

十大孔兑流域水土流失分布特征及防治对策

张建国^{1,2}, 李 晓^{1,2}, 李晶晶^{1,2}, 常斐杨^{1,2}

(1.黄河水利委员会 黄河上中游管理局, 陕西 西安 710021; 2.水利部黄土高原水土保持野外科学观测研究站, 陕西 西安 710021)

摘要: [目的] 通过分析十大孔兑水土流失面积、强度及水土流失动态变化,为流域综合治理提供参考依据。[方法] 基于全国土壤侵蚀遥感调查结果和全国水土流失动态监测成果,对比分析流域水土流失及其分布、动态变化。[结果] 十大孔兑流域植被面积占流域面积的63.97%,以中低覆盖和低覆盖为主,分别占植被覆盖面积的48.85%和36.54%。2021年水土流失面积为4374.98 km²,占流域面积的40.63%;与2020年、1999年和1985年相比,2021年水土流失分别减少46.32、3 664.50、4 958.03 km²,水土流失主要分布在草地、林地、耕地和其他土地4个地类上,占水土流失总面积的96.69%。[结论] 十大孔兑依然是黄河流域水土流失治理的难点地区,高强度侵蚀减少与年度监测成果未考虑沟道侵蚀有关;该区应坚持以“以沙棘种植为主的植被建设,以淤地坝建设为重点的工程布局,以锁边固沙为前提的治沙方针,大力推进拦沙换水试点工程”的流域综合治理策略。

关键词: 十大孔兑; 水土流失; 动态变化; 水土流失治理; 沟蚀

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2023)03-0159-06

中图分类号: S157.1

文献参数: 张建国, 李晓, 李晶晶, 等. 十大孔兑流域水土流失分布特征及防治对策[J]. 水土保持通报, 2023, 43(3): 159-164. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2023.03.020; Zhang Jianguo, Li Xiao, Li Jingjing, et al. Distribution characteristics and control countermeasures of soil and water loss in Ten Kongduis of Yellow River [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43(3): 159-164.

Distribution Characteristics and Control Countermeasures of Soil and Water Loss in Ten Kongduis of Yellow River

Zhang Jianguo^{1,2}, Li Xiao^{1,2}, Li Jingjing^{1,2}, Chang Feiyang^{1,2}

(1. Upper and Middle Yellow River, YRCC, Xi'an, Shaanxi 710021, China; 2. Soil and Water Conservation Field Scientific Observation and Research Station on Loess Plateau, Ministry of Water Resources, Xi'an, Shaanxi 712100, China)

Abstract: [Objective] The area, intensity and dynamic changes of soil and water loss in the Ten Kongduis of the Yellow River were analyzed in order to provide a reference for the comprehensive management of the basin. [Methods] Based on the national remote sensing survey results of soil erosion and the national dynamic monitoring results of soil and water loss, the distribution and dynamic changes of soil and water loss in the basin were compared and analyzed. [Results] The vegetation area accounted for 63.97% of the Ten Kongduis of the Yellow River basin, mainly with medium-low and low vegetation coverage accounting for 48.85% and 36.54% of the vegetation coverage area respectively. The area of soil and water loss was 4 374.98 km², accounting for 40.63% of the basin area in 2021. Compared with 2021, soil and water loss were lower in 2020, 1999, and 1985 by 46.32, 3 664.50, and 4 958.03 km², respectively. Soil and water loss were mainly located in grassland, forest land, arable land and other land, accounting for 96.69% of the total area of soil and water loss. [Conclusion] The Ten Kongduis are still a difficult area to control soil erosion in

收稿日期: 2022-09-11

修回日期: 2022-10-24

资助项目: 黄委优秀青年人才科技项目“黄土丘陵沟壑区土壤侵蚀模型参数本地化研究”(HQB-202303); 水利部财政预算项目“全国水土流失动态监测项目”(12620134000918001); 陕西省重点研发计划(2022ZDLSF02-09)

第一作者: 张建国(1986—), 男(汉族), 山东省肥城市人, 博士, 高工, 主要从事水土保持监测及生态恢复研究。Email: zhangjidezs@163.com。

通信作者: 李晶晶(1987—), 女(汉族), 山西省垣曲县人, 博士, 工程师, 主要从事水土保持监测、区域水土保持规划研究。Email: lijingjing0525@126.com。

the Yellow River basin. The reduction of high intensity erosion is related to the failure to consider channel erosion in annual monitoring results. This area should adhere to the comprehensive management strategy of “vegetation construction based on *Hippophae rhamnoides* planting, engineering layout focusing on the construction of silting dam, sand control policy based on the premise of border locking and sand fixation, and vigorously promote the pilot project of sand containment and water exchange”.

Keywords: The Ten Kongduis; soil and water loss; dynamic change; soil and water loss control; gully erosion

党中央、国务院高度重视生态文明建设,特别是黄河流域的生态文明建设。2019年9月18日,在河南省郑州市召开了黄河流域生态保护和高质量发展座谈会,确定了黄河流域生态保护和高质量发展作为重大国家战略;2020年10月,中共中央国务院印发《黄河流域生态保护和高质量发展规划纲要》;2021年10月22日在山东省济南市召开了深入推动黄河流域生态保护和高质量发展座谈会并发表重要讲话;2022年9月8日印发《中央财政关于推动黄河流域生态保护和高质量发展的财税支持方案》,对于做好黄河流域生态保护和高质量发展起到极其重要的作用。

水土保持作为生态文明建设的重要组成部分,是黄河流域生态保护的主要内容,也是黄河高质量发展的基本保障^[1-2]。根据《中国水土公报(2021年)》显示,黄河流域现有水土流失面积 $2.59 \times 10^5 \text{ km}^2$,占流域总面积的32.63%,是全国大江大河流域中水土流失占比最高的流域,流域水土流失率比全国平均水平高近5个百分点^[3]。水土流失依然是黄河流域重要的生态问题,水流失量大面广,生态环境脆弱,流域生态屏障功能不强的局面没有根本改变^[4]。此前,有众多学者从不同的尺度范围研究了黄河流域的水土流失及动态变化情况,包括流域尺度—黄河流域^[5],区域尺度—黄河源区^[6]、黄河中游多沙粗沙区^[7-8],支流尺度—祖厉河流域^[9]、无定河流域^[10],小流域尺度—南小河沟^[11]等。

根据《水利部水土保持监测中心印发〈2020年水土流失动态监测技术指南〉的通知》^[12],黄河流域内支流流域面积大于 1000 km^2 以上的76条支流中^[13]有11条水土流失严重。其中水土流失最为严重,最难治理的为黄河中上游流经内蒙古西部等地,被拉出如弓一般蜿蜒的“几”字湾的十大孔兑,是由10条黄河一级支流组成,被称为“地球生态癌症”的砒砂岩,就在十大孔兑上游的砒砂岩地貌区,极易造成水土流失。年均向黄河输送泥沙约 $2.7 \times 10^7 \text{ t}$,超过全国入黄泥沙总量的十分之一,是黄河内蒙古河段及下游“地上悬河”的直接制造者之一^[14]。

由于这些孔兑不属于大江大河,治理力度不足、

统筹不够,整个区域荒漠化、沙漠化、水土流失仍较为严重,威胁黄河生态和地区发展安全。了解十大孔兑的水土流失面积、强度及分布特征,对于该区域水土流失综合防治、规划制定,推动十大孔兑区域山水林田湖草沙综合治理,筑牢中国北方重要生态屏障具有重要意义。

1 研究区概况

1.1 区域概况

内蒙古黄河流域十大孔兑位于黄河河套内,地处东经 $108^{\circ}43'$ — $110^{\circ}58'$,北纬 $39^{\circ}47'$ — $40^{\circ}34'$ 之间。行政区隶属于内蒙古鄂尔多斯市,涉及达拉特旗、杭锦旗、东胜区、准格尔旗等4个旗(区),流域总面积 10767 km^2 。十大孔兑发源于鄂尔多斯台地,由南向北平行排列,直接流入黄河,从西向东依次为毛不拉孔兑、布尔嘎斯太沟、黑赖沟、西柳沟、罕台川、壕庆河、哈拉川、母花沟、东柳沟和呼斯太河^[15]。孔兑上游为丘陵沟壑区(面积 4760.50 km^2 ,占37.55%,中游流经库布齐沙漠,为风沙区(面积 4042.60 km^2 ,占37.55%,下游为冲积平原区(面积 1963.9 km^2 ,占18.24%)。十大孔兑水系分布状况见图1。



注:本图基于自然资源部标准地图服务系统GS(2022)4309号标准地图校准制作。下同。

图1 十大孔兑水系分布

Fig.1 Distribution of river system of Ten Kongduis

1.2 数据来源

十大孔兑年度水土流失数据涉及1985,1999,2020,2021年的水土流失数据。其中2020年和2021年水土流失数据和2021年植被覆盖数据:是基于当年的2 m分辨率卫星遥感影像进行土地利用和水土保持措施专题信息提取和野外调查,在水力侵蚀

区利用中国土壤流失方程 CSLE 模型(7 因子),在风力侵蚀区利用风力侵蚀模型(耕地、草(灌)地、沙地(漠)风力侵蚀模型),计算获取年度土壤侵蚀模数,根据《土壤侵蚀分类分级标准(SL190-2007)》^[16],分别获取 2020 年和 2021 年全国水土流失土壤侵蚀成果数据,利用软件镶嵌和裁切并统计,得到十大孔兑的水土流失面积及对应的强度等级。1999 年水土流失数据:基于 1998—1999 年 30 m 分辨率卫星影像进行专题信息提取和野外调查,水力侵蚀区根据土地利用、植被覆盖和坡度进行 3 因子计算获取,风力侵蚀区根据植被覆盖度和地表情况获取。1985 年土壤侵蚀数据来源于 1985 年全国第一次土壤侵蚀遥感调查结果。

2 结果与分析

2.1 水土流失状况

2.1.1 植被覆盖度情况 根据全国水土流失动态监测成果(表 1)显示,2021 年十大孔兑流域土地利用类型主要以林地、草地和耕地为主,面积分别为

3 757.00,3 129.49,1 993.26 km²,分别占监测范围土地总面积的 34.90%,29.07%和 18.51%,林草面积占比达 63.97%,略低于黄河流域园林草地植被面积占比 5 个百分点(69.14%)^[17]。

从植被覆盖度等级来看,十大孔兑流域主要以中低覆盖和低覆盖为主,分别占植被覆盖面积的 48.85%和 36.54%,中覆盖及以上的植被面积比例仅为 14.61%,不足 1/6。与黄河流域相比,黄河流域中覆盖及以上的植被面积比例为 67.91%,虽十大孔兑流域内植被覆盖面积与黄河流域植被覆盖面积接近,但从植被质量来看,因十大孔兑所处的位置及恶劣的自然条件,导致该区植被质量远低于黄河流域平均水平,为黄河流域内生态环境最为脆弱的区域。

从不同坡度等级园林草地植被覆盖分布来看,主要集中于<5°和 5°~8°坡度等级,比例分别为 57.25%和 22.30%。结合不同坡度等级、不同植被覆盖等级分布来看,虽然十大孔兑植被覆盖度低,但多数分布于低坡度等级,给流域植被建设和植被恢复带来了可能。

表 1 十大孔兑 2021 年植被覆盖度统计结果

Table 1 Statistical results of vegetation coverage of Ten Kongduisr in 2021

| 项目 | 高覆盖 | 中高覆盖 | 中覆盖 | 中低覆盖 | 低覆盖 | 合计 |
|--------------------|-------|--------|--------|----------|----------|----------|
| 面积/km ² | 53.08 | 137.06 | 815.77 | 3 364.26 | 2 516.32 | 6 886.49 |
| 比例/% | 0.77 | 1.99 | 11.85 | 48.85 | 36.54 | 100 |

注:植被覆盖度等级根据《年度水土流失动态监测技术指南》^[18],其中水力侵蚀区园地、林地、草地等的植被覆盖度划分的范围为:高覆盖(≥75%)、中高覆盖(60%~75%)、中覆盖(45%~60%)、中低覆盖(30%~45%)、低覆盖(<30%);在风力侵蚀区,园地、林地、草地等的植被覆盖度划分的范围为:高覆盖(≥70%)、中高覆盖(50%~70%)、中覆盖(30%~50%)、中低覆盖(10%~30%)、低覆盖(<10%)。

2.1.2 年度水土流失状况 2021 年十大孔兑河流域水土流失面积 4 374.98 km²,占土地总面积的 40.63%。其中,水力侵蚀、风力侵蚀面积分别为 2 481.77,1 893.21 km²,分别占水土流失面积的 56.73%,43.27%。从侵蚀强度分析,轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈侵蚀面积分别为 2 592.92,1 274.40,274.48,193.35,39.83 km²,分别占水土流失面积的 59.27%,29.13%,6.27%,4.42%,0.91%;水力侵蚀中,轻度、中度、强烈、极强烈、剧烈侵蚀面积分别为 1 355.66,632.89,260.04,193.35,39.83 km²,分别占水力侵蚀面积的 54.63%,25.50%,10.48%,7.79%,1.60%;风力侵蚀中,轻度、中度、强烈侵蚀面积分别为 1 237.26 km²,641.51 km²,14.44 km²,分别占风力侵蚀面积的 65.36%,33.88%,0.76%,均无极强烈和剧烈侵蚀。十大孔兑流域 2021 年度水土流失面积详见表 2。土壤侵蚀分布状况见图 2。

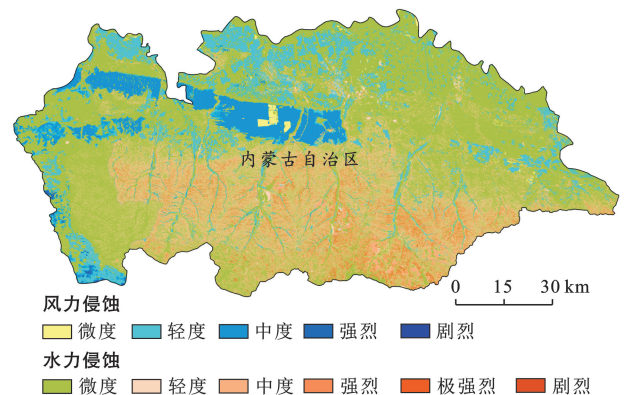


图 2 十大孔兑流域土壤侵蚀分布

Fig.2 Soil erosion distribution of Ten Kongduisr

2.1.3 水土流失分布特征 从不同土地水土流失分布来看,水土流失主要集中在草地、林地、耕地和其他土地 4 个地类上,分别占水土流失面积的 30.82%,28.04%,21.64%和 16.20%,占水土流失总面积的

96.69%，可以看出，该区水土流失主要以以上 4 类地类为主。其中耕地水土流失主要分布水浇地，主要是位于风力侵蚀区的水浇地，为易发生水土流失区域的地类，占耕地水土流失面积的 83.57%；林地水土流失主要分布中低覆盖与低覆盖度，分别占林地水土流失面积的 52.86% 和 33.56%，林地植被质量不高，覆盖

度低，是林地发生水土流失的主要原因；草地水土流失主要分布在中低覆盖度与低覆盖度，分别占草地水土流失面积的 48.04% 和 42.08%，同样草地植被质量不高，覆盖度偏低，是草地发生水土流失的主要因；其他土地水土流失主要分布在沙地，占其他土地水土流失面积的 97.29%。

表 2 十大孔兑流域 2021 年水土流失面积及强度

Table 2 Area and intensity of soil erosion of Ten Kongduis in 2021

| 侵蚀类型 | 项目 | 水土流失面积/km ² | | | | | 合计 |
|------|------|------------------------|----------|--------|--------|-------|----------|
| | | 轻度 | 中度 | 强烈 | 极强烈 | 剧烈 | |
| 水土流失 | 面积 | 2 592.92 | 1 274.40 | 274.48 | 193.35 | 39.83 | 4 374.98 |
| | 比例/% | 59.27 | 29.13 | 6.27 | 4.42 | 0.91 | 100.00 |
| 水力侵蚀 | 面积 | 1 355.66 | 632.89 | 260.04 | 193.35 | 39.83 | 2 481.77 |
| | 比例/% | 54.63 | 25.50 | 10.48 | 7.79 | 1.60 | 100.00 |
| 风力侵蚀 | 面积 | 1 237.26 | 641.51 | 14.44 | 0 | 0 | 1 893.21 |
| | 比例/% | 65.36 | 33.88 | 0.76 | 0 | 0 | 100.00 |

从十大孔兑水土流失面积大小来看，4 个县级行政区中达拉特旗水土流失面积比例最大，占十大孔兑流域水土流失面积的 77%，其次是杭锦旗和鄂尔多斯市东胜区，均占十大孔兑流域水土流失面积的 10%；从十大孔兑流域内各个县级行政区水土流失面积占流域内各个县级行政土地总面积的比例来看，鄂尔多斯市水土流失面积比例较高，达 47%，其次是达拉特旗，占 43%，均高于十大孔兑流域水土流失面积占比（40.63%）。综上所述，十大孔兑中达拉特旗是水土流失最为严重的区域，也是十大孔兑治理的重点区域。

2.2 水土流失动态变化及原因分析

2.2.1 水土流失动态变化 由表 3 可见，与 2020 年度水土流失动态监测成果相比，十大孔兑流域水土流失面积减少 46.32 km²，减幅 1.05%。其中，轻度、中度、强烈、剧烈面积减少 18.31 km²，20.73 km²，5.53 km²，减幅分别为 0.70%，1.60%，1.97%，1.44%；

极强烈侵蚀面积增加 1.10 km²，增幅为 0.05%。水土保持率由 2020 年的 58.94% 增加为 2021 年的 59.37%，增加了 0.43%。

与 1999 年度水土流失动态监测成果相比，十大孔兑流域水土流失面积减少 3 664.53 km²，减幅 45.58%。其中，轻度侵蚀面积增加 814.20 km²，增幅 45.77%；中度、强烈、极强烈、剧烈侵蚀面积分别减少 721.32，1 565.02，913.13，1 279.26 km²，减幅 36.14%，85.08%，82.53%，96.98%。水土保持率由 1999 年的 25.33% 增加为 2021 年的 59.37%，增加了 34.03%。

与 1985 年度监测成果相比，十大孔兑流域水土流失面积减少 4 958.03 km²，减幅 52.6%。其中，轻度、强烈、极强烈、剧烈侵蚀面积分别减少 770.05 km²，1 778.76 km²，1 724.46 km²，836.44 km²，减幅分别为 22.77%，86.40%，89.92%，95.25%，中度增加 151.68 km²，增幅为 3.27%。水土保持率由 1985 年的 12.89% 增加为 2021 年的 59.37%，增加 46.48%。

表 3 不同时期十大孔兑水土流失面积动态变化统计结果

Table 3 Dynamic changes of soil and water loss area in Ten Kongduis

| 项目 | 年份 | 水土流失面积/km ² | | | | | |
|------|-----------|------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 轻度 | 中度 | 强烈 | 极强烈 | 剧烈 | 小计 |
| 十大孔兑 | 2021 | 2 592.92 | 1 274.4 | 274.48 | 193.35 | 39.83 | 4 374.98 |
| | 2020 | 2 611.23 | 1 295.13 | 280.01 | 193.25 | 41.68 | 4 421.3 |
| | 1999 | 1 778.72 | 1 995.72 | 1 839.5 | 1 106.48 | 1 319.09 | 8 039.51 |
| | 1985 | 3 381.28 | 1 143.45 | 2 058.77 | 1 917.71 | 878.12 | 9 379.33 |
| | 2021—2020 | -18.31 | -20.73 | -5.53 | 0.1 | -1.85 | -46.32 |
| 动态变化 | 2021—1999 | 814.2 | -721.32 | -1 565.02 | -913.13 | -1 279.26 | -3 664.53 |
| | 2021—1985 | -770.05 | 151.68 | -1 778.76 | -1 724.46 | -836.44 | -4 958.03 |

2.2.2 原因分析 相比于 1985 年，2021 年十大孔兑流域水土流失面积减少 4 958.03 km²，减幅为

52.86%，年均减少 137.72 km²。区域水土流失面积减少与十大孔兑流域水土流失综合治理分不开。该

区域自 20 世纪 80 年代起,先后开展了黄河中游试点小流域、骨干坝工程、沙棘示范区、罕台川水土保持综合治理、黄土高原水土保持世行贷款项目、沙棘拦沙工程水土保持项目^[19],有效缓解了区域水土流失危害,提升了生态环境质量。十大孔兑所在的鄂尔多斯市,高度重视水土流失治理工作,深入贯彻落实习近平生态文明思想,践行“绿水青山就是金山银山”发展理念,依托重点治理项目,积极推进水土保持生态建设,推行的封山禁牧制度,生态修复成效显著。据研究,1990 年植被覆盖度为 20.76%,2000 年为 21.71%,2010 年为 25.92%,十大孔兑流域植被覆盖度呈现逐渐升高趋势^[20]。2000,2010,2020 年,十大孔兑的遥感生态指数均值分别为 0.31,0.33,0.57,生态环境质量正在不断改善^[21]。“十三五”期间,鄂尔多斯市规划实施国家水土保持重点建设、京津风沙源治理二期、晋陕蒙砒砂岩区十大孔兑沙棘生态减沙、十大孔兑综合治理,沙棘经济林建设等 17 个项目,规划总投资达 4.00×10^9 元,其中国家及自治区投资近 2.00×10^9 元。5 a 新增水土流失综合治理面积 6 000 km²,减少土壤侵蚀量 4.80×10^7 t,减少入黄泥沙 2.40×10^7 t^[22]。

截至 2021 年底,根据全口径统计的水土流失治理数据,鄂尔多斯市累计完成水土流失治理面积 3.48×10^4 km²,2021 年新增水土流失治理面积 890 km²,其中新增水土保持造林面积 356.4 km²,新增种草 6.2 km²,新增封育治理面积 504.7 km²。截至 2016 年年底,十大孔兑共有淤地坝 359 座,其中骨干坝 149 座、中型坝 117 座、小型坝 93 座,现有骨干坝拦沙潜力为 1.14×10^8 t,平均剩余拦沙寿命为 68 a;中型坝拦沙潜力为 1.78×10^7 t,平均剩余拦沙寿命为 23 a;小型坝拦沙潜力为 4.83×10^6 t,平均剩余拦沙寿命为 46 a^[23]。

相比于 2020 年,2021 年十大孔兑水土流失减少 46.32 km²,减幅 1.05%,减幅明显高于全国平均水平(0.69%),但与黄河流域减幅相比,略低于黄河流域的降幅(1.27%),一定程度上表明,十大孔兑是黄河流域内较难治理的区域。从 2021 年度新增水土流失治理措施来看,该区主要以造林、种草、封禁等治理成效见效慢的生物措施为主,少有见效快的工程措施,也是导致该区内 21 a 高强度侵蚀面积相比 2020 年几乎未有减少的重要原因。与历史数据(1985 年和 1999 年)相比,2020 年和 2021 年该区强烈及以上高强度侵蚀面积减少较多,减幅较大,如 2021 年剧烈侵蚀面积减少 95%以上,强烈面积减少 85%以上,主要原因可能是 2020 年和 2021 年全国水土流失动态监

测成果中未考虑黄河流域沟道侵蚀情况,导致十大孔兑流域水土流失高强度侵蚀减少较多。根据 2011 年黄河中游孤山川等重点支流水土保持监测项目成果显示,孤山川流域内沟蚀约占流域水土流失面积的 60%,主要以高强度侵蚀为主,占沟蚀面积的 89%,剧烈侵蚀面积占沟蚀面积的 80%。

十大孔兑所在的达拉特旗重点围绕“山水林田湖草沙”一体化生态建设的理念,在上游孔兑丘陵沟壑区治理中,采取“山顶植树造林戴帽子、山坡退耕种草披褂子、山腰兴修梯田系带子、沟底筑坝淤地穿靴子”的生态综合治理模式;在中游库布齐沙漠治理中,采取“南围、北堵、中切割”的治理模式;在下游黄河冲积平原治理中,按照“稳槽固滩”的治理模式推进。多种模式齐抓共管,有效地控制了局部地区水土流失,减少了入黄泥沙,改善了生态环境。从数据看变化、看成效,达拉特旗森林覆盖率和植被覆盖度由 2001 年的 10.19%和 64.4%上升至现在的 28.9%和 78.8%;累计完成水土保持综合治理面积 2 696 km²,建成堤防 167 km,“十大孔兑”综合治理度由原来的 18.3%提高至 32.79%^[24]。

值得注意的是,自 20 世纪 80 年代以来,当地先后实施多个治理项目,上中游水土流失面积由 1985 年的 9 379 km² 降至目前的 4 375 km²,生态环境得到一定改善,但并未实现根本性好转。该区域恶劣的自然条件,降雨少,降水年内、年际变化大,河道河床比降大,遇强降雨易形成冲击力和破坏力比较大的洪水,导致水土流失治理率偏低,区域内水土流失严重,依然是黄河流域水土流失治理进程中的难点和重点,更是区域水土流失治理中最难啃的硬骨头,实地调研可以发现整个区域荒漠化、沙漠化、水土流失等多重危害并存。

3 治理策略与建议

3.1 治理策略

在实施黄河流域生态保护和高质量发展国家战略过程中,将十大孔兑综合治理列为生态治理重点工程,对有效减少黄河泥沙、促进区域经济社会发展、构筑中国北方生态安全屏障具有重要意义。基于此,作者认为十大孔兑治理的治理策略有以下几方面。

(1) 开展以沙棘种植为主的植被建设。沙棘生存能力强,能够适应十大孔兑区砒砂岩侵蚀沟谷的生态环境。沙棘生态工程已在十大孔兑实施了好多年,对减少十大孔兑入黄泥沙,改善区域生态环境,增加当地农民收入具有重要作用。因此,提高沙棘种植面积对于有效治理十大孔兑水土流失有着十分显著的

生态效益同时促进区域生态环境整体改善和区域经济可持续发展有着积极的作用。

(2) 以淤地坝建设为重点的工程布局。推进淤地坝建设,实施除险加固工程,提升防洪标准,有效减少入黄泥沙。根据获批的“十大孔兑”综合治理 2022 年度水利项目,项目建设内容为新建 31 座淤地坝、综合治理 5 条小流域、升级改造 4 条孔兑入黄口、建立 112 处监测点。

(3) 以锁边固沙为前提的治沙策略。坚持乔灌草有机结合,建设库布齐沙漠锁边固沙工程,完善绿色防风固沙体系,形成生物阻隔带,阻止沙漠向北扩展。

(4) 大力推进拦沙换水试点工程。鄂尔多斯市“拦沙换水”试点工程是一种新型的水资源配置思路,通过拦沙换水试点工程,拦减入黄泥沙,有效缓解区域水资源短缺现状。

3.2 相关建议

(1) 优化十大孔兑监测站点布局。十大孔兑为水蚀风蚀复合区,该区内风沙区特别典型,目前十大孔兑流域内现有运行良好的监测站点 1 个(水蚀点),且缺失水风复合监测站点,远不能满足十大孔兑内土壤侵蚀规律观测及土壤侵蚀因子优化等需要,亟需优化十大孔兑监测站点布局。

(2) 实现水土流失精准预测。基于十大孔兑流域内监测站点的径流、泥沙、风沙、风速及降雨等观测数据,开展十大孔兑土壤侵蚀模型优化及参数本地化工作,形成适用于十大孔兑的土壤侵蚀模型,为流域水土流失准确预测提供支撑。

(3) 水土保持与水沙关系研究。开展十大孔兑水土保持与水沙变化及泥沙输移机制研究,包括:①基于小流域控制站的泥沙观测资料和本地化后的土壤侵蚀模型,开展小流域尺度内的水土流失与卡口站泥沙观测的比对工作,掌握小流域尺度的泥沙输移机制;②基于十大孔兑水文站泥沙观测资料,结合小流域尺度的泥沙机制研究成果和流域内淤地坝拦沙状况,开展流域尺度水土流失与水沙关系研究,掌握流域泥沙产生的机理,为水土流失治理及泥沙调控提供支撑。

[参 考 文 献]

[1] 曹文洪,张晓明.新时期黄河流域水土保持与生态保护的
战略思考[J].中国水土保持,2020(9):39-42.
[2] 胡春宏,张晓明.黄土高原水土流失治理与黄河水沙变化
[J].水利水电技术,2020,51(1):1-11.
[3] 中华人民共和国水利部.中国水土保持公报(2021年)
[R].2022-7-13.

[4] 李晶晶,苏鹏飞,张建国.黄河流域生态保护和高质量发展
规划区水土流失特征与防治对策[J].水土保持通报,
2021,41(5):238-243.
[5] 高云飞,张栋,赵帮元,等.1990—2019年黄河流域水
土流失动态变化分析[J].中国水土保持,2020(10):
64-67,7.
[6] 殷宝库,曹夏雨,张建国,等.1999—2018年黄河源区水
土流失动态变化[J].水土保持通报,2020,40(3):216-
220,325.
[7] 高健翎,殷宝库,张建国,等.黄河中游多沙粗沙区水土流
失动态变化分析[J].人民黄河,2016,38(10):111-114.
[8] 殷宝库,苏鹏飞,张建国,等.1985—2020年黄河中游多
沙粗沙区水土流失动态变化[J].水土保持通报,2021,41
(5):123-126.
[9] 李娜,李雷,白艳萍,等.祖厉河流域水土流失动态变化研
究[J].中国水土保持,2022(8):7-9.
[10] 张栋,赵院,赵辉.黄河中游典型支流无定河流域水土流
失动态监测[J].水土保持通报,2022,42(3):89-94,147.
[11] 许小梅,王鸿斌,赵嘉莹,等.2004—2016年南小河流域
土壤侵蚀动态变化[J].中国水土保持,2019(2):
53-55.
[12] 水利部水土保持监测中心.2020年度水土流失动态监
测技术指南[S].北京:中华人民共和国,2020.
[13] 水利部黄河水利委员会.黄河流域综合规划(2012—
2030年)[M].郑州:黄河水利出版社,2013:1.
[14] 恩浩.年均向黄河输沙 2 700 万吨“十大孔兑”该治了
[N].新华网,2022-1-18.
[15] 达古拉,史芮嘉.十大孔兑综合治理问题及经验探索
[J].中国水土保持,2022(9):55-57.
[16] 中华人民共和国水利部.SL190-2007 土壤侵蚀分类分
级标准[S].北京:中国水利水电出版社,2008.
[17] 黄河水利委员会.黄河流域水土保持公报(2020年)
[R].2021.
[18] 水利部水土保持监测中心.2021年度水土流失动态监
测技术指南[S].北京:中华人民共和国,2021.
[19] 刘璐,郭月峰,姚云峰,等.十大孔兑上游土壤侵蚀空间
分布及动态变化[J].水土保持研究,2021,28(4):34-41.
[20] 朱吉生,李纪人,黄诗峰,等.近 30 年十大孔兑流域植被
覆盖度空间变化的遥感调查与分析[J].中国水土保持,
2015(7):68-70.
[21] 滑永春,孙小添,白澳,等.基于遥感黄河流域内蒙古段
十大孔兑生态环境质量监测评价[J].水土保持研究,
2022,29(5):199-205.
[22] 张睿.鄂尔多斯:荒原披新绿水保惠民[N].内蒙古新
闻网.2017-10-17.
[23] 王丽云,马振刚,高云飞,等.近 10 a 来十大孔兑现状淤
地坝拦沙作用分析[J].人民黄河,2018,40(9):89-92.
[24] 郭彩梅,贺龙.喜迎党的二十大·鄂尔多斯新答卷:小流
域“治”出大效益[N].鄂尔多斯新闻网,2022-09-07.