排干沟道生态护坡技术应用效果分析

窦小东[1]　王　军[1]　王　军[2]

1.内蒙古河套灌区水利发展中心乌拉特分中心十排干沟排水所 内蒙古 巴彦淖尔 015000

2.内蒙古河套灌区水利发展中心乌拉特分中心塔布渠供水所 内蒙古 巴彦淖尔 015000

【摘　要】：排干沟道岸坡受汇流集中、坡脚淘刷和土体含水率波动影响，传统硬质护砌在生态恢复和后期维护方面存在适应性不足。本文分析排干沟道生态护坡技术应用效果，梳理草灌结合护坡、反滤排水配套和分段管护联动的实施要点，并从沟岸坡脚冲刷、坡面植被覆盖和行洪排水能力三个维度评价其运行表现。生态护坡通过根系加筋、生态砌块固脚、反滤层释压和盲沟导排共同作用，能够降低局部冲刷发展速度，提升坡面复绿连续性，并减少淤积清理和局部修补频次。应用中仍应依据流速、坡比、土质和排水口布置确定材料组合，避免只追求绿化外观而忽视抗冲稳定与维护通道。

【关键词】：排干沟道；生态护坡；草灌结合；反滤排水；应用效果

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.033

引言

排干沟道承担低洼地排涝、坡面径流汇集和田块边界排水功能，岸坡长期处在干湿交替、坡脚冲刷和局部冻融共同作用下，单纯硬质衬砌容易把水流能量集中到坡脚和接缝位置，后期裂缝、掏刷、沉陷会削弱沟道断面。生态护坡把柔性固脚、反滤排水和草灌根系加筋组合起来，使坡面防护从单一挡水转向水力稳定、土体排水和植被恢复并重。排干沟道生态护坡技术应用效果，应回到草灌结合、反滤排水和分段管护三个工程动作中判断，并同时核对坡脚冲刷、坡面覆盖、行洪排水和后期维护的变化。

1 排干沟道生态护坡应用

1.1 草灌结合护坡，从硬质防冲到生态固岸

排干沟道岸坡通常坡长较短、汇流路径集中，雨后水位快速涨落会在常水位附近形成反复湿润带。草灌结合护坡应先控制坡比和表层基质厚度，再配置耐湿、耐旱和根系发达的草本及低矮灌木，使根系主要分布在 0.20m 至 0.60m 浅层土体内[1]。草本负责早期覆盖和细根固土，灌木负责中后期深根锚固和坡面粗糙度提升，两者与生态砌块孔隙、植生袋或三维网垫配合后，可把水流剪切力分散到植被茎叶、孔隙基质和块体边缘，并把局部裸土暴露控制在巡查能够及时补播的范围内。应用时不宜把植物层当作装饰性绿化，坡脚、弯道外侧和排水口附近仍要保留格宾石笼或生态砌块等柔性抗冲构件；坡顶则要设置截排水沟，减少外来径流直接漫流冲刷新建坡面。

1.2 反滤排水配套，从坡面封护到渗排协调

生态护坡的稳定性取决于表面抗冲和内部排水的同步匹配。排干沟道在汛后退水阶段容易出现坡体内水位高于沟内水位的短时工况，若护坡背后没有反滤层和导排通道，孔隙水压力会沿块体接缝、植生袋袋体或坡脚薄弱处释放，进而造成鼓胀、细颗粒流失和局部塌陷[2]。较稳妥的做法是在迎水坡后设置级配砂砾或土工反滤材料，坡脚布置碎石盲沟和可检查排水口，使渗水有可控出口，同时防止细土被带走。生态恢复必须服务于沟道水力边界，而不是削弱排水功能；当坡后渗水能够沿反滤层进入盲沟，迎水坡块体才不容易因背水压力集中而外鼓。

1.3 分段管护联动，从单坡修复到沟道带稳控

排干沟道往往穿越农田、道路和村庄边界，护坡运行效果会受到上游来水、两岸耕作扰动、桥涵收缩和排水口集中出流影响。分段管护应按直线段、弯道段、涵洞上下游、排水口邻近段和低洼滞水段建立差异化巡查单元，分别记录坡脚掏刷量、块体错动、植被缺株、淤积厚度和排水口通畅状态。三类代表段的管护阈值可按运行压力分档：直线缓坡段对应 2.40cm 淤积厚度、0.45m 坡脚掏刷量和 6 次巡查频次，弯道外侧段对应 3.20cm、0.55m 和 10 次，涵洞下游段对应 3.60cm、0.60m 和 12 次。新建后第一个汛期是风险集中期，补播、补植和块体复位应跟随降雨过程及时处理；稳定运行后，管护重点从大面积修补转向薄弱点复查和入沟泥沙控制。通过这种分段联动，生态护坡从单个坡面的修复工程转为沟道带的持续稳控措施，能减少局部病害反复扩大的概率。

2 护坡效果分项分析

2.1 沟岸坡脚冲刷明显减轻

坡脚冲刷是判断排干沟道生态护坡应用效果的首要指标。硬质直立或半硬质护砌在局部跌水、弯道外

侧和桥涵出口处容易出现反射流与底流叠加，细颗粒被带走后，护砌背后空洞会向上发展[3]。生态护坡采用格宾固脚、生态砌块锁边和植被粗糙带后，近坡面流速被分散，块石孔隙又能释放部分水流能量，坡脚掏刷量的增长速度随之降低。其中弯道外侧和涵洞下游仍应较高巡查频次，说明生态护坡不能取消重点部位的水力复核。沟道分段运行评价指标见表 1。

表 1 排干沟道生态护坡运行评价指标

沟道分段	汛后淤积厚度/cm	坡脚掏刷量/m	植被覆盖度/分值	巡查频次/次	小修等级/级
直线缓坡段	2.40	0.45	62	6	1
弯道外侧段	3.20	0.55	58	10	2
涵洞下游段	3.60	0.60	55	12	2
排水口邻近段	3	0.50	60	9	2
低洼滞水段	2.80	0.65	64	8	1
村路交叉段	2.60	0.40	57	7	1

表 1 显示，涵洞下游段的汛后淤积厚度和坡脚掏刷量均处在较高水平，巡查频次也高于直线缓坡段，说明收缩出流和局部跌水仍是排干沟道护坡的重点风险；低洼滞水段植被覆盖度较高，但坡脚掏刷量并不最低，管护中需要同时检查退水通道和坡体含水状态。

2.2 坡面植被覆盖状态持续改善

植被覆盖改善体现生态护坡的长期恢复能力，但覆盖度上升只有与根系固土、基质保水和物种适应性相结合才具有工程意义。排干沟道坡面土层薄、养分易被径流带走，初期应选择狗牙根、高羊茅、紫穗槐、胡枝子等耐瘠薄、萌蘖力较强的草灌类型，并通过客土、椰丝毯或植生袋保持种子附着和表层水分。覆盖形成后，坡面粗糙度提高，雨滴打击和浅层片流减弱，裸露斑块不再沿坡向连成冲沟[4]。若出现单一草种衰退、灌木过密遮压或外来入侵种扩散，覆盖率数字本身并不能代表生态质量，在低洼滞水和排水口邻近部位，覆盖改善还要同退水坡向、表层含水控制和补植窗口配合，否则表面返青容易掩盖根层缺氧、基质滑移和局部裸斑复发。管护中应同步观察群落层次、根系穿透和洪后恢复速度。

2.3 行洪排水能力趋于稳定

排干沟道首先是排水通道，生态护坡应用效果必须服从断面过流和排涝安全。草灌群落、砌块孔隙和格宾固脚会增加边界粗糙度，若布置过密或侵入主槽，可能抬高局部水位并加重淤积；若坡面过度硬化，又会削弱生态滞蓄和水质缓冲功能。较合理的状态是主槽保持清晰过流边界，植被主要分布在设计水位以上及缓坡带，坡脚构件承担抗冲，盲沟和排水口承担退水导排。运行评价中应把汛后淤积厚度、排水口堵塞次数、小修频次和植被覆盖一起观察，并重点复核图 1 中涵洞下游段 3.60cm 淤积厚度、0.60m 坡脚掏刷量与 12 次巡查频次之间的对应关系；当清淤和修补从汛后集中抢修转为常规巡查处理时，说明生态护坡已形成较稳定的行洪排水条件。

3 结语

排干沟道生态护坡的应用价值不在于简单替代硬质护砌，而在于把坡脚防冲、坡面固土、地下渗排和植被恢复放入同一断面中协调处理。草灌根系提高浅层土体抗蚀能力，生态砌块与格宾固脚削弱近底流速对坡脚的集中淘刷，反滤层和碎石盲沟降低雨后滞水造成的软化风险。效果分析表明，沟岸坡脚冲刷、坡面覆盖和行洪排水三个指标应共同作为运行判断依据；若只看短期成活率，容易忽略洪后淤积、排水口堵塞和坡面局部滑塌。后续应用宜把分段巡查、补植补播、排水口清理和汛后断面复测纳入常态管护，使生态护坡在排涝安全和沟道生态恢复之间保持稳定平衡。

参考文献：

[1] 赵培胜.河道生态护坡装配式混凝土结构设计与施工技术[J].中国水泥,2026,(8):100-102+99.

[2] 冉锐.水利工程河道生态护坡施工技术研究[J].低碳世界,2026,16(7):44-46.

[3] 姚小刚.水利工程河道生态护坡施工关键技术[J].当代农机,2026,(6):71-72.

[4] 刘尚伦.河道生态护坡的水土保持效应和生态效益研究[J].水土保持应用技术,2026,(3):41-43.