

石羊河流域生态环境的变迁与 水资源利用对策*

侯印伟 李生彩 王常明 郑 义

(长春地质学院, 长春 130026)

摘要 本文对石羊河流域水资源开发利用中存在的问题提出新观点,认为: ① 人们以往只注意强化地表水控制,削弱了天然地下水库的调节作用; ② 只注意农田用水,忽视了绿洲生态用水; ③ 目前采用的落后灌溉方式造成水资源的严重浪费。针对这些问题,本文提出石羊河流域水资源管理综合决策方案,建立多目标管理决策模型,将该流域划分为16个管理亚区,以绿洲农田生态系统和植被生态系统的需水量为决策变量,对经济发展、开发水资源投资、生态环境改善等方面的9个目标作综合考虑。通过模型的模拟运转,展示了该流域生态环境日趋恶化的状况可以得到有效的控制。

关键词 石羊河流域,水资源管理,干旱地区,决策模型。

水是自然物质(有机物和无机物)和能量迁移转化的主要介质,是影响石羊河流域生态环境质量的主导因素。人们在向大自然索取时由于没有适度掌握水这一敏感的环境因素,才导致石羊河流域,特别是下游地区生态环境的不断恶化。因此水资源的合理开发利用,是维系石羊河流域生态环境良性循环的关键。

一、干旱区生态环境的演化

本文把干旱指数 $r > 7$, 年降雨量 < 200 mm 的地区,划为干旱区,包括新疆全部、甘肃河西走廊、青海省中部和西部、宁夏中、北部和内蒙古西部。

我国的干旱区具有山地和盆地(平原)毗邻相接的特殊地理空间结构,同世界上其他干旱地区相比,有着如下特有的维系绿洲存在的有利条件。

(1) 天然地表固体调节水库 高耸的山地如天山、昆仑山、阿尔泰山、祁连山等,海拔都在4000m以上,成为干旱大气中水分凝结的中心地带,形成终年积雪和巨大冰川(表1),冰川融水为干旱区地表径流和地下水提供稳定的、经常性的补给源。

(2) 天然地下调节水库 广泛发育的山前

表1 干旱区各山系冰川资源

山 系	雪线高度(m)	冰川面积(km ²)
阿尔泰山	2850—3350	200.51
祁连山	4300—5300	19772.50
天 山	3600—4400	9194.97
帕米山	5500—5700	2672.61
昆仑山北坡	4700—6000	9593.34
喀喇昆仑山北坡	5100—5400	
总 计		25110.72

洪积平原,多为沉积巨厚松散物质(卵砾石、砂砾层)的断陷盆地,成为水资源的赋存及河水、地下水相互转换的十分难得的调蓄系统。地下水资源量约为354.38亿 m³/d。如石羊河流域的南盆地和北盆地,含水层厚度多在100—200m,武威盆地大部地区降深5m的单井涌水量为1000—5000m³/d,昌宁盆地单井涌水量也都在100—1000m³/d,金昌和西渠甚至高达1000—5000m³/d。

正是地表固体调节水库和地下调节水库的存在,才给干旱荒漠带来蓬勃生机,加之这里资源丰富,光、热、气等植物生长因子非常优越。因此中国往昔干旱区山地曾是古树参天、森林

本研究为地质行业基金资助项目

修改稿收到日期: 1992年3月20日

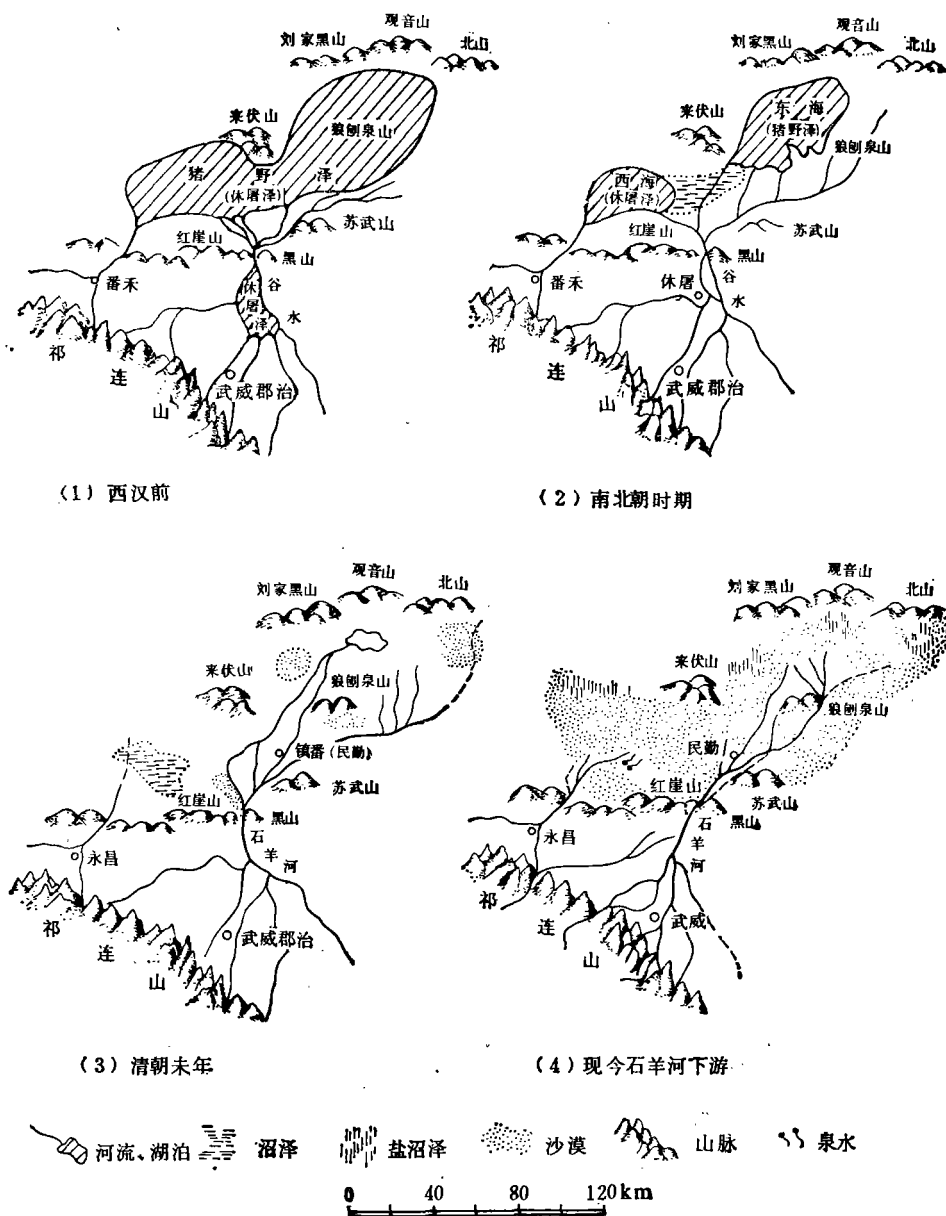


图 1 石羊河流域自然景观演化图

成片，平原则依内陆自然水系分布着一个个美丽富饶的绿洲。据汉书《西域传》记载，早在公元前二世纪汉武帝派遣张骞通使西域，就在这里扎兵屯田。据《新疆图志·实业·林》记载：“故隆冬积雪遮阳于万松之下，天暖渐融释，自顶至根，涓涓不绝，千枝万脉，积流成溪。自春徂冬，不涨不竭，若木濯山童，则雪水日见消泻无余，田禾必有乏水之患。”清代陶保帘《辛卯侍行记》写道：“甘州少雨，祁连山积雪以润田畴，盖

山木阴森，雪不骤化，夏日渐融，流入弱水，引为五十二渠、利至溥也”。《民勤县志》曾以“碧波荡漾，芦苇丛生，野鸭成群，游鱼可见”来形容当时的自然景象。可是到了近代，这里的生态环境急转直下，昔日“有松柏五木，其水草茂美，宜畜牧”的马宗山、龙首山，如今已是赤地一片。天山、祁连山的古木森林也在日趋减少，大片大片的良田被沙海吞没，贺兰山、乌鞘岭每年绿洲沙化面积达 421km^2 ，相当于每年失去一个民勤

县。有 20 多座有文字记载的历史名城如楼兰、尼雅、米兰、居延等现已都消失在沙漠之中。更令人忧虑的是,现代营造的防护林带也在开始成片死亡,如石羊河林场 26 万亩的沙枣树林枯死 6 万多亩,孔雀河下游 45 万亩胡杨林已全部死去,绿洲在沙化、绿洲在缩小(图 1),这就是今天干旱区面对的严峻现实。

二、干旱区生态环境的改变是人类活动干预过度的后果

关于中国干旱区生态环境的改变原因,存在着自然因素和人为因素不同观点。笔者的看法是,从地球演化的长时间尺度上看,是自然力主导了中国干旱区的形成过程;但从人类社会发展的短时间尺度上看,中国干旱区生态环境改变则是人类对自然环境的索取和干预与日俱增的结果。表 2 所列为河西走廊三大水系出山河水的变化情况,用自然因素(气候变迁)解释出山河水近年锐减显然根据不足。因为我国五千年来虽有明显的温度变迁,但并未能改变干旱区水总量分布。另据有记录以来的 100 年间气象资料,我国干旱区降水没有明显变化。再仔细研究可以看出,三大水系中唯石羊河减少最多(见表 2)。人们不能不想到,石羊河上游 60 年代在改造自然口号下相继修建了黄羊、南营、舍塔等山区水库,把所有出山河水拦截起来的利与弊。人们在修建水库时,只注意到强化地表水的控制,有利于上游地区农田灌溉,却忽略了因地表水库的建立,导致的河道行水量的骤减,削弱了地下天然水库的调节作用,并使之将宝贵水资源在尚没有发挥效益之前,就白白蒸发消耗到大气中去。

特别需要强调的是,1967—1977 年,涵养石羊河水源的祁连山区森林植被,10 年间毁林 24 万亩,毁草 60 万亩更是造成石羊河流域出山河水大减的重要原因。

30 年来,石羊河流域通过建库、修渠、打井和平地等水利建设,已形成一个蓄-引-提及与田间工程相配套的灌溉体系。我们根据石羊河流域这种用水现状,通过建立地下水模拟模型,预报了石羊河流域地下水位变化情况(图 2)。从图 2 可以看出,整个流域在公元 2000 年的地下水位要比 1987 年下降 2—5 m,最大地区要达到 10 m。其中武威盆地 1995 年要比目前普遍下降 1—3.5 m,局部是 4—5 m,2000 年是 2—5 m,昌宁盆地 1995 年比现在下降 2—6 m,最大者有 10 m。

这种区域性地下水位下降一方面导致泉水量进一步减少,使汇入下游民勤盆地的河水急剧减少。在 50 年代之前,石羊河流入民勤盆地的地表水 5 亿 m^3 ,80 年代还不到 2 亿 m^3 ,致使民勤盆地农业用水严重缺乏。原先用河水灌溉的 90 万亩耕地,目前只能灌溉 40 万亩。北部湖区原有 10 万亩水歇田,因无水可灌被迫弃耕。民勤盆地 50 年代地下水用量只占农业用水量 4—5%,现在已达到 50% 以上,已形成近 1000 km^2 的降落漏斗。按此趋势,到 2000 年要达到 70%,也就是说 50 年以前石羊河下游农田用水靠河水,现在则主要靠地下水。民勤县已经打了 13000 眼机井,井越打越深,机泵要常更换。

区域性地下水位下降还加速了绿洲植被的衰亡。

在石羊河流域存在的诸多植物群中,除杨树需专门灌溉外,其余均靠汲取地下水生长。

表 2 河西走廊三大水系出山河水的变化情况

年代 水系	50 年代($10^8 m^3/a$)	60 年代($10^8 m^3/a$)	70 年代($10^8 m^3/a$)	80 年代($10^8 m^3/a$)
石羊河	12.514	9.899	8.077	7.0
黑 河	32.494	29.651	25.559	24.5
疏勒河	11.529	11.88	10.936	10.936

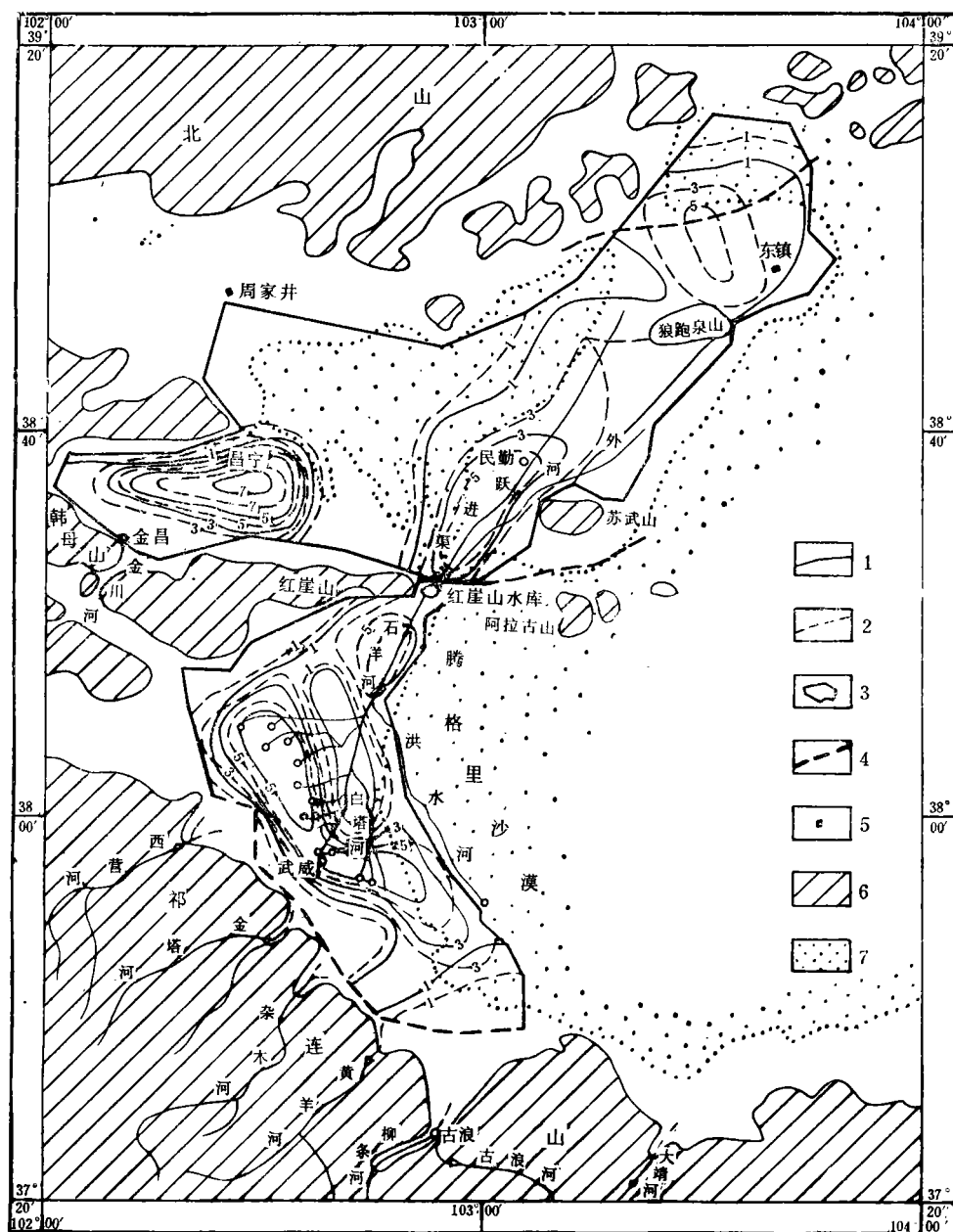


图2 石羊河流域现状用水条件下的地下水位降幅图

1. 1995年10月1日降水等值线(数字为降幅值m) 2. 2000年10月1日降水等值线
3. 模型边界 4. 隐伏岩层 5. 泉沟 6. 山区 7. 沙漠

这些沙生植物根系具有两个显著特点：一是具有延伸在土壤浅层的水平根系以吸收滞蓄在表层土壤中的大气降水；二是有深达地下水位的垂直根系。在沙丘栽植的两年生的沙拐枣，地表丛高1.21m左右，丛宽1.2m，但根却长达10m之深。一棵株高不到1m的白刺，根系却

可垂直延深4m，红柳根系可达7m。研究资料表明，比较适应于干旱区沙生植物群落发育生长的最佳水位埋深为3—5m，如果地下水水位下降到5m以下，则不利于沙生植物发育，7m以下则植被开始大片死亡(表3)。从表3中可以看出，干旱区的植被发育与地下水水位的依赖

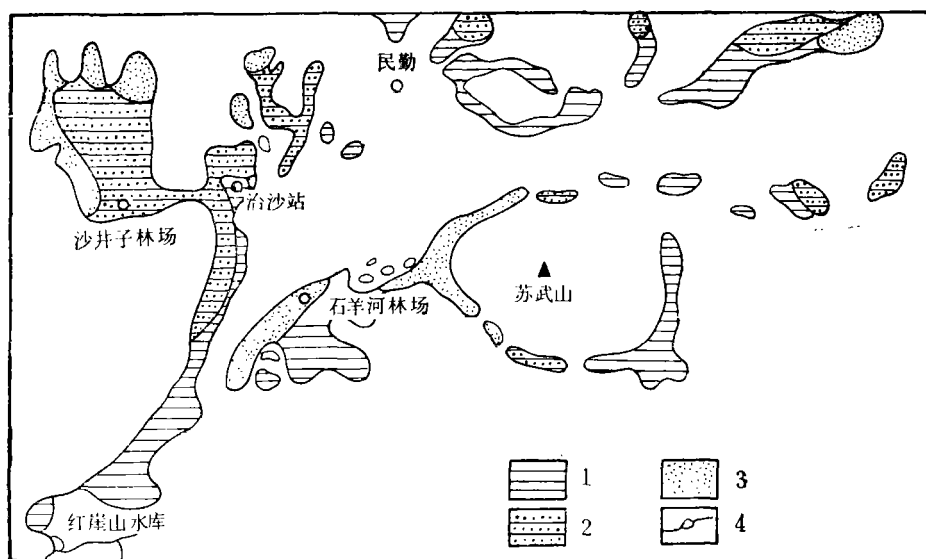


图3 石羊河下游地区林木生长状况

1.生长良好的林木 2.生长不良的林木 3.濒于死亡的林木 4.引流水库

表3 石羊河流域几种常见植物的生长与地下水位和土地沙化关系

植物种类	水位埋深(m)	生长情况	土壤沙化程度
沙枣树	2—3	生长正常	不沙化
	4—5	生长不良	轻度沙化
	6—7	开始衰亡	中度沙化
	>7	全部死亡	严重沙化
天然灌丛	<5	生长正常	不沙化
	5—6	生长不良	轻度沙化
	7—10	部分死亡	中度沙化
	>10	全部死亡	严重沙化
胡杨树	<4	生长正常	不沙化
	4—6	影响生长	轻度沙化
	6—10	部分枯死	中度沙化
	>10	全部死亡	严重沙化

关系是极其密切的。绿洲地区,当地下水开采强度适宜,能够保持沙生植物群落生长发育的最佳水位埋深时,绿洲地下水不但可以维系绿洲之内植被繁茂,还可补给绿洲外围植被屏障用水,使绿洲扩大。当地下水采补失调,引起区域性地下水位持续下降,形成降落漏斗,最为缺水的绿洲外围反倒成了高水位区,逆向补给绿洲,从而必然导致天然灌丛防护林带的衰败。石羊河流域下游民勤县,50年代至60年代人工

林一度达到50万亩以上,但是进入80年代地下水位下降幅度超过了沙生植物最适宜生长的水位埋深限度,导致土壤包气带疏干,林木生长环境变劣,沙枣林、毛柳枯死已达5万多亩,枯梢秃顶超过9万亩。尤其是民勤县西部因地下水位下降较大,植被枯萎严重,一片残败景象。而东部地下水位下降幅度较小,河渠密度较大植被生长情况尚好(见图3)。类似情况也发生在塔里木河流域。60年代胡杨林面积近688万亩,现在还不到260万亩,林地沙化面积超过了270万亩。另外,植物生长情况还与地下水水质好坏有关。据笔者实地考察,凡是地下水矿化度小于1g/L的地方,只要水位适宜,林木植被发育良好;当地下水矿化度在1—1.5g/L时,植物群落覆盖度则在60—70%;当地下水矿化度在2—2.5g/L时,植被就要成片死亡。正是由于这个原因,在民勤县有些地方虽然地下水位保持在2—3m,但因使用深层高矿化度水灌溉,而使浅层水矿化度升高也发生林木成片死亡。

这些情况表明,水是自然物质(有机和无机物)和能量迁移转化的主要介质,是影响干旱区生态环境质量的主导因素。人类在干旱地区向

大自然索取时, 由于没有适度操纵水这一敏感的环境因素, 才导致干旱区生态环境的不断恶化。

三、干旱区水资源利用对策

上述情况分析表明, 绿洲兴在于“水”, 毁也在于“水”。水决定着干旱区两种对立生态景观——沙漠与绿洲的相互演替方向, 决定着干旱区的环境动态和质量。因此水资源的合理开发利用, 是维系干旱区生态环境良性循环的关键。

通过实际调查, 笔者认为, 在制定干旱区水资源利用对策时, 在观念认识上必须实现两个转变:

1. 转变“水利是农业命脉”的旧认识, 树立“水利是绿洲命脉”的新思路。在相当长一个时期里, 干旱区的水资源利用只注意农田灌溉用水, 不考虑绿洲生态用水; 只追求“商品粮基地”建设, 忽视了绿洲整体的生态平衡。按照生态学理论, 维持绿洲生态系统的良性循环, 农、林、草比例必须保持适当比例(国外经验是森林 10%, 草场多年生植物 40%, 农田 50%)。但我们却没有考虑这些原则, 新疆 40 年来垦荒 345.3 万 ha, 目前竟有一半成了撂荒沙化地, 其中 130 万 ha 原先是水草肥美的优良草场。民勒盆地地下水超采严重, 许多地区地下水位已经降至林木生存临界水位以下, 可是现在还在打井。这种“开垦-灌溉-种植-盐渍化-弃耕-沙化”的掠夺式经营模式再也不应继续下去了。

2. 转变传统灌溉旧习惯, 实行节水灌溉新方法。必须意识到, 干旱区不是农田缺水, 而是落后的灌溉方式造成了水资源的严重浪费。以

石羊河流域为例, 主要表现在两个方面。

(1) 落后的灌溉方式造成水资源大量浪费。石羊河流域至今大部分耕地仍实行大块(10—20 亩一块)灌、大串漫灌。每当灌溉期间, 到处沟满壕平, 低洼成淀, 好一派江南水乡景色。以 1988 年为例我们典型研究区的灌溉面积 269.66 万亩中, 大块灌、大串漫灌的面积 111.73 万亩, 16 个管理亚区, 每亩灌水在 700 m³ 以上者占一半之多, 最少的古浪灌区也在 500m³ 以上, 缺水最甚的湖区, 灌水定额竟高达 934m³。

根据沈振荣提供的实验资料^[5], 在土壤岩性和畦宽相似的情况下, 畦长 40m 时, 每次灌水 40—50m³/亩, 当畦长为 130m 时, 每次灌水定额就要高达 120 m³/亩。据陕西省宝鸡灌区实验资料, 30m 畦长第一次灌水定额为 35 m³/亩, 180 m 畦长灌水定额为 89 m³/亩, 第二次 180m 畦长比 30m 畦长多用水 73m³/亩, 由此可见, 石羊河流域 10—20 亩, 3—5 亩的串、块灌耕地改成畦灌, 其节水潜力是多么可观。

(2) 灌溉制度不合理降低了水的生产效率。所谓水的生产效率, 是指单位水量生产的粮食重量(kg/m³)。根据我国实际情况, 每 m³ 水生产 0.5kg 粮食, 称为低生产效率。每 m³ 生产 1.62kg 粮食称高生产效率, 两者相差 3.3 倍。在不同生产条件下获得相同产量的情况下, 高耗水量比低耗水量多消耗水 1—2 倍, 亩产 300 kg 粮食, 高耗水量是 500 m³/亩, 低耗水量是 150m³/亩。由表 4 看出石羊河流域的农业生产的水生产效率是比较低的, 但耗水量却是很高的。按农业部门提供的资料, 作物平均耗水量即作物需水量, 包括全生育期的灌溉水量、有效

表 4 1988 年石羊河流域粮食亩产量耗水量和水生产效率

项目 \ 亚区	金川	昌宁	湖区	坝区	吴家井	环河	永昌	金羊	清源	清河	古浪	杂木	金塔	西营	黄羊	流域平均
平均亩产(kg/亩)	250	250	200	250	200	250	250	250	200	250	200	250	250	225	225	233
净耗水量(m ³ /亩)	691	435	628	463	577	439	546	615	525	561	301	459	421	491	455	607
水生产率(kg/m ³)	0.36	0.57	0.32	0.53	0.35	0.57	0.46	0.41	0.38	0.45	0.66	0.54	0.59	0.46	0.49	0.48

表 5 石羊河流域水资源

亚区 项目	金 川			昌 宁			湖 区		
	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000
保耕面积 ($\times 10^4$ 亩)	13.2	13.2	13.2	6.8	6.8	6.8	16.8	16.8	16.8
串块灌面积 ($\times 10^4$ 亩)	6.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	6.03	3.33	0.0
串块灌定额 (m^3 /亩)	814	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	934	850	0.0
畦灌面积 ($\times 10^4$ 亩)	7.15	13.2	13.2	6.8	6.8	6.8	10.77	13.47	16.8
畦灌定额 (m^3 /亩)	650	600	600	917	500	500	750	737	700
工业用水量 ($\times 10^4 m^3$)	3750	7500	13000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
农业用水量 ($\times 10^4 m^3$)	9534	7890	7232	6238	3400	3400	13720	12760	11760
林业用水量 ($\times 10^4 m^3$)	1674	1874	1874	48.0	48.0	48.0	700	800	1000
人畜用水量 ($\times 10^4 m^3$)	723	577	6400	14.0	16.0	20.0	51.0	56.0	60.0
地下水允许开采量 ($\times 10^4 m^3$)	3410	3410	3410	4221	4221	4221	5250	4313	3000
地表水用水量 ($\times 10^4 m^3$)	9341	9341	9341	0	0	0	9203	9203	9203
超(+)节(-)地下水 ($\times 10^4 m^3$)	1680	0.0	0.0	2079	-667	-667	18.0	-900	-1900

亚区 项目	消 源			清 河			古 浪		
	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000
保耕面积 ($\times 10^4$ 亩)	17.72	17.72	17.72	10.81	10.81	10.81	17.83	17.83	17.83
串块灌面积 ($\times 10^4$ 亩)	10.08	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	5.35	1.28	0
串块灌定额 (m^3 /亩)	627	0.0	0.0	611	0.0	0.0	518	500	0
畦灌面积 ($\times 10^4$ 亩)	7.64	17.72	17.72	6.11	10.81	10.81	12.48	16.55	17.83
畦灌定额 (m^3 /亩)	500	500	500	520	500	500	454	454	454
工业用水量 ($\times 10^4 m^3$)	72	72	72	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
农业用水量 ($\times 10^4 m^3$)	10137	8860	8860	6047	5405	5405	8435	8153	8090
林业用水量 ($\times 10^4 m^3$)	400	400	400	1500	1500	1500	512	512	512
人畜用水量 ($\times 10^4 m^3$)	130	133	145	250	275	300	210	220	220
地下水允许开采量 ($10^4 m^3$)	7195	7195	7195	4933	4933	4933	1663	1663	1663
地表水用水量 ($10^4 m^3$)	0.0	0.0	0.0	430	430	430	7159	7159	7159
超(+)节(-)地下水 ($10^4 m^3$)	3544	0.0	663	2434	281	0.0	1182	64	0

降水量、地下水毛细管补给量、土壤水、蒸腾量之和。小麦亩产 353 kg 平均耗水量为 $278 m^3$ ，玉米亩产 451 kg 平均耗水 $265 m^3$ ，石羊河流域粮食亩产耗水量超过这个数值 2 倍多。据有关资料，在水资源紧缺的干旱地区，小麦全发育期

内只要保证冬灌、拔节灌和灌浆灌这三个关键需水期，同样能保证小麦丰产。但石羊河流域的小麦最少灌水 6 次，一般都在 8、9 次之多。如果武威盆地的井灌小麦产区减少一次灌水，保质保量灌水 6—7 次，即可节约 2600 万 m^3 地

利用对策实施方案之一

坝 区			泉 山			环 河			永 昌			金 羊		
1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000
19.28	19.28	19.28	17.8	17.8	17.8	4.51	4.51	4.51	17.45	17.45	17.45	12.1	12.1	12.1
8.3	6.4	0.0	8.0	4.5	0.0	0.63	0	0	6.52	0.0	0.0	3.78	0.0	0.0
93.6	800	0.0	800	800	0.0	702	0	0	697	0.0	0.0	808	0.0	0.0
10.98	12.88	19.28	9.8	13.3	17.8	3.88	4.51	4.51	10.93	17.45	17.45	8.31	12.1	12.1
740	600	615	537	600	650	520	500	500	550	500	500	570	500	500
42	42	100	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	72	72	72	60	60	60
15892	12848	11868	11662	11586	11570	2460	2255	2255	10554	8725	8725	7793	6045	6045
770	770	770	700	700	700	160	160	160	220	220	220	370	370	370
190	210	230	100	110	1200	40	44	50	120	132	145	140	154	170
7363	7070	5168	7500	7500	7500	2660	2660	2660	7347	7347	7347	5603	5603	5603
5800	5800	5800	4170	4170	4170	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3731	0.0	0.0	729	-280	0.0	0.0	0.0	-195	3619	0.0	0.0	2760	0.0	0.0

杂 木			金 塔			西 营			吴家井			黄 羊		
1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000	1988	1995	2000
31.2	31.2	31.2	16.73	16.73	16.73	44.2	44.2	44.2	1.6	1.6	1.6	13.79	13.79	13.79
25.57	10.0	5.0	10.8	5.0	5.0	18.2	12.0	0	0.0	0.0	0.0	13.79	5.0	0
783	750	750	779	750	750	826	800	0.0	0.0	0.0	0.0	714	800	0
5.63	21.2	26.2	5.93	11.73	16.73	26.0	32.2	44.2	1.6	1.6	1.6	0.0	8.79	13.79
520	500	500	530	510	530	550	520	550	515	515	515	0.0	520	520
510	510	700	551	510	750	160	160	160	0	0	0	566	566	600
22956	18100	16850	11560	9732	8865	29346	26344	24310	824	816	816	9850	8570	7170
690	690	690	390	390	390	900	900	900	95	95	95	900	900	900
500	550	625	500	500	500	5390	5390	5390	16	18	20	400	450	550
4775	4725	4725	1909	1909	1909	25616	25616	25616	935	935	935	0.0	0.0	0.0
17604	17604	17604	11091	11091	11091	0.0	0.0	0.0	0	0	0	11716	11716	11716
2327	-2419	-3154	1.0	-1776	-1776	0.0	-2942	-4936	0	0	-4		-1230	-2495

下水。

根据上述思想,我们利用多目标决策分析方法建立了石羊河流域水资源管理模型。模型中将石羊河流域划分为16个管理亚区,以绿洲的农田生态系统、植被生态系统的需水量为决

策变量,考虑经济发展,开发水资源投资、生态环境改善等方面的9个目标,提出了石羊河流域水资源管理综合决策方案,详见表4和表5。

这一方案强调以全流域为一完整的生态系

表 6 石羊河流域水资源利用对策实施方案之二

流域地段	亚区配水	实施阶段(万 m ³)	
		1995 年	2000 年
下游	金川调入疏勒河地表水	2500	4500
	湖区调入上游节水	1000	2000
	泉山调入上游节水	1000	2000
中游	永昌调入上游节水	1082	1815
	金羊调入上游节水	1026	1042
	清源调入上游节水	2270	2945
	清河调入上游节水	1329	1842
上游	杂木调往上游地表水	2479	3154
	金塔调往民勤地表水	1776	2059
	西营调往下游地表水	2942	4036
	黄羊调往清源地表水	1230	2495

统和国土整治单元,统一规划、上下游兼顾,地表水、地下水联合调度、经济效益、社会效益和环境效益综合考虑,具有鲜明的可操作性。

方案对大规模外流域调水方案如引大济西工程提出异议,认为实现引疏勒沟水源 4500 万

m³ 解决金川公司工业用水的规划比较现实、比较实际。在改革干旱区不合理的灌溉制度方面,考虑了目前财力和农民实际接受能力,提出 1995 年全流域限定串块灌面积保留在 53 万亩以下,2000 年基本改成畦灌。方案中主要通过这一切实现可行的灌溉方式的改革,1995 年流域上游可节约 8478 万 m³ 水量,其中 2000 万 m³ 调往民勤,6478 万 m³ 满足中游井灌区的用水需要。民勤盆地主要通过农业节水,减少开采地下水 3000 万 m³,控制了地下水位急剧下降,促进生态环境的改善。

参 考 文 献

- 1 朱震达等. 自然资源. 1984, (3): 25
- 2 王秉忱. 长春地质学院学报. 1981, (3): 83
- 3 方汝林. 自然资源. 1982, (2): 55
- 4 张天增. 自然资源. 1986, (1): 62
- 5 沈振荣. 水利科学, 1987, (2): 18
- 6 Lemoine P H, Reichard E G, Remson I. *Water Resources Bulletin*. 1986, 22(3): 185
- 7 Khan I A, Labadie J W. *Journal of Hydrology*. 1987, 40 (5): 78

• 环境信息 •

更多的紫外线-B 正在射至地球

据美国国家大气研究中心 (NCAR) 的 Sasha Madronich 估计,由于平流层中臭氧层变薄,紫外线-B (中波紫外线, 280—320nm) 已增加。他发现: 1979—1989 年,北纬 30—60° 地区冬季和早春的紫外线-B 以及北纬 50° 以北地区夏季的紫外线-B 通量“大大”增加。这一纬度带包括北美、欧洲和亚洲的大

部分地区。他估计紫外线-B 每 10 年增加 4—25%。他谈到高度工业化地区紫外线-B 减少情况,认为是由于各种污染物滤除行动所致,但他也指出,“新的研究结果表明这一趋势正在扭转。”

小康译自 ES&T, 1992, 26(3): 420

美国近 22% 的电力来自核能

据美国能源了解委员会 (USCEA) 称,目前,美国近 22% 的电力来自于核能。靠近得克萨斯州福思沃思的科曼奇峰核电厂,将是 112 座这类电厂中的最新一座,预计 1993 年初并网发电。田纳西流域管理局 (TVA) 计划大约于 1995 年使一座核电厂并网发电。据 USCEA 称,科曼奇峰核电厂代表希平波特首座

核电厂开始运转 35 年来所积累的最佳工程和技术。该委员会说,1991 年,美国核电厂使 CO₂ 排放量减少了 20%, SO₂ 减少了 500 万吨, NO_x 排放量减少了 200 万吨。

小康译自 ES&T, 1992, 26(3): 421

Abstracts

Chinese Journal of Environmental Science

Environmental Engineering East China University of Chemical Technology, Shanghai 200237): *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 50—52

This paper describes the study on the effects of sulfate ion on the anaerobic biological treatment of wastewater under controlled or uncontrolled sulfide concentrations. A continuously operated upflow anaerobic sludge bed (UASB) experimental reactor was used. It was found that sulfate ion itself is non toxic to anaerobic biological process. However, sulfate could be reduced to hydrogen sulfide which is toxic to the bacteria. When ferrous ion was used to control the concentration of hydrogen sulfide, sulfate did not exert any harmful effect on the removal efficiency of organic matter from the waste water and the gas producing rate, but it caused the gradual decrease of CH_4 content in the produced gas and methane yield and the increase of the yield of carbon dioxide as increasing the concentration of sulfate ion.

Key words: sulfate, anaerobic biological treatment, methane, wastewater.

A Study on the Strategy of the Utilization of Coal Fly-Ash Resources in Nanjing Area. Zuo Wensheng (Communication Planning and Designing Office of Zhenjiang, Nanjing 210003). Ye Liansheng (Department of civil Engineering, South-East University, Nanjing): *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp.53—57

This paper analyses the strategy, restrictive factors and policies of the utilization of coal fly-ash resources in Nanjing area by using systems engineering and decision-analysis method of operation research. A series of measures was put forward. This may lay a scientific foundation for the municipality of Nanjing to formulate the policy in the management of coal fly-ash in this area.

Key words: coal fly-ash strategy, hierarchical analysis.

Changes of Ecological Environment in the Shiyanghe River Basin and Measures Proposed for Rational Utilization of Water Resources. Hou Yinwei, Li Shengcai, Wang Changming, Zheng Yi (Changchun college of Geology Science): *Chin. J. Environ. Sci.*, 13(5) 1992, pp. 58—66

The authors present a new viewpoint that deterioration of ecological environment in the arid region the Shiyanghe River basin of northwest China, has originated from three causes: (1) people put undue emphasis on surface water controlling, and neglected the regulative function of natural ground water reservoir; (2) water for farmland use was stressed but water for oasis use was neglected; (3) the backward way of irrigation leads so far to serious waste of water resources. In order to solve the problem, a proposed multi-goal decision-making model has been built for managing rational use of water resources in the Shiyanghe River basin. In this model, as the basin is divided into 16 sub-districts, the quantity of water for both oasis-farmland ecosystem and vegetation ecosystem necessities is considered as a main variable, and integrates with economic development, the investment of water

resource development, amelioration of ecological environment etc 9 goals to be regarded. The result of the model operation shows that deterioration of ecological environment in the basin will be in effective control.

Key Words: the Shiyanghe River basin, management of water resources, arid area, decision-making model

Sulfur Dioxide Removal from Flue Gas by Means of Active Carbon Catalysis—Dynamic Adsorption of SO_2 on Catalyst. Zhao Xiusong et al.(Dalian Institute of Chemical Physics, Chinese Academy of Sciences, Dalian 116023): *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 67—70

Influence of the main component (O_2 and water steam) in flue gas on the amount of adsorption and the dynamics of adsorption of SO_2 on active carbon catalysts were studied by flow method. It was found that when the content of O_2 is about 5% (V%) and the content of water steam is about 8%, adsorption amount of SO_2 on the catalyst reached the maximum value. Adsorption dynamics of SO_2 almost exactly fit the law of Elovich. The apparent adsorption activation energy (E_a), Elovich parameters and the relation between adsorption activation energy and temperature were hence obtained.

Key words: active carbon, flue gas, SO_2 adsorption activation energy.

A Study on the Adsorbability of a New Separation Adsorbent for Heavy Metallic Ions. Zhu Guoyi, Zhou Yanxiu, Wang Bingwu(Changchun Institute of Applied Chemistry, Chinese Academy of Sciences, Changchun, 130022): *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 70—73

The adsorbability of a new separation adsorbent containing sulfhydryl-activated carbon compounds for heavy metallic ions was studied. Experimental results indicate that in static state the equilibrium time for the adsorption is 1 hour for Cd^{2+} and Zn^{2+} and 1.5 hours for Pb^{2+} and Cu^{2+} . The sequence of adsorption velocity is $\text{Pb}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+} > \text{Cd}^{2+}$. When $[\text{Mg}^{2+}] < 200\text{mg/L}$, $[\text{Ca}^{2+}] < 400\text{mg/L}$ and $[\text{K}^+] < 350\text{mg/L}$, the three kinds of ions do not interfere with the adsorption of Cu^{2+} . In dynamic state, the adsorbent could adsorb Hg^{2+} and Cu^{2+} ions completely under the following conditions: the amount of the adsorbent was 0.1g for Hg^{2+} or 0.15g for Cu^{2+} , pH was 0.3—8 for Hg^{2+} or 3—8 for Cu^{2+} and the velocity of flow $< 7\text{mL/min}$ for Hg^{2+} or $< 10\text{mL/min}$ for Cu^{2+} . In addition the saturated capacity of adsorption of the new separation adsorbent is about 3—20 times higher than that of sulfhydryl cotton fiber. The adsorbent has high adsorbability and good stability.

Key words: adsorption, heavy metallic ions, new separation adsorbent.

Clean-up of Soil Sample by GEL Permeation Chromatography. Sun Sien, Liu Xiufen (Research Center for Eco-Environmental Sciences, Academia Sinica, Beijing 100085): *Chin. J. Environ. Sci.*, 1992, 13(5), pp. 74—78