

目 录

前 言	1
1 项目及项目区概况	- 1 -
1.1 项目概况	- 1 -
1.2 项目区概况	- 3 -
1.3 水土保持工作情况	- 7 -
2 监测内容和方法	- 9 -
2.1 监测实施情况	- 9 -
2.2 监测内容	- 10 -
2.3 监测方法和频次	- 10 -
2.4 监测点布设	- 15 -
2.5 监测成果提交情况	- 16 -
3 水土流失动态监测	- 17 -
3.1 防治责任范围监测	- 17 -
3.2 水土流失背景值监测	- 40 -
3.3 建设期扰动土地面积	错误！未定义书签。
3.4 土石方流向情况监测	- 22 -
3.5 土壤流失情况分析	- 40 -
3.6 水土流失危害	- 43 -
4 水土流失防治措施监测	- 25 -
4.1 主体及施工方案设计的水保措施	- 25 -
4.2 水土保持设施完成情况	- 31 -
4.3 实际完成与方案对比情况分析	- 34 -

5 水土流失防治效果监测 - 40 -

5.1 水土流失治理度 - 45 -

5.2 土壤流失控制比 - 45 -

5.3 渣土防护率 - 46 -

5.4 表土保护率 - 46 -

5.5 林草植被恢复率与植被覆盖率 - 46 -

5.6 防治效果分析 - 46 -

6 结论 - 48 -

6.1 综合结论 - 48 -

6.2 存在问题及建议 - 48 -

附图：水土保持监测现场照片

水土保持监测点位图及防治责任范围图

前 言

康保徐五林二期风电场项目位于河北省张家口市康保县境内，装机规模为48MW，包括安装12台4000kW风力发电机组，每台机组配一台箱式变压器。本工程建设内容包括风机区（包括风机及箱式变压器、临时吊装场地）、施工检修道路区、集电线路区三部分。康保徐五林二期风电场项目总投资为33716.29万元，其中土建投资4679.03万元。工程于2021年6月开工，2022年5月主体工程完工，2022年7月水土保持工程完工，由康保县聚合风力发电有限公司负责建设管理。

按照《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国水土保持法实施条例》、《开发建设项目水土保持方案管理办法》等有关法律法规要求，康保县聚合风力发电有限公司张家口拓博工程技术咨询有限公司承担本项目水土保持方案变更报告书编制工作。2021年7月，张家口拓博工程技术咨询有限公司完成了《康保徐五林二期风电场项目水土保持方案变更报告书（报批稿）》，张家口市行政审批局于2021年7月8日以“张行审字〔2021〕178号”文批复了该项目水土保持方案变更报告书。

受康保县聚合风力发电有限公司委托，河北环京工程咨询有限公司承担该项目的水土保持监测工作。我单位根据现场调查监测结果，结合工程施工记录等工程资料，与建设单位、施工单位及监理单位就水土保持监测情况进行了及时的沟通，听取相关单位及当地水行政部门的意见，经过认真整理汇总监测资料，2022年8月形成了监测总结报告。

康保徐五林二期风电场项目水土保持监测特性表

建设项目主体工程主要技术指标									
项目名称			康保徐五林二期风电场项目						
建设规模	康保徐五林二期风电场项目装机规模为48MW，安装12台4000kW风力发电机组，每台机组配一台箱式变压器。本工程建设内容包括风机区、施工检修道路区和集电线路区。			建设单位全称		康保县聚合风力发电有限公司			
				建设地点		河北省张家口市康保县			
				建设性质		新建风力发电工程			
				所在流域		内陆河水系			
				工程投资		34517.91 万元			
				工程总工期		2021 年 6 月~2022 年 5 月			
水土保持监测指标									
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		2、防治责任范围监测		调查		
	3、水土保持措施状况监测		调查、定位监测		4、防治措施效果监测		调查、定位监测		
	5、水土流失危害监测		调查、巡查		水土流失背景值		1800t/km²·a		
防治责任范围			14.49hm²		容许土壤流失量		1000t/km²·a		
水土保持投资			216.54 万元		水土流失目标值		1000t/km²·a		
防治措施			风机区		表土剥离 2.79hm²、表土回铺 8378m³、全面整地 1.14hm²、干砌石挡墙 102m、复耕 0.55hm²；种草 3.32hm²、种灌木 3.32hm²、栽乔木 0.12hm²；临时遮盖 14200m²。				
			施工检修道路区		表土剥离 4.62hm²、表土回铺 13856m³、复耕 0.4hm²；种草 3.05hm²、栽乔木 0.21hm²；				
			集电线路区		表土剥离 2.17hm²、表土回铺 6498m³、全面整地 0.23hm²、复耕 1.06hm²；种草 1.19hm²；临时遮盖 6630m²。				
监测结论	防治效果	分类分级指标	目标值	达到值	监测数量				
		水土流失治理度	85%	98.05%	水保措施治理达标面积	9.54hm²	水土流失总面积	9.73hm²	
		土壤流失控制比	0.8	1.01	工程措施面积	2.02hm²	容许土壤流失量	1000t/km²·a	
		渣土防护率	87%	95%	实际拦挡弃土量	—	总弃土量	—	
		表土保护率	*	98.72%	可剥离表土数量	9.70hm²	剥离表土数量	9.58hm²	
		林草植被恢复率	93%	97.54%	植物措施面积	7.52hm²	可绿化面积	7.71hm²	
		林草覆盖率	20%	51.90%	林草植被面积	7.52hm²	建设区面积	14.49hm²	
	水土保持治理达标评价		根据项目水土保持监测结果分析，扰水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等水土流失防治指标均达到方案目标值。						

	总体结论	建设单位重视水土保持工作，项目各项水土流失防治措施基本落实到位，水土保持设施能够发挥水土保持防护效益，未发生重大水土流失事件，三色评价综合平均得分为 96 分，结论为绿色，基本满足开发建设项目水土保持的要求。
	主要建议	对风机平台和施工检修道路植被恢复区域加强补植补种措施，运行期加强水土保持设施尤其挡墙的巡查、管护力度，发现问题及时修补，避免影响范围的扩大。

1 建设项目及水土保持工作概况

1.1 项目概况

1.1.1 项目地理位置与交通

康保徐五林二期风电场项目装机规模为48MW，安装12台4000kW风力发电机组，每台机组配一台箱式变压器。本工程建设内容包括风机区、施工检修道路区、集电线路区。

本项目位于河北省张家口市康保县二号卜乡和李家地镇，总占地面积14.49hm²，海拔高程1318m~1422mm，风电场中心位置距河北省康保县城32km，风电场中部有国道S245、乡道及村村通公路，风电设备可通过现有道路运抵风电场，再通过风电场新建、扩建施工检修道路连接各个风机位，交通运输便利。

1.1.2 建设内容与规模

本项目由康保县聚合风力发电有限公司投资建设，总投资 34517.91 万元，主体工程 2021 年 6 月开工，2022 年 5 月主体完工。项目总占地面积 14.49hm²，其中永久占地 0.45hm²，临时占地 14.04hm²，工程占地类型主要为荒草地。实际动用土石方总量 18.22 万 m³，其中开挖 9.12 万 m³，回填 9.12 万 m³，无借方和弃方。

1、220kV 升压站

利用徐五林一期风电场（已建设完毕）、不新征用土地，不纳入本项目。

2、风机区

安装 12 台风机，单机容量为 4000kW 风机，风机采用一机一箱变的形式，风机场地基础永久占地 0.45hm²，风机基础采用天然地基，圆形混凝土扩展基础，直径 21.4m，埋深 4.4m，圆形灌注桩基础直径 20m，埋深 3.9m，每台风机基础占地 353m²，35kV 箱式升压站基础拟按天然地基上的钢筋混凝土箱型结构，基础埋深为 1.7m，基

础采用 C30 素混凝土浇筑，垫层为 100mm 厚 C15 素混凝土垫层，每个箱变基础占地 25m²。

风机基础四周设置吊装场地，做风机、塔架现场组装及临时堆土用地，并与场内检修道路相连，吊装平台大致矩形布置，尺寸为 50m×60m 左右（包括风机基础区域），平台外围边坡坡比为 1:1.25，边坡占地宽度为 3-5m，吊装场地占地 3.93hm²。

风机编号坐标表

表 1-1

风机编号	风机坐标	
	X	Y
Z01	4622747.944	520373.291
Z04	4620214.825	521124.338
F01	4622946.768	517886.979
F06	4620227.573	521486.461
F08	4619831.102	522278.980
F16	4616128.861	527212.685
F27	4616709.069	526938.357
F34	4613659.482	527397.092
F37	4611691.671	522670.957
F38	4611279.696	522307.473
F39	4611373.488	523448.283
F45	4610065.484	528236.594

3、施工检修道路区

风电场内布设施工检修道路 13.504km，新建 13179m，改扩建 325m，与风电场内的村村通相连，风电场内道路为碎石路面，新建道路 13179m 征地宽度为 5.8m，施工完毕后保留检修道路宽 3m，扩建道路 325m，征地宽度为 4m，施工完毕后扩建道路全部绿化或复耕，总占地面积 7.83hm²。

4、集电线路区

集电线路起于风机基础，先至箱式变压器，再通过架空线方式，汇集输送到 220kV 升压站，集电线路采用铁塔的形式，集电线路长 27.2km，塔基 104 基，总占地 5.80hm²。

5、施工生产生活区

施工生活区租用附近村庄的民房，主要为施工人员居住，租用的民房施工结束后归还，水土流失防治责任由房屋业主承担，占地不列入本工程占地。

1.2 项目区概况

1.2.1 地形地貌

项目区位于河北省张家口市康保县，康保县属冀西北坝上高原区，地势较高，海拔为 1318m~1422m，地形起伏较大，但坡度较缓，一般为 15~25°。场地内有多条沟谷发育，沟谷方向主要为东北-西南方向，地貌单元主要为丘陵缓岗地区及谷间洼地组成。山脚多为农田，山腰以乔木和草甸为主，而山顶草甸较为稀疏，多粉土混少量碎石，西部山顶多基岩出露。地形地貌见图 1-1。



图 1-1 项目区地形地貌

1.2.2 土壤植被

项目区土壤类型主要为栗钙土，多分布在低丘和缓山地区，土层薄厚不一，土质为砂砾、砂壤质，保水保肥能力差，耕后易风蚀。还有草甸栗钙土、盐渍草甸栗钙土等，其中以草甸栗钙土较好，多分布于旱滩，质地为重壤，有机质含量 1~3%，表土为黄土状粉土，土层厚度一般 0.1-0.3m，其中耕土厚度为 0.3m 左右，可保水保肥能力较好。场址区植被群落以耐寒的旱生多年生草本植物为主，间有小灌木和人工林带。草本植物以针茅、披碱草、芨芨草、冷蒿群落为主，其它植有早熟禾、羊草、胡

枝子、小叶锦鸡儿、杨树、樟子松、期间混有狼毒。植被覆盖率达 30 % 左右。主要农作物有小麦、莜麦、胡麻、马铃薯、豆类等。项目区植被见图 1-2。



图 1-2 项目区土壤植被

1.2.3 气象水文

(1) 气象

项目区地处冀西北坝上高原区、内陆河流域，属于温带大陆性季风气候，大陆性气候明显。由于地势较高，全年多受内蒙古高压所控制，冬季严寒漫长，夏季凉爽短促，春秋季节连绵，多风少雨，气候干燥，无霜期短，十年九旱。据康保气象站 1960~2015 年气象资料显示：多年平均气温 1.9°C ，年极端最高气温达 35.7°C ，极端最低气温 -37.3°C ， $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温为 1883.8°C 。雨热同季，多年平均降雨量 347.4mm ，分布不均，降雨多集中在 6 至 8 月。多年平均大风日数 61.3 天，年平均风速为 3.6m/s ，测风塔 80m 高平均风速为 $7.62\sim 9.1\text{m/s}$ 。无霜期平均为 92 天。最大冻土深度 293cm。

(2) 水文

康保县总体地势由东北向西南缓缓倾斜，虽高度差别较大，地貌类型齐全，但地貌单元排列井然有序。东从镶黄旗山起，西经庙湾子山、人头山，直至阿淖山一线，构成全境分水岭，向北向南逐渐形成低山丘陵和缓坡丘陵地形。丘陵地区无高山峻岭，山头秃圆，山坡平缓，山间广布谷地、盆地。南部广大地区为波状平原，地形开阔，地势平坦，岗梁、平滩和盆地相间分布，在低洼积水处形成星罗棋布的浅碟形内陆湖

泊(水淖)。风电场场址区域内,地势东高南低,无明显河流,风机场地高程在 1318m ~ 1422m 之间。项目区河流水系图见图 1-3。



图 1-3 项目区河流水系图

1.2.4 地质

(1)地质

本区在区域构造部位上属于内蒙古地轴和内蒙华力西晚期褶皱带。场地地基土沉积时代及成因类型自上而下依次为：第四系全新统冲洪积层（Q4al+pl）、第四系上更新统冲洪积层（Q3al+pl）。岩性主要由为粉质黏土、中粗砂、粉土及卵砾石等。各层性质叙述如下：

第①层粉土

该层在各风机位处均有出露，褐黄色，上部均覆盖 0.4m 左右的耕植土，稍湿，岩性主要为粉土、粉细砂。局部地段呈粉质黏土、粉土、粉细砂互层。层底埋深介于 0.4~6.6m 之间，上部 1.0m 左右为冻土层。

第②层中粗砂褐黄色~灰白色，湿，稍密~中密，成分以长石、石英为主，母岩成分主要为砂岩。该层厚度及层底埋深差异较大，局部夹粉土、粉质黏土薄层。

部分风机位缺失该层。层底埋深介于 1.8~9.2m 之间。第③层粉质黏土灰褐色~褐黄色，湿，可塑，稍有光泽，干强度及韧性中等。

该层与第②层接触部位土质较软，在勘探时常有缩孔现象。层底埋深介于 10.8~16.3m 之间。

第④层粉质黏土灰绿色，土质较纯，湿，可塑，稍有光泽，干强度及韧性中等。层底埋深介于 18.4~24.6m 之间。该层岩性横向变化较大，局部含大量细中砂、卵砾石及泥炭夹层。

第⑤层粉质黏土灰褐色，土质较纯，含姜结石，湿，可塑，稍有光泽，干强度及韧性中等，局部夹粉土、粉细砂薄层。层底埋深介于 26.6~33.6m 之间。

第⑥层粉质黏土灰绿色，土质较纯，湿，硬塑，稍有光泽，干强度及韧性中等，局部含砂及卵砾石。层底埋深介于 33.7~41.5m 之间。

第⑦层粉质黏土

灰绿色，土质较纯，湿，硬塑，有光泽，干强度及韧性高，局部夹少量卵砾石及粉细砂成分。

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》（GB18306-2015），本场址区地震动峰值加速度为 0.05g；对应的地震基本烈度为Ⅶ度。

1.2.5 项目区侵蚀现状

根据《土壤侵蚀分类分级标准》，本工程所处区域为冀西北坝上高原区，土壤侵

蚀类型以风蚀为主，兼有水力侵蚀，侵蚀模数为 $1800t/km^2 \cdot a$ ，属于轻度侵蚀区，侵蚀形式为面蚀和沟蚀；根据《河北省水利厅关于发布省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》，项目区属于坝上省级水土流失重点预防区，参照《开发建设项目水土流失防治标准》，水土流失防治标准为北方风沙区一级防治标准。

1.3 水土保持工作情况

按照《中华人民共和国水土保持法》等有关法律法规要求，康保县聚合风力发电有限公司委托张家口拓博工程技术咨询服务有限公司承担康保徐五林二期风电场项目水土保持方案编制工作。2021 年 7 月，张家口拓博工程技术咨询服务有限公司完成了《康保徐五林二期风电场项目水土保持方案变更报告书（报批稿）》，张家口市行政审批局于 2021 年 7 月 8 日以“张行审字〔2021〕178 号”文批复了该项目水土保持方案报告书。批复的康保徐五林二期风电场项目水土保持方案变更报告书估算总投资 331.06 万元。

2021 年 7 月，建设单位康保县聚合风力发电有限公司委托河北环京工程咨询有限公司编写了康保徐五林二期风电场项目水土保持专项施工方案。计列措施投资 175.73 万元。

2021 年 10 月 11 日张家口市水务局出具关于康保徐五林二期风电场项目水土保持专项施工方案的请示的回函。

2021 年 7 月河北环京工程咨询有限公司承担该项目的水土保持监测工作。工作协议签订后我单位马上组织有关人员组成监测组，并及时现场进行调查监测。

2021 年 7 月编制了该项目水土保持监测实施方案，并根据水土保持监测实施方案开展了水土保持监测，定期按照法律法规及规范要求出具水土保持监测季度报告并上报水行政主管部门，完成 2021 年第二季度季报、2021 年第三季度季报、2021 年第四季度季报、2022 年第一季度季报、2022 年第二季度季报，工程完工后结合现场调查

查阅工程施工记录等工程资料，与建设单位、施工单位及监理单位就水土保持监测情况进行了及时的沟通，听取相关单位及当地水行政部门的意见，经过认真整理汇总监测资料，2022 年 8 月形成了本监测总结报告。

2 监测内容和方法

2.1 监测实施情况

康保徐五林二期风电场项目于 2021 年 6 月正式开工，2022 年 5 月主体完工。

2021 年 7 月，河北环京工程咨询有限公司承担本工程的水土保持监测工作。接受监测任务后，我公司技术人员组建“康保徐五林二期风电场项目水土保持监测小组”。

(1)2021 年 7 月 28 日—2021 年 8 月 1 日，监测小组对工程进行现场查勘，调查水土流失情况，统计水土保持措施量。

(2)工程开工至监测开始期间（2021 年 6 月—2021 年 7 月）情况，采取补充调查的方式进行。工程技术资料的收集通过查询工程建设期间的工程资料，编制资料清单，制作调查统计表，由施工单位集中填写，同时采用遥感与调查相结合的方法，在对比的基础上掌握土壤侵蚀的动态变化。

(3)2022 年 8 月最后在现场调查、统计分析数据、影像资料的基础上完成《康保徐五林二期风电场项目水土保持监测总结报告》。

2.1.1 监测分区

本项目为点状工程，根据地形地貌和水土流失类型划分为风机区、施工检修道路区、集电线路区三个分区。

2.1.2 监测分工

本工程水土保持监测工作由河北环京工程咨询有限公司承担。监测单位根据项目水土保持方案变更报告、水土保持专项施工方案和建设单位提供的设计、施工、完工文件等工程技术资料，组织监测专业技术人员召开了该项目监测实施研讨会，配备相关监测技术人员，明确了工作分工，为开展监测工作提供了技术、人员和组织保障。

参与项目水土保持监测的主要人员的监测业务分工等内容见表 2-1。

水土保持监测人员及业务分工表

表 2-1

姓名	职称	职责分工
王 富	高级工程师	制定监测计划、监测技术路线
贾志刚	工程师	资料收集、校核
耿 培	工程师	资料收集、外业调查
韩明明	工程师	报告编写、图件制作
赵 璇	工程师	报告编写、图件制作

2.2 监测内容

根据《康保徐五林二期风电场项目水土保持方案报告书》中设计监测内容要求，结合工程施工特点，在现场调查研究的基础上确定了监测内容包括水土流失影响因子、水土流失状况、水土流失防治措施实施和水土流失防治效果。

一是水土流失影响因子。包括项目区的降雨量、降雨强度和地形地貌，采取水土保持防治措施后植被类型与覆盖度的变化。

二是水土流失状况。建设项目水土流失防治责任范围、弃土弃渣和土石方情况以及水土流失量监测，工程水土流失主要来自风机基坑开挖和回填，施工检修道路修建挖填、监测内容主要开挖土方量和回填土方量。

三是水土流失防治措施实施。水土流失防治措施监测工程建设中实施的所有工程措施、植物措施、临时措施。本工程水土流失防治工程措施包括表土剥离、表土回铺、全面整地、边坡防护、复耕、植被恢复措施及临时遮盖措施等。

四是水土流失防治效果监测。水土流失防治效果监测内容为水土流失防治指标：水土流失治理度、土壤流失控制比、渣土防护率、表土保护率、林草植被恢复率和林草覆盖率等六项指标。

2.3 监测方法和频次

2021 年 7 月水土保持监测单位开展水土保持监测工作，水土保持监测工作在项目

建设过程中进行，因此本工程采用现场调查、勘测的监测方法，结合施工过程中资料及历史影像资料收集和分析等手段开展监测工作。

(1)资料收集。收集项目地形地貌变化、开挖和回填土方量等情况，收集施工设计、招投标、监理、质量评定、竣工决算等相关资料，以便于汇总统计项目水土保持设施数量、质量等情况。

(2)现场勘测。通过对风机区、施工检修道路区和集电线路区工程措施、植物措施的实地测量，掌握核实项目区水土保持工程数量、质量。

(3)典型调查。选择有代表性的典型地段，监测统计项目区微地形变化、植被恢复等情况。

(4)访问调查。调查项目区工农业生产、社会经济、土地利用等情况。结合收集到相关施工资料，调查统计项目建设运行对周边村落、居民、耕地、生态环境、水利水保设施等危害情况。

(5)图像采集。图像采集包括记录工程典型时段、地段现场施工情况；水土保持临时措施实施、水土流失危害发生等重要水土保持事件现场情况；水土保持监测人员开展监测情况等内容。

本次康保徐五林二期风电场项目水土保持监测时段确定为 2021 年 7 月开始到 2022 年 8 月结束，并分析工程土建期（2021 年 6 月—2021 年 7 月）资料。

监测方案主要采用调查监测、定位监测和巡查，该项目调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用钢卷尺、记录夹、皮尺等量测工具，测定不同分区的的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征及水土保持措施（边坡防护工程和土地整治工程等）实施情况。

(1)面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区，如堆渣、开挖面等，然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈，确定各个分区的面积。

(2)植被监测

植被监测主要是选取有代表性的植被样方作为标准地，标准地的面积为投影面积，要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况，根据监测指标不同，具体的测量方式方法也不同。根据该项目监测实际情况，主要监测指标测量方法如下：

①林木生长情况

树高：采用测高仪进行测定。胸径：采用胸径尺进行测定。

②存活率和保存率根据工程实际情况，造林成活率在随机设 20m×20m 三个重复样方内，于秋季查看秋造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。人工种草的成活率是指在随机设 2m×2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m² 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

③林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶 地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum (C_i A_i)}{A} \times 100 \%$$

式中：C_i 为林地、草地郁闭度或盖度；

A_i 为相应郁闭度、盖度的面积；

A 为流域总面积。

(3)水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是在施工期和植被恢复期开展监测工作。

①水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下两种方法获得：

a、测钎法

用测钎插入风蚀区地面，观测起沙风前和起沙风后测钎出露的高度，用高度差来表示风蚀强度，以一场风沙为一时间段进行观测，计算风蚀厚度。

风力作用下的沙土侵蚀强度计算公式为：

$$L_E = \frac{1}{N} |L_1| + |L_2| + |L_3| + \dots + |L_n|$$

b、集沙仪法

将集沙仪收集口正对来风方向，下缘与地表紧密吻贴。收集地面上某一高度处面积为集沙仪收集断面（宽度 3.0m、高度 4-5m 的矩形）的风沙量，记录起沙风起止时间。一场起风沙结束后，将集沙仪后收集袋内沙粒全部取出称重，即可得到风吹蚀物质的重量，将建设区垂直风向的长度乘以集沙仪收集高度高度（50cm），即为通过该区的风沙流断面面积，再乘上单位面积吹蚀物，得该场起沙风的风蚀量，观测施工期多场风蚀量，得到施工期总风蚀量。

单场起沙风的风蚀量计算公式为：

$$G_i = 10G \frac{HL}{s}$$

单位面积单位时间风蚀量计算公式为：

$$g_i = \frac{G}{st}$$

监测期内的风蚀计算公式为：

$$G_T = \sum_{i=1}^n G_i$$

②水土保持措施防治效果

a、防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

b、防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指挡墙等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

c、水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。施工期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

二、定位监测

定位观测主要包括实地测量（如：重要防护工程的断面尺寸、长度、坡度等）及地面观测（如：植被样方等）。通过实测法和经验推测法获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的自然因数、土壤类型及扰动类型等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

三、巡查

巡查主要是针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和突发性重大水土流失事件动态监测。

根据《水土保持监测技术规程》等相关要求，生产建设项目水土保持监测时段分为：施工准备期之前、施工期（含施工准备期）、水土保持措施运行初期（或林草植被恢复期）三个阶段。

建设初期（2021年6月-2022年5月）监测单位人员按照规范要求，每季度完成现场监测并上报监测季报。

根据项目实际情况，确定本项目的监测时段为2021年6月—2022年8月，监测频次为每季度至少对现场进行一次水土保持监测工作，遇暴雨、台风等情况增加监测频次。

2.4 监测点布设

由于开展水土保持监测时，本工程主体工程正在施工当中，项目采用遥感与调查相结合的方法，水土保持监测点的布设按主体工程水土流失防治分区和实施的水土保持措施类型等项目进行布设，以监测运行期各项防治措施的治理效果为重点。

本项目各建设区域共布设各类监测点13处，其中风机区6处，施工检修道路区4处，集电线路3处。现将本项目布置的13个水土保持监测点现场查勘情况进行展示。监测点位表见表2-2。

监测点位选取情况表

表 2-2

位置	数量（个）
风机区	6
施工检修道路区	4
集电线路区	3

监测设备表

表 2-3

监测项目	监测设备	数量	用途
气象条件	雨量计	1 套	测量监测点位雨量
	便携式相对温度/湿度计	2 个	测量监测点位温度、湿度
植物生长情况	取土钻	3 个	监测土壤水分
	铝盒	30 个	
	卡尺	3 个	测量植物胸径等
土壤情况	土壤采样器	2 套	对原状土和扰动土采样
扰动面积 措施面积	无人机	1 套	测量面积
	GPS	1 套	测量面积
水蚀量	蒸发器、径流瓶、天平	1 套	监测风电场区域 内水蚀情况
	烘干机	1 台	
风蚀量	集沙仪	1 台	监测风电场区域 内风蚀情况

2.5 监测成果提交情况

根据工作协议及监测开展情况，完成 2021 年二季度季报、2021 年三季度季报、2021 年四季度季报、2022 年一季度季报、2022 年二季度季报、最终于 2022 年 8 月完成《康保徐五林二期风电场项目水土保持监测总结报告》。

3 重点部位水土流失动态监测

3.1 防治责任范围监测

3.1.1 方案确定的防治责任范围

依据《康保徐五林二期风电场项目水土保持方案变更报告书》，康保徐五林二期风电场项目水土流失防治责任范围总面积 19.04hm²，其中永久占地面积 0.45hm²，临时占地面积 18.59hm²。水土保持方案确定的水土流失防治责任范围面积见表 3-1。

依据《康保徐五林二期风电场项目水土保持施工方案》，康保徐五林二期风电场项目水土流失防治责任范围总面积 14.49hm²，其中永久占地面积 0.45hm²，临时占地面积 14.04hm²。水土保持专项施工方案确定的水土流失防治责任范围面积见表 3-2。

水土保持方案变更报告书批复水土流失防治责任范围表

表 3-1

单位: hm²

序号	建设项目		占地面积			防治责任范围
			永久占地	临时占地	小计	
1	风机区	风机及箱变基础	0.45		0.45	0.45
		吊装平台		3.15	3.15	3.15
		小计	0.45	3.15	3.60	3.60
2	施工检修道路区	新建施工检修道路		7.85	7.85	7.85
		改建施工检修道路		0.15	0.15	0.15
		小计		8.0	8.0	8.0
3	集电线路区			5.46	5.46	5.46
4	施工生产生活区			1.53	1.53	1.53
5	弃渣场			0.45	0.45	0.45
合计			0.45	18.59	19.04	19.04

水土保持专项施工方案确定水土流失防治责任范围表

表 3-2

单位: hm^2

序号	建设项目		占地面积			防治责任范围
			永久占地	临时占地	小计	
1	风机区	风机及箱变基础	0.45		0.45	0.45
		吊装平台		3.93	3.93	3.93
		小计	0.45	3.93	4.38	4.38
2	施工检修道路区	新建施工检修道路		7.7	7.7	7.7
		改建施工检修道路		0.13	0.13	0.13
		小计		7.83	7.83	7.83
3	集电线路区			2.28	2.28	2.28
合计			0.45	14.04	14.49	14.49

3.1.2 建设期防治责任范围

建设期水土流失防治责任范围包括工程建设征占的永久占地、临时占地等范围，是工程建设过程中直接造成扰动、损坏和不利影响的区域。

康保徐五林二期风电场项目建设期防治责任范围为 14.49hm^2 ，包括项目永久占地 0.45hm^2 和临时占地 14.04hm^2 。建设期水土流失防治责任范围面积见表 3-3。

建设期防治责任范围表

表 3-3

单位: hm^2

序号	建设项目		占地面积			防治责任范围
			永久占地	临时占地	小计	
1	风机区	风机及箱变基础	0.45		0.45	0.45
		吊装平台		3.93	3.93	3.93
		小计	0.45	3.93	4.38	4.38
2	施工检修道路区	新建施工检修道路		7.7	7.7	7.7
		改建施工检修道路		0.13	0.13	0.13
		小计		7.83	7.83	7.83

3	集电线路区		2.28	2.28	2.28
合计		0.45	14.04	14.49	14.49

3.1.3 建设期与水土保持专项施工方案确定的防治范围变化情况

经现场实地勘察并结合征地资料，确定本工程建设期防治责任范围面积 14.49hm²，其中项目建设区 14.491hm²，与专项施工方案相比，防治责任范围无变化：

一、风机区

工程建设过程中，专项施工方案阶段设计征地面积 4.38hm²，风机及箱变基础占永久占地 0.45hm²，吊装场地临时占地 3.93hm²，每台风机吊装场地约 3275m²，实际建设征地面积为 4.38hm²，风机及箱变基础占永久占地 0.45hm²，吊装场地临时占地 3.93hm²，每台风机吊装场地占地约 3275m²，风机区实际防治范围较方案防治责任范围一致，未变化。

二、施工检修道路区

方案阶段施工检修道路长 13.504km，总占地 7.83hm²，施工检修道路包括新建和改建两部分。新建施工检修道路长 13179m，路基宽 5.8m，租地宽度约 5.8m，临时占地 7.7hm²；改建施工检修道路（改建原有乡村道路，现状乡村道路路基宽约 3m）长 324m，路基宽 7m，租地宽度约 4m（不包含原道路宽），临时占地 0.13hm²。实际新建施工检修道路 13.504km，占地 7.83hm²；新建施工检修道路长 13179m，路基宽 5.8m，租地宽度约 5.8m，临时占地 7.7hm²；改建施工检修道路（改建原有乡村道路，现状乡村道路路基宽约 3m）长 325m，路基宽 7m，租地宽度约 4m（不包含原道路宽），临时占地 0.13hm²。施工检修道路长度未变化，道路租地宽度也未变化，施工检修道路占地面积较专项施工方案阶段一致，占地面积同为 7.83hm²。

三、集电线路区

专项施工方案阶段设计集电线路采用架空线的形式，集电线路总长度 27.2km，塔

基 104 基，集电线路区总占地 2.28hm^2 ；在施工过程中，集电线路采用架空线的形式，集电线路总长度 27.2km ，塔基 104 基，集电线路区总占地 2.28hm^2 ，占地面积一致同为 2.28hm^2 。

建设期与方案设计阶段水土流失防治责任范围对比表见表 3-4。

建设期与方案设计阶段水土流失防治责任范围对比表

表 3-4

单位: hm^2

监测分区		专项施工方案			实际发生			与专项施工方案增减变化 (+/-)		
		工程占地		小计	工程占地		小计	工程占地		小计
		永久	临时		永久	临时		永久	临时	
风机区	风机及箱变基础	0.45	0	0.45	0.45	0	0.45	0	0	0
	吊装平台	0	3.93	3.93	0	3.93	3.93	0	0	0
	小计	0.45	3.93	4.38	0.45	3.93	4.38	0	0	0
施工检修道路区	新建施工检修道路	0	7.7	7.7	0	7.7	7.7	0	0	0
	扩建施工检修道路	0	0.13	0.13	0	0.13	0.13	0	0	0
	小计	0	7.83	7.83	0	7.83	7.83	0	0	0
集电线路区		0	2.28	2.28	0	2.28	2.28	0	0	0
合计		0.45	14.04	14.49	0.45	14.04	14.49	0	0	0

3.4 土石方流向情况监测

该工程挖填主要为土石方，专项施工方案设计土方总量为 17.16 万 m^3 ，挖方 9.12 万 m^3 ，填方 8.04 万 m^3 ，余方 1.08 万 m^3 。实际土方总量为 18.22 万 m^3 ，挖方 9.12 万 m^3 ，填方 9.12 万 m^3 ，土石方平衡，无余方和借方。土方开挖与回填情况见表 3-5。

土石方总量较专项施工方案增加 1.08 万 m^3 ，挖方未变化，填方增加 1.08 万 m^3 ，余方减少 1.08 万 m^3 ，主要原因是项目区地势较低，挖方平铺于风机吊装场地后标高提高，可减少形成淖，故 1.08 万 m^3 不做作为余方。土石方挖填平衡，未对周边草地造成影响。

工程土石方情况汇总表

表 3-5

单位：万 m³

序号	项目区		总量	开挖	回填	来源		去向	
						数量	来源	数量	去向
1	风机区	风机基础及箱变	3.38	2.53	0.85			1.68	吊装场地
		吊装场地	6.86	2.59	4.27	1.68	风机基础及箱变		
		小计	10.24	5.12	5.12	1.68		1.68	
2	施工检修道路区	新建施工检修道路	5.66	2.83	2.83				
		扩建施工检修道路	0.02	0.01	0.01				
		小计	5.68	2.84	2.84				
3	集电线路区		2.32	1.16	1.16				
合计			18.22	9.12	9.12	1.68		1.68	

工程土石方情况变化对比表

表 3-6

单位: 万 m³

序号	项目区		施工方案设计动土方量			实际动土方量			增减变化		
			总量	开挖	回填	总量	开挖	回填	总量	开挖	回填
1	风机区	风机基础及箱变	3.38	2.53	0.85	3.38	2.53	0.85	0.00	0.00	0.00
		吊装场地	5.78	2.59	3.19	6.86	2.59	4.27	1.08	0.00	1.08
		小计	9.16	5.12	4.04	10.24	5.12	5.12	1.08	0.00	1.08
2	集电线路区	塔基	2.32	1.16	1.16	2.32	1.16	1.16	0.00	0.00	0.00
3	施工及检修道路区	新建施工检修道路	5.66	2.83	2.83	5.66	2.83	2.83	0.00	0.00	0.00
		改建施工检修道路	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
		小计	5.68	2.84	2.84	5.68	2.84	2.84	0.00	0.00	0.00
	合计		17.16	9.12	8.04	18.24	9.12	9.12	1.08	0.00	1.08

4 水土流失防治措施监测结果

4.1 主体及施工方案设计的水保措施

按照水土流失防治分区，针对不同的区域、不同工程部位布设防治措施，形成综合的水土流失防治体系。布设的措施主要包括工程措施、植物措施及临时措施。

项目水土保持防治措施总体布局详见表 4-1。

水土保持措施总体布局表

表 4-1

序号	监测分区	措施类型	水保措施	备注
1	风机区	工程措施	表土剥离、表土回铺、全面整地、干砌石挡墙、复耕	施工方案设计
		植物措施	种草、种灌木	施工方案设计
		临时措施	临时遮盖、临时拦挡	施工方案设计
2	施工检修道路区	工程措施	表土剥离、表土回铺、复耕、削坡	施工方案设计
		植物措施	种草	施工方案设计
		临时措施	临时遮盖	施工方案设计
3	集电线路	工程措施	表土剥离、表土回铺、全面整地、复耕	施工方案设计
		植物措施	种草	施工方案设计
		临时措施	临时遮盖、临时拦挡	施工方案设计

一、风机区

(1)工程措施

①表土剥离：工程施工前，施工单位对部分土层较厚、土质较好的风机场地进行了表土剥离，剥离厚度 0.3cm，剥离面积 2.79hm²，剥离表土共计 8378.10m³。

②表土回铺：施工结束后，对可绿化区域实施了表土回铺 8378.10m³。

③全面整地：风机平台全面整地面积 1.14hm²，外购土方量 0.34 万 m³，覆土厚度 0.3m。

④复耕：对占用荒草地的，但种植农作物的区域，施工结束后进行复耕，以恢复

土地的生产力，复耕面积 0.55hm^2 。

⑤干砌石挡墙：对于风机吊装场地形成的坡比大于 1:1 且坡高于 1.0m 的边坡布置干砌石挡墙，干砌石挡墙长度 102m。

(2)植物措施

①种草：吊装场地经表土回铺后，选择适宜季节及时对裸露地表进行种草绿化，种草面积 3.28hm^2 。

②种灌木：项目区土壤保水保肥能力差，故采用灌草结合的方式，加强植被蓄水固沙能力，吊装场地经表土回铺后，选择适宜季节及时对裸露地表进行种灌木绿化，种植面积 3.28hm^2 。

(3)临时措施

①临时遮盖：对清理的表土采取密目网遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀。临时遮盖面积约 2700m^2 。

②临时拦挡：由于风机区基础开挖及表土收集等土方开挖工程使施工过程中临时堆放了大量土方，采取草袋装土的方式对临时堆土坡脚进行拦挡，拦挡长度 1800m。

二、施工检修道路区

(1)工程措施

①表土剥离：施工前先对表土剥离条件好的区域进行表土剥离，新建施工检修道路多位于较高的山坡及山脊，剥离厚度 0.3m，剥离面积 4.62hm^2 ，表土剥离量 13856m^3 ，放在道路两侧做成土埂，用于施工结束后表土回铺的覆土来源。

②表土回铺：施工结束基本结束后，将收集的表土回铺于道路恢复绿化区域及道路两边租地范围内受施工扰动影响区域，以备后续绿化，面积 13856m^3 。

③削坡：对施工检修道路两侧高于 0.5m 的边坡进行削坡，削坡长度 85.35m，削坡宽度约 3m，削坡平整面积约 202m^2 。

④复耕：对占用荒草地但种植农作物的区域，施工结束后进行复耕以恢复土地的

生产力，复耕为道路两侧各 1.25m，复耕面积 0.40hm²。

(2)植物措施

①种草：覆土回铺后，对施工检修道路两侧或一侧租地范围种草绿化，绿化面积 3.05hm²。

(3)临时措施

①临时遮盖：对清理的表土采取临时遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀。临时遮盖面积约 2000m²。

三、集电线路区

(1)工程措施

①表土剥离：施工前先对铁塔基础开挖面进行表土剥离，剥离面积 2.17hm²，表土剥离厚度设计为 0.3m，表土剥离量 6498m³，剥离的表土堆放于塔基周边。

②表土回铺：铁塔基础施工完成，开挖土石方回填后，将收集的表土均匀回铺于开挖区域，为绿化做好准备，表土回铺量 6498m³。

③全面整地：集电线路全面整地面积 0.23hm²，外购土方量 0.07 万 m³，覆土厚度 0.3m。

④复耕：对占用荒草地但种植农作物的区域，施工结束后进行复耕，以恢复土地的生产力，复耕面积 1.09hm²。

(2)植物措施

①种草：铁塔基础区域经表土回铺后，占压荒草地选择适宜季节及时对裸露地表进行种草绿化，种草面积 1.19hm²。

(3)临时措施

①临时遮盖：对表土和临时堆土进行密目网遮盖，防止边坡产生水土流失，概算临时遮盖面积 2000m²。

②临时拦挡：由于塔基基础开挖及表土收集等土方开挖工程使施工过程中临时堆

放了大量土方，采取草袋装土的方式对临时堆土坡脚进行拦挡，拦挡长度 3200m。

施工方案水土保持防治措施工程量表见表 4-2。

专项施工方案水土保持防治措施工程量表

表 4-2

防治分区	措施类型	水保措施	措施布置			设计工程量		
			措施位置	单位	数量	内容	单位	数量
风机区	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm ²	2.79	表土清理量	m ³	8378.1
		表土回铺	施工扰动区域	m ³	8378.10	回铺表层土	m ³	8378.1
		全面整地	绿化区域	hm ²	1.14	覆土整地	hm ²	1.14
		干砌石挡墙	风机边坡	m	102.00	土方开挖	m ³	12.24
						干砌石	m ³	40.80
		复耕	吊装场地	hm ²	0.55	复耕	hm ²	0.55
	植物措施	种草	施工扰动区域	hm ²	3.28	撒播草籽	kg	197
		种灌木	施工扰动区域	hm ²	3.28	穴播柠条	kg	5.86
	临时措施	临时遮盖	表土堆放区域	m ²	2700	纱网遮盖	m ²	2700
		临时拦挡	临时堆土区周围	m	1800	编织袋装土	m ³	432
施工检修道路区	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm ²	4.62	表土清理量	m ³	13856.4
		表土回铺	施工扰动区域	m ³	13856	回铺表层土	m ³	13856.4
		削坡	高陡边坡	m ²	202	削坡平整	m ²	202
		复耕	道路两侧	hm ²	0.4	复耕	hm ²	0.4
	植物措施	种草	道路两侧可恢复植被区域	hm ²	3.05	撒播草籽	kg	183
	临时措施	临时遮盖	表土堆放区域	m ²	2000	纱网遮盖	m ²	2000
集电线路区	工程措施	表土清理	可清表区域	hm ²	2.17	表土清理量	m ³	6498
		表土回铺	施工扰动区域	m ³	6498.00	回铺表层土	m ³	6498

4 水土流失防治措施监测

		全面整地	绿化区域	hm ²	0.23	覆土整地	hm ²	0.23
		复耕	塔基基础	hm ²	1.09	复耕	hm ²	1.09
	植物措施	种草	施工扰动区域	hm ²	1.19	撒播草籽	kg	71
	临时措施	临时遮盖	表土堆放区域	m ²	2000	纱网遮盖	m ²	2000
		临时拦挡	临时堆土区周围	m	3200	编织袋装土	m ³	768

4.2 水土保持设施完成情况

2021年8月，建设单位为指导水土保持工程施工，完善项目区水土保持措施，加快恢复项目区生态环境，委托河北环京工程咨询有限公司编制本工程水土保持施工方案，经编制单位现场勘查、测量后经专家审查后最终完成了康保徐五林二期风电场项目水土保持专项施工方案，施工当中基本按照专项施工方案中的水土保持措施实施完毕。

一、风机区

(1) 工程措施

①表土剥离：施工前对风机区开挖区域、临时吊装进行表土剥离，表土剥离面积 2.79hm^2 ，表土剥离量 8378.1m^3 ，施工结束后表土回铺。

②表土回铺：施工结束后，将剥离的表土进行回铺，恢复植被做准备，表土回铺面积 2.79hm^2 ，表土回铺量 8378.1m^3 。

③全面整地：施工结束后对除表土回铺区域外需绿化区域进行全面整地，全面整地面积 1.14hm^2 。

④干砌石挡墙：在临时吊装场地的高边坡坡脚角处设置干砌石挡墙，以稳定边坡，设置干砌石挡墙 102m 。

⑤复耕：对占用荒草地但种植农作物的区域，施工结束后进行复耕，以恢复土地的生产力，复耕面积 0.55hm^2 。

(2) 植物措施

①种草：覆土回铺后，对风机区吊装平台种草进行绿化，绿化面积 3.28hm^2 。草种选用披碱草和冷蒿混播，种植方式采用草灌混播的方式，撒播密度每公顷 80kg 。

②种灌木：项目区土壤保水保肥能力差，故采用灌草结合的方式，加强植被蓄水固沙能力，对表土回铺和土地整治后需绿化区域进行种灌木，灌木选用柠条，种灌木

面积 3.28hm^2 。种植方式采用草灌混播的方式，密度为每公顷 20kg 。

③栽乔木：对风机平台边缘栽乔木，乔木选用樟子松，樟子松株行距 2m ，种植面积 0.12hm^2 。

(3)临时措施

①临时遮盖：对清理的表土和裸露地表采取密目网遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀。临时遮盖面积 14200m^2 。

二、施工检修道路区

(1)工程措施

①表土剥离：将道路部分路段原地表最上层有腐殖土在施工前进行了剥离，表土剥离面积为 4.62hm^2 ，表土剥存量为 13856m^3 。

②表土回铺：将风场道路区剥离的表土回填在道路两侧需绿化区，表土回铺面积 4.62hm^2 ，表土回铺量为 13856m^3 。

③复耕：对占用荒草地但种植农作物区域，施工结束后进行复耕，以恢复土地的生产力，复耕面积 0.4hm^2 。

(2)植物措施

①种草：道路纵坡较小，路基坡度较缓，表土回铺后基本恢复植被，在表土回铺区域采取种草措施种草面积为 3.05hm^2 。草种选用披碱草与冷蒿相混播的方式，种植方式采用撒播的绿化方式，撒播密度每公顷 80kg 。

②栽乔木：对道路一侧栽乔木，乔木选用樟子松，樟子松株行距 3m ，种植面积 0.21hm^2 。

三、集电线路区

(1)工程措施

①表土剥离：施工前对破坏扰动区域进行表土剥离，表土剥离面积 2.166hm^2 ，表土剥离量 6498m^3 ，用于施工结束后表土回铺。

②表土回铺：将铁塔开挖区域的表土回填在施工扰动区域，表土回铺面积 2.62hm²，表土剥离量 6498m³，表土回铺后为绿化做准备。

③全面整地：施工结束后将表土回铺区域外临时占地进行全面整地，全面整地面积为 0.228hm²。

④复耕：对占用荒草地但种植农作物区域，施工结束后进行复耕，以恢复土地的生产力，复耕面积 1.06hm²。

(2)植物措施

①种草：对铁塔基础表土回铺和全面整地后撒播草籽进行植被恢复，草种选用披碱草，种草方式为撒播，种草面积为 1.19hm²，撒播密度每公顷 80kg。

(3)临时措施

①临时遮盖：对清理的表土采取密目网遮盖的措施，减少大风天气引起扬尘，降低风蚀。临时遮盖面积 6630m²。

水土保持工程措施完成情况表

表 4-3

防治分区	措施类型	水保措施	工程量			完成时间
			措施位置	单位	数量	内容
风机区	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm ²	2.79	2021.6
		表土回铺	施工扰动区域	m ³	8378.10	2022.4
		全面整地	施工扰动区域	hm ²	1.14	2022.4
		干砌石挡墙	风机上边坡	m	102	2022.5
		复耕	吊装场地	hm ²	0.55	2022.5
	植物措施	种草	风机平台	hm ²	3.28	2022.5
		种灌木	风机平台	hm ²	3.28	2022.5
		栽乔木	风机平台四周	hm ²	0.12	2022.6
	临时措施	临时遮盖	表土堆放和裸露地表	m ²	14200	2021.6-2022.4
施工检修道路区	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm ²	4.62	2021.6
		表土回铺	施工扰动区域	m ³	13856	2022.4
		复耕	种植农作物区域	hm ²	0.4	2022.5
	植物措施	种草	道路两侧	hm ²	3.05	2022.5

		栽乔木	道路两侧	hm ²	0.21	2022.6
集电线路	工程措施	表土剥离	可清表区域	hm ²	2.166	2021.6-9
		表土回铺	施工扰动区域	m ³	6498	2021.8-11
		全面整地	施工扰动区域	hm ²	0.228	2022.4
		复耕	种植农作物区域	hm ²	1.06	2022.5
	植物措施	种草	施工扰动区域	hm ²	1.19	2022.5
	临时措施	临时遮盖	表土堆放区域	m ²	6630	2021.6-2022.4

4.3 实际完成与方案对比情况分析

康保徐五林二期风电场项目水土保持措施落实情况与水土保持专项施工方案设计相比有所变化。具体变化如下：

4.3.1 工程措施

一、风机区

①表土剥离：实际剥离面积与施工方案设计的表土剥离面积一致，无变化，剥存面积同为 2.79hm²，剥离量为 8378.1m³。

②表土回铺：表土剥离面积一致，表土回铺面积也一致，表土回铺面积为 3.07hm²。回铺量同为 8378.1m³。

③全面整地：方案设计全面整地措施 1.14hm²，实际施工当中除表土回铺区域外将绿化区域全部进行全面整地，全面整地面积 1.14hm²，全面整地面积与方案设计一致。

④干砌石挡墙：方案设计的干砌石挡墙 102m，实际建设中在临时吊装场地的高陡边坡角处设置干砌石挡墙 102m，工程量较方案设计一致。

⑤复耕：对占用荒草地但种植农作物区域区域，施工结束后进行复耕，以恢复土地的生产力，复耕面积 0.55hm²，实际建设中对占用耕地区域进行了复耕措施，复耕面积 0.55hm²，复耕面积与方案设计一致。

二、施工检修道路区

①表土剥离：方案设计将道路部分路段原地表最上层有约 0.3m 表土在施工前进行了剥离，表土剥离面积 4.62hm^2 ，表土剥离量 13856m^3 ，实际施工当中表土剥离面积和剥离量与方案设计的一致，表土剥离量面积 4.62hm^2 ，表土剥离量 13856m^3 。

②表土回铺：方案设计施工完毕后将剥离的表土回铺于表土剥离区域，表土回铺面积 4.62hm^2 ，表土回铺量 13856m^3 ，实际建设与方案设计一致。

③复耕：方案设计施工结束后对占用荒草地但种植农作物区域，复耕面积 0.4hm^2 ，实际施工结束后对占用耕地区域进行复耕，复耕面积 0.40hm^2 ，方案设计与实际建设一致。

④削坡：方案设计对施工检修道路两侧高于 0.5m 的边坡进行削坡，削坡长度 85.35m，削坡宽度约 3m，削坡平整面积约 202m^2 ，实际建设中考虑到坡度较低，且为石质边坡，未对边坡采取措施，故削坡面积减少 202m^2 。

三、集电线路区

①表土剥离：方案设计集电线路区表土剥离 2.166hm^2 ，剥离量 6498m^3 ，实际施工当中对集电线路区可清理表土区域进行了表土剥离，表土剥离面积 2.166hm^2 ，剥离量 6498m^3 ，表土剥离面积与剥离量与方案设计一致。

②表土回铺：方案阶段设计表土回铺面积 2.166hm^2 ，表土回铺量 6498m^3 ，实际施工中表土回铺面积 2.166hm^2 ，表土回铺量 6498m^3 ，表土回铺面积、表土回铺量与方案设计一致。

③全面整地：方案设计全面整地措施 0.228hm^2 ，实际施工当中除表土回铺区域外将绿化区域全部进行全面整地，全面整地面积 0.228hm^2 ，全面整地面积与方案设计一致。

④复耕：对占用荒草地但种植农作物区域，施工结束后进行复耕，以恢复土地的生产力，复耕面积 1.09hm^2 ，实际建设中对占用耕地区域进行了复耕措施，复耕面积 1.06hm^2 ，复耕面积较方案设计减少 0.03hm^2 。

4.3.2 植物措施

一、风机区

①种草：方案阶段设计覆土回铺后，对风机区吊装平台种草进行绿化，种草绿化面积 3.28hm^2 ，实际建设中种草绿化面积为 3.28hm^2 ，绿化面积与方案设计面积一致。

②种灌木：方案设计项目区土壤保水保肥能力差，故采用灌草结合的方式，加强植被蓄水固沙能力，对表土回铺和土地整治后绿化区域进行种灌木，种灌木面积 3.28hm^2 ，实际建设中种灌木面积为 3.28hm^2 ，种灌木面积与方案设计面积一致。

③栽乔木：方案阶段未设计栽乔木措施，实际建设中对部分风机平台四周栽乔木，乔木选用樟子松，栽植面积 0.12hm^2 ，新增栽乔木 0.12hm^2 。

二、施工检修道路区

①种草：方案设计施工检修道路道路两侧种草绿化，种草绿化面积 3.05hm^2 ，实际建设中对表土回铺区域恢复植被，种草绿化面积为 3.05hm^2 ，种草面积与方案设计一致。

②栽乔木：方案阶段未设计栽乔木措施，实际建设中对部分道路两侧种草区域栽乔木，乔木选用樟子松，种植面积 0.21hm^2 ，新增栽乔木 0.21hm^2 。

三、集电线路区

①种草：方案阶段设计表土回铺后，对塔基扰动区域进行种草绿化，种草绿化面积 1.19hm^2 ，实际建设中种草绿化面积为 1.19hm^2 ，种草绿化面积与方案设计一致。

4.3.3 临时措施

一、风机区

①临时遮盖：方案设计风机区临时堆土及吊装场地周边采取临时纱网遮盖措施，防止产生风蚀，估算临时遮盖 2700m^2 ，实际建设过程中实施临时遮盖措施 14200m^2 ，为保证防护效果，临时遮盖措施增加 11500m^2 。

②临时拦挡：方案设计对施工过程中剥离的表土进行防护，采取编织袋装土拦挡措施，估算拦挡长度为 1800m，实际建设过程施工进度较快，且随挖随填，未进行临时拦挡，临时拦挡减少 1800m。

二、施工检修道路区

①临时遮盖：方案设计临时堆土采取临时纱网遮盖，防止产生水土流失，估算临时遮盖面积 2000m²，实际建设中未采取临时遮盖，临时遮盖措施减少 2000m²。

三、集电线路区

①临时遮盖：方案设计塔基区表土和临时堆土采取临时纱网遮盖措施，估算临时遮盖 2000m²，实际建设中对表土进行临时遮盖，临时遮盖面积 6630m²，临时遮盖面积较方案设计增加 4630m²。

②临时拦挡：方案设计对施工过程中剥离的表土进行防护，采取编织袋装土拦挡措施，估算拦挡长度为 3200m，实际建设过程施工进度较快，随挖随填，施工过程中未进行临时拦挡，临时拦挡减少 3200m。

水土保持防治措施对比分析表见表 4-4。

水土保持防治措施对比分析表

表4-4

防治分区	措施类型	水保措施	单位	工程量		增减	备注
				方案设计	实际完成	情况	
风机区	工程措施	表土剥离	hm ²	2.79	2.79	0	与方案设计一致
		表土回铺	m ³	8378.1	8378.1	0	与方案设计一致
		全面整地	hm ²	1.14	1.14	0	与方案设计一致
		干砌石挡墙	m	102	102	0	与方案设计一致
		复耕	hm ²	0.55	0.55	0	与方案设计一致
	植物措施	种草	hm ²	3.28	3.28	0	与方案设计一致
		种植灌木	hm ²	3.28	3.28	0	与方案设计一致
		栽乔木	hm ²	0	0.12	+0.12	新增栽乔木措施
	临时措施	临时拦挡	m	1800	0	-1800	未实施临时拦挡措施
		临时遮盖	m ²	2700	14200	+11500	临时遮盖措施工程量增加
施工检修道路区	工程措施	表土剥离	hm ²	4.62	4.62	0	与方案设计一致
		表土回覆	m ³	13856	13856	0	与方案设计一致
		削坡	m ²	202	0	-202	削坡措施未实施
		复耕	hm ²	0.4	0.4	0	与方案设计一致
	植物措施	种草	hm ²	3.05	3.05	0	与方案设计一致
		栽乔木	hm ²	0	0.21	+0.21	新增栽乔木措施

4 水土流失防治措施监测

	临时措施	临时遮盖	m ²	2000	0	-2000	未实施临时遮盖措施
集电线路区	工程措施	表土清理	hm ²	2.166	2.166	0	与方案设计一致
		表土回覆	m ³	6498	6498	0	与方案设计一致
		全面整地	hm ²	0.228	0.228	0	与方案设计一致
		复耕	hm ²	1.09	1.06	-0.03	复耕面积略减少
	植物措施	绿化	hm ²	1.19	1.19	0	与方案设计一致
	临时措施	临时遮盖	m ²	2000	6630	+4630	临时遮盖工程量增加
		临时拦挡	m	3200	0	-3200	未实施临时拦挡措施

5 土壤流失情况监测

5.1 水土流失面积

5.1.1 施工准备期水土流失面积

本项目所经区域属河北省张家口市康保县西南部，地貌类型为冀西北坝上高原区，施工准备期水土流失面积为 14.49hm²，原地貌土壤侵蚀模数在 1800t/km²·a。

原地貌各监测分区土壤侵蚀模数统计情况见表 3-1。

施工准备期水土流失面积及土壤侵蚀模数统计表

表 3-1

监测分区	占地面积 (hm ²)	侵蚀模数 (t/km ² · a)
风机区	3.93	1800
施工检修道路区	7.83	1800
集电线路区	2.28	1800
合计	14.49	

5.1.2 施工期水土流失面积及侵蚀模数

本工程建设期 2021 年 6 月-2022 年 5 月施工活动频繁，施工过程中基础开挖、回填、土方临时堆放、机械碾压、施工运输以及材料场地等占压扰动破坏了原地貌表土结构，降低了土壤抗蚀性，受降雨冲刷等影响，各地表扰动区域均产生了不同程度的土壤侵蚀。

建设期内各监测分区土壤侵蚀模数统计情况见表 3-2。

施工期项目区水土流失面积及土壤侵蚀模数统计表

表 3-2

监测分区		占地面积 (hm ²)	施工期侵蚀模数 (t/km ² · a)
风机区	风机及箱变区	0.45	4000
	吊装场地	3.93	4250
施工检修道路区	新建施工检修道路	7.7	4250
	改建施工检修道路	0.13	4250
集电线路区		2.28	4250

3.2.3 试运行期水土流失面积及土壤侵蚀模数

2022 年 6 月风电场进入试运行期项目区开始实施表土回铺、全面整地、干砌石挡墙、复耕和绿化等措施，项目区水土流失状况较建设期明显降低。经各项水土保持措施综合防护后，各主要区域水土流失面积均恢复甚至低于原地貌状态。

项目区水土保持措施实施后各侵蚀单元土壤侵蚀模数详见表 3-3。

试运行期项目区水土流失面积及土壤侵蚀模数统计表

表 3-3

监测分区		占地面积 (hm ²)	试运行期侵蚀模数 (t/km ² · a)
风机区	风机及箱变区	0.45	1000
	吊装场地	3.93	950
施工检修道路区	新建施工检修道路	7.7	1000
	改建施工检修道路	0.13	1000
集电线路区		2.28	1000

5.2 土壤流失量

5.2.1 原地貌水土流失量

监测统计，项目建设区内原地貌水土流失量约 521.64t。原地貌土壤侵蚀量统计见表 3-4。

原地貌水土流失量统计表

表 3-4

监测分区		占地面积(hm^2)	原地貌侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量(t)
风机区	风机及箱变区	0.45	1800	2	16.2
	吊装场地	3.93	1800	2	141.48
施工检修道路区	新建施工检修道路	7.7	1800	2	277.2
	改建施工检修道路	0.13	1800	2	4.68
集电线路区		2.28	1800	2	82.08
合计		14.49			521.64

5.2.2 建设期水土流失量

康保徐五林二期风电场项目施工集中在 2021 年 6 月年至 2022 年 5 月, 施工期间现场机械活动剧烈, 施工过程中基础开挖、施工运输、材料压占等施工活动破坏了原地貌表土结构, 降低了土壤抗蚀性, 受降雨冲刷等影响, 极易发生水土流失。

监测调查统计, 项目建设期扰动土地面积 14.49hm^2 ; 建设期产生的土壤侵蚀总量为 614.39t 。项目建设期水土流失面积及产生的土壤侵蚀量详情见表 3-5。

建设期各扰动地表类型水土流失量统计表

表 3-5

监测分区		占地面积 (hm^2)	施工期土壤侵蚀模数 ($\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	风机及箱变区	0.45	4000	1	18
	吊装场地	3.93	4250	1	167.025
施工检修道路区	新建施工检修道路	7.7	4250	1	327.25
	改建施工检修道路	0.13	4250	1	5.525
集电线路区		2.28	4250	1	96.9
合计		14.49			614.39

5.3 试运行期水土流失量

2022 年 6 月风电场进入试运行期, 由于工程区内各项水土流失防治措施的实施和

水土保持效益的初步发挥，当年项目区土壤侵蚀量明显降低。

经监测统计，试运行期年产生水土流失量 142.94t。项目试运行期土壤侵蚀量统计情况详见表 3-6。

试运行期水土流失量统计表

表 3-6

监测分区		占地面积 (hm ²)	试运行期土壤侵蚀 模数 (t/km ² ·a)	侵蚀时段 (年)	侵蚀量 (t)
风机区	风机及箱变区	0.45	1000	1	4.50
	吊装场地	3.93	950	1	37.34
施工检修 道路区	新建施工检修道路	7.7	1000	1	77.00
	改建施工检修道路	0.13	1000	1	1.30
集电线路区		2.28	1000	1	22.80
合计		14.49			142.94

5.3 取土（石料）弃土（石、渣）潜在土壤流失量

该工程挖填主要为土石方，专项施工方案设计土方总量为 17.16 万 m³，挖方 9.12 万 m³，填方 8.04 万 m³，余方 1.08 万 m³。实际土方总量为 18.22 万 m³，挖方 9.12 万 m³，填方 9.12 万 m³，土石方平衡，无余方和借方，故未取土和弃土未产生土壤流失量。

5.4 水土流失危害

项目区在工程建设过程中扰动地表，破坏原地表植被，地表裸露造成抗蚀能力降低，会进一步加剧和诱发产生新的水土流失。经调查，项目区土壤侵蚀的主要表现形式为面蚀和沟蚀。项目建设造成的水土流失危害主要表现为：

(1)工程建设破坏表土层土壤结构，造成土体抗蚀力和抗冲力下降，加剧土壤侵蚀。风机塔筒和集电线路铁塔基础在施工过程中，开挖土方扰动地表，临时堆土结构松散，破坏了土壤形态结构，增加了水土流失。

(2)工程建设改变土壤理化性质，降低土地生产力。工程建设占用土地为荒草地，工程施工在表土清理、开挖、回填过程中改变了土壤理化性质，降低了土壤肥力，造成土地生产力下降。

(3)破坏植被影响项目区生态环境。工程施工占压、扰动地表植被，形成裸露地表，从而降低工程区域内的植被覆盖率，破坏工程区域内自然景观，影响生态环境。本项目工程建设对植被的影响主要表现在对征地范围内灌木、荒草的占压和损坏，对景观的破坏和生态环境的也有不利影响。

调查表明，建设单位在工程施工过程中采取了必要的水土流失防护措施，项目建设期内没有产生大的水土流失。工程监理记录表明，建设单位根据工程建设实际情况，基本做到了水土保持工程与主体工程建设“三同时”，较好的落实了水土保持防护措施，确保建设期间水土流失得到有效治理。同时在施工过程中，施工单位进行了表土剥离工作，在开挖、运输、堆放及回填作业过程中比较重视水土保持，并保证土方及时的回填转移，避免了水土流失进一步的加剧。

综合来看，水土流失发生在工程建设区内，建设过程中造成的水土流失得到了有效的治理，临时占用土地施工结束后进行了绿化，没有对周边的河流水系和村庄造成水土流失危害。

6 水土流失防治效果监测

通过各项水土流失防治措施的综合治理，取得了一定的效果，其中水土流失治理度达到 98.05%，土壤流失控制比为 1.01，渣土防护率达到 95%，表土保护率达到 98.76%，林草植被恢复率 97.54%，林草覆盖率 51.90%。项目区各水土流失防治指标达到了方案报告书的防治指标，通过水土保持综合治理，项目区水土流失得到控制，实现了防治目标。

6.1 水土流失治理度

主体工程完工后，建设单位积极落实专项施工方案，经防治分区调查、各单位工程验收资料统计和现场调查核定，该项目实际造成水土流失面积为 9.73hm²，水土流失治理达标面积 9.54hm²，水土流失总治理度达到 98.05%，达到方案设计要求。项目水土流失治理面积汇总情况详见表 5-1。

水土流失治理情况统计表

表 5-1

监测分区	水土流失治理达标面积 (hm ²)			水土流失总面积 (hm ²) (工程占地 - 建构物)			水土流失治理度 (%)
	工程措施	植物措施	小计	工程占地	建构物 (含道路)	计算结果	
风机区	0.56	3.28	3.84	4.38	0.40	3.98	96.49
施工检修道路区	1.06	1.19	2.25	2.28	0.01	2.27	99.12
集电线路区	0.40	3.05	3.45	7.83	4.35	3.48	99.14
总计	2.02	7.52	9.54	14.49	4.76	9.73	98.05

6.2 土壤流失控制比

根据《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，项目区所在区域容许土壤流失量为 1000t/km²·a，通过对项目区水土流失状况的监测，统计计算出项目试运行期平均

土壤侵蚀模数为 $986\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，项目区综合测算项目试运行期土壤流失控制比为 1.01。

6.3 渣土防护率

根据监测统计、计算的结果，该项目未产生永久弃渣，风机区开挖土石平铺于风机吊装场地内，渣土防护率能够达到 95% 以上。

6.4 表土保护率

根据监测统计、计算的结果，该项目可剥离表土面积 9.70hm^2 ，实际建设中剥离表土面积 9.58hm^2 ，防治责任范围内保护的表土数量占可剥离表土总量的 98.76%。

6.5 林草植被恢复率与植被覆盖率

本工程占地类型主要为荒草地和耕地，除建构筑物 and 硬化区域以外全部进行绿化，林草植被恢复率达到 97.54%，林草覆盖率达到 51.90%。项目区林草恢复率与林草植被覆盖率汇总情况详见表 5-2。

林草植被恢复率与林草覆盖率汇总情况统计表

表 5-2

监测分区	林草植被恢复率 (%)			林草覆盖率 (%)		
	可绿化面积 (hm^2)	绿化面积 (hm^2)	计算结果	绿化面积 (hm^2)	工程占地	计算结果
风机区	3.42	3.28	95.91	3.28	4.38	74.89
施工修建道路区	1.21	1.19	98.36	1.19	2.28	52.19
集电线路区	3.08	3.05	99.03	3.05	7.83	38.95
总计	7.71	7.52	97.54	7.52	14.49	51.90

5.6 防治效果分析

方案实施后，由本工程建设和生产运行所造成的人为水土流失得到有效防治，既保证了主体工程安全，生态环境得到明显改善，保障本工程的安全运行。水土保持方

案目标值实现情况表见表 5-3。

水土保持方案目标值实现情况表

表 5-3

防治指标	目标值	设计达到值	结果
水土流失治理度(%)	85	98.05	达标
土壤流失控制比	0.8	1.01	达标
渣土防护率(%)	87	95	达标
表土保护率(%)	*	98.76	达标
林草植被恢复率(%)	93	97.54	达标
林草覆盖率(%)	20	51.90	达标

7 结论

7.1 综合结论

康保徐五林二期风电场项目在项目建设中较重视水土保持工作，积极的落实水土流失防治责任范围内的水土流失防治工作。在施工过程中，能够严格执行工程建设管理程序，施工管理规范，工程质量满足了设计和有关规范的要求。

康保徐五林二期风电场项目累计扰动占地 14.49hm²，其中永久占地 0.45hm²，临时占地 14.04hm²，工程占地类型主要为荒草地，与方案相比，防治责任范围未变化。

该工程动土总量为 18.22 万 m³，挖方 9.12 万 m³，填方 9.12 万 m³。土石方平衡。未产生弃渣。

监测单位汇总统计，本项目实际完成的水土保持措施主要包括表土剥离 9.58hm²、表土回铺 28732m³、全面整地 1.37hm²、干砌石挡墙 102m、复耕 2.01hm²；种草绿化 7.52hm²（含种灌木 3.28hm²、栽植乔木 0.33hm²）；临时遮盖 20830m²。

水土保持措施实施效果明显，项目区水土流失治理度达到 98.05%；土壤流失控制比达到 1.01；工程没有永久弃渣，拦渣率可达 95%以上；表土保护率达到 98.76%；林草植被恢复率达到 97.54%；林草覆盖率达到 51.90%。三色评价综合平均得分为 96 分，结论为绿色，

综上所述，康保徐五林二期风电场项目水土保持工程设计合理，落实到位，达到有关技术规范和方案设计要求。

7.2 存在问题及建议

(1)部分风机区植被生长较差，发芽率和成活率较低，建议下阶段加强补植补种保证绿化效果，起到防治水土流失的作用。

(2)个别风机位存在堆渣情况，下阶段建议建设单位采取清理措施。

(3)对栽植的乔木加强抚育措施，采取浇水、施肥等方法，保证成活率

(4)运行期加强水土保持设施的巡查、管护力度，发现问题及时修补，避免影响范围的扩大。

(5)工程运行维护所必要的施工，建议避开汛期，如无法避开，应采取临时防护性的水土流失防治措施，避免施工急剧增加土壤侵蚀量以及对施工效率和质量的影响。

水土保持监测照片

	
风机区表土剥离(2021 年 6 月)	风机区全面整地(2022 年 4 月)
	
风机区栽乔木(2022 年 5 月)	风机区绿化(2022 年 7 月)
	
施工检修道路区栽乔木措施(2022 年 6 月)	集电线路区种草绿化(2022 年 7 月)