

建设项目工程弃渣场场址选择及设计分析

——以“贵(阳) - 广(州)铁路”为例

杨锐锋, 张建强, 耿广晋 (西南交通大学环境科学与工程学院, 四川成都 610031)

摘要 在对建设工程项目进行工程分析及弃渣场选址和设计现状说明的基础上, 以贵广铁路为例, 从大型建设工程弃渣场场址选择及设计角度进行分析论证, 从而提出工程弃渣场进行选址及设计工程可行性的合理意见。并通过对大型建设工程弃渣场进行场址选择及设计分析, 得出了弃渣场选址的基本原则和不同渣场工程情况的设计技术相宜性要求。

关键词 弃渣场; 建设工程; 弃渣场选址; 弃渣场设计

中图分类号 X 321 文献标识码 A 文章编号 0517 - 6611(2009)27 - 13348 - 03

Analysis on Choosing and Designing the Abandoned Dreg Site of the Construction Projects

YANG Rui-feng et al (College of Environmental Science and Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan 610031)

Abstract Based on the choice of residue field and the design status of construction projects, Guiyang-Guangzhou railway was taken for an example to analyze the choice of residue field and design of the major construction projects. Some appropriate advice on the choosing and designing the abandoned dreg site of projects were put forward. Through the analysis of residue field choice and the design status quo of major construction projects, the basic principles and appropriate requirements of the choice and design of abandoned dreg site were obtained.

Key words Abandoned dreg site; Construction projects; Choice of abandoned dreg site; Design of abandoned dreg site

近年来, 随着改革开放的持续推进、中国经济的高速发展, 各项大型建设工程如铁路、公路、矿山等也在如火如荼地进行着。然而, 这些大型建设工程的遗留问题却造成了生态环境的破坏甚至人类生命财产的损失。随着工程建设的增加, 工程弃渣量也逐年增加, 以贵广铁路为例, 这条铁路建设工期6年, 工程弃渣量达9 000多万方, 数量大、工期长, 这也对弃渣场的选址及设计安全性提出了更高、更严格的要求。而现实情况中的弃渣问题却常常是施工单位忽略的环节, 随意堆弃现象严重, 即使统一运往固定堆放场也没有进行规范的堆放设计, 这就为后续的水土保持及土地复垦等生态修复工作造成困难甚至埋下安全隐患, 使下游居民的生命财产安全受到威胁^[1] (图1) 笔者通过对大型建设工程弃渣场选址的合理性及设计进行分析, 并以贵广铁路工程为例, 得出工程建设过程中弃渣场选址的基本原则和不同渣场工程情况的设计技术相宜性要求, 旨在为相关研究提供借鉴。



图1 弃渣场现状

Fig. 1 The status of abandoned dreg site

1 工程分析及弃渣场选址原则

1.1 建设项目工程及弃渣量 以贵广铁路为例, 项目起点贵阳至终点广州正线全长 857.3 km, 该工程新建桥梁 311 座, 计 193.8 km, 隧道 240 座, 计 476.7 km, 车站 35 个, 拆迁房屋 195.45 hm², 新建房屋 22.21 hm², 永久用地 2 484.27 hm², 临时用地 1 987.74 hm²; 土石方总量为 18 791.36 × 10⁴ m³, 其中填方 4 510.69 × 10⁴ m³, 挖方 14 280.67 × 10⁴ m³; 弃渣 9 556.25 × 10⁴ m³, 共设弃渣场 300 个, 取土 341.18 × 10⁴ m³, 共设取土场 6 个。工程桥隧比较高, 弃渣主要来自隧道和路基、站场工程等施工地段。工程土石方量见表 1^[2]。

从贵广铁路工程各工点可知, 项目所在区域属西南中低山地貌, 工程桥隧比高, 弃渣量大, 然而由于区域生态环境为人均耕地较少, 凹地或平地多被当地居民建成居民点或者开垦为水田或旱地, 这为建设工程弃渣场选址造成了较大困难。

1.2 弃渣场选址原则 由于建设工程弃渣场选址往往是在工程可行性研究阶段完成, 在下阶段工程施工中可能部分渣场将进行调整, 重新选址, 对此笔者经查阅大量资料及结合工程实地调查提出以下选址原则^[2]: ①弃渣场的选择要禁止堆放于河道、水库中; ②尽量远离水源保护区、自然保护区、文物保护单位等敏感区域, 少占农田及林地; ③不得影响周围居民的生产、生活安全, 下游 500 m 范围内应无居民集中居住区; ④一般不宜选在靠近新建及既有桥梁上游, 确保主体工程安全; ⑤弃渣场选址时应进行地质调查, 不应选在滑坡、泥石流等不良地质地段, 不得影响当地公路等公用设施。

因此, 总的来说弃渣场因首先要保证渣场下游一定范围内无集中居民区, 以避免一旦事故发生而带来的人员伤亡损失; 其次是要确保渣场位置地形地貌的适宜性, 如三面环山的沟谷低洼地段易于防护, 最好不要沿江河、湖泊水库地段设弃渣场, 受到地形、地质条件控制, 需临河地段设置弃渣场, 要提高防护标准; 最后是弃渣场选址不能位于滑坡地段、保护区等敏感区域。合理弃渣场近景及远景见图 2~3。

表 1 贵广铁路工程土石方平衡情况

Table 1 The earthwork balance of Guiyang-Guangzhou railway construction

10⁴ m³

工程类别 Construction type	挖方 Cutting	填方 Filling	路基挖方利用量 Roadbed cutting recycle	隧道出渣利用量 Tunnel cutting recycle	站场挖方利用量 Station cutting recycle	利用作建材 Used construction material	外借方 Buy earthwork	弃方 Diacarding earthwork
路基 Roadbed	4 066.42	2 343.11	2 145.35				64.98	1 921.07
隧道 Tunnel	7 363.03			1 062.68		558.03		5 745.32
桥涵 Bridge	325.24	60.57						264.67
站场 Station	2 525.98	2 107.01			900.79		276.20	1 625.19
合计 Total	14 280.67	4 510.69	2 145.35	1 062.68	900.79	558.03	341.18	9 556.25



图 2 弃渣场近景

Fig. 2 Close shot of abandoned dreg site



图 3 弃渣场远景

Fig. 3 Long shot of abandoned dreg site

2 弃渣场设计原则

弃渣场设计应根据渣场容量并结合所在区域地形地貌及气候设定所选弃渣场截排水沟和挡渣墙设计要求和参数。下面进行渣场设计分析并结合贵广铁路 CK272 和 CK309 2 个典型弃渣场为实例进行综合分析论证。

2.1 弃渣场截排水沟设计 首先,应根据《防洪标准》和《灌溉与排水工程设计规范》,弃渣场截、排水沟标准按堆渣量以 50 万方和 100 万方为分界点分别按 20、50、100 年一遇的洪水设计^[3]。

(1) 设计模式。坡面洪峰流量确定采用《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008)中的清水洪峰流量模式计算。

$$Q_B = 0.278kiF$$

式中, Q_B 为最大洪水洪峰流量 (m³/s); k 为径流系数, 该项目按 0.5 考虑; i 为平均 1 h 降雨强度 (mm/h); F 为山坡集水面积 (km²)。

(2) 计算结果。可根据工程弃渣场上游汇水面积, 从不同汇水面积计算出流量 (表 2)。

表 2 弃渣场上游坡面汇水流量计算情况

Table 2 The water catchment of abandoned dreg site

分项 Items	F//km ²	Q _B //m ³ /s	分项 Items	F//km ²	Q _B //m ³ /s
1	X ₁	Y ₁	4	X ₄	Y ₄
2	X ₂	Y ₂	5	X ₅	Y ₅
3	X ₃	Y ₃	6	X ₆	Y ₆

考虑到渣场实际设置中采用渣场两侧同时设置排水沟进行排水, 因此可将最大洪水洪峰流量减半进行检算设计, 其中 X_i 为拟定渣场不同的各个坡面汇水面积, Y_i 为相应的

最大洪水洪峰流量。贵广线各个渣场汇水面积均在 0.05 ~ 0.20 km²。

截、排水沟断面面积 A , 根据上式中的设计频率及最大径流量, 按明渠均匀流模式计算:

$$A = \frac{Q_B}{C \sqrt{Ri}}$$

式中, A 为截、排水沟断面面积 (m²); C 为谢才系数; R 为水力半径, $R(m) = \frac{A}{\chi}$; i 为排水沟比降; χ 为水沟湿周 (m); $Q_{\text{设}} = A \cdot C \sqrt{Ri} = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{2}{3}}$; n 为截排水沟地面糙率, 贵广线取 0.03; i 为截排水沟比降, 贵广线取 0.15。

由表 3 可知, 当汇水面积在 0.3 ~ 0.2 km² 采用 I 断面; 在 0.2 ~ 0.1 km² 采用 II 断面; 在 0.1 km² 以下采用 III 断面。根据路基设计规范, 截、排水沟深需在上面计算沟深的基础上加上安全超高 0.1 m, 再加 0.1 m 的块石压顶, 边坡取 1:1。

表 3 截水沟断面满足流量变化关系

Table 3 The relationship of flow and catch ditch

断面 Cross section	宽度 B//m Width	高度 h//m Height	A//m ²	χ//m	R//m	Q _设 //m ³ /s
I	0.75	0.7	1.015	2.730	0.372	2.97
II	0.65	0.6	0.750	2.347	0.320	1.98
III	0.40	0.6	0.600	2.097	0.286	1.47

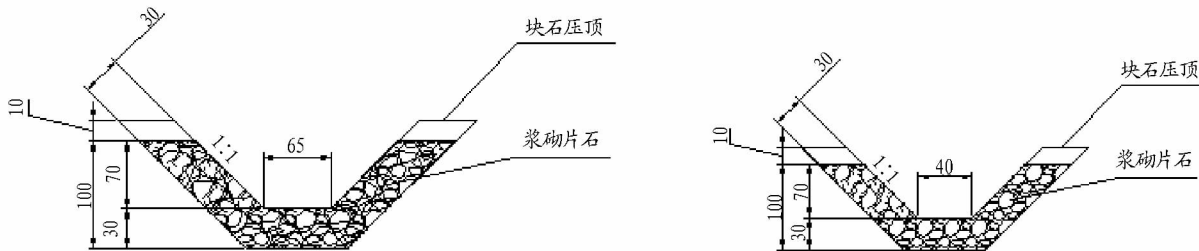
因此, 由表 4 可知, 截、排水沟长度应顺延至自然沟渠或接入路基、桥涵排水系统后排入自然水系, 并需在下流设置急流槽, 作为消能设施, 贵广线弃渣场可采用 II、III 型断面设计, 其典型设计见图 4。

2.2 弃渣场拦渣墙设计 根据贵广铁路弃渣场现场踏勘,

表4 截排水沟每米工程数量

Table 4 The catch-drain ditch's quantity in one meter

断面 Cross section	下底内侧宽//m Bottom width	沟内侧深//m Ditch depth	安全加高//m Built-up for safety	边坡坡率 Side slope scale	浆砌石厚度//m Thickness of grouted stone pitching	浆砌片石//m ³ /m Grouted stone pitching	块石//m ³ /m Dimension stone	人工挖方//m ³ /m Hand excavation
I	0.75	0.7	0.1	1:1	0.3	1.031	0.085	2.601
II	0.65	0.6	0.1	1:1	0.3	0.916	0.085	2.161
III	0.40	0.6	0.1	1:1	0.3	0.841	0.085	1.886



注:左为II型浆砌石截水沟剖面图;右为III型浆砌石截水沟剖面图。

Note:The left is the section of II pulp masonry intercepting drain;The right is III pulp masonry stone intercepting drain.

图4 弃渣场截排水沟设计剖面

Fig.4 The design of abandoned dreg site's catch-drain ditch

工程需挡护弃渣场堆高应在3~12m,其挡墙一般按照重力式挡墙进行设计。

2.2.1 挡墙设计。根据弃渣场的环境条件和防治要求,挡渣墙应按堆渣量的容量情况进行设计。以贵广铁路设计中高4.5m为例进行梯形断面浆砌石挡渣墙设计,尺寸见表5。

表5 挡渣墙尺寸设计

Table 5 The design of retaining wall

类型 Type	墙高//m Wall height	顶宽//m Topwidth	底宽//m Bottom width	基础深度//m Base depth	地面上//m Above ground	截面积//m ² Sectional area
I	5	1.6	2.8	1.4	3.6	11.0
II	4	1.4	2.2	1.0	3.0	7.2

2.2.2 稳定性计算模式。

(1) 主动土压力计算。主动土压力系数 K_a :

$$K_a = \frac{\cos^2(\varphi - \alpha)}{\cos^2\alpha \cdot \cos(\delta + \alpha) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \sin(\varphi - \beta)}{\cos(\delta + \alpha) \cos(\alpha - \beta)}} \right]}$$

主动土压力 E_a : $E_a = \frac{1}{2} rH^2 K_a$, 主动土压力 E_a 与水平面

夹角为 $\delta + \alpha$; 则 E_a 水平方向分力为 $E_{ah} = E_a \cos\alpha$; 垂直方向

分力 $E_{av} = E_a \sin\alpha$ 。

(2) 抗滑移系数 K_s : $K_s = \frac{(G + E_{av})\mu}{E_{ah}}$, 要求 $K_s > 1.3$ 。

(3) 抗倾覆系数 K_t : $K_t = \frac{G \cdot Z_G + E_{av} \cdot Z_v}{E_{ah} \cdot Z_h}$, 要求 $K_t > 1.5$; $Z_G =$

$(W_b - H \times \tan\alpha) / 2$; $Z_v = (W_b + H \times \tan\alpha) / 3$; $Z_h = H / 3 = 1.33m$ 。

(4) 基底应力验算: $N_k = G + E_{av}$; 合力 N_k 对挡墙脚趾的

距离 $Z_N = \frac{G \cdot Z_G + E_{av} \cdot Z_v - E_{ah} \cdot Z_h}{N_k}$; $e = W_b / 2 - Z_N$, 要求 $e <$

$W_b / 6$ 。

基底应力呈梯形分布, 基底法向应力为: $P_{max} = \max$

$\left[\frac{N_k}{W_b} \left(1 + \frac{6e}{W_b} \right), \frac{N_k}{W_b} \left(1 - \frac{6e}{W_b} \right) \right]$ 满足要求 $q_k / P_{max} > 1.2$ 。

(5) 设计条件。根据当地地质条件、气候条件和弃渣性质, 其设计条件见表6。

(6) 墙体尺寸。由设计的挡渣墙尺寸概化为计算用的挡渣墙尺寸见表7。

(7) 稳定性验算结果。挡渣墙按上述设计条件和挡渣墙

表6 挡渣墙设计条件

Table 6 The conditions of retaining wall design

指标 Indicator	填土倾角//° Obliquity	填土内摩擦角//° Inside friction angle	墙背与填土间摩擦角//° Reciprocal friction angle	填土容重 kN/m ³ Filling capacity	墙体容重 kN/m ³ Wall capacity	基底摩擦系数 Coefficient of friction	墙体附加荷载//kN Wall's load	地基承载力 kN/m ² Foundation bearing capacity
符号 数值	b 30.5	f 35	d 17.5	g 20	g_k 24	m 0.4	W_0 0	q_k 300

表7 挡渣墙尺寸

Table 7 The size of retaining wall design

类型 Type	总高 H //m Total height	墙背仰角 a //° Back wall angle	墙体底宽 W_b //m Wall bottom width	墙体顶宽 W_t //m Wall top width	基底倾角 a_0 //° Base angle
I	5	0	2.8	1.5	0
II	4	0	2.1	1.4	0

尺寸代入稳定性验算公式, 可计算出各挡渣墙的抗滑移系数、抗倾覆系数、地基承载力(系数)和合力偏心距, 其结果见

表8。由表8可知, 所有指标均满足《开发建设项目水土保持技术规范》要求^[4], 所设计的挡渣墙是稳定的, 有利于弃渣场

表 8 挡渣墙稳定性分析计算结果

Table 8 The analysis results of retaining wall stability

挡渣墙类型 Type	抗滑移系数 K_s Coefficient of anti-sliding	抗倾覆系数 K_t Coefficient of anti-overturning	地基允许应力 / 最大作用力 q_k/P_{max} Permitted stress/Biggest acting force	合力偏心距 Resultant eccentricity	
				e	e_0
I	1.33	3.06	1.64	0.37	0.47
II	1.39	3.12	1.95	0.29	0.37
要求 Requirement	>1.3	>1.5	>1.2	$e < e_0$	

水土保持顺利进行。

(8) 渣体边坡稳定性验算。

$$K_{min} = (f + 2a_0)m + 2\sqrt{a_0(f + a_0)(m^2 + 1)}$$

式中, $a_0 = \frac{2c}{\gamma \cdot H}$; f 为边坡土体内摩擦系数, $f = \tan\varphi$; m 为边坡

系数; c 为边坡土体粘聚力; γ 为边坡土体容重; H 为边坡竖向高度。 K_{min} 应大于 1.30。

渣体边坡抗滑稳定性计算结果表明, 当边坡率为 1.0:1.5 时, 边坡稳定安全系数计算值为 ≥ 2.53 ; 允许值为 1.30。所选 2 个典型弃渣场挡渣墙设计见图 5。

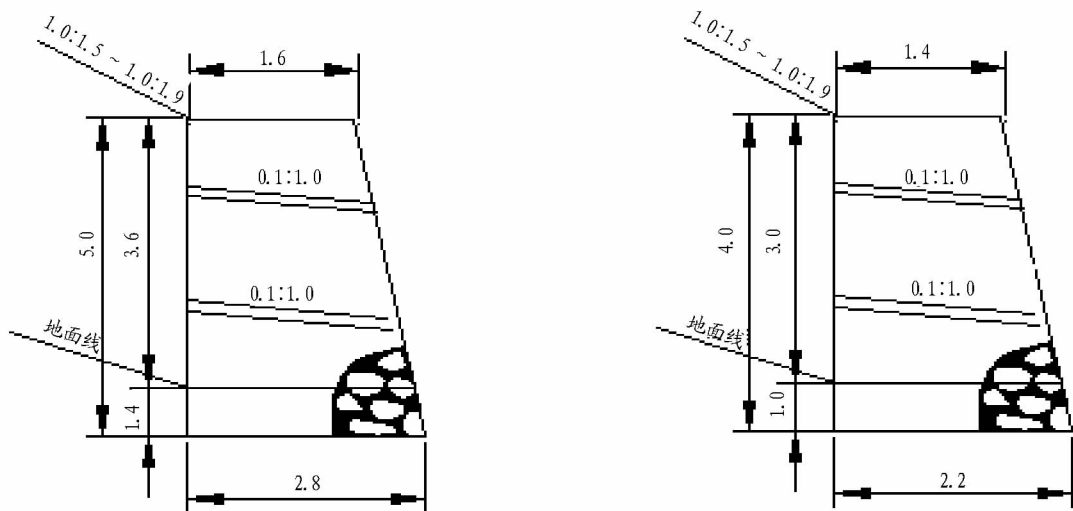


图 5 弃渣场挡渣墙设计剖面

Fig. 5 The design of abandoned dreg site's retaining wall

3 结论

通过以上分析, 建设工程弃渣场选址应结合区域地形地貌和气候条件选择满足安全性、易防护的地段, 以沟谷低洼地为好, 且要避开滑坡地段、保护区等敏感区域; 弃渣场截排水沟及挡渣墙设计应根据渣场形状、容量、堆高和下游生态分布情况进行相应的参数选择, 须确保设计上满足泄洪、挡护及安全要求。这样, 一个弃渣场的选址就能基本满足在地理位置和设计上的双重要求, 为渣场使用完毕后的土地复垦提供基础条件, 也能使区域水土流失及生态环境影响得

到有效减缓和维护。

参考文献

- [1] 贾成前, 杨国栋. 高速公路临时用地复垦和生态恢复技术研究[J]. 交通环保, 2000, 12(21): 23-26.
- [2] 吴军. 新建铁路贵阳至广州线土地复垦方案[R]. 中铁二院项目报告书, 2008.
- [3] 赵其国. 南方八省红壤区水土流失现状及治理建议[N]. 科学时报, 2006-03-27.
- [4] 梁音, 张斌. 南方红壤丘陵区水土流失现状与综合治理对策[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(1): 22-27.
- [5] 盛永伟, 陈维英, 肖乾广, 等. 利用气象卫星植被指数进行我国植被的宏观分类[J]. 科学通报, 1995, 40(1): 68-71.
- [6] 郭妮, 杨兰芳, 李民轩. 利用气象卫星资料研究祁连山区植被和积雪变化[J]. 应用气象学报, 2003, 14(6): 700-707.
- [7] 阎福礼, 李震, 邵芸, 等. 基于 NOAA/AVHRR 数据的西部植被覆盖变化监测[J]. 兰州大学学报, 2003, 39(2): 90-94.
- [8] 李晓兵, 史培军. 基于 NOAA/AVHRR 数据的中国植被类型 NDVI 变化规律研究[J]. 植物学报, 1999, 41(3): 314-324.
- [9] 方精云, 朴世龙, 贺金生, 等. 近 20 年来中国植被活动在增强[J]. 中国科学(c 辑), 2003, 33(6): 554-565.
- [10] 朴世龙, 方精云. 最近 18 年来中国植被覆盖的动态变化[J]. 第四纪研究, 2001, 21(4): 294-302.
- [11] 夏露, 刘咏梅, 柯长青. 基于 SPOT4 数据的黄土高原植被动态变化研究[J]. 遥感技术与应用, 2008, 23(1): 67-71.
- [12] 刘咏梅, 李锐, 杨勤科. 基于多源遥感的土地利用动态监测图像分类方法研究——以陕北黄土丘陵沟壑区为例[J]. 水土保持通报, 2006, 26(6): 63-66.
- [13] 张月丛, 赵志强, 李双成, 等. 基于 SPOT NDVI 的华北北部地表植被覆盖变化趋势[J]. 地理研究, 2008, 27(4): 745-754.
- [14] 宋怡, 马明国. 基于 SPOT VEGETATION 数据的中国西北植被覆盖变化分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(1): 90-93.
- [15] 巴雅尔, 敖登高娃, 沈彦俊, 等. 地理信息数据支持下 Spot/vegetation NDVI 影像的大尺度神经网络分类[J]. 红外与毫米波学报, 2005, 24(6): 427-431.
- [16] 孔智辉, 罗琳, 苏锋, 等. 陕北植被变化遥感监测及对径流的影响[J]. 气象科技, 2007, 35(2): 282-285.
- [17] 宁夏回族自治区统计局. 宁夏统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 1999-2006.

(上接第 13326 页)

参考文献