



图 1-3 水土保持流程监测图

1.3.3 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 1-6，监测点具体选取位置见附图 1。

表 1-6 监测点选取情况表

序号	位置	数量	选点位置
1	风机区	25	选取 97#、102#、104#、106#、118#、182#、184#、187#、188#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
2	升压站扩建区	1	临时堆土、堆料
3	施工检修道路边坡	17	每 5km 选一处，连接风机附近选取 97#、102#、104#、106#、118#、182#、184#、187#、188#风机附近的道路，重点监测道路两侧植被恢复区域
4	集电线路	14	每 10km 选一处，在风机附近随机选取，监测电缆沟、铁塔基础开挖情况，施工临时堆土，平整和恢复植被区域

1.3.4 监测设施设备

表 1-3 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	越野车	三菱	辆	1	交通工具

1.3.5 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。

1.3.6 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 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

2.2 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。

2.3 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 2-2 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

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

2.4 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

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 345.01hm²，其中项目建设区 223.64hm²，直接影响区 121.37hm²。

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	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	4.47	30.58	35.05	11.32	46.37
升压站扩建区	0.40	0.03	0.43	0.12	0.55
集电线路区	4.75	8.40	13.15	1.00	14.15
道路区		171.71	171.71	108.68	280.39
施工生产生活区		1.80	1.80	0.07	1.87
备用弃渣场		1.50	1.50	0.18	1.68
合计	9.62	214.02	223.64	121.37	345.01

监测确定的建设期水土流失防治责任范围为 247.42hm²，其中项目建设区 212.26hm²，直接影响区 35.16hm²，占地类型主要是灌草地，详情见表 3-2。

(1) 风机区：风机区占地 48.57hm²，包括永久占地 4.65hm²和临时占地 32.76hm²。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，按风机吊装场地按周围 2m 考虑计算，直接影响区面积 5.58hm²。风机区水土流失防治责任范围为 42.99hm²。

(2) 升压站扩建区：本次是在原有升压站内主要建（构）筑物已建成的基础上进行扩建，拆除西侧整体围墙，将原升压站向西扩建 30m，扩建占地为 0.28hm²；进站电缆临时占地 0.03hm²。占地面积为 0.31hm²。

本次升压站在施工前先拆除、新建围墙，土建施工、电气设备安装活动主要在围墙内进行，对周围影响轻微，直接影响区按拆除的围墙外侧 4m 考虑计算，围墙外侧 1m 为征地范围，直接影响区面积 0.04hm²。电缆沟两侧各 1m 考虑计算，直接影响区面积 0.03 hm²。升压站扩建区直接影响区面积 0.07 hm²。

(3) 集电线路区：集电线路采用电缆沟和铁塔架空两种形式，占地面积 15.06hm²，包括永久占地 6.66hm²，临时占地 8.40hm²。

架空线路长 13.1km（其中双回线路 3.7km），铁塔 512 基，直接影响区按塔基

临时占地四周各 1m 计算，直接影响区面积 0.51hm²。

(4) 道路区：本次进场道路在项目建设过程中对两侧产生一定的影响按 1m 考虑计算，场内施工检修道路在项目建设过程中对两侧产生的影响按 1m 考虑计算，直接影响区面积分别为 0.68hm²、28.32hm²；道路区直接影响区总面积为 29.00hm²。

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	4.65	32.76	37.41	5.58	42.99
升压站扩建区	0.28	0.03	0.31	0.07	0.38
集电线路区	6.66	8.40	15.06	0.51	15.57
道路区	0.00	159.48	159.48	29.00	188.48
合计	11.59	200.67	212.26	35.16	247.42

(1) 风机区：原水土保持方案中布置 120 台 2000kW 风机及 20 台 3000kW 风机，共计 140 台，但在主体工程施工过程中变更为 150 台 2000kW 风机，占地面积较原方案增加 2.36hm²；监测影响区为平台周边 2m，直接影响区较方案减少 5.74hm²。防治责任范围较原方案设计减少 3.38hm²。

(2) 升压站扩建区：变电站规模及站内布设基本没有变化，实际施工将站区围栏外边坡防护全部纳入征地范围，将后期优化设计，实际占地面积较原方案减少 0.12hm²；监测直接影响区为扩建区周边 3m 范围，直接影响区较方案减少 0.05hm²。防治责任范围较原方案设计减少 0.17hm²。

(3) 集电线路区：方案设计风机数量发生改变，集电线路长度增加，铁塔基数增加，占地面积增加 1.91hm²，架空塔基直接影响区为施工区外 1m 范围，较原方案减少 0.49hm²。防治责任范围较原方案增加 1.42hm²。

(4) 道路区：施工检修道路较原方案减少 5km，占地面积较原方案减少 12.23hm²；直接影响区按道路两侧产生 1m 考虑计算，较原方案减少 79.68hm²。防治责任范围较原方案减少 91.91hm²。

(5) 施工生产生活区：方案设计新建施工生产生活区占地 1.80hm²，影响区 0.07hm²；实际工程利用了升压站扩建区占地，没有新增土建内容。防治责任范围较方案减少了 1.87hm²。

(6) 备用弃渣场：原方案中设弃渣场，但在主体工程实施过程中基本达到了土石方开挖回填平衡，未使用临时弃渣场；防治责任范围较方案减少了 1.68hm²。

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	35.05	11.32	46.37	37.41	5.58	42.99	2.36	-5.74	-3.38	风机由 140 台变更为 150 台, 占地增加; 影响区为平台周边 2m, 较原方案减少
升压站扩建区	0.43	0.12	0.55	0.31	0.07	0.38	-0.12	-0.05	-0.17	占地面积较原方案减少; 监测直接影响区为周边 3m 范围, 较方案减少
集电线路区	13.15	1.00	14.15	15.06	0.51	15.57	1.91	-0.49	1.42	占地面积增加; 直接影响区为施工区外 1m 范围, 较原方案减少
道路区	171.71	108.68	280.39	159.48	29.00	188.48	-12.24	-79.68	-91.92	占地面积减少; 直接影响区按道路两侧产生 1m 考虑计算, 较原方案减少
施工生产生活区	1.80	0.07	1.87				-1.80	-0.07	-1.87	工程利用升压站扩建区占地, 没有新建施工生产生活区
备用弃渣场	1.50	0.18	1.68				-1.50	-0.18	-1.68	土石方挖填平衡, 未启用弃渣场, 较方案减少占地
合计	223.64	121.37	345.01	212.26	35.16	247.42	-11.39	-86.21	-97.59	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措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

单位：hm²

年度	2016 年		2017 年		2018 年		2019 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	占地面积	扰动地表面积
风机区	37.41	37.41	37.41	37.41	4.65		4.65	13.09
升压站扩建区	0.31	0.31	0.31	0.31	0.28		0.28	0.28
集电线路区	15.06	15.06	15.06	15.06	6.66		6.66	2.44
道路区	159.48	159.48	159.48	159.48	49.56		49.56	84.78
合计	212.26	212.26	212.26	212.26	61.15		61.15	100.59

项目建设期 2016 年 5 月-2017 年 6 月，工期 14 个月，2016 年占地共计 212.26hm²，扰动面积监测结果为 212.26hm²，扰动面积监测结果与实际占地面积和占地类型一致。

2018 年，主体施工活动已经结束，地表基本不进行扰动，占地面积是 61.15hm²。

2019 年，实施项目水土保持措施，项目占地包括风机区、升压站扩建区、集电线路区永久占地及检修道路，占地面积 61.15hm²，扰动地表面积为 100.59hm²。

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 416.46 万 m³，其中土石方开挖 212.00 万 m³，土石方回填 204.46 万 m³，土石方平衡后弃土石 10.54 万 m³。弃方主要为风机基础、吊装场地以及施工检修道路土方换填，施工检修道路外购 3 万 m³石方进行换填，换填原道路较软路基。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 m³

分区		总量	开挖	回填	调入	来源	废弃	
					数量		数量	去向
风机区	风机及箱变基础	31.26	19.4	11.86			7.54	平铺在吊装场地四周，待施工结束后覆土绿化
	吊装场地	82.56	41.28	41.28				
	小计	113.82	60.68	53.14			7.54	
升压站扩建区		0.16	0.08	0.08				
集电线路区		22.32	11.16	11.16				
施工检修道路		278	139	139	3	外购	3	运往备用弃渣场
施工生产生活区		2.16	1.08	1.08				
		416.46	212	204.46			10.54	

3.4.2 工程土石方监测结果

本工程实际动用土石方总量 74.60 万 m³，其中开挖 37.30 万 m³，回填 37.30 万 m³，风机基础开挖产生余方 7.83 万 m³，全部回填至吊装平台，不产生废弃土石方。施工过程中做到了土石方的平衡，无借方和弃方的产生。

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 m³

分区		土石方总量	开挖	回填	调入	调出		废弃
					数量	数量	去向	
风机区	风机及箱变基础	18.27	13.05	5.22		7.83	回填至吊装平台	0.00
	吊装场地	9.03	0.60	8.43	7.83			0.00
	小计	27.30	13.65	13.65	7.83	7.83		0.00
升压站扩建区		1.10	0.55	0.55				0.00
集电线路区		1.20	0.60	0.60				0.00
施工检修道路区		45.00	22.50	22.50				0.00
合计		74.60	37.30	37.30	7.83	7.83		0.00

与方案设计相比，实际建设中动用土石方总量减少 341.86 万 m³，其中挖方减少 174.7 万 m³，填方减少 167.16 万 m³。通过内部调配利用，无外弃方。土石方涉及总量远低于方案设计，总体表土保护利用率不低于方案设计，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、浆砌石护坡、排水沟等措施。累计完成主要工程量为：土地平整 44.90hm²，表土剥存 66.74hm²，覆土平整 200205.80m³，干砌石护坡 3782.64m³，浆砌石护坡 7551.06m³，浆砌石排水沟 14350m³，土质排水沟 35000m³，浆砌石挡墙 31.50m³，干砌石挡墙 8903.30m³。

(1) 风机区

方案设计：表土剥离面积为 19.88hm²，表土剥离量约 5.96 万 m³；覆土平整量约 5.96 万 m³；干砌石护坡约 2000m³；土石埂拦挡总长度为 4000m。

实施措施：表土剥存 18.15hm²，工程量为 54450m³，实施时间为 2016 年 6 月。土地平整面积 21.37hm²，覆土平整 54450m³，干砌石护坡 2663.34m³，浆砌石护坡 1492.82m³，实施时间为 2018 年 6 月至 9 月。

(2) 升压站扩建区

方案设计：无。

实施措施：土地平整面积 0.28hm²，修建浆砌石排水沟 150m³，实施时间为 2016 年 8 月。

(3) 施工道路

方案设计：表土剥离面积约为 40.99hm²，剥离量约 12.30 万 m³；覆土平整量约 12.30 万 m³；干砌石护坡 15000m³；衬砌排水沟 15000m³；浆砌石护坡长度约 200m；浆砌石排水沟 200m。

实施措施：①表土剥离面积 38.88hm²，剥离量约 116640m³，实施时间为 2016 年 6 月；覆土平整量约 116640m³，实施时间为 2018 年 10 月；

②土地平整：道路两侧植被恢复部分，进行土地平整，面积为 14.90hm²，实施

时间为 2016 年 5 月。

③挡土墙：部分路段采用挡土墙措施，其中浆砌石挡土墙工程量为 31.50m^3 ，干砌石挡土墙工程量为 8903.30m^3 ，实施时间为 2019 年 8 月。

④浆砌石护坡：在施工检修道路两侧修建浆砌石护坡 6000m^3 ，实施时间为 2019 年 8 月。

⑤排水沟：在施工检修道路较陡边坡处设计浆砌石排水沟 14200m^3 ，实施时间为 2019 年 6 月；缓坡路段修建土质排水沟 35000m^3 ；实施时间为 2018 年 6 月。

(4) 集电线路

方案设计：表土剥离面积 10.78hm^2 ，剥离量约 3.23 万 m^3 ；覆土平整量约 3.23 万 m^3 。

实施措施：①施工结束后，集电线路塔基基础周围以及电缆沟开挖扰动区域进行土地平整，平整面积为 8.35hm^2 ，以利于后期植被恢复；覆土平整工程量 29115.80m^3 ；实施时间为 2018 年 6 月。

②修建干砌石护坡 1119.30m^3 ，浆砌石护坡 58.24m^3 ，实施时间为 2018 年 8 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。

(1) 风机区

方案设计：选择适宜季节及时进行种草绿化，种草面积 19.88hm^2 。

实施措施：风机区吊装平台种草面积 24.61hm^2 ，实施时间为 2019 年 5 月-6 月。

(2) 升压站扩建区

方案设计：种草面积 0.03hm^2 。

实施措施：采用种草和栽植乔木的方式恢复植被，栽植榆树 2000 株。实施时间为 2017 年 5 月-6 月。

(3) 道路区

方案设计：对施工临时扩充道路占地进行覆土平整，种草面积 40.99hm^2 。

实施措施：道路两侧种草面积 34.90hm^2 ，实施时间为 2019 年 5 月-6 月。

(4) 集电线路

方案设计：集电线路施工结束后，对杆塔基础范围及施工临时占地进行植被恢复，采用种草的方式，估算种草面积 10.78hm^2 。

实施措施：集电线路区种草面积 5.03hm^2 ，实施时间为 2019 年 5 月-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。

4.4 防治措施防治效果

2019年6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，挡土墙、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。

国电天唯康保风能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。

表 4-1 水土保持措施实施情况表

防治分区	措施类型	实施的水土保持措施				方案设计水土保持措施			变化		
		水土保持措施	单位	数量	实施时间	水土保持措施	单位	数量	单位	数量	说明
风机区	工程措施	土地平整	hm ²	21.37	2018/6				hm ²	21.37	据地表土壤实际情况剥存表土， 据实际可绿化面积回覆表土
		表土剥离	hm ²	18.15	2016/6	表土剥离	hm ²	19.88	hm ²	-1.73	
		覆土平整	m ³	54450	2018/8	覆土平整	m ³	59600	m ³	-5150	
		干砌石护坡	m	2663.34	2018/9	干砌石护坡	m	2000	m	663.34	风机数量增加，坡面增多，防治 措施增加
		浆砌石护坡	m	1492.82	2018/9				m	1492.82	
	植物措施	种草	hm ²	24.61	2019/5	种草	hm ²	19.88	hm ²	4.73	根据实际可绿化面积进行种草
升压站扩建区	工程措施	土地平整	hm ²	0.28	2016/8				hm ²	0.28	
		浆砌石排水沟	m	150.00	2016/9				m	150.00	
	植物措施	栽植榆树	株	2000.00	2017/5	栽植榆树	株	2000.00	株	0.00	
道路区	工程措施	土地平整	hm ²	14.90	2016/5				hm ²	14.90	由于坡面较多，处理方式由干砌石护坡改为坡面平整及砌石坡脚护脚墙。
		覆土平整	m ³	116640	2018/10	覆土平整	m ³	123000	m ³	6360	
		表土剥离	hm ²	38.88	2016/6	表土剥离	hm ²	40.99	hm ²	2.11	
		浆砌石挡墙	m ³	31.50	2019/8				m ³	31.50	
		干砌石挡墙	m ³	8903.30	2019/8				m ³	8903.30	
		浆砌石护坡	m ³	6000.00	2019/8	浆砌石护坡	m ³	200	m	5800.00	
						干砌石护坡	m ³	15000	m	-15000.00	
	浆砌石排水沟	m ³	14200.00	2018/6	浆砌石排水沟	m ³	200	m	14000.00	据进站道路实际地势情况修建排水沟	
衬砌排水沟	m ³	35000.00	2019/6	衬砌排水沟	m ³	15000	m ³	20000.00			
	植物措施	种草	hm ²	34.90	2019/5	种草	hm ²	40.99	hm ²	-6.09	据实际可绿化区域实施种草
集电线路	工程措施	土地平整	hm ²	8.35	2018/6				hm ²	8.35	据风机区地表土壤实际情况剥存表土，据实际可绿化面积回覆表土
		表土剥离	hm ²	9.71	2016/6	表土剥离	hm ²	10.78	hm ²	-1.07	
		覆土平整	m ³	29115.80	2018/8	覆土平整	m ³	32300	m ³	-3184.20	
		干砌石护坡	m ³	1119.30	2018/8				m	1119.30	根据实地勘测，处理措施增设坡面平整及砌石坡脚护脚墙。
	浆砌石护坡	m ³	58.24	2018/8				m	58.24		
	植物措施	种草	hm ²	5.03	2019/6	种草	hm ²	10.78	hm ²	-5.75	据实际可绿化区域实施绿化

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	
		2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
风机区	37.41	37.41	37.41	32.76	32.76
升压站扩建区	0.31	0.31	0.31	0.03	0.03
集电线路区	15.06	15.06	15.06	8.40	8.40
道路区	159.48	159.48	159.48	109.92	109.92
合计	212.26	212.26	212.26	151.11	151.11

2016 年、2017 年施工期间，水土流失面积 212.26hm^2 ，其中：变电站扰动面积 0.31hm^2 ，风机区全部施工，扰动面积 37.41hm^2 ，道路扰动面积 159.48hm^2 ，集电线路扰动面积 15.06hm^2 ，水土流失类型为风力、水力交错侵蚀。

2019 年植被恢复期间，水土流失面积 151.11hm^2 ，主要为各分区绿化措施、排水沟、道路浆砌石护坡等水保措施施工扰动，水土流失类型为风力、水力交错侵蚀；变电站建筑及硬化区、进站道路及检修道路路面、风机及箱变基础和铁塔基础经硬化后，无水土流失。

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

根据五福堂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 1300t/km².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 (t/km ² .a)
风机区	37.41	2200
升压站扩建区	0.31	2000
道路区	15.06	2450
集电线路	159.475	2350
合计	212.255	2250

2017 年 8 月（主体工程完工后第一年，已经实施了土地平整、排水沟、护坡、挡土墙等水保措施，2019 年补充实施了排水沟等措施），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 5-2；2018 年 6 月、2019 年 9 月，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	流失面积 (hm ²)	综合侵蚀模数 (t/km ² .a)	
		2018 年	2019 年
风机区	32.76	1400	980
升压站扩建区	0.03	1350	950
道路区	8.40	1500	980
集电线路	109.92	1450	970
合计	151.11	1425	970

在 2019 年，项目区风机区实施了覆土种草恢复植被，并且经过一年的自然恢复时间，各分区也基本恢复了植被，因此 2019 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，扰动后的侵蚀情况及措施实施后的侵蚀情况（见表 5-2、表 5-3）作对比，可以得知地表扰动及治理后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 2186.54t。到 2018 年，风机区实施了土地平整、护坡、排水沟等措施，植被自然恢复植被，土壤流失量逐渐减少。2019 年又补充实施了排水沟等工程措施，以及种草、种树等植物水保措施，土壤流失量进一步减少到 1469.83t，较原地貌土壤侵蚀量减少 1289.49t。

表 5-4 原地貌预计与建设期土壤流失量对比

防治分区	原地貌				建设施工期			
	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时段(a)	侵蚀总量(t)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时段(a)	侵蚀总量(t)
风机区	37.41	1300	1.00	486.33	37.41	2200	1.00	823.02
升压站扩建区	0.31	1300	1.00	4.03	0.31	2000	1.00	6.20
集电线路区	15.06	1300	1.00	195.78	15.06	2450	1.00	368.97
道路区	159.48	1300	1.00	2073.18	159.48	2350	1.00	3747.66
合计	212.26	1300		2759.32	212.26	2250		4945.85
防治分区	自然恢复期（2018年）				水保措施实施后（2019年）			
	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时段(a)	侵蚀总量(t)	侵蚀面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² .a)	扰动时段(a)	侵蚀总量(t)
风机区	32.76	1400	1.00	458.64	32.76	980	1.00	321.05
升压站扩建区	0.03	1350	1.00	0.41	0.03	950	1.00	0.29
集电线路区	8.40	1500	1.00	126.00	8.40	980	1.00	82.32
道路区	109.92	1450	1.00	1593.77	109.92	970	1.00	1066.18
合计	151.11	1425		2178.81	151.11	970		1469.83

5.3 取料、弃渣潜在土壤流失量

无。

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212.26hm²，累计完成综合整治面积为209.12hm²，测算扰动土地治理率98.52%。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	37.41	4.65	32.22	36.87	98.56
升压站扩建区	0.31	0.28	0.03	0.31	99.35
集电线路区	15.06	6.66	8.15	14.81	98.34
道路区	159.48	49.56	107.57	157.13	98.53
合计	212.26	61.15	147.97	209.12	98.52

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151.11hm²，水土流失治理达标面积147.97hm²，水土流失总治理度为97.02%。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)	水土流失防治面积 (hm ²)	水土流失总治理度(%)
风机区	37.41	4.65	32.76	32.22	98.35
升压站扩建区	0.31	0.28	0.03	0.03	93.33
集电线路区	15.06	6.66	8.40	8.15	97.02
道路区	159.48	49.56	109.92	107.57	97.87
合计	212.26	61.15	151.11	147.97	97.92

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，集电线路产生的弃方在塔杆基部平整。产生的多余土石方就近利用，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79.01hm²，人工恢复面积75.71hm²。经测算，林草植被恢复率为95.83%，林草覆盖率为35.67%，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	37.41	25.58	24.61	96.21	65.78
升压站扩建区	0.31	0.08	0.07	93.63	24.16
集电线路区	15.06	11.55	10.99	95.15	72.97
道路区	159.48	41.80	40.04	95.79	25.11
合计	212.26	79.01	75.71	95.83	35.67

6.5 土壤流失控制比

截止到2019年9月监测期末，水土流失区域内的平均土壤侵蚀强度为970t/km².a，该区容许土壤侵蚀强度为1000t/km².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	98.52
水土流失总治理度(%)	92	97.92
土壤流失控制比	1	1.03
拦渣率(%)	95	合格
林草植被恢复率(%)	94	95.83
林草覆盖率(%)	22	35.67

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，新增量为 2186.54t，为原地貌侵蚀量的 1.79 倍。到 2019 年 6 月以后，水保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，土壤流失量减少至 1469.83t。

截止监测期末，扰动土地整治率为 98.52%，水土流失总治理度达到 97.92%，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 95.83%，林草覆盖率平均达 35.67%，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、升压站扩建区、道路、集电线路 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 2019 年 10 月，项目区累计完成水土保持综合有效治理措施面积 147.97hm²，植物措施有效治理面积 75.71hm²。与原方案对照，增加了浆砌石护坡、挡墙、排水沟等工程措施，减少了干砌石护坡、覆土平整工程量。水保措施的实施，基本能够满足水土保持要求。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) 本次监测时段稍有脱节，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2016年5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，

结 论

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，建设单位基本重视水土保持工作，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，及时完成了排水沟，边坡整理以及种草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) 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。