

km,中心与外围水位差达 5 m。民勤北部的湖区以中兴为中心,形成一降落漏斗,漏斗范围波及西渠、东镇一带。地下水位形成的漏斗型曲面下降,下降最严重的地区和开采最强烈的地区重合,各漏斗范围相对独立,相互之间没有重叠^[3]。

根据统计 1981 年,1990 年,1999 年民勤盆地的各种地下水位埋深范围的观测点数占总数的比例见图 1。从图中可以明显地看出地下水位埋深范围在 0~5 m 和 5~10 m 所占比例明显下降,从 1981 年的 48.98% 分别降到 1999 年的 3.03% 和 12.12%;而地下水位埋深范围在 10~20 m 和 20 m 以上的比例逐渐增大。1981 年和 1990 年地下水位埋深超过 20 m 的观测点数为 0,而到 1999 年埋深超过 20 m 的就达到了 15.15%;地下水位在 10~20 m 的观测点数所占的比例急剧增大,从 1981 年的 2.04% 增大到 1999 年的 69.7%。

图 2 和图 3 为民勤绿洲三雷公社下雷五队典型观测井的地下水位动态变化情况,可以明显的看出,绿洲内地下水位急剧下降,降幅逐年增大的趋势。

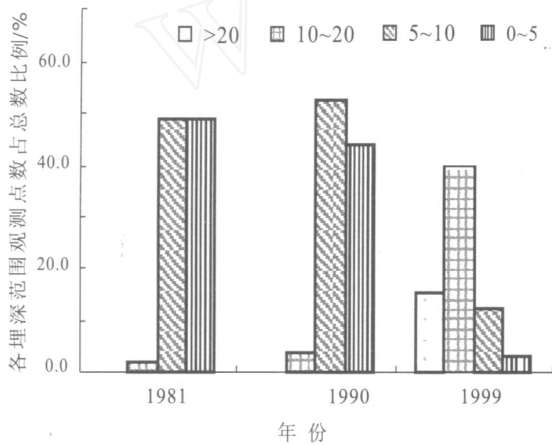


图 1 民勤盆地各种地下水位埋深范围的观测点数占总数的比例统计图

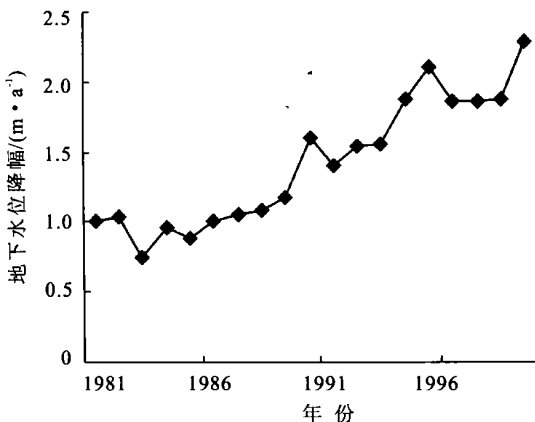


图 2 民勤绿洲典型井地下水位降幅动态变化趋势

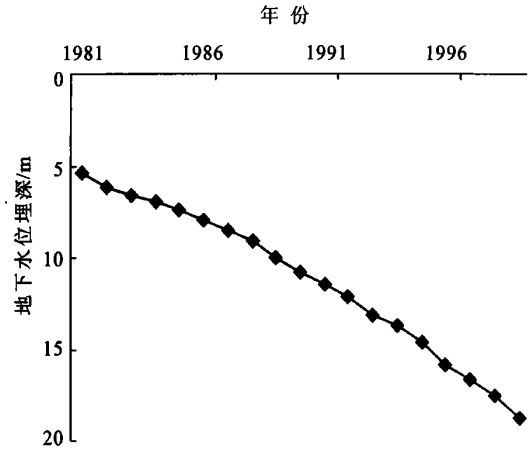


图 3 民勤绿洲典型井地下水位动态变化趋势

2.2 地下水水质的动态变化特征

日益扩大的地下水开采活动和灌溉活动对地下水水质的影响日渐明显,使地下水反复消耗和浓缩,导致地下水水质急剧恶化,水质矿化度平均达 6 g/L 以上,最高的地方达 16 g/L,远远超过了人畜饮用水矿化度临界值,而适宜饮用的淡水普遍在 250 m 以下,部分村社 300 m 以下的深井也难以找到淡水。1979 年,民勤盆地没有一处地下水矿化度大于 5 g/L。但是 20 世纪 80 年代末至 2000 年,民勤盆地南部地下水矿化度增加了 0.5~1.8 g/L,北部增加了 0.4~5.6 g/L。1995 年湖区一带地下水矿化度已经超过 5 g/L 的面积有 25 000 hm²。同时,地下水矿化度增高范围逐渐扩大,水质恶化趋势是高矿化度等值线由北向南推移。

3 民勤绿洲生态环境现状特征

目前,由于地下水严重超采,地下水位急剧持续下降、水质恶化,生态环境遭到严重破坏,引起的生态环境问题主要表现在:荒漠化日益严重;植被面积萎缩、植被退化;风沙危害加剧。这就给绿洲人民的生存和经济发展带来了严重的威胁。民勤绿洲是石羊河流域生态系统的有机组成部分,其退化和消亡也将破坏整个石羊河流域生态系统的完整性。

3.1 荒漠化日趋严重

民勤绿洲面积 1.60 × 10⁸ hm²,但荒漠化面积目前已占 94%。近年来,荒漠化仍在蔓延,已有 6.70 × 10⁵ hm² 耕地和 3.90 × 10⁶ hm² 林地沙化,2.63 × 10⁷ hm² 草场退化,近 3.30 × 10⁵ hm² 耕地因盐渍化而弃耕。在绿洲外围,有 1.00 × 10⁶ hm² 的流沙,69 个风沙口正昼夜不停地进犯,流沙以平均 3~4 m/a 的速度吞噬绿洲,严重地段达 8~10 m/a。

3.2 绿洲萎缩、植被退化

20 世纪 50 年代湖区青土湖一带 2 m 多高的芦苇到 70 年代就已退化为低矮的鸡爪状芦苇,二坝湖生长的成片天然胡杨林,到 70 年代长势已相当衰败,现已全部死亡消失。喜水植被逐步向旱生、盐生、沙生植被过渡。据民勤县林业局提供的资料,仅红沙梁就有 $3.20 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 沙枣树和红柳假死, $5.80 \times 10^3 \text{ hm}^2$ 枯梢;防风固沙柴湾由 $1.33 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 减少到 $7.12 \times 10^4 \text{ hm}^2$,死亡 $6.21 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 。生长在绿洲边缘地带的天然灌木林,已有 $3.60 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 死亡, $2.37 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 因水位下降而濒临死亡或只生不长。据不完全统计,全县已有 $3.87 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 林地和近 $2.00 \times 10^5 \text{ hm}^2$ 天然草场死亡。到处是一片衰败残破的景象,令人触目惊心。

3.3 风沙危害加剧

“沙压墙,羊上房”,这是民勤 8 万多群众的真实生活写照。区域内年均风沙日达到 139 d,8 级以上大风日 29 d,沙暴日 37 d,最大风力可达 11 级、风速达 25 m/s。其中 1993 年的“5·5”风暴和 1996 年的“5·30”风暴,曾震惊全国,造成民勤直接经济损失近 7 000 万元。民勤沙尘暴的持续时间越来越长,影响范围也越来越广。如果绿洲消亡,民勤沙尘暴源区的面积将会显著增大,将导致周边地区,甚至华北地区的沙尘天气显著增多。

4 研究区域恢复地下水位生态需水量计算分析

4.1 恢复地下水位生态需水量的概念

石羊河流域自修建红崖山水库后,红崖山水库截取了上游来水,水库以下断流,受河流断流和地下水超采的影响,民勤绿洲地下水严重亏损,地下水位逐年下降,在没有大气降水的条件下,要恢复区域生态环境,首先必须恢复区域的地下水位,使其达到适宜的水平。研究表明,胡杨、柽柳、芦苇、罗布麻等天然植被,在长期的生态演化过程中,各自形成了对荒漠环境的适应性特征,特别是它们的根系能够汲取土壤中有限的水分而维持生存。而土壤水分与地下水埋深具有密切的关系。恢复持续下降的地下水位则是石羊河下游地区绿洲生态恢复的首要问题^[5]。恢复地下水位需水量就是指在特定的时空条件下将地下水位恢复到目标水位下所需要的水量(包括地表水、地下水和土壤水)。恢复地下水位需水量可以用公式(1)来计算:

$$W = \mu \times A \times |h_{\text{目标}} - h| \quad (1)$$

式中: W ——恢复地下水位年需水量 (m^3/a); μ ——含水层岩层的给水度; A ——等地下水位埋深的面积 (m^2); h ——目标恢复到的目标地下水位 (m); h ——地下水位埋深 (m)。

4.2 实例应用

(1) 恢复地下水位的原则。民勤县地理位置特殊,有水即为绿洲、无水就成荒漠,气候条件极其干旱,现有的地表水资源量远远不足以维持工农业发展,所缺水量只能靠开采地下水来满足。因此,在考虑特殊地区民勤时,不能完全从恢复生态的角度去考虑,而是要从民勤人民的生存、社会经济状况和生态环境的恢复角度去综合考虑。总之,地下水位恢复的原则就是兼顾生态和生存的原则。

(2) 恢复地下水位的目标。根据地下水动态观测资料,各灌区地下水位下降速度不是同步的。昌宁灌区地下水位下降的平均速度在 0.80 m/a ,湖区和泉山灌区地下水位下降的平均速度在 0.60 m/a ,而环河灌区地下水位下降的平均速度为 0.30 m/a ,坝区为 0.35 m/a ,具体情况如表 1 所示。表 1 中给水度根据甘肃省地矿局水文地质工程地质勘察院 2001 年 12 月《甘肃省流域平原区地质环境监测报告(1996—2000 年)》。

表 1 民勤县各灌区情况

灌区名称	昌宁	环河	坝区	泉山	湖区
面积/ 10^6 km^2	446	295	570	517	731
给水度	0.15	0.10	0.20	0.11	0.09
地下水位平均 年降幅/ (m a^{-1})	0.80	0.30	0.35	0.60	0.60

根据恢复地下水位的原则,首先不可能一开始就完全停止地下水的超采,只能是先使地下水位下降的速率减小,然后使地下水位不再进一步下降(即年变化量为 0 m/a),最终再逐年恢复到适宜的生态地下水位。由于区域内各灌区内地下水位下降速度不尽相同,所以根据实际情况预测到 2010 年昌宁、泉山和湖区 3 个灌区的地下水位变化量为 0 m/a ,2011—2015 年变化量为 -0.1 m/a (即地下水位年上升 0.1 m),2015 年后年变化量 -0.1 m/a ,而环河和坝区 2008 年地下水位变化量为 0 m/a ,2008—2015 年变化量为 -0.1 m/a ,2015 年后变化量为 -0.15 m/a 。

5 恢复地下水位需水量的预测

本文中计算恢复地下水位需水量是应用公式(1)来计算的,表 2 和表 3 就是对地下水位变化量和恢复地下水位生态需水量的预测结果。

表 2 民勤县各灌区地下水位年变化量预测情况

m/a

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
昌宁	0.80	0.74	0.68	0.62	0.56	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.9	-1.0	-1.2
环河	0.30	0.27	0.24	0.21	0.18	0.15	0.10	0.05	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	—
坝区	0.35	0.31	0.27	0.23	0.19	0.15	0.10	0.05	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.1
泉山	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.28	0.21	0.14	0.07	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.9	-1.0	-1.2
湖区	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35	0.28	0.21	0.14	0.07	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7	-0.9	-1.0	-1.2

表 3 民勤县恢复地下水位生态需水量预测结果

年份	昌宁			环河			坝区			泉山			湖区			恢复地下水位生态需水量合计/ 10 ⁸ m ³
	地下水位埋深/ m	目标地下水位/ m	恢复地下水位生态需水量/ 10 ⁸ m ³	地下水位埋深/ m	目标地下水位/ m	恢复地下水位生态需水量/ 10 ⁸ m ³	地下水位埋深/ m	目标地下水位/ m	恢复地下水位生态需水量/ 10 ⁸ m ³	地下水位埋深/ m	目标地下水位/ m	恢复地下水位生态需水量/ 10 ⁸ m ³	地下水位埋深/ m	目标地下水位/ m	恢复地下水位生态需水量/ 10 ⁸ m ³	
2000	20.14	20.94	0.54	7.58	7.88	0.09	19.93	20.28	0.40	18.94	19.54	0.34	12.79	13.39	0.37	1.74
2001	20.94	21.68	0.50	7.88	8.15	0.08	20.28	20.59	0.35	19.54	20.09	0.31	13.39	13.94	0.34	1.58
2002	21.68	22.36	0.45	8.15	8.39	0.07	20.59	20.86	0.31	20.09	20.59	0.28	13.94	14.44	0.31	1.43
2003	22.36	22.98	0.41	8.39	8.60	0.06	20.86	21.09	0.26	20.59	21.04	0.26	14.44	14.89	0.28	1.27
2004	22.98	23.54	0.37	8.60	8.78	0.05	21.09	21.28	0.22	21.04	21.44	0.23	14.89	15.29	0.25	1.12
2005	23.54	24.04	0.33	8.78	8.93	0.04	21.28	21.43	0.17	21.44	21.79	0.20	15.29	15.64	0.22	0.97
2006	24.04	24.44	0.27	8.93	9.03	0.03	21.43	21.53	0.11	21.79	22.07	0.16	15.64	15.92	0.17	0.74
2007	24.44	24.74	0.20	9.03	9.08	0.01	21.53	21.58	0.06	22.07	22.28	0.12	15.92	16.13	0.13	0.52
2008	24.74	24.94	0.13	9.08	9.08	0.00	21.58	21.58	0.00	22.28	22.42	0.08	16.13	16.27	0.09	0.30
2009	24.94	25.04	0.07	9.08	8.98	0.03	21.58	21.48	0.11	22.42	22.49	0.04	16.27	16.34	0.04	0.29
2010	25.04	25.04	0.00	8.98	8.78	0.06	21.48	21.28	0.23	22.49	22.49	0.00	16.34	16.34	0.00	0.29
2011	25.04	24.94	0.07	8.78	8.48	0.09	21.28	20.98	0.34	22.49	22.39	0.06	16.34	16.24	0.06	0.62
2012	24.94	24.74	0.13	8.48	8.08	0.12	20.98	20.58	0.46	22.39	22.19	0.11	16.24	16.04	0.12	0.95
2013	24.74	24.44	0.20	8.08	7.58	0.15	20.58	20.08	0.57	22.19	21.89	0.17	16.04	15.74	0.19	1.28
2014	24.44	24.04	0.27	7.58	6.98	0.18	20.08	19.48	0.68	21.89	21.49	0.23	15.74	15.34	0.25	1.60
2015	24.04	23.49	0.37	6.98	6.28	0.21	19.48	18.78	0.80	21.49	20.94	0.31	15.34	14.79	0.34	2.03
2016	23.49	22.79	0.47	6.28	5.48	0.24	18.78	17.98	0.91	20.94	20.24	0.40	14.79	14.09	0.43	2.45
2017	22.79	21.94	0.57	5.48	4.58	0.27	17.98	17.08	1.03	20.24	19.39	0.48	14.09	13.24	0.53	2.87
2018	21.94	20.94	0.67	4.58	3.58	0.29	17.08	16.08	1.14	19.39	18.39	0.57	13.24	12.24	0.62	3.29
2019	20.94	19.79	0.77	3.58	—	—	16.08	4.98	1.25	18.39	17.24	0.65	12.24	11.09	0.71	3.39
2020	19.79	—	—	—	—	—	14.98	—	—	17.24	—	—	11.09	—	—	—

6 结果分析

结果可见,2000—2019年昌宁灌区的地下水位上升了0.35m;环河灌区到2015年地下水位就上升到了3.58m,几乎到了潜水蒸发的生态埋深水了;坝区地下水位上升了4.95m;泉山和湖区的地下水位上升了1.70m。文中以地下水位的年变化量为控制指标来预测地下水位的变化趋势的,从变化量逐渐减少,最后减少到0,然后是负增长(即地下水位开始上升),直到恢复到生态适宜的地下水位。变化量为0的年份就是从下降到上升的一个拐点。2000年的恢复地下水位生态需水量为1.74×10⁸m³,到2019年恢复地下水位生态需水量为3.39×10⁸m³。

景电工程2001年向民勤调水4.60×10⁷m³,到2005年,红崖山灌区续建配套项目与节水改造项目规划开始实施,根据灌区规划特点、经济水平和群众的承受能力,规划骨干工程在2005年基本完成,可使灌溉水综合利用系数提高,对于灌区内部分干渠和支渠进行防渗衬砌。改建后,渠系水利用系数可提高到0.712,实施骨干工程改建后,每年可节约3.50×10⁷m³;对景电调水工程管理体制、运行机制的逐渐完善,人民的节水意识逐渐加强,景电调水工程2005年后每年继续向民勤调水4.90×10⁷m³以解决水资源紧缺问题。预测到2015年以后,民勤县灌区规划的田间工程结束,即到2015年灌区全部达到节水灌溉,灌区农业呈稳定上升态势,地下水超采的状况得到缓

解,生态环境逐年趋于稳定。据资料,喷灌比常规灌溉可节约水 $2\ 310\ \text{m}^3/\text{hm}^2$,滴灌的用水量只有常规灌溉的 $1/3$,费用也只相当于常规灌水的 $1/3$ 。杂木河和西营河向民勤输水渠道工程完成,“引黄入石”工程、“引大济西(济民)”工程、引大东二干延伸工程逐渐完成,民勤的地表水资源得以补充,地下水开采量相应的减少。因此如果以上规划方案实施,地下水位必定会有所恢复,而且地下水位恢复的趋势也是逐步的过程,生态环境也会进一步改善的。

7 改善绿洲生态环境、恢复地下水水位的基本措施

民勤县的地下水位急剧下降是生态环境脆弱的主要原因之一,地下水位下降的主要原因还是缺水的问题,所以恢复持续下降的地下水位、改善日益退化的绿洲生态环境的主要问题就是解决缺水的问题,总之就是加强“节水”“调水”“科学管理”这三项工程。

7.1 加快节水灌溉工程,调整工、农业生产结构

石羊河流域 2000 年灌溉水的生产效率为 $0.43\ \text{kg}/\text{m}^3$,工业万元产值用水高达 $157.3\ \text{m}^3$,而 2000 年我国平均灌溉水生产效率约 $1.00\ \text{kg}/\text{m}^3$,工业万元产值用水量为 $78\ \text{m}^3$;以色列等发达国家的灌溉水生产效率已达 $2.0\ \text{kg}/\text{m}^3$ 以上,日、美等国的工业万元产值用水量已低至 $10\ \text{m}^3$ 以下,无论与我国平均水平或发达国家比较,石羊河流域上述的用水指标均存在较大的差距,在缺水的背后也隐藏着巨大的节水潜力^[6]。

由于石羊河下游民勤绿洲的种植结构还是以高耗水的粮食作物为主,因此需要调整高耗水、低产出的农业种植结构,由种植农业向综合农业发展,由传统农业向节水农业发展,在与灌区经济发展规划相协调的情况下,农业结构和作物种植面积逐年减少,林草面积逐年扩大。同时也应调整产业结构,严禁引进高耗水、高污染的工业项目,建立高效节水清洁的工业生产体系。根据实际气候条件和总体生产力发展水平,农业灌溉在井灌区可适度发展一些喷灌、滴灌等高效节水技术,推广管网优化技术,降低单位面积的耗水量,减少农业需水量。

据资料分析,红崖山灌区续建配套与节水技术改造规划实施后与实施前相比可使灌区少采地下水 $1.50 \times 10^8\ \text{m}^3$,有效地遏制了地下水位不断下降的趋势,对灌区的生态环境改善起到积极作用^[7]。在对灌区内 4 条干渠、2 条支渠,长度 $49.43\ \text{km}$,采用防渗衬砌,翻修加固 4 条干渠长 $46.40\ \text{km}$,改建后干渠渠系水利用系数提高到 0.9。对灌区内 14 条支渠,长度 $119.10\ \text{km}$,同样采用防渗衬砌,改建后干渠渠系

水利用系数提高到 0.89。以上骨干工程渠道实施防渗衬砌后,渠水利用系数可提高到 0.71,规划设计水平年 2005 年灌区实施骨干工程改建后,每年可节约地表水 $3.48 \times 10^7\ \text{m}^3$ ^[7]。

7.2 加快外域调水工程和民调工程建设

根据民勤县的水资源现状,短期内能给民勤增加生态用水、恢复地下水位的唯一途径就是景电二期延伸向民勤调水工程。因此,研究该工程的管理体制、运行机制,合理的水价补偿办法,促进工程良性运行,充分发挥工程现有调水能力,是解决民勤水资源紧缺问题,应急补充生态用水、恢复地下水位的有效措施之一^[8]。按照区域水资源优化调度要求和规划安排,抓紧兴建杂木河向民勤专用输水渠、西营河向民勤专用输水渠工程,力争红崖山水库入库水量达到 $3.00 \times 10^8\ \text{m}^3$ 以上(含民调水量),为遏制民勤生态环境恶化趋势提供水资源保障。

随着南水北调西线工程前期工作的开展,给解决石羊河流域严重缺水的危机带来了希望。调水方案有从黄河干流和支流上引水的 2 种方案、3 条线路。一是引黄入石工程,从黄河干流引水穿过腾格里沙漠到民勤红崖山水库,年调水量 $5 \times 10^8 \sim 6 \times 10^8\ \text{m}^3$,总投资 2.50×10^9 元,单位体积调水投资 $4.17 \sim 5$ 元/ m^3 ,是解决民勤生态环境恶化的根本方案。二是“引大济西(济民)”工程,从黄河支流青海门源境内的大通河引水横跨祁连山区到金昌市的金川峡水库和民勤县的红崖山水库,年调水 $2.50 \times 10^8\ \text{m}^3$,总投资 1.30×10^9 元,单方调水投资 5.20 元/ m^3 ,是解决石羊河流域水资源紧缺的预备方案。三是引大东二干延伸工程调水方案,通过景电二期工程向民勤红崖山水库调水,年调水 $1.00 \times 10^8\ \text{m}^3$,总投资 7.00×10^8 元,单方调水投资 7 元/ m^3 ,是缓解民勤生态环境恶化的预备方案^[9]。

7.3 加强水资源科学、合理、统一管理

水资源管理中要实行地表水、地下水联合调度,改变传统的地表水、地下水单独管理。要实行水资源管理与行政管理相结合的管理方式。落实定额配水,节约用水、污水处理、污水回用等水资源量与质的统一管理,提高水资源管理的权威和效力。实行水票制和刷卡制,树立可持续水利的观念,遏制无节制地使用水资源。实行市场机制,落实水价政策,建立水资源权属与外调水的补偿机制,促进节约用水。

8 结 语

民勤绿洲地区的水资源短缺和生态环境问题已经引起了国家和有关部门的高度重视。

本文分析了民勤绿洲的地下水动态变化以及引起的生态环境效应,针对绿洲地下水持续快速下降的现状,结合绿洲特点,提出了恢复地下水生态需水量的概念就是指在特定的时空条件下将地下水恢复到目标水位下所需要的水量(包括地表水、地下水和土壤水),在兼顾生态与生存的原则下指定了恢复地下水位的近期目标为首先维持地下水位下降速率不再进一步增大,逐渐减少至0,然后使之逐步恢复至生态适宜的地下水位,并且预测出在此保护目标下的恢复地下水生态需水量。针对绿洲具体特征,提出的改善绿洲生态环境、恢复地下水位的措施,可以为石羊河下游绿洲生态恢复和水资源开发利用与管理提供参考。

[参 考 文 献]

[1] 水利部南京水文水资源研究所. 甘肃省民勤地区水资源合理利用与生态环境治理研究[R]. 1999.

- [2] 张鑫. 区域生态需水量与水资源合理配置. 西北农林科技大学博士论文[D]. 2004.
- [3] 李丁, 马金珠, 南忠仁. 民勤盆地地下水水位下降特征与可持续利用评价[J]. 中国沙漠, 2004, 21(6): 734—739.
- [4] 甘肃省地矿局第二水文地质工程地质队武威观测站. 石羊河流域地质环境质量公报. 1994.
- [5] 王让会, 卢新民, 宋郁东. 西部干旱区生态需水的规律及特点——以塔里木河下游绿色走廊为例[J]. 应用生态学报, 2003, 14(4): 520—524.
- [6] 康绍忠, 粟晓玲, 沈清林, 等. 石羊河流域水资源利用与节水农业发展模式的战略思考[J]. 水资源与水工程学报, 2004, 15(4): 1—8.
- [7] 甘肃省水利水电勘测设计研究院. 甘肃省民勤县红崖山灌区续建配套与节水改造规划[R]. 1999.
- [8] 朱发昇. 石羊河流域水资源开发与生态环境综合治理探讨[J]. 水资源与水工程学报, 2004, 15(3): 45—48.
- [9] 张同泽, 刘翰朝. 石羊河流域区域水资源供需平衡分析[J]. 干旱地区农业研究, 2004, 22(3): 139—143.

(上接第43页)

3 结 论

实施消落带植被生态工程最重要的是发挥植被的减灾功能,加固三峡库岸的稳定,使三峡水库能够顺利地运作。所以减灾是放在第一位的,经济功能等是指在首先实现减灾后的附加效应。不能本末倒置,否则不适宜的运作思路可能会导致不良后果。

净化环境,保持三峡水库的水质也是植被生态工程的一个重点,因为库区的水资源维持库区居民的生产生活,水质保障是相当重要的。因此在种植消落带植物的时候最好不要施用化肥和农药,否则反而会加重水资源的污染。

关于消落带种植的物种需要进一步的研究,因为物种的适宜程度是消落带植被生态工程成功与否的关键之一。只有因地制宜地栽种才能最好地实现减灾、经济、净化和美化环境的功能,否则不但造成经济损失还会恶化库区的生态环境。值得注意的一点是植被的种植尤其是树木的种植刻不容缓,因为“十年

树木”,要在消落带形成时发挥植被的各种功能,必须现在就着手增加植被覆盖。

[参 考 文 献]

- [1] 刘厚田. 湿地的定义和类型划分[J]. 生态学杂志, 1995, 14(4): 73—77.
- [2] 田一德, 汪小莲. 三峡水库库岸崩滑体处理问题初探[J]. 人民长江, 1999, 30(11): 6—7.
- [3] 张奇华, 丁秀丽, 张杰, 等. 三峡库区奉节河段库岸蓄水再造研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2002, 21(7): 1007—1012.
- [4] 陈昌齐, 叶元十, 刘方贵, 等. 三峡水库重庆库区消落带渔业利用初步研究[J]. 国土与自然资源研究, 2000(1): 51—54.
- [5] 刁承泰, 黄京鸿. 三峡水库水位涨落带土地资源的初步研究[J]. 长江流域资源与环境, 1999, 8(1): 75—80.
- [6] 周学伍. 重庆三峡库区柑橘生产现状及发展对策[J]. 四川果树, 1997(4): 1—4.
- [7] 长青. 法国实验用柳树林净化污水[J]. 环境导报, 1998, (3): 42.