

文章编号: 1674—8247(2022)02—0043—04
DOI:10. 12098/j. issn. 1674 - 8247. 2022. 02. 008

沟道型弃渣场截排水设计方法

朱麟晨

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要:本文以新建叙永至毕节铁路、成昆铁路复线弃渣场设计施工为工程依托,采用理论分析与工程实践相结合的方法,对沟道型弃渣场的排水设计方法进行了研究分析。根据弃渣场过水能力和汇水流量大小,提出了3种弃渣场排水设计方法,分别为渣顶水沟+截水天沟、双截水沟和引水洞+两侧天沟排水。排水设计方法的核心理念是通过渣顶水沟、排水沟或引水洞引排主沟大流量汇水,再通过截水天沟引排坡面汇水,以有效保证弃渣场排水系统的有效性,降低流水对弃渣场的水稳破坏,保证弃渣场的安全稳定。

关键词:沟道型渣场;截排水;过水能力;渣顶水沟;截水天沟;引水洞

中图分类号:TU992 文献标志码:A

Design Method for Interception and Drainage for Gully-type Spoil Area

ZHU Linchen

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031, China)

Abstract: Based on the design and construction of the spoil areas of new Xuyong-Bijie Railway and the second track of Chengdu-Kunming Railway, this paper analyzed the drainage design method for gully-type spoil areas by combining theoretical analysis with engineering practice. According to the discharge capacity and catchment flow of the spoil areas, three drainage design methods for the spoil areas were proposed, namely, top ditch + intercepting gutter, double intercepting ditch, and diversion tunnel + gutter on both sides. The core concept of the drainage design method is to drain the large-flow catchment water from the main ditch through the top ditch, drainage ditch, or diversion tunnel, and then drain the slope catchment water through the intercepting gutter, so as to effectively ensure the effectiveness of the drainage system of the spoil area, reduce the damage of flowing water to the water stability of the spoil area and ensure the safety and stability of the spoil area.

Key words: gully-type spoil area; interception and drainage; discharge capacity; top ditch; intercepting gutter; diversion tunnel

弃渣场截排水能力不足易造成渣场浸水软化,形成溜坍滑坡,严重影响下游建(构)筑物安全。因此,弃渣场截排水系统必须具有足够的截排水能力,满足排水、泄洪要求,以保证弃渣场的安全稳定性。

国内外学者对弃渣场排水设计进行了一些研究。李天宇^[1]对防洪排导工程设计流量的计算方法进行

了研究,提出了关于设计流量计算方法的合理建议;刘军军^[2]对弃渣场的水土保持措施进行优化分析;闫宝环^[3]对公路弃渣场的排水措施进行了研究;廖星明^[4]对锦屏二级水电站萨摩沟泥石流弃渣场的排导措施进行了研究,采用格栅式拦挡坝既可排泄洪水,又可拦截泥石流堆积物;刘国平^[5]介绍了秦岭隧洞3号勘探试

收稿日期:2021-10-20

作者简介:朱麟晨(1984-),男,高级工程师。

基金项目:四川省科技计划项目(2019YFG0460);中铁二院工程集团有限责任公司科技开发项目(KYY2019046(19-21))

引文格式:朱麟晨. 沟道型弃渣场截排水设计方法[J]. 高速铁路技术,2022,13(2):43-46.

ZHU Linchen. Design Method for Interception and Drainage for Gully-type Spoil Area[J]. High Speed Railway Technology, 2022, 13(2):43-46.

验洞弃渣场的截排水工程设计方案;郭万林^[6]结合蒙华铁路胡家堡弃渣场,对山岭区弃渣场边坡、支挡、排水及绿化进行了综合设计;周文渊^[7]提出受正常蓄水位及校核洪水位的影响,库面型弃渣场、库中型弃渣场、库底型弃渣场的水土保持处理具有较大差异,并依据各弃渣场特征,从渣脚防护、坡面防护和排水布置等方面分别采取符合实际要求的措施;吴军^[8]以西藏开投海通水泥弃渣场为例,给出了弃渣场的沟水处理方案;陈珂霖^[9]以成兰铁路弃渣场建设为例,介绍了艰险山区弃渣场的设计流程;何文辉^[10]依托中叶水库弃渣场,介绍了弃渣场的拦挡、截排水沟及超标准洪水的排泄。

但随着铁路建设对生态文明水土保持的愈加重视,传统弃渣场截排水设计理念已不能满足铁路弃渣场环水保的新要求。本文结合新建叙永至毕节铁路和成昆铁路复线弃渣场的设计与施工,对弃渣场截排水设计方法进行分析总结。

1 弃渣场防洪标准及排水计算方法

1.1 弃渣场级别及防洪标准

(1) 弃渣场级别

根据 GB 51018 - 2014《水土保持工程设计规范》5.7.1 规定,弃渣场级别应根据堆渣量、堆渣最大高度、弃渣场失事后对主体工程或环境造成的危害程度进行划分,且渣场级别就高不就低,如表 1 所示。

表 1 弃渣场级别表

渣场级别	堆渣量 / (万 m ³)	最大堆渣高度 / m	渣场失事对主体工程或环境造成的危害程度
1	2 000 ≥ V ≥ 1 000	200 ≥ H ≥ 150	严重
2	1 000 > V ≥ 500	150 > H ≥ 100	较严重
3	500 > V ≥ 100	100 > H ≥ 60	不严重
4	100 > V ≥ 50	60 > H ≥ 20	较轻
5	V < 50	V < 20	无危害

(2) 防洪标准

根据 GB 51018 - 2014《水土保持工程设计规范》5.7.3 规定,排洪工程设计、校核防洪标准如表 2 所示。

表 2 弃渣场排洪工程设计标准表

拦渣坝工程级别	排洪工程级别	防洪标准 [重现期 (年)]			
		山区、丘陵区		平原区、滨海区	
		设计	校核	设计	校核
1	1	100	200	50	100
2	2	100 ~ 50	200 ~ 100	50 ~ 30	100 ~ 50
3	3	50 ~ 30	100 ~ 50	30 ~ 20	50 ~ 30
4	4	30 ~ 20	50 ~ 30	20 ~ 10	30 ~ 20
5	5	20 ~ 10	30 ~ 20	10	20

排洪工程失事可能对周边及下游基础设施造成重

大危害时,2 级以下排洪工程的设计防洪标准可按表 2 规定提高 1 级。

弃渣场临时性拦挡工程防洪标准取 3 ~ 5 年一遇,当弃渣场级别为 3 级以上时,可提高到 10 年一遇。弃渣场永久性截排水措施的排水设计标准采用 3 ~ 5 年一遇 5 ~ 10 min 短历时设计暴雨。

1.2 弃渣场过水能力计算

隧道弃渣场截水天沟、渣顶水沟或引水洞过流能力采用明渠均匀流公式计算:

$$Q = AV$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中: Q ——最大洪峰流量 (m³/s);

A ——过水断面面积 (m²), $A = bh + mh^2$;

V ——流速 (m/s);

R ——水力半径 (m);

i ——沟道比降,取 0.03;

n ——沟道糙率,取 0.025;

h ——沟深 (m);

b ——底宽 (m);

m ——排水沟边坡比。

以叙毕铁路谢家山弃渣场为例,谢家山隧道进口渣场设计泄洪能力为 40.727 m³/s,渣场所在支沟 30 年一遇防洪标准下的最大洪峰流量为 11.19 m³/s,渣场设计满足沟道泄洪要求。

1.3 弃渣场长挡护工程水位标高核算

根据渣场实测地形图,谢家山隧道弃渣场所在位置主沟与支沟汇口的处沟道横断面如图 1 所示。

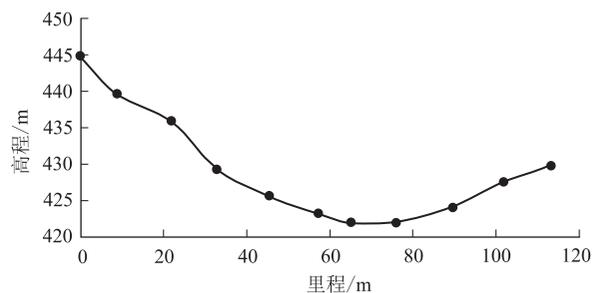


图 1 谢家山隧道弃渣场汇口横断面图

利用水力学公式对该断面水位流量关系曲线进行计算:

$$Q = \frac{1}{n} A \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

式中: Q_1 ——计算流量 (m³/s);

n ——糙率,参照《天然河道糙率表》取 0.035;

A ——面积 (m²);

R ——水力半径(m);
 i ——比降,以小数计。断面附近沟道平均比降为0.05。

谢家山隧道弃渣场所在位置主沟与支沟汇口处沟道横断面水位流量关系曲线如图2所示。

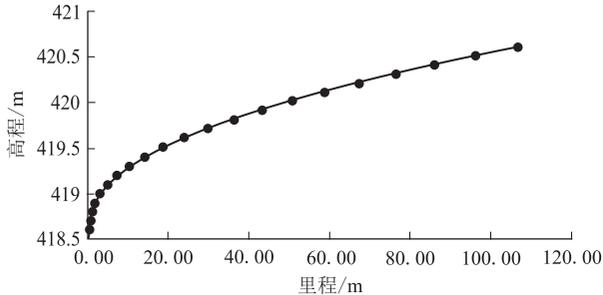


图2 谢家山隧道弃渣场汇口断面水位流量关系图

由图2可知,在30年一遇洪水条件下,断面处洪峰流量合计为 $39.26 \text{ m}^3/\text{s}$,对应水位高程为419.84 m。谢家山隧道弃渣场挡渣坝设计坝顶高程为420~428 m,均高于30年一遇洪水位。

2 截排水设计方法

2.1 渣顶水沟+截水天沟设计方法

渣顶水沟+截水天沟截排水设计方法适用于沟道型汇水流量较大的渣场,设计核心是根据弃渣场汇水流量大小,在渣场顶部设置渣顶水沟以截排主沟流水,在渣场边缘自然坡体上设截水天沟以截排坡面及主沟剩余流水。截水天沟基础置于天然地基上,截水天沟材料一般采用浆砌片石或混凝土。排水设计平面如图3所示,横断面如图4所示。弃渣前必须完成拦渣坝、下游自然沟的清理铺砌和排水沟、渣底盲沟等的修建。

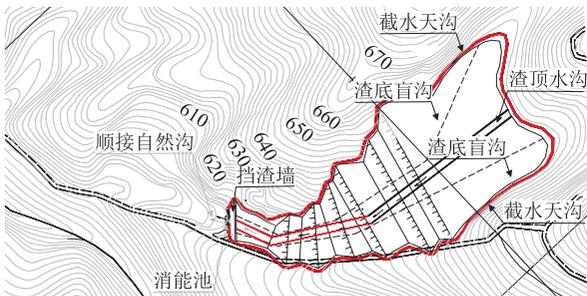


图3 渣顶水沟+截水天沟排水设计平面示意图

隧道弃渣为软硬不均的松散堆积体,物理力学参数较低弱,渣顶水沟置于弃渣顶部易产生不均匀沉降及冲刷破坏,以至于达不到使用年限就已失效,若遇到雨季弃渣场冲沟流量大的情况,易对弃渣场造成毁灭性的破坏,因此,施工应严格按设计要求对弃渣进行碾压

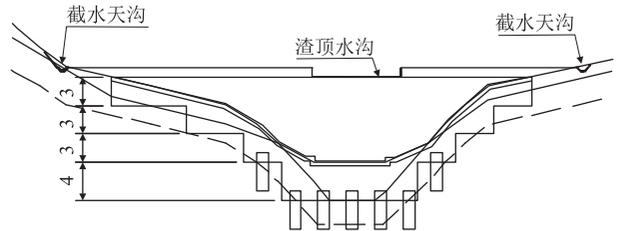


图4 渣顶水沟+截水天沟排水设计横断面图

夯实。

2.2 双截水沟设计方法

双截水沟截排水设计方法适用于沟道型汇水流量较大的渣场,设计核心是在渣场顶部沟道中心设置汇水井,汇集冲沟内流水,再根据水位高度排向两侧截排水沟。在流量不大的情况下,由低位排水沟排至下游;大量较大的情况下,由低位排水沟及高位截水沟排至下游。在弃渣挡护下游设置集水槽,高位截水沟末端接至集水槽,消减水势能,集水槽另一端接自然沟。低位排水沟下游设置消能池,排水沟末端接至消能池,消减边沟水势能。排水设计平面如图5所示,横断面如图6所示。

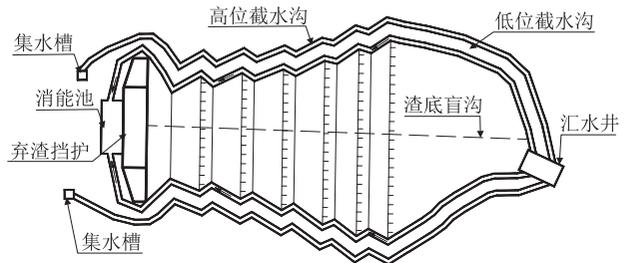


图5 双截水沟截排水设计方法平面示意图

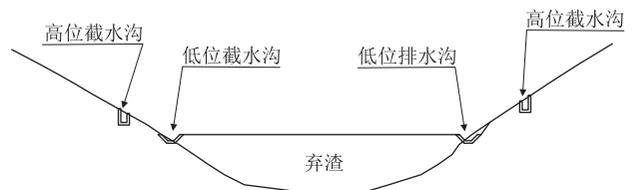


图6 双截水沟截排水设计方法横断面示意图

该排水设计方法中,低位排水沟及高位截水沟均位于稳定的自然地基,避免了弃渣不均匀沉降对水沟的破坏,从而降低了地表水对弃渣体的冲刷,保证了截排水系统的长期有效。设计方法已申报专利、现场排水效果有待实施工程检验。

2.3 引水洞+两侧天沟设计方法

引水洞+两侧天沟截排水设计方法适用于占常流水的大型沟道型渣场,设计核心是根据占沟流量大小,设置满足排水能力的引水洞,先将主沟常流水通过引水洞排至弃渣场下游,降低主沟常流水对弃渣场的冲

刷风险,再在弃渣场两侧设置截水天沟,截排自然坡面汇水,达到较好的排水效果,排水设计平面如图7所示,横断面如图8所示。



图7 引水洞+两侧天沟排水系统平面示意图

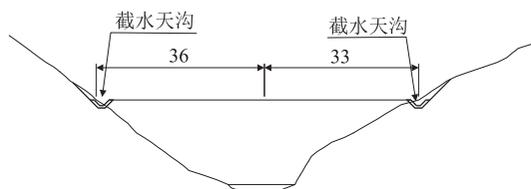


图8 引水洞+两侧天沟排水系统典型横断面示意图(m)

该排水设计方法在处理大主沟汇水弃渣场排水方面效果显著,尤其适用于选址困难,需占用常流水主沟的弃渣场。

3 结论

本文依托铁路隧道弃渣场工程,通过对弃渣场截排水方法的探讨分析,得出以下主要结论:

(1) 根据沟道型弃渣场的特点及沟道汇水流量的大小,提出了渣顶水沟+截水天沟、双截水沟和引水洞+两侧天沟3种弃渣场截排水设计方法。

(2) 渣顶水沟+截排水天沟和双截排水沟截排水设计方法适用于沟道型汇水流量较大的渣场,工程投资适中,施工工期较短,质量控制容易,排水效果较好。引水洞+两侧天沟截排水设计方法适用于占常流水的大型沟道型渣场,工程投资较高,施工工期较长,但排水效果良好。

参考文献:

[1] 李天宇,叶雷. 防洪排导工程设计流量计算方法分析[J]. 水利技术监督, 2019, 27(4): 8-9.
LI Tianyu, YELEI. Analysis of Design Flow Calculating Method for Flood Control and Drainage Engineering[J]. Technical Supervision in

Water Resources, 2019, 27(4): 8-9.
[2] 刘军军. 高速公路已有弃渣场水土保持优化设计[J]. 黑龙江交通科技, 2017, 40(6): 35-36.
LIU Junjun. Optimal Design of Water and Soil Conservation in Existing Waste Dump of Expressway [J]. Communications Science and Technology Heilongjiang, 2017, 40(6): 35-36.
[3] 闫宝环. 国道干线纵五线坎市新罗经抚市华丰至杏坑段公路工程1#弃渣场水土保持措施设计[J]. 亚热带水土保持, 2017, 29(1): 50-54.
YAN Baohuan. Design of Water and Soil Conservation Measures for 1# Spoil Ground of Highway Project from Huafeng to Xingkeng in Xinluo, Kan City, the Fifth Longitudinal Line of National and Provincial Highway [J]. Subtropical Soil and Water Conservation, 2017, 29(1): 50-54.
[4] 廖星明. 浅析锦屏二级水电站模萨沟弃渣场沟水处理工程二期改造[J]. 低碳世界, 2014(21): 138-141.
LIAO Xingming. Analysis on the Second Phase Reconstruction of Ditch water Treatment Project in Mosgou Waste Slag Yard of JinpingII Hydropower Station [J]. Low Carbon World, 2014(21): 138-141.
[5] 刘国平. 秦岭输水隧洞3号勘探试验洞弃渣场设计探讨[J]. 山西建筑, 2011, 37(9): 222-223.
LIU Guoping. Discussion on Design of Spoil Site of Qinling Tunnel No. 3 Exploration Test Holes [J]. Shanxi Architecture, 2011, 37(9): 222-223.
[6] 郭万林. 山岭区弃渣场综合设计研究[J]. 交通节能与环保, 2018, 14(2): 62-65.
GOU Wanlin. Comprehensive Design of Mountain Waste Disposal Yard [J]. Energy Conservation & Environmental Protection in Transportation, 2018, 14(2): 62-65.
[7] 周文渊. 水利水电工程弃渣场水土保持工程措施探析[J]. 陕西水利, 2019(9): 117.
ZHOU Wenyuan. Discussion on Water and Soil Conservation Measures in Waste Dump of Water Conservancy and Hydropower Project [J]. Shaanxi Water Resources, 2019(9): 117.
[8] 吴军,赵鹏铤,邹兵华. 西藏开投海通水泥厂弃渣场沟水处理方案设计[J]. 低碳世界, 2019, 9(8): 28-29.
WU Jun, ZHAO Pengkun, ZOU Binghua. Design of Ditch Water Treatment Scheme for Waste Slag Yard of Tibet Kaitou Haitong Cement Plant [J]. Low Carbon World, 2019, 9(8): 28-29.
[9] 陈柯霖,卿伟宸,朱勇. 浅论环保新形势下艰险山区弃渣场系统设计[J]. 高速铁路技术, 2020, 11(5): 87-91.
CHEN Kelin, QING Weichen, ZHU Yong. Discussion on the Spoil Area System Design in Harsh Mountainous Areas in the New Era of Environmental Protection [J]. High Speed Railway Technology, 2020, 11(5): 87-91.
[10] 何文辉. 中叶水库弃渣场工程措施的设计[J]. 广东水利水电, 2019(6): 37-39.
HE Wenhui. Design of Engineering Measures for Waste Dump of Zhonghe Reservoir [J]. Guangdong Water Resources and Hydropower, 2019(6): 37-39.