

广元昭化白果二期风电项目

水土保持方案报告书

（报批稿）

建设单位：广元市昭化区中电建新能源开发有限公司

编制单位：甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院

2021 年 12 月

广元昭化白果二期风电项目

水土保持方案报告书

（报批稿）

建设单位：广元市昭化区中电建新能源开发有限公司

编制单位：甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院

2021 年 12 月

资质页

广元昭化白果二期风电项目水土保持方案报告书

责任页

(甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院)

批准：石生明 法定代表人

审定：梁明宏 高级工程师

审查：李维刚 高级工程师

校核：张润晖 高级工程师

项目负责人：翟良良 工程师

编写：

参编 章节	综合说明	翟良良	工程师	
	项目概况			
	项目水土保持评价			
	水土流失分析与预测			
	水土保持措施	李宁	工程师	
	水土保持监测			
	水土保持投资估算及效益分析	丁鹏杰	工程师	
	水土保持管理			
	附表、附件、附图	杨峰	工程师	



项目区地形地貌



项目区内交通条件



项目区内交通条件



项目区土壤



项目区植被



项目区植被



昭化白果风电场一期已建升压站（百果220kV升压站）



NW01-04机位场地地形地貌



SW02机位场地地形地貌

	
SW03号风机场地地形地貌	SW06机位附近地貌
	
F01机位附近地貌	F04机位附近地貌
	
F07机位附近地貌	F08机位附近地貌
	
F10机位附近地貌	F14机位附近地貌



F15机位附近地貌



F17机位附近地貌



F18机位附近地貌



F19机位附近地貌



F20机位附近地貌



F21机位附近地貌



F23机位附近地貌



F26机位附近地貌

	
F27机位附近地貌	F28机位地形地貌
	
F29机位附近地貌	F30机位附近地貌
	
F31机位附近地貌	F32机位附近地貌
	
F33机位附近地貌	F35机位地形地貌



F36机位地形地貌



临建场地附近地形地貌



ZC01渣场



ZC02渣场



ZC03渣场



ZC04渣场



ZC05渣场



ZC06渣场

目录

1 综合说明.....	- 1 -
1.1 项目简况.....	- 1 -
1.2 编制依据.....	- 4 -
1.3 设计水平年.....	- 5 -
1.4 水土流失防治责任范围.....	- 5 -
1.5 水土流失防治目标.....	- 6 -
1.6 项目水土保持评价结论.....	- 7 -
1.7 水土流失预测结果.....	- 10 -
1.8 水土保持措施布设成果.....	- 10 -
1.9 水土保持监测方案.....	- 15 -
1.10 水土保持投资及效益分析成果.....	- 15 -
1.11 结论.....	- 16 -
2 项目概况.....	19
2.1 项目组成及工程布置.....	19
2.2 施工组织.....	- 48 -
2.3 工程占地.....	- 63 -
2.4 土石方平衡.....	- 66 -
2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建.....	- 71 -
2.6 施工进度.....	- 72 -
2.7 自然概况.....	- 73 -
3 项目水土保持评价.....	- 79 -
3.1 主体工程选址（线）水土保持评价.....	- 79 -
3.2 建设方案布局与水土保持评价.....	- 81 -
3.3 主体工程设计中水土保持措施界定.....	- 93 -
4 水土流失分析与预测.....	- 95 -
4.1 水土流失现状.....	- 95 -
4.2 水土流失影响因素分析.....	- 95 -
4.3 土壤流失量预测.....	- 98 -
4.4 水土流失危害分析.....	- 106 -

4.5 指导性意见.....	- 106 -
5 水土保持措施.....	- 108 -
5.1 防治区划分.....	- 108 -
5.2 措施总体布局.....	- 109 -
5.3 分区措施布设.....	- 113 -
5.4 施工要求.....	- 133 -
6 水土保持监测.....	- 138 -
6.1 范围和时段.....	- 138 -
6.2 内容和方法.....	- 138 -
6.3 点位布设.....	- 142 -
6.4 实施条件和成果.....	- 143 -
7 水土保持投资估算及效益分析.....	- 147 -
7.1 投资估算.....	- 147 -
7.2 效益分析.....	- 159 -
8 水土保持管理.....	- 164 -
8.1 组织管理.....	- 164 -
8.2 后续设计.....	- 166 -
8.3 水土保持监测.....	- 166 -
8.4 水土保持监理.....	- 167 -
8.5 水土保持施工.....	- 167 -
8.6 水土保持设施验收.....	- 168 -

附表：

附表 1：广元昭化白果二期风电项目水土保持单价分析表。

附件：

附件 1：广元昭化白果二期风电项目水土保持方案报告书编制委托书（广元市昭化区中电建新能源开发有限公司，2021 年 9 月）；

附件2：《广元市昭化生态环境局关于广元昭化白果二期风电项目选址意见的复函》（昭环办函〔2021〕15号）；

附件3：《广元市昭化区文化旅游和体育局关于广元昭化白果二期风电项目选址意见的复函》（昭文旅体函〔2021〕27号）；

附件4:《广元市自然资源局昭化区分局关于广元昭化白果二期风电项目选址意见的复函》(昭文旅体函〔2021〕27号);

附件5:《广元市昭化区林业局关于广元昭化白果二期风电项目拟选址意见的复函》(〔2021〕-58号);

附件6:《广元军分区战备建设处关于协助昭化区风电项目选址军事设施情况的回函》(战函〔2021〕202号);

附件7:《广元市自然资源局关于广元昭化白果二期风电项目建设用地预审与规划选址初审意见的报告》(广自然资〔2021〕321号), 详见;

附件8:《广元市林业局关于复核广元昭化白果二期风电项目进入自然保护地的复函》,

附件9:四川省工程咨询研究院关于《广元昭化白果二期风电项目可行性研究报告评估意见的函》(川工咨成果〔2021〕431号);

附件 10:《建设项目用地预审与选址意见书》(用字第 510811-2021-00061);

附件 11:《四川省水利厅关于中电建广元昭化白果风电场工程水土保持方案的批复》(川水函〔2016〕321号)进行了批复;

附件 12:《四川省水利厅关于同意中电建广元昭化白果风电场工程水土保持方案批复继续有效的复函》;

附件 13: 审查意见。

附图:

附图2-1: 项目区地理位置图;

附图2-2-1: 项目总平面布置图(东区);

附图2-2-2: 项目总平面布置图(西区);

附图2-3: 扩建升压站总平面布置图;

附图2-4: 35kV集电线路路径图;

附图2-5: 风机基础图;

附图2-6: 箱变基础图;

附图2-7: 项目区水系图;

附图2-8: 广元市生态红线分布图;

附图4-1: 项目区土壤侵蚀分布图;

附图5-1: 项目分区防治措施总体布局及监测点位布置图;

附图5-2: 风机及吊装平台工程区水土保持典型措施布设图;

- 附图5-3: 扩建升压站工程区水土保持典型措施布设图;
- 附图5-4-1: 集电线路工程区直埋电缆段水土保持典型措施布设图;
- 附图5-4-2: 集电线路工程区架空线路段水土保持典型措施布设图;
- 附图5-5: 道路工程区水土保持典型措施布设图;
- 附图5-6: 施工生产生活设施区水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-1: ZC01弃渣场水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-2: ZC02弃渣场水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-3: ZC03弃渣场水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-4: ZC04弃渣场水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-5: ZC05弃渣场水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-6: ZC06弃渣场水土保持典型措施布设图;
- 附图5-7-7: 弃渣场区挡渣墙、截排水沟及沉沙池设计图。

1 综合说明

1.1 项目简况

1.1.1 项目基本情况

1.1.1.1 项目建设必要性

风能资源是清洁的可再生能源，风力发电是新能源领域中技术最成熟、最具规模开发条件和商业化发展前景的发电方式之一。我国风能资源较为丰富,发展风电对于缓解能源、环境压力，促进国民经济社会可持续发展有重要意义，也是我国作为一个负责任的发展中国家应对气候变化，实现“2030年前碳达峰、2060年前碳中和”双碳目标和对世界关于提高非化石能源消费比例、减少CO₂排放量庄严承诺的有效措施。

广元昭化白果二期风电场风功率密度等级为1级，属风能资源可开发区。开发建设本风电场对于减轻环境污染，促进当地经济发展等方面有着重要的意义，并对改善四川电网电源结构具有一定作用，符合我国能源可持续发展战略的要求，属于国家发展和改革委员会发布的《产业结构调整指导目录》（2019年本）鼓励发展类项目，因此，本项目的建设是十分必要的。

1.1.1.2 项目位置

广元昭化白果二期风电项目（以下简称“本项目”或“本工程”）位于四川省广元市昭化区，广元市区直线距离约30km，中心地理坐标为N32°13'30"；E105°57'48"。场地西北侧有G75兰海高速、G212国道，对外交通较为便利。为了保证施工运输及后期检修，需新建或改扩建场内道路连接各个风机。

1.1.1.3 建设性质、规模与等级

项目建设性质为新建建设类项目，总装机容量147.4MW，年平均上网电量29487.37万kW·h。设计安装单机容量3350kW风力发电机组44台，并配备44台35kV箱式变电站；在已建成昭化白果一期风电场220kV升压站外新扩建一台容量为150MVA的主变压器、220kV户外GIS配电装置；设4回35kV电缆集电线路，总路径长度为96.113km，其中单回架空线路15.442km，双回架空线路14.783km，电缆路径65.888km，最终通过4回35kV集电线路输送至220kV升压站；场内道路总长34.7km，其中新建道路长32.2km，改扩建现有道路2.5km。

1.1.1.4 依托关系

与本项目存在依托关系的是由同一建设单位广元市昭化区中电建新能源开发有限公司承建的广元昭化白果风电项目（原项目名称为：中电建广元昭化白果风电场工程），该项目为一期工程，本期升压站需在一期工程已建的白果220kV升压站外（东侧）进行扩建。

目前一期工程已基本完工，建设单位正在开展一期工程水土保持设施验收招投标工作。

1.1.1.5 项目组成

项目由风机及吊装平台工程、扩建升压站工程、道路工程、集电线路工程等主体工程，以及施工生产生活设施、弃渣场等临时工程组成。其中施工生产生活设施2处，规划弃渣场6处。

1.1.1.6 拆迁安置与专项设施改（迁）建

项目建设不涉及拆迁安置问题，也不涉及专项设施改（迁）建。

1.1.1.7 工程占地

本工程总占地面积68.08hm²，均位于昭化区境内，其中永久占地18.18hm²，临时占地49.90hm²。占地类型主要为林地、草地、交通运输用地及其他土地。

1.1.1.8 工程土石方量

本工程总挖方86.25万m³（含表土剥离8.11万m³），填方75.58万m³（含表土回覆8.11万m³），弃方10.67万m³（折合为松方13.87万m³），运往规划的6个弃渣场堆放。

1.1.1.9 施工进度

项目计划2022年3月开工建设，预计2023年2月底完工，总工期12个月。

1.1.1.10 工程投资

项目总投资90839.63万元，其中土建投资10551.48万元。资金来源为资本金和银行贷款，资本金按20%考虑，剩余的80%从银行贷款。

1.1.2 项目前期工作进展情况

1.1.2.1 工程设计及前期文件情况

（1）2021年6月11日，本项目取得《广元市昭化生态环境局关于广元昭化白果二期风电项目选址意见的复函》（昭环办函〔2021〕15号），详见附件2；

（2）2021年6月24日，本项目取得《广元市昭化区文化旅游和体育局关于广元昭化白

果二期风电项目选址意见的复函》（昭文旅体函〔2021〕27号），详见附件3；

（3）2021年6月24日，本项目取得《广元市自然资源局昭化区分局关于广元昭化白果二期风电项目选址意见的复函》（昭文旅体函〔2021〕27号），详见附件4；

（4）2021年6月25日，本项目取得《广元市昭化区林业局关于广元昭化白果二期风电项目拟选址意见的复函》（〔2021〕-58号），详见附件5；

（5）2021年6月25日，本项目取得《广元军分区战备建设处关于协助昭化区风电项目选址军事设施情况的回函》（战函〔2021〕202号），详见附件6；

（6）2021年9月18日，本项目取得《广元市自然资源局关于广元昭化白果二期风电项目建设用地预审与规划选址初审意见的报告》（广自然资〔2021〕321号），详见附件7；

（7）2021年9月，本项目取得《广元市林业局关于复核广元昭化白果二期风电项目进入自然保护地的复函》，详见附件8；

（8）2021年9月，四川电力设计咨询有限责任公司完成《广元昭化白果二期风电项目可行性研究报告》，四川省工程咨询研究院关于《广元昭化白果二期风电项目可行性研究报告评估意见的函》（川工咨成果〔2021〕431号）对本项目可行性研究报告进行了评估，详见附件9；

（9）2021年9月，甘肃天水地质工程勘察院有限责任公司完成《广元昭化白果二期风电项目地质灾害危险性评估报告》；

（10）2021年10月13日，本项目取得四川省自然资源局出具的《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第510811-2021-00061），详见附件10。

1.1.2.2 方案编制过程

2021年9月，受建设单位广元市昭化区中电建新能源开发有限公司委托（委托书见附件1），甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院承担了《广元昭化白果二期风电项目水土保持方案报告书》的编制工作，接受委托后，我公司与主设单位、建设单位进行了技术交流和咨询，组织技术人员收集资料，并与建设单位共同对项目区进行了现场查勘，于2021年11月编制完成了《广元昭化白果二期风电项目水土保持方案报告书》（送审稿）。

2021年11月30日，四川省水利厅组织开展了《广元昭化白果二期风电项目水土保持方案报告书（送审稿）》的技术评审会，会上提出了审查意见，随后我单位技术人员根据审查意见对报告书进行了修改、完善，于2021年12月编制完成了《广元昭化白果二期风电项目水土保持方案报告书》（报批稿），并报送四川省水利厅复核报批。

1.1.3 自然简况

工程区地貌单元属低山地貌。地层为第四系全新统坡残积(Q4el+dl)、碎石土(Q4col+dl)粉砂、卵石土。下伏基岩主要为侏罗系中统上沙溪庙组(J_{2s})砂岩、砂质泥岩、泥岩不等厚互层。

项目区无滑坡、崩塌、泥石流沟等地质灾害，区域设计特征周期为0.40s，设计基本地震加速度值为0.10g，设计地震分组为第二组，对应的抗震设防烈度Ⅵ度。

项目所在的广元市昭化区属亚热带湿润季风气候区，多年平均气温16.0℃，多年平均日照1397.3小时，多年平均无霜期333天，历年最高气温为38.9℃，历年最低温为-8.2℃，≥10℃有效积温为5065.1℃。多年平均降水量1020.2mm，降雨多集中在5~10月，近30年平均风速为1.5m/s，主导风向为N。

项目区土壤主要为黄棕壤，土壤粗骨性强，表层土厚度一般在10-30cm，保水性和自然肥力一般，土壤抗蚀性较差。

项目区植被类型为亚热带常绿阔叶林地，主要为林地和草地，项目建设区林草覆盖率约72.8%。

项目区位于《全国水土保持区划区划（试行）》中的西南紫色土区（四川盆地及周围山地丘陵区），属于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，区域容许土壤流失量为500t/km²a。项目区水土流失类型主要为水力侵蚀，平均土壤侵蚀模数背景值为1479t/km²a，流失强度表现为轻度。项目区无专项水土保持设施。工程区不涉及水功能一级区的保护区和保留区、世界文化和自然遗产地、地质公园、森林公园、重要湿地等生态敏感区域。

1.2 编制依据

1.2.1 法律法规

（1）《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令1991年第49号发布，2010年第39号修订）；

（2）《四川省〈中华人民共和国水土保持法〉实施办法》（四川省人大常委会1993年12月15日颁布，2012年9月21日修订）；

（3）《中华人民共和国长江保护法》（全国人民代表大会常务委员会，2021年3月1日）。

1.2.2 技术标准

（1）《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)；

- (2) 《水土保持工程设计规范》(GB51018-2014)；
- (3) 《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T50434-2018)；
- (4) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)；
- (5) 《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)；
- (6) 《水土保持工程调查与勘测标准》(GB/T51297-2018)；
- (7) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2015)；
- (8) 《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018)；
- (9) 《水土保持监测设施通用技术条件》(SL342-2006)；
- (10) 《防洪标准》(GB50201-2014)；
- (11) 《水土保持工程施工监理规范》(SL523-2011)；
- (12) 《风电场工程水土保持方案编制技术规范》(NB/T31086-2016)；
- (13) 《电力工程建设用地指标(风电场)》(建标〔2011〕209号)。

1.2.3 技术资料

- (1) 《广元昭化白果二期风电项目可行性研究报告》(四川电力设计咨询有限责任公司, 2021年9月)；
- (2) 《广元昭化白果二期风电项目地质灾害危险性评估报告》(甘肃天水地质工程勘察院有限责任公司, 2021年9月)
- (3) 《四川省中小流域暴雨洪水计算手册》(四川省水利电力厅, 1984.6)；
- (4) 《四川省暴雨统计参数图集》(四川省水文水资源勘测局, 2010.12)；
- (5) 《四川省水土保持总体规划》(2015~2030年)；
- (6) 项目区相关自然、气象、水文等资料。

1.3 设计水平年

本工程为建设类项目,工程造成的水土流失主要集中在工程施工期,结合工程建设工期安排(2022年3月开工至2023年2月完工),本水土保持方案的设计水平年为项目完工当年,即2023年,届时各项水土保持措施及目标应按本报告书内容完成,并初步发挥效益。

1.4 水土流失防治责任范围

本项目位于四川省广元市昭化区,水土流失防治责任范围共计68.08hm²,建设过程中造成的水土流失防治责任由建设单位广元市昭化区中电建新能源开发有限公司承担,各防治分区水土流失防治责任范围见表1.1-1。

表1.1-1水土流失防治责任范围

防治分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)	备注
风机及吊装平台工程区	15.40	风力发电机组 44 台, 44 台箱式变电站、44 处吊装场地
扩建升压站工程区	0.52	升压站围墙外扩建区域
集电线路工程区	8.57	包括塔基、直埋电缆投影部分及施工作业带扰动区域
道路工程区	37.72	新建道路全长 32.2km, 改扩建现有道路 2.5km
施工生产生活设施区	1.50	共 2 处, 包扩混凝土生产系统、综合加工系统、现场办公室、材料仓库等, 形成集中的施工生活管理区
弃渣场区	4.37	规划设置弃渣场 6 处
合计	68.08	

1.5 水土流失防治目标

1.5.1 执行标准等级

根据《水利部办公厅关于印发〈全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果〉的通知》（办水保〔2013〕188号）和《四川省水利厅关于印发〈四川省省级水土流失重点预防区和重点治理区划分成果〉的通知》（川水函〔2017〕482号），工程所在的昭化区属嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区（见附图1-2），根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），执行一级标准。项目区在四川省水土保持区划图中属四川盆地北中部山地丘陵保土人居环境维护区（VI-3-2tr）（见附图1-3）。根据《全国水土保持区划（试行）》，项目区属于西南紫色土区。

综上，本项目执行西南紫色土区一级标准。

1.5.2 防治目标

项目建设期间水土流失防治应达到下列基本目标：

- （1）项目建设范围内的新增水土流失应得到有效控制，原有水土流失得到治理。
- （2）水土保持设施应安全有效；水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。
- （3）水土资源、林草植被应得到最大限度的保护与恢复。
- （4）本工程水土流失防治执行西南紫色土区一级标准，根据干旱程度、土壤侵蚀强度、地貌、所属位置、重点防治区、林草植被是否有限制等分析、修正，具体修正如下：

①项目区年平均降水量1020.2mm，不处于干旱地区，水土流失治理度、林草植被恢复率不做修正；

②项目区现状土壤侵蚀强度以轻度水力侵蚀为主，土壤流失控制比不应小于1.0；

③项目区地貌类型为高中低山区，但考虑到提高防治标准，渣土防护率不减少；

④项目区位于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，林草覆盖率提高2%。

经修正后，本项目施工期水土流失防治目标为渣土防护率90%，表土保护率92%；设计水平年水土流失防治目标为：水土流失治理度97%，土壤流失控制比1.0，渣土防护率92%，表土保护率92%，林草植被恢复率97%，林草覆盖率25%。

本项目水土流失防治目标详见表1.1-2。

表1.1-2工程水土流失防治目标表

防治指标	一级标准		干旱程度 (非干旱区)	土壤侵蚀强度 (轻度)	地貌 (低山)	所属位置 (非城区)	重点防治区 (是)	林草植被限制 (否)	采用标准	
	施工期	设计水平年							施工期	设计水平年
水土流失治理度(%)	—	97	/						—	97
土壤流失控制比	—	0.85		+0.15					—	1.0
渣土防护率(%)	90	92							90	92
表土保护率(%)	92	92							92	92
林草植被恢复率(%)	—	97	/						—	97
林草覆盖率(%)	—	23	/				+2		—	25

1.6 项目水土保持评价结论

1.6.1 主体工程选址（线）评价

主体工程选址（线）不涉及河流两岸、生态红线（见附图2-8）、湖泊和水库周边的植物保护带，不属于水土流失严重的区域，已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站，但无法避让嘉陵江及沱江中下游国家级水土流失重点治理区，本方案在采取西南紫色土区一级标准的同时提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

1.6.2 建设方案与布局评价

1.6.2.1 建设方案评价结论

（1）风机位置根据场地风能资源、接入系统条件等确定，场内道路依托风机进行布设，整体布局合理；临时设施紧挨道路布置，未新增施工便道，总体上减少了地表的扰动，做到少占地，不站好地，符合水土保持要求。

（2）项目各个风机及吊装场地布置在山脊或山顶，受吊装施工作业半径、地基承载力等的影响，只能布置一个大平台，土石方开挖回填量相对较大。施工期间采取临时拦挡、覆盖等措施后能有效控制施工期间的水土流失，施工结束后及时采取植被恢复措施能快速

改善生态环境，总体符合水土保持要求。

(3) 项目场内道路不涉及桥梁、隧道，也不涉及大型的挖填边坡，同时场内道路挖方全部用于回填，不涉及弃土弃渣。场内道路路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，采用挡土墙、撒播植草等进行护坡，总体符合水土保持要求。

(4) 项目集电线路架空段主体工程设计结合地形塔基采用不等高基础，减少了土石方开挖量，经过林区采用了加高铁塔跨越，避免了砍伐树林。

(5) 本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区。工程布置机位时已考虑地形地貌的影响，选择在平缓区域布置风机，减少了挖填土石方量及占地。集电线路部分采用直埋的方式，沿道路走线，尽可能的减少了挖填土石方量及占地。本期风电进场道路尽可能的依山势而建，减少了扰动面积，且不涉及深挖高填路段，减少了扰动面积，从同类风场场内道路施工经验看，施工阶段应进一步优化场内道路的扰动宽度，控制在10m左右最优；场内道路不涉及填高大于8m的区域，填高稍大的区域采用混凝土挡墙拦挡，减少工程占地和土石方。本工程的道路参考《厂矿道路设计规范》中的山岭重丘四级厂外道路设计规范，路基地表排水设施设计降雨的重现期为10年，但考虑项目实际建设情况，建议结合地形将排水工程的土质排水沟部分优化调整为浆砌石排水沟，提高防护标准。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），本项目林草覆盖率标准为23%，提高到25%，林草覆盖率提高了2个百分点。

1.6.2.2 工程占地评价结论

在主体设计报告中，工程占地面积为 61.54hm^2 ，其中永久占地 3.05hm^2 ，临时占地 58.49hm^2 。包括风机及吊装平台、集电线路工程、道路工程、施工生产生活设施等占地。经复核，主体设计中未考虑吊装平台边坡占地、叶片转运场、集电线路电缆沟开挖临时堆土占地、架空线路中人抬道路等占地，且将道路工程占地全部算作临时占地，未考虑交通道路运行期的永久占地等。在主体设计的基础上，本方案对占地面积进行了复核，复核补充后，本项目总占地面积为 68.08hm^2 ，其中永久占地 18.18hm^2 ，临时占地 49.90hm^2 。本项目用地指标符合《电力工程项目建设用地指标（风电场）》（建标〔2011〕209号）；本工程不占用基本农田、基本草原等，占地类型主要为林地、草地等。施工生产生活设施均结合施工需要布置，严格控制扰动范围，弃渣场紧邻场内道路布设，有效的减少了工程临时占地；项目占地对当地土地资源影响不大，且项目实施后，当地交通条件将得到一定程度的改善，对当地提高土地利用率有比较重要的意义。

1.6.2.3 土石方平衡评价结论

工程建设期间，本工程总挖方 86.25 万 m^3 （含表土剥离 8.11 万 m^3 ），填方 75.58 万 m^3 （含表土回覆 8.11 万 m^3 ），弃方 10.67 万 m^3 （折合为松方 13.87 万 m^3 ），统一堆存于规划的 6 个弃渣场内，并采取相应的水保措施进行水土流失防治。工程土石方（含表土）平衡根据施工时序，同时优化施工工艺，首先在风机及吊装平台工程、道路工程、集电线路工程、扩建升压站工程、施工生产生活设施等组成部分间自平衡，再在各工程间进行调配。弃渣采用自卸汽车运输，最大运距不超过 3.5km，从水土保持角度分析，土石方平衡在挖填方量、转运、利用等方面符合水土保持相关要求。本方案认为：从水保角度，主体设计需在下阶段进一步优化新建道路纵断面设计，增加土石方利用率；同时可考虑在道路转弯处和填方路段采取扩大路面宽度的形式配合路堤挡墙的修筑消纳挖方路段甚至相连的风机平台产生的弃土，这有利于减少工程弃渣转运产生的水土流失和工程投资。

1.6.2.4 取土（石、砂）场设置评价结论

工程未单独设置取土（石、砂）场，所需的土石料全部利用挖方，砂砾石料从合法的料场购买，有效减少了料场开采占地及地表扰动，有利于水土保持。

1.6.2.5 弃土（渣）场设置评价结论

（1）本项目规划弃渣场6处，全部为坡地型弃渣场。不会对公共设施、基础设施、居民点、工业企业等造成重大影响。通过布置拦挡、截排水等防护措施后不会对周边及下游环境造成影响。

（2）根据工程的风机机位及道路布线，参照弃渣场 1:1000 地形图，采取合理的堆渣方式，确定基本堆渣边坡及高程后，利用横截面法估算出渣场容量，计算结果表明，弃渣场容量满足堆渣需要。

（3）本项目规划的6处弃渣场中全部为5级渣场，弃渣场防护工程建筑物级别为5级，弃渣场失事对主体工程或环境无危害或危害较轻。弃渣场所在位置地面坡度基本小于20°，地形稳定，均不在崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害危险性大的区域区内，均不涉及河道、湖泊和建成水库管理范围。

（4）本项目规划的弃渣场与居民点及主体工程安全防护距离均满足规范要求。

（5）本项目规划的6处弃渣场通过采取截排水、拦挡、坡面防护、土地整治和植被恢复等水土保持措施后，对主体工程安全和景观也不会造成明显影响。

（6）本项目设置的弃渣场将在堆渣结束后采取灌草绿化的方式进行迹地恢复，提高土地生产力。

1.6.2.6 施工方法与工艺评价结论

主体工程设计提出了以机械化施工为主，人工施工为辅的施工方法，并提出了部分与水土保持相关的施工方法要求。主体工程施工方法和施工工艺基本满足减少水土流失、减少扰动范围，减少裸露时间和裸露面积的要求，但还不够完善，本方案需补充完善，提出更完善的施工要求。

1.6.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价结论

主体工程设计中为主体工程的安全和稳定采取的各项边坡支护措施，拦挡措施，有利于减少固体松散物质的产生和运移，具有一定水土保持功能。主体工程中还采取了一些截排水等措施，属于主体工程设计中的水土保持措施。对于主体工程设计尚不能完全满足水土流失防治要求的部分，本方案将予以补充和完善，形成完善的水土流失防治措施体系。由于不同工程建设区域在地表扰动特性、扰动后地形地貌、地表物质组成、占地性质等方面既有不同也有共性，有必要根据各区域特点划分防治区，同一分区制定相同的防治对策和措施，不同分区制定相应的防治对策和措施。

1.7 水土流失预测结果

项目建设将扰动地表面积 68.08hm^2 ，损毁植被面积 49.57hm^2 ，可能造成土壤流失总量 5831t ，其中新增土壤流失量 3390t 。

新增土壤流失量中，施工期新增土壤流失量为 2482t ，占新增土壤流失总量的 73.22% ；自然恢复期新增土壤流失量为 908t ，占新增土壤流失总量的 26.78% ，因此施工期是本项目水土流失的重点时段。风机及吊装平台工程、道路工程新增土壤流失量分别为 849t 、 1745t ，分别占新增土壤流失总量的 25.04% 、 51.47% ，是产生土壤流失的重点部分，因此，风机及吊装平台工程、道路工程为本项目水土流失防治和水土保持监测的重点区域。

工程具有施工破坏扰动面广、工程土石方量较大等特点，风机基础开挖、吊装平台场平、道路施工等土石方工程将破坏原地表，产生裸露地表等，影响地表景观，破坏项目区生态环境，如不加以及时拦挡和治理，在强降雨或者大风作用下将造成严重水土流失，导致项目区水土资源丧失，植被破坏，致使土地生产力下降。工程建设施工产生的大量松散土石方可能造成局部的崩塌、滑坡现象，危及运输车辆、风机基础及边坡下侧工程建筑安全及工程的正常运行。

1.8 水土保持措施布设成果

工程水土流失防治分区划分为风机及吊装平台工程区、扩建升压站工程区、道路工程

区、集电线路工程区、施工生产生活设施区、弃渣场区共6个水土流失防治分区。根据各防治分区可能产生的水土流失部位及特点，水土保持措施以永久与临时工程相结合首先控制集中、高强度的水土流失，为植物措施的实施创造条件，并及时跟进植物措施，在提高水土保持效果的同时，兼顾绿化美化要求。各防治区水土保持措施布设和工程量如下：

1.8.1 风机及吊装平台工程区

1.8.1.1 水土保持措施布设情况

场平前对风机及吊装平台工程占地范围内可剥离表土区域进行表土剥离，剥离厚度20cm，剥离面积12.90hm²，共计剥离表土2.58万m³，计划实施时段为2022年4月~2022年6月；剥离的表土堆置于吊装平台场地空地一角进行堆存，为减少因大风、暴雨等天气对堆存于吊装平台内的临时堆土引起的水土流失，对临时堆土表面及部分裸露区域采取防尘网苫盖9600m²、并对堆土下方采取土袋进行拦挡，土袋断面宽0.6m，高0.6m，按“一丁两顺”搭放，土袋挡墙1108m，计划实施时间为2022年5月~2022年11月；在吊装场地平整后的挖方区域临坡侧设置土质排水沟，排水沟采用梯形断面，底宽0.3m，顶宽0.6m，深0.3m，开挖后将渠底和两侧边坡拍实，共需土质排水沟2430m，在土质排水沟末端设置临时沉沙池并及时清淤，单个沉沙池的尺寸为1.5m×1.0m×1.0m（长×宽×深），边壁夯实，共计42个，计划实施时间为2022年6月~2022年9月；风电机组安装结束后，对吊装平台扰动地表（含边坡面积）进行表土回覆，回填土来源于本区前期剥离的表土，平均覆土厚度20cm，表土回覆共计2.58万m³，计划实施时间为2022年11月~2023年1月；绿化覆土后进行土地整治，以便进行植被建设，共计土地整治面积12.91hm²，计划实施时间为2022年11月~2023年1月；在土地整治后的区域（含边坡）进行撒播灌草以恢复植被，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为100kg/hm²，绿化面积共计12.91hm²，计划实施时间为2023年1月~2023年2月。

1.8.1.2 水土保持措施工程量

工程措施：表土剥离2.58万m³、表土回覆2.58万m³、土质排水沟2430m、土地整治12.91hm²。

植物措施：撒播灌草12.91hm²。

临时措施：沉沙池42座、防尘网苫盖9600m²、土袋拦挡1108m。

1.8.2 扩建升压站工程区

1.8.2.1 水土保持措施布设情况

施工前对项目区扰动范围内腐质层较厚的区域采取表土剥离，剥离厚度20cm，剥离面积 0.20hm^2 ，共计剥离表土 0.04万m^3 ，计划实施时段为2022年3月~2022年4月；剥离的表土堆置于场内空地一角，并对临时堆置于场地内的土石方采用防尘网进行苫盖，共计防尘网 500m^2 ，计划实施时段为2022年4月~2022年5月；为防止降水对站区的影响，主体工程设计在扩建区域围墙外布置M7.5浆砌石排水沟140m，尺寸为 $60\text{cm}\times 60\text{cm}$ ，并在站外挖方边坡上侧修建浆砌石截水沟70m，尺寸为 $80\text{cm}\times 80\text{cm}$ ，截排水沟底板厚度10cm，衬砌30cm，排水沟沟底纵坡与地表坡度保持一致，排水沟出口与原站外排水沟顺接；截排水沟计划实施时段为2022年5月；施工结束后，对本区绿化区域进行表土回覆，回覆表土来自本区剥离的表土，平均回覆厚度20cm，表土回覆共计 0.01万m^3 ，其余的 0.03万m^3 表土运至道路工程进行回填利用，计划实施时段为2022年5月；表土回覆后的区域进行土地整治，以便进行植被建设，本区土地整治面积共计 0.03hm^2 ，绿化面积 0.03hm^2 ，计划实施时段为2022年5月；对规范特殊要求无法恢复植被的区域采用采用150mm碎石进行压盖，经统计，压盖面积 2500m^2 ，计划实施时段为2022年5月。

1.8.2.2 水土保持措施工程量

工程措施：表土剥离 0.04万m^3 、表土回覆 0.01万m^3 、土地整治 0.03hm^2 、碎石压盖 2500m^2 、浆砌石截水沟70m、浆砌石排水沟140m。

植物措施：绿化 0.03hm^2 。

临时措施：防尘网苫盖 500m^2 。

1.8.3 集电线路工程区

1.8.3.1 水土保持措施布设情况

施工前对架空线路塔基永久占地范围内腐质层较厚的区域采取行表土剥离，表土剥离的厚度为20cm，剥离面积为 0.36hm^2 ，共剥离表土 0.07万m^3 ，计划实施时段为2022年7月~2022年8月；塔基剥离的表土堆放在各个塔基临时占地范围内，后期将表土回覆于塔基及塔基施工临时占地区域，以便恢复植被，共计表土回覆 0.07万m^3 ，计划实施时段为2022年11月~2022年12月；直埋电缆开挖的土石方堆放在开挖区域两侧，施工过程中对临时堆置于施工作业带内的土石方及剥离的表土采用下覆彩条布垫层，表面防尘网进行防护，彩条布隔离共计 3600m^2 、防尘网苫盖 4800m^2 ，计划实施时段为2022年8月~2022年12月；施工结束后，对施工临时堆土占地区进行土地整治，整治面积 8.12hm^2 ，计划实施时段为2022年12月~2023年1月；土地整治后的施工作业带采取撒播灌草的方式进行施工迹地恢复，灌木籽可选择马桑

和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，绿化面积共计 8.12hm^2 ，计划实施时段为2023年1月~2023年2月。

1.8.3.2 水土保持措施工程量

工程措施：表土剥离 0.04万m^3 、表土回覆 0.01万m^3 、土地整治 8.12hm^2 。

植物措施：撒播灌草 8.12hm^2 。

临时措施：防尘网苫盖 4800m^2 、彩条布隔离 3600m^2 。

1.8.4 道路工程区

1.8.4.1 水土保持措施布设情况

道路路基开挖填筑前对占地区内腐殖层较厚的区域进行表土剥离，剥离厚度20cm，剥离面积为 22.28hm^2 ，共剥离表土 4.46万m^3 ，计划实施时间为2022年4月~2022年6月；剥离的表土采取分段分散堆存于道路一侧，在道路成型后对道路下边坡立即进行表土回覆，表土回覆共计 4.49万m^3 ，计划实施时间为2022年5月~2022年9月；在道路填筑下边坡坡脚及表土堆放周边修建临时拦挡措施，挡土墙顶宽0.6m，高0.6m。编织袋按一丁一顺砌筑，土袋拦挡2300m，并对表土堆放表及临时开挖堆土面用防尘网进行苫盖，防尘网可重复利用，共需防尘网 16500m^2 ，计划实施时间为2022年4月~2022年9月；主体在新建道路挖方边坡路基布设土质排水沟，采用10年一遇1小时防洪标准，排水沟采用梯形断面，底宽0.4m，顶宽0.5m，沟深0.5m，开挖后将渠底和两侧边坡素土夯实，共设置土质排水沟29900m，本方案建议在道路边坡较陡（ $>25^\circ$ ）及转弯的路段将土质排水沟改设为浆砌石排水沟，排水沟选用矩形断面，宽0.40m，深0.5m，初步估计浆砌石排水沟长3000m，并在道路排水沟出口处设置沉沙池，发挥消能沉沙功能，沉沙池尺寸为 $2.0\text{m}\times 1.5\text{m}\times 1.0\text{m}$ （长×宽×深），边墙及底板均采用M7.5浆砌石衬砌，厚度0.3m，底部10cm厚C20砼，共需布设60个沉沙池，计划实施时间为2022年5月~2022年6月；道路施工结束后，对边坡采取土地整治，为植被恢复创造条件，土地整治面积 22.43hm^2 ，计划实施时段为2022年5月~2022年9月；道路除保留的路基部分外，均进灌草绿化以恢复植被，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播灌草 22.43hm^2 ，灌草籽共计2243kg，计划实施时段为2022年7月~2022年9月。

1.8.4.2 水土保持措施工程量

工程措施：表土剥离 4.46万m^3 、表土回覆 4.49万m^3 、土地整治 22.43hm^2 、土质排水沟29900m，浆砌石排水沟3000m，沉沙池60座。

植物措施：撒播灌草 22.43hm^2 。

临时措施：防尘网苫盖 16500m^2 、土袋拦挡 2300m 。

1.8.5 施工生产生活设施区

1.8.5.1 水土保持措施布设情况

施工前对占地范围内可剥离区域进行表土剥离，表土剥离的厚度为 20cm ，剥离面积 1.50hm^2 ，共剥离表土 0.30万m^3 ，计划实施时间为2022年3月；表土临时堆放在场地一侧，用土袋进行拦挡，土袋断面宽 0.6m ，高 0.6m ，土袋按“一丁两顺”搭放，并对临时堆土表面及部分裸露区域进行防尘网苫盖，土袋拦挡共计 120m 、防尘网苫盖 1800m^2 ，计划实施时间为2022年4月~2023年1月；在两个施工临建区周边设置临时土质排水沟各 240m ，共计 480m ，以拦截地表径流冲刷，断面尺寸为底宽 0.3m 、顶宽 0.6m 、沟深 0.3m ，挖成后需对素土进行拍实。同时临时排水沟出口处设 $1.5\text{m}\times 1.0\text{m}\times 1.0\text{m}$ （长 $\times$ 宽 $\times$ 深）的临时沉沙池，池壁素土夯实，水经沉淀后排入周边自然沟道，经统计沉沙池共计4座，计划实施时间为2022年4月~2023年1月；施工结束后，对两处施工临建拆除后进行覆土恢复植被，覆土厚度 20cm ，表土回覆共计 0.30万m^3 ，表土回覆后进行土地整治，共计土地整治面积 1.50hm^2 ，计划实施时间为2023年1月；整治后的场地采取撒播灌草的方式恢复植被，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$ ，撒播灌草 1.50hm^2 ，共计 150kg ，计划实施时段为2023年1月~2023年2月。

1.8.5.2 水土保持措施工程量

工程措施：表土剥离 0.30万m^3 、表土回覆 0.30万m^3 、土地整治 1.50hm^2 。

植物措施：撒播灌草 1.50hm^2 。

临时措施：防尘网苫盖 1800m^2 、土袋拦挡 120m 、临时排水沟 480m ，沉沙池4座。

1.8.6 弃渣场区

1.8.6.1 水土保持措施布设情况

各弃渣场在弃土前对进行表土剥离，表土剥离的厚度为 0.15m ，计划实施时段为2022年3月~2022年4月；各弃渣场渣脚设重力式挡墙，墙体采用M7.5浆砌块石，挡渣墙长 261m ，挡渣墙设计尺寸为：墙身高 3m ，顶宽 1m ，墙背直立，墙面坡度1:0.5，墙趾台阶高 1m 。墙身沿墙线方向每隔 10m 设置沉降缝，以木条沥青填缝；为了将降雨形成的渗透水及时排除，增加墙体稳定性，在墙体内设DN50PVC排水管，间距 2.0m ，呈梅花型布置，比降5%，管口用复合土工布反滤，实施时段为2022年3月~2022年4月；在弃渣范围线周边布置截排水沟，

在截水沟末端布置沉沙池,以形成完整的排水系统,排水沟设计标准为3年一遇10min降雨,采用梯形断面,排水沟两侧及底部均采用M7.5浆砌块石衬砌,两侧衬砌厚度0.30m,底板采用0.10m厚C20砼,排水沟设置消能跌坎,沟底纵坡与地表坡度保持一致,经统计排水沟共计1958m。排水沟出口处设置沉沙池,沉砂池采用M7.5浆砌片石型式,尺寸如下:容积 3.0m^3 ,长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $=2.0\times1.5\times1.0\text{m}$,衬砌厚度0.3m,底板采用0.1m厚C20砼,经统计沉沙池共计12座,计划实施时段为2022年4月~2022年5月;对各弃渣场临时堆放的表土表面及裸露土地整治区域实施防尘网临时苫盖,共计 4935m^2 ,实施时段为2022年3月~2022年9月;堆渣结束后对渣顶及边坡进行表土回覆,回覆厚度15cm,表土回覆共计 0.66万m^3 ,计划实施时段为2022年10月~2022年11月。对渣场坡面及坡顶进行土地整治后恢复植被,土地整治面积 4.21hm^2 ,计划实施时段为2022年11月~2022年12月。为尽可能将占地恢复为原貌及景观效果,在渣顶进行乔灌木综合绿化以恢复植被,边坡进行撒播灌木的形式进行绿化,乔木可选用柏树、白杨、槐树等,株行距设计为 $3\times3\text{m}$,乔木共计4678株,结合实地查勘,灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种,草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播,种植密度为 $100\text{kg}/\text{hm}^2$,撒播灌木 4.21hm^2 ,灌木籽共计421kg,计划实施时段为2023年1月~2023年2月。

1.8.6.2 水土保持措施工程量

工程措施:表土剥离 0.66万m^3 、表土回覆 0.66万m^3 、土地整治 4.21hm^2 、浆砌石挡渣墙261m、浆砌石排水沟1958m、沉沙池12座。

植物措施:撒播灌木 4.21hm^2 ,栽植乔木4678株。

临时措施:防尘网苫盖 4935m^2 。

1.9 水土保持监测方案

(1) 监测内容:水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害和水土保持措施等。

(2) 监测时段:从2022年3月至2023年12月,共22个月。重点监测时段为施工期。

(3) 监测方法:调查监测、地面观测、遥感监测。

(4) 监测点位布设:工程植物措施、工程措施、土壤流失量等监测点共布设14个,其中风机及吊装平台工程监测区布设3个、扩建升压站工程监测区1个、集电线路工程监测区2个、道路工程监测区3个、施工生产生活设施监测区2个、弃渣场区3个。

1.10 水土保持投资及效益分析成果

(1) 水土保持投资

本项目水土保持总投资1667.28万元,其中工程措施投资931.87万元,植物措施费188.72

万元，水土保持监测费27.00万元，临时措施投资168.94万元，独立费用122.09万元（建设管理费25.59万元，科研勘测设计费45.00万元，水土保持监理费25.00万元，水土保持设施验收报告编制费20.00万元，招标代理服务费5.00万元，经济技术咨询费1.50万元），基本预备费140.16万元，水土保持补偿费88.50万元。

（2）效益分析成果

按照水土保持方案实施后可治理水土流失面积67.61hm²，恢复林草地面积44.99hm²，表土保护率达到98.9%，水土流失治理度达到99.3%，植被恢复率达到98.7%，林草覆盖率达到66.1%，渣土防护率达到97.5%，平均土壤侵蚀模数降为484t/km² a，土壤流失控制比为1.03，减少水土流失流失量4810t，具有较好的生态效益，同时起到美化景观的效果。

1.11 结论

1.11.1 结论

工程选址不涉及河流两岸、生态红线、湖泊和水库周边的植物保护带及基本农田，不涉及崩塌滑坡危险区以及易引起严重水土流失和生态恶化的地区，项目区内无全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区或水土保持长期定位观测点。工程无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，因此在采取水土流失防治一级标准的同时，提高防治指标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

主体工程选址及总体布局、施工工艺、施工组织等不涉及《生产建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2018）规定的绝对限制行为，通过落实主体工程设计中已有的和本方案提出的各项水土保持措施后，可以实现工程建设期和试运行期的水土流失防治目标。

本项目建设布置方案、施工工艺、施工生产生活设施布设等方面进行了充分论证，考虑了水土保持的要求，从设计上体现了水土保持的理念，从源头上减少水土流失及其危害。

水土流失防治措施在纳入主体工程设计已有水土保持措施后，形成了工程措施与植物措施并重，永久措施与临时措施相结合的一个完整的防治体系。在水土保持方案实施后，基本能控制因工程建设带来的新增水土流失，有效保护水土资源。各项水土保持措施发挥综合效益后，工程建设期和试运行期工程区内各项防治指标均达到水土流失防治目标，在一定程度上减轻和改善当地的水土流失现状。

因此，本方案认为项目建设不存在水土保持强制条款的制约性因素，在采取本方案报

告书设计的各项水土流失防治措施的前提下，工程建设是可行的。

1.11.2 建议

（1）主体设计中的水土保持措施是本方案水土流失防治措施体系的重要组成部分，在后续水土保持专项设计中需进一步深化工作内容，确保各项措施切实实施。设计上，应进一步优化场内道路开挖、回填宽度，充分利用场内开挖的石方。

（2）水土保持方案审批后及时开展水土保持后续设计工作。

（3）施工单位应加强对施工人员水土保持意识的教育与管理，合理安排工期，严禁乱弃、乱倒，自觉接受各级水行政主管部门和监理人员对水土保持方案实施情况的监督加查。

（4）监理单位应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师，并根据水行政主管部门批准的水土保持方案或优化调整设计成果编制水土保持监理细则，落实水土保持监理任务，确保水土保持施工质量和进度。

（5）建设单位委托具有水土保持监测能力的单位开展水土保持监测工作。监测单位应配备良好监测仪器设备，根据项目特点，行业规范和批复的水土保持方案编制水土保持监测实施方案，落实水土保持监测任务，并及时将监测结果反馈给建设单位、设计单位及施工单位，以便能及时修改、增补、完善水土保持措施。

（6）工程完工后建设单位应及时开展水土保持设施验收工作，组织第三方机构编制水土保持设施验收报告，水土保持设施验收报告编制完成后，建设单位按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等，组织水土保持设施验收工作，形成水土保持设施验收鉴定书，明确水土保持设施验收合格的结论，向社会公开水土保持设施验收材料并向水行政主管部门备案。

广元昭化白果二期风电项目水土保持方案特性表

项目名称	广元昭化白果二期风电项目			流域管理机构		长江水利委员会	
涉及省区	四川省		涉及地市或个数	广元市	涉及县或个数	昭化区	
项目规模	总装机容量147.4MW，年平均上网电量29487.37万kW·h，安装44台风机		总投资(万元)	90839.63	土建投资(万元)	10551.48	
动工时间	2022年3月		完工时间	2023年2月	设计水平年	2023年	
工程占地(hm²)	68.08		永久占地(hm²)	18.18	临时占地(hm²)	49.90	
土石方量(万m³)			挖方	填方	借方	余（弃）方	
			86.25	75.58	/	10.67	
重点防治区名称			嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区				
地貌类型			低山地貌	水土保持区划		西南紫色土区	
土壤侵蚀类型			水力侵蚀	土壤侵蚀强度		轻度	
防治责任范围面积(hm²)			68.08	容许土壤流失量(t/km² a)		500	
土壤流失预测总量(t)			5831	新增土壤流失量(t)		3390	
水土流失防治标准执行等级			西南紫色土区一级标准				
防治指标	水土流失总治理度(%)		97	土壤流失控制比		1.0	
	渣土防护率(%)		92	表土保护率(%)		92	
	林草植被恢复率(%)		97	林草覆盖率(%)		25	
防治措施及工程量	工程措施			植物措施		临时措施	
	风机及吊装平台工程区	表土剥离2.58万m³、表土回覆2.58万m³、土质排水沟2430m、土地整治12.91hm²		撒播灌草12.91hm²		沉沙池42座、防尘网苫盖9600m²、土袋拦挡1108m	
	扩建升压站工程区	表土剥离0.04万m³、表土回覆0.01万m³、土地整治0.03hm²、碎石压盖2500m²、浆砌石截水沟70m、浆砌石排水沟140m		绿化0.03hm²		防尘网苫盖500m²	
	集电线路工程区	表土剥离0.04万m³、表土回覆0.01万m³、土地整治8.12hm²		撒播灌草8.12hm²		防尘网苫盖4800m²、彩条布隔离3600m²	
	道路工程区	表土剥离4.46万m³、表土回覆4.49万m³、土地整治22.43hm²、土质排水沟29900m、浆砌石排水沟3000m，沉沙池60座		撒播灌草22.43hm²		防尘网苫盖16500m²、土袋拦挡2300m	
	施工生产生活设施区	表土剥离0.30万m³、表土回覆0.30万m³、土地整治1.50hm²		撒播灌草1.00hm²		防尘网苫盖1800m²、土袋拦挡120m、临时排水沟480m，沉沙池4座	
	弃渣场区	表土剥离0.66万m³、表土回覆0.66万m³、土地整治4.21hm²、浆砌石挡渣墙261m、浆砌石排水沟1958m、沉沙池12座		撒播灌草4.21hm²、栽植乔木4678株		防尘网苫盖4935m²	
投资(万元)	931.87			188.72		168.94	
水土保持总投资(万元)		1667.28		独立费用(万元)		122.09	
监理费(万元)		25.00	监测费(万元)	27.00		补偿费(万元)	88.50
分省措施费(万元)		/		分省补偿费(万元)		/	
方案编制单位		甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院		建设单位		广元市昭化区中电建新能源开发有限公司	
法定代表人		石生明		法定代表人		苏靖	
地址		天水市麦积区马跑泉路54号		地址		广元市昭化区元坝镇育才路14号	
邮编		741020		邮编		628021	
联系人及电话		陈宝庆，15293803982		联系人及电话		宋垚，18215566071	
传真		09382511112		传真		08393270761	
电子信箱		328687752@qq.com		电子信箱		405322237@qq.com	

2 项目概况

2.1 项目组成及工程布置

2.1.1 项目基本情况

工程名称：广元昭化白果二期风电项目

建设单位：广元市昭化区中电建新能源开发有限公司

建设地点：四川省广元市昭化区

建设性质：建设类项目，新建

建设规模：项目总装机容量147.4MW，年平均上网电量29487.37万kW·h。设计安装44台风机，单机容量为3350kW，并配备44台35kV箱式变电站；在已建成白果风电场220kV升压站外新扩建一台容量为150MVA的主变压器、220kV户外GIS配电装置；设4回35kV电缆集电线路，总路径长度为96.113km，其中单回架空线路15.442km，双回架空线路14.783km，电缆路径65.888km，最终通过4回35kV集电线路输送至220kV升压站；场内道路总长34.7km，其中新建道路长32.2km，改扩建现有道路2.5km。工程等别为II等，工程规模为大型，风机基础设计级别为1级，风机基础安全等级为一级。升压站建（构）筑物结构及基础安全等级为二级。

建设工期：工程施工总工期12个月，计划于2022年3月开工，2023年2月完工。

工程投资：静态总投资90839.63万元，其中土建投资10551.48万元，资金来源为资本金和银行贷款，资本金按20%考虑，剩余的80%从银行贷款。

广元昭化白果二期风电项目主要特性指标详见表2.1-1。

表 2.1-1 项目主要特性指标一览表

一、项目基本情况				
项目名称	广元昭化白果二期风电项目			
建设地点	四川省广元市昭化区			
工程性质	新建，建设类项目			
建设单位	广元市昭化区中电建新能源开发有限公司			
建设规模	总装机容量 147.4MW，年平均上网电量 29487.37 万 kW•h			
建设期	2022 年 3 月~2023 年 2 月			
投资	总投资 90839.63 万元，土建投资 10551.48 万元			
二、技术参数				
名称		单位(或型号)	数量	备注
风电场	海拔高度	m	800~1200	

2项目概况

场址		经度(东经)			105 °46'08"		风电场中心	
		纬度(北纬)			32 °11'47"			
		年平均风速			m/s		机位平均	
		风功率密度			W/m ²			
		盛行风向			N/ NNE			
主要设备	风电场主要机电设备	风力发电机组	机型			WTG4		
			台数	台		44		
			额定功率	kW		3350		
			叶片数	片		3		
			风轮直径	m		155		
			风轮扫风面积	m ²		17662		
			切入风速	m/s		2.5		
			额定风速	m/s		10		
			切出风速	m/s		18/20		
			轮毂高度	m		100		
			发电机额定功率因素			0.95~1		
			额定电压	V		690		
			箱式变电站		台		44		35kV
	升压站	主变压器	型号	SZ11-150000/220, 230±8×1.25%/36.75kV, YN, d11 Ud%=12%				
			台数	台		1		
			变压器容量	kVA		150000 kVA		
			额定电压	kV		230±8×1.25%/36.75kV		
		出线回路数及电压等级	出线回路数	回		4		
			电压等级	kV		35		
	土建	风力发电机组基础	台数	台		44		
型式			采用现浇钢筋混凝土浅埋基础，其基础型式为圆形独立扩展基础					
地基特性			天然地基					
箱式变电站基础		台数	台		44			
		型式	钢筋混凝土箱形结构，C30 混凝土现浇					
三、项目组成								
1	风机及吊装平台工程		44 台单机容量为 3350kW 的风力发电机组；44 台 35kV 箱式变电站；随风机布设 44 处吊装场地					
2	扩建升压站工程		在已建成白果风电场 220kV 升压站外扩建一台 150MVA 的主变压器、220kV 户外 GIS 配电装置					
3	集电线路工程		4 回 35kV 电缆集电线路，总路径长度为 96.113km，其中单回架空线路 15.442km，双回架空线路 14.783km，电缆路径 65.888km					
4	道路工程		场内道路总长 34.7km，其中新建道路长 32.2km，改扩建现有道路 2.5km；参考《厂矿道路设计规范》中的山岭重丘四级厂外道路设计规范，路段采用装载机或推土机拓宽平整并用压路机碾压压实后加 200mm 厚泥结碎石土层，道路路基宽度为 5.5m，路面宽度 4.5m					
5	施工生产生活设施		共 2 处，集中布设生产用办公室、生活用临时住房、混凝土搅拌站等临建设施，形成集中的施工生活管理区及叶片转运场					
6	弃渣场		共规划 6 个坡地型弃渣场，堆渣 10.67 万 m ³ （自然方），占地面积 4.37hm ²					

2.1.2 项目地理位置

广元昭化白果二期风电项目分为东区和西区两片区域，其中西区位于四川省广元市昭化区红岩镇、白果镇附近山脊，东区位于卫子镇、王家镇北侧山脊，本项目风电场址距离广元市区直线距离约30km，中心地理坐标为N32°13'30"；E105°57'48"，风电场高程分布在800~1200m之间，场址附近有已建的广元昭化白果风电项目一期工程的风电场道路、G75兰海高速、G212国道，以及县道、乡道经过，对外交通较便利，其中西区风电场进场道路可利用一期项目进场道路，东区风电场进场道路可通过G75兰海高速经国道G212到达金华村，再沿金潼路以及附近乡道到达风机机位附近。项目地理位置详见图2.1-1和附图2-1。



图2.1-1项目地理位置图（图中红线范围）

2.1.3 项目依托关系

2.1.3.1 一期项目水土保持方案编制情况

与本项目存在依托关系的是由同一建设单位广元市昭化区中电建新能源开发有限公司承建的广元昭化白果风电项目（原项目名称为：中电建广元昭化白果风电场工程），该项目为一期工程，本期升压站需在一期工程已建的白果220kV升压站外（东侧）进行扩建。

2016年1月，四川电力设计咨询有限责任公司编制完成《中电建广元昭化白果风电场工程水土保持方案报告书》；2016年2月29日，四川省水利厅以川水函（2016）321号文对《中电建广元昭化白果风电场工程水土保持方案报告书》进行了批复（详见附件11）。2019年

12月，四川省发展和改革委员会以川发改能源〔2019〕570号项目进行了核准，核准后项目名称变为“广元昭化白果风电项目”，且建设规模进行了调整，2019年2月，建设单位向四川省水利厅提交了《关于广元昭化白果风电项目核准规模和建设内容调整后水土保持方案批复继续适用的申请函》（广昭中新司函〔2020〕1号），四川省水利厅根据调整后的主体规模与原水保方案中的占地面积和土石方等变化进行了对比，调整后的变更未达到《生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）》（办水保〔2016〕65号）规定的重大变化，为支持项目建设，四川省水利厅出具了《四川省水利厅关于同意中电建广元昭化白果风电场工程水土保持方案批复继续有效的复函》，详见附件12。

一二期工程相对位置关系见图2.1-2所示。



图2.1-2 一期工程、二期工程相对位置关系图

2.1.3.2 白果220kV升压站建设情况

白果220kV升压站位于白果乡北侧1300m处。截至目前，白果220kV升压站土建工作基本完成。经现场调查，升压站采取了表土剥离及回覆、防尘网苫盖、土地整治、碎石压盖、截排水沟等水土保持措施，有效控制和减轻了应工程建设产生的。经与建设单位沟通了解到，施工单位于今年9月初对升压站内空地实施了撒播草籽绿化工作，因植被栽植时间较短，导致长势不明显，建议加强后期的养护及抚育管理工作。站外边坡目前处于裸露状态，建议建设单位采取防尘网苫盖，并尽快对裸露边坡实施植物措施一起到防止水土流失的效果。

目前建设单位正在招投标，准备开展一期工程水土保持设施验收工作。



图2.1-3昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）现状图



图2.1-4昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）现状图



图2.1-5昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）站内绿化



图2.1-6昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）站内绿化



图2.1-7昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）碎石压盖



图2.1-8昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）站外排水沟



图2.1-9昭化白果风电场一期工程已建升压站（白果220kV升压站）站外截水沟



图2.1-10本次扩建区域（图中红色部分）

2.1.3.3 本次扩建情况

本期升压站在一期工程已建的白果220kV升压站外（东侧）进行扩建，需在原变电站东侧的围墙外新征部分用地，作为变电站扩建场地。施工可直接利用原变电站的站外道路及供排水系统；本工程不再新建施工道路、供排水系统等设施。扩建工程施工用水、用电可直接从原变电站接入，施工场地利用此次新增占地，办公生活区可租用周边民房解决。

2.1.4 项目组成

广元昭化白果二期风电项目由风机及吊装平台工程、扩建升压站工程、道路工程、集电线路工程、施工生产生活设施、弃渣场等组成。广元昭化白果二期风电项目组成详见表2.1-2所示。

表2.1-2广元昭化白果二期风电项目组成表

工程项目		项目内容
主体工程	风机及吊装平台工程	风机
		箱变
		吊装平台
	扩建升压站工程	
	集电线路工程	
施工配套工程	道路工程	
	施工生产生活设施	
	弃渣场	

2.1.5 工程布置

广元天台山风电场二期工程呈西-东方向布置，属山地型风电场，总体连续性较好，部分地段地形起伏较大。沿山脊共布置44台风机，单机容量为3350kW风力发电机组，随风机布置44台35kV箱式变电站，各风机位置基本在山脊顶部。在已建成广元昭化白果风电项目一期工程220kV升压站内新扩建一台容量为150MVA的主变压器、220kV户外GIS配电装置，升压站布置于广元昭化白果风电项目一期工程内。本工程集电线路拟采用塔缆混合方式，通过4回35kV集电线路输送至220kV升压站，总路径长度为96.113km，其中单回架空线路15.442km，双回架空线路14.783km，电缆路径65.888km，共设置铁塔110基。场内道路状况总体良好，现有村道、机耕道及森林防火通道能够到达大多数风机机位，进行一定程度改扩建后能够满足运输要求，但部分风机机位需新建道路，经统计需新建道路全长32.2km，改扩建现有道路2.5km。工程施工生产生活设施2处，东西区各布设1处，位于场内道路一侧，并在场地内集中布置混凝土生产系统、综合加工系统、现场办公室、材料仓库等，形成集

中的施工生活管理区及叶片转运场。

工程总体布设见图2.1-11和附图2-2。

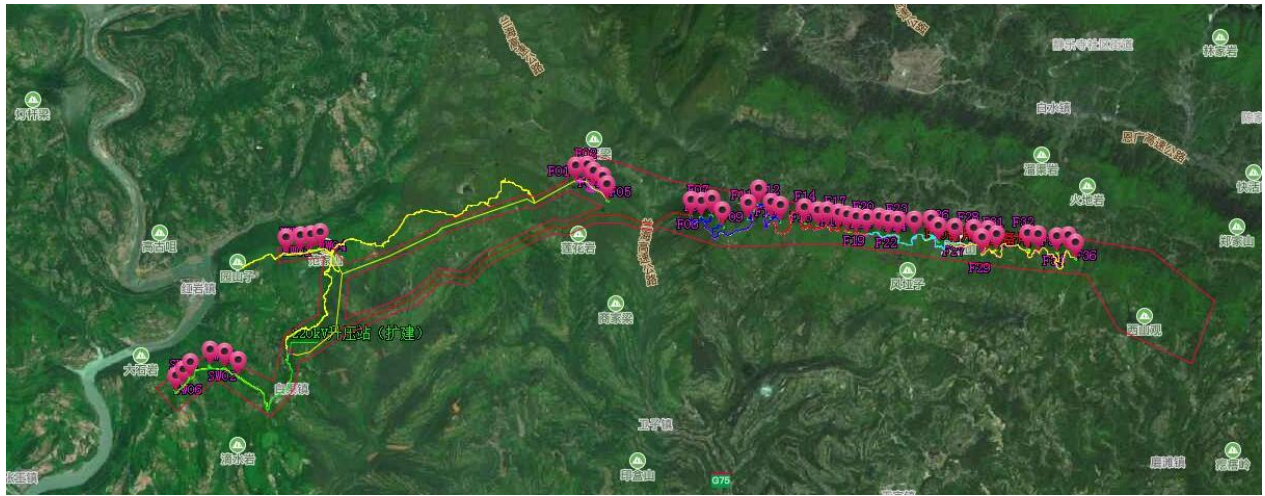


图2.1-11白果二期风电项目风机位置布设图

2.1.5.1 风机及吊装平台工程

本风电场总装机容量 147.4MW，拟布设单机容量 3350kW 风力发电机组 44 台，每台风机配套一台箱式变电器，同时随风机布设 44 处吊装平台。各风电机组与箱式变压器拟采用一机一变的单元接线方式，风力发电机组采用 10 根 ZC-YJLHV22-0.6/1-3×300 低压电力电缆并联敷设接至箱式变电站低压侧，每台风机各配置一台变压器容量为 3600kVA 的箱式变电站，共 44 台。

1、风电机组

(1) 机组选型

本工程共布设 44 台单机容量为 3.35MW 的风电机组，WTG4 机型为推荐机型，风机叶轮直径 155m，轮毂中心高度为 95m，叶片为 3 片。

(2) 风机基础

风电机组基础采用现浇钢筋混凝土浅埋基础，其基础型式为圆形独立扩展基础。风电机组基础由上、下两部分组成，上部结构为圆柱体，下部为圆台体。由风机厂家提供的荷载资料经计算，风机基础采用直径约 19.2m 圆形扩展基础，基础埋深 3.8m。风电机组基础混凝土强度等级采用 C40，为防止裂缝，在混凝土中加入螺旋形聚乙烯醇纤维材料。基底下部设 0.15m 厚的 C15 混凝土垫层。为便于散水，风机周边约 1m 设坡度为 10%的散水区域。风电机组基础的基坑开挖边坡为临时边坡，基坑开挖坡比覆盖层采用 1:0.5，基岩采用 1:0.3，风电机组基础位于基岩或碎砾石土上，其承载力较高，开挖完成后对地基夯实找平即可进行垫层混凝土的浇筑，不需要进行特殊处理。风电机组基础结构设计见下图 2.1-12。

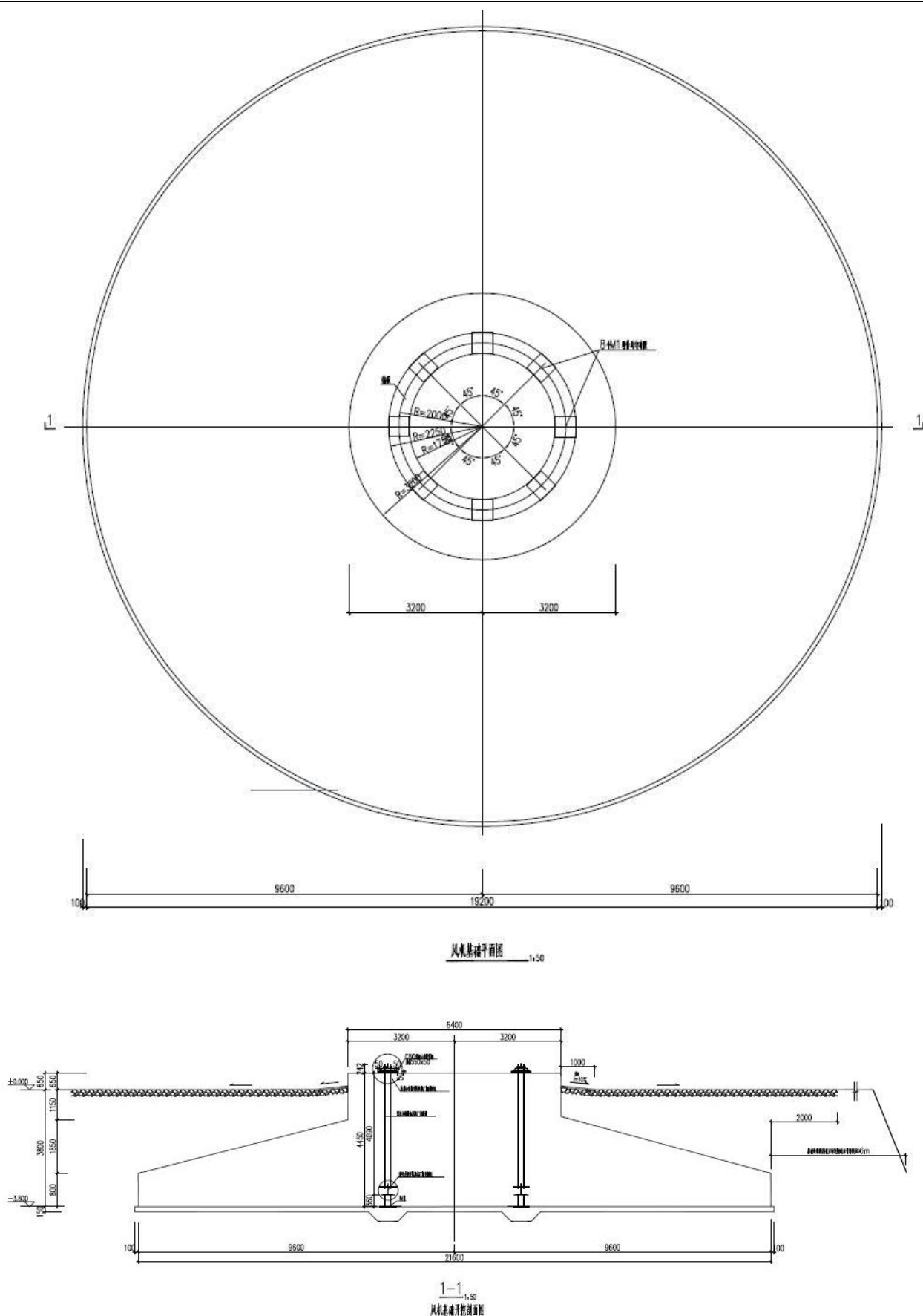


图 2.1-12 风机基础结构

表2.1-3 风电机组工程量统计表

序号	项目名称	单位	单台工程量	合计工程量
1	C40基础混凝土	m ³	550	24200
2	C15垫层混凝土(含电缆槽)	m ³	25+15	1760
3	基础钢筋	t	55	2420
4	土石方开挖	m ³	1308	57560
5	土石方回填	m ³	1046	46040
6	φ70排水PVC管	m	7	308
7	成品地漏	个	1	44
8	埋铁件	t	0.5	22
9	预应力锚栓	t	13	572
10	锚板及紧固件	t	7	308
11	塔筒重量	t	203.776	8966.144
12	混凝土台阶	m ³	0.6	26.4
13	入口钢梯砌体踏步	m ³	1	44
14	高强混凝土(含施工)	m ³	1.2	52.8



图 2.1-13 一期工程风机基础成型图（同类项目）

（3）风机机位布置

风场机位根据风能资源、安全等级、地形条件等确定，机位基本布置于山脊顶部。各个机位坐标见下表 2.1-4 所示。

2项目概况

表2.1-4广元昭化白果二期风电项目机位坐标一览表

机位	X	Y	海拔 (m)	以叶轮直径为单位的 最小机组间距 (D)	绝对值平均 入流角(°)	折减后上网发电 量(MWh/yr)	满发小时数 (h/yr)	尾流折减 (%)	15m/s代 表湍流
F01	35580988.2746	3568684.8822	933	2.3	3.8	5351.29	1597.4	-3.2	0.13
F02	35581347.9712	3568689.9995	979.6	1.7	4.8	5575.07	1664.2	-5.3	0.128
F03	35581546.8842	3568506.9600	1039.5	1.7	3.3	6305.705	1882.3	-7.4	0.126
F04	35581830.5849	3568364.5112	1015	1.9	3.6	6113.08	1824.8	-8.5	0.13
F05	35581982.0056	3568107.2988	999.7	1.9	1.7	5922.465	1767.9	-4.7	0.154
F06	35584600.7810	3567651.0439	1026	2.1	6	7013.895	2093.7	-2.3	0.121
F07	35584918.6682	3567615.1509	1079.8	2.1	3.5	7561.285	2257.1	-4.6	0.115
F08	35585240.8181	3567671.9182	1112.2	2.1	3.3	7776.69	2321.4	-4.8	0.108
F09	35585580.6219	3567340.5708	1022	3.1	2.2	6179.41	1844.6	-2.1	0.11
F10	35586384.1479	3567579.1313	1029	3.7	1.1	6156.295	1837.7	-9.1	0.122
F11	35586698.5471	3568019.2115	1000.6	3.7	3.9	5895.665	1759.9	-3.6	0.102
F12	35587088.1481	3567605.6825	1113.8	1.9	3.6	6254.45	1867	-1.3	0.106
F13	35587366.7316	3567506.7105	1072.5	2.6	2.5	6899.66	2059.6	-2.4	0.085
F14	35588137.8166	3567436.2776	1091.6	2.1	3.2	7049.07	2104.2	-3.1	0.09
F15	35588525.2648	3567352.1163	1111.9	2.1	3.7	7380.05	2203	-3.3	0.086
F16	35588845.1411	3567369.1767	1119.8	1.9	3.7	7546.545	2252.7	-3.2	0.086
F17	35589181.0301	3567304.4165	1082.1	1.8	4	7114.73	2123.8	-3.5	0.089
F18	35589465.1314	3567226.5751	1080.1	1.8	3.6	7040.695	2101.7	-2.8	0.089
F19	35589743.8474	3567162.5224	1108	2.1	4.6	7134.495	2129.7	-3.2	0.087
F20	35590060.5909	3567116.6238	1078.6	2	4.5	6668.51	1990.6	-3.5	0.087
F21	35590447.6679	3567178.7327	1098.8	1.9	4.7	6852.76	2045.6	-3.9	0.089
F22	35590751.8856	3567108.4009	1097.7	1.9	5.2	6842.71	2042.6	-2.5	0.085
F23	35591044.6531	3567086.2525	1095.3	3.2	4.7	6349.59	1895.4	-3.1	0.089
F24	35591533.2192	3567061.2774	1125.9	2.1	4.3	6691.625	1997.5	-7	0.087
F25	35592059.3813	3567113.1432	1151.1	2.1	2.3	7089.605	2116.3	-2.2	0.089
F26	35592293.0802	3566897.0493	1061.9	3.3	5.5	5670.88	1692.8	-2.2	0.094
F27	35592795.5942	3566863.8887	1068.9	2.7	4.1	5616.275	1676.5	-6.5	0.089

2项目概况

机位	X	Y	海拔 (m)	以叶轮直径为单位的 最小机组间距 (D)	绝对值平均 入流角(°)	折减后上网发电 量(MWh/yr)	满发小时数 (h/yr)	尾流折减 (%)	15m/s代 表湍流
F28	35593370.9095	3566833.6597	1096	1.8	1.6	5036.725	1503.5	-10.5	0.099
F29	35593654.0917	3566536.1786	1131.9	1.8	3.8	6025.31	1798.6	-7.9	0.087
F30	35593823.0305	3566802.5032	1150	2.2	1.4	6128.49	1829.4	-2	0.086
F31	35594092.2153	3566656.6550	1171.3	2.1	3.2	6692.63	1997.8	-3.3	0.087
F32	35595070.9327	3566676.9941	1114.8	2.1	4.2	5906.05	1763	-1.8	0.091
F33	35595397.7418	3566644.9656	1163.8	2.2	3	6621.61	1976.6	-4.8	0.09
F34	35595976.8697	3566592.1807	1090.8	2.2	6	5619.29	1677.4	-4.9	0.094
F35	35596312.0867	3566640.3387	1122.4	2.3	2.8	6215.59	1855.4	-0.3	0.096
F36	35596564.5814	3566394.6451	959	3.1	3.3	8277.18	2470.8	-1.1	0.125
NW01	35571956.6040	3566366.5133	961.4	2.1	5.1	8135.14	2428.4	-1.4	0.132
NW02	35572429.6691	3566420.2710	972	1.9	4.3	8108.675	2420.5	-1.6	0.131
NW03	35572744.2422	3566468.8293	978	1.9	5.5	8194.77	2446.2	-0.1	0.125
NW04	35573030.2805	3566538.6236	934	4	0.9	6976.375	2082.5	-0.2	0.102
SW01	35570508.7912	3562559.6650	919.1	2.2	1	6927.465	2067.9	-0.7	0.091
SW02	35570085.2089	3562811.2754	950	2.2	4.2	7090.275	2116.5	-0.5	0.124
SW03	35569614.7594	3562883.7390	978	2.1	2.7	7354.59	2195.4	-1.6	0.097
SW04	35569019.9631	3562495.9869	981.2	2	1.7	7011.885	2093.1	-4.8	0.122
SW05	35568795.1214	3562262.8698	977.9	2	1.4	7213.89	2153.4	-2.8	0.103
最大值				4	6	8277.18	2470.80	-0.10	0.15
最小值				1.7	0.9	5036.73	1503.50	-10.50	0.09
平均				2.3	3.5	6701.97	2000.59	-3.55	0.10

2、箱式变电站

项目每台风电机组配置一台 35kV 箱式变电站。箱式变电站布置在风机一侧，与风机采用一机一变的单元接线方式，箱式变电站选用油浸式三相双卷自冷式升压变压器，将机端 0.69kV 电压升至 35kV，出线电缆经高压跌落式熔断器后“T”接至架空集电线路。

箱变基础按天然地基上的浅基础进行设计，尺寸为 4.2m×2.1m，出露地表 0.15m。采用 C35 混凝土砌筑，壁厚 0.25m，基底下部为 0.10m 厚 C15 混凝土垫层。并且在距离底部 0.275m 高度埋设 $\phi 150$ 的 PVC 排水管，坡度为 3%。箱变基础出露地表部分周边约 0.50m 范围内的地面采用 150mm 厚 C15 细石混凝土硬化。

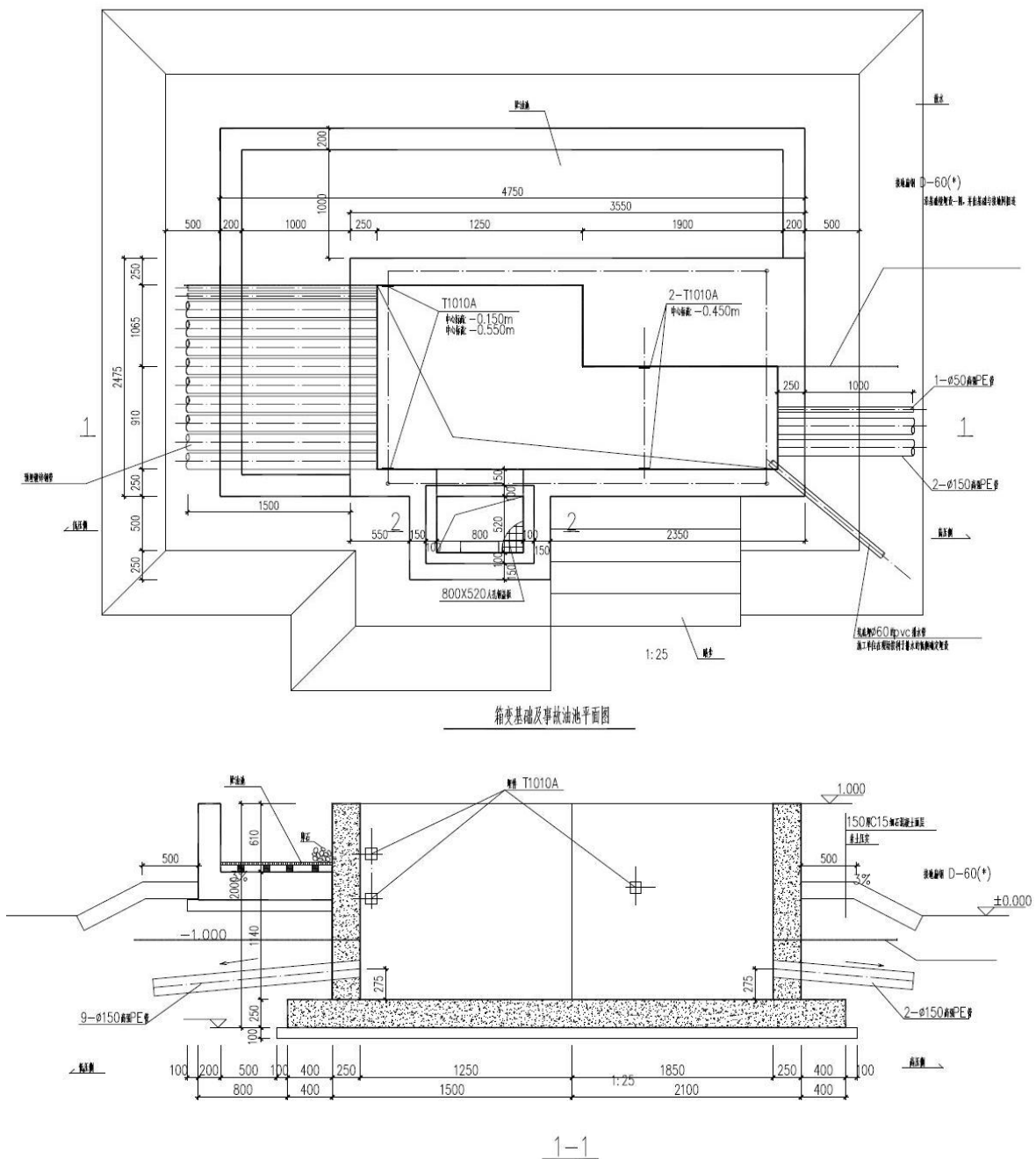


图 2.1-14 箱变基础结构图

表2.1-5箱式变电站工程量统计表

序号	项目名称	单位	单台工程量	合计工程量
1	C30钢筋混凝土(底板及构造柱)	m ³	7	308
2	箱变基础砌体	m ³	20	880
3	垫层C15混凝土	m ³	2	88
4	土石方开挖	m ³	60	2640
5	土石方回填	m ³	40	1760
6	埋铁 (Q235)	t	0.2	8.8



图 2.1-15 一期工程箱变基础成型图（同类项目）

3、吊装平台

项目风机吊装平台场地尺寸以满足风机基础开挖浇筑、风机设备拼接及吊装设备施工需要为原则进行设计，风电机组安装需两台吊车，主吊为 1000t 汽车式起重机，辅吊为 200t 汽车式起重机。主吊和辅吊配套负责完成塔筒、机舱和转轮的吊装、风电机组部件的卸车、塔筒抬吊、转轮的组装等。风电机组吊装场地与场内道路结合考虑，根据主体设计资料，及参考一期工程施工情况，每处吊装平台尺寸约 50m×70m，施工时吊装平台需根据实际地形进行优化调整。

(1) 场平

工程机组多位于山脊及山顶，风机机组基础施工及设备安装前对安装平台进行场平处理，吊装场地土石方开挖采用 1.0m³ 液压反铲施工，74kW 推土机配合集土，渣料经场地平整综合利用后，多余的土石方运至场内道路路基填筑使用。

吊装场地进行场平处理后将形成地面坡度<5°的场地，由于吊装场地多位于山脊或者山丘顶部，场地平整后存在上边坡开挖的情况较少。其中位于山顶的场地通过适当削平山头及利用风机基础开挖料形成吊装场，位于山脊缓坡的场地采用半挖半填平整，填方控制边坡1:1.5，挖方控制边坡1:0.5~1:1.0。

(2) 场地排水

场地平整后围绕风机向四周保持2%的坡度，以便分散排除场内汇集的雨水，吊装平台挖方边坡坡脚设置排水沟，用于排除边坡汇水。



图 2.1-16 一期工程吊装平台布设情况图（同类项目）

2.1.5.2 扩建升压站工程

1、升压站外环境

本工程将与白果一期风电项目共用一座220kV升压站，即白果220kV升压站。升压站位于白果乡北侧1300m处，场地西侧有一混凝土路与广永路相接相连，交通条件便利。扩建升压站原场地地貌属于单斜低山，地形坡度5~15°，与岩层倾角近于一致，微地形为近顶斜坡。升压站北高南低，中高东西两侧低，西侧临乡道，西侧乡道外地形坡度25~35°，东侧坡度15~20°，北侧地表植被主要为柏树，树高4~8m。整个升压站场地最大相对高差约16m。站址及四周无其他不良地质现象和地质灾害，本次在场址东侧进行扩建，升压站新扩建1台升压变，二期项目通过4回35kV集电线路接入新扩建升压变35kV侧，一、二期项目由百果220kV升压站统一汇集升压后通过已建成的百果~昭化1回220kV线路送出。



图 2.1-17 白果 220kV 升压站现状



图 2.1-18 升压站北侧地形地貌



图 2.1-19 升压站南侧地形地貌



图 2.1-20 升压站西侧地形地貌

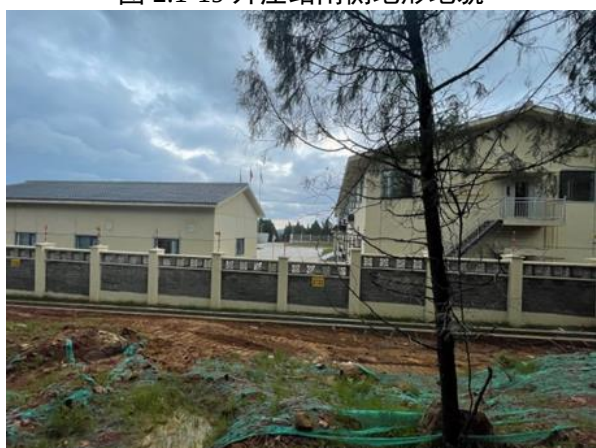


图 2.1-21 升压站东侧地形地貌



图2.1-22升压站扩建位置（红色部分）

2、建设规模及内容

(1) 一期已建部分

主变：1×100MVA

220kV：1回220kV线路

35kV：单母线接线，4回35kV进线

无功补偿：无功补偿：35kV母线配置1套容量为±32000kvar的静态无功补偿装置；接地变兼站用变压器：配置1台容量为1250kVA的接地变兼站用变压器接于35kV母线另配置1台容量为100kVA的10kV变压器接于外引电源做为备用站用变。

(2) 二期主要扩建内容：包括220kV和35kV两个电压等级：220kV采用单母线接线，35kV采用单母线接线。

- ①主变容量：1×150MVA，本期建成1×150MVA；
- ②主变进线：最终1回出线，本期1回出线；
- ③35kV出线：最终4回出线，本期4回出线；
- ④无功补偿：SVG：最终1台，本期1台1×51MVar；
- ⑤小电阻接地变成套装置：最终1台，本期1台1200kVA；
- ⑥PT回路：最终1回出线，本期1回出线。

表2.1-6扩建升压站工程经济技术指标表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	升压站围墙	m	180	2.3m高，实体围墙
2	升压站道路及地坪	m ²	1200	C30混凝土，城市型道路
3	升压站土石方量			
①	挖方	m ³	16500	
②	填方	m ³	16200	
4	站址新增占地面积	m ²	5163	
5	升压站围墙内用地面积	m ²	3796	
6	电缆沟	m	110	800×800，混凝土
		m	25	1200×1200钢筋混凝土
7	升压站周围排水沟	m	140	600×600，浆砌石
8	升压站外截水沟	m	70	800×800，浆砌石
9	配电装置场地处理	m ²	2500	150mm碎石
10	升压站挡土墙	m ³	3700	C15毛石混凝土
11	绿化	m ²	300	撒播草籽
12	护坡	m ²	500	浆砌块石

根据系统规划出线方向及相关专业的要求，与电气、总图等专业配合对白果220kV升压站进行微调，以满足白果二期风电项目相关新增建（构）筑物总平面布置要求。本次扩

建区域位于站址东侧。扩建升压站站内布置一座预制舱（包括35kV配电装置，接地变，二次屏柜）、1个SVG预制舱、1个主变及油池、一个220kV配电装置。站内道路宽度为4.5m，转弯半径为9.0m。220kV配电装置构架柱、主变构架柱采用钢管人字柱，高度15m，构架梁采用单钢管梁，支架采用钢管柱。构支架基础均为混凝土杯口基础。

本次对原升压站东侧已建的围墙及排水沟进行拆除，经统计需拆除2.3m高围墙62m，拆迁站外排水沟64m，共计拆除建渣55m³，主要为砖块、砼块等。根据主体设计，本次拆除工程作为扩建区域东北侧填方使用，回填时将砖块、砼块等回填在下部，场地平整开挖的土石方回填在上部。主体设计对扩建区域北侧及东侧区采取浆砌块石护坡和挡土墙进行防护，扩建升压站平面布置见附图2-3。

3、给排水系统

（1）给水

工程利用白果风电场一期工程已建220kV升压站，无新增生活用水点，故本期不考虑新增任何生活给水设施。

（2）排水

工程利用白果风电一期工程已建220kV升压站，无新增生活排水点，生产区内新增排水主要为含油废水排水，生活区内无新增排水点。排水系统采用雨、污分流制。

①雨水排水

白果一期升压站内已建有完善的雨水排水系统，站外北侧修建了截水沟，并于场地东、北、西侧修建了排水沟，以排除场地内汇水，经汇水后排入西侧道路的自然沟道内。本工程扩建场地场坪与已建升压站保持一致，扩建场地雨水通过升压站内已建雨水排水系统排出，新建电缆沟积水通过排水管道就近排入升压站内已建雨水排水系统。本次主体设计在扩建区域外布设截排水沟，与原升压站西北侧截排水沟相衔接，以排除场地内汇水。

主体工程设计扩建区域围墙外布置M7.5浆砌石排水沟140m，尺寸为60cm×60cm，并在挖方边坡上侧修建浆砌石截水沟70m，底板厚度10cm，衬砌30cm；排水沟沟底纵坡与地表坡度保持一致，排水沟出口与原站外排水沟顺接。扩建区域的排水沟与一期原有的排水设施组成完善的排水系统，对站外来水面和站内集雨面的降水和径流进行有序导排。

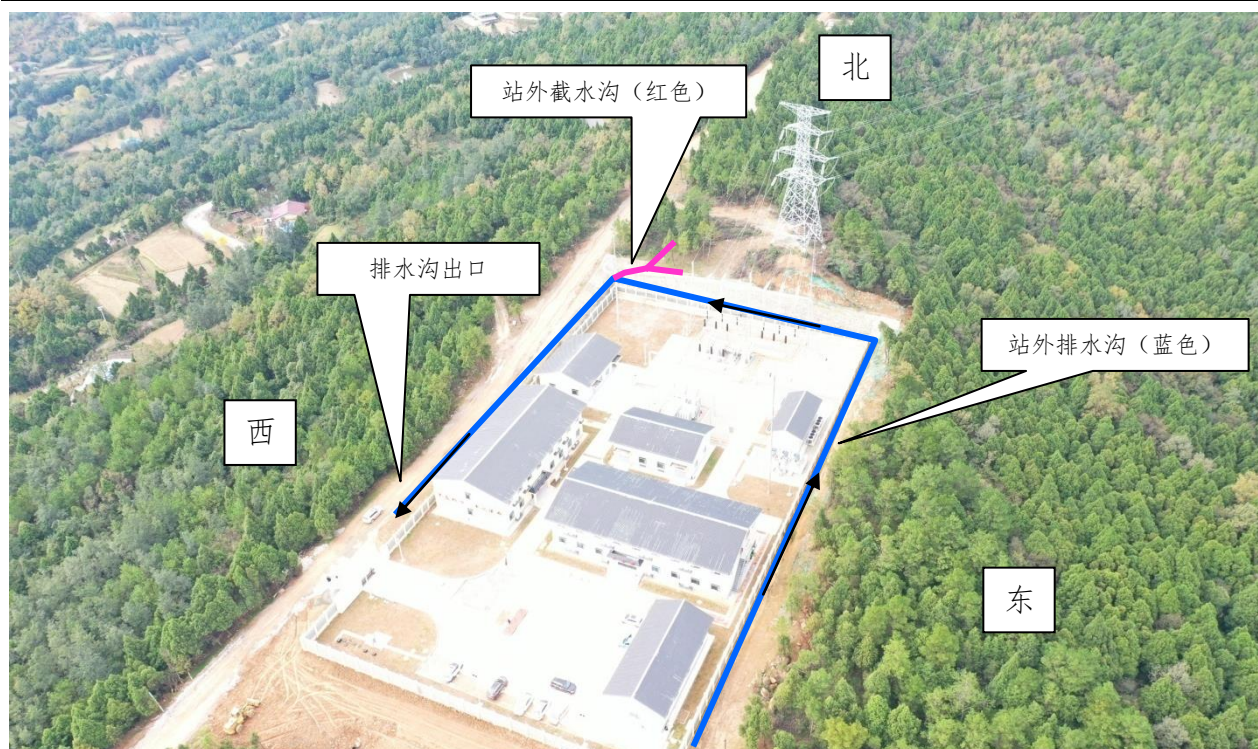


图2.1-23升压站站外排水系统现状



图2.1-24升压站北侧排水沟现状



图2.1-25升压站西侧排水沟现状



图2.1-26升压站西北侧截水沟现状

②含油废水排水

工程含油废水排水主要为扩建2#主变压器油坑内积雨水，属于非经常性排水。该部分

排水首先排入新建事故油池，事故油池具有油水分离功能，油水分离后的排水通过排水管道汇入升压站内已建站区排水系统。事故油池容量按新建主变油量的100%考虑。新建电缆沟内少量积雨水通过排水管道就近排至站外。

2.1.5.3 集电线路工程

1、集电线路布置

广元昭化白果二期风电项目建设规模147.4MW，拟采用单机容量为3350kW风电机组44台，每台机组与35kV箱式变电站接成发电机——变压器组单元。根据35kV电压等级的经济输送容量、输电距离、风电机组布置、升压站位置、场内交通等因素，全场44台风电机组拟采用通过4回35kV集电线路输送至220kV升压站，铺设型式采用直埋电缆结合架空线路的组合。总路径长度为96.113km，其中单回架空线路15.442km，双回架空线路14.783km，电缆路径65.888km。具体路径方案如下：

第一回集电线路共汇集6台3350kW风电机组，风机之间采用电缆串接方式，其接入的风机是：SW06、SW05、SW04、SW03、SW02、SW01，集电线路总长约6.753km，其中YJLHV23-26/35-3*95电缆路径长度约0.711km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*185电缆路径长度约1.572km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*400电缆路径长度约4.47km。

第二回第一分支集电线路共汇集7台3350kW风电机组，风机之间采用电缆串接方式，其接入的风机是：F36、F35、F34、F32、F31、F29、F28，集电线路总长约37.494km，其中ZC-YJLHV23-26/35-3*95电缆路径长度约1.966km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*185电缆路径长度约4.38km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*400电缆路径长度约1.287km、其中ZC-YJV23-26/35-3*400电缆路径长度约15.078km；JL/G1A-240/30同塔双回双分裂导线架设架空路径长度约14.783km。第二回第二分支集电线路共汇集7台3350kW风电机组，风机之间采用电缆串接方式，其接入的风机是：F27、F26、F25、F24、F23、F22、F21，集电线路总长约30.587km，其中ZC-YJLHV23-26/35-3*95电缆路径长度约2.071km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*185电缆路径长度约2.262km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*400电缆路径长度约0.753km、其中YJV23-26/35-3*400电缆路径长度约10.718km；JL/G1A-240/30同塔双回双分裂导线架设架空路径长度约14.783km。

第三回第一分支集电线路共汇集7台3350kW风电机组，风机之间采用电缆串接方式，其接入的风机是：F20、F19、F18、F17、F16、F15、F14，集电线路总长约25.89km，其中ZC-YJLHV23-26/35-3*95电缆路径长度约0.685km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*185电缆路径长度约1.05km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*400电缆路径长度约1.064km、其中

YJV23-26/35-3*400电缆路径长度约8.308km；JL/G1A-240/30同塔双回双分裂导线架设架空路径长度约14.783km。第三回第二分支集电线路共汇集8台3350kW风电机组，风机之间采用电缆串接方式，其接入的风机是：F13、F12、F11、F10、F09、F08、F07、F06，集电线路总长约23.514km，其中ZC-YJLHV23-26/35-3*95电缆路径长度约2.244km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*185电缆路径长度约3.532km、其中ZC-YJLHV23-26/35-3*400电缆路径长度约1.849km、其中YJV23-26/35-3*400电缆路径长度约1.106km；JL/G1A-240/30同塔双回双分裂导线架设架空路径长度约14.783km。

第四回集电线路共汇集9台3350kW风电机组，风机采用电缆引上铁塔方式接入架空线路，其接入的风机是：F05、F04、F03、F02、F01、NW01、NW02、NW03、NW04，集电线路总长约16.225km，其中ZC-YJLHV23-26/35-3*95电缆路径长度约0.63km、其中ZC-YJV23-26/35-3*400电缆路径长度约0.153km；JL/G1A-240/30单回架设架空路径长度约15.442km。

其中第二回第一分支集电线路和第二回第二分支集电线路于同塔双回双分裂导线电缆终端塔N1处合并为一回集电线路接入升压站，第三回第一分支集电线路和第三回第二分支集电线路于同塔双回双分裂导线电缆终端塔N1处合并为一回集电线路接入升压站。

经统计，集电线路路径总长约96.113km。其中ZC-YJLHV23-26/35-3*95截面电缆8.307km，ZC-YJLHV23-26/35-3*185截面电缆12.796km，ZC-YJLHV23-26/35-3*400截面电缆9.423km，ZC-YJV23-26/35-3*400截面电缆35.362km，单回JL/G1A-240/30架空路径15.442km，同塔双回2*JL/G1A-240/30架空路径14.783km。集电线路路径见附图2-4。

表 2.1-7 集电线路长度及服务范围统计表

集电线路回路号	分组	连接风机台数	风机编号	YJLHV23-26/35-3*95 电缆 (km)	ZC-YJLHV23-26/35-3*185 电缆 (km)	ZC-YJLHV23-26/35-3*400 电缆 (km)	ZC-YJV23-26/35-3*400 电缆 (km)	架空线路 (km)	集电线路总长度 (km)
1UL	/	6	SW01~SW06	0.711	1.572	4.47			6.753
2UL	Z1	7	F28~F29 F31~F36	1.966	4.38	1.287	15.078	14.783	37.494
	Z2	7	F21~F27	2.071	2.262	0.753	10.718	14.783	30.587
3UL	Z1	7	F14~F20	0.685	1.05	1.064	8.308	14.783	25.89
	Z2	8	F06~F13	2.244	3.532	1.849	1.106	14.783	23.514
4UL		9	F01~F05 NW01~NW04	0.63		0.153		15.442	16.225
合计		44		8.307	12.796	9.423	35.362	30.225	96.113

注：合计中扣除线路重复计列部分。

2、直埋电缆

本项目集电线路总路径长度为96.113km，其中单回架空线路15.442km，双回架空线路14.783km，电缆路径65.888km，采用直埋方式分4回35kV线路汇流于220kV升压站内，根据

机位布置，本工程推荐选用电缆的典型结构为铜芯、三芯聚乙烯钢带铠装、电缆，扣除与道路及吊装平台重叠部分，电缆沟总长19.766km，采用直埋敷设方式。参照同类规模的风电项目，三根电缆同沟埋设沟槽底宽1.1m，沟槽深度一般地段确定为0.8m，开挖边坡1:0.25，跨越自然排水沟道时，电缆埋设于冲刷线以下，上部用大块石镇压，电缆穿越道路时，采取穿套管保护。沟槽开挖后沟顶宽度约1.4m，占地宽度按3.6m计算，详见表2.1-8。

表 2.1-8 集电线路工程特性表

项目名称	电缆沟长度(km)	沟底宽度(m)	沟槽深度(m)	边坡	沟顶宽度(m)	临时堆土宽度(m)	施工作业宽度(m)	占地总宽(m)	占地面积(m ²)	备注
电缆沟	19.766	1.1	0.8	1:0.25	1.4	1.2	1.0	3.6	71158	三根电缆
合计	19.766								71158	



图2.1-27 一期工程地埋电缆敷设情况（同类项目）

3、架空线路

（1）线路路径方案

第二回第一分支集电线路和第二回第二分支集电线路于同塔双回双分裂导线电缆终端塔N1处合并为一回集电线路接入升压站，第三回第一分支集电线路和第三回第二分支集电线路于同塔双回双分裂导线电缆终端塔N1处合并为一回集电线路接入升压站。

（2）铁塔型式及数量

本工程架空总长30.225km，其中单回15.442km、双回14.783km，杆塔总数为110基。为了适应不同的地形条件，减少土石方开挖量，减少水土流失，所有铁塔均采用全方位高低塔腿，塔身截面都是正方形。

①15mm冰区，单回，导线1×JL/G1A-240/30

直线塔：采用35DZ21、35DZ22、35DZ23、35DZK21单回路上字型直线塔；塔身断面均为正方形，导线呈三角型排列。

转角塔：采用35DJ21 ($0^{\circ}\sim 20^{\circ}$)、35DJ22 ($20^{\circ}\sim 40^{\circ}$)、35DJ23 ($40^{\circ}\sim 60^{\circ}$)、35DJ24 ($60^{\circ}\sim 90^{\circ}$)单回路上字型转角塔；塔身断面均为正方形，导线呈三角型排列。

②15mm冰区，双回，导线 $2\times \text{JL/G1A-240/30}$

直线塔：采用35SZ2251、35SZ2252、35SZ2253双回路鼓型直线塔；塔身断面均为正方形，导线呈垂直排列。

转角塔：采用35SJ2251 ($0^{\circ}\sim 20^{\circ}$)、35SJ2252 ($20^{\circ}\sim 40^{\circ}$)、35SJ2253 ($40^{\circ}\sim 60^{\circ}$)、35SJ2254 ($60^{\circ}\sim 90^{\circ}$)、双回路鼓型转角塔；塔身断面均为正方形，导线呈垂直排列。35SJ2254兼($0^{\circ}\sim 90^{\circ}$)终端塔。塔身断面均为正方形，导线呈垂直排列。

本设计阶段集电线路路径为暂定，相应塔型为暂定，最终塔型根据施工图进行调整。



图2.1-28一期工程集电线路中架空线路建设情况（同类项目）



图2.1-29一期工程集电线路中架空线路建设情况（同类项目）

（3）基础型式

结合本工程地形、地质及水文气象条件，推荐以下基础型式：

①人工挖孔基础（WKZ型、WKJ型）

针对位于陡坡地形及狭窄的山脊的塔位，在塔腿最大使用级差不能满足要求的特殊情况下，规划WKZ型、WKJ型人工挖孔基础，利用其可露出地面高度较大的特点来满足塔位

地形的要求。**WKZ**型用于直线塔基础；**WKJ**型用于转角塔、终端塔基础。

②板式斜柱基础（**XZ**型、**XJ**型）

此类型基础立柱采用斜柱，立柱及底板均配置钢筋。**XZ**型用于直线塔基础；**XJ**型用于转角塔、终端塔基础。

③板式直柱基础（**BZ**型、**BJ**型）

此类型基础立柱采用直柱，立柱及底板均配置钢筋。**BZ**型用于直线塔基础；**BJ**型用于转角塔、终端塔基础。

以上基础均为现场浇制，能满足本工程的使用要求。铁塔与基础采用地脚螺连接。

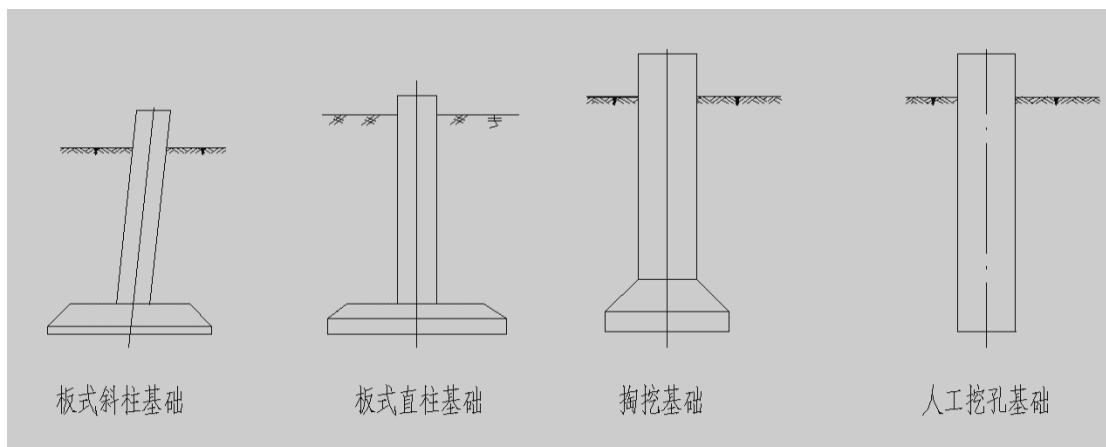


图2.1-30本项目塔基基础图

（4）塔基占地

集电线路送往升压站时，采用铁塔架设，在现阶段主体设计暂未确定铁塔型式，根据主体设计资料，现阶段本工程铁塔数量暂定为110基，主体设计确定铁塔永久占地为4510m²，平均每基铁塔41m²，占地面积基本合理。

（5）临时设施

集电线路中架空线路部分施工设施主要包含在每个塔基征地外侧布置施工临时用地、布设牵张场和跨越场、交通不便地段设置人抬道路等。

①塔基施工临时占地

塔基施工时，将在塔基施工区域周边形成部分扰动面积，主要用于施工期间放置器材、材料及堆放临时土石方等，由于本工程架空线路为35kV，塔型较小，塔材较少，根据同类工程经验，每处塔基施工临时占地按50m²计列，塔基施工临时占地面积约0.55hm²。

②跨越施工临时占地

跨越10kV及以下电力线路及通讯线路、通车道路时设置简易跨越场，根据现场情况初步估计共设置10处，每处占地约50m²，占地0.05hm²。

③牵张场

山区输变电路主要利用山地有利地势立塔牵张放线，根据工程经验，牵张场可利用吊装平台或场内道路，不需新增临时占地。

④人抬道路

塔基施工尽量利用区域已有道路和风电场新建道路，少量交通条件较差，汽车运输不能抵达的塔位考虑修建人抬道路，采用人力运输或马驮等方式进行材料运输，人抬道路考虑宽0.8m，平均每基铁塔设置45m，共需设置人抬道路约4.95km，人抬道路宽度为0.8m，占地面积0.40hm²。人抬道路仅进行地表荆棘藤蔓灌木的清理和局部较陡处少量梯坎的开设，不进行整个路面的开挖回填，几乎不涉及土石挖填方量。

⑤材料临时堆放场

材料临时堆放场利用吊装平台或场内道路，不需新增临时占地。

5、本项目集电线路工程特性详见表2.1-10所示。

表 2.1-10 集电线路工程特性表

线路名称			广元昭化白果二期风电项目		
起讫点			风力发电机组箱式变电站至220kV升压站35kV配电装置室内开关柜		
电压等级			220千伏		
电缆 线路	长度（km）		65.888	备注	
	扰动面积（hm ² ）		7.12	部分位于风机平台及道路工程内，相应的面积及土石方量计入风机平台与道路工程，不重复计列	
	土石方量（万m ³ ）		挖1.97/填1.97		
架空线路长度			单回架空线路15.442km，双回架空线路14.783km		
杆塔 用量	冰区划分	回路数	单回	双回	小计
	10mm冰区	单回/双回	59	51	110
沿线海拔高度			750～1140m		
铁塔型式			角钢塔		
铁塔征地面积（hm ² ）			0.45		
塔基临时用地面积（hm ² ）			1.00		
基础型式			人工挖孔基础（WKZ型、WKJ型）、板式斜柱基础（XZ型、XJ型）、板式直柱基础（BZ型、BJ型）		
土石方工程 量	挖方（万m ³ ）		1.10		
	填方（万m ³ ）		1.10		
房屋拆迁占地面积			无		

2.1.5.4 道路工程

1、场内运输方案

G75兰海高速和G212国道从昭化区内通过，场外交通较为便利。风电场区域内需新建和扩建施工检修道路，以满足风电场施工及运行需求。道路按“永临结合”方式设置，施工期间作为材料、设备的运输道路，施工结束后留作检修道路，及当地农村连接道路使用。

西区风电场可通过全国高速公路网干线京昆高速G5，由广元昭化收费站下G5高速公路

进入沿省道、乡道到达红岩镇，再经广永路利用一期项目已扩建的进场道路到达白果镇附近的本项目西区对外交通起点。东区风电场可通过全国高速公路网干线京昆高速G5到达G75兰海高速，从G75兰海高速卫子镇收费站下高速经G212到达金花村，再沿金潼路以及附近乡道到达本项目东区对外交通起点。除局部路段需进行改扩建和协调工作之外，本项目进场道路交通条件相对较好。

根据场内总体布置需新修道路32.2km。风电场内有部分机耕道，从场内现状道路条件看路基路面条件良好，除局部困难地段需改造外，现有道路运输条件基本良好，场内道路可以直接在机耕道基础上进行改建，初步统计本工程改建道路2.5km，公路等级为四级，泥结石路面，路基宽5.5m，路面宽4.5m。

场内新建道路用地按平均11.4m宽考虑，其中含道路挖填区域平均8.0m，另考虑边坡扰动区域平均3.4m，总用地面积36.71hm²。

改建场内道路用地只计列增加宽度，按平均4.05m宽考虑，其中道路路面部分平均3m，边坡侧平均1.05m，改建道路总用地面积1.01hm²。

表 2.1-11 道路工程设置一览表

序号	项目名称	长度 (km)	路面宽度 (m)	路基宽度 (m)	平均占地宽度 (m)	占地面积 (hm ²)	备注
1	改扩建道路	2.5	4.5	5.5	4.05	1.01	单侧加宽、泥结碎石路面
2	新建道路	32.2	4.5	5.5	11.40	36.71	泥结碎石路面
3	合计	34.7				28.25	

2、技术标准

场内新修道路参考《厂矿道路设计规范》中的山岭重丘四级厂外道路设计规范，以满足风机设备及变电站大件运输、施工及日常运行为依据。

公路等级：山岭重丘四级（参照）

设计速度：10 km/h~15 km/h

路基宽度：5.5（加宽0~4m）

路面结构型式：22cm厚泥结碎石

圆曲线最小半径：30.0 m（回头曲线半径25.0m）

最大纵坡：14%

3、路基路面工程

（1）新建道路

横断面：新修道路路基宽度为5.0m，路面宽度4.5m，两侧路肩宽0.25m。道路路面横坡为1.5%。

路基开挖填筑：新建道路总长32.2km，以挖方路基为主，总长21.90km，占总长度的68%，半挖半填型路基长度4.51km，占总长度的14%，填方路基长度5.80km，占总长度的18%。

路面结构：本工程道路均设计采用泥结碎石路面，用装载机或推土机拓宽平整并用压路机碾压密实，填方路基基层和垫层采用手摆块石，再铺筑碎石层。

（2）改建道路

拟改造的道路路面宽度现状约2.5m，路基宽在3.5m~4.5m之间，路基排水设施较完善，改建道路主要是针对宽度和路面荷载不满足要求的道路的局部路段加宽，如转弯处，错车处等，或对坑凹不平路段进行平整和改造，以满足工程建设过程中型车辆的通行要求，改建长度2.5km。

路基加宽采用单侧加宽方式，挖方边坡根据地质状况确定为1:0.75~1:1.0之间，填方边坡1:1.5。路基挖方段长1.4km，填方段长1.1km，最大挖方高度2.5m，平均挖深0.7m，最大填方高度3.5m，平均填高0.8m。整治道路对坑凹路段进行平整，土石方量较小，一般将挖方用于填方，不存在弃土。



图2.1-31一期工程改建道路情况（同类项目）



图2.1-32一期工程新建道路情况（同类项目）

4、路基边坡防护

本次道路基本无高填路堤和深挖地段，故边坡不分级。路堤边坡率小于1:1.5；挖方边

坡一般采用土质边坡，按临时边坡考虑，边坡率1: 0.75~1:1.0。

路堤和路堑设置挡土墙处不放坡。初步估计共形成边坡坡面面积55353m²，其中，挖方边坡面积32200m²，填方边坡面积20930m²，采用C15毛石混凝土挡墙+植草护坡进行防护，道路开挖过程中，若为挖方石质边坡，按设计坡比1: 1.75进行修建；土质边坡施工按齿状开挖，含水率较大的道路主体设计考虑在坡脚设C15毛石混凝土挡墙，共计8890m³。方案考虑对填方边坡(坡率小于1:1.5)直接采取覆土撒播灌草籽护坡进行防护，局部采用土袋拦挡。



图2.1-33一期工程道路边坡浆砌石挡墙防护（同类项目）



图2.1-34一期工程道路边坡浆砌石挡墙防护（同类项目）



图2.1-35一期工程道路边坡绿化（同类项目）



图2.1-36一期工程道路边坡绿化（同类项目）

5、路基防护及截排水设计

新建道路地面横坡较陡或控制用地不能放坡地段需设挡土墙收坡。挖方挡墙高度不超过4.0m，填方挡墙高度视路段填方高度而定。挡土墙墙形结合地形、地基承载力等因素选取。对于填方地段挡土墙截面形式采用俯斜式路肩墙，挖方地段挡土墙截面形式采用仰斜式路肩墙。因本项目目前为可研设计阶段，主体尚未进行详细设计，浆砌石挡土墙工程量、布设位置及相应图纸均需要进一步完善。

项目区植被较好，地形相对较缓，新建道路挖方侧主体设置排水沟约26900m，排除开挖坡面及路面雨水，在部分汇水面较大、易形成冲刷区域于道路上坡面设置截水沟约3000m，截排水沟总长度29900m。根据《公路排水设计规范》（JTJ018-97），路基排水沟按10年一遇1h暴雨设计标准，主体设计排水沟初步考虑采用400×500mm（深）的土质排水沟，排水坡度不小于2%。道路与沟道交叉处埋设波纹涵管，汇集上坡侧来水和排水沟集水排入下侧天然沟道。在主体设计中，对道路跨越小型沟道处设置钢筋混凝土管涵，管径为1000mm，共设管涵825m。路面排水采用分散排水方式。路面横坡度2%，路肩横坡度3%。



图 2.1-37 一期工程道路土质排水沟（同类项目）

表 2.1-12 道路工程基本经济技术特性表

序号	项目	单位	施工期内道路	运行期内道路
1	路线长度	km	32.2（新建）+2.5（改扩建）	32.2+2.5
2	路基宽度	m	5.5	4.5
3	挖方	土方 万 m ³	12.01	\
		石方 万 m ³	28.02	\
4	填方	万 m ³	34.10	\
5	弃方	万 m ³	5.93	\
6	C15 毛石混凝土挡土墙	m ³	8890	\
7	1×1.00m 钢筋砼圆管涵	m/道	825/55	\
8	排水沟	km	29.9	
9	占地面积	hm ²	37.72	15.12

2.2 施工组织

2.2.1 施工布置

2.2.1.1 施工条件

（1）自然条件

工程区地质构造简单，历史地震活动较少，场址区域内主要为林地，风电场地貌为构造侵蚀剥蚀桌状低山缓坡宽谷地形，组成地层为近水平产状的砂泥岩互层，该地层结构组成的山脊和斜坡稳定性很好，适宜风电场建设。

工程所在的昭化区属于亚热带湿润季风气候区，气候特征为降水充足、气候温和。境内盛行为北风、西北风。昭化区境内冬无严寒，夏无酷暑，自然条件优越，适宜进行大型工程建设。

（2）施工交通

G75兰海高速及G212国道在风电场的东侧，场址区域有县道过境，大件设备可通过以上道路直达场区。风电场场内道路直接从县道上一期已建道路及乡村道路进行引接，引接位置在风电场范围内，场区内有部分乡村道路，局部乡村道路经过拓宽整修以后，能够满足大件运输要求。本工程需新建道路长约32.2km，改建道路长约2.5km。

（3）主要建筑材料

本项目主要建筑材料包括钢材（型钢、钢筋）、水泥、木材、砖等。因以上材料所需量较大，从风电场周边的主要城市及县城多处采购。经过初步调查，这些材料均可以从昭化区及广元市采购，运输距离约25km。另外，一般机械维修设施设在现场，必要的部件加工及机械维修可去城区的专业厂家。

本项目施工所需的砂石料从广元市及昭化区等合法砂石料场采购，开采过程中的水土

流失责任由相应的料场承担。

(4) 施工用水

施工生产生活用水由当地水源点取水，采用水车运水，施工临建场地设蓄水池一座，容量 150m^3 。各个风电机组机位附近设置临时水箱，由供水车从邻近水源或蓄水池取水后送至各机位的临时水箱。

(5) 施工用电

风电场施工用电负荷初步估算约为 177kW ，选取1台 400kVA 台式变压器，电压等级为 $10\text{kV}/0.4\text{kV}$ ，将其降压至 $380/220\text{V}$ 电压等级后送至各用电处的闸箱，满足施工生活用电的需求。

施工区设置施工用电总配电柜一台，考虑施工用电 10kV 线路约 5km 。各机位的施工电源可以通过施工承包方自备的小型柴油发电机解决。从同类风电场项目在施工电源线路搭建的经验看，均采用的水泥杆架设，约 50m 一根。单根水泥杆在基础开挖、安装过程中，扰动造成水土流失的侵蚀强度达到轻度以上的占地约 0.5m^2 ，且水泥杆施工时间很短，几天内建设完毕。综合考虑，本工程不单独计列施工电源线路占地，按水土保持要求做好水土流失预防即可。

(6) 施工通讯

风电场施工现场的对外通信，拟采用由昭化区电信通信网络上提供通信线路的方式，其内部通信则采用无线电通信方式解决。各风电机组施工现场的对外通信，拟采用无线电对讲机的通信方式。

2.2.1.2 施工生产生活设施布置

由于风电场的机组分散布置，机组点多，运输距离较远，场地呈直线分布，单线作业工期较长，因此，本工程施工总布置依据道路先行、配套工程跟进、合理顺序、功能分区的原则，对本风电场的施工总布置方案进行规划。

根据机组分布情况、道路施工需要、场地地形条件，主体工程规划设置2个施工生产生活设施，东西区各布设1个。主要为发电机组组建及施工机械的堆放和使用、叶片转运场等，参考同类工程施工临建布设情况，本项目共需占用土地面积 1.50hm^2 ，其中临时建筑物面积 3200m^2 。

1#施工生产生活设施位于升压站附近，2#施工生产生活设施位于风电场进场道路F11号风机附近，临建场地内设置混凝土搅拌站，混凝土搅拌站生产能力不低于 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。生产用办公室，生活用临时住房等临建设施也集中布置于生产设施附近，形成集中的施工生活

管理区,叶片转运场位于2#施工生产生活设施西侧。施工临建场地的总平面布置图见图2.2-1。

表 2.2-1 施工生产生活设施设置情况表

序号	编号	位置	临时建(构)筑面积 (m ²)	占地面积 (hm ²)	备注
1	1#施工生产生活设施	升压站附近	1600	0.50	位于升压站北侧
2	2#施工生产生活设施	F10机位与F11机位之间	1600	1.00	包含叶片转运场 0.50hm ²
	合计		3200	1.50	



图2.2-1 一期工程施工临建现场布设情况（同类项目）

2.2.1.3 施工便道布置

项目区内地形条件复杂,主线、支线道路施工直接开挖成路,最后扩挖成运输、检修道路。经现场调查,施工临建及弃渣场紧邻主线道路,不需修建施工便道。

2.2.1.4 弃渣场布置

1、弃渣来源及弃渣量

主体工程施工将产生弃渣,弃渣主要来源于其中的风机机组平台、升压站等的场地平整及施工道路的修筑,根据主体可研报告的初步估算,工程将产生弃渣(自然方)10.67万m³,折合松方13.87万m³。

2、弃渣场规划

风电机组及箱变工程弃渣主要来源于吊装场地的平整开挖,集中分布于沿山脊缓坡布置的机位。升压站的弃渣主要来源于站内场地平整及建(构)筑物基础的开挖。

根据工程弃渣数量及来源,主体设计选择了6个弃渣场,均为坡地型渣场。6个弃渣场渣场总容量约17.30万m³,总占地面积约4.37hm²;单个弃渣场堆渣量在0.30~5.50万m³之间,平均堆高2.47~5.73m。根据《水利水电工程水土保持技术规范》(SL575-2012)中“3.1 水土保持工程级别划分”的相应规定,本方案弃渣场工程等级为5级,渣场拦渣及排洪工程建筑物级别为5级。在可研阶段,主体并未对其展开详细设计。

3、弃渣场概况

根据工程弃渣数量及来源，主体设计选择了6个弃渣场，均为坡地型弃渣场。为便于运输，渣场选择在场内道路沿线，路基下侧。渣场占地均为坡面或洼地，占地类型主要为林地，不涉及河道，无行洪安全隐患，且汇水面积较小；附近无居民点、工业企业等设施，不影响人民群众生命财产安全；区域无滑坡、泥石流等不良地质现象，符合弃渣场选址要求。

4、弃渣堆放

渣场占地类型主要为林地（灌木林地），在堆放弃渣前需要对场地进行剥离表土。

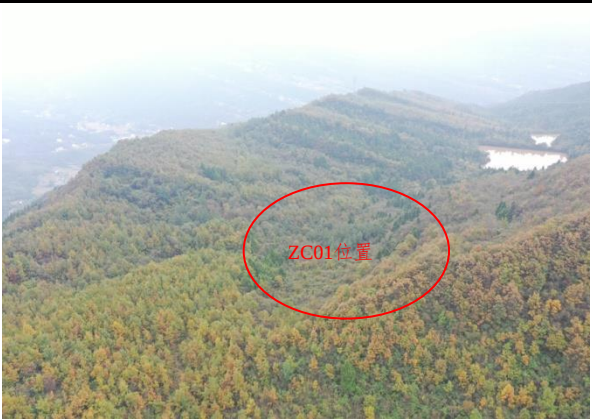
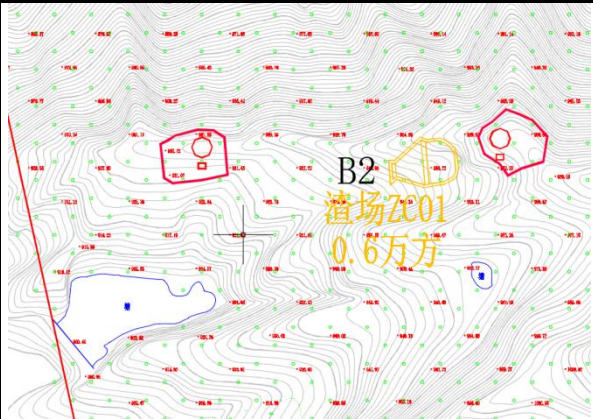
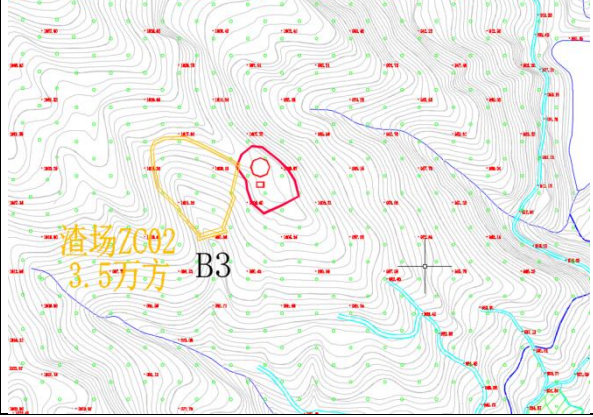
弃渣采用自卸汽车运输，弃渣分层回填，渣顶及坡面用推土机推平碾压，渣顶横向坡度不大于2%，堆渣坡面按1:1.75放坡，弃渣坡面稳定。弃渣采用自卸汽车运输，平均运距在2km之间，最大运距不超过4km，弃渣分层回填，堆置完成后，弃渣顶面及坡面用推土机推平碾压，弃渣顶面横向坡度不小于2%，弃渣场表面纵向边坡坡面为1.75。

2项目概况

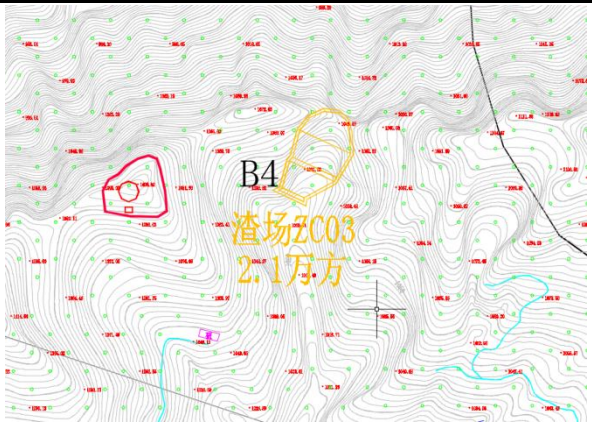
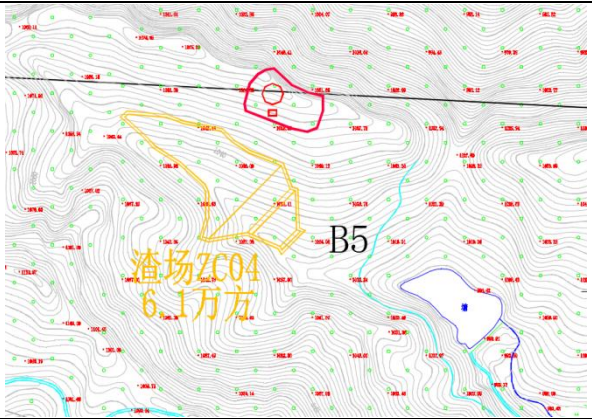
表 2.2-2 弃渣场特性表

渣场	渣场位置	弃渣来源	渣场容量 (万 m ³)	弃渣量 (万 m ³)		占地面 积(hm ²)	占地 类型	堆渣 高程	最大堆高 (m)	平均堆 高 (m)	弃渣平均 运距 (km)	汇水 面积 (hm ²)	类型	中心点坐标	渣场 级别	外环境概况
				自然方	松方											
ZC01 渣场	F02#风机西 南侧 50m	F01-F05 风机 平台、场内道 路	0.60	0.23	0.30	0.31	林地	945-957	12	2.47	1.00	1.07	坡地型	E105°51'57.33", N32°14'11.02"	5 级	渣场地质条件较好, 周边未发现危害渣场安全的不良地质现象; 渣场下方 200m 范围内无居民点, 下方 250m 处有一小水塘
ZC02 渣场	F09#风机西 侧 25m	F06-F13 风机 平台、场内道 路	3.50	1.85	2.40	0.84	林地	994-1012	18	4.36	3.00	2.10	坡地型	E105°54'38.40", N32°13'26.67"	5 级	渣场地质条件较好, 周边未发现危害渣场安全的不良地质现象; 渣场下方 200m 范围内无居民点, 东侧 450m 处有一小水塘
ZC03 渣场	F24#风机东 侧 200m	F14-F19 风机 平台、场内道 路	2.10	1.15	1.50	0.56	林地	1027-1046	19	4.18	3.40	0.90	坡地型	E105°58'36.97", N32°13'17.42"	5 级	渣场地质条件较好, 周边未发现危害渣场安全的不良地质现象; 渣场下方 200m 范围内无居民居住
ZC04 渣场	F27#风机南 侧 100m	F20-F28 风机 平台、场内道 路	6.10	4.23	5.50	1.30	林地	1027-1045	18	5.73	3.50	1.56	坡地型	E105°59'15.89", N32°13'06.70"	5 级	渣场地质条件较好, 周边未发现危害渣场安全的不良地质现象; 渣场下方 200m 范围内无居民点, 下方 150m 处有一小水塘
ZC05 渣场	F33#风机东 侧 150m	F29-F33 风机 平台、场内道 路	3.30	2.13	2.77	0.74	林地	1060-1078	18	5.24	2.00	1.41	坡地型	E106°01'03.13", N32°13'03.24"	5 级	渣场地质条件较好, 周边未发现危害渣场安全的不良地质现象; 渣场下方 200m 范围内无居民点, 下方 400m 处有一小水塘
ZC06 渣场	F35#风机南 侧 50m	F34-F36 风机 平台、场内道 路	1.70	1.08	1.40	0.62	林地	1054-1072	18	3.76	0.90	0.93	坡地型	E106°01'31.65", N32°12'58.96"	5 级	渣场地质条件较好, 周边未发现危害渣场安全的不良地质现象; 渣场下方 200m 范围内无居民点
合计			17.30	10.67	13.87	4.37										

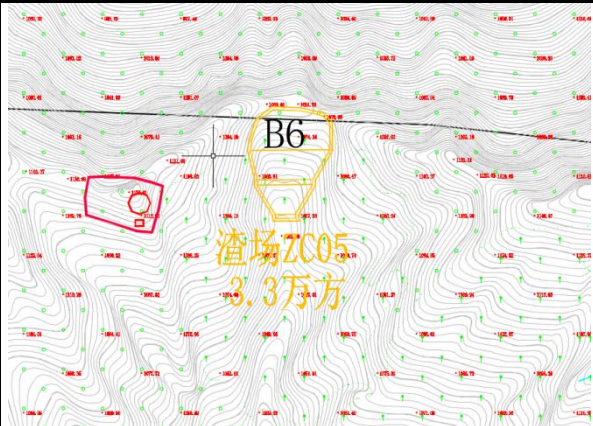
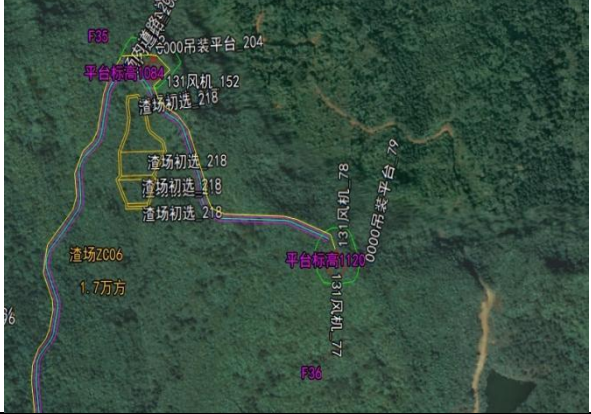
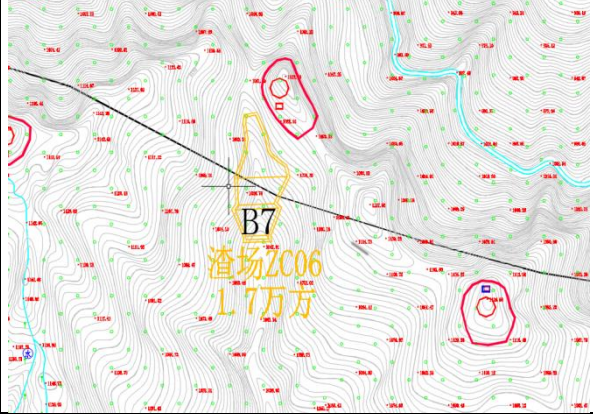
表 2.2-3 弃渣场外环境一览表

渣场编号	原地貌照片	影像图	地形图
ZC01			
ZC02			

2项目概况

渣场编号	原地貌照片	影像图	地形图
ZC03			
ZC04			

2项目概况

渣场编号	原地貌照片	影像图	地形图
ZC05			
ZC06			

2.2.1.5 表土临时堆放场布置

本项目占地范围内有可进行表土剥离的区域，各区域剥离的表土根据各个分项工程的施工扰动形式及运输距离，集中临时堆放在各分项工程占地区内，不新增临时占地。各分项工程表土具体堆存方式如下：

（1）风机及吊装平台工程

根据现场踏勘及主体资料分析，风机及吊装平台工程有条件进行表土剥离，可剥离表土面积 12.90hm^2 ，剥离厚度为 20cm ，共剥离表土 2.58万m^3 ，由于吊装场地分散独立分布，结合工程实际，并减少施工占地，单个吊装平台剥离的表土堆放在本区不受力的边坡，用作吊装平台后期绿化覆土，不新增临时占地，本方案对施工工艺及施工时序提出相关要求。

（2）扩建升压站工程

根据现场踏勘及主体资料分析，可剥离表土面积 0.20hm^2 ，剥离厚度为 20cm ，共剥离表土 0.04万m^3 ，结合工程实际，并减少施工占地，剥离的表土堆放在升压站扩建占地范围内一角，不新增临时占地。

（3）集电线路工程

根据现场踏勘及主体资料分析，集电线路工程对架空线路的塔基永久占地进行表土剥离，可剥离表土面积 0.36hm^2 ，剥离厚度为 20cm ，共剥离表土 0.07万m^3 ，塔基部分剥离的表土可堆放在塔基施工临时占地范围内。为减少对地表的扰动，直埋电缆部分不做单独的表土剥离，在施工过程中，开挖的表土与一般土石方分层堆放在电缆沟两侧临时占地范围内，不新增临时占地。

（4）道路工程

根据现场踏勘及主体资料分析，道路工程可剥离表土面积 22.28hm^2 ，剥离厚度为 20cm ，共剥离表土 4.46万m^3 。根据同类项目工程经验，结合道路工程施工工艺及时序，道路施工采用先挖毛路后扩挖，道路剥离的表土分段分散堆存于道路一侧较宽阔区域，不影响道路工程的施工和运输，且每处不宜超过 200m^2 ，道路成型后立即回覆表土，即施工一段覆土一段，后施工的路段可将剥离的表土堆放于前一段已修道路。

（5）施工生产生活设施

根据现场踏勘及主体资料分析，施工生产生活设施占地范围有条件进行表土剥离，可剥离表土面积 1.50hm^2 ，剥离厚度为 20cm ，剥离的表土将用于后期本区域表土回覆使用，共剥离表土 0.30万m^3 ，剥离的表土就近堆放在施工生产生活设施占地一角。

（6）弃渣场

根据现场踏勘及主体资料分析，弃渣场占地范围有条件进行表土剥离，可剥离表土面积 4.37hm^2 ，剥离厚度为 15cm ，剥离的表土将用于后期本区域表土回覆使用，共剥离表土 0.66万m^3 ，剥离表土就近堆放在各渣场一角，不新增临时占地。

经上述分析，本工程表土剥离区域主要位于风电机组及箱变、吊装场地、扩建升压站工程、道路工程、施工生产生活设施及弃渣场，剥离厚度在 $0.10\sim 0.20\text{m}$ 之间，剥离面积 41.61hm^2 ，剥离量为 8.11万m^3 ，剥离的表土用于后期植被恢复及景观绿化覆土，详见表2.2-4。

表2.2-4本项目表土剥离与堆放一览表

表土剥离				表土临时堆放		
剥离区域	剥离面积(hm^2)	平均剥离厚度(m)	剥离土方量(m^3)	最大堆高(m)	堆放面积(hm^2)	堆放场地
风电机组及箱变	1.30	0.20	0.26			各吊装场地一角
吊装场地	11.60	0.20	2.32	3.0	1.00	各吊装场地一角
扩建升压站工程	0.20	0.20	0.04	2.0	0.02	升压站内空地
架空线路	0.36	0.20	0.07	1.5	0.05	各塔基临时占地
道路工程	22.28	0.20	4.46	3.0	1.52	道路一侧较宽阔区域
施工生产生活设施	1.50	0.20	0.30	2.5	0.12	各场内一角
弃渣场	4.37	0.15	0.66	3.0	0.23	各渣场一角
合计/均值	41.61		8.11			

2.2.2 施工工艺与方法

2.2.2.1 风机及吊装平台工程

风电机组、箱变工程、吊装平台施工内容包括场地平整、基础土石方开挖与填筑、混凝土浇筑、土石方回填、风电机组安装等，采用机械为主、人工为辅的施工方法进行施工。

(1) 场地平整

场平施工程序为现场勘界→清扫地面障碍物（树木等）→标定整平范围→设置基准点→设方格网→测量标高→土石方调配→剥离表土→挖土和填土→场地碾压整平。

土石方开挖采用液压反铲挖掘机施工，推土机配合收集土石方，土石方经场地平整综合利用后，多余的土石方采用液压挖掘机装自卸汽车运至道路工程用于路基及回头弯处填方使用。

(2) 风机、箱变基础施工

风机基础施工程序：基坑放线→开挖标高控制→土方开挖→放垫层外边线→清槽→支模→垫层浇筑→放线及验收→锚定螺栓安装、验收→基础钢筋制作、绑扎及验收→基础底板、上部范围内模板支设及加固→基础浇筑混凝土→模板环拆除→混凝土养护→拆模→混凝土工程隐蔽验收→基坑回填→基础交安。

箱变基础施工程序：测量放线→基础土方开挖→接地→垫层施工→基础钢筋绑扎→混凝土浇筑→压顶。

1) 基础土石开挖

基础开挖过程中，首先采用反铲挖掘机配合装载机开挖，沿坑槽周边堆放（预留施工通道），部分土石方装自卸汽车运输用于整理场地，人工修整开挖边坡，渣料采用自卸汽车运至回填及场平地点。如遇石方开挖，采用小药量爆破，自上而下逐层开挖。开挖完工后，应清理干净，进行基槽验收，人工修整基坑边坡。

2) 基础混凝土浇筑

清理基坑，蛙夯机夯实后，先浇筑混凝土垫层，待混凝土凝固后，再进行钢筋绑扎，然后立模浇筑钢筋混凝土基础。所有混凝土均采用混凝土搅拌站集中拌制，混凝土搅拌运输车运输，采用溜槽入仓，插入式振捣器振捣密室。

3) 土石方回填

土方回填应在混凝土浇筑后进行。回填时应分层回填，电动打夯机分层进行夯实，并预留沉降量，剩余土石方就近平整场地，保持基础略高于四周，分散排水，避免内涝。

(3) 风机机组安装

风电机组采用分部件吊装的形式，单机按塔筒吊装→风轮（轮毂及叶片）组装→机舱吊装→风轮吊装→高空组装作业的顺序安装。

根据设计，本工程最重设备为主变压器，其运输重量约为 131t，外形尺寸为 9.5×3.5×4m；风机部分的塔筒（下段）重量约为 49.5t；大件设备最长为风电机组叶片，其长度约为 60m。机舱重约 42.5t，发电机重约 89t，每件叶片重约 19.5t，轮毂重 28.6t；圆筒塔架分段运输至现场，采用法兰盘组装，并将电源控制柜、塔筒内需布设的电缆及结构配件全部在塔筒内安装好后，再进行吊装。拟采用 1200t 汽车吊（主）、200t 汽车吊（辅）配套的吊装设备进行吊装。

1) 塔架吊装：塔架可按以下两种方式吊装，一种是先使用200t吊车将下段吊装就位，待吊装机舱和风轮前，再吊剩余的中、上段，这样可减少1200t吊车的使用时间；另一种方式是，使用200t吊车和1200t吊车配合，一次将塔架各段全部吊装完成。

2) 风轮组装：在地面上适当位置将三个叶片与风轮轮毂连接好，并调好叶片安装角，等待吊装；

3) 机舱吊装：风电机组机舱随机配有装卸工具，装卸工具由前连接和后连接组成。吊装时，取出装卸工具，按相应要求连接好前、后连接，即可进行吊装；将机舱吊装于塔架顶法兰上。吊装机舱时，应保持机舱底部的偏航轴承下平面处于水平位置；

4) 风轮吊装：用两台吊车“抬吊”，并由主吊车吊住往上扬的两个叶片的叶根，完成空中90度翻身调向，撤开辅吊车后与已安装好在塔架顶上的机舱风轮轴对接。对接完成后，切记锁紧机舱内的风轮轴并调紧刹车。

5) 高空组装作业：每部件吊装就位后，即进行其连接工作。由于现场风速较大并且连接作业面高，应考虑切实可行的高空作业安全保障措施和保障程序。

(4) 箱变安装

其安装要求和方法参照相关安装规范以及生产厂家提供的相关安装技术要求和方法。

2.2.2.2 升压站

升压站施工分为土建和安装工程，土建工程主要是基坑开挖和建筑施工。

(1) 土建工程施工工序：建构筑物基础（SVG、配电室、户外设备等）——建构筑物上部结构及构支架——电缆通道——道路面层及站区零星土建收尾。

1) 建构筑物施工

升压站主要建筑物为现浇混凝土框架结构。施工流程为：施工准备基础开挖→基础混凝土浇筑→混凝土框架浇筑→底板及顶板混凝土浇筑→砖墙垒起→电气设备入室安装→室内外装修及给排水系统施工。

混凝土浇筑按设计要求进行。建构筑物具体施工方法遵照相关房建施工技术规范执行。

3) 建构筑物基础

根据平面图由控制网坐标点引出各基础中心线或纵横轴线，打上轴线桩，在纵横轴线上拉线，根据基础外形尺寸撒上灰线。按灰线分层进行基坑土方开挖。基坑开挖采用人工开挖。建构筑物基础开挖时先用机械开挖到基础底标30cm左右，余土人工清挖，防止出现超挖现象。基坑回填须待各构筑物结构施工完且验收合格后方可进行，避免重复开挖。

4) 站区电缆沟

沟槽土方采用人工开挖。回填土夯填采用人工夯填。混凝土面高程按排水管底高程进行控制，用钢木棒子拍实，表面抹平。

施工时，应同时做好各种管沟、预埋管道的施工及管线敷设安装，尤其是地下高低压电缆、管沟等隐蔽工程，以满足各种管线的排布及通行。

根据实际情况，在施工现场先进行站区排水系统的施工，设置排水明沟，利用永久排水系统作为施工生产、生活排水的主干道，确保施工时场地无积水。

(2) 安装工程

变压器到现场后安装在小车上，可采用卷扬机牵引法进行安装。在设备移动前应有牵

引用的牵引环两个，每个牵引环的锚固力不小于10t，位置与钢轨方向基本一致，方向与设备牵引方向一致。设置牵引点两个，以便控制行走方向，采用一套六轮滑车组和一台5t的卷扬机，地锚采用不少于5t级地锚，行走速度由滑车组轮数来控制。

电气安装工程同一工种可以采取平行流水作业及交叉作业相结合的方法组织施工，小工序之间则互相交错而成流水作业。按施工工序计划安排人员、机具、材料进场。安装工作在建构筑物施工完成后进行。

2.2.2.3 集电线路

(1) 集电线路为架空线路，仅有箱变接入架空线路部分少量地埋。

1) 架空线路施工

主要为基础开挖、铁塔组立、架线等。

基础开挖：土方开挖以人工开挖为主，石方开挖为手提式凿岩开挖，其次采用人工开挖。

杆塔组立：杆塔组立采用铁抱杆进行分体组立，要合理选择砣杆吊装点，并在该处垫以空麻袋等纺织物，使钢丝绳不直接与砣杆接触，立杆后及紧线前各进行一次全面的紧固件及拉线检查，确保紧固件及拉线符合要求；

架线施工：导、地线全部采用防扭钢丝绳牵引，采用人工展放、线。

2) 地埋线路

施工工艺流程：准备工作→电缆沟开挖→铺砂→电缆敷设→隐蔽验收→覆砂盖砖→回填→埋设标桩。

根据设计要求放好开挖灰线，再使用0.2-0.5m³反铲挖掘机配合人工进行电缆沟开挖，机械开挖施工作业带设一侧，宽度控制在2.0m内，纵向作业。开挖土石方随机械行进路径堆放在同侧，以减少占地。电缆沟开挖成型后，清除沟槽底部遇到的树根、块石等杂物，沟底平整，再依次铺设软土或沙层、电缆（含通信线）穿入塑料管、铺设软土或沙层、碎石土回填夯实。

2.2.2.4 道路工程

道路工程施工总体按“施工测量→地表清理（含剥离）→机械开挖→汽车运输→机械碾压”的施工流程进行。交通道路工程施工以机械施工为主，适当辅以人工施工，在路基压实中注意控制路基填土最佳含水量，确保路基压实度符合规范要求。路面工程滞后于路基施工。根据本工程路基施工特点，共分为路基土石方、路基填筑、路面、路基防护及排水等。根据施工进度关系，可分为毛路开挖、道路扩挖。

（1）路基土石方工程

路基挖方施工顺序：清理表土、树根→机械分层开挖土方至设计标高→至上而下整修边坡和分级边坡防护至设计标高→开挖边沟和砌筑→整修路槽、机械压实。

首先，由人工配合机械设备砍树木、挖树根，剥离表土，原地面横坡陡于 1:5 的填方地段，由机械挖台阶，并将原地面翻挖压密实，对于存在不良土质的原地面层；然后，及时施工下挡墙、护脚墙，为路基填土做准备。挖方地段要按设计要求，尽可能齿状开挖，利于排水，以防止雨水损坏土质边坡。

土方开挖采用挖掘机或推土机配合挖掘机开挖，人工配合挖掘机修整边坡。当土方开挖接近路基标高时，鉴别校对土质，然后按基床设计断面测量放样，开挖修整或按设计采取压实、换填等措施。对于高边坡地段，开挖要与防护紧密地结合起来，开挖一台，防护一台，地质特别破碎地段，必须采用跳槽开挖、分块防护的方法施工，以确保边坡稳定。

本工程石方单块强度高，但节理、裂隙十分发育。软石采用大马力推土机（D9N 推土机，功率 288kW）松动，其施工方法及工艺与土方基本相同。对于机械无法松动的坚石，采用小型控制爆破的方法开挖。对于次坚石、坚石，采用浅孔微差爆破、大型推土机推运土石、人工配合整修边坡的方法施工，严禁大中型爆破。根据本工程的地形特点，需注意防落石坠落而损毁植被。

填方工程以装载机械或推土机伴以人工平整，分层碾压密实。

（2）路基填筑

路基填筑施工顺序：清理表土→陡坡挖台阶→软土地基→土方摊铺整平→路基分层压实至标高→边坡防护。总体采用挖掘机或装载机装土，自卸汽车运土，推土机摊铺，人工配合平地机整平，振动压路机碾压密实。

路堤填筑前应首先排除和抽取所有地面水，并将地表覆盖层的草皮、树根、淤泥等清除干净，再填平坑穴，压实度达到规定指标后方能填土。路堤填料应按技术规范要求选择合格的土料，各层密实度、含水量要求根据路堤高度，按技术规范要求办理。

施工时先用推土机或挖掘机在取土地点将土翻松，根据最佳含水量决定加水闷土 12 小时，当土的含水量大于最佳含水量 2-3% 时，用自卸车将土运至填筑现场，用推土机或平地机将土摊开，压实层厚不得大于 30cm（也可由试验决定）再用推土机或平地机进行整平，达到要求的平整度及横坡度。碾压时先用 15-20T 振动压路机碾压时，先静碾，再振动碾压。现场进行检测，达到要求的压实度后，可进行下一层的填筑。路堤在斜坡上填筑时，可根据范围要求，将原地面挖成台阶并用小型夯实机具加以夯实，再进行填筑。加宽旧路堤时，

也要沿旧路边挖成向内倾斜的台阶；再进行填筑和碾压。为保证边坡的压实度，在填筑时每侧填宽 50cm，以保证路堤边缘有足够的密实度。

土质路基应用人工或机械刮土或补土，配合机械碾压的方法整修成型。路堑边坡整修应按设计要求的坡度，自上而下进行刷坡，不得在边坡上以土贴补。在整修需加固的坡面时应预留加固位置。

（3）路面施工

泥结碎石路面的主要施工流程为摊铺块石→稳压→碎石嵌缝→碾压。基层和垫层采用机械由车道两侧向路中铺砌块石，再用碎石嵌缝，后用压路机碾压几遍至无显著轮迹。路面平整后进行压实，在压实的地基上铺撒颗粒均匀、厚度一致的小碎石（利用场内块石经粉碎取得），经压路机反复碾压后达到密实度后即可使用。

（4）路基排水及路基边坡防护工程

路基排水及边坡防护主要包括混凝土边沟、浆砌石挡土墙、土质排水沟等，均以人工施工为主，机械为辅的施工方法，根据可研设计报告，边坡按临时边坡考虑，道路最大纵坡不大于15%，道路转弯半径不小于25m。

道路排水系统根据沿线地形、地势及道路纵横坡设置边沟、排水沟等排水设施，将水引至自然沟道或圆管涵进口处。从毛路开挖、道路扩挖、道路成型以及集电线路沟道开挖，应综合考虑排水的施工需求，避免雨水汇集冲刷路面及下边坡。

2.2.2.5 挡墙及排水设施

挡墙及排水设施施工流程大体如下：

①基础开挖，包括挡墙基础、排水沟开挖。位于斜坡的施工表面应回填成斜面，恢复自然排水，对可能出现较大汇水面且土层较厚的区域，要求开挖排水沟，并接入原地形自然排水系统；

②砌筑挡墙和排水沟；

③进行主体施工，基础开挖等；

④基础回填，将回填土置于挡墙范围内，以防止弃土滑坡破坏下坡方向自然地貌，危及主体工程安全。

该工程基础施工在基面土方开挖时，施工单位结合现场实际地形进行挖深的配置；开挖基面时，上边坡一次按规定放足，避免再进行二次放坡；当高差超过3m时，需在坡脚砌挡墙或设置护坡。

基础施工时，为缩短基坑暴露时间，应随挖随浇基础，同时做好基面及基坑排水工作，

以保证基坑不积水。

2.3 工程占地

1、主体工程设计总占地

根据《广元昭化白果二期风电项目可行性研究报告》，工程占地面积为 61.54hm^2 ，其中永久占地 3.05hm^2 ，临时占地 58.49hm^2 。包括风机及吊装平台、集电线路工程、道路工程、施工生产生活设施等占地。经复核，主体设计中未考虑吊装平台边坡占地、叶片转运场、集电线路电缆沟开挖临时堆土占地、架空线路中人抬道路等占地，且将道路工程占地全部算作临时占地。在主体设计的基础上，本方案对占地进行了补充、优化。

2、各区分项占地复核情况

(1) 风机及吊装平台工程

风机及吊装平台工程占地包括风电机组基础、箱式变电站基础、吊装场地等占地面积，其中风电机组基础、箱式变电站基础位于吊装场地占地区区内。

根据《电力工程建设用地指标（风电场）》的规定，风机机组建设用为永久占地。根据本工程主体设计资料并结合现场勘查情况测算，风机机组平均单台占地为 450m^2 ，风电机组总占地 19800m^2 ；单台箱变占地 26m^2 ，箱变总占地 1144m^2 ；故风电机组工程永久占地 2.09hm^2 ；风电机组临时占地主要为吊装平台扣除风电机组基础、箱式变电站基础等永久占地的区域，再加上吊装平台形成的边坡，临时占地为 13.31hm^2 。占地类型包括林地、草地和其他土地等。详见表2.3-1所示。

表 2.3-1 风机及吊装平台工程占地统计表

项目组成	占地性质	林地 (hm^2)	草地 (hm^2)	其他土地 (hm^2)	小计 (hm^2)	备注
风机及吊装平台工程	永久占地	0.58	0.72	0.79	2.09	风电机组及箱变等构筑物占地
	临时占地	3.46	8.14	1.71	13.31	吊装平台
小计		4.04	8.86	2.50	15.40	

(2) 扩建升压站工程

扩建升压站工程占地面积根据主体工程设计资料确定，占地面积共计 0.52hm^2 ，均为永久占地，占地类型为林地、草地和其他土地。

表 2.3-2 扩建升压站工程占地统计表

项目组成	占地性质	林地 (hm^2)	草地 (hm^2)	其他土地 (hm^2)	小计 (hm^2)	备注
扩建升压站工程	永久占地	0.15	0.05	0.32	0.52	升压站扩建区域
	小计	0.15	0.05	0.32	0.52	

(3) 集电线路工程

本项目集电线路工程占地主要包括电缆沟占地、塔基及塔基施工临时占地等。

①直埋电缆

直埋电缆扣除过场内道路和吊装场地外区域的重叠部分，工程共需开挖电缆沟19.766km，临时占地（含临时堆土占地）面积7.12hm²。

②架空线路

架空线路新修塔基100基，根据主体设计资料，现阶段平均每基塔占地按41m²计列，经统计，塔基永久占地0.45hm²。

塔基施工时，将在塔基施工区域周边形成部分扰动面积，本方案进行了估列，根据同类工程施工经验，平均每基塔扰动面积约50m²；塔基施工临时占地面积约0.55hm²。

经统计本项目共设置跨越施工场地10处，每处占地约50m²；占地0.05hm²。

部分塔基占地位于林地内，需新修人抬道路，根据相应工程的施工经验，平均每基铁塔设置45m，共需设置人抬道路约4.95km，人抬道路宽度为0.8m，占地面积0.40hm²。

综上，集电线路工程共占地8.57hm²；其中永久占地0.45hm²；临时占地8.12hm²；占地类型包括林地、草地和其他土地等。

表 2.3-3 集电线路工程占地统计表

项目组成	分项	占地性质	林地 (hm ²)	草地 (hm ²)	其他土地 (hm ²)	小计 (hm ²)	备注
集电线路工程	直埋电缆	临时占地	3.89	3.10	0.13	7.12	电缆沟、施工作业带区域
	架空线路	永久占地	0.12	0.24	0.09	0.45	塔基永久占地
		临时占地	0.12	0.85	0.03	1.00	塔基施工用临时占地范围、跨越施工场地、人抬道路等
		小计	0.24	1.09	0.12	1.45	
合计			4.13	4.19	0.25	8.57	

(4) 道路工程

根据《电力工程项目建设用地指标（风电场）》的规定，施工期施工道路用地为临时用地，运行期检修道路用地为永久用地，运行期检修道路与施工期施工道路结合使用时，用地面积不重复计算。

道路工程占地面积根据道路长度以及宽度综合确定其占地面积，占地面积为37.72hm²，其中永久占地15.12hm²，临时占地22.60hm²，占地类型包括林地、草地、交通运输用地、其他土地等，详见表2.3-4。

表 2.3-4 道路工程占地统计表

项目名称	项目名称	林地 (hm ²)	草地 (hm ²)	交通运输用地 (hm ²)	其他土地 (hm ²)	合计 (hm ²)
改扩建道路	永久占地			0.32	0.31	0.63
	临时占地	0.15	0.13	0.00	0.10	0.38
	小计	0.15	0.13	0.32	0.41	1.01
新建道路	永久占地	5.25	2.75	0.00	6.49	14.49
	临时占地	10.16	3.84	0.00	8.22	22.22
	小计	15.41	6.59	0.00	14.71	36.71
合计	永久占地	5.25	2.75	0.32	6.80	15.12
	临时占地	10.31	3.97		8.32	22.60
	小计	15.56	6.72	0.32	15.12	37.72

(5) 施工生产生活设施

本项目计划设置2处施工生产生活设施,单个施工生产生活设施包括混凝土生产系统处、综合加工系统、材料仓库、砂石堆场、生活办公区,且2#施工场地包含叶片转运场0.50hm²。1#施工生产生活设施占地0.50hm², 2#施工生产生活设施占地1.0hm², 施工生产生活设施全部为临时占地。

表 2.3-5 施工生产生活设施占地统计表

项目名称	林地 (hm ²)	草地 (hm ²)	合计 (hm ²)
1#施工生产生活设施	0.26	0.24	0.50
2#施工生产生活设施	0.47	0.28	1.00
合计	0.48	0.52	1.50

(6) 施工便道、施工电源线路

根据本工程各个项目组成布局,临建设施均位于场内道路旁,不需单独修建施工便道。

本工程主体设计考虑施工电源线路牵引至现场办公室和混凝土生产系统,长度约5km。根据白果一期风电场项目施工电源线路搭建经验,均采用水泥杆架设,约50m一根。单根水泥杆在基础开挖、安装过程中,扰动造成水土流失的侵蚀强度达到轻度以上的占地约0.5m²,且水泥杆施工时间很短,几天内建设完毕。综合考虑,本工程不单独计列施工电源线路占地,按水土保持要求做好水土流失预防即可。

3、工程总占地

根据主体现有的设计资料,结合现场调查,从水土保持角度分析复核后得出,本工程总占地面积68.08hm²,均位于昭化区境内,其中永久占地18.18hm²,临时占地49.90hm²。占地类型按《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)中一级分类,结合现场调查,主要为林地、草地、交通运输用地及其他土地。本项目占地情况详见表2.3-6。

表 2.3-6 本项目工程占地情况统计表

项目	永久占地 (hm ²)					临时占地 (hm ²)				合计 (hm ²)
	林地	草地	交通运输用地	其他土地	小计	林地	草地	其他土地	小计	
风机及吊装平台工程	0.58	0.72		0.79	2.09	3.46	8.14	1.71	13.31	15.40
扩建升压站工程	0.15	0.05		0.32	0.52					0.52
集电线路工程	0.12	0.24		0.09	0.45	4.01	3.95	0.16	8.12	8.57
道路工程	5.25	2.75	0.32	6.80	15.12	10.31	3.97	8.32	22.6	37.72
施工生产生活设施						0.73	0.77		1.50	1.50
弃渣场						4.37			4.37	4.37
合计	6.10	3.76	0.32	8.00	18.18	22.88	16.83	10.19	49.90	68.08

2.4 土石方平衡

2.4.1 表土剥离及平衡

本项目位于四川省广元市昭化区，属于低山地貌，占地主要为林地以及草地，为了保存当地原始生态植被能力，施工之前需进行表土剥离。根据对现场土层剖面进行调查、测量，项目区域内可剥离表土厚度在10~30cm。经现场调查，本工程可剥离表土面积41.61hm²，剥离表土8.11万m³，后期用作各项工程绿化覆土使用。本项目表土平衡分析如下：

(1) 风机及吊装平台工程：风机及吊装平台工程占地类型为林地、草地和其他土地，可剥离表土面积12.90hm²，平均剥离厚度20cm，共剥离表土2.58万m³，后期作为吊装平台的覆土使用，绿化回覆表土2.58万m³，本区剥离的表土临时堆放在本区不受力的边坡，用作吊装平台填方，后期用于本区域绿化覆土使用，基本不对风机基础施工、风机吊装作业造成影响，无需新增临时占地用于堆放表土，符合工程实际。

(2) 扩建升压站工程：扩建升压站工程占地类型为林地、草地和其他土地，可剥离表土面积0.20hm²，剥离厚度为20cm，共剥离表土0.04万m³，后期绿化回覆表土0.01万m³（多余的0.03万m³用于道路工程边坡绿化覆土使用），结合工程实际，并减少施工占地，剥离的表土堆放在升压站扩建占地范围内一角，不新增临时占地。

(3) 集电线路工程：集电线路工程占地类型主要为林地、草地和其他土地，根据扰动形式的不同，只剥离塔基永久占地区域，剥离表土面积0.36hm²，平均剥离厚度20cm，共剥离表土0.07万m³，后期绿化回覆表土0.07万m³，塔基部分剥离的表土可堆放在塔基施工临时占地范围内。为减少二次扰动，电缆沟开挖区域的土石方采取分层堆放的方式进行存放，地表采取铺垫层保护措施，直埋电缆开挖沟槽一侧存留1.5m施工作业带，可用于临时堆放该区域开挖的土石方，无需另行选址集中堆放表土，符合工程实际，基本满足表土临时堆放需求。

(4) 道路工程：道路工程占地类型主要为林地、草地、交通运输用地和其他土地。可剥离表土面积 22.28hm^2 ，平均剥离厚度 20cm ，剥离的表土将用于后期道路的绿化覆土，共剥离表土 4.46万m^3 ，后期绿化回覆表土 4.49万m^3 ，结合道路工程施工工艺及时序，道路施工采用先挖毛路后扩挖，道路剥离的表土分段分散堆存于宽侧平坦路段道路一侧不影响施工和运输的区域，每处不宜超过 200m^2 ，道路成型后立即回覆表土，即施工一段覆土一段，后施工的路段可将剥离的表土堆放于前一段已修道路。

(5) 施工生产生活设施：施工生产生活设施可剥离表土面积 1.50hm^2 ，平均剥离厚度 20cm ，剥离的表土将用于后期本区域表土回覆使用，共剥离表土 0.30万m^3 ，后期绿化回覆表土 0.30万m^3 。前期剥离的表土堆放在本区域征地范围内的闲置区域，共布设两处施工生产生活设施，每处平均堆高 2.0m ，最大堆放 2.5m ，其中1#施工生产生活设施堆放 1000m^3 ，表土临时堆放占地面积为 400m^2 ；2#施工生产生活设施堆放 2000m^3 ，表土临时堆放占地面积为 800m^2 ，约占每处施工临建设施的8%，基本不对临建设施区造成影响，现有临时占地空间满足堆土要求，无需另外选址用于堆放表土，符合工程实际。

(6) 弃渣场：弃渣场占地类型主要为林地，可剥离表土面积 4.37hm^2 ，平均剥离厚度 15cm ，剥离的表土将用于后期本区域表土回覆使用，共剥离表土 0.66万m^3 ，后期绿化回覆表土 0.66万m^3 ，剥离表土就近堆放在各渣场一角，不新增临时占地。

工程区表土剥离及平衡情况见表2.4-1。

2项目概况

表2.4-1工程区表土剥离及平衡一览表

项目		表土剥离				表土堆放		表土回覆			
		剥离区域	剥离面积	剥离厚度	剥离量	堆放位置	最大堆高	回覆区域	回覆面积	回覆厚度	回覆量
			(hm ²)	(cm)	(万 m ³)		(m)		(hm ²)	(cm)	(万 m ³)
风机及吊装平台工程	风电机组及箱变	全部剥离	1.30	20	0.26	吊装场地一角	3.0	机位周边全部采取硬化，建成后不需恢复植被			
	吊装场地	全部剥离	11.60	20	2.32			全部绿化	12.91	20	2.58
扩建升压站工程		全部剥离	0.20	20	0.04	堆放在站内空地	2.0	景观绿化区	0.03	20	0.01
集电线路工程	架空线路	塔基永久占地范围	0.36	20	0.07	塔基临时占地一角	1.5	塔基永久占地	0.36	20	0.07
	直埋电缆	施工中表土与一般土石方分层堆放并做好临时防护，电缆敷设后先回填一般土石方，再回填表土，无需集中堆放									
道路工程		全部剥离	22.28	20	4.46	沿路在较宽阔处集中堆放	3.0	道路边坡及临时占地	22.43	20	4.49
施工生产生活设施		全部剥离	1.50	20	0.30	场地一角	2.5	整个区域	1.50	20	0.30
弃渣场		全部剥离	4.37	15	0.66	各渣场一角	3.0	渣顶及边坡	4.21	15	0.66
合计			41.61		8.11				41.44		8.11

2.4.2 土石方平衡

本项目主体工程开挖部位来自风机基础、箱变基础、集电线路、吊装场地和道路工程等，在主体设计提供的土石方数据基础上，经过现场勘查复核后，本工程总挖方 86.25万m^3 （含表土剥离 8.11万m^3 ），填方 75.58万m^3 （含表土回覆 8.11万m^3 ），弃方 10.67万m^3 （折合为松方 13.87万m^3 ），运往规划的6个弃渣场堆放。各分项工程土石方情况如下：

（1）风机及吊装平台工程

风机及吊装平台工程土石方包括风机、箱变基础、吊装场地开挖平整土石方以及剥离表土，根据主体设计及现场勘查，本子工程挖方共计 39.38万m^3 ，包括表土剥离 2.58万m^3 ，一般土石方开挖 36.80万m^3 ；土方回填 34.67万m^3 ，包括一般土石方回填 32.09万m^3 ，回覆表土 2.58万m^3 ，产生弃方 4.71万m^3 （折合松方为 6.12万m^3 ），运往规划的弃渣场进行堆放。

（2）扩建升压站工程

扩建升压站工程土石方开挖包括场地平整及场地内沟槽的开挖。经统计，土石方开挖总量为 1.65万m^3 （含表土剥离 0.04万m^3 ）；一般土石方回填 1.62万m^3 （含表土回覆 0.01万m^3 ），其余 0.03万m^3 表土用作道路工程区绿化覆土使用。

（3）道路工程

道路工程土石方开挖 40.03万m^3 （含表土剥离 4.46万m^3 ，一般土石方开挖 35.57万m^3 ）；一般土石方回填 34.10万m^3 （含表土剥离回覆 4.49万m^3 ，一般土石方开挖 29.61万m^3 ），本区产生弃方 5.96万m^3 （折合松方为 7.75万m^3 ），运往规划的弃渣场进行堆放。

（4）集电线路工程

集电线路土石方开挖主要为塔基区场平及基础开挖、塔基施工临时占地场平和地埋电缆管沟开挖等，土石方开挖总量为 3.07万m^3 （含表土剥离 0.07万m^3 ），土石方回填 3.07万m^3 （含表土回覆 0.07万m^3 ）。由于工程沿线区域地势较平缓，为防止塔基区积水，考虑利用各塔基塔腿开挖土石方对塔基区采取垫高处理或对部分低洼处采取回填摊平处理，因此架空线路无弃方产生。

（5）施工生产生活设施

施工生产生活设施土石方开挖 1.00万m^3 （含表土剥离 0.30万m^3 ）；土石方回填 1.00万m^3 （含表土回覆 0.30万m^3 ），无弃方。

（6）弃渣场：本区挖方主要为弃渣场剥离的表土、挡渣墙和排水沟开挖的土石方，土石方开挖 1.12万m^3 （含表土剥离 0.66万m^3 ）；土石方回填 1.12万m^3 （含表土回覆 0.66万m^3 ），剥离表土就近堆放在各渣场占地范围内，后期用于本渣场的绿化覆土使用。

2项目概况

表2.4-2 土石方平衡表单位：万m³

序号	项目		挖方			填方			调入		调出		弃方自然方		弃方松方
			表土	土石方	小计	表土	土石方	小计	表土	来源	表土	去向	去向	土石方	
1	风机及 吊装平 台工程	风电机组及箱变	0.26	5.76	6.02		4.78	4.78					ZC01~ZC06 弃渣场	1.24	1.61
2		吊装平台	2.32	31.04	33.36	2.58	27.31	29.89						3.47	4.51
3		小计	2.58	36.80	39.38	2.58	32.09	34.67						4.71	6.12
4	扩建升压站工程		0.04	1.61	1.65	0.01	1.61	1.62			0.03	道路工程			0.00
5	道路工程		4.46	35.57	40.03	4.49	29.61	34.10	0.03	扩建升压 站工程				5.96	7.75
6	集电线路 工程	架空线路	0.07	1.03	1.10	0.07	1.03	1.10							
7		直埋电缆		1.97	1.97		1.97	1.97							
8		小计	0.07	3.00	3.07	0.07	3.00	3.07							
9	施工生生产生活设施		0.30	0.70	1.00	0.30	0.70	1.00							
10	弃渣场		0.66	0.46	1.12	0.66	0.46	1.12							
合计			8.11	78.14	86.25	8.11	67.47	75.58	0.03		0.03			10.67	13.87

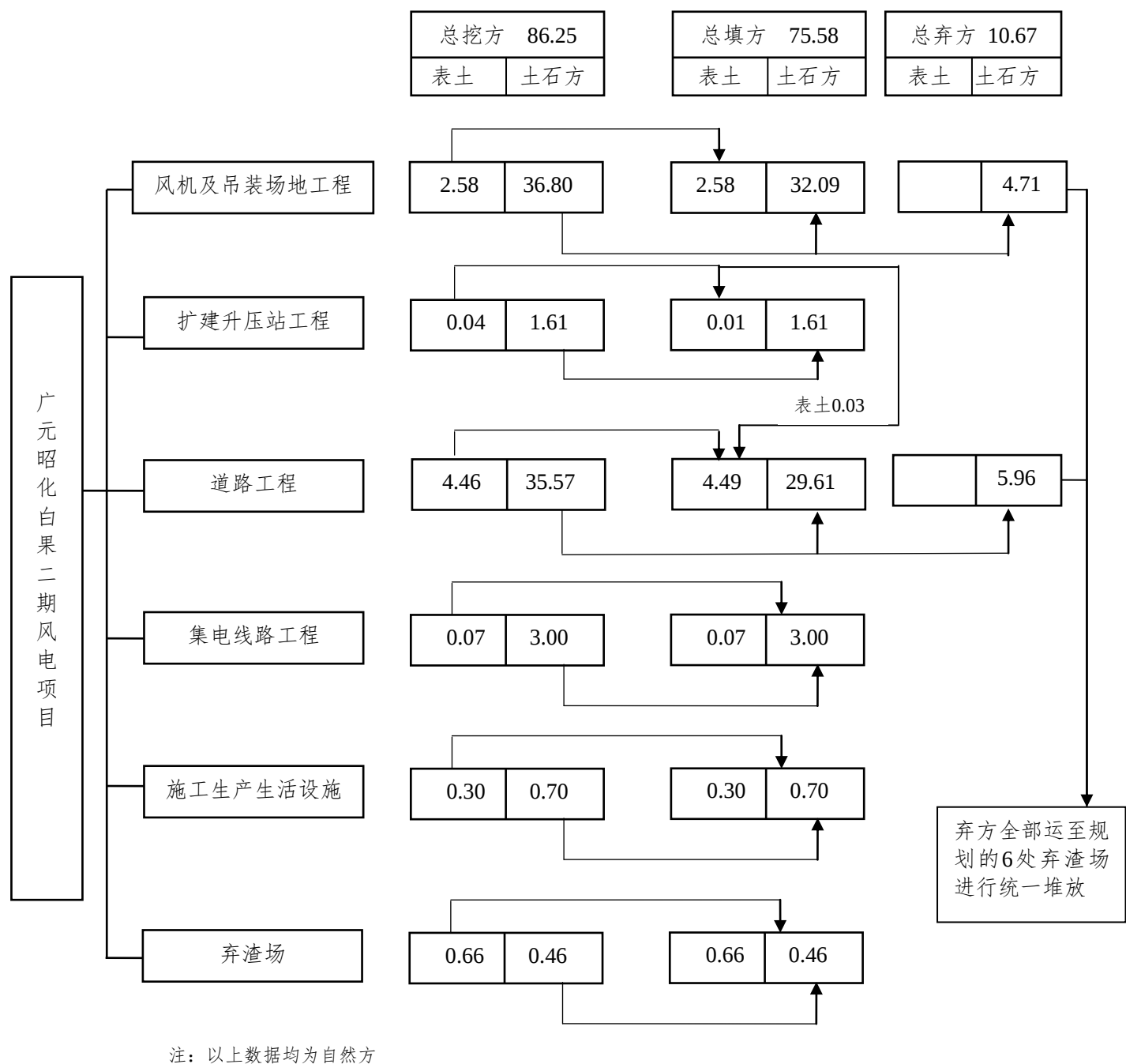


图2.4-1 土石流向框图（单位：万m³）

2.4.3 弃方处置方案

经现场调查，拟建项目周边的在建项目均不需要填方进行综合利用，本工程弃渣在本阶段无法进行综合利用，因此，规划了6处渣场堆放本项目产生的弃渣。

2.5 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程不涉及拆迁安置及专项设施改（迁）建。

2.6 施工进度

根据本项目的工程特点和施工条件，本着保证施工质量、进度高效和提高投资效益的原则，重点考虑场内道路施工的制约性，植被恢复的季节性等因素，本项目拟于2022年3月开工，2023年2月底竣工，总工期12个月。

本项目的施工进度初步安排如下：

1、从2022年3月开工，施工准备期为1个月。施工准备期的主要工作内容包括：临时场地的平整、搭建构筑物，施工供水、供电、配套设施的安装，施工设备、人员的进场准备及施工所需的一切材料、油料的储备等；

2、道路工程：从2022年3月底开始进行风电场的道路的修建，2022年10月完成；

3、扩建升压站工程：土建工程施工安排在2022年3月~5月，电气设备安装安排在2022年6月~7月。

4、风电机组和箱变工程：吊装平台工程安排在2022年3月~7月施工；风电机组和箱变基础开挖安排在2022年4月中旬~8月施工；基础混凝土浇筑滞后开挖0.5个月，安排在2022年5月~9月施工；基础土石回填滞后混凝土浇筑1个月，施工安排在2022年6月~10月施工。2月全部风电机组安装调试完成，具备全部机组投产发电的能力。

5、最后于第2023年2月底完成收尾工作和竣工验收。

主体工程计划施工进度详见表2.6-1。

表 2.6-1 工程施工进度表

序号	工程	2022 年										2023 年	
		3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月
1	施工准备	■	■	■									
2	场内道路修建		■	■	■	■	■	■	■				
3	混凝土生产系统建安	■	■	■									
4	安装平台开挖、平整		■	■	■	■	■	■	■				
5	风电机组及箱式变压器基础		■	■	■	■	■						
6	升压站施工	■	■	■									
7	集电线路（电缆）敷设					■	■	■	■	■	■		
8	风电机组安装、调试							■	■	■	■	■	
9	电气设备安装调试										■	■	■
10	收尾工作和竣工验收											■	■

2.7 自然概况

2.7.1 地质

2.7.1.1 地质构造

广元市地处四川北部，地质构造处于秦岭东西向复杂构造带与龙门山华夏系构造的结部，区内有古华夏系、东西向构造和新华夏系三种构造体系。风电场场地区域处于四川盆地北缘弧形褶皱带，区内地质构造简单，以褶皱为主，无断裂构造。四川盆地边缘弧形构造带产生于侏罗、白垩系地层中，主要为舒缓宽展的褶皱，断裂极少。由于受到北面龙门山构造的制约和东面巴中莲花状构造的影响，构造呈现为北东逐渐向东方偏转的弧形褶皱，总的趋势为北东东向；褶皱平缓开阔，断裂少见。

风电场地位于槿梓观背斜的南翼、新场向斜的北翼，岩层倾向南东-南，倾角 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，根据《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，本工程建设区域与断裂的距离满足规范要求，区域地质构造简单，地壳稳定性属较稳定，工程区适宜建设。

2.7.1.2 地层岩性及岩体物理力学性质

风电场处于山区，风机多沿山脊、山梁顶部布置，大部分地段表层均被第四系残、坡积层覆盖，局部地段基岩直接出露。场地覆盖层主要分布于山坡、沟谷及坡脚一带，场地覆盖层类型与其原岩成分密切相关，根据现场地质调查结合和相关区域地质调查资料，地层由老至新叙述如下：

侏罗系上统莲花口组 (J3l)：河流相沉积，由巨厚的透镜体状、中厚层含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、泥岩不等厚韵律互层组成，由下而上粒度逐渐变细。进一步细分为上下两段：上段 (J3l2) 为砖红色厚层砂岩、泥岩互层夹砾岩；下段 (J3l1) 为砖红色巨厚砾岩、砂砾岩夹粉砂岩、泥岩。主要分布于风电场的北部及升压站场地附近区域。

白垩系剑门关组 (K1j)：为内陆红色碎屑岩建造，岩性主要为巨厚层状石英质砾岩、含砾砂岩、中-厚层状中-细粒砂岩、砂质泥岩、泥岩之韵律层。上段 (K1j2) 为浅红色厚层砂岩与砖红色砂质泥岩互层，底为块状砾岩；下段 (K1j1) 为块状砾岩、砂岩与砖红色泥岩互层。为风电场广泛出露分布的地层。

白垩系剑阁组 (K1jn)：为滨湖-河流三角洲相，岩性主要为浅红色厚层含砾砂岩、砂岩与砖红色泥岩互层，底为松散的浅灰色块状钙质石英砂岩或砾岩。砾岩为砂泥质、钙质胶结。仅零星出露分布于白果乡政府以南及石井铺乡政府附近区域。

场地覆盖层主要分布于山坡、沟谷及坡脚一带，场地覆盖层类型与其原岩成分密切相

关，坑探和钻探表明，可将场地覆盖层分为粘性土及碎石土两种类型，现简述如下：

①粘性土（Q4el+dl）：红褐色，厚度一般 0~6m，总体为山顶较薄，缓坡及低洼地带相对较厚，浅表 0.5m 深度内植物根系较为发育，覆盖于基岩之上，天然状态下呈可塑-硬塑状态，含有少量碎石、块石，碎石粒径 5~55cm，含量约 10~20%。

②碎石土（Q4col+dl）：黄褐色，厚度 3~5m，局部山坡地段厚度可达 10~20m，为崩、坡积堆积物，总体在山顶较薄，缓坡及低洼地带相对较厚，浅表 0.5m 深度内植物根系较为发育，覆盖于基岩之上，松散~稍密，块石粒径 2~80cm 左右，大者可达 2~5 米以上，成分多为灰岩、砂岩、页岩，含量 65%左右，为棱角~次棱角状，碎石之间有少量粉质粘土充填，局部有明显的架空现象。

2.7.1.3 地震

工程区处于四川盆地北部边缘，区域内无大型活动断裂带分布，区域稳定性较好，根据历史记载，场地区域内无强烈地震活动，新构造运动不活跃，但周边发生过等级较高的地震，工程区受周边地震波及影响较大。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），区域设计特征周期为0.40s，设计基本地震加速度值为0.10g，设计地震分组为第二组，对应的抗震设防烈度Ⅵ度。

2.7.1.4 水文地质条件

拟建场地原始地貌为斜坡地带，地下水受大气降水补给，场地四周均为斜坡或冲沟，局部位置基岩出露，地层岩性等不利于地下水的赋存。地下水类型主要为第四系孔隙水和基岩裂隙水。

第四系孔隙水不连续分布在残坡积层中，多为局部性上层滞水，水量小，动态幅度大，水质成分由含水介质的性质决定，主要由大气降水补给。

基岩裂隙水包括风化裂隙水和构造裂隙水。风化裂隙水分布在浅表层基岩强风化带中，为局部上层滞水或域潜水，水量小，受季节性影响大，各含水层自成补给、径流、排泄系统；构造裂隙水分布于中下部的中厚~厚层块状基岩裂隙中，以层间裂隙水或脉状裂隙水形式储存，水量大小与裂隙发育程度和裂隙贯通性密切相关，水量一般较小，多呈滴状或脉状，动态不稳定，勘察期间提干钻孔内钻探施工残留水后，观察24h后发现，钻孔内水位无恢复迹象。勘察期间由于大气降雨场地局部地段有少量积水，除此之外未见其它地表水体。

综上，本场地勘探深度内无地下水分布，水文地质条件简单。基槽（坑）开挖时，应

做好防水排水措施，以免地表水浸泡土体降低土的抗剪强度，增大建筑物的沉降。

勘察期间未发现稳定地下水位。

2.7.1.5 不良地质现象

根据对工程区域进行工程地质测绘、调查及钻探揭露，场地范围内及附近未发现崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用及地质灾害，场地稳定性好，适合进行风电场建设。

2.7.2 地貌

白果风电场区域地貌为构造侵蚀低山地形，风电场绝大部分区域地貌为单斜低山，岩性主要由侏罗系莲花口组、白垩系剑门关组及白垩系剑阁组的砂岩、砾岩和泥岩组成，岩层倾角一般10~30°，最大可达45°，地形顺倾向坡缓，一般与岩层倾角相当；而逆倾向坡侧则地形陡峻，特别是莲花口组和剑门关组巨厚层砾岩分布区，甚至出现高达百米的绝壁。风电场场地南部部分区域为鸡爪状台梁低山，山顶标高800~1200m，切割深度200~400m，由剑门关组上段与剑阁组泥岩、砂岩和砾岩不等厚互层构成，褶皱宽缓，岩层倾角5°以下，沟谷发育，常呈羽状，台梁与谷地大致等间距，在平面上呈鸡爪状。

2.7.3 气象

工程所在区域属亚热带湿润季风气候区，广元市区以南为四川盆地中亚热带湿润季风气候，以北为秦巴山区北亚热带湿润季风气候。表现为气温随海拔升高而降低，南部低山冬暖夏热，北部中山冬冷夏凉，春季气温回升比同纬度地区稍快，比盆地区域回升偏慢，且稳定性差，秋季降温迅速，河谷山口风多且大，灾害天气频繁的特点；具有四季分明、气候温和、雨量充沛、光照适宜、小地域差异明显、山区立体气候突出等特征。

广元气象站自 1951 年建站以来已有 60 多年的气象观测资料，方案选取近 30 年的气象资料进行统计，气候要素如下：多年平均气温 16.0℃，≥10℃积温 5065.1℃，年平均蒸发量 1469.1mm，年平均降水量 1020.2mm，无霜期 333.0 天，年平均风速 1.5m/s，全年主导风向为 N，年平均大风日数 11.3 天，雨季时段为 5-10 月。

气象要素特征值详见表 2.7-1。

表 2.7-1 气象要素特征值表

项目		广元
观测场标高（m）		513.8
气温 （℃）	多年平均气温	16.0
	极端最高气温	38.9（1956.8.4）
	极端最低气温	-8.2（1975.12.15）
	≥10℃积温	5065.1

2项目概况

项目	广元
降水量 (mm)	多年平均降水量
	1020.2
	1 日最大降水量
	185.9
	5 年一遇 1h 暴雨值
	59.7
	5 年一遇 6h 暴雨值
	109.8
	5 年一遇 24h 暴雨值
	175.2
	10 年一遇 1h 暴雨值
	74.7
	10 年一遇 6h 暴雨值
	143.9
	10 年一遇 24h 暴雨值
	226.6
	20 年一遇 1h 暴雨值
	89.5
	20 年一遇 6h 暴雨值
	178.2
	20 年一遇 24h 暴雨值
	278.2
相对湿度 (%)	年平均相对湿度
	69
	最小相对湿度
	2
风速 (m/s)	年平均风速
	1.5
	最大风速
	14.3
	7649#测风塔 80m 高平均风速
	5.72
	全年主导风向
	N
其它	年平均蒸发量 (mm)
	1469.1
	年平均日照时数 (h)
	1397.3
	最大积雪深度 (cm)
	2
	年平均大风日数 (d)
	11.3
	年平均雨日数 (d)
	125.6
	年平均雾日数 (d)
	6.6
	年平均雷暴日数 (d)
	30.8
	年平均霜日数 (d)
	32.0

2.7.4 水文

广元市境内河流属长江水系。集雨面积在50km²以上的大小支流有80多条，主要通航河流有嘉陵江、白龙江、东河、清江河等，这些河流均汇集到嘉陵江至重庆注入长江。广元市境内河流以嘉陵江为主干，有白龙江、清水河、东河、木门河等75条河流，水量丰富，流速急、落差大，发展水电事业很有前途。目前有宝珠寺、紫兰坝等大中小型水电站和即将竣工的亭子口水利枢纽工程。广元水域面积89.47万亩，水资源总量67.42亿m³，地表水资源总量57.8亿m³，水能蕴藏量2700MW，可开发量1860MW，已开发1405MW。

嘉陵江源出陕西凤县西北之秦岭，往南流经略阳北纳西汉水，入川后在广元昭化又纳白龙江，向南流经南充、合川，到重庆注入长江。全长约1120km，流域面积88000km²，多年平均流量达2165m³/s，是长江第二大支流。

风电场位于嘉陵江上游左岸低山区，规划场地周围有小型水库，主要为解决附近村民

生活生产用水，海拔位置相对较低。风电场规划风机均位于元坝区白果乡东北-西南走向的山脊脊顶，分布高程介于800 - 1000m之间，地势较高，不受周边河流和冲沟影响。项目建设区周边无河流及常年流水的冲沟。升压站梅树乡穿心村站址位于近山顶缓坡，地势较高，周边无河流，不受洪水影响。

2.7.5 土壤

项目所在的广元市昭化区内成土母质繁多，所形成土壤类型有紫色土、黄壤、黄棕壤、水稻土、冲积土等五大类，除北部、东北部的黄壤和黄棕壤偏酸外，其余多为中性，宜作性广，但有效养分和有机含量比较缺乏。

项目区分布的主要土壤类型为黄棕壤，成土母质为各种变质岩、火成岩等的坡残积物，属黄壤向棕壤过渡性土壤，具有弱粘化、黄化和富铝化的特征，土壤肥力较好，PH 值 4.0-6.0，非常适宜多类植物的生长。黄棕壤有机质含量较高，质地较粘重，土壤结构性较好，具有较好的抗蚀性；紫色土有机质含量低，土壤结构性差，抗蚀性差，容易遭受水力侵蚀。工程区主要位于山顶，覆盖层较瘠薄，腐殖层厚度在 10~30cm 之间。

2.7.6 植被

昭化区植被基带为亚热带常绿阔叶林，垂直气候带分明，森林主要分布于北部深山区及海拔800m以上部分地区。植被的垂直分布大体分为三个谱系：低山针叶林、落叶阔叶林带（主要分布于海拔800m以上地区）；落叶阔叶林、针叶混交林带（主要分布于海拔1200m以下地区）；常绿阔叶林、针叶混交林带（主要分布于海拔1200m以下地区）。

本工程区主要属低山针叶林、落叶阔叶林带，当地主要乡土树草种有华山松、落叶松、油松、马尾松、柏树、漆树、青冈、栎类、海棠、马桑、冬青、胡枝子、猫儿刺、狗牙根、黑麦草、苔草、早熟禾等。当地乡土树草种生长良好，森林覆盖率约为72.8%。项目区绿化美化主要树草种见表2.7-2。

表2.7-2项目区绿化美化主要树草种表

树草种	主要生物学特性
华山松	常绿乔木，高达 35m，胸径 1m，喜温凉湿润气候，不耐寒及湿热，稍耐干燥瘠薄，阳性树，但幼苗略喜一定庇护，喜排水良好，能适应多种土壤，最宜深厚、湿润、疏松的中性或微酸性壤土，产于山西南部中条山、陕西南部秦岭、四川、贵州、云南等地区
青冈	常绿乔木，高达 22m，胸径 1m，树皮平滑不裂，幼树稍耐阴，大树喜光，为中性喜光树种，适应性强，对土壤要求不严，深根性直根系，耐干燥，可生长于多石砾的山地，萌芽力强，耐修剪，是中国分布最广的树种之一
马桑	落叶灌木，高 4~6m，果实熟时呈红色或紫黑色，喜光，适应性强，既耐干旱瘠薄又耐水湿，除酸性较强的红壤外，其它土壤均可，尤以钙质紫色土最好，产于云南、贵州、四川、湖北等
冬青	灌木，高 2~25m，树皮灰色或淡灰色，喜温暖气候，有一定耐寒力，适生于肥沃湿润、排水良好的酸性土壤，较耐阴湿，萌芽力强，耐修剪，常生于山坡杂木林中，分布于秦岭南坡、长江流域及其以南广大地区，而以西南和华南最多
狗牙根	多年生草本，植株低矮，繁殖力强，抗旱、耐践踏，质地较细，厚密，色泽较好，最喜 pH 值 6.0~7.0、排

2项目概况

树草种	主要生物学特性
	水良好、肥沃的土壤，在黏土上的生长状况比在轻沙壤土上要好，在轻盐碱地上生长也较快，分布于黄河以南各省区
黑麦草	多年生草本，株高70~100cm，有时可达1m以上，植株较粗壮，叶较阔而长，须根发达，但入土不深，丛生，分蘖很多，种子千粒重2克左右。喜温暖湿润土壤，适宜土壤pH为6-7；在昼夜温度为12-27℃时再生能力强；光照强，日照短，温度较低对分蘖有利，遮阳对黑麦草生长不利；耐湿，但在排水不良或地下水位过高时不利于黑麦草生长

2.7.7 其他

项目所在地不涉及饮用水源保护区、水功能一级的保护区和保留区、自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、地质公园、森林公园、重要湿地等生态敏感区域，也不在划定的生态保护红线范围内。

3 项目水土保持评价

3.1 主体工程选址（线）水土保持评价

3.1.1 项目与国家产业政策的符合性分析评价

广元昭化白果二期风电项目属于新能源产业中的风能发电产业，该项目属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》（国家发展改革委2019年第29号令）鼓励发展类，符合全省能源发展规划，广元昭化白果二期风电项目（项目代码：2109-510000-04-01-147733）已取得四川省自然资源局出具的《建设项目用地预审与选址意见书》（用字第510811-2021-00061），明确本项目符合国土空间用途管制要求。综上，项目的建设符合国家和地方现行相关产业政策要求。

3.1.2 项目与相关规划的符合性分析评价

“十四五”期间广元电网丰枯期均存在一定的电力缺额且缺额量逐年增大。广元地区电源主要以水电为主体，电力丰盈枯缺现象明显，白果风电场项目全年出力较为平均，对弥补水电枯期电量不足有一定作用。因此，白果二期风电场的投产对优化广元电网电源结构将起到一定作用。

《广元市国民经济和社会发展的“十四五”规划纲要》指出，“推进能源结构低碳化，加快新能源开发与利用，实施能源消费总量和能源消耗强度“双控”制度。强化能源技术创新，建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系。提高非化石能源比重，推动煤炭等化石能源清洁高效利用。加快发展农村沼气、风能、太阳能、生物质能、水能、地热能，加强储能和智能电网建设，发展分布式能源，推行节能低碳电力调度。实施新能源汽车推广计。”风电场项目为新能源重点项目。

综上，广元昭化白果二期风电项目所建位置风资源足，契合新能源开发及风光水互补的要求，符合国家和地方对风电开发的规划要求。

3.1.3 主体工程选址（线）与相关规定的符合性分析评价

主体工程选址（线）对《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）中水土保持约束性规定的执行情况详见表 3.1-1，对《中华人民共和国水土保持法》的相关规定执行情况详见表 3.1-2。

表3.1-1主体选址与《生产建设项目水土保持技术标准》的符合性分析

规范中序号	规范所列约束性规定		分析评价	评价结论	解决办法
3.2.1	主体工程选址(线)	1 应避让水土流失重点预防区和重点治理区	根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知(办水保〔2013〕188号),项目所涉及的昭化区属于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区,无法避让	存在水土保持制约因素	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
		2 应避让河流两岸、湖泊和水库周围的植物保护带	本项目位于昭化区境内,不涉及河流两岸、湖泊和水库周围的植物保护带	不存在水土保持制约因素	/
		3 应避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	本项目位于昭化区,通过分析在全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站	不存在水土保持制约因素	/
3.3.6	西南紫色土区	1弃土(石、渣)场应注重防洪排水、拦挡措施	方案将对弃土场的防洪排水和拦挡措施进行设计并提出要求	不存在水土保持制约因素	/
		2江河上游水源涵养区因采取水源涵养措施	不涉及	不存在水土保持制约因素	/

表3.1-2主体选址与《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》规定	分析评价	评价结论	解决办法
第十三条:不符合流域综合规划的工程方案不予批准	本项目建设符合当地流域治理综合规划	不存在水土保持制约因素	/
第十七条:禁止在崩塌、滑坡危险区和泥石流易发区从事取土、挖砂、采石等可能造成水土流失的活动	未在此区域采石、采砂	不存在水土保持制约因素	/
第十八条:水土流失严重、生态脆弱的地区,应当限制或者禁止可能造成水土流失的生产建设活动,严格保护植物、沙壳、结皮、地衣等。	本项目位于昭化区,不属于水土流失严重、生态脆弱的地区	不存在水土保持制约因素	/
第二十四条:生产建设项目选址、选线应当避让水土流失重点预防区和重点治理区;无法避让的,应当提高防治标准,优化施工工艺,减少地表扰动和植被损坏范围,有效控制可能造成的水土流失。	根据水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知(办水保〔2013〕188号),项目所涉及的昭化区属于嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区,无法避让	存在水土保持制约因素	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
第二十五条: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,生产建设单位应该编制水土保持方案,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方案,采取水土流失预防和治理措施	建设单位已委我公司开展本工程的水土保持方案编制工作,并报水行政主管部门审批	不存在水土保持制约因素	/
第三十二条: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生产建设项目或者从事其他生产建设活动,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。	工程建设将损坏水土保持设施,本方案将计列水土保持补偿费,由建设单位缴纳,专项用于水土流失预防和治理	不存在水土保持制约因素	/

综上，主体工程选址（线）不涉及生态红线、河流两岸、湖泊和水库周边的植物保护带，不属于水土流失严重的区域，已避让全国水土保持监测网络中的水土保持监测站点、重点试验区及国家确定的水土保持长期定位观测站，但无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区，本方案在采取水土流失防治一级标准的同时，提高防治目标，优化施工工艺，严格控制并减少地表扰动和裸露时间，有效控制可能造成水土流失，避免水土流失危害的发生，同时保护周边植被并恢复已扰动的植被等要求，不存在水土保持强制条款的制约性因素。

3.2 建设方案布局与水土保持评价

3.2.1 工程建设方案评价

（1）风机位置根据场地风能资源、接入系统条件等确定，场内道路依托风机进行布设，整体布局合理；临时设施紧挨道路布置，未新增施工便道，总体上减少了地表的扰动，做到少占地，不占好地，符合水土保持相关要求。

（2）本项目各个风机及吊装场地布置在山脊或山顶，受吊装施工作业半径、地基承载力等的影响，只能布置一个大平台，土石方开挖回填量相对较大。施工期间采取临时拦挡、覆盖等措施后能有效控制施工期间的水土流失，施工结束后及时采取植被恢复措施能快速改善生态环境，总体符合水土保持要求。

（3）本项目场内道路基本依山势而建，已尽量减少土石方工程量，拟建道路全路段填高均小于20m，挖深均小于30m，不存在桥梁和隧道，过冲沟时已在路基下埋设波纹管，也不涉及大型的挖填边坡，场内道路路堤、路堑在保证边坡稳定的基础上，采用挡土墙、撒播植草等进行护坡，总体符合水土保持要求。

（4）本项目集电线路架空段主体工程设计结合地形塔基采用不等高基础，减少了土石方开挖量，经过林区采用了加高铁塔跨越，避免了砍伐树林，有利于工程区水土保持。

（5）扩建升压站工程布局较为简单，配电装置周边为消防通道、绿化用地，既满足了车辆通行需要，也有足够大绿化面积，从水土保持角度分析，布局是合理的。

（6）本项目无法避让嘉陵江上游国家级水土流失重点预防区。工程布置机位时已考虑地形地貌的影响，选择在平缓区域布置风机，减少了挖填土石方量及占地；集电线路部分采用直埋的方式，沿道路走线，尽可能的减少了挖填土石方量及占地。本期风电进场道路尽可能的依山势而建，减少了扰动面积，且不涉及深挖高填路段。从同类风场场内道路施工经验看，施工阶段应进一步优化场内道路的扰动宽度，控制在10m左右最优；场内道路不涉及填高大于8m的区域，填高稍大的区域采用挡墙拦挡，减少工程占地和土石方；本工

程的道路参考《厂矿道路设计规范》中的山岭重丘四级厂外道路设计规范，路基地表排水设施设计降雨的重现期为10年，但考虑项目实际建设情况，建议结合地形将排水工程的土质排水沟部分优化调整为浆砌石排水沟，提高防护标准。根据《生产建设项目水土流失防治标准》（GB/T50434-2018），本项目林草覆盖率标准为23%，提高到25%，林草覆盖率提高了2个百分点。

（6）工程建设布局紧凑，根据风机布置情况及施工吊装的要求，依托施工道路布置施工吊装平台，风电设备到货后采用一次运输到位的原则，减少占地面积。

综上分析，经主体设计优化和水保方案补充，本工程建设方案总体合理，符合水土保持相关规定与要求。

3.2.2 工程占地评价

（1）在主体设计报告中，工程占地面积为61.54hm²，其中永久占地3.05hm²，临时占地58.49hm²。包括风机及吊装平台、集电线路工程、道路工程、施工生产生活设施等占地。经复核，主体设计中未考虑吊装平台边坡占地、叶片转运场、集电线路电缆沟开挖临时堆土占地、架空线路中人抬道路等占地，且将道路工程占地全部算作临时占地，未考虑交通道路运行期的永久占地等。在主体设计的基础上，本方案对占地面积进行了复核，复核补充后，本项目总占地面积为68.08hm²，其中永久占地18.18hm²，临时占地49.90hm²，永久占地总面积占总用地的26.70%，工程建成后将以地面建筑物的形式覆盖、固化，改变土地的原有使用功能。

（2）本工程属低山风电场，总装机容量147.4MW，年平均上网电量29487.37万kW·h。设计安装44台单机容量为3.35MW的风机机组。根据电力工程建设用地指标（风电场）（建标〔2011〕209号），结合工程设计情况对比，本工程建设控制在用地指标范围内，符合风电建设项目用地指标规范要求。

表3.2-1本项目用地指标对比一览表

项目基本情况		装机容量（MW）	147.4	单机容量（kW）	3350	备注
		机组台数（台）	44	年发电量（kW.h）	29487.37 万	
		35kV 配电设备布置方式	户内	220kV 配电设备布置方式	户外敞开式	
		主变压器布置方式	户外	进线（回）	4	
风电机组	单台机组基本用地	用地规模（m ² /台）	450	用地指标（m ² /台）	450	符合
		用地规模（m ² /kW）	0.150	用地指标（m ² /kW）	0.150	符合
风机箱变	单台机组变电站用地	用地规模（m ² /台）	26	用地指标（m ² /台）	26	符合
吊装平台		用地规模（m ² ）	3500	用地指标（m ² ）	4200	符合
升压变电站	升压变电站	用地规模（m ² ）	5500	用地指标（m ² ）	5850	符合

3项目水土保持评价

运行管理中心	用地规模 (m ²)		用地指标 (m ²)	5800	符合
集电线路	用地规模 (m ²)	892 m ² /km	用地指标 (m ²)	1500m ² /km	符合
混凝土搅拌站等 (每处)	用地规模 (m ²)	5000	用地指标 (m ²)	18000	符合

(3) 本工程施工临时占地主要为吊装平台占地、施工生产生活设施等临时占地，吊装平台占地随风机机位布设、施工生产生活设施布设2处。施工临时占地在满足施工要求的同时，最大限度的节约了土地、减少了地表扰动，符合水土保持的要求。

(4) 本工程不占用基本农田、基本草原等，占地类型主要为林地、草地和其他土地，林地不属于公益林地。永久占地范围内除路面、排水、建构筑物外均采取植物措施恢复生态；吊装平台、施工生产生活设施等使用结束后结合原占地类型和地方政府的要求采取植物措施。经分析，本项目采取植物措施面积44.99hm²，林草覆盖率为66.10%，大于防治目标值中林草覆盖率的要求。较高的植被覆盖度对土壤的保土、保肥、保水能力具有促进作用，改善土壤的理化性质，减少土壤中氮、磷等有机质及无机盐的流失，有利于生态恢复。

(5) 工程区属于低山区域，经济发展以传统农业为主，项目占用土地主要为林地和草地。项目占地对当地土地资源影响不大，且本项目实施后，当地交通条件将得到一定程度的改善，对当地提高土地利用率有比较重要的意义。

综上，本项目的占地面积合理，永久占地面积控制严格。本工程建设占地对水土流失影响有限，占地类型符合水土保持的相关规定，占地规划可行，通过合理水土保持措施，工程建设造成的水土流失不利影响可得到减免，在项目实施过程中，需加强项目占地范围监督和管理。

3.2.3 土石方平衡评价

工程建设期间，本工程总挖方 86.25 万 m³ (含表土剥离 8.11 万 m³)，填方 75.58 万 m³ (含表土回覆 8.11 万 m³)，弃方 10.67 万 m³ (折合为松方 13.87 万 m³)，统一堆存于规划的 6 个弃渣场内，并采取相应的水保措施进行水土流失防治。

在本工程的土石方平衡中，开挖的土石方首先考虑场地的回填，剩余的土石方则就近运至相邻的弃渣场。从项目功能分区来看：集电线路、临建场地等土石方量较小，最终挖填平衡；土石方量主要集中在风机基础施工和吊装场地平整以及道路工程等施工区。

1、表土平衡分析

根据现场调查及资料分析，本项目占地区域内可进行表土剥离面积41.61hm²，表土可剥离厚度10cm~30cm，表土可剥离量为8.11万m³。方案考虑对占地区域可进行表土剥离的区域进行表土剥离，并分散堆放在各分项工程占地范围内，不新增临时占地，用于后期各项

工程绿化覆土使用。本项目后期植被恢复面积共计 41.44hm^2 ，表土回覆厚度 $15\text{cm}\sim 20\text{cm}$ ，共需回覆表土 8.11万m^3 。项目施工前剥离的表土全部用于后期回覆使用，有利于水土保持，表土共需满足施工及水土保持的要求。

2、土石方平衡分析

(1) 根据主体可研设计资料，平均每个风机及吊装平台挖方 0.90万m^3 ，填方 0.79万m^3 ，弃方量 0.11万m^3 ，风机机组和吊装平台弃土量占总弃方量的 44.14% ；由于各个风机所处平台周边环境有一定差别，土石方量可以在下阶段结合具体风机机位的地形进行平衡，确定一个最优的平台高程，回填之后多余的土石方就近运往弃渣场集中堆放，不能顺坡丢弃，以免对下坡造成危害。

(2) 风电场场内需新修道路 32.2km ，改建道路 2.5km 。新建道路作为连接各风机之间的运输纽带，基本沿山脊走线，地势较平缓，平均每公里土石方挖方量 1.15万m^3 ，填方量 0.98万m^3 ，道路工程主要以挖方为主，总体而言无深挖高填路段，弃方量约 $0.17\text{万m}^3/\text{km}$ ，占工程总弃方的 55.86% ，弃方量较大。由于道路工程对地质和荷载的要求，很多开挖的土石方不能用于路基的填筑，导致挖填土、石方量多不平衡，产生弃方是合理的。由于受到设计阶段的限制，主体并未对道路工程展开详细的平面和纵断面设计，本方案认为：从水保角度，主体设计需在下阶段进一步优化新建道路纵断面设计，增加土石方利用率；同时可考虑在道路转弯处和填方路段采取扩大路面宽度的形式配合路堤挡墙的修筑消纳挖方路段甚至相连的风机平台产生的弃土。这有利于减少工程弃渣转运产生的水土流失和工程投资。改建道路则挖高填低，对局部转弯处或路面坑凹不满足要求的地段拓宽或改造，土石方挖填量较小，且基本平衡，满足水土保持要求。

从土石方调配上分析，各单项工程的填方基本利用自身挖方，不存在长距离的土石方调运和重复多次的土石方开挖回填，工程自身无法利用的多余土石方，运至最近的弃渣场处理，运距控制在 3.5km 以内，满足经济运距要求。

从表土平衡方面分析，本工程在施工前，将施工扰动面的表土进行剥离，用于后期的迹地恢复，各区表土供需基本平衡，扩建升压站工程多余的表土调运至附近道路工程，作为道路工程的绿化覆土使用，以保护表土资源，符合水土保持要求。

从水土保持角度分析，工程建设中能够尽可能利用开挖土方，将开挖土石方首先考虑作为回填料使用，对于减少工程弃土及占地面积，降低工程投资和新增水土流失量有积极的意义。在本工程中，土石方利用率一般，在进行土石方平衡时应从总体上遵循挖填平衡的原则，在下阶段优化竖向设计，如何使相同或不同功能分区的土石方之间通过调配尽量综合利用，达到减少弃渣、节约弃渣占地面积，节省弃土处理的措施费用的目的。同时由

于各工程开挖、回填施工时序的不同，项目在建设过程中还需加强临时堆土的防护。

3.2.4 取土（石、砂）场设置评价

本项目主要建筑材料包括砖、砂、碎石等，可以从风电场附近的乡镇多处采购，不单独设置取土（石、料）场，相应的水土流失防治责任由商家承担，在购买合同中明确。该方案既满足了工程建设的需要，又尽量减少了工程扰动范围，减少了可能引起的水土流失，因此从水土保持和主体工程角度分析，料源方案可行。

3.2.5 弃土（石、渣、灰、矸石、尾矿）场设置评价

（1）弃渣场数量的合理性分析

本工程共产生弃土 10.67万m^3 （折合为松方 13.87万m^3 ），通过对工程区现场调查和施工工艺分析，该部分弃土在本工程内无法综合利用，也无法外借给其他项目使用，为避免土石方乱堆乱弃，引起水土流失和安全隐患，设置弃渣场是合理的。

由于本工程所处山脊的脊线较为连续，起伏不大，顶部较宽，整体山势平缓，若分散堆渣将会大大增加弃渣堆放用地面积。就本工程而言，考虑到场内交通条件良好，因此本方案初步规划对弃土采取分段集中堆放，以就近和运输方便为原则，本阶段共在工程区沿线选取6处弃渣场用地处置弃渣，运距在3km以内，弃渣场总体规划容量 17.30万m^3 ，能满足弃渣堆放的要求。

（2）弃渣场选址、运距的水土保持分析与评价

①地质条件：经现场踏勘，所选弃渣场区域地质结构稳定，周围均无垮塌、滑坡等不良地质作用。

②水文条件：所有渣场选址都在靠近山顶靠近临近道路的位置，6处弃渣场所处位置地形相似，均位于山上较平缓的坡地，周围地势起伏不大，堆渣后渣顶靠近山体的顶部，汇水面积较小，在修筑了相应的截排水沟后即可满足排泄汇水要求，不受坡面来水影响。

③施工运输条件：6个弃渣场均靠近或位于本次拟建道路下坡侧，并有道路可到达，方便弃渣进行转运。

根据风电项目的特点，大部分弃渣来源于风机基础及吊装平台、场内道路和升压站，本阶段根据风机位置，交通条件，以及产生渣量的多少和运距等因素选择了6处弃渣场，都靠近场内道路，最大限度的减少了运距，同时考虑场内道路布置的特点靠近场内道路边缘，在堆渣的同时可形成部分道路路基和路面，有效的节约了用地。建议在下阶段主体设计中进一步优化弃渣与场内道路扩边回填使用的可能性，同时根据地形条件，加强对现有渣场的施工图设计。

④占地类型：6个弃渣场占地均为林地，不占用耕地，符合水土保持要求。

⑤对基础设施的影响：根据《水利水电工程水土保持技术规范》（SL575-2012）中“10.4安全防护距离”的相关规定，弃渣场对周围有影响的主要是民房、厂房等，安全防护距离（即挡墙与下侧最近的民房直线距离）应不小于弃渣堆高的两倍。经现场调查本项目各弃渣场位于场内道路下侧紧邻场内道路，各个弃渣场周边不涉及民房及厂房等敏感点，规划的弃渣场不会对公共设施、基础设施、居民点、工业企业等造成重大影响，本工程弃渣场安全防护距离满足规范要求。

（3）弃渣堆置及渣场防护

堆渣顶面及坡面用推土机推平碾压，弃渣顶面坡度不大于2%，弃渣边坡坡面控制在1:1.75，弃渣回填的方法恰当，边坡控制合理，符合水土保持相关技术规范。根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本项目规划的6个弃渣场全部为5级渣场，弃渣场防护工程建筑物级别为5级，弃渣场失事对主体工程或环境无危害或危害较轻。弃渣场通过采取截排水、拦挡、坡面防护、土地整治和植被恢复等水土保持措施后，对主体工程安全和景观不会造成明显影响。

（4）选址制约性因素分析与评价

3项目水土保持评价

表3.2-2选址制约性因素分析与评价表

渣场名称	渣场位置	弃渣量	占地面积 (hm ²)	占地类型	最大堆高 (m)	汇水面积 (hm ²)	渣场类型	渣场级别	GB50433-2018 中弃土（石、渣）场选址约束性规定					选址合理性分析	
		松方 (万 m ³)							不得影响周边公共设施、工业企业、居民点的安全			涉及河道的，应符合治导规划及防洪行洪的规定，不得在河道、湖泊管理范围内置弃土（石、渣）	在山区宜选择荒沟、凹地、支毛沟、平原区宜选择凹、其他土地（裸地）、风沙区应避免风口和易产生风蚀的地方		充分考虑弃土（石、渣）结束后的土地利用
									公共设施	工业企业	居民点				
ZC01 渣场	F02#风机西南侧50m	0.30	0.31	林地	12	1.07	坡地型	5 级	无	无	无	不涉及河道	凹地	堆渣结束后采取乔灌草绿化	无制约性因素，选址合理。
ZC02 渣场	F09#风机西侧25m	2.40	0.84	林地	18	2.10	坡地型	5 级	下游约500m为乡村道路	无	无	不涉及河道	凹地	堆渣结束后采取乔灌草绿化	1、弃渣量较小； 2、汇水面积较小； 3、防护距离满足规范要求； 4、已进行稳定性验算验算结果满足规范要求，不会对下游公共设施产生影响； 选址可行。
ZC03 渣场	F24#风机东侧200m	1.50	0.56	林地	19	0.90	坡地型	5 级	无	无	无	不涉及河道	凹地	堆渣结束后采取乔灌草绿化	无制约性因素，选址合理。
ZC04 渣场	F27#风机南侧100m	5.50	1.30	林地	18	1.56	坡地型	5 级	无	无	无	不涉及河道	凹地	堆渣结束后采取乔灌草绿化	无制约性因素，选址合理。
ZC05 渣场	F33#风机东侧150m	2.77	0.74	林地	18	1.41	坡地型	5 级		无	无	不涉及河道	凹地	堆渣结束后采取乔灌草绿化	无制约性因素，选址合理。
ZC06 渣场	F35#风机南侧50m	1.40	0.62	林地	18	0.93	坡地型	5 级	无	无	无	不涉及河道	凹地	堆渣结束后采取乔灌草绿化	无制约性因素，选址合理。

总结：经上述各方面分析，本方案所选6处弃渣场的设置不存在限制因素，因此，弃渣场选址均合理可行，弃渣场使用完毕后封场，采取植物措施进行植被恢复，可减少水土流失的发生。

3.2.6 施工方法与工艺评价

3.2.6.1 施工方法与工艺评价

根据本工程的特点，以及工程区的地形地貌、地质岩性、土壤、植被及水文气象等自然环境特征，确定该项目工程建设过程中可能导致水土流失的主要工序包括以下几个方面：

（1）土石方施工

本工程土石方施工采用以机械为主、人工为辅的施工方法。风机基础采用小型反铲挖掘机开挖土石，自卸汽车将开挖的土石运至各分区内的临时堆放点集中堆放，减少了施工占地和影响范围，符合水土保持技术要求。

（2）风机基坑开挖及吊装场地场平施工

风机基坑开挖及吊装场地场平，采用逐个推进的方式施工，回填利用后剩余的土石方可及时的用于邻近施工道路的填筑，缩短了临时堆土时间，减少了水土流失。由此可见从水保角度分析，工程施工不会造成较大的水土流失。

（3）道路施工

施工道路在施工结束后作为永久道路保留，施工道路两侧恢复迹地，撒播种草。新修道路主要占用其他草地和灌木林地，尽量避开对良好植被区的破坏，由于道路建设将对原土地生产力造成破坏，但占压后形成泥结碎石路面，产生水土流失量较小，有利于水土保持。施工完毕后，道路为检修人员和当地村民提供了较为方便的交通设施，减少了新建道路占地，从而减少对植被的破坏；施工道路积极采取植物措施，恢复植被。因此从水土保持角度来看，交通运输规划基本合理。

（4）临建工程施工

施工生产生活设施采用集中布置的方式，减少了施工影响范围。场地布置选择平地，场平挖填平衡，避免了对山坡采取大开挖或大回填方式形成场地平台的情况，减小了对原地表及植被造成的扰动，减少了可能产生的水土流失面积和流失量。

以上各项工程施工工艺除了有利于各项工序间的交叉衔接外，还满足工作建设进度要求，保证施工安全，减少地面重复开挖扰动，有利于水土保持。主体采用的施工工艺是合理的。通过分析认为，本项目施工工艺对主体工程不存在限制性影响，从水土保持角度认为是可行的。

3.2.6.2 施工要求

主体工程设计提出了以机械化施工为主，人工施工为辅的施工方法，并提出了部分与水土保持相关的施工方法要求，经本方案补充完善后，形成如下施工要求：

（1）施工前进行测量，明确工程占地范围，划定挖填区域，尽量控制施工生产生活设施占地和地表扰动面积。

（2）合理安排施工进度与时序，同时做到“随挖、随运、随填、随压”，尽量减少裸露面积，缩短裸露时间，防止重复开挖和土石方多次倒运。

（3）施工前应进行表土剥离，表土集中堆放，及时采取苫盖、截排水等临时防护措施加以临时防护。

（4）合理安排施工，控制开挖深度，减少开挖量和废弃量。优化土石方开挖工艺，尽量采用装载机配合自卸汽车挖运土方。

（5）在进行土石方开挖时，边坡坡度应控制在稳定坡度范围之内，开挖结束后及时整理开挖面，对开挖形成的软弱边坡应及时实施工程防护措施，防止其垮塌，同时及时实施坡面防护及排水措施，施工一段、保护一段，尽量将工程施工对水土流失的影响降低到最低程度。

（6）运输土石方的车辆车顶应采取覆盖等预防保护措施，防止散溢，施工结束后，车辆离开施工区域时对车辆进行冲洗。

（7）外购砂石料时，必须选择合法砂石料场，并在供料合同中明确水土流失防治责任。

3.2.7 主体工程设计中具有水土保持功能工程的评价

3.2.7.1 风机及吊装平台工程

1、主体设计中具有水土保持功能工程

（1）基础开挖及回填

风机及箱变基础开挖，主体工程设计中，基础开挖时如遇石方则采用预爆破的方法或者采用锚杆基础，减少扰动范围；吊装平台作为风机设备安装平台，主体工程设计中提出土石方回填采用分层碾压的方法，使土体达到一定的密实程度，从而减轻雨水对地表冲刷的程度；根据地形地质条件对侧坡采取一定的支护措施。

（2）边坡防护

主体工程设计中，本项目部分机位布置在山脊缓坡及山顶平台处，设备吊装平台平整后，将形成挖方及填方边坡，主体工程根据风机场地的实际情况，分别采取了基坑护坡及

基础处理等措施。根据边坡稳定性情况必要时对下边坡有一定的支护措施，如采用喷混凝土、挂钢筋网、砂浆锚杆等，为了填方边坡稳定和少占地，对吊装场地可能产生滑坡的下边坡采取了浆砌石挡墙进行防护，浆砌石挡墙采用俯斜式，面坡为直墙，背坡1:0.15，材料为M7.5浆砌石，高1.0m，顶宽0.5m，由于受到设计深度的影响，未明确相关措施的工程量及布设位置等，需在下一设计阶段补充完善。主体工程设计的护坡、挡墙等具有一定的水土保持功能，主体设计的护坡措施在。但主要满足于维持边坡稳定、保护风电机组及吊装平台的安全性，因此不界定为水土保持措施。

2、存在的不足

综上，主体工程设计中未考虑表土剥离及回覆、临时排水、场地整治及施工迹地恢复等措施，在本方案复核分析后，补充施工前对具备剥离条件的区域进行剥离表土，剥离厚度10~20cm上，剥离后的表土集中堆存于场地一角（不影响主体施工），需采取拦挡及苫盖措施；施工中在吊装场地平整后的挖方区域临坡侧设置临时排水沟及沉沙池；施工结束后对风机基础等硬化外的区域进行土地整治，回覆表土后撒播植草，并定期按管护要求进行抚育管理。

3.2.7.2 扩建升压站工程

1、主体设计中具有水土保持功能工程

（1）碎石压盖

本工程升压站在原有一期升压站基础上扩建，施工结束后再除建构筑物以外的区域进行碎石压盖，采用150mm碎石，压盖面积为2500m²，碎石压盖可渗透雨水，有一定的水土保持功能，界定为水土保持措施，纳入水土流失防治措施体系。

（2）挡土墙及护坡

主体工程设计中升压站挖方边坡坡脚设置挡土墙、填方边坡采用挡墙+工程护坡，经统计，C15毛石混凝土挡墙3700m²，浆砌块石护坡500m²，挡墙及护坡有效防治了水土流失，具有良好的水土保持功能，但其主要目的是为了升压站安全稳定运行服务，不界定为水土保持措施。

（3）截排水沟

为防止降水对站区的影响，主体工程设计在扩建区域设计了M7.5浆砌石浆砌石截排水沟，扩建场地雨水通过升压站内已建雨水排水系统排出。

主体工程设计扩建区域围墙外布置了M7.5浆砌石排水沟140m，尺寸为60cm×60cm（过流能力0.176m³/s>0.138m³/s），并在挖方边坡上侧修建浆砌石截水沟70m，尺寸为80cm×

80cm（过流能力 $0.403\text{m}^3/\text{s}>0.345\text{m}^3/\text{s}$ ）。站外截排水沟均采用100年一遇1小时防洪标准，底板厚度10cm，衬砌30cm；排水沟沟底纵坡与地表坡度保持一致，且不低于2‰，排水沟出口与原站外排水沟顺接。扩建区域的排水沟与一期原有的排水设施组成完善的排水系统，对站外来水面和站内集雨面的降水和径流进行有序导排，具有显著的水土保持功能，界定为水土保持措施，将其纳入水土流失防治措施体系。

（3）绿化

主体设计在生活区建筑物周边采取了绿化措施，绿化面积 300m^2 ，绿化是防治污染，保护、改善环境及治理水土流失的途径之一，具有良好的水土保持功能，界定为水土保持措施，将其纳入水土流失防治措施体系。

2、存在的不足

主体工程设计未考虑表土剥离及回覆、场地整治、以及临时堆土的防护措施，方案补充表土剥离及回覆、场地整治以及施工期间的临时苫盖措施。

3.2.7.3 集电线路工程

1、主体设计中具有水土保持功能工程

根据现阶段主体设计成果，集电线路采用架空线路及地埋电缆相结合的方式，现阶段主体设计仅考虑架空线路采用高低腿，塔基回填后弃土就地摊平处理，避免了多塔位弃渣远距离集中转运；主体设计中风电场内大部分集电线路和施工道路走向一致，部分敷设在吊装场地内，施工时可利用该施工道路进行材料和设备运输；集电线路的电缆沟基槽开挖可合并的道路广场和吊装平台施工之中，挖填同时进行，减少土石方的二次挖填和对地表的扰动，以上措施可起到减少水土流失的作用，具有水土保持功能。

2、存在的不足

主体设计未考虑施集电线路的相关防护措施，本方案补充架空线路的表土剥离及防护、土地整治、临时苫盖、植被建设等措施，以及直埋电缆的临时隔离、苫盖和地表恢复措施。

3.2.7.4 道路工程

1、主体设计中具有水土保持功能工程

道路工程还未进行详细设计，因此本方案根据以往同类工程的经验以及相应的设计规范，对该区域采取的措施进行评价。

（1）边坡防护

主体设计中尽量避开不良地质区域，对道路沿线各开挖面均采用稳定的开挖边坡比，根据需要修筑浆砌石挡土墙，C15毛石混凝土挡土墙共计 8890m^3 ，但由于受到设计深度的

影响，未明确设计尺寸及布设位置等，需在下一设计阶段补充完善。主体工程设计的护坡、挡墙，具有一定的水土保持功能，但主要满足于道路安全性，因此不界定为水土保持措施。

（2）截排水沟

主体设计对道路侧根据需要设置了土质截排水沟29900m，与冲沟交叉时考虑在路基下埋波纹管。排水沟采用梯形断面，底宽0.4m，顶宽0.5m，沟深0.5m，路基排水沟按10年一遇1小时暴雨设计，开挖后将渠底和两侧边坡拍实。排水沟在保证路基安全的同时，减少了水流冲刷造成的水土流失，具有水土保持功能，界定为水土保持措施，将其纳入水土流失防治措施体系。

（3）管涵

主体设计中对道路横跨小型沟道处设置钢筋混凝土管涵，采用单孔Ø1m的圆管涵，共设管涵825m。管涵有利于排水，具有一定的水土保持功能，但其主要功能是满足道路的安全性，因此不界定为水土保持措施。

2、存在的不足

主体工程设计对路基排水、沉沙及施工结束后的迹地恢复、植被恢复等措施考虑不足，本方案，建议在道路边坡较陡（ $>25^{\circ}$ ）及转弯的路段将土质排水沟改设为浆砌石排水沟，排水沟出口接沉沙池，以增加排水沟的稳定性和持久性，并复核排水过流能力计算；补充道路开挖前对可剥离的扰动区域进行表土剥离，并临时堆放于道路沿线一侧，用防尘网及土袋拦挡进行防护。场内道路施工结束后，立即对边坡进行土地整治，回覆表土后撒播草籽，并进行抚育管理，促进植被恢复。

3.2.7.5 施工生产生活设施

本阶段主体设计暂未对施工临建进行详细的布置与设计，本方案根据建设单位意向，选定了2处施工临建设施。本工程施工临建区占地选择较为平坦的地区，对地面扰动较小，避免了大挖大填带来的水土流失。

本方案补充施工前的表土剥离措施，施工中临时排水、沉沙措施，以及表土的临时拦挡和苫盖措施，并要求主体施工结束后，及时拆除建构筑物，对压实的场地进行回覆表土、土地整治，撒播灌草恢复。

3.2.7.6 弃渣场

对于规划的6处弃渣场，主体现阶段并未进行详细的设计，其措施布设需在本方案中考虑，主体在下阶段应根据细化后的土石方工程量对弃渣场结合本方案进一步详细规划，建议尽可能的将弃渣进行综合利用。

本方案补充表土剥离及防护、土地整治、截（排）水、弃渣拦挡、削坡整治、临时苫盖、植被建设等措施。

3.3 主体工程设计中水土保持措施界定

3.3.1.1 主体工程设计水土保持措施界定

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018），对主体工程设计中的水土保持措施进行界定，结合章节 3.2.7 章节主体工程设计中水土保持措施的分析评价，结合实际情况，主体工程设计中的排水沟、绿化、碎石压盖等以防治水土流失为主要目标的措施，界定为水土保持措施，纳入本方案的水土保持防护措施体系，计列其水土保持投资，主体工程已有的水土保持措施投资为 37.06 万元，详见表 3.3-1。

表3.3-1主体工程中纳入水土保持方案的水土保持措施及投资表

工程项目	措施类型	措施名称	单位	数量	单价（元）	投资（万元）
扩建升压站工程	工程措施	浆砌石截水沟	m/m ³	70/63	550	3.47
		浆砌石排水沟	m/m ³	140/101	550	5.54
		碎石压盖	m ²	2500	9.12	2.28
	植物措施	绿化	m ²	300	100	3.00
道路工程	工程措施	土质排水沟	m/m ³	29900/4037	7.62	22.77
合计						37.06

3.3.1.2 主体工程设计的水土保持综合评价

主体工程设计在风机及吊装平台工程和道路工程区结合不稳定边坡防护采取了浆砌石及混凝土挡墙进行防护，扩建升压站充分考虑了站内外的截排水沟，建立有效的截排水系统以及站外边坡的防护等，措施选择合理，针对性强，基本符合水土保持的要求，能够取得较好的水土保持效果。

本方案将根据工程施工过程中的水土流失部位和特点，按照水土保持相关要求，并结合主体工程设计思路，从水土保持角度补充完善以下措施：

（1）风机及吊装平台工程补充施工前表土剥离以及表土的临时苫盖措施，施工期间的临时拦挡、排水、沉沙，施工结束后对施工迹地进行土地整治，表土回覆后灌草综合绿化等措施；

（2）扩建升压站工程补充施工前表土剥离以及施工临时堆土苫盖措施；

（3）集电线路工程补充施工前表土剥离以及施工作业带内临时堆土的防尘网苫盖、彩条布隔离，施工结束后对施工迹地进行土地整治后撒播植草；

(4) 道路工程补充表土剥离、开挖土石方及表土的临时拦挡和苫盖措施,完善路基排水沟,排水沟出口处补充沉沙池,对边坡进行表土回覆、土地整治后进行灌草绿化;

(5) 施工生产生活设施补充施工前表土剥离以及表土的临时苫盖、拦挡措施,施工期间场地的临时排水沟和沉沙池,施工结束后对施工迹地进行土地整治,表土回覆后灌草综合绿化等措施。

(6) 弃渣场补充表土剥离及防护、土地整治、截(排)水、拦挡、临时苫盖、植被建设等措施。

主体工程设计的水土保持评价详见表3.2-2。

表3.2-2主体工程设计的水土保持评价分析汇总表

工程项目	防治措施	
	主体工程设计	本方案补充措施
风机及吊装平台工程	——	表土剥离、表土回覆、土地整治、土袋拦挡、土质排水沟、沉沙池、防尘网苫盖、灌草绿化
扩建升压站工程	碎石压盖、截排水沟、绿化	表土剥离、表土回覆、防尘网苫盖
集电线路工程	——	表土剥离、表土回覆、土地整治、防尘网苫盖、彩条布隔离、撒播草籽
道路工程	土质排水沟	表土剥离、表土回覆、土地整治、浆砌石排水沟、沉沙池、防尘网苫盖、土袋拦挡、灌草绿化
施工生产生活设施	——	表土剥离、表土回覆、土地整治、临时排水沟、沉沙池、土袋拦挡、防尘网苫盖、灌草绿化
弃渣场	——	表土剥离、表土回覆、土地整治、挡渣墙、截排水沟、防尘网苫盖、灌草绿化

4 水土流失分析与预测

4.1 水土流失现状

本项目位于广元市昭化区境内，根据全国水土保持区划，昭化区属于西南紫色土区，容许土壤流失量 $500\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ 。根据全国第一次水利普查成果，全区水土流失面积 531.05km^2 ，占土地面积的37.04%，以水力侵蚀为主。其中：轻度流失 297.56km^2 ，占流失面积的56.03%；中度流失 162.23km^2 ，占流失面积的30.55%；强烈流失 32.32km^2 ，占流失面积的6.09%；极强烈流失 18.83km^2 ，占流失面积的3.55%；剧烈流失 20.11km^2 ，占流失面积的3.79%。项目区土壤侵蚀分布图见附图4-1。

项目所在的广元市昭化区土壤侵蚀见表4.1-1。

表4.1-1昭化区水土流失现状表

侵蚀强度	面积 (km^2)	占流失面积比 (%)	占土地面积比 (%)
轻度	297.56	56.03	20.75
中度	162.23	30.55	11.32
强烈	32.32	6.09	2.25
极强烈	18.83	3.55	1.31
剧烈	20.11	3.79	1.40
侵蚀总面积	531.05	100	37.04

从上表可知，项目所在区水土流失类型以水力侵蚀为主，侵蚀强度表现为轻度，从场地侵蚀现状看，水土流失对工程建设影响较小。

4.2 水土流失影响因素分析

4.2.1 水土流失影响因素

本工程在建设过程中新增水土流失主要是由于人为扰动地表、破坏植被、构筑人工再塑地貌等活动，在侵蚀营力的作用下产生的，其形成包括自然因素和人为因素两种。

(1) 自然因素

自然因素包括地形坡度、气候、土壤、植被等因素，其中降雨、风、温度等气候因素是形成土壤侵蚀的自然动力因素。

① 地形坡度：在自然状况下，水土流失随地表坡度的增大而增大，在工程施工等外力作用下，地表坡度加大对水土流失的作用随之大幅度加大，水土流失强度成倍增加。本工程为点线综合型工程，项目区地势起伏相对较大，地表坡度约 $0\sim 25^\circ$ ；地形坡度对水土流

失存在一定影响。

② 降雨：降雨是造成水土流失的主要动力因素，项目区属亚热带湿润季风气候区，多年平均降雨量1020.2mm，降雨量分布在5~10月份，在人工地表扰动条件下，降雨对水土流失的影响将随之加大，成为项目区影响工程施工新增水土流失的主要自然因素。

土壤侵蚀是在地貌、岩性、土壤、植被、降雨、风力等多种因素作用的结果，在工程施工等扰动作用下，削弱甚至破坏了土地的水土保持功能，水土流失随之大幅度加大，水土流失强度成倍增加。

（2）人为因素

在施工期间，该项目工程建设产生的水土流失具有“暂时性”的特点，在施工期间，管沟开挖等工程挖填方量大，施工生产生活设施的再塑型等施工过程将损毁地表植被，原稳定地形地貌受遭到破坏，地表结皮遭到扰动破坏，使占地范围内的表层土裸露或形成松散堆积体，失去原有地表的防冲和固土能力，加剧水土流失，特别是在道路路基的开挖，风机平台的开挖、地面裸露，在外力的作用下将使水土流失成倍增加。

工程建设施工完成后大部分占地停止人为扰动，水土流失主要来源于绿化区域，通过土地整治、撒播草籽等水土保持措施实施后，水土流失渐渐恢复到自然侵蚀状态。

4.2.2 工程建设对水土流失的影响

本项目土壤侵蚀以水力侵蚀为主，降水及其形成的地表径流为产生土壤侵蚀的根本动力。工程的开挖回填活动破坏了原覆盖的植被保护层，改变了地表组成物质的结构、质地，一方面部分地面被硬化，使地面渗透性大大降低，形成更大的地表径流增加了对流经地表的冲刷，另一方面使部分地表变得裸露而松散，在水的作用下更恶化地表组成物质的理化性质，大为降低其抗冲性和抗蚀性。工程施工还改变了原有地貌的坡长、坡度等因素，使坡面在水力、重力的综合作用下更容易发生侵蚀。可见，集中、规范堆放堆土，严格控制工程建设扰动破坏原地貌范围，在扰动面上缘截水切断水源动力，内部排水改善地表组成物质理化性质，下缘拦住土石去向，表面及时采取覆盖措施尤其是植物措施减少扰动面裸露时间，是防治工程建设引发的水土流失的根本措施。通过工程原设计中具有水土保持功能措施及本方案增设的水土保持措施的综合防治，可以大为减缓区内可能发生的水土流失，达到国家规定的水土流失防治标准。

（1）工程占地对水土流失的影响

本项目共计占用土地面积为68.08hm²，其中永久占地18.18hm²，临时占地49.90hm²。施工过程中的大量开挖将压埋或损坏原有植被、地表，使地表土层稳定结构及植被受到破坏，

并改变局部地形，从而改变了径流汇流条件，不仅减少径流入渗量，而且缩短径流汇流时间，加大径流的冲刷力，造成开挖边坡的沟蚀等水土流失，在一定程度上加大施工区的水土流失量。

(2) 土石方开挖和填筑对水土流失的影响

工程挖方总量 86.25万m^3 ，开挖和填筑将使地表植被、地面组成物质和地貌受到扰动和破坏，使项目征地范围内的表层土裸露或形成松散堆积体，失去原有植被的防冲、固土能力，形成的边坡若不加以防护容易产生冲刷、崩塌等现象，增加新的水土流失。

(3) 临时堆土对水土流失的影响

项目表土剥离 8.11万m^3 ，临时堆土堆积体结构松散，若不采取适当的挡护措施和排水措施，遇到降水后容易造成堆积体冲刷，引发新的水土流失。

(4) 道路修建对水土流失的影响

本工程交通设施主要为场内道路，场内道路将对原山体进行开挖或回填，形成扰动破坏带。施工过程中若不加强临时拦挡措施，开挖土石渣极易下滑压覆征地范围以外坡面，扩大扰动破坏范围。路基形成后将截断山体原有排水通道，两侧边坡仍有大量裸露地表，若不布设截排水措施和植物措施，坡面汇水可能局部集中冲刷裸露边坡造成流失，进而危害道路安全。

(5) 施工生产生活设施修建对水土流失的影响

本工程施工生产生活设施需另占土地进行场平后修建。场地平整将进行土石方挖填活动，建（构）筑物修建基础挖填与场地平整一并进行，若无拦挡、护坡及排水等措施，期间将可能产生较大水土流失。建（构）筑物建成后，对部分场地起到覆盖作用，同时也使以外的场地受降水汇流冲刷力增强，因此若无排水等防护措施，场内及场外仍可能发生较强水土流失。

(6) 其它施工过程中对水土流失的影响

主体工程施工过程中，需永久或临时占用土地，破坏植被，扰动地表，导致水土流失。

4.2.3 扰动地表分析

根据主体工程设计资料、土地利用现状现场调查和资料分析，查明工程施工可能造成的扰动地表面积，经预测，本工程扰动地表面积 68.08hm^2 。

表4.2-1 扰动地表面积统计表

项目组成	扰动地表面积 (hm ²)
风机及吊装平台工程	15.40
扩建升压站工程	0.52
集电线路工程	8.57
道路工程	37.72
施工生产生活设施	1.50
弃渣场	4.37
合计	68.08

4.2.4 损毁植被面积分析

项目征占地面积为68.08hm²，经调查统计分析，工程建设损毁植被面积共49.57hm²，详见表4.2-2。

表4.2-2 损毁植被面积统计表

项目组成	损毁植被类型 (hm ²)		小计 (hm ²)
	林地	草地	
风机及吊装平台工程	4.04	8.86	12.90
扩建升压站工程	0.15	0.05	0.2
集电线路工程	4.13	4.19	8.32
道路工程	15.56	6.72	22.28
施工生产生活设施	0.73	0.77	1.50
弃渣场	4.37	0	4.37
合计	28.98	20.59	49.57

4.2.5 废弃土石方量分析

通过分析施工组织设计及施工工艺，结合土石方调运规划得出工程区土石方开挖、回填利用量；本工程总挖方86.25万m³（含表土剥离8.11万m³），填方75.58万m³（含表土回覆8.11万m³），弃方10.67万m³（折合为松方13.87万m³），统一堆存于规划的6个弃渣场内，并采取相应的水保措施进行水土流失防治。

4.3 土壤流失量预测

4.3.1 预测单元

本项目预测范围为整个项目建设区，根据本工程施工进度和特点及扰动地表程度，结合项目区环境和水土流失现状，对可能产生的水土流失进行预测分析。

根据工程总体布局、工程特点及对水土流失的影响，将水土流失预测单元划分为风机及吊装平台工程区、扩建升压站工程区、道路工程区、集电线路工程区、施工生产生活设

施区、弃渣场区等6个预测单元。

根据施工扰动、施工后硬化、绿化等情况，分别预测施工期和自然恢复期水土流失面积，调查分析结果表明，施工期水土流失面积 68.08hm^2 ，自然恢复期水土流失面积 43.32hm^2 。

4.3.2 预测时段

根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）（以下简称《水保技术标准》，本工程属于建设类项目，根据工程建设特点，本工程水土流失预测时段包括施工期（含施工准备期）和自然恢复期，本工程施工准备期历时较短，因此将施工准备期并入施工期一起预测。

（1）施工期

施工期间工程开挖和填筑、建筑材料堆置及机械碾压等施工活动，破坏了项目区原稳定地貌和植被，扰动土体结构，改变了现状地形，开挖面、松散裸露面无植被覆盖，土地抗蚀能力降低，在降雨作用下水土流失增强，因此施工期是本次预测的重点，在土建工程施工结束时，水土流失强度达到最大。各单元水土流失预测时间长短的确定，是根据地面扰动时间，同时考虑工程影响的后续效果而定。项目计划2022年3月开工，2023年2月完工，施工总工期12个月，施工期跨越1个完整的雨季，因此施工期的预测时段按1年计算。

（2）自然恢复期

工程施工结束后，因施工引起水土流失的各项因素逐渐消失，地表扰动基本停止，植被得到逐步恢复，松散裸露面逐步趋于稳定，水土流失将逐步减小，但自然恢复期仍有一定的水土流失，工程区年平均降水量 1020.2mm ，属于湿润区，各单元自然恢复期按2年计算。水土流失预测单元和预测时段详见表4.3-1。

表4.3-1预测单元和预测时段表

预测单元	施工期		自然恢复期	
	施工期预测范围（ hm^2 ）	预测时段（a）	自然恢复期预测范围（ hm^2 ）	预测时段（a）
风机及吊装平台工程区	15.40	1	13.31	2
扩建升压站工程区	0.52	1	0.03	2
集电线路工程区	8.57	1	8.12	2
道路工程区	37.72	1	15.99	2
施工生产生活设施区	1.50	1	1.50	2
弃渣场区	4.37	1	4.37	2
合计	68.08		43.32	

4.3.3 土壤侵蚀模数

4.3.3.1 土壤侵蚀背景值

项目区水土流失现状是在工程区地形地貌条件、土壤植被等影响水土流失的自然因素调查和现场测量基础上,根据《全国水土保持区划(试行)》,项目所在地属于西南紫色土区,区域容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$,按照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)中侵蚀等级划分进行确定,项目区所在地的一级类型区为水力侵蚀类型区,经估算,工程区平均土壤侵蚀模数为 $1479/\text{km}^2\cdot\text{a}$,侵蚀强度为轻度,详见表4.3-2。

表4.3-2工程区扰动前土壤侵蚀背景值计算表

项目组成	占地类型	面积 (hm^2)	地形坡度 ($^\circ$)	植被覆盖度 (%)	侵蚀强度	平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	年流失量 (t)
风机及吊装平台工程	林地	4.04	8~15	45~60	轻度	1000	40
	草地	8.86	5~8	45~60	轻度	1200	106
	其他土地	2.5	8~15	<30	中度	2500	63
	小计	15.40				1357	209
扩建升压站工程	林地	0.15	8~15	45~60	轻度	1000	2
	草地	0.05	5~8	45~60	轻度	1000	1
	其他土地	0.32	5~8	30~45	轻度	1500	5
	小计	0.52				1538	8
集电线路工程	林地	2.93	5~8	60~75	轻度	1200	35
		1.20	5~8	45~60	轻度	1500	18
	草地	4.19	5~8	75	轻度	1200	50
	其他土地	0.25	15~20	<30	中度	2500	6
	小计	8.57				1272	109
道路工程	林地	10.40	5~8	60~75	轻度	1000	104
	林地	5.16	8~15	45~60	轻度	1200	62
	草地	6.72	8~15	55	轻度	1100	74
	交通运输用地	0.32	5~8	<30	轻度	300	1
	其他土地	15.12	15~20	<30	中度	2500	378
	小计	37.72				1641	619
施工生产生活设施	林地	0.73	8~15	45~60	轻度	1300	9
	草地	0.77	5~8	45~60	轻度	1200	9
	小计	1.50				1200	18
弃渣场	林地	4.37	8~15	45~60	轻度	1000	44
合计		68.08				1479	1007

4.3.3.2 扰动后土壤侵蚀模数

1、计算方法

根据《生产建设项目土壤流失量测算导则》(SL 773-2018),水力作用下土壤流失量测算包括:植被破坏型一般扰动地表土壤流失量测算、地表翻扰型一般扰动地表土壤流失量测算、上方无来水工程开挖面土壤流失量测算、上方有来水工程开挖面土壤流失量测算、上方无来水工程堆积体土壤流失量测算、上方有来水工程堆积体土壤流失量测算共六种测算公示,各测算公示如下:

(1) 植被破坏型一般扰动地表土壤流失量测算公式如4-1所示。

$$M_{yz} = RKL_y S_y BETA \quad (\text{式4-1})$$

式中:

M_{yz} ——植被破坏型一般扰动地表计算单元土壤流失量, t;

R ——降雨侵蚀力因子, $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$;

K ——土壤可蚀性因子,

L_y ——坡长因子, 无量纲;

S_y ——坡度因子, 无量纲;

B ——植被覆盖因子, 无量纲;

E ——工程措施因子, 无量纲;

T ——耕作措施因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 。

(2) 地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量测算公示如式4-2所示。

$$M_{yd} = RNKL_y S_y BETA \quad (\text{式4-2})$$

式中:

M_{yd} ——地表翻扰型一般扰动地表计算单元土壤流失量, t;

R ——降雨侵蚀力因子, $\text{MJ} \cdot \text{mm}/(\text{hm}^2 \cdot \text{h})$;

K ——土壤可蚀性因子,

L_y ——坡长因子, 无量纲;

S_y ——坡度因子, 无量纲;

B ——植被覆盖因子, 无量纲;

E ——工程措施因子, 无量纲;

T ——耕作措施因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 ;

N ——地表翻扰后土壤可蚀性因子增大系数, 通常取2.13。

(3) 上方无来水工程开挖面土壤流失量测算公示如式4-3所示。

$$M_{kw} = RG_{kw} L_{KW} S_{kw} A \quad (\text{式4-3})$$

式中:

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

G_{kw} ——上方无来水工程开挖面土质因子, $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

L_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{kw} ——上方无来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 。

(4) 上方有来水工程开挖面土壤流失量测算公示如式4-4所示。

$$M_{ky} = F_{ky} G_{ky} L_{ky} S_{ky} A + M_{kw} \quad (\text{式4-4})$$

式中:

M_{ky} ——上方有来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t;

F_{ky} ——上方有来水工程开挖面径流冲蚀力因子, MJ/hm^2 ;

G_{ky} ——上方有来水工程开挖面土质因子, $t \cdot hm^2 / (hm^2 \cdot MJ)$;

L_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡长因子, 无量纲;

S_{ky} ——上方有来水工程开挖面坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 ;

M_{kw} ——上方无来水工程开挖面计算单元土壤流失量, t。

(5) 上方无来水工程堆积体土壤流失量测算公示如式4-5所示。

$$M_{dw} = XRG_{dw}L_{dw}S_{dw}A \quad (\text{式4-5})$$

式中:

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t;

X ——工程堆积体形态因子, 无量纲;

R ——降雨侵蚀力因子, $MJ \cdot mm / (hm^2 \cdot h)$;

G_{dw} ——上方无来水工程堆积体土石质因子, $t \cdot hm^2 \cdot h / (hm^2 \cdot MJ \cdot mm)$;

L_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dw} ——上方无来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm^2 。

(6) 上方有来水工程堆积体土壤流失量测算公示如式4-6所示。

$$M_{dy} = F_{dy} G_{dy} L_{dy} S_{dy} A + M_{dw} \quad (\text{式4-6})$$

式中:

M_{dw} ——上方无来水工程堆积体计算单元土壤流失量, t;

F_{dy} ——上方有来水工程堆积体径流冲蚀因子, MJ/hm²;

G_{dy} ——上方有来水工程堆积体土石质因子, t•hm²/(hm²•MJ);

L_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡长因子, 无量纲;

S_{dy} ——上方有来水工程堆积体坡度因子, 无量纲;

A ——计算单元水平投影面积, hm²。

2、侵蚀模数的确定

土壤流失量测算按植被破坏性一般扰动地表土壤流失量测算的经验公式进行计算预测, 本工程土壤侵蚀模数统计详见表4.3-3~表4.3-4。

表4.3-3施工期土壤侵蚀模数

预测单元		计算方法	R	G _{kw}	L _{kw}	S _{kw}	A	M _{kw}	土壤侵蚀模数
			MJ mm/(hm ² h)	t hm ² h/(hm ² MJ mm)	\	\	hm ²	t	t/km ² a
施工期	风机及吊装平台工程	上方无来水工程开挖面	4206	0.0362	0.674	0.5128	15.40	810.41	5262
	扩建升压站工程		4206	0.0315	0.535	0.556	0.52	20.49	3940
	集电线路工程		4206	0.0275	0.674	0.5992	8.57	400.33	4671
	道路工程		4206	0.0275	0.765	0.5992	37.72	1999.89	5302
	施工生产生活设施		4206	0.0275	0.674	0.4688	1.50	54.82	3655
	弃渣场		4206	0.0275	0.674	0.5992	4.37	204.13	4671

表4.3-4自然恢复期土壤侵蚀模数

预测单元		R	K	L _y	S _y	B	E	T	A	Myz	土壤侵蚀模数
		MJ mm/(hm ² h)	t hm ² h/(hm ² MJ mm)	\	\	\	\	\	hm ²		
自然恢复期	风机及吊装平台工程	4206.0	0.0060	0.76	0.56	1	1	1	15.40	352.31	2288
	扩建升压站工程	4206.0	0.0060	0.68	0.65	1	1	1	0.52	12.35	2375
	集电线路工程	4206.0	0.0060	0.66	0.66	1	1	1	8.57	200.66	2341
	道路工程	4206.0	0.0060	0.7	0.65	1	1	1	37.72	922.54	2446
	施工生产生活设施	4206.0	0.0060	0.69	0.55	1	1	1	1.50	33.70	2247
	弃渣场	4206.0	0.0060	0.69	0.55	1	1	1	4.37	87.85	2010

4.3.4 预测方法

本工程土壤流失预测采用定量和定性相结合的方法进行预测。对工程建设可能造成水土流失量采用加速侵蚀法、调查研究法进行定量预测；本项目区土壤流失类型主要为水力侵蚀，土壤流失预测采用《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）推荐的经验公式进行预测，土壤流失量计算公式如下：

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

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

k——预测时段，1，2，指施工期（含施工准备期）和自然恢复期

F_i ——第i个预测单元的水土流失面积， 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， $\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，只计正值，负值按0计

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

T_i ——预测时段（扰动时段），a

4.3.5 预测结果

本工程在施工期、自然恢复期的可能造成土壤流失总量为5831t，其中施工期土壤流失量为3489t，自然恢复期土壤流失量为2342t。各个时期新增土壤流失量为3390t，其中施工期新增土壤流失量为2482t，自然恢复期新增土壤流失量为908t。本项目建设产生水土流失重点时段为施工期，水土流失重点部位是风机及吊装平台工程区和道路工程区。预测结果详见表4.3-5。

4水土流失分析与预测

表4.3-5土壤流失量预测表

序号	预测单元	预测时段		土壤侵蚀模数背景值(t/km²·a)	扰动后土壤侵蚀模数(t/km²·a)	扰动地表面积(hm²)	侵蚀时间(a)	背景值流失量(t)	扰动后地表土壤流失量(t)	新增水土流失量(t)	占新增流失量的比例(%)
1	风机及吊装平台工程	施工期		1357	5262	15.4	1	209	810	601	17.73%
		自然恢复期	第1年	1357	2288	13.31	1	181	305	124	3.66%
			第2年	1357	2288	13.31	1	181	305	124	3.66%
		小计						571	1420	849	25.04%
2	扩建升压站工程	施工期		1538	3940	0.52	1	8	20	12	0.35%
		自然恢复期	第1年	1538	2375	0.03	1	0	1	1	0.03%
			第2年	1538	2375	0.03	1	0	1	1	0.03%
		小计						8	22	14	0.41%
3	集电线路工程	施工期		1272	4671	8.57	1	109	400	291	8.58%
		自然恢复期	第1年	1272	2341	8.12	1	103	190	87	2.57%
			第2年	1272	2341	8.12	1	103	190	87	2.57%
		小计						315	780	465	13.72%
4	道路工程	施工期		1641	5302	37.72	1	619	2000	1381	40.74%
		自然恢复期	第1年	1641	2446	22.6	1	371	553	182	5.37%
			第2年	1641	2446	22.6	1	371	553	182	5.37%
		小计						1361	3106	1745	51.47%
5	施工生产生活设施	施工期		1200	3655	1.50	1	18	55	37	1.09%
		自然恢复期	第1年	1200	2247	1.50	1	18	34	16	0.47%
			第2年	1200	2247	1.50	1	18	34	16	0.47%
		小计						54	123	69	2.04%
6	弃渣场	施工期		1000	4671	4.37	1	44	204	160	4.72%
		自然恢复期	第1年	1000	2010	4.37	1	44	88	44	1.30%
			第2年	1000	2010	4.37	1	44	88	44	1.30%
		小计						132	380	248	7.32%
合计		施工期						1007	3489	2482	73.22%
		自然恢复期						1434	2342	908	26.78%
		总量						2441	5831	3390	100.00%

4.4 水土流失危害分析

4.4.1 危害工程安全

场内道路、吊装平台等开挖形成裸露地表，对处于一定坡度上的施工区域如不采取有效的防护措施，可能造成局部的崩塌、滑坡现象，危及运输车辆、风机基础及边坡下侧工程建筑安全及工程的正常运行。

4.4.2 破坏土地资源，土地生产力下降

工程建设将扰动和破坏地表和植被，使原表土层剥离形成裸露地表和基岩及高陡边坡，失去原有植被的防冲固土能力。工程扰动土地面积 68.08hm^2 ，若不采取水土保持措施对其加以防护，腐殖质层将被剥离、冲刷殆尽，土壤肥力下降，导致土地生产力降低。

4.4.3 加剧当地水土流失治理难度

工程建设可能造成土壤流失总量 5831t ，工程扰动区域侵蚀强度基本达到强烈以上，造成的土壤侵蚀模数远远超过当地容许土壤流失量($500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)，如不完善水土流失防治措施体系，势必对当地生态环境造成不利影响，加大当地水土流失治理难度。

4.4.4 对生态环境的影响

工程建设改变了原有生态系统的物质流动与能量循环，对当地生态环境造成影响。工程开挖与占压破坏了区域内原有的地表及植被，形成多个与背景不一致的块状创面，破坏了区内景观生态系统。整个工程区因水土流失使大量泥沙流入附近水塘及水库，甚至会流入嘉陵江，将增加河水含沙量，对下游水环境造成一定影响。同时，由于水土流失增加及植被破坏，对当地陆生生物的生境条件产生一定影响。

4.5 指导性意见

预测结果是在未采取有效防护措施时可能的流失结果。产生水土流失的因素较多，其中地面坡度、降雨强度、风速是造成水土流失的主要因素，而采取综合性的水土保持措施将对水土流失有较强的抑制作用。工程沿线水土保持措施的布置应本着与施工进度同步为原则，尽最大可能恢复原地貌的植被。

(1) 防治的重点时段与部位指导意见

从水土流失预测结果来看，本工程施工期是本项目的重点治理时段，风机及吊装平台工程区和道路工程区为本工程的重点防治部位。

(2) 防治措施布局指导意见

根据以上的预测结果，本项目区土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，在未采取任何水土保持措施防治的情况下，水土流失总量远远大于背景值水土流失量。施工期间人员活动比较频繁，扰动比较集中，待施工结束后将对各施工区进行平整和原地貌恢复。根据建项目水土流失的变化情况，除了主体工程目前设计的部分防治措施外，方案还应建立工程、植物及临时措施相结合的综合防护体系，从而有效地控制项目区的水土流失，保障工程顺利施工和安全生产运行。

（3）施工进度安排指导意见

根据预测结果，水土流失发生的主要时期在施工期的风机机组工程区和道路工程区。因此，加强主体工程施工进度的紧凑安排以缩短水土流失的时段，将水土流失降到最低。

遇大风、大雨天气，对临时堆土要采取临时防护措施。水土保持工程应随主体工程的施工进度分期、分批地尽早安排实施，使其尽快发挥效益。

（4）水土保持监测安排指导意见

由于工程施工区域的不同，水土流失程度和特点各不相同，水土保持监测也必须针对不同水土流失区域进行，各区域监测内容应全面，监测点位布置适当，要具有代表性，能充分反映各施工区的水土流失特征。

根据工程建设特点、工程布局、可能造成水土流失形式，该工程水土保持监测的重点时期为施工期，监测的重点区域为风机及吊装平台工程区和道路工程区。

综上所述，本项目建设产生水土流失量最大、造成水土流失危害最严重的是风机机组工程区和道路工程区。水土保持方案中应对风机机组工程区和道路工程区进行重点分析、全面防护。在工程建设过程中强化临时措施，在运行过程中加强各项措施的维护和管理，使各项水土保持设施正常运转。

5 水土保持措施

5.1 防治区划分

5.1.1 水土流失防治分区目的、依据与原则

- (1) 分区目的：合理布设措施，分区进行设计，计算工程量。
- (2) 分区依据：根据现场实地调查（勘测）成果，在确定的水土流失防治责任范围内，依据主体工程布局、施工扰动特点、建设时序、地貌特征、自然属性、水土流失影响等进行分区。
- (3) 分区原则：
- ①各分区之间有显著差异性。
 - ②各分区内造成水土流失的主导因子相近或相似。
 - ③分区具有控制性、整体性、全局性。
 - ④分区层次分明，具有关联性和系统性。

5.1.2 水土流失防治分区

本工程地貌为低山地貌，气候带为亚热带湿润季风气候区，土壤侵蚀类型为水蚀区，仅涉一个地貌、气候单元、土壤侵蚀类型，因此，本项目不按照地貌、气候带划、土壤侵蚀类型分一级区。

根据水土流失防治分区目的、依据、原则及项目组成特点、施工时序等，将本工程水土流失防治分区划分为风机及吊装平台工程区、扩建升压站工程区、道路工程区、集电线路工程区、施工生产生活设施区和弃渣场区共6个水土流失防治分区。本项目水土流失防治分区详见表5.1-1。

表 5.1-1 本项目水土流失防治分区一览表

防治分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)	备注
风机及吊装平台工程区	15.40	风力发电机组 44 台，44 台箱式变电站、44 处吊装场地
扩建升压站工程区	0.52	升压站扩建区域
集电线路工程区	8.57	包括塔基、直埋电缆投影部分及施工作业带扰动区域
道路工程区	37.72	新建道路全长 32.2km，改扩建现有道路 2.5km
施工生产生活设施区	1.50	共 2 处，包括混凝土生产系统、综合加工系统、现场办公室、材料仓库等，形成集中的施工生活管理区
弃渣场区	4.37	规划设置弃渣场 6 处
合计	68.08	

5.2 措施总体布局

5.2.1 水土流失防治措施布设原则

(1) 水土流失防治措施应根据各水土流失防治类型区的特点及新增水土流失的形式，确立各类型区防治、防护措施的配置，坚持防治结合，因害设防的原则。

(2) 综合防治的原则：水土流失防治措施设计应综合考虑建设区的自然生态环境和人为活动影响，依据工程施工建设特点，采取工程和生物措施相结合的综合防治措施。以工程措施为先导，尽快控制大面积、高强度的水土流失，发挥工程措施的速效性和保障作用，并为植物措施的实施创造条件，使其起到长期稳定的水土保持作用。同时各项措施合理配套，提高水保效益、节省工程投资、改善生态环境。

(3) 经济、有效、可持续发展的原则：对各防治区确定的水土保持治理措施，做到投资节约，工程有效可行，水保效果显著，促进当地区域生态环境和经济的协调可持续发展。

(4) 整体性原则：主体工程设计或施工过程中已具有水土保持功能的设计项目纳入本防治方案，作为水土保持防治体系的一部分，统一进行监督管理。

(5) 合理安排施工时序，根据施工活动引发水土流失的情况采取临时措施和永久措施相结合的方式，全过程防治工程新建引起的新增水土流失。

(6) 重点对施工过程中为保证工程安全运行和保护生态环境而必须采取的长远措施以及从水土保持角度出发后续阶段需采取的措施进行分析、设计和实施，并对其进行水土保持投资估算。

5.2.2 水土流失防治措施总体布局

主体工程为了工程本身的安全及便利，考虑了一定的工程措施和植物措施，而对各防治分区的裸露地表、表土临时防护、临时措施等考虑不足，本方案进行补充和完善。

根据项目工程特点和水土流失特征，项目区水土保持措施布置的总体思路是：以防治水土流失、改善项目区生态环境、保护主体工程正常安全运行为最终目的，以施工期为重点时段，配合主体工程中已有的水土保持措施综合规划布设水土流失防治措施体系，做到临时措施与工程、植物措施相结合，“点、线、面”相结合，形成完整的防护体系。水土保持措施总体布局如图5.2-1所示，各分区防治措施布局如下：

(1) 风机及吊装平台工程区

风机及吊装平台工程区水土流失主要来源于吊装平台场地平整、风机箱变基础开挖施工及开挖土方临时堆置期间易产生的流失。针对风机及吊装平台工程区水土流失特点，在场地平整前对场内扰动的地表进行表土剥离，集中堆放于吊装场地一角，在开挖料及表土

堆放表面用防尘网进行苫盖，并采用土袋进行拦挡，吊装平台挖方区域临坡侧设置土质排水沟及沉沙池排除场内汇水，施工结束后，场地内未硬化区域及边坡进行表土回覆、土地整治并撒播灌草绿化。

（2）扩建升压站工程区

扩建升压站工程区水土流失主要来源于基础开挖施工及开挖土方临时堆置期间易产生流失。针对水土流失特点，在场地平整前对场内扰动的地表进行表土剥离，集中堆放于场内空地一角，在堆土表面及部分裸露地表采用防尘网进行苫盖，站内外布设截排水沟，施工结束后对构建筑物外的区域进行碎石压盖及绿化。

（3）集电线路工程区

集电线路工程区水土流失主要来源于塔基基础开挖、沟槽开挖施工及表土和土方临时堆置期间产生的水土流失，针对集电线路工程水土流失特点，施工前对塔基永久占地范围内腐质层较厚的区域进行表土剥离，将表土、土方和部分施工材料堆置于施工临时占地范围内，并在表面用防尘网进行苫盖，施工结束后将剥离的表土回覆于塔基临时占地范围内，扰动区域进行土地整治并撒播灌草籽恢复施工迹地。直埋电缆施工时将开挖的土石堆置于施工作业带范围内，下方采取彩条布垫层，上方铺设防尘网进行苫盖；施工结束后对扰动区域进行土地整治并撒播灌草籽绿化。

（4）道路工程区

道路工程区水土流失主要来源于路基开挖回填，以及使用过程中的机械碾压和施工生产活动。针对其水土流失特点，对占地范围内腐质层较厚的扰动区域进行表土剥离，采取分段分散堆存于场内道路一侧，并采用在开挖料及表土堆放表面用防尘网进行苫盖，下方采用土袋进行拦挡，道路成型后立即对下边坡采取了表土回覆，施工中对开挖边坡采取撒播灌草籽绿化（永临结合），施工后期在易冲刷路段、高挖边坡内侧等道路单侧或两侧修建土质排水沟，对道路边坡较陡（ $>25^{\circ}$ ）及转弯的路段将土质排水沟改设为浆砌石排水沟，排水沟出口接沉沙池，并用圆管涵排至道路另一侧排至自然沟道。施工结束后，立即对边坡进行土地整治，并即刻对绿化区域进行乔灌草综合绿化，并采取抚育管理，促进植被恢复。

（5）施工生产生活设施区

本工程建设共设2处施工生产生活设施，施工前对扰动区域进行表土剥离，剥离的表土堆放在场地一侧，堆放期间在表面用防尘网进行苫盖，并采用土袋进行拦挡，本区采用土质排水沟进行排水，并在出口处设置沉沙池，最后排入周边自然沟道。场地使用结束后，拆除临时建筑物，对场地进行表土回覆、土地整治并进行撒播灌草绿化。

(6) 弃渣场区

本工程共布设6处弃渣场，弃渣场区水土流失主要来源于松散弃渣堆放过程中形成裸露表面产生的水土流失，针对水土流失特点，在坡脚布设挡渣墙进行拦挡，并设排水沟和沉沙池以形成完善的排水系统，排水沟出口与自然沟道相接，对表土临时堆放及裸露土地整治区域进行防尘网临时苫盖，弃渣结束后，对渣顶及边坡通过全面整地使场地具备植被恢复条件，对弃渣场进行撒播灌草绿化恢复植被，以减少水土流失量。

水土保持措施总体布局详见表5.2-1和附图5-1所示。

表5.2-1水土流失防治措施总体布局表

序号	防治分区	措施类型	防治措施	备注
1	风机及吊装平台工程区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土质排水沟、土地整治	方案新增
		植物措施	撒播灌草绿化	方案新增
		临时措施	沉沙池、防尘网苫盖、土袋拦挡	方案新增
2	扩建升压站工程区	工程措施	表土剥离、表土回覆、浆砌石截排水沟、碎石压盖	主体已有
		植物措施	绿化	主体已有
		临时措施	防尘网苫盖	方案新增
3	集电线路工程区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
		植物措施	撒播灌草绿化	方案新增
		临时措施	防尘网苫盖、彩条布隔离	方案新增
4	道路工程区	工程措施	土质排水沟	主体已有
			表土剥离、表土回覆、土地整治、浆砌石排水沟、沉沙池	方案新增
		植物措施	撒播灌草绿化	方案新增
		临时措施	防尘网苫盖、土袋拦挡	方案新增
5	施工生产生活设施区	工程措施	表土剥离、表土回覆、土地整治	方案新增
		植物措施	撒播灌草绿化	方案新增
		临时措施	土袋拦挡	方案新增
			防尘网苫盖	方案新增
			土质排水沟、沉沙池	方案新增
6	弃渣场区	工程措施	表土剥离、表土回覆、挡渣墙、截（排）水沟、沉沙池、土地整治	方案新增
		植物措施	乔灌草综合绿化	方案新增
		临时措施	防尘网苫盖	方案新增

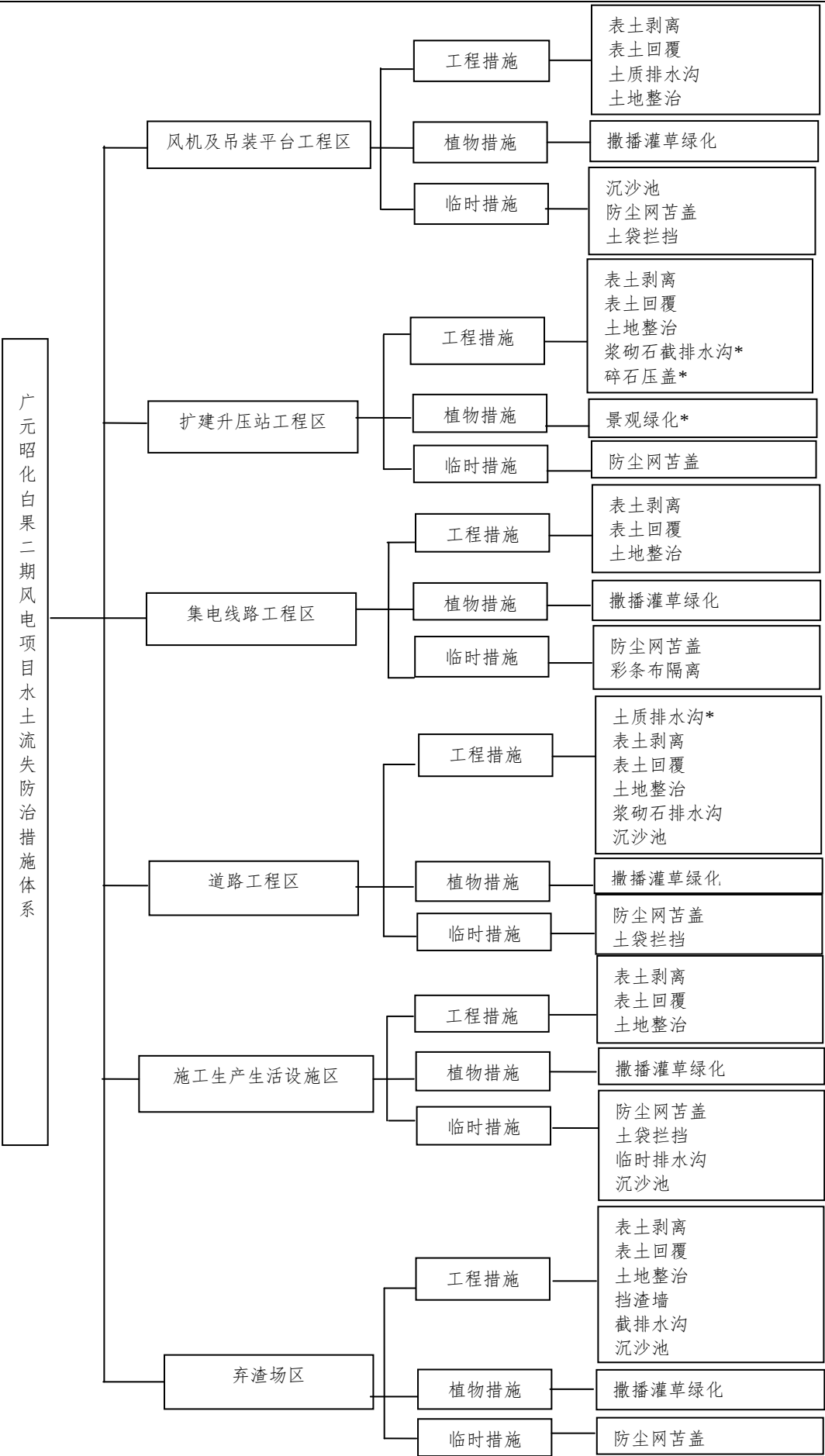


图5.2-1水土保持措施体系图

5.3 分区措施布设

5.3.1 水土保持措施设计标准及等级

5.3.1.1 工程措施设计标准及等级

(1) 路基路面排水：根据《公路路基设计规范》（JTGD30-2015）设计，设计暴雨重现期10年一遇1小时暴雨；

(2) 土地整治：根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），覆土厚度：林地覆土厚度0.2~0.4m，草地覆土厚度 $\geq 0.1\text{m}$ ；

(3) 表土剥离：根据现场勘察情况，表土剥离厚度0.1~0.3m；

(4) 坡地型弃渣场：根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），本工程渣场级别均为5级，渣场防护工程建筑物级别为5级，防洪标准按3年一遇10min暴雨，拦渣工程及排洪工程等级为5级建筑物；

(5) 挡渣墙：根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），5级渣场最小抗滑安全系数：正常运用 $[K_s] \geq 1.20$ ，非常运用 $[K_s] \geq 1.05$ ；抗倾覆最小安全系数：正常运用 $[St] \geq 1.40$ ，非正常运用 $[St] \geq 1.30$ 。

5.3.1.2 植物措施设计标准及等级

根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），植物措施级别为3级，按照生态公益林绿化标准执行。3级植物措施标准应辅以雨水集蓄利用措施，但是本工程年降水量1020.2mm，不处于干旱缺水区域，因此，植物措施不采取雨水集蓄利用措施；

用于水土保持植物措施的苗木及种子必须是一级苗或一级种，并且要具有“一签三证”，即要有标签、生产经营许可证、质量合格证和植物检疫证。

5.3.1.3 临时措施设计标准及等级

(1) 根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），临时排水沟设计标准采用3年一遇，安全超高0.1m；

(2) 根据《水土保持工程设计规范》（GB51018-2014），沉沙池宽宜取1.0~2.0m，长宜取1.5~2.0m，深宜取1.0~2.0m。

5.3.2 分区水土保持措施布设及典型设计

5.3.2.1 风机及吊装平台工程区

(1) 工程措施

①表土剥离、表土回覆

风机及吊装平台工程区占地类型主要为林地和草地，地势相对平坦，具备剥离表土的条件，加之本区后期植被恢复需要表土进行回覆，因此对占地范围内可剥离表土的区域进行表土剥离，剥离厚度20cm，共剥离表土2.58万 m^3 ，剥离的表土堆放在吊装平台一角。风机机组及箱变等安装结束后，对本区未硬化区域进行表土回覆，回覆表土来自本区已剥离的表土，平均回覆厚度20cm，表土回覆共计2.58万 m^3 。

②土质排水沟

为顺利排出区域积水，在吊装场地平整后的挖方区域临坡侧设置土质排水沟，排水沟采用梯形断面，底宽0.3m，顶宽0.6m，深0.3m（过流能力0.097 m^3/s >0.077 m^3/s ）。开挖后将渠底和两侧边坡拍实，共需临时排水沟2430m，为拦截泥沙，在土质排水沟末端设置临时沉沙池并及时清淤。

土质排水沟过流能力验算结果如下：

(a) 洪峰流量计算

洪峰流量计算公式如下：

$$Q_m = 16.67\phi q F$$

式中： Q —最大洪峰流量， m^3/s ；

ϕ —径流系数，根据当地水文气象资料并确定取0.40；

q —设计重现期和降雨历时内的降雨强度，3年一遇10min降雨强度1.15mm/min；

F —排水沟最大集水面积，0.010 km^2 。

经计算，项目区内洪峰流量为0.077 m^3/s 。

(b) 排水沟典型断面过流能力校核

排水沟过流能力复核计算公式如下：

$$Q = \frac{1}{n} A i^{1/2} R^{2/3}$$

$$R = \frac{A}{x}$$

式中： n —糙率，取0.03；

i —沟渠比降，0.015；

R —水力半径，m；

A —过水断面面积， m^2 ；

b —底宽，m；

h —水深，m；

χ ——湿周，m。

排水沟安全超高考虑10cm，土质排水沟过流能力计算详见下表：

表5.3-1土质排水沟过水流量计算表

底宽 B(m)	水深 H(m)	过水面积 W(m ²)	湿周 χ (m)	水力半径 R(m)	糙率 n	坡降	流量 Q (m ³ /s)
0.30	0.20	0.10	0.866	0.115	0.03	0.015	0.097

经验算，临时排水沟过流能力为0.097m³/s>0.077m³/s，断面尺寸能满足排水要求。

③土地整治

表土回覆后进行推高填低、疏松平整、人工捡拾大块的石头及废弃物等方法进行土地整治，以便进行植被建设，本区土地整治面积共计12.91hm²。

(2) 植物措施

为尽可能在恢复植被的同时不影响风机运行，对表土回覆后的区域（吊装平台、填方边坡）采取撒播灌草的方式恢复植被，尤其是平台边坡绿化采取永临结合的方式进行，平台边坡一形成立即实施绿化，避免了重复实施绿化措施的同时起到了美化绿化防治水土流失的效果。结合实地查勘，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为100kg/hm²，撒播灌草12.91hm²，灌草籽共计1291kg。对撒播植草区域有序的进行抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

(3) 临时措施

①临时沉沙池

在吊装场地平整后的挖方区域临坡侧设置土质排水沟，为拦截泥沙，在土质排水沟末端设置临时沉沙池并及时清淤，沉沙池采用宽浅式出口散排，根据经验估算，本方案设计单个沉沙池的尺寸为：1.5m×1.0m×1.0m（长×宽×深），边壁夯实，共计42个。根据工程实际需要，施工结束后，沉沙池可回填恢复，也可保留作为微型蓄水池。

②临时拦挡、苫盖

本区施工期间将开挖大量的土石方并临时堆放在本区占地范围内，吊装平台平整后也会存在大量裸露地表，为防止临时堆土及裸露地表在强降雨作用下造成严重水土流失，本方案设计对临时堆土及裸露地表采取防尘网进行苫盖，防尘网边缘及中间每隔2~3m利用土袋或者石块压盖，避免防尘网被风吹起，为避免浪费，防尘网可以重复利用，经估算，共需防尘网9600m²。在临时堆土下侧布置装土编织袋临时拦挡进行拦挡，装土编织袋临时拦挡高0.6m，宽0.6m，施工结束后，对编织袋进行回收，经估算，共布置装土编织袋临时拦挡1108m，需土方量1540m³，土袋填土来自开挖的土方。

风机及吊装平台工程区水土保持措施及工程量详见表5.3-2，水土保持典型措施布设如附图5-2所示。

表5.3-2风机及吊装平台工程区水土保持措施及工程量

防治分区	措施类型	措施规模			工程量		
		措施名称	单位	规模	工程内容	单位	数量
风机及吊装平台工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	2.58	表土剥离	万 m ³	2.58
		表土回覆	万 m ³	2.58	表土回覆	万 m ³	2.58
		土质排水沟	m	2430	挖土方	m ³	328.05
					填土方	m ³	85.05
		土地整治	hm ²	12.91	整治面积	hm ²	12.91
	植物措施	撒播灌草绿化	hm ²	12.91	灌草籽	kg	1291.00
	临时措施	临时沉沙池	座	42	挖土方	m ³	63.00
					填土方	m ³	21.00
		防尘网苫盖	m ²	9600	防尘网	m ²	9600.00
		土袋拦挡	m	1108	土方装填/拆除	m ³	1540.00

5.3.2.2 扩建升压站工程区

(1) 工程措施

①表土剥离、表土回覆

本区在施工前对腐质层较厚的扰动区域采取表土剥离，剥离厚度20cm，共剥离表土0.04万m³，剥离的扩建区域空地一角，并对表土采取临时苫盖。施工结束后，对本区绿化区域进行表土回覆，回覆表土来自本区剥离的表土，平均回覆厚度20cm，表土回覆共计0.01万m³，其余的0.03万m³表土运至道路工程进行回填利用。

②土地整治

表土回覆后进行推高填低、疏松平整、人工捡拾大块的石头及废弃物等方法进行土地整治，以便进行植被建设，本区土地整治面积共计0.03hm²。

③碎石压盖

施工结束后，对规范特殊要求无法恢复植被的区域采用碎石进行压盖，采用150mm碎石，经统计，压盖面积2500m²。

④截、排水沟

为防止降水对站区的影响，主体工程设计扩建区域围墙外布置了M7.5浆砌石排水沟140m，尺寸为60cm×60cm（过流能力0.176m³/s>0.138m³/s），并在挖方边坡上侧修建浆砌石截水沟70m，尺寸为80cm×80cm（过流能力0.403m³/s>0.345m³/s）。站外截排水沟均采用100年一遇1小时防洪标准，底板厚度10cm，衬砌30cm；排水沟沟底纵坡与地表坡度保持

一致，且不低于2‰，排水沟出口与原站外排水沟顺接。

站外截水沟过流能力验算结果如下：

(a) 洪峰流量计算

洪峰流量计算公式如下：

$$Q=0.287K i F$$

式中：Q—最大洪峰流量，m³/s；

K—径流系数，根据当地水文气象资料并确定取0.80；

i—设计重现期和降雨历时内的降雨强度，100年一遇1h降雨强度，155.3mm/h；

F—排水沟最大集水面积，0.01km²。

经计算，项目区内洪峰流量为0.345m³/s。

(b) 排水沟典型断面过流能力校核

排水沟过流能力复核计算公式如下：

$$Q = \frac{1}{n} A i^{1/2} R^{2/3}$$

$$R = \frac{A}{\chi}$$

式中：n—糙率，取0.025；

i—沟渠比降，0.015；

R—水力半径，m；

A—过水断面面积，m²；

b—底宽，m；

h—水深，m；

χ——湿周，m。

排水沟安全超高考虑10cm，临时排水沟过流能力计算详见下表：

表5.3-3站外截水沟过水流量计算表

底宽 B(m)	水深 H(m)	过水面积 W(m ²)	湿周 χ(m)	水力半径 R(m)	糙率 n	坡降	流量 Q (m ³ /s)
0.80	0.70	0.56	2.200	0.255	0.0025	0.002	0.403

经验算，站外截水沟过流能力为0.403m³/s>0.345m³/s，断面尺寸能满足排水要求。站外排水沟集雨面积较小，站外截水沟过流能力为0.176m³/s>0.138m³/s，断面尺寸40cm×40cm能满足排水要求。

(2) 植物措施

主体设计在站内空地采取了绿化措施，绿化面积300m²。

(3) 临时措施

施工期间会有部分临时堆土及表土，为防止临时堆土在强降雨作用下造成水土流失，本方案设计对临时堆土及表土表面铺设防尘网进行临时防护，防尘网边缘及中间每隔2~3m利用砖块压盖，以避免被风吹起，且防尘网可以重复利用，经估算，共需防尘网500m²。

扩建升压站工程区水土保持措施及工程量详见表5.3-4，水土保持典型措施布设如附图5-3所示。

表5.3-4扩建升压站工程区水土保持措施及工程量

防治分区	措施类型	措施规模			工程量		
		措施名称	单位	规模	工程内容	单位	数量
扩建升压站工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04	表土剥离	万 m ³	0.04
		表土回覆	万 m ³	0.01	表土回覆	万 m ³	0.01
		土地整治	hm ²	0.03	整治面积	hm ²	0.03
		碎石压盖	m ²	2500	砾石	m ³	125.00
		浆砌石截水沟	m	70	M7.5 浆砌石	m ³	63.00
		浆砌石排水沟	m	140	M7.5 浆砌石	m ³	101.00
	植物措施	绿化	hm ²	0.03	绿化面积	hm ²	0.03
	临时措施	防尘网苫盖	m ²	500	防尘网	m ²	500.00

5.3.2.3 集电线路工程区

(1) 工程措施

①表土剥离、覆土

集电线路工程中对架空线路的塔基永久占地扰动区域采取表土剥离，表土剥离的厚度为20cm，共剥离表土0.07万m³，剥离的表土堆放在各个塔基临时占地范围内，塔基施工结束后回覆表土，平均回覆厚度20cm，表土回覆共计0.07万m³。

②土地整治

架空线路在表土回覆后对塔基临时占地采取推高填低、疏松平整、人工捡拾大块的石头及废弃物等方法进行土地整治，以便进行植被建设，对直埋电缆扰动区域采取疏松、平整、施肥、翻地、耙碎等方式进行土地整治，经统计，本区土地整治共计8.12hm²。

(2) 植物措施

在表土回覆及土地整治后的区域进行撒播灌草绿化以恢复植被，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为100kg/hm²，绿化面积共计8.12hm²，灌草籽共计812kg。对撒播植草区域有序的进行抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

(3) 临时措施

①彩条布隔离

塔基及电缆沟施工中,为减少建筑材料(砂砾石)对地表的破坏,保证砂石料的质量,拟对临时堆置的砂石料底部铺设彩条布,以隔离地表。经估算,使用彩条布3600m²。

②防尘网苫盖

对存在本区的表土及开挖土石方表面采取防尘网进行苫盖,防尘网边缘及中间每隔2~3m利用砖块压盖,以避免被风吹起,且防尘网可以重复利用,经估算,共需防尘网4800m²。

集电线路工程区水土保持措施及工程量详见表5.3-5,水土保持典型措施布设如附图5-4所示。

表5.3-5集电线路工程区水土保持措施及工程量

防治分区	措施类型	措施规模			工程量		
		措施名称	单位	规模	工程内容	单位	数量
集电线路工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.04	表土剥离	万 m ³	0.04
		表土回覆	万 m ³	0.01	表土回覆	万 m ³	0.01
		土地整治	hm ²	8.12	整治面积	hm ²	8.12
	植物措施	撒播灌草绿化	hm ²	8.12	灌草籽	kg	812.00
	临时措施	防尘网苫盖	m ²	4800	防尘网	m ²	4800.00
		彩条布垫层	m ²	3600	彩条布	m ²	3600.00

5.3.2.4 道路工程区

(1) 工程措施

①表土剥离、覆土

施工前采用机械对场内道路占地范围内可剥离表土区域(草地)进行了表土剥离,剥离厚度20cm,共计剥离表土4.46万m³,剥离的表土采取分段分散堆存于场内道路一侧,并采取相应的临时防护措施。场内道路路基扩挖后,为了不影响场内道路施工,在道路成型后对道路下边坡立即进行了表土回覆,表土回覆共计4.49万m³,回覆厚度20cm。

②土质排水沟

道路采用泥结碎石路面,扩建道路沿用已有排水沟即可;主体在新建道路挖方边坡路基布设土质排水沟,采用10年一遇1小时防洪标准,排水沟采用梯形断面,底宽0.4m,顶宽0.5m,沟深0.5m(过流能力0.197m³/s>0.166m³/s),开挖后将渠底和两侧边坡拍实,共设置土质排水沟29900m,开挖土方4036.50m³。

土质排水沟过流能力验算结果如下:

(a) 洪峰流量计算

洪峰流量计算公式如下:

$$Q=0.287K i F$$

式中：Q—最大洪峰流量，m³/s；

K—径流系数，根据当地水文气象资料并确定取0.80；

i—设计重现期和降雨历时内的降雨强度，10年一遇1h降雨强度，74.7mm/h；

F—排水沟最大集水面积，0.01km²。

经计算，项目区内洪峰流量为0.166m³/s。

(b) 排水沟典型断面过流能力校核

排水沟过流能力复核计算公式如下：

$$Q = \frac{1}{n} A i^{1/2} R^{2/3}$$

$$R = \frac{A}{\chi}$$

式中：n—糙率，取0.03；

i—沟渠比降，0.02；

R—水力半径，m；

A—过水断面面积，m²；

b—底宽，m；

h—水深，m；

χ——湿周，m。

排水沟安全超高考虑10cm，临时排水沟过流能力计算详见下表：

表5.3-6土质排水沟过水流量计算表

底宽 B(m)	水深 H(m)	过水面积 W(m²)	湿周 χ(m)	水力半径 R(m)	糙率 n	坡降	流量 Q (m³/s)
0.40	0.40	0.16	1.20	0.133	0.03	0.02	0.197

经验算，土质排水沟过流能力为0.197m³/s>0.166m³/s，断面尺寸能满足排水要求。

③浆砌石排水沟、沉沙池

经对主体设计的排水沟分析，土质排水沟能满足10年一遇最大降雨排洪要求。但与土质排水沟相比，浆砌石排水沟的糙率较低，排洪能力及稳定性更高，且洪水对沟壁的冲刷影响更小，不易因本身的沟壁滑塌造成排水沟淤积拥堵，安全性较高，更有利于减少水土流失。因此本方案建议在道路边坡较陡(>25°)及转弯的路段将土质排水沟改为浆砌石排水沟，排水沟选用矩形断面，宽0.40m，深0.5m，衬砌厚度30cm(过流能力0.236m³/s>0.166m³/s)，初步估计浆砌石排水沟长3000m，砌筑量1800m³。本方案设计在道路排水沟出口处设置沉沙池，发挥消能沉沙功能，沉沙池尺寸为2.0m×1.5m×1.0m(长×宽×深)，边墙及底板均采

用M7.5浆砌石衬砌，厚度0.3m，底部10cm厚C20砼，共布设60个沉沙池。

④土地整治

本工程区道路在使用结束后予以保留续用，道路的边坡需布置植物措施，将事先剥离的表土回铺至绿化区域。在道路路基填筑结束后，对部分路段路基外边坡进行土地整治，首先对地表进行平整，然后进行覆土，回填土来源于道路路基及扩建升压站工程施工前剥离的表土。经估算，本区需进行土地整治的面积为22.43hm²。

(2) 植物措施

道路护坡形式考虑本工程的施工条件、当地的自然条件及边坡高度等综合因素，且注重与周围环境景观相协调。因本工程的道路无深挖高填路段，护坡主要以植物绿化为主。为尽可能恢复植被，在表土回覆后的区域（道路填方边坡等）采取撒播灌草的方式恢复植被，道路施工结束后立即实施绿化，结合实地查勘，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为100kg/hm²，撒播灌草22.43hm²，灌草籽共计2243kg。并对绿化区域有序的进行抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

(3) 临时措施

①土袋拦挡

为防止道路工程施工过程中松散土石物的坠落、扩散及流失，造成征地范围以外的新增水土流失危害，在道路填筑下边坡坡脚及表土堆放周边修建临时拦挡措施，挡土墙顶宽0.6m，高0.6m。编织袋按一丁一顺砌筑。开挖料使用后，对编织袋进行回收，经估算，编织袋挡土埂2300m，需土方量3196.75m³，土袋填土来自开挖的土方。

②防尘网苫盖

为防止临时堆土及裸露边坡在强降雨作用下造成水土流失，本方案设计对表土堆放表及临时开挖堆土面用防尘网进行苫盖，防尘网可重复利用，经计算，共需防尘网16500m²。

道路工程区水土保持措施及工程量详见表5.3-7，水土保持典型措施布设如附图5-5所示。

表5.3-7道路工程区水土保持措施及工程量

防治分区	措施类型	措施规模			工程量		
		措施名称	单位	规模	工程内容	单位	数量
道路工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	4.46	表土剥离	万 m ³	4.46
		表土回覆	万 m ³	4.49	表土回覆	万 m ³	4.49
		土地整治	hm ²	22.43	整治面积	hm ²	22.43
		土质排水沟	m	29900	挖土方	m ³	4036.50
					填土方	m ³	1046.50
		浆砌石排水沟	m	3000	M7.5 浆砌石	m ³	1800.00
		沉沙池	座	60	挖土方	m ³	300.00

5水土保持措施

					填土方	m ³	120.00
					M7.5 浆砌石	m ³	240.00
					C20 混凝土	m ³	18.00
	植物措施	撒播灌草绿化	hm ²	22.43	灌草籽	kg	2243.00
	临时措施	防尘网苫盖	m ²	16500	防尘网	m ²	16500.00
		土袋拦挡	m	2300	土方装填/拆除	m ³	3196.75

5.3.2.5 施工生产生活设施区

(1) 工程措施

①表土剥离、覆土

本方案拟对施工临建区临时占用的地表进行表土剥离，剥离厚度20cm，共计剥离表土0.30万m³，剥离的表土堆放于本区占地范围内临时堆存点。施工结束后，对两处施工临建拆除后进行覆土恢复植被，覆土厚度20cm，表土回覆共计0.30万m³。

②土地整治

表土回覆后进行推高填低、疏松平整等方法进行土地整治，以便进行植被建设，共计土地整治面积1.50hm²。

(2) 植物措施

施工结束后对本区进行撒播灌草绿化以恢复植被，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为100kg/hm²，撒播灌草1.50hm²，共计150kg。对撒播植草区域有序的进行抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

(3) 临时措施

①防尘网苫盖、土袋拦挡

为防止堆存的表土在强降雨作用下造成水土流失，本方案设计对临时堆土采取表面铺防尘网。经计算，共需防尘网1800m²。对临时堆土下边坡坡脚及表土堆放周边修建临时拦挡措施，挡土墙顶宽0.6m，高0.6m，编织袋按一丁一顺砌筑，经估算，编织袋挡土墙120m，需土方量166.79m³。

②临时排水沟、沉沙池

在两个施工临建区周边设置临时土质排水沟各240m，共计480m，以拦截地表径流冲刷，减少水土流失，起到临时防护作用，待施工临建区使用结束后，拆除临时排水沟。临时排水沟采用梯形断面，断面尺寸为底宽0.3m、顶宽0.6m、沟深0.3m（过流能力0.121m³/s>0.083m³/s），挖成后需拍实。同时，在该区临时排水沟出口处1.5m×1.0m×1.0m（长×宽×深）的临时沉沙池，池壁素土夯实，水经沉淀后排入周边自然沟道，经统计沉沙

池共计4座。

施工生产生活设施区水土保持措施及工程量详见表5.3-8，水土保持典型措施布设如图5-6所示。

表5.3-8施工生产生活设施区水土保持措施及工程量

防治分区	措施类型	措施规模			工程量		
		措施名称	单位	规模	工程内容	单位	数量
施工生产生活设施区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.30	表土剥离	万 m ³	0.30
		表土回覆	万 m ³	0.30	表土回覆	万 m ³	0.30
		土地整治	hm ²	1.50	整治面积	hm ²	1.50
	植物措施	撒播灌草绿化	hm ²	1.50	灌草籽	kg	150.00
	临时措施	土袋拦挡	m	120	土方装填/拆除	m ³	166.79
		防尘网苫盖	m ²	1800	防尘网	m ²	1800.00
		临时排水沟	m	480	挖土方	m ³	64.80
					填土方	m ³	16.80
		临时沉沙池	座	4	挖土方	m ³	6.00
					填土方	m ³	2.00

5.3.2.6 弃渣场区

1、弃渣场设计基本资料

基本资料包括地形地类资料、工程地质、弃渣数量及组成资料、洪水资料及成果等。

(1) 地形地类资料

根据各个弃渣场堆渣范围、周边环境情况及水土保持防护要求，收集了各个弃渣场的地形图、地类图等资料，地形图比例尺为1:1000，满足弃渣场设计要求。

(2) 工程地质

1) 地形地貌

本项目位于昭化区白果乡，地貌单元属于低山地貌，工程区内地形起伏较大，岭谷相间，地形大体西北高，东南低，场区高程在945m~1078m之间，场内构造呈现为北东逐渐向东方偏转的弧形褶皱。风电场区内山体覆盖层较薄，为第四系的残坡积层，植被较发育。

2) 地质

本工程渣场的场地地表主要为林地，覆盖层厚度较薄，对场地整体稳定影响较小。场地基岩主要由强风化粉砂岩夹粘土岩组成，多为中~厚层状，岩体结构总体较为完整，无大型滑坡等地质灾害的分布，对场地稳定较为有利，从地形条件等分析，满足堆渣要求。

渣场区两岸地形坡度较陡，坡面均一，地形高差大，场地地形利于地表水、地下水排放。场区地下水为基岩裂隙水。

场地地震基本烈度为VI度，设计基本加速度值为0.10g。

(3) 弃渣数量及组成

根据土石方平衡分析，各渣场堆渣主要来源于风机基础、吊装平台及场内道路的开挖料，ZC01弃渣场规划堆渣量为0.30万m³（松方），ZC02弃渣场规划堆渣量为2.40万m³（松方），ZC03弃渣场规划堆渣量为1.50万m³（松方），ZC04弃渣场规划堆渣量为5.50万m³（松方），ZC05弃渣场规划堆渣量为2.77万m³（松方），ZC06弃渣场规划堆渣量为1.40万m³（松方）。堆渣体物质组成主要以土块碎石为主。

2、弃渣场设计基本要求

施工单位出渣必须严格按照施工设计指定的渣场集中堆放，不得沿途、沿江、沿沟随意倾倒。弃渣堆置要求如下：

①弃渣场下部应堆存抗剪强度高、透水性好的石方弃渣，抗剪强度低、透水性差的石方或土方弃渣堆存在上部；

②采用自下至上分层弃渣，单层弃渣厚度不得超过5m，严禁从上至下倾倒弃渣；

③堆渣过程中，每次卸渣完成后，应及时采用推土机平整，并形成倾向内侧的反坡，以防止雨水冲刷，渣场弃渣结束后将渣顶平整绿化。

弃渣场防护措施设计应在渣体稳定的基础上进行，坡面防护须在堆渣体设计满足稳定要求的前提下进行。

3、弃渣场类型

弃渣场类型及规划堆渣量详见表5.3-9。

表5.3-9 弃渣场类型表

渣场名称	按弃渣分类原则、地形及其余和（沟）道的相对位置等分类	规划堆渣量（松方）	按弃渣组成、性质分类
ZC01渣场	坡地型渣场	0.30	土石混合渣场
ZC02渣场	坡地型渣场	2.40	土石混合渣场
ZC03渣场	坡地型渣场	1.50	土石混合渣场
ZC04渣场	坡地型渣场	5.50	土石混合渣场
ZC05渣场	坡地型渣场	2.77	土石混合渣场
ZC06渣场	坡地型渣场	1.40	土石混合渣场

4、弃渣场堆置方案设计

(1) 弃渣场容量设计

1) 堆渣方式

弃渣采用自卸汽车运输，平均运距在2km之间，最大运距不超过4km，弃渣分层回填，堆置完成后，弃渣顶面及坡面用推土机推平碾压，弃渣顶面横向坡度不小于2%，各弃渣场表面纵向边坡坡面均在1.5~2之间。

2) 弃渣量计算

考虑弃渣组成主要为粉质粘土夹块碎石、泥岩强风化角砾及碎石等，初始松散系数 $K_s=1.30$ ，因弃渣场地面林草地，无其他特殊用途，可不考虑沉降和碾压因素，渣体沉降系数 $K_\delta=1$ 。采用5-1式计算松方。

$$V = \frac{V_o K_s}{K_\delta} \quad (\text{式5-1})$$

式中：V—弃渣的松方量， m^3 ；

V_o —弃渣自然方量 m^3 ；

K_s —岩土初始松散系数；

K_δ —岩体沉降系数。

经计算，弃渣场规划堆渣松方为13.87万 m^3 。

3) 渣场容量计算

弃渣场容量不应小于弃渣场堆渣松方。根据弃渣场1:1000地形图，初拟堆渣范围、堆渣边坡及高程后，利用横截面法估算渣场容量。渣场容量计算公式如5-2所示。

$$V_s = (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2}) \times L / 3 \quad (\text{式5-2})$$

式中： V_s —渣场容量， m^3 ；

S_1 、 S_2 —所在断面面积；

L —两断面之间的距离。

经计算，各弃渣场容量满足堆渣要求。计算结果详见表表5.3-10。

表5.3-10 弃渣场容量计算结果表

渣场	渣场位置	弃渣来源	渣场容量(万 m^3)	规划弃渣量 (万 m^3)	
				自然方	松方
ZC01 渣场	F02#风机西南侧 50m	F01-F05 风机平台、场内道路	0.60	0.23	0.30
ZC02 渣场	F09#风机西侧 25m	F06-F13 风机平台、场内道路	3.50	1.85	2.40
ZC03 渣场	F24#风机东侧 200m	F14-F19 风机平台、场内道路	2.10	1.15	1.50
ZC04 渣场	F27#风机南侧 100m	F20-F28 风机平台、场内道路	6.10	4.23	5.50
ZC05 渣场	F33#风机东侧 150m	F29-F33 风机平台、场内道路	3.30	2.13	2.77
ZC06 渣场	F35#风机南侧 50m	F34-F36 风机平台、场内道路	1.70	1.08	1.40
合计			17.30	10.67	13.87

5、工程级别

本项目规划的6处弃渣场均为坡地型弃渣场，堆渣量均小于50万 m^3 ，且最大堆渣高度均小于20m，参照《水利水电工程水土保持技术规范》(SL 575—2012)，规划渣场均为5级渣场。根据《水土保持工程设计规范》(GB 51018-2014)，各渣场拦渣工程及排洪工程等级

为5级建筑物，挡渣墙级别为5级，截排水措施的排水设计标准采用3年一遇10分钟短历时设计暴雨。渣场失事危害程度较轻。

各渣场工程级别及洪水标准详见表5.3-11。

表5.3-11 弃渣场工程级别及洪水标准设计结果表

渣场	弃渣场类型	堆渣量(松方) (万 m ³)	最大堆高 (m)	弃渣场级别	挡渣墙级别	排洪工程		
						级别	防洪标准[重现期(年)]	
							设计	校核
ZC01 渣场	坡地型	0.30	12	5	5	5	10	20
ZC02 渣场	坡地型	2.40	18	5	5	5	10	20
ZC03 渣场	坡地型	1.50	19	5	5	5	10	20
ZC04 渣场	坡地型	5.50	18	5	5	5	10	20
ZC05 渣场	坡地型	2.77	18	5	5	5	10	20
ZC06 渣场	坡地型	1.40	18	5	5	5	10	20
	合计	13.87						

6、弃渣场稳定性分析

(1) 计算方法

渣场整体稳定计算采用瑞典圆弧法。本工程共计布置6个渣场，各个渣场的弃渣基本一致，主要为粉质粘土夹块碎石、泥岩强风化角砾及碎石等，即土石混合渣且石渣占的比重较大，渣体粘聚力小，可按无粘性土考虑。

$$K = \frac{\sum \{[(W \pm V) \cos a - ub \sec a - Q \sin a] \tan \phi' + c' b \sec a\}}{\sum [(W \pm V) \sin a + \frac{M_c}{R}]}$$

式中： b—条块宽度 (m)；

W—条块重量 (kN)；

Q、V—水平和垂直地震惯性力 (向上为负，向下为正) (kN)；

u—作用于土条底面的孔隙压力 (kPa)；

a—条块的重力线与通过此条块底面中点的半径之间的夹角 (°)；

c' 、 ϕ' —土条底面的有效应力抗剪强度指标；

M_c —水平地震惯性力对圆心的力矩 (kN.m)；

R—圆弧半径 (m)。

(2) 计算工况

渣体抗滑稳定分析计算分为正常运用工况和非正常运用工况两种。正常运用工况是弃渣场在正常和持久的条件下运用；非正常运用工况是渣场在正常工况下遭遇Ⅶ度 (含Ⅶ

度)以上地震。弃渣完毕后,渣场在连续降雨期,渣体内积水未及时排除时,稳定计算安全系数按非正常运用工况考虑。

(3) 计算条件

①从偏安全考虑,渣料按无黏性土考虑,不计算黏聚力。渣料及弃渣场基础物理力学参数见表5.3-12~5.3-13。

表5.3-12 渣料物理力学参数值

主要土体	天然密度 (t/m^3)	内摩擦角 (度)	粘聚力 (KPa)
块碎石土	1.97	18	0
砂岩	2.4	24	0
变质砂岩	2.41	30	0

表5.3-13 渣场基础物理力学参数值

主要土体	干密度 (t/m^3)	内摩擦角 (度)	粘聚力 (KPa)	允许承载力(KPa)
块碎石土	1.97	18	30	160
砾岩	2.4	24	35	400
砂岩	2.4	27	50	450
中风化泥岩	2.3	25	40	350

②假定堆渣体渣料单一均匀。

(4) 计算结果

利用理正岩土6.0对各个弃渣场渣体抗滑稳定进行计算,结果详见表表5.3-13。

表5.3-13 弃渣场渣体抗滑稳定性计算结果表

项目	堆渣边坡	正常工况		非常工况		备注
	一级	计算值	允许值	计算值	允许值	
ZC01 渣场	1:1.75	1.30	1.25	1.10	1.05	
ZC02 渣场	1:1.75	1.32	1.25	1.12	1.05	
ZC03 渣场	1:1.75	1.31	1.25	1.10	1.05	
ZC04 渣场	1:1.75	1.35	1.25	1.09	1.05	
ZC05 渣场	1:1.75	1.30	1.25	1.10	1.05	
ZC06 渣场	1:1.75	1.31	1.25	1.10	1.05	

7、弃渣场防护措施设计

ZC01弃渣场:该弃渣场位于规划的F02#风机西南侧50m坡地,堆渣量 $0.23万m^3$ (自然方),换算为松方 $0.30万m^3$ (松方),渣场占地面积 $0.31hm^2$,边坡采用1:1.75,堆渣高程约945~957m,设置马道1条,马道宽度为2~3m。

ZC02弃渣场:该弃渣场位于F09#风机西侧25m坡地,堆渣量 $1.85万m^3$ (自然方),换算为松方 $2.40万m^3$ (松方),渣场占地面积 $0.84hm^2$,边坡采用1:1.75,堆渣高程约994~1012m,设置马道2条,马道宽度为2~3m。

ZC03弃渣场:该弃渣场位于F24#风机东侧200m坡地,堆渣量 $1.15万m^3$ (自然方),换

算为松方 1.50万m^3 (松方),渣场占地面积 0.56hm^2 ,边坡采用1:1.75,堆渣高程约1027~1046m,设置马道2条,马道宽度为2~3m。

ZC04弃渣场:该弃渣场位于规划的F27#风机南侧100m坡地,堆渣量 4.23万m^3 (自然方),换算为松方 5.50万m^3 (松方),渣场占地面积 1.30hm^2 ,边坡采用1:1.75,堆渣高程约1027~1045m,设置马道2条,马道宽度为2~3m。

ZC05弃渣场:该弃渣场位于F33#风机东侧150m坡地,堆渣量 2.13万m^3 (自然方),换算为松方 2.77万m^3 (松方),渣场占地面积 0.74hm^2 ,边坡采用1:1.75,堆渣高程约1060~1078m,设置马道2条,马道宽度为2~3m。

ZC06弃渣场:该弃渣场位于规划的F35#风机南侧50m坡地,堆渣量 1.08万m^3 (自然方),换算为松方 1.40万m^3 (松方),渣场占地面积 0.62hm^2 ,边坡采用1:1.75,堆渣高程约1054~1072m,设置马道2条,马道宽度为2~3m。

(1) 工程措施

①挡渣墙

各弃渣场渣脚设重力式挡墙,墙体采用M7.5浆砌块石,挡渣墙长199m,挡渣墙设计尺寸为:墙身高3m,顶宽1m,墙背直立,墙面坡度1:0.5,墙趾台阶高1m。墙身沿墙线方向每隔10m设置沉降缝,以木条沥青填缝;为了将降雨形成的渗透水及时排除,增加墙体稳定性,在墙体内设DN50PVC排水管,间距2.0m,呈梅花型布置,比降5%,管口用复合土工布反滤。

各弃渣场挡渣墙规模及工程量详见表5.3-14所示。

表5.3-14 弃渣场挡渣墙规模及工程量表

措施名称	工程内容	单位	渣场名称						
			ZC01 渣场	ZC02 渣场	ZC03 渣场	ZC04 渣场	ZC05 渣场	ZC06 渣场	小计
浆砌石挡渣墙	长度	m	33	48	45	46	45	44	261
	M7.5 浆砌石	m^3	255.75	372.00	348.75	356.50	348.75	341.00	2022.75
	DN50PVC 管	m^3	87	126	118	121	118	116	686
	土石方开挖	m^3	251	365	342	350	342	334	1984
	土石方回填	m^3	23	34	32	32	32	31	184

根据渣脚挡渣墙断面尺寸、设计堆渣边坡、渣料物理力学性状,采用理正岩土计算软件6.0版,对渣场挡渣墙进行抗滑、抗倾覆及地基承载力等稳定性计算,参数取值及计算结果详见表表5.3-15。

表5.3-15 挡渣墙稳定计算成果表

渣场名称	规范要求值	ZC01	ZC02	ZC03	ZC04	ZC05	ZC06	稳定结论
抗滑稳定安全系数	正常工况 1.20	1.87	1.65	1.62	1.66	1.71	1.82	满足规范要求
	非正常工况 1.05	1.54	1.42	1.42	1.44	1.45	1.47	
抗倾覆安全系数	正常工况 1.50	3.01	3.66	3.48	3.51	3.74	3.76	
	非正常工况 1.3	2.51	2.64	2.55	2.53	2.65	2.65	
地基承载力	正常工况 $\leq$ 允许承载力	1.21	1.24	1.22	1.23	1.24	1.21	
	正常工况 $\leq$ 允许承载力	1.18	1.20	1.18	1.21	1.21	1.17	

正常情况下，抗滑稳定安全系数必须大于或等于1.3，抗倾覆稳定安全系数必须大于或等于1.5，地基的允许应力 σ 允与作用于地基上的最大应力的比值必须大于或等于1.2。以上计算结果表明，浆砌石挡墙的抗滑、抗倾覆及地基允许应力均满足安全稳定要求。

②排水沟、沉沙池

为排除降雨形成的山坡地表水对渣体的冲刷，本工程各弃渣场排水系统采取排水沟与沉沙池相结合的方式布设，以排除渣场积水和坡面汇水。排水沟设计标准为10年一遇1h降雨，采用梯形断面，排水沟两侧及底部均采用M7.5浆砌块石衬砌，两侧衬砌厚度0.30m，底板采用0.10m厚C20砼，排水沟设置消能跌坎，沟底纵坡与地表坡度保持一致，经统计排水沟共计209m。排水沟出口处设置沉沙池，沉沙池采用M7.5浆砌片石型式，尺寸如下：容积 3.0m^3 ，长 $\times$ 宽 $\times$ 高 $=2.0\times1.5\times1.0\text{m}$ ，衬砌厚度0.3m，底板采用0.1m厚C20砼，经统计沉沙池共计12座。各弃渣场排水沟规模及工程量详见表5.3-16所示。

表5.3-16 弃渣场排水沟及沉沙池工程量表

措施名称	工程内容	单位	渣场名称						
			ZC01 渣场	ZC02 渣场	ZC03 渣场	ZC04 渣场	ZC05 渣场	ZC06 渣场	小计
浆砌石排水沟（含跌坎）	长度	m	209	321	265	547	290	326	1958
	M7.5 浆砌石	m^3	145.12	221.28	183.20	374.96	200.20	224.68	1349.44
	C20 砼	m^3	11.45	17.05	14.25	28.35	15.50	17.30	103.9
	土石方开挖	m^3	318	488	403	831	441	496	2977
	土石方回填	m^3	88	135	111	230	122	137	823
沉沙池	数量	座	2	2	2	2	2	2	12
	M7.5 浆砌石	m^3	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	29.52
	C20 砼	m^3	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	3.60
	土石方开挖	m^3	13	13	13	13	13	13	78
	土石方回填	m^3	2	2	2	2	2	2	12

对截排水沟过流能力验算过程如下：

排水标准按3年一遇10min最大洪峰流量计算，设计流量采用下列公式计算：

（a）洪峰流量计算

洪峰流量计算公式如下：

①截排水沟设计排水流量采用小流域面积设计流量公式计算：

$$Q_m = 16.67\phi q$$

式中， Q_m ——洪峰流量（ m^3/s ）；

ϕ ——径流系数，0.60；

q ——设计重现期和降雨历时内的平均降雨强度（ mm/min ）；

F ——汇水面积。

表5.3-17 设计洪峰流量计算表

弃渣场名称	Q_m 最大洪峰流量 (m^3/s)	径流系数 k	3 年一遇 10min 最大降雨量 i (mm/min)	汇水面 积 F (km^2)
ZC01 弃渣场	0.208	0.60	1.94	0.0107
ZC02 弃渣场	0.407	0.60	1.94	0.0210
ZC03 弃渣场	0.175	0.60	1.94	0.0090
ZC04 弃渣场	0.303	0.60	1.94	0.0156
ZC05 弃渣场	0.274	0.60	1.94	0.0141
ZC06 弃渣场	0.180	0.60	1.94	0.0093

②截排水沟排水能力校核

$$Q = \frac{1}{n} A i^{1/2} R^{2/3}$$

$$R = \frac{A}{\chi}$$

式中： n ——糙率，取 0.025；

i ——沟渠比降；

R ——水力半径， m ；

A ——过水断面面积， m^2 ；

b ——底宽， m ；

h ——水深， m ；

χ ——湿周， m 。

截排水沟安全超高考虑 0.1m，截排水沟过流能力计算详见下表 5.3-18 所示。

表5.3-18 截排水沟过流能力计算表

弃渣场名称	水深 h (m)	底宽 b (m)	过水面积 A (m^2)	湿周	水力半径 R	糙率 n	谢才系数	i (比降)	Q
ZC01 弃渣场	0.60	0.50	0.30	1.700	0.176	0.0250	29.94	0.010	0.208
ZC02 弃渣场	0.60	0.50	0.30	1.700	0.176	0.0250	29.94	0.020	0.407
ZC03 弃渣场	0.60	0.50	0.30	1.700	0.176	0.0250	29.94	0.010	0.175
ZC04 弃渣场	0.60	0.50	0.30	1.700	0.176	0.0250	29.94	0.010	0.303
ZC05 弃渣场	0.60	0.50	0.30	1.700	0.176	0.0250	29.94	0.010	0.274
ZC06 弃渣场	0.60	0.50	0.30	1.700	0.176	0.0250	29.94	0.010	0.180

经验算，各弃渣场截排水沟设计流量均大于洪峰流量，即设计的截排水沟断面尺寸能

满足排水要求。

③表土剥离及回覆

经现场调查，各弃渣场区占用林地，表土层10~20cm，可进行表土剥离，因此，弃渣场堆渣前对弃渣场区占用的林地进行表土剥离，剥离厚度15cm，共计剥离表土0.66万m³，剥离的表土堆放在各弃渣场占地范围内一角。堆渣结束后对渣顶及边坡进行表土回覆，回覆厚度15cm，表土回覆共计0.66万m³。

④土地整治

堆渣结束后，对渣场坡面及坡顶进行土地整治后恢复植被。经统计分析，弃土场坡面、坡顶绿化面积4.21hm²，则共需土地整治面积4.21hm²。

(2) 植物措施

为尽可能将占地恢复为原貌及景观效果，在渣顶进行乔灌木综合绿化以恢复植被，边坡进行撒播灌木的形式进行绿化，乔木可选用柏树、白杨、槐树等，株行距设计为3×3m，乔木共计4678株，结合实地查勘，灌木籽可选择马桑和火棘、黄花决明等混合播种，草籽选择多年生狗牙根和黑麦草以1:1混播，种植密度为100kg/hm²，撒播灌木4.21hm²，灌木籽共计421kg。对撒播植草区域有序的进行抚育管理，浇水、补植等，提高植被的成活率。

(3) 临时措施

对各弃渣场临时堆放的表土表面及裸露土地整治区域实施防尘网临时苫盖，共计4935m²。

弃渣场区水土保持措施及工程量详见表表5.3-19，水土保持典型措施布设见附图5-7-1~附图5-7-7。

表5.3-19 弃渣场区水土保持措施及工程量

防治分区	措施类型	措施名称	工程内容	单位	渣场名称						
					ZC01	ZC02	ZC03	ZC04	ZC05	ZC06	小计
弃渣场区	工程措施	浆砌石挡渣墙	长度	m	33	48	45	46	45	44	261
			M7.5 浆砌石	m ³	255.75	372.00	348.75	356.50	348.75	341.00	2022.75
			DN50PVC 管	m ³	87	126	118	121	118	116	686
			土石方开挖	m ³	251	365	342	350	342	334	1984
			土石方回填	m ³	23	34	32	32	32	31	184
		浆砌石排水沟（含跌坎）	长度	m	209	321	265	547	290	326	1958
			M7.5 浆砌石	m ³	145.12	221.28	183.20	374.96	200.20	224.68	1349.44
			C20 砼	m ³	11.45	17.05	14.25	28.35	15.50	17.30	103.9
			土石方开挖	m ³	318	488	403	831	441	496	2977
			土石方回填	m ³	88	135	111	230	122	137	823
		沉沙池	数量	座	2	2	2	2	2	2	12
			M7.5 浆砌石	m ³	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	4.92	29.52
			C20 砼	m ³	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	3.60

5水土保持措施

			土石方开挖	m ³	13	13	13	13	13	13	78
			土石方回填	m ³	2	2	2	2	2	2	12
		表土剥离	万 m ³	万 m ³	0.05	0.13	0.08	0.20	0.11	0.09	0.66
		表土回覆	万 m ³	万 m ³	0.05	0.13	0.08	0.20	0.11	0.09	0.66
		土地整治	hm ²	hm ²	0.30	0.81	0.54	1.25	0.71	0.60	4.21
	植物措施	乔灌木综合绿化	撒播灌木	hm ²	0.30	0.81	0.54	1.25	0.71	0.60	4.21
				kg	30	81	54	125	71	60	421
		栽植乔木	株		333	900	600	1389	789	667	4678
	临时措施	防尘网苫盖	m ²	m ²	350	950	630	1470	835	700	4935

5.4 水土流失防治措施工程量

项目各防治分区水土保持措施工程量详见表5.4-1。

表5.4-1水土保持措施工程量汇总表

防治分区	措施类型	措施规模			工程量		
		措施名称	单位	规模	工程内容	单位	数量
道路工程区	工程措施	表土剥离	万 m ³	4.46	表土剥离	万 m ³	4.46
		表土回覆	万 m ³	4.49	表土回覆	万 m ³	4.49
		土地整治	hm ²	22.43	整治面积	hm ²	22.43
		土质排水沟	m	29900	挖土方	m ³	4036.50
					填土方	m ³	1046.50
		浆砌石排水沟	m	3000	M7.5 浆砌石	m ³	1800.00
		沉沙池	座	60	挖土方	m ³	300.00
					填土方	m ³	120.00
					M7.5 浆砌石	m ³	240.00
	C20 混凝土				m ³	18.00	
	植物措施	撒播灌草绿化	hm ²	22.43	灌草籽	kg	2243.00
临时措施	防尘网苫盖	m ²	16500	防尘网	m ²	16500.00	
	土袋拦挡	m	2300	土方装填/拆除	m ³	3196.75	
施工生产生活设施区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.30	表土剥离	万 m ³	0.30
		表土回覆	万 m ³	0.30	表土回覆	万 m ³	0.30
		土地整治	hm ²	1.50	整治面积	hm ²	1.50
	植物措施	撒播灌草绿化	hm ²	1.50	灌草籽	kg	150.00
	临时措施	土袋拦挡	m	120	土方装填/拆除	m ³	166.79
		防尘网苫盖	m ²	1800	防尘网	m ²	1200.00
		临时排水沟	m	480	挖土方	m ³	64.80
					填土方	m ³	16.80
		临时沉沙池	座	4	挖土方	m ³	6.00
					填土方	m ³	2.00
弃渣场区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.66	表土剥离	万 m ³	0.66
		表土回覆	万 m ³	0.66	表土回覆	万 m ³	0.66
		浆砌石挡渣墙	m	261	M7.5 浆砌石	m ³	2022.75
					DN50PVC 管	m	686
					挖土方	m ³	1984
					填土方	m ³	184
		浆砌石排水沟	m	1958	M7.5 浆砌石	m ³	1349.44
					C20 砼	m ³	103.9
					挖土方	m ³	2977

5水土保持措施

					填土方	m ³	823
		沉沙池	座	12	M7.5 浆砌石	m ³	29.52
					C20 砼	m ³	3.6
					挖土方	m ³	78
					填土方	m ³	12
	植物措施	土地整治	hm ²	4.21	整治面积	hm ²	4.21
		乔灌木综合绿化	hm ²	4.21	灌木籽	kg	421
			株	4678	栽植乔木	株	4678
	临时措施	防尘网苫盖	hm ²	4935	防尘网	m ²	4935

5.5 施工要求

5.5.1 施工条件

(1) 施工交通

水土保持工程施工现场基本有主体工程场内交通道路到达，且与周边交通连通，满足水土保持工程施工需要。

(2) 施工生产生活设施

水土保持工程施工在整个主体工程区范围内，其工程量相对主体工程较小，为避免施工设施重复建设，减少扰动面积，施工生产生活设施利用主体施工生产生活设施即可满足水土保持工程施工生产生活设施要求。

(3) 施工用水、用电

水土保持措施施工用电和用水同主体工程一致。

5.5.2 施工材料来源

施工用电、水泥、汽油及柴油等的供应与主体工程施工一致。

植物措施的苗木和种子可在工程所在地的苗木公司购买；植物措施整地覆土可利用工程施工前剥离后保存的表土。

5.5.3 施工方法

1、工程措施

工程措施主要包括表土剥离及表土回覆、截排水沟、沉沙池、土地整治等。

(1) 表土剥离

采用机械施工，包括推松、集土，然后自卸汽车运土等施工工序。要求集中堆放，并对堆土表面进行拍实压紧。

(2) 截排水沟

放好边沟沟底、沟沿边线，并用白灰在地上画出，利用人工配合挖掘机械开挖，自卸

汽车运输，开挖至距设计尺寸10~15cm时，改以人工挖掘。人工修整至设计尺寸，不能扰动沟底及坡面原土层，不允许超挖。

施工流程：施工准备→测量放线→沟底沟壁开挖、基底清理→基底夯实、砌筑→成品养护。测量组根据施工设计位置、规范、技术交底结合现场地形放出排水沟的布设位置、长度和开挖轮廓线。开挖后基底务必清理干净，确保基底无松土、淤泥、杂志。开挖完后，把沟内的虚渣清理干净，无其他杂物，并对沟底松软的部分压实。生态排水沟需附一层草籽，进行植被恢复。纵向排水沟需做好跌水处理。

（3）挡墙

①测量放线

采用经纬仪、水准仪对挡土墙的主要四大角轴线相关尺寸进行测量放线。根据测量放线结果设置定位桩，采用外控轴线向设计轴线量取。采用水准仪对开挖部位的原始地貌进行复测，并做好记录。用石灰洒出开挖线，进行基础开挖。

②清基挖土

土方开挖采用挖掘机及自卸车配合进行，由边到中，自上而下，分层循序进行取土。当开挖到接近路基设计顶面时，根据土质情况注意预留碾压沉落高度，严防超挖。挖土过程中，基底工作面按设计保持一定的纵、横坡度。

③筑墙

《水工建筑物荷载设计规范》（DL/5077-1997）、《水工建筑物抗震设计规范》（DL5073-2000）执行。

（4）沉沙池

沉沙池施工流程为测量放线→基础开挖处理→备料→砂浆拌制→浆砌石砌筑→砂浆抹面→养护。浆砌石施工按照先砌“角石”、再砌“面石”、最后砌“腹石”的程序，采用座浆法分层砌筑，砌筑前应先在基础面上铺一层3~5cm厚的稠砂浆，然后安放石块。浆砌石砌筑完成后由上至下进行砂浆抹面，完成后应在12h内浇水养护，养护周期一般不少于7昼夜。

（5）土地整治

在种植施工前须先平整场地，即先清除场地上的建筑垃圾、杂物、回填土石方、清理石块。通过全面整地使场地基本平整，场地平整后进行覆土，乔木采用穴状整地，规格为30cm×30cm。适当翻松后对土壤贫瘠、肥力不够的区域可适当施肥。

1) 种植前应对该地区的土壤理化性质进行化验分析，采取相应的改良、施肥等措施。

2) 土壤改良

化肥应为标准三元复合肥并按袋装提供，化肥肥料应含有不低于15%的氮、15%的五氧

化二磷和15%的氧化钾；或根据土壤肥力状况选用。对PH值过低或过高的土地，施加化学物料如黑矾、石膏、石灰等改善土壤。

3) 土地的耕犁

当现有地是土壤不是岩石时，地面上可以用线条划分，每条线10cm深，各条线之间相隔50cm。妨碍种植或有毒物质应该挖出移走，回填与现场相匹配的土壤。与水平呈大于15度角的边坡上的表面不可以分割。当立地条件受限时，人工采用耙或旋耕机进行整地。

4) 应施足基肥，搂平耙细，去除杂物，平整度和坡度应符合设计要求。

2、植物措施

(1) 撒播种草

①种子处理

大部分种子有后成熟过程，即种胚休眠，播种前必须进行种子处理，促进发芽。

1) 机械处理、选种晒种。用清选机或人工筛种，清除杂志，提高种子纯净度。播种前要筛种，以加速种子干燥、后熟以刺激种胚打破休眠，提高生活力或用机械方法擦伤种皮以利吸水发芽。

2) 浸种。用冷水、温水或变温水浸种，可以加快种子吸水发芽，打破豆科硬实种子。豆科种子浸12~16h；禾本科种子浸1~2d，期间要换水2~3次。

3) 去壳去芒。带芒带壳的种子影响播种质量，如披碱草，需在播前用去芒机、石碾或碾米机去掉芒、壳或豆荚，使种子与湿土密接以利发芽出苗。

4) 草种消毒。为了消除草种可能带有的病毒，需进行必要的草种消毒，确保播种成功 and 草种质量。选用福尔马林浸种消毒。

②播种

播种方法采用撒播，首先使草种均匀撒播在表层，再通过耙地等物理手段使草种掺合到1~1.5cm的土层区中。大面积播种可利用播种机，小面积则可采用手播。如遇风力较强区域，可采用水力播种，即借助水力播种机将种子喷至场地表层。

(2) 抚育管理

①浇水

所有植物的生命过程都离不开水，土壤中的含水量要满足植物生长的需要，新植树木根系浅，抗旱力差，要经常浇水，根据土壤墒情来灵活掌握浇水时间和浇水量。树木成活期间每半月一次，成活后每月一次，秋冬季要浇越冬水，春季要浇返青水，保证植物有充足的水分，促进其生长发育。

②施肥

通过施肥供给植物生长所必须的养分，同时改良土壤。施肥以有机肥为主，夏季也可结合根外追肥。一般新栽树木除基肥外，每年可施肥一至二次，春秋二季进行。

③防治病虫害

植物生长发育是在错综复杂的生态条件下进行的，病虫害的侵袭是植物生长的大敌。在病虫害防治上要贯彻“预防为主，综合防治”的原则，防患于未然。要加强病虫害的调整测报，一旦发生，要治早、治小、治了，选择最佳防治期进行有效消灭。不同的病虫害采用不同的药物除治，要做到“对症下药，综合防治”，以节约资金和人力，有效控制病虫害的发生与蔓延，保证植物健康生长，巩固和提高绿化效果。

(3) 追播、补植。种子播种后，若种子出线不发芽或发芽后枯萎、生长不良等现象，即无法达到预期成活率时，须进行追捕或补植。

(4) 看管、巡查。为了保护树木，免遭人为和其他的破坏，绿地设置看管和巡查人员，看护绿地，保护树木，发现问题及时反映处理。

3、临时措施

(1) 临时排水、沉沙

按规格进行挖沟，将挖起的土壤筑于排水沟下边坡侧，排紧压实筑成沟帮，经常检查水流对沟帮的冲刷情况，如发现缺口，应及时填补。

(2) 临时覆盖

要求全面苫盖，并利用石头等物对防尘网压盖，施工结束后要求拆除、清理。

5.5.4 施工进度安排

参照工程施工总进度对水土保持工程实施进度作出安排，以有效防治水土流失。水土保持措施施工进度详见表5.4-1。

表5.4-1主体工程与水土保持措施施工进度双横道表

项目组成		2022年										2023年	
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
风电机组工程区	主体工程												
	表土剥离		.....	.....	.....								
	表土回覆									....	.....		
	土质排水沟				.....	.....	.....	.....					
	土地整治									....	.....		
	撒播灌草											.....	...
	土袋拦挡			.....	.....	.....	.....	.....	.....	....			
	防尘网苫盖			.....	.....	.....	.....	.....	.....	....			
	沉沙池				.....	.....	.....	.....					
扩建	主体工程												
	表土剥离	...											

5水土保持措施

项目组成		2022年										2023年	
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
升压站工程区	表土回覆			...									
	土地整治			...									
	碎石压盖			...									
	浆砌石截排水沟			...									
	绿化			...									
	防尘网苫盖		.....	..									
集电线路工程区	主体工程					—————	—————	—————	—————	—————			
	表土剥离					.....							
	表土回覆									.....			
	土地整治									.....			
	撒播灌草											.....	
	防尘网苫盖						.....	.....	.....	.....			
	彩条布垫层						.....	.....	.....	.....			
道路工程区	主体工程		—————	—————	—————	—————	—————	—————	—————				
	表土剥离		.....	.....	.....								
	表土回覆			.....	.....	.....	.....	.....	.....				
	土地整治			.....	.....	.....	.....	.....	.....				
	排水沟、沉沙池			.....	.....								
	撒播灌草					.....	.....	.....					
	防尘网苫盖		.....	.....	.....	.....	.....	.....					
	土袋拦挡		.....	.....	.....	.....	.....	.....					
施工生产生活设施区	主体工程	—————	—————	—————									
	表土剥离	....											
	表土回覆											....	
	土地整治											....	
	撒播灌草											....	
	土袋拦挡		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	临时排水沟、沉沙池		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
	防尘网苫盖		.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....		
弃渣场区	主体工程	—————	—————	—————									
	表土剥离	.....	.....										
	表土回覆												
	土地整治									.....	.....		
	挡渣墙	....											
	排水沟		.....	..									
	沉沙池		.....										
	乔灌木绿化											....	
	防尘网苫盖	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....					

主体工程：—————

水土保持措施：.....

6 水土保持监测

6.1 范围和时段

6.1.1 监测范围

本工程水土保持监测范围为整个工程水土流失防治责任范围，以及工程建设过程中扰动与危害的其他区域。目前工程还未开工建设，工程建设过程中扰动与危害的其他区域还不能确定，因此，本工程水土保持监测范围暂定为 68.08hm^2 ，工程建设过程中扰动与危害的其他区域根据工程实际建设情况增加。

6.1.2 监测分区

按照《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）和的要求，依据项目区总体布局、水土流失防治责任范围及水土流失预测结果，将水土保持监测区分为风机及吊装平台工程监测区、扩建升压站监测区、集电线路监测区、道路工程监测区、施工生产生活设施监测区共5个监测分区。以风机及吊装平台工程监测区和道路工程监测区作为水土保持监测重点区域，以吊装平台开挖区域、道路开挖边坡作为水土保持监测重点对象。

6.1.3 监测时段

本工程属于建设类项目，从2022年3月开始，预计2023年2月完工，本方案的设计水平年为2023年。根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）、《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T51240-2018）及《关于规范生产建设项目水土保持监测工作的意见》（水利部水保〔2009〕187号文）的规定，本工程水土保持监测时段应从施工准备期开始至设计水平年结束，即从2022年3月开始，至2023年12月结束，共22个月，其2022年3月~2023年2月为施工期（含施工准备期），2023年2月~2023年12月为试运行期。将施工期作为水土保持监测的重点时段。水土保持监测时段详见表6.1-2。

表6.1-2水土保持监测时段表

监测时段	监测时间	重点时段（是/否）	备注
施工期（含施工准备期）	2022年3月~2023年2月	是	
试运行期（设计水平年）	2023年3月~2023年12月	否	

6.2 内容和方法

本工程水土保持监测内容包括水土流失影响因素、水土流失状况、水土流失危害以及

6水土保持监测

水土保持措施监测，水土保持监测方法包括调查监测、地面观测和遥感监测，详见表6.2-1。

表6.2-1水土保持监测内容和方法表

水土保持监测内容		水土保持监测方法	水土保持监测频次	备注
水土流失影响因素	降雨和风力等气象资料	采用调查监测，即通过监测范围附近的气象站、水文站收集，统计每月的降水量、平均风速和风向。日降水量超过25mm或1小时降水量超过8mm的降水应统计降水量和历史，风速大于5m/s时应统计风速、风向、出现的次数或频率。	每月监测1次	
	地形地貌状况	采用调查监测，即通过实地调查和查阅资料等方法获取	整个监测期监测1次	
	地表组成物质	采用调查监测，即通过实地调查获取，获得地表土质、石质、砂砾质的百分比	施工准备期前1次，试运行期1次1	
	植被状况	采用调查监测，即通过实地调查获取，主要确定植物类型和优势种。应按照植被类型选择3~5个有代表性的样地，测定林地郁闭度和灌草地盖度，取其平均值作为植被郁闭度（或盖度）。郁闭度采用样线法测定，盖度采用网格法测定	施工准备期前1次	
	地表扰动情况	采用调查监测和遥感监测相结合的方法，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像获得埋压、开挖面、施工平台、建筑物等的面积，然后通过实地测量和查阅资料等方法获取	全线巡查每季度不应少于1次，典型地段监测每月1次	
	水土流失防治责任范围变化情况	采用调查监测和遥感监测相结合的方法，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像获得埋压、开挖面、施工平台、建筑物等的面积，然后通过实地测量和查阅资料等方法获取	全线巡查每季度不应少于1次，典型地段监测每月1次	
	弃土（石、渣）场的占地面积、弃渣量及堆放方式	主要采用调查监测，辅以遥感监测，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像测算弃土（石、渣）场的占地面积，然后通过实地测量核实面积；通过实地调查和查阅资料等方法获取弃渣量及堆放方式	正在使用的弃土弃渣场，应每10天1次，其他时段每季度度不少于1次	
	取土（石、料）场的扰动面积及取料方式	主要采用调查监测，辅以遥感监测，即通过无人机或者扰动后的高分辨率卫星影像测算料场的开采面积，然后通过实地测量核实面积；通过实地调查和查阅资料等方法获取取料方式	正在开采的料场，应每10天1次，其他时段应每月不少于1次	
水土流失状况监测	水土流失类型及形式	调查监测，即在综合分析相关资料的基础上，实地调查确定	每年不应少于1次	
	水土流失面积、分布	调查监测	每季度不应少于1次；线型项目每季度1次	
	土壤侵蚀强度	根据现行行业标准《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190），按照监测分区分别确定	施工准备期前和监测期末各1次；施工期每年不应少于1次	
	各监测分区及重点对象的土壤流失量	采用地面观测，即通过测钎法、侵蚀沟量测法、控制站法获取监测点土壤流失量，然后分析监测分区内各监测点的土壤流失量，通过拟合得到监测分区的土壤流失量，最后各监测分区的土壤流失量相加得到整个工程区的土壤流失量	每月监测1次	
水土流失危害监测	水土流失对主体工程造成的危害方式、数量和程度	采用调查监测和遥感监测相结合的方法，即通过无人机或者发生后的高分辨率卫星影像分析获得，然后通过实地测量、调查、询问、走访核实	水土流失危害事情发生后1周内应完成监测工作	
	水土流失掩埋冲毁农田、道路、居民点等的数量、程度			
	对高等级公路、铁路、输变电、输油（气）管线等重大工程造成的危害			
	生产建设项目造成沙化、崩塌、泥石流等灾害			

6水土保持监测

		对水源地、生态保护区、江河湖泊、水库、塘坝、航道的危害，有可能直接进入河流湖泊或产生行洪安全影响的弃土（石、渣）情况			
水土保持措施监测	植物措施	类型及面积	在综合分析相关资料的基础上，通过实地调查确定	每季度1次	
		成活率、保存率及生长状况	设置植物样地进行监测	栽植6个月后调查成活率，且每年调查1次保存率及生长状况	
		植郁闭度与盖度	设置植物样地进行监测	每年在植物生长最茂盛的季节监测1次	
		林草覆盖率	在统计林草地面积的基础上分析计算获得	1次	
	工程措施的类型、数量、分布和完好程度		采用调查监测，即在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，结合实地勘测与全面巡查确定	重点区域每月1次，整体状况每季度1次	
	临时措施的类型、数量和分布		采用调查监测，即在查阅工程设计、监理、施工等资料的基础上，实地调查，并拍摄照片或录像	重点区域每月1次，整体状况每季度1次	
	水土保持措施对主体工程安全建设和运行发挥的作用		调查监测（巡查）	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查	
	水土保持措施对周边生态环境发挥的作用		调查监测（巡查）	每年汛期前后及大风、暴雨后进行调查	

1、调查监测法

（1）调查监测

①资料收集分析法：对与项目区背景值有关的指标，通过查阅主体工程设计资料，收集气象、水文、土壤、土地利用等资料进行分析，结合实地调查分析对各指标赋值；

②实地量测法：对水土流失危害、林草措施的成活率、保存率、生长情况、临时措施落实的数量等主要通过实地量测法进行监测。

③样方调查法：对植被状况采用样方调查法或标准行法进行调查确定，样方投影面积为：乔木10m×10m~30m×30m，灌木2m×2m~5m×5m，草地1m×1m~2m×2m，绿篱、行道树、防护林带等植物措施样地长度不应小于20m，每一样方重复3次，查看林木生长情况、成活率、保存率。计算公式为： $C=f/F$ （式中：C—植被覆盖度，%；f—林草地面积， hm^2 ；F—类型区总面积， hm^2 ）。

（2）巡场监测

对水土流失防治措施特别是临时措施的落实情况、水土流失危害、当地民众对工程建设过程中的水土保持工作看法和建议等信息等主要通过现场巡查和访谈调查进行监测，获取监测数据。

2、定位观测法

对施工过程中的水土流失强度动态变化、水土流失变化等采用定位观测进行监测，本项目

定位观测法主要包括简易水土流失观测场（测钎法）、简易坡面量测法（侵蚀沟量测法）、集沙池法、控制站法，具体方法如下：

（1）简易水土流失观测场（测钎法）

简易水土流失观测场（测钎法）可适用于开挖、填筑或堆砌形成的、以土质为主的稳定坡面土壤流失量监测。在汛期选择侵蚀特征明显、地表环境相对稳定的开挖填筑或堆土地坡面布设简易水土流失观测场，然后将直径小于0.50cm、长50~100cm类似于钉子形状的钢钎或竹签（应通过油漆防腐处理），根据坡面面积分上中下、左中右纵横各3排9根布设（按品字形布设，如图6.1-1）。每次降雨后观测记录钢钎或竹签顶部露出坡面的距离。依据每次观测桩露出坡面的距离，按公式6-3计算土壤侵蚀量。

$$W=\rho(ZS/1000\cos\alpha)$$

式中：W—土壤侵蚀量（t）

ρ —小区土样容重（t/m³）

Z—土壤侵蚀厚度（mm）

S—小区斜坡面积（m²）

α —小区坡面坡度（°）

根据土壤侵蚀量、侵蚀面积和侵蚀时间推求土壤侵蚀模数。

（2）简易坡面量测法（侵蚀沟法）

简易坡面量测法（侵蚀沟法）适用于暂不扰动的临时土质开挖面、土或者土石混合或粒径较小的石砾堆垫坡面的水土流失量测定。首先量测坡面形成初期的坡度、坡长、地面组成物质、容重等，每次降雨或多次降雨后侵蚀沟的体积。具体是在监测重点地段对一定面积内（实测样方面积根据具体情况确定，一般为100m²的坡面）的侵蚀沟数量及断面形状进行统计，每条沟测定沟长和上、中上、中、中下、下各部位的沟顶宽、底宽、沟深，按照式6-4和6-5推算侵蚀量。

$$V_r = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \overline{b_{ij}} \overline{h_{ij}} l_{ij} \quad (\text{式6-4})$$

$$S_T = V_r \times \rho_s \quad (\text{式6-5})$$

式中：V_r—侵蚀沟体积（cm³）；

$\overline{b_{ij}}$ —侵蚀沟的平均宽度（cm²）；

$\overline{h_{ij}}$ —侵蚀沟的平均深度（cm）；

l_{ij} —侵蚀沟的长度（cm）；

S_T —土壤流失量 (g) ;

r_s —土壤容重 (g/cm^3) ;

i —量测断面序号, 为1,2,3...n;

j —断面内侵蚀沟序号, 为1,2,3...m;

(3) 控制站法 (沉沙池法)

控制站法适用于边界明确、有集中出口的集水区内生产建设活动产生的土壤流失量监测。每次降雨产流时应观测泥沙量、计算土壤流失量。

3、遥感监测法

对地形、地貌、植被、施工占地面积、扰动面积、植被破坏面积、水土流失面积、重大水土流失事件等水土流失生态环境变化情况主要采用航空遥感监测法进行监测。以航空遥感影像为数据源, 按照《生产建设项目水土保持监测与评价标准》(GB/T51240-2018) 规定, 对监测区域进行外业调查, 建立遥感解译标志, 通过解译, 获得监测区域在施工前后地形、地貌、植被、施工占地面积、扰动面积、植被破坏面积、水土流失面积、重大水土流失事件等各种要素的分布、面积和空间特征数据。采用人机交互式解译法进行遥感影像的解译与判读, 获取相关要素数据。

6.3 点位布设

6.3.1 监测点布设原则

- (1) 监测点分布应反映项目所在区域的水土流失特征;
- (2) 监测点应与项目组成和施工特性相适应;
- (3) 监测点应按照监测分区, 根据监测重点布设, 同时兼顾项目所涉及的行政区;
- (4) 监测点布设应统筹考虑监测内容、尽量布设综合监测点;
- (5) 监测点应相对稳定, 满足持续监测要求;

(6) 监测点数量应满足水土流失及其防治效果监测与评价的要求。本项目每个监测分区应至少布设1个土壤流失量监测点。

6.3.2 监测点布置

本工程植物措施、工程措施、土壤流失量监测点布设详见表 6.3-1。

表6.3-1本项目水土保持监测点位布设表

监测分区	监测点位	监测位置	监测内容	监测方法	备注
风机及吊装平台工程监测区	1#监测点	SW04风机平台	综合监测	植物样地、调查监测	
	2#监测点	F14风机平台	综合监测	植物样地、调查监测	
	3#监测点	F18风机平台边坡	土壤流失量	简易水土流失观测场（测钎法）	
扩建升压站工程监测区	4#监测点	主变基础开挖区域	综合监测	调查监测	
集电线路监测区	5#监测点	塔基施工作业区域	综合监测	植物样地、调查监测	
	6#监测点	直埋段施工作业区域	综合监测	植物样地、调查监测	
道路工程监测区	7#监测点	排水沟出口	土壤流失量	控制站法（沉沙池法）	
	8#监测点	新建段开挖边坡	综合监测	植物样地、调查监测	
	9#监测点	改建段下边坡	土壤流失量	简易水土流失观测场（测钎法）	
施工生产生活设施监测区	10#监测点	1#施工场地排水沟出口	土壤流失量	控制站法（沉沙池法）	
	11#监测点	2#施工场地绿化区域	植物措施	植物样地	
弃渣场监测区	12#监测点	ZC02沉沙池	土壤流失量	控制站法（沉沙池法）	
	13#监测点	ZC04渣顶绿化区域	综合监测	植物样地、调查监测	
	14#监测点	ZC06渣顶绿化区域	综合监测	植物样地、调查监测	

6.4 实施条件和成果

6.4.1 监测设施及设备

监测点选取是根据水土流失防治分区及对环境敏感程度，以及主要的工程水土流失因子，选取容易造成大量水土流失，且具有一定的代表性的工点。本次监测将设置简易水土流失观测场、简易坡面量测场、控制站、植物样地等，根据各监测区独立布置监测点，共布设14个。

根据上述水土保持监测设施布设情况，本工程水土保持监测所需设备见表6.4-2。

6.4-2水土保持监测设备表

序号	项目名称	单位	数量	备注
一	土建设施			
1	观测设施	处	10	
二	消耗性材料费			
1	办公材料	套	15	
2	实验材料	套	15	
3	取样材料	套	15	
4	其它工具	套	5	
三	水土保持监测设备			
1	径流泥沙观测设备			
①	称重仪器（电子天平、台秤）	台	1	折旧年限5年
②	流速仪	台	1	折旧年限10年
2	降雨、风速观测仪器			

6水土保持监测

序号	项目名称	单位	数量	备注
①	自记雨量计	套	1	折旧年限10年
②	风速仪	把	1	
3	植被调查设备			
①	植被高度观测仪器（测高仪）	个	2	折旧年限10年
②	郁闭度（测绳）	m	200	
4	扰动面积、开挖、回填、弃渣量调查			
①	无人机	套	1	折旧年限5年
②	GPS定位仪	套	2	折旧年限5年
③	测绳	m	200	
④	坡度仪	把	2	
⑤	皮尺	把	1	
⑥	测距仪	把	1	
5	其他设备			
①	监测车	辆	1	租用
②	摄像机	台	1	
③	数码照相机	台	1	
④	笔记本电脑	台	3	
⑤	铁锹	把	2	

6.4.2 监测人员

根据监测内容与监测频次，本项目监测时段从2022年3月开始，至2023年12月结束，共22个月。施工前进行一次背景值监测，每次监测需要4个技术人员。

6.4.3 监测成果及要求

1、监测制度

依据水土保持法律、法规的规定和技术规范的要求，本项目水土保持监测工作由建设单位委托相关技术单位开展。

监测单位在监测工作开展前要制定《生产建设项目水土保持监测实施方案》，根据工程建设进度合理安排监测频次，确定监测的重点内容和重点部位；在监测期间要做好监测记录和数据整编，按季度编制监测报告（以下简称监测季报）；在水土保持设施验收前应编制监测总结报告。监测实施方案、日常监测记录和数据、监测意见、监测季报和总结报告，应及时提交生产建设单位。监测单位发现可能发生水土流失危害情况的，应随时向生产建设单位报告。

承担项目监测的机构应定期向水行政主管部门报送监测成果。监测资料加盖相关单位印章。项目建设期间，在每季度的第一个月报送上一季度的水土保持监测季度报告表；监测任务完成后三个月内报送水土保持监测总报告。如发现施工过程中弃渣造成防洪安全隐患、不合理施工造成严重水土流失等情况的，应随时报告。

2、监测成果

监测成果既要有分时段的过程监测内容，又要有期末的结论性监测内容；所监测因子也要全面反映建设项目的水土保持与环境整体变化状况；监测成果应满足水土保持专项设施验收的需要，能提供全面、可靠的监测资料。

监测成果应包括水土保持监测实施方案、监测报告、图件、数据表（册）、影像资料等。监测成果应采用纸质和电子版形式保存、做好数据备份。

（1）监测实施方案

在施工准备期之前应进行现场查勘和调查，并应根据相关技术标准和水土保持方案编制《水土保持监测实施方案》。

（2）水土保持监测报告

水土保持监测报告应包括季度报告表、专项报告和总结报告。监测期间，应编制《水土保持监测季度报告表》。发生严重水土流失灾害事件时，应于事件发生后一周内完成专项报告。监测工作完成后，应编制《水土保持监测总结报告》。

（3）图件

本项目监测图件应包括项目区地理位置图、监测分区与监测点分布图，以及大型弃土（石、渣）场、大型取土（石、料）场和大型开挖（填筑）区的扰动地表分布图、土壤侵蚀强度分布图、水土保持措施分布图等。

（4）数据表（册）

数据表（册）应包括原始记录表和汇总分析表。记录表要体现观测场或调查时间、人员、地点、基本数据及存在的问题等，并有观测或调查人员、记录人员及校核、审查签字，做到手续完备，保证数据的真实可靠

（5）影像资料

影像资料包括监测过程中拍摄的反映水土流失动态变化及其治理措施实施情况的照片、录像等。照片集应包含监测项目部和监测点照片。同一监测点每次监测应拍摄同一位置、角度照片不少于三张。照片应标注拍摄时间。

3、监测成果要求

监测成果必须符合水土保持有关的技术规程、规范要求。监测成果应是按照所用监测方法的操作规程进行监测，以记实的方式，根据有关规范，结合实际情况，设计监测表格，形成文字叙述资料及数据表格、图样，在填写表格和文字叙述时，必须按照水土保持防治分区填写和叙述，即每一个分区填写一套表格或文字叙述。成果要实事求是、真实可靠，满足水土保持设施专项验收要求。将监测成果按建设单位和水行政主管部门要求，制定季

度报表、监测总结报告，并按时提交建设单位、水行政主管部门，作为水土保持工程验收的重要依据。当监测结果出现异常情况时，应及时报告业主、水行政主管部门，以便及时作出相应的处理，避免发生严重水土流失及造成危害。

7 水土保持投资估算及效益分析

7.1 投资估算

7.1.1 编制原则及依据

7.1.1.1 编制原则

(1) 采用四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定的编制方法,水土保持投资估算费用由工程措施、植物措施、临时工程、独立费用、预备费和水土保持补偿费构成。

(2) 本工程投资估算中的价格水平年、工程措施、植物措施、临时防护工程的人工、材料、机械台班、有关费率均与主体工程一致,不足部分市场价格参照水利部〔2003〕67号文、川水发〔2015〕9号文的编制规定;机械台时费、主要工程单价及有关费率参照《水土保持工程概(估)算编制规定和定额》、《水土保持工程估算定额》、《水土保持工程施工机械台时费用定额》计取。

(3) 水土保持工程价格水平年为2021年3季度。

7.1.1.2 编制依据

根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)规定,本方案投资估算的依据与主体工程一致,主体工程不足部分采用水利部水土保持定额、四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定补充,主要依据如下:

(1) 《财政部国家发改委水利部中国人民银行关于印发<水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》(财综〔2014〕8号);

(2) 《四川省发展和改革委员会四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》(川发改价格〔2017〕347号);

(3) 《四川省财政厅、四川省发展和改革委员会、四川省水利厅、中国人民银行成都分行关于印发〈四川省水土保持补偿费征收使用管理实施办法〉的通知》(川财综〔2014〕6号);

(4) 《关于印发<水土保持补偿费征收使用管理办法>的通知》(财综〔2014〕8号);

(5) 《四川省水利厅关于发布<四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定>的通知》(川水发2015)9号);

(6) 《四川省水利厅办公室关于印发<营业税改增值税后<四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定>调整办法>(试行)的通知》(川水办〔2016〕109号);

(7) 四川省水利厅办公室关于增值税税率调整后<四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定>相应调整办法的通知>》(川水办〔2018〕62号)；

(8) 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》(办财务函〔2019〕448号)；

(9) 《四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后<四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定>相应调整办法》的通知》(川水函〔2019〕610号)。

7.1.2 编制说明与估算成果

7.1.2.1 编制方法

1、项目划分

水土保持工程由工程措施费、植物措施费、施工临时工程措施费、独立费用、基本预备费和水土保持补偿费六部分组成。

2、投资计算

(1) 工程措施费 = 工程措施单价 × 工程量

(2) 植物措施费 = 植物措施单价 × 工程量

(3) 施工临时工程费 = 施工临时工程措施投资 + 其它临时工程投资。其中施工临时工程措施投资 = 工程量 × 单价，其它临时工程投资 = (工程措施投资 + 植物措施投资 + 水土保持监测措施费) × 2%

(4) 独立费用 = 建设管理费 + 科研勘测设计费 + 水土保持监理费 + 水土保持监测费 + 水土保持设施验收费 + 招标代理服务费 + 经济技术咨询费

(5) 基本预备费 = (1) ~ (5) 项之和的 10% 计算

(6) 水土保持补偿费 = 水土保持补偿费按 1.30 元/m² 计算

7.1.2.2 基础单价

包括人工预算单价、主要材料单价、施工机械使用费、施工用水、电、砂石料价格等，水土保持工程基础单价与主体工程一致。

7.1.2.3 人工单价

人工单价与主体工程一致，主体工程人工预算人工单价为 15 元/工时。

7.1.2.4 主要材料单价

本方案材料价格由材料原价、材料运杂费、材料运输保险费及采购保管费组成，与主体工程一致。

对于水土保持工程植物措施所需苗木、草籽的单价，以调查广元市当地市场实际价格为准。主要材料预算价格见表7.1-1。

表7.1-1水土保持工程主要基础材料单价表

编号	名称及规格	单位	预算价格	价 格(元)		
				原价	运杂费	采购及保管费
1	电	kwh	2.28	2.28		
2	水	m ³	6.00	1.00	5.00	
3	风	m ³	0.31	0.31		
4	块(片)石	m ³	121.95	116.40	5.55	
5	中砂	m ³	205.60	148.41	51.59	5.60
6	卵石	m ³	182.67	126.10	51.59	4.98
7	粗砂	m ³	205.60	148.41	51.59	5.60
8	水泥 32.5	t	499.24	421.95	63.69	13.60
9	柴油 (#0)	kg	8.56	7.74	0.59	0.23
10	汽油 (#92)	kg	9.68	8.83	0.59	0.26
11	灌草籽	kg	92.00	88.00	3.00	1.00
12	复合肥	kg	8.48	6.25	2.00	0.23
13	彩条布	m ²	5.00	4.80	0.06	0.14
14	防尘网	m ²	1.09	1.00	0.06	0.03

7.1.2.5 施工机械台时费

施工机械台班费按照《水土保持工程概算定额》中所规定的施工机械台时费定额及四川省水利厅关于印发《增值税税率调整后〈四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定〉相应调整办法》的通知》(川水函〔2019〕610号)进行计算调整，调整后的施工机械单价见7.1-2。

表7.1-2施工机械台时费汇总表

序号	名称及规格	台时费	其中				
			折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
1	单斗挖掘机 1.0m ³	216.18	25.02	26.69	2.42	40.50	121.55
2	推土机 59kw	129.51	9.39	11.73	0.49	36.00	71.90
3	混凝土搅拌机	90.04	7.98	3.99	2.25	19.50	56.32
4	推土机 74kw	164.67	16.52	20.55	0.86	36.00	90.74
5	蛙式打夯机	36.76	0.15	0.91		30.00	5.70
6	胶轮车	0.81	0.23	0.58			
7	自卸汽车 8t	138.66	19.64	12.21		19.50	87.31
8	拖拉机 37kW	69.15	3.04	3.65	0.16	19.50	42.80

7.1.2.6 工程单价

1、工程措施单价

工程措施单价由直接费、间接费、企业利润、税金和扩大系数组成。

(1)直接费

直接费由基本直接费和其他直接费组成。

A基本直接费

人工费=定额劳动量(工时)×人工单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×材料预算单价

机械使用费=定额机械使用量(台时)×施工机械台时费(元/台时)

B其他直接费

其他直接费=直接费×其他直接费率

(2)间接费

间接费=直接费×间接费率。

(3)企业利润

按直接费与间接费之和乘以企业利润率计算

(4)税金

按直接费、间接费与企业利润之和乘以综合税率计算

(5)扩大系数

按直接费、间接费、企业利润和税金之和乘以10%计算

工程措施单价=直接费+间接费+企业利润+税金+扩大系数
工程措施单价=直接工程费+间接费+企业利润+税金+扩大系数。

2、植物措施单价

植物措施单价由直接费、间接费、企业利润、税金和扩大系数组成。

(1)直接费

直接费由基本直接费和其他直接费组成。

A基本直接费

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)×人工单价(元/工时)

材料费=定额材料用量×材料预算单价

机械使用费=定额机械使用量(台时)×施工机械台时费(元/台时)

B其他直接费

其他直接费=直接费×其他直接费率

(2)间接费

由直接费乘以间接费费率计算

(3)企业利润

按直接费与间接费之和乘以企业利润率计算

(4)税金

按直接费、间接费与企业利润之和乘以9%

(5)扩大系数

按直接费、间接费、企业利润和税金之和乘以10%计算

植物措施单价=直接费+间接费+企业利润+税金+扩大系数

依据主体概估算和《水土保持工程概（估）算编制规定》（水总〔2003〕67号）及《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）规定确定本工程费率如表7.1-3所示：

表7.1-3工程及植物措施费率表（单位：%）

序号	费率名称	工程措施	植物措施	临时措施
1	其他直接费率	3	2	2
2	间接费率	5.5	3.3	4.4
3	企业利润	7	5	7
4	税率	9	9	9
5	扩大系数	10	10	10

7.1.2.7 估算编制**1、工程措施**

按工程量乘单价或指标计算。

工程措施费用=工程措施单价×工程量

2、植物措施

按工程量乘单价或指标计算。

植物措施费用=植物措施单价×工程量

3、施工临时工程

临时防护工程投资=临时防护措施单价×工程量

其他临时工程投资按工程措施、植物措施投资之和的2%计算。

4、监测措施

参照四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定，结合工程实际计取。

5、独立费用

（1）建设管理费：按水土保持工程估算第一至第四部分之和的2.0%计。

（2）水土保持监理费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号），并根据工程实际情况估列。

（3）科研勘测设计费：按《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号）的规定，并根据本工程实际情况进行调整，包括前期方案编制费和水土保持后续设计。

（4）水土保持设施验收报告编制费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号），结合市场价格计取。

（5）招标代理服务费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号），结合工程实际计取。

（6）经济技术咨询费：参照《四川省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（川水发〔2015〕9号），结合工程实际计取。

6、基本预备费

按工程措施、植物措施、监测措施、施工临时工程和独立费用五部分之和的10%计取。

7、水土保持补偿费

根据《四川省发展和改革委员会四川省财政厅关于制定水土保持补偿费收费标准的通知》（川发改价格〔2017〕347号）相关规定，本工程水土保持补偿费按1.30元/m²计算，占地面积共计68.08hm²，计算的水土保持补偿费为88.50万元。

7.1.2.8 估算成果

本项目水土保持总投资1667.28万元，其中工程措施投资931.87万元，植物措施费188.72万元，水土保持监测费27.00万元，临时措施投资168.94万元，独立费用122.09万元（建设管理费25.59万元，科研勘测设计费45.00万元，水土保持监理费25.00万元，水土保持设施验收报告编制费20.00万元，招标代理服务费5.00万元，经济技术咨询费1.50万元），基本预备费140.16万元，水土保持补偿费88.50万元。

7.1.2.9 投资估算表

（1）水土保持工程投资总概算表（见表7.1-4）

（2）水土保持分项投资概算表（见表7.1-5~表7.1-7）

（3）独立费用（见表7.1-8）

(4) 监测措施费 (见表7.1-9)

(4) 分年度投资表 (见表7.1-10)

表7.1-4水土保持工程投资总估算表

序号	工程或费用名称	建安工程费	植物措施费	独立费用	合计
一	第一部分 工程措施	931.87			931.87
1	风机及吊装平台工程区	135.09			135.09
2	扩建升压站工程区	3.68			3.68
3	集电线路工程区	28.43			28.43
4	道路工程区	478.6			478.60
5	施工生产生活设施区	15.28			15.28
6	弃渣场区	270.79			270.79
二	第二部分 植物措施		188.72		188.72
1	风机及吊装平台工程区		36.13		36.13
2	扩建升压站工程区		0.08		0.08
3	集电线路工程区		22.72		22.72
4	道路工程区		62.76		62.76
5	施工生产生活设施区		4.20		4.20
6	弃渣场区		62.83		62.83
三	第三部分 监测措施			27.00	27.00
四	第四部分 临时措施	168.94			168.94
1	风机及吊装平台工程区	47.72			47.72
2	扩建升压站工程区	0.28			0.28
3	集电线路工程区	5.76			5.76
4	道路工程区	84.71			84.71
5	施工生产生活设施区	5.34			5.34
6	弃渣场区	2.72			2.72
7	其他临时工程	22.41			22.41
一至四部分合计		1100.81	188.72	27.00	1316.53
五	第五部分 独立费用			122.09	122.09
1	建设单位管理费			25.59	25.59
2	科研勘测设计费			45.00	45.00
3	水土保持监理费			25.00	25.00
4	水土保持设施验收报告编制费			20.00	20.00
5	招标代理服务费			5.00	5.00
6	经济技术咨询费			1.50	1.50
一至五部分合计		1100.81	188.72	149.09	1438.62
六	预备费				140.16
1	基本预备费				140.16
七	水土保持补偿费				88.50
八	水土保持总投资	1100.81	188.72	149.09	1667.28

表7.1-5水土保持工程分项投资估算表（工程措施）

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合价（万元）
一	风机及吊装平台工程区				135.09
1	表土剥离	万 m ³	2.58	302256.00	77.98
2	表土回覆	万 m ³	2.58	166744.00	43.02
3	土质排水沟	m	2430.00	7.62	1.85
①	挖土方	m ³	328.05	52.76	1.73
②	填土方	m ³	85.05	14.04	0.12
4	土地整治	hm ²	12.91	8047.11	10.39
二	扩建升压站工程区				3.68
1	表土剥离	万 m ³	0.04	302256.00	1.21
2	表土回覆	万 m ³	0.01	166744.00	0.17
3	土地整治	hm ²	0.03	8047.11	0.02
4	碎石压盖	m ²	2500	9.12	2.28
三	集电线路工程区				28.43
1	表土剥离	万 m ³	0.07	302256.00	2.12
2	表土回覆	万 m ³	0.07	166744.00	1.17
3	土地整治	hm ²	8.12	19861.18	16.13
4	浆砌石截水沟	m	70	495.71	3.47
5	浆砌石排水沟	m	140	395.71	5.54
四	道路工程区				478.60
1	表土剥离	万 m ³	4.46	302256.00	134.81
2	表土回覆	万 m ³	4.49	166744.00	74.87
3	土地整治	hm ²	22.43	61100.00	137.05
4	土质排水沟	m	29900.00	7.62	22.77
①	挖土方	m ³	4036.50	52.76	21.30
②	填土方	m ³	1046.50	14.04	1.47
5	浆砌石排水沟	m	3000	311.30	93.39
①	M7.5 浆砌石	m ³	1800	518.86	93.39
6	沉沙池	座	60.00	2618.33	15.71
①	挖土方	m ³	300	52.76	1.58
②	填土方	m ³	120	14.04	0.17
③	M7.5 浆砌石	m ³	240	518.86	12.45
④	C20 混凝土	m ³	18	840.71	1.51
五	施工生产生活设施区				15.28
1	表土剥离	万 m ³	0.30	302256.00	9.07
2	表土回覆	万 m ³	0.30	166744.00	5.00
3	土地整治	hm ²	1.50	8047.11	1.21
六	弃渣场区				270.79
1	表土剥离	万 m ³	0.66	302256.00	19.95
2	表土回覆	万 m ³	0.66	166744.00	11.01

7水土保持投资估算及效益分析

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合价（万元）
3	浆砌石挡渣墙	m	261.00	4453.26	116.23
①	M7.5 浆砌石	m ³	2022.75	518.86	104.95
②	DN50PVC 管	m	686	8.00	0.55
③	挖土方	m ³	1984	52.76	10.47
④	填土方	m ³	184	14.04	0.26
4	浆砌石排水沟	m	1958.00	488.36	95.62
①	M7.5 浆砌石	m ³	1349.44	518.86	70.02
②	C20 砼	m ³	103.9	840.71	8.73
③	挖土方	m ³	2977	52.76	15.71
④	填土方	m ³	823	14.04	1.16
5	沉沙池	座	12	1883.33	2.26
①	M7.5 浆砌石	m ³	29.52	518.86	1.53
②	C20 砼	m ³	3.6	840.71	0.30
③	挖土方	m ³	78	52.76	0.41
④	填土方	m ³	12	14.04	0.02
6	土地整治	hm ²	4.21	61100.00	25.72
七	合计				931.87

表7.1-6水土保持工程分项投资估算表（植物措施）

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合价（万元）
一	风机及吊装平台工程区				36.13
1	撒播灌草绿化	hm ²	12.91	13211.99	17.06
2	养护管理 1 年	hm ²	12.91	14771.97	19.07
二	扩建升压站工程区				0.08
1	绿化	hm ²	0.03	13211.99	0.04
2	养护管理 1 年	hm ²	0.03	14771.97	0.04
三	集电线路工程区				22.72
1	撒播灌草绿化	hm ²	8.12	13211.99	10.73
2	养护管理 1 年	hm ²	8.12	14771.97	11.99
四	道路工程区				62.76
1	撒播灌草绿化	hm ²	22.43	13211.99	29.63
2	养护管理 1 年	hm ²	22.43	14771.97	33.13
五	施工生产生活设施区				4.20
1	撒播灌草绿化	hm ²	1.50	13211.99	1.98
2	养护管理 1 年	hm ²	1.50	14771.97	2.22
六	弃渣场区				62.83
1	撒播灌草绿化	hm ²	4.21	13211.99	5.56
2	栽植乔木	株	4678.00	109.12	51.05
2	养护管理 1 年	hm ²	4.21	14771.97	6.22
七	合计				188.72

表7.1-7水土保持工程分项投资估算表（临时措施）

序号	工程或费用名称	单位	工程量	单价（元）	合价（万元）
一	风机及吊装平台工程区				47.72
1	临时沉沙池	座	42.00		0.36
①	挖土方	m ³	63.00	52.76	0.33
②	填土方	m ³	21.00	14.04	0.03
2	防尘网苫盖	m ²	9600.00	5.52	5.30
3	土袋拦挡	m	1108.00		36.42
①	土方填筑	m ³	1540.00	193.62	29.82
②	土方拆除	m ³	1540.00	42.87	6.60
二	扩建升压站工程区				0.28
1	防尘网苫盖	m ²	500.00	5.52	0.28
三	集电线路工程区				5.76
1	防尘网苫盖	m ²	4800.00	5.52	2.65
2	彩条布垫层	m ²	3600.00	8.63	3.11
四	道路工程区				84.71
1	防尘网苫盖	m ²	16500.00	5.52	9.11
2	土袋拦挡	m	2300.00		75.60
①	土方填筑	m ³	3196.75	193.62	61.90
②	土方拆除	m ³	3196.75	42.87	13.70
五	施工生产生活设施区				5.34
1	土袋拦挡	m	120.00		3.95
①	土方填筑	m ³	166.79	193.62	3.23
②	土方拆除	m ³	166.79	42.87	0.72
2	防尘网苫盖	m ²	1800.00	5.52	0.99
3	临时排水沟	m	480.00		0.36
①	挖土方	m ³	64.80	52.76	0.34
②	填土方	m ³	16.80	14.04	0.02
4	临时沉沙池	座	4.00		0.04
①	挖土方	m ³	6.00	52.76	0.03
②	填土方	m ³	2.00	14.04	0.01
六	弃渣场区				2.72
1	防尘网苫盖	m ²	4935.00	5.52	2.72
六	其他临时工程	%	2.00	1120.59	22.41
七	合计				168.94

表7.1-8水土保持监测费

序号	水土保持监测费	项	数量	单价 (元)	金额 (万元)	备注
一	监测人工费和现场工作经费				17.28	
1	人工费	人/元/天	4 人×1000 元/人·天×24 天		9.60	
2	人员劳保及防护用品	人/元	4×1200		0.48	
3	监测车	台/天	1 台×3000 元/台·天×24 天		7.20	
二	监测设施修建及维护费用				1.20	
1	观测设施	处	10	1000	1.00	
2	设施维护费	项	1	2000	0.20	
三	仪器、设备、材料使用费				8.52	
1	消耗性材料费				2.10	
1.1	量筒、三角瓶	个	10	100	0.10	
1.2	其他材料费		1	20000	2.00	
2	监测设备或折旧费				6.42	
2.1	无人机	架	1	50000	2.00	折旧 5 年
2.2	经纬仪	个	1	10000	0.40	折旧 5 年
2.3	测距仪	个	1	1000	0.10	
2.4	风速仪	台	1	600	0.06	
2.5	坡度仪	台	1	50	0.01	
2.6	手持式 GPS	套	1	1000	0.10	
2.7	自记式雨量计	套	2	6000	1.20	
2.8	天平	个	1	500	0.05	
2.9	测绳 (50m)	根	2	50	0.01	
2.1	罗盘仪	个	1	300	0.03	
2.11	烘箱	台	1	1100	0.11	
2.12	铁锹	把	2	250	0.05	
2.13	取样瓶	个	20	10	0.02	
2.14	钢卷尺	个	2	50	0.01	
2.15	皮尺	个	2	100	0.02	
2.16	数码摄像机	部	1	4500	0.45	
2.17	数码照相机	部	1	3000	0.30	
2.18	笔记本电脑	部	3	5000	1.50	
合计					27.00	

7水土保持投资估算及效益分析

表7.1-9独立费用

序号	工程或费用名称	说明	小计(万元)
一	建设管理费	按一至四部分之和的 2%	25.59
二	科研勘测设计费	参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(川水发〔2015〕9 号),结合工程实际计取	45.00
三	水土保持监理费	参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(川水发〔2015〕9 号),结合工程实际计取	25.00
四	水土保持设施验收报告编制费	参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(川水发〔2015〕9 号),结合工程实际计取	20.00
五	招标代理服务费	参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(川水发〔2015〕9 号),结合工程实际计取	5.00
六	经济技术咨询费	参照《四川省水利水电工程设计概(估)算编制规定》(川水发〔2015〕9 号),结合工程实际计取	1.50
合计(万元)			122.09

表7.1-10水土保持分年度投资表

序号	工程或费用名称	投资	投资年度	
			2021 年	2022 年
一	第一部分 工程措施	931.87	683.11	248.76
1	风机及吊装平台工程区	135.09	77.98	57.11
2	扩建升压站工程区	3.68	3.68	
3	集电线路工程区	28.43	3.29	25.14
4	道路工程区	478.6	325.84	152.76
5	施工生产生活设施区	15.28	1.53	13.75
6	弃渣场区	270.79	270.79	
二	第二部分 植物措施	188.72		188.72
1	风机及吊装平台工程区	36.13		36.13
2	扩建升压站工程区	0.08		0.08
3	集电线路工程区	22.72		22.72
4	道路工程区	62.76		62.76
5	施工生产生活设施区	4.20		4.20
6	弃渣场区	62.83		62.83
三	第三部分 监测措施	27.00	20.25	6.75
四	第四部分 临时措施	168.94	126.78	42.16
1	风机及吊装平台工程区	47.72	35.79	11.93
2	扩建升压站工程区	0.28	0.28	
3	集电线路工程区	5.76	4.32	1.44
4	道路工程区	84.71	63.53	21.18
5	施工生产生活设施区	5.34	4.01	1.33
6	弃渣场区	2.72	2.04	0.68
7	其他临时工程	22.41	16.81	5.60
五	第五部分 独立费用	122.09	90.69	31.40
1	建设单位管理费	25.59	19.19	6.40
2	科研勘测设计费	45.00	45.00	
3	工程建设监理费	25.00	20.00	5.00
4	水土保持设施验收报告编制费	20.00		20.00
5	招标代理服务费	5.00	5.00	
6	经济技术咨询费	1.50	1.50	
六	预备费	140.16		140.16
1	基本预备费	140.16		140.16
七	水土保持补偿费	88.50	88.50	
八	水土保持总投资	1667.28	1009.33	657.95

7.2 效益分析

7.2.1 水土流失防治效果

(1) 水土流失面积

本项目水土流失防治责任范围 68.08hm^2 。经测算，施工结束后永久建筑物及硬化面积 18.34hm^2 ，施工结束后水土流失面积 49.74hm^2 ，详见表7.2-1。

表7.2-1水土流失面积统计表

防治分区	防治责任范围(hm^2)	工程建设扰动地表面积(hm^2)	建(构)筑物及场地硬化面积(hm^2)	施工期水土流失面积(hm^2)	试运行期水土流失面积(hm^2)
风机及吊装平台工程区	15.4	15.4	2.09	15.4	13.31
扩建升压站工程区	0.52	0.52	0.49	0.52	0.03
集电线路工程区	8.57	8.57	0.45	8.57	8.12
道路工程区	37.72	37.72	15.10	37.72	22.62
施工生产生活设施区	1.50	1.50		1.50	1.50
弃渣场区	4.37	4.37	0.21	4.37	4.16
小计	68.08	68.08	18.36	68.08	49.74

(2) 水土保持措施面积

经计算，工程措施面积 49.73hm^2 ，植物措施面积 49.15hm^2 ，水土保持措施总面积 49.73hm^2 （工程措施和植物措施面积重合部分不重复计列），详见表7.2-2。

表7.2-2项目区水土保持措施面积统计表

防治分区	水土流失治理达标面积 (hm^2)			
	工程措施	植物措施	建(构)筑物及场地硬化面积	小计
风机及吊装平台工程区	12.91	12.91	2.09	15.00
扩建升压站工程区	0.28	0.03	0.49	0.52
集电线路工程区	8.12	8.12	0.45	8.57
道路工程区	22.55	22.43	15.12	37.65
施工生产生活设施区	1.50	1.50	0	1.50
弃渣场区	4.37	4.16	0.21	4.37
小计	49.73	49.15	18.34	67.61

注：植物措施为投影面积

7.2.1.1 水土流失治理度分析

本工程可治理水土流失面积 68.08hm^2 ，预计达标的水土流失治理面积为 67.61hm^2 ，水土流失治理度达到99.3%，详见表7.2-3。

表7.2-3项目区水土流失治理度计算表

防治分区	水土流失总面积 (hm ²)	水土流失治理达标面积 (hm ²)	水土流失治理度 (%)
风机及吊装平台工程区	15.40	15.00	97.4
扩建升压站工程区	0.52	0.52	100.0
集电线路工程区	8.57	8.57	100.0
道路工程区	37.72	37.65	99.8
施工生产生活设施区	1.50	1.50	100.0
弃渣场区	4.37	4.37	100.0
小计	68.08	67.61	99.3

7.2.1.2 土壤流失控制比分析

本工程建设可能造成水土流失量为5831t，其中新增水土流失量3390t。本方案水土保持防治措施设计，采取防尘网苫盖、土袋拦挡、临时排水沟和沉沙池等临时防护措施有效地控制施工期间产生的水土流失；按照施工进度安排，及时采取植被恢复等措施进行防治，从而有效遏制因工程建设造成的水土流失。随着项目区人为扰动因素的停止和水土保持逐步发挥作用，工程扰动区域土壤侵蚀强度逐渐趋于稳定达到预期治理目标。本水保方案实施后将减少水土流失量4810t，平均土壤侵蚀模数降为484t/km² a，水土流失控制比为1.03。

表7.2-4水保方案实施后的土壤流失控制比计算表

防治分区	扰动地表面积 (hm ²)	容许土壤流失量 t/km ² a	采取措施后侵蚀模数 t/km ² a	土壤流失控制比
风机及吊装平台工程区	15.40	500	485	1.03
扩建升压站工程区	0.52	500	490	1.02
集电线路工程区	8.57	500	480	1.04
道路工程区	37.72	500	475	1.05
施工生产生活设施区	1.50	500	490	1.02
弃渣场区	4.37	500	490	1.02
小计	68.08	500	484	1.03

7.2.1.3 渣土防护率分析

施工期间有临时堆土，渣场采用挡渣墙挡护，通过分析表明，在采取兰大及临时覆盖等水土保持措施后，渣土防护率可达到97.5%。

7.2.1.4 表土保护率分析

本工程占地类型包括林地、草地、交通运输用地及其他土地，可剥离表土的总量为8.20万m³；对剥离的表土采取拦挡、苫盖等防护措施后，可实现表土的有效保存，经分析本工程表土保护率可达到98.9%（表7.2-5）。

表7.2-5表土保护率计算表

防治分区	可剥离表土量 (万 m ³)	剥离或保护表土量 (万 m ³)	表土保护率 (%)
风机及吊装平台工程区	2.62	2.58	98.5%
扩建升压站工程区	0.04	0.04	100.0%
集电线路工程区	0.12	0.07	58.3%
道路工程区	4.46	4.46	100.0%
施工生产生活设施区	0.30	0.30	100.0%
弃渣场区	0.66	0.66	100.0%
小计	8.20	8.11	98.9%

7.2.1.5 林草植被恢复率及林草覆盖率分析

本方案实施后,恢复林草总面积44.99hm²,林草植被恢复率达到98.7%,林草覆盖率达到66.1% (表7.2-6)。

表7.2-6项目区林草植被恢复率和林草覆盖率计算表

防治分区	防治责任范围 (hm ²)	可恢复林草植被面积 (hm ²)	植被建设面积 (hm ²)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
风机及吊装平台工程区	15.4	13.31	12.91	97	83.8
扩建升压站工程区	0.52	0.03	0.03	100	5.8
集电线路工程区	8.57	8.12	8.12	100	94.7
道路工程区	37.72	22.62	22.43	99.2	59.5
施工生产生活设施区	1.50	1.50	1.50	100	100
弃渣场区	4.37	4.16	4.16	100	95.2
小计	68.08	45.58	44.99	98.7	66.1

7.2.1.6 综合分析

综合以上分析,方案实施后可治理水土流失面积67.61 hm²,恢复林草地面积44.99hm²,表土保护率达到98.9%,水土流失治理度达到99.3%,植被恢复率达到98.7%,林草覆盖率达到66.1%,渣土防护率达到97.5%,平均土壤侵蚀模数降为484t/km² a,土壤流失控制比为1.03,减少水土流失流失量4810t,具有较好的生态效益,同时起到美化景观的效果,详见表7.2-7。

表7.2-7项目区水土流失防治目标实现情况统计表

序号	防治目标		目标值 (%)	达到值 (%)
1	水土流失治理度	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	97	99.3
2	土壤流失控制比	项目水土流失防治责任范围内内容许土壤流失量占治理后每平方公里年平均土壤流失量之比	1.0	1.03
3	渣土防护率	项目水土流失防治责任范围内采取措施实际挡护的永久弃渣、临时堆土数量占永久弃渣和临时堆土总量的百分比	92	97.5%
4	表土保护率	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	92	98.9%
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	97	98.7
6	林草覆盖率	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	25	66.1

7.2.2 水土保持效益分析

7.2.2.1 基础效益

(1) 工程建设引起的水土资源损失

根据水土流失预测成果分析，在预测时段内工程建设导致的新增水土流失主要来自于吊装平台、道路工程。若不进行防治，将造成大量的水土流失。

工程建设改变了部分土地资源的利用方式，工程开挖扰动破坏地表，地表组成物质由土壤改变为岩石或硬化地面，失去生物生产力，同时使地表失去原土壤层的容水力、入渗力，形成更多地表径流发生流失；工程回填压覆原地表土壤及其附着植物，使回填体地表组成物质、地面坡度、坡长、植物立地条件等保水保土要素取决于回填方式、回填物质等施工因素，总体上使土地生物生产力降低。

(2) 水土保持措施产生的保水保土效益

本工程水土保持方案得到全面实施后，将基本控制因工程建设造成的新增水土流失，在保证工程施工建设和运行安全与稳定的同时，通过改变微地形、增加地面植被、改良土壤性质可增加土壤入渗，减轻土壤侵蚀，将产生明显的保水保土效益，防止因水土流失引起的损失。通过各项治理措施后，整个工程涉及区域的水土流失将明显减小；施工区水土保持措施实施并完全发挥效益后，土壤侵蚀模数在 $500\text{t}/\text{km}^2\text{a}$ 以下。

水土保持措施的保土效益主要表现在：保存作用，表土剥离并保存至后期用于绿化覆土，是土地生产力的直接保持；固土作用，包括工程拦挡措施、林草根系的固土作用；防击溅作用，林草及其枯枝落叶层对地表形成的覆盖层，可以减轻雨水的击溅作用；防冲作用，截排水措施引排地表径流，林草改善土壤结构，增加土壤下渗，可减轻对地表冲刷；土壤改良作用，林草根系的穿透作用和残体分解能改善土壤透气性，枯枝落叶的分解能促进土壤腐殖质的形成，有效增加土壤肥力，从而达到保土的效益。

保水效益主要体现在：植物措施实施后，由于林草及其枯落物的阻挡作用，延缓了坡面汇流的速度，使降水能够有充足的时间渗入地表土层，增加土壤的含水量；林草冠层及枯枝落叶层能储藏大量的水分；土壤层是良好的天然贮水设施，保土就是保水；枯落物分解增加土壤腐殖质含量，使土壤团粒结构比例增大，改善土壤孔隙级配和孔隙率，从而提高土壤的雨水入渗能力和持水能力，进一步改善植被生长的立地条件，形成生态系统的良性循环。

7.2.2.2 生态环境效益

(1) 工程建设引起的主要生态环境变化

工程建设前，项目建设区林草覆盖率较高。工程建设使这些植被及其赖以生存的土壤

被挖除或占压，施工区生态环境遭受破坏，成为裸露土地，植被覆盖率接近零。

工程建设改变了原有生态系统的物质流动与能量循环，破坏了区内景观生态系统，对当地陆生生物的生境条件产生较大影响，同时流失泥沙对周边环境可能造成一定影响。

(2) 水土保持措施实施后的生态修复

通过灌草绿化，施工过程中和施工结束后工程占地区内原土地利用结构得到调整，有利于工程地区水土保持及生态环境的改善。在工程建设期通过对施工区进行植被重建与恢复，恢复林草植被面积44.90hm²，使项目建设区林草覆盖率达到66.1%。

植被覆盖度的提高对土壤的保土、保肥、保水能力具有促进作用，改善土壤的理化性质，减少土壤中氮、磷等有机质及无机盐的流失，有利于生态恢复。

7.2.2.3 社会效益

(1) 工程建设造成的水土流失及其危害

工程建设土石方开挖总量达161.83万m³，经预测可能导致的水土流失量预计将达到5831t。水土流失将产生一定危害，一方面破坏土地资源，降低土地生产力，改变原有生态系统的物质流动与能量循环，加剧当地的水土流失治理难度；另一方面可能淤积周边沟道。

(2) 水保措施实施产生的防治效益

在水土保持各种工程和植物措施实施后，水土流失治理度达99.3%，渣土防护率达到97.5%，基本控制了施工期可能造成水土流失，有效减缓工程建设造成的水土流失并避免造成严重危害后果。

8 水土保持管理

为保证本项目水土保持方案顺利实施、工程新增水土流失得到有效控制、项目工程区及周边生态环境良性发展，建设单位必须严格按照水土保持方案的治理措施、进度安排、技术标准等要求，保质保量地完成水土保持各项措施。预防监督部门应定期对水土保持方案的实施进度、质量、资金落实等情况进行监督、检查，在监督方法上可采用建设单位定期汇报与实地检测相结合，必要时采用行政、经济、司法等多种手段措施保证水土保持方案的完全落实。

8.1 组织管理

8.1.1 组织领导

（1）管理机构

水土保持是我国一项基本国策，根据《中华人民共和国水土保持法》，水土保持方案报请水行政主管部门批准后，由建设单位负责组织实施。为保证水土保持方案设计的措施顺利实施，建设单位应成立相关管理部门，负责管理工程水土保持管理和协调工作。配备专职人员负责水土保持方案的委托编制、报批和方案实施工作以及后续设计、水土保持监测、监理、施工建设期间的水土保持管理、验收工作。同时，将相关环境保护和水土保持工作纳入到主体工程建设计划中，建立以目标管理为核心的一系列规章制度。

（2）工作职责

①认真贯彻、执行“预防为主、保护优先、因地制宜、安全可靠、技术可行、经济合理”的水土保持方针，确保工程安全，充分发挥水土保持效益。

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，并制定水土保持方案详细实施计划。

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施工，并按时完工，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，掌握工程施工期和运行期间的水土流失状况及其防治措施落实情况，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 管理制度

8.1.2.1 水土保持管理计划

(1) 管理原则

①分级管理原则

工程外部接受各级水行政主管部门的监督、检查，内部实施分级水土保持管理，层层落实责任，并负责实施各自范围内的水土保持工作。

②预防为主、防治结合的原则

为切实减少工程建设中可能造成水土流失，必须采取预防为主、防治结合的原则，及时落实各项水土保持措施，尽量避免水土流失及其危害的发生。

(2) 水土保持管理目标

①严格依照有关水土保持相关法律、法规的规定开展水土保持工作，保证水土保持措施按照水土保持方案及其批复、水土保持各个阶段设计的要求实施。

②工程建设过程中，使水土流失得到有效防治，各项水土保持设施正常、有效运行。

③工程设计水平年六项指标达到方案设计要求。

8.1.2.2 水土保持管理体系

工程水土保持管理分外部管理和内部管理两部分。

外部管理由各级水行政主管部门，依据国家相关法律、法规和政策，按照工程需达到的水土保持相关要求，依法对各工程建设各个阶段进行不定期监督、检查及水土保持设施验收等活动。

内部管理由建设单位执行国家和地方有关水土保持的法律、法规、政策，落实水土保持措施。建设单位在工程开工时应及时向当地水行政主管部门备案，建设期间对施工单位建设施工活动负责，保证水土保持措施组织实施后，达到开发建设项目水土保持相关要求。建设期环境管理组织体系由建设单位、施工单位、设计单位和监理单位共同组成，通过各自成立的相应机构对工程建设的环境保护和水土保持负责。工程建成后，由建设单位负责，对各项水土保持设施进行管理维护，保证其有效地发挥水土保持功能。

8.1.2.3 水土保持管理措施

在日常管理工作中，建设单位主要采取以下管理措施：

(1) 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，并接受社会监督。

(2) 加强水土保持的宣传、教育工作，提高施工承包商和各级管理人员的水土保持意识。

(3) 制定详细的水土保持措施实施进度，加强计划管理，以确保各项水土保持措施与主体工程同步实施，同时完成，同时验收。

(4) 建设单位要加强对开发建设活动的监督管理，成立专业的技术监督队伍，预防人为活动造成新的水土流失，并及时对开发建设活动造成的水土流失进行治理，确保工程质量。

(5) 水土保持方案经批准后，建设单位应主动与各级水行政主管部门联系，接受地方水行政主管部门的监督检查。各级水行政主管部门负责监督水土保持措施的执行。

(6) 当地水行政主管部门确定专人负责该方案实施情况的监督和检查，采取定期与不定期相结合的办法，检查方案的实施进度和有关工程施工质量。

8.2 后续设计

为了切实做好在建工程的水土保持工作，要求主体工程设计单位应该依据批复的水土保持方案，开展水土保持施工图专项设计，确保本方案提出的各项水土流失防治措施特别是新增防治措施落实到项目建设中，切实发挥方案设计的水土保持各项措施的防护效用，并要求主体工程设计单位核定该工程水土保持投资（包括水土保持补偿费），纳入主体工程总投资中。

水土保持方案经批准后，生产建设项目的地点、规模发生重大变化的，应当补充或者修改水土保持方案并报原审批机关批准；水土保持方案实施过程中，水土保持措施需要作出重大变更的，应当经原审批机关批准。

本工程水土保持方案是本工程水土保持最基本的技术保证，是在大量的现场实地调查、勘察的基础上，根据工程的实际情况确定的，同时征求了有关部门对水土保持工作的意见。生产建设单位应当依据批准的水土保持方案与主体工程同步开展后续施工图设计，按程序与主体工程设计一并报经有关部门审核，作为水土保持措施实施的依据。

同时在管理过程中加大监督力度，应由当地地区级以上部门不定时的进行现场监督，对一些资料进行记录，并在竣工验收过程中给予评价，对于后续水土保持管理机构的确立、管理措施、资料管理等方面内容应用建设单位按照相应的规定统一确定。本设计阶段仅做一些要求。

8.3 水土保持监测

项目建设过程中应依法及时开展水土保持监测工作，本项目水土保持监测工作由业主自行开展或者委托具有水土保持监测能力的机构开展。按《生产建设项目水土保持监测与评价标准》以及批复的水土保持方案报告书，编制监测实施方案，开展水土保持监测工作。

从施工准备期开始，落实和开展水土保持监测工作，水土保持监测工作由具有监测技术能力的单位承担，按批复后的水土保持方案中的监测要求和有关监测技术规范编制监测方案并实施。在监测工作进行过程中，监测单位应及时将监测资料进行整理，并提出有关的分析整理成果，并定期向有关水行政主管部门报送，水土保持设施竣工验收时提交水土保持监测总结报告。

推行水土保持监测“三色”评价制度，即水土保持监测单位根据生产建设项目水土流失及其防治情况，在水土保持监测季报和总结报告中给予生产建设项目水土保持工作“绿红黄”三个等级评价。全面推行监测成果网上上报，推进监测成果公开共享，由生产建设单位在其官方网站或公共信息网络平台公开，接受社会监督。

8.4 水土保持监理

水土保持工程必须纳入监理制度，可与工程监理一并进行。工程水土保持监理工作，应当按照水土保持监理标准和规范开展水土保持工程施工监理。本工程挖填土石方总量在20万 m^3 以上200万 m^3 以下，征占地面积在20 hm^2 以上200 hm^2 以下，应当配备具有水土保持专业监理资格的工程师。

监理单位在具体监理工作中，一要对水土保持工程建设的全过程进行投资控制、质量控制、进度控制；二要及时了解、掌握水土保持工程建设的各类信息，并对其进行管理；三要在工程实施过程中，对建设单位与施工单位发生的矛盾和纠纷组织协调。监理人员在日常工作中应及时整理、归档有关的水土保持资料，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，负责编写水土保持工程监理报告，水土保持竣工验收时需提交水土保持专项监理报告及临时措施的影像资料。

8.5 水土保持施工

(1) 水土保持工程施工过程中，建设单位需对施工单位提出具体的水土保持工程施工要求，并要求施工单位对其责任范围内的水土流失负责。

(2) 施工期间，施工单位应严格按照工程设计图纸和施工技术要求施工，并满足施工进度要求。

(3)施工过程中,应采取各种有效措施防止在其占用的土地上发生不必要的水土流失,防止其对占用地范围外土地的侵占及植被资源的损坏,严格控制和管理车辆机械的运行范围,防止扩大对地表的扰动。设立保护地表和植被的警示牌,施工过程中应注重保护表土和植被。注意施工及生活用火的安全,防止火灾烧毁地表植被。

(4)各类工程措施,从总体部署、施工设计到备料、开挖、填筑、砌石等各道工序的质量都应及时进行测定,不合要求的应及时改正,以确保工程安全及治理效果。

(5)植物措施从总体部署、施工设计到工程整地、植物选择、播种栽植等全部完成,各道工序的质量都应及时进行测定,不合要求的应及时更改。此外,还应加强植物的后期抚育工作,确保其成活率与保存率,以求尽早发挥植物措施的水土保持效益。

(6)在水土保持施工过程中,如需进行设计变更,施工单位需及时与建设单位、设计单位和监理单位协商,按相关程序要求实施变更或补充设计,并经批准后方可实施。

8.6 水土保持设施验收

(1) 检查

本工程水土保持工作不仅包括各项水土保持措施的落实和实施,也包括水土保持措施建成运行后的设施维护,采取相应的技术保证措施。为保证水土保持工程质量,必须要求有资质的施工队伍施工。施工期间,施工单位要严格按设计要求施工。绿化工程施工时,应注意加强植物措施的后期抚育工作,抓好幼林抚育和管护,确保各种植物的成活率,尽早发挥植物措施的水土保持效益。定期或不定期地对已验收的水土保持工程进行检查,随时掌握其运行状态,保证工程完好。

(2) 验收

根据水土保持法及其实施条例的有关规定,水保工程验收合格后主体工程方可投入运行。按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知(水保〔2017〕365号)》、《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自助验收的通知》(川水函〔2018〕887号)及《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)要求,生产建设单位应按照有关要求自主开展水土保持设施验收。因此在水土保持工程施工结束后,项目投产使用前,要及时准备相关技术资料,组织第三方机构编制水土保持设施验收报告,水土保持设施验收报告编制完成后,生产建设单位应当按照水土保持法律法规、标准规范、水土保持方案及其审批决定、水土保持后续设计等,组织水土保持设施验收工作,形成水土保持设施验收鉴定书,明确水土保持设施验收合格的结论,水土保持设施验收合格后,生

产建设项目方可通过竣工验收和使用。

除按照国家规定需要保密的情形外，生产建设单位应当在水土保持设施验收合格后，通过其官方网站或者其他便于公众知悉的方式向社会公开水土保持设施验收鉴定书、水土保持设施验收报告和水土保持监测总结报告。对于公众反映的主要问题和意见，生产建设单位应当及时给予处理或者回应。

生产建设单位应在向社会公开水土保持设施验收材料后、生产建设项目投产使用前，向水土保持方案审批机关报备水土保持设施验收材料。

水土保持设施未建成、未经验收或者验收不合格的，主体工程不得正式投入生产或者使用。切实做到“三同时”，以有效防治工程建设造成的水土流失。

水土保持设施验收的内容、程序等按照《水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》、《四川省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收的通知》及相关文件精神执行。

水土保持设施验收合格并交付使用后，建设单位应当加强水土保持设施的管理和维护，确保水土保持设施安全、有效运行。