

## 玛纳斯河流域湿地平原水库群对流域生态环境作用的研究

李俊峰<sup>1</sup>, 余书超<sup>1</sup>, 范文波<sup>1</sup>, 苏 军<sup>2</sup>, 叶 茂<sup>3</sup>

(1 石河子大学水利建筑工程学院新疆兵团绿洲生态农业重点实验室, 石河子 832003;

2 农八师石河子市水利局, 石河子 832000; 3 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011)

**摘 要:** 玛纳斯河流域湿地水库群上接大河、下通灌区, 是流域供水系统中最主要、保证率最高的供水水源。对位于玛纳斯河流域泉水溢出带中的湿地水库群对流域生态环境的作用进行了研究, 结果表明, 该湿地水库群在防止湿地萎缩退化、防止次生盐渍化、保护流域内生物多样性、防风固沙、防止土壤沙化、抵御洪、旱灾害威胁、加强湿地调控能力以及增加了绿洲的人口承载能力和生产力等方面起到了很好的保护作用。该湿地水库群的建设为干旱区山前潜水平原地区的生态工程建设、水资源安全与可持续利用提供了一种良好的示范。

**关键词:** 干旱区; 内陆河; 生态环境; 湿地水库群

**中图分类号:** X171.1; P343.3

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2006)02-0219-04

## The Function of Wetland Reservoirs on the Eco-environmental Protection in the Manasi River Valley

L I Jun-feng<sup>1</sup>, YU Shu-chao<sup>1</sup>, FAN Wen-bo<sup>1</sup>, SU Jun<sup>2</sup>, YE Mao<sup>3</sup>

(1 College of Water Conservancy & Architectural Engineering, Shihezi University / Key

Laboratory of Oasis Ecology Agriculture of Xinjiang Bingtuan, Shihezi, Xinjiang 832003, China;

2 Bureau of Water Conservancy of Shihezi, Shihezi, Xinjiang 832000, China;

3 Xinjiang Institute of Ecology and Geography, CAS, Urumqi 830011, China)

**Abstract:** Manasi River wetland is a typical nature wetland in arid areas, which includes many lakes, reed fields, waterlogged low lands, fountains and gullies with about 300 km<sup>2</sup>. In the past 50 years, twelve reservoirs were built in Manasi River wetland that formed a large-scale cluster of wetland reservoirs with storage capacity of  $5.83 \times 10^8$  m<sup>3</sup>. The paper discusses the powerful function of the cluster of wetland reservoirs on the eco-environmental protection are discussed. The results show that: (1) wetland reservoirs can control wetland degeneration and spring water overflow; (2) wetland reservoirs can store floodwater and winter to prevent flood, drought and desertification so that keep ecological system balance of wetland; (3) uncoordinated contradiction between agricultural water use and ecological water demand can be resolved under the adjustable function of wetland reservoirs; (4) wetland reservoirs has effective capability to keep biological diversity. It is undoubtedly an ecological engineering in inland river valley.

**Key words:** arid areas; inland river; eco-environment; cluster of wetland reservoirs

玛纳斯河(简称玛河)流域是典型的干旱内陆河流域, 降水稀少, 蒸发量大, 生态环境十分脆弱。水是制约生态环境变化的关键因子。由于干旱内陆地区水资源的自然分布格局以及多年来水资源的人为开发利用, 形成了集干旱区经济总量和人口总量均占 95% 以上的人工绿洲和部分天然绿洲<sup>[1]</sup>。新疆解放后, 为了充分利用水资源, 扩大灌溉面积, 发展农业生产, 50 多年来共修建了 500 多座水库, 总库容 60 多亿 m<sup>3</sup>。其中 90% 以上是平原水库。由于平原水库土坝较低, 技术性不高, 施工简单, 便于发动群众施工, 投资省, 收效快, 所以一直是水利建设中一个重要的组成部分。但因平原水库蓄水水深较浅, 面积大, 蒸发、渗漏大, 抬高了下游地下水位, 对土壤次生盐渍化带来威胁, 因而一开始就有不同的看法, 甚至遭

到国内外部分专家、学者的反对和非议。至今还有人认为不应该修建平原水库, 应该改修山区水库。我们对玛河流域 50 多年来利用位于泉水溢出带的天然湿地修建的平原水库群, 在流域内水资源开发利用过程中对人工绿洲生态环境建设的作用进行分析研究, 以期探讨在此修建平原水库的生态价值。

### 1 玛纳斯河流域湿地概况

玛河流域地处欧亚大陆腹地, 位于天山北坡中部、准噶尔盆地南缘, 地跨北纬 43°20′~45°12′、东经 85°41′~86°32′, 是一个典型的干旱地区内陆河流域, 流域面积  $2.65 \times 10^4$  km<sup>2</sup><sup>[2]</sup>。流域水系主要由玛纳斯河、塔西河、金沟河、宁家河、

收稿日期: 2005-04-26

基金项目: 国家科技攻关项目(2002BA901A37); 国家高新技术研究发展计划(863 计划)(2002AA2Z4201); 兵团绿洲生态农业重点实验室开放课题(200406)资助

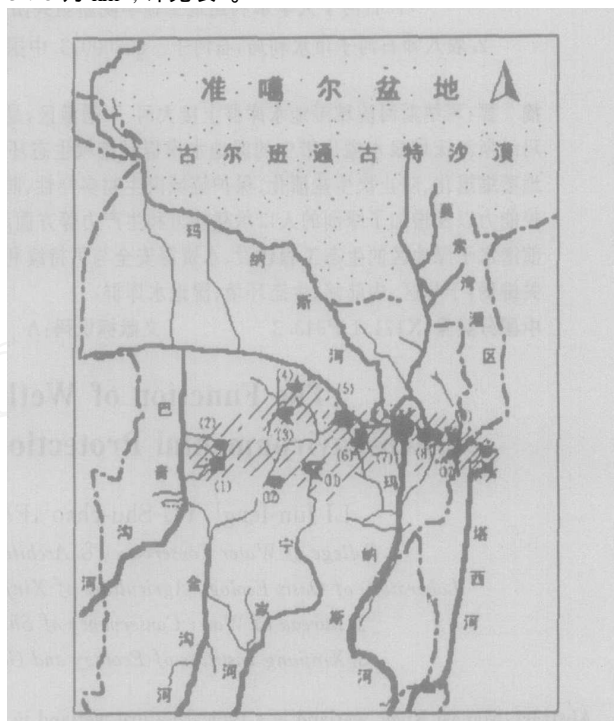
作者简介: 李俊峰(1977-), 男, 讲师, 在读硕士, 主要从事污水治理及生态环境修复等方面的教学科研。

大、小南沟河和巴音沟河等河流构成。玛河源于天山, 终于玛纳斯湖, 全长 324 km, 多年平均径流量  $12.93 \times 10^8 \text{ m}^3$ <sup>[3]</sup>, 源头海拔 5 290 m, 尾部玛纳斯湖海拔仅为 256 m, 海拔 3 600 m 以上终年积雪覆盖, 冰川面积 608 km<sup>2</sup>, 形成的流域高山固体调节水库是径流主要的补给源。整个水系河流出口后, 流速变缓, 泥砂大量堆积, 形成了较平缓的洪积冲积扇。洪积冲积扇以下是一条狭长的泉水溢出带, 东西长约 70 km, 南北宽 3~5 km, 面积约 300 km<sup>2</sup>, 泉水溢出带内分布有蘑菇湖、马昌湖、海子湾等泉水湖泊和一些涝坝、苇塘、沼泽地及湖积黄土洲, 数以千计的溢流泉形成的泉水河、泉水沟如沙湾河、大泉沟、小泉沟等纵横交错穿流其间, 构成了一个典型的干旱地区内陆河天然湿地。泉水溢出带之下是广阔平坦的洪积冲积平原。如图 1。这一区域是主要的农业生产区, 经过几十年的开发建设, 玛纳斯绿洲已被开垦为新疆最大的绿洲农耕区和国内第四大灌溉农业区, 该流域自然环境特点及结构和绿洲社会经济发展在干旱内陆地区均具有典型的代表性。

## 2 湿地水库群建设

建国初期, 新疆生产建设兵团转业军垦战士和当地人们为发展经济, 在流域内进行了大规模的开发建设。人们利用湿地中天然形成的湖泊或洼地为库址先后修建了 12 座平原水库, 形成了一个规模巨大的湿地水库群。修建在玛河湿地内的平原水库不同于一般的平原水库, 它得益于泉水溢出带这一特殊的水文地质条件, 上游冰川融水经河道在重力作用下通过下渗或侧渗的方式补给地下水, 到下游又以泉水或渗流的形式出露, 使得有大量的潜水溢出补给湿地水库群而无渗漏。湿地水库群与湿地融为一体, 成为湿地重要的组成部分。泉水、河水、井水、上游灌溉余水在水库群中汇集得到汇集。它上连大河, 下通人工绿洲, 把一个原来水源单一功能

较弱的静态湿地变成一个水源多样来水泄水可调控功能强大的动态湿地。该湿地水库群的现有总库容为  $5.84 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 总水面面积达 140 km<sup>2</sup>, 系年调节水库群, 灌溉面积 31.5 万 hm<sup>2</sup>, 详见表 1。



1. 安集海 1 库; 2. 安集海 2 库; 3. 洪沟水库; 4. 海子湾水库;  
5. 蘑菇湖水库; 6. 大泉沟水库; 7. 夹河子水库; 8. 跃进水库;  
9. 白土坑水库; 10. 新户坪水库; 11. 卡子湾水库; 12. 献礼水库

图 1 玛纳斯河湿地水库分布图

表 1 玛纳斯河湿地水库群一览表

序号	水库名称	竣工时间	竣工库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	现有库容 /10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup>	水面面积 /km <sup>2</sup>	灌溉面积 /万 hm <sup>2</sup>	引蓄水源	主要灌溉单位
1	白土坑水库	1985	1000	1000	6.7	0.3	玛纳斯河	新湖七场、玛纳斯县北
2	新户坪水库	1972	3000	3000	9.9	1.3	玛纳斯河	新湖七场、玛纳斯县北
3	跃进水库	1959.4	10000	10970	27.9	5.4	玛纳斯河	莫索湾灌区、新湖七场
4	夹河子水库	1967.10	8000	10110	14.7	8	玛纳斯河	莫索湾灌区、下野地灌区
5	大泉沟水库	1955.8	4000	4000	11.0	1.1	玛纳斯河、大、小泉沟	下野地灌区、沙湾县
6	蘑菇湖水库	1959.10	18000	18000	31.2	8	玛纳斯河、沙湾河	下野地灌区、沙湾县
7	海子湾水库	1982	1500	1000	8.0	1.1	沙湾河	沙湾县
8	洪沟水库	1960	1000	1910	5.0	1.2	金沟河	金沟河灌区
9	安集海 1 库	1957	4400	4000	10.0	2.2	巴音沟河	安集海灌区
10	安集海 2 库	1989	1500	3200	8.0	2	巴音沟河	安集海灌区
11	卡子湾水库	1956	450	760	2.0	0.5	金沟河	金沟河灌区、石河子灌区
12	献礼水库	1959	450	400	3.0	0.5	金沟河	金沟河灌区
合计			53300	58350	137.4	31.6		

该水库 1964 年竣工, 1981 年、1982 年两次扩建加固, 1985 年完工。

## 3 湿地水库群对流域生态环境的保护作用

### 3.1 有效地防止了湿地的萎缩退化

原湿地水源单一, 仅为泉水, 主要源于河床渗漏水 and 冲积扇潜水。在流域大规模开发后, 大河来水的 95%~99% 被引入灌区, 河床渗漏水几乎断绝, 冲积扇区潜水又被大量开采使用。据当地水利部门 1990 年的统计, 冲积扇内已有机井 1 732 眼, 自流井 187 眼, 年均开采量  $2.6575 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 占可

现有库容为 2004 年 8 月当地水利部门最新调查的结果。开采量 57.4%, 使湿地内的泉水涌出量大幅度减少。据资料记载, 玛河泉水溢出带的泉水涌出量在上个世纪的 50 年代初为  $3.5 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 1990 年降到了  $2.8 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ , 年均递减  $4.25 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ <sup>[13]</sup>。随着流域水资源开发利用程度的提高, 这种趋势将继续下去, 而湿地水库群建设以后这种局面得到了扭转。以湿地水库群中最大的水库——蘑菇湖水库为例, 它的设计库容为  $1.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 引蓄沙湾河水 (是一条泉水河), 1959 年底竣工, 除在竣工后的第一年即 1960 年蓄水

量达到  $1.798 \times 10^8 \text{ m}^3$  外, 以后多年只能蓄到  $1.1 \times 10^8 \text{ m}^3 \sim 1.5 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。其主要原因就是因沙湾河为泉水河, 水量受到上游河道治理及渠道防渗的影响, 流量逐年减少, 直到玛河引洪渠建成后, 蓄水量才逐渐达到设计库容<sup>[3]</sup>。由此可见, 若不是在湿地水库群把河水引入湿地, 湿地早已萎缩退化。

### 3.2 有效地防止了流域内的次生盐渍化

实践证明, 湿地水库群的建设是可以解决平原水库下游地下水位抬高后土壤次生盐渍化的问题。在水库蓄水初期, 由于渠系渗漏, 土地不平整, 土壤和地下水中的含盐量均比较高, 再加上灌溉不良和农业技术跟不上, 致使部分灌区发生土壤次生盐渍化。通过 50 多年的生产实践, 已摸索出渠道防渗、平整土地、精量灌溉、竖井排灌、种植护田林带、拉沙改土、草田轮作、种植苜蓿等综合改良措施, 已收到良好效果。针对水库群周边土壤次生盐渍化的问题可在坝后挖较深的排水渠, 将水排走, 配合坝后植树造林、生物排水, 效果是好的。随着水库群蓄水高水位的压力, 下游地下水不断淡化, 变成了可以灌溉的水加以利用, 在水库群周边都有较丰富的地下水资源, 在其四周和下游打井抽水灌溉, 对改善水库四周的生态环境, 效果更为显著。大泉沟、蘑菇湖水库之间, 建库以后初期地下水位抬高, 土壤含盐较高, 很难利用, 后来通过竖井抽水(一部分抽水入库, 有的直接灌溉)现在变成了良田, 大泉沟水库还成为了石河子的旅游景点。

### 3.3 有效地保护了流域内的生物多样性

玛河流域的天然湿地不同于国内一些发展和保护较完备的大型湿地。它位于泉水溢出带, 地质结构特殊, 面积仅约  $300 \text{ km}^2$ , 湿地内生长有沼泽植物、草甸植物和盐生植物等多种植物, 生活着大量的水生、陆生动物, 构成了具有生物多样性的湿地生态系统。它南依天山, 北临准噶尔盆地的古尔班通古特沙漠, 土壤沙漠化一直威胁着湿地。因此, 湿地内水资源的蓄涵量就成为了湿地发挥功能的关键因子。而湿地水库群的建设保证了湿地内水资源的蓄涵量, 为保护流域内生物多样性提供了条件。在海拔  $257 \sim 260 \text{ m}$  的湖积平原是温带沼泽盐土带, 该区域接纳水陆两相的营养物质, 具有很高的天然肥力, 生长着大量盐沼植被, 被认为是生物多样性的关键区域, 植物资源中纤维植物芦苇较为丰富, 沼泽湿地生物量变化曲线呈单峰值, 地下生物量与地上生物量之比约为 4

1~6。1, 沼泽草滩和浅水域生长着大量的水生植物和软体动物, 为鸟禽越冬、繁殖提供了充足的食物。湿地水库上游群水系发达, 库内蓄积大量的水源, 使草地沼泽中饵料生物量丰富, 为鱼类产卵和索饵提供了优良的条件。据当地渔业部门统计, 截止目前, 流域内发展养殖水面达到  $3366.7 \text{ hm}^2$ , 其中池塘水面  $1020 \text{ hm}^2$ , 水库水面  $2346.7 \text{ hm}^2$ , 在原有的草、鲤、鲢的基础上先后引进了武昌鱼、罗非鱼、丁桂、南美对虾以及螃蟹等水产品, 现在年产鲜鱼 5000 余 t。

### 3.4 防风固沙, 有效地抵御了荒漠化对绿洲的威胁

在干旱内陆地区, 随着水利工程的建设, 荒漠化和次生盐渍化的治理以及草地的改良与更新, 绿洲的生态环境有了很大的改善, 绿洲的面积在不断的扩大, 而绿洲外的广大区域荒漠化的程度也在不断的增加, 特别是绿洲周边的天然植被的破坏, 使得绿洲置身于外围荒漠的直接威胁之中。玛河湿地水库群的建设有效地抵御了荒漠化对绿洲的威胁。1949 年玛河流域人工绿洲只有  $2 \text{ 万 hm}^2$ , 随着湿地水库群的修建, 农业、林业用水量的到了保证, 经过 50 多年来的建设, 洪积冲积扇平原内的荒地逐渐被开垦, 截止到 2000 年, 全流域

已经发展成为拥有农八师 18 个农牧团场和沙湾县、玛纳斯县的人工绿洲, 人工植被总面积达到  $23.8 \text{ 万 hm}^2$ , 其中, 农作物面积  $22.05 \text{ 万 hm}^2$ , 占人工植被面积的 92.6%。人工林也由 1949 年的  $13.3 \text{ hm}^2$  发展到现在的  $17533 \text{ hm}^2$ , 占人工植被面积的 7.4%。湿地水库群和人工植被的建设增加了空气湿度, 阻挡了风沙的侵袭, 很大程度上改善了干旱内陆流域的小气候, 起到了防风固沙的作用。同时, 人工植被特别是人工林还能保土固沙, 防止土壤沙化, 有效地遏制了土壤沙化的威胁。

### 3.5 有效抵御了洪、旱灾害的威胁

由于玛河水系源头高山冰川面积大, 水资源固体储量大, 故水系多年径流量变化不大, 但是冰川融水径流量占到水系年径流量的 34.9%<sup>[3]</sup>, 径流年内分配极不均匀, 每年 5 月后气温回升, 冰川融水径流不断增大, 7、8 两月的融水径流最大, 占全年径流量的 68%。同时, 7、8 两月也是一年中降雨量非常集中的月份, 一年中 52% 以上的年降水量都集中在 7、8 两个月, 这就使得一年内月最大径流与月最小径流相差 12 倍之多<sup>[2]</sup>。建国初期, 由于在玛河流域中、上游未形成水库群调节水资源, 下游灌区频繁发生严重的旱情和洪灾, 自在湿地水库群建成之后, 洪水得到了拦蓄和调节, 有效地抵御了旱情和洪灾。值得一提的是 1980 年 7 月 27 日, 玛河晴天暴发洪水, 据洪沟站抢测流量为  $649 \text{ m}^3/\text{s}$ , 但洪沟水文人员及时传讯, 防洪办指挥得当, 充分利用水库群的调蓄, 化险为夷, 未造成重大经济损失。详见表 2。截止目前, 流域内完成渠道引水工程  $20255.35 \text{ km}$ , 流域内四条主要的河流玛河、宁家河、金沟河以及巴音沟河多年河水平均径流量为  $19.91 \times 10^8 \text{ m}^3$  ( $P=50\%$ ), 各河流渠首平均引水率达 69%, 引水能力  $217 \text{ m}^3/\text{s}$ , 泉水、河水、井水、上游灌溉余水、冬闲水(泉水)在湿地水库群中汇集, 极大的缓解了洪灾、旱灾对下游工农业生产的威胁。

### 3.6 加强了湿地调控能力

玛河湿地的水库群拥有  $5.84 \times 10^8 \text{ m}^3$  的现有库容, 占断面来水量的 33%~38%<sup>[3]</sup>, 是一个具有良好调节能力的年调节性水库群体。通过该水库群拦蓄和调节的年水量为  $32.36 \times 10^8 \text{ m}^3 \sim 34.11 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 占流域内总供水量(含河水、泉水、库水和井水)的 80%~85%。该湿地水库群控制着占玛河流域灌区面积 70% 以上的土地用水<sup>[2]</sup>。不难看出, 玛河湿地水库群改变了河流自然来水过程与农业需水不相适应的状况, 具有很强的调节功能, 调节了灌溉用水, 是玛河流域供水系统中最主要、保证率最高的供水水源。兴建湿地水库群有效地解决了流域内农业用水和大河来水之间不协调的矛盾, 在为人工绿洲的可持续发展和生态保护方面提供了有力的支持。

### 3.7 增加了绿洲的人口承载能力和生产力

随着流域经济的发展, 流域内人畜、工、农、牧、渔业的生产、生活用水量日益增加, 一个纵横交错的渠网和湿地水库群组成的人工绿洲水利系统已经建立起来, 它不仅促使流域内的工农业得到了发展, 同时也大幅度增加了绿洲对人口的承载能力。1978 年联合国沙漠化国际会议确定的干旱区土地合理人口容量密度为  $7 \text{ 人}/\text{km}^2$ , 半干旱区土地合理人口容量密度为  $20 \text{ 人}/\text{km}^2$ 。1950 年流域总人口为 1.02 万人, 到 2000 年仅农八师石河子市的人口就增加到 59.4 万人, 人口容量密度达到  $23 \text{ 人}/\text{km}^2$ , 远远超过了合理人口容量的范围, 而且, 流域人口又主要分布在以水源地为中心的绿洲上, 这更加增大了人口对绿洲环境的压力。人口超载的直接后果

将导致生态环境恶化、人均占有耕地下降、经济发展乏力。玛河流域湿地水库群充分发挥了蓄水、调水的功能,保证了绿洲发展对水源的要求,改善了区域小环境,发展了灌溉农业,提高了生产力。截止到 2000 年,流域中仅农八师石河子市的

国内生产总值 46.2 亿元(现值),工业总产值 35.32 亿元,农业总产值 29.16 亿元,牲畜年末存栏头数 50.50 万只,粮食总产量 14.36 万 t。

表 2 湿地水库群形成前后玛纳斯流域洪、旱灾害一览表

水库群	时间	灾害类型	发生地	所在河流	洪峰流量/ ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )	灾害损失	特征描述
水库群形成以前	1957-07-07	洪灾	西岸大渠	玛河	420-460	作物受灾面积 369.3 $\text{hm}^2$	40 km 西岸大渠决口 3 处
	1959	洪灾	143 团	宁家河	—	一个连队房屋全毁,损失严重	—
	1961	旱灾	各灌区	—	—	农作物累计受灾 35.348 $\text{hm}^2$	贫水年偏枯,干旱严重
	1962 年春	旱灾	玛纳斯县	—	—	733.3 $\text{hm}^2$ 小麦受旱	春旱抢播,补水不足
	1962-08	洪水	玛纳斯河	玛河	400	未造成重大损失	洪峰持续 25 h,抢险 3 d
	1965-05	旱灾	沙湾县	—	—	全县 75% 水稻、玉米受害	—
	1966-07-28	洪水	玛河	玛河	773	—	暴雨融雪型特大洪水
	1967-07-17	洪水	巴音沟河	巴音沟河	325	3 人死亡,测桥缆绳冲断折翻	暴雨融雪型特大洪水
	1961-07	洪水	黑山西戈壁	巴音沟河	30	冲毁引水渠、防洪渡槽	暴雨持续 35 min
水库群形成以后	1977-03	洪水	乌拉乌苏	宁家河	167	冲毁农田 1.620.7 $\text{hm}^2$	融雪型春洪,历时 17.5 d
	1980-07-27	洪水	玛河	玛河	649	未造成重大损失	晴天暴发洪水
	1982-06-29	暴雨	塔西河山区	塔西河	6	未造成重大损失	—
	1983-04-06	旱灾	玛河上游	玛河	—	棉花受损,复播 2~3 次	—
	1984 年春	春洪	中低山区	宁家河	—	淹没乌伊公路,冲毁农田水利设施	中低山区积雪消融,从东、西、中三路汇流
	1985-03-04	春洪	143 团	宁家河	216	冲毁农田 947.5 $\text{hm}^2$ ,经济损失 155.9 万元	中低山区积雪消融,从东、西、中三路汇流,30 年罕见
	1996-07-09-07-31	洪水	玛河	玛河	735 和 746.65	破坏极大,直接经济损失 1.05 亿元	高温融雪与降水叠加,各河流同时出现洪峰,持续 23 d
	1999-07-08	洪水	石河子垦区、沙湾县	玛河	1095	直接经济损失达 13 亿元	暴雨融雪型特大洪水,创历史之最

#### 4 结 语

对于干旱内陆河流域,水资源以及因水造成的十分脆弱的生态环境是社会经济发展的最大制约因素之一。因此,就必须把水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护和综合治理综合起来全面考虑,这才是解决干旱内陆河流域经济发展和生态环境问题的根本途径。玛河流域是典型的干旱内陆河流域,在开发利用高山融水径流水资源向盆地汇流的过程中,充分合理地利用玛河湿地(泉水溢出带)这一有利的水文地质条件,以湿地中的湖泊、洼地为库址,修建多个平原水库,形成与湿地融为一体的湿地水库群,它上

接大河、下通灌区,把一个原来水源单一、功能较弱的静态湿地变成了水源众多、功能综合、有利于生态保护的动态湿地。使该湿地水库群成为了玛河流域供水系统中最主要、保证率最高的供水水源。在防止湿地萎缩退化、防止次生盐渍化、保护流域内生物多样性、防风固沙、防止土壤沙化、抵御洪、旱灾害威胁、加强湿地调控能力以及增加了绿洲的人口承载能力和生产力等方面起到了很好的保护作用。结果证明,在此修建平原水库是必要的,也是非常成功的。玛河湿地水库群工程成功的建设,为干旱区山前潜水平原地区的生态工程建设、水资源安全与可持续利用提供了一种良好的示范。

#### 参考文献:

- [1] 申元村,汪久文,等.中国绿洲[M].河南大学出版社,2000,7-24
- [2] 新疆维吾尔自治区水利厅,新疆水利学会.新疆河流水文水资源[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999,12-54
- [3] 新疆生产建设兵团水利志编纂领导小组.新疆生产建设兵团水利志[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1997,7-81
- [4] 杨小柳,等.新疆经济发展与水资源合理配置及承载力研究[M].郑州:黄河水利出版社,2003,98-113
- [5] 刘昌明.北地区水资源配置生态环境建设与可持续发展战略研究:生态环境卷[M].北京:科学出版社,2004,1-34
- [6] 康尔泗,程国栋,董增川.中国干旱区冰雪水资源与出山径流[M].北京:科学出版社,2002,181-207
- [7] 张军民.新疆玛纳斯河流域水资源开发的生态意义研究[J].中国人口·资源与环境,2002,12(5):85-87
- [8] 王根绪.中国干旱区水资源利用及其生态环境问题[J].自然资源学报,1999,14(2):109-116
- [9] 周兴伟.新疆绿洲的灾害及减灾措施[J].自然灾害学报,1994,3(4):77-84
- [10] YU Shu-chao. Evaluation on Ecological Engineering Construction of MaNaSi River Valley Wetland[A]. "4890-39" Ecosystems Dynamics, Ecosystem-Society Interactions, and Remote Sensing Applications for Semi-Arid and Arid Land[C]. Hangzhou, 2002, 702-707.
- [11] 刘昌明.中国地理学会水文专业委员会第七次全国水文学术会议文集:21 世纪中国水文科学研究的新问题新技术和新方法[C].北京:科学出版社,2001,96-104
- [12] 张道军,等.流域生态环境可持续发展论[M].郑州:黄河水利出版社,2001,12-30
- [13] 颜承渠.刍议新疆的平原水库[J].新疆农垦科技,2001,(5):32-33