

水保方案（滇）字第 20220002 号

水保监测（云）字第 0040 号

再生铜资源循环利用基地建设项目

水土保持方案报告书

（报批稿）

建设单位：楚雄滇中有色金属有限责任公司

编制单位：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

2023 年 5 月



工程设计资质证书

企业名称：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

详细地址：昆明市穿金路349号中产风尚中心二期3幢6-302室

统一社会信用代码：91530000719483525N 建立时间：2001年08月14日

经济性质：有限责任公司 注册资金：500万元

法定代表人：肖贵阳 职务：董事长

单位负责人：肖贵阳 职务：董事长

技术负责人：高卡林 职称或执业资格：高级工程师

证书编号：A233007372 有效期至：2023年12月31日

资质等级：

水利行业（水库枢纽）丙级；水利行业（引调水）丙级；水利行业（灌溉排涝）丙级；水利行业（河道整治）丙级

发证机关：昆明市人民政府

2022年12月10日



生产建设项目水土保持方案编制单位水平评价证书

(副本)

单位名称：云南润滇节水技术推广咨询有限公司

法定代表人：肖贵阳

单位等级：★★★★★ (5星)

证书编号：水保方案(滇)字第20220002号

有效期：自2022年12月01日至2025年11月30日

发证机构：中国水土保持学会

发证时间：2022年12月

再生铜资源循环利用基地建设项目

水土保持方案报告书（报批稿）

单位地址：云南省昆明市五华区科泰路海伦中心1栋21楼

法定代表人：肖贵阳

联系人：张真 15912115200

E-mail: ynrdds@163.com

单位邮编：650000

联系电话：0871-65709801

传真：0871-65709801

再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案报告书

责任页

(云南润滇节水技术推广咨询有限公司)

批 准：肖贵阳 (董事长)

核 定：李 伟  (副总经理)

审 查：孙正文  (高 工)

校 核：杨树涛  (高 工)

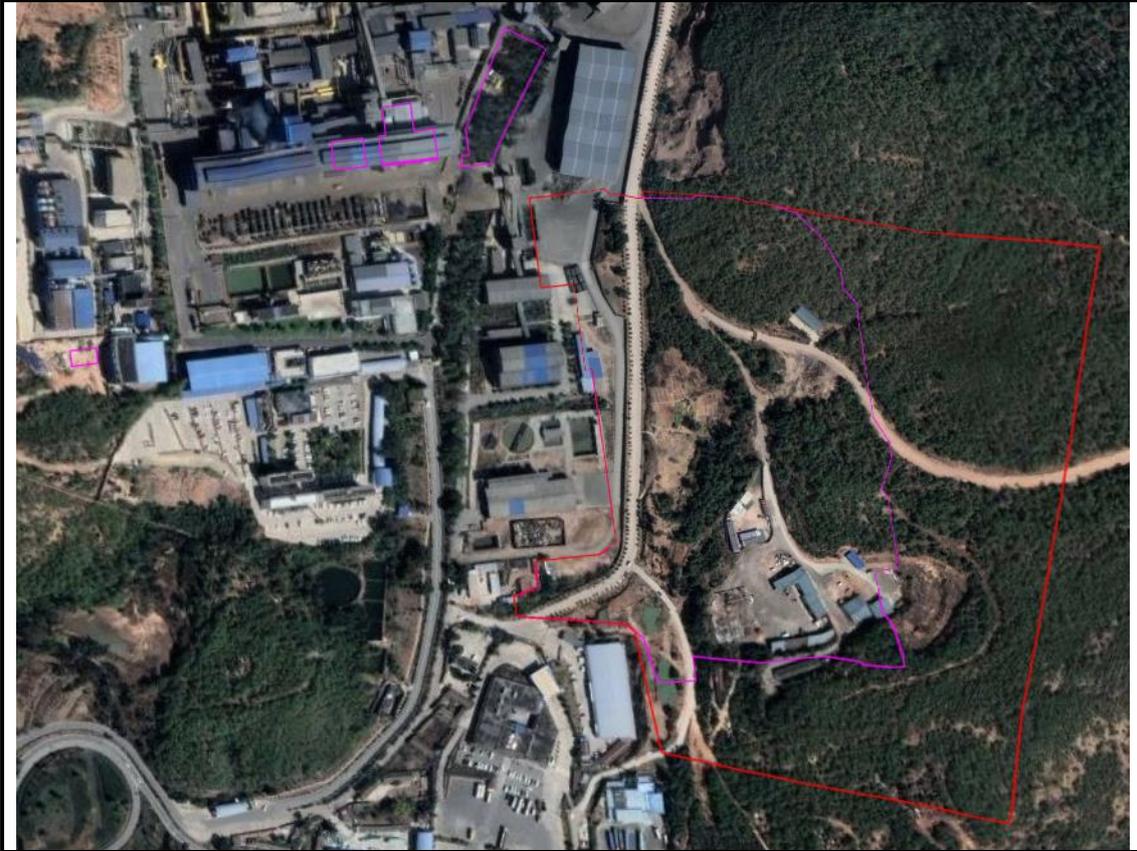
项目负责人：贾王英  (高 工)

编 写：贾王英  (高 工) (第 2、3、5 章)

聂 靖  (高 工) (第 1、4、6 章)

张 帆  (技术员) (第 7、8 章、附图)

项目区照片集



项目区用地范围线（奥维截图）



项目区用地范围现状（无人机照片）



项目区内林地现状



项目区内林地现状



项目区内交通运输用地现状



项目区内交通运输用地现状



项目区内坡耕地现状



项目区内建设用地现状



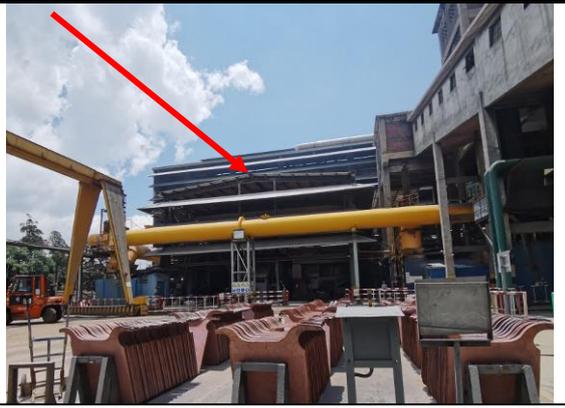
项目区北侧现有道路边沟现状



项目区内表土厚度调查现状



阳极炉工段拆除及转炉改造区域现状



阳极炉工段将拆除建筑物现状



需要硬化处理边坡现状



新建制氧站现状

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目概况	1
1.2 编制依据	8
1.3 设计水平年	12
1.4 水土流失防治责任范围	12
1.5 水土流失防治目标	12
1.6 项目水土保持评价结论	14
1.7 水土流失预测结果	17
1.8 水土保持措施布设成果	18
1.9 水土保持监测方案	20
1.10 水土保持投资及效益分析成果	21
1.11 结论	21
2 项目概况	24
2.1 项目组成及工程布置	24
2.2 施工组织及施工工艺	46
2.3 工程占地	57
2.4 土石方平衡	57
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	62
2.6 施工进度	66
2.7 项目区概况	66
3 项目水土保持评价	73
3.1 主体工程选址（线）水土保持制约性因素评价	73
3.2 建设方案与布局水土保持评价	73
3.3 主体工程中水土保持措施界定	84
4 水土流失分析与预测	100
4.1 水土流失现状	100
4.2 水土流失影响因素分析	101
4.3 弃渣量预测	102
4.4 水土流失量预测	103
4.5 可能造成水土流失危害分析	110
4.6 综合分析及指导意见	111
5 水土保持措施	112
5.1 防治区划分	112
5.2 防治措施总体布局	113
5.3 分区措施布设	117
5.4 施工要求	129
6 水土保持监测	134
6.1 监测范围和时段	134

6.2 监测内容和方法	135
6.3 监测点位布设	141
6.4 实施条件和成果	141
7 水土保持投资概算及效益分析	145
7.1 投资概算	145
7.2 效益分析	154
8 水土保持管理	159
8.1 组织管理	159
8.2 后续设计	162
8.3 水土保持监测	163
8.4 水土保持监理	163
8.5 水土保持施工	164
8.6 水土保持设施验收	165

附件：

附件 1：中标通知书；

附件 2：楚雄高新技术产业开发区行政审批局《云南省固定资产投资项目备案证—再生铜资源循环利用基地建设项目》（备案号【项目代码】：2208-532303-99-01-144661）；

附件 3：《楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨年粗铜改扩建工程及 30 万吨年硫酸配套建设项目水土保持方案初步设计报告书》楚水水保【2006】37 号；

附件 4：《楚雄州水利局关于印发楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨/年粗铜改扩建工程及 30 万吨/年硫酸配套建设项目水土保持设施竣工验收鉴定书的通知》（楚水水保〔2009〕40 号）；

附件 5：《楚雄市水务局关于对楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨粗铜年和 30 万吨硫酸年完善项目水土保持方案可行性研究报告的批复》（楚水复〔2016〕26 号）；

附件 6：《楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨粗铜/年和 30 万吨硫酸/年完善项目水土保持设施验收的备案证明》（楚市水保备〔2018-1〕号）；

附件 7：《楚雄州水务局关于楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目水土保持方案可行性研究报告的批复》（楚水水保〔2013〕2 号）；

附件 8：《楚雄州水务局关于准予楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目水土保持设施验收的行政许可决定书》（楚水许〔2016〕6 号）；

附件 9：《云南省林业和草原局准予行政许可决定书“使用林地审核同意书”》（云林许准〔2022〕1088 号）；

附件 10：楚雄州人民政府取得了《云南省人民政府建设用地审批件关于楚雄市 2022 年度第七批次城镇建设农用地转用及土地征收的批复》（云政土复〔2022〕115 号）；

附件 11：《楚雄市自然资源和规划局高新区分局关于楚雄滇中有色金属有限责任公司查询“再生铜资源循环利用基地建设项目”是否属于“三区三线”用地范围情况的说明》；

附件 12：渣物料销售合同；

附件 13: 中国铜业有限公司取得了《关于滇中有色再生铜资源循环利用基地建设项目立项的批复》(中铝投字〔2022〕557号);

附件 14: 林地采伐许可证;

附件 15: 《中国铜业有限公司关于滇中有色再生铜资源循环利用基地建设项目初设级可研的批复》(中铜发展字〔2023〕107号);

附件 16: 《关于云南滇西路桥建设有限公司在“原老君山樱花谷项目场地—哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”弃土的请示》;

附件 17: 弃土协议;

附件 18: 《建设工程施工专业分包合同》(项目场平工程 EPC—土方工程专业分包);

附件 19:《责令限期改正水土保持违法行为通知书(未批先建设项目)(送达)》
责楚市水保通字(2023)第(05)号;

附件 20: 单价分析表;

附件 21: 水土流失防治责任范围确认书。

附图:

附图 1: 项目区地理位置图;

附图 2: 项目区水系图;

附图 3: 项目区土壤侵蚀强度图;

附图 4: 项目区表土剥离厚度分布图;

附图 5: 项目区土地利用类型图;

附图 6: 项目区总平面布置图;

附图 7: 项目区水土流失防治责任范围图;

附图 8: 项目区防治措施总体布局及监测点布设图;

附图 9: 项目区排水体系图;

附图 10: 项目区场地平整区域横纵剖面图;

附图 11-1: 主体设计排水沟断面图;

附图 11-2: 主体设计挡土墙典型设计图;

附图 11-3: 主体设计框格梁植草护坡及网喷混凝土典型设计图;

附图 11-4: 主体设计绿化区植物措施典型设计图;

附图 11-5: 主体设计预留用地区植物措施典型设计图;

附图 12: 沉砂池、临时拦挡及临时排水沟典型设计图;

附图 13: 车辆清洁池系统典型设计图。

1 综合说明

1.1 项目概况

楚雄滇中有色金属有限责任公司始建于 1993 年，现为云南铜业股份有限公司 100%控股全资子公司，2007 年底作为云南铜业旗下的冶炼企业同步并入中铝集团，位于楚雄经济开发区工业园区，占地面积 557 亩，主要产品为阳极铜和硫酸，设计能力为阳极铜 10 万吨/年、硫酸 41.2 万吨/年；采用艾萨炉-转炉-阳极炉精炼生产阳极铜工艺；冶炼烟气经净化-两转两吸工艺制取工业硫酸。

1.1.1 项目建设必要性

随着“新基建”以及“碳达峰碳中和”等政策托举，铜消费将维持稳定增长趋势，且国内精铜产销缺口较大。滇中有色将产品延伸至阴极铜，不仅可弥补西南铜业市场空隙，还能进一步提升云南铜业阴极铜在云南、川渝和华南地区的市场占有率。在双碳战略引领下，实施再生铜资源回收利用，是铜冶炼行业实现碳达峰的重要途径，也是铜冶炼企业绿色低碳可持续发展的重要途径。

建设再生铜回收利用示范基地，提升再生铜资源消纳能力，对标国内外标杆企业，补齐滇中有色产品链短板，配套建设适应再生铜原料的高杂阳极铜电解系统，将产品延伸至阴极铜，进一步提升生产系统对再生铜原料的消纳能力、复杂铜原料的处理能力，拓宽原料来源及渠道，实现原生矿产与城市矿产有机结合，逐步建立健全再生铜原料 PIR+PCR 回收利用模式，形成高值金属循环产业链，实现铜资源闭路循环利用，打造具有中国铜业特色的第三代铜冶金流程工艺技术，提升差异化竞争优势，推动滇中有色高质量发展。

1.1.2 项目概况

（一）项目位置及交通

再生铜资源循环利用基地建设项目位于楚雄经济开发区赵家湾桃园工业园区内的桃园地块，项目改造部分在楚雄滇中有色金属有限责任公司厂址内完成，新增电解精炼系统建于现有场地东侧地块，行政区划隶属于楚雄市东瓜镇，地理位置为东经 101°26'~101°40'，北纬 24°37'~25°10'。项目区地处滇缅公路北侧 1300m，安楚公路北侧 500m，广大铁路北侧 800m。距昆明 180km，距楚雄火车站 3km，距东瓜火车货运站 8km，距广通火车站 35km，交通运输十分便利。

（二）项目依托情况

本项目后期将依托楚雄滇中有色金属有限责任公司前期修建的苍岭渣库、污水处理系统（硫酸深度水处理站）、高位水池、预留工业用等内容，具体情况如下：

（1）本项目改扩建后整个厂区产生的中和渣均运往苍岭渣库堆存，苍岭渣库属于“楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨/年粗铜改扩建工程及 30 万吨/年硫酸配套建设项目”，该项目已开展了水土保持方案及监测、验收工程。本项目改扩建修建的制氧站、阳极炉工段、新建 1 台转炉占地均位于该项目区内。

（2）本项目改扩建后依托“楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨粗铜/年和 30 万吨硫酸/年完善项目”的污水处理系统（硫酸深度水处理站）、高位水池等，该项目已开展了水土保持方案及监测、验收工程。本项目改扩建后依托该项目的污水处理系统（硫酸深度水处理站）、高位水池。

（3）本项目利用“楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目”西南角的预留工业用地进行扩建，本项目建成后与 700t/d 选矿厂项目东侧原有排水沟相衔接，形成完善的排水体系。“楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目”已开展了水土保持方案及监测、验收工程。

本项目扩建完工后，整个项目区与原有厂区形成一个整体生产线。

（三）建设性质及规模

再生铜资源循环利用基地建设项目为技术升级改造及填平补齐项目，新建回转式阳极炉和电解精炼系统及其相关配套设施。以铜精矿和外购高、低品位再生铜为原料，采用艾萨炉熔炼+转炉吹炼+阳极炉精炼+电解精炼的工艺流程，设计规模年产 21 万吨阴极铜。项目建设内容包括（1）火法系统改造：包含熔炼系统改造、新增一台 PS 转炉、现有转炉系统改造、阳极精炼系统改造。（2）新建电解精炼系统，包含电解工段、净液工段、电解净液循环水、燃气锅炉房、极板运输系统、新建阴极铜成品库等设施。（3）动力系统改造：新增一套变压吸附制氧系统，含配套的辅助设施。

本项目总用地面积 15.33hm²，其中预留发展用地约 7.02hm²，边坡工程区面积 1.43hm²，建构筑物区面积 2.77hm²，道路及硬化广场区面积 2.86hm²，绿化区面积 1.25hm²，项目总建筑面积 39186m²，包含再生铜原料仓库、电解工段、净液工段、燃气锅炉房、电解净液循环水、阳极炉工段等，以及新建初期雨水收集

及事故水池、总降压变电站、园区主要道路、绿化等室外附属工程，绿地率为 56.16%。

（四）施工组织

本位于楚雄经济开发区赵家湾桃园工业园区内的桃园地块，项目区周边有安楚公路、国道 320、绿野路，项目区占地横跨工业厂区内部道路，南、北两个方向均可进入场地，北侧与绿野路相接，南侧与国道 320 相接，交通方便。建设期可利用项目区及周边现有道路，无须新建施工便道。

根据与建设单位对接，本项目设置施工出入口 1 个，位于项目北侧，由绿野路及现有工业园区内部道路接入项目区，为项目运输车辆主出入口，并兼人行出入口。

施工期间需布设施工场地，根据与建设单位对接，项目施工过程中于项目区道路及硬化工程区内布设施工临时场地，不再另外设置施工临时场地。

本项目施工期间汇水经道路及硬化广场区的沉沙池，通过沉沙池沉淀后排入现有道路边沟，最终汇入自然沟箐。

（五）项目组成及占地

本项目区占地面积为 15.33hm²，其中建构筑物区占地面积为 2.77hm²，道路及硬化广场区占地面积为 2.86hm²，绿化区占地面积为 1.25hm²，预留用地区占地面积为 7.02hm²，边坡工程区占地面积为 1.43hm²；项目区原始占地类型占用坡耕地 0.14hm²，建设用地 2.74hm²，林地 10.38hm²，交通运输用地 1.69hm²，工程占地均为永久占地，占地均位于楚雄州楚雄市。

（六）土石方工程

本项目在建设过程中共开挖产生土石方 47.92 万 m³（其中场地平整 46.37 万 m³，建筑垃圾 0.04 万 m³，表土剥离 0.63 万 m³，管线开挖 0.08 万 m³，建筑物基坑开挖 0.80 万 m³），回填土石方 6.66 万 m³（其中场地平整回填 5.75 万 m³，管线顶部回覆 0.04 万 m³，基坑回填 0.24 万 m³，绿化覆土 0.63 万 m³），产生余方 41.26 万 m³，运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。截止目前为止，目前场地平整共计土石方开挖产生余方 41.26 万 m³，目前均已经运往了桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

本项目生产运行期每年产出中和渣 23100t (1.44 万 m³, 容重 1.6t/m³), 每年产出渣选尾矿 47.42t (33.19 万 m³, 容重 0.7t/m³); 中和渣将运往滇中有色现有的苍岭中和渣库安全填埋。

目前建设单位正在开展生产工艺改造, 已于 2022 年 8 月编写了《楚雄滇中有色金属有限责任公司污酸硫化法处理项目建议书》; 经过工艺改造后, 厂区将产生硫化砷渣和脱硫石膏渣, 其中硫化砷渣云南省内填埋企业有曲靖银发危险废物集中处置有限公司、红河州现代德远环境保护有限公司、云南大地丰源环保有限公司等进行填埋处置; 脱硫石膏渣经过脱水处理后 (水份≤12%), 周边水泥厂可以进行利用。工艺改造工程计划 2024 年 6 月完工, 工艺改造后不再产生中和渣, 项目改造完成后将对苍岭弃渣场进行闭库封场验收处理。

(七) 项目投资和建设工期

项目建设单位为楚雄滇中有色金属有限责任公司, 本项目总投资 51543.78 万元, 其中土建投资 49891.86 万元, 资金来源为企业自筹; 本工程于 2022 年 12 月开工, 预计完工时间为 2024 年 6 月, 工期为 1.58 年。

(八) 拆迁 (移民) 数量、安置方式及专项设施改 (迁) 建

本工程不存在拆迁 (移民) 安置和专项设施改建。

(九) 项目区现状

2023 年 4 月, 我公司组织技术人员对项目区进行踏勘, 据施工单位介绍, 项目区于 2022 年 12 月开始进行场地平整施工, 截止目前为止, 项目区已扰动地表面积约为 11.33hm²; 项目区预留用地区存在 3.62hm² 的区域尚未扰动, 地表被林地覆盖; 预留用地区扰动区域面积为 3.40hm² 灌木林地的砍伐工作已经完成, 正在进行树根杂草的清理工作; 项目区扰动区域地表处于裸露状态, 土壤侵蚀模数为 4500t/(km²·a), 水土流失强度为中度。截止目前为止, 项目建设过程中未造成水土流失危害。

2023 年 3 月 3 日, 楚雄市水务局出具了《责令限期改正水土保持违法行为通知书 (未批先建设项目) (送达)》责楚市水保通字 (2023) 第 (05) 号, 本项目属于未批先建的生产建设项目, 要求依法补办编报水土保持方案和采取水土流失预防及治理措施”。因此本方案属于补报方案。

1.1.3 项目前期工作进展情况

1.1.3.1 工程设计情况

(1) 2022年7月，中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司编制完成了《楚雄滇中有色金属有限责任公司再生铜资源循环利用基地建设项目岩土工程初步勘察报告》；

(2) 2022年8月26日，楚雄高新技术产业开发区行政审批局《云南省固定资产投资项目备案证—再生铜资源循环利用基地建设项目》（备案号【项目代码】：2208-532303-99-01-144661）；

(3) 2022年11月，中国瑞林工程技术股份有限公司编制完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目可行性研究报告》；

(4) 2022年12月，中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司编制完成了《楚雄滇中有色金属有限责任公司再生铜资源循环利用基地建设项目场地平整工程施工图设计》；

(5) 2023年2月，《楚雄滇中有色金属有限责任公司再生铜资源循环利用基地建设项目场平工程 附：设计计算书》（中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司）；

(6) 2023年2月，中国瑞林工程技术股份有限公司编制完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目初设级可行性研究报告》；

(7) 2023年4月14日，建设单位取得了《中国铜业有限公司关于滇中有色再生铜资源循环利用基地建设项目初设级可研的批复》（中铜发展字〔2023〕107号）；

(8) 环评等手续，正在办理中。

1.1.3.2 水土保持监督检查及整改落实情况

2023年3月3日，楚雄市水务局出具了《责令限期改正水土保持违法行为通知书（未批先建设项目）（送达）》责楚市水保通字（2023）第（05）号，通知情况具体为“经现场扰动图斑复核查明，再生铜资源循环利用基地建设项目建设没有依法编报水土保持方案和采取水土流失预防及治理措施，属于未批先建的生产建设项目，违反了《中华人民共和国水土保持法》第三十五条、第十六条的规定，根据《中华人民共和国行政处罚法》第二十三条和《中华人民共和国水土

保持法》第五十三条的规定，现责令你单位立即停止违法行为，并于 2023 年 5 月 15 日前完成改正。改正内容（措施）：依法补办编报水土保持方案和采取水土流失预防及治理措施”。

建设单位于 2022 年 6 月委托我公司进行本项目的水土保持方案报告的编制工作，建设单位督促我单位于 2023 年 4 月编制完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案报告书》（送审稿），并于 2023 年 5 月完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案报告书（报批稿）》。

1.1.3.3 水保方案编制情况

根据《中华人民共和国水土保持法》、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的要求，为做好本工程的水土保持和环境保护工作，楚雄滇中有色金属有限责任公司于 2022 年 6 月委托云南润滇节水技术推广咨询有限公司进行本项目的水土保持方案报告的编制工作（中标通知书见附件 1）。

接到委托任务后，我公司成立了项目组，并按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）有关规定和要求，制定了工作计划，以指导本项目水土保持方案的编制工作。同时组织专业技术人员对工程现场进行了仔细的踏勘，获取了相关技术资料。

通过对项目各种基础资料的分析研究，结合项目特点，对项目区自然条件、土地利用状况、水土流失状况等进行了实地调查，同时收集了项目区相关资料，按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的有关规定和要求，开展了水土保持方案的编制工作，于 2023 年 4 月编制完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案报告书》（送审稿），并报送水行政主管部门审查。

2023 年 4 月 23 日，云南骞晟工程安全技术服务有限公司在楚雄市主持召开了《再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案报告书（送审稿）》的审查会，经过与会专家的现场踏勘及质询，形成评审意见，我公司根据评审意见对《报告书》进行修改，于 2023 年 5 月完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案报告书（报批稿）》。

1.1.4 自然简况

拟建场地区域上位于程家坝区与东部山区结合部位，属于低山缓丘地带，微地貌为剥蚀残丘及山麓斜坡地貌，项目区整体上处于山头位置，原始地势整体上东高西低，地形起伏较大，场地标高介于 1810.10m~1872.75m，相对高差 62.65m，整体走向为北高南低、东高西低，最低点位于项目区西南角。拟建场地坡面向西，整体坡度介于 7°~12°。本项目场地平整区域原始地形高程为 1810.10m~1847.00m，相对高差 36.90m，整体走向为北高南低、东高西低，最低点位于项目区西南角。

楚雄市属滇中中台陷地台盖层构造性质，由于西南部哀牢山变质带的强烈上升活动向东的挤压力，东部受绿汁江大断裂的控制影响，产生了旋扭作用，形成了中西部马龙河褶断的三条深断裂，会基关—双柏穹窿褶皱及西南扭动褶皱等复杂构造，为一多地震区。项目区地质构造属川滇南北向构造带南部会基关—双柏穹窿褶皱构造区，主要由北西—南东向的楚雄复式向斜、团山背斜所组成，位于团山背斜西翼，区内未见有断裂发育。

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）及《中国地震动参数区划图》（云南部分）（GB18306-2015），拟建场地抗震设防烈度为 VIII 度，地震分组为第三组，设计基本地震加速度值为 0.20g。建筑抗震设防类别为丙类，现浇钢筋混凝土框架抗震等级为二级，钢结构抗震等级为三级。

项目区属北亚热带冬干夏湿季风气候区，平均气温为 15℃，年平均降雨量为 862.7mm。降雨相对集中，干雨季分明，6-10 月份为雨季，降雨量占年降雨量的 80%，11 月至来年 5 月为干季，降雨量占年降雨量的 20%。年极端最大降雨量为 1485.8mm。年平均日照时为 2513h，日照率为 56%。年蒸发量为 1600-2000mm，最强 3-5 月。年平均相对湿度为 71.5%。主导风向为西南风，历年平均风速为 1.7m/s，最大风速为 8m/s，静风率 38%。20 年一遇最大 1h、6h、24h 降水量分别为 47.8mm、72.7mm、90.5mm（据《云南省水文手册》查值计算）。

项目位于贡楚雄市东瓜镇，项目属于金沙江水系，长江流域，流域管理机构为长江流域管理机构。拟建厂址区域位于楚雄州地处金沙江分水岭上，境内无天然湖泊，也无入境暗河，水资源多由大气降水形成。拟建场地附近稳定的地表水体主要有龙川江，龙川江为金沙江水系一级支流，距离场地南约 1.3km，水面高程约 1777.0m，为场地地下水主要排泄区。

据实地踏勘，项目区土壤类型主要为红壤。

根据外业现场调查，项目区原始地貌为林地、建设用地、坡耕地和交通运输用地，其中占用的坡耕地及林地具备表土剥离条件，本工程表土厚度约0.2-0.4cm。

根据外业现场调查，项目区林地树种主要为云南松，兼有少部分黑荆树、桉树林，林草覆盖率为69.73%。

项目区附近无饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等。

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区位于楚雄市，一级区划属于西南岩溶区（云贵高原区）；另外，根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）标准划分，项目区属于以水力侵蚀为主的西南岩溶区，土壤容许流失量为500t/km²·a。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国河道管理条例》（1988年6月3日国务院第7次常务会议通过，1988年6月10日中华人民共和国国务院令第3号公布，自公布之日起施行）；

（2）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院令第120号，1993年8月1日发布，2011年1月8日修订）；

（3）《中华人民共和国水土保持法》（全国人大常委会，1991年6月29日颁布，2010年12月25日修订，2011年3月1日起实施）；

（4）《中华人民共和国环境保护法》，（全国人大常委会，2014年4月24日修订）；

（5）《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十七次会议第二次修订）；

（6）《云南省水土保持条例》（省人大常委会第十次会议2014年7月27日通过，2014年10月1日起施行）。

1.2.2 规范性文件

1.2.2.1 国家级、部委级规范性文件

(1) 《关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水利部水保〔2017〕365号）；

(2) 《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）；

(3) 《关于加强水土保持方案审批后续工作的通知》（水利部办公厅 办函〔2002〕154号，2002年5月10日）；

(4) 《关于印发全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果的通知》（水利部办公厅，办水保〔2013〕188号，2013年8月12日）；

(5) 《水利部办公厅关于贯彻落实国发〔2015〕58号文件进一步做好水土保持行政审批工作的通知》（办水保〔2015〕247号，2015年11月20日）；

(6) 《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保〔2016〕65号，2016年3月24日）；

(7) 《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持方案技术评审工作的通知》（办水保〔2016〕123号，2016年6月28日）；

(8) 《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号，2017年11月13日）；

(9) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持技术文件编写和印制格式规定（试行）的通知》（办水保〔2018〕135号，2018年7月12日）；

(10) 水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见（水保〔2019〕160号）；

(11) 水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知（办水保〔2019〕172号）；

(12) 水利部水保司关于印发生产建设项目水土保持问题分类及责任单位责任追究标准（试行）的通知（水保监督函〔2019〕20号）；

(13) 《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准的通知（办水保函〔2020〕564号）》（2018年5月24日实施）；

(14) 《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)》;

(15) 水利部水土保持监测中心文件《关于印花<生产建设项目水土保持方案技术审查要点>的通知》(水保监〔2020〕63号);

(16) 《水利部办公厅关于进一步优化开发区内生产建设项目水土保持管理工作的意见》(办水保〔2020〕235号);

(17) 国家发展改革委 商务部关于印发《市场准入负面清单(2022年版)》的通知);

1.2.2.2 省市级规范性文件

(1) 《云南省水利厅关于加强开发建设项目水土保持方案编制监测监理技术评估从业资格证书管理使用的通知》(云水保监〔2007〕2号);

(2) 《云南省水土保持生态环境监测总站关于生产建设项目水土保持方案编制有关问题的意见》(云水保监字〔2010〕7号);

(3) 《云南省水利厅关于加强生产建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》《云南省水利厅,云水保〔2010〕103号》;

(4) 《云南省水土保持生态环境监测总站关于生产建设项目水土保持方案编制有关问题的意见》(云水保监字〔2010〕7号);

(5) 《云南省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收文件的通知》(云水保〔2017〕97号);

(6) 《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(云南省水利厅第49号公告)。

(7) 《云南省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收文件的通知》(云水保〔2017〕97号);

(8) 《云南省水利厅关于开展省级生产建设项目水土保持自检自查工作的通知》(2018年8月24日);

(9) 关于对《云南省水利厅关于开展省级生产建设项目水土保持自检自查工作的通知》补充说明(2018年9月5日);

(10) 云南省水利厅 云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利工程计价依据有关税率及系数的通知(云水规计〔2019〕46号);

(11) 《云南省水利厅办公室转发水利部水土保持监测中心关于生产建设项目水土保持方案技术审查要点文件的通知》〔2020〕-611号；

(12) 《楚雄州水务局关于划分州级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（楚水通〔2022〕67号）。

1.2.3 规范标准

- (1) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- (2) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (3) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；
- (4) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）；
- (5) 《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014）；
- (6) 其他有关的设计规范及技术标准。

1.2.4 相关文件及技术资料

(1) 2022年7月，中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司编制完成了《楚雄滇中有色金属有限责任公司再生铜资源循环利用基地建设项目岩土工程初步勘察报告》；

(2) 2022年8月26日，楚雄高新技术产业开发区行政审批局《云南省固定资产投资项目备案证—再生铜资源循环利用基地建设项目》（备案号【项目代码】：2208-532303-99-01-144661）；

(3) 2022年11月，中国瑞林工程技术股份有限公司编制完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目可行性研究报告》；

(4) 2022年12月，中国有色金属工业昆明勘察设计研究院有限公司编制完成了《楚雄滇中有色金属有限责任公司再生铜资源循环利用基地建设项目场地平整工程施工图设计》；

(5) 2023年2月，中国瑞林工程技术股份有限公司编制完成了《再生铜资源循环利用基地建设项目初设级可行性研究报告》；

(6) 《云南省林业和草原局准予行政许可决定书“使用林地审核同意书”》（云林许准〔2022〕1088号）；

(7) 2022年12月29日，中国铜业有限公司取得了《关于滇中有色再生铜资源循环利用基地建设项目立项的批复》（中铝投字〔2022〕557号）；

(8) 《云南省水土流失调查成果公告(2021年)》(云南省水利厅,2022年);

(9) 楚雄市社会经济统计资料及其他相关资料。

1.3 设计水平年及设计深度

本项目属改扩建建设生产类项目,根据现场勘察,结合《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)之规定,设计水平年应为主体工程完工后的当年或后一年。

本项目已于2022年12月开工,预计于2024年6月竣工,因此本项目的设计水平年为2024年;本项目水土保持方案设计深度为初步设计深度。

1.4 水土流失防治责任范围

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)中规定,水土流失防治责任范围包括项目永久征地、临时占地(含租赁土地)以及其他使用与管辖区域。

本项目水土流失防治责任范围即为项目建设区,本项目水土流失防治责任范围为15.33hm²,均为永久用地。

表 1-1 水土流失防治责任范围面积统计表 单位: hm²

序号	分区	面积	占地性质
1	建构物区	2.77	永久占地
2	道路及硬化广场区	2.86	永久占地
3	绿化区	1.25	永久占地
4	边坡工程区	1.43	永久占地
5	预留用地区	7.02	永久占地
	合计	15.33	

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》(办水保〔2013〕188号)和《云南省人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(第49号),项目所在地楚雄市东瓜镇不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区,也不属于云南省水土流失重点预防区和重点治理区。

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区所在地楚雄市属于“西南岩溶区（云贵高原区）”。项目所在地楚雄市东瓜镇不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区，也不属于云南省水土流失重点预防区和重点治理区。

根据《楚雄州水务局关于划分州级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》，项目所在地楚雄市东瓜镇桃园社区，属于滇中北楚雄州级水土流失重点治理区，因此依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求及相关法律、法规，水土流失防治等级应执行一级。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土保持技术标准》，本项目水土保持防治目标为：1、项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理；2、水土保持设施应安全有效；3、水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复；4、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、林草覆盖率六项指标应符合现行国家标准《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的规定。

项目区土壤侵蚀属水力侵蚀一级类型区中的西南土石山区，土壤容许流失量为 $500t/(km^2 \cdot a)$ ；项目区域水土流失较轻，侵蚀形式以面蚀为主，属于微度侵蚀区，项目区原地貌土壤侵蚀模数为 $401.24t/(km^2 \cdot a)$ 。根据《生产建设项目水土流失防治标准》及工程自身特点、项目区所在地土壤侵蚀情况、地形地貌等，对西南岩溶区一级标准进行修正。

（1）项目建设区属于以微度侵蚀为主的区域，土壤流失控制比调整为不小于 1；

（2）项目区位于楚雄市城镇边缘，渣土防护率上调 2%；

（3）项目区不属于干旱、极干旱区，水土流失治理度指标不做调整；

（4）本项目属于有色金属选冶项目—加工制造类项目，项目绿化有限制因素，林草覆盖率不作调整。

本项目土壤流失量化防治目标经修正为：水土流失治理度 97%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 94%，表土保护率 95%，林草植被恢复率 98%，林草覆盖率达到 21%。具体详见下表。调整后的防治目标如表 1-2 所示。

表 1-2 水土流失总体防治目标

防治指标	一级标准		按地形修正	最终采用值	
	施工期	设计水平年		施工期	设计水平年
水土流失治理度 (%)	--	97		--	97
土壤流失控制比	--	0.85	+0.15	--	1.0
渣土防护率 (%)	90	92	+2.0	92	94
表土保护率 (%)	95	95		95	95
林草植被恢复率 (%)	--	96	+2	--	98
林草覆盖率 (%)	--	21		--	21

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

项目选址避开了国家、省、市级水土流失重点预防区和重点治理区；选址不占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带；选址避开了全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站；项目选址符合对应文件关于项目水土保持限制和约束性规定，不存在制约性因素。

1.6.2 建设方案与布局评价

一、建设方案评价

项目总体布局考虑到施工的需要，项目施工场地布置在项目区内，不新增临时占地；项目位于城区，施工营地就近采用租房的形式解决，不在另设施工营地；进行减少了对地貌的扰动，符合水土保持要求。项目平面布置上，项目设计及建设布置充分利用了现状自然地形，使工艺流程更加简捷顺畅，布局紧凑合理。项目区建筑物集中布设与项目区中部，与西侧 700t/d 选矿厂项目保持协调，在建筑物及道路广场周边分散布设景观绿化；本项目为加工制造类项目，主体工程注重环境保护，配套建设了初期雨水收集及事故水池，有利于水土保持。

主体工程设计在项目区各区域均已规划了砖砌截排水系统，并进行了大面积的园林绿化。项目竖向布置上，项目区总体地势北高南低，东高西低，高差较大；为减少土石方挖填工作，主体工程充分利用现状自然地形，采用分台建设，项目区西侧与 700t/d 选矿厂项目之间通过修建 1.5—6.5m 高的挡土墙+回填平整的方式过渡，项目区整体布设在 1821m 一个平台内，对东侧、东北侧、东南侧施工出现的挖方边坡通过修建“放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+钢筋锚杆+网喷”等方式处理；西南角 1813.3m 平台利用 700t/d 选矿厂项目预留工业用地单独作为一个平

台修建，西南角两个平台之间通过挡土墙+放坡的方式过渡高差，预留发展用地本次保持原始地势，不进行场地平整施工。

工程建设方案、平面布局和竖向布局已最大程度的兼顾了水土保持要求，满足水土保持要求，基本合理可行。

二、工程占地评价

本项目总计占地面积为 15.33hm²，选址及用地唯一，占地类型为坡耕地、建设用地、林地及交通运输用地，占地类型主要为林地，地块已经由政府规划为城市建设用地，因此主体工程征占地满足水土保持的要求。从占地类型看，本项目永久占地全部已调整为建设用地，无新增临时占地，符合水土保持要求。项目周边道路水、电、路等配套设施齐全，不涉及建设排水、供电、对外交通等辅助设施的临时占地，施工营地租用周边民房，施工场地利用项目区空地，不增加临时占地。

综上所述，本方案认为本项目占地符合水土保持要求，占地合理。

三、土石方平衡分析评价

根据土石方平衡分析，主体工程结合场地原地貌高程及项目竖向情况，采取分台的布置方式，最大限度的减少土石方挖填工程量，开挖后的土石方一部分用于场区回填，剩余土石方运至桃园社区原老君山樱花谷项目合理处置。本工程产生余方为 41.26 万 m³全部运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理，本项目不设弃土场。本项目土石方挖填数量已由主体设计进行了优化，利用项目分台施工的特点，依据施工时序，进行了回填土石方和表土的调运，部分土石方项目区内回填利用，不新增临时占地用于回填土堆存，也减轻了对项目区周边自然生态环境的破坏。

四、取土（砂、石）场设置评价

本项目建设所需的土、砂、石料等向依托已有安楚公路、国道 320、绿野路等交通要道境内具有合法开采权的土、砂、石料场就近购买，不涉及工程土、砂、石料等取料场选址问题，料场相关的水土流失防治责任由料场经营方承担。

五、弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

本项目建设无弃渣产生，因此不涉及弃渣场评价。项目在建设过程中，将产生 41.26 万 m³（松方）的弃土，施工单位（云南滇西路桥建设有限公司）已与

楚雄开发区福源农业发展有限公司签订弃土协议,该弃土也得到了楚雄市东瓜镇人民政府同意。

根据《关于云南滇西路桥建设有限公司在“原老君山樱花谷项目场地—哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”弃土的请示》可知(详见附件16),本项目土方工程专业分包施工单位云南滇西路桥建设有限公司向楚雄市东瓜镇人民政府申请将本项目余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目场地,作为“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”建设土方回填储备用土,该申请得到了楚雄市东瓜镇人民政府同意。该项目总投资20亿元,用地面积约3600亩,计划2023年完成项目修建性详规评审以及3051亩林地流转及项目用地报批,力争2023年6月底前开工。目前“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”已成立专班组,正在办理相关手续。

弃土点位于桃园社区原老君山樱花谷项目,后期修建“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”。弃土协议明确了弃土点的水土保持手续及防治责任由甲方楚雄开发区福源农业发展有限公司负责,建设单位委托的施工单位(云南滇西路桥建设有限公司)仅负责土石开挖运输及弃土推平、运输沿途保洁等相关工作。

桃园社区原老君山樱花谷项目位于楚雄市东瓜镇桃园社区桃源村,地理坐标:东经 $101^{\circ}35'11.09''$,北纬 $25^{\circ}04'24.81''$ 。该弃土点上侧为G56杭瑞高速,位于320国道一侧,交通较为方便。根据现场调查,弃土点距离项目区运距约3.296km。建议施工单位使用封闭卡车外运,做好外运期间的车辆清洗、覆盖等水土保持防护措施,减少水土流失。其处置过程及结果由建设单位监督,跟踪实施情况。

余方综合利用项目点上侧距离广大铁路6-10m,下侧距离楚南一级路1-3m,下游318m为居民点,下游930m为龙川江,项目点现场东南角堆土高度已超过楚南一级路2-8m,存在一定的安全隐患,项目点内部凹地尚未回填平整,为了减少水土流失,建议楚雄开发区福源农业发展有限公司尽快开展项目点的水土保持工程,对紧邻楚南一级路一侧修建的挡护措施,由于项目点上游汇水面积较大,约为 30.80hm^2 ,建议楚雄开发区福源农业发展有限公司尽快对回填场地内部埋设涵管,将超高区域土方尽快回填平整,对裸露地表进行临时防尘网覆盖,消除安全隐患。

综上所述,本项目的建设单位必须做到弃渣即时清运、集中堆放、集中防治,减少了重复占地的承诺,由建设单位负责监督建设单位,减少不必要的水土流失。因此本工程弃渣处置基本合理、可行。

六、施工方法与工艺评价

本项目主体工程施工工艺合理,土方工程采取机械开挖、人工辅助的模式,效率高,有效缩短了土石方工程施工时间;建构筑物基础采用桩基础,基础施工振动、噪声、施工干扰均较小,对周边的居民影响较小,施工场地整洁、施工文明程度高等,主体设计的实施方法与工艺合理可行,有利于项目的顺利建设,有利于水土保持。

七、具有水土保持功能工程评价

根据主体设计资料,主体设计了纳入水土保持方案投资的工程包括砖砌截、排水沟、景观绿化工程、植草护坡等。

计入水土保持方案投资工程的实施在发挥主体功能的同时,截排水沟的实施实现了项目建设区内汇水的有组织排放;植草护坡及绿化措施避免了地表的长期裸露,增加了雨水下渗,减缓了地表径流,从水土保持角度分析,设计的各项措施在很大程度消弱了水土流失的外营力,在项目建设中起到了较好的水土保持作用,有效构成了项目建设区水土流失防治体系的一部分。主体设计的水土保持防护工程较为完善,但仍存在不足,本方案将根据主体设计防护工程及项目建设规划等进行补充完善后,使项目建设区最终形成一个完整的水土流失防治体系。

综上所述,本方案从水土保持角度对建设方案、工程占地、土石方、施工方法和施工工艺、具有水土保持功能的工程等几方面进行了评价,本项目不存在绝对限制性因素,只要按要求落实好防治措施,就能有效控制项目建设产生的水土流失。因此,项目建设是可行的。

1.7 水土流失预测结果

根据主体工程设计图纸和相关技术资料,并对项目区进行野外实地查勘,对施工过程中开挖、占压土地及破坏林草植被等面积按照不同地类进行测算统计:

(1) 本项目扰动原地貌、损坏土地及植被面积为 15.33hm^2 , 损坏植被面积 10.69hm^2 。

(2) 项目建设造成的水土流失主要类型为水力侵蚀，水土流失的预测时段为项目施工期和自然恢复期；项目施工期可能造成水土流失面积为 15.33hm²，自然恢复期可能造成水土流失面积为 8.61hm²；

(3) 本项目建设预测水土流失总量为 1295.87t，背景流失量为 164.91t，新增水土流失量为 1131.68t，其中预留用地区为水土流失的重点区域；

(4) 本工程水土流失危害主要体现在会对项目区周边市政管网造成一定的影响，因此在施工过程中，实施临时排水沟、临时围挡、临时拦挡、临时覆盖及临时沉砂措施，避免施工期排水直接排入现有道路边沟，造成沟道淤堵。

1.8 水土保持措施布设成果

1.8.1 水土保持措施总体布局

1.8.1.1 建构筑物区

项目建成后，场地被建构筑物所覆盖，基本无水土流失隐；本方案主要考虑施工期间的水土流失防治措施，新增施工期建筑物基础土方开挖临时堆土的密目网临时覆盖措施，其施工期间的临时排水措施纳入相邻分区统一布置，并提出施工过程中的水土保持防治要求。

1.8.1.2 道路及硬化广场区

主体工程在开工前考虑了项目区的表土剥离措施，并在项目建成后对场内道路一侧或两侧的布设砖砌排水沟措施，这些措施能满足工程建成后的水土流失防治的要求，未考虑施工期间的水土流失防治措施，因此本方案在施工期间对项目区施工出入口新增一个车辆清洁池，在道路边沟未成型前布设临时排水沟，并在临时排水沟交汇处新增临时沉砂池措施，对场内道路开挖形成的裸露地表新增了临时覆盖措施对施工期间堆存的建筑材料新增临时拦挡措施，并提出水土保持要求。

1.8.1.3 绿化区

主体工程已对项目区绿化用地设计园林绿化措施，因此本方案只对植被恢复初期的植被新增了无纺布临时覆盖措施，该区建设期临时排水、沉砂措施结合其他分区统一布置。

1.8.1.4 边坡工程区

主体工程对临时边坡坡顶及坡脚布设了截排水沟,对平台内部布设了平台排水沟,对框格梁护坡区域布设了植草护坡措施,主体工程考虑了完善的防护措施,但未考虑边坡施工期间的临时防护措施,因此本方案对临时边坡工程新增施工期间的临时措施,因此本方案对边坡工程区域新增施工期间裸露边坡的临时覆盖措施。

1.8.1.5 预留用地区

由于本工程本次仅对预留用地区进行灌木砍伐,以及树根、草皮的清理工作,不进行场地平整施工,后期对该区域进行厂区绿化;由于该区域占地面积较大,因此本方案主要考虑施工期间的水土流失防治措施,新增施工期裸露地表的密目网临时覆盖措施,对预留用地外围及内侧新增布设临时排水沟;对布设于该区的表土临时堆场新增了临时拦挡、临时撒草措施,并提出水土保持要求并建议施工单位加强施工管理,减少场地平整区域对预留用地区域的施工影响。

1.8.2 主体设计中具有水保功能措施及工程量

根据主体工程设计资料及现场勘查,本工程具有水土保持功能且计入水保投资的措施为:

- (1) 道路及硬化广场区: M7.5 砖砌排水沟 806m, 临时排水沟 230m, 集水池 1 座;
- (2) 绿化区: 景观绿化 1.25hm²;
- (3) 边坡工程区: M7.5 砖砌截、排水沟 1385.50m, 植草护坡 0.34hm²。
- (4) 预留用地区: 景观绿化 7.02hm²。

1.8.3 本方案新增水保措施及工程量

本工程除主体工程设计具有水土保持功能的措施外,本方案主要针对各个分区临时措施进行了设计,同时就施工过程中水土保持工作提出要求。具体措施及工程量如下:

- (1) 建构筑物区: 密目网临时覆盖 4800m²;
- (2) 道路及硬化广场区: 表土剥离 0.63 万 m³, 临时排水沟 815m, 临时拦挡 150m, 车辆清洁池 1 座, 临时沉沙池 4 座;
- (3) 绿化区: 绿化覆土 0.38 万 m³, 无纺布临时覆盖 12500m²;

(4) 边坡工程区: 绿化覆土 0.10 万 m³, 密目网临时覆盖 6500m², 无纺布临时覆盖 3400m²;

(5) 预留用地区: 绿化覆土 0.15 万 m³, 密目网临时覆盖 8500m², 临时排水沟 1994m;

(6) 表土堆场区(预留用地区): 生态袋临时拦挡 219m, 临时撒草 0.34hm²。

1.9 水土保持监测方案

一、监测内容

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018), 生产建设项目水土保持监测的主要内容包括工程建设扰动土地情况, 取土(石、料)、弃土(石、渣)情况, 水土流失情况和水土保持措施实施情况及效果等。

二、监测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018), 本项目监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束, 分为施工准备期、施工期和试运行期。

本项目于 2022 年 12 月开工建设, 结合本工程特点和实际情况, 监测时段为施工期及试运行期(自然恢复期), 施工期为 2023 年 4 月至 2024 年 6 月, 共 15 个月, 并以每年 5~10 月为重点时段; 试运行期(自然恢复期)为 2024 年 7 月至 2025 年 6 月, 共 12 个月。因此监测时段为 2022 年 12 月至设计水平年末 2025 年 6 月, 共 27 个月(2.25a)。

三、监测方法

本项目监测方法宜采用实地调查、测量、无人机遥感观测、询问等方法监测。

四、点位布设

本项目施工期共布置 3 个, 其中道路及硬化广场区布设 2 个, 边坡工程区布设 1 个; 自然恢复期布设 3 个监测点, 其中绿化区布设 1 个, 边坡工程区布设 1 个, 预留用地区布设 1 个;

扰动土地情况应至少每月监测 1 次; 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, 设置必要的监测点, 进行定量观测; 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; 水土流失危害应结合上述监测内容一并开展。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

本工程水土保持总投资 383.01 万元(主体已列 271.21 万元,方案新增 111.80 万元),本方案水土保持总投资中:工程措施费 71.34 万元,植物措施费 211.85 万元,临时措施费 54.40 万元,独立费用 31.75 万元,基本预备费 2.94 万元,水土保持补偿费 10.73 万元。

方案新增水土保持投资为 111.80 万元,工程措施 13.04 万元,植物措施 0 元,临时措施 53.34 万元,独立费用 31.75 万元(监测费 8.13 万元),基本预备费 2.94 万元,水土保持补偿费 10.73 万元。

本项目水土保持措施实施后,通过各种防治措施的有效实施,使工程占区域内扰动的水土流失治理度达 99.88%,土壤流失控制比达 1.17,渣土防护率达 98.00%,表土保护率达到 98.50%,林草植被恢复率达到 99.77%,林草覆盖率达到 56.16%,六项指标均达到防治目标值。

1.11 结论

通过水土保持分析论证,在工程建设过程中建设单位实施一系列水土保持措施后,能有效防止新增水土流失,实现项目区环境的恢复和改善,本工程从水土保持的角度分析是可行的。

本方案建议:

(1) 在施工期,严格按施工时序进行施工建设,避免在雨天施工,在自然恢复期,加强项目已实施措施的管护,使其能发挥水土保持效益;目前工程已开工 5 个月,建议施工单位尽快在施工出入口实施车辆清洁池,减少项目建设对周边环境的影响;

(2) 建设单位应尽快委托水土保持监测,并在水土保持设施竣工验收时提交水土保持监测报告,监测报告应满足水土保持设施竣工验收的要求;

(3) 本项目存在未批先建的情况,建议建设单位在开展后续生产建设项目时应在工程开工前完成项目的水土保持方案的审批工作。

(4) 按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》(水保〔2017〕365号)、《云南省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收文件的通知》(云水保〔2017〕97号)等的规定,待工程竣工后,组织第三方机构编制水土保持设施

验收报告，建设单位自主验收水土保持设施，明确验收结论，并向社会公示；生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批部门报备水土保持设施验收材料。

再生铜资源循环利用基地建设项目水土保持方案特性表

项目名称	再生铜资源循环利用基地建设项目		流域管理机构	长江水利委员会	
涉及省(市、区)	云南省	涉及地市或个数	楚雄州	涉及县或个数	楚雄市
项目规模	年产 210kt/a 阴极铜, 615.7kt/a 硫酸, 项目规划占地面积 15.33hm ² , 总建筑面积 39186m ²	总投资(万元)	51543.78	土建投资(万元)	49891.86
动工时间	2022 年 12 月	完工时间	2024 年 6 月	设计水平年	2024 年
工程占地 (hm ²)	15.33	永久占地 (hm ²)	15.33	临时占地 (hm ²)	0.00
土石方量 (万 m ³)	挖方		填方	借方	余(弃)方
	47.92		6.66	/	41.26
重点防治区名称	/				
地貌类型	高山峡谷地貌	水土保持区划	西南岩溶区		
土壤侵蚀类型	水力侵蚀	土壤侵蚀强度	微度		
防治责任范围面积 (hm ²)	15.33	容许土壤流失量 [t/km ² ·a]	500		
土壤流失预测总量 (t)	1295.87	新增土壤流失量 (t)	1131.68		
水土流失防治标准执行等级	西南岩溶区一级标准				
防治指标	水土流失治理度 (%)	97.00	土壤流失控制比	1.0	
	渣土防护率 (%)	94.0	表土保护率 (%)	95.00	
	林草植被恢复率 (%)	98.00	林草覆盖率 (%)	21.00	
防治措施及工程量	项目分区	工程措施	植物措施	临时措施	
	建构筑物区	/	/	新增: 密目网临时覆盖 4800m ² ;	
	道路及硬化广场区	主体: M7.5 砖砌排水沟 806m; 新增: 表土剥离 0.63 万 m ³ ;	/	主体: 临时排水沟 230m, 集水池 1 座; 新增: 临时排水沟 815m, 临时拦挡 150m, 车辆清洁池 1 座, 临时沉沙池 4 座。	
	绿化区	新增: 绿化覆土 0.38 万 m ³ ,	主体: 景观绿化 1.25hm ² ;	新增: 无纺布临时覆盖 12500m ² 。	
	边坡工程区	主体: M7.5 砖砌截、排水沟 1385.50m; 新增: 绿化覆土 0.10 万 m ³ ,	主体: 植草护坡 0.34hm ² 。	新增: 密目网临时覆盖 6500m ² , 无纺布临时覆盖 3400m ² 。	
	预留用地区	新增: 绿化覆土 0.15 万 m ³ ;	主体: 景观绿化 7.02hm ² 。	新增: 临时排水沟 1994m, 密目网临时覆盖 8500m ² 。	
	表土堆场区(预留用地区)			新增: 临时拦挡 219m, 临时撒草 0.34hm ² 。	
投资 (万元)	71.34	211.85	54.40		
水土保持总投资 (万元)	383.01	独立费用 (万元)	31.75		
监理费 (万元)	2.88	监测费 (万元)	8.13	补偿费 (元)	107310.00
方案编制单位	云南润滇节水技术推广咨询有限公司		建设单位	楚雄滇中有色金属有限责任公司	
法定代表人	肖贵阳		法定代表人	史谊峰	
地址	云南省昆明市五华区科泰路海伦中心 1 座 21 楼		地址	楚雄经济技术开发区桃园冶金建材化工产业园	
邮编	650000		邮编	675000	
联系人及电话	贾王英/18988471060		联系人及电话	徐小艳/15887779457	
传真	0871-65709801		传真	0878-3395062	
电子信箱	331317640@qq.com		电子信箱	420221903@qq.com	

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

2.1.1.1 项目概况

项目名称：再生铜资源循环利用基地建设项目；

建设单位：楚雄滇中有色金属有限责任公司；

建设地点：云南省楚雄市东瓜镇；

建设性质：改扩建、建设生产类；

生产规模：年产 210kt/a 阴极铜，615.7kt/a 硫酸。

建设内容：（1）火法系统改造：包含熔炼系统改造、新增一台 PS 转炉、现有转炉系统改造、阳极精炼系统改造。（2）新建电解精炼系统，包含电解工段、净液工段、电解净液循环水、燃气锅炉房、极板运输系统、新建阴极铜成品库等设施。（3）动力系统改造：新增一套变压吸附制氧系统，含配套的辅助设施。本项目总占地面积 15.33hm²，项目总建筑面积 39186m²。

建设工期：本工程于 2022 年 12 月开工，预计完工时间为 2024 年 6 月，工期为 19 个月，共 1.58 年；

工程投资：本项目总投资 51543.78 万元，其中土建投资 49891.86 万元，资金来源为企业自筹；

2.1.1.2 地理位置及交通

再生铜资源循环利用基地建设项目位于楚雄经济开发区赵家湾桃园工业园区内的桃园地块，项目改造部分在楚雄滇中有色金属有限责任公司厂址内完成，新增电解精炼系统建于现有场地东侧地块，行政区划隶属于楚雄市东瓜镇，地理位置为东经 101°26'~101°40'，北纬 24°37'~25°10'。项目区地处滇缅公路北侧 1300m，安楚公路北侧 500m，广大铁路北侧 800m。距昆明 180km，距楚雄火车站 3km，距东瓜火车货运站 8km，距广通火车站 35km，交通运输十分便利。见附图 1 地理位置图。

2.1.2 项目规模及特性

再生铜资源循环利用基地建设项目生产规模为年产 210kt/a 阴极铜, 615.7kt/a 硫酸, 本项目为技术升级改造及填平补齐项目, 新建回转式阳极炉和电解精炼系统及其相关配套设施。以铜精矿和外购高、低品位再生铜为原料, 采用艾萨炉熔炼+转炉吹炼+阳极炉精炼+电解精炼的工艺流程, 设计规模年产 21 万吨阴极铜。项目建设内容包括 (1) 火法系统改造: 包含熔炼系统改造、新增一台 PS 转炉、现有转炉系统改造、阳极精炼系统改造。(2) 新建电解精炼系统, 包含电解工段、净液工段、电解净液循环水、燃气锅炉房、极板运输系统、新建阴极铜成品库等设施。(3) 动力系统改造: 新增一套变压吸附制氧系统, 含配套的辅助设施。

本项目总用地面积 15.33hm², 其中预留发展用地约 7.02hm², 边坡工程区面积 1.43hm², 建构筑物区面积 2.77hm², 道路及硬化广场区面积 2.86hm², 绿化区面积 1.25hm², 项目总建筑面积 39186m², 包含再生铜原料仓库、电解工段、净液工段、燃气锅炉房、电解净液循环水、阳极炉工段等, 以及新建初期雨水收集及事故水池、总降压变电站、园区主要道路、绿化等室外附属工程, 绿地率为 56.16%。

项目建设单位为楚雄滇中有色金属有限责任公司, 总投资 51543.78 万元, 其中土建投资 49891.86 万元, 资金来源为企业自筹; 本工程于 2022 年 12 月开工, 预计完工时间为 2024 年 6 月, 工期为 1.58 年。具体的经济技术指标见下表。

表 2-1 工程技术特性表

序号	指标名称	单位	数量	备注
1	设计规模			
1.1	阴极铜	t/a	210000	
2	主要生产工艺指标		采用艾萨炉熔炼+转炉吹炼+阳极炉精炼+电解精炼的工艺流程	
3	给排水			
3.1	全厂生产总新水用量	10 ⁴ m ³ /a	133.78	
3.2	单位用新水量	m ³ /t	6.65	按阴极铜产量计
4	总图			
4.2	用地面积	hm ²	15.33	
4.2	建构筑物占地面积	hm ²	2.77	
4.3	道路及场地面积	hm ²	2.76	
4.4	绿化面积	hm ²	1.25	
4.5	边坡工程区	hm ²	1.43	
4.6	预留用地区	hm ²	7.02	
5	能源消耗			
5.1	综合能源消耗总量	t 标煤/a	53255.33	
5.2	单位综合能耗	kg 标煤/t	210	按阴极铜计
6	工期	a	1.5	2022 年 12 月-2024 年 6 月
7	总投资	万元	51543.78	
7.1	土建投资	万元	49891.86	

2.1.3 项目区施工现状

2023 年 4 月 9 日，我公司组织技术人员对项目区进行踏勘，据施工单位介绍，项目区于 2022 年 12 月开始进行场地平整施工，截止目前为止，项目区已扰动地表面积约为 11.33hm²；项目区预留用地区存在 3.62hm²的区域尚未扰动，地表被林地覆盖；预留用地区扰动区域面积为 3.40hm²灌木林地的砍伐工作已经完成，正在进行树根杂草的清理工作。

截至目前为止，项目区内产生的土石方开挖 40.50 万 m³，开挖土方均外运至运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。施工中施工单位对场地内修建了临时土石排水沟 230m，集水池 1 个，截止目前为止，边坡工程区顶部已实施 480m 截水沟，剩余截排水沟正在施工中。

项目区扰动区域地表处于裸露状态，土壤侵蚀模数为 4500t/(km²·a)，水土流失强度为中度，项目区开工时间较短，施工期处于旱季，未造成水土流失，未发生水土流失危害；建议施工单位在施工出入口及时修建车辆清洁池，减少工程减少对周边环境的影响；建议施工单位加快施工进度，在雨季来临前完成土建

施工，对裸露地表及边坡进行临时覆盖。建议施工单位加快施工进度，在雨季来临前完善厂区内排水体系。

截止目前为止，目前场地平整共计土石方开挖产生余方 41.26 万 m³，目前均已经运往了桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

表 2-2 项目区现状照片

	
<p>项目区修建临时排水沟现状</p>	<p>项目区修建临时排水沟及集水池现状</p>
	
<p>项目区东北角网喷混凝土护坡现状</p>	<p>项目区东侧网喷混凝土护坡现状</p>
	
<p>项目区东侧边坡顶部截水沟修建现状</p>	<p>项目区东侧边坡顶部截水沟修建现状</p>





项目区施工扰动地表全景现状

2.1.4 项目依托关系

2.1.4.1 10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目

楚雄滇中有色金属有限责任公司项目始建于1997年，建成初期项目生产能力为生产粗铜1.5万吨/年，硫酸3.2万吨/年。2006年开始采用艾萨熔炼工艺进行10万吨改扩建，2010年5月投料生产。该项目于2006年9月委托云南今禹生态工程咨询有限公司编制了《楚雄滇中有色金属有限责任公司10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目水土保持方案初步设计报告书》，2006年10月17日，建设单位取得了水保方案的批复，批复文号为楚水水保〔2006〕37号；并于2009年9月2日建设单位取得了《楚雄州水利局关于印发楚雄滇中有色金属有限责任公司10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目水土保持设施竣工验收鉴定书的通知》（楚水水保〔2009〕40号），该项目已通过了水土保持设施验收。

楚雄滇中有色金属有限责任公司10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目建设内容包括生产厂区及苍岭渣库，根据《楚雄滇中有色金属有限责任公司10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目水土保持设施竣工验收技术报告》确定，苍岭渣库位于苍岭镇饱满街，距离厂区23km，

苍岭弃渣场占地 4.13hm²，包括渣库区、初期坝、回水池、截洪沟、进场公路、拦渣坝组成，渣库占地 3.05hm²，渣库分二期建设，一期工程于 2010 年初建成投入使用；二期分四区建设，其中二期 I 区渣库于 2013 年 1 月 11 日开工建设，于 2013 年 6 月竣工；二期 II 区渣库于 2014 年 12 月开工建设，于 2016 年 1 月完工投入使用；III、IV 区尚未建设；容量为 23.42 万 m³，服务年限 20.81 年，目前堆渣量为 18.50 万 m³，可堆渣量 4.92 万 m³，年产渣量为 1.125 万 m³，剩余库容还可满足 3.42 年的堆存需求，本项目改扩建后产生的中和渣均运往苍岭渣库堆存。

本项目改扩建修建的制氧站、阳极炉工段、新建 1 台转炉占地均位于该项目区内。

表 2-3 苍岭渣库全景现状



2.1.4.2 10 万吨粗铜/年和 30 万吨硫酸/年完善项目

楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨粗铜/年和 30 万吨硫酸/年完善项目于 2016 年 10 月开工建设，2018 年 4 月完工，本项目改扩建后依托该项目的污水处理系统（硫酸深度水处理站）、高位水池。该项目已开展了水土保持方案及监测、验收工程。2016 年 10 月 27 日，建设单位取得了《楚雄市水务局关于对楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨粗铜/年和 30 万吨硫酸/年完善项目水土保持方案可行性研究报告的批复》（楚水复〔2016〕26 号），2018 年 6 月 14

日，建设单位取得了《楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨粗铜/年和 30 万吨硫酸/年完善项目水土保持设施验收的备案证明》（楚市水保备〔2018-1〕号）。

现状污酸处理站处理能力 1400m³/d（现处理水量为 645m³/d），采用石灰乳加铁盐二级中和沉淀处理工艺。现状深度水处理站采用反渗透深度处理工艺，处理能力为 1200m³/d（现处理水量为 827m³/d）。



硫酸深度水处理站现状

硫酸深度水处理站现状

污酸处理站

污酸处理站

2.1.4.3 楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目

楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目于 2013 年 11 月开工建设，于 2014 年 5 月完工投入运行，该项目已开展了水土保持方案及监测、验收工程。2013 年 2 月 19 日，建设单位取得了《楚雄州水务局关于楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目水土保持方案可行性研究报告的批复》（楚水水保〔2013〕2 号）。2016 年 3 月 15 日，建设单位取得了《楚雄州水务局关于准予楚雄滇中有色金属有限责任公司 700td 选矿厂项目水土保持设施验收的行政许可决定书》（楚水许〔2016〕6 号）；

本项目利用西南角利用 700t/d 选矿厂项目的预留工业用地进行扩建, 预留工业用地前期工程已进行了场地平整; 本项目建成后与 700t/d 选矿厂项目东侧原有排水沟相衔接, 形成完善的排水体系。



2.1.5 项目组成

本项目由建构筑物区、绿化区、道路及硬化广场区、边坡工程区、预留用地区共五部分组成。

表 2-4 项目组成表

项目	占地 (hm ²)	建设内容
建构筑物区	2.77	本工程建构筑物包含新建和改造部分, 建设内容为:再生铜原料仓库、电解工段、净液工段、燃气锅炉房、电解净液循环水、2 台阳极炉、1 台转炉、1 套制氧站等;
道路及硬化广场区	2.86	包括阳极板堆场和场内环形道路及建筑物周边硬化广场。
绿化区	1.25	包括项目区内所有的园林绿化面积;
边坡工程区	1.43	拟建场地为低丘缓坡地形, 西部紧靠楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目, 东部山坡经开挖切坡、场地平整后将形成挖方及填方边坡; 以及对阳极炉工段东侧边坡进行喷浆硬化处理;
预留用地区	7.02	预留用地位于项目区的东侧及南侧, 占整个项目区总面积的 46.96%, 本工程本次仅对预留用地区进行灌木砍伐, 以及树根、草皮的清理工作, 不进行场地平整施工, 后期对该区域进行厂区绿化。
合计	15.33	

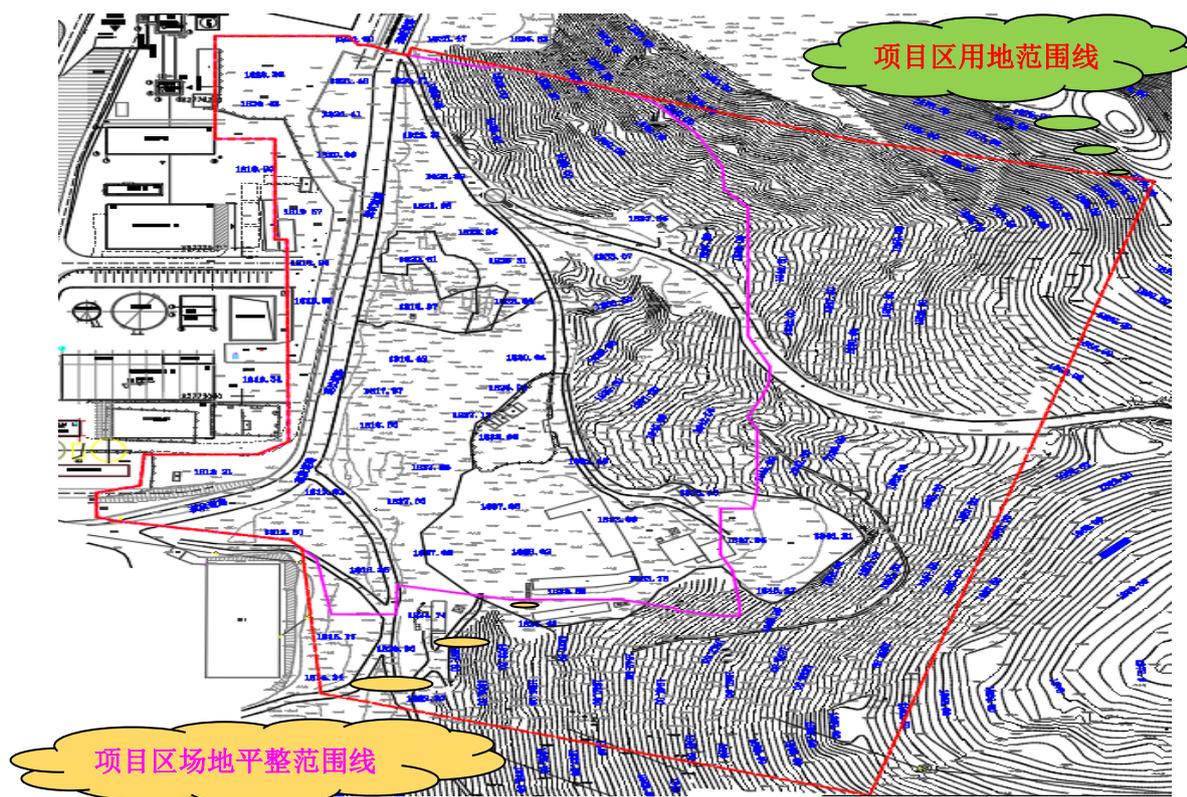


图 2-1 项目区用地范围示意图

2.1.5.1 建构筑物区

本工程建构筑物包含新建和改造部分，建设内容为：再生铜原料仓库、电解工段、净液工段、燃气锅炉房、电解净液循环水、2 台阳极炉、1 台转炉、1 套制氧站等，其中阳极炉工段为改造子项，本项目建构筑物区占地面积约 2.77hm²。总建筑面积 39186m²，建构筑物基础采用独立基础或者桩基础，设备基础采用钢筋混凝土整版基础。

表 2-5 建（构）筑物一览表

序号	建构筑物名称	火灾危险类别	占地面积 (m ²)	总建筑面积 (m ²)	建筑层数	建筑高度 (m)	结构形式	建设类型	备注
1	电解工段	戊类	18872.8	27800	2(局部 1)	20.65	钢结构、砼框架	新建	
2	净液工段	戊类	2361	4900	3(局部 2)	21.85	钢筋砼框架结构	新建	
3	燃气锅炉房	丁类	480	310	2(局部 1)	11.15	混凝土框架结构	新建	
4	电解净液循环水设施	戊类	240	165	1	8.25	混凝土框架结构	新建	室外水池， L×B×H=45m×20m×4.5m
5	阴极铜成品库	戊类	1690	1690	1	13.35	钢结构	新建	
6	阳极炉工段	丁类	1400	1400	1	17.15	门式刚架	改造	浇铸区为原厂房和设施拆除后新建，主跨厂房为利旧
7	阳极精炼收尘	戊类	240	240	1	12.5	钢框架	新建	
8	新建初期雨水收集及事故水池	戊类	825	825	-4	4	砼框架	新建	室外水池
9	总降压变电站	戊类	875	1100	1	12.5	砼框架	新建	
10	新建 4#转炉	戊类	539	539	1	17.15	钢框架	新建	
11	制氧站	戊类	217	217	1	5.4	砼框架	新建	
合计			27739.80	39186					

2.1.5.1.1 新建建构物概况

2.1.5.1.1.1 电解精炼系统

(1) 电解工段

新建一套年产 21 万吨阴极铜的电解精炼系统，建设内容如下：电解厂房长度约为 222.2m，宽度约为 97.25m。电解车间配置为双主跨，主跨跨度 2×30m，设置 2 套不同电流密度的槽面系统。低杂铜电解槽分为 32 组，每组 19 槽，共 608 槽；高杂铜电解槽分为 16 组，每组 18 槽，共 288 槽；一次脱铜电解槽分 4 组，每组 4 槽，共 16 槽，考虑利用专用吊车及机组，将一次脱形机组、残极洗涤机组各 1 台，其中专用吊车、极板加工机组均利旧原云铜九、十跨电解系统的设备。电解工段占地 18872.80m²，主跨跨度为 33×2=66m，采用两联跨门式刚架钢结构，柱距为 6m，设置伸缩缝 1 道，缝宽 100mm，总建筑面积 27800.00m²。

(2) 净液工段

净液工段厂房长 96.10m，宽约 27.5m。厂房内配置顺序由西向东分别为二次脱铜工序、硫酸铜工序和粗硫酸镇回收工序。厂房底层±0.000 平面配置了各溶液贮槽和各溶液输送泵。二层▽75.000 平面配置了脱铜电解槽、脱铜板式换热器、黑铜泥压滤机、硫酸铜离心过滤机和真空蒸发器组等设备。三层▽11.000 平面配置了硫酸铜水冷结晶槽和真空蒸发高位槽。44 个二次脱铜电解槽分 4 组，每组 11 槽。通风间和配电室配置在厂房附跨。净液工段占地面积 2364m²，厂房总长度为 90.1m，主跨跨度为 18m，附跨 9m，柱距均为 6m，主附跨间设置 100mm 厚伸缩缝断开，总建筑面积 4900m²。

2.1.5.1.1.2 燃气锅炉房

考虑熔炼设备停炉或检修时，电解和净液车间不能同步检修，蒸汽需由低压锅炉提供，因此新建燃气锅炉房一座，建设规模为 1×25t/h。低压锅炉燃料采用天然气，由于低压锅炉产生蒸汽并入全厂蒸汽系统，回收可利用冷凝水，冷凝水水质需满足汽轮机运行要求，因此低压锅炉用水采用化学水处理站化学纯水，不另设水处理设备。

新建燃气锅炉房主跨占地 24m×12m，高 9.6m，柱距 8m，采用门式刚架钢结构，附跨占地 21m×7m，柱距 7m，为两层钢筋混凝土框架结构，一层 4.5m 二层 3.5m。主附跨直接采用伸缩缝断开，室外设置有一座隔油池，占地 480m²，深 2m，为地下池。燃气锅炉房占地面积 511m²，总建筑面积 310m²。

2.1.5.1.1.3 电解及净液循环水设施

电解及净液循环水需新建水池一座，水池采用钢筋险半地下水池结构，24m×7.5m，有顶盖，深度 4.7m，半地上池，地面以下 1.5m，成品冷却塔立在水池顶板梁上。泵房为钢筋混凝土框架，24m×6m，高度 8m，柱距 6m，通长设置一台 5t 电动单梁吊，轨顶标高 6.7m。电解及净液循环水设施占地面积 240m²，总建筑面积 165m²。

2.1.5.1.1.4 阴极铜成品库

新建阴极铜成品库占地 1690m²，总建筑面积 1690m²，高 13.35m，柱距 6.4m，采用四联跨门式刚架钢结构，每跨 22.5m，每跨设一台 10t 的电动单梁起重机，Lk=20m，轨顶标高 9m。

2.1.5.1.1.5 新建初期雨水收集及事故水池

由于本项目用地范围不在老厂区内，现状初期雨水池容积不足以接纳本项目新增初期雨水量，为防止本项目可能受重金属和酸污染的生产区初期雨水、消防排水等对水体的污染，该项目雨水拟采用有组织排水系统，采用重力流经雨水排水沟收集输送，并在末端新建初期雨水收集及事故水池，占地面积 825m²，其有效容积为 2648.46m³（其中初期雨水收集容积 2504.46m³，事故水池容积 144m³），地下深 4m，为地下敞口池。初期雨水经现状初期雨水处站处理后回用，后期雨水外排。

初期雨水收集池及事故池尺寸:地下钢筋框架结构，L×B×H=45×20×4.5m(有效水深 3.3m)，有效容积 2970m³。

2.1.5.1.1.6 新建总降压站

本项目新建总降压变电站一座，占地 875m²，总建筑面积 1100m²，建筑高度 12.5m，建筑物基础采钢筋险框排架结构，本项目新增电解的电源拟从该总降压站变电站 35kV 侧引出七回路电源。

新建 110kV 总阵压站内设有一座综合楼。综合楼共两层，110kV 配电装置、35kV 配电室、电容器室、接地变室、控制室等附属设施均设于综合楼内。主变压器布置在室外，综合楼与主变之间的墙体设置为防火墙，2 台主变压器之间设置防火墙。总阵压站占地约 45m×57m。站内设有 4 米宽消防车道。事故储油池布置在室外地下，其上部设有检查人孔。

2.1.5.1.2 改造区域建构筑物区概况

本次项目改造按照新的工艺路线，实现再生铜原料的分类回收利用，提升再生铜原料消纳能力。配套建设适应再生铜原料的高杂阳极铜电解系统，达到 20 万吨/年阴极铜产能。配套的硫酸和脱硫系统利用原厂区内现有的制酸和脱硫设施，根据《可研报告》可知，设计单位对本次扩建后利用原厂区内配套设施进行了分析评价，分析内容为：熔炼系统（精矿库及配料系统、熔炼系统、吹炼系统、阳极精炼、极板转运系统）—烟气收尘（艾萨炉烟气处理、转炉烟气处理、阳极炉烟气处理）—烟气制酸（预转化系统和主转化系统、环集脱硫系统、一级动力波系统、气体冷却塔、二级动力波系统、电除雾器）—选矿系统—环境集烟及酸雾净化。

经分析确定，原厂区内需要扩容改造区域仅阳极精炼的阳极炉工段、新建 1 台转炉、制氧系统涉及土建工程，其余区域仅为设备扩容改造，不涉及土建工程，改造区域建构筑物区占地面积 0.22hm²。

（1）阳极炉工段

阳极炉工段占地面积 1400m²，总建筑面积 1400m²，阳极炉工段为利旧改造厂房，分为 2 个区域：阳极炉区及浇筑区。其中阳极炉区为利旧厂房，内部新增 2 台 350 吨阳极炉基础及操作平台；浇筑区是原厂房拆除部分批跨后新建，新建部分采用门式刚架钢结构，与原有主厂房设缝断开，内设 1 台 10t 电动单梁起重机，跨度 Lk=19.5m，轨顶标高为 10.000m，工作制为 A5，地面设置有双圆盘基础。

由于火法精炼系统和拟建电解精炼系统的场地之间存在较大高差，无法通过叉车运送阳极板，本项目将建设 1 条智能极板输运系统，包括阳极输送系统和残极输送系统，用于火法精炼系统和电解精炼系统之间的极板倒运。

（2）制氧系统

新增制氧站主要用于火法冶炼系统的供氧，与现有三套制氧系统合并使用，提升再生铜处理能力。通过管道统一对冶炼系统进行供氧，同步实现制酸配气富氧，降低制酸系统烟气量。制氧参数：10000Nm³/h，纯度≥80%，（纯氧≥8000 Nm³/h）压力 0.3MPa。工艺流程：变压吸附。启动时间：≤30min。厂房占地约 12560m²（50m×25m）。主要配套设备有：罗茨鼓风机、罗茨真空泵、活塞氧压机、非标塔槽，阀门、管线、动力系统、控制系统。主要填料为：制氧吸附剂、脱水吸附剂等。新建制氧站占地面积 217m²。

(3) 新建 1 台转炉

本次技改主要设计内容为转炉吹炼工段在 3#转炉东侧新建一台转炉及残极、高品位再生铜加料机，同时现有三台转炉新增残极、高品位再生铜加料机、转炉烟罩优化改造，新建 4#转炉占地面积 539.00m²。

2.1.5.2 道路及硬化广场区

道路及硬化广场区总占地面积 2.86hm²，包括阳极板堆场和场内环形道路及建筑物周边硬化广场。

其中阳极板堆场布置在拟建场地西北角第一平台，设计标高 1820.50m，为室外露天堆场，采用水泥混凝土硬化，占地面积 0.47hm²。

厂内道路设置为环形道路网，设计道路宽 7.0m，长度 1110m，分布于新建建筑物四周及边坡内侧，项目区北侧道路与现有道路相衔接，满足生产及消防要求。路面采用水泥混凝土硬化，主要厂房、仓库前设置回车场，各厂房设备之间广场空地采用水泥混凝土硬化。路面结构层形式为面层:C35 水泥混凝土面厚 24cm，基层:5%水泥稳定碎石基层厚 20cm，垫层:级配碎石垫层厚 20cm，场内道路占地面积 0.78hm²，场内道路及硬化场地占地 2.39hm²。

2.1.5.3 绿化区

为了创造良好的生产、工作环境，搞好现代新型企业的绿化美化工作，主体工程对厂区内的广场空地、内部道路两旁、平台四周、主要建筑物周边等可绿化区域均布置为绿地，基本不留裸地。道路两旁种植行道树，利用厂房周围空地种花、植树，对人员集散、主要建筑物、厂前区等地段，进行重点绿化，选用适合当地气候，能吸附粉尘和有害气体的花草和树种，起到净化空气、调节小气候、减少噪音、分隔工段和美化环境的作用，为职工提供较为舒适的工作环境和活动场所。绿化区占地面积 1.25hm²。

2.1.5.4 边坡工程区

拟建场地为低丘缓坡地形，西部紧靠楚雄滇中有色金属有限责任公司 700t/d 选矿厂项目，东部山坡经开挖切坡、场地平整后将形成挖方及填方边坡，占地面积 1.43hm²。其中（1）项目区场平边坡局部为挖方边坡（场地北侧、东侧、南侧大部分区域），边坡高度约 2.0—28.5m，支护长度约 542.1m，挖方边坡占地面积 1.06hm²；（2）局部为垂直填方边坡（场地南侧局部、西侧、西南角区域），

边坡高度约 3.0—9.5m，支护长度约 319.5m，填方边坡占地面积 0.06hm²；（3）由于火法精炼系统和拟建电解精炼系统的场地之间存在较大高差，无法通过叉车运送阳极板，本项目将建设 1 条智能极板运输系统，包括阳极输送系统和残极输送系统，用于火法精炼系统和电解精炼系统之间的极板倒运。因此需要对阳极炉工段东侧边坡灌木绿地进行清理，然后进行喷浆硬化处理，边坡占地面积 0.31hm²。

边坡分部位置及支护方案如下：

（1）场平区外围北侧边坡为挖方边坡，边坡高度 2—28.5m，坡顶为现状原始山貌，坡底为场平区内部道路；边坡采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”的支护方案，最上面一台高度较小（局部段，高度约 6.0m），采用“放坡+钢筋锚杆+网喷”支护；北侧边坡第一平台设计标高 1823.00m，第二平台设计标高 1833.00m，第三平台设计标高 1843.00m，第四平台设计标高 1849.00m，坡脚布设挡土墙，对第二、第三平台边坡实施框格梁植草护坡，第四平台边坡实施网喷混凝土护坡。

（2）场平区外围东侧及东南侧边坡为挖方边坡，边坡高度 16.5—26.0m，坡顶为现状原始山貌，坡底为场平区内部道路；挖方边坡高度 21.0-23.3m 采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+下部台：锚索、框格梁、网喷+上部台：钢筋锚杆、网喷”支护方案；挖方边坡高度 16.5-26.0m 采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”支护方案，最上面一台高度较小（局部段，高度约 4.0m），采用“放坡+钢筋锚杆+网喷”支护；东侧及东南侧第一平台设计标高 1823.00m，第二平台设计标高 1833.00m，第三平台设计标高 1837.5—1844.30m，第四平台设计标高 1847.00，坡脚布设挡土墙，对第二和部分第三平台边坡实施框格梁植草护坡，第四平台边坡实施网喷混凝土护坡。

（3）场平区外围南侧大部分区域边坡为挖方边坡，边坡高度 2.5—12.5m，坡顶为现状原始山貌，坡底为场平区内部道路；挖方边坡高度 2.5-12.5m 的采用“放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+钢筋锚杆+网喷”支护方案；

（4）场平区南侧局部区域、西侧、西南角边坡为垂直填方边坡，边坡高度 3.0—9.5m，坡顶为场平区内部道路或水池区域，坡底为前期已建厂区地坪；场地南侧局部、西侧垂直填方边坡高度约 4.5—9.5m 采用“衡重式毛石挡墙+墙背分

层夯实回填”支护方案；场地西南角区域垂直填方边坡高度约 3.0—6.0m，采用“重力式毛石挡墙+墙背分层夯实回填”支护方案。

2.1.5.5 预留用地区

预留用地区位于项目区的东侧及南侧，占地面积 7.02hm²，占整个项目区总面积的 46.96%；本工程本次仅对预留用地区进行灌木砍伐，以及树根、草皮的清理工作，不进行场地平整施工，保持原始地势，后期对该区域进行厂区绿化。预留用地后期建设将单独立项，单独开展水土保持工程。

截止目前为止，预留用地区扰动区域面积为 3.40hm²，该区域灌木林地的砍伐工作已经完成，正在进行树根杂草的清理工作；预留用地区存在 3.62hm²的区域尚未扰动，地表被林地覆盖。

2.1.6 配套附属设施区

2.1.6.1 外部排水

楚雄滇中有色金属有限责任公司现设有高盐水排水管网（生产废水排水管网）、含重金属酸性废水排水管网（生产污水排水管网），及相应污水处理设施，另建设有 3 套污废水处理设施（污酸处理站、深度水处理站、初期雨水处理站）。

污酸处理站处理能力 1400m³/d（现处理水量为 645m³/d），采用石灰乳加铁盐二级中和沉淀处理工艺。深度水处理站采用反渗透深度处理工艺，处理能力为 1200m³/d（现处理水量为 827m³/d），初期雨水处理站采用中和、絮凝沉淀处理，处理能力为 580m³/d（现处理水量为 480m³/d），主要收集处理熔炼分厂生产区域范围内受地面污染的初期雨水，现状初期雨水水池容积:3000m³，现状厂区有一座事故水池，水池容积 3200m³，主要收集硫酸分厂污染废水。污废水处理设施均由建设单位统一管理。

本项目生产污水、生产废水、生活污水以及初期雨水均考虑项目内处理后回用，不外排。后期雨水外排，公司生产废水零外排。拟建厂址周边现有市政污水管线一条，生活污水可排入市政污水管网，进入第二污水处理厂处理。

2.1.6.2 给水工程

本项目生活给水、生产新水、循环水均从冶炼厂区现有综合管网引出支管供给。厂区已设有3座高位水池，现有水源条件能够满足本次扩建所需水量、水压的供水要求考虑。

2.1.6.2.1 给水系统

本项目根据用户对水质、水压、水温等不同要求，给水系统分为生活给水、生产新水给水、电解循环水、回用水及消防给水等四个部分。

1) 生活供水

本项目生活水最高日用水量为 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，生活合水设计秒流量约为 1.25L/s 。均从厂区现有综合管网引出支管供合。接管管径建议采用 $\text{DN}25$ 、水压 $0.2\text{-}0.3\text{MPa}$ ，管材采用钢塑复合管。

2) 生产新水给水系统

该系统主要供给地面、槽面冲洗水、酸雾净化塔及循环水系统补充用水，供水方式为直流给水。该系统新增总供水量为 $903.07\text{m}^3/\text{d}$ ，最大时用水量为 $56\text{m}^3/\text{h}$ 。给水从厂区现有综合管网引出支管并送至本项目界区交接点。接管管径为 $\text{DN}100$ ，合水压力三 0.35MPa 。管材为钢骨架聚乙烯塑料复合管，管道埋地或架空敷设。

3) 电解循环水系统

根据扩建后的设备工艺对水量、水质、水温及用水点的位置不同等要求，本项目需要给净液机组液压站、硫酸铜真空蒸发器、硫酸铜水冷结晶槽、盐水冷冻机组、脱铜整流装置等设备提供冷却用水。

阳极炉工段循环水包括阳极炉循环水和圆盘浇铸循环水两个系统。

阳极炉（包含新建部分）循环水采用现有循环系统供水，现有熔炼循环水供水能力 $1000\text{m}^3/\text{h}$ ，满足阳极炉熔炼循环水供水需求。

圆盘浇铸循环水需要利旧改造：原有浇铸循环水量为 $200\text{m}^3/\text{h}$ ，新增阳极炉工段浇铸循环水量为 $750\text{m}^3/\text{h}$ ，改造后新老系统不同时开启，最大循环水量为 $750\text{m}^3/\text{h}$ 。

目前四个水池，将1、2号水池连通作为热水池，3、4号连通作为冷水池，每个水池容积为 218m^3 。拆除原有 $200\text{m}^3/\text{h}\times 2$ 冷却塔，新建 $450\text{m}^3/\text{h}\times 2$ 冷却塔。在热水池设置中间提升泵，提升至冷却塔，冷却之后的水流进冷水池。在冷水池

新增 2 组泵,送至设备用水点:①冷却水槽用水: 500m³/h, 给水压力要求 0.2MPa; ②冷却喷淋用水: 250m³/h, 给水压力要求 0.5MPa。原有系统 200m³/h 供水泵利旧。

4) 回用水系统

根据工艺对水质、水温及用水点的位置不同等要求,回用水系统为废水深度处理站回用水,系统简述如下:该系统主要供给场面冲洗水、酸雾净化塔补充水、燃气锅炉房等补充水,该系统水源来自电解净液循环水排污水、燃气锅炉房排污水及污酸处理站处理后的出水,所有工业污水均经过现状污酸处理站和深度处理站处理后回用,本项目回用水规模为 119.77m³/d。

5) 消防给水系统

采用高压制消防供水系统,由山顶 5000m³ 生产消防高位水池供水,本项目在现有厂区内,利用现有管网并完善现有管网,本区域需要新增消防管网与现有消防管网形成环状。

本项目室外消防用水量为 20L/s,沿新建区域道路设置室外消火栓,消火栓保护半径小于 150m,布置间距小于 120m。

2.1.6.2.2 排水量及排水体制

(1) 生产、生活排水量

本项目生产、生活总排水量为 180.43m³/d,其中:生产污水(主要为含重金属酸碱废水)排水量为 42.66m³/d;生产废水(主要为含盐浓水等)排水量为 119.77m³/d;生活污水排水量为 18m³/d。本项目生产污水、生产废水排至厂区已建污酸处理站及深度处理站处理后全部回用。

(2) 排水体制

本项目排水系统拟采用雨污分流制,其中生产排水拟采用清污分流制。厂区内单独设置雨水排水系统、生产污水排水系统、生产废水排水系统以及生活污水排水系统。

2.1.6.3 排水系统

本项目排水系统拟采用雨污分流制,其中生产排水拟采用清污分流制。厂区内单独设置雨水排水系统、生产污水排水系统、生产废水排水系统以及生活污水排水系统。

(1) 雨水排水系统

1) 现有雨水收集系统

由于本项目用地范围涉及熔炼分厂生产区域以及电解生产区域,熔炼分厂生产区域现状配置有初期雨水收集池及配套处理系统,此部分初期雨水处理采用现状设施。电解生产区域属于新建,为防止电解项目可能受重金属和酸污染的生产区初期雨水、消防排水等对水体的污染,该电解生产区域雨水拟采用有组织排水系统,采用重力流经雨水排水沟收集输送。

2) 初期雨水收集

为防止本项目可能受重金属和酸污染的生产区初期雨水、消防排水等对水体的污染,该项目雨水拟采用有组织排水系统,采用重力流经雨水排水沟收集输送。雨水管网在末端新建初期雨水收集及事故水池,初期雨水收集池与事故池合并设置,则初期雨水收集池及事故池尺寸:地下式钢砼, $L\times B\times H=45\times 20\times 4.5\text{m}$ (有效水深 3.3m),其有效容积为 2648.46m^3 (其中初期雨水收集容积 2504.46m^3 ,事故水池容积 144m^3)。初期雨水经现状初期雨水处站处理后回用,后期雨水外排。

(2) 生产污水排水系统

本项目生产排水主要为循环水系统的排污水以及酸雾净化塔排污水。生产排水经压力输送至冶炼厂已建污酸处理站和深度处理站处理后回用。酸雾净化塔排污水总量为 $5\text{m}^3/\text{d}$,接管管径为 DN80,排水压力为 0.3MPa。酸雾净化塔排污水主要成分为 2%的 NaOH 溶液,包含硫酸根离子,微量铜离子等。

现状污酸处理站处理能力 $1400\text{m}^3/\text{d}$ (现处理水量为 $645\text{m}^3/\text{d}$),采用石灰乳加铁盐二级中和沉淀处理工艺。现状深度水处理站采用反渗透深度处理工艺,处理能力为 $1200\text{m}^3/\text{d}$ (现处理水量为 $827\text{m}^3/\text{d}$),满足扩建后处理需要。

(3) 生产废水排水系统

生产废水单独设置排水管网,采用重力流排水方式输送至冶炼厂已建深度处理后回用于生产。

(4) 生活排水系统

本项目新建生活污水排水管道,粪便污水经化粪池处理,达到《污水排入城镇下水道水质标准》CJ343-2010 后,排至市政排水管道。生活排水管道采用高密度聚乙烯双壁波纹管(HDPE)。

2.1.6.4 外部供电电源

本项目新建一座 110kV 总降压站，总降压站所需的两回路 110kV 电源拟由当地变电站提供，其中一回 110kV 进线接至 220kV 苍岭变 110kV 线路间隔，另一回 110kV 进线经线路改造后 T 接至 220kV 谢家河变谢广牵线。其中对侧变电站的改造、110kV 线路的设计与建设由当地供电部门负责。本项目的供电电源线路不属于设计范围、电力接入系统不在本工程范围内。

2.1.7 项目区平面布置情况

2.1.7.1 平面布置

再生铜资源循环利用基地建设项目整体呈不规则四方形，本工程场地平整区域位于项目区西部，预留用地位于项目区东部及东南部；项目区北侧现有市政道路—绿野路，南靠 656 杭瑞高速，东侧为现有丘陵地带，西侧为已建厂区 700t/d 选矿厂项目。

本工程场地平整区域整体成不规则四边形，项目区规划由东到西依次布置有净液工段、锅炉房、110kV 总降——电解及净液循环水——阳极板堆场、阴极铜成品库、电解工段——初期雨水及事故池，本工程用地范围内布设 7m 宽的场内道路，道路围绕建筑物四周环形布置，主体工程在建筑物周边空地布设了景观绿化。主体工程规划在项目区北侧新建场内道路与北端现有工业园区道路相连接，整个项目区规划一个外部出入口；项目区西侧中部修建场内道路与 700t/d 选矿厂项目内部已建场内道路相连接。工程建设过程中由于场地高差较大，建设过程中在项目区北侧、东侧、南侧大部分区域形成了挖方边坡，场地局部西侧、西南角区域形成了填方边坡。

本项目新建制氧站位于老厂区一期制氧站西侧，新建 4#转炉位于老厂区 3#转炉东侧，新增的 2 台阳极炉紧邻新建的 4#转炉。

2.1.7.2 竖向布置

拟建厂址原始地形高程为 1810.10m ~ 1872.75m，相对高差 62.65m，整体走向为北高南低、东高西低，最低点位于项目区西南角。

本项目场地平整区域原始地形高程为 1810.10m ~ 1847.00m，相对高差 36.90m，其中场地北侧高程约 1821.00 ~ 1847.00m，场地东侧高程约 1847.00 ~

1837.50m，场地南侧高程约 1847.00~1812.00m，场地西侧高程约 1810.10.00~1813.000；整体走向为北高南低、东高西低，最低点位于项目区西南角。

结合本项目用地现状高程，同时为了节省土方开挖，本项目最低点西南角区域定位一个平台，其余区域与西侧现有厂区紧靠，定为一个平台，该平台地坪标高为 1820.0m~1821.00m，高差 1.0m，该平台与北侧、南侧、东侧开挖将形成 2-28.5m 的高差，主体设计通过分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”等支护方案进行边坡处理。

第一平台新建建筑物设计标高在 1813.30m，布设有新建初期雨水收集及事故水池，该平台与西侧的现有厂区 1810.100 存在高差最大处约为 9.9m（位于本项目用地的西南角处），主体工程设计通过挡墙、护坡相接。第二平台场地标高为 1820.0m~1821.00m，高差 1.0m，阳极板堆场设计标高 1820.50m；新建建筑物设计标高在 1821.00-1821.50m 之间，其中电解工段设计标高 1821.00m，阴极铜成品库设计标高 1821.50m，锅炉房设计标高 1821.35m，净液工段设计标高 1821.50m，电解及净液循环水设计标高为 1821.00m，110kV 总降设计标高为 1821.00m；建筑物设计标高较周边区域略高 30cm 左右，整体地块东高西低，最高点位于阴极铜成品库，设计标高为 1821.50m；最低点均位于项目区西侧电解工段，为 1821.00m。

边坡工程区：项目区北侧、南侧、东侧挖方边坡设计标高为 1823.00—1847.00m，平台高度在 4.5—10.3m 之间，北侧边坡第一平台设计标高 1823.00m，第二平台设计标高 1833.00m，第三平台设计标高 1843.00m，第四平台设计标高 1849.00m，坡脚布设挡土墙，对第二、第三平台边坡实施框格梁植草护坡，第四平台边坡实施网喷混凝土护坡；东侧及东南侧第一平台设计标高 1823.00m，第二平台设计标高 1833.00m，第三平台设计标高 1837.5—1844.30m，第四平台设计标高 1847.00m，坡脚布设挡土墙，对第二和部分第三平台边坡实施框格梁植草护坡，第四平台边坡实施网喷混凝土护坡。

项目区西南角填方边坡设计标高 1812.00—1820m，主体设计通过分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”等支护方案进行边坡处理。项目区建成后东北侧、东侧、南侧与边坡防护相衔接，西侧与 700t/d 选矿厂项目已建项目相衔接，北侧与现有道路相衔接。

本项目新建制氧站位于老厂区一期制氧站西侧，设计标高 1845m，与老厂区周边建筑物保持同一设计标高；新建 4#转炉位于老厂区 3#转炉东侧，新增的 2 台阳极炉紧邻新建的 4#转炉，设计标高 18335m，与老厂区周边建筑物保持同一设计标高；

本工程本次仅对预留用地区进行灌木林地的砍伐，以及树根、草皮的清理工作，不进行场地平整施工，基本保持原始地面标高。

2.1.8 生产原料及固体废弃物处理

2.1.8.1 生产原料

本项目生产用原料为铜精矿、冰铜、粗铜、再生铜组成，均采取外购的方式获取，生产用原料水土流失防治责任不属于本项目；项目外购原材料均堆存于厂区原有原料矿石大棚内，原料矿石大棚位于厂区东北角，为室内堆放，不会造成水土流失。

本项目年主要原燃料耗量表如下。

表 2-6 主要原材料消耗表

序号	项目	来源	单位	数量	备注
1	铜精矿量	西班牙、秘鲁、智利、西藏、大连、楚雄、迪庆	t/a	683527	干基
2	外购冰铜		t/a	16500	毛重，平均含铜 30%
3	高品位再生铜		t/a	47000	毛重，平均含铜 97.5%
4	外购粗铜	易门	t/a	5000	毛重，平均含铜 98.3%
5	熔炼用石英砂	楚雄；楚雄点石商贸有限公司	t/a	72516.03	干基
6	吹炼用石英石	楚雄；楚雄点石商贸有限公司	t/a	24391.84	干基
7	粉煤	贵州；遵义	t/a	23153.53	
8	轻柴油	大理：中国石油天然气股份有限公司	t/a	1200	
9	石墨电极	辽宁抚顺；辽宁西姆鑫兴达碳素有限公司	t/a	1500	
10	耐火材料	辽宁；辽宁中镁高温材料有限公司	t/a	1500	
11	天然气		Nm ³ /a	3550000	
12	碳质还原剂	昆明；昆明理工精诚科技有限公司	t/a	3000	

2.1.8.2 固体废弃物

本项目固废主要包括：白烟尘、渣选尾矿、净化滤渣、废触媒、中和渣等。其中白烟尘、净化滤渣、废触媒、中和渣均属于危险废物，白烟尘、净化滤渣外售，废触媒由厂家综合回收，中和渣送滇中有色现有的苍岭中和渣库安全填埋，

初期雨水处理站废渣返回熔炼系统。渣选尾矿属于一般固体废物 I 类，外售处理。生活垃圾委托环卫部门清运处置。

表 2-7 固体废物的产生量来源一览表

序号	名称	产生量 (t/a)	来源	性质	处置措施
1	净化滤饼	1696	来自硫酸系统烟气净化工段	危险废物	外售处理
2	白烟尘	6385	火法口炼过程中产生的烟尘	危险废物	外售处理
3	废触媒	50 m ³ /a	来自制酸系统	危险废物	厂家综合回收
4	中和渣	23100	来自废水处理系统	危险废物	运往苍岭中和渣库安全填埋
5	渣选尾矿	474225	来自渣选矿系统	I 类一般固体废物	外售处理
6	废耐火材料	1000	来自口炼炉	I 类一般工业固体废物	外售处理

备注：①中和渣容重为 1.6t/m³；②尾矿渣容重为 0.7t/m³。

2.1.8.3 生产运行期土石方平衡分析

根据项目《可行性研究报告》，本项目改扩建后，整个厂区生产运行期每年产出中和渣 23100t (1.44 万 m³，容重 1.6t/m³)，每年产出渣选尾矿 23.23t (33.19 万 m³，容重 0.7t/m³)；中和渣将运往滇中有色现有的苍岭中和渣库安全填埋。

中和渣临时堆存于厂区临时中和渣库，临时中和渣库位于项目区北部，为室内堆存，紧邻电尘库，最大暂存量 2000t，每天 70 吨，大概可以暂存一个月，集中堆存后用封闭货车运往苍岭中和渣库堆存。

渣选尾矿进行外售处理，业主单位楚雄滇中有色金属有限责任公司已和供销商初步签定了尾矿渣供销协议（购销合同见附件 12），项目投产前，业主单位将落实全部尾矿渣外售、外运的供销协议，以确保生产期间产生的渣选尾矿得到妥善处置。附件 12 为楚雄滇中有色金属有限责任公司在 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日产生渣选尾矿渣的外售合同，合同显示渣选尾矿渣量为 2.0 万吨，仅为部分尾款销售合同。

楚雄滇中有色金属有限责任公司项目始建于 1997 年，建成初期项目生产能力为生产粗铜 1.5 万吨/年，硫酸 3.2 万吨/年。2006 年开始采用艾萨熔炼工艺进行 10 万吨改扩建，2010 年 5 月投料生产。该项目于 2006 年 9 月委托云南今禹生态工程咨询有限公司编制了《楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨/年粗铜改扩建工程及 30 万吨/年硫酸配套建设项目水土保持方案初步设计报告书》，2006 年 10 月 17 日，建设单位取得了水保方案的批复，批复文号为楚水水保〔2006〕37 号；并于 2009 年 9 月 2 日建设单位取得了《楚雄州水利局关于印发楚雄滇中有色金属有限责任公司 10 万吨/年粗铜改扩建工程及 30 万吨/年硫酸配套建设项

目水土保持设施竣工验收鉴定书的通知》（楚水水保〔2009〕40号），该项目已通过了水土保持设施验收。

楚雄滇中有色金属有限责任公司10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目建设内容包括生产厂区及苍岭渣库，根据《楚雄滇中有色金属有限责任公司10万吨/年粗铜改扩建工程及30万吨/年硫酸配套建设项目水土保持设施竣工验收技术报告》确定，苍岭渣库位于苍岭镇饱满街，距离厂区23km，苍岭弃渣场占地4.13hm²，包括渣库区、初期坝、回水池、截洪沟、进场公路、拦渣坝组成，渣库占地3.05hm²，渣库分二期建设，一期工程于2010年初建成投入使用；二期分四区建设，其中二期I区渣库于2013年1月11日开工建设，于2013年6月竣工；二期II区渣库于2014年12月开工建设，于2016年1月完工投入使用；III、IV区尚未建设；容量为23.42万m³，服务年限20.81年，目前堆渣量为18.50万m³，可堆渣量4.92万m³，年产渣量为1.125万m³，剩余库容还可满足3.42年的堆存需求，本项目改扩建后产生的中和渣均运往苍岭渣库堆存。

目前建设单位正在开展生产工艺改造，已于2022年8月编写了《楚雄滇中有色金属有限责任公司污酸硫化法处理项目建议书》；

滇中有色硫酸厂污酸处理站目前采用“石灰-铁盐法”工艺对污酸进行处理，该方法处理过程中产生大量中和渣（属危险废物），污酸处理过程中产生的中和渣现进入苍岭渣库柔性填埋场进行集中处置，但由于苍岭渣库使用年限久，库容量下降，服务年限仅剩余3.42年；同时根据2019年9月30日国家生态环境部颁布的《危险废物填埋污染控制标准》规定，滇中有色公司苍岭渣库被定义为柔性填埋场。新发布的GB18598-2019中对柔性填埋场入库危废物提出了更高的要求：对于砷含量大于5%的工业废物不能进入柔性填埋场。

经过工艺改造后，厂区将产生硫化砷渣和脱硫石膏渣，其中硫化砷渣云南省内填埋企业有曲靖银发危险废物集中处置有限公司、红河州现代德远环境保护有限公司、云南大地丰源环保有限公司等进行填埋处置；脱硫石膏渣经过脱水处理后（水份≤12%），周边水泥厂可以进行利用。工艺改造工程计划2024年6月完工，工艺改造后不再产生中和渣，项目改造完成后将对苍岭弃渣场进行闭库封场验收处理。

2.1.9 生产工艺

2.1.9.1 精矿库

(1) 精矿仓是精矿储存、上料场所，精矿种类多，有系统内矿山矿、国内矿、进口矿和渣精矿等，均由汽车运入，设多个地下（-4.000m）储仓及抓配仓，精矿仓同时考虑进口矿一次船运量的储存（约 40000t），现有精矿仓能力满足扩建要求。

(2) 从精矿仓来的精矿可以直接经皮带运至配料（混料）一系统的精矿储仓内和配料（混料）二系统的配料仓内，数量较小的矿种采用抓斗吊、装载机等进行堆式混料，混料后用装载机将堆配的料转运到储仓进行仓式配料。熔剂和碎煤堆存于辅料大棚，然后用装载机运至配料系统储仓内。现有能力满足扩建要求。

(3) 配料及制粒系统利用原有的精矿仓，熔炼用煤、熔剂一次配料及熔炼二次配料、转炉石英石上料系统利旧，铜精矿、煤、熔剂和返料用 10t 抓斗桥式起重机分别抓到各自料仓内，精矿和返料用 $\phi 2.5\text{m}$ 圆盘给料机和皮带秤，圆盘给料机变频调速，与皮带秤实现信号反馈连锁，完成定量配料：煤和熔剂用 $\phi 1.5\text{m}$ 圆盘给料机和皮带秤完成一次配料，配好的混合料经胶带输送机转送到制粒前的储仓，在混合料制粒期间，煤和熔剂仓可以完成二次配料和转炉用石英石的上料。配料二系统共设 6 个配料仓、6 个 $\phi 2.5\text{m}$ 圆盘给料机和 6 条皮带秤，其中物料经胶带输送机及大倾角皮带送至制粒前储仓。

(4) 制粒前储仓共 4 个，分别对应 4 台 $\phi 5.5\text{m}$ 圆盘制粒机，制粒后的物料经胶带输送机运至二次配料区时，二次配煤和熔剂后，运至熔炼炉顶，通过炉顶加料机加入炉内。现有能力满足扩建要求。

2.1.9.2 熔炼

熔炼炉处理的混合炉料按照设定的给料速率，用皮带输送机将混合料加入 ϕ 内 4.2m 艾萨熔炼炉的熔池中。从炉顶部插入炉内的喷枪将富氧空气鼓入炉内熔池中，并和炉内炉料发生一系列化学反应，使其完成加热、脱水、离解、熔化、氧化、造铜铈和造渣等熔炼过程。液体铜铈和炉渣经流槽流入沉降电炉。熔炼烟气经过余热锅炉，进入电收尘净化后送去制酸。

顶吹炉需要的富氧空气在进喷枪前已混合，空气由设在鼓风机房的高压离心鼓风机提供，氧气来自于制氧站，空气压力 0.15MPa，氧气压力 0.22MPa。当顶吹炉喷枪口提出熔体面时，炉内不需要氧气和空气，这时将供氧气和空气管道上的调节阀关闭，与此同时，打开供氧气系统和空气系统中的放气阀，让氧和空气排入大气。

铜铤和炉渣分离：由于熔炼炉的熔体处在强力搅动中，铜铤和炉渣分离不好，因此，铜铤和炉渣进入沉降电炉后，为铜铤和炉渣分离提供了良好条件，由于它们密度的差异，分成铜铤层和炉渣层。铜铤层处于熔体下部，炉渣层在铜铤层的上部。根据吹炼炉的要求，铜铤由沉降电炉放入包子经电动平板车、起重机送往转炉吹炼。炉渣经渣包车运至缓冷场冷却后送渣选矿。沉降电炉烟气与熔炼烟气混合后送制酸。经核算，熔炼主厂房现配置艾萨炉，可满足 15 万吨矿产阴极铜规模的要求。

2.1.9.3 转炉吹炼

来自沉降电炉的铜铤，在 PS 型转炉中吹炼，铜铤在吹炼炉中经造渣期和造铜期两个阶段后吹炼成粗铜。吹炼过程由风口鼓入普通空气，造渣期是使铜铤中 FeS 氧化，再从转炉炉口通过皮带秤和活动流槽加入石英石造渣，除去铜铤中的炉内添加一些低铜冷料，如铜铤包子壳。在造渣末期，进行筛炉，即所谓净渣操作。转炉渣倒入渣包，利用吊钩桥式起重机将炉渣送至熔炼工段侧，再转运到渣缓冷场，渣冷却后送炉渣选矿。

造铜期是将白铜铤吹炼成粗铜。为控制吹炼温度在 1200~1250°C，通过起重机和船形加料器从炉口添加一些高铜料，如粗铜包子壳、粗杂铜。造铜期的终点能够通过从风口用铁钎取样或根据烟气的颜色判断。转炉所生产的粗铜倒入粗铜包，利用吊钩桥式起重机运至阳极炉精炼工段。

转炉吹炼的造渣期和造铜期都要求定期地用机械捅风眼机捅风口，以确保风口畅通和正常鼓风。正常操作的鼓风量为 23000m³/h·台，风压 0.09~0.12MPa，当操作风压低于 0.05MPa 时，将风口转出熔体，以免熔体进入风口和冻结。吹炼工段现配置有 3 台转炉，根据冶金计算，扩建后每天需要处理的冰铜量为 894.3 吨，每炉处理冰铜量为 120 吨，一天 7.5 炉，本次扩建需将对 1#、2#转炉进行加长改造，即将 1#、2#转炉端头改为子弹头形状，以增加转炉的容积，改造后的规格为 Ø3660×9700mm。3#转炉不改造。3 台转炉采用 3H2B 作业，其中 2 台同时送风，1 台热备。考虑需处理大量的残极和高品位再生铜，拟对每炉转炉配套增加一套残极加料机，以提高转炉的送风时率，并相应增加冷料棚。

转炉吹炼需要的高压空气由设在鼓风机房的离心鼓风机提供。当转炉添加铜铤、出渣和出粗铜时，炉内不需要供风，这时将供风管道上的电动速切断阀关闭，与此同时，打开供风系统中的放气阀，让空气排入大气。

转炉烟气经余热锅炉降温、电收尘净化后送去制酸。电收尘收集下来的含 Pb、Zn、As 较高的白烟尘打包后外售。转炉吹炼用的石英石通过胶带输送机转运卸入转炉一端的石英石仓。

2.1.9.4 阳极精炼炉

阳极精炼工段现有二台 80 吨的固定式阳极炉，本次技改，将拆除两台固定式阳极炉和圆盘浇铸系统。根据每天需要处理 765.48 的粗铜，经计算，阳极精炼工序新建两台 350 吨回转式阳极炉和一套能力 100t/h 的双圆盘浇铸机，采用稀氧燃烧技术，使用天然气作为燃料，可满足 21 万吨铜冶炼规模的需要。

火法精炼的目的是进一步除掉粗铜中的有害杂质，以满足电解精炼对阳极板化学成分的要求，火法精炼在回转式阳极炉中进行。阳极精炼的基本过程可分为四个阶段：第一阶段为加料保温期；第二阶段为氧化、放渣期；第三阶段为还原期；第四阶段为浇铸期。氧化期向铜液中鼓入压缩空气，使铜液中的铁、硫、铅、锑等杂质氧化进入精炼渣中被除去。由于铜液中的杂质较少，为了降低铜液中的杂质，用氧化亚铜作为氧的载体，即先使一些铜氧化成氧化亚铜，氧化亚铜再和铜液中的杂质反应，使杂质氧化。氧化期结束后，倾转炉体将精炼渣倒入包子返回转炉工序。接着进入还原期。还原期向铜液中鼓入碳基还原剂作为还原剂，将氧化期铜液中产生的氧化亚铜还原成铜，还原期结束后的铜液含铜达到 99.00% 左右。

阳极炉精炼作业结束后，液态铜从阳极炉出铜口流出，经过固定溜槽后流入中间包，待中间包内达到一定量的铜液时，便开始往一侧放在电子称上的浇铸包灌注铜液，当浇铸包内的铜水达到设定重量时，中间包自动返回，并开始向另一侧的浇铸包注入铜液。浇铸包将按设定程序向铜模内浇铸铜液，当注入量达到所设定阳极板的单重时，浇铸包停止浇铸。阳极板的冷却采用水槽冷却，铸出的合格阳极板用叉车运往电解车间。

阳极精炼过程中产生 1250~1350°C 的烟气，经二次燃烧室二次燃烧、稀释风降温、除尘，再经喷雾冷却器进一步降温，然后送布袋收尘器除尘后，烟气送制酸系统。

2.2 施工组织及施工工艺

2.2.1 施工组织

2.2.1.1 施工生产场地

由于项目区位于云南省楚雄市东瓜镇桃园村委会山嘴子村，为了减少施工对周边项目的影响，施工场地主要考虑通过施工时序安排，综合利用项目区内空地作为施工场地，主要设置简易办公室、值班室、材料仓库及机械停放和材料堆场，施工结束后及时对其拆除、清理、恢复主体功能。由于施工场地均位于项目区内，不会额外新增临时占地，且施工场地会随着工程施工进度进行临时布设，位置具有不确定性，因此本方案不再单独分区计列。

2.2.1.2 施工营场地

本项目位于云南省楚雄市东瓜镇桃园村委会山嘴子村，用地范围周边存在很多民房，施工营地采取租房的方式处理，因此本项目区不考虑布设施工营场地。

2.2.1.3 施工材料及来源

本工程在施工期间所需材料主要包括水泥、钢材及砂石料等。钢材、水泥等材料均在楚雄州楚雄市境内购买；砂石料从附近具有合法开采权的料场购买，料场开采期间造成的水土流失由料场经营单位组织治理，本项目未另设砂石料场，在砂石料运输过程中做好覆盖措施，在使用过程中注意做好砂石料的堆放及管理工作，控制工程建设可能引发的水土流失。

本工程施工所用混凝土均来自外购，从合法的混凝土提供单位进行购买，所使用的砂浆、砂石等材料及对周边的影响，均由混凝土提供单位进行负责。

2.2.1.4 施工交通运输

本位于楚雄经济开发区赵家湾桃园工业园区内的桃园地块，项目区周边有安楚公路、国道320、绿野路等，项目区占地横跨工业厂区内部道路，南、北两个方向均可进入场地，北侧与绿野路相接，南侧与国道320相接，交通方便。建设期可利用项目区及周边现有道路，无须新建施工便道。

2.2.1.5 施工用水、电

施工供水：供水水源从冶炼厂供水管网引入，输水管采用地面输水软管，不对地表进行挖填扰动。

施工供电：供电电源从冶炼厂内配电房接入，输电线路架设距离很短，不对拟建场地外的地表造成扰动。

2.2.1.6 施工期排水

①施工用水排放：工程建设主要为土建工程，施工用水多为砂石料搅拌用水及降尘用水，用水量较小，不存在外排现象。

②天然降雨：天然降雨形成的地表径流将是施工期间主要排水来源，项目区基坑内的排水及天然降雨通过开挖临时排水沟进行收集，进入沉沙池，通过沉沙池沉淀后排入现有道路边沟，最终汇入自然沟箐。

2.2.2 施工工序及工艺

2.2.2.1 施工工序

根据该项目工程建设的特点，本工程的施工划分如下：

房屋建筑工程：基础施工、土建施工、水电施工、装修施工；

道路工程：道路基础施工、配套管网及管线施工、路面硬化、保养；

景观绿化工程：绿化场地回填绿化用土、土地整治、绿化苗木的种植、草种撒播，抚育管理。

工程结束后，将工程区范围内的临时设施拆除，清理施工迹地。

2.2.2.2 施工工艺

施工工艺包括：表土剥离→场地平整、道路铺设、管线布设、临设搭设→土方开挖→基础施工→回填土方→砖砌体、上部结构→装饰工程、屋面工程→拆架→室外工程→清理交工。

2.2.2.3 表土剥离施工工艺

项目区占用的坡耕地及林地等其表土疏松肥沃，可用于施工后期绿化覆土。为了合理地利用表土资源，工程施工前，对占地范围内的部分地表（如坡耕地、林地等）进行表层耕植土的剥离。即在人工清理完地面杂物后，采用以推土机、装载机等施工机械为主、人工为辅的施工形式，对地表以下按坡耕地 0.2~0.3m，林地 0.2~0.3m 的深度范围内耕植土进行挖除，并去除较大的残根、石块，由自卸卡车运输至各表土堆放场集中堆放，用于项目施工后期绿化覆土。

2.2.2.4 场地平整工艺

①场地平整依据及原则

本项目的场地平整施工须以建筑场地的标高为划分依据，以规划道路为划分网格，全区的场地平整以拟建标高及纵向坡度为准，建筑物有坡度的，以与临近道路的相应的标高及坡度为准。

②场地平整施工要求

场地平整尽量少挖土，尽可能不破坏原有地貌，场地平整时应严格按照主体工程设计要求进行，开挖后的场地不得长期浸泡于水中，开挖土方时，若软弱土基较多较厚须进行换土或加固处理，填充的土应进行分层碾压，分层碾压厚度及强度根据现场情况而定，场地压实度需大于或等于 85% 时，方可进行下一道工序。填高场地土方处理时，原地表杂土及植被应挖除。场地填土必须符合现场施工规范的要求，必须分层碾压，并且严格控制含水量，应优先选用密实土填筑，压实度要求为：填方深度 0~80cm 的范围须达到 85%，大于 80cm 深者须达到 80%。

2.2.2.5 边坡工程施工工艺

2.2.2.5.1 边坡支护前工作

(1) 开挖前需清除区域内表层地被植物、草皮、树根、碎屑及垃圾等；

(2) 挖方边坡部位对坡顶边界进行适当平整；填方边坡部位对场地内侧边线进行适当平整，但边坡坡脚外围现状地貌不宜破坏；

(3) 对本边坡支护段进行相应的测量、定位放线工作（具体根据各剖面要求进行）。

2.2.2.5.2 边坡支护方案施工工艺

其中拟建规划场地场平边坡局部为挖方边坡（场地北侧、东侧、南侧大部分区域），边坡高度约 2.0—28.5m，支护长度约 542.1m；局部为垂直填方边坡（场地南侧局部、西侧、西南角区域），边坡高度约 3.0—9.5m，支护长度约 319.5m；综合本场地边坡地质条件、原始坡面地形、边坡具体高度、边坡坡顶（坡底）规划及美观整体要求等因素，决定采用如下支护形式：

(1) 场地北侧（1-1、2-2、2'-2'剖面）：

挖方边坡，边坡高度 2.0-28.5m，采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”支护方案，最上面一台高度较小（局部段，高度约 6.0m），采用“放坡+钢筋锚杆+网喷”支护；

(2) 场地东侧（3-3、3'-3'、4-4剖面）：

挖方边坡，边坡高度 21.0-23.3m，采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+下部台：锚索、框格梁、网喷+上部台：钢筋锚杆、网喷”支护方案；

(3) 场地东南侧（5-5剖面）：

挖方边坡，边坡高度 16.5-26.0m，采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”支护方案，最上面一台高度较小（局部段，高度约 4.0m），采用“放坡+钢筋锚杆+网喷”支护；

(4) 场地南侧（6-6剖面）：

挖方边坡，边坡高度 2.5-12.5m，采用“放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+钢筋锚杆+网喷”支护方案；

(5) 场地南侧局部、西侧（7-7、8-8、9-9剖面）：

垂直填方边坡，边坡高度约 4.5—9.5m，采用“衡重式毛石挡墙+墙背分层夯实回填”支护方案；

(6) 场地西南角区域（10-10剖面）：

垂直填方边坡，边坡高度约 3.0—6.0m，采用“重力式毛石挡墙+墙背分层夯实回填”支护方案；

2.2.2.6 建筑施工工艺

建筑工程主要有基础开挖和土建工程等，其施工方法主要是机械开挖、机械平整、人工开挖、人工砌筑、机械浇筑和人工浇筑等。

1、基础工程

土方开挖→人工清槽平整基底→地基验槽→测量放线→基础→地梁→养护→回填。本工程土方开挖采用机械开挖、人工辅助的方法进行，开挖产生土方直接用于场地回填，回填土方进行夯实，避免基底土暴露时间过长。挖运土方方法采用设坡道开挖方法。土坡道的坡度视土质、开挖深度和运输设备情况而定，一般为 1: 8~1: 10，坡道两侧采取挡土或其他加固措施。由于场地东面较为宽阔，可以将坡道设在基坑外空地上，便于挖土机械正常运行。根据场地条件、挖土深度采用反铲挖掘机，操作灵活，挖土卸土均在地面作用，无运输道。

2、建筑主体结构工程

(1) 砌体施工:

清理→放线→基好墙体、墙内埋管→竖向管道安装→竖管试压。

(2) 钢筋砼结构:

投点放线→复核→施工缝处理→柱绑扎钢筋→验收→柱、梁、板封模→施工缝处理→梁、板绑扎钢筋→验收→砼浇筑→养护。

3. 室内装饰

结构处理→放线→贴灰饼冲筋→立门窗框→各类管道水平支管安装→墙面抹灰→管道试压→楼面装修→墙面及顶棚面层装修→安门、窗扇、油漆→灯具、洁具安装→调试→做地坪→清理→交工。

4. 外墙及室外装饰

结构处理→弹线→贴灰饼→抹灰→面层→清理→拆外架→室外工程（含化粪池、散水等）→清理及场地复原→交工。

2.2.2.7 道路工程施工（包含配套管网、管线工程）

先进行道路路基及管网预埋区的开挖。管道施工主要为供水管网和污水管道的埋设。管道施工中最大开挖深度 1.0m，拟采用 1m³ 挖掘机沿管道线路开挖后直接装 5t 自卸车运输至需要回填的地方。管道安装采用 8t 起重机吊装，人工焊接。后期采用 5t 自卸车运输土方倾倒在管道周围，1m³ 挖掘机回填。

道路修建时先清除地面表层软土，然后平整压实，可形成砂石路基，再在路表层铺设碎石，即可满足施工期材料运输的要求，施工结束后铺设沥青路面。

①对于钢带增强 HDPE 排水管道 ($d \leq 500$)，采用 20cm 粒径 10-15mm 天然级配沙石基础，找平夯实；对于钢筋混凝土排水管道 ($d > 500$)，采用混凝土条形基础。

②本工程污水检查井均采用混凝土检查井。

③管槽开挖。本工程所有排水管道施工均采用明开挖放坡施工，如果因交通、现状管线保护或管道周边有建筑物（房子）、构筑物（地下管线、电杆等）而不能进行放坡开挖，而只得做成直槽时开挖直槽应设置支撑，以免槽壁失稳出现塌方，影响施工，甚至造成人身安全事故。直槽开挖当沟槽开挖深度小于 4m 时，采用 6m 长钢板桩（普通型）进行支护，并采用单层支撑，支撑杆间距为 4m 左右；当沟槽开挖深度在 4m 左右时，但是周边建筑相当近或管线保护要求高时采用 9m 长钢板桩（普通型）进行支护，并采用单层支撑，支撑杆间距为 3m 左右。

④沟槽回填。管线闭水试验合格后，即可回填沟槽土方。沟槽回填时采用机械回填，填方时应从场地最低处开始，有坑应先填，再水平分层整片回填碾压（或夯实）。管道两侧应对称回填，回填土压实度应达到 90% 以上，管顶 0.5m 以内不宜用机械碾压。对 HDPE 管应采用粗砂回填至管顶以上 50cm。在地下水位较浅区域填土时，应设排水沟和集水井将水位降低，再回填干土，沟槽内不得回填淤泥土，若沟槽内有淤泥，应将淤泥清除干净，然后换填干土。考虑本项目实施周期需要，沟槽回填除 HDPE 管道管顶下 50cm 内采用中粗砂回填外，其余均采用土夹石回填。

2.2.2.8 绿化工程施工

绿化工程安排在主体工程基本完工后实施。根据主体工程设计方案，对项目区设计了组团绿地、空间绿地，与道路、边坡绿化带有机结合，形成点、线、面结合的绿地系统，项目绿化工作主要分为：覆土、种植、养护。然后应施足基肥，翻耕 $\geq 30\text{cm}$ ，耙平耙细，除杂物。种植树种生长茁壮，无病虫害，规格及形态符合绿化设计要求。绿化工程基本采用人力施工。

2.2.2.9 临时工程

主要完成临时电力、电讯线路以及生活用水管等工作，位于永久占地区内。项目建设中应及时开挖基坑临时排水沟，以免在雨季时引起水土流失或影响施工进度。

此外，施工单位对各种材料的规格、用量、临时堆放场地等，均需做出合理安排调运计划，注意工程项目先后衔接，保证材料及时满足工程所需。

2.3 工程占地

根据项目分区，项目区占地面积为 15.33hm²，其中建构筑物区占地面积为 2.77hm²，道路及硬化广场区占地面积为 2.86hm²，绿化区占地面积为 1.25hm²，预留用地区占地面积为 7.02hm²，边坡工程区占地面积为 1.43hm²；项目区原始占地类型占用坡耕地 0.14hm²，建设用地 2.74hm²，林地 10.69hm²，交通运输用地 1.76hm²，工程占地均为永久占地，占地均位于楚雄州楚雄市。

表 2-8 本项目占地面积及原始占地类型统计表 单位：hm²

分区	面积	原始占地类型				占地性质
		建设用地	坡耕地	交通运输用地	林地	
建构筑物区	2.77	1.12	0.11	0.42	1.12	永久占地
道路及硬化广场区	2.86	0.79	0.02	0.78	1.27	永久占地
绿化区	1.25	0.35	0.01	0.20	0.69	永久占地
边坡工程区	1.43	0.24	0.00	0.10	1.09	永久占地
预留用地区	7.02	0.24	0.00	0.26	6.52	永久占地
合计	15.33	2.74	0.14	1.76	10.69	永久占地

本项目总占地面积为 15.33hm²，其中本次新征占地 12.87hm²，扩建区域占地面积 2.46hm²。

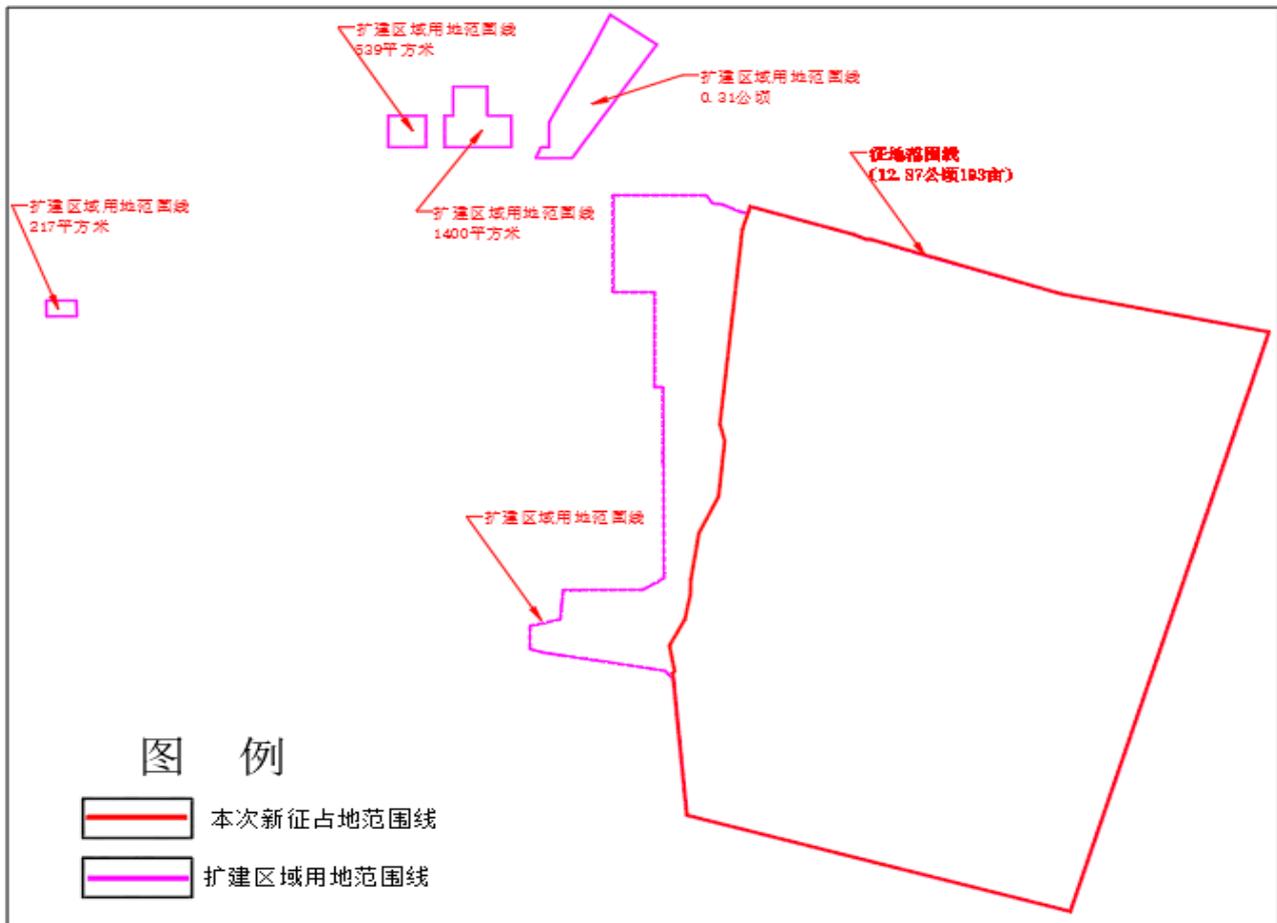


图 2-2 项目区新征占地范围示意图

2.4 土石方平衡

2.4.1 分析原则及方法

本工程属于改扩建建设生产类项目，土石方均产生于建设期，根据项目特点及工程区地形地貌等条件，工程建设过程中土石方主要来源于：建筑物拆除、场地平整、建构筑物基础开挖、道路管网开挖等几个方面。

2.4.2 表土剥离及回覆

2.4.2.1 表土剥离

本项目场地平整工作已于 2022 年 12 月开工，根据工程实际施工情况可知，截止目前为止，项目区场地平整扰动区域未进行表土剥离；由于预留用地区本次工程仅对地表进行灌木林地的砍伐，以及树根、草皮的清理工作，为了减少地表扰动，对预留用地区不再进行表土剥离。

为了更好的保护表土资源，将对场地平整区域内仍具备剥离条件的林地进行表土剥离；表土剥离面积约 2.10hm^2 ，表土剥离厚度 20-30cm，产生表土剥离量 0.63 万 m^3 ，剥离产生的表土后期将全部作为项目区内的绿化的覆土使用。

2.4.2.2 表土回覆

本项目区绿化面积为 8.61hm^2 ，其中需要绿化覆土面积 2.09hm^2 ，其中绿化区覆土绿化面积 1.25hm^2 ，边坡工程区覆土绿化面积 0.34hm^2 ，预留用地区覆土绿化面积 0.50hm^2 ；由于预留用地区本次工程仅对地表进行灌木林地的砍伐，以及树根、草皮的清理工作，为了减少地表扰动，主体工程设计场地清理后直接进行场地绿化，因此仅对预留用地区域占用的建设用地及交通运输用地进行绿化覆土，其余区域不再绿化覆土。本绿化覆土厚度为 0.30m，绿化覆土全部来自本项目前期剥离表土。

表 2-9 项目区表土平衡统计表 单位: 万 m³

序号	分区	剥离量 (万 m ³)	绿化面积 (hm ²)			覆土量 (万 m ³)	调入		调出		外借 (万 m ³)	余方 (万 m ³)
			覆土 绿化面积	不覆土 绿化面积	小计		数量	来源	数量	去向		
1	建构筑物 区	0.00	0	0	0	0.00	0		0.00		0	0
2	道路及硬 化广场区	0.26	0	0	0	0.00	0		0.26	绿化 区	0	0
3	绿化区	0.15	1.25	0	1.25	0.38	0.23	道路及硬 化广场区			0	0
4	边坡工程 区	0.22	0.34	0	0.34	0.10			0.12			
5	预留用地 区	0.00	0.50	6.52	7.02	0.15	0.15					
	合计	0.63	2.09	6.52	8.61	0.63	0.38	0.00	0.38	0.00	0.00	0

预留用地区仅对预留用地区域占用的建设用地及交通运输用地进行绿化覆土, 其余区域不再绿化覆土。

2.4.3 土石方平衡分析

2.4.3.1 建构筑物拆除

本工程用地范围内拟拆除原有旧建筑, 由于扰动范围内的建筑物多为临时活动板房, 仅建筑物基础会产生建筑垃圾, 共计产生建筑垃圾 0.04 万 m³, 建筑物垃圾运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

2.4.3.2 场地平整

本项目场平工程挖方主要分布于场地东侧及边坡区域, 场平内挖方区以场平整体标高 (1820.50) 为控制, 边坡区挖方以边坡界线 (包含分台线)、分台坡比及坡底标高为控制, 整个土方开挖过程中需考虑总挖方量、回填量及外运量之间的总体动态平衡, 控制总的外运量, 确保剩余场内挖方满足回填区场平需求; 本项目场平工程填方主要分布于场地西侧区域 (呈长条形分部) 及拟建水池区域 (西南角, 呈三角形分部), 总填方量约 5.75 万 m³; 项目区场平区内填方区以场平整体标高 1820.50 为控制, 拟建水池区域以场平整体标高 1813.30 为控制; 填方区域界线以场地外界填方支挡结构边线为控制; 整体填方深度约 0.5-9.0m, 由北向南方向填方深度依次由浅变深。本项目场平工程土石方主要以挖方为主, 场地土石方外运较多, 共计产生总挖方量约 47.04 万 m³, 场地回填 5.75 万 m³, 产生余方 41.29 万 m³, 余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

截止目前为止, 本项目场地平整共计产生土石方开挖 40.50 万 m³, 目前均已运往了桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理, 预计后期施工将产生土石方开挖 6.54 万 m³, 均为基坑基础开挖土石方, 将全部运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

2.4.3.3 建筑物基础开挖

本项目涉及的建筑为车间厂房、仓库等，为钢结构或砼框架，新建建筑基础形式为桩基础、独立基础，基坑尺寸一般为 $a \times b \times h = 2\text{m} \times 2\text{m} \times 3\text{m}$ ；地下或半地面式构筑物：电解净液循环水设施、初期雨水收集池等，基坑挖深 1.5~4.5m；经统计建构筑物基础土石方开挖总量 0.80 万 m^3 ，回填利用 0.24 万 m^3 ，产生余方 0.56 万 m^3 ，余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

2.4.3.4 地下管线开挖回填

本项目拟建场内道路总长为 1110m，为混凝土硬化路面。道路一侧地下敷设给排水、中水管线等，管线管径采用 DN100~DN400，开挖沟槽深 1m，宽 0.6m，管线顶部覆土深度 0.7m~1.0m，共计开挖土石方 0.08 m^3 ，回填 0.04 万 m^3 ，产生余方 0.04 万 m^3 ，余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

2.4.3.5 绿化覆土

本项目共绿化面积 2.09 hm^2 ，绿化覆土厚 0.3m，需绿化覆土 0.63 万 m^3 ，绿化覆土来自前期剥离表土。

2.4.3.6 土石方汇总

综上所述，本项目在建设过程中共开挖产生土石方 47.92 万 m^3 （其中场地平整 46.37 万 m^3 ，建筑垃圾 0.04 万 m^3 ，表土剥离 0.63 万 m^3 ，管线开挖 0.08 万 m^3 ，建筑物基坑开挖 0.80 万 m^3 ），回填土石方 6.66 万 m^3 （其中场地平整回填 5.75 万 m^3 ，管线顶部回覆 0.04 万 m^3 ，基坑回填 0.24 万 m^3 ，绿化覆土 0.63 万 m^3 ），产生余方 41.26 万 m^3 ，余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。土石方平衡流向见表 2-18 和图 2-2。

截止目前为止，目前场地平整共计土石方开挖产生余方 41.26 万 m^3 ，目前均已经运往了桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

表 2-10 土石方平衡表 单位: 万 m³

序号	分区	开挖				回填			调入		调出		外购		余方	
		小计	建筑垃圾	一般土石方	表土剥离	小计	一般土石方	回填表土	数量	来源	数量	去向	数量	去向	数量	去向
1	建构筑物拆除	0.04	0.04			0.00	0.00	0.00			0.00				0.04	运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填
2	表土剥离	0.63	0.00	0.00	0.63	0.00								0.00		
3	场地平整	46.37		46.37		5.75	5.75							40.62		
4	建构筑物基础开挖及回填	0.80		0.80	0.00	0.24	0.24	0.00			0.00			0.56		
5	道路地下管线开挖及回填	0.08		0.08	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00					0.04		
6	绿化覆土回填	0.00		0.00	0.00	0.63		0.63								
	合计	47.92	0.04	47.25	0.63	6.66	6.03	0.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	41.26		

*注: 1、表中均为自然方; 2、土石方平衡计算公式为: 开挖+调入+外购=回填+调出+弃方。

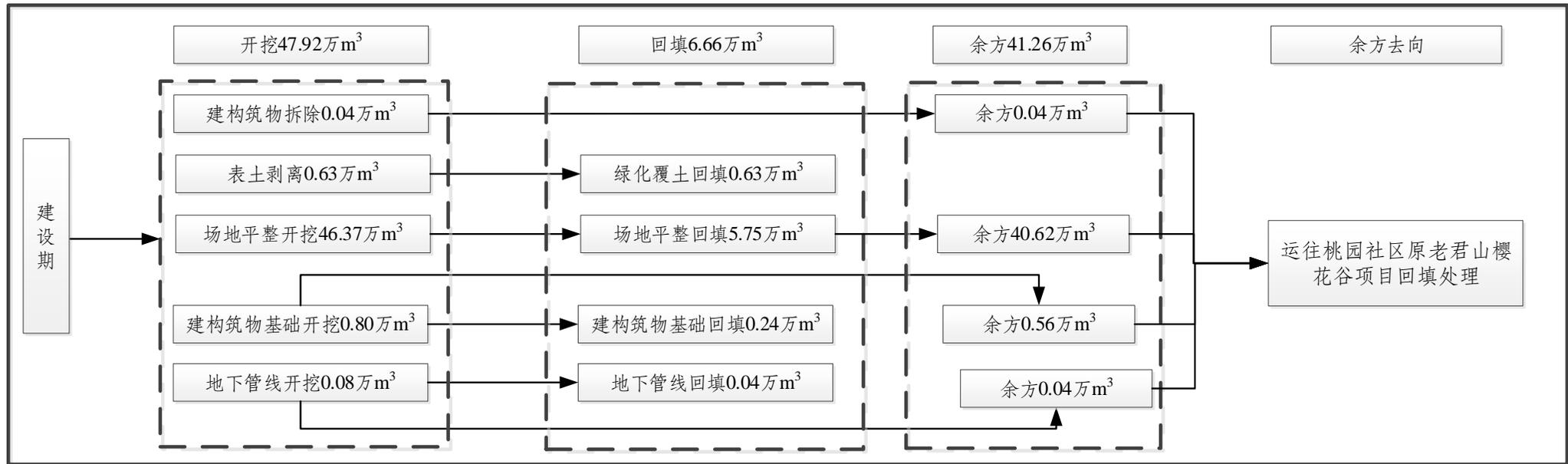


图 2-3 土石方平衡框图

2.4.4 余方综合利用项目点情况

项目在建设过程中，将产生 41.26 万 m^3 （松方）的弃土，经联系正值楚雄市人民政府与南京玉虎文旅集团签约哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目投资运营合作协议，该项目需要大量土方回填平整场地。为做好项目建设水土保持和环境保护工作，降低项目土方开挖造成的水土流失风险，合理利用项目多余弃土，经与楚雄开发区福源农业发展有限公司、桃园社区协商，拟将滇中有色“再生铜资源循环利用建设项目”场平工程产生多余土石方运往桃园社区原老君山樱花谷项目场地，作为楚雄开发区福源农业发展有限公司“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”建设土方回填储备用土，施工单位（云南滇西路桥建设有限公司“项目场平工程 EPC—土方工程专业分包”分包合同详见附件 18）已与楚雄开发区福源农业发展有限公司签订弃土协议，该弃土也得到了楚雄市东瓜镇人民政府同意（详见附件 16 及 17）。弃土协议明确了弃土点的水土保持手续及防治责任由甲方楚雄开发区福源农业发展有限公司负责，建设单位委托的施工单位（云南滇西路桥建设有限公司）仅负责土石开挖运输及弃土推平、运输沿途保洁等相关工作。

根据调查及询问了解，项目余方综合利用点位于桃园社区原老君山樱花谷项目，后期将修建“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”，目前楚雄市人民政府与南京玉虎文旅集团签约哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目投资运营合作协议，目前“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”尚未取得备案证，也未开展水土保持相关工作。

根据《关于云南滇西路桥建设有限公司在“原老君山樱花谷项目场地—哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”弃土的请示》可知（详见附件 16），本项目土方工程专业分包施工单位云南滇西路桥建设有限公司向楚雄市东瓜镇人民政府申请将本项目余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目场地，作为“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”建设土方回填储备用土，该申请得到了楚雄市东瓜镇人民政府同意。该项目总投资 20 亿元，用地面积约 3600 亩，计划 2023 年完成项目修建性详规评审以及 3051 亩林地流转及项目用地报批，力争 2023 年 6 月底前开工。目前“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”已成立专班组，正在办理相关手续。

根据现场调查，桃园社区原老君山樱花谷项目位于楚雄市东瓜镇桃园社区桃源村，地理坐标：东经 $101^{\circ}35'11.09''$ ，北纬 $25^{\circ}04'24.81''$ ，交通较为方便。弃土点距离项目区运距约 3.296km，据楚雄开发区福源农业发展有限公司介绍，该项目点总占地 7.94hm^2 ，可容量土方 105 万 m^3 ，目前已经堆放 45 万 m^3 ，剩余容量 60 万 m^3 可满足本项目余方回填综合利用，截止目前为止本项目余方均运往该项目点综合回填利用。

项目余方综合利用点上侧距离广大铁路 6-10m，下侧距离楚南一级路 1-3m，下游 318m 为居民点，下游 930m 为龙川江，项目点现场东南角堆土高度已超过楚南一级路 2-8m，存在一定的安全隐患，项目点内部凹地尚未回填平整，为了减少水土流失，建议楚雄开发区福源农业发展有限公司尽快开展项目点的水土保持工程，对紧邻楚南一级路一侧修建的挡护措施，由于项目点上游汇水面积较大，约为 30.80hm²，建议楚雄开发区福源农业发展有限公司尽快对回填场地内部埋设涵管，将超高区域土方尽快回填平整，对裸露地表进行临时防尘网覆盖，消除安全隐患。

表 2-11 桃园社区原老君山樱花谷项目位置及现状



项目区距离弃土点 3.296km



桃园社区原老君山樱花谷项目弃土点全景现状



桃园社区原老君山樱花谷项目弃土点现状



桃园社区原老君山樱花谷项目弃土点现状

2.4.5 表土临时堆场

根据现场调查，结合项目区实际地形情况，为减少额外新增扰动地表，本项目将在本工程用地范围内规划表土临时堆场 1 个，为减少重复搬运增加水土流失，表土临时堆场布设于项目区中部东侧的预留用地范围内，占地 0.34hm^2 ，表土临时堆场设计堆放坡比 1:2 ~ 1:1.5，平均

堆高 2.5m，设计堆存表土量 1.29 万 m³，实际堆存 0.63 万 m³，折合为 0.84 万 m³ 松方（松散系数取 1.33）。表土临时堆场特性见表 2-11。

表 2-12 表土临时堆场特性表

名称	位置	占地面积 (hm ²)	设计堆存 量(万 m ³)	实际堆存量 (万 m ³)		平均堆 高(m)	堆放 坡比	最长 堆存 时间
				自然方	松方			
1#表土临时堆场	项目区中部东侧的预留用地范围内	0.34	1.29	0.63	0.84	2.50	1:2~1:1.5	10个月

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程不存在拆迁（移民）安置和专项设施改建。

2.6 施工进度

2.6.1 工程投资

本项目建设单位为楚雄滇中有色金属有限责任公司；项目投资概算 51543.78 万元其中土建投资 49891.86 万元；资金来源为企业自筹，其中自有资金 18025.60 万元（占 30%），银行贷款 42059.74 万元（占 70%），流动资金贷款利率按 3.70%。

2.6.2 施工进度

本工程于 2022 年 12 月开工，预计完工时间为 2024 年 6 月，工期为 19 个月，1.58 年。具体施工进度如下表。

表 2-13 主体工程施工进度表

项目		2022 年 (季度)	2023 年 (季度)				2024 年 (季度)				
		4	1	2	3	4	1	2	3	4	
场地平整		■									
边坡工程防护施工		■									
建构筑物区	建筑物土建施工		■								
	安装、装修工程		■								
道路及硬化广场区	道路路基		■								
	管网安装		■								
	路面施工			■							
绿化区	绿化施工						■				
设备安装调试								■			

2.7 项目区概况

2.7.1 自然概况

2.7.1.1 地形地貌

楚雄市地势西北高，东南低，从西北向东南倾斜，最高山峰为西舍路乡哀牢山脉小越坟山，海拔 2916.1m，最低点为礼社江与彝家拉河、石羊江交汇处，海拔 691m。市人民政府驻地鹿

城镇海拔 1773m。市境地貌可分为山间盆地、中山浅切割宽谷、中山深切割峡谷三大地貌单元。市境西部为山地，习惯称山区或“哨区”东部为丘陵和山间盆地，习惯称“坝区”。境内面积在 5 平方千米以上的坝子共有 6 个，即鹿城、子午、东华、腰站、饱满街、吕合。6 个坝子中均有龙川江及其支流穿过，龙川江由西北流向东南，至腰站往北蜿蜒于低山丘陵中向东流出境。境内群山皆属哀牢山系东麓支干余脉，其在楚雄的支脉为西舍路与景东县交界的大山心，东麓为楚雄市，西麓为景东县。

拟建场地区域上位于程家坝区与东部山区结合部位，属于低山缓丘地带，微地貌为剥蚀残丘及山麓斜坡地貌，项目区整体上处于山头位置，原始地势整体上东高西低，地形起伏较大，场地标高介于 1810.10m~1872.75m，相对高差 62.65m，整体走向为北高南低、东高西低，最低点位于项目区西南角。拟建场地坡面向西，整体坡度介于 7°~12°。本项目场地平整区域原始地形高程为 1810.10m~1847.00m，相对高差 36.90m，整体走向为北高南低、东高西低，最低点位于项目区西南角。

2.7.1.2 地质与地震

（一）地质构造

楚雄市属滇中中台陷地台盖层构造性质，由于西南部哀牢山变质带的强烈上升活动向东的挤压力，东部受绿汁江大断裂的控制影响，产生了旋扭作用，形成了中西部马龙河褶断的三条深断裂，会基关—双柏穹隆褶皱及西南扭动褶皱等复杂构造，为一多地震区。项目区地质构造属川滇南北向构造带南部会基关—双柏穹隆褶皱构造区，主要由北西—南东向的楚雄复式向斜、团山背斜所组成，位于团山背斜西翼，区内未见有断裂发育。

（二）地层岩性

根据钻探成果以及结合勘察资料，本次勘察深度范围内揭露的地层主要有第四系人工堆积层（ Q_4^{ml} ），第四系坡、残积（ Q_4^{dl+cl} ）层及冲、洪积（ Q_4^{al+pl} ）层，白垩系下统高丰寺组（ K_{1g} ）砂岩、泥岩等地层，冲、洪积（ Q_4^{al+pl} ）层的出现是由于拟建场地地形东高西低，在雨季时形成冲沟流水搬运淤积所产生的沉积层。根据地基岩土的形成年代、成因类型及物理力学性能等，该场地的工程地质单元共划分为 5 个单元层，10 个单元亚层，现根据其地质年代、成因及物理力学性质，按工程力学性质划分工程地质单元层及单元亚层，自上而下叙述如下：

（1）第四系人工堆积层（ Q_4^{ml} ）

素填土（单元层代号为①）：浅红色、灰褐色，由黏性土及少量角砾组成，局部含少量级配碎石，粒径 2.0~3.5cm，结构松散~稍密，形成时间大于 3 年，较干燥，部分地段为砼地坪。

该层主要由拟建场地水泥路浇筑形成以及场地整平时所形成的，该层厚度约 0.30~9.00m，层顶标高 1811.50~1839.60m，该层在拟建场地水泥路表层均有分布。

(2) 第四系坡残积(Q₄^{dl+el})层

粉质黏土(单元层代号②)：红褐、紫红色，褐黄色，硬塑状态为主，局部呈可塑状态，切面以稍有光泽，干强度高，韧性中等，无摇振反应，含少量风化砂岩及粉砂岩碎屑，含量约 5~15%，局部含量可达 15%，该层厚度在 0.60~16.50m 范围，层顶标高 1806.80~1858.90m，拟建场地均有分布。

(3) 第四系冲洪积(Q₄^{al+pl})层

有机质土(单元层代号③1)：灰黑、黑色，湿，硬塑状态，局部可塑状态，有光泽，干强度及韧性中等，无臭味，含未完全分解植物结构。该层厚度在 0.20~7.90m 范围，层顶标高 1802.70~1830.20m，拟建场地仅有少部钻孔揭露。

粉质黏土(单元层代号③2)：褐黄色、浅紫、浅红、灰褐色，硬塑状态为主，局部呈可塑状态，上部土体稍松散，切面稍有光泽，底部粗糙，干强度高，韧性中等，无摇振反应，含少量风化砂岩及粉砂岩碎屑，含量约 5~10%，底部含量可达 20%。该层厚度在 2.70~16.70m 范围，层顶标高 1814.30~1821.60m，拟建场地均有分布。

粉土(单元层代号③3)：浅红色、浅灰色，褐黄色，以中密为主，局部稍密，干强度及韧性低，无摇振反应，含风化砂岩及粉砂岩碎屑，含量约 5~10%，局部含量可达 20%。该层厚度为 3.2 m，拟建场地仅有初步勘察钻孔 CK8 分布。

(4) 白垩系下统高丰寺组(K_{1g})层

全风化砂岩(单元层代号为④1)：灰褐色，浅红色，全风化，原岩体机构基本破坏，但局部可辨识，钙泥质结构，薄~中层状构造，节理裂隙发育，以土夹岩状为主，局部岩夹土状，岩块质软，手掰易碎，岩体基本质量等级为 V 级，岩芯采取率为 70~85%，RQD 为 55~65%。本场地内揭露的层顶埋深在 2.00~21.00m 范围，层顶标高 1800.80~1853.5m。该层在场地内均有揭露。

强风化砂岩(单元层代号为④2)：褐色，灰褐色，灰黄色，钙泥质结构，薄层状构造，节理裂隙发育，以土夹岩状为主，局部岩夹土状，岩块质软，手掰易碎，岩体基本质量等级为 V 级。该地层风化程度不均匀，岩芯风化碎块中常夹杂泥岩碎块。本场地内揭露的层顶埋深在 2.30~28.80m 范围，层顶标高 1791.00~1849.20m。该层在场地内均有揭露。

全风化泥岩(单元层代号为⑤1)：全风化，紫红、褐红色，泥质结构，薄~中厚层状构造，风化不均匀，节理裂隙发育，岩体较破碎，岩芯多成碎块状，用镐可挖，干钻不宜钻进，

岩芯采取率为 75~85%，RQD 为 55~65%。本场地内揭露的层顶埋深在 0.80~18.20m 范围，层顶标高 1799.80~1847.00m。该层在场地内均有揭露。

（三）工程地质条件

项目区地质构造简单，属区域次稳定地段，没有大的不利结构组合面（断层带、构造挤压破碎带等），工程地质条件简单，项目区地层承载力能够满足浅置基础建筑物及道路对持力层承载力的要求。项目拟建建筑物多为单层钢混结构和轻型钢结构，设备单重及振动力不大，建议待施工图阶段对建设场地做一定的工程地质勘查。

（四）地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010，2016 年版）及《中国地震动参数区划图》（云南部分）（GB18306-2015），拟建场地抗震设防烈度为 VIII 度，地震分组为第三组，设计基本地震加速度值为 0.20g。建筑抗震设防类别为丙类，现浇钢筋混凝土框架抗震等级为二级，钢结构抗震等级为三级。

（五）不良地质情况

场地内地形平缓，未发现滑坡、崩塌、地裂缝、地面沉降等地质灾害。通过勘察，结合多年地区经验，场地范围内无岩溶、土洞等不良地质作用，无埋藏的河道、暗塘、墓穴、防空洞、孤石等对工程不利的埋藏物，地质灾害级不良地质作用不发育。

2.7.1.3 气象

楚雄市地处云南省东部波状起伏的山原区与西部横断山系纵谷区结合部—哀牢山、点苍山一线东侧，属北亚热带冬干夏湿季风气候区，地处高原，地形复杂，海拔高差大，具有“一山分四季，隔里不同天”的气候特点。气温日差较大，年差较小；冬无严寒，夏无酷暑；干湿季分明，雨热同季；日照充足，霜期较短，冬春降水偏少年平均气温为 15℃，年平均降雨量为 862.7mm。降雨相对集中，干雨季分明，6-10 月份为雨季，降雨量占年降雨量的 80%，11 月至来年 5 月为干季，降雨量占年降雨量的 20%。年极端最大降雨量为 1485.8mm。年平均日照时为 2513h，日照率为 56%。年蒸发量为 1600-2000mm，最强 3-5 月。年平均相对湿度为 71.5%。主导风向为西南风，历年平均风速为 1.7m/s，最大风速为 8m/s，静风率 38%。20 年一遇最大 1h、6h、24h 降水量分别为 47.8mm、72.7mm、90.5mm（据《云南省水文手册》查值计算）。

2.7.1.4 水文

1、地表水

项目位于贡楚雄市东瓜镇，项目属于金沙江水系，长江流域，流域管理机构为长江流域管理机构。楚雄市境内河流分属元江、金沙江两大水系。元江上游的礼社江，从南华县入境，穿越市境西南部，支流有马龙河、三街河、白衣河、五街河、邑舍河、碧鸡河、自雄河；金沙江水系有其支流龙川江从吕合入境，自西向东流经东瓜、鹿城、苍岭，再由西向北出境，是楚雄市坝区的主要河流。主要支流有紫甸河、西静河、河前河、寨子小河、青龙河、苍岭小河。

项目区位于龙川江下游左岸山丘，项目区距离南侧龙川江最近距离 600m。

拟建厂址区域位于楚雄州地处金沙江分水岭上，境内无天然湖泊，也无入境暗河，水资源多由大气降水形成。拟建场地附近稳定的地表水体主要有龙川江，龙川江为金沙江水系一级支流，距离场地南约 1.3km，水面高程约 1777.0m，为场地地下水主要排泄区。

项目区场地标高 1810.10-1872.75m，相对高差 62.25m，整体走向为北高南低、东高西低，场地内部呈中间低两边高的形态，地形条件利于降雨的自然排泄，区内地表径流沿下游沟道向南汇流入龙川江。项目水系图见附图 2。

本项目排水采用雨、污分流排放，雨水及少量生活污水经初期雨水收集池和化粪池收集处理后，接入城市污水管排至下游楚雄城市污水处理厂；建设期施工废水回用于物料拌合、施工养护等工序，做到综合利用，不外排；生产运行期各工段产生的生产废水均排至污水处理设施，再泵扬至各工艺用水点全部循环使用不外排。通过以上措施和工艺，确保本项目建设期和生产运行期的施工、生产污水不外排，雨水和生活污水达标排放，不会周边环境和下游龙川江造成不利影响。

2、地下水

拟建场地属山间盆地地貌，地形相对平缓，根据勘察资料，场地地下水主要赋存于第②2层中风化泥岩中，埋深较深，场地含水层富水性差，地下水受大气降水及地层间互补补给，通过地表蒸发和向场地地势较低地段径流等方式排泄。

2.7.1.5 土壤

根据楚雄市土地普查资料，全市土壤有共水稻土、紫色土、红壤、黄棕壤、石灰岩土、冲积土等 6 个土类，11 个亚类，16 个土属，33 个土种。

据实地踏勘，项目区土壤类型主要为红壤。

根据外业现场调查，项目区原始地貌为林地、建设用地、坡耕地和交通运输用地，其中占用的坡耕地及林地具备表土剥离条件，本工程表土厚度约 0.2-0.4cm。

2.7.1.6 植被

楚雄市有丰富的茶花资源,是云南山茶花的重要原生地之一,也是山茶科植物物种基因库。楚雄市山茶属植物有云南山茶、粗柄连蕊茶、猴子木、毛果山茶、云南山茶、厚皮香 6 种;百年以上云南传统名贵茶花园艺品种古树主要有童子面、松子壳、狮子头、大叶银红、大理茶 5 种。楚雄茶花精品种植园培育的“紫禾”、“楚焰”2 个新品种,通过中国科学院昆明植物研究所茶花专家鉴定正式命名。楚雄本地鉴定、命名的特有品种 36 个,主要分布在紫溪山、黑牛山和三尖山地区。紫溪山云南山茶物种园、黑牛山野生山茶保护区、楚雄茶花精品园、彝海国际茶花文化园等均为观赏和考察楚雄山茶花的理想之地。常见的木本植物有 40 余种,草本植物 20 余种,食用菌 30 余种。分布有野生中草药 640 余种,名贵药材有三七、天麻、茯苓等 56 种。

根据外业现场调查,项目区林地树种主要为云南松,兼有少部分黑荆树、桉树林,林草覆盖率为 69.73%。

2.7.2 其他

根据主体设计资料,本项目建设场址未涉及饮用水水源保护区、水功能一级区的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等区域。

2022 年 8 月 16 日,楚雄城建投资开发有限公司取得了《云南省林业和草原局准予行政许可决定书“使用林地审核同意书”》(云林许准〔2022〕1088 号),同意楚雄高新区绿色铜标准厂房建设项目占用楚雄州楚雄市东瓜镇桃园社区居委会集体林地 10.3810 公顷。其中:用材林林地 9.2055 公顷,经济林林地 0.0604 公顷,其他林地 1.1151 公顷,详见附件 9。

2022 年 10 月 21 日,楚雄城建投资开发有限公司取得了楚雄市行政审批局批复的《林木采伐许可证》。

2022 年 10 月 14 日,楚雄州人民政府取得了《云南省人民政府建设用地审批件关于楚雄市 2022 年度第七批次城镇建设农用地转用及土地征收的批复》(云政土复〔2022〕115 号),同意楚雄市将东瓜镇桃园社区居民委员会的农民集体所有农用地 12.6549 公顷(其中耕地 0.2172 公顷)转为建设用地并办理征地手续,详见附件 10。

建设单位于 2022 年 11 月 29 日取得了《楚雄市自然资源和规划局高新区分局关于楚雄滇中有色金属有限责任公司查询“再生铜资源循环利用基地建设项目”是否属于“三区三线”用地

范围情况的说明》，明确了本项目占地范围内未压占生态保护红线、永久基本农田，项目位于城镇开发边界内，已经是国有建设用地，详见附件 11。

3 项目水土保持评价

评价的指导思想是：针对工程建设对水土流失的影响及项目区水土流失现状，从水土保持、生态景观的角度出发，分析论证主体工程设计是否存在水土保持制约因素，建设方案的各项水土保持指标是否合理，主体工程有哪些工程具有水土保持功能，然后提出水土保持方案的推荐意见。

3.1 主体工程选址（线）水土保持制约性因素评价

（1）项目所在地云南省楚雄市东瓜镇不涉及国家级、云南省水土流失重点预防区和重点治理区。根据《楚雄州水务局关于划分州级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》，项目所在地楚雄市东瓜镇桃园社区，属于滇中北楚雄州级水土流失重点治理区，因此依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）要求及相关法律、法规，水土流失防治等级应执行一级。

（2）本项目建设场地不属于全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区，未占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

（3）项目未占用河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

主体工程布局符合阳楚雄经济开发区工业园区总体用地规划，充分利用现状地形、地势，最大限度的减少土石方开挖，施工总体布置遵循因地制宜、因时制宜、注重施工区环境保护和水土流失，有利施工、方便生活、易于管理、安全可靠、经济合理的总原则。主要表现在：

（1）主体工程在进行项目总平面布置时，考虑到在满足设计的情况下，节省投资，因地制宜，紧凑布局，节约用地。项目区建筑物集中布设与项目区中部，与西侧 700t/d 选矿厂项目保持协调，在建筑物及道路广场周边分散布设景观绿化；本项目为加工制造类项目，主体工程注重环境保护，配套建设了初期雨水收集及事故水池，有利于水土保持。

（2）工程竖向布置时，由于项目区整体地势高差较大，为减少开挖，本项目竖向设计采用分台建设，项目区西侧与 700t/d 选矿厂项目之间通过修建 1.5—6.5m 高的挡土墙+回填平整的方式过渡，项目区整体布设在 1821m 一个平

台内，对东侧、东北侧、东南侧施工出现的挖方边坡通过修建“放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+钢筋锚杆+网喷”等方式处理；西南角 1813.3m 平台利用 700t/d 选矿厂项目预留工业用地单独作为一个平台修建，西南角两个平台之间通过挡土墙+放坡的方式过渡高差，减少了土石方的回填，节约了投资。

为减少土石方挖填工作，项目区东侧及南侧预留发展用地本次仅进行灌木砍伐，以及树根、草皮的清理工作，保持原始地势，不进行场地平整施工，后期对该区域进行厂区绿化。

本项目利用分台施工的特点，依据施工时序，进行了回填土石方和表土的调运，部分土石方项目区内回填利用，不新增临时占地用于回填土堆存，也减轻了对项目区周边自然生态环境的破坏；主体工程通过分台建设，既能减少土石方开挖，也有利于土石方的综合利用，减少高边坡的出现，保证主体工程的安全，也能节俭投资，有利于水土保持。

(3) 本项目建设过程中，项目总体布局考虑到施工的需要，项目施工场地布置在项目区内，不新增临时占地；项目位于城区，施工营地就近采用租房的形式解决，不在另设施工营地；进行减少了对地貌的扰动，符合水土保持要求。

(4) 由于本项目属于冶金类项目，环境污染相对较大，诸如苯类物质、氯化物及其他类型的有害气体。为了减少项目建设对周边环境的影响，主设设计对项目区东侧预留用地的原生植被进行了清理，主体设计从确保园林四季常青、美化企业周边环境、提升环境保护效果、净化有害工业物质等方面出发，因此通过绿化园林的合理配置，企业就可以根据所处环境来选择能够显著净化、过滤掉有害物质的植物，通过发挥该类型植物良好的滞尘能力，能够起到对有害物质良好的净化效果。另外可以通过对于诸如连翘、金叶风箱果、金叶女贞、金森女贞(新)、金边女贞(新)、胶东卫矛、大叶黄杨在内的多种净化型绿色植物进行配置，在提高园区生物多样性的同时能够有效避免冶金企业厂区环境污染加大，对于创建生态型绿色环境起到良好的助益。因此预留用地砍伐原生植被进行园林式绿化是合理可行的。

综上，工程建设方案、平面布局和竖向布局已最大程度的兼顾了水土保持要求，满足水土保持要求，基本合理可行。

3.2.2 与水土保持法的相符性评价

本项目与《中华人民共和国水土保持法》（2011年3月1日实施）的相符性分析详见下表。

表 3-1 项目与水保法相符性分析表

条款	《水土保持法》中的相应条款	本工程情况	符合性
第十七条	禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动。	本项目不在上述区域取土石料	符合
第十八条	水土流失严重、生态脆弱的地区，应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动，严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本项目不涉及所述区域	符合
第二十条	禁止在二十五度以上陡坡地开垦种植农作物。在二十五度以上陡坡地种植经济林的，应当科学选择树种，合理确定规模，采取水土保持措施，防止造成水土流失。	不属于此类项目	符合
第二十一条	禁止毁林、毁草开垦和采集发菜。禁止在水土流失重点预防区和重点治理区铲草皮、挖树兜或者滥挖虫草、甘草、麻黄等。	不属于此类项目	符合
第二十四条	生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区；无法避让的，应当提高防治标准，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损毁范围，有效控制可能造成的水土流失。	项目区不涉及水土流失重点预防区和重点治理区	符合

通过与《中华人民共和国水土保持法》中相应条款对比分析，本项目不存在水保法中的几种禁止性行为及制约性因素。

3.2.3 与（GB50433-2018）中对主体工程的约束性规定的相符性分析

本项目与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中对主体工程的约束性规定中与本项目有关系的条款分析详见下表：

表 3-2 与《生产建设项目水土保持技术标准》对主体工程的约束性规定的相符性分析表

条款	(GB50433-2018) 的规定	本项目情况	符合性
第 3.2.1 条	主体工程选址(线)应避让下列区域: 1、水土流失重点预防区和重点治理区; 2、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带; 3、全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家规定的水土保持长期定位观测站	1、项目所在地楚雄市属于州级滇中北楚雄州级水土流失重点治理区,项目采取提高相应的防护标准。 2、项目区不属于该区域范围。 3、工程选址不在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点和重点试验区,不在国家规定的水土保持长期定位观测站。	符合
第 3.2.2 条	建设方案应符合下列规定: 1、公路、铁路工程在高填深挖路段,应采用加大桥隧比例的方案,减小大挖大填;填高大于 20m,挖深大于 30m 的,应进行桥隧替代方案论证;路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上,应采用植物防护或工程与植物防护相结合的设计方案; 2、城镇区的建设项目应提高植被建设标准,注重景观效果,配套建设灌溉、排水和雨水利用设施; 3、山丘区输电工程塔基应采用不等高基础,经过林区的应采用加高杆塔跨越方式; 4、对无法避让水土流失重点预防区和重点治理区的生产建设项目,建设方案应符合下列规定: ①应优化方案,减少工程占地和土石方量;公路、铁路等项目填高大于 8m 宜采用桥梁方案;管道工程穿越宜采用隧道、定向钻,顶管等方式;山丘区工业场地宜优先采取阶梯式布置。 ②截排水工程、拦挡工程的工程等级和防洪标准应提高一级。③宜布设雨洪集蓄、沉沙设施。 ④提高植物措施标准,林草覆盖率应提高 1 个~2 个百分点。	1、本项目不属于公路、铁路工程; 2、本项目属于城镇区项目,已提高植被建设标准,并配套建设有雨污设施; 3、本项目不属于输电工程; 4、项目所在地楚雄市已优化方案,减少工程占地和土石方量,并提高林草覆盖率防护标准。	符合
第 3.2.3 条	严禁在崩塌和滑坡危险区、泥石流易发区内设置取土(石、砂)场	本项目不在上述区域取土石料	符合
第 3.2.4 条	取土(石、砂)场设施尚应符合下列规定: 1、应符合城镇、景区等规划要求,并与周边景观相互协调; 2、在河道取土(石、砂)的应符合河道管理的有关规定; 3、应综合考虑取土(石、砂)结束后的土地利用。	本项目不设置取土(石、砂)场,所需绿化覆土均来源于项目区前期剥离表土;	符合
第 3.2.5 条	严禁在对公共设施、基础设施、工业企业、居民点等有重大影响区域设置弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)场。	本项目无永久弃渣产生,不设置弃渣场,工程开挖废弃土方除自身回填所需量外,其他全部运送其他项目综合回填利用;	基本符合
第 3.2.6 条	弃土(石、渣、灰、矸石、尾矿)场设置尚应符合下列规定: 1、涉及河道的应符合河流防洪规划和治导线的规定,不得设置在河道,湖泊和建成水库管理范围内; 2、在山丘区宜选择荒沟、凹地,支毛沟,平原区宜选择凹地、荒地,风沙区宜避开风口; 3、应充分利用取土(石、砂)场、废弃采坑、沉陷区等场地; 4、应综合考虑弃土(石、渣、灰、开石、尾矿)结束后的土地利用。	本项目不设置弃渣场,工程开挖废弃土方除自身回填所需量外,其他全部运送其他项目综合回填利用;	符合
第 3.2.7 条	施工组织设计应符合下列规定:	1、本工程占地已避开植被相对良好	符合

条款	(GB50433-2018)的规定	本项目情况	符合性
	1、应控制施工场地占地，避开植被相对良好的区域和基本农田区。 2、应合理安排施工，防止重复开挖和多次倒送，减少裸露时间和范围。 3、在河岸陡坡开挖土石方，以及开挖边坡下方有河渠、公路、铁路、居民点和其他重要基础设施时，宜设计渣石渡槽、溜渣洞等专门设施，将开挖的土石导出。 4、弃土，弃石、弃渣应分类堆放。 5、外借土石方应优先考虑利用其他工程废弃的土(石、渣)，外购土(石、料)应选择合规的料场。 6、大型料场宜分台阶开采，控制开挖深度。爆破开挖应控制装药量和爆破范围。 7、工程标段划分应考虑合理调配土石方，减少取土(石)方、弃土(石渣)方和临时占地数量。	的区域和基本农田区； 2、工程施工安排合理； 3、本工程不涉及该区域； 4、本项目不存在所述情况； 5、项目区无外借土石方情况，符合要求； 6、工程不属于大型料场项目； 7、本项目为点型项目，在区域内调配，不新增其他临时占地。	符合性
第 3.2.8 条	工程施工应符合下列规定： 1、施工活动应控制在设计的施工道路、施工场地内； 2、施工开始时应首先对表土进行剥离或保护，剥离的表土集中堆放，并采取防护措施。 3、裸露地表应及时防护，减少裸露时间；填筑土方时应随挖、随运、随填、随压。 4、临时堆土(石、渣)应集中堆放，并采取临时拦挡、苫盖、排水、沉沙等措施。 5、施工产生的泥浆应先通过泥浆沉淀池沉淀，再采取其他处置措施。 6、围堰填筑、拆除应采取减少流失的有效措施。 7、弃土(石、渣)场地应事先设置拦挡措施，弃土(石渣)应有序堆放。 8、取土(石、砂)场开挖前应设置截(排)水、沉沙等措施。 9、土(石、料、渣、矸石)方在运输过程中应采取保护措施，防止沿途散溢。	1、工程施工活动均控制在设计的施工道路、施工场地内； 2、工程前期将进行表土剥离，所需绿化覆土均来自前期表土剥离。 3、项目区裸露地表及时防护，减少裸露时间；填筑土方时随挖、随运、随填、随压。 4、临时堆土将新增采取覆盖措施进行防护。 5、本方案将新增沉沙措施； 6、本项目无围堰填筑、拆除； 7、本项目不设置弃渣场； 8、工程建设需的砂、石等材料采用购买的形式解决，均为合法料场，应签署购销协议。	符合

综上，对照《生产建设项目水土保持技术标准》相关条例，工程无水土保持制约性因素。

3.2.4 本项目与《云南省水土保持条例》对照分析

《云南省水土保持条例》文中规定了部分内容，生产建设项目有其中之一者，则审批部门对该项目水土保持方案不予批准。经对比分析，本项目不与《云南省水土保持条例》中的规定冲突。

表 3-3 本项目与《云南省水土保持条例》相符性分析表

序号	云南省水土保持条例的规定	本项目情况	相符性
1	不符合流域综合规划的	本工程符合规划	符合
2	实行分期建设，其前期工程存在水土保持方案未编报、未落实和水保设施未验收等违法行为，尚未改正的	本项目前期工程均已进行水保设施验收	符合
3	位于重要江河、湖泊水功能一级区内的保护区、保留区可能严重影响水质的	本工程项目区不在所述区域	符合
4	对饮用水水源区水质有影响的	本工程附近无饮用水源区，本工程对水质无影响	符合

3.2.5 主体工程选线水土保持制约性因素评价

本项目选址唯一；项目建设方案布设时充分利用了场地外形和自然地形，使工艺流程更加简捷顺畅，布局紧凑合理；通过各项措施实施后基本符合水土保持法律法规、技术标准的规定。项目选址符合对应文件关于项目水土保持限制和约束性规定，不存在制约性因素。

通过以上分析，工程方案避开了泥石流、滑坡以及崩塌等地质灾害区域，不涉及国家划分的水土流失重点预防保护区和重点治理成果区，主体工程选线不与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《中华人民共和国水土保持法》、《云南省水土保持条例》约束性规定冲突，本项目建设无限制性因素。

3.2.6 基本农田、生态红线、公益林、自然保护区等制约性分析评价

建设单位于2022年11月29日取得了《楚雄市自然资源和规划局高新区分局关于楚雄滇中有色金属有限责任公司查询“再生铜资源循环利用基地建设项目”是否属于“三区三线”用地范围情况的说明》，明确了本项目占地范围内未压占生态保护红线、永久基本农田，项目位于城镇开发边界内，已经是国有建设用地，详见附件11。

2022年8月16日，楚雄城建投资开发有限公司取得了《云南省林业和草原局准予行政许可决定书“使用林地审核同意书”》（云林许准〔2022〕1088号），同意楚雄高新区绿色铜标准厂房建设项目占用楚雄州楚雄市东瓜镇桃园社区居委会集体林地10.3810公顷。其中：用材林林地9.2055公顷，经济林林地0.0604公顷，其他林地1.1151公顷，同意该项目占用林地，占用前需要完善相关手续。2022年10月21日，楚雄城建投资开发有限公司取得了楚雄市行政审批局批复的《林木采伐许可证》。因此本项目占用林地不涉及公益林。

本项目区占地不涉及基本农田、生态红线、公益林、自然保护区，不存在制约性因素，本项目选址合理。

3.2.7 工程占地评价

本项目总计占地面积为15.33hm²，选址及用地唯一，占地类型为坡耕地、建设用地、林地及交通运输用地，占地类型主要为林地，地块已经由政府规划为

城市建设用地，因此主体工程征占地满足水土保持的要求。从占地类型看，本项目永久占地全部已调整为建设用地，无新增临时占地，符合水土保持要求。

2022年8月16日，楚雄城建投资开发有限公司取得了《云南省林业和草原局准予行政许可决定书“使用林地审核同意书”》（云林许准〔2022〕1088号），同意楚雄高新区绿色铜标准厂房建设项目占用楚雄州楚雄市东瓜镇桃园社区居委会集体林地10.3810公顷。其中：用材林林地9.2055公顷，经济林林地0.0604公顷，其他林地1.1151公顷，同意该项目占用林地，占用前需要完善相关手续。2022年10月21日，楚雄城建投资开发有限公司取得了楚雄市行政审批局批复的《林木采伐许可证》。

2022年10月14日，楚雄州人民政府取得了《云南省人民政府建设用地审批件关于楚雄市2022年度第七批次城镇建设农用地转用及土地征收的批复》（云政土复〔2022〕115号），同意楚雄市将东瓜镇桃园社区居民委员会的农民集体所有农用地12.6549公顷（其中耕地0.2172公顷）转为建设用地并办理征地手续，详见附件11。

就占地面积看，主体工程施工组织设计时，考虑了占地最小、扰动地表最少的原则，如建筑物布局集中、道路布置紧凑、施工场地布置在道路及硬化广场区内，以控制施工占地范围，减小工程扰动地表面积。

综上所述，本项目占地考虑了占地最小、扰动地表最少的原则，使工程建设对原地表土壤、植被影响降到了最低；工程永久占地范围未超出政府规划用地，避免了对周边资源的不利影响，符合水土保持要求。

3.2.8 土石方平衡评价

3.2.8.1 建设区土石方平衡合理性分析与评价

本项目在建设过程中共开挖产生土石方47.92万 m^3 （其中场地平整46.37万 m^3 ，建筑垃圾0.04万 m^3 ，表土剥离0.63万 m^3 ，管线开挖0.08万 m^3 ，建筑物基坑开挖0.80万 m^3 ），回填土石方6.66万 m^3 （其中场地平整回填5.75万 m^3 ，管线顶部回覆0.04万 m^3 ，基坑回填0.24万 m^3 ，绿化覆土0.63万 m^3 ），产生余方41.26万 m^3 ，余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目。

土石方平衡合理性分析：根据主体资料，结合场地原地貌高程及项目竖向情况，采取分台的布置方式，最大限度的减少土石方挖填工程量，开挖后的土石方

一部分用于场区回填，剩余土石方运至桃园社区原老君山樱花谷项目合理处置。本工程既优先考虑了土石方的综合利用，又最大程度避免了场内渣土堆积造成的水土流失危害。由于项目区原始地貌高差较大，虽然主体工程已采取了分台减少，但在场地平整过程中不可避免的产生了弃渣，但建设单位在项目建设前期已签订弃渣协议，将项目产生的所有弃渣全部运至桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。弃土点位于桃园社区原老君山樱花谷项目，后期修建“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”。弃土协议明确了弃土点的水土保持手续及防治责任由甲方楚雄开发区福源农业发展有限公司负责，建设单位委托的施工单位（云南滇西路桥建设有限公司）仅负责土石开挖运输及弃土推平、运输沿途保洁等相关工作。桃园社区原老君山樱花谷项目位于楚雄市东瓜镇桃园社区桃源村，地理坐标：东经 $101^{\circ}35'11.09''$ ，北纬 $25^{\circ}04'24.81''$ 。该弃土点上侧为 G56 杭瑞高速，位于 320 国道一侧，交通较为方便。根据现场调查，弃土点距离项目区运距约 3.296km。

综上分析，本方案认为本工程土石方调配基本是合理，符合水土保持要求。

3.2.8.2 运行期土石方平衡合理性分析与评价

根据项目《可行性研究报告》，本项目生产运行期每年产出中和渣 23100t（ 1.44 万 m^3 ，容重 $1.6t/m^3$ ），每年产出渣选尾矿 23.23t（ 33.19 万 m^3 ，容重 $0.7t/m^3$ ）；中和渣将运往滇中有色现有的苍岭中和渣库安全填埋。渣选尾矿进行外售处理，业主单位楚雄滇中有色金属有限责任公司已和供销商初步签定了尾矿渣供销协议，项目投产前，业主单位将落实全部尾矿渣外售、外运的供销协议，以确保生产期间产生的渣选尾矿得到妥善处置。苍岭弃渣场位于苍岭镇饱满街，距离厂区 23km，弃渣场占地 $4.13hm^2$ ，容量为 23.42 万 m^3 ，服务年限 20.81 年，于 2010 年初建成投入使用，目前堆渣量为 18.50 万 m^3 ，可堆渣量 4.92 万 m^3 ，年产渣量为 1.44 万 m^3 ，剩余库容还可满足 3.42 年的堆存需求，本项目改扩建后产生的中和渣均运往苍岭渣库堆存。

目前建设单位正在开展生产工艺改造，已于 2022 年 8 月编写了《楚雄滇中有色金属有限责任公司污酸硫化法处理项目建议书》；经过工艺改造后，厂区将产生硫化砷渣和脱硫石膏渣，其中硫化砷渣云南省内填埋企业有曲靖银发危险废物集中处置有限公司、红河州现代德远环境保护有限公司、云南大地丰源环保有限公司等进行填埋处置；脱硫石膏渣经过脱水处理后（水份 $\leq 12\%$ ），周边水泥

厂可以进行利用。工艺改造工程计划 2024 年 6 月完工，工艺改造后不再产生中和渣，项目改造完成后将对苍岭弃渣场进行闭库封场验收处理。

生产运行期产出的渣选尾矿和中和渣，通过外售利用和运往已建苍岭弃渣场，较为妥善的处置了工业废渣的去向，有利于项目区的水土保持。本方案要求渣选尾矿和中和渣清运单位在弃土运输过程中严禁超载、超运，需使用封闭卡车外运，做好外运期间的水土保持防护措施，减少水土流失。

综上分析，本方案认为本工程运行期固废处理基本是合理，符合水土保持要求。

3.2.9 取土（石、砂）场设置评价

本项目建设所需的石料、绿化覆土、砂及碎石料等均从合法的土料场、石料场及砂场购买，对挖沙、采石及取土造成的水土流失责任由出售方负责，避免了因挖砂取石、土造成的新增水土流失，因此不涉及取土场评价。

3.2.10 弃土场设置评价

本项目建设无弃渣产生，因此不涉及弃渣场评价。

项目在建设过程中，将产生 41.26 万 m^3 （松方）的弃土，经联系正值楚雄市人民政府与南京玉虎文旅集团签约哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目投资运营合作协议，该项目需要大量土方回填平整场地。为做好项目建设水土保持和环境保护工作，降低项目土方开挖造成的水土流失风险，合理利用项目多余弃土，经与楚雄开发区福源农业发展有限公司、桃园社区协商，拟将滇中有色“再生铜资源循环利用建设项目”场平工程产生多余土石方运往桃园社区原老君山樱花谷项目场地，作为楚雄开发区福源农业发展有限公司“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”建设土方回填储备用土，施工单位（云南滇西路桥建设有限公司）已与楚雄开发区福源农业发展有限公司签订弃土协议，该弃土也得到了楚雄市东瓜镇人民政府同意；

弃土点位于桃园社区原老君山樱花谷项目，后期修建“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”。弃土协议明确了弃土点的水土保持手续及防治责任由甲方楚雄开发区福源农业发展有限公司负责，建设单位委托的施工单位（云南滇西路桥建设有限公司）仅负责土石开挖运输及弃土推平、运输沿途保洁等相关工作。

桃园社区原老君山樱花谷项目位于楚雄市东瓜镇桃园社区桃源村，地理坐标：东经 101°35'11.09"，北纬 25°04'24.81"。该弃土点上侧为 G56 杭瑞高速，位于 320 国道一侧，交通较为方便。根据现场调查，弃土点距离项目区运距约 3.296km。建议施工单位使用封闭卡车外运，做好外运期间的车辆清洗、覆盖等水土保持防护措施，减少水土流失。其处置过程及结果由建设单位监督，跟踪实施情况。

项目余方综合利用点上侧距离广大铁路 6-10m，下侧距离楚南一级路 1-3m，下游 318m 为居民点，下游 930m 为龙川江，项目点现场东南角堆土高度已超过楚南一级路 2-8m，存在一定的安全隐患，项目点内部凹地尚未回填平整，为了减少水土流失，建议楚雄开发区福源农业发展有限公司尽快开展项目点的水土保持工程，对紧邻楚南一级路一侧修建的挡护措施，由于项目点上游汇水面积较大，约为 30.80hm²，建议楚雄开发区福源农业发展有限公司尽快对回填场地内部埋设涵管，将超高区域土方尽快回填平整，对裸露地表进行临时防尘网覆盖，消除安全隐患。

综上所述，本项目的建设单位必须做到弃渣即时清运、集中堆放、集中防治，减少了重复占地的承诺，由建设单位负责监督建设单位，减少不必要的水土流失。因此本工程弃渣处置基本合理、可行。

3.2.11 施工方法与工艺评价

3.2.11.1 施工布置评价

(1) 本项目在建设过程中所需的石料、水泥、砂石、取土等均在当地具有合法开采权的料场购买，不再自设料场，这将避免大量砂、石料场的重复建设，有利于集中治理该地区砂、石料开采造成的水土流失。

(2) 本工程施工作业布设在占地范围内，施工将不新增临时占地，减少了扰动。

(3) 本项目外部交通运输便利，项目在建设过程中充分利用现有周边交通路网进行运输，可减少对外环境的影响。

(4) 本项目施工时间较长，施工时序配合得当、衔接精密，工程施工时序有机结合，分组、分段施工，能够将有限的施工力量集中后进行施工，保证了项目的施工进度，同时能够有效地控制扰动时间和水土流失时间。

(5) 施工用水、用电皆从周边就近接引，不需新修取水管道和取电线路，没有新增占地；

综上所述，主体工程的施工布置基本能满足水土保持要求，施工布置合理。

3.2.11.2 施工方法及工艺

工程在施工过程中，规划对场地开挖、填筑、地基处理等进行详细的设计，同时实施部分排水工程，有效地减少了地表径流对场地的冲刷，防止对主体工程的施工安全造成影响，以上工作均具有一定的水土保持效益，满足水土保持要求。

工程建设土石方开挖以机械和人力施工为主，建筑施工以机械和人力为主，土方开挖从上到下分层分段依次进行，有利于开挖方的控制，减少多余土石方的产生；开挖面做成一定的坡度，以利排水。工程施工使用机械施工，有助于提高施工效率，减少开挖回填时间，从而减少了水土流失。开挖填筑土方时做到了随挖随运、随填、随压，避免了水土流失。施工工序采取了先挡后填的顺序进行施工，有效防止了由于自身重力或外力作用造成的坍塌和雨水冲刷造成的水土流失周边环境的影响。

本工程施工期为 2022 年 11 月~2024 年 6 月底，工程场地平整及基础开挖等主要位于旱季施工，雨季时主要进行建构筑物地上部分施工，因此工程施工工期安排合理，可有效减少水土流失的发生。

项目施工工序：场地平整→建筑物基础开挖及回填→综合管线→道路广场施工→绿化施工，各个施工阶段中都融入了水土保持的因素，场地平整改变了地形坡度，减缓水流速度，基础开挖及回填后及时进行道路广场的硬化，硬化地表结构紧密，抗蚀力增强，最后的绿化措施覆盖了裸露地表，减少水土流失的产生，整个工序利于水土保持。

主体工程对项目区出现的挖方边坡采用“分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷”的支护方案，对填方边坡采用“衡重式毛石挡墙+墙背分层夯实回填”支护方案，主体工程设计的挡护措施，既能保证主体工程场地的安全，也能起到较好的水土保持效果。

总之，主体工程采用的施工工艺和技术较为成熟，当前在国内普遍使用，能够达到水土保持的效果，确保施工进度，减少施工占地和影响范围，符合水土保持技术要求。

3.2.12 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

出于主体工程安全角度考虑,主体工程对项目区设计了排水工程、景观绿化、植草护坡、地表硬化、挡墙等防护措施,在满足主体工程需要的同时,也具有水土保持效果。在本方案编制过程中,需要对主体工程采取的防护措施进行分析与评价,论证防护措施的水土流失防治能力,有助于完善工程水土保持防治体系,同时还可以对主体工程的设计进一步优化,避免措施的重复设计。

3.3 主体工程中水土保持措施界定

3.3.1 界定原则

(1) 以防治水土流失为主要目标的防护工程,应界定为水土保持工程。以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程,不纳入水土保持防治体系,仅对其进行水土保持分析与评价;

(2) 对建设过程中的临时征地、临时占地,因施工结束后需归还当地群众和政府,水土流失防治责任将发生转移,需通过水土保持验收予以确认,各项防护措施均应界定为水土保持工程,纳入水土流失防治措施体系;

(3) 对永久占地区内主体设计功能和水土保持功能难以直观区分的防护措施,可按破坏性试验的原则进行排除:假定没有这项防护措施,主体设计功能仍旧可以发挥作用,但会产生较大的水土流失,该项防护措施应界定为水土保持工程,纳入水土流失防治体系。

3.3.2 水土保持措施界定成果

根据水土保持措施的界定原则,对主体设计资料进行分析,主体工程具有水土保持功能的措施主要有以下措施:

表 3-4 水土保持措施界定表

项目区	纳入水土保持投资措施	不纳入水土保持投资措施
建构筑物区	/	彩钢板挡护、基坑抽排
道路及硬化广场区	砖砌排水沟、临时排水沟、集水池	围墙、挡土墙、污水管网、地表硬化
绿化区	景观绿化	/
挖方边坡区	砖砌截排水沟、植草护坡	网喷混凝土护坡
预留用地区	景观绿化	/

3.3.3 主体工程中不计入水土保持工程投资的措施分析与评价

经过对主体工程的分析统计,主体工程中具有水土保持功能但不计入水土保持方案投资的措施主要包括彩钢板挡护、硬化地表、围墙、挡土墙、基坑抽排、污水管网等。

3.3.3.1 彩钢板围栏

由于项目区西侧已建有围墙,因此施工单位将项目区的北侧、东侧、南侧设置彩钢板临时围挡,围挡长度为 840m,高 3m;彩钢板将施工范围控制在用地红线内,在满足施工要求的同时,也有效阻止了项目区土石方外泄至其他区域,减少工程施工对项目区周边环境的影响,从而有水土保持的作用。

水土保持评价:彩钢板的布设能够满足文明施工要求,能够起到维护主体工程稳定和施工安全作用的同时,客观上也起到了防治水土流失的作用,具有一定的水土保持功能。

3.3.3.2 基坑抽排

主体工程考虑在建筑物基础开挖产生积水、雨水时,拟采用抽水机进行抽排,抽水机拟采用 IS80-65-125 自吸式离心泵,扬程 20m,流量 50t/h,功率 5.5kw。本项目共配置 1 套抽水设备。单套包括抽水机一台,配套水管 20m。

水土保持评价:地下水抽排具有水土保持功能,但主要是为主体工程安全管理服务,故不计入水土保持投资。

3.3.3.3 硬化地表

主体工程对项目区道路、广场进行了地表硬化,硬化地表能够有效防止因雨水击溅和冲刷而造成水土流失。

水土保持评价:硬化地表能有效的减少因雨水击溅和冲刷而造成水土流失,但属于主体工程不可缺少的部分,主要为主体工程安全运行服务,该部分措施投资不计入水土保持投资。

3.3.3.4 挡土墙及围墙

3.3.3.4.1 挡土墙及围墙工程量

拟建场地按 2 个平台进行场地平整,平台开挖、回填后将形成挖填边坡,主体工程设计在平台土石方回填之前和开挖之后,沿平台外缘和挖方边坡坡脚砌筑浆砌石挡土墙进行支护。本项目挖方边坡高度约 2.0—28.5m,本项目挖方边坡共

计支护挡土墙长度为 542.1m；本项目新建道路为填方路基通过，主要分布在场地西侧及南侧局部，填方高度 5.5m~9.0m，本项目填方边坡共计支护挡土墙长度为 235.6m，共计修建挡土墙 777.70m。

本项目挡墙主要为衡重式挡墙、重力式挡墙及仰斜式挡墙；挡墙墙身采用毛石砂浆砌筑，砌体用的水泥、片石、砂及水等要求质地均匀，顶面采用 M10 砂浆抹面，墙体横向每 3m，纵向每 1.0m 处设置一个孔径为 8cm×8cm 的排水孔，排水孔坡降 5%，呈品字形布设，墙体内侧排水孔位置充填碎石反滤层；设计顶宽 0.35~0.4m，墙趾宽 0.15~0.40m，墙体高 1.2~4.0m，墙面坡比 1: 0.25 或直立，墙背坡比为 1: 0.3~1: 0.4 或直立，墙基宽 0.8~2.7m，基础埋深 0.4~1.0m，挡土墙每隔 10~15m 设置一道宽 3cm 的沉降缝，充填沥青或木板。局部挡土墙上部修建围墙，共计修建围墙 840m。

水土保持评价：挡土墙措施具有一定的水土保持功能，但其主要是为了确保挖方边坡的安全稳定而修建，为主体工程服务，因此，不计入到水土保持投资中。工程设置围墙，不但能起到防盗、保障施工顺利进行的作用，围墙将建筑区和周边区域隔离开，减少项目施工建设过程中废水、废气、噪音对周边环境的影响，在雨季能防治项目内含砂径流四处扩散，对周边环境产生不利影响，因此，围墙具有一定水土保持功能，但其投资不计入水土保持方案投资。

3.3.3.4.2 边坡及挡土墙稳定性分析

根据《楚雄滇中有色金属有限责任公司再生铜资源循环利用基地建设项目场平工程附：设计计算书》可知，项目区边坡稳定性分析情况如下：

3.3.3.4.2.1 本场平边坡支护主要形式如下：

(1) 挖方边坡（1-1、2-2、2'-2'、3-3、3'-3'、4-4、5-5、6-6 剖面）：主要分部与场地北侧、东侧、南侧大部分，本区域场平边坡主要为挖方边坡，采取的支护形式为“坡脚护坡挡墙（仰斜式）+上部分台放坡+框格梁+锚索（杆）+坡面网喷封闭”，局部采用“坡脚护坡挡墙（仰斜式）+放坡+锚杆+坡面网喷封闭”；

(2) 填方边坡（7-7、8-8、9-9 剖面）：主要分部与场地南侧局部、西侧，本区域场平边坡主要为填方边坡（垂直填方），采取的支护形式为“挡墙支护（衡重式毛石挡墙）+墙背夯实回填”；

3.3.3.4.2.2 主要计算分析：

(1) 挖方边坡 (1-1、2-2、2'-2'、3-3、3'-3'、4-4、5-5、6-6 剖面)：其主要计算分析为放坡坡体稳定性计算分析

①针对不同的潜在滑动面分别进行稳定性计算分析,潜在滑动面根据各剖面分级放坡坡比、地层分部进行综合选取及考虑;其潜在滑动面包含浅层滑动面、岩土交界处潜在滑动面、深层滑动面等;

②其中放坡坡体稳定性计算时针对各剖面不同的潜在滑动面均采用三种工况进行计算,第一种工况为天然工况(设计工况),第二种工况地震工况(校核工况),第三种工况暴雨工况(校核工况);

(2) 填方边坡 (7-7、8-8、9-9 剖面)：其主要计算分析为挡墙综合计算分析;

其中挡墙综合计算时采用两种工况进行计算,第一种工况为一般工况(设计工况),第二种工况地震工况(校核工况);

3.3.3.4.2.3 计算内容及要求

(1) 挖方剖面 (1-1、2-2、2'-2'、3-3、3'-3'、4-4、5-5、6-6 剖面) 坡体整体稳定性验算:

①天然工况下稳定性计算(稳定情况为 $F_s \geq 1.35$ (1.30)), 设计工况;

②地震工况下稳定性计算(稳定情况为 $F_s \geq 1.15$ (1.10)), 校核工况;

③暴雨工况下稳定性计算(稳定情况为 $F_s \geq 1.15$ (1.10)), 校核工况;

注:括号内为安全等级为二级的计算要求;其他为安全等级为一级的计算要求;

(2) 挡墙计算内容 (7-7、8-8、9-9 剖面) :

①抗滑移计算(稳定情况为:一般工况 $F_s \geq 1.35$, 地震工况 $F_s \geq 1.15$);

②抗倾覆计算(稳定情况为:一般工况 $F_s \geq 1.60$, 地震工况 $F_s \geq 1.30$);

③挡墙稳定性计算(稳定情况为:一般工况 $F_s \geq 1.35$, 地震工况 $F_s \geq 1.15$);

④地基应力及偏心距验算;

⑤墙底截面强度验算等;

3.3.3.4.2.4 边坡安全等级

(1) 场平区外围北侧边坡 (1-1、2-2、2'-2'剖面)：挖方边坡,边坡高度 2—28.5m,坡顶为现状原始山貌及后期拟建规划道路,坡底为场平区内部道路,定义安全等级为一级,重要性系数为 1.1;

(2) 场平区外围东侧边坡 (3-3、3'-3'、4-4、5-5 剖面): 挖方边坡, 边坡高度 16.5—26.0m, 坡顶为现状原始山貌, 坡底为场平区内部道路, 定义安全等级为一级, 重要性系数为 1.1;

(3) 场平区外围南侧大部分区域边坡 (6-6 剖面): 挖方边坡, 边坡高度 2.5—12.5m, 坡顶为现状原始山貌, 坡底为场平区内部道路, 定义安全等级为二级, 重要性系数为 1.0;

(4) 场平区南侧局部区域、西侧边坡 (7-7、8-8、9-9 剖面): 垂直填方边坡, 边坡高度 4.5—9.5m, 坡顶为场平区内部道路, 坡底为场地外改线道路及前期已建厂区地坪, 定义安全等级为一级, 重要性系数为 1.1;

3.3.3.4.2.5 挖方坡面稳定性计算参数取值

挖方边坡 (1-1、2-2、2'-2'、3-3、3'-3'、4-4、5-5、6-6 剖面) 主要分部与场地北侧、东侧、南侧大部分, 本区域场平边坡主要为挖方边坡, 采取的支护形式为“坡脚护坡挡墙 (仰斜式) + 上部分台放坡 + 框格梁 + 锚索 (杆) + 坡面网喷封闭”, 需对其进行坡面整体稳定性分析计算;

表 3-5 本设计其各岩土层物理力学指标参数取值如下:

土层编号	土层名称	天然工况			暴雨工况			锚索 (杆) 粘结强度标准值 qsk (kPa)
		重度 γ (kN/m ³)	Ck	Φ_k	重度 γ (kN/m ³)	Ck	Φ_k	
②	粉质粘土	19.0	41	10	19.5*	35*	8.5*	70*
④ ₁	全风化砂岩	19.5	43	12	20.0*	38*	10*	95*
④ ₂	强风化砂岩	21.5	49	22	22.0*	43*	18*	170*
⑤ ₁	全风化泥岩	20.0	47	11	20.5*	41*	9*	85*
⑤ ₂	强风化泥岩	22.0	57	20	22.5*	50*	15*	160*

注: 1、以上各参数天然工况指标均按地勘取值; 2、由于地勘未提供暴雨工况指标, 本计算时其暴雨工况指标按照经验进行取值 (或折减); 3、代“*”号的为经验取值; 4、锚索 (杆) 粘结强度为标准值, 其极限值按照经验为标准值的 1.3-1.4 倍, 其粘结强度极限值需根据试验锚索情况进行决定。

3.3.3.4.2.6 挡墙计算参数选取

(1) 墙背填料力学指标

场地回填料遵循就地取材的原则, 根据场地勘察报告, 本场地回填料主要为 ②粉质粘土、④₁ 全风化砂岩、④₂ 强风化砂岩、⑤₁ 全风化泥岩、⑤₂ 强风化泥岩, 回填区厚度约 1-9m, 处理方式为分层碾压 (分层厚度 0.5m), 设计要求压实系数不小于 0.92;

其回填区填料 (墙背回填料) 物理力学指标选取如下:

表 3-6 回填区填料（墙背回填料）物理力学指标选取

土层编号	土层名称	处理方式	重度 $\gamma(\text{kN/m}^3)$	抗剪强度	
				C (Kpa)	Φ (度)
/	墙背回填土	主要回填料为风化岩, 分层碾压, 压实系数 0.92	19.0*	0*	30*

注：本指标取值为经验取值，主要用于回填区各剖面挡墙计算；

3.3.3.4.2.7 修正后地基承载力计算

当挡墙基础宽度大于 3m 或埋置深度大于 0.5m 时，其挡墙基底地基承载力特征值需进行修正，具体计算公式如下：

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (B - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

其中： f_{ak} —地基承载力特征值或容许应力（kpa）

f_a —修正后地基承载力特征值（kpa）

γ —基底面以下土的重度（ kN/m^3 ）

γ_m —基底面以上土的重度（ kN/m^3 ）

d —基础埋置深度（m）；

η_b 、 η_d —地基承载力修正系数；

本计算时对挡墙基底承载力作宽度及深度修正，具体各剖面挡墙基底地基承载力修正计算如下：

表 3-7 具体各剖面挡墙基底地基承载力修正计算

剖面	f_{ak}	η_b	γ	Bd	η_d	γ_m	d	F_a (修正后)	备注
7-7 (衡重式)	220.00	0.30	19.5	3.71	1.60	19.5	2.10	274.07	宽度及深度修正
8-8 (衡重式)	220.00	0.30	19.0	4.79	1.60	19.5	2.10	280.12	宽度及深度修正
9-9 (衡重式)	220.00	0.30	19.0	4.16	1.60	19.5	2.10	276.53	宽度及深度修正

注：其 f_{ak} 本计算按照设计地基容许应力要求或地勘提供的承载力取值；

表 3-8 挡墙基础基底摩擦系数取值

基底岩土层	承载力特征值 $f_{ak}(\text{kPa})$	地基土对挡墙基底摩擦系数 μ
②粉质粘土	170	0.30*
④ ₁ 全风化砂岩	220	0.40*

注：代“*”号的为经验取值；

3.3.3.4.2.8 坡顶荷载取值

①坡顶或墙顶空地或缓坡空地荷载组合值按 15Kpa 选取；

②坡顶（墙顶）规划道路荷载按照 30Kpa 选取；

3.3.3.4.2.9 其他

据《建筑抗震设计规范》GB50011-2010（2016 版）附录 A 第 A.0.22，楚雄市抗震设防烈度为 8 度，反应谱特征周期 0.45s，设计基本地震加速度值 0.20g，所属设计地震分组为第三组。

3.3.3.4.2.10 计算软件

北京理正岩土 6.5PB1 版。

表 3-9 挖方边坡各剖面坡体整体稳定性计算结果（未支护作用下）

剖面	边坡高度	滑动面	计算方法	计算工况	稳定安全系数 Fs (未支护)	稳定性评价	安全等级
1-1	22.5m	潜在滑动面 1 (土岩交界、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.342	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.264	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.144	欠稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.108	欠稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.041	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	0.939	不稳定	
2-2	28.5m	潜在滑动面 1 (土岩交界、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.470	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.372	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.193	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.033	欠稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	0.966	不稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	0.899	不稳定	
2'-2'	28.5m	潜在滑动面 1 (土岩交界、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.190	欠稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.100	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.002	欠稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	0.991	不稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	0.915	不稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	0.851	不稳定	
3-3	21.0m	潜在滑动面 1 (浅层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.686	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.533	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.362	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.189	基本稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.100	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.011	欠稳定	
3'-3'	23.3m	潜在滑动面 1 (浅层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.831	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.621	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.450	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.222	基本稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.129	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.053	欠稳定	
4-4	23.3m	潜在滑动面 1 (浅层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.681	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.528	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.397	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.173	基本稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.082	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.017	欠稳定	
5-5	26m	潜在滑动面 1 (土岩交界、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.133	欠稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.065	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	0.964	不稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.068	欠稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.002	欠稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	0.922	不稳定	
6-6	12.5m	潜在滑动面 1 (深层滑面、 详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.274	基本稳定	二级
			圆弧滑动法	地震工况	1.188	基本稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.064	欠稳定	

表 3-10 挖方边坡各剖面坡体整体稳定性计算结果（支护作用下）

剖面	边坡高度	滑动面	计算方法	计算工况	稳定安全系数 Fs（支护后）	稳定性评价	安全等级
1-1	22.5m	潜在滑动面 1 (土岩交界、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.431	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.349	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.235	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.819	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.717	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.571	稳定	
2-2	28.5m	潜在滑动面 1 (土岩交界、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.404	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.303	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.232	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.861	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.739	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.594	稳定	
2'-2'	28.5m	潜在滑动面 1 (土岩交界、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.590	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.480	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.378	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.402	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.279	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.215	稳定	
3-3	21.0m	潜在滑动面 1 (浅层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	2.042	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.860	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.675	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.437	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.331	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.268	稳定	
3'-3'	23.3m	潜在滑动面 1 (浅层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	2.153	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.908	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.754	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.539	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.424	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.352	稳定	
4-4	23.3m	潜在滑动面 1 (浅层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	2.000	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.820	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.697	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.418	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.310	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.228	稳定	
5-5	26m	潜在滑动面 1 (土岩交界、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.528	稳定	一级
			圆弧滑动法	地震工况	1.439	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.335	稳定	
		潜在滑动面 2 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.414	稳定	
			圆弧滑动法	地震工况	1.331	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.236	稳定	
6-6	12.5m	潜在滑动面 1 (深层滑面、详图)	圆弧滑动法	天然工况	1.433	稳定	二级
			圆弧滑动法	地震工况	1.337	稳定	
			圆弧滑动法	暴雨工况	1.301	稳定	

表 3-11 各剖面填方挡墙计算结果（一般工况、地震工况）

剖面	工况	抗滑移安全系数	抗倾覆安全系数	挡墙稳定性安全系数	地基应力及偏心距验算	墙底截面强度验算
7-7(衡重式毛石挡墙)	一般工况	1.551	3.573	2.232	满足	满足
	地震工况	1.211	2.779	1.916	满足	满足
8-8(衡重式毛石挡墙)	一般工况	1.530	3.400	1.799	满足	满足
	地震工况	1.205	2.637	1.608	满足	满足
9-9(衡重式毛石挡墙)	一般工况	1.498	3.213	1.918	满足	满足
	地震工况	1.193	2.511	1.781	满足	满足

根据表 3-9、表 3-10、表 3-11 计算可知，根据边坡稳定性分析结果，挖方边坡欠稳定区域在采取支护的情况下均稳定，填方边坡均稳定，满足工程安全需要。

3.3.3.5 污水管网

本项目新建生活污水排水管道，生活污水、废水经化粪池、隔油池处理后排至市政排水管道，最终进入第二污水处理厂处理。生活排水管道采用高密度聚乙烯双壁波纹管（HDPE）。室外污水管网最小管径为 DN300-400，经统计，共布设污水管网 325m。

水土保持评价：为保证生活污水的有效排放，主体工程设计了较为完善的排污措施。这些措施有效地解决了项目区排污问题，对于维护项目区及周边区域生态环境发挥了重要作用，具有一定的水土保持功能，但属于主体工程不可缺少的部分，该部分措施投资不计入水土保持投资。

6、网喷混凝土护坡

本项目场地平整区域的东北角、东侧、东南角均存在挖方边坡，主体工程对部分挖方边坡设计了框格梁植草护坡，对部分边坡考虑了网喷混凝土措施，喷射混凝土厚度约 80mm—120mm，采用细石混凝土，混凝土强度等级 C20，水泥强度等级为 32.5，配比为：水泥：砂：石子：水=1:2:2:0.5；经统计，共计实施网喷混凝土 0.52hm²。

水土保持评价：网喷混凝土措施具有一定的水土保持功能，但其主要是为了确保挖方边坡的安全稳定而修建，为主体工程服务，因此，不计入到水土保持投资中。网喷混凝土能够保证边坡稳定的同时起到防治水土流失的效果，

3.3.4 主体工程中计入水土保持工程的措施分析与评价

3.3.4.1 道路及硬化广场区

3.3.4.1.1 砖砌排水沟

主体工程设计了厂区雨水排放系统，雨水采用明沟收集排放。厂区内建筑物和硬化地面面积较大，雨水径流量也较大，排水沟沿内部道路一侧或两侧布置，穿越道路处设置盖板涵，为防止本项目可能受重金属和酸污染的生产区初期雨水、消防排水等对水体的污染，该项目雨水拟采用有组织排水系统，采用重力流经雨水排水沟收集输送，并在末端新建初期雨水收集及事故水池，初期雨水经现状初期雨水处站处理后回用，后期雨水经排水沟出厂后向西南侧接入下游工业园区道路一侧已有排水沟内，向下游排泄。排水沟总长 806m，设计矩形断面型式，断面尺寸为：口宽 0.4m，沟深 0.4m；沟壁采用 M7.5 浆砌砖砌筑，厚度 240mm，水泥砂浆抹面 3cm；沟底板采用 C15 混凝土浇筑，厚 10cm，下铺 5cm 厚碎石垫层。工程量为土方开挖 333.27m³，M7.5 浆砌砖砌筑 154.76m³，C15 砼浇筑 62.86m³，M10 砂浆抹面 1031.68m²，碎石垫层 31.43m³。排水沟过流能力复核如下：

A、洪峰流量计算：

洪峰流量按下式进行计算：

$$Q = 0.278KiF$$

式中：Q—洪水流量，m³；

K—径流系数，项目区综合径流系数取值 0.25；

i—20 年一遇最大 1 小时暴雨量，mm/h；

F—汇流面积，km²；

计算成果见表 3-5。

表 3-12 最大洪峰流量计算表

名称	最大汇流面积 F (km ²)	径流系数 K	20 年一遇最大 1 小时暴雨量 i (mm)	最大洪峰流量 Q (m ³ /s)
排水沟	0.05	0.25	47.8	0.17

B、过流能力复核：

过流能力复核采用谢才公式进行计算，公式如下：

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$

式中：A—过水面积，m²；

C—谢才系数，用公式 $C = R^{1/6}/n$ 计算；

R —水力半径, m; i —底坡。

计算成果见表 3-6。

表 3-13 截水沟设计断面过水能力验算表

排水沟类型	断面型式	底坡 i	糙率 n	口宽 b (m)	深 h (m)	断面面积 A (m ²)	过水面积 A_1 (m ²)	水力半径 R (m)	谢才系数 C	流量 Q (m ³ /s)
砖砌沟渠	矩形	0.03	0.013	0.3	0.4	0.12	0.09	0.1	52.41	0.26

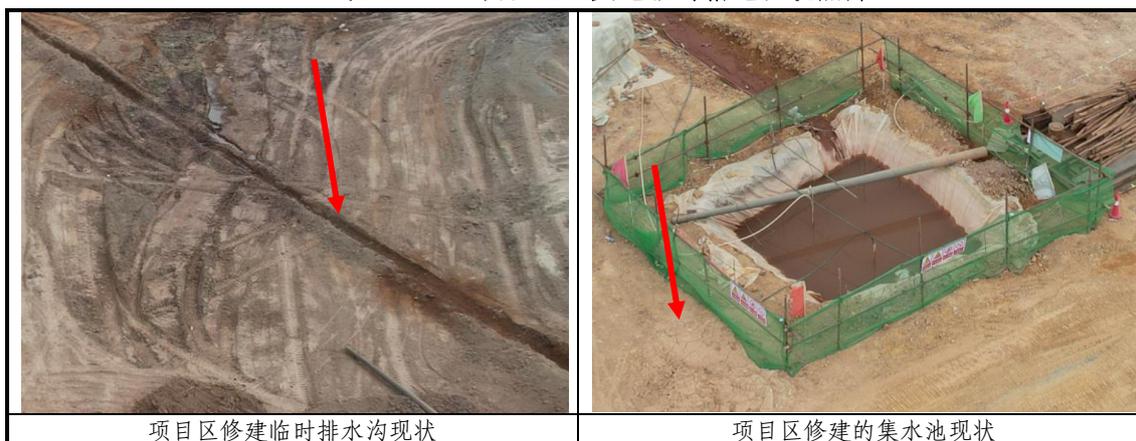
经计算,排水沟过流能力能够满足行洪要求,并留有一定的裕度。

水土保持评价:排水沟有效的调节、分配了项目区内的地表径流,具有较好的水土保持功能,计入水保投资。

3.3.4.1.2 临时排水沟及集水池

根据项目区现场实际施工情况,施工单位已对项目区修建了部分临时土石排水沟 230m,在排水沟末端修建了集水池一座,目前项目区内实施的临时措施尚不能满足施工期水土保持防治要求,项目区存在大面积裸露边坡及地表,因此本方案将进行补充设计。

表 3-14 项目区已实施临时措施现状照片



项目区修建临时排水沟现状

项目区修建的集水池现状

3.3.4.2 绿化区

为了创造良好的生产、工作环境,搞好现代新型企业的绿化美化工作,主体工程对厂区内的广场空地、内部道路两旁、平台四周、主要建筑物周边等可绿化区域均布置为绿地,基本不留裸地。道路两旁种植行道树,利用厂房周围空地种花、植树,对人员集散、主要建筑物、厂前区等地段,进行重点绿化,选用适合当地气候,能吸附粉尘和有害气体的花草和树种,起到净化空气、调节小气候、减少噪音、分隔工段和美化环境的作用,为职工提供较为舒适的工作环境和活动场所,项目区园林式绿化 1.25hm²。

按照当地的绿化风格进行绿化，以点、线、面相结合，乔、灌、草多树种草种绿化配置，选择具有防尘降噪、吸收有害气体等环保、水保效果显著的树种草种，同时兼顾景观效果。主要选用的树种、草种有乔木香樟、广玉兰、小叶榕、垂叶榕、女贞、枇杷、桂花；灌木金叶女贞、黄杨、红花继木、红叶石楠、冬青、叶子花；草本地被狗牙根、三叶草、麦冬等。

水土保持评价：项目区布设的景观绿化措施不仅可以起到美化环境、减轻并防治污染、净化和改善大气的环境质量等作用，还可以改变地温和气温，改善小气候。植物体通过根系对土壤的固着作用，以及植物枝叶和地被植物的土壤改良作用能达到涵养水源的目的，并能降低和防止雨水冲刷，阻止或减少地表径流，避免水土流失，此外，绿化区域可降低由于损坏原地表植被对项目区的影响，具有很好的水土保持效果。

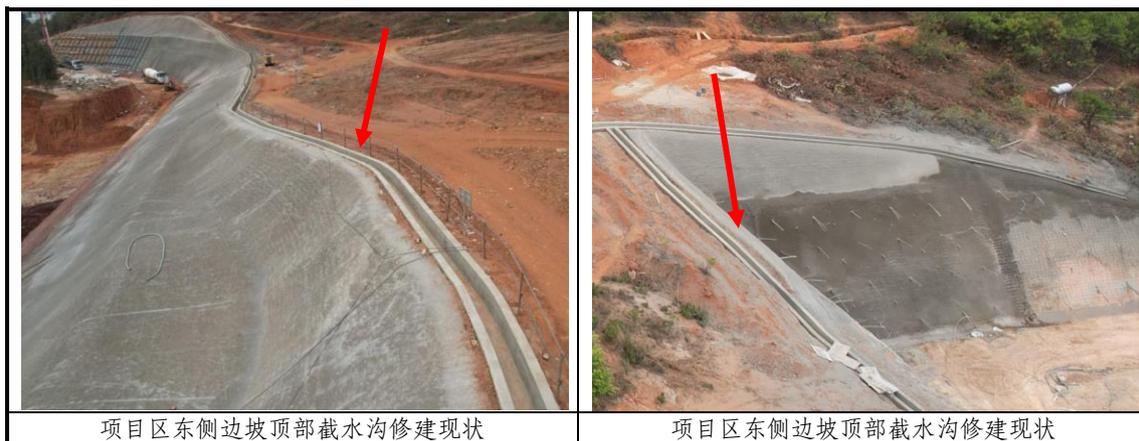
3.3.4.3 边坡工程区

3.3.4.3.1 截、排水工程

主体工程设计对边坡外围设置截水沟，截除地表水；在场地外侧低洼局部位位置集水池，并通过 PVC 排水管或外排水沟引流外排至场地内水沟（或截洪沟）及场地外侧；坡顶局部陡坎位置如截水沟施工困难，其位置的截水沟可采用 PVC 管（DN200）进行左右连接，平台内侧设置排水沟（工程量计入道路及硬化广场区），截排水沟采用 C25 混凝土砌筑，对边坡进行植草护坡，在护坡上下游分别设置截水沟和排水沟，顶部截水沟 660m，采用 0.5×0.5m 的矩形 M7.5 水泥砂浆砌砖排水沟，沟帮厚度为 240mm；下部排水沟 389m，采用 0.4×0.4m 的矩形 M7.5 水泥砂浆砌砖排水沟，沟帮厚度为 240mm；平台边坡间修建平台排水沟，采用 0.25×0.25m 的梯形网喷结构排水沟，沟帮厚度为 250mm，平台排水沟长 336.5m。

截止目前为止，边坡工程区顶部已实施 480m 截水沟，剩余截排水沟正在施工中。建议施工单位加快施工进度，在雨季来临前完善厂区内部排水体系。

表 3-15 项目区已实施工程措施现状照片



3.3.4.3.2 植草护坡

本项目用地范围为不规则正方形，南北向最大进深约为 300m，东西向最大进深约为 605m，场地地势总体上东高西底、北高南低，场地平整区域标高介于 1810.10-1847.00m，最大高差 36.90m。项目区北侧、东侧、南侧施工需要对挖方边坡进行放坡处理，项目区西南角施工需要对填方边坡进行放坡处理，边坡总面积 1.02hm²，边坡采用 1:2.0 坡率分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷等方式进行顺接。框格梁护坡中间实施植草护坡，植草护坡选用矮生百慕大和狗牙根混播，将两种植物混播在一起，能够增强草坪的抵抗性，让草坪的寿命更长久，等到百慕大草枯黄之后，狗牙根却能够好好的在大冬天中顽强的生长，为寒冷的冬天增添很多的绿色。经统计边坡设计植草护坡 0.34hm²。

水土保持评价：项目区内的植草护坡不但能达到绿化、美化项目区的目的，也能防治边坡裸露造成水土流失，为人们创造一个幽雅、舒适的环境，同时草地能够起到涵养水源、保持水土的目的，本方案界定为计入水土保持投资的措施。

3.3.4.4 预留用地区

为了创造良好的生产、工作环境，搞好现代新型企业的绿化美化工作，主体工程对预留用地区内均进行了景观绿化，选用适合当地气候，能吸附粉尘和有害气体花草和树种，起到净化空气、调节小气候、减少噪音、分隔工段和美化环境的作用，为职工提供较为舒适的工作环境和活动场所，预留用地区景观绿化 7.02hm²，主要选用的树种、草种与厂区绿化一致。

主体工程中具有水土保持功能且纳入本方案水土保持防治措施体系的防治措施及其工程量见下表。

表 3-16 主体工程纳入水保措施体系工程量及投资表

防治分区	措施布设	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注	位置
道路及硬化广场区	M7.5 砖砌排水沟	m	806	260	20.96	工程措施	道路内侧
	临时排水沟	m	230	35	0.81	临时措施 (已实施)	项目区内
	集水池	座	1	2500	0.25	临时措施 (已实施)	项目区内
绿化区	景观绿化	hm ²	1.25	250000	31.25	植物措施	绿化区域
边坡工程区	植草护坡	hm ²	0.34	150000	5.10	植物措施	边坡绿化区域
	M7.5 砖砌截水沟	m	660.00	280	18.48	工程措施	挖方边坡坡顶
	M7.5 砖砌排水沟	m	389.00	260	10.11	工程措施	填方边坡坡脚
	M7.5 砖砌平台排水沟	m	336.50	260	8.75	工程措施	边坡平台内部
预留用地区	景观绿化	hm ²	7.02	250000	175.50	植物措施	预留用地区域
合计					271.21		

主体工程已计入水土保持措施如下:

- (1) 道路及硬化广场区: M7.5 砖砌排水沟 806m, 临时排水沟 230m, 集水池 1 座;
- (2) 绿化区: 景观绿化 1.25hm²;
- (3) 边坡工程区: M7.5 砖砌截、排水沟 1385.50m, 植草护坡 0.34hm²。
- (4) 预留用地区: 景观绿化 7.02hm²。

主体设计了排水沟、景观绿化、植草护坡及部分临时措施;但未考虑车辆清洁池、临时排水沟、临时拦挡、临时沉沙池及临时覆盖,项目区存在大量裸露地表,项目区也未进行表土剥离,因此本方案将进行补充完善。

3.3.5 总体评价

主体工程中已有的排水沟、景观绿化、植草护坡这些具有水土保持功能的防护措施,从根本上讲,也是基于保障施工安全、运营安全或美观而设计的。这些措施,针对主体工程而论,在设计中能够贯彻执行水土保持的法律法规和相关标准规范,能够把注重水土保持工作的思想落实到主体工程的设计之中,是遵循相关标准规范的具体体现。

从水土保持工作角度评价认为项目从工程总体布局、防护工程的数量等是基本合理的,施工时序的合理性,符合水土保持的要求。根据现场调查,主体工程设计的水土保持措施基本满足项目运行期的区域水土保持要求,但不能满足施工期的水土保持要求,本工程缺少施工期的车辆清洁池、临时排水沟、临时拦挡、

临时沉沙池及临时覆盖措施,本方案将针对各个水土流失分区施工期的情况增加临时措施,并对本项目水土保持措施后期的运行,提出水土保持要求。

3.3.6 工程建设对水土流失影响因素分析

工程建设当中产生水土流失的主要环节为土石方工程的施工,水土流失的发生将主要集中在土建施工期。

项目建设过程中主要影响因素有3个方面:

(1) 工程建设期间,项目建设区地表将遭受较大的扰动、破坏和影响,地貌将发生较大改变。可能新增的水土流失主要集中于进行土建工程的这些区域均有土方工程,改变了原地貌形态和地表土层结构,同时损坏了植被层,产生大量的裸露地面和疏松土体,使土壤抗蚀抗冲能力下降。

(2) 工程建设期间有少量临时堆土需要进行堆存(分散、分点堆放),如施工过程当中遇到降雨则可能产生较大的水土流失。

(3) 工程建设期间各处进行的土石方开挖、回填土石方需要进行临时堆存,这样就导致了土石方的挖、填活动频次增加,为水土流失的发生提供的充分条件。

(4) 本项目场地平整工程于2022年12月开工,计划2024年6月完工,项目区扰动区域处于裸露状态,容易造成水土流失。

综上所述,本工程属于建设生产类项目,人为活动增加的水土流失,在其发生、发展过程当中有其自身特有的特点,建设时期水土流失主要发生在土石方工程较多的土建时期。工程建设区各个区域产生水土流失的特点及形式不尽相同,但针对各个分区水土流失的防治将都非常必要,本水土保持方案将以侧重点的不同来对各个分区产生的水土流失进行有效防治。

3.3.7 结论性意见

(1) 从水土保持角度看来,主体工程设计没有水土保持方面的制约因素。

(2) 主体工程选址考虑周全,工程选址符合水土保持要求;工程总体布置合理;由于建筑材料外购,防治责任属于料场经营方,须在合同中明确防治责任。

(3) 主体工程设计中对平面布置和施工组织、施工工艺进行优化,尽量减少工程建设土石方,节约建设用地,有利于减少工程建设引起的水土流失,保护区域生态环境。

(4) 主体工程中设计的水土保持措施，从排水和绿化等方面进行了考虑。这些措施均具有良好的水土保持功效。

(5) 主体工程水土保持措施不完善，主要为临时防护措施不足。

(6) 建议工程建设过程中严格按照主体工程设计的施工工艺，遵循施工组织设计，对主体工程设计和本方案新增的水土保持措施保质保量完成，以保证水土保持设施防护效果，积极控制项目建设过程中的水土流失。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

4.1.1 楚雄市水土流失现状

据《云南省水土流失调查成果公告（2021年）》资料及有关野外调查和统计资料验证，楚雄市土地总面积为4482km²，微度侵蚀面积3678.92km²，占土地总面积的82.08%；水土流失面积803.08km²，占土地总面积的17.92%。水土流失面积中，轻度流失面积700.51km²，占土壤流失面积的87.23%；中度流失面积36.62km²，占土壤流失面积的4.56%；强烈流失面积22.79km²，占土壤流失面积的2.84%；极强烈流失面积26.26km²，占土壤流失面积的3.27%；剧烈流失面积16.90km²，占土壤流失面积的2.10%。水土流失现状统计情况如下，详见下表。

表 4-1 楚雄市水土流失现状面积统计表

涉及县	土地总面积	微度侵蚀		水土流失面积：km ² 、比例：%											
		面积	比例	合计		轻度		中度		强烈		极强烈		剧烈	
				面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例	面积	比例
楚雄市	4482.00	3678.92	82.08	803.08	17.92	700.51	87.23	36.62	4.56	22.79	2.84	26.26	3.27	16.90	2.10

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007)的划分，工程区域位于西南土石山区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为500t/(km².a)。

4.1.2 项目区水土流失现状

根据《全国水土保持区划(试行)》，项目区位于楚雄市，属于西南岩溶区(云贵高原区)；根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)标准划分，项目区属于西南土石山区，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，容许土壤流失量为500t/(km².a)。本项目位于楚雄州楚雄市，项目区原始占地类型均为建设用地、坡耕地、林地及交通运输用地，项目区土壤侵蚀背景值为401.24t/(km².a)，项目区土壤侵蚀强度以微度水力侵蚀为主。

4.1.3 水土保持敏感区

根据《关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》(办水保〔2013〕188号)和《云南省人民政府关于划分水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(第49号)，项目所在地楚雄市东瓜镇不属于国家级、省级水土流失重点预防区和重点治理区。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失影响因素

工程建设当中产生水土流失的主要环节为土建区域的土石方工程的施工，水土流失的发生将主要集中在土建施工期。项目建设过程中主要影响因素有3个方面：

(1) 工程建设期间，项目建设区地表将遭受较大的扰动、破坏和影响，地貌将发生较大改变。可能新增的水土流失主要集中于边坡开挖区域，进行土方开挖时改变了原地貌形态和地表土层结构，产生大量的裸露地面和疏松土体，使土壤抗蚀抗冲能力下降。

(2) 工程建设期间项目区大面积处于裸露状态，如施工过程当中遇到降雨则可能产生较大的水土流失。

(3) 工程建设期间进行的土石方挖、回填土石方需要进行临时堆存，这样就导致了土石方的挖、填活动频次增加，为水土流失的发生提供的充分条件。

综上所述，本工程属于建设生产类项目，人为活动增加的水土流失，在其发生、发展过程当中有其自身特有的特点，建设时期水土流失主要发生在土石方工程较多的土建时期。工程建设区各个区域产生水土流失的特点及形式不尽相同，但针对各个分区水土流失的防治将都非常必要，本水土保持方案将以侧重点的不同来对各个分区产生的水土流失进行有效防治。

4.2.2 扰动地表面积

本工程扰动地表面积根据项目主体工程技术资料统计计算，部分是通过实地调查和图面量测获得。经统计，本项目扰动地表面积 15.33hm²，扰动范围具体情况详见下表。

表 4-2 扰动地表面积统计表 单位：hm²

分区	面积	原始占地类型				占地性质
		建设用地	坡耕地	交通运输用地	林地	
建构筑物区	2.77	1.12	0.11	0.42	1.12	永久占地
道路及硬化广场区	2.86	0.79	0.02	0.78	1.27	永久占地
绿化区	1.25	0.35	0.01	0.2	0.69	永久占地
边坡工程区	1.43	0.24	0	0.1	1.09	永久占地
预留用地区	7.02	0.24	0	0.26	6.52	永久占地
合计	15.33	2.74	0.14	1.76	10.69	永久占地

4.2.3 损毁植被面积

根据现场调查，本工程现状占地类型为坡耕地、建设用地、林地及交通运输用地，因此本工程损毁植被面积为林地，面积为 10.69hm²。

表 4-3 损毁植被面积统计表 单位: hm^2

序号	分区	林地
1	建构筑物区	1.12
2	道路及硬化广场区	1.27
3	绿化区	0.69
4	边坡工程区	1.09
5	预留用地区	6.52
	合计	10.69

4.3 土石方预测

本项目在建设过程中共开挖产生土石方 47.92 万 m^3 (其中场地平整 46.00 万 m^3 , 建筑垃圾 0.04 万 m^3 , 表土剥离 1.00 万 m^3 , 管线开挖 0.08 万 m^3 , 建筑物基坑开挖 0.80 万 m^3), 回填土石方 7.03 万 m^3 (其中场地平整回填 5.75 万 m^3 , 管线顶部回覆 0.04 万 m^3 , 基坑回填 0.24 万 m^3 , 绿化覆土 1.00 万 m^3), 产生余方 40.89 万 m^3 , 余方均运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。

项目余方综合利用点位于桃园社区原老君山樱花谷项目, 后期将修建“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”, 目前楚雄市人民政府与南京玉虎文旅集团签约哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目投资运营合作协议, 目前“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”尚未取得备案证, 也未开展水土保持相关工程。

根据《关于云南滇西路桥建设有限公司在“原老君山樱花谷项目场地—哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”弃土的请示》可知(详见附件 16), 本项目土方工程专业分包施工单位云南滇西路桥建设有限公司向楚雄市东瓜镇人民政府申请将本项目余方运往桃园社区原老君山樱花谷项目场地, 作为“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”建设土方回填储备用土, 该申请得到了楚雄市东瓜镇人民政府同意。该项目总投资 20 亿元, 用地面积约 3600 亩, 计划 2023 年完成项目修建性详规评审以及 3051 亩林地流转及项目用地报批, 力争 2023 年 6 月底前开工。目前“哀牢山·楚雄野生动物世界建设项目”已成立专班组, 正在办理相关手续。

根据项目《可行性研究报告》, 本项目生产运行期每年产出中和渣 23100t (1.44 万 m^3 , 容重 1.6t/ m^3), 每年产出渣选尾矿 23.23t (33.19 万 m^3 , 容重 0.7t/ m^3); 中和渣将运往滇中有色现有的苍岭中和渣库安全填埋。渣选尾矿进行外售处理, 业主单位楚雄滇中有色金属有限责任公司已和供销商初步签定了尾矿渣供销协议, 项目投产前, 业主单位将落实全部尾矿渣外售、外运的供销协议, 以确保生产期间产生的渣选尾矿得到妥善处置。苍岭弃渣场位于苍岭镇饱满街, 距离厂区 23km, 弃渣场占地 4.13 hm^2 , 容量为 23.42 万 m^3 , 服务年限 20.81 年, 于 2010

年初建成投入使用，目前堆渣量为 18.50 万 m³，可堆渣量 4.92 万 m³，年产渣量为 1.44 万 m³，剩余库容还可满足 3.42 年的堆存需求，本项目改扩建后产生的中和渣均运往苍岭渣库堆存。

目前建设单位正在开展生产工艺改造，已于 2022 年 8 月编写了《楚雄滇中有色金属有限责任公司污酸硫化法处理项目建议书》；经过工艺改造后，厂区将产生硫化砷渣和脱硫石膏渣，其中硫化砷渣云南省内填埋企业有曲靖银发危险废物集中处置有限公司、红河州现代德远环境保护有限公司、云南大地丰源环保有限公司等进行填埋处置；脱硫石膏渣经过脱水处理后（水份≤12%），周边水泥厂可以进行利用。工艺改造工程计划 2024 年 6 月完工，工艺改造后不再产生中和渣，项目改造完成后将对苍岭弃渣场进行闭库封场验收处理。

4.4 水土流失量预测

4.4.1 预测目的

根据本工程建设特点，结合当地水土流失现状，采用科学合理的水土流失预测方法，进行综合分析论证。在分析项目建设对地表、植被的扰动损坏数量和程度的基础上，对可能造成的水土流失的形式、强度、数量及危害等做出预测性分析和评价，为制定水土流失防治措施的总体布局及各单项防治措施设计提供依据。

4.4.2 预测原则

（1）本工程属建设生产类项目，水土流失主要产生于项目建设期，因此水土流失预测时段为项目建设期、自然恢复期；

（2）本工程水土保持方案主要对扰动损坏原地表等可能造成水土流失预测，结合土壤侵蚀原理进行定量分析；

（3）水土流失预测均是在“主体工程正常设计功能基础上，无新增水土保持工程条件下”进行的预测分析；

（4）水土流失预测将采用侵蚀模数法。

4.4.3 预测内容

根据水利部《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，本项目水土流失预测的内容如下：

- （1）扰动地表面积预测；
- （2）损坏植被面积预测；
- （3）可能造成水土流失面积预测；
- （4）弃土弃渣量统计；

- (5) 可能造成水土流失量预测;
- (6) 可能造成水土流失危害的预测。

4.4.4 预测方法

(1) 扰动原地貌、损坏土地和植被面积预测

在查阅主体工程设计资料基础上,采用实地调查和图面量测、数据统计相结合的方法进行测算。

(2) 损坏植被面积和数量

根据项目内扰动原地貌、损坏植被面积预测的结果,经分析统计得到。

(3) 可能造成水土流失面积预测

根据项目内扰动原地貌、损坏土地和植被面积预测的结果进行分析计算。

(4) 弃土弃渣量预测

工程建设产生的弃土弃渣量,根据主体工程设计中确定的土石方数量,经平衡分析后得到。

(5) 可能造成水土流失量预测

①因工程建设扰动地表而产生的水土流失面蚀量的预测方法和原生水土流失量的预测方法相同,采用土壤侵蚀模数法进行预测。

项目区水土流失预测分区内的土壤流失量按下列公式进行计算,当预测单元土壤侵蚀强度恢复到原地貌土壤侵蚀模数以下时,不再计算。

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times M_{ik} \times T_{ik} \quad (4-1)$$

项目区新增土壤流失量可按下式计算:

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times \Delta M_{ik} \times T_{ik} \quad (4-2)$$

式中: W —土壤流失量, t;

ΔW —新增土壤流失量, t;

i —预测单元, 1、2、3..., n-1, n;

k —预测时段, 1、2、3, 指施工准备期、施工期、自然恢复期;

F_i —第 i 个预测单元的面积, hm^2 ;

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

ΔM_{ik} —某时段某单元新增土壤侵蚀模数, $\text{t}/\text{hm}^2 \cdot \text{a}$;

T_{ik} —预测时段, a。

②对于以弃渣流失为主的区域，用流弃比法预测，其表达式如下：

$$W_1 = \sum_{i=1}^m (S_i \times a_i) \quad (\text{公式 4-3})$$

式中： W_1 —产生的水土流失总量， t；

S_i —弃渣量， t；

a_i —弃渣流失系数；

i —不同的地貌单元。

③新增的水土流失量预测

项目水土流失预测时段内的各水土流失预测分区，扰动后地表裸露受降水冲蚀等造成的可能新增水土流失量预测，按式 4-3 进行计算：

$$W_{\text{新}} = W_{\text{扰}} - W_{\text{原}} \quad (\text{公式 4-4})$$

(6) 可能造成水土流失危害的预测

根据工程的实施规模、施工工艺等的位置和数量，结合区域自然环境条件，预测由于工程建设引起新的水土流失可能造成的危害，为制定项目区防治措施提供科学依据。

4.4.5 预测单元

根据明确的工程总体布局、施工工艺及运行特点，结合工程区的实际情况，在分析可能造成水土流失的特点及危害的基础上，进行水土流失预测分区。

参照水土流失防治分区情况，水土流失预测范围为项目建设区域，预测单元划分按防治分区进行。

表 4-4 水土流失预测分区表

序号	项目分区	施工期水土流失面积 (hm ²)	自然恢复期水土流失面积 (hm ²)
1	建构筑物区	2.77	0
2	道路及硬化广场区	2.86	0
3	绿化区	1.25	1.25
4	边坡工程区	1.43	0.34
5	预留用地区	7.02	7.02
	合计	15.33	8.61

4.4.6 预测时段

预测时段从各单元施工扰动开始，至施工结束为止，结合产生土壤流失的季节，按最不利的条件确定。项目区侵蚀类型以水力侵蚀为主，预测时段以工期跨越雨季的比例来确定，超过雨季长度的按 1 年考虑，不通过的按占雨季长度的比例计算。根据项目建设性质、工程建设内

容、施工进度安排、植被恢复时间，确定水土流失预测时段划分为 2 个阶段，即项目施工期和自然恢复期。

(1) 施工期。本工程施工期为 19 个月，即 2022 年 12 月至 2024 年 6 月（经过 1 个雨季），主要进行建筑物基础开挖、道路基础开挖平整、硬化以及景观绿化采取植物措施等，该时段工程仍进行大量的开挖、回填等施工活动，扰动原地貌较为强烈，水土流失量大，是水土流失预测的重点时期。按最不利原则确定预测时段为 1.58 年。

本工程已于 2022 年 12 月开工，正在进行了场地平整工作，因此本次方案对水土流失现状进行描述，其建设过程中已产生的水土流失量将根据现场调查、业主及施工方施工情况介绍分析得到，从工程开工建设到 2023 年 4 月底已产生的水土流失量通过估算确定。

(2) 自然恢复期。根据楚雄州楚雄市气候因素确定本项目自然恢复期为 2 年。该时段已不再对原地貌进行扰动，其区域内均已被建筑物、道路广场硬化及绿化，绿化植被正快速生长，区域内基本不存在裸露地表，其水土流失较小。因此考虑对于绿化区进行 2 年的自然恢复期预测，其他区域不存在自然恢复期，不再进行预测。本工程水土流失预测时段见下表：

表 4-5 本工程水土流失预测时段表

预测分区	预测面积 (hm ²)	水土流失预测时段 (a)				
		施工期 (T1)			自然恢复期 (T2)	合计 (T1 + T2)
		已发生	将发生	小计		
建构筑物区	2.77	0.42	1.16	1.58	0	1.58
道路及硬化广场区	2.86	0.42	1.16	1.58	0	1.58
绿化区	1.25	0.42	1.16	1.58	2	3.58
边坡工程区	1.43	0.42	1.16	1.58	2	3.58
预留用地区	7.02	0.42	1.16	1.58	2	3.58

备注：预留用地区已发生水土流失面积按照目前扰动面积 3.40hm² 计算；

4.4.7 原生土壤侵蚀模数

(1) 土壤侵蚀模数取值依据

本项目所在区域水土流失以水力侵蚀为主，水土流失预测范围内各地类原生土壤侵蚀强度，在查阅工程区现有水土流失调查成果资料的基础上，根据现场调查情况，按地类分区综合分析后确定。

表 4-6 原生土壤侵蚀模数取值

序号	地类	自然因素及现状情况	原生土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	备注
1	建设用地	建筑物占地，被建筑物覆盖，建筑物多为临时活动板房；	420	微度侵蚀
2	坡耕地	场地坡度 > 3°，采取轮作方式进行耕作；	650	轻度侵蚀
3	交通运输用地	为乡村道路，主要为水泥路面为主，部分道路为泥结石路面；	480	微度侵蚀
4	林地	植被覆盖度大于 80%，地面坡度 10°~35° 不等	380	微度侵蚀

根据项目区现状占地情况，本工程占地类型为坡耕地、建设用地、林地及交通运输用地，故原生土壤侵蚀模数为现状土壤侵蚀模数，本项目扰动地表平均原生土壤侵蚀模数为 $401.24\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目区土壤侵蚀强度为微度侵蚀。

表 4-7 各预测分区原生土壤侵蚀模数统计表

预测分区	占地类型	预测面积 (hm ²)	原生土壤侵蚀模 (t/km ² ·a)	平均土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)
建构筑物区	建设用地	1.12	420.00	422.38
	坡耕地	0.11	650.00	
	交通运输用地	0.42	480.00	
	林地	1.12	380.00	
道路及硬化广场区	建设用地	0.79	420.00	420.28
	坡耕地	0.02	650.00	
	交通运输用地	0.78	480.00	
	林地	1.27	380.00	
绿化区	建设用地	0.35	420.00	409.60
	坡耕地	0.01	650.00	
	交通运输用地	0.20	480.00	
	林地	0.69	380.00	
边坡工程区	建设用地	0.24	420.00	393.71
	坡耕地	0.00	650.00	
	交通运输用地	0.10	480.00	
	林地	1.09	380.00	
预留用地区	建设用地	0.24	420.00	385.19
	坡耕地	0.00	650.00	
	交通运输用地	0.26	480.00	
	林地	6.52	380.00	
合计		15.33	420.00	401.24

经计算本项目的原生水土流失量为 164.19t。具体计算详见表 4-8。

表 4-8 项目区原生土壤流失量计算表

预测单元	预测时段	土壤侵蚀背景值 (t/km ² ·a)	侵蚀面积	预测时段	原生流失量
			(hm ²)	(a)	(t)
建构筑物区	施工期	422.38	2.77	1.58	18.49
	自然恢复期	422.38	0	0	0.00
道路广场区	施工期	420.28	2.86	1.58	18.99
	自然恢复期	420.28	0	1.58	0.00
绿化区	施工期	409.60	1.25	1.58	8.09
	自然恢复期	409.60	1.25	2	10.24
边坡工程区	施工期	393.71	1.43	1.58	8.90
	自然恢复期	393.71	0.34	2	2.69
预留用地区	施工期	385.19	7.02	1.58	42.72
	自然恢复期	385.19	7.02	2	54.08
合计					164.19

4.4.8 扰动后水土流失量预测

4.4.8.1 扰动后土壤侵蚀模数

扰动后各分区的土壤侵蚀模数取值根据施工过程中水土流失规律,采用专家经验法进行取值。按水土流失最不利条件来取最大土壤侵蚀模数,最后确定扰动后的土壤侵蚀模数。

本项目施工期各项新建工程由于工程施工扰动地表,破坏植被,降低项目内土壤蓄水保水能力,根据项目内地形地貌、施工工艺及现阶段施工情况,各分区施工期土壤侵蚀模数为及自然恢复期土壤侵蚀模数见下表。

表 4-9 施工扰动后各区土壤侵蚀模数取值表

项目组成	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)			
	施工期		自然恢复期	
建构筑物区	4500	表土剥离、场地平整、基础开挖,土石方挖填工程量大,平台外侧形成裸露边坡;扰动程度强烈,大量松散土体暴露于地表;土体运输、堆放过程中产生流失。		
道路及硬化广场区	5200	表土剥离、场地平整、路面平整、路基开挖;扰动程度强烈,大量松散土体暴露于地表;土体运输、堆放过程中的流失。		
绿化区	4300	表土剥离、场地平整、大量松散土体暴露于地表,土体运输、堆放,绿化整地过程中的流失。	450	场地清理、覆土、植树种草后,不再对其人为扰动,植被成活及发挥部分效益时段。
边坡工程区	7500	场地平整开挖切坡,扰动程度强烈,开挖后形成裸露坡面。	480	坡面经修整后,不再对其人为扰动,但形成较大面积的裸露坡面。
预留用地区	2500	灌木林地砍伐、树根、杂草清理后形成裸露坡面。	450	场地清理、植树种草后,不再对其人为扰动,植被成活及发挥部分效益时段。

4.4.8.2 水土流失量预测

4.4.8.3 扰动已经造成的水土流失量估算(2022年12月-2023年4月)

根据本工程建设及施工特点,其水土流失主要集中在工程土建施工期内,本工程已于2022年12月开工,正在进行了场地平整工作,因此本次方案对水土流失现状进行描述,其建设过程中已产生的水土流失量将根据现场调查、业主及施工方施工情况介绍分析得到,从工程开工建设到2023年4月底已产生的水土流失总量约为207.17t。见表4-9。

经过我单位现场调查踏勘可知,施工单位对项目区部分区域实施了临时围挡措施,项目区从开工至今处于旱季,根据调查发现项目建设至今未发生水土流失危害事件。

表 4-10 扰动已经造成的水土流失量估算表(2022年12月-2023年4月)

项目分区	扰动面积 (hm ²)	估算时段(a)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	已经造成的土壤流失量 (t)
建构筑物区	2.66	0.42	4500.00	50.27
道路及硬化广场区	2.90	0.42	5200.00	63.34
绿化区	1.25	0.42	4300.00	22.58
边坡工程区	1.12	0.42	7500.00	35.28
预留用地区	3.4	0.42	2500.00	35.70
合计	11.33			207.17

4.4.8.4 将发生的水土流失量预测

本项目后续施工期为 2023 年 5 月-2024 年 6 月，共计 14 个月；自然恢复期 2024 年 7 月至 2026 年 6 月，共 24 个月；

本项目施工期间，主要进行场地平整、基础开挖、回填、平整、硬化等，水土流失较为强烈；自然恢复期大部分占地已经被硬化、绿化，水土流失已经很小。

本方案预测水土流失建设期时段内，按 4-2 式和 4-3 式进行预测施工期及自然恢复区可能产生的水土流失总量为 1295.87t，预测结果详见表 4-11、4-12。

表 4-11 施工期表土临时堆场水土流失量计算成果表

预测单元	预测内容	堆存量 (m ³)	流失比	容重 (m ³ /t)	流失量 (t)
1#表土临时堆场	表土流失量	6300.00	0.03	1.4	264.60
合计		6300.00			264.60

表 4-12 各施工期预测流失量计算表

预测单元	预测时段	扰动后侵蚀模数(t/km ² .a)	侵蚀面积(hm ²)	预测时段(a)	预测流失量(t)
建构筑物区	施工期	4500.00	2.77	1.08	134.62
	自然恢复期	0.00	0.00	0.00	0.00
道路及硬化广场区	施工期	5200.00	2.86	1.08	160.62
	自然恢复期	0.00	0.00	0.00	0.00
绿化区	施工期	4300.00	1.25	1.08	58.05
	自然恢复期	450.00	1.25	2.00	11.25
边坡工程区	施工期	7500.00	1.43	1.08	115.83
	自然恢复期	480.00	0.34	2.00	3.26
预留用地区	施工期	2500.00	7.02	1.58	277.29
	自然恢复期	450.00	7.02	2.00	63.18
合计					824.10

备注：由于表土堆场布设于预留用地区内，因此相应的水土流失量也计入预留用地区内。

4.4.9 预测结果及综合分析

(1) 预测水土流失量结果

根据预测公式 4-4，推算得出在不采取水土保持措施的情况下，项目区在预测时段内可能产生的水土流失量为 1295.87t，其中施工建设期产生水土流失量 1218.18t，自然恢复期产生水土流失量 77.69t，预测结果详见表 4-13。

表 4-13 施工期及自然恢复水土流失量统计表

预测单元	施工期 (t)			自然恢复期 (t)	小计 (t)
	已产生	将产生	小计		
建构筑物区	50.27	134.62	184.89	0.00	184.89
道路广场区	63.34	160.62	223.96	0.00	223.96
绿化区	22.58	58.05	80.63	11.25	91.88
边坡工程区	35.28	115.83	151.11	3.26	154.37
预留用地区	35.70	541.89	577.59	63.18	640.77
合计	207.17	1011.01	1218.18	77.69	1295.87

备注：方案新增布设的一个表土临时堆场占地位于预留用地区，因此表土临时堆存的水土流失量计入预留用地区。

(2) 水土流失量汇总结果

根据预测公式 4-4，推算得出在不采取水土保持措施的情况下，项目区在预测时段内可能产生的水土流失总量为 1295.87t，原生水土流失量为 164.19t，新增水土流失量为 1131.68t，新增水土流失中，预留用地区占新增流失量的 48.07%，是本项目的水土流失防治重点区域，位于预留用地区的表土临时堆场区所占比例最大，占新增流失量的 23.38%，结果详见表 4-14。

表 4-14 土壤流失量预测表

预测单元	原生流失量	预测流失量	新增流失量	新增水土流失量所占比例 (%)
	(t)	(t)	(t)	
建构筑物区	18.49	184.89	166.40	14.70
道路及硬化广场区	18.99	223.96	204.97	18.11
绿化区	18.33	91.88	73.55	6.50
边坡工程区	11.58	154.37	142.79	12.62
预留用地区	96.80	640.77	543.97	48.07
合计	164.19	1295.87	1131.68	100.00

4.5 可能造成水土流失危害分析

本项目在建设过程中，工程建设区及影响范围内的地表将遭受不同程度的扰动、破坏，局部地貌将发生较大的改变，同时产生部分临时堆土，如不采取任何防治措施，容易造成严重的水土流失，加剧区内的水土流失，对周边地区构成危害，也将对该区域的水土资源及生态环境带来不利影响，其可能产生的危害有以下几个方面：

(1) 在工程建成前，施工活动破坏原有地貌，损坏或压埋原有水土保持功能，在一定时间内使其水土保持功能降低，从而产生新的严重人为水土流失。

(2) 施工期间对地表的开挖、填筑等施工活动，都将使地表受到不同程度的影响和破坏，从而改变原地形、坡度和地表组成，从而产生新的人为水土流失。

(3) 本工程的施工使得原地表、地面组成物质以及地形地貌受到扰动；地表裸露，土壤自然稳定状态受到破坏，防冲刷、抗蚀能力下降，增大土壤流失量。

(4) 本项目的运输主要依托已有滇缅公路、安楚公路、绿野路、工业园区道路等交通要道，运输将增加以上道路交通负荷，特别公路沿线居民的出行和生活造成一定的影响，为消除和降低影响，本方案应补充相应的管理措施；本项目余方外运量较大，建议建设单位加强余方外运车辆管理，使用封闭式渣土车，减少余方外运对周边道路的影响；

(5) 目前工程已开工 5 个月，截止目前项目区尚未造成水土流失危害；

4.6 综合分析及指导意见

经分析计算，本项目水土流失预测主要结果如下：

(1) 本项目扰动原地貌、损坏土地及植被面积为 15.33hm^2 ，损毁植被面积 10.69hm^2 。

(2) 项目建设造成的水土流失主要类型为水力侵蚀，水土流失的预测时段为项目施工期和自然恢复期；项目施工期可能造成水土流失面积为 15.33hm^2 ，自然恢复期可能造成水土流失面积为 8.61hm^2 ；

(3) 本项目建设预测水土流失总量为 1295.87t ，背景流失量为 164.19t ，新增水土流失量为 1131.68t ，其中预留用地区为水土流失的重点区域；

(4) 本工程水土流失危害主要体现在会对项目区周边市政管网造成一定的影响，因此在施工过程中，实施临时排水沟、临时围挡、临时拦挡、临时覆盖及临时沉砂措施，避免施工期排水直接排入现有道路边沟，造成沟道淤堵。

(5) 目前工程已开工 5 个月，项目区存在大量裸露边坡及地表，容易造成水土流失，建议建设单位对裸露边坡及地表进行临时防治，完成排水体系，施工出入口尽快实施车辆清洁池，减少施工对项目区及周边环境的影响。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 水土流失防治责任范围

5.1.1.1 防治责任范围确定依据

根据水利部《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中规定的“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，水土流失防治责任范围包括建构筑物区、道路及硬化广场区、绿化区、预留用地区、边坡工程区。

5.1.1.2 防治责任范围的确定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），结合本项目特点及项目区状况，本项目水土流失防治责任范围确认书见附件 21。

经确认，本项目水土流失防治责任范围为 15.33hm²，按照用地性质划分，工程占地均为永久占地，工程占地全部位于楚雄州楚雄市。

根据项目分区，本工程总占地面积为 15.33hm²，其中建构筑物区占地面积为 2.77hm²，道路及硬化广场区占地面积为 2.86hm²，绿化区占地面积为 1.25hm²，边坡工程区 1.43hm²，预留用地区占地面积为 7.02hm²。

综上所述，本项目防治责任范围面积为 15.33hm²，项目区水土流失防治责任范围面积详见表 5-1。

表 5-1 水土流失防治责任范围面积统计表 单位：hm²

序号	分区	防治责任范围面积	占地性质
1	建构筑物区	2.77	永久占地
2	道路及硬化广场区	2.86	永久占地
3	绿化区	1.25	永久占地
4	边坡工程区	1.43	永久占地
5	预留用地区	7.02	永久占地
	合计	15.33	

5.1.2 水土流失防治分区

5.1.2.1 分区依据

依据主体工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。

5.1.2.2 分区原则

(1) 各区之间具有显著差异性。

- (2) 相同分区内造成水土流失的主导因子相近或相似。
- (3) 分区中，一级分区应具有控制性、整体性、全局性。
- (4) 各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2.3 分区方法

根据项目建设情况，分区方法主要采取实地调查勘测、资料收集和数据分析相结合的方法进行分区。

5.1.2.4 防治分区

根据该项目建设的实际情况，结合外业调查和资料分析，将本工程水土流失防治责任范围划分为五个一级防治区，即建构筑物区、道路及硬化广场区、绿化区、边坡工程区、预留用地区。

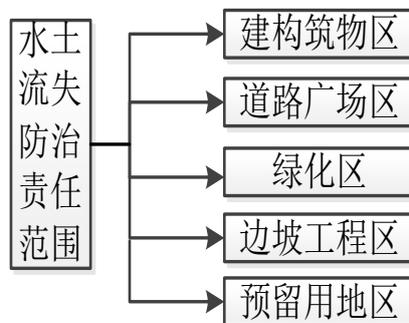


图 5-1 水土流失防治分区图

5.2 防治措施总体布局

5.2.1 指导措施

根据《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》以及水利部、国家计委、国家环保总局〔1994〕513号文件《开发建设项目水土保持方案管理办法》、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）及“云南省实施《中华人民共和国水土保持法》办法”和有关技术规范要求，结合本项目的特点以及工程所在区域的环境条件，提出本水土保持方案的指导思想为：水土保持工程与主体工程建设同步进行；以预防和保护为主，开发建设与防治并重，边建设边防治，以防治保障开发建设；采取必要的工程措施、植物措施以及临时防护措施；因地制宜，因害设防，合理布局，以防治新增人为水土流失，保障安全建设，恢复和改善区域生态环境为目标。

结合本项目建设特点及项目所在区域的自然环境状况,提出本项目水土保持方案的指导思想如下:

(1) 从水土保持、生态环境保护角度出发,在论证主体工程设计合理性的基础上,选择最优方案。

(2) 全面贯彻国家和地方有关法律、法规,以及服务于工程建设为基本出发点,解决好工程建设与环境保护之间的关系,防止项目区建设新增水土流失并保障工程施工安全,促进工程建设项目与自然环境的和谐发展。

(3) 针对该工程建设可能造成水土流失量和重点流失区域,结合工程区水土流失现状,遵循防治结合、因害设防、因地制宜的原则和坚持全局观点,采用水土保持措施与主体工程建设及其它环保措施相结合的方法,使水土保持措施与工程安全及环境保护紧密协调、互为裨益。

5.2.2 布设原则

项目水土保持工程建设以防治新增水土流失为目标,保护建设、生态用地为出发点,促进经济与环境的协调发展。在遵守水土保持法律法规、水土保持技术标准以及环境保护总体要求原则的同时,针对项目特点确定措施的布设原则如下:

(1) 结合工程实际和项目区水土流失现状,因地制宜,因害设防、防治结合、全面布局、科学配置;

(2) 项目建设过程中应注重生态环境的保护,设置临时性防护措施,减少施工过程中造成的人为扰动及产生的废弃土;

(3) 注重吸收当地水土保持的成功经验,借鉴国内外先进技术;

(4) 树立人与自然和谐相处的理念,尊重自然规律,注重与周边景观相协调;

(5) 工程措施、植物措施、临时措施合理配置、统筹兼顾,形成综合的防护体系;

(6) 工程措施要尽量选用当地材料,做到技术上可靠、经济上合理;

(7) 植物措施要尽量选用适合当地的品种,并考虑绿化美化效果;

(8) 防治措施布设要与主体工程密切配合,相互协调,形成整体。

5.2.3 水土流失防治措施体系总体布局

根据水土流失防治分区,在水土流失预测结果及主体工程设计具有水土保持功能设施分析评价的基础上,针对工程建设过程中可能引发水土流失的特点和造成的危害程度,采取有效的水土流失防治措施。本工程水土流失防治将以工程措施与植物措施相结合、永久措施与临时防护措施相结合,并把已设计的具有水土保持功能的设施纳入水土流失防治体系中,建立完整有效的水土保持防护体系,合理确定水土保持方案总体布局,以形成完整的、科学的水土保持防治体系。

根据项目的特殊性,由于本工程主体已设计了较为完善的工程、植物措施,因此本方案主要新增项目区各个分区的临时防护措施。

5.2.3.1 建构筑物区

项目建成后,场地被建构筑物所覆盖,基本无水土流失隐;本方案主要考虑施工期间的水土流失防治措施,新增施工期建筑物基础土方开挖临时堆土的密目网临时覆盖措施,其施工期间的临时排水措施纳入相邻分区统一布置,并提出施工过程中的水土保持防治要求。

5.2.3.2 道路及硬化广场区

主体工程在开工前考虑了项目区的表土剥离措施,并在项目建成后对场内道路一侧或两侧的布设砖砌排水沟措施,这些措施能满足工程建成后的水土流失防治的要求,未考虑施工期间的水土流失防治措施,因此本方案在施工期间对项目区施工出入口新增一个车辆清洁池,在道路边沟未成型前布设临时排水沟,并在临时排水沟交汇处新增临时沉砂池措施,对场内道路开挖形成的裸露地表新增了临时覆盖措施,对施工期间堆存的建筑材料新增临时拦挡措施,并提出水土保持要求。

5.2.3.3 绿化区

主体工程已对项目区绿化用地设计园林绿化措施,因此本方案只对植被恢复初期的植被新增了无纺布临时覆盖措施,该区建设期临时排水、沉沙措施结合其他分区统一布置。

5.2.3.4 边坡工程区

主体工程对临时边坡坡顶及坡脚布设了截排水沟,对平台内部布设了平台排水沟,对框格梁护坡区域布设了植草护坡措施,主体工程考虑了完善的防护措施,

但未考虑边坡施工期间的临时防护措施,因此本方案对临时边坡工程新增施工期间的临时措施,因此本方案对边坡工程区域新增施工期间裸露边坡的临时覆盖措施。

5.2.3.5 预留用地区

由于本工程本次仅对预留用地区进行灌木砍伐,以及树根、草皮的清理工作,不进行场地平整施工,后期对该区域进行厂区绿化;由于该区域占地面积较大,因此本方案主要考虑施工期间的水土流失防治措施,新增施工期裸露地表的密目网临时覆盖措施,对预留用地外围及内侧新增布设临时排水沟;对布设于该区的表土临时堆场新增了临时拦挡、临时撒草措施,并提出水土保持要求并建议施工单位加强施工管理,减少场地平整区域对预留用地区域的施工影响。

表 5-2 本工程水土保持措施防治体系表

防治分区	措施类型	防治措施	备注
建构筑物区	临时措施	临时覆盖	方案新增
道路及硬化广场区	工程措施	砖砌排水沟	主体设计
		表土剥离	方案新增
	临时措施	临时排水沟	主体实施/方案新增
		临时拦挡	方案新增
		临时覆盖	方案新增
		临时沉砂池	方案新增
		车辆清洁池	方案新增
临时集水池	主体实施		
绿化区	工程措施	绿化覆土	方案新增
	植物措施	园林绿化	主体设计
	临时措施	无纺布临时覆盖	方案新增
边坡工程区	工程措施	砖砌截、排排水沟	主体设计
		绿化覆土	方案新增
	植物措施	植草护坡	主体设计
	临时措施	临时覆盖	方案新增
预留用地区	工程措施	绿化覆土	方案新增
	植物措施	园林绿化	主体设计
	临时措施	临时覆盖	方案新增
		临时排水沟	方案新增
表土堆场区(预留用地区)	临时措施	临时拦挡	方案新增
		临时撒草	方案新增

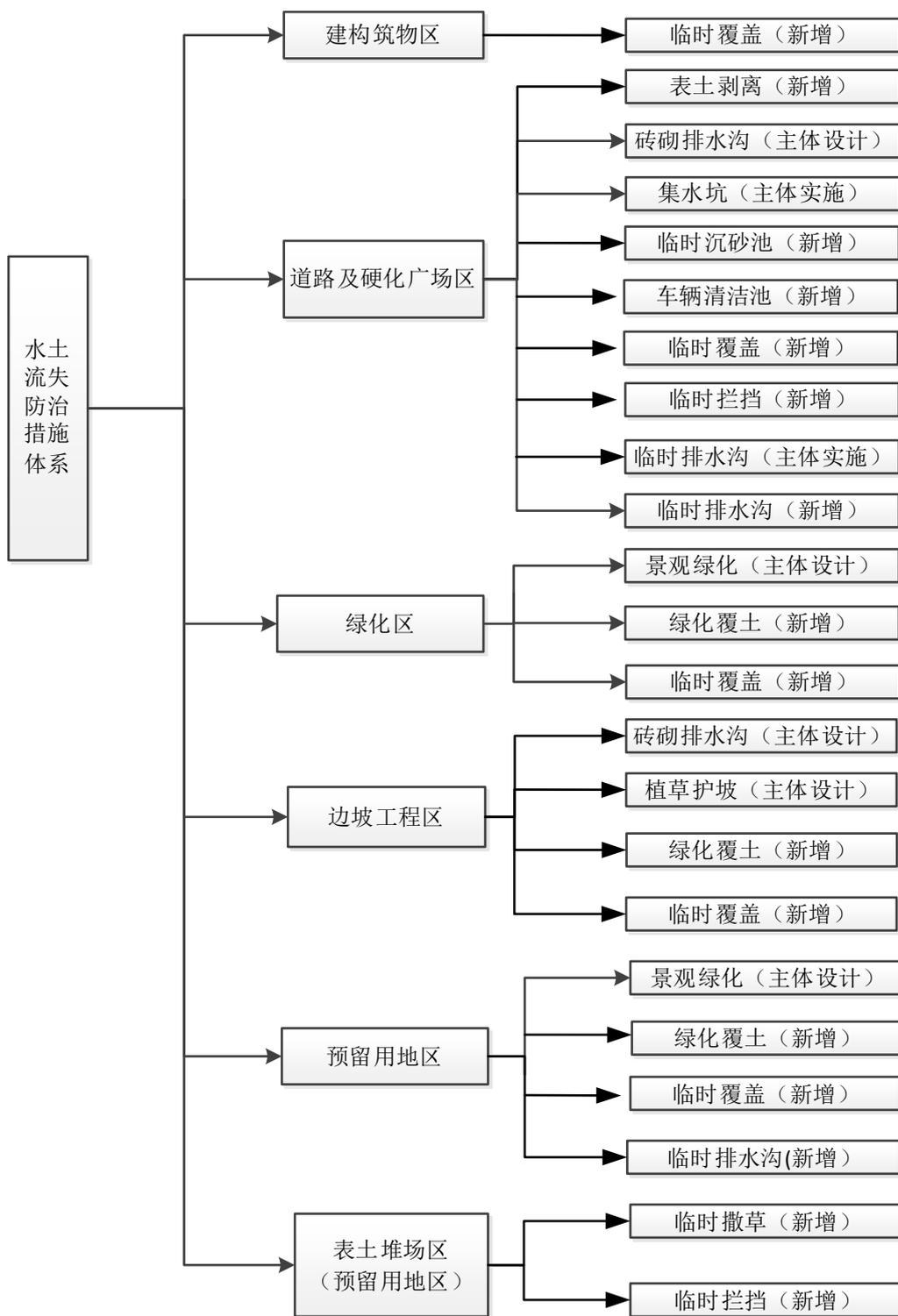


图 5-2 水土流失防治措施体系框图

5.3 分区措施布设

5.3.1 设计原则

根据水土保持方案编制的目标，结合项目和项目区特点，本项目水土保持措施的设计应遵循以下原则：

(1) 对本次新增的水土保持措施,设计时要以安全、经济、水土保持效果好为原则;工程措施设计应同时考虑与植物措施相结合,确保水土保持效果良好;

(2) 水土保持工程措施要和主体工程相互协调,不影响主体工程的顺利施工;

(3) 设计采用技术标准《开发建设项目水土保持技术规范》,同时参照水利部和相关行业的有关技术规范,工程设计必需满足技术规范的要求。

5.3.2 设计依据及标准

(1) 工程措施和临时措施

1) 设计依据

- ① 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018);
- ② 《防洪标准》(GB 50201-2014);
- ③ 《水土保持综合治理技术规范荒地治理技术》(GB/T 16453.2-2008);
- ④ 《水利水电工程水土保持技术规范》(SL 575-2012);
- ⑤ 《水土保持设计规范》(GB51018-2014)。

2) 设计标准

临时沉沙池采用 M7.5 砖砌;

临时覆盖为密目网苫盖和无纺布覆盖。

(2) 植物措施

1) 植物措施设计一般需遵行以下原则:

(a) 根据当地自然环境条件和施工情况,参考当地水土保持造林经验,以立地条件为依据,选用先进的、可行的造林技术进行设计。

(b) 适地适树、适地适草、因地制宜,依据各树种的生态学和生物学特性,在考虑主体工程特殊性要求的同时,选择当地优良的草种,或多年栽培、适应性较强的草种为主,提高栽植成活率,以获得稳定的林分环境、改善立地质量为目标,恢复林草植被,控制水土流失。

(c) 草种应具有抗逆性强,保土性好,生长快的特点。

(d) 造林密度的确定应以造林目的、树种特性、立地条件等为依据,按照《水土保持综合治理技术规范》标准确定主要适生造林树种的初植密度。

(e) 植物措施和工程措施相结合，在建构筑物区，兼顾防护和绿化美化的要求，同时考虑生态效益和景观效益，充分发挥各种立地条件的土地生产力，以获得最大的水土保持效益，改善项目建设区的生态环境。

2) 设计依据

① 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）。

3) 设计标准

绿化标准采用一级，即满足水土保持和生态保护要求，适当结合景观、游憩等功能要求。

5.3.3 建构筑物区水土保持措施布设及典型设计

5.3.3.1 临时覆盖（方案新增）

工程建筑物建设期间，基础开挖阶段将有大量的松散土体临时露天堆放，遇雨天、大风天易造成水土流失，为了避免雨水冲刷基坑开挖过程中的临时堆土，方案要求施工过程中准备密目网，保证遇暴雨天气时对裸露地表实施临时覆盖，避免造成大量水土流失。综合考虑建构筑物区准备密目网覆盖 4800m²，临时覆盖可利用密目网周转使用。

5.3.4 道路及硬化广场区水土保持措施布设及典型设计

5.3.4.1 表土剥离（方案新增）

根据主体设计，在场地平整初期对本工程内可剥离表土的坡耕地及林地进行表土剥离，总计收集量 0.63 万 m³，剥离后的表土全部堆放于预留用地区内的表土对场内，因此本工程剥离表土全部计列在道路及硬化广场区。

5.3.4.2 砖砌排水沟（主体设计）

主体工程设计了厂区雨水排放系统，雨水采用明沟收集排放。厂区内建筑物和硬化地面面积较大，雨水径流量也较大，排水沟沿内部道路一侧或两侧布置，穿越道路处设置盖板涵，为防止本项目可能受重金属和酸污染的生产区初期雨水、消防排水等对水体的污染，该项目雨水拟采用有组织排水系统，采用重力流经雨水排水沟收集输送，并在末端新建初期雨水收集及事故水池，初期雨水经现状初期雨水处站处理后回用，后期雨水经排水沟出厂后向西南侧接入下游工业园区道路一侧已有排水沟内，向下游排泄。排水沟总长 806m，设计矩形断面型式，断面尺寸为：口宽 0.4m，沟深 0.4m；沟壁采用 M7.5 浆砌砖砌筑，厚度 240mm，

水泥砂浆抹面 3cm；沟底板采用 C15 混凝土浇筑，厚 10cm，下铺 5cm 厚碎石垫层。工程量为土方开挖 333.27m³，M7.5 浆砌砖砌筑 154.76m³，C15 砼浇筑 62.86m³，M10 砂浆抹面 1031.68m²，碎石垫层 31.43m³。

5.3.4.3 临时排水沟及集水池（主体已实施）

根据项目区现场实际施工情况，施工单位已对项目区修建临时土石排水沟 230m，在排水沟末端修建了集水池一座，目前项目区内实施的临时措施尚不能满足施工期水土保持防治要求，因此本方案将进行补充设计。

5.3.4.4 车辆清洁系统（方案新增）

本方案计划在项目区北侧与现有道路衔接处布设施工出入口，施工车辆在场内将夹带大量的泥土，因此在出施工作业区前，需对车辆轮胎进行清洗，避免对周边环境造成影响。在施工出入口处设置车辆清洁池一座。车辆清洁池设计长 5m，宽 3m，顺长方向弧形设置，中间最深处 50cm，圆弧夹角 45°，C15 砼浇筑，池底和周边浇筑厚 30cm。配套建设循环水沉砂池，车辆清洁池与循环水沉砂池之间留有自然溢流口，等循环水沉砂池澄清后，用软管把澄清后的水抽排到清洁池循环使用。单口车辆清洁池土方开挖量为 42.95m³，C25 砼 16.4m³。详见车辆清洁池典型设计图。

为保证车体外围携带的泥土及灰尘不对施工区外区域造成影响，本方案另外配备高压喷枪清洗设备 1 套，同时车辆清洁池出口铺垫 10mm 厚钢板各 2 块，钢板宽为 1.5m，长为 5m，最大限度的降低车辆携带的泥水对项目区周边环境的影响。

5.3.4.5 临时排水沟（方案新增）

由于主体工程考虑了场内道路运行期的砖砌排水沟措施，未考虑施工期的临时排水问题，为了有效排导项目区汇水，本方案考虑在场内道路内侧新增临时排水措施设计，临时排水沟作为后期主体设计排水沟的基础，采取永临结合的方式。临时土质排水沟需跨路时，采用钢板覆盖。排水沟断面设计为梯形，顶宽 1.0m，底宽 0.4m，深为 0.4m，内坡比为 1: 0.75，底坡比降不小于 0.2%，单位工程土方开挖量 0.28m³/m，采取人工开挖夯实的施工方法，排水沟长 815m，开挖土方 228.20m³。开挖的土方临时堆放在排水沟边缘并压实，施工后用于回填。

（1）临时排水沟流量校核

a、洪峰流量确定

根据《生产建设项目水土保持技术标准范（GB 50433-2018）》，并参照《防洪标准》和《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2000），本项目防护工程级别按V级考虑，设计按20年一遇1小时最大降雨量考虑。

洪峰流量按下列公式确定：

$$Q=0.278KiF \quad \text{公式（5-1）}$$

式中：Q—洪水流量， m^3 ；

K—径流系数（径流系数取0.25）；

F—汇流面积， km^2 ；经量图计算，排水沟上游汇水面积约为 $0.05km^2$ 。

i—20年一遇最大1小时降雨量， mm/h ；本项目区为 $47.80mm/h$ 。

计算成果见表5-3。

表 5-3 最大洪峰流量计算表

名称	最大清水流量 (m^3/s)	径流系数 (k)	20年一遇1小时设计 降雨强度 (mm/h)	汇水面积 (km^2)
临时排水沟	0.17	0.25	47.80	0.05

b、过流能力复核

临时排水沟过流能力复核采用谢才公式进行，计算公式如下：

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad \text{公式（5-2）}$$

式中：A—过水面积， m^2 ；

C—谢才系数，用公式 $C = R^{1/6}/n$ 计算；

R—湿周，m。

计算成果见表5-4。

表 5-4 临时梯形排水沟断面过水能力计算表

水深	底宽	边坡	过水面积	湿周	水力半径	糙率	谢才系数	底坡比降	流速	流量
h(m)	b(m)	m	A(m^2)	χ (m)	R(m)	n	C	I	v(m/s)	Q
0.30	0.40	1.00	0.210	1.249	0.168	0.025	29.719	0.01	1.219	$\frac{0.25}{6}$

排水沟设置安全超高0.1m，经分析计算可知，过水量 $Q = 0.26m^3/s > 0.17m^3/s$ ，设计的排水沟过水能力满足规范要求，且能保障场地的正常排水。

5.3.4.6 临时沉砂池（方案新增）

由于本项目场地平整区域为一个不规则多边形，整体地势东高西低，南北向地势为北高南底，为降低临时排水沟的泥沙含量，减小水土流失，因此本方案结

合道路工程区临时排水沟的情况,在部分临时排水沟交叉汇集处及排水沟末端出水口处布设临时沉砂池,施工排水最终经过沉砂池沉淀后排入现有道路边沟,最终汇入自然沟渠。沉砂池由施工方安排人员根据沉沙情况,定期清理。

经统计,共需布设沉砂池4个,规格为长×宽×深=6.24×2×1.5m。池壁及池底均采用C25浇筑,砂浆抹面,壁厚240mm,底厚53mm,隔墙12cm。工程量:土方开挖50.00m³,C25砼50.64m³。

5.3.4.7 临时拦挡(方案新增)

工程建设期间,施工所需砂石等建筑材料将临时堆存于项目区内,为了避免雨水冲刷造成水土流失,本方案考虑沿着砂石料堆场四周布设临时拦挡措施,就近利用开挖土方装袋拦挡,施工后期编织袋拆除的土料全部就地回填平整。

装土编织袋拦挡措施断面设计为:土袋码砌高度为1.0m,顶宽0.8m,底宽1.2m,面坡比1:0.5,经统计表土堆场共计设计临时拦挡150m,编织袋填筑150m³,编织袋拆除150m³。

5.3.5 绿化区水土保持措施布设及典型设计

5.3.5.1 园林式绿化(主体设计)

为了创造良好的生产、工作环境,搞好现代新型企业的绿化美化工作,主体工程对厂区内的广场空地、内部道路两旁、平台四周、主要建筑物周边等可绿化区域均布置为绿地,基本不留裸地。道路两旁种植行道树,利用厂房周围空地种花、植树,对人员集散、主要建筑物、厂前区等地段,进行重点绿化,选用适合当地气候,能吸附粉尘和有害气体的花草和树种,起到净化空气、调节小气候、减少噪音、分隔工段和美化环境的作用,为职工提供较为舒适的工作环境和活动场所,项目区园林式绿化1.25hm²。

按照当地的绿化风格进行绿化,以点、线、面相结合,乔、灌、草多树种草种绿化配置,选择具有防尘降噪、吸收有害气体等环保、水保效果显著的树种草种,同时兼顾景观效果。主要选用的树种、草种有乔木香樟、广玉兰、小叶榕、垂叶榕、女贞、枇杷、桂花;灌木金叶女贞、黄杨、红花继木、红叶石楠、冬青、叶子花;草本地被狗牙根、三叶草、麦冬等。

5.3.5.2 绿化覆土（方案新增）

主体工程规划了较大面积的绿化用地，设计对该区进行园林式绿化，项目建设区经过场地平整、地貌重塑后，场内绿地需覆土后方能进行绿化。设计覆土面积 1.25hm^2 ，覆土层平均厚度约为 30cm ，覆土量为 0.38万 m^3 ，所需表土来自施工前期剥离表土。

5.3.5.3 临时覆盖（方案新增）

本方案考虑对绿化区新增临时覆盖。绿化区在施工过程中或播种后植被开始发挥效益之前处于裸露状态，实施临时覆盖无纺布措施，作为临时防冲刷措施，减少不必要的水土流失，共需要无纺布覆盖 12500m^2 。

5.3.6 边坡工程区水土保持措施布设及典型设计

5.3.6.1 截、排水工程（主体设计）

主体工程设计对边坡外围设置截水沟，截除地表水；在场地外侧低洼局部位位置集水池，并通过 PVC 排水管或外排水沟引流外排至场地内水沟（或截洪沟）及场地外侧；坡顶局部陡坎位置如截水沟施工困难，其位置的截水沟可采用 PVC 管（DN200）进行左右连接，平台内侧设置排水沟（工程量计入道路及硬化广场区），截排水沟采用 C25 混凝土砌筑，对边坡进行植草护坡，在护坡上下游分别设置截水沟和排水沟，顶部截水沟 660m ，采用 $0.5\times 0.5\text{m}$ 的矩形 M7.5 水泥砂浆砌砖排水沟，沟帮厚度为 240mm ；下部排水沟 389m ，采用 $0.4\times 0.4\text{m}$ 的矩形 M7.5 水泥砂浆砌砖排水沟，沟帮厚度为 240mm ；平台边坡间修建平台排水沟，采用 $0.25\times 0.25\text{m}$ 的梯形网喷结构排水沟，沟帮厚度为 250mm ，平台排水沟长 336.5m 。

5.3.6.2 植草护坡（主体设计）

本项目用地范围为不规则正方形，南北向最大进深约为 300m ，东西向最大进深约为 605m ，场地地势总体上东高西底、北高南低，场地平整区域标高介于 $1810.10\text{--}1847.00\text{m}$ ，最大高差 36.90m 。项目区北侧、东侧、南侧施工需要对挖方边坡进行放坡处理，项目区西南角施工需要对填方边坡进行放坡处理，边坡总面积 1.02hm^2 ，边坡采用 $1:2.00$ 坡率分台放坡开挖+坡脚仰斜式小挡墙+锚索+框格梁+网喷等方式进行顺接。框格梁护坡中间实施植草护坡，植草护坡选用矮生百慕大和狗牙根混播，将两种植物混播在一起，能够增强草坪的抵抗性，让草坪的

寿命更长久，等到百慕大草枯黄之后，狗牙根却能够好好的在大冬天中顽强的生长，为寒冷的冬天增添很多的绿色。经统计边坡设计植草护坡 0.34hm^2 。

5.3.6.3 绿化覆土（方案新增）

主体工程设计对框格梁护坡区域进行植草护坡，项目建设区经过场地平整、地貌重塑后，场内绿地需覆土后方能进行绿化。设计覆土面积 0.34hm^2 ，覆土层平均厚度约为 30cm ，覆土量为 0.10 万 m^3 ，所需表土来自施工前期剥离表土。

5.3.6.4 密目网临时覆盖（方案新增）

本项目场地平整过程中，存在边坡局部为挖方边坡（场地北侧、东侧、南侧大部分区域），边坡高度约 $2.0\text{—}28.5\text{m}$ ，局部为垂直填方边坡（场地南侧局部、西侧、西南角区域），土方开挖阶段将存在大量裸露边坡，遇雨天、大风天易造成水土流失，为了减少雨水冲刷开挖边坡造成水土流失，方案要求施工过程中准备密目网，保证遇暴雨天气时对裸露边坡实施临时覆盖，避免造成大量水土流失。综合考虑边坡工程区准备密目网覆盖 6500m^2 ，临时覆盖可利用密目网周转使用。

5.3.6.5 无纺布临时覆盖（方案新增）

本方案考虑对边坡工程区植草护坡区域新增临时无纺布覆盖，植被在施工过程中或播种后植被开始发挥效益之前处于裸露状态，实施临时覆盖无纺布措施，作为临时防冲刷措施，减少不必要的水土流失，共需要无纺布覆盖 3400m^2 。

5.3.7 预留用地区水土保持措施布设及典型设计

5.3.7.1 景观绿化（主体设计）

为了创造良好的生产、工作环境，搞好现代新型企业的绿化美化工作，主体工程对预留用地区内均进行了景观绿化，选用适合当地气候，能吸附粉尘和有害气体花草和树种，起到净化空气、调节小气候、减少噪音、分隔工段和美化环境的作用，为职工提供较为舒适的工作环境和活动场所，预留用地区景观绿化 7.02hm^2 ，主要选用的树种、草种与厂区绿化一致。

5.3.7.2 绿化覆土（方案新增）

由于预留用地区本次工程仅对地表进行灌木林地的砍伐，以及树根、草皮的清理工作，为了减少地表扰动，主体工程设计场地清理后直接进行场地绿化，因此本方案仅对预留用地区域占用的建设用地及交通运输用地进行绿化覆土，其余

区域不再绿化覆土。设计覆土面积 0.50hm^2 ，覆土层平均厚度约为 30cm ，覆土量为 0.15万 m^3 ，所需表土来自施工前期剥离表土。

5.3.7.3 临时覆盖（方案新增）

工程建设期间，由于预留用地区占地面积较大，遇雨天、大风天易造成水土流失，为了避免雨水冲刷裸露地表，方案要求施工过程中准备密目网，保证遇暴雨天气时对裸露地表实施临时覆盖，避免造成大量水土流失。综合考虑预留用地区准备密目网覆盖 8500m^2 ，临时覆盖可利用密目网周转使用。

5.3.7.4 临时排水沟（方案新增）

由于主体工程考虑了场内运行期的排水措施，未考虑预留用地区域的排水问题，为了有效排导项目区汇水，本方案考虑在预留用地区新增临时排水措施设计，临时土质排水沟断面设计为梯形，顶宽 1.0m ，底宽 0.4m ，深为 0.4m ，内坡比为 $1:0.75$ ，底坡比降不小于 0.2% ，单位工程土方开挖量 $0.28\text{m}^3/\text{m}$ ，采取人工开挖夯实的施工方法，排水沟长 1994m ，开挖土方 558.32m^3 。开挖的土方临时堆放在排水沟边缘并压实，施工后用于回填。

5.3.8 表土堆场区（预留用地区）水土保持措施设计

5.3.8.1 临时拦挡（方案新增）

本方案规划了一个表土临时堆场，占地面积位于预留用地区内，因此本方案将布设于表土临时堆场的水土保持措施计列在预留用地区内。

由于本工程总体布局比较紧凑，为减少对扰动范围以外区域的影响，本方案规划了一个表土临时堆存，本方案考虑沿着表土临时堆场四周布设生态袋临时拦挡措施，就近利用剥离表土装袋拦挡，施工后期编织袋拆除的土料全部就地回填平整，在表层编制土袋内侧撒播狗牙根草籽。

生态袋装土编织袋拦挡措施断面设计为：土袋码砌高度为 1.0m ，顶宽 0.8m ，底宽 1.2m ，面坡比 $1:0.5$ ，经统计表土堆场共计设计临时拦挡 210m ，编织袋填筑 219m^3 ，编织袋拆除 219m^3 ，需撒播草籽 0.03hm^2 ，草籽量 3.00kg 。

5.3.8.2 临时撒草措施（方案新增）

本方案规划的表土临时堆场位于扰动范围内，本工程施工工期 1.58 年，因此表土临时堆场使用时间超过半年，因此本方案将对表土临时堆场新增临时撒草措施用于防治表土的流失。

本工程剥离产生表土全部堆放于表土临时堆场内，堆放表土极易受降雨冲刷，且堆放时间较长，本方案设计表土堆放后撒播草籽进行防护，草种为狗牙根，草种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计撒播草籽 0.34hm^2 ，需狗牙根草籽 34kg 。

①植物特性

狗牙根 (*Cynodactylon*L.) 多年生禾本科直立丛生型植物，性喜温暖湿润气候，具根状茎和匍匐枝，须根细而坚韧。匍匐茎平铺地面或埋入土中，长 $10\sim 110\text{cm}$ ，光滑坚硬，节处向下生根，株高 $10\sim 30\text{cm}$ 。

②栽植技术

整地：全面整地。

种植密度：狗牙根 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

草种及选苗：狗牙根用种子撒播。

表 5-5 狗牙根典型种植模式

立地条件特征		海拔 2000m 以下范围广泛分布
造林技术	撒播草种	狗牙根
	种植方式	撒播草籽
	初植密度	$100\text{kg}/\text{hm}^2$
	场地清理	清除地表大石块和其它杂物
	整地	场地平整
	草种规格	草籽
	种植季节	雨季
	抚育管理	造林当年需用覆盖物遮护裸露地表，防止雨水对地表冲刷，影响草籽成活，防病虫害，防牲畜和人为损害

5.3.9 水土保持管理要求

①加强工程施工管理，严格按照工程设计及施工进度计划进行施工，减少地表裸露时间。

②工程开挖过程中严格按照主体工程设计施工工艺进行开挖，及时做好排水。

③开挖回填剩余土石方及时清运，土石方运输过程中应进行封闭运输，以免造成土石方洒落。

④工程施工期尽量避免在雨季进行，尽可能避开大风日或雨天，并采取必要的临时水土保持措施，减少施工期水土流失，防止泥沙对周边区域造成危害。

⑤施工期应加强对各项水土保持设施的管理和维护，定期检查其运行状况，防患于未然，发现问题及时采取补救或整改措施。

5.3.10 项目施工后期应该注意的问题

(1) 严格按照工程设计及施工进度计划进行施工。并按工程关键部位、施工工艺、施工方法分步骤进行施工。工程开工后，应严格按照施工规范及组织计划所确定的顺序进行施工，减少地表裸露时间，从而减少水土流失，减小或避免工程施工对周围环境的影响。

(2) 尽可能地避开在大风和雨天条件下施工，减少施工过程中的水土流失。

(3) 在后期施工期间，工程建设单位应有专职或兼职的环境保护和水土保持管理人员，主要负责落实施工过程中的临时水土保持管理措施、临时水土保持工程措施，以及监督管理工作，具体工作在施工招标文件中明确并由施工单位遵守和完成。

5.3.11 防治措施工程量汇总

5.3.11.1 主体工程已计列水土保持措施工程量

根据主体工程设计资料及现场勘查，本工程具有水土保持功能且计入水保投资的措施为：

(1) 道路及硬化广场区：M7.5 砖砌排水沟 806m，临时排水沟 230m，集水池 1 座；

(2) 绿化区：景观绿化 1.25hm²；

(3) 边坡工程区：M7.5 砖砌截、排水沟 1385.50m，植草护坡 0.34hm²。

(4) 预留用地区：景观绿化 7.02hm²。

表 5-6 主体工程纳入水保措施体系工程量及投资表

防治分区	措施布设	单位	数量	单价 (元)	投资 (万元)	备注	位置
道路及硬化 广场区	M7.5 砖砌排水沟	m	806	260	20.96	工程措施	道路内 侧
	临时排水沟	m	230	35	0.81	临时措施 (已实施)	项目区 内
	集水池	座	1	2500	0.25	临时措施 (已实施)	项目区 内
绿化区	景观绿化	hm ²	1.25	250000	31.25	植物措施	绿化区 域
边坡工程区	植草护坡	hm ²	0.34	150000	5.10	植物措施	边坡绿 化区域
	M7.5 砖砌截水沟	m	660.00	280	18.48	工程措施	挖方边 坡坡顶
	M7.5 砖砌排水沟	m	389.00	260	10.11	工程措施	填方边 坡坡脚
	M7.5 砖砌平台排水 沟	m	336.50	260	8.75	工程措施	边坡平 台内部
预留用地区	景观绿化	hm ²	7.02	250000	175.50	植物措施	预留用 地区域
合计					271.21		

5.3.11.2 方案新增水土保持措施工程量

本工程除主体工程设计具有水土保持功能的措施外,本方案主要针对各个分区临时措施进行了设计,同时就施工过程中水土保持工作提出要求。具体措施及工程量如下:

- (1) 建构物区: 密目网临时覆盖 4800m²;
- (2) 道路及硬化广场区: 表土剥离 0.63 万 m³, 临时排水沟 815m, 临时拦挡 150m, 车辆清洁池 1 座, 临时沉沙池 4 座。
- (3) 绿化区: 绿化覆土 0.38 万 m³, 无纺布临时覆盖 12500m²。
- (4) 边坡工程区: 绿化覆土 0.10 万 m³, 密目网临时覆盖 6500m², 无纺布临时覆盖 3400m²。
- (5) 预留用地区: 绿化覆土 0.15 万 m³, 密目网临时覆盖 8500m², 临时排水沟 1994m。
- (6) 表土堆场区(预留用地区): 生态袋临时拦挡 219m, 临时撒草 0.34hm²。

表 5-7 方案新增水土保持措施工程量汇总表

序号	水保措施	单位	工程量
1	建构筑物区		
1.1	密目网临时覆盖	m ²	4800.00
2	道路及硬化广场区		
2.1	车辆清洁池	座	1.00
2.1.1	土方开挖	m ³	42.95
2.1.2	C25 砼浇筑	m ³	16.40
2.2	临时排水沟	m	815.00
2.2.1	土方开挖	m ³	228.20
2.3	临时沉砂池	座	4.00
2.3.1	土方开挖	m ³	50.00
2.3.2	C25 浇筑	m ³	50.64
2.4	临时拦挡	m	150.00
2.4.1	编制土袋拦挡	m ³	150.00
2.4.2	编制土袋拆除	m ³	150.00
2.5	表土剥离	万 m ³	0.63
3	绿化区		
3.1	绿化覆土	万 m ³	0.38
3.2	无纺布临时覆盖	m ²	12500.00
4	边坡工程区		
4.1	密目网临时覆盖	m ²	6500.00
4.2	无纺布临时覆盖	m ²	3400.00
4.3	绿化覆土	万 m ³	0.10
5	预留用地区		
5.1	密目网临时覆盖	m ²	8500.00
5.2	绿化覆土	万 m ³	0.15
5.4	临时排水沟	m	1994.00
5.4.1	土方开挖	m ³	558.32
6	表土堆场区（预留用地区）		
6.1	生态袋土袋拦挡	m	219
6.1.1	编制土袋拦挡	m ³	219.00
6.1.2	编制土袋拆除	m ³	219.00
6.1.3	撒播草籽面积	hm ²	0.03
6.1.4	狗牙根草籽	kg	3.00
6.2	临时撒草	hm ²	0.34
6.2.1	撒播草籽面积	hm ²	0.34
6.2.2	狗牙根草籽	kg	34.00

5.4 施工要求

5.4.1 施工条件

(1) 施工交通

本项目建设区场内外交通便利。水土保持措施所需的外来建设材料，包括水泥、钢筋等物资供应与主体工程施工相同。项目区紧邻滇缅公路、安楚公路及工业园区道路，能够满足水土保持工程施工要求。

(2) 施工场地的布置

由于项目区位于云南省楚雄市东瓜镇桃园村委会山嘴子村，为了减少施工对周边项目的影响，施工场地主要考虑通过施工时序安排，综合利用项目区内空地作为施工场地，由于施工场地均位于项目区内，不会额外新增临时占地，且施工场地会随着工程施工进度进行临时布设，位置具有不确定性，因此本方案不再单独分区计列。

(3) 施工用水、用电

水土保持工程施工用电利用主体工程施工用电条件。

(4) 主要材料供应

水土保持措施施工所需的水、电、路等尽可能利用主体工程已有的施工条件。

5.4.2 施工组织形式

本项目水土保持将纳入主体工程招投标文件，按国家基本建设管理程序进行施工和管理。

①工程措施

本方案水土保持工程措施的实施，均与主体工程配套进行，主体工程分标规划时，应尽可能将水土保持措施纳入其中。水土保持工程措施施工条件与设施原则上利用主体工程已有设施和施工条件。施工时应根据各防治区域具体的工程措施安排各施工时序，减少或避免各工序间的相互干扰。

②植物措施

主要包括绿化工程区的绿化美化措施。施工时，由专业绿化公司竞标并实施，选择具有相应资格和能力的施工单位承担。

实施时应与当地水土保持和林业部门协调合作。所需林木种苗尽量在本地采购，同时选择有经验的施工队伍进行施工。种植过程中科学使用保水剂、长效肥、微量元素、激素等先进材料和技术，以保证苗木的成活率。

种植后，注重草木的成活率检查，决定补植或重新造林与合格验收，补植应根据检查结果拟定补植措施，幼林补植时需用同一树种的大苗或同龄苗（幼林抚育及补植工程费用来自预备费）。

植物措施设计一般需遵行以下原则：

(a) 根据当地自然环境条件和施工情况，参考当地水土保持造林经验，以立地条件为依据，选用先进的、可行的造林技术进行设计。

(b) 适地适树、适地适草、因地制宜，依据各树种的生态学和生物学特性，在考虑主体工程特殊性要求的同时，选择当地优良的草种，或多年栽培、适应性较强的草种为主，提高栽植成活率，以获得稳定的林分环境、改善立地质量为目标，恢复林草植被，控制水土流失。

(c) 草种应具有抗逆性强，保土性好，生长快的特点。

(d) 造林密度的确定应以造林目的、树种特性、立地条件等为依据，按照《水土保持综合治理技术规范》标准确定主要适生造林树种的初植密度。

(e) 植物措施和工程措施相结合，在建构筑物区，兼顾防护和绿化美化的要求，同时考虑生态效益和景观效益，充分发挥各种立地条件的土地生产力，以获得最大的水土保持效益，改善项目建设区的生态环境。

③临时工程

施工单位在施工工程中，要做好临时排水设施。加强施工组织管理与临时防护措施，严格控制施工用地，严禁随意扩大占压、扰动面积和损坏地貌、植被，开挖土石必须及时利用，禁止随意堆放，临时堆放须采取防护措施，严格控制施工过程中可能造成水土流失。

④资金条件

建设期水土保持措施资金来源于主体工程建设投资中，并要列入工程建设投资的总体安排和年度计划中。采取招标方式确定施工单位，也有助于保证质量、进度和资金得到全面落实。

5.4.3 施工质量要求

水土保持工程实施后，各项治理措施必须符合规定的质量要求，并经规定的质量测定方法确定后，才能作为治理成果进行数量统计。

根据《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持设施自主验收规程（试行）的通知》（办水保〔2018〕133号）及《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）等的相关规定，水土保持各项治理措施的基本要求是总体布局合理，各项措施位置符合规

划要求，规格、尺寸、质量使用材料、施工方法符合施工和设计标准经暴雨考验后应基本完好。

5.4.4 水土保持使用进度安排

(1) 基本原则

①与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工生产生活工程量。

②水土保持工程措施施工要尽量避开雨季。

③水保工程措施施工应尽量避免雨季；植物措施实施计划应充分考虑植物对季节的要求。

(2) 进度安排

根据本工程现状，结合工程建设施工计划安排，同时考虑到水土保持措施的先期预防作用，施工期临时水土流失预防措施应提前修筑。

表 5-8 水土保持措施实施进度表

项目		2022 年 (季度)	2023 年 (季度)				2024 年 (季度)			
		4	1	2	3	4	1	2	3	4
建构筑物区	密目网临时覆盖									
道路及硬化广场区	表土剥离									
	砖砌排水沟									
	车辆清洁池									
	临时排水沟									
	临时排水沟及集水池(已实施)									
	临时沉砂池									
	临时拦挡									
绿化区	景观绿化									
	绿化覆土									
	无纺布覆盖									
边坡工程区	砖砌截排水沟									
	植草护坡									
	绿化覆土									
	密目网覆盖									
	无纺布覆盖									
预留用地区	景观绿化									
	绿化覆土									
	无纺布覆盖									
	临时排水沟									
表土堆场区(预留用地区)	临时拦挡									
	临时撒草									
备注:	主体已有措施				方案新增措施					

6 水土保持监测

6.1 监测范围和时段

6.1.1 监测目的

按照建设项目水土保持法规及技术规范的要求，生产建设项目施工期间和自然恢复期间需对建设项目防治责任范围内的水土保持状况进行监测。其目的如下：

(1) 通过施工期进行水土保持监测，掌握工程建设对水土流失的实际影响，及时发现工程建设过程中新出现的水土流失问题并采取及时有效的防治措施。

(2) 通过施工期水土保持监测，及时了解各项水土保持设施的运行情况，掌握水土保持工程的建设情况和在控制新增水土流失过程中的实际作用和可能问题。

(3) 通过自然恢复期水土保持监测，了解各项水土保持设施的经历施工期后的运行情况，从设施耐久性，有效性等方面检验方案水土保持设施的质量。

(4) 通过水土保持监测，为工程建设的水土流失防治工作提供科学依据。同时，通过对工程水土保持设施的运行状况及水土流失防治效果的监测，可以为提高水土流失防治效果提供技术管理依据和补充措施的设计依据，也为建设项目水土保持工作的科学研究积累资料。

(5) 为水土保持竣工验收提供科学依据。

6.1.2 监测原则

根据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）及《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和主体工程修建性详细规划，结合本工程的建设特点及水土流失特征，确定如下的监测原则：

- (1) 全面调查与重点监测相结合；
- (2) 以水土流失重点时段、重点部位作为监测重点；
- (3) 监测内容与防治分区相结合；
- (4) 全面反映六项水土保持防治目标的落实情况；
- (5) 监测点位的选择具有代表性，“一点多用、前后对比、代表全面”。

6.1.3 监测范围

根据确定的项目区水土流失防治责任范围和工程水土流失特点,确定本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围,总面积 15.33hm²。

监测分区与水土流失防治分区一致,包括建构筑物区、道路及硬化广场区、绿化区、边坡工程区、预留用地区。

6.1.4 监测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018),本项目监测时段从施工准备期开始至设计水平年结束,分为施工准备期、施工期和试运行期。

本项目于 2022 年 12 月开工建设,结合本工程特点和实际情况,监测时段为施工期及试运行期(自然恢复期),施工期为 2023 年 4 月至 2024 年 6 月,共 15 个月,并以每年 5~10 月为重点时段;试运行期(自然恢复期)为 2024 年 7 月至 2025 年 6 月,共 12 个月。因此监测时段为 2023 年 4 月至设计水平年末 2025 年 6 月,共 27 个月(2.25a)。

6.2 监测内容和方法

6.2.1 监测内容

监测的内容是根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)和《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)的相关要求确定,水土保持监测内容应包括水土流失影响因素、扰动土地情况,取土、弃土情况,水土流失情况、水土流失危害和水土保持措施实施情况及效果等。

1、水土流失影响因素监测应包括下列内容:

- (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) 项目取土(石、料)的扰动面积及取料方式。

2、水土流失状况监测应包括下列内容:

- (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) 重点对沉沙池进行监测, 对施工排水口泥沙进行监测;
- (4) 应对本项目弃渣的弃土点进行跟踪监测, 确保弃渣均运往合法弃土点堆存, 跟踪监测弃渣运输及流向是否合理合法。

3、水土流失危害监测应包括下列内容:

- (1) 水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度;
- (2) 本工程水土流失危害主要体现在会对周边市政管网造成堵塞, 在施工过程中, 实施沉砂措施, 避免施工期排水直接排入周边市政管网, 造成堵塞, 及时进行排水沟的疏通。

4、水土保持措施监测应包括下列内容:

- (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

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T 51240-2018)及《云南省水利厅关于印发云南省开发建设项目水土保持监测分类管理目录的通知》(云水保监〔2009〕3号)、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)中关于对生产建设项目水土保持监测的相关要求, 监测单位应当针对不同监测内容和重点, 综合采用地面观测法、实地调查监测法、视频监控、卫星遥感、无人机遥感观测法等多种方式, 充分运用互联网+、大数据等高新信息技术手段, 不断提高监测质量和水平, 实现对生产建设项目水土流失的定量监测和过程控制。本项目监测方法宜采用实地调查、测量、无人机遥感观测、询问等方法监测。

1、调查监测

(1) 现场巡查法

调查监测是指定期采取全线调查的方式，通过现场实地勘测，采用全站仪结合 1:5000 地形图、照相机、标杆、尺子等工具，按标段测定不同工程和标段的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施实施情况。

(2) 标准地调查法

对项目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，要求灌木林 3m×3m、其他草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算乔木林地郁闭度、其他草地盖度和类型区林草覆盖度。计算公式为：

$$D=fe/fdC=f/F$$

式中：D——乔木林地的郁闭度（或其他草地的盖度）；

C——林（或草）植被覆盖度，%；

fd——样方面积，m²；

fe——样方内树冠（草冠）垂直投影面积，m²；

f——乔木林地（或其他草地）面积，hm²；

F——类型区总面积，hm²。

2、地面观测

对不同地表扰动类型侵蚀强度的监测，采用地面定位观测方法量测坡面的坡度、坡长、地面组成物质、容重等，并通过向当地降雨监测站点等部门收集资料获得降雨量和降雨强度。本方案采用的监测方法为沉沙池法和简易坡面量测法。

沉沙池法：在监测点施工前先根据来水面及地形开挖排水沟渠，在排水出口低洼处依地形就地开挖临时沉沙池；条件允许时，亦可以利用天然低洼地形，适当建拦沙坝，形成沉沙池。其规格则根据边坡集雨面积、沉沙效率、暴雨标准及所在地土壤侵蚀模数等参数而定。在每次降雨过后，对沉淀池内土壤总量进行量测，从而得出集雨控制范围内土壤流失总量。各沉沙池的年清淤次数视实际淤积量而定。

简易坡面量测法：通过选定样方，测定样方内侵蚀沟的数量和大小来确定侵蚀量。样方大小取 5~20m 宽的坡面，量测出沟的平均横断面面积（m²），然后

乘以沟长（m）和土壤容重（ t/m^3 ），即为某条沟的沟蚀量（t）。各条沟的沟蚀量之和即为样方区的总沟蚀量。通过调查实际出现的水土流失情况推算出侵蚀强度，在比较典型的沟槽上做好标记，以便于下次的测量工作。

3、遥感动态监测

土地利用动态监测包含监测区域内的全部土地资源，能提供各土地利用类型的数量、质量、空间分布动态信息。利用原有的生产建设项目区的遥感影像资料与开发建设项目过程中的相关遥感影像资料，对生产建设项目地区的自然状况（地形、气象、植被、地面物质等）、土地利用状况、水土流失情况，包括扰动原地貌、损坏土地和植被面积，弃土、弃石和弃土量，或开荒、毁（林）草面积等进行适时、有效的监测，及时、可靠地为研究分析生产建设项目对建设区水土流失的影响提供资料。

遥感动态监测主要涉及图像预处理和土地利用变化信息提取，并相应地有图像预处理方法和土地利用变化信息提取方法。

表 6-1 监测内容及其监测方法

监测内容	监测指标	监测方法
项目背景值监测	①地形、地貌和水系；②原生地貌类型、面积；③项目区林草覆盖度；④原生地貌侵蚀强度	无人机调查、测量、资料收集、样地调查
防治责任范围动态监测	项目建设占地面积；②防治责任范围面积	GPS 调查、无人机调查、测量、巡查
施工期土壤流失量动态监测	①地表扰动类型；②土壤侵蚀强度级别；③土壤侵蚀模数；④水土流失面积；⑤土壤流失量	测量、资料收集、样地调查
水土流失防治动态监测	①措施类型；②措施数量；③防治效果；④六项指标达标情况	普查、GPS 调查、抽样调查、资料收集、样地调查、巡查
水土流失事件监测	水土流失危害和重大水土流失事件	调查

4、无人机监测

随着“无人机”技术不断成熟、完善、普及，民用已经很广泛，如国土监察、城市规划、水利建设、林业管理、实时监控、影视航拍、广告摄影、气象遥感等领域。无人机有能在云层下低空飞行、无需机场起降、而且成本低、运用灵活等优点，因此可以轻易获取相对清晰的影像。因而，无人机航拍更适合安全性要求高，拍摄成果质量要求高、散列分布式任务，大比例尺测图等工作需求。

无人机监测的主要技术路线是：

（1）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。

（2）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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 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；通过项目区控制点进行空间插值可以获得项目区的 DEM，通过与原地形对比分析，计算项目扰动情况。

6.2.3 监测频次

调查监测应根据监测内容和工程进度确定监测频次；正在实施的水土保持措施建设情况、扰动地表面积等至少每月调查记录 1 次；施工进度、水土保持植物措施生长情况至少每季度记录 1 次；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

定位监测应根据监测内容和方法采用连续观测或定期观测，排水含沙量监测应在雨季降雨时连续进行。

(1) 水土流失自然影响因素

地形地貌状况：整个监测期监测 1 次；地表物质：施工准备期和设计水平年各监测 1 次；植被状况：施工准备期前测定 1 次；气象因子：每月 1 次。

(2) 扰动土地

地表扰动情况：本项目每月监测 1 次。

(3) 水土流失状况

水土流失状况应至少每月监测 1 次，发生强降水等情况后及时加测。

(4) 水土流失防治成效

至少每季度监测 1 次，其中临时措施至少每月监测 1 次。

(5) 水土流失危害

结合上述监测内容与水土流失状况一并开展,灾害事件发生后 1 周内完成监测。

6.2.4 监测计划及进度安排

(1) 监测总频次

根据《水土保持监测技术规程》等相关监测规范要求,本项目监测总频次定为 8 次。监测总频次包括地面观测频次、调查监测频次、全线巡查频次。

(2) 地面观测频次

地面观测主要集中在工程建设期 5 月~10 月的雨季,根据本项目实际情况,本次监测工程建设期所经历雨季为 2023 年~2024 年共 2 次雨季,则需监测 4 次。根据《水土保持监测技术规程》要求,在雨季内如遇到 $R_{24h} \geq 50\text{mm}$ 降雨后追加 1 次。对于后期设置的径流小区,需进行实时监测。

(3) 调查监测频次

调查监测依据调查内容具体确定,其中建设期的水土流失调查每季 1 次,林草植被生长状况样地调查一般植树后 1 个月检查成活率,每 3 个月检查保存率。种草后 20 天检查成活情况。

(4) 巡查频次

巡查为不定期监测,贯穿整个监测过程,每年不少于 2 次,雨季前后巡视一次,以保证及时提出预防水土流失建议。

(5) 特殊情况频次变更

一般情况下,监测频次不会发生变更,但根据工程建设实际情况,监测频次可做相应调整。频次变更调整应遵循以下原则:

- ① 业主提出特殊要求时,可进行变更;
- ② 遇到特殊事件(如检查、验收)时,可以进行变更;
- ③ 遇水土流失特殊事件(如造成严重水土流失危害)时,可进行变更;
- ④ 根据工程建设实际变化情况进行变更(如工程停工、推迟竣工等);
- ⑤ 如无上述特殊情况,监测单位提出变更,需与业主进行商议后方可变更。

表 6-2 水土保持监测工作进度计划表

工作内容		工期（时间）安排
监测准备阶段	组建监测项目部	2023年4月
	实地踏勘（现场调查）	2023年5月
	编制监测实施方案	2023年5月
	监测人员进场 编制监测实施细则 监测工作交底 开始监测设施建设	2023年5月
监测实施阶段	全面开展监测 实时编制与报送水土保持监测报告	2023年4月-2025年6月 （通过水土保持专项设施验收结束）
监测总结阶段	汇总、分析各阶段监测数据成果，分析评价防治效果	水土保持专项设施验收前完成
	编制与报送水土保持监测总结报告，按业主要求编制相关工作成果文件	
	参加水土保持设施专项验收，完成相应工作	按实际验收时间进行

6.3 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/T51240-2018）、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保〔2015〕139号）等规定和要求，结合工程特点，在全面监测的基础上，本项目施工期共布置3个，其中道路及硬化广场区布设2个，边坡工程区布设1个；自然恢复期布设3个监测点，其中绿化区布设1个，边坡工程区布设1个，预留用地区布设1个；水土保持监测点布设情况见表6-3。

表 6-3 水土保持监测规划表

监测区域	监测时段	监测点号	布设位置	监测内容	监测点类型
道路及硬化广场区	建设期	1#监测点	沉砂池	水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施	综合监测点
	建设期	2#监测点	表土临时堆场	水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施	综合监测点
绿化区	自然恢复期	3#监测点	绿化区域	植被种植成活率及生长情况、植被恢复情况、水保设施控制水土流失程度，防护效果。	植物措施监测点
边坡工程区	建设期	4#监测点	东侧挖方边坡区域	水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害、水土保持措施	综合监测点
	自然恢复期	5#监测点	植草绿化区域	植被种植成活率及生长情况、植被恢复情况、水保设施控制水土流失程度，防护效果。	植物措施监测点
预留用地区	自然恢复期	6#监测点	绿化区域	植被种植成活率及生长情况、植被恢复情况、水保设施控制水土流失程度，防护效果。	植物措施监测点

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测实施条件

6.4.1.1 监测设施设备

监测设施：利用水土保持措施中的排水沟、沉沙池等。

监测设备：主要有无人机（精灵 4）、手持 GPS、电子天平、泥沙比重计、数码相机等。

监测耗材：主要有皮尺、钢卷尺、胸径尺、游标卡尺、标志牌等。

表 6-4 水保监测设备

序号	设施和设备	型号	单位	数量	备注
一	设施				
1	沉沙池		个	1	用于观测水土流失量
二	设备				
1	远距离激光测距仪	NIKONLR800	台	1	便携式
2	土壤水分仪		套	1	测 1 个深度
3	天平	HC-TP11-5	套	1	1/500g
4	土壤刀、铝盒、环刀、酒精		套	1	用于土壤含水率、容重等的量测
5	手持式 GPS	麦哲伦 D600	台	1	监测点、场地、渣场的定位量测
6	测高仪	NIKONLR800	台	1	测量植物生长状况
7	数码照相机		台	1	用于监测现场的图片记录
8	笔记本电脑		台	1	用于电子资料编写、图片储存等
9	易耗品				样品分析用品、玻璃器皿等
10	幅材及配套设备				各种设备安装补助材料
11	无人机	精灵 4	台	1	航拍

6.4.1.2 监测机构和监测人员配备

项目水土保持监测可由业主委托具有水土保持监测能力的单位或建设单位自行监测。参照“云南省水土保持生态环境监测总站文件云南省水土保持生态环境监测总站关于生产建设项目水土保持方案编制有关问题的意见（云水保监字〔2010〕7号）”，本项目监测人员需 1 组，监测人员设 3 人，其中工程师 1 人、监测员 2 人。监测工作开展过程中，现场监测人员不应少于 3 人，在监测过程中不得随意变更监测人员。

表 6-5 监测人员配备

监测组	职称	数量	备注
1 组	监测工程师	1	每次现场监测不少于 3 人
	监测员	2	

6.4.2 监测制度

(1) 设备检验制度

监测设备、设施使用前，应根据相关规范要求进行试验、率定，保证监测数据的准确性；在监测过程中，每个监测年度初应对监测设施、设备进行检查、试验。

(2) 档案管理制度

监测单位应当对承担的监测项目建立专项档案，并有专人负责管理，对监测数据做好整编、分析和归档工作，保存影像资料。

(3) 定期报告制度

监测任务完成后 3 个月内报送《总结报告》。

如发现建设单位违规弃渣、不合理施工造成严重水土流失的，应及时报告。

6.4.3 监测成果

监测成果包括《实施方案》、《季度报告表》、《总结报告》、《水土流失危害事件报告》以及记录表、监测意见、汇报材料、影像资料等。

监测资料应真实可靠，监测成果应客观全面反映项目建设过程中的水土流失及其防治情况；通过对监测数据分析，明确水土流失治理度等 6 项指标值。

监测成果应按“办水保〔2015〕139 号”要求编写，附六项指标计算表格和水土流失计算说明书，并加盖建设单位印章。

6.4.4 水土保持监测三色评价

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），应实行生产建设项目水土保持监测“绿黄红”三色评价，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。

水土保持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，是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。三色评价采用评分法，满分为 100 分；得分 80 分及以上的为“绿”色，60 分及以上不足 80 分的为“黄”色，不足 60 分的为“红”色；生产建设项目水土保持监测三色评价指标及赋分表、赋分方法见“办水保〔2020〕161 号”附件 1、2，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。

6.4.5 强化生产建设项目水土保持监测成果应用

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）的规定，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。

1、对监测季报和总结报告三色评价结论为“绿”色的，可不进行现场检查和验收核查。对监测季报和总结报告三色评价结论为“黄”色的，应随机抽取不少于20%的项目开展现场检查和验收核查。对监测季报和总结报告三色评价结论为“红”色的，应进行现场检查和验收核查。

2、结合监督性监测工作，重点抽取三色评价结论为“绿”色的生产建设项目，对其监测成果的真实性进行检查，核实三色评价结论，为监督执法、责任追究、信用惩戒等提供依据。

3、对存在未按时报送监测季报、监测季报不符合规定、作出不实三色评价结论以及监测工作未按有关规定开展等情形的，要根监测计划和进度安排据生产建设项目水土保持问题分类和责任追究标准、水土保持信用监管“两单”制度等规定，依法依规追究生产建设单位、监测单位及相关人员的责任，列入水土保持“重点关注名单”及“黑名单”，纳入全国及省级水利建设市场监管服务平台及信用平台。

7 水土保持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

水土保持投资概算是工程总概算的组成部分，因此工程水土保持投资概算编制标准与主体工程概算编制标准一致。

水土保持投资概算费用由工程措施、植物措施、临时措施、独立费用、预备费和水土保持补偿费组成；

投资概算编制涉及的价格水平年、工程费率、主要材料价格等均与主体工程一致；价格水平按 2022 年第三季度价格水平，主要材料价格信息采用楚雄州楚雄市 2022 年 9 月建筑市场价格信息；

主体工程无定额的部分单价、施工机械台时费等项目按照水利部水总〔2003〕67 号进行参考补充；其他不足部分参考有关规定编制；

当地建筑材料、树、草种单价按当地市场信息价计列；

项目区海拔低于 2000m 的区域，不做系数调整。

7.1.1.2 编制依据

- (1) 《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总〔2003〕67 号文）；
- (2) 《开发建设项目水土保持工程估算定额》（水利部水总〔2003〕67 号文）；
- (3) 《水土保持工程施工机械台时费定额》（水利部水总〔2003〕67 号文）；
- (4) 《工程勘察设计收费管理规定》（国家计委、建设部计价格〔2002〕10 号文）；
- (5) 《关于公布取消和停止征收 100 项行政事业性收费项目的通知》（财政部国家发展改革委财综〔2008〕78 号）；
- (6) 《云南省水土保持生态环境监测总站关于生产建设项目水土保持方案编制有关问题的意见》（云水保监字〔2010〕7 号）；
- (7) 水利部办公厅关于印发《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知（办水保〔2016〕132 号）；
- (8) 《云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法的通知》（云水规计〔2016〕171 号）；

(9) 《云南省物价局云南省财政厅云南省水利厅关于水土保持补偿费收费标准的通知》(云价收费〔2017〕113号)；

(10) 《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)》；

(11) 《云南省水利厅云南省发展和改革委员会关于调整云南省水利工程计价依据和有关税率及系数的通知》(云水规计〔2019〕46号)；

(12) 《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)。

7.1.2 编制说明与概算成果

7.1.2.1 编制方法

根据水利部《水土保持工程概(估)算编制规定》的要求,本方案水土保持投资由工程措施、植物措施、临时工程、独立费用、基本预备费、水土保持补偿费等部分组成。各项工程单价计算方法为:

(一) 工程措施:按设计工程量乘单价进行计算;

(二) 植物措施:按设计工程量、苗木量乘单价进行计算;

(三) 临时工程:建设期为防治水土流失而在水土保持方案中设计的临时防护措施,按设计工程量乘以工程单价进行编制;其他临时工程费,按水土保持投资中第一部分和第二部分,即工程措施与植物措施投资之和的2%进行编制;

(四) 水土保持独立费用

依据水土保持工程概(估)算编制规定和定额的有关规定选取项目及费率。

(1) 建设管理费:建设单位管理费是建设单位为建设项目的立项、筹建、建设、竣工验收、总结等工作所发生的管理费用,本概算以工程措施、植物措施和临时防护措施概算费用之和的2%计算。

(2) 水土保持监理费:本项目需水土保持监理人员2人,按市场价为兼职每年0.96万元/人。水土保持措施施工1.5a,总监理费为2.88万元,纳入主体监理。

(3) 科研勘测设计费:包括工程措施、植物措施和施工临时工程概算费用之和的5%及水土保持方案编制费计算,水土保持方案编制费按合同5万元计列;

(4) 水土保持监测费:按《云南省水土保持生态环境监测总站关于生产建设项目水土保持方案编制有关问题的意见》(云水保监字〔2010〕7号)文件计算,本项目属建设生产类项

目，建设期扰动面积为 15.33hm²，建设期共布设监测点 3 个，监测时段 1.25 年，试运行期监测布设 3 个监测点，监测时段 1.0 年，建设期监测费计算费用为 4.65 万元，试运行期监测费用为 3.48 万元，共计 8.13 万元，具体如下：

表 7-1 监测费计算表

项目建设期					
费别	单价	单价	监测点数 (n)	监测时段 (a)	监测费 (万元)
1、监测人工费	万元/年 (3 人组)	6.0		1.25	3.75
2、设备使用折旧费	万元/个	0.2×n	7		0.60
3、土建设施费	万元/个	0.15×n	/		0
4、消耗性材料费	万元/个	0.1×n	7		0.30
小计					4.65
自然恢复期					
费别	单价	单价	监测点数 (n)	监测时段 (a)	监测费 (万元)
1、监测人工费	万元/年 (3 人组)	3.0		1	3
2、设备使用折旧费	万元/个	0.1×n	3		0.3
3、消耗性材料费	万元/个	0.06×n	3		0.18
小计					3.48
合计					8.13

(5) 第三方机构编制验收报告费

根据《国务院关于取消一批行政许可事项的决定》（国发〔2017〕46 号）取消了各级水行政主管部门实施的生产建设项目水土保持设施验收审批行政许可事项，转为生产建设单位按照有关要求自主开展水土保持设施验收。水利部贯彻落实国务院决定精神，下达《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365 号）进行水土保持设施的验收。需委托第三方机构编制相关竣工验收报告，根据经验，第三方机构编制验收报告费按 7.00 万元计列。

(五) 预备费

本项目基本预备费取 3%，不考虑价差预备费。

(六) 水土保持补偿费

根据云南省物价局，云南省财政厅，云南省水利厅《关于水土保持补偿费征收标准的通知》（云价收费〔2017〕113 号），本项目水土保持补偿费按征占地面积一次性计征，收费标准按 0.70 元/m² 计，本项目占地面积为 15.33hm²，因此水土保持补偿费为 10.73 万元(107310.00 元)。

表 7-2 水土保持补偿费计算表单位：元

序号	占地面积 (m ²)	补偿单价 (元)	合计 (元)	合计 (万元)
1	15.33	0.7	107310.00	10.73

7.1.2.2 基础单价

1、人工预算单价

人工估算单价按《云南省住房和城乡建设厅关于发布实施云南省 2013 版建设工程造价计价依据的通知》（云建标〔2013〕918 号）规定计算，人工单价为 7.99 元/工时，根据《云南省住房和城乡建设厅关于云南省 2013 版建设工程造价计价依据调整定额人工费的通知》（云建标函〔2018〕47 号）人工费上调 28%，其中调整的人工费用（2.23）差额不作为计取其他费用的基础，仅计算税金。

2、主要材料预算单价

主要材料基础单价参考《云南省工程建设材料设备价格信息》和主体工程概算材料预算价格确定，各种材料的预算价格详见表 7-3。

表 7-3 材料单价预算价格表

序号	名称及规格	单位	单价	
			合计	备注
1	C25 商品混凝土	m ³	422.37	已包含运杂费、管理费等
2	M10 砂浆	m ³	368.92	
3	M7.5 砂浆	m ³	349.16	
4	密目网	m ²	2.50	
5	钢模板	kg	6.5	
6	板枋材	m ³	1300	
7	柴油	元/t	10784.8	
8	92#汽油	元/t	13864.5	
9	砂砾石	m ³	160.00	
10	细砂	m ³	135.00	
11	塑料薄膜	m ²	2	
12	电	kW.h	1.66	
13	风	m ³	0.12	
14	水	m ³	2.60	
15	水泥 32.5	t	680.00	
16	砖	千块	660.00	
17	无纺布	m ²	3.0	
18	编织袋	个	2.5	
19	狗牙根	kg	120.00	

表 7-4 主体工程单价汇总表

1	M7.5 砌砖	m ³ 砌方体	527.40
2	M10 水泥砂浆抹面	m ²	26.62
3	C25 混凝土浇筑	m ³	779.24

3、机械台时费

按照办财务函〔2019〕448 号文对水利部水总〔2003〕67 号文《水土保持工程施工机械台时费定额》进行调整后不含增值税进项税额的基础价格计算。预算单价详见表 7-5。

表 7-5 机械台时费计算表

定额编号	名称及规格	台时费(元)	其中				
			折旧费	修理及替换设备费	安装拆卸费	人工费	动力燃料费
3059	胶轮车	0.82	0.26/1.13	0.64/1.09			

注：根据《水土保持投资概(估)算定额》(水利部,水总〔2003〕67号)取值。根据办财务函〔2019〕448号文,折旧费和修理及替换设备费进行了调整,其中折旧费除以1.13的调整系数,修理及替换设备费除以1.09的调整系数。

4、砂浆及混凝土单价

按照《水土保持工程施工机械台时费定额》(水利部水总〔2003〕67号文)进行计算,此外,根据“办水保〔2016〕132号”文件,外购砂、碎石(砾石)、块石、料石等;混凝土材料单价根据混凝土配合比中各项材料数量和不含增值税进项税额的材料价格计算。砂浆半成品材料计算价格见表7-6。

表 7-6 水泥砂浆单价计算表

砂浆混凝土强度等级	水泥标号	粒径 (mm)	水灰比	1m ³ 砂浆/混凝土材料用量				基础单价 (元/m ³)	价差 (元/m ³)	总单价 (元/m ³)
				水泥 (kg)	中砂 (m ³)	碎石(m ³)	水(m ³)			
				M7.5 砂浆	32.5	中砂	0.99	292	1.11	
M10 砂浆	32.5	中砂	0.89	327	1.08		0.291	287.92	81.00	368.92
C15 混凝土	32.5	20	0.65	317.07	0.62	0.77	0.201	299.24	123.13	422.37

注：根据办水总〔2016〕132号文,砂石料基础单价计算时最高按60元/m³,超过60的部分进行调差计算。

表 7-7 M7.5、M10 砂浆配合比表

序号	砂浆强度	水泥标号	砂子粒度	水灰比	稠度 (cm)	配合比(重量比)		1m ³ 砂浆材料用量		
						水泥	砂	水泥(kg)	砂(m ³)	水(m ³)
1	M7.5	32.5	中	0.99	4~6	1	5.5	292	1.11	0.289
2	M10	32.5	中	0.89	4~6	1	4.8	327	1.08	0.291

表 7-8 C15 砂浆配合比表

序号	混凝土强度等级	水泥强度等级	水灰比	级配	最大粒径(mm)	配合比			预算量					
						水泥	砂	石子	水泥(kg)	粗砂		卵石		水(m ³)
										(kg)	(m ³)	(kg)	(m ³)	
1	C15	32.5	0.65	1	20	1	3.13	4.31	271	850	0.57	1185	0.74	0.172

7.1.2.3 取费标准

(1) 水土保持工程措施建筑工程预算单价由直接工程、间接费、企业利润和税金构成,直接工程费由直接费(人工费、材料费、机械费)、其他直接费、现场经费构成。

(2) 植物工程预算单价由直接工程、间接费、企业利润和税金构成,直接工程费由直接费(人工费、材料费)、其他直接费、现场经费构成。

(3) 根据水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计价标准的通知(办水保〔2019〕448号)各费率取值标准详见表7-9。

表 7-9 基本费率一览表

项目	措施类型	计算基础	费率
其他直接费费率	工程措施	直接费	2.0
	林草措施	直接费	1.0
现场经费费率	土石方工程	直接费	5.0
	其他工程	直接费	5.0
	植物措施	直接费	4.0
间接费费率	土石方工程	直接工程费	5.5
	混凝土工程	直接工程费	4.3
	基础处理工程	直接工程费	6.5
	其他工程	直接工程费	4.4
	植物措施	直接工程费	3.3
企业利润费率	工程措施	直接工程费+间接费	7.0
	林草措施	直接工程费+间接费	5.0
税金	工程措施	直接工程费+间接费+企业利润	9.0
	林草措施	直接工程费+间接费+企业利润	9.0
	林草措施	直接工程费+间接费+企业利润	9.0

7.1.3 概算成果

本工程水土保持总投资 383.01 万元（主体已列 271.21 万元，方案新增 111.80 万元），本方案水土保持总投资中：工程措施费 71.34 万元，植物措施费 211.85 万元，临时措施费 54.40 万元，独立费用 31.75 万元，基本预备费 2.94 万元，水土保持补偿费 10.73 万元。

方案新增水土保持投资为 111.80 万元，工程措施 13.04 万元，植物措施 0 元，临时措施 53.34 万元，独立费用 31.75 万元（监测费 8.13 万元），基本预备费 2.94 万元，水土保持补偿费 10.73 万元。

水土保持投资汇总表和各部分投资概算见下表。

表 7-10 水土保持投资概算总表 单位：万元

工程或费用名称	方案新增投资					主体已有投资				合计 (万元)
	工程措施费	植物措施费	临时工程费	独立费用	小计	工程措施费	植物措施费	临时措施费	小计	
第一部分工程投资	13.04				13.04	58.30			58.30	71.34
第二部分植物措施		0.00			0.00		211.85		211.85	211.85
第三部分临时措施			53.34		53.34			1.06	1.06	54.40
一至三部分合计	13.04	0.00	53.34	0.00	66.38	58.30	211.85	1.06	271.21	337.59
第四部分独立费用				31.75	31.75				0.00	31.75
建设管理费				1.07	1.07				0.00	1.07
科研勘测设计费				7.67	7.67				0.00	7.67
水土保持监理费				2.88	2.88				0.00	2.88
水土保持监测费				8.13	8.13				0.00	8.13
水土保持设施验收技术报告编制费				7.00	7.00				0.00	7.00
水土保持方案编制费				5.00	5.00				0.00	5.00
一至四部分合计	13.04	0.00	53.34	31.75	98.13	58.30	211.85	1.06	271.21	369.34
第五部分预备费					2.94				0.00	2.94
第六部分水土保持补偿费					10.73				0.00	10.73
合计					111.80	58.30	211.85	1.06	271.21	383.01
Σ	主体已列水土保持措施投资合计									271.21
Σ	水保方案新增措施投资合计									111.80
Σ	水土保持措施总投资合计									383.01

表 7-11 主体设计具有水土保持功能的工程情况及投资汇总表

防治分区	措施布设	单位	数量	单价(元)	投资(万元)	备注	位置
道路及硬化广场区	M7.5 砖砌排水沟	m	806	260	20.96	工程措施	道路内侧
	临时排水沟	m	230	35	0.81	临时措施 (已实施)	项目区内
	集水池	座	1	2500	0.25	临时措施 (已实施)	项目区内
绿化区	景观绿化	hm ²	1.25	250000	31.25	植物措施	绿化区域
边坡工程区	植草护坡	hm ²	0.34	150000	5.10	植物措施	边坡绿化区域
	M7.5 砖砌截水沟	m	660.00	280	18.48	工程措施	挖方边坡坡顶
	M7.5 砖砌排水沟	m	389.00	260	10.11	工程措施	填方边坡坡脚
	M7.5 砖砌平台排水沟	m	336.50	260	8.75	工程措施	边坡平台内部
预留用地区	景观绿化	hm ²	7.02	250000	175.50	植物措施	预留用地区域
合计					271.21		

表 7-12 分部工程投资概算表

编号	工程或项目名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	第一部分 工程措施				130415.67
1	绿化区				78663.42
1.1	绿化覆土	万 m ³	0.38	207009	78663.42
2	边坡工程区				20700.90
2.1	绿化覆土	万 m ³	0.1	207009	20700.90
3	预留用地区				31051.35
3.1	绿化覆土	万 m ³	0.15	207009	31051.35
二	第二部分 植物措施				0.00
三	第三部分 临时措施				402997.97
1	建构筑物区				26928.00
1.1	密目网临时覆盖	m ²	4800	5.61	26928.00
2	道路及硬化广场区				173771.35
2.1	车辆清洁池	座	1		13324.58
2.1.1	土方开挖	m ³	42.95	12.69	545.04
2.1.2	C25 砼浇筑	m ³	16.4	779.24	12779.54
2.2	临时排水沟	m	815		6152.27
2.2.1	土方开挖	m ³	228.2	26.96	6152.27
2.3	临时沉砂池	座	4		40095.21
2.3.1	土方开挖	m ³	50	12.69	634.50
2.3.2	C25 浇筑	m ³	50.64	779.24	39460.71
2.4	临时拦挡	m	150		41980.50
2.4.1	编制土袋拦挡	m ³	150	257.77	38665.50
2.4.2	编制土袋拆除	m ³	150	22.10	3315.00
2.5	表土剥离	万 m ³	6300	11.4633	72218.79
3	绿化区				79000.00
3.1	无纺布临时覆盖	m ²	12500	6.32	79000.00
4	边坡工程区				57953.00
4.1	密目网临时覆盖	m ²	6500	5.61	36465.00
4.2	无纺布临时覆盖	m ²	3400	6.32	21488.00
5	预留用地区				62737.31
5.1	密目网临时覆盖	m ²	8500	5.61	47685.00
5.2	临时排水沟	m	1994		15052.31
5.2.1	土方开挖	m ³	558.32	26.96	15052.31
6	表土堆场区(预留用地区)				118118.45
6.1	生态袋土袋拦挡	m	219		61666.82
6.1.1	编制土袋拦挡	m ³	219	257.77	56451.63
6.1.2	编制土袋拆除	m ³	219	22.10	4839.90
6.1.3	撒播草籽面积	hm ²	0.03	509.50	15.29
6.1.4	狗牙根草籽	kg	3	120.00	360.00
6.2	临时撒草				4253.23
6.2.1	撒播草籽面积	hm ²	0.34	509.50	173.23
6.2.2	狗牙根草籽	kg	34	120.00	4080.00
4	其他临时措施	%	第一至第二部分之和的 2%		2608.31
一至三部分之和					533413.64

表 7-13 独立费用统计概算表

编号	工程或项目名称	单位	数量	单价	合价(万元)
1	建设管理费	%	2	53.34	1.07
2	科研勘测设计费	%	5	53.34	7.67
3	水土保持监理费	项	1	2.88	2.88
4	水土保持监测费	项	1		8.13
5	水土保持设施验收技术报告编制费	项	1	7	7
6	水土保持方案编制费	项	1	实际合同计列	5.00
合计					31.75

表 7-14 方案新增投资汇总表

序号	工程或费用名称	合计(万元)	所占比例(%)
一	第一部分 工程措施费	13.04	11.66
二	第二部分 植物措施费	0.00	0.00
三	第三部分 临时工程费	53.34	47.71
四	第四部分 独立费用	31.75	28.40
五	一~五部分合计	98.13	87.77
六	基本预备费	2.94	2.63
七	水土保持补偿费	10.73	9.60
八	方案新增投资	111.80	100.00

7.1.4 分年度投资

根据本工程的施工进度,合理安排布置防治工程措施的实施,充分发挥防治工程的水土保持功能,水土保持措施竣工验收后必须做好抚育管理工作,以便保障其充分发挥水土保持功能。根据水土保持工程的进度安排,水土保持分年度投资计划见下表。

表 7-15 分年度投资表 单位:万元

序号	项目	合计	建设期	运行期
			2022年12月~2024年6月	2024年7月~2025年6月
1	第一部分 工程措施	71.34	71.34	0.00
2	第二部分 植物措施	211.85	190.67	21.18
3	第三部分 临时措施	54.40	54.40	0.00
4	第四部分 独立费用	31.75	21.05	10.70
4.1	建设管理费	1.07	0.85	0.22
4.2	科研勘测设计费	7.67	7.67	0.00
4.3	水土保持监理费	2.88	2.88	0.00
4.4	水土保持监测费	8.13	4.65	3.48
4.5	水土保持设施验收技术报告编制费	7.00	0.00	7.00
4.6	水土保持方案编制费	5.00	5.00	0.00
5	基本预备费	2.94	1.80	1.14
6	水土保持补偿费	10.73	10.73	0.00
7	总投资	383.01	349.99	33.02

7.2 效益分析

7.2.1 分析依据

水土保持综合治理效益分析的主要依据为：《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T 15574-2008）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）及其它相关资料。

7.2.2 分析原则

（1）建设项目水土保持措施实施的主要目的是：防止流失土壤对周边环境造成影响；维护工程主体的安全、保障工程施工顺利进行；绿化美化项目区环境，为工程区创造良好的运行环境。因此，对方案实施后的水土保持效益不进行经济效益分析，只对其生态效益、损益及社会效益进行分析。

（2）鉴于水土保持效益分析的不确定因素较多，定量分析难度较大，本方案对项目水土保持措施效益只进行简要分析，并以定性分析为主。

7.2.3 生态效益分析

7.2.3.1 评定指标

本水土保持方案中对各防治区均规划了水土保持措施。通过各项水土保持措施的实施，因工程建设引起的水土流失将得到有效控制，同时降低了施工场地原地面水土流失，取得良好的生态效益。具体表现在以下几个方面：1）水土流失治理度；2）土壤流失控制比；3）渣土防护率；4）表土保护率；5）林草植被恢复率；6）林草覆盖率。

以上指标计算方法为：

$$\textcircled{1} \text{水土流失治理度} (\%) = \frac{\text{项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积}}{\text{建设区水土流失总面积}} \times 100\%$$

$$\textcircled{2} \text{土壤流失控制比} = \frac{\text{项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量}}{\text{治理后每平方公里年平均土壤流失量}}$$

$$\textcircled{3} \text{渣土挡护率} (\%) = \frac{\text{项目水土流失防治责任范围内采取措施实际拦挡的永久弃渣、临时堆土数量}}{\text{永久弃渣和临时堆土总量}} \times 100\%$$

$$\textcircled{4} \text{表土保护率} (\%) = \frac{\text{项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量}}{\text{可剥离表土总量}} \times 100\%$$

$$\textcircled{5} \text{林草植被恢复率} (\%) = \frac{\text{项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$$

$$\textcircled{6} \text{林草覆盖率} (\%) = \frac{\text{项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积}}{\text{总面积}} \times 100\%$$

表 7-16 方案实施后各项占地面积统计表 单位: hm^2

项目区	建设区面积	扰动土地面积	造成水土流失面积	水土保持措施面积		永久建筑物及硬化面积	可绿化面积
				工程措施	植物措施		
建构筑物区	2.77	2.77	0.00	0.00	0.00	2.77	0.00
道路及硬化广场区	2.86	2.86	0.00	0.02	0.00	2.86	0.00
绿化区	1.25	1.25	1.25	0.00	1.25	0.00	1.25
边坡工程区	1.43	1.43	0.42	0.05	0.34	1.01	0.36
预留用地区	7.02	7.02	7.02	0.00	7.02	0.00	7.02
合计	15.33	15.33	8.69	0.07	8.61	6.64	8.63

(1) 水土流失治理度

水土流失总治理度是项目水土流失防治责任范围内的扰动去水土流失治理达标面积占水土流失面积的百分比。本工程扰动地表面积为 15.33hm^2 ，扣除永久建筑物及硬化地面占地面积 6.64hm^2 外，可能造成水土流失面积为 8.69hm^2 ，针对可能造成水土流失的区域都做了相应的水保措施，水土流失治理达标面积为 8.68hm^2 （工程措施面积 0.07hm^2 、植物措施面积 8.61hm^2 ），方案设计水平年水土流失总治理度为 99.88% ，达到目标值 85% ，详见表 7-17。

(2) 土壤流失控制比

土壤流失控制比是项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤量之比。本工程产生的水土流失主要在工程施工期，通过采取一系列的水土保持措施，工程区内实施了排水、硬化、绿化措施，采用加权平均计算得出方案实施后的项目区土壤侵蚀模数控制到了 $420.93/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 以内，工程区容许土壤侵蚀模数为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比可达到 1.17 。

表 7-17 土壤流失控制比计算表

分区	扰动面积 (hm^2)	治理后土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	治理后加权土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	项目区容许土壤流失量 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	土壤流失控制比
建构筑物区	2.77	350	428.64	500	1.17
道路及硬化广场区	2.86	420			
绿化区	1.25	450			
边坡工程区	1.43	480			
预留用地区	7.02	450			
合计	15.33		420.93	500	1.17

(3) 渣土防护率

渣土防护率是项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

本项目在建设过程中共开挖产生土石方 47.92 万 m^3 （其中场地平整 46.37 万 m^3 ，建筑垃圾 0.04 万 m^3 ，表土剥离 0.63 万 m^3 ，管线开挖 0.08 万 m^3 ，建筑物基坑开挖 0.80 万 m^3 ），回填土石方 6.66 万 m^3 （其中场地平整回填 5.75 万 m^3 ，管线顶部回覆 0.04 万 m^3 ，基坑回填 0.24

万 m³，绿化覆土 0.63 万 m³），产生余方 41.26 万 m³，运往桃园社区原老君山樱花谷项目回填处理。余方在运输过程中将采取必要的封闭覆盖；考虑到运输过程及临时堆场过程中存在一定的土壤流失量，因此渣土防护率取 98.00%。

(4) 表土保护率

表土保护率是项目水土流失防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的百分比。

本项目场地平整工作已于 2022 年 12 月开工，根据工程实际施工情况可知，截止目前为止，项目区场地平整扰动区域未进行表土剥离；项目区场地平整扰动区域内目前具备剥离条件的面积为 2.10hm²，可剥离表土厚度约为 0.2-0.4m，可剥离表土 6300m³，堆置于规划的表土堆场内，施工期间已考虑了临时拦挡、临时撒草等水保措施，表土保护率可达 98.50% 以上。

(5) 林草植被恢复率

林草植被恢复率为项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比。项目建设区内可恢复植被面积 8.63hm²，至设计水平年末，结合方案采取的水土保持措施，预计恢复植被面积 8.61hm²，林草植被恢复率 99.77%，详见表 7-18。

(6) 林草覆盖率

林草覆盖率为林草植被面积与总面积的比值，结合本工程实际情况，工程扰动范围面积为 15.33hm²，方案实施后林草总面积为 8.61hm²，计算得出林草覆盖率为 56.16%，达到方案既定的目标值 21%。林草覆盖率计算表见表 7-18。

表 7-18 水土保持效益计算表

指标	计算式	各单项指标	效益值	目标值	评价
水土流失治理度(%)	水土保持措施面积 (hm ²)	8.68	99.88	97	达标
	建设区造成水土流失总面积 (不含永久建筑物等) (hm ²)	8.71			
土壤流失控制比	项目区容许土壤流失量 (t/km ² ·a)	500	1.17	1	达标
	方案实施后土壤侵蚀强度(t/km ² ·a)	428.64			
渣土防护率 (%)	实际拦渣量	/	98.00	94	达标
	弃土(石、渣)总量	/			
表土保护率 (%)	表土数量 (m ³)	6300	98.50	95	达标
	可剥离表土总量 (m ³)	6396			
林草植被恢复率(%)	林草植被面积 (hm ²)	8.61	99.77	98	达标
	可恢复林草植被面积 (hm ²)	8.63			
林草覆盖率 (%)	林草植被面积 (hm ²)	8.61	56.16	21	达标
	项目建设区总面积 (hm ²)	15.33			

7.2.3.2 生态效益分析

根据以上计算，从指标计算情况分析，本项目水土保持措施实施后，通过各种防治措施的有效实施，使工程占地区域内扰动的水土流失治理度达 99.88%，土壤流失控制比达 1.17，渣

土防护率达 98.00%，表土保护率达到 98.50%，林草植被恢复率达到 99.77%，林草覆盖率达到 56.16%，六项指标均达到防治目标值。

表 7-19 水土保持方案目标值实现情况表

指标	效益值	目标值	达标情况
水土流失治理度 (%)	99.88	97	达标
土壤流失控制比	1.17	1.0	达标
渣土防护率 (%)	98.00	94	达标
表土保护率 (%)	98.50	95	达标
林草植被恢复率 (%)	99.77	98	达标
林草覆盖率 (%)	56.16	21	达标

7.2.4 损益分析

本项目水土保持损益分析主要从以下方面考虑：

(1) 占用土地资源损益分析

根据统计，本项目占地面积为 15.33hm²，均为永久占地；按占地类型统计：为坡耕地、建设用地、林地及交通运输用地，未占用基本农田。

总体上，本工程以节约土地为原则，合理紧凑布置场地，工程建设取得经济效益的同时，最大限度的减小了对土地资源的破坏。

(2) 水资源损益分析

根据主体工程设计，建设中需要的大量混凝土均外购，工程水资源消耗仅存在于少量水泥、砂浆等材料的拌制以及构筑物的养护和生活用水。本项目建设使用的水资源对当地的生产、生活、生态用水基本没有什么影响，不会出现因水资源过量开采、不合理利用而导致生态退化、水土流失加剧等情况。工程施工尾水均经过沉淀处理后才排出，不会造成水体污染。

(3) 对生态环境的影响

据统计，本项目建设前，项目区具有较好的生态环境条件，项目建设后，林草覆盖率发生了变化，较大程度改变了项目建设区内的小生态环境。但由于本项目建成后绿化率增加，对周边总体生态环境的影响不大，并且，本工程的建设对环境是有益的。因此，从生态环境角度来评价，本项目建设对生态环境状况影响不大。

(4) 水土保持措施损益分析

土地的水土保持功能是靠原地貌、土壤、地表物质、地表植被、建设的人工设施等发挥的。在工程建设结束，项目区场内全部进行绿化和硬化，都具有水土保持功能，并能够提高区内保土的能力，更有效的防治土壤流失。因此，本项目建设有利于水土保持。

(5) 对周边水土保持损益分析

本项目建设对周边环境造成暂时不利的影晌,由于存在土石方开挖,如果做不好防护措施,将可能产生水土流失,因此,在建设中要做好防护的措施,以确保主体工程的建设及运营。因此从对周边环境的影响角度上讲,虽然有一定的不利影晌,但是可以通过严谨的施工设计可以将这些隐患化解的,工程的建设是可行的。

施工过程中采取了降尘措施,不会产生粉尘污染。水流经过了沉淀处理,不会对水质产生影响。因此,本项目的建设对人居生活环境质量影响微小。

(6) 水土保持投资损益分析

①水土保持投资

本工程水土保持总投资 383.01 万元(主体已列 271.21 万元,方案新增 111.80 万元),本方案水土保持总投资中:工程措施费 71.34 万元,植物措施费 211.85 万元,临时措施费 54.40 万元,独立费用 31.75 万元,基本预备费 2.94 万元,水土保持补偿费 10.73 万元。

方案新增水土保持投资为 111.80 万元,工程措施 13.04 万元,植物措施 0 元,临时措施 53.34 万元,独立费用 31.75 万元(监测费 8.13 万元),基本预备费 2.94 万元,水土保持补偿费 10.73 万元。

②单位治理措施面积的水土保持投资强度

本项目扰动面积 15.33hm^2 ,水土保持总投资 383.01 万元,单位治理措施面积的水土保持投资为 24.98 万元/ hm^2 ;

③单位水土流失量的水土保持投资强度

本项目建设预测新增水土流失量为 1131.68t,单位水土流失量的水土保持投资为 0.34 万元/t。

8 水土保持管理

为保证本项目水土保持方案顺利实施、工程新增水土流失得到有效控制、项目工程区及周边生态环境良性发展，业主单位应在组织领导、技术力量和资金来源等方面制定切实可行的方案，实施保证措施。本项目水土保持方案实施保证措施包括水土保持工程后续设计、招投标、施工管理、水土保持工程监理、水土保持监测、水土保持竣工验收、资金保障等方面。

8.1 组织管理

8.1.1 组织机构

水土保持方案能否按规定的技术要求及进度安排保质保量地实施，并能达到预期的防治效益，组织机构和管理措施是关键。本方案由楚雄滇中有色金属有限责任公司组织实施，其要求是必须承诺和落实具体的实施保证措施，并经方案批准机关审查同意，也建议由业主代表或主要负责人担任领导，配备一名以上专职技术人员，负责水土保持方案的具体实施。需做好如下管理工作：

(1) 根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。为了保证水土保持方案的顺利实施，建立强有力的组织机构是十分必要的。因此，建设单位至少需 1 位水土保持专业人员，负责水土保持方案的委托编制、报批和方案实施工作。

(2) 认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保水土保持工程安全，充分发挥水土保持工程效益。

(3) 建立水土保持目标责任制，把水土保持列为工程进度、质量考核的内容之一，按年度向水行政主管部门报告水土流失治理情况，并制定水土保持方案详细实施计划。

(4) 工程施工期间，负责与设计、施工、监理、监测单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持工作的正常顺利开展，并按时竣工，减少或避免工程建设可能造成水土流失和生态环境的破坏。

(5) 工程现场进行监测和观测，掌握工程建设期间的水土流失及其防治措施落实情况，为有关部门决策提供基础资料。

(6) 建立健全各项档案, 积累、分析整编资料, 为水土保持工程验收提供相关资料。

8.1.2 组织管理

8.1.2.1 管理措施

本方案编制严格按照《中华人民共和国水土保持法》和《云南省水土保持条例》等国家有关法律、法规进行, 要保证方案提出的工程各项水土保持措施的实施和落实, 搞好项目水土保持的组织领导工作是关键。对此本项目的实施主要将做好以下水土保持组织领导工作:

(1) 建立健全项目水土保持组织领导体系, 确保各项水土保持措施的实施应由业主迅速建立本项目水土保持领导小组, 该小组直接由建设单位领导, 小组成员由建设单位、施工单位(招标确定)、设计单位、监理单位(由建设单位委托)等组成, 领导小组主要负责本项目建设过程中的水土保持工作的领导、管理和实施; 并配合地方水行政主管部门对本建设项目水土保持措施实施情况进行监督和管理, 搞好本工程水土保持工作。

(2) 加强《水土保持法》学习、宣传工作, 提高工程建设的水土保持意识建设单位、施工单位、设计单位和施工监理单位等应加强《水土保持法》等法律法规的学习和宣传工作, 同时地方水行政主管部门应积极配合建设单位开展此项工作, 提高建设单位、施工单位和设计单位等对水土保持基本国策的认识, 增强其法制观念, 使项目实施真正依照《水土保持法》等有关法律法规进行。同时, 加强对沿线居民水土保持的宣传和教育, 也是搞好沿线生态环境的关键。

(3) 统一组织领导, 加强部门间的配合, 搞好本工程的水土保持, 本水土保持方案由建设单位负责统一组织领导实施, 地方水行政主管部门、工程施工监理和设计单位大力配合、监督, 搞好本工程的水土保持工作, 施工单位应严格按照工程设计的各项水土保持的技术要求进行施工, 确保本水土保持方案顺利实施, 有效控制工程施工过程中的水土流失。

(4) 明确职责, 做好方案实施监督工作地方水行政主管部门依照《水土保持法》及有关法律、法规的授权, 在方案实施过程中对项目水土保持工作进行监督和检查, 并依法在“建设工程竣工验收时, 应当同时验收水土保持设施”, 这是保证本方案实施的必要工作。建设单位应尽快委托水土保持监测、监理单位, 确保在工程正式开工时,

监测监理单位能进场进行监测监理工作,为项目的水土流失监控和水土保持验收提供基础资料。

(5)《水利部办公厅关于印发生产建设项目水土保持监督管理办法的通知》(办水保〔2019〕172号)中明确规定了生产建设项目水土保持监督检查内容、水土保持行政许可权责事项与履责方式、水土保持违法行为违法情节与行政处罚自由裁量权参考执行标准,建设单位、设计单位、监测单位及监理单位等应严格执行。

(6)由建设单位在本单位成立环境、水保机构,并配备专门人员。该机构从施工招标开始到工程验收完成,负责方案的实施、检查、监督管理等协调组织工作,在实际工作中,与当地水行政主管部门、工程施工企业、施工监理人员密切配合,确保方案按设计进度施工。

8.1.2.2 施工管理

水行政主管部门依法对水土保持方案的实施进行监督管理。在方案实施过程中,建设单位应加强与水行政主管部门合作,自觉接受地方水行政主管部门的监督管理。建设单位对水行政主管部门的监督检查情况应做好记录,对监督检查中发现的问题应及时处理。工程措施施工时,应对施工质量实时检查,对不符合设计要求或质量要求的工程,责令其重建,直到满足要求为止。植物措施工程施工时,应注意加强植物措施的后期抚育工作,抓好幼林的抚育和管护,清除杂草,确保各种植物的成活率,发挥植物措施的水土保持效益。

8.1.2.3 技术档案管理

建立健全技术档案,包括水土保持方案设计的所有资料和图纸,年度施工情况总结、表格及文件,各项治理措施所需的经费等技术资料,以及检查验收的全部文件、报告和表格的资料。档案必须全面、系统、科学,时间与项目齐全,并要求所有的数据资料准确可靠。年度或工作阶段结束后,要将所有的资料及时归档。

8.1.2.4 公众参与

水土保持方案中的各项措施的实施和保持与当地群众的支持是紧密联系的。工程建设单位应积极与当地政府及其有关部门协作,做好宣传和教育工作,提高群众和全社会的生态环境意识,发动群众利用全社会的力量保护生态环境,积极植树种草,带动工程区生态环境的改善。

8.2 后续设计

8.2.1 落实设计

水土保持方案经水行政主管部门批复后，由业主、当地水行政主管部门水土保持机构监督实施。经审批的项目，如性质、规模及建设地点等发生变化时，项目建设单位应及时修改水土保持方案，并报原审批单位审批。

8.2.2 后续水土保持设计

为了切实做好在建工程的水土保持工作，要求主体工程设计单位应该依据批复的水土保持方案，开展水土保持施工图专项设计，确保本方案提出的各项水土流失防治措施特别是新增防治措施落实到项目建设中，切实发挥方案设计的水土保持各项措施的防护效用，并要求主体工程设计单位核定该工程水土保持投资（包括水土保持补偿费），纳入主体工程总投资中。

水土保持方案经批准后，根据《水利部办公厅关于印发〈水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）〉的通知》（办水保〔2016〕65号）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）相关要求，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，土石方挖填量、表土剥离量、植物措施以及措施体系等达到变更条件的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准；水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经原审批机关批准。

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）中要求，生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体设计同步开展水土保持初步设计和施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。

8.2.2.1 水土保持工程招投标

（1）水土保持工程和主体工程一起参与招投标工作，对参与项目投标的施工单位，进行严格的资质审查，确保施工队伍的技术素质。

（2）水土保持工程可单独进行招投标，也可分别落实到主体工程各主体标内。招标文件明确承包商的水土流失防治范围、水土保持要求、工程量、设计参数和费用计量支付办法等内容。

8.2.2.2 对后续设计的要求

在主体工程后续设计中要把本方案投资列入并单独成章。

8.3 水土保持监测

项目建设过程中应依法及时开展水土保持监测工作，本项目水土保持监测工作由业主自行开展或者委托具有水土保持监测能力的机构开展。根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）中要求，实行水土保持监测“绿黄红”三色评价，水土保持监测单位根据监测情况，在监测季报和总结报告等监测成果中提出“绿黄红”三色评价结论。监测成果应当公开，生产建设单位应当在工程建设期间将水土保持监测季报在其官方网站公开，同时在业主项目部和施工项目部公开。水行政主管部门对监测评价结论为“红”色的项目，纳入重点监管对象。

本工程的水土保持监测建设单位可自行开展监测工作也可委托具有监测资质的单位承担，从事监测工作的技术人员也应具有水利部培训合格颁发的上岗证书。根据云南省水利厅第7号公告，水土保持生态环境监测单位接受开发建设项目水土保持生态环境监测委托后，应该在30日之内向有管辖权的水土保持生态环境监测主管部门提交水土保持生态环境监测委托书或监测合同备案。

本项目监测时间从施工期中期开始，在监测工作进行过程中，应及时将监测的原始资料进行整理，并提出有关的分析整理成果，编制施工期和自然恢复期水土保持监测报告表并定期报送建设单位和水行政主管部门，以便对需补充水保措施的及时制定相应的治理方案，监测成果同时还作为竣工验收的依据。

8.4 水土保持监理

根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）中要求，凡主体工程开展监理工作的项目，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。其中，征占地面积在 20hm^2 以上或者挖填土石方总量在 20万 m^3 以上的项目，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师；征占地面积在 200hm^2 以上或者挖填土石方总量在 200万 m^3 以上的项目，应当由具有水土保持工程施工监理专业资质的单位承担监理任务。本工程挖填土石方总量在 20万 m^3 以上，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师承担监理任务。水土保持工程监理单位由建设单位通过招标确定，监理单位应收集施工过程中临时措施的影像档案资料，监理单位要定期将监理报告上报水行政主管部门和建设单位。

工程建设期间，建设单位委托具有相应水土保持监理资质的单位进行监理，形成以项目法人（业主）、承包商、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以期达到有效合理的资金投入，确保施工进度，提高水土保持工程施工质量的目的。

水土保持监理单位应按照水土保持相关要求，做好施工阶段的监理工作，其主要职责和任务：

（1）依据合同相关内容，监督施工单位切实履行其水土保持责任。组织设计单位向施工单位进行设计交底，审核施工单位组织设计，经批准后施工单位方可开工。同时，在施工过程中，建立工程材料检验和复检制度，建立工序质量检验和技术复核制度。

（2）对施工组织实施情况，监理工程师以监理日记、月报和年报的形式进行记录，说明施工进度、施工质量、资金使用依据存在的问题、处理意见、有价值的经验等，全面控制水土保持工程的实施。监理月报、年报应报水行政主管部门备案。

（3）协调建设单位和施工单位、建设单位与水行政主管部门之间有关水土保持措施实施、水土保持监测等方面的工作。

8.5 水土保持施工

（1）根据《水利部关于进一步深化“放管服”改革全面加强水土保持监管的意见》（水保〔2019〕160号）中要求，施工过程中应严格控制施工扰动范围，禁止随意占压破坏地表植被，生产建设单位应当加强对施工单位的管理，在招标文件和施工合同中明确施工单位的水土保持责任，强化奖惩制度，规范施工行为。项目水土保持工程应与主体工程同时施工，并严格按照本方案提出的各项水土保持措施和建议，根据主体工程施工进度，合理安排各项水土保持措施的施工，确保各项水土保持工程能长期、高效地发挥作用。在具体施工中应与施工承包商明确水土流失的防治责任。主体工程的发包标书中应有水土保持工程的工程量、单价和投资等施工要求，并列入招标合同中，水土保持方案实施单位必须具备相应的资质。承包商具有防治水土流失的责任，对施工中造成的新增水土流失，负责临时防护及治理。外购土、石料料场造成的水土流失由供货商负责防治。

（2）施工单位在施工过程中，对其责任范围内的水土流失负责。施工单位必须具有懂水土保持专业业务的技术人员，熟悉各项水土保持措施技术要求；并加强水土保持技术培训，强化施工人员的水土保持意识，提高施工人员的水土保持工程施工技

技术水平。对实施水土保持方案确有困难的施工队伍，应聘请水土保持技术人员进行技术指导或委托水土保持部门实施。

(3) 施工单位应采取各种有效措施，减少在其防治范围内发生水土流失，避免对其范围外的土地进行扰动、破坏地表植被，对周边生态环境的影响。严格落实工程建设工地扬尘管理“六个百分百”措施，即施工现场 100% 标准化围蔽、工地砂土 100% 覆盖、工地路面 100% 硬化、拆除工程 100% 洒水压尘、出工地车辆 100% 冲洗干净、施工现场长期裸土 100% 覆盖或绿化。

(4) 严格按照水土保持要求进行施工，施工过程中，如需进行设计变更，及时与建设单位、设计单位和监理单位协商，按相关程序变更或补充设计批准后，再进行相应的施工。

(5) 植物措施施工过程中，应注意加强绿化植物的后期抚育工作，抓好幼林抚育和管护，确保各种植物的成活率，尽早发挥植物措施的水土保持效益。

(6) 本项目土方外运较多，建议施工单位使用封闭卡车外运，做好外运期间的车辆清洗、覆盖等水土保持防护措施，减少水土流失。其处置过程及结果由建设单位监督，跟踪实施情况。

8.6 水土保持设施验收

8.6.1 水土保持监督检查

当地水行政主管部门依法对水土保持方案的实施进行监督管理。定期对水土保持方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行实地监督、检查。在监督方法上可采用建设单位定期汇报与实地检测相结合，必要时可以采取行政、经济、司法等多种手段促使水土保持方案的完全落实。在方案实施过程中，建设单位将加强与水行政主管部门合作，自觉接受地方水行政主管部门的监督管理。建设单位对水行政主管部门的监督检查中发现的问题应及时处理。工程措施施工时，应对施工质量实时检查，对不符合设计要求或质量要求的工程，责令其重建，直到满足要求为止。植物措施工程施工时，应注意加强植物措施的后期抚育和管护，清除杂草，确保各种植物的成活率，发挥植物措施的水土保持效益。

8.6.2 水土保持竣工验收

在工程建设过程中，建设单位应及时组织水土保持单元工程、分部工程、单位工程的自查初验。

水土保持工程应与主体工程同时竣工验收。主体工程验收时，同时接受水土保持设施验收。验收的内容、程序等按照《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T22490-2008）、《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（水保〔2017〕365号）和《云南省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》（云水保〔2017〕97号）等有关规定执行，在建设项目投产使用前，组织设计、施工、监理等单位对工程进行自检，主要检查内容：检查水土保持设施是否符合设计要求、施工质量、投资使用和管理维护责任落实情况；评价防治水土流失效果，对存在问题提出处理意见等；是否满足开发建设项目水土流失防治标准及水土保持设计确定的水土流失防治目标；建成的水土保持设施的数量和投资是否达到初步设计水土保持章节规定内容；各项措施是否配置合理，是否按规定实施，水土保持设施的质量情况；水土保持设施的管理、维护措施是否落实等；通过现场检查，明确验收前需要解决的遗留问题，提出验收评估的结论与建议。

在主体工程竣工验收时，应同时验收水土保持设施，水土保持设施验收合格后，主体工程方可正式投入使用，验收不合格，主体工程不得投入运行。督促区域内完工的生产建设项目尽快开展水土保持设施验收工作，提高水土保持设施验收率。验收前，建设单位须进行自查，提高水土保持验收规程中规定的备查资料、各分部工程验收签证、各单位工程验收鉴定书。符合验收条件的，由建设单位组织召开验收会议，会议通过验收后，由监测单位编制的水土保持监测报告、由第三方评价机构编制的验收报告以及验收鉴定书上传至公共网站进行公示（公示期为20个工作日），公示完毕后由建设单位向水行政主管部门提交报备资料。

8.6.3 水土保持后续管理

工程水土保持工作不仅包括各项水土保持防护措施的落实和实施，也包括水土保持工程建成运行后的设施维护。

水土保持设施验收合格投入运行后，项目区的水土保持设施后续管理和维护，由运营单位负责，定期或不定期地对已验收的水土保持工程进行检查观测，随时掌握其运行状态，进行日常管护维修，消除隐患，维护工程安全、有效运行。

由于苍岭弃渣场剩余库容还可满足3.42年的堆存需求，目前建设单位正在开展生产工艺改造，已于2022年8月编写了《楚雄滇中有色金属有限责任公司污酸硫化

法处理项目建议书》，建议建设单位尽快完成生产工业改造，在苍岭弃渣场闭库前完成。

本项目预留用地后期开发利用，需单独立项，单独开展水土保持方案编制工作。