

凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目

水土保持监测总结报告

建设单位：华能昭觉风力发电有限公司

监测单位：四川众旺节能环保科技有限公司

二〇二三年九月





营业执照

(副本)

统一社会信用代码 91510105693654540K

名称 四川众旺节能环保科技有限公司
 类型 有限责任公司（自然人投资或控股）
 住所 成都市青羊区青龙街51号1栋13楼10号
 法定代表人 吴玉坤

注册资 再次复印无效
 成 立 日 期 2009年8月17日
 营 业 期 限 仅限于凉山州昭觉县瓦库
 49.5MW风电场项目使用
 经 营 范 围 技术推广服务；工程咨询；企业策划。（依法须经批准的项目，
 经相关部门批准后方可开展经营活动）。



登记机关



2015年12月09日

企业信用信息公示系统网址：<http://gsxt.scaic.gov.cn>
<http://gsxt.cdcredit.gov.cn>

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

监测单位地址：成都市青龙街51号

监测单位邮编：610031

项目联系人：崔坤华

联系电话：028-86258171

电子信箱：zhongwang51@163.com

项目名称: 凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持监测
总结报告

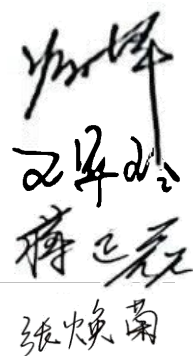
监测单位: 四川众旺节能环保科技有限公司

批准: 涂小萍

审查: 王军玲

校核: 蒋正磊

汇编: 张焕菊



涂小萍
王军玲
蒋正磊
张焕菊

参加工作主要人员:

蒋正磊 (工程师)

黄海波 (工程师)

张焕菊 (工程师)

目 录

前 言	II
1 建设项目及水土保持工作概况	1
1.1 建设项目概况	1
1.1.1 项目基本情况	1
1.1.2 项目区概况	1
1.2 水土保持工作情况	5
1.2.1 水土保持方案编报情况	5
1.2.2 水土保持方案变更	5
1.2.3 水土保持管理	9
1.2.4 “三同时”制度落实情况	9
1.2.5 水土保持监测意见的落实情况	9
1.2.6 监督检查意见落实落实情况	10
1.2.7 重大水土流失危害事件	10
1.3 监测工作实施情况	11
1.3.1 监测实施方案执行情况	11
1.3.2 监测项目部设置	11
1.3.3 监测点布设	13
1.3.4 监测设施设备	14
1.3.5 监测技术方法	14
1.3.6 监测成果提交情况	17
2 监测内容与方法	18
2.1 扰动土地情况	18
2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）	18
2.3 水土保持措施	18
2.4 水土流失情况	20
3 重点部位水土流失动态监测	22
3.1 防治责任范围监测	22
3.1.1 水土保持防治责任范围	22

3.1.2 背景值监测	23
3.1.3 建设期扰动土地面积	24
3.2 取土监测结果	24
3.2.1 设计取料情况	24
3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量等情况	24
3.2.3 取料对比分析	24
3.3 弃渣监测结果	24
3.3.1 设计弃渣情况	25
3.3.2 弃土渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果	25
3.3.3 弃渣对比分析	25
3.3.4 土石方流向情况监测结果	26
4 水土流失防治措施监测结果	30
4.1 工程措施监测结果	30
4.1.1 工程措施设计情况	30
4.1.2 工程措施分年度实施情况	32
4.1.3 工程措施监测结果	34
4.2 植物措施监测结果	37
4.2.1 植物措施设计情况	37
4.2.2 植物措施分年度实施情况	37
4.2.3 植物措施监测结果	38
4.3 临时措施监测结果	40
4.3.1 临时措施设计情况	40
4.3.2 临时措施分年度实施情况	40
4.3.3 临时措施监测结果	41
4.4 水土保持措施防治效果	43
5 土壤流失情况监测	48
5.1 水土流失面积	48
5.1.1 施工期水土流失面积	48
5.1.2 试运行期水土流失面积	49
5.2 土壤流失量	50

5.3 取土、弃渣潜在土壤流失量	50
5.3.1 取土潜在水土流失量	50
5.3.2 弃渣潜在水土流失量	50
5.4 水土流失危害	51
6 水土流失防治效果监测结果	52
6.1 水土流失治理度	52
6.2 土壤流失控制比	52
6.3 渣土防护率与弃渣利用情况	53
6.4 表土保护率	53
6.5 林草植被恢复率	53
6.6 林草覆盖率	54
6.8 各项指标综合达标情况	54
7 结论	56
7.1 水土流失动态变化	56
7.2 水土保持措施评价	57
7.3 存在问题及建议	58
7.4 综合结论	58

附件:

- 1、项目核准文件
- 2、原水土保持方案批复
- 3、季度报告表及三色评价表
- 4、现场监测照片

附图:

- 1、项目地理位置图
- 2、项目水土保持监测点布设图

前 言

项目建设必要性:

凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目位于昭觉县与喜德县交界处,地广人稀,风能资源较丰富,且交通运输相对较便利,比较适合建设风电场。本项目的建设对于改善昭觉县能源产业结构单一的现状和带动地方经济快速发展将起到积极作用。另外,风电场建设是国家宏观能源战略的重要体现,本项目的建设满足国家能源局《风电发展“十三五”规划》文件的有关要求,本项目建成后可提供大量的绿色电能,有利于改善当地电源结构,保护生态环境。综上,工程的建设是可行且十分必要的。

项目建设情况:

凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目(以下简称“本项目/本工程”)位于四川省凉山州彝族自治州昭觉县西部高山,具体在昭觉县和喜德县相邻处,场址中心地理位置在东经 102° 41'39.54",北纬 28° 13'45.12"附近。

工程共新建风力发电机组 16 台(15 台单机容量为 3.2MW+1 台单机容量为 2.0MW,总装机容量 50MW)。

项目实际占地面积 43.21hm²,其中永久占地 0.97hm²、临时占地 42.24hm²。占地类型包括林地、草地。

主体工程实际于 2020 年 3 月正式进场动工,至 2021 年 6 月底完工,总工期 16 个月。项目水土保持恢复治理工程工期为 2021 年 7 月-2023 年 6 月,总工期 24 个月。

项目总投资为 53138.23 万元,其中土建投资 8481 万元,资金来源为企业自筹。

项目立项审批过程:

2014 年 8 月,北京乾华科技发展有限公司编制完成了《华能凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目可行性研究报告》。

2015 年 9 月,四川省发展和改革委员会核准了该项目(川发改能源〔2015〕742 号),完成项目立项。

2022 年 12 月,北京乾华科技发展有限公司完成了《华能昭觉瓦库风电场项目施工图设计》。

项目水土保持批复情况：2014年9月，成都南岩环境工程有限责任公司编制完成了《凉山州昭觉县瓦库49.5MW风电场项目水土保持方案报告书》（报批稿），并于2014年9月24日，取得四川省水利厅关于凉山州昭觉县瓦库49.5MW风电场项目水土保持方案的批复（川水函〔2014〕1301号）。

水土保持监测工作开展情况：按照《中华人民共和国水土保持法》、《〈中华人民共和国水土保持法〉实施条例》，水利部印发的《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）、《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53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主验收的通知》（川水函〔2018〕887号）和《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部12号令）第10条的规定，有水土流失防治任务的开发建设项目，建设和管理单位应设立专门的专项监测点对水土流失状况进行监测，并定期向项目所在地监测管理机构报告监测成果。

在接到监测委托任务后，监测单位及时成立了项目水土保持监测小组，并在业主的配合下，组织有关技术人员，根据《水土保持监测技术规程》等技术规范的要求、结合《华能凉山州昭觉县果则49.5MW风电场项目水土保持方案》（报批稿）以及部分施工技术资料，通过回顾调查等方法对项目前期施工期的水土流失情况进行了分析，同时通过地面观测、植物样地等观测设施，对后续施工期及林草恢复期项目区水土流失情况和已实施的各项水土保持设施发挥效益进行了监测评估，根据监测相关要求，完成了2020年1季度~2023年2季度共14份监测季报（年报）。并于2023年9月完成了对凉山州昭觉县瓦库49.5MW风电场项目的水土保持监测工作，并编制完成了凉山州昭觉县瓦库49.5MW风电场项目水土保持监测总结报告。

“三色”评价结论：工程建设过程中，项目建设单位按照批复的水土保持方案及批复文件要求，在建设过程中基本落实了水土保持措施，施工单位按照施工图要求，分阶段完成了表土剥离、表土回覆、土地整治、浆砌石挡墙、浆砌石排水沟、干砌石拦挡等工程措施，撒播草籽、喷播植草、栽植雪松等植物措施，施工过程中还注重土质排水沟、临时遮盖、临时沉沙、临时拦挡等临时措施，一定程度上来讲，这些措施较好的控制了本项目建设中产生的水土流失量，均能满足要求。

水土保持工作是一项长期的持续性工作，建议建设单位及后期维护单位在后期运营期间，严格落实好水土保持措施的维护工作，做好水土流失的后续防护工作，防止新的水土流失发生，并加强对水土保持工作的管理和技术指导。

本工程完工后，根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号），监测总结报告三分评价得分为全部监测季报得分的平均值，根据本项目所有季报得分平均后可得本项目监测总结报告得分为82分，在80分以上，水土保持监测“三色”评价结论为“绿色”。

在本监测报告编制过程中得到了四川省水利厅、凉山州水利局、昭觉县水利局、喜德县水利局和华能昭觉风力发电有限公司的大力支持与协助，在此一并表示衷心的感谢！

凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持监测特性表

填表时间： 2023 年 8 月

主体工程主要技术指标					
项目名称	凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目				
建设规模	总装机容量 50MW，新建 220kV 升压站 1 座；新建单机容量 3.2MW 风机 15 台和 2.0MW 风机 1 台、35kV 箱式变电站 16 台、吊装场地 16 处；3 回 35kV 电缆直埋集电线路路径长 40.24km；新建场内道路 27.78km；弃渣场 1 处；施工生产生活场地 1 处；10kV 临时供电线路 5km。	建设单位	华能昭觉风力发电有限公司		
		建设地点	四川省凉山彝族自治州昭觉县、喜德县境内		
		所属流域	长江流域		
		工程总投资	53138.23 万元		
		工程总工期	主体工程，16 个月（2020 年 3 月-2021 年 6 月）； 整改工期，24 个月（2021 年 7 月-2023 年 6 月）		
水土保持监测指标					
监测单位		四川众旺节能环保科技有限公司		联系人及电话	蒲仁文（18224047394）
自然地理类型		高山地貌		防治标准	水土流失防治一级标准
监测 类 容	监测指标	监测方法（设施）		监测指标	监测方法（设施）
	1 水土流失状况监测	调查监测并结合资料分析		2 防治责任范围监测	调查监测并结合资料分析
	3 水土保持措施情况监测	实地测量并结合资料分析		4 防治措施效果监测	调查监测并结合资料分析
	5 水土流失危害监测	调查监测		水土流失背景值	调查监测
防治责任范围		50.49hm ² （水保报告），实际 43.21hm ²		土壤容许流失量	500t/km ² ·a
水土保持投资		1764.83 万元，实际 1895.73 万元		水土流失目标值	500t/km ² ·a

防治分区		风力发电机组(含箱变)	升压站区	集电线路区	吊装场地区	施工生产生活设施区	施工道路区	施工电源线路区	弃渣场区
防治措施	工程措施	表土剥离 0.34hm ² 、铺设碎石 0.02hm ²	表土剥离 0.25hm ² 、土地整治 0.05hm ² 、表土回覆 0.05hm ² 、浆砌块石挡墙和护坡 1235m ³ 浆砌石截排水沟 230m、铺设碎石 0.21hm ² 、沉沙池 2 座	表土剥离 2.42hm ² 、土地整治 2.82hm ² 、表土回覆 2.82hm ²	表土剥离 3.60hm ² 、土地整治 3.84hm ² 、表土回覆 3.84hm ² 、浆砌块石挡墙 560m ³	表土剥离 0.93hm ² 、土地整治 0.93hm ² 、表土回覆 0.93hm ²	表土剥离 12.15hm ² 、土地整治 16.45hm ² 、表土回覆 16.45hm ² 、浆砌石挡墙 2580.5m ³ 、干砌石挡墙 735.5m ³ 、浆砌石截排水沟 21964m、浆砌石沉沙池 75 座、生态土沟 7800m、排水涵管 190m	表土剥离 0.05hm ² 、土地整治 0.05hm ² 、表土回覆 0.05hm ²	表土剥离 1.17hm ² 、土地整治 1.17hm ² 、表土回覆 1.17hm ² 、挡渣墙 140m、截排水沟 415m、沉沙池 3 座
	植物措施	/	站内景观绿化 0.05hm ² 、站外植被护坡 0.21hm ²	撒播草籽 2.82hm ²	播撒草籽 3.84hm ²	撒播草籽 0.93hm ²	喷播植草 3.90hm ² 、播撒草籽 16.45hm ²	播撒草籽 0.05hm ²	播撒草籽 1.17hm ² 、栽植雪松 1.17hm ² (1350 株)
	临时措施	/	土袋拦挡 60m、临时排水沟 240m、临时沉沙函 2 座、无纺布遮盖 2100m ²	无纺布遮盖 26000m ²	土袋拦挡 880m、临时排水沟 880m、临时沉沙函 46 座、无纺布遮盖 22000m ²	土袋拦挡 120m、临时排水沟 280m、临时沉沙函 2 座、无纺布遮盖 4500m ²	土袋拦挡 1350m、临时排水沟 1100m、临时沉沙函 20 座、无纺布遮盖 18000m ²	表土装编织袋 150m ³	土袋拦挡 115m、临时排水沟 240m、临时沉沙函 2 座、无纺布遮盖 6000m ²

监测结论	防治效果	分类指标	目标值	达到值	实际监测数量					
		水土流失治理度	98%	98.02%	防治措施面积	42.24hm ²	永久建筑物及硬化面积	0.93hm ²	扰动土地总面积	43.21hm ²
		表土保护率	95%	97.68%	防治责任范围面积		43.21hm ²	水土流失总面积		43.21hm ²
		土壤流失控制比	1.0	1.12	工程措施面积		4.52hm ²	容许土壤流失量		500t/km ² ·a
		渣土防护率	95%	98.13%	植物措施面积		24.62hm ²	监测土壤流失情况		448t/km ² ·a
		林草植被恢复率	99%	99.13%	可恢复林草植被面积		29.75hm ²	林草类植被面积		29.50hm ²
		林草覆盖率	28%	32.63%	实际临时拦挡弃土(石、渣)量		7.36万 m ³	临时总弃土(石、渣)量		7.36万 m ³
		水土保持治理达标评价		通过水土保持措施的实施,水土流失防治指标均高于水保方案中确定的目标值,防治效果较好。						
总体结论		在本项目建设中,建设单位重视水土保持工作,基本做到了水土保持工程与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用。实施的水土保持措施有效的控制和减少了本项目建设引起的水土流失。水土保持方案中六大防治指标均达标,水土保持效果较好。								
主要建议		加强对各分区绿化措施的管护工作,加强对各分区的排水设施的日常维护工作。								

注:本项目采用的水土流失防治目标按照现行《生产建设项目水土流失防治标准》(GB/T 50434-2018)执行,参照与本项目相连的果则风电场水保变更报告进行指标校正。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 建设项目概况

1.1.1 项目基本情况

项目名称：凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目；

项目建设单位：华能昭觉风力发电有限公司；

建设地点：四川省凉山州昭觉县、喜德县；

项目性质：建设类，新建；

建设内容：单机容量 3.2MW 风机 15 台+2.0MW 风机 1 台，总装机容量 50MW；

工程投资：本项目总投资 53138.23 万元，土建投资 8481 万元，资金来源为自筹资金+银行贷款。

施工工期：主体工程实际于 2020 年 3 月正式进场动工，到 2021 年 6 月底完工投入试运行，总工期 16 个月。项目水保整改工程工期为 2021 年 7 月-2023 年 6 月，总工期 24 个月。

工程占地：项目实际占地面积 43.21hm²，其中永久占地 0.97hm²，临时占地 42.24hm²。占地类型包括林地、草地。

工程土石方：项目开挖土石方 53.38 万 m³（含表土剥离 5.47 万 m³），回填土石方 46.02 万 m³（含表土回覆 5.47 万 m³），产生弃方 7.36 万 m³，运至 1#弃渣场堆存防护。

1.1.2 项目区概况

1.2.2.1 地形地貌

瓦库风电场位于昭觉县宜牧地乡和波洛乡西侧山脊，地貌上处于侵蚀构造低高山区，海拔 3000-3400m，为山地地形。风电场区处于山脊上，呈不规则的长条形，总体走向为南北向。南北向长约 20km，东西宽约 1000-2700m，规划面积约为 39km²。场地地貌属高中山，山脉走向呈南北向。山顶较宽缓宽度约 200~500m，山脊基本呈南北走向。

野外地质调查表明边坡整体稳定性良好，不存在影响场地滑坡及泥石流，仅

局部存在小规模崩塌。场地属高中山分水岭及山体斜坡，场地地形起伏大，地貌形态较单一，地层结构简单，各岩土层厚度稳定，物理力学性质均匀，工程性质较好。场区及附近无活动性断裂构造分布，场地稳定性好，适宜该工程建设。

1.2.2.2 气象

昭觉县地处川西高原，属高原温带湿润气候区。冬季干寒而漫长，夏季暖和湿润。昭觉县境内最低点与最高点的相对高差达 3556m，立体地貌导致产生了立体气候，素有“山高一丈，大不一样”，“一山分四季，十里不同天”之说。空气年平均相对湿度 77%，其中 6-11 月 >80%。昭觉初霜平均始于 11 月中旬，终霜平均止于 4 月初，无霜期平均 226 天。昭觉年平均气温：11.1℃，平均气压：793.7hpa，平均水汽压：10.6hpa，平均年降雨量：1032.9mm，平均蒸发量：1241.8mm，平均雷暴日数：55 天，积冰日数 27 天，无低于 -20 度的天数。20 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 45mm、100mm，10 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 40mm、88mm，5 年一遇 1h、24h 暴雨特征值为 34mm、76mm。根据主体设计最大风速实测资料，用 I 型极值概率分布估算气象站 50 年一遇最大风速为 27.84m/s。

1.2.2.3 水文

1、地表水

风电场地势较高，地表水主要为低洼处的地表积水、沟谷区渗出的基岩裂隙水和大气降雨条件下产生的地表径流和河流，沟谷区渗出的基岩裂隙水水量大小受岩体结构、构造和季节控制，具季节性变化特点，大气降雨产生的地表径流具有季节性及时性特点。

2、地下水

场址区位于山脊顶部，地势较高，水文地质条件相对简单，根据地下水的赋存条件和特点分析，本场地地下水类型主要为孔隙水及基岩裂隙水。

覆盖层孔隙水主要赋存于第四系残坡积层粘性土夹碎石层中，常有泉水分布，一般流量较小。位置与含水层的分布有关，主要接受大气降雨补给，呈季节性变化，在不同地段受地形地貌、地层的渗透及储水特性影响，水量差异较大，旱季贫乏，雨季水量较丰，但由于该层厚度较薄，且裂隙较发育，孔隙较大，排泄条件较好，因此该层地下水总体贫乏，且具有季节性、及时性特点。

基岩裂隙水主要赋存于强风化钙质粉砂岩夹泥岩、中风化钙质粉砂岩夹泥岩

各类裂隙中。基岩裂隙水具有水量分布不均、蕴藏量小、埋藏深和分布规律不易掌握的特点。主要接受大气降雨及上覆松散堆积物中孔隙水的补给，沿各类节理所组成的裂隙网络运动，向附近冲沟、山间盆地排泄。由于场地基岩裂隙极为发育，且强风化壳较厚，储水空间较大，因此该层地下水总体较为丰富（场区部分冲沟常年有地下水渗出），但埋藏较深，稳定埋深一般在 20m 以上。

4、地表、地下水对工程的影响

1) 地表水

场地地表水主要为低洼区积水、沟谷区渗出的基岩裂隙水及降水条件产生的地表径流。沟谷区渗出的基岩裂隙水对工程的影响主要表现在对道路的影响方面，但由于该类地表水分布有限（主要分布于部分低洼及沟谷区），且旱季水量较小，总体对工程的影响较小。

场址区地形总体较缓，汇水面积较小，大气降雨产生的地表水大部分转化为地下，因此地表径流对场址区内建（构）筑物的影响小。在场址区外围山体斜坡区，汇水面积逐渐增大，降雨条件下在山体中下部可能会汇集大量地表径流，可能会对进场道路产生影响。

2) 地下水

场区地下水主要为孔隙水及基岩裂隙水。孔隙水赋存于第四系覆盖层粘性土夹碎石层中，主要接受大气降雨补给，补给源及汇水面积较小，而排泄条件较好，因此该层地下水水量较小，对工程的影响较小；基岩裂隙水赋存于基岩裂隙中，主要接受大气降雨及上覆孔隙水补给。由于本场地基岩裂隙发育，储水性较强，地下水总体较丰富，但由于各风机所处位置一般较高，地下水总体埋藏较深，旱季该层地下水基本不会对风机施工产生影响，雨季可能会施工产生一定影响，若逢雨季施工应采取一定的防治措施。

综上所述知，场内地表-地下水对风机工程建设的影响较小，但会对山体斜坡区的进场道路建设产生影响。

1.2.2.4 土壤

由于昭觉出露地层和岩石广泛，气候和植被多样，因而发育出众多的土壤类型。随海拔高度的变化主要土壤类型有红壤、黄棕壤、棕壤、暗棕壤、紫色土、石灰土、山地灌丛、草甸土、亚高山灌丛草甸土等 11 个土类，23 个亚类，39 个土属，72 个土种。昭觉县分布有地带性土壤和非地带性土壤，地带性土壤中，

红壤分布在 2100 米以下河谷地带，2500 米以下的二半山分布黄棕壤，棕壤分布于海拔 2500 至 2800 米山地，暗棕分布于海拔 2800 米以上；非地带性土壤主要为紫色土和石灰土。另外，水稻土、潮土、泥炭土、山地灌丛草甸土和亚高山灌丛草甸土均有分布。

瓦库风电场位于海拔高程 3000 ~ 3400m 区域，土壤类型主要为暗棕壤土，平均厚度为 0.3~1.0m。

1.2.2.5 植被

昭觉县自然植被即具有垂直变化、又具有地域变化特点。以波洛~木佛山~拉拉尺侯一线为界，将全县划分为东部和西部两个植被区，东部属于四川盆地南缘亚热带常绿阔叶林区，西部属于大凉山山原常绿及落叶针阔叶林区。本工程位于西部区。植被垂直分布状况为海拔 2000m 以下为亚热带常绿针叶阔叶混交林，主要植被为云南松、华山松幼林、灌木草丛；2000~2450m 为暖温带落叶阔叶针叶混交林，主要植被为栓皮栎、白杨、木云南栎、华山栎、云南松、华山幼林及灌木草被；2450~2750m 为温带落叶针阔混交林，主要植被为冷杉、长苞石栎、黄背栎、云南松、华山幼林及灌木草被；2750~3000m 为寒温带落叶针阔混交林，主要植被为冷杉林、箭竹林、高山栎等；3000m 以上为寒温带高山灌丛草甸，主要植被为亚高山草甸高山灌丛草甸。植被覆盖率约为 55%。其中森林覆盖率约为 11.9%。

瓦库风电场所在地为昭觉县西部山区，主要植被为禾草和杜鹃等矮小灌木，无珍稀野生植物分布，现场覆盖度为 20-60%。

1.2.2.6 昭觉县、喜德县水土保持现状

根据《全国水土保持区划（试行）》，项目所在的昭觉县、喜德县水土流失类型区为西南岩溶区，容许水土流失量为 500t/km²·a。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），工程所在的昭觉县属金沙江下游国家级水土流失重点治理区。根据《四川省人民政府关于四川省水土保持规划（2015-2030年）的批复》（川府函〔2016〕250号）、《昭觉县水土保持规划》（2015-2030）、《喜德县水土保持规划》（2015-2030），昭觉县、喜德县水土流失强度以微度~轻度水力侵蚀为主。

表 1-3 昭觉县、喜德县水土流失现状

行政区划		水土流失面积	侵蚀强度及面积/占水土流失面积比例				
			轻度	中度	强烈	极强烈	剧烈
昭觉县	面积 (km ²)	996.71	692.42	179.12	94.04	25.03	6.10
	比例 (%)	100.00	69.47	17.97	9.44	2.51	0.61
喜德县	面积 (km ²)	710.93	439.34	123.24	93.30	46.78	8.27
	比例 (%)	100.00	61.80	17.34	13.12	6.58	1.16

注：表中数据来源于 2021 年四川省水土流失动态监测成果数据。

2、项目区水土流失现状

本工程线路跨越地貌类型主要为高山地貌，线路水土流失主要以中度水力侵蚀为主。依据工程沿线昭觉县、喜德县水土保持规划及遥感数据，查阅监测报告，工程占地

区内原地貌土壤侵蚀模数值为 885t/km²·a，为轻度侵蚀。

1.2 水土保持工作情况

1.2.1 水土保持方案编报情况

为 2014 年 5 月，受华能昭觉风力发电有限公司委托，成都南岩环境工程有限责任公司承担了《华能凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持方案报告书》（总装机容量为 49.5MW）的编制工作，于 2014 年 9 月编制完成《华能凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持方案报告书（送审稿）》。

2014 年 9 月，四川省水利厅在成都市主持召开了《华能凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持方案报告书》技术评审会，编制单位根据技术评审意见于 2014 年 9 月下旬完成了《凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持方案报告书（报批稿）》。

2014 年 9 月，取得了四川省水利厅《关于华能凉山州昭觉县果则 49.5MW 风电场项目水土保持方案的批复》（川水函〔2014〕1301 号）。

1.2.2 水土保持方案变更

批复的原水土保持方案主要依据北京乾华科技发展有限公司 2014 年 8 月完成的《华能凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目预可行性研究报告》进行编制；而待项目进入施工设计阶段时，由于风电技术的进一步发展以及项目测风数据的进一步修正等原因，为取得更优的风能，主体设计对风电机组及箱变布设位置进

四川众旺节能环保科技有限公司

行了优化调整，吊装场地、集电线路及场内道路等相应发生了变化，从而导致工程实际征占地面积、土石方挖填数量、弃渣场数量及位置、水土保持措施等均发生了不同程度的变化。

原方案设计阶段（可研阶段）各个风机均布设在昭觉县境内，而实际实施阶段，为取得更优的风能，对风机布设位置进行了优化调整，将部分风机调整至喜德县境内，吊装场地、集电线路及场内道路等布设位置相应发生了变化。原批复方案项目建设地点位于昭觉县，实际实施阶段项目建设范围涉及昭觉县、喜德县两县，项目建设地点发生变化。

经对比分析《中华人民共和国水土保持法》、《水利部办公厅关于印发水利部生产建设项目水土保持方案变更管理规定（试行）的通知》（办水保[2016]65号）以及《生产建设项目水土保持方案管理办法》（水利部令第53号）的相关规定和要求，凉山州昭觉县瓦库49.5MW风电场项目水土保持方案阶段的设计和实际建设阶段设计对比，实际建设阶段对其进行了设计优化，施工过程中，施工单位严格按照施工图进行设计，原有水土保持重要单位工程措施体系未发生变化，实施完成的水土保持措施功能显著，水土保持措施未发生重大变更。项目的变化情况详见表1-4。

表 1-4 主体设计变更对比表

项目		水保方案批复情况	工程实际实施情况	变化调整情况	变化原因分析	
项目组成	风力发电机组 (含箱变)	风电机组	安装 25 台风力发电机组, 其中 24 台单机容量为 2.0MW, 1 台单机容量为 1.5MW, 总装机容量 49.5MW	安装 16 台风力发电机组, 由 15 台 3.2MW 风机+1 台 2.0MW 风机组成, 总装机容量 50MW	共有 10 台风机布设位置有变化, 但基本沿水保方案设计线路布置 (风机编号均发生变化), 总装机容量增加 0.5MW	施工图设计阶段优化调整装机容量
		箱式变压器	安装 25 台箱式变压器	安装 16 台箱式变压器	共有 10 台箱变布设位置发生变化, 其余 6 台布设位置基本与原方案设计保持一致	风机布设位置及路线局部调整
	吊装场地	25 处吊装场地	16 处吊装场地	共有 10 处吊装场地布设位置发生变化, 其余 6 处布设位置基本与原方案设计保持一致; 各个吊装场地实际占地面积均比原方案设计大幅减小	风机布设位置及路线调整, 实际施工阶段根据风机扇叶规格以及吊车吊装需求, 个别根据地形局部优化, 单个吊装场地实际面积相较于原方案设计占地面积大幅减小	
	集电线路工程	电缆总长 102km, 直埋电缆路径 37.50km	电缆总长 40.24km, 直埋电缆路径 32.81km	新建电缆路径总长减少 4.69km	风机布设位置调整导致场内主线及支线道路路线变化, 集电线路沿场内道路一侧布设, 随之变化	
	施工道路	道路 34.55km, 占地 31.10hm ²	施工道路 27.78km, 占地 33.43hm ²	施工道路减少了 6.77km	风机数量的减少, 布设位置的调整导致场内主、支线道路路线变化	
	弃渣场	7 处弃渣场, 均为 5 级坡地型弃渣场, 总设计容量 13.05 万 m ³	1 个弃渣场, 为新增弃渣场, 5 级坡地型弃渣场, 总设计容量 12.50 万 m ³	方案设计的 7 处弃渣场均未启用, 实际新增 1 处 5 级坡地型弃渣场, 已取得昭觉县水利局关于“请求确认凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目弃渣场变更位置”的批复	风机布设位置及场内道路路线调整, 导致产生弃渣总量增加, 集中产生弃渣的区域位置也发生变化	

	施工生产生活设施区	1处, 占地 1.30hm ²	1处, 占地 0.93hm ²	施工场地占地面积减少 0.37hm ²	施工组织优化调整
	工程占地	总占地面积为50.49hm ²	总占地面积为43.21hm ²	总占地面积减少7.28hm ²	调整后, 方案风机占地面积减少, 场内道路总占地减少, 风机数量、场内道路及集电线路数量减少调整后, 相应的工程总占地面积减少了。

1.2.3 水土保持管理

项目建设单位根据批复的水土保持方案，积极组织了水土保持工程的建设实施。在工程建设中全面实行了项目法人责任制、招标投标制和工程监理制。实施中把水土保持工程纳入主体工程的建设和管理体系中，建设单位工程部、安全环保部作为建设期内主要职能部门负责水土保持工程的实施和完善。在设计过程中，建设单位要求主体设计单位，将方案阶段的水土保持措施落实于主体工程设计的每个阶段，保证水土保持工程能够与主体工程同步实施。在工程招标阶段，将水土保持管护落实纳入设计招标合同中，同时规范工程建设活动，制定了实施、监督、检查的具体办法和要求，明确责任。要求施工单位严格按照设计开展水土保持设施建设，保证工程建设中水土保持设施的质量和数量，有效地控制建设过程中产生的水土流失问题。工程建设过程中建设单位十分重视水土保持工作，配备水土保持兼职人员负责组织实施工程建设期间的水土保持工程，将水土保持理念深入贯彻在整个工程建设中：工程建设初前期，建设单位即建立了以目标管理为核心的一系列规章制度，形成了施工、监理、设计及施工建设单位各司其职，密切配合的合作关系。整个建设过程中，设计的水土保持措施与主体工程同步实施，基本按设计完成各项水土保持治理措施。

1.2.4 “三同时”制度落实情况

建设单位按照国家水土保持相关法律法规和技术规范要求，在工程前期编报水土保持方案报告书，明确了工程建设水土流失防治任务、目标和水土保持各项措施。初步设计阶段有水土保持篇章，施工图阶段进行了水土保持施工图设计，施工中按照设计实施了各项水土保持措施。主体工程完工后，委托开展水土保持设施验收工作。建设单位将本工程的水土流失防治纳入工程建设的总体安排和年度计划中，使水保工程与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产使用”，充分发挥了水土保持措施的作用和功能，基本落实了三同时制度。

1.2.5 水土保持监测意见的落实情况

2020年4月，建设单位委托我公司开展本项目水土保持监测工作，在接到监测任务时，我单位结合项目特点，在监测过程中，发现部分问题，主要包含：

1、在施工过程中存在裸露边坡、临时堆存土石方及表土未 100%遮盖或已采取遮盖的区域密目网出现破损、被风吹跑等情况。

2、在施工过程中存在边坡裸露未全覆盖，植被生长率较差；排水措施已部分完善，但已有排水措施路段未采取消能沉沙措施；挖方边坡无防护措施；部分已成型后期不扰动边坡植被恢复较差。

对于我公司提出的施工过程中存在的裸露边坡、高陡路段需永久排水沉沙措施、完善对植被恢复较差区域进行补植等水土保持监测意见，建设单位高度重视，督促施工单位进行了整改落实。目前，通过项目的持续管理与维护，不断整改和完善了项目区内各项水土保持设施，区域内各项防护措施运行稳定，有效发挥了水土保持防治功能。

1.2.6 监督检查意见落实情况

作为工程的建设单位，华能昭觉风力发电有限公司积极主动和当地水行政主管部门取得联系，自觉接受四川省水利厅、凉山州水利局、昭觉县水利局等水行政主管部门的监督和检查，水土保持方案实施过程中，积极进行沟通，确保了水土保持工程的顺利实施。

2021年3月26日，凉山州水利局、凉山州发展和改革委员会出具了《关于开展风电项目水土保持专项执法检查的通知》（凉水发[2021]8号），于2021年4月21日对本项目进行了现场检查及现场工作指导，出具了生产建设项目水土保持监督检查现场记录表及整改要求；建设单位本着积极落实的态度对现场认真整改，在2021年5月15日华能新能源四川凉山州项目建设联合指挥部对现场整改以《关于华能凉山州昭觉县瓦库、果则、龙恩一期风电场项目水土保持监督检查整改回复》（华能联指通[2021]030号）详细的列出了现场检查所指出问题的整改落实情况及整改计划安排。存在的问题及整改回复情况具体如下：

表 1-5 监督检查问题及现场整改回复

主管部门检查通知书	整改意见及建议	现场整改回复
生产建设项目水土保持监督检查现场记录表提出的问题、现场指出的整	1、在 2021 年 5 月 30 日完成渣场整改。	建设单位已在 2020 年 4 月 25 日取得昭觉县水利局关于本项目弃渣场位置的批复，现场于 2021 年 5 月底完成弃渣场的整改。
	2、加快推进水土保持设施自主验收工作。	在监督检查后，建设单位要求施工单位于 2021 年 4 月底~2023 年 6 月期间陆续开展了土地整治和迹地清理、绿化恢复工作；2022
	3、做好项目区土地整治和迹地	

主管部门检查通知书	整改意见及建议	现场整改回复
改建议	清理，加快推进项目区植物绿化措施。	年11月公开招标确定湖南启辉建筑工程有限公司为本项目水土保持问题整改施工单位。推进现场整改进度，争取尽快验收。
	4、在2021年5月30日前完善道路内侧截排水、沉沙措施。	现场整改工作已于2023年5月底完成，正在开展水土保持设施自主验收工作。
	5、加快整改，及时向县、州水利局反馈整改落实情况。	在监督检查后，建设单位于2021年5月向州、县水利局以《关于华能凉山州昭觉县瓦库、果则、龙恩一期风电场项目水土保持监督检查整改回复》汇报了整改工作计划及进度安排，并依法补充或重新办理用地预审与选址、弃渣场选址等相关手续。

1.2.7 重大水土流失危害事件

经现场监测调查，结合项目施工资料汇总分析，本项目暂无重大水土流失危害事件。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

根据项目监测实施方案中的要求，项目方案实施阶段监测技术路线主要包括：①资料收集分析→②确定监测点及工作计划→③野外勘察调查→④确定监测方法→⑤地面调查→⑥巡查调查→⑦调查监测→⑧土壤侵蚀环境因子状况监测→⑨水土流失状况监测→⑩水土保持措施实施情况监测→(11)水土流失防治效果监测→(12)监测数据资料整理、汇总与分析→(13)工程建设水土保持防治效果评价→(14)编写监测成果资料→(15)图像汇总。监测实施阶段，因项目监测委托时间较晚，属项目建设验收前补报方案，结合本项目的实际情况和工程特点，减少了标准径流小区观测等步骤。因此实际监测技术路线为：①资料收集分析→②确定监测点及工作计划→③野外勘察调查→④确定监测方法→⑤地面调查→⑥巡查调查→⑦调查监测→⑧土壤侵蚀环境因子状况监测→⑨水土流失状况监测→⑩水土保持措施实施情况监测→(11)水土流失防治效果监测→(12)监测数据资料整理、汇总与分析→(13)工程建设水土保持防治效果评价→(14)编写监测成果资料。

1.3.2 监测项目部设置

凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目于 2020 年 3 月进场动工，2020 年 4

月，建设单位与我公司签订了《凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持监测合同》，建设单位委托我公司开展本项目的水土保持监测工作。监测项目部成员包括总监测工程师 1 名，项目监测技术人员 3 名，其中总监测工程师为监测项目负责人，全面负责项目监测工作的组织、协调、实施和监测成果的质量；监测工程师负责监测数据的采集、整理、汇总、校核以及监测原始记录、文档、图件、成果的管理，监测总结报告的编写等。具体人员和分工情况见表 1-6。

表1-6 项目水保监测人员及分工

人员分工	姓名	职务/职称	主要工作
总监测工程师	蒲仁文	高工	负责全面工作，负责现场监测技术，制定监测实施计划，汇总监测数据，协调各方，收集监测资料
技术人员	景天乙	工程师	现场地形测量、定位，重要监测设施的激光扫描，汇总监测数据，协调各方，收集监测资料
	张霞	工程师	
	张焕菊	工程师	现场监测设施位置的布设，监测点位的照相，汇总，植物措施调查汇总，编写监测报告相关篇章

鉴于建设单位委托监测时本项目处于施工后期的实际情况，监测项目部在合同签订后，在建设单位的配合下，着手收集了当地相关的自然经济概况和水土流失基本情况资料，认真研读了项目水土保持方案报告书，在建设单位、施工单位和监理单位的积极配合下，我公司收集到了项目施工过程中的原始地貌及施工过程中的影像资料，以及土石方的开挖、填筑工程量等的计量数据。然后查阅施工日志、施工周报、施工月报、监理日志、监理月报。分析建设过程中扰动地表情况，及影响水土流失发生变化的因子，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围、危害及水土流失防治效果进行了监测。

2020 年 4 月~2023 年 7 月对工程建设进行现场监测踏勘，选取布设了水土保持监测点，对项目各监测分区现场的水土流失现状进行了调查和监测，对完成的水土保持工程措施和植物措施进行了典型调查与统计核实。

根据验收要求，在分析项目前期施工过程中的原始地貌及施工过程中土石方的开挖、填筑工程量等的计量数据，结合对项目林草恢复期水土流失情况的监测，2023 年 7 月份，完成了最后一次水土保持监测全区调查，同时各监测点的监测工作也结束。并对全部监测成果进行了整编，总结分析监测成果，收集工程竣工资料，开始编写《凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持监测总结报告》。形成初步的监测汇报文本，向建设单位进行了监测成果汇报。

1.3.3 监测点布设

根据本项目水土保持方案水土流失预测和水土保持总体布局，结合监测范围、监测分区和工程建设现状，按照 SL277-2002《水土保持监测技术规程》、《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》的规定与要求，为体现水土保持监测的全面性、典型性和代表性，本项目在各防治分区布设监测点和样地，同时结合调查监测和档案资料查阅，监测核实工程扰动土地面积、防治责任范围、水土流失量、水土保持设施实施及保持情况、水土保持效果等方面的动态变化情况。各监测点基本情况见表 1-6。

表 1-6 监测点布局及基本情况表

监测范围	点位编号	点位位置	监测内容	监测方法	监测频次
风力发电机组（含箱变）与吊装场地区	1#	2#风机及吊装场地	水土流失强度、林草措施成活率、保存率	设水土流失简易观测场 2 个、植物样地 2 个；定点观测、现场巡查	一般情况一个季度监测一次，雨季时一个月一次。林草措施实施后 1 年内每季度 1 次
	2#	3# 风机及吊装场地			
	3#	7#风机及吊装场地			
	4#	9#风机及吊装场地			
	5#	12#风机及吊装场地			
集电线路区	6#	通往 6#~15#风机直埋电缆工程区	水土流失强度、林草措施成活率、保存率	设水土流失简易观测场 2 个、植物样地 2 个；定点观测、现场巡查	一般情况一个季度监测一次，雨季时一个月一次。林草措施实施后 1 年内每季度 1 次
	7#	通往 1#~5#风机直埋电缆工程区			
	8#	通往 11#~13 风机直埋电缆工程区			
施工道路区	9#	通往 1#~5#的主线道路	水土流失强度、林草措施成活率、保存率	设水土流失简易观测场 2 个、植物样地 2 个；定点观测、现场巡查	一般情况一个季度监测一次，雨季时一个月一次。林草措施实施后 1 年内每季度 1 次
	10#	通往 6#至升压站段的主线道路			
弃渣场区	11#	1#弃渣场	综合监测	植物样地、调查监测、控制站（沉沙池法）	一般情况一个季度监测一次，雨季时一个月一次。林草措施实施后 1 年内每季度 1 次
施工生产生活设施区	12#	施工生产生活设施场地	水土流失强度、林草措施成活	设水土流失简易观测场 1 个、植物样地 1 个；定	一般情况一个季度监测一次，雨季

监测范围	点位编号	点位位置	监测内容	监测方法	监测频次
			率、保存率	点观测、现场巡查	时一个月一次。林草措施实施后1年内每季度1次
升压站区	13#		水土流失强度、林草措施成活率、保存率	设水土流失简易观测场1个、植物样地1个；定点观测、现场巡查	一般情况一个季度监测一次，雨季时一个月一次。林草措施实施后1年内每季度1次

1.3.4 监测设施设备

本工程开展的调查监测，涉及的仪器设备主要有：GPS、钢卷尺、森林罗盘仪、激光测距仪、数码相机、无人机、监测车等。

按上述监测内容和监测方法的要求，水土保持监测所需主要仪器如表所示。

表 1-7 本工程水土保持监测仪器设备一览表

编号	设施设备名称	单位	数量	型号
一	监测设施			
1	植物样方	处	5	
二	仪器设备			
1	测尺	把	1	
2	测绳	条	2	
3	钢钎	根	100	
4	钢卷尺	个	2	5m
5	测斜仪	个	2	SET-PA-01 智能自动测斜仪
6	数字式手持风速仪	台	1	H-N962 数字手持式风速仪
7	激光测距仪	个	1	图帕斯 360R
8	数码相机	个	1	尼康 N70D
9	笔记本电脑	台	1	DELL
10	高精度 GPS	台	1	华测 LT500
11	无人机	台	1	大疆御 2
12	打印机	台	1	
13	监测车	辆	1	

1.3.5 监测技术方法

根据《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）的规定及项目实际，为保证监测数据的科学性和准确性，提高监测工作效率，本项目水土保持监测主要采用的监测方法有定点监测和调查监测。

①调查监测

对施工区的林草生长情况、各种工程防护措施实施效果、水土保持效益等采取调查监测。

(1) 对施工开挖、土石方堆放进行调查，通过查阅施工设计、监理文件和实地量测，通过计算、分析确定建设过程中的挖填方量及堆土量。

(2) 林草的生长情况观测，在植物措施实施完成之后进行。在措施实施的当年按 $1\times 1\text{m}$ （灌草）的样方地调查林草的成活率。对林草的生长状况主要调查林草结构、覆盖情况等，时间主要在每年的夏季进行。位于坡面林草措施，应根据其植被结构、覆盖度及林草种类等进行样方调查，样方面积：草地 1m^2 、灌木 25m^2 ，小于样方调查规定面积的地块按实际面积测算。

(3) 扰动土地面积和程度，采用设计资料分析，结合实地调查，以实际调查情况为准。边坡侵蚀面积、范围和侵蚀量及变化情况；监测时段内产生的降雨量、洪水量和频次等；水土流失程度变化量及对周边地区造成的影响趋势等。

(4) 对新建的水土保持设施的质量和运行情况进行监测，并对其稳定性观测，应充分利用建设单位的工程质量、安全监测和监理资料，结合水土保持调查综合分析评价。

(5) 水土保持效益监测，主要测算水土保持设施的保土效益和拦渣效益。保土效益测算应按《水土保持综合治理效益计算方法》（GB/T15774-2008）规定进行；拦渣效益主要针对临时堆土的实际拦挡量进行计算。

② 定位监测

1) 水土流失背景值监测

根据工程区产生水土流失的土地类型，采取天然坡面径流小区观测法观测其不同降雨条件下的土壤侵蚀量，计算其土壤侵蚀模数，通过加权平均推算出工程区的平均土壤侵蚀模数即工程区的水土流失背景值。

天然径流小区是利用坡面的自然集雨面进行径流泥沙收集。在自然集雨面的下部布设一挡墙，挡墙的出土高度 $30\sim 50\text{cm}$ 。挡墙下方设径流槽，集流槽表面光滑，上缘与地面同高，槽底向下倾斜，使径流中的泥沙不发生淤积，断面大小以可能发生的最大暴雨产流量确定。集流槽的水通过引水管道连接到集流池。

具体方法：在降雨径流终止后，首先清出集水槽中的淤泥，倒入径流池中，再从量水池中读出泥水总量。将泥水搅拌均匀并取样，样品体积为 600mL ，各

径流池采 3 个泥水样。过滤烘干称取泥沙重量，可得径流含沙量及次产沙量。

要求：因集水槽无盖，应注意集雨面积为小区面积加上集水槽的面积。每次降雨后都需要进行监测，采集样品后应清理径流池，为下次降雨观测做好准备。

2) 气象因子监测

在工程区重点观测降雨量、蒸发量、风速、日照、无霜期、气温和地面温度，主要监测工程建设对周边环境的影响和水土保持对生态环境的作用。不单独监测，参照当地气象监测资料。

3) 施工期的弃渣堆放过程中进行渣场稳定性、弃渣变化量动态观测

a.采取全站仪、GPS 方法对渣场及路堤坡面进行高精度形态变化情况测量。每次对所监测弃渣场及路堤坡面，测定一定数量的控制点，组成独立的地貌形态坐标系。将测出的堆渣前的或第一次测定的弃渣场的基本地貌形态作为本底数据。每一次监测渣场动态变化，以上一次数据为基础，采取空间形态对比分析，计算出动态变化值，确定弃渣变化部位和变化量。

b.采取目测方法通过巡视调查弃渣场的弃渣堆放过程动态变化情况，将观测数据记录后填表、上图并计算出变化量，进行分析，定量反映水土流失的变化情况。同时，用数码相机定点记录监测对象的图像数据，作为直观对比依据。

4) 边坡等水土流失定点简易观测

a.在坡面布路 1 个 5m×20m（宽×长）的样地，进行水土流失监测。根据不同坡度坡面及植被不同类型，在各观测样地布路观测桩，布路的观测桩应在坡面上中下均匀布设，达到能从坡顶至坡底全面量测控制。

b.在汛期前将直径 0.5-1cm、长 50~100cm、类似钉子形状的钢钎或方 3~4cm、长 40~50cm 竹、木钎（竹、木钎应通过油漆防腐处理），根据坡面面积，按一定距离（间距 1m 左右）分上中下、左中右纵横各 3 排、共 9 根布设，如图 4-1 所示。观测桩应沿坡面垂方向打入，桩顶与坡面齐平，并应在顶上涂上红漆，编号登记入册。另在每组观测桩附近做上明显记号，以便观测。

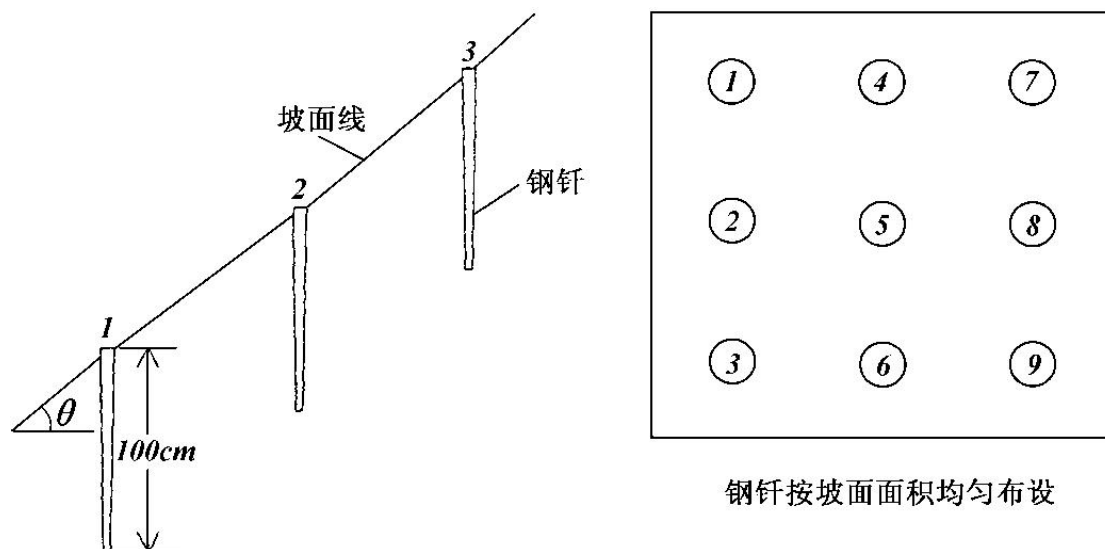


图 1-1 水土流失观测场示意图

c.每次大暴雨之后和汛期终了，通过观测桩顶与距地面高差，计算出土壤侵蚀的土层流失深度和土壤侵蚀量（计算公式采用：SL277-2002 水土保持监测技术规范，7.3.3）。

计算公式为：

$$A=ZS/1000\cos\theta$$

式中：A—土壤侵蚀数量（m³）；

Z—侵蚀厚度（mm）；

S—水平投影面积（m²）；

θ —斜坡坡度。

d.观测弃渣场坡面冲刷变化情况及侵蚀沟深和宽度等，量测坡面形成初的坡度、坡长、地面组成物质等，并记录造成侵蚀沟的降雨。量测侵蚀沟的体积，得出沟蚀量并通过沟蚀占水蚀的比例计算出流失量。同时量测重力侵蚀体积，计算出流失量。每一项应详细填表和统计。

1.3.6 监测成果提交情况

本项目的监测工作通过对项目施工期和林草恢复期监测调查，结合项目施工资料，对项目实施的各项水土保持措施数量、规格、目前运行情况进行统计分析，结合类比分析计算项目水土保持效益，因此本项目在水土保持设施验收时提供水土保持监测季报、水土保持监测总结。

2 监测内容与方法

2.1 扰动土地情况

本项目扰动地表面积、扰动范围、土地利用情况通过现场监测、查阅相关施工资料及调查项目区周边占地类型分析计算的监测方法，监测的主要方法是现场调查和资料分析法。

表2-1 本项目扰动土地情况监测表

分区及监测	扰动范围	扰动面积 (hm ²)	扰动前利用类型	扰动后利用类型
风力发电机组 (含箱变)区	建设区征地 范围内	0.34	草地	草地
升压站	建设区征地 范围内	0.63	草地	草地
集电线路工程区	建设区征地 范围内	2.82	草地、林地	草地、林地
吊装场地区	建设区征地 范围内	3.84	草地、林地	草地、林地
施工生产生活设 施区	建设区征地 范围内	0.93	草地、林地	草地、林地
施工道路区	建设区征地 范围内	33.43	草地	草地
施工电源线路区	建设区征地 范围内	0.05	草地	草地
弃渣场区	建设区征地 范围内	1.17	草地	草地
监测频次	4次/年	4次/年	1次/年	1次/年
监测方法	调查监测、 定位监测	调查监测、 定位监测	调查监测	调查监测

2.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本项目施工所用砂石料未自行开采，全部外购，本项目未单独建立取料场、取土场。

通过监测过程中现场实地踏勘，查阅施工单位、监理单位提供的建设过程中的资料，项目土石方挖方总量 53.38 万 m³（含表土剥离 5.47 万 m³），填方总量 46.02 万 m³（含表土回覆 5.47 万 m³），最终产生弃方 7.36 万 m³，运至 1#弃渣场堆存防护。

2.3 水土保持措施

通过定期资料汇总与分析，结合巡查调查和抽样调查等监测方式，利用 GPS

定位仪、照相机、标杆、尺子、测距仪、无人机等设备，实地监测项目试运行期间工程措施的实施位置、措施种类与工程量、措施完好程度与稳定性、措施运行情况与防护效果等内容，实地监测林草措施的实施位置、措施种类与工程量、植被成活率与生长情况、植被覆盖度与防护效果等内容，调查监测临时措施实施情况。

工程措施监测以调查法为主，在查阅设计、监理、计量支付等资料的基础上，通过现场实地调查确定工程措施的工程量，并对措施的稳定性、完好程度及运行情况及时进行监测。临时措施采用实地调查，同时查阅施工记录、监理资料、监测记录等，及时掌握措施的类型、数量和分布等，并做好记录工作。

植物措施的监测主要是施工后期，通过现场测定各个分区植被因子情况确定，主要对以下几点进行监测：

①植被类型与植物组成种类：采用调查监测，对监测区范围的植物种类进行统计分析。

②郁闭度采用样线法，即在某个植物群落内或者穿过几个群落取一直线(用测绳、卷尺等)，沿线记录此线所遇到的植物并分析群落结构的方法，一般用小数表示。

③覆盖度：针对灌木和草本，采用样方调查法，一般用百分数表示。

测量方法采用探针法，在打好的 2m×2m 样方(分成 100 个小格)内使用探针在样方内随机扎，扎到植被记作 1，没有扎到植被记作 0，计算探针扎到植被的次数/试验总次数的比值，即可算作覆盖度。

④林草覆盖率：在某一区域内，符合一定标准的乔木林、灌木林(面积 670m² 以上的定义为乔灌木林地)和草本植物的土地面积占该区域土地面积的百分比。其中植被面积包括郁闭度 > 0.2 的林地和盖度 > 0.4 的灌草地均计作林草面积，郁闭度 ≤ 0.2 的林地和覆盖度 ≤ 0.4 的灌草地的覆盖面积均按实际面积与郁闭度(覆盖度)的乘积进行换算。

临时措施采用实地调查，同时查阅施工记录、监理资料、监测记录等，及时掌握措施的类型、数量和分布等，并做好记录工作。

表 2-2 水土保持措施监测方法及频次情况表

监测内容	监测方法	监测频次
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	1 次/每季度

第二章 监测内容与方法

植物措施	类型及面积	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	1次/每季度
	成活率、保存率及生长状况	植物样地	1次/每季度
	植郁闭度与盖度	植物样地	1次/每季度
	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/每季度
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	1次/每季度
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)	1次/每季度
水土保持措施对周边生态环境发挥的作用		调查监测(巡查)	1次/每季度

2.4 水土流失情况

水土流失情况的监测主要包含水土流失面积、土壤流失量、临时堆土潜在土壤流失量和水土流失危害监测几个部分。

水土流失面积的监测以地面观测为主，调查监测为辅，利用土壤侵蚀地面观测数据，在确定土壤侵蚀强度的基础上，对项目建设区土壤侵蚀强度达到轻度以上的水土流失区域在平面布置图中进行标注，并在CAD实测图中进行量测，确定水土流失面积。

土壤流失量的监测主要采用现场调查为主，结合工程平面布置图，对各监测区内不同施工工艺的区域进行调查，并在平面布置图中进行标注，反映内容包括土壤侵蚀类型、形式和分布情况。由于本项目基本完工建设，土壤侵蚀情况通过简易水土流失观测场进行确定，结合各监测区的水土流失主导因子和水土流失面积，计算工程建设过程中土壤侵蚀量，确定项目建设过程中水土流失情况，土壤流失量的监测主要采用简易水土流失观测场。

水土流失危害监测主要针对工程建设过程中产生的土壤侵蚀对项目建设区以外的范围产生明显不利影响后，及时开展现场调查。主要采用调查监测的方式，调查施工过程中是否产生水土流失危害及原因过程结果等。详见表 2-3。

表 2-3 项目土壤流失情况一览表

序号	监测内容	监测方法	监测频次
1	项目区地形、植被类型、植被覆盖度、地表扰动情况和降水量及强度等水土流失主要影响因子变化情况	资料收集结合调查监测、资料分析与无人机监测	不少于一次
2	水土流失位置与面积的变化情况	资料收集与现场调查	1次/每季度，根据水土保持措施运行状况与防护效果增加频次

第二章 监测内容与方法

3	土壤侵蚀类型与强度的变化情况	调查监测、地面定位观测与无人机监测、巡查监测	1次/每季度，根据水土保持措施运行状况与防护效果增加频次
4	土壤流失量与变化情况	调查监测与无人机监测、巡查监测等	1次/每季度，根据水土保持措施运行状况与防护效果增加频次
5	水土流失危害与隐患	调查监测与无人机监测、巡查监测	1次/每季度，根据水土保持措施运行状况与防护效果增加频次

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土保持防治责任范围

3.1.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

根据《凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目水土保持方案报告书》及（川水函〔2014〕1301号）的批复，项目水土保持方案按照“谁开发谁保护、谁造成水土流失，谁负责治理”的原则，根据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008），项目可研阶段水土流失防治责任范围为 50.49hm²，全部为项目建设区。批复的水保方案报告确定的水土流失防治责任范围对比情况详见表 3-1

表3-1 水保方案报告确定的水土流失防治责任范围对比表

防治责任范围		水保方案批复面积
项目建设区	风力发电机组（含箱变）	0.85
	升压站	0.90
	集电线路	7.44
	吊装场地	6.00
	施工生产生活设施区	1.30
	施工道路	31.10
	施工电源线路	0.05
	弃渣场	2.85
合计		50.49

3.1.1.2 监测确定的防治责任范围

通过现场监测调查，结合查阅工程建设期征租地协议及其他相关资料等，确定工程建设过程中水土流失防治责任范围仅包括项目建设区 43.21hm²，无直接影响区，其中：昭觉县水土保持防治责任范围 31.66hm²，喜德县水土保持防治责任范围 11.55hm²。

表 3-2 水土流失防治责任范围变化情况对照表

防治责任范围		昭觉县防治面积	喜德县防治面积	水保方案批复面积	实际面积	增减情况(+/-)
项目 建设 区	风力发电机组(含箱变)	0.28	0.06	0.85	0.34	-0.51
	升压站	0.33	0.30	0.90	0.63	-0.27
	集电线路	2.11	0.71	7.44	2.82	-4.62
	吊装场地	2.88	0.96	6.00	3.84	-2.16
	施工生产生活设施区	0.13	0.80	1.30	0.93	-0.37
	施工道路	25.93	7.50	31.10	33.43	+2.33
	施工电源线路	0.05	0	0.05	0.05	0
	弃渣场	0	1.17	2.85	1.17	-1.68
合计		31.71	11.50	50.49	43.21	-7.28

监测结果表明,项目建设期水土流失防治责任范围较水土保持方案报告确定的范围减少了 7.28hm²。

3.1.2 背景值监测

本项目位于四川省凉山州彝族自治州昭觉县西部高山,具体在昭觉县和喜德县相邻处,项目区土壤侵蚀类型为水力侵蚀,主要形式有面蚀、沟蚀等,土壤侵蚀强度以轻度为主,容许土壤流失量 500t/(km²·a)。

参考《土壤侵蚀分类分级标准》(SL 190-2007)中的“土壤侵蚀强度分级标准表”、“面蚀分级指标表”和《四川省水利厅关于印发<四川省水土保持方案编制与审查若干技术问题暂行规定>的函》(川水函〔2014〕1723号)中“对水域、硬化地面、裸岩等无土体的微度流失区可不计背景值;对有土体的微度流失区,背景值可直接取 300(t/km²·a),微度以上的流失区,背景值一般取标准中的区间平均值”的规定,结合项目区地形、占地类型及林草覆盖率计算,项目区平均背景土壤侵蚀模数取 885t/(km²·a)。

3.1.3 建设期扰动土地面积

根据施工资料及现场监测调查，工程扰动地表面积 43.21hm²，其中 2020 年工程扰动地表面积 43.21hm²；2021 年、2022 年、2023 年工程扰动地表面积无新增面积，均为 43.21hm²。

根据监测结果，项目建设期间扰动地表共计 43.21hm²。

表 3-3 项目各年度扰动地表面积统计表

项目分区	各年度扰动地表面积 (hm ²)				总扰动面积 (hm ²)
	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	
风力发电机组 (含箱变)	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
升压站	0.63	0.63	0.63	0.63	0.63
集电线路	2.60	2.82	2.82	2.82	2.82
吊装场地	3.74	3.84	3.84	3.84	3.84
施工生产生活设施区	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
施工道路	31.21	33.43	33.43	33.43	33.43
施工电源线路	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
弃渣场	1.17	1.17	1.17	1.17	1.17
合计	40.76	43.21	43.21	43.21	43.21

3.2 取土监测结果

3.2.1 设计取料情况

根据主体施工统计资料，本项目施工所用砂石料未自行开采，全部外购，本工程未布设石料场及砂场。因此，本项目未单独建立取料场、取土场。

3.2.2 取料场位置、占地面积及取料量等情况

根据主体施工统计资料，本项目施工所用砂石料未自行开采，全部外购，本工程未布设石料场及砂场。因此，本项目未单独建立取料场、取土场。

3.2.3 取料对比分析

根据主体施工统计资料，本项目施工所用砂石料未自行开采，全部外购，本工程未布设石料场及砂场。因此，本项目未单独建立取料场、取土场。

3.3 弃渣监测结果

3.3.1 设计弃渣情况

2014年批复的水土保持方案中，本项目施工最终产生废弃土石方量约7.59万 m^3 ，主体工程共设计布置7处弃渣场对最终废弃土石方进行堆放。

表 3-4 批复的水土保持方案中的渣场特性表

弃渣场名称	至路距离 (m)	最大堆高 (m)	平均堆高 (m)	容量	弃渣量 (自然方)	占地面积 (hm ²)	渣场类型
				万 m ³	万 m ³	面积	
1#弃渣场	道路 A 段与 B 段交点处	9	4.3	1.87	1.13	0.43	谷坡型
2#弃渣场	道路 B 段中间	6	4.2	1.05	0.69	0.25	谷坡型
3#弃渣场	道路 C 段中间	8	5.0	1.01	0.61	0.20	谷坡型
4#弃渣场	道路 D 段中间	7	4.1	1.31	0.79	0.32	谷坡型
5#弃渣场	道路 E 段中间	8	4.7	1.03	0.68	0.22	谷坡型
6#弃渣场	8#风机右侧	10	5.2	3.37	1.75	0.65	谷坡型
7#弃渣场	道路 H 段中间	7	4.4	3.41	1.94	0.78	谷坡型
合计				13.05	7.59	2.85	

3.3.2 弃土渣场位置、占地面积及弃渣量监测结果

在实际建设过程中，因施工布置及建设内容发生变化，本项目实际土石方与水土保持报告确定数据存在一定差异，现场启用1处弃渣场位于升压站旁缓坡处，为新增5级弃渣场，现已取得昭觉县水利局关于项目弃渣场变更位置的批复。

项目土石方开挖总量53.38万 m^3 (含表土剥离5.47万 m^3)，回填土石方46.02万 m^3 (含表土回覆5.47万 m^3)，弃方7.36万 m^3 ，弃方堆放在设置的1处弃渣场内。

3.3.3 弃渣对比分析

2014年批复的水土保持方案设置7座弃渣场，均为坡地型渣场，弃渣场设计容量为13.05万 m^3 ，设计堆渣量为7.59万 m^3 (自然方)，占地面积2.85 hm^2 。

本项目实际开挖总量53.38万 m^3 (含表土剥离5.47万 m^3)，回填土石方46.02万 m^3 (含表土回覆5.47万 m^3)，弃方7.36万 m^3 ，运至1#弃渣场堆存防护。

表 3-5 水保方案批复、实际启用弃渣场对照表

2014 年方案批复弃渣场		实际启用弃渣场	
渣场名称	位置	渣场名称	位置
1#弃渣场	道路 A 段与 B 段交点处	新增 1#弃渣场	升压站旁（已取得昭觉县水利局关于项目弃渣场变更位置的批复）
2#弃渣场	道路 B 段中间		
3#弃渣场	道路 C 段中间		
4#弃渣场	道路 D 段中间		
5#弃渣场	道路 E 段中间		
6#弃渣场	8#风机右侧		
7#弃渣场	道路 H 段中间		

3.3.4 土石方流向情况监测结果

根据本项目竣工资料及监测结果分析，本项目现场启用 1 处弃渣场，实际土石方开挖土石方 53.38 万 m³（含表土剥离 5.47 万 m³），回填土石方 46.02 万 m³（含表土回覆 5.47 万 m³），产生弃方 7.36 万 m³，运至 1#弃渣场堆存防护。

（1）风力发电机组（含箱变）

①报告设计：土石方开挖 3.23 万 m³（含表土剥离 0.15 万 m³），土石方回填 2.92 万 m³（含表土回覆 0.15 万 m³），产生弃方 0.31 万 m³。

②监测结果：土石方开挖 3.07 万 m³（含表土剥离 0.16 万 m³），土石方回填 2.64 万 m³，调出表土 0.16 万 m³至吊装场地区，产生弃方 0.27 万 m³。

③与报告比较：土石方开挖量减少 0.16 万 m³，土石方回填量减少 0.28 万 m³，弃方量减少 0.04 万 m³。开挖、回填及弃方量减少的原因是：主体工程方案设计减少了风机数量 9 台，优化了风机基础设计标高，相应减少土石方开挖、填方量。

（2）升压站

①报告设计：土石方开挖 3.83 万 m³（含表土剥离 0.05 万 m³），土石方回填 3.83 万 m³（含表土回覆 0.05 万 m³），无弃方产生。

②监测结果：土石方开挖 3.54 万 m³（含表土剥离 0.08 万 m³），土石方回填 3.48 万 m³（含表土回覆 0.02 万 m³），调出表土 0.06 万 m³至施工道路区，无弃方产生。

③与报告比较：土石方开挖量减少 0.29 万 m³，回填量减少 0.35 万 m³。开挖、回填量减少的原因是：升压站重新优化选址及占地面积减少，在施工阶段减

少了相应的挖填方量。

(3) 集电线路工程

①报告设计：土石方开挖 6.42 万 m³（含表土剥离 1.84 万 m³），土石方回填 6.42 万 m³（含表土回覆 1.84 万 m³），无弃方产生。

②监测结果：土石方开挖 4.81 万 m³（含表土剥离 0.66 万 m³），土石方回填 4.81 万 m³（含表土回覆 0.66 万 m³），无弃方产生。

③与报告比较：土石方开挖、回填量均减少 1.61 万 m³。开挖、回填及弃方量减少的原因是：施工阶段风电机组及施工道路减少，升压站位置优化调整，集电线路电缆总长减少了 61.76km，直埋电缆沟减少了 4.69km，相应减少土石方开挖、填方量。

(4) 吊装场地

①报告设计：土石方开挖 6.17 万 m³（含表土剥离 1.67 万 m³），土石方回填 5.97 万 m³（含表土回覆 1.67 万 m³），产生弃方 0.20 万 m³。

②监测结果：土石方开挖 5.16 万 m³（含表土剥离 1.39 万 m³），土石方回填 4.62 万 m³，从风力发电机组（含箱变）区调入表土回覆 0.16 万 m³，产生弃方 0.54 万 m³。

③与报告比较：土石方开挖量减少 1.01 万 m³，土石方回填量减少 1.35 万 m³，弃方量增加了 0.34 万 m³。开挖、回填及弃方量减少的原因是：主体工程施工设计减少了风机数量 9 台，优化了风机基础设计标高，相应减少土石方开挖、填方量。

(5) 施工生产生活设施区

①报告设计：土石方开挖 1.59 万 m³（含表土剥离 0.39 万 m³），土石方回填 1.59 万 m³（含表土回覆 0.39 万 m³），无弃方产生。

②监测结果：土石方开挖 0.35 万 m³（含表土剥离 0.25 万 m³），土石方回填 0.35 万 m³（含表土回覆 0.25 万 m³），无弃方产生。

③与报告比较：土石方开挖量减少 1.24 万 m³，回填量减少 1.24 万 m³。开挖、回填量减少的原因是：施工阶段根据施工布置重新选择了升压站旁的平地布设，加上占地面积的减少，在施工阶段减少了相应的挖填方量。

(6) 施工道路

①报告设计：土石方开挖 55.51 万 m³（含表土剥离 2.03 万 m³），土石方回填 46.42 万 m³（含表土回覆 2.03 万 m³），产生弃方 9.09 万 m³。

②监测结果：土石方开挖 36.49 万 m³（含表土剥离 3.01 万 m³），土石方回填 30.00 万 m³，从升压站调入表土回覆 0.06 万 m³，产生弃方 6.55 万 m³。

③与报告比较：土石方开挖量减少 19.02 万 m³，回填量减少 16.42 万 m³，弃方量减少 2.54 万 m³。开挖、回填量减少的原因是：风电机组的减少，升压站选址，主线道路和风机支线道路等线路的优化，内部联络道路减少了 6.77km，在施工阶段减少了相应的挖填方量。

（7）施工电源线路区

①报告设计：土石方开挖 0.06 万 m³（含表土剥离 0.02 万 m³），土石方回填 0.06 万 m³（含表土剥离 0.02 万 m³），无弃方产生。

②监测结果：土石方开挖 0.06 万 m³（含表土剥离 0.02 万 m³），土石方回填 0.06 万 m³（含表土剥离 0.02 万 m³），无弃方产生。

③与报告比较：与水保报告确认数据一致。

（8）弃渣场区

①报告设计：土石方开挖 0.77 万 m³（均为表土），土石方回填 0.77 万 m³（均为表土），无弃方产生。

②监测结果：土石方开挖 0.24 万 m³（均为表土），土石方回填 0.24 万 m³（均为表土），无弃方产生。

③与报告比较：土石方开挖、回填量减少 0.53 万 m³。开挖、回填量减少的原因是：风电机组的减少，升压站选址，主线道路和风机支线道路等线路的优化，渣场根据施工布置重新优化选址，减少了占地面积，减少了相应的挖填方量。

表 3-6 工程实际土石方情况 (自然方, 单位: 万 m³)

序号	项目分区	类别	挖方	填方	调入方		调出方		借方		弃方	挖方、填方及弃方变化因素明细
					数量	来源	数量	去向	数量	来源		
①	风力发电机组 (含箱变)	主体工程	2.91	2.64							0.27	在施工图阶段, 总平面布置上对风机选型、场内道路选线、升压站选址等方面进行了优化, 减少了主体工程量、工程占地和挖填工程量; 具体为: ①风机选型的优化, 风电机组减少 9 台, 风机数量由“25 台 2.0MW”优化调整为“15 台 3.2MW+1 台 2.0MW”, 占地及挖填方量减少; ②升压站选址优化, 占地面积减少 0.27hm ² , 占地及挖填方量减少; ③主线道路和风机支线道路等线路的优化, 道路长度减少了 6.77km, 占地面积减少 2.33hm ² , 占地及挖填方量减少; 综上, 在施工阶段减少了相应的挖填方量。
		表土剥离	0.16	0			0.16	④				
②	升压站	主体工程	3.46	3.46								
		表土剥离	0.08	0.02			0.06	⑥				
③	集电线路	主体工程	4.15	4.15								
		表土剥离	0.66	0.66								
④	吊装场地	主体工程	3.77	3.23						0.54		
		表土剥离	1.05	1.21	0.16	①						
⑤	施工生产生活 设施区	主体工程	0.10	0.10								
		表土剥离	0.25	0.25								
⑥	施工道路	主体工程	33.48	26.93						6.55		
		表土剥离	3.01	3.07	0.06	②						
⑦	施工电源线路	主体工程	0.04	0.04								
		表土剥离	0.02	0.02								
⑧	弃渣场	主体工程	0	0								
		表土剥离	0.24	0.24								
合计		主体工程	47.91	40.55						7.36		
合计		表土剥离	5.47	5.47						0		
总计			53.38	46.02						7.36		

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 工程措施监测结果

4.1.1 工程措施设计情况

根据批复的水保方案，项目划分为风力发电机组（含箱变）区、吊装场地区、升压站区、集电线路工程区、施工道路区、施工电源线路、施工生产生活设施区、弃渣场区 8 个防治分区。主体设计和水保方案新增的工程措施包括表土剥离、表土回覆、铺设碎石、土地整治、挡土墙、干砌石挡墙、排水沟、生态土沟、浆砌石排水沟、浆砌石沉沙池、排水涵管等，批复的水保方案各防治分区工程措施工程量见表 4-1:

4-1 水保方案水土保持措施统计表

分区	措施类型	措施名称		单位	设计总量
风力发电机组(含箱变)防治区	工程措施	表土剥离		hm ²	0.58
		表土回覆		hm ²	0.50
		铺设碎石		hm ²	0.02
	植物措施	播撒草籽		hm ²	0.50
升压站防治区	工程措施	浆砌块石挡墙和护坡	框格梁护坡	m ³	3000
			挡墙	m ³	7000
		表土剥离		hm ²	0.25
		表土回覆		hm ²	0.18
		浆砌石截排水沟		m	167
	铺设碎石		hm ²	0.36	
	植物措施	站内景观绿化		hm ²	0.18
	临时措施	土袋挡墙		m	59
		临时排水沟		m	67
		临时沉沙函		座	4
无纺布遮盖		m ²	261		

第四章 水土流失防治措施监测结果

分区	措施类型	措施名称	单位	设计总量
集电线路防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	6.13
		土地整治	hm ²	1.31
		表土回覆	hm ²	6.13
	植物措施	撒播草籽	hm ²	7.44
	临时措施	无纺布遮盖	m ²	45000
吊装场地防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	5.76
		表土回覆	hm ²	5.58
		浆砌块石挡墙	m ³	836
	植物措施	撒播草籽	hm ²	5.58
	临时措施	土袋拦挡	m	1625
		临时排水沟	m	1779
		临时沉沙函	座	62
无纺布遮盖		m ²	7980	
施工生产生活设施防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	1.30
		表土回覆	hm ²	1.30
	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.30
	临时措施	土袋拦挡	m	165
		临时排水沟	m	462
		临时沉沙函	座	6
无纺布遮盖		m ²	1722	
施工道路防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	9.67
		表土回覆	hm ²	12.12
		浆砌块石截排水沟	m	24184
	植物措施	喷播植草	hm ²	6.42
		播撒草籽	hm ²	5.70
	临时措施	土袋拦挡	m	1308
		临时排水沟	m	1053
		临时沉沙函	座	24
无纺布遮盖		m ²	10598	
施工电源线	工程措施	表土剥离	hm ²	0.05

分区	措施类型	措施名称	单位	设计总量
路防治区		表土回覆	hm ²	0.05
	植物措施	播撒草籽	hm ²	0.05
	临时措施	表土装编织袋	m ³	150
弃渣场防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	2.85
		表土回覆	hm ²	2.57
		挡渣墙	m	272
		截排水沟	m	1843
		沉沙函	座	21
	植物措施	撒播草籽	hm ²	2.57
	临时措施	土袋拦挡	m	599
		临时排水沟	m	487
		临时沉沙函	座	14
		无纺布遮盖	m ²	4125

4.1.2 工程措施分年度实施情况

通过核查施工过程、监理相关资料、竣工资料及结合现场调查情况，项目水土保持工程措施根据各防治分区施工进度及项目特点实施，经统计，项目各防治分区分年度工程措施实施情况详见下表。

表 4-2 项目各防治分区分年度水土保持工程措施实施统计表

分区	措施类型	措施名称	单位	2020年	2021年	2022年	2023年	合计
风力发电机组 (含箱变)	工程措施	表土剥离	hm ²	0.34				0.34
		表土回覆	hm ²					0
		铺设碎石	hm ²		0.02			0.02
升压站	工程措施	浆砌块石挡墙和护坡	框格梁护坡	m ³		500		500
			挡墙	m ³	735			735
		表土剥离	hm ²	0.25				0.25
		土地整治	hm ²		0.05			0.05
		表土回覆	hm ²		0.05			0.05

第四章 水土流失防治措施监测结果

分区	措施类型	措施名称	单位	2020年	2021年	2022年	2023年	合计
		浆砌石截排水沟	m				230	230
		铺设碎石	hm ²	0.21				0.21
		沉沙池	座				2	2
集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	2.42				2.42
		土地整治	hm ²		2.82			2.82
		表土回覆	hm ²		2.82			2.82
吊装场地	工程措施	表土剥离	hm ²	3.60				3.60
		土地整治	hm ²		3.84			3.84
		表土回覆	hm ²		3.84			3.84
		浆砌块石挡墙	m ³				560	560
施工生产生活设施	工程措施	表土剥离	hm ²	0.93				0.93
		土地整治	hm ²				0.93	0.93
		表土回覆	hm ²				0.93	0.93
施工道路	工程措施	表土剥离	hm ²	12.15				12.15
		土地整治	hm ²	4.60	11.85			16.45
		表土回覆	hm ²	4.60	11.85			16.45
		浆砌块石截排水沟	m	7948	2000	7504	4512	21964
		浆砌石挡墙	m ³			1102	1478.5	2580.5
		干砌石挡墙	m ³		260		475.5	735.5
		浆砌石沉沙池	座			21	54	75
		生态土沟	m		6000		1800	7800
		排水涵管	m			85	105	190
施工电源线路	工程措施	表土剥离	hm ²	0.05				0.05
		土地整治	hm ²		0.05			0.05
		表土回覆	hm ²		0.05			0.05
弃渣场	工程措施	表土剥离	hm ²	1.17				1.17
		土地整治	hm ²				1.17	1.17
		表土回覆	hm ²	1.17				1.17
		挡渣墙	m	140				140
		截排水沟	m		415			415
		沉沙函	座		3			3

4.1.3 工程措施监测结果

通过核查施工过程、监理相关资料、竣工资料及结合现场调查情况，项目各防治分区实施的水土保持措施布局基本同批复的水保方案水土流失防治体系保持一致，仅在实际实施过程中根据项目各防治区的实际情况对水土保持措施进行了细微的优化、补充和细部调整。项目各防治分区实施的各项水土保持工程措施统计表详见表 4-3。

表 4-3 项目实际完成水土保持工程措施统计表

分区	措施类型	措施名称	单位	设计总量	实际施量	工程量变化情况	备注	
风力发电机组（含箱变）	工程措施	表土剥离	hm ²	0.58	0.34	-0.24	该项措施根据风机数量及占地减少情况进行调整	
		表土回覆	hm ²	0.50	0	-0.5	实际征地面积是按照建构筑物永久占压地表面积征计的，因此无法实施表土回覆措施	
		铺设碎石	hm ²	0.02	0.02	0	无变化	
升压站	工程措施	浆砌块石挡墙和护坡	框格梁护坡	m ³	3000	500	-2500	该项措施根据升压站优化选址后的实际建设情况进行调整
			挡墙	m ³	7000	735	-6265	该项措施根据升压站优化选址后的实际建设情况进行调整
		表土剥离	hm ²	0.25	0.25	0	无变化	
		土地整治	hm ²	0	0.05	+0.05	在现场整改过程中为现场恢复打好基础，按实际情况新增的	
		表土回覆	hm ²	0.18	0.05	-0.13	该项措施根据升压站优化选址后的实际建设情况进行调整	
		浆砌石截排水沟	m	167	230	+63	该项措施根据升压站优化选址后的实际建设情况进行调整	
		铺设碎石	hm ²	0.36	0.21	-0.15	该项措施根据升压站优化选址后的实际建设情况进行调整	
		沉沙池	座	0	2	+2	该项措施根据升压站优化选址后的实际建设情况进行调整	
		集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	6.13	2.42	-3.71
土地整治	hm ²			1.31	2.82	+1.51	该项措施根据集电线路优化后的实际建设情况进行调整	
表土回覆	hm ²			6.13	2.82	-3.31	该项措施根据集电线路优化后的实际建设情况进行调整	
吊装场地	工程措施	表土剥离	hm ²	5.76	3.60	-2.16	该项措施根据风机数量及占地减少情况进行调整	
		土地整治	hm ²	0	3.84	+3.84	在现场整改过程中为现场恢复打好基础，按实际情况新增的	
		表土回覆	hm ²	5.58	3.84	-1.74	该项措施根据风机数量及占地减少情况进行调整	
		浆砌块石挡墙	m ³	836	560	-276	该项措施根据风机数量及占地减少情况进行调整	
施工生产生活设施	工程措施	表土剥离	hm ²	1.30	0.93	-0.37	该项措施根据实际建设情况进行调整	
		土地整治	hm ²	0	0.93	+0.93	在现场整改过程中为现场恢复打好基础，按实际情况新增的	
		表土回覆	hm ²	1.30	0.93	-0.37	该项措施根据实际建设情况进行调整	

第四章 水土流失防治措施监测结果

施工道路	工程措施	表土剥离	hm ²	9.67	12.15	+2.48	该项措施根据实际建设情况进行调整
		土地整治	hm ²	0	16.45	+16.45	在现场整改过程中为现场恢复打好基础，按实际情况新增的
		表土回覆	hm ²	12.12	16.45	+4.33	该项措施根据实际建设情况进行调整
		浆砌块石截排水沟	m	24184	21964	-2220	该项措施根据实际建设情况进行调整
		浆砌石挡墙	m ³	0	2580.5	+2580.5	在现场整改过程中按实际情况新增的
		干砌石挡墙	m ³	0	735.5	+735.5	在现场整改过程中按实际情况新增的
		浆砌石沉沙池	座	0	75	+75	在现场整改过程中按实际情况新增的
		生态土沟	m	0	7800	+7800	在现场整改过程中按实际情况新增的
		排水涵管	m	0	190	+190	在现场整改过程中按实际情况新增的
施工电源线路	工程措施	表土剥离	hm ²	0.05	0.05	0	无变化
		土地整治	hm ²	0	0.05	+0.05	在现场整改过程中为现场恢复打好基础，按实际情况新增的
		表土回覆	hm ²	0.05	0.05	0	无变化
弃渣场	工程措施	表土剥离	hm ²	2.85	1.17	-1.68	该项措施根据弃渣场占地的减少情况进行调整
		土地整治	hm ²	0	1.17	+1.17	在现场整改过程中为现场恢复打好基础，按实际情况新增的
		表土回覆	hm ²	2.57	1.17	-1.4	该项措施根据弃渣场占地的减少情况进行调整
		挡渣墙	m	272	140	-132	该项措施根据弃渣场占地的减少情况进行调整
		截排水沟	m	1843	415	-1428	该项措施根据弃渣场占地的减少情况进行调整
		沉沙函	座	21	3	-18	该项措施根据弃渣场占地的减少情况进行调整

4.2 植物措施监测结果

4.2.1 植物措施设计情况

根据批复的水土保持方案，项目植物措施实施区域包括风力发电机组（含箱变）区、吊装场地区、升压站区、集电线路工程区、施工道路区、施工电源线路、施工生产生活设施区、弃渣场区 8 个防治分区。主体设计和水保方案新增的植物措施为景观绿化、植草护坡、播撒草籽、喷播植草、栽植雪松等绿化，水保方案阶段各防治分区植物措施工程量见表 4-1。

4.2.2 植物措施分年度实施情况

通过核查施工过程、监理相关资料、竣工资料及结合现场调查情况，本项目各防治分区分年度植物措施实施情况详见下表。

表 4-4 项目各防治分区分年度水土保持植物措施实施统计表

分区	措施类型	措施名称	单位	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	合计
风力发电机组（含箱变）	植物措施	播撒草籽	hm ²					0
升压站	植物措施	站内景观绿化	hm ²		0.05			0.05
		站外植被护坡	hm ²				0.21	0.21
集电线路	植物措施	撒播草籽	hm ²		2.82			2.82
吊装场地	植物措施	撒播草籽	hm ²		3.84			3.84
施工生产生活设施	植物措施	撒播草籽	hm ²				0.93	0.93
施工道路	植物措施	喷播植草	hm ²				3.90	3.90
		播撒草籽	hm ²		2.10	4.15	10.20	16.45
施工电源线路	植物措施	播撒草籽	hm ²		0.05			0.05
弃渣场	植物措施	撒播草籽	hm ²		0.80	0.10	0.27	1.17
		栽植雪松	hm ²				1.17 (1350 株)	1.17 (1350 株)

4.2.3 植物措施监测结果

通过核查施工过程、监理相关资料、竣工资料及结合现场调查情况，项目各防治分区基本按照水保方案对裸露区域实施了撒播草籽、栽植雪松、喷播植草等绿化，仅实施工程量根据实际占地有所增减。项目实际完成水土保持植物措施情况详见表 4-5:

表 4-5 项目实际完成水土保持植物措施统计表

分区	措施类型	措施名称	单位	设计总量	实际实施量	工程量变化情况	备注
风力发电机组 (含箱变)	植物措施	播撒草籽	hm ²	0.50	0	-0.5	实际征地面积是按照建构筑物永久占压地表面积征计的,因此无法实施表土回覆和播撒草籽措施;
升压站	植物措施	站内景观绿化	hm ²	0.18	0.05	-0.13	由于占地减小,实际植被绿化面积减少
		站外植被护坡	hm ²	0	0.21	+0.21	根据场地实际布局及建设规模进行调整
集电线路	植物措施	撒播草籽	hm ²	7.44	2.82	-4.62	由于占地减小,实际植被绿化面积减少
吊装场地	植物措施	撒播草籽	hm ²	5.58	3.84	-1.74	由于占地减小,实际植被绿化面积减少
施工生产生活设施	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.30	0.93	-0.37	由于占地减小,实际植被绿化面积减少
施工道路	植物措施	喷播植草	hm ²	6.42	3.90	-2.52	项目实施阶段,道路长度缩短,水土保持恢复治理过程中,撒播草籽面积增加,总体减少了喷播植草面积
		播撒草籽	hm ²	5.70	16.45	+10.75	水土保持恢复治理过程中,撒播草籽面积增加。
施工电源线路	植物措施	播撒草籽	hm ²	0.05	0.05	0	无变化
弃渣场	植物措施	撒播草籽	hm ²	2.57	1.17	-1.4	由于占地减小,实际植被绿化面积减少
		栽植雪松	hm ²	0	1.17	+1.17	水土保持恢复治理过程中,增加栽植雪松 1350 株

4.3 临时措施监测结果

4.3.1 临时措施设计情况

根据批复的水土保持方案，项目临时措施实施区域包括吊装场地区、升压站区、集电线路工程区、施工道路区、施工电源线路、施工生产生活设施区、弃渣场区 7 个防治分区。水保方案新增的临时措施为土袋挡墙、无纺布遮盖、临时沉沙池、临时排水沟，水保方案阶段各防治分区临时措施工程量见表 4-1。

4.3.2 临时措施分年度实施情况

通过核查施工过程、监理相关资料、竣工资料及结合现场调查情况，项目各防治分区分年度临时措施实施情况详见下表。

表 4-6 项目各防治分区分年度水土保持临时措施实施统计表

分区	措施类型	措施名称	单位	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	合计
升压站	临时措施	土袋挡墙	m	60				60
		临时排水沟	m	240				240
		临时沉沙函	座	2				2
		无纺布遮盖	m ²	2100				2100
集电线路	临时措施	无纺布遮盖	m ²	26000				26000
吊装场地	临时措施	土袋拦挡	m	880				880
		临时排水沟	m	880				880
		临时沉沙函	座	46				46
		无纺布遮盖	m ²	5000		1000	16000	22000
施工生产生活设施	临时措施	土袋拦挡	m	120				120
		临时排水沟	m	280				280
		临时沉沙函	座	2				2
		无纺布遮盖	m ²	1000			3500	4500
施工道路	临时措施	土袋拦挡	m	1350				1350
		临时排水沟	m	1100				1100
		临时沉沙函	座	20				20

第四章 水土流失防治措施监测结果

分区	措施类型	措施名称	单位	2020年	2021年	2022年	2023年	合计
		无纺布遮盖	m ²	8000	1000	2000	7000	18000
施工电源线路	临时措施	表土装编织袋	m ³	150				150
弃渣场	临时措施	土袋拦挡	m	115				115
		临时排水沟	m	240				240
		临时沉沙函	座	2				2
		无纺布遮盖	m ²	3000		1000	2000	6000

4.3.3 临时措施监测结果

通过核查施工过程、监理相关资料、竣工资料及结合现场调查情况，项目基本按照水保方案措施布局进行了实施各项水土保持临时措施，仅实施工程量、材质根据实际需要、防护效果及成本等因素进行了优化调整。项目实际完成水土保持临时措施情况详见表 4-7:

表 4-7 项目实际完成水土保持临时措施统计表

分区	措施类型	措施名称	单位	设计总量	实际实施量	工程量变化情况	备注
升压站	临时措施	土袋挡墙	m	59	60	+1	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时排水沟	m	67	240	+173	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时沉沙函	座	4	2	-2	该项措施根据实际建设情况进行调整
		无纺布遮盖	m ²	261	2100	+1839	该项措施根据实际建设情况进行调整
集电线路	临时措施	无纺布遮盖	m ²	45000	26000	-19000	该项措施根据实际建设情况进行调整
吊装场地	临时措施	土袋拦挡	m	1625	880	-745	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时排水沟	m	1779	880	-899	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时沉沙函	座	62	46	-16	该项措施根据实际建设情况进行调整
		无纺布遮盖	m ²	7980	22000	+14020	该项措施根据实际建设情况进行调整
施工生产生活设施	临时措施	土袋拦挡	m	165	120	-45	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时排水沟	m	462	280	-182	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时沉沙函	座	6	2	-4	该项措施根据实际建设情况进行调整
		无纺布遮盖	m ²	1722	4500	+2778	该项措施根据实际建设情况进行调整
施工道路	临时措施	土袋拦挡	m	1308	1350	+42	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时排水沟	m	1053	1100	+47	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时沉沙函	座	24	20	-4	该项措施根据实际建设情况进行调整
		无纺布遮盖	m ²	10598	18000	+7402	该项措施根据实际建设情况进行调整
施工电源线路	临时措施	表土装编织袋	m ³	150	150	0	无变化
弃渣场	临时措施	土袋拦挡	m	599	115	-484	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时排水沟	m	487	240	-247	该项措施根据实际建设情况进行调整
		临时沉沙函	座	14	2	-12	该项措施根据实际建设情况进行调整
		无纺布遮盖	m ²	4125	6000	+1875	该项措施根据实际建设情况进行调整

4.4 水土保持措施防治效果

经现场监测，截止 2023 年 7 月，各个分区按照水保方案中的设计要求进行了工程措施、植物措施和临时措施的实施，个别区域根据实际情况进行了相适应的变化，通过监测，目前各个分区所实施的工程措施、植物措施，在项目施工过程中较好的防治了项目水土流失的发生，同时植物措施随着时间的推移，逐步发挥出相应的效益，现项目区水土流失程度较低。

风力发电机组（含箱变）区：风力发电机组（含箱变）区在施工前采取了表土剥离措施，在吊装结束后对箱变周边铺设碎石，减少了水土流失。风机基础和项目基础均为永久建筑物占压或硬化，区域内水土流失程度已降低至微弱，区域水土流失治理良好，满足水土保持要求。

吊装场地区：吊装场地区在施工前采取了表土剥离措施施工过程中对区域内裸露区域采取了无纺布临时遮盖。考虑到大部分风机机位均位于山丘顶部或缓坡平台，区域内较为稳定，在部分挖方边坡底部布设有浆砌块石挡墙拦挡；项目实施阶段，考虑到大部分风机机位均位于山丘顶部或缓坡平台，各机位周边的吊装场地布置时均由中心向四周形成了一定的排水坡降，在汇水面积相对较大的风机及箱变周边布设有临时排水沟、临时沉沙池，临时堆存的表土采取了土袋挡墙、无纺布遮盖进行防护；区域内扰动结束后采取了覆土、撒播草籽等各项水土保持措施，实施水土保持措施体系完整、合理。目前，区域水土流失治理良好，满足水土保持要求。

升压站区：升压站区在施工前采取了表土剥离措施施工过程中对区域内裸露区域采取了无纺布临时遮盖。考虑到站外边坡稳定性，在部分挖方边坡底部布设有浆砌石挡墙拦挡和框架梁植被护坡、浆砌石截排水沟、沉沙池；项目实施阶段，在站内实施主变占地区域铺设碎石，减少了水土流失；临时堆存的表土采取了土袋挡墙、无纺布遮盖进行防护；区域内扰动结束后采取了覆土、撒播草籽等各项水土保持措施，实施水土保持措施体系完整、合理。目前，区域水土流失治理良好，满足水土保持要求。

集电线路工程区：集电线路工程区在施工过程根据水土方案设计布局实施了各项水土保持措施，仅根据实际建设情况进行调整，满足水土保持要求。

施工道路区：在施工过程根据水土方案设计布局实施了各项水土保持措施。

施工前采取了表土剥离，施工过程中对裸露边坡及临时堆土采取了临时遮盖、在施工道路内侧采取了生态土沟，施工后期对区域集雨面积较大部位实施了浆砌石挡墙、干砌石挡墙进行挡护，采取了浆砌石排水沟、沉沙池、排水涵管进行导排水，区域内扰动结束后采取了覆土、土地整治、喷播植草及撒播草籽等各项水土保持措施，实施水土保持措施体系完整、合理。目前，施工道路区被扰动的地表植被在采取植物措施后恢复良好，区域内水土流失情况可控，并随着时间的推移越来越低，满足水土保持要求。

弃渣场区:在施工过程根据水土方案设计布局实施了各项水土保持措施。施工前采取了表土剥离，施工过程中对弃渣场区采取了挡渣墙进行挡护，并修建浆砌石截水沟、沉沙池等减少弃渣场堆土水土流失；在施工过程中并采取临时遮盖，区域内扰动结束后采取了覆土、土地整治、栽植雪松、撒播草籽等各项水土保持措施，实施水土保持措施体系完整、合理。目前，弃渣场区被扰动的地表植被在采取植物措施后恢复良好，区域内水土流失情况可控，并随着时间的推移越来越低，满足水土保持要求。

施工生产生活设施区、施工电源线路: 在施工过程根据水土方案设计布局实施了各项水土保持措施。施工过程中对场地内采取了临时遮盖、临时拦挡、临时沉沙措施，施工后期区域内扰动结束后采取了土地整治等水土保持措施，实施水土保持措施体系完整、合理。施工过程中现场已实施的措施满足水保报告的要求，与水土保持报告措施相比水土保持功能未降低，满足水土保持要求。

综上所述，凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目各分区水土流失布局基本合理，在工程过程中采取的各种工程措施、植物措施、临时措施较为符合实际、合理有效，能达到防治工程水土流失的目的。虽然部分工程与原设计有差异，但本项目基本能按照水土保持原设计方案的原则和要求实施水保措施，其调整的部分也是根据实际需求进行的改变，甚至能新增有利于工程水土保持防治的各类措施，体现了水土保持意识，水土保持设施质量合格，基本满足水土保持开发建设项目的要求。

表 4-8 项目实际施工完成水土保持措施工程量统计汇总表

分区	措施类型	措施名称		单位	实际建设措施量
风力发电机组(含箱变)防治区	工程措施	表土剥离		hm ²	0.34
		表土回覆		hm ²	0
		铺设碎石		hm ²	0.02
	植物措施	播撒草籽		hm ²	0
升压站防治区	工程措施	浆砌块石挡墙和护坡	框格梁护坡	m ³	500
			挡墙	m ³	735
		表土剥离		hm ²	0.25
		土地整治		hm ²	0.05
		表土回覆		hm ²	0.05
		浆砌石截排水沟		m	230
		铺设碎石		hm ²	0.21
		沉沙池		座	2
	植物措施	站内景观绿化		hm ²	0.05
		站外植被护坡		hm ²	0.21
	临时措施	土袋挡墙		m	60
		临时排水沟		m	240
		临时沉沙函		座	2
		无纺布遮盖		m ²	2100
集电线路防治区	工程措施	表土剥离		hm ²	2.42
		土地整治		hm ²	2.82
		表土回覆		hm ²	2.82
	植物措施	撒播草籽		hm ²	2.82
	临时措施	无纺布遮盖		m ²	26000
吊装场地防治区	工程措施	表土剥离		hm ²	3.60
		土地整治		hm ²	3.84
		表土回覆		hm ²	3.84
		浆砌块石挡墙		m ³	560
	植物措施	撒播草籽		hm ²	3.84

第四章 水土流失防治措施监测结果

分区	措施类型	措施名称	单位	实际建设措施量
	临时措施	土袋拦挡	m	880
		临时排水沟	m	880
		临时沉沙函	座	46
		无纺布遮盖	m ²	22000
施工生产生活设施防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	0.93
		土地整治	hm ²	0.93
		表土回覆	hm ²	0.93
	植物措施	撒播草籽	hm ²	0.93
	临时措施	土袋拦挡	m	120
		临时排水沟	m	280
		临时沉沙函	座	2
		无纺布遮盖	m ²	4500
施工道路防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	12.15
		土地整治	hm ²	16.45
		表土回覆	hm ²	16.45
		浆砌块石截排水沟	m	21964
		浆砌石挡墙	m ³	2580.5
		干砌石挡墙	m ³	735.5
		浆砌石沉沙池	座	75
		生态土沟	m	7800
		排水涵管	m	190
	植物措施	喷播植草	hm ²	3.90
		播撒草籽	hm ²	16.45
	临时措施	土袋拦挡	m	1350
		临时排水沟	m	1100
		临时沉沙函	座	20
无纺布遮盖		m ²	18000	
施工电源线路防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	0.05
		土地整治	hm ²	0.05
		表土回覆	hm ²	0.05

第四章 水土流失防治措施监测结果

分区	措施类型	措施名称	单位	实际建设措施量
	植物措施	播撒草籽	hm ²	0.05
	临时措施	表土装编织袋	m ³	150
弃渣场防治区	工程措施	表土剥离	hm ²	1.17
		土地整治	hm ²	1.17
		表土回覆	hm ²	1.17
		挡渣墙	m	140
		截排水沟	m	415
		沉沙函	座	3
	植物措施	撒播草籽	hm ²	1.17
		栽植雪松	hm ²	1.17(1350株)
	临时措施	土袋拦挡	m	115
		临时排水沟	m	240
		临时沉沙函	座	2
		无纺布遮盖	m ²	6000

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

项目区地貌以丘陵和山地为主，工程区土壤侵蚀类型主要为轻度水力侵蚀。项目区属金沙江下游国家级水土流失重点治理区，容许土壤侵蚀强度 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

本项目主体工程实际于 2020 年 3 月正式进场动工，到 2021 年 6 月底完工投入试运行，总工期 16 个月。项目水土保持恢复治理工程工期为 2021 年 7 月-2023 年 6 月，总工期 24 个月，其中于 2022 年 11 月招标湖南启辉建筑工程有限公司对场内水土保持恢复治理工作，并于当月开始施工，至 2023 年 6 月结束。根据批复的水土保持方案，项目施工图设计资料，以及我单位通过查阅施工单位和当地水文地质等资料获取了项目的水土流失情况。经调查统计，项目 2020 年扰动面积 40.76hm^2 ，2021 年、2022 年、2023 年工程扰动地表面积无新增面积，均为 43.21hm^2 。

5.1.1 施工期水土流失面积

我单位通过分析计算结合施工单位监理单位的相关资料，总结获取了施工期各个分区的水土流失面积以及产生水土流失的主要时段。

表 5-1 施工期水土流失面积监测表

项目分区	年份	侵蚀面积 (hm^2)	平均侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)	水土流失量 (t)
风力发电机组 (含箱变) 区	2020.3~2020.12	0.34	2145	6.08
	2021.1-2021.12	0	0	0.00
	2022.1-2022.12	0	0	0.00
	2023.1-2023.6	0	0	0.00
	小计			6.08
升压站区	2020.3~2020.12	0.63	2846	14.94
	2021.1-2021.12	0.05	1954	0.98
	2022.1-2022.12	0.05	1165	0.58
	2023.1-2023.6	0.05	430	0.11
	小计			16.61
集电线路工程区	2020.3~2020.12	2.60	2438	52.82
	2021.1-2021.12	2.78	1566	43.53
	2022.1-2022.12	2.78	950	26.41

第五章 土壤流失情况监测

	2023.1-2023.7	2.78	400	5.56
	小计			128.33
吊装场地区	2020.3~2020.12	3.74	2605	81.19
	2021.1-2021.12	3.84	1674	64.28
	2022.1-2022.12	3.84	963	36.98
	2023.1-2023.6	3.84	495	9.50
	小计			191.95
施工生产生活设施区	2020.3~2020.12	0.93	1235	9.57
	2021.1-2021.12	0.93	650	6.05
	2022.1-2022.12	0.93	500	4.65
	2023.1-2023.6	0.93	490	2.28
	小计			22.54
施工道路区	2020.3~2020.12	31.21	3158	821.34
	2021.1-2021.12	33.43	1875	626.81
	2022.1-2022.12	33.43	1138	380.43
	2023.1-2023.6	33.43	450	75.22
	小计			1903.81
施工电源线路区	2020.3~2020.12	0.05	1150	0.48
	2021.1-2021.12	0.05	730	0.37
	2022.1-2022.12	0.05	500	0.25
	2023.1-2023.6	0.05	400	0.10
	小计			1.19
弃渣场区	2020.3~2020.12	1.17	2570	25.06
	2021.1-2021.12	1.17	2570	30.07
	2022.1-2022.12	1.17	1260	14.74
	2023.1-2023.6	1.17	475	2.78
	小计			72.65
合计				2343.16

5.1.2 自然恢复期水土流失面积

在项目自然恢复期，本阶段水土流失情况见下表。

表 5-2 试运行期水土流失面积监测表

项目分区	年份	侵蚀面积 (hm ²)	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失量 (t)
风力发电机组 (含箱变)	2023.7	-	-	-
升压站	2023.7	0.05	430	0.02
集电线路	2023.7	2.78	400	0.93
吊装场地	2023.7	3.84	495	1.58
施工生产生活设施区	2023.7	0.93	490	0.38
施工道路	2023.7	33.43	450	12.54

项目分区	年份	侵蚀面积 (hm ²)	平均侵蚀模数 (t/km ² ·a)	水土流失量 (t)
施工电源线路	2023.7	0.05	400	0.02
弃渣场	2023.7	1.17	475	0.46
合计		42.25	448	15.77

5.2 土壤流失量

通过对收集项目前期施工过程中的原始地貌及施工过程中的影像资料，以及土石方的开挖、填筑工程量等的计量数据进行分析估算。再结合分年度土壤流失量通过重点观测点观测、水土流失样地调查等方式，参照《土壤侵蚀分类分级标准》，分别得出：

1、通过调查分析施工期 2020 年 3 月~2020 年 12 月水土流失面积 40.67hm²、水土流失量 1011.48t、平均侵蚀模数 2984t/km²·a。

2、通过调查分析施工期 2021 年 1 月~2021 年 12 月水土流失面积 42.25hm²、水土流失量 772.08t、平均侵蚀模数 1827.42t/km²·a。

3、通过调查分析施工期 2022 年 1 月~2022 年 12 月水土流失面积 42.25hm²、水土流失量 464.05t、平均侵蚀模数 1098.34t/km²·a。

4、通过调查分析施工期 2023 年 1 月~2023 年 6 月水土流失面积 42.25hm²、水土流失量 95.55t、平均侵蚀模数 452.29t/km²·a。

5、通过现场调查分析恢复期 2023 年 7 月最后一次监测，水土流失面积 43.21hm²、水土流失量 15.77t、平均侵蚀模数 448t/km²·a。

综上，该项目水土流失总量 2343.16t，其中施工期 2020 年 3 月~2023 年 6 月水土流失量 2343.16t，自然恢复期 2023 年 7 月最后一次监测侵蚀模数为 448t/km²·a。

5.3 取土、弃渣潜在土壤流失量

5.3.1 取土潜在水土流失量

根据现场监测调查，本项目未设置取料场，不存在潜在土壤流失量。

5.3.2 弃渣潜在水土流失量

根据现场监测调查，本项目未设置弃渣场，不存在潜在土壤流失量。

5.4 水土流失危害

因项目建设单位重视，施工管理制度规范有效，施工工期安排较为合理，土建施工安排避开雨天施工，加之建设施工中水土保持措施及时跟进，防护到位，施工后期绿化等水土保持措施及时，该项目未对周边环境产生明显水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测结果

工程涉及的四川省昭觉县县、喜德县属于金沙江下游国家级水土流失重点治理区，根据现行标准《开发建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），执行水土流失防治一级标准，参照与本项目相连的果则风电场水保变更报告进行指标校正。至设计水平年，水土流失治理度达 98%，表土保护率达 95%、渣土防护率达 95%，土壤流失控制比达 1.0，林草植被恢复率为 99%，林草覆盖率为 28%。

6.1 水土流失治理度

通过调查监测得知，工程扰动土地面积 43.21hm²；水土流失面积为 42.25hm²，通过土地整治、绿化、排水、拦挡等一系列措施治理后，到 2023 年 7 月，治理达标的区域为 41.69hm²，水土流失治理度达 98.67%，满足防治目标 98% 的要求。各分区的水土流失治理度见表 6-1。

表 6-1 各水土保持监测分区水土流失治理度一览表

项目	扰动土地面积	建筑物占压/硬化面积	水土流失总面积	水土流失治理达标面积			水土流失治理度
				工程措施	植物措施	合计	
	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	hm ²	%
风力发电机组(含箱变)	0.34	0.34	0	*	*	*	*
升压站	0.63	0.58	0.05		0.05	0.05	100%
集电线路	2.82	0.04	2.78		2.68	2.68	96.40%
吊装场地	3.84	0	3.84	0.40	3.40	3.80	98.96%
施工生产生活设施区	0.93	0	0.93		0.92	0.92	98.92%
施工道路	33.43	0	33.43	16.60	16.45	33.05	98.86%
施工电源线路	0.05	0	0.05		0.05	0.05	100%
弃渣场	1.17	0	1.17	0.02	1.12	1.14	97.43%
合计	43.21	0.96	42.25	17.02	24.67	41.69	98.67%

6.2 土壤流失控制比

通过 2023 年监测数据可知，监测末期的土壤侵蚀模数为 448t/km²·a，容许土壤流失量为 500t/km²·a，水土流失控制比为 1.12，满足防治目标 1.00 的要求。各分区的水土流失控制比见表 6-2。

表 6-2 各水土保持监测分区土壤流失控制比一览表

项目	项目区容许土壤流失量	治理后的平均土壤侵蚀模数	土壤流失控制比
	t/km ² .a	t/km ² .a	
风力发电机组（含箱变）	/	/	/
升压站	500	430	1.16
集电线路	500	400	1.25
吊装场地	500	495	1.01
施工生产生活设施区	500	490	1.02
施工道路	500	450	1.11
施工电源线路	500	400	1.25
弃渣场	500	475	1.05
合计	500	448	1.12

6.3 渣土防护率与弃渣利用情况

根据查阅施工资料、监测成果资料和现场复核，工程在开挖过程中，本项目临时堆土量为 7.50 万 m³，采取措施后实际拦渣量为 7.36m³，项目综合拦渣率达到 98.13%，达到 95%的防治目标。详见表 6-3。

表 6-3 渣土防护率一览表

临时弃渣堆土量	实际拦渣堆土量	渣土防护率
万 m ³		%
7.50	7.36	98.13

6.4 表土保护率

通过调查监测和现场复核，本项目可剥离表土量 5.60 万 m³，表土剥离及保护量 5.47 万 m³，表土保护率为 97.68%，达到 95%的防治目标。各分区的水土流失治理度见表 6-4。

表 6-4 各水土保持监测分区表土保护率一览表

可剥离表土量	表土剥离及保护量	表土保护率
m ³		%
5.60	5.47	97.68

6.5 林草植被恢复率

通过现场调查，项目区除构筑物永久占地、集电线路箱变和道路 4.5m 检修道路外，可绿化面积 29.75hm²，实际实施的林草类植被建设面积 29.50hm²，林草植被恢复率为 99.15%，达到现行标准确定的目标 99%的要求。各分区植被恢复率见表 6-5。

表 6-5 各水土保持监测分区林草植被恢复率一览表

项目	植物措施面积	可恢复林草植被面积	林草植被恢复率
风力发电机组（含箱变）	0	0	0
升压站	0.05	0.05	100%
集电线路	2.78	2.76	99.28%
吊装场地	3.84	3.80	98.96%
施工生产生活设施区	0.93	0.92	98.92%
施工道路	20.93	20.75	99.14%
施工电源线路	0.05	0.05	100%
弃渣场	1.17	1.16	100%
合计	29.75	29.49	99.13%

6.6 林草覆盖率

通过现场调查，项目区建设面积 43.21hm²，已恢复林草植被达标面积 28.58hm²，郁闭度达到 0.4 的面积 14.10hm²，林草覆盖率为 32.63%，达到了现行标准的防治目标 28% 要求，满足水土流失防治要求。各分区植被覆盖率见表 6-6。

表 6-6 各水土保持监测分区林草覆盖率一览表

防治分区	水土流失防治责任范围 (hm ²)	已恢复林草植被面积 (hm ²)	郁闭度达到 0.4 的面积 (hm ²)	林草覆盖率 (%)
风力发电机组（含箱变）	0.34	0	0	*
升压站	0.63	0.26	0.26	41.27%
集电线路	2.82	2.78	1.28	45.39%
吊装场地	3.84	3.84	2.26	58.85%
施工生产生活设施区	0.93	0.93	0.85	91.40%
施工道路	33.43	19.55	8.33	24.92%
施工电源线路	0.05	0.05	0.05	100%
弃渣场	1.17	1.17	1.07	34.95%
合计	43.21	28.58	15.10	32.63%

6.8 各项指标综合达标情况

工程根据当地的具体情况以及气候特点，为了提高植物成活率和保存率，结合观赏、美化的要求，选择了当地已经使用以及适合于当地生长的树（草）种，并积极开展新技术的研究示范工作，就实现的林草植被恢复率指标以及现场调查发现，工程整体绿化效果良好，对恢复和改善项目区的生态环境起到了积极的作用。

经过治理,本项目各项指标为水土流失治理度 98.02%,土壤流失控制比 1.11,渣土防护率 98.13%,表土保护率 97.68%,林草植被恢复率 99.13%,林草覆盖率 32.63%,各项指标均达到方案防治目标。水土流失防治指标达标情况见表 6-7。

表 6-7 水土流失防治指标达标情况一览表

指 标	水土流失治理度(%)	土壤流失控制比	渣土防护率(%)	表土保护率(%)	林草植被恢复率(%)	林草覆盖率(%)
现行标准目标值	98	1.0	95	95	99	28
实际值	98.67	1.12	98.13	97.68	99.13	32.63
是否达标	是	是	是	是	是	是

7 结论

7.1 水土流失动态变化

防治责任范围动态变化：通过对项目水土保持方案实施后的实际情况调查，查阅项目建设征地及租地协议、水土保持监测报告，工程实际发生的水土流失防治责任范围为 43.21hm²，较批复的水土保持方案确定的水土流失防治责任范围减少了 7.28hm²。

土石方动态变化：项目实际土石方挖方总量 53.38 万 m³（含表土剥离 5.47 万 m³），回填土石方 46.02 万 m³（含表土回覆 5.47 万 m³），弃方 7.36 万 m³，弃方运至设置的 1#弃渣场内堆存。

项目水土保持防治目标完成情况：根据现行标准《开发建设项目水土流失防治标准》（GB/T 50434-2018），参照与本项目相连的果则风电场水保变更报告进行指标校正，设计阶段，水土流失治理度达 98%，表土保护率达 95%、渣土防护率达 95%，土壤流失控制比达 1.0，林草植被恢复率为 99%，林草覆盖率为 28%。截止到 2023 年 8 月，水土流失治理度 98.68%，土壤流失控制比 1.12，渣土防护率 98.13%，表土保护率 97.68%，林草植被恢复率 99.13%，林草覆盖率 32.63%，各项指标均达到了现行标准确定的防治目标值。

凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目路工程在工程建设过程中，因人为对原地形地貌和地表植被的扰动和破坏，不可避免地产生了一定的新增水土流失，主要表现为面蚀，其中在施工期的流失强度相对集中。凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目施工道路工程在建设过程中的水土保持临时工程措施、永久工程措施和植物措施的实施对工程建设期防止水土流失起着至关重要的作用。凉山州昭觉县瓦库 49.5MW 风电场项目路工程在建设过程中严格按照设计要求实施了水土保持措施，极大地减少了水土流失。根据现场调查与监测结果，本工程实施水土保持措施后，运行良好，并持续发挥作用，水土流失强度逐渐降低，区域内总体水土流失强度控制在轻度范围内。

工程建成后，施工活动停止，项目进入运行期。此阶段，由于工程区内不再有施工扰动，进入自然恢复期，同时，已实施的水保措施将继续发挥其重要水土

保持作用，工程区内水土流失情况进一步降低，目前多数区域的水土流失强度在微度范围内，与周边环境基本一致。

7.2 水土保持措施评价

施工阶段，建设单位高度重视水土保持工作，按照水土保持法律法规的要求，在项目前期工作中及时编报了水土保持方案，过程中严格按照“三同时”原则对项目进行管控，将水土保持措施落实情况纳入管理考核，根据施工资料及现场调查，本项目已实施的各项水土保持措施布设位置得当，选用的各种植物均为乡土植物，对当地环境的适应性强，生长速度快，水土保持效果较好，质量达标。

实施的水土保持措施布局基本同批复的水保方案水土流失防治体系保持一致，仅在实际实施过程中根据项目实际施工进度、投资，结合各防治区的实际情况对水土保持措施进行了优化、补充和细部调整。根据现场调查，实施工程量根据工程实际需求对应调整，不会造成水土保持防治效果的降低，实施工程量变化适应工程需求，满足水土保持防治要求。

目前，各防治分区按设计要求实施了表土剥离、表土回铺、土地整治、复耕、排水等，区域内排水沟排水通畅无堵塞破损情况，区域内水土流失程度可控，区域水土流失治理良好，满足水土保持要求。绿化区域在采取植物措施后恢复良好，对于少部分自然环境条件一般的区域及时补撒了草籽、补植了灌木。从目前情况来看，项目区植被恢复基本满足要求，可有效减轻工程区内的水土流失，也具有良好水土保持效益，满足水土保持要求。

综上所述，项目水土保持措施严格按照“三同时”原则进行了落实，根据工程进度及时实施了各项水土保持措施；实施的水土保持措施布局基本同批复的水土流失防治体系保持一致，并在在实际实施过程中根据项目实际施工进度、投资，结合各防治区的实际情况对水土保持措施进行了优化和补充；实施的各项水土保持措施工程量变化适应工程需求，不会造成水土保持防治效果的降低，满足水土保持防治要求；各项水土保持措施布设位置得当，选用的各种植物均为乡土植物，对当地环境的适应性强，生长速度快，水土保持效果较好，质量达标；项目运行初期区域内水土流失强度能达到方案设计的目标，总体上发挥了较好的保水保土、改善生态环境的作用。雨季期间，各水土保持工程（排水沟排水顺畅，无堵塞）、植物措施均发挥较好的效果，运行情况良好，项目区水土流失较轻。

7.3 存在问题及建议

经现场查勘，项目水土保持工程无遗留问题。

建议加强项目后期管护工程，如水保设施出现损毁，应及时修复；对淤堵的排水系统应及时进行疏通；对生长缓慢植被或枯死植被应及时施肥浇水及补植。

7.4 综合结论

根据对项目水土保持的监测，查阅相关施工文件资料并结合现场调查监测，可以得出以下总体结论：

(1) 截止到 2023 年 8 月，水土保持各项防治指标均达到了批复水保方案确定的防治目标值，满足水土流失防治要求。

(2) 通过对项目监测委托前采取回顾性调查，结合项目剩余工期内现场监测调查分析，各防治区建设期没有因工程建设施工扰动造成大的水土流失事故。

(3) 本项目依据《水土保持方案》的要求，开展了相应的水土保持工作，如排水沟、表土剥离、表土回覆、绿化等，最大限度的减少了因工程建设施工引发的水土流失。目前主体工程水土保持措施和新增水土保持措施运行良好，起到了良好的水土保持效果。

(4) 建设单位对水土流失防治责任范围内的水土流失进行了较全面、系统的整治，完成了水土保持方案确定的各项防治任务，工程的各类开挖面、临时堆渣等得到了及时整治。

(5) 工程建设过程中，项目建设单位按照批复的水土保持方案及批复文件要求，在建设过程中基本落实了水土保持措施，施工单位按照施工图要求，分阶段完成了表土剥离、表土回覆、土地整治、浆砌石挡墙、浆砌石排水沟、干砌石拦挡等工程措施，撒播草籽、挂网喷播植草、栽植灌木等植物措施，施工过程中还注重土质排水沟、临时遮盖等临时措施，一定程度上来讲，这些措施较好的控制了本项目建设中产生的水土流失量，均能满足要求。

本工程完工后，根据《水利部办公厅关于进一步加强生产建设项目水土保持监测工作的通知》（办水保[2020]161号），监测总结报告三分评价得分为全部监测季报得分的平均值，根据本项目所有季报得分平均后可得本项目监测总结报告得分为82分，在80分以上，水土保持监测“三色”评价结论为“绿色”。

综上所述，工程建设过程中基本保证了水土流失的有效控制，各项水土保持措施效果良好，各防治区的开挖面、占压场地等可进行整治区域得到了有效整治。水土保持设施总体上发挥了保持水土、改善生态环境的作用，各项治理指标满足水土保持方案和国家有关指标要求。水土保持设施的施工质量总体合格，管理维护措施落实，具备水土保持设施验收条件。