

## 4 水土流失分析与预测

### 4.1 水土流失现状

#### 4.1.1 水土流失现状分析

##### (1) 土壤侵蚀类型

土壤侵蚀背景值通过实地调查地面坡度、植被覆盖度等水土流失主要因子，结合《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)中面蚀(片蚀)分级标准(见表 4.1-1)，调查项目区土壤侵蚀背景值。

表 4.1-1 面蚀(片蚀)分级标准

地 类		坡 度				
		5~8°	8~15°	15~25°	25~35°	>35°
非耕地林 草覆盖度 (%)	60~75					
	45~60	轻	度			强烈
	30~45		中	度	强度	极强烈
	<30			强度	极强烈	剧烈
坡耕地		轻度	中度			

注：土壤侵蚀模数(t/km<sup>2</sup>.a)：轻度 500、中度 2500~5000、强度 5000~8000、极强度 8000~15000、剧烈>15000。低于轻度指标时称为微度，不计入水土流失面积。

通过现场勘查以及查阅资料，工程区扰动前以林地、草地为主，原地形图量测地面坡度多在 0~15°之间，现场调查项目区附近未扰动区域植被情况，植被覆盖度约 30~60%。结合表 4.1-1，工程周边原地貌水土流失强度属轻度范围，无明显侵蚀现象，土壤侵蚀模数背景值取 500t/km<sup>2</sup>.a。

##### (2) 水土流失现状

根据《全国水土保持区划(试行)》规定，项目所在区域的水土流失类型为水力侵蚀。根据《湛江市水土保持规划(2017-2030年)》，项目所在地水土流失现状，湛江市总侵蚀面积为 136.02 平方公里，其中，自然侵蚀面积 32.03 平方公里，人为侵蚀面积 103.99 平方公里，自然侵蚀中，轻度侵蚀面积最大，为 28.02 平方公里，占自然侵蚀总面积的 87.50%；中度侵蚀次之，占自然侵蚀总面积的 11.01%，强烈、极强烈面积依次递减，分别占自然侵蚀总面积的 1.34%、0.15%，无剧烈侵蚀类型。

本项目区域水土流失以微度、轻度的侵蚀为主。结合现场调查，本工程建设涉及区域主要为沉积台地地貌，土地现状利用地表类型以林地和采矿用地为主，地类为农用地和建设用地，项目建设区内植被较好。结合当地气候气象，经综合分析确定项目建设区

土壤侵蚀模数背景值取项目区容许土壤流失量，为  $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

#### 4.1.2 水土流失现状调查

项目已于 2024 年 8 月开工，计划 2025 年 7 月竣工，开采期 8.2 年，闭坑治理期 1 年。截止 2025 年 2 月，现矿区圈定 1 个矿体，采坑呈不规则多边形，采坑平面面积约  $0.28km^2$ ，已完成部分场地平整，正在建设基础设施、产生设备基建等。

据现场调查发现，项目区周边有多处采坑，均为闭坑状态，本矿区原采坑做了安全防护栏，立了警示牌，采坑内无明显松散土石方，整体上边坡稳定，裸露区域已经长草，初步恢复绿化。进场道路和办公生活区均为硬化设施，不存在水土流失现象。现状破碎站场地已经平整，场地铺设了石粉，旧矿区周边布设有排水沟，连接现状排水系统，总体上场地水土保持稳定。

除了进场道路为硬化，其余现状道路以土路为主，场内运输道路存在局部土体裸露的现象，存在水土流失危害风险，不符合水土保持要求。

但项目区总体上现状水土保持良好，结合施工前的现场拍摄情况，作如下整理。





照片5 工业场地西侧排水沟



照片6 现状综合服务区2

根据现场调查现状扰动面积约为 35.10hm<sup>2</sup>，截止 2025 年 2 月底，项目区扰动时间 3 个月，由于项目未开展水土流失监测，扰动地块土壤流失可按照《生产建设项目土壤流失量测算导则》（SL773-2018）中相关规定计算，地块土壤流失类型主要为“上方有来水工程开挖面土壤流失量测算”。测算公式如下：

$$M_{ky} = F_{ky} G_{ky} L_{ky} S_{ky} A + M_{kw} \quad (\text{式 4.1-1})$$

式中： $M_{ky}$ ---上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量，t；

$F_{ky}$ ---上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子，MJ/hm<sup>2</sup>；

$$F_{ky} = 10000W^{0.95} \quad (\text{式 4.1-2})$$

$W$ ---上方单宽次来水总量，m<sup>3</sup>/m；

$G_{ky}$ ---上方有来水工程开挖面土质因子，t·hm<sup>2</sup>/（hm<sup>2</sup>·MJ）；

$$G_{ky} = 0.004e^{0.95} \quad (\text{式 4.1-3})$$

$L_{ky}$ ---上方有来水工程开挖面坡长因子，无量纲；

$$L_{ky} = (\lambda/5)^{-0.73} \quad (\text{式 4.1-4})$$

$S_{ky}$ -----上方有来水工程开挖面坡度因子，无量纲；

$$S_{ky} = 1.18 \sin \theta + 0.10 \quad (\text{式 4.1-4})$$

$\theta$ ---- 开挖面平均坡度。

结合项目特征，将参数代入公式内，计算得本项目已产生土壤流失量为 568t。

## 4.2 水土流失影响因素分析

### 4.2.1 工程建设与生产对水土流失的影响

项目区水土流失的成因主要包括自然因素和人为因素。其中，自然因素主要包括地形、土壤、气候、植被等，各种自然因素的综合作用成为水土流失客观的物质基础。项

目区的水土流失主要以水力侵蚀为主，工程侵蚀次之。

#### (1) 自然因素

影响水土流失发生发展的主要自然因素有地形地貌、气候（降水）、地面组成物质（土壤）、植被等。降雨是产生土壤侵蚀的主要动力，地面坡度是决定径流冲刷程度的基础因素，植被对水土保持具有极其重要的作用。

#### (2) 人为因素

从矿区周边环境来看，植被覆盖较好，矿区占地大部分为林地。当地植物主要为桉树、杂木、杂草等，伴有大量的泥土出露，地形破碎，土质松软，加之矿区内因开采运行的缘故，破坏了大面积的植被，造成大面积的裸露矿山岩面和土壤疏松，常年受雨水的冲刷、溅蚀，项目区水土流失较为严重。

项目对水土流失的影响主要在开采运行期和植被恢复期。开采运行期损坏原地貌及植被，使矿区范围内原地貌植被所具有的水土保持功能迅速降低或丧失，大量松散堆积物易被冲刷造成流失；自然恢复期由于植被恢复是一个缓慢的过程，水土流失强度仍高于矿区开采前的水平。

矿区的开采运行生产伴随着矿物开挖采掘、矿物加工、成品堆放，成品运输等，这些生产活动都将占压土地、改变原有地貌、毁坏植被或原有水土保持设施，降低植被覆盖率，破坏原有生态防护体系，造成大量地表裸露，势必加大水土流失发生的可能性和危害程度。

此外，在项目建设生产过程中，若防护措施不到位，产生的新增水土流失将给项目区及其周边环境带来危害。因此，科学预测工程建设过程中造成的水土流失及其影响，为尽可能减少工程施工对原地貌的破坏、合理布设防护措施、有效防治新增水土流失、重建和恢复区域生态防护体系提供依据，以保证项目建设的安全施工和运营以及生态环境的良性循环，为当地经济的可持续发展服务。

### 4.2.2 扰动地表面积预测

根据实地调查及查阅本项目主体工程设计的有关技术资料，经分析预测，工程占地面积  $44.65\text{hm}^2$ 。在施工期和运行期损坏的现状植被主要为附着杂树和灌草，项目区可剥离表土区域为地类为园地、林地、草地，经现场调查，项目区原为旧采坑，区域内原地貌大部分已经被开挖或者剥离，加上现状场地局部已进行场地平整，只有露天采场小部分林地未进行开挖或者剥离，存在完整植被，经调查，矿区建设和开采，将会损毁植被面积为  $1.80\text{hm}^2$ 。具体扰动地表面积情况详见表 4.2-1。

表 4.2-1 扰动地表面积表 单位: hm<sup>2</sup>

区域	面积 (hm <sup>2</sup> )	地类 (hm <sup>2</sup> )							占地 性质	占地 区域
		园地	林地	草地	交通 运输 用地	水域及 水利设 施用地	其他 土地	城镇村 及工矿 用地		
露天采场	27.87	0.29	2.33		0.04	10.73		14.48	临时 占地	廉江 市营 仔镇
工业场地	7.90		2.70			3.66		1.54		
制砂车间	3.67		1.61			1.13				
剥离层外 运转运场	0.79			0.31		0.48				
综合服务 区	1.18		0.20							
停车区	1.16		0.19							
矿区道路	2.08	0.44	0.77	0.06	0.80		0.01			
总计 (hm <sup>2</sup> )	44.65	0.73	7.8	0.37	0.84	16.00	0.01	19.48		

### 4.2.3 弃渣量预测

根据利用方案的挖填情况,结合现场调查,施工期,本项目挖填方总量为 43356m<sup>3</sup>,其中挖方总量为 23991m<sup>3</sup>,回填总量 19365m<sup>3</sup>,弃方 4626m<sup>3</sup>,拟全部运往临时堆土场回填低洼处。

运行期,本项目挖填方总量为 1654.05 万 m<sup>3</sup>,其中挖方总量为 1644.81 万 m<sup>3</sup>(一般土石方 174.70 万 m<sup>3</sup>、外售土石方 1470.11 万 m<sup>3</sup>(其中含花岗岩矿 985.56 万 m<sup>3</sup>);填方总量为 9.24 万 m<sup>3</sup>(其中表土 4.45 万 m<sup>3</sup>,一般土方 4.79 万 m<sup>3</sup>);弃方 169.37 万 m<sup>3</sup>,拟全部由第三方(廉江市营仔镇包墩村独山经济合作社等)接收运至矿区周边旧采坑、水塘进行回填,由接收方负责实施坑塘回填和复绿工作等。

## 4.3 土壤流失量预测

### 4.3.1 预测单元

本项目建设可能造成的水土流失的区域包括露天采场区、工业场地区、制砂车间区、剥离层外运转运场区、综合服务区、停车区、矿山道路区。经统计分析,施工准备期和施工期可能引起的水土流失面积为 33.92hm<sup>2</sup>,运行期可能引起的水土流失面积为 44.65m<sup>2</sup>,自然恢复期可能引起的水土流失面积为 18.47hm<sup>2</sup>,具体预测面积详见表 4.3-1。

表 4.3-1 水土流失面积预测表 单位: hm<sup>2</sup>

序号	预测分区	施工准备期、施工期	运行期	自然恢复期
1	露天采场	17.14	27.87	3.77
2	工业场地	7.90	7.90	7.90
3	制砂车间	3.67	3.67	3.67
4	剥离层外运转运场	0.79	0.79	0.79
5	综合服务区	1.18	1.18	1.18
6	停车区	1.16	1.16	1.16
7	矿区道路	2.08	2.08	0
8	总计 (hm <sup>2</sup> )	33.92	44.65	18.47

注：施工期露天采场区只扰动坡顶周边区域（水域部分不预测），自然恢复期只预测复垦部分。

### 4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），本项目属建设生产类项目，其预测时段为建设期（包括施工准备期、施工期、运行期和自然恢复期），各单项工程的预测时段按最不利的时段确定，施工时段超过雨季长度的按全年计算，未超过雨季长度的按占雨季长度的比例计算。根据进度计划，结合现场调查，本项目已于 2024 年 8 月开工，计划 2025 年 7 月竣工，开采期 8.2 年，闭坑治理期 1 年。本项目所在区域雨季为 4 月至 9 月。

施工前期的准备工作主要围绕施工现场的“三通一平”和征地拆迁开展。根据主体工程施工组织设计，各施工单元的施工准备期较短，施工准备期在时间上基本与施工期重合，且大多在非雨季，为避免重复计算，因此本方案将施工准备期和施工期合并起来进行水土流失预测。本方案从 2025 年 3 月开始预测，2024 年 8 月~2025 年 2 月在前文按照水土流失调查已经完成测算，故预测阶段施工准备期和施工期为 2025 年 3 月至 2025 年 7 月，共 5 个月，则预测时段为 0.42a。

运行期及闭坑治理期各水土流失预测分区的预测时段跨 8 个雨季，因此按照 8 个雨季时长进行进行预测，则预测时段为 8a。

工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，水土流失将明显减小，但由于植物措施防护效果的相对滞后性，在生产运行初期项目建设区仍会有一定量的水土流失，根据项目建设区的自然环境状况，本项目各区施工结束后不采取任何措施达到扰动前土壤侵蚀模数所需时间为 2 年，因此本项目自然恢复期预测时段 2a。各区预测时段见表 4.3-2。

表 4.3-2 各区水土流失预测时段划分 单位：a

序号	预测分区	施工准备期、施工期	运行期、闭坑治理期	自然恢复期
1	露天采场	0.42	8	2
2	工业场地	0.42	8	2
3	制砂车间	0.42	8	2
4	剥离层外运转运场	0.42	8	2
5	综合服务区	0.42	8	2
6	停车区	0.42	8	2
7	矿区道路	0.42	8	2

### 4.3.3 土壤侵蚀模数

#### (1) 预测方法

工程建设造成水土流失量主要由两部分组成，一是由于施工区项目建设扰动地貌、损坏土地和植被造成水土保持功能降低甚至丧失，导致土壤侵蚀加剧而增加的水土流失量；二是因为项目建设造成临时弃土/弃方不合理堆放而增加的水土流失量。

工程建设所造成水土流失量采用土壤侵蚀模数法进行预测，预测公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji})$$

$$\Delta W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times \Delta M_{ji} \times T_{ji})$$

式中：W——土壤流失量，t；

$\Delta W$ ——新增土壤流失量，t；

$F_{ji}$ ——某时段某单元的预测面积， $\text{km}^2$ ；

$M_{ji}$ ——某时段某单元的土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

$\Delta M_{ji}$ ——某时段某单元的新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

$T_{ji}$ ——某时段某单元的预测时间，a；

i——预测单元， $i=1, 2, 3, \dots, n$ ；

j——预测时段， $j=1, 2$ ，指施工期（含施工准备期）、运行期和自然恢复期。

#### (2) 土壤侵蚀模数确定

##### ① 土壤侵蚀模数背景值的确定

根据项目区地形地貌、土壤、植被分析得出各地类土壤侵蚀强度，本项目建设区内原地貌平均土壤侵蚀模数背景值为  $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

##### ② 扰动后土壤侵蚀模数的确定

该土壤侵蚀模数是在项目区水土流失现状调查的基础上,结合工程建设中的施工工序对土地的扰动和破坏程度,分析各施工区域的水土流失特点,在营仔镇没有收集到相关矿区项目的水土保持设施验收备案项目,本次收集到廉江市石颈镇的矿区项目,广州地理研究所于2019年对该项目进行了水土保持监测,通过对工程的调查、收集和整编相关监测资料得知,2020年3月完成水土保持设施验收并完成报备,具体情况如下所述。

本项目类比工程为广东省廉江市石颈镇那利高岭矿区饰面用花岗岩矿,该项目位于廉江市石颈镇,为露天非金属矿项目,主要由采矿区、堆土场区、堆石场区、外部运矿道路区和矿山服务区组成,总地占地面积7.713hm<sup>2</sup>,均为临时占地,其中采矿区占4.673hm<sup>2</sup>,堆土场区占0.41hm<sup>2</sup>,堆石场区占1.23hm<sup>2</sup>,外部运矿道路区占0.88hm<sup>2</sup>,矿山服务区占0.52hm<sup>2</sup>。本工程建设工期0.5年,于2015年10月开工,2016年3月完工。该项目与本项目地理位置相近,在工程地形地貌、土壤类型、植被类型、气候、水土流失形式等方面为较相似或相同,可作为本项目水土流失预测的类比工程。具体建设条件比较见表4.3-3,类比项目监测结果见表4.3-4。

表 4.3-3 本项目与类比项目建设条件比较表

项目	广东省廉江市石颈镇那利高岭矿区饰面用花岗岩矿	广东省廉江市营仔镇福山村矿区建筑用花岗岩矿
地理位置	湛江市廉江市	湛江市廉江市
项目类型	露天非金属矿项目	露天非金属矿项目
性质	新建建设生产类工程	扩建建设生产类工程
规模	生产规模3万m <sup>3</sup> /a,开采标高+50~40m。	生产规模120万m <sup>3</sup> /a,+51m~-105m。
气候	多年平均降雨量1728mm,年平均气温23℃,雨季主要集中在4~10月。	多年平均降雨量1728mm,年平均气温23℃,雨季主要集中在4~10月。
地形地貌	丘陵地貌	丘陵地貌
土壤类型	以赤红壤为主	以粘性土、砂质粘性土、粘性土为主
建设内容	采矿区、堆土场区、堆石场区、外部运矿道路区和矿山服务区等	露天采场区、工业场地区、制砂车间区、剥离层外运转运场区、综合服务区、停车区、矿山道路区
土壤侵蚀类型	以轻度水力侵蚀为主	以轻度水力侵蚀为主

表 4.3-4 类比工程扰动后土壤侵蚀模数监测结果

序号	扰动地表单元	施工期监测值 t/(km <sup>2</sup> .a)
1	采矿区	3800
2	堆土场区	7800
3	堆石场区	9200
4	外部运矿道路区	4400
5	矿山服务区	1900

通过类比分析，本项目和类比项目在区域气候、水土流失类型等方面相同或相似。影响扰动后土壤侵蚀模数差异的因素主要有项目建设区地形地貌及工程开挖回填状况等。在不采取水土保持措施情况下，综合考虑以上因素对类比工程的侵蚀模数进行修正，进而确定本项目扰动后土壤侵蚀模数，详见表 4.3-5。

表 4.3-5 扰动后土壤侵蚀模数修正计算表

本项目	分区	露天采场区	工业场地区	制砂车间区	剥离层外运转运场区	综合服务区	停车区	矿山道路区
类比项目	分区	采矿区	堆石场区	堆石场区	堆土场区	矿山服务区	外部运矿道路区	外部运矿道路区
	实测值 t/(km <sup>2</sup> .a)	3800	9200	9200	7800	1900	4400	4400
地理位置		1	1	1	1	1	1	1
项目类型		1	1	1	1	1	1	1
项目性质		1	1	1	1	1	1	1
规模		1.5	1.25	0.9	1.25	1.1	1.2	1.0
气候		1	1	1	1	1	1	1
地形地貌		1	1	1	1	1	1	1
土壤类型		1	1	1	1	1	1	1
建设内容		1.1	0.7	0.9	1	1	1.05	1.05
土壤侵蚀类型		1	1	1	1	1	1	1
综合修正系数		1.65	0.875	0.81	1.25	1.1	1.26	1.05
修正值 t/(km <sup>2</sup> .a)	施工期	6270	8050	7452	9750	2090	5544	4620
	运行期	9405						

### (3) 自然恢复期土壤侵蚀模数确定

各单元工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，水土流失将明显减小，但在生产运行初期项目建设区仍会有一些量的水土流失，本项目自然恢复期 2 年。根据对类比工程的观测，项目建设区内地面硬化、工程措施覆盖等区域已经没有水土流失，同时要扣除水面面积，水土流失主要发生在植物措施区域。根据项目区的自然环境状况，以及各单元土地利用方向，各预测分区发生水土流失区域平均土壤侵蚀模数取 1000 t/(km<sup>2</sup>.a)。

## 4.3.4 预测结果

据预测，在扰动后的情况下，本项目建设可能造成的水土流失总量为 32258t，新增的水土流失量为 30152t，其中施工期新增土壤流失 1391t，运行期新增土壤流失 28556t，自然恢复期新增土壤流失 206t，由于项目已经开始开工建设，已扰动区域在前文按照水土流失调查已经完成测算，得出已经施工的水土流失调查量为 568t，故本项目建设可能造成的水土流失总量为 32826t，预测阶段各区可能造成水土流失量详见表 4.3-6。

表 4.3-6 工程建设造成水土流失量预测计算表

预测单元	预测时段	土壤侵蚀背景模数(t/km <sup>2</sup> .a)	扰动后背景模数(t/km <sup>2</sup> .a)	扰动面积(hm <sup>2</sup> )	预测时间(a)	背景流失量(t)	预测流失量(t)	新增流失量(t)
露天采场区	施工期	500	6270	17.14	0.67	57	720	663
	生产运行期	500	9405	27.87	8	1115	20969	19855
	自然恢复期	500	1000	3.77	2	38	75	38
	小计					1210	21765	20555
工业场地区	施工期	500	8050	7.9	0.67	26	426	400
	生产运行期	500	8050	7.9	8	316	5088	4772
	自然恢复期	500	1000	7.9	2	79	158	79
	小计					421	5672	5250
制砂车间区	施工期	500	7452	3.67	0.67	12	183	171
	生产运行期	500	7452	3.67	8	147	2188	2041
	自然恢复期	500	1000	3.67	2	37	73	37
	小计					196	2445	2249
剥离层外运转运场区	施工期	500	9750	0.79	0.67	3	52	49
	生产运行期	500	9750	0.79	8	32	616	585
	自然恢复期	500	1000	0.79	2	8	16	8
	小计					42	684	641
综合服务区	施工期	500	2090	1.18	0.67	4	17	13
	生产运行期	500	2090	1.18	8	47	197	150
	自然恢复期	500	1000	1.18	2	12	24	12
	总计					63	237	174
停车区	施工期	500	5544	1.16	0.67	4	43	39
	生产运行期	500	5544	1.16	8	46	514	468
	自然恢复期	500	1000	1.16	2	12	23	12

预测单元	预测时段	土壤侵蚀背景模数(t/km <sup>2</sup> .a)	扰动后背景模数(t/km <sup>2</sup> .a)	扰动面积(hm <sup>2</sup> )	预测时间(a)	背景流失量(t)	预测流失量(t)	新增流失量(t)
	总计					62	581	519
矿山道路区	施工期	500	4620	2.08	0.67	7	64	57
	生产运行期	500	4620	2.08	8	83	769	686
	自然恢复期	500	1000	2.08	2	21	42	21
	总计					111	875	764
合计	施工期					114	1505	1391
	生产运行期					1786	30342	28556
	自然恢复期					206	411	206
	总计					2105	32258	30152

## 4.4 水土流失危害分析

由于矿区建设、开采过程中破坏了水土保持设施和地表植被，使自然状况下的土体稳定平衡和土壤结构遭到破坏，土体疏松，土壤可蚀性增加，岩石变松，导致水土流失加剧。如果不采取水土保持措施，不仅影响着工程自身的安全运行和区域环境、周边农田及公共设施，而且会影响水土资源和生态环境。其危害分析如下。

### (1) 加剧水土流失，增加河道水体泥沙含量，河床淤塞

工程区域地处低纬度区，属亚热带季风气候，雨量充沛。由于该工程建设过程中破坏了原地貌状态，植被受到破坏，极易诱发水土流失。其开挖、剥离、碾压、采石等建设活动，对原有自然排水沟渠造成不同程度的破坏，同时施工裸地面积增加，扰动了原土层和岩层，为溅蚀、面蚀、细沟侵蚀等土壤侵蚀的产生创造了条件。项目区内地表水发育，如施工中弃渣得不到及时有效的防护治理，在降雨及人为因素作用下产生大量泥沙，泥沙、石粉将随着水流进入周边河道，淤积河床，污染水质。

### (2) 对周边林、草地的影响

矿区场地因开采、加工生产、车辆运输、材料堆放形成了大面积的裸露边坡和地表，堆放了大量松散裸露的土体，如开采运行期间防治措施落实不到位，雨天形成的径流携带泥沙容易进入周边林、草地等敏感点，存在水土流失潜在隐患。

### (3) 对农田的影响

降雨侵蚀所产生的泥沙会直接流往工程区域外的农田，由于地势变缓，其中大部分泥沙沉积下来，形成“沙压农田”；另一种方式是泥沙中细小的部分会随水流往下游，以“黄泥水”的形式进入农田，对农田产生进一步的影响。尤其是在开采期，土体、石粉应防护不当被水力侵蚀带到农田。

### (4) 对周边村庄的影响

矿区周边有村庄，若不加强防护，开采运行产生的扬尘，可能会对村民出行和生活造成不利影响。

### (5) 影响正常开采，危害人身安全

该工程的建设、开采将导致地貌形态发生了改变，若不做好相关防护措施，容易破坏土体稳定，诱发崩塌、滑坡等地质灾害，影响开采，还危害开采人员的人身安全。

矿区目前主体工程为利用现状设施，建设期较短，矿区生产运行期间对开采区进行开挖采掘，使周围的植被不可避免遭到了破坏，造成大面积的裸露矿山岩面和土壤疏松。加工区场地受到生产器械、设施、加工材料的占压；道路受到运输车辆的碾压，以上各

种因素均致土地植被受到破坏，地表裸露，导致矿区雨天容易造成大量的水土流失，建设单位需通过设置相应水土保持措施把开采运行期间造成的水土流失影响降至最低，要做到“因地制宜、因害设防、防治结合、全面布局、科学配置”，落实主体设计和本方案新增的水土保持措施，使开采运行造成的水土流失隐患得到有效防治。

## 4.5 综合分析及指导性意见

### 4.5.1 综合分析

#### (1) 施工期和运行期

在工程施工、运行过程中水土流失形式主要以水力侵蚀为主，主要发生在运行期，运行期水土流失量占水土流失总量的 95%；新增水土流失量占水土流失总量的 95%。运行期水土流失主要表现在：开采前的土体剥离、清表；开采期间对岩土体的破坏，同时转运块石、堆放碎石等搬运扰动，不同程度的破坏和损坏了原地貌、土体、岩石结构和植被，丧失或降低了原来所具有的水土保持功能，在雨季加剧原地貌侵蚀。

露天采场区是水土流失的重要区域，水土流失主要表现在：该区扰动面积大，时间长，运行期新增水土流失量占新增水土流失量的 66%，主要表现在土体剥离、矿产资源开采、搬运过程中造成的水土流失；另外，工业场区和制砂车间水土流失量分别占总水土流失量的 16.9%和 7.2%，主要表现在土体或者转运、矿产资源搬运和堆放过程中造成的水土流失相对明显，各分区水土流失量占比见图 4.5-1。

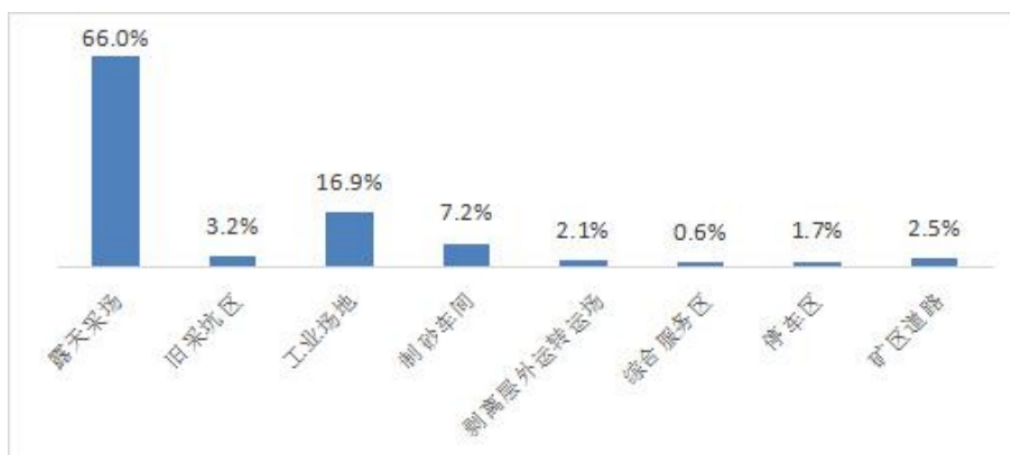


图 4.5-1 各分区水土流失量占比图 (单位: t)

#### (2) 自然恢复期

自然恢复期水土流失量占总流失量的 5%。此期间各区施工、采场开采、碎石加工已经结束，场地除绿化区域外全部硬化，水土流失区域变小。扰动地表后各个区域采取复绿治理措施，各区土壤侵蚀状况已得到缓解，林草植被开始恢复，但尚未达到工程开

工建设前的状态。随着植被的逐渐恢复，植被的根系固土能力增强，水土流失会逐渐减少。

#### 4.5.2 指导性意见

##### (1) 防治重点时段与部位

运行期为本项目水土流失重点防护时段；露天采场区是水土流失防治的重点区域。

##### (2) 防治措施意见

本方案水土流失预测是在没采取任何防护情况下发生的水土流失，根据水土流失的主要经验，在施工和开采期间，防护采取工程措施为主，结合植物措施和临时措施。露天采场区主要采取截排水沟、拦挡等工程措施并结合适地灌种草防护；工业场地区采取截排水沟，开采结束后进行复绿；运输道路区采取截排水沟，开采结束后进行复绿；临时堆土场下游外围设置拦挡，开采结束后进行复绿；办公生活区使用后进行迹地整治、恢复植被；在施工和开采过程中，必要时可采取临时措施进行防护。

##### (3) 施工进度安排的意见

根据预测结果，运行期是新增水土流失最严重的时期，建议在开采过程中加强主体工程开采进度，紧凑安排，有效缩短流失时段。一些土体开挖、土石方填筑等施工应尽量避免避开雨季，雨天应加强临时覆盖、遮挡等临时防护措施。植物措施结合主体工程施工进度的安排，分期、分批地实施。对弃渣场、临时堆土场等需恢复植被的场地，不但需及时恢复植被，还需对植被多加养护，以尽快发挥植物措施效益。

##### (4) 对水土保持监测的指导意见

根据预测结果，工程运行期的新增水土流失非常突出，运行期的主要监测内容应包括：水土流失量和植被因素及其它水土流失因子的变化等；监测重点点位应包括：露天采场区、工业场地区和剥离层外运转运场区。

综上所述，工程建设对当地水土流失的影响主要为施工活动损坏、压占原有地貌、植被，搬运土体、矿石，形成地表裸露面，降低了原有植被抗蚀、防风固土能力，加剧水土流失。项目建设中水土流失主要发生在运行期的露天采场区，水土流失类型为水力侵蚀，必须采取必要的工程防护措施、植物防护措施和临时防护措施，构成行之有效的防治体系，抑制新增水土流失的发生和发展。

## 5 水土保持措施

### 5.1 防治区划分

#### 5.1.1 分区原则

- ①各分区之间具有显著差异性；
- ②同一区内造成水土流失的主导因子和防治措施应相近或相似；
- ③根据项目的繁简程度和项目建设区自然情况，防治区可划分为一级或多级；
- ④一级区应具有控制性、整体性、全局性，线型工程应按土壤侵蚀类型、地形地貌、气候类型等因素划分一级区，二级区及其以下分区应结合工程布局、项目组成、占地性质和扰动特点进行逐级分区；
- ⑤各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

#### 5.1.2 分区结果

根据本项目施工规划布置以及水土流失特点，结合本项目实际情况，将本项目水土流失防治责任范围划分为露天采场区、工业场地区、制砂车间区、剥离层外运转运场区、综合服务区、停车区和矿区道路区等 7 个一级水土流失防治分区。各防治分区面积详见表 5.1-1。

表 5.1-1 水土流失防治分区表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	分区	面积	主要建设内容	水土流失因素
1	露天采场区	27.87	新设立采矿权区域，覆盖层土体剥离，采矿	地表扰动、开挖扰动、裸露地表、形成坡面
2	工业场地区	7.90	截排水沟开挖，碎石加工、产品堆放等内容	基础开挖、设备、车辆等均压占地表、碎石堆放
3	制砂车间区	3.67	场地平整，制砂加工、产品堆放等内容	基础开挖、设备、车辆等均压占地表、机制砂堆放
4	剥离层外运转运场区	0.79	基础开挖，拦挡坝施工，剥离土体堆放	地表扰动、土料堆放、裸露土料
5	综合服务区	1.18	场地平整、后期复绿治理扰动	场地平整扰动
6	停车区	1.16	场地平整，场地硬化等	地表扰动、车辆等压占
7	矿区道路区	2.08	场地平整，路面加固、截排水沟开挖	基础开挖、车辆压占地表
合计		44.65		

## 5.2 措施总体布局

### 5.2.1 水土流失防治措施布设原则

为有效治理工程建设新增水土流失及原有水土流失，水土流失防治措施布设应在主体遵循“预防为主，防治结合”前提下，结合本项目特点，具体遵循以下原则：

(1) 贯彻“因地制宜、因害设防”和“重点治理与一般防治兼顾”的原则。通过对可能造成的水土流失量的预测，结合工程施工的工艺特点，有针对性地提出的水土保持补充措施，使新增水土保持措施与原有措施、工程设计中的措施之间实现合理搭配，充分发挥防止加速侵蚀的效能。

(2) 坚持水土保持工程与项目主体工程“同时设计、同时施工、同时投产使用”三同时的原则。

(3) 采取分区治理，工程措施与植物措施相结合，永久措施与临时措施相结合的原则。建设中的水土流失，应根据地形、地貌及气候特点分区分别采取适当的防治措施：地形平缓的路段，水土流失治理应以植被恢复措施为主，以临时措施和工程措施为辅；高填深挖及边坡稳定性较差的路段，则应以植物恢复措施和工程措施相结合为主，以临时防护措施为辅。

(4) 注重防治措施的时效性。注意各种防护措施在时间安排上的合理性，使各种措施充分发挥其效能。

(5) 生态效益优先原则。水土保持工作以控制水土流失、改善生态环境、恢复植被为重点。

(6) 遵循经济性原则。各种水土保持措施或工程中用到的材料应尽量就地取材，节省投资。对于本地匮乏的材料，应就地选择适当的替代材料。水土保持措施方案制定、设计与施工过程中，在不影响水土保持效能的前提下，应以少的资金投入尽量获得最大的效能。

(7) 防治措施技术上的可行性和易操作性。在保证治理效果的前提下，应尽量选择施工难度较小的防护措施，做到治理措施技术的可行性与易操作性。

### 5.2.2 水土流失防治体系和总体布局

根据本项目建设过程中各工程单元水土流失的特点、危害程度以及水土流失防治的目标，在对主体工程具有水土保持功能的防护措施进行分析评价的基础上，结合前面的水土流失防治分区、项目主体工程建设的已有的防治措施和特点，以采场边坡、堆料

场、土料转运场为重点治理单元，合理、全面、系统地规划，提出各种工程地形单元的新增的一些水土保持措施，使之形成一个完整的以工程措施为先导，以临时措施与植物措施相结合的水土流失防治体系。这样既能有效的控制项目建设区内的水土流失，保护项目建设区的生态环境，又能保证项目工程的建设和运营的安全。

根据现场调查，综合服务区场地已经平整并硬化，大部分建筑物已经建设，其余区域处于待动工状态，工程水土流失防治措施布局如下。

### (1) 露天采场区

施工期，该区在采矿顶形成道路区域设置截排水沟，末端设置沉沙池，拦截外部地表汇水进入采矿区；在现状坑底集水池采用开挖型水坑，作为开采初期的集水池。运行期，开采前对覆盖土体区域进行剥离，按照分期剥离方式将剥离残坡积层分期集中运至剥离层外运转运场；由于现状地貌大部分为已开采地貌，对可剥离区域进行表土剥离并防护，先统一运至剥离层外运转运场区进行集中堆放；开采期间，开采形成终了开采平台后，按照边开采边治理防护，对裸露边坡和平台进行治理，清理边坡后，先进行坡面挂网治理，坡面稳定后在平台外侧设置拦挡，平台内侧设置截水沟，然后在墙内回填种植土壤并施足底肥；平台面上可种植速生易成活树木，如马点相思、小叶榕等进行绿化，种植间距 2.0m；在 5 和 8m 宽的平台台阶边缘，坡角种植爬山虎、葛藤之内的攀缘植物，利用其绿化坡面，种植间距 0.3m，沿台阶纵向布置；边坡和平台要预留泄水系统，一般间隔 80~100m，设置一条坡面泄水吊沟，疏导雨季边坡径流，防止种植平台水土流失。自然恢复期，按照复垦方案对露天采场区进行全面闭坑复绿治理。

综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：表土剥离、截排水沟、沉砂池、集水池、平台挡土墙、平台截水沟、平台绿化、复绿治理。

### (2) 工业场地区

施工期，场地平整后，在场地外侧设置截排水沟，末端设置沉沙池，引导场地地表汇水进入现状排水系统；运行期，开采期间，该区进行铺设硬化场地，堆放区设置围墙可作为碎石堆放拦挡，在雨季、风季时，对堆料区进行临时彩条布苫盖。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，按场地的地形，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：截排水沟和沉沙池、挡墙防护、临时彩条布苫盖、土地整治、复绿治理。

### (3) 制砂车间区

施工期，场地平整后，根据场地地形，在场地外侧设置截排水沟，末端设置沉沙池，引导场地地表汇水进入现状排水系统；运行期，开采期间，该区进行铺设硬化场地，堆放区设置围墙可作为制砂堆放拦挡，在雨季、风季时，对堆料区进行临时彩条布苫盖。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，按场地的地形，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：截排水沟和沉沙池、挡墙防护、临时彩条布苫盖、土地整治、复绿治理。

#### **(4) 剥离层外运转运场区**

施工期，堆土前，在场地下游坡脚侧设置拦挡坝拦挡；在坡顶外侧设置截水沟，连接场地排水系统或者在排水出口设置临时沉沙池。运行期，在堆土过程中，遇到雨季、风季期间，需要对裸露土石料进行临时苫盖；堆土完成后，要对堆土场表面进行全面整地+撒播草籽绿化；接收表土前，在场地内侧设置临时拦挡，与拦挡坝形成封闭拦挡，未绿化前，在雨季设置临时苫盖，堆放结束后进行全面整地和撒播草籽。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，按场地的地形，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：临时拦挡+苫盖、拦挡坝拦挡、截排水沟+沉沙池、临时彩条布苫盖、全面整地+撒播草籽绿化、土地整治、复绿治理。

#### **(5) 综合服务区**

据现场调查，由于该区已经完成场地硬化、排水沟和绿化布置，则该区施工期和运行期无需布设水土保持措施。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，在闭坑后首先拆除场地内建筑物，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：截排水沟+沉沙池、土地整治、复绿治理。

#### **(6) 停车区**

施工期，该区紧靠道路和采坑，场地硬化后，在外侧布置截排水沟，接入总体排水系统。运行期，由于场地已经硬化，则无需布设水土保持措施。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，在闭坑后首先拆除场地内建筑物，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒

播毛草。

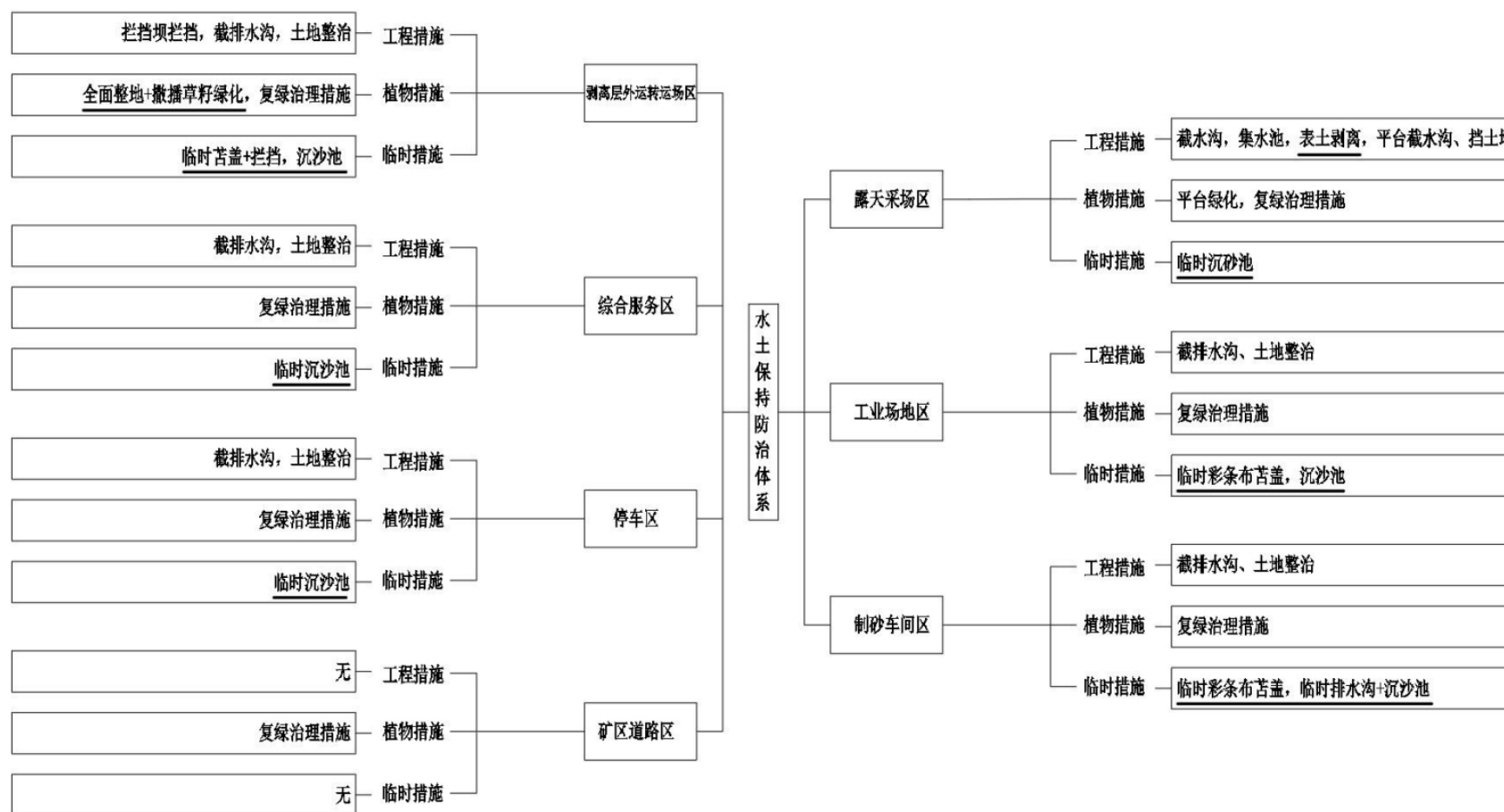
综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：截排水沟+沉沙池、土地整治、复绿治理。

#### **(7) 矿区道路区**

施工期，该区分为现状道路和新建道路，新建道路与其它各区连接，截排水沟直接沿用其它分区的即可。运行期，由于场地已经硬化，则无需布设水土保持措施。自然恢复期，按照利用方案和复垦方案，保留道路路面，在道路两旁增补植树各一排。

综上所述，该区采取如下水土流失防治措施：复绿治理。

根据上述的水土流失防治措施布局，水土流失防治措施体系图见图 5.2-1。



注：下带“      ”的为新增水土保持措施

图 5.2-1 水土流失防治措施体系图

## 5.3 分区措施布设

### 5.3.1 防治措施典型设计

#### 5.3.1.1 截排水系统排洪能力校核

依据《水土保持综合治理技术规范小型蓄排引水工程的要求》和《水土保持工程设计规范》，项目区排水沟按 10 年一遇最大 24h 降雨量设计。

##### 1、流量设计

洪峰流量采用广东省经验公式进行计算，洪峰流量公式如下： $Q_P=C_P \times H_{24P} \times F^{0.84}$

式中： $Q_P$ ——10 年一遇洪峰流量（ $m^3/s$ ）；

$C_P$ ——随频率变化系数，10 年一遇查表为 0.044；

$H_{24P}$ ——10 年一遇最大 24h 降雨量（mm）；

$F$ ——集水面积（ $km^2$ ）。

其中参数  $H_{24P}$  按  $H_{24P}=H_{24} \times K_P$  计算，首先通过《广东省暴雨径流查算图表》及《广东省暴雨参数等值线图》，分别查的  $H=160mm$ 、变差系数  $C_V=0.52$ ，再按  $C_S=3.5C_V$ ，在 P-III 型曲线查的相应的设计频率  $K_P$  值为 1.68，最后计算得出  $H_{24P}=268.8mm$ 。

##### 2、主体断面过流能力校核

设计断面过流能力按明渠均匀流进行校核，明渠均匀流公式如下：

$$Q=A \times C \times (R \times i)^{0.5}$$

式中： $A$ ——过水断面面积（ $m^2$ ）；

$R$ ——水力半径（m）；

$C$ ——谢才系数；

$I$ ——排水沟沟底坡度。

##### 3、不冲不淤流速按恒定流公式进行验算，公式如下：

$$V=C \times (R \times i)^{0.5}$$

最小不淤流速按  $V_k=\psi \times R$ （ $\psi$  为泥沙系数，取 0.55）；允许不冲流速取决于渠道表面的土质、加固情况及水深。

##### 4、断面拟定

先根据项目分片区集雨面积，采用广东省经验公式计算出在相应设计频率下的洪峰流量，再根据利用方案和新增的截排水沟的断面参数，采用谢才公式进行流量校核，具体详见表 5.3-1。

表 5.3-1 截、排水沟流量校核成果表

项目	截排水沟参数					集雨面积 (hm <sup>2</sup> )	洪峰流量 (m <sup>3</sup> /s)	校核流量 (m <sup>3</sup> /s)	设计流速 (m/s)	校核结果
	底宽 (m)	沟深 (m)	边坡比	沟底坡降	糙率					
坡顶截水沟	0.60	0.60	0	0.005	0.016	2.45	0.52	0.544	1.51	满足
场地排水沟	0.30	0.50	0	0.005	0.016	0.80	0.20	0.222	1.48	满足
新增截排水沟	0.40	0.40	0	0.008	0.015	2.50	0.53	0.550	3.44	满足

从上表获悉，主体已列和新增的截排水沟尺寸能满足排水范围的排水要求。

### 5.3.1.2 临时覆盖设计

裸露土体和砂石料区域或遇到雨季、风大的季节，采取彩条布或密目网进行临时覆盖，避免表土颗粒随水、风迁移，对土石方进行挡护，防止水蚀、风蚀。彩条布应覆盖严实，搭接长度预留长度不小于 0.5m，并用块石或其余重物压紧搭接部位，以防风吹掀开，应密切注意天气变化情况，在无降雨、无大风时才能取开彩条布。

### 5.3.1.3 拦挡设计

项目运行期，生产过程中需进行中转堆料，对临时堆料设置拦挡，以减少水土流失对周边区域的危害。临时拦挡采用砖砌或块石浆砌拦挡工程，或者采用编制袋装土，基础进入土体 30cm。临时堆料边坡不大于 1:1.5，堆料高度不大于 3m，拦挡起到拦护作用，防止松散砂石料滚落。根据“先拦后弃”原则，须先修建拦挡，再进行堆料。

### 5.3.1.4 沉沙池典型设计

参照《水利水电工程沉沙池设计规范》（SL/T 269-2019）和《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），拟采用准静止泥沙沉降法设计。

假定颗粒级配中粒径大于 0.1mm 的泥沙占总泥沙量 45%，参照同类工程数据，0.1mm 泥沙下沉速率取  $\omega=6.2\text{mm/s}$ ，0.1mm 泥沙沉沙效率 75%，防御暴雨标准取 5 年一遇，计算设计沉沙池，沉沙池长宽比拟定为 2.5: 1，计算池口面积核算。

进入沉沙池的总泥沙总量： $W_s = \lambda \times M_s \times F / \gamma_c$

式中： $W_s$  为泥沙总量，t；

$\lambda$  为输移比， $1/a$ ，取值 0.6；

$M_s$  为土壤侵蚀模数， $t/\text{km}^2 \cdot a$ ，运行期最大平均侵蚀模数值 12000；

$F$  为汇水面积，取  $0.003\text{km}^2$ ；

$\gamma_c$  为泥沙容重， $t/\text{m}^3$ ，取值 1.2。

沉沙池总容积：

$$V_{\text{设}} = \psi \times W_s / n$$

式中： $V_{\text{设}}$ ——设计泥沙池容积；

$\psi$ ——沉沙效率，取值 75%；

$n$ ——清洗次数，取 4 次/a。

经过计算，本项目施工期泥沙池设计参数，见下表 5.3-2。

表 5.3-2 沉沙池典型设计结果复核表

序号	规格 (L×B×H) (表格数据为净过流尺寸)			$W_s$ (t)	$V_{\text{计}}$ (m <sup>3</sup> )	$V_{\text{设}}$ (m <sup>3</sup> )	校核结果
	L (m)	B (m)	H (m)				
1	3.0	1.5	1.0	18	3.4	4.5	满足

### 5.3.1.5 植物树种选择要求

本项目为矿山项目，对绿化景观要求一般，本方案将不做绿化设计。对于绿化带设计，主体设计对树种的选择以快速完成复绿、复垦为主要参考因素。本方案从水土保持角度并适当结合美化环境要求推荐部分绿化树种，以达到尽快恢复植被及有效控制水土流失的目的。总的原则是“恢复项目区植被，美化环境”，

具体到本方案，还应遵循以下原则：

(1)水土保持植物措施的设计贯彻“适地适树、适地适草、本地树种优先”的原则。

(2)既考虑水土保持功能，兼顾绿化美化环境原则。

(3)工程措施与植物措施相结合原则。对涉及工程安全要求的部位，在确保工程安全的基础上，根据工程实际防治需要，适时采取工程措施与植物措施，以确保工程安全和植被的恢复，真正达到工程措施和植物工程合理配置，改善生态环境的目的。

(4)乔、灌、草措施相结合，长期植物与短期植物相配置的原则。

根据上述原则，从水土保持角度出发，推荐植物物种如下表所示。

表 5.3-3 推荐植物适生特性表

树(草)种名称	主要生物学特性	主要适生地区	适宜立地条件
<b>一、乔木</b>			
红花紫荆 (豆科 羊蹄甲属) 学名: <i>Bauhinia blakeana</i>	常绿乔木, 喜温暖、湿润和阳光充足的环境; 南方常用作行道树或园林观赏树种, 花期主要在冬、春季。	中国华南和西南低区, 香港。	要求肥沃、疏松、排水良好的沙土壤。
垂叶榕 (桑科 榕属) 学名: <i>Ficus benjamina</i> Linn	常绿大乔木, 高 20-25 米, 枝条上生长的气生根, 向下伸入土壤形成新的树干称之为“支柱根”。	分布于广西、广东、福建、台湾、浙江南部、云南、贵州。	生于土壤湿润的杂木林中, 广栽于南方各地。
<b>二、灌木</b>			
爬山虎(属的葡萄科植物)	藤本植物, 非常擅长攀缘; 喜阴耐寒, 适应能力强, 生长速度快。也可以在光照下生长, 耐寒性强, 存活能力很强。	分布于福建、台湾、广东、广西、云南、中南半岛也有。	它对土壤的要求不高, 可以在阴凉潮湿的环境中生长。
勒杜鹃 (紫茉莉科 叶子花属) 学名: <i>Bougainvillea spectabilis</i> wind	常绿攀援灌木, 喜温暖湿润气候, 不耐寒, 在 3℃ 以上才可安全越冬, 15℃ 以上方可开花; 喜充足光照; 耐修剪。	原产巴西, 中国南方各地均有栽培	对土壤要求不严, 在排水良好、含矿物质丰富的黏重壤土中生长良好、耐贫瘠、耐碱、耐干旱、忌积水。
<b>三、草本</b>			
地毯草 (禾本科 地毯草属) 学名: <i>Axonopus affinis</i>	多年草本, 具长匍匐茎; 喜充足阳光, 也较耐荫, 是很好的疏林草坪草。在华南低区为优良的固土护坡植物材料, 广泛应用于绿地中。	原产于美国南部, 墨西哥及巴西。现广泛分布于世界热带和亚热带地区。	地毯草对土壤要求不严, 在冲积土和较肥沃的沙壤土上生长最好, 在干旱沙土等较干燥环境下生长不良。
蟛蜞菊(学名: <i>Sphagneticola calendulacea</i> (L.) Pruski)	属多年生草本植物, 茎匍匐, 上部近直立, 基部各节生出不定根。叶无柄, 椭圆形、长圆形或线形, 长 3-7 厘米, 宽 7-13 毫米, 基部狭, 顶端短尖或钝, 无网状脉。	适应性广泛, 全国各地基本可栽培。	对土壤有一定要求, 喜肥沃湿润土壤。
狗牙根 (禾本科, 狗牙根属) 学名 <i>Cynodon dactylon</i> L.	多年生草本植物, 具有根状茎和匍匐枝, 生活力强, 繁殖迅速, 蔓延快, 是优良的固土护坡植物, 也是我国应用较为广泛的优良草坪草品种之一。	广泛分布于温带地区, 我国的华北、西北、西南及长江中下游等地应用广泛。	狗牙根要求土壤 PH 值为 5.5~7.5, 较耐淹, 水淹下生长变慢; 耐盐性也较好。

## 5.3.2 分区措施布设设计

### 5.3.2.1 露天采场区

#### (一) 主体已列水土保持措施

根据前文水土流失总体布局分析，该区的水土保持措施布设如下。

施工期，该区在采矿顶形成道路区域设置截排水沟，末端设置沉沙池，拦截外部地表汇水进入采矿区；在现状坑底集水池采用开挖型水坑，作为开采初期的集水池。运行期，开采前对覆盖土体区域进行剥离，按照分期剥离方式将剥离残坡积层分期集中运至剥离层外运转运场；由于现状地貌大部分为已开采地貌，对可剥离区域进行表土剥离并防护，先统一运至剥离层外运转运场区进行集中堆放；开采期间，形成终了开采平台后，按照边开采边治理防护，对裸露边坡和平台进行治理，清理边坡后，先进行坡面挂网治理，坡面稳定后在平台外侧设置拦挡，平台内侧设置截水沟，然后在墙内回填种植土壤并施足底肥；平台面上可种植速生易成活树木，如马点相思、小叶榕等进行绿化，种植间距 2.0m；在 5 和 8m 宽的平台台阶边缘，坡角种植爬山虎、葛藤之内的攀缘植物，利用其绿化坡面，种植间距 0.3m，沿台阶纵向布置；边坡和平台要预留泄水系统，一般间隔 80~100m，设置一条坡面泄水吊沟，疏导雨季边坡径流，防止种植平台水土流失。自然恢复期，按照复垦方案对露天采场区进行全面闭坑复绿治理。

综上所述，该区主体已列水土保持措施：截排水沟、沉砂池、集水池、平台挡土墙、平台截水沟、平台绿化、复绿治理。

#### (二) 本方案新增的水土保持措施

由于主体工程已经考虑了该区的各类工程措施和植物措施，在施工期、运行期和自然恢复期基本能满足水土保持防护要求，但截排水沟拐点处沉砂池数量有一定的缺失，加上缺失表土剥离，因此，该区新增水土保持措施如下。

##### (1) 工程措施

###### ①表土剥离+表土回覆

运行期，在开采前，对可剥离区域进行表土剥离并防护，先统一运至剥离层外运转运场区进行集中堆放。

按照第二章表土平衡分析，结合未剥离区域面积，本区新增剥离表土面积为 1.80hm<sup>2</sup>，则新增表土剥离量为 0.54 万 m<sup>3</sup>。

##### (2) 临时措施

## ①沉沙池

施工期，主体工程在场地外侧考虑了截排水沟，但拐点处沉沙池数量有一定的缺失，本方案新增排水沟拐点处的沉沙池。

根据截排水沟布置情况，在截排水沟拐点处设置沉沙池，据统计，本区需计布设 4 座沉沙池。沉沙池采用砖砌矩形断面、水泥砂浆抹面，规格为 3.0m×1.50m×1.0m（长×宽×高），内壁 20mm 厚 1：2 水泥砂浆抹面，C20 混凝土底板厚 10cm。

综上所述，本区新增水土保持措施为：①工程措施：表土剥离 1.80hm<sup>2</sup>（生产期）；②临时措施：沉沙池 4 座（施工期）。具体水土保持措施及工程量如表 5.3.2-1。

表 5.3.2-1 露天采场区新增工程量计算表

序号	项目名称	单位	计算式	工程量
	<b>工程措施</b>			
一	土地整治工程			
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.80	1.80
	<b>临时措施</b>			
二	排水工程			
2	沉沙池	座	4.0	4.0
2.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*1.3)*4.0$	37.91
2.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+1.6*1.2-0.4*0.4)*0.18*4$	10.46
2.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*0.1)*4.0$	2.92
2.4	1：2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+(1.2*1.2-0.4*0.4)*2)*4$	65.15

## 5.3.2.2 工业场地区

## (一) 主体已列水土保持措施

根据前文水土流失总体布局分析，该区的水土保持措施布设如下。

施工期，场地平整后，在场地外侧设置截排水沟，末端设置沉沙池，引导场地地表汇水进入现状排水系统；运行期，开采期间，该区进行铺设硬化场地，堆放区设置围墙可作为碎石堆放拦挡，在雨季、风季时，对堆料区进行临时彩条布苫盖。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，按场地的地形，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区主体已列水土保持措施：截排水沟和沉沙池、挡墙防护、土地整治、复绿治理。

## (二) 本方案新增的水土保持措施

由于主体工程考虑该区部分的水土流失防治措施，本方案予以补充完善，因此，该区主要新增如下防治措施：沉沙池、临时彩条布苫盖。

### (1) 临时措施

#### ①临时苫盖

运行期，在雨季、风季时，对堆料区进行临时彩条布苫盖，以减少水力侵蚀和风力侵蚀造成的水土流失。经统计，按照一次最大苫盖面积计算，工业场地区运行期间需布设的临时措施数量为：彩条布临时苫盖 5000m<sup>2</sup>。

#### ②沉沙池

施工期，主体工程在场地外侧考虑了截排水沟，但拐点处沉沙池数量有一定的缺失，本方案新增排水沟拐点处的沉沙池。

根据截排水沟布置情况，在截排水沟拐点处设置沉沙池，据统计，本区需计布设 4 座沉沙池。沉沙池采用砖砌矩形断面、水泥砂浆抹面，规格为 3.0m×1.50m×1.0m（长×宽×高），内壁 20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面，C20 混凝土底板厚 10cm。

综上所述，本区新增水土保持措施为：①临时措施：临时彩条布苫盖 5000m<sup>2</sup>（生产期）；沉沙池 4 座（施工期）。具体水土保持措施及工程量如表 5.3.2-2。

表 5.3.2-2 工业场地区新增工程量计算表

序号	项目名称	单位	计算式	工程量
	<b>临时措施</b>			
一	排水工程			
1	沉沙池	座	4.0	4.0
1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	(3.72*1.96*1.3)*4.0	37.91
1.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	((3.72*2+1.6*2)*1.2+1.6*1.2-0.4*0.4)*0.18*4	10.46
1.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	(3.72*1.96*0.1)*4.0	2.92
1.4	1:2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	((3.72*2+1.6*2)*1.2+(1.2*1.2-0.4*0.4)*2)*4	65.15
二	苫盖工程			
1	临时苫盖	hm <sup>2</sup>	0.5	0.5
1.1	彩条布面积	m <sup>2</sup>	0.5*10000	5000

### 5.3.2.3 制砂车间区

#### (一) 主体已列水土保持措施

根据前文水土流失总体布局分析，该区的水土保持措施布设如下。

施工期，场地平整后，根据场地地形，在场地外侧设置截排水沟，末端设置沉沙池，

引导场地地表汇水进入现状排水系统；运行期，开采期间，该区进行铺设硬化场地，堆放区设置围墙可作为制砂堆放拦挡，在雨季、风季时，对堆料区进行临时彩条布苫盖。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，按场地的地形，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区主体已列水土保持措施：截排水沟和沉沙池、挡墙防护、土地整治、复绿治理。

## （二）本方案新增的水土保持措施

由于主体工程考虑该区部分的水土流失防治措施，本方案予以补充完善，因此，该区主要新增如下防治措施：临时排水沟和沉沙池、彩条布苫盖。

### （1）临时措施

#### ①临时苫盖

运行期，在雨季、风季时，对堆料区进行临时彩条布苫盖，以减少水力侵蚀和风力侵蚀造成的水土流失。经统计，按照一次最大苫盖面积计算，工业场地区运行期间需布设的临时措施数量为：彩条布临时苫盖 5000m<sup>2</sup>。

#### ②临时排水

在该区东侧外围，沿着场地界线布设截排水沟，最后在排水出口和拐点处布置沉沙池汇入采坑截排水沟。

施工期，在堆放土料前，在场地四周布设临时截排水沟，截流外部汇水，同时排除该区场地积水。截排水沟采用简易矩形断面、水泥砂浆抹面，其规格为 0.4m×0.4m（宽×深），根据堆土场地形布设，则该区截排水沟长度约为 280m。

据统计，本区需计布设 2 座沉沙池。沉沙池采用砖砌矩形断面、水泥砂浆抹面，规格为 3.0m×1.50m×1.0m（长×宽×高），内壁 20mm 厚 1：2 水泥砂浆抹面，C20 混凝土底板厚 10cm。

综上所述，本区新增水土保持措施为：①临时措施：截排水沟 280m，沉沙池 2 座（施工期）；彩条布苫盖 0.6hm<sup>2</sup>（生产期）。具体水土保持措施及工程量如表 5.3.2-3。

表 5.3.2-3 制砂车间区新增工程量计算表

序号	项目名称	单位	计算式	工程量
	<b>临时措施</b>			
一	排水工程			
1	截排水沟	m	280	280

1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	$(0.76+0.58)*280$	375.20
1.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	$((0.76+0.4)-(0.4*0.4))*0.18*280$	50.40
1.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	$(0.76*0.1)*280$	21.28
1.4	1: 2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	$(0.18*2+0.4*3)*280$	436.80
2	沉沙池	座	2	2
2.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*1.3)*2.0$	18.96
2.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+1.6*1.2-0.4*0.4)*0.18*2$	5.23
2.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*0.1)*2.0$	1.46
2.4	1: 2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+(1.2*1.2-0.4*0.4)*2)*2$	32.58
二	苫盖工程			
1	临时苫盖	hm <sup>2</sup>	0.60	0.60
1.1	彩条布面积	m <sup>2</sup>	5000*1.2	6000

### 5.3.2.4 剥离层外运转场区

#### (一) 主体已列

根据前文水土流失总体布局分析，主体工程设计考虑了该区的水土保持措施如下。

施工期，堆土前，在场地下游坡脚侧设置拦挡坝拦挡；在坡顶外侧设置截水沟，连接场地排水系统或者在排水出口设置临时沉沙池。运行期，在堆土过程中，遇到雨季、风季期间，需要对裸露土石料进行临时苫盖；堆土完成后，要对堆土场表面进行全面整地+撒播草籽绿化；接收表土前，在场地上设置临时拦挡，与拦挡坝形成封闭拦挡，未绿化前，在雨季设置临时苫盖，堆放结束后进行全面整地和撒播草籽。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，按场地的地形，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区主体已列水土流失防治措施：拦挡坝拦挡、截排水沟、土地整治、复绿治理。

#### (二) 本方案新增的水土保持措施

根据水土流失总体布局分析，该区方案新增水土流失防治措施如下：临时沉沙池、临时拦挡+苫盖、全面整地和撒播草籽。

#### (1) 植物措施

##### ①全面整地和撒播草籽

生产期，主体剥离土体完成，堆土场中转弃渣堆放完毕后，对后期利用的土料进行全面整地，最后撒播草籽绿化。

据统计，该区需要新增全面整地和新增撒播草籽面积均为 1800m<sup>2</sup>。

#### (2) 临时措施

## ①排水工程

施工期，主体工程在场地外侧考虑了截排水沟，但拐点处沉沙池数量有一定的缺失，本方案新增排水沟拐点处的沉沙池。

在布置的排水沟末端和拐点处设置共2座沉沙池，沉沙池采用砖砌矩形断面、水泥砂浆抹面，规格为3.0m×1.5m×1.0m（净宽长×宽×高），内壁20mm厚1:2水泥砂浆抹面，C20混凝土底板厚10cm。

## ②临时苫盖

生产期，临时土料堆放过程中，在雨季来临前，需要对裸露土料进行铺设彩条布。按照分期堆土，分期覆盖的方式，则覆盖面积按照最大一次堆土面积5000m<sup>2</sup>，取堆土面积的1.2倍计，故彩条布面积6000m<sup>2</sup>。

## ③临时拦挡

生产期，临时拦挡布置在该区内侧，与拦挡坝形成封闭拦挡，设计断面尺寸为：高×顶宽×底宽=0.6m×0.4×1.0m。

表土保护，将露天采场区可剥离表土的区域进行表土剥离，运至堆土场并集中堆放在一侧，在场地该区内侧设置临时拦挡，与拦挡坝形成封闭拦挡，未绿化前，在雨季设置临时苫盖，待后期复绿治理时，用作绿化覆土。

综上，本区新增水土保持措施工程量为：①植物措施：全面整地 0.18hm<sup>2</sup>；撒播草籽 0.18hm<sup>2</sup>（生产期）；②临时措施：临时沉沙池 2 座（施工期）；临时拦挡 90m、彩条布苫盖 0.6hm<sup>2</sup>（生产期）。水土保持措施工程量汇总见表 5.3.2-4。

表 5.3.2-4 剥离层外运转运场区新增工程量计算表

序号	项目名称	单位	计算式	工程量
	<b>植物措施</b>			
一	绿化工程			
1.1	全面整地	hm <sup>2</sup>	0.18	0.18
1.2	撒播草籽	hm <sup>2</sup>	0.18	0.18
	<b>临时措施</b>			
一	排水工程			
1	沉沙池	座	2	2
1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	(3.72*1.96*1.3)*2.0	18.96
1.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	((3.72*2+1.6*2)*1.2+1.6*1.2-0.4*0.4)*0.18*2	5.23
1.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	(3.72*1.96*0.1)*2.0	1.46
1.4	1: 2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	((3.72*2+1.6*2)*1.2+(1.2*1.2-0.4*0.4)*2)*2	32.58
二	拦挡工程			
1	临时拦挡	hm <sup>2</sup>	90	90
1.1	编织袋拦挡	m <sup>3</sup>	(0.4+1.0) *0.6/2*90	37.80

三	苫盖工程			
1	临时苫盖	hm <sup>2</sup>	0.60	0.60
1.1	彩条布面积	m <sup>2</sup>	5000*1.2	6000

### 5.3.2.5 综合服务区

#### (一) 主体已列水土保持措施

根据前文水土流失总体布局分析，该区的水土保持措施布设如下。

据现场调查，由于该区已经完成场地硬化、排水沟和绿化布置，则该区施工期和运行期无需布设水土保持措施。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，在闭坑后首先拆除场地内建筑物，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区主体已列水土流失防治措施：截排水沟、土地整治、复绿治理。

#### (二) 本方案新增的水土保持措施

由于主体工程已经考虑了该区的各类工程措施和植物措施，在施工期、运行期和自然恢复期基本能满足水土保持防护要求，但截排水沟拐点处沉砂池数量有一定的缺失，因此，该区新增水土保持措施如下。

##### (1) 临时措施

##### ① 沉砂池

施工期，主体工程在场地外侧考虑了截排水沟，但拐点处沉砂池数量有一定的缺失，本方案新增排水沟拐点处的沉砂池。

根据截排水沟布置情况，在截排水沟拐点处设置沉砂池，据统计，本区需计布设 1 座沉砂池。沉砂池采用砖砌矩形断面、水泥砂浆抹面，规格为 3.0m×1.50m×1.0m（长×宽×高），内壁 20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面，C20 混凝土底板厚 10cm。

综上所述，本区新增水土保持措施为：①临时措施：沉砂池 1 座（施工期）。具体水土保持措施及工程量如表 5.3.2-5。

表 5.3.2-5 综合服务区新增工程量计算表

序号	项目名称	单位	计算式	工程量
	<b>临时措施</b>			
一	排水工程			
1	沉砂池	座	1.0	1.0
1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*1.3)*2.0$	18.96
1.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+1.6*1.2-0.4*0.4)*0.18*2$	5.23
1.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*0.1)*2.0$	1.46
1.4	1:2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+(1.2*1.2-0.4*0.4)*2)*2$	32.58

### 5.3.2.6 停车区

#### (一) 主体已列水土保持措施

根据前文水土流失总体布局分析，该区的水土保持措施布设如下。

施工期，该区紧靠道路和采坑，场地硬化后，在外侧布置截排水沟，接入总体排水系统。运行期，由于场地已经硬化，则无需布设水土保持措施。自然恢复期，按照复垦方案对场地进行全面整治和复绿治理，在闭坑后首先拆除场地内建筑物，先进行土地整治，翻土后对场地内复垦为林地区域采取乔木草皮混栽模式，种植夹竹桃，同时辅以撒播毛草。

综上所述，该区主体已列水土流失防治措施：截排水沟、土地整治、复绿治理。

#### (二) 本方案新增的水土保持措施

由于主体工程已经考虑了该区的各类工程措施和植物措施，在施工期、运行期和自然恢复期基本能满足水土保持防护要求，但截排水沟拐点处沉砂池数量有一定的缺失，因此，该区新增水土保持措施如下。

##### (1) 临时措施

##### ①沉砂池

施工期，主体工程在场地外侧考虑了截排水沟，但拐点处沉砂池数量有一定的缺失，本方案新增排水沟拐点处的沉砂池。

根据截排水沟布置情况，在截排水沟拐点处设置沉砂池，据统计，本区需计布设 1 座沉砂池。沉砂池采用砖砌矩形断面、水泥砂浆抹面，规格为 3.0m×1.50m×1.0m（长×宽×高），内壁 20mm 厚 1:2 水泥砂浆抹面，C20 混凝土底板厚 10cm。

综上所述，本区新增水土保持措施为：①临时措施：沉砂池 1 座（施工期）。具体水土保持措施及工程量如表 5.3.2-6。

表 5.3.2-6 停车区新增工程量计算表

序号	项目名称	单位	计算式	工程量
	<b>临时措施</b>			
一	排水工程			
1	沉砂池	座	1.0	1.0
1.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*1.3)*1.0$	9.48
1.2	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+1.6*1.2-0.4*0.4)*0.18*1$	2.62
1.3	C20 混凝土底板 10cm 厚	m <sup>3</sup>	$(3.72*1.96*0.1)*1.0$	0.73
1.4	1:2 水泥砂浆抹面	m <sup>2</sup>	$((3.72*2+1.6*2)*1.2+(1.2*1.2-0.4*0.4)*2)*1$	16.29

### 5.3.2.7 矿区道路区

#### (一) 主体已列水土保持措施

根据前文水土流失总体布局分析, 该区的水土保持措施布设如下。

施工期, 该区分为现状道路和新建道路, 新建道路与其它各区连接, 截排水沟直接沿用其它分区的即可。运行期, 由于场地已经硬化, 则无需布设水土保持措施。自然恢复期, 按照利用方案和复垦方案, 保留道路路面, 在道路两旁增补植树各一排。

综上所述, 该区主体已列水土保持措施: 复绿治理。

#### (二) 本方案新增的水土保持措施

在施工期、运行期, 矿区道路均为硬化状态, 且道路地形均平缓, 在闭坑阶段, 按照利用方案和复垦方案, 保留道路路面, 因此, 本方案无需新增水土保持措施。

### 5.3.3 水土保持措施工程量汇总

#### 1. 各类水土保持措施工程量统计如下。

(1) 工程措施: 表土剥离 1.80hm<sup>2</sup>; 表土回覆 4.45 万 m<sup>3</sup>, M7.5 浆砌石拦挡坝 828m<sup>3</sup>, 浆砌石截排水沟 2770m<sup>3</sup>, 沉砂池 3 座。

(2) 植物措施: 综合复绿治理 18.48hm<sup>2</sup>; 全面整地 0.18hm<sup>2</sup>, 撒播草籽 0.18hm<sup>2</sup>。

(3) 临时措施: 临时截排水沟 280m, 临时沉沙池 15 座; 临时拦挡 90m; 临时彩条布苫盖 17000m<sup>2</sup>。

#### 2. 本项目各防治分区水土保持措施及工程量如下。

##### (1) 露天采场区

主体已列: ①工程措施: 表土剥离 1.80hm<sup>2</sup>, 表土回覆 0.91 万 m<sup>3</sup>, 浆砌石截排水沟 290m<sup>3</sup>, 沉砂池 3 座; ②植物措施: 综合复绿治理 3.77hm<sup>2</sup>。

新增措施: ①临时措施措施: 临时沉沙池 4 座。

##### (2) 工业场地区

主体已列: ①工程措施: 表土回覆 1.91 万 m<sup>3</sup>, 浆砌石截排水沟 471m<sup>3</sup>; ②植物措施: 综合复绿治理 7.90hm<sup>2</sup>。

新增措施: ①临时措施措施: 临时沉沙池 4 座; 临时彩条布苫盖 5000m<sup>2</sup>。

##### (3) 制砂车间区

主体已列: ①工程措施: 表土回覆 0.88 万 m<sup>3</sup>, 浆砌石截排水沟 328m<sup>3</sup>; ②植物措施: 综合复绿治理 3.67hm<sup>2</sup>。

新增措施：①临时措施：截排水沟 280m，沉沙池 2 座；彩条布苫盖 0.6hm<sup>2</sup>。

#### （4）剥离层外运转运场区

主体已列：①工程措施：表土回覆 0.19 万 m<sup>3</sup>，M7.5 浆砌石拦挡坝 828m<sup>3</sup>，浆砌石截排水沟 185m<sup>3</sup>；②植物措施：综合复绿治理 0.79hm<sup>2</sup>。

新增措施：①植物措施：全面整地 0.18hm<sup>2</sup>；撒播草籽 0.18hm<sup>2</sup>；②临时措施：临时沉沙池 2 座；临时拦挡 90m；彩条布苫盖 0.6hm<sup>2</sup>。

#### （5）综合服务区

主体已列：①工程措施：表土回覆 0.28 万 m<sup>3</sup>，浆砌石截排水沟 145m<sup>3</sup>；②植物措施：综合复绿治理 1.18hm<sup>2</sup>。

新增措施：①临时措施措施：临时沉沙池 1 座。

#### （6）停车区

主体已列：①工程措施：表土回覆 0.28 万 m<sup>3</sup>，浆砌石截排水沟 301m<sup>3</sup>；②植物措施：综合复绿治理 1.16hm<sup>2</sup>。

新增措施：①临时措施措施：临时沉沙池 1 座。

#### （7）矿区道路区

主体已列：①植物措施：种植夹竹桃 100 株。

新增措施：无。

综上所述，本方案新增水土保持措施及工程量见表 5.3.3-1。

表 5.3.3-1 新增水土保持措施工程量汇总表

序号	项目名称	单位	露天采场 区	工业场地 区	制砂车间 区	剥离层外 运转运场 区	综合服务 区	停车区	矿区道路 区	合计
<b>I</b>	<b>第一部分 工程措施</b>									
一	土地整治工程（生产期）									
1	表土剥离	hm <sup>2</sup>	1.80							<b>1.80</b>
2	表土覆土	万 m <sup>3</sup>								<b>0.00</b>
<b>II</b>	<b>第二部分 植物措施</b>									
一	绿化工程（生产期）									
1	全面整地	hm <sup>2</sup>				0.18				<b>0.18</b>
2	撒播草籽	hm <sup>2</sup>				0.18				<b>0.18</b>
<b>III</b>	<b>第三部分 临时措施</b>									
一	排水工程（施工期）									
1	临时截排水沟									
	长	m			280.00					<b>280.00</b>
	土方开挖	m <sup>3</sup>			375.20					<b>375.20</b>
	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>			50.40					
	C20 混凝土底板	m <sup>3</sup>			21.28					
	M7.5 水泥砂浆抹面 2cm 厚	m <sup>2</sup>			436.80					<b>436.80</b>

2	沉沙池									
	数量	座	4.00	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00		<b>15.00</b>
	土方开挖	m <sup>3</sup>	37.91	37.91	18.96	18.96	9.48	9.48		<b>142.18</b>
	M7.5 浆砌 MU10 砌砖	m <sup>3</sup>	10.46	10.46	5.23	5.23	2.62	2.62		<b>39.23</b>
	C20 混凝土底板	m <sup>3</sup>	2.92	2.92	1.46	1.46	0.73	0.73		<b>10.94</b>
	M7.5 水泥砂浆抹面 2cm 厚	m <sup>2</sup>	65.15	65.15	32.58	32.58	16.29	16.29		<b>244.32</b>
二	拦挡工程（生产期）									
	临时拦挡	m				90.00				<b>90.00</b>
1	编织袋拦挡	m <sup>3</sup>				37.80				<b>37.80</b>
三	苫盖工程（生产期）									
1	彩条布苫盖	m <sup>2</sup>		5000.00	6000.00	6000.00				<b>17000.00</b>

## 5.4 施工要求

### 5.4.1 施工场内外交通

#### (1) 对外交通

对外交通主要利用工程附近的现有公路，可满足水土保持措施对外交通运输要求。水土保持措施所需的外来建筑材料，包括水泥、砂石料、汽油、柴油等物质供应与主体工程施工相同；植物措施苗木来源于附近的苗圃。

#### (2) 施工道路

水土保持工程施工道路充分利用现有公路、村道及现状道路。

### 5.4.2 施工场地

水土保持工程施工在整个主体工程区范围内，其工程量相对主体工程较小，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工工区可利用部分主体工程办公生活区。

### 5.4.3 施工用水、用电

施工用电和工程措施施工用水同主体工程一致，植物措施中苗木栽植施工用水采用机械运输、喷洒和人工挑抬。

### 5.4.4 施工工艺

#### 5.4.4.1 排水工程施工工艺

首先应合理安排工期，避开雨季。土体开挖时，应首先考虑拦挡、排水施工，尽量将水流截流排放。施工期间应加强沉沙池设施建设。边坡施工应边开挖边防护，同时应注意防护遮盖，旱季施工注意防尘，雨季施工注意防雨水冲刷。严格确定施工范围，禁止随意扩大施工面，占压植被，有效保护植被，施工过程中产生弃渣应及时运至临时堆土场集中堆放。施工前，对可剥离表土区域进行表土剥离，并做好表土防护措施。

#### 5.4.4.2 堆土场施工工艺

堆土场在堆土前先人工清理地表杂物，之后首先布设挡土墙。土石料堆放时应从低处分层堆放，经平整后压实后再堆放上一层，边坡坡率不小于 1:1.5。在雨季期间，在土料表面和坡面布设彩条布进行临时防护措施。堆土完成后，及时在堆土表面撒播草籽，做好绿化防护措施。开采结束后，及时调配表土进行利用，并对场地进行场地整治，复绿治理。

## 5.4.5 水土保持措施施工方法、工艺

### 5.4.5.1 工程措施

#### (1) 剥离

各场地修建时，先人工清除地表杂物，然后利用推土机、挖掘机及汽车配合，进行场地清理，清除原地面的草皮，农作物的根系和表面土，推土机和挖掘机将清理出的表土及草皮堆积，挖掘机装料，推土机送料。自卸汽车利用纵向便道和打通的横向便道将剥离土料运至堆土场。

#### (2) 排（截）水沟、施工

##### ① 基础开挖

截排水沟基础采用人工开挖，开挖的土石方置于场地内或就近堆放并平整。

##### ② M7.5 浆砌石砌筑

所需块、片石料从采石场购买或从石方弃渣中人工捡集，自卸汽车和人工胶轮车运输，人工修整并砌筑浆砌块、片石，水泥砂浆由小型拌合机械现场拌制。

排（截）水沟施工应在弃渣前结束。

#### (3) 土料回覆施工

绿化之前用推土机或人工进行覆土平整，采用自卸汽车运输土料。平台、各场区的覆土土源来自采场区剥离的土料或者外购种植土；按照一定覆土厚度进行回覆。

### 5.4.5.2 植物措施

植物措施实施主要涉及选苗、苗木运输、苗木栽植等环节。

#### (1) 选苗

绿化苗木选苗按以下标准：

- ①根系发达而完整，主根短直，接近根径一定范围内有较多的侧根和须根；
- ②苗干粗壮通直（藤本植物除外），有一定的适合高度，不徒长；
- ③主侧枝分布均匀，能构成完美树冠；
- ④无病虫害和机械损伤。

#### (2) 苗木运输

苗木采用汽车运输，裸根苗为防车板磨损苗木，车厢内先垫上编织袋等物。乔木苗装车根系向前，树梢向后，顺序安放。同时，为防止运输期间苗木失水，苗根干燥，同时也避免碰伤，将苗木用绳子捆住，苗木根部用浸水编织袋包裹。

#### (3) 苗木栽植

为保持苗木的水分平衡，栽植前应对苗木进行适当处理，进行修根、浸水、蘸泥浆等措施处理。

立地条件差的地方选择肥沃、疏松、排水良好的种植土对绿化平台土壤进行客土改良。植物的栽植季节应选在适合根系生长和枝叶蒸腾量最小的时期，一般以落叶后至春季萌芽前的休眠时期最为适宜。苗木栽植严格按设计要求的株行距进行栽植，保证新植苗木整齐美观，栽植采用穴坑整地，人工挖土，穴坑挖好后，栽植苗木采用2人一组，先填3~5cm表土于穴底，堆成小丘状，放入苗木，看根幅于穴的大小和深浅是否适合，如不合适则进行适当修理。栽植时，一人扶正苗木，一人先填入松散湿润的表土层，填土约达穴深一半时，轻提苗，使根呈自然向下舒展，然后踩实（粘土不可重踩），继续填满穴后，再踩实一次，最后盖上一层土与地面持平，乔木使填土与原根径痕相平或高3~5cm，灌木则与原根径痕相平。穴面结合降雨和苗木需水条件进行修整，一般整修成下凹状，利于满足苗木的水分要求。移栽苗木定植后必须浇足三次水，第一次要及时浇透定根水，渗入土层约30cm，使泥土充分吸收水分与根系紧密结合，以利根系的恢复和生长；第二次浇水应在定根水后的2~3天进行；再隔约10天左右浇第三次水，并灌足灌透，以后可根据实际情况酌情灌水。灌溉水以自来水、井水、无污染的湖、塘水为宜。

播草籽采用人工撒播，并覆薄层表土，浇水清理。

#### （4）后期抚育管理

为保证苗木成活，栽植后应适当修剪、定时浇水、防治病虫害及防止人为损坏，对于不成活的苗木应进行补植。

为促进苗木、花、草成活，应根据气候情况和土壤干旱程度及时进行人工灌溉。同时根据每个苗木品种的生长特性确定一个修剪高度修剪成型，既减少水分蒸发又增加萌芽力，同时保证了栽植苗木的整齐美观，并于每年5月份全面喷施农药，防治苗木病虫害。浇水量随树苗大小和土壤干湿程度而定，土壤干燥时浇透水。雨季暴风雨过后，对新植的树木进行一次全面检查，倾斜的树木及时扶正填土。

#### 5.4.5.3 临时措施

临时工程措施主要为临时苫盖措施和临时排水措施。临时苫盖措施主要把彩条布边角做充分固定，可把彩条布边角一定面积埋到地下，接口处采用大石块或者编织土袋压住，避免彩条布被大风吹跑，造成苫盖土料、砂石等裸露。

临时排水工程措施主要为在场地坡顶和低洼处开挖土质截、排水沟和临时沉沙池，

开挖就近平衡，临时排水措施应在场地投入使用前修筑完成。

#### 5.4.5.4 防台风、暴雨措施

由于本项目位于廉江市，属于南方红壤区，该地区时有暴雨，夏秋常有台风，根据现行水土保持规范要求，针对本地区的暴雨、台风特点，需要采取如下防台风、暴雨的应急措施：①暴雨、台风季节，提前检查水土保持措施落实情况，尤其是临时措施；②针对临时苫盖措施，要把彩条布边角做充分固定，可把彩条布边角一定面积埋到地下，接口处采用大石块或者编织土袋压住，避免彩条布被大风吹跑，造成苫盖土料等裸露；③暴雨、台风季节，提前对场地范围的排水设施进行疏通，确保排水设施的能正常运行。

#### 5.4.6 水土保持措施进度安排

根据《中华人民共和国水土保持法》中“建设项目中的水土保持设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用”的规定，本项目水土保持实施进度要与工程施工进度相适应，既保证重点又考虑点面结合；优先考虑生态效益特别是保水保土效益；年度投资平衡和工程量平衡要综合考虑，合理安排措施实施进度。根据本项目水土保持工程的规模、项目所在地区的自然条件、主体工程施工的总进度及有关规范、定额等，提出本项目方案实施安排及年度工程量计划。主体工程水土流失防治措施与主体工程同步进行，剥离层外运转运场防治措施在土体剥离施工时进行，在堆土前先做好拦挡措施，堆土完成后及时对裸露面采取水土保持措施。各项水土保持措施在主体工程建设施工期内全部完成，在施工过程中边开挖边防护，工程完成后及时做好植被恢复工作。

结合主体工程基建期、开采期的施工进度安排，本项目水土保持措施实施进度详见表 5.4-1。

表 5.4-1 水土保持措施实施进度横道图

分区	项目	2024 年	2025 年		2026~2033 年		2034 年	
		8~12 月	1~7 月	8~12 月	1~12 月	...	1~6 月	7~12 月
露天采场区	开采工程			—————	—————	—————		
	表土剥离			-----				
	坡顶截排水沟+沉砂池	—————	-----					
	平台挡土墙+截水沟			—————	—————	—————		
	平台绿化+复绿治理			—————	—————	—————	—————	—————
	集水池		—————					
工业场地区	破碎加工及堆放			—————	—————	—————		
	挡土墙、截水沟	—————	-----					
	复绿治理						—————	—————
	截排水沟+沉砂池	—————	-----					
	临时苫盖			-----	-----	-----		
制砂车间区	机制砂加工及堆放			—————	—————	—————		
	挡土墙、截水沟	—————	-----					
	复绿治理						—————	—————
	截排水沟+沉砂池	—————	-----					
	临时苫盖			-----	-----	-----		
剥离层外运转运场区	拦挡坝、截水沟			—————	—————	—————		
	全面整地+撒播草籽			-----				
	复绿治理						—————	—————
	截排水沟+沉砂池	—————	-----					
	临时苫盖+拦挡			-----	-----	-----		
综合服务区	截排水沟+沉砂池	—————	-----					
	复绿治理						—————	—————
	综合绿化	—————						
停车区	截排水沟+沉砂池	—————	-----					
	复绿治理						—————	—————
	综合绿化		—————					
矿区道路区	新建、加固道路	—————	—————					
	复绿治理						—————	—————

注：主体工程施工进度 ————— 新增水保措施施工进度 - - - - -

## 6 水土保持监测

### 6.1 范围和时段

#### (1) 监测范围

本项目的水土保持监测范围为水土流失防治责任范围。水土保持的监测重点为露天采场区、工业场地区和剥离层外运转场区。

表 6.1-1 水土保持监测范围表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目	监测面积	备注
1	露天采场区	27.87	重点监测
2	工业场地区	7.90	重点监测
3	制砂车间区	3.67	
4	剥离层外运转场区	0.79	重点监测
5	综合服务区	1.18	
6	停车区	1.16	
7	矿区道路区	2.08	
合计		44.65	

#### (2) 监测时段

水土保持监测时段应为施工准备期至设计水平年，本项目基建期 1 年，项目已于 2024 年 8 月开工，计划 2025 年 7 月竣工，开采期 8.2 年，闭坑治理期 1 年，预计 2025 年水土保持措施初步发挥效益，则本方案设计水平年为 2025 年。由于本项目为建设生产类，因此，监测时段分为施工期和生产运营期两个阶段，其中施工期在 2025 年水土保持措施实施完毕，预计年底初步发挥效益，则施工期水土保持监测时段应为 2024 年 8 月至 2025 年 7 月；生产运营期水土保持监测时段应为 2025 年 8 月至 2034 年 12 月。

### 6.2 内容和方法

#### 6.2.1 监测内容

##### (1) 水土流失因素监测

- 1) 气象水文、地形地貌、地表组成物质、植被等自然影响因素；
- 2) 项目建设对原地表、水土保持设施、植被的占压和损毁情况；
- 3) 项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况；

- 4) 项目弃土(石、渣)场的占地面积、弃土(石、渣)量及堆放方式;
- 5) 项目取土(石、料)的扰动面积及取料方式。

### (2) 水土流失状况监测

- 1) 水土流失的类型、形式、面积、分布及强度;
- 2) 各监测分区及其重点对象的土壤流失量。

### (3) 水土流失危害监测

- 1) 水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度;
- 2) 水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点的数量、程度;
- 3) 对高等级公路、铁路、输变电、输油(气)管线等重大工程造成的危害;
- 4) 生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害;
- 5) 对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害,有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土(石、渣)情况。

### (4) 水土保持措施监测

- 1) 植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率;
- 2) 工程措施的类型、数量、分布和完好程度;
- 3) 临时措施的类型、数量和分布;
- 4) 主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况;
- 5) 水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用;
- 6) 水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

## 6.2.2 监测方法

水土保持监测方法根据《关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》(办水保〔2020〕161号)的要求执行,根据项目工程施工的特征和实际经济技术水平,本项目为线性生产建设项目,水土保持监测以调查监测与定位观测相结合,辅以遥感监测。

### (1) 调查监测

实地调查量测指定期或不定期对项目区进行调查,通过现场实地勘测,采用GPS定位仪,结合1:1000地形图,按行政区或标段测定不同地表扰动类型的面积;对破坏水土保持设施数量进行调查和核实。填表记录每个扰动类型区的基本特征(特别是堆土和开挖面坡长、坡度、岩土类型)及水土保持措施(拦挡工程、护坡工程、土地整治等)实施情况。掌握新建水土保持设施的质量和使用情况,调查水土保持设施的保土效益、拦渣

效益，扰动土地的再利用、生态效益等。

### 1) 面积监测

面积监测可采用全站仪定位仪进行。先记录调查点名称、工程名称、扰动类型和监测数据编号等。利用全站仪测出测区边界点坐标，将监测结果转入计算机，通过计算机软件显示监测区域的图形和面积。对弃土弃渣量测量，把堆积物近似看成多面体，通过测一些特征点的坐标，再模拟原地面形态，即可求出堆积物。

### 2) 植被监测

对项目建设区的水土保持植物措施应设立固定标准地，每年10月定期对标准地进行调查，植被调查的主要内容为：树高、胸径、冠幅、生物量、盖度、郁闭度、成活率、保存率及植物种类等。

选有代表性的地块作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林10m×10m、灌木林5m×5m、草地2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。计算公式为：

$$D = f_c / f_d \quad C = f/F \times 100\%$$

式中：D---林地的郁闭度（或草地的盖度）；

C---林草覆盖度；

$f_d$ ---样方面积， $m^2$ ；

$f_c$ ---样方内树冠（草冠）垂直投影面积， $m^2$ ；

f---林地（或草地）面积， $hm^2$ ；

F---类型区总面积， $hm^2$ 。

## (2) 定点观测法

### 1) 沉沙池法

根据本项目拟建的沉沙池，后期经改造后可作为本方案固定监测设施。通过测出沉沙池内的淤积量，从而推算出该区域的土壤流失量。

### 2) 现场巡查法

在实际监测中，始终坚持以调查量测和地面定位观测法相结合的原则进行监测，突出重点，除对选取的监测点定时监测外，还要对矿区的运输道路区、破碎站场地、临时堆土场及办公生活区采取随机、不定期现场巡查的方法，能较为全面准确地掌握该项目各阶段、各扰动分区内的水土流失及防治情况。

## (3) 遥感监测法

遥感监测适用于大范围的地表及其覆盖物、侵蚀类型区等信息的获取，具有较强的宏观性和时效性。利用遥感信息源及其处理软件、地理信息系统技术，可以快速获得区域土壤侵蚀及其防治状况。这些信息可以为水土保持宏观规划和制定防治政策提供决策依据。遥感监测包括卫星监测和航空监测（主要利用无人机监测）。

### 1) 卫星监测

卫星监测是利用卫星遥感技术，对大流域或大范围水土流失及其防治状况进行监测，与地面调查和航空遥感技术结合，可以判读植被覆盖、作物状况、地面组成物质区别等影响土壤侵蚀的因素，分析水土流失的分布与强度、治理面积等。

卫星监测的最大优点是资料以很频繁的间隔重复，这就意味着可以利用卫星技术实现动态监测。

### 2) 航空监测

航空监测可以用来监测典型地区的地形地貌，水土流失类型与面积，土地利用状况，植被的分布、类型与面积，水土保持工程措施的分布及其数量、面积等。本项目主要通过无人机成像数据进行分析处理。

无人机搭载自动驾驶仪、GPS 接收机、高分辨率专用数码相机等专业设备结合地面控制系统，能够对项目建设区内地表扰动情况、弃土堆放情况、水土保持工程、林草、临时措施实施情况等进行全方位拍摄。拍摄完成后，应用地理信息软件 ArcGIS 对数据进行处理分析，解译出土壤侵蚀、地表扰动、防治责任范围等数据，通过与过去同期数据的对比分析，获取相关信息的变化数据，大大提升水土保持监测工作的科技含量和精准度。

无人机监测的主要技术路线是：

a、航摄方案设计：以监测区地形图为基础，根据监测区域地形、地貌设计航摄方案。主要包括航摄比例尺、重叠度、航摄时间等。

b、外业工作：在航摄区域布设一定数量的地面标志，检测无人机起飞后即可野外航摄。

c、数据预处理及格式标准化：整理航摄范围内航片、清除异常航片、错误纠正、重复航片的清除等。

d、数据处理及解译校对：利用遥感影像处理软件对影像进行拼接、纠正、调色等处理；通过野外调查，建立解译标志；依据解译标志针对影像提取植被覆盖度及土地利用信息；利用 GIS 坡度分析功能从 DEM 数据空间分析获取坡度信息。

e、分析比对叠加及成果输出：结合土壤侵蚀分级指标，在建立的土地利用、植被覆盖和坡度三类信息的矢量图层基础上，利用 GIS 矢量图层叠加分析，根据土壤侵蚀分类分级标准判别各划分单元的土壤侵蚀强度。

利用同样的方法，对项目实施完成的航拍影像进行处理，得到项目监测期末的各项数据，通过对比分析，得到水土保持动态监测结果；通过控制点进行空间插值可以获得 DEM，通过与原地形对比分析，计算土方量。

### 6.2.3 监测频次

根据《关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）的要求，对监测频次做了如下要求。

扰动土地情况应至少每月监测 1 次，其中正在使用的堆土场应加强监测，至少每两月监测 1 次，全过程记录堆土和防护措施实施情况。

水土流失状况应至少每月监测 1 次，发生强降水等情况后应及时加测。其中土壤流失量结合拦挡、排水等措施，设置必要的控制站，进行定点观测。

水土流失防治成效应至少每季度监测 1 次，其中临时措施应至少每月监测 1 次。

本项目按照上述要求执行本方案的水土保持监测频次。

## 6.3 监测点布设

### （1）布设原则

工程建设期间，在各项目建设区建立适当的监测点，建立原则主要以能有效、完整地监测水土流失状况、危害及各类防治措施的效果为主。

运行期间，水土流失主要发生在开挖边坡的失稳方面，监测点的布设主要以能反映运行期对开采边坡稳定及对生态环境的影响为主。

每个监测点应根据各施工区可能造成水土流失大小来布设，同时都要有代表性，对所在水土流失类型区和监测重点要有代表意义，原地貌和扰动地貌应具有一定的可比性；各种试验场地应适当集中，不同监测项目应尽量结合；尽量避免人为活动的干扰；监测点应尽量设置在交通方便，便于监测管理。

### （2）监测点位布设

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）监测点布局 7.1.2 监测点数量要求，“1 植物措施监测点数量可根据抽样设计确定，每个有植物措施的监测分区和县级行政区至少布设 1 个监测点。”

“2 工程措施监测点数量应综合分析工程特点合理确定，并应符合下列规定：2) 对于线型项目，应选取不低于 30%的弃土（石、渣）场、取土（石、料）场、穿（跨）越大中河流两岸、隧道进出口布设工程措施监测点，施工道路应选取不低于 30%的工程措施布设监测点。”

根据上述要求，拟在本项目建设区设 19 个监测点，即：露天采场区 10 个、工业场地区 2 个、制砂车间区 2 个、剥离层外运转运场区 2 个、综合服务区 1 个、停车区 1 个、矿区道路区 1 个。各监测点位置、特点及监测方法见表 6.3-1。

表 6.3-1 水土保持监测点特性表

编号	分区	位置	监测点特性	推荐监测方法
1~10#	露天采场区	沿露天采场+25m 平台、-25m 平台每隔 200~400m 布置一个监测点，露天采场南侧及东侧岩质边坡+5m 平台、-25m 平台每隔 100~200m 加密布置一个监测点	施工期坡面监测	沉沙池法、遥感、调查法监测
			运行期坡面监测	
11#	工业场地区	沉沙池出口	施工期场地汇流监测	沉沙池法、调查法监测
12#		场地低洼处	生产期料堆放监测	
13#	制砂车间区	沉沙池出口	施工期场地汇流监测	沉沙池法、调查法监测
14#		场地低洼处	生产期料堆放监测	
15#	剥离层外运转运场区	沉沙池出口	施工期场地汇流监测	沉沙池法、调查法监测
16#		场地低洼处	生产期料堆放监测	
17#	综合服务区	沉沙池出口	场地汇流监测	沉沙池法、调查法监测
18#	停车区	沉沙池出口	场地坡面监测	沉沙池法、调查法监测
19#	矿区道路区	沉沙池出口	场地汇流监测	沉沙池法、调查法监测

## 6.4 实施条件和成果

### 6.4.1 实施条件

#### (1) 监测机构

根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保〔2020〕161号）：对编制水土保持方案报告书的生产建设项目（即征占地面积五公顷以上或者挖填土石方总量五万立方米以上的生产建设项目），生产建设单位应当自行或者委托具备相应技术条件的机构开展水土保持监测水土流失进行监测。监测情况应当按照规定报所在地水行政主管部门和水土保持方案审批机关。

上述规定以外的生产建设项目，鼓励生产建设单位自行或者委托相应机构对水土流失进行监测。

本项目征占地面积 44.65 公顷，挖填土石方总量 1658.39 万立方米，征占地面积大于五公顷，挖填土石方总量大于五万立方米，因此根据要求，生产建设单位应当自行或委托相应机构对本项目水土流失进行监测。

### (2) 监测人员

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的要求，监测人员组成应符合下述要求：监测项目部人员应不少于 3 名，则共设置 2 名外业监测人员和 1 名内业监测员。

### (3) 监测设施和设备

为了达到上述监测要求，监测设施和设备应满足如下要求。需要土建设施、监测及办公设备、消耗性材料等，详见表 6.4-1。

表6.4-1 水土保持监测设备及材料表

序号	项目	单位	数量	单价 (元)	折旧费 (元)	合价 (万元)
1	设施					/
1.1	监测沉沙池（新增沉沙池改造）	座	若干	/		按新增投资计列
<b>2</b>	<b>设备</b>					<b>5.48</b>
<b>2.1</b>	<b>消耗性材料</b>					<b>0.26</b>
2.1.1	50m 皮尺	条	2	65		0.01
2.1.2	钢卷尺	把	2	50		0.01
2.1.3	2m 抽式标杆	支	4	85		0.03
2.1.4	集水桶	个	4	200		0.08
2.1.5	泥沙测量仪器（量筒、比重计）	个	2	300		0.06
2.1.6	取样玻璃仪器（三角瓶、量杯）	个	20	20		0.04
2.1.7	采样工具（铁铲、铁锤、水桶）	批	1	200		0.02
<b>2.2</b>	<b>折旧性设备</b>					<b>5.22</b>
2.2.1	GPS 定位仪	台	1	50000	40000	4.00
2.2.2	无人机	台	1	10000	8000	0.80
2.2.3	烘箱	台	1	3000	2400	0.24
2.2.4	天平	台	1	1000	800	0.08
2.2.5	植被测量仪器（测绳、剪刀、坡度仪）	批	1	1000	800	0.08
2.2.6	测杆	个	4	200	160	0.02
<b>合计</b>						<b>5.48</b>
注：计划监测时段长度为10年，折旧率按8%/a 计						

### 6.4.3 监测成果

水土保持监测成果要求主要包含水土保持监测报告、观测及调查数据、相关监测图

件和影响资料、报告制度。

### 1、水土保持监测报告

水土保持监测报告要求主要包括 7 方面的内容。

①综合说明：概述建设项目概况，开展水土保持监测的意义、任务来源以及监测任务的组织实施等。

②编制依据：包括分类、法规、规章、规范性文件、技术规范与标准和相关资料等。

③项目及项目区概况：包括项目建设概况、项目区自然和社会经济情况、项目区水土流失及其防治情况等。

④水土保持监测布局：包括监测区域、范围及其分区、监测的程序等。

⑤监测内容和方法：说明监测的内容和采取的主要方法。

⑥监测结果分析：包括防治责任范围动态变化分析、项目区土壤侵蚀环境因子状态动态变化分析、水土保持防治效果分析等。

⑦结论及建议：包括工程建设水土流失及其防治的综合评价、存在问题和有关建议等。

监测阶段报告应反映监测过程中建设项目水土保持工作情况、水土保持措施质量和进度等情况，特别是因工程建设造成的水土流失及其防治情况。

### 2、观测及调查数据

观测及调查数据真实可信，对于连续观测的项目，数据应连续，尽量不出现段点。监测数据按监测记录表格填写，作为监测成果的报告附表。

### 3、相关监测图件和影响资料

监测图件和影像资料要求包括工程地理位置图、水土流失防治责任范围图、工程建设前水土流失现状图、水土保持措施布局图和工程竣工后水土保持现状图和动态监测场景及摄影资料等。

### 4、报告制度

监测单位承接水土保持监测任务后一个月内向廉江市水务局报送《生产建设项目水土保持监测实施方案》。

工程建设生产期间，应于每季度的第一个月内报送上季度的《生产建设项目水土保持监测季度报告》；因降雨或人为原因发生严重水土流失及危害事件的，应于事件发生后 7 天内报送《水土流失危害事件报告》。

水土保持监测任务完成后对监测结果作出综合分析评价，于 3 个月内编制《生产

建设项目水土保持监测总结报告》报送业主，同时将监测成果及时向廉江市水务局备案。

#### 6.4.4 监测三色评价

生产建设项目水土保持监测三色评价是指监测单位依据扰动土地情况、水土流失状况、防治成效及水土流失危害等监测结果，对生产建设项目水土流失防治情况进行评价，在监测季报和总结报告中明确“绿黄红”三色评价结论。三色评价结论是生产建设单位落实参建单位责任、控制施工过程中水土流失的重要依据，也是各流域管理机构和地方各级水行政主管部门实施监管的重要依据。

三色评价以水土保持方案确定的防治目标为基础，以监测获取的实际数据为依据，针对不同的监测内容，采取定量评价和定性分析相结合方式进行量化打分。监测季报三色评价得分为本季度实际得分，监测总结报告三色评价得分为全部监测季报得分的平均值。

生产建设单位要根据水土保持监测成果和三色评价结论，不断优化水土保持设计，加强施工组织管理，对监测发现的问题建立台账，及时组织有关参建单位采取整改措施，有效控制新增水土流失。对监测总结报告三色评价结论为“红”色的，务必整改措施到位并发挥效益后，方可通过水土保持设施自主验收。各流域管理机构和地方各级水行政主管部门要进一步强化对水土保持监测成果的应用，将监测三色评价结论及时运用到监管工作中，有针对性地分类采取监管措施，不断增强监管的靶向性和精准性，提升监管效能和水平。

## 7 投资概算及效益分析

### 7.1 投资概算

#### 7.1.1 编制原则及依据

##### 7.1.1.1 编制原则

(1) 本项目水土保持方案新增部分投资估算采用廉江市 2024 年四季度建筑材料信息价格；

(2) 人工工资和主要材料价格与按当地主材价一致；

(3) 植物工程材料费依据当地价格水平确定；

(4) 编制方法、格式、费率以“广东省水利厅粤水建管〔2017〕37号”为准。

##### 7.1.1.2 编制依据

(1) 《广东省发展改革委 广东省财政厅 广东省水利厅关于规范水土保持补偿费征收标准的通知》（粤发改价格〔2021〕231号）；

(2) 《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（2017年）；

(3) 《关于加强对基本建设大中型项目概算中“价差预备费”管理有关问题的通知》（国家计划委员会，计投资〔1999〕1340号）；

(4) 《工程勘察设计收费管理规定》（国家计划委员会、建设部，计价格〔2002〕10号）；

(5) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发展和改革委员会、建设部，发改价格〔2007〕670号）；

(6) 《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（国家发展和改革委员会，发改价格〔2011〕534号）；

(7) 《广东省水利厅关于公布 2023 年水利水电工程定额次要材料预算指导价格及房屋建筑工程造价指标指导价格的通知》（粤水建设函〔2023〕647号）；

(8) 《广东省水利厅关于发布我省水利水电工程设计概（估）算编制规定与系列定额的通知》（广东省水利厅，粤水建管〔2017〕37号）；

(9) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）；

(10) 广东省水利厅关于调整《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》增

值税销项税税率的通知（粤水建管函〔2018〕892号）；

(11)《国家计委关于印发〈建设项目前期工作咨询收费暂行规定〉的通知》（计价格〔1999〕1283号）。

### 7.1.1.3 基础单价编制

#### 1) 人工单价

人工单价：工程所在地属四类工资地区，按《省编规》（2017年）规定：普工人工工资单价为65.1元/工日，技工人工工资单价为90.9元/工日。

#### 2) 材料单价

主要材料单价参照近期的省建设工程造价管理总站发布的“广东工程造价信息”及综合实地调查所得到的当地市场价；次要材料按照2024年广东省水利水电工程定额次要材料预算指导价格计列。

#### 3) 苗木种子价格

植物措施中乔木、灌木、草籽等的预算价格包括材料当地市场价格、运费、采购及保管费。

#### 4) 施工用水电价格

与主体工程一致，不足部分参照近期的省建设工程造价管理总站发布的“广东工程造价信息”及综合实地调查所得到的当地市场价。

#### 5) 施工机械台时费

执行《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（粤水建管〔2017〕37号）中的工程施工机械台班费定额。

### 7.1.1.4 费率标准

#### (1) 直接工程费

①直接费：人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）；材料费=定额材料用量×材料预算单价；机械使用费=定额机械使用量（台时）×施工机械台时费。

②其他直接费：参照《广东省水利水电建筑工程概算定额》取值。

(2) 间接费：间接费=直接费×间接费率。

(3) 利润：利润按直接费与间接费之和的7%计算。

(4) 税金：税金=(直接工程费+间接费+利润)×税率。综合税率为直接工程费、间接费、利润之和的9%计算。

### 7.1.1.5 项目划分及费用构成

本项目水土保持投资概算划分为工程措施、植物措施、监测措施、施工临时工程、水土保持独立费用、预备费和水土保持设施补偿费用 7 个部分构成。

#### 7.1.1.6 投资概算水平年

新增水土保持工程投资概算的水平年取为 2025 年。

#### 7.1.1.7 编制过程

本项目水土保持方案投资根据《广东省水利厅关于发布我省水利水电工程设计概(估)算编制规定与系列定额的通知》(粤水建管〔2017〕37 号)进行编制。

##### 一、工程措施

工程措施指为减轻或避免因项目建设造成植被破坏和水土流失而兴建的永久性水土保持工程。工程措施费用根据设计工程量及工程单价进行编列,工程单价执行《广东省水利水电建筑工程概(估)算定额》有关子目进行编制。

##### 二、植物措施

植物措施指为防治水土流失而采取的植物防护工程、植物恢复工程及绿化美化工程等。植物措施费用根据设计工程量及植物种植单价进行编列,其中,植物价格参照工程所在地县级以上建设造价管理部门公布的价格计算;种植单价执行《广东省水利水电建筑工程概(估)算定额》有关子目进行编制。

##### 三、监测措施

包括土建设施费、消耗性材料费、监测设备折旧费和监测人工费。其中土建设施费、消耗性材料费、监测设备折旧费按照表 6.4-1 统计情况计列,该项投资为 5.48 万元。

监测人工费按照《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(粤水建管〔2017〕37 号),并根据实际工程量调整。本项目估算矿山总投资 29824.38 万元,其中工程直接费用 18471.33 万元,采用内插法计得本项目监测人工费投资为  $30 + (55 - 30) * (18471.33 - 10000) / (50000 - 10000) = 35.29$  万元,故监测措施费为 40.77 万元。

##### 四、施工临时工程

施工临时工程包括临时防护工程和其他临时工程,临时防护工程指为防止施工期水土流失而采取的各项临时防护措施,其他临时工程指施工期的临时仓库、生活用房、架设的输电线路、施工道路等。施工临时工程的计算方法与工程措施计算方法相同。

##### 五、独立费用

###### (1) 建设单位管理费

按新增投资中一~四部分投资合计为基数的 3% 计算。

## (2) 招标业务费

参照国家发展改革委及广东省有关部门规定计算。

## (3) 经济技术咨询费

经济技术咨询费包括技术咨询费和方案编制费。

1) 技术咨询费。以新增投资中一~四部分投资合计为基数的 0.5%~2.0% 计列，本项目按照 1.5% 得费率，则计得技术咨询费 0.92 万元。

2) 方案编制费。根据《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(粤水建管〔2017〕37号)，并根据实际工程量调整。主体工程直接费用 18471.33 万元，采用内插法计得本项目监测人工费投资为  $35 + (50 - 35) * (18471.33 - 10000) / (50000 - 10000) = 38.18$  万元，方案编制费计列 38.18 万元。

综上，经济技术咨询费为 39.10 万元。

## (4) 工程建设监理费

参照工程建设监理费参照发改价格〔2007〕670 号文，以新增投资中一~四部分投资合计为基数的 2.5% 计列。

## (5) 工程造价咨询服务费

参照市场情况，以新增投资中一~四部分投资合计为基数的 2% 计列。

## (6) 科研勘测设计费

科研勘测设计费包括科学研究试验费和勘测设计费。

1) 科学研究试验费。结合本项目实际情况，该项不计列。

2) 勘测设计费。

a. 前期勘测设计费。参照国家计委关于印发《建设项目前期工作咨询收费暂行规定》的通知》(计价格〔1999〕1283号)的规定计算，结合本项目实际情况，该项不计列。

b. 初步设计、招标设计及施工图设计阶段勘测设计费。参照《国家计委、建设部关于发布《工程勘察设计收费管理规定》的通知》(计价格〔2002〕10号文)，结合本项目实际情况，以新增投资中一~四部分投资合计为基数的 4.5% 计列。

## (7) 水土保持设施验收费

参考《关于开发建设项目水土保持咨询服务费计列的指导意见》(保监〔2005〕22号)，并综合市场价计列，水土保持设施验收费用为 15.00 万元。

## 六、预备费

预备费包括基本预备费和价差预备费。概算阶段基本预备费计算基础为第一至五部

分投资合计的 5%计列，价差预备费不计列。

### 七、水土保持补偿费

根据《广东省发展改革委 广东省财政厅 广东省水利厅关于规范水土保持补偿费征收标准的通知》（粤发改价格〔2021〕231号）：“（二）开采矿产资源方面。

1.建设期间，按照征占用土地面积一次性计征，每平方米 0.6 元。

2.开采期间，按照以下方式计征：（2）开采石油、天然气以外的矿产资源，按照开采量（采掘、勘探井）每立方米 1.0 元（不足 1 立方米的按 1 立方米计，下同）征收。”

本项目征占用土地面积 44.65hm<sup>2</sup>，设计矿山生产规模为 120 万 m<sup>3</sup>/a，计划开采 8.2 年，开采的建筑用花岗岩矿石量为 985.56 万立方米；则建设期间需要缴纳水土保持补偿费面积为 44.65hm<sup>2</sup>（建设单位于 2024 年 1 月 29 日已经按照 46.85 公顷缴纳，大于本次复核水土保持补偿费缴纳面积，因此，本次无需补缴）；开采期间需要补充缴纳水土保持补偿费的矿产资源开采量为 985.56 万 m<sup>3</sup>。

综上，建设期间，本项目需要缴纳水土保持补偿费 26.7900 万元；开采期间，本项目需要缴纳水土保持补偿费 985.5600 万元（暂列）。因此，本项目水土保持补偿费合计为 1012.3500 万元。

### 7.1.2 概算成果及说明

总投资概算为 1521.16 万元，其中主体工程已列投资 380.74 万元，新增水土保持措施投资 1140.42 万元；按照施工期和生产期来说，施工期水土保持措施投资为 365.8 万元，生产期水土保持措施投资为 35.41 万元。在新增水土保持投资中，工程措施费 2.52 万元，植物措施费 0.07 万元，水土保持监测措施费 40.77 万元，临时措施费 17.88 万元，独立费用 60.73 万元（其中建设管理费 1.84 万元、招标业务费 0.65 万元、经济技术咨询费 39.10 万元、工程建设监理费 1.53 万元、造价咨询费 1.22 万元、科研勘测设计费 1.39 万元、水保设施验收报告编制费 15.00 万元），基本预备费 6.10 万元，水土保持补偿费 1012.35 万元。

水土保持工程总概算见表 7.1.2-1；

新增水土保持工程措施投资概算见表 7.1.2-2；

新增水土保持植物措施投资概算见表 7.1.2-3；

新增水土保持监测措施投资概算见表 7.1.2-4；

新增水土保持工程施工临时措施投资概算见表 7.1.2-5；

独立费用统计见表 7.1.2-6；

水土保持措施分年度投资见表 7.1.2-7;

主要材料价格汇总见表 7.1.2-8;

其他材料价格汇总见表 7.1.2-9;

工程单价分析表详见后附表 1。

**表 7.1.2-1 水土保持工程总概算表** 单位：万元

序号	工程或费用名称	建安工程费	设备费	植物措施费	独立费用	合计
一	第一部分 工程措施	2.52				2.52
1	一 露天采场区（生产期）	2.52				2.52
二	第二部分 植物措施			0.07		0.07
三	第三部分 监测措施	40.77				40.77
1	二 设备及安装	5.48				5.48
2	三 建设期观测人工费用	35.29				35.29
四	第四部分 施工临时工程	17.88				17.88
1	一 露天采场区（施工期）	1.03				1.03
2	二 工业场地区（施工期）	3.44				3.44
3	三 制砂车间区（施工期）	9.12				9.12
4	四 剥离层外运转运场区（施工期）	3.71				3.71
5	五 综合服务区（施工期）	0.28				0.28
6	六 停车区（施工期）	0.28				0.28
7	其他临时工程费	0.03				0.03
五	第五部分 独立费用				60.73	60.73
1	建设单位管理费				1.84	1.84
2	招标业务费				0.65	0.65
3	经济技术咨询费				39.1	39.1
4	工程建设监理费				1.53	1.53
5	工程造价咨询服务费				1.22	1.22
6	科研勘测设计费				1.39	1.39
7	水土保持设施验收费				15.	15.
I	一至五部分合计	61.17		0.07	60.73	121.97
II	基本预备费					6.1
III	价差预备费					
IV	水土保持设施补偿费					1012.35
IV	新增水土保持工程投资 (I+II+III)					1140.42
V	主体工程已列投资	267.75		112.99		380.74
	总投资(IV+V)					<b>1521.16</b>

表 7.1.2-2 新增水土保持工程措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	采用定额
	第一部分 工程措施				25200.	
	一 露天采场区(生产期)				25200.	
	一)土地整治工程				25200.	
1	表土剥离	m <sup>2</sup>	18000.	1.4	25200.	[G01014]

表 7.1.2-3 新增水土保持植物措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	采用定额
	第二部分 植物措施				666.	
	一 剥离层外运转运场区(生产期)				666.	
	一)种草籽工程				666.	
1	全面整地	m <sup>2</sup>	1800.	0.12	216.	[G09154]
2	撒播草籽	m <sup>2</sup>	1800.	0.25	450.	[G09026]

表 7.1.2-4 新增水土保持监测措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	采用定额
	第三部分 监测措施				401185.8	
	二 设备及安装				48240.	
	一)监测设备、仪表				48240.	
1	监测设备、仪表	项	1.	2600.	2600.	
2	遥感调查观测	万 m <sup>2</sup> ·次	7.	3420.	23940.	
3	无人机观测(租用或使用折旧)	万 m <sup>2</sup> ·次	7.	3100.	21700.	
	三 建设期观测人工费用				352945.8	
	一)建设期观测人工费用				352945.8	
1	建设期观测人工费用	元	1.	352945.8	352945.8	

表 7.1.2-5 新增水土保持临时措施投资概算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	采用定额
	第四部分 施工临时工程				178523.02	
	一 露天采场区(施工期)				10277.14	
	一)临时沉砂池				10277.14	
1	土方开挖	m <sup>3</sup>	37.91	5.65	214.19	[G01233]
2	砌砖	m <sup>3</sup>	10.46	593.26	6205.5	[G03108]

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	采用定额
3	C20混凝土底板	m3	2.92	860.98	2514.06	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	65.15	20.62	1343.39	[G03111]
	二 工业场地区(施工期)				34360.17	
	一)临时沉砂池				11210.17	
1	土方开挖	m3	37.91	5.65	214.19	[G01233]
2	砌砖	m3	10.46	682.46	7138.53	[G03109]
3	C20混凝土底板	m3	2.92	860.98	2514.06	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	65.15	20.62	1343.39	[G03111]
	第四部分 施工临时工程				178523.02	
	一 露天采场区(施工期)				10277.14	
	一)临时沉砂池				10277.14	
1	土方开挖	m3	37.91	5.65	214.19	[G01233]
2	砌砖	m3	10.46	593.26	6205.5	[G03108]
3	C20混凝土底板	m3	2.92	860.98	2514.06	[G04058];[G04249];[G04263]
	二)苫盖防护				23150.	
1	塑料布	m2	5000.	4.63	23150.	[G10017]
	三 制砂车间区(施工期)				91195.24	
	一)临时排水沟				58328.11	
1	土方开挖	m3	375.2	2.93	1099.34	[G01155]
2	砌砖	m3	50.4	593.26	29900.3	[G03108]
3	C20混凝土底板	m3	21.28	860.98	18321.65	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	436.8	20.62	9006.82	[G03111]
	二)临时沉砂池				5087.13	
1	土方开挖	m3	18.96	2.93	55.55	[G01155]
2	砌砖	m3	5.23	593.26	3102.75	[G03108]
3	C20混凝土底板	m3	1.46	860.98	1257.03	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	32.58	20.62	671.8	[G03111]
	三)苫盖防护				27780.	

序号	工程或费用名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)	采用定额
1	塑料布	m2	6000.	4.63	27780.	[G10017]
	四 剥离层外运转运场区(施工期)				37140.65	
	一)临时沉砂池				5605.22	
1	土方开挖	m3	18.96	5.65	107.12	[G01233]
2	砌砖	m3	5.23	682.46	3569.27	[G03109]
3	C20混凝土底板	m3	1.46	860.98	1257.03	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	32.58	20.62	671.8	[G03111]
	二)苫盖防护				27780.	
1	塑料布	m2	6000.	4.63	27780.	[G10017]
	三)临时拦挡工程				3755.43	
1	袋装土拦挡+拆除	m3	37.8	99.35	3755.43	[G10033];[G10036]
	五 综合服务区(施工期)				2774.91	
	一)临时沉砂池				2774.91	
1	土方开挖	m3	9.48	5.65	53.56	[G01233]
2	砌砖	m3	2.62	682.46	1788.05	[G03109]
3	C20混凝土底板	m3	0.73	818.35	597.4	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	16.29	20.62	335.9	[G03111]
	六 停车区(施工期)				2774.91	
	一)临时沉砂池				2774.91	
1	土方开挖	m3	9.48	5.65	53.56	[G01233]
2	砌砖	m3	2.62	682.46	1788.05	[G03109]
3	C20混凝土底板	m3	0.73	818.35	597.4	[G04058];[G04249];[G04263]
4	砌浆抹面	m2	16.29	20.62	335.9	[G03111]
	其他临时工程费	元	25866.	0.01	258.66	

表 7.1.2-6

新增水土保持独立费计算表

单位：万元

序号	费用名称	计算基数	费率(%)	总价	备注
四	第四部分 独立费用			607315.13	
1	建设单位管理费	612393.48	3.	18371.8	
2	招标业务费	6500.	100.	6500.	
3	经济技术咨询费			390952.9	
1)	技术咨询费	612393.48	1.5	9185.9	
2)	方案编制费	381767.	100.	381767.	粤水建管〔2017〕37号
4	工程建设监理费	612393.48	2.5	15309.84	发改价格〔2007〕670号文
5	工程造价咨询服务费	612393.48	2.	12247.87	
6	科研勘测设计费			13932.72	
1)	科学研究试验费	612393.48			
2)	勘测费	309616.	2.	6192.32	计价格〔2002〕10号文
3)	设计费	309616.	2.5	7740.4	计价格〔2002〕10号文
7	水土保持设施验收费	150000.	100.	150000.	保监〔2005〕22号，结合市场价

表 7.1.2-7 水土保持措施分年度投资表 单位：万元

编号	工程或费用名称	小计	建设期（年）		运行期（年）		闭坑治理期（年）
			2024	2025	2025	2026-2031	2032
			8-12月	1-7月	8-12月	1-12月...	1-12月
<b>一</b>	<b>工程措施</b>	<b>270.27</b>	62.94	130.35	0.00	6.68	70.30
1	露天采场区	86.80	15.20	50.54	0.00	6.68	14.38
3	工业场地区	61.63	15.73	15.73	0.00	0.00	30.18
4	制砂车间区	35.78	10.94	10.94	0.00	0.00	13.90
5	剥离层外运转场区	47.43	6.18	38.25	0.00	0.00	3.00
6	综合服务区	14.12	4.85	4.85	0.00	0.00	4.42
7	停车区	24.51	10.05	10.05	0.00	0.00	4.42
8	矿区道路区	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>二</b>	<b>植物措施</b>	<b>113.06</b>	0.00	0.07	0.00	8.47	104.52
1	露天采场区	24.63				8.47	16.16
3	工业场地区	45.66					45.66
4	制砂车间区	21.98					21.98
5	剥离层外运转场区	4.81		0.07			4.74
6	综合服务区	7.09					7.09
7	停车区	6.95					6.95
8	矿区道路区	1.94					1.94
<b>三</b>	<b>监测措施</b>	<b>40.77</b>	5.10	5.10	5.10	20.39	5.10
1	一 设备及安装	5.48	0.69	0.69	0.69	2.74	0.69
2	二 建设期观测人工费用	35.29	4.41	4.41	4.41	17.65	4.41
<b>四</b>	<b>施工临时工程</b>	<b>17.88</b>	8.94	8.94	0.00	0.00	0.00
1	露天采场区	1.03	0.51	0.51	0.00	0.00	0.00
3	工业场地区	3.44	1.72	1.72			
4	制砂车间区	9.12	4.56	4.56			
5	剥离层外运转场区	3.71	1.86	1.86			
6	综合服务区	0.28	0.14	0.14			
7	停车区	0.28	0.14	0.14			
8	矿区道路区	0.00	0.00	0.00			
9	其它临时工程费	0.03	0.02	0.02			
<b>五</b>	<b>独立费用</b>	<b>60.73</b>	43.20	0.84	0.00	0.84	15.84

编号	工程或费用名称	小计	建设期（年）		运行期（年）		闭坑治理期（年）
			2024	2025	2025	2026-2031	2032
			8-12月	1-7月	8-12月	1-12月...	1-12月
1	建设单位管理费	1.84	0.46	0.46	0.00	0.46	0.46
2	招标业务费	0.65	0.65				
3	经济技术咨询费	39.10	39.10				
4	工程建设监理费	1.53	0.38	0.38	0.00	0.38	0.38
5	工程造价咨询服务费	1.22	1.22				
6	科研勘测设计费	1.39	1.39				
7	水土保持设施验收费	15.00					15.00
六	<b>基本预备费</b>	<b>6.10</b>					6.10
七	<b>水土保持补偿费</b>	<b>1012.35</b>	26.79	0.00	60.00	925.56	0.00
	<b>总投资</b>	<b>1521.16</b>	146.97	145.30	65.10	961.94	201.86

表 7.1.2-8 主要材料预算价格汇总表

序号	名称及规格	单位	预算价格(元)	其 中			
				原价	运杂费	运输保险费	采购及保管费
1	水泥 42.5R	kg	0.46				
2	砂	m3	165.				
3	碎石	m3	137				
4	块石	m3	116.				
5	柴油 (机械用)	kg	7.26				
6	汽油 (机械用)	kg	8.65				

表 7.1.2-9 其他材料预算价格汇总表

序号	名称及规格	单位	预算价格	备注
1	技工 (机械用)	工日	90.9	
2	技工	工日	90.9	
3	普工	工日	65.1	
4	塑料薄膜	m <sup>2</sup>	1.8	
5	编织袋	个	0.6	
6	土料	m3		
7	标准砖 240×115×53	千块	540.	
8	有机肥	m3	335.	
9	草籽	kg	40.	
10	水	m3	4.05	
11	风	m3	0.16	
12	电 (机械用)	kw.h	0.8	
13	水 (机械用)	m3	4.05	

## 7.2 效益分析

### 7.2.1 防治效果分析

水土流失的防治效果预测，主要是指对照方案采取的水土流失防治措施，预测可能达到的防治效果。具体的量化指标为水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标。工程占地面积 44.65hm<sup>2</sup>，露天采场区部分区域形成水面，因此防治效果计算分析时要将水域面积扣除。

#### (1) 水土流失治理度

通过本方案的实施，项目建设区内扰动地表面积得到全面综合治理，工程水土流失得到有效防治。据统计，本项目水土流失面积为 33.92hm<sup>2</sup>，经分析水保措施防治面积 33.42hm<sup>2</sup>，经计算，水土流失治理度达到 98.53%。各防治分区水土流失治理度详见表 7.2-1。

表 7.2-1 各防治分区水土流失治理度统计 面积单位：hm<sup>2</sup>

土壤侵蚀类型区	防治区	水土流失面积	水保措施防治面积				水土流失治理度(%)
			工程措施	植物措施	硬化或者保留面积	小计	
南方红壤区	露天采场区	17.14		3.77	12.87	16.64	97.08%
	工业场地区	7.9		7.9		7.90	100.00%
	制砂车间区	3.67		3.67	0.00	3.67	100.00%
	剥离层外运转场区	0.79	0.02	0.77		0.79	100.00%
	综合服务区	1.18		1.18		1.18	100.00%
	停车区	1.16		1.16		1.16	100.00%
	矿区道路区	2.08		0.01	2.07	2.08	100.00%
	合计	33.92	0.02	18.46	14.94	33.42	98.53%

注：水土流失治理度=水保措施防治面积/水土流失面积×100%

#### (2) 林草植被恢复率、林草覆盖率

根据项目建设区主体已列和新增的植物措施面积，至设计水平年末，可实现植物措施面积 18.46hm<sup>2</sup>，林草植被恢复率达到 99.73%，林草覆盖率达到 57.42%。各防治分区绿化面积、林草植被恢复率和林草覆盖率详见表 7.2-2。

表 7.2-2 各防治分区林草植被恢复率、林草覆盖率统计表 单位: hm<sup>2</sup>

土壤侵蚀类型区	防治区	防治责任范围面积	可恢复植被面积	植物措施面积	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
南方红壤区	露天采场区	17.14	3.8	3.77	99.21%	22.00%
	工业场地区	7.9	7.9	7.90	100.00%	100.00%
	制砂车间区	3.67	3.67	3.67	100.00%	100.00%
	剥离层外运转场区	0.79	0.79	0.77	97.47%	97.47%
	综合服务区	1.18	1.18	1.18	100.00%	100.00%
	停车区	1.16	1.16	1.16	100.00%	100.00%
	矿区道路区	2.08	0.01	0.01	100.00%	0.48%
	合计	33.92	18.51	18.46	99.73%	54.42%

注: 林草植被恢复率 (%) = 林草植被面积 / 可恢复林草植被面积 × 100%; 林草覆盖率 (%) = 林草植被面积 / 项目建设区面积 × 100%。

### (3) 表土保护率

计算公式: 表土保护率 = 项目防治责任范围内保护的表土数量 / 可剥离表土总量 × 100%。

本项目可剥离的表土总量为 0.54 万 m<sup>3</sup>, 约 0.76 万 t (表土为种植土, 折算系数取 1.40t/m<sup>3</sup>)。采取了临时拦挡、临时苫盖等水土保持措施, 表土在临时堆存过程中, 经过治理后可能保护表土方量约 0.7 万 t, 则表土保护率达 92%。

### (4) 渣土防护率分析

计算公式: 渣土防护率 = 实际拦挡的弃土 (石渣) / 工程总弃土 (石渣) × 100%。

本项目共弃方 169.83 万 m<sup>3</sup>, 约 289 万 t (弃方含有为石渣, 折算系数取 1.7t/m<sup>3</sup>)。要经过临时、集中堆放以及调运等方式处理的过程中, 经过治理后可预计保护数量约 282 万 t, 则本项目渣土防护率为 97.64%。

### (5) 土壤流失控制比

计算公式: 土壤流失控制比 = 容许土壤流失强度 / 治理后平均土壤流失强度。

项目区位于南方红壤丘陵区, 土壤侵蚀模数容许值为 500t/(km<sup>2</sup>·a)。本项目各项水土保持措施完全发挥效益后, 扣除硬化面积后项目区的平均土壤侵蚀模数达到 500t/(km<sup>2</sup>·a) 土壤流失控制比为 1.0。

### (6) 综合防治指标的分析

通过以上的定量分析, 本水土保持方案的实施后, 可以有效控制工程建设造成的水土流失, 确保工程安全运行, 同时减少对水土资源的破坏, 恢复植被, 绿化美化环境, 改善区域生态环境。各项水土流失防治指标均达到了水土流失防治目标值。具体见表

7.2-4。

表 7.2-4 实施水土保持方案后达到的防治目标表

区域	指标	水土流失治理度(%)	土壤流失控制比	渣土防护率(%)	表土防护率(%)	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
南方红壤区	目标值	95	1.0	95	87	95	22
	估计值	98.53	1.0	97.64	92.59	99.73	54.42
	达标情况	达标	达标	达标	达标	达标	达标

## 7.2.2 效益分析

### (1) 保水、保肥效益

采取排水固土等水土流失防治措施后，减少了土壤入渗，降低了径流系数，减少暴雨对项目建设区可能产生的危害。

通过对场地采取土地整治和表土回覆后，恢复植被，提高了项目建设区土壤植被涵养水源能力，减少了项目建设区土、肥流失，有效地提高土地生产力。

### (2) 保土效益

保土效益是指在采取了有效的水土流失防治措施后，和土壤流失预测总量相比减少的土壤流失量。根据水土流失预测结果，若不采取防护措施，拟建项目工程在施工准备期、施工期、运行期及自然恢复期土壤流失总量 32826t，在本方案各项水土流失防治措施都发挥效果后，预计减少土壤流失量约 30152t。

### (3) 生态效益

水土保持方案实施后，可使绿化区域的植被得到恢复，美化了矿区景观。植被的根系对土壤起到加筋、锚固、支撑的作用，能有效地加固边坡的稳定性；植被的茎叶还能有效的截留降雨，抑制地表径流，削弱溅蚀，减少水土流失，从而减少进入下游河流的泥沙量。另外，植被的增加对改善周边小气候条件有一定作用，方案的实施还将促进环境向良性循环方向发展。

### (4) 社会效益

通过布设本方案水土保持措施，不但可以防治水土流失，保持、改良与合理利用土地，建立良好生态环境，而且使矿区安全运营。另外，矿区建成后，可改善当地资源短缺的情况，有利于当地基础设施的规划与调整，促进当地经济的发展。

### (5) 经济效益

本方案水土保持工程施工后，主要是会增加一些间接经济效益，体现在保证矿区的

运营安全，延长了矿区工程的运营寿命，为国家和地方减少了基础设施的维护费用。

为防治水土流失，在水土保持方案设计中，采取了工程措施、植物措施以及临时措施，以减少施工期间新增的水土流失，控制施工水土流失危害的产生。通过对项目建设区的水土流失的综合治理，基本杜绝了工程中弃土弃渣影响行洪所造成的洪涝灾害，消除了对下游水利、灌溉等设施的不利影响，也保证了矿区和下游地区各种基础设施的安全。另外，通过对项目建设区一些原有土地利用类型的改变及对土地的整治，将有效的提高土地的生产力，这也将间接地促进当地和周边地区的经济发展。