

国华沽源小二号风电场

水土保持监测总结报告



国华（沽源）风电有限公司
河北省水资源研究与水利技术试验推广中心

2020 年 10 月



国华沽源小二号风电场水土保持监测总结报告责任页

(河北省水资源研究与水利技术试验推广中心)

批 准	魏 亮	主 任	魏 亮
核 定	聂建中	副主任	聂建中
审 查	贾志军	总 工	贾志军
校 核	刘希庆	高 工	刘希庆
项目负责人	邢晓光	高 工	邢晓光
编 写	邢晓光	高 工	编写 3-7 章、统稿 邢晓光
	王淮亮	高 工	监测、编写 1、2 章 王淮亮
	刘凤婵	工程师	监测、图件制作 刘凤婵
	张 晨	工程师	监测、外业调查 张晨

目 录

前 言	1
1 建设项目及水土保持工作概况	2
1.1 建设项目概况.....	2
1.2 水土保持工作情况.....	8
1.3 监测工作实施情况.....	9
2 监测内容与方法	12
2.1 监测内容及方法.....	12
2.2 监测点布设.....	13
2.3 监测设施设备.....	14
3 重点对象水土流失动态监测	15
3.1 防治责任范围监测.....	15
3.2 取料监测结果.....	19
3.3 弃渣监测结果.....	19
3.4 土石方流向情况监测结果.....	19
3.5 其他重点部位监测结果.....	20
4 水土流失防治措施监测结果	21
4.1 工程措施监测结果.....	21
4.2 植物措施监测结果.....	23
4.3 临时措施.....	24
4.4 防治措施防治效果.....	26
5 土壤流失情况监测	27
5.1 水土流失面积.....	27
5.2 土壤流失量.....	28
5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量.....	31
5.4 水土流失危害.....	31
6 水土流失防治效果监测	32
6.1 扰动土地整治率	32
6.2 水土流失总治理度.....	32
6.3 拦渣率与弃渣利用情况.....	32
6.4 林草植被恢复率及林草覆盖率.....	32
6.5 土壤流失控制比.....	33
6.6 水土流失防治达标分析.....	33
7 结论	35
7.1 水土流失动态变化.....	35
7.2 水土保持措施评价.....	35
7.3 存在的问题和建议.....	35

7.4 综合结论.....	36
8 附件及附图	37
8.1 附件.....	37
8.2 附图.....	44

前 言

水土保持监测是一项以保护水土资源、改善和维护良好的生态环境为目标，为规划设计和实施水土保持措施提供定性、定量依据的基础性工作，对于贯彻水土保持法规，搞好水土流失监督管理具有十分重要的意义。

国华沽源小二号风电场位于张家口市沽源县小厂镇，装设 33 台单机容量为 1500kW 的风力发电机组，年上网发电量为 1.15 亿 kW·h，由国华（沽源）风电有限公司投资建设，工期为 2012 年 7 月-2013 年 10 月。该项目地处张家口坝上地区，海河流域滦河水系，属燕山国家级水土流失重点预防区。

为控制和减少项目建设造成的新增水土流失，保护水土资源，改善生态环境，根据国家有关法律法规及水利部、河北省的有关规定和要求，在项目建设准备初期，建设单位国华（沽源）风电有限公司委托石家庄圣诺水土保持科技有限公司编制了《国华沽源小二号风电场水土保持方案报告书》（报批稿）。2010 年 4 月，委托河北省水利技术试验推广中心（现河北省水资源研究与水利技术试验推广中心）对该项目的水土流失进行监测。依据水土保持监测规程、规范，2013-2020 年期间，河北省水资源研究与水利技术试验推广中心组织专业技术人员在项目区做了全面仔细的监测工作。依据水土保持监测有关管理办法，结合监测的结果，分析水土流失防治效果，提出相应改进对策，并编写水土保持生态环境监测总结报告，为工程下一步做好水土流失治理措施提供技术依据。

水土保持监测特性表

主体工程主要技术指标											
项目名称		国华沽源小二号风电场									
建设规模	国华沽源小二号风电场位于张家口市沽源县，建设规模为49.5MW，安装单机容量1500kW风电机组33台，年上网发电量1.15亿kW·h，工程总投资46040万元，国华（沽源）风电有限公司出资建设。			建设单位、联系人		国华（沽源）风电有限公司 王志鹏					
				建设地点		河北省张家口市沽源县					
				所在流域		海河流域					
				工程总投资		46040万元					
				工程总工期		2012.7—2013.10					
水土保持监测指标											
监测单位			河北省水资源研究与水利技术试验推广中心			联系人及电话			刘希庆 18830193600		
自然地理类型			大陆性季风气候类型			防治标准			一级标准		
监测内容	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、巡查		2. 防治责任范围监测			调查			
	3. 水土保持措施监测		调查、巡查		4. 防治措施效果监测			调查			
	5. 水土流失危害监测		调查、巡查		水土流失背景值			1300t/km ² ·a			
方案设计防治责任范围			67.91hm ²			容许土壤流失量			1000t/km ² ·a		
水土保持投资			613.435万			水土流失目标值			1000t/km ² ·a		
防治措施	工程措施：表土清理14.22hm ² ，覆土平整1.43万m ³ ，外购种植土2.66万m ³ ，覆土平整2.66万m ³ ，碎石清运580m ³ ，碎石摆砌4155m ³ ，削坡180m ³ ，土地整治1.0hm ² ，铅丝网笼挡墙795m，浆砌石排水沟302m，土质排水沟1314米，取土点回填0.57万m ³ ， 植物措施：种草23.4hm ² ，栽植沙棘53.86万株，栽植樟子松7162株，栽植云杉989株，直播造林0.46hm 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						
		扰动土地整治率	95	97.49	防治措施面积	25.26hm ²	永久建筑及硬化面积	13.24hm ²	扰动土地总面积	39.80hm ²	
		水土流失总治理度	95	96.23	防治责任范围面积	52.45hm ²		水土流失总面积		39.80hm ²	
		土壤流失控制比	1.0	1.03	工程措施面积	25.56hm ²		容许土壤流失量		1000t/km ² a	
		林草覆盖率	25	52.51	植物措施面积	20.90hm ²		监测土壤流失情况		967t/km ² a	
		林草植被恢复率	97	97.62	可恢复林草植被面积	21.41hm ²		林草类植被面积		20.90hm ²	
		拦渣率	95	合格	实际拦挡弃渣量	--万 m ³		总弃渣量		--万 m ³	
	水土保持治理达标评价		截止监测期末，各项水土保持措施基本按照方案要求落实，水土流失防治各项指标可基本达到方案要求的一级防治标准。								
	总体结论		本工程基本落实了水保方案设计内容。在监测期内没有发生严重的水土流失危害。水土流失防治工程与措施的施工组织基本合理，水土流失得到有效控制，具备验收条件。								
	主要建议		建设单位运行期继续加强水保措施的管护，确保各项水土保持工程防护功能的正常发挥。								

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

1.1.1.1 项目位置和交通

国华沽源小二号风电场位于沽源县小厂镇白菜沟区域，位于沽源县城东南方向，风电场中心位置约为北纬 $41^{\circ}27.611'$ ，东经 $115^{\circ}50.991'$ ，距张家口市约 140km，距沽源县城约 30km。风电场范围大致为：北至后马家沟，南侧至大扇子沟，西侧毗邻省道。

本风电场地理位置见图 1-1。

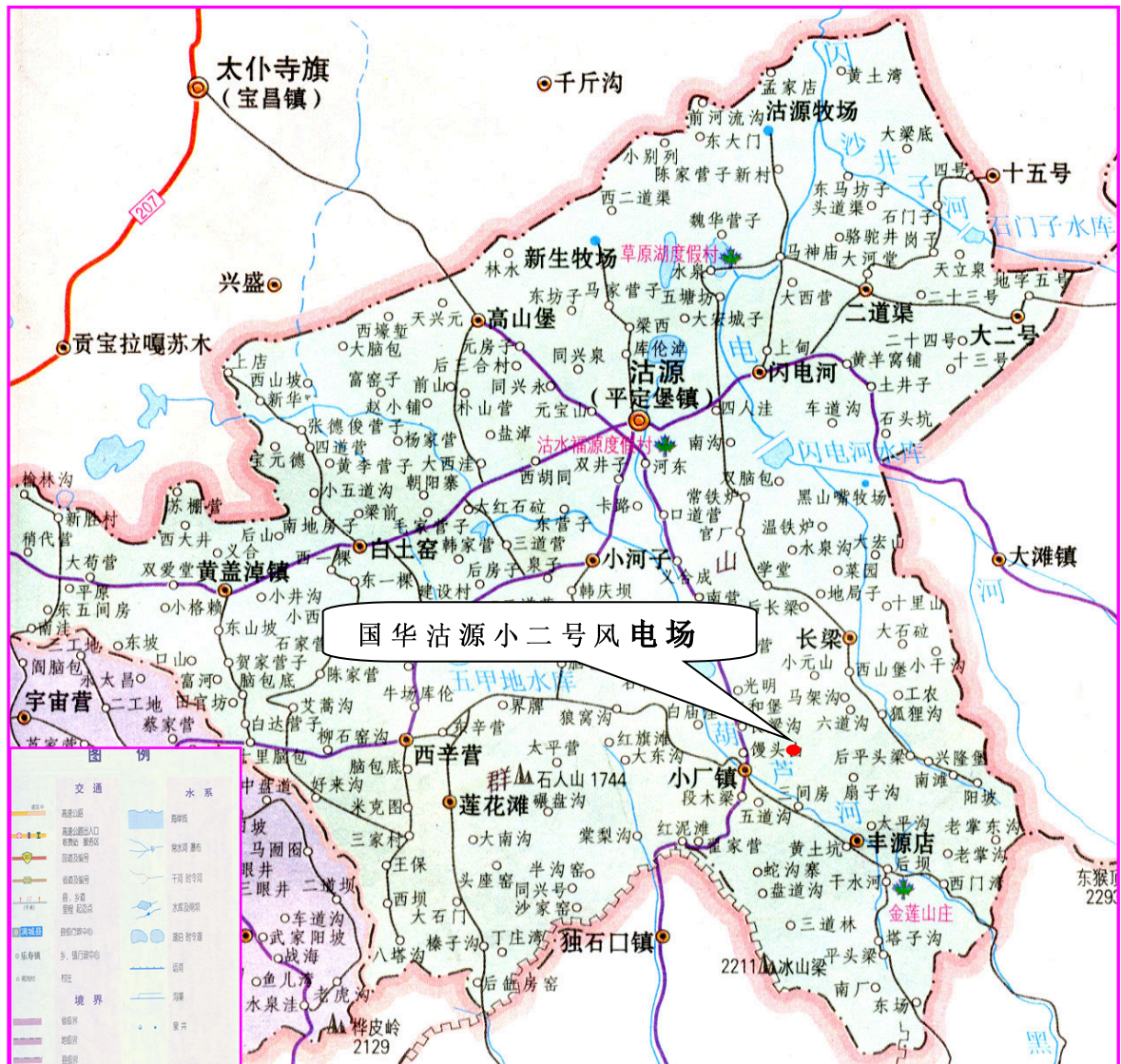


图 1-1 本工程地理位置图

1.1.1.2 建设内容、规模、性质和等级

本项目由国华（沽源）风电有限公司出资建设，建设内容包括风机区（风电机组、吊装场地）、集电线路区、道路，布置 33 台单机容量 1500kW 的风力发电机组，新建 35kV 集电线路 25.66km，接入已建成的恒泰升压站，施工检修道路 22.52km。工程建设规模为 49.5MW，年上网发电量为 1.15 亿 kWh，总投资 46040 万元，为中型风电场。

1.1.1.3 项目组成

本工程建设内容包括风机区（风电机组、吊装场地）、集电线路区、道路区和施工生产生活区四个分区。

(1) 风机区

风机工程主要建设内容包括风电机组、箱式变压器和临时吊装平台，总占地 7.44hm²。其中，风机及箱变基础永久占地 0.84hm²，吊装场地临时占地 6.60hm²。

① 风电机组

本工程采用 33 台风力发电机组，每台风电机组配置 1 台箱式变压器。风电机组基础采用天然地基，采用直径约为 17.0m 的圆形扩展基，基础埋深 3.0m（自然地坪以下）。基础混凝土采用 C35F100 混凝土，垫层为 150mm 厚 C20 素混凝土。

箱式变基础形式为钢筋混凝土箱型结构，单台箱变基础用地面积 20m²。基础埋深拟为 1.8m（自然地坪以下），基础采用 C30 混凝土，垫层为 100mm 厚 C20 素混凝土。风电机组永久占地 0.84 hm²。

② 吊装场地

根据风机布置情况及施工吊装的要求，并依托施工道路布置施工吊装平台，风电设备到货后采用一次运输到位的方案，避免重复搬运与工期延误。因此，每台风电机组吊装场地范围按 2000m² 考虑，其中，吊装平台主吊作业面 15m×14m，辅吊作业面为 11m×9m，具体吊装场地布置，结合各机位地形情况确定，原则是吊装场地靠近施工道路一侧。吊装场地临时占地 6.60hm²。

(2) 集电线路

依据风机排布、升压站位置及单回路输送容量将 33 台风力发电机组分为 3 个回路。线路长 25.885km，共建设 173 基塔，其中双回路塔 29 基，单回路塔 144 基，塔基永久占地 0.70hm²，塔基施工区 1.40hm²。线路总占地 2.10hm²。

(3) 施工道路

风电场的施工检修道路按通向各风机位置修建。施工检修道路长 29.26km，征地宽 10m，占地 29.26hm²。施工检修道路利用原有的山间小路进行扩宽裁弯取直，道路最大纵坡为 12%。道路转弯半径应不小于 35m。施工结束后施工检修道路中间 4m 做为检修道路，其余部分进行植被恢复。道路占地面积 29.26hm²。

(4) 施工生产生活区

本工程设置施工生产生活区一处，位于站址西南侧，主要包括临时生活办公区、材料与设备仓库、加工与维修车间、混凝土拌合站与堆放场，临时占地 1.00hm²。

1.1.1.4 工程征占地情况

本项目在施工过程中，实际占地 39.80hm²，其中永久占地 1.54hm²，临时占地 38.26hm²，实际占地与设计占地面积稍有变动。

项目实际占地情况见表 1-1。

表 1-1 工程建设期实际占地面积情况表

单位：万 m³

序号	项目		面积	占地性质		占地类型
				永久占地	临时占地	灌草地
1	风机区	风机及箱变基础	0.84	0.84		0.84
		吊装场地	6.60		6.60	6.60
		小 计	7.44	0.84	6.60	7.44
2	道路区	施工检修道路	29.26		29.26	29.26
3	集电线路区	架空线路	2.10	0.70	1.40	2.10
4	施工生产生活区		1.00		1.00	1.00
合计			39.80	1.54	38.26	39.80

1.1.1.5 工程土石方量

本工程实际动用土石方总量 79.02 万 m³，其中开挖 39.51 万 m³，回填 39.51 万 m³。其中风机区多余土石方 2.22 万 m³，就近用于道路修建，施工过程中做到了土石方的平衡，无废弃土石方的产生。施工过程中做到了土石方的平衡，无废弃土石方的产生。各分区实际动用土石方情况见表 1-3。

表 1-3 工程实际动用土石方情况表

单位：万 m³

项 目	土方总量	开挖	回填	调入		调出	
				数量	来源	数量	去向
风机区	27.14	14.68	12.46			2.22	检修道路
道路区	51.28	24.53	26.75	2.22	检修道路		
集电线路	0.36	0.18	0.18				
施工生产生活区	0.24	0.12	0.12				
合计	79.02	39.51	39.51	2.22		2.22	

1.1.1.6 工程建设情况

主体工程工期 2012 年 7 月-2013 年 10 月。其中风机区基础施工时间为 2012 年 7-9 月；风机吊装施工及箱变安装施工时间为 2012 年 7 月-2012 年 12 月；施工道路施工时间为 2012 年 7-9 月；集电线路施工时间为 2012 年 7 月-2012 年 12 月；设备安装及调试在 2013 年，10 月开始试运行。前期水土保持工程施工于 2014 年 10 月完工，后期补充水土保持措施 2020 年 10 月完工。

1.1.2 项目区概况

1.1.2.1 地形地貌

国华沽源小二号风电场地处坝上高原区，位于沽源县城东南方向，小厂镇白菜沟区域，风电场的地貌场址地貌类型为低山，呈平缓丘陵状，海拔高度为 1600m ~ 1750m，山顶部和脊部风机位和道路走线位置相对平缓，坡度不大。

1.1.2.2 气象

项目区属东亚大陆性季风气候中温带亚干旱气候。其特点是春秋多风，冬季漫长干寒；夏季短促凉爽。昼夜温差悬殊。根据沽源县气象站的气象资料可知，多年平均气温 1.4℃左右，多年极端最高气温为 34.5℃，极端最低气温为-39.9℃；标准冻深 2.25m，最大冻土深度 2.80m；年平均日照时数 2941h，大于等于 10℃积温 1801℃。年均蒸发量 1659.4mm，4-6 月最大，可达 792.6 mm，占总量的 48%，年均相对湿度只有 61%。无霜期 95 天左右，早霜始于九月十八日，晚霜于六月十九日结束。



图 1-2 项目区地形地貌

该地区全年风向以西北风为主，多年平均风速为 3.3m/s，测风塔 70m 高的平均风速分别为 8.1m/s。多年平均降雨量约为 402.5mm，大气降水集中，汛期（6-9 月）降水量占全年降水量的 70%左右，约 280mm；10 年、20 年一遇 6h 最大降雨量分别为 75.6mm、96.08mm。项目区主要气象要素特征表见表 1-4。

表 1-4 项目区主要气象要素特征表

常规项目	统计值	极值出现时间
多年平均气温（℃）	1.4	
累年极端最高气温（℃）	34.5	1987
累年极端最低气温（℃）	-39.9	2000
多年平均气压（hPa）	857.2	
多年平均水汽压（hPa）	5.9	
多年平均相对湿度（%）	61	
多年平均降雨量（mm）	402.5	
多年平均沙暴日数（d）	5	
多年平均冰雹日数（d）	5	
多年平均风速（m/s）	3.3	
多年平均冻土深度（cm）	225	
多年平均积雪深度（cm）	11	
累年日最大降水量（mm）	71	2005.08.12
多年平均结冰天数（d）	203	
多年平均蒸发量（mm）	1659.4	
多年平均日照时数（h）	2941	

1.1.2.3 土壤植被

本工程区域内土壤多为栗钙土。山脊覆盖层较薄，土层厚度一般为 0.4m 左右；沟谷和坡地主要为第四系冲洪积地层，土层厚度随地形地貌不同而变化，一般在 0.4~2.0m 之间。

工程区属于欧亚大陆草原区系，地表植被以耐寒的旱生多年草本植物为主，间有少量灌木和低矮乔木，植被覆盖率在 30%以上，生长的植被主要有落叶松、杨树、油松、榆树、沙棘、柠条、豆豆草、披碱草、沙打旺等；主要农作物有莜麦、谷子、马铃薯、豆类等。

1.1.2.4 河流水系

沽源县境内水资源较丰富，有滦河、潮白河、内陆河三个水系，包括大小河流 15 条，总流域面积 3646km²，水库 5 座，天然淡水淖泊 12 处。

国华沽源小二号风电场属于张家口内陆河流域，位于石头城水库上游，河谷宽阔，风电场位于山顶部位，距主河道较远，基本不会影响河流水系。项目区水系图见图 1-3。



图 1-3 项目区水系图

1.1.2.5 地质水文

本工程所在区域内出露的地层主要有：太古变质岩，岩石主要为片麻岩、变粒岩及大理岩；中生代白垩系青石砬组地层，上部为粘土岩、粉砂岩，下部为角砾岩；侏罗系（J）地层，岩石主要以火山岩为主，粗面岩、流纹岩、凝灰岩等；新生代第三系和第四系（Q）地层，第三系地层岩性主要为棕红色粘性土，第四系地层岩性为：冲洪积、风积、湖积等成因的粘性土及砂类土。

本工程所在地在地下水主要赋存于沟谷地段的第四系冲洪积地层中，属孔隙潜水。地下水位埋深变化较大，与地形地貌紧密相关，在不同的地貌单元内，具有不同的水位。由于风机位置布置在地势较高的低山、丘陵山体上，地下水位埋藏较深，不考虑地下水对基础的影响。

根据国家标准《建筑抗震设计规范》(GB50011-2001)和《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001),本场地设计基本地震加速度值为 0.05g,对应的地震基本烈度为 VI 度。

1.1.2.6 地震烈度

根据《中国地震参数区划图》(GB18306-2015)、《建筑地基基础设计规范》(GB/T50007-2011)与《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010),所建场地抗震设防烈度为 6 度,场区地震加速度值为 0.05g(g 为重力加速度)。

1.1.2.7 社会经济情况

沽源县总面积约 3646 平方公里,辖 4 镇 11 乡 1 区,总人口 22 万;产业结构上形成了蔬菜为重点的种植业、牛羊养殖为重点的畜牧业以及旅游业等特色产业。沽源县农业在国民经济中占主导地位,全县围绕农业结构的战略性调整,趋优避劣,择优发展,主攻畜、菜、菌、薯、豆五大特色主导产业。小厂镇位于县境东南部。面积 220 平方公里,人口 1.5 万。。本项目符合沽源县能源开发的经济发展规划。

1.1.2.8 项目区水土流失类型和现状

项目区位于河北省坝上地区,以风力侵蚀为主,兼有水力侵蚀,侵蚀强度为轻度,根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007),确定容许土壤侵蚀模数为 $1000\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

水土流失现状调查采用遥感结合现场调查的方法,并参考第二次全省水土流失遥感调查结果,通过综合分析,确定项目区平均土壤侵蚀模数为 $1300\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。水土流失现状调查采用遥感结合现场调查的方法,并参考第二次全省水土流失遥感调查结果,通过综合分析,确定项目区平均土壤侵蚀模数为 $1300\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。沽源县属于燕山国家级水土流失重点预防区。根据河北省水土保持区划分成果,项目属于北方风沙区-内蒙古中部高原丘陵区-蒙冀丘陵保土蓄水区-冀西北坝上高原防风固沙与生态维护区。参照《生产建设项目水土流失防治标准》,项目区水土流失防治标准采用生产建设类一级标准。

1.2 水土保持工作情况

建设单位比较重视项目水土保持工作,建设前期委托石家庄圣诺水土保持科技有限公司编制了水土保持方案报告书,河北省水利厅于 2010 年 11 月 2 日以冀水保[2010]207 号对本方案进行了批复。

建设单位以河北省水利厅批复的水土保持方案为依据,在先期完成了部分水土

保持工程措施。2019 年，又委托河北环京工程咨询有限公司对项目建设的水土保持措施进行了详细设计，编制了《水土保持专项施工方案》并委托江西绿巨人生态环境股份有限公司进行了施工建设，至 2020 年 10 月完成了水土保持施工。

部分水土保持工程与主体工程同时建设，项目建成后水土保持措施随即完成，但由于项目区条件恶劣，植被恢复较差，部分路段和风机平台高陡边坡得不到有效治理，建设单位根据实际情况对项目水土保持措施进行设计和补充施工，主要包括边坡治理、种草等措施。本项目水土保持方案没有变更，建设期间没有重大水土流失危害事件发生。

1.3 监测工作实施情况

1.3.1 监测实施方案执行情况

我单位根据批复的水保方案以及工程建设情况，制定了监测实施方案，对风机区、升压站、道路区、集电线路进行分区监测，通过查阅资料、场地巡查、现场量测等方法对项目扰动占地、土石方量、水土流失量、水土保持措施及防治效果开展了定期监测。监测工作技术流程图见图 1-3。

主要节点如下：

（1）2010 年 9 月达成监测意向，监测单位成立监测项目部，制定监测实施方案，着手落实前期准备工作。

（2）2012 年 6 月至 2020 年 10 月，监测人员多次进场监测（2011.5，2012.9，2013.5，2020.7，2020.10），实地勘测工程占地、扰动地表情况、动用土方量、土地整治、植物措施等水土保持内容。

（3）2020 年 10 月，整理监测原始数据，结合建设单位提供的有关工程技术资料，整理编制监测总结报告。

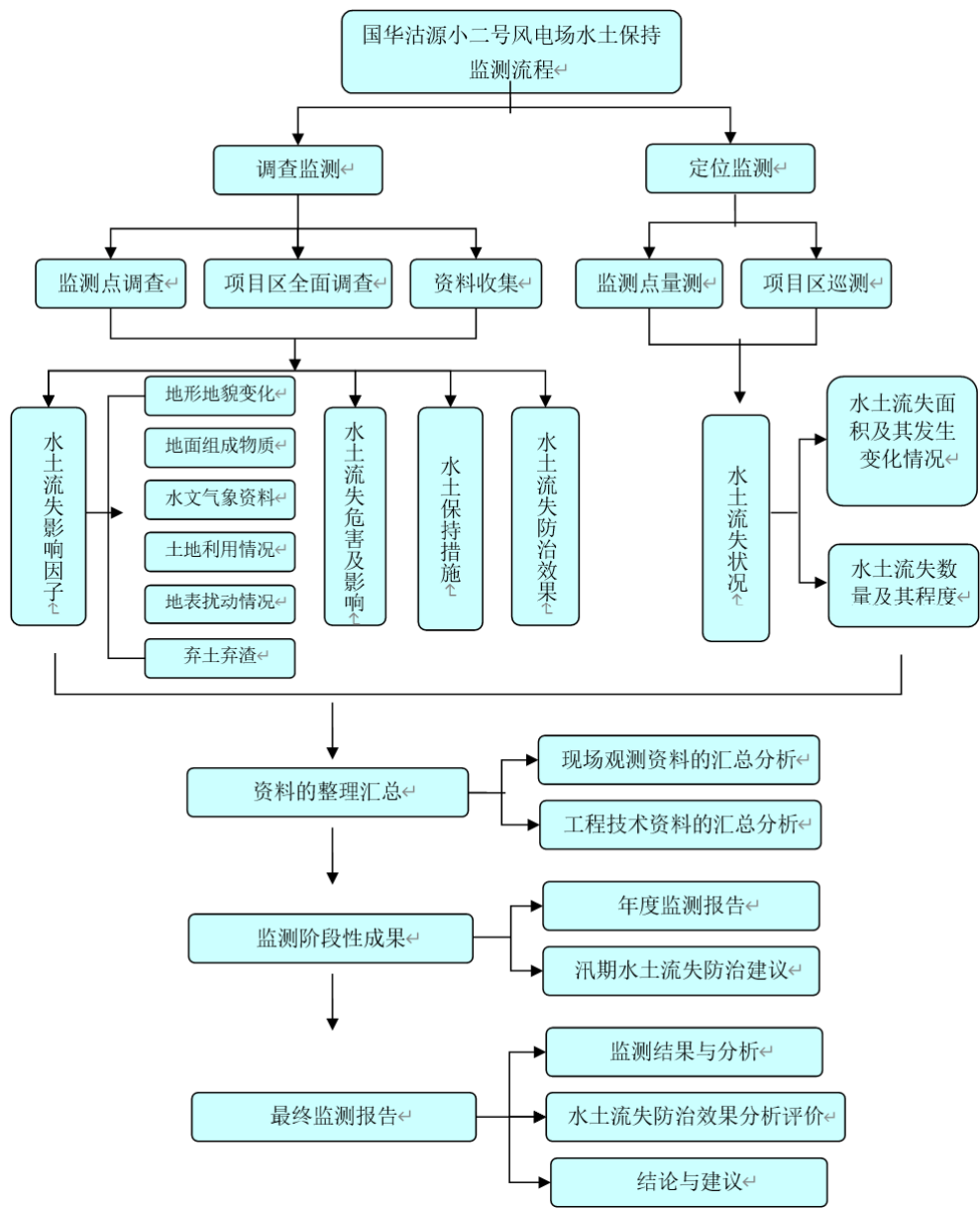


图 1-4 水土保持流程监测图

1.3.2 监测项目部设置

我单位成立了监测项目部，建设单位也配备相关负责人员，明确了工作分工，为开展监测工作提供了人力、技术和组织保障。水土保持监测人员及分工见表 1-5。

1.3.3 监测技术方法

查阅问询主体设计资料、结合卫星遥感图像，开展地面监测，以场地巡查测量、调查监测为主，综合对比分析。

表 1-5 本工程水土保持监测项目部组成

姓 名	职 务	职责分工
邢晓光	总监测工程师	总负责人、确定监测总体计划、审核报告
刘希庆	校核	外业调查、项目协调、校核报告
刘 斌	工程师	外业调查、资料分析、编写报告
王淮亮	高级工程师	搜集资料、外业调查、编写报告
刘凤蝉	工程师	外业调查、图件制作
张 晨	助理工程师	外业调查

1.3.4 监测成果提交情况

我单位在监测过程中，向建设单位提交了监测意见及阶段报表，对落实水土保持工作的起到了督促、指导作用。

2 监测内容与方法

依据《生产建设项目水土保持监测规程（试行）》（办水保[2015]139号）和批复的水土保持方案，确定了本工程水土保持监测内容和方法。

本项目由于基础开挖、临时堆土、场地平整、道路修建等施工活动，对原地貌及地表植被有了扰动和破坏，降低或丧失原有的水土保持功能，加剧了区域水土流失的发生和发展。根据实地调查和对气象因素的分析，影响项目区水土流失的自然因素主要包括气候、土壤、植被、下垫面物质组成等；人为因素主要为基础设施建设活动对水土流失的影响。项目区多年平均年降水量为 350mm，降水量年际、年内分配不均，降水量主要集中在 6~8 月份，在夏季降雨量集中，易形成地面径流。多年最大风速为 20.4m/s，全年有效风速时间近 8000h，多年平均大风日数 58.6d，平均风速 6.6m/s，风蚀现象较为明显。

本项目的工程建设打破了区域陆地生态系统的相对平衡，诱发和加速了水土流失的发生和发展，是造成现代土壤加速侵蚀的主导因素。依据该工程施工及地理区域特点，分析造成的水土流失特点为风力水利交错侵蚀，侵蚀强度为轻度。重点对扰动面积、动土方量、植被状况等因子开展监测。

2.1 监测内容及方法

2.1.1 扰动土地情况

扰动土地情况监测的内容包括扰动范围、面积、土地利用类型及其变化情况。主要是结合设计资料，根据卫星遥感影像和手持 GPS 实地调查等方法对项目实际占地面积变化、扰动地表面积进行监测。监测频次与方法见表 2-1。

表 2-1 扰动土地监测内容、频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法
1	扰动范围及变化情况	建设期前后各 1 次	资料分析、现场调查、遥感监测
2	扰动面积及变化情况	建设期前后各 1 次	资料分析、实地测量、遥感监测
3	土地利用类型及变化情况	建设期前后各 1 次	资料分析、现场调查、遥感监测

2.1.2 取料（土、石）、弃渣（土、石、矸石、尾矿等）

本工程各类基础开挖回填剩余土方量少且分散，全部就近场地平整利用。临时堆放土石方数量情况采用场地巡查、实地测量的方法，监测多次（建设期前通过卫片对比监测），重点对数量、位置、方量、防治措施等进行记录。监测频次与方法见表 2-2。

表 2-2 土石方监测内容、频次与方法

序号	监测内容	监测频次	监测方法
1	取料场数量、位置、方量等	建设期前后各 1 次	资料分析、遥感监测、现场调查
2	弃渣场数量、位置、方量等	建设期前后各 1 次	资料分析、遥感监测、现场调查
3	临时堆放场的数量、位置、方量、表土剥离、防治措施落实情况	建设期前后各 1 次，植被恢复期多次	资料分析、遥感监测、实地测量

2.1.3 水土保持措施

通过资料分析、地面观测、实地测量等方法对现存水土保持防治措施的类型、位置、规格、数量和质量，防治效果等进行监测。频次与方法见表 2-3。

表 2-3 水土保持措施监测内容、频次与方法

	监测内容	监测频次	监测方法
1	措施类型、开工完工日期	建设后 1 次	资料分析、地面观测
2	措施位置、规格、尺寸、数量	建设后 1 次	资料分析、地面观测、实地测量
3	林草覆盖度、防治效果、措施运行状况	建设后 1 次，植被恢复期在雨季前后（夏初夏末）监测多次	地面观测、实地测量

2.1.4 水土流失情况

结合实地监测及资料查阅，获得施工期及植被恢复期的水土流失面积、分布、流失量和水土流失强度变化情况，以及对下游和周边地区生态环境的影响，造成的危害情况等。监测频次与方法见表 2-4。

表 2-4 水土流失情况监测内容、频次与方法

	监测内容	监测频次	监测方法
1	水土流失面积	建设期后 1 次	资料分析，实地测量
2	土壤流失量	建设期后 1 次，植被恢复期按季度监测多次，大风暴雨天气及时加测。	现场调查、实地测量
3	取料弃渣潜在土壤流失量（无）	建设期后 1 次	地面观测、遥感监测
4	水土流失危害	遇大风暴雨天气及时监测	地面观测、遥感监测

2.2 监测点布设

项目区位于坝上高原区，气候条件恶劣，生态环境脆弱，容易引发水土流失。考察本项目的施工布局 and 施工特点，确定本项目水土保持监测的重点为风机区的基础开挖、回填，集电线路和道路的修建，临时堆土等。

根据监测重点，确定监测点位的布设。监测点布设在各监测区具有代表性的地段或场地，并本着尽可能集中布设的原则。

监测点选取情况见表 2-5，监测点具体选取位置见附图 1。

表 2-5 监测点选取情况表

序号	位置	数量	选点位置
1	风机区	7	选取 04#、08#、11#、17#、27#、28#、32#风机，重点监测基础开挖的临时堆土，吊装场平台的平整和植被恢复区域
	施工检修道路边坡	5	每 5km 选一处，连接风机附近选取 04#、08#、11#、17#、27#、28#、32#风机附近的道路，重点监测道路两侧植被恢复区域
3	集电线路	5	每 10km 选一处，在风机附近随机选取，监测电缆沟、开挖情况，施工临时堆土，平整和恢复植被区域
4	施工生产生活区	2	临时堆土、堆料，施工对周边影响

2.3 监测设施设备

表 2-6 监测设备一览表

序号	设备	品牌	单位	数量	备 注
1	钢钎、皮尺、卷尺、罗盘、天平、烘箱等		套	1	观测侵蚀量及沉降变化，植被生长情况及其它测量
2	自记雨量计		套	2	记录降雨资料
3	手持式 GPS	彩途	台	1	定位和量测
4	摄像机	佳能	台	1	监测现象的图片记录
5	数码照相机	佳能	台	1	监测现象的图片记录
	计算机	联想	台	5	文字、图表处理和计算
6	笔记本电脑	联想	台	2	文字、图表处理和计算
7	移动硬盘	三星	块	2	存储介质
8	打印机	惠普	台	2	输出工具
9	四驱越野车	吉利	辆	1	交通工具

3 重点对象水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 水土流失防治责任范围

方案确定的防治责任范围总面积 67.91hm²，其中项目建设区 50.47hm²，直接影响区 17.44hm²。

详情见表 3-1。

表 3-1 方案设计水土流失防治责任范围表

单位：hm²

建设项目	项目建设区			直接影响区	合 计
	永久占地	临时占地	小计		
风机区	0.84	5.76	6.60	0.86	7.46
升压站	1.14		1.14	0.00	1.14
集电线路	0.44	0.90	1.34	0.38	1.72
道路区	0.25	39.50	39.75	16.00	55.75
施工生产生活区		1.00	1.00	0.12	1.12
弃渣场		0.64	0.64	0.08	0.72
合 计	2.67	47.16	50.47	17.44	67.91

监测确定的建设期水土流失防治责任范围为 52.45hm²，其中项目建设区 39.80hm²，直接影响区 12.65hm²，占地类型主要是灌草地，详情见表 3-2。

表 3-2 建设期水土流失防治责任范围表

单位：hm²

建设项目	建设项目区			直接影响区	合计
	永久占地	临时占地	小计		
风机区	0.84	6.60	7.44	0.72	8.16
集电线路区	0.70	1.40	2.10	0.21	2.31
道路区		29.26	29.26	11.70	40.96
施工产生区		1.00	1.00	0.02	1.02
合计	1.54	38.26	39.80	12.65	52.45

(1) 风机区：风机区占地 7.44hm²，包括永久占地 0.84hm²和临时占地 6.60hm²。风机区施工时，吊装平台的修建可能会对周边造成影响，经监测，对风机吊装场地周围 1-2m 产生影响，直接影响区面积 0.72hm²。风机区水土流失防治责任范围为 8.16hm²。

(2) 集电线路区：架空线路设置铁塔 173 基，直接影响区按基坑开挖周边 1m 计算，直接影响区面积 0.21hm²，集电线路水土流失防治责任范围为 2.31hm²。

(3) 道路区：场内施工检修道路在项目建设过程中对两侧产生影响，约 2-4m 范围内产生影响，计算直接影响区面积 11.70hm^2 。

(4) 施工生产生活区：施工过程中设置了围挡措施，工程建设尽在围挡范围仅进行，因此仅计算周边 1m 范围内为直接影响区，计算影响区面积 0.02hm^2 。

经对比，实际防治责任范围比方案设计减少 12.10hm^2 ，其中占地面积减少 8.61hm^2 ，直接影响区面积减少 3.49hm^2 ，主要是道路占地和影响区变化较大。

(1) 风机区：原设计吊装场地面积平均约 1746m^2 ，为满足施工，施工阶段吊装场地面积平均增加到约 2000m^2 ，所以占地面积增加 0.84hm^2 ；方案设计直接影响区面积 0.64hm^2 ，是吊装场周边 2m 范围，实际施工时周边边坡较大，流渣对周边产生影响，因此适当增加了直接影响区面积。

(2) 道路区：施工检修道路设计长度 39.50km，而实际场区检修道路长度 29.26km，因此检修道路占地面积减少 8.34hm^2 ；道路长度减少，占地减少，直接影响区面积相应减少。

各分区具体分析见表 3-3:

表 3-3 水土流失防治责任范围对比表

防治分区	方案设计 (hm ²)			实际建设 (hm ²)			增减情况 (实际-方案) (hm ²)			
	建设区	直接影响区	防治责任范围	建设区	直接影响区	防治责任范围	建设区	直接影响区	防治责任范围	说 明
风机区	6.60	0.64	7.24	7.44	0.72	8.16	0.84	0.08	0.92	吊装场地面积平均增加到约 2000m ² , 总占地面积增加 0.84hm ² ; 实际施工时周边边坡较大, 流渣对周边产生影响, 因此适当增加了直接影响区面积。
集电线路区	1.98	0.20	2.18	2.10	0.21	2.31	0.12	0.01	0.13	方案设计塔杆结合, 共建 163 基, 实际全部建设铁塔 173 基, 占地面积略有增加。
道路区	37.60	15.04	52.64	29.26	11.70	40.96	-8.34	-3.34	-11.68	施工检修道路设计长度 39.50km, 而实际场区检修道路长度 29.26km, 因此检修道路占地面积减少 8.34hm ² ; 道路长度减少, 占地减少, 直接影响区面积相应减少。
施工生产生活区	1.00	0.02	1.02	1.00	0.02	1.02	0.00	0.00	0.00	基本不变
弃渣场	1.23	0.24	1.47			0.00	-1.23	-0.24	-1.47	土石方挖填平衡, 未启用弃渣场, 较方案减少占地
合计	48.41	16.14	64.55	39.8	12.65	52.45	-8.61	-3.49	-12.10	实际占地及直接影响区较方案估算减少, 防治责任范围减少

3.1.2 背景值监测

本工程无大型弃渣场、大型取料场，变电站建构筑物、箱变、电缆沟、风机及线塔基础等开挖填筑面相对集中，项目区处于低山丘陵区，地形起伏不平，受气候和地形条件影响，该区无明显水土流失。根据河北省第二次遥感调查资料并通过现场调查和测算，项目区现状水土流失以风力侵蚀为主，兼有水力侵蚀，平均土壤侵蚀模数为 $1300t/km^2 \cdot a$ ，侵蚀强度属轻度侵蚀。

3.1.3 建设期扰动土地面积

扰动土地面积监测包括扰动类型判断和面积监测两方面，扰动类型判断由侵蚀形态确定，监测时依据实际流失状态进行归类和面积监测。

在建设初期防治责任范围内由原地貌、开挖面、临时堆土和施工区组成。随着各项工程建设实施，原地貌逐渐减少，扰动面积进一步增加。

根据项目进度安排，工程技术资料，通过部分地段现场调查统计，汇总项目建设期至水保设施完成期间扰动地表面积情况，详见表 3-4。

表 3-4 工程扰动地表面积一览表

年度	2012 年		2013 年		2014 年	
项目分区	占地面积	扰动地表面积	占地面积	扰动地表面积	占地面积	扰动地表面积
风机区	7.44	7.44	7.44	6.60	7.44	
集电线路	2.10	2.10	2.10	1.40	2.10	
道路区	29.26	29.26	29.26	29.26	29.26	
施工生产生活区	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
合计	39.80	39.80	39.80	38.26	39.80	1.00
年度	2015-2019 年		2020 年			
项目分区	占地面积	扰动地表面积	占地面积	扰动地表面积		
风机区	7.44		7.44	5.28		
集电线路	0.70		2.10	0.69		
道路区			29.26	8.78		
施工生产生活区						
合计	8.14		38.80	14.74		

项目建设期 2012 年 7 月-2013 年 10 月，工期 15 个月，2012 年建设期占地共计 $39.80hm^2$ ，扰动面积监测结果为 $39.80hm^2$ ，扰动面积监测结果与实际占地面积和占地类型一致。

2013 年，继续施工，风机区基础以及集电线路基础已经完成，此范围内不再扰动，扰动地表面积为临时占地，面积为 $38.26hm^2$ 。

至 2014 年，主体施工活动已经结束，施工生产生活区实施了土地平整，其余占地范围内地表基本不进行扰动，因此扰动地表面积为 1.00 hm^2 。

2015 年-2019 年，建设单位没有进行建设活动，没有进行水土保持措施施工，因此没有扰动地表面积，占地面积仅为永久占地部分。

2020 年，部分区域实施水土保持措施平整、覆土、栽树种草等水保措施，项目占地包括升压站、风机区、集电线路区、道路区永久占地和临时占地，面积 38.80 hm^2 ，扰动地表面积为 14.74 hm^2 。

3.2 取料监测结果

本项目所需土石料主要利用施工过程中基础开挖产生的土石，不足部分从附近市场购买，没有专项取料场地。

3.3 弃渣监测结果

据现场抽查及监理资料，本工程各类基础开挖回填后在项目区内就近场地平整利用，实现工程内部土石方挖填平衡。

3.4 土石方流向情况监测结果

3.4.1 方案设计土石方情况

方案设计本工程动用土石方总量 91.89 万 m^3 ，其中土石方开挖 46.89 万 m^3 ，土石方回填 45.00 万 m^3 ，土石方平衡后弃土石 1.89 万 m^3 。弃方主要产生于风机区，大部分为碎石土，可利用的用于整理场地，不可利用的可运至弃渣场处理。方案设计土石方平衡见表 3-5。

表 3-5 水土保持方案设计土石方平衡表

单位：万 m^3

分区		土石方 总量	开挖	回填	调入调出		弃土石方	
					数量	来源	数量	去向
风机区	①风机及箱变基础	6.31	4.02	2.29			1.73	固定地点堆放
	②吊装场地	29.93	14.99	14.94			0.05	固定地点堆放
道路	③道路	54.49	27.28	27.21			0.07	固定地点堆放
④集电线路		0.36	0.2	0.16			0.04	就地平铺
⑤施工生活区		0.80	0.4	0.4				
合计		91.89	46.89	45.00			1.89	

3.4.2 工程土石方监测结果

本工程实际动用土石方总量 79.02 万 m^3 ，其中开挖 39.51 万 m^3 ，回填 39.51 万 m^3 。其中风机区多余土石方 2.22 万 m^3 ，就近用于道路修建，施工过程中做到了土石方的平衡，无废弃土石方的产生。各分区实际动用土石方情况见表 3-6。

表 3-6 工程实际动用土石方情况表

单位：万 m^3

项 目	土方总量	开挖	回填	调入		调出	
				数量	来源	数量	去向
风机区	27.14	14.68	12.46			2.22	检修道路
道路区	51.28	24.53	26.75	2.22	检修道路		
集电线路	0.36	0.18	0.18				
施工生产生活区	0.24	0.12	0.12				
合计	79.02	39.51	39.51	2.22		2.22	

与方案设计相比，实际建设中动用土石方总量减少 12.87 万 m^3 ，其中挖方减少 7.38 万 m^3 ，填方减少 6.49 万 m^3 ，主要是风机区实际挖填方减少。多余土石方通过内部调配利用，无外弃方。实际动用土石方总量低于方案设计，符合水土保持要求。

3.5 其他重点部位监测结果

无。

4 水土流失防治措施监测结果

水土流失防治措施监测目的是结合项目建设区水土流失特点和实际施工进度，对水土保持措施监测数据进行综合分析。内容包括各项水土流失防治措施的数量、质量。工程措施的完好程度及运行情况，植物措施成活率、保存率、生长情况及覆盖度，遮盖、拦挡、洒水等临时性防护措施数量、面积等。

建设单位以河北省水利厅批复的水保方案以及水土保持专项施工方案为依据，并根据建设中的实际情况落实水土保持措施。监测各分区水土保持措施实施情况如下：

4.1 工程措施监测结果

本工程水土保持工程措施主要采取了土地平整、覆土平整、边坡整理、浆砌石护坡、排水沟等措施。累计完成主要工程量为：表土清理 14.22hm^2 ，覆土平整 1.43万 m^3 ，外购种植土 2.66万 m^3 ，覆土平整 2.66万 m^3 ，碎石清运 580m^3 ，碎石摆砌 4155m^3 ，削坡 180m^3 ，土地整治 1.0hm^2 ，铅丝网笼挡墙 795m ，浆砌石排水沟 302m ，土质排水沟 1314米 ，取土点回填 0.57万 m^3 。

4.1.1 风机区

(1) 方案设计：表土剥离 3.3hm^2 ，覆土平整 5.76hm^2 ，护坡 6930 m^2 。

(2) 专项施工方案设计：清运碎石 581m^3 ，削坡 180m^3 ，石块摆砌 4078m^3 ，外购种植土覆土平整 4139 m^3 。

(3) 实施措施：

①表土剥离：施工前先对开挖区进行表土剥离，剥离面积 3.82hm^2 ，堆放在各个风机吊装场地边角，用于施工结束后表土回铺的覆土来源，风机区土层较薄，平均剥离厚度 15cm 。施工时间为2012年7月-2012年12月。

②表土回铺：风机区施工结束，地表无机械扰动后，将收集的表土均匀回铺于各风机基础周围，以备后续复耕，回铺 0.38万 m^3 。施工时间为2012年7月-2012年12月。

③碎石清理：部分风机平台堆砌了碎石，需进行清理。碎石收集后可就地掩埋，和填入附近的坑内。清理 580m^3 。施工时间为2020年6月。

④外购种植土、覆土平整：风机区需要外购种植土覆盖碎石裸露区域，以便植被恢复，外购种植土、覆土平整 1.24万 m^3 。施工时间为2020年5月-2020年7月。

⑤ 消坡：将较陡且不规则边坡进行消坡整理，消坡后剩余碎石可运至取土点回填或用于平整道路，消坡整理土石方 180m^3 。施工时间为2020年5月。

⑥ 碎石摆砌：将较大块石摆砌至坡面下部作为基础，然后由下而上摆砌，用于拦挡边坡覆土，碎石摆砌 4080m^3 。施工时间为2020年6月。

4.1.2 集电线路

(1) 方案设计：表土剥存 0.66hm^2 ，覆土平整 0.66hm^2 ，护坡 1310m^2 。

(2) 专项施工方案设计：外购种植土覆土平整 607m^3 ，石块摆砌 75m^3 。

(3) 实施措施：

①表土剥离：施工前先对电缆沟和塔基基础开挖区进行表土剥离，剥离面积 1.05hm^2 ，用于施工结束后表土回铺的覆土来源，场区土层较薄，平均剥离厚度 15cm 。施工时间为2012年9月-2012年12月。

②表土回铺：土石方回填后，将收集的表土均匀回铺于扰动区域，以备后续复耕，回铺 0.11万m^3 。施工时间为2012年9月-2012年12月。

③铁塔周边较大的石块摆砌码放整齐，防止滑落滑坡，工程量 75m^3 ，实施时间是2020年6月。

④ 外购种植土、覆土平整

施工区域碎石裸露，需要外购种植土覆盖碎石裸露区域，以便植被恢复，外购种植土、覆土平整 0.18万m^3 。施工时间为2020年5月-2020年7月。

4.1.3 施工道路

(1) 方案设计：表土剥存 7.65hm^2 ，土地平整 22.56hm^2 、修建排水沟 3760m ，护坡 7650m^2 。

(2) 专项施工方案设计：外购种植土覆土平整 4124m^3 ，铅丝网笼挡墙 795.37m^3 ，土质排水沟 1314m ，浆砌石排水沟 302m ，碎石填平 5655m^3 。

(3) 实施措施：

①表土剥离：施工前先对开挖区进行表土剥离，剥离面积 9.35hm^2 ，用于施工结束后表土回铺的覆土来源，场区土层较薄，平均剥离厚度 15cm 。施工时间为2012年7月-2012年10月。

②表土回铺：道路修整时，随即将收集的表土均匀回铺于道路两侧，以备后续复耕，回铺 0.94万m^3 。施工时间为2012年7月-2012年10月。

③外购种植土、覆土平整：按专项设计，道路现状两侧碎石裸露，为植被恢复外购种植土、覆土平整 1.24 万 m^3 。施工时间为 2020 年 5 月-2020 年 7 月。

④浆砌石排水沟：在南进场道路一侧修建浆砌石排水沟 302m，与土质排水相连接，施工时间 2020 年 9 月。

⑤取土点碎石填平：在道路两侧，分布有取土点，部分取土点均较深，破坏面较大，需进行治理。取土点回填 0.57 万 m^3 ，实施时间 2020 年 5-7 月。

⑥土质排水沟：因为地形原因存在汇水面，道路一侧修建排水沟进行导流。排水沟长度 1314m，施工时间 2020 年 9 月。

⑦铅丝网笼挡墙：场区道路较陡碎石边坡采取铅丝网笼挡墙防护，挡墙 795m。施工时间为 2020 年 10 月。

4.1.4 施工生产生活区

方案设计：表土剥存 1.0 hm^3 ，土地平整 1.0 hm^2 。

实施措施：施工结束后，进行土地整治面积1.0 hm^2 。施工时间为2013年10月。

4.2 植物措施监测结果

本工程采取植物水保措施主要包括种草和栽植乔木。种草 23.4 hm^2 ，栽植沙棘 53.86 万株，栽植樟子松 7162 株，栽植云杉 989 株，直播造林 0.46 hm^2 。

4.2.1 风机区

(1) 方案设计：植灌木、种草面积 5.07 hm^2 。

(2) 专项施工方案设计：种草面积4.14 hm^2 ，直播造林0.46 hm^2 。

(3) 实施措施：

①种草

施工结束后进行植被恢复，种草面积3.96 hm^2 。施工时间为2014年6月。

按专项设计风机区补充恢复，用外购土进行覆土后，对平台及边坡补充种草面积4.14 hm^2 。施工时间为2020年8月。

②直播造林

在部分风机边坡穴播山杏核，每公顷用量50kg，造林面积0.46 hm^2 。施工时间为2020年8月。

4.2.2 集电线路

(1) 方案设计：种草 0.66 hm^2 ，自然植被恢复 1.19 hm^2 。

(2) 专项施工方案设计：种草 0.61 hm^2 。

(3) 实施措施: 施工结束后进行植被恢复, 种草面积 1.43hm^2 。施工时间为2014年6月。

按专项设计补充恢复, 用外购土进行覆土后, 对覆土区域补充种草面积 0.61hm^2 。施工时间为2020年8月。

4.2.3 道路区

(1) 方案设计: 植灌木、种草 1.0hm^2 ;

(2) 专项施工方案设计: 种草 2.58hm^2 ; 栽植云杉 989 株, 栽植樟子松 7162 株, 栽植沙棘 538562 株。

(3) 实施措施:

① 种草

施工结束后道路两侧进行植被恢复, 种草面积 7.17hm^2 。施工时间为 2014 年 6 月。

按专项设计道路两侧补充恢复, 用外购土进行覆土后, 对路肩及边坡补充种草面积 6.34hm^2 。施工时间为 2020 年 8 月。

②栽植乔灌木: 道路两侧栽植樟子松 6615 株、栽植沙棘 34.79 万株, 且施工单位在边坡播撒了沙棘籽。施工时间为 2020 年 8 月-2020 年 10 月。

4.2.4 施工生产生活区

方案设计: 集电线路施工结束后, 塔杆周边植灌木、种草 1.0hm^2 ;

实施措施: 施工结束清理场地后进行植被恢复, 种草面积 1.0hm^2 。施工时间为2014年6月。

4.3 临时措施

施工过程中有临时遮盖措施, 没有统计面积, 没有发现拦挡、排水等临时措施, 此处不再计入临时措施工程量。

表 4-1 水土保持措施实施情况基对比表

防治分区	措施类型	水保措施	单位	水保方案	专项设计	实际完成	变化量
风机区	工程措施	表土剥离	hm^2	3.3		3.82	0.52
		表土回铺	万 m^3	1.88		0.38	-1.5
		干砌石护坡	m^2	6930			-6930
		碎石清运	m^3		581	580	-1
		削坡	m^3		180	180	0
		石块摆砌	m^3		4078	4080	2
		覆土平整	万 m^3		0.41	1.24	0.83
		外购种植土	万 m^3		0.41	1.24	0.83
	植物措施	种草	hm^2	5.07		3.96	-1.11
		栽植沙棘	万株	5.07			-5.07

续上表

防治分区	措施类型	水保措施	单位	水保方案	专项设计	实际完成	变化量
风机区	植物措施	种草	hm ²		4.14	4.14	0
		直播造林	hm ²		0.46	0.46	0
集电线路	工程措施	表土剥离	hm ²	0.66		1.05	0.39
		表土回铺	万 m ³	0.2		0.11	-0.09
		干砌石护坡	m ²	1310			-1310
		外购种植土	万 m ³		0.06	0.18	0.12
		覆土平整	万 m ³		0.06	0.18	0.12
		石块摆砌	m ³		75	75	0
	植物措施	种草	hm ²	0.66		1.43	0.77
		种草	hm ²		0.61	0.61	0
施工检修道路	工程措施	表土剥离	hm ²	7.65		9.35	1.7
		表土回铺	万 m ³	2.3		0.94	-1.36
		浆砌石排水	m	3760			-3760
		干砌石护坡	m ²	7650			-7650
		覆土平整	万 m ³		0.41	1.24	0.83
		外购种植土	万 m ³		0.41	1.24	0.83
		铅丝网笼挡墙	m		795.37	795	-0.37
		土质排水沟	m		1314	1314	0
		浆砌石排水沟	m		302	302	0
		碎石填平	万 m ³		0.57	0.57	0
	植物措施	种草	m ²	22.56		11.79	-10.77
		种草	hm ²		2.58	2.58	0
		栽植沙棘	万株	21.88	53.86	53.86	0
		栽植云杉	株		989	989	0
		栽植樟子松	株		7162	7162	0
施工生产生活区	工程措施	土地整治	hm ²			1	1
		表土剥离	hm ²	1			-1
		表土回铺	万 m ³	0.3			-0.3
	植物措施	种草	hm ²	1		1	0
		栽植沙棘	万株	1			-1
	临时措施	临时遮盖	m ²	400			-400
		临时排水	m	200			-200
弃渣场	工程措施	表土清理	hm ²	1.23			-1.23
		覆土平整	万 m ³	0.37			-0.37
		挡渣墙	m	280			-280
		截水沟	m ³	420			-420
	植物措施	种草	hm ²	1.18			-1.18
		栽灌木	万株	1.18			-1.18

4.4 防治措施防治效果

2020 年 10 月，水土保持工程全部完工。经监测，各项水保措施运行良好，地表平整、覆土平整、边坡整理等措施完好，边坡稳定，植物措施防护作用初步显现，乔灌木生长良好，没有大面积的缺苗现象。

国华（沽源）风电有限公司对水保措施的后期维护比较重视，明确专人负责挡土墙、排水措施以及栽植乔灌木的监督、巡查、维护工作，能够对项目区内的覆土平整、排水沟等水土保持措施定期巡查，对于损毁水保措施进行及时修整、维护，对栽植的苗木进行灌溉、防治啃食等养护，保证水土保持设施功能正常发挥。

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

根据项目进度安排，工程技术资料，通过部分地段现场调查统计，汇总项目各阶段水土流失面积，主要发生在施工扰动区，见表 5-1。

表 5-1 水土流失面积一览表

单位 hm^2

项目分区	占地面积	水土流失面积			
		建设期		恢复期	
		2012 年	2013 年	2014 年	2015 年
风机区	7.44	7.44	6.60	6.60	5.28
集电线路区	2.10	2.10	1.40	1.40	0.15
道路区	29.26	29.26	29.26	17.56	9.66
施工生产生活区	1.00	1.00	1.00	1.00	0.60
合计	39.80	39.80	38.26	26.56	15.69
项目分区	水土流失面积				
	恢复期				
	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
风机区	5.28	5.28	5.28	5.28	5.71
集电线路区	0.15	0.15	0.15	0.15	0.96
道路区	9.66	9.66	9.66	9.66	10.53
施工生产生活区					
合计	15.09	15.09	15.09	15.09	17.20

2012 年施工期间，水土流失面积 39.8hm^2 ，占地范围内基本全部扰动，2013 年施工期间，风机区和集电线路部分硬化区域完成硬化，其余部分基本全部施工，其中：风机区基础完成施工，扰动区域在吊装场地，面积 6.60hm^2 ，道路修建及碾压扰动面积 29.26hm^2 ，集电线路铁塔基础完成施工，扰动区域在周边临时占地，面积 1.40hm^2 ，施工生产生活区扰动面积 1.00hm^2 ，扰动区域内水土流失类型为风力、水力交错侵蚀。

2014 年，实施了部分水土保持措施，风机区的表土回铺，施工生产生活区土地平整等，水土流失面积是以上扰动区域以及监测水土流失治理未达标区域，经监测水土流失面积 26.56hm^2 ，2015 年施工生产生活区经过平整恢复植被，但仍有一定的水土流失面积，至 2016 年方能达到防治标准，2016-2019 年，自然恢复阶段，虽不再施工，但部分区域整治没有达标，因此仍有水土流失面积，经监测，2015-2019 年水土流失面积约 15.09hm^2 。检修道路路面、风机及箱变基础和铁塔基础经硬化后，

无水土流失面积，施工生产生活区自然恢复植被，风机区、道路两侧及集电线路的部分自然恢复植被区域可以达到防治标准，不再计算水土流失面积。

2020年，重新实施水土保持措施施工，施工过程中地表也产生扰动，经监测扰动面积约 17.20hm^2 ，水土流失面积 17.20hm^2 ，主要为各防治分区覆土、绿化等水土保持措施施工扰动，水土流失类型为风力、水力交错侵蚀。

5.2 土壤流失量

5.2.1 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

根据风电场建设的水土流失特点，可以将建设期项目防治责任范围划分为原地貌、扰动地表（各施工地段）和实施防治措施的地表（构筑物及防治措施等）三大类侵蚀单元。在施工初期原地貌占比例较高，随着工程进展，扰动地表的面积逐渐增大，原地貌所占比例逐渐减小；最终原地貌被扰动地表和防治措施地表取代，随着防治措施逐渐实施，实施防治措施的地表比例增大。

通过野外调查，参考水土保持方案中确定的原地貌侵蚀模数，结合原地貌、植被、地形地貌、气候特征等基础因子现状，得出原地貌水力、风力综合侵蚀强度属于轻度侵蚀，原地貌侵蚀模数为 $1300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 左右。根据本项目建设特点，对各建设区原地貌土壤侵蚀模数进行监测。

根据本项目监测工作的实际情况，施工期进行了调查监测和定点观测。对建设项目的地表扰动进行适当的分类。该项目在施工过程中对地表的扰动类型主要表现为基础施工、道路修建、设备安装等，具有不同的水土流失特点。结合监测工作的实际需要，根据本项目监测工作的实际情况，施工期进行了全面的调查监测。监测过程比较客观的了解了施工期的水土流失特点，对施工过程中的风蚀和水蚀进行了全面监测。

测定的侵蚀模数见表5-2。

表 5-2 建设期各防治分区内土壤侵蚀模数测定表

项目区	流失面积 (hm^2)	综合侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$)
风机区	7.44	2400
集电线路区	2.10	2350
道路区	29.26	2300
施工生产生活区	1.00	2350
合计/平均	39.80	2350

2014 年-2015 年（主体工程完工后 1-2 年，已经实施了覆土平整等水保措施），监测人员对本项目各防治分区监测点进行监测，根据监测得到的数据，计算监测分区土壤侵蚀模数，见表 5-3。2016 年-2019 年，植被自然恢复区域有植被覆盖，但部分区域没有进行治理，植被没有恢复，没能达到防治标准，虽然不再进行扰动，但仍有水土流失，监测组对本工程个防治分区监测点继续进行监测，根据监测得到的数据，计算监测分区土壤侵蚀模数，见表 5-3。

表 5-3 主体完工后各年度防治分区内土壤侵蚀模数测定表

项目区	综合侵蚀模数（ $t/km^2 \cdot a$ ）						
	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
风机区	1600	1550	1450	1450	1450	1450	960
集电线路	1550	1500	1400	1400	1400	1400	980
道路区	1500	1450	1350	1350	1350	1350	960
施工生产生活区	1450	1400	980				
平均	1525	1475	1295	1400	1400	1400	967

在 2020 年后，项目区实施了覆土种草栽植树木恢复植被，并且经过养护，基本达到水土流失治理要求，因此 2020 年的土壤侵蚀模数显著降低，基本降低至项目区允许值以下。

5.2.2 土壤流失量动态监测结果

对照项目区原始地貌的监测结果，预测扰动年份原地貌的侵蚀量，对比施工期和植被恢复期的侵蚀总量，可以得知地表扰动及治理期间的侵蚀量的动态变化。

本项目建设期防治责任范围内水土流失有所增加，是原地貌的 1.79 倍，新增量为 610.49t，见表 5-4。

植被恢复期是到 2014-2020 年，风机区实施了覆土平整等措施，部分区域植被自然恢复，土壤流失量逐渐减少。但由于部分区域没有实施水保措施，水土流失量仍高于原地貌，植被恢复期侵蚀总量 1639.31t，比原地貌增加 81.81t。2020 年补充实施了覆土种草、栽植灌木等水保措施，土壤流失量进一步减少到允许值以下。

表 5-4 原地貌预计与建设期土壤流失量对比

防治分区	预计原地貌				建设施工期						侵蚀总量增 减 (t)
	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时 段 (a)	侵蚀总量 (t)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	2012 年		2013 年		侵蚀总量 (t)	
						扰动时 段 (a)	侵蚀面积 (hm ²)	扰动时 段 (a)	侵蚀面积 (hm ²)		
风机区	7.44	1300	1.5	145.08	2400	0.5	7.44	1.0	7.44	267.84	122.76
集电线路	2.10	1300	1.5	40.95	2350	0.5	2.10	1.0	2.10	74.03	33.08
道路区	29.26	1300	1.5	570.57	2300	0.5	29.26	1.0	29.26	1009.47	438.90
施工生产 生活区	1.00	1300	1.5	19.50	2350	0.5	1.00	1.0	1.00	35.25	15.75
合计	39.80	1300		776.10	2350		39.80		39.80	1386.59	610.49

表 5-5 原地貌预计与植被恢复期期土壤流失量对比

防治分区	预计原地貌			植被恢复期 2012-2020							合计	增减
	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时 段 (a)	侵蚀总 量 (t)	2014	2015	2016	2017	2018 年	2019 年	2020 年		
				侵蚀总 量 (t)	侵蚀总 量 (t)	侵蚀总 量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总量 (t)	侵蚀总 量 (t)
风机区	1300	7	503.22	105.60	81.84	76.56	76.56	76.56	76.56	54.81	548.49	45.27
集电线路	1300	7	40.69	21.70	2.31	2.16	2.16	2.16	2.16	9.41	42.04	1.35
道路区	1300	7	992.79	263.34	140.01	130.35	130.35	130.35	130.35	101.12	1025.88	33.09
施工生产 生活区	1300	2	20.80	14.50	8.40						22.90	2.10
合计	1300		1557.50	405.14	232.56	209.07	209.07	209.07	209.07	165.34	1639.31	81.81

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

无，所需种植土均就近从市场购买。

5.4 水土流失危害

监测期间没有产生水土流失危害事件，未对周边造成明显影响。

6 水土流失防治效果监测

6.1 扰动土地整治率

扰动土地整治率系指扰动土地的整治面积占扰动土地总面积的比值。调查监测统计：本工程扰动地面积为 39.80hm^2 ，累计完成综合整治面积为 38.80hm^2 ，测算扰动土地治理率 97.49% 。各防治分区扰动土地整治率见表6-1，都达到一级防治标准。

表6-1 工程扰动土地整治率

防治分区	扰动土地面积 (hm^2)	建筑物及硬化面积 (hm^2)	水土保持措施面积 (hm^2)	扰动地表治理面积 (hm^2)	扰动土地整治率 (%)
风机区	7.44	0.84	6.30	7.14	95.97
集电线路区	2.10	0.70	1.30	2.00	95.24
道路区	29.26	11.70	16.96	28.66	97.95
施工生产生活区	1.00		1.00	1.00	100.00
合计	39.80	13.24	25.56	38.80	97.49

6.2 水土流失总治理度

结合项目施工特点及水土保持措施实施情况，经全面调查监测，确认工程建设造成水土流失面积 26.56hm^2 ，水土流失治理达标面积 25.56hm^2 ，水土流失总治理度为 96.23% 。各防治分区水土流失总治理度见表6-2，都达到一级防治标准。

表6-2 水土流失总治理度

防治分区	扰动土地面积 (hm^2)	建筑物及硬化面积 (hm^2)	水土流失面积 (hm^2)	水土保持措施面积 (hm^2)	水土流失总治理度 (%)
风机区	7.44	0.84	6.60	6.3	95.45
集电线路区	2.10	0.70	1.40	1.3	92.86
道路区	29.26	11.70	17.56	16.96	96.58
施工生产生活区	1.00		1.00	1	100.00
合计	39.80	13.24	26.56	25.56	96.23

6.3 拦渣率与弃渣利用情况

本项目修建道路时基本做到了挖填平衡，没有产生多余的土石方。在修建风机和集电线路时产生了多余土石方，主要成分是碎石和土，在施工过程中，风机区产生的弃方全部用于吊装场地的平整和附近道路修建，2020年，将风机区 580m^3 碎石清运至道路边坡，用于边坑的填埋，填完后覆土恢复植被。集电线路产生的弃方在塔杆基部平整。项目在建设过程中，产生的多余土石方就近利用或低洼地填埋，没有长距离的倒运过程，土石方全部利用，没有弃渣。因此认定本工程拦渣率符合方案设计要求。

6.4 林草植被恢复率及林草覆盖率

工程建设前项目区内土地利用类型为灌草地，植被盖度约为 35% 左右。项目实

施期间，由于人为破坏，使得土壤裸露，植被遭到破坏。水土保持措施实施后，项目区可恢复植被面积 21.41hm^2 ，监测期末恢复植被面积 20.90hm^2 。经测算，林草植被恢复率为97.62%，林草覆盖率为52.51%，该指标计算时未计入集电线路自然恢复植被面积，监测集电线路塔基植被恢复情况，自然恢复植被林草覆盖率也达到了25%以上，基本满足水土保持要求。各防治分区情况见表6-3。

表6-3 林草植被恢复率及林草覆盖率计算表

防治分区	工程占地 (hm^2)	可恢复植被面积 (hm^2)	林草植被恢复面积 (hm^2)	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖率 (%)
风机区	7.44	5.70	5.60	98.25	75.27
集电线路区	2.10	0.93	0.90	96.77	42.86
道路区	29.26	13.78	13.40	97.24	45.80
施工生产生活区	1.00	1.00	1.00	100.00	100.00
合计	39.80	21.41	20.90	97.62	52.51

6.5 土壤流失控制比

截止到2020年10月监测期末，水土流失区域内的平均土壤侵蚀强度为 $967\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，该区容许土壤侵蚀强度为 $1000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，土壤流失控制比为1.03。

6.6 水土流失防治达标分析

本风电场工程在建设过程中比较重视水土保持生态环境工作，注重绿化和美化效果，做到了水土保持生态环境工作与项目开发建设相结合。水土流失防治工程与措施的施工组织基本合理，水土流失得到有效控制，在监测期内没有发生严重水土流失危害。

监测过程中，监测人员通过现场调查、勘测、资料收集等手段获取了项目水土流失防治指标值，基本达到了方案报告书设计要求，达到了一级防治标准（林草植被恢复率和林草覆盖率计算时未计入自然恢复植被面积，指标值较低），项目区水土流失防治效果显著。

水土流失防治达标情况见表6-4。

表6-4 设计水平年末防治目标表

防治目标	方案目标值	监测值
扰动土地整治率(%)	95	97.49
水土流失总治理度(%)	95	96.23
土壤流失控制比	1	1.03
拦渣率(%)	95	合格
林草植被恢复率(%)	97	97.62
林草覆盖率(%)	25	52.51

7 结论

7.1 水土流失动态变化

工程建设期防治责任范围内水土流失有所增加，是原地貌的 1.79 倍，新增量为 610.49t。植被恢复期比原地貌增加 81.81t。2020 年补充实施了覆土种草、栽植乔灌木等水土保持措施，土壤流失量进一步减少到允许值以下。到 2020 年 10 月以后，水土保持措施的实施以及人工种草、自然恢复植被逐渐开始发挥效益，土壤流失量减少。

截止监测期末，扰动土地整治率达到 97.49%，水土流失治理度达到 96.23%，土壤流失控制比 1.03，拦渣率满足设计要求，林草植被恢复率为 97.62%，林草覆盖率平均达 52.51%，全部达到防治标准。

7.2 水土保持措施评价

项目防治责任范围划分为风机区、道路、集电线路、施工生产生活区 4 个防治分区，工程建设过程中，各施工区域基本按照方案设计，采取了表土剥存、覆土平整、土地平整、种草、栽植灌木、植物护坡等措施。截止 2020 年 10 月，项目区累计完成水土保持综合有效治理措施面积 25.56hm²，植物措施有效治理面积 20.90hm²。与水土保持方案对照，基本按照方案以及水土保持专项施工方案要求完成了水土保持措施。

水土保持措施的实施，能够满足水土保持要求。达到有效控制水土流失，保持水土资源，改善生态环境的目标，使项目工程建设期造成的水土流失得到有效控制，水土流失量大大减少；林草措施各项指标符合水土保持方案目标和设计标准，植物长势良好，水土保持工程的实施一定程度上改善了项目区的生态环境。

7.3 存在的问题和建议

(1) 本次监测时段稍有间断，受建设单位建设工期和水土保持措施施工工期的影响，在 2015-2019 年出现了间断。另外受技术手段影响，数据还有待于今后做深入的测定。建议对项目区水土保持设施的运行情况和效益进行跟踪调查和监测，发现问题及时上报水行政主管部门。

(2) 项目区位于坝上高原区，气候条件恶劣，无霜期短，降雨量少，对植物生长十分不利，建议建设单位继续加强植物措施的管护和抚育，防止受旱、受冻和牛

羊啃食，确保发挥水土保持效益。

7.4 综合结论

自2012年6月启动监测工作以来，监测单位通过现场勘测、实地调查、资料收集，经分析汇总，获得了较为详实的监测数据，得出如下结论。

（1）风电场在建设过程中，建设单位在后期比较重视水土保持工作，在先期实施的水保措施效果较差的情况下，委托专业技术单位重新设计施工，及时完成了覆土平整，边坡整理以及种草、栽植乔灌木等人工恢复植被的水土保持措施；

（2）工程施工期间没有灾害性天气的发生，水土流失控制在方案要求的范围内，没有因工程建设引发水土流失灾害。

（3）依据2020年第三、四季度监测季报表对本建设项目水土流失防治情况的评价，平均得分85分，三色评价结论为绿色。

（4）建设单位对水土保持方案设计的水土流失防治内容结合工程建设实际情况进行了落实。目前，水土保持设施总体上运行良好，已发挥出水土保持功能。