

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风
光综合新能源示范项目首批风光项目

(A1,A2,B1,B2,C1,C2)

环境影响报告书

建设单位：华能甘肃能源开发有限公司陇东电力项目筹建处

编制单位：北京华恒基业野生动植物专用标识技术服务中心

二〇二零年十一月

概述

一、项目背景

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目，由华能甘肃能源开发有限公司投资建设，系新建工程。拟开发 4500MW 风电和 1500MW 光伏，共 6000MW 容量，另外配套储能 150MW/300MWh。本项目为陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目工程的首批项目，安装容量为 3227.5MWp，其中包括 2267.1MW 风电和 960.4MW 光伏。下批次（定于 2021 年 6 月份）再收口约 3000MWp+配套储能 150MW/300MWh。工程为陇东-山东±800kV 特高压直流通道外送配套建设电源。

积极开发利用可再生能源是我国一项基本的能源政策，风能是一种取之不尽、用之不竭的既经济又清洁的理想能源。为了进一步利用庆阳环县地区的风能资源，促进区域经济发展，根据《关于明确陇东特高压工程配套新能源配置有关事项的函》（甘发改能源函[2020]67 号），庆阳市能源局以“庆市能源函发[2020]11 号”核准了华能庆阳风光综合新能源示范项目首批风光项目。

华能庆阳风光综合新能源示范项目首批风光项目位于庆阳市环县境内，距离庆阳市约 100km，地理坐标为东经 107°92'~107°98'，北纬 36°13'~36°55'，场区地势崎岖，均位于环县境内山区，场址区海拔高度在 1405~2100m 之间，为黄土高原丘陵沟壑区。地表多为山地及部分农田。风电场的地理位置见附图。

二、项目特点

本项目为新建项目，总装机容量为 3227.5MW，为陇东-山东±800kV 特高压直流通道外送配套建设电源。本项目位于庆阳市环县境内，拟开发 2267.1MW 风电和 960.4MW 光伏。拟安装单机容量为 3.3MW 的风力发电机 687 台，建设 6 座 330kV 风电场升压变电站，集电线路 38.06km，施工检修道路 1020km（新建 780km，改扩建 240km）等。工程静态总投资 1764436.89 万元。

三、工作过程概况

根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国环境影响评价法》、《建设项目环境保护管理条例》、《建设项目环境影响评价分类管理名录》等有关法律法规的规定和环境保护行政主管部门的要求，该项目须编制环境影响报告书。2020 年 10 月，华能甘肃能源开发有限公司委托北京华恒基业野生动植物专用标识技术服务中心（以下简称“华恒基业”）承担了该项目环境影响评价工作。接受委托后，我单位成立了评价工

工作组，开展现场踏勘、环境现状调查等工作。评价工作组根据环境影响评价法律法规及技术导则的要求，开展了多次现场环境调查和资料搜集工作，对工程涉及区域的水资源、生态环境等进行了调查，通过走访项目所在市、区环境保护行政主管部门，了解了当地环境功能区划及环境质量管理目标。在上述工作基础上，依据现行法律法规、规程规范，编制完成了《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批风光项目环境影响报告书》。

四、分析判定情况

（1）选址合理性分析

本项目拟选场区南北约 10km，东西约 11km，海拔高度在 1405m~2100m，场区内地势平坦，分布有少量村庄、农田。场区周边交通发达，对外交通便利，场内分布多条乡、村路，交通条件较好。当地风能资源及太阳能具有开发价值，地质条件相对稳定，光照时间较长且充足，适宜风光电场建设。风机及光伏电池交错分布，升压变电站占地不占用基本农田，不涉及自然保护区，各机位占地不涉及生态红线。从环境角度分析，项目选址合理。

根据《庆阳市自然资源局关于华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的复函》2020.4.23，及环县文号为“环自然资函[2020]79 号”的函，从自然资源角度分析，项目选址合理。

根据“庆阳市生态环境局《关于征求华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的函》的复函”，项目不涉及地表引用水，设计部分引黄工程千人万吨饮用水库水源保护区，根据后期调整后，均已避让，水源保护区与项目最近距离为12.24km，则项目选址合理。

根据《庆阳市林业和草原局关于华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的复函》（庆林函[2020]52号）要求，同意在该区域选址，选址应严格按照相关规定及管理辦法等要求进行。

根据《复关于征求陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合示范项目规划选址是否影响军事设施安全问题的函》（甘军保[2020]1 号），项目选址对军事设施无影响，项目选址合理。

根据《征求华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的复函》（庆水保函[2020]12 号）及文号为“环水保函字[2020]09 号”的文件要求，从水土保持的角度分析，项目选址合理。

根据《华能环县新能源项目可研报告敏感性因素（建设项目涉及自然保护区与文物保护）自然保护区与文物保护的复函》（庆市文体文旅函字[2020]第11号）及文号为“环文旅函字[2020]第56号”的文件要求，项目建设范围内不涉及文物保护区，但部分坐标距文物较近，应做好避让保护工作后开展工作。

（2）产业政策符合性分析

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2019年本）》中限制类和淘汰类项目，与产业政策相符合。

本项目属风力光伏发电项目，属我国《可再生能源产业发展指导目录》中明确支持鼓励项目——“并网型风力、太阳能光伏发电”。

（3）风电发展规划符合性分析

根据《关于明确陇东特高压工程配套新能源配置有关事项的函》（甘发改能源函[2020]67号），本项目列入2020年度甘肃省新能源开发项目建设方案之中，符合甘肃省风电发展规划。

根据庆阳市能源局《关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目规划意见的复函》（庆市能源函[2020]41号），本项目已列入《陇东国家现代能源经济示范区建设2020年推进计划和庆阳市2020年市列重点前期项目》，符合庆阳市发展规划。

（4）“三线一单”符合性分析

项目风机机位经调整后，各机位占地不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜區、湿地公园、森林公园、地质公园和世界文化自然遗产等。

项目为清洁能源发电项目，根据当地风能、太阳能资源设置发电机组，未突破资源利用上线。

项目营运期产生的环境影响不会造成当地环境质量降低。

五、关注的主要环境问题及环境影响

（1）大气污染物排放情况

项目施工期产生的大气污染物主要为施工扬尘、施工燃油废气、生活营地食堂油烟。施工扬尘造成的污染是短期的、局部的，且采取加强场地管理、及时洒水抑尘等措施后，可以有效地控制施工期扬尘影响的范围及程度；由于施工期污染源主要为间歇性或流动性污染源，且燃料用量不大，污染源强较少；施工期职工食堂炊事用能源采用清洁能源，食堂油烟采用油烟净化设施处理排放油烟很少。故施工期燃料燃烧对大气环境的影响不

大。施工结束后这些污染物就会消失，故对大气环境的影响是有限的。

项目营运期无工艺废气产生，仅在升压变电站有少量食堂油烟废气产生，油烟废气经油烟净化器处理后排放量极少。

（2）废水污染物排放情况

项目施工期生产废水全部回用，不外排。施工营地内设置防渗旱厕、化粪池，生活污水经化粪池处理后定期由当地农民运走沤肥。项目占地均位于山顶或山脊，项目区有茹河及部分小汇水沟，加强施工期环境管理，不会对该区域地表水环境产生影响。

项目营运期产生的废水主要为升压变电站职工的生活污水及光伏板清洗废水，生活污水经生活污水管网排入厂区污水处理装置进行处理。污水处理装置采用接触氧化法处理方式，经接触氧化法处理后用于站内抑尘喷洒。光伏板采取定期水力清洗，清洗水中主要污染物是表面附着的尘土，清洗水仅悬浮物较高，可直接散排，对水环境的影响很小。

（3）噪声排放情况

项目施工阶段产生的噪声经衰减后，在施工场地 300m 外即可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》的标准要求。施工噪声大多为不连续性的，其影响是暂时的，随着施工作业结束而消除。且项目位于山区，人烟稀少，经距离衰减后对周围环境影响较小。

光伏电站运行期的噪声源很小，本项目营运期噪声主要来源于风电场风力机组的噪声和升压变电站内的电气设备噪声及生活噪声，电压等级低且噪声值较低，加之项目区人烟稀少，风机间隔较远，各噪声设备经隔声、减振、合理布置等有效控制后能达到厂界噪声排放标准要求。项目营运期无明显的声环境影响。

（4）固体废物排放情况

项目施工期产生的固废主要是施工过程开挖产生的土方石、人员生活垃圾及少量的建筑垃圾，如砂石、石灰、混凝土、木材等。施工期开挖过程产生的土方除部分回填外，剩余部分全部用于风电场道路填筑所需的土方，挖填方平衡，无废土石产生。由于本工程场地面积较大，施工范围大，因此建议在工程施工区域分散设置垃圾桶收集施工期间的生活垃圾，定期由车载式垃圾运输车辆收集垃圾桶内垃圾后运至垃圾填埋场，部分建筑材料可回收利用，剩余部分均用汽车运至垃圾填埋场，综上，项目对环境的影响很小。

项目营运期的固体废物主要为升压变电站职工生活垃圾产生、维修废物、污水处理站污泥、事故油池的油品等。生活垃圾和污水处理产生的污泥均定期清运至当地环保部

门指定地点集中处置；维修废物及废油属危险废物，由专门容器收集后暂存于危废暂存间，委托有资质的单位处置。本项目产生的固体废物安全处置率为 100%。

（5）生态影响

项目施工期生态影响主要为土地占用、地表植被破坏和水土流失等。项目所在地区为农业生产区，项目占地主要为农田，施工期间通过采取限制施工区域、水土保持等措施，施工结束后进行土地复垦和植被恢复，对周边生态环境影响较小。

项目运营期的生态影响主要为风机、太阳能板对鸟类的影响，由于项目所在区域长期受人类生产生活影响，当地鸟类较少，且风电场不在鸟类迁徙通道上，运营期生态影响较小。

（6）光影闪烁影响

本项目运营期间在特定时间内风机转动和太阳能板反射太阳光，将对周边部分住宅产生光影闪烁影响，由于人烟稀少，此部分影响较小，在可接受范围。

六、环境影响评价主要结论

华能庆阳风光综合新能源示范项目首批风光项目符合国家产业政策，经调整后选址符合甘肃省“生态红线”管理要求，项目的建设具有良好的经济、社会效益，在采取环境保护措施后，项目运营期间所排放的污染物可满足相应标准的要求，当地环境质量可维持现状水平。因此，从环境保护角度分析本项目建设可行。

目录

1 总论.....	1
1.1 编制依据.....	1
1.2 评价目的、评价原则及评价重点.....	3
1.3 环境影响识别与评价因子选择.....	4
1.4 环境功能区划.....	6
1.5 执行标准.....	6
1.6 评价等级与评价范围.....	8
1.7 评价时段.....	13
1.8 环境保护目标.....	13
2.1 建设项目工程分析.....	15
2.1 建设项目概况.....	15
2.2 影响因素分析.....	43
2.3 污染源源强核算.....	46
3 环境现状调查与评价.....	55
3.1 项目所在区域自然环境.....	55
3.2 评价区环境质量现状.....	65
4 施工期环境影响分析.....	75
4.1 施工期环境空气影响分析.....	75
4.2 施工期水环境影响分析.....	76
4.3 施工期声环境影响分析.....	77
4.4 施工期固体废物影响分析.....	78
4.5 施工期生态环境影响分析.....	79
5 营运期环境影响预测与评价.....	81
5.1 环境空气影响预测及评价.....	81
5.2 地表水环境影响预测与分析.....	81
5.3 声环境影响预测与分析.....	81
5.4 固体废物环境影响分析.....	86

5.5 生态影响评价.....	87
6 环境风险评价.....	91
6.1 环境风险识别.....	91
6.2 环境风险分析.....	91
6.3 环境风险防范措施.....	91
6.4 事故应急措施.....	92
7 环境保护措施及其可行性论证.....	94
7.1 生态保护措施及可行性论证.....	94
7.2 施工期污染防治措施及可行性论证.....	98
7.3 营运期污染防治措施及可行性论证.....	100
8 环境影响经济损益分析.....	109
8.1 项目效益分析.....	109
8.2 项目总投资与环保投资.....	110
8.3 小结.....	112
9 环境管理与监测计划.....	113
9.1 环境管理要求.....	113
9.2 污染物排放清单.....	114
9.3 日常环境管理制度.....	114
9.4 环境监测计划.....	116
9.5 竣工环境保护验收清单.....	117
10 环境影响评价结论.....	119
10.1 结论.....	119
10.2 建议.....	124

附表

附表 1 风机坐标表

附图

附图 1 项目地理位置图

附图 2 项目在甘肃省生态功能区位置图

附图 3 项目区土地利用现状图

附图 4 项目区植被类型图

附图 5 项目区土壤侵蚀图

附图 6 项目评价范围图

附图 7 植被样方图

附图 8 动物调查样线分布图

附图 9 A1、A2、B1、B2、C1、C2 风光电场总平面布置图

附件

附件 1 陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目环境影响评价工作委托书

附件 2 关于华能环县新能源项目可研报告敏感性因素核查的复函（环自然资函〔2020〕79号）

附件 3 关于华能环县新能源项目可研报告敏感性因素（建设项目设计自然保护区与文物保护）自然保护区与文物保护的复函（环文旅函字〔2020〕56号）

附件 4 关于核查华能环县新能源项目可研报告敏感性因素的复函（环水保函字〔2020〕09号）

附件 5 庆阳市林业和草原局关于华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的复函（庆林函〔2020〕52号）

附件 6 关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目规划意见的复函（庆市能源函〔2020〕41号）

附件 7 关于华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的复函（庆阳市自然资源局）

附件 8 关于征求华能庆阳风光综合新能源示范项目规划选址意见的复函（庆阳市生

态环境局)

附件 9 关于华能环县新能源项目可研报告敏感性因素(建设项目涉及自然保护区与文物保护)自然保护区与文物保护的复函(庆市文体文旅函字〔2020〕第 11 号)

附件 10 关于征求华能庆阳风光综合新能源能源示范项目规划选址意见的复函(庆水保函字〔2020〕12 号)

附件 11 复《关于征求陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合示范项目规划选址是否影响军事设施安全问题的函》

附件 12 关于明确陇东特高压工程配套新能源配置有关事项的函(甘发改能源〔2020〕67 号)

附件 13 《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)A1 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)

附件 14 《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)A2 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)

附件 15 《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)B1 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)

附件 16 《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)B2 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)

附件 17 《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)C1 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)

附件 18 《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)C2 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)

附件 19 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳储能综合新能源示范项目首批风光项目环境影响评价现状监测检测报告》(2020.11.15)

附件 20 项目登记信息表

1 总论

1.1 编制依据

1.1.1 法律

- (1) 《中华人民共和国环境保护法（修订）》，2015.1.1 施行；
- (2) 《中华人民共和国环境影响评价法（修订）》，2016.9.1 施行；
- (3) 《中华人民共和国环境噪声污染防治法》，1997.3.1 施行；
- (4) 《中华人民共和国水污染防治法（修订）》，2018.1.1 施行；
- (5) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法（修订）》，2016.11.7 修订；
- (6) 《中华人民共和国大气污染防治法（修订）》，2016.1.1 施行；
- (7) 《中华人民共和国节约能源法（修订）》，2016.9.1 施行；
- (8) 《中华人民共和国可再生能源法》（修订），2006.1.1 施行；
- (9) 《中华人民共和国清洁生产促进法（修订）》，2016.7.1 施行；
- (10) 《中华人民共和国水土保持法（修订）》，2011.3.1 施行；
- (11) 《中华人民共和国野生动物保护法》，2017.1.1 施行。

1.1.2 行政法规

- (1) 《建设项目环境保护管理条例》（国令第 682 号），2017.10.1 施行；
- (2) 《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》（国发[2005]39 号），2005.12.3 施行；
- (3) 《大气污染防治行动计划》（国发[2013]37 号），2013.9.10 施行；
- (4) 《水污染防治行动计划》（国发[2015]17 号），2015.4.2 施行；
- (5) 《土壤污染防治行动计划》（国发[2016]31 号），2016.5.28 施行；
- (6) 《中华人民共和国陆生野生动物保护实施条例》，2016.2.6 修订；
- (7) 《中华人民共和国野生植物保护条例》（国令第 204 号），1997.1.1 施行；
- (8) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国令第 120 号），2011.1.8 施行；
- (9) 《土地复垦条例》（国令第 592 号），2011.3.5 施行。

1.1.3 部门规章

- (1) 环境保护部《关于进一步加强建设项目环境保护管理工作的通知》（环发[2001]19 号），2001.2.28；
- (2) 环境保护部《关于进一步加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》（环发北京华恒基业野生动植物专用标识技术服务中心

[2012]77号)，2012.7.3；

(3) 环境保护部《关于切实加强风险防范严格环境影响评价管理的通知》（环发[2012]98号），2012.8.8；

(4) 国家发展改革委《产业结构调整指导目录（2013年修正本）》（第21号令），2013.5.1；

(5) 环境保护部《建设项目主要污染物排放总量指标审核及管理暂行办法》（环发[2014]197号），2014.12.30；

(6) 环境保护部、国家发展改革委等3部委《国家危险废物名录》（部令第39号），2016.8.1；

(7) 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令第44号），2017.9.1。

1.1.4 地方法规、政策及规范性文件

(1) 《甘肃省环境保护条例》已由甘肃省第十三届人大常委会审议通过，2020年1月1日起实施；

(2) 《甘肃省实施〈中华人民共和国森林法〉办法》(2010年9月29日)；

(3) 《甘肃省实施〈中华人民共和国野生动物保护法〉办法》(2019年1月1日)；

(4) 《甘肃省生态保护与建设规划》（2014~2020年）（甘政办发[2015]36号）；

(5) 《甘肃省环境保护厅审批环境影响评价文件的建设项目目录（2015年本）》（甘环发[2015]153号）（2015年7月实施）《山东省水污染防治条例》，2000.12.1施行；

(6) 《甘肃省辐射污染防治条例》（2015年1月1日实施）；

(7) 《甘肃省大气污染防治条例》，2019.1.1施行；

(8) 《甘肃省基本农田保护条例》，1997.11.25；

(9) 《甘肃省资源综合利用条例》，2007.7.1施行；

(10) 《甘肃省实施〈中华人民共和国水土保持法〉办法》，2004.6.14修订；

(11) 《甘肃省实施〈中华人民共和国野生动物保护法〉办法》，2018.11.29修订；

(12) 《甘肃省节约用水条例》，2020.9.1实施。

1.1.5 环境影响评价技术规范及导则

(1) 《建设项目环境影响评价技术导则 总纲》（HJ2.1-2016）；

(2) 《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2018）；

(3) 《环境影响评价技术导则 地面水环境》（HJ/T2.3-93）；

- (4) 《环境影响评价技术导则 声环境》(HJ2.4-2009)；
- (5) 《环境影响评价技术导则 地下水环境》(HJ610-2016)；
- (6) 《环境影响评价技术导则 生态环境》(HJ19-2011)；
- (7) 《建设项目环境风险评价技术导则》(HJ169-2018)；
- (8) 《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2009)。

1.1.6 工程依据

- (1) 《环评工作委托书》；
- (2) 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批 A1 风光项目可行性研究报告》中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 2020.10；
- (3) 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批 A2 风光项目可行性研究报告》中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 2020.10；
- (4) 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批 B1 风光项目可行性研究报告》中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 2020.10；
- (5) 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批 B2 风光项目可行性研究报告》中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 2020.10；
- (6) 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批 C1 风光项目可行性研究报告》中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 2020.10；
- (7) 《陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批 C2 风光项目可行性研究报告》中国电力工程顾问集团西北电力设计院有限公司 2020.10；
- (8) 建设单位提供的其它工程资料。

1.2 评价目的、评价原则及评价重点

1.2.1 评价目的

通过对风、光电场评价范围内自然环境、社会环境等调查与评价，对项目开发活动可能带来的各种影响进行定性和定量分析，以期达到：

(1) 以可持续发展战略为指导思想，贯彻“预防为主、保护优先”、“开发与保护并重”的原则，落实建立资源节约型、环境友好型社会的科学发展观，通过对工程评价范围内的自然、社会环境质量的调查、监测与分析，评价风、光、储电场区域内环境质量现状。

(2) 预测、论证和评价项目建设对周围环境的影响范围和程度，为工程方案的选择

提供必要的科学依据。

(3) 提供技术可行、经济合理的环境保护措施和建议，以指导设计、施工和运营管理，减轻和消除项目开发活动带来的不利影响，将工程对环境造成的不利影响降至最小程度，达到风电场建设和环境保护两者间协调发展的目的。

(4) 为环保主管部门进行环境管理和制定区域内经济发展规划提供科学依据，更好地协调社会经济与环境保护的关系。

(5) 从环境保护角度出发，论证该项目建设的可行性，为环境保护工程设计及该项目的环境管理提供依据。

1.2.2 评价原则

根据本项目的建设内容和营运特点，结合项目所在地的环境状况的环境保护政策法规，本项目环评遵循以下原则：

(1) 依法评价

贯彻执行我国环境保护相关法律法规、标准、政策和规划等，优化项目建设，服务环境管理。

(2) 科学评价

规范环境影响评价方法，科学分析项目建设对环境质量的影响。

(3) 突出重点

根据建设项目的工程内容及其特点，明确与环境要素间的作用效应关系，根据规划环境影响评价结论和审查意见，充分利用符合时效的数据资料及成果，对建设项目主要环境影响予以重点分析和评价。

1.2.3 评价重点

本评价工作的重点包括以下几个方面：

- (1) 以工程建设占用农用地及生态修复等为重点的生态环境影响评价；
- (2) 以营运期风、光电场噪声、生态环境影响、光影影响作为评价重点；

1.3 环境影响识别与评价因子选择

1.3.1 环境影响因素

本次评价通过对本工程场区内的踏勘调研和对已建成风、光电场建设施工过程和营运期对环境影响情况的类比调查和分析，对本项目进行环境影响识别，并筛选评价因子。

1.3.1.1 施工期

施工期对场区域的影响主要有以下几个方面：

(1) 进场道路和风机基座、太阳能板等工程施工过程中机械、运输车辆产生的噪声尾气排放等工程施过中机械、运输车辆产生的噪声尾气排放等工程施过中机械、运输车辆产生的噪声尾气排放和道路扬尘等；

(2) 施工场地产生的活污水、机械清洗废水、预制件备产生的噪声等；

(3) 基础开挖建设对地表自然植被和农业作物的干扰；

上述影响具有显著的暂时性特征，它伴随拟建项目施工期的结束而终止，但针对其影响对象的不同，施工期响对象的不同，施工期区域内区域内自然和社会经济环境的影响可划分为永久性的、非永久性的、可恢复的和不可恢复的，对此，将结合拟建项目主要节点施工特点和区域环境敏感点确定相应的环境影响因素，并进行针对性的分析与评价。拟建项目施工期环境影响要素情况见表 1.3-1。

表 1.3-1 施工期主要环境影响因素识别表

环境要素	主要环节	影响性质					
		长期的	短期的	永久的	非永久的	可恢复的	不可恢复的
声环境	施工机械、车辆噪声		√		√	√	
环境空气	施工、运输扬尘		√		√	√	
水环境	生活污水		√		√	√	
	机械清洗废水		√		√	√	
生态环境	新增占地	√		√			√
	施工场地临时用地		√		√	√	
	土地利用性质改变	√		√			√
	陆生动物		√		√	√	

1.3.1.2 营运期

营运期对项目区域的影响主要有以下几个方面：

(1) 风机、升压变电站的噪声及生活噪声对周边敏感目标的影响；

(2) 风机的光影对周边居民生活的影响；

(3) 升压变电站职工生活污水和生活垃圾的排放；

(4) 风机维护产生的废机油等的处置；

(5) 检维修废物、事故油池废油处置。

表 1.3-2 营运期主要环境影响因素识别表

环境要素	主要环节	影响性质					
		长期的	短期的	永久的	非永久的	可恢复的	不可恢复的
声环境	风机、生活噪声	√		√			√
水环境	职工生活污水	√		√			√
生态环境	项目占地	√		√			√

	鸟类影响	√		√			√
人文景观	光影影响	√		√			√

1.4 环境影响评价因子

根据项目工程污染源分析识别出的环境影响因子、建设项目所处区域的环境特征，以及国家和地方有关环保标准、规定所列控制指标，项目评价因子具体如下：

本项目环境影响评价因子筛选结果汇总于表 1.3-3。

表 1.3-3 本项目环境影响评价因子汇总表

序号	环境要素	现状评价因子	预测评价因子
1	环境空气	SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5}	无
2	声环境	等效连续 A 声级	等效连续 A 声级
3	水环境	pH、COD、BOD ₅ 、氨氮、总磷、总氮、氟化物、氯化物、氰化物、硫酸盐、硝酸盐氮、石油类等	无
4	生态环境	生态评价范围内的土地利用、植被类型等	项目建设和生产运行过程中对区域生态系统、植被等的影响

1.4 环境功能区划

1.4.1 环境空气

本项目拟建地点为农村山区地区，环境空气功能区划为二类区，环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准。

1.4.2 地表水环境

本项目占地范围内有茹河等部分小汇水沟，茹河水质为III类水。

1.4.3 声环境

本项目拟建地点为农村山原地区，声环境按照 1 类区，执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准。

1.4.4 生态环境

本项目风电场区域内无自然保护区、水源保护区、世界文化和自然遗产地，风机机位经调整后均已避开沙化保护区、二级公益林等特殊生态敏感区。

1.5 执行标准

1.5.1 环境质量标准

1.5.1.1 环境空气

项目区域环境空气质量执行《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准，具体标准值见表 1.5-1。

表 1.5-1 《环境空气质量标准》（摘录）

污染物	取值时间	环境质量标准浓度限值 GB3095-2012 二级标准
SO ₂	日平均	150 (μg/m ³)
	1 小时平均	500 (μg/m ³)
PM ₁₀	日平均	150 (μg/m ³)
PM _{2.5}	日平均	75 (μg/m ³)
NO ₂	日平均	80 (μg/m ³)
	1 小时平均	200 (μg/m ³)

1.5.1.2 声环境

项目所在区域为农村山区区，声环境执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）2 类标准，高速公路及国道、省道两侧 50m 内执行 4a 类标准，具体见表 1.5-3。

表 1.5-3 《声环境质量标准》（摘录）单位：LAeq[dB (A)]

类别	等效声级	
	昼间	夜间
1 类	55	45
4a 类	70	55

1.5.2 污染物排放标准

1.5.2.1 废水

生活污水经化粪池、食堂废水经隔油池预处理后与其他生活污水一并经地埋式污水处理装置处理后，回用于场区绿化或洒水抑尘。污水回用标准参照执行《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中城市绿化用水限值，其中规定：BOD₅、NH₃-N 限值均为≤20mg/L。

1.5.2.2 噪声

项目建筑施工场界噪声执行《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）的相关标准；项目营运期场界噪声执行《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中的 1 类标准，具体见表 1.5-4。

表 1.5-4 噪声污染物排放标准限值 单位：LAeq[dB (A)]

类别	标准限值		标准来源
	昼间	夜间	
施工期噪声	70	55	《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）
营运期噪声	55	45	《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）1 类

1.5.2.3 固体废物

项目产生的一般固体废物执行《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及其修改单的要求，危险废物执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及其修改单中、《危险废物收集、贮存、运输技术规范》（HJ2025-2012）的有关要求。

1.6 评价等级与评价范围

1.6.1 大气环境

评价等级：根据项目工程分析，施工期主要污染表现在施工扬尘等对环境的影响，项目施工期具有时效性的特点，施工结束后，影响可以得到消除。风电场运营期无工艺废气产生，根据《环境影响评价技术导则 大气环境》（HJ2.2-2008）中有关大气环境影响评价工作的分级标准，本评价仅作简要影响分析。

1.6.2 水环境

（1）地表水

评价等级：本工程水污染物排放主要集中在施工期，主要为施工设备清洗废水和施工人员生活污水。施工期集中设置临时施工机械清洗池，对废水循环使用，并采取沉淀隔油措施。施工清洗废水主要以地表蒸发损耗掉，不会形成地表径流。施工营地内设置防渗旱厕、化粪池，生活污水经化粪池处理后定期由当地农民运走沤肥。根据工程分析，施工生产废水的总量约为 $3.12\text{m}^3/\text{d}$ ，小于 $1000\text{m}^3/\text{d}$ ，复杂程度为简单，处理后的施工生产废水回用不外排。

运营期主要为管理人员生活污水及太阳能板清洗废水，生活废水排放量较小且水质成份简单，经污水处理设施处理达标后用于厂区绿化或洒水抑尘，不外排。太阳能板清洗废水主要成分为悬浮物，根据建设单位提供资料本项目每年清洗6次，每1MW太阳能电池板用水量为 2m^3 ，总用水量为 $1920.8\text{m}^3/\text{a}$ 。清洗废水除含悬浮物外无其他污染物，沿光伏板边缘自流至地面后自然蒸发损耗，对环境基本无影响。根据《环境影响评价技术导则 地表水环境》（HJ2.3-2018），确定地表水评价等级为三级B，分析项目依托污水处理设施环境可行性。

（2）地下水

根据《环境影响评价技术导则 地下水环境》（HJ610-2016），本项目属“其他能源发电”中的“并网光伏发电、其他能源发电”，为IV项目，不开展地下水环境影响评价。

1.6.3 声环境

评价等级：根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）中的评价等级划分原则，本项目所在的声环境功能区属 1 类声功能区（高速公路、省道等主干道两侧 50m 内为 4a 类区），受项目风力发电机组、升压变电站噪声影响人口数量变化不大。因此，本项目声环境影响评价等级确定为一级。

评价范围：声环境评价范围为风力发电机组为中心，向外 200 m 区域；升压站声环境影响评价范围为厂界外 200m 范围。

1.6.4 生态环境影响评价

评价等级：拟建项目风、光电场永久占地 372.96hm²（≤20km²），场内道路总长度 1020km（≥50km），本项目的生态影响区域属于重要生态敏感区，本项目不涉及特殊生态敏感区，为一般区域。根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011），本项目的生态影响评价等级为二级，见表 1.6-1。

表 1.6-1 生态环境影响评价工作等级划分表

影响区域生态敏感性	工程占地（水域）范围		
	面积≥20km ² 或长度≥100km	面积 2km ² ~20km ² 或长度 50km~100km	面积≤2km ² 或长度≤50km
特殊生态敏感区	一级	一级	一级
重要生态敏感区	一级	二级	三级
一般区域	二级	三级	三级

评价范围：根据《环境影响评价技术导则 生态影响》（HJ19-2011）的要求，本风电场工程项目生态调查评价范围应包括各风机组、升压变电站、临时施工区及施工检修道路的影响范围。考虑到生态评价的完整性，本次生态影响评价范围为风、光电场范围边界外扩 300m 区域。

本项目各环境要素的影响评价范围见附图。

表1.8-1 本项目风机及升压变电站周边环境基本情况

项目	坐标	项目周边周边情况	示意图
W248 风机	106.762843547°, 36.70838556°	周边情况：位于山顶荒地，S 方向 180m 有一户居民，确定为声环境保护目标	
W345 风机	106.825240452°, 36.67625539°	周边情况：位于山脊，SW 方向 192m 有一户居民；E、SE 方向为乡道，确定为声环境保护目标。	

<p>W149 风机</p>	<p>106.511006841°， 36.2749527°</p>	<p>周边情况：位于山区，SE 方向 462m 为茹河，确定为地表水环境保护目标。</p>	
<p>W030 风机</p>	<p>106.5213046°， 36.27247221°</p>	<p>周边情况：位于山区，SW 方向 454m 为茹河，确定为地表水保护目标。</p>	
<p>S2 升 压站</p>	<p>中心坐标 106.8030277°， 36.6871336°</p>	<p>周边情况：位于山顶，NW 方向 180m 有一户居民，E 方向 170m 一户居民，确定为噪声保护目标。</p>	

<p>S6 升压站</p>	<p>中心坐标 106.60457°, 36.349681°</p>	<p>周边情况：位于山顶荒地，SW 方向 245m 有一户居民，确定为声环境保护目标。</p>	
---------------	--	---	---

1.7 评价时段

施工期：2021年4月~2022年9月，共计18个月。

运营期：2022年10月以后。

1.8 环境保护目标

本项目风机及太阳能板和升压变电站周边环境基本情况见表 1.8-1。

- (1) 地表水环境保护目标：项目占地范围内茹河及部分小汇水沟的地表水水质。
- (2) 声环境保护目标：声环境影响评价范围内的村庄。
- (3) 生态环境保护目标：风光电场范围内的农田生态环境。

本项目环境保护目标一览表见表 1.8-2。

表 1.8-2 本项目环境保护目标一览表

环境要素	保护目标	规模及特征	与项目的位置关系	影响源和时段	保护要求
水环境	茹河	流经项目占地范围内长度为5000m	距离两岸风机均在400m以上，1000m范围内的风机有：W158、W157a、W169、W169-1、W030、W149、W150、W151	施工期生产生活污水；施工期风机基础开挖造成的水土流失。 运营期生活污水、事故泄漏废油。	废水经处理后回用，不外排，不影响地表水水质。 事故油池的废油收集后交由危废单位处置，不外排。
声环境	居民散户	影响户数：1户	SE向245m处有S6升压站	风机、升压站运营期设备运行产生的噪声。	运营期场界噪声达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》。
		影响户数：2户	SE向180m处，SW向170m处有S2升压站。		
		影响户数：1户	NE向192m处有W345风机。		
		影响户数：1户	NW向180m处有W248风机。		
生态环境	草原生态环境及其植被和野生动物	一般农田，多为弃耕	项目永久占地43.95hm ² 、永久租地为329.01hm ² ，临时占地401.97hm ² 。项目所在区域无大型兽类，以啮齿目、食虫目类动物为主；本地鸟多为小型鸟类，如麻雀、乌鸦等；大型鸟类多为候鸟或以啮齿类动物为食的飞禽。	项目施工期和运营期。	保证土地使用功能、维持区域生态系统完整性、稳定性和生物多样性。
主要交通设施	距G6同沿高速	防护距离30m	场址西侧，距离84.7km	根据中华人民共和国国务院令 第593号《公路安全保护条例》，高速公路的公路建	保证控制区距离内无本项目构筑物
	G2012定武高速		场址北侧，距离121.5km		

				筑控制区的范围从公路用地外缘起向外的距离标准不少于 30 米。	
--	--	--	--	---------------------------------	--

2.1 建设项目工程分析

2.1 建设项目概况

(1) 项目名称：陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目首批风光项目。

(2) 建设单位：华能甘肃能源开发有限公司。

(3) 建设性质：新建。

(4) 占地面积：永久占地 43.95hm²，永久性租地 329.01hm²，临时占地 401.97hm²，合计 774.93hm²。

(5) 项目总投资：工程静态投资 1764436.89 万元，工程总投资 1836804.23 万元，单位千瓦静态投资 5466.9 元/kW，单位千瓦动态投资 5691.12 元/kW，环保投资 3072.84 万元，占总投资的 0.167%。

(6) 工程地理位置：项目位于庆阳市环县境内，本项目场址距北侧 G2012 定武高速 121.5km，距西侧 G6 同沿高速和 S203 省道分别为 84.7km 和 68.9km，距南侧 G209 国道 57.6km，G211 国道纵贯场址，环县境内乡村道路纵横交错，场址内外部交通条件便利。地理位置见附图 1。

(7) 建设规模

项目规划总装机容量 3227.5MW，其中风电规划装机容量 2267.1MW，光伏规划装机容量 960.4MW。与此同时，本项目配套建设 6 座 330KV 升压站。每座 330KV 升压站围墙内总占地面积为 27700m²，总建筑面积为 2230.47m²。

新建施工道路 780km，宽为 6m，改建道路 240km。新建施工道路项目建成后，营运期留宽 3.5m 作为检修道路。

项目总占地 774.93hm²，其中永久占地 43.95hm²，永久租地 329.01hm²，临时占地 401.97hm²。本项目建设用地内零散分布有居民，但风机点位、太阳能板道路、集电线路等占地涉及村落，实施过程中做好拆迁安置及专项设施改（迁）建问题。

(8) 工程等级

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》（FD 002-2007），风电场工程规模为大型，风电机组地基基础设计等级为甲级，风电机组地基基础结构安全等级为一级，风机基础设计使用年限为 50 年。光伏支架结构地基基础设计等级为丙级，光伏电站的光伏支架结构安全等级为三级，地基基础设计使用年限为 50 年。风机机组塔架基础洪水设计

标准及 330KV 升压站洪水设计标准重现期均为 50 年。

2.1.2 项目组成

本项目基本组成情况见表 2.1-2。

表 2.1-2 拟建项目组成情况

类别	项目	建设内容	
主体工程	687×3300kW 风机塔架基础工程	本项目采用 WTG6 机型 687 台，轮毂高度为 100m；WTG6-100m 机型，风机基础拟采用钢筋混凝土圆板基础，基础底板半径为 11m，基础埋深 3.8m，17.4m，承台埋深为 3.0m。承台下设钻孔灌注桩。	
	风机变压器基础工程	每台风机旁配有一台 35kV 升压变压器，布置在风机平台上，选用箱式变。箱变采用现浇钢筋混凝土框架结构架设于风机基础上，基础 C15 垫层，钢筋混凝土基础 C30。	
	光伏组件支架工程	本项目风光同场，采用单晶硅双面双玻 P 型 PERC 组件，单片光伏板 445Wp，光伏方阵总装机容量 960.4MWp。光伏组件搭配固定支架、组串式逆变器使用，光伏发电系统直流侧电压为 1500V，总装机容量约为 960.39MWp。单个光伏方阵容量拟定为 2MW，容配比约为 1.2。	
	光伏变压器基础	光伏区共设置 625 台 2000KVA 箱式变压器。地基处理方案采用 3:7 灰土换填 1m，箱式变压器基础采用钢筋混凝土箱型基础，箱变基础四周设置事故挡油坎。基础 C15 垫层，钢筋混凝土基础 C30。	
	升压变电站 (共 6 座，单座面积： 站围墙内总占地面积 为 21000m ² ，其中站 前管理区域占地面积 为 8700 m ² ，升压站区 域占地面积为 12300m ² ，总建筑面积 为 2231m ²)	生产综合楼为一个综合性建筑，建筑平面轴线尺寸 50.4×15.6m，总高 3.6m，建筑面积为 810.77 平方米，砖混结构。	
		综合配电室平面尺寸为 24.0m×18.6m，总高约 4.5m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 421.40 m ² 。	
		35KV 配电室平面轴线尺寸为 45m×12.80m，总高约 5.0m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 576 m ² 。	
综合水泵房平面轴线尺寸为 14.0x7.5m，地上 6.5m（不含女儿墙），地下 3.9m，地下一层，地上一层，建筑面积地上 105m ² ，地下 105 m ² 。			
SVG 小室平面轴线尺寸为 11.54m×9.34m，总高约 5.0m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 107.78 m ² ，共 4 座。			
油品库平面轴线尺寸为 6.0m×9.0m，总高约 3.6m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 54 m ² 。			
辅助工程	电力 电缆 敷设	风电场	风电场集电线路接线为汇流干线方式，采用 35kV 架空线路输送电能。根据风力发电机组及其箱式变的布置、容量以及 35kV 架空线路走向进行组合，本工程每座升压站设计有 20 回汇流干线。每回集电线路连接容量约为 25MW。箱式变高压侧采用电缆引接至临近的 35kV 架空输电线路，新能源装机所发电能先通过 35kV 架空线路将电能输送至本风电场中的升压站围墙外，再采用电缆引接至升压站 35kV 开关柜，实现与电网的连接。
		光伏方阵	每个方阵的标称装机容量拟定为 2MW，每个方阵配置 9 台逆变器，设置 1 台 2000kVA 的箱式变，箱式变接线组别为 D,y11，短路阻抗值为 6.5%。光伏方阵内不设交流汇流箱。箱式变通过电缆就近接入风电架空集电线路，统一送至升压站。
	道路工程	风场内新建施工道路长为 780km，宽 6m，新建施工道路在工程完工后留 3.5m 宽作为风电场永久道路使用，其余部分恢复原状并复植草皮。改造扩建现有乡村道路长度 240km，改建施工道路施工完成后修复原有路面，其余部分恢复原地貌。	
	办公生活设施	位于升压变电站区内综合楼。	
公用工程	给水	职工生活和消防水源来自水车拉水。绿化和道路洒扫用水采用站内生活污水处理系统处理后的达标出水。	
	排水	雨污分流。营运期无生产废水。升压变电站工作人员生活污水进入升压变电站污水处理系统处理，处理达标后暂存于清水回用池中，作为杂用水用于场区绿化，不外排。站内的雨水按照沿地面坡度有南向北自然排放至站外天然排水沟。	
	供电	全部使用自发电，由站用变压器提供，站用电源取自 35kV 母线。	
	采暖	办公生活采暖均使用空调，不建设锅炉。	
环保工程	污水处理系统	新建升压变电站污水处理系统，包括污水收集管网、化粪池、隔油池、处理量为 1m ³ /h，生活污水处理设备（生物接触氧化工艺）。各用水点的生活污水经过化粪池沉淀后，厨房内含油污水经过隔油池后，排放至生活污水处理设备，处理后送到清水回用池，通过潜水泵回用作为站内绿化、道路冲洗用水。清水回用池容积 28m ³ 。	
	事故油池	事故油池 60m ³ 采用钢筋混凝土箱形基础。当主变压器发生事故时，油水混合物排入	

		变压器事故油池暂存。存入油池中的油属危险废物，交由有资质的单位处置。
	厨房油烟处理系统	升压变电站厨房为小型规模，设置效率不小于 60%的抽排油烟机处理厨房油烟。

项目划分为 A1、A2、B1、B2、C1、C2 共 6 个区域，各区域均设置风电场及光伏电站，各区域工程组成情况见下表。

表 2.1-2 拟建项目 A1 区域组成情况

序号	项目	
1	数量及型号	(1) 风机：114 台，单台 3.3MW，轮毂高度 100m，风机叶轮直径 160m。 (2) 光伏方阵：44，237328 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件，每 26 块组件构成一个组串，共有组串 9128 个。每串组件由 26 块 2094mm×1038mm×35mm 电池组件组成，每串组件为竖排 2X13，支架倾斜角度 35°，采用纵向檩条，横向支架布置方案，支架由横梁及斜撑组成。
2	装机容量	总装机容量：481.8MW 风电装机容量：376.2MW，光伏装机容量：105.6MWp
3	占地面积	69.48hm ²
4	年上网电量	5727138.3MW·h
5	年可利用小时数	2420.6h
6	年均发电量	178041.6MWh
7	年均上网小时数	1686h
8	升压站 (1 座，330KV)	2 台主变压器，选用三相分裂绕组风冷油浸式有载调压变压器，其型号规格为：SFPZ10-210000/330

表 2.1-2 拟建项目 A2 区域组成情况

序号	项目	
1	数量及型号	(1) 风机：113 台，单台 3.3MW，轮毂高度 100m，风机叶轮直径 160m。 (2) 光伏方阵：67，361348 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件，每 26 块组件构成一个组串，共有组串 13898 个。每串组件由 26 块 2094mm×1038mm×35mm 电池组件组成，每串组件为竖排 2X13，支架倾斜角度 35°，采用纵向檩条，横向支架布置方案，支架由横梁及斜撑组成。
2	装机容量	总装机容量：533.7MW 风电装机容量：372.9MW，光伏装机容量：160.8MWp
3	占地面积	65.62hm ²
4	年上网电量	1005198.6MW·h
5	年可利用小时数	2695.6h
6	年均发电量	269002.32MWh
7	年均上网小时数	1672.9h
8	升压站 (1 座，330KV)	2 台主变压器，选用三相分裂绕组风冷油浸式有载调压变压器，其型号规格为：SFPZ10-210000/330

表 2.1-2 拟建项目 B1 区域组成情况

序号	项目	
1	数量及型号	(1) 风机：115 台，单台 3.3MW，轮毂高度 100m，风机叶轮直径 160m。 (2) 光伏方阵：75，404482 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件，每 26 块组件构成一个组串，共有组串 15557 个。每串组件由 26 块 2094mm×1038mm×35mm 电池组件组成，每串组件为竖排 2X13 支架倾斜角度 35°，采用纵向檩条，横向支架布置方案，支架由横梁及斜撑组成。
2	装机容量	总装机容量：558.5MW

		风电装机容量：379.5MW，光伏装机容量：179MWp
3	占地面积	61.88hm ²
4	年上网电量	982776.3MW·h
5	年可利用小时数	2589.7h
6	年均发电量	298386MWh
7	年均上网小时数	1657.7h
8	升压站 (1座，330KV)	2台主变压器，三相分裂绕组风冷油浸式有载调压变压器，其型号规格为：SFPZ10-240000/330

表 2.1-2 拟建项目 B2 区域组成情况

序号	项目	
1	数量及型号	(1) 风机：115 台，单台 3.3MW，轮毂高度 100m，风机叶轮直径 160m。 (2) 光伏方阵：75，404482 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件，每 26 块组件构成一个组串，共有组串 15557 个。每串组件由 26 块 2094mm×1038mm×35mm 电池组件组成，每串组件为竖排 2X13 支架倾斜角度 35°，采用纵向檩条，横向支架布置方案，支架由横梁及斜撑组成。
2	装机容量	总装机容量：558.5MW 风电装机容量：379.5MW，光伏装机容量：179MWp
3	占地面积	63.73hm ²
4	年上网电量	933300.7MW·h
5	年可利用小时数	2459.3h
6	年均发电量	299322MWh
7	年均上网小时数	1662.9h
8	升压站 (1座，330KV)	2台主变压器，三相分裂绕组风冷油浸式有载调压变压器，其型号规格为：SFPZ10-240000/330

表 2.1-2 拟建项目 C1 区域组成情况

序号	项目	
1	数量及型号	(1) 风机：115 台，单台 3.3MW，轮毂高度 100m，风机叶轮直径 160m。 (2) 光伏方阵：70，377520 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件，每 26 块组件构成一个组串，共有组串 14520 个。每串组件由 26 块 2094mm×1038mm×35mm 电池组件组成，每串组件为竖排 2X13，支架倾斜角度 35°，采用纵向檩条，横向支架布置方案，支架由横梁及斜撑组成。
2	装机容量	总装机容量：547.5MW 风电装机容量：379.5MW，光伏装机容量：168MWp
3	占地面积	72.12hm ²
4	年上网电量	995431MW·h
5	年可利用小时数	2623.0h
6	年均发电量	279367.2MWh
7	年均上网小时数	1662.9h
8	升压站 (1座，330KV)	2台主变压器，三相分裂绕组风冷油浸式有载调压变压器，其型号规格为：SFPZ10-240000/330

表 2.1-2 拟建项目 C2 区域组成情况

序号	项目	
1	数量及型号	(1) 风机：115 台，单台 3.3MW，轮毂高度 100m，风机叶轮直径 160m。 (2) 光伏方阵：70，377520 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件，每 26 块组件构成一个组串，共有组串 14520 个。每串组件由 26 块 2094mm×1038mm×35mm 电池组件组成，每串组件为竖排 2X13，支架

		倾斜角度 35°，采用纵向檩条，横向支架布置方案，支架由横梁及斜撑组成。
2	装机容量	总装机容量：547.5MW 风电装机容量：379.5MW，光伏装机容量：168MWp
3	占地面积	69.14hm ²
4	年上网电量	899786.9MW·h
5	年可利用小时数	2371.0h
6	年均发电量	281047.2MWh
7	年均上网小时数	1672.9h
8	升压站 (1座, 330KV)	2台主变压器，三相分裂绕组风冷油浸式有载调压变压器，其型号规格为：SFPZ10-240000/330

2.1.2 工程特性和主要经济指标

本项目工程特性和主要经济指标见表 2.1-3。

表 2.1-3 项目工程特性和主要经济指标

		名称	单位	数量	
风电场场址		海拔高度	m	1100~2100	
		经度（东经）		106°20'~106°56'	
		纬度（北纬）		36°14'~36°60'	
		年平均风速（100m）	m/s	5.4-7.2	
		风功率密度（100m）	W/m ²	146.5-356.3	
		盛行风向		NW~NNW, S~SSE	
主要设备	风电场主要机电设备	台数	台	687	
		额定功率	kW	3300	
		叶片数	片	3	
		风轮直径	m	160	
		扫风面积	m ²	20106.2	
		切入风速	m/s	3	
		额定风速	m/s	9	
		切出风速	m/s	20	
		安全风速	m/s	52.5	
		轮毂高度	m	100	
		输出电压	V	690	
		发电机额定功率	kW	3415	
		发电机功率因数		0.95	
	机电设备	35KV 箱变式	台 型号	687 ZB(F)A-Z-350 0/35	
共用区主要设备	升压变电站	主变压器	型号	--	
			台数	12	
			容量	MVA	240/210
			额定电压	kV	345±8×1.25%/35-35kV
光伏区主要设备	单晶硅光伏组件	峰值功率	Wp	445	
		数量	块	2158182	
光伏区主要设备	逆变器	额定输出功率	KW	225	
		数量	台	3609	
	箱变	容量	KVA	2000	
		数量	台	401	

		名称		单位	数量	
风电部分 土建	备					
		风力发电	台数	座	687	
		机组基础	型式	钢筋混凝土基础 /m ³	509838.501	
			地基处理	灰土换填		
		箱式升压站基础	台数	台	687	
			型式	钢筋混凝土基础 /m ³	8587.5	
		工程量	土方石开挖	m ³	3639567.99	
			土方石回填	m ³	3075580.149	
			风电机组设备基础钢筋	t	43335.96	
			新建道路	km	1020 (新建: 780, 改建: 240)	
			工程占地	亩	3337.989 (征地: 659.25, 租地: 2678.739)	
	施工期限		总工期 (建设期)	月	18	
光伏部分		工程量	桩	根	415035 (桩长: 3.5, 桩径: 300)	
			支架	樁	83007	
			箱变土方石开挖	m ³	35778	
			箱变土方石回填	m ³	29643.48	
			新建道路	m	170000	
			工程占地	亩	35403.3	
			施工期限	月	12	
概算指标及评价指标						
概算 指标	项目		风电部分	光伏部分	光电总体部分	
	静态投资		万元	1378962.3	385474.56	1764436.89
	工程总投资		万元	1435519.7	401284.57	1836804.23
	单位千瓦静态投资		元/kW	6082.49	4013.73	5466.9
	单位千瓦动态投资		元/kW	6331.96	4178.35	5691.12
	施工辅助工程		万元	49079.58		49079.58
	机电设备及安装工程		万元	1071610.89	277477.35	1349088.24
	建筑工程		万元	157396.95	64639.02	222035.97
	其他费用		万元	29151.21	16048.62	45199.83
	基本预备费		万元	24715.73	7163.3	31879.03
	建设期利息		万元	56557.33	15810.01	72367.34
	装机容量		MW	2667.1	960.4	3227.5
	年上网电量		MW*h	5727148.02	1600810.7	7327958.72
	年等效满负荷小时数		h	2526.2	1667	
平均上网电价 (含税)		元/KW*h	0.3078	0.3078	0.3078	
经济 指标	盈利能力 指标	项目投资财务内部收益率	%	8.02	8.03	8.03
		项目投资财务净现值(税前)	万元	372525.46	33457.67	492029.7
		资本金财务内部收益率	%	9.71	9.42	9.66
		资本金财务净现值	万元	67936.69	53330.51	86535.28
		总投资收益率	%	5.14	4.99	4.33
		投资利税率	%	3.84	3.97	3.3

名称		单位	数量		
清偿能力	资本金净利润率	%	9.85	10	8.41
	投资回收期（税前/税后）	年	10.98/11.7	11.43/12.2	11.05/11.78
	借款偿还期	年	15	15	15
	资产负债率	%	70	70	70

2.1.3 项目建设合理性分析

2.1.3.1 项目建设的必要性

(1) 对促进陇东革命老区脱贫攻坚和经济社会发展具有重要意义。

陇东地区是“两点一存”的陕甘革命根据地的重要组成部分，也是国家鄂尔多斯盆地综合性能源基地和国家规划建设 14 个大型煤炭基地之一，具备开发建设成为多能互补、绿色清洁的综合能源基地条件。但是，由于资源开发相对滞后，老区资源优势一直未能转化为经济优势，全省人均 GDP 不足全国平均水平的一半，排名全国倒数第一。党中央、国务院高度重视陇东地区能源基地开发建设工作，国家发展改革委、国家能源局、国家电网公司等有关部委给予了大力支持。2009 年 6 月，习近平同志在庆阳革命老区视察时指出：“庆阳地下埋的都是油，都是煤，所以庆阳不该穷”。2018 年 3 月份，全国“两会”期间，中共中央政治局委员、中央纪委书记杨晓渡同志在参加全国“两会”甘肃代表团审议时，指示国家电网公司要尽快启动陇东至山东特高压直流输电工程，帮助甘肃解决电力消纳问题。实施“陇电入鲁”工程，将陇东能源基地资源转化为电力送往山东，对于助力甘肃革命老区脱贫致富、将资源优势转化为经济优势具有重要意义。

(2) 对于推动山东能源结构优化调整和强化电力供应保障具有重要意义。

山东省是经济大省，2018 年经济总量达到 7.65 万亿元，连续多年位居全国前三。山东省也是能源生产和消费大省，能源消费总量、煤炭消费总量均居全国第一位。受自然资源禀赋、产业结构等因素制约，山东能源结构明显偏煤、偏重。偏重的能源结构、大量的煤炭消费，在支撑经济社会发展的同时，也带来了较为严重的生态环保问题。为加快推进能源结构优化调整，省委、省政府提出“三个三分之一”的发展目标，力争到 2035 年，实现新能源和可再生能源、省外来电、煤电各占三分之一。随着山东新旧动能转换综合试验区建设的不断推进和经济高质量发展，“十四五”初期山东省电力缺口将进一步加大，陇电入鲁具有很大的市场消纳空间。

综上所述，华能庆阳风光综合新能源示范项目首批风光项目的建设是必要的。

2.1.3.2 产业政策符合性分析

本工程属于《产业结构调整指导目录（2019 年本）》中“（修正）中鼓励类五、新北京华恒基业野生动植物专用标识技术服务中心

能源 2、风电与光伏发电互补系统技术开发与应用”，符合国家产业政策要求。

根据《关于抑制部分行业产能过剩和重复建设引导产业健康发展若干意见的通知》（国发[2009]38号），国家抑制风电设备制造项目重复建设，本工程为风力发电项目建设，不违背国发[2009]38号文件要求，为国家鼓励发展的新兴产业，符合国家产业政策。

2.1.3.3 规划符合性分析

（1）与能源发展、工业发展规划的符合性分析

《能源中长期发展规划纲要（2004-2020）》指出，要解决中国能源问题，要必须大力调整和优化能源结构，坚持以煤炭为主体，电力为中心、油气和新能源全面发展的战略。

根据《国家发展改革委关于印发〈可再生能源发展“十三五”规划〉的通知》（发改能源[2016]2619号）中指出“2、有序建设‘三北’大型风电基地。”本项目位于甘肃庆阳，项目的建设符合《可再生能源发展“十三五”规划》的要求。（“三北”是指东北、西北和华北）。

根据《国家能源局关于印发〈风电发展“十三五”规划〉的通知》（国能新能[2016]314号），提出“2.有序推进‘三北’地区风电就地消纳利用”，其中2020年“三北”地区陆上风电发展目标中甘肃省的风电累计并网容量为1400万千瓦。本项目位于甘肃庆阳，风电并网容量为3227.5MW，符合《风电发展“十三五”规划》。

本项目利用可再生能源——风能、太阳能，建设单机容量为3.3MW的大型风力发电机组，拟规划装机容量达2267.1MW，建成后为输送至山东，优化调整能源和电力结构。

（2）与地区国民经济与社会发展五年规划纲要的符合性分析

根据《甘肃省人民政府关于印发甘肃省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要的通知》（甘政发[2016]23号）中指出“结构调整出现重大转变”，“全省风电、光电装机达到1252万千瓦和610万千瓦，位居全国第2位和第1位。”由此可见，《甘肃省国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》鼓励风力、太阳能发电的发展。

根据《庆阳市国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要（2016-2020年）》中提出“推进风能、太阳能开发。利用环县等县区的风能、太阳能资源，积极发展风力发电和太阳能光伏发电，“十三五”末，风电、太阳能光伏发电装机分别达到210万千瓦和40万千瓦。”。故本项目建设符合甘肃省和庆阳市国民经济与社会发展第十三个五年规划纲要的要求。

(3) 与相关环境保护规划的符合性分析

根据《甘肃省生态环境保护“十三五”规划》要求“到 2020 年，可再生能源占电力总装机的 60%，非化石能源占一次能源消费的比重和单位 GDP 能耗降低均完成国家下达的指标。”

本项目与区域环境保护规划相一致，主要体现在：风力、太阳能光伏发电本身属清洁能源开发，不仅可提供电力能源优化能源结构，而且又节约了煤炭等一次能源和水资源。风、光能电场运行过程中无工艺废水和工艺废气产生，从源头削减污染物，大大减轻了对大气环境和水环境的污染；营运过程中产生的生活污水经污水处理设施处理达标后回用于场区绿化；事故含油废水委托有资质单位处置，对周围环境影响较小；生活垃圾和废水处理污泥清运至当地环保部门指定地点进行无害化处置，危险废物委托有资质单位集中处置，施工期无废弃土方，全部土方用于场地平整均得到综合利用，固废处置率达 100%。本项目重视生态环境保护，对风、太阳能电场建设过程中的生态破坏提出了完善的生态恢复和补偿措施，经采取措施后，区域生态环境逐渐改善，使环境与经济发展协调统一。

因此，本项目建设符合相关环境保护规划的要求。

(4) “三线一单”符合性分析

①生态保护红线

根据《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批) A1 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)，项目 A1 区域不涉及工程选址不存在水土保持制约因素;项目用地不涉及各级各类沙化封禁保护区、水源保护区;项目区内无风景名胜、无国家公园，未发现地面文物保护单位和文物遗存,但部分坐标点距文物保护单位芦家湾烽火台遗址较近，在项目建设过程中需加强监管,避让距离不得小于 100 米，经核实，项目最近风机均在 100m 距离以外。

根据《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批) A2 风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10)，项目 A2 区域不涉及工程选址不存在水土保持制约因素;项目用地不涉及各级各类沙化封禁保护区、水源保护区;项目区内无风景名胜、无国家公园，未发现地面文物保护单位和文物遗存，但部分坐标点距文物保护单位斜路洼烽火台遗址、董福祥家族墓、丁阳湾烽火台、堡子山堡址较近，避让距离不得小于 100 米，经核实，项目最近风机均在 100m 距离以外。

根据《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)B1风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10),项目选址不存在水土保持制约因素;项目用地不涉及各级各类沙化封禁保护区、水源保护区;项目区内无风景名胜、无国家公园,未发现地面文物保护单位和文物遗存,但部分坐标点距文物保护单位燕麦掌烽火台遗址较近,在项目建设过程中需加强监管,避让距离不得小于100米,经核实,项目最近风机均在100m距离以外。

根据《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)B2风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10),项目选址不存在水土保持制约因素;项目用地不涉及各级各类沙化封禁保护区、水源保护区;项目区内无风景名胜、无国家公园,未发现地面文物保护单位和文物遗存,但部分坐标点距文物保护单位较近,在项目建设过程中需加强监管,避让距离不得小于100米,经核实,项目最近风机均在100m距离以外。

根据《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)C1风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10),项目选址不存在水土保持制约因素;项目用地不涉及各级各类沙化封禁保护区、水源保护区;项目区内无风景名胜、无国家公园,未发现地面文物保护单位和文物遗存,但部分坐标点距文物保护单位较近,在项目建设过程中需加强监管,避让距离不得小于100米,经核实,项目最近风机均在100m距离以外。

根据《环县人民政府关于陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目(首批)C2风光项目区块涉及各级各类自然保护区情况的函》(2020.11.10),项目选址不存在水土保持制约因素;项目用地不涉及各级各类沙化封禁保护区、水源保护区;项目区内无风景名胜、无国家公园,未发现地面文物保护单位和文物遗存,但部分坐标点距文物保护单位较近,在项目建设过程中需加强监管,避让距离不得小于100米,经核实,项目最近风机均在100m距离以外。

本项目各风机距水源保护区距离在14km以上。项目区与水源保护地最近距离为12.24km,位置关系见下图。

本项目距离李洞子山烽火台遗址100m以上。

图 项目区域与水源保护地位置关系图

②环境质量底线

根据环境质量现状监测结果显示，本项目建设区及周围环境质量现状良好。本项目运营期无污染物排放，不会造成当地环境质量降低，能够保证区域环境质量底线。

③资源利用上线

项目为清洁能源发电项目，根据当地风能资源设置发电机组，未突破资源利用上线。

④负面清单

根据《产业结构调整指导目录（2019年本）》，本项目属于鼓励类，不属于限制类。

根据《甘肃国家重点生态功能区产业准入负面清单》可知，项目不属于“环县产业准入负面清单”。

根据《市场准入负面清单（2019年版）》可知，项目属于“未获得许可，不得投资建设特定能源项目”中的风电站、电网工程。本项目符合甘肃省、庆阳市的政府核准的投资项目，具体分析见上文。

经过分析，项目建设能够满足生态保护红线、环境质量底线、资源利用上线的要求，同时，本项目不属于不予审批项目，符合“三线一单”的要求。

2.1.4 工程建设方案

2.1.4.1 风力发电机组基础

本项目风电场安装 687 台单机容量 3.3MW 的风力发电机组，每台风电机组配 1 台 35kV 箱式变压器。风机基础采用大板式桩基础，箱变采用现浇钢筋混凝土框架设于风机基础上。

（1）风机基础

本项目拟建场地地层岩性主要为粉土、粉质粘土、粉细砂为主，厚度较大，场地内地基土不适合做天然地基，宜采用桩基础，桩型为钢筋混凝土灌注桩。本工程拟采用圆形扩展基础。

①轮毂高度 100m 的风电机组基础

本项目共采用 687 台 WTG6 轮毂高度 100m 的 3.3MW 风电机组，风机基础拟采用大板式桩基础，桩端持力层为粉质粘土层，承台直径为 22m。承台下设钻孔灌注桩，详

见下图。

图 2.1-2 风机基础外形及尺寸示意图

图 风机基础 A-A 剖面图

风机基础的混凝土强度为垫层为 C15,其余为 C30,采用采用 HPB300、HRB400 钢,抗冻等级为 F50。

在风机基础施工完毕后,应采用砂石土回填,砂石土回填时应分层碾压夯实,压实系数不小于 0.96。此外,风机基础上部覆土表面设置 3%找坡以利于排水。为提高大体积混凝土在施工过程中的抗裂性能,在风机基础混凝土中添加抗裂纤维(螺旋形聚乙烯醇纤维),掺入量约为 $0.9\text{kg}/\text{m}^3$ 。

②轮毂高度 100m 的风电机组基础

本项目共采用 687 台 WTG6 轮毂高度 100m 的 3.3MW 风电机组,风机基础拟采用大板式桩基础,桩端持力层为⑦层粉质粘土层,承台直径为 22m。承台下设钻孔灌注桩。风机基础的混凝土强度等级为 C30,主受力钢筋等级为 HRB400,抗冻等级为 F50。

(2) 风机箱变基础

箱变采用现浇钢筋混凝土框架设于风机基础上,混凝土强度等级为 C30,混凝土平台高出地面 1300mm。箱变基础平面图见图 2.1-3。

图 2.1-3 箱变基础平面图

(3) 光伏支架及基础

工程共有 2158182 块 LR4-72HBD-445M 光伏组件,每 26 块组件构成一个组串,共有组串 83007 个。每串组件由 26 块 $2094\text{mm}\times 1038\text{mm}\times 35\text{mm}$ 电池组件组成,每串组件为竖排 2X13,每 1 串组件设置一个固定光伏支架。电池组件固定支架结合电池组件排列方式布置,支架倾斜角度 35° ,采用纵向檩条,横向支架布置方案,支架由横梁及斜撑组成。

光伏支架结构整体设计时整体体型系数、光伏支架结构构件连接设计时局部体型系数按照《光伏支架结构设计规程》(NB/T 10115-2018)选取。钢材使用冷弯薄壁型钢,所有钢结构均应进行热镀锌防腐处理。钢板主要用 Q235B、Q345B 钢,钢筋:采用 HPB300、HRB400 钢,混凝土强度等级:垫层 C15,其余 C30。钢筋在最大拉力下的总伸长率实测值不应小于 9%。单个电池组串支架结构平面布置图见下图。

图 电池组串支架结构平面布置图

(4) 光伏箱变基础

光伏区共设置 625 台 2000KVA 箱式变压器。地基处理方案采用 3:7 灰土换填 1m，箱式变压器基础采用钢筋混凝土箱型基础，箱变基础四周设置事故挡油坎。

2.1.4.2 集电线路工程

本工程集电线路长度约为 3806km，最高海拔高度 2100m。风电场安装 687 台单机容量 3300kW 的风力发电机组，风力发电机组发电机出口额定电压为 690V，配套选用 35kV 箱式变升压至 35kV，风力发电机组与箱式变采用一机一变的单元接线方式。

风力发电机组配置箱式变电站容量为 3500kVA，布置在距离风电机组约 25m 的地方。风力发电机的箱式变压器接线组别为 D,yn11，短路阻抗值为 7.5%。风电机组控制柜至箱式变低压侧的连接采用 9 组 $3 \times (ZRC-YJY63-1kV 1 \times 300mm^2)$ 并联低压单芯电力电缆接至箱式变电站低压侧。

本工程风力发电机组至箱变连接电缆呈“品”字形直埋敷设，穿基础的部分穿 PU 管或镀锌水煤气管保护。风电场集电线路接线为汇流干线方式，采用 35kV 架空线路输送电能。根据风力发电机组及其箱式变的布置、容量以及 35kV 架空线路走向进行组合，本工程每座升压站设计有 20 回汇流干线。每回集电线路连接容量约为 25MW。箱式变高压侧采用电缆引接至临近的 35kV 架空输电线路，新能源装机所发电能先通过 35kV 架空线路将电能输送至本风电场中的升压站围墙外，再采用电缆引接至升压站 35kV 开关柜，实现与电网的连接。

2.1.4.3 升压变电站

本工程新建 6 座 330kV 升压变电站，分别位于 6 个片区。单座升压变电站占地面积为 21000m²，分管理区和变电区。管理区设置生产综合楼、综合配电室、35KV 配电室、SVG 小室、备品库、综合水泵房等。

生产综合楼为一个综合性建筑，建筑平面轴线尺寸 50.4×15.6m，总高 3.6m，建筑面积为 810.77 平方米，砖混结构。

综合配电室平面尺寸为 24.0m×18.6m，总高约 4.5m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 421.40 m²。采用砖混结构。

35KV 配电室平面轴线尺寸为 45m×12.80m，总高约 5.0m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 576 m²。

SVG 小室平面轴线尺寸为 11.54m×9.34m，总高约 5.0m（不含女儿墙），单层，建

筑面积为 107.78 m²，共 4 座。

备品备件及小车库平面轴线尺寸为 21.6mX7.2m，总高 3.9m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 155.52m²。

油品库平面轴线尺寸为 6.0m×9.0m，总高约 3.6m（不含女儿墙），单层，建筑面积为 54m²。

综合水泵房平面轴线尺寸为 14.0x7.5m，地上 6.5m（不含女儿墙），地下 3.9m，地下一层，地上一层，建筑面积地上 105m²，地下 105 m²。

（5）330kV 室外配电装置

①主变压器

主变基础 1 个，为钢筋混凝土板式基础，天然地基。

主变压器设主变架构，下设主变油池，容积 60m³，池底设排油管通主变事故油池。

主变架构、330kV 进出线架构均采用三角形格构式钢架构梁（表面热浸镀锌）、预制混凝土空心杆立柱组成，基础为现浇钢筋混凝土独立杯口基础。

②电缆沟为现浇钢筋混凝土沟道。

③所有外露钢构件表面热浸镀锌防腐。

（6）公用工程

①供电

营运期升压变电站用电由本升压变电站引出。

②给水

营运期升压变电站给水系统包括生活给水系统、回用水系统和消防水系统。

生活给水系统由生活水箱、一套气压给水设备和供水管线组成。给水泵一用一备，水箱内设有水位控制阀，实现自动供水。

杂用水系统主要用于绿地用水、道路冲洗用水。本项目升压变电站生活污水处理后达到城市杂用水的标准后暂存于清水回用池中，作为站内的绿化及洒水抑尘用水。

升压变电站内建有消防水池，水源来自市政自来水管网。消防给水系统为独立的系统，包括室内及室外消防栓给水系统。消防水池由外运水源直接补水，消防给水系统用水由消防泵从消防水池抽水供给。由消防蓄水池、2 台消防水泵、配套的消防稳压装置、消防给水管道组成。

③排水

风光电场营运期用水，主要是现场运行维护与管理人员生活用水与光伏板清洗废水。

光伏板清洗废水就地散洒。升压变电站排水系统全部采用分流制，分别按照生活污水雨水、生产事故废水等分别收集处理并排放。

生活污水排放系统：各用水点的生活污水经过化粪池沉淀后，厨房内含油污水经过隔油池后，排放至生活污水处理设备，处理后暂存于清水回用池中，通过潜水泵回用作为站内绿化、道路冲洗用水。

雨水：由于升压变电站的区域很小，升压变电站的设计标高高出站外地面，因此升压变电站的雨水按照沿地面坡度自然排放至升压变电站外的方案设计。电缆沟排水为雨水，排入站外天然排水沟。

生产事故废水：当主变压器发生事故时，油水混合物排入变压器事故隔油池进行油水分离，分离后的废水流至升压变电站内的废水管道，汇集至集水坑内，通过移动式排水泵排到升压变电站污水处理站进行处理。存入油池中的油属危险废物，交由有资质的单位处置。

④暖通

本工程升压变电站不建设锅炉，办公生活采暖均使用电能。

在生产综合楼、辅助用房和 35kV 配电装置室设置采暖。采暖采用新型电暖器，其中蓄电池室采用防爆型电暖器。

在宿舍、办公室、控制室、继电保护室及蓄电池室等采用分体式空调系统，其中蓄电池室采用防爆型空调。

(7) 环保和绿化工程

①生活污水处理设备

本项目升压变电站生活污水处理采用直埋式一体化生活污水处理设备，位于站区院内地下。生活污水处理设备处理量为 $1\text{m}^3/\text{h}$ ，处理工艺为生物接触氧化工艺。

升压变电站各用水点的生活污水经过化粪池沉淀后，厨房内含油污水经过隔油池后，排放至生活污水处理设备，处理达标后暂存于清水回用池中，通过潜水泵回用作为站内绿化、道路冲洗用水。清水回用池容积 28m^3 。

污水处理系统结构部分由调节池、阀门井及直埋式生活污水处理设备基础组成，其结构形式均为地下钢筋混凝土结构。消防水池、调节池、清水回用池及各类井池需做防腐防水处理。

②危废暂存间

日常设备维修过程产生的维修垃圾包括少量废油、润滑油等，均属于废矿物油类危

危险废物（HW08），经专门容器收集后暂存于升压变电站危险废物暂存间内，定期委托有资质的危险废物处置公司集中处置。危废暂存间位于材料库。

③事故油池

事故时，主变压器事故废油通过主变油池下的排油管排入主变事故油池。主变事故油池容积 60m³，设置油水分离措施。事故油池采用钢筋混凝土箱形基础。

当主变压器发生事故时，油水混合物排入变压器事故油池暂存。存入事故油池中的废油属危险废物，交由有资质的单位处置。

④厨房油烟处理系统

综合楼内厨房的灶台是产生油烟的地方，此处设有处理效率大于 60%的抽排油烟系统。

⑤绿化

升压变电站同时作为本项目管理人员生活区域，应做绿化处理。绿色植物不仅能组织空间，丰富环境色彩，还能创造出优美舒适的生产环境，改善生产人员的工作条件。升压变电站的绿化主要布置在综合楼四周，主要配置一些低矮灌木及应季花卉，空余地采用草皮加以覆盖，利用灌木花草以达到净化空气，降低场地辐射热、减少噪声。站区草的品种选用耐践踏、耐干旱型、再生力强的品种，以达到整体的环境美化。

2.1.4.4 道路工程

（1）对外交通道路

本项目风场场址具有具有良好的对外交通条件，风场内有多条贯通的乡道，本工程所需设备考虑公路运输，可通过国道、省道或乡道进入施工现场。

（2）风光场内部道路

风电场的道路除应满足施工用建筑机械和建筑材料的运输需求外，还应满足安装阶段大型起吊机械和超长超宽平板拖车的通过及运输风力发电机组、风轮叶片、塔架等的需求。根据工程施工经验结合本期工程地形情况，本期工程要 1000t 履带吊和 150t 汽车吊两台吊车共同完成风机的吊装。

风机施工检修道路从现有国道、省道、乡道上引接，沿风机布置修筑，施工期修筑 6m 宽泥结碎石道路，若道路穿越水塘或不良地质路段，路基部分须采用级配碎石进行换填。

①新建道路 780km，宽 6m。

②改扩建道路 240km，宽 6m。

③进站道路 6.2km，宽 6m。

2.1.4.5 施工条件及建筑材料

(1) 施工期供电

风电场施工期电源：施工用电考虑从附近 10kv 线路“T”引接，风电及升压站标段的施工区平均引接长度约 10km，现场设置 1 台变压器先将引接电压降至 0.4kv，再通过动力控制箱、照明箱和绝缘软线送到施工现场用电设备上，现场配备柴油发电机做为备用电源。风电及升压站标段的施工区高峰期施工用电负荷约 200kw。

光伏电场施工电源：施工用电考虑从附近 10kv 线路“T”引接，光伏标段的施工区平均引接长度约 10km，现场设置 1 台变压器先将引接电压降至 0.4kv，再通过动力控制箱、照明箱和绝缘软线送到施工现场用电设备上，现场配备柴油发电机做为备用电源。光伏标段的施工区高峰期施工用电负荷约 100kw。

(2) 施工期给排水

①给水

施工水源来自于水车拉水，风电场施工现场生产、生活、消防用水量为 180t/d。其中施工、生活和消防用水采用自来水管供水，并在施工现场设蓄水池一座。各风机场地用水车供水。

②排水

工程施工生产废水主要由施工机械的冲洗、混凝土养护以及机械修配、汽车保养等产生，总量很小。而且废水产生时段主要集中在施工前期风电机组和箱变基础施工时段，地段分散，产生时间也是不连续的，基本不会形成水流，在排放后自然蒸发。因此，施工期基本上没有生产废水的排放，相应对环境也不会产生不利影响。在施工生活区设简易厕所和防渗化粪池，生活污水经化粪池处理后定期由当地农民运走沤肥。

(3) 建筑材料

本工程升压变电站及风机基础所用混凝土全部采用现场拌和，设置拌合站及砂石料堆放场。

(4) 施工机械设备

1) 项目建设 687 台风机，施工主要机械如下表。

表 2.1-6 风电场施工期施工机械设备一览表

序号	设备名称	型号	单位	数量	备注
1	履带吊	1000t	台	30	
2	汽车吊	150t	台	30	

3	混凝土搅拌站	HZS120	套	30
4	混凝土搅拌运输车	12m ³ /h	辆	210
5	混凝土输送泵	30m ³ /h	台	90
6	平板拖车组	60t	辆	15
7	平板拖车组	90t	辆	15
8	混凝土搅拌机	750L	台	30
9	灰浆搅拌机		台	30
10	拉水汽车	8000L	辆	15
11	内燃压路机	15t	辆	15
12	钢筋调直机	φ14 内	台	30
13	钢筋切断机	φ40 内	台	30
14	钢筋弯曲机	φ40 内	台	30
15	柴油发电机	120kW	台	60
16	反铲挖掘机	1 m ³	台	15
17	钎入式振捣器	CZ-25/35	台	90
18	直流电焊机		台	15
19	交流电焊机		台	15

2) 项目建设 6 座 330KV 升压站，施工主要机械如下表

表 2.1-6 升压站施工期施工机械设备一览表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	混凝土搅拌站	HZS60	套	3
2	混凝土搅拌运输车	12m ³ /h	辆	15
3	混凝土输送泵	30m ³ /h	台	6
4	平板拖车组	60t	辆	3
5	混凝土搅拌机	500L	台	3
9	灰浆搅拌机		台	3
10	拉水汽车	8000L	辆	3
11	内燃压路机	15t	辆	3
12	钢筋调直机	φ14 内	台	6
13	钢筋切断机	φ40 内	台	6
14	钢筋弯曲机	φ40 内	台	6
15	柴油发电机	120kW	台	12
16	反铲挖掘机	1 m ³	台	3
17	钎入式振捣器	CZ-25/35	台	6
18	直流电焊机		台	3
19	交流电焊机		台	3

3) 光伏电场主要施工机械见下表。

表 2.1-6 升光伏电场施工期施工机械设备一览表

序号	设备名称	规格型号	单位	数量
1	柴油打桩机		台	10
2	汽车式起重机	50t	台	5

3	内燃叉车	载荷能力 2t	台	5
4	拉水汽车	8000L	辆	5
5	内燃压路机	15t	辆	5
6	钢筋调直机	Ø14 内	台	5
7	钢筋切断机	Ø40 内	台	5
8	钢筋弯曲机	Ø40 内	台	5
9	柴油发电机	120kw	台	5
10	反铲挖掘机	1m ³	台	5
11	钎入式振捣器	CZ-25/35	台	5
12	交流电焊机		台	50
13	小型装载机	ZL20	台	10

2.1.5 规模布局及平面布置

2.1.5.1 项目占地

本风电场场址范围内不涉及自然保护区、文物保护区、军事用地，且不压覆已探明重要矿产资源，风电场地形简单，地势平坦开阔，工程地质条件好。

本风电场工程永久用地包括风机基础、光伏组件基础、机组变压器用地及升压变电站占地面积。临时占地主要为施工期的临时生产及生活设施、材料设备临时堆放场地及风机机组吊装场地和交通道路等占地。项目占地情况详见表 2.1-8。

表 2.1-8 项目占地 (hm²)

项目		占地说明	面积 (hm ²)
永久性征地	风机基础	687 个 3.3MW 风机, 每个风机基础占地按照直径 22m 圆形计列。	26.10
	箱变基础	687 个 3.5MW 箱变, 每个箱变基础占地按照 4.6m×3.9m 矩形计列。	1.23
	330KV 升压站	6 个 330KV 升压站, 每个占地 2.77hm ² 。	16.62
	合计		43.95
永久性租地 (21 年零 6 个月)	进站道路	6.2km 长进站道路, 路基按照 6m 宽租地, 排水沟 1m 宽租地, 总共按照 7.0m 宽租地。	4.34
	架空线路杆塔		18.67
	检修道路	780km 长新建道路按照 3.5m 宽租地。	273
	检修道路排水沟租地	330km 长排水沟按照 1.0m 宽租地。	33
	合计		329.01
临时性租地 (1 年零 6 个月)	风机施工平台	687 个风机施工平台, 每个按照 40m×50m 矩形计列。	137.4

月)	施工道路	780km 长新建施工道路按照 2.5m 宽租地, 240km 长施工道路按照 2.0m 宽租地。	243
	风机电缆沟	13.74km 长电缆沟按照 1.0m 宽租地。	1.37
	施工区	6 个风电施工区, 每个占地 2.67hm ² ; 6 个升压站施工区, 每个占地 0.7hm ² 。	20.20
	合计		401.97
	总计		774.93

2.1.5.2 项目总平面布置

(1) 风光电场总平面布置

本风光电场附近有村庄、道路、水渠等布机条件限制, 为了充分利用有限土地资源, 在布机时既要兼顾尾流损失更要考虑风资源以及土地的充分利用。在设计时按照风机机位对居民点的最小避让距离 200m 考虑。每台风力发电机配置一座箱式变压器。项目为风光同场, 光伏部分再不单独占地。将项目占地初步划分为 6 个区域, 每个区域建设一座 330KV 的升压站。

拟建风光电场及检修道路布置见附图。

(2) 集电线路布置

本次收口 35kV 架空集电线路单回输送容量规划范围为 19 MW ~28MW, 风机采用单机容量为 3300kW 风机, 光伏场区单台箱变容量采用 2000kVA, 每回集电线路采取风电机组、光伏组件混接的组线方式; 光伏场区光伏箱变采用直埋电缆线路连接, 然后在光伏场区边沿规划架空集电线路用电缆引至 T 接塔, 再由 T 接入架空集电线路; 风电机组采用直埋电缆线路 T 接上线至规划风机电缆上架空集电线路杆塔; 架空集电线路按单、双回线路架设, 架空线路全长 255.53km。

(3) 升压变电站布置

本项目 6 个区域个设置一座 330KV 升压变电站。升压变电站为整个风光电站的集控中心, 分管理区和变电区。升压站采用 330kV 配电装置—主变压器—35kV 配电室-SVG 四列式布置方式, 站内设环形道路, 供设备运输、安装、检修及消防用。330kV 配电装置均采用户外普通中型布置, 进出线均采用架空方式。主变压器布置在 35kV 配电室与 330kV 配电装置之间, 其高压侧采用架空出线方式与 330kV 配电装置连接; 低压侧采用绝缘管型母线与 35kV 高压开关柜连接。SVG 与 35kV 开关柜采用电缆连接。具体布置见图。

本项目光伏、风电工程总装机容量为 3227.5MWp, 拟分为 6 个地块, 每个地块风力发电机组、光伏组件装机合计 500MW 左右。各地块初步装机容量见下表:

	风机数量	风电容量 (MW)	光伏方阵数量	光伏装机容量 (MWp)	合计 (MW)
C2 风光项目	115	379.5	70	168	519.5
C1 风光项目	115	379.5	70	168	519.5
B2 风光项目	115	379.5	75	179	529.5
B1 风光项目	115	379.5	75	179	529.5
A2 风光项目	113	372.9	67	160.8	506.9
A1 风光项目	114	376.2	44	105.6	464.2
合计容量 (MW)					3227.5

2.1.5.3 施工总平面布置

根据本项目施工特点,将风电标段和光伏标段的 11 个施工区均匀分散布置在站址范围内,将升压站标段的 6 个施工区均设置在每个区域升压站周围。施工区应选择在地形相对平坦且靠近施工道路的位置。此外,每个风机需设置 40×50m 的施工吊装场地。光伏组件的堆场利用站区范围即可,不需另外设置场地。

(1) 风电施工标段

施工区主要包括混凝土拌合站,砂石料堆放场,木材及钢筋等综合加工厂,材料设备仓库、机械修配厂和临时宿舍及办公室,总占地面积约 2hm²,总平面规划如下图所示。

图 风电标段施工期规划图

(2) 光伏施工标段

施工区主要包括钢筋加工厂,材料设备仓库、机械修配厂和临时宿舍及办公室,总占地面积约 1.2hm²,总平面规划如下图所示。

图 光伏电场标段施工期规划图

(3) 升压站施工标段

施工区主要包括混凝土拌合站,砂石料堆放场,木材及钢筋等综合加工厂,材料设备仓库、机械修配厂和临时宿舍及办公室,总占地面积约 0.7hm²,总平面规划如下图所示。

图 升压站标段施工期规划图

图 升压站平面布置图

(3) 施工道路

根据项目“可研”，项目区位于农村山地地区，路网发达，省道、乡道、村村通等道路密布于风场内部，且通往农田也分布有众多的田间道路。项目施工检修道路 780m 为新建，6m 宽，300mm 厚原状土夯实，改扩建道路 240km，6m 宽，4m 宽水泥混凝土加 2m 宽原状土夯实。本项目新建施工检修道路总长 780km，改扩建施工检修道路总长 240km。具体分布图见附图。

2.1.6 施工工艺

2.1.6.1 风力发电机组站区

风力发电机组站区施工包括：基础开挖、桩基施工、基础混凝土浇注、风机吊装、设备安装、基础土石方回填、箱式变压器基础施工和安装等。

(1) 基础开挖

风机基础土方采用大开挖方案，用反铲挖掘机挖土，人工配合修整边坡，自卸汽车运土。由于基础开挖面积较大，应根据每台挖土机的挖土范围、交通流量布置挖土作业面和相应数量的运输车辆。为防止机械挖土扰动原土，挖至设计标高上方 300mm 时停止机械挖土，采用人工进行基槽清理，为浇注混凝土垫层做准备。开挖完工后，应清理干净，进行基槽验收，验收后应视不同情况分别采取措施进行必要的处理。挖土施工应尽量避免雨季，施工应做好防雨排水措施，防止由于雨水过大将基础泡糟，影响施工进度和施工质量。

(2) 桩基施工

首先进行施工前的检查，在已平整好的场地上准确放样出桩位中心点，然后压桩，采用静压法施工，压桩顺序，先压内圈桩，再压外圈桩，施工时要做好标记及记录，倾斜度超过设计要求时停止压桩并找出原因设法纠正。预制管桩的最大压桩力原则上按设计要求控制，压桩力压桩仍达不到设计要求深度时，及时通报建设单位、设计单位、监理工程师，共同商定处理措施。接桩时应满足桩基技术规范要求。

(3) 基础混凝土浇筑

基坑开挖验收后，首先应对底面进行洒水、夯实和找平，再浇筑 100mm 厚度的 C15 混凝土垫层，垫层混凝土应一次浇筑完毕。待垫层混凝土凝固后，再进行钢筋绑扎、模板架设和浇筑 C40 承台混凝土，施工时应严格按照设计图纸控制基础尺寸和钢筋的布置。承台混凝土必须一次浇筑完毕，浇筑采用分层、分段连续浇筑，每层厚度应不超过 300mm。施工结束后混凝土表面立即遮盖养护，防止表面出现裂缝。

混凝土施工中应用测量仪器经常测量，以确保基础埋筒的上法兰平整度为±混凝土搅拌的精度要求。在混凝土施工过程中，降雨时不宜浇筑混凝土，并尽量避免冬季施工，若确需在冬季施工，应考虑使用热水拌和、掺用混凝土防冻剂和对混凝土进行保温等措施。混凝土浇筑后须进行表面洒水保湿养护 14d。

(4) 风机吊装、安装光伏板

风力发电机组采用分件吊装的形式，在安装时，应选择在良好的天气情况下，下雨或风速超过 12m/s 时不允许安装风力发电机。

根据 1000t 汽车吊的起吊能力，机舱可用汽车吊直接吊至塔架顶部并予以固定。发电机舱在安装过程中要严格按照设计图纸和安装说明书和要求及安装规程进行，对每一条连接螺栓都要进行设计参数的检查；吊装过程中不能碰伤和损坏设备；并按照操作规程的要求对安装人员及设备加以保护。

发电机组设备采用 1000t 汽车吊进行吊装。用特制的架子兜住设备的后底部并用“U”型卡环与设备底部的架子和钢丝绳两点连接，另一点用设备自带的吊装机具与发电机的前部大轴用钢丝绳连接。设备的三点连接固定好后与吊车的起点挂钩连接。准备好后先进行试吊，在吊离地面 20cm 时，检查各连接点的可靠程度，在确信绝对保证安全的前提下正式起吊。起吊的过程中，设备的四角分别用四根绳索控制设备的旋转方向。当设备起吊到塔架顶部高度后，缓慢地将设备与塔架顶部的螺栓孔就位并按设计要求将每一螺母紧固到设计力矩，然后吊车开始松钩和脱钩。

叶片及轮毂的吊装：根据设备的安装要求情况，叶片要在地面组装在轮毂上。用枕木将轮毂和叶片垫起呈水平状态，调整角度按安装要求对接紧固。用三根绳索系住三根叶片，以便在起吊时控制叶片的移动方向。向下垂的一根叶片尖端放在一辆可移动小推车的软垫上。用专用夹具夹紧轮毂，然后用 1000t 吊车缓慢吊起。同时，要不断调整小推车的位置，牵引绳也要控制叶片不要摆动，直至叶片垂直，此时要确认吊具可靠，安装方式没有问题后，再将叶片及轮毂提升到机舱发电机主轴高度，与发电机主轴对接，待角度找正后，将所有的连接螺栓紧固到设计力矩。光伏方阵支架安装完成后，安装光伏板。

上述工作完毕后，校验塔架的垂直度，经核实无误后，将塔架与基础连接的所有地脚螺栓紧固到设计力矩，然后对基础与塔架底法兰的连接部位进行二次混凝土浇灌。

(5) 基础土石方回填

基础混凝土在达到 7d 强度后方可进行土石方回填，回填料要求干容重大于 18kN/m³。

回填时应分层回填、电动打夯机分层进行夯实，并预留沉降量。回填至风电机组基础顶面下 100~300mm 时向四周摊平。

(6) 箱式变电站基础施工和安装

每台风机旁配有一台 35kV 升压变压器。变压器混凝土平台由现场浇注，砼罐车运送，人工振捣。变压器由汽车运至风机旁，100t 汽车吊吊装就位。

2.1.6.2 升压变电站施工

升压变电站内的主要建筑物有生产综合楼、综合配电室、35KV 配电室、SVG 小室、综合水泵房、油品库等。施工顺序大致为：施工准备→场地平整、碾压→基础开挖→地基处理→基础施工→砖墙砌筑、框架柱梁浇筑→梁、板、屋盖混凝土浇筑→电气管线敷设及室内外装修→电气设备入室。

施工前对升压变电站区表层土采用推土机进行剥离，运至空闲地上进行临时堆存，待施工完毕后整地回填使用。土方回填时采用机械与人工相结合的方式，土方回填采用分层夯填，推土机反复碾压，边角处采用人工夯实。混凝土施工分二次，集中搅拌，利用砼搅拌车运输，泵车及履带吊吊料罐进行浇灌，实现砼施工流水作业。吊装作业按照高度和重量等因素分别采用履带吊、汽车吊等。

2.1.6.3 进场及场内道路施工

本项目新建道路 780km，改扩建道路 240km。进站道路 6.2km。

(1) 路基工程

对于道路路基施工，需先修筑截、排水沟，根据设计断面对挖方侧开挖的土方填至回填侧，采用合适的边坡形式及坡度。路基填土应控制好土的最佳含水量，以保证路基的压实度符合有关规范的要求，路基在填筑过程中，采用分层填筑压实法。一般填方道路施工时，先清除表层杂物，按照道路设计宽度进行平整压实。

路基填石应严格控制好石料粒径的大小，并保证压实度符合有关规范要求。对挖方与填方的过渡地带，为了防止竣工后产生错台以致造成路面破坏，应按规定采取必要的施工措施。路基在填筑过程中，应严格控制，分层填筑，分层碾压，每层压实厚度不超过 23cm。

如果以挖作填时，将表层土单独挖弃，或按不同的土层分层挖掘，以满足路堤要求。施工程序为：清表（表土集中临时堆放）→截、排水沟放样→开挖截、排水沟→路基填筑、边坡开挖→路基防护。

(2) 路面工程

根据本项目道路的使用性质，设计为泥结碎石路面。泥结碎石层施工方法采用灌浆法。

①堆料及摊铺

作业端划分：摊铺作业时，每个流水段可按 40~50m 为一段，根据摊铺用料石量计算卸料车数。在施工段上梅花形布料，由专人负责指挥。卸料后用推土机整平。碎石层虚铺厚度应为设计厚度乘以压实系数的松铺厚度，压实系数为 1.25~1.30，应按机械配备情况确定每天的施工长度，可根据施工进度要求以 8~10h 为一班连续摊铺。

摊铺：碎石卸料后，应及时整平，尽最大限度使用推土机初平，路宽不能满足推土机操作宽度情况下，使用人工摊平。现场施工人员应根据放线标高及松铺厚度，用白色标记处明显标志，为推土机指示推平高度，以便推土机按准确高度和横坡推平，为下一步稳压创造良好条件。

②稳压

稳压宜用小型压路机自两侧向路中慢速稳压两边，使碎石各就其位，穿插紧密，初步形成平面。稳压两遍后即洒水，用水量约 2~2.5kg/m²，以后随压随洒水花，用量约 1kg/m²，保持石料湿润，减少摩阻力。

③灌泥浆

碎石层经稳压后，随即进行灌泥浆，灌浆时要浇灌均匀，并且灌满碎石间的孔隙。泥浆的表面应与碎石齐平，碎石的棱角应露出泥浆之上。灌浆时必须使泥浆灌到碎石的底部，灌浆 1~2h 后，当泥浆下沉，孔隙中的空气溢出后，在未干的碎石层表面上撒石屑嵌缝料（1~1.5m³/100m²），用以填塞碎石层表面的空隙。

④碾压

灌浆完成后，待路面表面已干但内部泥浆尚处于半湿状态时，应立即用压路机在路基全宽内进行压实，使碎石缝内泥浆翻出与所有撒布的石屑粘成整体。由两侧向路中心碾压，先压路边 2~3 遍后逐渐移向中心，从稳压到碾压全过程都应随压随洒水花效果较好。碾压至表面平整，无明显轮迹，压实密度大于或等于设计要求。

⑤铺封层

碾压结束后，路表常会呈现骨料外露而周围缺少细料的麻面现象。为了防止产生这种缺陷应加铺封面，其方法是在面层上浇洒粘土浆一层，用扫把扫匀后，随即覆盖石屑，扫匀后用轻型压路机碾压 3~4 遍，即可开放交通，封层厚度不大于 1cm。

2.1.6.4 集电线路

集电线路采用直埋电缆敷设与架空线路混合方式。

(1) 直埋电缆线路施工

直埋电缆沟与场内道路伴行时，首先修建到各风机机位的检修道路，在修建道路的同时，预留敷设电缆的通道，与道路排水边沟等设施施工统筹安排。电缆穿过道路时采用穿钢管敷设，电缆保护管顶至路面不得小于 1.0m，敷设完毕后，恢复原路面。

直埋电缆敷设部分将电力电缆及光缆等直接埋入，人工回填。电缆沟施工及敷设时要求认真清理平整电缆沟底，防治砾石碰到电缆；直埋电缆施工要求敷设电缆后先用砂回填，将电缆盖住，铺设混凝土板后再回填土，人工夯实。直埋电缆开槽底宽 1.0m，深 1.0m，开挖根据地形情况采用人工开挖或 0.2m³ 反铲挖掘机开挖沟槽，基础开挖完成后，应将槽底清理干净并夯实，敷设电缆的上下各铺 100mm 厚细砂，并在电缆上侧盖砖保护。集电线路区施工时表土与生土依次堆放，表土在下生土在上，开挖土料堆放于沟槽开挖区一侧，电缆铺设完毕后，进行土方回填，多余土方用于电缆沟作业带区覆土，最后将底层堆放的表土平铺于作业带内。

(2) 架空线路施工

项目场地天然地层以第四系全新统黄泛冲积的粉质粘土、粉土和砂类土为主，性状以软塑、稍密为主，地基承载力较低。地下水埋深较浅约 0.5~2.0m。

本工程地质条件较差，对于大转角、终端型等负荷较大的铁塔基础选用灌注桩基础，其他杆塔基础选用刚性台阶基础。基础：35kV 架空集电线路采用铁塔形式，基础采用钢筋混凝土现浇阶梯基础，基础开挖主要利用人工施工。基坑开挖尽量保持坑壁成型完好，并做好支护以及弃土的处理，避免坑内积水，最大限度减少弃土影响周边环境和破坏植被，基坑开挖好后尽快浇筑混凝土。

铁塔组立：本项目线路杆塔采用角钢铁塔，角钢塔根据铁塔结构特点及自垂采用悬浮摇臂抱杆或落地通天摇臂抱杆分解组立。

2.1.7 土石方平衡

本项目土石方挖填包含在各区场地平整、建构筑物、设备土建施工中，主要挖填工程发生在升压变电站区、风光站区场地平整、风电机组、光伏板的安装及施工道路的修建，因风机点位均布置在山区上，合理进行内部调配，做到内部平衡。

(1) 风机、光伏方阵站区土方平衡及调配情况

风机基础直径为 22m（68 台），考虑 1m 施工边坡，深度约为 3.8m，因此共需开挖 5297.77m³/台。风机基础修建完成后，需在混凝土基础上部覆土，单个风机基础需回填

土方约 4476.827 m³，因此 1 台风机剩余土方 820.943m³。687 台风机剩余 56.4 万 m³ 土方运至道路工程区用于路基铺筑。

光伏区共设置 625 台 2000KVA 箱式变压器，地基处理方案采用 3:7 灰土换填 1m，变压器基础采用钢筋混凝土箱型基础，箱变基础四周设置事故挡油坎。箱变基础为 2.4m×2.1m，土方开挖单台量为 89 m³，单台土方回填量为 73.74 m³，则 1 台箱变剩余土方 15.26m³。402 台风机剩余 0.61 万 m³，运至道路工程区用于路基铺筑。

(2) 升压变电站区土方平衡及调配情况

6 个升压变电站区工程建设挖方为 61 万 m³，主要为开挖主变基础、综合楼基础、无功补偿变基础及其他地下设施土方。升压变电站地势较周边低，工程挖方全部用于回填抬高地坪。综上，升压变电站区需土方开挖 61 万 m³，需土方回填 57 万 m³。

(3) 道路工程区土方平衡及调配情况

道路工程区需新建施工检修道路 780km，改扩建施工检修道路 240km，根据主体设计，道路工程区需土方开挖 617.5 万 m³，需土方回填 475 万 m³。回填所需用土，由风机站区调入。

(4) 施工区土方平衡及调配情况

光伏区、风机和升压站施工标段区需土方开挖 44 万 m³，土方回填 44 万 m³。

本项目土石方挖方总量 1049.33 万 m³（包括风机施工吊装场地 274.8 万 m³），回填总量 1049.33 万 m³（包括风机施工吊装场地 422.23 万 m³），无弃方和借方。详见表 2.1-9 和图 2.1-9。

表 2.1-9 土石方工程量（万 m³）

项目区域	挖方	填方	调入		调出		弃方	
			数量	来源	数量	去向	土方	去向
①6 个 330KV 升压站	61	57	/	/	4	⑤	0	0
②进站道路	4.03	3.1	/	/	0.93	⑤	0	0
③改扩建施工道路	48	48	/	/	/	/	/	/
④新建施工道路	617.5	475	/	/	142.5	⑤	0	0
⑤风机施工吊装场地	274.8	422.23	①②④	147.43	/	/	0	0
⑥风电、光伏、升压站标段施工场地	44	44	/	/	/	/	/	/
合计	1049.33	1049.33	/	/	/	/	/	/

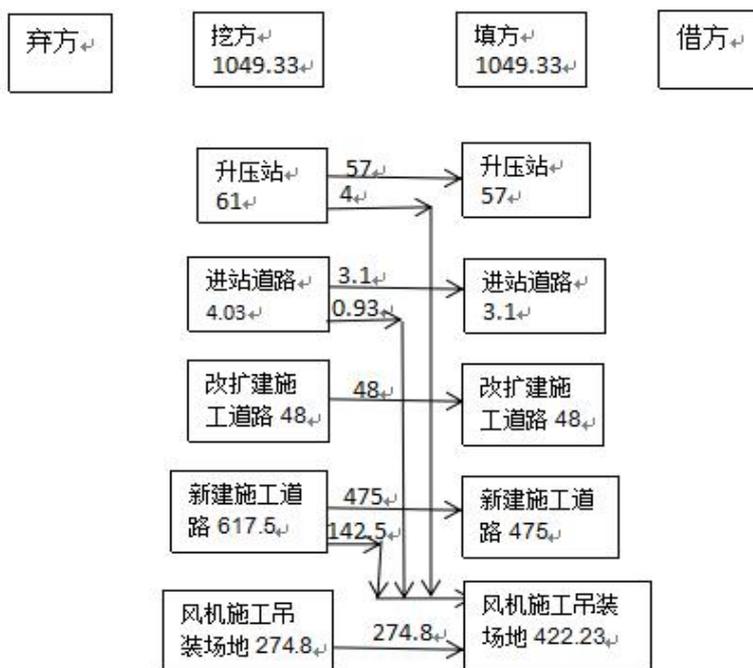
图 2.1-9 工程土方平衡流向框图

2.1.6 劳动定员

本风电场每个升压站劳动定员为 24 人。

2.1.7 施工进度

本项目建设总工期 18 个月,第 18 个月底风机全部并网



单位：万 m³ 发电。施工进度见表 2.1-10。

表 2.1-10。

表 2.1-10 施工进度表

序号	时间	工作内容
1	2021.4.20-2021.6.20	为施工准备期，主要完成水、电、场地平整及临时建筑等设施的修建
2	2021.5.15-2022.9.30	进行场内道路施工
3	2021.6.15-2021.10.31	进行风电机组基础和箱变基础施工
4	2021.6.15-2022.4.30	完成线路塔杆基础施工
5	2021.7.1-2021.9.30	进行升压站内建构筑物基础施工
6	2021.10.1-2021.12.31	进行升压站内所有设备调试
7	2022.6.01-2022.8.31	进行风电机组和箱变安装
8	2022.1.1-2022.7.31	进行线路塔杆安装
9	2022.4.1-2022.8.31	进行电力电缆，通信机监控光缆的敷设
10	2022.6.15-2022.9.30	进行机组调试及并网

2.2 影响因素分析

2.2.1 污染影响因素分析

2.2.1.1 施工期施工工艺流程及产污环节

本次风、光电场工程施工主要包括风力发电机组基础、太阳能光伏发电基础、储能板基础、箱变基础的开挖和混凝土浇筑，升压变电站内建筑物及构筑物施工、机组设备的安装以及电气设备的安装、机组箱变的安装、线缆的安装及升压变电设备的安装。

风、光电场施工工程主要包括进场及场内道路施工、风机基础构筑及安装、太阳能电池组件安装、箱式变压器基础施工及安装、线路架设施工、升压变电站建筑及附属生

产工程施工，产生的污染物主要包括施工粉尘、废气、噪声、施工废水、废土石等。另外，道路修建、场地平整、基础开挖等施工活动，均会对生态环境造成影响，包括植被破坏、土地占用、水土流失等。各主要工序工艺流程及主要产污环节见图 2.2-1。

图 2.2-1 施工期主要工艺流程及产污环节图

2.2.1.2 营运期生产工艺流程及产污环节

项目发电场营运期利用主要能源是风能、太阳能产出电能。

风能吹动叶轮，经过齿轮的传动系统（变速箱），带动发电机发电产生电流。发电机的电流经初步升压后，进入风电场 330KV 升压变电站，经升压后的电流经 1 回 330KV 输电线送入 750KV 庆阳北变电站后送出。营运期工艺流程及产污环节见图。

各太阳能电池组串按接线划分的汇流区，输入汇流箱经 1 回 35kV 汇集线路接入 330kV 升压站 35kV 侧，后经 330kV 升压站至 330kV 线路入网。

主要环境影响主要有以下方面：

(1) 噪声：风力发电机在一定距离范围内产生持续的固定频率的风机转动噪声；升压变电站运行噪声；逆变器产生的机械噪声。

(2) 废气：本工程营运期无工艺废气产生，仅有少量职工食堂油烟；

(3) 废水：本工程营运期废水主要为职工生活污水、太阳能板清洗废水；

(4) 固体废物：固体废物主要为风力发电场投入营运后，设备维护产生少量废机油和蓄电池、废旧太阳能板及职工生活垃圾等；

(5) 生态：风机运行时，轮叶对迁徙过境及邻近区域的鸟类存在碰撞威胁，并可能影响区域鸟类栖息和觅食；风力发电机在近距离范围内产生光影影响；

(6) 电磁辐射：升压变电站、输电线路产生电磁辐射，本环评不对辐射进行评价，辐射另行开展专项评价。

图 2.2-2 风力发电营运期工艺流程及产污环节图

图 2.2-2 太阳能光伏发电营运期工艺流程及产污环节图

2.2.2 生态影响因素分析

2.2.2.1 施工期生态影响

风、光电场工程施工期生态影响主要包括植被破坏、水土流失和野生动植物影响等。本工程建设将会占用土地，占用土地类型山地，主要为草原生态系统。本项目永久占地

43.95hm²，主要为风力发电机组、箱变基础、升压变电站等基础建设用地，这些设施对土地的占用是永久性的，在一定程度上影响到地表植被生长，从而使这些土地失去原有的生物生产功能和生态功能，土地利用类型转变为工业用地。除永久占地外，进站道路、架空线路塔杆、检修道路及排水沟租地占地 329.01hm²，将对草原生态系统产生长时间影响，租地结束后，一般 3-5 年内基本可恢复原有土地利用功能；临时施工区、临时道路、塔基建设等会临时占用土地，临时占地 20.20hm²，将对局部草原生态系统产生暂时性影响，但施工结束后，一般 2~3 年内基本可恢复原有土地利用功能，临时占地及永久租地为可恢复土地，占评价区面积为 94.3%。另外，项目施工期大气污染主要为施工扬尘污染，细小尘粒会堵塞植物叶片的呼吸孔，同时影响叶绿素对太阳光的吸收，影响正常的光合作用，进而影响植物的生长和生存，会导致生物量及生物多样性下降。

风、光电场工程水土流失类型以风力侵蚀为主，水力侵蚀为辅。项目施工期间，风机基础开挖、安装场地平整、施工道路施工、临时堆土等施工活动，将扰动地表，破坏地表形态，损坏植被，导致地表裸露，土层结构破坏，使场区内新增一定量的水土流失。对动物的影响。施工作业将会破坏施工区域内动物的生境，迫使该区域动物迁徙至它处，这对动物的繁殖、栖息和觅食等产生干扰影响；工程占地使工程区内的动物的活动范围有所缩小，动物的种类和数量也有所减少。据现场勘查及文件查阅，项目占地范围属于山地，动物较分布稀少，存在少量鸟类等。项目施工过程将对鸟类产生一定的影响，人为活动的增加及基础的开挖、机械振动及噪声等均会惊吓、干扰鸟类，破坏其原有生活环境，使场址范围内的鸟类无法在此觅食、筑巢和繁殖，从而影响施工区域内的鸟群数量。

2.2.2.2 营运期生态影响

根据已营运风、光发电工程建成后营运期情况。风机的运转对生态环境几乎没有不良影响。风电场营运期一般对留鸟的影响不大，但对经过风电场区域的迁徙鸟类有一定的影响。根据鸟类迁飞的特点，本项目风力发电机组运行时，叶片旋转高度为100m和130m，迁飞高度在此范围内的鸟类穿越风电场时可能会受到风力发电机组运行的影响，甚至会发生碰撞。营运期本项目对生态环境的影响主要是风车运转过程中可能会对鸟类产生恫吓作用和造成鸟类扑撞风机使鸟类死亡。本项目场址范围内无大型哺乳动物出没，小型动物多为鼠、兔类，预计项目建成后，由于人类活动增加，区内上述小型哺乳动物的生存地将改变，它们也将迁往其他区域继续生存，因此不会对其种类和数量产生不利影响。

地球绕太阳公转，太阳光入射方向和地平面之间的夹角称之为太阳高度角；只要太阳高度角小于 90° ，暴露在阳光下的地平面上的任何物体都会产生影子。风电机组不停地转动叶片，在阳光入射方向下，投射到居民住宅的玻璃窗户上，即可产生一种闪烁的光影，通常被称之为光影影响。光影会使人时常产生心烦、眩晕的症状，对正常生活产生影响，据现场调查，项目区位于山区，大多位于山顶，周围居民较少，则受光影影响的居民较少。

太阳光伏发电场运行后，由于太阳光伏板的安装造成光板下方阳光的锐减，因此会减少区域范围内的植被量。但由于拟建场区原有植被就十分稀疏，均为耐旱、耐恶劣环境的杂草类，且长势较差，少量农田大部分已弃耕、不存在森木等生物量较大的植被，原有生物量很小，但建成后由于自然选择，将有部分厌光植物成为优势物种，降低由于缺乏阳光而造成的生物量减小的影响，因此本项目建成后对区域生态环境质量不会造成明显的不利影响，

2.3 污染源源强核算

2.3.1 施工期

2.3.1.1 废气

本项目施工期产生的大气污染物主要为施工引起的扬尘、建筑材料运输车辆及施工设备产生的燃油废气。

(1) 施工扬尘

项目施工期扬尘污染主要来源于以下各个方面：①场地平整、风机、太阳光板和箱式变压器基础土石方的开挖、回填、堆放、道路填筑等过程形成的露天堆场和裸露场地的风力扬尘；②建筑材料及土石方运输车辆在施工便道及施工场地行驶过程中会产生道路扬尘。

扬尘使该区域及附近周边地区大气环境中总悬浮颗粒（TSP）浓度增大，粉尘排放量大小直接与施工期现场条件、管理水平、机械化程度、施工季节及当地气候等诸多因素有关，因此较难进行定量分析。根据同类工程项目现场实测结果进行类比，风、光发电机基础开挖施工现场的 TSP 日均值范围在 $0.121\sim 0.158\text{mg}/\text{m}^3$ ，距离施工现场约 50m 的 TSP 日均值范围为 $0.014\sim 0.056\text{mg}/\text{m}^3$ 。一般情况下，运输车辆下风向 50m 处 TSP 浓度达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，下风向 100m 处 TSP 浓度达到 $9\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，下风向 150m 处 TSP 浓度达到 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，下风向 200m 处 TSP 浓度达到 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 。

(2) 燃油废气

施工期配备挖掘机、起重机、自卸汽车等设备大多以柴油作为燃料，各设备在运行过程中会产生燃油废气，排放的主要污染物为 SO_2 、 NO_2 、 CO 、烟尘等，因其产生量较小，本评价不作定量分析。另外，本项目施工配备 5 台 30kW 移动式柴油发电机，参照《非道路移动机械用柴油机排气污染物排放限值及测量方法（中国 I、II 阶段）》（GB20891-2007）中的排气污染物限值： CO 5.0g/kWh、 HC 1.3g/kWh、 NO_x 7.0g/kWh、烟尘 0.4g/kWh，按 5 台 30kW 移动式柴油发电机同时工作且满负荷运行 1h 计，则柴油发电机大气排放量分别为： CO 0.75kg/h、 HC 0.195kg/h、 NO_x 1.05kg/h、烟尘 0.060kg/h。

(3) 食堂油烟

由于施工期较长，施工单位会在施工营地设有食堂。在烹饪过程中有厨房燃料废气和油烟废气产生。施工单位应该采取必要的油烟净化措施，食堂燃料应采用清洁的罐装石油液化气或煤气。

施工人员最高 200 人，施工期共计 18 个月。项目施工期食堂设计灶头折合成基准灶头数为 4 个，食堂在烹饪过程中产生的油烟按照平均调查结果，每人每天食用油量 25g/人·d 计算，油品挥发 2~4%，取平均值 2.83% 计算，则本项目施工期食堂油烟产生量为：141.5g/d，整个施工期共计 76.41kg；排风量按 8000m³/h 核算，每天工作 5h，则油烟产生浓度为 3.5mg/m³。评价要求项目施工生活营地食堂采用经环保认证的静电式油烟净化处理装置进行处理后由专用排气筒引出屋顶排放。油烟净化处理装置油烟去除率为 85%，处理后油烟浓度为 0.53mg/m³，施工期油烟排放量为 11.46kg。

2.3.1.2 废水

施工期的废水主要包括建筑施工人员的生活污水、施工废水及机械冲洗废水。

(1) 生活污水

根据项目可研报告，施工生活区设简易旱厕和防渗化粪池。本项目平均施工人员约 200 人，施工期 18 个月，施工人员生活用水量以 0.12m³/d·人计，则生活用水量为 12960m³。排污系数按 80% 计，则生活污水总排放量为 10368m³，经类比，生活污水主要污染物浓度为 COD 350mg/L、 BOD_5 200mg/L、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 30mg/L，则施工阶段的生活污水主要污染物产生量分别为 COD 36.29t、 BOD_5 20.73t、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 3.11t。针对施工期生活污水集中处理，食堂设置隔油池，隔油后的废水与其他生活污水一起在经化粪池处理后定期由当地农民运走沤肥。

(2) 施工废水

施工废水包括泥浆废水以及混凝土保养时排放的废水，随工程进度不同产生情况不同，也与操作人员的经验、素质等因素有关，产生量与排放量较难估算，主要污染因子为SS，最高可达10%左右，一般平均浓度约为2000mg/L。要求在施工现场设置沉淀池沉淀后回用于生产。

(3) 机械冲洗废水

场区内车辆及施工设备需定期清洗会产生机械冲洗废水，用水量3m³/d，则整个施工期机械冲洗废水产生量约为1620m³。该废水主要污染物为SS和石油类，根据类比同类项目，废水中污染物浓度为SS100mg/L、石油类20mg/L，经计算，主要污染物产生量分别为：SS0.16t、石油类0.032t。

2.3.1.3 噪声

项目施工过程中噪声主要来自于挖掘机、空压机、推土机、起重机、振捣机等施工机械以及运输车辆的交通噪声。施工期间产生的噪声具有阶段性、临时性和不固定性，其强度与施工设备的种类及施工队伍的管理等有关。通过类比确定的主要噪声源源强见表2.3-1。

表 2.3-1 施工期主要噪声源源强

序号	名称	噪声级 dB (A)	备注
1	推土机	86	距声源 5m, 流动不稳定源
2	挖掘机	84	距声源 5m, 不稳定源
3	插入式振捣器	78	距声源 5m, 不稳定源
4	装载机	86	距声源 5m, 不稳定源
5	汽车吊	65	距声源 5m, 不稳定源
6	运输汽车	88	距声源 5m, 流动不稳定源
7	移动式柴油发电机	95	距声源 5m, 稳定源

2.3.1.4 固体废物

施工过程产生的固体废物主要为施工废土石、建筑垃圾及施工人员生活垃圾。

(1) 废土石及建筑垃圾

本工程风力发电机组基础、太阳光板基础、箱式变压器基础、主变压器基础、电缆沟等开挖均会产生土石方。风机发电机及箱式变压器基础、建筑物基础、道路、集电线路塔杆基础开挖后，剥离的表层土堆放于开挖处旁边或道路两侧；预留回填土石方也暂时堆放在施工场地处，并及时调配用于场内道路填筑、场地平整等。本项目挖方1049.33万m³，除基础土方回填外，剩余土方全部用于道路修筑、场平等，无弃方产生。针对临时表土堆放场要采取临时防护措施，如土袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或其它覆盖物，待最终完工后进行土地整治、覆土利用。

建筑垃圾主要为施工过程中产生的碎石、砂土等，施工过程中尽量就地回收利用，可用于地基加固、道路填筑等。

(2) 生活垃圾

本项目施工人员约 200 人，生活垃圾的产生量按 1kg/人·d 计，日生活垃圾产生量为 200kg，施工工期 18 个月，则施工期生活垃圾产生量为 108t。生活垃圾经场区内收集后，定期清运至当地环保部门指定地点集中处置。

2.3.1.5 施工期污染源强汇总

本项目施工期产生的主要污染物排放源强及处置方式见表 2.3-2。

表 2.3-2 施工期主要污染物源强汇总

污染源名称		主要污染物产生量及治理后排放量			排放及处置方式	
		产生量	削减量	排放量		
废气	施工扬尘 TSP		/	/	/	无组织排放，采取洒水、遮盖等措施
	发电机 柴油废 气	CO	0.75kg/h	0	0.75kg/h	无组织扩散
		HC	0.195 kg/h	0	0.195 kg/h	
		NO _x	1.05 kg/h	0	1.05 kg/h	
		烟尘	0.06 kg/h	0	0.06 kg/h	
食堂油烟		141.5g/d	120.27g/d	21.22g/d	油烟净化装置处理后由专用排气筒引出屋顶排放	
废水	生活 污水	废水量	10368m ³	10368m ³	0	食堂经隔油池处理后与其他生活污水进入防渗化粪池处理，定期由当地农民拉走沤肥
		COD _{Cr}	36.29t/a	36.29t/a	0	
		BOD ₅	20.73t/a	20.73t/a	0	
		氨氮	3.11t/a	3.11t/a	0	
	机械 冲洗 废水	废水量	1620m ³	1620m ³	0	经隔油沉淀处理后不外排，回用于机械清洗或用于道路洒水
		SS	0.16t	0.16t	0	
		石油类	0.032t	0.032t	0	
噪声	噪声	施工设备噪声在距源 5m 处的噪声级在 65-95dB (A) 之间			选用低噪声设备和工艺，施工场地边界设置隔板	
固体废物	生活垃圾	108t	108t	0	定期清运至当地环保部门指定地点集中处置	

2.3.2 营运期

2.3.2.1 废气

项目营运期产生的大气污染物主要来源于升压变电站内职工厨房。本项目厨房采用电能清洁燃料，产生的污染物主要为厨房做饭炒菜时的油烟废气。项目食堂设计灶头折合成标准灶头为 1 个，属小型规模，经类比调查，厨房油烟废气经油烟净化器处理后排放量极少。

单个升压站营运期工作人员 24 人，食堂在烹饪过程中产生的油烟按照每人每天的食用油量 25g/人·d，油品挥发率 2.83% 计算，则厨房油烟产生总量为：16.9g/d（6 个升压站为 101.4g/d），即 6.17kg/a（6 个升压站为 37.2kg/a），排风量按 2000m³/h 核算，每天工作 5h，则油烟产生浓度为 1.69mg/m³；评价要求项目区食堂采用经环保部认证的静电式油烟净化处理装置进行处理后由专用排气筒引出屋顶排放。油烟净化设施的净化效率为 85%，则餐饮油烟排放总量为：2.53g/d（6 个升压站为 15.18g/d），即 6 个升压站为 5.54kg/a。厨房工作时间按日 5h 计算，高峰期排烟量为 3.04g/h，油烟浓度为 0.253mg/m³。

2.3.2.1 废水

项目主要废水来源为升压变电站内职工生活污水及太阳光板清洗废水。

清洗废水。根据建设单位提供资料本项目每年清洗 6 次，每 1MW 太阳能电池板用水量为 2m³，总用水量为 18000m³/a。清洗废水除含悬浮物外无其他污染物质，沿光伏板边缘自流至地面后自然蒸发损耗。

项目职工生活废水。项目升压变电站职工定员为 24 人，生活用水量以 0.20m³/人·d 计，则日生活用水量为 4.8m³/d，即年生活用水量为 1752m³/a。生活污水排污系数按 80% 计，则生活污水日产生量为 3.84m³/d（6 个升压站为 23.04m³/d），年产生量为 1401.6m³/a（6 个升压站为 8409.6m³/a）。经类比调查，主要污染物浓度及产生量见表 2.3-3。

表 2.3-3 项目营运期职工生活污水污染源强情况

废水产生量 (m ³ /a)	水质	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N
8409.6	浓度 (mg/L)	250	150	130	50
	产生量 (t/a)	2.1	1.26	1.09	0.42

2.3.2.2 噪声

本项目营运期噪声主要来源于风、光电场风力机组的噪声、升压变电站和监控中心内的电气设备噪声、箱变机械噪声。

风力发电机组、箱变运行过程产生的噪声主要来自机组内部机械噪声及结构噪声、

空气动力噪声，机械及结构噪声主要包括齿轮噪声、轴承噪声、周期作用力激发的噪声、电机噪声等。经查阅资料，对多种不同机型的风电机组噪声观察与测量得知，风电机组的噪声主要来源于旋转的风机叶片和空气的摩擦声，与风机叶片的表面、角度等参数有很大关系，而与发电机单机容量无直接关系（《风力发电噪声及其影响特点》王文团、石敬华等）。

经我单位多年来对全国多个风电场的相关工作中发现，空气动力噪声是由叶片与空气之间作用产生，来源于经过叶片的气流和风轮产生的尾流所形成，其强度依赖于叶尖线速度和叶片的空气动力负荷，且与风速有关，随风速增大而增强，它是风力发电机组的主要噪声源，此外风机塔筒下方的风机散热风扇运行时也会产生空气动力噪声。

项目风机拟均选用 687 台 WTG6 型风机机组，采用轮毂高度为 100m 轮的布置方案。

WTG3 型风机机组主要基本技术参数为：

单机容量：3300kW；

叶轮直径：160m；

切入/切出风速（m/s）：3/20；

额定功率：3300kW；

轮毂高度（m）：100。

有研究表明，各种不同类型的现代风电机组在不同风速下的声功率级在 100~106dB（A）之间（Prospathopoulos J M, Voutsinas S G. Noise Propagation issues in wind energy applications[J]. J. Sol. Energ ENG, 2005, 127(2): 234-241）；本次评价出于保守考虑，单台风机轮毂处噪声功率级按 106dB（A）计。

只考虑单机噪声影响的情况下，每个风机可视为一个点声源，采用处于完全自由空间的点声源几何发散衰减公式和多声源叠加公式对风机噪声影响进行预测，本项目轮毂高度为 100m，风电机组下方地面处（1m 高度）声压级计算过程如下：

处于自由空间的点声源几何发散衰减见式 2.3-1：

$$L_A(r) = L_{WA} - 20Lg(r) - 11 \quad (\text{式 2.3-1})$$

式中： $L_A(r)$ ——距声源 r （m）处声压级，dB；

L_{WA} ——点声源的 A 声功率级，dB（A）。

经计算，轮毂高度为 100m 的风机，正下方地面处（1m 高度）声压级为 55.08dB。

升压变电站营运期间产生的噪声主要来自变压器、室外配电装置等电气设备所产生的电磁噪声，主要噪声源为逆变器运行噪声、主变压器运行噪声。根据建设单位提供

的主变压器的性能参数，主变压器最大噪声级约 50~70dB（A）。

升压变电站内的其他噪声主要来自水泵、空调、风机等设备，噪声类型主要为振动噪声和空气动力噪声。主要噪声源情况见表 2.3-4。

表 2.3-4 升压变电站主要噪声源情况表

序号	设备名称	单台源强 dB（A）	单位	数量	位置
1	主变压器	50~70	台	12	升压变电站，室外
2	空调机	55~60	台	52	升压变电站生产综合楼及 升压变电室等
3	轴流风机	58-63	台	12	升压变电站：综合楼、监控中心、 水泵房、油品库等处；
5	供水设备 (配套水泵)	70~85	套	1	升压站
6	潜水泵	70~75	台	1（安装 2 台）	水处理室
7	逆变器	60-65	台	3609	

2.3.2.3 固体废物

运营期产生的固体废物包括员工生活垃圾、生活污水处理污泥和检修废物。

(1) 生活垃圾：本项目运营期职工人数为 24 人，生活垃圾的发生量按 1kg/人·d 计，则生活垃圾日产生量为 24kg/d（6 个升压站为 144kg/d），年产生量为 8.76t/a（6 个升压站为 52.56t/a），定期清运至附近生活垃圾制定堆放场所。

(2) 生活污水处理污泥：单个升压站生活污水处理设施产生污泥量约为 0.48t/a，6 个升压站为 2.88t/a，附近农户清运堆肥。

(3) 一般工业废物：主要为定期对风机、光伏板、升压变电站内机械进行维修，产生的少量废旧玻璃钢、包装物，均由废品收购公司回收利用，废轴承由供货厂家回收。

(4) 危险废物：主要为检修产生的废旧机油（含废润滑油、废液压油）、事故油池中的废油渣以及直流系统废旧蓄电池，在厂区暂存后交由资质单位处置，损坏的光伏板由供货厂家统一检修更换后运走，不在厂内贮存。

①检修产生的废旧机油

根据建设单位提供的资料，由于风电机组转速小，机油用量使用量少，每台发电机组机油用量为 10kg 左右，风电场机油用量合计为 6870kg。机油使用过程中若出现氧化

现象,则需更换,一般情况下机油 4~5 年更换一次,风电场废机油最大产生量为 1374kg/a。废旧机油为废润滑油、废液压油,属于危险固废;更换的废机油用具有明显标示的专用油桶收集暂存,及时交由有资质的单位处理。

②事故油池的废油渣

变压器为了绝缘和冷却的需要,其外壳内装有大量变压器油,主要一般只有发生事故和检修时才会排油。变压器油是天然石油中经过蒸馏、精炼而获得的一种矿物油,是石油中的润滑油馏份经酸碱精制处理得到纯净稳定、粘度小、绝缘性好、冷却性好的液体天然碳氢化合物的混合物,俗称方棚油,浅黄色透明液体,相对密度 0.895。凝固点 -45°C。主要由三种烃类组成,主要成分为环烷烃(约占 80%),其它的为芳香烃和烷烃。变电站设置变压器事故油排油坑及事故油池,变压器和其它设备一旦排油或漏油,所有的废油将汇集于事故油池,定期委托有资质的单位处理。事故油池的建设和防渗需满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18579-2001)及修改单中相关要求。

③废蓄电池

升压站直流系统供电采用铅酸蓄电池,使用数量约 1236 只(300Ah/组),失效的蓄电池为危险废物,根据经验,更换周期约在 5~10 年。

④废旧光伏板

本项目光伏电场运行一定年限以后,由于单晶硅电池功率衰减和故障,会对其进行更换,将产生废单晶硅电池。经类比同类型项目,其每年衰减按 0.6%计,本项目 960.4MWp 太阳能光伏阵列共需太阳能电池组件有 2158182 块,每年更换电池组件为 12949 块,每块组件按 25kg 计,则废旧或故障的太阳能电池组件产生量为 323.725t/a。故障由废旧电池厂家维修和回收。

根据类比同规模风电场运行情况,项目各种危废产生量见表 2.3-5。

表 2.3-5 项目危废产生量一览表

序号	物料	编号	数量
1	废油渣(事故油池产生的)	HW08	150kg/a
2	废旧机油(废润滑油、废液压油)	HW08	1374kg/a
3	废蓄电池	HW49	1236 只/5a
4	废旧光伏板	t/a	323.725

2.3.2.4 营运期污染物排放汇总

项目营运期污染物排放汇总见表 2.3-6。

表 2.3-6 项目营运期污染物排放汇总表

污染源名称	主要污染物产生量及治理后排放量	排放及处置方式
-------	-----------------	---------

		产生量 (t/a)	削减量 (t/a)	排放量 (t/a)		
废气	食堂油烟	0.0372	0.03166	0.00554	经油烟净化器处理后引出屋顶达标排放。	
废水	生活 污水	废水量	8409.6	8409.6	0	生活污水经生活污水管网排入污水处理装置进行处理。经处理后用于站内抑尘喷洒，不外排。
		COD	2.1	2.1	0	
		BOD ₅	1.26	1.26	0	
		氨氮	0.42	0.42	0	
		SS	1.09	1.09		
清洗废水	废水量	1800	1800	0	清洗水含部分悬浮物，直接散洒在太阳能板四周进行绿化。	
固体废物	一般 废物	生活垃圾	52.56	0	8.76	定期清运至制定垃圾堆存点
		污水处理污泥	2.88	0	2.88	由附近农户清运后堆肥
		废旧玻璃钢材料、废轴承、包装物	少量	0	少量	由废品收购公司及厂家回收
	危险 废物	废油	1374kg/a	0	1374kg/a	由专门容器收集后暂存于场内，委托有资质单位处置。
		废蓄电池	1236/只·年	0	1236/只·年	
		废油渣	150kg/a	0	150kg/a	
		废旧光伏板	323.725	0	323.725	废旧电池厂家维修和回收
噪声	噪声	风力发电机声功率级： 104dB (A) -120 dB (A) 左右			经采取低噪声设备、安装消音减震隔声等措施后能达标排放	

3 环境现状调查与评价

3.1 项目所在区域自然环境

3.1.1 地理位置

甘肃省位于中国西部地区，地处黄河中上游，地域辽阔。介于北纬 32°11'~42°57'、东经 92°13'~108°46'之间，大部分位于中国地势二级阶梯上。东接陕西，南邻四川，西连青海、新疆，北靠内蒙古、宁夏并与蒙古人民共和国接壤。东西蜿蜒 1600 多 km，纵横 42.59 万 km²，占中国总面积的 4.72%。截至 2018 年底，全省常住人口为 2637.26 万人。

庆阳市是甘肃省辖地级市，习称“陇东”，位于甘肃省最东部，陕西、甘肃、宁夏三省区的交汇处，东接陕西省延安市，南与甘肃省泾川县及陕西长武、彬县、旬邑县相连，北邻陕西省榆林市及宁夏吴忠市，西与宁夏固原市接壤。庆阳市属黄河中游内陆地区。介于东经 106°20'至 108°45'与北纬 35°15'至 37°10'之间。庆阳市总面积 27119 平方公里，2018 年末人口 226.66 万人，下辖 1 个区、7 个县。

3.1.2 地形地貌

甘肃地处黄土高原、青藏高原和内蒙古高原三大高原的交汇地带。境内地形复杂，山脉纵横交错，海拔相差悬殊，高山、盆地、平川、沙漠和戈壁等兼而有之，是山地型高原地貌。甘肃地貌复杂多样，山地、高原、平川、河谷、沙漠、戈壁交错分布。地势自西南向东北倾斜，地形狭长，东西长 1659km，南北宽 530km，大致可分为各具特色的六大区域。海拔大多在 1000m 以上，四周为群山峻岭所环抱。北有六盘山、合黎山和龙首山；东为岷山、秦岭和子午岭；西接阿尔金山和祁连山；南壤青泥岭。

庆阳市地形北高南低，海拔在885—2082米之间，中南部为黄土高原沟壑区，北部为黄土丘陵沟壑区，东部为黄土丘陵区。山、川、塬兼有，沟、峁、梁相间，高原风貌雄浑独特，全境有10万亩以上大塬12条。

本项目场址位于庆阳市环县境内，地形多为沟壑丘陵。

3.1.3 气候条件

庆阳市有董志、正宁、宫河等 12 条较大塬面，总面积 27 万公顷，其中：面积 9 万公顷的董志塬是农作物主产区。市内有马莲河、蒲河、洪河、四郎河、葫芦河 5 条河流，较大的支流有 27 条。年平均总流量为 26.7 立方米/秒，总径流量 8.43 亿立方米。全市地下水静储量越 43.39 亿立方米，动储量 3714 万立方米。

庆阳市属大陆性气候，冬季常吹西北风，夏季多行东南风，冬冷常晴，夏热丰雨。降雨量南多北少，2018 年全年降水量 502.6~985.1mm，与历年同期相比，西峰、镇原、合水、正常，其余偏多，降雨多集中在 7 至 9 月间。气温南部高于北部，年平均气温 9.5—10.7℃，无霜期 140—180 天。年日照 2213.4—2540.4 小时，太阳总辐射量 125—145 千卡/平方米，地面平均蒸发量为 520 毫米，总体呈干旱、温和、光富的特点。

3.1.4 地形地貌和水文

3.1.4.1 地形地貌

庆阳市地形北高南低，海拔在 885—2082 米之间，地形北高南低，中南部为黄土高原沟壑区，北部为黄土丘陵沟壑区，东部为黄土丘陵区。山、川、塬兼有，沟、峁、梁相间，高原风貌雄浑独特，全境有 10 万亩以上大塬 12 条。董志塬面积为 136.47 万亩，平均海拔 1421 米，平畴沃野，一望无垠，是世界上面积最大、土层最厚、保存最完整的黄土塬面，堪称“天下黄土第一塬”。地处东南部的子午岭，林木茂密，水草丰盛，其 470 多万亩次生林，为植被最好的水源涵养林，有“天然水库”之美誉。国道 211、省道 202 两条主干线纵贯南北，国道 309、省道 303 线横穿东西，构成“两纵两横”公路主骨架。

3.1.4.2 水文

庆阳市属黄河中游黄土高原沟壑区，东、北、西三面高而中间与南部低，有“陇东盆地”之称。全市有董志、早胜、宫河、平泉、新集、孟坝、屯字、西华池、盘克、临泾、春荣、永和等 12 条较大塬面，塬地总面积 27 万公顷，是农作物主产区。市内有马莲河、蒲河、洪河、四郎河、葫芦河 5 条河流，较大的支流有 27 条。年平均总流量为 26.7 立方米/秒，总径流量 8.43 亿立方米。全市地下水静储量约 43.39 亿立方米，动储量 3714 万立方米。

图 3.1-3 风场范围内主要河流示意图

茹河，属泾河支流蒲河的支流，发源于宁夏回族自治区固原市原州区开城乡水沟壕，由西向东经古城、彭阳、城阳在镇沟圈汇入蒲河，全长 92.8 公里，流域面积 2088 平方公里，茹河左侧有较大的支流小河支流，其上游称黄家河，在原州区境内。黄家河有母家沟支流和康沟水库河支流两条，在岷岷水库下游汇流，流域面积都为 80 平方公里左右，长度分别为 26 公里和 31 公里。茹河流域总的暴雨特征是南多北少，历史上发生多次洪水。流域属黄土丘陵地貌，由于降水比较集中，土壤沙化，植被覆盖率低，流水侵蚀比较严重，河谷大体为“U”字形，岸坡较陡直。茹河发生洪水次数较频繁，近年来加大了治

治理力度，从 2001 年开始对茹河流域进行综合治理，结合流域内沟谷，水系分布特征，坡改梯田，拦蓄造地，控制沟道下切和沟岸进一步扩张，保护两岸台坪和上游沟壕地，并蓄水灌溉。至 2006 年共建成塘坝 589 座，种植林草 12633 公顷，基本农田 3950 公顷，治理面积 165 平方公里。2005 年对康沟水库进行除险加固，累计投资近 5500 万元，列入本次规划范围的主要是原州区境内的小河支流上游黄家河段，即岷岷水库汇流处至吕坪段的危险河段。

3.1.5 植被及土壤

庆阳是甘肃省石油天然气化工基地、长庆油田主产区。已探明油气总资源量 59.74 亿吨，占鄂尔多斯盆地总资源量的 40%，其中石油地质储量 17.96 亿吨。已探明天然气总资源量 2 万亿立方米，占鄂尔多斯盆地总资源量的 10%，天然气地质储量 318.6 亿立方米。2019 年原油产量 855.5 万吨、加工量 360 万吨。加快推动天然气开发，庆阳气田庆探 1 区块建成产能 3 亿方，在建产能 4 亿方，瑞华天然气、永欣石化两个石油石化产业链项目建成投用。

庆阳素有“陇东粮仓”之美誉，盛产小麦、玉米、油料；荞麦、小米、燕麦、黄豆等特色小杂粮久负盛名，备受推崇。庆阳地处全国苹果生产最佳纬度区，是农业部确定的西北黄土高原苹果优生带。红富士苹果、曹杏、黄柑桃、九龙金枣倍受消费者青睐。

3.1.6 项目所在区域风能资源概况

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目工程风电场规划容量为 4.5GW。整个工程的风资源分析时将工程区域分为六个地块，编号为 A~F，本批次 3227.5MWp 项目场地主要分布于 A、B、C、D 地块及 F 地块的西南部和 E 地块的西北部部分区域。现收集到规划风电场内、外一共 38 座实测塔，经合理性及完整性分析，工程风资源评价采用的测风塔共有 33 座，分散于各地块风电场，根据各地块风电场风资源评价结果可知：

图 风能资源评估分区简图

(1) A地块风电场

A地块风电场有三座测风塔，分别为8474#、8072#和010019#塔，8474#塔代表年时段为2010.3.14日～2011.3.13日，8072#塔代表年时段为2010.9～2011.8月，010019#塔代表年时段为2019.7.1日～2020.6.30日。

三座测风塔100m高度空气密度在1.0左右，空气密度相差不大，根据各塔综合风切变指数计算结果，三座测风塔综合风切变指数均在0.1以下，相对较小，A地块风电场测风塔位置处湍流强度相对偏小，各塔100m或最高塔高处15m/s风速段10min平均湍流强度均小于0.12，100m高度50年一遇10min平均最大风速均小于37.5m/s，按照《IEC61400-1》标准中规定，该风电场可选用IIIC等及以上安全等级的风力发电机。

由代表年分析结果可知，010019#测风100高年平均风速为7.07m/s，年平均风功率密度为298W/m²，全年主导风向为S，次主导风向为NW，风能密度分布的最大风向为NW。8474#测风100高年平均风速为7.0m/s，年平均风功率密度为349.1W/m²，全年主导风向为SSE，次主导风向为SE，风能密度分布的最大风向为WNW。8072#测风100高年平均风速为7.4m/s，年平均风功率密度为356.3W/m²，全年主导风向为SSE，次主导风向为NW，风能密度分布的最大风向为NW。

由以上三座塔100m高风速统计结果可知，因A地块内测风塔均位于场内西南方向，场内其它区域风资源参考邻近风电场，A地块风电场西南部比东北部风资源好，场内风速分布差异较小，全场主导风向基本一致，表现为NW～NNW，S～SSE，风能分布的最大方向基本与主导风向一致，有利于风机排布。

(2) B地块风电场

B地块风电场有三座测风塔，分别为8367#、8420#和010006#塔，8367#塔代表年时段为2015.7～2016.6月，8420#塔代表年时段为2015.7～2016.6月，010006#塔代表年时段为2019.7.1日～2020.6.30日。

三座测风塔100m高度空气密度在1.0以下，空气密度相差不大，根据各塔综合风切变指数计算结果，三座测风塔综合风切变指数均在0.12以下，相对不大，B地块风电场测风塔位置处湍流强度相对偏小，各塔100m或最高塔高处15m/s风速段10min平均湍流强度均小于0.12，100m高度50年一遇10min平均最大风速均小于37.5m/s，按照《IEC61400-1》标准中规定，该风电场可选用IIIC等及以上安全等级的风力发电机。

由代表年分析结果可知，010006#测风 100 高年平均风速为 7.3m/s，年平均风功率密度为 303.0W/m²，全年主导风向为 S，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 S。8367# 测风 100 高年平均风速为 6.6m/s，年平均风功率密度为 236.4W/m²，全年主导风向为 NNW，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 NNW。8420#测风 100 高年平均风速为 6.0m/s，年平均风功率密度为 216.6W/m²，全年主导风向为 NNW，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 NNW。

由以上三座塔 100m 高风速统计结果可知，因 B 地块内测风塔均位于场内中部偏南方向，场内其它区域风资源参考邻近风电场，B 地块风电场北部和中部风资源较好，偏南部风速相对一般，风速变化从 6m/s~7.5m/s 不等，场内风速分布差异明显，全场主导风向基本一致，表现为 NW~NNW，S~SSE，风能分布的最大方向基本与主导风向一致，有利于风机排布。

(3) C 地块风电场

C 地块风电场有四座测风塔，分别为 8422#、8424#、8208#和 010008#、010018# 塔，8422#塔代表年时段为 2015.1~12 月，8424#塔代表年时段为 2015.1-12 月，8208#塔代表年时段为 2010.3.11 日~2011.3.10 日，010008#塔和 010018#塔代表年时段为 2019.7.1 日~2020.6.30 日。

五座测风塔 100m 高度空气密度在 1.0 以下，空气密度相差不大，根据各塔综合风切变指数计算结果，三座测风塔综合风切变指数均在 0.11 以下，相对不大，C 地块风电场测风塔位置处湍流强度相对偏小，各塔 100m 或最高塔高处 15m/s 风速段 10min 平均湍流强度均小于 0.12，100m 高度 50 年一遇 10min 平均最大风速均小于 37.5m/s，按照《IEC61400-1》标准中规定，该风电场可选用 IIC 等及以上安全等级的风力发电机。

由代表年分析结果可知，8422#塔 100m 高年平均风速为 6.4m/s，年平均风功率密度为 226.3W/m²，全年主导风向为 NNW，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 NNW。8424# 塔 100m 高年平均风速为 6.03m/s，年平均风功率密度为 208.9W/m²，全年主导风向为 NW，次主导风向为 SSE，风能密度分布的最大风向为 SE。8208#塔 100m 高年平均风速为 7.12m/s，年平均风功率密度为 301.9W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 WNW。010018# 测风塔 100m 高年平均风速 6.86m/s，年平均风功率密度为 260.9 W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 WNW，风能密度分布的最大风向为 NW。010008#测风塔 100m 高年平均风速 7.5m/s，年平均风功率密度为 344.2 W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 NW，风能密度

分布的最大风向为 SSE。

由以上五座塔 100m 高风速统计结果可知，C 地块风电场西部和西北方向风资源较好，风速变化从 6m/s~7 m/s 不等，场内风速分布差异明显，西南部相对风速较低，全场主导风向基本一致，表现为 NW~NNW，S~SSE，风能分布的最大方向基本与主导风向一致，有利于风机排布。

(4) D 地块风电场

D 地块风电场有六座测风塔，分别为 8972#、8200#、8457#、8421#、8022#和 8368#塔，8972#塔代表年时段为 2010.3.17 日~2011.3.16 日，8200#塔和 8457#塔代表年时段均为 2018.1~12 月，8421#塔代表年时段为 2014.12~2015.11 月，8022#塔代表年时段为 2011.9 月~2012.8 月，8368#塔代表年时段为 2018.9.23 日~2019.9.22 日。

六座测风塔 100m 高度空气密度在 1.0 以下，空气密度相差不大，根据各塔综合风切变指数计算结果，8457#塔和 8368#塔风切变指数较大，在 0.12 以上，其余四座塔综合风切变指数均在 0.1 以下，E 地块风电场测风塔位置处湍流强度相对偏小，各塔 100m 或最高塔高处 15m/s 风速段 10min 平均湍流强度均小于 0.12，按照《IEC61400-1》标准中规定，可选用 C 及以上安全等级的风力发电机。五座测风塔 100m 高处 15m/s 风速段平均湍流强度小于 0.12（8368#塔实测时段较短，其湍流强度计算结果超出 0.12，暂不考虑，下一阶段补充分析），100m 高度 50 年一遇 10min 平均最大风速均小于 37.5m/s，按照《IEC61400-1》标准中规定，该风电场可选用 IIC 等及以上安全等级的风力发电机。

由代表年分析结果可知，8972#塔 100m 高年平均风速为 7.02m/s，年平均风功率密度为 307.6W/m²，全年主导风向为 NW，次主导风向为 SSE，风能密度分布的最大风向为 NW。8200# 塔 100m 高年平均风速为 6.42m/s，年平均风功率密度为 245.9W/m²，全年主导风向为 NW，次主导风向为 SE，风能密度分布的最大风向为 NW。8457#塔 100m 高年平均风速为 6.25m/s，年平均风功率密度为 233.7W/m²，全年主导风向为 NW，次主导风向为 SSE，风能密度分布的最大风向为 NW。8421#塔 100m 高年平均风速为 6.63m/s，年平均风功率密度为 235.2W/m²，全年主导风向为 NW，次主导风向为 NNW，风能密度分布的最大风向为 NW。8022#塔 100m 高年平均风速为 6.55m/s，年平均风功率密度为 230.3W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 NW。8368#塔 100m 高年平均风速为 6.03m/s，年平均风功率密度为 146.5W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 SSE。

由以上六座塔 100m 高风速统计结果可知，E 地块风电场北部和偏西部资源较好，

风速变化从 6m/s~7 m/s 不等，场内风速分布差异明显，南部和东部相对风速较低，全场主导风向基本一致，表现为 NW~NNW，S~SSE，风能分布的最大方向基本与主导风向一致，有利于风机排布。

(5) E 地块风电场

E 地块风电场有八座测风塔，分别为 8766#、010009#、010007#、010016#、050001#、050002#、050003#和 050004#，8766#塔代表年时段为 2018.1~12 月，010007#、010009#和 010016#塔代表年时段均为 2019.7.1 日~ 2020.6.30 日。050001#、050002#、050003#和 050004#塔因实测时段不满一年暂不对其进行代表年分析。

八座测风塔 100m 高度空气密度在 1.0~1.07 之间，空气密度相差不大，根据各塔综合风切变指数计算结果，010016#塔风切变指数相对略小，在 0.11 以下，其余几座塔综合风切变指数均在 0.13 以上，相对较高，可以选取较高的轮毂高度，E 地块风电场偏西位置处测风塔湍流强度相对偏小，各塔 100m 或最高塔高处 15m/s 风速段 10min 平均湍流强度均小于 0.12，010016#塔、050001#和 050004#塔 100m 高度 15m/s 风速段 10min 平均湍流强度大于 0.12，小于 0.14。按照《IEC61400-1》标准中规定，该地块应选用 B 和 C 类及以上安全等级的风力发电机。100m 高度 50 年一遇 10min 平均最大风速均小于 37.5m/s，按照《IEC61400-1》标准中规定，该风电场需选用 IIIC 和 IIIB 等及以上安全等级的风力发电机。

由代表年分析结果可知，010009#测风 100m 高年平均风速为 6.4m/s，年平均风功率密度为 229.6W/m²，全年主导风向为 S，次主导风向为 NNW，风能密度分布的最大风向为 S。010007#测风 100m 高年平均风速为 6.7m/s，年平均风功率密度为 253.7W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 S。010016#测风塔 100m 高年平均风速为 5.63m/s，年平均风功率密度为 153.0W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 NNW。8766# 测风 100m 高年平均风速为 5.4m/s，年平均风功率密度为 153.6W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 SSE。

由以上五座塔 100m 高风速统计结果可知，E 地块内风资源性相对一般，其中西南区域风速相对较高，其余区域风速相对略低且风速差别不大，风速变化从 5.4m/s~6.4 m/s 不等，全场主导风向基本一致，表现为 NW~NNW，S~SSE，风能分布的最大方向基本与主导风向一致，有利于风机排布。

(6) F 地块风电场

F 地块风电场有八座测风塔，分别为 8042#、8007#、010001#、010002#、010003#、010004#、010005#和 050005#塔，8042#和 8007#塔代表年时段均为 2018.1~12 月，010001#-010005#塔代表年时段均为 2019.7.1 日~ 2020.6.30 日。050005#塔实测时段不满一年，暂不对其进行代表年订正分析。

八座测风塔 100m 高度空气密度在 1.01~1.03 之间，空气密度相差不大，根据各塔综合风切变指数计算结果，8042#、8007#、010005#塔综合风切变指数相对较低，均在 0.12 以下，其余五座塔风切变指数较高，010003#和 010012#塔综合风切变指数接近 0.2，可以在该区域内采用较高的轮毂高度；F 地块风电场测风塔位置处湍流强度相对偏小，各塔 100m 或最高塔高处 15m/s 风速段 10min 平均湍流强度均小于 0.12，100m 高度 50 年一遇 10min 平均最大风速均小于 37.5m/s，按照《IEC61400-1》标准中规定，该风电场可选用 IIIC 等及以上安全等级的风力发电机。

由代表年分析结果可知，010001#测风 100 高年平均风速为 6.6m/s，年平均风功率密度为 262.4W/m²，全年主导风向为 S，次主导风向为 SSE，风能密度分布的最大风向为 S。010002#测风 100m 高年平均风速为 6.3m/s，年平均风功率密度为 241.5W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 NW。010003#测风 100 高年平均风速为 6.0m/s，年平均风功率密度为 197.6W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 NW。010004# 测风 100 高年平均风速为 6.0m/s，年平均风功率密度为 219.4W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 S，风能密度分布的最大风向为 NW。010005#测风 100m 高年平均风速为 7.0m/s，年平均风功率密度为 277.3W/m²，全年主导风向为 S，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 S。8042#测风 100 高年平均风速为 6.1m/s，年平均风功率密度为 217.6 W/m²，全年主导风向为 SSE，次主导风向为 NW，风能密度分布的最大风向为 NW。8007#测风 100 高年平均风速为 6.7m/s，年平均风功率密度为 316.0 W/m²，全年主导风向为 S，次主导风向为 SSE，风能密度分布的最大风向为 NW。

由以上八座塔 100m 高风速统计结果可知，F 地块风电场南部风资源较好，北部尤其东北部风资源一般，场内风速分布差异明显，风速变化从 5m/s~7m/s 不等，全场主导风向基本一致，表现为 NW~NNW，S~SSE，风能分布的最大方向基本与主导风向一致，有利于风机排布。

根据以上分析结果，参照《风电场风能资源评估方法》GB/T 18710-2002，规划风电场区域风功率密度等级属于 1~2 级之间。

现规划各地块风电场内虽然具有测风塔，但测风塔的分布不能完全反映出各地块风能资源分布情况，需要在各地块内补立测风塔。根据现计算出的规划风电场风资源分布和风机排布情况，对各地块内风机密集而未有测风塔覆盖的范围内进行了测风塔补立，六个地块一共补立了 30 座测风塔。补充此 30 座测风塔后，与现有的 38 座测风塔一并，能够反映出拟建风电场内风能资源分布情况，为后期风电场风能资源评价提供了较有利的支撑。

在本次所有的测风塔，有近一半的测风塔实测时段不满一年，虽通过中尺度数据进行插补延长使用，但与实际情况有所偏差，待下一阶段补充收集到一年实测数据后，再进行复核修正。

3.1.7 项目所在区域太阳能资源

本项目规划的光伏电站位于六个地块（分区同风能资源评估分区简图）内，编号分别为 A、B、C、D、E、F，根据太阳总辐射量卫星数据数值，B、C、D、E、F 地块内太阳总辐射量一致，A 地块内总辐射量相对略高一些。本次收集到了光伏电站区域内实测 12 个月的太阳总辐射量数据、邻近的固原气象站近 10 年太阳总辐射量数据和光伏电站位置处近 29 年 NASA 数据，分别采用气候学等方法进行比较分析，认为经与测光站实测进行对比分析后的 NASA 数据相对能够反映实际情况，故本次采用经测光站与 NASA 对比后，得到的各地块内的总辐射量数值进行各地块内太阳能资源评价，待补充收集到测光站一年数据后再进行复核修正。

经分析计算，B、C、D、E、F 光伏地块内代表年太阳总辐射量为 1611.3 kWh/m²，A 光伏地块内代表年太阳总辐射量为 1675.5 kWh/m²，各光伏地块内太阳能资源稳定，根据《太阳能资源评估方法》QX/T89-2008 中太阳总辐射量丰富程度划分标准，光伏电站区域内太阳能资源很丰富，适宜建设光伏电站。

3.1.8 电网现状

3.1.8.1 甘肃电网现状

甘肃电网处于西北电网的中心位置，是西北电网的主要组成部分，目前交流电网最高电压等级为 750kV，主网电压等级为 750/330kV。目前甘肃电网通过平凉~乾县 2 回、麦积~宝鸡 2 回 750kV 线路，与陕西电网相联；通过兰州东~官亭 2 回、武胜~西宁 2 回、沙州~鱼卡 2 回 750kV 线路与青海电网相联；通过白银~黄河 2 回 750kV 线路、平凉~六盘山 2 回 750kV 线路与宁夏电网相联；通过敦煌~哈密、沙州~烟墩 4 回 750kV 线路与甘肃电网相联。2017 年±800kV 酒泉~湖南特高压直流投入运行，起点酒泉换流北京华恒基业野生动植物专用标识技术服务中心

站以 3 回 750kV 线路接入酒泉地区 750kV 莫高变电站，终期最大送电容量为 8000MW。

截至 2019 年底，甘肃全省总装机 52679.8MW。其中火电 21040.7MW、水电 9431.5MW、风电 12971.9MW、光伏 9075.7MW、光热 160MW，占比分别为 39.94%、17.90%、24.62%、17.23%、0.30%。其中，可再生能源装机占比 60.06%，非水可再生能源装机占比 42.16%。

2019 年，甘肃全社会用电量为 1288.05 亿 kWh，全社会最大负荷 19141.1MW，同比增长-0.11%和 2.77%。

截至 2019 年底，已建成的 750kV 线路 46 条，甘肃境内总长度约 6591 公里；330kV 线路 264 条，甘肃境内总长度约 11170 公里；220kV 线路 40 条，总长度约 883 公里。全网共有 750kV 变电站 11 座，主变 19 台，容量 38100MVA；330kV 变电所 71 座，主变 155 台，总容量 42630MVA；220kV 降压变电所 7 座，主变 18 台，总容量 2370MVA。

3.1.8.2 山东电网

山东电网是一个以火电为主的电网，现已覆盖了全省的16个地市，通过1000kV 泉城~海河双回、泉城~邢台双回1000kV线路接入国家特高压电网，通过聊城~辛安双回、滨州~黄骅500kV双回线路与华北电网相联，通过银川东~胶东换流站±660kV直流线路接受宁东电力,通过扎鲁特~广固换流站±800kV直流线路接受东北及蒙东电力,通过伊克昭~沂南换流站±800kV直流线路接受蒙西电力。截至2018年底，全省已拥有1000MW及以上容量电厂23座，已运行的最大发电机组为1250MW。山东电网已成为以300MW和600MW级发电机组为主力机型、500kV 为主网架，发、输、配电网协调发展的大型现代化电网。

截至2019年底，山东省电厂总装机容量为14044万kW，同比增长7.2%，其中火电10713万kW，同比增长3.3%、水电机组108万kW、核电机组250万kW，同比增长100%、风电1354万kW，同比增长18.2%、太阳能发电1619万kW，同比增长19.0%。火电、水电、核电、风电、太阳能装机占比分别为76.28%、0.77%、1.78%、9.64%、11.53%。

2019年，山东省全口径发电量5285亿kWh，同比增长1.3%，分类型看，火电发电量4680亿kWh，水电发电量5亿kWh，核电发电量207亿kWh，风电发电量225 亿kWh，太阳能发电量167亿kWh。

2019 年，山东省完成全社会用电量为 6219 亿 kWh，同比增长 2.2%，全网最高用电负荷 8411 万 kW，同比增长 3.0%。

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目规划容量为

6000MW，考虑作为为陇东-山东±800kV 特高压直流通道外送配套新能源项目，这样不仅可以满足外区电网电力负荷增长的需要，又可以减少外送配套电源中火电所占的比例，降低能源消耗，减少环境污染，具有良好的生态环保意义。

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳风光综合新能源示范项目规划开发新能源容量为 6000MW。首批可研收口新能源容量为 3227.5MWp，其中风电容量 2267.1MW，光伏容量 960.4MWp。根据新能源资源分布情况，考虑按 6 个分区汇集，每分区建设 1 座 330kV 升压站，升压站 330kV 母线采用单母线接线方式。6 座 330kV 升压站各出 1 回 330kV 线路接入拟规划建设 750kV 庆阳北变电站。

3.2 评价区环境质量现状

3.2.1 环境空气

本项目位于庆阳市环县酒，本次选取 2019 年为评价基准年。

庆阳市 2019 年 SO₂、NO₂、PM₁₀、PM_{2.5} 年均浓度分别为 11ug/m³、18 ug/m³、58ug/m³、30ug/m³；CO 24 小时平均第 95 百分位数为 1.2mg/m³，O₃ 日最大 8 小时平均第 90 百分位数为 132ug/m³；各污染物平均浓度均优于《环境空气质量标准》（GB3095-2012）中二级标准限值，内容要求参见表 3-1。

表 3-1 区域空气质量现状评价表

评价因子	平均时段	现状浓度/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	标准限值/ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	占标率/%	达标情况
SO ₂	年平均浓度	11	60	18.33	达标
NO ₂	年平均浓度	18	40	45.00	达标
PM ₁₀	年平均浓度	58	70	82.86	达标
PM _{2.5}	年平均浓度	30	3	85.71	达标
CO	95 百分位上日平均 质量浓度	120	4000	30.00	达标
O ₃	90 百分位上 8h 平 均质量浓度	132	160	82.50	达标

根据表3-1可知，评价因子均满足《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。属于达标区。

3.2.2 声环境

为了解项目所在地声环境状况，本评价委托中铁西北科学研究院有限公司工程检测试验中心对项目所在区域敏感点的声环境和升压变电站周围的噪声环境现状进行监测。

(1) 监测布点

根据《环境影响评价技术导则 声环境》（HJ2.4-2009）的规定，本次噪声质量现状监测共设 24 个监测点，具体点位见下表。

表 敏感点噪声检测点位一览表

编号	检测点位	坐标
1#	S1 升压站内	106.748248407,36.880775064
2#	风机 WB01 周围 200m	106.753670175,36.892805403
3#	风机 WA136 周围 200m	106.781087715,36.915942138
4#	S2 升压站内	106.802092286,36.687704651
5#	S2 升压站西北侧敏感点	106.800159987,36.688052191
6#	S2 升压站东侧敏感点	106.806034025,36.687376274
7#	风机 W355 周围 200m	106.794740159,36.684633797
8#	风机 W282 周围 200m	106.830370624,36.690625852
9#	风机 W248 的周围的敏感点	106.763195726,36.706994042
10#	风机 W345 的周围的敏感点	106.8309550,36.6797520102
11#	S3 升压站内	106.678588069,36.748514922
12#	风机 WA264 周围 200m	106.669357617,36.737237281
13#	风机 XZ1010 周围 200m	106.693170268,36.84709519
14#	S4 升压站内	106.618883460,36.715294116
15#	风机 W443 周围 200m	106.628073055,36.698570555
16#	风机 ZB9b 周围 200m	106.576520998,36.735810345
17#	S5 升压站内	106.468229415,36.586095468
18#	风机 W562 周围 200m	106.519556243,36.650113767
19#	风机 W319 周围 200m	106.443660457,36.513911194
20#	S6 升压站内	106.603840801,36.350554736
21#	S6 升压站西侧敏感点	106.601281912,36.350567569
22#	风机 W729 周围 200m	106.596117217,36.423461741
23#	风机 W720 周围 200m	106.557171542,36.422823375
24#	风机 W182 周围 200m	106.506652135,36.320379084

(2) 监测项目

等效声级 L_{eq}

(3) 监测频次

现状监测时间为 1 天，昼间、夜间各 2 次。

(4) 监测方法

噪声监测方法执行《声环境质量标准》（GB3096-2008）中规定的方法。

(1) 监测结果

本次声环境质量现状监测结果。

表 声环境现状监测结果单位：dB（A）

由环境噪声监测结果可知：24 个监测点的噪声现状监测值，均未超过《声环境质量标准》（GB3096-2008）1 类标准限值，说明本项目所处地区声环境质量优良。

3.2.4 生态环境

3.2.4.1 生态功能区划

本项目拟建场地位于庆阳市环县境内，项目占地涉及环县 4 个乡镇，项目占地均属于山地，风机分布于山顶或山脊一带，少量占用农用地（全部为一般耕地）及部分利用地（荒地），生态系统以草原生态系统（干草原生态系统）为主。根据《甘肃省生态功能区规划》环县属于“环县黄土丘陵，滩地强烈水土流失生牧农态功能区”，具体见附图。

3.2.4.2 区域生态问题及生态保护方向

生态问题主要有以下几个方面：

(1) 项目所在区域降水少，蒸发强，地形开阔、主要为黄土塬、峁地貌，场地上部覆盖层主要为黄土，覆盖层厚度大于 50m，主要以山地常见的荒草为主。

(2) 环县紧邻毛乌素沙地南缘，属半干旱草原向半干旱荒漠过渡地带，植被稀疏，生态环境脆弱，干旱少雨，灾害频繁，土地沙化较为严重。

(3) 环县境内有环县甜水镇国家沙化土地封禁保护区，保护区范围内，禁止砍伐、樵采、开垦、放牧、采药、狩猎、勘探、开矿和滥用水资源等一切破坏植被的活动，本项目已避开该沙化土地封禁保护区。本工程所在区域不涉及自然保护区、风景名胜区等环境敏感目标。

本区域的生态保护方向主要为防止水土流失加剧，加强水土保持，保护现有生态环境。

3.2.4.3 土地利用

3.2.4.4 生态系统类型

评价区为典型的干草原生态系统，占据主要地位的生物是山地自然生长的荒草及少量经过人工驯化的农作物、人工林木等，其次是一些小型哺乳类动物，以及与这些动物关系密切的生物种群。由于人类有目的地选择与控制，以及现有气候、地形条件及土壤

类型限制，生物种类和数目一般较少，生物多样性较低，具体生物现状调查详见后文。

评价区内景观主要为分布较连续的山地草原景观。

3.2.4.5 调查方法、范围和时间

通过了解项目区生态环境现状，把握项目区生态特点和生态保护关键因素，同时为生态影响评价提供基础数据。本报告采用资料收集法、遥感调查法与现场勘查法。

3.2.4.5.1 调查方法、范围

(1) 资料收集法

本次评价植被调查收集的资料主要有科学出版社 2000 年出版的《中国植被类型图谱》、2005 年甘肃科学技术出版社出版的《甘肃省植物志》、1996 年甘肃科学技术出版社出版的《甘肃珍稀濒危保护物种》。

(2) 遥感调查法

在现场调查的基础上，采用 3S 技术对评价区域遥感数据进行解译，完成了数字化的土地利用类型图的制作，土壤侵蚀图由水务所提供，进行生态环境质量的定性和定量评价。利用 3S 技术对数据进行几何校正、波段组合、增强处理等预处理后，根据解译判读标志进行人机交互目视判读解译，并根据现场调查和植物群落样方调查结果对解译成果进行修正，以提取评价区域生态环境信息。

按照《环境影响评价技术导则—生态影响》（HJ19-2011）要求，以项目占地边界为基准，向外扩 300m 为生态影响评价范围进行遥感调查，针对耕地、林地、灌丛、草地、工矿用地、裸地和交通运输用地等主要地理要素进行数字化，形成遥感解译的基础图；然后根据实地调查和高清影像，建立土地利用、植被分类的解译标志，完成室内解译工作。在制图的过程中，土地利用现状分类采用国家标准《土地利用现状分类》（GB/T21010-2007），植被分类采用全国植被分类系统。

(3) 样方调查法

2020 年 9 月在项目区进行植被样方调查。样方面积遵循《植物生态学野外调查方法》，参照环境评价的基本要求，根据当地实际情况，对当地具有典型特征的植物进行了样方调查，利用《中国植物志》和《甘肃植物志》（第 2 卷）等植物分类工具书进行分类鉴定，确定科、属、种名，列出植物名录。调查内容主要是植物种类、高度、盖度、地理位置、地形条件、土壤条件等，并记录保护植物种类、数量及分布情况。

(4) 样方设置代表性

本项目占地范围较大，地形地貌变化大，多为干旱草原，植被类型较为相近，全线

选择植被类型丰富的区域共设置 27 个样方点，基本能够体现占地范围整体植被情况。

3.2.4.5.2 调查时间

样方调查时间为 2020 年 9 月。

采取查询资料为主，实地调查为辅的方法，通过样线法对公路沿线野生动物进行调查，调查时间为 2020 年 9 月。

3.2.4.5.3 植被类型及主要植物

植物多样性样方调查

1、概述

物种多样性可表征生物群落的结构复杂性，体现群落的结构类型、发展阶段、稳定程度和生境差异，同时还是生态系统内生物群落对生物和非生物环境综合作用的外在反映。目前，植物多样性研究内容涉及到生物多样性的编目、生物多样性的价值及其评估、生物多样性形成机制和物种濒危机制与保护。本次评价主要侧重于以升压站为中心，划分的不同 6 个区域为主，进行植物多样性调查，通过分析该区植被类型、物种多样性、植被演替现状以及是否有保护物种等，以期为活动开展的可行性提供依据。

本次植被调查采用《中国植被类型图谱》（2000年）的分类系统。首先根据《中国植被》（1980）、《甘肃植被》（1997）和《甘肃植物志》（第二卷）（廉永善等，2005），获得该地区植被分布的总体情况，再结合实地考察资料，精准的参考了野外实地调查的经纬度位置、野外实地植被类型和样地植被的描述情况，以确保项目区植被类型准确无误。

2、植物群落调查

（1）样方布置原则

为最大限度的分析道路对该地区植物群落的组成、结构和生物多样性等的影响，本次评价尽可能选择项目占地有代表性的天然植被类型进行样地布设调查，以确保调查样地具有代表性，对每个区域的植被类型采用随机选取样点的方法进行植被调查，所调查样方能够代表本次评价范围内的植物生长情况。

（2）调查方法

采用 1m×1m、5m×5m 的样方调查，每个样方中测定灌丛植物的覆盖度、数量、高度等指标。用逐株统计法观测灌木密度，用卷尺测量自然高度、东西冠幅和南北冠幅。

3、本次在项目评价区内共调查了 27 个具有代表性的植物样方，具体调查结果见下表所示。样方布点图见附图。

拟建项目所在区域属于黄土高原干旱区，且项目位于中高海拔中起伏山地，自然生态系统受人类活动影响较少，现有林地主要是田地周边的防护林，为人工林，大多为人工栽培，未发现珍稀濒危种，区内没有发现古树名木，草本植物较单一，主要为栽培植物和田间杂草，未发现珍稀濒危物种。通过查阅有关资料，结合实地调查情况，评价区内农田大多已弃耕，少量主要以种植玉米、燕麦草等为主，杂草种类和数量较大。拟建工程区域植物种类共计 12 科 20 属，评价区植物名录见附表。

表 样方监测登记表 1

表 样方监测登记表 2

表 样方监测登记表 3

表 样方监测登记表 4

样方监测登记表 5

表 样方监测登记表 6

表 样方监测登记表 7

表 样方监测登记表 8

表 样方监测登记表 9

表 样方监测登记表 10

表 样方监测登记表 11

表 样方监测登记表 12

表 样方监测登记表 13

表 样方监测登记表 14

表 样方监测登记表 15

表 样方监测登记表 16

表 样方监测登记表 17

表 样方监测登记表 18

表 样方监测登记表 19

表 样方监测登记表 20

表 样方监测登记表 21

表 样方监测登记表 22

表 样方监测登记表 23

表 样方监测登记表 24

表 样方监测登记表 25

表 样方监测登记表 26

表 样方监测登记表 27**4、典型植物名录**

本次调查共发现植物 12 科 20 属，典型植物名录见表。

表 项目植物调查名录**5、调查结果分析****(1) 主要植物群落类型**

评价范围内优势种群落外貌较简单，多数群落灌木层和草本层结合。物种特征表现为极端适应干旱环境，叶片退化，细小，针状、棒状或肉质化，根冠比大。土壤环境为母质位岩石风化的坡积物和列积物，含较多碎石，地表有浅黄色结皮，结皮下有 10cm 左右厚的浅色腐殖质层，腐殖质下有明显的碳酸钙淀积层，淀积层之下有少量斑点状石膏聚集，属于棕钙土或灰钙土。评价范围内未发现珍稀保护植被。

3.2.4.6 陆生野生动物调查

本项目营运期生态影响主要为风机对鸟类的影响，因此本次评价将鸟类调查列为重点。

3.2.4.6.1 动物生境

由于评价区长期受人类生产生活活动影响，其原始野生动物生境已基本丧失，根据 Sutherland 和 Hill（1995）按照与人类管理的密切相关的宏观意义划分生境类型的方法，将野生动物的生境分为林地、灌丛、草原、荒漠、高山冻原、草甸、湿地及农田等，再加上居民区共九大类型。本项目区域的动物生境类型包括 5 种：农田、林地、草原、居荒漠、居民区。详见图。

(1) 农田生境：本项目区内分布少量农田，主要为旱地，现状调查为大部分农田已弃耕，少部分农田种植有玉米、燕麦草等农作物，田间有杂草，农田生态系统是一种开放的、不稳定的人工生态系统，就其生境而言，包括作物生境和周围的非作物生境两部分。作物生境为农田，非作物生境包括田埂、沟渠、杂草地、休耕地、篱墙、树林等。农田生境中常见的动物为小型啮齿动物和小型鸟类。农田生境由于土地开发利用程度高，主要种植粮食作物和蔬菜，虽然有少量天然草本和木本植物，但是由于生境单一，且人为干扰较为严重，从而导致了鸟类多样性和均匀性不高，特别是夏季。

(2) 林地生境：本项目区域林地面积较小，主要为防护林，为人工林，由于林地面积不够大，缺少成片林地，林相结构单一，林地生境内鸟类较为丰富，多样性和均匀性

均高于农田生境。

(3) 草原生境

项目占地大多为山地，风机等布置于山顶、山脊一带，庆阳市属于大陆性干旱气候，山地分布由耐寒性植被，形成草原生境。区域内常见的动物为鸟类、野兔、鼠类、狐狸等动物，干旱草原地带不适于鸟类定居，因此区域内鸟类大多为过境鸟，数量有限。据调查此区域植被单一，多为芨芨草、狗娃花等，多样性较低，均匀性较高。

(4) 居民区生境：为地面覆盖物以建筑物为主，包括公路、铁路、房屋等。本项目区域占地面积较大，由于多位于山区，居民分布较少，有多条乡路通过。居民区生境内常见的动物为人工驯养的畜禽，以及小型啮齿动物和小型鸟类等。居民区绿地主要以改善居民住宅的生境环境而人为营造的绿化设施。居民区生境中的鸟类种数较少，伴人种较多，如树麻雀等。



农田



农田



林地



林地



图 3.2-2 项目区域生境

3.2.4.6.2 动物多样性调查

1、调查时间及调查方法

2020年9月，采用样线法进行调查。

2、调查结果

2020年9月进行现场调查，以6个升压站为中心，在沿途的风机、升压站周围进行调查。

项目所在区域属于大陆性干旱气候区，且占地多位于山地、丘陵地区，周围有居民居住，受区域自然环境条件影响，也受人为经济活动的影响，动物区系较贫乏，在陆栖野生动物中哺乳类无大型兽类的特有种，两栖类贫乏，有极少数狐狸、兔子等。根据已有文献资料分析，该区域动物群属温带干旱草原、半荒漠动物群，其基本特征是两栖类种类与数量均少，适应干旱草原、半荒漠环境的老鼠、兔子种类多，种群繁盛。鸟的种类相对较少，一些种类个体数量较丰富。还存在部分人类饲养的羊、马等。项目区不存在保护动物。

评价区分布的主要动物物种有：

兽类野生动物：野兔、黄鼬、狐狸等。

爬行类野生动物：壁虎、蜥蜴、蛇等。

常见野生鸟类：麻雀、喜鹊、燕子、啄木鸟、猫头鹰和乌鸦等。

昆虫类野生动物：蜂、食蚜蝇、蜻蜓、瓢虫等。

家畜类：牛、羊、猪、兔、马等。

家禽类：鸡、鸭、鹅、鸽子等。

3、结果分析

根据现场调查及查阅文献可知，项目区范围内不存在珍惜保护动物，现状主要是根据气候等条件影响，生存的一些较常见的野生动物及家禽，且项目区大多位于山顶或山脊，分布的生物量较少，因此，项目建设对周围动物影响较小。

4 施工期环境影响分析

4.1 施工期环境空气影响分析

项目施工期的主要大气污染物为施工扬尘和为施工机械、汽车及柴油发电机工作时产生的燃油废气。如管理不当，会对项目附近环境带来一定影响。

(1) 施工扬尘

施工扬尘主要来源于：风力发电机、光伏方阵等基础土石方的开挖、堆放、回填等形成露天堆场和裸露场地的风力扬尘；建筑材料及土石方运输车辆行驶过程中产生道路扬尘污染。

①建筑材料露天堆放扬尘

由于施工需要，一些建筑材料需要露天堆放，一些施工作业点的表层土壤及土石方在经过人工开挖后，临时堆放于露天，在气候干燥且有风的情况下，会产生大量的扬尘，如不采取有效措施，会对周围环境造成污染，一般影响范围在下风向 200m 内。该扬尘产生量与尘粒含水率、风向、风速、施工时间等密切相关，故为减少扬尘对周围环境的影响，应采取以下措施：减少露天堆放，如确需露天堆放的应加以覆盖；开挖的土石方应及时回填或运到指定地点，减少扬尘影响；对施工工作面及堆场实施洒水降尘，保证一定的含水量。

②运输车辆引起的道路扬尘

施工扬尘 60%以上是施工运输车辆引起的道路扬尘。扬尘污染在道路两边扩散，最大扬尘浓度出现在道路两边，随着离开路边距离的增加，浓度逐渐递减而趋于背景值，一般条件下影响范围在道路两侧 200m 以内。道路扬尘量的大小与车速、车型、车流量、风速、道路表面积尘量等诸多因素有关。根据类似施工现场汽车运输引起的扬尘现场监测结果，运输车辆下风向 50m 处 TSP 浓度达到 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，下风向 100m 处 TSP 浓度达到 $9\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，下风向 150m 处 TSP 浓度达到 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，下风向 200m 处 TSP 浓度达到 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 左右，满足环境空气质量二级标准 24 小时均值，因此道路两侧 200m 范围内对沿线造成的污染较为显著。本项目施工道路两侧 200m 范围内没有居民居住点。

本环评要求施工阶段限制车速和保持路面清洁以减少车辆运输扬尘；运输、装卸建筑材料时，尤其针对泥沙运输车辆，须采用封闭运输；对施工场地及施工道路每天洒水抑尘作业 4~5 次，可使扬尘量减少 70%左右，扬尘造成的 TSP 污染距离可缩小到 20~

50m 范围内。

综上，本项目施工期产生的扬尘影响主要为料场产生的风力扬尘和汽车运输车辆行驶扬尘。经采取环保措施后，可以有效地控制施工期扬尘影响的范围及程度。而且施工扬尘造成的污染是短期的、局部的，施工结束后即会消失，故项目对大气环境的影响较小。

(2) 燃油废气

施工机械、汽车及柴油发电机大多以柴油作为燃料，燃料燃烧过程中会产生 CO、SO₂、NO_x、碳氢化合物和烟尘，产生情况主要决定因素为燃料油种类、机械性能、作业方式和风力等，其中属机械性能、作业方式因素的影响最大，如运输车辆和部分施工机械在怠速、减速和加速时产生的污染较为严重。各类施工机械流动性较强，且燃料用量不大，所产生的废气少且较为分散，在易于扩散的气象条件下，该废气对周围环境的影响不大。经计算，本项目柴油发电机在满负荷运行时大气污染物排放量分别为 CO 0.75kg/h、HC 0.195kg/h、NO_x 1.05kg/h、烟尘 0.06kg/h，由于项目区域大而施工较为分散，在易于扩散的气象条件下，对周围环境的影响不大，且随着施工期的结束，该污染物也随即消失故施工期燃油废气对周围大气环境影响较小。

(3) 食堂油烟

由于施工期较长，施工单位会在施工营地设有食堂。在烹饪过程中有厨房燃料废气和油烟废气产生。施工单位应该采取必要的油烟净化措施，食堂燃料应采用清洁的罐装石油液化气或煤气。

施工人员最高 200 人，施工期共计 18 个月。项目施工期食堂油烟产生量为：141.5g/d，整个施工期共计 76.41kg，油烟浓度 3.5mg/m³。评价要求项目施工生活营地食堂采用经环保认证的静电式油烟净化处理装置进行处理后由专用排气筒引出屋顶排放。油烟净化处理装置油烟去除率为 85%，处理后油烟浓度为 0.53mg/m³，施工期油烟排放量为 11.46kg，可以满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中型类的标准要求（油烟净化效率≥75%、油烟排放浓度≤2mg/m³）。因此，项目施工期产生的油烟废气对周边大气环境影响较小。

4.2 施工期水环境影响分析

4.2.1 废水排放影响分析

本项目施工期废水主要包括施工人员的生活污水、施工废水和机修冲洗废水。

根据工程分析，本项目施工人员生活污水产生量为 10368m³，施工人员日常生活产生的生活污水，若处置不当，会对地下水体造成污染。要求加强对施工人员的管理，集中安排住宿，对生活污水进行集中收集；生活污水水质较简单，主要为有机污染物，施工营地内设置防渗旱厕、化粪池，生活污水经化粪池处理，防渗旱厕定期清掏用于周边农田肥田使用，对周边地表水环境影响较小。

施工废水产生量难以估计，但其主要污染因子为 SS。针对该废水设简易沉淀池，经沉淀后的水又可回用于生产不外排，沉淀泥浆干燥后作为建筑垃圾送当地环保部门指定地点集中处置。同时，切实做好建筑材料和建筑废料的管理，设置专门的临时材料堆放场，堆场四周挖有截留沟，并设防雨棚；尽量避开雨季施工，防止施工场地径流过分而造成土壤流失；施工完毕后，应及时进行表土回填和复垦，必要时种植草皮和植树绿化，以减少水土流失量。

施工期机械冲洗废水产生量约为 1620m³，污染物产生量分别为 SS0.16t、石油类 0.032t，需要在冲洗场地内设置集水沟和简易有效的除油池，将机械冲洗等含油废水进行收集、除油沉淀处理达标后回用作机械清洗或道路洒水。同时，切实做好建筑材料和建筑废料的管理，设置专门的临时材料堆放场，堆场四周挖有截留沟，并设防雨棚；尽量避开雨季施工，防止施工场地径流过分而造成水土流失；施工完毕后，应及时种植草皮和植树绿化，以减少水土流失量。

综上，本项目施工期产生废水经相应措施处理后均不外排，对周边地表水环境影响较小。

4.3 施工期声环境影响分析

施工期噪声源主要可分为机械噪声、施工作业噪声和施工车辆噪声。机械噪声主要由施工机械所造成的，如挖土机、推土机等，多为点源噪声源；施工作业噪声主要是指一些零星的敲打声、装卸车辆的撞击声、吆喝声、拆装模板的撞击声等，多为瞬间噪声；施工车辆的噪声属于交通噪声。这些施工噪声中对声环境影响最大的是机械噪声。部分施工机械的噪声源强见前面章节。

施工期噪声主要属中低频噪声，故施工期噪声对周边环境的影响只考虑扩散衰减，采用点源噪声衰减模式进行预测，预测模式见下：

$$L_2 = L_1 - 20 \lg (r_2 / r_1) \quad (r_2 > r_1) \quad (\text{式 4.3-1})$$

由式 4.3-1 可推出噪声随距离增加的衰减量，见式 4.3-2：

$$\Delta L = L_1 - L_2 = 20 \lg (r_2 / r_1) \quad (r_2 > r_1) \quad (\text{式 4.3-2})$$

式中： ΔL ——噪声随距离增加的衰减量，dB (A)；

r_1 、 r_2 ——距声源的距离；

L_1 ——距声源 r_1 处声级，dB (A)；

L_2 ——距声源 r_2 处声级，dB (A)。

各主要施工设备在不同距离处的噪声值（未与现状值叠加）预测结果见表 4.3-1。

表 4.3-1 各类施工机械在不同距离处的噪声预测值单位：dB (A)

序号	机械类型	噪声预测值										
		5m	50m	100	150m	200m	300m	270	276	310	340	345
1	推土机	86	66	61.25	56.5	54	50.5	51.55	51.34	50.15	49.10	48.93
2	装载机	86	66	61.25	56.5	54	50.5	51.55	51.34	50.15	49.10	48.93
3	挖掘机	84	64	59.25	54.5	52	48.5	49.55	49.34	48.15	47.10	46.93
4	运输汽车	88	68	63.25	58.5	55	52.5	53.25	53.10	52.25	51.50	51.38
5	柴油发电机	95	75	70.25	65.5	63	59.5	60.55	60.34	59.15	58.10	57.93

以《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011）评价，距主要设备噪声 120m 处的噪声可以达到昼间 70dB (A) 的要求；在 200m 处，除柴油发电机外，其他设备噪声可满足夜间 55dB (A) 的标准值；在 300m 处，所有设备噪声可满足夜间 55dB (A) 的标准值。

本项目柴油发电机为备用电源，在电力设施正常状态下不开启。根据现场实地踏勘和设计资料可知，项目各风机机位 150m 范围内无住户，有两个风机 200m 范围内有居民，因此施工时应尽量远离居民。本项目大部分施工作业均在昼间进行，如果必须夜间施工时，应避免使用备用柴油发电机，施工噪声对周围敏感目标的影响较小。施工噪声影响特点为短期性、暂时性，一旦施工活动结束，施工噪声也就随之结束。

4.4 施工期固体废物影响分析

施工期的固体废物主要为废土石、建筑垃圾和生活垃圾。

施工期建筑垃圾若处理不当，遇暴雨降水等会冲刷流失到水环境中而造成水体污染。因此，应及时进行清运、填埋或回收利用，防止长期堆放后干燥而产生扬尘；不能随意丢弃，随意丢弃会占领一定的空间或影响景观，应运到当地环保部门指定地点集中处理，同时要求规范运输，不得随路洒落，不能随意倾倒堆放等。

4.5 施工期生态环境影响分析

4.5.1 对土地利用的影响分析

本评价区域总面积为 774.93hm²，土地利用类型以山地、荒地为主。升压站、光伏方阵占地、风机等基础建设用地均为永久占地，工程永久占地为 43.95hm²，占地类型基本为山地、荒地。永久占地会使这些土地失去原有的生态功能，土壤结构及植被遭到破坏，土地利用类型转变为工业用地，但永久占地仅占评价区域总面积的 5.6%，土地扰动面积相对不大，对整个区域土地利用类型影响不大。除永久占地外，本工程临时占地 730.98hm²（包括永久租用地），此部分占地将对局部农业生产有暂时性影响。

项目施工检修道路为临时工程，采用泥结碎石路面，在建设期路基填筑，部分采用建筑垃圾作为路基，本项目道路工程区临时占地 243hm²。在道路服役结束后，须将道路填筑的建筑垃圾及碎石等清除，换填表土后进行复垦。该临时占地一般在 2-3 年内基本可恢复原有土地利用功能。

施工区临时占地 20.20hm²，位于变电站区域，施工结束后，作为变电站内绿化及道路用地。

本项目施工期对土地利用功能影响不大。

4.5.2 对植物的影响分析

（1）对生物量的影响

施工过程中扰动土地，风机基础、光伏方阵、升压站、箱式变压器等工程永久占用土地，永久占地上的植被基本完全损失。评价区域面积共 774.93hm²，永久占地面积为 43.95hm²，根据现场调查，项目占地位于山区，位于山顶、山脊，土地基本为山地、荒地，少量农田基本已弃耕，由于受地势及气候因素影响，项目占地内植被类型较单一，大多为耐寒耐旱型植被，例如芨芨草、狗娃花等较常见植物占 90%以上，因此，项目建设不会造成评价区域植物生物量的显著减少。且施工结束后可以通过植被恢复措施弥补临时占地造成的损失，因此其影响是暂时的。

（2）对草原生态系统的影响

评价区的生态系统为典型的草原生态系统，应属于草原生态系统中的干草原生态系统，其主要特点是范围内的动植物种类较少，群落的结构单一。主要生物为芨芨草等常见的植被，伴生生物为鼠、鸟及少量其他小动物。

本项目各风机基础占地、光伏方阵占地、升压站占地以及施工检修道路的占地类型主要为山地和荒地，小部分为农田，部分施工道路利用已有道路进行改建，尽可能减少占用农田；施工时注意表土的堆存，施工结束后及时将表土进行回填，并及时进行植被恢复工作，同时要求车辆行驶严格按照规定的路线行驶，减少植被破坏。

另外，施工期造成的扬尘污染会影响周边植物的生长和生存，但经采取洒水抑尘等措施后对植物的影响很小，且施工结束后该污染物也随即消失。通过采取以上措施，施工期对评价区草原生态系统的影响较小。

4.5.3 对野生动物的影响分析

4.5.3.1 对兽类的影响

在施工期对兽类的影响主要体现在对动物栖息、觅食地所在生境的破坏，施工区植被的破坏、施工设备产生的噪声、施工人员以及各施工机械的干扰等均会使施工区及其周边环境发生改变，迫使动物迁徙至它处，使施工范围内动物的种类和数量减少。由于本评价区域人类活动频繁，野生动物很少，无国家和地区重点保护和珍稀动物，主要是鼠类，其迁徙和活动能力较强，能迁移至附近受干扰小的区域，对整个区域内的动物数量影响不大。工程建成后，随着植被的逐渐恢复，生态环境的好转，人为干扰逐渐减少，许多外迁的动物会陆续回到原来的栖息地。

4.5.3.2 对小型鸟类的影响

施工期间，人为活动的增加以及路基的开挖、机械的振动、噪声，均会惊吓、干扰鸟类，破坏其原有生活环境，使施工范围内的鸟类无法在此觅食、筑巢和繁殖，从而影响施工区域内的鸟群数量。由于评价区域鸟类大多为小型鸟类，其本身具有躲避危险的本能，可通过迁移和飞翔至场址区域内与其生活环境类似的区域避免工程对其造成的影响。故本项目施工对区域内的鸟类影响不大，不会造成鸟类数量的下降。

隼形目鸟类活动区域较大，栖息时多栖息于空旷地区孤立的高树梢上或电线杆上，且飞翔力强，易找到替代栖息环境，故受本项目施工影响较小。

5 营运期环境影响预测与评价

5.1 环境空气影响预测及评价

营运期单个升压站工作人员 24 人，6 个升压站共 144 人，食堂油烟产生总量为：101.4g/d，即 37.2kg/a，浓度为 1.69mg/m³；评价要求项目区食堂采用经环保部认证的静电式油烟净化处理装置进行处理后由专用排气筒引出屋顶排放。油烟净化设施的净化效率为 85%，则餐饮油烟排放总量为：15.18g/d，即 5.54kg/a。厨房工作时间按日 5h 计算，高峰期排烟量为 3.04g/h，油烟浓度为 0.253mg/m³。食堂油烟排放浓度可满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中相应要求（处理效率≥60%，≤2mg/m³）。项目厨房废气对周围环境影响较小。

5.2 地表水环境影响预测与分析

本工程营运期废水主要来源于升压变电站，主要为职工生活污水、光伏板清洗废水、主变事故时产生的含油污水，其中含油污水属于危险废物，见章节 5.4.3。

生活污水日产生量为 23.04m³/d，年产生量为 8409.6m³/a，生活污水主要污染物为 COD、BOD₅、NH₃-N、SS。生活污水经化粪池、食堂废水经隔油池预处理后与其他生活污水一并经直埋式一体化污水处理装置处理。直埋式一体化污水处理装置采用生物接触氧化法反应器处理工艺，该工艺为目前较为成熟的污水处理技术，生活污水经处理后能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质》（GB/T18920-2002）中城市绿化用水限值，用作站区绿化用水，不直接外排。生活污水经直埋式一体化污水处理装置处理后，废水中各污染物产生情况见表 5.2-1。

表 5.2-1 项目营运期职工生活污水污染源强产生及排放情况

废水量（m ³ /a）	水质	COD	BOD ₅	SS	NH ₃ -N
处理前 8409.6	浓度（mg/L）	250	150	130	50
	产生量（t/a）	0.29	0.18	0.18	0.06
处理后 8409.6	浓度（mg/L）	80	20	70	15
	排放量（t/a）	168.2	42.05	48.17	31.54
《城市污水再生利用城市杂用水水质》 （GB/T18920-2002）中城市绿化用水限值（mg/L）		-	20	-	15

5.3 声环境影响预测与分析

5.3.1 风机噪声影响分析

5.3.1.1 噪声来源及源强

本项目采用单机容量为3300kW风发力发电机组，风机轮毂高度为100m，根据源强分析，当机组正常运转时其轮毂处的噪声功率级在106dB。

5.3.1.2 预测内容

根据风力发电机组的初步布置方案，预测单个风力发电机组正常运行时的噪声贡献值及对最近环境敏感点的噪声预测值。

5.3.1.3 预测模式

由于各风力发电机组相距较远，风电场外的噪声影响只考虑单机噪声影响，风电场内的保护目标考虑附近几个风机点声源的叠加影响。故每个风机可视为一个点声源，采用处于完全自由空间的点声源几何发散衰减公式和多声源叠加公式对风机噪声影响进行预测，具体计算公式如下：

(1) 处于自由空间的点声源几何发散衰减公式如式5.3-1。

$$L_A(r) = L_{WA} - 20Lg(r) - 11 \quad (\text{式 5.3-1})$$

式中： $L_A(r)$ ——距声源 r (m) 处声压级，dB；

L_{WA} ——点声源的 A 声功率级，dB (A)。

(2) 多声源在某一点声压级的叠加公式如式 5.3-2。

$$L_{P_{\text{总}}} = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Pi}/10 + L_{Pi2}/10 + \dots)} \quad (\text{式 5.3-2})$$

式中： $L_{P_{\text{总}}}$ ——n 个噪声源叠加后的总声压级，dB (A)；

L_{Pi} ——第 i 个噪声源对该点的声压级，dB (A)。

5.3.1.4 预测结果及分析

根据上述噪声预测模式，及风机噪声值，对噪声衰减情况进行预测，且以 200m 范围内有居民的 W248 和 W345 风机为例，进行风机点位预测，其他风机周围居民均位于 200m 范围以外。预测结果如下表和图。

表 单个风电机在地面不同距离处的噪声预测值单位：dB (A)

距离 m	噪声预测值
------	-------

	0	10	20	50	100	180	192	200	300	350
100m	53	52.95	52.83	52.03	49.99	46.72	46.29	48.01	43.00	41.78

图 100m 高轮毂风机噪声分布

5.3.2 其它设备噪声

(1) 升压变电站噪声设备及源强

项目共建设6座升压站，且6座升压站内部建筑及机械设备布置均相同，因此，此处只预测一次。

变电站运行噪声源主要来自于主变压器等大型声源设备，声源设备的噪声为50~70dB(A)之间。变电站最主要的声源为主变压器，项目单个升压站拟建2台主变压器，位于户外，主变采用低噪声主变，距变压器1m远处的噪声级不大于70dB(A)。

项目主要噪声设备及与厂界的距离见表5.3-3。

表 5.3-3 升压变电站主要噪声源情况表

噪声源（设备）		主变压器
源强[dB(A)]		73
频谱特性		中、低频
与厂界距离（m）	东侧	71.4
	南侧	99
	西侧	80
	北侧	11.4

表 5.3-3 升压变电站主要噪声源情况表

序号	设备名称	单台源强 dB (A)	单位	数量	位置
1	主变压器	50~70	台	2	升压变电站，室外
2	空调机	55~60	台	8	升压变电站生产综合楼及升压变电室等
3	轴流风机	58-63	台	2	升压变电站：综合楼、监控中心、水泵房、油品库等处；
5	供水设备（配套水泵）	70~85	套	1	升压站
6	潜水泵	70~75	台	1	水处理室

(2) 预测模式

主变在预测点产生的等效声级贡献值（ L_{eqg} ）的等效计算公式如下：

$$L_{eqg} = 10lg \left(\frac{1}{T} \sum_i t_i 10^{0.1L_{Ai}} \right)$$

式中： L_{eqg} —主变在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{Ai} —声源在预测点产生的 A 声级，dB(A)；

T—预测计算的时间段，s；

t_i —声源在 T 时段内的运行时间，s。

主变在预测点产生的预测等效声级 (L_{eq}) 的计算公式如下：

$$L_{eq} = 10lg (10^{0.1L_{eqg}} + 10^{0.1L_{eqb}})$$

式中： L_{eqg} —主变在预测点的等效声级贡献值，dB(A)；

L_{eqb} —预测点的背景值，dB(A)；

(3) 预测结果

本项目正常工况下，升压站厂界噪声预测结果见表 5.3-4。

表 5.3-4 厂界噪声预测结果表单位：dB (A)

预测点	昼间					夜间				
	最大贡献值	背景值	叠加值	标准值	达标情况	最大贡献值	背景值	叠加值	标准值	达标情况
东侧	32.80	45.00	45.25	55	达标	32.80	40.00	40.76	45	达标
西侧	31.83	45.00	45.20	55	达标	31.83	40.00	40.61	45	达标
南侧	30.00	45.00	45.13	55	达标	30.00	40.00	40.41	45	达标
北侧	48.13	45.00	49.85	55	达标	48.13	40.00	48.75	45	不达标

由预测结果可知，升压站东、西、南侧噪声均能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的 1 类标准要求。升压站北侧由于主变压器距离较近，因此噪声值在夜间有一点程度的影响，但项目正常工况下，通过墙体和围墙的噪声衰减后，升压变电站主要噪声源对厂界噪声贡献值进一步减小，即实际情况较预测噪声值小。且项目 6 座升压站中，剩余 5 座升压站周围 200m 均无居民，只有 S2 升压站 200m 范围内存在居民，分别为西侧 180m 和东侧 170m，北侧不存在居民，因此，根据预测，升压站对居民及周围环境产生的噪声影响较小。

5.3.3 对周边环境敏感点的影响分析

由预测结果可知：距轮毂高 100m 风力发电机组 250m 处（地面水平距离）的噪声值能达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的 1 类夜间标准要求，本项目风机 W248

及 W345 与风机的距离分别是 180m 及 192m，噪声未达到标准值，对居民产生噪声影响，因此，此处两座风机应根据实际情况做好降噪工作，降低对周围敏感点的影响；升压变电站和监控中心内的主要噪声源厂界噪声贡献值较小，能满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的 1 类标准要求。本评价预测中并未考虑围墙树木等隔声效应，因此在实际运行中，敏感点接受的噪声值一般低于计算值。

本项目风机 250m 距离以内的环境敏感目标风机有 W248 及 W345。

根据预测结果可知，受风机噪声影响，W248 及 W345 两座风机周围各存在一户居民，风机噪声影响值均未达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》中的 1 类夜间标准值。

由于本次预测为理论预测值，且有部分敏感目标受到项目噪声影响，因此本次评价要求建设单位预留资金，在风机建成后，对风机运行噪声进行监测，如有敏感点噪声超标，则应对受噪声影响超标的民居进行加装通风隔声窗等方式进行降噪。目前阶段按 10 户居民计算，建议预留 5 万元专项资金，此部分资金应列入工程预算之中。

本项目营运期环境敏感目标噪声预测结果见下表，环境影响等值线示意图见图。

表 噪声预测结果单位：dB (A)

预测点	预测值	标准	
		昼间	夜间
W248 敏感点	49.56	55	45
W345 敏感点	48.91	55	45

图 19 W345 风机等声级线图

图 19 W248 等声级线图

由预测结果可知，W348 和 W248 周围的敏感点噪声预测值均满足《声环境质量标准》中 1 类夜间标准值，W345 风机居民位于西南方向 192m 处，风机 248 周围居民位于东南向 180m 处，且此处预测未考虑墙体，绿植等的吸声效果，因此实际建成后噪声值应低于预测值。项目建成后根据实际情况进行监测后，对风机附近受噪声影响较大的居民进行安装隔声窗等降噪装置，措施实施后项目对周围噪声影响可接受。

5.4 固体废物环境影响分析

根据工程分析，本项目营运期产生的固体废物包括职工生活垃圾、生活污水处理装置产生的污泥、风机维修和运行产生的少量废旧钢材料、废蓄电池包装物和废轴承及废机油等。其中维修及事故时产生的少量污油、废蓄电池、废机油属危险废物，交由资质北京华恒基业野生动植物专用标识技术服务中心

单位处置，其余为一般固废，定期外售，生活垃圾定期清运之制定堆放场地。

5.4.1 职工生活垃圾

本项目职工生活垃圾年产生量为 52.56t/a，生活污水处理设施产生污泥量约为 2.88t/a。生活垃圾经收集后及时清运到当地环保部门指定地点集中收集；生活污水处理装置产生的污泥亦定期清掏送至附近农户堆肥。因此，生活垃圾和生活污水处理设施污泥在及时清运的情况下对周围环境的影响不大。

5.4.2 一般工业固体废物

风机维修和运行废旧玻璃钢、包装物由废品收购公司回收利用，废轴承由供货厂家回收，经以上措施处理后，对周边环境影响很小。

5.4.3 危险废物

风机运行及维护期间使用的润滑油主要包括偏航轴承用油脂、变浆轴承油脂、主轴轴承油脂、偏航减速器油脂、变压器液压油等，每台风机每年用量约为 10kg，用量很少。风电场营运过程中只要加强运维人员的风险防范意识，对设备进行定期检查，防止发生滴、漏现象，对风机的主要设备（如齿轮箱等）的润滑方式采取一定的防范措施后，能有效防止油脂泄漏，从而减少风机维修与营运期润滑油对环境的影响。同时运维人员须对风机维修过程中塔筒内可能产生的极少量落地油（废润滑油、废液压油 HW08）及时进行彻底清理收集，以免污染土壤和地下水。

风机维修和运行过程产生的少量废机油由有专门容器收集后暂存在场内危险废物暂存间内。要求废物容器完好无损且材质满足相应的强度要求，废物容器外按要求贴有相应的危险警示的标志；并建立危险废物收集、贮存、运输等管理制度，委托有处理资质的单位妥善处置。

主变压器发生突发事故或检修时会产生废变压器油，但发生概率极低。主变压器下建有排油坑，废油暂存于事故油池中，并委托有处理资质的单位处置，不外排。不会对周边地表水和地下水产生影响。

升压站直流系统供电采用铅酸蓄电池，使用数量约 1236 只（300Ah/组），失效的蓄电池为危险废物，根据经验，更换周期约在 5~10 年，本项目专业厂家进行维护保养，更换时废旧蓄电池由厂家进行回收处理。评价要求本项目如有自行更换的废旧蓄电池，更换下后须存储于危废暂存间，由有资质单位进行处理。此外，建议采用免维护电池组，

该类电池组使用周期长（一般为终身免维护），除特殊情况外，基本没有废弃，可大大减少危废产生。

废光伏板。项目光伏电场定期产生损坏的光伏板，每年衰减按 0.6%计，废旧光伏板由厂家更换后带走，不在厂区暂存。

项目针对不同类型固体废物采取了合理的处理处置措施，各固体废物均能得到有效的处理及处置，不会对外环境产生二次污染。

5.5 生态影响评价

5.5.1 土地利用影响评价

本工程永久占地面积 43.95hm²。占地范围主要以山地草原为主，存在少量农田，现场调查发现，大部分已弃耕，少量种植玉米、燕麦草等，杂草较多，造成的经济损失较小，同时，对于直接被占用农田的农户，建设单位和地方政府要采取有效的措施直接对农户进行补偿。

本工程永久所占的土地面积与环县的总面积比较，所占比例小，其它土地仍保持原有的植被覆盖率，因此本工程的建设对区域的气象条件，如湿度、温度、地表蒸发量等因素不会产生明显的影响，本区域的降水条件仍会保持原有特征，未征用农田原来利用河渠和河流灌溉的方式也不会受到影响，原有的日照条件也不可能因风、光电场的建设而发生改变，因此未征用农田的亩产量基本不会受到本工程的影响。

尽管线路设计时本着尽量减少占用耕地的原则，但是占用农田还是不可避免的。耕地的占用，将加剧对剩余耕地的压力，对农业生产产生一定的影响。建设单位应该与政府主管部门协商，对被占用的土地作出补偿，且补偿措施必须得力可行。

通过上述分析可知，拟建项目占地对区域耕地面积及其经济产值都会产生影响，但这种影响均是十分微弱的，它既不会改变环县土地利用现状格局，也不会改变环县农业经济在整个国民经济构成中的比例和地位。

5.5.2 对陆生动物影响分析

项目营运期间，项目用地周边植被逐步恢复，水土流失情况减少，区域植被逐步恢复原状。项目硬化地面占地不大，对区域植被影响不大。项目所在为耕地，当地农业生产历史悠久，长期以来人类活动频繁，野生动物仅为鼠类、兔类等小型动物，无大型野生兽类生存，营运期对生态的主要影响为风机运转对鸟类的影响。

5.5.2.1 风电场对动物的影响

(1) 对鸟类生存的影响

本工程安装687台单机容量为330kW的风力发电机组，风机轮毂高度为100m，风机叶片直径160m，轮毂高度100m的风机叶片旋转的范围在离地面27.5~172.5m之间，是鸟类飞行通过风机的高风险区域，有被风机叶片撞击的危险。鸟类在栖息和觅食时，其飞行高度一般低于100m，而风机叶片旋转高度为30~200m，运行线速度为34~61m/s，因此风机运行将直接影响鸟类在风电场范围内的飞行，所以风光电场范围不适宜作为鸟类的栖息觅食场所。

鸟类通常选择水草肥美的湿地作为栖息觅食地，本项目区域多为干旱草原，不适宜于鸟类栖息生存，因此对鸟类的影响大大降低。

风电机运转过程中会产生叶片扫风噪声和机械运转噪声。大多数鸟类对噪声具有较高的敏感性，在该噪声环境条件下，部分鸟类会选择回避，减小活动范围。鸟类在飞行中撞到输电线时会造成死亡或受伤，但这种可能性较小。为防止鸟类撞风机造成伤亡，要求设置赶鸟器，以减小对鸟类的伤害。

评价区内的留鸟较少，本项目对鸟类生存影响相对较小。

(2) 鸟类撞击的影响

风力发电场对鸟类影响最严重的后果是鸟类飞行中由于不能避让风机而被撞死或撞伤。这种碰撞可能发生在鸟类的本地迁徙活动中（如往来于休息地与觅食地、饮水地之间等），也可能发生在季节性迁徙途中。通常，前一种迁徙每天都会在低空中发生，而后一种迁徙每年只发生两次。鸟类迁徙通道泛指鸟类中的某些种类，每年春季和秋季，有规律的、沿相对固定的路线、定时地在繁殖地区和越冬地区之间进行的长距离的往返移居的行为现象。候鸟在迁徙途中，普通鸟类飞翔高度在400m左右，鹤类在300~500m，鹳、雁等最高飞行高度可达900m，均超过风机的总高度（200m以下）以及高压输电线路高度，且鸟类一般又都有较好的视力，它们很容易发现并躲避障碍物，在飞行途中遇到障碍物都会在大约100~200m的距离下避开（卞兴忠，2010）。

荷兰自然物理研究所曾对风电场对鸟类的伤害进行研究，认为鸟类撞击风机而死亡的事件总体来说是稀少的，每公里风电伤害的飞鸟比每公里高压输电线伤害的鸟类少10倍，与高速公路上汽车对飞鸟的伤害处于同等水平。鸟类的视力很好，它们能在几百米之外发现风机这样的障碍物而绕其飞行，但是已有研究说明，撞击率与天气相关，由于

雾或雨天能见度低，会有许多鸟与风机相撞。很强的逆风也会使鸟类降低飞行高度，有时甚至低至100m以下，同时也极易受到迁徙通道上光源的吸引，从而大幅增加其与风力发电机等障碍物发生碰撞的可能，造成大批迁徙鸟类的伤亡。在天气晴好的情况下，鸟类误撞风电机的几率极小。本项目区域多年平均降雨量400mm以下，项目区域气候干旱，天气情况较好，冰雹、大风、雷暴等气象灾害时段少。

(3) 对动物栖息和觅食的影响

风电机在运转过程中会产生叶片扫风噪声和机械运转噪声。对动物将造成一定的驱赶作用，其中特别是对鸟类和兽类中的蝙蝠类有较大影响。由于大多数鸟类和兽类对噪声具有较高的敏感性，在该噪声环境条件下，大多数鸟类会选择回避，这将造成动物活动范围的缩减。但动物对长期持续而无害的噪音会产生一定的适应性，随着运行时间的延长，这种影响会逐渐减小甚至消失。

综上，本项目区域保护鸟类较少，在采取本评价提出的措施的前提下，对重点保护鸟类的影响可降至最低。

5.5.2.2 集电线路对动物的影响

本项目集电线路采用电压等级为35kV的电缆敷设方案。营运期高压输电线路对陆生动物的影响主要是工频电磁影响，工频电场和工频磁场属于感应场，感应场的特点是随着距离的增加其场强快速衰减，高压电缆线路产生的工频磁场经过距离的衰减，对动物影响甚微。

5.5.2.3 升压变电站对动物的影响

升压变电站内主要电气设备（220kV线路、主变压器、35kV线路等），营运期升压变电站对动物的影响除与输电线路类似的电磁影响和噪声影响外，升压变电站中设置有生产生活区，若不采取合理措施，营运期工作人员正常生产生活产生的生活垃圾及生活污水将污染升压变电站周围动物生境，使得动物远离该地区，但由于工作人员数量不多，这种影响较小，且可以通过合理的保护措施加以削减或避免。

5.5.2.4 场内道路对动物的影响

施工道路主要为方便施工车辆等进场而建，施工道路施工完成后修整作为检修道路，路面宽5m，泥结碎石路面。由于营运期施工道路主要为检修功能，因此道路上车流量很小，对动物的影响也很小。

5.5.2.5 景观生态影响评价

风机构造物作为有形的实体构成了新的景观因子，影响着整体景观的生态和美学功能。风电场景观不同于城市景观，其组成要素和界面以自然因素为主，人工因素为辅，是大地景观不可分割的组成部分。结合所在地区的自然特征和风格，充分利用周围环境的风景资源来实施绿化，更好地使人工构造物融合于自然环境中，形成新的景观，达到视觉上的和谐、舒适、优美。

5.5.3 光影影响分析

风电机组不停地转动的叶片，在白天阳光入射方向下，如果投射到附近居民住宅的玻璃窗户上，即可产生闪烁的光影，光影会使人时常产生心烦、眩晕的症状，对正常生活产生影响。以风电机组为中心，东西方向为轴，处于北纬地区，轴北侧的居民区有可能受到风电机组的光影影响；如果风机布置不科学，有可能对民宅产生光影污染。

光影影响范围取决于太阳高度角的大小，太阳高度角越大，风机的影子越短，太阳高度角越小，风机的影子越长。根据太阳高度角的不同，建设单位可通过控制风机的工作时间，尽可能减少对附近居民的影响，同时风机周围居民较少，光影对居民影响较小。

6 环境风险评价

6.1 环境风险识别

风险识别范围包括电场工程的生产设施和过所涉及物质风险识别。本工程存在环境风险的生产设施有风机、变压器、旧蓄电池、废太阳能板等；生产过程中所涉及的风险物质主要有废油和废旧蓄电池。

6.2 环境风险分析

6.2.1 风机油及变压器环境险分析

风机油、变压器是电气绝缘用的一种，有冷却散热灭弧等作用。事故漏油一般在主变压器出现事故时产生，若不能够得到及时、合适处理，将对环境产生严重的影响。风机油在风机维护时产生。由维护人员回收后直接装到机油桶中，暂存于危废暂存间，后由有资质的单位回收处理。

为了防止变压器油泄露至外环境，风电场升压变电站内设有事故油池，可以满足变压器在事故并失控情况下泄露时不外溢到外环境。每台变压器下设置贮油坑，并通过事故排油管自流进入事故油池，事故油经收集后回收处理利用，不能回收的暂存于危废间，后必须由具有危险废物处理相应资格的机构妥善处理。

6.2.2 废弃蓄电池

风电场内蓄电池是电源系统中直流供电系统的重要组成部分，主要担负着为二次系统负载提供安全、稳定、可靠的电力保障，确保继电保护、通信设备的正常运行。目前国内直流系统的蓄电池大多数是用阀控密封铅酸蓄电池。蓄电池经过一定时间的使用后，常因活性物质脱落、板栅腐蚀或极板变形、硫化等因素，而使容量降低直至失效。蓄电池使用年限不一，风电场需要 3~5 年更换一次。蓄电池失效后，应委托有资质的单位进行回收处理。

6.3 环境风险防范措施

6.3.1 变压器油事故措施

(1) 事故油池

根据工程设计资料，风电场有主变事故油池根据工程设计资料，风电场有主变事故油池有效容积为60m³，主变压器下，设置了事故油坑和收集管网，通向事故油池。主变

压器事故油池的容积能够满足事故状态下的容量要求，不会外溢。事故排放废油属危险废物，暂存后交由有资质的单位处置。

(2) 消防、灭火

本工程在变压器附近设有泡沫消防系统，当发生火灾时利用水进行降温，并用泡沫进行灭火。

6.3.2 废蓄电池回收

蓄电池是变站直流系统中不可缺少的电源设备，通常布置在二次设备室内。正常状态时直流系统中的蓄电池组处于浮充备用状态，当交流电失电时，蓄电池作为变电站的备用电源，可以迅速向事故性负荷提供能量。待蓄电池的使用寿命结束后，运行单位按照《废铅酸蓄电池处理污染控制技术规范》（HJ519-2009）暂时存放，之后交由有资质的单位处置。

6.4 事故应急措施

6.4.1 事故防范措施

风电场环境风险事故发生概率较小，但风电场在营运期间，可能会由于风电场自身或受到自然灾害影响，发生一定风险事故，如电网事故、设备事故、火灾事故等；可能会对周围环境及生产维修人员产生危害。为了消除事故隐患，针对各种事故风险，建设单位在总体布局、工艺设计、设备选型、监督管理等方面，应采取积极的防范措施。

(1) 场区的平面布置的设计，建筑材料的选择、防雷、防静电防爆等设计严格执行《风电场建设防火规范》及有关规程、规范。

(2) 使用全密闭电气设备，确保装置无安全隐患。

(3) 生产装置实现自动检测，自动控制、超限自动报警，确保生产安全。

(4) 主要设备设置安全设施，防止事故发生。

(5) 做好防火、防爆、防电、防冻等工作。

(6) 变压器旁针对于一台主变修建了地下事故油池，防止漏油事故发生。

(7) 变电站设置了室内消防泵房和消防水池，防止火灾发生。

6.4.2 编制风电场应急预案

根据本工程的实际特点，本工程施工和运行过程中潜在的环境风险因素，针对各种事故风险，为了避免或最大程度地减轻灾害造成的损失，保障员工生命和企业财产安全，

建设单位应制定《工程施工现场事故应急预案》和《风电场应急预案》。

（1）应急预案的内容

应急预案包括人身事故应急处理预案、电力设备事故应急预案、风电场全场停电事故应急预案、大型机械事故应急预案、电力网络信息系统安全应急预案、火灾事故应急预案。

各项应急预案制定详细规范、全面细致、可实施性强，且有专门的应急组织机构和应急队伍。

（2）应急指挥部的职责

风电场应急指挥部的职责包括：

- ①发生重大事故时，发布和解除应急救援命令、信号。
- ②及时向公司上级主管部门、当地政府汇报事故情况。
- ③组织领导紧急救援处理，必要时向当地政府有关单位发出紧急救援请求。
- ④负责事故调查的组织工作，负责总结事故的教训和应急救援经验。

7 环境保护措施及其可行性论证

7.1 生态保护措施及可行性论证

7.1.1 设计阶段生态保护措施

风、光伏发电项目建设区域占地较大，但风机、光伏实际占地及地表扰动面积相对较小，对建设区域的物种组成及生态群落构成基本不会造成影响。风电场对当地生态系统的直接影响主要体现在对鸟类的影响上，并通过食物链的作用间接影响啮齿动物及各类植物，因此，为减小风、光电场对整个生态系统的影响，需要从设计阶段就考虑对鸟类栖息环境及生态系统的影响。设计阶段又可分为风、光电场的选址、风机、光伏方阵和线路布置、风机选型等几个方面。

7.1.1.1 风电场选址

在风、光电场选址时，应避免在高密度鸟类活动区域（繁殖地、越冬地、夜宿地等）建立风电场，防止造成鸟类的大量伤亡。远离原始完好的鸟类栖息地，不能对大面积连续的鸟类栖息地进行分割，应充分利用人类已开发使用的土地。本工程建设区域不涉及鸟类繁殖地、越冬地、夜宿地等，对鸟类影响较小。

7.1.1.2 风机和线路布置

在风机布置方面，应根据地形分组布置风电机，避免垂直与鸟类迁徙通道单排布置风机，因为这样会成为迁徙鸟类飞行的障碍。本区域不在鸟类迁徙通道上，因此对迁徙鸟类影响较小。在适当的条件下，风电场场内都应当尽量把电线埋入地下。本项目不在叶片上使用有闪光涂层的涂料，减小对夜行性禽类的吸引。

7.1.1.3 风机选型

鸟类是人类生存环境的重要组成部分，它对维持生态环境的平衡起着重要作用。风电场对鸟类的保护方面主要应在设计阶段考虑，建议建设单位在此阶段多咨询当地林业及农业部门，多走访当地鸟类专家，了解本地鸟类及迁徙候鸟的生活习性，科学地布置风机，才能有效地保护该地区的鸟类及其生存环境。在风机选型方面，建议选用高度相对较低的风电机。为了减小对夜行性鸟类的吸引，不扰乱夜间迁徙鸟类的迁徙活动，风电机机身上不设光源，确实需要安装防撞灯的，应考虑安装白色闪光灯，而且要安装尽可能少的灯，亮度也尽可能小，闪烁次数也尽可能小。

本项目在设计阶段就注重了对鸟类的保护，措施可行。

7.1.2 施工期生态保护措施及可行性论证

7.1.2.2 临时工程用地设置要求及生态恢复措施

建设单位应严格执行国家有关“土地复垦”的规定，在施工结束时对各类临时用地及时复垦，对于有进场耕作条件的土地尽量复垦利用，无条件的则种植灌草类进行植被恢复。施工营地、施工便道等临时工程选址的环保要求如下：

(1) 施工前，对施工范围临时设施的布置要进行严格的审查，既少占农田，又方便施工。应严格控制各类临时工程用地的数量，其面积不应大于设计给定的面积，禁止随意的超标占地。工程施工过程中，不允许将工程临时废渣随处乱排；建材堆放场等临时用地应尽量在永久征地范围内使用，如风场内道路征地范围内。临时用地应尽量缩短使用时间，用后及时恢复土地原来的功能。施工营区等临时建筑尽可能采用成品或简易拼装方式，尽量减轻对土壤及植被的破坏。

(2) 为方便运输，风电场建设工程通常先修路再竖立风机，且项目为风光同场，建设过程中可以在同一块场地内将风机及光伏方阵均安装好后进行下一阶段的工作。修路时的施工便道临时工程应尽量利用原有道路，新建道路尽量避绕植被覆盖度高的农田。施工运输车辆按照指定运输道路路线行驶，同时注意做好路面洒水等防尘工作，减少扬尘影响。

(4) 施工进度安排应紧凑合理，尽量缩短施工工期和地表的裸露时间；各施工片区的各风机建设完成后，应及时对每个风机的吊装场地进行土地整治，恢复植被。基础、电缆沟等开挖时，应将表层土与下层土分开，单独收集并保存表层土，暂时堆放于两侧，用于今后的植被恢复覆土，以恢复土壤理性；临时表土堆场采取临时防护措施：设土袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或苫盖纤维布等其它覆盖物。表土回覆情况见表 7.1-1。生态恢复按照播撒草种恢复，按照 4 元/m² 计算，则本项目生态恢复费用见表 7.1-2。

表 7.1-1 表土回覆情况表

项目	临时表土场位置	表土去向	回覆时间
风机、光伏板及箱式变压器基础剥离表土	风机基坑一侧、光伏场一侧	吊装场地覆土	单个风机吊装完成后及时回覆，风机基础安装完成后及时回覆
施工生产生活区剥离表土	施工生产区	施工场地回填覆土	施工结束后及时回覆
道路路基剥离表土	道路一侧	施工道路回填覆土	检修道路建成后，分段及时回覆

项目	临时表土场位置	表土去向	回覆时间
集电线路塔基剥离表土	塔基一侧	塔基回填覆土	单个铁塔竖立完成后及时回覆
电缆沟开挖剥离表土	管沟一侧	电缆沟回填覆土	各段电缆沟铺设完成后及时回覆

表 7.1-2 项目施工期生态恢复措施费用

序号	项目区	施工期生态措施内容	费用（万元）
1	风机、光伏方阵站区	(1) 进行表土剥离及防护、土地整治	60
		(2) 在临时堆土四周使用草袋装土进行拦挡，在堆土表面设置防尘网进行覆盖，防尘网可重复使用。	10.5
		(3) 对风机安装平台永久占地范围内裸地进行植草绿化，对风机安装平台临时占地采取复耕。	3.2
2	升压变电站区	(1) 进行表土剥离及防护、土地整治，在施工场地设置排水沟、排水顺接、集雨池。	63.4
		(2) 设置临时拦挡及覆盖、临时排水沟。	3.4
		(3) 在综合楼和控制楼周围、道路两侧及围墙内侧等区域采取植物绿化措施，升压变电站围墙外裸地撒播植草，	5.32
3	道路工程区	(1) 进行表土剥离及防护、进站道路排水、排水顺接、土地整治。	64.23
		(2) 在施工场地设置临时覆盖和临时排水沟。	58.96
		(3) 施工及检修道路植被恢复措施、边沟植草措施、进站道路绿化。	7.23
4	集电线路区	(1) 进行表土剥离及防护、土地整治。	6.44
		(2) 塔杆基础及埋地电缆开挖的堆土进行防尘网覆盖	6.53
5	施工生产生活区	(1) 表土剥离及防护、土地整治	7.63
		(2) 在临时覆盖、临时排水沟、临时沉沙池。	5.61
		(3) 施工生产生活区在施工结束后，采取撒播种草措施恢复植被。	2.36
	合计		304.81

本项目采取的生态保护及恢复措施工艺简单，技术较成熟。重点提出了施工期的生态保护措施，尤其是施工结束后对施工场地进行综合整治，植被恢复，农田复垦，其技术可行。在生态保护综合治理资金上实施专款专用，建设单位划出一定资金由专人负责用于生态环境治理，资金总计 304.81 万元，占项目总投资的 0.0166%。

本项目施工期生态恢复措施合理，在技术和经济上可行。

7.1.2.1 加强生态环保宣传教育，实施施工监理等管理措施

施工前，应加强对施工人员的生态环境保护的宣传教育工作，在工地及周边地区，

设立与环境保护有关的科普性宣传牌，包括生态保护的科普知识、相关法规、本工程拟采用的生态保护措施及意义等。此外，为了加强风场建设区及周边生态环境的保护及实施力度，建议建设单位与施工单位共同协商制订相应环境保护奖惩制度，明确环保职责，提高施工主体的环保主人翁责任感，禁止随意破坏植被的活动，切实做好占用区周边农田的生态保护工作。

对于 200 米单位内有居民的 W248、W345 的风机应尽可能缩短工期，严格禁止在夜间施工，在施工场地的噪声方面采取措施，减小对周围居民的影响。为了减小对周围居民的噪声影响，应对施工场地的设备进行降噪。

采取适当的管理措施对于施工期生态保护具有事半功倍的效果，施工监理是施工期最好的管理措施。在整个施工期内，采用巡检监理的方式，检查生态保护措施的落实及施工人员的生态保护行为。此措施可行。

7.1.2.3 施工期鸟类保护措施

本工程施工期 18 个月，在此期间，伴随着施工活动的进行会对鸟类产生短暂的负面影响。施工期主要从合理安排施工时间，控制施工场地的光源方面采取措施，减小对鸟类的影响。为了减小对夜行性鸟类的干扰，应对施工场地的光源进行遮蔽，减少对外界的漏光量，尤其是在有大雾、小雨或强逆风的夜晚，应该停止施工。

通过以上措施可以有效对鸟类进行保护，措施可行。

7.1.3 营运期生态保护措施及可行性论证

风、光发电属于清洁能源，风、光电场营运期对生态系统的影响已成既定事实，营运期对生态系统的保护主要从加强环境管理和环境监测方面实施，由于营运期对植物无直接影响，本次评价主要分析鸟类保护措施和光影控制措施。

7.1.3.1 营运期鸟类保护措施

由于本项目不是建在鸟类迁徙通道附近，因此应从环境管理方面加强对鸟类的保护措施。

(1) 风场管理部门应对工人进行保护鸟类的教育，使他们自觉爱护鸟类，禁止捕捉候鸟。

(2) 设置赶鸟器，减少鸟类撞风机概率；发现异常鸟撞事件后要及时报告给鸟类监测部门。

(3) 在恶劣天气期间（大风、大雾天）派专人巡视风场，遇到有撞机受伤的鸟类要及时送至鸟类监测部门，由专业人员进行紧急救助。

(4) 在运营期开展保护鸟类的生态监测工作，一旦发现风机运行对保护鸟类产生大的影响，应向野生动物保护部门报告，并采取停运或迁址等措施。

以上提出的鸟类保护措施均是在对已有风电场的研究结果下提出的，措施可行。

7.1.3.2 光影控制措施

本项目拟建的 687 台风机，风机大多布置于山区，项目占地及风机周围居民均较少，根据影响光影的条件，建设单位根据实际情况控制风机运行时间，从而降低光影对周围居民产生的影响，因此，项目光影控制措施可行。

7.2 施工期污染防治措施及可行性论证

7.2.1 废气污染防治措施

(1) 开挖时对作业面和土堆喷水，保持一定的湿度以减少扬尘量，开挖的土石方应及时回填或运到指定地点堆放，减少扬尘影响。

(2) 尽量避免在大风天气下进行水泥、砂石料等的装卸作业，砂石料露天堆放需加盖防雨布。

(3) 在运输、装卸建筑材料，必须采用封闭式车辆运输。

(4) 控制施工现场运输车辆和部分施工机械的车速，以减少行驶过程中产生的道路扬尘；对运输道路应定期采取洒水抑尘措施。尤其加强距施工道路较近的居民路段的洒水抑尘措施，保证每天洒水 4~5 次。

(5) 燃油机械和柴油发电机尽量使用含硫率低的清洁柴油，以减轻对大气环境的污染。

(6) 由于工期较长，施工单位会在施工现场安排食宿，设有食堂。评价要求食堂燃料必须使用清洁的罐装石油液化气或煤气，不得私自建设任何类型的燃煤锅炉。在烹饪过程中产生的食堂油烟废气，评价要求采用经环保认证的静电式油烟净化处理装置进行处理后由专用排气筒引出屋顶排放，油烟净化处理装置油烟去除率为 85%。

以上措施均为施工期废气污染防治的常用措施，根据其他施工现场的经验可知，这些措施可行。

7.2.2 废水污染防治措施

项目占地内地表水主要是茹河，茹河在区域内的部分较少，约为 5800 米，项目区域内距离茹河的风机距离均在 400 以上，在施工过程中，要加强施工期环境保护管理，为防止施工期本项目对茹河及其他地表水体的影响，采取以下措施：

(1) 不得随意外排施工废水，在施工区内设置沉淀池，施工废水沉淀后回用于施工场地逸尘。施工营地内设置防渗旱厕、化粪池，生活污水经化粪池处理后定期由当地农民运走沤肥。旱厕定期由周边农民清掏运走沤肥。

(2) 在风机基础建设时均采用商用混凝土，不得设置混凝土拌合站，以防混凝土扬尘污染地表水体。

(3) 在施工场界设置挡板，可有效防止扬尘飘进河流污染水体。

(4) 尽量避免雨天施工，在施工场界外设置排水沟，排水沟雨水排到附近灌渠。

在严格执行施工期环境保护措施的前提下，本工程施工对各地表水体的影响较小。根据其他施工现场的经验可知，这些措施可行。

7.2.3 噪声污染防治措施

(1) 合理安排工作时间，制定施工计划，尽可能避免大量高噪声设备同时施工，高噪声设备施工时间尽量安排在日间，禁止夜间施工。

(2) 合理布置施工现场，避免在同一地点安排大量的动力机械设备以避免局部噪声级过高。风机吊装场地尽量安排在离居民居住点较远的一侧。

(3) 选用低噪声设备和工艺，从根本上降低源强；同时加强检查，维护和保养机械设备减少运行噪声。

(4) 采取个人防护措施，合理安排工作人员轮流操作施工机械，减少接触时间并按要求规范操作，对高噪声设备的工作人员，应配戴耳套等防护用具，以减轻噪声的危害。

(5) 对于汽车运输噪声，最有效的措施是强化行车管理制度；尤其经过距施工道路较近农户，要求司机少按喇叭，控制车速、严禁鸣号，严禁超载超速，禁止夜间运输，最大限度地减少流动噪声源。夜间禁止大车进行运输工作，避免对周边居民点的休息造成干扰影响。

(6) 对于距离风机较近的两处居民的风机，尽可能缩短工时，风机吊装场地设在距居民较远的地方。

以上措施为风电场施工期噪声污染防治的常用措施，根据其他施工现场的经验可知，这些措施可行。

7.2.4 固体废物污染防治措施

项目建设施工期间会产生废土石及各种建筑垃圾等，必须按照环保和建筑业管理部门的有关规定进行处置。

(1) 项目风机、光伏方阵基础开挖等产生的废土方，大部分回填，剩余土方集中堆放于临时弃土场，并及时调配用于场内道路修筑、场地平整等进行综合利用。但应采取临时弃土场的临时防护措施，如土袋挡护、拍实、表层覆盖草垫或其它覆盖物，待最终完工后进行土地整治利用。

(2) 建筑垃圾应在指定的堆放点存放，钢筋等材料可回收利用，其他垃圾采用封闭式废土运输车及时清运，并送到当地环保部门指定倾倒点处置，不能随意抛弃、转移和扩散。

(3) 施工人员的生活垃圾及时收集到场内指定的垃圾箱（筒）内，并定期清运至当地环保部门指定地点集中处置。

以上措施为风、光电场施工期固体废物污染防治的常用措施，根据其他施工现场的经验可知，这些措施可行。

7.3 营运期污染防治措施及可行性论证

7.3.1 废气污染防治措施

本项目营运期产生的大气污染物主要为升压变电站职工食堂产生的油烟。

评价要求项目区食堂采用经环保部认证的静电式油烟净化处理装置进行处理后由专用排气筒引出屋顶排放。油烟净化设施的净化效率为 85%，处理后油烟浓度为 $0.53\text{mg}/\text{m}^3$ ，可满足《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）中相应要求（处理效率 $\geq 60\%$ ， $\leq 2\text{mg}/\text{m}^3$ ）。措施可行。

7.3.2 废水污染防治措施

7.3.2.1 生活污水处理措施及可行性分析

项目营运期生活污水年产生量为 $10368\text{m}^3/\text{a}$ ，生活污水水质较简单，主要为有机污染物。本项目在升压变电站内配套建设直埋式一体化污水处理装置，采用接触氧化法+沉淀处理工艺，项目单个升压站处理规模为 $1\text{m}^3/\text{h}$ 。则 6 个升压站处理规模为 $6\text{m}^3/\text{h}$ ，将

生活污水处理后达到城市杂用水的标准，暂存于清水回用池中，用于场区绿化、洒水抑尘等，不外排。

项目产生的厨房污水经隔油池处理，厕所污水经化粪池处理后进入调节池与其他生活污水混合，在调节池中进行水质调节，然后进行生物接触氧化处理后进入二沉池进行固液分离，处理后的废水能达到《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》

（GB/T18920-2002）标准，可用作场区绿化用水，不外排。项目直埋式一体化污水处理系统具体工艺流程见图 7.3-1。

图 7.3-1 生活污水处理流程图

项目污水处理工艺流程介绍如下：

（1）调节池

调节池是用以调节进出水流量的构筑物，对水量和水质的调节有调节作用，调节污水 pH 值、水温，有预曝气作用。综合废水调节池内安装综合废水提升泵共两台，一用一备，调节池污水停留时间为 6-8h，按照 8h 计算，则本项目调节池容积为 10m³。

（2）接触氧化池

生物接触氧化，是以附着在载体（俗称填料）上的生物膜为主，净化有机废水的一种高效水处理工艺。具有活性污泥法特点的生物膜法，兼有活性污泥法和生物膜法的优点。结构包括池体，填料，布水装置，曝气装置。工作原理为：在曝气池中设置填料，将其作为生物膜的载体。待处理的废水经充氧后以一定流速流经填料，与生物膜接触，生物膜与悬浮的活性污泥共同作用，达到净化废水的作用。

（3）沉淀池

本项目设置的直埋式生活污水处理装置，包括初沉池和二沉池两个沉淀池，初沉池设置在调节池之后，生活污水经初步沉淀后进入接触氧化池，初沉池污泥进入污泥浓缩池。二沉池布置在接触氧化池之后，污水经二沉池沉淀后排入清水回池进行进一步处理。

根据国内多家使用该工艺的企业实际运行效果可知，直埋式废水处理装置对 COD 去除效率达 75%、BOD₅ 去除率达 90%以上，处理后出水水质可满足《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》（GB/T18920-2002）中绿化用水的标准。具体处理效果及污水进出水浓度情况详见下表 7.3-1。

表 7.3-1 直埋式污水处理设备污水进出水质情况一览表

项目	COD	BOD ₅	SS	氨氮
----	-----	------------------	----	----

废水处理设施进水 (mg/L)	250	150	130	50
处理效率	≥75%	≥90%	≥90%	≥50%
废水处理设施出水 (mg/L)	≤70	≤20	≤25	≤15
《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准	≤100	≤20	≤70	≤20
《城市污水再生利用城市杂用水水质标准》 (GB/T18920-2002)绿化标准	-	≤20	≤100	≤15
达标情况	达标	达标	达标	达标

该废水处理工艺经济可靠，具有耗能小、造价低、管理简便等特点。此废水治理措施从技术角度看，针对不同废水水质情况分别加以处理，所采用的处理工艺成熟，技术可靠，可使废水稳定达到排放标准并满足绿化用水回用要求；从经济角度看，项目废水能够处理达标后全部综合利用不排放，节约了水资源；水处理费用约 0.5 元/m³，废水处理费用和运行费用均较为合理。

(4) 清水回用池

经综合废水处理设施处理达标后的水汇集于清水回用水池，回用水池平面尺寸为 2.5m×2.5m，深 4.60m，有效容积 28m³。清水回用水池和综合废水调节池合建，以混凝土池壁分隔，池内安装回用水泵共两台，一用一备。故项目采用的生活污水处理方式是可行的。

7.3.2.2 主变事故含油废水处理措施

主变压器发生突发事故时会产生少量含油污水，经主变压器下的事故油坑收集后再由排油管道集中排至主变附近的事故油池，暂储存于事故油池内，事故油池建设需满足《危险废物贮存污染控制标准》(GB18597-2001)的要求，交由有资质的单位处置，不外排。

综上，本项目产生废水经处理后均不外排，场区内做到了零排放，所采取的废水治理措施技术上是可行的，在经济上也是合理的。

7.3.2.3 地下水污染防治措施

针对升压变电站内可能对地下水造成影响的各环节，按照“考虑重点，辐射全面”的防腐防渗原则，一般区域采用水泥硬化地面，装置区、排污管线等采取重点防腐防渗，防渗系数小于 10⁻⁷cm/s。

本项目根据升压变电站内的实际情况，可能泄露至地面区域污染物的性质和生产单元的构筑方式，将升压变电站内划分为地下水重点污染防治区、地下水一般污染防治区等区域进行地下水污染防治。重点污染区指污染地下水环境的物料泄露后不易被及时发

现和处理的区域，主要包括厂区内的污水站、排水沟、危废贮存场所等区域。一般污染区域指裸露于地面的功能单元，污染地下水环境的物料泄露后，容易被及时发现和处理的区域。本项目库房、厂区地坪等区域。防治区指不会对地下水造成污染的区域，主要包括办公楼、绿化区等。

在设计阶段将考虑到地下水污染问题将地下水污染防治作为本项目建设的重点考虑问题之一。根据厂区地下水污染防治区域划分，项目采取不同的地下水防治措施。重点污染区采取严格的基础防渗措施，防渗层为至少 1m 厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s，或者 2mm 厚高密度聚乙烯，或者至少 2mm 厚的其他人工材料，渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s），混凝土池采取防渗钢筋混凝土，池体表面涂刷水泥基渗透结晶型防渗涂料；一般污染防治区采取基础防渗，防渗层的渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s，通过在抗渗钢筋（钢纤维）混凝土面层中掺水泥基防水剂，其下垫砂石基层，原土夯实达到防渗目的。

其他环节及地面防渗措施有：

（1）地坪防渗处理措施：非绿化用地均采用混凝土防渗地坪，并合理设计径流坡度。

（2）废水管道防渗处理措施：对污水管道及污水处理设施采取防渗、防腐措施，即对各水处理单元均采用防腐、防渗的钢筋混凝土结构，边坡采用混凝土护坡，管线敷设的地面必须进行地面硬化。对下水管道和阀门设防渗管沟和活动观察顶盖，以便出现渗漏问题及时观察、解决。同时按照国家标准进行分水管道的敷设。

（3）地上管道、阀门的防渗措施：对于地上管道、阀门严格质量管理，如发现问题，应及时更换，所在的区域必须做好地面硬化，以防发生泄漏时，废液渗漏至土壤，继而污染地下水。

（4）生活垃圾由垃圾箱收集后及时送指定地点集中处置，废油等危险废物由专门容器收集，并严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求储存在危险废物暂存间，并及时委外处置。

通过对升压变电站进行分区防渗措施，可有效防止生活污水对地下水的污染，措施可行。

7.3.3 噪声污染防治措施

（1）项目设计时应合理布局场区，合理布局升压变电站，主变布置在场地中间，周围布置主控楼等辅助建筑。

(2) 风机采购时应注意风机的选型，选用低噪声风机。

(3) 提高风机机组的加工工艺和安装精度，使齿轮和轴承保持良好的润滑条件，避免或减少撞击力、周期力和摩擦力等。

(4) 加强风机的日常维护，定期检查风机机械系统，当发生故障时，应立即停机检修，避免噪声过大。

(5) 选用低噪声变压器等，并加强维护管理，确保设备在正常状态下运行。

(6) 变压器等变配电设备的低频噪声容易引起人群和动物的烦恼，因此应做好变压器等基础的隔振处理。

(7) 检修道路两侧加强绿化，定期检查与保养路面，对受损路面要及时维修与修复，使路面保持良好状态，减缓因道路破损而增加噪声影响。加强距道路较近的农户道路两侧的绿化，同时加强该段车辆管理，路过车辆控制车速、严禁鸣笛，严禁超载超速。

(8) 预留 5 万元噪声专项资金，在营运期对距离风机较近的居民进行跟踪，如造成噪声超标，对受噪声影响超标的民居进行加装通风隔声窗进行降噪。

经采取上述措施后，设备噪声衰减到厂界后的噪声值大大降低，可满足厂界噪声排放标准的要求。因此，项目采取的噪声防治措施是可行的。

7.3.4 固体废物污染防治措施

本项目对固体废物建立相应的管理体系和管理制度，对固体废物实行全过程管理，根据《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》进行分别管理，明确各类废物的处置制度，保证危险废物的安全监控，防止污染事故的发生。本项目固体废物包括生活垃圾、生活污水处理污泥、维修垃圾等。

7.3.4.1 生活垃圾

针对生活垃圾进行分类收集：

(1) 合理设置区内垃圾收集点。一般性生活及厨房垃圾（包括大量的有机物和无机物）经袋装收集后，投放到指定地点的垃圾箱，并定期清运至当地环保部门指定地点集中处置。

(2) 设专门的废旧电池回收箱，废纸、废塑料、废金属、易拉罐等可回收利用固废收集后出售进行综合利用。

(3) 加强袋装收集的生活垃圾的运输管理，采取有效的密闭或覆盖措施，防止散

落，造成二次污染。

本项目单个升压站定员 24 人，产生的生活垃圾量很少，不会对环县现有垃圾处理系统产生冲击，因此本项目生活垃圾的处理措施可行。

7.3.4.2 生活污水处理污泥

生活污水处理污泥经场内收集后定期清运至当地环保部门指定地点集中处置。本项目无生产工艺废水，光伏板清洗废水成分简单，就地散洒，因此污水处理站处理的污水仅是 24 名员工生活的生活污水，此类污水产生的污泥无有毒有害物质，且产生量很小，定期清运至当地环保部门指定地点集中处置，不会对该处置系统产生冲击，措施可行。

7.3.4.3 危险废物

风电机维修产生的维修垃圾，均属于废矿物油类危险废物（HW08），经专门容器收集后暂存在危险废物暂存间，定期委托有资质的单位处置。项目危险固体废物交由其他有资质单位处理之前，站区内应设固体废物暂存场所、危险废物暂存间，危险废物暂存间可防止雨水冲刷，防晒和防盗。暂存间地面做防渗，建设围堰，防止渗滤液二次污染。地面采用钢筋混凝土垫层，上涂二道防水膜（聚丙烯）和二道防水砂浆（间隔施工），或者在水泥地面上加敷 2mm 厚的高密度聚乙烯，其渗透系数均大于 1×10^{-10} ，符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中规定的防渗要求。

主变压器因绝缘和冷却的需要，装有大量的变压器油。冷却油一般在事故或检修时排泄。本项目 6 个升压站各安装 2 台 240/210MVA 主变，充油量约 60.5t（单台）。变压器底部设有排油坑，根据可研，贮油坑容积按主变压器油量的 20% 设计，排油坑有效容积为 60m³，满足设计要求。坑底设有排油管，在主变压器附近设置事故油池，根据可研，事故油池的容量按单台变压器最大油量的 100% 确定，本项目事故油池 60m³，容量满足《火力发电厂与变电站设计防火规范》（GB50229-2006）最大单台主变压器油量 60% 的存储条件，满足最不利情况下事故排油的存储要求。主变事故油池有油水分离的功能。变压器和其它设备一旦排油或漏油，所有的油污水将排入事故油池，然后将油水分离处理，分离后的油大部分可回收利用，少量废油渣及含油污水属于《国家危险废物名录》中 HW08 类危险废物，建设单位委托有资质单位进行回收处理。

升压站直流系统供电采用的铅酸蓄电池及太阳能光板，属于废矿物油类危险废物（HW49），本项目专业厂家进行维护保养，更换时废旧蓄电池、废光伏板由厂家进行回收处理。评价要求，变电站更换淘汰的废旧蓄电池乱堆乱放会对土壤性质及水环境产

生影响，项目如有自行更换的废旧蓄电池，更换下后须存储于危废暂存间，由有资质单位进行处理。

建设单位已承诺严格按照《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）的要求储存，并将其委托有资质的单位集中处置。本项目产生的危险废物量很少，不会对受委托单位产生冲击，因此措施可行。

7.3.4.4 固体废物的管理要求

（1）一般工业固体废物管理要求

一般工业固废暂存场所设置符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）及修改单的要求。

①禁止危险废物混入；

②一般废物暂存库应建立档案制度，将固体废物的种类和数量等详细资料记录在案，长期保存供随时查阅；

③设置环境保护图形标志，并按要求定期检查和维护；

④定期处理一般固体废物，集中收集后外卖给其它企业。

（2）危险废物管理要求

公司对本单位从事危险废物收集、贮存、运输、利用和处置活动的工作人员和管理人员，进行相关法律、专业技术、安全防护及紧急处理等知识的培训。

项目危险废物暂存场所符合《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）及修改单的要求。根据《国家危险废物名录》（2016版），企业应加强对危废的临时存储和转运管理要求，防止发生污染事故，严格执行以下措施：

危险废物贮存设施建设要求：

①在厂区生产车间南侧建设1座危废暂存间，用于暂存危险废物。

②危险废物暂存间应按规定设置环境保护图形标志，并建立检查维护制度，严格执行《危险废物贮存污染控制标准》（GB18597-2001）中的有关规定，做到防渗、防腐、防泄漏，同时危险固废在转运、处理等过程应严格按照国家有关危险废物处置规范进行。具体要求如下：

a基础底层采用的防渗层为至少1米厚粘土层（渗透系数 $\leq 10^{-7}$ cm/s），或2mm厚的高密度聚乙烯，或至少采用渗透系数 $\leq 10^{-10}$ cm/s的2mm厚的其它人工材料；

b应建有堵截泄漏的裙脚，地面与裙脚要用坚固防渗的材料建造。建筑材料必须与

危险废物相容，衬里能够覆盖危险废物可能涉及到的范围，衬里材料与堆放危险废物相容，应有隔离设施、报警装置和防风、防晒、防雨设施；

c须有泄漏液体收集装置及气体导出口和气体净化装置；

d用于存放液体、半固体危险废物的地方，须有耐腐蚀的硬化地面，地面无裂隙；

e不相容的危险废物堆放区必须有隔离间隔断；

f衬层上需建有渗滤液收集清除系统、径流疏导系统、雨水收集池；

g危险废物的贮存设施的选址与设计、运行与管理、安全防护、环境监测及应急措施以及关闭等须遵循《危险废物贮存污染控制标准》的规定。

③危险废物转移要求：

向外转移本项目产生的危险废物时，公司应当向当地环保局提交下列材料：

a.拟转移危险废物的名称、种类、特性、形态、包装方式、数量、转移时间、主要危险废物成分等基本情况；

b.运输单位具有运输危险货物资格的证明材料；

c.接受单位具有利用和处置危险废物资格及同意接受的证明材料；

本项目一年内需要多次转移危险废物，应当于每年12月31日前向有批准权的环境保护行政主管部门申报次年危险废物转移年度计划。经批准后按计划转移。危险废物转移年度计划应当包括拟转移危险废物的种类、特性、数量、运输单位、接受单位、利用和处置方案、转移时间和次数等内容。

按照《危险废物转移联单管理办法》（原国家环境保护总局令1999年第5号）的规定。在转移危险废物前，报批危险废物转移计划，申请领取联单。在转移前三日内报告环县环保局，并同时预期到达时间报告接受地环保局。每转移一次同类危险废物，填写一份联单，并加盖公章。交付运输单位核实验收签字后，将联单第一联副联自留存档，将联单第二联环县环保局

④危险废物贮存容器：

a应当使用符合标准的容器盛装危险废物。

b装载危险废物的容器及材质要满足相应的强度要求。

c装载危险废物的容器必须完好无损。

d盛装危险废物的容器材质和衬里要与危险废物相容。

e必须定期对所贮存危险废物包装容器及贮存设施进行检查，发现破损，应及时

采取措施清理更换。

⑤危险废物暂存设施的安全防护：

危险废物临时暂存仓库必须按 GB15562.2 的规定设置警示标志。危险废物贮存设施周围应设置围墙或其它防护栅栏。危险废物贮存设施应配备通讯设备、照明设施、安全防护服装及工具，并设有应急防护设施。危险废物贮存设施内清理出来的泄漏物，一律按危险废物处理。

要严格执行《危险废物转移联单管理办法》，严格执行《危险化学品安全管理条例》，运输委托有危险货物运输资质的单位进行，制定产品的安全技术说明书与安全标签，并在包装容器上加贴。加强各种外运固废的运输管理，防止在运输过程中沿途丢弃和遗漏。

⑥安全处置

项目产生危险废物按照《国家危险废物名录》分为 2 大类，根据甘肃省环保厅发布的《甘肃省危险废物经营许可证公示》，评价建议企业将危险废物交由具有相应危险废物处置资质的单位进行处理。

8 环境影响经济损益分析

8.1 项目效益分析

8.1.1 社会效益

目前，我国还是以煤炭作为主要能源，这已成为我国大气污染的主要来源。随着国家对环境保护的重视，风力发电作为新能源开发在我国已得到了快速发展，这是实现能源可持续发展的重要举措。项目所在地区风资源丰富，主风向稳定，极适合建立风电场，并且地区大风月出现在春季和冬季，风能丰富的季节与用电高峰期一致。因此，本项目的建设充分利用当地的风资源，发出绿色无污染电力，为当地电网提供电源，实现电力的可持续发展；有利于改善当地电力系统的能源结构，实现电力供应的多元化，提高电网中可再生能源发电的比例；以电力带动加工业的发展，为当地经济和社会的可持续发展提供了有力保证，不仅能促进当地经济的发展，并能有力带动庆阳市环县及周边地区的蓬勃发展。另外，本项目建成营运后，可提供 144 个劳动岗位，可以在解决当地部分村民的就业问题；项目建成后还可带动其它产业的发展，带来更多的就业机会，不仅有利于增加当地居民收入，更有利于构建和谐的社会环境，对改善当地的就业状况、促进社会稳定有积极意义。总的来说，本项目具有明显的社会效益。

8.1.2 经济效益

本工程的财务指标计算结果见表 8.1-1。

表 8.1-1 项目主要财务指标计算结果表

序号	名称	单位	数值
1	装机规模	MW	3227.5（风电：2267.1MW；光电：960.4MW）
2	单机容量	kW	3300
3	年上网量	MW·h	7327958.72
4	年等效满负荷小时数	h	4193.2
5	工程静态投资	万元	1764436.89
6	工程动态投资	万元	1836804.23
7	单位千瓦静态投资	元	5466.9
8	单位千瓦动态投资	元	5691.12
9	施工期利息	万元	72367.34
10	项目投资财务内部收益率	%	8.03
11	资本金财务内部收益率	%	9.66
12	总投资收益率	%	4.33
13	投资利税率	%	303

14	资本金净利润率	%	8.41
15	投资回收期（所得税后）	年	11.78
16	借款偿还期	年	15
17	资产负债率	%	70

由上表可知，本风光电场建成营运后，计算项目财务内部收益率（所得税后）为 8.03%，高于行业基准收益率 8%；计算投资回收期（所得税后）11.78 年，即项目投产后 12 年内即可全部回收投资。项目投产后，总投资收益率为 4.33%，说明项目具有一定的财务盈利能力。因此，综合来看本项目经济效益较好，从经济角度看本工程可行。

8.2 项目总投资与环保投资

8.2.1 环保投资估算

根据工程分析和环境影响预测结果可知，拟建项目在设期及运行将对周围环境产生一定的影响，因此必须采取相应环境保护措施加以控制，并保证相应的环保资金投入，使项目建成后生产过程中产生的各类污染物对环境的影响降低到最小的程度。根据初步估算，拟建项目总投资 1836804.23 万元，环保投资约为 3072.84 万元，占项目总投资的 0.167%，本期环保投资估算详见表。

表 8.2-1 环境保护设施（项目）及费用一览表

序号	类别	投资项目	投资额（万元）
1	生态环境	施工期生态保护措施	950.34
		风机限时运行控制光影闪烁影响措施	630.6
		鸟类保护措施	300
2	声环境污染控制	施工期移动声屏障	30
		营运期生产设备与运输设备噪声治理、防护等，道路两侧绿化	60
		防治噪声预留款	30
3	水污染防治	施工期生产和生活废水的收集及转运处理。施工废水沉淀池、隔油池等处理系统，均要求防渗，渗透系数小于 $1 \times 10^{-7} \text{cm/s}$ 。	60
		营运期升压变电站生活污水处理设施	480
4	固体废物治理	施工期固体废物的收集及转运处置	60
		营运期一般固体废物的收集和处置	30
		营运期危险固体废物的暂存及转运处置。危险废物暂存于升压变电站危险固废暂存间内，要求防渗，渗透系数小于 $1 \times 10^{-10} \text{cm/s}$	30
5	大气污染防治	施工期粉尘治理措施（洒水、淋水装置等）	60
6	环境管理及监测	施工期监测费	18
		施工期环境管理计划实施	30
		施工期环境工程监理	40
		竣工环境保护验收	60
		营运期监测费	30
7	不可预见费	按以上环保费用的 6% 计	173.9
合计			3072.84

8.2.2 环境投入分析

环境建设投资按照式 8.2-1 计算。

$$HJ = \frac{HT}{JT} \times 100\% \quad (\text{式 8.2-1})$$

式中：HT——环保建设投资，万元；

JT——基本建设投资，万元。

本项目总投资 1836804.23 万元，其中环保投资约为 3072.84 万元，占项目总投资的 0.167%。

项目投产后的环保费用采用式 8.2-2 进行估算。

$$HF = \sum_{i=1}^n CH + \sum_{k=1}^m J \quad (\text{式 8.2-2})$$

式中：CH——“三废”处理成本费用，包括“三废”处理材料、运行费，万元/a；

J——生态恢复经费，包括技术措施、管理及其他不可预见费，万元/a；

i ——成本费用的项目数；

k ——生态恢复的项目数。

根据估算：

(1) 拟建项目营运期不产生废水，只产生检修道路扬尘和风机等设备维修的固体废物，每年用于扬尘治理和固体废物收集处理的费用为 5 万元/a；

(2) 生态恢复经费中，技术措施、管理费用按 10 万元/a 计；年限为 10a，则费用为 100 万元/a；故 $J=100$ 万元/a。

投产后的年环保费用总计为 $HF=100$ 万元。

8.2.3 环境污染损失分析

年环境损失费用 (H_s) 即项目投产后，每年资源的流失和固体废物及噪声排放对环境造成的损失，以及原环境功能发生了改变等原因带来的损失。主要包括以下几项：

8.2.3.1 资源和能源流失价值

资源和能源流失价值，是指因外运、装卸、风蚀、雨蚀等原因导致资源流失，本项目由于采取了很完善的防治措施，因此资源流失很少，在此可以忽略不计。

8.2.3.2 污染物排放和噪声污染带来的损失

由于本项目排放的固体废物和噪声均通过比较完善的污染控制措施进行了妥善处理，达到国家排放标准和区域环境规划的目标，对周围环境的影响较小。这里通过收取

排污费来估算经济损失，计算标准参照《排污费征收使用管理条例》（2003）中的排污费征收标准及计算方法。

本项目营运期风机运行不产生废水，光板清洗废水就地散洒，检修道路扬尘和风机等设备维修固废处置符合国家有关规定，不收取排污费，风机运行噪声达到国家排放标准，不涉及噪声污染及征收超标排污费。

8.2.5 环境代价和环境系数

8.2.5.1 环境代价（Hd）

环境代价是指为了减少或者消除因从环境中获取生产、生活所必须的物质资料，改变环境的状况所付出的经济代价。

环境代价是由两部分组成：直接代价和间接代价。直接代价指为消除项目建设所造成的环境危害必须付出的代价，间接代价指项目建设对所在地的损失和为消除这些不良影响所付出的代价，按照式 8.2-3 计算。

$$Hd = Pd + Pid \quad (\text{式 8.2-3})$$

式中：Hd—环境代价，万元；

Pd—开发项目的直接代价，万元；

Pid—开发项目的间接代价，万元；

本项目的直接代价为防治因生产过程中所造成的污染而投入的年环保投资费用，为 100 万元；间接代价不计。故本项目的环境代价为 100 万元。

8.2.5.2 环境系数（Hz）

环境系数值为年环境代价与年工业产值之比，即单位产值的环境代价，按照式 8.2-4 计算。

$$HZ = \frac{HF}{GE} \quad (\text{式 8.2-4})$$

本项目按上网电价 0.6 元/kWh，则 GE 为 12511.704 万元，故 Hz 为 0.0017，说明本项目为资源消耗低、环境污染少的绿色产业。

8.3 小结

本项目属清洁能源开发，项目符合国家产业政策和市场需求，具有明显环境效益、经济效益和社会效益。项目环保投资约为 3072.84 万元，占项目总投资的 0.167%。从环境经济损益分析角度分析，该项目是可行的。

9 环境管理与监测计划

为了加强环境管理，加大企业环境监测力度，必须严格执行“三同时”制度。为了既发展生产又保护环境，实现经济效益、社会效益和环境效益的统一，更好地监控环保设施的运行，及时掌握和了解污染治理效果，必须设置相应的环保机构，制定环境管理和环境监测计划。

9.1 环境管理要求

9.1.1 项目施工期环境管理要求

本项目施工期环境管理要求见表 9.1-1。

表 9.1-1 项目施工期环境管理要求

管理方案	内容	环境影响	管理要求
教育和培训	对施工人员的环境教育和培训	预防事故，减缓环境影响，提高工人表现	包含施工期各项活动相关的环境管理、生态保护和污染控制，以及事故应对；周围重要保护区和资源介绍；加强施工人员环保意识。
施工活动管理	临时施工场所的安置	噪声、扬尘、废物、废水、土壤、植被等	合理设置施工场地，尽量少占土地以减少对土壤和植被的破坏；配备废水、废物处理装置，避免对当地环境产生重大影响
	道路修建及运输	噪声、废气、土壤、植被等	尽量利用原有道路，不得随意行驶；对运输道路进行检测，必要时对道路进行加固；施工应定期洒水减少扬尘；对运输车主进行安全教育；定期维护车辆等。
	设置（安全和环保）警示牌	人员伤亡和污染	警示牌应尽量醒目
	场地准备	扬尘、废水、土壤结构等	做好土石方平衡，加强土石方临时堆场的管理；土石方运输应加覆盖物，避免泄漏；临时办公区应配备污水处理装置，并加强防渗管理；对危险原材料和废物储存场地设置明显标志等。
	结构工程	扬尘、噪声、土壤结构等	使用商品混凝土；选用低噪声设备等。
	风电机组及其它设备安装	噪声、土壤结构	各种废料按废物管理计划处置；聘用专业人员进行设备调试，合同方应负责处置调试废油的处置；高噪声区域内的工作人员应配备相应的劳保用品。
	清理施工场地	土壤结构和水质改变	清除施工场地的各种废料、废水；对被漏油污染的土壤进行处理；进行生态恢复和水土保持。
废物管理	废水管理	改变水质	包括生活污水处理、施工废水处理等，详见污染防治措施。
	固体废物管理	水质、沉积物	定期检查施工场地废物的临时处置场地；确认废物是否分类处置、最终处置是否合适；确认施工固废及时得到清除。

9.1.2 项目运营期环境管理要求

本项目运营期环境管理要求见表 9.1-2。

表 9.1-2 项目运营期环境管理方案

管理方案	内容	环境影响	建议措施
教育和培训	对员工进行教育和培训	预防事故，减少污染	主要内容包括：各种废物的管理；职业健康和安全防护；运营期环境管理；周围重要保护区和资源的介绍。
营运活动管理	日常工作	改变噪声、生态环境等	制定环境管理及环境保护规章制度、规定及技术规程；建立完善的环保档案管理制度；定期对各类污染源及环境质量进行监测；加强生态环境管理工作，制定生态监控计划和绿化
	设备维修	固废	加强设备维护和管理，并按照操作流程进行维修
	固体废物管理	水质和土壤结构	包括风机维修垃圾、危险废物等，详见污染防治措施。
	噪声		对主要噪声源及周围声环境质量进行监测，详见监测计划
	生态恢复		对项目建设区的植被等生态恢复状况进行跟踪观测
	水土保持		对项目建设区的水土保持进行监测

9.2 污染物排放清单

本项目运营期间污染物排放清单详见表 9.2-1~表 9.2-4。

9.3 日常环境管理制度

企业应设置安环科，负责本厂日常环境管理工作、安全管理工作。安环科的主要职责是：认真贯彻执行国家环保法律法规制度，汇总和审定企业环保措施计划，并督促有关部门贯彻执行，组织和协调有关部门和生产车间制定环保管理制度，现场检查、解决环境污染问题，进行环境保护的宣传教育，参加审查项目的设计计划和工程验收，处理环境污染事故。

企业安环科根据企业生产与环保具体情况，制定本企业环境保护的近、远期规划和年度工作计划。提出建立日常环境管理制度、组织机构和环境管理台账相关要求，明确各项环境保护设施和措施的建设、运行及维护费用保障计划。

通过对各项环境管理制度的执行，形成目标管理与监督反馈紧密配合的环保工作管理体系，可有效地防止污染产生和突发事故造成的危害。

表 9.2-1 废气污染物排放清单

位置	污染源	污染物	污染物产生			治理措施		污染物排放				排放时间 /h	
			核算方法	产生量 (m³/h)	产生浓度 (mg/m³)	产生量 (kg/h)	工艺	效率 (%)	核算方法	废气排放量 (m³/h)	排放浓度 (mg/m³)		排放量 / (kg/h)
升压变电站	食堂	油烟	物料衡算	2000	1.69	0.02	油烟净化设施	85	物料衡算	2000	0.253	0.003	5

0 表 9.2-2 废水污染物排放清单

位置	污染源	污染物	污染物产生			治理措施		污染物排放				排放时间/h	
			核算方法	废水产生量 (m³/h)	产生浓度 (mg/L)	产生量 (kg/h)	工艺	效率 (%)	核算方法	废水排放量 (m³/h)	排放浓度 (mg/L)		排放量 (kg/h)
升压变电站	生活污水	COD	排污系数法、类比法	0.96	250	0.24	直埋式污水处理装置处理后回用于绿化,不外排	-	类比法	0	0	0	0
		BOD ₅			150	0.144		-			0	0	0
		氨氮			50	0.048		-			0	0	0
		SS			130	0.124		-			0	0	0

表 9.2-3 噪声污染物排放清单

位置	噪声源	声源类型 (频发、偶发等)	噪声源强		降噪措施		噪声排放值		持续时间 /h
			核算方法	噪声值 dB (A)	工艺	降噪效果 dB (A)	核算方法	噪声值	
风机	100m 风机	频发	类比法	59.1	无	0	类比法	59.1	不定, 有风时
升压变电站	主变压器	频发		50~70	位于室内, 采取低噪声设备、安装消音减震隔声等	墙体衰减 20		30~50	24
	空调机	频发		55~60				35~40	不定, 需要时
	风机	频发		58-63				38-43	24
	管道式换气扇	频发		39-47				19-27	24
	供水设备 (配套水泵)	频发		70~85				50~65	24
	潜污泵	频发		70~75				50~55	24

表 9.2-4 固体废物污染物排放清单

位置	固体废物名称	固废属性	产生情况		处置措施		最终去向
			核算方法	产生量 (t/a)	工艺	处置量 (t/a)	
升压变电站	生活垃圾	一般废物	产污系数法	52.56	收集转运	52.56	环县垃圾处理厂
	生活污水处理污泥			2.88	收集转运	2.88	环县垃圾处理厂
	一般工业废物			少量	循环再利用	少量	由废品收购公司及厂家回收
	废油	危险废物		1.374	由专门容器收集后暂存于危废暂存间, 定期交由委托有资质单位处置	1.374	由专门容器收集后暂存于危废暂存间, 定期交由委托有资质单位处置
	废蓄电池			1236 只/年		1236 只/年	
	事故油池中的废油渣			0.15		0.15	
光伏场	废旧光伏板		323.75	厂家维修和回收	323.75	厂家维修和回收	

本报告书建议本项目针对不同工作阶段，制定如表 9.3-1 的环境管理工作计划。

表 9.3-1 环境管理工作计划

阶段	环境管理工作主要内容
管理机构职能	根据国家建设项目环境管理规定，认真落实各项环保手续，完成各级主管部门对本企业提出的环境管理要求，对本企业内部各项管理计划的执行及完成情况进行监督、控制，确保环境管理工作真正发挥作用。
营运期	<p>(1) 严格执行各项生产及环境管理制度，保证生产的正常运行；</p> <p>(2) 设立环保设施运行卡，对风机箱变设施定期进行检查、维护，做到勤查、勤记、勤保护，按照监测计划定期组织进行噪声监测，对不达标区域立即寻找原因，及时处理；</p> <p>(3) 建立组织机构和环境管理台账制度，明确环境保护、生态恢复费用。</p> <p>(4) 不断加强技术培训，组织企业内部之间技术交流，提高业务水平，保持企业内部职工素质稳定；</p> <p>(5) 重视群众监督作用，提高企业职工环境意识，鼓励职工及外部人员对生产状况提出意见，并通过积极吸收宝贵意见，提高企业环境管理水平；</p> <p>(6) 积极配合环保部门的检查、验收。</p>

9.4 环境监测计划

环境监测是企业环境管理体系的重要组成部分，也是环境管理规范化的主要手段，通过对企业主要污染物进行分析、资料整理、编制报表、建立技术文件档案，可以为上级环保部门和地方环保部门进行环境规划、管理和执法提供依据。

本项目的环境监测工作由项目单位委托有监测资质的监测站负责实施，监测结果以监测报告的形式上报主管部门。若发生意外污染事故，由地市级以上环境监测站监测，并由监测部门上报有关政府管理部门，监测报告作为整个施工期、营运期的环保档案，为项目的生产管理及环保措施提供决策依据。

建设项目的环境监测计划应包括三部分：一为施工期监测，二为竣工验收监测，三为营运期的常规监测计划。

9.4.1 施工期监测

(1) 环境空气

监测点位：对主要污染源和环境敏感点进行监测，污染源包括基础土石方开挖周界、表层土等临时堆场周界、道路两侧，敏感点主要为施工人员生活区。

监测项目：TSP。

监测频率：施工期监测 1 次。

(2) 噪声

监测点位：施工场界，主要高噪声设备附近。

监测项目：声源噪声、环境噪声（等效 A 声级）。

监测频率：施工期间监测 1 次。

9.4.2 竣工验收监测

建设单位应及时和环保主管部门指定的环保监测站联系，要求环保监测站对拟建项目环保“三同时”组织竣工验收监测，主要针对项目植被恢复和建设等生态环保措施落实情况。

9.4.3 运营期的常规监测

主要监测点位、监测项目及监测频率如下：

（1）废水

运营期污水主要为升压变电站生活污水。

监测时间：运营期每年监测 1 次，污水处理设施工况发生较大变化时应补充监测。

监测点位：污水处理设施排放口。

监测项目：pH 值、COD、BOD₅、NH₃-N、SS、石油类。

监测方法：按照《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T91-2002）及相关规范标准进行。

（2）噪声

监测点位：风力发电机组噪声、升压变电站场界噪声及主要设备噪声。

监测项目：等效连续 A 声级。

监测频率：每季度监测一次，测昼、夜间噪声。

9.5 竣工环境保护验收清单

项目建议环境保护竣工验收清单如表 9.5-1 所示。

表 9.5-1 竣工环境保护验收清单（建议）

	污染物	设施或措施名称	处理效果
废气	油烟	升压变电站食堂油烟净化处理装置	《饮食业油烟排放标准（试行）》（GB18483-2001）“小型”的处理标准
噪声	风力发电机、主变压器等运行噪声	选用低噪声设备，安装消音、减震、隔声等措施	降噪，确保场界达到《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）中 1 类标准
固废	维修垃圾及废油	一般固废收集容器、一般固废暂存场地	一般固体废物按《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》规范要求收集后送当地环保部门指定地点集中处置
		危险固废专门收集容器、危废暂存间	危险废物按《危险废物贮存污染控制标准》要求设立专门容器收集后暂时储存于场内，由建设单位委托有资质的处置单位定期进行处置
生态	风机及箱式变压器防治区、场外道路、施工生产生活区绿化率均达 20%以上，严格控制项目永久占地面积和临时占地面积，施工结束后，临时占用土地可选择种植当地植物种进行植被恢复。		

10 环境影响评价结论

10.1 结论

10.1.1 项目概况

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳储能综合新能源示范项目首批风光项目为新建项目，位于庆阳市环县境内。

风光电场总装机容量 3227.5MW，风能总装机容量 2267.1MW，光伏总装机容量 960.4MW，拟安装单机容量为 3.3MW 的风力发电机 687 台。建设 6 座 330kV 升压变电站，每个升压站安装两台容量 225MVA 的三相一体有载调压分裂变压器。687 台风机分别经经箱变升压至 35kV，35kV 线路接入 330kV 升压变电站 35kV 母线侧，以 1 回 330kV 线路接入电网 330kV 站 330kV 侧。拟建工程总占地面积 774.93hm²，其中永久占地 43.95hm²，永久租地面积 329.01hm²，临时占地面积 401.97hm²，占地类型主要是山地、沟渠、少量农田和荒地。

拟建项目总投资 836804.23 万元，环保投资约为 3072.84 万元，占项目总投资的 0.167%

10.1.2 相关政策符合性

(1) 选址合理性分析

本项目海拔高度在 1800m 左右，场区内地势崎岖，多山地、荒地。场区周边交通发达，对外交通便利，场内分布多条乡、村路，交通条件较好。当地风能资源具有开发价值，地质条件相对稳定，适宜风电场建设。风机及升压变电站占地不占用基本农田，不涉及自然保护区，各机位占地不涉及生态红线。从环境角度分析，项目选址合理。

(2) 产业政策符合性分析

本项目不属于《产业结构调整指导目录（2019 年修正本）》中限制类和淘汰类项目，与产业政策相符合。

本项目属风力发电项目，属我国《可再生能源产业发展指导目录》中明确支持鼓励项目——“并网型风力发电”。

(3) 风电发展规划符合性分析

据甘肃省能源开发规划要求，本项目列入 2020 年度甘肃省风电开发建设方案之中，符合甘肃省风电发展规划。

(4) “三线一单”符合性分析

项目风机机位经调整后，各机位占地不涉及饮用水水源保护区、自然保护区、风景名胜區、湿地公园、森林公园、地质公园和世界文化自然遗产等。

项目为清洁能源发电项目，根据当地风能资源设置发电机组，未突破资源利用上线。项目营运期产生的环境影响不会造成当地环境质量降低。

10.1.3 环境现状

(1) 环境空气

通过对庆阳市环县环境空气气象站监测数据的统计结果可知，项目区内环境空气质量优良。

(2) 声环境

根据对风电场内 24 个环境敏感点的声环境现状监测数据可知，各监测点位的声环境满足《声环境质量标准》（GB3096-2008）中 1 类标准的要求。说明本项目所处地区声环境质量优良。

(4) 生态环境

建项目区域位于庆阳市环县，土地利用方式以山地、未利用地（荒地）为主。项目占地范围内不涉及水源保护地、基本农田、风景名胜區、沙化禁封区等敏感目标。占地内有较常见的各种荒草、人工林木等，其次是一些人工放养于山沟的某些动物。由于地势及气候等因素影响，占地范围基本为较常见、生命力较强的低矮杂草类，其他的生物种类和数目一般较少，生物多样性较低。

由于人类有目的地选择与控制，其他的生物种类和数目一般较少，生物多样性显著低于同一地区的自然生态系统。拟建工程区域植物种类共计 24 科 74 种（其中栽培种 40 种）。

10.1.4 环境影响

10.1.4.1 施工期

(1) 废气

施工期产生的大气污染物主要为施工扬尘、燃油废气、食堂油烟。施工扬尘造成的污染也是短期的、局部的，且采取加强场地管理、及时洒水抑尘等措施后，可以有效地控制施工期扬尘影响的范围及程度；由于施工期污染源主要为间歇性或流动性污染源，

且燃料用量不大，污染源强较少，故施工期燃料燃烧对大气环境的影响不大。施工期职工食堂炊事用能源采用清洁能源，食堂油烟采用油烟净化设施处理排放油烟很少，对周边大气环境的影响很小，施工结束后这些污染物就会消失，故对大气环境的影响是有限的。

（2）废水

项目施工期生产废水全部回用，不外排。施工营地内设置防渗旱厕、化粪池，化粪池定期清掏。本项目占地范围有茹河等部分小汇水沟，在加强施工期环境管理的前提下不会对该区域地表水体产生影响。

（3）噪声

项目施工阶段产生的噪声经衰减后，在施工场地 300m 外即可满足《建筑施工场界环境噪声排放标准》的标准要求。施工噪声大多为不连续性的，其影响是暂时的，随着施工作业结束而消除。项目施工期噪声对周边居民的影响较小。

（4）固体废物

项目施工期开挖过程产生的土方除部分回填外，剩余部分全部用于风电场道路填筑所需的土方，挖填方平衡，无废土石产生。施工人员生活垃圾及建筑垃圾均能得到合理处置，对周围环境影响不大。

（5）生态影响

项目施工期生态影响主要为土地占用、地表植被破坏和水土流失等。项目所在地区为山区，项目占地极少占用农田，施工期间通过采取限制施工区域、水土保持等措施，施工结束后进行土地复垦和植被恢复，对周边生态环境影响较小。项目施工区距离保护动物栖息地较远，影响较小。

10.1.4.2 营运期

（1）废气

项目营运期无工艺废气产生，仅在升压变电站有少量食堂油烟废气产生，油烟废气经油烟净化器处理后排放量极少，对周边环境大气环境影响很小。

（2）废水

项目营运期产生的废水主要为升压变电站职工的生活污水及光伏板清洗废水，职工生活污水经污水处理设施处理达标后暂存于清水回用池中，用于厂区的绿化及洒水抑尘，不外排。光伏板清洗废水中主要是泥沙等颗粒物，使用后就地散洒，对周边茹河等

地表水体的影响较小。

(3) 噪声

本项目营运期噪声主要来源于风电场风力机组的噪声和升压变电站内的电气设备噪声。各噪声设备经隔声、减振、合理布置等有效控制后能达到厂界噪声排放标准要求。项目营运期噪声对周边居民的影响较小。

(4) 固体废物

项目营运期的固体废物主要为升压变电站职工生活垃圾产生、维修废物、废光伏板、污水处理站污泥等。生活垃圾和污水处理产生的污泥均定期清运至当地环保部门指定地点集中处置；维修废物、废光伏板及废油属危险废物，由专门容器收集后暂存于危废暂存间，委托有资质的单位处置。本项目产生的固体废物安全处置率为 100%。

(5) 生态影响

项目营运期的生态影响主要为风机对鸟类的影响，由于项目所在区域长期受人类生产生活影响，当地鸟类较少，且风电场不在鸟类迁徙通道上，风机等构筑物距离保护鸟类栖息生境较远，营运期生态影响较小。

(6) 光影闪烁影响

本项目营运期间在特定时间内风机风轮转动将对周边部分住宅产生光影闪烁影响，评价中提出了限时生产的措施，使风机的光影闪烁对周边居民的影响在可接受范围。

10.1.5 环境保护措施

本项目所采取的环保措施均属国内普遍应用的常规污染防治措施，属成熟技术。经环保措施处理后，项目在施工期和营运期对周围环境和主要环境保护目标的影响较小。

本项目施工期采取的环保措施见表 10.1-1，营运期环境保护措施见表 10.1-2。

表 10.1-1 本项目施工期环保措施情况

项目	主要内容	措施预期效果
生态影响的防护和恢复措施	(1) 必须严格遵守建筑施工规范，严格坚持生态第一，保护第一的原则，制定施工期保护植被、水源地的保护措施。(2) 工程选址时尽量少占耕地和草地、不破坏植被。(3) 施工期间所挖土石方尽量就地回填，施工所需的其它外购建筑材料，随用随运，尽量少占用耕地、林地和草地、少破坏植被。(4) 工程结束后，要及时清理施工现场，植树种草恢复植被，把施工期对生态环境的影响降低到最低限度，这样便会有有效的保护区域内的生态环境。(5) 距风机较近的敏感点所在区域的风机施工时段应在 4 月中旬~8 月下旬期间，尽量缩短工期。	保护区域生态系统结构的完整性和运行的连续性；保持生态系统的再生生产能力。

水环境管理与污染防治措施	(1) 施工营地(生活区)、材料场等场地应远离茹河等小汇水沟。施工废水回用,生活污水由当地居民运走沤肥。(2) 施工期开挖土石方堆放位置远离地表水体一侧。	地表水环境质量保持《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) III类水质标准。
大气环境管理与污染防治措施	(1) 设临时仓库、围护工棚,粉、粒状材料用雨布覆盖或经常性喷洒水。(2) 运输颗粒散体材料时应采取密封状态运输,运输土料时适当加湿或盖上苫布。(3) 各种施工道路及时洒水降尘。(4) 办公生活区应尽量安排在施工粉尘作业点的主导风向的上风侧。(5) 生活营地食堂炊事能源采用清洁能源,并安装油烟净化装置。	将扬尘、油烟等污染物对环境的影响降到最低。周边敏感点环境空气质量满足《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 二级标准。油烟处理满足《饮食业油烟排放标准(试行)》(GB18483-2001)。
固体废物处理与处置措施	(1) 施工中加强对土石方的规范的管理和处理,充分利用土石方和建筑垃圾,尽量使产生的弃土、弃渣量最小。(2) 施工期废弃机具、包装物等分类收集回收。(3) 施工垃圾及生活垃圾由当地环保部门进行处理。	通过精心组织施工,尽量减少固体废物、减低对生态环境的损害
噪声污染防治措施	(1) 施工过程中要尽量选用低噪声设备,对机械设备精心养护,保持良好的运行工况,减低设备运行噪声。(2) 所有进场施工车辆、机械设备,外排噪声指标参数必须符合相关环保标准。(3) 限制高噪声设备的使用,并且在敏感点周围禁止工程夜间施工和物料运输。(4) 施工尽量避开村民休息时间。	将施工噪声对动物和施工人员的影响减低到最低限度

表 10.1-2 本项目营运期环保措施

项目	防治措施	效果
废水	升压变电站生活污水用直埋式一体化污水处理设施处理。	处理达标后回用于绿化
	对升压变电站进行分区防渗,在污水站、排水沟、危废贮存场所等区域实施重点防渗,重点防渗区的防渗系数小于 10^{-10}cm/s ,一般防渗区的防渗系数小于 10^{-7}cm/s	可有效防止生活污水对地下水的污染
噪声	选用低噪音设备(风机选用隔音防震型,变速齿轮箱为减噪型,叶片用减速页片等),风电机组噪声源强声功率级在为 $100\sim 106\text{dB(A)}$,营运期需加强风电场设备维护工作,以减小设备噪声。预留噪声防治资金。	满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB12348-2008)中的 1 类标准。不对居民区产生影响。
固体废物	(1) 一般固体废物,对垃圾进行分类收集,可回收再利用的进行综合利用,不能回收的生活垃圾和污水站污泥经场内收集后定期清运至当地环保部门指定地点集中处置。(2) 维修垃圾和废油、废蓄电池等危险废物委托有资质单位处理。	全部综合利用或妥善处置
生态	加强对鸟类的保护措施。(1) 风场管理部门应对工人进行保护鸟类的教育,禁止捕捉候鸟。(2) 设置赶鸟器,减少鸟类撞风机概率;发现异常鸟撞事件后要及及时报告给鸟类监测部门。(3) 在恶劣天气期间(大风、大雾天)派专人巡视风场,遇到有撞机受伤的鸟类要及时送至鸟类监测部门,由专业人员进行紧急救助。	减小风机对鸟类的伤害

	(4) 在运营期开展保护鸟类的生态监测工作，一旦发现风机运行对保护鸟类产生大的影响，应向野生动物保护部门报告，并采取停运或迁址等措施。	
光影	对周围居民等敏感目标产生光影闪烁影响的风机实行特定时段停转措施	不对居民住宅产生光影闪烁影响

10.1.6 公众参与

按照《环境影响评价公众参与暂行办法》（环发[2006]28号）中的有关要求和规定，华能甘肃新能源有限公司对环境影响评价信息进行了两次公示，并进行现场公示。

公示期间未收到相关的建议和意见，建设单位应按报告要求做好环境保护工作，尽可能减低项目建设对周围环境产生的影响。

10.1.6 综合结论

陇东特高压工程配套新能源华能庆阳储能综合新能源示范项目首批风光项目符合国家产业政策，经调整后选址符合山东省“生态红线”管理要求，项目的建设具有良好的经济、社会效益，在采取环境保护措施后，项目营运期间所排放的污染物可满足相应标准的要求，当地环境质量可维持现状水平。因此，从环境保护角度分析本项目建设可行。

10.2 建议

(1) 严格按照环评提出的污染防治及生态保护措施执行，注意对营运期维修废物进行妥善处置。

(2) 加强企业内部管理，实施本报告中提出的环境管理和监测计划。

(3) 在运营期开展保护鸟类的生态监测工作，一旦发现风机运行对保护鸟类产生大的影响，应向野生动物保护部门报告，并采取停运或迁址等措施。