

风电场工程建设项目环境影响报告表

(报审版)

项目名称：华润电力（风能）开发有限公司

阳高县长城三期风电项目（38MW）工程

评价单位（盖章）：核工业北京化工冶金研究院

编制日期：二〇一四年十二月

一、建设项目基本情况

项目名称	华润电力（风能）开发有限公司阳高县长城三期风电项目（38MW）工程				
建设单位	华润电力（风能）开发有限公司				
法人代表	张沈文	联系人	张建辉		
通讯地址	太原市万柏林区摩天石小区 5 号楼 501 室				
联系电话	15934434111	传真	0351-7218670	邮政编码	030001
建设地点	山西省大同市阳高县西南部				
建设性质	新建	行业类别及代码	风力发电 D4414		
永久占地面积(平方米)	44700	绿化面积(平方米)	94090		
工程静态总投资(万元)	30315.05	其中:环保投资(万元)	188.3	环保投资占总投资比例(%)	0.62%
建设规模(MW)	38	预期投产日期			
<p>工程内容及规模</p> <p>1、项目提出背景</p> <p>目前，国际上以煤炭、石油作为主要燃料的国家，化石燃料储量减少及环境污染的双重危机日益加深。因此，开发和利用清洁的、可再生的能源已经成为世界能源，特别是中国能源可持续发展战略的重要组成部分。其中风能的开发利用已形成规模，特别是风力发电在许多国家得到大规模利用。</p> <p>第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过的《中华人民共和国可再生能源法》中明确指出，国家将可再生能源的开发利用列为能源发展的优先领域，通过制定可再生能源开发利用总量目标和采取相应措施，推动可再生能源市场的建立和发展。国家鼓励和支持可再生能源并网发电，电网企业应当与依法取得行政许可或者报送备案的可再生能源发电企业签定并网协议，全额收购其电网覆盖范围内可再生能源并网发电项目的上网</p>					

电量，并为可再生能源发电提供上网服务。

山西水电资源贫乏，主要以燃煤发电为主，由此带来的问题是煤炭资源消耗量大，燃煤排放的 SO_2 、烟尘、氮氧化物对环境造成污染，同时因燃煤发电需水量大，加剧了地区干旱缺水的紧张局面。风电作为一种清洁环保的能源，基本不存在环境污染，在山西风力资源丰富的地区建设风电场，可减少煤炭和水资源的消耗，保护环境，有利于国民经济的可持续发展。根据山西省发展和改革委员会制定的《山西省风电开发规划》，山西省风电开发规划总装机容量为 3000 万 kW，其中十二五(2011 年~2015 年)期间共规划风电装机容量为 1200 万 kW，十三五(2016 年~2020 年)期间共规划风电装机容量为 1800 万 kW。目前山西省发展和改革委员会“晋发改新能源函[2013]1680 号”文件已同意本期项目开展前期工作（附件 2），本项目符合山西省能源发展规划。

华润电力(风能)开发有限公司是华润集团旗下华润电力控股有限公司的全资子公司，该公司于 2006 年 4 月在香港注册成立，是华润电力专门从事风能投资与开发的实体性公司。华润电力从 2000 年开始在国内大规模投资能源电力项目，凭借华润在香港独特的投资经营理念和强大的投资实力，短短的几年时间华润电力已跻身国内几个为数不多的超大型发电企业行列之中，并成为在国内发展最快、效益最好的电力集团之一。风能及其它可再生能源项目的开发建设是华润电力发展的重点之一。

华润阳高长城风电场三期工程场址区位于山西省大同市阳高县西南部，紧邻大同市新荣区，远景规划装机容量为 200MW，分四期开发，分别为华润阳高长城一、二、三期和华润大同新荣镇川堡 60MW 风电工程。本期为华润阳高长城三期工程，共安装 19 台风力发电机组，单机容量 2000kW，总装机容量为 38MW。风电场建成后，不仅有效的利用了当地丰富的风能资源，节约常规能源、保护环境，符合清洁环保高效低耗的电力行业发展方向，还能对电网末端起到电源补充、改善能源结构的积极作用。

本项目投资方为华润电力（风能）开发有限公司，本期工程建设规模为 38MW。根据国家对于建设项目的管理要求，华润电力（风能）开发有限公司于 2014 年 10 月委托我单位承担该工程环境影响评价工作（附件 1），接受委托后评价单位参评人员对工程所在区域自然环境、社会环境进行了调查和了解，在工程分析和环境影响分析的基础上，编制完成了《华润电力（风能）开发有限公司阳高县长城三期风电项目环境影响报告表》（报审版）。现提交建设单位，报请环境保护主管部门进行审查。

2、风电场建设的必要性

（1）可再生和清洁环保能源

风能是一种洁净的、可再生的一次能源，具有良好的社会效益和经济效益。本项目建成后，当地风资源将得到有效、充分利用，从而发挥降低一次能源消耗、减少污染、保护环境的作用。

(2) 有利于增加就业机会，促进地区经济发展

风电场的建设将为当地提供一定量劳动力就业机会。同时，风电场的顺利运营将为地方增加税收，带动地区经济发展做出贡献。

综上所述，从当地风力资源的充分利用、电力需求以及促进当地经济的发展来看，本项目的建设是必要的。

3、风电场位置

华润阳高长城风电场三期工程场址区位于山西省大同市阳高县西南部。风电场的地理位置为东经 $113.48^{\circ} \sim 114.53^{\circ}$ ，北纬 $39.23^{\circ} \sim 39.32^{\circ}$ 之间，所处区域为低中山，海拔高程为 $1450\text{m} \sim 2115\text{m}$ ，地形起伏变化很大。距离阳高县城 20.1 公里。场址区地表覆盖层极薄，大部分区域基岩裸露。具体风电场工程地理位置如附图 1 所示，交通位置图见附图 2。

4、风电场一期建设情况

一期风电场范围地理坐标为 $E113^{\circ}37' \sim E113^{\circ}40'$ 、 $N40^{\circ}18' \sim 40^{\circ}23'$ ，海拔高程在 $1250\text{m} \sim 1875\text{m}$ 之间。南北长约 10km，东西宽约 5.6km，风场区域面积约 30km^2 。风场范围北起堡子湾附近，南至郭家坡—大南凹一带，西达大吴窑—阎窑，东至南唐窑—颜家沟附近。

一期工程安装 WTG5-1500 型机组 33 台，总装机容量为 49.5MW。采用三回 35KV 集电线长约 28km，进入风电场内新建升压站主变(100MVA)升压 220KV，以一回 220KV 出线拟接入附近的阳高 220KV 变电站，输电线路长约 17km。

一期升压站原拟选址位于一期风场西部，二期风电工程对升压站的位置进行了调整，升压站位置变化以后位于一期风场的西南角，位置变更后升压站向南移动约 5.7km。升压变电站内主要包括：集控楼、35kv 屋内配电装置、动态无功补偿装置、仓库及水泵房等。

升压站站区设计布局呈矩形，占地面积为 25100m^2 ，站区大门为西入口，采用电动伸缩大门。升压站北侧部分布置为生产区，从西至东依次为主变压器和事故油池、220KV 室外配电装置、35KV 配电室、动态无功补偿装置。办公、生活区布置在站区的中部，综合楼前为进站广场。

升压站基本情况见表 1。

表1 升压站基本情况一览表

序号	项目名称	单位	数量	备注
1	升压站占地面积	m ²	25100	
2	建筑物用地面积	m ²	2712	
3	建筑系数	%	11.7	
4	硬化面积	m ²	3100	
5	围墙长度	m	640	
6	绿化面积	m ²	830	
7	绿化系数	%	3.3	站内

一期风电场区进场道路引自 G102，在长城乡附近利用新建的资源路进场，路面为柏油路面，宽度约 8m，基本可满足大型设备的运输，进场道路长约 6.5km；施工及检修道路长约 24.9km，全部为新建，路面等级为山岭重丘四级道路，路面采用泥结碎石路面，路面宽度为 11m(临时加宽 7m)；进升压站道路长约 0.2km，路面为水泥路面，全部建成。

一期工程环境影响评价报告表已经于 2010 年 8 月取得山西省环保厅关于环评的审批意见。一期工程环境影响评价环保设施为地理式污水处理站、集油池、生态保护设施，其中地理式污水处理站和集油池设置在升压站内，根据现场调查，位于本风场东北部的华润电力（风能）阳高长城风电场一期工程已建成，环保设施也已经建成。

5、风电场二期建设情况

华润阳高长城风电场二期位于一期工程的西南部，装机规模为 49.5MW，风电场范围大致为北起瞭高山，南至撞道沟一带，西达黄彦沟，东至左家窑附近。地理坐标为 E113°32'~113°36'、N40°14'~40°18'，海拔高度为 1700~2100m。区域面积约 25km²。

升压站由一期风电工程配套建设，二期风电工程利用一期建设的升压站。为节省集电线路的长度、投资和输电电能损失，根据实际建设情况，升压站建设位置与一期环评时发生变化。升压站的主变由原来的 100MW+50MW 变更为 2 台 100MW、但升压站总平面布置及占地面积均不发生变化。具体变更内容见表 2。

表 2 升压站变更内容

项目	与一期环评时变化情况
建设地点	原建设地点位于范窑村东北 337m 处，二期变更后地点位于左家窑村西南 314m
占地面积	25100m ² ，变更前后无变化
总平面布置	变更前后无变化
主变规模	原主变为 100MW+50MW，变更后主变为 2 台 100MW

原升压站选址位于一期风场西部，升压站位置变化以后位于一期风场的西南角，位置变更后升压站向南移动约 5.7km，因此导致一期工程的 35KV 集电线路接线方式发生变化。升压站位置变更后，由于一期风机机位与升压站地点基本成直线布置，集电线路也相应成直线布置，相比与变更前，集电线路减少了杆塔数量，集电线路长度基本上不发生变化。而且从工程一、二期的总体情况看，升压站的变更将使 35KV 输电线路总体长度减少，可降低投资和输电电能的损失。

二期风电场进场及施工检修道路全长 21.3km，其中进场道路全长 2.6km，施工检修道路长 18.7km。进场道路利用现有县级公路，不需新建。施工检修道路全部为新建，路面等级为山岭重丘四级道路，路面采用泥结碎石路面，路面宽度为 6m，设计标准参照四级公路。

根据现场调查，220kV 升压站已经建成。

6、本期（三期）风电场工程概况

（1）风电场位置

华润阳高长城风电场三期工程场址区位于山西省大同市阳高县西南部，紧邻大同市新荣区，场址区规划面积 15.86km²，规划容量 38MW，海拔高程为 1450m~2115m。场区中心坐标为 40°16'59.54"N，113°31'6.10"E。占地面积 141700m²，本项目风电场地理位置见附图 1。

（2）风电场规模

本风电场装机容量为 38MW，共装设 19 台单机容量为 2000kW 的风力发电机组及 19 台箱变，和阳高一、二期项目共用一座 220kV 升压站，本期不再新建升压站。因此，本次环评不考虑升压站。本期风电场年发电量年发电量 0.8626 亿 kW h。本项目风电场工程特征见表 3。

表 3 风电场工程主要特征

名称		单位/型号	内容	备注	
风电场 场址	海拔高度	m	1450~2115		
	经度（东经）		113°30'23.64"	风电场中心坐标	
	纬度（北纬）		40°17'16.62"		
	年平均风速	m/s	7.20		80m 高度
	风功率密度	W/m ²	321.11	80m 高度	
	盛行风向	W、NW			
主要 设备	风电 场 主 要 设 备	额定功率	kW	2000	
		叶片数	片	3	
		叶片直径	m	93	
		扫风面积	m ²	6863	
		额定风速	m/s	11	
		轮毂高度	m	80	
		风轮转速	rpm	17	
		发电机额定功率	kW	50/60	
		额定电压	V	690	
		35kv 箱式变压器	台	19	

7、风电场接入系统方案

华润阳高风电场工程远景规划装机容量为 200MW，分四期开发，分别为华润阳高长城一、二、三期和华润大同新荣镇川堡 60MW 风电工程。本期为华润阳高长城三期工程（以下简称本期），共安装 19 台风力发电机组，单机容量 2000kW，总装机容量为 38MW。华润阳高风电场已建一座 220kV 升压站，以一回导线型号为 2xLGJ-300mm² 的架空线接入阳高 220kV 变电所 220kV 侧，长度为 19km。本期风电机组汇集接至升压站低压侧，升压至 220kV 利用一期建成线路送出，中途无跨越民房情况。最终接入系统方式以接入系统设计审查意见为准。华润阳高长城风电场三期工程接入电力系统地理位置接线图见图 1。

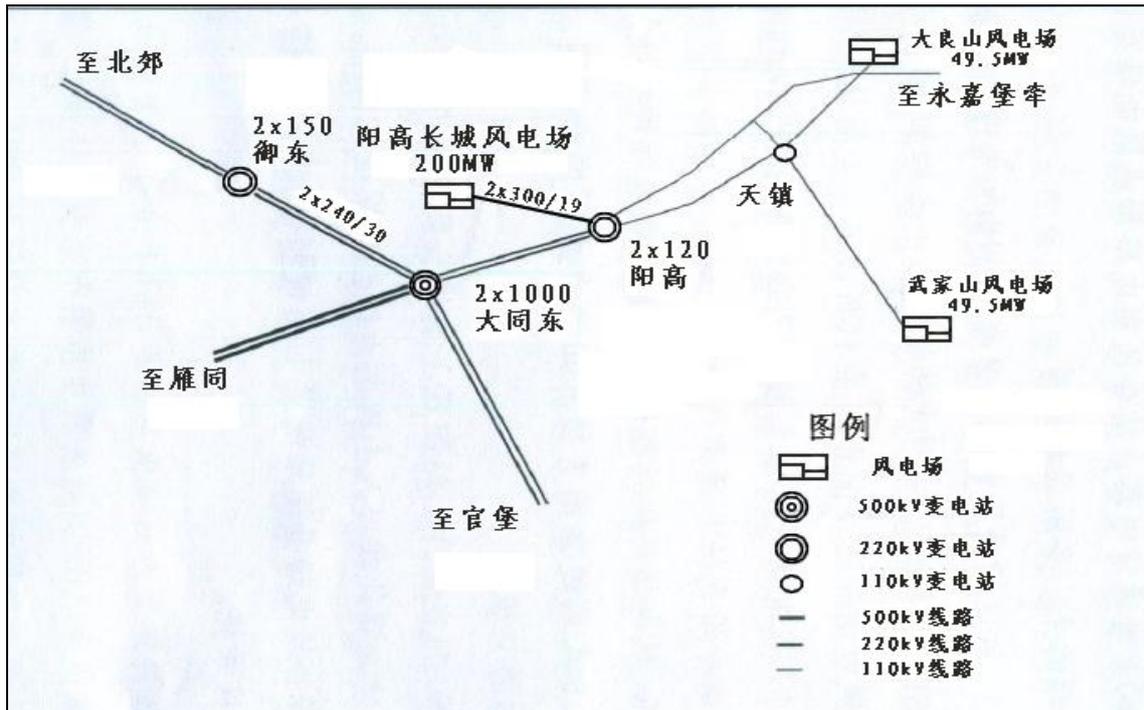


图 1 华润阳高长城风电场三期工程接入电力系统地理位置接线图

8、主要工程内容

本项目主要建设内容包括风电机组、箱变基础构筑和安装，检修道路建设，场内集电线路敷设。本项目基本组成列于表 4，主要设备设施见表 5。风机分布及检修道路见附图 3。

与本风场东北部相邻的华润电力（风能）阳高长城风电场一、二期工程已建成，风场场内道路考虑从阳高一、二期工程风电场场内道路连接。

大型设备有风电机组和主变压器，采用公路运输。运输路线：由产地—大同—阳高县—大营—阳高长城二期风电场—阳高长城三期风电场。

9、占地类型

本风电场用地包括永久占地和临时用地。永久占地包括风电机组及箱变基础占地、检修道路占地及 35kV 架空集电线路杆占地等，其工程永久占地总面积为 4.47hm²；临时用地包括风机施工占地、施工期的临时生产及生活设施租地等，工程临时用地总面积为 9.7hm²。永久和临时用地情况列于表 6 和表 7，土地利用现状见附图 4。

本期项目不在阳高县城市总体规划范围内，不改变现有土地利用性质。

表 4 项目基本组成

项目	内容	项目	台数及单机容量	总容量
		3 期工程	19×2000kW	38MW
主体工程	风力发电机及箱变	风力发电机采用单机容量2000kW的WTG3型风力发电机，根据风机厂家提供的上部荷载资料，天然地基风机基础采用板式基础，直径为19.4m。基础埋深为3.4m，开挖边坡拟采用1:0.5。基础混凝土设计强度等级为C35，基底下设200mm厚的C20素混凝土垫层。风电机组基础尺寸及基坑开挖布置详见附图5。 35kV 箱式变电站基础拟按天然地基上的浅基础进行设计。根据箱式变电站外形尺寸，基础采用砖混箱形基础，基础下设 100mm 厚 C15 素混凝土垫层，基础埋深 1.80m，开挖边坡拟采用 1:0.5 总占地面积：4465 m ² 。		
	升压站	与阳高长城风电场一期共用一座220kV升压站，本期工程扩建一台100MVA主变压器（SFZ11-100000/220），风电场一、二期工程35kV已建成I段母线，本期和华润大同新荣镇川堡60MW风电工程共用35kV II段母线，其余全部设施利用升压站已有设施。		
	场内集电线路	场内 35kV 集电线路采用以铁塔架空线路为主的设计，共设计 2 条单回主干线，分别命名：A 线、B 线。A 线带 10 台风机，B 线带 9 台风机。集电线路采用架空线与电缆相结合的线路，其中架空线路共计 17km，其中同塔双回线路长约 3.7km，单回主干线路长约 11.7km，电缆线路共计约 1.34km，风电场风力发电机单机容量为 2000kW，出口电压为 690V，所发出电量经电缆引接至箱式变电站低压侧，通过箱式变电站升至 35kV，再通过 35kV 集电线路，进入 220kV 升压变电所的 35kV，II 段母线上，经主变升至 220kV，通过 220kV 架空导线并入电网。场内集电线路共 3 个回路，采用以架空结合地埋敷设的方案。		
配套工程	接入系统	本期风电机组分两回汇集接至升压站 35kV II 段母线，通过新建的 100MVA 变压器升至 220kV，利用华润阳高长城一期工程建成的线路送出。		
辅助工程	施工检修道路	施工后期将施工道路改为永久检修路。施工道路设计标准：道路总长 10.5km，路基宽 6m，路面宽为 5m，道路最小转弯半径不小于 50m，道路纵坡不大于 12%。永久征地 1.03hm ² ，临时征地 11.74hm ² ，总征地 12.77hm ² 。		
公用工程	供水	施工期采用灌装从附近农村现有的浅水井拉水，运营期升压站区域供水采用深水井作为水源。		

	供电	站用电电源从 35kV 和 10kV 上各引接一回。35kV 母线选用一台容量为 630kVA 的干式变压器；外来电源引接可利用升压站的施工电源或单独架设，施工电源可从附近的当地电网 10kV 线路引接。
	供暖	电暖，均沿用一期采暖设施。
依托工程	接入系统	本工程依托二期风电场升压站。
	污水处理	一期按规划工程需求建设完成的 3m ³ /d 地理式一体化污水处理设备，集水池 300m ³ ，能够同时满足本工程的需求。
	废油	利用一期事故油池(容积 50m ³)
	废电池	由资质单位统一回收，一期已考虑

表 5 项目主要设备设施一览表

设备名称		型号规格	单位	数量
风力发电机组	风机	WTG3 型, 2000kW	台	19
	箱式变压器	2350kVA 37/0.69kV	台	19
升压站	主变压器	SFZ11-100000/220	台	1
	220kV 配电装置	断路器、隔离开关、电流互感器等	套	1
	35 kV 配电装置	高压开关柜、无功补偿装置、35kV 电力终端等	套	1
	低压配电装置	电缆桥架、动力配电箱等	套	1

表 6 工程永久占地面积汇总表

序号	项目	面积 (hm ²)	占地类型	备注
1	风力发电机组及箱式变压器(2000kW*19)	0.7	其他草地 0.5 hm ² 、 灌木林地 0.2 hm ²	2000kw 单机按 235m ² 计算， 箱变单台 20 m ²
2	检修道路	3.68	其他草地 3.08 hm ² 、 灌木林地 0.6 hm ²	检修道路长 10.5km，宽 5m，道路 最小转弯半径不小于 50m
3	集电线路	0.09	其他草地 0.06 hm ² 、 灌木林地 0.03 hm ²	布设铁塔 88 座，每座占地 9m ² ，共 计永久占地面积为 0.08hm ² ，架设混 凝土电杆 100 个，永久占地 0.01 hm ²
合计		4.47		

表 7 工程临时用地面积汇总

序号	项目	面积 (hm ²)	占地类型	备注
1	风机吊装场地	2.63	其他草地 1.03 hm ² 、 灌木林地 1.6 hm ²	单机按 2100m ² 计算, 共 19 台
2	集电线路	2.99	其他草地 2.49 hm ² 、 灌木林地 0.5 hm ²	包括临时道路、施工区、牵张 场, 集电线路
3	施工检修道路	3.31	其他草地 3.28 hm ² 、 灌木林地 0.03 hm ²	检修道路长 10.5km, 宽 5m, 道路最小转弯半径不小于 50m
4	施工场地、临时 生活区	0.77	其他草地 0.77 hm ²	设备仓库 0.2hm ² , 施工营地 0.2hm ² , 沙石堆放场 0.1hm ² , 混凝土搅拌站 0.1hm ² , 机械修 理厂 0.1hm ² , 钢木加工厂 0.07hm ²
合计		9.7		

10、风电场水源、采暖热源和定员

根据现场测绘及调查了解, 各风机位施工用水考虑用罐车运输。风电场运行期用水主要为生活用水, 由升压站内打的水井供给。

各机位的施工电源, 充分考虑机位附近的 10kV 架空线路, 没有条件的机位可以通过施工承包方自备的小型柴油发电机解决。

本期工程利用一期所建的生产生活管理建筑, 采暖全部采用电暖气采暖, 生活用热水采用电加热方式。

风电场的运行是通过计算机来控制完成的, 可实现无人操作的程度, 运行人员的工作主要是在综合控制楼内进行, 一期已经考虑后期运行人员。

11、建设进度

第 1 年 1 月为施工进场前施工准备期, 主要完成人员、设备、物资准备及进场, 临时生活设施建设及场地平整。

施工供水、供电及混凝土搅拌站的施工从第 1 年 2 月 1 日至 3 月底完成。场内道路及

吊装场地的施工为第1年2月1日至6月底。

风机以及箱变基础施工为第1年3月1日至第1年7月底。

电力电缆、通信及控制光缆线路等施工工期为第1年4月1日至第1年10月底全部安装结束。

风电机组及箱式变安装工期为第1年6月1日至第1年11月底。

首批机组将于第1年9月1日投入发电,全部风电机组于第1年11月底全部并网发电。

第1年12月为完工期。主要为竣工验收及并网发电,总工期12个月。

12、技术经济指标

本项目的主要技术经济指标列于表8。

13、环保投资

风力发电是利用可再生的清洁能源风能,将风能转化成机械能,最后转化成电能的过程。在这个转化过程中,不产生废气、废水和废渣,对环境的负面影响仅在于改变部分土地的利用功能,产生一定的生态影响,因此,工程本身对环境的影响较小。本项目用于防治生态恢复的投资合计188.3万元。该投资占项目静态总投资30315.05万元的0.62%。其中生态恢复措施包括风电机组及箱变区、施工道路区、集电线路区和施工场地区的生态恢复。本工程环保投资见表9。

表8 本项目主要技术经济指标

指标名称	单位	指标数值
装机规模	MW	38
年发电量	MWh	86260
年等效满负荷小时数	h	2270
静态投资	万元	30315.05
静态单位造价	元/kW	7977.67
动态投资	万元	30969.92
动态单位造价	元/kW	8149.98
标杆上网电价	元/kWh	0.61
投资回收期	年	8.31
总投资收益率	%	7.97
资本金净利润率		14.94

表 9 本工程环保投资

项目				投资 (万元)
施工期	生态	水土保持	风机吊装及箱变区植被恢复措施	106
			检修道路区植被恢复措施	65
			集电线路区、临时杆塔植被恢复	4.3
			施工场地区植被恢复	13
合计				188.3

14、环保效益

华润阳高长城风电场三期工程是使用当地的风能资源来生产可再生清洁能源电力。鉴于目前大都以化石燃料电厂为主，本工程实施将带来很大的大气污染物减排效果。

本项目拟装机容量为 38 兆瓦，25 年平均上网发电量约 86260MWh。其使用期内每年大约可节省标煤 273.15 吨，减少排放温室气体 CO₂ 约 71.56 吨；每年减少排放大气污染气体 SO₂ 约 0.23 吨、NO_x 约 0.21 吨，环境效益显著。

综上所述，本项目属于国内先进的清洁生产和循环经济项目。

二、风电场总平面布置

1、风机分布

针对华润阳高长城风电场资源状况及交通运输条件，机组单位电量造价等，使用 WTG3 型风电机组。风电机组的布置充分利用风电场场区的风能资源，并结合场区地形地貌、植被及土地利用规划进行风电机的布置，19 台风电机分布于阳高长城风电场的山头 and 山梁上。

2、道路布置

本工程施工检修道路长 10.5km，宽 5m（道路最小转弯半径不小于 50m）。

由于地形、气候、土壤等自然因素，本风场区域部分机位所在的山脊阴面有林地分布，主要为灌木林。评价要求建设单位在机位微观选址时应避开林地，在检修道路设计施工时，也应避开有林地的一侧建设。本期工程占地类型为其他草地、灌木林地。本期风电场检修道路分布见附图 3。

3、集电线路布置

风电场共装机 19 台，单机容量 2MW，装机规模为 38MW。根据风机机位布置、地形及自然环境，场内 35kV 集电线路采用以铁塔架空线路为主的设计，共设计 2 条单回主干线，分别命名：A 线、B 线。A 线带 10 台风机，B 线带 9 台风机。A 线与 B 线在距离 T19#风机东南约 420m 处合并为同塔双回线路命名：AB 线，直至一期升压站进线侧围墙外 30 米处的双回终端塔，各线路均采用铁塔架空方式架设。（详见附图 6：35kV 集电线路路径图）

全线路总长约 17km，其中同塔双回线路长约：3.7km，单回主干线路长约：11.7km，选用：LGJ-240/30 导线，单回分支线路长约：1.6km，选用：LGJ-120/20。各回路的终端塔均架设在距离升压站进线侧围墙外 30 米处，用电缆分别接入升压站内 35kV 高压柜，站外采用电缆直埋敷设方式，站内采用电缆沟引入到高压室内。

4、升压站平面布置

本期工程与阳高长城风电一期共用一座升压站，不新建升压站，仅在站内扩建 1 台 100MVA 主变压器。

升压站总占地面积 11000m²，整个升压站按照功能划分为生产区和生活区两部分。生产区主要布置有 35kV 屋内配电装置、无功补偿设备、主变压器及 GIS 设备区。综合办公楼朝东，楼前是中心广场，为生活区提供理想的休闲健身场所，污水处理设备等

布置在站区隐蔽处。升压站内未利用空地均设计为绿地，站内布置本着利于生产、便于管理、适应当地环境的要求进行布置。

升压站技术指标见表 10，升压站平面布置图见附图 7。

表 10 升压站技术指标

序号	项目名称	单位	数量
1	升压站总占地面积	m ²	11000
2	建筑物用地面积	m ²	3900
3	场地利用面积	m ²	7753
4	场区道路及广场占地面积	m ²	3560
5	厂区围墙长度	m ²	485
6	绿化面积（站内）	m ²	2000
7	绿化系数	%	18

4、机组选型的比选

根据风电市场近年来的发展趋势，综合考虑目前国内外风力发电机组的制造水平、技术成熟程度、实际运行情况、价格水平和施工机械的吊装能力等因素，并针对卧长城风电场（3期）的具体情况，初步选用单机容量为 2000kW 的低温、变桨矩型风力发电机组来进行比选。

（1）机型技术经济比较

根据华润阳高长城风电场三期工程的风能资源条件和工程地质条件，对技术成熟的风电机进行比选，通过机组价格、电气设备费用和施工费用等方面的经济技术比较，结合场址区地形特点，同时考虑风电机组叶片、塔筒等大件运输对道路以及安装场地的需求。本次选择了 5 五种不同机型进行比选。为了分析该几种方案的优劣，分别对各方案进行了发电量、发电机组部分投资和发电机组部分运行成本进行了计算和比较，其结果如表 11。

表 11 五种机型技术经济比较结果表

方案	单位	WTG1	WTG2	WTG3	WTG4	WTG5
单机容量	k	2000	2000	2000	2500	2500
台数	台	19	19	19	15	15
轮毂高度	m	80	80	80	80	80
风轮直径	m	111	96.4	93.5	104.4	103
装机容量	MW	38	38	38	37.5	37.5
上网利用小时	h	2380	2353	2371	2392	2400
年发电量	亿 kW h	1.6417	1.6286	1.6360	1.6341	1.6399
发电机组投资	万元	24238.92	23722.08	23348.01	23443.35	24973.70
单位千瓦静态投资	元/kW	8244	8092	7982	8121	8576
单位电能投资	元/kW.h	3.46	3.44	3.37	3.39	3.57
含增值税上网电价	元/kW.h	0.61	0.61	0.61	0.61	0.61
全部投资内部收益率	所得税前%	12.96	13.06	13.48	13.35	12.45
全部投资内部收益率	所得税后%	11.55	11.64	12.04	11.91	11.07
自有资金内部收益率	%	23.25	23.57	25.14	24.67	21.46
排序		4	3	1	2	5

从表 10 可以看出，WTG3 方案的单位千瓦静态投资为 7982 元/kW，单位电能投资为 3.37 元/kW h，全部投资财务内部收益率（税前）为 13.48%，在 5 个方案中是最优的，因此本次可研设计选择 WTG3 为华润阳高长城风电场三期工程推荐方案。

（2）风能匹配度

所选风机的技术特性同场址的风力资源特征匹配，才能使风力资源能够得到充分的利用。根据现场测风资料计算，场址 70m 高和 50m 高代表年平均风速和年风功率密度分别为 7.11m/s、6.83 m/s，相应风功率密度分别为 309.20W/m²、270.08W/m²，较大比例在可利用区间。根据项目可研，机组的轮毂高度为 80m，切入风速为 3m/s。根据机型的特点，可与当地风能资源匹配。

（3）土地利用和环境保护：

按本项目风电场 38MW 的建设规模，应建设 19 台 WTG3/2000kW 风电机组。参考可研资料，机型单台占地面积为 255m²，占地面积较小，造成风场内生态环境破坏

量也通常会更少。

根据本项目区风能资源及发电量、土地利用、环境保护、设备的运输条件、经济效益等方面，可研阶段从单机容量分别为 2000kW、2500kW 的机型中选出五种技术较为成熟，有一定运行业绩的风力发电机组进行技术经济比较。五种型号分别为 WTG1、WTG2、WTG3、WTG4、WTG5。得出结论本风电场选用 WTG3 型风机最为合适。

三、建设项目所在地环境简况

1、自然环境简况

(1) 地理位置

阳高县位于大同市西北部，北隔长城与内蒙古自治区相邻，南与浑源、广灵为界，西与大同县毗邻，东与天镇县、河北阳原接壤，总面积 1678km²。

山区占阳高县总面积的 31.7%，川区占 36.5%，丘陵区占 31.8%，近于三分天下。

阳高县水多地广草丰，区位优势显著，人文资源丰富，生态环境怡人。阳高县土地资源地广价廉，全县国土总面积 251.7 万亩，其中农用地 160 万亩，建设用地上 11.7 万亩，未利用地为 80 万亩（占全县土地总面积的 31%）。

华润阳高长城风电场三期工程场址区位于山西省大同市阳高县西南部，紧邻大同市新荣区，场址区规划面积 15.86km²，规划容量 38MW，海拔高程为 1450m~2115m。场区中心坐标为 40°16'59.54"N，113°31'6.10"E。风电场工程地理位置如附图 1 所示，交通位置图见附图 2。

(2) 地形地貌

拟建场区属构造侵蚀低中山、中山地貌类型，山体呈现东西走向，山顶植被稀少，多为低矮灌木及杂草，山顶平均海拔在 1800m 以上。



现场典型地形地貌

(3) 地质构造及地层岩性

拟建场区属构造侵蚀低中山、中山地貌类型，断裂构造不发育，场址区地表覆盖层极薄，大部分区域基岩裸露，工程区出露基岩为太古界桑干群(Asg)麻粒岩夹杂片麻岩，局部区域表层覆盖少量粉土，但是厚度不大，不对场地岩性起控制性作用，主要地层描述如下：

①粉土 (Q₄^{col}): 黄褐色，稍湿，稍密，土质较均匀，无光泽，干强度低，韧性低，

上部可见植物根茎，混有岩石风化碎屑。山脊覆盖层厚度一般 0.2m~1m；边坡覆盖层厚度一般 1m~3m，此层多处于建筑物基础开挖深度范围内。

②₁全风化~强风化麻粒岩夹片麻岩 (Asg)：褐黄色-肉红色，裂隙发育，主要成份为长石，石英及少量云母，橄榄石等暗色矿物，可见方解石细脉，片麻理构造。该层全区分布，厚度为 3.0~10.0m，平均厚度为 5m 左右。

②₂中风化麻粒岩夹片麻岩 (Asg)：褐黄色-肉红色，致密，坚硬，裂隙较发育，主要成份为长石，石英，及少量云母，橄榄石等暗色矿物，可见方解石细脉，片麻理构造，岩石质量等级为IV类。其力学指标建议值见表 12。

表 12 物理力学指标建议值表

土层名称	天然密度	天然含水率W ₀ (%)	凝聚力 C(kPa)	内摩擦角 φ(°)	压缩模量 E ₀ (kPa)	弹性模量 E(10 ⁴ MPa)	泊松比 μ	电阻率 ρ(Ω·m)	承载力特征值
全风化~强风化麻粒岩	2.50	---	---	75.0	—	3	0.16	600	>400
中风化麻粒岩	3.00	---	---	78.0	—	9	0.08	1500	>800

根据资料，历史上阳高县城东部发生过 6 级以上地震，近代没有发生过地震。长城风电场三期场址远离上述断裂，根据有关规程规范，拟选风电场地所处构造位置属于稳定场地区。

综上所述，本区属地震活动相对稳定区，区域断裂构造对场址稳定性不构成影响。因此，拟选场址区为相对稳定区，适宜建风电场。

(4) 气候和气象

拟建场区海拔高程约在 2000m 左右，属中温带大陆性季风气候，春季干燥多风，夏季短暂较热，秋季湿润凉爽，冬季漫长寒冷少雪。光照充足，温差较大。多年平均降水量 374.8mm，降水多集中在每年的 6-9 月，约占全年降水量的 70%。多年平均蒸发量 2001.1mm，年内最大蒸发量发生在 5-7 月，占全年蒸发量的 40% 以上。年平均气温 6.9℃，极端最高气温 39.2℃（2010 年），极端最低气温-34.9℃（1997 年）。多年平均风速 2.8m/s，全年主导风向为西北风。结冰期为 11 月至次年 3 月，全年无霜期约 115 天，最大冻土深度 186cm。

据阳高县气象站统计资料，本区主要气象特征见表 13。

表 13 项目区气候要素特征表（1970 年—2009 年）

项目	单位	特征值	备注
多年平均温度	℃	6.9	
年均大于等于 10℃积温	℃	2834	
多年平均降水量	mm	374.8	
日最大降雨量	mm	92.56	
多年平均蒸发量	mm	2001.1	
无霜期	天	115	
历年最大冻土深	cm	186	
多年平均风速	m/s	2.76	
风向	/	NW	

本风电场目前设有 2 座测风塔开展测风工作，进行风速、风向、气压、温度观测。测风塔塔高 70m，分别在 10m，30m，50m，70m 高度设有 5 套风速观测仪器（70m 高度设 2 套风速观测，记为 70mA 点及 70mB 点），在 10m、70m 高度各设一套风向观测仪器，在 10m 高度设一套温度观测仪器，在 7m 高度设一套气压观测仪器。

根据工程现场测风塔数据分析，2505#测风塔 80m 高度年平均风速为 7.20m/s，年平均风功率密度为 321.11W/m²，70m 高度年平均风速为 7.11m/s，年平均风功率密度为 309.20W/m²，50m 高度年平均风速 6.83m/s，年平均风功率密度 270.08W/m²，30m 高度年平均风速为 6.61m/s，年平均风功率密度为 237.01W/m²，10m 高度年平均风速为 5.88m/s，年平均风功率密度为 163.52W/m²；2534#测风塔 80m 高度年平均风速为 6.91m/s，年平均风功率密度为 315.64W/m²，70m 高度年平均风速为 6.85m/s，年平均风功率密度为 307.46W/m²，50m 高度年平均风速 6.65m/s，年平均风功率密度 283.11W/m²，30m 高度年平均风速为 6.40m/s，年平均风功率密度为 247.69W/m²，10m 高度年平均风速为 6.00m/s，年平均风功率密度为 204.22W/m²。风电场风功率密度等级为 2 级。

2505#测风塔 80m 高度年有效风速（3m/s~25m/s）小时数为 7998h，占总时数的 91.05%，2534#测风塔 80m 高度年有效风速（3m/s~25m/s）小时数为 7628h，占总时数的 86.84%。风速频率及风能频率的有效风速段较为集中，对风机的布置有利，有利于风机的稳定运行。

（5）土壤

阳高县土壤有 5 个土类、17 个亚类、42 个土属、75 个土种，覆盖全县 97% 的土地。境内栗钙土面积最大，共计 194.7 万亩，占全县的 74.9%，分布在全县海拔 1050-1500 米之间的边山峪口、部分平川区和丘陵区。草甸土 37.9 万亩，占全县总面积的 14.8%，分布在 1050 米以下的川滩地区；黑钙土 16.2 万亩，占总面积的 6.2%，分布在六棱山、云门山、采凉山三山山腰；山地草甸土 1.5 万亩，占总面积的 0.6%，分布在三山海拔 1850 米以上的山顶；盐土 1.4 万亩，占 0.5%，分布在狮子屯乡吴家河北的白登河畔，海拔 1000 米，另外，全县有 1% 的土地为裸露岩石，没有土壤生成；有 2% 的土地为河流，只有清沙和卵石。全县土壤沃土面积较少。

项目区土壤类型主要为栗钙土，栗钙土是该县的主要土壤类型，主要成粗质型栗钙土亚类花岗片麻岩土，自然植被以旱生杂草、灌木等为主。

（6）植物

阳高县植被处于暖温带落叶阔叶向温带草原的过度区域，即温带草原地带，局部有森林成分侵入，由于地形复杂，地热条件差异的影响，植被的水平分布，垂直分布都很明显。该区植被按地理区域划分属于泛北植物区系欧亚草原植物亚区，其植物带有：针叶林带、阔叶林带、针阔混交林带、灌丛带、灌草丛带、草丛带、草甸带、栽培植物带。

该县植物种类繁多，共有野生植物 695 种。分为 105 个科，374 属，其中苔藓类 1 科 1 属 1 种；蕨类 9 科 14 种 19 种；裸子类 3 科 8 属 11 种；被子类 92 科 351 属 664 种。按性状分乔木 50 种、灌木 86 种、草本 538 种、藤本 21 种；分别占全县植物总数的 7.2%、12.4%、77.4%、3%。其中药用植物资源丰富达 453 种，食用植物资源有 23 种，工业植物资源有 18 种。珍稀植物有五味子、野大豆、蕨菜、核桃、丹参。

经过现场调查，项目区域山脊背阴面有成片的灌木分布，而在山脊顶部及山脊阳面植被主要分布为荒草和少量灌木，项目所在地未见珍稀植物。

（7）动物

按照全国动物地理区划，阳高县属于古北界的华北区黄土高原亚区的最北部，与蒙新区相连接。全县两栖纲、爬行纲、鸟纲、哺乳纲，四纲就有 71 种，占全省总数的 17.5%，种类多但数量少，种类间差异很大。哺乳动物大部分是鼠类和野兔，鸟类大部分是麻雀，其次是石鸡、斑鸠、乌鸦。珍稀动物有 11 种，数量极少，有金钱豹、天鹅、

鸢、雀鸢、白尾鹞、鹊鹞、红隼、红脚隼、马雕、石貂等。

项目区周围为荒草地。在评价区范围内未见需特殊保护的野生动物、濒危或珍稀物种及水生生物等，生态环境较为单一。

(8) 河流水系

阳高县境内有桑干河、吾其河、白登河、黄水河和黑水河流经。项目区的位置接近黄水河，黄水河属永定河三级支流。黄水河发源于本县采凉山北麓的左家窑和内蒙古的大盘梁山。左家窑源头集各承压泉水由南向北流，与二十六村南折向东流，汇大盘山南麓之水顺山谷直至张小村北的开口口，向东南倾斜平原而下，经县城东北段被称为洋顿河，东南流到大白登东北入白登河。全长 26.5km，间歇性河流，河道一般宽 150 米，窄处 40 米。清水流量，丰水期 0.2 立方米、秒，枯水期 0.15m³/S。流域面积 186km²，包括长城乡全部，内蒙古大营盘乡一部，孙仁堡、城关、北徐屯一部。项目区水系图见附图 8。

2、社会环境简况

(1) 社会经济结构

阳高县隶属于大同市，地处山西省东北部，北隔长城与内蒙古自治区相邻，南与浑源、广灵为界，西与大同县毗邻，东与天镇县、河北阳原接壤，总面积1726km²。辖 7 镇 6 乡为龙泉镇、罗文皂镇、大白登镇、王官屯镇、古城镇、东小村镇、友宰镇、狮子屯镇、长城乡、北徐屯乡、下深井乡、马家皂乡、鳌石乡。人口约 30 万人，农用 172 万亩，人均 5.38 亩。

境内主要有石灰石、石英石、金、铁、镁、煤等十四种矿产资源。煤炭现探明井田面积 13.5km²。铁矿石现探明储量 300 万 t，从地质构造、赋矿地层来看，估算储量近 2000 万 t。花岗岩储量 585 万 m³，石灰储量 270 亿 t，石英石 400 万 t，白云岩 5000 万 t，磷矿 1775 万 t。

阳高县 2013 年地区生产总值 25.7 亿元，增长 22.8%；规模以上工业增加值 14.5 亿元，增长 13.2%；固定资产投资 4.67 亿元，增长 25.3%；财政收入 6.588 亿元，增长 43.2%；一般预算收入 1.93 亿元，增长 17.8%；社会消费品零售总额 5.09 亿元，增长 24.1%；城镇居民人均可支配收入 10352 元，增长 15.3%；农民人均纯收入 3236 元，增长 15.2%。

风电场的建设涉及阳高县长城乡。项目区社会经济情况见表 14。

表 14 项目区社会经济情况表

行政区划	总面积 (km ²)	耕地面积 (万亩)	总人口 (人)	户数(户)	农村经济总收入 (万元)	人均纯收入 (元)
长城乡	175.4	2.2	6146	2109	16938.23	3348

(2) 土地利用

阳高县国土总面积 1704 平方公里中，耕地 101.2 万亩，其中水浇地 40 万亩，2001 年被列为全省 35 个国家扶贫开发重点县之一。

华润阳高长城风电场三期（38MW）工程占地现主要为其他草地，山丘土层较薄，草皮生长较为稀疏，草株矮小。风电场范围内局部地方有部分灌木林地，林地树木主要有虎榛子、沙棘等。

(3) 交通旅游

阳高县公路纵横交错，四通八达，公路网骨架已基本形成。境内主要有京大（北京一大同）高速公路、109 国道、省道 301 积大线、省道 302 大阳线、省道 202 神丰线。县域内公路总里程为 631km，公路密度为 37.83km/百 km²，其中国道 10km；省道 128km；县道 202km；乡道 273km；专用公路 18km。初步形成了以县城为中心，以国、省道为骨架，以县乡公路为依托的交通网络。

境内主要有二条铁路干线，大（大同）秦（秦皇岛）铁路。泉镇、罗文皂镇设有三个车站。

阳高县旅游资源丰富，可规划为三大旅游区。①南部“六棱山-许家窑旅游区”：由古城（许家窑）文化遗址区、大辛庄人文景观区、六棱山自然风景区三部分组成，有古人类文化遗址展览馆、汉墓馆、化石、石窟、自然景观等多处，为大同市旅游资源开发十大重点项目之一，丁玲名作《太阳照在桑干河上》的桑干河流过区内；②中部“云林寺-大泉山旅游区”：包括大泉山森林公园、白登台地遗迹、马家皂教堂（袁家皂村）等。县城云林寺始建于明初，塑像、壁画均为精品。③北部“云门山-守口堡旅游区”：依托孤山地热田和云门优质矿泉水（品质列山西第一，全国前 10 名），开发云门山温泉度假村。阳高县有台地长城、断长城、高山长城，有关隘 4 处，墩台 138 座，是大同境内最古老的长城。守口堡长城公园，可欣赏秦、汉、明外长城（，二道边）及明代烽火台和屯兵堡、砖砌敌楼和黄土夯筑的墩台。

(4) 文物保护

阳高县历史悠久，文物古迹丰富。全县有各级文物保护单位 35 个，其中国家级 3 个(人类发祥地之一的许家窑遗址、规模空前的古汉墓群、气势恢宏的明代建筑云林寺)，省级文物 1 个(距今 2000 多年我国现存最早的古长城)。三期风电场距最近的文物古长城遗址约 6.7km，阳高县广电局原则上同意开发大同市阳高县长城一带风力发电项目。(附件 3)。

(5) 规划

①城市总体规划

根据《阳高县县城总体规划》，以龙泉工业园区为龙头建设阳高县四大工业基地，包括化工、硅锰铁合金、新型建材和新型电力能源基地。龙泉工业园区位于阳高县城南部，西至张同公路 2.8km，东至神丰公路 9.8km，总面积 1 万亩。

本项目位于农村地区，距离阳高县城 20.1km，距离较远，不违背城市规划。

②生态功能区划

本项目位于阳高县西南部，根据《阳高县生态功能区划》，本项目所在地属于阳高县 IA 采凉山生物多样性保护生态功能小区。

阳高县西南部采凉山生物多样性保护生态功能小区面临的主要生态环境问题及其成因有：a.废弃矿山固体废料的堆积占用土地，破坏原有的地表植被及影响植物生长，易引起山体滑坡等地质灾害；b.该区地处山区，山体坡度较大，植被以灌草为主，造成该区土质易被侵蚀，水土流失较为严重；c.该区域内村庄的基础设施不完善，对生活垃圾未做合理处置，使环境遭到污染。

该区主要的生态服务功能为生物多样性保护。该区域的保护措施为：a.对于矿区所在的山区要注意生态恢复，对于矿加工行业产生的工业废水应注意处理，禁止超标废水排放；b.山地推行植树造林，城镇加强绿化体系建设，增加绿化面积，减轻土壤侵蚀；c.加快城镇基础设施建设，对生活垃圾进行处理处置，推行规模养殖；该区域的发展方向为：依据该区域的地貌特征和生态环境，结合该区域森林资源优势，在严格保护完整的自然地貌和良好的生态环境的前提下，大力发展此区域的特色产业，同时鼓励合理发展经济林种植；依托该区较丰富的文物古迹，鼓励发展以古长城遗址和守口堡长城公园为主题的文化旅游业，打造“旅游名镇”。

本项目风场在阳高县生态功能分区图中的位置见附图 9

本项目的建设无法避免要占用、损失草地植被，但根据项目占地属于点征及占地情况来看，工程建设对周围生态系统的影响属于低等程度的干扰影响，造成的生态效益损失相对轻微，通过采取相应的生态环境保护、恢复和补偿措施，不至于使区域植被的生态功能受到严重损失。而且，施工结束后，通过对临时占地进行及时的植被恢复，对检修道路沿线进行生态绿化建设，都有利于区域生态环境的改善，对原有植被生态功能的损失产生一定补偿效果。

项目的建设不会对区域生态产生不利影响，同时有利于当地能源结构调整和旅游开发。因此本工程的建设符合《阳高县生态功能区划》的要求。

③生态经济区划

本项目位于阳高县西南部，根据《阳高县生态经济区划》，本项目所在地属于阳高西南部 IVA-1 阳高县北部矿产资源开发生态经济区。

该区位于阳高县北部，地跨三个乡镇，包括长城乡、罗文皂镇的北部地区、龙泉镇的北部及西部边缘地区，总面积为 276km²。该区处于采凉山生物多样性保护生态功能小区，主要生态服务功能为生物多样性保护。

该区矿产资源丰富，泥炭在罗文皂镇有不规则分布，互不相连，埋藏浅；铁矿在三墩、小二对营、大二对营、太狮庄、张小村有分布，矿石类型以沉积变质型、接触交代型铁矿为主，次为沉积型铁矿；金银矿在堡子湾和守口堡一带有分布；磷矿在长城乡九对沟村南有分布，该区的开采矿山分布零散。区内旅游资源较为丰富，云门山——守口堡旅游区就位于该区内，此旅游区依托孤山地热田和云门优质矿泉水（品质列山西第一，全国前 10 名），开发云门山温泉度假村。阳高县有台地长城、断长城、高山长城，有关隘 4 处，墩台 138 座，是大同境内最古老的长城。守口堡长城公园，可欣赏秦、汉、明外长城（二道边）及明代烽火台和屯兵堡、砖砌敌楼和黄土夯筑的墩台。

主要生态环境问题及其成因：a.矿产开采及加工过程中产生的废矿石的不合理堆放，占用大量的土地，影响地表植被，加剧了土壤侵蚀的发生；b.该区矿产资源丰富，矿产的大规模开发诱发的采空塌陷和地裂缝，导致林地被毁，地表植被遭到破坏的现象时有发生，区域持水保土能力较差，易造成水土流失；c.区内普遍存在秸秆利用率低，禽畜粪便处置不当等问题，造成资源浪费，也对区域生态环境造成影响。

生态环境保护要求：a.矿产资源开发要科学规划合理布局，开采、治理、生态恢

复同步进行，对现有的采矿增设相关的污染防治设备来减少污染物的排放，禁止超标废水、废气、废渣的排放，强化对工矿企业废弃物的处理，定期清淤沟道；b.加强该地区的绿化，尤其对坡度较大的地区种植以油松为主，与灌草结合，提高植被覆盖度，减少水土流失，对坡度较大的耕种土地，加强落实退耕还林还草措施；c.在畜牧业发展过程中，努力做到种养结合，大力推广“粪便—沼气—肥料”技术，切实解决农村发展畜牧业与环境污染的矛盾。积极发展农村生态型村庄，推行生活垃圾集中处置，改善农村居住卫生环境，实现农村环境清洁化。

发展方向：a.充分利用当地丰富的铁矿和金银矿等矿产资源，运用先进技术，在保护环境的前提下，对矿产资源进行科学的、有步骤、有计划的开采，建设建材生产基地和铁矿加工生产基地；b.农业上应立足于挖掘土地潜力，提高大内面积产量，进一步发展土、特、优作物品种，逐步形成以蔬菜种植业、万寿菊种植业为主体，产供销成龙配套、林牧业多途径发展的格局，提高综合经济发展水平；c.在农村重点实施畜禽粪便有机肥加工，农村沼气、农村垃圾处理、太阳能普及、秸秆食用菌生产等工程。d.依托当地资源优势，以科技为先导，大力发展畜牧业，建设肉牛羊养殖基地，尽快实现规模化养殖，按照“公司+基地+农户”的模式，带动周边农户养殖肉牛，形成农户饲养为主，运行回收、加工、销售为一体的市场化机制。本项目风场在阳高县生态经济分区图中的位置见附图 10。

本项目属于清洁能源开发且建成后风机的点缀为当地景色增色不少，符合阳高西部复合型旅游与清洁能源生产发展生态经济的发展方向。本项目占地并未压覆矿产资源，不违背阳高西南区矿产资源开发发展生态经济区的发展方向。

（6）项目厂址周边电磁辐射现状

本项目厂址周边无广播、电视、通信发射设备，无工业、科研使用的中高频用电设备，未发现电力部门的高压输电线路。因此本项目厂址电磁辐射现状场强较低。

3、主要环境保护对象

本项目风机周边 500m 范围内无村庄分布，其主要环境影响为风电场建设对生态环境的影响，表 15 为本项目主要环境保护目标。

表 15 本项目主要环境保护目标

序号	环境要素	保护目标	相对位置	保护目标功能区划情况	保护要求
1	声环境	镇边堡村	25#风机北 970m	农村地区	《声环境质量标准》 (GB3096-2008)1 类标准
		范家窑村	升压站西 337m	农村地区	
2	生态	风机及箱变区	风机及箱变周围植被和土壤		恢复生态功能 防止水土流失
		集电线路区	塔架周围植被及土壤		
		检修道路	道路两侧植被		
		升压站区	周围植被及土壤		

四、评价适用标准

1、环境质量标准

声环境：根据声环境功能区划分，该区域环境噪声执行《声环境质量标准》（GB3096-2008），其中村庄按 1 类标准。标准值见表 16。

表 16 《声环境质量标准》（GB3096-2008） 单位：dB(A)

标准类别	昼间	夜间	适用区域
1	55	45	村庄

2、污染物排放标准

（1）噪声

①施工期噪声执行《建筑施工场界噪声排放限值》（GB12523—2011）中噪声限值，其标准值见表 17。

表 17 建筑施工场界噪声排放限值 单位：dB(A)

昼间	夜间
70	55

②风电场为开放式管理，风电场运行期噪声排放标准以满足周围村庄环境噪声符合《声环境质量标准》（GB3096—2008）1 类声环境功能区的环境噪声限值作为控制目标。

③升压站厂界执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类声功能区限值。即昼间 55dB(A)、夜间：45dB(A)。

（2）电磁感应评价标准

电场强度、磁感应强度限值：参照《500kv 超高压送变电工程电磁辐射环境影响评价技术规范》（HJ/T24-1998），电场强度限值以 4kv/m 作为居民区工频电场场强评价标准。应用国际辐射保护协会关于对公众全天候辐射时的工频限值 80A/m(0.1mT)作为磁感应强度的评价标准。

无线电干扰限值：根据《高压交流架空送电线无线电干扰限值》（GB15707-1995）的规定，220kV 电压在距边相导线投影 20m 处测试频率为 0.5MHZ 的晴天条件下不大于 53dB(μv/m)。

五、建设项目工程分析

1、工艺流程简述

(1) 施工期工程内容

风电场的建设主要包括风电机组基础构筑及安装、35kV 箱变安装建筑及附属生产工程施工、集电线路架空敷设施工、场内检修道路施工。本项目采用的主要施工机械见表 18。施工期主要工艺如下(图 2):

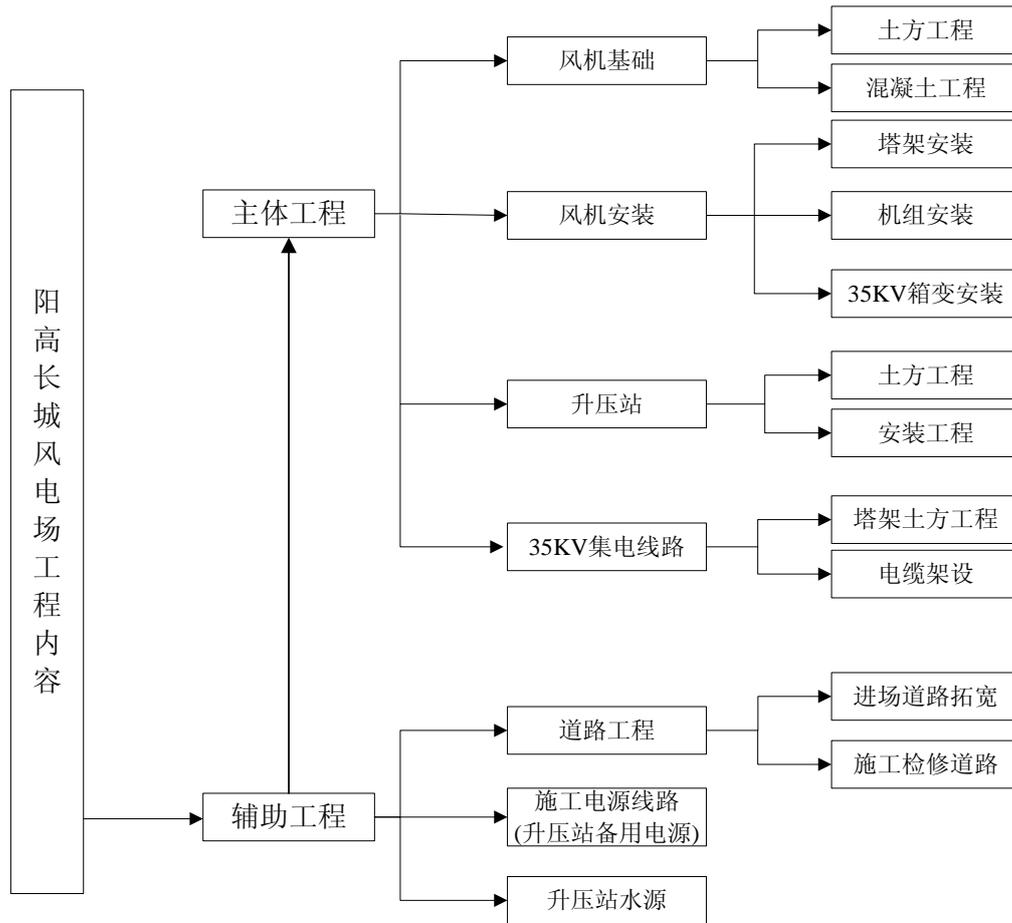


图 2 风电场施工期主要工程内容

① 风电机组基础构筑和风电机组安装

a.土石方工程：按照设计确定风电机位置后进行各风电机的基础开挖，采用挖掘机施工为主，辅以人工修整机坑。基础土方用小型反铲挖掘机，底部人工清槽；基础石方用人工操作以风钻钻孔爆破，人工及机械出渣。预留回填土堆放在施工场地指定位置，多余土石方用于修筑检修道路及施工场地填土。基坑根据需要采取边坡支护，基坑底边要留足排水槽。

b.混凝土工程：根据风机布置及场地条件，本工程在施工场地临时建立混凝土搅拌站。风机基础采用 C10 砼和 C20 砼，混凝土采用罐车从搅拌站运输。

表 18 主要施工机械汇总表

序号	设备名称及型号	台数	用途
1	600t 履带吊	1	风机及主变安装
2	100t 汽车吊	1	风机、箱变安装及基础环吊装
3	200t 汽车吊	1	卸车及施工配合
4	大型平板运输车	4	400 t 履带吊转场移位
6	8t 汽车吊	4	升变站及电力线路等施工
7	132kW 推土机	4	场地平整及土石方开挖
8	1m ³ 反铲挖掘机	2	土石方开挖
9	2m ³ 装载机	2	土石方开挖及运输
10	小型振动碾(手扶式)	4	土石方回填
11	16t 振动碾	2	场地及道路施工
12	10t 自卸汽车	10	土石方运输
13	插入式振捣器	24	混凝土施工
14	混凝土输送泵	2	混凝土施工
15	60 kW 发电机	4	移动、备用电源
16	垂直升降机	1	施工建材运输
17	6m ³ 混凝土搅拌车	10	风机、箱变基础施工
18	75m ³ /h 混凝土搅拌站	1	混凝土施工
19	JZ350 混凝土搅拌机	2	升压站混凝土施工
20	钢筋切断机	3	钢筋制安
21	钢筋弯曲机	3	钢筋制安
22	钢筋调直机	3	钢筋制安
23	电焊机	3	钢筋制安
24	空压机	1	土石方开挖及混凝土施工
25	平地机	1	道路施工
26	洒水车	2	道路施工
27	手风钻(风镐)	4	基础岩石钻孔爆破
28	电动打夯机	4	土石方回填

原料进厂：生产用砂子和石子用汽车运输进厂，储存在三面围挡原料仓库内，在运输时车辆用毡布遮盖，防止运输扬尘。水泥使用罐车运输进场后，使用软管连接料仓的进料口，使用运输车辆的动力系统将物料打进料仓。

配料：铲车在原料仓库将砂子、石子装入配料斗，通过配料斗下边的计量系统计

量后，经密闭输送廊道送到搅拌机前的集料斗暂存。水泥通过仓底卸料阀门进入密闭的输送设备和计量设备，计量后将物料输送到搅拌主机。配料需要的水由水泵从储水池抽入计量设备，计量后进入搅拌主机。

搅拌工艺：将计量好的物料投入搅拌主机中，依靠旋转叶片对混合料进行强烈的搅拌，制成均匀的混凝土。

c.风机安装

风力发电机组的塔架高度为 80 米。采用 600t 型液压型履带式起重机与一辆 80t 汽车吊配合，可满足本工程需要。

塔架采用钢管塔架，按三段考虑。架立时采用 600t 型液压型履带式起重机将塔架逐节竖立固定，法兰之间紧固连接。因为每个风机的塔架高度均在 80m，为此，塔架分三节制造、起吊和拼装。

②箱式变压器

箱式变压器基础施工包括基础土方开挖和基础混凝土浇筑。每台风力发电机组旁配有一台箱变。箱变由汽车运至风力发电机组旁，用 50t 汽车吊装就位，出入线做好防水措施。

③升压站附属工程

本风电场工程规划容量 200MW。本期为三期扩建工程，装机容量为 38MW，安装 19 台单机容量 2000kW 的风力发电机组及 19 台箱变。并与前期工程共用一座 220kV 升压站，增设 1 台 100kVA 的 220kV/35kV 主变压器，220kV 侧采用单母接线，35kV 侧采用单母分段接线，升压站的平面布置见附图 7。

④场内集电线路

场内集电线路采用穿管直埋、架空和电缆沟三种敷设方式。场内集电线路敷设包含风力发电机组至箱式变压器低压电缆线路、35kV 集电线路架空敷设与 35kV 集电线路进升压站线路。风力发电机组至箱式变压器低压电缆线路采用穿管直埋方式；35kV 集电线路架设采用架空布置，架设时将开挖线塔基础并回填，同时完成线塔的安装组合，线塔安装完毕后将进行集电电线的架设工作，首先将输电电线沿集电线路走向布设于相邻的线塔之间，然后实现电缆上塔，并按照输电架设的有关规范对电缆进行张紧、固定，完成整个集电线路的架设工作；35kV 集电线路进升压站线路采用低压电缆线路电缆沟宽 0.8m，深 0.8m，均按设计要求回填。

风力发电机组采用“一机一变”单元接线方式，将风机机端电压升至 35kV 后接至场

内 35kV 集电线路，经 35kV 的集电线路汇集后送至风电场升压变电站 35kV 开关柜。根据风机位的布置及升压站的位置，合理的选择线路路径，为减少线路长度降低投资，本工程推荐采用两回路架空线路输送形式，将 19 台风力发电机组分为 2 个回路，其中第一回路带 10 台风机，第二回路带 9 台风机。集电线路总长度为 17km，其中双回路长 3.7km。项目集电线路示意图见附图 6。

⑤风电场道路

a.进站道路

升压站进站道路利用一期、二期已建进站道路。

b.检修道路

阳高三期风电场检修道路从二期风电场西南部接入，考虑施工和检修需要，道路工程永临结合，施工临时道路在施工结束后将改建成永久道路。

本工程检修道路采用山皮石路，共计长 10.5km，1.5km 长的路段进行了较大的挖填（检修道路挖填段），路基宽 6m，路面宽为 5m，施工结束后统一改为宽为 3.5m 的永久检修道路。其余 9km（检修道路山脊段）布置在平缓的山梁上，路基宽 6m，路面宽为 5m，施工结束后统一改为宽为 3.5m 的永久检修道路。本期风场检修道路分布见附图 3。

本工程施工检修道路路基标准横断面见下图 2。

⑥施工电源

由附近的农用变电所引接，架设 10kV 线路引至 220kV 升压站施工区及混凝土搅拌站施工场地，长约 5km。施工供电规模为 400kVA。由于风机布置分散，风机基础施工可采用 60kW 柴油发电机作为施工电源和备用电源。

（2）运行期工程内容

本风电场的运行过程如下：首先风力驱动风轮转动，风轮带动双馈异步发电机发电，35kVA 升压变压器将发电机所产生的 690V 机端电压升至 35kV，然后采用 35kV 铜芯交联聚乙烯绝缘钢带聚氯乙烯护套电力电缆穿 PVC 管敷设接至 35kV 集电线路，35kV 线路接入风电场 220kV 升压站的 35kV 母线侧。风力发电的工艺流程如图 3 所示。风电机组主要特征列于表 19。

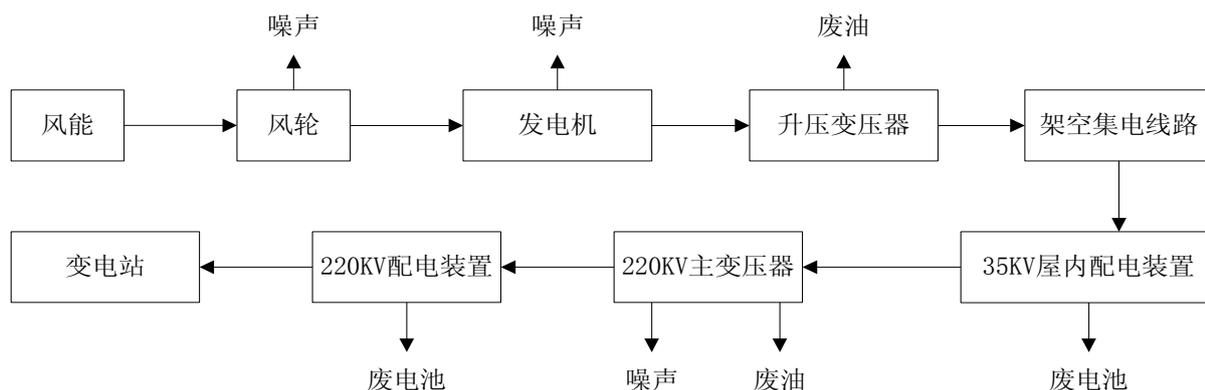


图 3 风力发电运行工艺流程图

表 19 WTG3 风电机组基本技术参数

项目	技术指标	数值
风轮	额定功率 (kW)	2000
	功率调节方式	变桨变速
	叶轮直径 (m)	93.5
	轮毂高度-推荐 (m)	80
	切入风速 (m/s)	3
	切出风速 (m/s)	25
	额定风速 (m/s)	11
	扫风面积 (m ²)	6863
发电机	型式	永磁直驱同步
	额定功率 (kW)	2180
	电压 (V)	690
	额定频率 (Hz)	50/60
塔架	型式	筒状
	高度(m)	80

2、主要污染源强

(1) 噪声

施工期的噪声源主要为各类施工机械产生的噪声。主要产生噪声的施工机械有起重机械、挖掘机、推土机、搅拌机、装载机、压实机、振捣棒和振捣器、砂轮锯、空气压缩机等。这些噪声源的噪声级分别在 79dB(A)~95dB(A)之间。

运行期由风轮叶片的气流和风轮产生的尾流会产生空气动力噪声，变速齿轮箱会产生机械噪声。其中空气动力噪声与风电机的机型及塔架设计有关。

(2) 生活污水

施工期的生活污水主要是施工生活区产生的生活污水。由于施工过程中常驻人口不多，多数施工人员交班后就离开施工场地。因此，施工期产生的生活污水量较少。

运行期生活污水主要来源于升压站综合楼工作人员产生的生活污水。由于本期工程的不新增工作人员，已有人员已经在一期工程评价中考虑，所以，本项目运行期不产生生活污水。

(3) 弃土弃渣

本项目在施工过程中先利用已有道路上山进行风机基础的挖方和浇注，风机基础产生的挖方一部分用于风机周围的施工检修道路的填方，一部分用于吊装平台的修筑。箱变以及集电线路产生的挖方就近用于施工检修道路的修筑，当施工检修道路修好时风机基础、箱变及集电线路的输电塔架基础已经挖好，就可以进行风机、箱变以及塔架的架设和安装。

本项目建设期土石方总量为 15.7 万 m³，其中挖方 7.85 万 m³，填方 7.85 万 m³，无弃方。

施工过程中新建道路无取土场，土石方来源于风电机基础、箱变的土方余量，全部用于施工检修道路回填和恢复植被，施工要求土石方平衡，不产生土石弃方。施工过程中产生的少量废弃的混凝土等可基本做到妥善处理。本工程各项目区挖方、填方、利用土石方和借方量列于表 20。

表 20 土石方平衡表 单位：万 m³

项目组成	挖填总量	挖方	填方	调入		调出		废弃	
				数量	来源	数量	去向	数量	去向
风机箱变	5.19	3.14	2.05	--	--			--	--
施工生产生活区	0.40	0.20	0.20						
输电线路	3.02	1.51	1.40	--	--	--	--	--	--
检修道路	7.09	3	4.20	--	--	--	--	--	--
合计	15.7	7.85	7.85	--	--	--	--	--	--

由于场内道路需要填方量较大，因此可以就近利用风电机组和箱变的余方，这样

不仅有效利用了余方，使工程总的土石方挖填量基本平衡，又可以减少水土流失的发生。

(4) 生活垃圾

施工期的生活垃圾主要是施工生活区产生的生活垃圾。由于施工过程中常驻人口不多，多数施工人员交班后就离开施工场地。因此，施工期产生的生活垃圾量较少。统一收集，交由环卫部门清运处理。

运行期升压站工作人员所产生的生活垃圾，由于本期工程的运行人员已经在一期工程评价中考虑，所以，本项目运行期不产生生活垃圾。

(5) 废油

本项目变压器采用油浸式，变压器外壳内装有大量变压器油。一般来说只有当发生事故时才可能造成油泄出，针对此站内设事故油池，变压器下设集油坑，四周增设排油槽，排油槽、集油坑与事故油池相连，以防止检修时变压器内的油外流造成污染。主变和箱式变压器所用的油检修时会产生少量废变压器油，统一收集后交专业的废油回收处理单位集中处理。

(6) 废旧铅酸蓄电池

在升压站中，直流系统是核心，为断路器分、合闸及二次回路中的继电保护、仪表及事故照明等提供能源。而直流系统中提供能源是蓄电池，为二次系统的正常运行提供动力。运行期本项目使用免维护铅酸蓄电池，本项目一期已考虑废旧蓄电池的回收，拟对废旧铅蓄电池统一收集，交专业的废旧电池回收处理单位集中处理。

3、选址合理性分析

(1) 风电规划符合性

据晋发改新能源函[2013]1680号文件，已同意本项目风电场项目的前期工作，因此本项目符合山西省能源发展规划。

(2) 风资源

华润阳高长城风电场三期工程场址区 2505#测风塔 80m 高度年平均风速为 7.20m/s，年平均风功率密度为 321.11W/m²，70m 高度年平均风速为 7.11m/s，年平均风功率密度为 309.20W/m²，50m 高度年平均风速 6.83m/s，年平均风功率密度 270.08W/m²，30m 高度年平均风速为 6.61m/s，年平均风功率密度为 237.01W/m²，10m 高度年平均风速为 5.88m/s，年平均风功率密度为 163.52W/m²；2534#测风塔 80m 高度年平均风速为 6.91m/s，年平均风功率密度为 315.64W/m²，70m 高度年平均风速为 6.85m/s，年平均

风功率密度为 307.46W/m^2 ，50m 高度年平均风速 6.65m/s ，年平均风功率密度 283.11W/m^2 ，30m 高度年平均风速为 6.40m/s ，年平均风功率密度为 247.69W/m^2 ，10m 高度年平均风速为 6.00m/s ，年平均风功率密度为 204.22W/m^2 。风电场风功率密度等级为 2 级，从风能分布来看，较大比例在可利用区间。本风场风能品质较好，具备较好的开发价值。

（3）村庄分布和土地利用现状

本项目场址位于山西省大同市阳高县西南部，不在阳高县城市规划范围内。本期风电场所选场址区域现主要为荒草地，拟布置风机周围 900m 范围内无村庄。项目选址符合国家《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》的用地管理要求。

本工程总占地面积 14.17hm^2 ，其中永久占地 4.47hm^2 ，临时占地 9.7hm^2 ，其中灌木林地 2.96hm^2 、其他草地 11.21hm^2 。

（4）环境敏感性

本期风电场范围内无国家和省级自然保护区和其他需特殊保护的区域，区内无国家和省级重点文物古迹等，不是野生保护动植物集中分布区域，因此本风电场环境敏感程度较低。

综上所述，该风电场选址方案合理，环境敏感程度较低，同时符合山西省能源发展规划和地方规划，因此，从以上四方面分析，项目选址较合理。

六、环境影响分析、拟采取防治措施及预期治理效果

1、施工期的环境影响分析

(1) 生态环境影响

本次生态影响评价的区域为施工期所涉及到的所有区域即为整个风电场的规划范围，其中风机及箱变的修建、集电线路的铺设，检修道路建设和施工临建的建设为本次评价的重点，这四个区域对生态环境的影响较为突出。将重点区域分为四个亚区：风机及箱变区、输电线路区、施工生产生活区、交通道路区，合计 280.9hm²。工程生态影响范围统计见表 21。

表 21 风电工程生态影响评价范围表

项目	工程内容	评价范围	工程影响范围(hm ²)
风机及箱变	风机和箱变基础施工以及风机吊装施工	风机基础为中心半径 100m 的区域	56.3
集电线路	线路的杆塔基础施工及线路的架设	塔基基础及其施工区周边 5m 范围	29.1
检修道路	施工检修道路施工	道路中心线两侧各 50m 的区域	161.2
施工生产生活区	施工区施工	周边外延 10m 宽的范围	34.3
合计			280.9

本期风电场建设内容主要施工检修道路、风电机组基础和箱变、集电线路架设及施工工棚、仓库等施工临时性建筑等，这些工程在建设时均要占压地表破坏地表植被，因此建设中会相应减少该区土地生物量。

本工程永久占地 4.47hm²，临时占地 9.7hm²，其中灌木林地 2.96 hm²，其他草地 11.21hm²。项目建成后，施工临时用地将进行有效的植被恢复，项目建设对该区域植物种群的影响大大减轻。施工期间，动物受施工影响，将迁往附近同类环境，动物迁徙能力强，且同类生境易于在附近找寻，故物种种群与数量不会受到明显影响。根据调查，风电场范围内不是国家保护的珍稀动植物的集中分布区域。因此本项目建设不会对区域生态环境质量产生明显不利影响。

(2) 水土流失分析

风机基础及箱变区、输电线路区、交通道路区、施工生产生活区在施工准备阶段主要

是清除植物根系、场地平整等，原地貌扰动，地表覆盖物被清除，大面积地表裸露。水土流失主要来源于施工期挖方和表土的临时堆放形成的边坡而产生的轻度水蚀。本地区风电场范围内平均水力侵蚀模数为 $1300\text{t}/\text{km}^2 \text{ a}$ ，属轻度侵蚀区，土壤侵蚀见附图 11。

①原地貌、土地及植被损坏情况

工程建设过程中施工开挖、运输会损坏土地和植被。工程共扰动原地貌 14.17hm^2 。

②弃土量的预测

本项目挖填方总量 15.7万 m^3 ，其中挖方 7.85万 m^3 ，填方 7.85万 m^3 ，总体挖填平衡，无弃渣。

③损坏水保设施的预测

工程因施工、开挖、弃土弃渣损坏原地貌和自然植被。工程建设区损坏原地貌 14.17hm^2 。

④可能造成水土流失危害

工程施工过程中产生的弃土，沿线分散堆放，因被风蚀，若不采取合理的防护措施，会造成新的水土流失。

⑤新增水土流失预测

按前述确定的水土流失强度和水土流失面积计算，本项目建设期原地貌预测流失量为 125.16t ，扰动后预测流失量为 375.48t ，新增预测流失量为 250.32t 。

本工程 3 年恢复期结束后，将基本恢复至施工前原地貌土壤侵蚀模数。详见水土保持专项评价报告。

综上所述，本工程建设采取植被恢复、绿化等植物措施和工程措施共同防治水土流失。随着植被逐年恢复，扰动区土壤侵蚀情况将逐年改善，直至恢复到接近原地貌土壤侵蚀水平。详见水土保持专项评价报告。

(3) 噪声影响分析

施工期噪声主要源自施工机械和运输车辆。主要产生噪声的施工机械有起重机、挖掘机、推土机、搅拌机、装载机、压实机、振捣棒和振捣器、砂轮锯、空气压缩机等。这些噪声源的噪声级分别在 $79\text{dB(A)}\sim 95\text{dB(A)}$ 之间。主要施工机械设备的噪声值列于表 18。

施工噪声源可近似为点源，根据点声源衰减模式，可计算出各施工机械的施工场地达标边界距离。

$$L_{p(r)}=L_{p0}-20\text{Log}(r/r_0)-\Delta L$$

式中： L_p —距声源 r 处声压级， dB(A) ；

L_{p0} —距声源 r_0 处声压级, dB(A);

ΔL —各种衰减量 (除发散衰减量外), dB(A)。室外噪声源 ΔL 取为零。计算时, L_p 为符合 GB12523-2011 规定的施工场界噪声限值, L_{p0} 为施工机械设备的噪声值, 计算出的各施工机械达标边界距离示于表 22。

由表 22 可知, 施工边界噪声达标衰减距离最大为 100m, 风场范围内的村庄距本项目风机均大于 500m, 因此, 施工期施工机械产生的噪声不会对附近各村庄居民产生影响。

(4) 废水和污水

施工期废水和污水来自施工用水和施工人员的生活用水。施工用水主要为混凝土拌和与养护, 场地的降尘喷洒等。采取合理的施工安排和严格管理用水, 基本没有废水产生。施工生活区会有施工人员产生少量生活污水, 可集中后经沉淀等初步处理后喷洒抑尘。

表 22 主要机械设备噪声值及达标距离

序号	机械设备	噪声值 (dB(A))	达标距离 (m)
	起重机	90	57
2	挖掘机	95	100
3	推土机	94	89
4	搅拌机	90	57
5	装载机	88	45
6	压实机	92	71
7	振捣棒	79	16
8	砂轮锯	90	100
9	空气压缩机	92	71

(5) 施工扬尘

施工期对环境空气的影响主要表现在二次扬尘的影响, 下面简要分析施工期扬尘的产生及影响。

①平整场地、挖填土方, 从而使施工场地的地表和植被遭到破坏, 表层土壤裸露, 遇风可产生扬尘。土方的临时堆放会对生活区产生影响。

②堆放易产生尘的建筑材料, 如无围挡, 随意堆放, 会产生二次扬尘。

③建筑材料的运输, 如不采取有效的遮盖措施, 会产生扬尘。

④施工垃圾的清理会产生扬尘。

⑤施工检修道路的修筑会破坏地表植被, 土壤裸露, 造成二次扬尘。

⑥混凝土搅拌站的原料，随意放置会产生二次扬尘。

总之，施工活动将造成局部地区环境空气中的颗粒物浓度增高，尤其是在久旱无雨的季节，当风力较大时，施工现场表层的浮土可能扬起，经类比调查，其影响范围可超过施工现场边缘以外 50m 远。

(6) 固体废物

在施工期产生的固体废物主要包括施工人员的生活垃圾和施工过程中产生的土石方。施工人员产生的垃圾量较少。施工过程中产生的土石方量较大，挖方量为 7.85 万 m³，填方量为 7.85 万 m³。施工过程中风电机基础和箱变以及输电线路施工产生的土方余方全部用于各施工工段的场地平整和回填，并恢复植被。本工程不产生土石弃方。

2、防治措施及预期治理效果

(1) 生态恢复与水土流失防治措施

风电场的生态影响防护与恢复措施主要以施工期为主，风电场的水土保持防治措施根据不同的分区不同的水土流失特点分别加以实施。风电场场址区以绿化为主，同时考虑与工程措施的协调，水土保持措施要围绕风电场存在的水土流失问题，因地制宜，因害设防。

本工程的生态恢复和水土保持措施体系分为四个防治区，即风电机组区、输电线路区、施工场地区和检修道路防治区。根据本工程水土流失特点，结合区域自然和社会经济条件，主要采取工程措施、植物措施和临时措施。本项目生态恢复示意图见附图 12。

本期风电场生态恢复及水土流失防治措施详见生态专题水土保持方案专章。

(2) 水土流失防治目标

总体防治目标为：因地制宜采取综合防治措施，以检修道路、风机及箱变、集电线路、施工区域的水土保持为中心，全面控制工程建设过程中可能造成的新的水土流失，恢复和保护项目区内的植被和其它水土保持设施，有效治理防治责任范围内的水土流失，达到地面侵蚀量显著减少，主体工程安全保障加强，形成工程建设和生态环境治理协调发展的良性循环。

本工程具体的防治目标包括土地治理率、总治理度、土壤流失控制比、拦渣率、植被恢复系数、林草覆盖率等 5 项指标。具体为：

①在工程建设过程中，严格控制扰动土地面积，采取有效措施保护水土资源，尽量减少对植被的破坏，尽可能恢复因工程建设和生产过程中破坏的耕地和林草植被，恢复土地生长力。对建设过程中扰动的土地面积进行综合治理，年末扰动土地整治率达到 95%。

②在工程建设和生产过程中对防治责任范围内施工活动造成的水土流失进行防治，竣工验收时防治责任范围内水土流失总治理度达到 95%。

③在施工过程中采取有效预防和控制措施，对开挖、排弃、堆垫等场地进行防护、整治、并采取必要的护坡、截排水措施。并对扰动土地及时整治，恢复植被和土地生产力。通过水土保持监测，严格控制施工过程中的土壤流失。土壤流失控制比达到 0.8。

④严格按照要求弃土弃渣，做到先拦后弃，拦渣率达到 95%。

⑤对生产和建设过程中形成的裸露地表，具备绿化条件的尽可能恢复植被。工程竣工验收时植被恢复措施系数达到 97%。

本项目临时施工占地面积与植被恢复面积一览表见表 23。

表 23 本项目临时施工占地面积与植被恢复面积一览表

项目	临时占地面积 m ²	植被恢复率%	植被恢复面积 m ²
风机吊装平台	26300	97	25511
检修道路	33100	97	32107
集电线路	29900	97	29003
施工场地	7700	97	7469
合计	97000		94090

(3) 施工噪声的防治措施和预期治理效果

①施工机械应尽量选用低噪声的机械设备，从噪声的源头上进行控制。

②要定期对机械设备进行维护和保养，使其一直保持良好的状态，减轻因设备运行状态不佳而造成的噪声污染。

③要优化施工时间，对强噪声的机械进行突击作业，缩短噪声污染的时间。

(4) 施工扬尘

①施工作业应符合技术操作规程，落实扬尘污染防治措施；施工单位应有专人负责逸散性材料、垃圾、渣土、裸地等密闭、覆盖、洒水作业和车辆清洗作业，并记录扬尘控制措施的实施情况。

②施工现场工程材料、砂石、土方或废弃物等易产生扬尘物质应当密闭处理。若在工地内堆置，则应采取覆盖防尘布、覆盖防尘网、配合定期喷洒粉尘抑制剂等措施，防止风蚀起尘。

③施工期间，物料、渣土、垃圾运输车辆的出入口内采用混凝土硬化，并设置洗车平台，车辆驶离工地前，应在洗车平台冲洗轮胎及车身，其表面不得附着污泥。洗车平台四

周应设置防溢座或废水收集坑、沉砂池等其它防治设施，防止洗车废水溢出工地。

④进出工地的物料、渣土、垃圾运输车辆，装载的物料、垃圾、渣土高度不得超过车辆槽帮上沿，车斗用苫布遮盖或者采用密闭车斗。若车斗用苫布遮盖，应当严实密闭，苫布边缘至少要遮住槽帮上沿以下 15 公分，保证物料、渣土、垃圾等不露出。车辆应当按照批准的路线和时间进行物料、渣土、垃圾的运输。

⑤施工期间工地内建筑上层具有粉尘逸散性的工程材料、渣土或废弃物禁止从高空直接抛撒。工地建筑结构脚手架外侧设置有效抑尘的防尘网或防尘布。

⑥施工期间土方、建筑等易产生扬尘工程应采用洒水湿式施工方式，天气预报 4 级风以上天气停止产生扬尘的施工作业。

⑦施工期间，对于工地内裸露地面，应地表压实处理并洒水。

⑧施工过程中产生的建筑垃圾在施工期间应当及时清运，并按照当地人民政府市容环境卫生主管部门的规定处置，防止污染环境。

（5）搅拌站污染防治措施

①有组织排放粉尘：原料料仓(如水泥仓)产生的粉尘。采用库底负压吸风收尘装置，与库顶呼吸孔共用一台袋式除尘器。搅拌机在原料填加过程及搅拌产生的粉尘，采用顶部安装布袋除尘装置处理后达标排放。

②无组织排放粉尘：对厂区内地面定期派专人进行路面清扫、洒水，以减少道路扬尘。砂子、石子在厂区使用密闭原料仓库仓储，原料的输送、计量、投料等方式均为封闭方式。

③废水：搅拌站产生的搅拌机清洗水、混凝土运输车辆清洗水和作业区地面冲洗水，集中收集后经沉淀池沉淀后回用于配料，生产废水不外排。施工人员生活污水主要为职工饮用及洗手、洗脸用水，在搅拌站区设置防渗旱厕，定期清掏。

④噪声：噪声主要来源于搅拌站、运输车辆、物料传输装置运转过程中产生的噪声，通过合理的平面布置，将水泵等主要的高噪声设备均在室内，运输车辆禁止鸣笛，项目产生的噪声经过采取减振、隔声处理和墙体隔声及距离衰减后，施工场界噪声达到《建筑施工场界噪声标准》中相应标准。

（6）固体废物

施工人员产生的生活垃圾统一收集后送往指定部门处理。

施工过程中风电机基础和箱变的土方余方量，全部用于施工检修道路的回填，并恢复植被，不产生工程土石弃方。施工过程产生的少量废弃的混凝土等可基本做到妥善处理。

（7）环境监理

环境监理是依据国家和相关主管部门制定、颁发的有关法律、法规、政策、技术标准以及经批准的设计文件、投标文件和依法签订的监理、施工承包合同。按环境监理服务的范围和内容，履行环境监理义务，独立、公正、科学、有效的服务于工程，实施全面环境监理，使工程在设计、施工、营运等方面达到环境保护要求。

施工期的环境监理由工程建设指挥部委托具有工程监理资质并经环境保护业务培训的单位对设计文件中环境保护措施的实施情况进行工程环境监理。为了保证计划的执行，建设单位应在施工前与监理单位签定建设期的环境监理合同。风电场施工中建设单位及施工监理应根据本报告表提出的监理类型及重点完善环境监理内容，将生态恢复指标及水土保持措施落实在施工期环境监理日常工作中，确保施工期各项环保措施的实施。

本工程环境监理的技术要点是：施工初期主要检查对生态环境的保护措施；中期主要检查施工噪声、施工及生活污水排放，取弃土工程行为及其防护情况等；后期检查植被恢复情况等。本项目施工期监理要求见表 24。

表 24 施工期环境监理技术要点

时段	监理重点	监理内容
施工前期	生态保护	施工前应合理选址选线，以最小的生态破坏为施工前提，加强施工人员的环保教育，禁止野蛮施工。
		施工前对永久占地处原有覆盖植被区域的表层土壤进行剥离并暂时存放，作为施工结束后的植被恢复用土。
		进场及检修道路两侧按需要设置护坡及排水沟，防止施工中水土流失加剧。
施工中期	施工噪声	合理安排作业时间，经常对设备进行检修维护，夜间应停止施工，尽量减少施工噪声影响。
	施工废水	设沉淀池，废水经收集沉淀后可用于降尘洒水等；严禁随地泼洒污水，保持生活区卫生。
	施工扬尘	规范运输路线，运输加盖篷布，土方堆放点要相对集中，易产生扬尘的堆放材料应采取覆盖措施，大风时停止施工。
	施工固废	设生活垃圾暂存点，集中收集后送至当地政府制定的垃圾处理厂。合理安排工程土石方调度，做到土石方平衡，不产生土石弃方。
施工后期	植被恢复	施工结束后应立即进行临时用地植被恢复和绿化。植被恢复使用施工前剥离的表层土壤。项目建设中破坏的林地，应配合林业部门完成相关补偿措施。

3、运行期的环境影响分析

(1) 噪声影响分析

根据《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009), 依据建设项目声源计算得到的贡献值到 200m 处, 仍不能满足相应功能区标准时, 应将评价范围扩大到满足标准值的距离。本项目风机噪声在 350m 处噪声衰减值已满足《声环境质量标准》(GB3096-2008) 的 1 类声功能区限值, 因此风机噪声的评价范围为以风机为圆心, 半径 350m 的区域范围。

①风机噪声:

风力发电机组在运转过程中产生的噪声来自于叶片扫风的空气动力噪声和机组内部机械运转的机械噪声。其中以发电机组内部的机械噪声为主, 可研给出的 WTG4 风力发电机组噪声源强为 91dB(A)。

本工程风力发电机组采用 2000kW 发电机组, 噪声预测按照 2000kW 风机计算, 噪声源强声功率级按 91dB(A)考虑, 轮毂距地面 80m, 由于风电机之间相距较远, 每个风电机可视为一个点声源, 对单台风电机噪声衰减进行预测。计算公式如下:

按点声源的 A 声功率级, 声源处于全自由空间, 则其距离衰减公式

$$L_A(r) = L_{AW} - 20Lgr - 11$$

式中: $L_A(r)$ —距声源 r 处声压级, dB(A);

L_{AW} —距声源 r_0 处声功率级, dB(A);

噪声衰减预测结果列于表 25。

表 25 单台风电机噪声衰减预测结果 单位: dB

距声源距离r (m)	1	50	100	150	200	250	300	350	400
LA (r)	91	57	51	47	45	43	41	40	39

由表 24 可知, 按单台风电机点声源考虑, 距声源 250m 处, 噪声即降至 45dB 以下, 满足《声环境质量标准》(GB 3096—2008) 1 类标准中夜间 ≤ 45 dB 的要求。根据施工总布置图及现场调查, 距风电场场址周边最近的居民点的距离为 970m, 因此, 机组运行噪声对当地居民生活不会产生影响。

风电场为开放形式, 不设场边界, 为避免新的声环境敏感点在风机附近建设引发新的噪声污染情况出现, 应在风机周边 350m 范围内设置噪声隔离区, 在划定的噪声隔离区内, 禁止建设住宅、学校、医院等噪声敏感建筑物, 并在风电机所在区域提高植被覆盖度, 减小噪声影响。

②升压站噪声

升压站的噪声主要来源于站内变压器的噪声。变压器内的硅钢片, 磁致伸缩引起的铁

心振动而产生的噪声。

本项目升压站原有主变压器采用双卷油浸风冷有载调压三相变压器，型号为SZ10-100000/220，本期工程新增一台主变压器，型号为SFZ11-100000/220。本工程噪声源强按70dB(A)考虑。表26给出了220KV升压站噪声衰减预测结果。升压站厂界背景噪声昼间为38.6dB(A)，夜间为38.2dB(A)。表27给出了升压站厂界四周的噪声预测结果。

表 26 220KV 升压站噪声衰减预测结果

距离(m)	1	1.6	5	10	200	300	400
声压级 (dB(A))	62	57.9	48.0	42.0	16.0	12.5	10.0

从表26可知，本项目运行期厂界昼间噪声预测值为38.7-40.2dB(A)，夜间噪声预测值为38.6-39.9dB(A)，昼间和夜间厂界噪声均满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中1类标准限值。

表 27 220KV 升压站厂界噪声预测结果

时间	位置	本底值	贡献值	预测值	标准值	超标情况
昼间	东厂界	38.6	29.0	38.7	55	未超标
	南厂界	38.6	25.4	39.2	55	未超标
	西厂界	38.6	38.0	40.2	55	未超标
	北厂界	38.6	35.0	39.3	55	未超标
夜间	东厂界	38.2	29.0	38.6	45	未超标
	南厂界	38.2	25.4	39.1	45	未超标
	西厂界	38.2	38.0	39.9	45	未超标
	北厂界	38.2	35.0	38.9	45	未超标

距离升压站最近的村庄为范家窑村，距离为337m，因此升压站的噪声不会对范家窑的居民产生影响。满足《声环境质量标准》(GB3096-2008)的1类区标准要求。

为了尽量减小升压站噪声对周围环境的影响，因此，升压站外围200m范围内划定噪声隔离区，禁止建设住宅、学校、医院等噪声敏感建筑物，并在升压站所在区域提高植被覆盖度，减小噪声影响。

(2) 废油

本项目主变变压器型号SFZ11-100000/220，变压器油为矿物绝缘油。变压器实行动态检修，5年检修一次。根据《国家危险废物名录》(2008年8月1日)，变压器产生的

废油属于危险废物中的“HW08 废矿物油”，废物代码“900-249-08”。

事故情况下主变压器可能产生废油泄漏，利用一期已经建成 50m³ 事故油池，能满足两台主变压器事故情况下的废油存储。变压器四周设排油槽，集油坑、排油槽四壁及底面均采用防渗措施，防止废油渗漏产生污染。

事故油池的废油以及定期更换的变压器油统一收集后送交有资质的单位处理。（一期已经与有资质单位签订协议，见附件 4）

（3）废旧铅酸蓄电池

在升压站中，直流系统是核心，为断路器分、合闸及二次回路中的继电保护、仪表及事故照明等提供能源。而直流系统中提供能源是蓄电池，为二次系统的正常运行提供动力。运行期本项目使用免维护铅酸蓄电池，本项目一期已考虑废旧蓄电池的回收，拟对废旧铅酸蓄电池统一收集，交专业的废旧电池回收处理单位集中处理（一期已经与有资质单位签订协议，见附件 5）。

（4）生态影响

风电场运行期的生态影响主要表现在对鸟类活动可能产生一定的影响。主要影响有风轮转动及产生的噪声对鸟类低飞起到驱赶和惊扰作用。根据鸟类的习性一般是在雾天和低云天气时，可能发生鸟类低空飞行碰撞风轮叶片的现象。但是，根据已运行风电场对鸟类影响的初步调查，风轮叶片击中飞鸟的现象很少发生，所以，风电场对鸟类飞行的影响很小。风电场所在区不是候鸟的栖息地和迁徙通道，不会影响候鸟迁徙。风电场运行后，采取生态恢复措施，生态环境与建场前基本相同，对野生动物基本没有影响。

（5）区域景观影响

风电场投入运行后，夏季场区为绿色的丘陵草原，冬季雪后为白雪覆盖，风电机点缀其间，风轮缓缓转动，可作为当地一处优美的景点。风电场在保证安全正常发电的前提下，可作为本区一个很好的高科技生态环保主题旅游景点，有助于当地旅游业的进一步发展。

本项目施工期、运营期生态恢复措施及污染防治措施汇总表见表 28。

表 28 项目施工期、运营期生态恢复措施及污染防治措施汇总表

时间	类型	污染源	生态恢复措施及污染防治措施
施工期	生态及水保	风机机组及箱变区	临时措施：临时防护措施主要是针对临时堆放的土方，临时堆放的土石方一定要就近集中堆放，并采取临时覆盖措施； 植物措施：在风电机组和箱式变电站基础周边的区域绿化，拟采用播撒草籽的方式进行绿化布置，草种采用长芒草，播种前进行晒种处理，对土地采取松土、整平，雨季人工撒播。出苗不全的地方应及时补播。
		集电线路区	对于临时堆放的土方采取临时覆盖措施，对于集电线路防治区中原来为草甸或者荒地的采取植草措施予以绿化，草种选择野牛草等当地适生草种。
		检修道路区	检修道路宽 6m，道路两侧修建排水沟及护坡，施工结束后将临时加宽的部分采用播撒草籽的方式进行植被重建恢复。草籽采用长芒草草籽。
		施工场地	施工场地为荒草地，施工结束后及时进行土地整理和表土回填，本期工程施工结束后采用播撒草籽进行植被重建恢复。草籽采用长芒草草籽。
		环境监理	建设单位签订的施工监理合同应明确环境监理内容，将生态恢复指标及水土保持措施落实在施工期环境监理日常工作中。本项目施工期应有专人负责环境保护措施的监理工作，确保施工期各项环保措施的实施，对施工过程是否造成水土流失加剧和生态环境破坏，是否符合国家有关环保法律、法规等进行监理。
		施工噪声	选用低噪声的机械设备，要定期对机械设备进行维护和保养，要优化施工时间。
		施工废水	经沉淀等初步处理后喷洒抑尘。在生活区严格管理，严禁随地泼洒污水，保持生活区清洁卫生。
		施工扬尘	专人负责管理；设置围挡、防尘网等；运输车辆苫布遮盖；采用洒水湿式施工方式；建筑垃圾及时清运。
		搅拌站	采用袋式除尘器除尘、路面清扫、洒水。
		施工固废	生活垃圾统一收集后送往指定部门处理。土方余方量全部用于各施工工段的场地平整回填。
运营期	噪声	风机	各风机周围 350m 设置隔离带，禁止建设学校、村庄等。
	固废	废油	设事故池，排油槽与事故池(容积 50m ³)相连，废油由有资质的单位处理。

(6) 电磁辐射环境影响

电磁场由升压站内的配电装置、导线等带高压的部件，通过电容耦合，在其附近的导电物体上感应出电压和电流而产生。由于导体内部带有电荷而在周围产生电场，导体上有电流通过而产生磁场，称之为工频电磁场。工频电磁场是一种极低频率的电磁场，也是一种准静电场，我国工频为 50Hz。无线电干扰由升压站内导线、配电装置等导体运行过程中的电晕放电、火花放电产生，主要干扰频率在 0.15~30MHz。无线电干扰主要影响无线电设施的发射和接受。

①类比站的情况介绍

本项目利用一期 220KV 升压站，一、二期工程共用一台 100MVA 主变压器，本期工程扩建一台 100MVA 主变压器。本次评价拟对升压站的 2 台主变对周围环境的电磁影响进行评价。

为预测本次升压站运行时产生的工频电场、磁场以及无线电干扰对站址周围的环境影响，采用类比的方法进行预测。类比对象选取了单台变压器容量比本工程大的朔州右玉 220kV 变电站作为类比测试对象，朔州右玉 220kV 变电站位于农村地区，电压等级为 220kV，已运行的 2 台 150MVA 的主变布置在户外，以上条件与本次升压站基本相同。因此，类比站选用朔州右玉 220kV 变电站。类比站与本升压站的情况对比具体见表 29。

表 29 本升压站与类比站的情况对比一览表

类比条件	本升压站	类比站
地理位置	220kV 变电站（阳高县西南部）	朔州右玉 220kV 变电站
站址环境	农村地区、四周开阔	农村地区、四周开阔
配电装置	户外敞开式	户外敞开式
主变布置	户外，站区中心	户外，站区中心
主变容量	2' 100MVA	2' 150MVA

②类比站的监测结果

该升压站所处地区电场强度低，周围无强无线电发射源，测试高度为 1.5m，电磁场强测试数据见表 30，无线电干扰测试结果见表 31。

表 30 朔州右玉 220kV 变电站电磁场强测试数据

序号	高压进线一侧 (m)	工频电场强度 (kV/m)	工频磁感应强度 ($\times 10^{-3}$ mT)
1	5	0.028	0.238
2	10	0.018	0.140
3	15	0.010	0.055
4	20	0.009	0.038
5	25	0.006	0.034
6	30	0.005	0.028
7	35	0.004	0.025
8	40	0.003	0.018
9	45	0.003	0.010
10	50	0.002	0.005

表 31 朔州右玉 220kV 变电所无线电干扰测试数据

序号	测点位置	测试频率 (MHz)	干扰场强值 dB(μ V/m)
1	高压进线一侧围墙外 1m	0.5	44.5
2	高压进线一侧围墙外 2m	0.5	47.5
3	高压进线一侧围墙外 4m	0.5	50.5
4	高压进线一侧围墙外 8m	0.5	48.4
5	高压进线一侧围墙外 16m	0.5	46.2
6	高压进线一侧围墙外 20m	0.5	42.4
7	高压进线一侧围墙外 32m	0.5	40.4

由表 29 可以看出,从 220kV 变电站配电装置的高压进线一侧为起点外围墙外 50m 处的工频电场强度为 0.002—0.028kV/m,远小于居民区工频电场强度评价标准 4 kV/m。工频磁感应强度为 0.005×10^{-3} mT— 0.238×10^{-3} mT,远小于磁感强度对公众全天辐射的工频限值评价标准值 0.1mT。因此,220kV 变电所的电磁辐射对周围环境影响甚小。

由表 30 可见,朔州右玉 220kV 变电站无线电干扰强度最大干扰值出现在围墙外 4 米处,为 50.5dB (μ V/m),之后随着距离的增大呈递减趋势,能够满足 220kV 变电站无线电干扰 53 dB (μ V/m) 限值要求。

③类比分析结果

本项目电磁辐射对环境的影响低于类比对象朔州右玉 220kV 变电站。根据类比分析可知:升压站对位于西面 337m 处的范家窑村几乎没有无线电干扰;评价范围内无广播电台、电视差转台、军事设施和微波站等无线电通讯设备,因此,不存在对上述设施的影响。

因此，本规程升压站建设对周围环境的电磁影响均满足评价标准要求。

4、环保竣工验收

建设单位签订的施工监理合同应明确环境监理内容，将生态恢复指标及水土保持措施落实在施工期环境监理日常工作中。本项目施工期应有专人负责环境保护措施的监理工作，确保施工期各项环保措施的实施，对施工过程是否造成水土流失加剧和生态环境破坏，是否符合国家有关环保法律、法规等进行监理。本项目竣工后，建设单位应向审批本项目环境影响报告表的环境保护行政主管部门，申请本项目需要配套建设的环境保护设施竣工验收。表 32 本项目竣工环保验收项目一览表。

表 32 本项目环保竣工验收项目一览表

类型	污染源	污染防治措施及处理效果	植被恢复时限	验收标准
生态及水保	风机机组及箱变区	在风电机组和箱式变基础周边的区域采取灌草结合的方式进行植被恢复，灌木选择高 0.6m 的紫穗槐，草种选择无芒雀麦，恢复面积 2.63hm ² 。	每台机组与箱变安装完成，及时进行植被恢复，施工期结束后全部风机临时占地完成植被恢复。	建设项目竣工环境保护验收技术规范 生态影响类（HJ T 394—2007）
	集电线路区	采用灌草结合进行植被恢复，面积为 3hm ² 。灌木选择高 0.6m 紫穗槐；草种选择披碱草。	铁塔架设完成后即可进行植被恢复。集电线路架设与植被恢复同一时间完成。	
	检修道路区	检修道路（挖填段）排水沟共计长约 2km，下边坡占地 0.38hm ² ，全部为临时占地，采用撒播草籽进行植被恢复，草种选择披碱草；检修道路（山脊段）部分路段一侧修建排水沟，共计长约 4000m，施工结束后，进行灌草结合植被恢复，面积为 2.25hm ² 。灌木选用 0.6m 高的紫穗槐，草种选择披碱草。	风机设备全部运输完成后，及时对道路两侧及临时拓宽处进行绿化。施工期结束后完成绿化。	
	施工场地	施工场地为荒草地，施工前对该区域耕地进行表土剥离，剥离厚 50cm。施工结束后原地及时进行土地整理和表土回填，撒播草籽进行植被恢复，面积为 0.77hm ² 。草种选择披碱草。	施工期全部结束后，即可进行原地复垦。	

	总体防治目标	扰动土地整治率达到 95%。 水土流失总治理度达到 95%。 林草植被恢复率 97%。 土壤流失控制比 0.8。 拦渣率达到 95%。	施工期全部结束后， 环保竣工验收之前 完成。	开发建设项目水土流失防治标准 (GB50434—2008) 一级标准
噪声	风机	各风机周围 300m 内设置噪声隔离带，禁止建设学校、村庄等噪声敏感点。		风场内噪声敏感点满足《声环境质量标准》 (GB3096—2008) 中的 1 类标准限值
固废	生活垃圾	生活垃圾集中收集后由环卫部门统一处理。		合理处置

5、环保投资

风力发电是利用可再生的清洁能源风能，将风能转化成机械能，最后转化成电能的过程。在这个转化过程中，不产生废气、废水和废渣，对环境的负面影响仅在于改变部分土地的利用功能，产生一定的生态影响，因此，工程本身对环境的影响较小。本项目用于防治废水、废油、噪声、固体废物和生态恢复的投资合计 188.3 万元。该投资占项目静态总投资 30315.05 万元的 0.62%。其中生态恢复措施包括风电机组及箱变区、施工道路区、集电线路区和施工场地区的生态恢复。本工程环保投资见表 33。

表 33 本工程环保投资

项目			投资（万元）	
施工期	生态	水土保持	风机吊装及箱变区植被恢复措施	106
			检修道路区植被恢复措施	65
			集电线路区、临时杆塔植被恢复	4.3
			施工场地区植被恢复	13
合计			188.3	

七、环境效益

1、节能效益

风电是一种清洁、无污染的可再生能源，开发利用风能资源是调整能源结构，实施能源可持续发展的有效途径。本工程装机容量 38MW，年发电量 0.8626 亿 kW·h，与相同发电量的燃煤电厂相比，每年可节约标煤 2.588 万 t，折合原煤 3.623 万 t。相对目前日益严峻的能源危机，风电具有更强的生命力，符合国家的产业政策。

2、减排效益

风电作为一种清洁能源，除了可节约能源外，与相同发电量的燃煤发电相比，本工程运行期每年可减排 SO₂ 约 0.116 万 t/a，可减排温室气体 CO₂ 约 6.137 万 t/a，此外，还可节约新鲜水用量，并减少燃煤电厂产生的噪声及燃料、灰渣运输处置带的相应环境和生态影响。因此，风电场的建设具有明显的污染物减排的环境效益。

八、结论与建议

1、结论

(1) 产业政策

本项目的建设符合《中华人民共和国可再生能源法》、国家发改委国发[2005]40号《促进产业结构调整暂行规定》等国家能源产业政策、环境保护政策和清洁生产原则。符合《山西省国民经济和社会发展第十二个五年（2011-2015）规划纲要》、《山西省风电发展规划》和阳高县的总体发展规划、土地利用规划和环境保护的要求。在《产业结构调整指导目录（2011年修正）》中，风力发电不属于鼓励类、限制类和淘汰类，属于允许类，因此本项目符合国家产业政策。

(2) 项目选址

①本项目位于位于山西省大同市阳高县西南部，距离阳高县城 20.1km，不在城市发展规划范围内。因此，不违背城市规划。

②本项目所在区域，不属特殊保护地区、社会关注区、生活脆弱区和特殊地貌景观区，本地区无重点保护生态品种及濒危生物物种，也无文物古迹等人文景观。因此，本项目不涉及环境敏感区。

③本项目不产生大气污染物，不需要设置防护距离。

本项目所在的长城风电场风资源较丰富，风电场附近最近的村庄距离为 970m，风电场场址的选址不在阳高县县城总体发展规划范围内，因此，从环保角度考虑，本项目选址合理。

(3) 清洁生产

本项目与相同发电量的燃煤发电相比，该工程建成后每年可少排放二氧化碳 6.137 万吨，二氧化硫 0.116 万吨。风电场的生产过程是将当地的风能转化为机械能、再转化为电能的过程，在整个工艺流程中，不产生大气、水体、固体废弃物等方面的污染物，对改善大气环境有积极的作用。此外，还可以节约大量淡水资源，并减少电场产生的噪声及燃料、灰渣运输处置带来的相应环境和生态影响。因此，风电场的建设具有明显的污染物减排的效益。符合清洁生产的要求。

(4) 达标排放

施工期：采取环评规定的施工期各项污染控制措施下，可以使得施工期产生的扬尘、噪声、废水、垃圾、弃土等污染影响降到最低程度，可满足相关环保要求。

运营期：本项目运营期不产生大气污染物和水污染物；本项目选用低噪声设备，经距离衰减后，周围村庄等敏感点均能满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）1类标准；项目维修产生的废油由有资质单位回收。

由上可知，本项目在采取环评规定的各项措施后，本工程各污染源均可实现达标排放。

（5）总量控制

本项目不涉及总量控制指标。

（6）对区域环境质量

本项目的�主要环境影响表现在噪声、施工造成的地表扰动和水土流失对生态环境的影响，但风电场最近村庄距离为 970m，在采取了环评要求的相关治理措施后，项目对声环境及生态环境影响较小。

综上所述，本项目是清洁能源开发利用项目，符合国家能源产业发展政策，符合当地环境保护要求，符合清洁生产原则。该工程建设对当地环境的影响较小，除工程占地造成土地利用状况不可逆改变外，其他影响经采取本报告中提出的污染治理和生态恢复措施后，不会影响区域生物多样性和区域生态环境。本项目具有明显的节能和污染物减排效果，场址选择合理。从环境保护角度考虑，华润电力（风能）开发有限公司阳高县长城三期风电项目（38MW）工程的建设是可行的。

2、建议

- （1）工程施工管理是保证环保和工程质量的前提，建议施工前做好施工管理制度安排；
- （2）施工过程中应做好施工人员的管理工作，尽量减少不必要的地表扰动；
- （3）项目设备选型在考虑安全可靠、经济合理、节约运行费用的基础上，尽可能选用国家推荐的节能产品和低能耗产品。

综上所述，华润电力（风能）开发有限公司阳高长城三期风电场（38MW）工程，属清洁能源开发利用项目，符合清洁生产原则，符合国家产业政策，符合山西省和阳高县的发展计划，经采取报告中提出的污染治理和生态保护与恢复措施后，项目建设不会对区域环境造成明显影响，从长远发展和环境保护角度看，该项目是可行的。

下一级环境保护行政主管部门审查意见：

经办人：

公章

年 月 日

审批意见:

公 章

经办人:

年 月 日

注 释

本报告表附以下附件、附图：

附件 1 环评委托书

附件 2 山西省发展和改革委员会关于同意华润电力(风能)开发有限公司阳高县长城三期风电场项目开展前期工作的函

附件 3 阳高县文体广电新闻出版局关于同意开发阳高三期风力发电项目的复函

附件 4 废矿物质油处置协议

附件 5 废旧蓄电池回收协议

附件 6 山西省水利厅关于华润电力(风能)开发有限公司阳高县长城三期风电场(38MW)工程水土保持方案的批复

附件 7 山西省环境保护厅关于华润阳高长城风电场 49.5MW 工程环境影响报告表的审批意见

附件 8 山西省环境保护厅关于华润阳高长城风电场二期(49.5MW)工程环境影响报告表的批复

附图 1 地理位置图

附图 2 交通位置图

附图 3 检修道路图

附图 4 土地利用现状图

附图 5 风电机组基础尺寸及基坑开挖布置图

附图 6 集电线路图

附图 7 升压站平面布置图

附图 8 项目区水系图

附图 9 生态功能区划图

附图 10 生态经济区划图

附图 11 土壤侵蚀图

附图 12 生态恢复示意图

附图 13 植被利用现状图

华润电力（风能）开发有限公司
阳高县长城三期风电项目（38MW）工程

环境影响专项评价报告

核工业北京化工冶金研究院

二〇一四年十二月

1 生态影响评价	1
1.1 生态环境影响评价原则	1
1.1.1 评价目的.....	1
1.1.2 评价原则.....	1
1.1.3 评价等级.....	1
1.1.4 评价范围.....	1
1.2 生态环境现状调查与评价	2
1.2.1 土壤类型及分布.....	2
1.2.2 土地利用现状.....	2
1.2.3 植被类型现状.....	3
1.2.4 土壤侵蚀现状.....	4
1.2.5 动物分布现状.....	4
1.2.6 生态功能区划.....	4
1.3 生态环境影响预测与评价	7
1.3.1 项目施工期对生态环境的影响.....	7
1.3.2 项目运营期对生态环境的影响.....	9
1.4 生态影响的防护、恢复措施及替代方案	10
1.4.1 生态影响防护与恢复原则.....	10
1.4.2 生态影响的防护与恢复措施.....	10
1.5 生态环境影响评价小结	13
2 水土保持方案	15
2.1 水土流失及水土保持现状	15
2.1.1 水土流失现状.....	15
2.1.2 同类项目水土保持成功经验.....	15
2.2 水土流失防治责任范围及防治分区	16
2.2.1 水土流失防治范围.....	16
2.2.2 水土流失防治分区.....	16
2.3 水土流失预测	17
2.3.1 预测范围.....	17
2.3.2 预测时段.....	17
2.3.3 预测结果.....	18
2.4 生态恢复水土流失防治目标及防治措施	21
2.4.1 防治目标.....	21
2.4.2 防治措施.....	22
2.5 水土保持方案小结	23

1 生态影响评价

1.1 生态环境影响评价原则

1.1.1 评价目的

通过对风电场项目所在区域自然环境和社会经济状况的调查，土壤、农作物和自然资源生态环境现状分析，结合项目施工期和运营期的生态影响特征，采用恰当的方法，对评价范围内的主要生态因素及工程影响的相关性进行综合评价和预测，在此基础上，提出项目施工期和运营期生态环境保护的措施和要求。

1.1.2 评价原则

风电工程是由点（风机）和线型工程（集电+线路、检修道路）组成的建设项目，跨越的地域广、面广点多，但单点工程量较小，占地面积不大。因而本风电工程生态环境影响评价遵循以下原则：

- （1）点线结合，以点为主，点是指工程点和环境敏感点。
- （2）注意一般性影响评价，关注特殊性问题的解决。

1.1.3 评价等级

根据《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2011）中生态环境影响评价等级的划分方法，确定本风电工程生态环境影响评价等级。

具体划分依据为：①本工程拟建设 19 台 2000kW 的风电机组，总装机容量 38MW，同时在风电场内配套建设 17km 的 35kV 集电线路和 10.5km 检修道路。工程占地（含永久占地和临时占地）面积为 0.1417km²；②工程影响区域内无自然保护区、世界文化和自然遗产地、风景名胜区、森林公园、地质公园等生态敏感区。

综上所述：工程占地范围<2km²、施工检修道路长度<100km；工程影响区域生态敏感性为一般敏感区。因此，确定本风电工程生态环境影响评价等级为三级。

1.1.4 评价范围

本次生态影响评价分为四个亚区：风机及箱变区、集电线路区、施工检修道路区、施工生产生活区，合计 280.9hm²。工程影响范围统计见表 1。

表 1 风电工程生态影响评价范围表

项目	工程内容	评价范围	工程影响范围(hm ²)
风机及箱变	风机和箱变基础施工以及风机吊装施工	风机基础为中心半径 100m 的区域	56.3
集电线路	线路的杆塔基础施工及线路的架设	塔基基础及其施工区周边 5m 范围	29.1
检修道路	施工检修道路施工	道路中心线两侧各 50m 的区域	161.2
施工生产生活区	施工区施工	周边外延 10m 宽的范围	34.3
合 计			280.9

1.2 生态环境现状调查与评价

1.2.1 土壤类型及分布

阳高县土壤有 5 个土类、17 个亚类、42 个土属、75 个土种，覆盖全县 97% 的土地。境内栗钙土面积最大，共计 194.7 万亩，占全县的 74.9%，分布在全县海拔 1050-1500 米之间的边山峪口、部分平川区和丘陵区。草甸土 37.9 亩，占全县总面积的 14.8%，分布在 1050 米以下的川滩地区；黑钙土 16.2 亩，占总面积的 6.2%，分布在六棱山、云门山、采凉山三山山腰；山地草甸土 1.5 万亩，占总面积的 0.6%，分布在三山海拔 1850 米以上的山顶；盐土 1.4 万亩，占 0.5%，分布在狮子屯乡吴家河北的白登河畔，海拔 1000 米，另外，全县有 1% 的土地为裸露岩石，没有土壤生成；有 2% 的土地为河流，只有清沙和卵石。全县土壤沃土面积较少。

项目区土壤类型主要为栗钙土，栗钙土是该县的主要土壤类型，主要成粗质型栗钙土亚类花岗片麻岩土，自然植被以旱生杂草、灌木等为主。

1.2.2 土地利用现状

全县国土面积共 1678 平方公里，有耕地 77 万亩，大部分分布在海拔 930-1400 米之间，平川区土壤肥沃，丘陵区、山区土壤较瘠薄；林业用地 80 万亩，其中林地 23.4 万亩，未成造林地 15.1 万亩，苗圃地 0.1 万亩，无立木林地 0.3 万亩，宜林地 40.9 万亩，辅助用地 0.2 万亩，四旁树 41.3 万株，森林覆盖率为 12.5%。

华润阳高长城风电场三期工程占地现主要为其他草地和灌木林地，永久占用其他草地和灌木林地的面积分别为 3.64 hm² 和 0.83 hm²，分别占永久占地面积的

82.03%和 17.97%，临时占用其他草地和灌木林地的面积分别为 7.57 hm² 和 2.13 hm²，分别占临时用地面积的 78.33%和 21.67%。土地利用现状见附图 4，植被利用现状分布见附图 13。

表 2~表 3 给出本期项目永久占地和临时占地类型。

表 2 工程永久占地土地利用现状面积汇总表

项目	土地利用现状 (hm ²)		占永久占地的比例 (%)	
	其他草地	灌木林地	其他草地	灌木林地
风机及箱变	0.5	0.2	11.36	4.47
检修道路	3.08	0.6	68.98	13.43
集电线路	0.06	0.03	1.69	0.07
合计	3.64	0.83	82.03	17.97
	4.47		100	

表 3 工程临时用地土地利用现状面积汇总表

项目	土地利用现状 (hm ²)		占临时用地的比例 (%)	
	其他草地	灌木林地	其他草地	灌木林地
风机及箱变	1.03	1.6	10.73	16.49
检修道路	3.28	0.03	33.81	0.03
集电线路	2.49	0.5	25.85	5.15
施工场地、 临时生活区	0.77	—	7.94	—
合计	7.57	2.13	78.33	21.67
	9.7		100	

1.2.3 植被类型现状

阳高县植被处于暖温带落叶阔叶向温带草原的过度区域，即温带草原地带，局部有森林成分侵入，由于地形复杂，地热条件差异的影响，植被的水平分布，垂直分布都很明显。该区植被按地理区域划分属于泛北植物区系欧亚草原植物亚区，其植物带有：针叶林带、阔叶林带、针阔混交林带、灌丛带、灌草丛带、草丛带、草甸带、栽培植物带。

该县植物种类繁多，共有野生植物 695 种。分为 105 个科，374 属，其中苔藓类 1 科 1 属 1 种；蕨类 9 科 14 种 19 种；裸子类 3 科 8 属 11 种；被子类 92 科

351 属 664 种。按性状分乔木 50 种、灌木 86 种、草本 538 种、藤本 21 种；分别占全县植物总数的 7.2%、12.4%、77.4%、3%。其中药用植物资源丰富达 453 种，食用植物资源有 23 种，工业植物资源有 18 种。珍稀植物有五味子、野大豆、蕨菜、核桃、丹参。

经过现场调查，项目区域山脊背阴面有成片的灌木分布，而在山脊顶部及山脊阳面植被主要分布为荒草和少量灌木，无松林分布。

1.2.4 土壤侵蚀现状

根据 2000 年全国第二次土壤侵蚀遥感调查，结合实地踏勘，项目区土壤侵蚀类型为水力侵蚀，属轻度侵蚀区，平均水力侵蚀模数为 $1300t/km^2 a$ 。

1.2.5 动物分布现状

按照全国动物地理区划，阳高县属于古北界的华北区黄土高原亚区的最北部，与蒙新区相连接。全县两栖纲、爬行纲、鸟纲、哺乳纲，四纲就有 71 种，占全省总数的 17.5%，种类多但数量少，种类间差异很大。哺乳动物大部分是鼠类和野兔，鸟类大部分是麻雀，其次是石鸡、斑鸠、乌鸦。

项目区周围为荒草地。在评价区范围内未见需特殊保护的野生动物、濒危或珍稀物种及水生生物等，生态环境较为单一。

1.2.6 生态功能区划

(1) 生态功能区划

本项目位于阳高县西部，根据《阳高县生态功能区划》，本项目所在地属于 I 采凉山山地丘陵水源涵养与水土保持生态功能亚区中的 IA 采凉山生物多样性保护生态功能小区。

该区位于阳高县的北部，包括长城乡、王官屯镇西北部、龙泉镇的北部和罗文皂镇北部地区，总面积为 362.36 平方公里。该区气候冬季严寒漫长，霜冻危害严重，无霜期短，但降水偏多，年平均气温 $5.5^{\circ}C$ ，年均降水量 440 毫米左右，无霜期 130 天左右，海拔高程在 1500~2420.5 米之间，坡度范围是 $0^{\circ} \sim 34^{\circ}$ 。该区出露的地层主要有桑干群 (Ar) 和侏罗系 (Mz)。区域的地貌类型有低中山和黄土丘陵区，以低中山为主，其中低中山位于除长城乡西北部以外的其他区域，黄土丘陵区位于长城乡的西北部，即大二对村、罗岭村和堡子湾村的西北部一带。地带成土母质类型为花岗片麻岩质风化物、洪积物、黄土质、沟淤物质、红黄土质和黄土状，其中以花岗片麻岩质风化物、洪积物、黄土质为主。区内植被

覆盖率较高，生态系统主要为森林生态系统，以自然植被为主，主要的针叶林有华北落叶松林、油松林、云杉林、杜松林还有杏树，主要的草丛有蒿类、苔草杂草、铁杆蒿三类草丛等。

该区矿产资源丰富，泥炭在罗文皂镇有不规则分布，互不相连，埋藏浅；铁矿在三墩、小二对营、大二对营、太狮庄、张小村有分布，矿石类型以沉积变质型、接触交代型铁矿为主，次为沉积型铁矿；金银矿在堡子湾和守口堡一带有分布；磷矿在长城乡九对沟村南有分布，该区的开采矿山分布零散。区内旅游资源较为丰富，云门山—守口堡旅游区就位于该区内，此旅游区依托孤山地热田和云门优质矿泉水（品质列山西第一，全国前 10 名），开发云门山温泉度假村。阳高县有台地长城、断长城、高山长城，有关隘 4 处，墩台 138 座，是大同境内最古老的长城。守口堡长城公园，可欣赏秦、汉、明外长城（二道边）及明代烽火台和屯兵堡、砖砌敌楼和黄土夯筑的墩台。

该区主要的生态服务功能为生物多样性保护。

阳高采凉山生物多样性保护生态功能小区面临的主要生态环境问题及成因是：①废弃矿山固体废料的堆积占用土地，破坏原有的地表植被及影响植物生长，易引起山体滑坡等地质灾害；②该区地处山区，山体坡度较大，植被以灌草为主，造成该区土壤易被侵蚀，水土流失较为严重；③该区域内村庄的基础设施不完善，对生活垃圾未做合理处置，使环境遭到污染。

针对生态问题的保护措施为：①对于矿区所在的山区要注意生态恢复，对于矿加工行业产生的工业废水应注意处理，禁止超标废水排放；②山地推行植树造林，城镇加强绿化体系建设，增加绿化面积，减轻土壤侵蚀；③加快城镇基础设施建设，对生活垃圾进行处理处置，推行规模养殖。

本生态功能小区的发展方向为：依据该区域的地貌特征和生态环境，结合该区域森林资源优势，在严格保护完整的自然地貌和良好的生态环境的前提下，大力发展此区域的特色产业，同时鼓励合理发展经济林种植；依托该区较丰富的文物古迹，鼓励发展以古长城遗址和守口堡长城公园为主题的文化旅游业，打造“旅游名镇”。

（2）生态经济区划

本项目位于阳高县西部，根据《阳高县生态经济区划》，本项目所在地属于 IVA 阳高县北部重点开发区中的 IVA—1 阳高县北部矿产资发生态经济区。

主要生态环境问题及其成因：①矿产开采及加工过程中产生的废矿石的不合理堆放，占用大量的土地，影响地表植被，加剧了土壤侵蚀的发生；②该区矿产资源丰富，矿产的大规模开发诱发的采空塌陷和地裂缝，导致林地被毁，地表植被遭到破坏的现象时有发生，区域持水保土能力较差，易造成水土流失；③区内普遍存在秸秆利用率低，禽畜粪便处置不当等问题，造成资源浪费，也对区域生态环境造成影响。

生态环境保护要求：①矿产资源开发要科学规划合理布局，开采、治理、生态恢复同步进行，对现有的采矿增设相关的污染防治设备来减少污染物的排放，禁止超标废水、废气、废渣的排放，强化对工矿企业废弃物的处理，定期清淤沟道；②加强该地区的绿化，尤其对坡度较大的地区种植以油松为主，与灌草结合，提高植被覆盖度，减少水土流失，对坡度较大的耕种土地，加强落实退耕还林还草措施；③在畜牧业发展过程中，努力做到种养结合，大力推广“粪便—沼气—肥料”技术，切实解决农村发展畜牧业与环境污染的矛盾。积极发展农村生态型村庄，推行生活垃圾集中处置，改善农村居住卫生环境，实现农村环境清洁化。

本生态经济小区的发展方向：①充分利用当地丰富的铁矿和金银矿等矿产资源，运用先进技术，在保护环境的前提下，对矿产资源进行科学的、有步骤、有计划的开采，建设建材生产基地和铁矿加工生产基地；②农业上应立足于挖掘土地潜力，提高大内面积产量，进一步发展土、特、优作物品种，逐步形成以蔬菜种植业、万寿菊种植业为主体，产供销成龙配套、林牧业多途径发展的格局，提高综合经济发展水平；③在农村重点实施畜禽粪便有机肥加工，农村沼气、农村垃圾处理、太阳能普及、秸秆食用菌生产等工程。④依托当地资源优势，以科技为先导，大力发展畜牧业，建设肉牛羊养殖基地，尽快实现规模化养殖，按照“公司+基地+农户”的模式，带动周边农户养殖肉牛，形成农户饲养为主，运行回收、加工、销售为一体的市场化机制。

（3）与规划的相符性

本项目的建设无法避免要占用、损失草地植被、少量的灌木林地，但根据项目占地属于点征及占地情况来看，工程建设对周围生态系统的影响属于低等程度的干扰影响，造成的生态效益损失相对轻微，通过采取相应的生态环境保护、恢复和补偿措施，不至于使区域植被的生态功能受到严重损失。而且，施工结束后，通过对临时占地进行及时的植被恢复，对检修道路沿线进行生态绿化建设，都有

利于区域生态环境的改善，对原有植被生态功能的损失产生一定补偿效果。因此本工程的建设符合《阳高县生态功能区划》中生态系统保护措施的要求。

本项目风电场所所在区的发展方向遵循“开发与保护并重”的原则，合理的发展和壮大第三产业。风力发电属清洁能源，在运营期不会产生污水，同时风电场施工结束后形成的整齐壮观的景观也能带来一道亮丽的风景，成为现代与古遗址的对照景观，促进生态旅游的发展。在施工结束后，采用人工种草和栽植油松重建植被，能增强区域的水土保持能力，因此本工程的建设符合《阳高县生态经济区划》中生态系统保护措施的要求。

项目的建设不会对区域生态产生不利影响，同时有利于当地能源结构调整和旅游开发。因此本工程的建设符合《阳高县生态功能区划》(附图 9)和《阳高县生态经济区划》(附图 10)的要求。

1.3 生态环境影响预测与评价

1.3.1 项目施工期对生态环境的影响

1.3.1.1 对植被的影响

工程永久和临时占用土地完全损毁了原有的植被类型，其上生活着的植物全部被清除，施工区临近区域的植被也受到了一定程度的损毁。根据植被现状调查结果表明，评价范围内植被以荒草为主，有少量的灌木林地，部分背阴面有成片的灌木分布。灌木以沙棘、虎榛子为主；草本植物以蒿类草丛为主。

评价区域内自然植物群落结构较为简单，植被的自然恢复能力较强。随着项目的建成，施工临时占地将进行有效地植被恢复，永久占地占用的林地采取相应的林地补偿措施，项目建设对植物种群的影响大大减轻。因此，风电场的建设对场内植物种类及分布均不会造成太大的影响，对区域植物的物种多样性的影响较小。

此外，施工期间，因施工产生的粉尘会附着在周围植物的叶面上，影响其生长，但项目建成后，随着降雨的来临，这种影响将会减轻。

1.3.1.2 对动物的影响

施工期对区内动物的影响主要是对野生动物栖息地的影响。

施工期施工机械噪声和人员活动噪声是对野生动物影响的主要影响因素。各种施工机械，如运输车辆、推土机、挖掘机、打桩机、混凝土搅拌机、工程钻机、

振捣棒、电锯等均可产生较强烈的噪声，虽然这些施工噪声属非连续排放，但由于噪声源相对集中，多为裸露声源，故其噪声辐射范围及影响相对较大。

预计在施工期，本区的野生动物都将产生规避反应，远离这一地区，特别是鸟类，其栖息环境需要相对安静，因此本区的鸟类将受较大影响，而本区内无大型野生动物，主要有野鸡、野兔、鼠类等小型动物，施工期间，动物受施工影响，将迁往附近同类环境，动物迁徙能力强，且同类生境易于在附近找寻，故物种种群与数量不会受到明显影响。且施工场地相对于该区域建设基地面积较小，项目的建设只是在小范围内暂时改变了部分动物的栖息环境，不会引起物种消失和生物多样性的减少，可见，施工期对野生动物的影响较小。

1.3.1.3 道路工程对生态环境的影响

(1) 道路工程

升压站进站道路利用一期已建进站道路。

阳高三期风电场检修道路从二期风电场西南部接入，考虑施工和检修需要，道路工程永临结合，施工临时道路在施工结束后将改建成永久道路。

本工程检修道路采用山皮石路，共计长 10.5km，1.5km 长的路段进行了较大的挖填（检修道路挖填段），路基宽 6m，路面宽为 5m，施工结束后统一改为宽为 3.5m 的永久检修道路，其余 9km（检修道路山脊段）布置在平缓的山梁上，路基宽 6m，路面宽为 5m，施工结束后统一改为宽为 3.5m 的永久检修道路。

交通道路共计占地面积 6.99hm²，永久占地面积为 3.68hm²，临时占地面积 3.31hm²。施工期间，该区域共动用土石方总量为 7.5 万 m³，其中挖方 3 万 m³，填方 4.5 万 m³。

(2) 道路建设对生态环境的影响

① 植被面积损失

道路工程在施工期对植被的影响主要在于永久占地范围内的其他草地等将遭受砍铲除、掩埋等一系列人为干扰活动，使永久占地内的植被全部消失，周边的植被面积减少，生物量及生态服务功能下降。受本项目建设影响而损失的自然植被绝大多数为其他草地。

本期风电场道路工程施工道路临时占用面积为 33100m²，全部为荒草地，临时占用的植被在施工结束后就地恢复。风电场范围内没有较珍稀的植物，因此本项目的建设对当地植物的总体影响并不大。

②道路建设对植物种类（多样性）及分布的影响

道路工程的永久和临时占用土地完全损毁了原有的植被类型，其上生活着的植物全部被清除，施工区临近区域的植被也受到了一定程度的损毁。根据植被现状调查结果表明，本期风场涉及范围内植被主要是荒草。

拟建道路区域内自然植物群落结构较为简单，以当地乡土灌草植被为主，无国家重点保护的珍稀植物集中分布。项目建成后，施工临时占地将进行有效的植被恢复，项目建设对植物种群的影响大大减轻。因此，采取植被恢复措施后，风电场的建设对场内植物种类及分布均不会造成太大的影响，对区域植物的物种多样性的影响较小。

此外，施工期间，因施工产生的粉尘会附着在周围植物的叶面上，影响其生长，但项目建成后，随着降雨来临，这种影响将会减轻。

③道路建设对动物的影响

施工期环境的迅速改变，噪声、植被破坏、密集的人为活动等均会对施工区域及附近的动物正常栖息、繁殖产生直接或间接的不利影响，这些影响是短暂的。受影响的动物受扰动后将暂时离开并寻找相似的栖息地。项目所在区为人为活动较少的土石山区，生境相似程度高，受惊扰的动物较易在附近找到新的栖息地。

风场道路建成后，两侧进行绿化和植被恢复。风场运营期检修道路通行车辆很少，道路对环境的影响范围降低，在区域内动物对新环境逐渐适应后，区域内的鸟类、兽类等动物的种类、数量、分布也将得到逐渐恢复，原有生态格局又将重新建立，风场道路对区域的不利影响将逐渐减轻并达到新的平衡。

可见，风场道路的建设对野生动物的影响程度是可以接受的。

1.3.2 项目运营期对生态环境的影响

1.3.2.1 对植被的影响

风电场投入运营后，永久占地内其他草地完全被破坏，取而代之的是风机和集电线路杆塔的基础以及场内检修道路的路面。工程临时占地进行了植被恢复，风电机组区和集电线路区以及检修道路两侧实施植被恢复和绿化工程。

项目运营期不会对植被造成不利影响。

1.3.2.2 对动物的影响

（1）对野生动物活动的阻隔影响

经过现场调查及查阅资料，风电场范围内未发现野生动物的迁移路线，并且

场内检修道路的路面较窄、平时车辆较少，基本不会对野生动物的活动产生阻隔影响。

(2) 风机噪声对野生动物的影响

本项目施工过程中，因噪声强度的增加和人为活动的频繁，致使部分动物发生小尺度的迁移，但随着施工期的结束，场区内及周围动物会逐渐适应于风力发电机组的运行噪声及场内道路，不会影响野生动物的生存活动空间，对区域生物多样性不会产生影响。

(3) 风机对鸟类迁徙的影响

风机风轮转动及产生的噪声可能对鸟类起到驱赶和惊扰作用，并且风电场所所在区域不是鸟迁徙的必经通道。根据鸟类资料表明，一般鸟类的飞行高度为 300m 左右；在迁徙季节，候鸟的迁飞高度在 300m 以上，如燕为 450m、鹤为 500m、雁为 900m，风电机组的安装高度为 80m，叶片的直径为 93m，风机最高处 126.5m，相对于候鸟飞行高度低很多。因此，鸟类在飞行和迁徙时不会受到风电场风机的伤害。

1.4 生态影响的防护、恢复措施及替代方案

1.4.1 生态影响防护与恢复原则

根据风电场工程建设期运营期特点，依据《环境影响评价技术导则—生态影响》(HJ 19-2011) 的规定，生态影响的防护、恢复与补偿原则为：

(1) 风电场的建设应从保护生态系统的角度出发，合理利用土地资源，采用“点征”的征地方式尽量少占土地。

(2) 对项目建设影响造成的植被破坏，应根据国家和山西省的相关规定进行土地植被恢复和水土保持工作，以恢复生态环境。

1.4.2 生态影响的防护与恢复措施

风电场的生态影响防护与恢复措施主要以施工期为主，风电场的水土保持防治措施根据不同的分区不同的水土流失特点分别加以实施。风电场场址区以绿化为主，同时考虑与工程措施的协调，水土保持措施要围绕风电场存在的水土流失问题，因地制宜，因害设防。

本工程的生态恢复和水土保持措施体系分为四个防治区，即风电机组区、集电线路区、施工场地区和检修道路防治区。本项目生态恢复示意图见附图 12。

主要采取工程措施、植物措施和临时措施。本项目各防治区的生态恢复与水土保持措施如下：

(1) 风电机组及箱变区防治措施

评价要求施工单位结合当地的地形对风机机组和箱变布置，尽量减少挖填土方量。主体工程风电机组区修建场内检修道路对地表进行覆盖，在一定程度上降低了施工对占地范围的扰动强度，改变了水土流失发生的诱发因素，防止了因施工车辆碾压造成的扬尘等形式的水土流失现象，具有一定的水土保持功能。本工程主要防治措施有施工临时防护措施和植物措施等。

a) 施工临时防护措施

本方案将风机基础土方回填量和箱变基础土方回填量（每个风机箱变区 620m^3 ）堆放在吊装场地基础开挖四周空地，四周由铁锹拍实，并进行苫盖处理，单个吊装场地需苫盖防护网 396m^2 。本方案按照施工情况，设计4个风机吊装平台为一个施工周期，防护网重复利用，需要防护网合计 1584m^2 。

b) 植物措施

本方案设计采用灌草结合进行植被恢复，面积为 2.63hm^2 。灌木选择高 0.6m 的紫穗槐，采用穴状整地（ $30\text{cm}\times 30\text{cm}$ ），营养袋栽植，行距 1.0m ，株距 1.0m ，初植密度 10000 株/ hm^2 ，共需苗量 26826 株（考虑2%的损耗）；草种选择无芒雀麦，选择品质优良的一级草籽，播种量 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计撒播草籽 2.63hm^2 ，共需草籽 131.5kg 。

(2) 集电线路区

本项目施工电源和 35kV 集电线路区水土流失防治措施主要有施工临时防护措施和植被恢复措施等。

a) 施工临时防护措施

本方案将角钢铁塔基架（88基）、钢筋混凝土双杆基础土方开挖量堆放在基础四周空地，堆高 1m ，长 3m ，宽 3m ，坡比 $1:1$ ，四周由铁锹拍实，并进行苫盖处理，单个需苫盖防护网约 20m^2 。本方案按照施工情况，设计8个基架（基础）为一个施工周期，防护网重复利用，需要防护网合计 160m^2 。

b) 植被恢复措施

本方案设计采用灌草结合进行植被恢复，面积为 3hm^2 。灌木选择高 0.6m 紫穗槐，采用穴状整地 ($30\text{cm}\times 30\text{cm}$)，营养袋栽植，行距 2.0m ，株距 1.0m ，初植密度 5000 株/ hm^2 ，共需苗量 15300 株 (考虑 2% 的损耗)；草种选择披碱草，选择品质优良的一级草籽，播种量 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计撒播草籽 3hm^2 ，共需草籽 150kg 。

(3) 检修道路防治区

a) 工程措施

本方案补充设计挖填段靠山体布设排水沟、挖填段上边坡部分路段布设钢丝防护网。

①排水沟措施设计

检修道路 (挖填段) 靠山体一侧有汇流面积，修建排水沟，加上道路弯道处排水沟共计长约 2km ，路面通过漫流可达到排水效果。

排水沟采用 M7.5 浆砌石砌筑，设计比降与道路坡度一致，采用矩形断面底宽 0.4m ，深 0.4m ，浆砌石壁厚 0.3m 。

检修道路 (山脊段) 部分路段一侧修建排水沟，共计长约 4000m ，分段排入自然沟道，山脊段汇流面积很小，主要为路面降水，通过漫流可达到排水效果。排水沟采用 M7.5 浆砌石砌筑，设计比降与道路坡度一致，采用矩形断面底宽 0.4m ，深 0.4m ，浆砌石壁厚 0.3m 。

②钢丝防护网设计

挖填段部分路段上边坡布设钢丝防护网，防止上边坡碎石滚落影响正常通行，约需防护网 4000m^2 。

b) 植物措施

检修道路 (挖填段) 下边坡占地 0.38hm^2 ，全部为临时占地。本方案设计下边坡采用撒播草籽进行植被恢复。草种选择披碱草，选择品质优良的一级草籽，播种量 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计撒播草籽 0.38hm^2 ，共需披碱草草籽 19kg 。

检修道路 (山脊段) 占地，面积为 2.25hm^2 ，灌木选用 0.6m 高的紫穗槐，采用穴状整地 ($30\text{cm}\times 30\text{cm}$)，营养袋栽植，行距 2.0m ，株距 1.0m ，初植密度 5000 株/ hm^2 ，共需苗量 11475 株 (考虑 2% 的损耗)；草种选择披碱草，选择品质优良的一级草籽，播种量 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计撒播草籽 2.25hm^2 ，共需披碱草草籽

112.5kg。

(4) 施工场地防治区

a) 临时防护措施

汛期来临之前修建临时排水沟和沉砂池。临时排水沟采用土沟，用草袋装土衬砌，设计断面为梯形，顶宽 35cm，底宽 15cm，沟深 20cm，纵坡为自然坡。沉砂池 2 个，采用断面尺寸为 2.15m×2.10m 矩形断面形式，深 1.0m。工程完工终止使用时，及时清理恢复原土地功能。

b) 植物措施

施工结束后，撒播草籽进行植被恢复，面积为 0.77hm²。草种选择披碱草，选择品质优良的一级草籽，播种量 50kg/hm²，共计撒播草籽 0.77hm²，共需草籽 38.50kg。

本项目临时施工占地面积与植被恢复面积见表 4。

表 4 本项目临时施工占地面积与植被恢复面积一览表

项目	临时占地面积 m ²	植被恢复率%	植被恢复面积 m ²
风机吊装平台	26300	97	25511
检修道路	33100	97	32107
集电线路	29900	97	29003
施工场地	7700	97	7469
合计	97000		94090

1.5 生态环境影响评价小结

风电场建设内容主要包括施工检修道路、风电机组基础和塔架、集电线杆塔基础、线路架设及施工生产与生活区等。

(1) 土地利用：工程建设会改变评价区的土地利用格局，对植物生态功能及农业生产有一定影响，但影响程度有限。

(2) 对植被的影响：工程的实施均要占压土地破坏地表植被。本工程永久占地 4.47hm²，主要占用荒草地，不会造成评价区生态系统组分的显著变化，也不会显著削弱其生态功能的发挥。随着项目的建成，施工临时占地将进行有效的植被

恢复，项目建设对植物种群的影响大大减轻。风电场范围内没有珍稀动植物集中分布，而且风电场的风机机位和集电线路杆塔采用“点征”占地方式，因此本项目的建设对当地植被的总体影响不大。

(3) 对动物的影响：施工过程会对风电场区域野生动物的活动、栖息产生干扰，但不会引起物种消失和生物多样性的减少。风电场在运营期基本不会对野生动物的生存和活动以及鸟类的迁徙产生影响。

(4) 根据风电场项目建设特点，制定了具体的生态影响的防护与恢复措施以及生态环境管理措施，最大程度减轻项目建设对生态环境的影响。

2 生态恢复及水土保持方案

2.1 水土流失及水土保持现状

建设单位已委托山西水务工程项目管理有限公司编制《华能电力（风能）开发有限公司长城三期风电场（38MW）工程水土保持方案报告书》，并已于 2014 年 9 月 12 日取得山西省水利厅关于本期风电场水土保持方案的批复。本章节引用其中的有关内容和结论。

2.1.1 水土流失现状

在现场调查的基础上，根据《土壤侵蚀分类分级标准（SL190-2007）》的土壤侵蚀强度分级标准，工程场址区平均水力侵蚀模数为 $1300/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，水土流失强度以轻度为主。工程场址区的占地类型主要为山地。通过现场查勘并结合有关资料分析，其水土流失因素主要为水力侵蚀，侵蚀的形式主要以鳞片状面蚀为主，其次为沟蚀，项目区水土流失侵蚀模数为 $1000\sim 1500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。项目区属于北方土石山区，区内容许土壤流失量根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—2007）确定为 $2000\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

项目区位于山西省大同市阳高县，属于国家级重点治理区—永定河治理区。因此，水土流失防治标准执行建设类一级标准。

根据项目区地形地貌、土壤、植被、气象、水文等情况，通过查阅有关资料和向专家咨询，确定水蚀模数平均值为 $1300\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ，属于轻度侵蚀。

2.1.2 同类项目水土保持成功经验

参考阳高县等地同类风电场项目水土保持治理经验。值得本项目建设期借鉴的水土保持经验如下：

（1）合理布设排水沟

建设期间为了能使场地的雨水顺利排出，需要合理布设排水沟或截洪沟。排水沟和截洪沟要在施工建设前建设完好。

（2）适当绿化和硬化

建设期间，为了减少水土流失，在非开挖区、施工生产生活区和临时建筑物周边布设一定的绿化和硬化面积。

（3）加强临时防护措施

对临时堆土及易起尘的建筑材料采取周边挡护和苫盖措施。开挖土方短时间内回填的就近堆放，并采取苫盖措施，短时间内不回填的土方，运到临时堆土场，并做拦挡、遮盖、排水、沉砂池等临时防护措施。

(4) 实时清扫和洒水

实时清扫和洒水也是防止施工期间起尘的一种有效办法。在施工期间，要配置专人和洒水车，定期进行洒水。

(5) 加强监测和监理

加强水土保持监测和监理工作，使建设中产生的水土流失处于控制状态。

(6) 经过多年的造林实践，适合于工程建设区的造林树种，乔木类的有：油松、杨树、侧柏；灌木类的有：沙棘、柠条、沙地柏等；适宜的草种有：主要的水土保持草种有紫花苜蓿、长芒草和白羊草，播种方式多为条播和撒播。

2.2 水土流失防治责任范围及防治分区

2.2.1 水土流失防治范围

根据《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）及“谁开发，谁保护，谁造成水土流失，谁负责治理”的原则，确定本项目水土保持防治责任范围。防治责任范围是开发建设单位在开发建设或生产运行过程中可能造成水土流失且必须采取有效措施进行预防和治理的范围，也即承担水土流失防治义务与责任的范围。根据工程分析，本项目水土流失防治直接影响区域范围确定依据为：

表 5 项目区水土流失防治责任范围确定依据

序号	项目	水土流失防治责任范围确定依据
1	风机箱变	考虑吊装场地周边 5m 范围为直接影响区。
2	施工生产生活区	考虑施工生产生活区四周征地范围以外 5m 范围为直接影响区。
3	集电线路	集电线路考虑直接影响区按基础及基础施工区周边 3m 范围，牵张场周边 3m 范围、材料站周边 3m 范围、简易道路两侧各 2m 范围，人抬道路两侧各 1m 范围考虑。
4	交通道路	道路两侧 2m 范围为直接影响区。

根据工程建设的具体特点，结合工程的总体布局，通过现场实地调查，确定水土流失防治责任范围分为项目建设区和直接影响区，面积共计 27.62hm²。水土流失防治范围面积汇总见表 6。

表 6 水土流失防治责任范围面积统计表 (单位: hm²)

序号	防治责任分区	项目建设区	直接影响区	合计
1	风机箱变	3.33	1.81	5.14
2	施工生产生活区	0.77	0.19	0.96
3	集电线路	3.08	4.85	7.93
4	交通道路	6.99	6.6	13.59
合 计		14.17	13.45	27.62

2.2.2 水土流失防治分区

根据工程的总体布局、工程项目的特性、施工期与生产期水土保持工作的特点,以及各区段地形地貌条件、水土流失特征的相似性、水土保持措施的一致性,确定本工程水土流失防治分区为:风机箱变防治区、检修道路防治区、施工场地防治区和集电线路防治区。

2.3 水土流失预测

水土流失预测的目的在于根据该项目建设特点,在分析建设过程中可能损坏、扰动地表植被面积,弃土弃渣的来源、数量、堆放方式、地点及占地面积的基础上,结合当地水土流失特征,进行综合分析论证,采用合理的预测方法对可能造成的水土流失的形式、强度、数量、危害等做出预测评价,为制定水土流失防治措施的总体布局和各单项防治措施设计提供依据。

2.3.1 预测范围

根据该项目生产建设特点及水土流失影响所涉及的范围,本方案预测水土流失范围包括:风机箱变防治区、检修道路防治区、施工场地防治区和集电线路防治区。

2.3.2 预测时段

根据该项目工程特征和建设的安排以及所在地区的自然条件,项目水土流失预测可分为建设期和自然恢复期两个时段。

(1) 建设期

第 1 年 1 月为施工进场前施工准备期,主要完成人员、设备、物资准备及进场,临时生活设施建设及场地平整。

施工供水、供电及混凝土搅拌站的施工从第 1 年 2 月 1 日至 3 月底完成。场内道路及吊装场地的施工为第 1 年 2 月 1 日至 6 月底。

风机以及箱变基础施工为第1年3月1日至第1年7月底。

电力电缆、通信及控制光缆线路等施工工期为第1年4月1日至第1年10月底全部安装结束。

风电机组及箱式变安装工期为第1年6月1日至第1年11月底。

首批机组将于第1年9月1日投入发电，全部风电机组于第1年11月底全部并网发电。

第1年12月为完工期。主要为竣工验收及并网发电，总工期12个月。

(2) 自然恢复期

随着各类工程的建成，建设区大部分区域被建（构）筑物、道路和场地硬化所覆盖，只有工程施工临时用地区仍存在裸露地面，这些区域在不采取防护措施的情况下，自然形成稳定的土壤结皮和恢复植被仍需一段时间。因此，根据项目区自然气候条件，确定自然恢复期预测时段为3年。

2.3.3 预测结果

根据实地调查，项目区地处北方土石山区。水土流失形式以水力侵蚀为主。水力侵蚀的主要表现形式为层状面蚀和鳞片状面蚀，黄土覆盖区域存在沟蚀。

本地区风电场范围内平均水力侵蚀模数为 $1300\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ ，属轻度侵蚀区。综合考虑项目区水力侵蚀以及地表形态、降雨、土壤、植被等水土流失影响因子的特性及预测对象受扰动情况，经过现场调查和询问当地水利专家，确定项目区原地貌土壤侵蚀模数。

项目区风机箱变原地貌水蚀模数取 $1200\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ ；施工生产生活防治区原地貌水蚀模数取 $1500\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ ；输电线路原地貌水蚀模数取 $1000\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ ；交通道路原地貌水蚀模数取 $1500\text{t}/\text{km}^2\text{ a}$ 。

综合考虑项目区水力侵蚀、风力侵蚀以及地表形态、降雨、土壤、植被等水土流失影响因子的特性及预测对象受扰动情况，经过现场调查和询问当地水利专家，并参考多个同类型风电场项目水土保持监测成果，确定出项目区原地貌土壤侵蚀模数、扰动后土壤侵蚀模数和预测的恢复期土壤侵蚀模数，见下表7。

表 7 各预测单元土壤侵蚀模数汇总表 (单位: $t/km^2 a$)

预测单元	原地貌侵蚀模数	施工期侵蚀模数	自然恢复期侵蚀模数		
			第一年	第二年	第三年
	水蚀	水蚀	水蚀	水蚀	水蚀
风机及箱变区	1200	3600	3600	1800	1250
集电线路区	1000	3000	3000	1500	1050
进场及检修道路区	1500	4500	4500	2500	1550
施工生产生活区	1500	4500	4500	2500	1550

在获得水土流失背景值、水土流失预测强度值和新增水土流失面积的基础上,求得新增水土流失总量。新增水土流失量以下式计算:

$$L_f = \sum M_{si} S_i T$$

$$L_z = \sum M_{si}' S_i T$$

式中: L_f —原地貌现状土壤侵蚀量, t;

M_{si} —原地貌土壤侵蚀模数, $t/(km^2 a)$;

S_i —工程建设损坏原地表面积, hm^2 ;

L_z —工程建设中的土壤侵蚀总量, t;

M_{si}' —各预测区土壤侵蚀模数, $t/(km^2 a)$;

新增水土流失量 $L = L_z - L_f$

表 8 项目区施工期和自然恢复期新增土壤侵蚀量预测表

地貌类型	项目分区	预测时段	预测时期	预测面积 (hm ²)	预测时间 (a)	原地貌侵蚀模数 t/(km ² a)	扰动后土壤侵蚀模数 t/(km ² a)	扰动后土壤侵蚀量 (t)	原地貌侵蚀量 (t)	新增侵蚀量(t)
					水蚀	水蚀	水蚀			
项目区	风电场	2015.04 - 2015.11	工程建设期	3.33	1	1200	3600	145.08	48.36	96.72
		第一年	自然恢复期	3.33	1		3600	119.88	39.96	79.92
		第二年	自然恢复期	3.33	1		1800	59.94	39.96	19.98
		第三年	自然恢复期	3.33	1		1250	41.625	39.96	1.665
		小计			3.33				366.445	168.24
	集电线路	2015.04 - 2015.10	工程建设期	3.08	1	1000	3000	92.4	30.8	61.6
		第一年	自然恢复期	2.99	1		3000	89.7	29.9	59.8
		第二年	自然恢复期	2.99	1		1500	44.85	29.9	14.95
		第三年	自然恢复期	2.99	1		1050	31.395	29.9	1.495
		小计			3.08				258.34	120.5

							5		5
检修道路	2015.02 - 2015.6	工程建设 期	6.99	0.4 2	1500	4500	132.1	44.04	88.07
	第一年	自然恢复 期	6.99	0.4 2		4500	132.11	44.04	37.67
	第二年	自然恢复 期	6.99	0.4 2		2500	73.40	44.04	12.56
	第三年	自然恢复 期	6.99	0.4 2		1550	45.50	44.04	0.63
	小计		6.99				383.11	176.16	138.93
施工生活区	2015.03 - 2015.04	工程建设 期	0.77	0.1 7	1500	4500	5.89	1.96	3.93
	第一年	自然恢复 期	0.77	0.1 7		4500	5.89	1.96	3.93
	第二年	自然恢复 期	0.77	0.1 7		2500	3.27	1.96	1.31
	第三年	自然恢复 期	0.77	0.1 7		1550	2.03	1.96	0.07
	小计		0.77				17.08	7.84	9.24
合计						1025.08	522.3	502.78	

按前述确定的水土流失强度和水土流失面积计算，项目区水土流失总量为 1025.08t，新增水土流失量为 502.78t，其中工程建设期 375.48t，自然恢复期 649.60t。

本工程 3 年恢复期结束后，将基本恢复至施工前原地貌土壤侵蚀模数。

2.4 生态恢复水土流失防治目标及防治措施

2.4.1 防治目标

总体目标：根据《开发建设项目水土流失防治标准》，本项目水土流失防治标准执行建设类一级标准。因地制宜采取综合防治措施，以检修道路、风机及箱变、集电线路等区域为防治的重点，全面控制工程建设过程中可能造成的新的水土流失，恢复和保护项目区内的植被和其它水土保持设施，有效治理防治责任范围内的水土流失，达到地面侵蚀量显著减少，主体工程安全保障加强，形成工程建设和生态环境治理协调发展的良性循环。

本工程具体的防治目标包括扰动土地整治率达到 95%、水土流失总治理度达到 95%、土壤流失控制比 0.8、拦渣率达到 95%、林草植被恢复率 97% 共 5 项指标。

(1) 在工程建设过程中，严格控制扰动土地面积，采取有效措施保护水土资源，尽量减少对植被的破坏，尽可能恢复因工程建设和生产过程中破坏的耕地和林草植被，恢复土地生长力。对建设过程中扰动的土地面积进行综合治理，年末扰动土地整治率达到 95%。

(2) 在工程建设和生产过程中对防治责任范围内施工活动造成的水土流失进行防治，竣工验收时防治责任范围内水土流失总治理度达到 95%。

(3) 在施工过程中采取有效预防和控制措施，对开挖、排弃、堆垫等场地进行防护、整治、并采取必要的护坡、截排水措施。并对扰动土地及时整治，恢复植被和土地生产力。通过水土保持监测，严格控制施工过程中的土壤流失。土壤流失控制比达到 0.8

(4) 严格按照要求弃土弃渣，做到先拦后弃，拦渣率达到 95%。

(5) 对生产和建设过程中形成的裸露地表，具备绿化条件的尽可能恢复植被。工程竣工验收时林草植被恢复率达到 97%。

2.4.2 防治措施

本工程的生态恢复除做好整个风电场区域生态环境的维护措施外，针对重点区域生态破坏和水土流失，防治措施体系分为 4 个防治区，即风电机组区、集电线路区、施工场地区、施工检修道路区。主要采取工程措施、植物措施和临时措施。本项目各防治区的生态恢复与水土保持措施如下：

本工程道路建设对生态影响较大，建设中采取以下生态保护措施：

(1) 根据现场实际情况，优化道路工程的选址选线方案，本期风电场内部分阴

坡分布有成片林地，因此在道路设计时，应绝对避让。

(2) 进场及检修道路在运营期在道路两侧临时用地区域进行植被恢复，可种植油松等林木，株距 3m，间隙补种草灌植被。

(3) 道路建设会造成原有表土资源的浪费，施工前应对原有较好土质区域进行表土剥离，后期用作道路两侧绿化恢复用土。

(4) 在本区降雨较集中的月份，工程建设要做好施工组织设计，尽量避开雨季施工（高填、深挖路段必须避开雨季），以减少水蚀产生的水土流失。

(5) 在施工检修道路爬山段部分上边坡布设浆砌石拱形骨架植草护坡；道路两侧修建排水渠，应在路基建设的同期建设，主要起拦截和引导路面本身径流。

(6) 凡在由于水地面径流处开挖路基时，应设临时性土沉淀池，同时在沉淀池出水一侧设土工布围栏，沉淀和拦截泥沙。在材料堆放场及容易发生水土流失的施工地段应用土工布围栏，拦截泥沙，使雨水通过。

通过采取上述生态保护措施，可以最大限度地减轻道路沿线生态环境的影响，减轻水土流失。

2.5 水土保持监测

水土保持监测时段为 2015 年 4 月—2016 年 12 月。

在项目各区域布设监测点用来监测因水蚀引起的水土流失情况，共确定水土流失监测点位 8 个。

各区域监测点位布设情况如下：

- (1) 风机箱变区：布设水蚀监测点位 3 个。
- (2) 施工生产生活区：布设水蚀监测点位 1 个。
- (3) 输电线路：布设水蚀监测点位 2 个。
- (4) 交通道路：布设水蚀监测点位 2 个。

2.6 水土保持投资估算及效益分析

本项目水保工程总投资为 245.87 万元（全部为方案新增）。其中工程措施 141.99 万元，植物措施 18.41 万元，临时措施 4.16 万元，独立费用 33.97 万元，监理费 7.65 万元，监测费 15 万元。

实施水土保持措施后，“五项指标”均能达到或超过预定目标值，使项目区生态环境和水土流失得到有效的治理。

2.7 水土保持方案小结

(1) 本项目生态恢复及水土流失防治责任范围为项目建设区和直接影响区，共计 27.62hm²，其中项目建设区为 14.17hm²，直接影响区为 13.45hm²。

(2) 本项目水土流失预测的范围为：风机及箱变区、集电线路区、施工场地区、检修道路区。

(3) 按前述确定的水土流失强度和水土流失面积计算，项目区水土流失总量为 1025.08t，新增水土流失量为 502.78t，其中工程建设期 375.48t，自然恢复期 649.60t。

本工程 3 年恢复期结束后，将基本恢复至施工前原地貌土壤侵蚀模数。

(4) 随着本项目运营期采取临时防护、植被恢复及工程措施，项目扰动区域三年后将基本恢复至施工前原地貌土壤侵蚀模数。

(5) 本工程具体的防治目标包括：扰动土地整治率达到 95%、水土流失总治理度达到 95%、土壤流失控制比 0.8、拦渣率达到 95%、林草植被恢复率 97% 共 5 项指标。

(6) 本项目水保工程总投资为 245.87 万元。