

**山东省淄博市淄川区范阳河流域
历史遗留废弃矿山生态修复重点工程设计**

山东省国土空间生态修复中心

二〇二四年十月

山东省淄博市淄川区范阳河流域 历史遗留废弃矿山生态修复重点工程设计

编写单位：山东省国土空间生态修复中心

项目负责人：罗梅

技术负责：刘洪亮

设计编写：罗梅 刘洪亮 商婷婷 张鑫 邹艳明
宋云峰 刘磊 滕颖

审查：朱恒华 冯克印 王集宁

主任：回寒星

提交单位：山东省国土空间生态修复中心

提交日期：2024年10月



目 录

目 录.....	I
附图目录.....	II
前 言.....	1
第一节 项目背景.....	1
第二节 目标任务.....	1
第三节 勘查(调查)工作概况.....	2
第四节 方案编制依据.....	5
第一章 项目区概况.....	8
第一节 位置与交通.....	8
第二节 治理区范围.....	9
第三节 土地利用现状.....	12
第四节 自然环境概况.....	15
第五节 地质环境概况.....	18
第六节 治理区与三区三线叠合情况分析.....	21
第二章 治理区现状和施工条件分析.....	23
第一节 治理区现状.....	23
第二节 矿山地质环境问题.....	50
第三节 施工条件分析.....	53
第三章 矿山生态修复工程设计.....	55
第一节 设计原则.....	55
第二节 总体思路.....	56
第三节 工程设计.....	57
第四节 施工工期和进度安排.....	103
第四章 土石料利用方案.....	106
第一节 土石料方量估算.....	106
第二节 土石料利用与处置.....	115
第五章 施工技术要求.....	119
第一节 施工工艺.....	119

第二节 施工要求	119
第六章 项目预算	125
第一节 预算编制依据	125
第二节 预算编制说明	125
第三节 预算结果	126
第四节 资金来源	131
第七章 保障措施	132
第一节 组织保障措施	132
第二节 工程质量保障措施	132
第三节 施工工期保障措施	133
第四节 环境和安全保障措施	134
第八章 预期效果	145
第一节 预期效果	145
第二节 预期效益分析	145
第三节 绩效分析	147

附图目录

序号	图号	图名	比例尺
1	1-1	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目地质环境图	1:1000
2	1-2	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目地质环境图	1:1000
3	1-3	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目地质环境图	1:1000
4	2-1	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目遥感影像图	1:1000
5	2-2	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目遥感影像图	1:1000
6	2-3	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目遥感影像图	1:1000
7	3-1	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目工程部署图	1:1000
8	3-2	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目工程部署图	1:1000
9	3-3	淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目工程部署图	1:1000

附件目录

附件：淄博市淄川区范阳河流域历史遗留废弃矿山生态修复重点工程项目图册

第四章 土石料利用方案

第一节 土石料方量估算

一、估算方法

工程设计采用南方CASS软件的方格网法进行土石方计算，计算过程只计算总量，未区分石料、土、渣土。土石料估算选用地质块段法，根据估算对象的现状形态和设计，划分估算块段，按石料、土、渣土分别计算。并将计算结果与方格网法进行校核，误差在5%以内接受估算结果，总量依据方格法计算结果，石料、土方量依据地质块段法估算结果，渣土量=总量（方格网法）-石料方量-土方量。

（一）方格网法

工程设计方案采用的方法是方格网法，利用南方CASS软件，将挖方卸载区域划分为若干方格（边长5m的正方形），从地形图得到每个方格角点的自然标高，由给出的地面设计标高，根据各点的自然标高与设计标高之差，进而求出各方格的工程量，所有方格的工程量之和即为整个场地的工程量。

方网格法计算土石方时各情况计算方法公式如下：

1.方格四个角点全部为填方或全部为挖方，其土方量：

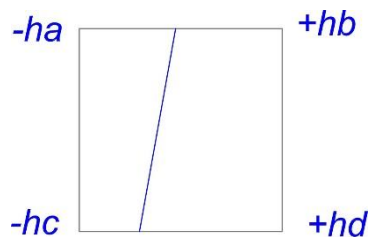
$$V = \frac{h_a+h_b+h_c+h_d}{4} \cdot l^2$$

式中： l 表示方格网的边长，下同。

2.方格的相邻两角点为挖方，另两角点为填方，+填-挖。

$$V_{挖} = \frac{(h_a+h_c)^2}{4(h_a+h_b+h_c+h_d)} \cdot l^2$$

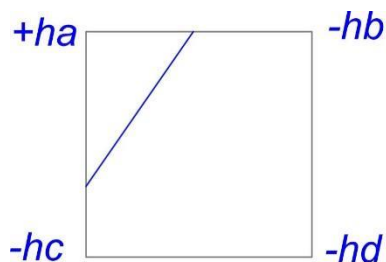
$$V_{填} = \frac{(h_b+h_d)^2}{4(h_a+h_b+h_c+h_d)} \cdot l^2$$



3.3个角点为挖方，1个角点为填方，反之，公式互换。+填-挖。

$$V_{挖} = \frac{2h_b+2h_c+h_d-h_a}{6} \cdot l^2$$

$$V_{填} = \frac{h_a^3}{6(h_a+h_b)(h_a+h_c)} \cdot l^2$$

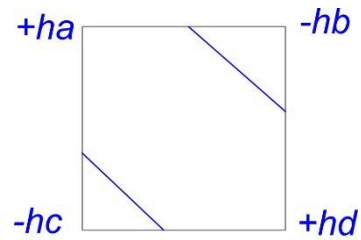


4.方格的两个角点为连通的填方，另外两个角点为独立的挖方，公式如下，反之，公式互换。+填-挖。

$$V_{\text{填}} = \frac{2h_a + 2h_d - h_b - h_c}{6} \cdot l^2$$

$$V_{\text{挖}} = \left(\frac{h_b^3}{(h_a + h_b)(h_b + h_d)} + \frac{h_c^3}{(h_a + h_c)(h_d + h_c)} \right) \cdot \frac{l^2}{6}$$

(二) 地质块段法



本次估算区域比较平整的采用地质块段法，因设计高程为某一水平，其上灰岩均为矿体，计算公式如下：

柱体土石方量估算公式为： $V_{\text{柱}} = S \times h$

斜坡区土石方量估算公式为： $V_x = S_x \times h/2$

台体计算公式为： $V_{\text{台}} = h \times (S_1 + S_2)/2$

锥体计算公式为： $V_{\text{锥}} = S \times h/3$

式中： V —块段体积， m^3 ；

h —块段铅直厚度，斜坡区坡顶铅直厚度， m

S —块段水平投影面积， S_x —斜坡区水平投影面积

S_1 —台体底部面积， S_2 —台体顶部面积， m^2 ；

二、估算分区

(一) 分区原则

土石料方量估算依据工程设计确定的削坡卸载、残丘清理和地形修整范围及设计治理标高。估算范围由工程设计确定的削坡挖方范围，垂向估算范围由各区设计控制标高确定。估算对象为削坡卸载、残丘清理和地形修整范围。

分区原则：估算分区同治理设计分区；治理设计分区将估算对象分割的，依据某一治理分区，将分割边界外扩至包含估算对象范围。

估算分区内部根据现状地形特征，依据连续性、设计控制标高等因素圈定估算块段。

(二) 估算分区

根据工程设计，涉及土石料挖填的治理分区有11个，分别为I-1~5、I-7、I-9~10，I-2、I-3治理区只有填方，I-7填方大于挖方，II-1~2在各治理区内挖填平衡，有石料产出且

有剩余的只有I-1、I-4、I-5、I-9、I-10等5个治理分区。方格网法将有挖填的治理分区全部计算。地质块段法只将有土石料产出且有剩余的5个治理区（I-1、I-4、I-5、I-9、I-10）残后清除进行计算。根据现状地形特点，工程部署划分块段，详见图4-1、图4-2、图4-3。

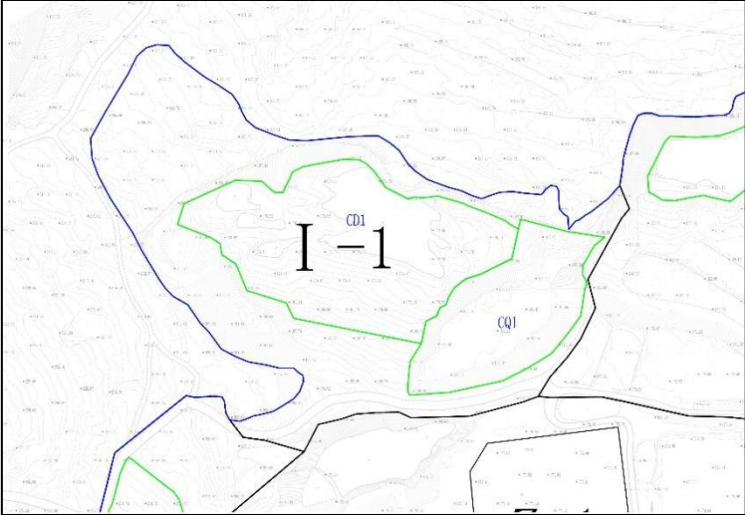


图4-1 I-1治理区块划分示意图

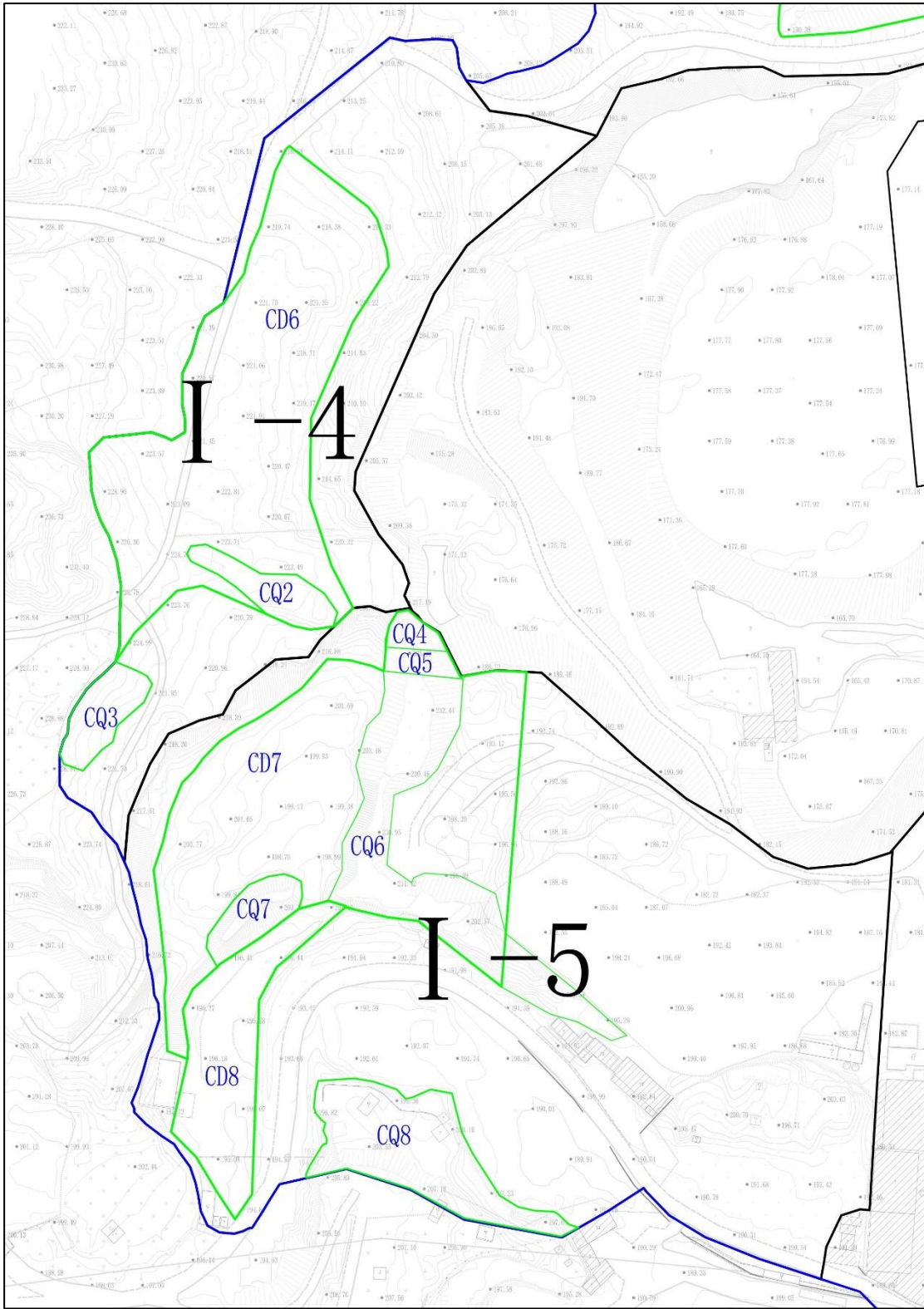


图4-2 I-4、I-5治理区块划分示意图

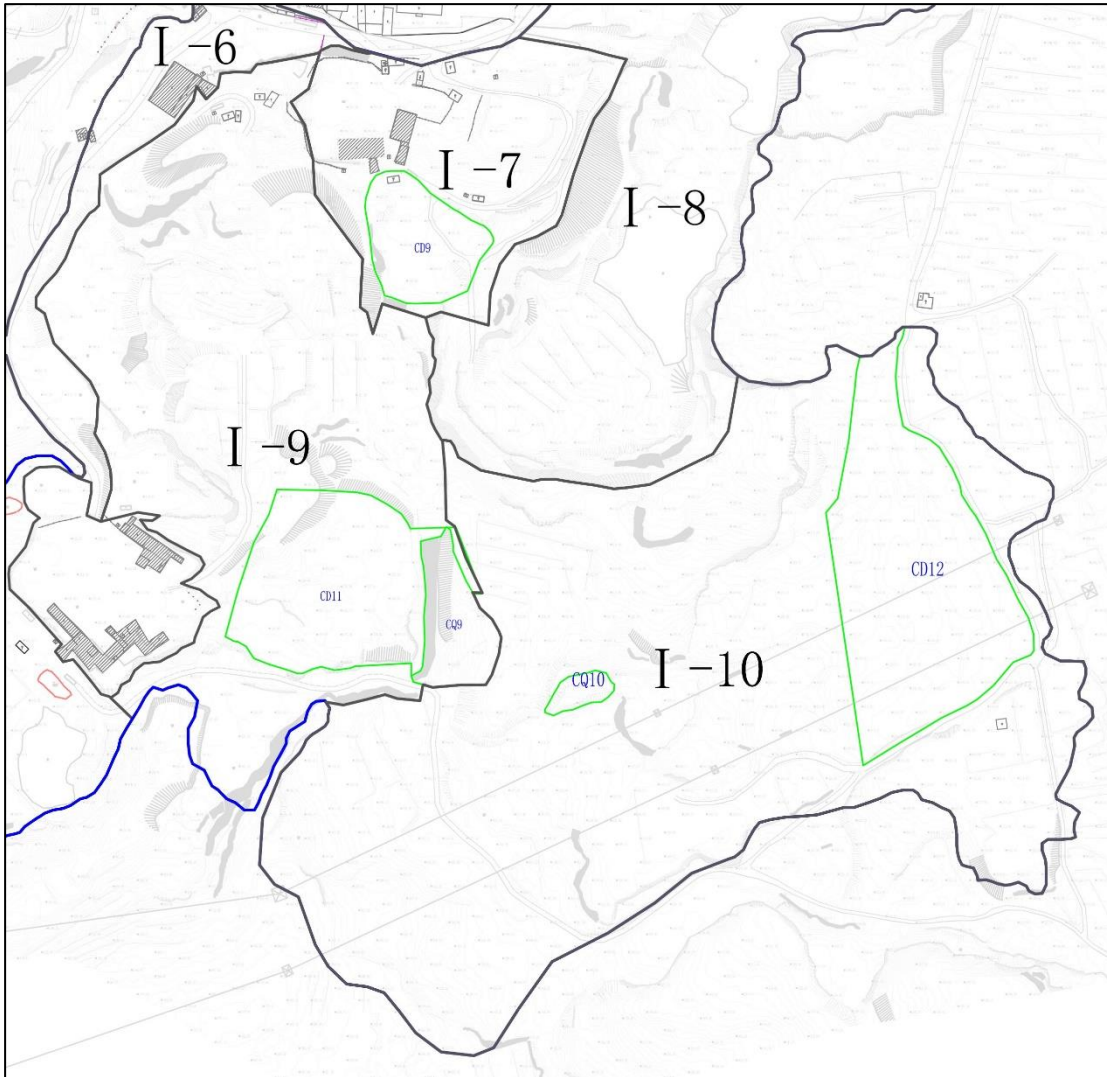


图4-2 I-9、I-10治理区块划分示意图

三、土石料方量估算参数确定

（一）水平距离的确定

计算断面之间的长度在CAD软件完成数字化的土石料估算水平平投影图上测算两断面之间的距离。

（二）各点计算高程的确定

现状高程依据现状地形图高程点，按线性求解各计算点的现状高程；挖填控制高程依据设计高程。

（三）面积的确定

1. 块段水平投影面积的确定

计算块段面积测定采用CAD软件在完成数字化的土石料估算水平投影图上测算出块段的水平面积。

2. 台体顶底部面积的确定

台体顶部块段面积水平投影测算方法确定，底部面积按地形图陡坎线外缘连线，以封闭连线范围计算底部水平投影面积。

3. 锥体依据等高线以插值法圈定底部范围，连接各点封闭求取底面积。

(四)块段铅直厚度的确定

因每个块段顶面标高不一，故采用较均匀布设高程点，使用块段实测顶面标高平均值为该块段顶板标高；标高差异显著的，划分为不同的计算块段。土层、松散覆盖层平均厚度为不同点测量厚度的算术平均值。

(五) 估算采用单位

在土石方估算中，面积以 m^2 （保留整数）、厚度以 m （保留两位小数）、土石方量以 m^3 为单位（保留整数）。

四、估算结果

(一) 方格网法

方格网法估算结果依据工程设计计算结果，计算结果见表4-1。计算过程见图集。由表4-1可以看出，残丘清除共计挖方 $226755m^3$ ，场地平整、削坡、蓄坡回填等治理区共计挖方 $167935m^3$ ，填方 $290640m^3$ ，缺 $122705m^3$ 。平衡后剩余 $104050m^3$ 。

表4-1方格网法各治理分区挖填方计算结果表

治理分区	治理措施	编号	标高(m)	面积(m^2)	填方(m^3)	挖方(m^3)	挖-填(m^3)	备注
I-1	场地平整	CD1	178	17689	34703	38428	3726	
I-1	残丘清除	CQ1	178	9063	0	106431	106431	
I-2	场地平整	CD2	151	7048	10572	0	-10572	
I-3	场地平整	CD3	177	2673	108621		-108621	
I-4	场地平整	CD6	221	11557	12375	12736	361	
I-4	残丘清除	CQ2	221	788	0	811	811	
I-4	残丘清除	CQ3	225	792	0	7917	7917	
I-5	场地平整	CD7	200	14245	12309	41361	29052	
I-5	场地平整	CD8	196	3016	1293	1380	87	
I-5	残丘清除	CQ4	210	259	0	3134	3134	
I-5	残丘清除	CQ5	203	277	0	5742	5742	

I-5	残丘清除	CQ6	200	4177	0	44736	44736	
I-5	残丘清除	CQ7	200	714	0	603	603	
I-5	残丘清除	CQ8	192	2796	0	24048	24048	
I-7	场地平整	CD9	206	8148	8582	6485	-2097	
I-9	场地平整	CD11	229	27234	14259	30823	16564	
I-9	残丘清除	CQ9	229	5903	0	28246	28246	
I-10	场地平整	CD12	216.5	33283	26235	30717	4481	
I-10	蓄坡回填	CD13	/	/	54741	0	-54741	
I-10	残丘清除	CQ10	233	1283	0	5087	5087	
II-1	削坡	XP1	/	671	4733	3923	-810	
II-2	场地平整	CD15	164.32	3786	2133	2083	-50	
II-3	场地平整	CD15			84	0	-84	
合计				168418	290640	394690	104050	

(二) 地质块段法

地质块段法仅对土石料产出的残丘清除进行估算，依据现状地形和工程部署，共划分为10个估算块段。计算结果见表4-2，地质块段法计算10处残丘总挖方227750m³，其中，石料215712 m³，松散层12038 m³（土4070m³）。

(三) 估算结果校核

将方格法和地质块段法计算结果进行校核，校核结果见表4-3。由表4-3可以看出，挖方量较大的残丘校核结果均小于5%，可以接受；总体计算结果误差绝对值为995m³，百分比为0.44%，在允许范围之内。挖方量小于千方的残丘地质块段法计算结果均大于方格网法计算结果。分析原因，由于残丘范围较小，受限于地形图精度，无法进一步划分计算块段，导致使用台地或锥体来计算均不能较好的代表实际地形，导致计算精度较低，但由于方量较小，对总体计算结果影响小。通过校核，10处残丘总挖方量226755m³，石料209458m³，土4070m³，渣土量13228m³。

表4-2 地质块段法计算一览表

估算分区	块段编号	现状标高(m)	设计标高(m)	松散层厚度(m)	底面积(m ²)	顶面积(m ²)	总挖方(m ³)	松散层(m ³)	石料(m ³)	备注
I-1	CQ1	193.0	178.0	0.80	9063	5087	106126	4070	102056	台地, 土
I-4	CQ2	224.5	221.0	0.00	788	0	919	0	919	
I-4	CQ3	236.5	225.0	0.00	792	554	7739	0	7739	
I-5	CQ4	226.0	210.0	0.50	259	142	3208	71	3137	

I-5	CQ5	226.0	203.0	0.50	277	222	5742	111	5631	
I-5	CQ6	214.0	200.0	0.50	4177	2297	45317	1149	44169	
I-5	CQ7	204.0	200.0	0.00	714	0	952	0	952	
I-5	CQ8	202.0	192.0	3.00	2796	1957	23767	5782	17895	
I-9	CQ9	236.0	229.0	3.00	5903	2340	28849	7020	21829	
I-10	CQ10	241.0	233.0	0.00	1283	0	5131	0	5131	
合计							227750	18292	209458	

表4-3 地质块段法与方格网法校核结果一览表

估算分区	块段编号	块段法计算总挖方 (m ³)	松散层 (m ³)	石料 (m ³)	方格网法计算方量 (m ³)	百分比
I-1	CQ1	106126	4070	102056	106431	-0.29%
I-4	CQ2	919	0	919	811	13.41%
I-4	CQ3	7739	0	7739	7917	-2.25%
I-5	CQ4	3208	71	3137	3134	2.35%
I-5	CQ5	5742	111	5631	5742	0.00%
I-5	CQ6	45317	1149	44169	44736	1.30%
I-5	CQ7	952	0	952	603	57.87%
I-5	CQ8	23767	5782	17895	24048	-1.17%
I-9	CQ9	28849	7020	21829	28246	2.13%
I-10	CQ10	5131	0	5131	5087	0.86%
合计		227750	18292	209458	226755	0.44%

(四) 土石料平衡分析

生态修复工程除挖方、填方之外，危岩体卸载可产生一部分土石料，挡土墙、排水沟自用一部分石料，所有一起进行土石料平衡分析。分析计算见表4-4。客土回填未纳入平衡分析。由表4-4可以得出，场地平整、削坡、蓄坡回填等治理区共计挖方167935m³，填方207623m³，缺39688m³。残丘清除共计挖方226755m³，建筑拆除产生垃圾120m³，危岩体卸载2082m³，排水沟开挖产生1894m³，挡土墙自用5145m³，排水沟自用430m³，平衡后剩余98475m³。

土石料平衡后剩余量+挡土墙和排水沟自用量为104076m³，小于残丘清除石料产出量209458m³，剩余土石料全为石料。

表4-4 土石料平衡分析表

治理措施	产出量 (m ³)	石料 (m ³)	土 (m ³)	渣土 (m ³)	自用量 (m ³)	平衡 (m ³)	备注
场地平整	167935			167935	290640	-122705	含蓄坡回填
残丘清除	226755	209458	4070	13228	4070	222685	土原地回填
建筑垃圾	120					120	
危岩体卸载	2082	2082				2082	
挡土墙	0				5145	-5145	自用石料
排水沟	1894			1894	430	1464	自用石料
总计	398786				300285	98501	

第二节 土石料利用与处置

一、土石料的利用方向

（一）土石料类型

根据矿区岩性组合特征，生态修复工程产生的土石料主要有三种，一是弃渣土，为矿区内石料厂生产过程中产生的固体废弃物，主要成分为土，含砾石，可用作穴栽绿化填土，就地消耗；二是渣土，主要成分为灰岩风化层，用作坡面整形，就地消耗；三是灰岩，主要马家沟群灰岩，是本次外运处置的矿石。

（二）矿石特征

1. 矿石物质成分

矿石的矿物成分以方解石为主，白云岩，氧化铁质含量小。

方解石：可分为泥晶和亮晶两种，一种为重结晶作用所形成，呈淡黄色，他形粒状，粒径在0.03~0.004mm之间，较致密分布，为微晶，构面矿石主体；另一种为泥晶方解石，呈褐灰色，为重结晶方解石的残留体，集合体呈不规则状。亮晶方解石分为两个世代，第一世代分布于鲕粒或内碎屑周边，具栉壳状构造；第二世代较明亮，呈晶粒镶嵌状分布。含量大于99%。

氧化铁质：褐色，不规则粒状，集合体主要以填隙状充填于方解石或白云石晶粒间，少部分充填于缝合线中。含量小于1%。

2. 矿石化学成分

石灰岩主要化学成分CaO平均含量45%，MgO含量<8%，K₂O+Na₂O含量<0.6%。

3. 矿石的力学性质

（1）抗压强度：收集以往测试结果，灰岩抗压强度700MP。

（2）矿石体重：收集以往地质报告，该区域灰岩矿石平均体重2.67t/m³。

（三）矿石用途

工业类型为建筑石料用灰岩，主要用途是用作混凝土骨料。

治理区卸载的土石料部分用于治理区内露天采坑回填，修建毛石挡墙、排水沟。剩余土石料进行资源处置，经调查发现，治理区周边存在建筑石料用灰岩矿山企业混凝土加工站，均可当作生产原料使用，市场行情较好。

二、剩余土石料价值评估

根据土石料平衡分析，剩余土石料98501m³，全部为石料，密度为2.67t/m³，剩余石料重量为262997.67吨。

剩余石料用途为建筑石料，为摸清剩余土石料资源价值，对周边纳入公共资源交易平台的石料处置项目进行调研。近两年的石料价格总体成下降趋势，受市场供需关系变化，对石料需求减少幅度较大。对本次石料资源估算为每吨20元。

总处置剩余石方量为262997.67吨，估算剩余石料资源总价值为5259953.4元。

三、剩余土石料处置方案

根据《自然资源部关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资规[2019]6号）第六条“合理利用废弃矿山土石料”精神，对本工程施工产生的剩余土石料纳入淄川区公共资源交易平台公开竞价销售。其处置流程如下：

（一）土石料处置流程

1. 淄川区政府委托某单位或公司作为处置主体，在淄川区公共资源交易平台公开竞价销售
2. 评估机构根据剩余石料质量和本地区市场行情，确定竞拍起始价。
3. 淄川区公共资源交易平台公开竞价
4. 处置主体设置称重系统和监控系统，或委托第三方公司称重系统和监控系统，对剩余石料重量进行称量和监控。
5. 随销售进度，销售收益上缴财政，用于支付本地区生态修复费用。

（二）石料处置监管措施

1. 加强组织领导

成立由区自然资源与规划局、生态环境局、应急管理局、公安局、财政局、社会矛盾纠纷调处化解中心、昆仑镇人民政府组成的矿山生态修复工作专班，加强政府主管部门对生态修复工程的统一领导，做好生态修复工程过程中沟通协调，及时协调施工过程中出现的矛盾与困难，形成工作合力、政策合力，统筹推进生态修复工作。

实行生态修复项目专班包保责任制，组建一项目“1名县级领导+1名部门班子成员+1名乡镇主要负责人”的包保专班。

乡镇和区直部门各派一名工作人员（共2人）蹲守点驻守治理区，包保专班对本治理区土石料资源管理负直接责任。

2. 建设电子监管平台。施工单位积极配合在施工场地内设置电子网络监控摄像头，出入口设置监控。

3. 昆仑镇人民政府及自然资源和规划部门负责对残余石料进行跟踪、巡查监管，确保国有资产收益不流失。

4. 实行“收支两条线管理”。做到资源处置收益和项目治理经费支出“收支两条线”，严禁用土石料资源处置收益冲抵工程款。

5. 运输车辆登记管理，所有运输土石料的车辆都需要获得相应的审批和许可。审批、许可内容包括车辆的运行时间、运输路线、运输量等。

6. 道路关卡控制措施

设置关卡：在土石料运输的必经之路设置关卡，可以是人工的，也可以是自动的。关卡需要设立明显的标识，包括关卡的名称、位置、开放时间等信息。

所有经过关卡的车辆都需要进行登记和记录。这包括车辆的信息、驾驶员的信息、运输的土石料类型和数量等。

检查和监督：关卡的工作人员需要对车辆进行检查，确保其符合相关的规定和标准。同时，还需要对土石料的来源和运输的目的地进行监督，防止非法开采和运输。

7. 监控措施

(1) 视频监控：在土石料开采、加工、运输等关键环节，安装视频监控设备，对土石料处置的全过程进行实时监控。监控内容包括土石料的开采、加工、装卸、运输等环节，以及现场作业人员的行为等。通过视频监控，可以及时发现和纠正违法行为，提高监管效率和准确性。

(2) 无人机巡查：使用无人机对土石料处置现场进行巡查，可以实现对现场的实时监控和精准打击。无人机可以搭载高清晰度摄像头、红外感应器等设备，对现场进行全方位的拍摄和监测，同时可以利用GPS定位系统对现场进行精准定位。通过无人机巡查，可以及时发现和解决违法行为，提高监管效率和准确性。

(3) 社会监督：鼓励社会各界人士积极参与土石料处置监管工作，通过举报电话、网络举报等方式提供违法线索和信息。同时可以组织志愿者、社区等社会力量参与现场监督和巡查工作，提高监管效率和准确性。