

晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互 补综合利用示范项目

水土保持方案报告书

建设单位：连南瑶族自治县晶科电力有限公司

编制单位：连南瑶族自治县晶科电力有限公司

二〇二〇年十一月

晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互 补综合利用示范项目

水土保持方案报告书

建设单位：连南瑶族自治县晶科电力有限公司

编制单位：连南瑶族自治县晶科电力有限公司

二〇二〇年十一月

目录

第一章 综合说明	1
1.1 工程概况	1
1.1.1 项目基本情况	1
1.2 编制依据	6
1.2.1 水土保持法律法规	6
1.2.2 部委规章	7
1.2.3 规范性文件	7
1.2.4 技术标准	9
1.2.5 技术资料	10
1.3 设计水平年	11
1.4 水土流失防治责任范围	11
1.5 水土流失防治目标	12
1.5.1 执行标准等级	12
1.5.2 防治目标	12
1.6 项目水土保持评价结论	13
1.6.1 主体工程选址（线）评价	13
1.6.2 建设方案与布局评价	13
1.7 水土流失预测结果	13
1.8 水土保持措施布设成果	14
1.9 水土保持监测方案	14
1.10 水土保持投资及效益分析成果	14
1.11 结论	15
1.12 水土保持方案特性表	15
第二章 项目概况	17
2.1 项目基本情况	17
2.2 光伏电站总体规划与布局	22
2.2.1 电站地理位置	22
2.2.2 光伏电站总图布置	22
2.2.3 110kV 升压站总平面布置	23
2.3 光伏阵列支架和基础设计	26
2.3.1 支架系统设计	26
2.3.2 支架基础设计	29
2.3.3 主要变配电设备（施）基础	30
2.3.4 地基处理及基础防腐	31
2.4 升压站区设计	31
2.4.1 各建构筑物基础持力层选择	31
2.4.2 各建、构筑物主体结构和基础设计	31
2.4.3 设备基础设计	32
2.5 工程消防设计	32
2.5.1 消防设计依据	32
2.5.2 一般设计原则	33

2.5.3 机电消防设计原则.....	33
2.5.4 消防整体设计方案.....	33
2.5.5 工程消防设计.....	34
2.6 施工组织设计.....	34
2.6.1 施工条件.....	34
2.6.2 施工总布置.....	36
2.6.3 施工交通运输.....	37
2.6.4 施工主体工程.....	38
2.6.5 施工消防.....	47
2.7 工程征占地.....	48
2.7.1 工程用地原则.....	48
2.7.2 工程占地.....	48
2.7.3 工程施工临时用地.....	49
2.8 土石方平衡及弃土规划.....	49
2.8.1 土石方平衡分析.....	49
2.8.2 外购砂石料.....	53
2.8.3 弃土场概况.....	53
2.9 工程投资.....	53
2.10 进度安排.....	53
2.11 拆迁安置与专项设施改（迁）建.....	53
2.12 自然概况.....	53
2.12.1 地理位置.....	53
2.12.2 地形地貌.....	54
2.12.3 地质概况.....	54
2.12.4 气象.....	55
2.12.5 水文.....	55
2.12.6 土壤及植被.....	56
2.13 社会经济概况.....	57
2.13.1 社会概况.....	57
2.13.2 经济概况.....	57
2.13.3 土地利用现状.....	58
第三章 项目水土保持评价.....	59
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价.....	59
3.1.1 与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析.....	59
3.1.2 与水保〔2007〕184 号文相关规定相符性分析.....	60
3.1.3 与水保技术规范（GB50433-2018）的相符性分析.....	62
3.2 建设方案与布局水土保持评价.....	62
3.2.1 工程建设与水土保持法有关规定符合性分析与评价.....	62
3.2.2 主体工程选址（线）的制约性因素分析与评价.....	63
3.2.3 主体工程土石方平衡评价.....	63
3.2.4 取土（石、砂）场设置评价.....	64
3.3 施工组织设计和施工工艺的分析与评价.....	64
3.3.1 施工条件评价.....	64
3.3.2 施工时序评价.....	65

3.3.3 施工工艺评价.....	65
3.4 对主体工程施工及施工管理的水土保持分析与评价.....	66
3.4.1 施工组织的水土保持分析与评价.....	66
3.4.2 主体工程施工管理的水土保持分析与评价.....	67
3.5 主体工程设计的水土保持分析与评价.....	68
3.5.1 水土保持工程的界定.....	68
3.5.2 以主体设计功能为主并具有水土保持功能的工程.....	68
3.5.3 界定为水土保持工程的措施.....	68
3.6 工程建设与生产对水土流失的影响因素分析.....	70
3.6.1 光伏阵列区建设期水土流失分析.....	70
3.6.2 道路及集电线路建设期水土流失分析.....	70
3.7 结论性意见及建议.....	70
3.7.1 结论.....	70
3.7.2 建议.....	71
3.7.3 要求.....	72
第四章 水土流失分析与预测.....	73
4.1 水土流失现状.....	73
4.1.1 区域水土流失现状.....	73
4.1.2 项目区水土流失现状.....	73
4.1.3 损坏水土保持设施数量.....	73
4.2 水土流失影响因素分析.....	73
4.2.1 水土流失影响因素分析.....	73
4.2.2 同类工程水土流失治理经验.....	74
4.3 土壤流失量预测.....	74
4.3.1 预测范围.....	74
4.3.2 预测时段.....	75
4.3.3 水土流失预测内容和方法.....	75
4.4 水土流失危害预测.....	81
4.5 水土流失影响因素分析.....	82
4.5.1 水土流失影响因素分析.....	82
4.5.2 可能引起的水土流失形式.....	82
4.6 预测结论及指导性意见.....	83
4.6.1 预测结论.....	83
4.6.2 指导性意见.....	83
第五章 水土保持措施.....	85
5.1 防治区划分.....	85
5.1.1 防治分区原则及依据.....	85
5.1.2 水土流失防治责任范围确定的依据.....	85
5.1.3 水土流失防治责任范围结果.....	85
5.1.4 水土流失防治分区及结果.....	88
5.2 防治措施体系和总体布局.....	89
5.2.1 分区防治体系.....	89
5.2.2 水土流失防治措施布局.....	95

5.3 水土保持措施设计.....	96
5.3.1 光伏阵列区.....	96
5.3.2 升压站区.....	97
5.3.3 施工（检修）道路区.....	99
5.3.4 集电线路区.....	99
5.3.5 施工工区.....	100
5.4 施工要求.....	101
5.4.1 原则.....	101
5.4.2 施工条件.....	101
5.4.3 施工组织形式.....	101
5.4.4 施工质量要求.....	102
5.4.5 绿化覆土技术.....	103
5.4.6 主要材料供应.....	103
5.4.7 施工方法.....	104
5.4.8 水土保持措施进度安排.....	104
第六章 水土保持监测.....	106
6.1 监测目的及原则.....	106
6.1.1 监测目的.....	106
6.1.2 监测原则.....	106
6.2 监测时段.....	107
6.3 监测范围及点位.....	107
6.3.1 监测点布设原则.....	107
6.3.2 监测点布设.....	107
6.4 监测内容、方法和监测频次.....	108
6.4.1 监测方法.....	108
6.4.3 监测频次.....	109
6.5 实施条件和成果.....	110
6.5.1 实施条件.....	110
6.5.2 监测制度.....	111
6.5.3 监测成果.....	111
第七章 水土保持投资估算及效益分析.....	112
7.1 投资估算.....	112
7.1.1 编制原则.....	112
7.1.2 编制依据.....	112
7.2 编制方法.....	113
7.2.1 基础单价.....	113
7.2.2 费率标准.....	114
7.2.3 取费标准.....	115
7.3 投资估算表.....	115
7.4 效益分析.....	116
7.4.1 分析依据.....	116
7.4.2 水土保持防治效果分析.....	117
7.4.3 水土保持损益分析.....	118

第八章 水土保持管理	120
8.1 组织管理	120
8.1.1 组织领导	120
8.1.2 管理措施	120
8.1.3 落实设计与明确责任	121
8.2 水土保持方案后续设计	122
8.3 工程监理与水保监测	122
8.3.1 工程监理	122
8.3.2 水保监测	123
8.4 监督管理与资金管理	123
8.4.1 监督管理	123
8.4.2 资金管理	123
8.5 竣工验收与后期管护	124
8.5.1 竣工验收	124
8.5.2 后期管护	124
附件、附表及附图	125
附图	126
附件 1 项目地理位置图	126
附图 2 项目区水系图	127
附图 3 项目区土壤侵蚀强度分布图	128
附件 4 项目总平面布置图	129
附图 5 分区防治措施总体布局图（含监测点位）	130
附件 6 水土保持典型防治措施图（升压站）	132
附件 7 项目备案证	134
附件 8 连南瑶族自治县自然资源局关于本项目选址林地查询复函	135

第一章 综合说明

1.1 工程概况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设的必要性

光伏发电是当今世界利用太阳能最主要的一种方式。面对当今全球面临的严重化石能源危机和环境危机，光伏发电从资源可持续性和环境友好这两个角度都具有显而易见的优势。伴随着全球对能源、环境危机关注的不断增强，光伏产业在过去十年中经历了一个快速发展阶段。与此同时，中国的经济也在经历跨越式的发展，经济总量跃居全球第二，仅次于美国。作为全球举足轻重的制造业大国和能源消费大国，中国光伏产业在世界光伏产业的快速发展中，扮演了非常重要的角色。

广东省太阳能资源在我国属较丰富地区，年辐照时数 2200 小时左右，年辐射总量 4200-5800MJ/m²，相当于一年辐射在广东省土地的能量达 300 亿吨标煤左右。从地域分布上看，广东省珠三角地区和北部山区，全年日照时数为 1400-2200 小时，每平方米一年接受太阳辐射 4200-5000MJ，相当于 140-170 千克标准煤。粤东西北地区土地资源相对丰富，可以利用废弃矿山、滩涂、荒山、坡地、淡水养殖水域等适当布局建设地面光伏电站。据初步调查统计，粤东西北地区可利用闲散土地资源建设地面光伏发电装机容量 180 万千瓦以上。

我们国家在《关于印发能源发展“十三五”规划的通知》（发改能源〔2016〕2744 号）中已作出大力发展可再生能源的重大战略决策，国家发改委《可再生能源中长期发展规划》入《国务院关于促进光伏产业健康发展的若干意见》，《国家发改委关于发挥价格杠杆作用促进光伏产业健康发展的通知》可再生能源开发已经具备良好的政策环境，地处广东省北部山区的连南县有着丰富的可再生能源资源，鉴于此连南县晶科电力有限公司，在广东省连南县三排镇投资开发建设大型光伏电站，

以期建成新能源示范项目，提升当地的可再生能源利用水平，为当地的经济发展提供新的动力，同时增加当地农民收入。连南县晶科电力有限公司作为项目的业主单位，按照国家对可再生能源开发的产业政策筹措项目资本金，在连南县各级政府对给农光互补示范项目大力支持和扶持下，把晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目建设成绿色、环保、高效的环保清洁能源、绿色有机农业示范项目。

1.1.1.2 项目基本情况

(1) 项目名称：晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目

(2) 建设单位：连南瑶族自治县晶科电力有限公司

(3) 地理位置：项目建设地点三排镇位于连南县西南部，距连南县城 16 公里，东邻九陂镇，南接涡水镇，西与大坪镇交界，北临县城。三排镇陆路交通十分便利，距 S261 国道 3 公里，两条 4 车道一级公路贯穿全镇，镇通各村委会道路全部实现水泥化，项目用地范围各关键控制点坐标详见本报告“5.1.3 水土流失防治责任范围结果”。

(4) 工程任务与规模

工程的建设规模主要考虑太阳能资源和建设条件，结合地形、地貌和地质状况，电力系统现状及规划、本项目对系统的影响和要求，太阳能资源情况、组件布置间距要求等。

本阶段本项目设计装机容量 100MW_p，建成后并入当地电网。考虑光伏电池年衰减损耗后，电站建成后第一年光伏电站年平均上网电量 11306.03 万 kWh，年等效满负荷运行小时数约为 1130.56h；在运行期二十五年内光伏电站年平均上网电量 10479.60 万 kWh，年等效满负荷运行小时数约为 1047.92h。

(5) 工程占地

本项目总占地面积 204.03hm²（约 3060.47 亩），根据《林业复函》，补充耕地

面积 124.56hm²，地草地面积 79.47hm²，林地 0hm²。场址区域位于南岭山脉南麓，地貌属丘陵，场地范围内有零散树木、农网线路、乡村道路等，地势有起伏坡度在 0 到 15 度左右，局部有小山头，建设条件较好，是开发大规模光伏电站的理想场址。

（6）土石方平衡

本项目总挖方 8.62 万 m³；回填 6.28 万 m³；临时堆土 2.34 万 m³，临时堆土全部为表土，用作后期绿化覆土，项目无借方、无弃方。

（7）工程投资及进度安排

本工程水土保持工程总投资估算为 628.12 万元，其中主体工程已列水土保持投资 356.00 万元，本方案新增水土保持投资 255.97 万元。

水土保持措施实施后，水土流失治理度 99%，土壤流失控制比 1.0，渣土防护率 100%，表土保护率 100%，林草植被恢复率 100%，林草覆盖率 38.9%。

（8）拆迁安置

本项目不涉及安置问题。

1.1.1.3 项目前期工作及方案编制情况

（1）项目前期工作

截至目前，本项目主要完成了以下工作：

- 1) 《晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目可行性研究报告》；
- 2) 《晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目建设工程设计方案》。

（2）方案编制情况

根据《中华人民共和国水土保持法》第二十五条规定：“在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其他区域开办可能造成水土流失

的生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施”。

为落实《中华人民共和国水土保持法》的规定，根据《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）的要求，本项目按照开发建设项目水土保持方案编制规程和技术规范，于2020年9月组织水土保持专业人员对现场进行踏勘，对项目区的自然状况、土地利用、社会经济和水土流失等情况进行了调查和资料收集，在分析了主体资料后，于2020年10月底编制完成了《晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目水土保持方案报告书》（送审稿）。

（3）目前进展情况

项目于2020年1月完成备案，目前项目处于可研阶段。

1.1.1.4 项目区自然概况

三排镇位于广东连南县境南部，距县城7公里，107国道和省道261线横贯其中，交通十分便利。总面积149.57平方千米（2017年），辖10个村委会，农业人口22060人。是以农业为主的排瑶聚居镇。镇境地处典型的石灰岩地区，盛产黄豆、花生、玉米、油茶等，是连南的主要油料基地之一。近些年来，三排镇大力推广良种良法，积极发展反季节蔬菜等“三高”农业。1998年完成墩龙洞搬石造成工程500亩，形成观光农业。还成为水果、药材基地。2019年1月9日，三排镇凭借瑶族耍歌堂入选2018—2020年度“中国民间文化艺术之乡”名单。

连南属于亚热带季风气候，四季分明，春暖夏热，秋凉冬寒，全年平均气温为摄氏19.50℃，最低温度为-4.80℃。月平均气温以7、8月为最高，在28至28.50℃之间。山上与平原相差2至4度，晚上比白天低6至120℃。一般在11月下旬开始降霜，至翌年2月中旬终霜，年平均霜期17天，最多33天。结冰日数年平均5.8天，最多16天，降雪年平均2.6天，最多6天，积雪时间一般2至4天，高山多达

40 至 50 天。每年有寒潮 3、4 次，强冷空气 14 至 16 次，一般在 9 月下旬就有寒露风入境。一年四季均受季风影响，风向呈季节性变化。夏季多吹南风，冬季及其它月多吹东北风。

连南的年平均降雨量为 1705.1 毫米。降雨大部分在 3 至 8 月，尤其 4、5、6 月的降雨量约占全年一半。日降雨量最大达 185 毫米。全年平均绝对湿度 19.2 毫米，相对湿度为 79%，历年平均蒸发量为 1299.5 毫米。历年平均日照射时数 1549.6 小时。连南气候有两个特点：一是主体气候明显，高山与平原气温相差 2—80℃；二是四季气候变化是夏长冬短，春秋过度快，即春季约 69 天，夏季约 178 天，秋季约 66 天，冬季约 52 天。春季阴冷多小雨，夏季炎热多大雨，秋季凉爽少雨，冬季寒冷干燥。

项目区地带性土壤为赤红壤、红壤，赤红壤呈红色或棕红色，酸性土壤，pH 值介于 5.0~5.5 之间，其剖面层次分异明显，具有腐殖质表层（A 层）、粘化层（A 层）和母质层（C 层）。土壤有机质含量较低，正常情况下，红壤区的生物气候条件有利于土壤有机质的积累。土壤总孔隙度较大，微团聚性和渗透性较好，土壤抗蚀性较好。

连南山地广阔，气候温和，雨水充沛，植被丰富。在县境内，至今较完整地保存着大龙山、大雾山、起微山、板洞山等原始次生林，植物种类达 3700 多种，在国家公布的 389 种濒危珍稀保护植物中，连南有 30 多种，如桫欏、银杏、楸木、楠木、红木榧、伯乐、五叶松、福建柏、南方铁杉、金钱松、白豆杉、华南锥、吊皮锥、青檀、任木、凹叶厚林广东松、油杉、粘木、红椿、红豆杉、野茶树、伞花木、观光木、樟树、大果五加、香果树、八角莲、天竺桂、半枫荷、巴戟天、银钟花、黄山木兰等，均属国家一、二、三级保护植物。近年，林业技术人员在涡水镇甲界村发现有近百亩连片的南方红豆杉群落，被省列为重点保护区。

1.2 编制依据

1.2.1 水土保持法律法规

(1) 《中华人民共和国水土保持法》（2010 年 12 月 25 日第十一届全国人民代表大会常务委员会第十八次会议修订，2011 年 3 月 1 日实施）；

(2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（1993 年 8 月 1 日中华人民共和国国务院令 120 号发布，根据 2011 年 1 月 8 日《国务院关于废止和修改部分行政法规的决定》修订）；

(3) 《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，2019 年 5 月 31 日）；

(4) 《开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定》（2017 年 12 月 22 日根据水利部令第 49 号第二次修改）；

(5) 《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》（办水保[2013]188 号，2013 年 8 月 12 日）；

(6) 《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》（水利部水土保持监测中心，水保监[2014]58 号文，2014 年 9 月 10 日）；

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

(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，2018 年 7 月 12 日）；

(9) 《广东省水土保持条例》（广东省第十二届人民代表大会常务委员会第二十八次会议于 2016 年 9 月 29 日通过，自 2017 年 1 月 1 日起实施）；

(10) 《广东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》（广东省水利厅水保处，2015 年 10 月 13 日）；

(11) 《广东省水利厅关于简化企业投资生产建设项目水土保持方案审批程序

的通知》（广东省水利厅，粤水水保函〔2019〕691 号，2019 年 3 月 28 日）；

（12）《广东省实施<中华人民共和国水法>办法》（广东省人大 2014 年 11 月 26 日）。

1.2.2 部委规章

（1）《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，2017 年 12 月 22 日第二次修正）；

（2）《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部令第 12 号，2005 年 7 月 8 日）；

（3）《水利部关于修改部分水行政许可规章的决定》（水利部令第 16 号，2005 年 7 月 8 日）；

（4）《水利部关于修改部分水利行政许可规章的决定》（水利部令第 24 号，2005 年 7 月 8 日）；

（5）《水利工程建设监理规定》（水利部令第 28 号，2005 年 7 月 8 日）；

（6）《工程建设项目招标投标活动投诉处理办法》（七部委 11 号令，2013 年 3 月 11 日修正）。

1.2.3 规范性文件

（1）《国务院关于加强水土保持工作的通知》（国发[1993]5 号）；

（2）《全国生态环境保护纲要》（国务院国发[2000]38 号）；

（3）《规范水土保持方案编制程序、编写格式和内容的补充规定》（水利部保监[2001]15 号）；

（4）《关于加强水土保持方案审批后续工作的通知》（水利部办公厅办涵[2002]154 号）；

（5）《关于颁发〈水土保持工程概（估）算编制规定和定额〉的通知》（水利部水总[2003]67 号）；

- (6) 《关于加强大中型开发建设项目水土保持监理工作的通知》（水利部文件水总水保[2003]89 号）；
- (7) 《促进产业结构调整暂行规定》（国发[2005]40 号）；
- (8) 《关于规范水土保持方案技术评审工作的意见》（水利部水保[2005]121 号）；
- (9) 《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》（水利部办公厅办水保[2013]188 号）；
- (10) 《关于印发〈开发建设项目水土保持监测设计与实施计划编制纲要（试行）〉的函》（水利部水土保持监测中心水保监[2006]16 号）；
- (11) 《关于发布 2006 年全国性及中央部门和单位行政事业性收费项目目录的通知》（财政部、国家计委财综[2007]28 号）；
- (12) 《关于加强开发建设项目水土保持督察工作的通知》（水利部水保[2007]94 号）；
- (13) 《水利部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]94 号）；
- (14) 《关于转发〈水土保持工程建设管理办法〉的通知》（水利部办公厅水保[2007]210 号）；
- (15) 《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139 号）；
- (16) 《关于加强水土保持方案审批后续工作的通知》（水利部，办函〔2002〕154 号）；
- (17) 《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见的通知》（水保[2009]187 号）；
- (18) 《水利部关于加强水土保持监测工作的通知》（水利部，水保〔2017〕36 号）；

- (19) 《国务院关于取消一批行政许可事项的决定》（国务院，国发[2017]46号）；
- (20) 《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》（水利部办公厅，水保[2017]36号）
- (21) 《广东省水土保持规划（2016-2030年）》（粤府函〔2017〕8号）；
- (22) 《关于贯彻落实《广东省水土保持规划（2016-2030年）》的意见》（粤水水保函〔2017〕445号）；
- (23) 《广东省水利厅关于加强行业水土保持工作监管防患人为水土流失风险的函》（粤水水保函〔2017〕919号）；
- (24) 《关于印发《广东省水利厅水土保持监督管理制度》的通知》（粤水办水保〔2017〕13号）；
- (25) 《广东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》（广东省水利厅 2015 年 10 月 13 日）；
- (26) 《广东省水利厅关于决定废止部分水土保持文件（第一批）的通知》（粤水水保[2017]39号）；
- (27) 《广东省人民政府关于第一批清理规范 58 项省政府部门行政审批中介服务事项的决定》（粤府[2016]16号）；
- (28) 《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（广东省水利厅、珠江水利委员会、珠江水利科学研究院，2013 年 8 月）；
- (29) 《广东省水土保持补偿费征收和使用管理暂行规定》（广东省人民政府，粤府[1995]95号）。

1.2.4 技术标准

- (1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433-2018）；
- (2) 《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018）；

- (3) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240-2018）；
- (3) 《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T 22490-2008）；
- (4) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；
- (5) 《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）；
- (6) 《水土保持监测设施通用技术条件》（SL342-2006）；
- (7) 《水土保持试验规程》（SL 419-2008）；
- (8) 《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）；
- (9) 《防洪标准》（GB50201-2014）；
- (11) 《建设工程监理规范》（GB/T 50319-2013）；
- (12) 《水土保持工程概（估）算费编制规定》（水利部，水总〔2003〕第 67 号）；
- (13) 《水土保持工程概算定额》（水利部水总（2003）67 号）；
- (14) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》（SL73.6-2015）；
- (15) 《水土保持综合治理 技术规范》（GB/T16453.1~16453.6-2008）；
- (16) 《水土保持综合治理 效益计算方法》（GB/T15774-2008）；
- (17) 《水土保持综合治理 验收规范》（GB/T15773-2008）；
- (18) 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- (19) 《造林技术规程》（GB15776-2006）；
- (20) 《水利水电工程建设项目施工监理规范》（SL269-2003）；
- (21) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》（SL73.6-2015）。

1.2.5 技术资料

- (1) 《广东省暴雨参数等值线图》（广东省水文局，2003 年）；
- (2) 《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（广东省水利厅、珠江水利委员会珠江水利科学研究院，2013 年 8 月 1 日）；

- (3) 《广东省水土保持生态建设规划》；
- (4) 《清远市水土保持规划（2016-2030 年）》；
- (5) 《连南瑶族自治县水土保持规划（2017-2030）》；
- (6) 《广东省水土保持规划》（2016-2030）；
- (7) 《晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目可行性研究报告》；
- (8) 技术服务合同及业主提供的其他相关资料。

1.3 设计水平年

1、设计深度

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）和《生产建设项目水土保持方案技术审查要点》（[2014]水保监 58 号文）规定，方案编制深度应与主体工程设计阶段相适应，该项目属于新建项目，目前主体工程设计为可行性研究阶段，本方案按可研阶段编制。

2、方案服务年限及设计水平年

本方案水平年为 1.5 年。即 2021 年 01 月至 2022 年 6 月，包括建设期 6 个月（2021 年 1 月至 2021 年 6 月）、自然恢复期 1 年（2021 年 7 月至 2022 年 6 月）。

设计水平年为建设完成后一年，即 2022 年。

1.4 水土流失防治责任范围

根据“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”及实事求是的原则，根据项目地理位置，自然环境，施工工艺等条件，结合实地调查，合理界定本项目水土流失防治责任范围 204.03hm²，其中：

(1) 光伏阵列

包括电池矩阵、逆变器、升压变压器等区域，占地面积 142.15hm²。

(2) 集成线路区

包括集成线路及配套设备的占等区域，占地面积 20.40hm²。

(3) 交通道路区

包括原有道路和新建道路共计 10.20hm²。

(4) 绿化区

电池组件方阵区、集成线路区、交通道路区以外的绿化区域，占地面积 30.60hm²。

(5) 升压站区

升压站区占地面积 10 亩，合 0.67hm²

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

本项目位于广东省清远市连南县三排镇，根据水利部公告《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》（办水保[2013]188 号），项目所在地不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区；根据广东省水利厅《广东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》（2015 年 10 月 13 日），项目所在地属广东省水土流失重点预防区。因此本工程水土流失防治等级执行南方红壤区一级防治标准。根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007），容许土壤流失量为 500t/（km²·a）。

1.5.2 防治目标

本工程水土流失防治等级执行建设生产类项目一级防治标准。通过实施本方案，使工程防治责任范围内新增水土流失得到有效控制，本方案设计水平年末综合防治指标为：水土流失总治理度>98%，土壤流失控制比≥1.0，渣土防护率>97.0%，表土保护率>92%，林草植被恢复率>98%，林草覆盖率>25%。

表 1.5-1 水土流失防治一级标准指标值表

项目	指标值	目标值	结果
水土流失治理度（%）	98	99	达到
土壤流失控制比	1.0	1.0	达到

项目	指标值	目标值	结果
渣土防护率 (%)	97	100	达到
表土保护率 (%)	92	100	达到
林草植被恢复率 (%)	98	100	达到
林草植被覆盖率 (%)	25	38.90	达到

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

本项目为新建工程，主体工程无比选方案，因此本方案无基于水土保持角度的方案比选评价。项目选址满足《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）关于对主体工程选址的约束性规定。

1.6.2 建设方案与布局评价

经从水土保持角度分析评价认为：

工程建设占地面积 204.03hm²；按占地性质分，均为永久占地；按占地类型分，补充耕地面积 124.56hm²，草地面积 79.47hm²，林地 0hm²，符合水土保持相关规范要求。

本项目总挖方 8.62 万 m³；回填 6.28 万 m³；临时堆土 2.34 万 m³，临时堆土全部为表土，用作后期绿化覆土，项目无借方、无弃方。

本项目设置临时弃渣场，无取土（石、砂）场。

工程施工组织安排较为合理，符合水土保持要求。工程以机械施工为主，符合水土保持要求。

主体工程设计了排水管网、植被绿化等水土保持设施，但不全面，主要表现在临时覆盖等防护措施等，本方案对其进行补充和完善。

1.7 水土流失预测结果

（1）本项目施工期扰动地表面积 204.03hm²，水土流失不会明显。项目运营期

没有扰动地表的可能，因此基本不存在水土流失问题。

(2) 本项目建设期可能造成水土流失总量为 3876.85t，新增水土流失量为 1836.52t。

(3) 施工期是水土流失发生的主要时段，场坪区与光伏组件支架安装是施工期水土流失发生的主要区域，是水土流失重点防治区。

1.8 水土保持措施布设成果

(1) 本项目主体工程选址不存在水土保持制约性因素；

(2) 主体工程推荐方案布局紧凑，工程占地、土石方平衡、施工工艺等基本合理，符合水土保持要求；

(3) 主体工程中设计的雨水管网、绿化措施等界定为水土保持措施，纳入水土保持措施体系，计入水土保持投资。本方案应该补充光伏场区建设过程中的临时防护措施。

(4) 从水土保持角度分析，本项目建设是可行的。

1.9 水土保持监测方案

根据本工程建设特点，监测分区初步选定 14 个监测点，监测点设置在建设区各关键节点。监测内容主要包括水土保持生态环境变化监测、水土流失动态监测、水土保持措施防治效果监测和水土流失危害监测四大类，监测方法主要采用实地调查、巡查监测相结合的方法。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

方案总投资 628.12 万元。通过实施本方案，使工程防治责任范围内新增水土流失得到有效控制，本方案设计水平年末综合防治指标为：水土流失总治理度>98%，土壤流失控制比 ≥ 1.0 ，渣土防护率>97.0%，表土保护率>92%，林草植被恢复率>98%，林草覆盖率>25%。

表 1.10-1 设计水平年水土流失防治效果指标表

项目	指标值	达到值	结果
水土流失治理度 (%)	98	99	达到
土壤流失控制比	1.0	1.0	达到
渣土防护率 (%)	97	100	达到
表土保护率 (%)	92	100	达到
林草植被恢复率 (%)	98	100	达到
林草植被覆盖率 (%)	25	38.9	达到

1.11 结论

通过对本项目主体工程设计的分析评价以及对水土流失影响的分析,结合项目施工特点,确定水土流失防治措施体系,采取工程措施与植物措施相结合、永久措施与临时措施相结合的方法,制定了周密的水土流失防治方案。从水土保持角度看,本项目建设满足《开发建设项目水土保持技术规范》(GB50433-2008)中对主体工程建设的约束性要求,是合理可行的。本方案实施后,可减少防治责任范围内的水土流失,改善项目区及周边环境,具有一定的生态效益、经济效益和社会效益。

建设单位应加强施工管理,落实水土流失防治责任,要开展施工过程中的水土保持监测和监理工作。施工单位施工时应严格按照施工时序施工,及时落实相关的水土保持措施防治水土流失。

1.12 水土保持方案特性表

水土保持方案特性表

项目名称		晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目			流域管理机构	珠江水利委员会
涉及省区		广东省	涉及地市	清远市	涉及县	连南瑶族自治县
项目规模		建设 100MW 农光互补项目，占地 204.03 公顷	总投资（万元）	36333.00	土建投资（万元）	2984.98
动工时间		2021 年 1 月	完工时间	2021 年 6 月	方案设计水平年	2022 年
工程占地（hm²）		204.03	永久占地（hm²）	0.67	临时占地（hm²）	203.37
土石方量（万 m³）		挖方	填方	外借		余（弃）方
		8.62	8.62	0		0
重点防治区类型		属广东省水土流失重点预防区				
地貌类型		低山丘陵区			水土保持区划	南方红壤区
土壤侵蚀类型		水力侵蚀			土壤侵蚀强度	轻度
防治责任范围（hm²）		204.03			容许土壤流失量（t/km²/a）	500
土壤流失预测总量（t）		3876.85			新增土壤流失量（t）	1836.52
水土流失防治标准执行等级		一级				
防治指标		水土流失治理度（%）	98	土壤流失控制比		1.0
		渣土防护率（%）	97	表土保护率（%）		92
		林草植被恢复率（%）	98	林草覆盖率（%）		25
防治措施	分区	工程措施			植物措施	临时措施
	主体工程区	排水管网工程			绿化工程	临时覆盖等
	投资（万元）	59.98			77.08	90.23
水土保持总投资（万元）		628.12			独立费用（万元）	28.77
监理费（万元）		5.97	监测费（万元）	4.46	补偿费（万元）	0.7947
分省措施费（万元）		0			分省补偿费（万元）	0
方案编制单位		连南瑶族自治县晶科电力有限公司			建设单位	连南瑶族自治县晶科电力有限公司
法定代表人及电话		邹志广/13826421614			法定代表人及电话	邹志广/13826421614
地址		连南县三江镇商业城（县工业总公司办公大楼二楼 201 房）			地址	连南县三江镇商业城（县工业总公司办公大楼二楼 201 房）
邮编		513399			邮编	513399
联系人及电话		钟毅/13751339922			联系人及电话	钟毅/13751339922
传真		021-51808600			传真	021-51808600
电子邮箱		yi.zhong@jinkopower.com			电子邮箱	yi.zhong@jinkopower.com

第二章 项目概况

2.1 项目基本情况

项目位置：场址区位于广东省清远市连南县三排镇，距连南县城 16 公里，东邻九坡镇，南接窝水镇，西与大坪镇交界，北临县城。三排镇水陆交通十分便利，距 S261 国道 3 公里，两条 4 车道一级公路贯穿全镇，镇通各村委会道路全部实现水泥化。本项目规划容量 100MW，占地约 3060.47 亩。场址区域位于南岭山脉南麓，地貌属丘陵，场地范围内有零散树木、农网线路、民房、乡村道路等，地势有起伏坡度在 0 到 15 度左右，局部有小山头，建设条件较好，是开发大规模光伏电站的理想场址。

项目地距离 G4W2 清连高速直线距离约为 3 公里，距离 S216 省道 1 公里。通过乡村道路可以到达场区附近。

项目区地理位置见图 2.1-1。

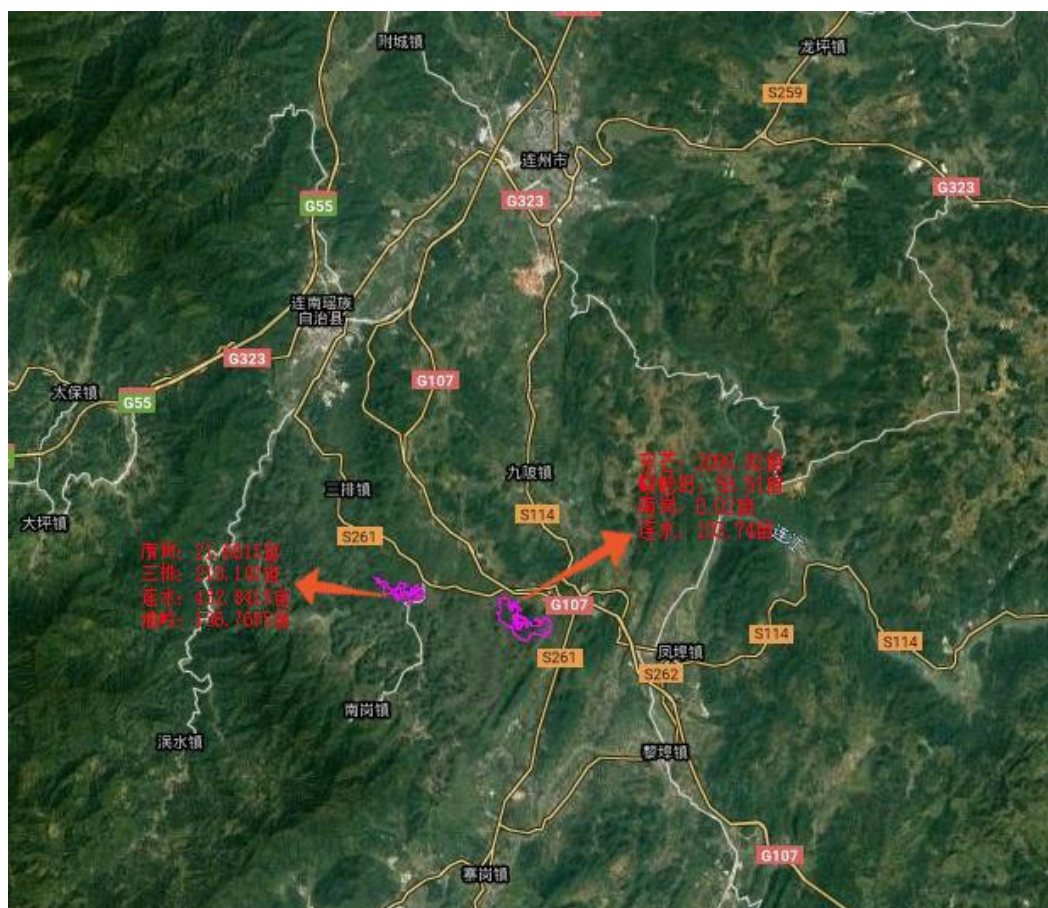


图 2.1-1 项目场址地理位置



图 2.1-2 项目地卫星示意图

建设规模:

工程的建设规模主要考虑太阳能资源和建设条件,结合地形、地貌和地质状况,电力系统现状及规划、本项目对系统的影响和要求,太阳能资源情况、组件布置间距要求等。

本阶段本项目设计装机容量 100MW_p,建成后并入当地电网。考虑光伏电池年衰减损耗后,电站建成后第一年光伏电站年平均上网电量 11306.03 万 kWh,年等效满负荷运行小时数约为 1130.56h;在运行期二十五年内光伏电站年平均上网电量 10479.60 万 kWh,年等效满负荷运行小时数约为 1047.92h。

建设内容: 本项目为农光互补光伏发电项目,工程设计装机容量约 100MW,组件最低点距地面 2m,光伏阵列桩基间距较大,在阵列下方和前后排间距内种植适宜农作物。

(1) 光伏系统总体方案设计及发电量计算：本项目规划容量为 100MW，主体工程内光伏组件选用 445Wp 单晶硅双面双玻光伏组件，共计 224728 块，总容量约 100.00396MWp；逆变器选用 175kW 组串式逆变器，共计 446 台。每个组串由 28 块光伏组件串联组成。

本工程光伏阵列设置 26 个约 3.84MW 的光伏并网发电单元。每 28 块光伏组件组成一个光伏串列，18 个组串接入一台组串式逆变器，18 台组串式逆变器接至 1 台 3150kVA 的箱变。

每个组串式逆变器发出的交流电由升压变压器将电压从 800V 升至 35kV 后，再通过 4 回 35kV 集电线路将光伏电能直接送至新建 110kV 升压站。光伏组件方阵的安装运行方式，采用固定支架倾角 21° 。本项目 25 年运营期内预计平均年上网电量为：25 年内年平均利用小时数：1047.92h，年平均发电量 10479.60 万度；25 年内总发电利用小时数：26197.97h，总发电量：261990.03 万度。

(2) 土建工程：本工程现场场址区三排镇，可以作为农光互补光伏工程建设场地。本工程暂定采用 445Wp 单晶硅光伏组件，每个光伏组件串由 28 块单晶硅组件组成。本项目光伏支架拟采用固定支架，光伏阵列固定支架基础采用微孔灌注桩基础，桩径 160mm，前桩桩长暂定 1.8m，露出地面 0.3m，后桩桩长 2.3m，露出地面 0.3m，（因暂无洪评报告、气象资料、地形图和地勘报告，此桩径及桩长仅为暂估，施工图阶段根据详细的地勘资料，确定每个阵列的桩径及桩长）。光伏组件采用竖向布置，按 2 行 14 列最佳倾角 21° 排布，单个光伏组串东西长 14.288m，南北宽 4.282m。

(3) 电气一次

①电气主接线：光伏电站本期工程共设 26 个约 3.84MWp 的光伏发电单元，采用固定式支架运行方式。光伏发电单元主要由光伏阵列、组串式逆变器、箱变组成。本工程装机容量为 100MW，通过 26 个光伏发电单元并经升压变压器升压后接入扩

建的 110kV 升压站。

②电气设备布置本项目采用组串式逆变器，就近安装于支架上，考虑安置在单元方阵两侧，以发电效率和电缆成本为前提布置。考虑到本工程的建设规模，各光伏方阵配套的箱变拟布置于靠近路边处。

（4）电气二次

①电站按“无人值班”（少人值守）”的方式进行设计。

②监控系统光伏电站配置计算机监控系统，并具有远动功能，根据调度运行的要求，本升压站端采集到的各种实时数据和信息，经处理后可传送至上级调度中心，实现无人值班，少人值守。计算机监控范围包括：电池组件、智能汇流箱、箱逆变一体机、35kV 母线、35kV 线路断路器及隔离开关、35kV 母线 PT、站用电及直流系统、110kV 母线、主变、110kV 线路断路器及隔离开关、110kV 线路 PT 等。每个光伏方阵设子监控系统一套，配置相应就地光伏通信采集单元，分别安装在箱逆变一体机内，具有与智能汇流箱通信功能。采集箱变、逆变器及智能汇流箱信息，并通过场区光线环网与 110kV 升压站计算机监控系统相连。

③继电保护光伏电站内电气设备采用微机保护，以满足信息上送。元件保护按照《继电保护和安全自动装置技术规程》GB14285—2006 配置。

（5）通信：本工程通信指电站内检修及巡视的通信方式，主要采用大功率无线对讲机通信方式，并以公网手机通信方式为辅。

电站生产调度管理通信系统是为了确保各区域电站统一调度指挥，并接受上级调度部门的调度管理，保证电站的安全经济运行，并为电站的行政管理通信及对外通信提供通信平台。本电站侧预留相关设备的接口，系统设备以及电源的配置，最终以接入系统报告及审查意见确定。

2.2 光伏电站总体规划与布局

2.2.1 电站地理位置

场址区位于广东省清远市连南县三排镇，距连南县城 16 公里，东邻九坡镇，南接窝水镇，西与大坪镇交界，北临县城。本项目规划容量 100MW，占地约 3060.47 亩，场地经纬度 E112° 21' 40"，N24° 36' 15"。



图 2.2-1 项目选址地地形地貌

2.2.2 光伏电站总图布置

1、总平面布置

场区地貌类型为山地丘陵，暂无生态林地、基本农田等。场址范围内地势有起伏，坡度在 0 到 15 度左右。本工程光伏区总布置设计内容包括光伏阵列，箱、逆变器平台布置，道路、围栏等。本工程采用 445Wp 单晶 PERC 双面双玻光伏组件，2×14 固定支架，最佳倾角 21°，前后间距 6.3 米。本项目采用集中式逆变器方案，采用两级汇流方案，每 28 块光伏组件组成一个光伏串列，每 18 串接入一台 175kW 组串式逆变器，18 台组串式逆变器接入至 1 台 3150kVA 箱变，从而组成一个约 3.84MWp 的光伏子方阵。本项目共计 224728 块组件，场区共分为 26 个光伏发电单元，总装机容量约为 100MW。

本工程新建一座 110kV 升压站，拟接入明珠变电站 110kV 侧母线，至拟建场地直线距离约 9km，110kV 升压站站址暂定场地西南侧，预估升压站及其进站道路占地面积约 10 亩。

2、竖向布置

竖向布置需考虑满足电站防洪要求。本项目暂无洪水位、内涝水位资料。本项目光伏组件和电气设备最低点设计标高按现行规范要求，以 50 年一遇的洪水位/内涝水位+0.5m 的安全超高确定。

3、道路

根据地形图及场址内外现有道路，初步考虑光伏电站进站道路引接位置，并对站内道路路径进行优化设计，主要是考虑道路如何设计更能贯穿场区、更能节省土石方、使得光伏发电单元及其光伏变压器布置更加合理、检修更加方便，并保证道路坡度满足规范的要求。

光伏区进站道路宽度为 6m，采用泥结碎石路面，转弯半径不小于 9m。站内道路宽度为 4m，道路采用简易型道路，在满足施工、消防、检修维护和巡视的条件下降低工程投资，一般以泥结碎石道路为主，路宽 4m，转弯半径不小于 9m。

4、围栏

光伏区场界围栏采用浸塑丝网围栏，围栏高度 1.8m，立柱中心距 3m，网格尺寸 125x100mm。

围栏周边按照运维要求悬挂安全警示牌。

5、场区洪涝情况及防洪

场地雨水采用自然散排，方阵区域的雨水自然下渗或就近汇入场地内现有农田周边水渠坑塘，明渠与场内道路交叉地带埋设钢筋砼排水涵管。

2.2.3 110kV 升压站总平面布置

1、总平面布置

全站的总平面布置结合站区的总体规划及工艺要求，在满足自然条件和工程特点的前提下，充分地考虑了安全、防火、卫生、运行检修、交通运输、环境保护等各方面的因素，根据系统规划出线方向及工艺专业的要求，并考虑到进站道路的布置等因素，与电气专业配合，进行了总平面布置如下：

升压站内设 110kV 主变压器和 110kV 配电装置、35kV 配电装置、SVG 动态无功补偿装置、接地装置、综合楼等。110kV 配电装置采用户外 AIS 型式，35kV 配电装置采用户内金属移开式开关柜。主变压器高压侧采用架空线与 110kV 屋外配电装置相连，低压侧采用全绝缘铜管母线与 35kV 开关柜连接。为节约用地减少开挖，变压器距离配电室防火距离可以小于 10m，根据《发电厂与变电站设计防火规范》要求，本工程配电室靠近变压器侧的侧墙不设置门窗孔洞。

升压站总占地约 10 亩，站址就近光伏区布置。根据站址的地形条件及工艺布置，本站将站前区布置在站区的北侧，生产区布置在站区的南侧。站前区主要布置有综合楼。综合楼布置在站前区的东侧，正对站内广场，视野开阔，其南侧为生产区，方便管理；主变压器布置在出线及一次仓之间，进出线方便。配电装置区均设有环行道路和大门相通，便于设备运输、安装、检修和消防车辆通行。

站前区与生产区采用铁艺栅栏分割。

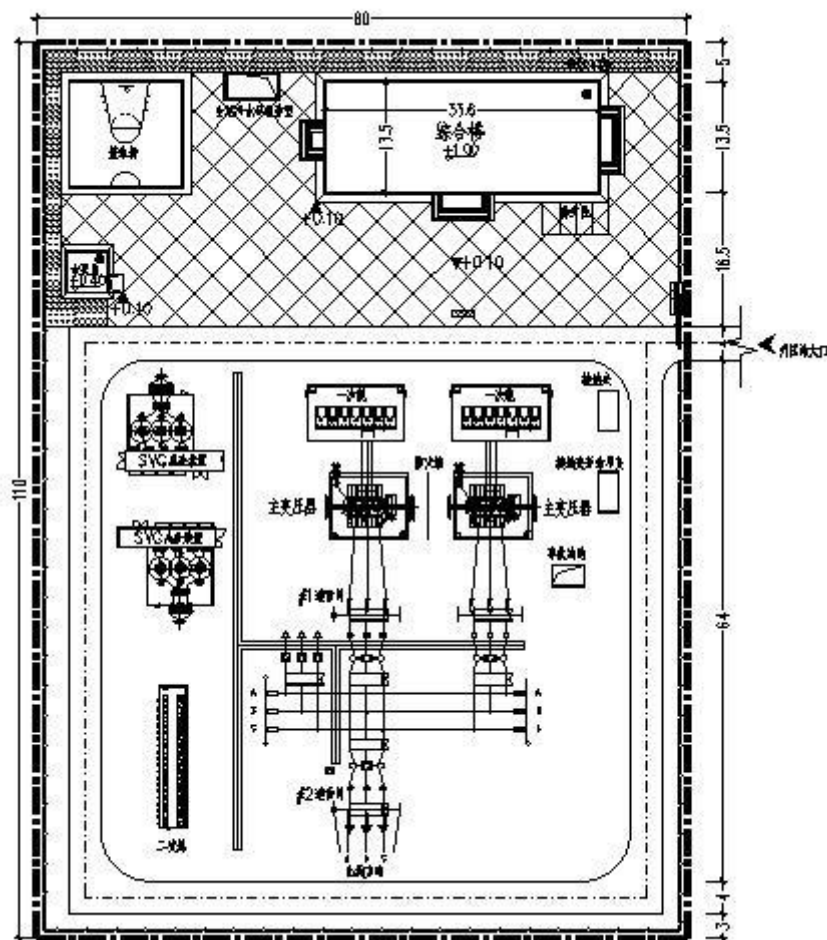


图 2.2-2-1110kV 升压站示意图

2、竖向布置

根据工艺布置要求及地形条件，本站采用平坡布置来进行场地平整，结合站外道路标高，升压站内雨水采用排水明沟收集后排出。升压站布置在光伏区西南侧，因暂无洪水位资料，可研阶段土方平整暂按挖填平衡测算，场地设计平均标高取为 ± 0.000 ，各建筑物室内外高差均为 0.30m 。

3、道路及场地处理

进站道路、站内道路采用城市型道路。生产区道路布置成环形，便于设备运输及检修维护。站内运输主变道路宽度为 6m，其他消防道路宽度均为 4m，道路的转弯半径为 9m，路面为混凝土路面。

站区广场采用混凝土面层, 配电装置区除设备支架周围操作场地作外, 可适当

植草绿化或满铺碎石。

4、围墙、围栏

升压站站区采用砖砌围墙或铁艺围栏，高 2.3m。站前管理区与生产区之间采用铁艺围栏，高 1.8m。

5、站区绿化

在升压站站区不集中设置成片绿地。站区绿化规划以升压站总平面图为基础，利用房前屋后，道路两侧，围墙内侧，边角地及沟道上覆土层，见缝插针，进行站区景观美化工作。

站区绿化规划以不影响生产，不妨碍交通和采光通风为原则，严禁绿化种植遮挡太阳能板，并充分考虑办公区域停车位的规划设计。

2.3 光伏阵列支架和基础设计

2.3.1 支架系统设计

(1) 主要设计参数

基本风压（重现期 $R=25$ 年）： 0.30kN/m^2

基本雪压（重现期 $R=25$ 年）： 0kN/m^2

抗震设防烈度： 6 度

光伏组件规格： $2024\text{mm} \times 996\text{mm} \times 35\text{mm}$

光伏组件重量： 29kg

固定支架倾角： 20°

组件离地最低高度： 1.5 m

光伏支架和基础安全等级为三级，重要性系数不小于 0.95。

(2) 支架主要材料钢材：主要采用冷弯薄壁型钢、材料应具有钢厂出具的质量证明书或检验报告；其化学成分、力学性能和其他质量要求必须符合国家现行标准规定。所有钢结构均应采用可靠防腐处理以满足支架 25 年设计使用要求，采用热镀

锌或镀铝锌防腐工艺，镀锌层平均厚度不小于 $65\ \mu\text{m}$ 。钢板材质主要采用 Q235B、Q355B；焊条分别采用 E43、E50；

螺栓：檩条、支撑的连接采用普通螺栓，性能等级不低于 6.8 级；组件与支架连接采用不锈钢螺栓，强度等级不低于 A2-70。

固定支架立柱与基础采用螺栓连接。

(3) 荷载组合由于光伏组件支架及基础自重较小，支架设计时风荷载起控制作用，因此影响支架系统整体稳定的主要荷载为风荷载。支架受力计算主要考虑荷载：自重荷载、风荷载、雪荷载和检修荷载。荷载组合及荷载组合分项系数按《建筑结构荷载规范》GB50009-2012 及《光伏发电站设计规范》GB50797-2012 相关要求取值。

(4) 光伏组件支架设计：在各种荷载组合下，支架应满足规范对强度、刚度、稳定等各项指标要求。设计时采用 25 年一遇基本风压值作为设计荷载，确保支架阵列光伏系统安全、稳定。

支架应合理选择布置形式以保证整体支架受力协调，避免应力集中；各杆件应根据计算受力大小选取适宜截面，在保证各杆件强度充分利用的前提下尽量节省钢材；横梁与立柱连接节点处宜采用可增强结构整体协调变形能力的铰接连接。

固定式支架结构：横梁与组件采用压块连接或螺栓连接。支座结构由立柱、斜梁和斜撑组成，立柱与基础桩顶采用螺栓，斜撑与立柱采用抱箍连接，斜梁上部与桁架结构可靠连接形成受力支座。所有连接螺栓配两平一弹垫片。单个阵列平面布置图详见图 2.3-1，支架立面图详见图 2.3-2。

本工程主要采用额定功率为 445Wp 的单面单晶硅光伏组件，每个光伏组串支架阵列由 28 块光伏组件组成，光伏组件采用竖向布置，2 行 14 列排布方式，单个光伏组件串东西长 28596mm。单个阵列由 5 组桩基础构成。

(5) 支架受力计算支架在各种荷载作用下应满足规范对钢结构强度、刚度及稳

定性的要求。设计主要控制参数如下：

受压构件容许长细比	180
受拉构件容许长细比	350
梁的挠度	$L/250$
柱顶位移	$1/60$

支架立柱与基础为刚接，立柱与横梁、横梁与檩条之间均为铰接。

(6) 汇流箱支架：可固定在后立柱新增横担上，支架与桩身采用抱箍固定，汇流箱与支架横梁采用螺栓固定，具体安装位置，可根据施工图设计阶段电气提资调整、布置。

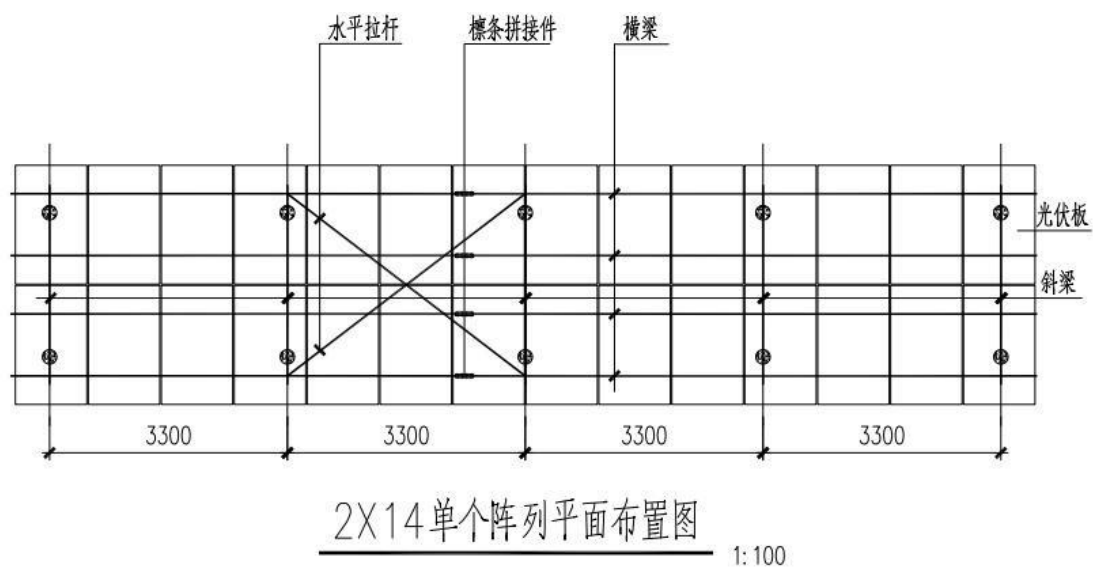


图 2.3-1-12*14 阵列平面布置示意图

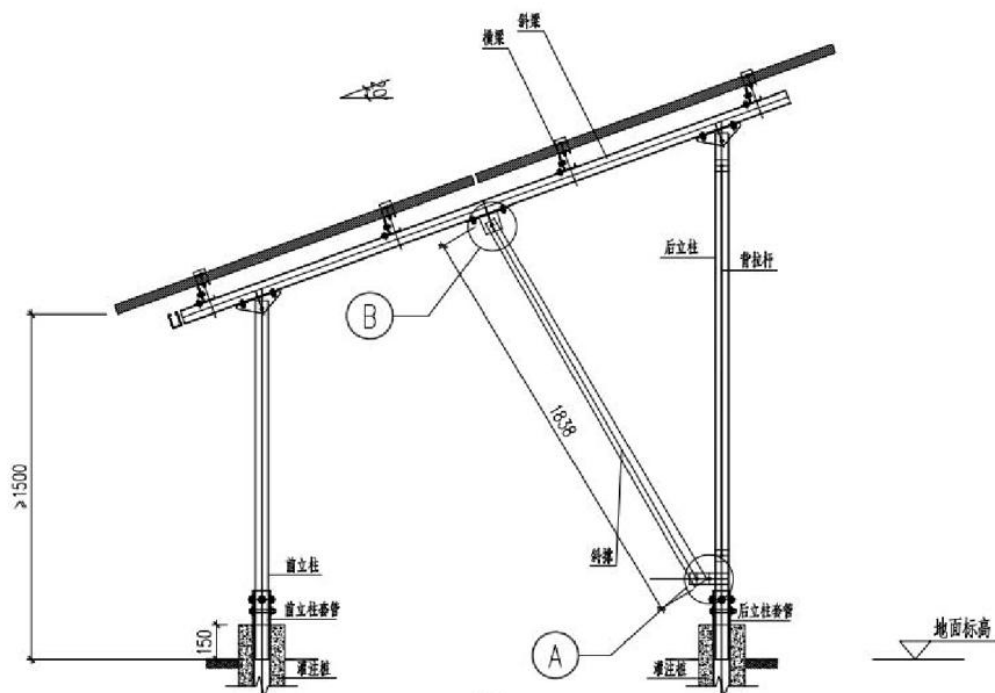


图 2.3-2 倾角 21° 支架立面示意图

2.3.2 支架基础设计

(1) 支架基础分析根据目前光伏发电工程建设经验，支架基础类型主要有钢筋混凝土独立基础、条形基础、普通桩基础（钻孔灌注桩基础、地锚桩基础、螺旋钢桩基础）和预应力混凝土管桩基础等，上述基础的主要特点如下：

a) 钢筋混凝土独立基础：为通用于各种地质地形的支架基础形式，由底部扩大基础及短柱组成，基础底板一般采用构造配筋。其形式简单、技术成熟，但工程量较大，需要人工多，施工周期也长，对环境影响较大。一般适用于地面平整且便于开挖的场地。

b) 钢筋混凝土条形基础：基础一般直接坐落于地表或浅埋，钢支架前后立柱均立于其上。条形基础依赖混凝土自重来平衡风荷载作用下产生的上拔力，内部需配置一定数量钢筋。条形基础形式简单，施工方便，但工程量也大，需人工多。适用于地面较平整，土质较密实不易开挖的场地。

c) 普通桩基础：成孔较为方便，混凝土和钢筋用量小，开挖量小，灌注桩基础

需绑扎钢筋笼，对预埋螺栓准确定位后进行现场浇筑，浇筑后再进行养护，施工浇筑工序较为复杂，对施工质量控制要求较高，混凝土对土壤结构具有一定的污染。对于地形复杂地区，对于桩顶标高控制要求较高，且高度方向调节能力有限，对于一些离地高度较高的基础若采用灌注桩基础，上部浇筑过程中容易产生跑浆漏浆现象，严重影响浇筑质量，桩身整体效果较差。螺旋钢桩基础：施工快捷，无土方开挖量，但用钢量较大，施工精度不高且需要专门的施工机械。钢桩地下部分容易产生腐蚀影响结构安全性。地锚桩基础：通过在大块岩石上成孔，孔中放置钢筋并浇灌细石混凝土而成的一种基础。其钢筋混凝土量较少，但成孔难度较大，造价较高，适用于裸露大块岩石或覆土层较薄的岩石场地。

d) 预应力混凝土管桩基础：施工采用机械设备静压入土或锤击入土方式，施工便捷，无需混凝土浇筑和支模养护，基础施工效率较高，可加快施工进度，从而节省工期。预制管桩桩身强度高，对于离地高度较高、基础间距较大的支架型式，基础受力一般较大，采用预制管桩基础在桩径较小条件下也可满足桩身抗弯要求。预制管桩基础施工过程对土壤基本无污染。

本工程场地土质主要为黏土，综合上述情况，从农业种植、环保、进度、造价及现场地质条件等多方面因素考虑，本工程固定支架推荐基础采用微孔灌注桩，桩直径 160mm，前桩 1.8m，后桩 2.3m。因本阶段暂无洪评报告、气象资料、地形图和地勘报告，此桩型及桩长仅为暂估，后期根据具体洪水位、水（土）腐蚀性、地形及场地土承载力等情况调整桩型及桩长。

2.3.3 主要变配电设备（施）基础

本项目户外设备主要有箱变设备基础。

(1) 箱变基础：本项目拟选用户外箱逆变一体化设备，设备长 3.5m，宽约 2.5m。

设备基础采用混凝土箱型基础。基础大小后续将根据由生产厂家提供的箱式升压变压器的外型尺寸进行更为详细的设计。

(2) 户外构筑物：所有构筑物基础均为现浇钢筋混凝土基础，混凝土标号不低于 C30。钢结构构件防腐处理均采用热镀锌，镀锌层厚度不小于 $65\mu\text{m}$ ，钢梁采用螺栓或焊接连接。

2.3.4 地基处理及基础防腐

本阶段暂无地勘报告，实际以后期地勘为准。

2.4 升压站区设计

升压站为光伏电站的配套工程，升压站布置在满足工艺需要、便于生产及适应当地环境的前提下，以紧凑而又有序的空间布置。升压站内的主要构筑物有综合楼、主变、生产舱及 SVG 舱、变电构架、变电支架等。

2.4.1 各建构筑物基础持力层选择

综合楼、主变、生产舱及 SVG 舱、变电构架、变电支架等均采用天然基础，后期以地勘资料为准。

2.4.2 各建、构筑物主体结构和基础设计

综合楼为单层框架结构，高 3.9m，建筑面积为 480 m^2 ，基础采用独立基础。水泵房为单层砌体结构，高 4.2m，建筑面积为 36 m^2 ，基础采用墙下条形基础。一次生产舱为为单层成品预制舱，总长 12m，宽 6.9m，高为 2.5m，共 2 座。生产舱采用混凝土箱型基础形式。

二次生产舱为为单层成品预制舱，总长 17.5m，宽 3.4m，高为 3.5m，共 1 座。生产舱采用混凝土箱型基础形式。

SVG 舱为单层成品预制舱，总长 12.2m，宽 2.5m，层高为 2.5m，共 2 座。SVG 舱采用混凝土箱型基础形式。

主变构架高为 10m。构架柱采用焊接钢管柱，横梁采用格构梁，弦与腹杆通过节点板由焊接连接。构架采用独立基础形式。

主要建筑材料：混凝土强度等级：C30 混凝土垫层：C15。钢筋：采用 HRB400。

钢材：采用 Q235B 或 Q355B。

砌体：±0.000 以下采用烧结普通砖，不低于 M5 水泥砂浆。±0.000 以上采用多孔砖，M5 混合砂浆。

升压站区建构筑物一览表详见表 2.4-1。

表 2.4-1 升压站区建、构筑物一览表

编号	名称	建筑类别	防火等级	建筑面积 (m²)	层数	层高 (m)
1	综合楼	丙	二	480	一	3.9
2	水泵房	丙	二	36	一	4.2

2.4.3 设备基础设计

升压站区域设备主要有主变、SVG 等。

主变基础为混凝土板式基础形式；构、支架基础采用钢筋混凝土独立基础；事故油池大小为 60m³，为混凝土箱型结构形式，布置在地下。

互感器基础及其它设备基础均独立基础形式。

2.5 工程消防设计

2.5.1 消防设计依据

- (1) 《中华人民共和国消防法》（2008，中华人民共和国主席令第 6 号）
- (2) 《建筑设计防火规范》GB50016
- (3) 《火力发电厂与变电所设计防火规范》GB50229
- (4) 《水喷雾灭火系统设计规范》GB50219
- (5) 《电力设备典型消防规程》DL5027
- (6) 《变电站给水排水设计规程》DL/T5143
- (7) 《建筑灭火器配置设计规范》GB50140
- (8) 《建筑给水排水设计规范》GB50015
- (9) 《室外给水设计规范》GB50013
- (10) 《火灾自动报警系统设计规范》GB50116

(11) 《建筑内部装修设计防火规范》GB50222

以上规程及规范，以最新发布版本为准。

2.5.2 一般设计原则

(1) 贯彻“预防为主、防消结合”的消防工作方针，做到防患于未“燃”。严格按照规程规范的要求设计，采取“一防、二断、三灭、四排”的综合消防技术措施。

(2) 工程消防设计与总平面布置统筹考虑，针对不同构（建）筑物和设施，采用多种消防措施。在工艺设计、设备及材料选用、平面布置、消防通道均按照有关消防规定执行。

(3) 光伏电站距离城镇较近，可充分利用附近消防资源。

2.5.3 机电消防设计原则

(1) 消防供电电源可靠，满足相应的消防负荷要求。

(2) 变压器、电缆及其他电气设备的消防设置按《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB50229、《电力设备典型消防规程》DL5027、《电力工程电缆设计规范》GB50217 进行设计。

(3) 主要疏散通道、楼梯间及安全出口等处按规定设置火灾事故照明灯及疏散方向标志灯。

(4) 设置完善的防雷设施及其相应的接地系统。

(5) 电缆电线的导线截面选择不宜过小，避免过负荷发热引起火灾；消防设备采用阻燃电缆。

(6) 升压站内重要场所均设有通信电话。

2.5.4 消防整体设计方案

本消防设计主要针对升压站内各建筑物及设备。本工程消防总体设计采用综合消防技术措施，从防火、监测、报警、控制、灭火、排烟、逃生等各方面入手，力

争减少火灾发生的可能，一旦发生也能在短时间内予以扑灭，使火灾损失减少到最低程度，同时确保火灾时人员的安全疏散。升压站内设置常规消火栓给水系统，同时在生产楼等各构（建）筑物设置移动式灭火器。

2.5.5 工程消防设计

（1）主要生产场所消防设计

根据《建筑灭火器配置设计规范》GB50140 及《火力发电厂与变电站设计防火规范》GB50229、《电力设备典型消防规程》DL5027 要求，在控制室、配电间等设有精密仪器、设备及表盘等不宜水消防的场所设置手提式、推车式磷酸铵盐干粉灭火器；对于办公室等一般场合选用手提式、推车式磷酸铵盐干粉灭火器或其它类型的灭火器。

（2）电缆消防 电缆从室外进入室内的入口处及主控制室与活动地板下的电缆层之间，电缆沟内的电缆进入高压开关柜或低压配电屏等采取了防止电缆火灾蔓延的阻燃及分隔措施。具体措施是：

电力电缆选用聚乙烯绝缘电缆，控制电缆选用阻燃电缆。电力电缆与控制电缆分层敷设，各层之间用防火隔板分隔，隔板的耐火极限不低于 0.75h。

所有电缆穿越的孔洞，均采用软质耐火材料封堵，孔洞两端 2m 以内的电缆均喷涂防火涂料保护。

（3）安全疏散通道和消防通道：通过对外交通公路及进站道路，消防车可到达站区，升压站内设环形消防通道，消防通道宽度均大于等于 4.0m，消防通道上空均无障碍物，满足规范要求。

（4）消防给水设计：本工程不设置单独水消防系统。

2.6 施工组织设计

2.6.1 施工条件

1、施工条件

清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目位于广东省清远市连南县三排镇，距连南县城 16 公里，东邻九坡镇，南接窝水镇，西与大坪镇交界，北临县城。设备可通过省道和国道运输至场址，场址周围道路已基本完善，场地地质较稳定，地域宽广、适宜光伏项目建设。

2、气候条件

连南属于亚热带季风气候，四季分明，春暖夏热，秋凉冬寒，全年平均气温为摄氏 19.50C，最低温度为-4.80C。月平均气温以 7、8 月为最高，在 28 至 28.50C 之间。山上与平原相差 2 至 4 度，晚上比白天低 6 至 120C。一般在 11 月下旬开始降霜，至翌年 2 月中旬终霜，年平均霜期 17 天，最多 33 天。结冰日数年平均 5.8 天，最多 16 天，降雪年平均 2.6 天，最多 6 天，积雪时间一般 2 至 4 天，高山多达 40 至 50 天。每年有寒潮 3、4 次，强冷空气 14 至 16 次，一般在 9 月下旬就有寒露风入境。一年四季均受季风影响，风向呈季节性变化。夏季多吹南风，冬季及其它月多吹东北风。

连南的年平均降雨量为 1705.1 毫米。降雨大部分在 3 至 8 月，尤其 4、5、6 月的降雨量约占全年一半。日降雨量最大达 185 毫米。全年平均绝对湿度 19.2 毫米，相对湿度为 79%，历年平均蒸发量为 1299.5 毫米。历年平均日照射时数 1549.6 小时。连南气候有两个特点：一是主体气候明显，高山与平原气温相差 2—80C；二是四季气候变化是夏长冬短，春秋过度快，即春季约 69 天，夏季约 178 天，秋季约 66 天，冬季约 52 天。春季阴冷多小雨，夏季炎热多大雨，秋季凉爽少雨，冬季寒冷干燥。

3、主要建筑材料来源

主要建筑物材料来源充足，所有建筑材料均可通过公路运至施工现场。本工程所需的主要建筑材料为砂石料、水泥、钢材、木材、油料、砖等。均可就近从连南县采购，然后通过连南县交通公路网经乡村道路运至场区。

2.6.2 施工总布置

1、布置原则

1) 施工总体规划用地不超过征地红线范围，所有施工布置在指定的范围内，按施工组织合理布置生产生活设施。

2) 遵循国家及行业的有关法律法规、规程、规范及招标文件的要求。

3) 施工道路充分利用现有道路，对不能满足运输条件的原有道路进行必要的加固，同时修建一些必要的临时道路，对施工过程中损坏的原有道路修复原状。

4) 采取相对集中、方便施工、利于环保和水土保持的原则布置生产设施及辅助设施。

5) 依据现场实际情况现场进行临建规划和布置，生产生活、施工辅助设施和仓库等场地和设施，尽可能采取集中布置。生活办公场地布置尽可能整齐划一，并配上消防、安全设施。总体要求消防、安全设施应齐全到位，道路畅通、场地整齐干净，并处理好临时雨水、污水排放，以防止污染环境。

6) 根据现场施工条件，按照因地制宜、节约用地、有利生产、易于管理、满足需要、安全可靠的原则进行临时设施布置。

2、施工总布置规划

本工程光伏阵列布置相对集中，场址地势开阔，施工布置条件较好。本工程主要施工项目为太阳能电池基础工程及太阳能电池钢支架安装工程。为节约投资及便于工厂化生产管理，在施工期间集中设置一个施工生活区。在施工生活区域集中设置砂石料堆放场、钢筋加工场，生产用办公室和生活临时住房等也集中布置在施工生活区域。混凝土拌和后，用混凝土搅拌运输车运至每个光伏电池基础处。光伏电池钢支架就地组装，不集中设堆放场地。

光伏电站靠近清远市，部分施工辅助工程可充分利用当地的资源。工程所需材料可从当地采购，仅在施工区设必要的小型修配系统。场区内施工临建工程主要有

综合加工厂、材料及设备仓库、混凝土拌和站、小型修配厂等临时生产设施和生活建筑设施。

机械修配场主要承担施工机械的小修及简单零件和金属结构的加工任务，大中型修理则委托相关企业承担。

本工程装机总规模 100MW，光伏电池阵列布置集中，初步考虑按施工区集中布置原则，在与光伏电池阵列相邻的较平坦位置进行施工布置。从安全环保角度出发，生活设施靠近仓库布置，远离混凝土拌合站。初步估算工程临时设施总占地 3290 m²，各临时生产、生活场地规划见表 2.6-1。

表 2.6-1 施工临时建筑工程量表

名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	备注
办公用房	400	300	
生活用房	1400	1300	
其他用房	500	400	
钢材加工场	200	150	
综合仓库	240	180	
机械设备修配场	300	200	
油库	50	20	
小计	3290	2700	

3、施工电源

施工用电电源就近 10kV 线路引接，施工区现场可安装一台变压器 10/0.38kV 专用变压器，经变压器降压后引线至各施工用电点。

4、施工用水

施工临时用水主要包括生产用水、生活用水、消防用水及杂用水。生产用水包括现场施工用水、施工机械用水。生活用水包括施工现场生活用水和生活区生活用水。施工用水中生活用水水源及生产用水水源考虑接板洞水库水。

2.6.3 施工交通运输

1、对外交通运输

本项目附近有 G107 国道、乡公路、村村通公路，对外交通便利。本工程设备、建筑材料采用公路运输，再由村村通至施工现场。

2、站内交通运输

施工区域道路按照满足机械、设备进场，满足施工条件为原则，修建必要的临时施工道路。由于现场道路有县道和村村通简易路面，材料设备运输不宜过重，载重量不宜超过 40 吨。村村通道路之间可铺设简易通道，满足机械和设备的进退场的需要。场地内铺设临时通道，满足机械和设备的转移需要。

场内道路采用 20cm 厚泥结碎石路面，路面宽 4.0m，路基宽 4.5m；局部路段采用 40cm 厚块石路基，15cm 泥结碎石路面。场内道路纵坡宜小于 10%，每隔 500 米左右设置错车道，在道路尽端设置回车场。场内道路局部路段设浆砌石排水沟，排水沟截面为 300×400。穿路段设直径 300 的涵管。进场道路约 2.7km，进场道路采用 40cm 厚块石路基，15cm 泥结碎石路面，路面宽 4.0m，路基宽 5m，路边设浆砌石排水沟，排水沟截面为 500×700。穿路段设直径 300 的涵管。主干线连接各方阵箱变，太阳能板间设简易人行道。各场内道路在后期应能满足人员巡视及维护的需求。

2.6.4 施工主体工程

土建施工项目主要包括：箱变基础开挖和混凝土浇筑，光伏组件的安装，逆变器安装，电器设备安装，电缆和光缆安装，监控设备安装调试等。

1、光伏设备基础施工电池组件支架基础施工包括桩基成孔、浇筑混凝土。

(1) 桩基成孔

a)根据施工现场坐标控制点首先建立该区测量控制网,包括基线和水平基准点,定出基础轴线,再根据轴线定出桩基施工线,利用白灰进行放线。灰线、轴线经复核检查无误后方可进行施工。b)钻孔灌注桩采用汽车台钻进行成孔施工。成孔尺寸根据桩基尺寸进行,直径 0.15 或 0.30m,深度 1.5m 或 3.0m,施工过程中要控制好

基底标高。

c) 成孔完工后, 应将孔内清理干净, 验收合格后方可进行下道工序施工。d) 在混凝土浇筑前应对基坑进行保护。

(2) 钢筋工程

2、光伏设备及电气设备安装光伏设备安装主要包括有: 太阳能组件、设备固定支架、箱式变压器、组串式逆变器等。光伏设备安装: 设备支架在施工安装场地组装。在施工场地分别进行设备支架组装, 由汽车运输支架材料, 人工组装。组装好的设备支架然后由汽车运输到安装位置, 人工安装、固定调试。再进行电力电缆和控制电缆接线, 调试检测。

a) 基础主要受力钢筋采用通长钢筋, 不得搭接。基础钢筋笼总长度及出地长度必须满足设计要求, 不得出现钢筋笼整个埋于地下, 地上桩头部分无钢筋现场。

b) 钢筋布设过程中如遇电缆预埋管等, 应调整埋管位置进行避让, 不得截断钢筋, 损害受力结构。

(3) 混凝土浇筑采用现场搅拌站集中搅拌、小型自卸汽车运输、人工浇筑、插入式振捣器振捣的施工方。基础混凝土浇筑前应对设计图纸和供货厂的设备图纸进行严格核对, 无误后方可进行浇筑。混凝土施工前要了解掌握天气情况, 降雨时不宜进行混凝土浇筑, 尽量避免冬季施工。

逆变器及箱式变等安装, 采用汽车运输, 汽车吊吊装到位, 人工安装固定。再进行设备外壳、避雷装置的接地, 高低压电缆接线、设备调试检测。

3、集电线路安装

电缆施工应按设计要求和相关规范施工。要求分段施工, 分段验收。每段线路要求在本段箱式变安装前完成, 确保机组的试运行按时进行。直埋电缆施工: 先人工开挖电缆沟, 将沟底用沙土垫平整, 将电缆敷设后填埋。一层沙土, 再压上红砖, 然后用回填夯实。电缆走向要按图纸标注和相关的技术要求执行。

4、主要建筑物施工

(1) 模板

基础中的地脚螺栓孔用木板钉成锥形盒子，并在混凝土初凝后拔出，木盒子上口与加固模板的木方子钉牢，下口用钢筋与对拉螺栓焊接来固定。地脚螺栓埋设的位置、标高要求准确。采用型钢做成定位架，将地脚螺栓与定位架焊牢。定位架必须牢固可靠，并不得与模板或模板加固件连接。定位架一般生根于提前预埋的锚固件或埋件上。基础上表面的埋件采取加钢筋支腿的方法固定，按照板顶标高焊牢。并在埋件顶板挖振捣孔，保证埋件处的混凝土浇筑密实、不空鼓。基础侧埋件采用将预埋件用钢钉固定在玻璃钢竹胶板上的方法或用 M8 螺丝将埋件固定在模板上，将螺丝拧紧，如果模板强度不够，采用 50mm 见方胶合板片中间打孔做垫片，减少模板变形。封模后检查螺丝模板外的外漏长度以确保每一块埋件与模板紧贴。角铁埋件封模时先封带企口的相对两块模板，检查埋件角与模板企口边齐平后方可再封其他两面模板。

(2) 钢筋绑扎

钢筋绑扎前必须经过详细检验，按照确定用料→除锈（除污迹）→调直→切断→弯曲成型的工序进行施工。弯曲成型后还需对已弯曲钢筋进行检验，不合格的坚决不予以使用。

1) 施工中要保证钢筋保护层厚度准确，若采用双排筋时要保证上下两排筋的距离。

2) 钢筋的接头位置及接头面积百分率要符合设计及施工验收规范要求。

3) 钢筋的布放位置要准确，绑扎要牢固。模板施工中柱子的施工要防止胀模、断面尺寸鼓出、漏浆、混凝土不密实，或蜂窝麻面、偏斜、柱身扭曲的现象。据设计的柱箍规格及间距要求，紧固脚手扣件。柱面平整度、垂直度、轴线偏差要逐根柱子检查，如柱子超过 3m 高要在中部留设振捣孔。梁模板安装过程中主要注意当

梁底板跨度 $\geq 4\text{m}$ 时,跨中梁底处应按设计要求起拱,如设计无要求时,起拱高度为梁跨度的 $1/1000 \sim 3/1000$ 。主次梁交接时,先主梁起拱,后次梁起拱。梁下排架支柱支承在基土面上时,应对基土平整夯实,满足承载力要求,并加木垫板或混凝土垫板等有效措施,确保混凝土在浇筑过程中不会发生支承下沉。

(3) 混凝土浇筑

1) 混凝土自吊斗口下落的自由倾落高度不宜超过 2m 。

2) 梁、板应同时浇筑,浇筑方法应由一端开始用“赶浆法”,即先浇筑梁,根据梁高分层阶梯形浇筑,当达到板底位置时再与板的混凝土一起浇筑,随着阶梯形不断延伸,梁板混凝土浇筑连续向前进行。

3) 和板连成整体高度大于 1m 的梁,允许单独浇筑。浇筑时,浇筑与振捣必须紧密配合,第一层下料慢些,梁底充分振实后再下二层料,用“赶浆法”保持水泥浆沿梁底包裹石子向前推进,每层均应振实后再下料,梁底及梁帮部位应振实,振捣时不得触动钢筋及预埋件。

4) 梁、柱节点钢筋较密时,浇筑此处混凝土时宜用小粒径石子同强度等级的混凝土浇筑,并用小直径振捣棒振捣。

5) 浇筑混凝土的虚铺厚度应略大于板厚,用平板振捣器垂直浇筑方向来回振捣,厚板可用插入式振捣器振捣,并用铁插尺检查混凝土厚度,振捣完毕后用木抹子抹平。

施工缝处或有预埋件插筋处用木抹子找平。浇筑板混凝土时严禁用振捣棒铺摊混凝土。

6) 楼梯段混凝土自下而上浇筑,先振实底板混凝土,达到踏步位置时再与踏步混凝土一起浇筑,不断连续向上推进,并随时用木抹子(或塑料抹子)将踏步表面抹平。

(4) 混凝土振捣

1) 使用前, 应检查各部件是否完好, 各连接处是否紧固, 电动机绝缘是否可靠, 电压和频率是否符合规定, 检查合格后, 方可接通电源进行试运行。

2) 作业时, 要使振动棒自然沉入混凝土, 不得用力猛插, 宜垂直插入, 并插到尚未初凝的下层混凝土中 50mm~100mm, 以使上下层相互结合。

3) 振动棒各插点间距应均匀, 插点间距不应超过振动棒有效作用半径的 1.25 倍, 最大不超过 50cm。振捣时, 应“快插慢拔”。

4) 振动棒在混凝土内振捣时间, 每插点约 20s~30s, 见混凝土不再显著下沉, 不出现气泡, 表面泛出水泥浆和外观均匀为止。振捣时将振动棒上下抽动 50mm~100mm, 使混凝土振实均匀。

5) 作业中要避免将振动棒触及钢筋、芯管及预埋件等, 更不得采取通过振动棒振动钢筋的方法来促使混凝土振实; 作业时振动棒插入混凝土中的深度不应超过棒长的 2/3~3/4, 更不宜将软管插入混凝土中, 以防水泥浆侵蚀软管而损坏机件。

6) 振动器在使用中如温度过高, 应立即停机冷却检查, 冬季低温下, 振动器使用前, 要缓慢加温, 使振动棒内的润滑油解冻后, 方能使用; 振动器软管的弯曲半径不得小于 500mm, 并不得多于两上弯。软管不得有断裂, 死弯现象, 若软管使用过久, 长度变长时, 应及时更换。

7) 振动器不得在初凝的混凝土上及干硬的地面上试振。

8) 严禁用振动棒撬动钢筋和模板, 或将振动棒当锤使用; 不得将振动棒头夹到钢筋棒头夹到钢筋中; 移动振动器时, 必须切断电源, 不得用软管或电缆线拖拉振动器。

9) 作业完毕, 应将电动机、软管、振动棒擦刷干净, 按规定要求进行保养作业。振动器应放在干燥处, 不要堆压软管。

(5) 混凝土养护

浇筑完毕后, 为保证已浇筑好的混凝土在规定龄期内达到设计要求的强度, 并

防止产生收缩，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

1) 应在浇筑完毕后的 12h 以内对混凝土加以覆盖并保温养护。

2) 混凝土浇水养护的时间：对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求的混凝土，不得少于 14d；当采用其他品种水泥时，混凝土的养护应根据所采用水泥的技术性能确定。

3) 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水应与拌制用水相同。

4) 混凝土强度达到 1.2N/mm^2 前，不得在其上踩踏或安装模板及支架。砌筑工程施工及装饰装修工程施工必须按照建筑专业相关标准进行。

5、季节性施工

(1) 冬季施工措施冬施前必须按冬施项目和现场具体情况编制详细的冬施措施，入冬前对冬施工作做好“六有”，即：有计划、有措施、有布置、有落实、有检查、有实施结果，及时与当地气象部门联系，取得每周天气预报，并根据预报调整 and 安排工作。冬季施工时加强冬施准备工作，提前作好热源准备，为适应冬施管理要求对管理人员进行系统培训。入冬前生产准备，组织专业人员对临时设施、机械设备、物资到位情况、水电消防设备等进行全面检查，对所查问题及时整改处理好，作好对冬施的全面部署。结合冬施特点将冬施所需的劳动力、材料等纳入生产计划，对冬施停工工程进行围护。结合冬施要求及分部项工程的具体特点编写详细的作业指导书，在冬季施工前对技术干部进行专业培训。当室外日平均气温连续五天低于 5°C 时，即进入冬季施工，当室外日平均气温连续 5 天高于 5°C 时，即解除冬季施工。

结合本工程的特点，研究落实防寒保温的具体技术措施，从临时设施、物资准备、机具使用、水电消防、质量安全等规范，实行分工负责，明确职责，责任到人，直到班组工人都严格执行“规范规程”和“技术交底”，自觉做好冬防。同时加强冬季施工教育，增强每个职工的冬防意识。科学的安排生产，在保证质量、安全的

前提下安排好施工进度，在安排工程进度时，要掌握气象动态，预见性要强，正确决策，在遇到突然低温袭击时要有可靠的防范措施，安排生产时主要以抢“晴暖天气”，辅以抗冻防寒措施。

根据气温若对分部项工程质量没有影响，能提前施工的项目提前施工，能避开“寒流冷峰”施工的项目避开施工，一定要在低温下按期施工的项目，采取可靠的早强、抗冻、防寒保温技术措施，遇强冷空气、冰天雪地、严寒低温的情况，在无把握、无可靠的抗冻保温技术措施时，尊重科学，禁止冒险施工。根据以上原则，分别安排好室外装饰与室内装饰工程在不同环境条件下的冬期施工进度，并采取相应的技术措施。

冬季施工中，组织专业人员和生产班组，于风雪前后，寒流前后，班前班后，对操作场所进行阶段性检查，杜绝隐患，达到安全生产的目的。

工程所用大宗材料，尽量提前进场，防止雨雪天进不了现场而影响工程进度。供水管道、阀门等采用石灰草绳包裹防冻，道路、操作场所建立清扫冰雪和排除积水制度，保证道路畅通和操作安全。做好天气预报的收听工作和施工测温工作，遇到异常情况，采取应急措施。

管理人员在安排生产和进行技术、安全交底时，首先考虑冬季施工措施，做好万无一失。

机械冬季施工措施：

机械作用前要试转 10min~20min。机械运转期间，不准进行保养检修工作。遇有大雪、大雾等能见度低的恶劣气候，指挥人员看不清工作地点或操作人员看不清指挥信号时，不得进行起重工作。雨、雪天工作要防止吊车制动器受潮失效，工作前应检查制动器，并进行试吊（吊起重物离地 10cm 左右，连续上下数次）确认可靠。

安装施工及设备保管：

各阀门、水压机、进行水压试验的设备，若停止工作 1h 以上，应放尽所有余水，严防冻坏，各进水管道和水箱容器也应尽可能排尽余水或采取防冻保温措施。

氧气、乙炔气使用应符合规程要求，减压器、防回火装置冻结时严禁用火烘烤，只能用热水、蒸汽解冻或自然解冻。

不宜在雨、雪及大风天气进行焊接和切割露天作业，如确实因工作需要，应采取遮蔽、防触电和防止火花飞溅措施。

进入冬季前对施工用电设施进行全面清理和检修，在大风、大雪等恶劣天气后，应进行重点检查和维护。

对精密仪器、仪表及盘柜等设备要尽可能运入室内，防止霜雪侵蚀，对温度有特殊要求的设备要按要求采取保温和恒温措施。

(2) 冬期施工安全保证措施冬季来临前，按工程进度进展情况编制有针对性的冬季施工措施，并落实责任制。做好冬期施工准备工作的检查，对职工进行安全技术培训，由工地专职安全员负责与公司或当地气象台联系，及时接收天气预报，防止寒流突然袭击。对职工，特别是新工人和分包队伍做好冬期施工安全技术培训，认真做好防雨雪、防冻、防滑、防火等准备工作，备齐必须的机具、材料和设施。

对施工用临时上水管路进行检查、保温防冻。脚手架、斜跑道等登高设施须做好防滑措施，应扫尽积雪。并检查扣件或绑扎铁丝是否松动，架子是否下沉，及时进行加固处理。现场消防器材准备齐全，对消防器材做好保温防冻措施。大雪后，应及时清扫道路和作业区的积雪，避免形成冻雪后影响安全。现场吊车、脚手架要注意防风吹倒。注意施工机械的上水管道、水箱等保温工作，机动车辆应使用防冻液，加设防滑措施，行驶要慢速。严禁现场生炉烤火。

工具房、宿舍要加强防火巡视，严禁使用电炉、太阳灯、大灯泡，功率大于 100W 以上的电器等。施工现场用于保温防冻的易燃物应专人、专组（班）进行保管、注意及时回收，主厂房内严禁临时堆放易燃物。取暖设施应进行全面检查并加强用火

管理，现场严禁动用明火，特殊动火应按动火作业票规程进行，及时清除火源周围的易燃物（尤其是上、下交叉作业时）防止火灾和煤气中毒事故。

重点防火区域（如：油品、油漆存放间、木工间）要加强防火责任制，指定专人负责，严禁动用明火或吸烟。

冬季施工中所用的化学药品如亚硝酸钠、三乙醇胺、硫酸钠，必须有专人保管，建立严格的领用制度，使用中严格计量。

6、雷雨施工

夏季、雨季来临前要做好防风、防汛、防雨、防雷等工作。成立防汛领导小组，编制防汛措施，成立抢险队，落实并备齐防汛用物资。施工期间定期清理施工区内的排水沟道，保证排水畅通。与当地气象部门联系并安排专人进行气象记录，及时通知各有关单位以便及时调整施工计划，做好施工安排，防止暴雨等的袭击。雨季前仔细检查大型机械设备等的防雷、防风、防雨设施，对施工现场统一做好避雷装置，并经常测试检查以确保其可靠性；重点做好电气部分的防雨防潮工作。施工用电设施应加防雨罩，漏电保护装置应灵敏有效、绝缘良好。风速超过规定施焊时，应在焊接场所搭设防护棚。雨雪天气热处理焊口时，必须在焊口上方搭设防护棚，并采取有效措施防止雨水流到加热区域内。

焊接电弧 1m 范围内的相对湿度超过规定的情况下施焊，可使用氧乙炔焰或其它加热设备对施焊部位进行烘烤，以控制电弧附近的湿度在规定范围内。

所有设备要有良好的绝缘和接地，绝缘电阻不得低于 0.5 兆 Ω ，接地电阻小于 4 Ω ，在雷雨季节来临前进行全面检查，测定接地电阻并做好记录。平时定期对所有用电设施、机具、施工机械进行电气和接地检查，测定接地电阻并记录。

当工作台上遇到六级以上的大风或雷雨时，所有的高空作业必须停止，施工人员应迅速下到地面，并切断电源。暴雨时停止施工。

7、高温季节施工

夏季高温季节，做好防暑降温工作，根据气温及时调整作息时间，设置凉棚，备好风扇，在特殊高温作业点，采取相应防暑降温措施，确保人身健康。夏季使用易挥发溶剂作清洗或调制油漆时，必须在通风良好处进行，周围严禁明火及吸烟。

夏季各类气瓶必须放在阴凉处，严禁受烈日曝晒，并不卧置在晒热的地面上。

8、夜间施工

夜间起重作业，指挥人员须看清工作地点，操作人员须看清指挥信号，方可进行起重工作。

现场照明灯具、开关应有防雨措施，开关箱应有熔断器及隔离开关。夜间施工须有针对性强的施工组织措施，并作好施工准备工作和技术交底工作，在施工过程中派专职安全员现场巡视。

9、其它注意事项

由于本项目部分设备为户外运行电气设备，在布线过程中，必须检查线缆是否有破损、磨损现象，以免漏电，造成设备损坏；保证设备之间的连接线缆没有结点。

电缆与设备连接前必须校对，以免错误连接，造成设备损坏。太阳能直流电源供电系统的正负极供电端子应明确标识。由于本项目实施过程中人员相对较集中，需使用大型机器设备，组织施工过程中必须注意人身安全，协调调度一致。水上施工时应穿着救生衣，严防出线安全事故。

2.6.5 施工消防

(1) 工程施工道路对外有公路相连通，道路宽度不小于 4.0m，并有充足的回转场地，场内通道不堆放材料等杂物，可作消防车道及紧急疏散通道。

(2) 消防电源从施工专用 10kV 施工电源获取。施工用电电缆电线导线截面积选择按工作电流及短路电流进行选择，并留有一定裕度。

(3) 消防泵房采用非燃材料建造，设在安全位置，消防泵采用专用配电线路，引自施工现场总断路器的上端，以保证供电的可靠性。

(4) 材料加工厂、设备及材料仓库和辅助加工厂等施工现场室外消火栓按每个消火栓保护半径不超过 150m 的要求配置，并配备有足够的水龙带，其周围 3m 内，没有其他杂物堆放。消防供水管路，进水干管直径不小于 100mm。消防用水量不小于 15L/s。

(5) 临建区域内，每 100 m² 配备 2 只 10L 灭火器。大型临时设施总面积超过 1200m²，备有专供消防用的太平桶、蓄水桶（池）、黄砂池等设施。临时木工房、油漆房和木、机具间等每 25m² 配置一只种类合适的灭火器，油库、危险品仓库应配备足够数量、种类合适的灭火器。消防设施周围不堆放物品，阻塞通道。

(6) 施工现场设置的办公室、宿舍、厨房、厕所、浴室等临时设施采用混凝土硬底、砖砌墙体、轻钢屋架、压型钢板盖顶的临时房屋或活动板房、集装箱等型式的活动房屋。

2.7 工程征占地

2.7.1 工程用地原则

- 1) 符合当地土地利用总体规划。
- 2) 节约用地，不占用政府土地规划红线外的土地。
- 3) 建设用地单位在申请备案前要取得用地预审批准文件。
- 4) 项目经备案后，项目建设单位应依法申请使用土地，涉及农用地和集体土地的，应依法办理农用地转用和土地征收手续。
- 5) 施工期的临时施工道路，尽量利用既有的大车道、乡间道路等，减少了不必要的破坏，降低工程造价。

2.7.2 工程占地

项目总占地面积 204.03hm²，光伏电站分为开关站和光伏阵列区，其中开关站包括综合用房、一次舱、二次舱、SVG 变压器等为永久占地，占地面积 0.67hm²（合 10 亩）；电站内其余部分为光伏阵列区，主要包括光伏阵列、逆变器和箱变，占地

为租地，面积为 203.37hm^2 （合约 3050.471 亩）。

2.7.3 工程施工临时用地

电站内综合用房周围、箱变周围均有空地，可综合考虑为施工用地，站外不设额外临时用地。

2.8 土石方平衡及弃土规划

2.8.1 土石方平衡分析

（1）光伏阵列

场址处地面平坦、开阔，竖向布置顺应地形采用平坡式。施工前应对场区内地面，做局部整平，对小丘、小垄、洼坑等做出顺应场地整体地形的整平。光伏阵列采用固定式安装，上下两排竖向布置，每排 10 块，阵列倾角为 12° 、方位角 0° ，因项目场址地形为山地，阵列间距按地形进行调整，最小间距不小于 5m，以满足农业种植要求。

根据设计布局，项目采用 45Wp 单晶硅光伏组件，每个伏组件串由 8 单晶硅组件组成。光伏组件采用竖向布置，按 2 行 14 列最佳倾角 21° 排布，单个光伏组串东西长 14.288m，南北宽 4.282m。单个阵列由 5 组桩基础构成。

根据测算，项目合计开挖土方 4.04 万立方米，表土剥离土方 1.28 万立方米，则项目光伏阵列区合计开挖土方 5.32 万立方米。项目开挖土方中，4.04 万立方用于回填，剥离表土 1.28 万立方用作后期绿化覆土。

（2）升压站

根据升压站后期的场地绿化用土量，在施工前剥离表土约 0.18 万 m^3 。升压站场地平整、建筑基础开挖等共开挖土石方约 0.50 万 m^3 ，回填 0.50 万 m^3 。因此，升压站区开挖土石方 0.68 万 m^3 ，回填量 0.50 万 m^3 ，临时堆土方 0.18 万 m^3 ，全部为表土，施工后期用作绿化覆土。

（3）施工（检修）道路

本工程建设站内 4.0m 宽，12cm 厚泥结碎石道路，总长度 15000m。涉及土方量为 1.8m³，1.2 万 m³ 用于回填路基压实处理，其余 0.6 万立方为剥离表土，表土分段集中堆放在道路一侧或运至附近临时堆场，用作后期绿化覆土。

（4）施工工区

施工工区场地平整开挖土石方量约 0.82 万 m³（含表土 0.28 万 m³），填方量约 0.54 万 m³，临时堆土 0.28 万 m³，全部为表土，用作后期绿化覆土，无借方、无弃方。

综上所述，本项目土石方开挖总量约 8.62 万 m³，土石方回填总量约 6.28 万 m³。工程产生表土 2.34 万 m³，施工结束后用于绿化覆土，项目不借方，不弃方。各主要施工场地土石方平衡见表 2.8-1，土石方流向框图见图 2.8-1。

表 2.8-1 项目土石方平衡表（单位：万 m³）（自然方）

序号	项目或分区	挖方			填方	调入方		调出方		借方		弃方	
		小计	土石方	表土		数量	来源	数量	去向	数量	来源	表土	去向
1	光伏阵列	5.32	4.04	1.28	4.04							1.28	绿化覆土
2	升压站	0.68	0.50	0.18	0.50							0.18	绿化覆土
3	场内道路	1.80	1.20	0.60	1.20							0.60	绿化覆土
4	施工工区	0.82	0.54	0.28	0.54							0.28	绿化覆土
合计		8.62	6.28	2.34	6.28							2.34	

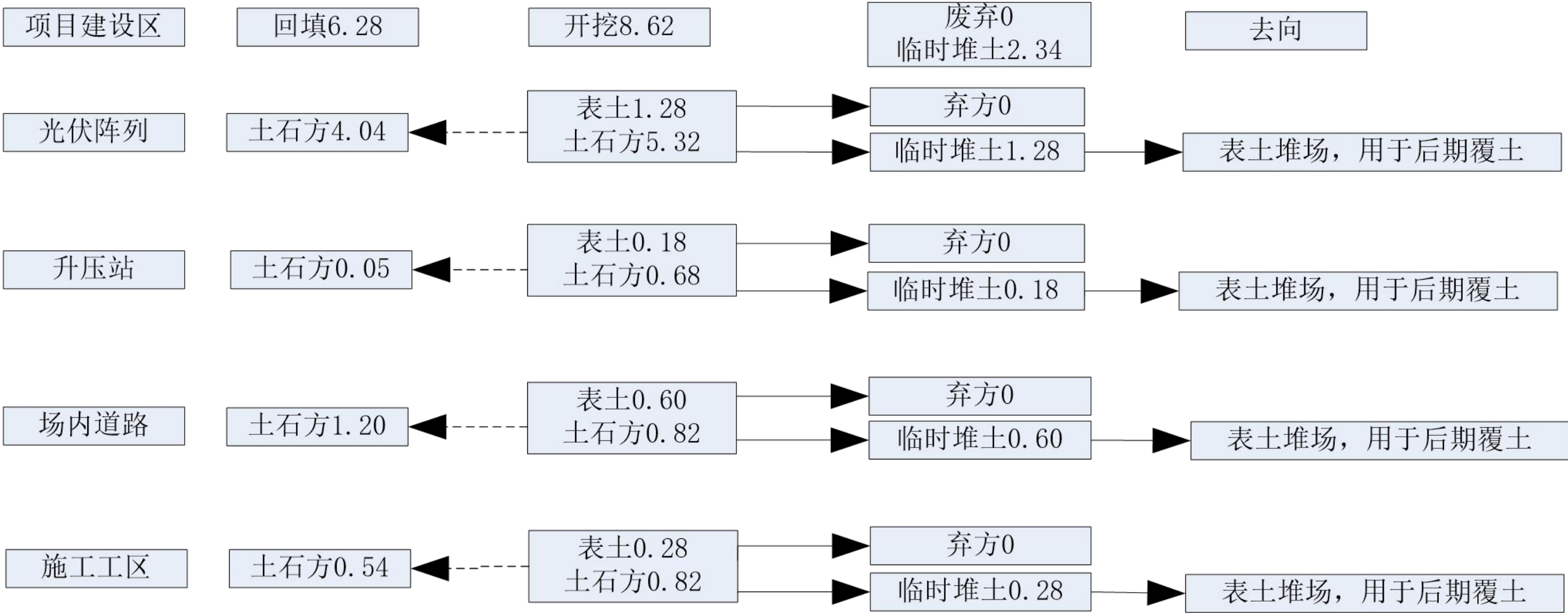


图 2.8-1 土石方流向框图 （单位：万 m³（自然方））

2.8.2 外购砂石料

本工程所需砂、石均就近购买，买卖和运输均很方便，要求业主要在具备合法手续的料场购买。根据《中华人民共和国水土保持法》及其条例“谁开发谁保护、谁造成水土流失谁治理”的原则，料场开采引起的水土流失应由料场业主负责治理，故料场不作为本工程的水土流失防治责任范围，本方案不对砂石料场作水土流失预测和水土保持措施设计。但外购材料必须具备三个条件：①必须是经地方政府批准的料场；②采购合同中必须明确水土流失责任；③合同必须向当地水行政主管部门备案。

2.8.3 弃土场概况

本项目不设置弃土场，挖出的土方部分用于回填。临时土方堆场位于建设区内。

2.9 工程投资

本项目静态投资为 36032.99 万元，其中工程总投资 36333.00 万元，单位千瓦静态投资 3603.16 元/kWp，单位千瓦总投资 3633.16 元/kWp。

2.10 进度安排

本项目建设期 6 个月，生产经营期 25 年。

2.11 拆迁安置与专项设施改（迁）建

本项目不涉及安置问题。

2.12 自然概况

2.12.1 地理位置

场址区位于广东省清远市连南县三排镇，距连南县城 16 公里，东邻九坡镇，南接窝水镇，西与大坪镇交界，北临县城。三排镇水陆交通十分便利，距 S261 国道 3 公里，两条 4 车道一级公路贯穿全镇，镇通各村委会道路全部实现水泥化。本项目规划容量 100MW，占地约 3060.47 亩，场地经纬度 E112° 21' 40"，N24° 36' 15"。场址区域位于南岭山脉南麓，地貌属丘陵，场地范围内有零散树木、农网线路、民房、乡村道路等，地势有起伏坡度在 0 到 15 度左右，局部有小山头，建设条件较好，是开发大规模光伏电站的理想场址。

项目地距离 G4W2 清连高速直线距离约为 3 公里，距离 S216 省道 1 公里。通过乡村道路可以到达场区附近。

2.12.2 地形地貌

连南瑶族自治县境南北纵横距约 71 公里，东西最大距离约 45 公里。地势北、西、南高，东部低平。山脉多由北向西南走向。山体中上部亘连着数百座山峰，其中海拔 1000 米以上的高山有 161 座。县境最高为金坑镇的大雾山，海拔 1659 米，雄踞于崔巍的群山之上。海拔 1300 米以上的山峰还有：起微山 1591 米，大龙山 1574 米，孔门山 1564 米，烟介岭 1472 米，茶坑顶 1384 米，大栗地顶 1381 米，天堂山 1364 米，大帝头顶 1314 米。这些山峰均属于南岭山脉南侧的余脉，方圆百余里，连绵起伏，逶迤纵横，气势磅礴，雄伟壮观。而东南部南岗、三排、白芒等地，是海拔 250 米至 500 米之间的石灰岩地带，属岩溶地形，石山林立。

2.12.3 地质概况

（1）地质条件

规划场址位于清远市连南瑶族自治县丘陵地带，地势平坦、开阔，不存在滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害发育，结合规划区位置及广东省地质构造图可见，所有场区均避开了通过广东省的几条主要断裂带。

（2）地震

规划场址位于清远市丘陵地带，地势平坦、开阔，不存在滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害发育，结合规划区位置及广东省地质构造图可见，所有场区均避开了通过广东省的几条主要断裂带。根据国家地震局《中国地震动峰值加速度区划图》及《中国地震动反应谱特征周期区划图》资料，工程区设防水准为 50 年超越概率 10%，地震动峰值加速度为 0.05g，相对应的地震基本烈度为 6 度。拟建场区区域构造稳定性相对较好，适宜光伏电站建设。

（3）地下水

根据《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009 年版）有关标准判定，本场地为 II 类场地环境，地层渗透性属 A 类，场地地下水对混凝土结构及钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，场地地表土对混凝土结构、钢筋混凝土结构中钢筋及钢结构具微腐蚀性。

因本项目暂无洪评报告，防洪水位标高缺资料，具体实际情况，以后期本工程详细洪评报告为准。光伏电站的防洪设计应依据《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）4.0.3 条要求执行，防洪等级按 50 年一遇执行。

2.12.4 气象

连南属于亚热带季风气候，四季分明，春暖夏热，秋凉冬寒，全年平均气温为摄氏 19.50C，最低温度为—4.80C。月平均气温以 7、8 月为最高，在 28 至 28.50C 之间。山上与平原相差 2 至 4 度，晚上比白天低 6 至 12 度。一般在 11 月下旬开始降霜，至翌年 2 月中旬终霜，年平均霜期 17 天，最多 33 天。结冰日数年平均 5.8 天，最多 16 天，降雪年平均 2.6 天，最多 6 天，积雪时间一般 2 至 4 天，高山多达 40 至 50 天。每年有寒潮 3、4 次，强冷空气 14 至 16 次，一般在 9 月下旬就有寒露风入境。一年四季均受季风影响，风向呈季节性变化。夏季多吹南风，冬季及其它月多吹东北风。

连南的年平均降雨量为 1705.1 毫米。降雨大部分在 3 至 8 月，尤其 4、5、6 月的降雨量约占全年一半。日降雨量最大达 185 毫米。全年平均绝对湿度 19.2 毫米，相对湿度为 79%，历年平均蒸发量为 1299.5 毫米。历年平均日照射时数 1549.6 小时。连南气候有两个特点：一是主体气候明显，高山与平原气温相差 2—80C；二是四季气候变化是夏长冬短，春秋过度快，即春季约 69 天，夏季约 178 天，秋季约 66 天，冬季约 52 天。春季阴冷多小雨，夏季炎热多大雨，秋季凉爽少雨，冬季寒冷干燥。

2.12.5 水文

全县有 42 条大小河流和 260 多条山溪，其中集雨面积超过 100 平方千米的河流有三江河、同灌河、白芒河、称架河、大龙河、涡水河、太保河等 7 条。

本项目不跨越河流，项目西北侧是三江河。详见附图 2.9-1。

连南县流域水系示意图

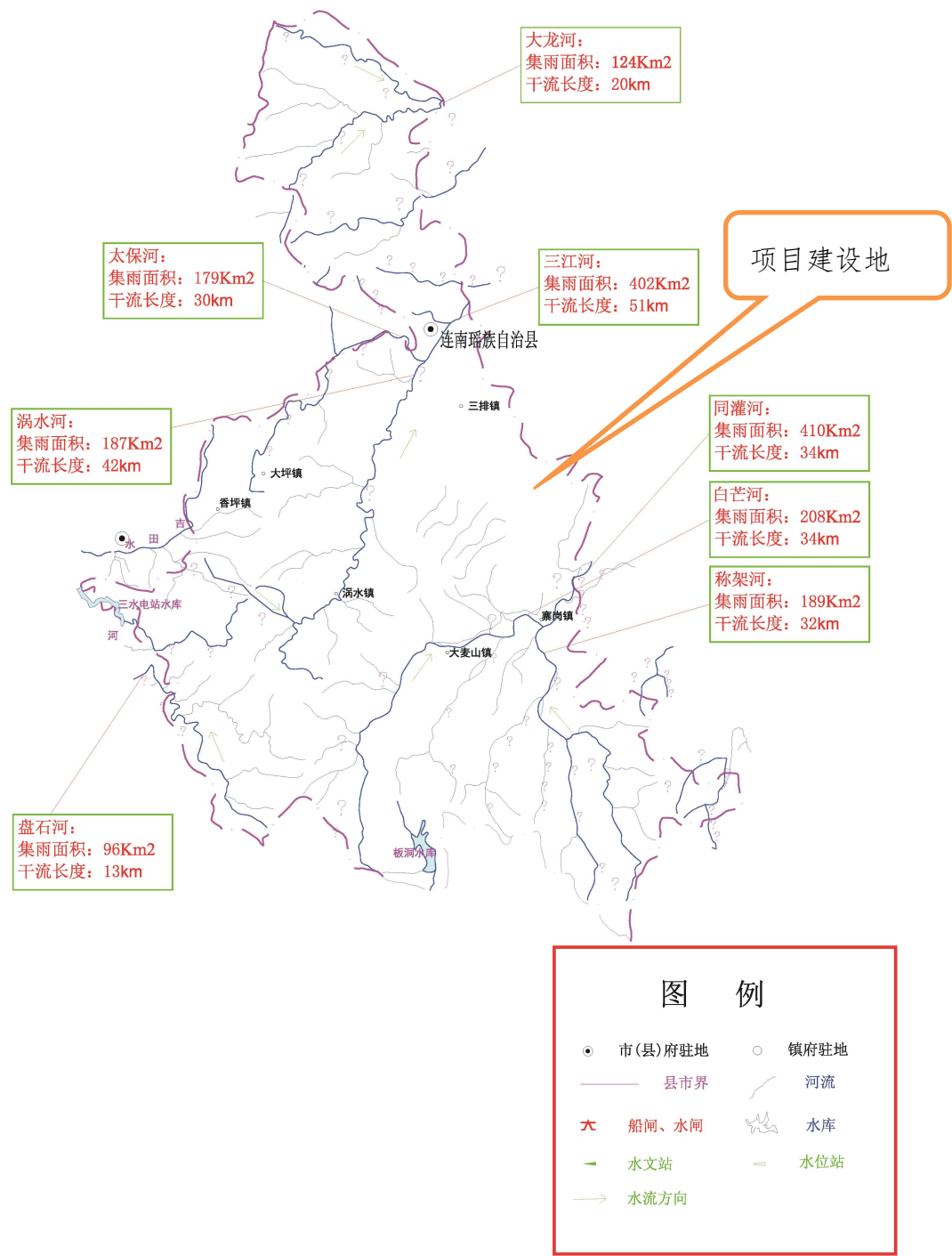


图 2.9-1 连南瑶族自治县水系图

2.12.6 土壤及植被

(1) 土壤

项目区地带性土壤为赤红壤、红壤，赤红壤呈红色或棕红色，酸性土壤，pH 值介于 5.0~5.5 之间，其剖面层次分异明显，具有腐殖质表层（A 层）、粘化层（A 层）和母质层（C 层）。土壤有机质含量较低，正常情况下，红壤区的生物气候条件有利于土壤有机质的积累。土壤总孔隙度较大，微团聚性和渗透性较好，土壤抗蚀性较好。

（2）植被

连南山地广阔，气候温和，雨水充沛，植被丰富。在县境内，至今较完整地保存着大龙山、大雾山、起微山、板洞山等原始次生林，植物种类达 3700 多种，在国家公布的 389 种濒危珍稀保护植物中，连南有 30 多种，如杪椌、银杏、楸木、楠木、红木榧、伯乐、五叶松、福建柏、南方铁杉、金钱松、白豆杉、华南锥、吊皮锥、青檀、任木、凹叶厚壳广东松、油杉、粘木、红椿、红豆杉、野茶树、伞花木、观光木、樟树、大果五加、香果树、八角莲、天竺桂、半枫荷、巴戟天、银钟花、黄山木兰等，均属国家一、二、三级保护植物。近年，林业技术人员在涡水镇甲界村发现有近百亩连片的南方红豆杉群落，被省列为重点保护区。

项目区现状地表主要为建设用地。

2.13 社会经济概况

2.13.1 社会概况

连南瑶族自治县位于广东省西北部，地处北回归线以北，介于东经 112° 2' 2" 至 112° 29' 1" 和北纬 24° 17' 16" 至 24° 56' 2" 之间。东北部与连州市交界，东南部与阳山县相连，南面紧接怀集县，西面毗邻连山县，西北角与湖南省江华瑶族自治县接壤。全县面积 1305.9 平方公里。全县划分为 7 个镇。即三江、寨岗、大麦山、香坪、大坪、涡水、三排。瑶族分布于占全县面积 88% 的山区；汉族分布于三江镇、寨岗镇等地，皆属平原丘陵地带，占全县面积的 12%。

2.13.2 经济概况

根据《2020 年连南瑶族自治县政府工作报告》（2020-05-27）：

2019 连南县全年完成生产总值 53.46 亿元，同比增长 3.0%；规上工业增加值 1.28 亿元，同比增长 32.2%；农林牧渔业增加值完成 10.69 亿元，同比增长 3.6%；地方一般公共预算收入 1.55 亿元，同比增长 20.06%；地方一般公共预算支出 18.07 亿元，同比增长 9.02%；社会消费品零售总额完成 10.85 亿元，同比增长 8.6%；城

乡居民人均可支配收入 19732.5 元，同比增长 9.2%。

2.13.3 土地利用现状

根据《清远市连南瑶族自治县土地利用总体规划（2010-2020 年）》，全县土地总面积为 124091.46hm²，已利用土地总面积为 118846.55hm²，土地利用率为 95.77%。其中，农用地为 114975.02hm²，占土地总面积的 92.65%；建设用地为 3871.53hm²，占土地总面积的 3.12%；其他土地为 5244.91hm²，占土地总面积的 4.23%。

全县农用地为 114975.02hm²，占土地总面积的 92.65%；建设用地 3871.53hm²，占土地总面积的 3.12%。其他土地为 5244.91hm²，占土地总面积的 4.23%。

根据建设用地控制目标，规划到 2020 年，建设用地总规模不超过 3982.00hm²。其中城乡建设用地规模和城镇工矿用地规模分别控制在 2855.00hm²、933.00hm²之内，新增建设用地规模不超过 683.81hm²。

本项目总占地面积 204.03hm²（约 3060.47 亩），根据《林业复函》，补充耕地面积 124.56hm²，地草地面积 79.47hm²，林地 0hm²。

第三章 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

场址区位于广东省清远市连南县三排镇，距连南县城 16 公里，东邻九坡镇，南接窝水镇，西与大坪镇交界，北临县城。三排镇水陆交通十分便利，距 S261 国道 3 公里，两条 4 车道一级公路贯穿全镇，镇通各村委会道路全部实现水泥化。本项目规划容量 100MW，占地约 2000 亩，场地经纬度 E112° 21′ 40″，N24° 36′ 15″，主体工程无比选方案，因此本方案无基于水土保持角度的方案比选评价。

项目区所在地连南县三排镇，根据水利部公告《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》（办水保[2013]188 号），项目所在地不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区；根据广东省水利厅《广东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》（2015 年 10 月 13 日），项目所在地属于广东省水土流失重点预防区，详见图 3.1-1。

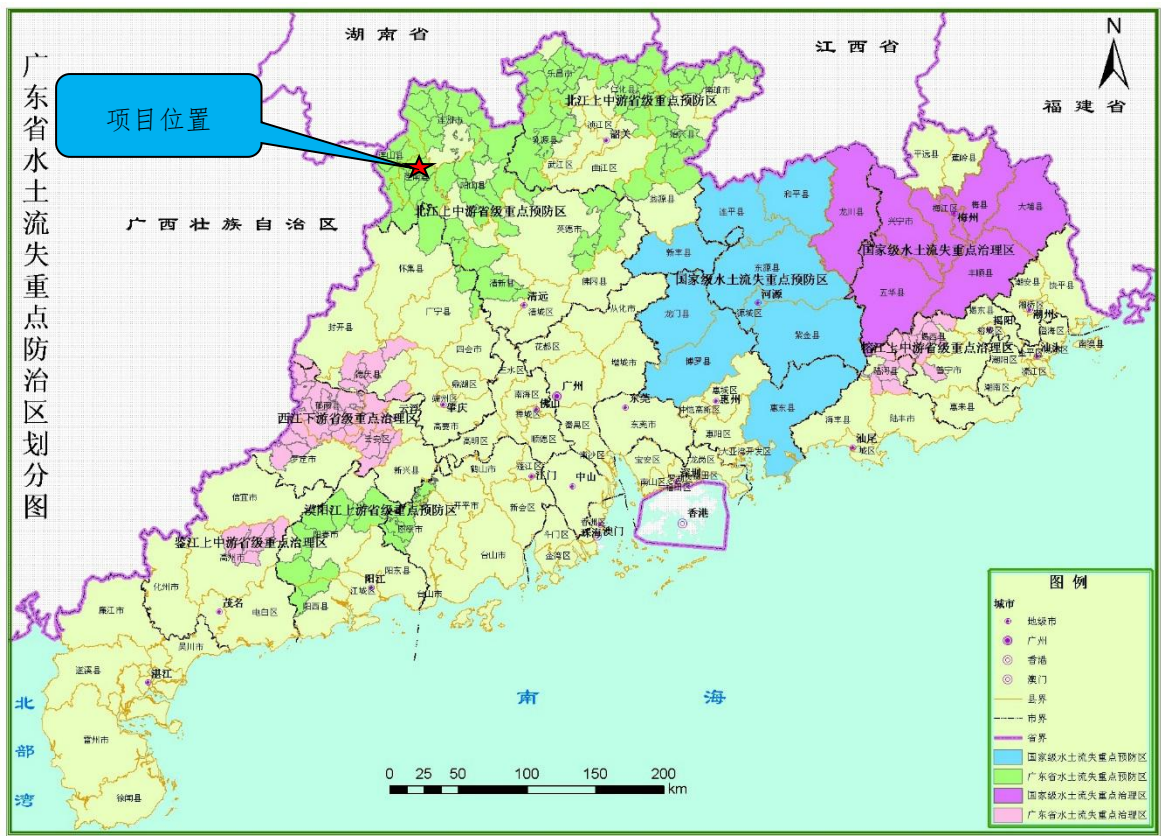


图 3.1-1 广东省水土流失重点防治区划分图

3.1.1 与《中华人民共和国水土保持法》的符合性分析

《中华人民共和国水土保持法》1991 年 6 月 29 日颁布，2010 年 12 月 25 日修

订，2011 年 3 月 1 日执行。本工程与《中华人民共和国水土保持法》（修订后）的符合性分析见表 3.1-1。

表 3.1-1 与《中华人民共和国水土保持法》符合性分析表

序号	《中华人民共和国水土保持法》条文	本项目的情况	符合性
1	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	项目所在地属广东省水土流失重点预防区，项目已应当提高防治标准，优化施工工艺	符合
2	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失生产建设项目，生产建设单位应当编制水土保持方案，报县级以上人民政府水行政主管部门审批，并按照经批准的水土保持方案，采取水土流失预防和治理措施。没有能力编制水土保持方案的，应当委托具备相应技术条件的机构编制	建设单位已编制水土保持方案	符合
3	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	本项目建设过程中不产生弃渣，弃土全部为表土，施工后期用作绿化覆土	符合
4	在干旱缺水地区从事生产建设活动，应当采取防止风力侵蚀措施，设置降水蓄渗设施，充分利用降水资源	本工程不在干旱缺水地区	符合
5	在山区、丘陵区、风沙区以及水土保持规划确定的容易发生水土流失的其它区域开办生产建设项目或者从事其它生产建设活动，损坏水土保持设施、地貌植被，不能恢复原有水土保持功能的，应当缴纳水土保持补偿费，专项用于水土流失预防和治理。专项水土流失预防和治理由水行政主管部门负责组织实施	本项目按实际缴纳水土保持补偿费	符合

3.1.2 与水保〔2007〕184 号文相关规定相符性分析

水利部文件“水保〔2007〕184 号”文中规定了 10 条内容，开发建设项目有其中之一者，则审批部门对该项目水土保持方案不予批准。经对比分析，本项目不触及“水保〔2007〕184 号”任何规定。本项目与十条规定的对比情况见表 3.1-2。

表 3.1-2 本项目与水土保持（2007）184 号审批条件相符性分析表

序号	要求内容	本项目情况	结论
1	《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》国限制类和淘汰类产业的开发建设项目。	本项目光伏电站项目，不属于限制类及淘汰类项目。	符合
2	《国民经济和社会发展规划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。	本工程所在区域不属于“禁止开发区”。	符合
3	违反《水土保持法》，在 25 度以上陡坡地实施的农林开发项目。	本工程不属于“农林开发项目”。	符合
4	违反《水土保持法》，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。	本工程所在区域不属于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。	符合
5	违反《中华人民共和国水法》，不符合流域综合规划的水工程。	本项目不属于水工程。	符合
6	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方可开展前期工作，但未能提供相应文件依据的开发建设项目。	本项目为光伏电站建设项目，已取得所在地发改部门立项文件，备案证号：2019-441800-44-03-087376。	符合
7	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。	本项目无分期建设情况。	符合
8	同一投资主体所属的开发建设项目，在建及生产运行的工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。	无	符合
9	处于重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留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。	本项目不在重要江河、湖泊以及跨省（自治区、直辖市）的其他江河、湖泊的水功能一级区的保护区和保留区内。	符合
10	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。	本项目地处华南。	符合

3.1.3 与水土保持技术规范（GB50433-2018）的相符性分析

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）关于对主体工程的约束性规定的分析，本项目选址及建设无制约因素，具体制约性因素分析详见表 3.1-3。

表 3.1-3 项目制约性因素分析表

序号	要求内容	本项目情况	符合性
1	选址应避让水土流失重点预防区和重点治理区	项目区所在地属广东省水土流失重点预防区，项目已提高防治标准，优化施工工艺	符合
2	选址应避让河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	项目所在地不在河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带	符合
3	选址应避让水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	项目所在地没有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，没有占用国家确定的水土保持长期定位观测站	符合

从上表可以看出，从水土保持角度分析，本工程客观上无法避让省级水土流失重点预防保护区，属于水土保持制约因素，但不属于绝对或严格限制的制约性因素。因此，必须严格实施相应的水土保持措施，方能有效控制施工引起的水土流失及生态环境影响。在加强防治措施，优化施工工艺，减少地表扰动和植被损坏范围，有效控制可能造成水土流失前提下，本项目建设可行，选址基本合理。

3.2 建设方案与布局水土保持评价

3.2.1 工程建设与水土保持法有关规定符合性分析与评价

本工程选址广东省清远市连南瑶族自治县三排镇。该场址选址综合考虑了当地的自然资源特点、建设条件、光能资源开发利用、水土保持及环境影响等因素。光伏阵列基本沿山低山丘陵的山腰及顶部、山脊线布置，光伏阵列布设除考虑充分利用光能资源外，充分考虑了集电线路及道路的布设，主体工程考虑在满足使用功能的情况下，使布设的线路尽量短，以减少土石方工程量，基本能符合水土保持的要求。

场内道路主要满足施工期施工车辆通行，场内地貌主要以为的低山丘陵为主，顶部开阔平坦，虽新建场内道路相对较长，但道路路基以半挖半填路基为主，进场道路主体设计尽可能利用现有道路，因此道路修建的过程中开挖土石方基本能够得以

回填利用，基本符合水土保持的要求。本方案建议主体工程设计下阶段进一步优化道路布设，在满足光伏阵列布置及道路运输的条件下，尽量减少土石方开挖量。

升压站所处地势较高，场地平整土石方量较小，无防洪排水压力，升压站选址合理，充分利用原地貌减少土石方开挖量，有利水土保持。

综合以上几方面，本工程建设布局基本达到水土保持要求。但本工程场内道路均为盘山路，光伏阵列点位比较分散，且道路所经过的山坡坡度较陡，植被覆盖度不高，场内道路建设对现有生态系统及景观的影响是不利的，因此施工过程中必须明确水土流失防治责任，加强施工期临时防护，以将因工程建设而产生的水土流失对周边的影响降到最低。

3.2.2 主体工程选址（线）的制约性因素分析与评价

光伏电站分为开关站和光伏阵列区，其中开关站包括综合用房、一次舱、二次舱、SVG 变压器等为永久占地，占地面积为 0.67ha（合约 10 亩）；电站内其余部分为光伏阵列区，主要包括光伏阵列、逆变器和箱变，占地为租赁，面积为 203.37ha（合约 3050.471 亩）。

工程占地类型为耕地。主体工程设计施工布置时遵循少占土地的原则，进场道路和场内道路考虑永临结合，减少了新征占地，即减少了对地表扰动区域范围，利于水土保持。工程建设占地主要为耕地，未占用基本农田和生态林，符合当地用地规划，故工程占地基本合理。但临时用地较大，建议主体工程设计在下一阶段对优化临时占地，尽量减少对原有地貌的破坏。

3.2.3 主体工程土石方平衡评价

工程挖方总量为 8.62 万 m^3 （含表土方 2.34 万立方），填方量 8.62 万立方米（其中 6.28 万立方米用于回填处理，2.34 万立方表土用于复绿用土），项目无借方、无弃方。

项目土方升压站基建基坑开挖及光伏支架开挖，临时堆土全部为表土，用作后期绿化覆土。

工程所需砂、石料均从合法的砂、石料场购买，其水土流失防治责任由相应的供应商承担。工程中的剥离表土施工完毕后作为绿化用土，表土的充分利用，减少水土流失的增加。

场内道路土石方量相对较大，但以半挖半填为主，基本做到全部回用，不产生多余弃方，从这个角度出发也有利于水土保持。

为尽可能减少土石方挖填，建议主体工程下阶段进一步优化道路布设，光伏阵列均布置在山坡、山顶或山脊，光伏阵列运输（或吊装）平台的场地平整是产生较大土石方的源头，建议主体工程下阶段优化安装场地竖向设计，在满足工程施工要求及安全的情况下，尽量减少土方开挖。

表 3.2-4 土石方平衡的评价表

限制行为性质	要求内容	评价意见	解决办法
严格限制行为与要求	(1) 充分考虑顶板覆土及外墙回填土，少量弃土用作后期绿化覆土	已考虑	
	(2) 应充分利用取料场（坑）作为弃土（石、渣）场，减少弃土（石、渣）占地和水土流失	已考虑	
	(3) 开挖、排弃和堆垫场地应采取拦挡、护坡、截排水等防治措施	已考虑	本方案中补充临时防护措施
	(4) 施工时序应做到先拦后弃	已考虑	
普遍要求行为	(1) 充分考虑调运，移挖作填，尽量做到挖、填平衡，不借，不弃	已考虑土方综合利用	
	(2) 尽量缩短调运距离，减少调运程序	已考虑	

由表 3.2-4 可见，本项目无弃土。本项目土石方平衡符合水土保持要求。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本项目回填 6.28 万立方，自身开挖土石方能够满足利用需要。工程所需的砂、石料等均外购于当地合法砂石料场，混凝土、钢材等其他材料从当地市场就近购买，避免了新设置砂石料场进行开采而扩大水土流失影响范围。工程所需砂石料运输过程中均采取保护措施，防止沿途散溢，造成水土流失。

无需设置取土（石、砂）场，无取土（石、砂）场的水土流失问题。

3.3 施工组织设计和施工工艺的分析与评价

3.3.1 施工条件评价

根据目前的设计深度分析，工程建设在施工过程中充分考虑了工程特点与工程区地理自然条件，优化了施工布置，避免产生较大的人为水土流失。本工程对外交通条件较好，道路布设考虑施工道路与工程运行期检修道路的结合；主体工程进行施工进度安排时，充分考虑了道路排水设施及挡墙、护坡等工程，有利于减少水土流失。本工程所需的砂、石料等均外购于当地合法砂石料场，水泥、钢材等其他材

料从当地市场就近购买,避免了新选择砂石料场进行开采而扩大水土流失影响范围。

施工工区集中布置在升压站东侧,减少了新建施工交通道路,光伏阵列施工吊装场地主要布设在安装位置周围,有效的减少了扰动地表面积;集电线路沿场内道路走向延伸,减少了工程施工扰动地表面积。各施工场地较好的结合起来,有利于水土流失防治。

土方工程施工期应积累量选择在非汛期,避免造成严重的水土流失。如果躲避不了汛期施工,应做好项目区内、外的水土保持措施,严格按照方案措施布置,做到水土流失量达到最小。项目建设单位要进一步合理的安排施工工序,最大限度的防止重复开挖和多次倒运,减少或避免各工序间的相互干扰,尽量减少对工程建设和周围地区的负面影响。

3.3.2 施工时序评价

从主体工程施工进度安排来看,场内道路、光伏阵列安装平台、部分可能会安排在 4-10 月汛期施工,由于道路施工土石方挖填工作量大,且整个道路线路较长,光伏阵列安装平台工作面较大,在强降雨作为下可能造成严重的水土流失,不利于水土保持,因此本部分施工进度安排不合理,建议主体工程设计在下阶段优化施工时序安排,在不影响工程总工期的情况下尽量将土石方挖填工程安排在枯水季节施工。在雨季进行土石方施工时,为避免施工时产生较大的水土流失,要求完成一段再开一段,随挖、随填、随压、随运,减少开挖及裸露面积和时间,并采取施工期临时覆盖及拦挡等措施,以减少施工过程中可能产生的水土流失。

综上所述,本工程施工场地布置、材料运输等设计合理,施工进度安排建议下阶段进一步优化,增加雨季施工中的临时防护措施,以满足水土保持要求。工程所需砂石料等运输过程中应采取保护措施,防止沿途散溢,造成水土流失。

3.3.3 施工工艺评价

光伏阵列为地上镀锌型钢支架,采用钢筋混凝土灌注桩基础,箱变基础采用钢筋混凝土平台钻孔灌注桩立柱。太阳能光伏阵列地段拟采用天然地基,基础持力层为强风化泥质粉砂岩,属于均匀地基。开关站场地整平后,中部山包顶为挖方区,四周地段形成 0~5.0m 后填方区。挖方区出露地层为强风化泥质粉砂岩②,属于均匀地基;四周填方区的填土物理力学性质与原状土差异较大,所以填方区属于不均匀地基。安装场平整及基础土方开挖采用机械与人工结合的方式,回填利用料采用推土机集料、自卸汽车运至指定地点,基坑挖好后浇筑混凝土,然后进行土方回填

碾压，同时做好基面及基坑的排水工作。

场内道路土方采用挖掘机开挖，石方采用手风钻钻孔爆破，推土机集料，装载机配 5t 自卸汽车运至道路填方部位堆放，因道路线路较长，工程量较大，应严格控制开挖的范围，避免不必要的开挖和过多的破坏原状土，在需要地段尽早砌筑挡墙或护坡，以利于水土流失防治和边坡的稳定。

综上所述，主体工程设计的施工工艺都是常规成熟的施工工艺，只要做好临时拦挡、排水和表土保护措施，是可以满足水土保持要求的。施工时，在确保安全和质量的前提下，尽量减小对地表的扰动，避免不必要的开挖破坏原状土及避免二次开挖；注意施工临时防护，开挖表土与底土的分类堆放及临时堆土临时挡护。

3.4 对主体工程施工及施工管理的水土保持分析与评价

3.4.1 施工组织的水土保持分析与评价

根据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）对主体工程施工组织设计的规定进行分析，具体见表 3.4-1。

表 3.4-1 主体工程施工组织的水土保持分析评价表

限制行为性质	要求内容	分析意见	解决办法
绝对限制与要求行为	开挖土石方和取料不得在指定取土（料）场以外地方乱挖	本项目不设取料场，土石方开挖均受到严格控制。	
严格限制与要求行为	（1）施工道路、伴行道路、检修道路等应控制在规定范围内，减少施工扰动范围，采取拦挡、排水等措施，必要时可设置桥隧；临时道路在施工结束后应进行迹地恢复	本工程无需新建施工道路，在设计中要求施工道路控制在规定范围内，但缺少临时防治措施	在方案中补充临时措施设计
	（2）主体工程动工前，应剥离熟土层并集中堆放，施工结束后作为复耕地、林草地的覆土	主体设计中未明确	方案中补充表土剥离及其防护措施设计
	（3）减少地表裸露的时间，遇暴雨或大风天气应加强临时防护。雨季填筑土方时应随挖、随运、随填、随压，避免产生水土流失	主体设计中未明确	方案中提出水土保持要求
	（4）临时堆土（石、渣）及料场加工的成品料应集中堆放，设置沉沙、拦挡等措施	主体设计未考虑	方案中补充设计。
	（5）开挖土石和取料场地应先设置截排水、沉沙、拦挡等措施后再开挖	本项目不设取料场	

限制行为性质	要求内容	分析意见	解决办法
	(6) 土(砂、石、渣)料在运输过程中应采取保护措施,防止沿途散溢,造成水土流失	设计中未提出要求	在方案保证措施的加强施工管理中提出要求

由表 3.4-1 可见,对照施工限制行为与要求,本工程绝大多数符合要求,不足之处主要表现在:1、未考虑表土的剥离及其防护措施;2、缺少施工期间的临时防护措施;3、对土、砂、石料等材料的运输未提出相关防护要求。本方案针对主体工程施工的不足,补充相应的防护措施并提出相关要求。

3.4.2 主体工程施工管理的水土保持分析与评价

对主体工程施工管理的水土保持分析评价见表 3.4-2。

表 3.4-2 主体工程施工管理的水土保持分析评价表

限制行为性质	要求内容	分析意见	解决办法
绝对限制与要求行为	外购土(砂、石)料的,须选择已编报水土保持方案(表)的料场,并在供料合同中明确水土流失防治责任	用料均外购于合法的开采商家,合同中明确了水土流失防治责任由供方负责,符合要求	
严格限制与要求行为	(1)将水土保持工程纳入招标文件、施工合同,将施工过程中防治水土流失的责任落实到施工单位;合同段划分要考虑合理调配土石方,减少取、弃土、表土(石)方数量和临时占地面积	本项目未提出要求	方案工程管理中提出要求
	(2)工程监理文件应落实水土保持工程建立的具体内容和要求,有监理单位控制水土保持工程的进度、质量和投资;	本项目未提出要求	方案工程管理中提出要求
	(3)在水土保持监测文件中应落实水土保持监测的具体内容和要求,由监测单位开展水土流失动态变化及防治效果的监测;	本项目未提出要求	方案工程管理中提出要求
	(4)建设单位应通过合同管理、宣传培训和检查验收等手段对水土流失防治工作进行控制	本项目未提出要求	方案工程管理中提出要求
	(5)工程验收文件中明确水土保持工作检查验收程序、标准和要求,在主体工程竣工验收前完成水土保持设施的专项验收	本项目未提出要求	方案工程管理中提出要求

由表 3.4-2 分析可知,主体工程对水土保持工程管理方面的设计内容缺失,因此,本方案将对主体工程工程管理提出以下要求:

(1) 在绝对限制与要求行为方面, 本方案要求项目施工建设单位外购砂、石灰等应明确合法来源及相关的水土流失防治责任。

(2) 针对严格限制与要求行为方面, 将在方案实施保障措施章节中予以补充完善及提出要求。

3.5 主体工程设计的水土保持分析与评价

3.5.1 水土保持工程的界定

根据《开发建设项目水土保持技术规范》要求, 水土保持工程的界定原则为: 以防治水土流失为主要目的工程为水土保持工程; 以主体设计功能为主、同时具有水土保持功能的工程, 不作为水土保持工程; 对建设项目临时征地、占地范围内的各项防护工程均作为水土保持工程; 植物措施和临时防护措施为水土保持工程等。

3.5.2 以主体设计功能为主并具有水土保持功能的工程

根据水土保持工程界定原则, 本工程“主体设计”报告中, 以主体设计功能为主, 同时具有水土保持功能的措施具体有以下几种:

(1) 地面硬化措施

工程施工后期, 对升压站室外空地、站内道路以及检修道路和进站道路地表路面进行硬化处理, 可有效防止降雨对土壤的侵蚀, 减少地面裸露造成的水土流失, 具有很好的水土保持功能, 但以确保主体设计功能发挥为主, 因此不界定为水土保持工程。

(2) 浆砌石挡墙

进场道路和场内道路以半挖半填为主, 主体设计在填方坡脚设置了浆砌石挡土墙。同时, 主体工程设计在光伏阵列安装平台下边坡及升压站回填区域设置了浆砌石挡墙, 挡墙尺寸根据实际情况确定。浆砌石挡墙可有效防止土方坍塌造成的水土流失, 具有水土保持功能, 但是主体设计不可或缺的一部分, 不界定为水土保持工程。

3.5.3 界定为水土保持工程的措施

(1) 光伏阵列区

拟建光伏发电场区组件支架基础若拟采用桩基基础方案, 根据地层情况及本工程的荷载要求, 可考虑采用钻孔灌注桩方案。但施工成本相对较高、工期较长、工艺较复杂、泥浆需要外运, 本场区地处丘陵地带, 场地起伏较大, 给钻机的就位、

水平及稳固带了一定的困难，如出现提钻速度不当，泵压不适的情况，桩施工过程中很容易造成缩径、夹泥、断桩、桩端虚土过厚、桩头质量较差等质量问题。

钻孔灌注桩对环境影响主要为钻孔灌注桩成桩时产生的泥浆及泥浆的外运等问题，目前场地周围环境对桩基施工还没有制约因素，但随着工程建设的不断进展，应从实际情况出发选择合适的处理措施。

本场地灌注桩桩端持力层为②层全风化层或③强风化层，从标贯试验及动力触探试验成果可以看出，这两层厚度相对均匀，承载力强度较高。建议先在场内地内进行试桩工作，以确定施工工艺，桩的入土深度，并调整桩长、单桩承载力等有关设计参数。为方便设计选择，依据地区经验和地基土的物理力学性特征，以 35#、96#、143#孔为例，对桩径 0.3m 的钻孔灌注桩进行计算。

表 3.5-1 桩基承载力验算表

桩基类型	钻孔灌注桩		
建筑物	光伏支架		
孔号	35#孔	96#孔	143#孔
桩端持力层	第②层	第②层	第③层
桩径 (m)	0.3	0.3	0.3
有效桩长 (m)	2.0	2.0	2.0
单桩竖向极限承载力标准值 Q _{uk} (kN)	235.3	237.9	140.1
单桩竖向承载力特征值 R _a (kN)	117.8	118.9	120.0
竖向力作用下荷载标准值 U _k (kN)	50	50	50
验算结果	满足	满足	满足
备注	$Q_{uk}=Q_{sk}+Q_{pk}=u\sum q_{sik}l_{si}+q_{pk}A_p$ (d=300mm) ;		

(2) 升压站区

1) 砂浆抹面排水沟

升压站内排水主要考虑雨水排放，沿围墙内侧设置混凝土排水沟，排水沟尺寸：宽 0.3m、深 0.3m。共设置砂浆抹面排水沟长 300m。

2) 站区绿化

根据可研报告，本工程在升压站站区不集中设置成片绿地。站区绿化规划以升压站总平面图为基础，利用房前屋后，道路两侧，围墙内侧，边角地及沟道上覆土层，见缝插针，进行站区景观美化工作，绿化主要种植低矮植物和草坪及一些观赏性花草，升压站的绿化不仅起到美化环境作用，还有效控制水土流失。

(3) 施工（检修）道路区

1) 浆砌石截排水沟

本工程需新建站内 4.0m 宽泥结碎石道路，道路主要采用半挖半填的路基方式。主体工程在挖方边坡的坡顶设置浆砌石截水沟，防止上游汇水对挖方边坡形成冲刷，同时在坡脚设置浆砌石排水沟，将路面雨水排出。截水沟采用梯形断面：底宽 0.5m、深 0.5m、坡比 1: 0.5，排水沟采用矩形断面：宽 0.4m、深 0.5m、浆砌石厚 0.3m。

2) 边坡防护

边坡采用草皮护坡，并在挖方边坡坡脚种植爬山虎。植物护坡的实施可减小坡面的水土流失，同时可美化沿线景观。

3.6 工程建设与生产对水土流失的影响因素分析

3.6.1 光伏阵列区建设期水土流失分析

光伏阵列区在运行期无开挖等建设活动，可能造成水土流失主要集中在工程建设期，本方案通过预测工程建设在主体工程设计发挥正常功能而不采取其他水土保持措施时可能产生的水土流失量，评价水土保持措施的功效。工程建设过程中水土流失量，主要因光伏阵列安装场地的开挖、回填、平整，箱式变压器基础开挖、回填等，造成地表破坏与植被埋压，形成原地貌水土保持功能降低甚至丧失，土地生产力下降，导致土壤侵蚀加剧而增加的水土流失量。

3.6.2 道路及集电线路建设期水土流失分析

道路及集电线路工程运行期基本无开挖等建设活动，可能造成水土流失主要集中在工程建设期，如电缆沟及道路施工开挖产生的临时堆放土方及未采取临时防护措施的裸露边坡，若遇大的降雨可能产生较剧烈的水土流失。本方案通过预测工程建设不采取水土保持措施时可能产生的水土流失量，评价水土保持措施的功效。

3.7 结论性意见及建议

3.7.1 结论

根据对主体工程方案选址的制约性因素分析、规划方案的合理性分析、主体工程设计的水土保持分析评价、工程建设与生产对水土流失的影响因素分析等的分析评价结果，升压站选址基本合理，光伏电站建设方案及布局基本合理，推荐方案工程占地、施工组织、施工方法等基本合理。从土石方平衡角度来看，虽然场内道路及光伏阵列安装平台土石方开挖量不大，但还是建议主体工程下阶段进一步优化道

路设计，优化安装场地平面布设及竖向设计，以减少土石方开挖量。

根据主体施工进度安排，场内道路、光伏阵列安装平台土石方挖填工程大部分安排在雨季施工，不利于水土保持，本部分施工进度安排不合理，建议主体工程设计在下阶段优化施工时序安排，在不影响工程总工期的情况下尽量将土石方挖填工程安排在枯水季节施工，特别是暴雨天气暂停施工。

项目建设造成的水土流失形式以面蚀、沟蚀为主。工程对水土流失影响主要集中在施工期，如基础开挖、临时堆土、材料堆放等施工环节，施工期对土地及植被的扰动和破坏将引发或加剧一定的水土流失。主体工程设计中已经充分考虑了护坡、排水、绿化措施，

设计标准基本达到了水土保持要求，满足水土流失防治需要；但工程施工过程中临时防护措施、弃渣防护及施工完毕后的植被恢复等措施不够，难以控制施工过程中的水土流失，需在水土保持方案设计中加以补充、完善。

综上所述，从水土保持角度看，本项目建设不存在绝对或严格控制的制约性因素，只要按要求落实好防治措施，就能有效控制项目建设产生的水土流失。因此，项目建设是可行的。

3.7.2 建议

主体为保证工程安全设计了一些防护措施，具有一定的水土保持功能，但由于考虑问题的角度的原因，在主体工程设计中，一些施工方式和措施仍不能满足水土保持的要求，本方案提出如下建议：

(1) 主体工程对绿化、重建工作设计不足，补充设计是水土保持方案设计的重点。

(2) 工程施工过程临时防护措施特别是道路施工期的临时拦挡措施不够，难以控制施工过程中的水土流失，需在水土保持方案设计中加以补充、完善。

(3) 建议建设单位应针对可能存在的水土保持问题，实施相应的水土保持防护措施，使项目区的水土流失降到最低。

(4) 优化施工进度，尽量使土石方工程量大、地表扰动强烈、易引起水土流失的活动避开雨天施工；雨天施工要加强水土流失防治措施及管理措施。

(5) 建议施工单位加强施工管理、工程监理，确保各项措施的实施，减少项目区水土流失；建议监理、监测单位要做好水土保持措施实施的管理和监督工作，实现水土保持工程监理制度，对水土保持措施的实施进度、质量和资金进行监控管理，

保证工程质量。

(6) 工程建设中外购砂、石灰等材料时，在购买合同中明确料场的水土流失防治责任范围。

3.7.3 要求

(1) 要求场地平整及边坡开挖过程中及时做好临时防护及排水工作；

(2) 在满足施工要求的前提下尽量减小每次新开展工作面面积，特别是道路施工，尽量开辟一段防护一段，减少裸露时间；

(3) 要求各区表土剥离并单独堆放，用于后期植被措施的绿化用土。

第四章 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

4.1.1 区域水土流失现状

本项目位于连南瑶族自治县，属于南方红壤区，地形为低山丘陵，年均降雨量为 1660.5mm，水土流失的主要外营力为降雨，侵蚀类型以水力侵蚀为主。根据现状调查，并结合广东省土壤侵蚀现状进行分析，项目区土壤侵蚀以轻度的水力侵蚀为主，土壤侵蚀容许值为 $500t/(km^2 \cdot a)$ 。

根据《广东省第四次水土流失遥感普查成果报告》（广东省水利厅、珠江水利委员会、珠江水利科学研究院，2013 年 8 月），清远市水土流失面积为 $1967.00km^2$ ，其中自然侵蚀 $1431.64km^2$ ，人为侵蚀为 $535.36km^2$ 。

连南县土壤侵蚀面积 $130.71km^2$ ，其中自然侵蚀面积 $85.23km^2$ ，人为侵蚀面积 $45.48km^2$ ；侵蚀形式主要以自然侵蚀为主；侵蚀程度以轻度侵蚀为主；人为侵蚀类型以火烧地为主。详见表 4.1-1。

表 4.1-1 连南县土壤侵蚀面积统计 单位： km^2

自然侵蚀	人为侵蚀				合计
	生产建设	火烧迹地	坡耕地	人为小计	
85.23	2.40	12.85	30.22	45.48	130.71

4.1.2 项目区水土流失现状

本项目扰动地表面积，主要根据主体工程设计资料统计计算，部分结合实地查勘和地形图量算获得，项目建设过程中扰动地表面积为项目建设区内实际扰动的区域。项目建设区面积 $204.03hm^2$ ，建设过程中全部进行了扰动。

4.1.3 损坏水土保持设施数量

本项目区现状土地利用类型主要为建设用地，无损坏水土保持设施面积，无需缴纳水土保持补偿费。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失影响因素分析

根据工程建设特点，按照防治分区，分时段分析说明各分区造成新增水土流失的因素、侵蚀类型，详见表 4.2-1。

表 4.2-1 水土流失影响因素分析表

时段	防治分区	产生新增水土流失的因素	外营力	侵蚀类型
建设期	主体工程区	开挖等建设活动	降水	水力侵蚀
自然恢复期	主体工程区	绿化部分植被尚未恢复	降水	水力侵蚀

本项目水土流失影响因子主要为降雨特性（雨量、雨强、历时等）、地形地貌、地面组成物质及其结构、植物类型及覆盖度、水土保持设施数量和质量，同时还与人为活动有关。

（1）降雨：降雨形成的径流对地面冲刷是产生水土流失最主要的原因，尤其是对受扰动后的地表进行冲刷，造成的水土流失更为严重。本地区降雨量多年平均值为 1705.1mm，雨量丰沛，但年内分配不均匀，雨量集中在 4~10 月，降雨年际变化也大，这更有助于水土流失的发生。

（2）地形地貌：地形地貌直接影响到地表径流和汇流时间。本工程建设区处山区，地形地势较为复杂，施工过程中的挖填扰动、施工作业等活动将改变原地貌，必然引起水土流失。

（3）侵蚀形式：工程建设再塑地貌形式主要包括开挖扰动。开挖扰动形成的开挖边坡，抗蚀能力较堆积坡强，开挖边坡可能发生崩塌、滑坡等形式的重力侵蚀；开挖平台以溅蚀、片状侵蚀为主。

（4）工程因素影响：本工程施工对水土流失的影响主要表现在：1）改变了原土壤结构，大大降低了原地表水土保持功能。2）基础开挖地表裸露，加大了降雨径流侵蚀力。

（5）施工组织设计：施工组织管理是一种人为活动，组织合理与否、管理是否科学，对水土流失的影响很大。在工程施工过程中，要选择合适的施工时间和施工工序，尽量减少水土流失。

4.2.2 同类工程水土流失治理经验

- 1、合理选择临时堆土堆放地址，并进行有效的拦挡和遮盖，减少水土流失。
- 2、采用工程措施与植物措施相结合的方式防护，既节省了工程投资，又能起到有效的防护作用，还能增加地下水入渗，减少排水压力。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测范围

水土流失预测范围为施工扰动涉及到的可能造成水土流失并对周边环境造成危

害的区域，工程施工损坏的具有水土保持功能的工程、植物措施也包括在预测范围内。划定预测范围后，按照各侵蚀单元地形地貌、扰动地表的物质组成，扰动方式及土地利用情况的相似性，结合主体工程单项单元工程划分将预测范围划分成不同侵蚀单元，分单元进行水土流失预测。

本工程水土流失预测范围包括升压站区、光伏阵列区、施工（检修）道路区、集电线路区、施工工区 5 个一级预测单元，预测面积为 204.03hm²，预测分区与防治分区一致。

4.3.2 预测时段

根据开发建设项目水土流失发展、发育的规律，从大的时段上分为项目施工准备期、施工期和自然恢复期，由于本项目施工准备期仅 1 个月，合并在施工期中预测。项目建设期指诱发水土流失的工程施工期，与工程施工时间有关；自然恢复期指水土保持措施实施到完全发挥水土保持功能的这段时间，主要取决于措施发挥作用所需时间的长短，本工程大多为植被措施，从种植到完全郁闭充分发挥水保功能的时间通常需 1 年。

依据主体工程分项单元工程施工进度安排，确定各分区预测时间，工程建设施工历时 6 个月，各工区诱发水土流失的施工时段，各分区的预测时间见表 4.3-1。

表 4.3-1 水土流失预测分区、时间统计表

施工区	预测时间（a）	
	施工期（含施工准备期）	自然恢复期
升压站区	0.5	1
光伏阵列区	0.5	1
施工（检修）道路区	1	1
集电线路区	0.5	1
施工工区	1	1

4.3.3 水土流失预测内容和方法

4.3.3.1 水土流失预测内容

（1）扰动地表面积

根据本项目业主提供的项目相关资料和现场踏勘调查资料得知，本项目总占地 204.03hm²，全部为永久性占地。

（2）外借土方量

通过查阅项目技术资料，根据拟定的施工工艺，结合主体设计中的土石方平衡

分析确定，本项目无需外借土方。

(3) 损坏水土保持设施的数量

通过资料中介绍和现场踏勘得知，因为本项目建设需要征用土地 204.03hm²，本工程建设扰动土地 204.03hm²，占压损坏水土保持设施土地为 79.4hm²，占地范围全部为连南县三江镇土地，占地类型为生产建设用地。损坏水土保持设施的数量详见表 4.3-2。

表 4.3-2 损坏水土保持设施的数量表

行政区划	占地面积 (hm ²)	占地类型	备注
三江镇	204.03	旱地/草地	
总计	204.03	旱地/草地	

4.3.3.2 预测方法

根据预测内容，不同的预测内容采用不同的预测方法，预测采用定性分析和定量计算相结合的方法，预测内容与预测方法对照见表 4.3-3。

表 4.3-3 水土流失预测内容、方法对照表

序号	预测内容	采用方法
1	原地貌、土地及植被损坏面积	根据主体工程提供数据和图纸统计，并对现场进行查勘复核。
2	损坏水土保持设施的面积、数量	
3	弃土（表土）弃渣量	根据主体工程设计报提供的数据
4	可能造成水土流失总量及新增水土流失量	类比法选择相距近，施工方法、工程破坏地貌植被形式相似的工程区进行类比，分析其水土流失数据合理性以后，将其应用在本工程。
5	可能造成水土流失危害	在熟悉工程布置、施工方法及工期安排基础上，综述潜在的水土流失危害。
6	水土流失影响综合评价	分析前 5 项预测结果，确定重点防治区域，为防治方案提供依据。

4.3.3.3 水土流失量预测

一、背景值确定

根据广东省水土流失调查资料，项目区水土流失类型属石灰岩侵蚀范畴，项目区周边以耕地为主，植被状况良好、生长茂密，无明显的自然水土流失现象，在部分地区兼有沟蚀，自然侵蚀强度轻微，该区背景土壤侵蚀模数为 500t/（km²·a）。

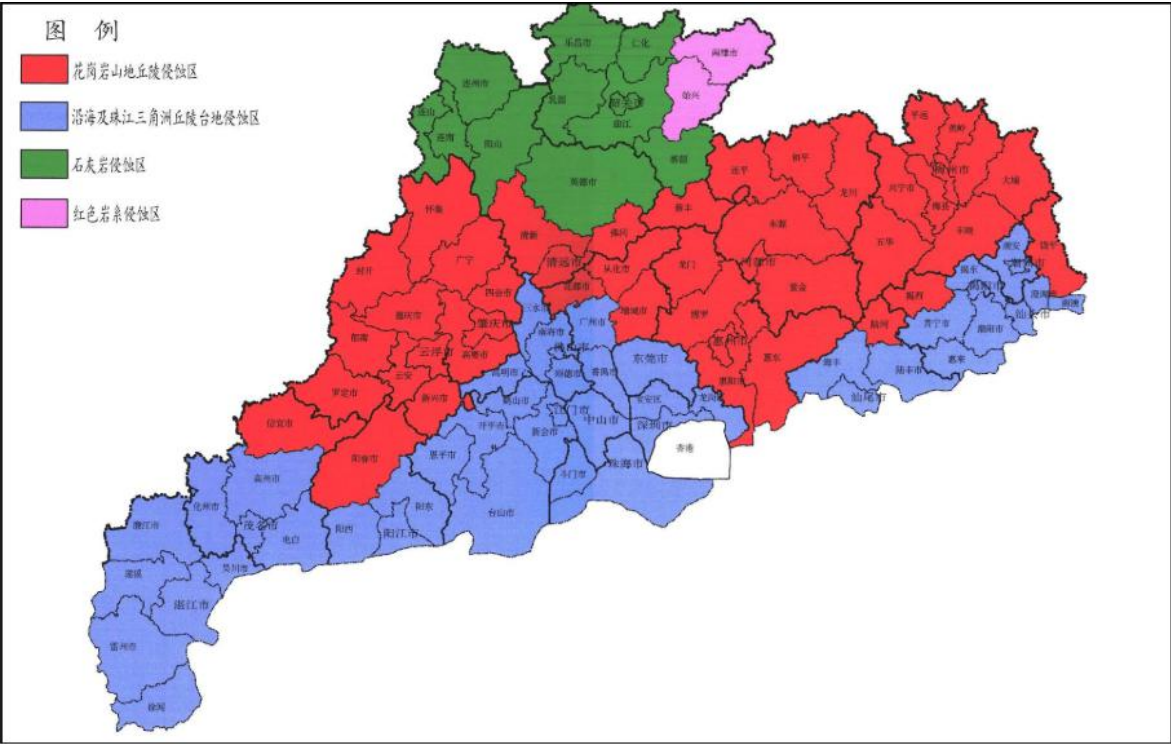


图 4.3-1 广东省土壤侵蚀现状图（1：10000）

二、土壤侵蚀模数的确定

（1）类比工程的选取

本工程水土流失预测方法采用类比法。根据对已建或在建的类似工程与本工程之间的特性、施工工艺、项目区的气候条件、地形地貌、土壤、植被、水土保持状况等进行比较分析，从而确定本工程土壤侵蚀模数。

经筛选确定英德沙口光伏电站工程与本工程区域环境大致相同，该工程于 2017 年 9 月 10 日开工建设，建设期为一年。该项目水土保持主要采用巡查、调查与地面观测法进行监测，该工程未进行水土保持设施验收。监测结果对本工程具有很好的参考性。项目区地理自然特性对比列于表 4.3-4。

表 4.3-4 项目区地理自然特性对比表

类比项目	类比工程	本工程
	英德沙口光伏电站工程	晶科电力清远市三排镇100MW 农光互补综合利用示范项目
地理位置	广东省清远市英德市	广东省清远市连南县
气象条件	属亚热带季风气候，年平均气温 21.1℃，年平均降水量1906.2mm，汛期 4月～9月。	属热带亚热带季风气候，年平均气温 19.4℃，年平均降水量1612.2mm，汛期4月～9月。
土壤	以石灰岩为主	以石灰岩为主

类比项目	类比工程	本工程
	英德沙口光伏电站工程	晶科电力清远市三排镇100MW 农光互补综合利用示范项目
植被	植被为亚热带常绿阔叶林，现状植被以次生乔灌木和草被为主，植被生长良好，植被覆盖度达 70%以上。	植被为亚热带常绿阔叶林，现状植被以次生乔灌木和草被为主，植被生长良好，植被覆盖度达 70%以上。
地形地貌	低山、丘陵	低山、丘陵
水土流失类型	水力侵蚀为主，属广东省水土流失重点监督区，属微度至轻度侵蚀，土壤容许流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀模数背景值小于 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。	水力侵蚀为主，属广东省水土流失重点预防保护区，属微度至轻度侵蚀，土壤容许流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤侵蚀模数背景值小于 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。
比较结果	基本相同	

表 4.3-5 本工程各区土壤侵蚀模数类比结果单位：（ $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ）

序号	水土流失分区		施工期侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	取值分析	自然恢复期 侵蚀模数F ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	取值分析
1	升压站区		6580	类比升压站区	800	类比升压站区
2	光伏阵列区		4015	类比光伏阵列区	600	类比光伏阵列区
3	施工（检修）道路区	挖方段区	2912	类比施工临时道路区	600	类比施工临时道路区
		半挖半填区	2912		600	
4	集电线路区		3442	类比集电线路区	600	类比输电线路区
5	施工工区		3580	类比施工工区	600	类比施工工区

三、可能造成水土流失量

开发建设项目水土流失预测理论及数理模型尚未建立，操作起来容易出现偏差。为保证预测结果的可信性，我们采用定性和定量相结合的方法，对于可能造成水土流失量的预测，根据不同的水土流失区域，在对类比工程调查、分析的基础上，采用类比法进行预测，即根据对已建类似工程与本工程之间的特性、施工工艺、项目区的气候条件、地形地貌、土壤、植被、水土保持状况等进行比较分析，利用类比工程的土壤侵蚀模数确定本工程的土壤侵蚀模数。

水土流失量采用侵蚀模数法按下式进行计算：

土壤流失量计算公式：

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times M_{ik} \times T_{ik}$$

新增土壤流失量计算公式：

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^3 F_i \times \Delta M_{ik} \times T_{ik} \quad \Delta M_{ik} = \frac{(M_{ik} - M_{i0}) + |M_{ik} - M_{i0}|}{2}$$

式中：W—扰动地表土壤流失量，t；

ΔW —扰动地表新增土壤流失量，t；

i—预测单元（1，2，3，……，n-1，n）；

k—预测时段（1，2，3）指施工准备期、施工期和自然恢复期；

F_i —第 i 预测单元的面积， km^2 ；

M_{ik} —扰动后不同预测单元不同时段土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

ΔM_{ik} —不同单元各时段新增土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

M_{i0} —扰动前不同预测单元土壤侵蚀模数， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ；

T_{ik} —预测时段，a。

表 4.3-6 水土流失量预测成果表

	预测单位	占地面积	扰动地 表面积 hm^2	非扰动地 表面积 hm^2	时段 a	非扰动地表 背景模数 $\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$	扰动地表预 测模数 $\text{t}/\text{hm}^2\cdot\text{a}$	非扰动地表 自然流失量 t	扰动地 表流失量 t	土壤流 失总量 t	新增 流失量 t
施工期	升压站区	1.00	1	0.00	1	500	6580	0.00	65.80	65.80	60.80
	光伏阵列区	141.82	42.55	99.28	1	500	4015	496.38	1708.25	2204.63	1495.52
	施工（检修）道路区	10.20	2.04	8.16	1	500	2912	40.81	59.41	100.22	49.21
	集电线路区	20.40	1.23	19.17	1	500	3442	95.87	42.34	138.20	36.19
	施工工区（绿化区）	30.60	4.59	26.01	1	500	3580	130.07	164.35	294.42	141.39
	合计	204.03	51.41	152.62				763.12	2040.15	2803.28	1783.11
自然恢复区	升压站区	1.00	1.00	0.00	1	500	800	0.00	8.00	8.00	3.00
	光伏阵列区	141.82	42.55	99.28	1	500	600	496.38	255.28	751.66	42.55
	施工（检修）道路区	10.20	2.04	8.16	1	500	600	40.81	12.24	53.05	2.04
	集电线路区	20.40	1.23	19.17	1	500	600	95.87	7.38	103.25	1.23
	绿化区	30.60	4.59	26.01	1	500	600	130.07	27.54	157.62	4.59
	合计	204.03	51.41	152.62				763.12	310.45	1073.57	53.41
合计										3876.85	1836.52

经预测，工程建设可能造成水土流失总量为 3876.85t；工程建设可能造成新增水土流失总量约 1836.52t。

从预测结果看，新增水土流失时段主要集中在施工期，新增水土流失主要产生地段为施工（检修）道路区和光伏阵列区，施工检修道路区水土流失量最大，其余分区水土流失量相对较小。

4.4 水土流失危害预测

工程建设项目在开发建设过程中，将破坏地表抗蚀能力与外营力间的相对平衡，对建设区域及周边地区的生态环境产生影响，如施工区域场地平整、基础开挖回填、建筑材料堆放、施工机械碾压和施工人员践踏等活动，扰动地表，形成再塑地貌，使地表植被和土壤结构都受到不同程度的破坏，植被防护能力和土壤抗蚀能力降低或丧失，引发或加剧水土流失。水土流失给生态环境带来的危害是多方面的，主要是人为活动使自然植被遭到破坏，地表土壤失去保护，造成表土流失，破坏自然环境。特别是遇雨产生径流冲刷，对场区林地、道路等造成一定的影响。

工程建设扰动原地地形地貌、损坏地表植被，将引发水土流失，对主体工程的安全运行以及整个项目的景观生态格局将会成一定程度的影响：

（1）对周边环境敏感点的危害

工程在施工过程中将改变地表形态，使地表径流产流形式和运动状态发生改变。如遇强降雨天气，降雨形成的径流将强烈侵蚀裸露地表和松散堆积物，并最终汇入沟道顺流而下，可能对沟道下游的林地和水质造成一定影响。

（2）对土地资源的影响

工程建设过程中占用、扰动土地，形成大面积的裸露地面，施工扰动区若不进行治理，这些区域地表植被破坏后，并在没有进行防护的情况下遇雨易产生径流冲刷，从而使土壤不断遭受侵蚀，导致土层变薄，养分流失，土壤肥力下降，影响自然植被的生长。

（3）对生态环境的影响

项目建设扰动了地表，破坏原有的自然景观和植被，从而降低了土地的蓄水保土能力，被雨水冲刷的弃渣影响场内交通的安全，影响项目区内植被生长，不但可能使当地的生态环境遭受一定的破坏，而且会造成新的水土流失。

（4）对工程安全的影响

光伏阵列的建设大部分位于丘陵顶部，各安装场地在场地平整阶段需进行大量土方开挖，若不采取有效防护，在丰雨期可能引发较严重水土流失，不仅影响安全施工还可能对场区内林地、山涧河沟等造成一定的影响。施工（检修）道路、光伏阵列建设将产生较大面积的裸露边坡，削弱原有自然边坡的稳定性，加剧水土流失，严重的水土流失可能会造成边坡失稳，影响道路的安全运行。

4.5 水土流失影响因素分析

4.5.1 水土流失影响因素分析

人为因素的影响是水土流失加剧的主导因素。建设扰动影响水土流失的因素主要为以下三个方面，其中前两个因素为负面影响，而后两个因素如果采取正确的措施，将成为减少水土流失的正面因素。

（1）扰动、破坏地表

在施工建设中开挖土地将破坏原地貌，使水土流失加剧。在建设过程中，若不采取有效的水土流失防护措施，水土流失将比较严重。大面积扰动、破坏、改变原地貌是房屋建设中造成水土流失的主要原因。

（2）土方开挖

在开挖和堆放土方的过程中，由于土体松散，在水、风、重力等作用下极易流失。房屋建筑工程建设开挖、填筑土石方量大，若不采取有效预防措施，土方工程施工中产生的水土流失为工程建设中主要水土流失来源之一。

（3）施工工序

在主体工程建设中，是否安排好水土保持工程将对施工中造成多少水土流失产生很大影响。施工前应先对建设区周围进行拦挡；坡面填方应填筑土方后及时碾压，临时堆土场应采取防尘网遮盖措施，施工完成后，应及时回填。若施工时序安排不当，将不能有效预防施工中产生的水土流失。因工程建设扰动地表面积大、施工强度大、工序多，施工时序安排情况便成为水土流失量的主要决定性因素之一。

4.5.2 可能引起的水土流失形式

该项目建设过程中，土壤侵蚀以水力侵蚀为主。主要有以下类型：

（1）面蚀

工程建设过程中将产生一系列的重塑坡面单元，这些坡面在防护工程施工前处于全裸状态，抗侵蚀能力较差。暴雨期间，坡面受雨滴的击溅和径流的冲击作用，

易发生表层土壤的面状侵蚀。面蚀的强度和总量与雨强、坡度、地表土壤特性密切相关。

（2）沟蚀

在坡地上，当地面径流集中到一定程度时，由于流量和流速的增加，将地面冲刷成大小、深浅不同的侵蚀沟。根据侵蚀沟发展的阶段及特点，一般可分为细沟侵蚀、浅沟侵蚀和切沟侵蚀三类。细沟侵蚀是暴雨后在坡地上刻画成纹状细沟，深度和宽度由数厘米至十余厘米不等。浅沟侵蚀是细沟侵蚀的进一步发展，一般均下切到母质层中，横断面是 U 形或 V 形，纵断面与坡面基本平行，沟深 1 米左右，宽 1~2 米。切沟侵蚀是浅沟侵蚀的继续发展，沟床下切更为严重，深度和宽度因母质层的厚度和岩性而异，可数米至十余米或数十米不等，横断面也是 U 形或 V 形，但其纵断面已不与坡面平行。沟蚀的程度一般以单位面积内沟道所占面积的百分比表示，本项目主要以细沟侵蚀为主。

各水土流失类型见表 4.5-1。

表 4.5-1 水土流失类型表

序号	水土流失类型	易发区
1	面蚀	各类坡面
2	沟蚀	土方堆放边坡

4.6 预测结论及指导性意见

4.6.1 预测结论

项目建设过程中扰动和损坏原地形地貌，项目区周边环境敏感点较多，若不采取任何水土保持防治措施，可能产生一定的水土流失危害，对工程本身及附近地区生态环境造成一定的不利影响，应加强防治。

从预测水土流失的时间和区域分布结果来看，施工期水土流失强度大，是水土流失防治的重点时段；施工（检修）道路区和光伏阵列区是本工程水土流失防治和监测的重点区域。

因此本工程施工可能造成一定的水土流失危害，根据“预防为主”的方针，在预测的基础上，抓住水土流失防治和监测重点，并认真落实水土保持方案，以达到减少水土流失危害的目的。

4.6.2 指导性意见

上述预测结果，是在未采取防护措施情况下的结果。根据以上预测，为有效控

制本工程建设过程中的水土流失，提出以下指导性意见：

(1)项目区处于广东省水土流失重点预防保护区,工程施工要做到“文明施工”,加强对施工人员的管理教育,减轻对项目区生态环境的破坏;

(2)根据本项目区的自然条件和工程建设特点,造成水土流失的因素以人为因素为主,降雨为诱发因素,且主体工程安排部分土石方挖填工程在丰水期进行,因此建议优化施工组织设计,将土石方工程量较大的施工项目尽可能的安排在枯水期进行,在雨季施工时,要求施工单位必须采取有效措施减少水土流失;优化施工工序,避免无序施工造成二次水土流失,加强施工期临时防护措施。工程开挖前根据地形条件应先修建截排水沟,采用临时与永久措施相结合的原则,在主体工程施工结束后,及时布设植物措施恢复植被;

(3)要加强道路区、光伏阵列区的水土流失防治力度,控制关键区域的水土流失:在道路及光伏阵列基础施工时,严格控制施工工作面数量,应集中施工力量分段施工,边开挖、边回填碾压、边采取防护措施,施工一段防护一段,待一个工作面完成后再进入下一个工作面进行施工,避免挖填松散坡面裸露时间过长;

(4)加强土石方工程施工期水土流失防治工作,确实落实各项防护措施,确保项目建设与水土保持协调发展,做到施工高峰期尽量减少新增水土流失量;

(5)落实、加强水土保持监测工作。

第五章 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 防治分区原则及依据

- (1) “差异性”原则，各分区之间应具有显著差异性。
- (2) “相近或相似性”原则，各分区内造成水土流失的主导因子相近或相似。
- (3) “整体性”原则，一级分区应具有控制性、整体性、全区性。
- (4) “逐级性”原则，二级及其以下分区应结合工程布局 and 施工区进行逐级分区。
- (5) “关联性和系统性”原则，各级分区应层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 水土流失防治责任范围确定的依据

直接影响区指项目占地范围以外，由于项目施工建设和生产运行造成的水土流失（含风蚀），对周围农田、村庄、河流、林草植被等产生直接危害的区域。依据项目主体设计文件，结合对以往类似工程的调查，充分考虑项目区的地形地貌和自然条件，经过分析后，确定本工程可能涉及的影响区如下：

由于本工程项目建设前期用围墙封闭施工现场，升压站站区采用砖砌围墙或铁艺围栏，高 2.3m。站前管理区与生产区之间采用铁艺围栏，高 1.8m。光伏区场界围栏采用浸塑丝网围栏，围栏高度 1.8m，立柱中心距 3m，网格尺寸 125x100mm。故本项目水土流失防治责任范围即为本项目建设用地范围 204.03hm²。

5.1.3 水土流失防治责任范围结果

本工程防治责任范围主要包括项目建设区及直接影响区，防治责任范围总面积为 204.03hm²，其中项目建设区面积为 204.03hm²。见表 5.1-1。

水土保持防治责任范围见图 5.1-1。

表 5.1-1 水土流失防治责任范围表（单位：hm²）

分区	占地性质	占地面积	直接影响范围计算	影响区面积	防治责任面积
升压站	永久占地	0.67	/	/	0.67
光伏阵列区	租赁	142.15			142.15
施工（检修）道路区	租赁	10.20			10.20
集电线路区	租赁	20.40			20.40
施工工区（绿化区）	租赁	30.60			30.60
合计		204.03		/	204.03



图 5.1-1 项目东芒片区水土保持防治责任范围

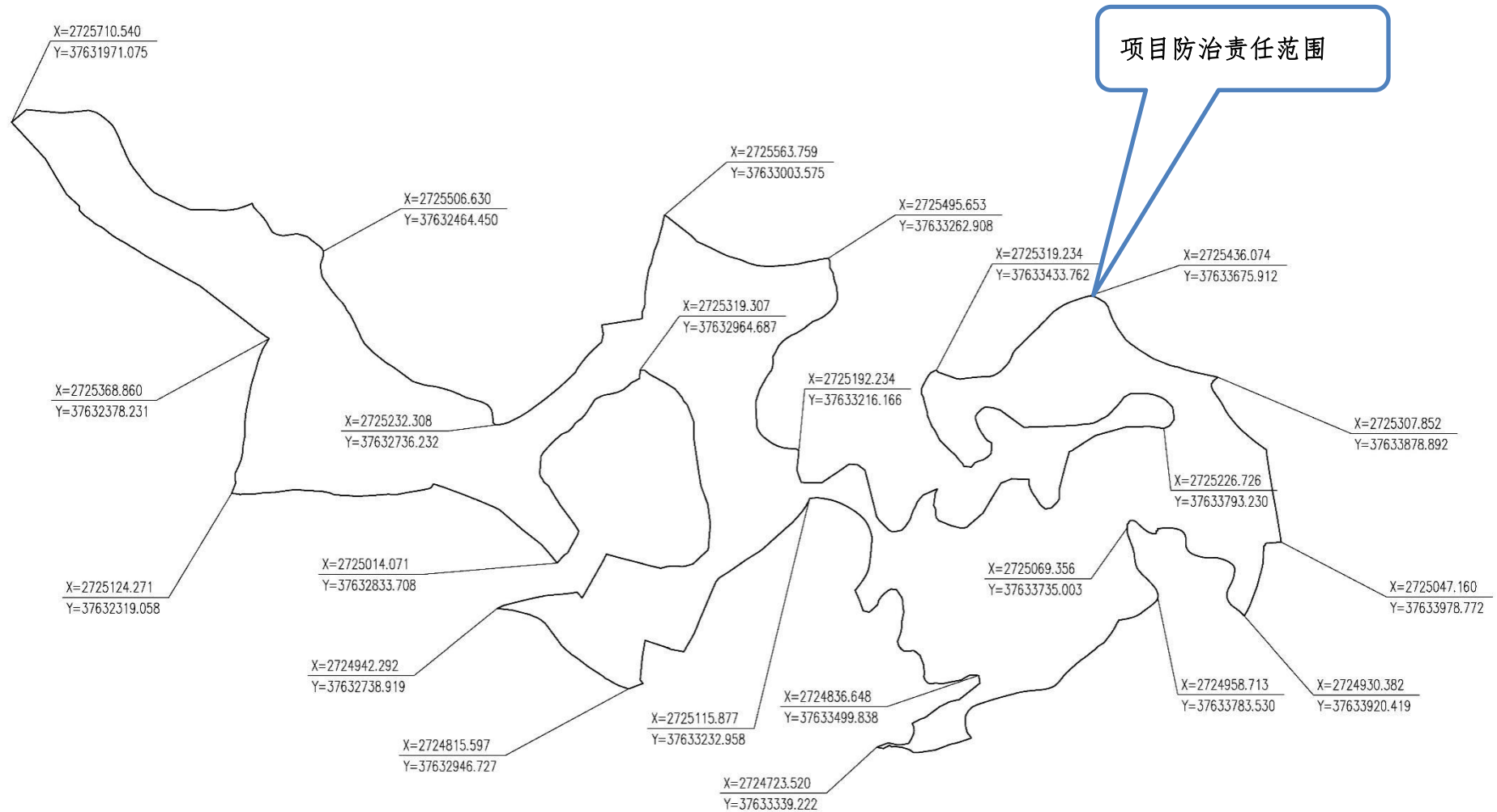


图 5.1-2 项目南岗片区水土保持防治责任范围

5.1.4 水土流失防治分区及结果

按照“谁开发谁保护、谁造成水土流失，谁负责治理”的原则和《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）有关规定，水土流失责任范围包括项目建设区和直接影响区两部分。按照方案编制的指导思想与原则，在实际调查的基础上，根据项目建设的施工布局、地形地貌、水土流失特点及防治方向，划分水土流失防治分区，确定各分区防治任务，因地制宜，因害设防，分区分类布设水土流失防治措施，提出工程、植物、临时措施的有关技术要求，以实现水土保持方案的防治目标。

项目建设区即工程征、租占地范围，包括工程永久占地及临时用地（在项目用地范围内）、租凭土地以及其他属于建设单位管辖范围的土地。本项目中工程永久占地主要包括光伏阵列及箱变基础、升压站、场内道路、进场道路等，临时用地主要包括光伏阵列安装场、集电线路电缆沟及施工工区等占地。

直接影响区为项目建设区外施工活动产生的水土流失可能影响到的区域，在直接影响区界定时，其主要特点是由项目建设所诱发、可能（也可能不）加剧水土流失的范围，主要依据区域地形地貌、自然条件和主体工程设计文件，结合对类比工程的调查，考虑边坡、洪水下泄、排水等因素经分析后确定。根据对同类工程现场调查以及施工经验，结合本项目主体设计可知，本项目在施工过程中可能对周边区域造成水土流失危害的直接影响区的确定依据主要是：

（1）光伏阵列及安装场地

光伏阵列区包括光伏阵列及箱变基础、电缆沟以及光伏阵列安装场地等。

（2）升压站

本工程升压站直接影响区填方边坡下游 2m 范围考虑，面积约 0.67ha（10 亩）。

（3）道路工程

本工程需新建施工（检修）道路。站内 4.0m 宽泥结碎石道路 12km，开关站素混凝土 6m 宽进站道路。

（4）集电线路

为了简化接线，减少集电线路铺设开挖土地，节省回路数以及 35kV 开关柜数量，升压变压器高压侧采用集电线路接至汇集站 35kV 开关柜。集电线路采用直埋+架空的敷设方式。共设置 2 条集电线路。

5.2 防治措施体系和总体布局

5.2.1 分区防治体系

水土保持方案编制的目的就是在对工程建设可能产生水土流失预测、分析的基础上结合主体工程已做的防护设计，从水土保持角度出发，建立统一、科学、完善的防治措施体系，达到控制水土流失、恢复和改善生态环境的目标；结合工程用地性质，对项目区可实施绿化的区域进行植被恢复与重建，提高项目区的植被覆盖率，改善项目区生态环境条件；开挖损坏原地貌植被的地点，经工程措施及植物措施治理后，减少水土流失量，基本恢复和控制水土流失。防治措施体系总体上按“分片集中治理、分单元控制”的方式进行布局。防治措施体系框图见图 5.2-1。



图 5.2-1 水土流失防治措施体系图

一、防治措施标准确定

为了防止工程产生水土流失，本方案拟采用工程措施与植物措施相结合、永久措施与临时措施相结合来设计防治方案。

(1) 工程措施

洪水设计标准及断面计算方法，按照国标《水土保持综合治理技术规范小型蓄排水工程》（GB/T16453.4—2008）中的规定，确定项目区的临时排水工程暴雨标准为 10 年一遇 24h 最大降雨量。

1) 设计暴雨

由《广东省水文图集》查得本区不同频率不同历时的设计点暴雨，由于工程实施范围集雨面积均远小于 10km²，故雨量点面转换系数为 1.0，项目区设计暴雨如表 5.2-1。

表 5.2-1 项目区设计暴雨成果表

历时	参 数			设计暴雨 (mm)
	Ht	Cv	Cs/Cv	10%
24h	234.1	0.51	3.5	311
1h	68.2	0.43	3.5	107

2) 设计洪水

由于各防治区汇流区面积较小，且无实测水位和流量资料，在推求设计洪水洪峰流量及洪量时根据《广东省洪峰流量经验公式》，对小汇水面积的洪峰流量及洪量加以计算，其公式如下：

$$Q_p = C_p \times H_{24} \times F^{0.84}$$

式中：Q_p——某频率的洪峰流量（m³/s）；

C_p——随频率而异的系数，P=10%时的 C_p=0.044；

H₂₄——24 小时设计暴雨（mm）；

F——集雨面积（km²）。

根据《开发建设项目水土保持技术规范》，对排洪排水坡面 1h 洪峰流量加以计算，其公式如下：

$$Q_B = 0.278kiF$$

式中：Q_B——最大清水流量（m³/s）；

k——径流系数，取值 0.70；

i —平均 1h 降雨强度, mm/h;

F —集雨面积 (km^2)。

3) 排水沟断面确定

根据《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453-2008)规定,满足不淤、不冲流速条件,按上述两公式计算洪峰流量,取大值推求各防治区排水沟断面尺寸。

本方案考虑光伏阵列区截排水沟,施工(检修)道路区截水沟,表土堆放、施工工区施工期间的排水沟,选择集雨面积较大的道路区来计算,集雨面积约 4.8km^2 ,按上述两公式计算洪峰流量,分别为 $1.10\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1.04\text{m}^3/\text{s}$,取大值推求各防治区排水沟断面尺寸。按两边排水,按 2 个出水方向考虑,截水沟设计流量按 $0.55\text{m}^3/\text{s}$ 计算,采用梯形断面,纵坡为 1:100,截水沟采用底宽 0.5m,深 0.5m,边坡 1:0.5,设计流速为 1.86m/s ,满足不淤、不冲流速条件。

(2) 植物措施

1) 措施布局及要求

本项目为农光互补综合利用示范项目,采用光伏板上发电,板下种植经济作物与植草相结合的方式运用。

防治水土流失的植物措施是指在项目区内的各类边坡等一切能够用绿色植物覆盖的地面所进行的植物措施和绿化美化工程,包括为控制水土流失所采取的造林种草工程和建设生态环境相关的园林绿化美化工程;植物措施的草种、树种选择,要做到适地适树,且以地方树种为主。

在考虑主体工程设计中水土保持功能相适宜的基础上,结合本项目的特点,拟采用拦、挡、防等各项措施相结合的防治方案,前期以临时排水、拦挡和护坡等工程措施为主,后期则工程与植物措施相结合,统筹安排水土保持措施总体布局。

2) 立地因子分析

项目区属亚热带季风气候区,该地区雨量充沛,光热资源充裕,气候条件有利于亚热带常绿阔叶、针叶树种的生长。其表层土大多为土壤粘结性差,土层较浅瘦,往往出现石质土,保水保肥能力较差,通透性能较好,易受干旱。施工结束后,要清检石块,清除垃圾,进行土地整治,宜草则草,宜林则林。

3) 植物种类选择

依据“适地适树,适地适草”的原则,从当地优良的乡土树种和草种或经多年种植已适应环境的引进种中选择,具体选择注意以下几点:

- 1) 选择耐瘠薄、速生、固土能力强的树种；
- 2) 选择耐瘠薄、繁殖容易、根系发达、保水固土力强的草种；
- 3) 选择具有较强抗污染和净化空气能力的树种；
- 4) 树种具有良好的景观效果，与附近的植被和景观相协调。

项目区土壤类型主要以赤红壤、红壤为主，土壤偏酸性、持水性较差，同时根据当地气候条件，适合喜酸性、耐瘠薄、喜温暖湿润、固氮、耐盐等性能植物的生长。根据国家《造林技术规范》（GB/T15776-2006），并通过野外调查，筛选了一批适宜当地生长的优势树草种，选择的植物品种有乔木木麻黄、黄连木、构树、阴香、马尾松、台湾相思、湿地松等，灌木田菁、野牡丹、夹竹桃、胡枝子等，以及草种鹧鸪草、铺地黍、百喜草、类芦、狗牙根等，攀援植物有凌霄、三裂叶葛藤等。

表 5.2-2 本方案推荐树种特性表

名称	科属形态	生物、生态学特性
黄连木	漆树科，落叶乔木	喜光，幼树稍耐荫。喜温暖湿润气候，畏严寒，忌水涝，耐干旱瘠薄；在酸性、中性、微碱性、钙质及黏质土上都能生长，在石缝上也能生长。寿命长，抗风力强，适宜土层较薄的山地。
构树	桑科，落叶乔木	适应力强，耐寒，耐热、耐旱瘠薄，耐盐碱，喜强阳；萌芽力强，速生，易繁殖，固土固沙能力强，抗污染。
阴香	樟科，常绿乔木	喜阳光，喜暖热湿润气候及肥沃湿润土壤。常生于肥沃、疏松、湿润而不积水的地方；自播力强，母株附近常有天然苗生长；树冠伞形，株态优美，对氯气和二氧化氯有较强的抗性，可作庭荫和行道树。
马尾松	松科，常绿乔木	喜光而不耐荫阴，抗旱耐贫瘠，抗空气污染力强，为南方著名的荒山造林先锋树种
台湾相思	豆科，常绿乔木	喜暖热气候，耐低温，喜光，耐半阴，耐旱瘠土壤，亦耐短期水淹，喜酸性土，在石灰岩地区生长不良。是优良速生水保树种，根系发达，枝条韧性强，具根瘤，是荒山荒地绿化的先锋树种。
湿地松	松科，常绿乔木	于有明显干湿交替的亚热带气候区，在中性至强酸性的红壤丘陵区以及排水不良的沙粘土区生长良好，具有一定耐水湿性，喜光，不耐荫，根系发达。
田菁	豆科，灌木状草本	喜高温高湿，抗逆性强，耐涝性强，成龄植株只要顶部不淹没，长期淹水亦能生长；耐盐耐贫瘠，根瘤多，固氮能力强
马缨丹	马鞭草科，常绿半蔓性灌木	喜高温干燥，日照充足的地方，有抑制周围其他植物生长的化感作用；耐热、耐旱、耐瘠、耐碱、抗风、耐剪，粗生，花色丰富，可作为花篱。野生种具较强的侵占性，宜慎用。
夹竹桃	夹竹桃科，常	强阳性植物，耐旱，耐潮、耐空气污染。土质不拘。不耐寒，适应性

名称	科属形态	生物、生态学特性
	绿灌木	强，抗烟、抗烟尘力强，是工厂和公路两侧水保绿化的优良树种，植物有毒。
胡枝子	豆科，灌木	喜光，耐寒，耐干瘠，适应能力强。
野牡丹	芍药科，灌木	喜光，耐寒，耐干瘠，适应能力强。
鹧鸪草	禾本科，多年生草本	野生性强，广东和海南各地常见，耐旱瘠，耐盐，蔓延快，适于旱瘠边坡水土保持的先锋物种。
铺地黍	禾本科，多年生草本	广东常见种，适应性强，耐旱耐湿耐盐碱，繁殖力强，生长迅速，耐践踏，是绿化水保先锋物种。
百喜草	禾本科，多年生草本	应沙性到粘性变化的各类型土壤，适于温暖湿润气候，不耐寒、耐荫、耐旱、耐盐、耐贫瘠、耐磨损、耐践踏，耐修剪
类芦	禾本科，多年生草本	喜光、喜肥、沃土，适应性强，耐盐，常生于坡地灌木丛、林带边缘，在砂砾台地、河岸沟谷易形成优势群落；生长速度快，根系发达，覆盖度大，侵占性强，具有较高的固土护坡和景观价值。
狗牙根	禾本科，多年生草本	喜温暖湿润环境，不耐荫、适应性强；耐践踏，具匍匐茎，可形成致密的草皮，固堤护坡防治水土流失的效果好。
凌霄	紫葳科，藤本	性强健，喜阳，略耐荫，喜排水良好的土壤，较耐水湿，耐盐碱，耐寒，喜肥沃湿润，忌积水；花叶俱美，具攀援性，可用作垂直绿化和陡峭悬崖山坡的护土护坡。
三裂叶葛藤	豆科，草质藤本	喜光，耐干旱瘠薄，攀附能力强，生长迅速，须根有根瘤菌可固氮；根系发达，可在表土层形成稠密的根网，是优良的水土保持植物。

经分析比较，本方案灌木树种选用野牡丹，草种选择狗牙根、百喜草。

4) 植物措施设计

本项目结合项目性质及用地特点，在事宜发展经济作物种植的地块，后期有农业专家指导，根据项目总体布局进行经济作物种植，不适宜种植经济农作物的区域，进行植草复绿，以确保水土流失防治效果。

二、水土保持要求

(1) 各分区在施工前需将剥离表土进行妥善保存，以用作后期的绿化用土；

(2) 严格控制按设计坡度开挖，尽量避免或减少土方超挖等破坏生态环境的施工行为；对边坡的防护工程，应在达到设计稳定边坡后迅速进行防护，同时做好坡脚排水系统，施工一段、保护一段，减少施工过程中的水土流失；

(3) 合理安排施工工序，在场地平整前先做好排水、拦挡工程，对施工临时占地，在场地平整结束后及时进行植物恢复，尽量减少疏松地面的裸露时间。

(4) 施工过程中应充分利用自然地形，就地挖填，边开挖、边回填、边碾压、边采取防护措施，尽量缩短施工周期，合理安排施工时间，尽量避开雨季。

(5) 为了更加有效地治理和预防项目区各类潜在的水土流失,草种宜选用耐贫瘠、生长快、根系发达的各类水土保持草种。

(6) 光伏阵列区施工前应首先布设好截排水措施,对开挖边坡与填方边坡做好相应的拦挡及防护措施,在保证施工安装顺利进行的同时减轻因施工造成的水土流失。

(7) 场内道路要求主体工程在下一阶段完善该部分的设计内容,优化土石方量,施工过程中,应做好拦挡措施,减少对下边坡的影响,拦挡及截水措施应在挖填施工以前完成。

5.2.2 水土流失防治措施布局

本工程建设水土流失防治应注重拦护、坡面排水等措施,并采用以植物措施与工程措施相结合的防治方法,水土流失防治措施总布局如下:

(1) 光伏阵列区

主体工程已设计浆砌石截排水沟,方案补充设计表土剥离,表土回填,施工期间的临时拦挡、排水、沉沙、苫盖以及施工完毕后进行植物措施等。

(2) 升压站区

主体工程已设计混凝土截排水沟、站区绿化以及站外草皮护坡等措施,方案补充表土剥离、表土回填、表土的临时防护措施(排水、拦挡、苫盖)以及临时沉沙池。

(3) 施工(检修)道路区

主体设计已考虑浆砌石截排水沟、边坡防护等措施,方案补充表土剥离、表土回填,行道树以及施工过程的临时排水、沉沙、拦挡以及苫盖等措施。

(4) 集电线路区

主体工程未考虑水土保持措施,方案补充表土剥离、表土回填,施工期间的编织土袋拦挡以及施工结束后全面整地和撒播草种等措施。

(5) 施工工区

主体工程未考虑水土保持措施,方案补充表土剥离、表土回填,施工期间的临时排水、拦挡和苫盖措施以及施工结束后的全面整地和撒草种绿化等措施。

5.3 水土保持措施设计

5.3.1 光伏阵列区

本区主要包括箱变基础、光伏阵列安装场，根据主体工程设计资料，箱变基础、安装场地回填均利用开挖土石方回填料。主体工程已设置浆砌石截排水沟，本方案补充的水保措施主要包括：施工前剥离表土，施工期间布设临时排水、拦挡、苫盖措施以及施工完毕后进行表土回填和植被恢复。

(1) 工程措施

1) 表土剥离

光伏阵列、箱变基础及光伏阵列安装场地根据施工后期场地绿化用土量先进行表土剥离，表土与回填利用开挖料分开堆放在光伏阵列安装场内地势相对较高位置。

2) 表土回填

施工后期需对光伏阵列临时占地区域进行绿化，绿化前先进行表土回填。

(2) 植物措施

变基础砼浇筑完毕并达到一定强度后，将堆放在安装场内的开挖土石方回填至基坑，同时进行电缆沟回填，光伏阵列安装完毕后，将临时堆放的表土及拆除土袋表土覆盖在箱变基础、光伏阵列至箱变电缆沟及安装场非硬化部分回填面上，然后对光伏阵列基础非硬化地面进行复绿。

1) 草皮护坡植物

安装场填方边坡采用草皮护坡，挖方边坡采用草皮护坡措施进行防护。

2) 全面整地、铺植草皮

对于安装场地平地范围的临时用地，进行全面整地后采取铺草皮方式复绿。

(3) 临时措施

1) 临时堆土防护（拦挡、苫盖、排水）

表土、箱变基础回填利用开挖料需临时堆放在安装场范围内，堆土高度按不超过 1.0m 控制，表土与回填土分开堆放，施工时在临时堆放场四周用编织土袋拦挡、土袋土料采用表土，采用矩形断面，宽 0.6m、高 0.5m，四周开挖砂浆抹面排水沟，采用梯形断面：底宽 0.3m、深 0.3m、坡比 1: 0.5，堆土坡面采用塑料彩条布覆盖防护。

每个临时堆土场布设编织土袋挡墙长约 38m、土袋 11m³，砂浆抹面排水沟 38m、土方开挖约 5m³、砂浆抹面 37m²，塑料彩条布约 90m²。

光伏阵列至箱变电缆沟开挖土方临时堆放在一侧，要求压实。

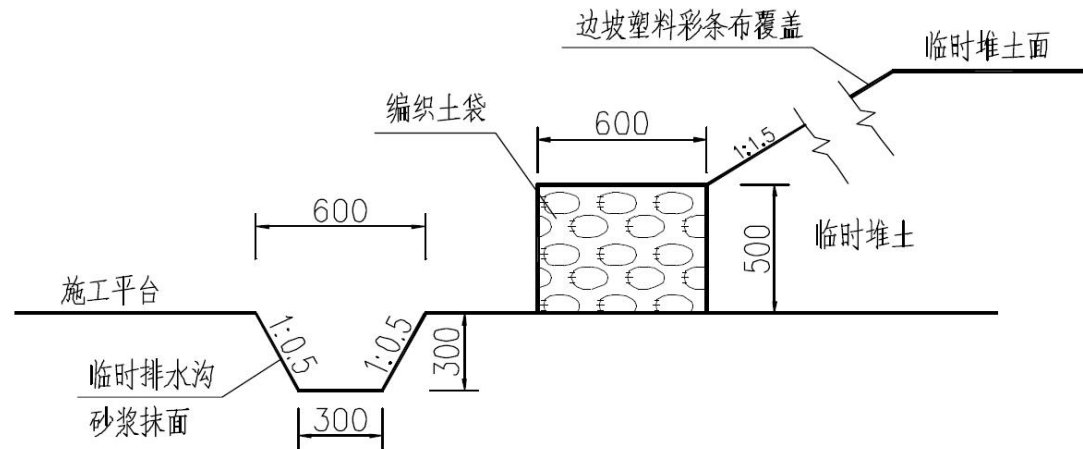


图 5.2-2 临时堆土防护大样（单位：mm）

2) 挖填方边坡临时防护（塑料彩条布苫盖、编织土袋拦挡）

安装场挖填方边坡为土质边坡，在水流作用下易产生水土流失，存在一定的不稳定因素，因此施工期间在挖填方边坡雨前采用塑料彩条布苫盖。

在光伏阵列安装场施工过程中，为防止雨水冲刷造成水土流失，且考虑到浆砌石挡墙施工比较滞后，在其下边坡采用编织土袋挡墙拦挡，土袋土料取用剥离的表土。同时，为保证编织土袋的稳定，要求在其下部先打两排木桩。

5.3.2 升压站区

主体工程设计已考虑了站区混凝土排水沟、站区绿化等措施，能有效防治水土流失。

但主体设计对施工前的表土剥离和施工期间的临时防护措施考虑不足，方案将对此进行补充完善。

（1）工程措施

1) 表土剥离

根据主体报告，升压站后期有约 0.18ha 需进行绿化，因此方案根据绿化覆土的需求量，选择站区表土层较好的区域进行表土剥离，剥离厚度 30cm，剥离面积 0.18hm²，表土先临时堆放在站区的绿化用地范围内。

2) 表土回填

施工后期需对站区进行绿化，绿化前先进行表土回填，本区回填表土 540m³，平均回填厚度 30cm。

(2) 临时措施

1) 表土临时防护（拦挡、苫盖、排水）

施工期间对临时堆放的表土进行防护，主要包括临时拦挡、苫盖和排水等措施。表土堆放在绿化用地范围内，堆土高度控制在 2.5m 以下，施工时在临时堆放场四周用编织土袋拦挡、土料采用剥离的表土，矩形断面：宽 0.6m、高 0.5m，四周开挖砂浆抹面排水沟，

采用梯形断面：底宽 0.3m、深 0.3m、坡比 1: 0.5，堆土表面采用塑料彩条布覆盖防护。经统计，共需布设编织土袋挡墙长约 100m，土袋装土 30m³；砂浆抹面排水沟约 100m，土方开挖 14m³、砂浆抹面 98m²；塑料彩条布约 240m²。

2) 砖砌沉沙池

为防止施工期间升压站泥水乱流对周边景观造成不利影响，要求主体设计的围墙内侧排水沟先行施工，表土防护的临时排水沟与围墙内侧排水沟相接，形成排水系统，并在升压站排水出口处设置沉沙池，共 5 座，沉沙池长 5.0m，宽 2.0m，深 1.5m，采用砖砌结构，内表面采用砂浆抹面，需土方开挖 49m³，砖砌体 19m³，砂浆抹面 74m²。

3) 填方边坡临时防护（塑料彩条布苫盖、编织土袋拦挡）

升压站填方边坡为土质边坡，在水流作用下易产生水土流失，存在一定的不稳定因素，因此施工期间在填方边坡雨前采用塑料彩条布苫盖，经测算，共需塑料彩条布约 1600m²。

考虑到浆砌石挡墙施工比较滞后，在其下边坡采用编织土袋挡墙拦挡，土袋土料取用剥离的表土，土袋挡墙高 0.6m、宽 0.6m，经测算，共需编织土袋挡墙 115m，需装土 42m³。同时，为保证编织土袋的稳定，要求在其下部先打两排木桩。升压站区新增水土保持措施工程量见表 5.2-4，

表 5.2-4 升压站区新增水土保持措施工程量表

措施		单位	数量
工程措施	表土剥离	ha	0.18
	表土回填	m ³	540
临时措施	砂浆抹面排水沟	土方开挖	m ³
		砂浆抹面	m ²
	砖砌沉沙池	土方开挖	m ³
		砌砖	m ³
		砂浆抹面	m ²

措施		单位	数量
	编织土袋拦挡	m ³	216
	塑料彩条布苫盖	m ²	2520

5.3.3 施工（检修）道路区

本工程建设站内 4.0m 宽泥结碎石道路长度 15000m。道路水土流失主要来自路基土石方开挖填筑，主体工程设计已经对沿线填方一侧设置挡墙，路堑边坡外侧和路堑底部分别设置了浆砌石截排水沟，填方边坡设计了草皮护坡等措施进行绿化，这些措施均满足工程完工后的水土保持的要求。对于道路沿丘陵地段经过的山体边坡，是施工过程中控制水土流失防治的重点区域，在路基开挖前先施工截水沟，路基开挖施工过程中要求分层一次开挖，多余土方应及时运至回填路段回填，避免开挖松土停留或多次开挖、装运。土方填筑前应做好下游边坡的拦挡，避免土石方受降雨影响流入周边区域，路基应分段分层填筑，做到填筑、推平、碾压一次过，避免堆填土长时间裸露，造成大的水土流失，并尽量避免暴雨中施工，以减少水土流失。本方案主要针对主体工程设计不足的地方补充相应的措施，主要包括表土剥离、表土回填以及表土和道路边坡的临时防护以及道路行道树。

5.3.4 集电线路区

集电线路主体设计针对本区未考虑措施，未防止雨水对已开挖沟道及裸露表土的冲刷。方案新增表土剥离、表土回填、施工期间的塑料彩条布覆盖以及施工结束后的全面整地和撒播草种等措施。

（1）工程措施

1）表土剥离

根据施工后期场地绿化用土量先进行表土剥离，临时堆放于集电线路一侧临时堆场。

2）表土回填

施工后期需对集电线路沟槽进行绿化，绿化前先进行表土回填。

（2）植物措施

1）全面整地

施工结束后对集电线路电缆沟开挖区域进行全面整地，整治前先对地表的杂物进行清理，为植物措施的实施打好基础。

2) 撒播草种

集电线路区采用撒播草种方式，草种选择黑麦草（按 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ 撒播种植），共需撒播黑麦草籽 492kg 。

(3) 临时措施

1) 临时堆存表土临时防护（苫盖）

施工过程中电缆沟开挖产生松散土石方为防止其在水流冲刷作用产生水土流失，因此在雨前采用塑料彩条布覆盖。

5.3.5 施工工区

该区包括施工办公生活区、设备材料堆放场、混凝土搅拌场等。该区较为平坦主体未考虑工程措施，方案主要补充施工前的表土剥离，施工期间的临时措施和施工后期的表土回填、全面整地和植被恢复措施等。

(1) 工程措施

1) 表土剥离

施工前先进行表土剥离，临时堆放于施工工区空地内。

2) 表土回填

施工后期需对施工工区进行绿化，绿化前先进行表土回填。

(2) 植物措施

1) 全面整地

施工结束后对施工工区进行全面整地，整治前先对地表的杂物进行清理，然后进行人工翻耕，为植物措施的实施打好基础。

2) 植草

整地完成后对施工工区采取撒草种的绿化方式进行复绿，乔木灌木为野牡丹，草籽选择狗牙根和百喜草混播。

(3) 临时措施

1) 表土临时防护（拦挡、苫盖、排水）

施工期间对临时堆放的表土进行防护，主要包括临时拦挡、苫盖和排水等措施。堆土高度控制在 2.5m 以下，施工时在临时堆放场四周用编织土袋拦挡、土料采用剥离的表土，矩形断面：宽 0.6m 、高 0.5m ，四周开挖土质排水沟，采用梯形断面：底宽 0.3m 、深 0.3m 、坡比 $1:0.5$ ，堆土表面采用塑料彩条布覆盖防护。经统计，共需布设编织土袋挡墙长约 140m ，土袋装土 42m^3 ；土质排水沟约 140m ，土方开挖

19m³；塑料彩条布约 1120m²。

2) 场地临时排水

为疏通场内施工期间的雨水，进行场地平整时在场地周围布置临时排水沟，为便于后期恢复，选择土质排水沟，夯实沟底后不加衬砌。排水沟采用梯形断面，顶宽 0.7m，底宽 0.3m，深 0.4m，开挖土方夯实在施工工区范围内。

5.4 施工要求

5.4.1 原则

施工组织原则为：

(1) 与主体工程相互配合、协调，在不影响主体工程施工进度的前提下，尽可能利用主体工程创造的水、电、交通等施工条件，减少施工辅助设施工程量。

(2) 按照“三同时”的原则，水土保持实施进度要与主体工程建设进度相适应，及时防治新增水土流失。

(3) 施工进度安排坚持“保护优先、先拦后弃”的原则，及时布设临时防护措施和植物措施。

(4) 主体工程具有水土保持功能的防护措施的实施，按照主体工程施工组织设计进行。

5.4.2 施工条件

水土保持工程都是在施工扰动的区域实施的，其施工时间略滞后于主体工程，因而水土保持工程施工可借助主体工程施工的对外、对内交通道路，所有外来材料、草籽草皮等均可通过现有公路运输至施工场地，主体工程交通道路满足水土保持工程施工交通要求。水土保持措施施工所需的水、电、路等尽可能利用主体工程已有的施工条件，所需苗木、草种等在市场上统一择优采购。采取招标方式确定施工单位，保证质量、进度和资金使用得到全面落实。

5.4.3 施工组织形式

防治措施主要有临时防护措施、工程措施和植物措施，不同的措施其施工组织形式不同，应区别对待。

施工时应根据各防治区域具体的工程措施合理安排各施工工序，减少或避免各工序间的相互干扰。水土保持措施的施工应充分利用主体工程施工提供的施工条件与主体工程施工一并进行。

植物措施主要是结合主体工程进行种植草皮或植树进行绿化美化。植物措施施工要选择雨季或雨季即将来临之前进行，防止恶劣天气造成的不必要的损失，造成新的水土流失。种籽播撒前，在种草的区域内铺填一定厚度的表土，施足底肥，深耕细作，保证土壤温度为草种正常生长创造良好的条件。

土地整治应根据地形条件和用地要求进行整理。同时要考虑排水条件，以利于排水，一般中部应略高于四周。

5.4.4 施工质量要求

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

根据《水土保持综合治理 验收规范》（GB/T 15773-2008）及《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）等的相关规定：水土保持各项治理措施的基本要求是总体布局合理，各项措施位置符合规划要求，规格、尺寸、质量使用材料、施工方法符合施工和设计标准经暴雨考验后基本完好。

（1）工程措施

本方案水土保持工程措施的实施，均与主体工程配套进行，故其施工条件与设施，原则上利用主体工程已有设施和施工条件。施工时应根据各防治区域具体的工程措施安排各施工时序，减少或避免各工序间的相互干扰。

（2）植物措施

1) 防治措施设计原则

a、水土保持植物措施的设计贯彻“适地适树、适地适草、本地树种优先”的原则；

b、既考虑水土保持功能，又兼顾绿化美化环境原则；

c、工程措施与植物措施相结合原则；

d、灌、草措施相结合，长期植物与短期植物相配置的原则。

2) 植物种类选择及栽植技术项目区气候垂直分布不明显，对林木生长在纵向上影响不大，主要的限制因子是土壤。

在树种选择上，充分利用本区气候适宜、品种丰富的有利条件，根据“适地适草”的原则，兼顾植物多样性和经济性，从当地优良的乡土草种或经过多年种植的引进种中选择，以适宜性强和速生的灌、草为主。种植过程中科学使用保水剂、长效肥、微量元素、激素等先进材料和技术，以保证草苗的成活率。水土保持种草的

位置应符合各类草种所需要的立地条件，种草密度达到设计要求。采用经济价值高、保土保水能力强、抗污染性能好的优良草种，当年出苗率与成活率在 95%以上，三年后保存率在 85%以上。

（3）全面整地

施工工区等需进行全面整地的区域，在施工结束时需完成场地清理和整治，为下阶段实施植物措施奠定基础。

（4）临时工程

要做好临时排水设施及拦挡防护，施工结束后及时实施场地清理、土地整治和绿化措施。加强施工组织管理与临时防护措施，严格控制施工用地，严禁随意扩大占压、扰动面积和损坏地貌、植被，建筑物基础开挖土石必须及时防护，禁止随意堆放，严格控制施工过程中可能造成水土流失。

5.4.5 绿化覆土技术

一、草籽撒播

选择籽粒饱满的草籽均匀撒播，撒播密 $60\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播后轻拍土层表面，使草籽与土壤充分结合，为了尽快达到保水保土作用，对撒播草籽的土层洒水。

二、管理技术

植物措施完成后，落实林地管理、抚育责任。

草地抚育管理包括补植、灌溉、修枝、培土、平茬；病虫害防治、禁止放牧和人为损坏。

三、植物措施完成后，落实林地管理、抚育责任

（1）幼林抚育管理包括补植、松土除草、灌溉、修枝、培土、平茬；病虫害防治、禁止放牧和人为损坏。

（2）松土除草一般要进行 3 次，头一年不少于 2 次，第一次在 5~6 月，第二次在 8~9 月。幼林阶段一般不进行修枝，对成活率低于 85%的要进行补植。

（3）对应控制树高的树种和绿篱要定期修剪，并防止病虫害。

（4）对于所有植物措施中乔、灌木栽植 1~2 个月后，结合扩穴松土适量追肥，在种植草区当年追 1~2 次磷钾肥，确保一年内达到全面覆盖的效果。

5.4.6 主要材料供应

水土保持措施施工所需的水泥、砂石、编织袋、苗木、草种等在市场上统一采

购。

5.4.7 施工方法

本方案新增的水土保持措施主要有临时排水沟、沉沙池、塑料彩条布覆盖等，主要施工方法如下：

土方开挖：主要为临时排水沟和沉沙池的开挖，采用人工开挖沟槽的方法。先挂线，使用镐锹挖槽，开挖土方堆置在沟槽两边 0.5m 以外，同时修整底、边并拍实。

土方回填：主要为临时排水沟和沉沙池的回填、夯实和平整，采用土料填筑、人工夯实的方法。将堆置在排水沟和沉沙池两侧的土方采用人工回填至沟（池）内，平土、刨毛并分层夯实，同时清理杂物并平整。

砌砖：主要为临时排水沟、沉沙池衬砌，采用人工砌砖，工程结束后，拆除砌砖。

塑料彩条布遮盖：临时堆土及开挖形成的裸露坡面采用彩条布进行覆盖。

5.4.8 水土保持措施进度安排

1、实施进度安排原则

根据水土保持“三同时”制度，坚持预防为主，及时防治，实施进度和位置与主体工程同步实施。永久性占地区工程措施坚持“先防护后施工”原则，及时控制施工过程中的水土流失。考虑到在实际施工中，由于主体工程的进度安排和水土流失产生的特点，各类水土保持措施施工还要受季节因素影响等，拦渣工程坚持“先防护、后堆放”及“防护并行”的原则；排水工程同时施工；临时占地区使用完毕后需及时拆除并进行场地清理整治及生态恢复；植物措施可比主体工程略为滞后，但滞后不得超过一年，可采用分期实施、分期验收的方式。根据防治水土流失的轻重缓急和项目建设进度安排，灵活配置水土保持措施，以尽早发挥水土保持措施的作用。

2、实施进度安排

水土保持防治措施实施进度安排与主体工程同步，遵循先工程措施后植物措施、拦挡工程先于土石回填的原则。方案初步安排总工期为 6 个月。

水土保持措施施工进度详见表 5.4-5。

表 5.4-5 施工进度表

项目 \ 时间	建设期					
	1	2	3	4	5	6
主体工程						
浆砌石截排水沟						
表土剥离						
表土回填						
草皮护坡						
全面整治、铺植草皮						
临时排水、沉沙						
撒播草种						
临时拦挡、苫盖						

第六章 水土保持监测

根据《广东省水土保持条例》第五章第 31 条规定，生产建设单位应当自行或者委托相应机构对水土流失进行监测。监测情况应当按照规定报所在地水行政主管部门和水土保持方案审批机关。前款规定以外的生产建设项目，鼓励生产建设单位自行或者委托相应机构对水土流失进行监测。对可能造成严重水土流失的生产建设项目，生产建设项目主管部门或者县级以上人民政府水行政主管部门可以自行或者委托相应机构对水土流失进行监测。

6.1 监测目的及原则

6.1.1 监测目的

按照《中华人民共和国水土保持法》和《开发建设项目水土保持技术规范》的有关规定，在工程建设生产过程中，必须落实水土保持监测工作。水土保持监测的目的主要是：

(1) 通过监测，可以进一步验证水土保持方案中所确定的防治措施的可行性、有效性，为制定水土流失防治措施提供依据，为今后完善各类建设项目的水土流失防治措施提供经验。

(2) 水土保持监测也是开发建设项目水土保持工作的一项重要内容，是水土保持专项验收的具体要求，通过监测为行政监督和建设单位及时防治水土流失提供科学依据，为主体工程竣工验收服务，为生态环境保护大局服务。

(3) 对建设项目水土保持设施进行监测除了对建成的水土保持工程的安全、稳定、运行情况进行检查外，更主要的是对采取这些水土保持措施后所取得的水土保持效果进行评价分析，即实施水土保持措施后是否达到水土保持方案提出的目标，为建设项目水土保持达标验收提供依据。

(4) 为水土保持监督管理提供数据的资料。通过积累各类建设项目建设过程中的水土保持监测成果，可以分析总结不同的建设时段中易产生水土流失的环节及空间分布，为监督检查和管理提供依据，提高管理水平。

6.1.2 监测原则

(1) 全面监测与重点监测相结合；

- (2) 以扰动地表为中心进行监测；
- (3) 以水土流失严重地段作为监测重点；
- (4) 围绕 6 项指标进行监测；
- (5) 监测点位应该有代表性。

6.2 监测时段

本项目属于建设类项目，水土保持监测分 2 个时段，即施工期和自然恢复期。水土保持监测主要时段是施工期，项目所在地多年平均降雨量为 1705.1mm，并且主要集中在雨季，雨季为 4~10 月份，因此以 4~10 月为水土保持监测的重点时段。

施工期水土保持监测时段为 6 个月，监测期共 5 个月；自然恢复期水土保持监测时段为项目竣工后 1.0 年内。

6.3 监测范围及点位

6.3.1 监测点布设原则

监测点按临时点设置，在重点影响区布设固定监测点，在一般扰动区抽样布设机动监测点，全面掌握建设项目影响区域内水土流失变化的动态，监测点位按以下原则进行布设：

- (1) 科学配置：以巡查、定点定位观测为主，抽样对比调查为辅；
- (2) 合理布局：监测点的布设应科学、合理、规范，具有代表性和整体控制性。监测点应布设在主体工程建设过程中可能会造成严重水土流失和对周围环境构成严重威胁的位置、地段；
- (3) 因地制宜：根据不同监测对象、监测时段和监测内容，采用相应的技术手段；
- (4) 重点突出：重点监测水土流失重点区以及环境敏感点。

6.3.2 监测点布设

本项目水土保持监测点设置主要依据地面扰动与地形相结合的方式预测设置，由预测结果可知，新增水土流失主要产生地段为施工检修道路区和光伏阵列区，是本方案设计中，水土保持监测的重点区域。

项目区涉及的面积较大，依据工程建设过程中水土流失的特点，合理布

置监测点对监测结果的可信度、代表性至关重要，为了快捷、准确、及时地掌握项目区水土流失变化动态，预防水土流失的发生，减轻突发性水土流失危害程度，除运用巡查这一有效的监测方法外，根据主体工程建设过程中可能会造成严重水土流失和对周围环境构成严重威胁的位置、地段，初拟布设以下固定监测点进行定点监测：

1#、2#监测点：进场道路；

3#、4#、5#、6#监测点：东芒地块 1 光伏阵列基础；

7#、8#监测点：光伏阵列附近场内道路；

9#、10#、11#、监测点：南岗地块 2 光伏阵列基础；

12#、13#监测点：升压站区；

14#监测点：施工工区。

6.4 监测内容、方法和监测频次

依据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）及水保[2009]187 号文的要求，结合本工程施工特点，确定水土保持监测的主要内容为：主体工程建设进度、工程建设扰动地表面积、水土流失及造成的危害、水土保持工程建设情况、水土流失防治效果，以及水土保持工程设计、管理等方面的情况。

水土保持监测的重点为水土保持方案落实情况，扰动地表及植被占压情况，水土保持措施（含临时防护措施）实施状况，水土保持责任制度落实情况等。

6.4.1 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》规定，水土流失监测采用地面观测法、调查监测法和巡查法，在注重最终观测结果的同时，对水土流失的发生、发展变化过程必须全面定时定位监测，以保证监测结果的可靠性和适用性，实现监测资料的连续性，水土流失预测结果的准确性。针对上述监测点和监测内容，具体监测方法如下：

（1）工程占用地面积、扰动地表面积及损坏水土保持设施数量监测根据主体工程建设进度，采用巡查监测与抽样调查监测相结合的方法，监测地表扰动地表面积和植被损坏面积；在项目建设过程中，根据主体工程建设进度，

运用巡查法监测实际发生水土流失的面积及防护措施实施进度；

(2) 水土流失量监测

采用巡查和地面观测相结合的方法，主要采用侵蚀沟法和桩钉法，定期观测上述 14 个监测点的侵蚀深度，测算土壤侵蚀量和侵蚀强度；

(3) 工程建设挖方、填方数量监测采用巡查和调查相结合的方法；

(4) 水土保持工程效益监测

在水土保持工程措施布设区，采用巡查和调查相结合的方法，并利用监测点观测到的淤积量等数据，对水土保持工程措施的防护效果作出评价；进行工程建设前后林草面积变化情况、水土保持植物措施落实情况、成活率及生长量的调查，即在植物措施布设区随机选定适当面积，测定林草的成活率、生长量、保存率等。

(5) 水土流失危害性监测

主要包括土地沙化及周边地区经济、社会的影响等，主要采取抽样调查监测的方法。

6.4.3 监测频次

水土保持监测频次参考《关于印发水土保持监督管理能力建设省级配套制度的通知》（粤水水保〔2010〕126 号），并结合实际情况制定，施工期和自然恢复期各个监测点监测频次如下：

(一) 施工期

施工期重点进行水土流失量、水土保持措施动态变化情况监测。雨季（4~9 月）每月不少于 2 次，非雨季每月不少于 1 次，对正在实施的水土保持措施建设情况等至少每 10 天监测记录 1 次，遇暴雨（24 小时降水总量大于 50.0mm 或 12 小时降水总量大于 30.0mm）应及时加测，水土流失危害事件发生后 1 周内完成监测。

(二) 自然恢复期

自然恢复期重点监测植物的生长情况，至少每 2 个月监测记录 1 次。

水土保持监测规划详见表 6.4-1。

表 6.4-1 水土保持监测规划表

监测时段	监测点位	监测内容	监测方法	监测频次
施工准备期	整个防治责任范围	项目区自然概况、水土流失现状及背景值等	巡查、调查	1 次
施工期	1#~8#	挖填方数量、扰动地表面积、损坏水土保持措施数量、水土流失面积及流失量、弃渣量及堆放情况、水土流失危害、水土保持措施实施情况等	巡查、调查和地面观测法	水土保持措施建设情况等每 10 天监测 1 次；其他项目 4~10 月每月监测不少于 2 次，1~3 月每月监测不少于 1 次期间根据降雨量情况在暴雨后加测 1 次；水土流失灾害事件发生后 1 周内完成监测。
试运行期	整个防治责任范围	水土保持措施实施数量、质量及效果	巡查、调查	植物措施实施后两个月内监测 1 次，4~10 月监测 3 次，一年后再进行 1 次全面监测。

6.5 实施条件和成果

6.5.1 实施条件

6.5.1.1 监测人员

本项目水土保持监测需要成立专门的项目组，参与监测的人员搭配需合理。开展本项目所需的人工数量，应根据水土保持监测频次，并结合监测时段、监测点位、监测内容和监测指标具体情况确定。日降雨资料可以委托临近气象站代为收集；其他监测内容和监测指标所需的人工数量，可以按照监测频次进行统筹考虑，非雨季定期监测人员考虑每次 1~2 人，每次 1~2 个工作日；雨季定期监测可以适当增加监测人员，不定期监测人工数量主要依据不定期监测频次进行安排确定。

6.5.1.2 监测设备

为准确获取各项地面观测及调查数据，水土保持监测必须采用现代技术与传统手段相结合的方法，借助一定的先进仪器设备，使监测方法更科学，监测结论更合理。根据监测方法采用适当的监测设施保证监测结果的科学性和可信度，所需水土保持监测设施见表 6.4-2。

表 6.4-2 水土保持监测设备及器材表

损耗性耗材			消耗性耗材		
监测设备	单位	数量	监测设备	单位	数量
GPS 定位仪	台	1	铝盒	个	20
数码照相机	台	1	50m 皮尺	条	2
烘箱	台	1	钢卷尺	把	2
天平	台	1	2m 抽式标杆	支	4
植被测量仪器（测绳、剪刀、坡度仪）	套	1	泥沙测量仪器（量筒、比重计）	个	2
电子求积仪	台	1	取样玻璃仪器（三角瓶、量杯）	个	20
测杆	个	4	采样工具（铁铲、铁锤、水桶）	批	1
			办公消耗材料	套	5
			集水桶	个	4

6.5.2 监测制度

建设单位应按照有关规定、规范对防治责任范围内的水土流失和水土保持防治情况进行监测，监测资料应及时进行分项整理分析，建立监测档案，每年年底进行年度总结，编制监测报表和报告，向建设单位及相应水行政主管部门汇报监测成果。

水土保持监测技术报告应满足水土保持工程专项验收的要求。项目完工后，应当编制项目水土保持监测技术报告，做为水土保持专项工程竣工验收的依据，通过对监测成果的分析，明确 6 项水土流失防治指标。监测单位在监测过程中应当建立、健全以下监测制度。

6.5.3 监测成果

监测成果执行水土保持监测技术规程要求，按操作规程进行监测，以纪实的方式，结合实际情况，设计监测表格，形成文字资料及表格数据、图样。监测成果按要求编报季度报表和年度总结，由项目建设单位自行保存，作为水土保持专项验收的重要依据。

第七章 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则

水土保持工程属于主体工程的重要组成部分，本方案的水土保持投资计入工程总投资中。

(1) 水土保持方案是本工程建设的一个重要组成部分，其估算的编制依据、基础单价、价格水平年、费用计取等与主体工程相一致，不能满足要求的部分，选用水利行业标准。

(2) 已计入主体工程具有水土保持功能工程的措施费用，在新增水土保持投资中不再计算其独立费用，直接计入水土保持工程总投资。

(3) 水土保持工程分年度投资仅指新增水土保持措施部分，主体工程中具有水保功能的工程施工进度及投资随主体工程进度统筹安排。

(4) 主要材料价格及建筑工程单价与主体工程一致，植物措施单价依据当地市场价格水平确定。

(5) 编制方法，有关费率，编制格式以广东省水利厅粤水建管〔2017〕37 号文《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（以下简称《省编规》）为准。

7.1.2 编制依据

(1) 《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）；

(2) 《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（广东省水利厅粤水建管〔2017〕37 号文）；

(3) 《工程勘测收费标准》（国家计委、建设部[2002]10 号）；

(4) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》国家发改委（发改价格[2007]670 号文）；

(5) 《广东省水土流失防治费及水土保持设施补偿费的征收标准和使用管理暂行办法》（粤府[1995]95 号）；

(6) 《关于取消或降低部分行政事业性收费项目和标准的通知》（清市价[2012]239 号）；

(7)《水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》的通知(办水总〔2016〕132号)。

7.2 编制方法

本方案水土保持工程投资估算以管道建设项目可行性研究投资估算编制办法为主要依据,并根据国家有关水土保持工程的规程、规范、相关标准,结合本工程的具体情况进行编制。水土保持工程总投资分为工程静态投资和水土保持设施补偿费两大部分。其中,工程静态投资分为水土保持工程费用和预备费。水土保持工程费用组成为水土保持工程措施、植物措施、临时工程和独立费用4部分。

工程措施费按方案设计工程量乘以工程单价进行编制。植物措施费用按方案设计苗木、草、种子等植物措施量乘以植物措施单价进行编制。施工临时工程由临时防护工程和其他临时工程两部分组成,其中临时防护工程按设计方案的工程量乘以单价编制,其他临时工程按第一和第二部分投资的2%编制。独立费用按标准计取。

7.2.1 基础单价

(1) 人工单价

项目所在地属清远市,根据《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》,清远市人工预算单价属四类工资区,普工人工预算单价为65.1元/工日,技工人工预算单价为90.9元/工日。

(2) 材料单价

根据《广东省水利水电工程设计概(估)算编制规定》:

①主要材料算价格:主要材料预算价格=材料原价+运杂费

其中:主要材料原价参考《关于发布清远市区2020年7月份建设工程主要建筑材料综合价的通知》选取。

②其他材料预算价格:其他材料价格按《关于发布清远市区2020年7月份建设工程主要建筑材料综合价的通知》选取和计算。

(3) 施工机械台时费

施工机械台时费按照水利部水总[2003]67号文件颁布的《水土保持工程

概算定额》参照执行。

(4) 工程措施单价

乘以 10%扩大系数。

(5) 植物措施单价

乘以 10%扩大系数。

7.2.2 费率标准

(1) 直接工程费：由直接费、其他直接费、现场经费组成。

①直接费：包括人工费、材料费和施工机械使用费。

人工费=定额劳动量(工时)×人工估算单价(元/工时)

材料费=定额材料使用量×材料估算单价

机械使用费=定额机械使用量(台时)×施工机械台时费

②其他直接费：包括冬雨季节施工增加费、施工工具用具使用费，按直接费乘以其他直接费费率计算。

③现场经费：包括临时施工费和现场管理费，按直接费乘以现场经费费率计算。

(2) 间接费：包括企业管理费、财务费及施工机械转移费，按直接工程费乘以间接费费率计算。

(3) 企业利润：按直接工程费与间接费之和乘以企业利润计算。

(4) 税金：按直接工程费、间接费和企业利润之和乘以税率计算。

本工程其他直接费、现场经费、间接费、企业利润和税金费用详见表 7.2-1。

表 7.2-1 工程措施、植物措施取费费率标准表

序号	工程费用名称	工程措施取费费率(%)	植物措施取费费率(%)	取费基础	备注
1	其他直接费	1.5	1.5	直接费	费率以主体工程相应的费率为准，未涉及部分按水总(2003)67号文
2	现场经费	5	4	直接费	
3	间接费	4.4	3.3	直接工程费	
4	企业利润	7	5	直接工程费+间接费	
5	税金	11	11	直接工程费+间接费+企业利润	

7.2.3 取费标准

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

（1）工程措施：按设计工程量乘工程单价进行计算。

（2）植物措施：按设计工程量、苗木量乘单价进行计算。

（3）临时措施：施工临时措施费由临时防护措施费和其他临时工程费组成。临时防护措施按方案设计的工程量乘单价进行计算；其他临时工程费按工程措施和植物措施之和的 2%计取。

（4）独立费用：包括建设管理费、工程建设监理费、科研勘测设计费、水土保持监测费、水土保持设施竣工验收评估报告编制费等，依据《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》有关规定选取项目及费率。

（5）预备费及施工期贷款利息

①预备费：由基本预备费和价差预备费组成。基本预备费按工程措施、植物措施、临时措施和独立费用的 6%计列；不计价差预备费。

②施工期贷款利息：本水土保持工程不计贷款利息。

（6）水土保持补偿费：根据《关于取消或降低部分行政性收费项目和标准的通知》（清市价[2012]239 号），补偿标准 0.1 元/m²，根据《广东省发展改革委 广东省财政厅关于扩大部分涉企行政事业性收费免征对象范围的通知》（粤发改价格函〔2019〕649 号）规定，免征省级收入部分水土保持补偿费。因此，该项目总占地面积扣除补充耕地面积，本项目占地草地面积：204.03-124.56=79.47 公顷；水土保持补偿费为 0.7947 万元。

7.3 投资估算表

本工程水土保持工程总投资估算为 628.12 万元，其中主体工程已列水土保持投资 356.00 万元，本方案新增水土保持投资 255.97 万元。水土保持投资估算详见表 7.3-1。

表 7.3-1 水土保持方案投资总估算表

单位：万元

序号	工程费用或名称	建安工程费	植物措施费	设备费	独立费用	合计
	主体工程已列水保投资					356.00
	新增水保投资					255.97
	第一部分 工程措施	59.89				59.89
一	光伏阵列区	12.18				12.18
二	升压站区	1.95				1.95
三	集电线路区	10.71				10.71
四	施工（检修）道路区	30.51				30.51
五	施工工区	4.54				4.54
	第二部分 植物措施		77.08			77.08
一	光伏阵列区		36.38			36.38
二	升压站区		0			0.00
三	集电线路区		0.89			0.89
四	施工（检修）道路区		30.37			30.37
五	施工工区		9.44			9.44
	第三部分 临时措施	90.23				90.23
一	光伏阵列区	17.86				17.86
二	升压站区	1.38				1.38
三	集电线路区	0.69				0.69
四	施工（检修）道路区	66.62				66.62
五	施工工区	0.94				0.94
六	其他临时措施	2.74				2.74
	第四部分 独立费用				28.77	28.77
一	建设单位管理费				4.54	4.54
二	工程建设监理费				5.97	5.97
三	科研勘测设计费				13.8	13.80
四	水土保持监测费	1.50%			4.46	4.46
	一至四部分合计					255.97
	基本预备费	按一至四部分之和的 6%计算				15.36
	静态总投资					271.33
	水土保持补偿费					0.7947
	水土保持工程总投资					628.12

7.4 效益分析

7.4.1 分析依据

根据中华人民共和国国家标准《水土保持综合治理效益计算方法》

(GB/T15574-2008)和《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的要求进行分析。

7.4.2 水土保持防治效果分析

对防治效果的分析主要通过对方案实施后的扰动水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率、林草覆盖率等进行分析。

(1) 水土流失治理度

水土流失治理度是指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。

(2) 土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目水土流失防治责任范围内容许土壤流失量与治理后每平方公里年平均土壤流失量之比。项目区土壤流失容许值 $500t/(km^2 \cdot a)$, 采取各项水土保持措施后, 项目区平均土壤流失强度控制在 $500t/(km^2 \cdot a)$, 土壤流失控制比为 1.0。

(3) 渣土防护率

渣土防护率是指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、临时堆土量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比。

(4) 表土保护率

表土保护率是指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。

(5) 林草植被恢复率

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。

(6) 林草植被覆盖率

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。

项目通过实施水土保持措施后, 设计水平年各项效益分析如下:

表 7.4-1 设计水平年水土流失防治效果指标表

项目	目标值	内容	单位	数值	达到值	结果
水土流失治理度 (%)	98	水土流失治理达标面积/水土流失总面积	hm ²	202.13 / 204.03	99	达到
土壤流失控制比	1	容许土壤流失量/治理后每平方公里年平均土壤流失量	t/km ² ·a	500 / 500	1	达到
渣土防护率 (%)	97	实际挡护的永久弃渣、临时堆土量/永久弃渣和临时堆土总量	万 m ³	2.34 / 2.34	100	达到
表土保护率 (%)	92	保护的表土数量/可剥离表土总量	万 m ³	2.34 / 2.34	100	达到
林草植被恢复率 (%)	98	林草类植被面积/可恢复林草植被面积	hm ²	30.60 / 30.60	100	达到
林草植被覆盖率 (%)	25	林草类植被面积/总占地面积	hm ²	79.4 / 204.03	38.9%	达到

7.4.3 水土保持损益分析

(1) 保土效益

根据《水土保持综合治理效益计算方法》规定，保土效益为工程项目建设前后土壤流失量的差值。

经预测，本方案实施后，各区土壤流失量得到有效控制，在设计水平年项目区水土流失控制比达 1，保土效益明显，项目建设对周边环境的影响得到有效控制。

(2) 保水效益

本项目工程开挖破坏了地表植被，降低蓄水功能，在项目建成后，可基本恢复到原有保水效果。

(3) 社会效益

本项目水土保持方案实施后，水土保持设施面积增加，工程建设过程中可能造成的水土流失得到了有效的综合防治，促进了人口、资源、环境与经济发展的良性循环，同时也增强了人们的水土保持意识。

(4) 生态环境效益

本方案实施后水土保持责任范围内生态环境将得到明显改善，随着植被的逐年恢复，拦截降雨能力和固土作用的逐渐增强，能从根本上有效地控制水土流失，项目内的景观及周边小气候将会明显改善，同时美化和改善了项目区的生产和生活条件。

（5）水土保持功能损益分析

工程扰动地表面积为 204.03hm^2 ，工程原生土壤侵蚀强度以轻度为主，由于工程的建设使得土壤侵蚀强度增加，新增水土保持措施可有效控制范围内水土流失的发生及减少对周边的影响，对当地环境保护有积极意义。

第八章 水土保持管理

8.1 组织管理

8.1.1 组织领导

(1) 组织机构

根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报水行政主管部门批准后，由建设单位连南瑶族自治县晶科电力有限公司负责组织，由施工单位负责实施。为保证水土保持方案的顺利实施，需要建立强有力的组织领导机构。因此，建设单位连南瑶族自治县晶科电力有限公司即需成立水土保持管理机构，负责组织和管理水土保持方案的实施工作。

(2) 工作职责

1) 认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、全面规划、综合治理、因地制宜、突出重点、科学管理、注重效益”的水土保持方针，确保水土保持工程安全，充分发挥水土保持工程效益。

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，按年度向水行政主管部门报告水土流失治理情况，并制定详细实施计划。

3) 工程施工期间，负责与设计、施工、监理单位保持联系，协调好水土保持方案与主体工程的关系，确保水土保持工程的正常开展和顺利进行，并按时竣工，最大限度减少人为造成的水土流失和生态环境的破坏。

4) 深入工程现场进行检查和观测，掌握工程水土流失状况及其防治措施落实状况，为有关部门决策提供基础资料。

5) 建立、健全各项档案，积累、分析整编资料，为水土保持工程验收提供相关资料。

8.1.2 管理措施

建设单位应督促施工单位制定详细的水土保持方案实施进度计划，加强水土保持工程的计划管理，以确保各项水土保持设施按时按质地落实。

在日常管理工作中，建设单位主要应采取以下管理措施。

(1) 项目的水土保持措施是生态建设的重要内容，建设单位要把水土保

持工作列入重要议事日程，切实加强领导，真正做到责任、措施和投入“三到位”，认真组织方案的实施和管理，定期检查，自觉接受有关部门和社会监督。

(2) 加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工人员和各级管理人员以及工程附近群众的水土保持意识。

(3) 制定方案实施的目标责任制，防止建设中的不规范行为和现象发生，并负责协调本方案和主体工程之间的关系。

(4) 在施工和运行过程中，定期或不定期地对在建或已建的水土保持工程进行检查观测，随时掌握其运行状态，进行日常维修养护，消除隐患，维护水土保持工程完整。同时，制定突发事件应对处理方案，如遇险情和事故，需有应对预案和补救措施。

8.1.3 落实设计与明确责任

一、落实设计

本方案水土保持工程由建设单位组织落实，建设单位应将水土保持工程作为主体工程一个重要组成部分。水土保持方案经水行政主管部门批复后，建设单位应委托设计单位进行初步设计和施工图设计。水保方案和工程设计的变更须按规定报批。

二、明确责任

建设单位应有一名主要负责人负责水土保持工程的建设管理工作，并应有专门机构和人员具体负责组织实施。

各施工单位也应由专人负责，在组织领导上保证水土保持工程顺利实施。施工单位必须具有熟悉水土保持业务的技术人员，熟悉各项水土保持措施技术要求；并加强施工队伍的水土保持培训，强化施工人员的水土保持意识，提高施工人员的技术水平和环境意识，把水土流失预防工作放在首位。在施工中要注意如下几方面：

(1) 要严格控制占地和开挖范围，严禁乱堆乱放；

(2) 施工安排要尽量避开雨季，深挖、高填区、集汇流区及对工程可能造成严重破坏的施工不能在雨中进行；

(3) 土方挖填后要及时碾压或运走,减少堆置时间,要及时采取防护措施。

8.2 水土保持方案后续设计

本方案经水行政主管部门审查批复后,由建设单位按要求自行或委托具有相应设计资质的单位完成水土保持工程后续设计。水土保持方案和工程设计的变更,应按程序规定进行报批或备案。

8.3 工程监理与水土保持监测

8.3.1 工程监理

工程应根据水土保持方案中各项防护措施的设计要求,委托相关单位开展水土保持工程监理工作,形成以项目法人(建设单位)、承包商(施工单位)、监理工程师三方相互制约,以监理工程师为核心的合同管理模式,以期达到节约投资,保证进度,提高水土保持工程施工质量的目的。

施工现场需配备专业监理人员或配置水土保持工程监理机构,开展水土保持专项监理工作。现场监理工程师应按时进场并及时组织设计单位向施工单位进行设计交底,审查施工单位提交的水土保持施工组织设计报告,经批准后施工单位方可提出开工申请。同时,在施工过程中,建立工程材料检验和复验制度及工序质量检查和技术复核制度。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、处理意见等,在工程建设过程中全面控制水土保持工程的实施。

监理过程中,现场水土保持监理人员按照国家和地方政府有关水土保持法规,受业主委托监督、检查工程及影响区域的各项水土保持工作;以巡视方式定期对各区域的各项水土保持措施的落实情况、存在的水土保持问题和解决情况进行检查,并填写监理日记和巡视记录,对巡视过程中发现的水土保持问题,应以通知单的形式要求施工单位在限期内处理,并在处理过程中进行检查,完工后进行验收;每季度主持一次有建设单位、设计单位、施工单位参加的水土保持协调会,对前一季度水土保持工作进行回顾总结,对水土保持状况进行评价,并提出存在的问题及相应的整改要求,在建设单位授

权范围内发布有关指令，签认所监理的水土保持工程项目有关支付凭证。

水土保持监理过程中，应建立临时施工措施影像等档案资料，水土保持建立和监测报告作为水土保持设施验收的依据。日常工作中及时整理、归档有关水土保持资料，定期向水土保持监理单位和建设单位报告现场水土保持工作情况，负责编写季度、年度水土保持监理报告。

8.3.2 水保监测

加强水土保持监测工作，对施工准备期、施工建设期和运营初期的水土流失量的动态变化、水土保持措施的效果等进行长期监测，分析水土保持措施的防治效果，监督和指导水土保持方案的实施，对需补充水土保持措施的制定相应的补充治理方案。建设单位应委托有资质的水土保持监测单位，按方案规定的监测内容、方法和时段，编制监测计划，对项目建设实施水土保持监测。水土保持设施竣工验收时监测单位应提供监测报告。

8.4 监督管理与资金管理

8.4.1 监督管理

根据《水土保持法》等法律法规规定，水行政主管部门将依法对水土保持方案的实施进行监督管理。在方案实施过程中，建设施工单位应加强与水行政主管部门合作，自主开展项目水土保持措施实施及监测工作。建设单位应做好记录，对水土保持防治过程中发现的问题应及时处理。

8.4.2 资金管理

根据“谁开发谁保护、谁造成水土流失谁治理”的原则以及《中华人民共和国水土保持法》第二十七条的规定，建设过程中发生的水土流失治理费用，从基本建设投资中列支。本工程的水土流失治理费用由建设单位承担，并列入本工程投资总概算。建设单位要搞好资金使用管理，专款专用，保证建设资金及时足额到位，在资金上保证水土保持工程顺利进行。水土保持设施竣工验收时建设单位应就水土保持投资估算调整情况、分年度投资安排、资金到位情况和经费支出情况写出总结。

8.5 竣工验收与后期管护

8.5.1 竣工验收

根据水土保持“三同时”制度，在项目竣工验收时，应由水行政主管部门同时验收水土保持设施，验收合格后，主体工程方可正式投入使用。

验收前建设单位委托水土保持方案设计单位及其它单位编报《水土保持设施竣工验收技术报告》、《水土保持方案实施工作总结报告》及相关的一系列附件（含水土保持监理报告、水土保持监测报告、水土保持设施投资到位及使用情况说明、水土保持工程施工合同验收报告及其图件等），然后聘请专家进行技术评估，符合要求后组织验收。

验收时，对实施的水土保持项目的数量、质量进行汇总评价，总结水土保持工程实施过程中的成功经验和不足部分，对没有足额完成的部分或有缺陷的工程，重新进行设计，补充完善，直到水土保持措施能够验收为止。

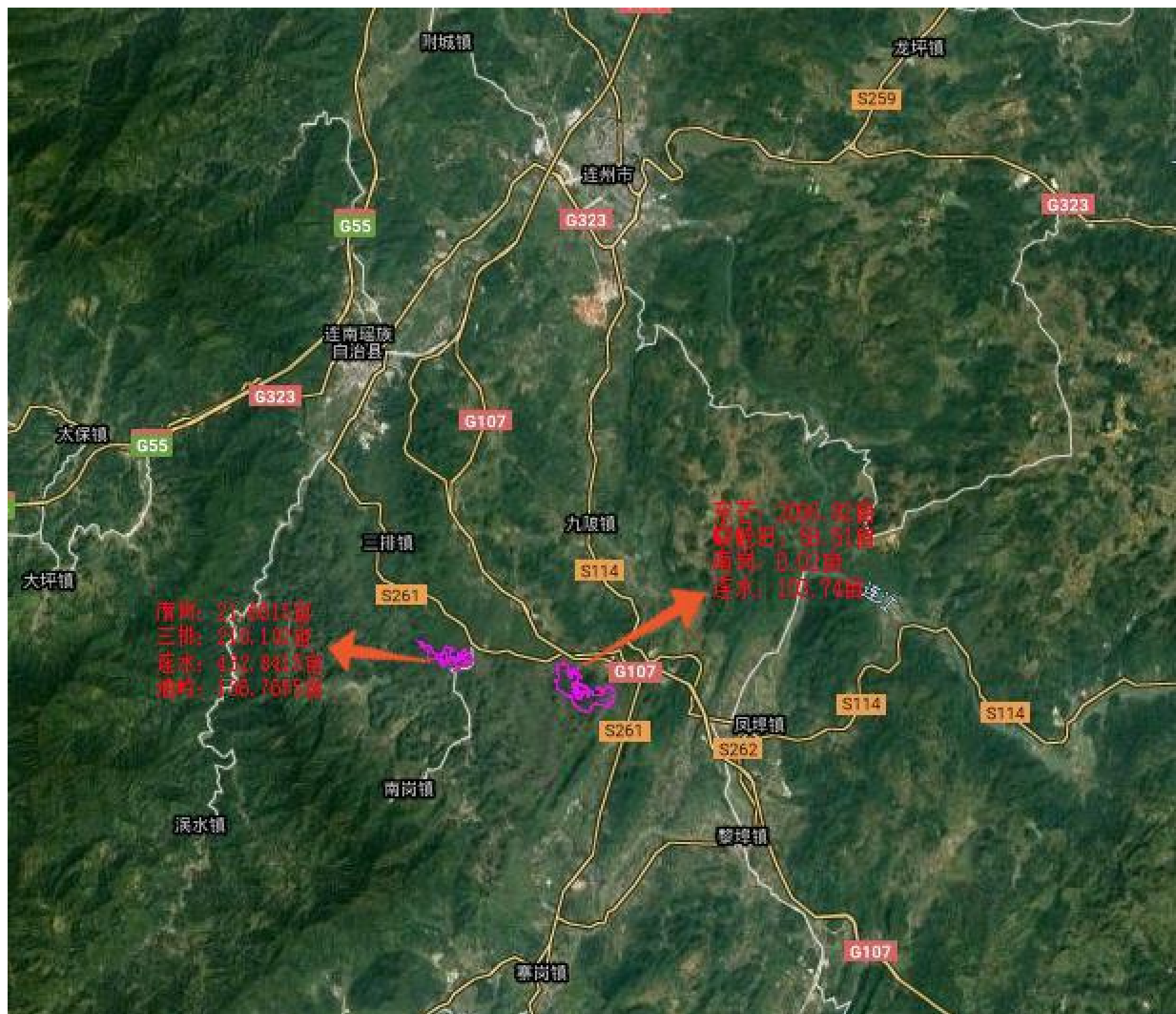
8.5.2 后期管护

对各项工程措施要经常进行检查、观测，发现问题及时解决。对植物工程应加强日常养护管理，尤其在工程建成初期，植物工程管理应作为工程管理的重点，加强养护，对未成活的苗木要及时补种。

附件、附表及附图

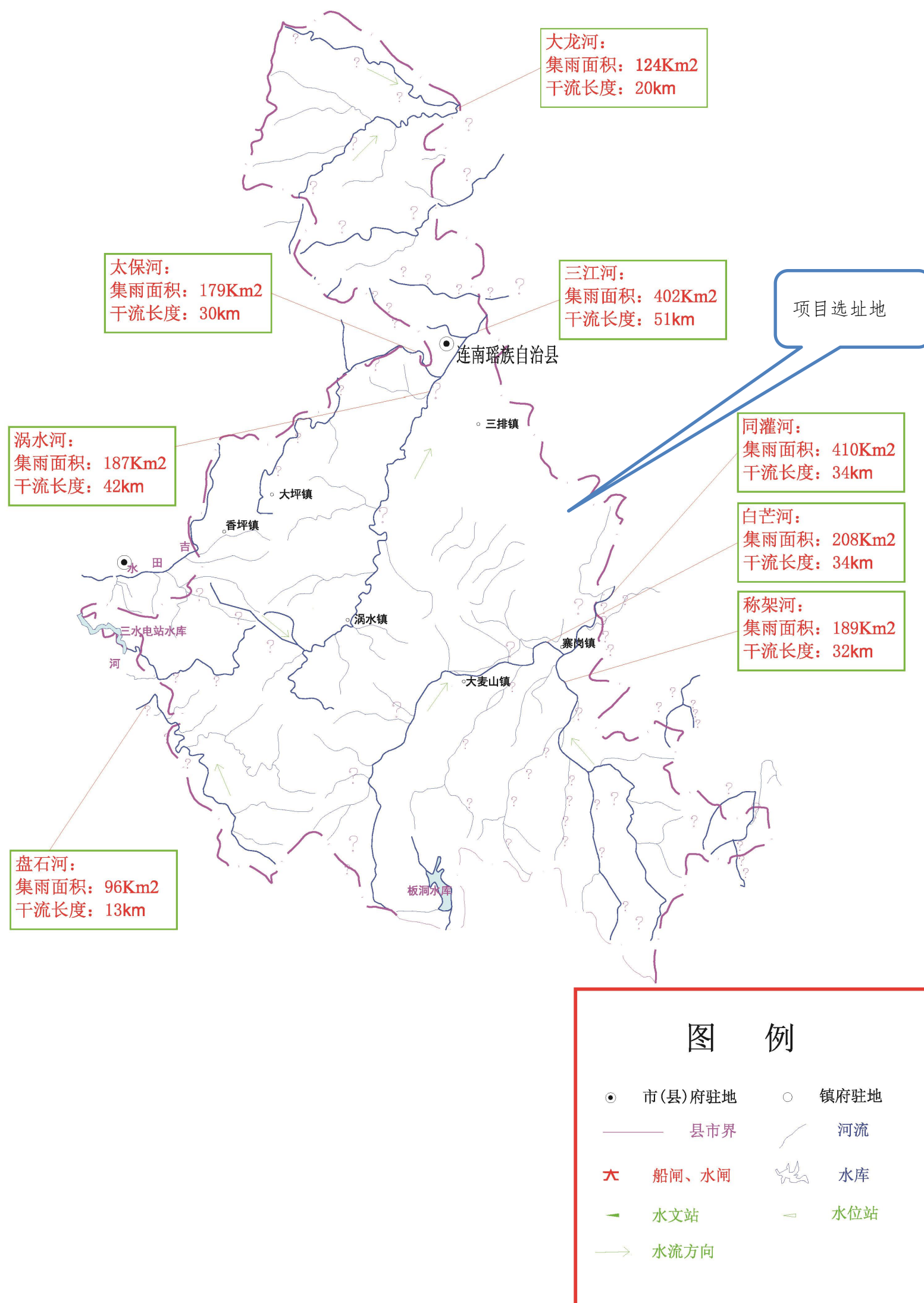
附图

附件 1 项目地理位置图

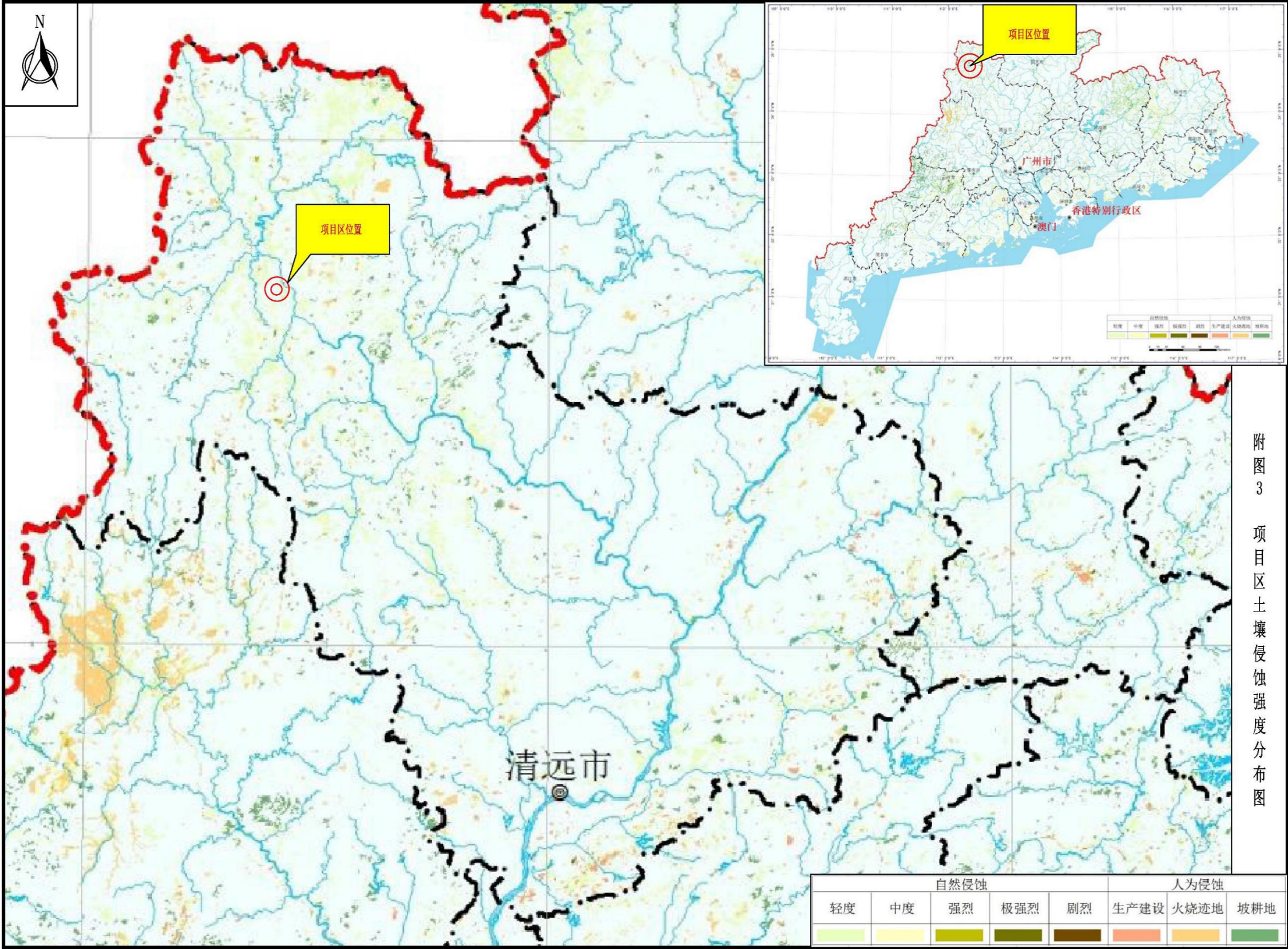


附图 2 项目区水系图

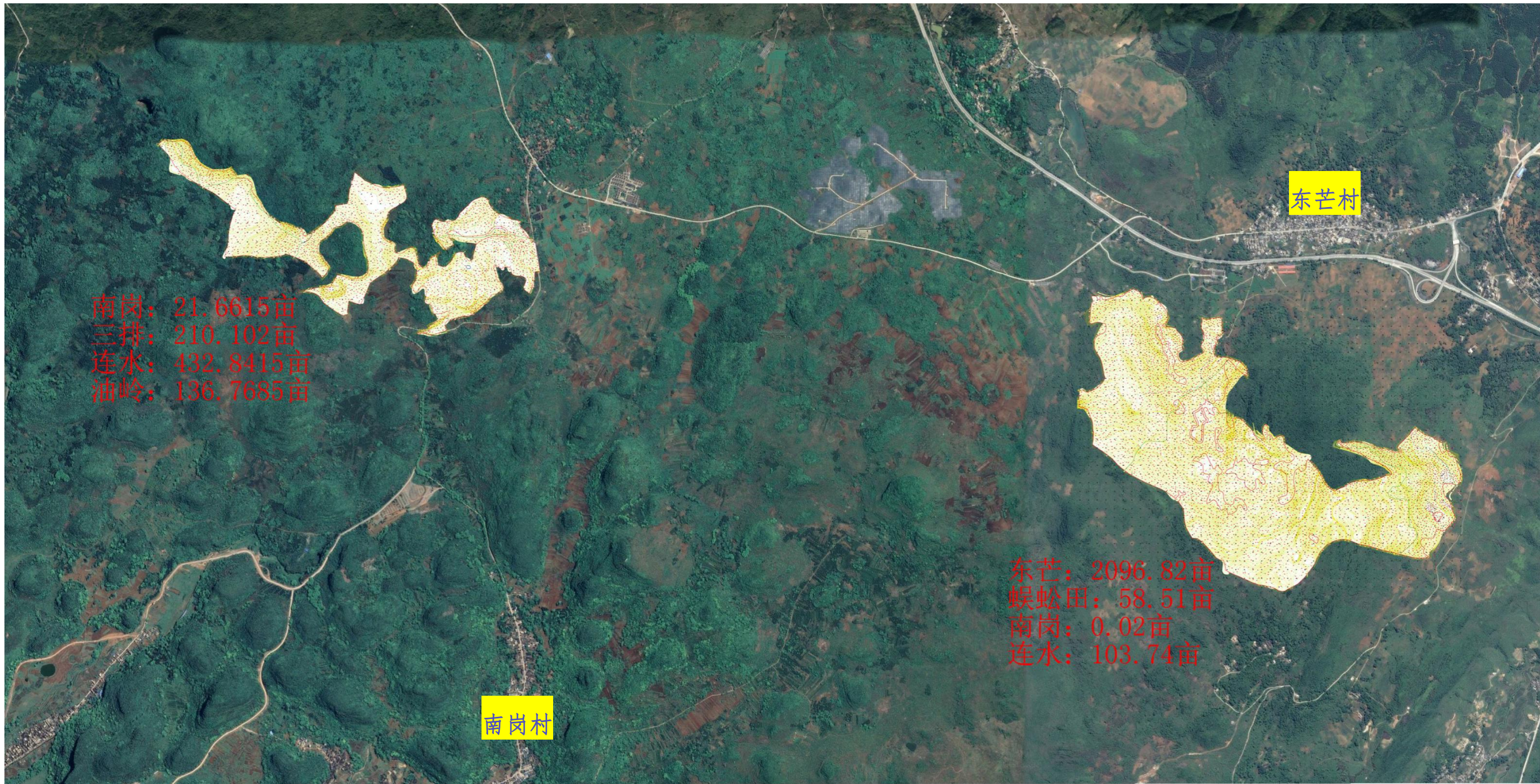
连南县流域水系示意图



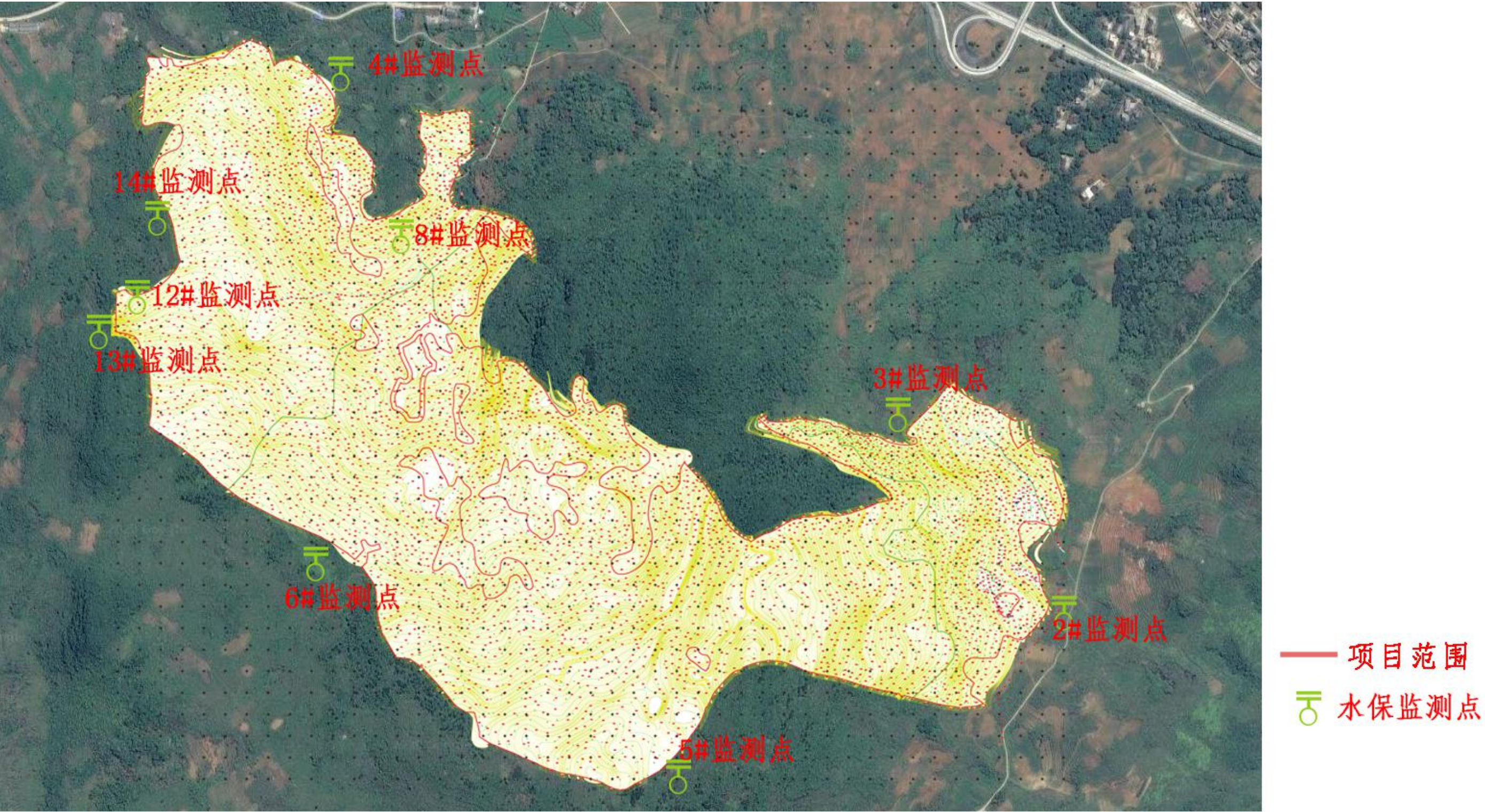
附图 3 项目区土壤侵蚀强度分布图



附件 4 项目总平面布置图

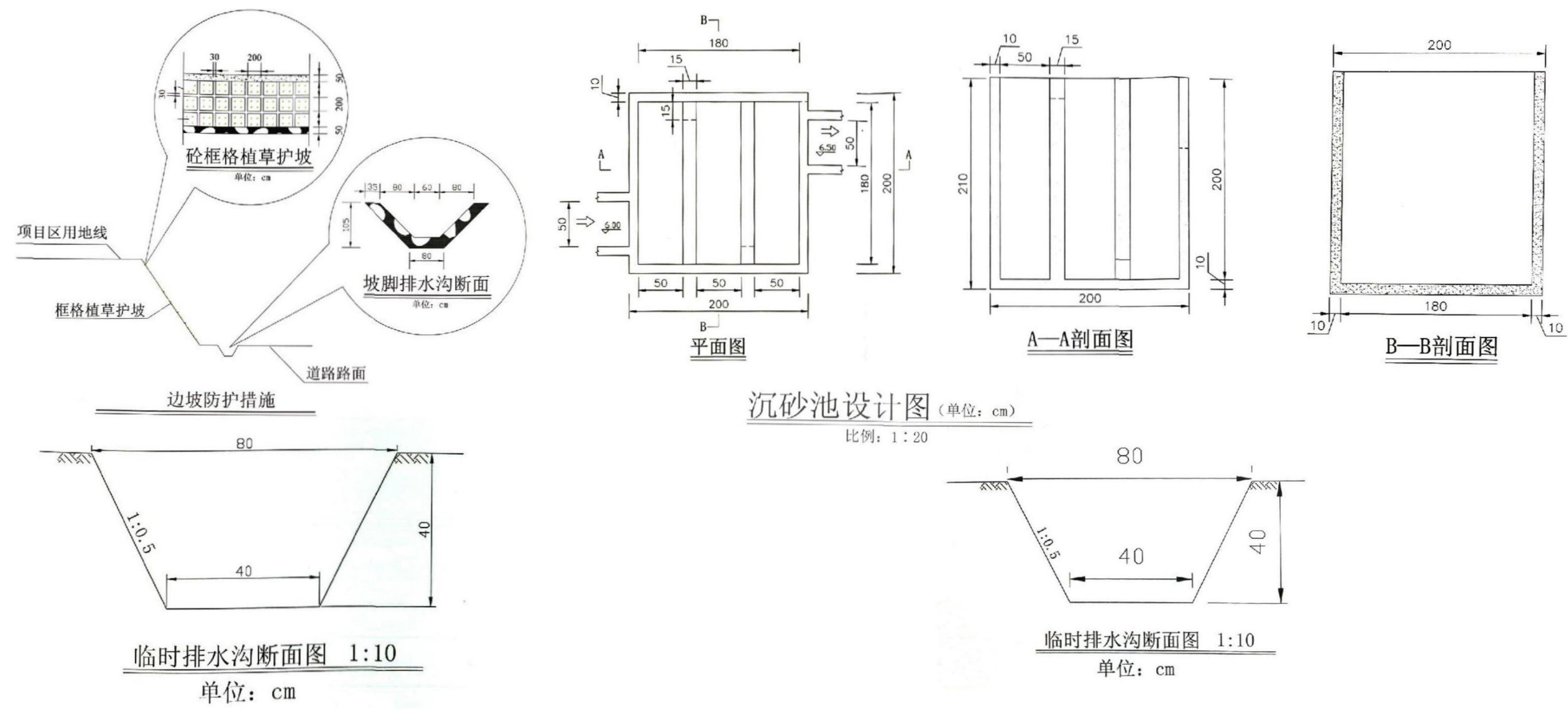


附图 5 分区防治措施总体布局图（含监测点位）





附件 6 水土保持典型防治措施图（升压站）



附件 7 项目备案证

项目代码:2019-441800-44-03-087376

广东省企业投资项目备案证



申报企业名称:连南瑶族自治县晶科电力有限公司

经济类型:私营

项目名称:晶科电力清远市三排镇100MW农光
互补综合利用示范项目

建设地点:清远市连南县三排镇 蜈蚣田村、东芒村

建设类别: ☒基建 ☐技改 ☐其他建设性质: ☒新建 ☐扩建 ☐改建 ☐迁建 ☐其他

建设规模及内容:

利用蜈蚣田村、东芒村农业用地及未利用地2000亩建设100MW农光互补电站,项目计划采用高效单晶390W或
以上光伏组件,及逆变器等电力转换设备,新建一座占地面积约5000平方米110KV或以上电压等级升压站,
其中建筑面积约2000平方米,生产电力利用110KV或以上电压等级线路输送电网,年发电量约1.1亿KWH

项目总投资: 40000.00 万元(折合 万美元) 项目资本金: 8000.00 万元

其中:土建投资: 10000.00 万元

设备和技术投资: 0.00 万元; 进口设备用汇: 0.00 万美元

计划开工时间:2020年05月

计划竣工时间:2020年12月

备案机关:连南瑶族自治县经济发展促进局

备案日期:2019年12月31日

备注:项目单位须严格执行产业准入负面清单,完善手续后才开工,并通过投资项目在线审批平台如实报送基本信息。

提示:备案证有效期为两年。项目两年内未开工建设且未办理延期的,备案证自动失效。项目在备案证有效期内开工建设的,备案证长期有效。

查询网址: <http://www.gdtz.gov.cn/query.action>

广东省发展和改革委员会监制

仅供办理政务服务事项时使用

附件 8 连南瑶族自治县自然资源局关于本项目选址林地查询复函

连南瑶族自治县自然资源局

关于晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补 综合利用示范项目选址林地情况查询 的复函

连南瑶族自治县晶科电力有限公司：

贵司《关于〈晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目〉用地请示》已收悉。根据贵司提供的范围线，经我局核查研究，现将核查情况复函如下：

贵司提供的范围线中，约有 124.5569 公顷土地属于我县补充耕地与林业用地重叠范围。在我县二类调查数据中属于林业部门管理的非林地，我局于 2019 年 11 月 7 日上报县政府请求明确我县商品林与补充耕地重叠部分的管理属性，2019 年 11 月 21 日，2020 年 3 月 23 日县政府分别召开专题会议、县政府常务会议研究该议题，根据《连南瑶族自治县人民政府关于同意调出与补充耕地重叠部分商品林的批复》（南府函【2020】48 号文件），县政府原则同意该重叠部分按照补充耕地管理，该地块需要采伐的仍需办理林木采伐许可证，无需办理征占用林地手续。



扫描全能王 创建

连南瑶族自治县林业局
2020年4月9日



扫描全能王 创建

生产建设项目水土保持方案报告书技术审查会议签到表

项目名称: 晶科电力清远市三排镇 100MW 农光互补综合利用示范项目

会议地点: 三排镇

会议时间: 2020.11.6

序号	单位	姓名	职务/职称	联系电话
1	晶科电力	陈林		13751339922
2	三排镇	李瑞		13553901318
3	连南瑶族自治县	彭水华	子工	13828572830
4	连南瑶族自治县事务中心	唐一岩	工程助理	13927603589
5	连南瑶族自治县事务中心	邓一贵	助理	13679507174
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				