

## 黄河首曲重大生态功能区护岸林建设问题探讨<sup>\*</sup>

陈文业<sup>1</sup>, 戚登臣<sup>1</sup>, 郑华平<sup>2</sup>, 李广宇<sup>1</sup>, 刘正恒<sup>3</sup>, 宗文杰<sup>3</sup>, 杨鑫光<sup>1</sup>, 陈炜青<sup>1</sup>, 王芳<sup>1</sup>

(1. 甘肃省林业科学研究院, 兰州 730020; 2. 甘肃省科技厅, 兰州 730030; 3. 甘肃省玛曲县草原总站, 甘肃 玛曲 747300)

**摘 要:** 分析了河岸防护林改变区域小气候、巩固河岸、保持水土、防风固沙、改良土壤、湿地保护、提供饲料、薪材和增加收入、提高畜牧业生产力、丰富和改善高寒区景观等作用, 系统阐述了加强河岸防护林建设的重要性, 针对性地提出了河岸防护林树种组成单一、体系结构不够完整、自然因素恶劣等护岸林建设问题, 并提出了进一步发展建设的对策, 在黄河首曲重大生态功能区的环境建设中加强黄河护岸林建设, 对于黄河首曲生态环境的治理、恢复、重建和改善具有十分重要的意义。

**关键词:** 黄河首曲; 护岸林; 生态功能; 玛曲

中图分类号: S727.26

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2008)06-0210-05

## Discussion of Protective Forest Construction Question in Yellow River First Meander Significant Ecology Function Area

CHEN Wenye<sup>1</sup>, QI Dengchen<sup>1</sup>, ZHEN Huaping<sup>2</sup>, LI Guangyu<sup>1</sup>, LIU Zhengheng<sup>3</sup>,  
ZONG Weirjie<sup>3</sup>, YANG Xirguang<sup>1</sup>, CHEN Weiqing<sup>1</sup>, WANG Fang<sup>1</sup>

(1. Gansu Forestry Science and Technology Research Academy, Lanzhou 730020, China; 2. Gansu Province Science and Technology Hall, Lanzhou 730030, China; 3. Gansu Maqu County Grassland Station, Maqu, Gansu 747300, China)

**Abstract:** This paper carried on a comprehensive scientific analysis on the river bank protective forest which has been able to change the region microclimate, to consolidate river bank, to maintain the soil and water, the windproof solid sand, to improve soil, to protect the wetland, to provide the feed, the kindling wood and income increase, to enhance the animal husbandry productive forces, to enrich and improve functions in high cold area landscape and so on. The importance of strengthening the river bank protective forest construction is elaborated and pointed out some questions such as the structure of the system are far from complete, the worst natural factors, bank protection ideology has been ignored and so on. Thus takes seriously from the thought that propagandizes vigorously, starts and organizes the populace afforestation fully. The countermeasures of tree seed choice, protective tree belt system distribution, river bank protective forests built and so on is discussed for further construction development. Strengthening the embankment construction of the Yellow River Forest has a great significance for environment management, rehabilitation, reconstruction and improvement in the first meander Yellow River area.

**Key words:** first meander of Yellow River area; protective forest; ecology function; Maqu

玛曲县位于青藏高原东端的甘、青、川三省交界处, 地理坐标为东经  $100^{\circ}45'45'' - 102^{\circ}29'00''$ , 北纬  $33^{\circ}06'30'' - 34^{\circ}30'15''$ , 全县总面积为  $10\,190.80\text{ km}^2$ , 黄河自东、南、北三面环绕玛曲县, 形成“九曲黄河”第一湾, 境内干流流程  $433.3\text{ km}$ , 流域面积  $9\,590\text{ km}^2$ , 占玛曲全县总面积的  $94.1\%$ , 有黄河首曲之称, 是黄河径流主要汇集区, 也是黄河上游至源头的重要水源涵养区, 具有特殊的生态保护功能。玛曲黄河干流入境径流量  $38.91\text{ 亿 m}^3$ , 出境流量  $147\text{ 亿 m}^3$ , 黄河的水量在玛曲段的径流量增加  $108.1\text{ 亿 m}^3$ , 占黄河源区总径流量  $184.13\text{ 亿 m}^3$  的  $58.7\%$ <sup>[1]</sup>, 甘南境内补给黄河的水量达

$45\%$ , 黄河首曲流域是黄河的“蓄水池”<sup>[2]</sup>。但长期以来, 由于自然因素和人为因素的共同作用导致了玛曲草地不断退化, 出现了地表裸露的“黑土滩”和流动沙丘景观, 草原鼠害猖獗, 场承载力下降, 荒漠化土地面积不断扩大, 湖泊和湿地面积缩小, 水源涵养功能减弱<sup>[9-19]</sup>。玛曲独特的地理环境造就了高寒地区独一无二的高寒森林、灌丛、草甸、草原、荒漠、“黑土滩”等各类生态系统, 是黄河流域的生态前沿和重要生态屏障, 其生态环境状况对于黄河中、下游地区的生态安全有着跨区域性影响。关于黄河首曲重大生态功能区生态建设成为近年来的一个研究热点。

<sup>\*</sup> 收稿日期: 2008-04-02

基金项目: 甘肃省科技重大攻关项目 (2GS063-A31-010) 资助

作者简介: 陈文业 (1978-), 男, 甘肃白银人, 助理研究员, 学士, 主要从事生态恢复研究。E-mail: gschwy@163.com

黄河护岸林是以改善草场微域气候, 增加牧草产量, 改善牧草质量, 提高草场生产力和稳定性, 并提供一定量的木材、燃料、饲料的草原生态经济系统的重要组成部分<sup>[3]</sup>。国内外关于对农田防护林和草场防护林研究比较多<sup>[4-8]</sup>, 由于黄河上游特殊的地理位置, 关于黄河上游护岸林建设方面的研究国内外鲜见报道, 本研究为黄河上游护岸林体系和生态建设研究提供依据。

1 河岸防护林的地位和作用

1.1 改善区域小气候

分析了玛曲近 36 a 来平均温度、年平均最高温、年平均最低温、年平均干燥度指数的变化趋势(图 1), 结果表明, 玛曲草原的各种温度要素的变化趋势同全球气候变暖的趋势一致。1970 年以来, 各种温度要素显著升高, 平均温度、年平均干燥指数、平均最高温、平均最低温 70 年代分别为 1.13℃, 2.74℃, 8.82℃, -5.27℃, 2000-2005 年分别为 2.28℃, 2.82, 9.42℃, -3.48℃, 分别增加了 101.40%, 2.92%, 6.92%, 33.97%, 其中平均温度和平均最低温度增加最快, 平均温度和平均最低温度升高影响该地区的年平均降水量、蒸发量。年均大风日数从 20 世纪 80 年代的 24.0 d 升至目前的 25.7 d, 全县的气候特点开始从干冷、大风向干暖型转化。

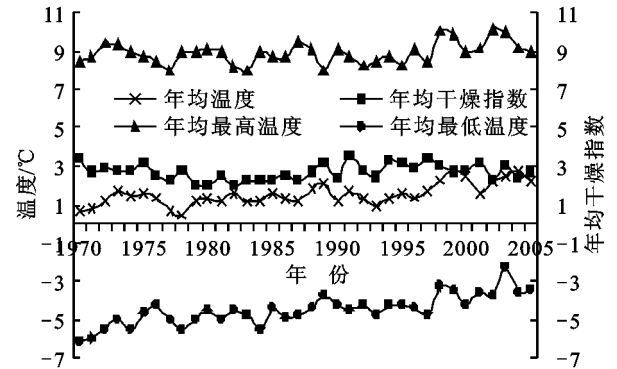


图 1 玛曲气温变化

从玛曲近 30 a 来年降水量和蒸发量变化情况来看(图 2), 近 30 a 来玛曲降水总的趋势是减少的, 蒸发量增加。70 年代年均降水为 630 mm, 年均蒸发量为 1 360.0 mm, 年均降水量和年均蒸发量之差为 -730 mm, 90 年代年均降水量为 584.5 mm, 年均蒸发量为 1 413.0 mm, 年均降水量和年均蒸发量之差为 -828.5 mm。

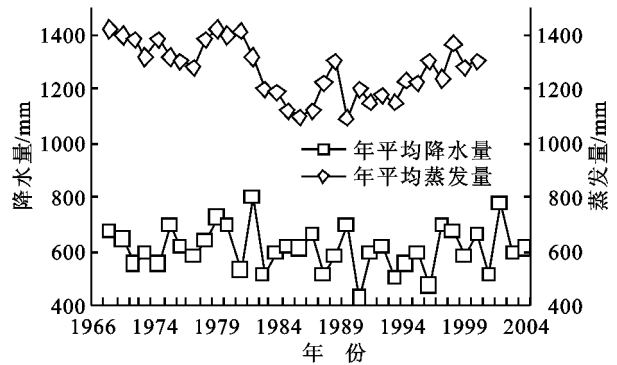


图 2 玛曲年平均降水量

营造护岸林后, 由于气流受到护岸林林冠层和树干的阻挡以及枝叶的碰撞, 导致气流结构的破坏和能量的削减, 因此有效降低防护区域内草地的风速, 减少草地的蒸发量, 提高草地空气湿度, 较旷野地温提高 1~2℃, 相对湿度平均增加 3.96%~10%, 土壤含水量增加 2%~4%, 高者可达 25%, 日蒸发量减少 25%~54%<sup>[22-23]</sup>。无霜期延长 1 周左右, 冬春可给草牧场增加大量积雪, 尤其灌丛内及背风处积雪更加明显, 使土壤水分显著提高<sup>[24]</sup>。

1.2 巩固河岸、保持水土

由于玛曲县境内的黄河干支流长期缺乏治理, 受水蚀、风蚀、重力侵蚀的影响, 水土流失呈纵深发展之势。近 20 a 来, 水土流失面积由 22.1 万  $\text{hm}^2$  扩大至 30.7 万  $\text{hm}^2$ 。据黄河上游吉迈水文站 21 a 的实测资料表明, 多年平均径流量为 38.6 亿  $\text{m}^3$ , 最大日平均输沙率为 1 060  $\text{kg/s}$ , 输沙量为 242 万 t, 多年平均输沙量为 105 万 t。最大日含沙量为 4.92  $\text{kg/m}^3$ , 多年平均含沙量为 0.24  $\text{kg/m}^3$ , 严重危及下游水库和水电站的安全。

各种护岸林业模式中根系发达、密集、生长期长, 抗逆性强, 防止河岸坍塌, 树冠、地表植物、枯枝落叶、腐殖质(高效蓄水物质)及其植物根系(尤其是灌木的发达根系, 可超过地上部分几倍至几十倍)成为降低水土流失的高效“阻尼”层(约 1~2 m 厚), 有效地保护了草地水土。

1.3 防风固沙

据玛曲县历史调查, 在 20 世纪 50 年代该县还没有土地沙漠化现象发生, 到 60 年代开始有零星沙漠化土地和小沙丘出现。此后, 随着草地的退化, 沙漠化面积逐渐扩大, 且发展速度越来越快(图 3)。80 年代该县沙化总面积为 1 440  $\text{hm}^2$ , 而到 2005 年草场退化面积达 74.7 万  $\text{hm}^2$ , 占全县可利用草场面积的 89.96%, 其中重度退化草场面积达 33.07 万  $\text{hm}^2$ , 占全县可利用草场面积的 39.84%。生态按这样的速度恶化下去, 甘南高原乃至青藏高原东部将成为我国第四大沙尘源<sup>[33]</sup>。

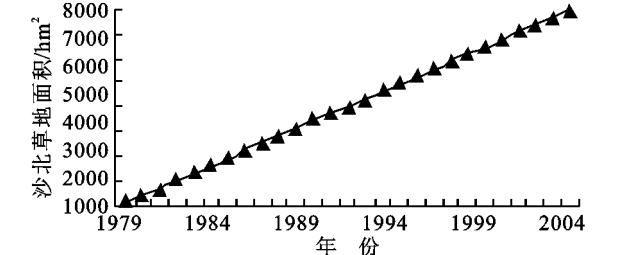


图 3 玛曲沙化草地面积变化

河岸防护林相当于高立式沙障, 增加了地面的粗糙度, 有效地降低了风速, 在林带的背风面树高 25 倍范围内平均降低风速 34.1%, 灌木饲料林下垫面风速一般降低 30% 左右, 灌丛基部机械积沙作用显著。丛内往往均匀地积聚 10~20 cm 的粉细沙被层<sup>[25]</sup>。

1.4 改良土壤、湿地保护

随着草地的退化程度加剧, 土壤理化性状恶化, 草地粗有机质含量降为 4%, 其中土壤有机质、速效磷和速效钾的含量以及土壤坚实度、湿度都减小, 土壤容重增加, 黏粒很

少,易遭受风蚀,漏水漏肥,缺乏养分,土壤速效氮含量在极度退化阶段不能满足植物生长需要,有机质含量 $< 1\%$ <sup>[28]</sup>。

营造护岸林后,由于林带削弱风速,控制风蚀,减少了草地土壤养分的无效输出,使有机质等营养物质稳定在草地系统中,防护林还可使随风挟带漂移的细粒、养分截留沉降在其防护区域内,同时树木可利用土壤深层养分,并通过枯枝落叶和牲畜粪便(枝、叶等饲草之转换)等方式将养分带到土壤表层,因此能有效改善草地土壤结构,增加营养物质,从而有利于浅根系牧草利用。林网保护的草地比无林网保护的草地中沙比重下降了21.9%,而粉沙比重比无林网保护的草地增加了3.7倍,土壤有机质提高了45.2%,细、粗粉沙和物理黏粒则分别提高9.3%和4.1%,土壤孔隙度和持水量平均值分别较旷野对照区提高4.6%和7.9%;土壤比重和容重降低0.14~0.26 g/cm<sup>3</sup><sup>[26-27]</sup>。

### 1.5 提供饲料、薪材和增加收入

对于极度和重度沙化不可恢复的草地,要“变废为宝”建立多年生灌草结合人工草地,使其变为高寒草地畜牧业的供应基地。护岸林营造后,合理的开发利用,树木提供的木材和薪材解决了牧区木材和薪炭短缺之苦,有因木本饲料与草本饲料相比,有独特的适用性,木本饲料冬季处于休眠状态,不干枯,在黑灾之期食用枝条,其营养和水分含量比草本牧草要高,有效地提高了牲畜的抗灾能力。木本早春枝叶距地面较高,且返青早,牲畜可直接采食,草本牧草为地面芽或地下芽植物,早春返青不宜牲畜啃食,木本饲料林不易被大雪埋盖,对牲畜渡过白灾,降低损失也有显著作用。灌木的深加工利用为牲畜提供充足的饲草饲料源,柳灌林枝条的编织加工,枝干加工成牧用品,使得牧区加工业和手工业得以发展,增加了农牧民的收入。

### 1.6 提高畜牧业生产力

护岸林业在改善区域小气候、巩固河岸、保持水土、防风固沙、改良土壤、提供饲料等方面有重要作用,从而间接地提高了畜牧业的生产力,草地产量、草群高度、草群密度明显提高,而且家畜喜食的禾本科草类显著增加,草的产量提高360.9 kg/hm<sup>2</sup>,牧草高度和密度分别增加了11.56 cm和23.36株/m<sup>2</sup>、优良牧草的占有率提高4.67%,因此草地生产力得到较大的提高,而且草质得到改善,牧草中可供消化的蛋白质和胡萝卜素的含量增加两倍,脂肪、淀粉和糖的含量增加2%~3%,营养期的牧草磷和粗蛋白含量分别提高0.012%和1.365%,无氮浸出物含量降低2.025%,牧场质量得到改善,草场生物量和能量分别增加131.5 kg/hm<sup>2</sup>和741.4 kg/hm<sup>2</sup>,提高了草场生产力<sup>[29,31]</sup>,林内同时种植优质牧草建立人工草地,可成为优质、高效的刈草场,为当地提供冬贮饲草,灌木饲料林地上部分干物质达5 000~5 500 kg/hm<sup>2</sup>,灌草生物量比一般为1:0~1:0.5,自然饲用率40%~55%<sup>[24]</sup>。防护林可提高载畜量15%~20%,增加产肉量12%~18%,提高幼畜成活率和保存率10%~15%,提高绵羊剪毛量9%~12%<sup>[30]</sup>。

### 1.7 丰富和改善高寒区景观

护岸林的建设,是黄河沿岸到处林木遮蔽,改变了高寒区景观的单一化、平面化,形成多层次的立体复合景观,进一

步加深了玛曲“羌中畜牧甲天下”、水草丰美、牛羊肥壮的总体形象,是“亚洲第一优良牧场”的景观象征。

## 2 加强河岸防护林建设的重要性

玛曲县沙化草地的空间分布主要呈现沿黄河带状分布和局部集中连片的特征<sup>[20]</sup>。沿黄河带状分布主要是分布在黄河沿岸洪积冲积滩地和黄河阶地上,黄河在玛曲县总流程有433 km,目前,有沙化草地分布的黄河沿岸长度已达186.12 km,沙化区长度占到了境内黄河总长度的43%,集中连片分布特征主要有2个较为集中的分布区,一是位于以县城为中心,东西长约30 km,县城以南20 km的范围内,有沙化草地5 039.91 hm<sup>2</sup>;二是位于县城以东7~20 km,以南20~40 km的范围内,有沙化草地1 711.74 hm<sup>2</sup>,沙化土地涉及到的黄河长度为84.71 km。此外,在县区西北部的黄河谷地和较宽阔的黄河旧河床上,沙化草地呈不连续块状零散分布,面积约356.88 hm<sup>2</sup>,类型以流动沙丘为主,涉及到的黄河长度为52.10 km<sup>[21]</sup>。

自首次文献报道玛曲草原沙化现象至今,玛曲的草地沙化就一直处在不断的扩展之中。在20世纪50年代该县还没有土地沙漠化现象发生,到60年代始有零星沙漠化和小沙丘出现,至今沙漠化面积不断增加,且发展速度越来越快,已由零星沙化发展为局部集中连片、高大流动沙丘演变<sup>[11]</sup>,经过多年研究表明,在极度、重度沙化草地治理中,必须灌木先行,然后灌草结合的模式比较成功,单一种草很难成功,据“十五”国家科技攻关《四川阿坝退化草原治理技术与示范》项目有关资料,防护林在退化草原治理中起了极其重要的作用。高寒灌丛由1986年的765.6 km<sup>2</sup>减到2006年的759.2 km<sup>2</sup>,近20 a来至少减少了6.3%。在这种情况下,只有加强护岸林建设,因地制宜,充分利用退化、沙化草地,提高土地利用效率,这是对黄河源区草地的治理、恢复、重建及提高草地生产力和持续利用的有效途径之一。

## 3 河岸防护林的现状和问题

### 3.1 现状

根据玛曲县森林分类区划界定技术报告,全县有林面积79 428.0 km<sup>2</sup>,其中有林地571.1 km<sup>2</sup>、疏林地141.8 km<sup>2</sup>、灌木林地75 761.7 km<sup>2</sup>、宜林地2 953.4 km<sup>2</sup>。水源涵养林72 789.6 km<sup>2</sup>、水土保持林1 629.4 km<sup>2</sup>、牧场防护林2 281.4 km<sup>2</sup>、护岸林2 727.6 km<sup>2</sup>(甘肃省林业调查规划院,2004)。主要以千里香杜鹃、金露梅、小叶杜鹃、高山绣线菊、沙棘和山生柳为主,主要分布在欧拉、采日玛、齐哈玛、曼日玛、阿万仓等乡的黄河沿岸以及河谷低地水溪<sup>[32]</sup>。

### 3.2 树种组成单一

由于黄河上游自然条件的严酷性使得该区适生树种少,主要以山生柳、沙棘、高山绣线菊、金露梅为主,形成盖度在30%以下,郁闭度为0.1~0.3的稀疏灌丛,高山柳是青藏高原特有树种,具有低温、风大、干燥、长期积雪等气候特点,在严酷的环境压力下,具有适应强、速生等特点,并且易于成林,因而可以早期发挥防护效益,具有其它树种无法替代的

作用。树种过于单纯,缺乏对危险性病虫害具有抗性的树种,影响到林带的生物学稳定性,生物多样性处于较低水平,无法形成较长的食物链,不能使各物种处于相互制约的平衡稳定状态,害虫常暴发成灾,因而防岸林存在着毁灭性的潜在危险。

3.3 体系结构不够完整

目前,在黄河上游玛曲县,护岸林还很不完善。许多能够用来植树造林的地段还没有利用起来,林带很不整齐,缺株断带的现象比较普遍,在玛曲县黄河沿岸,因为严重的草场退化,已经出现了大面积的连片流动沙丘。目前沿黄河的草场仅大型沙化点就有 36 处,并已经出现了 220 km 的流动沙丘带<sup>[31]</sup>,在这一沿线,树木几乎没有,影响到护岸林效益的发挥。

3.4 自然因素恶劣

由于玛曲县特殊的地理位置,使得其自然环境比较严酷,气候以高寒湿润气候为特征,年均气温 1~ 2℃,活动积温 253.6℃,平均风速 7.5 m/s,最大风速 36 m/s,全年大风日数 77.1 d(8 级以上),年日照平均 2 583.9 h,植物生长期短,适应树种比较少,然而可以为树木正常生长提供充分的水分条件。在这种情况下,要进行引种驯化研究。

3.5 思想上有所轻视

玛曲县是一个纯牧业县,牧业是支柱产业,木材经济效益很低,各级干部和牧民对发展护岸林热情不高,现有的护岸林都是自然形成的,无人管护,基本处于自生自灭状态,然而,护岸林在沙化草地治理、恢复和重建方面起着极其重要的作用。这样长期下去,影响玛曲县生态环境的改善。

4 河岸防护林进一步建设发展的对策

4.1 充分发动和组织群众植树造林

在黄河上游生态建设中,要充分认识护岸林在提高森林覆盖率和改善生态环境中的地位和作用,把护岸林作为一项重要的生态建设来抓,不能仅以经济效益来衡量护岸林的价值,应和生态效益和社会效益相结合。各级政府要大力宣传,充分调动广大牧民的积极性,全社会广泛动员,在适宜的造林地,组织群众植树造林。

4.2 树种的选择

树种选择是造林技术的重要环节,对于防岸林的营造具有决定性的意义。所选择的树种尽量是乡土树种,或者来自具有相同气候地区或至少某些气候因子相近似的地区,这主要取决于树种对局部气候和土壤的适应性;在适宜的树种中,应优先选用能迅速达到防护目的的树种,同时考虑其饲料价值和覆被作用;或者进行引种驯化和利用现代生物技术(菌根技术、组织培养技术、基因工程、林木快速繁殖技术等)积极选育新的抗寒抗病虫害的优良品种<sup>[34]</sup>。

4.3 护岸林体系分布

防护林的分布,主要取决于当地的自然地理环境条件和社会经济基础,尤其与当地的土地利用结构密切相关<sup>[35]</sup>。护岸林建设应本着统一规划、合理布局、因地制宜、因害设防、趋利避害、乔灌草结合、网带、疏片兼顾,先易后难、由近及远,以生态效益为主、生态效益与经济效益和社会效益相结合的原则,根据护岸林分布区域和部位及功能,可将护岸林区分为湿地、河滩、风沙区及石质山地防护林等共 4 种类型,如表 1。

表 1 护岸林体系的主要类型及分布

护岸林类型	分布区域和部位	主要功能	树种选择
湿地护岸林	覆水汽低于 3 个月的黄河心滩、河漫滩及一级阶地	蓄水固沙,保护湿地资源	栽植条件比较困难,对树木生长量要求不高,故栽植时没有设置株行距。
河滩护岸林	常年无水,二级或三级阶地及河岸	水土保持、防风固堤	要发挥防风保土的功能,避免河滩与河堤的裸露,保持水土的同时保证了河堤的稳固,必须具有一定的生长量和树高,选择高大树种,株行距较小。
风沙区护岸林	风沙区、沙丘或极度、重度沙化草地	防风固沙	有效防治风沙侵蚀,同时提供牧草,促进当地养殖业的发展,主要选择一些抗干旱、耐寒、耐瘠薄、抗风沙能力强的树种,林草结合,株行距较密。
石质山地护岸林	石质山地	水源涵养	涵养水源,防治水土流失,选取树种相对较丰富,株行距大。

4.4 营造多种树混交林

加强树种的引种造林试验,丰富造林树种,营造多种树混交护岸林,增强林分的稳定性,提高林带的抗病虫害能力。混交方式可以采用株间混交,但主要是带状混交,用株间混交方式营造乔灌草复层混交林。

4.5 加强管理

“三分”造林,“七分”管,高效的管理是黄河护岸林得以长久维持的重要保障,依法加强林业法制建设,走以法治林治草的道路,是保护和恢复草地生态系统的重要措施。要加大《草原法》、《土地管理法》、《环境保护法》、《水土保持法》、

《野生动物保护法》、《森林法》的宣传力度,在不断转变农牧民法制观念,提高对森林、草地资源保护意识的同时,要加大执法监督力度,依法打击乱伐林木等各种破坏生态的违法行为,抵制以牺牲生态环境为代价获取经济发展的短期决策,是保护生态环境的有效保障。

黄河护岸林是黄河生态环境建设的重要组成部分,因此,在黄河首曲重大区生态功能区的环境建设中,加强黄河护岸林建设,不仅关系玛曲的发展,更关系到整个黄河中下游的生态健康,对于黄河首曲生态环境的治理、恢复、重建和改善具有十分重要的意义。

## 参考文献:

- [1] 洛桑·灵智多杰. 青藏高原甘南生态经济示范区研究[M]. 兰州: 甘肃科技出版社, 2005.
- [2] 姚玉璧, 王润元, 尹东, 等. 黄河首曲草地气候变化及生态效应[J]. 冰川冻土, 2007, 29(4): 570-577.
- [3] 段文标, 陈立新. 草牧场防护林营造技术的研究[J]. 中国沙漠, 2002, 22(2): 214-218.
- [4] 刘淑玲, 吴德东, 周景荣, 等. 草牧场放牧林放牧功能[J]. 东北林业大学学报, 1997, 25(3): 38-44.
- [5] 王葆芳, 王志刚, 江泽平, 等. 干旱区防护林营造方式对沙漠化土地恢复能力的影响研究[J]. 中国沙漠, 2003, 23(3): 236-241.
- [6] 张克斌, 李瑞, 王百田. 高寒绿洲防护林体系防风阻沙效应研究[J]. 中国水土保持科学, 2007, 5(1): 31-34.
- [7] 查同刚, 孙向阳, 于卫平, 等. 宁夏段黄河护岸林体系结构的研究[J]. 北京林业大学学报, 2004, 26(3): 93-96.
- [8] 段文标, 赵雨森, 陈立新. 草牧场防护林综合效益研究综述[J]. 山地学报, 2002, 20(1): 90-96.
- [9] 王根绪, 程国栋. 江河源区的草地资源特征与草地生态变化[J]. 中国沙漠, 2001, 21(2): 101-107.
- [10] 王根绪, 沈永平, 程国栋. 黄河源区生态环境变化与成因分析[J]. 冰川冻土, 2000, 22(3): 200-205.
- [11] 张龙生, 马立鹏. 黄河上游玛曲县土地沙漠化研究[J]. 中国沙漠, 2001, 21(1): 84-87.
- [12] 钱鞠, 王根绪. 黄河上游玛曲县生态环境问题与综合治理对策[J]. 生态学杂志, 2002, 21(3): 69-72.
- [13] 盛海洋, 赵信峰, 陈艳艳. 黄河上游玛曲县土地沙化成因与防治对策[J]. 人民黄河, 2007, 29(3): 3-4.
- [14] 戚登臣, 李广宇, 陈文业, 等. 黄河上游玛曲县天然草场退化现状、成因及治理对策[J]. 中国沙漠, 2006, 26(2): 202-207.
- [15] 王辉, 任继周, 袁宏波. 黄河源区天然草地沙化机理分析研究[J]. 草业学报, 2006, 15(6): 19-25.
- [16] 王静, 尉元明, 宋旭映. 过牧对草地生态系统服务价值的影响: 以甘肃玛曲县为例[J]. 自然资源学报, 2006, 21(1): 109-117.
- [17] 韩海涛, 祝小妮. 气候变化与人类活动对玛曲地区生态环境的影响[J]. 中国沙漠, 2007, 27(4): 608-613.
- [18] 王建宏, 张龙生, 尚立照. 甘肃省沙漠化监测结果[J]. 中国沙漠, 2005, 25(5): 775-779.
- [19] 牛叔文, 曾明明, 刘正广, 等. 黄河上游玛曲生态系统服务价值的估算和生态环境管理的政策设计[J]. 中国人口·资源与环境, 2006, 16(6): 79-84.
- [20] 宋常青, 朱建军. 黄河首曲出现 220 公里流动沙丘带[N]. 中国环境报, 2004-11-15.
- [21] 盛海洋, 杨学俊, 白宪洲, 等. 甘南玛曲县草地沙化遥感监测研究[J]. 水土保持研究, 2007, 14(5): 63-66.
- [22] 向开馥. 东北西部内蒙古东部防护林研究[M]. 哈尔滨: 东北林业大学出版社, 1989: 41-48.
- [23] 萧龙山. “牧场防护林”词条中国百科全书林业卷(上)[M]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [24] 王晓江, 呼和, 段玉玺, 等. 牧用林业对草地畜牧业持续发展的作用[J]. 资源科学, 1998, 20(2): 39-45.
- [25] 王晓江. 三种锦鸡儿灌木积沙量的回归分析. 内蒙古林业科技, 1992(2): 14-17.
- [26] 李会科, 薛智德, 廖超英. 毛乌素沙区牧场防护林效益的研究[J]. 水土保持研究, 1995, 2(2): 136-140.
- [27] 赵宗哲. 农业防护林学[M]. 北京: 中国林业出版社, 1993: 304-307.
- [28] 赵新全, 周华坤. 三江源区生态环境退化、恢复治理及其可持续发展[J]. 科技与社会, 2005, 20(6): 471-476.
- [29] 李会科, 王忠林. 榆林风沙区牧场防护林生态经济效益调查[J]. 陕林业科技, 2000(2): 3-6.
- [30] 周新华. 草牧场防护林对牧草质量和草场生产力影响的评价[J]. 东北林业大学学报, 1990, 18(5): 28-37.
- [31] 陶大. 牧场防护林、疏林草场和三度林业(文献述评)[C]//曹新孙, 内蒙古东部地区风沙干旱综合治理研究(第一集). 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1984: 261-265.
- [32] 陈忠仁. 玛曲县志[M]. 兰州: 甘肃人民出版社, 2000.
- [33] 韩永翔, 奚晓霞, 宋常青, 等. 青藏高原沙尘及其可能的气候意义[J]. 中国沙漠, 2004, 24(5): 588-591.
- [34] 肖龙山, 李一功. 干旱草原与半荒漠毗邻地带的造林[J]. 林业科学, 1981, 17(2): 209-216.
- [35] 朱金兆, 吴斌, 侯小龙. 听水河流域生态经济型防护林体系分布及其主要功能[J]. 北京林业大学学报, 1996, 18(增刊): 120-124.