



玛曲县草原沙化因素及其生态修复技术的研究

尚小生¹, 陈昕^{1*}, 加杨东知¹, 辛小云², 孙志英²

(1. 甘南州草原工作站, 甘肃合作 747000; 2. 夏河县草原工作站, 甘肃夏河 747100)

摘要: 玛曲草原在自然因素、人为因素双重影响下, 沙化草原面积达 5.53×10^4 hm^2 , 草原沙化导致的危害逐渐显露, 植被盖度降低, 天然草原草产量下降, 水源涵养能力减弱, 湿地面积减少, 水土流失加剧, 生物多样性锐减, 生态平衡打破, 经济发展受阻。为此, 本文提出“草灌结合”模式治理沙化草原, 通过鼠荒地治理、灭鼠、整地、施肥、补播和封育等生态措施修复沙化草原; 设置草方格模式治理流动沙丘, 通过沙丘整理、栽植适生灌木、在灌木防风带、草方格内混播搭配草种以及封育禁牧等措施, 修复流动沙丘。两种治理模式的成功试点, 为黄河上游草原生态修复提供依据和参考。

关键词: 玛曲县; 沙化草原; 生态修复

[中图分类号] S8-1

[文献标志码] A

[文章编号] 1004-6704(2025)-02-0128-05

Research on the Factors of Grassland Desertification and Ecological Restoration Technology in Maqu County

SHANG Xiaosheng¹, CHEN Xin^{1*}, Jiayangdongzhi¹, XIN Xiaoyun², SUN Zhiying²

(1. Gannan Grassland Workstation, Hezuo, Gansu 747000, China; 2. Grassland

Workstation in Xiahe County, Xiahe, Gansu 747100, China)

Abstract: Under the dual influence of natural and human factors, the area of desertified grassland in Maqu has reached 5.53×10^4 hm^2 . The hazards caused by grassland desertification gradually have emerged, including decreased vegetation coverage, decreased natural grassland and grass output, weakened water conservation capacity, reduced wetland area, decreased soil erosion intensified, sharp decline in biodiversity, disrupted ecological balance, and hindered economic development. Therefore, this paper proposes a “grass irrigation combination” model to treat desertified grasslands, involving measures such as rodent control, rodent extermination, land preparation, fertilization, re-planting, and enclosure to restore desertified grasslands. Set up a grass grid model to control mobile sand dunes, and restore them through measures such as sand dune sorting, planting suitable shrubs, mixing and planting grass seeds in shrub windbreak zones, grass grid planting, sealing and grazing prohibition. The successful experimental units of two management models provide a basis and reference for the ecological restoration of grasslands in the upper reaches of the Yellow River.

Key words: Maqu county; desertified grassland; ecological restoration

[收稿日期] 2024-03-28

[基金项目] 甘肃省林业和草原局关于下达 2019 年第一批草原植被恢复费的通知(甘林规函[2019]646 号)

[第一作者] 尚小生(1973-), 男, 高级畜牧师, 主要从事草原动态监测、牧草栽培工作。E-mail: 2039440505@qq.com

* [通信作者] 陈昕, E-mail: 2964107345@qq.com

玛曲县位于甘南州西南部, 青藏高原东端, 草原面积 85×10^4 hm^2 , 占土地总面积的 89.5%。天然草原大部分海拔 3 300 m 以上, 气候严寒, 受畜牧业快速发展, 草原生态呈现退化的影响, 退化、沙化、干旱化已影响到草地畜牧业持续发展。本文旨在研究玛曲县草原沙化的成因, 并探讨有效的生态修复技术。研究表明^[1], 玛曲县草原沙化的原因包括自然

因素和人类活动的影响,其中自然因素涉及气候变化、地质结构不稳定、大风频繁以及黄河上游径流量周期性波动等。人类活动主要包括过度放牧、不合理的土地利用和水资源管理。沙化过程导致了草地产草量下降、植被盖度降低,进一步加剧了草地退化。为了有效治理草原沙化,本文提出了一系列生态修复技术,包括植被恢复、土壤改良、水资源管理和生物多样性保护等。这些技术旨在恢复草原生态系统的结构和功能,提高草原的生产力和稳定性,同时促进草原与畜牧业的可持续发展。通过综合应用这些生态修复技术,可以逐步改善玛曲县草原的沙化状况,为当地居民提供更加可持续的生计方式,并为其他类似地区提供参考和借鉴。

1 玛曲县沙化草地概况

1.1 沙化草地现状

据统计,玛曲县沙化草地的空间分布位于 $N^{\circ}33^{\circ}26'30''\sim 34^{\circ}13'00''$, $E^{\circ}101^{\circ}31'45''\sim 102^{\circ}29'00''$ 范围内,呈沿带状分布和局部集中连片的特征,分属齐哈玛、采日玛、曼日玛、尼玛、欧拉、河曲马场 6 个乡镇,总面积 $5.53\times 10^4\text{ hm}^2$,其中流动沙丘 $0.35\times 10^4\text{ hm}^2$,沙化草地 $5.15\times 10^4\text{ hm}^2$ (表 1)^[2]。

表 1 玛曲县沙化草原流、动沙丘面积统计表

Table 1 Statistical table of area of sand dunes and flowing sand dunes in desertified grassland of Maqu county

	总计 /hm ²	沙化草原 /hm ²	流动沙丘 /hm ²
乡镇	5.53×10^4	5.18×10^4	0.35×10^4
齐哈玛乡	0.33×10^4	0.33×10^4	—
采日玛乡	0.20×10^4	0.15×10^4	0.05×10^4
曼日玛乡	1.13×10^4	1.03×10^4	1.03×10^4
欧拉乡	1.67×10^4	1.48×10^4	0.19×10^4
尼玛镇	1.00×10^4	0.99×10^4	0.01×10^4
河曲马场	1.20×10^4	1.20×10^4	—

由于草原退化、沙化,诱发高原鼯鼠、高原鼠兔滋生,主要分布在冬春草场和夏秋草场,以河滩地、向阳避风的冬春草场数量居多,危害较为严重。它们啃食禾本科、蔷薇科、十字花科、紫草科等牧草的根茎,掘洞造丘,造成各类牧草死亡。同时,地面高原鼠、兔加紧采食各类牧草的鲜嫩茎、叶、花和果实,导致牧草殆尽,可食牧草减少,草地生产力下降,成片的“鼠荒地”造成水土流失。亚高山草甸植被演替呈逆向态势,从高寒草地→退化高寒草地→荒漠化

草地演变。

2 引起草地沙化的主要成因

2.1 自然因素

玛曲县 20 世纪 80 年代平均气温比 70 年代升高 $0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$,90 年代比 80 年代上升了 $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,1998~2004 年间,平均气温比上世纪 70 年代升高 $1.15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。气温升高,气候变暖,蒸发增加,冻土融化,土壤含水量减少,胡泊萎缩,水位下渗,造成地表旱化,植被生长受到限制,草原生态系统功能减弱。气温和降水的相互作用,驱动了草原退化、沙化。历史上,黄河及其支流多次改道,沉积了大量河沙,构成了草原沙化的主要沙源地^[3]。玛曲境内的沙质土壤,植被破坏后,经雨水侵蚀、冲刷,在风力作用下,砂砾覆盖草地,形成沙化草原。

2.2 人为因素

2.2.1 超载过牧 根据草原载畜量研究,玛曲县草理论载畜量 243.8 万个羊单位,初步达到整体草畜平衡,但多年超载过牧遗留的后果,使超载牲畜高强度采食植被较好的地块,直到将牧草采食殆尽,又选择另一块植被较好的地块高强度采食,形成了“采食裸地”。同时,在居住点、水源地,牲畜往返践踏、采食,形成了数量较多、但面积不大的“圈滩地、水源地裸地”。在草原退化的诸多因素中,超载过牧是导致草原退化、沙化的主导因素。

2.2.2 乱挖滥采活动 玛曲县富含开采的矿产资源、药材资源。其中金矿开采、地质普查、公路修筑等作业的增加,造成细沙裸露、土壤流失、植被破坏,形成草原沙化;野生药材种类多,其资源分属 39 科、100 属、151 种,遍及玛曲全县,药用价值高,掠夺式采挖活动,加速了草原生态破坏进程,生物多样性减少。玛曲县草原土壤垂直分布为黑土层、黄土层和沙质层交错,植被破坏后,遇上风雨天气,泥沙蔓延,助推了草原沙化进程。同时,铲草皮垒墙盖房、修棚圈依稀可见;不合理的旅游景点开发,也是引起草原沙化一个不可或缺的因素。

2.2.3 鼠虫害危害 据 2023 年草原动态监测,玛曲县草原鼠虫害面积 9.27 万 hm^2 ,占草原面积的 16.4%。玛曲地广人稀,地形复杂,害鼠种类繁多,危害方式层出不穷,丰富的草原类型与各类害鼠相互交织,鼠荒地千疮百孔^[4]。沙化草地植被稀少,鼠类容易躲避天敌,有利于鼠类种群繁殖^[5]。虫类采食牧草茎、叶、花与籽实,鼯鼠打洞掘土,覆盖牧草,形成了大面积的“黑土滩”,草地生产力耗尽,影响草地畜牧业持续发展,危及草原生态系统良性循环。

3 沙化草原的危害

3.1 草原生产力下降

黄河在玛曲县流程 433 km,其中沙化草原的流程长度达 186.12 km,占流程长度的 43%。草原沙化,植被盖度降低,生产能力下降,重度、中度、轻度退化草场草产量分别下降达 75%、42%、20%,草场载畜能力下降 50%~70%;2009 年天然草原草产量 310 kg/hm²,比 1980 年下降 74 kg/hm²;1980 年,一个羊单位需草场 4 067 m²,2009 年需 5 133 m²[6]。草原退化,生态环境恶化,自然灾害频发,社会经济发展受到制约,社会经济发展受到制约[7]。

3.2 水源涵养能力下降

黄河玛曲段,是黄河的源头。草原在这里起着涵养水源,防止水土流失,维持生态平衡的重要作用。这一区域草原状况的好坏,直接关系到江河源头水土保持与环境状况,而且对全流域和整体水资源利用产生重大影响。草原植被破坏后,地表径流增加,造成大面积水土流失。玛曲原有的湿地面积为 42.7×10⁴ hm²,1997 年以来仅剩 17.5×10⁴ hm²,大片沼泽逐年干涸,湿地面积萎缩,水源涵养、补水能力降低,草地生态功能弱化。

3.3 草原生物多样性减少

据测定,玛曲草原植物种类的多样性减少,中度退化草场、植物种类由原来的 29 种/m² 降到 22 种/m²,重度退化草场物种降到 8.7 种/m²,灌木种近 20 年减少 50%[8]。珍稀植物消失,珍贵动物灭绝,生物多样性减少。

4 沙化草原生态修复技术

针对沙化草原治理缺少适用、简易技术,治理后效果难以维持的实际,甘南州草原工作站、甘南州林业和草原局联合开展了玛曲县沙化草原局部试点治理,提出沙化草原、流动沙丘分类分级标准,采用草灌结合、草本配置、草方格治理模式,尽可能不破坏或少破坏原生植被的前提下,播种一些适应性强、生态效益好的牧草,以期增加地面覆盖、增草增绿、提升生态功能,这是沙化草地植被恢复、流动沙丘治理的一项有效措施。

4.1 鼠荒地修复

鼠荒地是沙化草原的典型特征。草原鼠类有害生物创造大量次生裸地,土壤裸露,地面生物量减少、植被盖度低于 20%的鼠荒地,又俗称黑土滩,包括“采食裸地”和“圈滩、水源地裸地”。这类草地修复突出灭鼠与补播,配套施肥、整地、封育与利用

措施。

4.2 灭鼠

采用 C 型肉毒素水剂,按 0.1% 比例拌料,制作燕麦饵料,每年冬季、春季灭治高原鼠兔、高原麝鼠等有害生物,春、秋季投放弓箭捕杀,减少旱獭、麝鼠、鼠兔对草原植被的破坏。

4.3 整地与施肥

用小型机械划破草皮,填埋洞穴,平整地表,疏松土壤,将羊粪按 18 000 kg/hm² 撒在草地表层,用小型机械旋耕翻埋,将羊粪埋入土层,以期牧草种子补播生长。

4.4 草种组合

将深根型与浅根型牧草组合;耐旱品种与喜湿品种组合;一年生与多年生草种组合。各类组合草种混合搭配,适时鼠荒地补播[9]。

4.5 补播

选择 4 月底 5 月初的雨季,用小型机械旋耕播种。草种选择甘南垂穗披碱草、青海鹅观草及燕麦优化组合,按方案要求播种。

4.6 封育

牧草生长期禁牧,禁止牲畜践踏,枯草期刈割利用。

4.7 利用

鼠荒地修复治理 3 年后,采用刈割方式利用,植被恢复正常后,按草畜平衡制度有计划地放牧利用[10]。

5 流动沙丘生态修复技术

5.1 沙丘整理

在局部沙丘治理试点中,为了减少沙丘迎风面阻力,治理前用大功率机械(如推土机)将沙丘推平,小型沙丘可采用人工铲平,减少迎风坡沙源的阻力,以利于草方格播种作业。

5.2 草方格

为了降低风速、固定地表流沙,用麦草、青稞草、秸秆、燕麦和杂草等物料在沙面设置草方格。草方格规格为 1 m×1 m,以平行(主带)和垂直于(副带)主风方向划线开沟,沟宽 20 cm,深 8~10 cm,将麦草垂直于沟平铺,草厚 5~6 cm;麦草中间压上混有草种、牛羊粪的黑土,用铁锹或刮沙板从麦草外围向草方格拥沙,麦草露出地上 15 cm 即可。主带和副带之间有交汇处的地方,做好衔接,避免在交口处被风吹开,影响固沙效果。

5.3 灌木要求

栽植适合玛曲高寒气候环境的灌木苗,主干不

明显,呈丛生状态,耐寒、耐旱、耐瘠薄,对土壤要求不严,无严重机械损伤和无病虫害且高度不小于1.0 m的2年龄的木本植物。流动沙丘治理的灌木,通常指1 m左右的矮灌木,叶丛生,枝条几乎贴地而生。与主风带垂直的方向设置沙障防风带,在草方格沙障内种植密齿柳、山生柳、沙柳等当地适生灌木,密度667株/hm²,苗龄2~3年生。栽植时深度控制在30~50 cm之间,苗木的根部回填拌有牛、羊粪的土壤,压紧踩实。回填土壤至距离地面3 cm左右时,撒播混合草种,增加灌木周围草种,覆土镇压,后浇水灌溉,第二年按照成活率进行灌木补种,草种补播。

5.4 播种

在沙障防风带播种甘南垂穗披碱草、青海鹅观草和燕麦草种,推荐组合:一是甘南垂穗披碱草5 kg/hm²+燕麦5 kg/hm²,二是青海鹅观草2.5 kg/hm²+燕麦5 kg/hm²;播种方式为在条播,播后覆土镇压,行距25 cm,播深2~3 cm,4月中下旬至5月中上旬雨季播种为最佳播期。

5.5 动态监测

建立沙化草原修复、流动沙丘治理常态监测。监测灌木、草种生长动态;监测修复技术、治理措施遗漏补缺;监测沙化草场流动沙丘鼠类、虫类有害生物发生、发展、防治机理;监测流动沙丘治理增灌、增草、增绿效果;监测山水林草沙区域动态机理。

5.6 管护利用

治理后的流动沙丘区域,注重监测、评估,突出生态价值与社会效益,建议治理后的区域全段封育禁牧,禁止牛、羊采食践踏。

6 讨论

沙化草原的恢复和流动沙丘的治理是一项长期工程,依据退化程度及相应地段的立地、气候、水源等特点,区分重度沙化、中度沙化和轻度沙化分级分类,因度(重度、中度、轻度)制宜,配套相应措施,使沙化草原植被增加、覆盖度增加、草产量增加,恢复草原生产力;流动沙丘治理突出迎风坡沙源阻力,积极趋利避害,在灌木防风带间、草方格混播适生乡土灌木、草种,草灌结合,让流动沙丘生根结固,使沙丘增绿,封育禁牧,恢复草原植被,恢复草原生机,恢复草原生产力。玛曲地处黄河上游,黄河首曲,在人为因素的影响下,草地沙化退化严重,加上全球气候变暖等因素,草原生态环境恶化,不仅制约当地草地畜牧业可持续发展,群众增产不增收,影响牧民群众生活水平的提高,维系黄河中下游地区的生态安危,是

重大的经济问题,也是重大的政治问题,上游的生态修复,关乎国家的生态安全屏障,关乎民族地区经济、社会的和谐发展,关乎黄河流域生态保护高质量提升^[11]。

本研究针对玛曲县草原沙化的因素及其生态修复技术进行了深入分析。玛曲县作为青藏高原东端的重要生态屏障,其草原沙化问题不仅关系到当地畜牧业的可持续发展,也对黄河上游的水源涵养和生态安全具有重要影响。玛曲县草原沙化的因素复杂多样,涉及自然因素和人为因素的相互作用^[12]。

自然因素方面,气候变化是导致玛曲县草原沙化的主要驱动力之一。研究表明,该地区气温逐渐升高,降雨量减少,导致土壤干旱化趋势加剧,进而影响草地植被的生长和覆盖度。此外,地质结构的不稳定性、频繁的大风天气以及黄河上游径流量的周期性波动,均为草原沙化提供了物质基础和动力条件。

人为因素方面,过度放牧、不合理的土地利用和水资源管理是加剧草原沙化的关键因素。过度放牧导致植被破坏,土壤裸露,易于风蚀和水蚀;不合理的土地利用改变了草原的自然植被结构,降低了草原的抗干扰能力;而水资源的不合理管理则加剧了草原的干旱状况,进一步促进了草原沙化的过程。

针对上述因素,本研究提出了一系列生态修复技术。在植被恢复方面,我们提倡采用本土植物种类进行植被重建,以增强草原的自然恢复能力。同时,通过土壤改良和水资源管理,提高草原的保水能力和土壤肥力,为植被恢复创造良好的生长环境^[13]。此外,生物多样性保护也是生态修复的重要环节,通过保护和恢复草原生物多样性,可以提高草原生态系统的稳定性和抵抗力。在实施生态修复技术时,我们注意到,生态修复的成功不仅取决于技术的选择和应用,还受到社会经济因素的影响^[14]。因此,我们建议在生态修复实践中,应充分考虑当地社区的参与和利益,通过提高当地居民的环保意识和生态保护技能,促进生态修复技术的可持续应用。

总之,玛曲县草原沙化问题是一个多因素、多过程的复杂系统,其生态修复需要综合考虑自然生态和人类活动的相互作用。通过科学合理的生态修复技术,结合当地社区的积极参与,可以有效改善草原沙化状况,促进草原生态系统的可持续发展。未来的研究应进一步探索不同生态修复技术的最佳组合和实施策略,以及这些技术在不同环境和社会经济条件下的适应性和效果。

参考文献:

- [1] 安富博,李银科,纪永福,等. 黄河首曲高寒草甸的土壤特征及其对沙化的响应[J]. 中国水土保持,2014(12):48-51.
AN F B,LI Y K,JI Y F,et al. Soil characteristics of alpine meadow in the first curved section of the Yellow River and its response to desertification[J]. Soil and Water Conservation in China,2014(12):48-51.
- [2] 刘振恒,杨俊明,杨志才,等. 甘南玛曲高寒草原生态环境退化现状与治理对策[J]. 青海草业,2002,11(4):35-38.
LIU ZH H,YANG J M,YANG ZH C,et al. The present situation of eco-environment degradation and countermeasures in Maqu county Gannan[J]. Qinghai Prataculture,2002,11(4):35-38.
- [3] 周国军,李 华. 若尔盖草原沙化成因及治理对策研讨[J]. 四川草原,2003(1):35-36.
- [4] 王兰英,尚小生,梁海红,等. 高原鼯鼠和高原鼠兔的分布及其防治技术[J]. 甘肃农业,2011(9):88-89.
- [5] 杨 凯,高清竹,李玉娥,等. 藏北地区草地退化空间特征及其趋势分析[J]. 地球科学进展,2007,22(4):410-416.
YANG K,GAO Q ZH,LI Y E,et al. Spatial distribution of grassland degradation and trend in northern Tibet [J]. Advances in Earth Science, 2007, 22 (4): 410-416.
- [6] 周晓雷. 青藏高原东北边缘生态环境退化研究[D]. 兰州:兰州大学,2008.
- [7] 邓 燕,李 钊,姚树冉,等. 不同程度退化草地的植被土壤特征及其相互间的关系[J]. 草业科学,2021,38(7):1 260-1 269.
DENG Y,LI F,YAO SH R,et al. Vegetation and soil characteristics of degraded grassland and their relationship[J]. Pratacultural Science,2021,38(7):1260-1269.
- [8] 刘振恒,杨俊明,杨志才,等. 甘南玛曲高寒草原生态环境退化现状与治理对策[J]. 青海草业(4):35-38.
- [9] 王 钰,周 俗,赖秀兰,等. 草原鼠荒地人工种草植被修复技术示范[J]. 草业与畜牧,2021(3):32-37.
WANG Y,ZHOU S,LAI X L,et al. Demonstration of the restoration technology of artificial grass vegetation in grassland rat wasteland[J]. Journal of Grassland and Forage Science,2021(3):32-37.
- [10] 郑群英,刘 刚,肖冰雪,等. 川西北退化高寒草地分类分级治理技术要点[J]. 草业与畜牧,2016(5):32-35.
ZHENG Q Y,LIU G,XIAO B X,et al. The main point of treatment technology based on classification of degraded alpine grassland in northwest Sichuan[J]. Prataculture & Animal Husbandry,2016(5):32-35.
- [11] 张有佳,李昌龙,金红喜,等. 甘肃玛曲高寒草原沙化草地植物多样性研究[J]. 安徽农业科学,2013,41(18):7 929-7 932.
ZHANG Y J,LI CH L,JIN H X,et al. Study on plant diversity of different desertification lawn in Maqu alpine grassland[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2013,41(18):7 929-7 932.
- [12] 王庆辉,窦学诚,龚大鑫. 高寒牧区草地沙化问题研究——以玛曲草原为例[J]. 干旱区地理,2012,35(2):302-308.
WANG Q H,DOU X CH,GONG D X. Grassland degradation with C-D and chow model in plateau pasture: a case of Maqu pasture[J]. Arid Land Geography, 2012,35(2):302-308.
- [13] 刘雪骄,高韶勃,郑淑华. 基于地面/遥感监测的严重沙化温性草原人工种草生态修复工程效益评价[J]. 安徽农业科学,2024,52(13):51-54.
LIU X J,GAO SH B,ZHENG SH H. Evaluation on the benefit of ecological restoration project of artificial grass planting in severe desertified warm steppe based on ground monitoring/remote sensing monitoring[J]. Journal of Anhui Agricultural Sciences,2024,52(13):51-54.
- [14] 曾 庆,闫洪成,伍洪香,等. 若尔盖县草原沙化变化趋势与防治对策[J]. 中国资源综合利用,2023,41(9):134-136.
ZENG Q,YAN H CH,WU H X,et al. Change trend and control measures of grassland desertification in Ruorgai County[J]. China Resources Comprehensive Utilization,2023,41(9):134-136.