

水保方案（云）字第 0079 号

楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）
云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目

水土保持方案报告书

（报 批 稿）

建设单位：楚雄城建投资开发有限公司

编制单位：云南地质工程第二勘察院

二〇二一年一月

目 录

1 综合说明	1
1.1 项目简况	1
1.2 编制依据	5
1.3 设计水平年	7
1.4 水土流失防治责任范围	7
1.5 水土流失防治目标	8
1.6 项目水土保持评价结论	9
1.7 水土流失预测结果	9
1.8 水土保持措施布设成果	10
1.9 水土保持监测方案	11
1.10 水土保持投资概算及效益分析成果	11
1.11 结论	12
2 项目概况	14
2.1 项目组成及工程布置	14
2.2 施工组织	27
2.3 工程占地	30
2.4 土石方平衡	30
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建	35
2.6 施工进度	35
2.7 自然概况	35
3 项目水土保持评价	40
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价	40
3.2 建设方案与布局水土保持评价	42
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定	45
3.4 结论性意见	52
4 水土流失分析与预测	54
4.1 水土流失现状	54
4.2 水土流失影响因素分析	56
4.3 土壤流失量预测	58
4.4 水土流失危害分析	62
4.5 指导性意见	63
5 水土保持措施	65

5.1 防治区划分.....	65
5.2 措施总体布局.....	66
5.3 分区措施布设.....	68
5.4 施工要求.....	76
6 水土保持监测.....	79
6.1 范围和时段.....	79
6.2 内容和方法.....	79
6.3 点位布设.....	81
6.4 实施条件和成果.....	82
7 水土保持投资概算及效益分析.....	84
7.1 投资概算.....	84
7.2 效益分析.....	96
8 水土保持管理.....	102
8.1 组织管理.....	102
8.2 后续设计.....	102
8.3 水土保持监测.....	103
8.4 水土保持监理.....	103
8.5 水土保持施工.....	104
8.6 水土保持设施验收.....	104

附表： 水土保持投资概算附表。

附件：

附件 1：水土保持方案编制委托书；

附件 2：水土流失防治责任范围确认书；

附件 3：《关于〈楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目修建性详细规划〉的批复》（楚开建复〔2020〕23 号，楚雄经济开发区规划建设管理局，2020 年 7 月）；

附件 4：《楚雄经济开发区行政审批局关于下达楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区投资计划的批复》（楚开行审批〔2020〕193 号，楚雄经济开发区行政审批局，2020 年 11 月）；

附件 5：《楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目水土保持方案报告书技术评审意见》。

附件 6: 《楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目水土保持方案报告书修改补正专家确认书》。

附件 7: 外购表土《承诺书》。

附图:

附图 1: 项目地理位置图;

附图 2: 项目区水系图;

附图 3: 项目区土地利用现状图;

附图 4: 项目区土壤侵蚀强度分布图;

附图 5: 项目总体布置图;

附图 6: 边坡防护区剖面图;

附图 7: 项目防治责任范围图;

附图 8: 分区防治措施总体布局图（含监测点位）;

附图 9: 主体工程已设截、排水沟典型设计图;

附图 10: 主体工程已设截水沟急流槽典型设计图;

附图 11: 主体工程已设框格梁空心砖植草护坡典型设计图;

附图 12: 截水沟、急流槽末端消力池典型设计图;

附图 13: 车辆清洗池典型设计图;

附图 14: 临时沉沙池、临时排水沟典型设计图。

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设背景

楚雄工业园区是云南省规划建设的 40 个省级重点工业园之一，同时楚雄工业园区中的云甸片区已作为云南省“低丘缓坡地区工业上山项目”的示范区，符合滇中产业新区的布局要求。作为云南省级重点工业园区之一，楚雄工业园区肩负着楚雄工业经济发展的历史使命，并在一定程度上影响着全省的工业发展战略部署。近年来随着楚雄工业园区云甸片区的招商引资工作的进展，有意向入驻云甸工业园区的企业项目比较多，这些大型项目的入驻将推动楚雄工业园区云甸片区的快速发展。

楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目拟在楚雄工业园区云甸片区的工业用地建设 60 吨半导体材料生产线，主要产品为 20 吨高纯磷、30 吨高纯铟、10 吨高纯镓。本项目产品属于半导体原材料，用于制作半导体器件和集成电路，作为高新技术的战略物资，其制备、特性及应用在现代材料科学和工程领域中属于新型的不断增长的领域。项目建设符合国家发展规划，有利于推动省内科技创新活动及新材料产业链延伸，实现材料国产化，有利于拉动当地经济增长和增强工业园区招商引资的竞争力，对促进地方经济的持续、健康、快速发展具有重要意义。

1.1.1.2 项目位置

楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目位于楚雄苍岭工业片区云甸片区云发路，中心地理坐标：东经 101°43′45.4″，北纬 25°0′41.5″。项目建设场地北侧与工业园区道路云发路相邻，南距安楚高速公路云甸出入口约 2km，北距 320 国道路口约 4km，距楚雄市区约 25km，交通运输较为便利。

1.1.1.3 建设规模和内容

项目总占地面积 2.38hm²，其中永久占地 1.53hm²，临时占地 0.85hm²（用地红线范围以外的使用和管辖面积）。建设年产 60 吨半导体材料生产线，建筑占地面积 3966m²，总建筑面积 10090m²，全部为地上建筑面积。主要建设内容为：铟、镓生产厂房 1 栋 3

层(为工业园区原有标准厂房,只进行内部装修改造),磷生产厂房 1 栋 4 层,仓库 1 栋 1 层,控制监控门卫室 1 栋 1 层、污水处理厂房 1 栋 1 层、初期雨水池及应急事故处理池 1 座、消防水池及泵房 1 座。建筑密度为 26.01%,容积率为 0.66。

其他配套、公共、辅助设施建设内容为:内部道路、广场及进厂道路占地 0.76hm^2 ,绿化用地 0.27hm^2 ,边坡综合防护工程 0.95hm^2 ,冷却塔 1 座,雨、污排水管网 820m,配电室 1 间,以及停车场、化粪池等。绿地率为 18.03%。

1.1.1.4 项目区现状

本项目建设区位于云南省楚雄苍岭工业片区云甸片区云发路南侧,为工业园区工业建设用地,项目建设符合园区规划。现状为已平整的工业园区闲置场地,地形南西高、北东低,分为两级台阶地,上部平台平均标高 1662.5m,下部平台平均标高 1656.0m,高差约 6.5 米,两级平台之间建有挡墙挡护。上部平台已平整压实,由于长期闲置局部区域已长出荒草;下部平台大部分区域已硬化,建有 1 栋 3 层的标准厂房和 1 栋配电室,为工业园区闲置厂房。场地南、西靠山侧为场平开挖形成的挖方边坡,标高 1663.0~1711.0m,最大高差约 48 米,已进行了削坡分级处理,边坡分为 6 级,每级台阶高差 6~8m,每级坡面之间设有宽 2.5~3.5m 宽的马道。

1.1.1.5 项目占地

本项目总占地面积 2.38hm^2 ,其中永久占地 1.53hm^2 ,临时占地 0.85hm^2 。占用土地类型为:林地 0.06hm^2 、建设用地 0.38hm^2 、其他土地 1.94hm^2 。

1.1.1.6 土石方平衡

本项目建设土石方开挖总量为 23.93 万 m^3 ,回填总量为 1.76 万 m^3 (其中一般土石方回填 1.55 万 m^3 ,绿化覆土 0.21 万 m^3);调出土石方 22.38 万 m^3 ,全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用;外借土石方 0.21 万 m^3 ,均为绿化覆土。项目无永久弃渣产生,不设弃土场和取土场,外借绿化覆土向项目区附近合法取土场购买。

1.1.1.7 项目投资及建设工期

项目总投资 2843.54 万元,其中土建投资 2200 万元,项目建设单位为楚雄城建投资开发有限公司。项目已于 2020 年 5 月开工建设,计划于 2021 年 3 月建成完工,建设工期 11 个月。

1.1.2 项目前期工作进展情况

1.1.2.1 已完成的前期工作

(1) 2020 年 3 月, 委托云南省文山蔚鑫地矿工程勘察有限公司编制完成了《楚雄苍岭工业园区云甸片区半导体材料建设项目不稳定边坡地质灾害治理工程施工图设计》;

(2) 2020 年 5 月, 委托中北工程设计咨询有限公司编制完成了《楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目(一期)云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目修建性详细规划》;

(3) 2020 年 7 月 10 日, 楚雄经济开发区规划建设管理局下发了《关于〈楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目(一期)云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目修建性详细规划〉的批复》(楚开建复〔2020〕23 号);

(4) 2020 年 11 月 5 日, 楚雄经济开发区行政审批局下发了《楚雄经济开发区行政审批局关于下达楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目(一期)云甸片区投资计划的批复》(楚开行审批〔2020〕193 号)。

1.1.2.2 水土保持方案编制情况

根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》等法律法规的规定, 为做好该项目的水土保持工作, 项目建设单位楚雄城建投资开发有限公司于 2020 年 10 月委托云南地质工程第二勘察院承担该项目水土保持方案报告书的编制工作(委托书见附件 2)。根据水利部“水保〔2019〕160 号文”的相关规定, 本项目挖填土石方总量大于 5 万 m^3 , 属编制水土保持方案报告书的项目。

依照开发建设项目水土保持方案编制的有关规定和要求, 方案编制单位及时组织技术人员收集项目的相关设计资料、图件, 结合主体工程设计图件, 对项目区及周边的地形地貌、植被、土地利用现状、水土流失现状、水土保持现状等进行了实地调查, 对主体工程的建设内容、总体布局、项目组成、征占土地、施工组织、施工工艺、土石方平衡等进行了分析研究。在此基础上, 按照《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的相关规定和要求开展水土保持方案编制工作, 于 2020 年 11 月编制完成了《楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目(一期)云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目水土保持方案报告书》(送审稿), 报送行政审批部门审查。

2020 年 12 月 3 日, 楚雄经济开发区行政审批局委托第三方评审机构(云南万绿科

技有限公司)组织有关单位和专家在云南万绿科技有限公司会议室对《楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目(一期)云甸片区——年产60吨半导体材料建设项目水土保持方案报告书》(送审稿)进行了技术评审。经专家组认真的质询与评议,认为该方案编制符合有关技术规范的要求,同意通过评审,并提出了修改完善的意见和要求(《技术评审意见》见附件4)。会后,方案编制单位根据专家所提意见,对《方案》认真修改完善,于2020年12月下旬完成了《楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目(一期)云甸片区——年产60吨半导体材料建设项目水土保持方案报告书》(报批稿),上报审批。

1.1.3 自然简况

项目区位于楚雄市东部低丘缓坡区,地貌类型总体上属构造剥蚀中低山地貌,微地貌为低山丘陵。工程建设区地势西高、北东低,分为两级台阶地,上部平台平均标高1662.5m,下部平台平均标高1656.0m,高差约6.5米;南、西靠山侧为场平开挖形成的挖方边坡,标高1663.0~1711.0m,最大高差约48米。

项目区位于红河流域绿汁江右岸支流阿家河上游谷坡,距阿家河主河道约4km,区内地表水自西向东汇入阿家河上游沟谷,再向南流入阿家河,最终向绿汁江排泄。项目区不属于饮用水水源保护区,周边无地表水体分布。项目工期间的场地雨水、基坑开挖过程中基坑积水及地下渗水,通过修造临时排水沟分隔、引导汇流,经二级沉沙池沉淀后,外排至工业园区市政雨水管网。沉沙池内蓄水可用于出场车辆清洗和场地洒水降尘。项目运行期厂区雨水通过初期雨水收集池沉淀后排入市政雨水管网,生产废水经污水处理设备处理达标后排入市政污水管网,生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网,不会对下游水系的水质造成大的影响。

项目区地质环境现状处于稳定状态,未发现滑坡、崩塌、泥石流、地裂缝和塌陷等地质灾害隐患及活动性冲沟、危石、危岩等不良工程地质现象,区内物理地质现象以岩体风化为主,现状地质灾害不发育。

拟建场地南、西靠山侧为人工开挖边坡,边坡坡体由紫红色强风化泥岩夹灰白、青灰色泥灰岩组成,岩石节理裂隙发育,风化强烈,有倾向坡外的结构面存在,为潜在不稳定边坡。在强降雨和地震、人工施工扰动及持续风化作用下,边坡演变为滑坡的可能性较大,对边坡下方的拟建场地、建筑将构成较严重的威胁,需对边坡采取综合防护措施进行治理。

项目区属北亚热带高原季风气候，多年平均气温为 16.0°C ，多年平均降雨量为 862.7mm 。降雨年际变差大，年内分配不均，雨季（5~10月）降雨量占年降雨量的 90% 左右；多年平均降雨日 123 天，暴雨日数少，平均每年 1.6 次。20 年一遇最大 1h、6h、24h 降雨量分别为 54.6mm 、 95.8mm 、 118.9mm 。

项目区属于暖温带针叶、阔叶混交林类型。根据现场调查，项目区占地类型为林地、建设用地和其他土地。林地以低矮灌木为主，林草植被覆盖率约为 80%。土壤类型以红壤和紫色土为主。

项目区属于楚雄市红河流域范围，不属于国家级水土流失重点治理区和重点预防区，也不属云南省水土流失重点治理区和重点预防区。属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区现状土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主，平均土壤模数为 $2053.4\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区不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、森林公园和重要湿地等。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日修订，2011 年 3 月 1 日实行）；

（2）《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2010 年 12 月 29 日修订，2011 年 3 月 1 日实行）；

（3）《云南省水土保持条例》（2014 年 10 月 1 日实行）。

1.2.2 部委规章

（1）《水利部关于废止和修改部分规章的决定》（2017 年 12 月 22 日，水利部令第 49 号）；

（2）《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（1995 年 5 月 30 日水利部令第 5 号发布，2005 年 7 月 8 日水利部令第 24 号修改，2017 年 12 月 22 日，水利部令第 49 号修改第七条）；

（3）《企业投资项目核准暂行办法》（国家发改委令第 19 号，2004 年 9 月 15 日）。

1.2.3 规范性文件

1.2.3.1 部委级规范性文件

(1) 《关于严格开发建设项目水土保持方案审查审批工作的通知》(水保〔2007〕184号);

(2) 《关于印发<生产建设项目水土保持方案技术审查要点>的通知》(水保监〔2014〕58号);

(3) 《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);

(4) 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);

(5) 《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,水利部办公厅);

(6) 《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);

(7) 《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);

(8) 《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);

(9) 《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)。

(10) 《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)。

1.2.3.2 省、市级规范性文件

(1) 《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);

(2) 《云南省水利厅关于进一步加强省级生产建设项目水土保持方案变更管理的通知》(云水保〔2016〕49号);

(3) 《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);

(4) 《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);

1.2.3.3 技术规范与标准

(1) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018);

(2) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018);

(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》(GB50434-2018);

(5) 《防洪标准》(GB50201—2014);

(6) 云南省《主要造林树种苗木》(DB53/062-2006);

(7) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453.1-6-2008);

(8) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190—2007);

(9) 《水土保持监测技术规程》(SL277—2002);

(10) 《水土保持工程概算定额》(2003年);

(11) 《水利水电工程设计洪水计算规范》(SL44-2006);

(12) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》(SL 73.6-2015);

(13) 《水利工程建设监理规范》(SL288-2003);

(14) 《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》(GB/T22490-2008);

(15) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014);

(16) 《造林技术规程》(GB/T15776-2016);

(17) 《绿化苗木质量分级》(DB53/T458-2013);

1.3 设计水平年

本项目为建设类项目,已于2020年5月开工建设,计划于2021年3月建成完工,建设工期为11个月。水土保持方案设计水平年为主体工程完工后的当年或后一年,因此,本方案设计水平年为2021年。

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)生产建设项目水土流失

防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地（含租赁土地）以及其他使用与管辖区域。本项目永久占地 1.53hm^2 （用地红线范围），临时占地 0.85hm^2 （用地红线范围以外的使用和管辖面积），因此，本项目水土流失防治责任范围面积为 2.38hm^2 。

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《水利部办公厅关于印发〈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 号文）和《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》（云南省水利厅公告第 49 号文），项目所在地楚雄市苍岭镇不属于国家级水土流失重点治理区和重点预防区，也不属云南省水土流失重点治理区和重点预防区。依据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），项目位于楚雄云甸工业园区内，周边 500m 范围有工厂、居民点，因此，本项目水土流失防治标准应执行二级标准。

1.5.2 防治目标

根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018）的相关规定和要求，本项目位于西南岩溶区（云贵高原区），水土流失类型为水力侵蚀，水土流失防治标准执行西南岩溶区二级标准。项目区现状土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主（平均土壤模数为 $2053.4\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ），土壤流失控制比目标值应提高 0.2，达到 1.0；项目区为工业园区已场地平整地块，水土流失防治责任范围内地表已不具备表土剥离条件，不计表土保护率。修正后本项目的水土流失防治目标为：施工期：渣土防护率 85%；设计水平年：水土流失治理度 94%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 88%，林草植被恢复率 94%，林草植覆盖率 19%。具体防治目标详见表 1-1。

表 1-1 项目水土流失防治目标一览表

防治指标	二级标准		指标修正	采用标准	
	施工期	设计水平年		施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	—	94		—	94
土壤流失控制比	—	0.8	提高 0.2	—	1.0
渣土防护率(%)	85	88		85	88
表土保护率(%)	90	90	已不具备表土剥离条件	—	—
林草植被恢复率(%)	—	94		—	94
林草覆盖率(%)	—	19		—	19

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

项目选址符合《中华人民共和国水土保持法》、《云南省水土保持条例》、水利部〔2007〕184号文件和《生产建设项目水土保持技术标准》的相关限制性和约束性规定。

项目选址位于楚雄工业园区云甸片区，选址避开了泥石流易发区、崩塌滑坡危险区以及引起严重水土流失和生态恶化的区域，不涉及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，不占用国家确定的水土保持长期定位观测站。

综上所述，本方案认为项目选址符合水土保持相关规定和要求，没有制约项目建设的因素，项目建设是可行的。

1.6.2 建设方案与布局评价

（1）主体工程在总平面布置和竖向布置上充分利用现有场地条件，基本保持原有地坪标高不变，只进行局部回填整平，较大程度减少了土石方工程量。

（2）原有厂房和硬化地面保留使用，只进行局部拆除重建后即可进行地上建筑，减少了施工扰动地表面积。

（3）施工场地布置在项目绿化区内，施工营地就近采用租房的形式解决，不新增临时占地，均减少施工扰动地表面积。

（4）主要建筑周边均设置排水沟、分台处设置挡土墙和排水沟；道路广场埋设排水管，雨、污分流排放，设置初期雨水池收集雨水，措施规划布局合理，有利于项目建设和生产运行的水土流失防治。

（5）南、西靠山侧边坡采用工程措施与植物措施相结合综合治理，符合水土保持要求。边坡顶部布设截水沟、坡面设置急流槽、坡脚设置排水沟，并先于主体建筑施工，有利于项目建设期间的水土流失防治。格构式锚杆锚固、抗滑挡土墙和空心砖填土植草护坡，维护了边坡的稳定安全，消除了地质灾害隐患和水土流失隐患，为项目的建设和运行提供了安全保障。

综上所述，主体工程建设方案布局合理，有利于项目区的水土流失防治，符合水土保持要求。

1.7 水土流失预测结果

（1）项目建设造成的水土流失主要类型为水力侵蚀，局部存在重力侵蚀；水土流

失的重点时段为施工期，水土流失的重点区域为道路及硬化区、边坡防护区。

(2) 项目总占地面积 2.38hm^2 ，扰动地面积为 2.04hm^2 ，施工期可能造成水土流失面积为 2.04hm^2 ，自然恢复期可能造成水土流失面积为 0.78hm^2 ，损毁植被面积为 0.06hm^2 ，损坏水土保持设施面积为 0.06hm^2 。

(3) 本项目建设土石方开挖总量为 23.93万 m^3 ，回填总量为 1.76万 m^3 （其中一般土石方回填 1.55万 m^3 ，绿化覆土 0.21万 m^3 ）；调出土石方 22.38万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用；外借土石方 0.21万 m^3 ，均为绿化覆土。项目无永久弃渣产生，不设弃土场和取土场，外借绿化覆土向项目区附近合法取土场购买。

(4) 预测时段内项目建设可能造成水土流失总量为 154.7t ，可能新增的水土流失量为 76.4t 。

(5) 项目建设造成水土流失若不进行治理，不仅影响到主体工程建设和项目正常运行，同时也会对周边环境造成影响。

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) 建构筑物区：建成后场地基本被建构筑物和硬化地面所覆盖，主体工程已设计了主要建筑物周边的排水沟，基本无水土流失隐患。方案新增该区施工期间的临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

(2) 道路及硬化区：建成后场地基本被硬化地面所覆盖，主体工程已设计了平台底部排水沟、厂区雨水排水管、局部区域透水硬化地面等措施，基本无水土流失隐患。方案新增该区施工期间场地临时排水沟，场地出入口处设车辆清洗池一座，排水出口末端和车辆清洗池附近各设临时沉沙池一座，施工区的临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

(3) 绿化区：主体工程设计了该区的园林绿化措施，建成后基本无水土流失隐患。方案提出水土保持管理要求。

(4) 边坡防护区：主体工程设计对该区采取边坡综合治理工程，其中界定为水土保持工程的措施有边坡顶部截水沟、坡面急流槽、坡脚排水沟、马道排水沟、坡面空心砖填土植草护坡，建成后基本无水土流失隐患。方案新增该区截水沟、急流槽末端与下游排水沟衔接处的消力池，边坡施工作业面临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

1.8.2 水土保持措施工程量

（一）主体工程设计水土保持措施工程量

工程措施：建构筑物区排水沟 438m；道路及硬化区排水沟 177m，雨水排水管 570m，透水硬化地面 400m²；边坡防护区截水沟 358m，急流槽 178m，坡脚排水沟 221m，马道排水沟 922m。

植物措施：绿化区园林绿化 2700m²，边坡防护区空心砖植草护坡 4000m²。

（二）方案新增水土保持措施工程量

工程措施：边坡防护区截水沟消力池 2 座，急流槽消力池 5 座。

临时措施：建构筑物区临时覆盖 500m²；道路及硬化区车辆清洗池 1 座，临时沉沙池 2 座，临时排水沟 530m，临时覆盖 1000m²；边坡防护区临时覆盖 3000m²。

具体工程量为：人工挖沟槽 225.5m³，人工挖柱坑 132.4m³，土方回填 11.9m³，M7.5 浆砌石砌筑 42.2m³，M7.5 浆砌砖砌筑 12.8m³，M10 砂浆抹面 144.4m²，C20 混凝土浇筑 4.4m³，C25 混凝土浇筑 45.5m³，铺土工布 4500m²。

1.9 水土保持监测方案

本项目水土保持监测范围为水土流失防治责任范围，面积为 2.38hm²。监测重点为道路及硬化区和边坡防护区。水土保持监测采用普查、GPS 调查、样地调查、资料收集、巡查等方法，对项目水土流失防治责任范围进行全面的监测。监测内容包括水土流失影响因素监测、水土流失状况监测、水土流失危害监测、水土保持措施监测。

施工期规划布设 3 个水土保持监测点，其中道路及硬化区 2 个，分别在进场道路出入口、排水出口沉沙池附近各布设 1 个；边坡防护区 1 个，布设在边坡西南转角坡脚排水沟附近。自然恢复期规划布设 1 个水土保持监测点，布设在建设场地中部绿化区内。

监测时段为 1.25 年，施工期：监测 0.25 年（2021 年 1 月～2021 年 3 月）；自然恢复期：监测 1.0 年（2021 年 4 月～2022 年 3 月）。

1.10 水土保持投资概算及效益分析成果

1.10.1 水土保持投资概算

本项目水土保持概算总投资 158.12 万元，其中主体工程已列水土保持措施投资为 128.94 万元，方案新增水土保持投资 29.18 万元。水土保持投资中，工程措施 63.02 万元，植物措施 68.40 万元，临时措施 5.72 万元，独立费用 18.51 万元，基本预备费 0.80

万元，水土保持补偿费 1.67 万元。

方案新增水土保持投资 29.18 万元，其中工程措施费 2.48 万元，植物措施费 0.00 万元，临时措施 5.72 万元，独立费用 18.51 万元，基本预备费 0.80 万元，水土保持补偿费 1.67 万元。

1.10.2 效益分析

通过各项水土保持防治措施的有效实施，可使本项目水土流失防治责任范围内的水土流失治理度达到 98.3%，土壤流失控制达 1.61，渣土防护率达到 98.0%，林草植被恢复率达到 96.3%，林草覆盖率达到 27.1%，均能达到防治目标值。

本项目水土保持措施实施后，能够有效控制新增水土流失数量，减少流入下游排水管网的泥沙量，恢复并提高项目区林草覆盖率，改善项目区生态环境质量，具有较好的生态效益。

1.11 结论

本项目选址、建设方案、总体布局、工程占地、施工组织、施工工艺均不存在水土保持制约性因素。通过水土保持方案的有效实施，项目建设造成的水土流失影响能够得到有效控制，可使项目区的生态环境得到保护和改善，具有一定的生态效益和社会效益。

从水土保持角度分析，只要认真落实水土保持方案的各项防治措施，能够实现防治目标，项目建设是可行的。

下阶段工作的建议：

(1) 设计单位在下阶段主体工程设计时，要充分采纳水土保持方案中的设计内容和意见，进一步细化、优化水土保持措施设计。

(2) 项目建设单位要健全管理机制和监督机制，加强项目建设过程中的管理和监督工作；积极与当地水行政主管部门协作配合，自觉接受其监督检查；落实“三同时”制度，确保水土保持方案的有效实施；及时委托监测单位开展水土保持监测工作。

(3) 施工单位应结合水土保持方案的措施内容进行施工组织设计，明确提出施工过程的水土保持要求，做到管理到位，监理到场，责任到人；提高施工人员的水土保持意识，合理安排施工工期，加强施工过程中的临时防护措施，避免扰动占地范围以外的地表、植被，最大限度地减少建设期间的水土流失。

(4) 项目完工后，按照水行政主管部门要求及时组织开展水土保持设施验收工作。

水土保持方案特性表

项目名称		楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期） 云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目		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		总占地面积 2.38hm ² ，总建筑面积 10090m ² ，年产 60 吨半导体材料		总投资（万元）		2843.54		土建投资（万元）		2200	
动工时间		2020 年 5 月		完工时间		2021 年 3 月		设计水平年		2021 年	
工程占地（hm ² ）		2.38		永久占地（hm ² ）		1.53		临时占地（hm ² ）		0.85	
土石方量 （万 m ³ ）		挖方		填方		借方		余（弃）方			
		23.93		1.76		0.21		22.38			
重点防治区名称				/							
地貌类型				构造剥蚀低山丘陵地貌		水土保持区划		西南溶岩区			
土壤侵蚀类型				水力侵蚀		土壤侵蚀强度		轻度			
防治责任范围面积（hm ² ）				2.38		容许土壤流失量 （t/km ² ·a）		500t/km ² ·a			
土壤流失预测总量（t）				154.7		新增土壤流失量 （t）		76.4			
水土流失防治标准执行等级				西南溶岩区二级标准							
防治 指标		水土流失总治理度（%）		94		土壤流失控制比		1.0			
		渣土挡护率（%）		88		表土保护率（%）		90			
		林草植被恢复率（%）		94		林草覆盖率（%）		19			
防治 措施 及 工程 量	防治分区		工程措施			植物措施			临时措施		
	建构筑物区		主体设计：排水沟 438m			/			方案新增：临时覆盖 500m ³		
	道路硬化区		主体设计：排水沟 177m，雨水排水管 570m，透水硬化地面 400m ² 。			/			方案新增：车辆清洗池 1 座，临时沉沙池 2 座，临时排水沟 530m，临时覆盖 1000m ²		
	绿化区		/			主体设计：园林绿化 2700m ²			/		
	边坡防护区		主体设计：截水沟 358m，急流槽 178m，坡脚排水沟 221m，马道排水沟 922m。方案新增：消力池 7 座。			主体设计：植草护坡 4000m ²			方案新增：临时覆盖 3000m ²		
投资（万元）		63.02			68.40			5.72			
水土保持总投资（万元）		158.12			独立费用（万元）			18.51			
监理费（万元）		1.84		监测费（万元）		7.51		补偿费（万元）		1.67	
分省措施费（万元）		/			分省补偿费（万元）			/			
方案编制单位		云南地质工程第二勘察院			建设单位			楚雄城建投资开发有限公司			
法定代表人		余仕勇			法定代表人			高伟			
地址		楚雄市灵秀路 471 号			地址			云南省楚雄高新区永安路北側彝人古镇阳光闲庭 5 号院 H3 栋			
邮编		675000			邮编			675000			
联系人及电话		谢飞勇（13987079719）			联系人及电话			赵志聪（13769287201）			
传真		0878-3155154			传真			/			
电子信箱		ekychd@126.com			电子信箱			/			

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

(1) 项目名称：楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目。

(2) 地理位置：项目位于云南省楚雄苍岭工业片区云甸片区云发路，中心地理坐标：东经 101°43'45.4"，北纬 25°0'41.5"。

(3) 建设单位：楚雄城建投资开发有限公司。

(4) 建设性质：建设类项目（新建）；

(5) 建设规模及内容：年产 60 吨半导体材料生产线，总占地面积 2.38hm²（其中永久占地 1.53hm²，临时占地 0.85hm²），建筑占地面积 3966m²，总建筑面积 10090m²，建筑密度 26.01%，容积率 0.66，绿地率 18.03%。建设内容主要包括：生产厂房 2 栋、仓库 1 栋、控制监控门卫室 1 栋、污水处理厂房 1 栋、初期雨水池及应急事故处理池 1 座、消防水池及泵房 1 座。

(6) 建设工期：11 个月，2020 年 5 月开工建设，2021 年 3 月建成完工；

(7) 项目投资：总投资 2843.54 万元，其中土建投资 2200 万元。

2.1.2 地理位置及交通状况

楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目位于楚雄苍岭工业片区云甸片区云发路，中心地理坐标：东经 101°43'45.4"，北纬 25°0'41.5"。项目建设场地北侧与工业园区道路云发路相邻，南距安楚高速公路云甸出入口约 2km，北距 320 国道路口约 4km，距楚雄市区约 25km，交通运输较为便利。项目地理位置图见附图 1，卫星影像见图 2-1。



图 2-1 项目区卫星影像图

2.1.3 项目建设规模及内容

项目总占地面积 2.38hm^2 ，其中永久占地 1.53hm^2 ，临时占地 0.85hm^2 （用地红线范围以外的使用和管辖面积）。建设年产 60 吨半导体材料生产线，建筑占地面积 3966m^2 ，总建筑面积 10090m^2 ，全部为地上建筑面积。主要建设内容为：铟、镓生产厂房 1 栋 3 层（为工业园区原有标准厂房，只进行内部装修改造），磷生产厂房 1 栋 4 层，仓库 1 栋 1 层，控制监控门卫室 1 栋 1 层、污水处理厂房 1 栋 1 层、初期雨水池及应急事故处理池 1 座、消防水池及泵房 1 座。建筑密度为 26.01%，容积率为 0.66。

其他配套、公共、辅助设施建设内容为：内部道路、广场及进厂道路占地 0.76hm^2 ，绿化用地 0.27hm^2 ，边坡综合防护工程 0.95hm^2 ，冷却塔 1 座，雨、污排水管网 820m，配电室 1 间，以及停车场、化粪池等。绿地率为 18.03%。

项目总投资 2843.54 万元，其中土建投资 2200 万元，资金来源为建设单位自筹。已于 2020 年 5 月开工建设，2021 年 3 月建成完工，建设工期 11 个月。项目主要经济技术指标详见表 2-1。

表 2-1 主要经济技术指标表

序号	指标名称	单位	数值	备注
一	总用地面积	m ²	23773	包括永久征地（用地红线范围）、临时占地及其他使用与管辖区域
1	永久占地面积	m ²	15247	用地红线内面积，22.87 亩
2	临时占地面积	m ²	8526	包括边坡防护区、进厂道路等其他使用与管辖区域
二	厂区总用地面积	m ²	15247	用地红线内面积，22.87 亩
1	建构筑物占地面积	m ²	3966	包括各建、构筑物地面占地
	钢、镓生产厂房	m ²	1513	3 层，框架结构，原有标准厂房，只进行内部装修改造
	磷生产厂房	m ²	1108	4 层，框架结构
	仓库	m ²	355	1 层，钢筋混凝土结构
	控制监控门卫室	m ²	361	1 层，钢筋混凝土结构
	污水处理厂房	m ²	153	1 层，钢筋混凝土结构+钢结构
	初期雨水池及应急事故处理池	m ²	203	地下构筑物，钢筋混凝土结构+钢结构
	消防水池	m ²	122	地下构筑物，钢筋混凝土结构
	消防泵房	m ²	42	2 层，钢筋混凝土结构
	冷却塔	m ²	100	地面设备
	配电室	m ²	9	1 层，钢筋混凝土结构
2	道路及广场占地面积	m ²	7585	包括用地红线范围和其他使用与管辖区域
3	总建筑面积	m ²	10090	
4	绿化占地面积	m ²	2749	
5	建筑密度	%	26.01	
6	建筑容积率		0.66	
7	绿地率	%	18.03	不包括用地红线范围外的边坡绿化
三	入口道路	m ²	356	其他使用与管辖区域
四	边坡综合防护工程	m ²	9473	其中用地红线范围面积 1381m ² ，其他使用与管辖区域面积 8092m ²
五	总投资	万元	2843.54	土建投资 2200 万元
六	总工期	月	11	2020 年 5 月 ~ 2021 年 3 月

2.1.4 项目区现状及周边情况

（一）项目区现状

本项目建设区位于云南省楚雄苍岭工业片区云甸片区云发路南侧，为工业园区工业建设用地，项目建设符合园区规划。现状为已平整的工业园区闲置场地，地形南西高、北东低，分为两级台阶地，上部平台平均标高 1662.5m，下部平台平均标高 1656.0m，高差约 6.5 米，两级平台之间建有挡墙挡护。上部平台已平整压实，由于长期闲置局部区域已长出荒草；下部平台大部分区域已硬化，建有 1 栋 3 层的标准厂房和 1 栋配电室，为工业园区闲置厂房。场地南、西靠山侧为场平开挖形成的挖方边坡，标高 1663.0 ~

1711.0m，最大高差约 48 米，已进行了削坡分级处理，边坡分为 6 级，每级台阶高差 6~8m，每级坡面之间设有宽 2.5~3.5m 宽的马道。

据调查，2015 年工业园区“三通一平”建设时已对该地块进行了场地平整，场平开挖土石方全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用，工业园区不设弃土场。2016 年，为加快工业园区的招商引资，工业园区建设方在该地块的下部平台建设了一栋标准厂房和相关的配套设施，现处于闲置状态。工程建设区上部平台场地条件已基本满足建设需要，只进行场地局部整平；下部平台原有厂房、供排水设施、硬化地面等保留使用，只对不符合项目总平面布局的配电室和局部硬化地面拆除重建；场地南、西靠山侧边坡需采取综合防护工程进行治理，确保项目的建设和运行安全。此外，还需修建厂区入口道路与连接工业园区云发路。

项目区现状照片见图 2-2~2-7。

（二）项目区周边情况

项目区位于与工业园区云发路南侧，工业园区现有的交通、供排水、供电等基础设施已较为完善。施工交通主要依托周边已建成的云发路、云达南路、云昌路、东区中路，以及工业园区外部的安楚高速公路和 320 国道。施工期供水、供电均可从配套完善的工业园区市政供水、供电管网接入。雨季雨水由场地临时排水沟收集，再经临时沉沙池沉淀后，接入云发路边园区市政雨水管网外排。施工废水不外排，经临时沉沙池沉淀后用于项目建设区洒水降尘、车辆清洗、混凝土养护等。

项目区及周边现状照片见图 2-8、图 2-9。



图 2-2 项目区现状全景



图 2-3 项目区上部平台及边坡



图 2-4 项目区下部平台原有标准厂房

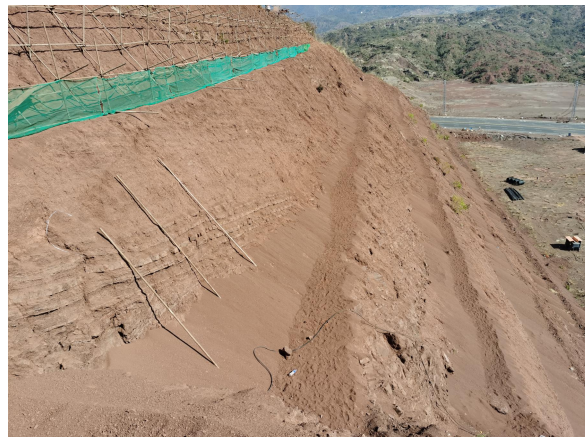


图 2-5 项目区西侧边坡



图 2-6 下部平台已有挡墙、排水沟



图 2-7 南侧边坡顶部植被



图 2-8 项目区及周边现状图（北向拍摄）



图 2-9 项目区及周边现状图（南向拍摄）

2.1.5 项目组成

根据项目建设内容、各建设分项的功能及可能造成水土流失的特点划分，本项目由建构筑物区、道路及硬化区、绿化区和边坡防护区等四个用地分区组成，项目建设总占地面积 2.38hm²。项目组成情况详见表 2-2，项目总体布置图见附图 5。

表 2-2 项目组成情况表

序号	项目组成	主要建设内容	占地面积 (hm ²)
1	建构筑物区	包括厂房 2 栋（沿用 1 栋）、仓库、控制监控门卫室、污水处理厂房、初期雨水池及应急事故处理池、消防水池及泵房、配电室，建筑占地面积 3966m ² ，总建筑面积 10090m ² 。	0.40
2	道路及硬化区	包括入口道路、内部道路、广场、回车场、停车场、建构筑物周边的硬化、铺砌工程，以及雨、污水管网的埋设工程。	0.76
3	绿化区	建构筑物、道路及硬化区以外区域绿化用地的绿化工程。	0.27
4	边坡防护区	靠山侧边坡的综合防护工程，包括格构式锚固、抗滑挡土墙、截水沟、排水沟、急流槽、空心砖填土植草护坡等工程。	0.95
合计			2.38

2.1.5.1 建构筑物区

建构筑物区占地面积 0.40hm²，主要建构筑物包括：铟、镓生产厂房 1 栋 3 层（为工业园区原有标准厂房，只进行内部装修改造），磷生产厂房 1 栋 4 层，仓库 1 栋 1 层，控制监控门卫室 1 栋 1 层、污水处理厂房 1 栋 1 层、初期雨水池及应急事故处理池 1 座、消防水池及泵房 1 座，冷却塔 1 座，配电室 1 栋。建筑占地面积 3966m²，总建筑面积 10090m²，建筑密度为 26.01%，容积率为 0.66。

生产厂房和仓库上部结构采用现浇钢筋混凝土框架结构，基础采用现浇钢筋混凝土独立基础；其他地上建筑物上部结构采用现浇钢筋混凝土结构，基础采用现浇素混凝土或浆砌毛石条形基础；地下构筑物采用现浇钢筋混凝土结构，地面设备根据不同设备型号采用素混凝土或钢筋混凝土基础。

主要建构筑物特性见详见表 2-3。

表 2-3 主要建构筑物特性表

序号	建构筑物名称	建筑占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	层数 (层)	结构类型	备注
1	铟、镓生产厂房	1513	4431	3	框架结构	原有厂房保留保用,只进行内部装改造
2	磷生产厂房	1108	4307	4	框架结构	含液氯间
3	仓库	355	355	1	钢混结构	包括黄磷、赤磷、液氯、硝酸、危废物仓库
4	控制监控门卫室	361	361	1	钢混结构	包括 DCS 控制室、监控室、门卫室
5	污水处理厂房	153	118	1	钢混结构+钢结构	
6	初期雨水池	35	35		钢混结构	地下构筑物
7	应急事故处理池	168	168		钢混结构	地下构筑物
8	消防水池	122	122		钢混结构	地下构筑物
9	消防泵房	42	84	2	钢混结构	
10	冷却塔	100	100		钢混结构	地面设备
11	配电室	9	9	1	钢混结构	
合计		3966	10090			

2.1.5.2 道路及硬化区

道路广场区占地面积 0.76hm², 包括进厂入口道路、内部道路、消防救援场地、装卸回车场地、停车场、建构筑物周边的硬化、铺砌地面, 以及雨、污排水管网的埋设工程。进厂入口道路、内部主干道宽 6m, 次干道宽 4m。各类道路、消防救援场地、装卸回车场地、建构筑物周边的均采用混凝土硬化; 下部平台原有标准厂房四周、停车场采用铺砌透水空心砖硬化。雨、污排水管网总长 820m, 沿内部主、次干道布设, 并在道路硬化前完成管道埋设和检查井修建。

2.1.5.3 绿化区

绿化区占地面积 0.27hm², 主体工程设计根据主要建筑物和内部道路的布局特点, 将主要建筑物周边、道路沿线、以及地块内的空地布置为绿化用地, 按园林绿化标准建设, 基本不留裸地, 绿地率 18.03%。

绿化区按照当地的绿化风格, 以点、线、面相结合, 乔、灌、草多树种草种绿化配置。面积较大的面状绿化区种植园林景观乔、灌木树种, 树下种植低矮灌木或草坪、花卉, 带状绿化区种植观赏类行道树、树下植灌木绿篱或园林草坪、花卉。拟种植物以云

南本土的乡土树种为主，选用树形优美、色彩丰富、高矮结合的园林植物进行绿化。主要备选植物：乔木滇朴、香樟、小叶榕、女贞、桂花、广玉兰，灌木石楠、杜鹃、黄连翘、小叶女贞、清香木、海桐、三角梅，地被植物满天星、沿阶草、麦冬、葱兰等。

2.1.5.4 边坡防护区

边坡防护区占地面积 0.95hm^2 ，位于项目用地红线范围以外的南、西靠山一侧，为场平开挖形成的挖方边坡。边坡标高介于 $1663.0 \sim 1711.0\text{m}$ 之间，最大高差约 48 米，已进行了削坡分级处理，边坡分为 6 级，每级台阶高差 $6 \sim 8\text{m}$ ，每级坡面之间设有宽 $2.5 \sim 3.5\text{m}$ 宽的马道。

边坡坡体由紫红色强风化泥岩夹灰白、青灰色泥灰岩组成，岩石节理裂隙发育，风化强烈，有倾向坡外的结构面存在，为潜在不稳定边坡。在强降雨和地震、人工施工扰动及持续风化作用下，边坡演变为滑坡的可能性较大，对边坡下方的拟建场地及拟建建筑将构成较严重威胁。主体工程设计对该边坡采取综合防护工程治理，

边坡防护措施主要为：边坡底部布设抗滑挡土墙，坡面采用格构式锚杆挡土墙进行锚固，边坡顶部布设截水沟、坡面布设急流槽、坡脚布设排水沟，锚固后的边坡格构内采用空心砖填土植草护坡等工程。设计工程量为：抗滑挡土墙 215m，锚杆锚固 842 根，钢筋混凝土框格梁 4645m，冠梁 339m，浆砌石截水沟 358m，C25 混凝土急流槽 178m，C20 混凝土坡脚排水沟 221m，C25 混凝土马道排水沟 922m，空心砖填土植草护坡面积 5100m^2 。

2.1.5.5 公用辅助设施

公用辅助设施主要包括供水系统、排水系统、供电系统、消防系统、通讯系统和消防系统，其建设占地面积已计入道路、建构筑物等相应的分区内，不再单独统计。

（一）供水

项目所在位置已有工业园区市政供水管网，供水水源从供水管网接入。项目采用生产、生活、消防统一的供水管网系统，沿主要道路布置形成环状供水网络，供给厂内各类设施。消防水供水计划在场内北侧新建消防水池，取市政供水作补充水源。

本项目用水主要是生活用水、消防水池储水和生产用水。项目拟定员 100 人，投产正后常年份最大用水量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，工业用水需求量约 $30\text{m}^3/\text{日}$ ，年用水量不超过 10000m^3 ，工业园区市政供水可满足生产、生活及消防的需要。

（二）排水

排水系统采用雨、污分流制，按不同性质分别排放。

(1) 雨水：采用有组织雨水收集和排放系统。雨水排水管沿内部主、次干道埋设，道路、场地的集水、汇水点处设置落水篦子收排场地雨水，排水管采用 DN300、DN400 钢筋混凝土排水管，管道转角处、汇合处、直段每 20m 设置检修井，排水主管末端接入工业园区市政雨水管网。主要建筑物周边设置排水沟收集屋面雨水，排水沟出口接入雨水排水管。场地下部平台北侧设置一座初期雨水收集池，收集降雨初期含有地面杂质的污染水，初期雨水经沉淀后用于绿化浇灌和洒水防尘，多余雨水排入园区雨水管网。

(2) 生产废水：厂内埋置污水排水管，末端接入工业园区污水管网，确保雨污分流。本项目生产废水主要为酸性废水，产生量约为 $15\text{m}^3/\text{d}$ ，酸性废水经厂内废水处理系统处理达标后，排入园区污水管网。

(3) 生活废水：包括粪便污水、洗衣废水等，经化粪池采用二级生物接触氧化法处理后，排入园区污水管网。

(三) 供电

本项目投产正常年份电力需求为 480 万 $\text{KW}\cdot\text{h}$ ，用电最大负荷 600KW，电源由工业园区 10kV 高压线引入，厂内镓、锑生产厂房东侧新建 1 栋配电室，设 10kV/400V、630kVA 变压器 1 台为本项目供电，供电电压 220 / 380V，采用低压电缆地埋敷设至各用电设备及用电场所。

(四) 消防

厂内下部平台北侧设有 400m^3 消防水池 1 座，水源来自市政供水管网，生产消防用水采用消防泵供给，水压水量均可满足消防要求。各建筑物均设有室内外消火栓系统及手提式灭火器，消防用水由室外消防水池供给，消防用水管道沿建筑周边道路敷设，形成消防供水环状管网，建筑物周边设置室外消防栓。

(五) 通讯

工业园区已建用较为完善的通讯、通信设施，本项目通讯线路从园区现有通讯系统接入即可，不涉及占地情况。

2.1.6 项目布置

2.1.6.1 平面布置

本项目总平面布置根据项目所在地的常年风向、生产工艺流程、消防安全、场地地形与外界道路连接方便等情况合理对厂区进行布置。项目区所在位置常年风向为南风或

东南风。项目产生的废气主要是废酸气，高纯磷的生产、仓储过程中也会产生的一定刺激性气味，所以项目的磷生产厂房布置在建设场地的西侧上部平台区域。在磷生产厂房东南侧布置仓库，仓库的南侧设置冷却水系统；磷生产厂房东侧、建设场地的中部布置污水处理厂房；上部平台出入口、磷生产厂房北侧设置 DCS 控制室、监控室及门卫室；磷生产厂房东北侧布置消防水池，根据现有场地条件，将消防泵房布置在消防水池东侧的下部平台；使其对周边环境的影响减少到最低程度。镓、铟生产厂房生产过程产生的气味较小，将镓、铟生产厂房布置在建设场地东侧下部平台，利用原有标准厂房；镓、铟生产厂房北侧面靠近边界围墙的区域，属于项目区较低处，布置初期雨水池、事故应急池。

平面布置基本能保持厂房周围设置环形通道，道路最窄处宽 6m，能满足车辆运输通行和消防需要。厂区共设两个出入口，分别在厂区上部平台中北部、下部平台东北部各设一出入口，宽度均为 6m。

2.1.6.2 竖向布置

现有场地条件已能基本满足建设需要，项目竖向设计基本上依现状地形进行布置。分为两级台阶地，上部平台设计标高 1662.5m，依地势由西南向东北略微倾斜，以利于场地排水，坡度 1%~2%；东侧靠近台阶边缘区域尚未填平，沿用地红线设置挡土墙，回填整平至设计标高。

下部平台保持原有地坪标高 1656.0m 不变，原有标准厂房装修改造为镓、铟生产厂房；厂房北侧地势较低，布置初期雨水池、事故应急池，以便雨水收集利用；平台东北角为整个项目区的最低点，雨、污排水管出口均设置在该处；原有的配电室需拆除，迁建至平台东部绿化区内。

北下部平台保持原有地坪标高 1656.0m 不变，原有标准厂房装修改造为镓、铟生产厂房；厂房北侧地势较低，布置初期雨水池、事故应急池，以便雨水收集利用；平台东北角为整个项目区的最低点，雨、污排水管出口均设置在该处；原有的配电室需拆除，迁建至平台东部绿化区内。

污水处理厂房布置在上部平台中东侧，处于磷生产厂房和镓、铟生产厂房中间，以便于生产污水的收集处理；利用现有地形高差，在上、下平台内分别布置消防水池和消防泵房。

2.1.7 产品方案、生产工艺和工业三废

2.1.7.1 产品方案

本项目为半导体材料生产项目，生产产品为高纯磷、高纯铟、高纯镓。项目仓储周期平均按 1 个月计算，自建仓库，仓库根据存放物质种类进行隔离，为了方便运输与使用，规范包装作业，本项目所有产品均按照客户需求量的多少及包装大小进行包装；高纯镓采用玻璃制品包装并做抽真空处理，高纯铟、高纯磷采用玻璃制品或衬聚乙烯塑料制品包装并做抽真空处理或充惰性气体保护。

根据本项目产品下游客户需求、所在区域位置优势及技术优势、现有市场占有率及发展规划、资金及综合效益等情况，确定本项目生产规模为年产半导体材料 60 吨，其中高纯磷 20 吨、高纯磷 30 吨、高纯镓 10 吨。

2.1.7.2 生产工艺

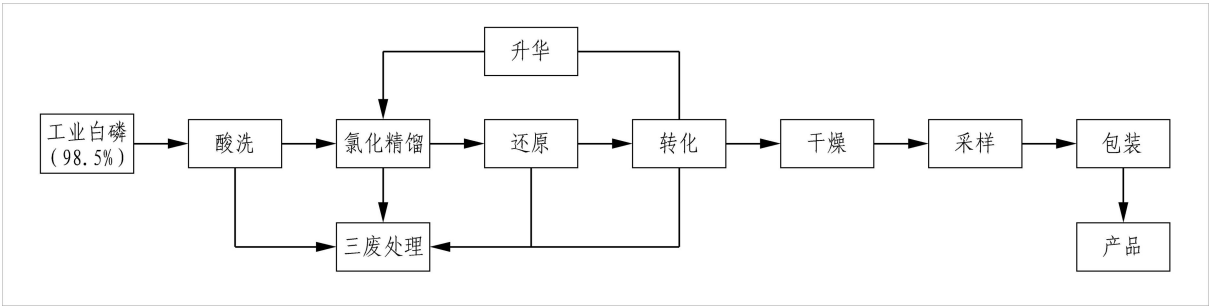
（一）原料供应

项目生产高纯磷、高纯镓、高纯铟等的主要原料有黄磷（工业级）、液氯、粗镓、粗铟等材料，都可以优先在云南当地交通运输方便的地区采购，原料供应充足。原料可以从云南生产企业就近购买，以就近、质优、价廉、合理的基本原则进行采购。其他需要的原料数量都不太大，当地不易采购到的再向国内、国外厂家采购。

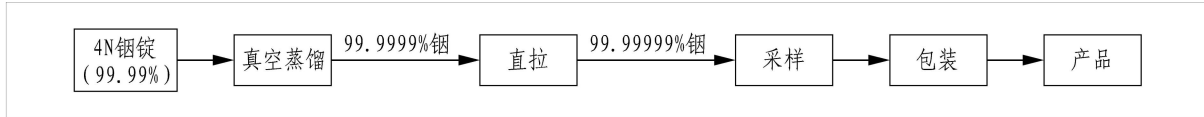
（二）生产工艺

本项目高纯磷采用化学方法进行提纯，高纯镓、高纯铟采用物理方法进行提纯，3 个产品分别在 3 条生产线上生产。

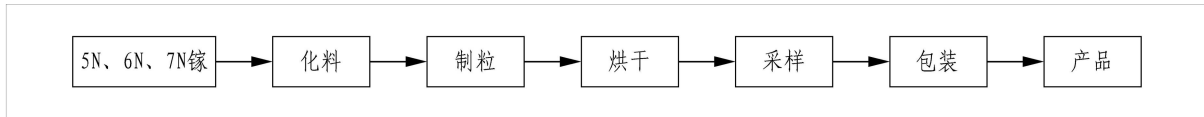
（1）高纯磷：采用酸洗、氯化精馏、氢还原、转化等相结合的提纯手段，以工业白磷（98.5%）为原料制备 5N、6N 高纯红磷。生产工艺流程图如下：



（2）高纯铟：采用真空蒸馏、直拉提纯相结合的提纯手段，以工业 4N 铟锭为原料制备 5N、6N、7N 高纯铟锭、棒、粒。生产工艺流程图如下：



(3) 高纯铟：将 5N、6N、7N 高纯铟滴入温度低于 20℃ 水中凝固制粒。生产工艺流程图如下：



2.1.7.3 工业三废

(一) 废水

项目产生的废水分为生活废水和生产废水，废水排放量约 15m³/d。

(1) 生活废水：生活废水经过化粪池处理后排入园区污水管网。

(2) 生产废水：包括生产废水和生产污水。生产产生的酸性废水、含重金属废水由专业管道收集到厂内设置污水处理厂房，经废水处理系统处理达标后，排入园区污水管网。生产污水主要来源于生产过程中物料表面清洗、使用容器清洗、设备冲洗、生产区域地面冲洗等，根据废水种类配套零排放废水处理设备，处理符合生产用水要求后回收利用。

(3) 事故收集水：为避免事故水对环境造成污染，本项目设有废水收集系统，并设有一个 600m³ 的事故应急池收集突发事故水。

(二) 废气

(1) 酸性废气：项目投产后废气主要产生在高纯磷、铟、铱等生产过程中，废气主要类型为氯化氢、三氯化磷，酸处理器皿过程产生酸雾，废气采用水密闭淋洗回收盐酸后由 20 米高排气筒达标外排，其中氯化氢去除率高于 95% 以上，排放浓度小于 100mg/Nm³，废气中三氯化磷去除率高于 96%，排放浓度小于 0.1mg/Nm³。

(2) 热废气：生产过程中产生的热废气经过热废气管道收集拉高排放。对产生废气的工位设置局部排风，含酸废气经碱性洗涤塔处理后，由排气筒高空排放。粉尘废气经过除尘器除尘后高空排放，废气中各污染物浓度均达标排放。

(三) 固体废弃物

(1) 生产废弃物：项目投产后固体废弃物主要为生产过程中磷、铟、镓等残渣、污水处理过程中产生的污泥渣、生产过程中废弃净化手套等，厂内设置了危废物仓库集中收集存放，危险性固体废弃物交由有资质的专业厂家进行处理。

(2) 生活垃圾：厂区室内、室外设置垃圾收集桶定点收集，并及时清理外运，交由当地环卫部门处理。

2.2 施工组织

2.2.1 施工组织设计

2.2.1.1 施工材料

(一) 砂、石、土料

本项目建设所需的砂、石料、以及后期绿化覆土料，均向项目区附近的合法砂石场、取土场购买，本项目不再另行规划布置取土（石、砂）场，砂、石、土料开采的的水土流失防治责任由料场经营方承担。

(二) 其他材料

项目建设所需水泥从楚雄市区购买；混凝土采用商品混凝土，从项目区附近商品混凝土拌和站购买；钢材、木材、油料等从楚雄市区购买。

2.2.1.2 施工用水、用电

项目所在位置已有工业园区市政供水管网和 10kV 高压线，向工业园区管理方办理相关的用水、用电手续后，即可接入取用。

2.2.1.3 施工排水

施工期间的场地雨水、基坑开挖过程中基坑积水及地下渗水，本方案设计采用临时排水沟分隔、引导汇流，经二级沉沙池沉淀后，外排至工业园区市政雨水管网。沉沙池内蓄水可用于出场车辆清洗和场地洒水降尘。

2.2.1.4 施工场地

本项目建设不涉及半成品加工，混凝土、预制件、苗木及均现购现用。施工场地、布置在项目建设区的道路广场占地范围内，不再另外临时占用土地。

2.2.1.5 施工时序

本项目为新建建设类项目，建设工期 11 个月（2020 年 5 月~2021 年 3 月），工程

施工划分为边坡防护工程、房屋建设工程、道路建设工程（包括雨、污排水管网）、绿化工程，具体施工工序如下：

边坡防护工程：边坡整形、基础开挖、锚杆安装、框格梁浇筑、植草护坡。

房屋建筑工程：基础施工、土建施工、水电施工、装修施工。

道路建设工程：管道施工，路基施工、路面铺设。

绿化工程：整地工程、覆土工程、苗木种植、抚育管理。

2.2.2 施工工艺

（一）建构筑物基础开挖与回填施工工艺

本项目主要建筑物为单层或多层建筑，无地下建筑，采用独立基础和条形基础，挖深 1~2m；钢筋混凝土结构采用墙下条形基础，挖深 1m。基础开挖采用机械开挖、人工修边的方式进行。基础开挖应保持在无水的情况下进行，开挖应保持基础土底原状结构，如用机械开挖时，基础底面以上 20cm~40cm 厚的土层，应用人工清理，避免超挖或破坏基土。基础开挖应连续进行，如基础挖好后不能立即进行下一道工序，应在基底以上留置 150~200cm 一层不挖，待下一工序施工时，再挖至设计基础底标高，以免基土被扰动。施工时采取底板和梁钢筋、模板一次同时支好，梁侧模板用混凝土支墩或钢支脚支承并固定牢固，混凝土一次连续浇筑完成。

基础施工完毕后，立即回填土方，土方采用人工（斗车）回填。回填粘性土，应在填土层前验填料的含水率。含水量偏高时，可采用翻松晾晒、均匀掺入干土等措施；含水量偏低，可预先洒水湿润，增加压实遍数或使用大功率压实机械压实等措施。

回填土应水平分层夯实，采用打夯机夯实，摊铺厚度每层为 200mm，压实遍数为 3-4 遍。打夯之前对填土应初步平整，打夯机依次夯打，均匀分布，不留间隙。填土要掌握好干湿，防止地台下陷。

（2）道路广场施工工艺

道路广场施工以机械施工为主，施工机械主要包括：推土机、压路机、混凝土搅拌机等建筑机械，铺设主要靠人工完成。

道路广场建设施工工序：清除表土→压实土路基→填筑风化岩土→填筑中粗砂→水泥稳定石屑基层→砌筑路缘石→混凝土/沥青铺设。

路基填筑以机械施工为主，适当配合人工施工，在路基全段范围内分层压实填筑，路基压实要注意控制路基填土最佳含水量，确保路基压实度符合要求。

雨、污排水管网的埋置及沟道的施工分区、分段、自下而上，并将相邻的管、沟一次开挖施工，距构筑物较近的管、沟与基础一次完成，减少相互影响及二次开挖的工程量。开挖料沿槽边堆放，待埋管安装完后用于回填，多余土石方直接用于场地回填。

（3）边坡防护工程施工工艺

边坡防护工程施工工序：边坡整形清理→测量放样→基础开挖→钻机就位→钻孔→锚杆安装→注浆→钢筋绑扎→支模板→混凝土浇筑→养护→铺空心砖→回填土→撒播种草→养护。

边坡整形清理、基础开挖以人工施工为主。施工前先开挖截水沟，做好排水引流；人工对边坡整形清理，从上而下分级修坡，对裂缝较大地方应先嵌补牢实，使坡面平顺整齐。雨天及时用土工布覆盖，防止雨水冲刷边坡。

基础开挖以机械施工为主、人工配合施工，测量放线后方可开挖，先机械开挖，再人工进行槽内余土清理及修边整形。

钻孔要求干钻，禁止采用水钻，以确保锚杆施工不至于恶化边坡岩体有工程地质条件和保证孔壁的粘结性能。钻孔速度应根据使用钻机性能和锚固地层严格控制，防止钻孔扭曲和变径。

（4）绿化工程施工工艺

建构筑物施工进入后期时，对绿化区占地进行绿化工程建设。绿化工程施工以人工施工为主，施工工序为：整地→覆土→种植→养护。整地工程应按施工图的布置和要求完成绿化区的线形、坡度、穴坑布局；覆土应根据种植植物类型确定厚度，覆土厚度宜为：草坪 15~20cm、灌木 30~40cm、乔木 60~70cm，覆土来源为本项目的剥离表土和外购表土；种植前清除杂物、施足基肥、翻松耙平；种植树木生长茁壮，无病虫害，规格及形态符合绿化设计要求；植物初植完成后，按植物生长特点做好抚育管护工作。

（5）施工保障措施

建筑材料的运输主要采用卡车直接运输，运输过程中避免装填过量，导致洒落，雨天运输采用帆布进行遮蔽，防治建筑材料受冲刷后导致流失。

施工过程中应避免暴雨天气施工，以免对周边造成不必要的影响。水泥、砂子、石灰类的建筑材料需集中堆放，并采取相应的防冲刷措施，及时清扫施工运输过程中抛洒的上述建筑材料，就近妥善处理或与固体废物一起处置，以避免因雨水冲刷而污染附近水体。

2.3 工程占地

根据主体工程设计资料、结合现场调查情况，经量图统计，本项目总占地面积 2.38hm²，其中永久占地 1.53hm²，临时占地 0.85hm²。占用土地类型为：林地 0.06hm²、建设用地 0.38hm²、其他土地 1.94hm²。项目区土地利用现状图见附图 3，项目占地面积及占地类型见表 2-4。

表 2-4 项目占地面积统计表 单位：hm²

项目分区		合计	占用土地类型及面积		
			林地	建设用地	其他土地
1	建构筑物区	0.40		0.17	0.23
2	道路及硬化区	0.76		0.18	0.58
3	绿化区	0.27		0.03	0.24
4	边坡防护区	0.95	0.06		0.89
总计		2.38	0.06	0.38	1.94

2.4 土石方平衡

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，本项目属建设类项目，土石方工程集中在项目建设期。工程竣工后，项目运营期没有开挖、取土（石、砂）、弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）等扰动地表的的活动，只产生少量固体废弃物，项目建设区内设置了危废物仓库集中收集存放，危险性固体废弃物交由有资质的专业厂家进行处理。

2.4.1 表土平衡分析

（一）可供剥离的表土分析

项目建设地块位于楚雄云甸工业园区内，为工业园区国有建设用地，2015 年工业园区“三通一平”建设时已对该地块进行了场地平整，绝大部分地表已扰动破坏，现状地形为高差约 6m 的两级台阶地，南、西靠山侧为场平开挖形成的挖方边坡。上部平台地表为全风化泥岩压实地面；下部平台已建有一栋标准厂房，地表为建构筑物、硬化地面和压实地面所覆盖；靠山侧挖方边坡为强风化泥岩裸露地表。因此，项目占地范围内地表已不具备表土剥离的条件。

（二）表土需求分析

根据主体工程设计，项目绿化用地面积为 0.27hm^2 ，绿化覆土厚度按 50cm 考虑，需绿化覆土 0.14 万 m^3 ；边坡植草护坡面积为 0.40hm^2 ，植草护坡覆土厚度按 16cm 考虑，需绿化覆土 0.07 万 m^3 。本项目共需回覆绿化表土为 0.21 万 m^3 。

综上，本项目已无可剥离表土，后期绿化所需覆土量为 0.21 万 m^3 ，需向项目区附近合法取土场外购表土 0.21 万 m^3 。表土剥离平衡分析详见表 2-5。

表 2-5

表土平衡及流向分析表

单位：万 m^3

项目分区	表土剥离	表土回覆	调入		调出		外借		废弃	
			数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
绿化区		0.14					0.14	合法取土场		
边坡防护区		0.07					0.07	合法取土场		
合计		0.21					0.21			

注：①表内土石方均为自然方；②土石方平衡计算公式为：开挖+调入+外借=回填+调出+弃方。

2.4.2 土石方平衡分析

（一）前期场地平整土石方平衡分析

2015 年工业园区“三通一平”建设时，对项目所在地块进行了场地开挖平整。场地按设计标高 1662.5m 和 1656.0m 的两级台阶地进行开挖平整，上部台阶地南、西靠山侧为挖方边坡。

（1）上部平台

上部平台设计标高 1662.5m ，开挖土石方 12.29 万 m^3 ，土石方回填 0.42 万 m^3 。调出土石方 11.87 万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用。

（2）下部平台

上部平台设计标高 1656.0m ，开挖土石方 0.92 万 m^3 ，土石方回填 0.26 万 m^3 。调出土石方 0.66 万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用。

（3）挖方边坡

场地南、西靠山侧挖方边坡，标高 $1663.0 \sim 1711.0\text{m}$ ，最大高差约 48 米，经削坡分级处理后，边坡分为 6 级，每级台阶高差 $6 \sim 8\text{m}$ ，每级坡面之间设宽 $2.5 \sim 3.5\text{m}$ 宽的马道。经统计，开挖土石方 9.85 万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用。

综上，本项目前期场地平整开挖土石方 23.06 万 m^3 ，土石方回填 0.68 万 m^3 ；调出土石方 22.38 万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用，无永久弃渣产生。

（二）现状土石方平衡分析

本项目现有场地条件已能基本满足建设需要，建设期产生土石方的施工环节主要为：场地局部整平回填、建构筑物的基础开挖回填、道路路基及管道开挖回填、边坡坡面修整及防护工程基础开挖等。土石方来源及流向具体分析如下：

（1）建构筑物区

本项目主要建筑物为单层或多层建筑，无地下建筑，原有标准厂房保留使用。框架结构采用独立基础，挖深 2m；钢筋混凝土结构采用墙下条形基础，挖深 1m。主要地下构筑物包括污水处理池、消防水池、事故应急池、初期雨水池等，基础挖深 3~4m。此外，还包括建筑周边排水沟基础开挖、原有配电房拆除。经统计，建构筑物区基础开挖产生土石方 0.27 万 m^3 ，挖方全部就近用于建构筑物地基和室内地坪回填。

（2）道路及硬化区

道路及硬化区场地需局部整平至设计标高，以土石方回填为主；区内主要布设雨、污水排水管，新建管沟开挖长约 500m。此外，还包括区内新建挡土墙、排水沟的基础开挖。经统计，道路及硬化区开挖土石方 0.14 万 m^3 ，土石方回填 0.36 万 m^3 ，需调入土石方 0.22 万 m^3 。

（3）绿化区

绿化区土石方工程主要为局部场地整平回填至设计标高，土石方回填 0.19 万 m^3 ，需调入土石方 0.19 万 m^3 。

（4）边坡防护区

边坡防护区土石方工程主要边坡坡面修整，防护工程基础开挖，以土石方开挖为主。经统计，边坡防护区开挖土石方 0.46 万 m^3 ，土石方回填 0.05 万 m^3 ，需调出土石方 0.41 万 m^3 。

2.4.3 土石方汇总

根据土石方平衡分析计算，本项目建设土石方开挖总量为 23.93 万 m^3 ，回填总量为 1.76 万 m^3 （其中一般土石方回填 1.55 万 m^3 ，绿化覆土 0.21 万 m^3 ）；调出土石方 22.38 万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用；外借土石方 0.21 万 m^3 ，均为绿化覆土。项目无永久弃渣产生，不设弃土场和取土场，外借绿化覆土向项目区附近合法取土场购买。

土石方平衡分析表见表 2-6，土石方平衡流向框图见图 2-10。

表 2-6 土石方平衡及流向分析表 单位: 万 m³

序号	项目分区	开挖	回填			调入		调出		外借		废弃	
		土石方	小计	土石方	绿化覆土	数量	来源	数量	去向	数量	来源	数量	去向
一	前期场地平整	23.06	0.68	0.68								22.38	
1	上部平台	12.29	0.42	0.42								11.87	园区道路和其他场地
2	下部平台	0.92	0.26	0.26								0.66	园区道路和其他场地
3	挖方边坡	9.85										9.85	园区道路和其他场地
一	现状土石方工程	0.87	1.08	0.87	0.21	0.41		0.41		0.21			
1	建构筑物区	0.27	0.27	0.27									
2	道路及硬化区	0.14	0.36	0.36		0.22	边坡防护区						
3	绿化区		0.33	0.19	0.14	0.19	边坡防护区			0.14	合法取土场		
4	边坡防护区	0.46	0.12	0.05	0.07			0.41	道路硬化区、绿化区	0.07	合法取土场		
三	合计	23.93	1.76	1.55	0.21	0.41		0.41		0.21		22.38	

注：①表内土石方均为自然方；②土石方平衡计算公式为：开挖+调入+外借=回填+调出+弃方。

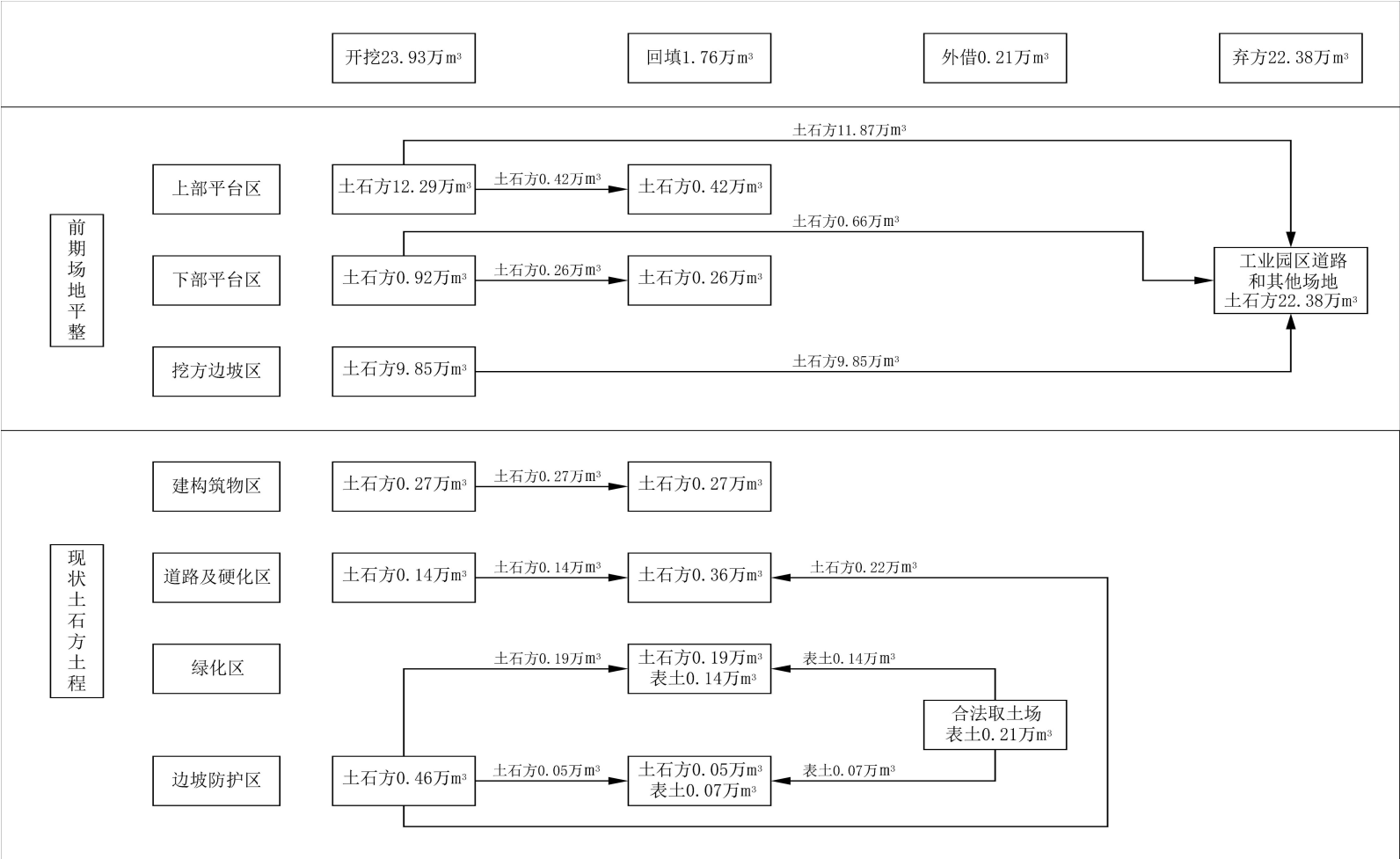


图 2-10 土石方平衡流向图

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

项目建设地块属于工业园区工业建设用地，地块内现有的标准厂房属于工业园区闲置厂房，项目保留使用，不涉及拆迁安置与专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

本项目建设工期为 11 个月，已于 2020 年 5 月开工建设，计划 2021 年 3 月建成完工，施工进度计划安排详见表 2-7。

表 2-7 施工进度计划安排表

序号	施工分项	2020 年			2021 年
		5~6 月	7~9 月	10~12 月	1~3 月
1	边坡防护工程				
2	建构筑物施工				
3	道路广场施工				
4	绿化工程				
5	内部装修				
6	设备安装				

2.7 自然概况

2.7.1 地形地貌

楚雄市地处滇中高原中部，境内地形起伏较大，地势由西北向东南倾斜，境内山脉皆属哀牢山系东麓支平余脉，河流与山脉主体呈北西—南东走向排列。境内东西部地貌差异明显，以白依河为界，西部为山地地貌，东部为低山浅丘盆地地貌。区域内主要分为山间盆地地貌、低山丘陵地貌和中山深切割峡谷地貌三种地貌类型。

项目区位于楚雄市东部低丘缓坡区，地貌类型总体上属构造剥蚀低中山地貌，微地貌为低山丘陵。工程建设区地势西高、北东低，分为两级台阶地，上部平台平均标高 1662.5m，下部平台平均标高 1656.0m，高差约 6.5 米；南、西靠山侧为场平开挖形成的挖方边坡，标高 1663.0~1711.0m，最大高差约 48 米。

2.7.2 地质

（一）地质构造

项目区位于扬子准地台一级大地构造单元内，属康滇地轴二级构造单元之元谋台穹区。西邻滇中台陷，为基底岩系大量裸露的相对隆起区。晋宁运动奠定了基底的构造面貌，以近南北走向构造起主导控制作用。对项目区有影响的区域构造断裂主要为南华—楚雄断裂和元谋—绿汁江断裂。南华—楚雄断裂该断裂是一条晚更新世活动断裂，位于项目区西南侧，距离拟建场地约 17km；元谋—绿汁江断裂带属区域一级活动性断裂，位于项目区东侧，距离拟建场地约 20km。

项目区内未发现Ⅲ级及其以上的断层分布，场址及其附近构造不发育。场地内局部出露的基岩节理裂隙较发育，裂隙中多充填黏土、岩屑。裂隙宽度一般 0.1cm ~ 0.3cm，延伸长度一般 0.1m ~ 0.5m 不等。总体上，拟建场地内地质构造不发育，场地整体稳定性较好，适宜项目的建设。

（二）地层岩性

项目区地层较为单一，岩层地表覆盖层主要以第四系残坡积碎石土为主，下伏基岩为白垩系上统江底河组下杂色泥岩段。

（1）第四系残坡积层（ Q_4^{el+dl} ）：主要为褐红色、紫红色含碎石粉质粘土层、含角砾粉质粘土，上部较为松散，下部较密实，碎石成分以泥岩、粉砂岩主。该土层分布范围遍及整个项目区表层，结构松散，厚薄不均，覆盖厚度一般为 0.2m ~ 2.0m，局部基岩出露。

（2）白垩系上统江底河组下杂色泥岩段（ K_2j^1 ）：为紫红、灰绿、黄绿等杂色块状泥岩夹细粒长石石英砂岩。岩石浅表风化强烈，节理裂隙发育，岩体破碎呈碎块状，部分呈粘土状，有倾向坡外的结构面存在。该层分布范围遍及整个场区，厚度为 228.4m ~ 314.6m。

（三）水文地质

按照地下水赋存介质不同，项目区地下水类型分为孔隙水、基岩裂隙水两大类。

（1）孔隙水：孔隙水主要赋存于第四系坡残积层松散堆积物孔隙中，直接接受大气降水补给，水量有限，季节变化明显，动态变化大，地下水运移途径短，沿斜坡坡向由高水位处向低水位处运移排泄，直接或间接的对下伏基岩进行补给。

（2）基岩裂隙水：主要赋存于泥岩、细粒长石石英砂岩节理裂隙中，该层节理裂

隙发育，多泥质填充，接受大气降水及上覆孔隙水补给，沿各类节理所组成的裂隙网络总体上由西北向东南排泄。

项目区及周边无导水性构造断裂存在，无承压水和多层地下水，岩层富水性及透水性弱。拟建场地位于垄状山丘缓坡部位，位于潜水面及最低侵蚀基准面之上，地下水埋藏较深，无地下水出露，拟建场地基本不受地下水影响。

（四）现状地质灾害和不良地质现象

项目区地质环境现状处于稳定状态，未发现滑坡、崩塌、泥石流、地裂缝和塌陷等地质灾害隐患及活动性冲沟、危石、危岩等不良工程地质现象，区内物理地质现象以岩体风化为主，现状地质灾害不发育。

拟建场地南、西靠山侧为人工开挖边坡，边坡坡体由紫红色强风化泥岩夹灰白、青灰色泥灰岩组成，岩石节理裂隙发育，风化强烈，有倾向坡外的结构面存在，为潜在不稳定边坡。在强降雨和地震、人工施工扰动及持续风化作用下，边坡演变为滑坡的可能性较大，对边坡下方的拟建场地、建筑将构成较严重的威胁，需对边坡采取综合防护措施进行治理。

（五）地震

根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），2016年局部修订，附录A，楚雄市抗震设防烈度为8度，设计基本地震加速度值为0.20g，设计分组第三组。土建设计严格按照抗规及项目地质勘探报告的要求进行设防。

2.7.3 气象

楚雄市属亚热带季风气候区。因地形复杂、海拔高差大，气候垂直分布明显，境内有寒、温、热三种不同的气候类型，具有“立体气候”的特点。

项目区地处楚雄市东部低山丘陵区，气候条件与楚雄盆地相差不大，属北亚热带高原季风气候，具有春秋长，夏冬短；冬无严寒，夏无酷暑；干湿季分明、雨热同季；常年日照充足，霜期较短；降水偏少，春夏多旱的特点。多年平均气温为16.0℃，极端最高气温33.4℃，极端最低气温-4.8℃。多年平均降雨量为862.7mm，降雨最多年为1328.5mm（1992年），降雨最少年为485.8mm（1980年）。降雨年际变差大，年内分配不均，雨季（5~10月）降雨量占年降雨量的90%左右；多年平均降雨日123天，暴雨日数少，平均每年1.6次。多年平均日照数2422小时，多年平均蒸发量2020mm，年平均相对湿度为71.5%，主导风向为西南风和西风，年平均风速1.7m/s。

据《云南省暴雨洪水查算实用水文手册（1992年版）》查值计算，项目区20年一遇最大1h、6h、24h降雨量分别为54.6mm、95.8mm、118.9mm。

2.7.4 水文

项目区位于红河流域绿汁江右岸支流阿家河上游谷坡，距阿家河主河道约4km，区内地表水自西向东汇入阿家河上游沟谷，再向南流入阿家河，最终向绿汁江排泄。绿汁江源于禄丰县罗茨东山，经禄丰坝子、沿峡谷于小江口一段称星宿江，往下流经双柏县、易门县、峨山县、新平县，至三江口注入元江，全河长324km，径流面积8823km²，流域范围涉及楚雄市8个村委会。项目区水系图见附图2。

项目区不属于饮用水水源保护区，周边无地表水体分布。项目工期间的场地雨水、基坑开挖过程中基坑积水及地下渗水，通过修造临时排水沟分隔、引导汇流，经二级沉沙池沉淀后，外排至工业园区市政雨水管网。沉沙池内蓄水可用于出场车辆清洗和场地洒水降尘。项目运行期厂区雨水通过初期雨水收集池沉淀后排入市政雨水管网，生产废水经污水处理设备处理达标后排入市政污水管网，生活污水经化粪池处理后排入市政污水管网，不会对下游水系的水质造成大的影响。

2.7.5 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。项目区土壤类型以红壤和紫色土为主，其成土母质主要为泥岩和砂页岩坡积风化物，土层较厚，土壤质地为砂壤土，土壤微酸性，土壤质地粘粒含量低、多夹砂砾石，胶结力弱、结构松散，一旦失去地表覆盖物，便容易形成水土流失。

2.7.6 植被

楚雄市境内植被以云南松、华山松组成的针叶林和常绿阔叶林为主，因海拔、土壤、气候等条件的差异，植被类型亦有不同，呈垂直分布，主要分为4种植被类型。海拔2400m以上，植被类型为温凉性湿性常绿阔叶林、针叶林混交类型；海拔1600m~2400m之间，植被类型为暖温性针叶、阔叶混交林类型；海拔1600m以下，植被类型为干热河谷稀树灌木、草坡类型；四旁树及人工林。

项目区属于暖温性针叶、阔叶混交林类型。根据现场调查，项目区占地类型为林地、建设用地和其他土地。林地以低矮灌木为主，林草植被覆盖率约为80%，主乔木、灌

木种类有云南松、火棘、马桑、清香木、车桑子、小石积、棠梨等；建设用地基本被建筑物和硬化地面覆盖，无林草植被；其他土地地表裸露，长有零星灌木、杂草，林草植被覆盖率约为 3%。

2.7.7 其他

项目区不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、森林公园和重要湿地等。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

（一）本项目与《中华人民共和国水土保持法》相关条文对照分析，详见表 3-1。

表 3-1 与《中华人民共和国水土保持法》相关条文对照分析表

条款	《中华人民共和国水土保持法》的规定	本项目情况	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。	本项目不涉及所述区域	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坏范围，有效控制可能造成的水土流失。	本项目选址不在水土流失重点预防区和重点治理成果区。	符合
第二十八条	依法应当编制水土保持方案的生产建设项目，其生产建设活动中排弃的砂、石、土、矸石、尾矿、废渣等应当综合利用；不能综合利用，确需废弃的，应当堆放在水土保持方案确定的专门存放地，并采取措施保证不产生新的危害。	本项目属于建设类项目，项目建设开挖土石方全部回填利用，不产生永久弃渣。	符合

通过对照分析，本项目符合《中华人民共和国水土保持法》的相关规定，不存在制约项目建设的因素。

（二）本项目与水利部“水保〔2007〕184 号文”限制性规定对照分析，详见表 3-2。

表 3-2 与“水保〔2007〕184 号文”限制性规定对照分析表

序号	《水保〔2007〕184 号文》的规定	本项目情况	符合性
1	《国民经济和社会发展的第十一个五年规划纲要》确定的禁止开发区域内不符合主体功能定位的开发建设项目	本项目所在区域不属于“禁止开发区域”	符合
2	违反《水土保持法》第二十条，在 25 度以上陡坡地实施的农林开发项目	本项目不属于农林开发项目	符合
3	违反《水土保持法》第十七条，在县级以上地方人民政府公告的崩塌滑坡危险区和泥石流易发区内取土、挖砂、取石的开发建设项目	本项目不在崩塌滑坡危险区和泥石流易发区内取土、挖砂、取石	符合
4	违反《中华人民共和国水法》第十九条，不符合流域综合规划的水工程	项目不属于“水工程”	符合
5	根据国家产业结构调整的有关规定精神，国家发展和改革委员会同意后开展前期工作，但未能提供相应文件依据的开发建设项目	本项目已取得楚雄经济开发区行政审批局批复文件（楚开行审批〔2020〕193 号）	符合
6	分期建设的开发建设项目，其前期工程存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的	本项目不属于分期建设项目	符合
7	同一投资主体所属的开发建设项目，在建设及生产运行过程中存在未编报水土保持方案、水土保持方案未落实和水土保持设施未按期验收的	本项目不涉及所述情况	符合

序号	《水保〔2007〕184号文》的规定	本项目情况	符合性
8	处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其它江河、湖泊的水功能一级区的保护区内可能严重影响水质的开发建设项目，以及对水功能二级区的饮用水源区水质有影响的开发建设项目	本项目不涉及所述区域	符合
9	在华北、西北等水资源严重短缺地区，未通过建设项目水资源论证的开发建设项目	本项目不在所述区域	符合
10	《促进产业结构调整暂行规定》（国发〔2005〕40号）、国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录》中限制类和淘汰类产业的开发建设项目	本项目不属于国发〔2005〕40号中限制类和淘汰类产业	符合

通过对照分析，本项目不违反“水保〔2007〕184号文”中的相关规定。

（三）本项目与《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）约束性规定对照分析，详见表 3-3。

表 3-3 与《生产建设项目水土保持技术标准》约束性规定对照分析表

序号	《GB50433-2018》中对主体工程的约束性规定	本项目情况	符合性
1	主体工程选址（线）应避让水土流失重点预防区和重点治理区	本项目不涉及所述区域	符合
2	主体工程选址（线）应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	本项目不涉及所述区域	符合
3	主体工程选址（线）应避开全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点实验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	本项目不涉及所述区域	符合
4	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	本项目不设取土（石、砂）场	符合
5	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的区域设置弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场	本项目不设弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场	符合

通过对照分析，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不冲突。

（四）本项目与《云南省水土保持条例》相关规定对照分析，详见表 3-4。

表 3-4 本项目与《云南省水土保持条例》相关规定对照分析表

序号	《云南省水土保持条例》的规定	本项目情况	符合性
1	禁止在河道管理范围线、水库校核水位线起沿地表外延 500 米以内的地带取土、挖砂、采石	本项目不在上述区域取土、挖砂、采石	符合
2	禁止在干渠两侧边缘线、塘坝校核水位线起沿地表外延 200 米以内的地带取土、挖砂、采石	本项目不在上述区域取土、挖砂、采石	符合
3	实行分期建设，其前期工程存在水土保持方案未编报、未落实和水土保持设施未验收等违法行为，尚未改正的其水土保持方案不予批准	本项目不属于分期建设项目，目前正在编制水土保持方案。	符合

序号	《云南省水土保持条例》的规定	本项目情况	符合性
4	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其水土保持方案不予批准	本项目不涉及所述区域	符合
5	对饮用水水源区水质有影响的其水土保持方案不予批准	本项目不涉及所述区域	符合
6	禁止在铁路安全保护区和公路管理范围两侧的山坡、排洪沟、碎落台、路基坡面取土、挖砂、采石	本项目不在上述区域取土、挖砂、采石	符合

通过对照分析，本项目不违反《云南省水土保持条例》的相关规定。

综上所述，本项目选址符合《中华人民共和国水土保持法》、“水保〔2007〕184号文”、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）及《云南省水土保持条例》中的相关，没有制约项目建设的因素。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 建设方案评价

（1）主体工程在总平面布置和竖向布置上充分利用现有场地条件，基本保持原有地坪标高不变，只进行局部回填整平，较大程度减少了土石方工程量。

（2）原有厂房和硬化地面保留使用，只进行局部拆除重建后即可进行地上建筑，减少了施工扰动地表面积。

（3）施工场地布置在项目绿化区内，施工营地就近采用租房的形式解决，不新增临时占地，均减少施工扰动地表面积。

（4）主要建筑周边均设置排水沟、分台处设置挡土墙和排水沟；道路广场埋设排水管，雨、污分流排放，设置初期雨水池收集雨水，措施规划布局合理，有利于项目建设和生产运行的水土流失防治。

（5）南、西靠山侧边坡采用工程措施与植物措施相结合综合治理，符合水土保持要求。边坡顶部布设截水沟、坡面设置急流槽、坡脚设置排水沟，并先于主体建筑施工，有利于项目建设期间的水土流失防治。格构式锚杆锚固、抗滑挡土墙和空心砖填土植草护坡，维护了边坡的稳定安全，消除了地质灾害隐患和水土流失隐患，为项目的建设和运行提供了安全保障。

综上所述，主体工程建设方案布局合理，有利于项目区的水土流失防治，符合水土保持要求。

3.2.2 工程占地评价

本项目总占地面积 2.38hm^2 ，其中占用林地 0.06hm^2 、建设用地 0.38hm^2 、其他土地 1.94hm^2 。其中永久占地 1.53hm^2 ，临时占地 0.85hm^2 。

(1) 本项目占用土地类型以其他土地、建设用地为主，其他土地为工业园区闲置土地和挖方边坡，建设用地为工业园区闲置厂房。项目建设合理利用了土地资源，避免了土地长期闲置造成的资源浪费。

(2) 占用林草覆盖率高、水土保持功能强的林地面积小，且主要用于边坡防护治理，不会项目区及周边水土保持和生态环境造成的影响。

(3) 项目的临时占地主要用于对原有挖方边坡的防护治理。通过边坡综合防护工程的治理，不但维护项目及周边企业的运行安全，同时也治理了边坡区原有的水土流失，项目区及周边的生态环境得到改善，有利于当地的水土保持。

(4) 项目建设时只对原有建设用地区域局部改造，临时施工场地布设在项目占地范围以内，均不同程度减小了项目建设扰动地表面积。

综上所述，项目区不属于水土保持的敏感地区，项目占地不违反国家相关法律法规，工程占地考虑了占地最小、扰动地表最少的原则，符合水土保持要求。

3.2.3 土石方平衡评价

本项目建设土石方开挖总量为 23.93万 m^3 ，回填总量为 1.76万 m^3 （其中一般土石方回填 1.55万 m^3 ，绿化覆土 0.21万 m^3 ）；调出土石方 22.38万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用；外借土石方 0.21万 m^3 ，均为绿化覆土。项目无永久弃渣产生，不设弃土场和取土场，外借绿化覆土向项目区附近合法取土场购买。

项目占地范围前期的场地平整已纳入工业园区“三通一平”建设统一规划实施，开挖土石方除少部分用于本项目回填利用，其余土石方全部调出用于工业园区道路和其他场地回填利用，合理利用了土石资源，有利于工业园区的水土保持和生态环境保护。

主体工程设计充分考虑了项目区现有的场地条件，合理设计竖向布置标高，达到土石方工程最小化，有利于项目区水土保持工作的开展。用挖就填，通过各片区之间土石方调配利用达到平衡，不产生永久弃渣，无需设置弃土场，从而避免了弃渣带来的水土流失治理问题。

主体工程土石方平衡设计合理，符合水土保持要求。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本项目建设所需的砂、石、土料就近向当地具有合法开采权的砂石场、取土场购买，不涉及取土（石、砂）场设置问题，砂、石、土料开采的水土流失防治责任由料场经营方承担。本项目不另行设置取土（石、砂）场，避免了料场开采造成水土流失和生态环境破坏，符合水土保持要求。

3.2.5 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

主体工程设计充分考虑了场地条件，竖向布置合理，土石方工程量达到最小化，通过各片区之间土石方调配利用达到挖填平衡，不产生永久弃渣，不涉及弃渣场设置问题，符合水土保持要求。

3.2.6 施工方法与工艺评价

（1）土石方开挖回填工程以机械施工为主，辅以人工作业，有助于提高施工效率，减少开挖回填时间。土方开挖由上至下、分层分段依次进行；先机械开挖，再人工进行清理及修边整形，有利于开挖方的控制，减少多余土石方的产生。

（2）土方开挖与场地回填同步进行，控制挖方速度，避免了形成大量渣土长时间堆放，控制了废弃土石方的产生量。

（3）在确保安全和质量的前提下，尽量减小基础开挖的范围，避免不必要的开挖和过多的破坏原状土，以利于水土保持要求。岩石和地质比较稳定的地方，在设计允许的前提下，基础底板尽量采用以土代模的施工方法，减少土石方的开挖量。

（4）边坡整形清理、基础开挖以人工施工为主，有利于开挖方的控制，减少多余土石方的产生；施工前先开挖截水沟，做好排水引流，有利于边坡及下游场地的水土流失防治效；雨天及时用土工布覆盖，防止雨水冲刷边坡。

综上所述，主体工程施工工艺有利于施工期间的水土流失防治，基本符合水土保持要求。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

本项目主体工程设计具有水土保持功能的工程主要为：硬化地面、雨污排水管、截水沟、排水沟、急流槽、场地挡土墙、抗滑挡土墙、格构式锚杆护坡、植草护坡、透水硬化地面、绿化工程等。

主体工程设计从项目自身运营安全、环境保护和水土保持等角度出发，规划设计

了一系列防护措施，在满足主体工程需要的同时，也具有相应的水土保持功能。在本方案编制过程中，需要对主体工程设计中具有水土保持功能的措施进行分析评价，论证防护措施的水土流失防治能力，有助于完善本项目的水土保持防治体系，同时还可以对主体工程的设计进一步优化，使水土流失防治措施的布设具有针对性、可行性、协调互补，避免措施的重复设计。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1 水土保持工程的界定原则

(1) 以防治水土流失为主要的防护工程，应界定为水土保持措施。以主体工程设计功能为主、同时兼有水土保持功能的工程，不纳入水土流失防范措施体系，仅对其进行水土保持分析与评价；当不能满足水土保持要求时，可要求主体设计修改完善，也可提出补充措施（纳入水土流失防治措施体系）。

(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或政府，水土流失防治责任将发生转移，须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措施，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，该项防护措施界定为水土保持措施，纳入水土流失防治措施体系。

(4) 具体界定按照《生产建设项目水土保持技术标准》附录 D 的规定进行。

3.3.2 水土保持工程的界定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中附录D的规定，结合水土保持措施的界定原则，主体工程设计中具有水土保持功能的工程界定如下：

不界定为水土保持措施的工程为：硬化地面、污水排水管、场地挡土墙、抗滑挡土墙、格构式锚杆护坡。

界定为水土保持措施的工程为：雨水排水管、截水沟、排水沟、急流槽、植草护坡、透水硬化地面、绿化工程。

3.3.3 不界定为水土保持措施的工程评价

（一）硬化地面

本项目道路广场区采用混凝土或铺砖硬化，硬化地面面积 0.76hm^2 。

水土保持评价：地面硬化可以防止地表长期受雨水浸渍导致路面损坏，能够有效防治降雨对场地造成的击溅和冲刷，避免雨天泥泞、晴天扬尘，对维护项目区及周边环境质量起到了重要作用。但地面硬化会使原地表雨水下渗功能丧失，土地保水能力下降。硬化地面主要功能是为主体设计功能服务，不界定为水土保持措施。

（二）污水排水管

本项目采用雨、污分流排放系统，污水排水管沿道路埋设。污水排水管总长 250m，采用 DN200 钢筋混凝土排水管，末端接入市政污水管。

水土保持评价：污水排水管集中收排项目运行产生的污水，防止污水无序或不达标外排造成环境污染，其功能以环境保护为主，是确保主体设计功能发挥的必备工程，不界定为水土保持措施。

（三）场地挡土墙

主体工程设计项目建设场地分台处设置挡土墙挡护，挡土墙总长 209m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

水土保持评价：场地挡土墙的设置对平台填方区形成了支护、拦挡，维护了建设场地的稳定安全，避免了回填土方下滑外溢造成水土流失，具有较好的水土保持功能。场地挡土墙是确保主体设计功能发挥的必备工程，不界定为水土保持措施。

（四）抗滑挡土墙

主体工程设计对本项目边坡区采取综合防护措施治理，边坡底部采用抗滑挡土墙挡护。抗滑挡土墙总长 215m，采用 C20 毛石混凝土浇筑。

水土保持评价：抗滑挡土墙的设置对边坡底部形成了挡护，维护了边坡和建设场地的稳定安全，避免了坡面松散土体及风化碎屑向下滑移造成水土流失，具有较好的水土保持功能。抗滑挡土墙的主要功能是为主体设计功能服务，是确保主体设计功能发挥的必备工程，不界定为水土保持措施。

（五）格构式锚杆护坡

主体工程设计对本项目边坡区采取综合防护措施治理，边坡坡面采用格构式锚杆锚固。钢筋混凝土框格梁总长 4657m，钢筋混凝土冠梁总长 339m，锚杆锚固 842 根。

水土保持评价：格构式锚杆护坡对边坡坡面进行锚固，维护了边坡的稳定安全，消除了地质灾害隐患和水土流失隐患，避免了坡面松散土体及风化碎屑向下滑移造成水土

流失，具有较好的水土保持功能。格构式锚杆护坡的主要功能是为主体设计功能服务，是确保主体设计功能发挥的必备工程，不界定为水土保持措施。

格构式锚杆锚固后的边坡稳定性复核如下：

根据《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）的相关规定，本项目边坡高度大于30，边坡工程安全等级为一级，边坡稳定安全系数允许值为1.35。采用理正岩土边坡稳定分析系统进行分析计算，分析方法为简化毕肖普法，公式如下：

$$F_s = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_{ai}} \left[\left(C_i b_i + W_i \left(1 \pm \frac{1}{3} K_H C_Z \right) - u_i b_i \right) \tan \phi_i \right]}{\sum_{i=1}^n W_i \left(1 \pm \frac{1}{3} K_H C_Z \right) \sin \alpha_i + \sum_{i=1}^n K_H C_Z W_i \frac{l_i}{R}} \quad (\text{公式 3-1})$$

$$m_{ai} = \cos \alpha_i + \frac{\tan \phi_i \sin \alpha_i}{F_s}$$

式中：\$F_s\$ — 渣体沿圆弧抗滑稳定安全系数；

\$W_i\$ — 第 \$i\$ 条块的重量；

\$B_i\$ — 条块的宽度；

\$\alpha_i\$ — 第 \$i\$ 条块底面倾角；

\$C_i\$ — 土的有效粘聚力；

\$R\$ — 滑弧半径；

\$\phi\$ — 土体内摩擦角；

\$u_i\$ — 第 \$i\$ 土条作用于土条底边上的孔隙水压力；

\$l_i\$ — 第 \$i\$ 土条中心至滑动圆心的垂直距离；

\$K_H\$ — 水平地震加速度系数；

\$C_Z\$ — 综合影响系数。

选取西侧边坡高度最高、放坡角度较陡处 1-1' 剖面进行稳定性复核，剖面图见附图 6。边坡结构面结合程度一般，力学参数取值：岩土体容重 \$\gamma=18\text{kN/m}^3\$，粘聚力 \$C=12\text{kPa}\$，内摩擦角 \$\phi=35^\circ\$。土条总数 25 个，滑弧圆心半径 44.86m，土条宽度 0.938m，底面部倾角 \$22.051^\circ\$。

经计算，边坡抗滑稳定安全系数为 1.391，大于允许值 1.35，经过综合防护措施治理后边坡稳定安全，并有一定的安全裕度。

3.3.4 界定为水土保持措施的工程评价

3.3.4.1 工程评价

（一）雨水排水管

本项目采用雨、污分流排放系统，雨水排水管沿道路埋设。雨水排水管总长 570m，采用 DN300、DN400 钢筋混凝土排水管，末端接入市政雨水管。

水土保持评价：雨水排水管能够及时收集、引导、排放项目区雨水，防止降水在项目区内形成地表径流和场地积水，减少了水土流失产生的几率和强度，水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

（二）截水沟

主体工程设计对本项目边坡区采取综合防护措施治理，在边坡顶部布设截水沟，其末端接入边坡底部排水沟，形成闭合的边坡截排水系统。截水沟总长 358m，设计为直角梯形断面，尺寸为：口宽 0.65m，底宽 0.4m，沟深 0.5m，采用 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 30cm，M10 水泥砂浆抹面 3cm。截水沟典型设计图见附图 9。

水土保持评价：截水沟能够有效拦截了项目区上游坡面雨水，避免了水流冲刷边坡坡面和下游场地，维护了边坡稳定安全，减小了水土流失产生的几率和强度，水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

（三）排水沟

本项目主体工程在建构筑物区、道路广场区和边坡防护区布设了排水沟。

建构筑物区排水沟沿主要建筑物周边布设，主要负责收排建筑屋面雨水，总长 438m，设计为矩形断面，尺寸为：口宽 0.3m，沟深 0.4m，采用 M7.5 浆砌砖砌筑，厚度 24cm，M10 水泥砂浆抹面 3cm；沟底板采用 C15 混凝土浇筑，厚度 10cm。典型设计图见附图 9。

道路广场区排水沟沿场地挡土墙墙脚布设，主要负责收排场地雨水和挡土墙内渗水，总长 177m，设计为矩形断面，尺寸为：口宽 0.5m，沟深 0.6m，采用 M7.5 浆砌石砌筑，厚度 35cm，M10 水泥砂浆抹面 3cm；靠挡土墙一侧墙体直接作为沟壁，不再砌筑浆砌石。典型设计图见附图 9。

边坡防护区坡脚排水沟沿边坡坡脚布设，主要负责收排上游坡面雨水和周边场地雨水，总长 221m，设计为直角梯形断面，尺寸为：口宽 0.55m，底宽 0.45m，沟深 0.4m，采用 C20 混凝土浇筑，厚度 20cm；靠挡土墙一侧墙体直接作为沟壁，不再浇筑混凝土。

典型设计图见附图 9。

边坡防护区马道排水沟沿每级坡面之间的马道内侧布设，主要负责收排上游坡面雨水，总长 922m，设计为矩形断面，尺寸为：口宽 0.3m，沟深 0.3m；采用 C20 混凝土浇筑，内侧沟壁厚度 50cm，外侧沟壁和底板厚度 20cm。典型设计图见附图 10。

水土保持评价：排水沟能够及时收集、引导、分流项目区雨水，防止雨水形成地表径流冲刷下游场地，减少了水土流失产生的几率和强度，水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

（四）急流槽

主体工程设计对本项目边坡区采取综合防护措施治理，边坡坡面分段布设急流槽，顶端与截水沟相连，末端接入边坡底部排水沟。急流槽总长 178m，设计为矩形断面，尺寸为：口宽 0.3m，沟深 0.3m，采用 C25 混凝土浇筑，厚度 20cm。急流槽典型设计图见附图 10。

水土保持评价：急流槽排水沟能够及时收集、引导、分流边坡及上游坡面雨水，防止雨水形成地表径流冲刷边坡和下游场地，减少了水土流失产生的几率和强度，水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

（五）植草护坡

主体工程设计对本项目边坡区采取综合防护措施治理，边坡坡面经格构式锚杆锚固后，框格梁内坡面采用空心砖填土植草护坡。植草护坡面积 4000m²，铺空心砖面积 7520m²，回填表土 700m³；C15 混凝土预制空心砖尺寸为：30×30cm，砖厚 50cm，混凝土浇筑厚度 4cm；每块空心砖植草面积 0.0484m²。

护坡草种选用多年生黑麦草+狗牙根混合播种。黑麦草、狗牙根为边坡绿化常用草种，具有生长迅速，自播能力强，能较快形成地面覆盖，耐干旱瘠薄，适应能力强，方便管理等优点。

植物播种前需对空心砖回覆表土，覆土厚度 16cm。黑麦草+狗牙根按 7:3 的比例混合撒播，播种密度为 200kg/hm²，播前将植物种籽混和均匀，用细土拌种或种子包衣，播种后进行覆土并适当滚压。选择阴天、小雨天或雨后播种，播后 2 天内无大雨或暴雨。为避免影响景观，促使种籽尽快发芽生长、防止雨水冲刷地表，播种草籽后可考虑采用无纺布覆盖裸露地表。边坡撒播种草面积 4000m²，考虑 10%的补植率，需黑麦草种籽 61.6kg、狗牙根种籽 26.4kg。植草护坡典型设计图见附图 11。

水土保持评价：采用空心砖填土植草护坡，不但维护了边坡的稳定安全、恢复了坡面植被、避免了坡面水土流失，同时也保护了边坡的雨水下渗功能、修复了边坡的自然景观，水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

（六）透水硬化地面

本项目下部平台原有标准厂房四周、停车场采用铺砌透水植草砖硬化，透水硬化地面面积 400m²。透水植草砖规格为：40×40×8cm。

水土保持评价：透水硬化地面能够有效防治降雨对场地造成的击溅和冲刷，避免地面水土流失，同时也保护了原地表雨水下渗功能，水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

（七）绿化工程

主体工程设计对项目区布置的绿化用地进行园林式绿化，园林绿化面积 2700m²。绿化工程以点、线、面相结合，乔、灌、草多树种草种绿化配置，兼顾水土保持、环境保护和园林景观效果。

水土保持评价：绿化工程实施后原裸露地表被植物所覆盖，增加了项目区雨水下渗，减少了地表径流，避免了地表裸露造成的溅蚀及面蚀。园林绿化不但起到涵养水源、保持水土功能，同时也改善了项目区的生态环境，为企业的生产运行提供良好、舒适的工作环境。绿化工程水土保持功能显著，界定为水土保持措施，其投资计入水土保持投资。

3.3.4.2 排水系统过流能力复核

主体工程设计截、排水沟按 20 年一遇洪水频率复核过流能力，如下：

A、洪峰流量计算：

洪峰流量按下式进行计算：

$$Q = 0.278 KiF \quad (\text{公式 3-1})$$

式中：Q—洪水流量（m³/s）；

K—径流系数，根据《室内外排水设计规范》的规定取值；

i—20 年一遇最大 1 小时暴雨量（mm/h）；取 54.6mm/h（据《云南省暴雨洪水查算实用水文手册（1992 年版）》查值计算）；

F—汇流面积，km²；根据项目区地形图量算。

计算结果见表 3-5。

表 3-5 20 年一遇最大洪峰流量计算表

汇水区域	径流系数 K	20 年一遇最大 1 小时暴雨量 i (mm)	汇水面积 F (km ²)	最大洪水流量 Q (m ³ /s)
边坡截水沟上游汇水区域	0.35	54.6	0.022	0.12
边坡坡脚排水沟上游汇水区域	0.35	54.6	0.029	0.15
边坡马道排水沟上游汇水区域	0.35	54.6	0.007	0.04
边坡坡面急流槽上游汇水区域	0.35	54.6	0.015	0.08
建筑物周边排水沟汇水区域	0.90	54.6	0.003	0.02
道路广场区排水沟汇水区域	0.55	54.6	0.038	0.32

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:

$$Q = AC\sqrt{Ri} \quad (\text{公式 3-2})$$

式中: A —过水面积, m²;

C —谢才系数, 用公式 $C = R^{1/6}/n$ 计算;

n —糙率;

R —水力半径, m;

i —底坡, 取沟底坡度最小值。

计算结果见表 3-6。

表 3-6 主体工程设计排水系统断面过水能力验算表

排水类型	断面型式	底坡 i	糙率 n	口宽 b1 (m)	底宽 b2 (m)	深 h (m)	断面 面积 A(m ²)	过水 面积 A(m ²)	湿周 X (m)	水力 半径 R	谢才 系数 C	流量 Q (m ³ /s)
边坡顶部截水沟	梯形	0.03	0.015	0.65	0.4	0.5	0.26	0.14	1.04	0.13	47.45	0.41
边坡坡脚排水沟	梯形	0.01	0.017	0.55	0.45	0.4	0.20	0.12	0.96	0.13	41.87	0.18
边坡马道排水沟	矩形	0.01	0.017	0.3	0.3	0.3	0.09	0.06	0.70	0.09	39.38	0.07
边坡坡面急流槽	矩形	0.03	0.017	0.3	0.3	0.3	0.09	0.06	0.70	0.09	39.38	0.12
建筑物周边排水沟	矩形	0.01	0.015	0.3	0.3	0.4	0.12	0.06	0.70	0.09	44.63	0.08
道路广场区排水沟	矩形	0.01	0.015	0.5	0.5	0.6	0.30	0.20	1.30	0.15	48.59	0.38

经计算, 主体工程设计截、排水沟的过流能力均大于最大洪水流量, 满足 20 年一遇洪水过流要求, 并预留了 10~20cm 的安全超高。

3.3.5 主体工程设计计入水土保持投资的措施及投资

主体工程设计计入水土保持投资的措施为：

工程措施：建构筑物区排水沟438m；道路及硬化区排水沟177m，雨水排水管570m，透水硬化地面400m²；边坡防护区截水沟358m，急流槽178m，坡脚排水沟221m，马道排水沟922m。

植物措施：绿化区园林绿化2700m²，边坡防护区空心砖植草护坡4000m²。

具体工程量及投资概算详见表3-7。

表 3-7 主体工程设计计入水土保持投资的措施工程(数)量汇总表

项目分区		措施项目	措施量		投资	
			单位	数量	综合单价 （元）	合价 （万元）
1	建构筑物区	排水沟	m	438	182.00	7.97
2	道路及硬化区	排水沟	m	177	167.00	2.96
		雨水排水管	m	570	220.00	12.54
		透水硬化地面	m²	400	55.00	2.20
3	绿化区	园林绿化	m²	2700	120.00	32.40
4	边坡防护区	截水沟	m	358	248.00	8.88
		急流槽	m	178	178.00	3.17
		坡脚排水沟	m	221	115.00	2.54
		马道排水沟	m	922	220.00	20.28
		空心砖植草护坡	m²	4000	90.00	36.00
合 计						128.94

3.4 结论性意见

(一) 结论

(1) 项目选址已兼顾了水土保持要求，符合水土保持法、技术规范和规范性文件的条文规定，不存在水土保持制约性因素。

(2) 主体工程总体布局和建设方案基本合理，项目建设对周边环境的影响较小，符合水土保持要求。

(3) 主体工程占地考虑了占地最小、扰动地表最少的原则，符合水土保持要求。

(4) 本项目土石方工程量不大，通过各片区之间土石方调配利用达到平衡，不产

生永久弃渣。对现存具备表土剥离条件的区域进行表土剥离收集，减少了后期绿化覆土外购表土量，保护了宝贵的表土资源，符合水土保持要求。

(5) 主体工程施工组织安排合理，施工工艺合理可行，有利于施工期间的水土流失防治，符合水土保持要求。

(6) 主体工程设计界定为水土保持措施的工程主要为：建构筑物区排水沟；道路及硬化区排水沟、雨水排水管、透水硬化地面；绿化区园林绿化；边坡防护区截水沟、急流槽、排水沟、植草护坡。主体已设措施均具有良好的水土保持功能。防治体系不完善，截水沟、急流槽没有设计消力防冲设施，缺少施工期的临时防治措施设计。需补充截水沟、急流槽末端出口处消力池设计，补充各分区施工期临时防治措施设计，全面、有效的防治项目建设所造成的水土流失。

综上所述，本项目建设不存在水土保持的制约性因素，符合水土保持要求，项目建设是可行的。

(二) 建议

(1) 施工期间主体工程设计的水土保持措施未尚完全发挥作用，需补充项目建设期间的临时防护措施，加强施工过程中的管理，发现问题应及时整改和补救。

(2) 积极组织实施主体工程设计和本方案新增的水土保持措施，并按照施工进度安排保质保量完成，以保障新增措施能较好地配合主体工程设计的措施共同发挥水土保持功能。

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

4.1.1 项目区水土流失现状“两区”划分

根据《水利部办公厅关于印发〈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号文）和《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》（云南省水利厅公告第49号文），项目区位于楚雄市苍岭镇，不属于国家级水土流失重点治理区和重点预防区，也不属云南省水土流失重点治理区和重点预防区。项目位于楚雄云甸工业园区内，周边500m范围有工厂、居民点，因此，本项目水土流失防治标准执行西南岩溶区二级标准。

4.1.2 楚雄市水土流失现状

据《云南省水土流失调查成果公告（2015）》，楚雄市国土总面积4424.59km²，其中微度流失面积为2812.32km²，占土地总面积的63.56%；水土流失面积为1612.27km²，占土地总面积的36.44%。水土流失面积中，轻度流失面积为1185.81km²，占水土流失面积的73.55%；中度流失面积为232.51km²，占水土流失面积的14.42%；强烈流失面积为111.67km²，占水土流失面积的6.93%；极强烈流失面积为43.40km²，占水土流失面积的2.69%；剧烈流失面积为38.88km²，占水土流失面积的2.41%。年平均侵蚀模数为1486t/km²·a，年平均侵蚀总量为657万t。具体见表4-1。

表 4-1 楚雄市水土流失现状面积统计表 单位：km²

地区	国土总面积	微度流失面积		水土流失面积											
		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	4424.59	2812.32	63.56	1612.27	36.44	1185.81	73.55	232.51	14.42	111.67	6.93	43.40	2.69	38.88	2.41

根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）的划分，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀强度容许值为500t/km²·a。按云南省水土流失类型区划分，属滇中山原中度流失区。

4.1.3 项目区土流失现状

据实地调查，项目建设地块位于楚雄云甸工业园区内，2015年工业园区“三通一平”建设时已对该地块进行了场地平整，现状地形为高差约6.5m的两级台阶地，南、西靠

山侧为场平开挖形成的挖方边坡。为加快工业园区的招商引资，园区建设方于 2016 年在该地块的下部平台建设了一栋标准厂房。项目总占地 2.38hm^2 ，为工业园区国有建设用地，地块绝大部分地表已扰动，现状土地类型为林地、建设用地和其他土地。

(1) 占用林地：面积 0.06hm^2 ，位于挖方边坡顶部边缘，为边坡防护工程建设时占用。现状为灌木林地，林草植被覆盖率约为 80%，地形自然坡度 $10\sim 20^\circ$ ，根据土壤侵蚀分类分级标准，该区域水土流失强度判定为微度侵蚀。

(2) 占用建设用地区域：面积 0.38hm^2 ，位于地块的下部平台，地表基本被建筑物和硬化地面覆盖，该区域水土流失强度判定为微度侵蚀。

(3) 占用其他土地区域：面积 1.94hm^2 ，现状为场地平整后的未利用地，包括填方台阶地和挖方边坡，地表裸露。填方台阶地地形坡度 $2\sim 5^\circ$ ，为分层压实地面，分台处设有挡土墙挡护，水土流失强度判定为轻度侵蚀。挖方边坡区坡面坡度 $50\sim 60^\circ$ ，其中西侧和西南侧边坡进行了削坡分级、每级之间设有马道，水土流失强度判定为中度侵蚀；东南侧局部区域坡面岩体风化严重，结构松散，水土流失强度判定为强烈侵蚀。项目区水土流失现状见图 4-1，项目区土壤侵蚀强度分布图见附图 4。



图 4-1 项目区水土流失现状

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失成因分析

（一）水土流失成因分析

项目因工程建设引起水土流失的形式有面蚀、沟蚀、重力侵蚀等，水土流失主要是工程建设期由于工程挖损破坏及占压地表、使其地貌、植被、土壤发生变化而引起的，属典型的人为因素引起的水土流失。项目建设造成的水土流失工作面有项目区内场地平整、基础开挖、回填、场内道路及其他公共设施建设等。

（二）水土流失特点分析

项目在建设过程中水土流失主要发生在项目建设区的场地平整、建筑物基础开挖回填等，由于建设开挖扰动原地貌，占压土地，破坏原有植被，造成土体结构疏松，使其水土保持功能降低或丧失，加剧了区域内水土流失的发生和发展。本项目建设过程中产生的新增水土流失其主要特点如下：

（1）扰动地表面积大，扰动区域相对集中

项目建设过程中，边坡坡面修整、场地局部平整、基础开挖、土方回填、临时堆土等施工活动，将使项目区内绝大部分的地表、植被受到不同程度的扰动和破坏，扰动地表面积大。项目在工业园区已平整地块内建设，只进行局部整平，保留原有厂房及硬化地面，土石方工程量相对较小。施工活动均集中在项目征占土地范围内进行，呈点或面状分布，扰动范围较为集中。

（2）以水力侵蚀为主，局部存在重力侵蚀

项目区内的水土流失以水力侵蚀为主，前期场地平整后地块西侧和南侧形成了较高陡的挖方边坡，边坡已进行了经削坡分坡和放坡处理后，但边坡岩石节理裂隙发育，风化强烈，有倾向坡外的结构面存在，在强降雨和地震、人工施工扰动及持续风化作用下，边坡演变为滑坡的可能性较大，存在重力侵蚀隐患。

（3）水土流失时段集中，水土流失强度较高

水土流失主要集中在项目建设期，由于土石方开挖、回填将形成较大面积的裸露地表和较大数量的临时堆土，在此期间地表可蚀性极大，在降雨、风等水土流失外力作用下易形成水土流失。自然恢复期随着各项基础设施及水土保持设施的相继建成，水土流失强度亦将逐渐减小。

4.2.2 扰动地表面积

根据主体工程设计资料, 结合项目建设总体布局、建设特点、实地调查情况分析, 本项目征占土地面积为 2.38hm^2 , 场地下部平台内的原有厂房和硬化地面保留使用、不进行扰动破坏, 其余各分区征占土地范围将受到不同程度的扰动和损坏。经图面量测、数据统计, 本项目扰动地表面积为 2.04hm^2 , 具体情况详见表 4-2。

表 4-2 扰动地表面积统计表 单位: hm^2

项目分区		合计	扰动地表土地类型及面积		
			林地	建设用地	其他土地
1	建构筑物区	0.24		0.01	0.23
2	道路及硬化区	0.58		0.01	0.57
3	绿化区	0.27		0.02	0.25
4	边坡防护区	0.95	0.06		0.89
总计		2.04	0.06	0.04	1.94

4.2.3 损毁植被面积

根据项目征占地资料, 结合实场调查情况, 项目建设过程中损毁植被类型主要为林地。经统计, 损毁植被面积为 0.06hm^2 。具体情况详见表 4-3。

表 4-3 损毁植被面积统计表 单位: hm^2

项目分区		合计	扰动地表土地类型及面积
			林地
1	边坡防护区	0.06	0.06
总计		0.06	0.06

4.2.4 损坏水土保持设施面积

根据项目征占地资料, 结合实场调查情况, 本项目征占土地面积 2.38hm^2 , 扰动、损坏土地类型为林地、建设用地和其他土地。根据相关规定, 本项目建设损坏的林地属于水土保持设施, 计入损坏水土保持设施面积。经统计, 本项目损坏水土保持设施面积为 0.06hm^2 , 详见表 4-4。

表 4-4 损坏水土保持设施面积统计表 单位: hm^2

项目分区		合计	损坏水土保持设施类型及面积 (单位: hm^2)
			林地
1	边坡防护区	0.06	0.06
总计		0.06	0.06

4.2.5 废弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）量

根据土石方平衡分析计算，本项目建设土石方开挖总量为 23.93 万 m^3 ，回填总量为 1.76 万 m^3 （其中一般土石方回填 1.55 万 m^3 ，绿化覆土 0.21 万 m^3 ）；调出土石方 22.38 万 m^3 ，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用；外借土石方 0.21 万 m^3 ，均为绿化覆土。项目无永久弃渣产生，不设弃土场和取土场，外借绿化覆土向项目区附近合法取土场购买。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）的规定，项目预测单元确定应按地形地貌、扰动方式、扰动后地表的物质组成、气象特征等相近的原则划分。本项目预测单元划分为建构筑物区、道路及硬化区、绿化区、边坡防护区等 4 个预测单元，各预测单元的水土流失预测面积按施工期及自然恢复期划分，具体见表 4-5。

表 4-5 预测单元及面积统计表 单位： hm^2

预测单元		预测面积	
		施工期	自然恢复期
1	建构筑物区	0.24	
2	道路及硬化区	0.58	
3	绿化区	0.27	0.27
4	边坡防护区	0.95	0.40
总计		2.04	0.67

注：（1）施工期预测面积为扰动地表面积；（2）自然恢复期预测面积扣除了建构筑物 and 硬化地面面积。

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，水土流失预测时段应分为施工期（含施工准备期）和自然恢复期两个时段。各预测单元施工期和自然恢复期应根据施工进度安排确定。

施工期：为项目施工建设实际扰动地表的时间。本项目施工期为 11 个月（即 2020 年 5 月至 2021 年 3 月），预测时段按 0.92 年计。施工活动主要为边坡坡面修整、场地局部平整、建构筑物及道路的基础开挖平整等，该时段项目进行大量的开挖、回填、临时堆土等施工活动，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。

自然恢复期：为施工扰动结束后，不采取水土保持措施的情况下，土壤侵蚀强度自

然恢复到扰动前土壤侵蚀强度所需要的时间,应根据当地自然条件确定,一般情况下湿润区取 2 年,半湿润区取 3 年,干旱半干旱区取 5 年。项目区属湿润地区,自然恢复期取 2.0 年。预测时段划分详见表 4-6。

表 4-6 水土流失预测时段划分表 单位: 年

预测单元	施工期	自然恢复期	总时段
1 建构筑物区	0.92		0.92
2 道路及硬化区	0.92		0.92
3 绿化区	0.92	2.0	2.92
4 边坡防护区	0.92	2.0	2.92

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 原生土壤侵蚀模数

项目区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,结合实地调查项目占用土地类型、地形地貌特点、植被覆盖及降雨量情况,参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)的水力侵蚀强度分级表及分级指标表,综合分析后确定。水土流失预测范围内各地类原生土壤侵蚀模数取值,详见表 4-7。

表 4-7 原生土壤侵蚀模数取值表

序号	一级地类	二级地类	自然因素和取值依据	原生土壤侵蚀模数	土壤侵蚀强度
1	林地	灌木林地	地面坡度 10~20°,植被以火棘、车桑子、小石积等低矮灌木为主,林草植被覆盖度约为 80%。	450t/km ² ·a	微度侵蚀
2	建设用地	工业用地	地面坡度<2°,地表基本被建筑物和硬化地面覆盖。	200t/km ² ·a	微度侵蚀
3	其他土地	台阶地	地面坡度 2~5°,为分层压实地面,地表裸露,分台处设有挡土墙挡护。	1200t/km ² ·a	轻度侵蚀
		分级边坡	坡面坡度 50~60°,边坡进行了削坡分级,每级之间设有马道,坡面岩体风化严重,地表裸露。	4000t/km ² ·a	中度侵蚀
		结构松散边坡	未削坡分级处理,坡面岩体风化严重,结构松散,地表裸露。	6000t/km ² ·a	强烈侵蚀

根据项目区占地类型、面积及原生土壤侵蚀模数取值,采用加权平均法计算,项目区加权平均原生土壤侵蚀模数为 2053.4t/km²·a,土壤侵蚀强度以轻度侵蚀为主。具体计算详见表 4-8

表 4-8 项目区原生平均土壤侵蚀模数计算表

序号	项目分区	占地类型		占地面积 (hm ²)	原生土壤 侵蚀模数	加权平均土 壤侵蚀模数
		一级分类	二级分类			
1	建构筑物区	建设用地	工业用地	0.17	200t/km ² ·a	775.0t/km ² ·a
		其他土地	台阶地	0.23	1200t/km ² ·a	
2	道路及硬化区	建设用地	工业用地	0.19	200t/km ² ·a	950.0t/km ² ·a
		其他土地	台阶地	0.57	1200t/km ² ·a	
3	绿化区	建设用地	工业用地	0.02	200t/km ² ·a	1125.9t/km ² ·a
		其他土地	台阶地	0.25	1200t/km ² ·a	
4	边坡防护区	林地	灌木林地	0.06	450t/km ² ·a	3737.9t/km ² ·a
		其他土地	台阶地	0.02	1200t/km ² ·a	
			分级边坡	0.86	4000t/km ² ·a	
			结构松散边坡	0.01	6000t/km ² ·a	
合计				2.38		2053.4t/km ² ·a

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

施工建设过程中各时段对地表的扰动程度不同、施工工艺不同所造成的土壤侵蚀强度也不同。参照同类型建设项目的土壤侵蚀模数取值和专家经验取值，结合各分区施工工艺特点和地形地貌、气候降雨条件，以最不利条件来确定扰动后各分区土壤侵蚀模数取值，具体取值详见表 4-9。

表 4-9 施工扰动地表土壤侵蚀模数取值表

预测单元		施工期土壤侵蚀模数	自然恢复期土壤侵蚀模数	
			第一年	第二年
1	建构筑物区	5000t/km ² ·a		
2	道路及硬化区	6500t/km ² ·a		
3	绿化区	4500t/km ² ·a	800t/km ² ·a	500t/km ² ·a
4	边坡防护区	10000t/km ² ·a	1200t/km ² ·a	500t/km ² ·a

4.3.4 预测结果

4.3.4.1 水土流失量预测方法

本项目建设过程中可能造成水土流失量预测，按有关技术规范的要求，结合项目建设区水土流失调查成果和土壤侵蚀原理，以面蚀为主的流失区域，原生水土流失量、扰动地表水土流失量采用侵蚀模数法进行预测。计算公式如下：

$$W = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^n (F_{ji} \times M_{ji} \times T_{ji}) \quad (\text{公式 7-1})$$

式中：W—土壤流失量（t）；

j —预测时段, $j=1, 2$, 即指施工期(含施工准备期)和自然恢复期两个时段;

i —预测单元, $i=1, 2, 3, \dots, n-1, n$;

F_{ji} —第 j 预测时段、第 i 预测单元的面积 (km^2);

M_{ji} —第 j 预测时段、第 i 预测单元的土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$);

T_{ji} —第 j 预测时段、第 i 预测单元的预测时段长 (a);

4.3.4.2 预测计算

(一) 原生水土流失量预测

结合各分区水土流失预测时段、预测面积和土壤侵蚀模数, 按公式 7-1 计算得出项目区原生水土流失量为共计 78.3t, 预测结果详见表 4-10。

表 4-10 原生水土流失量预测表

预测单元		预测时段		预测面积	土壤侵蚀模数	水土流失量
		(a)		(h m ²)	(t/km ² ·a)	(t)
1	建构筑物区	施工期	0.92	0.24	775.0	1.7
2	道路及硬化区	施工期	0.92	0.58	950.0	5.1
3	绿化区	施工期	0.92	0.27	1125.9	2.8
		自然恢复期	第 1 年	0.27	1125.9	3.0
			第 2 年	0.27	1125.9	3.0
4	边坡防护区	施工期	0.92	0.95	3737.9	32.7
		自然恢复期	第 1 年	0.40	3737.9	15.0
			第 2 年	0.40	3737.9	15.0
合计						78.3

(二) 扰动后水土流失量预测

结合各分区水土流失预测时段、预测面积和土壤侵蚀模数, 按公式 7-1 计算得出项目区扰动后的水土流失量为共计 154.7t, 预测结果详见表 4-11。

表 4-11 扰动后水土流失量预测表

预测单元		预测时段		预测面积	土壤侵蚀模数	水土流失量
		(a)		(hm ²)	(t/km ² ·a)	(t)
1	建构筑物区	施工期	0.92	0.24	5000	11.0
2	道路及硬化区	施工期	0.92	0.58	6500	34.7
3	绿化区	施工期	0.92	0.27	4500	11.2
		自然恢复期	第 1 年	0.27	800	2.2
			第 2 年	0.27	500	1.4
4	边坡防护区	施工期	0.92	0.95	10000	87.4
		自然恢复期	第 1 年	0.40	1200	4.8
			第 2 年	0.40	500	2.0
合计						154.7

（三）新增水土流失量预测

本项目在预测时段内新增水土流失总量为扰动后水土流失量减去原生水土流失量的差值，经计算，可能新增的水土流失量为 76.4t。详见表 4-12。

表 4-12 扰动后水土流失量预测表

预测单元		原生水土流失量	扰动后水土流失量	新增水土流失量	新增所占比例
		(t)	(t)	(t)	(%)
1	建构筑物区	1.7	11.0	9.3	12.17
2	道路及硬化区	5.1	34.7	29.6	38.75
3	绿化区	8.8	14.8	6.0	7.85
4	边坡防护区	62.7	94.2	31.5	41.23
合计		78.3	154.7	76.4	100

4.3.4.3 预测结果

通过对本工程水土流失类型、分布及土壤侵蚀强度和水土流失量进行预测、统计、分析，得出预测结论如下：

（1）项目建设造成的水土流失主要类型为水力侵蚀，局部存在重力侵蚀；水土流失的重点时段为施工期，水土流失的重点区域为道路及硬化区、边坡防护区。

（2）项目总占地面积 2.38hm²，扰动地表面积为 2.04hm²，施工期可能造成水土流失面积为 2.04hm²，自然恢复期可能造成水土流失面积为 0.78hm²，损毁植被面积为 0.06hm²，损坏水土保持设施面积为 0.06hm²。

（3）本项目建设土石方开挖总量为 23.93 万 m³，回填总量为 1.76 万 m³（其中一般土石方回填 1.55 万 m³，绿化覆土 0.21 万 m³）；调出土石方 22.38 万 m³，全部作为园区道路和其他场地的回填料回填利用；外借土石方 0.21 万 m³，均为绿化覆土。项目无永久弃渣产生，不设弃土场和取土场，外借绿化覆土向项目区附近合法取土场购买。

（4）预测时段内项目建设可能造成水土流失总量为 154.7t，可能新增的水土流失量为 76.4t。

（5）项目建设造成水土流失若不进行治理，不仅影响到主体工程建设和项目正常运行，同时也会对周边环境造成影响。

4.4 水土流失危害分析

在本项目施工建设过程中，由于扰动和破坏了原地表，导致项目区水土流失加剧，在不采取任何防护措施的情况下，因项目的建设将可能新增水土流失量 76.4t。不仅会对

项目自身建设及运行造成影响，也将对区域水土资源、生态环境和社会环境造成不利影响。其可能造成的危害有以下几个方面：

（1）对项目区及周边地区生态环境的影响

项目建设扰动破坏了地表植被，局部改变了项目区原地貌，形成高陡边坡和大面积裸露地表，如不采取有效的水土保持措施，将加剧当地的水土流失，对项目区及工业园区的生态环境造成不良影响。

（2）对主体工程建设和运行安全的影响

工程建设导致的水土流失与主体工程建设和运行安全息息相关。项目建设造成的水土流失若得不到有效防治，将影响项目施工进度。严重时可能诱发局部小规模滑坡、崩塌等地质灾害，危及项目的建成后的运行安全。

（3）对工业园区市政管网的影响

根据施工排水规划，施工过程中临时汇水经汇集后外排至工业园区市政管网，项目施工过程中地表松散，地表汇水将携带有大量松散泥沙，若不加强对地表径流进行沉淀处理，将有大量泥沙被带入市政管网，造成管网堵塞，影响城市管网行洪和下游水质。

（4）对周边企业及工业园区的影响

项目建设过程中若不采取有效的防护，雨季将大量泥土带入周边道路，旱季形成大量的扬尘，必将对周边企业和工业园区的环境造成影响，不利于园区将来的建设发展。

4.5 指导性意见

根据本项目建设特点和水土流失预测结果，本方案提出以下指导性意见：

（1）防治措施的指导性意见

项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，局部存在重力侵蚀，应结合项目建设布局、施工工艺，在主体设计的具有水土保持功能措施基础上，提出针对性的防治措施，采取工程措施、植物措施与临时措施相结合，进行综合防治，减少建设过程中产生的水土流失量。

建设单位应高度重视道路及硬化区和边坡防护区水土流失的发生，加强施工期间的临时防护措施，具体为施工作业面临时排水措施、主要排水出口的沉沙措施、临时堆土的拦挡措施、雨季施工作业面和临时堆土的临时覆盖措施、以及出入车辆的清洗措施，避免水土流失加剧，减少对周边道路、排水管网、企业以及工业园区环境的不利影响。

（2）施工时序的指导性意见

建设期水土流失为水蚀，水土流失主要发生在雨季，集中在 5~10 月份，雨季施工必须做好相应的防护措施，雨天、大风天应暂停工程施工活动。水土保持措施要与主体工程同时实施，并在工程施工过程中发挥的水土保持功能。

（3）水土保持监测的指导性意见

根据预测结果，建设期监测重点区域为道路及硬化区和边坡防护区。主要监测土石方工程量及平衡、施工区域的水土流失量和植被等因子的变化情况、水土保持措施实施情况；自然恢复期水土流失监测重点为截排水设施、拦挡防护措施的稳定性、安全性和绿化区植被生长、恢复情况。水土保持监测重点时段为建设期。监测成果要记录详尽，资料整理必须规范，监测成果将作为后期水土保持设施竣工验收重要依据。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治责任范围确定

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）生产建设项目水土流失防治责任范围应包括项目永久征地、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面积 2.38hm^2 ，其中永久占地 1.53hm^2 ，临时占地 0.85hm^2 。

5.1.2 分区依据

根据实地调查结果，在确定的项目防治责任范围内，依据工程布局、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。

5.1.3 分区原则

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

5.1.4 防治区划分结果

根据本项目建设的实际情况，结合工程总体布置、不同建设单元的水土流失特点以及水土流失主导因子的异同情况，本项目防治责任范围划分为四个防治分区，分别为：建构筑物区、道路及硬化区、绿化区和边坡防护区。具体划分见表 5-1，图 5-1。

表 5-1 水土流失防治分区划分表

防治分区		防治责任范围面积及占地性质（单位:hm ² ）		
		占地总面积	永久占地面积	临时占地面积
1	建构筑物区	0.40	0.40	
2	道路及硬化区	0.76	0.72	0.04
3	绿化区	0.27	0.27	
4	边坡防护区	0.95	0.14	0.81
项目防治责任范围		2.38	1.53	0.85

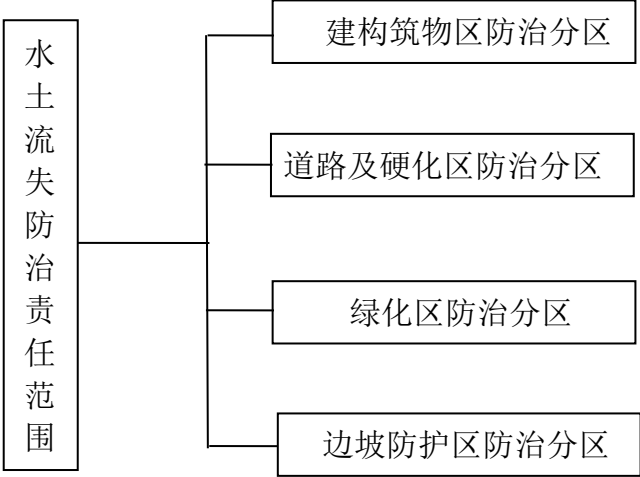


图 5-1 水土流失防治分区图

5.2 措施总体布局

根据项目建设布局情况和水土流失防治分区划分，以水土流失预测结果和水土流失防治目标为指导，在主体工程设计具有水土保持功能措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，提出各防治分区相应的防治措施。本项目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，把主体工程已设界定为水土保持措施的工程纳入水土流失防治体系中，合理确定水土保持措施总体布局，形成完整的水土流失防治体系。水土流失防治措施总体布局如下：

（1）建构筑物区：建成后场地基本被建构筑物和硬化地面所覆盖，主体工程已设计了主要建筑物周边的排水沟，基本无水土流失隐患。方案新增该区施工期间的临时覆

盖措施，提出水土保持管理要求。

(2) 道路及硬化区：建成后场地基本被硬化地面所覆盖，主体工程已设计了平台底部排水沟、厂区雨水排水管、局部区域透水硬化地面等措施，基本无水土流失隐患。方案新增该区施工期间场地临时排水沟，场地出入口处设车辆清洗池一座，排水出口末端和车辆清洗池附近各设临时沉沙池一座，施工区的临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

(3) 绿化区：主体工程设计了该区的园林绿化措施，建成后基本无水土流失隐患。方案提出水土保持管理要求。

(4) 边坡防护区：主体工程设计对该区采取边坡综合治理工程，其中界定为水土保持工程的措施有边坡顶部截水沟、坡面急流槽、坡脚排水沟、马道排水沟、坡面空心砖填土植草护坡，建成后基本无水土流失隐患。方案新增该区截水沟、急流槽末端与下游排水沟衔接处的消力池，施工期间边坡施工作业面临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

水土流失防治措施体系见表 5-2，水土保持措施总体布局详见附图 8。

表 5-2 水土流失防治措施体系表

防治分区		措施类别	防治措施	备注
1	建构筑物区	工程措施	排水沟	主体工程设计
		临时措施	施工区临时覆盖	方案新增设计
2	道路及硬化区	工程措施	排水沟	主体工程设计
			雨水排水管	主体工程设计
			透水硬化地面	主体工程设计
		临时措施	施工作业面临时排水沟	方案新增设计
			施工区临时覆盖	方案新增设计
			车辆清洗池	方案新增设计
			沉沙池	方案新增设计
3	绿化区	植物措施	园林绿化	主体工程设计
4	边坡防护区	工程措施	截水沟	主体工程设计
			急流槽	主体工程设计
			坡脚排水沟	主体工程设计
			马道排水沟	主体工程设计
			消力池	方案新增设计
		植物措施	空心砖填土植草护坡	主体工程设计
		临时措施	施工区临时覆盖	方案新增设计

5.3 分区措施布设

5.3.1 建构筑物区水土保持措施设计

建构筑物区建成后，场地被建构筑物和硬化地面所覆盖，基本无水土流失隐患。项目区内各类建构筑物分布较为零散，座落于道路及硬化区内部，其施工期间的临时排水措施纳入相邻分区统一布置。方案新增该区施工期间的临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

（一）临时覆盖措施

施工期间，基础开挖未及时回填的临时堆土、建筑用砂石料的临时堆放，遇雨天、大风天易产生土壤冲刷、扬尘，造成水土流失。施工期应根据施工进度和天气情况，适时适地采取临时覆盖措施，设计采用无纺土工布覆盖防护，考虑到土工布可重复使用，需准备土工布 500m²，设计工程量为：铺土工布 500m²。

（二）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，雨天、大风天应暂停工程施工活动。

（2）合理选择施工工序，尽量缩短后续建设过程中产生土石方的堆放时间，避免造成水土流失。

（3）建设单位在施工过程中应派专人对各项排水、覆盖措施的实施情况及其防护效果进行定期检查，出现问题应及时整改和补救。

（4）施工过程中的开挖土石方应及时清运回填利用，避免长期裸露堆放。

（5）无法及时回填利用的临时堆土应指定地点集中堆放，严禁乱堆乱弃。

5.3.2 道路及硬化区水土保持措施设计

建成后场地基本被硬化地面所覆盖，主体工程已设计了平台底部排水沟、厂区雨水排水管、局部区域透水硬化地面等措施，基本无水土流失隐患。方案新增该区施工期间场地临时排水沟，场地出入口处设车辆清洗池一座，排水出口末端和车辆清洗池附近各设临时沉沙池一座，施工区的临时覆盖措施，提出水土保持管理要求。

（一）临时排水沟

施工期间，道路及硬化区地表将受到各类施工活动的频繁影响，方案新增临时排水沟设计，分割各施工片区，截排雨水，防止水流冲刷施工作业面松散土体造成的水土流

失。设计布置临时排水沟 530m，沿主体工程规划的主要道路位置进行布设，即可形成较为完备的临时排水系统，末端接入工业园区雨水管网。临时排水沟设计为梯形断面土质沟道，上口宽 0.9m，底宽 0.4m，深 0.5m，沟壁坡比 1: 0.5，采用人工开挖沟槽，开挖后需对其修边整形、夯拍压实。总长 530m，设计工程量为：人工开挖沟槽 174.9m³。临时排水沟典型设计图见附图 14。

临时排水沟按 20 年一遇洪水频率复核过流能力，如下：

A、洪峰流量计算：

洪峰流量按下式进行计算：

$$Q = 0.278 \, KiF$$
 (公式 5-1)

式中：Q—洪水流量（m³/s）；

K—径流系数，取 0.35；

i—20 年一遇最大 1 小时暴雨量（mm/h）；取 54.6mm/h（据《云南省暴雨洪水查算实用水文手册（1992 年版）》查值计算）；

F—汇流面积，km²；取 0.038km²（据项目区地形图量算）。

计算结果见表 5-3。

表 5-3 20 年一遇最大洪峰流量计算表

汇水区域	径流系数 K	20 年一遇最大 1 小时暴雨量 i（mm）	汇水面积 F（km²）	最大洪水流量 Q（m³/s）
项目区上游汇水区域	0.35	54.6	0.038	0.20

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：

$$Q = AC\sqrt{Ri}$$
 (公式 5-2)

式中：A—过水面积，m²；

C—谢才系数，用公式 $C = R^{1/6}/n$ 计算，（土质沟道，壁面经修边整形、夯拍压实后较为顺直），糙率（n）取 0.025；

R—水力半径，m；

i—底坡，取沟底坡度最小值。

计算结果见表 5-4。

表 5-4 临时排水沟设计断面过水能力验算表

沟道类型	断面型式	底坡 i	糙率 n	口宽 b1 (m)	底宽 b2 (m)	深 h (m)	断面面积 A(m ²)	过水面积 A(m ²)	湿周 X (m)	水力半径 R	谢才系数 C	流量 Q (m ³ /s)
土质沟道	梯形	0.01	0.025	0.9	0.4	0.5	0.33	0.20	1.18	0.17	29.77	0.24

经计算，临时排水沟设计断面过流能力为 0.24m³/s，大于最大洪水流量 0.20m³/s，满足 20 年一遇洪水过流要求，并预留了 15cm 的安全超高。

（二）车辆清洗池

施工期间，为防止施工车辆夹带大量的施工场地泥土出场，车辆出场时需对车辆进行清洗，避免对场外道路和工业园区环境造成污染。因此，方案设计在场地出入口附近布置车辆清洗池 1 座，清洗出场车辆。

车辆清洗池设计为长 14m，宽 4m，顺池长方向弧形设置，弧长 14m，中间最深处 90cm，池底两侧坡道按 15%的坡度放坡，池顶两侧进出口路面长各 1m。池底板、两侧池壁均采用 C25 混凝土浇筑，池底板厚度 30cm，池壁厚度 20cm。设计工程量为：土方开挖 50.6m³，C25 混凝土浇筑 28.9m³。车辆清洗池典型设计图见附图 13。

车辆清洗池附近布设临时沉沙池 1 座，施工车辆清洗后的泥浆水通过临时排水沟接入沉沙池，泥浆水经过方案设计的 2 座沉沙池沉淀后，统一排放至工业园区雨水管网。定期对车辆清洗池进行清理，泥沙集中堆放用于场内场地回填，工程完工后将其拆除填埋，恢复其占地的主体设计用途。

（三）临时沉沙池

方案设计在建设场地的两个平台的临时排水沟末端处各设 1 座临时沉沙池配合使用，以沉积泥沙、减少外排雨水的含泥量，同时可蓄集部分雨水，用于洒水压尘。上部平台沉沙池布置在车辆清洗池附近，下部平台沉沙池布置在排水沟末端出口附近，场内雨水和洗车水经临时排水沟汇集至沉沙池，通过两座沉沙池的 2 级沉淀后，再排入工业园区雨水管网。

临时沉沙池设计为矩形断面，长 4m，宽 2m，深 1.8m，采用 M7.5 砖砌结构，砌体厚度 24cm；砌体表面 M10 砂浆抹面 3cm；池底采用 C20 混凝土浇筑，厚度 20cm。临时沉沙池共 2 座，设计工程量为：土方开挖 44.4m³，M7.5 浆砌砖砌筑 12.8m³，M10 砂浆抹面 63.0m²，C20 混凝土浇筑 4.4m³。临时沉沙池典型设计见附图 14。

建设期间定期对沉沙池进行清理，泥沙集中堆放用于场内场地回填，工程完工后将其拆除填埋，恢复其占地的主体设计用途。

（四）临时覆盖措施

道路及硬化区地表处于建构筑物区周边，施工期间，基础开挖未及时回填的临时堆土和建筑用砂石料主要临时堆放在该区内，遇雨天、大风天易产生土壤冲刷、扬尘，造成水土流失。施工期应根据施工进度和天气情况，适时适地采取临时覆盖措施，设计采用无纺土工布覆盖防护，考虑到土工布可重复使用，该区需准备土工布 1000m²，设计工程为：铺土工布 1000m²。

（五）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，尽量缩短土石方的堆放时间；雨天、大风天应暂停工程施工活动，同时做好各项临时防护措施，减少的水土流失。

（2）道路、场地平整后尽快进行硬化，不能及时硬化的填方区域要及时进行分层压实；每个分部分项工程完成后，立即对施工场地进行清理，完善排水设施，减少水土流失。

（3）建设单位在施工过程中应派专人对各项排水、覆盖措施的实施情况及其防护效果进行定期检查，出现问题应及时整改和补救；定期清理沉沙池内的泥沙，确保沉沙池的正常运行。

（4）管沟开挖产生的土方要初步夯拍，排水管埋入回填利用后，剩余部分要及时进行整平或调入绿化区造景垫高。

（5）施工过程中应对场地内采取洒水抑尘措施，施工车辆清洗后才能允许出场，渣土、砂石料运输车辆要采取遮盖措施。

（6）规范施工行为，严格控制建设施工范围，需临时堆放各类建筑材料须在场内指定地点集中堆放。

5.3.3 绿化区水土保持措施设计

主体工程设计了该区的园林绿化措施，建成后基本无水土流失隐患。方案提出水土保持管理要求如下：

（1）在绿化工程实施前，对绿化用地进行必要的清理、平整。为保障植物成活率，还须回覆表土，绿化覆土须向合法取土场购买。

(2) 绿化区要及时实施绿化, 绿化工程应随工程建设进度及时开展, 做到整地一片绿化一片, 尽可能的避免整地后地表长时间裸露。覆土、整地工程应做到随挖、随运、随填、随压, 整地完成后应采取洒水, 覆盖等方式防护, 避免造成水土流失。

(3) 通过对当地适生林木、常用的园林绿化树种和绿化风格调查, 并结合项目区自然、气候条件以及同类项目的绿化措施特点, 同时还须充分考虑其水保效果、环保效果及景观效果, 合理选择绿化树种和配置形式。

(4) 绿化区应严格按照主体工程设计的绿化风格、树种草种、绿化面积、绿化区域、种植密度、苗木规格、配置方式、整地方式及施工进度等组织实施绿化工程。

(5) 为使绿化区尽早形成园林景观效果、发挥水土保持功能, 绿化时应多选择大苗或整株移植。为保障植物成活率, 所需种子和苗木应是良种或壮苗。苗木运到目的地后, 应立即造林或假植。

(6) 绿化结束后, 定期进行抚育管理, 保障成活率, 并及时进行补植补播。

5.3.4 边坡防护区水土保持措施设计

主体工程设计对该区采取边坡综合治理工程, 其中界定为水土保持工程的措施有边坡顶部截水沟、坡面急流槽、坡脚排水沟、马道排水沟、坡面空心砖填土植草护坡, 建成后基本无水土流失隐患。方案新增该区截水沟、急流槽末端与下游排水沟衔接处的消力池, 施工期间边坡施工作业面临时覆盖措施, 提出水土保持管理要求。

(一) 消力池

边坡防护区截水沟、急流槽主体工程未做消力防冲设施设计, 方案新增该区截水沟、急流槽消力池设计, 以消减水力, 避免水流冲刷对下游建筑、场地造成破坏。消力池布置在边坡底部截水沟、急流槽末端出口处, 并与下游排水沟自然衔接。

截水沟消力池分别在截水池南、北两端出口处各布设 1 座, 设计为梯形断面, 长 2.0m, 宽 1.5m, 深 1.5m。池壁采用 M7.5 浆砌石砌筑, 顶宽 0.4m, 底宽 0.9m, 高 1.5m, 坡比 1: 0.3, 砌体表面 M10 砂浆抹面 3cm; 池底采用 C25 混凝土浇筑, 厚度 30cm。截水沟消力池共 2 座, 设计工程量为: 土方开挖 37.0m³, 土方回填 6.4m³, M7.5 浆砌石砌筑 18.2m³, M10 砂浆抹面 30.4m², C25 混凝土浇筑 6.6m³。截水沟消力池典型设计见附图 12。

边坡面急流槽共有 5 道，分别在急流槽末端出口处各布设 1 座消力池，设计为梯形断面，长 1.5m，宽 1.2m，深 1.2m。池壁采用 M7.5 浆砌石砌筑，顶宽 0.4m，底宽 0.7m，高 1.2m，坡比 1: 0.25，砌体表面 M10 砂浆抹面 3cm；池底采用 C25 混凝土浇筑，厚度 30cm。急流槽消力池共 5 座，设计工程量为：土方开挖 51.0m³，土方回填 5.5m³，M7.5 浆砌石砌筑 24.0m³，M10 砂浆抹面 51.0m²，C25 混凝土浇筑 10.0m³。急流槽消力池典型设计见附图 12。

（二）临时覆盖措施

施工期间，边坡坡面修整清理、防护工程基础开挖等施工，遇雨天、大风天易造成坡面冲刷、扬尘，加剧边坡水土流失，应根据施工进度和天气情况，适时适地对边坡施工作业面采取临时覆盖措施，设计采用无纺土工布覆盖防护，考虑到土工布可重复使用，该区需准备土工布 3000m²，设计工程为：铺土工布 3000m²。

（三）水土保持管理要求

（1）制定合理的施工进度计划，防护工程施工应避开雨季，不能避开的须采取必要的临时防护措施，并在雨季到来之前完成截、排水设施建设，雨天、大风天应暂停工程施工活动。

（2）施工前要预先规划好施工区域，并将施工作业严格控制在规定的区域内，避免对建设区外的地表、植被造成扰动破坏，完成每道工序后及时进行场地清理。

（3）控制土石方开挖的施工周期，做到随挖随填、随挖随运，避免松散土体长时间裸露堆放；土石方开挖与场地回填同步进行，控制挖方速度，避免超挖产生废弃土石方；挖方要有序堆放，剥离表土必须运至相应的堆放地点集中堆放。

（4）边坡修整、开挖要分台分片有序进行，严格按照设计的坡度、标高进行开挖，确保边坡稳定，防止垮塌。

（5）做好地表水的疏导工作，保证临时排水设施畅通。

5.3.5 水土保持措施工程量

（一）主体工程设计水土保持措施工程量

工程措施：建构筑物区排水沟 438m；道路及硬化区排水沟 177m，雨水排水管 570m，透水硬化地面 400m²；边坡防护区截水沟 358m，急流槽 178m，坡脚排水沟 221m，马道排水沟 922m。

植物措施：绿化区园林绿化 2700m²，边坡防护区空心砖植草护坡 4000m²。

具体工程数量见表 5-5。

(二) 方案新增水土保持措施工程量

工程措施：边坡防护区截水沟消力池 2 座，急流槽消力池 5 座。

临时措施：建构筑物区临时覆盖 500m^2 ；道路及硬化区车辆清洗池 1 座，临时沉沙池 2 座，临时排水沟 530m，临时覆盖 1000m^2 ；边坡防护区临时覆盖 3000m^2 。

具体工程量为：人工挖沟槽 225.5m^3 ，人工挖柱坑 132.4m^3 ，土方回填 11.9m^3 ，M7.5 浆砌石砌筑 42.2m^3 ，M7.5 浆砌砖砌筑 12.8m^3 ，M10 砂浆抹面 144.4m^2 ，C20 混凝土浇筑 4.4m^3 ，C25 混凝土浇筑 45.5m^3 ，铺土工布 4500m^2 。具体工程数量见表 5-6。

表 5-5 主体工程设计水土保持措施工程(数)量汇总表

项目分区		措施项目	单位	数量
1	建构筑物区	排水沟	m	438
2	道路及硬化区	排水沟	m	177
		雨水排水管	m	570
		透水硬化地面	m ²	400
3	绿化区	园林绿化	m ²	2700
4	边坡防护区	截水沟	m	358
		急流槽	m	178
		坡脚排水沟	m	221
		马道排水沟	m	922
		空心砖植草护坡	m ²	4000

表 5-6 方案新增水土保持措施工程(数)量汇总表

防治分区	措施项目	单位	数量	工程量								
				人工挖沟槽(m ³)	人工挖柱坑(m ³)	土方回填(m ³)	M7.5浆砌石(m ³)	M7.5浆砌砖(m ³)	M10 砂浆抹面(m ²)	C20混凝土(m ³)	C25混凝土(m ³)	铺土工布(m ²)
建构筑物区	临时覆盖	m ²	500									500
道路及硬化区	车辆清洗池	座	1	50.6							28.9	
	临时沉沙池	座	2		44.4			12.8	63.0	4.4		
	临时排水沟	m	530	174.9								
	临时覆盖	m ²	1000									1000
边坡防护区	截水沟消力池	座	2		37.0	6.4	18.2		30.4		6.6	
	急流槽消力池	座	5		51.0	5.5	24.0		51.0		10.0	
	临时覆盖	m ²	3000									3000
合计				225.5	132.4	11.9	42.2	12.8	144.4	4.4	45.5	4500

5.4 施工要求

5.4.1 施工组织

(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建设创造的水、电、交通等施工条件,减少施工辅助设施工程量;

(2) 按照“三同时”的原则,水土保持工程措施与主体工程同时开工建设,实施进度与主体工程建设进度相适应,及时防治新增水土流失;

(3) 严格按照施工规范和施工组织所确定的工序、时间进行施工,水土保持工程措施、临时措施施工安排在旱季,植物措施实施应安排在雨季阴于或小雨天。尽可能的避开雨天施工,减少施工过程中的水土流失。

(4) 主体工程设计的水土保持措施,按照主体工程施工组织设计进行实施。

5.4.2 施工条件

水土保持措施均布设于项目征占土地范围内,交通运输便利,依托现有公路和主体工程建设的道路可到达各水土保持施工区域,交通条件满足水土保持工程施工的需要。水土保持措施施工可依托主体工程的供水、供电、机械等施工条件,直接利用主体工程施工设备进行施工。

5.4.3 材料供应

水土保持措施施工所需的主要材料纳入主体工程材料采购计划,水泥、砂石料、砖等按主体工程材料采购方式供应。

5.4.4 施工方法

水土保持措施应纳入主体工程,按国家基本建设管理程序进行施工和管理。

(1) 排水沟

排水沟采取人工挖土配合胶轮车运输方式进行,排水沟的位置、断面尺寸按图纸要求进行开挖,特殊地段加大开挖深度和宽度。

(2) 砖砌工程

采用汽车运输,胶轮车搬运,人工砌筑,砂浆采用砂浆搅拌机拌和。砖砌采用座浆法砌筑,砂浆配合比采用试验配合比,要求砌体间嵌接牢固,砂浆密实饱满,砌体各部位尺寸准确,表面平整,沟缝坚固美观,符合设计和有关施工规范要求。

（3）混凝土工程

混凝土用量较小，采用现场拌和制备。混凝土配合比采用试验配合比，需满足设计的强度等级要求。采用人机结合方式施工，组合钢模板立模，胶轮车配合人工挑台运至施工地点，溜槽入仓，人工平仓，插入式或平板式振捣器振捣密实。

（4）临时拦挡

填筑编织袋基础地表应对杂草、碎石等行清理，保持地面平整；填筑用土应选用杂质较少的土体，避免断枝等刺破编织袋，造成装土外溢，影响挡墙稳定性；编制袋填筑时应层层错缝进行堆砌，并保证表面平整，严禁乱堆乱码。

（5）临时覆盖

覆盖前应对场地进行表层清理，并进行适度平整；覆盖材料主要采用土工布，人工铺设，有材料搭接处需进行接缝，布边用沙袋或其它重物进行固定；土工布可重复利用，因此在其不用时应集中卷起妥善保管，以便再次使用。

5.4.5 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《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部 2002 年第 16 号令）及相关规定，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，经暴雨考验后基本完好，满足验收。

5.4.6 水土保持措施实施进度安排

（一）实施进度安排原则

（1）根据主体工程总进度安排，合理安排水土保持措施实施进度。即：水土保持措施实施进度与主体工程施工进度相适应。

（2）坚持“先防护、后施工”的原则，提前设防、及时控制施工过程中的水土流失。挡护、截排水等工程措施优先布设；临时措施随主体工程进度及时实施，并修补主体措施尚未发挥功能的不足；植物措施根据场地建设情况及时跟进实施。

（3）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；

(二) 实施进度计划

水土保持措施实施受主体工程施工进度的影响较大,因而在此仅提出水土保持措施实施进度的初步规划,实施时应视主体工程的实际进度进行相应的调整。本项目已于2020年5月开工建设,计划2021年3月建成完工,建设期为11个月。水土保持工程措施应与主体工程同时开工建设,并于2021年3月实施完毕。具体见表5-7。

表 5-7 水土保持措施实施进度计划表

序号	防治分区	防治措施	实施进度			
			2020 年			2021 年
			5~7 月	8~10 月	11~12 月	1~4 月
1	建构筑物区	排水沟				
		临时覆盖				
2	道路及硬化区	排水沟				
		雨水排水管				
		临时排水沟				
		临时覆盖				
		车辆清洗池				
		临时沉沙池				
3	绿化区	园林绿化				
4	边坡防护区	截、排水沟				
		急流槽				
		消力池				
		植草护坡				
		临时覆盖				

主体工程设计措施实施进度 方案新增措施实施进度 

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

根据划定的项目水土流失防治责任范围和水土流失预测结果,确定本项目水土保持监测范围为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)的规定,防治责任范围应包括项目永久征地、临时占地(含租赁征地)以及其他使用与管辖区域,本项目防治责任范围面积为 2.38hm^2 (包括永久占地 1.53hm^2 ,临时占地 0.85hm^2),因此,本项目监测范围面积为 2.38hm^2 ,重点监测区域为道路及硬化区和边坡防护区。

6.1.2 监测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018)的规定,监测时段应从施工准备期至设计水平年结束,设计水平年为主体工程完工后的当年或后一年。根据《生产建设项目水土保持监测和评价标准》(GBT51240-2018)的规定,本项目为建设类项目,监测时段应分为施工期和自然恢复期2个时段。本项目已于2020年5月开工建设,计划于2021年3月建成完工,结合项目建设的实际情况,确定本项目水土保持监测时段为:

施工期:监测0.25年(2021年1月~2021年3月);

自然恢复期:监测1.0年(2021年4月~2022年3月)。

6.2 内容和方法

6.2.1 监测内容

(一)水土流失影响因素监测

- (1)气象水文、地形地貌、地表物质组成、植被等影响因素;
- (2)项目建设对原地表、水土保持措施、植被的占压和损毁情况;
- (3)项目征占地和水土流失防治责任范围变化情况;
- (4)项目弃土(石、渣)场的占地面积、弃土(石、渣)量及堆放方式;
- (5)项目取土(石、料)的扰动面积及取料方式。

（二）水土流失状况监测

（1）水土流失的类型、形式、面积、分布及强度；

（2）各监测区及其重点对象的土壤流失量；

（3）施工排水泥沙含量、数量、去向。

（三）水土流失危害监测

（1）水土流失对主体工程造成危害的方式、数量和程度；

（2）水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量和程度；

（3）对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害；

（4）生产建设项目造成的沙化、崩塌、滑坡、泥石流等灾害；

（5）对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入江河湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况；

（四）水土保持措施监测

（1）植物措施的种类、面积、分布、生长状况、成活率、保存率和林草覆盖率；

（2）工程措施的类型、数量、分布和完好程度；

（3）临时措施的类型、数量和分布；

（4）主体工程和各项水土保持措施的实施进展情况；

（5）水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用；

（6）水土保持措施对周边生态环境发挥的作用。

6.2.2 监测方法

根据《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018），结合本项本项目建设的实际情况，水土保持监测采用调查监测与定位观测相结合的方法。

水土流失影响因素监测，可通过气象站、水文站等资料收集，地形地貌状况采用实地调查法，植被状况采用实地调查法，扰动地表情况、土石方工程量及平衡、弃土（石、渣）场占地面积、数量等采用实地调查、GPS 调查并结合查阅资料的方法进行监测；水土流失量监测，采用集沙法、实地量测法；水土流失危害监测，采用实地量测、实地调查、询问等方法；水土保持措施情况监测采用实地调查、抽样调查、GPS 调查、巡查、资料收集等方法。详见表 6-1。

表 6-1 监测内容和监测方法

监测内容	监测指标	监测方法
水土流失影响因素监测	水土流失影响因子、扰动地表情况、土石方工程量及平衡、弃土（石、渣）场的占地面积、数量等	资料收集、实地调查、GPS 调查、查阅资料
水土流失状况监测	土壤流失面积、土壤流失量、弃土（石、渣）潜在土壤流失量和水土流强度等	实地量测、集沙池法
水土流失危害监测	水土流失危害面积、方式、数量和程度等	实地量测、实地调查、询问等方法
水土保持措施监测	措施类型、位置、实施进度、数量和质量；林草措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度；防护工程的稳定性、完好程度和运行情况；各防治措施的拦渣保土效果等	实地调查、抽样调查、GPS 调查、巡查、资料分析

6.2.3 监测频次

水土保持监测频次按以下要求进行：

（1）调查监测应根据监测内容和工程进度确定监测频次；弃土（石、渣）面积、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调查记录 1 次；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。

（2）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。

（3）施工期监测：取土（石、砂）量、弃土（石、渣）面积、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调查记录 1 次，共监测 0.25 年。

（4）自然植被恢复期监测：每季度监测 1 次，共监测 1.0 年。

6.3 点位布设

根据项目施工布局和防治分区水土流失特点，针对项目施工建设过程中易造成水土流失的区域，施工期规划布设 3 个水土保持监测点，其中道路及硬化区 2 个，分别在进场道路出入口、排水出口沉沙池附近各布设 1 个；边坡防护区 1 个，布设在边坡西南转

角坡脚排水沟附近。自然恢复期规划布设 1 个水土保持监测点，布设在建设场地中部绿化区内。具体布设情况详见表 6-2，水土保持监测点布置详见附图 8。

表 6-2 监测点布设统计表

序号	防治分区	监测点数量	布设位置	监测时段
1	道路及硬化区	2	进场道路出入口、排水出口沉沙池附近各布设 1 个	施工期
2	边坡防护区	1	施工期布设边坡西南转角坡脚排水沟附近	施工期
3	绿化区	1	布设建设场地中部绿化区内	自然恢复期
合 计		4		

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设备

主要的监测设备与仪器有：

- (1) 样瓶、铝盒、烘箱、马表、天平等；
- (2) 在定点监测的站点采用仪器进行观测，主要仪器有全站仪、铁制测针、测桩、标桩等；
- (3) 其他调查设备有：GPS、测绳、皮尺、围尺、角规、测高仪、数码相机、计算机等。

6.4.2 监测人员配备

- (1) 监测人员应具有专业技术能力；
- (2) 监测人员需 3 人成组，根据该项目建设情况，本项目监测人员需一组；
- (3) 专业配备：测量人员 1 名、调查人员 2 名。

6.4.3 监测成果

在每次水土保持监测时，必须做好原始记录（包括观测或调查时间、人员、地点、基本数据及存在的问题等），并有观测或调查人员、记录人员及校核、审查签字，做到手续完备，保证数据的真实可靠。

水土保持监测成果应包括监测报告（包括季度报告表、年度报告和总结报告）、监测图件、监测数据、影像资料等。

根据《云南省水利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》（云水保监〔2009〕3号文），主要成果要求如下：

（1）考证资料，包括监测点和调查监测的基本情况，以及监测设备、监测仪器和监测方法的说明。

（2）各种经校核、复核的原始监测资料成果，以及相关的分析图表和文字说明。

（3）各项调查、观测和汇总数据。

（4）工程水土保持监测报告，内容包括监测情况、时间、地点、监测项目和方法、监测成果以及存在的问题和下一步建设项目水土保持防治工作建议等。

（5）监测单位在接收委托后 30 日内应向方案审批机关所在地水行政主管部门报送《云南省生产建设项目水土流失监测备案表》；工程建设期间，监测单位应于每季度的第一个月内向建设单位和水行政主管部门报送上季度的水土保持监测季度报告，在每年的 12 月 20 日前报送年度监测报告，同时报送《云南省生产建设项目年度水土流失监测成果汇总表》；水土保持监测任务完成后，应于 3 个月内向建设单位和水行政主管部门报送水土保持监测总结报告书；出现较大的水土流失危害时应及时上报。

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

(1) 水土保持投资为项目建设投资的重要组成部分，其投资概算的编制依据、价格水平年、主要工程单价、费用计取等与主体工程一致。不能满足要求的部分，按水利总〔2003〕67号文颁布的《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》进行补充。

(2) 对主体工程中具有水土保持功能的工程计入本项目水土保持方案投资概算。

(3) 主要材料价格及工程措施单价与主体工程一致。

(4) 水土保持措施的施工方法按常规施工组织考虑。

(5) 价格水平年为2020年10月。

(6) 项目建设区平均海拔低于2000m，人工工时和机械台时不进行海拔系数调整。

7.1.1.2 编制依据

(1) 《水土保持工程概（估）算编制规定》（水利部水总〔2003〕67号文）；

(2) 《水土保持工程概算定额》（水利部水总〔2003〕67号文）；

(3) 《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）；

(4) 《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号文）；

(5) 《水利部水土保持监测中心关于印发〈生产建设项目水土保持方案技术审查要点〉的通知》（水保监〔2014〕58号文）；

(6) 《水利工程设计概（估）算编制规定》（水利部水总〔2014〕429号文）；

(7) 《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号文）；

(8) 《水利工程营业税改增值税计价依据调整办法》（水利部办水总〔2016〕132号文）；

(9) 《云南省水利厅、云南省发展和改革委员会关于印发〈云南省水利工程营业

税改征增值税计价依据调整办法》的通知》（云水规计〔2016〕171号文）；

（10）《云南物价局、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号文）；

（11）《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号文）；

（12）《云南省住房和城乡建设厅关于调整云南省建设工程造价计价依据中税金综合税率的通知》（云建标〔2018〕89号文）；

（13）《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号文）；

（14）设计的水土保持措施工程量和所需材料价格。

7.1.2 编制说明与概算成果

7.1.2.1 编制说明

（一）编制方法

根据水利部《开发建设项目水土保持工程概（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、施工临时工程、独立费用以及预备费、水土保持补偿费等组成。各项工程单价和费用组成计算方法为：

工程措施和植物措施单价由直接工程费、间接费、利润、税金 4 部分组成。

施工临时工程包括临时防护工程和其他临时工程。

独立费用由建设管理费、水土保持监理费、科研勘测设计费、水土保持监测费及水土保持设施验收报告编制费等 5 项组成。

预备费只计基本预备费，不考虑价差预备费。

水土保持补偿费按相关规定计算。

（二）基础单价及取费标准

基础单价采用主体工程概算单价，不足部分按水利部水总〔2003〕67号文颁布的《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定和定额》进行补充。

（1）人工预算单价

依据《水利工程设计概（估）算编制规定》（水总〔2014〕429号），确定人工预算单价。工程措施人工预算单价采用引水工程中的初级工工时费，植物措施人工预算单

价采用河道工程中的初级工工时费。楚雄市属艰苦边远工区一类区，工程措施人工预算单价为 4.84 元/工时，植物措施人工预算单价为 4.43 元/工时。

(2) 主要材料预算单价

主要材料预算单价采用主体工程材料单价，不足部分采用《楚雄市工程建设材料设备价格信息》材料价格和现行市场价格询价，次要材料和苗木预算单价采用市场询价，价格水平年为 2020 年 10 月。材料预算单价包括扣除增值税进项税的材料原价、运杂费、运输损耗费和采购及保管费。主要材料预算价格详见表 7-1。

表 7-1 主要材料预算价格表

序号	名 称	单 位	预算单价(元)	备 注
1	水泥 (42.5#)	t	470.00	除税价 (运杂费、采购及保管费)
2	块 石	m ³	90.00	除税价 (运杂费、采购及保管费)
3	碎 石	m ³	115.00	除税价 (运杂费、采购及保管费)
4	砼用砂	m ³	130.00	除税价 (运杂费、采购及保管费)
5	砌筑用砂	m ³	120.00	除税价 (运杂费、采购及保管费)
6	标准砖	千块	400.00	除税价 (运杂费、采购及保管费)
7	柴油 0#	kg	6.28	除税价 (运杂费、采购及保管费)
8	汽油 92#	kg	7.62	除税价 (运杂费、采购及保管费)
9	施工用水	m ²	4.62	除税价
10	施工用电	Kw.h	0.52	除税价
11	无纺土工布	m ²	3.50	除税价 (运杂费、采购及保管费)

(3) 主要材料计费基价

根据水利部办水总〔2016〕132 号文的规定，主要材料按基价计费，超过基价部分计入材料补差，计取税金后列入各工程单价。如果材料预算价低于基价，则按预算价作为计费价格。主要材料基价详见表 7-2。

表 7-2 主要材料计费基价表

序号	名 称	单 位	基价(元)
1	柴油	t	2990.00
2	水泥	t	255.00
3	块石	m ³	70.00
4	碎石	m ³	70.00
5	砂	m ³	70.00

(4) 施工机械台时费

采用水利部水总〔2003〕67号文《水土保持工程概算定额》的施工机械台时费定额标准，按照水利部办水总〔2016〕132号文的规定，施工机械台时费定额的折旧费除以1.13调整系数，修理及替换设备费除以1.09调整系数，安装拆卸费不变。

(5) 工程单价

主要工程单价采用主体工程已有工程单价，不足部分按照水利部和云南省水利厅的相关规定进行补充，详见表 7-3、7-4。

表 7-3 主体工程已有工程单价汇总表

序号	工程名称	单位	综合单价（元）
1	C15 混凝土	m ³	449.81
2	C20 混凝土	m ³	472.15
3	C25 混凝土	m ³	494.07
4	M7.5 浆砌石	m ³	291.59
5	M7.5 浆砌砖	m ³	419.73
6	M10 砂浆抹面	m ²	19.95

表 7-4

新增工程单价汇总表

单位：元

序号	定额编号	工程名称	单位	概算 单价	其中								
					直接工程费					间接费	企业 利润	材料 补差	税金
					直接费								
					人工费	材料费	机械 使用费	其他 直接费	现场 经费				
1	01027	人工挖沟槽	100m ³	2599.12	1916.64	57.50		39.48	98.71	116.18	156.00		214.61
2	01060	人工挖柱坑	100m ²	2739.62	2040.06	40.80		41.62	104.04	122.46	164.43		226.21
3	01093	土方回填	100m ³	2139.67	1577.84	47.34		32.50	81.26	95.64	128.42		176.67
4	03003	铺土工布	100m ²	598.57	77.44	381.99		9.19	22.97	21.63	35.93		49.42

（三）费用组成

（1）水土保持工程措施

工程措施概算单价：由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成，根据水利部办水总〔2016〕132号文和办财务函〔2019〕448号文的规定，相关费用的计算方法和费率如下：

直接工程费：由直接费（人工费、材料费、机械费）、其他直接费和现场经费组成。其他直接费和现场经费以直接费作为计算基础，其他直接费费率取2%，现场经费费率取5%。

间接费：以直接工程费作为计算基础，费率取5.5%。

企业利润：以直接工程费与间接费之和作为计算基础，费率取7%。

材料补差：如果主要材料预算价超过规定的基价，则以基价作为计费价格，超出基价部分计入材料补差，仅计算税金；如果主要材料预算价低于规定的基价，则直接以预算价作为计费价格。

税金：以直接工程费、间接费、企业利润、材料补差之和作为计算基础，税率为9%。

（2）水土保持植物措施

植物措施估单价：由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成，根据水利部办水总〔2016〕132号文和办财务函〔2019〕448号文的规定，相关费用的计算方法和费率如下：

直接工程费：由直接费（人工费、材料费、机械费）、其他直接费和现场经费组成。其他直接费和现场经费以直接费作为计算基础，其他直接费费率取1%，现场经费费率取4%。

间接费：以直接工程费作为计算基础，费率取3.3%。

企业利润：以直接工程费与间接费之和作为计算基础，费率取5%。

税金：以直接工程费、间接费、企业利润之和作为计算基础，税率为9%。

（3）水土保持临时工程措施

水土保持临时工程包括临时防护工程和其他临时工程。临时防护工程费根据实际发生的工程量，按设计工程量乘以单价编制；其他临时工程费按工程措施费、植物措施费之和的2%计算。

临时工程措施概算单价：由直接工程费、间接费、企业利润和税金组成，根据水利

部办水总〔2016〕132号文的规定，相关费用的计算方法和费率如下：

直接工程费：由直接费（人工费、材料费、机械费）、其他直接费和现场经费组成。其他直接费和现场经费以直接费作为计算基础，其他直接费费率取2%，现场经费费率取5%。

间接费：以直接工程费作为计算基础，费率取4.4%。

企业利润：以直接工程费与间接费之和作为计算基础，费率取7%。

税金：以直接工程费、间接费、企业利润之和作为计算基础，税率为9%。

基本费率取值，详见表7-5。

表 7-5 基本费率表

项 目	措 施	计 算 基 础	费 率（%）
其他直接费费率	工程措施	直接费	2
	植物措施	直接费	1
现场经费费率	土石方工程	直接费	5（3~5）
	混凝土工程	直接费	6
	其他工程	直接费	5
	植物措施	直接费	4
间接费费率	土石方工程	直接工程费	5.5（3.3~5.5）
	混凝土工程	直接工程费	4.3
	其他工程	直接工程费	4.4
	植物措施	直接工程费	3.3
企业利润率	工程措施	直接工程费 + 间接费	7
	植物措施	直接工程费 + 间接费	5
税金税率	工程措施	直接工程费 + 间接费 + 企业利润 + 材料补差	9
	植物措施	直接工程费 + 间接费 + 企业利润	9

（4）独立费用

独立费用由建设管理费、水土保持监理费、科研勘测设计费、水土保持监测费及水土保持设施验收报告编制费等5项组成。

①建设管理费：按水土保持工程措施、植物措施和施工临时措施概算价格之和的2%计列。

②水土保持监理费：按照发改价格〔2007〕670号文《建设工程监理与相关服务收费管理规定》计列。结合本工程实际，设专职监理1人，按2万元/人·年计算，监理期0.92年，水土保持监理费为1.84万元。

③科研勘测设计费：包括工程科学研究试验费和勘测设计费，本工程为小型工程，

不计列工程科学研究试验费。勘测设计费按签订的水土保持方案编制合同金额计列，为 5.00 万元。

④水土保持监测费：按云水保监字〔2010〕7 号文规定计列，由监测人工费、设备使用折旧费、土建设施费和消耗性材料费四部分组成。本项目水土保持监测由建设期和自然恢复期 2 个监测时段组成，扰动土地面积为 2.38hm²，监测人工费按扰动面积 5hm² 以下的计费标准计列，本项目水土保持监测费共计 7.51 万元。各监测时段监测费计费标准见表 7-6、7-7，水土保持监测费计算表见 7-8。

表 7-6 建设期监测费计费标准

序号	费别	单价	扰动面积				备 注
			5hm ² 以下	5 ~ 20hm ²	20 ~ 80hm ²	80hm ² 以上	
1	监测人工费	万元/年 3 人组	8.0	8.0×1.5	8.0×2.0	8.0×3.0	若有监测小区按 10000 元/个计列
2	设备使用折旧费	万元/个	0.2×n				
3	土建设施费	万元/个	0.15×n				
4	消耗性材料费	万元/个	0.1×n				

表 7-7 自然恢复期监测费计费标准

序号	费别	单价	扰动面积			
			5hm ² 以下	5 ~ 20hm ²	20 ~ 80hm ²	80hm ² 以上
1	监测人工费	万元/年 3 人组	4.0	4.0×1.5	4.0×2.0	4.0×3.0
2	设备使用费	万元/个	0.1×n			
3	土建设施费	万元/个	0			
4	消耗性材料费	万元/个	0.06×n			

表 7-8 水土保持监测费计算表

序号	费用组成		建设期（0.25 年）			自然恢复期（1 年）			合 计 （万元）
			单价 （万元）	数量	合价 （万元）	单价 （万元）	数量	合价 （万元）	
1	监测人工费	万元/年 3 人组	8.00	1 组 0.25 年	2.00	4.00	1 组 1 年	4.00	6.00
2	设备使用折旧费	万元/个	0.20	3 个点	0.60	0.10	1 个点	0.10	0.70
3	土建设施费	万元/个	0.15	3 个点	0.45				0.45
4	消耗性材料费	万元/个	0.10	3 个点	0.30	0.06	1 个点	0.06	0.36
合 计					3.35			4.16	7.51

⑤水土保持设施验收报告编制费：参照水利部保监〔2005〕22 号文，结合项目实际情况和市场行情，本项目按 4.00 万元计列。

（5）基本预备费

本方案为初步设计阶段，预备费只计基本预备费，按工程措施、植物措施、施工临时措施和独立费用投资概算之和的 3%计取。

（6）水土保持补偿费

根据云价收费〔2017〕113 号文《云南物价局、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》的规定，水土保持补偿费按《通知》中第一条计征，即：对一般性生产建设项目，按照征占用土地面积每平方米 0.7 元一次性计征。

本项目征占用土地面积为 2.38hm²，水土保持补偿费为 1.67 万元。

7.1.2.2 概算成果

楚雄经济开发区中小企业创业园建设项目（一期）云甸片区——年产 60 吨半导体材料建设项目水土保持概算总投资 158.12 万元，其中主体工程已列水土保持措施投资为 128.94 万元，方案新增水土保持投资 29.18 万元。水土保持投资中，工程措施 63.02 万元，植物措施 68.40 万元，临时措施 5.72 万元，独立费用 18.51 万元，基本预备费 0.80 万元，水土保持补偿费 1.67 万元。

方案新增水土保持投资 29.18 万元，其中工程措施费 2.48 万元，植物措施费 0.00 万元，临时措施 5.72 万元，独立费用 18.51 万元，基本预备费 0.80 万元，水土保持补偿费 1.67 万元。

水土保持投资概算详见表 7-9~7-12。

表 7-9

水土保持投资总概算表

单位: 万元

序号	工程或项目名称	建安工程费	林草工程费	独立费用	合计	方案新增投资	主体工程投资	所占比例 (%)
第一部分 工程措施		63.02			63.02	2.48	60.54	39.85
1	建构筑物区	7.97			7.97		7.97	
2	道路及硬化区	17.70			17.70		17.70	
3	边坡防护区	37.35			37.35	2.48	34.87	
第二部分 植物措施			68.40		68.40		68.40	43.26
1	绿化区		32.40		32.40		32.40	
2	边坡防护区		36.00		36.00		36.00	
第三部分 施工临时工程		5.72			5.72	5.72		3.62
1	建构筑物区	0.30			0.30	0.30		
2	道路及硬化区	3.57			3.57	3.57		
3	边坡防护区	1.80			1.80	1.80		
4	其他临时工程	0.05			0.05	0.05		
一至三部分合计		68.74	68.40		137.14	8.20	128.94	
四	第四部分 独立费用			18.51	18.51	18.51		11.71
1	建设管理费			0.16	0.16	0.16		
2	水土保持监理费			1.84	1.84	1.84		
3	科研勘测设计费			5.00	5.00	5.00		
4	水土保持监测费			7.51	7.51	7.51		
5	水土保持设施验收报告编制费			4.00	4.00	4.00		
一至四部分合计		68.74	68.40	18.51	155.65	26.71	128.94	
第五部分 基本预备费				0.80	0.80	0.80		0.50
第六部分 水土保持补偿费				1.67	1.67	1.67		1.06
水土保持总投资		68.74	68.40	20.98	158.12	29.18	128.94	100

表 7-10

主体工程已列水土保持投资概算表

单位: 万元

项目分区		措施项目	措施量		投资	
			单位	数量	综合单价 (元)	合价 (万元)
1	建构筑物区	排水沟	m	438	182.00	7.97
2	道路及硬化区	排水沟	m	177	167.00	2.96
		雨水排水管	m	570	220.00	12.54
		透水硬化地面	m²	400	55.00	2.20
3	绿化区	园林绿化	m²	2700	120.00	32.40
4	边坡防护区	截水沟	m	358	248.00	8.88
		急流槽	m	178	178.00	3.17
		坡脚排水沟	m	221	115.00	2.54
		马道排水沟	m	922	220.00	20.28
		空心砖植草护坡	m²	4000	90.00	36.00
合 计						128.94

表 7-11

方案新增水土保持投资概算表

单位: 万元

序号	工程或项目名称	建安工程费	林草工程费		独立费用	合计	所占比例 (%)
			栽植费	苗木种子费			
第一部分 工程措施		2.48				2.48	8.50
1	边坡防护区	2.48				2.48	
第二部分 植物措施						0.00	0.00
第三部分 施工临时工程		5.72				5.72	19.60
1	建构筑物区	0.30				0.30	
2	道路及硬化区	3.57				3.57	
3	边坡防护区	1.80				1.80	
4	其他临时工程	0.05				0.05	
一至三部分合计		8.20				8.20	
四	第四部分 独立费用				18.51	18.51	63.44
1	建设管理费				0.16	0.16	
2	水土保持监理费				1.84	1.84	
3	科研勘测设计费				5.00	5.00	
4	水土保持监测费				7.51	7.51	
5	水土保持设施验收 报告编制费				4.00	4.00	
一至四部分合计		8.20			18.51	26.71	
第五部分 基本预备费					0.80	0.80	2.74
第六部分 水土保持补偿费					1.67	1.67	5.72
水土保持总投资		8.20			20.98	29.18	100

表 7-12

水土保持投资分部工程概算表

单位: 元

编号	工程或项目名称	工程量		单价	合价
		单位	数量		
一	第一部分 工程措施				24796.45
(一)	边坡防护区				24796.45
1	截水沟消力池	座	2		10325.04
	人工挖柱坑	m ³	37.0	27.40	1013.80
	土方回填	m ³	6.4	21.40	136.96
	M7.5 浆砌石砌筑	m ³	18.2	291.59	5306.94
	M10 砂浆抹面	m ²	30.4	19.95	606.48
	C25 混凝土浇筑	m ³	6.6	494.07	3260.86
2	急流槽消力池	座	5		14471.41
	人工挖柱坑	m ³	51.0	27.40	1397.40
	土方回填	m ³	5.5	21.40	117.70

编号	工程或项目名称	工程量		单价	合价
		单位	数量		
	M7.5 浆砌石砌筑	m ³	24.0	291.59	6998.16
	M10 砂浆抹面	m ²	51.0	19.95	1017.45
	C25 混凝土浇筑	m ³	10.0	494.07	4940.70
二	第二部分 植物措施				0.00
	一至二部分合计				24796.45
三	第三部分 施工临时工程				57188.61
(一)	临时防护工程				56692.68
1	建构筑物区				2995.00
(1)	临时覆盖	m ²	500		2995.00
	铺土工布	m ²	500	5.99	2995.00
2	道路及硬化区				35727.68
(1)	车辆清洗池	座	1		15593.71
	人工挖沟槽	m ³	50.6	25.99	1315.09
	C25 混凝土浇筑	m ³	28.9	494.07	14278.62
(2)	临时沉沙池	座	2		8283.22
	人工挖柱坑	m ³	44.4	27.40	1216.56
	M7.5 浆砌石砌筑	m ³	12.8	291.59	3732.35
	C20 混凝土浇筑	m ³	4.4	472.15	2077.46
	M10 砂浆抹面	m ²	63.0	19.95	1256.85
(3)	临时排水沟	m	530		5860.75
	人工挖沟槽	m ³	225.5	25.99	5860.75
(4)	临时覆盖	m ²	1000		5990.00
	铺土工布	m ²	1000	5.99	5990.00
3	边坡防护区				17970.00
(1)	临时覆盖	m ²	3000		17970.00
	铺土工布	m ²	3000	5.99	17970.00
(二)	其他临时工程	%	2	24796.45	495.93
	一至三部分合计				81985.06
四	第四部分 独立费用				185139.70
1	建设管理费	%	2	81985.06	1639.70
2	水土保持监理费	项	1	18400.00	18400.00
3	科研勘测设计费	项	1	50000.00	50000.00
4	水土保持监测费	项	1	75100.00	75100.00
5	水土保持设施验收报告编制费	项	1	40000.00	40000.00
	一至四部分合计				267124.76
五	基本预备费	%	3	267124.76	8013.74
六	水土保持补偿费	m ³	23800	0.70	16660.00
七	水土保持工程静态总投资				291798.50

7.1.2.3 分年度投资安排

根据水土保持设施建设“三同时”的制度，依据本项目施工进度计划和水土保持措施实施进度计划，分年度投资与水土保持措施实施进度保持一致。详见表 7-13。

表 7-13 水土保持分年度投资安排表 单位：万元

序号	工程或项目名称	总投资	2020 年	2021 年	2022 年
第一部分 工程措施		63.02	55.63	7.39	
1	建构筑物区	7.97	3.06	4.91	
2	道路及硬化区	17.70	17.70		
3	边坡防护区	37.35	34.87	2.48	
第二部分 植物措施		68.40		68.40	
1	绿化区	32.40		32.40	
2	边坡防护区	36.00		36.00	
第三部分 施工临时工程		5.72	5.72		
1	建构筑物区	0.30	0.30		
2	道路及硬化区	3.57	3.57		
3	边坡防护区	1.80	1.80		
4	其他临时工程	0.05	0.05		
一至三部分合计		137.14	61.35	75.79	
四	第四部分 独立费用	18.51	6.46	7.05	5.00
1	建设管理费	0.16	0.12	0.04	
2	水土保持监理费	1.84	1.34	0.50	
3	科研勘测设计费	5.00	5.00		
4	水土保持监测费	7.51		6.51	1.00
5	水土保持设施验收 报告编制费	4.00			4.00
一至四部分合计		155.65	67.81	82.84	5.00
第五部分 基本预备费		0.80	0.36	0.44	
第六部分 水土保持补偿费		1.67		1.67	
水土保持总投资		158.12	68.17	84.95	5.00

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/T15574-2008）、《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）及其它相关资料。

7.2.2 分析原则

(1) 水土保持措施实施的主要目的是：防止项目建设和生产运行的水土流失给下游水环境质量及防洪安全造成不利影响；保障项目建设顺利进行，维护项目运行安全；恢复项目建设区生态植被、自然景观，保护和改善项目区生态环境质量。因此，对方案实施后的水土保持效益不进行经济效益分析，只对生态效益和社会效益进行分析。

(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 分析评价指标

本方案针对各水土流失防治区均规划设计了相应的水土流失防治措施。通过各项水土保持措施的实施，因项目建设造成的水土流失将得到有效控制，同时也降低了项目区原地水土流失，取得良好的生态效益。具体表现在：水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等六项指标。

以上指标计算方法为：

(1) 水土流失治理度：为项目水土流失防治责任范围内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比。计算公式为：

$$\text{水土流失治理度}(\%) = \frac{\text{水土流失治理达标面积}}{\text{水土流失总面积}} \times 100\%$$

(2) 土壤流失控制比：为项目水土流失防治责任范围内土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。计算公式为：

$$\text{土壤流失控制比} = \frac{\text{项目区土壤流失容许值}}{\text{方案实施后土壤流失强度}} \times 100\%$$

(3) 渣土防护率：为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。计算公式为：

$$\text{渣土防护率}(\%) = \frac{\text{采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量}}{\text{永久弃渣和临时堆土总量}} \times 100\%$$

(4) 表土保护率：为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。计算公式为：

表土保护率 (%) = $\frac{\text{保护的表土数量}}{\text{可剥离表土总量}} \times 100\%$

(5) 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。计算公式为：

林草植被恢复率 (%) = $\frac{\text{林草类植被面积}}{\text{可恢复林草植被面积}} \times 100\%$

(6) 林草覆盖率：为项目水土流失防治责任范围内林草类植被面积占总面积的百分比。计算公式为：

林草覆盖率 (%) = $\frac{\text{林草类植被面积}}{\text{水土流失防治责任范围 总面积}} \times 100\%$

7.2.3.2 指标计算

(1) 水土流失治理度

本项目水土流失总面积 2.04hm²，方案实施后水土流失治理面积为 2.04hm²，到设计水平年，水土流失治理达标面积为 2.005hm²，水土流失治理度达到 98.3%。具体计算详见表 7-14。

表 7-14		水土流失治理度统计表					单位：hm ²	
项目分区		水土流失面积	水土流失治理面积				水土流失治理达标面积	水土流失治理度 (%)
			工程措施面积	植物措施面积	建筑物及硬化地面面积	合计		
1	建构筑物区	0.24	0.02		0.22	0.24	0.24	99.9
2	道路及硬化区	0.58	0.05		0.53	0.58	0.57	98.3
3	绿化区	0.27		0.27		0.27	0.265	98.1
4	边坡防护区	0.95	0.08	0.40	0.47	0.95	0.93	97.9
合计		2.04	0.15	0.67	1.22	2.04	2.005	98.3

注：治理面积考虑水土流失面积全部治理，由于实际工作中的制约因素，各分区治理达标面积不以 100 % 计。

(2) 土壤流失控制比

项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量为 500t/km²·a，方案实施后项目水土流失防治责任范围内平均土壤流失量为 308.1t/km²·a，土壤流失控制比达到 1.61。具体计算详见表 7-15。

表 7-15 土壤流失控制比计算表

项目分区		水土流失防治责任范围（面积单位：hm ² ）					容许土壤侵蚀模数（t/km ² ·a）	土壤流失控制比
		面积合计	工程措施面积	植物措施面积	建筑物及硬化地面面积	平均土壤侵蚀模数（t/km ² ·a）		
1	建构筑物区	0.40	0.03		0.37	200	500	1.61
2	道路及硬化区	0.76	0.07		0.69	200		
3	绿化区	0.27		0.27		500		
4	边坡防护区	0.95	0.08	0.40	0.47	389.5		
合计		2.38	0.18	0.67	1.53	309.7		

（3）渣土防护率

项目水土流失防治责任范围内无永久弃渣。施工期土石方开挖、回填土方不可避免需要临时堆放，考虑到时施工过程中土石方临时堆放时间较短，方案设计了土石方临时堆放的临时覆盖防护措施，以及临时排水沟、临时沉沙池、车辆清洗池等临时防护措施，因此渣土防护率按 97.0%计。

（4）表土保护率

本项目水土流失防治责任范围内地表已不具备表土剥离条件，已无可剥离表土，该项指标不计算。

（5）林草植被恢复率

本项目可恢复植被面积为 0.67hm²，采取植物措施面积 0.67hm²。考虑到林草植被的成活率和保存率因素，到设计水平年，水土流失防治责任范围内林草植被面积 0.645hm²，林草植被恢复率达到 96.3%。

（6）林草覆盖率

本项目水土流失防治责任范围面积为 2.38hm²，到设计水平年，水土流失防治责任范围内林草植被面积为 0.645hm²，林草覆盖率达到 27.1%。

由上述指标计算分析得出，通过各项水土保持防治措施的有效实施，可使本项目水土流失防治责任范围内的水土流失治理度达到 98.3%，土壤流失控制达 1.61，渣土防护率达到 98.0%，林草植被恢复率达到 96.3%，林草覆盖率达到 27.1%，均能达到防治目标值。生态效益实现情况详见表 7-16。

表 7-16 水土流失防治目标实现情况表

序号	指标名称	目标值（%）	设计达到值（%）	达标情况
1	水土流失治理度	94	98.3	达标
2	土壤流失控制比	1.0	1.61	达标
3	渣土防护率	88	97.0	达标
4	林草植被恢复率	94	96.3	达标
5	林草覆盖率	19	27.1	达标

本项目水土保持措施实施后，能够有效控制新增水土流失数量，减少流入下游排水管网的泥沙量，恢复并提高项目区林草覆盖率，改善项目区生态环境质量，具有较好的生态效益。

7.2.4 损益分析

（1）土地资源损益分析

本项目建设占用土地类型为林地、建设用地和其他土地，没有占用基本农田和其他耕地，永久占地土地类型为建设用地和其他土地，占用林地临时占地，仅为总占地的2.5%，不会对当地农业结构产生影响。因此，从土地资源利用的角度分析，项目建设的收益远大于损害。

（2）水资源损益分析

本项目建设过程中对水资源的消耗主要是施工用水和生活用水，总耗水量较小，对水资源影响较小，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。此外，本项目园林绿化、植草护坡工程和透水硬化地面的建设，可使局部区域雨水下渗能力增强，涵养水源能力增强，地表径流强度降低，水资源得到有效保护。因此，从对水资源影响的角度分析，项目建设的收益远大于损害。

（3）对生态环境影响分析

项目建设不可避免会对原地表、植被及土壤造成破坏，产生大量裸露地表，降低其涵养水源能力，从而加剧区域水土流失，生态环境质量降低。针对于此，通过采取相应水土保持措施对可能造成的水土流失进行防治，最大限度地减少对项目区及周边区域生态环境的破坏。水土保持措施特别是植物措施的有效实施，可使原有水土流失得到治理，局部生态环境得到改善。从生态环境保护的角度分析，项目建设不会对当地的生态环境造成大的不利影响。

(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、人工设施等发挥的。项目建设结束后，项目占地范围基本被硬化地面和林草植被所覆盖，硬化地面具有较好的保土功能，林草植被、透水硬化兼具保水保土功能，能够提高项目区的保土能力，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

由于存在土石方开挖、回填、临时堆土、土石方运输等施工活动，如不做好施工期间的防护措施，将造成或加剧水土流失，项目建设会对周边环境造成暂时的不利影响。因此，在建设过程中须做好防护的措施，以确保不对周边水土保持造成影响。施工期间中采取洒水降尘等防尘措施，可以有效减少扬尘污染；外排雨水经过沉淀处理，不会对下游水质产生明显影响；土石方运输车辆遮盖运输，经过清洗池冲洗出场，可以有效减减对周边道路的污染。

从对周边水土保持影响角度分析，虽然有一定的不利影响，但可以通过施工期间严谨的防护措施将水土流失隐患消除。因此，本项目的建设对环境质量影响轻微。

7.2.5 社会效益分析

本项目水土保持方案实施后，可产生以下几个方面的社会效益：

(1) 减少地表径流携带泥沙量

通过本方案各项水土保持措施的实施，项目区的水土流失量得到有效控制，从源头上减少了水土流失的物源基础，最大程度减少了外排雨水的泥沙含量，对下游排水系统和工业园区的水土保持起到积极作用。

(2) 改善周边生态环境

水土保持措施特别是植物措施的有效实施，可使项目区林草植被得到恢复，项目区及周边区域的生态环境得到较大的改善，对推动工业园区健康和谐可持续发展产生积极影响。

(3) 保障项目运行安全

通过各项水土保持措施的实施，项目区形成了完整的防护措施体系，防治了项目区的水土流失，消除了滑坡、崩塌等地质灾害隐患，为项目的安全运行提供了保障。

8 水土保持管理

依照《中华人民共和国水土保持法》的“三同时”制度，为保证本项目水土保持方案顺利实施，项目建设单位应在组织领导、技术力量和资金来源等方面制定切实可行的方案实施保障措施，建立、健全领导协调组织、专职机构，实行目标责任制，真正把水土保持的各项措施落到实处。本项目水土保持方案实施保障措施包括水土保持工程后续设计、施工管理、水土保持监理、水土保持监测、水土保持设施验收、资金保障等方面。

8.1 组织管理

水土保持方案经水行政主管部门审查批准后，由建设单位组织实施。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，组织领导和管理要求是关键。

(1) 建立水土保持工作领导小组，配备相应的水土保持专业人员，负责本项目建设过程中的水土保持领导、管理和实施工作。配合专业技术单位完成水土保持监理、水土保持监测、水土保持评估和验收等工作和相关管理。

(2) 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，制定水土保持方案实施计划，加强计划管理，以确保各项水土保持措施与主体工程同时设计，同时施工，同时投入使用。

(3) 加强《水土保持法》、《环境保护法》等法律法规的学习和宣传工作，积极配合地方水行政主管部门对本项目水土保持工作的监督检查。

(4) 项目建设期间，负责与设计、施工、监理、监测单位保持联系，协调好水土保持工程与主体工程的关系，确保水土保持工程的正常开展和顺利实施，及时发现和消除水土流失隐患，减少或避免项目建设可能造成水土流失危害。

(5) 对施工现场进行定期检查和不定期抽查，掌握工程建设期和运行期间的水土流失及其防治措施落实情状，为有关部门决策提供基础资料。

(6) 建立、健全各项档案，收集、积累、整编资料，为水土保持工程竣工验收提供相关资料。

8.2 后续设计

(1) 水土保持方案经审查批复后，建设单位应进一步完成水土保持工程初步设计或施工图设计，并报送项目所在地水行政主管部门备案和监督实施。设计单位应按相应

设计阶段的要求优化完善水土保持工程设计，使水土保持方案做到技术上可行、经济上合理、实施后效益明显。

(2) 水土保持方案批复后，如工程性质、规模、建设地点发生变化，建设单位应及时修改水土保持方案，并按照《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》规定的程序报原批准单位重新审批。当取土场取土量、弃土场弃方量增加 10%以上时，需针对变更部分编制水土保持工程变更设计报告或变更设计表，变更报告需达到初步设计以上深度，并报原审批单位认可后备案。

(3) 施工单位应将各项水土保持工程一并纳入主体工程进行施工组织设计，确保水土保持措施与主体工程同步实施。

8.3 水土保持监测

水土保持监测工作可以由建设单位自行承担，也可委托具有相应监测能力的单位承担。水土保持监测工作与主体工程建设同步进行，监测单位应及时编制水土保持监测设计与实施计划。

水土保持监测工作实行监测项目备案、监测设计与实施计划论证制度。监测单位接受委托后，应在 30 日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环境监测委托书或水土保持监测合同备案。

监测单位应按照论证后的水土保持监测设计与实施计划开展监测工作。水土保持监测实施阶段，监测单位应及时对动态监测数据进行分析整理，定期或不定期向建设单位提交水土保持监测阶段报告，以便建设单位及时掌握项目的水土流失及防治工作实施情况，制定相应的对策有效防治水土流失。

建设单位应及时向有管辖权的水行政主管部门提交年度监测报告和监测总结报告。建设项目造成严重水土流失时，建设单位应及时向水土保持生态环境监测主管部门报送水土流失监测报告。

8.4 水土保持监理

水土保持监理是主体工程监理的重要组成部分，水土保持方案在实施过程中必须进行水土保持工程监理，监理成果是开发建设项目水土保持设施验收的主要依据之一。根据项目实际情况，本项目水土保持工程监理纳入主体工程监理，主体工程监理单位必须配备相应的水土保持工程监理工程师，负责水土保持工程监理工作，其主要职责和任务如下：

(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进行开工申请。同时, 在施工过程中, 建立工程材料检验和复验制度, 建立工序质量检查和技术复核制度。

(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、资金使用以及存在的问题、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、建设单位与相应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。

(4) 项目完工验收后, 及时编制《水土保持监理总结报告》, 作为水土保持工程竣工验收的依据。

8.5 水土保持施工

(1) 水土保持措施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责任范围、水土保持要求、水土保持工程量、设计参数等, 明确承包商应承担的防治水土流失的责任和义务。

(2) 建设单位根据批复的水土保持方案, 对施工单位水土保持实施提出具体要求。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术水平。

(3) 施工单位应采取各种有效措施, 防治在其责任范围内发生的水土流失, 避免对其责任范围外的土地进行扰动、破坏地表植被, 避免对周边生态环境的影响。

(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) 绿化施工过程中, 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, 确保植物成活率, 尽早发挥水土保持效益。

8.6 水土保持设施验收

根据《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文件的通知》（云水保〔2017〕97号），生产建设项目的水土保持设施由建设单位自主验收。

水土保持设施验收是确保其正常投入使用的有效措施之一。竣工验收主要是对项目所有水土保持防治措施进行全面验收，其为主体工程验收的重要组成部分，按照有关规定，水土保持设施验收不合格的主体工程不得投入使用。水土保持设施验收的程序、内容如下：

（1）组织第三方机构编制《水土保持设施验收报告》。依法编制水土保持方案报告书的生产建设项目投产使用前，生产建设单位应当根据水土保持方案及审批决定等，组织第三方机构编制《水土保持设施验收报告》。

（2）明确验收结论。《水土保持设施验收报告》编制完成后，建设单位应当按照水土保持法律法规、规范标准、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持验收工作。由建设单位组织各参建单位（建设单位、验收报告编制单位、监测单位、监理单位、水土保持方案编制单位、施工单位）召开水土保持设施验收会议，按照验收意见提纲完善内容，形成《水土保持设施验收鉴定书》，明确水土保持设施验收是否合格的结论。

（3）向社会公开验收情况。水土保持设施验收合格后，建设单位应通过官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开《水土保持设施验收鉴定书》、《水土保持设施验收报告》和《水土保持监测总结报告》。对于公众反应的主要问题和意见，建设单位应当及时给予处理或回应。

（4）报备验收材料。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，向当地水行政主管部门报备水土保持设施验收材料。报备材料包括《水土保持设施验收鉴定书》、《水土保持设施验收报告》和《水土保持监测总结报告》。

附表 1

单价分析表（一）

单价编号		1	定额编号	01027		
工程名称		人工挖沟槽（IV类土）				
调整系数		人工 1.0		单位	100m ³ 自然方	
施工说明		挖槽，抛土并倒运到槽边两侧 0.5m 以外，修整底、边。				
编号	序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
1	一	直接工程费				2112.33
2	（一）	直接费				1974.14
3	1	人工费				1916.64
4		人工	工时	396.00	4.84	1916.64
5	2	材料费				57.50
6		零星材料费	%	3	1916.64	57.50
7	（二）	其他直接费	%	2	1974.14	39.48
8	（三）	现场经费	%	5	1974.14	98.71
9	二	间接费	%	5.5	2112.33	116.18
10	三	企业利润	%	7	2228.51	156.00
11	四	材料补差				/
12	五	税金	%	9	2384.51	214.61
13	六	概算单价				2599.12

附表 2

单价分析表（二）

单价编号		2	定额编号	01060		
工程名称		人工挖柱坑（Ⅳ类土）				
调整系数		人工 1.0		单位	100m ³ 自然方	
施工说明		挖坑，抛土并倒运到坑边 0.5m 以外，修整底、边。				
编号	序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
1	一	直接工程费				2226.52
2	（一）	直接费				2080.86
3	1	人工费				2040.06
4		人工	工时	421.5	4.84	2040.06
5	2	材料费				40.80
6		零星材料费	%	2	2040.06	40.80
7	（二）	其他直接费	%	2	2080.86	41.62
8	（三）	现场经费	%	5	2080.86	104.04
9	二	间接费	%	5.5	2226.52	122.46
10	三	企业利润	%	7	2348.98	164.43
11	四	材料补差				/
12	五	税金	%	9	2513.41	226.21
13	六	概算单价				2739.62

附表 3 单价分析表（三）

单价编号		3	定额编号	01093		
工程名称		土方回填（人工夯实土方）				
调整系数		人工 1.0		单位	100m³ 实方	
施工说明		平土、刨毛、分层夯实和清理杂物等。				
编号	序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
1	一	直接工程费				1738.94
2	（一）	直接费				1625.18
3	1	人工费				1577.84
4		人工	工时	326.0	4.84	1577.84
5	2	材料费				47.34
6		零星材料费	%	3	1577.84	47.34
7	（二）	其他直接费	%	2	1625.18	32.50
8	（三）	现场经费	%	5	1625.18	81.26
9	二	间接费	%	5.5	1738.94	95.64
10	三	企业利润	%	7	1834.58	128.42
11	四	材料补差				/
12	五	税金	%	9	1963.00	176.67
13	六	概算单价				2139.67

附表 4 单价分析表（四）

单价编号		4	定额编号	03003		
工程名称		铺土工布				
调整系数		人工 1.0		单位	100m ²	
施工说明		场内运输、铺设、接缝（针缝）。				
编号	序号	名称及规格	单位	数量	单价（元）	合价（元）
1	一	直接工程费				491.59
2	（一）	直接费				459.43
3	1	人工费				77.44
4		人工	工时	16.00	4.84	77.44
5	2	材料费				381.99
6		无纺土工布	m ²	107.00	3.50	374.50
7		其他材料费	%	2.00	374.50	7.49
8	（二）	其他直接费	%	2.00	459.43	9.19
9	（三）	现场经费	%	5.00	459.43	22.97
10	二	间接费	%	4.40	491.59	21.63
11	三	企业利润	%	7.00	513.22	35.93
12	四	材料补差				/
13	五	税金	%	9.00	549.15	49.42
14	六	概算单价				598.57