安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场平工程）项目

土石方开挖实施方案

浙江久核地质生态环境规划设计有限公司

二〇二一年十一月

安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场平工程）项目土石方开挖实施方案

编制单位：浙江久核地质生态环境规划设计有限公司

项目负责：朱　敏

编 写 人：丁心科　董伟明　曹月斌

审 核 人：刘汉光

总 经 理：杨天森

提交单位：安吉交投开发建设有限公司

提交时间：二〇二一年十一月

目　　录

1、前言 1

1.1 目的任务 1
1.2 设计依据、内容及原则 2
1.3 工作区位置、交通及范围 5
1.4 项目区自然地理、经济状况 6
1.5 以往工作情况 7
1.6 本次工作情况 7

2、项目区现状 8

3、项目区地质 8

3.1 地层 8
3.2 构造 8
3.3 表土、风化物划分 8
3.4 水文、工程地质条件及开采环境简评 9

4、主要建设方案的确定 11

4.1 开挖方式 11
4.2 开挖境界及设计开挖量 11
4.6 开拓运输方案 12

5、总平面布置 13

5.1 总平面布置原则 13
5.2 总平面布置内容 14

6、土石方开挖 14

6.1 土石方开挖工艺 14
6.2 采掘设备的配置 15
6.3 主要开挖设备配置 16
6.3 开采技术指标 16

7、生产安全 17

7.1 组织管理 17
7.2 安全管理技术措施 18
7.3 作业安全措施 19
7.4 其他作业安全措施 21

8、辅助工程 27

9、环境保护及工业卫生 27

9.1 粉尘的治理与防护 28
9.2 噪声的治理 28

10、结论及建议 28

10.1 结论 28
10.2 建议 29

附　图

1、数字物流港项目现状地形地质图　　1：1000

2、数字物流港项目总平面布置图　　1：1000

3、安吉数字物流港项目开挖终了及治理平面图　　1：1000

4、安吉数字物流港项目开挖工艺示意图

5、安吉数字物流港项目挡墙结构图

6、安吉数字物流港项目挡墙外侧排水沟、平台截水沟大样图

7、安吉数字物流港项目喷播施工大样图

附　件

1、编制单位营业执照；

2、项目编制委托书；

3、评审意见书；

1、前言

1.1 目的任务

安吉数字物流港是《安吉县物流业中长期发展规划》（2020-2030 年）提出的“一个核心区、一条发展带、多个作业点”现代物流产业空间布局中“一个核心区（安吉现代物流产业集聚发展区）”的重要组成部分，是支撑安吉物流业高质量跨越式发展的重大项目。是安吉县十四五期间大力推进的重大工程建设项目。

项目处于安吉经济开发区与湖州省际承接产业转移示范区安吉分区两大重点工业平台之间，具体位于西苕溪以东、杭长高速以北区块，紧邻 G235 国道和 S306 省道。规划占地面积约 900 亩，因为政策处理，土地审批等问题，需要分期实施。根据委托方提供的安吉数字物流港分期实施计划，本期启动工程，主要工作内容为“核心区”的重点物流园区项目红线范围内山体土石方开挖，该项目总占地面积为 636301m^2。

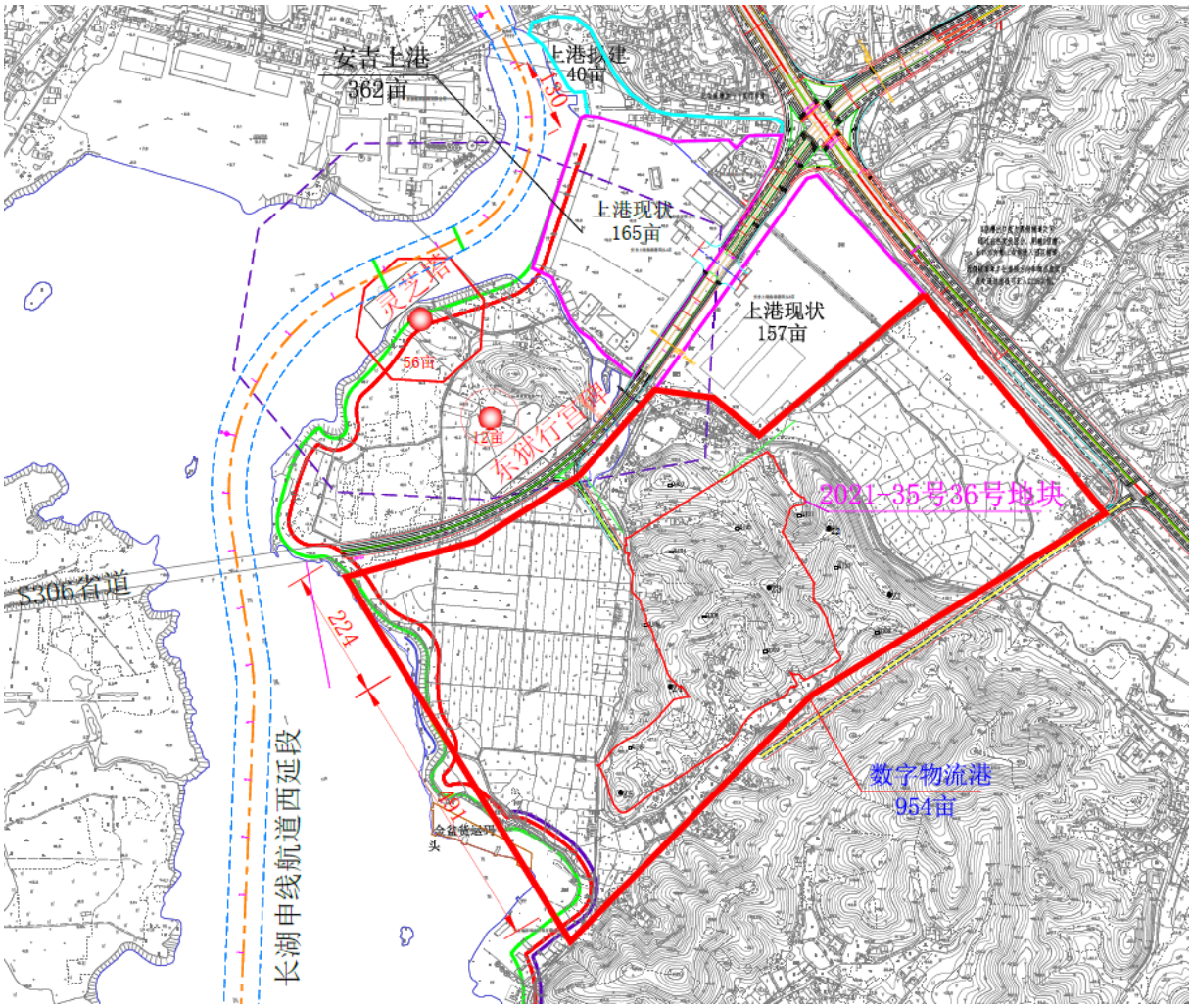

图 1　数字物流港项目地理位置图

受安吉交投开发建设有限公司委托，浙江久核地质生态环境规划设计有限公司在用地红线范围内，对安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场平工程）项目进行地质调查，在确定的红线范围内，依据项目区范围估算可开挖的土石方量，确定主要开挖方案，并编制《安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场平工程）项目土石方开挖实施方案》。

依据委托书任务要求，根据开挖范围内可开挖的土石方量进行开挖方案设计。工程项目区底标高按照业主提供的最终设计图纸为准（图纸均以业主提供为准），坡顶以征地红线为准，终了边坡留设在红线范围内。

1.2 设计依据、内容及原则

一、设计依据

本方案编制所依据的主要法律、法规、规章及规范性文件有：

1、行政法规

⑴《中华人民共和国矿产资源法》（1997 年 1 月 1 日起施行）；

⑵《中华人民共和国环境保护法》（自 1989 年 12 月 26 日起施行）；

⑶《中华人民共和国水土保持法》(自 2011 年 3 月 1 日起施行)；

⑷《中华人民共和国土地管理法》（自 2004 年 8 月 28 日起施行)；

⑸《中华人民共和国森林法》（自 1985 年 1 月 1 日起施行)；

⑹中华人民共和国森林法实施条例，（2000 年 1 月 29 日中华人民共和国国务院令第 278 号发布）；

⑺国务院令第 592 号:《土地复垦条例》；

⑻《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（自 1996 年 4 月 1 日起施行）；

⑼《矿山地质环境保护规定》(国土资源部令第 44 号，自 2009 年 5 月 1 日起施行)；

⑽《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，自 2004 年 3 月 1 日起施行）；

⑾《浙江省地质灾害防治条例》（浙江省人民代表大会常务委员会公告第 18 号，自 2010 年 3 月 1 日起施行）；

⑿《浙江省矿产资源管理条例》（2004 年 7 月 30 日）。

2、技术规范及政策文件

⑴参照《矿产资源开发利用方案编写内容要求》；

⑵《安吉县地质灾害防治规划》（2008～2015，安吉县人民政府）；

⑶《安吉县矿产资源规划》（2016~2020，安吉县人民政府）。

3、基础资料

⑴安吉交投开发建设有限公司的方案编制委托书；

⑵安吉县自然资源和规划局对该区块批复的红线范围图；

⑶项目区实地踏勘和调查所得资料；

⑷安吉数字物流港新建工程递铺街道 2021-35 号、36 号地块场平工程土方区块定位图、粗平土图（中国联合工程有限公司，2021.10）；

⑸安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场坪工程）开挖方量估算（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021.10）；

⑹上港码头二期扩建项目岩土工程勘察报告（详细勘察）（核工业华东二六七工程勘察院，2017 年 8 月）；

⑺安吉数字物流港项目矿产资源储量地质勘查报告（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021 年 4 月）。

二、设计原则

1、在确定方案时，遵循技术可行性和经济合理性的原则；

2、按照合理参数进行开挖和削坡，开挖后留下的坡面没有残留物，坡面平坦，保证边坡基本稳定；

3、依据业主提供的开挖红线及最终设计底图，开挖后形成的终了边坡在红线范围内留设，不得突破用地红线，对终了边坡进行相应的生态修复设计。

三、本次工作内容及完成工作量

接受任务后，我单位立即组织工作人员于 2021 年 10 月到现场进行实地调查与资料收集，并与委托方交换意见，于 2021 年 11 月完成了本方案。2021 年 11 月 8 日浙江久核地质生态环境规划设计有限公司组织专家进行了内审，根据专家意见修改完善后于 2021 年 11 月 9 日提交了最终方案。

表 1　　完成实物工作量一览表

工作内容	计量单位	工作量
实地调查范围	m^2	114058
地质观察路线	m	1500
地质观察点	个	20
照片	张	20

本方案设计的主要内容是：根据委托方确定的红线范围，设计终了临时边坡，依据提供的可开挖量；设计开拓及运输道路布置，项目区总平面布置、开采工艺、设备配置等。

1.3 工作区位置、交通及范围

1、位置及交通

安吉数字物流港项目递铺街道 2021-35 号 36 号地块场平工程位于安吉县城北侧约 7.5km 处（图 1、图 2）的安城镇，在西苕溪以东、杭长高速以北、S306 省道以南、S14 省道以西的适建区域，占地面积 130285.79㎡。项目区中心地理坐标为：东经 119° 42′ 05″，北纬 30° 42′ 31″。

图 1　工程项目区交通位置图

图 2　工程项目遥感卫星图

1.4 项目区自然地理、经济状况

1.4.1 自然地理

项目区处于安吉县北侧的安城镇，地貌类型上处于剥蚀丘陵区，自然山体呈北东—南西展布，范围内的最大高程为+63.67m，最低高程为 8.20~8.90m 左右，相对最大高差约 55.00m，山体地形自然坡度一般 20°～35°，山体植被发育，主要为乔灌木和草本，局部陡坡部位岩石裸露。

安吉县属亚热带海洋性季风气候，总特征是：光照充足、气候温和、雨量充沛、四季分明，适宜农作物的生长。2018 年全县年降雨量 1861.4 毫米，雨日 174 天，年日照时数 2061.5 小时，年平均气温 17.0℃，比上年高 0.1℃，年极端最高温度 37.8℃，极端最低气温为-9.1℃。

项目区西侧为西苕溪，是安吉县境内的最主要河道，河道宽度 120~400m，雨季勘查区地表水以坡面流为主汇入西苕溪。

1.4.2 经济状况

安吉县是第二批国家生态文明建设示范市县 、入选全国县域经济投资潜力 100 强、获评气候生态类国家气候标志、重新确认国家卫生县城（乡镇）。安吉县位于浙江省西北部，地处长三角地理中心，是上海黄浦江的源头、杭州都市圈重要的西北节点，县域

面积 1886 平方公里，下辖 8 镇 3 乡 4 街道，共 215 个行政村（社区）截至 2020 年末，安吉县户籍人口 47.07 万人，2020 年，全县实现地区生产总值 487.06 亿元，完成财政总收入 100.1 亿元，城乡居民人均可支配收入分别为 59518 元和 35699 元。经济较为发达。

项目区周边水、电资源充足，能满足未来工程建设的供水、供电要求，周边工业、农业及其他经济较发达，人民生活水平较富裕，劳动力资源充沛。

1.5 以往工作情况

项目区域周边以往区相关的地质工作主要有：

1、1974 年，安徽区调队在本区及广德地区开展 1:20 万区域地质调查工作，著有 1:20 万广德幅区调报告，对本区的地层、构造、岩浆岩及矿产作了较为详细的总结。

2、1985 年，省第一地质大队开展了“浙江省安吉县矿产资源概要”调查，对安吉县的矿产进行了系统的总结归类；

3、2007 年，安徽地调院在本区及宣德地区开展 1:25 万区域地质调查工作，著有 1:25 万宣德幅区调报告，对本区的地层、构造、岩浆岩及矿产作了较为新的详细的总结。

4、2017 年，浙江省第九地质大队进行了《浙江省安吉县矿产资源规划（2016-2020 年）》，对安吉的矿产资源进行了系统的总结和规划。

5、安吉数字物流港新建工程递铺街道 2021-35 号、36 号地块场平工程土方区块定位图、粗平土图（中国联合工程有限公司，2021.10）；

6、安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场坪工程）开挖方量估算（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021.10）；

7、上港码头二期扩建项目岩土工程勘察报告（详细勘察）（核工业华东二六七工程勘察院，2017 年 8 月）；

8、安吉数字物流港项目矿产资源储量地质勘查报告（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021 年 4 月）。

1.6 本次工作情况

本次工作包括野外调查工作和室内工作。我单位接受委托后，于 2021 年 11 月 1 日对安吉数字物流港新建工程递铺街道 2021-35 号、36 号地块场平工程项目进行了现场踏勘；特别是重点对红线范围项目区块进行地质调查。

2、项目区现状

场平工程红线范围多为原始地形，项目区交通便捷，项目区北侧毗邻省道 S306，西南侧有便道联通 S14（杭长高速），东北侧为安吉上港集装箱码头 B 区，周边存在多处居民点以及厂房。

3、项目区地质

项目区位于扬子准地台（Ⅰ）钱塘台褶带（Ⅱ），安吉—长兴陷褶带（Ⅲ），武康—湖州拗断褶束（Ⅳ）。

3.1 地层

区内分布的地层和岩石为第四系（Q）及志留系中统的唐家坞组（S_2t）。

①第四系（Q）地层主要分布在自然山体表部，岩性主要为含角砾粉质粘土，灰黄色，可塑，成分杂，含碎石和角砾，含量 5~15%不等，粒径 1~3cm 为主，成分为粉砂岩，多呈次棱角状。根据区域勘探资料，第四系残坡积覆盖层厚度 0~3.0m，平均垂直厚 1.37m。。

②唐家坞组分布于项目区全区，表现为北东—南西展布的自然山体。地层岩性以粉砂岩为主，呈灰黄色、灰色，中层~薄层状，受区域性构造影响，地层产状变化较大，倾向 59°~124°，倾角 32°~67°，中等风化岩石天然单轴抗压强度为 8.9-13.4MPa，属于软岩。

3.2 构造

根据野外调查结合浙江省地质调查院编制的《1/5 万安城镇幅地质矿产图》，项目区内无断裂分布。

区内节理裂隙较发育，主要有两组，产状：45°∠80°，密度 2~3 条/m，延伸约 3~8m；产状：290°∠55~70°，密度 2~4 条/m，延伸约 5~10m。节理面平直、闭合、裂隙中无充填物，风化较为剧烈部位则呈微张状。

3.3 表土、风化物划分

根据《上港码头二期扩建项目岩土工程勘察报告》（核工业华东二六七工程勘察院，2017.7.19）、《安吉数字物流港项目矿产资源储量地质勘查报告》（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021.7）及现场调查，红线范围内分为 5 个工程地质亚层，具体如

下：

①$_0$耕填土（mlQ$_4^3$）：成分杂，主要为粘性土、含较多植物根系，力学性质差，均匀性差，厚度一般为 0.3~0.5m，局部地段缺失。

③$_0$层含角砾粉质粘土（el-dlQ）：分布在山体表层，基岩裸露地段则缺失，灰黄色，可塑状，中压缩性，成分杂，含少量角砾和碎石，厚度一般 0.5~2.0m，地基承载力特征 f_{ak}=150kPa，边坡高度小于 5.0m 时的自稳坡率一般为 1:1.25 左右。

⑦$_1$全风化粉砂岩（S_2t）：灰黄色，风化剧烈，呈土状、砂状，具可塑性，厚度一般 0.50~2.00m，分布不均匀，大多地段缺失，地基承载力特征值 f_{ak}=200kPa，边坡高度小于 8.0m 时的自稳坡率一般为 1:1.00 左右。

⑦$_2$ 强风化粉砂岩（S_2t）：灰黄色，中层状，岩石破碎，厚度 0.60~13.60m，平均 5.08m，地基承载力特征值 f_{ak}=500kPa，边坡高度小于 8.0m 时的自稳坡率一般为 1:1.00 左右。

⑦$_3$中等风化粉砂岩（S_2t）：灰黄色、灰色，中层状，岩石较完整，岩石天然单轴抗压强度为 8.9-13.4MPa，边坡高度小于 8.0~15.0m 时的自稳坡率一般为 1:0.75 左右。

表 2　　中风化砂岩抗压强度统计表

层号	岩石名称	抗压强度实测值							
		fr(MPa)							
⑦$_3$	中风化砂岩	17-1238	17-1239	17-1240	17-1241	17-1242	17-1243	17-1244	17-1245
		12.2	10.7	13.2	8.9	13.4	10.6	10.1	10.2

根据《安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场坪工程）开挖方量估算报告》（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021 年 10 月），本项目开挖面积约为 130335.25㎡，估算第四系剥离物量 178559㎥（即 17.86 万 ㎥）；宕碴方量 1824781㎥（约合 437.95 万 t），回填方量约 7160㎥。

3.4 水文、工程地质条件及开采环境简评

1、水文地质条件

项目区属剥蚀低丘地貌，根据地下水的赋存条件、水理性质、水力特征，将地下水划分为松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水两种类型

基岩裂隙含水层和第四系残坡积松散堆积物含水层，其含水性、透水性一般，属弱

含水层，地下水水位远高于当地侵蚀基准面，在露天开采时地形较有利于自然排泄，且以片流排泄为主，基本可以自然疏干，对山体开挖工程影响程度轻微。

综上所述，项目区内水文地质条件简单。

2、工程地质条件

项目区内广为粉砂岩、泥质砂分布，岩石类型相对单一，上部强风化层厚度一般，节理较发育，但透水性差，在自然状态下，稳固性较好。根据项目区工程地质条件现状，边坡开挖和终了时，影响其稳定性的主要因素为结构面（层面、节理面），属Ⅳ～Ⅲ级结构面，是一构造薄弱面，在节理密集地段易形成崩塌及掉块现象。因此，应密切注意节理面滑动的产生，对主要节理密集地段采取预防措施。

综上所述，项目区内工程地质条件属中等复杂类型。

3、开采环境地质条件

（1）区域地壳稳定性

依据最新颁布的《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，项目区所在区域地震动峰值加速度为 0.05g，对应的地震基本烈度为Ⅵ度。因此，项目区处于地震地质环境较稳定的区域。

（2）环境条件

拟开挖区北侧距离 S306 省道为 94m 左右，东北角位置距离居民区 45m 左右，均不符合爆破安全距离；拟开挖区其它地段距离道路、航道、居民区可达到 300m 以上。

山体开挖过程中应根据实际周边情况，选者合理的开挖方式。

（3）岩土体稳定性评价

项目区沟谷延伸短，山体植被发育，水土流失程度弱，近地表覆盖层厚度 0~3.0m，平均 1.37m，结构松散；基岩强风化厚度 0.60~13.40m。本项目实施时为露天开挖，开挖前采取剥离先行的原则，自上而下分层开采并分装分运，一般不会引发地质灾害。但由于局部强风化层厚度较大，节理裂隙较发育，结构面与临空面组合不稳定，在采矿爆破震动等因素影响下，局部可能引发小规模崩塌、滑坡地质灾害，因此山体开挖期间应及时清理危岩体。

4、主要建设方案的确定

4.1 开挖方式

项目区水文、工程及环境地质条件简单，且地形、赋存条件和建设特点等各方面都适宜山坡露天开挖。

根据项目区红线范围资源情况，本次开挖采用机械开挖、自上而下水平台阶式开挖方式，台阶开挖高度 5m～10m, 自下而上第一级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；第二级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；之后每一级高度均按 5 米控制，坡率为 1:1.25。每级边坡之间设置 2 米宽平台。修建挖机便道至顶部进行剥离削顶，并在+40m 平台形成首采平台，然后向西南开拓，自上而下开挖形成宕底平台(1-1 场地设计平土标高 10.45m；1-2 场地平土标高 12.00m；1-3 场地平土标高 12.95m；1-4 场地平土标高 13.45m；1-5 场地平土标高 11.45m；2-1、3-1、4-1 场地平土标高 14.15m；5-1 场地平土标高 14.65m)。

4.2 开挖境界及设计开挖量

一、露天开挖最终境界

1、境界确定原则

①依据征地红线为终了边坡坡顶，自下而上第一级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；第二级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；之后每一级高度均按不超过 10 米控制，坡率为 1:1.25。每级边坡之间设置 2 米宽平台（见开挖终了平面图）。

②根据委托书，底标高 1-1 场地设计平土标高 10.45m；1-2 场地平土标高 12.00m；1-3 场地平土标高 12.95m；1-4 场地平土标高 13.45m；1-5 场地平土标高 11.45m；2-1、3-1、4-1 场地平土标高 14.15m；5-1 场地平土标高 14.65m。（依据业主提供最终设计图）。

③上部最终境界线为终了边坡坡顶。

2、境界圈定构成要素（见下表 3）

表 3　　设计境界构成要素表

序号	名称		单位	数值
1	开挖境界规格	南北向最长	M	609
		东西向最宽	M	407
		红线面积	M^2	130335.25
		底平台面积	M^2	116094.30

2	上部境界最高标高	M	+64m
3	下部境界最低标高	M	+9.45m
4	底平台至上部平台台阶高度	M	5～10m
5	终了台阶坡面角	°	53°
5	终了边坡角	°	53°

二、设计开挖量

开采技术条件

最低开采标高：底标高 1-1 场地设计平土标高 10.45m；1-2 场地平土标高 12.00m；1-3 场地平土标高 12.95m；1-4 场地平土标高 13.45m；1-5 场地平土标高 11.45m；2-1、3-1、4-1 场地平土标高 14.15m；5-1 场地平土标高 14.65m。。

台阶边坡自下而上第一级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；第二级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；之后每一级高度均按不超过 10 米控制，坡率为 1:1.25。每级边坡之间设置 2 米宽平台。

本次根据委托书要求，土石方开挖量参照《安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场坪工程）开挖方量估算报告》（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021 年 10 月），本工程总开挖量为 2003340m^3(约 200.33 万 m^3)，其中剥离物估算方量 178559m^3（即 17.86 万 m^3）；宕碴方量 1824781m^3（约合 437.95 万 t），回填方量约 7160m^3。

依据业主委托要求，本工程开挖期为 24 个月，方案预计自 2021 年 11 月开始，扣除休息日及恶劣天气影响，按 30 天/月算，总的工作日约为 720 天，每天 1 班，每班 8 小时作业。项目区总的土石方量为 2003340m^3，按工作 720 天计，平均日开挖量为 2782m^3。

4.6 开拓运输方案

一、开拓运输方案确定

根据本区地质、地形、开挖总量和工程时间，本次开拓运输方案采用挖机装车、汽车装载运输方式。总体推进方向由北东向南西推进。

二、运输公路

1、运输方式及道路

根据本项目的时间及实际情况，采用道路开拓-汽车运输方式。

外部运输道路采用项目区西南侧便道（连接 S306 和 S14）外运。

2、道路等级确定

根据项目区至外部运输道路现状及生产计划，矿区设置了 1 条运输道路。经过计算，运输单向行车密度为 73 辆/时，行车密度计算，参照《厂矿道路设计规范》（GBJ22—87），项目区至外部两条运输道路等级应为Ⅱ级。

N=K×Q/（S×C×H×G×K1×K2）/A=1.1×（2003340×2.2）/（8×1×720×15×0.85×0.9）/1=20.4　取值 73 辆

式中：

K—运输不均衡系数，取 1.1；　　Q—运量约 440.73 万吨（宕渣小体重按 2.2t/m^3 计）；

S—班工作时，8 小时；　　C—日工作制，1 班；

H—工作日，720 天；　　G—汽车载重，15 吨；

K1—时间利用系数，0.85；　　K2—载重利用系数，0.9；

A—运输道路条数，1；

根据行车密度并结合工程实际情况、根据有关规范对路面设计的相关要求，依据选用车辆的车型宽，确定为道路双车道，路面宽 8m，线路最大纵坡≤8.0，最小转弯半径 25m，内部采用泥结碎石路面。道路靠近悬空侧需设置安全车挡，保证车辆行驶安全。

运输道路需构筑有安全车档、道路排水沟、警示标志、限速标志，在道路内侧设置照明。

3、线路布置

内部上山运输道路布置：从项目区西北侧+10m 修至+40m 开采运输平台，运输线路全长约 432m，平均纵坡率为 6.9%，路面宽约 8m，泥结石路面。

内部上山便道布置：从+40m 运输平台修至边坡顶部进行剥离削顶，供挖机上下及平台开挖作业。

5、总平面布置

5.1 总平面布置原则

1、全盘考虑，合理布置，节约用地，避免对生态的二次破坏。

2、为项目区开挖后场平工程建筑用地的利用创造条件。

根据上述拟定的开挖方案和地形条件，总平面布置包括：开拓运输系统、采场、公用工程等部分。

5.2 总平面布置内容

包括露天项目区、临时堆土场、内外部运输道路、公用工程等。

1、露天项目区

本区开挖场目前为山坡露天式，方案设计开采底标高 1-1 场地设计平土标高 10.45m;1-2 场地平土标高 12.00m;1-3 场地平土标高 12.95m;1-4 场地平土标高 13.45m;1-5 场地平土标高 11.45m；2-1、3-1、4-1 场地平土标高 14.15m；5-1 场地平土标高 14.65m。上部最高+64m，项目区南～北向最长 609m，东～西向最宽 407m，开挖范围面积约 130335.25m^2，项目区内无固定生产设施。

2、临时堆土场

本项目不设置固定临时堆土场，可在附近选择合适地点，堆放剥离表土用于后期边坡治理与生态恢复，开挖后的风化砂岩砂石随采随运。

3、内外部运输及道路

①外部运输道路：利用区内现有道路及外部乡村公路。

②内部开拓运输道路：采用泥结碎石道路，道路出口设置车辆轮胎清洗池和冲洗装置。

4、公用工程

排水：本点为山坡露天开挖方式。汇水面积包括主要为现有采坑区及部分开采山坡区范围，项目区地表水以片流排泄为主，自然排泄条件较好。

办公区：可在项目区界外边界区域搭建彩钢板房。

用电、用油、用水：本点采掘设备大部分使用柴油，可从外部购入，用电主要用于办公区办公及生活照明，用电用水可就近连接，或直接利用。

6、土石方开挖

6.1 土石方开挖工艺

开挖过程按先后顺序可分为：自上而下分层开挖、装载运输二部分。简述如下：

1、开挖工作

开挖时，自上而下分平台进行，首先形成+15m 开采运输平台，由北东向南西，向西南推进，直至形成终了边。剥离表土可集中堆放在临时堆土场，以备后期平台绿化植

树用土。

2、装载运输

本设计采用挖机及铲车运输装载，配 15T 自卸车运输、采用铲车装载；开挖的土石方进行外运或销售。

6.2 采掘设备的配置

现设计以沃尔沃 EC350D（斗容 1.6m^3）、载重 15T 的汽车进行设备效率计算如下：

1、挖掘机台班生产能力

$$Q_B = \frac{3600TEK_m\eta}{tK_S} \times \beta$$

式中：Q_B——挖掘机台班生产能力，m^3/台班

T——每班作业小时数，8；

E——铲斗容量，1.6m^3；

K_m——铲斗装满系数，0.85；

η——挖掘机工作时间利用系数，0.85；

K_s——物料在铲斗中的松散系数，1.3；

t——挖掘机装车的一次循环时间，30 秒；

β——体重，平均算 2.2 吨/m^3（土石方混合）

根据上述参数可计算：

Q_{EC350D}=854m^3（1708 吨）/台班

需配备挖机数量：2782m^3/854 m^3≈3 台，考虑到剥离及填方需要，需另配置 1 台 EC350D 或类似的挖掘机设备。

2、汽车台班生产能力

本方案配备 15 吨矿用自卸汽车，并以此进行运输能力计算。

（1）自卸汽车台班运输能力计算

$$A = \frac{60 \times Q \times T}{t} \times K_1 \times n = \frac{60 \times 15 \times 8}{30} \times 0.9 \times 0.85 = 183.6t/台班$$

式中： A——自卸汽车台班运输能力，吨/台班；

Q——自卸汽车的载重量，15 吨；

T——班工作时间，8h（1 班制）

T——自卸汽车运输周期（包括装卸、来回运输、进出场地、等待等，取30min）；

K——自卸汽车装重系数，取 0.9；

N——自卸汽车工作时间利用系数，取 0.85。

（2）自卸汽车的需求量

日开采量=开采总量/日作业天数=2003340*2.2/720=6121 吨/天

$$N=\frac{KcQ_1}{C\varepsilon}$$

式中：K_C—运输不均衡系数，取1.2；

Q_1—每班产量，6121吨；

ε—自卸汽车出车率，取0.9；

C—自卸汽车台班运输能力，183.6吨/台班；

经计算，需配备 15 吨的自卸汽车 44 辆，可满足内部生产需求。

运输车辆汽车尾气须经检测达到尾气排放标准，未能达到排放标准的须设尾气净化器。矿用自卸汽车建议至少每辆应配置 1 只灭火器。

经计算得本工程所需挖机和汽车数量。考虑到运输、修理及铲装的需要，另需配置 1 台挖掘机和 2 辆汽车。故共需配备 4 台挖掘机和 46 辆汽车，可采用向社会租用。

6.3 主要开挖设备配置

表 4　　需配置主要设备一览表

序号	设备名称	规格型号	数量	备注
1	挖掘机（炮头机）	斗山-DH500	2 台	破岩
2	单斗挖掘机（装载）	沃尔沃 EC350D	2 台	翻碴、装运
3	自卸汽车	15t	46 辆	运输
4	洒水车		2 辆	道路洒水
5	轮胎冲洗装置		1 套	

6.3 开采技术指标

1、服务时限及工作制度

根据委托要求本工程开挖期为 24 个月，自 2021 年 11 月开始，扣除休息日及恶劣天气影响，按 30 天/月算，总的工作日约为 720 天，每天 1 班，每班 8 小时作业。

2、人员安排

表 5　　项目从业人员配置表

序号	岗位（工种）	人数	备注
1	行政和技术管理人员	3	（含生产及安全组长）
2	项目专职安全管理人员	2	经过安全技术培训、具上岗资格
3	挖掘机	2	租赁
4	装载司机	2	租赁
5	汽车驾驶员	46	租赁
6	生产辅助工	2	道路养护等
7	洒水车司机	2	
8	后勤	2	
合计		61	

需从业人员为 61 人。上述人员配置为该开挖项目正常运作需要人数，实际开挖时，部门人员可由施工方临时组织，但是上述从业人员需全部经上岗培训并持证上岗，且特种工种相关人员必须持有特种作业人员资格证书。

7、生产安全

7.1 组织管理

1、安全生产管理机构

为确保建设项目各项安全制度和安全管理措施的落实，施工单位应在工程所在地设置项目部，并委托具有相应资质证书，具体负责装、运输。建立安全生产管理机构和配备专职安全生产管理人员；项目部负责人受本单位法定代表人委托行使相关职权，但不得再次设立委托管理人；应保证每个作业面、每班必须确保都有专职安全管理人员；建立每个工作面每班配备不少于 1 名专职安全管理人员。

如果由采掘施工企业实行总承包开采的，现场的安全管理由总承包单位负责；采掘施工企业按照规定对工程进行分包的，应经业主同意；采掘施工企业当与分包单位签订安全生产协议，不得将所承包的工程分包给无资质的单位和个人。

采掘施工单位项目负责人、专职安全管理人员须经专门的培训考试，并取得相应的安全资质证书。

项目部必须根据必须根据生产需要配备采矿、地质、测量等相关专业技术人员，项

目技术负责人要定期组织召开技术分析会议，特殊情况下要随时召开，及时研究解决安全生产技术问题。

施工企业必须根据单位设置，配备相应的特种作业人员（电工、电焊工等），做到所有特种作业人员持证上岗。

建设单位与采掘施工单位的专职安全管理人员的配备应符合国务院安委会《关于进一步加强安全培训工作的决定》文件的要求，专职安全管理人员应具备相关专业中专以上学历或中级以上专业技术职称、高级工以上技能等级，或者具备注册安全工程师资格；各类特种作业人员要具有初中及以上文化程度。

2、事故应急救援措施及组织

施工企业必须建立值班制度，设立应急救护方案，成立应急救护队，负责本项目发生安全事故时的应急救护工作；建立项目医疗急救组织，并可与当地医疗组织签订协议，配备必要的设备及药品。事故企业应定期组织职工进行应急救援预案的演练。应按要求提取安全技术措施专项费用，以保证安全生产设施建设资金的投入。

3、从业人数及其安全教育培训工作

项目主要负责人、安全生产管理人员均通过培训并取得安全生产管理资格证，每年均按要求进行了再培训；对新上岗的从业人员按培训时间进行了培训；其他从业人员上岗作业前均经安全生产“三级”教育和培训。企业规定未经安全教育和培训合格的其他从业人员，不上岗作业；从业人员调整工作岗位，均进行专门的安全教育和培训。

项目电工、焊工、汽车司机、装载机、挖掘机司机、推土机司机等特殊作业人员，经过专门培训经考核合格取得相应的资格证，持证上岗。

施工企业应在项目生产不同时期、不同生产条件对职工进行安全培训和安全教育，进行生产工序和劳动保护教育，普及安全知识和安全法规知识，进行技术和业务培训。新职工必须进行至少 72 小时安全培训，每年进行至少 20 小时的再培训。

7.2 安全管理技术措施

1）项目业主应与委托的采掘公司签订安全协议，明确各自的安全生产管理职责，并将委托承包单位纳入本企业的安全管理体系。

2）企业应按照标准化要求进一步完善安全生产台帐记录。

3）所有特种作业岗位都应设置具有有效特种作业操作资格证的人员（特种作业操作证的有效期为 6 年，每 3 年复审 1 次。），特种作业人员必须持证上岗。

4）企业应按照《关于印发 2012 年非煤矿山安全生产标准化推进工作方案的通知》（浙安监管矿〔2012〕23 号）的要求开展安全生产标准化创建工作。

5）企业应按《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财企[2012]16 号）要求，按每吨不少于 2 元的规定，进一步规范提取和使用安全生产费用。

7）加强对职工应对地质灾害、事故教育，并对职工进行自救互救的培训，学会事故各阶段的处理方法、学会救护他人、保护自己的方法。

8）企业应在每年初制定全年安全培训计划，并按计划组织落实。

9）企业必须坚持安全大检查制度。每月至少检查 2 次，采场每月至少检查 3 次。对检查出的安全隐患等问题，限期整改解决。

10）对有职业危害的场所进行定期检测，具有防止职业危害的具体措施，并按规定为从业人员配备符合国家标准或行业标准的劳动防护用品。

11）对作业环境安全条件和危险性较大的设备进行定期检测检验，有预防事故的安全技术保障措施。

7.3 作业安全措施

1、挖机、铲车等机械设备安全运行保障措施

①工作前应对机器进行认真检查，确认各部件齐全完好，各操纵杆放置正确，方可启动。在机器周围无行人和障碍物，试挖数次确认正常后，方可开始作业；

②工作时，任何人员不得在其工作范围内停留或通过。无关人员禁入驾驶室。作业时，挖掘机应处于平衡位置；

③在超高工作面作业时，应预先作好施工安全防护措施，挖掘机应有可靠的安全退路，工作面不得留有伞檐及松动的大岩石，如发现有塌方危险，应立即将挖掘机撤至安全地带；

④司机离开驾驶室时，不论时间长短，铲斗必须落地，严禁在坡道上变速和空档滑行。作业后，机械应停放在安全平坦的地方，将机身转正，落下铲斗；

⑤严禁挖掘机在运转中调整悬臂架的位置。不得铲装超过斗容的大块岩石；不得用铲斗冲砸大块岩石，不得用铲斗去挑挖工作面上的浮石和伞檐；

⑥严禁在同一垂直工作面上下同时作业，挖机作业平台宽度大于 30m；

⑦两台挖掘机在同一平台作业时，应不小于其最大挖掘半径的 3 倍，且应不小于 50m；

⑧用挖掘机或前装机铲装时，悬臂和铲斗下面及工作面附近，不应有人停留；挖掘机、前装机铲装作业时，铲斗不应从车辆驾驶室上方通过。装车时，汽车司机不应停留在司机室踏板上或有落石危险的地方；

⑨进行挖机作业时，需有专人进行指挥。

2、运输车辆安全运行保障措施

①严禁带病、报废车辆进场运输；

②装有石料的车辆，禁止在车斗上同时载人；禁止车辆超速、超载行驶；

③车辆行驶必须严格遵守交通规则，车辆驾驶员不得疲劳驾驶，无证或持与所驾车型不符的驾驶证驾驶车辆；

④车辆进入项目区必须服从现场指挥人员调度，严禁抢道；

⑤出场道路中运输的车辆遇到人员时，应停车让人通过；

⑥驾驶室外平台、脚踏板及车斗不应载人，不应在运行中升降车斗；

⑦雾天或烟尘弥漫影响能见度时，应开亮车前黄灯与标志灯，并靠右侧减速行驶，前后车间距应不小于 30m。视距不足 20m 时，应靠右暂停行驶，并不应熄灭车前、后的警示灯；

⑧冰雪或多雨季节道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶；前后车距不小于 40m；拖挂其他车辆时，应采取有效的安全措施，并有专人指挥；

⑨正常作业条件下，同类车不应超车，前后车距应保持适当。生产干线、坡道上不应无故停车；

⑩自卸汽车进行工作面装车，应停在挖掘机尾部回转范围 0.5m 以外，防止挖掘机回转撞坏车辆。汽车在靠近边坡或危险路面行驶时，应谨慎通过，防止崩塌事故发生；

⑾装车时，不应检查、维护车辆；驾驶员不应离开驾驶室、不应将和手臂伸出驾驶室外；

⑿不应采用溜车方式发动车辆，下坡行驶不应空档滑行。在坡道上停车时，司机不应离开；应使用停车制动，并采取安全措施；

⒀运输道路外侧筑好安全挡坝，设置交通安全警示标志，做好路面养护。

⒁运输公路弯道以及与主干公路交岔处应按交通部门的规范要求设立标志。车辆要鸣号，限速行驶。

3 劳动保护

1）开采施工企业应为职工投保必要的险种，为职工做好人身保险工作。

2）按规定为从业人员提供符合国家标准或行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按使用规则佩戴、使用。

3）接触粉尘和噪声的一线人员，应定期检查身体，发现有矽肺病征兆及听力下降的要立即治疗。

4）在项目区要配备一些常用的药品，如防暑、伤口包扎等药品。

5）暑期应调整露天作业时间，并发放防暑降温物品。

6）企业饮用水必须符合国家规定的生活水标准。

7.4 其他作业安全措施

1、边坡稳定性分析

现状边坡：开挖范围内现状边坡为自然山体边坡，坡度高差不大，植被发育，现状自然斜坡为基本稳定边坡。

开挖边坡：由项目区风化层较厚，局部节理、裂隙比较发育，呈微张或闭合，风化物多呈砂状，或碎石状。在开挖过程中，局部地段会产生上部岩石掉块的现象，临近边坡作业时，需注意安全。

终了边坡：终了边坡在项目区北侧、南侧、东侧和西侧形成终了边坡，边坡高度 5～10m，自下而上第一级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；第二级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；之后每一级高度均按不超过 10 米控制，坡率为 1:1.25。每级边坡之间设置 2 米宽平台。

2、边坡稳定防治措施

①开挖时必须严格按设计要求的参数实施，严禁产生超挖现象；一般情况下，可视情况放缓终了边坡角，确保一期终了边坡的稳定。

②加强边坡的管理，加强观察，发现问题及时处理，对破碎严重和节理发育地带附近，应特别引起重视，并根据实际情况采取边坡加固或放缓边坡角等措施。

③开挖过程中，对剥离物先行剥离，再对下部进行开挖。在开挖中要按设计的边坡角进行施工，并留足够的安全宽度，并做好对坡面的观察。

3、安全生产辅助设

为了减少项目区施工期间对周边环境的影响，保证周边人员安全，在项目区西侧紧邻道路，南侧、西侧靠近厂房应设置安全防护栏，防止开挖过程中零星滚石；项目区进口位置设置安全警示标志及项目告示牌防止周边人员随意进行施工区域。

4、项目救护队

项目部必须建立值班制度，成立以采掘施工项目部领导为组长的指挥机构，并设立应急救援办公室，日常工作由安全员兼管。

建立项目医疗急救组织，制定应急救援预案，以保证项目区及职工生命财产安全，防止突发重大事故发生，并能在事故发生后得到迅速有效地控制和处理。应急救援预案应做到“以防为主，防救结合”及“预防为主、自救为主、统一指挥、分工负责”。企业应设立应急救护方案，必须与就近的专业救护队签定救护协议，并可与当地医疗组织签订协议，作为应急救援的定点医院。

5、事故应急救援措施

本项目可能会发生的事故有物体打击、边坡坍塌、高处坠落、爆炸伤害、车辆伤害、机械伤害等，为减小事故损失和事故引起的人员伤亡，企业应参照《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》(AQ/T9002-2006)完善应急救援方案（或应急救援措施），并按规定要求进行事故应急救援方案演练。企业应根据本矿实际情况，制定事故应急救援措施：

1）完善编制的应急预案：应根据露天开挖存在风险的种类、事故类型和重大危险源的情况，完善综合应急预案和相应的专项应急预案。

2）应急演练：每年至少组织一次应急综合预案或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。

3）组织员工尤其是新进矿工人学习应急救援措施，使员工明确事故发生时，应采取的措施及救援程序；定期组织本企业应急救援的演练。

4）在发生生产事故时，迅速组织有关人员进行自救和撤离现场与救援无关的人员和设备，对伤员应尽快送往最近的医疗机构进行进一步的救护。救援同时应负责对事故现场的保护。

5）发现事故时或在救助的同时，口头（电话）向政府有关部门报告。当现场救助力量不够时，请求支援。

8、终了边坡治理

开挖终了在北侧形成三级边坡：自下而上第一级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；第二级边坡高度 10 米，坡率为 1:0.75；之后每一级高度均按不超过 10 米控制，坡率为

1:1.25。每级边坡之间设置 2 米宽平台。依此开挖标准圈定出开挖宕底。宕底标高 1-1 场地设计平土标高 10.45m；1-2 场地平土标高 12.00m；1-3 场地平土标高 12.95m；1-4 场地平土标高 13.45m；1-5 场地平土标高 11.45m；2-1、3-1、4-1 场地平土标高 14.15m；5-1 场地平土标高 14.65m。

最终边坡形成后，需要对边坡进行复绿设计，边坡采用以厚层基材喷播复绿技术进行复绿。设计：喷播厚度 12cm，种子选择以适应性强的灌木为主、草灌结合。喷播用土壤以富含本地植物种子的表层土或种植土为主。治理后边坡面积为 23160 ㎡，平台面积为 2450 ㎡。

沿设计宕底线外扩 2m 设置挡土墙，在挡土墙外侧设置排水沟。

一、边坡复绿工艺

1、包塑镀锌铁丝网挂网+厚层基材喷播

（1）工艺流程

工艺主要包括清坡、放样、锚钉成孔、安装、挂网、潮润坡面、喷射基材、滴灌系统安装、植被种植、交验前养护管理等，其工艺流程见详图 8-1

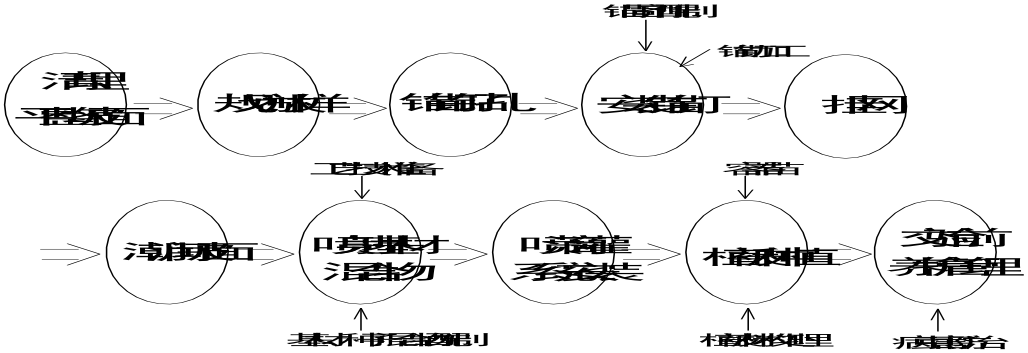

图 8-1　单层网+厚层基材喷播工艺流程

（2）主要施工工艺及技术措施

①固网短锚钉制作、安装

在坡面清理、平整完成后，按设计规划进行放样，挂网短锚钉采用 C14 钢筋制作，钢锚钉拟采用“L”形，长 230-480mm，其中锚钉露出坡面长度为 8cm，入岩长度 150~400mm，按设计布置锚钉孔位，锚钉间距为 500×500mm，用电钻或风钻凿孔，钻孔方向与坡面垂直，孔径为 30mm，钻孔深度超深 2cm，孔深 170~420mm。成孔后，用注浆机将 7.5＃的水泥砂浆注入孔内，再将锚钉插入孔中，使锚钉与水泥砂浆紧密结合。锚钉安装时，应长短交错。

②包塑镀锌铁丝网铺设和加固

在固网短锚钉制作、安装固定之后方可进行包塑镀锌铁丝网铺设。为防锈和延长网的使用寿命，特采用 14#PVC 包塑镀锌铁丝网，其中铁丝丝径≧2mm，网孔尺寸为 5cm×5cm。铺设时网应当拉紧，网间搭接长度不小于 10cm，并每隔 30cm 用 18＃镀锌铁丝绑扎，网与坡面的间隙不小于 6cm。坡顶延伸 100cm，开沟并用 C14，长度大于 50cm（松散层、风化层厚度较大时，加大锚钉长度，确保坡顶铁丝网稳固）的桩钉固定后回填，顶部锚钉分布位置为 2m×2m 的 4 个角上各 1 个。坡顶固定后，挂网自上而下铺设，注意坡顶网材延长 100cm，采用 C14 锚钉加固后将网材覆土下压。

对局部不平顺坡面应增加锚钉密度，以保证铁丝网贴附坡面；对边坡上部岩石风化程度较高的坡面，应增长锚钉，以保证铁丝网与坡面牢固结合。

③厚层基材喷播

A、拌和基材混合物

上述安装程序完成后，经检验合格后方可进行厚层基材的喷播施工，混合材料的配比（重量比）见表 13，基质理化技术指标见表 14。

表 6　　边坡喷播用基质原材料配合比

材料名称	壤土	泥炭土	谷　壳	蛭石	有机肥	复合肥	磷　肥	保水剂	粘合剂	微生物
材料用量	100 kg	16 kg	5 kg	3 kg	20 kg	30 g	50 g	35 g	35 g	100g

注： 施工时可根据现场情况和施工经验在粘合剂等用量上作适当调整。

表 7　　基质理化技术指标

类别	检测项目	单　位	方法依据	基准范围
物理性能	基材平均厚度	cm	坡面随机取 20 点	≥12
	基质平均硬度	硬度指数	山中式硬度计	10～22
	容重	g/cm3	《土壤农化分析》	0.8～1.2
	龟裂宽	cm		≤0.5
	基质侵蚀面积	%		无沟蚀
化学性能	有机质	g/kg	LY/T 1237-1999	≥40.0
	全氮	g/kg	LY/T 1228-1999	≥2.5
	全磷	g/kg	LY/T 1232-1999	≥1.0
	全钾	g/kg	LY/T 1234-1999	≥20.0
	速氮	mg/kg	LY/T 1229-1999	≥150
	速磷	mg/kg	LY/T 1233-1999	≥100

	速钾	mg/kg	LY/T 1236-1999	≥250
	pH		LY/T 1239-1999	5.5～7.5
	电导率（EC）	mS/cm	《土壤农化分析》	0.2～3.0
	阳离子交换量（CEC）	cmol/kg	《土壤农化分析》	≥12.0
备注	检测结果（除基质层平均厚度外）以风干样计。			

B、进料

采用人工进料的方式。共两次喷播。第一次喷播进料为基材混合物（不含种子），将晒干的泥炭土、腐殖土（过筛）和木（草）纤维、保水剂及缓释复合肥、粘合剂等绿化基材按设计比例依次倒入混凝土搅拌机料中搅拌，用搅拌机搅和均匀，搅拌时间不少于 1min。要求绿化基质材料配合要达到良好的多孔性、渗透性、吸水性、保水性、保肥性、抗冲刷性和长效性。将拌和均匀的基材混合物与适量的水倒入喷射机进行喷射。

第二次喷播进料为基材混合物+含种子将晒干的泥炭土、腐殖土（过筛）和木（草）纤维、保水剂及缓释复合肥、粘合剂等绿化基材和植物种子按设计比例依次倒入混凝土搅拌机料中搅拌，用搅拌机搅和均匀，搅拌时间不少于 1min。要求绿化基质材料配合要达到良好的多孔性、渗透性、吸水性、保水性、保肥性、抗冲刷性和长效性。将拌和均匀的基材混合物与适量的水倒入喷射机进行喷射。

C、喷射

尽可能从正面进行，避免仰喷，凹凸部及死角部分要充分注意。基材混合物的喷射分二次进行，第一次喷射不含种子的基材混合物，用喷射机械将混合材料加水及 PH 缓冲剂等，大压力、大比重喷射至岩石面上，以保证铁丝网与岩层间不留空隙并与坡面充分接触，喷播基质层厚度平均不小于 120mm。第二次喷射含种子的基材混合物，喷附到第一次喷附固结的混合材料上，厚度为 20mm。对喷射范围作标志线，计算出喷射区的面积，根据材料配比计算出所需基材混合物的总量。喷射按自左至右、从上到下的顺序进行，确保无任何漏喷。

在坡面上喷播基质层厚度平均为 120mm 以上。鼓励基质层能做得厚的地方尽量厚一点，这样植物生长好，更能应对坡面缺水和高温干旱，以后养护管理上也能节省投入。

D、客土喷播植物种子选择：

a、植物种类的选型原则

① 冷季型草和暖季型草结合（适应冬夏气候）；

② 豆科和非豆科结合（豆科根瘤菌固氮）；

③ 草本和木本结合（固土和抗旱能力不同）；

④ 落叶植物和常绿植物结合（冬季不全枯黄）；

⑤ 乔、灌、草、花结合（立体多层次绿化）；

⑥ 深根与浅根植物结合；

⑦ 植物搭配的多样性原则；

⑧ 普通树种和色叶树种的搭配；

⑨ 外来种与乡土种的恰当组合；

喷播用种子配合比（种子掺入基质材料中搅拌混合后喷入坡面）按表 15。

表 8　　喷播植物种子名称及配比

序号	植物名称	用量（g/m²）	备注	序号	植物名称	用量（g/m²）	备注
1	紫穗槐	1.5	灌木，合计 14g/m²	11	狗牙根	1	草本植物，合计 7.5g/m²。高羊茅为矮生耐旱型
2	盐肤木	2		12	紫花苜蓿	2.5	
3	美丽胡枝子	2		13	高羊茅	3	
4	构树	2		14	白三叶	0.5	
5	多花木兰	1		15	野菊花	0.5	
6	伞房决明	0.5		16	刺槐	1	乔木，合计 5g/m²
7	小腊	1		17	臭椿	0.5	
8	荆条	0.5		18	马尾松	1	
9	马棘	2		19	女贞	1.5	
10	火棘	1.5		20	合欢	1	
				合计		26.5	

注：在满足植物种类选择原则的条件下，可根据施工时间进行适时调整品种、用量。喷播前应做种子发芽试验，发芽率达 90%以上方可使用，对难发芽的植被种子使用前应作催芽处理。

④坡面常绿和彩色树种苗木补植绿化

为保证由喷播种子生长出来的木本和草本植物在冬季即使落叶或枯黄后坡面上仍有绿色存在，以及平时季节有彩色或开花树种，对在喷播后的边坡结合坡面条件，栽种女贞、小叶女贞、侧柏、桧柏（蜀桧）、红叶石楠、枫香、青冈、木荷、云南黄馨、小腊、继木、夹竹桃等抗旱常绿多彩植物。种植密度为株高 20～40cm 容器苗，每 4 平方米面积 1 株。栽植植物按适地适树原则混合分散种植，以营造自然野生式景观。

8、辅助工程

一、挡墙

为防止最终坡脚产生松动，预防崩塌落石等灾害的发生，减少治理区内水土流失，设计在宕底最终坡脚外侧设置挡土墙。挡墙结构与规格以足以抵挡边坡侧应力为准，挡墙采用 MU30 号块石进行施工,挡墙设置时沿设计位置进行开挖和砌筑。浆砌块石挡土墙间隔 15m 设置一条伸缩缝，缝内用沥青麻丝填塞。

设计：挡墙上宽 1.0m、下宽 1.6m、高 1.5m，压顶厚度 10cm。设计挡土墙总长 1457m。挡土墙主要以保证内侧回填土稳定，阻挡、缓冲边坡落石，防止水土流失为原则。本设计挡土墙各项技术要求均以满足以上原则为依据进行设计，通过基底下挖和浇注使挡土墙抗滑性能达到要求，最终保证治理区坡脚稳定。

二、截、排水沟建设

外侧排水沟：规格为上宽 0.5m、下宽 0.4m、深 0.4m，长 1456m。横向排水沟流水坡比为：3‰～5‰。

为了防治边坡上部坡表水对边坡岩土体的影响，在边坡坡顶修建截水沟，边坡坡脚处设置排水沟，截水沟与坡脚排水沟相连，且与场地原排水系统相连接。截、排水沟均采用 C25 素砼浇筑。截水沟浇筑前沟底设置 10cm 厚的砂砾垫层，排水沟修至道路原有排水系统。设计截、排水沟沟内底宽 0.3m，深 0.3m，厚 10cm，截水沟每隔 10～15 米设一道伸缩缝，缝宽 2 厘米，内填浸沥青麻绳（木板）。其中，截水沟总长度约 1677m，排水沟总长度约 1456m。截、排水沟工程完工后，应注意及时养护，特别是靠近汇水沟部位易被上部冲刷流砂造成阻塞，应定期清理。

三、安全防护栏

为了减少项目区施工期间对周边环境的影响，保证周边人员安全，在项目区西侧紧邻道路侧、南侧靠近厂房设置安全防护栏，防止开挖过程中零星滚石；防护网规格 1.5m*1.5m，材质镀锌铁丝网，总长度约 1677m。

9、环境保护及工业卫生

要重视开挖对环境影响，加强项目区的生态环境保护，并做好开挖及运输过程中的工业卫生。

项目区环境保护的主要工作对象是防止粉尘飞扬和噪音，主要在挖掘、铲装和运输

过程形成。为防止粉尘、噪声、污水及水土流失等污染环境，应做好开挖、运输过程中的各项防治措施。

应经常对项目全体员工进行劳动安全与工业卫生教育，制定各工种安全操作规程，定期检查制度执行情况，确保生产过程中的工业卫生及员工的劳动保护。

9.1 粉尘的治理与防护

1）采用湿法作业或安装捕尘器，保持捕尘器工作状态良好，同时加强作业人员的个人防护；

2）在装载作业面以及运输道路、工业场地的产尘点采取洒水降尘，建立洒水降尘工作制度，防止粉尘飞扬；

3）做好定期监测，确保粉尘浓度符合国家标准；

4）作业人员佩戴防尘口罩，口罩的阻尘率应达到 1 级标准（5um 的粉尘阻尘率≥99%）；

5）在产生粉尘的部位，加装水喷淋装置或吸尘设备，减少粉尘排放，保护环境。

9.2 噪声的治理

项目区噪声与振动主要来源于采掘设备的噪声及各设备在运转中的振动、摩擦、碰撞而产生的机械噪声等。生产过程中对设备等设置消声装置，以减少噪声对周边环境的影响，同时在 80 分贝以上环境中作业人员必须佩戴耳塞。通过以上措施降低噪声的危害。

1）保证设备完好及在正常状态下运行，控制噪声不超过规定值。

2）人员有条件尽可能远离噪声源作业。对噪声大的设备最好选择有操作室的，改善作环境。

3）加强个体防护，在有噪声环境下作业，可佩戴耳塞、耳罩等。

4）对于固定的噪声源考虑安装隔离装置，对于移动的噪声配消声器，尽量减少噪声强度。

10、结论及建议

10.1 结论

安吉数字物流港新建工程(递铺街道 2021-35 号 36 号地块场平工程)项目场地面积约为 130335.25㎡，本工程总开挖量为 2003340㎥(约 200.33 万㎥)，其中剥离物估算方

量 178559m³（即 17.86 万 m³）；宕碴方量 1824781m³（约合 437.95 万 t），回填方量约 7160m³。根据《安吉数字物流港项目矿产资源储量地质勘查报告》（浙江省工程物探勘察设计院有限公司，2021.7），《上港码头二期扩建项目岩土工程勘察报告》（核工业华东二六七工程勘察院，2017.7.19），表土作为剥离层，强风化砂岩、中风化砂岩作为宕碴利用。该项目总治理面积 25610m²,其中边坡治理面积是 23160m²，平台治理面积是 2450m²。

10.2 建议

1、开挖时，遵循自上而下分平台开挖原则，开挖时加强监测，防止超边坡越界进行开挖，保留好终了边坡及平台，确保开挖后的边坡的稳定。

2、开挖需做好相应的防尘、防噪声、道路路面清洁，做好水土保持工作。

3、开挖形成的临时终了边坡，应严格按照开挖方案放坡，如开挖过程过程中遇到不利地层，可适当放缓坡度。

4、项目区终了边坡面遇雨天加强监测，防止出现滑坡等地质灾害发生。

5、项目区周边分布有道路及民房、厂房，建议在项目区与周边道路、民房及厂房间增加安全防护栏或围挡。