斑病、玉米丝黑穗病、粘虫病、地蚕、小麦吸浆虫、麦二叉蚜、落叶松枯梢病和落叶松落叶病、五针松疱锈病、棉铃虫、棉盲蝽、华北蝼蛄和普通蝼蛄、粟灰螟、落叶松毛虫等,给农、林、牧业皆带来损害。

草害:黄土高原的代表性农田杂草有藜、刺儿菜等,青海高原的代表性杂草有野燕麦、卷茎蓼、香薷等,新疆、宁北、陇中的代表性杂草有藜、野燕麦、芦苇、扁杆藜草等。

4. 生态环境灾害

水土流失:水土流失是西北区分布极广、累积危害最严重的非突发性环境灾害,仅

黄河中游地区的水土流失面积就达40多万平方公里,黄土高原每年注入黄河的泥沙平均达16亿吨。从龙羊峡到桃花峪的黄河上中游地区是世界上水土流失面积最大、流失程度最严重的地区。西北区土壤侵蚀模数平均为4000—20000吨/平方公里·年,最大的可达38000吨/平方公里·年。

土地沙漠化:中国北方沙漠化土地的分布东西伸长达5500公里,其中大部分属西北区。区内沙漠化土地主要分布于陕北毛乌素沙区南部、宁夏东南及毛乌素沙区西部、河西走廊的一些绿洲边缘、塔克拉玛干沙漠和古尔班通古特沙漠边缘的诸绿洲边缘。

土地盐碱化:西北绿洲灌区和引黄灌区普遍存在土壤盐碱化危害,多因灌区面积扩大、引水量增加的同时排水不畅,地下水位明显上升所招致或促进。如宁夏平原引黄灌区的次生盐渍化就较严重,其中银北地区217.3万亩耕地中,盐碱地面积就达99.2万亩,占该区耕地面积的45.6%。

5. 其它灾害

地方病:西北区的地方病主要分布在黄土高原,主要有地方性氟病、地方性甲状腺肿、大骨节病和克山病,分布范围都较广。以其中分布范围最小的克山病为例,黄土高原就有病区县(市)49个,占县市总数的21.9%;分布范围最广的地方性甲状腺肿病区县(市)竟达173个,占县市总数的78%。此外,黄土高原还是我国胃癌高发区。

三、大西北自然灾害的基本特点

表1、表2对西北地区近40年来有案可察的自然灾害作了统计分析,从中可见以下时空分布特点。

1. 普遍性

从表1可见,西北地区年年有灾,特别是地震、干旱、泥石流和冻害,几乎每年都有发生;其次为暴雨、冰雹和滑坡。从表2则可看出,西北地区处处受灾,以甘肃、陕西受灾频次最高;宁夏地域相对狭小,故频次较低;青海则因地广人稀、灾害记录不完备,因此统计到的频次也不高,但实际发生的次数当远高于此。全区来看,从时间和空间上都表现出自然灾害的普遍性。

2. 区域性

西北地区自然灾害在普遍分布的同时,又表现出明显的区域差异。一般而言,降水自东向西减少,但由于西部农业靠灌溉,东部多为雨养农业,故旱灾的危害反而是东部多于西部。暴雨、洪水一般都发生在山前地带,平原地区则少见。冰雪灾害往往发生在高原、高山地区。干热风多集中在处秦岭背风坡的关中谷地。风沙与尘暴与沙漠的分布相关,大致从东向西增加,从盆地中心向山地减少。地震的分布受大地构造上的断裂带控制,山前地带发生较频。而此带往往又是聚落密集、经济较发展之地,所以危害愈甚。滑坡、泥石流、水土流失在山丘地区频频出现;而沙漠化、盐碱化多分布在沙漠边缘和平原灌区。

3. 周期性

众所周知,气象灾害(及其诱发的灾害)具有季节周期性。旱灾、大风、尘暴、冻害多发生在春季;暴雨、冰雹、干热风常出现于夏季,暴雨引发的滑坡、泥石流也多发于夏季;秋季常有过早的初霜冻;冬季则是冰雪灾害发生季节。西北地区自然灾害是否

具有多年周期性? 从表1、表2看来, 1959—1961, 1969—1971, 1977—1981, 还有1990这些年份发生自然灾害的频次相对较多, 似乎存在大约10年一轮的多发期。但考虑到历年记录可能不尽完备, 这个结论尚待进一步证实。1990年非常突出的高频次, 显然还与“国际减灾十年”开始, 各地都较重视灾害的记录有关。此外, 就全区而言, 50年代(1951—1960)总频次是49, 60年代(1961—1970)为89, 70年代(1971—1980)为133, 80年代(1981—1990)为124, 表现出逐渐增多的趋势。当然这个结论也

表1.

近40年来各类突发性自然灾害统计表

Tab. 1.

Statistics of various natural hazards in the last 40 years

年份	灾种 频次	气象灾害							地质灾害				生物灾害		合 计	
		干旱	暴雨、 洪涝	霜冻	冰雪	冰雹	干热风	强风、 尘暴	阴雨	地震	滑坡	泥石流	地裂	鼠害		病虫
1951	1					1										2
1952	1					1					1					4
1953	1	1	1							1				1		5
1954			1							2		1				4
1955			1			1				2	1	1				6
1956	1		1			1				1						4
1957	2		1							2				1		6
1958		2	1							2						5
1959	2		2		1					5		2	1			13
1960	1		1							3						5
1961	1	1			1	1	1	1		6		1				13
1962	1		1			1				11						14
1963			1		1					5						7
1964		1						1		2						6
1965	3		2		1					2		1				9
1966	1	1			1							4				7
1967	1	1								2		2		1		7
1968			1					1								2
1969	1		1	1	1					2		4				10
1970	1		2		3			1		2		4		1		14
1971	1	1	2		1			1		7		2				15
1972	1									4	1	3				9
1973	1	1	1		1					2		2		1		9
1974	1		2							4		5				12
1975	1		2				1	1		5		3				13
1976	2	1	1		1					3		5				13
1977	2	2	1							5		15				25
1978	2	1	2					1		5	1	4				16
1979	2	1	1			1	1			4			1			11
1980	2		1							4	1	1	1			10
1981	1	2			2						11	3				19
1982	1				1					2	1			1		6
1983		2			1						1					4
1984			1		1		1			4	5	2				14
1985	1	1			1					4	2					9
1986	2						2			4						8
1987		2	1							9		1				13
1988		1								5	1	4		1		12
1989			1	1						1	1					4
1990	3	10	1	2	9		1			6	2	1				35
合计	41	32	34	4	27	7	7	7	129	23	74	3	3	4		460

有待进一步证实。

4. 连发性

许多自然灾害会诱发出一连串次生灾害。例如1985年8月23日新疆乌恰县发生7.4

级地震,此前曾连续发生7次前震,其后发生1级以上的余震共1948次;地震又形成若干地裂缝、崩塌、滑坡、喷水冒砂等次生灾害。共导致了万余间房屋倒塌,67人死亡,约200人受伤。有些地震还使大坝崩裂,或使滑坡体涌入水体,或雍塞河道,造成洪水外泄或水位上涨,都会致使局部地段遭受洪涝。又如暴雨常诱发滑坡和泥石流,连续阴雨常引起植物病虫害。诸如此类的自然灾害连发性,在西北地区表现都很明显。

表2. 近40年来西北各省突发性自然灾量统计表

Tab. 2. statistics of natural hazards taken place in various places in the last 40 years

年 份	新 疆	甘 肃	青 海	宁 夏	陕 西	合 计
1951	2	1		1	2	6
1952	1	2	1	1	1	6
1953	2	3	1	2	3	11
1954		4		1		5
1955	2	2		1	2	7
1956	1	2		1	2	6
1957	1	2		2	5	10
1958	3	1			2	6
1959	1	5	1	2	7	16
1960		2			3	5
1961	5	4	1	1	2	13
1962	2	2	2	7	2	15
1963	2		3		2	7
1964		5			3	8
1965	2	3	2	2	4	13
1966	3	5	1	1	1	11
1967	1	3	1		3	8
1968	1	1		1	2	5
1969	4	5	1	1	3	14
1970	2	8	1	6	5	22
1971	6	4	4	3	3	20
1972	3	5	2	2	1	13
1973	1	6		3	2	12
1974	3	9		3	3	18
1975	5	7	1	3	3	19
1976	2	7		3	4	16
1977	4	19	4	3	5	35
1978	4	8		4	6	22
1979	3	3	3	1	6	16
1980	4	4	1	2	3	14
1981	2	1	2		15	20
1982	1	1	2	1	1	6
1983	1	2	1		1	5
1984	2	2	5	1	4	14
1985	4	1	2		2	9
1986	2	1	5	1	2	11
1987	5	3	2	1	3	14
1988	5	4	1	2	1	13
1989	1		1	1	1	4
1990	15	13	3	2	4	37
合计	108	160	54	66	124	508

四、大西北主要自然灾害的防治对策

西北区各族人民对自然灾害进行了长期艰苦卓绝的斗争,积累了丰富的经验,应加以总结推广。对各类主要自然灾害的防治对策可初步总结如下:

1. 地震灾害

(1) 地震预报对策: 包括对各种前兆进行有效观测、综合分析判断, 提高地震预报准确性。

(2) 地震工程学对策: 包括进行地震危险性评价分析, 提高抗震强度, 增加抗震延性等。

(3) 地震社会学对策: 诸如建立健全防震社会系统, 制定防震计划, 加强防震教育和训练等。

2. 滑坡灾害防治对策

开展区域性滑坡调查, 摸清分布规律与发生发展机制, 对重点地段加强监测; 及时整治; 对有危险地段的居民及时搬迁; 改变不合理的人为活动, 杜绝人为诱发因素; 采取工程措施固坡防滑。

3. 泥石流灾害防治对策

加强调查研究, 提高预报准确性; 防与治相结合, 修建排导沟等分洪措施以及拦截工程, 加强植树造林和保护森林, 注意水土保持; 及时疏散危险地段居民。

4. 水土流失防治对策

合理利用土地, 防止滥垦乱牧, 种树种草, 提高植被覆盖率; 修建各种蓄水保土工程; 加强流域综合治理。

5. 旱、涝、盐碱灾害防治对策

加强旱、涝灾害发生规律研究, 提高预报准确性; 加强农田水利工程的建设和完善配套, 推广旱作农业技术和节水农业技术; 改善排水系统, 降低地下水位。

6. 风蚀沙化防治对策

营造防护林, 减弱风力, 种树种草, 增加植被覆盖, 固定流动沙土; 有条件的地方可抽水浇沙灌土, 促进植被生长。

7. 雪灾防治对策

加强牧区草原建设, 扩大人工草场面积, 增加饲料贮存, 修建牲畜棚圈, 利用有利地形垒筑防风墙和防雪墙。

除总结和实施各类自然灾害的防治措施外, 还须加强对全部自然灾害的综合研究和综合防治。为此, 应加强灾害预测、评价和减灾对策的科学研究; 建立和健全各级防灾救灾职能部门; 加强防灾救灾的财政投资; 加强防灾宣传教育, 普及防灾减灾知识; 建立健全基层防灾组织; 开展灾害保险, 加强防灾工程建设; 合理利用资源, 保护生态平衡; 把防灾减灾纳入地区社会经济发展规划。

应该指出, 要制定正确的防灾、减灾对策, 首先要改变某些传统观念。要以灾前预防的正确观念取代灾后救济的落后意识, 避免再出现“灾前不防, 灾后瞎忙”的被动局面。要树立减灾即是增产、防灾即是发展的观点, 把防灾、减灾、救灾与持续发展联系起来。

参 考 文 献

- [1] 国家地震局兰州地震研究所, 陕甘宁青四省(区)强地震目录(公元前1177年—公元1982年), 陕西科学技术出版社, 1985年。
- [2] 新疆维吾尔自治区地震局, 新疆维吾尔自治区地震资料汇编, 地震出版社, 1985年。

- [3] 高文学等编,《中国地震年鉴》,1949—1981,1982,1983,1984,1985,1986,1987,1988,1989,1990各卷,地震出版社,1982—1991年。
- [4] 冯佩芝等,中国主要气象灾害分析,气象出版社,1985年。
- [5] 兰州冰川冻土研究所等,甘肃泥石流,人民交通出版社,1979年。
- [6] 孙广忠等,中国自然灾害,学术书刊出版社,1990年。
- [7] 全国重大自然灾害调研组,自然灾害与减灾,地震出版社,1990年。

A SUMMARY OF NATURAL HAZARDS AND THEIR COUNTERMEASURES IN NORTHWEST CHINA

Cai Yunlong

(Department of Geography, Peking University)

Abstract

Northwest China includes Shaanxi, Gansu and Qinghai provinces and Xinjiang Uygur and Ningxia Hui autonomous regions. Frequent natural hazards are the serious obstacles of economic development, society stability and nationality prosperity.

The author proceeded a wideliteratural investigation and statistics of natural hazards in the last 40 years within Northwest China. Based upon these, the geographical background and types of natural hazards are discribed.

The main natural hazards may be classified into meteorological hazards (involving drought, rainsterm, flood, hail, frost, snow, icefn, windsterm and so on), geological hazards (including earthquake, surface fault, landslides mud-rock flow etc.), biological hazards (mouse, insect pest, plant disease, harmful grass for example), and ecological hazards (such as soil erosion, land desertifioation and salinization).

Then this paper generalizes the temporal and spatial distribution features of natural hazards in Northwest China. They show the characteristics of widespread distribution, regional differentiation, periodicity and chain reaction. Finally, various countermeasures of hazard reduction are summarized.

Key Words: Natural hazard, Northwest China, Classification of hazards, Strategies for hazard reduction, Temporal and spatial distribution of hazard,

干旱区新型绿洲生态经济系统的优化分析

——以玛纳斯绿洲为例

赵成义

韩德林

(中科院新疆地理研究所资源环境室, 乌鲁木齐, 830011)

提 要

本文从经济与环境保护相结合的观点出发, 运用生态经济学原理, 以玛纳斯绿洲为例, 对干旱区绿洲生态经济系统的结构、功能进行了分析。指出了其成功与不足的方面, 通过优化设计, 实现了结构优化, 功能增强; 解决了水量、饲草饲料及肥料的供需矛盾, 保持了经济建设与环境保护的协调发展; 实现了经济效益、社会效益、生态效益的统一。

关键词: 绿洲 系统 结构 功能 优化分析

玛纳斯绿洲现辖石河子垦区、玛纳斯和沙湾两县。南依天山, 北与沙漠接壤, 是以种植业为主的农业生态经济系统。该系统的自然资源利用是否合理, 人与环境的关系是否协调, 取决于系统的结构是否优化, 功能是否强, 生态是否平衡。系统论认为: 结构决定功能。分析系统的功能, 首先要从结构分析入手, 即在对环境识别的基础上, 研究最佳生物种群结构, 去最大限度地适应和利用资源, 以获取系统的高功能。

玛纳斯绿洲是经40多年人工开发建成的绿洲。现有土地面积24327.8km², 人口80万, 1990年工农业总产值15.7亿元, 被中外誉为“戈壁明珠”。分析这个大系统的矛盾和特点, 揭示其运行机制, 对研究干旱区资源开发与保护的关系, 具有典型意义。

一、玛纳斯绿洲生态经济系统的结构分析

玛纳斯绿洲生态经济系统的结构由以下几方面组成:

1. 土地利用结构

玛纳斯绿洲土地生态利用的特点是类型多样化。在总土地面积中, 其中耕地占19.81%、园地占0.09%、林地占6.09%、荒地31.55%、草地、居民点2.11%、交通及工矿用地0.92%、水域面积5.86%、难利用地33.57%。

2. 生物种群结构

生物种群是任何一个干旱系统的主体, 同样在绿洲生态经济系统中, 人是其主要部分, 既是生产者, 又是消费者, 并且对系统的结构和功能的变化起主导作用。其次是动植物种群。玛纳斯绿洲动物有1314种, 其中兽类18种、鸟类20种、爬虫类1300种、鱼类3种; 植物有548种, 其中被子植物346种、裸子植物8种, 蕨类9种。玛纳斯绿洲生态经济系统的稳定性取决于这两类种群组成的复杂结构和食物链关系。

* 国家自然科学基金资助项目。文章承蒙杨利普教授审阅, 特此致谢。

3. 投入产出结构

考察生态经济系统的现状, 必须从生态经济效益入手, 即分析直接的经济效益和间接的生态效益。作为开放系统的绿洲生态系统的能量转化率, 突出体现在土地的产投结构中, 即能量和经济的产投结构, 这两种结构的特点便是系统功能的直接反映 (表1、2)

表1. 1990年石河子垦区农业总消耗和总产值 (80年不变价, 单位: 万元)

Tab. 1. Total agricultural value and consumption of Shi hezi reclamation area in 1990

项 目	合 计	种植业	林 业	牧 业	副 业	渔 业
农业总消耗	30095.4	24463.5	386.4	4502.0	535.4	207.8
农业总产值	42479.0	37780.0	408.0	3323.0	683.0	285.0

表2. 玛纳斯绿洲生态经济系统能量投入产出表*

Tab. 2 Table of input and output of energy of eco-economic system

项 目	第 一 性 生 产		第 二 性 生 产	
	类 别	数量 ($\times 10^{11}$ KJ)	类 别	数量 ($\times 10^{11}$ KJ)
投入	太 阳 能	141956.65	劳动力	0.71
	有 机 能	55.11	饲 料	25.31
	无 机 能	25.36	饲 草	103.26
			其 它	2.26
	总 计	142037.62	总 计	131.84
产出	粮食作物	35.43	畜产品	7.34
	经济作物	31.89		
	其 它	107.47		
	总 计	211.24		

* 据1990年统计资料计算

4. 产值结构

工农业总产值反映生产经营活动的总成果, 是研究绿洲生态经济系统的经济效益的重要依据。表3反映了玛纳斯绿洲生态经济系统结构变化及现状。随着年度变化, 工农业总产值在增长, 但主要是工业的增长, 以玛纳斯和沙湾两县增长明显, 农业呈下降趋势。在农业产值中, 种植业比例一直在增大, 1990年都在84%以上, 畜牧业、林业、副业发展呈下降趋势, 以畜牧业最重, 渔业呈增长趋势。结构单一, 只重视种植业, 忽视畜牧业与林业的发展, 系统缺乏多样性。

作为一个象玛纳斯绿洲这样的区域性生态经济系统还有其他结构, 但上述结构可基本代表其现状。

二、玛纳斯绿洲生态经济系统的功能分析

生态经济系统与一般生态系统或经济系统的主要区别在于它以自然生态系统的循环

功能为基础，促使能流、物流、经济流及信息流作循环往复运动。所谓良性循环就是系统具有高质量的循环功能。本文仅就能流和经济流加以分析。

表3. 玛纳斯绿洲工农业产值结构 (单位：万元，80年不变价)

Tab. 3. Value constructure of industry and agriculture in Manas Oasis

项 目 \ 地 区		1980年			1990年		
		石河子	玛纳斯	沙 湾	石河子	玛纳斯	沙 湾
工 农 业 总 产 值		54057	4158.06	6043	124411	14066.12	18125.5
工 业	产 值	34609	846.77	1143	81932	5946.1	7181.3
	%	64	20.36	18.9	65.9	42.3	39.6
大农业总值	产 值	19448	3311.28	4900.28	42789.10	8120.02	10944.20
	%	36	79.64	81.1	34.1	57.7	60.4
种 植 业	产 值	15951	2353.46	3719.27	37730	6942.9	9279.00
	%	82.0	71.23	75.9	88.9	85.5	84.78
林 业	产 值	271	41.6	55.53	408	72.32	196.30
	%	1.4	1.25	1.13	0.96	0.89	1.80
畜 牧 业	产 值	2666	827.33	826.82	3323	939.25	1420.60
	%	13.7	24.98	18.1	7.82	12.2	12.98
副 业	产 值	529	82.95	235.96	633	80.30	15.20
	%	2.7	2.5	4.82	1.65	0.98	0.14
渔 业	产 值	31	0.94	2.7	285	35.21	33.10
	%	0.2	0.04	0.05	0.67	0.43	0.30

1. 能量流

根据表 1 可建立玛纳斯绿洲生态经济系统能流模式（图 1）。其中太阳能采用“气

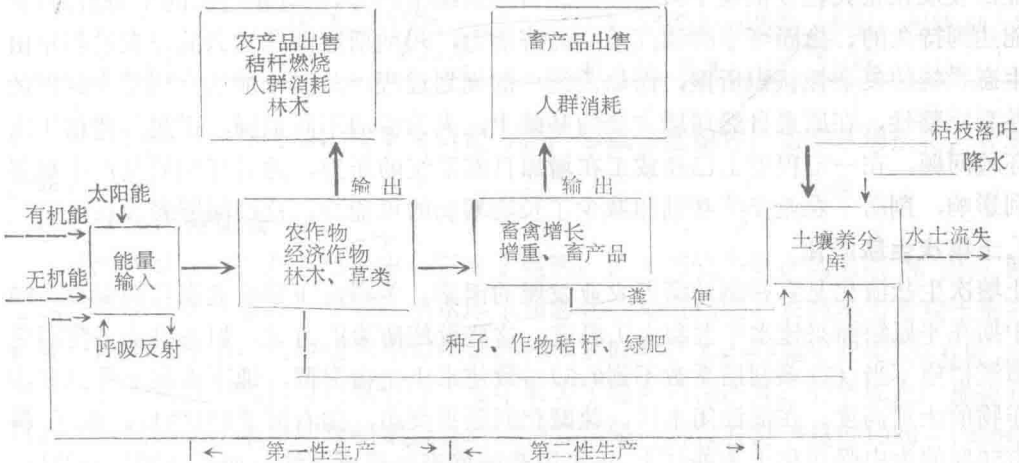


图 1 玛纳斯绿洲生态经济系统能流模式

Fig. 1. Model of engery flow of eco-economic system in Manas Oasis

候能量”指标。按此模式，初级生产能量产投比为1：31.83，转化率为3.14%，低于全国的7.03%的平均水平。而农田生态系统能量产投比为1：7.38，转化率为13.5%，全国平均为20.16%。次级生产能量产投比为1：17.87，转化率为5.60%。

从本区农田生态系统的投能结构看,有机能、无机能分别占68.06%和31.94%,以有机能为主。但问题是有机能主要是人力和畜力的投入,秸秆还田几乎没有。据典型调查,全区年产秸秆有70—35%用作饲草或燃料,只有15—20%的经牲畜“过腹还田”或直接翻压入田,若有一半能还田,无疑对土壤养分库是一大补充,可缓解农田养用失调的矛盾。

分析系统的稳定性,要考察系统生产力指标,稳定性一般用生产力指标的变异系数表达。本文经计算粮食单产和化肥施入量的历年变化的均方差分别为61.20kg和4.23kg,说明粮食生产的不稳定性,系统表现属性并非良性循环,同时也说明由于多年一直忽略有机肥施用,片面依靠化肥不仅未能使粮食产量与化肥施用量同步增长,反而造成土壤结构变坏,有机质含量不断下降。据对抽样的四个田块1986—1989年连续监测结果表明,与1980年相比,土壤有机能平均下降0.213%,全氮平均下降0.014%。作者又对本区化肥投入边际效益计算后得出,农田最佳施肥量宜在16.5—18.7kg/ha之间。

2. 价值流

生态经济系统一个重要功能是经济循环,即价值的增值。它是与自然生态的循环,即能流、物流密切相关的,两者呈相互影响、互相制约的关系。1990年本区农、林、牧、副、渔五业经济产投比依次为2.61、3.98、6.57、8.23、1.75,以副业、牧业的产投比为高,说明本区副业、牧业有潜在发展优势。若能以种植业为基础,重点发展牧业,把相应产业的多种经营搞上去,将发挥出更大的经济效益。

三、玛纳斯绿洲生态经济系统存在的问题

玛纳斯绿洲经过40多年的开荒造田,植树造林和开展农田基本建设,改造了原有的荒漠生态系统,建立了新的灌溉绿洲,从根本上提高了整个系统能量交换和物质转化水平。经济发展在很大程度上依赖于自然资源和自然系统生产力,没有相适应的生态潜力,就不可能达到持久的、稳固可靠的和高效的经济潜力,玛纳斯绿洲在过去的开发过程中由于对生态系统的复杂性认识所限,而缺乏统一的规划过程,从而未能注意到整个绿洲的地域性和完整性,在原来自然环境演变的基础上,人为活动不断加剧,引起并遗留下来一些环境问题,在一定程度上已经或正在增加自然系统的压力,并对环境质量产生显著的不利影响,削弱了农业经济基础和减少了长期增长的可能性。这些问题表现在:

1. 土壤次生盐渍化

土壤次生盐渍化是直接制约绿洲农业发展的因素。为玛河下游农业灌溉的需要,50年代中期在平原绿洲兴建水库群和人工渠道,这些设施防渗能力差,加上排水系统不完善,灌溉措施不当(渠系利用系数不到0.5),致使水土平衡失调,地下水位上升到直接危害作物的土层高度。在低洼闭水区,盐碱化问题更突出,如石河子141团场,现有耕地中有50%的为中强盐化土和苏打土,每年因盐碱危害而造成的缺苗面积在20%—25%。据统计,全绿洲不同程度土壤盐渍化的面积达34万多公顷,其中包括耕地次生盐渍化面积17.47万公顷,占耕地面积的58%。

土壤次生盐渍化是绿洲生态经济系统最大的环境问题,对今后绿洲发展规划产生深刻的影响。尽管采取了一些治理措施,但始终没有从根本上得以解决,致使土壤盐渍化处于恶性循环的状况。

2.土地沙化

绿洲北部与沙漠接壤区的荒漠灌木林严重破坏。近30年天然灌木林减少了68.4%，沙生植被几乎被殆尽。玛河流域范围内的荒漠灌木林只剩下17.15公顷。30年来，玛纳斯县在平原造林5393公顷，仅保存380公顷，损失93%，资金达451万元。荒漠灌木林的破坏，引起荒漠生态系统激变，绿洲与荒漠之间出现生态裂谷。动植物资源衰退，流动沙丘南移，侵入农田，造成土地沙化。目前农田沙化面积200多公顷，受到沙化威胁的农田面积达2万多公顷。

3.草场退化

山地草场由于无限制地增加载畜量，不合理地开垦草场为农田，部分农田又因不适于耕种而弃耕，既破坏了草场，又增加了水土流失，表层土壤受到侵蚀引起土地退化，致使现存草场，除夏草场外载畜量下降，特别是春秋草场，和冬草场严重短缺（表4）。

表4. 玛纳斯河流域天然草场载畜量平衡表 （单位：万公顷，头）

Tab. 4. Balance table of the carrying livestock capacity of the natural grassland in Manas River Basin

项 目 \ 类 型	石河子垦区			玛纳斯县			沙湾县		
	夏草场	春秋草场	冬草场	夏草场	春秋草场	冬草场	夏草场	春秋草场	冬草场
草场面积	2.43	1.29	1.42	3.63	13.85	8.47	5.16	34.98	15.21
可食率（%）	50	50	50	50	50	50	60	<50	50
放牧天数	121	121	121	90	125	145	60	121	182
理论载畜量	46179	17039		106297	33380	80294	275998	116637	86483
实际载畜量	32044	10371		181649	145713	181649	269337	269337	269337
余缺（+、-）	14135	-1782		-75352	-61233	-10135	6161	-153200	-183349
实际可食率				85.4	86.8	113	59	104	156

加上鼠害、虫害、旱灾等，牧草更新能力差，形成恶性循环，加剧草场退化，畜草矛盾尖锐化。

4.环境污染加重

玛纳斯绿洲的工业主要集中在石河子垦区，因而环境污染比玛纳斯和沙湾两县严重。主要表现在土壤污染和蘑菇湖水库水质恶化。施用化肥、农药不当造成土壤有害物质残留，土壤板结，盐渍化速率加快。60年代到80年代末，共施用化肥130万吨，农药20万吨，多为高效高残留有机氯农药。近年来为了提高棉花产量，大规模推广地膜技术，用后难以收回在土壤中残留造成土壤的“白色污染”。仅石河子垦区1986—1990年就使用地膜12180吨，回收率仅在10%左右。

1990年石河子市污水排放量达2513.15万吨，其中工业废水1437.35吨，有1613.15万吨污水直接排入蘑菇湖水库，造成该水库水体富营养化。夏季总磷平均值182.6mg·m⁻³，叶绿素α平均值48.03mg·m⁻³、透明度0.5M；冬季总磷236.2mg·m⁻³，透明度0.8M，均超过富营养化标准，成为本区的一大环境问题。

在经济迅速发展与环境问题日显突出的形势下，玛纳斯绿洲的现状表现为系统缺乏

多样性,农业生产单纯抓种植业,种植业只强调粮食生产,粮食生产只重视小麦、玉米的生产;系统功能表现弱,各项生态—经济指标变异程度大(表5)。

表5. 1990年玛纳斯绿洲生态经济系统生产力及其稳定性指标

Tab. 5. Indexs of Productivity and stability of eco-economic system in Manas Oasis in 1990

项目	光合生产潜力 (公斤/亩)	光能利用率 (%)	农业劳动生产率 (元/人)	土地生产率 (元/亩)	万亩载畜量 (头)	生物学产量 产投比	经济学产量 产投比	单位农产品 耗水量 (立方米/吨)
生产力指标值	334.8	1.0	841	50.10	4791.9	2.716	1.13	1485
稳定性指标值	8.69	0.008	13.65	6.86	234.7	1.460	0.87	121.40

四、玛纳斯绿洲生态经济系统结构优化设计

在上述分析的基础上,本文选择沙湾县为例,对系统的结构进行了优化设计,以使绿洲生态环境质量不断改善,保持生态平衡与经济长期协调增长。

优化设计主要依据生物与环境协调统一的原则,确定沙湾县实行农牧并举,农林牧副渔全面发展的方针,建立稳定高效的生物种群结构。为实现这一目标,根据沙湾县大农业生态经济系统多目标的特点,拟采用线性规划数学模型为主体,通过若干预测模型,理论与经验数据,建立不同年度的主要参数矩阵,构成一个有机整体,用计算机优化处理。

模型的数学表达式为:当一组活动变量 X 的值满足下列约束条件时,

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \geq b_i \text{ (或} \leq b_i) \quad (i=1, 2, \dots, m) \quad x_j \geq 0 \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad \text{使目标函数}$$

$$f(x) = \sum_{j=1}^n c_j x_j = \max$$

其中 a_{ij} 为变量系数, b_i 为资源限量, c_j 为决策变量利益系数。通过设置变量,建立约束

表6. 沙湾县生态经济系统结构调整和经济效益分析 (单位:万亩,元)

Tab. 6. Optimization of constructure and analysis of economic benefit of the eco-economic system in Sawan County

方案	年份	种植业		林业		养殖业		其他		纯收入	人均收入
		面积	%	面积	%	面积	%	面积	%		
I	1991	84.25	31.15	8.33	3.08	165.85	61.32	12.04	4.45	9967	641.34
	2000	79.01	23.19	14.97	5.34	172.28	61.47	14.01	5.00	17654	872.21
II	1991	78.81	29.14	4.27	1.58	170.72	63.12	16.66	6.16	9876	631.45
	2000	71.64	25.56	16.45	5.87	183.32	65.41	8.86	3.16	17054	849.67
III	1991	79.08	29.24	8.66	3.20	168.91	62.45	13.82	5.11	10039	653.67
	2000	76.63	27.34	16.76	5.98	176.43	62.88	10.45	3.73	17336	878.83
IV	1991	60.37	22.32	4.30	1.59	189.71	70.14	16.09	5.95	9804	650.24
	2000	70.35	25.10	15.86	5.66	186.16	66.42	7.90	2.82	16591	796.58

方程, 上机运行, 最后得出四种选择方案。通过分析比较, 专家讨论和实地考证, 认为方案Ⅲ的各种技术指标, 较好地实现了优化设计的要求, 并具有可操作性。现分析如下:

(1) 优化后的产业结构趋于合理, 系统功能增强, 经济效益提高。沙湾县是以牧业为主的农业县, 在保持牧业面积基本不变下, 适当降低了种植业比例(下降1.9%), 提高了林业面积比例到2000年的16.76%, 可以实现林木覆盖率6%的目标。在种植业内部, 降低了粮食作物面积, 1986—1990年粮食作物面积平均在84%以上, 调整后绿洲上部地区以不超过68%为宜, 绿洲中部保持在43.46—74.43%为最佳, 绿洲边缘区不宜超过30%。同时扩大苜蓿和其它作物面积, 实现了产业结构多样化, 经济效益目标最大。优化后的人均收入和纯收入四种方案都有较大增长, 以方案Ⅲ增长最多, 表明系统功能增强(表6、7)。

表7. 玛纳斯绿洲种植业用地生态优化设计 (面积百分比)

Tab. 7. Ecological optimal design for farmland in Manas Oasis

分 区	粮 作	棉 花	甜 菜	油 料	瓜 果	苜 蓿	其 它
山 区	67.50	0.36	3.62	12.02	—	15.20	1.30
平 原 区	54.90	24.05	3.60	8.50	0.70	5.00	6.75
I 小 区	74.43	4.96	1.68	12.54	2.02	2.00	2.37
II 小 区	55.35	9.16	3.63	12.86	—	2.00	17.00
III 小 区	44.78	23.81	7.24	4.14	3.86	10.00	6.17
IV 小 区	43.46	36.01	1.12	5.08	9.0	4.00	1.33
绿洲边缘区	29.92	38.12	1.57	0.20	1.53	14.00	14.66

(2) 优化设计实现了系统的水量供需平衡、饲草饲料平衡和肥料平衡。克服了水土平衡失调, 扭转了土壤肥力下降和草场退化的劣变趋势, 缓解了生态矛盾, 达到生态农业的目标, 系统表现良性循环(表8、9)。

水资源利用上, 春秋干旱缺水, 四种方案都显供水不足, 仅方案Ⅲ刚好维持平衡, 但1991年春季仍缺水39万 m^3 。因此方案Ⅲ在具体实施中, 要严格按照以水定地的原则, 不可盲目扩大耕地面积; 同时要改大田漫灌为渠道灌溉, 提高渠系利用系数, 否则不但会出现供水紧张, 而且水土平衡的目标达不到, 盐渍化问题会更突出。

畜牧业发展方面, 四种方案精饲料均供应有余, 但方案Ⅰ、Ⅱ、Ⅳ青饲料、粗饲料供给严重不足。方案Ⅲ粗饲料充足, 青饲料1991年和2000年分别短缺6170吨和2780吨。主要是由于草场严重退化, 产草量低所致。不足部分可通过改变居民燃料结构, 减少作物秸秆燃烧量, 把部分秸秆当作饲料补偿。另外也可充分利用当地打瓜资源, 蓄积打瓜浆汁, 减少浪费加以补充。

在农林业对氮磷肥料的总需求依各个方案分别计算后, 以人、畜提供的粪尿及生物固氮所供给的土壤氮为平衡计算的依据, 不足部分以化肥做补充, 制定的肥料平衡表, 可充分反映各年度肥料的供需情况。随着年度推移, 有机肥提供量逐年上升, 其中Ⅲ、Ⅱ方案高于Ⅰ、Ⅳ方案。在各类有机肥中, 牲畜粪尿和生物固氮提供了大部分, 其中生