

西山煤电西铭矿矿山生态环境恢复治理
试点示范工程
(二、三、四标段矸石山治理分项)

竣工验收报告

编制单位：山西西山煤电股份有限公司西铭矿

二〇一九年十二月



西山煤电西铭矿矿山生态环境恢复治理
试点示范工程
(二、三、四标段矸石山治理分项)

竣工验收报告

编制单位：山西西山煤电股份有限公司西铭矿
二〇一九年十二月







目 录

第一章工程概况.....	1
1.1 项目背景.....	1
1.2 可行性研究提出治理方案.....	2
1.2.1 二标段排矸场治理工程建设方案.....	3
1.2.2 三标段排矸场治理工程建设方案.....	3
1.2.3 四标段排矸场治理工程建设方案.....	3
1.3 可行性研究确定项目工程量.....	3
1.3.1 二标段工程量统计.....	4
1.3.2 三标段工程量统计.....	8
1.3.3 四标段工程量统计.....	12
1.4 工程造价与资金筹措.....	15
1.4.1 工程造价.....	15
1.4.2 资金筹措.....	15
1.5 工程招投标情况.....	15
第二章工程治理内容.....	17
2.1 二标段工程治理.....	17
2.1.1 矸石山治理设计方案.....	17
2.1.2 施工组织设计.....	25
2.1.3 施工情况.....	26
2.2 三标段工程.....	41
2.2.1 矸石山治理设计方案.....	41
2.2.2 施工组织设计.....	57
2.2.3 工程造价.....	58
2.2.4 施工情况.....	58
2.3 四标段矸石山治理.....	69
2.3.1 矸石山治理设计方案.....	69
2.3.2 组织设计.....	82
2.3.3 工程施工过程.....	83
2.3.4 施工过程中存在变更及详细情况.....	89
2.3.5 工程施工完成情况.....	89
第三章工程监理情况.....	95
3.1 监理项目概况和背景.....	95
3.2 主要监理工作及控制措施.....	95
(一)、技术及图纸.....	95

(二)、进度控制.....	96
(三)、质量控制.....	96
(四)、投资控制.....	98
(五)、合同管理.....	98
(六)、信息管理.....	99
(七)、安全管理.....	99
3.3 隐蔽工程情况.....	100
3.3.1 二标段监理实施情况.....	100
3.3.2 三标段监理实施情况.....	101
3.3.3 四标段监理实施情况.....	102
3.4 监理验收情况.....	103
3.4.1 二标段监理验收情况.....	103
3.4.2 三标段监理实施情况.....	104
3.4.3 四标段监理实施情况.....	104
第四章 工程绩效评价情况.....	105
4.1 工程绩效评价情况.....	105
4.1.1 二标段评价结果.....	105
4.1.2 三标段评价结果.....	106
4.1.3 四标段评价结果.....	107
4.2 边坡稳定性分析.....	107
4.3 生态环境效益.....	108
第五章 工程资金管理及使用情况.....	109
5.1 资金拨付、使用情况.....	109
5.1.1 资金拨付情况.....	109
5.1.2 资金使用情况.....	109
5.2 资金使用效益分析.....	109
5.2.1 资金使用的生态效应.....	109
5.2.2 资金使用可改善环境空气.....	110
5.2.3 资金使用可改善景观环境.....	110
5.3 资金使用情况评价.....	110
第六章 工程竣工验收总结.....	111

第一章工程概况

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目主要涉及矸石场一标段、二标段、三标段、四标段 4 个矸石堆场及固体废弃物堆存点的生态恢复治理工作，包括矸石山生态恢复治理和固体废物治理五个项目工程，项目实施主体为西山煤电股份有限公司。矸石山生态恢复治理分四个标段，一标段小西铭矸石场治理项目、二标段沟西湾矸石场治理项目、三标段玉门河沟口矸石场治理项目、四标段玉门河北侧排渣场治理项目。本次针对矸石山生态恢复治理工程二、三、四标段进行工程验收。

1.1 项目背景

2015 年 9 月，财政部、国土资源部和环境保护部将山西省作为采煤沉陷区治理试点省。2016 年 1 月，国务院批复同意实施《山西省采煤沉陷区治理试点工作方案》。2016 年 6 月，省政府下发《山西省人民政府关于印发山西省采煤沉陷区综合治理工作方案(2016~2018 年)的通知》和《山西省人民政府办公厅关于印发山西省采煤沉陷区综合治理资金管理暂行办法的通知》文件，要求加快解决以固废堆存为主的矿山生态环境问题，实施以西山煤电集团前山矿区和太原至阳泉沿线“一区一带”为重点实施区域，以及太原、阳泉、运城外八个市共“八个点”的“118 示范工程”。

西山煤电集团前山矿区生态恢复治理试点示范工程为重点实施区域，为落实文件精神，西山煤电集团委托山西省环境科学研究编制了《西山煤电集团前山矿区生态恢复治理总体规划》，拟通过对前山矿区实施生态恢复治理试点示范工作，形成工业广场区、休闲娱乐区、森林植被区 3 个生态功能区。

西铭矿自建矿以来陆续有四个停止排放的矸石场，分别为：小西铭小

南沟矸石场、沟西湾矸石场、玉门河沟口矸石场、玉门河北侧排渣场。本次工程针对的矸石场玉门河沟口、沟西湾、玉门河北侧。

二标段位于小西铭村境内，于 2001 年 8 月开始排放，2014 年 2 月停止排放。现存矸石约 450 万吨，治理面积 12.26 万 m²。

三标段位于西铭矿区办公大楼东部，矸石堆体走向为东西方向，治理面积 3.51 万 m²，现存矸石约 180 万吨，于 2001 年停止排矸。

四标段位于西铭矿区办公大楼西部，主要堆存物工程矸石，2008 年停止堆积，堆积量约 240 万吨，治理面积 3.5 万 m²。

2016 年 12 月由山西省环境科学研究院编制完成《山西省采煤沉陷区综合治理西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目可行性研究报告》并于 2017 年 1 月通过山西省环保厅组织的技术审查；审查后的试点示范工程项目可行性研究报告距离开工建设已历时近 2 年，且施工现场与可研报告依据的现状变化较大，于 2018 年 12 月委托山西省环境科学研究院编制完成《山西省采煤沉陷区综合治理西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目变更可行性研究报告》。2018 年 3 月根据《山西省采煤沉陷区综合治理矿山生态环境恢复治理试点示范工程绩效评价技术要则》、山西省环境保护厅办公室《关于开展山西省采煤沉陷区综合治理矿山生态环境恢复治理试点示范工程绩效评价的通知》着手开展本项目的绩效评价工作，期间主要开展了治理前环境质量现状的监测与调查，设计施工方案等。2018 年 6 月，施工单位进驻施工现场开展治理工作，2019 年 11 月治理工作完成并通过竣工验收。2019 年 11 月底，开展了治理后的环境质量监测与调查，施工建设过程中招投标、资金使用等情况调查，根据调查结果完成了工程绩效评价。

1.2 可行性研究提出治理方案

根据《山西省采煤沉陷区综合治理西铭矿矿山生态环境恢复治理试点

示范工程项目变更可行性研究报告》，治理区存在土地资源压占地形地貌等问题，确定西铭矿矿山生态恢复治理试点示范工程内容如下：

对西铭矿的 3 个矸石堆放点进行治理，西铭矿二标段、三标段、四标段的矸石大多顺坡自然倾倒，矸石成裸露状态，且边坡过陡，存在滑坡等安全隐患，矸石堆存点设计思路主要为：首先应对矸石山的坡面进行削坡，由上至下推散矸石，将现状的 40-45° 坡消减为 30° 左右的稳定坡面，坡面修建纵向排水沟，各平台修建马道截水沟，马道截水沟与纵向排水沟相连。修建浆砌石挡墙。

1.2.1 二标段排矸场治理工程建设方案

本工程主要内容有：

(1)山体削坡整形、(2)挖掘混填灭火、(3)黄土覆盖、(4)砼及柔性排水沟、(5)砼道路、(6)花架及停车场、(7)苗木栽植。

1.2.2 三标段排矸场治理工程建设方案

本工程主要内容有：

(1)矸石堆场的挖掘混填灭火、(2)山体整形、(3)修缮塌陷部分的坡体及格构梁、(4)钢筋砼水沟、(5)从铸造厂至景观平台的青石板道路、(6)从沟口至景观平台青石板路、(7)覆土工程、(8)生态修复、(9)水池水泵房、(10)喷淋设施、(11)加压泵房、(12)片石挡墙、(13)植物配置、(14)景观园路、(15)景观构筑。

1.2.3 四标段排矸场治理工程建设方案

建成的平台东部为四平台，西部为五平台，工程主要内容有：(1)山体削坡整形、(2)灭火工程、(3)封闭隔离、(4)黄土覆盖、(5)构建营养层、(6)半柔性快速排水渠、(7)种植草、(8)灌木、(9)喷淋浇灌、(10)挡墙工程、(11)工业广场、(12)护栏照明工程。

1.3 可行性研究确定项目工程量

1.3.1 二标段工程量统计

表 1.3-1 二标段工程量统计表

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
沟西湾灭 火工程	1	高温挖除灭火	m ²	7666.5	
	-1	高温渣挖运	m ³	45999	
	-2	黄土挖运	m ³	15333	
	-3	降温材料分层碾压	m ³	15333	
	-4	注浆、灌浆灭火	m ³	7666.5	
	-5	土、矸、石灰混合物分层碾压	m ³	22999.5	
	-6	土矸混合物加改良土回填	m ³	7666.5	
	2	田字形开沟注浆封闭灭火	m	1573	
	-1	机械挖除	m ³	27527.5	
	-2	黄土挖运	m ³	9175.8	
	-3	注浆、灌浆灭火	m ³	9438	
	-4	降温材料分层碾压回填	m ³	8179.6	
	-5	土、矸混合物加改良土回填	m ³	11954.8	
	3	山体结合部灌浆封闭防复燃	m	907.2	
	-1	机械挖除	m ³	20412	
	-2	黄土挖运	m ³	6804	
	-3	注浆、灌浆灭火	m ³	5443.2	
	-4	降温材料分层碾压	m ³	4082.4	
	-5	土、矸、石灰混合物分层碾压	m ³	11231.1	
	-6	土矸混合物加改良土回填	m ³	5098.5	
	4	坡面封闭防复燃	m ²	22604	
	-1	机械挖渣（1km 内）	m ³	67812	
	-2	黄土挖运（1km 内）	m ³	22604	

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
	-3	降温材料分层碾压 回填	m ³	22604	
	-4	土、矸、石灰混合 物分层碾压	m ³	22604	
	-5	土矸混合物加改良 土回填	m ³	22604	
	5	灭火防复燃过程动 态控制			
	-1	测温人工	工日	320	
	-2	热电偶（1.5米）	根	230	
	-3	热电偶（2米）	根	160	
	-4	热电偶（3米）	根	80	
	-5	热电偶（4米）	根	20	
	-6	热电偶（5米）	根	20	
	-7	热电偶（6米）	根	10	
	-8	空压机、气动潜孔 钻	台班	15	
	-9	测温钻杆	m	30	
沟西湾矸 石堆场护 坡工程	1	柔性护坡	m	2400	
沟西湾矸 石堆场周 边截水沟	1	土方开挖	m ³	3200	
	2	土方回填	m ³	900	
	3	钢筋混凝土	m ³	750	
沟西湾矸 石堆场马 道及平台 排水沟	1	平台柔性截水沟	m	1000	
	2	马道柔性排水沟	m	2400	
沟西湾矸 石堆场消 力池	1	消力池	个	1	
道路工程	1	简易道路 1（含水 沟）	m	160	
	2	混凝土道路 2	m	800	

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
沟西湾矸石堆场覆土工程	1	平台防护面积	m ²	65000	
沟西湾矸石堆场绿化工程	1	无芒雀麦	m ²	63000	
	2	紫穗槐	株	12550	高度≥0.8m 冠径≥0.6m
	3	整地（穴状）	个	14800	
	4	苗木栽植	株	14800	
	5	五角枫	株	200	干径 10.0 冠径≥1.2
	6	国槐	株	480	干径 8.0 冠径≥1.0
	7	油松	株	600	苗高 3.5m, 冠径 1.4-1.7m
	8	黄栌	株	300	地径 6cm 冠径≥0.7m
	9	西府海棠	株	200	地径=5cm 冠径≥0.6m
	10	木绣球	株	200	修剪后冠径（m）=1.0 修剪后球高度（m）=0.8 干高(m)≤1
	11	金叶女贞篱	m ²	200	修剪后冠径（m）=1.0 修剪后球高度（m）=0.8 干高(m)≤1
	12	胶东卫矛篱	m ²	200	修剪后冠径（m）=1.0 修剪后球高度（m）=0.8 干高(m)≤1
	13	丁香篱	m ²	200	修剪后冠径（m）=1.0 修剪后球高度（m）=0.8 干高(m)≤1
	14	苹果	株	1000	干径 6.0 冠径≥0.8

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
	15	核桃	株	1400	干径 6.0 冠径 ≥ 0.8
	16	梨树	株	1200	干径 6.0 冠径 ≥ 0.8
	17	桃树	株	800	干径 6.0 冠径 ≥ 0.8
	18	柿树	株	130	干径 6.0 冠径 ≥ 0.8
	19	枣树	株	700	干径 6.0 冠径 ≥ 0.8
	20	金叶榆	株	1300	干径=10.0cm 冠径 $\geq 1.0m$
	21	黄刺玫	株	770	高度 $\geq 1.0m$ 冠径 $\geq 0.6m$
	22	连翘	株	3520	高度 $\geq 1.5m$ 冠径 $\geq 1.0m$
	24	山杏	株	1500	地径 6cm 冠径 $\geq 1.0m$
	25	山桃	株	1300	地径 5cm 冠径 $\geq 0.8m$
	26	白皮松	株	250	苗高 3.5m 冠径 1.6-2.0m
	27	胡枝子	株	2600	
	28	黄栌	株	1000	地径 4cm 冠径 $\geq 0.6m$
	29	珍珠梅	株	1000	高度 $\geq 0.8m$ 冠径 $\geq 0.6m$
	30	榆树	株	1000	干径=8.0cm 冠径 $\geq 1.0m$
	31	臭椿	株	1000	干径=8.0cm 冠径 $\geq 1.0m$
	32	樱花	株	1000	地径 3cm 冠径 $\geq 0.4m$
	33	新疆杨	株	260	干径=8.0cm 冠径 $\geq 1.0m$
沟西湾矸石堆场灌溉工程	1	人工挖挖沟渠及回填	m ³	950	
	2	PE 输水管道安装 (主管) DN90	m	2500	

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格	
	3	PE 输水管道安装 (支管) DN65	m	5000		
	4	PE 输水管道安装 (竖管) DN40	m	270		
	5	喷头	个	270		
	6	阀门	个	60		
	7	潜水泵 (7.5KW)	台	3		
	8	电缆 (10mm ²)	m	1600		
	9	配电箱	套	1		
	10	柔性蓄水池	个	3		
	人行步道	1	浆砌混凝土人行道 板	m ²	400	
		2	炉渣垫层	m ³	80	
3		土方开挖及运输	m ³	230		
生态停车场	1	浆砌混凝土人行道 板	m ²	450		
	2	炉渣垫层	m ³	146.4		
	3	嵌草砖铺设	m ²	732		

1.3.2 三标段工程量统计

表 1.3-2 三标段工程量统计表

位置	序号	工程名称	单位	工程 量	规格
钻孔注浆灭火	1	总延米	m	4530	
	2	注浆量	m ³	23437	
开沟(槽)注浆 灭火	1	挖方量	m ³	12000. 00	
	2	注浆量	m ³	3611.0 0	
挖掘混填灭火	1	挖方量	m ³	29430. 00	
	2	填方量	m ³	23053. 50	
测温检测	1	测温检测	m ²	16088	

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
玉门河沟口矸石场周边截水沟	1	土方开挖	m ³	1728	
	2	土方回填	m ³	900	
	3	C20 混凝土	m ³	680	
	4	C10 垫层	m ³	170	
	5	钢筋	t	29.92	
玉门河沟口矸石场马道排水沟及边坡排水沟	1	坡面柔性纵排水	m	150	
	2	坡面柔性横排水	m	1239	
玉门河沟口矸石场消力池	1	消力池	座	1	
玉门河沟口矸石场覆土工程	1	坡面覆土	m ³	2752	
	2	顶面覆土	m ³	8600	
	3	层间覆土	m ³	960	
玉门河沟口矸石场整形整地工程	1	山体整形	m ³	73000	
	1.1	水泥框格修缮	m ³	1200	
	1.2	砖砌块	m ³	85	
	1.3	黄土	m ³	110	
	2	柔性护坡	m ²	11500	
	2.1	液压喷播	m ²	11500	
	3	植物护坡			
	3.1	植被毯	m ²	11500	
	3.2	撒播草籽	m ²	11500	
	3.3	草籽	kg	180	
	3.4	黄土	m ³	240	

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
	3.5	遮阳网	m ²	11500	
玉门河沟口研石场边坡绿化工程	1	整地（穴状）	个	650	
	2	苗木栽植	株	650	
	3	种植绿篱	m ²	7000	
	4	绿植部分			
	5	油松	株	130	苗高 3.5m, 冠径 1.4-1.7m
	6	金叶榆	株	140	干径=10.0cm 冠径 \geq 1.0m
	7	五角枫	株	13	干径 10.0 冠径 \geq 1.2
	8	香花槐	株	140	干径 8.0 冠径 \geq 0.8
	9	碧桃	株	90	地径 5cm 冠径 \geq 0.8m
	10	小国槐	株	200	
	11	金枝槐	株	90	干径 8.0 冠径 \geq 0.8
	12	木瓜海棠	株	90	地径 8cm 冠径 \geq 0.9m
	13	木槿	株	12	地径 5cm 冠径 \geq 0.6m
	14	胶东卫矛球	株	80	修剪后冠径(m) =1.0 修剪后球高度(m) =0.8 干高(m) \leq 1
	15	紫叶李	株	150	干径=8.0cm 冠径 \geq 1.1m
	16	樱花	株	100	地径 3cm 冠径 \geq 0.4m

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
	17	红宝石海棠	株	100	地径 6cm 冠径 $\geq 0.7m$
	18	黄刺玫	丛	100	高度 $\geq 1.0m$ 冠径 $\geq 0.6m$
	19	连翘	丛	30	高度 $\geq 1.5m$ 冠径 $\geq 1.0m$
	20	红瑞木	m ²	2000	高度 $\geq 1.3m$ 冠径 $\geq 0.8m$
	21	紫丁香	m ²	2000	
	22	大叶黄杨	m ²	2000	修剪后冠径 (m) =0.8 修剪后球高度 (m) =0.6 干高(m) ≤ 1
	23	金叶女贞	m ²	140	修剪后冠径 (m) =0.8 修剪后球高度 (m) =0.6 干高(m) ≤ 1
	24	地被花草	m ²	4000	
	-2	设施部分			
	1	景观廊架	m ²	270	
	2	景观定制座椅	套	6	
	3	景观小品	组	4	
	4	防护拦杆	m	600	
	5	行人拦挡	m	160	
	6	垃圾箱	个	8	
	7	厕所	m ²	60	
	8	庭院灯	个	18	
	9	草坪灯	个	25	

位置	序号	工程名称	单位	工程量	规格
	10	射灯	个	16	
	-3	铺装部分			
	1	红色烧结砖	m ²	600	
	2	预制混凝土砖	m ²	250	
	3	透水砖	m ²	550	
	4	卵石收边	m ²	160	
	5	防腐木栈道	m ²	300	
	6	停车位植草砖	m ²	125	
玉门河沟口道路工程	1	人行步道一	m ²	530	
	1.1	青石板	m ²	530	
	1.2	护栏	m	350	
	1.3	路灯	个	7	
	2	人行步道二	m ²	390	
	2.1	青石板	m ²	390	
	2.2	护栏	m	260	
	2.3	路灯	个	5	
玉门河沟口供水及灌溉工程	1	加压泵	个	2	
	2	蓄水池	个	2	
	3	PE管	m	350	
	4	闸阀	只	50	
	5	喷头	只	25	
	6	PE三通管	根	240	

1.3.3 四标段工程量统计

表 1.3-3 四标段工程量统计表

工程名称	序号	分项工程	单位	工程量	规格
灭火工程	1	土方开挖	m ³	9600	
	2	土方回填	m ³	9600	
	3	喷射高铝浇筑料	m ³	4500	
封闭隔离工程	1	喷射混凝土	m ²	36200	
	2	封闭隔离层	m ²	36200	
研石削坡整形工程	1	挖渣运输	m ³	28950	
	2	平整回填夯实	m ²	33380	
覆土工程	1	覆土	m ³	16000	
马道及边坡排水沟	2	人工挖沟槽	m ³	740	
	3	土方运输	m ³	260	
	4	钢筋混凝土管 (直径 400mm)	m	1500	
	5	PE 排水沟	m	1500	
	6	混凝土	m ³	92	
营养层工程	1	喷射营养泥浆	m ²	36000	
绿化工程	1	栽植乔木(带土球) 土球直径 (50cm 以内)	株	510	
	3	侧柏	棵	420	苗高 3.0m 冠 径 ≥ 1.0m
	4	火炬	棵	100	干径 8.0cm, 冠径 ≥ 0.8
	5	铺种草皮 喷播 草坪	m ²	34000	
	挡墙工程	1	人工挖沟槽	m ³	80
2		挖渣运输	m ³	1500	
3		平整夯实	m ³	900	
4		混凝土	m ³	350	

工程名称	序号	分项工程	单位	工程量	规格
	5	挡土墙砌筑	m ³	3200	
	6	水泥砂浆	m ²	1148	
	7	滤层	m ³	244.8	
	8	钢筋	t	3.14	
	9	UPVC 给水管	m	486.4	
周边截水沟	1	人工挖沟槽	m ³	281	
	3	平整夯实	m ²	281	
	4	混凝土	m ³	26	
	5	挡土墙砌筑	m ³	145	
	6	水泥砂浆	m ²	62	
工业广场	1	人工挖沟槽	m ³	91	
	2	挖渣运输	m ³	1850	
	3	土方回填	m ³	1450	
	4	垫层	m ³	275	
	5	水泥混凝土面层	m ²	1500	
	6	伸缩缝	m ²	523	
	7	划线	m ²	1302	
	8	铁件拉杆	t	0.04	
	9	单臂悬挑灯架	套	6	
	10	成套马路弯灯架	套	6	
	11	钢管接地极	根	6	
	12	铁艺栏杆	m ²	320	
供水工程	1	土方开挖	m ³	42	
	2	平整夯实	m ²	18	
	3	混凝土	m ³	1.8	
	4	玻璃钢水池	个	2	
	5	镀锌钢管（20mm 以内）	m	9900	
	6	镀锌钢管（20mm 以内）	m	1600	
	7	PE 管	m	12000	
	8	喷头	个	3900	
	9	螺纹阀	个	16	

工程名称	序号	分项工程	单位	工程量	规格
	10	电磁阀	个	16	
	11	彩钢板	m ²	80	

1.4 工程造价与资金筹措

1.4.1 工程造价

西铭矿矸石山生态恢复治理和固体废物治理工程，五个标段招标总价10368.5万元。其中矸石山二、三、四标段生态恢复治理工程费用为6531.8万元。

1.4.2 资金筹措

本项目治理资金主要由政府和企业承担，按照中央资金20%、省级资金20%、市级资金15%、县级资金15%、企业资金30%比例进行资金支持。

1.5 工程招投标情况

本项目施工实行招投标制，采用设计施工总承包方式，选择有施工资质、经验丰富、技术力量强的施工单位具体负责项目的实施。

具体中标承担单位如下：

（二标段）

勘察单位：山西绿巨人环境科技有限公司

设计单位：山西绿巨人环境科技有限公司

监理单位：山西煤炭建设监理咨询有限公司

施工单位：山西绿巨人环境科技有限公司

（三标段）

勘察单位：山西大地民基生态环境股份有限公司

设计单位：山西大地民基生态环境股份有限公司

监理单位：山西煤炭建设监理咨询有限公司

施工单位：山西大地民基生态环境股份有限公司
(四标段)

勘察单位：山西智德安全技术股份有限公司

设计单位：山西智德安全技术股份有限公司

监理单位：山西煤炭建设监理咨询有限公司

施工单位：山西智德安全技术股份有限

第二章工程治理内容

2.1 二标段工程治理

2.1.1 矸石山治理设计方案

根据招标文件和变更可研编制

2.1.1.1 防复燃分项工程

(1) 高温挖除灭火

现场实际情况和火情分析报告,对矸石山坡面的集中发火区及部分蓄热区采用挖除灭火法。挖除灭火工艺的特点是:最直接的灭火方法,快速消除火源;施工危险性大,施工安全要求高。根据初步测温,设计平均挖除深度 6 m,采用挖掘机挖渣自卸车运渣(1km 内)。火源挖出后堆放于安全部位,采取降温措施后,矸石混拌黄土、粉煤灰、阻燃剂和石灰等降温后分层回填。关键技术指标:

①安全平台区:在该区域表面铺设黄土,用于堆放挖出的高温矸石,防止引燃堆放部位。

②安全:发火区有毒有害气体浓度过高,先喷浆封闭,减少有毒有害气体逸散出的浓度,方便人员接近施工,保障施工时的人员安全。同时喷浆可暂时降低温度,方便人员机械接近施工,保障施工时的人员机械安全。

③降温方法: a.喷水降温:挖出的高温矸石分摊于安全部位,喷水迅速降温冷却。 b.自然冷却:挖出的高温矸石分摊堆放于安全区,自然降温冷却。

④挖除火源要求:开挖深度 6 m,由外围向核心区推进。开挖区

域挖除灭火完成后，立即进行灌浆，灌注灭火浆液到沟槽底部，至清水不再下渗，浆液配比见表 5-1，灌浆量约 1 m³/m²。

⑤挖除区域的外围温度监测：对挖除区域外围进行测温，测温达标后进行回填，否则挖除不彻底。

⑥回填方式：挖出冷却矸石混入黄土、粉煤灰、阻燃剂等分层碾压回填，碾压厚度分别为 2 m、3 m、1 m，各层回填材料配比详见表 5-2。回填的第一层为冷却矸石与黄土、粉煤灰、阻燃剂混合，回填深度 2 m；第二层为冷却矸石与黄土和石灰混合回填，回填深度 3 m；第三层为混拌基质层，回填深度 1 m。

本项目高温挖除灭火总面积 7666.5m²。

(2) 田字形开沟灌浆封闭灭火

对项目区顶部平台采用田字形开沟灌浆法封闭隔氧灭火防复燃。该工艺的特点是：针对平台等特定部位，节约投资，灭火防复燃效果好；施工过程需温度监测验证效果。采用分段开挖的方式，开挖沟槽后马上进行灌浆施工，防止火情蔓延。灌浆到浆液不再下渗，测温达标即完成灌浆。降温后分层回填并碾压夯实，回填后剩余混合物用回填于坡面或平台。

温度监测：田字形内持续测温，监测时长 3-5d，根据监测情况确定总体回填或缩小网格间距降温封闭。

本项目平台田字形开沟灭火总长度 1573m，沟槽开挖断面为上口宽 5 m，下口 2 m，平均深度 5 m 的梯形，可根据现场测温情况适当调整。采用分段开挖的方式，根据第一条沟开挖灌浆后温度变化情况，

确定第一条沟与第二条沟的距离。

（3）山体结合部灌浆封闭防复燃

原始山体结合部开沟灌浆，分层回填并碾压夯实。对开挖基槽灌浆后进行测温，测温合格后，再分层回填并碾压夯实，降温及回填方法同表 5-2，回填后剩余混合物回填于坡面及平台。该工艺的目的是封堵供氧通道，防止自燃。该工艺的特点是：彻底封堵矸石场山体结合部的氧气供应通道；山体结合部垂直深度较大，水平延伸较长，施工难度大。矸石场高温区两侧山体结合部封闭防复燃总长度 907.2 m，封闭沟槽开挖断面为上口宽 6 m，下口 1.5 m，平均深度 6 m 的梯形。

（4）坡面全封闭防复燃

在坡体其它区域，矸石混拌黄土、阻燃剂等分层砌筑坡面，进行坡面全封闭隔氧灭火防复燃处理。该工程的特点是：采用土矸混合封闭坡面，节约黄土；与矸石堆体材料相近，柔性覆盖，不会形成硬壳，不易开裂形成新的供氧通道。保墒保水，利于生态植被重建。坡脚碾压夯实后堆砌边坡。从设计坡脚基准点向内实施分层碾压回填，回填碾压方法同表 5-2，逐区推进，夯填厚度分别为 1 m、1m、1m，顶部坡面回填矸石渣粒径小于 15 cm。坡面封闭随分层回填高度逐级向上形成坡面、马道及主道路与坡面结合部位，预留马道后逐级向上对坡面分层封闭。本项目实施坡面全封闭总面积 22604 m²，封闭厚度 3 m（含植被改良层 1 m 厚）。

（5）平台封闭

采用土、矸、基质材料等混合材料封闭 1m 厚，工程量见基质改良。

2.1.1.2 多级隔坡反台山体整形

为防止矸石堆体沉降、滑坡，设置多级隔坡反台工艺。

根据原地形对自然倾倒的坡面进行分级处理，减小坡长，设计坡度为 32° 左右，坡体中间设置分级马道。马道设计为外高内低的反坡，坡降为 3%。马道宽度根据坡面坡度设计，设计宽度为 3 m。山体整形措施包括整形挖填方、微地形修整及灭火回填后剩余土方回填，雨季后地形修整土方，土方开挖主要采用挖掘机、装载机及自卸汽车施工，原始坡面上部挖方量较大，自卸车运矸至设计填方部位，及时调整填方区域，坡体挖填方后机械平整。本项目在坡面全封闭后进行坡面、马道及平台修整。整形挖方量为 35070 m³，填方量为 35070 m³。

2.1.1.3 柔性护坡

在每级马道坡脚设置柔性护坡，应对矸石山沉降、防止雨水冲刷成沟、避免水土流失，降低滑坡体前沿滑舌部形成的概率，稳固坡面。柔性护坡设计在每级坡脚铺设土工袋，坡体铺设植生袋，柔性护坡总高度 1.5 m。植生袋装土自然满，一墩八分实，封口提起拉直再缝合，缝线走锁袋口，转运时不扔不摔，顺势借力，码放时平起平落，错缝压茬，不瘪嘴不鼓肚，整体效果为，正看层层叠叠线线直，侧看顺坡流畅不长牙不鼓肚。柔性护坡总长度为 2332.5 m。

2.1.1.4 钢筋混凝土排水沟

为了顺利排出山体表面汇集的雨水，在山体两侧原始土层上设置钢筋混凝土排水沟，将坡面汇集的雨水导入主排水沟后汇入道路排水沟或原沟道。钢筋混凝土排水沟设计为 1×0.8 m 矩形断面，深度为 0.8 m，可根据地形略做微调。钢筋混凝土排水沟总长度为 948 m。

2.1.1.5 平台柔性截水沟

在矸石山顶部设置柔性截水沟，截水沟用土工膜加土工袋构筑。柔性截水沟与道路排水沟相连，通过顶部平台设置的微地形，使得平台上汇集的雨水顺利流入柔性截水沟，与蓄水池连通，之后汇入道路排水沟排出场外，保证矸石山山体安全稳定。平台柔性截水沟梯形断面，设计为上口宽 0.6 m，下底 0.3 m，深度 0.6 m 的梯形，可根据地形，排水沟尺寸略做微调，用土工膜加土工袋堆砌，码放时平起平落，错缝压茬，不瘪嘴不鼓肚。柔性截水沟总长度为 972.9m。

2.1.1.6 马道柔性排水沟

在每级马道内侧设置横向柔性排水沟。矸石山体分级后，雨水除下渗外，其余水量基本聚集在马道内侧，为快速排除马道路面、坡面和路堑的雨水，在马道内侧位置布设横向排水沟，与坡面的钢筋混凝土排水沟相连接，采用土工膜加土工袋构筑，用土工膜加土工袋堆砌，码放时平起平落，错缝压茬，不瘪嘴不鼓肚。排水沟断面设计为上口宽 0.5 m，下底 0.3 m，深度 0.45 m 的梯形，可根据地形，排水沟尺寸略做微调，采用挖机挖沟，人工平整，沟底修整为弧状，将粉碎后的黄土（无大块）填至平整好的沟底，边填边夯机夯实，填土夯实后厚度为 20 cm，平整沟底防止土工膜破碎。人工裁剪好符合要求的土

工膜、平铺于排水沟挖除部位，铺设时土工膜松铺，平均每 3 m 铺设 3.2 m 长的土工膜，防止矸石场沉降导致土工膜断裂，土工膜宽 2.0 m。黄土装袋要求装袋自然满，一墩八分实。土工袋封口要提起拉直再缝合。马道柔性排水沟总长为 2375.1 m。

2.1.1.7 挡墙背后砂卵换填工程

为加强矸石山堆体稳定性，防止降水冲刷矸石堆体山脚，为防止氧气入渗，又能顺利泄水，防止矸石堆体吸水饱和，对坡面底部的原有挡墙内侧进行砂卵换填，将原有矸石换填为片石、砂卵石并夯实，以保证矸石山体的稳定性。挡墙内侧砂卵换填总量 1190m³。

2.1.1.8 道路工程

为方便交通、后期维护及减少排矸扬尘，在原有道路基础上，对场内道路进行修整，主排矸场内道路进行硬化，并在道路两侧栽植行道树，满足项目施工材料运输、后期管护需求。为满足后期车辆停放，在顶部平台设置生态停车场，并修筑人行步道，便于后期游客参观、游玩。

(1) 道路一

北区矸石场道路一设计长度为 153.7 m，路宽 4 m，道路结构采用水稳路面，水稳层厚度为 0.3 m，底部素土夯实；道路一侧布设柔性排水沟，柔性排水沟尺寸为上口 0.6 m，下口 0.3 m，深度 0.6 m，底部铺设土工膜。

(2) 道路二

主矸石场道路二设计长度为 780 m，路宽 4 m，道路结构采用混

凝土路面，设计面层厚度为 0.3 m，水稳层厚度为 0.3 m，碎石层厚度 0.2m，底部素土夯实；道路一侧布设钢筋混凝土排水沟，排水沟长度为 754 m，设计为 1×0.8 m 矩形断面，壁厚为 0.25 m，排水沟之间设置过路涵洞。

2.1.1.9 植被恢复措施

(1) 平台植被恢复措施

平台以经济林为主，经济树种片状栽植，包括苹果、核桃、梨树、桃树、柿树、枣树等，栽植间距 3m×4m，整地规格为 60cm×60cm×40cm。四周及步道两侧栽植五角枫、国槐、油松、黄栌、西府海棠、木绣球等，间距 3m×4m，整地规格为 60cm×60cm×40cm。四周区域除栽植树种外配置草本植物，草本植被恢复方式为播撒混合草籽，150kg/hm²，品种为高羊茅、紫花苜蓿、二月兰、波斯菊、黑心菊、披碱草、早熟禾等，采用人工撒播的方式。停车场及人行步道两侧栽植金叶女贞篱、胶东卫矛篱、丁香篱等。平台生态重建面积为 64268.6 m²。

(2) 坡面和马道植被恢复措施

坡面片状栽植乔木，形成色块景观，树种选择为黄栌、珍珠梅、金枝槐、榆树、臭椿、樱花、山桃、山杏，栽植密度 16 株/100 m²，穴状整地，整地规格为 80cm×80cm×60cm。乔木间间植胡枝子、紫穗槐、连翘，栽植密度 16 株/100 m²，整地规格为 60cm×60cm×40cm。草本植被恢复方式为播撒混合草籽，150kg/hm²，品种为高羊茅、紫花苜蓿、二月兰、波斯菊、黑心菊、披碱草、早熟禾等，采用人工撒

播的方式。

马道植被恢复措施为：沿马道外沿栽植白皮松、油松常绿品种和山桃、山杏、金叶榆、紫穗槐、连翘、黄刺玫等灌木混栽，行间距为 $1\text{m}\times 1\text{m}$ （乔灌木混栽），穴状整地；草本植被恢复方式同坡面。坡面、马道生态重建面积分别为 47000.2 m^2 和 5592.6m^2 。通过实施以上植被恢复措施，在恢复初期采取人工高强度管护方式快速重建生态系统，利用自然竞争演替，最终形成稳定的生态系统。同时与太原市西山万亩生态园相协调。

（3）道路 2 两侧生态系统重建

主排矸场道路二两侧乔灌草间种进行绿化，乔木株间距 3m ，两侧各一行，穴状整地，整地规格为 $80\text{cm}\times 80\text{cm}\times 60\text{cm}$ ，乔木树种为新疆杨、国槐；乔木间栽植灌木，间距 1m ，灌木选择连翘、黄刺玫，草本植被恢复方式同坡面。

2.1.1.10 生态停车场

为把项目区打造成为矿区休闲场所，本矸石场综合治理设计布置生态停车场，特点主要是高绿化、高承载、透水性能好、草地成活率高、提高绿地面积。本设计布置生态停车场 2 处，总面积为 732 m^2 。生态停车场 1 位于主排矸场 5 号平台，生态停车场 2 位于主排矸场 3 号平台。停车场铺设草坪砖，并布设 2.0m 宽步道与排矸路相连；生态停车场铺设草坪砖 732m^2 。

2.1.1.11 引水及灌溉工程

为方便后期灌溉，在项目区平台寻找地势较高地方设计圆形蓄水

池，总计 3 处，其中主排矸场 2 个，北区排矸场 1 个。灌溉采用喷灌浇水的方式，对植物进行水分补充。灌溉系统组成：由水源、输配水管网和喷头部分组成。

(1) 水源：主要由小西铭村引入，因项目区需水量大，通过对矿井水深度处理后用于治理区灌溉。

(2) 输配水管道系统：管道系统的作用是将压力水输送并分配到各区块。通常管道系统有支管和竖管两级，在支管上装有用于安装喷头的竖管。在管道系统上装有各种连接和控制的附属配件，包括弯头、三通、接头、闸阀等。主管选用 DN90PE 管材，总计长度 2427.6m；支管选用 DN65PE 管材，总计长度 4847.0m；竖管选用 DN40PE 管材，总计长度 261.0m。

(3) 喷头：喷头安装在竖管上，利用支架支撑，喷头的作用是将压力水通过喷嘴，喷射到空中，在空气的阻力作用下，形成水滴状，洒落在土壤表面，喷头选择大射程旋转喷头，喷头间距 20 m 左右。

(4) 柔性蓄水池

根据矸石山的植物措施和其他管理方面的用水需求规律，分别在两个区修建柔性蓄水池，蓄水池规格容积为 190 m³。

2.1.2 施工组织设计

2.1.2.1 施工条件

施工用水：从小西铭村敷设管道至施工现场，施工单位铺设至主要用水点。

施工用电：从小西铭村附近敷设至施工配电箱。

施工营地：租用的办公室作为项目部的办公场所，临时搭建及临时搭建彩钢板房作为施工队住宿。

2.1.2.2 施工质量要求

严格控制原材料质量关，对用于本工程的原材料等严格把关，在监理工程师见证下现场取样，送相应资质的试验室进行检测复试，合格后方可用于本工程，否则，直接清退出场。每道工序经监理工程师验收合格后进行下道工序的施工。

2.1.2.3 施工管理和监理

施工过程中由专业技术人员按施工图纸要求测量放线，经自检复核后报监理工程师复检验收，验收合格后才进行下道工序施工，偏差控制在规范允许的范围内；对关键节点、关键部位重点监控检查，对照图纸反复核查数据；执行“三检”制度，每道工序都经过自检合格后再报监理工程师验收，验收合格后再进入下道工序的施工。

2.1.3 施工情况

2.1.3.1 示范工程名称

西山煤电西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目（二标段：沟西湾矸石场治理工程）

2.1.3.2 工程施工过程

本工程施工内容主要包括：挖除灭火、坡面全覆盖防复燃、山体结合部封闭防自燃工程、田字形开沟灌浆封闭、山体整形工程、排水工程、土建工程（道路工程、砼排水沟、PE埋地管、急流槽、集水井、花架、停车场）、生态系统重建工程、灌溉系统工程 9 个子单位

工程；

(1) 挖除灭火：为 1 个分部；

(2) 坡面全覆盖防复燃：为 1 个分部；

(3) 山体结合部封闭防自燃工程：为 1 个分部；

(4) 田字形开沟灌浆封闭：田字形开沟灌浆封闭；

(5) 山体整形工程：包括削坡、坡体分级、微地形修整、分级马道设置、柔性护坡、柔性排水沟 6 个分部；

(6) 排水工程：砼排水沟、马道柔性排水沟、PE 埋地管铺设、过路管涵连接段（含集水井、管涵、出口处构筑物）、过沟盖板 5 个分部；

(7) 土建工程：道路工程、砼排水沟、PE 埋地管、急流槽、集水井、花架、停车场、人形步道 8 个部分；

(8) 生态系统重建工程：包括基质改良、生态重建 2 个分部；

(9) 灌溉系统工程：为 1 个分部。

1.挖除灭火

(1) 挖除灭火面积

挖除灭火面积 11425.5 m²，根据现场实际情况和火情分析报告，对矸石山坡面的集中发火区及部分蓄热区采用挖除灭火法。挖除灭火工艺的特点是：最直接的灭火方法，快速消除火源；施工危险性大，施工安全要求高。设计平均挖除深度 6 m，采用挖掘机挖渣自卸车运渣（1km 内）。挖出冷却矸石混入黄土、粉煤灰、阻燃剂等分层碾压回填，碾压厚度分别为 2 m、3 m、1 m，回填的第一层为冷却矸石

与黄土、粉煤灰、阻燃剂混合，回填深度 2 m；第二层为冷却矸石与黄土和石灰混合回填，回填深度 3 m；第三层为拌基质层，回填深度 1 m。

2.坡面全封闭防复燃

该项坡面全封闭为 20697 m²，在坡体蓄热区域，矸石混拌黄土、阻燃剂等分层覆盖坡面 3m，进行坡面全封闭隔氧灭火防复燃处理。该工程的特点是：采用土矸混合封闭坡面，节约黄土；与矸石堆体材料相近，柔性覆盖，不会形成硬壳，不易开裂形成新的供氧通道。保墒保水，利于生态植被重建。

3.山体结合部灌浆封闭

矸石场高温区两侧及坡底山体结合部封闭防复燃总长度 1102.2m，采用挖机挖沟，山体结合部封闭沟下窄上宽，成规则梯形状，封闭沟沟槽开挖断面为上口宽 6 m，下口 1.5 m，平均深度 6 m 的梯形。沟槽开挖后底部灌浆封闭，注浆浆液为水、素土、石灰、阻燃剂、凝固剂；挖出冷却矸石作为阻燃材料混入黄土、粉煤灰、阻燃剂等分层回填、碾压，分层碾压厚度分别为 2m、3m、1m。

4.田字形开沟灌浆封闭

该项工程长 1561 m，针对平台等特定部位，采用分段开挖的方式，田字形开沟灌浆封闭为梯形，上口宽 5 m，下口 2 m，平均深度 5 m，沟槽开挖后底部灌浆封闭，注浆浆液为水、素土、石灰、阻燃剂、凝固剂；挖出冷却矸石作为阻燃材料混入黄土、粉煤灰、阻燃剂等分层回填、碾压，分层碾压厚度分别为 2m、2m、1m。

5.山体整形工程

山体整形工程：包括削坡、坡体分级、微地形修整、分级马道设置、柔性护坡、等工程。

6.排水工程

（1）分级马道设置

为稳定山体同时为施工方便及后期管理（如浇水、施肥、修剪等）及护林防火，建立施工道路（马道），为排除道路路面和路堑的雨水，在道路内侧布设排水渠，马道为外高内低坡度为 3%，最后对马道进行全面植被恢复，本项目区马道宽度 3.5—4.5m，马道长 1744.5m。

（2）马道柔性排水沟

在马道内侧修建柔性排水渠，排水渠采用土工膜与土工袋砌筑，总长 1744.5m。排水渠规格：上口宽 0.6 米，下底 0.3 米，深度 0.45 米，排水渠尺寸可根据地形略做微调。

（3）马道柔性护坡

柔性护坡 2799m，在坡脚设置柔性护坡，可有效减少雨水冲刷，应对矸石山沉降、稳固坡面，有效减小水土流失。柔性护坡构筑方法为：一、二级马道坡脚铺设两层土工袋，坡体铺设植生袋，高度 1.5m。

（4）坡面及马道削坡整形

坡面及马道分布，主矸石场共有 7 号平台 3 级坡面、5 号平台 4 级坡面、6 号平台 2 级坡面、1 号平台 7 级坡面，北区矸石场 4 级坡面，根据施工图纸在坡面及马道进行灭火处理后，进行削坡分级处理，降低坡度，减小坡长，每级坡面坡度 30°左右。

（5）挡墙背后砂卵换填

主矸石场区挡墙后换填砂卵石长 43m、宽 5m、深 4m、北区矸石场区挡墙后换填砂卵石长 44m、宽 3m、深 2.5m，分层碾压后铺设种植土。

7. 土建工程

（1）砼道路

砼道路 790m，其中 4 米宽混凝土道路 570 米；4.5 米宽混凝土道路 220 米，道路连接段硬化部分 103.5 m²，工程做法：基底夯实、碎石碾压 100 厚压实系数 ≥ 0.9 、水稳层 200 厚压实系数 ≥ 0.9 、C30 混凝土路面 250mm，道路每隔 6M 设一伸缩缝，缝宽 20mm，缝内填塞沥青胶泥，道路采用商品砼，养护采用塑料薄膜洒水覆盖养护，道路浇筑及时取样送检，每次取样 3 块/不超过 100m³，简易排矸道长 153.7m、宽 4m 工程做法土拌矸铺设碾压 1m 厚。

（2）钢筋砼排水沟

钢筋砼排水沟长 1048.5m，排水沟采用 C30 砼浇筑沟壁及沟底，其中沟底厚 250mm，沟壁厚 200mm，基槽开挖后，打 300mm 厚 3:7 灰土，分 2 部打，每部 150mm，浇筑 100mm 厚 C15 砼垫层，砼排水沟每 20m 做伸缩缝一道，灰土压实系数 ≥ 0.95 ，达到设计要求，方可进行下道工序。

（3）钢筋砼花架

花架：共 4 组，长 115.2m。

（4）停车场花砖、人形步道

停车场花砖总面积 750 m²，共 2 处，分别为 300 m²和 450 m²，基底夯实后打水稳层 200 厚铺设嵌草砖平铺加粗砂找平。

人行步道长 203m，宽 2.3m，路面做法：基底夯实后，铺设水稳层 200 厚，铺设面包砖平铺加粗砂找平。

(5) PE 管道埋地铺设

采用 ϕ 500PE 波纹管 242m、 ϕ 800PE 波纹管 150m、 ϕ 1000 砼涵管 122.5m、埋地铺设排水管，管道坐在粗砂垫层上，施工时先铺设粗砂，再安装管道，安装管道完成后，回填粗砂垫层。

(6) 集水井、检查井、溢水井

集水井 2 个、检查井 3 个、溢水井 1 个。

8.灌溉系统

(1) 喷灌施工方案和施工方法

1、施工顺序：喷灌系统施工规划→筹备物料→测量定线→分区域主管线安装→支管线安装→安装控制阀等部件→管线加固→管线打压冲洗→安装快取阀→测试调整→检验合格投入使用。

2、主管网铺设安装：铺设水管将小西铭村水引入排矸场水泵房，安装 2 台变频柜，2 台潜水泵，主要施工内容为管路放线、开挖沟槽、主管防锈处理、主管安装、通水试验及整修等。治理区域内主管道采用 De90PE 管道 1200m，热熔连接。

3、支管安装：由主管接入，铺设 De63PE 管道 4936m，De25PE 管道 4300m，热熔连接，安装 160 个快速取水阀，间距 20~30m 一个，喷头 514 个，控制阀门 109 个。

4、管道及喷头安装完成后，做水压试验，灌水后水压稳定在0.6MP，10分钟压降<0.02MP 不渗不漏为合格。

5、管道在试压完成后即可做冲洗。冲洗以图纸上提供的系统最大设计流量进行，用自来水连续进行冲洗，直至各出水口水色透明度与进水目测一致。

6、安装电源线 VJV3×16 + 2×10mm²2490m，信号线 RVS — 2×1mm²2490m。

9.近自然生态重建工程

(1) 土壤基质改良

矸石山土壤贫瘠，蓄水保水能力差。受排矸场地形地貌和表层土壤理化性质的限制，直接进行植物栽植成活率较低，因此排矸场生态系统重建工程前必须进行基质改良，基质改良可以分为物理、化学、生物等方法，本项目主要采用物理改良方法。该项目坡面生态重建46926 m²，平台生态重建66366 m²，马道生态重建8232 m²。合计121524 m²，道路两侧生态重建1349m。项目区平台基质改良（覆盖基质土）厚度0.8m，坡面及马道基质改良为土矸混合物，厚度1m，其他未整形的封闭区域覆盖黄土0.6m，在此基础上，混入木纤维（0.3kg/m²）及有机肥（1.0kg/m²）等。

(2) 生态重建

人工整理绿化用地121524m²，种植油松（1.5—2m高）3920株，侧柏1430株（1m高），榆树（3—5cm直径）1546株，火炬1030株（1m高），刺玫树（3—5cm直径）1030株，黄刺玫（1m高）1375

株，山桃树（二年生）1430株，山杏树（二年生）1430株，紫穗槐（二年生）4030株，连翘（1m高）1230株，珍珠梅（五枝头）1030株，山楂树1082株，梨树722株，苹果树195株，枣树865株，核桃树306株，喷播草籽100106m²。

（3）修剪

树木移植时为平衡树势，提高植树成活率，应进行适度的强修剪。修剪时应在保证树木成活的前提下，尽量照顾不同品种树木自然生长规律和树形。修剪的剪口必须平滑，不得劈裂并注意留芽的方位。超过2cm以上的剪口，应用刀削平，涂抹防腐剂。修剪的方法，一般采取疏枝和短截。树木的根部和高大落叶乔木树冠的修剪，均应在散苗后种植前进行，一般剪去劈、裂、断根、断枝、过长根、徒长枝和病虫根、枝。草种长成后，及时拔除野草，以免影响植物生长。

2.1.3.3 施工过程中存在变更及详细情况

以下为标书与竣工图的工程变更对比。

标书与竣工图变更内容

序号	单位	标书	竣工图纸	变更原因
1	治理面积	122600 m ²	134068 m ²	增加了坡面及马道面积,原项目部和现项目部面积
2	挖除灭火	7666.5 m ²	11425.5 m ²	工程开挖后,蓄热区温度由于有氧气进入,温度升高,成为高温区,挖除灭火增加。
3	砼排水沟	948m	10485m	排水沟断面由1000×800 更改为 1000 (1200) ×200—1550m, 断面根据排水坡度调整。
4	砼道路	780m 砼道路 (3120 m ²)	790m (3373.5 m ²)	砼道路增加了停车场和道路连接、其中 2 号平台道路宽由 4m 增加到 4.5m。
5	简易道路	153.5m	153.5m	原 300mm 水泥碎石碾压简易道路更改为土拌矸 1000mm 碾压道路,便于种植绿化。
6	景观工程 (花架)	50m	115.2m(4组)	为总体环境具有观赏性,增加了钢筋砼花架 4 组,共 115.2m,花架梁柱组合。

7	PE 排水管	无	增加 PE 排水管 $\phi 500$ 管道 242m、 $\phi 800$ 管道 150m、 $\phi 1000$ 砼管道 122.5m	排水管道与砼排水沟及检查井连接, 形成完整的排水系统
8	检查井	无	集水井 2 个、检查井 3 个、溢水井 1 个	与排水沟及排水管连接, 便于排水和取水样化验
9	截水沟	972.9m	平台外沿微地形土堰 226m、2m 宽 0.6m 高, 平台设置了田字形截水格 18942 m ²	为保证植物生长, 1 号、5 号、7 号平台设置了田字形截水格, 能起到保水做用。

2.1.3.4 工程施工完成情况

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（二标段：沟西湾矸石场治理工程）于 2019 年 9 月 30 日全部结束, 并经过由建设单位组织勘察单位、设计单位、监理单位、施工单位进行联合验收。

沟西湾 1 整理前



沟西湾2整理前



沟西湾治理中 3



沟西湾治理中 4



沟西湾 治理中 5



沟西湾治理中 6





沟西湾 治理后 7



沟西湾 治理后 8



2.2 三标段工程

2.2.1 矸石山治理设计方案

2.2.1.1 山体整形分项

(1) 整形整地

1) 坡体修缮工程

玉门河沟口矸石场下部坡面原有构筑物包含马道、步道台阶、框格梁和排水系统，现已出现不同程度损毁，损毁量为 1991.5m³。损毁区域需重新加固修复。其中，砼框格梁破损区域重新恢复；排水裂缝段灌浆填充，排水水泥脱落段重新浇筑，坍塌步道于坡面整饬后重新铺设。修复坍塌坡面后，渣土回填。用植生袋（见关键技术 V-1）填充，兼具护坡与绿化功效，具体修复流程见图。



坍塌坡面修复流程图

2) 整形整地工程

玉门河沟口矸石场上部矸石山为东西走向，原始沟道为弧形，目前不再排矸。目前坡度为 45°，采取放坡及建造拦矸坝两种方式对顶部矸石堆场进行整形整地，分级造台，整形时按照自上而下的顺序进行。中部煤泥拉走之后，上部矸石可向南推进的最大距离为 50m，一~三级坡高 8m，四级坡高 4m，坡度小于 35°，各级马道宽 4m，顶级平台标高 1079m。整地整形挖方量为 17635.83 m³，填方量为 68951.51m³。整地整形的同时要注意防火控火措施。顶部营造景观平台，标准达到《土地开发整理项目规划设计规范》TDT-1012-2000 要

求，平台面积 7650 m²。

整形整地后玉门河沟口矸石场的坡面及平台基本参数

坡级	坡长(m)	垂高(m)	斜高(m)	马道宽度(m)	马道面积(m ²)	坡面面积(m ²)
1	11 3.00	4.00	4.0 0	4.00	452.00	452
2	35 4.00	8.00	13. 00	4.00	1416.00	4602
3	38 7.00	7.00	13. 00	4.00	1548.00	5031
4	18 7.00	5.00	14. 00	41.00	7650.00	2618
5	16 2.00	8.00	10. 20	4.00	648.00	1652.4
6	12 4.00	8.00	14. 00	4.00	496.00	1736
7	95. 00	8.00	14. 00	4.00	380.00	1330
8	85. 00	13.0 0	11. 70	4.00	340.00	994.5
9	73. 00	8.00	8.0 0	4.00	292.00	584
合计					13222.0 0	18999.9

(2) 微地形整理

在玉门河沟口研石堆场平台区域配合生态景观设计,进行微地形改造。马道平台处微地形整理,以利于坡面排水。马道平台整理为中间高两端低的形态,坡率 5‰。

(3) 分项工程量

山体整形分项工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
一	土方挖填		
1	挖方量	m ³	17635.83
2	填方量	m ³	68951.51
二	坡面修缮工程		
1	步道	m ²	75.60
2	水泥框格	m ³	292.8
3	混凝土排水渠	m	300.00
4	坍塌治理	m ²	230.80
5	回填土方量	m ³	1698.7
6	坡面补栽紫穗槐	m ²	2280.5

2.2.1.2 拦挡工程分项

1) 拦挡防护工程

对原有护栏进行改造,长度 180m,高度 1.2m,Φ50*3 铁艺栏杆。

2) 分项工程量

拦挡防护分项工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
----	------	----	-----

1	C20 混凝土	m ³	5.4
2	钢管（Φ50）	m	576

2.2.1.3 灭火防火分项

1) 灭火防火

针对不同着火情况，组合应用钻孔注浆技术、开沟注浆技术、挖掘混填灭火技术。

技术布设原则：

1.根据现状，在坡脚结合处、低温异常区平台区域等位置针对性布设长短不一的沟槽进行注浆，具体做法为：开沟注浆—回填石灰与粉煤灰（高温火区加火碱）—回填黄土与矸石—表层黄土碾压；

2.顶部平台火区采用挖掘混填灭火法，平台外缘及其马道设置钻孔注浆；

3.点状、面状中高温着火区采取挖掘混填灭火技术进行灭火，根据勘测的火区深度，平均挖除深度设计为 5.5m，具体施工步骤：①设置警戒区域、观察风向、设置安全平台→②设置安全通道；施工步骤：①开挖排气孔→②挖掘火源→③喷射注浆（含抑氧剂）→④混拌回填材料→⑤逐层回填碾压。挖掘灭火顺序由低温区向高温区开挖。

4.着火区边界四周采用开沟注浆及钻孔注浆灭火集成技术，旨在火区与未着火区之间构建一道屏障，隔断火区与未着火区，防止火区蔓延；

5.对灭火后的区域进行碾压覆盖，进一步隔断氧气进入矸石堆体

的通道；山体整形环节若发现隐蔽火源，运用挖掘混填灭火技术进行灭火处理。

具体技术工法分布见表

灭火防火技术工法表

技术代码	技术名称	修复位置	修复面积 (m ²)	工法说明
II-1	测温监测技术	火区	29470.9	表层测温、m 测温、深度测温
II-2	钻孔注浆灭火技术	平台着火区火区四周	952	孔径 15cm，钻深 7m，梅花布置，4m*4m
II-3	开沟（槽）注浆灭火技术	低温预警区火区四周 马道与坡脚结合处	225.04	挖沟尺寸：宽 1m，深 1.2m
II-4	挖掘混填灭火技术	中高温点状、面状着火区	10496.89	平均挖深 5.5m

2) 分项工程量

防火灭火分项工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
----	------	----	-----

序号	项目名称	单位	工程量
1	测温监测	m ²	29470.9
2	开沟注浆灭火	m ²	225.04
3	钻孔注浆灭火	个	60
4	挖除混填灭火	m ²	10496.89

2.2.1.4 排水导流分项

设置柔性和硬性相结合的排水系统。

1) 柔性排水

在玉门河沟口矸石场顶部矸石坡设计柔性排水系统（横排水和纵排水），开挖成型的沟槽用生态袋垒砌。柔性纵排水长 60m，柔性横排水长 1516m。

横排水：每一平台沿坡脚设置一条横排水。底部铺设防渗土工膜，上口宽 1.2m，下底 0.5m，深度约 0.5m，可根据地形调整。

纵排水：依设计尺寸开挖，纵向排水规格：DN300 波纹管预埋，长度与坡面斜长相同；通常纵排水位置设置在边坡集中汇水面；若边坡跨度较长，中间需增加设置纵排水。边坡中部的纵排水往往位于相对汇水的低洼处。

2) 硬性排水

在矸石坡外边缘设置岸坡排水沟，同时与坡面纵横排水系统相连接，防止地表水进入坡体引起坡体下滑。

I .东侧岸坡排水沟

在堆场东侧外缘设一道排水沟。与步道相临段，设置在步道内侧，

同时考虑空间及连接处理方式，该段采用钢筋混凝土排水沟。过景观平台处加盖板，平缓段采用浆砌石排水沟与前后段相衔接。

排水沟底宽取为 1.0m。结合《开发建设项目水土保持技术规范》（GB 50433-2008），排水沟的安全超高不宜小于 0.3m，其水深 h 加上安全超高，排水沟深度确定为 0.8m。侧墙厚 50cm，底板厚 60cm，采用片石砌筑。

确定排水线路后。经水力试算确定东侧排水。起始端：长 102.5m，始于九级坡顶，排水沟形式为矩形 C30 钢筋混凝土排水沟，断面形式：底宽 600mm，深 600mm，衬砌厚 200mm，设 $\Phi 10@150$ 双层双向筋，基底设 100mmC20 混凝土垫层。景观平台处：盖板排水沟，长 10m，断面同起始端，盖板为 150mm 厚 C30 预制钢筋混凝土板。与原始山坡排水沟相接处：设集水井一座，长 \times 宽 \times 高=2m \times 2m \times 1.5m，浆砌石浇筑，底厚 600mm，侧墙厚 500mm，设有进、出水口。集水井与三级坡顶过渡段：采用浆砌石排水沟，长 158m，底宽 1m，深 0.8m，侧墙 500mm，底板 600mm，设 100mmC20 混凝土垫层。末端（三级坡顶至二级坡底段）：采用 C30 钢筋混凝土排水沟与原始坡面排水沟相接，长 57m，断面形式：底宽 1000mm，深 800mm，衬砌厚 200mm，设 100mmC20 混凝土垫层。

II. 西侧岸坡排水沟

经水力试算，西侧排水设计为钢筋混凝土排水沟与浆砌石排水沟两段，最终引入原有水沟。混凝土排水沟：长 102.5m，底宽 600mm，深 600mm，衬砌厚 200mm，采用 C30 混凝土浇筑，钢筋 $\Phi 10@150$ ，

双层双向筋。基础设 100mmC20 混凝土垫层。浆砌石排水沟：长 105m，采用 M10 水泥砂浆 MU30 浆砌片石砌筑，侧墙厚 500mm，底板厚 300mm，设 100mm 厚 C20 混凝土垫层。

3) 分项工程量

排水导流分项工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
一	硬性排水	m	532
(一)	东 侧 排 水 沟 (600mm×600mm 长 112.5m, 1000mm×800mm 长 215m)	m	327.50
1	C30 混凝土	m ³	85.83
2	浆砌片石 (M10 水泥砂浆 MU30 片石)	m ³	322.60
3	C20 混凝土	m ³	56.00
4	Φ10 钢筋	m	15019.10
(二)	西 侧 排 水 沟 (600mm×600mm)	m	204.00
1	C30 混凝土	m ³	43.56
2	浆砌片石 (M10 水泥砂浆 MU30 片石)	m ³	113.40
3	C20 混凝土	m ³	19.02

4	Φ10 钢筋	m	6340.80
二	柔性排水		
(一)	坡面柔性纵排水	m	60
1	波纹管	m	60
2	防渗土工膜	m ²	30
(二)	坡面柔性横排水	m	1516
1	黄土	m ³	513.48
2	生态袋	个	16046.25
3	连接扣	个	7293.75
4	束带	个	16046.25
5	防渗土工膜	m ²	2334

2.2.1.5 生态修复分项

该分项包括非景观设计部分（坡面和马道）的生态绿化工程。

1) 覆土

依据《主要矿山废弃地植被恢复技术规范》，矸石堆场植被恢复覆土厚度应达到0.5m以上，高大深根性树种或果树需达到1.0m以上。在保证矸石堆场火灭及坡面稳定的前提下，本着经济节约的原则，本方案平台设计覆土厚度为1.5m，坡面覆土厚度为0.5m。

2) 植被恢复

坡面修复运用栽植紫穗槐，马道栽植油松。紫穗槐选用苗龄2年的，株高35-50cm，胸径8-10公分，穴间距300mm*300mm，一穴2株。油松规格：1.5m高，间距2m×2m。

具体技术工法分布见表表

生态修复技术工法表

技术名称	修复范围	修复面积 (m ²)
栽植紫穗槐	坡面	18999.9
栽植树松	马道	5572

3) 分项工程量

生态修复分项工程量统计见表

生态修复分项工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
一	覆土	m ³	
1	平台覆土 (1.5m)	m ³	11475
2	坡面覆土 (0.5m)	m ³	9499.95
3	马道 (1m)	m ³	5572
二	栽植紫穗槐	m ²	18999.9
1	紫穗槐	株	417997
三	栽植树松	m ²	5572
1	油松	株	696
四	平台景观建设	m ²	7650

2.2.1.6 灌溉养护分项

整个玉门河沟口矸石堆场的治理灌区面积较大,涉及平台景观养护和坡面生态养护,可根据养护方式及各矸石堆场的位置将灌区分为坡面养护区和平台养护区,考虑到后期养护成本及养护的便利性,本

方案拟选择加压泵加压供水、输水管网输水、喷（滴）灌溉水的方式进行灌溉养护。思路如下：由取水点（污水泵房）通过泵房加压泵及输水管网将水直接泵至矸石山上蓄水池内，再由蓄水池通过加压泵及送水管道分流到坡面及平台景观绿化区域。

水源：西铭矿选煤厂污水厂中水，污水厂距矸石山 570m 取水。

供水输水管道系统：输水管道系统分为主管和支管，输水管道为 PE 材质，主管规格为 $\Phi 110$ ，支管规格为 $\Phi 50$ 。在管道系统中装有各种连接和控制的附属配件，包括弯头、三通、法兰闸阀等。

蓄水池：选用原有的混凝土水池进行浇灌，规格约 600m³。

浇灌方式：平台景观区采用人工浇水方式养护，坡面及马道采用喷灌方式养护。

1) 灌溉面积

经统计，喷灌养护面积为 32221.9m²。

2) 喷灌系统选型

本项目拟选择半固定式管道喷灌系统。

3) 管道水利计算

根据同时工作的支管数，及管道布置情况，决定在干管一侧运行一根支管，一条支管控制 1/2 的面积，自左向右运行。选择 DN50 PE 管材。选择 D108 管材。

4) 分项工程量

灌溉养护分项工程量统计见表

灌溉养护分项工程量统计表

序号	名称	规格及技术数据	单位	数量	备注
一	加压泵房				
1	变频供水增压泵	80-350A 型号 Q=52.8m ³ /h, H=135m, N=45kW	台	1	含管件、阀门、法兰, 一用一备
2	管道加压泵	800DL-6 型号 Q=50.4m ³ /h, H=120m, N=30kW	台	1	含管件、阀门、法兰, 一用一备
3	管道加压泵	800DL-4 型号 Q=50.4m ³ /h, H=60m, N=22kW	台	1	含管件、阀门、法兰, 一用一备
4	变压器	315KVA 变压器	台	1	
5	法兰	DN108	付	8	
6	软管接管	DN108	付	8	
7	止回阀	DN108	付	2	
8	配电柜	100A/800*600mm	套	1	设备采用镀锌扁钢避雷接地
9	照明灯具、开关、插座		套	1	PVC 板接线
10	电缆	3*50+1*16	m	300	钢绞线
11	室外电杆	H=9m	个	2	钢绞线

序号	名称	规格及技术数据	单位	数量	备注
12	地漏		个	1	
二	灌溉系统				
1	喷头		个	116	
2	无缝钢管	D108×4	m	380	主管
3	焊接钢管	DN50	m	1490	支管，每 12m 设 1 个喷头；每 36m 设泄水阀。
4	焊接钢管	DN20	m	250	支管
5	阀门井	井径 1.2 米，钢筋混凝土盖板	座	10	
6	闸阀	DN108	套	1	
7	泄水阀		个	35	
8	球形阀门	DN50	套	10	阀门井
9	球形阀门	DN20	套	145	泄水阀及喷头
10	伸缩器		个	10	

2.2.1.7 道路工程分项

1) 道路结构

本方案共设计修建两种类型道路：

1. 研石山绿化景区至矿区原电车道人行道路，采用青石板台阶，道路长 262.5m，宽 2.0m，要求完善照明、护栏等设施。

2. 矸石山至玉门河快速路起点，采用青石板台阶，道路长 260m，宽 1.5m，要求完善照明、护栏等设施。

2) 分项工程量

道路分项工程量统计见表

道路建设分项工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量
1	人行步道一	m ²	525
(1)	青石板	m ²	525
(2)	护栏	m	350
2	人行步道二	m ²	390
(1)	青石板	m ²	390
(2)	护栏	m	260

2.2.1.8 景观设计

1) 景观设计理念

本案的主要设计理念为：“重置生机、矿山公园”，“生态涵养、因地制宜”，“健身康体，造福矿工”。

重置生机、矿山公园：为让破坏了生态的矸石山重新回春，改造矸石山的景观势在必行。因此这里需打造出具有象征意义的矿山主题生态公园，以链接城市与矿区，人文与自然相互融合的大平台，通过景观化设计达到人与自然与工业的近距离接触。本案设计主要以生态、运动为主题对矿山公园进行改造和重生。让这个千疮百孔的矿山重新萌发生机的绿芽，由此借助生命在于运动这个理念打造出“生

命线”和“运动线”两条主线，并通过丰富多彩、各具亮点的活动场地、构形建筑、自然景观的结合引导人们实现亲近自然、了解矿山以及吸收文化的目的。

生态涵养、因地制宜：由于矸石山上的特有属性和环境，在设计中应当充分考虑在矸石灭火竣工后再进行景观工程改造。通过调研应采用适宜矸石堆场上种植的植被，提高矸石堆体的绿化覆盖率和生态系统的稳定性。在生态修复基础上不仅要恢复原有的山体景观功能，还要使之成为既具有景观性又兼容生态效益的矿山公园。在本案的“生命线”中会充分利用这个原理，因地制宜打造出此次设计的特色花海和种植区，供附近村民和居民去体验森林氧吧和自然的魅力。

健身康体，造福居民：本案的设计主要由“生命线”和“运动线”为主题，能满足附近村民和居民在此健身等的生活需求，此次设计会全方面打造优质的景观公园，造福当地居民。

2) 景观设施

1.景观建构筑物

对景观专项的建筑物和构筑物进行创新设计，针对矿山公园和生态公园的特性和功能，打造独一无二的矿山生态公园，使整个设计更加整体化和专业化。

2.功能性建筑用房

本案设计的功能性建筑用房是一个多功能的景观功能性建筑，其造型划分为两类，占地面积大的为生态公共卫生间，而小的则为管理用房或者设备用房，材料采用生态木材和钢材相结合。

3.其他景观设施

本案还涉及景观灯具、登山道路等设计。

景观灯具：景观灯具为太阳能庭院灯，根据不同景观区进行点布设计。

3) 植物设计

景观区植物配置思路：常绿树种片植、常年色叶树种点缀、搭配合适的花期落叶乔木和落叶灌木、地被等，达成三重种植法，做到四季有景，三季有花，季相色彩丰富、冬季有景可观。

4) 景观工程量

1.园建部分

园建部分工程量统计见表

园建部分工程量统计表

序号	项目名称	单位	工程量	备注
一	设施部分			
1	景观亭子	组	2	
4	防护拦杆	m	600	
5	行人拦挡	m	160	
6	庭院灯	个	18	
二	铺装部分			
1	红色烧结砖	m ²	600	120×240×30mm
2	预制混凝土砖	m ²	250	300×600×40mm
3	透水砖	m ²	550	

2.绿植部分工程量统计见表

绿植部分工程量统计表

序号	名称	规格			单位	数量
		胸径 (cm)	高度 (m)	冠幅 (m)		
1	油松	3-5	1.8	1-1.3	株	235
2	金叶榆	3-5	2	1.8	株	18
3	北美海棠	2-3	1.2-1.5	1.8-2	株	12
4	樱花	3-5	1.6-1.8	1.2-1.5	株	22
5	金枝槐	3-5	2	1.8	株	12
6	紫叶李	3-5	1.6-1.8	1.2-1.5	株	16
7	小国槐	3-5	1.8-2	1.5-1.8	株	20
8	胶东卫矛		0.8	0.6	株	75
9	金银木		1.0-1.5		丛	25
10	细叶芒				m ²	370
11	鼠尾草				m ²	500
12	三七景田				m ²	450
13	大花萱草				m ²	270
14	景观地被草皮				m ²	750

2.2.2 施工组织设计

2.2.2.1 施工条件

研石场治理项目主要包括：整形工程、拦护工程、灭火工程、排水工程、覆土工程、绿化工程以及道路工程等。

对外交通：矸石场旁有土路通过。

施工用水：从污水厂泵房（距矸石山 1900m）取水，输水管道采用钢管，利用矸石山顶旧蓄水池蓄水。

施工用电：从铸造厂变台用电缆沿山体敷设至施工配电箱。

2.2.2.2 施工质量要求

严格控制原材料质量关，对用于本工程的原材料等严格把关，在监理工程师见证下现场取样，送相应资质的试验室进行检测复试，合格后方可用于本工程，否则，直接清退出场。每道工序经监理工程师验收合格后进行下道工序的施工。

2.2.2.3 施工管理和监理

施工过程中由专业技术人员按施工图纸要求测量放线，经自检复核后报监理工程师复检验收，验收合格后才进行下道工序施工，偏差控制在规范允许的范围内；对关键节点、关键部位重点监控检查，对照图纸反复核查数据；执行“三检”制度，每道工序都经过自检合格后再报监理工程师验收，验收合格后再进入下道工序的施工。

2.2.3 工程造价

均以设计确定的工程范围为编制依据，工程建设内容包括灭火防火工程、整地整形工程、坡面加固工程、排洪泄洪工程、工程灌溉、拦挡工程、景观工程、覆土工程以及生态修复工程等内容。

2.2.4 施工情况

2.2.4.1 示范工程名称

示范工程名称：西山煤电西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范

工程项目（三标段：玉门河沟口矸石场治理工程）

2.2.4.2 工程施工过程

施工内容包括：整形整地工程、灭火工程、生态修复工程、排水导流及拦挡支护工程、道路工程、供水灌溉工程、景观工程等。

整形整地工程包括景观经济林平台、各级马道、各级坡面的削坡整形、矸石外运及覆土工程。

灭火工程包括对矸石场火区的灭火、防火及后期检测。

生态修复工程包括各级马道柔性横排水沟、各级坡面柔性纵排水沟、各级马道油松种植及各级坡面紫穗槐种植。

排水导流及拦挡支护工程包括钢筋混凝土水沟、片石水沟、原有排水沟改造修复、新砌集水井及原有格构梁修复。

道路工程包括铸造厂至坡顶小树林的青石板台阶道路，小树林面包砖道路、一至九级坡青石板步道台阶及原有台阶改造修复。步道台阶及原有台阶两侧增加哑光不锈钢扶手。

供水灌溉工程包括水泵房、主供水管线、支供水管线、检查井、喷管系统及电气工程。

经济林景观工程包括景观平台经济林、油松、景观道路、木亭、景观树种、庭院灯。

1) 灭火工程

玉门河沟口火区主要分布在景观平台及二、三级坡的马道及坡面上。在该区域主要采用挖掘混填方法进行灭火，由于该区域的矸石大部分已烧成灰状，所以需用大量的黄土及白灰进行混填灭火，剩余局

部高温区采用钻孔注浆及开槽注浆法灭火。采用钻孔注浆灭火 390 个孔，孔径 15cm，注浆深度 7m，梅花布置，间距 3m*3m；开沟注浆灭火 225.04 m²，上口宽 1.2m，下口宽 0.8m，深度 1.2m；挖掘混填灭火 10496.89 m²，挖掘深度 5.5m。后期温度检测采用 2m 长 DN20 镀锌钢管平均插入地面以下 1.5m 深，测温孔共计 97 个。

2) 整形整地工程

玉门河沟口矸石堆场共有 9 级坡，每级坡平均垂高 8 米，坡度小于 35°，马道平均宽为 4 米，施工时由于 4-9 级坡缺土，需回填土才能形成坡级及马道，需先修一条临时道路（从 4 级坡东至 9 级坡西，临时道路长约 60m，坡度 30°）各级马道及坡级所需回填土通过临时道路运送至施工地点，然后用挖机分层回填。削坡整形时根据现场实际地貌因地制宜整形。山体整形后黄土覆盖，分层回填夯实，坡面覆土厚度 0.5m，覆土量 10266.45m³；景观平台覆土厚度 1.5m，覆土量 13442m³；马道覆土厚度 1 米，覆土量 3932m³；坡面压实系数≥83%，马道及平台压实系数≥85%。矸石挖方量 17635.83 立方米，填方量 68951.51m³。

3) 道路工程

铸造厂至树林为青石板台阶道路 125.1 米，树林内为面包砖路 81 米，一至九级坡为花岗岩台阶路 177 米。矸石山至玉门河快速路起点，对原就有的片石台阶路进行改造共 71 米。片石台阶道路共 5 级坡级，四个平台，由于年久失修，部分区段已变形塌陷，这次修建时需先清理浮石，塌陷部分用混凝土浇筑找平，用 1: 3 干硬性水泥砂浆青石

板贴面，台阶及原有台阶两侧设不锈钢栏杆 539 米。水泵房门前植草砖路 49.5 m²。

4) 排水导流及拦挡支护工程

景观平台以上东测为钢筋混凝土水沟，内径 600*600mm。西侧为钢筋混凝土水沟及片石水沟两种，内径均为 600*600mm。平台内为片石水沟，内径 1000*800mm，过路段加设钢筋浑混凝土盖板。平台以下东侧为钢筋混凝土水沟，内径 1000*800mm。片石水沟总计 229 米，钢筋混凝土水沟总计 224 米。新砌集水井一座内径 2*2*1.7m。旧水沟修复 11m。安拆钢护栏 180m，清理水沟淤泥 1680m³，塌陷区修复 1558m³。玻璃钢 U 型水槽 44m，机红砖水沟 47m。片石补砌格构梁 105m³，坡面补栽紫穗槐 2280.5 m²，格构梁回填土方量 1453 m³ 等修缮工程。

5) 供水灌溉工程

新建水泵房一座，内置加压泵 2 台。主供水由污水处理厂新加的 1 台加压泵经 D133 无缝管 933m 泵送至三标旧水池，再经三标水泵房两台增压泵分别泵送至一标水泵房及三标喷淋灌溉使用，其中三标水泵房至一标水泵房用 D108 无缝钢管 1503m，三标喷淋主供水管 D108 无缝钢管 408m，支供水管 DN50 钢管 1390m，DN20 钢管 216m，管道防腐刷油，支架等。各马道均设置检查井共 5 座。每隔 12 米设喷头一个，36 米设泄水阀一个。新设配电柜一台，3*50+1*16 电缆 260m，新立电杆一基。

6) 经济林景观工程

油松 406 株，金叶榆 18 株，北美海棠 12 株，樱花 22 株，金枝槐 12 株，紫叶李 16 株，小国槐 20 株，胶东卫矛球 75 株，金银木 25 丛，细叶芒 370 m²，鼠尾草 500 m²，三七景天 920 m²，大花萱草 270 m²，草皮 800 m²，共计 14 种。景观平台内园路采用混凝土砖及花岗岩铺设两种，其中混凝土砖园路 1207 m²，花岗岩园路 161 m²。平台内新建大小木亭两座。10 盏太阳能庭院灯。对原有大门重新刷漆，原有围墙修复并刷涂料。门口硬化 118 m²，新砌挡墙等。

7) 生态修复工程

沿各级马道设置柔性横排水沟 1360 米。柔性水沟用生态袋叠置码放，生态袋底部铺设防渗膜，沿各级坡设纵向排水沟(波纹管)60 米，纵排水位置设置在边坡集中汇水面，多级坡面的纵排水不要处在一条直线上，适当错开一定距离。在纵排水沟的入口及出口部位粘接防渗土工膜。生态袋护脚 545 米。各级坡面种植紫穗槐，平均 22 株/m²，面积 20532 m²，共计 451704 株。各级马道种植油松，面积 3932 m²，间隔 2 米，共计 499 株。侧柏 30 株。

2.2.4.3 施工过程中存在变更及详细情况

“变更初步设计”、“变更可行性研究报告”、“竣工图” 工程内容对比明细表

序号	分项名称	变更可研报告	变更初步设计	竣工图	调整原因
1	治理面积	3.44 万 m ²	占地 2.3 万 m ²	3.51 万 m ²	初步设计为水平投影的占地面积换算成治理面积基本相符。
2	火区情况	有火区，需灭火，火区总面积为 6500 m ²	有火区，需灭火，火区总面积为 11674 m ² 钻孔注浆：60 个；挖掘混填：10496.89 m ² ；开沟注浆：225.04 m ²	有火区，需灭火，火区总面积为 11674 m ² 钻孔注浆：390 个；挖掘混填：10496.89 m ² ；开沟注浆：225.04 m ²	为了达到彻底灭火，在局部马道增加钻孔注浆。
3	挡墙工程	无	对原有护栏进行改造，长度 180m，高度 1.2m，Φ50*3 铁艺栏杆	与初设相符	——
4	截水沟	浆砌片石周边截水沟 300m	浆砌片石水沟排水沟 263m，钢筋混凝土水沟 271.5m。	浆砌片石排水沟 240m，钢筋混凝土水沟 224m，砖砌水沟 47m，GPR 水沟 44m。	根据现场实际情况调整。
5	柔性横排水沟	生态袋柔性横排水 1239m	生态袋柔性横排水 1516m	生态袋柔性横排水 1390m，生态袋护脚 545m。	工期要求，柔性纵排水采用新材料，与生态袋相比，效果一样，节省投资；根据现场情况柔性排水沟长度减少。
6	柔性纵排水沟	生态袋柔性纵排水 150m	波纹管柔性纵排水 60m	波纹管柔性纵排水 60m	
7	整形整地（矸石清运）	山体整形 73000m ³	矸石挖方量 17635.83m ³ ，填方量 68951.5m ³	与初设相符	——

8	覆土工程	坡面及平台覆土 0.5m, 顶面覆土 1m。	坡面覆土 0.5m, 马道覆土 1m, 顶平台覆土 1.5m。	与初设相符	考虑土层厚度必须符合经济林植物生长需求。顶平台覆土厚度增加至 1.5m, 马道增加至 1m。
9	道路工程	青石板台阶路 400m	青石板台阶路 522.5m	青石板台阶路 373m, 面包砖路 81m, 植草砖 65m	考虑不均匀沉降, 选择不同的材质。
10	供水及灌溉工程	加压泵加压供水, 建设供水输水管道、蓄水池, 采用喷灌养护	相符	相符	——
11	绿化工程(面积、植物种类)	在坡面和马道采用喷播和植被毯技术, 平台栽植经济林果树。平台景观建设。	坡面穴植紫穗槐面积 18999.9 m ² ; 马道栽植油松 696 株, 平台栽植经济林树苗及油松。马道 5572 m ² 。景观平台面积 7650 m ² 。	坡面穴植紫穗槐面积 20532 m ² ; 马道栽植油松 499 株, 侧柏 30 株。平台栽植经济林树苗及油松。马道 3932 m ² 。景观平台面积 8961 m ² 。	根据现场实际情况略微调整。

2.2.4.4 工程施工完成情况

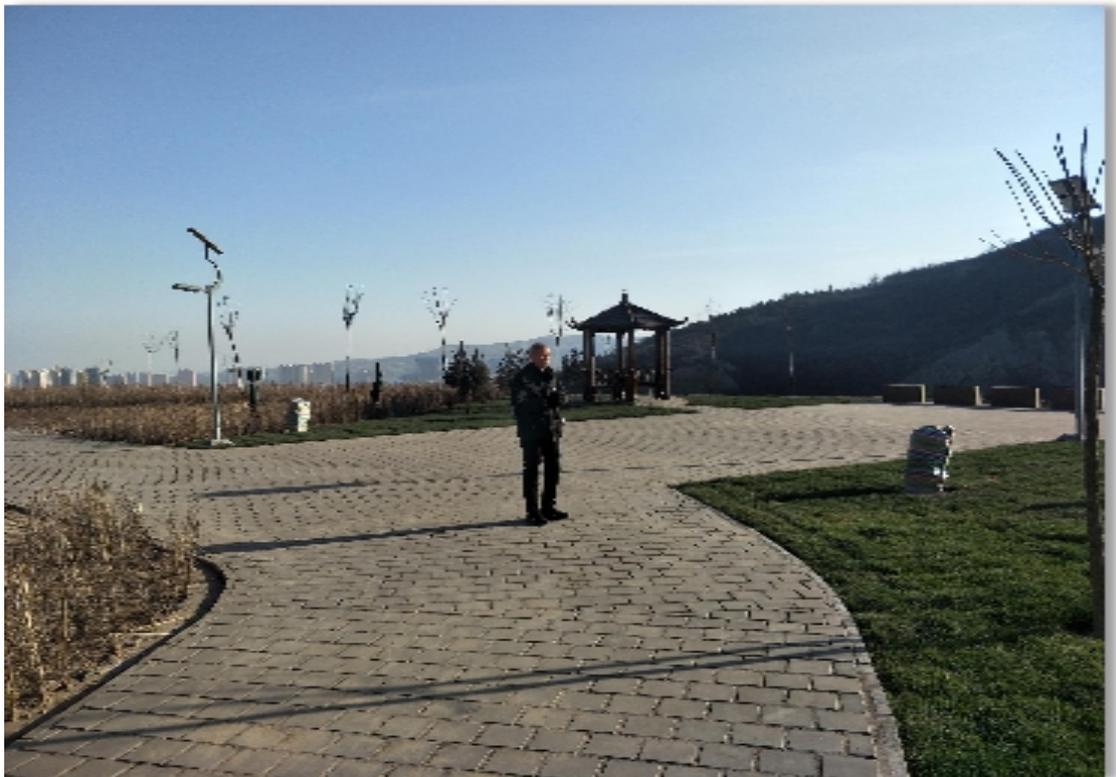
西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（三标段：玉门河沟口矸石场治理工程）于2019年10月15日全部结束，并经过由建设单位组织勘察单位、设计单位、监理单位、施工单位进行联合验收，验收合格。

三标段治理前后照片











2.3 四标段矸石山治理

2.3.1 矸石山治理设计方案

2.3.1.1 建设规模与技术标准

排渣场位于矿井工业场地南侧，玉门河沟南部山沟内，该沟南北走向，地形南高北低，长约 270m，宽约 90m，深约 60m。排渣场坡顶高程 1150 米，坡底高程 1090 米，高差 60 米，东侧坡面台阶设计 4 级马道，坡度为 1:1.37，西侧坡面台阶设计 5 级马道，坡比为 1:1.37，底部修建重力式挡渣墙；治理范围内全面喷射封闭隔绝层，马道覆土厚度为 1.0m，边坡覆土厚度为 0.3m；马道排水系统采用半柔性快速

排水渠排水；东边截水沟采用浆砌石排水渠，可以满足 50 年一遇的设计洪水流量；西侧埋入 DN500UPVC 波纹管排水，一马道中部到西侧埋置 DN500UPVC 波纹管排水；底部各设置一座玻璃钢水池，最后排入玉门河。植被以草和灌木为主，乔木为辅，并设有后期养护措施。

本工程造价为：1926.79 万元。

2.3.1.2 挡矸墙工程

(1) 挡矸墙设计

排渣堆场修建挡墙，挡墙结构形式采用重力式浆砌石挡墙。挡墙长 255m，挡墙高为 6.0m，顶宽为 1.5m，地下部分埋深起码要大于当地最大冻土深度 0.77m，本工程埋深为 1.5m，前后墙趾均为 0.5m，坡比为 1: 0.05 与 1:0.16。

为了排除矸石堆场内的部分渗水，在挡渣墙上每隔 2m 设置 8cm × 8cm 的 PVC 排水孔，呈梅花型布置。

(2) 挡矸墙稳定分析

计算假定：土压力按库仑压力计算；挡矸墙和基岩强风化上部及覆盖层接触；采取排水措施，不考虑水压力。

● 抗滑稳定安全系数 K_s

抗滑稳定安全系数 K_s 采用下面的公式进行计算：

$$K_c = \frac{(W + Ey) \cdot \mu}{Ex} = \text{抗滑力/滑动力}$$

式中： K_c ——最小抗滑安全系数，要求 ≥ 1.3 ；

W ——挡矸墙自重，按单位长度计算，单位 kN/m；

E_x ——挡矸墙承受的土压力在水平方向的分力 (kN) ,

$$E_x = E \cos(\delta + \varepsilon);$$

E_y ——挡矸墙承受的土压力在竖直方向的分力 (kN) ,

$$E_y = E \sin(\delta + \varepsilon);$$

其中: ε ——铅垂线与挡土墙背坡面的交角 (度), 逆时针为正, 顺时针为负 (22°) ;

δ ——墙后填土内摩擦角 (35°) ;

μ ——挡矸墙底与地基间的摩擦系数 (取0.4) 。

● 抗倾覆稳定安全系数 K_t

抗倾覆稳定安全系数 K_t 采用如下公式进行计算:

$$K_o = \Sigma M_y / \Sigma M_o = (W \cdot Z_w + E_y \cdot Z_x) / (E_x \cdot Z_y) \geq 1.50$$

式中:

K_o ——倾覆稳定系数;

W ——挡矸墙绕墙趾或基础趾点的抗倾覆稳定系数;

ΣM_y ——稳定力矩, kN·m;

ΣM_o ——倾覆力矩, kN·m;

Z_w ——挡矸墙的自重重力的重心到倾覆计算点的水平距离 (m) ;

Z_x ——挡矸墙承受的土压力在竖直方向的分力到倾覆计算点的水平距离 (m) ;

Z_y ——挡矸墙承受的土压力在水平方向的分力到倾覆计算点的竖向距离 (m) ;

其它符号的意义同前。

● 地基应力

地基应力采用如下公式进行计算：

$$P_{\min} = \frac{\sum V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B}\right) \quad P_{\max} = \frac{\sum V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

式中： $\sum V$ —— 作用于墙底的垂直总荷载力KN；

e —— 墙底用力的偏心距m；

B —— 墙底宽度m。

根据以上公式采用理正软件对矸石堆场挡矸墙稳定进行计算。

根据以上公式对矸石堆场堆满情况下（最不利情况）的稳定应力进行计算，结果见表4-2。

a) 墙身尺寸：

墙身高：6.0(m)

墙顶宽：1.5(m)

面坡倾斜坡度：1:0.05

背坡倾斜坡度：1:0.16

采用1个扩展墙趾台阶：

墙趾台阶 b_1 ：0.5(m)

墙趾台阶 h_1 ：0.8(m)

墙趾台阶与墙面坡坡度相同

墙踵台阶 b_3 ：0.5(m)

墙踵台阶 h_3 ：0.8(m)

墙底倾斜坡率：1:0.2

b) 物理参数：

圬工砌体容重：23.0 (kN/m³)

圬工之间摩擦系数：0.4

地基土摩擦系数：0.5

墙身砌体容许压应力：2100 (kPa)

墙身砌体容许剪应力：110 (kPa)

墙身砌体容许拉应力：150 (kPa)

墙身砌体容许弯曲拉应力：280 (kPa)

挡矸墙类型：一般挡土墙

墙后填土内摩擦角：35 (度)

墙后填土粘聚力：0 (kPa)

墙后填土容重：19 (kN/m³)

墙背与墙后填土摩擦角：17.5 (度)

地基土容重：18.0 (kN/m³)

修正后地基土容许承载力：200 (kPa)

墙底摩擦系数：0.40

地基土类型：土质地基

地基土内摩擦角：35.0 (度)

土压力计算方法：库仑

挡矸墙稳定分析计算结果表

挡墙位置	h (m)	抗滑稳定系数 K_s	抗倾覆稳定系 数 K_t	基底压力 (Kpa)	
				σ_{max}	σ_{min}
排矸场	6.0	1.421	3.4	198.0	33.7

根据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433—2008）规定，抗滑稳定安全系数取1.3，抗倾覆稳定安全系数取1.5。计算结果表明，挡矸墙的抗滑、抗倾覆及地基应力满足安全稳定需要。

2.3.1.3 灭火工程

在施工前，先由无人机热成像仪和手持式红外热成像仪，配合热电偶，查找排渣区高温点、自燃区，对存在高温点、自燃区的区域，提前制定出灭火方案，在整坡成型实施中，边灭火边成型。

灭火工程是在专业人员指挥下，由挖掘机直接挖出自燃或高温矸石，用封闭灭火材料喷射一层挖除区域直接覆盖灭火，挖除的渣石拌和黄土冷却后回填到排渣区，分层压实成型，灭火材料的混合搅拌喷射由专用机械完成。用热成像仪再次检查，待其温度达到正常值后，进行下道工序。灭火后测得温度与环境温度一致判定为合格。在实施之前要制定严格的安全技术管理措施，确保安全、可靠，特殊情况制定专项安全技术方案。

2.3.1.4 削坡整形工程

（1）矸石堆砌设计

渣石堆砌坡度及高度对排渣场的稳定性以及下一步的植被恢复影响很大，坡度过大，不仅容易引发崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，而且容易遭受雨水冲刷，且雨水不宜留存，不利植物生长，坡度过小，影响库容，根据本项目实际情况，用于稳固边坡，渣石边坡部分采用土工格室呈蜂窝状立体网格挂网，设计以1:1.37的坡度放坡，全部完成后进行稳定性评估。为了便于机械施工，马道宽度不宜过小，本

工程平均为 5m。

渣石堆砌从设计的挡渣墙位置开始形成第一个马道，然后放坡，以此类推，总落差 60 米，最终顶部平台标高为 1150m。堆砌渣石台阶过程中形成马道自然横向中间略高和纵向内侧略低的流水坡，防止台阶雨水冲刷马道和滞留浸泡马道。堆砌后，整坡，修坡，压路机将马道压实，压实标准为 $K_{\text{渗}}=1 \times 10^{-5} \text{m/s}$ ，防止渣石沉降，并用挖掘机将坡面拍实。

(2) 矸石堆砌分析

排矸场边坡体的坡面是被排弃的矸石散体在自重作用下形成的。形态主要取决于散体动摩擦效应，自然安息角 $38^{\circ} \sim 42^{\circ}$ 。矸石山自然堆积，结构疏松，本质上说是不连续的散体材料。坡体稳定性主要取决于散体静摩擦效应，受矸石中炭分的自燃、有机质的灰化及硫分的离解挥发等作用，矸石山的稳定性普遍较差。无论堆放在河谷、平川还是丘陵地带，都属于不稳定体。矸石堆积过高、坡度过大、受到人为开挖影响时或受到爆炸以及暴雨侵蚀时，极易形成坍塌、滑坡、泥石流等重力灾害。

在计算工况、参数的选取及计算结果稳定性计算中，考虑到雨季、暴雨状态下有可能变形，故分别计算天然和饱和工况下的稳定性。计算中，三级矸石山天然状态下重度取 16.50KN/m^3 ，内摩擦角取 39.2° ，粘聚力 C 取 2.6KPa ；饱和状态下，三项参数分别为 16.65KN/m^3 、 37.4° 、 2.1KPa 。

2.3.1.5 封闭隔离工程（防火、防渗、防淋溶）

（1）封闭隔离设计

矸石极易风化、氧化，不利矸石山的稳定，如果矸石山封闭不严，矸石降水淋溶后浸出的有害物质会严重污染土壤和地下水源，矸石山散发的有害气体会影响植物的生长，同时污染大气环境。如果矸石有自燃倾向，还会造成自然发火。为此必须对矸石山实施封闭隔离，防止煤矸石自燃，防止雨水大面积下渗产生渗滤液，保护土壤和地下水，同时减少有害气体散发，保护大气环境，防止矸石氧化、风化，增强矸石山稳定性。

常规的封闭措施采用黄土覆盖，由于黄土具有导水、透气性，本身气密性差，雨水容易下渗，不耐雨水冲刷，水土流失严重。为此封闭材料选用研发的封闭隔离材料对矸石山进行全面封闭，该隔离层具有防渗、防透气、抗压、抗拉、阻燃、耐久等性能，可封堵漏风通道，防止煤矸石自燃，减少有害气体散发，阻断有毒有害气体向上迁移，防止矸石氧化和风化，防止雨水下渗，污染土壤和地下水。

（2）封闭隔离分析

传统的施工工艺采用覆盖黄土对已堆砌的矸石马道和边坡进行隔离。因黄土本身具有透气、松软，遇水粘结力减弱，并在暴雨和连续降雨天气水土流失严重的特性，导致黄土覆盖无法长期保证矸石与大气环境的隔绝。矸石又在遇到空气时进行氧化、风化作用，伴随有煤矸石自燃情况，这一系列循环作用导致排渣场无法单纯用黄土覆盖解决问题。

本工程采用最新研制材料封闭隔绝，其中含有木纤维等其他材料。本材料经过多次理论及实践证实具有防透气、防雨水侵蚀、抗张拉、抗压等特性，在每平方米荷载 30t 的作用下保持不损坏、不破损的性质，能够完全隔绝煤矸石与大气的接触，并隔绝煤矸石散发的 SO₂、CO 等有毒有害气体的扩散；在长期的雨水浸泡下不会雨水下渗，保证雨水浸泡煤矸石产生的淋溶液污染地下水源。封闭隔离层的喷播厚度 12-20mm。

2.3.1.6 覆土工程

(1) 覆土工程设计

当封闭隔离层固化后，采用挖掘机配合自卸车从周边指定取土点拉运黄土，覆盖于封闭隔离层上，用挖掘机对斜坡土质进行稳固，防止滑坡。斜坡厚度为 0.3 米，马道和平台厚度均为 1 米。

(2) 覆土工程分析

因在覆土前在煤矸石顶部覆盖有封闭隔绝层进行了煤矸石的保护，所以在覆土工程阶段可有效降低覆土工程难度。覆土工程本身是为隔绝煤矸石散发的有毒有害气体散发和雨水对煤矸石的侵蚀，所以需要覆土要有足够的压实度，但植被生长需要土质疏松，不然植被无法成活，这本身就是自相矛盾的因素，本工程在有了封闭隔绝层后解决了该难题，所以在覆土厚度方面考虑提供植被生长空间即可。

(3) 固坡挂网

为了进一步确保斜坡稳定，在坡度陡峭和机械难以施工部位可采用挂金属网和土工格室网进行固土护坡。首先采用金属网打底，金属

网采用 5*5cm 的镀锌金属网，U 型钉固定。在此基础上，为了构建供植被生长的营养层，同时设计采用最新型土工格室网，用以喷播营养基质层，网格 20*20*10cm。

2.3.1.7 快速排水工程

为减少地表径流对排矸场表土的冲刷，保持排矸场的水土，排水系统设计包括马道横向排水渠和周边截水沟。

为了防止排矸场坡面产流因排泄不畅冲蚀矸石，在排矸场四周上修建截水边沟，将坡面汇水引入排矸场下游。

东侧截水沟为底宽 400mm，顶宽 600mm，高 500mm 的浆砌水渠。西侧为 ϕ 500 波纹管，马道采用 30×30cm（宽×高）的半柔性排水渠。

$$Q=WV$$

式中:Q——通过流量 (m^3/s)；

$$W\text{——断面面积 (m}^2\text{)} \quad W=bh+mh^2;$$

$$V\text{——平均流速 (m/s)} \quad V=c (Ri)^{0.5};$$

$$C\text{——谢才系数, } c = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{6}}, n=0.017;$$

$$R\text{——水力半径 (m)} \quad R=W/(b+kh)$$

i——底坡；

b——断面底宽 (m)；

h——水流深度 (m)；

m——边坡坡率。

经过试算，排水沟尺寸均能满足排矸场排水要求。

马道排水沟设置在马道内侧，与周边截水沟相连。采用 30×30cmHDPE 材料 U 型成品水渠，排矸场坡面以上的雨水通过马道排水沟收集，流入周边截水沟，汇集后流入下游河道。

2.3.1.8 构建营养层

由于客土有机质和养分极度贫瘠，不利植物生长，恢复植被不仅非常困难，而且十分缓慢，因此必须对土壤进行改良。本方案中的泥浆中含有丰富的有机质和土壤改良剂，能够促进土壤熟化，提高土壤有机质和肥力，改良土壤，促进生物的生长，为植物提供持续养分。

在黄土上喷射营养泥浆，泥浆中的有机质，能够促进土壤熟化，促进生物的生长，为植物提供持续养分。营养层厚度平均为 80mm。

2.3.1.9 抗侵蚀植被恢复

1) 草种选择使用的原则：

- ①生态适应性原则，必须适应当地的生态环境；
- ②稳定性原则，必须保证有 2-3 种草能够长期竞争共存；
- ③地方性原则，尽可能使用已有的或与当地草种相近的草种，使其具有较好的生存能力；
- ④低管护原则，应该在成坪后自然条件下可以正常生长，而不需要大量投入管护费用。

2) 护坡草种的组合原则：

- ①优势互补原则，草种的组合搭配要兼顾，尽量采用生态位互补的原则、优势种原则，如豆科草与禾本科草互相组合；
- ②草种组合的数量原则，草种的数量以 2-3 种为宜，过多容易出

现被排斥的弱势种而消失，太少则不能体现优势互补的功能；

③色彩原则，草种组合的颜色应该与周围环境色相一致；

④质地原则，要与周围植物群落的质地相匹配。

植被设计

由于乔木扎根深，空气容易沿着根系贯通矸石山内部，容易导致矸石山氧化、风化，甚至自燃，另外乔木固土护坡性差，坡面容易失稳，水土流失不能抑制。根据矸石山特点，植被选择以浅根系草本和灌木为宜。

根据现场调查，针对区域气候条件，本工程恢复植被选择耐寒性植物，选用三种根系发达、耐贫瘠、耐寒、耐旱、耐踩踏、多年生的草本植物混播，为实现植物自然演替，再混播一种灌木，栽种两种乔木。本工程草种选用高羊茅、紫花苜蓿、黑麦草和波斯菊，灌木选用紫穗槐和荆条，乔木为侧柏和火炬树。这几种精选草种混播和乔木搭配目的是实现三季长青，四季常绿，将排渣场生态恢复为一处景观，真正起到示范样板作用，改善煤矿形象。

恢复矿山植被不仅能有效地达到稳定土壤，有效控制污染，而且能够显著的改善生态环境，减少废旧矿山对人类生活和生产的影响。本工程植被类型的选择充分利用优良的乡土植物，草、灌两位一体的多层次自然群落，抗外界干扰能力强，立体布局达到较好的绿化效果。

植被恢复工艺和材料

本方案在营养层上喷播植被层，采用由专用喷播机将喷播材料喷播到营养层表面的喷播工艺，植被层由天然纤维、有机肥、植物种子

等组成。该植被层耐雨水冲刷、能够控制侵蚀、稳定边坡；植被生长快，生态恢复周期短；保水、保温、保肥，后期维护简单；可在高陡边坡上进行植被恢复；能够草、灌混播，实现四季常绿，植物自然演替。喷播厚度 10-15mm。

2.3.1.10 喷灌系统

为了确保绿化用水，在排渣场设置微喷灌系统。方案采用的高陡边坡植被养护系统，根据矸石山特点，利用微灌细雨般的喷洒效果，不伤害植被，均匀湿润植被及植被根区附近土壤，养护均匀，实现全面积灌溉。既能使植物根系保持适宜的土壤水分，又不至于产生深层渗漏。更不会在坡面形成径流，造成破坏。同时具有安装使用简单方便，节能高效，保持水土，容易移动和保管，成本低的特点。水源引自矿区中水管网。

2.3.1.11 工业广场

顶部平台大约 1302 平米设计为工业广场。工业广场底层首先封闭隔离，再用 1m 素土夯实，分别铺设 150mm 厚碎石和 50mm 厚级配粗砂，面层用 200mm 厚 C25 混凝土浇筑；场区围墙为铸铁栏杆，高度为 1.2 米；场界布置 6 套风光互补灯照明。

整个场区排水坡度为由北向南按 3‰ 坡度排水。

2.3.1.12 新技术、新材料、新设备、新工艺的采用

1. 导线测量引入 GPS（全球定位系统）与全站仪协同测量技术，确保了控制测量成果的精度。

2. 采用航空摄影技术测绘完成 1:500 带状地形图，充分保证了选线定线及方案优化的需要。

3. 新材料：采用了研发的封闭灭火材料、封闭隔离材料、新型植被材料、土壤改良材料，将柔性水渠引入本方案，该柔性水渠具有内壁光滑，排水效率高，环保，耐久，安装更换简便，外形美观，抗腐蚀，可有效抵御陷落对水渠的破坏。

4. 新技术：采用了防灭火封闭隔离技术、土壤改良技术、植被恢复技术、微灌技术。

5. 新工艺：采用了喷涂工艺和喷播工艺，该工艺施工简便，喷播均匀，效率高。

2.3.2 组织设计

2.3.2.1 施工条件

对外交通：研石场旁有厂区道路通过。

施工用水：由建设单位提供水源，施工单位铺设至主要用水点。

施工用电：从翻渣房的变压器接入，现场所有用电事宜由专业电工统一安排和布置。

2.3.2.2 施工质量要求

严格控制原材料质量关，对用于本工程的原材料等严格把关，在监理工程师见证下现场取样，送相应资质的试验室进行检测复试，合格后方可用于本工程，否则，直接清退出场。每道工序经监理工程师验收合格后进行下道工序的施工。

2.3.2.3 施工管理和监理

施工过程中由专业技术人员按施工图纸要求测量放线，经自检复核后报监理工程师复检验收，验收合格后才进行下道工序施工，偏差控制在规范允许的范围内；

对关键节点、关键部位重点监控检查，对照图纸反复核查数据；

执行“三检”制度，每道工序都经过自检合格后再报监理工程师验收，验收合格后再进入下道工序的施工。

2.3.3 工程施工过程

玉门河北侧排渣场治理项目主要包括：挡矸墙砌筑、削坡整形、灭火、封闭隔离施工、覆土和护坡工程施工、快速排水渠施工、营养土构建施工、抗侵蚀植被恢复、喷灌系统施工及工业广场施工等。

2.3.3.1 挡矸墙砌筑工程

挡矸墙砌筑工程包括：坡底挡矸墙和顶部平台挡矸墙。

为确保渣石堆边坡的稳定性，在渣石堆底部区域修建浆砌石结构挡墙。挡墙结构形式采用重力式浆砌石挡墙，毛石强度等级不低于 Mu30, M10 水泥砂浆砌筑。挡墙长 255m, 挡墙高均为 6.0m, 顶宽为 1.5m, 地下部分埋深起码要大于当地最大冻土深度 0.77m, 本工程埋深为 1.5m, 前后墙趾均为 0.5m, 坡比为 1: 0.05 与 1:0.16。挡土墙均设有纵向伸缩缝，缝距 10~20 米，挡土墙要分段砌筑，留出伸缩缝。回填土宜以碎石、砂土较好，不宜压力较大的高塑性粘土，回填土应有一定压实度和渗透性。挡土墙均设 PVC75 泄水孔，泄水孔间距一般 2m 下上交错排列。挡墙压顶采用 C25 混凝土 $\phi 8/100*100$ 钢筋网片。

顶部平台挡墙分别由 4m 和 3m 高挡墙组成，长度为 31.5m，埋深 1.5m，顶宽为 0.5m，坡比为 1: 0.05 与 1:0.31 (0.25)。

2.3.3.2 削坡整形工程

削坡整形工程包括：挖渣、填渣、斜坡和马道整形。

对排渣场现场进行工程测量放样，将所需整理堆砌渣石的台阶位置定出，并保留测量数据，施工人员和机械进入进行渣石堆砌台阶。渣石堆砌从已有的挡矸墙位置开始形成第一个马道，然后放坡，以此类推，依次按照设计要求堆砌渣石台阶，总落差 60 米，最终顶部平台标高为 1150m。堆砌渣石台阶过程中形成马道自然横向中间略高和纵向内侧略低的流水坡，防止台阶雨水冲刷马道和滞留浸泡马道。堆砌后，整坡，修坡，压路机将马道压实，挖掘机配合振动夯将坡面拍实，机械不能施工处配合人工作业完成。

西侧形成 5 级台阶，马道平均宽度为 5 米，东侧形成 4 级台阶，马道平均宽度为 5 米，坡比均为 1: 1.37。削坡整形工程量：72398m³。

2.3.3.3 灭火工程

灭火工程包括：挖除高温点晾晒、喷封闭灭火材料、拌合料回填。

在削坡整形后，先由热成像仪查找矸石区高温点、自燃区，开挖着火、高温区域，开挖的矸石基坑底部和周围均浇筑封闭灭火 III 型材料，晾晒后的矸石和黄土拌和后回填到开挖区。

对火区进行降温及灭火，在开挖过程中会产生大量的粉尘、浓烟等，采用水车及消防水带进行降尘，开挖出的矸石用封闭灭火材料覆盖，挖出的矸石待其冷却后拌合黄土（矸石黄土比例为 5: 2）回填到矸石区，每回填一米喷一层 10cm 的封闭灭火材料，逐层进行，顶

部 20cm 全部回填黄土，最后对矸石全部封闭隔离。

整个灭火过程中和灭火后，采用热成像仪和手持测温仪及热电偶对高温区及安全区进行跟踪式测温，根据不同的温度区域采用不同的时间间隔一天、三天、一周的温度检测，直至所有区域温度达到合格标准并趋于稳定后，再每隔一个月进行温度检测，最终达到灭火效果。

火区主要位于顶部平台东侧和中部、三号斜坡东侧、四号斜坡东侧和五号斜坡东侧，温度范围为 264℃-522℃，属于发火区，火区深度为 3m-4.5m，发火区面积为 2675.4 m²，其余地区均为安全区。灭火工程共完成工程量 11073.4m³。

2.3.3.4 封闭隔离工程

封闭隔离工程包括：封闭隔离 I 型料和封闭隔离 II 型料喷播。

渣石极易风化、氧化，不利排渣场的稳定，如果渣石封闭不严，渣石降水淋溶后浸出的有害物质会严重污染土壤和地下水源，散发的有害气体会影响植物的生长，同时污染大气环境。如果渣石有自燃倾向，还会造成自然发火。为此必须对排渣场实施封闭隔离，防止渣石燃烧，防止雨水大面积下渗产生渗滤液，保护土壤和地下水，同时减少有害气体散发，保护大气环境，防止渣石氧化、风化，增强排渣场稳定性。

常规的封闭措施采用黄土覆盖，由于黄土具有导水、透气性，本身气密性差，雨水容易下渗，不耐雨水冲刷，水土流失严重。为此封闭材料选用研发的封闭隔离材料对排渣场进行全面封闭，该隔离层具有防渗、防透气、抗压、抗拉、阻燃、耐久等性能，可封堵漏风通道，防止渣石自燃，减少有害气体散发，阻断有毒有害气体向上迁移，防止渣石氧化和风化，防止雨水下渗，污染土壤和地下水。封闭隔离厚

不低于 15mm，封闭隔离面积为：35818 m²。

2.3.3.5 覆土和护坡工程

覆土工程包括：坡面覆土及平台覆土、坡面挂网。

当封闭隔离层固化后，采用自卸车从周边取土点拉运黄土，覆盖在封闭隔离层上，马道、平台覆土厚度 1000mm，斜坡覆土厚度 300mm，用挖掘机对斜坡土质进行稳固，配合人工修整。覆土必须保证厚度达到设计要求。覆土工程量：18071m³。

根据本项目实际情况，对高、陡边坡处采取加固覆土措施，采用土工格室和钢筋网用于稳固边坡，挂网面积 2000 m²。护坡工程采取最新型土工格室网和钢筋网护坡，用钢钎和 U 型钉固定，人工施工。

2.3.3.6 快速排水工程

快速排水工程包括：横向 HPDE 快速排水渠、纵向浆砌石排水渠、纵向波纹管排水渠、消力池。

为减少地表径流对煤排渣场表土的冲刷，保持排渣场的水土，排水系统设计包括马道横向排水沟、周边截水沟和消力池。

马道排水沟设置在马道内侧，距离边坡坡脚线 1.5m，并与周边截水沟相连。采用 30×30cmHDPE 材料 U 型成品半柔性水渠，其既有刚性水渠的强度，又有柔性水渠的韧性，其内壁光滑，抗腐蚀，排水迅速。半柔性排水渠子母扣槽连接，接缝严密不漏水，其韧性可抗沉降，抗冻性，能够应对高寒天气。排渣场坡面以上的雨水通过马道排水沟收集，流入周边截水沟，汇集后流入下游河道。东边截水沟采用浆砌石排水渠，可以满足 50 年一遇的设计洪水流量，考虑超高，采用底宽 0.4m，深 0.5m，坡比为 1：0.2 的浆砌石梯形断面结构。西侧埋入 DN500UPVC 波纹管排水，一马道中部到西侧埋置 DN500UPVC 波纹管排水。周边截水沟按照设计要求设置于排渣场周边位置，与马道横向排

水沟相连接，形成快速排水系统。在排渣场周边截水沟汇水末端东西两侧各设置一座底流消能式消力池，保证在雨季周边排水沟汇水后水力过大不冲坏附属设施。

马道横向 HDPE 柔性排水渠共：1472m；东侧浆砌石排水渠共：156m；DN500UPVC 波纹管共：280m；玻璃钢消力池共：2 座。

2.3.3.7 构建营养层工程

营养层工程包括：营养层的喷播。

植物对土壤的化学性质和物理结构也有相应的要求。一般来说，土壤过酸或过碱都不利于植物生长；土壤过疏、过密，或团粒结构差，都会影响植物生长。因此，在营养层材料的选择和配比时使用当地肥土或熟土。营养层材料主要由当地土、有机肥、木质纤维、秸秆、稻壳等经过搅拌混合而成，搅拌时间不得少于 2min。其中当地土经粉碎风干，并须经过筛选，筛网孔尺寸为小于 10mm。最后采用喷播机对覆土面进行喷覆构建营养层。营养层厚度 80mm，喷播面积为：34618 平米。

2.3.3.8 植被绿化

植被绿化工程包括：草种、花种和灌木的喷种、树木的载种。

根据现场调查，针对区域气候条件，恢复植被选择耐寒性植物，选用根系发达、耐贫瘠、耐寒、耐旱、耐踩踏、多年生的草本灌木及乔木植物混播，实现植物自然演替。实现三季长青，四季常绿，将排渣场生态恢复为一处景观，改善煤矿形象。

恢复矿山植被不仅能有效地达到稳定土壤，有效控制污染，而且能够显著的改善生态环境，减少废旧矿山对人类生活和生产的影响。植被类型的选择充分利用优良的乡土植物，草、灌两位一体的多

层次自然群落，抗外界干扰能力强，立体布局达到较好的绿化效果。

在营养层上喷播植被层，采用由专用喷播机将喷播材料喷播到营养层表面的喷播工艺，喷播材料由本公司自主研发生产，植被层由天然纤维、有机肥、植物种子等组成。该植被层耐雨水冲刷、能够控制侵蚀、稳定边坡；植被生长快，生态恢复周期短；保水、保温、保肥，后期维护简单；可在高陡岩石边坡上进行植被恢复；能够草、灌混播，实现四季常绿，植物自然演替。

植被层包含抗侵蚀基质浆料和草籽比例为 7:3，喷播厚度 10—15mm。本工程植被主要采用草灌乔相结合方式，草灌进行喷播，乔木进行栽种的方式进行。

黑麦草、高羊茅、紫穗槐、紫花苜蓿、荆条、波斯菊，喷播面积：34618 平米。侧柏栽种于各马道共：372 株。火炬树栽种于顶部平台共：86 株。

2.3.3.9 喷灌系统工程

喷灌系统工程包括：给水管道安装、喷灌设备安装、喷灌管道和喷头的安装、电池阀及控制线和阀门的安装。

采用微灌技术对植被进行后期维护。微灌系统由水泵、阀门、过滤净化装置、施肥装置、测控和保护装置、微喷头以及管线组成。该微灌不会产生径流，省水、省工，灌溉均匀，便于自动控制，减少杂草丛生，提高水肥利用率，灌水时间长，利于植物充分吸收水分，能有效保证植被的正常生长以及持续的生命力。

微灌工程设计通过手机上的 APP 开启或关闭各区域的水流，通过机房里的控制器控制现场电磁阀开启各区域的水流进行浇灌养护，实现自动化灌溉系统。本工程共分 16 个区域。电磁阀控制线采用两芯 1.0 铜线，电压为 24V 的弱电，保证了室外用电的安全性。

喷灌养护系统：HDPE DN70 主管道 1567 米，HDPE DN20 支管道 9707 米，喷头 3890 个，电磁阀 16 个，控制线 263 米，水泵、施肥罐、过滤器、智能控制器各一个。

2.3.3.10 工业广场

工业广场工程包括：工业广场混凝土面层及垫层和基础施工，配有照明、护栏等附属工程。

顶部平台设置工业广场，不仅美化了周边，也能给人们提供休闲、锻炼、玩耍的场地，使治理后的排渣场真正的成为一处旅游景点。

工业广场面积共：1302 平米。采用 C25 混凝土，厚 200mm 的面层。

护栏采用 1.2 米铁艺护栏，共：256 米。

照明采用风光互补灯，共：6 座。

2.3.4 施工过程中存在变更及详细情况

施工过程中基本无变更。

2.3.5 工程施工完成情况

工程自 2018 年 7 月 21 日开工后历经 467 天紧张有序的施工作业，于 2019 年 10 月 15 日已全部完工，各分部、分项、检验批严格按照国家有关法律、法规规定、图纸设计要求及规范施工，均验收合格；质量控制资料齐全、工程实体观感良好，符合设计要求；竣工图已按规范要求完成；温度检测报告和边坡稳定性报告均由第三方检测合格并出具报告。综上所述四标段：玉门河北侧排渣场评定为合格。

四标段治理前后照片











第三章工程监理情况

3.1 监理项目概况和背景

山西煤炭建设监理咨询有限公司受西山煤电股份有限公司委托对西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程(二标段)、(三标段)、(四标段)实施施工过程监理,在监理合同签订后于2018年6月20日进入二标段、三标段施工现场,2018年7月21日进入四标段施工现场,组建项目监理机构,由总监主持编写了监理规划、监理细则及制定相关监理制度等,确定了监理工作方法和程序。在施工过程中采取日常巡检、抽检、旁站、见证取样等监理手段实施监理,并认真履行监理合同。

3.2 主要监理工作及控制措施

(一)、技术及图纸

1、熟悉工程资料与施工合同文件。

2、组织有关单位(包括设计单位、承包人等)进行技术交底。

对交底中澄清的问题做好记录,并将整理的纪要报委托人备案。

3、审阅并签发设计图纸和设计文件,解释承包人对图纸提出的疑问。

4、参加由委托方主持的重大技术问题的讨论。

5、对于工程实施过程中发生的设计变更,应从对工程质量、进度、投资等三方面进行评估,提出意见并报委托人决策。

6、审查并批准承包人提交的施工组织设计、施工技术方案、技术计划、临建工程设计等。

7、会同设计单位对有关工程图纸的变更做出解释和说明，发出图纸变更令，在现场协助设计方代表解决施工期间出现的设计、技术问题。

（二）、进度控制

1、督促委托人按合同规定落实必须提供的施工条件，组织向承包人移交施工场地；检查承包人的开工准备情况；按照合同规定及授予权，发布工程开工令。

2、依据合同中确定的工程控制性进度计划，审查并批准承包人提交的施工总进度计划、资源配置，检查其实施情况，督促承包人实现合同工期目标。

3、若发生由于承包人的原因使工期延误，应督促承包人提出补救措施。如属于委托人的原因引起工期延误，应向委托人提出报告，并提出补救措施的意见供委托人决策。

4、审查和批准承包人提出的施工方案和施工进度计划，当发生实际进度与计划进度有实质性偏差时，及时向承包人发出书面指示，向委托人提出“进度分析报告”。

5、主持监理合同授权范围内的有关协调工作，写出工程进度协调会议纪要，提出监理工程进度的意见。

6、在收到承包人月进度报告后，7天内提出审查意见，并将审查意见及承包人的进度报告报委托人备案。

（三）、质量控制

1、审查并批准承包人提交的施工组织设计，并将审查意见报委

托人备案。

2、核查承包人关键技术工种、岗位进场人员的资质，包括技术水平、工作能力、工作态度等，核查承包人按进度需求进场的施工机械设备的数量、质量、种类、能力及状况，对不符合合同规定要求的人员和设备，有权令其更换或添置。

3、审批承包人采用的技术规范及施工规程等质量标准条件。

4、审查承包人的质量控制体系和措施，检查质量文件落实情况。依据施工合同规定，对施工前的准备工作进行检查，对施工工序、资源投入进行监督。督促承包人严格执行合同中的技术规范，施工要求和图纸上的规定，确保质量满足合同要求。

5、审查、批准由承包人提交的质量检查要求，依据合同与规范制定各类施工质量检查的补充规定。及时检查、抽查工程质量，特别是覆盖的基础工程和隐蔽工程。对工程质量进行签证和评定，严格控制工程质量。主要包括：

(1) 审批承包人在施工过程中各工序的质量自检报告，按施工合同的要求进行质量控制和评定；

(2) 对承包人试验室的各种试验仪器及试验程序、成果进行全面检查；

(3) 承包人未按设计图纸、技术规范、操作规程进行施工时，依据合同应责令其停工、返工，并报告委托人；

(4) 对未签证或验收不合格的工程，通知承包人限期返工，重新验收合格，方可进入下一道工序或交付使用，并及时报告委托人；

(5) 审查用于永久工程的各种工程材料、构件的合格证，材质化验单，严禁使用不合格产品，并监督其退场；

(6) 在施工现场对工程质量、安全、施工活动等进行跟班检查，关键工序实行旁站监理，并做好现场监理日记。

(7) 监督检查承包人的施工测量工作。

(8) 对已完成的施工工序，提出明确的评价意见。重大质量问题的处理方案报委托人认定后执行。

(9) 根据国家有关验收规程和合同规定，进行单位工程验收和组织隐蔽工程验收。审查承包人提交的阶段验收和竣工有关资料，参加阶段验收和竣工验收。依据合同签发竣工证书，颁发保修合格证书。参与工程移交，同时做好各种资料的收集、整理、归档工作。

(四)、投资控制

1、审查、批准承包人提交的资金流向和年度用款交付，报委托人备案。

2、审查承包人提交的计量申请，签发工程计量认证书。审查承包人提交的支付申请，按施工合同规定，签发支付证书。

工程结束时，核实最终工程量，审查承包人的最终结算申请，报委托人批准。

3、按照合同规定及委托人授权，确定工程变更项目，分析并与各方协商确定变更的工期与费用，发布变更指令。

4、定期向委托人提交监理项目的投资控制分析报告。

(五)、合同管理

1、全面管理工程承包合同的执行；审查承包人选择的分包单位资质，分包项目及分包金额，并报委托人批准；全面掌握承包人的分包单位、项目负责人、技术负责人的基本情况，对不能满意地履行合同的任何成员提出警告直至逐出工地。

2、分析、研究评价承包人可能提出的索赔要求，参与研究并协助做出对索赔的处理意见和决定。

3、参与工程合同争议、仲裁等有关问题的处理，提出必要的证据资料、意见和分析报告。

（六）、信息管理

1、核实并掌握工地的各种情况，详细记录工地与工程有关的所有信息，定期向委托人报告工地情况，重大或重要事项随时向委托人报告。

2、按时提交旬报、月报、年报，包括进度分析、质量控制、投资分析等报告，以及各类专题报告，年终总结和最终监理报告。

3、及时向委托人抄送监理人和承包人之间的来往文函。

4、做好有关工程资料和文件的汇总管理工作，随时接受委托人及政府有关质检部门的督促检查。

（七）、安全管理

1、工程监理和监理工程师必须按法律、法规和工程建设强制性标准实施监理。

2、严格审查施工组织设计的安全技术措施及专项施工方案包括“安全管理办法”、“安全管理制度”等，严格监督、控制，确保安

全工作始终处于受控状态。

3、监理在实施监理过程中，应对安全工作的检查和监督，发现隐患或违章情况及时制止，并督促其立即整改；情况严重的应要求施工单位暂时停止施工，并及时报告建设单位。施工单位拒不整改或者不停止施工的，应及时向主管部门报告。

4、提高参建员工安全防范意识和安全教育宣传力度，并进行定期不定期检查。严格安全规章制度的贯彻和落实，对不合格或不符合规范要求的工器具彻底清除出场。

3.3 隐蔽工程情况

3.3.1 二标段监理实施情况

(1) 进场材料、设备见证及化验情况：

西铭矿矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（二标段）施工过程中使用材料、半成品、成品的合格证、质保单等各项质量保证资料基本齐全，对于所进场的工程材料，指定了专业监理工程师和见证员专人负责，进行了严格管理，对进场材料的取样进行见证，有资质实验室出具的砂浆、砼的试配通知单及检验报告后方可在现场进行使用，试块均在监理工程师和见证员见证下随机抽样制作，样本数符合规范要求，试块养护符合规范要求。

(2) 检验批、分项、分部、隐蔽、单位工程质量验收情况（程序、执行强制性条文、整改复查、验收结果）

该工程严格按照规范及相关强制性标准的要求进行施工，在施工过程中检验批、分项、分部等在施工完成后及时向监理方报审，并经

监理方现场验收，验收全部合格。该工程共有 5 个分部，20 个分项，628 页检验批通过监理方预验收，该工程施工资料齐全有效，整体工程均按设计要求完成，且符合相关规范要求。

(3) 工程观感质量检查情况：

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（二标段）由建设、设计、勘察、施工、监理单位共同用观察、简单量测，按工程程序分别检查了；测温记录、坡面平台表面平整度、混凝土表面观感、道路平整度、水沟顺直度、水沟坡度、场地的平整度、乔灌木生长态势、人行步道平整度、花架外观效果、等质量观感符合要求。

(4) 1、挖出灭火。2、坡面全封闭。3、山体结合部封闭防复燃。4、田字形开沟灌浆封闭。按原设计进行全过程监理。灭火工程测温检测全过程跟踪。

3.3.2 三标段监理实施情况

(1) 进场材料、设备见证及化验情况：

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（三标段）施工过程中使用材料、半成品、成品的合格证、质保单等各项质量保证资料基本齐全，对于所进场的工程材料，指定了专业监理工程师和见证员专人负责，进行了严格管理，对进场材料的取样进行见证，有资质实验室出具的砂浆、砼的试配通知单及检验报告后方可在现场进行使用，试块均在监理工程师和见证员见证下随机抽样制作，样本数符合规范要求，试块养护符合规范要求。

(2) 检验批、分项、分部、隐蔽、单位工程质量验收情况（程

序、执行强制性条文、整改复查、验收结果)

该工程严格按照规范及相关强制性标准的要求进行施工，在施工过程中检验批、分项、分部等在施工完成后及时向监理方报审，并经监理方现场验收，验收全部合格。该工程共有 7 个分部，512 个检验批通过监理方预验收，该工程施工资料齐全有效，整体工程均按设计要求完成，且符合相关规范要求。

(3) 工程观感质量检查情况：

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（三标段）由建设、设计、勘察、施工、监理单位共同用观察、简单量测，按工程程序分别检查了；测温记录、坡面平台表面平整度、混凝土表面观感、砌体观感、道路平整度、水沟顺直度、水沟坡度、场地的平整度、乔灌草生长态势、人行步道平整度、亭台外观效果、等质量观感符合要求。

(4) 灭火工程分为三种方式 (1) 钻孔注浆 (2) 开沟注浆 (3) 挖掘混填。按原设计全过程监理。灭火工程测温检测全过程跟踪。

3.3.3 四标段监理实施情况

(1) 进场材料、设备见证及化验情况：

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（四标段）施工过程中使用材料、半成品、成品的合格证、质保单等各项质量保证资料基本齐全，对于所进场的工程材料，指定了专业监理工程师和见证员专人负责，进行了严格管理，对进场材料的取样进行见证，有资质实验室出具的砂浆、砼的试配通知单及检验报告后方可在现场进行使用，试块均在监理工程师和见证员见证下随机抽样制作，样本数符合规范规

定，试块养护符合规范要求。

(2) 检验批、分项、分部、隐蔽、单位工程质量验收情况（程序、执行强制性条文、整改复查、验收结果）

该工程严格按照规范及相关强制性标准的要求进行施工，在施工过程中检验批、分项、分部等在施工完成后及时向监理方报审，并经监理方现场验收，验收全部合格。该工程共有 5 个分部，230 个检验批通过监理方预验收，该工程施工资料齐全有效，整体工程均按设计要求完成，且符合相关规范要求。

(3) 工程观感质量检查情况：

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（四标段）由建设、设计、勘察、施工、监理单位共同用观察、简单量测，按工程程序分别检查了；测温记录、坡面平台表面平整度、混凝土表面观感、道路平整度、水沟顺直度、水沟坡度、场地的平整度、乔灌木生长态势、等质量观感符合要求。

(4) 灭火工程1、挖掘混填。2、封闭隔离。按原设计全过程监理。灭火工程测温检测全过程跟踪。

3.4 监理验收情况

3.4.1 二标段监理验收情况

监理单位结论如下：

本单位工程所含的各分部工程验收均“合格”，质量控制资料齐全完整，相关安全功能抽查均“合格”，观感质量评价为“一般”。我公司对该工程质量进行核验后，认为西铭矿矿山生态环境恢复治理

试点示范工程（二标段）均符合国家有关验收评定标准、符合设计文件要求、符合国家强制性技术标准及条款的规定。

综上所述，我认为本单位工程为“合格工程”。

3.4.2 三标段监理实施情况

监理单位结论如下：

本单位工程所含的各分部工程验收均“合格”，质量控制资料齐全完整，相关安全功能抽查均“合格”，观感质量评价为“一般”。我公司对该工程质量进行核验后，认为西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（三标段）均符合国家有关验收评定标准、符合设计文件要求、符合国家强制性技术标准及条款的规定。

综上所述，我认为本单位工程为“合格工程”。

3.4.3 四标段监理实施情况

监理单位结论如下：

本单位工程所含的各分部工程验收均“合格”，质量控制资料齐全完整，相关安全功能抽查均“合格”，观感质量评价为“一般”。我公司对该工程质量进行核验后，认为西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（四标段）均符合国家有关验收评定标准、符合设计文件要求、符合国家强制性技术标准及条款的规定。

综上所述，我认为本单位工程为“合格工程”。

第四章 工程绩效评价情况

4.1 工程绩效评价情况

为切实做好矿山生态环境恢复治理试点示范工程建设，发挥试点工程的示范效益，根据《山西省采煤沉陷区综合治理资金管理辦法》（晋政办发〔2016〕93号）、《山西省矿山生态环境恢复治理试点示范工程建设实施方案》（晋环生态函〔2016〕10号）要求，《山西省环境保护厅办公室关于开展山西省采煤沉陷区综合治理矿山生态环境恢复治理试点示范工程绩效评价的通知》（晋环办生态〔2018〕60号），重点围绕工程治理大气环境改善、植被恢复、矸石治理及工程管理方面，开展矿山生态环境恢复治理试点示范工程绩效评价工作，切实增强试点示范工程建设成效，充分发挥试点示范工程示范效应。通过施工前、工程实施后区域生态环境调查、实测等，进行示范工程建设的绩效评价，全面掌握本试点示范工程治理绩效水平。委托山西元森科技有限公司通过开展对西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程的绩效评价工作，公正的绩效评价可以引导和规范企业对煤矸石的生态修复工作，为今后推广发挥试点示范工程效应做出相应依据。评价本工程大气环境改善成效；矸石场植被恢复成效；矸石治理成效；工程管理情况。评价范围包括西铭矿煤矸石治理区域。

4.1.1 二标段评价结果

根据矸石山治理前后调查，本项目二标段评价结果如下表：

二标段评价结果表

序号	类型		本标段得分
1	大气环境改善成效（25分）		25
2	矸石场植被恢复成效（25分）		20
3	矸石治理成效（25分）		25
4	工程管理 （25分）	工程建设管理（10分）	9
		工程资金管理（8分）	8
		工程后期管护（7分）	7
总分			94

综上所述，二标段总得分94分，为“优秀”。

4.1.2 三标段评价结果

根据矸石山治理前后调查，本项目三标段评价结果如下表：

三标段评价结果表

序号	类型		本标段得分
1	大气环境改善成效（25分）		25
2	矸石场植被恢复成效（25分）		15
3	矸石治理成效（25分）		25
4	工程管理 （25分）	工程建设管理（10分）	9
		工程资金管理（8分）	8
		工程后期管护（7分）	7
总分			89

综上所述，三标段总得分89分，为“合格”。

4.1.3 四标段评价结果

根据矸石山治理前后调查，本项目四标段评价结果如下表：

四标段评价结果表

序号	类型		本标段得分
1	大气环境改善成效（25分）		25
2	矸石场植被恢复成效（25分）		15
3	矸石治理成效（25分）		25
4	工程管理 （25分）	工程建设管理（10分）	8
		工程资金管理（8分）	8
		工程后期管护（7分）	7
总分			88

综上所述，四标段总得分88分，为“合格”。

4.2 边坡稳定性分析

2019年9月，山西正和热电工程有限公司（二标段）、山西春晖工程勘察设计检测研究院有限公司（三标段）、太原理工大学（四标段）、委托对矸石山（二标段、三标段、四标段）稳定性专项评价，对西铭矿矸石堆场筋土挡墙进行了挡墙外部稳定性、挡墙内部稳定性验算。

二标段边坡稳定性结论：根据《煤矸石堆场生态恢复治理技术规范》（DB14/T1755-2018），确定主矸石场地一号边坡属于二级边坡，稳定性安全系数不应小于1.25；二号、三号边坡和北区矸石场边坡均属于三级边坡，稳定性安全系数不应小于1.20。经验算，两处矸石堆

场边坡各分级及整体边坡的稳定性系数均大于规范要求的稳定安全系数，可判定该矸石场边坡为稳定边坡。经过核算防洪排水设计，暴雨洪峰流量、排水沟截面大小均大于核算流量，设计满足防洪要求。

三标段边坡稳定性结论：山西省采煤沉陷区综合治理西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目（三标段：玉门河沟口矸石场）矸石堆体稳定性评价，资料收集充分，野外调查工作科学有效，数值模拟分析合理，综合上述工作，判断玉门河沟口矸石场堆体整体稳定。

四标段边坡稳定性结论：通过资料收集、数值模拟等方法对已完成灭火复燃、削坡覆土、植被重建等综合治理措施后的玉门河北侧排渣场边坡进行稳定性技术和分析。在天然工况下，玉门河北侧排渣场生态修复边坡处于稳定状态；在地震和暴雨工况下，玉门河北侧排渣场生态修复边坡安全系数虽明显下降，但仍处于基本稳定状态。

4.3 生态环境效益

根据矸石场生态系统服务功能价值评价指标体系，运用市场价值法、机会成本法、等效替代法、影子工程法等多种价值计量方法，对西铭矿矸石场生态系统在有机物生产、涵养水源、保护土壤、固定CO₂、释放O₂、降解污染物5类生态服务功能的价值进行评价。经计算，西铭矿矸石场二标段、三标段、四标段进行生态恢复后产生的生态效益总价值为91542.6元/年。项目实施后，实现了与万亩生态园、矿山生态公园建设协调一致，矸石山景观效果达到了正在筹建的矿山公园的生态功能定位。

第五章 工程资金管理及使用情况

5.1 资金拨付、使用情况

5.1.1 资金拨付情况

根据《山西省环境保护厅关于上报矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目的函》晋环生态函[2017]120号，根据《山西省环境保护厅关于上报矿山生态环境恢复治理试点示范工程项目的函》晋环生态函[2017]120号，所涉及的工程均为采煤沉陷区的固废治理，完全符合本次专项资金的使用政策，项目资金全部到位。

5.1.2 资金使用情况

最终资金使用以财务审计结果为准。

5.2 资金使用效益分析

本项目是以保护环境和发展经济为重点的固体废料处治和生态环境保护项目，主要污染源是施工期对环境的影响，主要有土方开挖、施工噪声、施工材料的临时堆放等对居民正常生活、生产造成的暂时影响和治理过程中会产生的扬尘和有害气体。但是通过规范施工，采取相应的措施后，均可得到解决。

5.2.1 资金使用的生态效应

矸石场将全部绿化，治理区域生态系统的结构由简单趋向复杂，植被种群由单一趋向多样化，生态系统向着良性循环方向发展，通过拦渣、排水、绿化措施，控制了矸石流失量，水土流失现状基本得到治理，土壤侵蚀量减少70%，对矸石场进行绿化和园林建设，植被恢

复系数达到85%，生态环境彻底改善，彻底根治现有矸石场滑坡、坍塌等危险源。

5.2.2 资金使用可改善环境空气

矸石场封场闭库及绿化减低了起尘并降低有毒有害气体的排放，降低了空气中的颗粒，改善了区域大气环境。

5.2.3 资金使用可改善景观环境

矸石场封场闭库绿化后，与周围景观环境协调一至，恢复了原生态景观环境，同时增加了周围居民健身出游之地。

矸石场植树增加了区域氧气输出量，增加了植物蒸腾作用，缓解了空气环境，缓解了周围居民不安情绪，做到了人与自然和谐发展。

5.3 资金使用情况评价

西山煤电股份有限公司设置有西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程资金专户。建立有西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程资金管理制度，专款专用，资金管理规范。

目前该项目已竣工完成，各项费用使用情况公开、透明。

第六章 工程竣工验收总结

西山煤电股份有限公司根据相关文件积极组织项目立项，并成立相关项目指挥部协调各个工作关系，及时开展该工程可研编制，并根据相关文件邀请山西元森科技有限公司进行治理前大气质量和治理前的植被状况进行检测和记录。

根据招投标法进行公开招标施工单位（施工、设计总承包）、监理单位。工程开工前组织设计、监理、施工单位对图纸进行了会审和技术交底。施工过程中西山煤电股份有限公司对该工程积极管理与监督，监督设计、施工、监理、绩效等单位进行精细化、科学化完成施工工作。施工过程中加大建设单位的检查、核查力度。保证工程的顺利推进和按质完工。

西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（二标段、三标段、四标段）竣工西山煤电股份有限公司组织质检单位、设计单位、施工单位、勘察单位、监理单位对该工程进行工程实体和工程资料验收，工程资料中各种记录表、检验批、分项工程、分部工程严格按照国家有关法律、法规规定和图纸设计要求施工，质量控制资料齐全、符合设计要求，上述内容均已通过建设单位、设计单位、勘察单位、监理单位、施工单位验收合格。西山煤电（集团）有限责任公司于 2019 年 12 月 4 组织西山煤电（集团）有限责任公司自身相关人员会同设计单位、施工单位、勘察单位、监理单位等人员对工程实体进行了简单观测、量测，认为西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（二标段、三标段、四标段）（研石山）符合验收条件，五方主体确认该

工程（二标段、三标段、四标段）（矸石山）为合格工程。并经山西元森科技对西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程（二标段、三标段、四标段）（矸石山）进行绩效评价，得出二标段总得分 94 分，为“优秀”、三标段总得分 89 分，为“合格”、四标段总得分 88 分，为“合格”。

综上所述。西山煤电集团有限责任公司确定西铭矿矿山生态环境恢复治理试点示范工程二标段矸石山为“优秀”工程，三标段、四标段矸石山为“合格”工程，同意竣工验收。

附件：

附件1：立项文件《山西省矿山生态环境恢复治理试点示范工程建设实施方案》、《山西省采煤沉陷区综合治理工作方案》等

附件2：可研评审意见

附件3：中标通知书（施工、监理、绩效单位）

附件4：工程开工报告

附件5：设计、施工、监理、绩效单位企业资质

附件6：测温报告结论

附件7：安全稳定性报告结论

附件8：监理报告结论

附件9：工程验收会议纪要

附件10：绩效评价审查意见

附件11：治理前后影像