
贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

岩土工程勘察报告



中国电建
POWERCHINA

贵阳勘测设计研究院有限公司

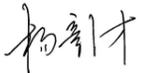
GUIYANG ENGINEERING CORPORATION LIMITED

二〇二一年五月

核定：王波 

审定：杜兴忠 

审查：叶勇 

校核：杨彰才 

编写：付洁 杨涛
 

主要工作人员：杨彰才 付洁 杨涛 杨治
闫凯鑫 黄礼建 冉隆海 覃信丰
许青松 蒲先江 田浪 杨胜贵

目 录

1 概述.....	1	2.6.5 区域地下水的补、径、排条件.....	11
1.1 任务来由.....	1	3 库区基本地质条件.....	12
1.2 工程概况.....	1	3.1 地形地貌.....	12
1.3 执行的主要规范或标准.....	2	3.2 地层岩性.....	12
1.4 渣场等级划分及勘察目的、工作内容.....	2	3.3 地质构造.....	13
1.4.1 渣场的等级划分.....	2	3.4 水文地质条件.....	13
1.4.2 岩土工程勘察分级.....	3	3.5 不良地质现象及地质灾害.....	14
1.4.3 勘察目的.....	3	3.6 岩土物理力学性质.....	15
1.4.4 勘察工作内容.....	3	3.6.1 岩土质量单元划分.....	15
1.5 完成的工作量.....	3	3.6.2 岩（土）体质量分类.....	15
2 区域地质概况.....	4	3.6.4 岩（土）体物理力学试验及成果资料统计分析.....	15
2.1 地形地貌.....	4	3.6.4 岩（土）体物理力学参数建议值.....	16
2.2 地层岩性.....	4	3.7 场区地震效应分析及评价.....	19
2.3 地质构造.....	4	4 渣库区主要工程地质问题分析及评价.....	20
2.3.1 地质构造单元划分.....	4	4.1 库区边坡稳定性分析及评价.....	20
2.3.2 工程区主要地质构造.....	5	4.1.1 库区右岸（E 侧）边坡稳定性分析及评价.....	20
2.4 地震、新构造运动特征及区域构造稳定性.....	5	4.1.2 库区左岸（W 侧）边坡稳定性分析及评价.....	21
2.4.1 区域地震.....	5	4.2 渣库渗漏分析及评价.....	21
2.5.2 新构造运动特征.....	6	4.2.1 库区地层结构及透水性.....	21
2.5.3 地震动参数.....	6	4.2.2 库水向东面深部可溶岩地层的渗漏分析及评价.....	23
2.5.4 区域构造稳定性评价.....	6	4.2.3 库水向西岸地表分水岭以外的渗漏分析及评价.....	23
2.6 区域水文地质.....	6	4.2.4 库水沿初期坝附近的覆盖层和基岩风化带向下游的渗漏分析及评价.....	24
2.6.1 地表水系.....	6	4.3 库区淹没分析及评价.....	24
2.6.2 区域地层岩组划分.....	6	5 渣场对环境水、土污染的预测分析及评价.....	25
2.6.3 岩溶发育特征.....	7	6 渣库主要建（构）筑物工程地质问题分析及评价.....	26
2.6.3.1 岩溶形态特征及典型溶洞.....	7	6.1 初期坝.....	26
2.6.3.2 主要泉水.....	7	6.2 库内排水系统.....	26
2.6.3.3 岩溶发育规律.....	8	6.3 岸坡截洪沟.....	26
2.6.4 区域地下水及地表水水化学特征.....	9	6.4 排洪隧洞.....	26
		6.5 调节池.....	26

7 天然建筑材料.....	28
8 结论与建议.....	29
8.1 结论.....	29
8.2 建议.....	29

附件（图）目录

序号	附件（图）名称	比例尺	页码（图号或报告编号）
1	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程岩土勘察委托书		29
2	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程水质简分析检测报告		29~32 (202117119090082、2021171190900111)
3	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程土工试验检测报告		33~34 (2021171102100200)
4	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程土化学分析检测报告		35~36 (2021171190900059)
5	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程岩石常规检测报告		36~37 (2021171110400390)
6	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程钻孔柱状图		38~46 (WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-1/10~10/10)
7	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程岩溶水文地质图	1/10000	WLMY-YCGZKKJ-YTKC-01-1/1 (见水文地质勘察报告)
8	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程工程地质平面图	1/2000	WLMY-YCGZKKJ-YTKC-02-1/1
9	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程工程地质剖面图	1/1000	WLMY-YCGZKKJ-YTKC-03-1/10~10/10
10	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程水文地质勘察报告		单独成册
11	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程物探成果报告		单独成册

1 概述

1.1 任务来由

受贵州武陵锰业有限公司委托,中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司承担了贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程岩土工程勘察相关工作。

1.2 工程概况

铜仁地区(松桃)锰系列产品精加工及配套项目工程是重庆乌江实业(集团)股份有限公司实施“电矿结合、多元发展”战略,着力实现电力产业和矿产业的协调发展而在贵州省投资的项目。该项目为贵州省 2011 年重点招商引资项目,并已获批总面积约 60km²、总储量约 15000kt 的矿山作为拟建项目的配套资源保障,具体由贵州武陵锰业有限公司负责实施。贵州武陵锰业有限公司(以下简称“业主”)系重庆乌江实业(集团)股份有限公司的全资子公司,是重庆乌江实业(集团)股份有限公司(以下简称“公司”)实施“电矿结合、多元发展”战略,着力实现电力产业和矿产业的协调发展而在贵州投资组建的项目公司。

根据贵州武陵锰业有限公司的长远规划,电解金属锰产量最终将达到 240t/a,相应产生的锰渣量约为 133.44t/a,贵州武陵锰业有限公司于 2015 年底建成了松桃油菜沟渣库,原设计库容为服务时间约 5.4 年,至今已运行 5 年左右;另外,原油菜沟渣库因存在岩溶稳定问题,目前实际库容比设计库容要小,实际服务年限达不到 5.4 年,扣除正常和其它因素影响的累计停产时间,目前渣库堆渣已趋于饱和,后期新选渣库还没有正式启动相关勘察设计工作。因此,已运行的油菜沟渣库已不能长时间满足公司电解锰厂正常生产弃渣堆放的要求,渣库扩建迫在眉睫,建设工程名称为“贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程”。

扩建锰渣库位于原油菜沟锰渣库初期坝下游冲沟内,距厂区直线距离约 1km,东北距迓驾镇约 3km,南距松桃县城约 28km,西北距秀山县城 30km,东面紧邻迓驾~大兴二级公路,北面距湘渝高速公路约 5km,初期坝下游调节池附近也有乡村硬化公路通过,交通相对较为便利。

根据可研资料,设计初期坝坝高为 33.0m,最大堆积高度为 35.0m,最大坝高为 68.0m,最终堆积高程为 530.0m,总库容为 294.83×10⁴m³,有效库容为 280.09×10⁴m³,对应服务年

限约 3 年,调节池容量为 4.0×10⁴m³,工程等别为三等(100×10⁴m³≤V≤1000×10⁴m³,60 m≤H<100 m),主要建筑物为 3 级,次要建筑物为 5 级。

油菜沟锰渣库扩建工程特性见表 1-2-1。

表 1-2-1 油菜沟锰渣库扩建工程特性表

序号	名称	单位	特性	备注
一	渣体特性及堆存方式			
1	固废分类		第 II 类一般工业固体废物	
2	堆存方式		干式堆存	
3	堆积型式		上游式	
二	渣库总体特征			
1	堆积终了高程	m	545.00	
2	总坝高	m	83	
3	总库容	万 m ³	540.83	
4	工程等别		三等	
5	防洪标准		P=0.5%	
三	扩建区特性			
1	堆积最终高程	m	530.00	
2	初期坝坝高	m	33	
3	最大堆积高度	m	35	
4	最大坝高	m	68	
5	总库容	万 m ³	294.83	
6	有效库容	万 m ³	280.09	
7	工程等别		三等	
8	防洪标准		P=0.5%	
9	输送方式		胶带机输送	
10	防渗形式		HDPE 膜人工衬层水平防渗	
11	截排洪方式		(1) 库外: 截洪沟、排水竖井及排水隧洞 (2) 库内: 排水竖井+排洪涵洞	
12	调节池容积	万 m ³	4.0 (厂内 2.0+新建 2.0)	

1.3 执行的主要规范或标准

- (1) 《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)(2009版);
- (2) 《水力发电工程地质勘察规范》(GB20587-2016);
- (3) 《水利水电工程地质勘察规范》(GB50487-2008);
- (4) 《工程地质测绘规程》(YS/T5206-2020);
- (5) 《区域水文地质工程地质环境地质综合勘察规范(1:50000)》(GB/T14158-1993);
- (6) 《岩溶地区工程地质调查规程(1:10万~1:20万)》(DZ/T0060-1993);
- (7) 《水电工程物探规范》(NB/T10227-2019);
- (8) 《水电工程坑探规程》(NB/T10340-2019);
- (9) 《水利水电工程钻探规程》(SL/T 291-2020);
- (10) 《水利水电工程钻孔压水试验规程》(SL/31-2003);
- (11) 《水利水电工程测量规范》(SL197-2013);
- (12) 《水电水利工程地质制图标准》(DL/T5351-2006);
- (13) 《水电工程地质勘察水质分析规程》(NB/T35052-2015);
- (14) 《供水水文地质勘察规范》(GB50027-2001);
- (15) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016);
- (16) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001);
- (17) 《贵州省一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(DB 52/865-2013);
- (18) 《贵州省一般工业固体废物贮存、处置场工程防渗系统施工、环境监理及验收规范》(DB52/T/912-2014);
- (19) 《中国地震动参数区划图》(1:400万, GB18306-2015);
- (20) 《水电水利工程施工重大危险源辨识及评价导则》DL/T5274-2012;
- (21) 其它现行有效的规程规范、标准;
- (22) 本工程其它技术文件及贵阳院质量体系文件。

1.4 渣场等级划分及勘察目的、工作内容

1.4.1 渣场的等级划分

扩建锰渣库位于原油菜沟锰渣库下游,紧连原锰渣库而建。

本工程为危险固废渣场,堆存锰渣,应按《危险废物填埋污染控制标准(GB18598-2001)》和《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)等规范具体要求进行设计,根据就高原则,本项目按《尾矿设施设计规范》(GB50863-2013)执行,锰渣库等级按表1-4-1确定,构筑物级别按表1-4-2确定。

表 1-4-1 尾矿库各使用期的设计等别

等 别	全库容 V (万 m ³)	坝高 H (m)
一	V≥50000	H≥200
二	10000≤V<50000	100≤H<200
三	1000≤V<10000	60≤H<100
四	100≤V<1000	30≤H<60
五	V<100	H<30

表 1-4-2 尾矿库构筑物的级别

等 别	构 筑 物 的 级 别		
	主要构筑物	次要构筑物	临时构筑物
一	1	3	4
二	2	3	4
三	3	5	5
四	4	5	5
五	5	5	5

注:①主要构筑物指尾矿坝、库内排水构筑物等实施后难以修复的构筑物;②次要构筑物指失事后不致造成下游灾害或对尾矿库安全影响不大并易于修复的建筑物;③临时构筑物指尾矿库施工期临时使用的构筑物。

油菜沟扩建锰渣库,设计总库容约 294.83 万 m³,最大坝高 68m。本工程下游无重要城镇、工矿企业、铁路干线或高速公路,根据表 1-4-1 及表 1-4-2 之相关规定,本工程主要构筑物为三等工程,次要构筑物和临时构筑物为五等工程。

1.4.2 岩土工程勘察分级

(1) 根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001 (2009 年版) 3.1 中有关规定进行岩土工程勘察等级划分如下:

①依据拟建工程规模及特点,工程重要性等级按一般工程,后果严重考虑,符合第 3.1.1 条第 2 款规定,故工程重要性等级划属二级工程。

②根据 3.1.2 条有关规定:

a. 抗震设防烈度等于或小于 6 度; b. 不良地质作用不发育; c. 地质环境基本未受破坏; d. 地形地貌简单; e. 基础位于地下水位以下的场地。符合第 3.1.2 条之 2 款规定,故场地复杂程度等级划属二级场地(中等复杂场地)。

③根据 3.1.3 条有关规定:地基岩土种类单一、均匀,性质变化不大,符合第 3.1.3 条之 2 款规定,故地基复杂程度等级划属二级地基(中等复杂地基)。

按以上工程重要性等级、场地复杂程度等级和地基复杂程度等级的划分,根据第 3.1.4 条规定,本场地岩土工程勘察等级属于乙级。

(2) 根据《贵州省一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(DB 52/865-2013) 之附录 A 中相关规定,该渣场基本地质条件符合 A2 中 m~p 的相关规定,场地等级属中等复杂场地。

1.4.3 勘察目的

本次勘察工作采用测绘的 1/500 地形图进行勘探布置,并按《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001 2009 版)、《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)、《水利水电工程地质测绘规程》(DL/T5185-2004)等相关规范的要求,查明库区基本地质条件、水文地质及边界条件、岩土层结构及透水性、岩体风化程度及变化规律、地下水和地表水的补排关系等,对渣库的区域构造稳定性、渣库场地的整体稳定性、渣库各构筑物地基的稳定性、库区渗漏问题、库盆及库岸稳定问题、渣库渗滤液对周边环境水土的影响问题等作出分析和评价,勘察精度满足相关规程规范的要求。

1.4.4 勘察工作内容

对渣库进行 1/10000 地质测绘,然后在库区 1/500 地形图布置适量物探、钻孔、水文地质试验、室内岩土试验等工作,查明扩建渣库库区的地质岩性、岩体透水性、岩石风化程度、

地下水埋藏深度及变化幅度、渣库所处水文地质条件及边界条件、地下水和地表水的补排关系等。

1.5 完成的工作量

在充分收集、分析与该项目有关资料的基础上,组织相关技术人员于 2021 年 4 月 10 日进场开展工作,主要开展 1:10000 岩溶水文地质测绘、扩建渣库库区 1:500 地质测绘、钻探、物探等工作,2021 年 5 月上旬完成全部外业工作。本次勘察完成的实物工作量汇总于表 1-5-1。

表 1-5-1 油菜沟扩建锰渣库岩土工程勘察完成实物工作量汇总表

项目	工作内容	单位	数量
地质	踏勘、资料收集、购买及分析	组日	7
	钻孔、物探测线及地质点收放	组日	12
	1/10000 岩溶水文地质校测	km ²	50
	1/500 库区综合地质测绘	km ²	1.5
	1/1000 地质剖面图	km	4.43
	钻孔值班及岩芯编录	组日	20
	取土样	组/件	6/18
	取岩样	组/件	6/18
	取水样	组/件	12/24
	钻孔水位观测	孔/次	19/5
钻探	钻孔岩芯照片拍摄及编辑	m/孔	841.30/19
	钻孔	m/孔	841.30/19
物探	EH4	m/条	1280/2
	高密度电法	m/条	4060/10
试验	土物理力学试验	组/件	6/18
	岩石物理力学试验	组/件	6/18
	土渗透试验	件	6
	土腐蚀试验	组	2
	水质筒分析	组/件	12/24
	土固结饱和快剪试验	组/件	6/18
	压水试验	段/孔	143/19

2 区域地质概况

2.1 地形地貌

测区位于贵州东北部松桃县境内，属长江一级支流～沅江水系的松桃河右岸；区域地势总体是西北高，东南低，最低处位于区内河床，海拔高程 120m，最高处位于测区北面的鸡冠山，海拔高程 1248.9m，相对高差 200~1200m。区内山体走向以 NE~SW 向为主，与构造方向基本一致，谷底多以深切峡谷为主，谷底宽一般 10~150m 不等，地貌类型为构造剥蚀、溶蚀低中山地貌。

2.2 地层岩性

库区出露基岩有志留系下统 (S_{1lm}) ~ 寒武系中上统 (ε_{2-3l}) 地层，洼地内、沟底及缓坡地带有第四系覆盖层分布。库区地层由新至老分述如下：

(1) 第四系

人工堆积层 (Q^{ml})：主要由工程弃碴、人工填土、人工垃圾等组成，分布于渣库内、公路附近、河边右岸坡，厚度 1~5m，其结构松散。

坡积层 (Q^d)：主要分布于斜坡、坡脚及沟谷两侧的平缓地带，主要成分为含碎石粘土、砂质土及碎块石等，结构松散，厚度 0.5~10m。

残积层 (Q^{el})：分布于钙质泥岩、粉砂质泥岩、页岩出露区的缓坡和台地上，成分为粘土、粉砂质粘土夹少量泥岩碎块石，厚度 0.2~1.5m，结构稍密。

冲洪积层 (Q^{al+pl})：主要堆积于渣库东面冲沟口及河床中，主要成分为冲积粉细砂、粘土夹块碎石及少量腐殖质、砂、砾石等，厚度 1~6m，结构松散。

(2) 志留系下统

龙马溪群 (S_{1lm})：上部为黄绿色泥岩夹砂质页岩；下部为深灰、灰黑炭质页岩、砂质页岩；总厚度 115~504m，分布于西支库末端以西区域。

(3) 奥陶系

上统五峰组 (O_{3w})：灰黑、黑色炭质页岩、硅质页岩、砂质页岩，厚度 15~30m，西支库末端副坝附近有出露。

上统临湘组 (O_{3l})：灰色略带浅绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、泥灰岩夹少量灰黄色泥页岩，厚度 8~15m，西支库末端库盆附近有出露。

中统宝塔组 (O_{2b})：灰色薄至中厚层龟裂纹灰岩，厚度 30~40m，西支库库盆附近有出露。

中统十字铺组 (O_{2sh})：灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩，顶部以浅紫色中厚层泥质灰岩与上覆宝塔组灰岩分界，厚度 65~90m，扩大建渣库库盆、主坝附近均有出露。

下统大湾组 (O_{1d})：为棕红夹灰绿色瘤状钙质泥岩、夹泥灰岩，厚度 60~120m，在扩大建渣库东库岸有出露。

下统红花园组 (O_{1h})：灰、深灰色厚层至块状生物灰岩，含燧石结核，顶部以一层厚约 14m 的薄层泥质灰岩、灰岩与上覆大湾组分界，厚度 43~139m，主要分布于库区东面外围。

下统桐梓组 (O_{1t})：上部为灰色厚层至块状白云质灰岩，中部为灰色厚层至块状生物灰岩，下部为灰色厚层至块状白云质灰岩、白云岩，含燧石结核或团块；厚度 146~228m，主要分布于库区东面外围。

(4) 寒武系

中上统娄山关群 (ε_{2-3l})：灰、浅灰色薄至厚层白云岩、砂质白云岩，厚度大于 500m，主要分布于库区东侧外围及花垣断层以北区域。

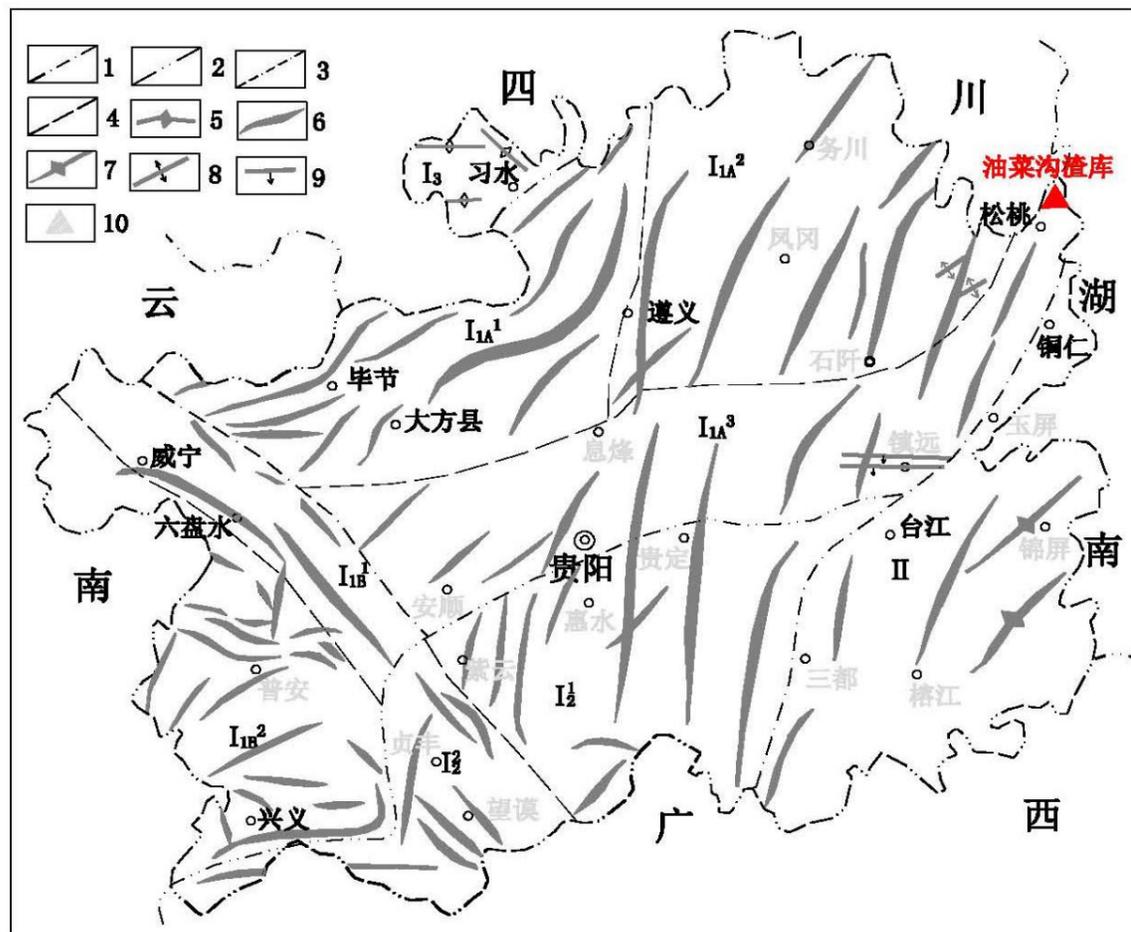
2.3 地质构造

2.3.1 地质构造单元划分

工程区大地构造单元属扬子准地台（一级单元）、黔北台隆（二级单元）、遵义断拱（三级单元）、贵阳复杂构造变形区（四级单元），大地构造单元分区见表 2-3-1 及图 2-3-1 所示。

表 2-3-1 工程区大地构造单元分区简表

一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元	四级构造单元
扬子准地台 (I)	黔北台隆 (I ₁)	遵义断拱 (I _{1A})	贵阳复杂构造变形区 (I _{1A³})



1—一级单元界线； 2—二级单元界线； 3—三级单元界线； 4—四级单元界线； 5—喜马拉雅期褶皱(背斜)；
6—燕山期褶皱(背斜)； 7—加里东期褶皱(背斜)； 8—武陵期褶皱(背斜)； 9—东西向断层； 10—灰渣场位置；

一级单元	二级单元	三级单元	四级单元
I 扬子(Pt)准地台	I ₁ 黔北(Z-T ₂ ²)台隆	I _{1A} 遵义(D-C)断拱	I _{1A} ¹ 毕节北东向构造变形区
			I _{1A} ² 凤冈北北东向构造变形区
II 华南(P ₂₁)褶皱带	I ₂ 黔南(D-T ₂ ²)台陷	I _{1B} 六盘水(D-C)断陷	I _{1A} ³ 贵阳复杂构造变形区
			I _{1B} ¹ 威宁北西向构造变形区
	I ₃ 四川(T ₃ ³ -E ₂)台拗		I _{1B} ² 普安旋扭构造变形区
			I ₂ ¹ 贵定南北向构造变形区
		I ₂ ² 望漠北西向构造变形区	

图 2-3-1 工程区所处大地构造单元分区图

2.3.2 工程区主要地质构造

受区域构造影响，工程区内构造主要呈北东向展布，其次为北北东向和北西向构造，主要构造有：

(1) 花垣断层 (F₁)

断层呈北东南西展布，北东向延伸经过湖南花垣，南西向经茶洞、迓驾、石耶延伸到秀山钟灵乡，走向为 N55°E，倾北西，倾角 60°，区域内延伸长约 70km，最大宽度为 2~4km，为平移逆断层，水平错距达 4km，断层在北东向有继承现象，沿断层带附近有岩溶大泉出露 (S₁、S₆、S₇)。

(2) 岩口寨—石铺断层 (F₂)

断层呈北东南西展布，经岩口寨、岩顶上、红砂岭、石铺等地，与 F₁ 断层近于平行展布于工程区外围 SE 侧，为逆断层，走向为 N55°E，倾北西，倾角 70~80°，断层错断了寒武系下统至奥陶系地层，地层垂直断距 >2000m，沿断层带发育牵引小褶皱、角砾岩及泉水。

(3) 蛮子要—水井湾向斜

位于工程区西北侧边缘及外围蛮子要、猴子山、金龙沟、水井湾一线，轴线走向在石耶司以北为北东向，以南为北北东向，平面上为向北西凸出的弧形，延伸长约 63km，受北东向的平移断层切割，向斜分成三段。向斜核部出露二叠系及志留系地层，岩层倾角 0~15°，两翼为奥陶系及寒武系地层，岩层倾角 25~50°，局部受走向逆断层破坏，岩层近于直立或向北西倒转，其 SE 翼分布于测区西北角。

2.4 地震、新构造运动特征及区域构造稳定性

2.4.1 区域地震

工程区位于贵州东部弱震区，根据历史地震记载，仅在工程区南西侧 50km 以外的锦屏至剑河一线和余庆县城北东面（距渣库直线距离在 150km 以上）发生过小于 3.9 级的弱震；在工程区北西侧 150km 以外的印江地区发生过 1 次小于 4.9 级的地震；1819 年 9 月 14 日，在贵定盘江桥一带曾发生过 5.57 级地震，震源深 17km，发震区呈北东向分布，长轴半径 20km，短轴半径 10km，震中烈度为 7 度，震中位于工程区渣库的西面，距渣库直线距离约 220km。各地震与渣库的位置关系如图 2-4-1。

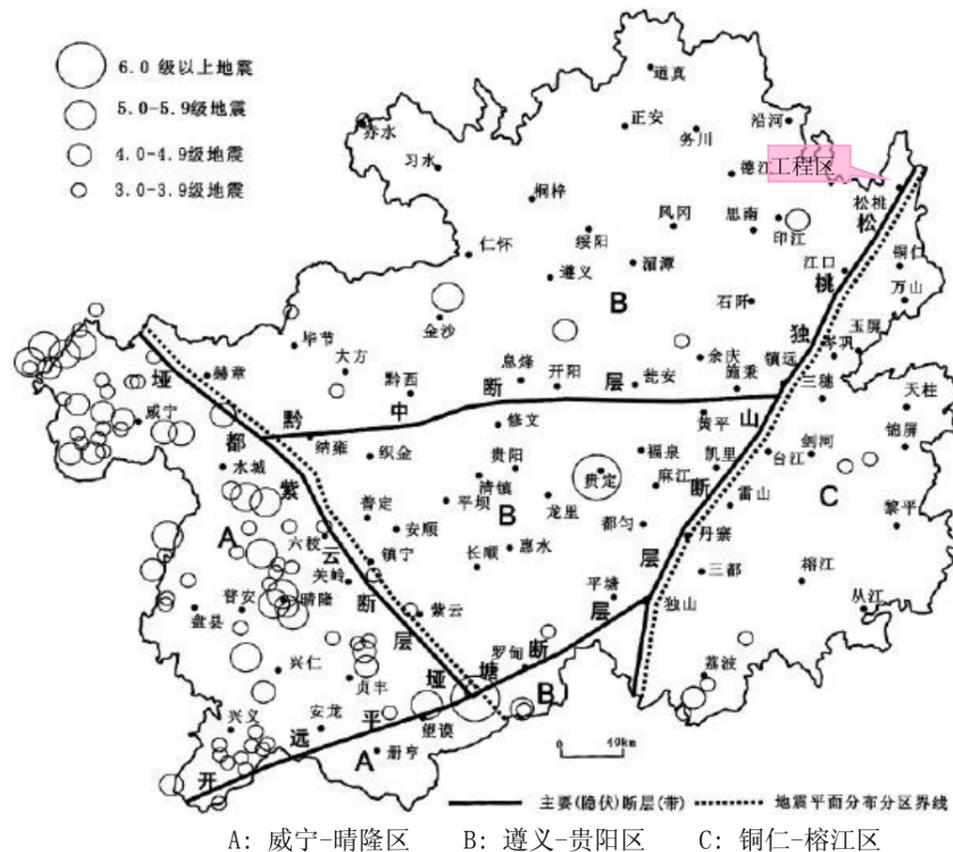


图 2-4-1 贵州省 Ms≥3 级地震震中分布图 (1308~2011 年)

2.5.2 新构造运动特征

工程区中更新世以来,该区新构造运动总体表现为间歇性抬升,断块间差异运动不明显,晚更新世以来,工程区断裂无活动迹象。

2.5.3 地震动参数

根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)之附录 A.1、B.1、C (表 C.24-续),工程区的基本地震动峰值加速度为 0.05g,地震动反应谱特征周期 0.35s,相应地震基本烈度为 VI 度。

2.5.4 区域构造稳定性评价

工程区大地构造单元属华南褶皱带;历史上4~5.9级的地震都发生在库区150km以外,地震活动也不频繁;新构造运动总体表现为间歇性抬升,断块间差异运动不明显;晚更新世以来,工程区断裂无活动迹象;根据《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)之

附录A.1、B.1、C (表C.24-续),工程区的基本地震动峰值加速度为0.05g,地震动反应谱特征周期0.35s,相应地震基本烈度为VI度。

综上所述,工程区区域构造稳定性好。

2.6 区域水文地质

2.6.1 地表水系

工程区河流隶属长江流域沅江水系,区内地表水系发育,平均水系密度 0.54km/km²,主要河流流向多为 NE~SW 向,与构造线方向基本一致,次级支流则多与构造线垂直或斜交。油菜沟渣库库区末级支流为雅江河,从工程区东北流入重庆市秀山县后再进入湖南省花垣县洪安镇境内。

2.6.2 区域地层岩组划分

根据工程区地层岩性、岩溶发育情况,区内可大致分为相对隔水岩组、弱岩溶或基岩裂隙含水岩组、中等岩溶含水岩组、强岩溶含水岩组、松散堆积岩组五个岩组。

相对隔水岩组:由志留系下统龙马溪群 (S_{1lm})、奥陶系上统五峰组 (O_{3w})、奥陶系下统大湾组 (O_{1d})、寒武系下统把榔组 (C_{1p}) 泥岩、粉砂质泥岩、页岩、炭质页岩组成,工程区分布较广。

弱岩溶含水透水岩组:由奥陶系上统临湘组 (O_{3l})、奥陶系中统十字铺组 (O_{2sh}) 瘤状泥质灰岩、泥灰岩、灰岩组成,岩溶发育规模小,主要为沿构造破碎带、裂隙或层面的局部溶蚀及小溶缝。

中等岩溶含水透水岩组:由奥陶系中统宝塔组 (O_{2b})、寒武系中上统娄山关群 (C_{2-3ls}) 灰岩、白云岩地层组成,地表岩溶洼地、落水洞相对较少,岩溶发育主要受构造控制,局部沿构造破碎带或层面发育小型岩溶管道。

强岩溶含水透水岩组:由奥陶系下统红花园组 (O_{1h})和桐梓组 (O_{1t})、寒武系下统清虚洞组 (C_{1q}) 灰岩、白云质灰岩组成,岩溶形态多样,溶洞、岩溶洼地、落水洞及地下暗河极为发育,工程区流量较大的主要岩溶管道或暗河都集中分布于该岩组地层中或该套地层与断层的接触带上,岩溶主要顺层或沿构造破碎带发育,延伸较长,规模较大,地下暗河流量多大于 50L/s。

松散堆积岩组：由第四系松散堆积层组成，以孔隙含水为主，含水量受覆盖层厚度、物质组成、季节和大气降水等限制。

2.6.3 岩溶发育特征

2.6.3.1 岩溶形态特征及典型溶洞

工程区气候温和湿润，雨量充沛，为岩溶发育提供了良好条件。中等含水透水地层，地表偶见小溶洞发育，岩溶形态主要有溶蚀洼地、溶沟、溶槽、溶缝等，且区内未见流量较大的常年性泉水出露；强含水透水地层，溶洞、溶沟、溶槽、溶蚀洼地、溶缝、落水洞、岩溶管道、暗河、伏流均有发育，河流及支流沿岸发育季节性泉水和常年性泉水。地质测绘发现的典型溶洞主要有：

(1) K₁₃ 溶洞

发育于奥陶系中统宝塔组 (O_{2b}) 地层顶部，由近南北向的裂隙溶蚀扩宽而成，总体为狭缝状三角形，洞口底宽 1.5m，高约 5.0 m，洞底有少量及磨圆度较差的小碎石，可见深度约 8 m，洞口高于河床约 2 m。

(2) K₂ 溶洞

发育于下统桐梓组 (O_{1t}) 与寒武系中上统娄山关群 (C_{2-3ls}) 地层分界附近，洞口 0~35m 段沿 N65°E 方向裂隙溶蚀扩宽，洞高 15~20m，宽 6~15m，洞底有块石、粘土及少量洪积物堆积；洞内 35~60m 段沿 N75°W 方向裂隙溶蚀扩宽而成，洞高由 15m 往洞内渐变至 1.2m，宽 3~5m，洞底有 0.2~0.5m 碎块石堆积，洞口东侧的地表水全部由此溶洞消落地下。

(3) K₉ 溶洞

发育于寒武系下统清虚洞组 (C_{1q}) 地层下部，该溶洞洞口已被当地村民封堵，据当地村民介绍，洞内有暗河且流量较大，同时还说该洞内的水由 S₇ 号泉流出，目前仍见部分村民从洞内抽水用的水管。该洞洞口距西面小河距离仅 160m，洞口高于河床约 3~4 m，小河内有常年性水流往 SW 方向流出测区，河床两岸为稻田（目前大部分种植藕），据当地村民介绍，几年之前汛期稻田内会有地下水冒出，同时随水还有鱼漂出，由此推测稻田下部沿 F₂ 断层有岩溶管道发育且与 K₉ 溶洞内的管道系统导通。

(4) K₁₁ 溶洞

发育于奥陶系下统红花园组 (O_{1h}) 地层上部，洞口近于三角形，一边为层面，另一边为

N50°E 走向裂隙面，洞顶有少量钟乳石底宽约 6m，高约 3.5m，可见深度约 30m，洞底平缓并有粉~中砂夹少量卵石、碎石层堆积，洞底积水，水深约 0.3~1.0m，水量约 50~80L/s。

2.6.3.2 主要泉水

工程区岩溶水文地质测绘成果资料显示，区内流量较大且相对稳定的泉水主要有：龙塘河 (S₁) 泉水、麻栗沟 (S₂ [K₁₃]) 泉水、洛布 (S₃) 泉水、新屯湾泉水 (S₄)、苗寨 (S₅) 泉水、头钱 (S₆) 泉水、头钱 (S₇) 泉水、石铺 (S₈) 泉水、凉水井 (S₃₀) 泉水、岩山脚 (S₃₁) 泉水，其中，岩山脚 (S₃₁) 泉水与渣库没有水力联系，文中不作详述。

(1) 龙塘河 (S₁) 泉水：出口位于库区东北面约 3.9km 处的龙塘河河床花垣断层破碎带上，为常年性管道水，有集中出口但出口被覆盖层覆盖，出口水面高程约 416.0m，泉水由断层带深部向地表排泄，为上升泉（据当地年长的村民介绍，出口没有修建水池前，汛期出口可见地下水有明显承压并上冒现象）。通过分析水文地质测绘资料认为，其稳定的主要补给源一方面是出口东面奥陶系下统红花园组 (O_{1h}) 和桐梓组 (O_{1t}) 地层分布区的地表水通过洼地汇集由落水洞潜入地下对其补给；另一方面是出口东面寒武系中上统娄山关群 (C_{2-3ls}) 白云岩地层中地表水通过溶洞、落水洞进入红花园组 (O_{1h}) 和桐梓组 (O_{1t}) 地下岩溶管道对其补给。枯期流量 500~600L/s，雨季流量呈多倍猛增，其流量增大幅度与补给区地表降水强度有直接关系。

(2) S₂ (或 K₁₃) 泉水：出口位于初期坝北西面约 0.43km 处的麻栗沟右岸 O_{2b} 地层顶部，为常年性管道水，有集中出口，出口处为一底宽约 1.5m、高约 5.0m 的似等腰三角形，洞底近于水平，可见深度约 8.0m，出口高程为 417.0m。综合分析水文地质测绘资料认为，其稳定的补给源一方面为麻栗沟右岸 O_{2b} 地层中的地下水；另一方面为烂泥沟冲沟汇集的地表水通过 K₁₂ 落水洞潜入地下对其补给。该管道水枯水期流量 1.5~2.0L/s，雨季流量多倍猛增，其流量增大幅度与补给区地表降水强度有直接关系。2017 年冷水沟渣库水文地质勘察时曾经作过连通试验，从 K₁₂ 落水洞附近投放食品红，历时 25 小时与 S₂ 连通，平均流速 0.0026m/s；2018 年烂泥沟渣库水文地质勘察时，于 6 月 7 日 8 时整，从库盆冲沟末端沟底投放食盐，历时 48 小时 40 分与 S₂ 连通，平均流速 0.0056m/s，且与此同时的其它观测点 (S₁、S₆、S₆ 及 S₁ 出口下游左岸冲沟) 则无明显变化迹象。两次连通试验可以证明，烂泥沟冲沟地层中的地下水和库盆冲沟内的地表水，虽然流速很慢，但最终是向沟底和 K₁₂ 落水洞汇集的，并从 S₂ 排出补给麻栗沟小溪，不存在深部岩溶管道并与其它区域的水力联系。

(3) 洛布 (S₃) 泉水：出口位于洛布村上游约 100m 处雅江河右岸公路边冲沟内宝塔

组地层顶部，为常年性管道水，有集中出口，原出口为一个 1.5 m（宽）×2.5 m（高）的小溶洞，人可以进入深度约 12m，出口高程为 410.5m，高于枯期河水面约 2.5 m，早期已建有泵房抽取泉水使用。麻栗沟右岸 O_{2b} 地层中的地下水和地表水主要由 S₂ 号泉排入沟内，而麻栗沟左岸沟底~S₃ 号泉沿线 2.5km 有 O_{2b} 地层连续分布，地表还见 K₁₃ 落水洞发育，但麻栗沟左岸 O_{2b} 地层通过区域未见流量稳定的泉水发育，仅牛峰坡 NW 侧斜坡冲沟内有 S₃₀ 号泉发育，由此推测 S₃ 号泉稳定的补给源是厂区附近轿顶坡~出口西一线大片十字铺组和宝塔组地层中的洼地通过地表汇集后的入渗补给，测绘时目测流量约 4~5L/s。

(4) 新屯湾泉水 (S₄): 出口位于 S₃ 管道水出口上游约 250m 处雅江河右岸河边宝塔组地层顶部，为常年性泉水，也是上游中坝村村民饮用水源，出口高程为 420.5m，高于枯期河水面约 3.5m，其稳定的补给源是出口北面大片宝塔组地层中的洼地通过地表汇集后的入渗补给，测绘时目测流量约 5~6L/s。

(5) 苗寨 (S₅) 泉水: 出口位于苗寨南面约 300m 处雅江河右岸河边宝塔组地层顶部，为常年性管道水，出口被块碎石层覆盖，出口已修建集中引水池(为养殖及部分村民饮用水)，出口高程为 437.5m，高于枯期河水面约 8m，分析其稳定的补给源是出口北面大片宝塔组地层中的洼地通过地表汇集后的入渗补给，流量约 1~2L/s，当地村民说雨季流量大于 50L/s。

(6) 头钱 (S₆) 泉水: 出口位于头钱下层公路河边 F₁ 断层带上，上盘为清虚洞组 (C_{1q}) 为薄至厚层白质灰岩、灰岩，下盘为龙马溪群 (S_{1lm}) 泥岩夹砂质页岩、炭质页岩、砂质页岩。有多个紧邻的出口，可清楚看到水由覆盖层中冒出，具上升泉的特征，流量约 250~300 L/s，出口高程 388.0m，高于河水面约 1.0m，测绘期间所下几场大雨，该泉水既没有变浑(同期 S₇ 流量有增加且变浑)，流量也没有明显增加，说明泉水补给源较远且管道埋藏较深；另外，据当地村民介绍，该泉水一年四季流量基本上不发生变化，也不会明显变浑浊；其次，出口位置紧邻 NE 侧雅江河并高于河水面约 1.0m，雅江河在出口附近呈 NW 向展布且两岸没有泉水发育，NW 方向可溶岩中地下水不向河床排泄而从该处流出的可能性不大，而出口 SE 侧 (F₁ 断层下盘) 为龙马溪群 (S_{1lm}) 相对隔水层，沿 F₁ 断层往 SW 方向有 S₇ 泉水出露；再次，水质分析资料显示，该泉水 Ca²⁺ 离子含量与 S₇ 泉水接近且远大于其它泉水，说明 S₆、S₇ 管道水补给源较远。综合分析测绘资料认为，该泉水为上升泉，其稳定补给源来自两侧(主要来自北东侧)花垣断层带深部的地下水，而且 F₁ 断层带在 S₇~S₆~S₁ 这一段存在连通导水的可能性较大。

(7) 头钱 (S₇) 泉水: 出口位于 S₆ 南西 150m 处的 F₁ 断层带上，上盘为清虚洞组 (C_{1q}) 为薄至厚层白质灰岩、灰岩，下盘为龙马溪群 (S_{1lm}) 泥岩夹砂质页岩、炭质页岩、砂质页

岩。出口处也为覆盖层并修有抽水泵房并引至头钱、轿子山等村饮用，流量约 350~400 L/s，高程为 391.0m，雨季该泉水有变浑现象(同期 S₆ 流量及颜色都没有变化)，流量有增加趋势，说明泉水补给源较远同时也接受附近洼地、落水洞汇集的水流补给；另外据西南面岩口寨村民介绍，K₉ 溶洞内的水由该泉流出，两地直线距离 1.9km；综合分析水文地质测绘资料认为，其稳定的补给源来自出口西面 F₁、F₂ 断层之间清虚洞组 (C_{1q})、红花园组 (O_{1h})、桐梓组 (O_{1t}) 地层中的地下水和 K₉ 溶洞 SW 面红花园组 (O_{1h})、桐梓组 (O_{1t}) 地层中的地下水。

(8) 石铺 (S₈) 泉水: 出口位于石铺北面冲沟内的 F₂ 断层带上，为常年性泉水，有集中出口，出口高程为 397.0m。综合分析水文地质测绘资料认为，其稳定的补给源是 F₂ 断层上盘 F₃ 与 F₄ 之间红花园组 (O_{1h})、桐梓组 (O_{1t}) 地层中一系列落水洞和洼地通过地表汇集后渗入地下对其补给。目测流量 150~200L/s，雨季流量增加较大，其流量变化稍滞后于补给区地表降水，且颜色也随之受当地降雨影响变浑浊，说明管道延伸有一定长度，补给源相对较近。

(9) S₃₀ (凉水井) 泉水: 出口位于牛峰坡 NW 侧斜坡冲沟内临湘组 (O_{3l}) 底部瘤状泥质灰岩地层中，具有多个出水点，主要沿层面和裂隙流出，出口高程约 455m，目测流量 5.0~8.0L/s，雨季流量会随降雨强度变化而增减，枯期流量 0.5~1.5 L/s。临湘组 (O_{3l}) 属弱含水透水层，综合分析相关资料认为，其水源主要来自下部宝塔组 (O_{2b}) 灰岩地层中的地下水，其补给范围为泉水出口~轿顶坡一线宝塔组 (O_{2b}) 灰岩、临湘组 (O_{3l}) 瘤状泥质灰岩地层出露区所汇集的地表水和地下水，其次为冲沟汇集高处岸坡覆盖层中的孔隙水并由 K₁₄ 落水洞消落对其进行补给。

(10) S₃₂ 泉水: 出口位于油菜沟渣库东侧公路开挖边坡上的大湾组 (O_{1d}) 地层中，出口高于公路约 1.5m，沿层面和裂隙交汇部位流出，出口高程约 550.0m，目测流量 4.0~6.0L/s (刚下过大雨)，雨季流量会随降雨强度变化而增减，枯期出口干枯。大湾组 (O_{1d}) 地层属相对隔水层，综合分析相关资料认为，其枯期补给源主要来自出口上部冲沟两侧岸坡大湾组 (O_{1d}) 地层中的基岩风化裂隙水和覆盖层中的孔隙水，汛期主要接受出口上部 625.0m 高程以上冲沟汇集的地表降水补给，总体补给面积较小，出口流量随地表降水强度呈陡涨陡消的变化趋势。

2.6.3.3 岩溶发育规律

通过对区内岩溶水文地质测绘及溶洞调查资料综合分析发现，区内岩溶发育具有如下规律：

(1) 岩溶发育受岩性控制

岩性为该区岩溶发育的主要决定因素，区内出露可溶岩约占测绘面积的 50%左右，为岩溶发育提供了良好的基础。弱岩溶含水透水岩组 (O_{3l}、O_{2sh}) 地层中岩溶发育规模小，主要为沿构造破碎带、裂隙或层面的局部溶蚀扩宽，泉水流量多小于 1L/s；中等岩溶含水透水岩组 (O_{2b}、C_{2-3ls}) 地层中地表岩溶洼地、落水洞相对较少，岩溶发育主要受构造和地下水循环条件控制，局部沿构造破碎带发育小型岩溶管道，泉水流量多小于 5L/s；强岩溶含水透水岩组 (O_{1h}、O_{1t}、C_{1q}) 地层分布较广，单层厚度较大，且在 F₁ 上盘被断层切错并连成一片，岩溶形态多样，岩溶洼地、落水洞、地下暗河（伏流）极为发育，工程区主要岩溶管道或暗河都集中分布于该岩组地层中，泉水流量多大于 50L/s；相对隔水或隔水地层中岩溶不发育，支沟或小溪均以明流形式通过该地层。

(2) 岩溶发育受构造控制

构造因素为该区岩溶发育的另一控制因素，断层破碎带部位为岩溶发育营造了良好的溶蚀空间，因而在断层发育且地形相对平缓部位，落水洞、溶蚀洼地密集发育，区内较大的泉水都发育于这些构造线附近，龙塘河 (S₁) 泉水、头钱 (S₆) 泉水、头钱 (S₇) 泉水沿 F₁ 断层带发育，石铺 (S₈) 泉水沿 F₂ 断层带发育，岩山脚 (S₃₁) 泉水沿 S50°W 方向小断层发育，麻栗沟 (S₂ 或 K₁₃) 泉水沿近 SN 向裂隙发育，S₃₂、S₃₃ 季节性泉水沿隔水地层层面和近 EW 向裂隙交汇部位发育，S₃₄ 季节性泉水沿弱水地层层面和近 SN 向裂隙交汇部位发育。

(3) 岩溶发育受地层埋藏条件控制

可溶岩地层的埋藏条件决定了可溶岩地层的溶蚀发育空间和接受大气降水的补给程度，在白云岩、灰岩出露区，岩石抗风化能力相对较强，裂隙发育，岩体基本上处于裸露状态，植被不发育，零星分布的覆盖层厚度不大且结构松散，岩体接受大气降水补给条件很好，从而为溶蚀提供了空间及充分条件；而在泥质白云岩、泥岩、页岩分布区，岩石抗风化能力相对较差，岩体隐节理发育，岩体表层多有厚度不等的强风化层分布，植被相对较发育，覆盖层分布较广且厚度相对较大，从而阻碍了岩体接受大气降水补给，使得溶蚀作用大大减弱。如 S₃₂、S₃₃、S₃₄ 季节性泉水都沿隔水（或弱透水）地层浅部层面和裂隙交汇部位发育，而在隔水（或弱透水）地层深部层面和裂隙交汇部位则少见泉水发育。

(4) 岩溶发育受地下水动力条件控制

埋深较浅的可溶岩，裂隙发育且多有一定程度的张开，接受大气降水补给能力较强，入渗地下的水体其循环交替作用也较强，为岩溶发育提供了水动力条件；而在深埋部位，裂隙多闭合，地下水循环交替作用也相对较弱，因此也减缓了岩溶发育的进程，特别是进入当地

侵蚀基准面以下时，地下水运动更为缓慢，更不利于岩溶的发育。

(5) 岩溶发育受可溶岩地层厚度控制

区内红花园组 (O_{1h})~娄山关群 (C_{2-3ls})、清虚洞组 (C_{1q}) 灰岩及白云岩，其单层厚度都在 100m 以上且分布稳定，接受大气降水及地下水循环能力较强，这些地层出露区溶洞、落水洞、地下暗河等强烈发育且规模较大，大型的泉水都发育于这些地层中；反之，区内宝塔组 (O_{2b}) 灰岩单层厚度仅 20~40m，接受大气降水及地下水循环的能力较弱，岩溶发育相对较弱，所见形态以狭缝状溶洞、落水洞为主且延伸不长，泉水流量一般都 < 5 L/s。

2.6.4 区域地下水及地表水水化学特征

为了解区内地下水及地表水的水化学特征，本次勘察在 ZK1、ZK3、ZK13 号钻孔内取地下水 3 组、宝塔组灰岩内泉水 2 组 (S₂、S₃)、F₁ 断层带泉水 3 组 (S₁、S₆、S₇)、宝塔组灰岩与临湘组 (O_{3l}) 泥质灰岩分界附近泉水 1 组 (S₃₀)、库尾 SE 侧公路开挖边坡上大湾组 (O_{1d}) 地层中的季节性泉水 (S₃₂) 1 组、S₆ 附近河水和初期坝附近冲沟内沟水各 1 组，共 12 组水样进行水质简分析，其水化学特征汇总于表 2-6-1。

水质简分析试验资料表明：(1) 地表水和地下水多属 HCO₃-Ca+Mg、Na⁺+K⁺型水；(2) 总离子含量为 236.90~768.24mg/L；(3) 游离 CO₂ 为 0~28.17mg/L；(4) 侵蚀性 CO₂ 为 0~52.57mg/L；(5) 总硬度 134.16~580.00 mg/L；(6) PH 值 6.52~8.61，均呈弱碱性。

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001 2009 年版) 表 12.2.1、12.2.2、12.2.4、12.2.5 之规定，从表 2.6-1 可见：(1) 水样中 SO₄²⁻ 含量为 9.14~494.70mg/L (<500)、Mg²⁺ 含量为 2.76~73.44mg/L (<3000)、总矿化度为 173.69~748.47 mg/L (<50000)，对混凝土具硫酸盐、镁盐型微腐蚀性；(2) 所有水样 PH 值为 6.52~8.61 (>5.0)、侵蚀性 CO₂ 为 0~15.1 mg/L (<30) (ZK3 地下水为 52.27 mg/L)，对混凝土结构具微腐蚀性 (ZK3 地下水为弱腐蚀)；(3) 所有水样中 Cl⁻ 含量为 7.38~26.49mg/L (<100)，对混凝土中的钢结构具微腐蚀性。

表 2-6-1

渣库扩建工程水质简分析成果汇总表

分析项目		取样地点 (或编号)					
		S ₁ 泉水	S ₂ 泉水	S ₃ 泉水	S ₆ 泉水	S ₇ 泉水	S ₃₀ 泉水
阴离子 (mg/L)	Cl ⁻	12.59	9.99	16.07	14.33	11.73	26.49
	SO ₄ ²⁻	39.84	38.85	300.57	19.04	9.14	494.70
	HCO ₃ ⁻	236.55	127.97	140.38	230.94	213.28	39.55
	OH ⁻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	∑L ⁻	288.98	176.81	457.02	264.31	234.15	560.74
阳离子 (mg/L)	Ca ²⁺	71.49	41.74	151.65	66.53	58.26	124.38
	Mg ²⁺	11.53	7.27	34.34	10.28	12.78	73.44
	Na ⁺ + K ⁺	54.80	33.10	15.70	52.55	44.43	9.56
	NH ₄ ⁺	0.177	0.129	0.143	0.134	0.153	0.121
	∑T ⁺	137.997	82.239	201.833	129.494	115.623	207.501
	∑L ⁻ + ∑T ⁺ (mg/L)	426.977	259.049	658.853	393.804	349.773	768.241
	游离 CO ₂ (mg/L)	8.71	4.61	9.73	5.63	2.56	20.49
	侵蚀性CO ₂ (mg/L)	8.95	0.00	15.10	7.27	2.52	14.82
碱度 (mg/L)	总矿化度	308.7	195.06	588.66	278.03	243.13	748.47
硬度 (mg/L)	总硬度	226.01	134.16	520.14	208.47	198.15	580.00
	碳酸盐 硬度	193.83	104.86	115.03	188.74	174.76	31.78
	矿物硬度	32.19	29.31	405.12	19.73	23.39	548.23
PH 值		7.27	8.06	6.86	7.70	7.73	6.83

续表 2-6-1

渣库扩建工程水质简分析成果汇总表

分析项目		取样地点 (或编号)					
		S ₃₂ 泉水	S ₆ 附近河 水	初期坝附近 河水	ZK1 地下水	ZK3 地下水	ZK13 地下水
阴离子 (mg/L)	Cl ⁻	12.59	9.12	8.26	7.38	11.73	12.59
	SO ₄ ²⁻	30.93	112.15	49.53	37.35	19.09	20.94
	HCO ₃ ⁻	168.30	78.33	124.87	293.16	126.42	197.77
	OH ⁻	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	CO ₃ ²⁻	11.44	0.00	17.54	0.00	0.00	0.00
	∑L ⁻	223.26	199.6	200.2	337.89	157.24	231.3
	阳离子 (mg/L)	Ca ²⁺	64.88	71.49	70.26	120.62	46.13
Mg ²⁺		5.26	2.76	10.53	3.34	5.90	6.42
Na ⁺ + K ⁺		36.75	18.25	13.56	51.59	27.38	41.78
NH ₄ ⁺		0.113	0.289	0.317	0.265	0.249	0.234
∑T ⁺		107.003	92.789	94.667	175.815	79.659	117.424
		∑L ⁻ + ∑T ⁺ (mg/L)	330.263	292.389	294.867	513.705	236.899
	游离 CO ₂ (mg/L)	0.00	3.59	0.00	8.71	28.17	7.68
	侵蚀性CO ₂ (mg/L)	0.00	4.19	0.00	0.00	52.57	1.68
碱度 (mg/L)	总矿化度	246.11	253.22	214.88	367.12	173.69	249.84
硬度 (mg/L)	总硬度	183.70	189.89	219.85	316.49	140.19	199.67
	碳酸盐 硬度	137.90	64.19	102.32	240.22	103.59	162.05
	矿物硬度	45.80	125.71	117.53	76.28	36.61	37.61
PH 值		8.37	7.75	8.61	7.54	6.52	7.51

2.6.5 区域地下水的补、径、排条件

区内 F₁ 断层下盘各含水地层内具有独立的地表水、地下水补、径、排系统，主要接受大气降水补给，部分区域地下水也接受地表明流补给 (K₂~K₅)，龙塘河和冷水小溪则主要为地下水补给河水；区内 F₁ 断层上盘受 F₂、F₃、F₄、F₅ 断层切错的影响，使不同的含水地层相互连通并分区补给不同的管道水。根据现场水文地质测绘资料，工程区 F₁ 断层下盘红花园组 (O_{1h}) 和桐梓组 (O_{1t}) 及清虚洞组 (C_{1q})、娄山关群 (C_{2-3ls}) 含水地层内的地表水和地下水主要向 F₁ 断层带排泄，补给 S₁、S₆ 或 S₇，宝塔组 (O_{2b}) 含水地层内的地表水和地下水主要补给 S₂、S₃、S₄、S₅；F₁ 断层上盘红花园组 (O_{1h})、桐梓组 (O_{1t})、清虚洞组 (C_{1q})、娄山关群 (C_{2-3ls})、宝塔组 (O_{2b}) 含水地层内的地表水和地下水则相互连通并分区补给 S₇、S₆、S₈、S₃₀。所有泉水最终进入车田河 (雅江河)，车田河 (雅江河) 及其上游支流为区内相应河段最低排泄基准面。

3 库区基本地质条件

3.1 地形地貌

扩建锰渣库位于原油菜沟锰渣库下游冲沟中，近 SN 向展布，两岸坡无支沟发育，地形完整性较好，全长约 550m。E 侧岸坡为顺向坡，自然坡角一般为 $20\sim 35^\circ$ ，局部形成小陡坎及台地，覆盖层分布较广，多处见基岩零星出露，库顶沿线有迳~大二级公路通过；E 侧岸坡为逆向坡，自然坡角一般为 $35\sim 50^\circ$ ，局部形成小陡坎，覆盖层仅见零星分布，基岩表层多见 $0\sim 3.0\text{m}$ 的强风化层分布，植被茂盛。

渣库 E、W 两侧均有近于平行于主冲沟的地表分水岭分布，E 侧地表分水岭距库区较远且山体雄厚，沿线高程为 $600.0\sim 730.0\text{m}$ ；W 侧地表分水岭紧邻库区展布且相对较单薄，沿线高程为 $460.0\sim 590.0\text{m}$ ；库区沟底高程为 $448.0\sim 486.0\text{m}$ ，最大切深达 282m ，库区主要为剥蚀、侵蚀低中山地貌。渣库库区地形地貌如图 3-1-1~3-1-2 所示。

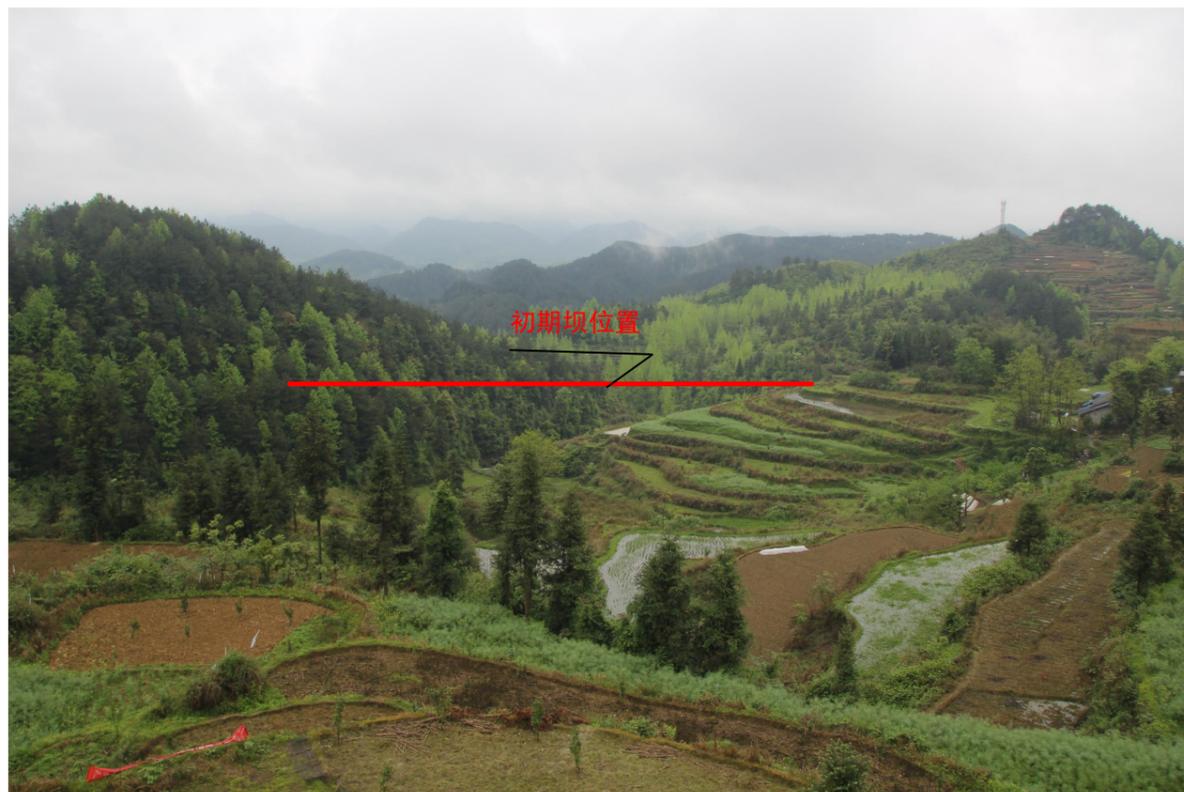


图 3-1-1 由东西向俯视渣库地貌图

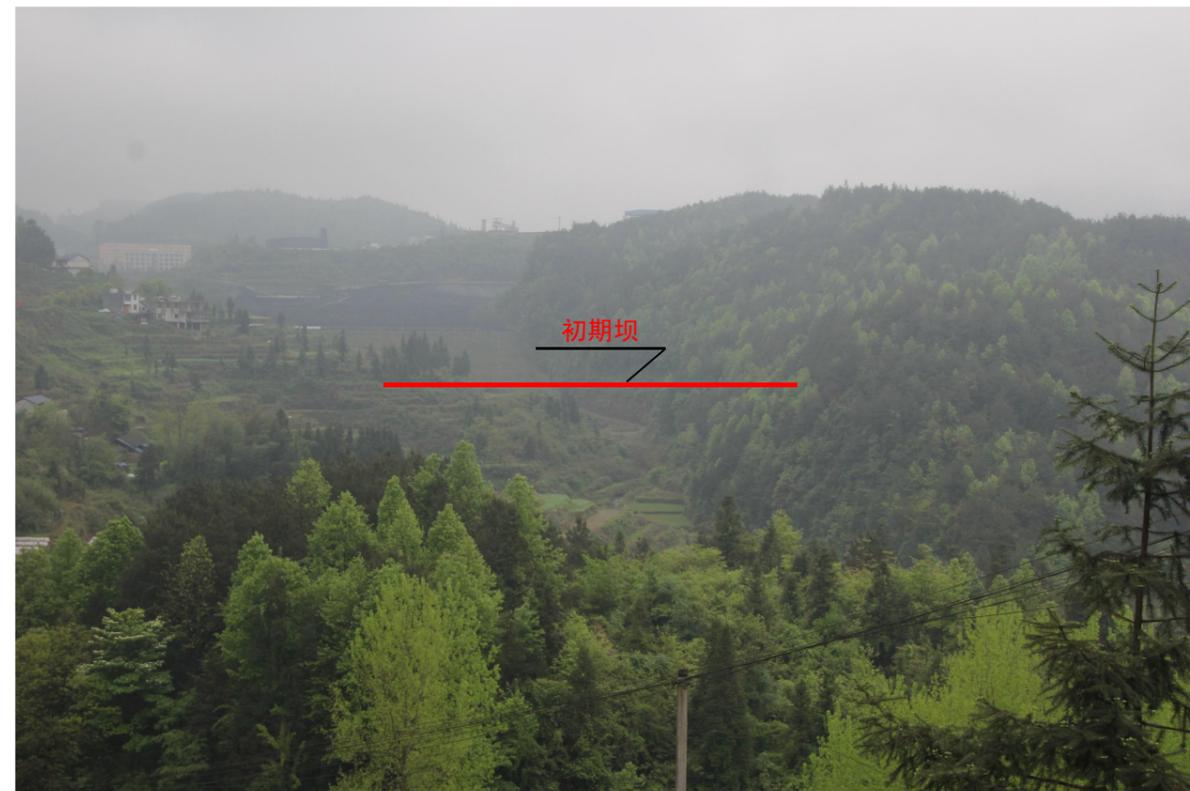


图 3-1-2 渣库扩建场址全貌（库区北面坡顶远视）

3.2 地层岩性

场区第四系覆盖层广泛分布（除左岸斜坡基本被覆盖层和植被覆盖），但厚度都不大，下伏基岩地层有奥陶系上统临湘（ O_3l ）~奥陶系下统桐梓组和红花园组（ O_{1h+t} ）地层，库区地层由新至老分述如下。

（1）第四系

①冲洪积层（ Q^{al+pl} ）：主要分布于库区沟底，主要成分为冲积砂、卵砾石、粉细砂、粘土夹块碎石等，一般厚度 $0.5\sim 1\text{m}$ ，局部达 5m 左右，结构松散。

②残坡积层（ Q^{ed} ）：主要分布于斜坡、坡脚、山脊及沟谷两侧的平缓地带，主要成份为黄色可塑状粘土夹少量块碎石，块碎石主要为钙质泥岩、泥质灰岩、泥灰岩，结构稍密，一般厚度 $0.5\sim 3\text{m}$ ，局部达 10m （ZK13 附近为 9.1m ）。

③耕植土层（ Q^d ）：主要分布于库区右岸的水田、旱地，成份为粘土、砂质土、腐植质土夹少量碎石，含植物根系，结构松散，一般厚 $0.2\sim 0.5\text{m}$ ，局部达 1m 。

(2) 奥陶系

①上统临湘组 (O_{3l}): 灰色略带浅绿色薄至中厚层泥质瘤状灰岩、泥灰岩夹少量灰黄色泥页岩, 厚度 7~15m, 分布于库尾右岸山顶局部地带。

②中统宝塔组 (O_{2b}): 灰色薄至中厚层龟裂纹灰岩, 厚度 20~40m, 分布于库尾右岸山顶局部地带。

③中统十字铺组 (O_{2sh}): 灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩, 顶部以浅紫色中厚层泥质灰岩与上覆宝塔组灰岩分界, 厚 65~121m, 分布于库区西岸坡及沟底~东岸坡低高程的斜坡地带。

④下统大湾组 (O_{1d}): 上部灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩, 下部为紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页岩, 厚 60~120m, 主要分布于库区东岸坡。

⑤下统桐梓组和红花园组 (O_{1h+t}): 红花园组为灰、深灰色薄至厚层生物灰岩, 桐梓组上部为灰色厚层至块状白云质灰岩, 中部为灰色厚层至块状生物灰岩, 下层为灰色厚层至块状白云质灰岩、白云岩。厚度 189~367m, 主要分布于库区东岸深部 (ZK13 钻孔 79.5m 以下)。

3.3 地质构造

根据 1/20 万区域地质资料和岩溶水文地质测绘成果资料, 库区无区域性或规模较大的断层通过, 库盆外围北西侧通过的花垣断层, 距初期坝最近直线距离约 1250.0m, 断层产状为 N55°E/NW∠60°, 区域内延伸长约 70km, 为平移逆断层, 水平错距达 4km; 场区岩层为单斜结构, 总体岩层产状为 N25°~45°E/NW∠18°~35°, 受区域性断层影响, 场区岩层局部产状变化较大。另外, 库区覆盖层、强风化层分布较广, 岸坡植被发育良好, 下伏基岩岩性差别不大, 即使有小断层发育也很难发现。

库区裂隙主要发育 3 组: ①N25~35°W/SW∠70~85°、②N25~40°E/NW∠55~75°、③N70~80°W/SW∠65~80°。

3.4 水文地质条件

(1) 水文地质岩组划分

根据库区出露的地层岩性、岩溶发育情况, 库区可大致分为相对隔水岩组、弱岩溶含水

岩组、中等岩溶含水岩组、松散堆积岩组四个岩组。

①相对隔水岩组: 为奥陶系下统大湾组 (O_{1d}) 灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页岩, 分布于 E 侧岸坡高高程区域。

②弱岩溶含水透水岩组: 为奥陶系上统临湘组 (O_{3lm}) 和奥陶系中统十字铺组 (O_{2sh}) 瘤状泥质灰岩、泥灰岩、灰岩, 前者分布于库尾西岸较高的山顶, 后者分布于渣库 W 侧岸坡及 E 侧低高程岸坡; 岩溶主要为沿构造破碎带、裂隙或层面的局部溶蚀, 岩溶形态多为溶蚀扩宽的狭窄小溶缝。

③中等岩溶含水透水岩组: 为奥陶系中统宝塔组 (O_{2b}) 龟裂纹灰岩地层, 地表岩溶洼地、落水洞相对较少, 岩溶发育主要受构造控制, 多沿构造破碎带或层面溶蚀扩宽, 岩溶形态以小型狭缝状溶洞、落水洞及岩溶管道为主。

④松散堆积岩组: 由第四系松散堆积层组成, 以孔隙含水为主, 含水量受覆盖层厚度、物质组成、季节和大气降水等限制。

(2) 水文地质条件

1) 地表水系

渣库主冲沟油菜沟由 S 向 N 流淌在大坳处转向 EW 方向。支沟长山沟由 NE 向 SW 方向流动, 在大坳处与油菜沟汇合, 其下游河段称为麻栗沟, 如图 3-4-1 所示。油菜沟枯期流量 200~500L/s, 长山沟枯期流量 50~100L/s。长山沟位于拟扩建锰渣库初期坝下游, 穿过调节池。

2) 地下水类型

①库区松散堆积层中地下水类型主要为上层滞水、孔隙水, 接受大气降水补给并赋藏于各类松散堆积层孔隙中, 再补给下部基岩裂隙水、向库底下游排泄。

②相对隔水岩层浅部风化层内地下水以裂隙水为主, 赋藏于风化带的裂隙内, 接受大气降水和上部覆盖层中孔隙水补给, 向库盆底部汇集, 最终向下游排泄。

3) 地下水埋深及补排条件

本次岩土工程勘察共布置了 19 个地质钻孔, 各钻孔终孔稳定水位观测资料汇总于表 3-4-1。从表 3-4-1 可以看出: ①钻孔地下水位在孔口以下 1.20m~24.5m, 高程 441.0 m~518.1 m 位于基岩面或强风化层底界附近; ②各钻孔地下水位高程变化与自然坡度的变化一致。

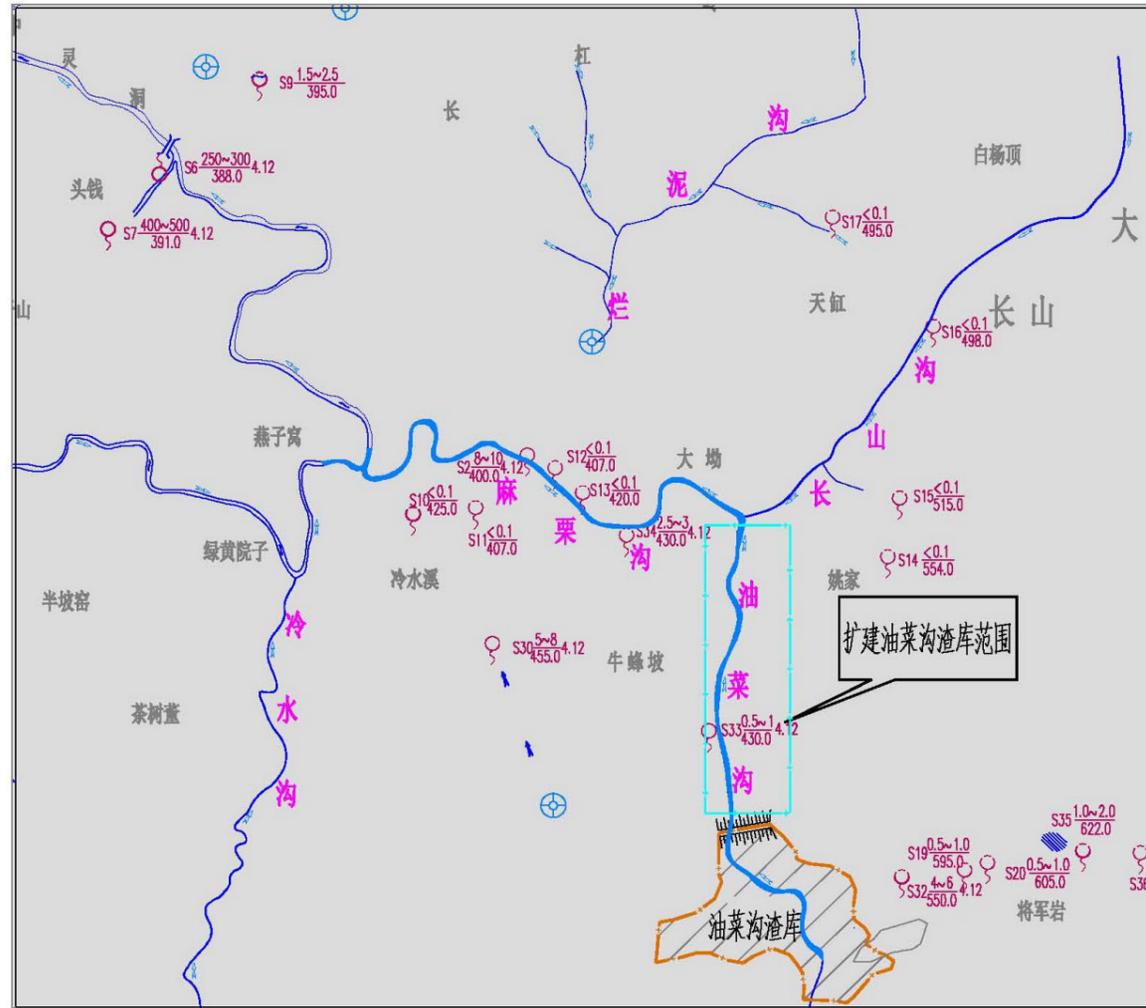


图 3-4-1 油菜沟扩建渣库区水系略图

库盆内主要接受地表分水岭范围之内的大气降水补给，大气降水入渗地下补给地下水后再向油菜沟汇集，最终由油菜沟向下游排泄。

表 3-4-1 钻孔终孔稳定水位资料汇总表

孔号	钻孔水位 (m)			所处地层	钻孔位置
	孔口高程	水位埋深	水位高程		
ZK1	500.51	18.50	482.01	O ₂ sh	初期坝轴线附近左岸
ZK2	488.30	4.80	483.50	O ₂ sh	初期坝轴线附近右岸
ZK3	496.53	11.30	485.23	O ₁ d	初期坝轴线附近、排洪隧洞轴线
ZK4	470.73	1.20	469.53	O ₂ sh	库盆右岸
ZK5	481.25	5.00	476.25	O ₂ sh	库盆右岸
ZK6	506.54	7.00	499.54	O ₁ d	库盆右岸
ZK7	487.08	9.50	477.58	O ₁ d	库盆右岸
ZK8	525.42	12.50	512.92	O ₂ sh	库盆右岸
ZK9	509.19	24.50	484.69	O ₂ sh	库盆右岸
ZK10	530.64	12.50	518.14	O ₂ sh	库盆右岸
ZK11	512.84	13.50	499.34	O ₂ sh	库盆右岸
ZK12	527.65	18.50	509.15	O ₂ sh	库盆、排洪隧洞轴线
ZK13	522.42	9.10	513.32	O ₂ sh	库盆、排洪隧洞轴线
ZK14	462.46	4.50	457.96	O ₂ sh	调节池附近
ZK15	455.41	2.50	452.91	O ₂ sh	调节池附近
ZK16	463.10	5.80	457.30	O ₂ sh	调节池附近
ZK17	445.54	4.50	441.04	O ₂ sh	调节池附近
ZK18	449.45	7.00	442.45	O ₂ sh	排洪隧洞附近
ZK19	520.71	14.00	506.71	O ₂ sh	库盆右岸

3.5 不良地质现象及地质灾害

库盆全部位于侵蚀、剥蚀形成的油菜沟冲沟内，出露地层为相对隔水地层和弱含水透水地层，不存在因岩溶而引起的一系列工程地质问题；另外，库区碎屑岩中没有可开采的矿产存在，也没有发现采空区。

库盆东侧边坡为顺向坡，有 0~3m 不等的强风化层分布，覆盖层和强风化层内没有发现滑动或变形迹象，自然条件下边坡整体稳定。

盆库西侧为逆向~岩质边坡，有0~3m不等的强风化层分布，岸坡仅局部有覆盖层零星分布，岸坡植被茂盛，现场地质测绘通行及通视条件极差，调查时没有发现滑坡体、崩塌堆积体、顺层滑动和蠕变体等不良地质体和马刀树、醉汉林等现象存在，覆盖层和强风化层内也没有发现滑动或变形迹象，自然条件下边坡整体稳定。

另外，库盆为一天然侵蚀溪沟的一部分，周边地表分水岭附近无规模较大的松散堆积体和人工堆放物存在，不具备引发泥石流的地形和物质条件。

综上所述，库区自然边坡及库盆整体稳定，不良地质现象主要表现为岩体的不均匀风化，另外，截洪沟等构筑物开挖时，可能会出现局部顺层滑动或楔形块体脱落；可能引发的地质灾害为局部覆盖层和强风化层在暴雨触发下产生滑动或变形，通过适当工程措施即可处理，对建坝、成库和其它构筑物的布置影响不大。

3.6 岩土物理力学性质

3.6.1 岩土质量单元划分

根据地质测绘和钻孔资料显示，库底均被第四系覆盖层，岸坡覆盖层分布广泛，覆盖层由坡积层、残积层构成，其厚度一般在3~8m，局部最厚处达23.5m（ZK9附近）。下伏基岩主要为奥陶系中统十字铺组（O₂sh）：灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥灰岩、泥质灰岩夹灰岩和下统大湾组（O₁d）紫红色瘤状钙质泥岩夹灰绿色泥灰岩。根据勘探成果资料，将库区岩土质量单元划分如下：

（1）覆盖层土体单元（I单元）

库区岸坡覆盖层分布广泛，在东库岸分布较厚。残坡积层（Q^{edl}）：成分为褐黄色粘土夹少量碎石，厚0~23.5m，结构稍密~松散。

（2）基岩岩体质量单元（II单元）

根据地质测绘和钻孔揭露库区的地质岩性、岩体完整程度、物质成分及结构特征、风化特征，将场区岩土质量单元划分如下：

II-1单元：奥陶系中统十字铺组（O₂sh）及下统大湾组（O₁d）强风层：紫红色瘤状钙质泥岩、灰、深灰色泥灰岩夹灰岩。

II-2单元：奥陶系中统十字铺组（O₂sh）及下统大湾组（O₁d）中风层：紫红色瘤状钙质泥岩、灰、深灰色泥灰岩、灰岩。

II-3单元：奥陶系中统十字铺组（O₂sh）、下统大湾组（O₁d）及桐梓红花园组（O₁h+t）微新岩体：紫红色瘤状钙质泥岩、灰、深灰色泥灰岩、灰岩。

3.6.2 岩（土）体质量分类

根据场区各地质岩性特征和《岩土工程勘察规范》GB50021-2001（2009版）3.2.2和附录A（A.0.1）的相关规定，对场区岩土体质量等级划分如表3-6-1所示。

表 3-6-1 库区岩（土）质量分类表

岩土类别	密实度或风化状态	岩土质量类别
第四系松散堆积层	松散~稍密	V
十字铺组 O ₂ sh、大湾组 O ₁ d 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩、钙质泥岩。	强风化	IV~V
十字铺组 O ₂ sh、大湾组 O ₁ d 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩、钙质泥岩。	中风化	IV~III
十字铺组 O ₂ sh、大湾组 O ₁ d、桐梓红花园组（O ₁ h+t）泥灰岩、泥质灰岩、灰岩、钙质泥岩。	微新岩体	III

3.6.4 岩（土）体物理力学试验及成果资料统计分析

（1）岩（土）物理力学试验

为了解库区岩（土）体物理力学性质及土体透水性，本次勘察在I单元（土体）中取18件土样，II单元（II-2、II-3）中取18件岩样，进行室内物理力学试验和土体渗透性试验，其成果汇总于表3-6-3、3-6-4。

（2）岩（土）物理力学试验成果统计分析

①统计方法

根据《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)（2009年版）中第14.2.2~14.2.4条，对本工程勘察范围内相关岩土层试验指标分别进行统计。各岩土层指标数据的粗差别除原则上采用三倍标准差法，个别数据由于岩土层的不均匀性或为夹层而造成数据离散性明显较大的，也予以剔除。各种参数的平均值 f_m 、标准差 σ_f 、变异系数 δ 、标准值 f_k 、及修正系数 γ_s 的计算公式如下：

a.平均值：

$$f_m = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n}$$

b.标准差：

$$\sigma_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n f_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n f_i)^2}{n} \right]}$$

c. 变异系数

$$\delta = \frac{\sigma_f}{f_m}$$

d. 统计修正系数值:

$$\gamma_s = 1 \pm \left\{ \frac{1.704}{\sqrt{n}} + \frac{4.678}{n^2} \right\} \delta$$

e. 岩土参数标准值:

$$f_k = \gamma_s f_m$$

说明:

f_m —岩土参数的平均值;

n —参加统计的子样数;

σ_f —岩土参数的标准差;

δ —岩土参数的变异系数;

γ_s —统计修正系数, 式中正负号按不利组合考虑室内试验统计指标。

②室内试验指标的统计

a. 岩石试验资料统计

本阶段未取强风化层岩样作物理力学试验, 只在中风化、微风化岩体中取 18 件岩样和 18 件土样进行室内物理力学试验及土的渗透性试验, 物理力学指标和渗透参数统计成果见表 3-6-5、3-6-6。

表 3-6-4 岩石物理力学试验指标统计值

岩性	岩体指标	统计件数	范围值	平均值 (f_m)	标准差 (σ_f)	变异系数 (δ)	修正系数 (γ_s)	标准值 (f_k)
O _{1d} 钙质泥岩	天然密度 (g/cm ³)	6	2.710~ 2.720	2.718	0.0041	0.0015	0.9988	2.7150
	天然抗压 强度(MPa)	6	12.600~ 21.200	16.067	3.3333	0.2075	0.8287	13.3147
O _{1h} 灰岩、泥 灰岩	饱和密度 (g/cm ³)	6	2.710~ 2.730	2.720	0.0063	0.0023	0.9981	2.7148
	饱和抗压 强度(MPa)	6	28.300~ 58.500	38.933	11.0321	0.2834	1.2339	48.0410
O _{2sh} 灰岩、 泥灰岩	饱和密度 (g/cm ³)	6	2.700~ 2.710	2.708	0.0041	0.0015	0.9988	2.7050
	饱和抗压 强度(MPa)	6	27.000~ 33.400	30.367	2.5248	0.0831	0.9314	28.2822

b. 土工试验资料统计

根据试验资料汇总统计表 (表 3-6-3), 对库区土的物理力学指标及渗透系数统计于表 3-6-5。

表 3-6-5 库区土物理力学指标及渗透系数统计成果表

状态	土的物理力学指标及渗透系数		统计数	范围值	平均值	标准差	变异系数	修正系数	标准值
					(f_m)	(σ_f)	(δ)	(γ_s)	(f_k)
可塑状粘土	固结快剪	内摩擦角(度) (饱和)	18	8.900~13.200	10.856	1.1475	0.1057	0.9560	10.3781
		粘聚力(KPa) (饱和)	18	22.000~30.700	25.656	2.8743	0.1120	0.9534	24.4596
	压缩系数(MPa ⁻¹) _{a₁₋₂}		18	0.200~0.300	0.252	0.0287	0.1142	0.9525	0.2397
	压缩模量(Mpa) _{E_{s1-2}}		18	6.700~8.700	7.583	0.5316	0.0701	0.9708	7.3621
	比重		18	2.710~2.721	2.714	0.0051	0.0019	0.9992	2.7123
	天然密度 (g/cm ³)		18	1.770~1.950	1.849	0.0508	0.0275	0.9886	1.8283
	饱和密度 (g/cm ³)		18	1.790~1.960	1.869	0.0463	0.0248	0.9897	1.8496
	孔隙比 (e)		18	0.744~1.033	0.900	0.0841	0.0934	0.9611	0.8653
	天然含水率 (%)		18	25.000~32.800	29.322	2.2354	0.0759	0.9684	28.3963
	液限含水量 (%)		18	32.500~37.900	35.306	1.5652	0.0443	0.9816	34.6543
	塑限含水量 (%)		18	19.200~24.400	21.394	1.6703	0.0781	0.9675	20.6995
	塑性指数 (%)		18	12.000~16.000	13.911	1.3486	0.0969	0.9597	13.3500
	液限指数		18	0.350~0.700	0.568	0.1023	0.1802	0.9250	0.5252
	渗透系数 (×10 ⁻⁵ cm/s)		6	2.010~7.230	4.453	2.0684	0.4645	0.6165	2.7457

3.6.4 岩 (土) 体物理力学参数建议值

根据试验成果的统计资料并类比以往工程同类地层、相同岩性的岩、土体经验值, 同时参照《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013) 中表 4.3.1、表 4.3.3、表 4.3.4 和《工程地质手册》、《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)、《贵州建筑地基基础设计规范》(DB22/45-2004)、《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001) (2009 年版) 中的相关规定, 提出本工程的岩土物理力学参数建议值如表 3-6-6 所示。

表 3-6-2

渣库区岩石室内物理力学试验成果汇总表

样品编号	送样编号	地层代号	取样深度 (m)	密度 (g/cm ³)		抗压强度 (MPa)		试样描述
				天然	饱和	天然	饱和	
20210500048-01	ZK3-1	O _{1d}	12.50~12.72	2.72		12.6		褐红色钙质泥岩, 粒质均匀, 无明显节理, 胶结较差
20210500048-02	ZK3-2	O _{1d}	25.502~5.70	2.71		13.4		褐红色钙质泥岩, 粒质均匀, 无明显节理, 胶结较差
20210500048-03	ZK3-3	O _{1d}	11.80~11.96	2.72		21.2		褐红色钙质泥岩, 粒质均匀, 无明显节理, 胶结好
20210500048-04	ZK3-4	O _{1d}	45.10~45.58	2.72		14.3		褐红色钙质泥岩, 粒质均匀, 无明显节理, 胶结较差
20210500048-05	ZK3-5	O _{1d}	51.105~1.27	2.72		18.7		褐红色钙质泥岩, 粒质均匀, 无明显节理, 胶结一般
20210500048-06	ZK3-6	O _{1d}	52.205~2.36	2.72		16.2		褐红色钙质泥岩, 粒质均匀, 无明显节理, 胶结较差
20210500048-07	ZK13-1	O _{1h}	80.50~80.66		2.72		28.3	深灰色灰岩, 偶见方解石脉发育, 胶结较好
20210500048-08	ZK13-2	O _{1h}	81.50~81.71		2.73		31.6	深灰色灰岩, 偶见方解石脉发育, 胶结好
20210500048-09	ZK13-3	O _{1h}	87.20~87.39		2.72		32.2	深灰色灰岩, 局部方解石脉发育, 胶结较好
20210500048-10	ZK13-4	O _{1h}	88.00~88.25		2.72		41.9	深灰色灰岩, 偶见方解石脉发育, 胶结好
20210500048-11	ZK13-5	O _{1h}	88.50~88.69		2.71		58.5	深灰色灰岩, 偶见方解石脉发育, 胶结好
20210500048-12	ZK13-6	O _{1h}	90.20~90.46		2.72		41.1	深灰色灰岩, 偶见方解石脉发育, 胶结好
20210500048-13	ZK2-1	O _{2sh}	14.50~14.63		2.71		32.9	深灰色灰岩, 偶见小裂隙发育, 胶结好
20210500048-14	ZK2-2	O _{2sh}	15.001~5.18		2.71		28.7	深灰色灰岩, 局部小裂隙发育, 胶结较好
20210500048-15	ZK2-3	O _{2sh}	17.20~17.47		2.70		29.1	深灰色灰岩, 偶见方解石脉斜向发育, 胶结较好
20210500048-16	ZK2-4	O _{2sh}	29.60~29.78		2.71		31.1	深灰色灰岩, 局部方解石脉发育, 胶结一般
20210500048-17	ZK2-5	O _{2sh}	33.50~33.72		2.71		27.0	深灰色灰岩, 偶见小裂隙发育, 胶结较好
20210500048-18	ZK2-6	O _{2sh}	44.00~44.18		2.71		33.4	深灰色灰岩, 偶见小裂隙发育, 胶结好

表 3-6-3

库区土室内物理力学试验成果汇总表

样品编号 20210400233	送样 编号	土样描述	天然含水 率 (%)	天然密度 (g/cm ³)	饱和密度 (g/cm ³)	比重	孔隙比	渗透系数 (10 ⁻⁵ cm/s)	界限含水率 (%)			定名	液限指数	状态	饱和固结快剪		压缩 (0.1-0.2MPa)	
									液限	塑限	塑性指数				内摩擦角 (度)	粘聚力 (KPa)	压缩系数 (MPa ⁻¹)	压缩模量 (MPa)
-01	I-1	褐黄色粘土夹风化颗粒	28.3	1.87	1.89	2.71	0.8593	3.42	34.3	22.2	12.1	粉质粘土	0.50	可塑	11.4	23.6	0.24	7.8
-02	I-2	褐黄色粘土夹风化颗粒	32.1	1.79	1.82	2.72	1.0073		36.2	23.8	12.4	粉质粘土	0.67	可塑	9.4	29.6	0.30	6.8
-03	I-3	褐黄色粘土夹风化颗粒	29.1	1.86	1.88	2.72	0.8879		34.1	19.2	14.9	粉质粘土	0.66	可塑	10.4	24.9	0.26	7.4
-04	II-1	褐黄色粘土夹风化颗粒	26.1	1.92	1.93	2.71	0.7798	6.49	33.2	20.2	13.0	粉质粘土	0.45	可塑	11.9	22.4	0.21	8.4
-05	II-2	褐黄色粘土夹风化颗粒	30.0	1.83	1.85	2.71	0.9251		35.1	19.5	15.6	粉质粘土	0.67	可塑	9.2	26.3	0.25	7.6
-06	II-3	褐黄色粘土夹风化颗粒	31.2	1.81	1.82	2.72	0.9716		37.4	24.0	13.4	粉质粘土	0.54	可塑	10.8	28.2	0.27	7.3
-07	III-1	褐黄色粘土夹风化颗粒	27.6	1.89	1.90	2.71	0.8296	2.89	36.5	21.3	15.2	粉质粘土	0.41	可塑	12.3	22.5	0.23	8.0
-08	III-2	褐黄色粘土夹风化颗粒	26.7	1.91	1.93	2.71	0.7977		32.5	19.4	13.1	粉质粘土	0.56	可塑	11.8	22.9	0.22	8.1
-09	III-3	褐黄色粘土夹风化颗粒	31.4	1.80	1.83	2.71	0.9783		37.9	22.2	15.7	粉质粘土	0.59	可塑	10.7	28.5	0.27	7.2
-10	IV-1	褐黄色粘土夹风化颗粒	29.3	1.85	1.87	2.71	0.8941	4.68	36.1	23.3	12.8	粉质粘土	0.47	可塑	11.2	25.2	0.25	7.5
-11	IV-2	褐黄色粘土夹风化颗粒	27.9	1.88	1.89	2.72	0.8505		33.5	19.6	13.9	粉质粘土	0.60	可塑	11.5	23.0	0.24	7.7
-12	IV-3	褐黄色粘土夹风化颗粒	30.1	1.83	1.85	2.72	0.9337		35.2	20.3	14.9	粉质粘土	0.66	可塑	10.2	26.5	0.26	7.4
-13	V-1	褐黄色粘土夹风化颗粒	28.8	1.86	1.88	2.72	0.8835	2.01	34.7	21.6	13.1	粉质粘土	0.55	可塑	11.3	24.4	0.24	7.8
-14	V-2	褐黄色粘土夹风化颗粒	32.8	1.77	1.79	2.71	1.0333		36.9	24.4	12.5	粉质粘土	0.67	可塑	9.9	30.7	0.30	6.7
-15	V-3	褐黄色粘土夹风化颗粒	25.0	1.95	1.96	2.72	0.7436		34.6	19.9	14.7	粉质粘土	0.35	可塑	13.2	22.0	0.20	8.7
-16	VI-1	褐黄色粘土夹风化颗粒	32.3	1.78	1.81	2.71	1.0142	7.23	37.1	21.1	16.0	粉质粘土	0.70	可塑	8.9	29.9	0.29	6.9
-17	VI-2	褐黄色粘土夹风化颗粒	28.1	1.88	1.90	2.72	0.8534		33.9	21.9	12.0	粉质粘土	0.52	可塑	11.5	23.3	0.23	7.9
-18	VI-3	褐黄色粘土夹风化颗粒	31.0	1.81	1.84	2.71	0.9614		36.3	21.2	15.1	粉质粘土	0.65	可塑	9.8	27.9	0.27	7.3

表 3-6-6

扩建渣库岩(土)物理力学参数建议表

岩(土)类别	密实度或 风化状态	岩土质量类别	密度(g/cm ³)	泊松比	压缩模量	变形模量	凝聚力 C' (Kpa)		内摩擦角 φ (°)		饱和抗 压强度	地基允许 承载力	渗透系数	天然孔隙比 (%)	天然含水率 (%)	压缩系数 (MPa ⁻¹) _{a1-2}	边坡开挖建议 值
					Es1-2 (MPa)	E0 (MPa)	天然	饱和	天然	饱和	(MPa)	(MPa)	(×10 ⁻⁵ m/s)				
可塑状粉质粘 土夹少量碎石	稍密~ 中密	V	1.83	0.35	7.36	10~15	22.0★	18.0★	13	8		0.25	2.75	0.825	25.0	0.20	1:1.25
块碎石	松散~稍密	V	1.80	0.25	22.0	25~30	0	0	28	25		0.35					1:1.25
块碎石土	松散~稍密	V	1.85	0.25	20.0	20~25	6.0★	2.0★	26	20		0.30					1:1.25
钙质泥岩	中风化	IV	2.60	0.38		800~1500	150		20		10	0.8					1:1.25
钙质泥岩	微新岩体	III	2.70	0.35		1500~2500	300		30		12	1.0					1:1.0
泥灰岩	中风化	IV	2.60	0.33		1000~2000	300		32		25	1.2					1:1.0
泥灰岩	微新岩体	III	2.65	0.30		2500~4000	550		36		28	1.8					1:0.75
灰岩	中风化	IV	2.70	0.25		3500~5000	750	500	38	30	40	3.0					1:0.75
灰岩	微新岩体	III	2.75	0.23		5500~7500	1500	1200	45	35	48	4.5					1:0.50

3.7 场区地震效应分析及评价

渣库区基本地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期 0.35s，相应地震基本烈度为 VI 度。

根据勘察资料，西库岸坡覆盖层较薄（0~3m）厚度不大，东库岸覆盖层厚度一般 3~8m、局部厚达 23.5m（ZK9 钻孔揭示 0~3.5m 为褐黄色粘土夹碎石，3.5~23.5m 为褐黄色碎石土，结构稍密），下伏基岩为奥陶系中统十字铺组（O₂sh）泥灰岩。从地层结构和物质组成方面分析，库区不具备产生地震振动液化的物质条件。

从表 3-4-1 可以看出：①钻孔水位略低于基岩面；②钻孔地下水位高程变化与自然坡度的变化一致且多在基岩面以下，土层含水量较低。土体形成年代较久远，整体稳定性好，成分单一，在 VI 度区产生地震振动液化的可能性极小。

根据工程地质手册（第五版），粘土夹少量碎石土 6 度时，一般情况下可不进行液化判别和地基处理。

综上所述，在 VI 度区覆盖层不存在产生地震振动液化的可能性，库区不具备产生地震振动液化的物质条件，场地整体稳定性好。

4 渣库区主要工程地质问题分析及评价

根据地质测绘、钻孔、物探资料综合分析结果，渣库可能存在的工程地质问题主要为库区边坡的稳定问题和库区渗漏问题。

4.1 库区边坡稳定性分析及评价

4.1.1 库区右岸（E 侧）边坡稳定性分析及评价

（1）自然边坡现状稳定分析及评价

库区初期坝以上右岸坡为顺向坡，多见厚度不等的第四系松散堆积层分布，高高程至公路以上斜坡地带可见大湾组 (O_1d) 灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页零星出露，地表分水岭附近有桐梓组和红花园 (O_{1t+h}) 灰色厚层至块状白云质灰岩、厚层至块状生物灰岩、白云岩、含燧石结核或团块灰岩连续分布，低高程至沟底可见十字铺组 (O_2sh) 灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩零星出露。

现场地质测绘成果资料显示，自然边坡坡度角多与岩层倾角一致，覆盖层内部及基岩出露区均未见新近变形和顺层滑动的迹象，岸坡植被覆盖区域也未见马刀树、醉汉林等等早期变形或滑动留下的痕迹，说明自然边坡整体稳定；另外，由于迳驾~大兴二级公路的开挖，导致库顶局部路段出现切脚，切脚部分都设置有浆砌石挡墙，目前公路已通车 8 年多，所有挡墙也没有发现变形和开裂迹象（见图 4-1-1~4-1-2），说明公路开挖切脚部位自然边坡也处于稳定状态；其次，沟底多处基岩出露部位可以明显看到基岩从右岸至左岸是连续分布的，岸坡零星出露的基岩与沟底基岩产状基本一致，说明岸坡零星出露的基岩多为原状基岩，岸坡不存在规模较大的顺层滑动问题；再次，沟底和岸坡钻孔揭露的基岩连续好，基岩段没有发现掉钻、垮孔、夹泥或碎石土等现象，说明勘探深度范围内基岩没有出现滑动过。

综上所述，天然状态下库盆右岸及库顶以上自然边坡整体稳定。



图 4-1-1 东库岸迳大公路开挖边坡高挡墙稳定



图 4-1-2 东库岸迳大公路开挖边坡挡墙及上部稳定顺层岩体

（2）开挖后人工边坡稳定分析及评价

初期坝上游库区东岸 100m~150m，有相对集中的粘土夹碎石土分布（见 8-8'、9-9' 剖面图），覆盖层一般厚 3m~8m，局部厚达 11.3m (ZK19)，另外，ZK9~ZK19 和 ZK11~ZK12

沿线在地形上形成明显凸出的小山脊，这些部位在库盆清理时可能要进行整平开挖，并用于铺盖土料或坝体堆石料。

由于下伏基岩大部分为 O_{2sh}、O_{1d} 地层且为顺向坡，开挖后受卸荷的影响，局部顺层基岩可能因应力释放而产生局部滑动，通过适当工程措施即可处理，对工程整体影响不大。

4.1.2 库区左岸（W 侧）边坡稳定性分析及评价

扩建锰渣库初期坝以上左岸斜坡为逆向坡，沟底至地表分水岭范围出露地层均为十字铺组（O_{2sh}）灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩，表层一般都有 0~3m 的强风化层分布，覆盖层仅见零星分布，自然坡角一般为 35~50°，局部形成小陡坎，植被茂盛；局部分水岭山脊部位出露宝塔组（O_{2b}）灰色薄至中厚层龟裂纹灰岩。

现场地质测绘成果资料显示，岸坡覆盖层内部及基岩边坡未见新近和陈旧的变形和滑动迹象，说明自然边坡整体稳定。

4.2 渣库渗漏分析及评价

扩建锰渣库位于原油菜沟锰渣库下游冲沟内，近 SN 向展布，两岸坡无支沟发育，地形完整性较好，全长约 550m，右岸库顶沿线有迳大二级公路通过。E 侧岸坡为顺向坡，自然坡角一般为 20~35°，局部形成小陡坎及台地，覆盖层分布较广，高高程至公路沿线斜坡见大湾组（O_{1d}）灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页零星出露，属相对隔水层；低高程至沟底也多见十字铺组（O_{2sh}）灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩零星出露，属弱含水透水层。W 侧岸坡为逆向坡，自然坡角一般为 35~50°，局部形成小陡坎，沟底至地表分水岭范围出露地层均为十字铺组（O_{2sh}）灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩，表层一般都有 0~3m 不等的强风化层分布，覆盖层仅见零星分布，属弱含水透水层。局部分水岭山脊部位出露宝塔组（O_{2b}）灰色薄至中厚层龟裂纹灰岩，属弱~中等含水透水层。库区左岸斜坡植被茂盛，右岸斜坡多见台阶状田、地分布。

渣库 E、W 两侧均有近于平行于主冲沟的地表分水岭分布，E 侧地表分水岭距库区较远且山体雄厚，沿线高程为 600.0 m~730.0 m；W 侧地表分水岭紧邻库区展布且相对较单薄，沿线高程为 460.0 m~590.0 m；库区沟底高程为 448.0 m~486.0 m。

拟建渣库库盆自然状态下封闭条件较好，库底不存在与外界直接导通的可疑渗漏带，地表分水岭范围以内的地表水和地下水都是向库底冲沟汇集的。从库区地形地貌、基本地质条

件、水文地质条件等方面综合分析，产生渗漏的可能性有三个方面的原因，其一为库水向 E 岸深部可溶岩地层的渗漏问题，其二为库水沿弱可溶岩中构造破碎带、基岩风化带或越过 W 岸地表分水岭向 W 侧地表分水岭以外的渗漏问题，第三条途径为库水沿初期坝附近的覆盖层和基岩风化带向下游的渗漏问题。

4.2.1 库区地层结构及透水性

E 侧岸坡为顺向坡，自然坡角一般为 20~35°，局部形成小陡坎及台地，覆盖层分布较广，斜坡多见台阶状田、地分布，高高程至公路沿线斜坡见大湾组（O_{1d}）紫红色瘤状钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页零星出露，属相对隔水层；低高程至沟底多见十字铺组（O_{2sh}）灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩零星出露，属弱含水透水层。W 侧岸坡为逆向坡，自然坡角一般为 35~50°，局部形成小陡坎，沟底至地表分水岭范围出露地层均为十字铺组（O_{2sh}）灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩，表层一般都有 0~3m 不等的强风化层分布，覆盖层零星分布，属弱含水透水层。局部分水岭山脊部位出露宝塔组（O_{2b}）灰色薄至中厚层龟裂纹灰岩，属弱~中等含水透水层。库盆内粘土、砂质粘土均属弱透水层，其渗透系数不能满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)中 6.2.1 之规定，需对库区覆盖层进行防渗处理。

本次勘察在库、坝区布置了 19 个勘探钻孔，共作了 143 段压水试验，试验成果分段统计见表 4-2-1。从表 4-2-1 可以看出，库区勘探钻孔揭露深度范围中风化岩体透水率都小于 2Lu，属弱透地层，其渗透系数都不满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)中 6.2.1 之规定，需对库区进行防渗处理。

表 4-2-1

扩建渣库钻孔压水试验成果汇总表

孔号 试段	ZK1		ZK2		ZK3		ZK4		ZK5	
	孔深 (m)	透水率 (Lu)								
1	5.00~10.00	1.47	6.00~11.00	1.41	10.00~15.00	1.63	2.30~7.00	0.86	8.00~13.00	1.24
2	10.00~15.00	1.35	11.00~16.00	1.04	15.00~20.00	1.20	7.00~12.00	0.42	13.00~18.00	0.99
3	15.00~20.00	0.73	16.00~21.00	0.67	20.00~25.00	1.43	12.00~17.00	0.18	18.00~23.00	1.14
4	20.00~25.00	0.68	21.00~26.00	0.50	25.00~30.00	0.66	17.00~20.90	0.06	23.00~28.00	0.48
5	25.00~30.00	0.64	26.00~31.00	0.25	30.00~35.00	0.62			28.00~33.00	0.25
6	30.00~35.00	0.60	31.00~36.00	0.15	35.00~40.00	0.36			33.00~38.00	0.12
7	35.00~40.00	0.56	36.00~41.00	0.09	40.00~45.00	0.09			38.00~43.00	0.20
8	40.00~45.00	0.52	41.00~46.00	0.17	45.00~50.00	0.08			43.00~48.00	0.08
9	45.00~50.40	0.44	46.00~50.80	0.07	50.00~55.00	0.24			47.50~50.20	0.14
10					55.00~60.60	0.05				

续表 4-2-1

钻孔压水试验成果汇总表

孔号 试段	ZK6		ZK7		ZK8		ZK9		ZK10	
	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)
1	4.00~9.00	1.11	12.6~17.60	1.25	6.70~11.70	1.08	24.50~29.50	1.55	6.30~11.30	1.28
2	9.00~14.00	0.63	17.6~22.60	0.57	11.70~16.70	0.69	29.50~34.50	0.55	11.30~16.30	0.47
3	14.00~19.00	0.29	22.6~27.60	0.31	16.70~21.70	0.56	34.40~40.40	0.17	16.30~21.30	0.76
4	19.00~24.00	0.10	27.6~32.60	0.16	21.70~26.70	0.35			21.30~26.30	0.34
5	24.00~29.00	0.09	32.6~37.60	0.11	26.70~31.70	0.10			26.30~31.30	0.16
6	29.00~34.00	0.09	37.6~40.70	0.09	31.70~36.70	0.07			31.30~36.30	0.10
7	34.00~39.00	0.08			36.70~41.70	0.08			36.30~41.30	0.12
8	39.00~44.00	0.07			41.70~46.70	0.14			41.30~46.30	0.05
9	44.00~50.70	0.05			46.70~50.50	0.07			46.30~50.50	0.04

续表 4-2-1

钻孔压水试验成果汇总表

孔号 试段	ZK11		ZK12		ZK13		ZK14		ZK15	
	孔深 (m)	透水率 (Lu)								
1	5.00~10.00	1.68	8.50~13.50	1.42	12.00~17.00	0.68	2.00~7.00	1.05	3.50~8.50	1.10
2	10.00~15.00	1.18	13.50~18.50	0.86	17.00~22.00	0.25	7.00~12.00	0.82	8.50~13.50	0.69
3	15.00~20.00	1.33	18.50~23.50	0.46	22.00~27.00	0.32	12.00~17.00	0.68	13.50~18.50	0.61
4	20.00~25.00	0.59	23.50~28.50	0.24	27.00~32.00	0.47	17.00~22.00	0.81	18.50~23.50	0.59
5	25.00~30.00	0.31	28.50~33.50	0.13	32.00~37.00	0.09	22.00~27.00	0.56	23.50~28.50	0.41
6	30.00~35.00	0.12	33.50~38.50	0.18	37.00~42.00	0.20	27.00~30.80	0.30	28.00~30.60	0.34
7	35.00~40.00	0.06	38.50~43.50	0.22	42.00~47.00	0.09				
8			43.50~48.50	0.12	47.00~52.00	0.17				
9			48.50~53.50	0.07	52.00~57.00	0.21				
10			53.50~58.50	0.10	57.00~62.00	0.19				
11			58.50~63.50	0.17	62.00~67.00	0.07				
12			63.50~68.50	0.05	67.00~72.00	0.10				
13			68.50~73.50	0.06	72.00~77.00	0.16				
14			73.50~80.40	0.03	77.00~82.00	0.29				
15					82.00~87.00	0.14				
16					87.00~91.40	0.06				

续表 4-2-1

钻孔压水试验成果汇总表

孔号 试段	ZK16		ZK17		ZK18		ZK19		孔深 (m)	透水率 (Lu)
	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)	孔深 (m)	透水率 (Lu)		
1	3.00~7.00	0.99	3.00~8.00	1.14	3.00~8.00	1.23	13.30~17.30	1.17		
2	7.00~12.00	0.67	8.00~13.00	0.79	8.00~13.00	0.82	17.00~22.30	0.56		
3	12.00~17.00	0.41	13.00~19.50	0.45	13.00~18.00	0.51	22.30~27.30	0.13		
4	17.00~20.40	0.27			18.00~23.00	0.25	27.30~30.50	1.09		
5					23.00~28.00	0.28				
6					28.00~33.00	0.24				

表 4-2-2

钻孔压水试验分层统计表

孔号	地层代号	风化程度	试段数(段)	透水性(Lu)	备注
ZK1	O _{2sh}	中风化	4	0.68~1.47	
		微风化	5	0.44~0.64	
ZK2	O _{2sh}	中风化	5	0.25~1.41	
		微风化	3	0.09~0.17	
	O _{1d}	微风化	1	0.07	
ZK3	O _{1d}	中风化	4	0.66~1.63	
		微风化	6	0.05~0.62	
ZK4	O _{2sh}	中风化	4	0.06~0.86	
ZK5	O _{2sh}	中风化	3	0.99~1.24	
	O _{1d}	中风化	2	0.25~0.48	
		微风化	4	0.08~0.20	
ZK6	O _{1d}	中风化	4	0.10~1.11	
		微风化	5	0.05~0.09	
ZK7	O _{2sh}	中风化	1	1.25	
	O _{1d}	中风化	3	0.16~0.57	
		微风化	2	0.09~0.11	
ZK8	O _{1d}	中风化	5	0.10~1.08	
		微风化	4	0.07~0.14	
ZK9	O _{2sh}	中风化	3	0.17~1.55	
ZK10	O _{1d}	中风化	5	0.16~1.28	
		微风化	4	0.04~0.12	
ZK11	O _{2sh}	中风化	4	0.59~1.68	
	O _{1d}	微风化	3	0.06~0.31	
ZK12	O _{2sh}	中风化	1	1.42	
	O _{1d}	中风化	3	0.24~0.68	
		微风化	10	0.03~0.22	
ZK13	O _{1d}	中风化	5	0.09~0.68	
		微风化	9	0.07~0.29	
	O _{1h+t}	微风化	2	0.06~0.14	
ZK14	O _{2sh}	中风化	6	0.30~1.05	
ZK15	O _{2sh}	中风化	6	0.34~1.10	
ZK16	O _{2sh}	中风化	4	0.27~0.99	
ZK17	O _{2sh}	中风化	3	0.45~1.14	
ZK18	O _{2sh}	中风化	3	0.51~1.23	
		微风化	3	0.24~0.28	
ZK19	O _{2sh}	中风化	1	1.17	
	O _{1d}	中风化	3	0.13~1.09	

4.2.2 库水向东面深部可溶岩地层的渗漏分析及评价

E 侧岸坡覆盖层分布较广，斜坡多见台阶状田、地分布，高高程至公路沿线斜坡见大湾组 (O_{1d}) 灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页岩零星出露，属相对隔水层；低高程至沟底也多见十字铺组 (O_{2sh}) 灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩零星出露，属弱含水透水层。

岸坡地表分水岭远高于库顶，自然条件下库区及公路以上斜坡汇集的地表水、覆盖层中的孔隙水和基岩风化破碎带内的裂隙水都是顺坡面往低处排泄，不存在地表水和地下水向深部可溶岩的渗漏问题。首先，库区右岸库尾为可溶岩埋深最浅部位，ZK13 号钻孔揭露红花园 (O_{1h}) 灰色薄层至中厚层灰岩、生物灰岩的垂直埋深为 79.5m，其中 (O_{1d}) 灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页岩厚度为 70.4m，渣库内的地下水和渗滤液不可能穿过这样厚的相对隔水层而进入深部可溶岩；其次，从岸坡完成的钻孔情况来看，所有钻孔钻进过程都一直见孔口返水，且稳定水位都在覆盖层与基岩分界或强风化带至中风化带上部，说明相对隔水层的隔水性能可靠；再次，通过对库盆内布置的高密度和 EH4-1 测线成果资料的分析可见，库盆内没有发现规模较大且连续分布的构造破碎带异常迹象，说明相对隔水层分布的连续性较好。

综上所述，库区向东（右岸）不存在与外界导通的可疑渗漏带，也不存在库水向深部可溶岩的渗漏问题。

4.2.3 库水向西岸地表分水岭以外的渗漏分析及评价

库区初期坝以上左岸沟底至地表分水岭范围出露地层均为十字铺组 (O_{2sh}) 灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩，表层一般都有 0~3m 的强风化层分布，覆盖层仅见零星分布，自然坡角一般为 35~50°，局部形成小陡坎，属弱含水透水层；库尾局部分水岭山脊部位出露宝塔组 (O_{2b}) 灰色薄至中厚层龟裂纹灰岩。

坡顶有近乎平行冲沟的连续地表分水岭分布，自然条件下地表分水岭以内斜坡汇集的地表水是顺坡面往低处冲沟排泄的，从 S₃₃ 号泉、S₃₄ 号季节性泉的出露位置进行分析，岸坡覆盖层中的孔隙水和基岩风化破碎带内的裂隙水也是向库内沟底排泄的，不存在地表水和地下水越过地表分水岭向西侧的渗漏问题；另外，从岸坡完成的 ZK1 号钻孔情况来看，钻进过程都一直见孔口返水，且稳定水位都在强风化带至中风化带上部，说明完整的弱透水地层具备一定的隔水性能；其次，通过对分水岭沿线布置的 EH4-2 号测线成果资料的分析可见，

分水岭沿线没有发现规模较大且连续分布的构造破碎带异常迹象,说明弱含水透水地层分布的连续性较好。

综上所述,渣库不存在向西与外界导通的可疑渗漏带,也不存在库水越过地表分水岭向西侧区域的渗漏问题。

4.2.4 库水沿初期坝附近的覆盖层和基岩风化带向下流的渗漏分析及评价

拟建渣库初期坝左岸山顶至右岸 493.0m 高程以下区域覆盖层仅见零星分布,沟底及左岸坡基岩裸露,均为十字铺组 (O_2sh)灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩,钻孔揭露及地表一般都有 0~3m 的强风化层分布;右岸 493.0m 高程以上覆盖层广布,钻孔揭露厚度为 1.2~4.2m,下伏基岩为十字铺组 (O_2sh)灰、灰绿色薄至中厚层瘤状泥质灰岩、灰岩,ZK3 号钻孔孔深 11.8m 以下为大湾组 (O_1d)灰绿色钙质泥岩、泥岩夹薄层页岩、紫红色瘤状泥灰岩夹薄层页岩。

从坝轴线上 3 个钻孔观测到的稳定水位来看,地下水位都在强风化带底部至中风化带顶部之间变动,说明完整的弱含水透水层和相对隔水层具备程度较高的阻水性能,天然状态下能起到隔水的作用,库水不会通过这两套地层向下流产生渗漏。初期坝附近发育有 $N25\sim 35^\circ W/SW \angle 70\sim 85^\circ$ 和 $N25\sim 40^\circ E/NW \angle 55\sim 75^\circ$ 两组陡倾角裂隙,其走向与冲沟走向夹角较小,若库内膜上和膜下排水系统出现故障而引起水位抬高,存在库水沿陡倾角裂隙向下流的渗漏问题。初期坝轴线上基岩都有厚度不等的强风化带和微风化带存在,强风化带和微风化带上部岩体完整性差且裂隙发育,库水存在沿这些部位向下流渗漏的可能性。右岸 493.0m 高程以上广泛分布的覆盖层,其厚度不等,自然状态下具备阻水功能,库水不会通过该粘土层向下流直接产生渗漏。

综合分析上述情况认为,库水存在沿陡倾角裂隙和强风化带及微风化带上部岩体向下流产生渗漏的可能性。

4.3 库区淹没分析及评价

库盆堆渣范围及初期坝顶高程附近没有压覆矿床、文物、国家保护类自然林地、水源保护区等分布,右库岸为耕地、坡地,左库岸为杂木林分布。渣库建成运行后,将淹没右库岸耕地及堆渣范围左库岸部分杂木林。

库盆堆渣范围内有部分民房、坟地分布,渣库扩建需对淹没区内民房、坟地进行搬迁和

安置。

5 渣场对环境水、土污染的预测分析及评价

库盆地基层主要由相对隔水层、弱透水层构成，岸坡多见厚度不等的覆盖层或强风化层分布，初期坝轴线主要为中等透水地层，所有地层的渗透系数都不满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)中 6.2.1 之规定。堆放在库盆内的废弃物，在大气降水的淋滤下，将产生含有污染成分的渗滤液，如果防渗膜及焊接、锚固等质量不满足设计要求时，渗滤液将入渗到库盆下部地基层中，并沿陡倾角裂隙、层面或岩体风化带对一定区域的地下水和地表水造成污染。

根据 4.2.2~4.2.4 中对库盆的渗漏分析，库盆内所有地表水和地下水都是向沟底汇集的并集中通过初期坝流向下游，不存在库水向右岸及深部可溶岩的渗漏问题，左岸也不存在库水越过地表分水岭向西侧区域的渗漏问题，库水只存在沿陡倾角裂隙和强风化带及中风化带上部岩体向下游产生渗漏的可能性。因此，渣库建设及运行期间，库盆内的渗滤液如果出现渗漏而对环境水、土造成污染，其污染范围是初期坝以下麻栗沟小溪向下游所流经区域的河水及土质，库区不存在沿其它途径对其余区域的水、土造成污染的可能性。

6 渣库主要建（构）筑物工程地质问题分析及评价

渣场建（构）筑物主要包括：初期坝、库内排水系统、岸坡截洪沟、排洪隧洞和调节池等，各建（构）筑物剖面图及库区纵横剖面图详见综合地质剖面图（图号：WLMY-YZGZKKJ-YTKC-03-1/10~10/10）。

6.1 初期坝

初期坝坝基位于 O_{2sh}、O_{1d} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩及钙质泥岩地层上（见 1-1' 综合地质剖面图），坝轴线物探测试资料（GMD-1~GMD-1'）显示，初期坝附近未见规模较大的低阻异常区存在；另外，坝轴线上 3 个钻孔也未揭露规模及厚度较大的堆积体，岩体相对完整、两岸坡有厚度不大的强风化层分布；中风化泥灰岩、泥质灰岩、灰岩及钙质泥岩强度较高，清除松动破碎岩体，选择较完整的中风化岩层作为初期坝地基持力层，能够满足建坝要求。O_{2sh}、O_{1d} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩及钙质泥岩为弱含水岩层及相对隔水层，两岸斜坡地带表层有 0~3m 不等的强风化层分布，虽然承载力不高，但其位于大坝两岸斜坡地带，该区域坝体高度不大，清除上部松散及破碎岩体后作为该部位坝基持力层，能够满足建坝要求。坝轴线附近覆盖层深度为 0~4.2m，作为大坝地基持力层，存在不均匀变形问题，建议坝基开挖时全部清除。

6.2 库内排水系统

扩建渣场沿油菜沟溪沟建库内排洪系统，地层为 O_{2sh} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩（见 5-5' 综合地质剖面图）溪沟内经河水冲刷基岩裸露无强风化岩层。非溪沟地段覆盖层较浅（1~2m），有 1~3m 不等的强风化层分布，作为排水斜槽或排水箱涵地基持力层，存在不均匀变形问题，建议开挖清除覆盖层，和强风化松散及破碎岩体后作为该部位地基持力层，能够满足斜槽或箱涵对地基的要求。

6.3 岸坡截洪沟

截洪沟布置于坝顶以上岸坡，截洪沟沿线覆盖层较浅（1~2m），强风化层厚度 2~3m；

沿线自然坡角一般为 15~30°，部分地段为 35~45°，自然条件下岸坡整体稳定，适宜截洪沟布置。

截洪沟沿线基岩为 O_{2sh}、O_{1d} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩及钙质泥岩，东岸人工开挖边坡为顺向~斜向坡，自然坡角相对较缓，开挖削坡高度不大，开挖后可能局部出现顺层滑动，对岸坡整体稳定影响不大；渣库西岸截洪沟地基主要为 O_{2sh} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩，人工开挖边坡为逆向坡~横向坡，开挖削坡高度不大，岸坡整体稳定。

6.4 排洪隧洞

排洪隧洞轴线（见 7-7' 综合地质剖面图）为库盆上游沟水向库盆外排放的地下通道，设计进口底板高程为 487.04m，桩号 0+000m~0+453.3m 段，轴线方向为 N5° 55' 4" E，桩号 0+453.3m~0+584.7m 段轴线方向为弧形段，桩号 0+584.7m~0+751.6m 段轴线方向为 N54° 5' W，桩号 0+751.6m~0+783.0m 段轴线方向为弧形段，桩号 0+783.0m~0+797.35m 为出口段，出口底板高程 441.24m，全长约 797.35m，高差 45.8m。

排洪隧洞进口段大部分为 O_{1d} 中风化~微新的钙质泥岩，出口 185.20 m 为 O_{2sh} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩；物探成果和钻孔资料显示，隧洞岩性不存在规模较大的低阻异常区和构造破碎带、卡钻、掉钻等现象，说明沿线岩体完整性和成洞条件相对较好，可能局部裂隙密集带、没有发现的小断层破碎带部位开挖时会出现局部垮塌，但方量有限，对隧洞工程影响不大；另外，隧洞沿线均位于相对隔水和弱含水透水地层中，该套地层自身富水程度较低，不会出现大量突发涌水问题，地下水对隧洞开挖的影响不大，但通过局部破碎带附近时应作好临时排水准备。

进口接原油菜沟渣库排洪隧洞，出口为斜向坡，自然边坡稳定，开挖时不会出现规模较大的滑动变形或垮塌现象，但是可能会出现局部顺层滑动或楔形块体跨落等情况，通过适当工程措施即可处理。

6.5 调节池

调节池纵向剖面（见 6-6' 综合地质剖面图），位于长山沟与油菜沟汇合口以下河段。地基位于 O_{2sh} 泥灰岩、泥质灰岩、灰岩中。河两岸覆盖层厚度为 0~2m，作坝基持力层，存在不均匀变形问题，建议开挖清除。河床段下伏基岩为中风化泥灰岩、泥质灰岩、灰岩强

度相对较高，其承载力能够满足箱涵地基要求，岩体稳定性好。两岸斜坡地带表层有 2~3m 不等的强风化层分布，清除上部松散及破碎岩体后可作为调节池地基持力层，能够满足调节池对地基的要求。

7 天然建筑材料

该工程所需天然建筑材料为块石料、碎石料、混凝土骨料和土料。

(1) 土料

根据地质测绘资料，工程区没有相对集中、厚度较大、开采及运输条件较好的土料分布，仅库区东岸的台地、缓坡地带有相对集中的粘土夹碎石土分布（见 8-8'、9-9' 综合地质剖面图），覆盖层一般厚 3m~8m，局部厚 11.3m（ZK19），可以开采用于铺盖料；另外，调节池附近的台地或耕地内也有一部分相对集中的粘土层分布，可以考虑与库区东岸的粘土共同开采使用。

(2) 堆石料（筑坝材料）

地质测绘资料显示，1/1000 测绘范围内未见集中分布的块碎石层，库区东岸初期坝上游 ZK9~ZK19 和 ZK11~ZK12 沿线在地形上形成明显凸出的小山脊，表层为粘土、下部为块碎石，下伏基岩为 O₂sh 泥质灰岩、泥灰岩，块碎石和基岩部分可以作为渣库初期坝的筑坝材料，建议将凸出部分开挖作为堆石料。其次，排洪隧洞出口 180m 段 O₂sh 地层的开挖洞渣也可用于初期坝的筑坝材料。另外，库尾（原调节池附近）河床有相对集中的块碎石、砂卵石层分布，也可以用作筑坝材料。

(3) 混凝土骨料

工程区砂、卵石料相对贫乏，灰岩分布区可能涉及重新征地问题，库区出露基岩大部分为 O₂sh、O₁d 地层，且 O₁d 地层主要为钙质泥岩，O₂sh 地层主要为泥灰岩、泥质灰岩夹少量灰岩，由于含泥质成份较高不宜作为混凝土骨料。

贵州武陵锰业厂区“原矿堆放场”旁边有 O₂b 灰岩地层分布，可以开采加工混凝土骨料。

渣库扩建工程所需混凝土骨料，主要用于截洪沟、调节池、排水隧洞等工程部位，若所需量不大则建议外购。

8 结论与建议

8.1 结论

(1) 工程区位于扬子准地台、黔北台隆、遵义断拱、贵阳复杂构造变形区。新构造运动总体表现间歇性抬升。

工程区位于贵州东部弱震区，地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震基本烈度为 VI 度，区域构造稳定性好。

(2) 根据地层岩性及透水性能，渣库区分布有：①奥陶系上统临湘组 (O_{3l}) 泥灰岩、泥质灰岩弱岩溶含水透水岩组；②奥陶系中统宝塔组 (O_{2b}) 龟裂纹灰岩中等岩溶含水透水岩组；③奥陶系中统十字铺组 (O_{2sh}) 瘤状泥质灰岩、泥灰岩夹灰岩弱岩溶含水透水岩组；④奥陶系下统大湾组 (O_{1d}) 瘤状钙质泥岩、泥灰岩相对隔水岩组；⑤由第四系各类松散堆积层组成的松散堆积岩组。扩建锰渣库库盆主要处于相对隔水岩组、弱岩溶含水透水岩组、松散堆积岩组地层内。

(3) 库盆东面、西面都有地表分水岭存在，库盆封闭条件较好，具备建渣库的地形地质条件。库盆内有覆盖层、相对隔水层、弱含水透水层分布，作为一般工业固体废物堆渣场，所有地层的渗透系数都不满足《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001)中 6.2.1 之规定，需对库盆进行防渗处理。

(4) 除山脊部位、临空陡坎部分钻孔地下水位在 11.3~18.5m 之间外，其余各钻孔中地下水位埋深较浅，多在地表以下 1.2~9.5m 之间的覆盖层与基岩分界附近或强风化带与中风化带上部地层中，地下水富水程度较差，其水位变幅受大气降水控制且对相应部位防渗膜的影响不大。

(5) 库底岩体完整性较好，岩溶不发育，库盆底部整体稳定好；两侧岸坡未见滑坡体、顺层蠕变体等不良地质体存在，覆盖层和强风化层未见变形迹象，两岸植被也未见马刀树、醉汉林等现象存在，公路开挖边坡后缘挡墙没有出现开裂或变形迹象，说明公路开挖边坡和自然岸坡整体稳定。

(6) 渣库不存在库水向右岸及深部可溶岩的渗漏问题，左岸也不存在库水越过地表分水岭向分水岭以外区域的渗漏问题，库水只存在沿初期坝轴线附近的陡倾角裂隙、强风化带和微风化带上部岩体向下游产生渗漏的可能性。

(7) 地质测绘、钻孔和物探成果资料显示，库区弱透水岩地层中岩溶不发育，没有发

现规模较大的地下构造破碎带或溶蚀破碎带发育，不存在可疑渗漏通道或渗漏带，且库盆内地表水和地下水都是向沟底汇集并通过初期坝流向下游麻栗沟小溪。

(8) 渣库建设及运行期间，一旦防渗措施不到位、防渗膜质量或施工质量不满足设计要求时，渣库中的渗滤液可能对下游麻栗沟小溪所流经区域的水、土造成污染，不存在沿其它途径对其余区域的水、土直接造成污染的可能性。

(9) 工程所需土料可从库盆东岸台地及缓坡地带采取，调节池附近开挖土料也可用于库区防渗粘土保护层使用；初期坝堆石料可以从库内凸出的部位开采，库尾河床相对集中的堆积层也可用于筑坝材料；工程所需石料和混凝土骨料可从贵州武陵锰业厂区“原矿堆放场”旁边的 O_{2b} 灰岩地层中开采加工，若所需量不大则建议外购。

8.2 建议

(1) 由于库区范围较小，建议扩建锰渣库初期坝位置选择时，充分考虑与下游调节池的衔接问题和库容最大化问题。

(2) ZK9-ZK19、ZK11-ZK12 沿线覆盖层较厚，地形上明显凸出，建议扩建锰渣库初期坝筑坝材料在该区域取用，同时增加库容和减少工程投资。

委托书

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司：

根据我公司发展需要，需建设铜仁地区（松桃）锰系列产品精深加工及配套项目油菜沟渣库扩建工程。特委托贵公司（中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司）开展铜仁地区（松桃）锰系列产品精深加工及配套项目油菜沟渣库扩建工程岩土工程勘察相关工作。

请贵公司接到委托后，按照相关规程、规范及行政主管部门的要求和规定开展相关工作。

贵州武陵锰业有限公司

2021年4月14日



贵州亚创工程咨询有限公司
172401340539



检测报告

报告编号：2021171190900082

委托单位：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

工程名称：贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

检测项目：水质分析

检测类别：委托检测

检测单位（检验检测专用章）



报告签发日期：2021-04-26

地址：贵阳市白云区云环东路430号

电话：0851-84728992

邮箱：369073997@qq.com

网站：www.vczlic.com

监督电话：0851-84728992

传真：0851-84728992

邮政编码：550014

委托单位	中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司	委托编号	20210400235
工程名称	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程	样品编号	20210400235-01~08
检测类型	委托	收样日期	2021-04-20
委托人	付洁	检测日期	2021-04-20~2021-04-26
样品数量	8组	报告日期	2021-04-26
检测依据	《水质分析规程》YS/T 5226-2016		
检测参数	pH值、钾(K ⁺)、钠(Na ⁺)、钙(Ca ²⁺)、镁(Mg ²⁺)、铵(NH ₄ ⁺)、氯离子(Cl ⁻)、碱度(OH ⁻)、硫酸根离子(SO ₄ ²⁻)、重碳酸根(HCO ₃ ⁻)、碳酸根(CO ₃ ²⁻)、游离二氧化碳、侵蚀性二氧化碳、总矿化度、总硬度(以CaCO ₃ 计)、碳酸盐硬度(以CaCO ₃ 计)、矿物硬度(以CaCO ₃ 计)。		
主要仪器设备	1.天平(FA2004N)(管理编号:YC-HJ-03); 2.紫外可见分光光度计(759S)(管理编号:YC-HJ-28); 3.火焰光度计(6400A)(管理编号:YC-HJ-27); 4.精密酸度计(PHS-3C)(管理编号:YC-HJ-55); 5.滴定管(25ml)(管理编号:YC-HJ-107);		
检测结论	根据GB 50021-2001(2009版)标准, 1.所检样品(除S3洛布河、S30凉水井外)对I、II类环境下的混凝土结构物均有镁盐、硫酸盐等微腐蚀性; 2.S30凉水井处样品对I、II类环境下的混凝土结构物有硫酸盐弱腐蚀性;S3洛布河处样品对I类环境下的混凝土结构物有硫酸盐弱腐蚀性、对II类环境下的混凝土结构物有硫酸盐微腐蚀性,对直接临水或强透水层中的混凝土结构物有侵蚀性CO ₂ 弱腐蚀性、对弱透水层中的混凝土结构物有侵蚀性CO ₂ 微腐蚀性; 3.所检样品对钢筋混凝土中钢筋均有氯盐微腐蚀性。		
附加声明区	1.报告不得涂改、增删,否则一律无效; 2.检测报告未加盖“检验检测专用章”无效,无检测、审核、批准人签字无效; 3.复制本检测报告未加盖“检验检测专用章”无效; 4.对检测报告若有异议,应于收到报告之日起15日内向检测单位提出,逾期不再受理;		

批准: 高艳

审核: 杨江

检测: 顾武野 郭学英

检测数据/结果

样品编号	20210400235-01	20210400235-02	20210400235-03	20210400235-04
样品类别	地下水	地下水	地下水	地表水
取样地点	S1龙滩河	S2烂泥沟沟口	S6头钱	S6附近河水
检测项目	检测值	检测值	检测值	检测值
pH	7.27	8.06	7.70	7.75
K ⁺ +Na ⁺ (mg/L)	54.80	33.10	52.55	18.25
Ca ²⁺ (mg/L)	71.49	41.74	66.53	71.49
Mg ²⁺ (mg/L)	11.53	7.27	10.28	2.76
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.177	0.129	0.134	0.289
Cl ⁻ (mg/L)	12.59	9.99	14.33	9.12
OH ⁻ (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	39.84	38.85	19.04	112.15
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	236.55	127.97	230.34	78.33
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00
游离CO ₂ (mg/L)	8.71	4.61	5.63	3.59
侵蚀性CO ₂ (mg/L)	8.95	0.00	7.27	4.19
总矿化度(mg/L)	308.7	195.06	278.03	253.22
总硬度(mg/L)	226.01	134.16	208.47	189.89
碳酸盐硬度(mg/L)	193.83	104.86	188.74	64.19
矿物硬度(mg/L)	32.19	29.31	19.73	125.71

检测数据/结果

样品编号	20210400235-05	20210400235-06	20210400235-07	20210400235-08
样品类别	地下水	地下水	地下水	地下水
取样地点	S7头钱	S32油菜沟渣库公路坎上季节性泉水	S3洛布河	S30凉水井
检测项目	检测值	检测值	检测值	检测值
pH	7.73	8.37	6.86	6.83
K ⁺ +Na ⁺ (mg/L)	44.43	36.75	15.7	9.56
Ca ²⁺ (mg/L)	58.26	64.88	151.65	124.38
Mg ²⁺ (mg/L)	12.78	5.26	34.34	73.44
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.153	0.113	0.143	0.121
Cl ⁻ (mg/L)	11.73	12.59	16.07	26.49
OH ⁻ (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	9.14	30.93	300.57	494.70
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	213.28	168.30	140.38	39.55
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	0.00	11.44	0.00	0.00
游离CO ₂ (mg/L)	2.56	0.00	9.73	20.49
侵蚀性CO ₂ (mg/L)	2.52	0.00	15.10	14.82
总矿化度 (mg/L)	243.13	246.11	588.66	748.47
总硬度 (mg/L)	198.15	183.70	520.14	580.00
碳酸盐硬度 (mg/L)	174.76	137.90	115.03	31.78
矿物硬度 (mg/L)	23.39	45.80	405.12	548.23



检测报告

报告编号: 2021171190900111

委托单位: 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司
 工程名称: 贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程
 检测项目: 水质分析
 检测类别: 委托检测



报告签发日期: 2021-05-16

地址: 贵阳市白云区云环东路130号
 电话: 0851-84728992
 邮箱: 369073997@qq.com
 网站: www.vczl.com

监督电话: 0851-84728992
 传真: 0851-84728992
 邮政编码: 550014

检测数据/结果

委托单位	中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司	委托编号	20210500049
工程名称	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程	样品编号	20210500049-01~04
检测类型	委托	收样日期	2021-05-10
委托人	付洁	检测日期	2021-05-10~2021-05-16
样品数量	4组	报告日期	2021-05-16
检测依据	《水质分析规程》YS/T 5226-2016		
检测参数	pH值、钾(K ⁺)、钠(Na ⁺)、钙(Ca ²⁺)、镁(Mg ²⁺)、铵(NH ₄ ⁺)、氯离子(Cl ⁻)、碱度(OH ⁻)、硫酸根离子(SO ₄ ²⁻)、重碳酸根(HCO ₃ ⁻)、碳酸根(CO ₃ ²⁻)、游离二氧化碳、侵蚀性二氧化碳、总矿化度、总硬度(以CaCO ₃ 计)、碳酸盐硬度(以CaCO ₃ 计)、矿物硬度(以CaCO ₃ 计)。		
主要仪器设备	1.天平(FA2004N)(管理编号:YC-HJ-03); 2.紫外可见分光光度计(759S)(管理编号:YC-HJ-28); 3.火焰光度计(6400A)(管理编号:YC-HJ-27); 4.精密酸度计(PHS-3C)(管理编号:YC-HJ-55); 5.滴定管(25ml)(管理编号:YC-HJ-107);		
检测结论	根据GB 50021-2001(2009版)标准, 1.所检样品(除ZK3处)对I、II类环境下的混凝土结构物均有镁盐、硫酸盐、侵蚀性CO ₂ 等微腐蚀性; 2.ZK3处样品对I、II类环境下的混凝土结构物有镁盐、硫酸盐等微腐蚀性,对直接临水或强透水层中的混凝土结构物有侵蚀性CO ₂ 中等腐蚀性;对弱透水层中的混凝土结构物有侵蚀性CO ₂ 弱腐蚀性; 3.所检样品对钢筋混凝土中钢筋均有氯盐微腐蚀性。		
附加声明区	1.报告不得涂改、增删,否则一律无效; 2.检测报告未加盖“检验检测专用章”无效,无检测、审核、批准人签字无效; 3.复制本检测报告未加盖“检验检测专用章”无效; 4.对检测报告若有异议,应于收到报告之日起15日内向检测单位提出,逾期不予受理;		

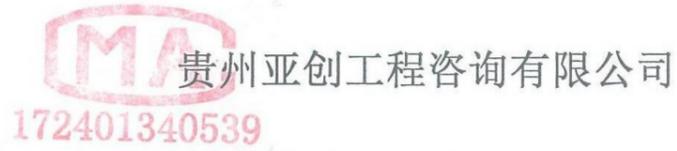


样品编号	20210500049-01	20210500049-02	20210500049-03	20210500049-04
样品类别	地下水	地下水	地下水	地表水
取样地点	ZK1	ZK3	ZK13	初期坝附近沟水
检测项目	检测值	检测值	检测值	检测值
pH	7.54	6.52	7.51	8.61
K ⁺ +Na ⁺ (mg/L)	51.59	27.38	41.78	13.56
Ca ²⁺ (mg/L)	120.62	46.13	68.99	70.26
Mg ²⁺ (mg/L)	3.34	5.90	6.42	10.53
NH ₄ ⁺ (mg/L)	0.265	0.249	0.234	0.317
Cl ⁻ (mg/L)	7.38	11.73	12.59	8.26
OH ⁻ (mg/L)	0.00	0.00	0.00	0.00
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	37.35	19.09	20.94	49.53
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	293.16	126.42	197.77	124.87
CO ₃ ²⁻ (mg/L)	0.00	0.00	0.00	17.54
游离CO ₂ (mg/L)	8.71	28.17	7.68	0.00
侵蚀性CO ₂ (mg/L)	0.00	52.57	1.68	0.00
总矿化度(mg/L)	367.12	173.69	249.84	214.88
总硬度(mg/L)	316.49	140.19	199.67	219.85
碳酸盐硬度(mg/L)	240.22	103.59	162.05	102.32
矿物硬度(mg/L)	76.28	36.61	37.61	117.53

批准: 高艳

审核: 杨红可

检测: 潘武军 郭崇英



检测报告



报告编号:2021171102100200

委托单位: 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

工程名称: 贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

检测项目: 含水率、密度、比重、界限含水率、内摩擦角、粘聚力、压缩系数、压缩模量、渗透系数

检测类别: 委托检测

检测单位 (检验检测专用章)



报告日期: 2021-04-25

地址: 贵阳市白云区云环东路430号
 电话: 0851-84728992
 邮箱: 369073997@qq.com
 网站: www.vczl.com

监督电话: 0851-84728992
 传真: 0851-84728992
 邮政编码: 550014

贵州亚创工程咨询有限公司

报告编号:2021171102100200

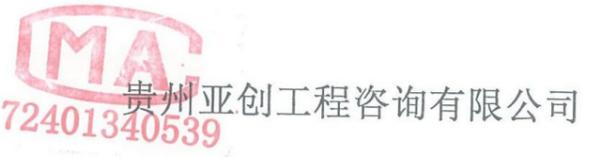
172401340539 委托单位	中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司	委托编号	20210400233
工程名称	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程	样品编号	20210400233-01~18
工程部位	/	委托人	付洁
样品名称	褐黄色粘土	样品数量	18件
样品描述	包装完好, 满足试验要求	收样日期	2021-04-20
取样地点	松桃县	检测日期	2021-04-20~2021-04-25
检测项目	含水率、密度、比重、界限含水率、内摩擦角、粘聚力、压缩系数、压缩模量、渗透系数		
检测依据	《土工试验方法标准》(GB/T50123-2019)		
主要仪器设备	1. 电热恒温干燥箱 (仪器型号: 101-4A; 管理编号: YC-DJ-03) 2. 液塑限联合测定仪 (仪器型号: LP-100D; 管理编号: YC-DJ-09) 3. 应变控制式直剪仪 (仪器型号: ZJ型 (四联); 管理编号: YC-DJ-10) 4. 电子天平 (仪器型号: YP20002; 管理编号: YC-DJ-07) 5. 全自动气压固结仪 (仪器型号: GZQ-1; 管理编号: YC-DJ-24) 6. 渗透仪 (仪器型号: TST-55型; 管理编号: YC-DJ-18)		
检测结论	见检测数据/结果		
附加声明	1. 报告不得涂改、增删, 否则一律无效; 2. 检测报告未加盖“检验检测专用章”无效, 无检测、审核、批准人签字无效; 3. 复制本检测报告未加盖“检验检测专用章”无效; 4. 对检测报告若有异议, 应于收到报告之日起15日内向检测单位提出, 逾期不再受理。		

批准: 杨红印

审核: 杨红印

检测: 付洁

附件 4 (土化学分析)



MA
172401340539
贵州亚创工程咨询有限公司



检测报告

报告编号: 2021171190900059

委托单位: 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司
 工程项目: 贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程
 检测项目: 土化分析
 检测类别: 委托检测



报告签发日期: 2021-04-26

地址: 贵阳市白云区云环东路430号
 电话: 0851-84728992
 邮箱: 369073997@qq.com
 网站: www.vczlic.com

监督电话: 0851-84728992
 传真: 0851-84728992
 邮政编码: 550014

贵州亚创工程咨询有限公司 172401340539 委托单位: 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司		报告编号: 2021171190900059	
工程名称	贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程	委托编号	20210400234
检测类别	委托	样品编号	20210400234-01~02
检测日期	2021-04-20	收样日期	2021-04-20
委托人	付洁	检测日期	2021-04-20~2021-04-26
样品数量	2组	报告日期	2021-04-26
检测依据	《土工试验方法标准》GB/T 50123-2019		
检测参数	pH值、钙离子 (Ca ²⁺)、镁离子 (Mg ²⁺)、氯离子 (Cl ⁻)、硫酸根 (SO ₄ ²⁻)、重碳酸根 (HCO ₃ ⁻)、碳酸根 (CO ₃ ²⁻)。		
主要仪器设备	1. 天平 (FA2004N) (管理编号: YC-HJ-03); 2. 电热鼓风干燥箱 (101-2A) (管理编号: YC-HJ-02); 3. 精密酸度计 (PHS-3C) (管理编号: YC-HJ-55); 4. 台式离心机 (LD-4) (管理编号: YC-HJ-53); 5. 过滤设备 (XP115) (管理编号: YC-HJ-93); 6. 滴定管 (25mL) (管理编号: YC-HJ-107);		
检测结论	1. 根据GB 50021-2001(2009版)标准, 所检样品对混凝土结构物有镁盐微腐蚀性、硫酸盐微腐蚀性; 对直接临水或强透水层中的混凝土结构物有酸性弱等腐蚀性; 2. 对钢筋混凝土结构中钢筋有氯盐微腐蚀性; 3. 该试验易溶盐水土比为5: 1。		
附加声明区	1. 报告不得涂改、增删, 否则一律无效; 2. 检测报告未加盖“检验检测专用章”无效, 无检测、审核、批准人签字无效; 3. 复制本检测报告未加盖“检验检测专用章”无效; 4. 对检测报告若有异议, 应于收到报告之日起15日内向检测单位提出, 逾期不再受理;		

批准: 李艳

审核: 杨红叮

检测: 陈武强 郭崇英



贵州亚创工程咨询有限公司

报告编号: 2021171190900059

检测数据/结果

样品编号	20210400234-01		20210400234-02		/	
样品名称	褐黄色粘土		褐黄色粘土			
取样地点	施工现场		施工现场			
检测项目	单位	检测值	单位	检测值	单位	检测值
pH	/	6.40	/	5.96	/	
Ca ²⁺	mg/kg	10.72	mg/kg	2.97		
Mg ²⁺	mg/kg	15.60	mg/kg	19.15		
Cl ⁻	mg/kg	29.29	mg/kg	18.06		
SO ₄ ²⁻	mg/kg	52.55	mg/kg	62.35		
HCO ₃ ⁻	mg/kg	52.29	mg/kg	19.96		
CO ₃ ²⁻	mg/kg	0.00	mg/kg	0.00		
以下空白						



贵州亚创工程咨询有限公司

检测报告



报告编号: 2021171190900059

委托单位: 中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司
 工程项目: 贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程
 检测项目: 土化分析
 检测类别: 委托检测

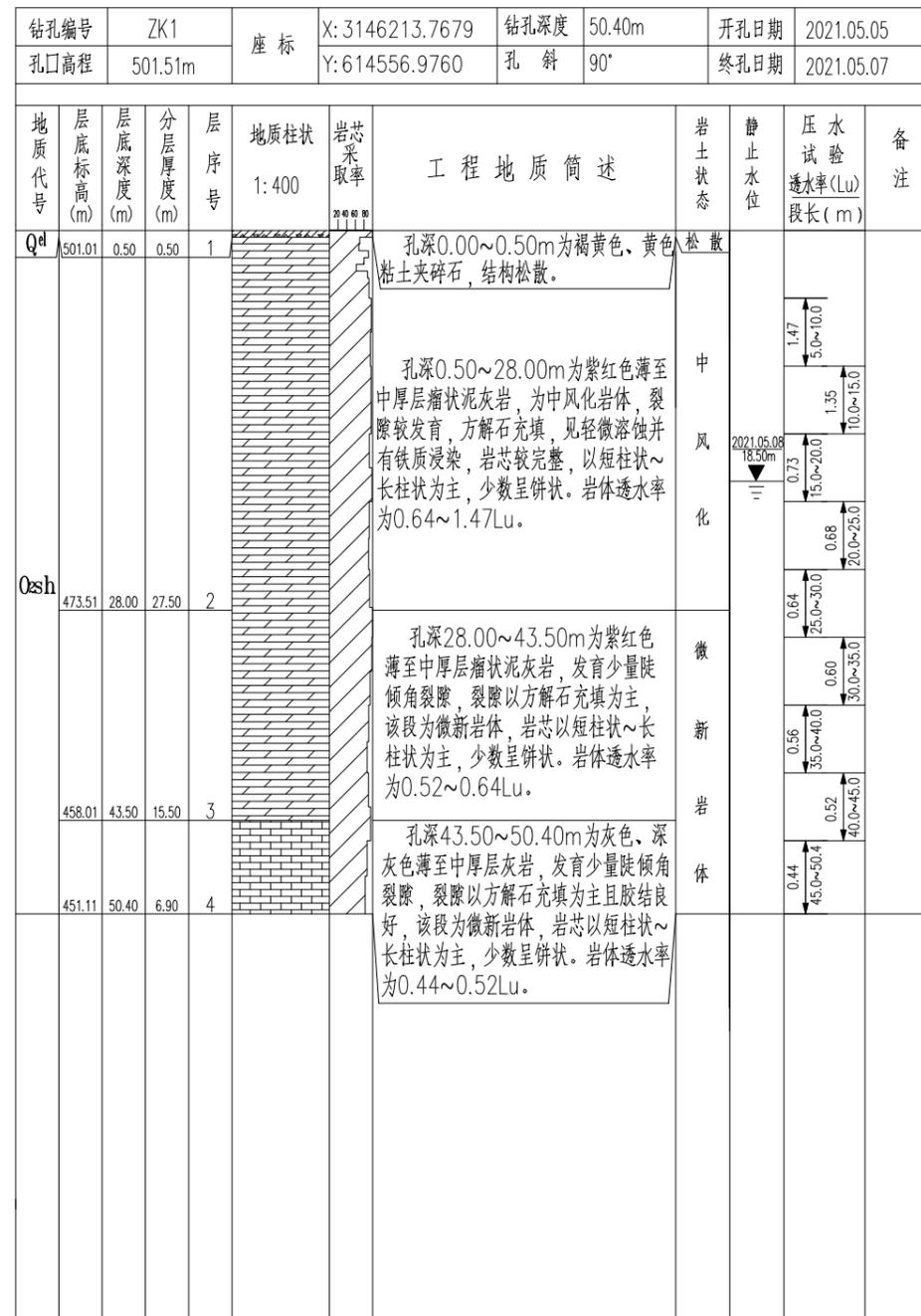


报告签发日期: 2021-04-26

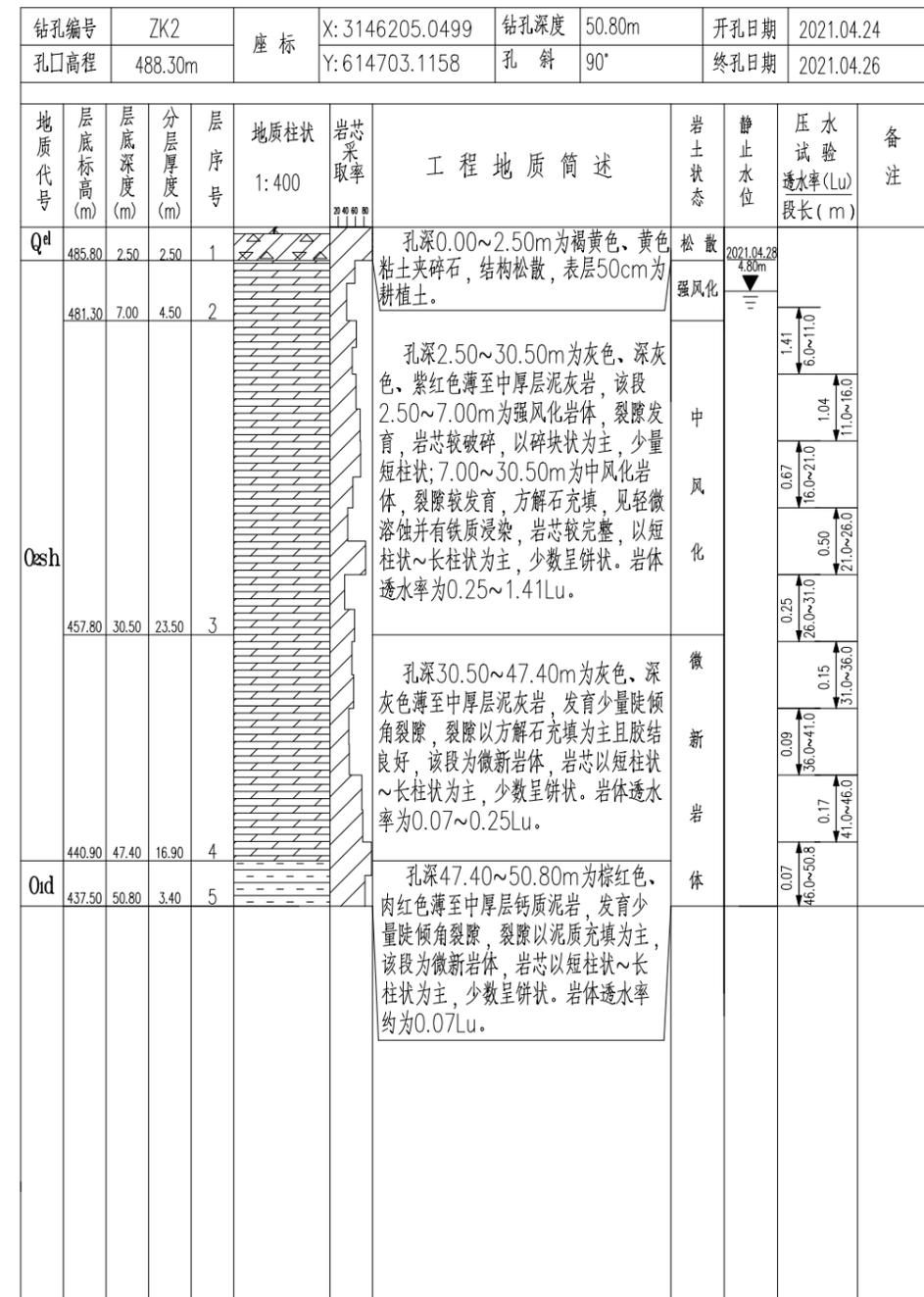
地址: 贵阳市白云区云环东路430号
 电话: 0851-84728992
 邮箱: 369073997@qq.com
 网站: www.vczl.com
 监督电话: 0851-84728992
 传真: 0851-84728992
 邮政编码: 550014

附件 6 (钻孔柱状图)

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK1钻孔柱状图

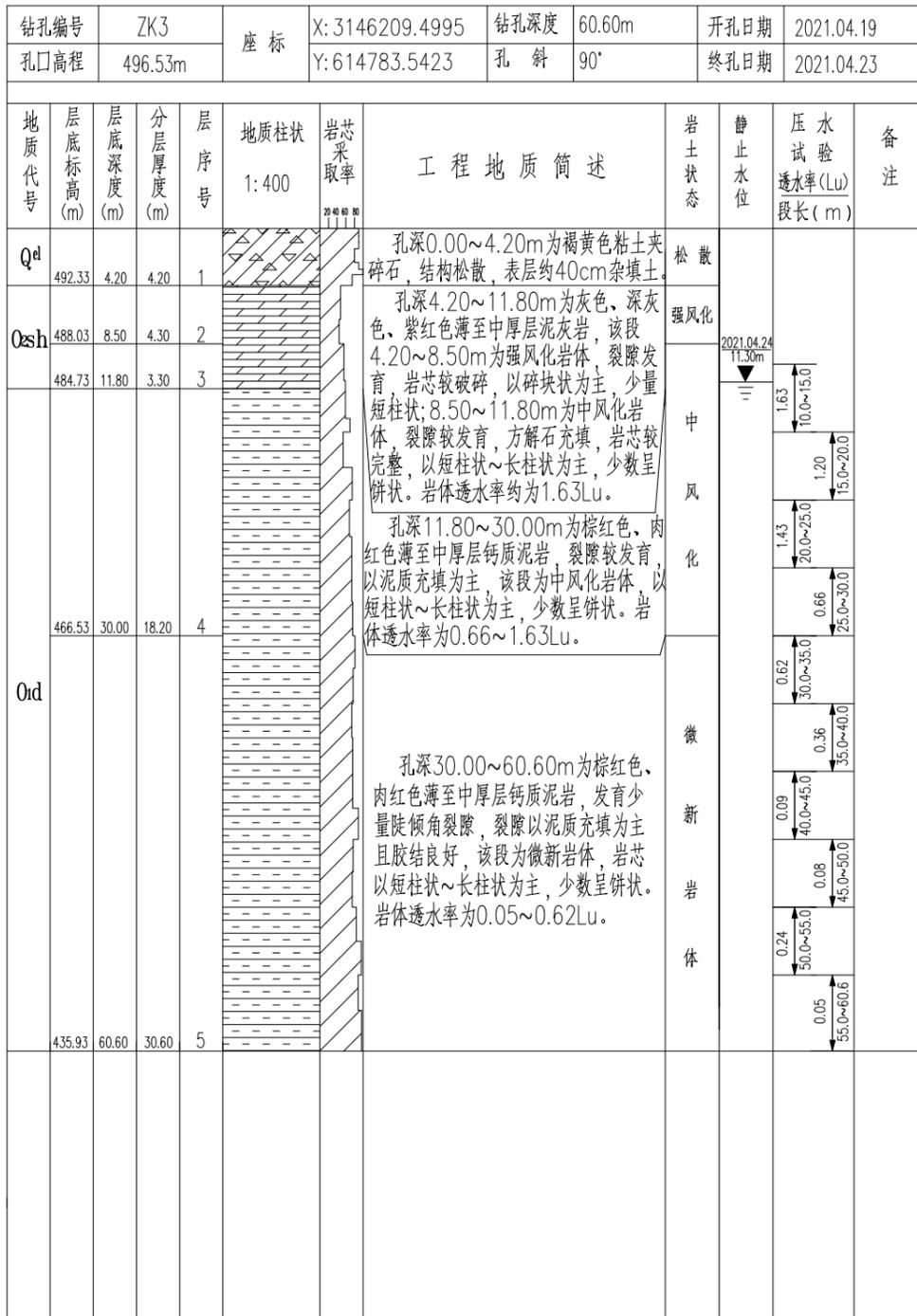


贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK2钻孔柱状图

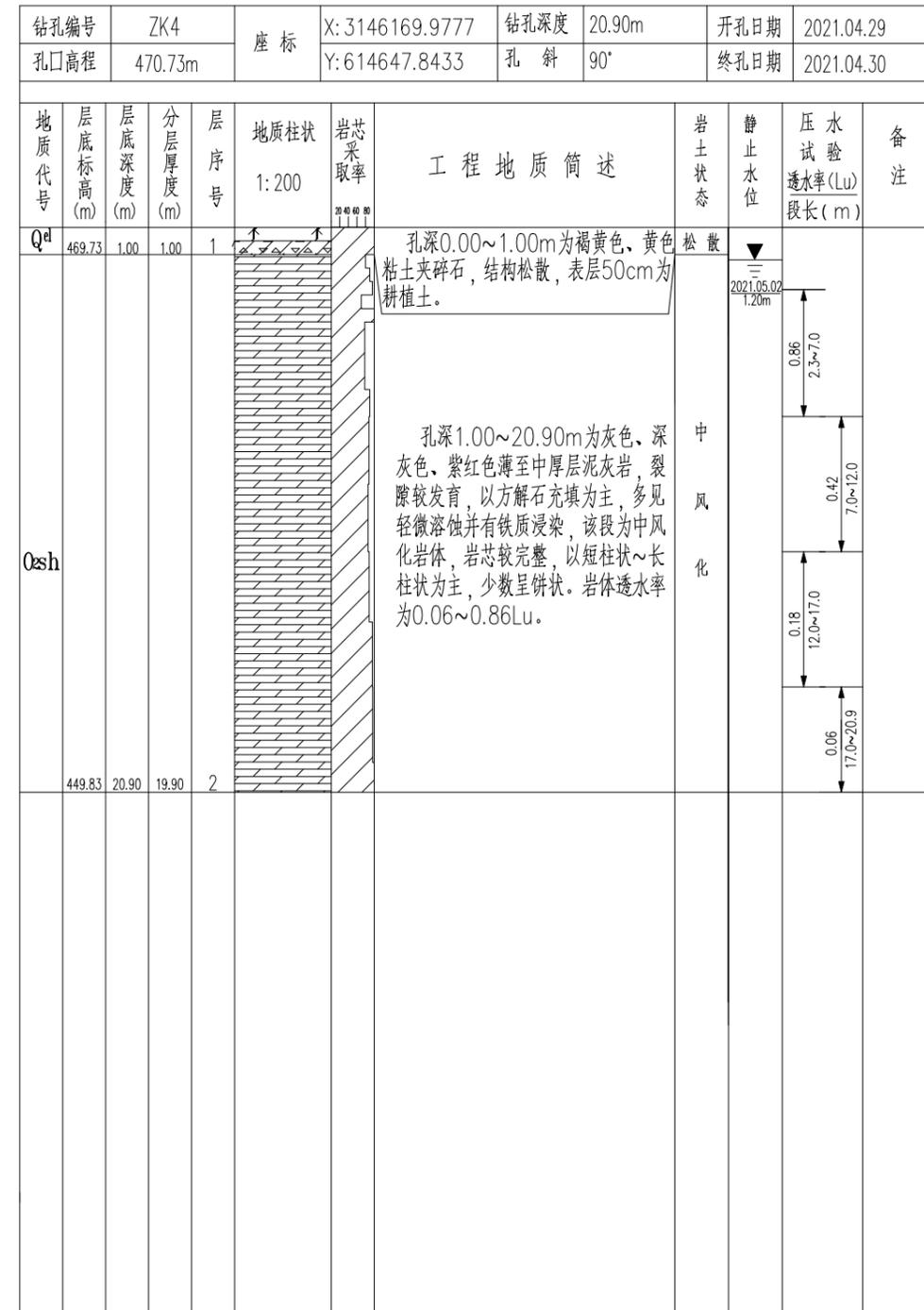


中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司 贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程 制图 福涛 校核 初利 审查 叶勇 图号 WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-1/10 日期 2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK3钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK4钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

福涛

校核

初材

审查

叶勇

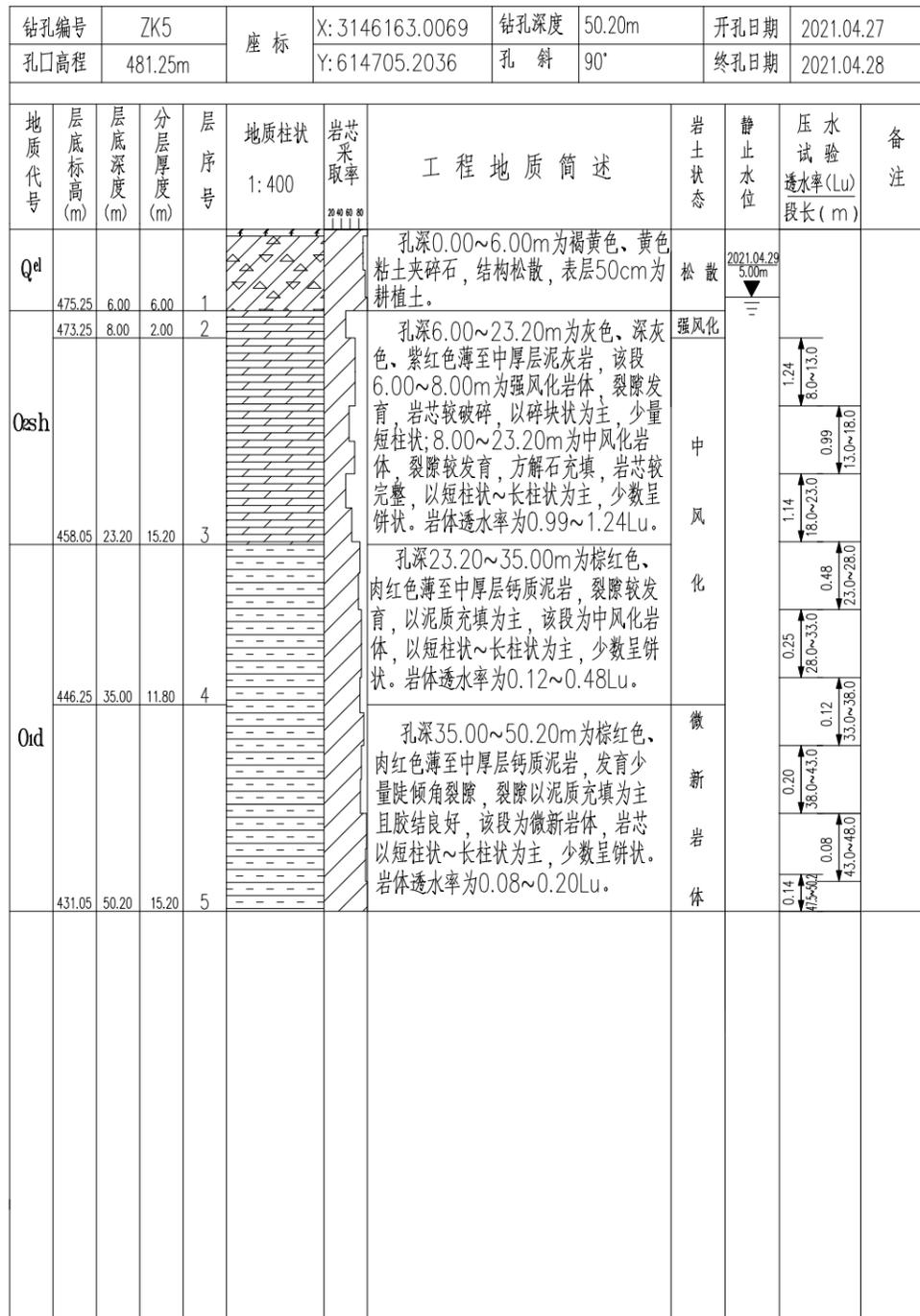
图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-2/10

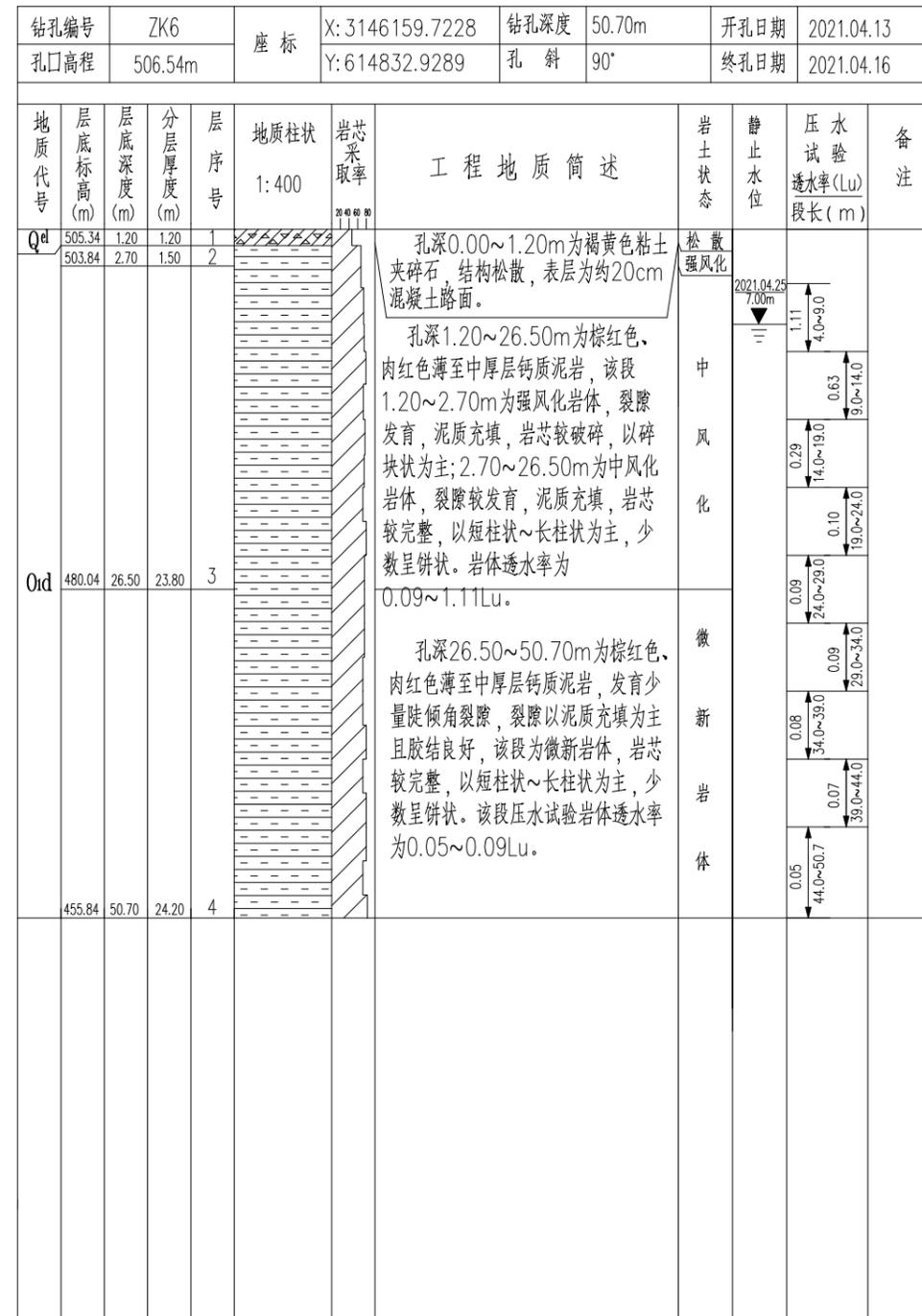
日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK5钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK6钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

杨涛

校核

杨利才

审查

叶勇

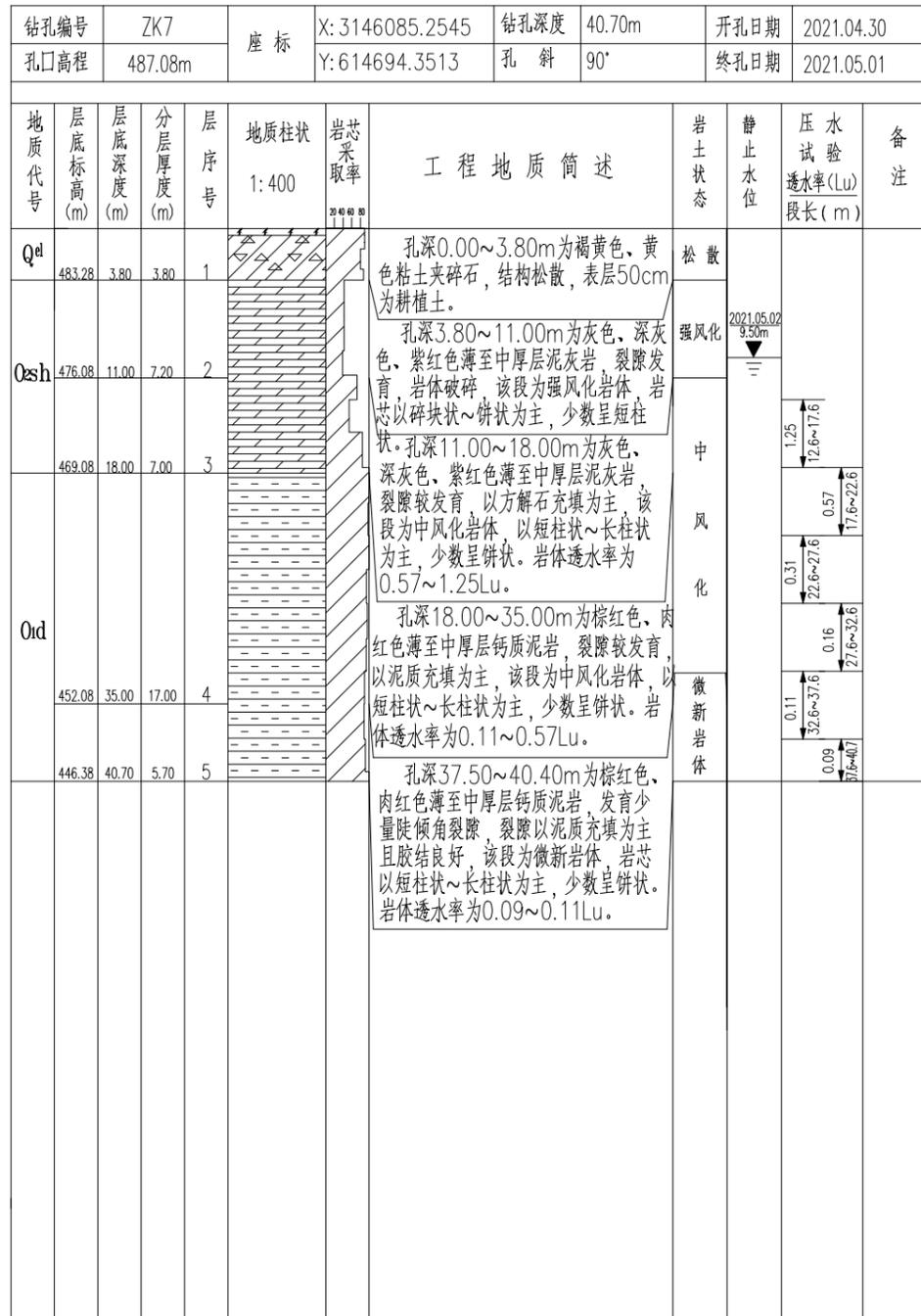
图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-3/10

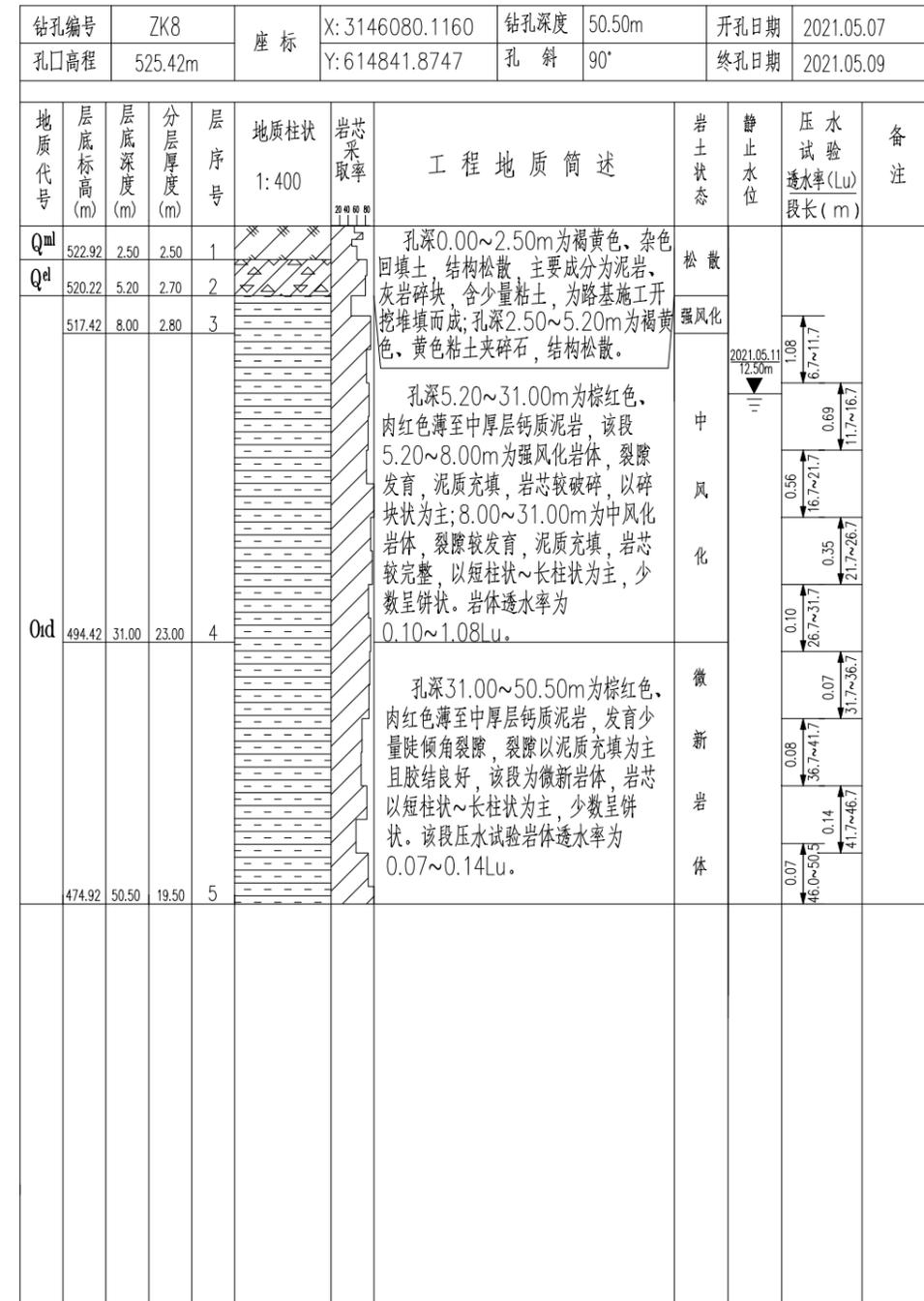
日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK7钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK8钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

福涛

校核

初才

审查

叶勇

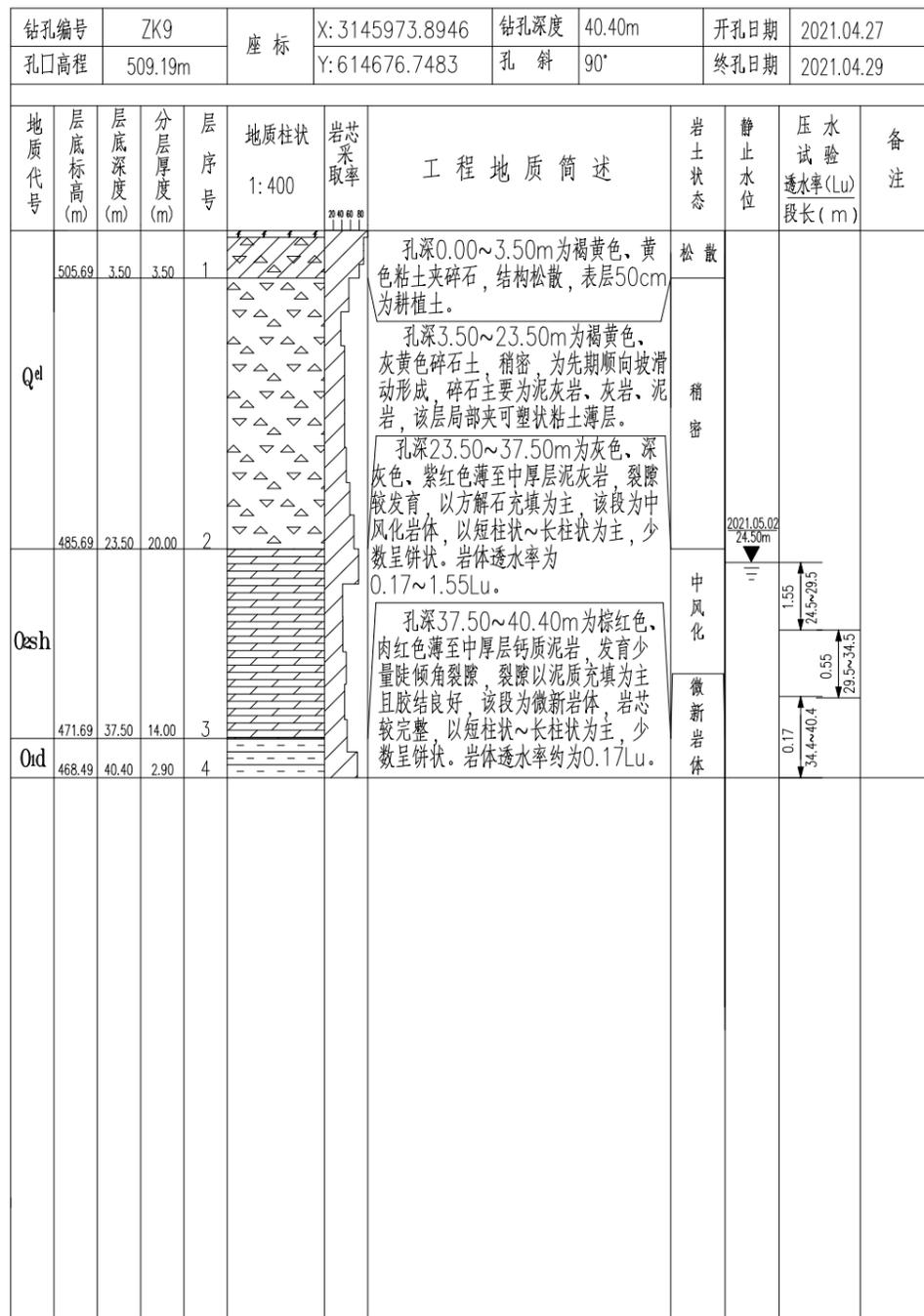
图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-4/10

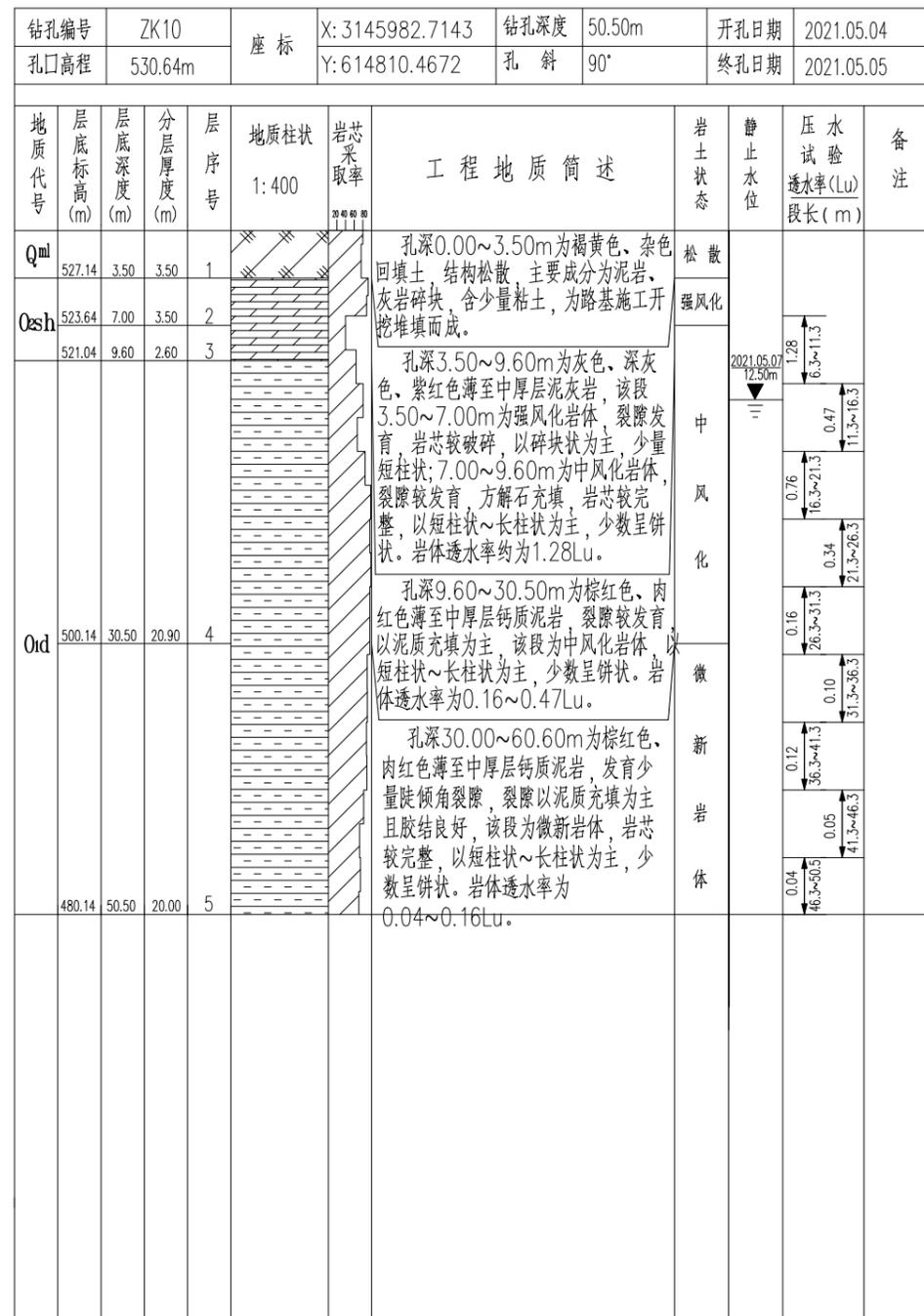
日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK9钻孔柱状图

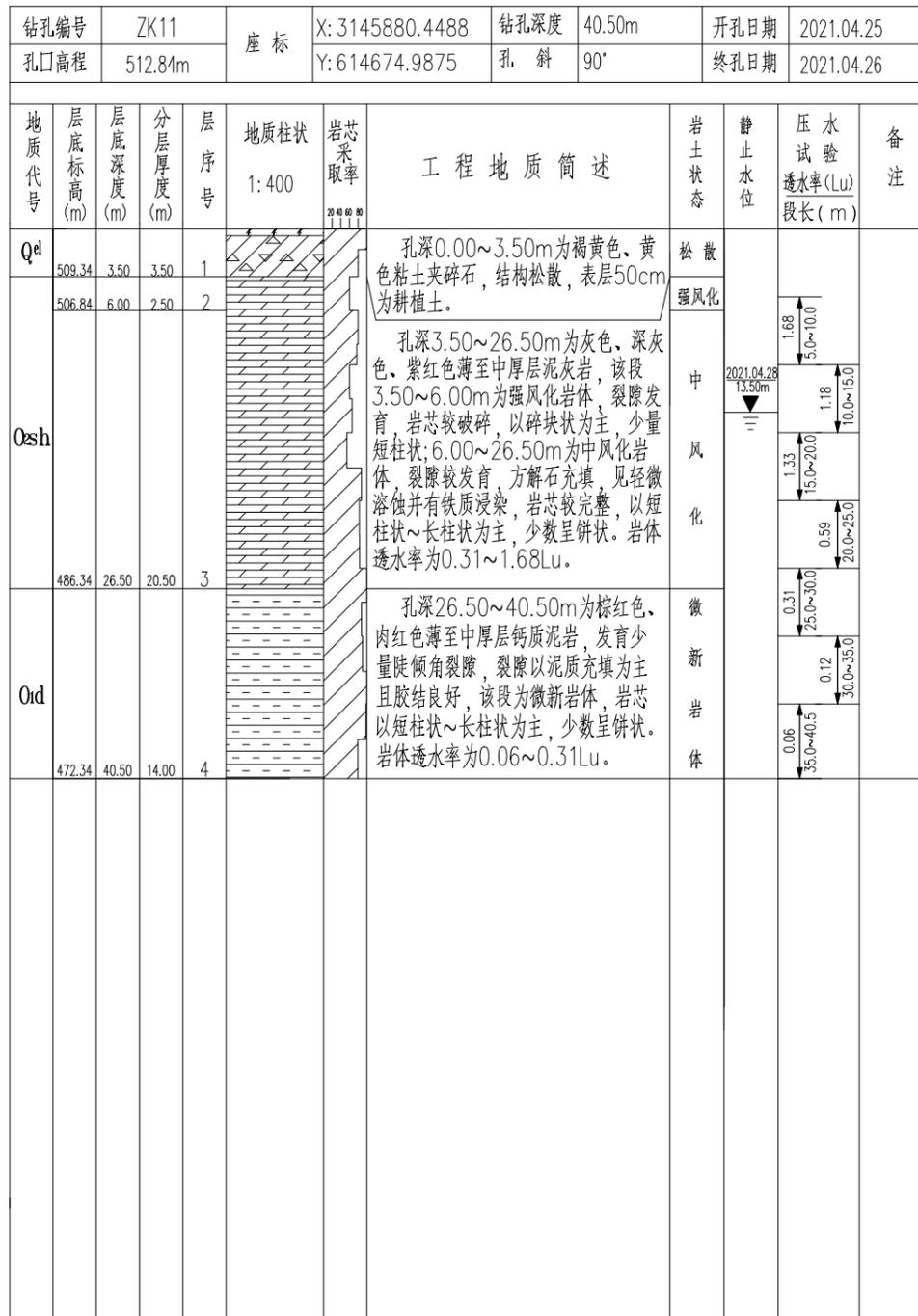


贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK10钻孔柱状图

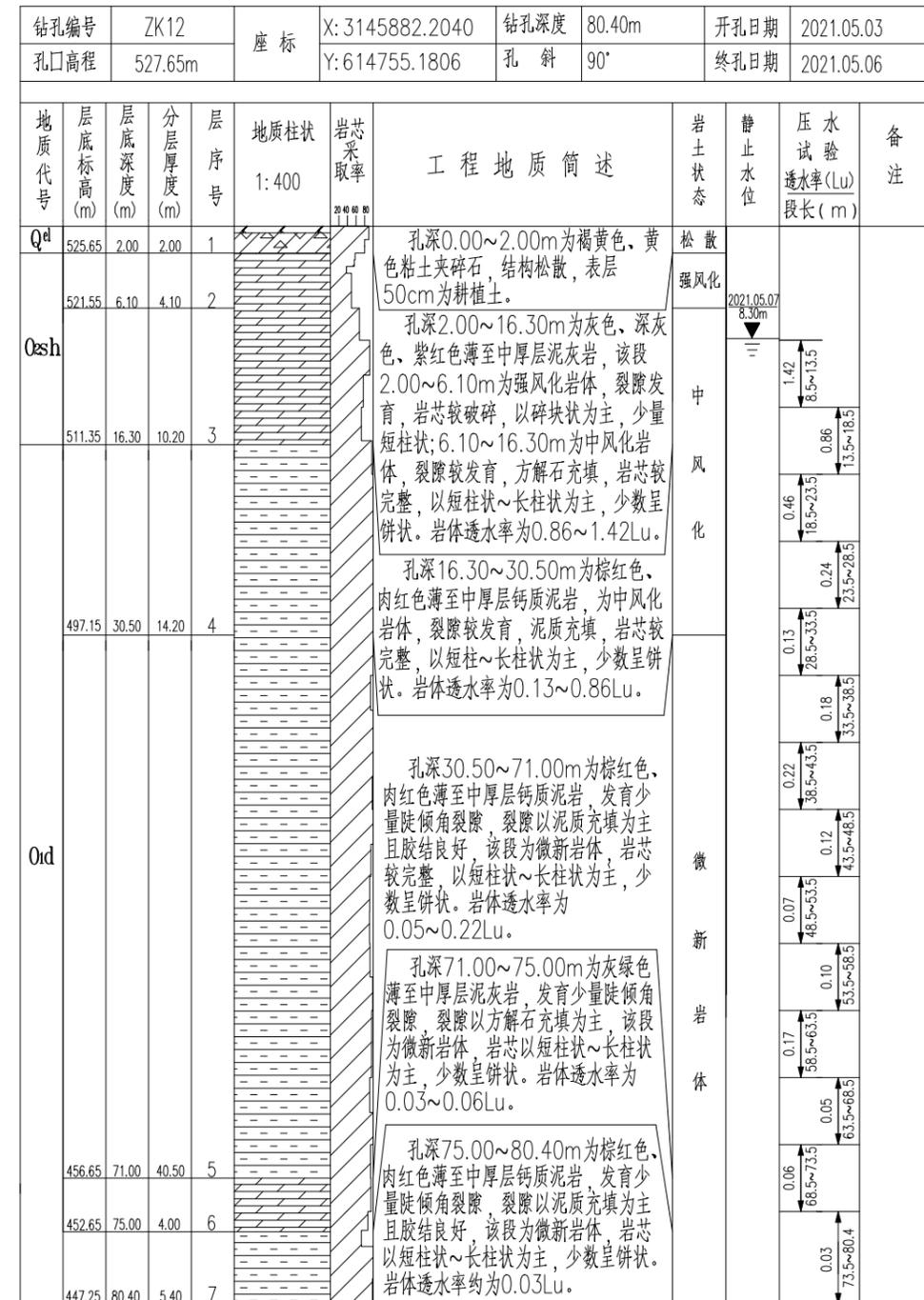


中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司 贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程 制图 福涛 校核 初利才 审查 叶勇 图号 WLMY-YCGZKJ-YTKC-04-5/10 日期 2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK11钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK12钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

福涛

校核

柏科

审查

叶勇

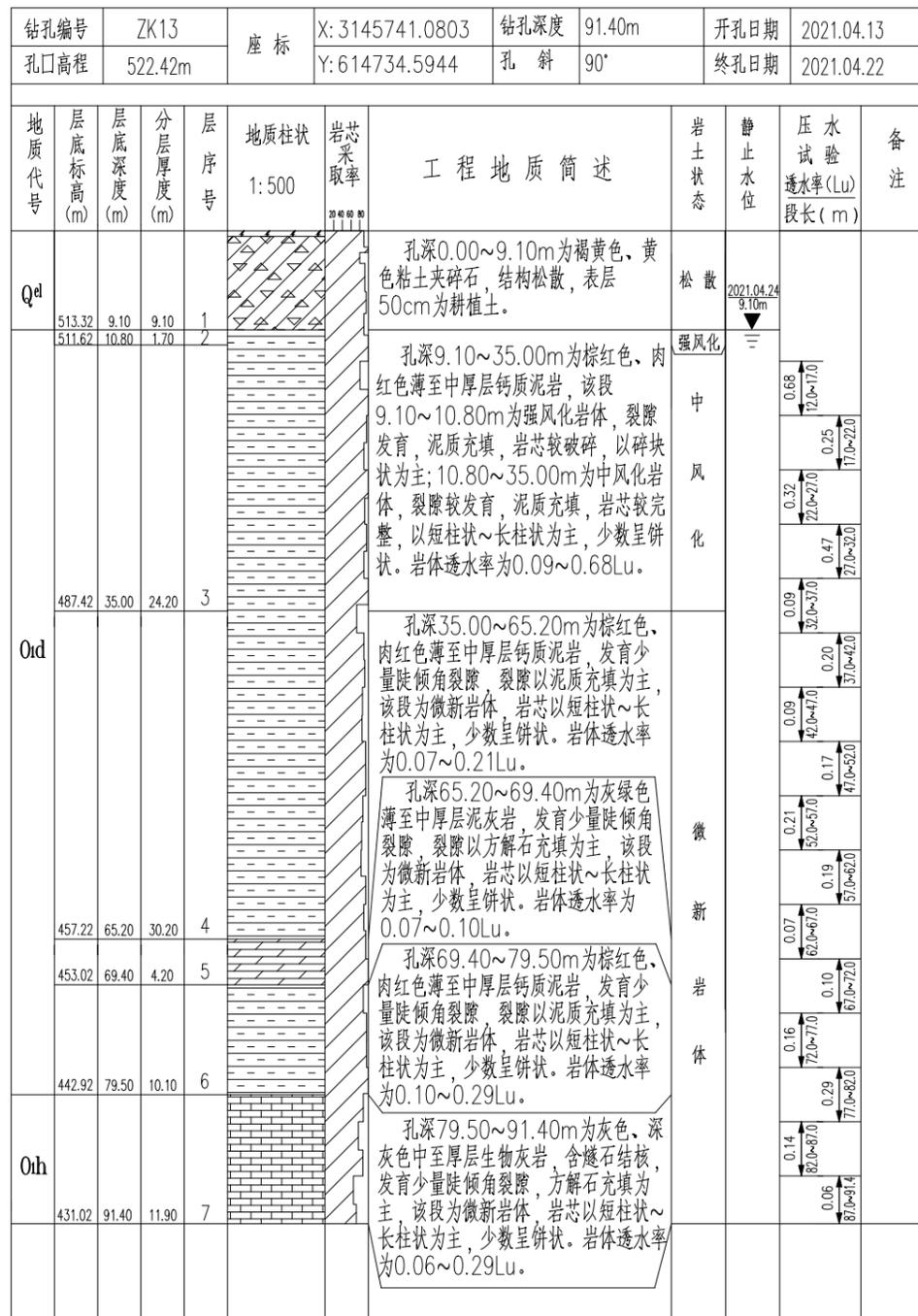
图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-6/10

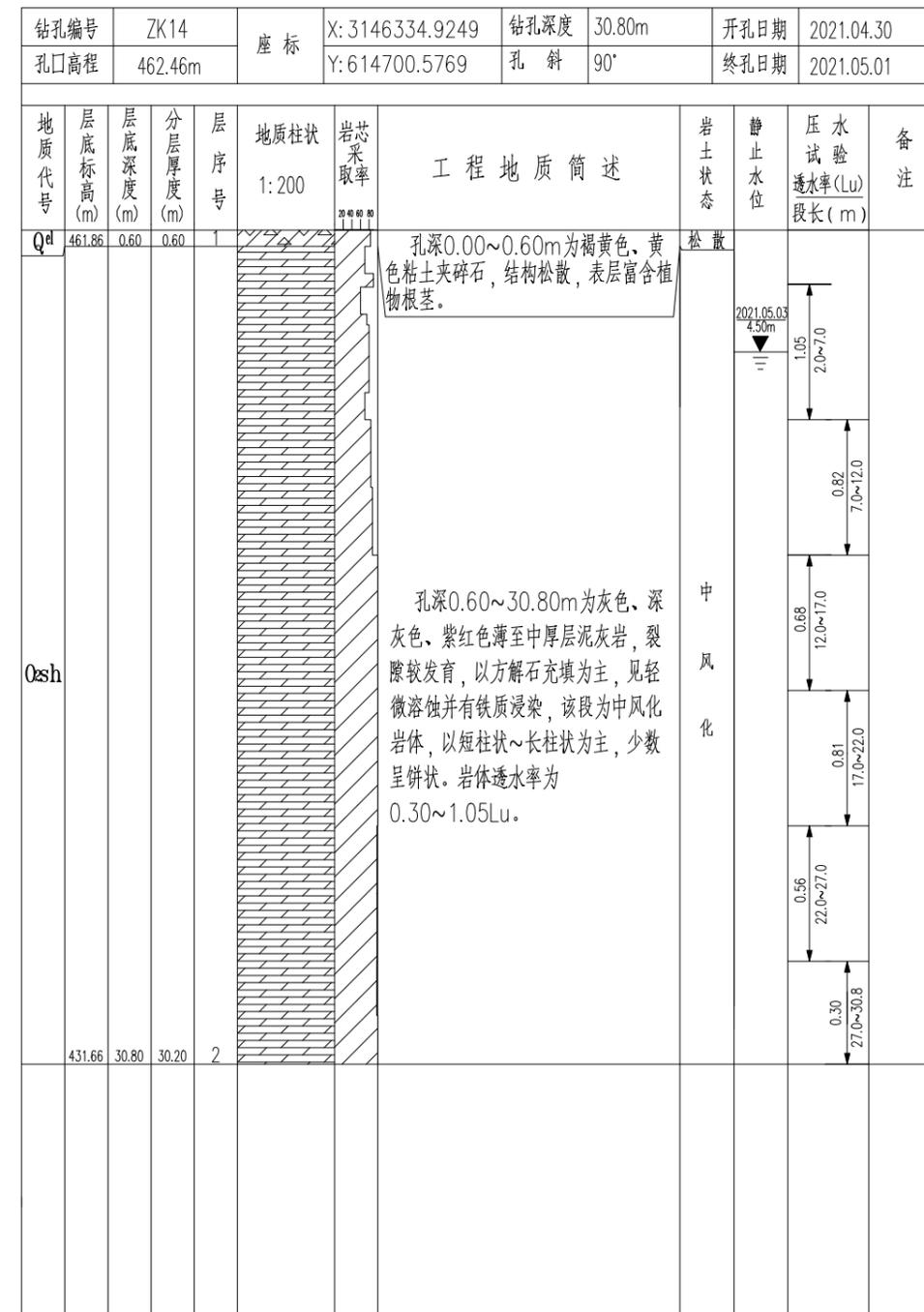
日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK13钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK14钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

杨涛

校核

初利才

审查

叶勇

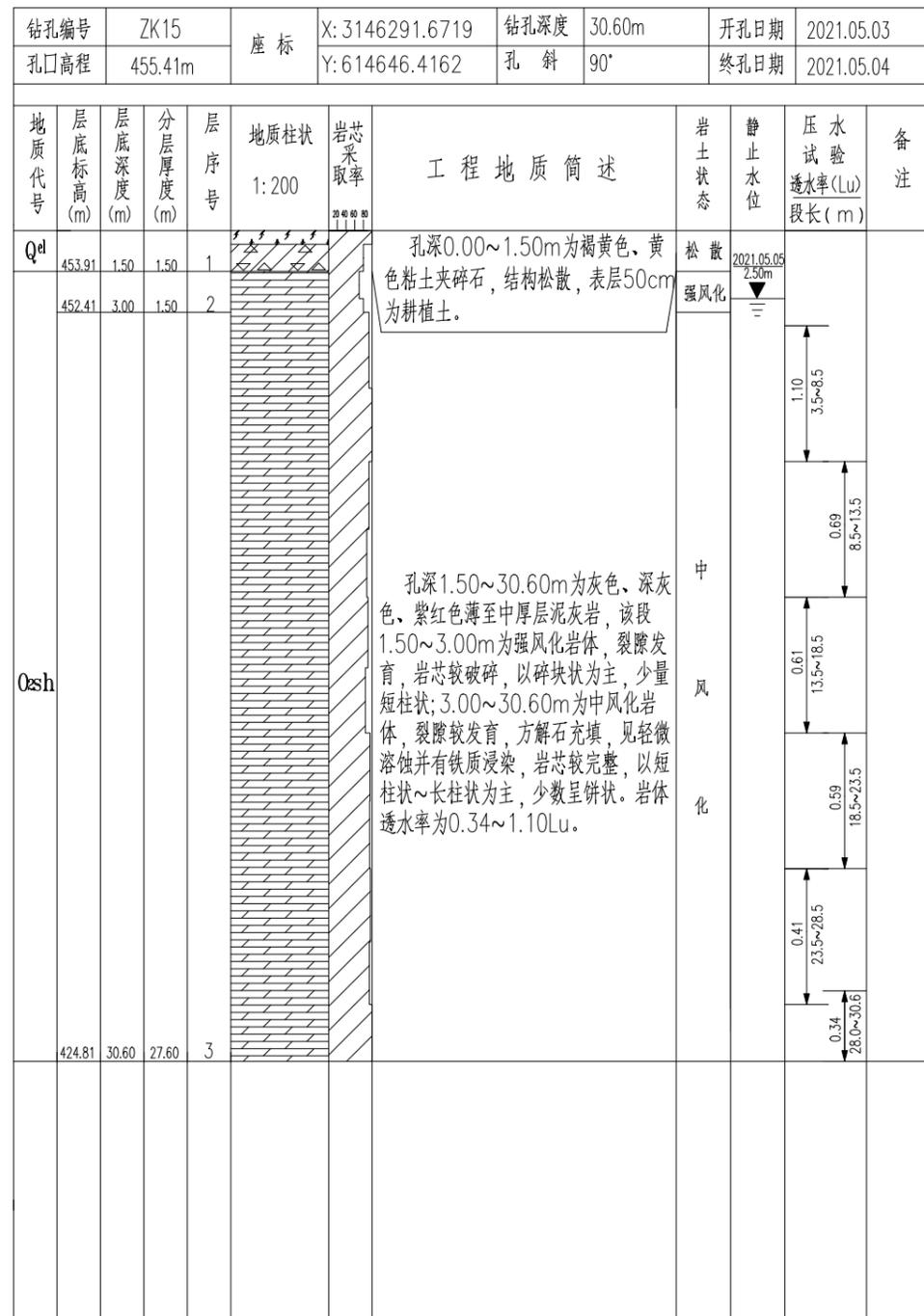
图号

WLMY-YCGZKJ-YTKC-04-7/10

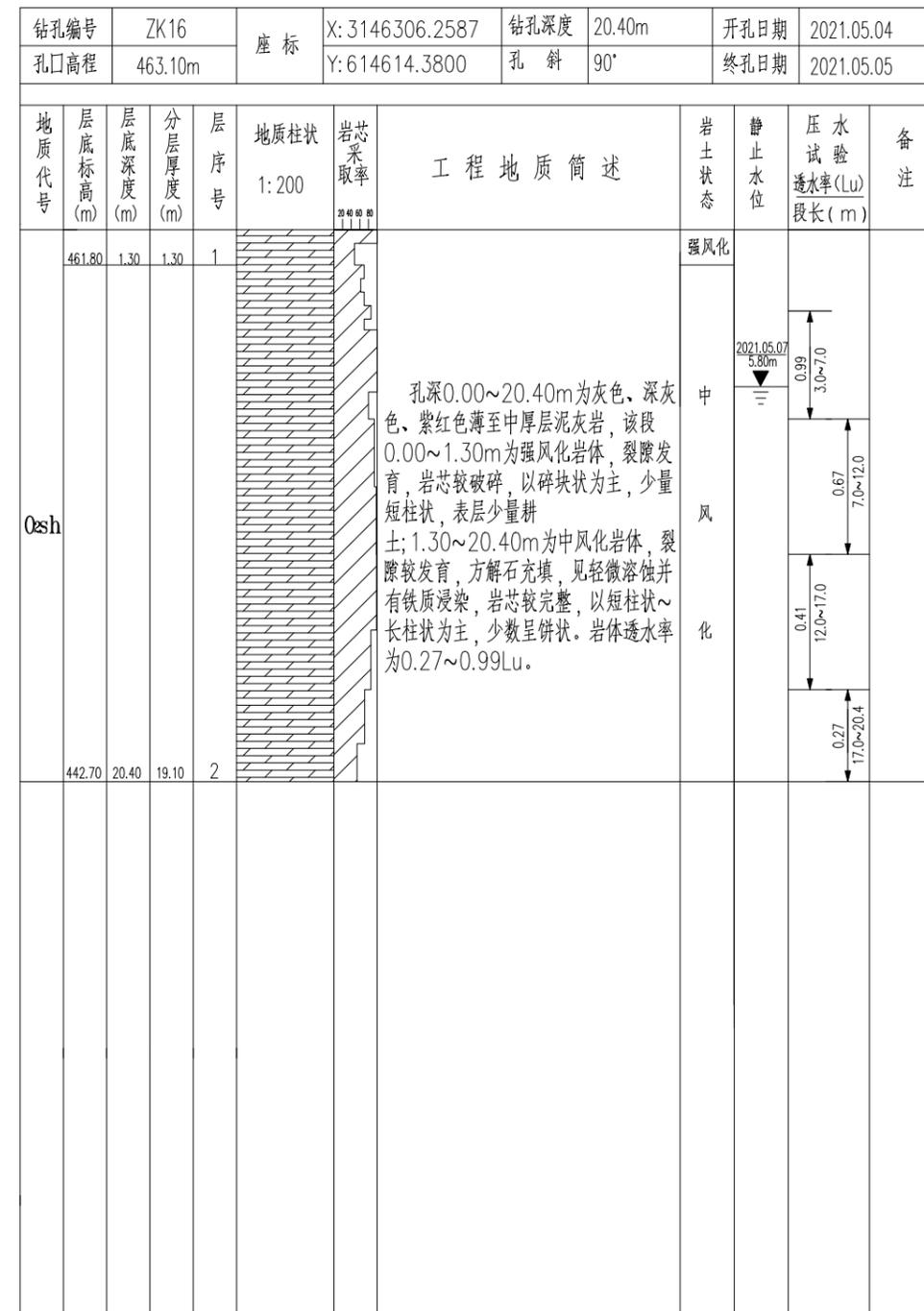
日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK15钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK16钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

福涛

校核

初利才

审查

叶勇

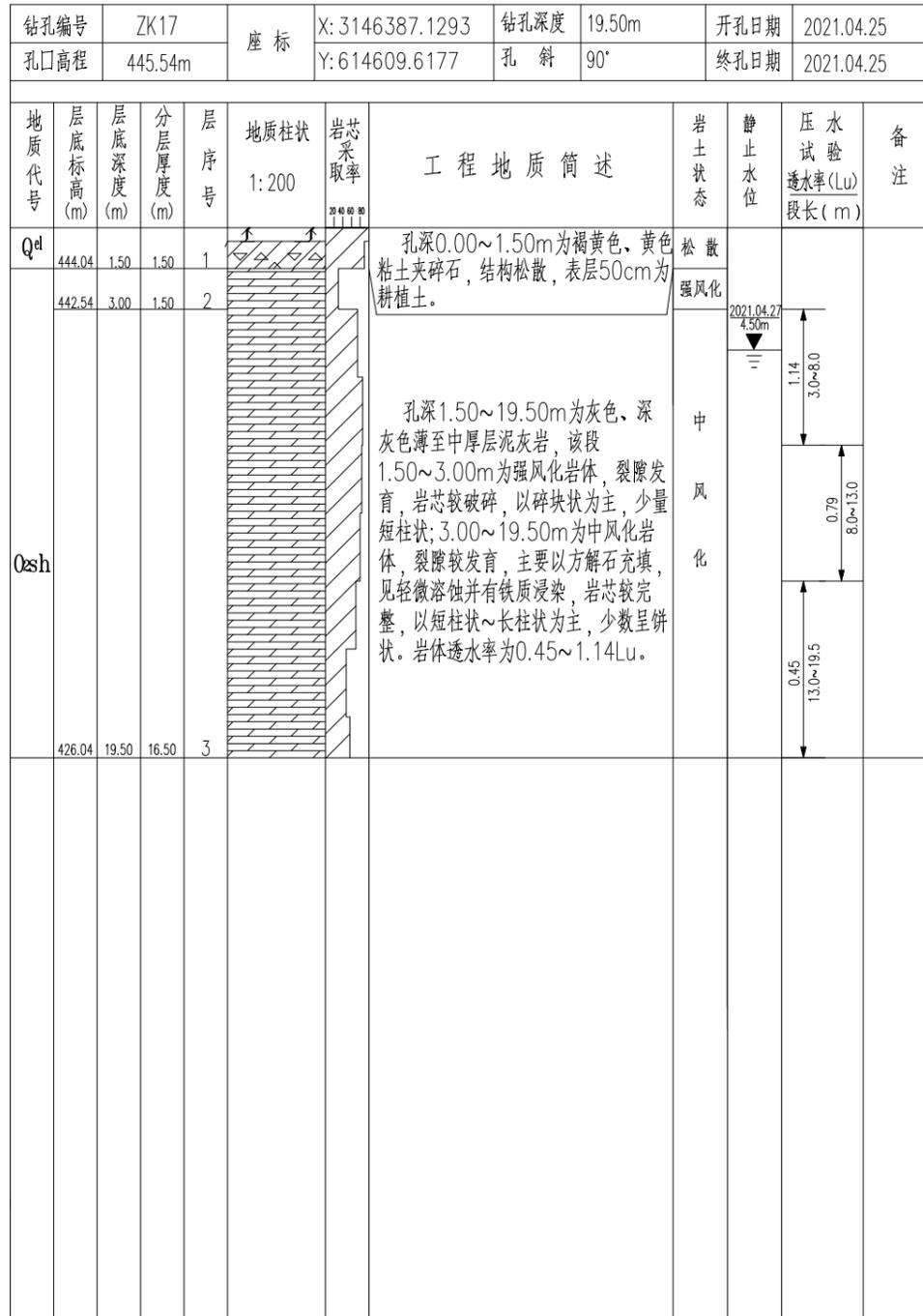
图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-8/10

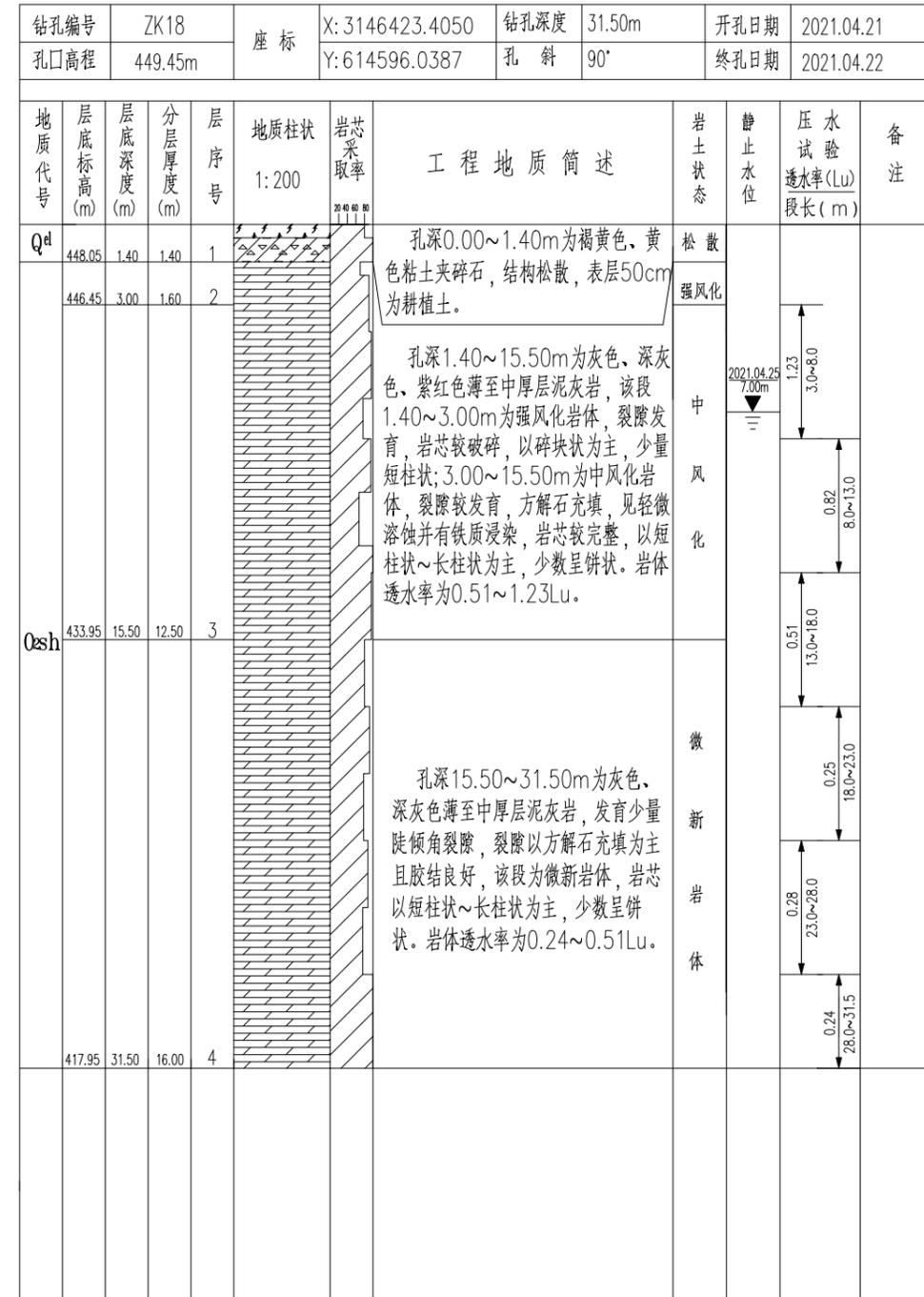
日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK17钻孔柱状图



贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK18钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

杨涛

校核

初利才

审查

叶勇

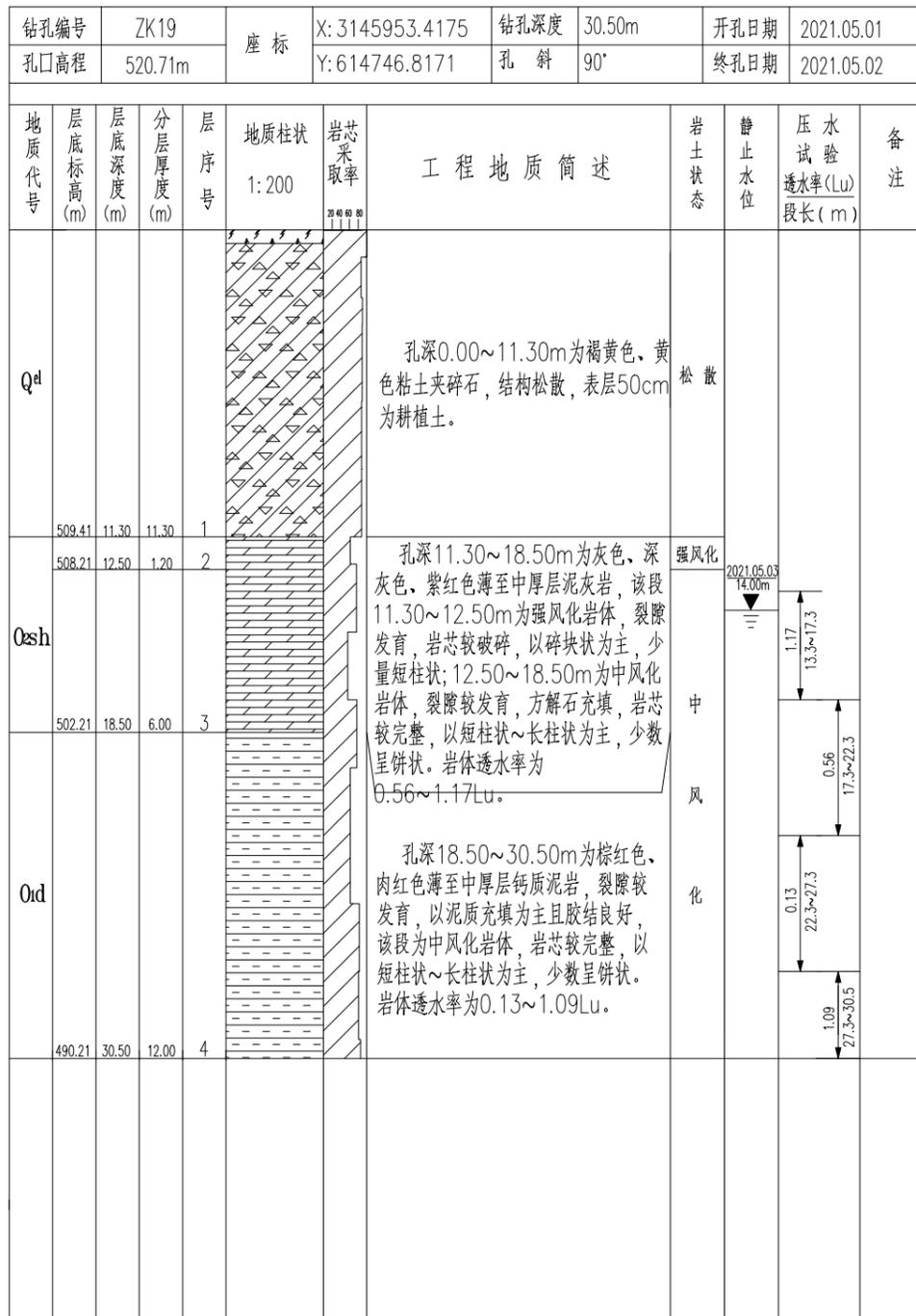
图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-9/10

日期

2021.05

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程ZK19钻孔柱状图



中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司

贵州武陵锰业有限公司油菜沟锰渣库扩建工程

制图

杨涛

校核

刘利才

审查

叶勇

图号

WLMY-YCGZKKJ-YTKC-04-10/10

日期

2021.05