

昆明市富民县龙马风电场工程

水土保持设施验收报告



建设单位：云南国电电力富民风电开发有限公司

验收单位：昆明伽略工程勘察设计有限公司

二〇二零年五月

昆明市富民县龙马风电场工程

水土保持设施验收报告

建设单位：云南国电电力富民风电开发有限公司

验收单位：昆明伽略工程勘察设计有限公司

二〇二零年五月



营业执照

(副本)

副本编号: 1 - 1

统一社会信用代码 91530103MA6K6HL092

名称 昆明伽略工程勘察设计有限公司
类型 有限责任公司(自然人独资)
住所 云南省昆明市盘龙区小坝联社下河埂村溪畔丽景小区5幢29层2908号
法定代表人 浦仕都
注册资本 壹佰万元整
成立日期 2016年06月13日
营业期限 2016年06月13日 至 2046年06月12日
经营范围 市政工程、水利工程、环境工程勘察设计及信息咨询;建设项目水资源论证;水文、水资源调查评价;水土保持设施验收技术评估;水土保持方案编制;接受委托方对环境工程水土保持进行监测;土地整治技术服务;用地预申报批代理服务;国内贸易、物资供销;货物及技术进出口业务(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



2016 年 6 月 13 日

企业信用信息公示系统网址: www.ynaic.gov.cn

中华人民共和国国家工商行政管理总局监制

单位地址: 云南省昆明市盘龙区小坝联社下河埂村溪畔丽景小区 5 幢

项目负责人: 浦仕都 13648818801

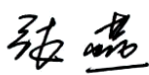
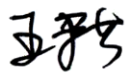
项目联系人: 浦仕尚 18725001332

电子邮箱: 441406173@qq.com

昆明市富民县龙马风电场工程水土保持设施验收报告

责任页

昆明伽略工程勘察设计有限公司

批准：	浦仕都		总经理	
核定：	浦仕尚		副总助理	
审查：	张 燕		总 工	
校核：	王聿芳		工程师	
项目负责人：	尤庆欣		工程师	
编写：	程 猛		工程师	报告编写
	吴 颖		工程师	附件、图纸

目 录

前 言	1
1 项目及项目区概况.....	6
1.1 项目概况	6
1.2 项目区概况	17
2 水土保持方案和设计情况.....	- 22 -
2.1 主体工程设计	- 22 -
2.2 水土保持方案编报审批.....	- 22 -
2.3 水土保持变更情况	- 22 -
2.4 水土保持后续设计	- 25 -
2.5 水土保持验收范围	- 25 -
2.6 水土流失防治目标	- 25 -
2.7 水土保持措施和工程量.....	- 26 -
2.8 水土保持投资	- 30 -
3 水土保持方案实施情况.....	- 32 -
3.1 水土流失防治责任范围.....	- 32 -
3.2 取（弃）土场	- 33 -
3.3 水土保持措施总体布局	- 33 -
3.4 水土保持措施完成情况.....	- 34 -
3.5 水土保持投资完成情况.....	- 47 -
4 水土保持工程质量.....	- 51 -
4.1 质量管理体系	- 51 -
4.2 各防治分区水土保持工程质量评价.....	- 52 -
4.3 总体质量评价	- 58 -
5 项目运行及水土保持效果.....	- 59 -
5.1 初期运行情况	- 59 -
5.2 水土保持效果	- 59 -
6 水土保持管理	- 63 -
6.1 组织领导	- 63 -
6.2 规章制度	- 63 -
6.3 建设过程	- 63 -
6.4 监测监理	- 64 -
6.5 水土保持补偿费缴纳情况.....	- 64 -
6.6 水土保持设施管理维护.....	- 64 -
7 结论及下阶段工作安排.....	- 66 -
7.1 自验结论	- 66 -
7.2 下阶段工作安排	- 66 -

附件:

附件 1: 项目建设及水土保持大事记;

附件 2: 《云南省水利厅关于准予昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案的行政许可决定书》(云水保〔2012〕259 号);

附件 3: 《云南省发展和改革委员会关于昆明市富民县龙马风电场工程核准的批复》(云发改能源〔2014〕1747 号);

附件 4: 《云南省国土资源厅关于昆明市富民县龙马风电场建设项目的用地预审意见》(云国土资预〔2012〕248 号);

附件 5: 《龙马风电场项目水土保持施工合同》;

附件 6: 单位工程竣工报验单;

附件 7: 分部工程报验表;

附件 8: 龙马风电场水土保持工程混凝土检测报告;

附件 9: 龙马风电场水土保持工程砂浆配合比、试块检测报告;

附件 10: 龙马风电场水土保持工程水泥、毛石检测报告;

附件 11: 水土保持补偿费发票;

附件 12: 水土保持措施效果照片集。

附图:

附图 1: 昆明市富民县龙马风电场工程主体工程总平面布置图;

附图 2: 昆明市富民县龙马风电场工程水土保持措施总体布置图;

附图 3: 昆明市富民县龙马风电场工程建设前、后遥感影像图。

前 言

风能资源开发是保证我国能源供应安全和经济社会可持续发展的必然选择，昆明市富民县龙马风电场工程（以下简称“龙马风电场”）的建设，将为我国实现低碳、高效、环保和安全的能源供应战略做出贡献，将为我省持续、稳定增长的风电发展做出贡献，符合我省风电发展规划，可适当改善当地的电源结构。龙马风电场的建设能缓解未来经济发展带来的电力供需矛盾，促进当地经济发展。工程建设有利于保护生态环境，符合当地发展旅游业的规划。富民县风能资源较为丰富，龙马风电场项目具有较好的风能资源条件，且开发风电受到国家政策扶持和法律保障。综上所述，龙马风电场工程的建设将为完成云南省“十二五”风电电源规划目标迈出坚实的步伐，同时为我国实现向低碳、清洁的能源机制转变做出贡献。龙马风电场的建设能够调整地方的电源结构，符合当地经济发展的需求，具有较好的社会效益和环境效益。因此，建设龙马风电场工程是十分必要的。

云南省电力设计院受云南国电电力富民风电开发有限公司的委托，按照国家发展和改革委员会发改办能源〔2003〕1287号文关于《全国大型风电场建设前期工作大纲》及《风电场预可行性研究报告编制办法》（发改能源〔2003〕1403号）的要求，云南省电力设计院于2011年10月编制完成《云南省昆明市富民县金铜盆风电场工程总体规划报告》，于2011年12月编制完成《云南省昆明市富民县龙马风电场工程预可行性研究报告》，2012年1月13日，云南省能源局以“云能源水电〔2012〕5号”印发《云南省能源局关于同意昆明市富民县龙马风电场工程开展前期工作的通知》。2014年12月26日，取得云南省发展和改革委员会文件《云南省发展和改革委员会关于昆明市富民县龙马风电场工程核准的批复》（云发改能源〔2014〕1747号）。

昆明市富民县龙马风电场工程位于昆明市富民县西部，龙马风电场为金铜盆风电场总体规划中二期工程，为规划场址的南部区域，风电场主要由白楼梁子、老青山及高山台地组成，海拔高度在2486~2746m左右。场址地理位置介于北纬25°14'41"~25°16'5"，东经102°23'54"~102°26'18"之间，场区南北长约2.76km，东西宽约3km。交通主要路线为：昆明市~富民县~场址，总里程约37.5km。108国道及县乡公路可以满足设备运输要求，施工期间依托红庙~县乡公路打水坡段接入点、县乡公路打水坡段接入点~龙马风电场（南）老青山场区为进场道路，金铜盆风电场一期工程对其进行改造，改造后路基宽度6m，路面宽度5m，施工期为碎石路面。

工程总占地面积为20.43hm²，其中永久占地为8.07hm²，临时占地面积为12.36hm²；

按占地类型划分为林地 6.97hm²、梯坪地 3.68hm²、草地 9.78hm²；按工程区划分风机机组区占地面积为 5.90hm²、集电线路区占地面积为 0.35hm²、场内道路区占地面积为 14.18hm²。

工程目前实际完成投资额 34553.58 万元，其中土建投资 8237.57 万元。

为了贯彻执行《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》、《建设项目环境保护管理条例》和其他有关法律法规的规定，正确处理开发建设项目与生态环境保护之间的关系，改善和提高项目区生态环境质量。建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司委托昆明滇禹勘察设计院有限公司承担了本项目水土保持方案的编制任务，水保方案与主体设计同时设计，于 2012 年 6 月底完成了《昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿），2012 年 7 月 30 日，取得《云南省水利厅关于准予昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案的行政许可决定书》云水保许〔2012〕259 号。

为保证项目水土保持工作的有序进行，确保工程建设中水土保持措施的落实，建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司委托福建省宏闽电力工程监理有限公司承担本项目的工程监理工作，监理单位根据主体工程施工图以及批复的水土保持方案要求开展水土保持监理工作，并针对存在问题提出水土保持建议，使得水土保持方案中的工程措施和植物措施得到顺利实施。

根据《生产建设项目水土保持监测技术规程》，2018 年 4 月建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目的水土保持监测工作，为下阶段水土保持设施专项验收提供依据。

在建设过程中实际发生的防治责任范围面积为 29.37hm²，其中项目建设区面积为 20.43hm²，直接影响区面积为 8.94hm²，实际发生的防治责任范围较《水保方案》减少了 11.16hm²，其中项目建设区面积减少了 7.47hm²，直接影响区面积减少了 3.69hm²。

已实施的水土保持工程措施有：表土剥离 3.10 万 m³，浆砌石挡墙 9058.74m³，C20 砼排水沟 621.78m，沉沙池 37 个，顺接设施 87.00m，松木桩 14461.92m²，浆砌石排水沟 13496.62m，涵管 220.00m，干砌石挡墙 105.00m³，泄水槽 107.00m，蓄水池 1 个；

植物措施：土地整治 12.51hm²，绿化覆土 3.10 万 m³，栽植樱花 3763 株，栽植爬山虎 13944 株，种草 12.51hm²，高羊茅、早熟禾草籽 748.80kg；

临时措施有：临时排水沟 9085m、临时拦挡 279m、临时覆盖 17026m²。

依据建设单位、监理单位出具的单位工程质量评定表、分部工程质量评定表，结合《水土保持工程质量评定规程》（SL336-2006）及相关技术规范，项目的水土保持工程措施运

行正常，降水蓄渗工程、斜坡防护工程混凝土浇筑体稳定，无裂纹、缺角现象，截排水沟设施断面尺寸满足要求，排水通畅，满足过流能力，未见裂缝、沉降和淤积，运行正常，经评定，工程措施单位工程总体评定为合格。项目的水土保持植物措施成活率均达到90%以上，林草植物栽培措施得当，建立了较规范的绿化区域养护制度，林草成活率和保存率较高，发挥了较好的水土保持功能，本工程水土保持植物绿化措施符合水保方案要求。经评定，植物措施单位工程总体评定为合格。施工期间临时排水沟、沉砂池、临时拦挡、覆盖正常运行，能及时排出施工期间汇水，沉砂井起到沉淀泥沙作用，临时防护措施质量总体合格。项目实际完成的水土保持总投资为 1114.28 万元。

建设单位在项目建设过程中，十分注重水土保持工作，以水土保持方案为技术指导，并结合工程建设实际情况，具体由筹备处、工程建设部、计划财务部专项负责水土保持措施的落实管理，对项目建设中的水土保持工作进行检查和验收，同时在建设过程中，积极配合水土保持主管部门的监督检查，认真听取意见后及时整改完善。

目前，昆明市富民县龙马风电场工程及各项水保措施已建设完成并正常运行。根据《中华人民共和国水土保持法》、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部第 16 号令），按照《开发建设项目水土保持设施验收技术规程》（GB/T 22490-2008）、《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）及《云南省水利厅转发水利部关于加强事中事后监管规范生产建设项目水土保持设施自主验收文件的通知》（云水保〔2017〕97 号），建设单位组织各参建单位开展水土保持设施自主验收。2018 年 3 月，建设单位委托我单位（昆明伽略工程勘察设计有限公司）作为第三方机构，承担本工程的水土保持设施验收报告的编制工作，完成《昆明市富民县龙马风电场工程水土保持设施验收报告》。经核定，建设单位已按《水保方案》设计完成水土保持设施建设，水土流失防治责任范围内的各类扰动面、直接影响区等基本得到了治理，施工过程中的水土流失得到了有效控制。工程的水土流失防治责任、管理维护责任主体明确，水土保持专项投资落实到位，各项水土保持措施安全可靠、质量合格，水土保持工程总体质量达到合格标准，水土流失防治符合开发建设类项目的防治标准，具备水土保持设施专项验收条件，已达到经批准的水土保持方案的防治要求。

工程水土保持设施验收特性表

验收工程名称	昆明市富民县龙马风电场工程	验收工程地点	昆明市富民县永定街道办事处
验收工程性质	新建建设类项目	验收工程规模	总装机容量 42MW, 年上网电量为 11029 万 kW·h, 建设风机机组 21 台, 直埋电缆沟 19.30km, 架空线路 4.90km, 塔基 16 座, 施工主线 7.39km, 支线道路 4.90km。
所在流域	长江流域	所属国家或省级水土流失防治区	“金沙江下游国家级水土流失重点治理区”、“云南省水土流失重点治理区”
水土保持方案审批部门、文号及时间	云南省水利厅, 云水保许〔2012〕259 号, 2012 年 7 月 30 日		
建设时间	2017 年 8 月至 2019 年 6 月		
防治责任范围(hm ²)	水土保持方案确定防治责任范围		40.53
	实际扰动土地面积		20.43
	验收后防治责任范围		29.37
水保方案目标值		实际完成指标值	
扰动土地整治率(%)	95	扰动土地整治率(%)	99.9
水土流失总治理度(%)	97	水土流失总治理度(%)	99.9
土壤控制比	1.0	土壤控制比	1.18
拦渣率(%)	95	拦渣率(%)	95
林草植被恢复率(%)	99	林草植被恢复率(%)	99.9
林草覆盖率(%)	27	林草覆盖率(%)	61.09
主要工程量	工程措施	表土剥离 3.10 万 m ³ , 浆砌石挡墙 9058.74m ³ , C20 砼排水沟 621.78m, 沉沙池 37 个, 顺接设施 87.00m, 松木桩 14461.92m ² , 浆砌石排水沟 13496.62m, 涵管 220.00m, 干砌石挡墙 105.00m ³ , 泄水槽 107.00m, 蓄水池 1 个;	
	植物措施	土地整治 12.51hm ² , 绿化覆土 3.10 万 m ³ , 栽植樱花 3763 株, 栽植爬山虎 13944 株, 种草 12.51hm ² , 高羊茅、早熟禾草籽 748.80kg;	
	临时措施	临时排水沟 9085m、临时拦挡 279m、临时覆盖 17026m ² 。	
工程质量评定	评定项目	总体质量评定	外观质量评定
	工程措施	合格	合格
	植物措施	合格	合格
	临时措施	合格	合格
工程概算总投资	36648.39 万元	其中水土保持投资	744.10 万元
工程实际总投资	34553.58 万元	其中水土保持投资	1114.28 万元
水土保持投资变化原因	水土保持措施实际投资为 1114.28 万元, 较方案批复的总投资增加 374.59 万元, 其中工程措施投资增加 482.38 万元, 植物措施投资减少 20.91 万元, 临时措施投资减少 30.09 万元, 独立费用减少 20.05 万元, 基本预备费减少 33.16 万元。		
工程总体评价	水土保持工程建设符合国家水土保持法律法规的要求, 项目区水土流失得到治理, 工程质量合格、满足验收标准。		
水土保持设施主要施工单位	云南曲靖市政建设集团有限公司	设计单位	云南省电力设计院
水土保持方案编制单位	昆明滇禹勘察设计有限公司	水土保持监理单位	福建省宏闽电力工程监理有限公司
水土保持监测单位	昆明龙慧工程设计咨询有限公司	建设单位	云南国电电力富民风电开发有限公司

地址	昆明市二环西路 625 号云铜科技园工程技术中心 B 座二楼	地址	昆明市富民县永定镇永定街南段
联系人	王晶	联系人	王祥田
电话	0871—65392953	电话	13508712870
电子信箱	lhsb02@163.com	电子信箱	

1 项目及项目区概况

1.1 项目概况

1.1.1 地理位置

昆明市富民县龙马风电场工程位于富民县西部，行政区划隶属永定街道办事处管辖。场址最东端距离富民县城直线距离约 7km，西面距离禄丰县城直线距离约 36km。龙马风电场为金铜盆风电场总体规划中二期工程，为规划场址的南部区域，风电场主要由白楼梁子、老青山及高山台地组成。场区南北长约 2.76km，东西宽约 3km，场区面积约 6.43km²，海拔高度在 2486 ~ 2746m 左右。场址地理位置介于北纬 25°14'41" ~ 25°16'5"，东经 102°23'54" ~ 102°26'18"之间。

1.1.2 主要技术指标

项目名称：昆明市富民县龙马风电场工程；

建设单位：云南国电电力富民风电开发有限公司；

建设地点：昆明市富民县永定街道办事处境内；

建设性质：新建建设类项目；

工程规模：装机容量 42MW，年上网电量为 11029 万 kW·h，风机机组 21 台；

工程等级：III等；

建设工期：2017 年 8 月至 2019 年 6 月，工期 23 个月；

工程总投资：34553.58 万元，其中土建投资 8237.57 万元。

表 1-1 工程主要经济技术指标表

一、工程基本情况			
工程名称	昆明市富民县龙马风电场工程		
建设地点	昆明市西北部永定街道办事处境内		
建设单位	云南国电电力富民风电开发有限公司		
建设规模	总容量	机组数	单机容量
	42MW	21	2000kW
建设进度	2017年8月至2019年6月，总工期23个月		
总投资	34553.58万元	土建投资	8237.57万元
二、工程组成			
风机机组	风机机组	21台风力发电机组成排布置在垂直于主导风向的山脊上；风轮直径87m和93m；风机基础采用现浇钢筋混凝土扩展基础，土石回填并分层夯实至承台顶面。	
	箱式变压器	本工程采用一台风机配备一台箱变的形式，共有箱变基础21个。	

区	风机安装平台	根据风机设备和吊装要求，需要在每个机位旁设置吊装场地，共21个。
	集电线路区	龙马风电场35kV集电线路采用直埋电缆敷设和架空线路相结合的方式，2回集电线路总长度24.20km，其中直埋电缆沟19.30m，架空线路4.90km，布设塔基16基。
	场内道路区	场内道路总长13.50km，包括施工主线道路和施工支线道路，其中施工主线道路7.39km，施工支线道路6.11km。
三、工程占地及土石方量		
工程占地	占地	本工程总占地面积为20.43hm ² ，其中永久占地面积为8.07hm ² ，临时占地面积为12.36hm ² 。
	占地类型	工程占地类型为林地、梯坪地、草地，不涉及居民点，也不存在因建设征地引起的移民。
	土石方工程量	土石方开挖量约为40.48万m ³ （含表土），回填量为40.48万m ³ ，未产生永久弃渣。

1.1.3 项目投资

昆明市富民县龙马风电场工程由云南国电电力富民风电开发有限公司投资建设，工程目前实际完成投资额 34553.58 万元，其中土建投资 8237.57 万元。

1.1.4 项目建设规模及组成

龙马风电场工程安装单机容量 2000kW 的风电机组 21 台，装机规模为 42MW，年上网电量 11029 万 kW·h，年等效满负荷小时数为 2626h，容量系数 0.30。本工程采用 UP2000-96 机型和 UP2000-105 机型混装机型布置，单机容量 2MW，叶轮直径 87m 和 93m 两种，单位千瓦扫风面积分别为 2.97m²/kW、3.39m²/kW，双馈型式发电机，轮毂高度 80m，平均风速为 7.9m/s。

根据主体工程设计，金铜盆风电场规划设置一座 110kV 升压站，位于一期工程场址中部，主体同一期工程同步建设。站内共设两台 40MVA 主变压器，本期工程只在已建有的升压站内增加一台 40MVA 主变压器。升压站水土流失防治责任由一期负责，不计入本工程。

本工程等别为Ⅲ等，工程规模中型，机组塔筒地基基础设计级别为一级；风机基础结构安全等级为 1 级。

昆明市富民县龙马风电场工程主要由风机机组区、集电线路区、场内道路区等部分组成。

表 1-2 项目组成表

项目组成		面积 (hm^2)	占地类型	备注
风机机组区	风机基础	0.66	永久	单机容量为2.0MW的风电机组共21台
	箱变及电缆沟	0.03	永久	箱变低压侧设置1台容量为3kVA, 0.69/0.4kV的变压器
	风电机组安装平台	5.21	临时	选用1200T汽车吊1台+100吨汽车辅吊1台
集电线路区		0.35	永久	龙马风电场35kV集电线路采用直埋电缆敷设和架空线路相结合的方式, 2回集电线路总长度24.20km, 其中直埋电缆沟19.30m, 架空线路4.90km, 布设塔基16基。
场内道路区	施工主干道	4.43	永久	道路路基宽度6m, 路面宽度5m; 道路均采用15cm填隙碎石基层+12cm级配碎石面层+3cm泥结碎石磨耗层, 共布设施工主线道路7.39km, 全部为新建道路
		3.16	临时	
	施工支线	3.67	永久	设计结构与施工主线道路一致, 设计共布设施工支线道路总长6.11km, 全部为新建道路
		2.92	临时	

一、风机机组区

风机机组区建设内容包括了风机基础、箱变及电缆沟和风电机组安装平台, 总占地面积为 5.90hm^2 。

1、风力发电机组

风力发电机组基础占地 0.66hm^2 , 为永久占地。从场址风能资源情况、地形条件、施工安装条件以及交通运输条件等方面综合分析, 选择单机容量为 2000kW 的机型, 风机基础为 21 个, 风机间距平行主风向按 5 倍以上叶轮直径考虑, 垂直主风向按 3 倍以上风轮直径考虑。因此初拟机组单排布置, 局部较开阔处考虑按矩阵形式布置。

2、箱变及电缆沟

箱变及电缆沟占地 0.03hm^2 , 为永久占地。本风电场安装单机容量为 2MW 的风电机组 21 台, 拟采用一台风力发电机与一台箱式变电站组合的“一机一变”单元接线方式, 风力发电机通过 3 根并联的 ZC-YJV-0.6/1-1×400 (每相) 和 1 根 ZC-YJV-0.6/1-1×400 (中性线) 电缆, 接至布置在风力发电机塔筒基础附近的箱式变电站低压侧。箱变通过一根 ZC-YJV22-26/35-3×70 电缆接至架空集电线路。风机基础与箱变之间、箱变与出线电杆的电缆采用直埋电缆形式, 电缆沟沟槽开挖断面尺寸为 $1.20\times 1\text{m}$ 。

3、风电机组安装平台

根据风机设备和吊装要求, 需要在每个机位旁设置安装场地, 安装平台共设 21 处, 单个平台占地约 0.28hm^2 , 总占地面积为 5.90hm^2 , 均为临时占地。

主要考虑起重机和辅助起重机、需要存放风机部件的空间及现场地形条件, 吊装作业施工步骤为: 塔筒吊装→机舱吊装→发电机吊装→叶轮组对→叶轮吊装。根据风机设备和吊装要求, 在每个机位旁设置 $55\times 60\text{m}$ 的吊装场地, 风机安装平台主要位于山顶和山脊上,

主要为回填边坡，根据实际建设在局部风机安装平台下边坡布设浆砌石挡墙进行拦挡，部分上边坡基础不稳定的地方用浆砌石挡墙进行拦挡。

二、集电线路区

本项目的集电线路采用 2 回 35kV 电缆沟敷设，设计内容包括 1UL、2UL 两回集电线路，其中 1UL 回集电线路分为 A1 线和 A2 线，2UL 回集电线路为 B 线。A1 线从升压站出线后往东南方向走线至龙马风电场 17#风机旁 A6#电缆分接箱，A2 线从龙马风电场 14#风机旁 A4#电缆分接箱出线后往东南方向走线至龙马风电场 5#风机旁 A3#电缆分接箱，B 线从升压站出线后往西南方向走线至金铜盆风电场风机附近再往东南方向走线至龙马风电场 13#风机旁 B4#电缆分接箱。本风电场 35kV 集电线路直埋电缆敷设与杆塔架空线路相结合的方式，集电线路总长度 24.20km。

架空线路塔杆采用自立式螺栓塔，布设塔基 16 基，架空线路长 4.90km；直埋电缆断面采用 1.2m×1.0m 的形式，电缆沟由实心砖砌筑，水泥砂浆抹面，电缆沟总长为 19.30km，其中大部分电缆沟沿道路敷设，此部分占地面积与场内道路区重叠，扣除重叠部分面积后，集电线路区占地面积为 0.35hm²，为永久占地。

三、道路工程区

1、施工主线道路

场内主干道从场址北侧的一期工程场内主干道接入，场内主干道呈东西向布置。施工道路参照露天矿山三级标准设计，同时为满足大件运输的要求，道路圆曲线最小半径 35m，最大纵坡 14%，道路路面宽 5.0m，路基宽 6.0m，采用碎石路面，总长 7.39km，占地面积为 7.59hm²，其中，永久占地 4.43hm²，临时占地 3.16hm²。

2、施工支线道路

施工支线道路由施工主干线接到每个发电机组及安装场地的施工主支线及支线道路。通过多条支线道路贯穿整个风电场，结合地形及风机布置，尽可能的连接或靠近较多安装平台。道路设计结构与施工主干线一致。共布设施工支线道路总长 6.11km，占地面积为 6.59hm²，其中，永久占地 3.67hm²，临时占地 2.92hm²。

3、道路挡护、排水及边坡防护

在山顶部位，地形相对平缓，挖填方量小，路堤和路基高度都小于 3m 的路段，边坡坡度小于 1:1 的路段一般沿路基坡脚修筑高低帮混凝土排水沟护脚，坡度超过 1:1 的坡脚采用混凝土挡墙护脚，挡墙高 1m，沿山体倾斜，边坡比 1:0.25，道路路堤填筑高度以及挖方路基边坡大部分小于 10m 时，边坡都为一级，坡度采用 1:1.5。沿路基坡脚修筑混凝土

浆砌石挡墙护脚，浆砌石挡墙断面型式为墙高 1.0m、1.5m 和 2.0m，基础置于原地面 0.3m 以下；顶宽 0.5m，1.0m 高挡墙正面坡比 1:0.1，墙背坡比 1:0.35，1.5m 高挡墙正面坡比 1:0.1，墙背坡比 1:0.35，2.0m 高挡墙正面坡比 1:0.3，墙背坡比 1:0.35；其中 1.0m 高及 1.5m 高挡墙有部分地段紧邻排水沟，挡墙趾临水面为排水沟沟邦，坡度垂直。路基、路面排水采用混凝土边沟排水。边沟水自然排入冲沟内或由涵洞引出。施工检修道路穿越冲沟时采用钢筋混凝土盖板涵及圆管涵过水。涵洞结合现场实际情况进行设置，布设在跨沟及水流汇集处，各排水涵洞的进水口，为降低强暴雨高峰排水强度，适当扩挖进水口，并加强路基侧边坡防护。

1.1.4 施工组织及工期

1、主要建筑材料及来源

本工程在施工期间所需主要建筑材料包括钢筋、水泥、混凝土、木材、钢材、砂石土料以及苗木草籽等，均从富民县、昆明市附近市场购买。

2、施工交通

(1) 对外交通运输

龙马风电场场址最东端距离富民县城直线距离约 7km，西面距离禄丰县城直线距离约 36km。龙马风电场对外交通主要为 108 国道及县乡公路，对外交通运输路线为：昆明市~富民县~场址，总里程约 37.5km。108 国道及县乡公路可以满足设备运输要求，施工期间依托红庙~县乡公路打水坡段接入点、县乡公路打水坡段接入点~龙马风电场（南）老青山场区为进场道路，金铜盆风电场一期工程对其进行改造，改造后路基宽度 6m，路面宽度 5m，施工期为碎石路面。

(2) 场内道路

为方便风电机组的安装、检修及施工需要，场内施工道路需通至各风机安装平台及各施工场地，为满足本工程的运输要求，本工程需修建场内施工道路 13.50km，施工道路路面宽 6.0m，其中施工主线道路 7.39km，施工支线道路 6.11km。

3、临时施工场地布设

本项目现场办公室与金铜盆风电场共用，材料堆放场、混凝土生产系统及设备临时堆放场部分设在风机平台，不另设施工辅助设施区。

4、施工用水

工程施工主要用水点为砂石加工及混凝土拌和系统，其余用水分散于各施工点。由于

施工区范围大，场址内无可利用的水源，施工点多而散，各施工点用水量较少，施工用水拟用水罐车从山下的水源点运至施工现场。

5、施工用电

本期工程施工用电高峰约 220kW。由于施工用电负荷点比较分散，施工供电拟就近从场区 10kV 线路上 T 接，并配置 2 台 50kW 移动式柴油发电机作为施工临时备用电源。

6、施工工期

项目建设工期 23 个月，于 2017 年 8 月开工，于 2019 年 6 月竣工。

1.1.5 工程投资

工程目前实际完成投资额 34553.58 万元，其中土建投资 8237.57 万元。

1.1.6 工程占地

根据工程实际建设情况、施工、监理及监测资料，工程建设区实际总占地面积为 20.43hm²，其中永久占地为 8.07hm²，临时占地面积为 12.36hm²；按占地类型划分为林地 6.97hm²、梯坪地 3.68hm²、草地 9.78hm²；按工程区划分风机机组区占地面积为 5.90hm²、集电线路区占地面积为 0.35hm²、场内道路区占地面积为 14.18hm²。占地面积及类型详见表 1-3。

表 1-3

工程占地统计表

单位：hm²

序号	项目组成		占地类型及面积（hm ² ）				占地性质	
			合计	林地	梯坪地	草地	永久	临时
一	风机机组区	箱变及电缆沟	0.03			0.03	0.03	
		风机基础	0.66		0.27	0.39	0.66	
		风机机组吊装平台	5.21	1.41	0.43	3.37		5.21
		小计	5.90	1.41	0.70	3.79	0.69	5.21
二	集电线路区		0.35		0.12	0.23	0.35	
三	场内道路区	永久路面	7.03	2.63	2.22	2.18	7.03	
		临时路面	7.15	2.93	0.64	3.58		7.15
		小计	14.18	5.56	2.86	5.76	7.03	7.15
合计			20.43	6.97	3.68	9.78	8.07	12.36

1.1.7 土石方情况

根据工程施工、监理、监测资料统计，工程建设实际产生开挖方 40.48 万 m³，其中场地平整及基础开挖 37.38 万 m³，表土收集 3.10 万 m³；土石方总回填量为 40.48 万 m³，其

中土石方基础回填 37.38 万 m^3 ，绿化覆土 3.10 万 m^3 ，本项目未产生永久弃弃渣。

土石方平衡及流向具体情况见表 1-4。

表 1-4		土石方平衡及流向表			单位：万 m³							
项目组成		开挖			回填			调入	调出	外借	废弃	
		场地平整及基础开挖	表土剥离	合计	普通回填	绿化覆土	合计	数量	数量	数量	数量	去向
风机机组区	箱变及电缆沟	0.05	0.01	0.06	0.05		0.05					
	风机基础	3.76	0.13	3.89	3.76		3.76					
	风机机组吊装平台	6.20	0.78	6.98	6.20	1.30	7.50	0.38				
	小计	10.01	0.92	10.93	10.01	1.30	11.31	0.38				
集电线路区		2.33	0.05	2.38	2.33	0.03	2.36		0.02			
场内道路区		25.04	2.13	27.17	25.04	1.77	26.81		0.36			
合计		37.38	3.10	40.48	37.38	3.10	40.48	0.38	0.38			

注：①开挖+调入+外借=回填+调出+废弃；
②上述土石方均为自然方。

1.1.8 拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建

本工程不涉及拆迁（移民）安置与专项设施改（迁）建。

1.2 项目区概况

1.2.1 自然条件

1.2.1.1 地形地貌

富民县地处滇中，位于昆明市西北部，东与嵩明、寻甸县相邻，北与禄劝山水相连，西与禄丰、武定县接壤，南靠西山、五华区。距昆明 27km 在东经 $102^{\circ}21' \sim 102^{\circ}47'$ 、北纬 $25^{\circ}08' \sim 25^{\circ}36'$ 之间。势南高北低，境内盆地山岭相间，河谷和盆地面积占总面积的 12.5%。最高海拔为 2817m，最低海拔为 1455m。东西宽 44.2km，南北长 51.6km，总面积 993km²，其中山区占 72.2%，坝区占 27.8%。

龙马风电场主要由白楼梁子、老青山及高山台地组成，场区南北长约 2.76km，东西宽约 3km，场区面积约 6.43km²，海拔高程为 2486 ~ 2746m。受构造控制，主要为低中山、中山地貌，该区域山顶地形总体较为平缓，地势较开阔。

场地内无大规模的现代滑坡、泥石流、崩塌等不良地质作用，区内物理地质现象主要以溶蚀及岩体风化为主。

1.2.1.2 地质地震

1、地层岩性

场地内地层主要由第四系、侏罗系、三叠系及震旦系地层构成，由新至老分述如下：

（1）第四系（Q）地层：

第四系地层主要为松散堆积物，以坡残积、坡洪积成因的黏性土、碎石土为主，局部为砾石、块石。多分布于山麓斜坡地带，黏性土多以可塑~硬塑状态为主，碎石土多为松散~稍密状，厚度一般 1~6.0m 不等，山顶地带较薄，斜坡地带稍厚。

（2）侏罗系下统下禄丰群（J1）地层：

泥岩：深红色、暗紫色，矿物成分以黏土矿物为主，泥质结构，层状构造，岩体较破碎，岩质较软，以强风化为主，场地东北角范围有分布。

（3）三叠系上统下禄丰群（T3）地层：

泥岩：深红色、暗紫色，矿物成分以黏土矿物为主，泥质结构，层状构造，岩体较破碎，岩质较软，以强风化为主，场地东北角范围有分布。

(4) 震旦系上统地层:

①灯影组 (Zbdn)

白云岩: 浅灰色、灰白色, 矿物成分以白云石为主, 隐晶质结构, 中厚层状构造, 节理裂隙发育, 岩体完整性较差, 岩质坚硬, 中等风化, 为场地范围内主要地层。

硅质灰岩: 灰色、灰白色, 矿物成分以方解石、白云石为主, 含硅质, 隐晶质结构, 层状、中厚层状构造, 节理裂隙较发育, 岩体完整性较差, 溶沟 (溶槽) 较发育, 岩质较硬, 中等风化, 为场地范围内主要地层。

②陡山沱组 (Zbd)

灰质白云岩: 浅灰色、深灰色, 矿物成分以方解石、白云石为主, 含硅质, 隐晶质结构, 层状、中厚层状构造, 节理裂隙较发育, 岩体完整性较差, 溶沟 (溶槽) 较发育, 岩质较硬, 中等风化, 为场地范围内主要地层。

(5) 震旦系下统澄江组 (Zac) 地层:

石英砂岩: 紫红、暗红色, 矿物成分以石英、长石为主, 硅质胶结, 碎屑结构, 层状~中厚层状构造, 节理裂隙较发育, 岩体完整性较差, 岩质强度中等, 为场地主要地层。

2、地质构造

区域性的普渡河断裂带和罗茨~易门断裂带距场区分别约 5.0km、6.0km, 受其影响, 场地内构造较发育, 构造线以北西向或近南北向为主, 主要表现为结构面、单斜岩层面及层间褶皱。主要地质构造为层面及层面褶皱、断层、节理裂隙等。

(1) 层理及层间褶皱

场区岩层产状一般为 $N30^{\circ} \sim 40^{\circ}W$, $NE \angle 30^{\circ} \sim 50^{\circ}$, 岩层产状变化较大。层间褶皱不发育, 仅在断层附近褶皱发育。

(2) 断层

场区内仅发现一条属于 II 级结构面的断层 F1, 位于场区南西部, 断层产状为 $N45^{\circ}W$, $NE \angle 50^{\circ} \sim 60^{\circ}$, 破碎带宽约 7m, 断层大部分被第四系坡、残积层覆盖。公路边坡揭露, 破碎带组成物质主要为构造糜棱岩、灰白色断层泥、碎裂岩、挤压片状岩等, 延伸长约 2.00km。

3、水文地质条件

场址位于山顶地带, 水文地质条件相对简单, 主要接受大气降水补给, 沿地面向山脊两侧地表沟谷排泄或沿山坡下渗。根据地下水的赋存条件和特点, 地下水类型主要为基岩裂隙水、岩溶水和孔隙水。基岩裂隙水主要赋存在基岩节理裂隙以及岩溶裂隙中, 受大气

降水补给，沿各类节理裂隙所组成的裂隙网络以及溶蚀裂隙运动，向附近冲沟、山间盆地排泄。孔隙水主要赋存于第四系松散堆积物中，水量有限，位置与含水层的分布有关。基岩裂隙水具有水量分布不均、埋藏深和分布规律不易掌握的特点，在基坑开挖深度内很难见到，加之孔隙水水量有限，基础设计和施工过程中不需要考虑地下水对基础的不利影响。但不排除雨季时可能形成少量上层滞水，给施工带来不便。

4、不良地质现象

根据地表调查，在场址局部地带冲沟虽有发育，但冲沟的下切作用较弱，地表汇水面积较小，冲沟底部基岩裸露，向源侵蚀及侧蚀程度较弱。未发现较大规模的现代滑坡、泥石流等不良物理地质现象，地基土中也未发现饱和砂土分布。

受构造作用影响，岩体较破碎，在局部坡脚处发现崩坡积堆积物，呈裙带状分布，说明局部岩体存在崩塌现象。

场地内灰岩地区岩溶裂隙较发育，以孤峰、缓丘或缓坡为主，低凹地带存在岩溶洼地、局部以岩溶裂隙（溶沟）展现，局部洼地的覆盖层中下部及岩溶裂隙（溶沟）中有软塑状黏性土。拟建风机机位布置一般均布置于场地山顶或山顶附近缓坡地带，能够避开低洼位置的岩溶洼地、岩溶裂隙等不良岩溶发育地段。

场地范围内泥岩极易风化，风化厚度不等，当作为天然地基持力层时应注意不均匀沉降，设计时需采取适当措施防止不均匀沉降。

5、地震

风电场场地位于宽缓山脊及中间的平缓小山包上，地势平缓开阔，地基土以强~中等风化泥岩、砂岩为主，是较好的持力层，依据 1: 400 万《中国地震动参数区划图》（GB18306-2001）场地地震动峰值加速度为 0.15g，相应的地震基本烈度为Ⅶ度；地震设计分组为第三组，地震动反应谱特征周期为 0.45s。

1.2.1.5 气象

富民县位于昆明市西北部，受西南和东南两支季风影响，水汽来源充足，形成冬无严寒，夏无酷暑气候温和，雨量充沛，干湿季分明，立体气候明显的气候特征，属典型的低纬度亚热带高原季风气候，气候温和，冬无严寒，夏无酷暑，冬春两季主要受北方、西方干冷气流影响，干冷少雨，风高物燥，夏季受来自孟加拉湾及太平洋暖湿气流的控制，降雨充沛，气候湿润。年平均气温 15.8℃，年极端最高气温 33.4℃，最低气温-7℃；无霜期 245 天，全年日照 2287 小时，年平均降雨量 846.50mm，蒸发量 2032.50mm；场区五十年

一遇最大风速为 46m/s, 极大风速为 54m/s, 测风塔 70m 高度的年平均实测风速为 8.90m/s, 小风月是 6 月~12 月, 全年主导风向为 SW~WSW。

项目区所在地 20 年一遇 24h 最大降雨量为 123.8mm、6h 最大降雨量为 89.5mm、1h 最大降雨量为 49.2mm。

1.2.1.6 水文

富民县主要河流有螳螂川、普渡河、龙泉河、大营河、木板河等。流经罗免乡境内的河流有两条, 其中一条是龙纳河, 流经乡境内 20km, 源头为库容量达 250 万 m^3 的龙闸坝, 年流量达 650 万 m^3 ; 另一条是青罗河, 流经乡境内 17km, 一年总流量达 505 万 m^3 , 有 28 个龙潭, 形成了丰富的水资源。两条河流在罗免乡者北集镇交汇, 注入螳螂川。

项目区降水最终汇入长江水系, 属于金沙江流域。项目区所在地区内水文地质条件相对较简单, 区域内地下水主要接受大气降水补给, 区内无河流经过, 区内冲沟较为发育, 但均无常年流水。

1.2.1.7 土壤类型

富民县土壤主要由棕壤、红壤、紫色土、水稻土四类土壤组成, 分别占面积的 1.7%、68.9%、15.5%、4.8%, 分 7 个亚属 16 个土属 25 个土种。

全县土壤垂直分布不明显, 仅百花山一带的垂直分布如下: 海拔 1300m 以下, 分布由页岩、砂页岩母质形成的粗骨性红壤; 海拔 1300—1800m 多分布黄红壤, 成土母质有砂页岩、页岩、石灰岩等; 海拔 1800—2200m 多分布黄棕壤, 成土母质为砂页岩; 海拔 2200m 以上百花山一带, 分布有棕壤, 成土母质为石灰质白云岩。

据现场调查, 项目区所在地土壤类型主要以棕壤为主, 其它分布有少量的黄棕壤。

1.2.1.8 植被

富民县地处云南高原中北部, 属典型的低纬度季风区, 属亚热带高原气候类型, 森林植被类型为亚热带半湿润常绿阔叶林。全县植被类型分布情况如下: 海拔 1000m 以下的中山河谷区, 降雨 800~900mm, 气候干热, 成土母质多砂页岩, 土壤为粗骨性褐红壤, 主要树种为黄毛青岗、银木荷、榕树、木棉等; 海拔 1000~1300m 之间的沟谷集水坡, 土壤以由砂页岩形成的呈酸性的褐红壤或黄化的黄红壤, 树种主要有红椿、樟树、桉木、榆树、榔木、黄连木、五眼果等; 海拔 1300~1500m 之间, 土壤为呈酸性的黄红壤, 有机质含量高, 土层深厚, 年均温 16°C 以上, 属中亚热带气候, 年降雨 1000~1200mm, 物种较多, 植被复杂多样, 种质资源丰富, 主要有云南松、油杉、麻栎、锥栎等。适应栽培多种经济林木; 海拔 1000~2000m 之间, 土壤以砂页岩、白云质石灰岩发育的黄棕壤、红壤为主,

呈中性偏酸，气候温和，湿度大，主要树种有云南松、油杉等；海拔 2000 - 2500m 之间，气候冷凉、多雾，以石灰岩发育的棕壤及砂页岩发育的黄棕壤为主，有机质丰富，土壤肥沃，主要树种有化香、黄杞、盐肤木、清香树、红果树、黄背栎等。

项目区所在地海拔 2486~2746m 之间，主要生长树种有化香、黄杞、盐肤木、清香树、红果树、黄背栎、云南松、华山松、高山杜鹃、小果冬青、干香柏、云南樟、厚皮香、地檀香、马婴花、马桑、火棘等乔灌木，草本植物有天门冬、沿阶草、卵叶兔耳风、紫花苜蓿、紫花苜蓿、黑麦草、早熟禾、鱼鳞蕨等。项目区占地范围内林草覆盖率为 78.69%。

1.2.2 水土流失及水土保持情况

根据关于印发“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，2013 年 8 月）、水利部公告〔2006〕2 号文“关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”和云南省水利厅公告第 49 号“云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告”，项目建设区涉及的富民县永定街道不属于国家级和省级重点治理区及重点预防区。

方案编制阶段根据中华人民共和国水利部公告〔2006〕2 号文“关于划分国家级水土流失重点防治区的公告”及云南省人民政府云政发〔2007〕165 号文“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”划分，龙马风电场位于昆明市富民县境内，属“国家级重点治理区”和“省级重点监督区、重点治理区”，水土流失防治标准等级执行建设类 I 级标准。按全国土壤侵蚀类型区划标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，土壤侵蚀模数允许值为 $500t/km^2 \cdot a$ 。

昆明市富民县龙马风电场工程为线、点状工程，建设过程中土石方挖、填方数量大，其水土流失主要集中在风机平台、道路工程建设扰动，施工将直接导致原地貌遭到严重破坏，使得地表土壤的抗冲能力降低，水土流失加剧。

经查阅水土保持监测、监理报告，工程建设期间现场存在的主要水土流失问题体现在以下方面：1、风机机组施工期间产生大量开挖土方，造成较长时间裸露施工面，易产生水土流失；

2、集电线路施工过程中电缆沟开挖、回填造成临时堆土和地表持续扰动，易产生水土流失；

3、道路工程区在建设过程中产生大量开挖土石方及回填土石方，施工期间持续地表扰动，易造成水土流失。

2 水土保持方案和设计情况

2.1 主体工程设计

云南省电力设计院受云南国电电力富民风电开发有限公司的委托，按照国家发展和改革委员会发改办能源〔2003〕1287号文关于《全国大型风电场建设前期工作大纲》及《风电场预可行性研究报告编制办法》（发改能源〔2003〕1403号）的要求，云南省电力设计院于2011年10月编制完成《云南省昆明市富民县金铜盆风电场工程总体规划报告》，于2011年12月编制完成《云南省昆明市富民县龙马风电场工程预可行性研究报告》，2012年1月13日，云南省能源局以“云能源水电〔2012〕5号”印发《云南省能源局关于同意昆明市富民县龙马风电场工程开展前期工作的通知》。2014年12月26日，取得云南省发展和改革委员会文件《云南省发展和改革委员会关于昆明市富民县龙马风电场工程核准的批复》（云发改能源〔2014〕1747号）。

2.2 水土保持方案编报审批

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规的规定，2012年3月建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司委托昆明滇禹勘察设计院有限公司进行本项目水土保持方案编制工作，于2012年4月编制完成《昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案可行性研究报告（送审稿）》（以下简称“《水保方案》”）。云南省水利厅于2012年6月7日召开了《昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案可行性研究报告》（送审稿）技术评审会，编制单位根据与会专家及领导的意见，对方案进行了认真修改，于2012年6月底完成了《昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿），2012年7月30日，取得《云南省水利厅关于准予昆明市富民县龙马风电场工程水土保持方案可行性研究报告的批复》（云水保〔2012〕259号）。

2.3 水土保持变更情况

本项目地点、规模、弃渣未发生重大变化，水土保持方案未做变更方案或补充方案。根据监测过程，本项目实际建设较水保方案发生以下变化：

一、主体工程变化

1、风机机组区

根据《水保方案》与实际建设情况进行对比，由于《水保方案》编制阶段为预可研阶段，实际建设过程中考虑环境保护、实际征地情况及对周边居民耕地影响情况等对部分风机机组位置进行了优化调整，尤其吊装平台，尽量减少施工占压及扰动。《水保方案》中风机机组区占地面积为 5.94hm^2 ，实际建设过程中，风机基础、箱变及电缆沟占地面积与《水保方案》基本一致，吊装平台占地面积减少 0.04hm^2 ，实际建设风机机组区总占地面积为 5.90hm^2 。

2、集电线路区

根据《水保方案》与实际建设情况进行对比，《水保方案》中原设计集电线路全部为架空线路，集电线路总长 13.50km ，实际建设集电线路为直埋电缆敷设和架空线路相结合的方式，集电线路总长度 24.20km ，其中直埋电缆沟 19.30m ，架空线路 4.90km ，设塔基 16 基。

3、道路工程区

根据《水保方案》与实际建设情况进行对比，《水保方案》中场内道路总长 15.00km ，施工主线道路长 10.20km ，施工支线道路长 4.80km ，实际建设场内道路总长 13.50km ，施工主线道路长 7.39km ，施工主线道路减少 2.81km ，施工支线道路长 6.11km ，施工支线道路增加 1.31km 。

4、施工辅助设施区

根据《水保方案》与实际建设情况进行对比，《水保方案》中原设计施工辅助设施区布置在场址中部 9#、10#风机附近区域，主要包括混凝土拌和系统、石料堆场及砂石加工系统、设备临时堆放场、材料仓库和施工生活区等，占地面积为 0.60hm^2 。实际建设过程中，为减少占地，混凝土拌和系统、石料堆场及砂石加工系统、设备临时堆放场、材料仓库利用金铜盆风电场施工营地，施工生活区租用周边民房，本项目未布设施工生产生活区。

5、弃渣场区

根据《水保方案》与实际建设情况进行对比，原设计规划有 2 个弃渣场，1#弃渣场位于 10#风机机组区东南侧场内道路旁，占地面积为 1.55hm^2 ，弃渣场设计容量为 9.49万 m^3 ；2#弃渣场位于 6#风机机组区东北侧场内道路旁，占地面积为 0.86hm^2 ，弃渣场设计容量为 7.25万 m^3 。实际建设过程中，由于风机机组位置优化、道路长度减少，实际建设过程中开挖土石方量减少，土石方综合利用，未产生废弃土石方，原设计弃渣场未启用。

二、水土保持相关变化

1、工程占地面积变化

《水保方案》中项目建设区占地面积为 27.90hm²,其中风机机组区占地面积为 5.94hm²,集电线路区占地面积为 0.75hm²,场内道路区占地面积为 18.20hm²,施工辅助设施区占地面积为 0.60hm²,弃渣场区占地面积为 2.41hm²。

实际项目建设区占地面积为 20.43hm²,其中风机机组区占地面积为 5.21hm²,集电线路区占地面积为 0.35hm²,场内道路区占地面积为 14.18hm²。

占地面积变化原因为:由于《水保方案》为可研阶段,风电机组安装平台未计算完全开挖平台的占地面积,实际风机安装平台占地面积较《水保方案》减少了 0.04hm²,工程实际建设工程中集电线路区全部直埋电缆沟变为直埋电缆敷设和架空线路相结合的方式,占地面积较《水保方案》减少了 0.40hm²,道路工程优化调整,占地面积较《水保方案》减少了 4.02hm²,未单独设置施工辅助设施区占地面积较《水保方案》减少了 0.60hm²,项目建设过程中土石方开挖和回填平衡,未产生废弃土石方,方案设计弃渣场未启用,占地面积较《水保方案》减少了 2.41hm²。

表 2-1 工程占地面积变化情况统计表 单位: hm²

序号	项目组成		方案批复面积 (hm ²)	实际扰动面积 (hm ²)	对比变化 (hm ²)
一	风机机组区	箱变及电缆沟	0.03	0.03	0.00
		风机基础	0.66	0.66	0.00
		风机机组吊装平台	5.25	5.21	-0.04
		小计	5.94	5.90	-0.04
二	集电线路		0.75	0.35	-0.40
三	场内道路区	永久路面	9.75	7.03	-2.72
		临时路面	8.45	7.15	-1.30
		小计	18.20	14.18	-4.02
四	施工辅助设施区		0.60	0.00	-0.60
五	弃渣场		2.41	0.00	-2.41
合计			27.90	20.43	-7.47

2、土石方数量变化

《水保方案》中工程土石方开挖量总计为 48.89 万 m³(包括表土剥离收集 3.34 万 m³),土石方总回填量为 33.19 万 m³,绿化覆土 3.34 万 m³,产生弃渣量 12.36 万 m³。

工程建设实际产生开挖方 40.48 万 m³,其中土石方开挖 37.38 万 m³,表土剥离 3.10 万 m³;土石方总回填量为 40.38 万 m³,其中土石方基础回填 37.38 万 m³,绿化覆土 3.10 万 m³,未产生弃渣。

土石方开挖总量减少了 8.41 万 m³，土石方总回填量增加了 3.95 万 m³，永久弃渣量减少 12.36 万 m³。

表 2-2 《水保方案》设计土石方与工程实际土石方对比情况表（万 m³）

序号	项目组成		方案批复土石方情况 (万 m³)			实际土石方情况 (万 m³)			对比变化 (万 m³)		
			开挖	回填	废弃	开挖	回填	废弃/调运	开挖	回填	废弃
一	风机机组区	箱变及电缆沟	0.05	0.05	0.00	0.06	0.05	0.01	0.01	0.00	0.01
		风机基础	3.76	2.32	1.44	3.89	3.76	0.13	0.13	1.44	-1.31
		风机机组吊装平台	9.29	5.37	3.92	6.98	7.50	-0.52	-2.31	2.13	-4.44
		小计	13.10	7.74	5.36	10.93	11.31	-0.38	-2.17	3.57	-5.74
二	集电线路区		0.97	0.97	0.00	2.38	2.36	0.02	1.41	1.39	0.02
三	场内道路区		33.99	26.99	7.00	27.17	26.81	0.36	-6.82	-0.18	-6.64
四	施工辅助设施区		0.35	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.35	-0.35	0.00
五	弃渣场		0.48	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.48	-0.48	0.00
合计			48.89	36.53	12.36	40.48	40.48	0.00	-8.41	3.95	-12.36

2.4 水土保持后续设计

2018 年 4 月，建设单位委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司进行《云南省昆明市富民县龙马风电场工程水土保持工程施工设计图》设计，2018 年 9 月，施工图设计完毕。

2.5 水土保持验收范围

依据工程《水保方案》及其批复文件，本项目水土流失防治责任范围总面积为 40.53hm²，其中项目建设区 27.90hm²，直接影响区 12.63hm²。

表 2-3 《水保方案》防治责任范围统计表 单位：hm²

序号	分区	项目建设区(hm ²)	直接影响区(hm ²)	防治责任范围(hm ²)
1	风机机组区	5.94	2.27	8.21
2	集电线路	0.75	0.33	1.08
3	场内道路	18.2	9.12	27.32
4	施工辅助设施区	0.6	0.15	0.75
5	弃渣场	2.41	0.76	3.17
合 计		27.90	12.63	40.53

2.6 水土流失防治目标

依据工程《水保方案》及其批复文件，本工程水土流失防治等级执行建设类 I 级标准。

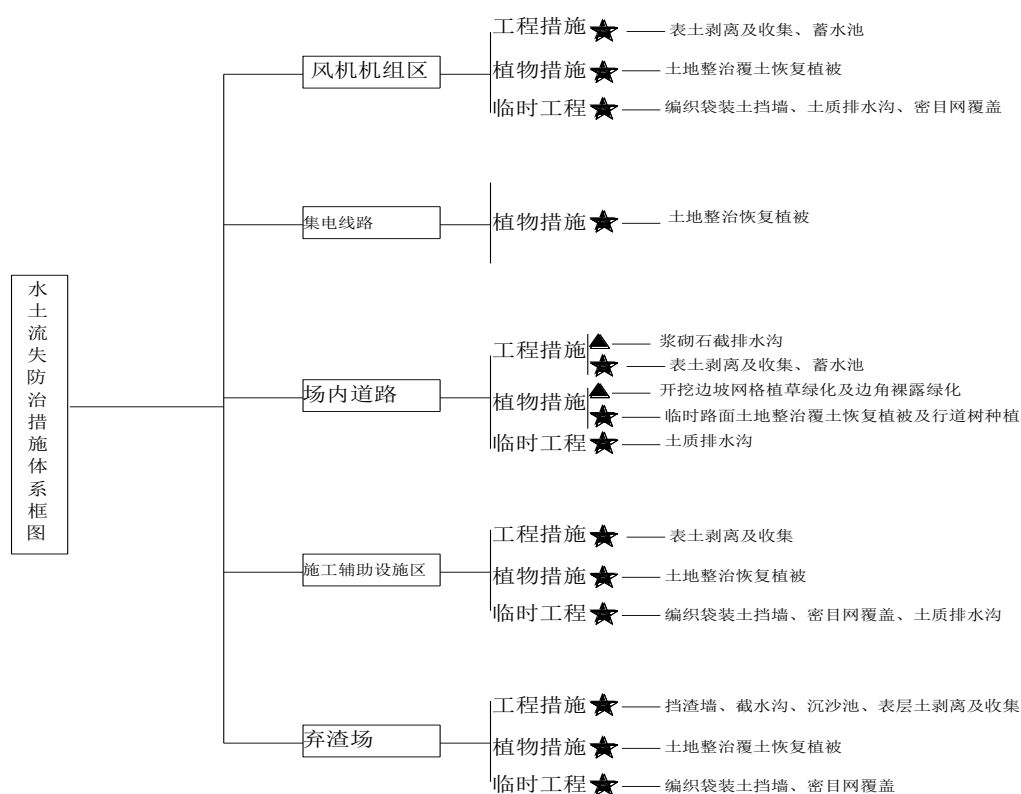
表 2-3 《水保方案》确定的防治标准

防治标准	计算方法	方案目标值
扰动土地整治率（%）	项目建设区内扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的百分比	95
水土流失总治理度（%）	项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分比	97
土壤流失控制比	项目建设区内，容许土壤流失量与治理后的平均土壤流失强度之比	1.0
拦渣率（%）	项目建设区内采取措施实际拦挡的弃土（石、渣）量与工程弃土（石、渣）总量的百分比	95
林草植被恢复率（%）	项目建设区内，林草类植被面积占可恢复林草植被面积的百分比	99
林草覆盖率（%）	林草类植被面积占项目建设区面积的百分比	27

2.7 水土保持措施和工程量

一、水土保持措施整体布局

《水保方案》根据水土流失防治分区，工程措施和植物措施有机结合，点、线、面水土流失防治相互辅佐，充分发挥工程措施的控制性和时效性，保证在短时期内遏制或减少水土流失，利用水保林草和土地整治措施蓄水保土，保护新生地表，实现水土流失彻底防治。具体如下：



（图中▲表示主体设计中计入本方案投资的措施；★表示本方案新增措施）

图 2-1 水土保持措施体系图

二、水土保持措施工程量

（一）工程措施

《水保方案》设计的水土保持工程措施有：

1、主体设计

（1）场内道路区：M7.5 浆砌石截水沟 1500.00m，M7.5 浆砌石排水沟 9000.00m。

2、方案新增

（1）风机机组区：表土剥离 1.05 万 m^3 ，蓄水池 21 个；

（2）场内道路区：表土剥离 1.69 万 m^3 ，蓄水池 5 个；

（3）施工辅助设施区：表土剥离 0.12 万 m^3 ；

（4）弃渣场：表土剥离 0.48 万 m^3 ，浆砌石挡墙 116m，截水沟 302m，沉沙池 1 座。

表 2-4 《水保方案》设计的水土保持工程措施量

项目分区	措施		单位	方案批复数量	备注
风机机组区	表土剥离		万 m ³	1.05	方案新增
	蓄水池	数量	个	21	方案新增
		土石方开挖	m ³	117.94	
		砖砌体	m ³	56.88	
		C15 砼	m ³	4.38	
场内道路区	截水沟	长度	m	1500.00	主体设计
		M7.5 浆砌石量	m ³	945.00	
	排水沟	长度	m	9000.00	主体设计
		M7.5 浆砌石量	m ³	4050.00	
	表土剥离		万 m ³	1.69	方案新增
	蓄水池	数量	个	5	方案新增
		土石方开挖	m ³	25.50	
		砖砌体	m ³	8.25	
		C15 砼	m ³	0.75	
施工生产生活区	表土剥离		万 m ³	0.12	方案新增
弃渣场	表土剥离		万 m ³	0.48	方案新增
	挡渣墙	长度	m	116.00	方案新增
		土石方开挖	m ³	631.04	
		M7.5 浆砌石量	m ³	1133.32	
	截水沟	长度	m	302.00	方案新增
		土石方开挖	m ³	144.96	
		M7.5 浆砌石量	m ³	102.68	
	沉沙池	数量	座	1	方案新增
		土石方开挖	m ³	3.06	
		砖砌筑	m ³	1.89	

(二) 植物措施

《水保方案》设计的水土保持植物措施有：

1、主体设计

(1) 场内道路区：网格植草绿化 1.18hm²，沿线裸露边角绿化 0.97hm²。

2、方案新增

(1) 风机机组区：土地整治 5.25hm³，植被恢复面积 5.25hm²，绿化覆土 1.05 万 m³，紫花苜蓿、黑麦草各 157.50kg，抚育管理 5.25hm²；

(2) 集电线路区：土地整治 0.31hm²，植被恢复面积 0.31hm²，紫花苜蓿、黑麦草各 9.3kg；

(3) 场内道路区：穴状整地 3750 个，种植行道树（干香柏）3750 株，三角支撑 3750 个；土地整治 8.45hm²，植被恢复 8.45hm²，绿化覆土 1.69 万 m³，紫花苜蓿、黑麦草各 253.50kg，抚育管理 8.45hm²；

(4) 施工辅助设施区: 土地整治 0.60hm^2 , 植被恢复 0.60hm^2 , 紫花苜蓿、黑麦草各 18.0kg ;

(5) 弃渣场: 土地整治 2.38hm^2 , 植被恢复 2.38hm^2 , 绿化覆土 0.48 万 m^3 , 穴状整地 10576 个, 栽植灌木 10576 株 (火棘、马桑各 5288 株), 草籽 142.80kg (紫花苜蓿、黑麦草 71.40kg), 抚育管理 2.38hm^2 。

表 2-5 《水保方案》设计的水土保持植物措施量

序号	防治分区		措施类型	措施名称	单位	原方案批复
1	风机机组区	风机机组吊装平台	植物措施	土地整治	hm²	5.25
				绿化覆土	万 m³	1.05
				植被恢复	hm²	5.25
				紫花苜蓿	kg	157.50
				黑麦草	kg	157.50
				抚育管理	hm²	5.25
2	集电线路		植物措施	土地整治	hm²	0.31
				植被恢复	hm²	0.31
				紫花苜蓿	kg	9.30
				黑麦草	kg	9.30
3	场内道路区		植物措施	主体设计网格植草绿化	hm²	1.18
				主体设计沿线裸露边角绿化	hm²	0.97
				穴状整地	个	3750
				三角桩	个	3750
				种植行道树（干香柏）	株	3750
				土地整治	hm²	8.45
				绿化覆土	万 m³	1.69
				植被恢复	hm²	8.45
				紫花苜蓿	kg	253.50
				黑麦草	kg	253.50
				抚育管理	hm²	8.45
4	施工辅助设施区		植物措施	土地整治	hm²	0.60
				植被恢复	hm²	0.60
				紫花苜蓿	kg	18.00
				黑麦草	kg	18.00
5	弃渣场		植物措施	土地整治	hm²	2.38
				绿化覆土	万 m³	0.48
				植被恢复	hm²	2.38
				穴状整地	个	10576
				火棘	株	5288
				马桑	株	5288
				紫花苜蓿	kg	71.40
				黑麦草	kg	71.40
				抚育管理	hm²	2.38

(三) 临时措施

《水保方案》设计的水土保持临时措施有:

1、方案新增

- (1) 风机机组区：临时排水沟 3150m，临时拦挡 315m，临时覆盖 6500m²；
- (2) 场内道路区：临时排水沟 7000m；
- (3) 辅助施工设施区：临时土质截水沟 350m，临时拦挡 70m，临时覆盖 420m²；
- (4) 弃渣场：临时拦挡 600m，临时覆盖 4500m²。

表 2-6 《水保方案》设计的水土保持临时措施量

序号	防治分区	措施类型	措施名称	单位	方案批复	序号
1	风机机组区	风机机组吊装平台	临时措施	排水沟	m	3150
				临时拦挡	m	315
				临时覆盖	m ²	6500
2	场内道路区		临时措施	临时排水沟	m	7000
3	施工辅助设施区		临时措施	土质截水沟	m	350
				临时拦挡	m	70
				临时覆盖	m ²	420
4	弃渣场		临时措施	临时拦挡	m	600
				临时覆盖	m ²	4500

2.8 水土保持投资

根据《水保方案》及其批复文件，云南省昆明市富民县龙马风电场工程水土保持估算总投资为 744.10 万元，其中，主体工程设计中计入本方案的水保投资为 130.36 万元，本方案新增水保投资为 613.74 万元。在方案新增投资中，工程措施 121.07 万元；植物措施 278.67 万元；施工临时工程 53.98 万元；独立费用 98.95 万元（其中，水土保持监测费为 30.23 万元，水土保持工程建设监理费为 16 万元）；基本预备费 33.16 万元；水土保持设施补偿费为 27.90 万元。

表 2-7 水土保持投资估算总表 单位：万元

序号	工程或费用名称	方案新增投资						主体工程 已入的投资	合计（万 元）	占总投资 的比例 （%）
		建安工程费	植物措施费		设备费	独立费 用	小 计（万 元）			
			栽（种）植 费	苗木、草、 种子费						
第一部分 工程措施		121.07					121.07	124.40	245.47	32.99
1	风机机组区	29.88								
2	场内道路	43.79						124.40		
3	施工辅助设施区	3.08								
4	弃渣场	44.32								
第二部分 植物措施			264.94	13.73			278.67	5.97	284.63	38.25
1	风机机组区		28.51	2.52						
2	集电线路		0.20	0.15						
3	场内道路		49.04	5.93				5.97		
4	施工辅助设施区		0.38	0.29						
5	弃渣场		186.81	4.84						
第三部分 施工临时工程		53.98					53.98		53.98	7.25
1	施工临时防护工程	45.99								
1.1	风机机组区	16.74								
1.2	场内道路	1.38								
1.3	施工辅助设施区	3.12								
1.4	弃渣场	24.75								
2	其它临时工程	7.99								
第四部分 独立费用						98.95	98.95		98.95	13.30
1	建设管理费					9.07				
2	工程建设监理费					16.00				
3	水土保持方案编制费					12.00				
4	科研勘测设计费					18.15				
5	水土保持监测费					30.23				
6	水土保持设施竣工验收 技术评估报告编制 费					12.00				
7	水土保持技术文件技 术咨询服务费					1.50				
一至四部分合计		175.06	264.94	13.73	0.00	98.95	552.68			
基本预备费							33.16		33.16	4.46
总投资		175.06	264.94	13.73	0.00	98.95	585.84			
水土保持设施补偿费							27.90		27.90	3.75
合 计							613.74	130.36	744.10	100.00

3 水土保持方案实施情况

3.1 水土流失防治责任范围

3.1.1 建设期实际的水土流失防治责任范围

根据工程建设实际情况,通过实地监测核实、查阅项目征地文件、分析有关竣工资料,得出工程截止目前水土流失防治责任范围共计 29.37hm^2 ,其中项目建设区面积为 20.43hm^2 ,直接影响区面积为 8.94hm^2 ,本项目建设过程中实际水土流失防治责任范围见表 3-1。

表 3-1 建设实际水土流失防治责任范围表 单位: hm^2

序号	分区	项目建设区(hm^2)	直接影响区(hm^2)	防治责任范围(hm^2)
1	风机机组区	5.90	1.77	7.67
2	集电线路区	0.35	0.10	0.45
3	场内道路区	14.18	7.07	21.25
合 计		20.43	8.94	29.37

3.1.2 水土流失防治责任范围变化情况

工程实际扰动水土流失防治责任范围面积为 29.37hm^2 ,实际发生的防治责任范围较《水保方案》减少了 11.16hm^2 ,其中项目建设区面积减少了 7.47hm^2 ,直接影响区面积减少了 3.69hm^2 ,工程水土流失防治责任范围面积对比情况见表 3-2。

表 3-2 水土流失防治责任范围对比情况 单位: hm^2

序号	项目	面积 (hm^2)		对比 (+、-)
		设计	实际	
项目建设区	风机机组区	5.94	5.90	-0.04
	集电线路区	0.75	0.35	-0.40
	场内道路区	18.20	14.18	-4.02
	施工辅助设施区	0.60	0.00	-0.60
	弃渣场	2.41	0.00	-2.41
	小 计	27.90	20.43	-7.47
直接影响区	风机机组区	2.27	1.77	-0.50
	集电线路区	0.33	0.10	-0.23
	场内道路区	9.12	7.07	-2.05
	施工辅助设施区	0.15	0.00	-0.15
	弃渣场	0.76	0.00	-0.76
	小 计	12.63	8.94	-3.69
合计		40.53	29.37	-11.16

防治责任范围变化原因如下:

(1) 项目建设区

①由于水土保持方案为可研阶段,风电机组安装平台未计算完全开挖平台的占地面积,实际风机安装平台占地面积较《水保方案》减少了 0.04hm^2 ;

②工程实际建设工程中集电线路区全部直埋电缆沟变为直埋电缆敷设和架空线路相结合的方式,占地面积较《水保方案》减少了 0.40hm^2 ;

③在建设过程中建设单位严格控制用地红线,道路工程优化调整,占地面积较《水保方案》减少了 4.02hm^2 ;

④实际建设过程中材料堆放场、混凝土生产系统及设备临时堆放场均设在风机平台,未单独设置施工辅助设施区占地面积较《水保方案》减少了 0.60hm^2 ;

⑤项目建设过程中土石方开挖和回填平衡,未产生废弃土石方,方案设计弃渣场未启用,占地面积较《水保方案》减少了 2.41hm^2 。

(2) 直接影响区

工程实际建设过程建设单位非常重视水土保持,实际建设过程中尽量减少直接影响区的扰动,故直接影响区减少了 3.69hm^2 。

综上所述本工程水土流失防治责任范围减少了 11.16hm^2 。

3.2 取(弃)土场

3.2.1 取料情况

根据《水保方案》,本工程未设计取土(石、料)场;本工程在实际建设过程中也未设取料场。工程实际使用的砂石料均全部采用外购。

3.2.2 弃渣情况

根据工程建设实际情况,通过实地监测核实、查阅项目征地文件、分析有关竣工资料,本工程开挖土石方用于风机平台、道路路基填筑,未产生废弃土石方,原设计2座弃渣场均未启用。

3.3 水土保持措施总体布局

根据工程的水土流失防治分区,在分析评价主体工程已有水土保持措施的基础上,针对工程建设施工活动引发水土流失的特点及造成危害的程度采取有效的水土流失防治措施,把水土保持工程措施与植物措施有机结合起来,并把主体工程中已有水土保持工程

纳入水土流失防治措施体系中，合理确定水土保持措施的总体布局，以形成完整、科学的水土保持防治措施体系。水土保持措施防治措施布局情况见表 3-2。

表 3-2 水土保持措施对比表

序号	防治分区		措施类型	方案批复水土保持措施体系	实际实施水土保持措施体系
一	风机机组区	箱变及电缆沟	工程措施	/	表土剥离★
		风机基础	工程措施	/	表土剥离★
		风机机组吊装平台	工程措施	表土剥离★、蓄水池★	表土剥离★、浆砌石挡墙★、排水沟★、沉沙池★、松木桩★、顺接设施★
			植物措施	撒草绿化★、抚育管理★	撒草绿化★、种植樱花★、种植爬山虎★、抚育管理★
			临时措施	临时排水沟★、临时拦挡★、临时覆盖★	临时覆盖★、临时排水沟★、临时拦挡★
二	集电线路区		工程措施		表土剥离★
			植物措施	撒草绿化★	撒草绿化★、抚育管理★
			临时措施	/	临时覆盖★
三	场内道路区		工程措施	截水沟☆、排水沟☆、表土剥离★、蓄水池★	排水沟☆、浆砌石挡墙★、排水沟★、表土剥离★、沉沙池★、涵管★、松木桩★、干砌石挡墙★、泄水槽★
			植物措施	网格植草绿化☆、沿线裸露边角绿化☆、种植行道树★、撒草绿化★、	种植行道树（樱花）★、撒草绿化★、种植爬山虎★、抚育管理★
			临时措施	临时排水沟★	临时排水沟★
四	施工辅助设施区		工程措施	表土剥离★	/
			植物措施	撒草绿化★	/
			临时措施	土质截水沟★、临时拦挡★、临时覆盖★	/
五	弃渣场		工程措施	浆砌石挡墙★、截水沟★、沉沙池★	/
			植物措施	植树撒草★	/
			临时措施	临时拦挡★、临时覆盖★	/
主体设计：☆					

通过对比，本项目实际实施的水土保持防治措施体系、措施类型较水土保持方案批复水土保持防治措施体系提高了防治标准。

3.4 水土保持措施完成情况

3.4.1 已实施的工程措施情况

一、《水保方案》批复工程措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持工程措施为：

1、主体设计:

(1) 场内道路区: M7.5 浆砌石截水沟 1500.00m, M7.5 浆砌石排水沟 9000.00m。

2、方案新增:

(1) 风机机组区: 表土剥离 1.05 万 m³, 蓄水池 21 个;

(2) 场内道路区: 表土剥离 1.69 万 m³, 蓄水池 5 个;

(3) 施工辅助设施区: 表土剥离 0.12 万 m³;

(4) 弃渣场: 表土剥离 0.48 万 m³, 浆砌石挡墙 116m, 截水沟 302m, 沉沙池 1 座。

二、实际实施工程措施情况

根据施工结算资料及监测过程量测, 截止 2020 年 5 月, 昆明市富民县龙马风电场工程实施的工程措施为:

1、风机机组区: 表土剥离 0.78 万 m³, 浆砌石挡墙 1846.13m³, 排水沟 621.78m, 沉沙池 4 个, 顺接设施 8.00m, 松木桩 2080.12m²;

2、集电线路: 表土剥离 0.05 万 m³;

3、场内道路区: 表土剥离 2.13 万 m³, 浆砌石排水沟 13496.62m, 浆砌石挡墙 7212.58m³, 排水沟修缮 (C20 浇筑) 213.68m³, 沉沙池 33 个, 涵管 220.00m, 顺接设施 79.00m, 松木桩 12381.80m², 干砌石挡墙 105.00m³, 泄水槽 107.00m, 蓄水池 1 座。

具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 3-3。

表 3-3 实际实施与方案设计的工程措施工程量对比表

序号	防治分区		措施类型	措施名称	单位	原方案批复	实际实施	变化情况对比 (+、-)
1	风机机组区	箱变及电缆沟	工程措施	表土剥离	万 m³	0.00	0.01	0.01
		风机基础	工程措施	表土剥离	万 m³	0.00	0.13	0.13
		风机机组吊装平台	工程措施	表土剥离	万 m³	1.05	0.78	-0.27
				蓄水池	个	21	0	-21
				浆砌石挡墙	m³	0.00	1846.13	1846.13
				排水沟	m	0.00	621.78	621.78
				沉沙池	个	0	4	4
				顺接设施	m	0.00	8.00	8.00
				松木桩	m²	0.00	2080.12	2080.12
2	集电线路		工程措施	表土剥离	万 m³	0.00	0.05	0.05
3	场内道路区		工程措施	表土剥离	万 m³	1.69	2.13	0.44
				蓄水池	个	5	1	-4
				主体设计浆砌石截	m	1500.00	0	-1500.00

			水沟				
			主体设计浆砌石排水沟	m	9000.00	13496.62	4496.62
			浆砌石挡墙	m ³	0.00	7212.58	7212.58
			排水沟修缮（C20浇筑）	m ³	0.00	213.68	213.68
			沉沙池	个	0	33	33
			涵管	m	0.00	220.00	220.00
			顺接设施	m	0.00	79.00	79.00
			松木桩	m ²	0.00	12381.8	12381.8
			干砌石挡墙	m ³	0.00	105.00	105.00
			泄水槽	m	0.00	107.00	107.00
4	施工辅助设施区	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.12	0	-0.12
5	弃渣场	工程措施	表土剥离	万 m ³	0.48	0	-0.48
			浆砌石挡墙	m	116.00	0	-116
			截水沟	m	302.00	0	-302.00
			沉沙池	座	1	0	-1

本工程水土保持工程措施量发生的主要变化有：

（1）风机机组区：

①水保方案设计对风机机组区进行表土剥离收集，实际建设过程中，工程占地面积减少，表土剥离量随用地面积减少；

②水保方案设计蓄水池由于项目区无实施条件，取消了蓄水池的设计，后期植被养护用水采用水车拉水灌溉；

③为提高风机机组吊装平台的防护标准，实际建设过程中，新增了浆砌石挡墙、排水沟、沉沙池、顺接设施和松木桩等措施。

（2）集电线路区：

①水保方案未对集电线路扰动区域设计表土剥离，实际建设过程中，对该区域扰动区域进行了表土剥离。

（3）场内道路区：

①水保方案设计对场内道路区进行表土剥离收集，实际建设过程中，由于表土较厚，增加了表土剥离厚度，表土剥离量随之增加；

②根据道路区实际情况，主体设计浆砌石截水沟未实施，增加了浆砌石排水沟的数量，可满足项目区截排水要求；

②根据场内道路区实际情况，为保证后期排水，结合排水出口实际地形情况，对主体

设计实施局部排水沟进行了修缮加高；

③为保证边坡稳定，避免雨水冲刷后形成水土流失，实际施工时增加了浆砌石挡墙、沉沙池、涵管、顺接设施、松木桩、干砌石挡墙、泄水槽等措施；

（4）由于实际建设中未单独设置施工辅助设施区，为对该区域扰动，因此未进行表土剥离收集；

（5）由于工程实际建设过程中未启用方案设计的弃渣场，未对该区域扰动，因此未对该区域实施表土剥离、浆砌石挡墙、截水沟、沉沙池等措施。

验收项目组认为，昆明市富民县龙马风电场工程水土保持工程措施基本能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位，能发挥工程水土保持的效益。

实施的工程措施照片集



风机平台排水沟

风机机组区浆砌石挡墙



风机机组区沉沙池



风机机组区松木桩



场内道路区浆砌石挡墙



场内道路区排水沟（浆砌石+C20 砼浇筑）





场内道路区排水沟（浆砌石+C20 砼浇筑）



场内道路区沉沙池



消力设施



场内道路区松木桩

3.4.2 已实施的植物措施情况

一、《水保方案》批复植物措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持植物措施为：

1、主体设计

(1) 场内道路区：网格植草绿化 1.18hm^2 ，沿线裸露边角绿化 0.97hm^2 。

2、方案新增

(1) 风机机组区：土地整治 5.25hm^2 ，植被恢复面积 5.25hm^2 ，绿化覆土 1.05万 m^3 ，紫花苜蓿、黑麦草各 157.50kg ，抚育管理 5.25hm^2 ；

(2) 集电线路：土地整治 0.31hm^2 ，植被恢复面积 0.31hm^2 ，紫花苜蓿、黑麦草各 9.3kg ；

(3) 场内道路区：穴状整地 3750 个，种植行道树（干香柏）3750 株，三角支撑 3750 个；土地整治 8.45hm^2 ，植被恢复 8.45hm^2 ，绿化覆土 1.69万 m^3 ，紫花苜蓿、黑麦草各 253.50kg ，抚育管理 8.45hm^2 ；

(4) 施工辅助设施区：土地整治 0.60hm^2 ，植被恢复 0.60hm^2 ，紫花苜蓿、黑麦草各 18.0kg ；

(5) 弃渣场：土地整治 2.38hm^2 ，植被恢复 2.38hm^2 ，绿化覆土 0.48万 m^3 ，穴状整地 10576 个，栽植灌木 10576 株（火棘、马桑各 5288 株），草籽 142.80kg （紫花苜蓿、黑麦草 71.40kg ），抚育管理 2.38hm^2 。

二、实际实施植物措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料，截至 2020 年 5 月，本项目水土保持植物措施实施为：

1、风机机组区：土地整治 5.21hm^2 ，绿化覆土 1.30万 m^3 ，穴状整地 636 个，栽植樱

花 636 株, 爬山虎 1019 株, 植被恢复 5.21hm^2 , 草籽 312.6kg (高羊茅、早熟禾各 156.30kg), 抚育管理 5.21hm^2 ;

2、集电线路: 土地整治 0.12hm^2 , 绿化覆土 0.03万 m^3 , 植被恢复 0.12hm^2 , 草籽 7.2kg (高羊茅、早熟禾各 3.60kg), 抚育管理 0.12hm^2 ;

3、场内道路区: 土地整治 7.15hm^2 , 绿化覆土 1.77万 m^3 , 穴状整地 3127 个, 种植行道树樱花 3127 株, 爬山虎 12925 株, 草籽 429.00kg (高羊茅、早熟禾各 214.50kg), 抚育管理 7.15hm^2 。

具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 3-4。

表 3-4 实际实施与方案设计的植物措施工程量对比表

序号	防治分区		措施类型	措施名称	单位	方案批复	实际实施	变化情况对比 (+、-)
1	风机机组区	风机机组吊装平台	植物措施	土地整治	hm^2	5.25	5.21	-0.04
				绿化覆土	万 m^3	1.05	1.3	0.25
				穴状整地	个	0	636	636
				植被恢复	hm^2	5.25	5.21	-0.04
				紫花苜蓿	kg	157.50	0	-157.50
				黑麦草	kg	157.50	0	-157.50
				樱花	株	0	636	636
				爬山虎	株	0	1019	1019
				高羊茅	kg	0.00	156.3	156.30
				早熟禾	kg	0.00	156.3	156.30
				抚育管理	hm^2	5.25	5.21	-0.04
2	集电线路		植物措施	土地整治	hm^2	0.31	0.12	-0.19
				绿化覆土	万 m^3	0.00	0.03	0.03
				植被恢复	hm^2	0.31	0.12	-0.19
				紫花苜蓿	kg	9.30	0	-9.30
				黑麦草	kg	9.30	0	-9.30
				高羊茅	kg	0.00	3.60	3.60
				早熟禾	kg	0.00	3.60	3.60
				抚育管理	hm^2	0.00	0.12	0.12
3	场内道路区		植物措施	主体设计网格植草绿化	hm^2	1.18	0	-1.18
				主体设计沿线裸露边角绿化	hm^2	0.97	0	-0.97
				穴状整地	个	3750	3127	-623
				三角桩	个	3750	0	-3750
				种植行道树(干香柏)	株	3750	0	-3750
				樱花	株	0	3127	3127
				爬山虎	株	0	12925	12925
				土地整治	hm^2	8.45	7.15	-1.30

			绿化覆土	万 m ³	1.69	1.77	0.08
			植被恢复	hm ²	8.45	7.15	-1.30
			紫花苜蓿	kg	253.50	0	-253.50
			黑麦草	kg	253.50	0	-253.50
			高羊茅	kg	0.00	214.5	214.50
			早熟禾	kg	0.00	214.5	214.50
			抚育管理	hm ²	8.45	7.15	-1.30
4	施工辅助设施区	植物措施	土地整治	hm ²	0.60	0	-0.60
			植被恢复	hm ²	0.60	0	-0.60
			紫花苜蓿	kg	18	0	-18.00
			黑麦草	kg	18	0	-18.00
5	弃渣场	植物措施	土地整治	hm ²	2.38	0	-2.38
			绿化覆土	万 m ³	0.48	0	-0.48
			植被恢复	hm ²	2.38	0	-2.38
			穴状整地	个	10576	0	-10576
			火棘	株	5288	0	-5288
			马桑	株	5288	0	-5288
			紫花苜蓿	kg	71.40	0	-71.40
			黑麦草	kg	71.40	0	-71.40
			抚育管理	hm ²	2.38	0	-2.38

本工程水土保持植物措施量发生的主要变化有：

(1) 风机机组区实际实施过程中增加了风机平台周边樱花栽植、边坡爬山虎栽植，草籽有方案设计的紫花苜蓿、黑麦草换为高羊茅、早熟禾，植被恢复面积由于工程占地面积减少 0.04hm² 随之减少 0.04 hm²；

(2) 集电线路区由于由原设计全部采用直埋电缆沟的形式变为直埋电缆沟和架空线路相结合的形式，扰动地表面积减少，导致植物措施面积相应减少，因此集电线路区植物措施面积减少了 0.19hm²，草籽有方案设计的紫花苜蓿、黑麦草换为高羊茅、早熟禾；

(3) 实际建设过程中道路工程进行优化，尽量减少了扰动面积，因此路侧平台种植行道树的数量由原设计 3750 株减少为 3127 株，边坡植草面积由原设计 8.45hm² 减少为 7.15hm²，植物措施面积减少 1.30hm²，增加了边坡区爬山虎种植，草籽有方案设计的紫花苜蓿、黑麦草换为高羊茅、早熟禾；

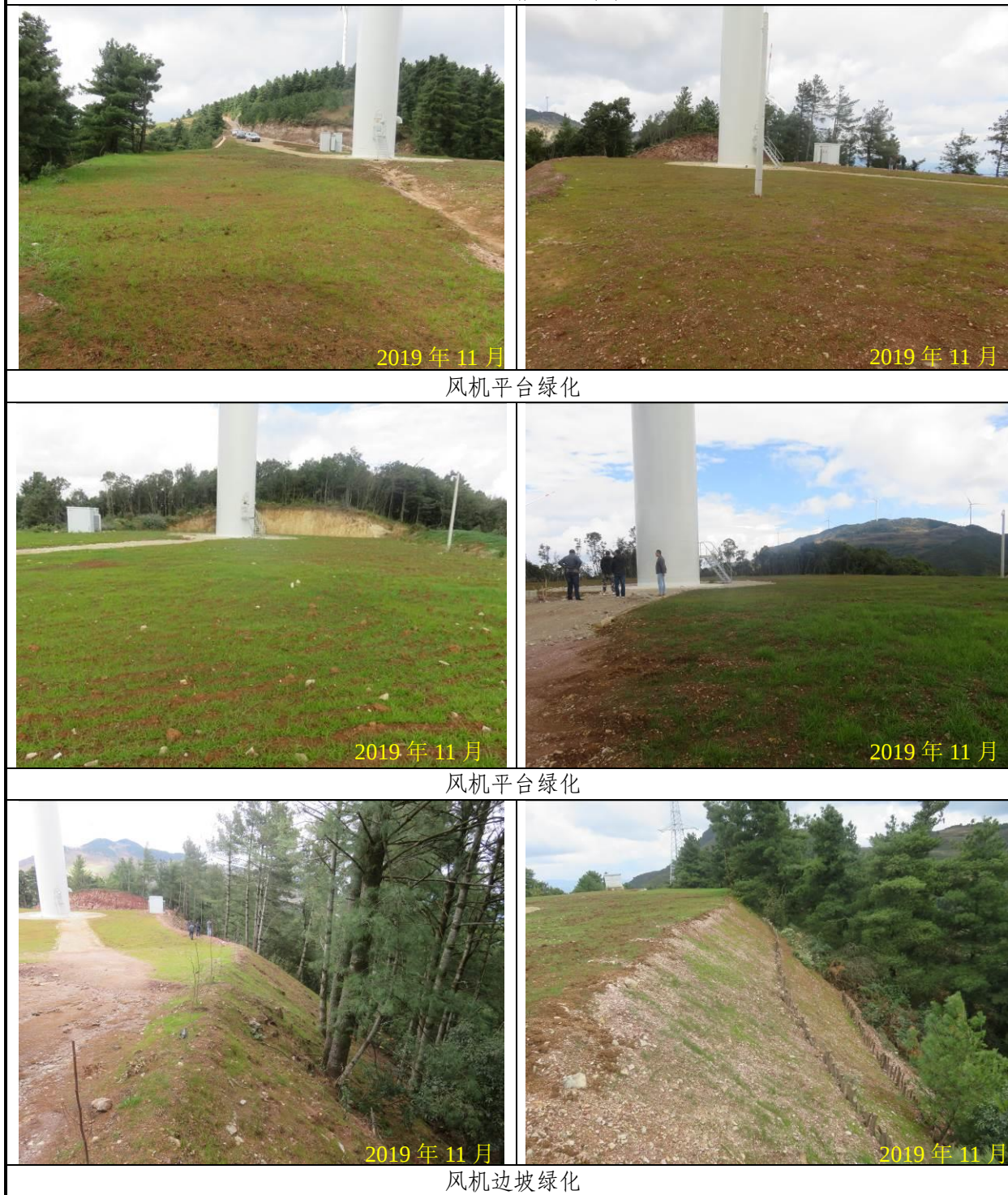
(4) 实际建设过程中未单独设置施工辅助设施区，未造成地表扰动，因此该区域植物措施面积减少 0.60hm²；

(5) 实际建设过程中弃渣场未启用，未造成地表扰动，因此该区域植物措施面积减少 2.38hm²。

验收项目组认为，昆明市富民县龙马风电场工程实际实施植物措施工程量较水保方案设计有所变化，但现植物措施实施区域植被生长良好，植被覆盖度高，无裸露地表，植物

措施保存率、成活率达标，亦能够满足项目区水土流失防治要求，实际实施情况基本到位。

实施的植物措施照片集







3.4.3 已实施的临时措施情况

一、《水保方案》批复临时措施情况

根据《水保方案》及其批复文件，方案批复水土保持植物措施为：

1、方案新增：

- (1) 风机机组区：临时排水沟 3150m，临时拦挡 315m，临时覆盖 6500m²；
- (2) 场内道路区：临时排水沟 7000m；
- (3) 辅助施工设施区：临时土质截水沟 350m，临时拦挡 70m，临时覆盖 420m²；
- (4) 弃渣场：临时拦挡 600m，临时覆盖 4500m²。

二、实际实施临时措施情况

根据施工单位结算资料及监理单位资料，项目建设期内本项目实际实施的水土保持临时措施实施为：

- 1、风机机组区：临时排水沟 3160m，临时拦挡 279m，临时覆盖 15426m²；
- 2、集电线路：临时覆盖 1600m²；
- 3、场内道路区：临时排水沟 5925m。

具体实施工程量情况及与方案批复的工程措施对比表见表 3-5。

表 3-5 实际实施与方案设计的植物措施工程量对比表

序号	防治分区		措施类型	措施名称	单位	方案批复	实际实施	变化情况对比（+、-）
1	风机机组区	风机机组吊装平台	临时措施	排水沟	m	3150	3160	10
				临时拦挡	m	315	279	-36
				临时覆盖	m²	6500	15426	8926
2	集电线路		临时措施	临时覆盖	m²	0	1600	1600
3	场内道路区		临时措施	临时排水沟	m	7000	5925	-1075

4	施工辅助设施区	临时措施	土质截水沟	m	350	0	-350
			临时拦挡	m	70	0	-70
			临时覆盖	m ²	420	0	-420
5	弃渣场	临时措施	临时拦挡	m	600	0	-600
			临时覆盖	m ²	45000	0	-4500

本工程水土保持临时措施发生的主要变化有：

（1）风机机组区临时编织土袋挡墙减少了 36m，减少原因为：实际建设中风机平台优化了设计减少了占地面积，表土剥离随之减少，需拦挡量减少，因此减少了临时编织土袋的工程量。

（2）集电线路区增加了临时覆盖 1600m²，增加原因：集电线路塔基基础施工造成的边坡裸露区域为避免造成水土流失增加了临时无纺布覆盖；

（3）场内道路区临时排水沟减少 1075m，减少原因：主体工程优化调整，场内施工道路有所调整，场内施工道路有所减少，随之临时排水沟数量有所减少；

（4）实际建设过程中未单独设置施工辅助设施区，未造成地表扰动，因此该区临时措施取消；

（5）实际建设过程中弃渣场未启用，未造成地表扰动，因此该区域临时措施取消。

验收项目组认为，昆明市富民县龙马风电场工程水土保持临时措施数量与方案批复相比有所变化，但实际实施临时措施类型与工程量能够满足施工期间的项目区水土流失防治要求，起到了一定的水土保持效果，项目建设未造成较大的水土流失影响。



3.5 水土保持投资完成情况

一、实际完成投资情况

昆明市富民县龙马风电场工程实际实施水土保持总投资 1114.28 万元，其中主体工程设计措施的投资 337.42 万元，水土保持方案新增投资 781.27 万元。水土保持总投资中工程措施费 727.85 万元，植物措施费 263.73 万元，临时措施费 15.90 万元，独立费用 78.90 万元（其中建设管理费 13.40 万元，科研勘测设计费 12.00 万元，水土流失监测费 12.00 万元，水土保持方案编制费 20.00 万元，验收报告编制费 12.00 万元，水土保持技术报告技术咨询服务费 1.50 万元），水土保持补偿费 27.90 万元。项目实际完成水土保持投资详见表 3-6。

表 3-6 实际完成的水土保持投资表 单位: 万元

编号	工程或费用名称	新增投资				主体计列的水保投资	总计
		建安工程费	植物措施费	独立费用	小计		
第一部分 工程措施		390.43			390.43	337.42	727.85
一	风机机组区	84.62			84.62		84.62
二	集电线路区	0.45			0.45		0.45
三	场内道路区	305.36			305.36	337.42	642.78
第二部分 植物措施			263.73		263.73		263.73
一	风机机组区		105.47		105.47		105.47
二	集电线路区		2.38		2.38		2.38
三	场内道路区		155.88		155.88		155.88
第三部分 临时措施		15.90			15.90		15.90
一	风机机组区	12.75			12.75		12.75
二	集电线路区	4.80			4.80		4.80
三	场内道路区	2.67			2.67		2.67
一至三部分合计		406.33	263.73	0.00	670.06	337.42	1011.80
第四部分 独立费用		0.00	0.00	78.90	78.90	0.00	78.90
一	建设管理费			13.40	13.40		13.40
二	工程监理费			8.00	8.00		8.00
三	科研勘测设计费			12.00	12.00		12.00
四	水土保持监测费			12.00	12.00		12.00
五	水土保持方案编制费			20.00	20.00		20.00
六	水土保持设施验收报告编制费			12.00	12.00		12.00
七	水土保持技术报告技术咨询服务费			1.50	1.50		1.50
一至四部分合计		406.33	263.73	78.90	753.37	337.42	1090.79
水土保持补偿费				27.90	27.90		27.90
水土保持工程总投资		406.33	263.73	106.80	776.86	337.42	1114.28

二、完成投资对比变化情况

根据项目实际实施措施投资情况以及主体工程、水土保持方案设计资料分析, 项目建设水土保持措施实际投资为1114.28万元, 较方案批复的总投资增加374.59万元, 其中工程措施投资增加482.38万元, 植物措施投资减少20.91万元, 临时措施投资减少30.09万元, 独立费用减少20.05万元, 基本预备费减少33.16万元。水土保持措施投资完成情况对比分析见表3-7。

表 3-7 水土保持措施投资完成情况对比分析表 单位：万元

编号	工程或费用名称	批复投资	实际投资	变化情况
第一部分 工程措施		245.47	727.85	482.38
一	风机机组区	29.88	84.62	54.74
二	集电线路区	0.00	0.45	0.45
三	场内道路区	168.19	642.78	474.59
四	施工辅助设施区	3.08	0.00	-3.08
五	弃渣场	44.32	0.00	-44.32
第二部分 植物措施		284.64	263.73	-20.91
一	风机机组区	31.03	105.47	74.44
二	集电线路区	0.35	2.38	2.03
三	场内道路区	60.94	155.88	94.94
四	施工辅助设施区	0.67		-0.67
五	弃渣场	191.65		-191.65
第三部分 临时措施		53.98	15.90	-30.09
一	风机机组区	16.74	12.75	-3.99
二	集电线路区		0.48	0.48
三	场内道路区	1.38	2.67	1.29
四	施工辅助设施区	3.12		-3.12
五	弃渣场	24.75		-24.75
六	其他临时工程	7.99		-7.99
一至三部分合计		584.09	1007.48	423.39
第四部分 独立费用		98.95	78.90	-20.05
一	建设管理费	9.07	13.40	4.33
二	工程监理费	16.00	8.00	-8.00
三	科研勘测设计费	18.15	12.00	-6.15
四	水土保持监测费	30.23	12.00	-18.23
五	水土保持方案编制费	12.00	20.00	8.00
六	水土保持设施验收报告编制费	12.00	12.00	0.00
七	水土保持技术报告技术咨询服务费	1.50	1.50	0.00
一至四部分合计		683.04	1086.38	403.34
一	基本预备费	33.16	0	-33.16
三	水土保持补偿费	27.90	27.90	0.00
水土保持工程总投资		744.10	1114.28	370.18

三、完成投资变化原因分析：

(1) 工程措施投资增加482.38万元，原因是实际建设中提高了防治标准，增加了表土剥离、浆砌石挡墙、干砌石挡墙、沉沙池、涵管、松木桩等措施，且原设计排水沟工程量

增加，因此因此相应的工程措施投资增加。

（2）植物措施投资减少20.91万元，原因是：未单独设置施工辅助设施区以及未启用方案设计弃渣场，区域植物措施面积减少，因此导致植物措施投资减少。

（3）临时措施投资减少0.06万元，原因是：未单独设置施工辅助设施区以及未启用方案设计弃渣场，区域临时措施取消。

（4）独立费用投资减少20.05万元，原因是水土流失监测费、验收报告编制费按实际合同价记列，工程监理与主体工程共同使用，监理费纳入主体工程投资中，导致独立费用有所减少。

（5）基本预备费减少33.16万元，主要是由于本项目未产生重大变更，未启用预备费用。

4 水土保持工程质量

4.1 质量管理体系

工程自开工以来,通过不断总结、完善,建立了以建设单位、设计、监理、施工、监测、检测及上级公司质量专家等构成的质量管理框架,即“业主负责、施工保证、社会监理、专家把关、政府监督”的行之有效的工程质量管理体系,各参建单位建立健全了质量保障体系和监督体系,通过各种制度,措施保障体系的有效运行。

4.1.1 建设单位质量管理

项目实施过程中,建设单位始终把加强质量管理、确保工程质量放在首要位置,实行全过程的质量控制和监督。施工过程中全面实行了项目法人责任制、招标投标制和工程监理制,建立健全了“项目法人负责,监理单位控制,承包商保证,政府监督”的质量保证体系。工程质量管理过程中实行计划调度会议制度、现场协调会议制度、现场碰头会议制度、监理工地例会制度、技术设计审查制度、技术设计交底制度、施工组织设计审查制度、安全施工方案审查制度、工程建设安全管理制度、质量检查抽查制度、工程质量监督管理制度、工程计划统计管理制度、工程预结算管理制度等管理制度。水土保持工程的建设与管理亦纳入了整个工程的建设管理体系中。工程质量检验资料齐全,程序完善,均有监理、施工单位的签章,符合质量管理的要求。

4.1.2 设计单位质量保证体系和管理制度

项目实施过程中,主体设计单位制定了质量管理体系,保障了项目设计质量,把设计质量放在重要位置,全过程对工程设计质量进行控制和监督。在工程的勘测设计过程中,强化公司、室、组三级质量管理机构的职责履行,总工程师负责指导监督质量管理体系的有效运行。总工室在总工程师领导下行使职权,明确专人负责协助项目组设总,直接参与工程全过程的质量管理活动,在工程建设全过程对有关政策、设计标准、深度规定、限额设计要求的贯彻执行,新技术、结构、材料的应用等进行有效的管理和监督,并协调各相关专业,确保文件在各有关专业室正确、迅速的传递,在设计手段和资源的配置,技术、档案资料的利用及勘测设计成品的印制出版质量等方面起到可靠的保证和支撑作用。客服计划人员根据合同工期要求,全面跟踪检查工程进度实施情况,加大工期考核力度,确保合同工期的按期履行。

为满足工程项目的勘察设计要求,公司以文件形式规定了勘察设计质量有关的过程开

发、运作和控制的主要责任、权限、报告渠道及各专业间相互接口。同时选派技术职称和勘察设计技术水平相应的，符合任职资格条件的人员，承担工程的勘察设计审定、审核工作。

公司建立了设计图纸和技术文件的设计质量评审制度，坚持三级审核制度，评审过程中应做好技术经济分析，论证设计的合理和先进性，采用新技术必须以保证工程质量为前提，进行技术性、安全性、经济性的论证，并按规定履行审批程序。

建立健全质量监督检查制度、改进机制并制定、完善质量责任及相应的考核办法，加大质量管理和产品质量的考核、奖惩力度，确保勘测设计产品质量。

4.1.3 监理单位质量保证体系和管理制度

施工质量控制是工程监理过程中最主要的环节，同时也是监理工作中工作量最大的一项任务。监理单位按照工程招投标法规定，选择福建省宏闽电力工程监理有限公司开展本项目的监理工作，对经水务部门审批通过的水土保持方案的实施过程进行监理，确保水土保持方案批复的水土保持措施落到实处。

施工前，项目监理部建立了以总监理工程师为核心的质量控制体系，明确了各工作人员的基本工作职责和工作程序，使监理工作能井然有序的开展、实施。施工现场质量控制以事前控制为主，以事中控制为辅，并把事后控制作为检测工作成效、反馈控制信息的手段。通过对工程实行预控、检查、验评，从而保证总体质量目标的实现。

4.1.4 质量监督单位质量保证体系和管理制度

质量监督单位通过勘察现场情况，定期对施工期间各类生产质量进行检查，提醒施工单位的具体任务和责任，组织监测单位进行定期监测成果报告，对项目施工期间各项施工指标进行实时评价与完善补充。

4.1.4 施工单位质量保证体系和管理制度

项目施工单位设置专职的质量管理人员，制定各类质量管理制度，实行“班组讨论、公司复检、项目部终检”的三检制度。建立质量责任制，建立以质量为中心的经济承包责任制，明确各施工人员的具体任务和责任，层层落实质量关。综上，本项目施工质量管理体系是健全和完善的。

4.2 各防治分区水土保持工程质量评价

工程质量的检验按行业的有关规定执行。质量评定程序为：施工单位自评，建设单位和监理单位抽验认定，质量监督机构核定。一般分项工程质量由施工单位质监部门组织自

评，监理单位核定。分部工程由施工单位质监部门自评，监理单位复核，建设单位核定。单位工程质量评定是在施工单位自评的基础上，由建设单位复核或委托监理单位复核，报质量监督机构核定。工程质量等级评定标准见表 4-1。

表 4-1 工程质量等级评定标准

项 目	质量等级	评 定 标 准
单元工程	合 格	检查项目符合质量标准；检测项目的合格率不小于 80%
	优 良	检查项目符合质量标准；检测项目的合格率不小于 90%
分部工程	合 格	单元工程质量全部合格；中间产品质量及原材料质量全部合格
	优 良	单元工程质量全部合格，其中有 50%以上达到优良，主要单元工程质量优良；中间产品质量及原材料质量全部合格
单位工程	合 格	分部工程质量全部合格；中间产品质量及原材料质量全部合格 施工质量检验资料基本齐全
	优 良	分部工程质量全部合格，其中有 50%以上达到优良，主要分部工程质量优良；中间产品质量及原材料质量全部合格；施工质量检验资料齐全

建设单位在技术人员内抽调 1~2 名具有相关专业知识的技術负责人负责工程质量控制，并要求分管技术负责人直接领导。

4.2.1 工程项目划分及结果

根据《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006)中，工程质量评定项目划分标准，昆明市富民县龙马风电场工程水土保持措施共划分为 6 个单位工程，10 项分部工程和 500 个单元工程。①单位工程：按照工程类型和便于质量管理的原则，按本项目实际情况划分为土地整治工程、降水蓄渗工程、斜坡防护工程、防洪排导工程、植被建设工程和临时防护工程；②分部工程：在单位工程的基础上按照功能相对独立，工程类型的原则，划分为场地整治、降水蓄渗、工程护坡、排洪导流设施、点片状植被、线网状植被、拦挡、排水、沉沙、覆盖；③单元工程：主要按规范规定，结合工种、工序、施工的基本组成划分，是工程质量评定、工程计量审核的基础。工程划分标准见表 4-2，项目划分情况见表 4-3。

表 4-2 单元工程划分标准

单位工程	分部工程	单元工程划分	备注
斜坡防护工程	工程护坡	1、基础面清理及削坡开级,坡面高度在 12m 以上的施工面长度每 50m 作为一个单元工程,坡面高度在 12m 以下的每 100m 作为一个单元工程 2、浆砌石、干砌石或喷涂水泥砂浆,相应坡面护砌高度,按施工面长度每 50m 或 100m 作为一个单元工程 3、坡面有涌水现象时,设置反滤体,相应坡面护砌高度,以每 50m 或 100m 作为一个单元工程 4、坡脚护砌或排水渠,相应坡面护砌高度,每 50m 或 100m 作为一个单元工程	本标准参照水利部—水土保持工程质量评定规程 (SL336-2006) 制定。
土地整治工程	场地整治	每 0.1~1hm ² 作为一个单元工程,不足 0.1hm ² 可单独作为一个单元工程,大于 1hm ² 的可划分为两个以上单元工程	
防洪排导工程	排洪导流设施	每单元工程长 50m~100m,不足 50m 可单独作为一个单元工程	
降水蓄渗工程	降水蓄渗	每个单元工程 30~50m ³ ,不足 30m ³ 可单独作为一个单元工程,大于 50m ³ 的可划分为两个以上单元工程	
植被建设工程	点片状植被	以设计的图斑作为一个单元工程,每个单元工程面积 0.1~1hm ² ,大于 1hm ² 的可划分为两个以上单元工程	
	线状植被	按长度划分,每 100m 为一个单元工程	
临时防护工程	拦挡	每个单元工程量为 50~100m,不足 50m 的可单独作为一个单元工程,大于 100m 的可划分为两个以上单元工程	
	排水	按长度划分,每 50~100 为一个单元工程	
	覆盖	按面积划分,每 100~1000m ² 作为一个单元工程,不足 100 m ² 的可单独作为一个单元工程,大于 1000m ² 的可划分为两个以上单元工程	

表 4-3 水土保持措施质量评定单位工程、分部工程划分情况表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分 (个)	单元工程评定				分部工程质量评定	单位工程质量评定	项目工程质量评定
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%			
土地整治工程	△场地整治	风机机组区	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		集电线路	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	3	3	100	/	/	合格	合格	合格
降水蓄渗工程	降水蓄渗	场内道路区	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
斜坡防护工程	△工程护坡	风机机组区	10	10	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	33	33	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
		风机机组区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	7	7	100	/	/	合格	合格	合格
防洪排导工程	防洪导流设施	风机机组区	7	7	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	135	135	100	/	/	合格	合格	合格
		风机机组区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	3	3	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
植被建设工程	△点片状植被	风机机组区	6	6	100	/	/	合格	合格	合格
		集电线路	1	1	100	/	/	合格	合格	合格

		场内道路区	8	8	100	/	/	合格	合格	合格
	线网状植被	场内道路区	125	125	100	/	/	合格	合格	合格
临时防护工程	△拦挡	风机机组区	3	3	100	/	/	合格	合格	合格
	△排水	风机机组区	32	32	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	60	60	100	/	/	合格	合格	合格
	覆盖	风机机组区	16	16	100	/	/	合格	合格	合格
		集电线路	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
	沉沙	风机机组区	4	4	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	33	33	100	/	/	合格	合格	合格
合计	10		500	500						

4.2.2 各防治分区工程质量评定

1、工程措施质量评定

根据《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006), 工程质量评定项目划分标准, 针对工程划分的 4 个单位工程、4 项分部工程共计 210 个单元工程进行了工程措施的现场勘查、资料抽查核实, 210 个单元工程合格数 210 个, 经工程质量评定, 水土保持工程措施工程质量等级为合格。

项目建设区内相应水土保持工程措施布局到位, 工程措施质量符合设计和规范要求, 各项水保措施能有效发挥其各自的水土保持功能。目前, 完成的水土保持工程措施质量合格, 基本满足了有关技术规范的要求, 使工程区的水土流失得到了基本控制。工程质量可靠, 没有出现安全稳定问题。降水蓄渗工程、斜坡防护工程混凝土浇筑体稳定, 外表美观, 无裂纹、缺角现象, 截排水沟设施断面尺寸满足要求, 排水通畅, 满足过流能力, 未见裂缝、沉降和淤积, 运行正常, 质量合格。水土保持工程措施质量评定情况见表 4-4。

表 4-4 水土保持工程措施质量评定结果

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分 (个)	单元工程评定				分部工程 质量 评定	单位工程 质量 评定	项目工程 质量 评定
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%			
土地整治工程	△场地整治	风机机组区	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		集电线路	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	3	3	100	/	/	合格	合格	合格
降水蓄渗工程	降水蓄渗	场内道路区	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
斜坡防护工程	△工程护坡	风机机组区	10	10	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	33	33	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
		风机机组区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	7	7	100	/	/	合格	合格	合格
防洪排导工程	防洪导流设施	风机机组区	7	7	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	135	135	100	/	/	合格	合格	合格
		风机机组区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	3	3	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
4	4		210	210	100					

本项目水土保持工程措施建设过程中将水土保持工程纳入主体工程施工之中，水土保持建设与主体工程建设同步进行，质量保证体系完善。对进入工程实体的原材料、中间产品和成品进行抽样调查、试验，对不合格材料严禁投入使用，有效保证了工程质量。水土保持工程措施从原材料、中间产品至成品质量合格，水土保持设施结构尺寸规则，外表整齐，质量符合设计和规范要求，工程质量总体合格。

2、植物措施质量检验

植物措施的质量检验是按照分部工程要求进行的。在材料检验方面，主要检查种子、苗木的质量和数量，审查外购种子的检疫证明；施工单位自检种子的质量、数量。监理工程师主要对单元工程抽查，评定单元质量指标是否达到设计要求；建设单位的竣工验收则采取最后清算的办法，以成活率、合格率和外观质量来确定工程的优劣。水土保持植物措施质量等级评定见表 4-5。

表 4-5 植物措施工程质量评价情况统计表

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分 (个)	单元工程评定				分部工程 质量 评定	单位工程 质量 评定	项目工程 质量 评定
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%			
植被建设工程	△点片状植被	风机机组区	6	6	100	/	/	合格	合格	合格
		集电线路	1	1	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	8	8	100	/	/	合格	合格	合格
	线网状植被	场内道路区	125	125	100	/	/	合格	合格	合格
1	2		140	140	100					

经调查核实,本项目水土保持植物措施总体布局合理,树种选择适宜,具有较好的水土保持功能;林草植物栽培措施得当,建立了较规范的绿化区域养护制度,林草成活率和保存率较高,发挥了较好的水土保持功能,本工程水土保持植物绿化措施符合水保方案要求。

本工程水土保持工程植物措施经过评定,工程质量达到合格标准。

3、临时措施质量评定

根据《水土保持工程质量评定规程》(SL336-2006),工程质量评定项目划分标准,针对工程划分的 1 个单位工程、4 项分部工程共计 150 个单元工程进行了临时措施的现场勘查、资料抽查核实,150 个单元工程合格数 150 个,经工程质量评定,水土保持临时防护措施工程质量等级为合格。

临时排水沟过流能力正常,发挥施工期间排出汇水的作用,临时拦挡起到阻挡土体泥沙外泄的作用,临时覆盖效果较好,临时措施总体质量合格。水土保持临时防护措施质量评定情况见表 4-6。

表 4-6 水土保持工程措施质量评定结果

单位工程	分部工程	布设位置	单元工程划分 (个)	单元工程评定				分部工程 质量 评定	单位工程 质量 评定	项目工程 质量 评定
				合格项数	合格率%	优良项数	优良率%			
临时防护工程	△拦挡	风机机组区	3	3	100	/	/	合格	合格	合格
	△排水	风机机组区	32	32	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	60	60	100	/	/	合格	合格	合格
	覆盖	风机机组区	16	16	100	/	/	合格	合格	合格
		集电线路	2	2	100	/	/	合格	合格	合格
	沉沙	风机机组区	4	4	100	/	/	合格	合格	合格
		场内道路区	33	33	100	/	/	合格	合格	合格
1	4		150	150	100					

施工期间临时排水沟正常运行,能及时排出施工期间汇水,临时拦挡、覆盖有效,极大地避免了施工期间可能产生的水土流失,临时防护措施质量总体合格。

4.3 总体质量评价

在工程建设过程中，建设单位建立了一套完整的水土保持质量保证体系。同时，把好原材料关，合理调整施工工艺和工序，加强巡视检查、质量监控；控制中间产品，对施工的各项工序、隐蔽工程工作程序进行控制，通过采取以上措施，有效的保证了工程质量。本项目水土保持工程措施使用材料质量合格，项目各建设区域布设的水土保持工程措施整体上基本达到了控制工程建设水土流失的要求，符合国家水土保持法律法规及技术规范、标准的有关规定和要求，工程质量总体合格，基本具备竣工验收的条件。

5 项目运行及水土保持效果

5.1 初期运行情况

自 2019 年 6 月工程完工后，水土保持设施在试运行期间的管护工作由云南国电电力富民风电开发有限公司运行管理部负责，该部门制定有相应的规章制度、乔草植被养护要求，并委托专门单位进行现场巡视，如发现有运行问题及时反馈相关部门予以解决。建设单位按照运行管理规定，加强对防治责任范围内的各项水土保持设施的管理维护，委托专门单位负责对绿化植株进行洒水、施肥、除草等管护，不定期检查清理排水沟道内淤泥的泥沙。

建设单位对水土保持设施的管理维护责任已落实，水土保持设施运行正常，各防治措施起到了较好的水土流失防治效果。

5.2 水土保持效果

5.2.1 水土流失治理

一、扰动土地整治率

扰动土地是指开发建设项目在建设活动中形成的各类挖损、占压、堆弃用地，均以垂直投影面积计。扰动土地整治面积，指对扰动土地采取各类整治措施的面积。扰动土地整治率为水保措施防治面积、永久建筑物面积之和与扰动地表面积的比值。

根据监理单位提供资料及现场监测情况，工程扰动土地面积为 20.43hm^2 ，扰动土地整治面积为 20.43hm^2 ，扰动土地整治率达 99.9%，达到水土流失防治目标。具体分析见表 5-1。

表 5-1 扰动土地整治率计算表 单位： hm^2

防治分区	扰动土地总面积 (hm^2)	项目建设区扰动土地整治面积(hm^2)			扰动土地整治率 (%)
		①水土保持措施 面积	②建构物及场地硬 化面积	结果=(①+②)	
风机机组 区	5.90	5.21	0.69	5.9	99.9
集电线路	0.35	0.12	0.23	0.35	99.9
场内道路 区	14.18	7.15	7.03	14.18	99.9
合计	20.43	12.48	7.95	20.43	99.9

二、水土流失总治理度

水土流失总治理度为项目建设区内水土流失治理达标面积占水土流失总面积的百分

比。本工程建设区内仍存在水土流失区域为建构筑物、硬化以外的区域，水土流失面积为 12.48hm^2 ，水土流失总治理面积 12.48hm^2 。通过水土保持工程措施和植物措施进行治理后，水土流失总治理度达 99.9%。具体分析见表 5-2。

表 5-2 水土流失总治理度计算表 单位: hm^2

防治分区	建设区水土流失总面积(hm^2)			水土保持措施面积(hm^2)	水土流失总治理度(%)
	①项目区总面积	②建构筑物及场地硬化面积	结果=(①-②)		
风机机组区	5.9	0.69	5.21	5.21	99.9
集电线路	0.35	0.23	0.12	0.12	99.9
场内道路区	14.18	7.03	7.15	7.15	99.9
合计	20.43	7.95	12.48	12.48	99.9

三、拦渣率

根据监测调查及施工、监理资料，本工程实际建设过程中未产生永久弃渣，拦渣率达 95%以上，达到了治理目标值。

四、土壤流失控制比

土壤流失控制比是指项目区容许土壤流失量与水土保持措施实施后土壤侵蚀强度之比。项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区，容许土壤流失量为 $500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。通过各水土保持工程措施和植物措施的实施，项目区各分区的土壤侵蚀模数均低于或等于容许值。各项防治措施实施后，项目区加权平均土壤流失强度降到 $422.10\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，经计算项目区土壤流失控制比为 1.18，达到了治理目标。

5.2.2 生态环境和土地生产力恢复

一、林草植被恢复率

林草植被恢复率为林草类植被面积与可恢复林草植被面积的比值，其中可恢复林草植被面积指在当前经济、技术条件下通过分析论证确定的可以采取植物措施的面积，不含国家规定应恢复农耕的面积。

根据监测结果，本工程林草植被恢复面积为 12.48hm^2 ，可恢复林草植被面积为 12.48hm^2 ，林草植被恢复率达 99.9%。

二、林草覆盖率

林草面积是指开发建设项目项目区内所有人工和天然森林、灌木林和草地的面积。

根据监测结果，本工程植物措施面积为 12.48hm^2 ，项目区总面积为 20.43hm^2 ，林草覆

盖率达 61.09%。

综上所述，本工程水土保持措施实施后，有效控制了新增水土流失数量，具有较好的生态效益，各项指标均能达到防治目标值。各项指标达标情况见表 5-3。

表 5-5 水土流失防治效果达标情况

序号	防治指标类型	防治标准值	实际指标	达标情况
1	扰动土地治理率（%）	95	99.9	达标
2	水土流失治理度（%）	97	99.9	达标
3	土壤流失控制比	1	1.18	达标
4	拦渣率（%）	95	95	达标
5	林草植被恢复率（%）	99	99.9	达标
6	林草覆盖率（%）	27	61.09	达标

5.2.3 公众满意度调查

根据技术评估工作的有关规定和要求，在评估工作过程中，评估组共向建设区周围群众发放 40 张调查表，通过抽样进行民意调查。目的在于解项目建设对当地经济影响等水土保持工作对周边环境的影响，同时通过民众监督，对该项目建设过程水土保持工作进行公开评价，促进水土保持宣传的同时，使开发建设项目水土保持工作达到“建设单位负责、社会监督”的作用，从而做为本次技术评估工作的参考依据。

通过调查数据统计，调查对象包括农民、工人、干部、学生等，被调查者中 20~30 岁 10 人、30~50 岁 27 人，50 岁以上 3 人；其中男性 26 人，女性 14 人。在被调查者 40 人中，95%的人认为项目建设促进了当地经济的发展；85%的人认为当地环境得到了保护；70%的人认为项目建设弃土弃渣得到妥善处理，后期管理也做的好；有 90%的人认为项目对防治水土流失采取的植被恢复措施发挥较好的防护作用。公众调查情况见表 5-6。

表 5-6 公众调查情况表

一、调查人员结构组成情况									
调查年龄段		20-30 岁		30-50 岁		50 岁以上		男	女
调查总数	40 人	10		27		3		26	14
职 业		农民		工人		干部		学生	
人 数		31		2		2		5	
二、答卷情况分析结果									
调查项目评价	好	占总数 (%)	一般	占总数 (%)	差	占总数 (%)	说不清	占总数 (%)	
对当地经济影响	38	95	3	7.5	0	0	1	2.5	
对当地环境影响	34	85	2	5	0	0	1	2.5	
对弃土弃渣管理	28	70	5	12.5	0	0	1	2.5	

林草植被建设	36	90	2	5	0	0	2	5
土地恢复情况	34	85	4	10	0	0	2	5
合 计	176	88	16	40	0	0	7	17.5

调查结果表明，项目区周围群众多数认为昆明市富民县龙马风电场工程对促进当地经济发展有积极意义、项目建设造成水土流失得到有效治理、工程建设中的弃土弃渣管理规范、林草植被建设也比较好。工程竣工后，对项目区实施了绿化美化和生态恢复，并取得了明显的效果。

6 水土保持管理

6.1 组织领导

昆明市富民县龙马风电场工程水土保持责任领导为张光华，前期规划部、建管部、竣工办、技术部、质量安全部管理人员为成员。

建设单位在项目完成前期工作后、项目开工时委托及时监测单位开展水土保持监测工作，在项目建设过程中，建设单位按照批复的水保方案，实施了临时措施、工程措施、植物措施等水土保持措施，该阶段水保措施与主体工程同时实施；项目于 2019 年 6 月竣工后，实施后的永久水保措施与主体工程同时试运行。在施工过程中，建设单位、设计单位、施工单位和监理单位加强水土保持法等法律法规的学习，制定了详细的水土保持措施实施进度，加强计划管理，水土保持植物措施与主体工程达到同时设计，同时施工，同时投产使用的“三同时”制度。

6.2 规章制度

在项目建设期间，建设单位建立了以质量管理为核心的一系列规章制度，形成了施工、监理、设计、建设管理单位各尽其职、密切配合的合作关系，并在工程建设过程中给予逐步完善，水土保持工作也作为基本内容纳入主体工程的管理中。在项目计划合同管理方面，本工程制定了招投标管理、施工管理、财务管理等制度，逐步建立了一整套行之有效的管理制度和体系，依据制度建设和管理体系，避免了人为操作的随意性。在施工质量保证制度和体系方面，本工程则进一步明确了施工检验、检查的具体方法和要求，落实了质量责任，防止建设过程中不规范的行为。

在项目建设期间，工程监理部门始终把管理与协调、工程质量控制、投资控制、安全文明施工和环境保护以及施工进度控制看作工作重点，为保证水土保持工程的质量奠定了基础，为提高工程质量提供了保障。

6.3 建设过程

在工程建设过程中，为了保证水土保持工程的施工质量和进度，建设单位将水土保持的施工材料采购及供应、施工单位招标程序纳入了主体工程管理程序中。工程开工后，建设、设计、施工、监理等各单位协调合作，坚持“质量第一”的原则，严格按照施工技术规范要求施工，建立了严格的质量保证和监督体系，实行质量自控自检、监理小组旁站监理、

建设单位巡视抽查、质监单位查验核实制度，保障了工程建设的质量。

6.4 监测监理

6.4.1 监测

为客观评价项目水土保持设施实施情况及水土保持设施对工程建设产生水土流失的防治效果，并为工程水土保持专项验收提供必备的监测资料，2018年4月建设单位云南国电电力富民风电开发有限公司委托昆明龙慧工程设计咨询有限公司承担本项目的水土保持监测工作。

受云南国电电力富民风电开发有限公司委托后，昆明龙慧工程设计咨询有限公司成立专门的水土保持监测组，组织技术人员成立监测小组于2018年4月对现场进行了踏勘和资料的收集与分析，然后根据有关规定和项目的实际情况，于2018年4月编写完成了《昆明市富民县龙马风电场工程水土保持监测设计与实施计划》。从2018年4月本项目监测项目部进场监测，至2019年10月监测结束，昆明市富民县龙马风电场工程监测过程中主要完成的监测成果包括：监测设计与实施计划1期、监测季度报告（简报）共7期、监测年度报告共1期，以上成果报告均按照要求报送到建设单位、水行政主管部门。

6.4.2 监理

根据有关工程建设的法律、法规、政策、标准和规范的要求，为检查施工单位投入工程项目的人力、材料、主要设备及其使用、运行状况，并做好检查记录；督促、检查施工单位安全措施的投入；复核或从施工现场直接获取工程计量的有关数据并签署原始凭证；保障工程的顺利建设及结算，建设单位于2017年7月委托福建省宏闽电力工程监理有限公司承担整个项目建设期主体工程的监理工作，项目水土保持监理直接纳入主体工程建设监理，项目水土保持监理单位与主体工程建设监理单位为同一家。

6.5 水土保持补偿费缴纳情况

根据批复的水保方案及文件显示，本项目需缴纳水土保持设施补偿费27.90万元，建设单位已于2019年8月14日缴纳水土保持补偿费27.90万元，详见附件。

6.6 水土保持设施管理维护

依据水利部第16号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（2002年10月，2005

年7月水利部第24号令修改)的规定,水土保持设施作为主体工程的一部分,开发建设项目水土保持设施经验收合格后,该项目方可正式投入生产或使用。为做好本项目水土保持设施的管护工作,工程验收合格后,水土保持运行管理将由云南国电电力富民风电开发有限公司运行管理部进行管理,建设单位将建立管理养护责任制,落实专人负责管理、维护工程水土保持设施,包括定期安全巡逻、苗木养护等,对水土保持设施出现的局部损坏进行修复、加固。

7 结论及下阶段工作安排

7.1 自验结论

建设单位水土保持设施的建设已按计划完成，水土流失防治责任范围内的各类开挖面、扰动面、直接影响区等基本得到了治理，施工过程中的水土流失得到了有效控制。项目区完成的水土保持设施较好地发挥了保持水土、改善环境的作用，工程实施的水土保持设施符合水土保持法律法规和规程规范及技术标准的有关规定和要求，水土保持专项投资落实，各项工程安全可靠、质量合格，工程总体质量达到合格标准，水土流失防治符合开发建设类项目的防治标准，达到水土保持设施专项验收条件。

7.2 下阶段工作安排

昆明市富民县龙马风电场工程水土保持设施的建设已按计划完成，可以满足现阶段的水土保持防治要求，请求水行政主管部门给予验收备案。经验收后，本项目正式进入运行期。针对下阶段工作安排等计划，建设单位拟订水土保持工作安排如下：

（1）昆明市富民县龙马风电场工程进入运行期后，成立水土保持工作小组继续开展本工程的水土保持工作，做好水土保持设施的管理、维护，建立管理养护责任制，若工程出现局部损坏及时进行修复、加固，林草措施及时进行抚育、补植、更新，使其水土保持功能不断增强，发挥长期、稳定的保持水土、改善生态环境的作用；

（2）为方便水土保持工程管理和运行质量的检查，将水土保持方案设计资料及图表、年度施工进度、年度经费使用等技术经济指标、水土保持效益指标以及检查验收的全部文件、报告、图表等资料归档管理；

（3）按照水土保持方案报告书及相关要求，做好直接影响区的水土保持工作；

（4）在总结前期工程建设经验与不足的基础上，认真完善做好后期工程建设的管理工作，把水土保持作为建设单位建设管理的重要部分。