{{ 风电场名称 }}

可行性研究报告



|  |  |
| --- | --- |
| logo | **深圳智润新能源电力勘测设计院有限公司** |
| **ShenZhen ZhiRun Renewable Energy Exploration&Design Co ,Ltd** |

2019年12月

{{ 风电场名称 }}

可行性研究报告

院 长：胡立伟 教授级高级工程师

注册咨询工程师（投资）

总工程师： 肖毅雄 高级工程师

注册咨询工程师（投资）

|  |  |
| --- | --- |
| logo | **深圳智润新能源电力勘测设计院有限公司** |
| **ShenZhen ZhiRun Renewable Energy Exploration&Design Co ,Ltd** |

2019年12月

{{ 风电场名称 }}

可行性研究报告

批准： 胡立伟

核定： 肖毅雄

审查： 郑爱玲

校核： 郑爱玲 邓小勇 程胜利

编写： 卢兆春 崔丛 吴志山 林浩

姚志国 李远

项目负责：卢兆春

|  |  |
| --- | --- |
| logo | **深圳智润新能源电力勘测设计院有限公司** |
| **ShenZhen ZhiRun Renewable Energy Exploration&Design Co ,Ltd** |

2019年12月

目 录

[附图目录 4](#_Toc23233924)

[1 综合说明 5](#_Toc23233925)

[1.1 概述 5](#_Toc23233926)

[1.2 风能资源 7](#_Toc23233927)

[1.3 工程地质 7](#_Toc23233928)

[1.4 工程任务和规模 8](#_Toc23233929)

[1.5 风机选型和发电量计算 8](#_Toc23233930)

[1.6 电气 9](#_Toc23233931)

[1.7 工程消防 10](#_Toc23233932)

[1.8 土建工程 10](#_Toc23233933)

[1.9 施工组织设计 12](#_Toc23233934)

[1.10 环境保护和水土保持设计 12](#_Toc23233935)

[1.11 劳动安全与工业卫生 13](#_Toc23233936)

[1.12 工程设计概算 14](#_Toc23233937)

[1.13 财务评价和社会效果分析 14](#_Toc23233938)

[1.14 节能设计 15](#_Toc23233939)

[1.15 建设项目招标 15](#_Toc23233940)

[1.16 技术方案和设备合理性 15](#_Toc23233941)

[1.17 结论与建议 16](#_Toc23233942)

[2风能资源 20](#_Toc23233943)

[2.1 区域环境概况 20](#_Toc23233944)

[2.2 长期气象资料 22](#_Toc23233945)

[2.3 测风资料检验和处理 25](#_Toc23233946)

[2.4 风能资源评估 35](#_Toc23233947)

[2.5小结 56](#_Toc23233948)

[3 工程地质 57](#_Toc23233949)

[3.1 概述 57](#_Toc23233950)

[3.2 区域地质与地震 59](#_Toc23233951)

[3.3场址地质条件与评价 60](#_Toc23233952)

[3.4 工程水文地质 63](#_Toc23233953)

[3.5 结论和建议 64](#_Toc23233954)

[4 工程任务和规模 65](#_Toc23233955)

[4.1 工程任务 65](#_Toc23233956)

[4.2 项目建设规模 66](#_Toc23233957)

[5风机设备选型、布置及发电量估算 68](#_Toc23233958)

[5.1 机组类型 68](#_Toc23233959)

[5.2 风电机组布置 72](#_Toc23233960)

[5.3 方案技术经济比选 75](#_Toc23233961)

[5.4 风电场合理化布局 76](#_Toc23233962)

[5.5 发电量估算 77](#_Toc23233963)

[5.6 机位点湍流、入流角及风切变等计算 81](#_Toc23233964)

[5.7 退役和拆除 82](#_Toc23233965)

[6 电气 83](#_Toc23233966)

[6.1 概述 83](#_Toc23233967)

[6.2 升压变电站选址 83](#_Toc23233968)

[6.3 电气一次 83](#_Toc23233969)

[6.4 电气二次 99](#_Toc23233970)

[6.5 系统通信 115](#_Toc23233971)

[6.6 集电线路 117](#_Toc23233972)

[7 工程消防设计 124](#_Toc23233973)

[7.1 消防总体设计 124](#_Toc23233974)

[7.2 工程消防设计 125](#_Toc23233975)

[7.3 施工消防规划 131](#_Toc23233976)

[8土建工程 132](#_Toc23233977)

[8.1 设计安全标准 132](#_Toc23233978)

[8.2 设计依据和基本资料 132](#_Toc23233979)

[8.3 风电机组基础和箱变基础设计 135](#_Toc23233980)

[8.4 110kV升压站设计 139](#_Toc23233981)

[8.5 35kV集电线路土建设计 145](#_Toc23233982)

[8.6 道路工程设计 145](#_Toc23233983)

[8.7 主要工程量表 146](#_Toc23233984)

[9 施工组织设计 149](#_Toc23233985)

[9.1 施工条件 149](#_Toc23233986)

[9.2 风场内外交通 150](#_Toc23233987)

[9.3 施工总布置 151](#_Toc23233988)

[9.4 工程建设用地 153](#_Toc23233989)

[9.5 主体工程施工 154](#_Toc23233990)

[9.6 施工总进度 159](#_Toc23233991)

[10 环境保护与水土保持 162](#_Toc23233992)

[10.1 环境保护 162](#_Toc23233993)

[10.2 水土保持设计 173](#_Toc23233994)

[11 劳动安全与工业卫生 178](#_Toc23233995)

[11.1 劳动安全 178](#_Toc23233996)

[11.2 工业卫生 196](#_Toc23233997)

[11.3 专项投资概算 200](#_Toc23233998)

[11.4 预期效果评价 202](#_Toc23233999)

[11.5 结论和建议 202](#_Toc23234000)

[12设计概算 204](#_Toc23234001)

[12.1 编制说明 204](#_Toc23234002)

[12.2 工程设计概算 209](#_Toc23234003)

[13 财务评价 220](#_Toc23234004)

[13.1 概述 220](#_Toc23234005)

[13.2 财务评价 220](#_Toc23234006)

[13.3 社会效果评价 226](#_Toc23234007)

[14 节能降耗 235](#_Toc23234008)

[14.1 概述 235](#_Toc23234009)

[14.2 节能设计原则和编制依据 235](#_Toc23234010)

[14.3 工程能耗种类、数量分析和能耗指标 238](#_Toc23234011)

[14.4 主要节能降耗措施 241](#_Toc23234012)

[14.5 节能降耗效益分析及结论 245](#_Toc23234013)

[15 建设项目招标 247](#_Toc23234014)

[15.1 招标范围 247](#_Toc23234015)

[15.2 标段划分和招标顺序 248](#_Toc23234016)

[15.3 招标组织形式 249](#_Toc23234017)

[15.4 招标方式 249](#_Toc23234018)

# 附图目录

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 图名 | 图号 |
| 1 | 地理位置示意图 | CRP-NZ10046K-Z0101-01 |
| 2 | 风电场总布置图 | CRP-NZ10046K -Z0101-02 |
| 3 | 电气主接线图 | CRP-NZ10046K -D0101-01 |
| 4 | 变电站电气设备总平面布置图 | CRP-NZ10046K -D0101-02 |
| 5 | 继电保护及测量功能配置图 | CRP-NZ10046K -D0101-03 |
| 6 | 变电站计算机监控系统图 | CRP-NZ10046K -D0101-04 |
| 7 | 集电线路路径图 | CRP-NZ10046K -D0101-05 |
| 8 | 风机基础图 | CRP-NZ10046K -T0101-01 |
| 9 | 箱变基础图 | CRP-NZ10046K -T0101-02 |
| 10 | 变电站平面布置图 | CRP-NZ10046K -T0101-03 |
| 11 | 施工总平面布置图 | CRP-NZ10046K -T0101-04 |

# 

# 1 综合说明

## 1.1 概述

{{ 概述 }}

{{ 风电场名称 }}，位于{{ 建设地点 }}境内，为{{ 山地类型 }}风电场，场址内海拔高程在{{ 海拔高程 }}之间。项目地处东经{{ 东经 }}、北纬{{ 北纬 }}之间，总区域共{{ 风场面积 }}km2。风电场拟安装{{ 推荐机组数量 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组，规划容量为{{ 装机容量 }}MW。风电场地理位置如图1-1所示。

{{ 风电场名称 }}周边有{{ 周边道路 }}等多条公路通过，风电场对外运输交通较为便利。

风电场预安装{{ 推荐机组数量 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组，风力发电机组较能适应本风电场的风况条件，发电效益较好，预计年本风电场年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h，容量系数为{{ 容量系数 }}％。

深圳智润新能源电力勘测设计院有限公司受华润电力投资有限公司{{ 项目大区 }}委托，按照《陆上风电场工程可行性研究报告编制规程》（NB∕T 31105-2016）以及其它有关规范要求，开展本项目可行性研究工作。

图1-1 {{ 风电场名称 }}地理位置示意图

根据概算定额、费用标准及设计工程量、施工组织设计所选的施工方法计算，本工程静态总投资{{静态总投资\_12}}万元（不含送出工程）。其中，施工辅助工程{{施工辅助工程}}万元，设备及安装工程{{ 设备及安装工程 }}万元，建筑工程{{ 建筑工程 }}万元，其他建设用地费、建设管理费、生产准备费、勘察设计费等{{ 其他费用 }}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元。

本项目资本金为{{资本金比例\_12}}%，国内银行贷款{{ 国内银行贷款 }}%，建设期贷款利息{{建设期贷款利息\_12}}万元，工程动态总投资{{ 动态总投资\_12 }}万元，单位千瓦动态投资{{ 单位千瓦动态投资 }}元。

计算结果表明，本项目全部投资的税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%；全部投资的税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%；投资回收期{{ 投资回收期\_13 }}年，总投资收益率（ROI）为{{ 总投资收益率\_13 }}%，资本金利润率（ROE）为{{ 资本金利润率\_13 }}%，资本金内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%。

本工程的建设，对改善{{ 建设地点 }}电源结构，促进{{ 建设地点 }}风能开发，缓解当地电力供需矛盾，拉动地区经济发展，均具重要意义，并对我国的风电事业有着积极的推动作用。

## 1.2 风能资源

风电场内及附近有{{ 测风塔数目 }}座测风塔{{ 测风塔名字 }}， 统计各测风塔的有效测风期后，{{ 选取时段 }}。

经长年代订正，{{ 风速信息 }}{{ 风向信息 }}根据《风电场风能资源评估方法》（GB/T 18710-2002），本风电场测风塔附近轮毂高度处的风功率密度为{{ 风功率密度等级 }}级水平。

综合考虑最大风速、极大风速评估结果，本风电场{{ 推荐轮毂高度 }}m高度50年一遇10min平均最大风速为{{ 五十年一遇最大风速 }}m/s，50年一遇3s平均极大风速为{{ 五十年一遇极大风速 }}m/s。

{{ 湍流信息 }}。

## 1.3 工程地质

{{ 结论和建议 }}

## 1.4 工程任务和规模

{{ 风电场名称 }}风能资源在{{ 建设地点 }}境内相对较好，对外交通便利，并网条件好，是建设风电场较好场址；开发{{ 风电场名称 }}坚持了可持续发展的原则，符合国家能源政策的战略要求，可减少化石资源的消耗，减少燃煤等排放有害气体对环境的污染，对于促进{{ 建设地点 }}的工业旅游业，带动地方经济快速发展将起到积极作用。

{{ 风电场名称 }}的风能资源状况及开发条件，结合项目公司开发规划，本风电场总装机容量约为{{ 装机容量 }}MW，拟设计安装{{ 推荐机组数量 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组。

{{ 项目电气描述 }}

## 1.5 风机选型和发电量计算

风力发电机组机型的选择首先以风电场平均风况及极端风况为选型依据，同时考虑自然环境条件、气象、交通运输条件、吊装条件和设备特殊性能等的因素，在技术成熟和运行可靠的前提下，选择性价比较好的风力发电机组。因此，根据本风场的平均风况条件和极端风况条件要求，并结合实测湍流强度，选择可以选择抗50年一遇10min平均最大风速为37.5m/s的IEC{{ IEC等级 }}及以上机型。

风电场风机的布置需以发电性能作为首要考虑的因素，其次是结合风电场地形、用地性质、土建工程、电气工程等配套工程的可行性。风机布置尽量垂直于风能主方向，降低风机间的尾流影响；因地制宜，不同叶轮直径的风机间距不同，风机间距采用列距3D~5D，行距5D以上的原则进行风机布置。

对不同风机的布置方案进行风电场发电量的模拟计算以及风电场的投资概算，经过技术经济比选，挑选出技术成熟、技术经济总体性能较优的单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW、叶轮直径为{{ 推荐叶轮直径 }}m、轮毂高度为{{ 推荐轮毂高度 }}m的风力发电机组，装机容量约为{{ 装机容量 }}MW。考虑了尾流影响折减、空气密度折减后，再综合考虑其它发电量的折减因素如可利用率折减等（综合折减系数为{{ 折减率 }}）。预计本风电场年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h，容量系数为{{ 容量系数 }}％。

## 1.6 电气

{{ 项目电气描述 }}

{{ 风电场名称 }}共安装{{ 推荐机组数量 }}台单机容量{{ 推荐单机容量 }}MW风力发电机组，总装机容量为{{ 装机容量 }}MW。风机出口电压为0.69kV，经风机箱变升压至35kV后，通过3回集电线路接入风电场变电站35kV侧母线。箱式变电站高压侧采用联合单元接线方式。35kV集电线路暂按架空线为主，直埋电缆为辅的方案设计。

本风电场工程规划装机容量约{{ 装机容量 }}MW，风电场建造一座110kV变电站，变电站设置1台SZ11-100000/110主变压器，110kV侧采用线变组接线，35kV侧采用单母线接线。风电场和变电站均配置微机型保护、测控及安全自动装置单元，采用全计算机方式进行监控。

本项目计算机监控系统按“无人值班、少人值守”的原则进行设计”，实现对整个风电场电气设备实时监控。

## 1.7 工程消防

本工程消防设计贯彻“预防为主，防消结合”的原则，针对工程的具体情况，采用适当的防火技术，以保障安全、使用方便、经济合理为宗旨，对可能发生火灾的场所，首先在布置、安装、敷设和消防器材上采用有效的预防措施。

本风电场不设专职消防机构，生产运行人员兼作消防人员，风电场负责人为消防安全责任人。初期火灾由本风电场自行扑灭，若发生重大灾情，可由地方消防队支援共同扑灭火灾。

针对生产场所和主要机电设备的火灾特点，在设计时充分考虑预防火灾的措施，并采用适当的灭火设施。

工程施工道路对外有公路相连通，道路宽度大于3.5m，并有充足的回转场地，场内通道不堆放材料等杂物，可作消防车道及紧急疏散通道。

## 1.8 土建工程

本风电场土建工程主要有风电机组基础、箱式变电站基础和新建道路等。

1）风机基础

风机基础形式拟采用混凝土强度等级C40的圆形钢筋混凝土{{基础形式}}。基础底面圆直径{{基础底面圆直径}}m，台柱圆直径{{台柱圆直径}}m；基础底板外缘高度{{基础底板外缘高度}}m，基础底板圆台高度{{基础底板圆台高度}}m，基础台柱高度{{台柱高度}}m；基础埋深3.2m，基底下设150mm厚C15素混凝土垫层。在承载能力极限状态下，基底脱开面积小于基底面积的1/4，在正常使用极限状态下，基底面积不脱开。风机基础底部的混凝土保护层厚度为100mm，侧部及顶部为50mm。开挖边坡拟采用1:0.5。

2）箱变基础

35kV箱式变电站基础拟按天然地基上的浅基础进行设计。箱变基础持力层为基岩，地基承载力可满足要求。根据箱式变电站外形尺寸，基础采用砖混结构箱形基础，采用M10砂浆MU15砖砌筑，C25钢筋混凝土梁、板、柱。基础下设100mm厚C15素混凝土垫层，基础埋深约1.70m，边坡拟采用1:0.5。

3）升压站

升压站的站址选择，应根据风场风机布置、集电线路设计、场内道路布置，结合接入系统设计的要求全面综合考虑。

本工程升压站场址地形相对平坦、开阔，交通条件便利。结合土地利用性质，升压站场址为可利用用地，进出线方便，位于风电场场址中心附近，有利于减少集电线路的长度。

全站的总平面根据电气工艺要求、施工和生活需要进行布置。在满足自然条件和工程特点的前提下，考虑了安全、防火、卫生、运行检修、交通运输、环境保护等各方面因素。

升压站站区布置大体分东、西两个区域，东区为生活管理区，包括综合楼、辅助楼二栋建筑，高低错落，虚实相间。综合楼楼前是健身广场，为生活区提供理想的休闲健身场所。综合楼北侧为辅助楼，其中包括检修间、水泵房等；西区为变电工区，主要布置有35kV屋内配电装置、无功补偿设备、主变压器及GIS、SVG设备。建筑物有设备楼，主要为电气设备。

4）场区道路

根据现有资料，本工程需改扩建进场道路{{ 改扩建道路 }}km，改扩建道路采用路基宽度6m，路面宽5m。扩建部分路面采用20cm厚山皮石路面，施工完成后恢复。本工程共需场内新建施工检修道路{{ 新建施工检修道路 }}km，新建检修道路施工期路基宽度5.5m，路面宽4.5m。道路平曲线最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求不应小于20m，最大纵坡控制在15％以内，以保证安装、检修车辆可直接到达任何一台风机。因风机吊装需要，各机位须设置一个40m×50m的吊装平台。吊装场场平土石方挖填平衡。施工结束后恢复为原始地貌。

## 1.9 施工组织设计

本风电场周边有{{ 周边道路 }}等多条公路通过，风电场对外运输交通较为便利。

根据风场附近交通状况，风机设备运输车辆可由{{ 周边道路 }}及乡村道路运至风场附近，并新建道路到达风机位。其中道路弯道较多路段，需进行加宽改建方可满足大件运输车辆通过要求。

本风场大型设备主要为风电机组，采用公路运输。风场设备运输路线：由产地、{{ 周边道路 }}、乡道、风场。

本工程施工期间，施工用水采用自附近村庄拉水。工程所需的水泥、钢材、石料、砂料等建筑材料可在附近县城采购，运距较短。施工用电考虑从附近供电线路接专用供电线路至施工现场，并配备移动式柴油发电机组做机位点的临时用电。

本工程永久征地{{ 合计亩\_永久用地面积 }}亩，临时用地{{ 合计亩\_临时用地面积 }}亩，总用地{{ 总用地面积 }}亩。

## 1.10 环境保护和水土保持设计

（1）环境保护

风电是一种清洁、无污染的可再生能源，开发利用风能资源是调整能源结构，实施能源可持续发展的有效途径。本工程装机容量{{ 装机容量 }}MW，年上网电量{{ 上网电量 }}MWh/yr，与相同发电量的燃煤电厂相比，每年可节约标煤{{ 标煤 }}万吨（以平均标煤煤耗0.32kg/kW·h）。相对目前日益严峻的能源危机，风电具有更强的生命力，符合国家的产业政策。

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

综上所述，本项目的建设不存在制约工程建设的环境问题，也不会制约当地环境资源的可持续利用生态环境的良性循环，只要采取防、治、管相结合的环保和水保措施，工程建设对环境的不利影响将降到最低限度或者减免，风电场这样一个清洁能源项目，从环境角度分析，不存在制约工程开发的环境问题，本工程建设是可行的。

本工程环境保护总投资为{{ 环境保护总投资 }}万元，最终投资额以项目环境影响评价报告批复为准。

（2）水土保持设计

水土保持的目的就是在对工程建设可能产生水土流失预测、分析的基础上结合主体工程已做的防护设计，从水土保持角度出发，建立统一、科学、完善的防治措施体系，达到控制水土流失、恢复和改善生态环境的目标，防治措施体系总体上按“分片集中治理、分单元控制”的方式进行布局。

从水土保持角度看，该项目建设符合国家产业政策，没有绝对限制项目建设的水土保持问题，项目可行。采取本方案提出的水土保持措施后，可以达到设计水平年水土流失防治目标值。

本工程水土保持估算总投资为{{ 水土保持 }}万元，最终投资额以项目水土保持报告批复为准。

## 1.11 劳动安全与工业卫生

（1）主要措施

针对生产过程中可能对职工产生危害的诸如噪声、电磁干扰等因素，按照《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2002）、《火力发电厂劳动安全和工业卫生设计规程》（DL 5053-1996）、《火力发电厂设计技术规程》（DL 5000-2000）等国家标准、规范的要求，设计中对风机组运行中的电气设备事故、各类建筑物的火灾、各种转运机械的运行等具有危险隐患的环节均采取了劳动安全措施，以保障运行人员的人身安全。

（2）劳动安全与工业卫生预评价

1）本风电场工程区无较大敏感对象，没有制约工程兴建的重大安全卫生问题，现阶段机组布置以及主要建筑物设计符合国家和行业安全生产相关法律、法规和技术标准的要求，本工程的兴建在安全卫生方面是可行的。

2）对于工程范围内，影响建筑物本身的危险因素，通过合理措施均能满足主体建筑物安全运行的要求。

本工程劳动安全卫生所需要的设备和设施投资概算为67万元。

## 1.12 工程设计概算

根据概算定额、费用标准及设计工程量、施工组织设计所选的施工方法计算，本工程静态总投资{{静态总投资\_12}}万元（不含送出工程）。其中，施工辅助工程{{施工辅助工程}}万元，设备及安装工程{{ 设备及安装工程 }}万元，建筑工程{{ 建筑工程 }}万元，其他建设用地费、建设管理费、生产准备费、勘察设计费等{{ 其他费用 }}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元。

本项目资本金为{{资本金比例\_12}}%，国内银行贷款{{ 国内银行贷款 }}%，建设期贷款利息{{建设期贷款利息\_12}}元，工程动态总投资{{ 动态总投资\_12 }}万元，单位千瓦动态投资{{ 单位千瓦动态投资 }}元。

## 1.13 财务评价和社会效果分析

本项目工程静态总投资{{静态总投资\_12}}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元/kW，工程动态总投资{{ 动态总投资\_12 }}万元，单位千瓦动态投资{{ 单位千瓦动态投资 }}元/kW。经财务测算，全部投资的税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%；全部投资的税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%；投资回收期{{ 投资回收期\_13 }}年，总投资收益率（ROI）为{{ 总投资收益率\_13 }}%，资本金利润率（ROE）为{{ 资本金利润率\_13 }}%，资本金内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%。本项目在财务评价指标上可行。

本工程的建设，对改善{{ 建设地点 }}电源结构，促进{{ 建设地点 }}风能开发，缓解当地电力供需矛盾，拉动地区经济发展，均具重要意义，并对我国的风电事业有着积极的推动作用。

风电的节能效益主要体现在风电场运行时不需要消耗其他常规能源，环境效益主要体现在不排放任何有害气体和不消耗水资源。风电和火电相比，在提供能源的同时，不排放烟尘、二氧化硫、氮氧化合物和其他有害物质。二氧化硫和氮氧化合物在大气中形成酸性物质，造成酸雨，危害植物和水生生物，破坏生态，二氧化碳是影响全球气候变暖的温室效应气体。

综上所述，{{ 风电场名称 }}若能加强风险控制，财务上基本可行，可考虑其工程建设。

## 1.14 节能设计

本风电场运行过程中利用风能产生电能，不耗费煤炭、石油等常规一次能源，风电场的建设符合可持续发展的原则。

风电场总装机容量{{ 装机容量 }}MW，预计建成投产后年上网电量为{{ 上网电量 }}万kW·h，与同等规模火电厂相比，每年可节约标准煤{{ 标煤 }}万t，可减少排放温室效应气体CO2{{ CO2 }}万t，减少其他废气排放：SO2{{ SO2 }}t，NOx{{ NOx }}t。此外，每年还可节约用水，并减少相应的废水排放和温排水。

可见风电场的建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用，节能与环境效益显著。

项目用能总量和用能结构基本合理，各项节能指标均能满足国家有关规定的要求，将建设成为一个环保、低能耗、节约型的风力发电项目。

## 1.15 建设项目招标

根据《中华人民共和国招投标法》及《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和核准招标事项暂行规定》（国家发展计划委员会令第9号），对风电场工程主要设备的采购及施工等项目进行招标。

本工程招标范围主要为工程勘察、设计、施工、监理以及主要设备、材料等。

## 1.16 技术方案和设备合理性

本风电项目选址于{{ 建设地点 }}境内，为{{ 山地类型 }}风电场，场址内海拔高程在{{ 海拔高程 }}之间，风机尽量布置在山顶风资源较好的位置，即各机位处{{ 推荐轮毂高度 }}m高度平均风速介于{{ 风速区间 }}m/s之间；除此之外，风机间距依地形而定，根据地形、风资源、道路便利性、集电线路集约等因素进行布置。尽量做到风资源最优、布局合理、投资合理且兼顾环境友好。

风电机组设计使用寿命通常为20年左右，从安全角度考虑，达到和超过服役年限的风电机组应该按计划退役，退役后的风电机组应妥善处理，以免对当地环境造成一定不良影响。

本着安全、环保、再利用的方针，使用成熟可靠的经济技术，保证本电厂的安全退役。对于退出服役的风力发电机组的处理，目前提出的两种处理方式为：

1）、将退役的风机进行翻新处理，再次投入使用或者作为备件使用；

2）、将风机拆解，按照材料成分分类回收进行再利用。

总体上看，对于小、旧风机，若其设备的性能不受影响，建议可以翻新、修复用于提供备件或者用于被忽略的市场，如学校、小型企业等。另外，将风机进行拆除进行材料分类，然后进行回收利用，将有助于完成材料循环，减少进口，降低初级原料消费量，同时将创造新的商业机会。

本风电场选择单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组，机组已经通过了型式认证。风机效率系数较高，最高效率系数约0.49，功率曲线保证率为97%，处于行内领先水平。

## 1.17 结论与建议

1）本项目为山地风电场，场址所在山体连绵、宽厚，地质构造稳定，无不良地质作用。周边交通运输便利，风资源情况较好，适宜建设风电场。

2）根据《风电场风能资源评估方法》（GB/T 18710-2002），本风电场测风塔附近轮毂高度处的风功率密度为{{ 风功率密度等级 }}级水平。

3）风电场预安装{{ 推荐机组数量 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组，风力发电机组较能适应本风电场的风况条件，发电效益较好，预计年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h，容量系数为{{ 容量系数 }}％。

4）本项目工程静态总投资{{静态总投资\_12}}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元/kW，工程动态总投资{{ 动态总投资\_12 }}万元，单位千瓦动态投资{{ 单位千瓦动态投资 }}元/kW。经财务测算，全部投资的税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%；全部投资的税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%；投资回收期{{ 投资回收期\_13 }}年，总投资收益率（ROI）为{{ 总投资收益率\_13 }}%，资本金利润率（ROE）为{{ 资本金利润率\_13 }}%，资本金内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%。本项目在财务评价指标上可行。

敏感性分析表明，对电量变化最为敏感。下一阶段获得更详尽的资料后将对微观选址及发电量进行复核。工程可行性研究参数详见工程特性表（表1-1）。

5）建议进一步抓紧各项前期准备工作，争取风电场工程早日立项建设。

表1-1 风电场工程特性表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | | | 单位  （或型号） | 数量 | 备注 |
| 风  电  场  场  址 | 海拔高度 | | | m | {{ 海拔高程 }} |  |
| 经度 | | | 东经 | {{ 东经 }} |  |
| 纬度 | | | 北纬 | {{ 北纬 }} |  |
| 年平均风速 | | | m/s | {{ 风速区间 }} | 测风塔测风年{{ 推荐轮毂高度 }}高度年平均 |
| 风功率密度 | | | W/m2 | 185～263 |
| 盛行风向 | | |  | SE、SSE |
| 主  要  设  备 | 风  电  场  主  要  机  电  设  备 | 风电机组 | 台数 | 台 | {{ 推荐机组数量 }} |  |
| 额定功率 | MW | {{ 推荐单机容量 }} |  |
| 叶片数 | 个 | {{ 推荐叶片数 }} |  |
| 风轮直径 | m | {{ 推荐叶轮直径 }} |  |
| 风轮扫掠  面积 | m2 | {{ 推荐扫风面积 }} |  |
| 切入风速 | m/s | {{ 推荐切入风速 }} |  |
| 额定风速 | m/s | {{ 推荐额定风速 }} |  |
| 切出风速 | m/s | {{ 推荐切出风速 }} |  |
| 安全风速 | m/s | {{ 推荐生存风速 }} | 3秒最大值 |
| 轮毂高度 | m | {{ 推荐轮毂高度 }} |  |
| 发电机额定功率 |  | {{ 推荐额定功率 }} |  |
| 发电机功率因数 |  | -0.95～  +0.95可调 |  |
| 额定电压 | V | {{ 推荐额定电压 }} |  |
| 主要机电  设备 | 箱式  变电站 | 台 | 20 | 箱变2750kVA  37±2×2.5％／0.69kV |
| 升  压  变  电  站 | 主变压器 | 型号 | SFZ11-50000/110 | 1 |  |
| 容量 | MVA | 100 |  |
| 额定电压等级 | kV | 110/35 |  |
| 出线回路数  及电压等级 | 出线回路数 | 回 | 1 |  |
| 电压等级 | kV | 110 |  |
| 土建 | 风电机组  基础 | | 台数/型式 | 基 | {{ 推荐机组数量 }} |  |
| 地基特征 |  |  |  |
| 箱式变电站  基础 | | 台数 | 个 | {{ 推荐机组数量 }} |  |
| 型式 |  | - |  |

续表1-1 风电场工程特性表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | | | | 单位  （或型号） | 数量 | 备注 |
| 施工 | 工  程  数  量 | 土石方开挖 | | | 万m3 | {{ 合计\_开挖 }} |  |
| 土石方回填 | | | 万m3 | {{ 合计\_回填 }} |  |
| 混凝土 | | | 万m3 | {{混凝土}} |  |
| 钢筋 | | | t | {{钢筋}} |  |
| 新建公路 | | | km | {{新建施工检修道路}} |  |
| 改扩建公路 | | | km | {{改扩建道路}} |  |
| 施工  期限 | | 总工期 | 月 | {{ 施工总工期 }} |  |
| 第一批风机发电 | 月 | {{ 第一台机组发电工期 }} |  |
| 概  算  指  标 | 静态投资 | | | | 万元 | {{静态总投资\_12}} |  |
| 项目总投资 | | | | 万元 | {{总投资\_13}} |  |
| 单位千瓦静态投资 | | | | 元/kW | {{ 单位千瓦静态投资 }} |  |
| 单位千瓦动态投资 | | | | 元/kW | {{ 单位千瓦动态投资 }} |  |
| 机电设备及安装 | | | | 万元 | {{ 设备及安装工程 }} |  |
| 建筑工程 | | | | 万元 | {{ 建筑工程 }} |  |
| 其他费用 | | | | 万元 | {{ 其他费用 }} |  |
| 基本预备费 | | | | 万元 | {{ 基本预备费 }} |  |
| 建设期利息 | | | | 万元 | {{建设期贷款利息\_13}} |  |
| 经  济  指  标 | 装机容量 | | | | MW | {{ 装机容量 }} |  |
| 年发电量 | | | | MWh | {{ 上网电量 }} | 长年代 |
| 年等效满负荷小时数 | | | | h | {{ 满发小时 }} |  |
| 平均上网电价（含增值税） | | | | 元/kW | {{ 上网电价\_13 }} |  |
| 盈  利  能  力  指  标 | | 总投资收益率（ROI） | | % | {{ 总投资收益率\_13 }} | 盈利能力指标 |
| 投资利税率 | | % | {{ 投资利税率 }} | 生产期平均 |
| 资本金净利润率（ROE） | | % | {{ 资本金利润率\_13 }} |  |
| 项目投资财务内部收益率 | | % | {{ 税前财务内部收益率\_13 }} | 所得税前 |
| 项目投资财务净现值 | | 万元 | {{ 税前项目投资财务净现值 }} | 所得税前 |
| 资本金财务内部收益率 | | % | {{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }} | 所得税后 |
| 资本金财务净现值 | | 万元 | {{ 税后项目投资财务净现值 }} | 所得税后 |
| 投资回收期 | | 年 | {{ 投资回收期\_13 }} | 所得税后 |
| 清偿能力 | | 资产负债率 | | % | {{资产负债率}} | 清偿能力 |

# 

**5风机设备选型、布置及发电量估算**

**5.1 机组选型**

**5.1.1 风电机组选型因素**

风电场的风机机型选择是综合考虑风电场风能资源、气候条件、工程建设等因素后为风电场选择最为合适的机型，在满足设备安全、施工可行等基本原则的基础上，充分利用风能资源，实现效益最大化。风电机组选型直接决定风电场的发电量以及项目在整个运行期的经济效益。

1）风况条件及风机性能

目前，各测风塔的测风数据经过代表年订正后，{{ 测风塔风速信息}}

本次以测风塔{{推荐轮毂高度}}m形成Tim文件为输入，进行WT风资源综合计算。

本风电场主导风向相对比较集中，{{ 测风塔风向信息}}

本风电场绝大部分机位轮毂高度附近的50年一遇10min平均小于37.5m/s，本阶段依照IEC {{IEC等级}}级（第三版）及以上的风机考虑，且已有数据显示本厂址湍流强度较高，建议厂家进行湍流复核。

本风电场适合选用叶片直径长、轮毂高度较高的低风速型风机，以获得更好的发电效益。

2）当前风电机组的制造水平、技术成熟程度和价格

在风电机组选型过程当中，要全面考虑不同机型的制造水平、技术成熟程度和价格等因素。目前2MW机型已经广泛应用，2.5MW、3.0MW机型也已批量生产。风电机组的产能日渐增多，势必引导生产厂商向技术更先进、单机容量更大、型式更多样及低风速区性能更好的机组发展。

3）风电场地形地质条件、设备运输及安装条件

本风电场为山地风电场，风电场的运输条件复杂，不同地形地质条件、不同风况特征适合安装不同的风电机组，且不同风电机组对安装和运输的要求也不同，所以在选择风力发电机组时，应该综合考虑这些因素。对于本风电场来说，叶片的运输条件是风电机组选型时考虑的一个很重要的因素。

4）风电场建成后运行维护的方便性

风电场运行年限为二十年，必须将风电场建成后运行维护的方便性作为一个重要的因素考虑。

5）风力发电机组必须具备低电压穿越能力

当电力系统中风电装机容量比例较大时，电力系统故障导致电压跌落后，风电场切出会严重影响系统运行的稳定性，这就要求风电机组具有低电压穿越（Low Voltage Ride Through，LVRT）能力，保证系统发生故障后风电机组不间断并网运行。本风电场应选用具备低电压穿越能力的风力发电机组。

6）机型选择时还应综合考虑项目业主、相关主管部门的意见，最终以招标结果为准。

**5.1.2 本工程风电机组选型**

1）机组安全等级选择

根据国际电工协会IEC61400-1（第三版）标准，同时考虑本风电场平均风况条件，本风电场初拟选择能安全承受50年一遇10min平均最大风速为37.5m/s的IEC {{IEC等级}}以上风力发电机组。

2）风电机组类型选择

目前成熟的并网型风力发电机组均为上风向、三叶片风力发电机组。从对风能的转换方式可以分为直驱型及带齿轮箱型。直驱型即为直接风能驱动风轮后带动同步发电机发电，全功率变频上网，而带齿轮箱型风力发电机组则先通过齿轮箱提高转速，带动双馈异步发电机，变频上网。由这两种机型衍生出的Multi-brid机型则通过单级变速后驱动同步发电机并网，兼有两者的特点，Multi-brid风机在欧洲及海上有应用。作为陆上风机，直驱型及带齿轮箱型风机的应用均十分广泛稳定，目前均推出适合于低风速高剪切的风力发电机型，均可作为本阶段的必选机型。

选择的机型应根据国家能源主管部门及国家电力监管委员会要求，具备如下性能：

①具备低电压穿越能力、有功、无功功率调节能力、对电网的适应性能力等，各种特性满足国家标准委批准发布的《风电场接入电力系统技术规定》。

②应通过有关部门的电能质量测试，电能质量满足电网要求。

③参选机型为实现批量生产、通过权威机构监测与认证的机型。

④参选机型满足国家对风电信息管理的要求，并取得相关认证。

3）单机容量初选

综上所述，场区风速较低，极端风速破坏性小、湍流强度中等。因此，从充分利用资源角度出发，考虑了风电场面积、地形和交通运输条件、施工等因素后，本次设计选择了{{ WTG数量 }}种技术较为成熟、有一定运行业绩的低风速风电机组进行装机规模及发电量的初步测算，对其技术参数、基本性能、发电量进行全面比较，选择技术指标最优的风电机组。

**5.1.3 备选机型参数比较**

综合考虑风电场的风能资源、气候条件以及工程建设条件，本阶段暂时选用目前市场上技术、经济性能较先进的典型常用机型作为比选对象。

**表5- 1 比选机型参数表**

|  | | 单位 | {% colspan 机组类型|count %}比选机型 | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| {%tc for col in 机组类型 %} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 功率 | | kW | {%tc for col in 功率 %} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 转轮叶轮 | 叶片数 | 3 | {%tc for col in 叶片数%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 风轮直径 | M | {%tc for col in 风轮直径%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 扫风面积 | m2 | {%tc for col in 扫风面积%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 轮毂高度 | M | {%tc for col in 轮毂高度%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 功率调节 |  | {%tc for col in 功率调节%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 切入风速 | m/s | {%tc for col in 切入风速%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 切出风速 | m/s | {%tc for col in 切出风速%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 额定风速 | m/s | {%tc for col in 额定风速%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 发电机 | 发电机型式 |  | {%tc for col in 发电机型式%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 额定功率 | kW | {%tc for col in 额定功率%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 电压 | V | {%tc for col in 电压%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 刹车系统 | 主制动系统 |  | {%tc for col in 主制动系统%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 第二制动 |  | {%tc for col in 第二制动%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 安全风速 | 3秒最大值 | m/s | {%tc for col in 三秒最大值%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |

{{ myimage0 }}

**图5- 1 比选风机功率曲线**

{{ myimage1 }}

**图5- 2 比选风机推力系数**

比选机型的50年一遇10min平均最大风速均能达到37.5m/s，对应50年一遇3s极大风速达到52.5m/s，风机的比选兼顾双馈型及直驱型风机。比选风机的低风速效率均较高。

**5.2 风电机组布置**

**5.2.1 布置原则**

本项目地形主要为{{山地类型}}，风电场场址内海拔高程在{{海拔高程}}之间。区域总面积约{{风场面积}}km2。{{限制性因素}}

1）最优风资源位置

本针对本风电场的特点，采用基于CFD方程的WT5.3.2.8版本软件对风电场进行风资源模拟计算。

首先建立地形、地貌数学模型，本阶段使用SRTM数据地形图相结合作为设计高程输入，将各测风塔轮毂高度附近长年代测风数据作为输入条件，初步模拟场区轮毂高度附近风资源分布，模拟结果详见图5-3。由平均风速分布图可见，风电场范围内离地{{推荐轮毂高度}}m高平均风速介于{{ 风速区间 }}m/s之间。风资源随山脊走向分布不均，布置时尽量布置于山顶高处，从而获得最优的发电量。

{{ 风资源 }}

**图5- 3 风电场轮毂高度附近风资源分布图**

2）合理间距

根据《风力发电场设计技术规范》DL/T 5383-2007的规定，“风力发电机组按照矩阵布置，行必须垂直风能主导方向，同行风力发电机组之间距离不小于3D，行与行之间距离不小于5D，各列风力发电机组之间交错布置”。

备选风机涉及{{ 叶轮直径words }} 共{{ 方案数 }}种叶轮直径，本阶段按列距400m（2.8D~3.0D），行距700m（约5D）的原则进行风机布置。

3）安全运行

本风电场为山地风电场，风资源受地貌及离地高度影响较大，风机选型则应考虑能安全承受本地区叠加了尾流之后的有效湍流强度。避免过大尾流引起的风机振动，从而获得较大的发电量。

4）其他指标

a.综合考虑风机的经济指标及安全指标，风机主要布置在风资源较好的位置。

b.减少尾流影响的同时充分利用土地资源。

c.使道路、电缆长度较短，减小项目投资。

d.不能过于分散，便于管理，减少电量的线损。

e.保持与民用设施和军用设施的距离，使该风电项目不妨碍当地的生产和生活。

f.同时考虑风机安装所需要的平台宽度及道路长度等条件。

g.不占矿区。

**5.2.2 布置方案**

本风电场为山地风电场，综合考虑风资源条件、安全运行条件、土建、电气及其他条件，{{ 推荐机组数量 }}台风机的布置如图5-4所述。

现阶段排布方案仅依据WT计算软件计算得出。

{{ 风机布置图 }}

**图5-4 风电场风机布置图**

**5.3 机型比选**

各比选方案技术经济参数如表5-2所示。经比较最终选定方案为{{ 最终方案}}。

**表5-2 各比选风机的风电场发电效益比选**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 方案 | {% colspan 方案e|count %}方案 | | |
| {%tc for col in 方案e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 风机类型 | {%tc for col in 风机类型e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 风机台数 | {%tc for col in 风机台数e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 单机容量（kW） | {%tc for col in 单机容量e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 装机容量（MW） | {%tc for col in 装机容量e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 叶轮直径（m） | {%tc for col in 叶轮直径e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 轮毂高度(m) | {%tc for col in 轮毂高度e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 上网电量（MWh/yr） | {%tc for col in 上网电量e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 尾流衰减（%） | {%tc for col in 尾流衰减e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 满发小时（h） | {%tc for col in 满发小时e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 塔筒重量（t） | {%tc for col in 塔筒重量e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 风机kw投资（元） | {%tc for col in 风机投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 塔筒投资（万元）E1 | {%tc for col in 塔筒投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 风机设备投资（万元）E2 | {%tc for col in 风机设备投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 基础投资（万元）E3 | {%tc for col in 基础投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 道路投资（万元）E4 | {%tc for col in 道路投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 吊装费用（万元）E5 | {%tc for col in 吊装费用e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 箱变投资（万元）E6 | {%tc for col in 箱变投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 集电线路（万元）E7 | {%tc for col in 集电线路e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 发电部分投资E=E1+E2+E3+E4+E5+E6+E7 | {%tc for col in 发电部分投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| 单位度电投资 | {%tc for col in 单位度电投资e%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |

**说明：**

**1、本阶段投资E仅考虑风机设备投资、塔筒投资、箱变、风机基础投资、道路投资及吊装费用。**

**2、单位度电投资为投资E与年上网电量的比值。**

从单位度电投资，装机容量方面考虑，本阶段暂推荐{{ 最终方案 }}，最终采用机型以后续招标结果为准，最终推荐的布置方案如图5-5所示。

{{ 风机布置图 }}

**图5-5 风电场推荐方案风机布置图**

**5.4 发电量估算**

**5.4.1 上网电量折减因素**

本阶段暂选用{{ 推荐机位数 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}kW的{{ 推荐风机型号\_WTG }}风力发电机组，装机容量为{{ 项目容量 }}MW，使用WT5.3.2.8版本软件测算风电场理论发电量。本风电场轮毂高度附近空气密度为{{ 空气密度 }}kg/m3，针对不同空气密度，不同厂家的风机控制策略不同，因此由于空气密度小于标准空气密度所引起的功率曲线的折减率也不同。本阶段空气密度的修正依据IEC61400-12提出的方法进行修正，理论发电量已经考虑此项修正。

尾流损失指风电机组由于相互影响而降低的发电量，反映了风电场风电机组的排布效率。本风电场的尾流损失系数为{{ 平均尾流损失 }}%，尾流损失修正系数为{{ 尾流损失修正系数 }}%，理论发电量已经考虑此项修正。

考虑了空气密度及尾流修正后的理论发电量为{{ 尾流修正后的总理论发电量 }}MWh/yr。

根据国家发改委《关于对中国风电发电量折减问题的说明》，结合实际风电场工程的设计经验，本阶段拟提出如下折减方案：

1）控制和湍流折减修正：当风速风向发生变化时，风电机组的状态也要随着转变，但实际运行中机组控制总是落后于风的变化，因此在计算电量时要考虑控制折减。本风电场工程场址为山地风电场，湍流强度较大。因此，本阶段控制和湍流折减修正系数取95%。

2）叶片污损、老化折减：叶片表层污染使叶片表面粗糙度提高，翼型的气动特性下降，叶片污染折减修正系数取98%。

3）风电机组可利用率：风电机组因故障、检修以及电网停电等原因停止运行，考虑目前风电机组的制造水平及风电场运行、管理以及维修经验，国产风电机组的取保守的可利用率为95%。

4）风电机组功率曲线保证率：指由于风电机组实际功率曲线与设计值有偏差，从而降低的发电量。风电机组厂商提供的功率曲线保证率一般为95%。

5）场用电、线损等能量损耗：初步估算厂用电和输电线路、箱式变压器损耗等约占总发电量的5%。本风电场上网电量计算中损耗折减修正系数取为97%。

6）气候影响停机：本风电场的气候灾害主要为冰冻和雷暴，雷暴及冰冻等极端气象因素可能引起停机。本风电场可能受到气候影响较小，气候影响停机折减修正系数取为97%。

7）变电站、电网的故障和检修，导致风电机组停机而使发电量降低。本阶

段变电站与电网影响停机折减修正系数取为98%；

8）其他折减：考虑到项目发电量计算中可能存在数据处理、地形偏差、软件模型偏差、变电站与电网的故障及检修等一些不确定性因素，导致风电机组发电量存在一定的不确定度。本阶段不确定性因素折减修正系数取为96%；

综上，以上八项修正系数后总折减修正系数约为{{ 折减率 }}%，{{ 折减率备注 }}。

**5.4.2 各风机发电量参数**

根据上述修正条件，本风电场年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h，容量系数为{{ 容量系数 }}％。各风机发电性能参数详见表5-3。

**表5-3 各风机上网电量计算成果表**

| **编号** | **{%tc for col in result\_labels %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| --- | --- | --- | --- |
| {%tr for item in result\_list %} |  |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |
| 平均 |  |  | {{ 平均海拔 }} | {{ 尾流后平均风速 }} |  | {{ 平均发电量 }} | {{ 平均尾流损失 }} | {{ 满发小时 }} | {{ 平均上网电量 }} |
| 总计 |  |  |  |  |  | {{ 总发电量 }} |  |  | {{ 总上网电量 }} |

# 8土建工程

**8.1设计安全标准**

**1）工程等别和建筑物级别、结构安全等级**

风电场总装机容量{{ 装机容量 }}MW，变电站电压等级为{{变电站电压等级}}kV，根据《风电场工程等级划分及设计安全标准（试行）》（FD 002-2007），本项目工程等别为{{项目工程等别}}等，工程规模为{{工程规模}}。

本项目变电站为{{变电站电压等级}}kV变电站，建筑物级别为{{建筑物级别}}，结构安全等级为{{变电站结构安全等级}}，洪水设计标准为{{洪水设计标准}}年。

本项目拟安装单机容量{{TurbineCapacity}}MW风电机组{{turbine\_numbers}}台，轮毂高度{{推荐轮毂高度}}m，机组塔架地基基础的设计级别为{{机组塔架地基设计级别}}，结构安全等级为{{风机结构安全等级}}，洪水设计标准年限为{{洪水设计标准}}年。

道路路基设计洪水设计标准按四级路标准5年考虑。

**2）抗震设计标准**

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准（试行）》（FD 002-2007），风机塔架基础及变电站建筑物抗震设防类别为{{建筑物抗震设防类别}}。

场区抗震设防烈度为{{fortification\_intensity}}度，设计地震分组为{{设计地震分组}}，设计基本地震加速度值为{{设计基本地震加速度值}}g，建筑场地类别为{{建筑物场地类别}}类场地，属建筑{{建筑物场地抗震类别}}。

## 8.2基本资料和设计依据

**8.2.1基本资料**

本项目位于宁夏回族自治区中卫市海原县境内山地丘陵，场区中心距离中卫市约115km，距离海原县约18km。

项目区内在地貌上为祁连山地槽与鄂尔多斯台地边缘之间，主要以黄土梁、峁等黄土丘陵地貌为主，局部为微小型黄土塬地貌，其间多发育沟谷。黄土梁、峁地段多地形破碎，沟壑纵横，黄土梁多系黄土塬受平行冲沟切割而成窄条状高低，黄土峁系黄土梁受冲沟进一步切割而成孤立馒头状高地。峁顶的面积不大，以3º~10º向四周倾斜，并逐渐过渡为坡度15º~35º的峁坡。局部为黄土塬，塬顶多宽阔浑圆。地表多为低矮耐旱性灌木，植被发育尚可。

据调查，整个场区在勘察范围内的土层基本上分为黄土状粉土、泥岩及砂岩。根据成因类型、岩性特征及物理力学性质，该工程场区内揭露的主要岩性自上而下描述如下：

**（1）风场绝大部分区域**

① 黄土（Q4eol）：风积成因。浅黄色，稍湿，稍密，见大孔隙，垂直节理发育，局部砂性较强。风场区域普遍分布，厚度多大于30m。黄土属自重湿陷性土，湿陷性黄土地基的湿陷等级多属于IV级自重湿陷。局部为III级自重湿陷。

**（2）风场局部区域**

① 黄土（Q4eol）：风积成因。浅黄色，稍湿，稍密，见大孔隙，垂直节理发育，局部砂性较强。厚度2~5m。

② 泥岩、砂质泥岩（N1g、N1h）：桔黄、浅褐红色，碎屑沉积，泥质胶结，致密结构，强风化，岩质极软，浸水易软化崩解。强风化厚度多大于5.0m。

本阶段风机位置尚未确定，仅就区域对地层进行综述。

**8.2.2设计依据**

1）《风电场工程等级划分及设计安标准（试行）》FD 002-2007

2）《风电机组地基基础设计规定（试行）》FD 003-2007

3）《风力发电机组设计要求》JB/T 10300-2001

4）《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011

5）《高耸结构设计规范》GB50135-2006

6）《35~110kV变电站设计规范》GB 50059-2011

7）《混凝土结构设计规范（2015年版）》GB 50010-2010

8）《砌体结构设计规范》GB 50003-2011

9）《建筑结构荷载规范》GB 50009-2011

10）《建筑抗震设计规范（2016年版）》GB 50011-2010

11）《建筑给水排水设计规范》GB 50015-2012

12）《公路工程技术标准》JTG B01-2013

13）《公路路线设计规范》JTG D20-2017

14）《公路路基设计规范》JTG D30-2015

15）《公路桥涵设计通用规范》JTJ D60-2015

16）《架空送电线路基础设计技术规定》DLT 5219-2005

**8.2.3主要技术参数**

（1）设计使用年限：50年。

（2）主要建筑材料

混凝土：C15、C20、C30、C35、C40

钢筋：HPB300、HRB400

型钢：Q235B

砌体：加气砼砌块砖

（3）风电机组基础结构重要性系数：1.1；升压站建筑物结构重要性系数：1.0。

**8.3风机基础、箱变基础及集电线路基础设计**

**8.3.1风机基础设计**

本工程共安装{{推荐机组数量}}台单机容量为{{推荐单机容量}}MW的风机。采用一机一变，共选用{{推荐机组数量}}台35kV箱式变电站。根据类似工程风机厂家提供的资料，采用轮毂中心高度{{推荐轮毂高度}}m风机机组，工况载荷（不含安全系数），如表8-1所示：

表 8‑1 主要工况荷载值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工况名称 | Fr(kN) | Fy(kN) | Fz(kN) | Mr(kNm) | My(kNm) | Mz(kNm) |
| 正常运行荷载工况 | 588.5 | 0 | 4316.8 | 45321.2 | 0 | 1598.3 |
| 极端荷载工况 | 803.5 | 0 | 4285.2 | 64398.8 | 0 | 96.3 |
| 多遇地震工况 | 801.799 | 0 | 4194.467 | 46936.474 | 0 | 1598.3 |
| 罕遇地震工况 | 1908.003 | 0 | 3560.026 | 55861.254 | 0 | 1598.3 |
| 疲劳荷载工况(上限) | 345 | 248.6 | 136.2 | 10685.4 | 28881.3 | 5033.3 |
| 疲劳荷载工况(下限) | 283.5 | 194.7 | 106 | 8481.4 | 19153.4 | 3734.3 |

1）风电机组基础持力层选择

风机基础要承受塔筒底部传来的风机重量、弯矩及水平力等荷载，且风机承受的主要荷载——风荷载的不确定性，使得风电机组对地基基础的要求较高。对地质资料分析表明，风电场场区内岩土层分布简单，地层情况较好，故本阶段选用扩展基础，根据各机位地质分布情况，基础持力层应位于全风化或强风化层上，对应地基承载力特征值fk=200~350kPa。

表 8‑2 岩土力学参数值

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土层编号 | 岩土名称 | 厚度(m) | 重力密度  (kN/m3) | 压缩模量Es(MPa) | 内聚力C(kPa) | 摩擦角ψ(°) | 承载力特征值fak(kPa) | 宽度承载力修正系数ηb | 深度承载力修正系数ηd | 地基抗震承载力修正系数ζa | 承载力标准值(kPa) |
| 1 | 碎石土 | 3 | 18 | 5 | 10 | 18 | 120 | 3 | 4.4 | 1.5 | 120 |
| 2 | 全风化岩 | 20 | 19 | 10 | 10 | 20 | 160 | 3 | 4.4 | 1.5 | 160 |

2）风电机组地基基础形式选择

根据风机制造厂提供的设计参数和本场区地质条件，初步选定风机基础型式为圆形{{基础形式}}。根据规范要求分别进行了地基承载力验算、沉降验算和抗倾覆验算等，极限工况为控制工况，经计算：

结果见下表：

表 8‑3 风机基础结构计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项 目 | 单位 | 正常运行荷载工况 | | 极端荷载工况 | | 备 注 |
| 计算值 | 允许值 | 计算值 | 允许值 |
| 1、地基承载力复核 | | | | | | |
| 偏心距e/基础底面半径  R(控制脱空面积) |  | 0.238 | 0.25 | 0.338 | 0.43 |  |
| 基础底面平均压力 | kPa | 85.85 | 529 | 94.634 | 529 |  |
| 基础底面最大压力 | kPa | 167.444 | 634.8 | 204.957 | 634.8 |  |
| 2、基础变形验算 | | | | | | |
| 沉降变形验算 | mm | 21.475 | 100 | 21.979 | 100 |  |
| 倾斜变形验算 |  | 0.001 | 0.003 | 0.001 | 0.003 |  |
| 3、基础稳定性验算 | | | | | | |
| 抗倾覆验算 |  | 3.973 | 1.6 | 2.797 | 1.6 |  |
| 抗滑验算 |  | 11.586 | 1.3 | 3.973 | 1.3 |  |

根据计算成果，风机基础形式拟采用混凝土强度等级C40的圆形钢筋混凝土{{基础形式}}。基础底面圆直径{{基础底面圆直径}}m，台柱圆直径{{台柱圆直径}}m；基础底板外缘高度{{基础底板外缘高度}}m，基础底板圆台高度{{基础底板圆台高度}}m，基础台柱高度{{台柱高度}}m；基础埋深3.2m，基底下设150mm厚C15素混凝土垫层。在承载能力极限状态下，基底脱开面积小于基底面积的1/4，在正常使用极限状态下，基底面积不脱开。风机基础底部的混凝土保护层厚度为100mm，侧部及顶部为50mm。开挖边坡拟采用1:0.5。风机基础见附图。

经初步计算，风机基础主要工程量如表8-4所示。

**表 8‑4 风机基础工程量表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 单台 | {{ turbine\_numbers }}台 | 备注 |
| 1 | 土方开挖 | m3 | {{土方开挖\_风机}} | {{ 土方开挖\_风机\_numbers }} |  |
| 2 | 石方开挖 | m3 | {{石方开挖\_风机}} | {{ 石方开挖\_风机\_numbers }} |  |
| 3 | 土石方回填 | m3 | {{土石方回填\_风机}} | {{ 土石方回填\_风机\_numbers }} |  |
| 4 | C40混凝土 | m3 | {{C40混凝土\_风机}} | {{ C40混凝土\_风机\_numbers }} |  |
| 5 | C15混凝土 | m3 | {{C15混凝土\_风机}} | {{ C15混凝土\_风机\_numbers }} |  |
| 6 | 钢筋 | m3 | {{钢筋\_风机}} | {{ 钢筋\_风机\_numbers }} |  |
| 7 | 基础环止水 | 项 | {{基础防水\_风机}} | {{ 基础防水\_风机\_numbers }} |  |
| 8 | 沉降观测 | 处 | {{沉降观测\_风机}} | {{ 沉降观测\_风机\_numbers }} |  |

**8.3.2 不良地基处理措施设计**

根据本阶段勘探成果及收集到的资料，拟建场区地貌类型属构造侵蚀低中山、中山地貌类型，场区地层岩性主要为残坡积土、变余砂岩及绢云母板岩等， 植被较发育，人类工程活动简单，现场踏勘未发现滑坡、崩塌和泥石流灾害，也没发现有软土地基，无须进行地基处理。

**8.3.3场地平整、边坡处理及防洪排水设计**

本项目风机机位均布置在山顶及山脊处，均高于重现期{{重现期洪水位}}的洪水位，且位于非汇水区域，可不进行防洪专项设计。

工程风机安装场地需与场内道路结合，开挖填筑整平而成。鉴于风电场部分机位地形起伏较大，基础周边可能会形成高边坡，需要进行高边坡特别设计。

风机基础周围回填土表面恢复植被，并向临空面找2%坡度，防止暴雨冲刷且排水通畅。

**8.3.4沉降观测设计**

为了保证风机基础的正常运行，本风场内所有风机基础均进行沉降变形观测，每个基础上布置4个观测点，基础周围设置3个基准墩。观测墩和基准墩的混凝土量（单台）为0.5m3。

建议在下阶段对建筑场区进行工程地质详细勘察，风机基础应根据详细的岩土勘察资料和风机荷载资料进行优化设计。

施工阶段，基坑开挖、回填及基础混凝土的施工方法应遵照我国现行规范和风力发电机组厂家提出的相关技术要求。

**8.3.5箱变基础设计**

35kV箱式变电站基础拟按天然地基上的浅基础进行设计。箱变基础持力层为基岩，地基承载力可满足要求。根据箱式变电站外形尺寸，基础采用砖混结构箱形基础，采用M10砂浆MU15砖砌筑，C25钢筋混凝土梁、板、柱。基础下设100mm厚C15素混凝土垫层，基础埋深约1.70m，边坡拟采用1:0.5。

**表8‑5 箱变基础工程量表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 单台 | {{ numbers\_box\_voltage }}台 | 备注 |
| 1 | 土方开挖 | m3 | {{ 土方开挖\_箱变 }} | {{ 土方开挖\_箱变\_numbers }} |  |
| 2 | 石方开挖 | m3 | {{ 石方开挖\_箱变}} | {{ 石方开挖\_箱变\_numbers }} |  |
| 2 | 土石方回填 | m3 | {{ 土石方回填\_箱变}} | {{ 土石方回填\_箱变\_numbers }} |  |
| 3 | C35混凝土 | m3 | {{ C35混凝土\_箱变}} | {{ C35混凝土\_箱变\_numbers }} |  |
| 4 | C15混凝土 | m3 | {{ C15混凝土\_箱变}} | {{ C15混凝土\_箱变\_numbers }} |  |
| 5 | MU10砖 | m3 | {{ MU10砖\_箱变}} | {{ MU10砖\_箱变\_numbers }} |  |
| 6 | 钢筋 | t | {{ 钢筋\_箱变}} | {{ 钢筋\_箱变\_numbers }} |  |

**8.3.7风电场接地土建设计**

本项目首先充分利用各风力发电机组基础内的钢筋作为自然接地体，再敷设必要的人工接地网，以满足接地电阻值的要求。

接地网为以水平接地网为主，并采用部分垂直接地极组成复合环形封闭式接地网，具体接地方式应根据下阶段地质勘察报告考虑。

施工过程中按定位好的路线进行沟槽的开挖，深度为图纸规定尺寸，开挖完毕后安装热镀锌扁钢及垂直接地极。土方施工过程中由质检员监督检查保证满足设计要求。

**8.4 {{变电站电压等级}}kV变电站设计**

本风电场工程拟新建一座{{变电站电压等级}}kV变电站。变电站的主要建筑物和构筑物有综合楼、设备楼、水泵楼、GIS设备、门式构架、主变压器基础、SVG舱及变压器基础、事故油池、避雷针基础等。

**8.4.1 站址选择**

8.4.1.1 选择原则

（1）变电站的站址选择，应根据风场风机布置、集电线路设计、场内道路布置，结合接入系统设计的要求全面综合考虑。

（2）站址选择，应充分考虑节约用地，合理使用土地。

（3）站址应充分考虑风场内已有线路、出线条件，避免或减少架空线路相互交叉跨越。

（4）站址应交通运输方便，尽可能靠近公路，减少天气对交通的影响。

（5）站址应具有适宜的地质、地形条件。

（6）避让重点保护的自然区和人文遗址，也不应设在有重要开采价值的矿藏上。

（7）站区场地设计标高宜高于频率为1%的洪水水位或历史最高内涝水位。

（8）站址附近应有生产生活用水的可靠水源。

（9）应考虑变电站与邻近设施、周围环境的相互影响与协调。

（10）站址不宜设在大气严重污秽地区和严重盐雾地区。

（11）选址时应充分利用就近城镇的各方面设施，为职工生活提供方便。

8.4.1.2 变电站站址位置

根据以上选址原则，新建变电站站址选于整个风电场中南部，交通便利。

**8.4.2 变电站总体布置方案**

全站的总平面根据电气工艺要求、施工和生活需要进行布置。在满足自然条件和工程特点的前提下，考虑了安全、防火、卫生、运行检修、交通运输、环境保护等各方面因素。

变电站用地面积为101.01m×105.7m，围墙内尺寸为98.61m×103.3m，站区布置大体分东西两个区域，东区为生活管理区，包括综合楼、附属楼二栋建筑，高低错落，虚实相间。综合楼坐西向东，楼前是广场，为生活区提供理想的休闲场所。综合楼北侧为附属楼，其中包括备品间、水泵房、消防水池等；西区为生产区，主要布置有35kV配电装置、无功补偿设备、主变压器及GIS设备。建筑物有设备楼。

变电站围墙设计：围墙高度为2.2m，采用实体围墙，外饰涂料色彩简洁，与周围环境协调。生活管理区入口采用电动伸缩门;变电工区设备运输门采用铁艺平开门。

变电站大门入口处，结合绿化统一布置。

站内道路本着方便检修、巡视、消防、便于分区管理的原则进行设计，采用城市型道路，砼路面。道宽4.0m，主干道路转弯半径为9.0m，站区道路根据消防和工艺需求，设环形道路，故电气设备安装及检修、消防均能满足要求。

{{变电站电压等级}}kV变电站总平面布置图详见附图。

**8.4.3 变电站防洪设计**

变电站在选址时已经避免将变电站布置在汇水区域，且布置于山顶相当较平位置，故可不考虑特殊防洪设计。

为防止站外雨水进入站区，站区外边坡设置截水沟与排水沟。

站区电缆沟沟底设置排水沟，与排水设施相连，保证电缆沟内积水在暴雨或洪水过后可以迅速排出。

**8.4.4 变电站场地平整设计**

本变电站位置原地形平坦坡度大，不易受洪水影响，变电站填挖方较大，挖方边坡需要做好防护，坡脚需设浆砌石护坡，并设排水沟。浆砌石护坡自身做好防排水措施及伸缩缝。

**8.4.5 主要建筑物设计**

建筑物力求平面布置合理紧凑，立面处理简洁大方，色彩明快。建筑物依据《公共建筑节能设计标准》进行节能设计。因该地区为属夏热冬冷地区，建筑物必须满足建筑物应防热、防潮、防暴雨等要求。在满足生产要求的前提下，建筑材料尽可能的采用当地生产的建筑材料。

站区内建筑物屋面除综合楼外均采用柔性卷材防水不上人屋面，上辅柔性卷材防水层、保温层。屋面采用有组织排水。门窗均采用塑钢窗。楼地面均采用防滑地砖或防静电活动地板。

**8.4.6 结构设计**

**（1）建、构筑物设计及抗震设防等级**

主要建（构）筑物的等级详见下表8- 7。

**表8- 7主要建筑物抗震等级表**

| **序号** | **名称** | **建筑结构**  **安全等级** | **抗震设防**  **类别** | **抗震设防烈度** | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **地震作用** | **抗震措施** |
|  | 变电站建筑 |  |  |  |  |
| 1 | 综合楼 | 二 | 丙类 | {{抗震烈度}}度 | {{抗震烈度}}度 |
| 2 | 设备楼 | 二 | 丙类 | {{抗震烈度}}度 | {{抗震烈度}}度 |
| 3 | 附属房 | 二 | 丙类 | {{抗震烈度}}度 | {{抗震烈度}}度 |
| 4 | 屋外配电装置架构及支架 | 二 | 丙类 | {{抗震烈度}}度 | {{抗震烈度}}度 |

**（2）结构布置**

变电站内建筑物采用框架结构，地基采用天然地基。

**（3）主变基础及事故油池**

主变基础采用C30钢筋混凝土，贮油池尺寸比主变外轮廓每边大1.0m左右。贮油池底板及侧壁均为混凝土结构，侧壁高出地面0.2m，水泥砂浆抹面。

事故油池为地下箱型基础，采用C30钢筋混凝土浇筑。

**8.4.7 建筑装修设计**

建筑物主要装修包括门窗、顶棚、内外墙面、楼地面等。

门窗：所有房间窗户均采用塑钢窗，电气设备房间采用防火门。

顶棚：中央控制室、办公室均设置铝合金龙骨石膏吸音板吊顶。其余部份的顶棚（包括楼梯板底）均为中级抹灰顶棚，白色乳胶漆罩面。

内墙面：除卫生间及厨房内墙面贴白色磁砖外，其余采用白色乳胶漆。

外墙面：均采用涂料饰面层。

楼、地面：中央控制室、通信室、继电保护室地面为防静电活动地板；卫生间及厨房地面贴防滑地砖；其余均为地砖地面。

**8.4.8暖通设计**

8.4.8.1 采暖气象条件

多年平均温度：19.8℃。

8.4.8.2 采暖方式

根据当地气候条件，本工程不考虑冬季集中采暖。可配置分体式冷暖空调，保证冬季极端天气可通过空调取暖。

8.4.8.3 空调通风

高低压配电房通风

a）35kV配电装置室设事故排风机，事故排风机兼作夏季通风，采用自然进风，机械排风的通风方式。事故排风风量按换气次数不少于每小时12次。当配电装置室发生火灾时，通风机自动切断电源。

b）免维护蓄电池室应设置换气次数不少于12次/h的事故排风装置，事故排风装置兼作平时排风使用，排风口应贴近顶棚。免维护蓄电池室夏季室温不超过25~30度，应设置空调设施，并应避免空调送风口直吹蓄电池。所有空调、能风设备采用防爆型，通风设备、风管及配件应考虑防腐措施。防爆风机、风管均按接地处理。

**8.4.9 给排水设计**

8.4.9.1 供水水源

本工程主要用水为风电场升压站生活用水、消防用水及辅助生产用水。升压站处于郊外，无市政供水管网，本工程永久生活用水考虑采用山泉水或者外购。将外来水通过管路引到站区内生活给水箱后，采用变频水泵二次供水，深井水水质应满足饮用标准。

站区的日最高用水量为7m3/d。深井水由管道输送至消防水池和生活水箱。生活水箱与深井潜水泵之间设置自动液位启停信号装置。输水干管采用DN50焊接钢管，埋地防腐做法，管道公称压力为1.0MPa，管顶埋深不小于0.8m。

8.4.9.2 生活给水系统

本工程生活用水主要包括生活盥洗用水、淋浴用水、厨房用水及冲洗用水等。变电站全日生活最高用水量为7m³/d，包括绿地浇洒、冲洗车辆及车库地面等辅助生产用水。宿舍淋浴用热水由电热水器提供，电热水器设置在每个宿舍的卫生间内。

生活给水采用独立供水系统。站内设置一座生活水箱间，水箱间内设置一座4m3的装配式钢板生活给水箱，生活给水箱采用液位控制，水位低时自动启动深井泵向生活给水箱输水。经变频水泵加压输送至各个用水点，变频水泵为两台，一用一备。变频水泵出水口设置紫外线消毒器等生活用水消毒净化装置。

本工程生活用水点为标准卫生间的卫生洁具，包括洗脸盆、淋浴器、坐便器；公共卫生间小便器、蹲便器、洗手盆等卫生洁具；厨房洗涤用水器具。卫生器具均采用陶瓷材质节水型器具。生活给水管采用PPR管，PPR管采用热熔连接方式。室内管道给水立管采用明装方式，卫生间内给水支管采用墙内暗装敷设。室外管顶埋深不小于0.8m，给水管道与排水管道作合理避让。

8.4.9.3 排水系统

（1）污水排放系统

变电站内生活污水采用污废合流制，由各室内排水点汇集后排至室外污水管网，厨房污水经隔油装置处理后排放。生活污水经室外污水检查井汇集后流至设在站区内的化粪池，沉淀后流至生活污水一体化处理设备，经处理后达到绿化用水标准，排至适当的地点。化粪池及生活污水一体化处理设备的废物定期清掏后外运。室内排水管用硬聚氯乙烯排水管，接口采用冷胶粘接；室外排水管采用高密度双壁波纹管，橡胶接口，室外管顶埋深不小于0.8m。

（2）雨水排放系统

变电站站区采用有组织排水系统，城市型道路型式。在路面设置边沟式雨水篦子，收集雨水后汇集至雨水检查井，通过埋地雨水管道排至站外。埋地雨水管道采用高密度双壁波纹管，橡胶接口，室外管顶埋深不小于0.8m。雨季电缆沟内积水及事故油池内废水通过管道汇集到雨水检查井，通过雨水管道流出。

**表 8‑8 变电站工程数量表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 单位 | 工程量 | 备注 |
| 1 | 变电站围墙内面积 | m2 | {{变电站围墙内面积}} |  |
| 2 | 含放坡面积 | m2 | {{含放坡面积}} |  |
| 3 | 围墙长度 | m2 | {{围墙长度}} | 2.5m高 |
| 4 | 土方开挖 | m3 | {{土方开挖\_升压站}} |  |
| 5 | 石方开挖 | m3 | {{石方开挖\_升压站}} |  |
| 6 | 土方回填 | m3 | {{土方回填\_升压站}} |  |
| 7 | 浆砌石护脚 | m3 | {{浆砌石护脚}} |  |
| 8 | 浆砌石排水沟 | m3 | {{浆砌石排水沟}} | 0.5×0.4 |
| 9 | 道路面积 | m2 | {{道路面积}} | 4.0m宽 |
| 10 | 绿化面积 | m2 | {{绿化面积}} |  |
| 11 | 综合楼 | m2 | {{综合楼}} |  |
| 12 | 设备楼 | m2 | {{设备楼}} |  |
| 13 | 附属楼 | m2 | {{附属楼}} |  |
| 14 | 户外主要构筑物工程 |  |  |  |
| 15 | 主变基础C30混凝土 | m3 | {{主变基础C30混凝土}} |  |
| 16 | C15混凝土垫层 | m3 | {{C15混凝土垫层}} |  |
| 17 | 主变压器基础钢筋 | t | {{主变压器基础钢筋}} |  |
| 18 | 事故油池C30混凝土 | m3 | {{事故油池C30混凝土}} |  |
| 19 | 事故油池C15垫层 | m3 | {{事故油池C15垫层}} |  |
| 20 | 事故油池钢筋 | t | {{事故油池钢筋}} |  |
| 21 | 设备及架构基础C25混凝土 | m3 | {{设备及架构基础C25混凝土}} |  |
| 22 | 室外架构（型钢） | t | {{室外架构}} |  |
| 23 | 预制混凝土杆 | m | {{预制混凝土杆}} |  |
| 24 | 避雷针 | t | {{避雷针}} |  |

**8.5 道路设计**

根据现有资料，本项目需改扩建道路{{numbers\_1}}km。本项目共需场内新建进站道路{{numbers\_2}}km，本项目共需场内新建进站道路{{numbers\_3}}km，施工完成后，对路面进行修复以满足检修用。道路平曲线最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求不应小于25m，道路主线最大纵坡控制在15％以内，以保证安装、检修车辆可直接到达任何一台风机。因风机吊装需要，各机位须设置一个40m×45m的吊装平台。道路从风电机组旁边通过，与吊装平台须平顺连接，以满足机组设备运输和基础施工需要。场内检修道路考虑永临结合，各段应设有排水设施、道路标志、安全标志等，必要路段要设置安全护栏。施工安装完成，大型车辆、设备退场后，对路基层破坏部分进行平整修复，再进行铺设路面作为永久检修道路。

**表8‑8道路工程量及吊装平台**

| 序号 | 项目 | 单位 | 数量/km | 合计 | 备注 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 一 | 场外改扩建道路 | km |  | {{改扩建道路}}KM |  |
| 1 | 土方开挖 | m3 | {{土方开挖\_1}} | {{土方开挖\_1\_numbers}} |  |
| 2 | 石方开挖 | m3 | {{石方开挖\_1}} | {{石方开挖\_1\_numbers}} |  |
| 3 | 土石方回填 | m3 | {{土石方回填\_1}} | {{土石方回填\_1\_numbers}} |  |
| 4 | 山皮石路面 | m2 | {{山皮石路面\_1}} | {{山皮石路面\_1\_numbers}} |  |
| 5 | D1000mm圆管涵 | m | {{圆管涵\_1}} | {{圆管涵\_1\_numbers}} |  |
| 6 | 浆砌石排水沟 | m3 | {{浆砌石排水沟\_1}} | {{浆砌石排水沟\_1\_numbers}} |  |
| 7 | M7.5浆砌片石挡墙 | m3 | {{浆砌片石挡墙\_1}} | {{浆砌片石挡墙\_1\_numbers}} |  |
| 8 | 草皮护坡 | m2 | {{草皮护坡\_1}} | {{草皮护坡\_1\_numbers}} |  |
| 二 | 进站道路 | km |  | {{进站道路}}KM |  |
| 1 | 土方开挖 | m3 | {{土方开挖\_2}} | {{土方开挖\_2\_numbers}} |  |
| 2 | 石方开挖 | m3 | {{石方开挖\_2}} | {{石方开挖\_2\_numbers}} |  |
| 3 | 土石方回填 | m3 | {{土石方回填\_2}} | {{土石方回填\_2\_numbers}} |  |
| 4 | 级配碎石基层 | m2 | {{级配碎石基层\_2}} | {{级配碎石基层\_2\_numbers}} |  |
| 5 | C30混凝土路面 | m2 | {{C30混凝土路面\_2}} | {{C30混凝土路面\_2\_numbers}} |  |
| 6 | D1000mm圆管涵 | m | {{圆管涵\_2}} | {{圆管涵\_2\_numbers}} |  |
| 7 | 浆砌石排水沟 | m3 | {{浆砌石排水沟\_2}} | {{浆砌石排水沟\_2\_numbers}} |  |
| 8 | M7.5浆砌片石挡墙 | m3 | {{浆砌片石挡墙\_2}} | {{浆砌片石挡墙\_2\_numbers}} |  |
| 9 | 草皮护坡 | m2 | {{草皮护坡\_2}} | {{草皮护坡\_2\_numbers}} |  |
| 10 | 标志标牌 | 块 | {{标志标牌\_2}} | {{标志标牌\_2\_numbers}} |  |
| 11 | 波形护栏 | m | {{波形护栏\_2}} | {{波形护栏\_2\_numbers}} |  |
| 三 | 施工检修道路工程 | km |  | {{新建施工检修道路}}KM |  |
| 1 | 土方开挖 | m3 | {{土方开挖\_3}} | {{土方开挖\_3\_numbers}} |  |
| 2 | 石方开挖 | m3 | {{石方开挖\_3}} | {{石方开挖\_3\_numbers}} |  |
| 3 | 土石方回填 | m3 | {{土石方回填\_3}} | {{土石方回填\_3\_numbers}} |  |
| 4 | 山皮石路面 | m2 | {{山皮石路面\_3}} | {{山皮石路面\_3\_numbers}} |  |
| 5 | C30混凝土路面 | m2 | {{C30混凝土路面\_3}} | {{C30混凝土路面\_3\_numbers}} |  |
| 6 | D1000mm圆管涵 | m | {{圆管涵\_3}} | {{圆管涵\_3\_numbers}} |  |
| 7 | 浆砌石排水沟 | m3 | {{浆砌石排水沟\_3}} | {{浆砌石排水沟\_3\_numbers}} |  |
| 8 | M7.5浆砌片石挡墙 | m3 | {{浆砌片石挡墙\_3}} | {{浆砌片石挡墙\_3\_numbers}} |  |
| 9 | 草皮护坡 | m2 | {{草皮护坡\_3}} | {{草皮护坡\_3\_numbers}} |  |
| 10 | 标志标牌 | 块 | {{标志标牌\_3}} | {{标志标牌\_3\_numbers}} |  |
| 11 | 波形护栏 | m | {{波形护栏\_3}} | {{波形护栏\_3\_numbers}} |  |
| 12 | 桥梁 | m2 | {{桥梁\_3}} | {{桥梁\_3\_numbers}} |  |
| 四 | 吊装平台工程 | 台 |  | {{吊装平台工程}} |  |
| 1 | 一般场地平整 | m2 | {{一般场地平整\_4}} | {{一般场地平整\_4\_numbers}} |  |
| 2 | 土方开挖 | m3 | {{土方开挖\_4}} | {{土方开挖\_4\_numbers}} |  |
| 3 | 石方开挖 | m3 | {{石方开挖\_4}} | {{石方开挖\_4\_numbers}} |  |
| 4 | 土石方回填 | m3 | {{土石方回填\_4}} | {{土石方回填\_4\_numbers}} |  |
| 5 | 浆砌石排水沟 | m3 | {{浆砌石排水沟\_4}} | {{浆砌石排水沟\_4\_numbers}} |  |
| 6 | M7.5浆砌片石护坡 | m3 | {{浆砌片石护坡\_4}} | {{浆砌片石护坡\_4\_numbers}} |  |

**9施工组织设计**

**9.1 施工条件**

**9.1.1 工程条件**

{{ 风电场名称 }}，位于{{ 建设地点 }}境内，为{{ 山地类型 }}风电场，场址内海拔高程在{{ 海拔高程 }}之间。项目地处东经{{ 东经 }}、北纬{{ 北纬 }}之间，总区域共{{ 风场面积 }}km2。本工程新建一座110kV升压站。施工总工期为12个月。

**9.1.2 自然条件**

（1）风能信息

经长年代订正，{{ 风能信息 }}。根据《风电场风能资源评估方法》（GB/T 18710-2002），本风电场测风塔附近轮毂高度处的风功率密度为{{ 风功率密度等级 }}级水平。

（2）地形、地质条件

风场地形主要为{{ 山地类型 }}，{{ 地形描述 }}

**9.2 风场内外交通**

（1）场外交通运输

本风电场周边有{{ 周边道路 }}等多条公路通过，风电场对外运输交通较为便利。

根据风场附近交通状况，风机设备运输车辆可由{{ 周边道路 }}及乡村道路运至风场附近，并新建道路到达风机位。其中道路弯道较多路段，需进行加宽改建方可满足大件运输车辆通过要求。

本风场大型设备主要为风电机组，采用公路运输。风场设备运输路线：由产地、{{ 周边道路 }}、乡道、风场。

（2）施工道路

风电场内新建道路，长度约{{ 新建施工检修道路 }}km；改扩建道路，长度约{{ 改扩建道路 }}km；进站道路，长度约{{ 进站道路 }}km。

场内施工道路各段应设有排水设施、道路标志、安全标志等，必要路段要设置安全护栏。施工后期将施工道路改为永久检修路。

（3）运输方式比选

叶片作为风机设备的最长件，其运输车辆的性能决定了风电场进场及场内道路的路线技术指标的选用，特别是平面圆曲线半径、曲线加宽等。现国内叶片运输车辆主要有平板车及举升车两类。举升车运输技术上更为先进，较适合山地、重丘风场。因此，本风场建议叶片运输采用特种运输车辆。

**9.3 施工总布置**

**9.3.1 总布置原则**

根据本工程特点，在施工布置中考虑以下原则：

（1）施工总布置遵循因地制宜、有利生产、方便生活、易于管理、安全可靠、经济适用的原则；

（2）充分考虑本风力发电工程布置的特点，集中进行施工布置；

（3）风场地形为起伏较大的中低山，地表植被丰富，工程施工期应避免环境污染，符合环保要求；

（4）根据工程区地形地貌条件，施工布置力求紧凑、节约用地、统筹规划、合理布置施工设施和临时设施，尽可能做到永临结合。

**9.3.2 施工工厂设施**

依据施工总布置原则、结合本工程区地形地貌条件及风电工程的特点，施工布置采取集中与分散相结合的原则，充分考虑永久和临时建筑关系，进行施工工厂设施的布置。力求布置紧凑，节约用地，又方便施工和管理，同时兼顾环保的要求。施工设备仓库、材料设备仓库、主要的附属加工厂、临时生活区等布置在风电场内地势较高和交通方便处。

（1）混凝土系统：由于风机基础施工分散，考虑施工场区地形及风机布置限制，可于场区设置设一处混凝土搅拌站。在搅拌站布设一座HZS75型混凝土搅拌站，设备铭牌生产能力为75m³/h，能满一台基础混凝土的连续施工浇筑。风机基础混凝土采用混凝土罐车运输。

（2）砂石料场地：由于本工程混凝土成品骨料用量不大，故本工程不设砂石料加工系统，仅在混凝土搅拌系统附近布置砂石料堆放场。砂石料堆场占地面积共计约1400m²。

（3）机械修配及综合加工厂：施工临建区设置的机械修配厂及综合加工厂(包括钢木加工厂)。为了便于施工生产和管理，施工工厂集中布置在施工电源点和交通便利处。

（4）临时生产生活区：结合施工总体布置，将临时生产生活区布置在施工场地集中区，地势较高，地面平整，交通便利处。

（5）仓库布置：本工程所需的仓库为材料和设备仓库，集中布置混凝土搅拌站和临时生产生活区附近。

施工临时设施建筑面积及占地见下表9-1。

**表9-1 临时设施建筑面积及占地表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 场区 | | 备注 |
| 建筑面积m2 | 占地面积m2 |
| 1 | 材料仓库 | {{材料仓库\_1}} | {{材料仓库\_2}} | 工棚 |
| 2 | 临时住宅及办公室施工生活区 | {{临时住宅及办公室施工生活区\_1}} | {{临时住宅及办公室施工生活区\_2}} | 工棚 |
| 3 | 钢筋加工厂 | {{钢筋加工厂\_1}} | {{钢筋加工厂\_2}} | 工棚 |
| 4 | 设备存放场 | {{设备存放场\_1}} | {{设备存放场\_2}} | 工棚 |
| 5 | 施工机械停放场 | {{施工机械停放场\_1}} | {{施工机械停放场\_2}} |  |
| 合计 | | {{合计\_1}} | {{合计\_2}} |  |

**9.3.3 施工吊装场**

风电场地势比较开阔，具有较好的施工安装条件。根据风电场风机布置和施工道路布置，为风机的施工安装需要，在每个风机基础旁设一块施工吊装场地，并与场内施工道路相连。吊装场地尺寸为45m×40m，共设有{{ 推荐机组数量 }}块场地。吊装场场平土石方挖填平衡。施工结束后恢复为原始地貌。

**9.3.4 土石方平衡**

本工程土石方开挖工程{{合计\_开挖}}m³，土石方填筑工程量{{合计\_回填}}m³，弃方396715m³。土石方平衡流向详见表9-2。

**表9-2 土石方平衡流向表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 名称 | 土石方（m3） | | | 备注 |
| 开挖（m3） | 回填（m3） | 弃土（m3） |
| 1 | 风机基础及箱变 | {{风机基础及箱变\_开挖}} | {{风机基础及箱变\_回填}} | {{风机基础及箱变\_弃土}} |  |
| 2 | 升压站工程 | {{升压站工程\_开挖}} | {{升压站工程\_回填}} | {{升压站工程\_弃土}} |  |
| 3 | 道路工程 | {{道路工程\_开挖}} | {{道路工程\_回填}} | {{道路工程\_弃土}} |  |
| 4 | 吊装平台 | {{吊装平台\_开挖}} | {{吊装平台\_回填}} | {{吊装平台\_弃土}} |  |
| 5 | 集电线路 | {{集电线路\_开挖}} | {{集电线路\_回填}} | {{集电线路\_弃土}} |  |
| 合计 | | {{合计\_开挖}} | {{合计\_回填}} | {{合计\_弃土}} |  |

从表9-2可以看出，各部位土石方平衡后，弃方{{合计\_弃土}}m³，需设置八至十处渣场。渣场弃土表面采用撒草籽防护，渣体坡脚采用浆砌石防滑挡墙砌筑。

**9.3.5 施工供水、供电及建筑材料**

（1）施工供水：施工用水采用自附近村庄拉水。在混凝土搅拌站附近设一个临时蓄水池，蓄水池容量80m³。施工供水规模为28m³/h。由于风机基础施工分散，基础养护用水可用罐车拉水。

（2）施工供电：由附近的农用变电所引接，架设10kV线路引至各施工区及混凝土搅拌站施工场地，合计长约1km。施工供电规模为400kVA。由于风机布置分散，风机基础施工可采用60kW柴油发电机作为施工电源和备用电源。

（3）建筑材料：考虑到运输距离，本工程所需的主要建筑材料，如水泥、钢材、木材等可在武隆县就近采购；油料可在武隆县采购；砂石骨料可在附近料场采购。

**9.4 工程建设用地**

本工程建设用地依据《中华人民共和国土地管理法》，国家发展改革委、国土资源部、国家环保总局，2005年8月9日联合颁发的：发改能源〔2005〕1511号文，关于印发《风电场工程建设用地和环境保护管理暂行办法》和住房城乡建设部、国土资源部、国家电监局，2012年3月1日联合颁发的：《电力工程项目建设用地指标（风电场）》等法规编制。

**9.4.1 永久征地**

永久征地范围包括：风机基础、箱变基础、集电线路塔基及变电站。永久征地详见表9-3。

**表9-3 工程永久征地面积汇总表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 用地面积（m2） | 备注 |
| 1 | 风电机组基础 | {{风电机组基础\_永久用地面积}} |  |
| 2 | 箱变基础 | {{箱变基础\_永久用地面积}} |  |
| 3 | 变电站 | {{变电站\_永久用地面积}} | 含放坡 |
| 合计 | | {{合计\_永久用地面积}} | {{合计亩\_永久用地面积}}亩 |

**9.4.2临时租地**

临时租地范围包括：施工道路、施工期的吊装场地、直埋电缆、临时生产及生活设施、材料及设备仓库等涉及的土地面积。临时租地详见表9-4。

**表9-4 工程临时租地面积汇总表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 用地面积（m2） | 备注 |
| 1 | 施工辅企 | {{施工辅企\_临时用地面积}} |  |
| 2 | 风电机组安装平台 | {{风电机组安装平台\_临时用地面积}} |  |
| 3 | 施工道路 | {{施工道路\_临时用地面积}} |  |
| 4 | 弃渣场 | {{弃渣场\_临时用地面积}} |  |
| 5 | 进场道路 | {{进场道路\_临时用地面积}} |  |
| 6 | 架空线路 | {{架空线路\_临时用地面积}} |  |
| 7 | 电缆沟 | {{电缆沟\_临时用地面积}} |  |
| 合计 | | {{合计\_临时用地面积}} | {{合计亩\_临时用地面积}}亩 |

**9.4.3工程总用地**

本工程永久征地{{合计亩\_永久用地面积}}亩，临时用地{{合计亩\_临时用地面积}}亩，总用地{{总用地面积}}亩。

**9.5 主体工程施工**

风电场工程施工主要包括风机、箱变土石方开挖和基础混凝土浇筑；风机、箱变设备安装；升压站土建、电气安装施工；电力电缆、通讯光缆的施工安装。

**9.5.1 风机、箱变基础施工**

风机基础施工包括土石方开挖、基础混凝土浇筑及回填。箱式变基础施工与风机基础施工相同，不再赘述。

（1）风机基础开挖

基础开挖，首先采用小型反铲挖掘机，配合132kW推土机进行表层土的清理，底层石方开挖采用破碎锤或手风钻钻孔爆破，1m³反铲挖掘机配合2m³装载机开挖，沿坑槽周边堆放，人工修整边坡；部分土石方装10t自卸汽车运输，用于平整吊装场地和施工道路。

（2）风机基础混凝土浇筑

基础开挖完成后，可进行基础混凝土浇筑。先清底浇筑混凝土垫层，进行基础环吊装就位，钢筋绑扎加固、架立模具；再进行C40钢筋混凝土浇筑。混凝土集中由混凝土拌和站拌制6m3混凝土搅拌车运输，混凝土泵车入仓，插入式振捣器振捣。基础钢筋混凝土要求一次性浇筑成型，无施工缝。施工时应严格控制混凝土浇筑温度。混凝土浇筑块体的内表温差不宜大于25℃。避免在冬季进行混凝土施工。雨雪天气不宜露天浇筑混凝土，当需要施工时，应采取确保混凝土质量的措施。浇筑过程中突遇大雨或者大雪天气时，应及时在结构合理部位留置施工缝，并应尽快中止混凝土浇筑。对已经浇筑还未硬化的混凝土应立即进行覆盖，严禁雨水直接冲刷新浇筑的混凝土。混凝土浇筑后须进行表面洒水保湿养护28天，防止产生温差造成表面干缩裂缝。场址区内地下水埋藏较深，并受地势的影响较大，可不考虑地下水对基础混凝土影响。

（3）基础土石方回填

土石方回填应在混凝土浇筑7天后进行。回填时应分层回填，电动打夯机分层夯实，并预留沉降量。剩余土石方就近平整场地。

**9.5.2 风机塔筒、机舱、叶轮吊装**

将风机塔筒、机舱及叶片运输到现场，按施工工序安排，在每台风机吊装场地平稳摆放到位。风机各部件应按施工方法采用随吊、随运、随安装的施工步骤。

（1）塔筒吊装

吊装前，先将塔筒内电气、电缆及结构配件，按厂家技术要求安装固定。塔筒由三段组成，每段塔筒采用两台吊车配合吊装，三段塔筒分别在空中进行组装。主吊车选用1000t汽车吊，辅助吊车为150t汽车吊；用主吊车吊住塔筒的上法兰处，辅助吊车吊住塔筒的底法兰处，两台吊车同时起钩，离开地面30cm后，稳住检查吊装的稳定性和可靠性。然后主吊车起钩并旋转大臂，当塔筒起吊到垂直位置后，拆除辅助吊车的吊钩，再用主吊车将塔筒平稳就位、紧固法兰连接螺栓，经检查无误后，松开主吊车吊钩及卸下吊具。整个安装过程必须严格按照生产厂家规范要求进行。吊装现场风速不能大于10m/s。

（2）机舱吊装

按照厂家技术文件要求，将机舱的吊点用吊具与1000t汽车吊的吊钩固定好，并将用来调整固定方向位置的人拉风绳固定在机舱两侧，先将机舱吊离地面30cm，检查吊车的稳定性、制动性、可靠性。吊装现场风速不能大于8m/s。吊车起吊在空中将机舱与塔筒法兰进行对接，紧固螺栓后，方可将1000t汽车吊脱钩。

发电机吊装与机舱吊装相同，先用吊具、手动葫芦和人拉风绳将发电机与1000t汽车吊的吊钩固定好，再将发电机吊离地面30cm，检查起吊稳定和吊具各点牢固可靠。吊装现场风速不能大于8m/s。然后起吊，指挥吊车把发电机逐渐靠近机舱。利用导正棒对准机舱底座法兰，用手动葫芦把发电机拉近。装紧固件及连接螺栓。安装完成后拆下吊具。待整台机组所有零部件安装完成后，去除发电机锁定，使其处于自由运转状态。

（3）叶轮吊装

先将叶轮在地面组装，叶轮组装时要按厂家技术要求执行。通过主辅两台吊车的共同协作进行组装。叶片组装完成后经检查无误、安全牢固后，方可实施叶轮吊装。

叶轮吊装时，也按厂家技术要求执行，吊装现场风速不能大于8m/s。叶轮采用双车抬吊的方法将组装叶片吊起，主吊为1000t汽车吊提升，辅助150t汽车吊配合。为了避免叶片在提升过程中摆动，用圆环绳索分别套在三片叶片上，每片叶片用3～6名装配人员在地面上拉住，慢慢将叶轮竖立，然后将轮毂法兰与机舱的主轴法兰对接紧固。经检查安装无误、方可将1000t汽车吊脱钩。

**9.5.3 电气设备安装**

（1）箱式变安装

箱式变采用150t汽车吊吊装就位。施工吊装要考虑到安全距离及安全风速。吊装就位后要即时调整加固。确保施工安全及安装质量。在安装完毕后，接上试验电缆插头，按有关试验规程进行交接试验。

（2）电力电缆敷设

动力电缆和控制电缆的施工，应按设计要求和相关规范施工。直埋电缆要求分段施工，分段验收。每段线路要求在本段箱式变安装前完成，确保机组的试运行按时进行。

直埋电缆施工：先人工开挖电缆沟，将沟底用沙土垫平整，将电缆敷设后填埋一层沙土，再压上红砖，然后用碎石土回填夯实。电缆走向要按图纸标注和相关的技术要求执行。

**9.5.4升压站施工**

升压站施工主要有综合楼、高低压配电房、辅助库房、消防泵房、SVC阀组室及控制室等建筑物施工、电缆构架、主变及设备基础施工、主变、电气设备及避雷针安装等施工。

（1）升压站场平和基础施工

升压站场地清理，采用132kW推土机配合人工清理。然后用16t振动碾，将场地碾平，达到设计要求。

建筑物的基础开挖，均采用小型挖掘机配人工开挖清理（包括基础和地下电缆沟）。人工清槽后、进行基础混凝土施工及回填。

（2）建筑物土建工程施工

综合楼为二层框架结构，设备楼为一层框架结构，辅助楼为一层框架结构，地下一层为消防水池。先在基础混凝土梁上进行一层混凝土构造柱施工，绑扎钢筋和架立模具、进行混凝土柱子浇筑。在柱子养护期间进行混凝土一层圈梁的绑扎钢筋和架立模具、再进行混凝土圈梁浇筑。在混凝土圈梁养护期间可进行顶板的绑扎钢筋和架立模具，然后进行一层楼板浇筑。当框架结构（梁、柱、楼板）浇筑的混凝土达到设计允许的强度后，可进行二层施工。二层施工与一层相同。该楼施工封顶后，拆除脚手架和模具，进行管道安装、电气设施安装及室内外建筑装修。

建筑材料采用塔吊或升降机。混凝土采用现场拌和，用两台0.8m3移动式搅拌机，人力车入仓，插入振捣器振捣；墙体为人工砌筑。

开关站的设备基础施工后，可进行构架吊装就位。柱脚与基础连接采用杯口插入式。构架就位后，用缆绳找正，螺栓固定后再进行混凝土二次灌浆。然后进行电气设备安装施工。

（3）电气设备的安装

主变压器较重，采用200t汽车吊车吊装就位。吊装时索具必须检查合格，钢丝绳必须系在油箱的吊钩上。主变压器的安装程序为：施工准备――基础检查――设备开箱检查――吊装就位――附件安装――绝缘油处理――真空注油试验――调试运行。

35kV线路、进线与母线一同安装调试。分回路接线投产。当第一批风电机组投产后，其它回路接线时要注意人身及设备的安全，应有运行人员监护。

电气设备的安装必须严格按设计要求、设备安装说明、电气设备安装规程及验收规范进行，及时进行测试、调试，确保电气设备的安装质量和试车一次成功。

**9.5.5 场内道路施工**

（1）测量放线：采用全站仪按设计图纸要求，精确定出道路中线及两侧边线，撒石灰标识。

（2）地表清理：施工前进行施工区场地清理（如地表植被、腐殖土、垃圾以及其它有碍物），场地清理采用推土机推土，推距40～80m。

（3）路基开挖及填筑：开挖采用反铲挖掘机施工，自卸汽车转运，高挖低填，施工中力求土方尽量达到挖填平衡。填筑采用推土机推料，平地机平整，振动碾压实，小型手扶振动碾清理边角，然后采用光辊压路机压实，使道路施工各项指标（如：高程、转弯、坡度、压实度）达到设计技术要求。可进行路面施工。

（4）路面铺设：路面石料人工掺合。推土机推料，平地机摊铺，振动碾压实，小型手扶振动碾清理边角，最后采用光辊压路机进行压实，直至石料无松动，达到设计图纸要求为止。

**9.6 施工总进度**

**9.6.1 编制原则**

本工程的施工控制性工作为风电场风机机组土建及安装工程。根据总工程量并参考类似工程，按12个月考虑，期间可穿插进行升压变电站的土建及相关电气、消防及给排水设备安装。风力发电机组安装的终止时间为具备向外输电条件。

根据上述原则，本工程设计进度从第1个月初开始安排至12月底完成，施工总工期为12个月。

**9.6.2 分项施工进度安排期**

（1）施工准备期第1个月上旬开始，第1个月下旬结束。施工准备期主要完成水、电、场地平整及临时房屋等设施的修建。准备工程完成后，进行有关各项分项工程施工。

（2）风电场施工道路工程于第2个月上旬开始，至第5个月下旬结束。

（3）升压站工程从第3个月上旬开始施工，至第9个月下旬完成升压站主要结构施工，同时开展集电线路施工，至第9个月底结束。

（4）第4个月上旬可开始风机基础的土建工程施工，至第9个月底结束。

（5）风力发电机组塔架、机舱及叶轮的安装于第6个月上旬开始，按每台风机4~5天考虑，至第10个月底完成全部20台机组的安装。

（6）风机陆续安装期间，完成吊装的风机进行设备调试，至第11个月底结束。全部风机通过240小时试运行后，风电场组具备向外输电条件。

（7）施工竣工验收第12个月开始，至第12个月底结束。

华润电力武隆杨柳坪风电项目施工总进度，详见施工总进度图9-1。

****

图9-1 施工总进度

**9.6.3 施工主要设备**

初估本工程施工高峰人数150人，平均人数100人。主要施工设备见表9-5。

**表9-5 主要施工机械汇总表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称及型号 | 台数 | 用途 |
| 1 | 1000t汽车吊 | 1 | 风机及主变安装 |
| 2 | 150t汽车吊 | 1 | 风机、箱变安装及基础环吊装 |
| 3 | 200t汽车吊 | 1 | 卸车及施工配合 |
| 4 | 8t汽车吊 | 4 | 电力线路等施工 |
| 5 | 132kW推土机 | 4 | 场地平整及土石方开挖 |
| 6 | 1m3反铲挖掘机 | 8 | 土石方开挖 |
| 7 | 2m3装载机 | 8 | 土石方开挖及运输 |
| 8 | 小型振动碾(手扶式) | 4 | 土石方回填 |
| 9 | 16t振动碾 | 2 | 场地及道路施工 |
| 10 | 10t自卸汽车 | 10 | 土石方运输 |
| 11 | 插入式振捣器 | 10 | 混凝土施工 |
| 12 | 混凝土输送泵 | 2 | 混凝土施工 |
| 13 | 60 kW发电机 | 4 | 移动、备用电源 |
| 14 | 垂直升降机 | 1 | 施工建材运输 |
| 15 | 6m3混凝土搅拌车 | 10 | 风机、箱变基础施工 |
| 16 | 75m3/h混凝土搅拌站 | 1 | 混凝土施工 |
| 17 | 钢筋切断机 | 3 | 钢筋制安 |
| 18 | 钢筋弯曲机 | 3 | 钢筋制安 |
| 19 | 钢筋调直机 | 3 | 钢筋制安 |
| 20 | 电焊机 | 3 | 钢筋制安 |
| 21 | 空压机 | 1 | 土石方开挖及混凝土施工 |
| 22 | 平地机 | 1 | 道路施工 |
| 23 | 洒水车 | 2 | 道路施工 |
| 24 | 手风钻（风镐） | 4 | 基础岩石钻孔爆破 |
| 25 | 破碎锤 | 2 | 基础岩石开挖 |
| 26 | 电动打夯机 | 4 | 土石方回填 |

# 10 环境保护与水土保持

## 10.1 环境保护

### 10.1.1 设计依据

（1）《中华人民共和国环境保护法》2014年4月修订

（2）《中华人民共和国环境影响评价法》2016年7月2日修订

（3）《环境空气质量标准》GB 3095-2012

（4）《地表水环境质量标准》GB 3838-2002

（5）《声环境质量标准》GB 3096-2008

（6）《电磁环境控制限值》GB 8702-2014

（7）《污水综合排放标准》GB 8978-1996

（8）《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008

（9）《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523-2011

（10）《建设项目环境影响技术评价导则 总纲》HJ 2.1-2016

（11）《环境影响评价技术导则 大气环境》HJ 2.2-2018

（12）《环境影响评价技术导则 地面水环境》HJ/T 2.3-2018

（13）《环境影响评价技术导则 声环境》HJ 2.4-2009

### 10.1.2 项目环境保护目标

根据本工程污染特点及项目所在区环境功能划分情况，本阶段初步确定本工程环境质量执行标准如表10-1~10-4所示。

最终环境保护的执行标准以项目环境影响评价报告的内容为准。

表10- 1 项目环境质量执行标准

|  | 环境要素 | 执行标准 |
| --- | --- | --- |
| 环境质量标准 | 环境空气 | 执行《环境空气质量标准》中二类标准 |
| 地表水 | 执行《地表水环境质量标准》中Ⅲ类标准 |
| 声环境 | 执行《声环境质量标准》中1类标准 |
| 电磁辐射 | 执行《电磁环境控制限值》中规定的工频电磁场强度4000V/m和工频磁感应强度100μT的标准。 |
| 污染物排放标准 | 大气污染物 | 施工期执行《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的无组织排放监控浓度限值标准 |
| 水污染物 | 施工期、运营期员工生活污水执行《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)旱作标准 |
| 噪声排放 | 施工期执行：《建筑施工场界环境噪声排放标准》  运行期执行：《工业企业厂界环境噪声排放标准》中1类标准 |
| 固体废物贮存 | 执行《危险废物贮存污染控制标准》对危险废物贮存的一般要求 |

表10- 2 《农田灌溉水质标准》（GB5084-2005）旱作标准（mg/L）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 类别 | pH | BOD5 | SS | COD |
| Ⅲ | 5.5~8.5 | ≤100mg/L | 100mg/L | ≤200mg/L |

注：pH为无量纲；SS参考《地表水资源质量标准》（SL63-94）中限值

表10- 3 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)无组织排放限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 污染物 | 无组织排放监控浓度限值（mg/m3） | |
| SO2 | 0.40 | 周界外浓度最高点 |
| 氮氧化物 | 0.12 |
| 颗粒物 | 1.0 |

表10- 4 项目噪声执行标准

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 类别 | 昼间dB(A) | 夜间dB(A) |
| 《声环境质量标准》（GB3096-2008） | | |
| 1 | 55 | 45 |
| 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008） | | |
| 1 | 55 | 45 |
| 《建筑施工场界环境噪声排放标准》（GB12523-2011） | | |
| - | 70 | 55 |

### 10.1.3 施工期环境影响及保护措施

##### 10.1.3.1 施工期环境空气影响及保护措施

**（1）施工期环境空气污染影响分析**

开挖时，若土壤含水率较低，空气湿度较小，日照强烈，则在施工过程因土壤被扰动而较易产生扬尘，其起尘量视施工场地情况不同而不同，一般来说距施工场地200m范围内贴地环境空气中TSP浓度可达5~20mg/m3，当施工区起风并且风速较大时，扬尘可以影响到距施工场地500m左右的范围；车辆运输土方过程中，若没有防护措施则会导致土方漏洒及出现风吹扬尘；漏洒在运输路线上的土覆盖路面，晒干后又因车辆的作用和风吹再次扬尘；粉状建筑材料运输、装卸、储存和使用过程也会产生扬尘。

本项目施工过程用到的施工机械主要包括挖掘机、汽车式起重机、装载机等，它们以柴油为燃料，会产生一定量废气，包括CO、NOx、SO2等，但产生量不大，影响范围有限。

**（2）施工期环境空气保护措施**

施工期间，主要环境空气污染源为施工扬尘和车辆排放的尾气，采取以下措施减少施工期环境空气污染：

1）施工期间加强管理，文明施工；

2）施工区域进行洒水降尘。洒水区域主要为作业区内运输要道和施工场地，洒水次数及用水量根据天气情况和道路扬尘情况产生情况确定，大风天应加大喷洒频次；

3）施工场地内或施工点处露天堆放水泥、灰浆等易扬撒的物料，设置密闭围栏并予以覆盖，对砂石料堆放场等采取拦挡、苫盖措施；

4）大风天气（风速为7m/s 以上）应停止进行拆除、土方开挖、渣料清运等易产生扬尘的作业。

5）施工单位必须选用符合国家有关标准的施工机械和运输工具，其排放的废气必须符合国家有关标准要求。

通过上述措施后，对施工期的大气污染可降至最低，对周围环境的影响较小。

##### 10.1.3.2 施工期水环境影响及保护措施

**（1）施工期水环境污染影响分析**

施工期将产生一定量的生活污水和生产污水，施工产生废水和生活废水如果不经过处理，对环境会造成一定的影响。

根据本项目施工实际情况，每天施工人员平均为150人，施工人员用水量以40升/(人•日)计计算，污水排放系数取0.8，则每天的生活污水排放量4.8t，主要污染因子为COD、氨氮等。施工人员的生活污水经三级化粪池预处理后达到《农田灌溉水质标准》(GB5084-2005)旱作标准后作为周围林地灌溉，不外排。

生产废水主要为砂石料加工、混凝土搅拌及各种车辆冲洗水，生产废水产生量较小，约3m3/d，主要污染物为COD、SS 等，施工废水经项目区沉淀池收集后循环利用，不外排。

**（2）施工期水环境保护措施**

施工期废污水由施工废水和生活污水两部分组成，采取如下措施减少施工期的水环境污染：

1）施工生产废水主要为养护用水，会渗入地下或蒸发到空气中，对水环境影响很小；

2）施工生活污水统一排放至临时化粪池内，处理收集后用作周边草地（农地、林地）的肥料，施工结束后及时对其进行清理，生活污水不排入邻近的地表水系，不与雨水混合外排；

3）施工营地化粪池需采用混泥土结构，做好防渗措施，避免下渗，施工期废污水不会对地下水质产生影响。

通过以上水污染防治措施，施工期的生产废水、生活污水均不会进入周边水体，对地表水环境影响均较小。

##### 10.1.3.3 施工期噪声影响及保护措施

**（1）施工期噪声污染影响分析**

本项目施工期的噪声主要来源于施工现场的各类机械设备产生的机械噪声和物料运输车辆产生的交通噪声。施工阶段主要施工机械作业期间产生的噪声和交通噪声源强见表10-5~10-6。

表10- 5 各施工阶段主要噪声源状况

| 施工阶段 | 噪声源 | 声级dB(A) |
| --- | --- | --- |
| 土石方阶段 | 挖掘机 | 78-96 |
| 基础、结构阶段 | 混凝土输送泵 | 90-100 |
| 振捣机 | 100-105 |
| 搅拌机 | 90-95 |
| 打桩机 | 95-105 |
| 空压机 | 75-85 |

表10- 6 交通运输车辆声级

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 施工阶段 | 运输内容 | 车辆类型 | 声级dB(A) |
| 土石方阶段 | 土石方 | 大型载重车 | 90 |
| 结构阶段 | 钢筋、商品混凝土 | 混凝土罐车、载重车 | 80-85 |

**（2）施工期声环境保护措施**

本项目施工期间遵守《[建筑施工场界环境噪声排放标准](file:///E:\1法规法规\GB%2012523-2011建筑施工场界环境噪声排放标准.pdf)》（GB12523-2011）的要求，建筑施工过程中场界环境噪声不得超过：昼间70dB（A），夜间55dB（A）。

1）通过加强对施工单位的管理，做到文明施工；

2）合理规划施工时段，将噪声大的作业安排在白天；

3）运输车辆经过居民点时减速慢行并禁止夜间鸣笛，禁止在夜间运送物料。

随着距离的增加，噪声强度逐渐减弱，在采取了施工噪声防治措施后，噪声对环境影响较小。

##### 10.1.3.4 施工期固体废弃物影响及保护措施

**（1）施工期固体废物影响分析**

施工期固体废弃物主要包括基础回填余土、建筑垃圾和施工人员产生的生活垃圾。

本工程占地主要来自变电站施工、风机基础、箱变基础、集电线路、检修道路、施工临时吊装场地等。回填余土、建筑垃圾如不及时妥善处置将产生扬尘、水土流失。

填埋生活垃圾不及时处理会滋生病虫害等。本项目施工期施工人员为150人，生活垃圾产生量按每人0.3 kg/d 计，日产生量为45kg/d。

**（2）施工期固体废物污染防护措施**

施工表土剥离后单独堆放，并拦挡苫盖，以用作施工结束植被恢复用土；回填余土就地平整，并覆表土进行植被恢复。在施工场地设垃圾堆放点，定点收集生活垃圾，定期清运交由当地环卫部门处理。

本项目施工期产生的固体废弃物采取已上措施后，对周围环境影响较小。

##### 10.1.3.5 施工期生态环境影响及保护措施

**（1）施工期生态环境影响分析**

风电场在建设中对土地的使用会改变土地原有利用格局、土地功能，使原有生态系统功能降低。

施工区域的施工活动会产生噪声、扬尘等，可能影响鸟类等动物的生活环境。

**（2）施工期生态环境保护措施**

为了防止本项目施工期对当地生态环境的影响，应采取以下措施：

1）征地方式采取“点征面控”的办法，施工活动控制在征地范围内，尽可能减少对地表植被的破坏；

2）风机组件、变压器及电气设备必须严格按设计规划指定位置来放置，以便能有效地控制占地面积，更好的保护原地貌。

3）风机组件、变压器、电缆沟基础施工时将表土剥离，暂时堆放在植被稀疏处，当基础施工完成后及时回填原有土层，立即进行植被恢复。电缆沟施工时土方就近堆放，待电缆线敷设完成后及时回填压实，恢复原有植被。

4）进场道路可由施工便道升级后修建，尽量减少土方开挖对植被的破坏。

5）加强施工组织安排和对施工、生产人员的生态、环保宣传教育，提高环保意识，严禁捕杀野生动物。

6）施工期间应划定施工区域，尽可能缩小施工作业面，控制施工人员活动范围，严禁施工设备和施工人员任意碾压和踩踏周围植被。

7）施工时应采取噪声防治措施，尽量避免突发噪声和降低施工噪声；采取环境空气治理措施，减少施工扬尘；文明施工、避免施工人员对野生动物的扰动。

此外，在工程建设期间，有大量土石方开挖回填，将对地表土造成扰动，容易引起水土流失。水土流失主要发生在工程弃渣场、临时堆场、料场以及土石方开挖、填筑面等区域。因此在施工期内，必须做好建设项目的水土保持工作，依照项目水土保持报告书及其相关批复的要求，采取相应的水土保持措施，把水土流失量降低到最低点。

### 10.1.4 运行期环境影响及保护措施

##### 10.1.4.1 运行期环境空气影响及保护措施

本项目运行期不产生大气污染物，对环境无影响。

##### 10.1.4.2 运行期水环境影响及保护措施

**（1）运行期水环境污染影响分析**

本项目运行期无生产废水产生，废水主要是职工生活污水，污水不经处理直接排放会对周围环境产生不良影响。

**（2）运行期水环境保护措施**

本项目变电站内设一座0.5m3/h地埋式一体化污水处理设备，满足风电场工作人员日常生活污水的处置需要。生活污水经化粪池处理后，接入地埋式一体化污水处理设备，处理达标后，用于项目区绿化或站区抑尘，不对外排放。

##### 10.1.4.3 运行期噪声影响及保护措施

**（1）运行期噪声污染影响分析**

风力发电机组在运转过程中产生的噪声来自于叶片扫风产生的噪声和机组内部机械运转产生的噪声，其中以机组内部的机械噪声为主。本风电场采用单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风电机组，机组运行时噪声功率级（LAW）约为103dB（A）。按声源强度为109dB（A），根据声源处于完全自由空间无指向性点声源几何发散噪声衰减公式进行计算：

衰减模式依据公式1计算：

LA（r）=LAW－20lgr－11 （式1）

式中： LA（r）：距声源r（m）处的A声级，dB（A）；

r：距声源的距离，m。

根据噪声衰减模式，预测结果如表10-7所示

表10- 7 风电机组噪声衰减计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 距声源距离(m) | 150 | 200 | 220 | 250 | 300 | 400 | 445 | 500 |
| 水平距离(m) | 74.8 | 152.0 | 177.5 | 213.5 | 270.4 | 378.3 | 425.6 | 482.8 |
| 声级（dBA） | 54.5 | 52.0 | 51.2 | 50.0 | 48.5 | 46.0 | 45.0 | 44.0 |

从表中可以看出，距声源425.6m处，噪声即降至45dB（A），满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB3096－2008）1类标准：昼间≤55dB、夜间≤45dB的要求。

**（2）运行期声环境保护措施**

运行期噪声防治措施应加强风电机组在日常运行过程中的保养和维护工作，使其在良好的状态下运行。风机产生的噪声随距离衰减较快，在采取噪声防治措施后，风机运行对声环境影响有限。

##### 10.1.4.4 运行期固体废弃物影响及保护措施

**（1）运行期固体废弃物影响分析**

本项目固体废弃物来源主要有危险废物和员工生活垃圾。

1）生活垃圾

本项目员工食宿均在变电站内，工作人员产生的生活垃圾以1kg/(d•人)计，每日生活垃圾的产生量为14kg。

2）铅蓄电池

运行期本项目使用免维护铅酸蓄电池，产生量约0.1t/10a，废旧电池属于危险废物(HW49 900-044-49)，废旧铅蓄电池统一收集后交由有相关资质的专业废旧电池回收处理单位集中处理。

**（2）运行期固体废弃物污染防护措施**

变电站废旧蓄电池等禁止随意丢弃，设置专门的电气物品堆放、储存场所，由厂家及时回收处置。

运行期间，人员产生少量的生活垃圾，不得随意丢弃，在变电站内多处设垃圾桶，由当地环卫部门统一清运处理。

##### 10.1.4.5 运行期电磁辐射环境及保护措施

**（1）运行期电磁污染影响分析**

本项目辐射源主要是变电站内各种带电电气设备，电气设备连接导线的周围空间形成了一个比较复杂的高电场，继而产生一定的电磁场，对周围环境产生一定的电磁辐射。

**（2）运行期电磁污染防护措施**

变电站应选用电磁影响水平低的设备，避免出现高电位梯度点；电气设备合理布置，通过距离衰减，减小站区围墙外的电磁场强度；站内良好接地，提高屏敝效果；在站内的空闲地进行绿化，可使变电站产生的电磁环境影响控制在较低的水平。

##### 10.1.4.6 运行期生态环境影响及保护措施

**（1）运行期生态环境污染影响分析**

工程运行期对生态环境的影响主要表现为对鸟类活动的影响，包括以下两个方面：一是风电机组风机叶片的运动对鸟类的影响，二是风电机组的噪声对鸟类的影响。通过已建成风电场的观测资料看，风机并不会对大量鸟类构成致命的危险，鸟类对运动中的物体会产生规避反应，远离这一物体，如果物体是有规律运动的，鸟类往往会逐渐适应该类运动，运行期对动物的影响很小。

风电场施工结束后，永久占地被占压、使用、绿化；临时占地恢复其原有的土地使用功能，对生态完整性影响不大。

**（2）运行期生态环境保护措施**

为了防止本项目运行期对当地生态环境的影响，应采取以下措施：

1）根据当地气候条件和土壤类型，在场区空地尽量植被绿化。

2）人员和车辆应在规定范围内活动，避免对周边扰动。

3）对工作人员加强教育，避免人为破坏当地生态环境。

4）风机叶片尖端及输电线应适当涂上警示色，对鸟类起驱赶效果

##### 10.1.4.7 光影影响分析

风电机组不停地转动的叶片，在白天阳光入射的方向下，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。根据项目区的经纬度和风机的高度计算光影影响范围。一年中，冬至时分为太阳高度角最小，日最大风机机组影子最长，因此，本项目以冬至日为最不利情况进行分析。

风机光影长度计算公式如下：

L=D/tgh0 （式2）

其中：L—风机光影长度，m；

D—风机高度，m；

h0—太阳高度角，°；

h0=90°-纬差。

纬差为拟建风电场地理纬度与冬至日太阳直射点的纬度（Φ）之差，当风电场纬度与太阳直射点的纬度分属于南北半球时Φ取负值。

根据上述公式计算得到最大风机光影长度为293m，也即各风机的光影影响范围为以风机基础为中心，半径为343m的北侧区域。风电机组优化设计中应保证机位与常驻村落的距离，以保证风电机组的光影及闪烁对周围居民无影响。

##### 10.1.4.8 景观影响分析

工程的景观影响主要是道路造成的景观分割，会切断动物的通道。项目区域人类干扰程度大，但大部分动物均具有一定的迁移能力和适应能力，该工程建设不会对它们的栖息造成较大的影响，景观割裂影响也较小。

新建施工道路选择线路时，要尽量减少对自然环境的破坏，选择隐蔽性好、易于恢复的路线，便于给当地居民留出通道，减轻对自然景观的潜在影响。

总体而言，风电场与区域景观的协调性较好，对景观的影响程度较轻。项目施工期会对景观产生一定的负面影响，但随着施工期的结束，施工植被恢复，种植灌草、树木等措施，负面影响也随之消失。风电场建成后，风机白色塔筒和叶片与蓝天和白云结合效果完美，构成一个非常美观。独特的人文景观，同时也可将场区开发成独具特色的旅游景点。

### 10.1.5 环境保护投资

本阶段，估算该项目环境保护投资为{{ 环境保护总投资 }}万元（不含水土保持费用），最终投资额以项目环境影响评价报告批复为准。

### 10.1.6 环境保护可行性结论

##### 10.1.6.1环境效益分析

风能是可再生能源，可再生能源的使用可减少开发一次能源如煤、石油、天然气的数量，同时节约大量的水资源，环境效益显著。

**（1）节能效益**

风电是一种清洁、无污染的可再生能源，开发利用风能资源是调整能源结构，实施能源可持续发展的有效途径。本工程装机容量{{ 装机容量 }}MW，年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h，容量系数为{{ 容量系数 }}％。与相同发电量的燃煤电厂相比，每年可节约标煤{{ 标煤 }}万吨（以平均标煤煤耗0.32kg/kW·h）。相对目前日益严峻的能源危机，风电具有更强的生命力，符合国家的产业政策。

**（2）减排效益**

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

**（3）当地经济效益**

在工程建设期间，对当地的建筑材料、小型机械、和日常生活用品的需求将增加，有利于增加个人收入和地方政府税收，由此促进当地的消费水平，随着建设展开，人流、物流、资金流的进入，将拉动地方区域经济发展。风电场的建设对促进经济发展，改善当地居民生活水平有积极的意义。

**（4）景观效益**

风电场建成后，就风机本身而言，已经为这一区域增添了色彩，风机组合在一起可以构成一个非常独特的人文景观，这种人文景观具有群体性，可观赏性，虽与自然景观有明显差异，但可以反映人与自然结合的完美性，具有明显的社会效益和经济效益。如果风场区能够按规划有计划地实施植被恢复，使场区形成一个结构合理、系统稳定的生态环境，使风场区生态环境向着良性循环方面发展，同时也可将风场区开发成独具特色的旅游景点，使人们不仅可以观赏到壮观的风机群，也可感受到园林式的生态美，从而激发人们保护自然环境的热情，促进当地社会和经济进步。

##### 10.1.6.2 环境影响评价主要结论及有关部门审批意见

本项目尚未取得环境影响评价的批复文件，建议建设单位尽快取得上述文件。在项目施工及运行期间需严格落实该报告中的各项环保措施和要求，严格执行环保“三同时”。

##### 10.1.6.3 环境保护可行性综合评价结论

风力发电属于绿色能源工程，项目建设符合国家产业政策，符合地区发展规划，在采取各项污染防治措施后，从环境保护角度考虑本项目的建设是可行的。

## 10.2 水土保持设计

### 10.2.1 概述

水土流失危害往往具有潜在性，若形成水土流失危害后才实施治理，不但造成了土地资源和城市人居环境破坏、土地生产力下降、淤积河流水库、影响工程自身安全等问题，而且治理难度大费用高。因此，必须借鉴以往的经验教训，综合分析水土流失预测结果，对项目可能造成的水土流失危害进行预测，根据预测结果采取相应防治措施。工程在建设过程中可能造成的水土流失危害主要在以下几个方面。

（1）影响周边生态环境

工程建设过程中，施工检修道路、风机基础、升压站等需占用山林地，扰动地表，损坏原有土层结构和地表植被，使其原有的水土保持功能降低或丧失，在短期内难以恢复到原有水平；另一方面在施工中挖填形成的裸露地表、坡面，松散的表土临时堆放，极易造成水土流失，使项目区土壤侵蚀模数远远超过容许范围，从而加剧原有的水土流失，若不采取水土保持措施将影响山林地生态环境，形成山体的“伤疤”。

（2）对项目本身可能造成的危害

基础开挖、削坡及填方都严重影响土壤的稳定性，由于降雨地表径流的作用，挖填形成的坡面以及地质条件较差的地段，在施工期间及运行期，如果防护措施不到位，则潜在着崩塌、滑坡等不安全隐患。如不及时做好这些路段的水土流失防治工作，一旦发生灾害将严重影响工程施工的正常进行。

### 10.2.2 土保持设计原则

按照“谁开发谁保护、谁造成水土流失，谁负责治理“的原则和《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）有关规定，按照“三同时”的要求，水土保持工程须与主体工程“同时设计、同时施工、同时投产使用”。

按照《中华人民共和国水土保持法》及相关法律、法规及规定的要求，在调查、分析及研究的基础上，确定工程建设在相应各时段内需采取的水土保持措施，核定工程量，安排实施进度和投资，落实方案实施的保证措施等，具体遵循以下原则：

（1）因地制宜、因害设防、总体设计、全面布局、科学配置。结合工程实际和项目区水土流失现状，水土流失防治措施以植物措施为主，辅之以必要的工程措施；

（2）吸纳当地水土保持的成功经验；

（3）树立人与自然和谐相处的理念，尊重自然规律，注重与周边景观相协调；

（4）工程措施、植物措施合理配置、统筹兼顾，形成综合防护体系，防治措施布设要与主体工程密切配合，相互协调，形成整体；

（5）工程措施布设原则：坚持“预防为主、防治结合、先拦后弃”，防患于未然。在分析主体工程设计中具有水土保持功能工程基础上，因地制宜，因害设防进行完善，增强防治水土流失效果；

（6）植物措施布设原则：坚持工程措施和植物措施相结合，永久措施和临时措施相结合的治理原则。在工程防护的基础上，补充植物防护措施，恢复生态环境功能。植物措施设计与当地自然植被一致，以撒播种草恢复植被为主。重点加强临时占地区域内的植被恢复措施；

（7）临时措施布设原则：坚持永临结合，以永久措施为主，合理布设临时防护措施，有效控制施工期造成的水土流失；

（8）各项水土保持措施按防治分区落实到地块。

水土保持的目的就是在对工程建设可能产生水土流失预测、分析的基础上结合主体工程已做的防护设计，从水土保持角度出发，建立统一、科学、完善的防治措施体系，达到控制水土流失、恢复和改善生态环境的目标；结合工程用地性质，对项目区可实施绿化的区域进行植被恢复与重建，提高项目区的植被覆盖率，改善项目区生态环境条件；开挖损坏原地貌植被的地点，经工程措施及植物措施治理后，减少水土流失量，基本恢复和控制水土流失。防治措施体系总体上按“分片集中治理、分单元控制”的方式进行布局。本工程水土流失划分为风电机组区、施工道路区、集电线路区、施工工区、弃渣场区5个分区。水土流失防治措施体系框图见图10-1所示。



图10-1 水土保持措施体系框图

### 10.2.3 水土保持监测

本项目属于新建建设类项目，本项目水土保持监测时段从施工准备期开始，至设计水平年结束。本工程重点监测时段为施工期，重点监测部位为施工（检修）道路区、风电机组区。

依据《水利部办公厅关于印发〈生产建设项目水土保持监测规程（试行）〉的通知》（办水保〔2015〕139号）及水保〔2009〕187号文的要求，结合本工程施工特点，确定水土保持监测的主要内容为：扰动土地情况、取土（石、料）弃土（石、渣）情况、水土流失情况、水土保持措施等。

### 10.2.4 措施实施组织设计

根据水土保持“三同时”制度，坚持预防为主，及时防治，实施进度和位置与主体工程同步实施。永久性占地区工程措施坚持“先防护后施工”原则，及时控制施工过程中的水土流失。考虑到在实际施工中，由于主体工程的进度安排和水土流失产生的特点，各类水土保持措施施工还要受季节因素影响等，拦渣工程坚持“先防护、后堆放”及“防护并行”的原则；排水工程同时施工；临时占地区使用完毕后需及时拆除并进行场地清理整治及生态恢复；植物措施可比主体工程略为滞后，但滞后不得超过一年，可采用分期实施、分期验收的方式。根据防治水土流失的轻重缓急和项目建设进度安排，灵活配置水土保持措施，尽早发挥水土保持措施的作用。

### 10.2.5 投资估算

本阶段，采用类比法，参照本区域相似容量风电场水土保持投资估算，本工程水土保持工程总投资为{{ 水土保持 }}万元，最终投资额以水土保持报告批复为准。

# 

# 11 劳动安全与工业卫生

## 11.1 劳动安全

### 11.1.1 设计原则及依据

贯彻“安全第一，以人为本”的方针，结合工程实际，采用先进的技术措施和可靠的防范手段，确保工程投产后符合安全生产的要求，保障劳动者在施工及生产过程中的安全。主要设计依据如下：

1、我国国家有关法律、法规和行业主管部门的有关规定

《中华人民共和国安全生产法》(中华人民共和国主席令第70号)；

《中华人民共和国劳动法》(中华人民共和国主席令第28号)；

《中华人民共和国电力法》(中华人民共和国主席令第60号)；

《中华人民共和国防震减灾法》(中华人民共和国主席令第94号)；

《中华人民共和国消防法》(中华人民共和国主席令第4号)；

《建设工程安全生产管理条例》(中华人民共和国国务院令第393号)；

《建设项目(工程)劳动安全卫生监察规定》(原中华人民共和国劳动部第3 号令)；

《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》(国电发[2000]589号)；

《电力建设安全健康与环境管理》(国电电源[2002]49 号文)；

《电力工业部印发<关于加强电力建设安全施工管理的补充规定>和<关于加强电力建设包工队、临时工安全管理的若干规定>的通知》(1993年9 月1 日实施)；

“国家发展改革委员会、国家安全生产监督管理局关于加强建设项目安全设施‘三同时’工作的通知”(国家发展改革委员会、国家安全生产监督管理局发改投资[2003]1346 号)。

2、设计采用的主要技术规范、规程、标准

《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2000)；

《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)

《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)；

《安全色》(GB2893-2008)；

《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999)；

《起重机械安全规程》(GB6067-2010)；

《建筑灭火器配置设计规范》(GB 50140-2005)；

《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)；

《爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范》(GB50058-92)；

《电力工程电缆设计规范》(GB50217-2007)；

《生产设备安全卫生设计总则》(GB5083-1999)；

设计采用的标准、规范将不限于上列内容，并按最新版本执行。

### 11.1.2 危险、有害因素的辨识与分析

##### 11.1.2.1 施工期危险性分析

本项目施工作业中存在有重大危害因素的特种作业，对人和周围设施的安全构成威胁。根据本项目的特点，施工期主要危险、有害因素如下：

1、施工过程中的电气危害

本项目在施工过程中使用焊机、振捣器等用电设备，在使用过程中，输电导线绝缘由于高温、腐蚀或机械伤害等原因造成绝缘破损、线路短路、接线错误、 接线不规范、电气设备自身存在缺陷、雷雨天作业导致雷电波侵入、一闸多机造成线路过载等原因都可能导致电气火灾事故。

人员操作过程中电气作业人员未佩戴防护用品或防护用品失效、电气作业人员无证操作都可能造成触电伤害。

2、柴油储存及柴油发电机危险因素分析

柴油发电机漏油，柴油发电机周围有临时柴油储存桶、杂物，遇明火可能发生火灾事故。

柴油发电机冷却系统发生故障，可能发生柴油发电机烧毁；

柴油储存不符合要求，柴油桶装堆场与明火及散发火花地点间距不符合要求、柴油桶泄漏遇到明火或柴油桶未彻底清洗后进行切割等均可能导致发生火灾爆炸事故

3、吊装作业过程中的危险有害因素分析

本项目的风机、箱式变电站、主变压器等都为大型设备，在设备安装过程中将使用各种吊车配合安装，在安装过程中存在以下危险：

起吊方式不当、捆绑不牢造成的吊物脱钩，吊装设备折断或倾覆，造成人员伤害；

超载起重或人处于危险区工作等也可能造成人员伤亡或设备损坏；

指挥不当、动作不协调造成的碰撞等；

吊具失效，如吊钩、钢丝绳等损坏或磨损严重达到国家规定的报废标准而继续使用而造成的重物坠落；

吊车的操纵系统失灵或各类安全装置失效而引起的事故；

作业场地拥挤、混乱可能造成碰撞、挤压事故；

作业场地亮度不够或者作业人员视线不开阔可能导致人员发生碰撞事故；

吊车未定期由技术监督部门进行强制性检验且自身存在缺陷；

司机与司索工未经过国家有关部门的培训、考核，无证上岗；

吊物悬空时候，人从吊物下通过、停留或吊物从人头上通过。

吊装作业时如果遇到大风、冰雹、暴雨、 大雪等恶劣天气也会对吊装过程造成危险。

4、基础施工过程中的危险有害因素分析

本项目在基础施工过程采用挖掘机配合人工进行挖掘在基础施工过程中存在的危险有害因素主要有：

施工时配合失误或作业失误造成意外伤害；

挖掘机驾驶人员无证作业或违章作业可能造成的车辆伤害事故；

施工场地夜间未设置红色警示灯或照明亮度不够等原因导致的碰撞或高处坠落事故；

基础放坡不够、开挖土石方、沙土料堆场堆放距离过近或操作不当等原因造成的坍塌事故；

5、高处坠落的危险有害因素分析

本项目在风机塔架、叶片等设备的安装过程中由于作业人员未采取保护措施或保护措施不当等原因可能造成高处坠落事故；

在上述设备安装过程中如果作业人员在高空作业时遭遇恶劣天气（如暴风、暴雨、冰雹、大雪）时，也可能造成高处坠落事故。

6、物体打击的危险有害因素分析

在施工过程中由于部件摆放不合理、安装不牢固等原因，导致物件翻转、移动，可能造成物体打击伤害。

7、气瓶爆炸、火灾有害因素分析

施工过程中使用氧气、乙炔气瓶，若大量泄漏，遇明火或其它激发能源，极易引起火灾、爆炸事故。

氧气、乙炔气瓶存放区域电气设备不防爆，设施无防雷防静电接地，设备设施有油脂，气瓶泄漏遇明火、静电放电、雷电侵入、人员未穿防静电服等均可引起火灾、爆炸事故。

氧气、乙炔气瓶不合格，受撞击等均可导致发生气瓶爆炸事故。

8、交通运输危险、有害因素分析

施工期间风电场的设备运输需要使用各种车辆，风机叶轮、风力发电机等均采用汽车运输，由于道路调度指挥不当、司机违章、车辆超载、超长等均有可能发生车辆伤害事故。同时，在雪、冰冻等条件下增加了车辆伤害事故发生的可能性。

主变压器、塔筒等尺寸大，重量大，在对外交通运输过程中，若道路转弯半径不够，容易发生翻车事故。

##### 11.1.2.2 运行期主要危险有害因素分析

本工程投入生产过程后主要危险有害因素如下：

1、火灾危险性

雷击火灾：雷击的电流强度通常可以达到几万安培，温度可以达到 2 万摄氏度，强大的电流和高温能够轻而易举地击毁坚硬异常的机组叶片和机舱，从而引发火灾。

技术故障火灾：机舱内温度过高或意外火星引燃机舱内润滑油；机舱内电气或电子元件短路；制动控制系统的失灵导致制动持续进行，使机舱内产生高热；风机机组部件老化，发生技术故障。

违章作业：违反操作规程而导致电路接口出现松动甚至破损而产生火花或者因为过热而引燃机舱内喷油装置、润滑油、橡胶电缆等易燃物； 检修保养不当，使得润滑油等油品缺失，冷却气流不畅，导致干燥运行产生高热或者加入过量的润滑油等而导致油品溢出诱发火灾。

低温机组采取直接加热方式供给润滑系统热量，必须采取措施使被加热油保持流动，否则加热效果不均匀，可能发生火灾事故。

制动控制系统的失灵导致制动持续进行，使机舱内产生高热也能诱发火灾。

由于绝缘老化；浸油电气设备故障喷油起火，油流入电缆沟内；电缆沟盖板不严，电焊渣火花落入沟道内；电缆在设备容量变化过程中负荷过载；重要电缆如未采用阻燃电缆、电缆孔洞未采取严密封、堵、隔、涂措施等原因均可能造成事故扩大引起电缆着火。

2、触电危险性

雷雨天气，风电机组接闪器接雷后，强大的电流通过接地体散入大地， 接地体附近的人员两脚之间产生跨步电压，可能危及人体安全。

当人触及与接地体连接的导体时，接触点与站立点之间存在电位差， 形成接触电压，危及人体安全。

风电机组设备电气线路漏电，接地保护失效，引起触电。

电气设备、线路绝缘老化。

电缆、电气设备检修前放电不彻底，易发生剩余电荷触电。

由于带电设备的电磁感应和静电感应作用，若附近设备保护接地不良或者发生单相接地，就会正常不带电的金属部分形成较高的危险电位， 人体接触时极易发生接触电压触电。

闭锁装置失灵，接地设施及漏电保护不完善。

安全工作器具和安全防护用具不符合使用规定。

设备调试运行过程中，若违反操作规程可能发生触电事故。

临时电源使用不当，人员无证作业，违章作业，缺乏必要的防护措施。

架设线路对地高度不足。

在同塔共架线路上检修作业时误登带电线路造成触电。

风电机组检修时，人员从高处采用非绝缘绳索向下运送设备或材料， 在一定风速下与带电线路接触，引起人员触电。

3、起重伤害

本工程在风力发电机组检修机舱过程中需要使用起重设备，可能会发生起重伤害事故。引发事故的主要原因如下：

吊具或钢丝绳故障，吊物从高处坠落。

起重司机未持证上岗，违章作业或误操作。

超过额定起重量、超过允许起重力矩，起重机失稳倾翻。

起重设备未由专业机构进行定期检验。

作业人员不认真执行设备、吊具和索具定期检修维护安全管理规章制度，未能及时发现事故隐患并加以解决。

在大风等恶劣天气进行起重作业。

存在起吊货物超重等违规作业，违规指挥，造成吊物脱落砸伤人员。

起重设备运行速度过快，旋转辐度过大，吊物与钢构架或其它设施发生碰撞。

4、车辆伤害

电场道路不顺畅、路面不平、积雪结冰、存水等。

汽车转向或制动故障，车辆转弯过急，引起翻车。

场区道路路面宽度不够，转弯半径不足。

汽车司机无证驾驶，安全培训不到位。

5、高处坠落

维修人员高处作业时违规操作、带病操作、受高低温、大风等灾害天气影响保护不当，可能造成高处坠落。

作业人员过度疲劳或酒后作业。

作业人员没有使用安全带等劳动防护用品或安全带、安全帽等劳动防护用品失效。

高处作业场所无防护栏杆或防护栏杆不牢。

6、物体打击

高处作业人员使用的工具及其他物件坠落，造成下方人员伤害。

人员操作失误。

维修时没有采取必要的劳动保护措施，如佩戴安全帽。

7、机械伤害

机舱内维护、检修时，人员受到可运转部件的伤害。

风机传动机构设防护装置拆除或失效。

设备的安全连锁装置缺陷。

违章检修作业或检修操作不当。

工作场所环境不良，如空间狭窄，采光不足、设备布置不合理等。

未正确穿戴劳动防护用品、工作时注意力不集中。

8、电气误操作

未严格执行操作票、工作票制度。随意修改操作票，随意解除闭锁装置。

防误闭锁装置的运行、维护管理不到位，已装设的防误闭锁装置不能正常运行。

成套高压开关柜五防功能不齐全，性能不好。

安全工作器具和安全防护用具不符合使用规定。

电气设备信号选用不当，信号位置不合理，信号不清，显示不准确。

9、有限空间作业

本项目风机机舱、塔筒内、电缆沟等作业时属于有限空间作业，在这些作业场所内因空间的限制可能产生一定的危险性。

进入有限空间进行作业前，未进行充分的通风或作业过程中通风供氧措施不到位，使得作业人员因缺氧而造成窒息伤害；

由于作业前未制定合适的施工方案和安全方案，现场未配备监护人员或者安全设施配备不齐，在作业人员出现危险时不能及时施救，导致人员伤亡事故。

在有限空间实施焊接等作业时，由于使用的工器具产生的有害物质， 可能影响作业人员的身体健康。

在有限空间作业中，电动工具或照明设备违反安全规程规定使用电压大于12V以上的电源，或未按规定安装漏电保护器，易导致触电事故的发生。

在有限空间作业中，作业人员未配备通讯设施、氧气检测报警仪、有毒气体检测报警仪和可燃气体报警仪等设备，易发生窒息事故的发生。

##### 11.1.2.3 重大危险源辨识

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009）的有关规定，重大危险源是指长期地或临时生产、加工、使用或贮存危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

对照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2009），结合本项目风力发电的特点，对本项目生产工艺过程中的物料及设备进行辨识，结果如下：

1、本项目中生产工艺过程中没有使用大量易燃、易爆物料及其储存设备。

2、本项目变压器油、润滑油闪点大于 60℃，不属于重大危险源范围。SF6 不在辨识范围内。

3、本项目检修过程中将使用少量的乙炔、氧气等介质，使用的乙炔、氧气现场无储存，随用随买，运输由乙炔、氧气供应方负责。

综上可知，本工程无重大危险源。

### 11.1.3 安全对策措施建议

##### 11.1.3.1 安全对策措施的基本要求和遵循的原则

1、安全对策措施的基本要求

1）能消除或减弱生产过程中产生的危险、危害。

2）处置危险和有害物，并降低到国家规定的限值内。

3）预防生产装置失灵和操作失误产生的危险、危害。

4）能有效地预防重大事故和职业危害的发生。

5）发生意外事故时，能为遇险人员提供自救和互救条件。

2、安全技术措施等级顺序

当安全技术措施与经济效益发生矛盾时，应优先设计安全技术措施上的要求， 并应按下列安全技术措施等级顺序选择安全技术措施：

1）直接安全技术措施。

2）间接安全技术措施。

3）指示性安全技术措施。

4）采用安全操作规程、安全教育、安全培训和个体防护用品等措施来预防、减弱系统的危险、危害程度。

3、安全技术措施等级顺序的要求遵循的原则

1） 消除。

2） 预防。

3） 减弱。

4） 隔离。

5） 联锁。

6） 警告。

##### 11.1.3.2 施工期劳动安全防治措施

在工程建设期间，建设单位必须严格执行《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》(2010 年国家安全生产监督管理总局令第36 号)、《建设工程安全生产管理条例》(国务院令393 号)的规定，按相关资质、条件和程度进行审查，对设计单位、施工单位、监理单位加强安全生产管理，明确安全生产责任，制定相应的施工安全管理方案，施工单位制定事故应急救援预案。

本工程建设过程中，建设单位、勘测单位、设计单位、施工单位、工程监理单位及与工程建设安全生产有关的单位，必须遵守安全生产法律、法规的规定，保证建设工程安全生产，依法承担建设工程安全生产管理责任。针对施工期的主要危险、有害因素提出如下防范措施：

1、建设、设计、监理和施工等单位应遵守《中华人民共和国安全生产法》和国家有关安全生产规定，结合建设工程的实际，制定安全生产责任制和规章制度，切实可行的应急预案，杜绝事故发生。

2、施工单位应当在施工现场建立消防安全责任制度，确定消防安全责任人，制定用火、用电、使用易燃易爆材料等各项消防安全管理制度和操作规程，设置消防通道、消防水源，配备消防设施和灭火器材，并在施工现场入口处设置明显标志；

3、施工现场人员应持证上岗，熟悉本行业相关安全技术规程，必须按规定穿戴好防护用品和必要的安全防护用具；

4、用于施工现场的各种施工设备、管道线路等，均应符合防洪、防火、防砸、防风等方面的要求；

5、施工现场布置合理，危险作业必须有安全措施和负责人；

6、进入施工现场的工作人员，必须按规定配戴安全帽和使用其它相应的个体防护用品。从事特种作业的人员，必须持有政府主管部门核发的操作证，并配备相应的安全防护用具；

7、施工现场的坑、沟等危险处，应有防护设施和明显标志；

8、施工现场存放设备、材料的场地应平整牢固，周围通道畅通；

9、施工现场的排水设施应完整通畅，有专人养护；

10、施工照明及线路应符合下列要求：

大规模露天施工现场宜采用大功率、高效能、便于集中管理、不经常移动的投光照明设备；

行灯电压不得超过36V。在潮湿地点工作时，行灯电压不得超过12V。行灯需配备防护网罩；

在存有易燃、易爆物品场所，照明设备必须采取防爆措施；

在脚手架上安装临时照明线路时，竹木脚手架上应加绝缘子，金属脚手架上应设木横担。

11、未经许可，不得任意转交工作，不得随意操作他人设备；

12、起重设备应经过检验，持证使用。作业时应设专人指挥，禁止斜吊，禁止任何人站在吊运物品上或者在下面停留和行走。物件悬空时，驾驶人员不能离开操作岗位；

13、施工现场电气设备和线路（包括照明、手持电动工具等）应配装漏电保护器，以防止因潮湿漏电和绝缘损坏引起触电及设备事故；

14、施工过程中，做好负载计算及防护支架设置及保护工作，保证施工人员的安全与施工质量；

15、定期召开安全会议，定期进行安全活动，并必须做好记录；

16、检查出来的事故隐患要进行登记、建卡，并限期改正；

17、为满足电场建设重大件及物资运输、畅通和安全，建议要重视交通安全，预防车辆伤害，危险地段进行加固处理设计并设立警示标志；

18、严禁在暴雨天、台风天施工，密切关注气象情况，作好防风防雨措施；

由于施工中人多面广，情况复杂多变，除上述措施外，还需施工、建设、设计、监理等单位根据施工现场实际情况，制定详细、全面的对策措施。

##### 11.1.3.3 运行期劳动安全防治措施

1、防火、防爆

本工程各建筑物的耐火等级、防火间距、安全疏散，按其在生产过程中的火灾危险类别，依据《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)的规定进行设计。

站内各建筑物按《建筑灭火器配置设计规范》(GB50140-2005)要求配置灭火器的类型及数量。

建筑内部装修设计按《建筑内部装修设计防火规范》(GB50222-2001)设计。

蓄电池室的通风机及其他电气设备采用防爆型设备，防爆式事故排风机兼作平时通风用。电气设备附近配置一定数量的灭火器等辅助灭火设施。

主变压器等都设有泄压装置，布置上将泄压面避开运行巡视工作的部位，以防止在设备故障保护装置失灵，通过泄压装置释放内部压力时，伤害工作人员。设备的选型和采购均符合现行相关规范。

2、防静电

通风设备和通风管等均接地，防静电接地装置与工程中的电气接地装置共用时，其接地电阻不大于30Ω。

3、防电气伤害

所有可能发生电气伤害的电气设备均可靠接地，工程接地网的设计满足相关规程规范的要求。

在远离电源的负荷点或配电箱的进线侧，装设隔离电器，避免触电事故的发生。

用于接零保护的零线上，不装设熔断器和断路器。

对于误操作可能带来人身触电或伤害事故的设备或回路，设置电气联锁或机械联锁装置，或采取其它防护措施。

供检修用携带式作业灯，符合《特低电压（LEV）限值》GB/T3805-93的有关规定。

所有可能产生感应电压的电气设备外壳和构架上，其最大感应电压不大于50V。否则，采取相应防护措施。

电气设备的外壳和钢构架在正常运行中的最高温升：运行人员经常触及的部位不应大于30K ，运行人员不经常触及的部位不就大于40K ，运行人员不触及的部位不应大于65K，并设有明显的安全标志。

4、防机械及防坠落伤害

采用的机械设备布置，满足有关国家安全标准的要求，在设备采购中要求制造厂家提供的设备符合《生产设备安全卫生设计总则》等有关标准的规定。

所有机械设备防护安全距离，机械设备防护罩和防护屏的安全要求，以及设备安全卫生要求，均符合国家有关标准的规定。

需上人巡视的屋面设置净高不小于1.05m的女儿墙或固定式防护栏杆。

防震和防坍塌

建筑物按《建筑抗震设计规范》(GB 50011-2010)有关规定采取抗震构造措施。

防腐设计按《工业建筑防腐蚀设计规范》(GB 50046-2008)的规定执行。

##### 11.1.3.4 安全色和安全标志的设置

对工作场所进行色彩调节设计，有利于增强识别意识，精力集中，减少视力疲劳。调节人员在工作时的情绪，提高劳动积极性，达到提高劳动生产效率、降低事故发生率的目的。

根据《图形符号 安全色和安全标志 第1部分：工作场所和公共区域中安全标志的设计原则》(GB2893.1-2004)的规定，充分利用红（禁止、危险）、黄（警告、注意）、蓝（指令、遵守）、绿（通行、安全）四种传递安全信息的安全色，使人员能够迅速发现或分辨安全标志、及时受到提醒，以防止事故、危害的发生。

安全色和安全标志设置的场所及类型见表11-1。

表11-1 安全色和安全标志设置的场所及类型

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 标志名称 | 安全色 | 设置场所 | 标志内容 |
| 禁止标志 | 红色 | 电缆密集处 | 禁止烟火 |
| 警告标志 | 黄色 | 电气设备的防护围栏 | 当心触电 |
| 温升超过65℃的设备外壳或构架 | 当心高温伤人 |
| 超过2.0m的钢直梯上端 | 当心坠落 |
| 主要交通道口 | 当心车辆 |
| 提示标志 | 绿色 | 消防设施 | 消火栓 |
| 灭火器 |
| 消防水带 |
| 安全疏散通道 | 安全通道、太平门 |

### 11.1.4 劳动安全管理

##### 11.1.4.1 安全管理机构设置和人员配置

1、本工程必须按照《中华人民共和国安全生产法》 的规定，设置专职或兼职的安全生产管理人员。

2、主要负责人要全面履行安全生产第一责任人的责任，建立、健全本单位安全生产责任制；组织制定本单位安全生产规章制度和操作规程；保证本单位安全生产投入的有效实施；督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患；组织制定并实施本单位的生产安全事故应急预案；及时、如实报告生产安全事故。

本工程投产后，运行管理单位应结合本工程实际，按《安全生产法》的要求设置安全生产管理机构及专职（兼职）安全员，严格遵守国家安全生产“三同时”的要求，对工程进行安全监督管理，在竣工后进行安全验收评价工作。

电场运行人员在开始工作前，需进行必要的安全教育和培训，并经考试合格后方能进入生产现场工作，同时按国家标准为生产运行人员配备相应的劳动保护用品，以便生产运行人员有一个良好的身体条件，为本项目的安全运行有一个较好的软件基础，减少和预防由于生产运行人员的失误而导致的生产事故。

安全生产管理机构根据工程特点配置相关监测仪器设备和必要的安全宣传设备。

##### 11.1.4.2 完善劳动安全制度

本工程应根据有关法律、法规、行业标准和生产工艺流程，制定运行规程、 试验规程、检修规程和安全生产管理制度，并及时进行修订。

1、应加强设备管理，制定设备检修计划，对组件、设备、及重点工艺系统应制定定期检查维修制度。

2、电气作业必须严格执行《电业安全工作规程》，制定电气检修现场安全制度。

3、加强检修工作的安全管理，特别是外包检修工作的安全管理，应审查外委单位资质及特种作业人员操作证情况，对检修和外包人员进行安全教育，并加强日常安全的监督管理。

4、建立特种设备、检修工具的校验及台帐制度，特种设备必须按照国家有关规定，由专业生产单位生产，并经取得专业资质的检测、检验机构检测、检验合格，取得安全使用证或者安全标志，方可投入使用。

5、根据企业生产特点和管理经验，建议建立如下安全管理规章制度。

《各级人员安全生产责任制》

《工作岗位的安全技术操作规程》

《安全生产监督管理制度》

其他与安全生产相关制度

##### 11.1.4.3 加强安全管理措施

1、加强员工培训，完善上岗制度

风电场要制定培训计划，开展安全教育，建立、健全教育制度，定期组织员工进行安全规程和安全管理制度学习和培训。

对于新员工要切实落实三级安全教育制度，对老员工也要定期进行安全规程的培训考核，考试合格后方可上岗工作。

特种作业人员应进行专门安全教育和培训，取得特种作业操作资格证书，方可上岗作业。

风机操作人员必须经过培训，持证上岗。

2、加强工作人员安全管理

加强风电场运行管理，严格巡检制度，运行维护人员应满足工作的需要，能够进行日常登高作业。

掌握触电现场急救法及创伤急救法，能够正确使用消防器材。

在登塔工作前将维护开关置于维护状态，将远程控制屏蔽。

在登塔工作时，要佩戴安全帽、系安全带，并把防坠落安全锁扣安装在钢丝绳上，同时要穿结实防滑的胶底鞋。

把维修用的工具、润滑油等放进工具包内，确保工具包无破损。在攀登时把工具包挂在安全带上或背在身上，避免在攀登时掉下任何物品。

在攀登塔架时，不要过急，应平稳攀登，若途中体力不支可在中间平台休息后继续攀登，遇有身体不适，情绪异常，不得攀登作业。

在通过每一平台后，应将每层平台盖板盖上，尽量减少工具跌落伤人的可能性。

离开风力发电机组前要将机舱盖合上，并可靠锁定，在风速过大时禁止登塔作业。

3、保证安全生产的资金投入

安全技术措施费用要单独立项，专款专用。

风电场安全教育工作应纳入本单位培训教育年度计划，所需人员、 资金和物资应予保证。

风电场应到定点经营单位或生产企业购买特种劳动防护用品。护品必须具有三证，即生产许可证、产品合格证和安全鉴定证。

### 11.1.5 事故应急

安全生产事故应急预案是国家安全生产应急预案体系的重要组成部分。制订安全生产事故应急预案是贯彻落实“安全第一、预防为主、综合治理”方针，规范应急管理工作，提高应对风险和防范事故的能力，保证职工安全健康和公众生命安全，最大限度地减少财产损失、环境损害和社会影响的重要措施。

##### 11.1.5.1 应急预案编制要求

生产安全是“人—机—环境”系统相互协调、保持最佳“秩序”的一种状态。事故应急救援预案应由事故的预防和事故发生后损失的控制两个方面构成，其原则是“以防为主，防救结合”。

应急预案的编制应遵守《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2013）相关规定，主要要求如下：

1、根据实际情况，按事故的性质、类型、影响范围严重后果等分等级的制定相应的预案、为使预案更有针对性和能迅速应用，一般要制定出不同类型的应急预案，如火灾型、爆炸型等。

2、不同类型的应急预案要形成统一整体，救援力量要统筹安排。

3、要切合本系统、本单位的实际条件制定预案。

4、制定的预案要有权威性，各级应急组织要职责明确、通力协作。

5、预案制定要定期演习和复查，要根据实际情况定期检查和修正。

6、应急队伍要进行专业培训，并要有培训记录和档案，应急人员通过考核证实确能胜任所担负的应急任务后才能上岗。

7、各专业队伍平时就要组建落实并配有相应器材，应急器材要定期检查， 保证设备性能完好。

##### 11.1.5.2 应急预案体系的构成

应急预案应形成体系，针对可能发生的事故和所有危险源制订专项应急预案和现场应急处置方案，并明确事前、事发、事中、事后的各个过程中相关部门和有关人员的职责。

1、综合应急预案

综合应急预案是从总体上阐述处理事故的应急方针、政策，应急组织结构及相关应急职责，应急行动、措施和保障等基本要求和程序，是应对各类事故的综合性文件。

2、专项应急预案

专项应急预案是针对具体的事故类别、危险源和应急保障而制定的计划或方案，是综合应急预案的组成部分，应按照综合应急预案的程序和要求组织制定， 并作为综合应急预案的附件。专项应急预案应制定明确的救援程序和具体的应急救援措施。

3、现场处置方案

现场处置方案是针对具体的装置、场所或设施、岗位所制定的应急处置措施。 现场处置方案应具体、简单、针对性强。现场处置方案应根据风险评估及危险性控制措施逐一编制，做到事故相关人员应知应会，熟练掌握，并通过应急演练， 做到迅速反应、正确处置。

##### 11.1.5.3 本工程应编制的主要事故应急预案

根据风电场的特点，分析该工程可能发生的重特大事故类型、事故发生过程、破坏范围及事故后果，本电场应建立的应急预案项目包括：

1、综合应急预案（或突发事件应急总预案）；

2、雷电、暴雨、洪水、地震、强对流天气等自然灾害类专项应急预案；

3、人身事故、网络信息安全事故、特种设备事故、火灾事故、交通事故、 环境污染事故、电网故障等事故灾害类专项应急预案；

4、传染病、群体性不明原因疾病、食物中毒等公共卫生事件专项应急预案；

5、突发群体性事件、突发新闻媒体事件等社会安全事件类专项应急预案；

6、现场处置方案。

## 11.2 工业卫生

### 11.2.1 设计原则及依据

着重以人为本的基本方针，设计主要从生产过程和工作场所角度出发，力求将职业病危害程度控制在国家规定的职业卫生限值之内。主要设计依据包括：

1、国家有关法律、法规和行业主管部门的有关规定

《中华人民共和国职业病防治法》(中华人民共和国主席令第60 号)；

《电力建设安全健康与环境管理》(国电电源[2002]49 号文)；

2、设计采用的主要技术规范、规程、标准

《工业企业设计卫生标准》(GBZ1-2010)；

《工业企业噪声控制设计规范》(GBJ87-85)；

《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）

《建筑照明设计标准》(GB50034-2004)；

《工业企业采光设计标准》(GB50033-2001)；

《工作场所有害因素职业接触限值》(GBZ2-2007)；

《电磁辐射防护规定》(GB8702-88)；

《高温作业分级》 GB/T4200-2008；

《体力劳动强度分级》 GB /T3869-1997；

《低温作业分级》 GB/T14440-93；

《室内空调至适温度》 GB5701-85；

设计采用的标准、规范将不限于上列内容，并按最新版本执行。

### 11.2.2 危害因素的辨识与分析

本项目可能存在的主要有害因素有噪声、低温、高温、电磁辐射、采光照明不良等：

1、噪声危害因素分析

本项目在运行过程中产生的噪声有气体动力噪声、机械动力噪声、电磁噪声及交通噪声等。

噪声不仅会给人的听觉系统造成损伤，而且对神经系统、心血系统、消化系统、内分泌系统、免疫系统以及心理都有害。长期接触90dB（A）以上的噪声，会造成听力损失和职业性耳聋，甚至影响其他系统的正常生理功能。

2、低温、高温危害因素分析

研究资料表明，高温作业人员受环境热负荷的影响，作业能力随温度的升高而明显下降。当环境温度为35℃时，人的反应速度、运算能力、感觉敏感性及运动协调功能只有正常情况下的70%，高温环境还会引起中暑。

冬季，建构筑物室内采暖设施故障，导致采暖温度不达标，作业人员受低温影响，操作功能随温度的下降而明显降低，可能发生作业人员注意力不集中，作业失误率上升等不良状态。此外，作业人员若未穿戴好劳保用品进行室外作业有可能发生冻伤事故。

3、电磁辐射危害因素分析

本工程存在的辐射危害主要是工频电场。工频电场对人体和生物的危害， 主要是热效应和非热效应。热效应会造成人体体温升高，如果温度太高，而且持续时间超过一定限值时，就会烧坏蛋白质分子，形成坏死的组织，最后导致某种生理病症。非热效应是指电磁场对人体在不产生温升的情况下而引起的生理病。一般表现为影响神经系统正常功能，导致做恶梦，产生幻觉，甚至神经紊乱。

4、采光不良危害因素分析

风电机组塔架和机舱内检修作业场所，以及变电站控制室及各种室内作业场所，需要适合人体要求的照明标准。

采光和照明过于强烈或者昏暗，对人体是一种不良的刺激，不仅对全身一般生理状态有不良影响，而且由于视机能的过度紧张，可导致全身疲劳。 长期在光线不足、照度不够的条件下从事较为紧张的视力工作，可使视力减退、发生近视。

5、日光紫外线危害

如果室外作业人员防护不当，暴露的皮肤受到强烈日光暴晒后，会在短时间内产生红斑、水肿、水疱等症状。若皮肤长期反复地受到强阳光中紫外线的照射，会导致皮肤皱褶、松弛，表面干燥、粗糙或萎缩，发生色素沉着或减退。

另外日光中的紫外线会对眼睛造成伤害，眼睛受强烈太阳光短时间照射，易引起角膜炎和结膜炎。若是眼睛的“光害”长期累积，紫外线便会穿透角膜， 作用在水晶体和视网膜上，可能因而导致白内障的早发及黄斑部的退化。

### 11.2.3 职业病防治措施

##### 11.2.3.1 防噪声和振动

1、为确保各工作场所的噪声限制在规定值内，要求各种设备上的电动机、风机、水泵、变压器等主要噪声、振动源的设备设计制造厂家提供符合国家规定的噪声、振动标准的设备。主要办公场所选用室内机噪声值小于60dB的空调机，并采取必要的隔振、减振处理。

2、在噪声源较大的设备房间采取必要的措施，如吸声、隔声或更为有效的消音屏蔽以及相应的隔振、减振和阻尼措施。

3、选用噪声和振动水平符合国家有关标准规定的设备，必要时，对设备提出允许的限制值，或采取相应的防护措施，如在建筑上采用降噪材料等。

4、管道设计及其支吊架合理选择，以避免或减少流体高速流动及管道振动所产生的噪声。

5、为运行人员配备临时隔声的防护用具。

##### 11.2.3.2 防采光及照明不良

本工程照明系统按《建筑照明设计标准》(GB 50034-2004)进行设计，按工作场所的环境条件和使用要求选用照明灯具。在主要出入口、通道、楼梯间等设置照明和应急照明。

##### 11.2.3.3 防高温中暑

高温时段对控制室等人员集中的地方内采用空调降温，改善检修环境,加强局部通风, 以达到夏季防暑降温目的。

另外，夏季高温季节合理安排作息时间，保证高温作业工作得到充分的休息。若有条件，可定期为高温作业工人提供符合卫生要求的含盐清凉饮料。

##### 11.2.3.4 防低温冻伤

主要从作息时间上进行调整，户内采用供暖措施保证室温，对确实需要进行的户外作业的人员，应确保必要的保暖条件，防治冻伤。

##### 11.2.3.5 工业卫生标志

为了使工作人员对工作场所中的职业病危害因素产生警觉，方便采取必要的个人防护措施，应根据工作场所各工作岗位的生产特点，按照GBZ158-2003《工作场所职业病危害警示标识》的要求，在工作场所中可能产生职业病危害因素的设备上或其前方醒目位置设置相应的图形标识、警示线、警示语句和文字等警示标识。警示标识设置的高度，尽量与人眼的视线高度相一致，悬挂式和柱式的环境信息警示标识的下缘距地面的高度一般不小于2m；局部信息警示标识的设置高度以视具体情况确定。

### 11.2.4 工业卫生管理

##### 11.2.4.1 卫生机构

本工程不新增专门的卫生管理组织，与安全机构合并设置，并设置专职或兼职的职业卫生管理人员。

电厂主要负责人和职业卫生管理人员应当接受职业卫生培训，并应当在劳动者上岗前和在岗期间，对其进行职业卫生培训。

##### 11.2.4.2 职业卫生制度建设

按照《中华人民共和国职业病防治法》的有关规定，健全与完善职业卫生管理制度。

1、应当在醒目位置设置公告栏，公布有关职业病防治的规章制度、操作规程、职业病危害事故应急救援措施和工作场所职业病危害因素检测结果。对产生严重职业病危害的作业岗位，应当在其醒目位置，设置警示标识和中文警示说明。

2、应当为劳动者提供符合国家职业卫生标准的职业病防护用品，并督促、指导劳动者按照使用规则正确佩戴、使用。

3、应当实施日常监测，确保监测系统处于正常工作状态，定期对工作场所进行职业病危害因素检测、评价。检测、评价结果存档，并向所在地安全生产监督管理部门报告并向劳动者公布。

4、制定职业病防治计划和实施方案；建立、健全职业卫生管理制度和操作规程；建立、健全职业卫生档案；建立、健全工作场所职业病危害因素监测并进行评价制度；

##### 11.2.4.3 职业病危害档案管理情况

本工程职业病危害档案的归口管理部门为电厂运营部门的人力资源部，主要负责任命、指定全职或兼职的职业卫生管理人员，负责组织对生产现场进行定期的职业病危害因素检测、评价，负责组织开展职业健康培训、职业健康体检、建立职业健康档案，并留档审批文件、图纸、报告、审批意见等有关材料；职业病危害因素监测评价、防护措施及监护等方面的资料。

## 11.3 专项投资概算

劳动安全与工业卫生专项工程投资中应包含有防火、防爆、防电气伤害、防机械伤害、防淹没、防噪声及防振动专项治理工程、温度及湿度控制、采光及照明、防尘、防污、防腐蚀、防电磁辐射等项目，其中大部分项目的主要投资已包含在各专业工程估算中，但对部分特殊设备和费用在工程估算中应单独出项，主要项目及投资估算分别见表11-2和表11-3。

本项目劳动安全卫生所需要的设备和设施投资估算为67万元。

由于本阶段尚未出台本工程的安全预评价报告，最终本项投资需参考安全预评价报告中投资概算。

表11‑2 劳动安全与职业卫生专项工程主要项目表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备、仪器名称 | 数量 | 单位 |
| 1 | 噪声监测仪 | 1 | 台 |
| 2 | 数字式温度湿度计 | 1 |
| 3 | 照度计 | 1 | 个 |
| 4 | 摄像机 | 1 |  |
| 5 | 幻灯机/投影仪 | 1 |
| 6 | 电视机 | 1 |
| 7 | SF6气体泄漏报警检测仪 | 2 | 个 |
| 8 | 安全标志 | 20 | m2 |
| 9 | 安全标志 | 20 | m2 |
| 10 | 个人劳保用品（劳保服、安全帽、劳保鞋、防毒面具等） | 10 | 套 |
| 11 | 职业安全健康管理体系（OSHMS） | 1 | 项 |
| 12 | 应急预案编制 | 1 | 项 |
| 13 | 安全生产培训 | 1 | 项 |
| 14 | 安全预评价 | 1 | 项 |
| 15 | 安全竣工验收评价 | 1 | 项 |

表 11‑3 劳动安全与职业卫生专项工程投资估算表

| 序号 | | 专项工程项目内容 | 投资（万元） |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1.1 | 安全卫生教育宣传设备及附属设施 | 5 |
| 1.2 | 安全标志 | 5 |
| 1.3 | 劳保用品 | 5 |
| 2 | 2.1 | 防火、防爆、防电气伤害、防噪声、防坠落伤害及车辆伤害、防金属结构设备缺陷、防尘、防污、防腐蚀、防电磁辐射 | 包含在各专业的工程估算之中 |
| 2.2 | 温度及湿度控制、防噪声、采光及照明控制 | 包含在各专业的工程估算之中 |
| 3 | | 职业安全健康管理体系（OSHMS） | 2 |
| 4 | | 安全生产、职业卫生培训 | 10 |
| 5 | | 应急预案编制 | 10 |
| 6 | | 安全预评价 | 20 |
| 7 | | 安全竣工验收评价 | 10 |
|  | | 合计 | 67 |

## 11.4 预期效果评价

### 11.4.1 劳动安全主要危害因素防护措施的预期效果评价

在采取了安全防范措施，以及对生产运行人员进行安全教育培训后，对风电场的安全运行提供了一个良好的生产条件，有助于减少生产人员错误操作而导致安全事故以及由于运行人员处理事故不及时而导致设备损坏和事故的进一步扩大，降低了经济损失，保障了生产的安全运行。

11.4.2 工业卫生主要有害因素防护措施的预期效果综合评价

由于风电场的特殊性，对生产人员进行必要的防护措施，有利于生产人员的身体健康，降低了生产运行中由于没有防护措施和设备而导致生产运行人员和巡视人员受伤的几率，减少了安全事故隐患，保障了生产的安全运行和人员的人身安全。在采取综合性预防措施后，可使潜在的有害因素危害降到最低程度、作业人员的职业健康可得到保证。

## 11.5 结论和建议

### 11.5.1 结论

本工程应尽早进行安全预评价，经审核后备查，作为施工图设计依据。

建设单位应认真贯彻落实《关于加强重大工程安全质量保障措施的通知》（发改投资［2009］3183号）的要求，切实加强工程建设全过程安全质量管理。项目建成投产后，应按《风电场工程安全设施竣工验收办法》进行安全设施专项验收。

通过对本风电发电工程设计、施工期和运行期危险有害因素分析，对在防治劳动安全危害及职业卫生危害等各方面均按各项规程、规范、标准采取了相应的预防措施，本项目基本满足国家有关劳动安全和工业卫生方面的要求。

### 11.5.2 建议

该项目应从设计、施工、试运营到验收及管理等各环节，对危险、有害因素，特别是重大危险因素及安全对策措施给予高度重视。严格执行建设项目安全设施“三同时”标准。在生产运行中，严格执行国家有关法律法规、标准、规章、规范，按照安全生产规章制度组织生产，加强监督管理，以保证该项目工程的安全运行。

在安装、调试、运行和检修过程中，要有计划、有组织、有步骤地进行；并且结合国内外风力发电的各类事故和该项目的特点研究分析可能出现的各种危险、有害因素，制定防范措施，向有关人员进行交底，预防事故的发生。

该项目施工地点多且分散，需频繁移动施工机具，特别是大型吊装设备。重型钢塔架及发电机舱、叶片的吊装大件数量多，重量大。吊装难度大，极易发生起重伤害，因此，应加强施工管理和组织，加强对设备安装质量的监督和验收，保证安装质量。

建设单位应重视安全管理工作，编制事故应急救援预案并认真组织演练，确保消防设施、安全部件、报警系统及控制系统的可靠运行，以尽量减少事故发生时的人员伤亡和经济损失。

# 

**12设计概算**

**12.1 编制说明**

**12.1.1 工程概况**

{{ 风电场名称 }}位于{{ 建设地点 }}境内，为山地风电场，场址内海拔高程在{{ 海拔高程 }}之间。项目地处东经{{ 东经 }}、北纬{{ 北纬 }}之间，总区域共{{ 风场面积 }} km2。

本风电场共需新改建道路共计{{ 道路工程长度 }}km，其中新建施工检修道路{{ 新建施工检修道路 }}km，改扩建道路{{ 改扩建道路 }}km，新建进站道路{{ 进站道路 }}km。

根据本风电场施工总进度安排，施工总工期为12个月。安装单机容量{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组{{ 推荐机组数量 }}台，装机容量为{{ 装机容量 }}MW，设计多年平均发电量{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h。本工程由风力发电机组安装工程和建筑工程等组成。主要材料用量如下：

风电机组 {{ 推荐机组数量 }}台

塔筒 {{ 塔筒 }}t

土石方开挖 {{ 合计\_开挖 }}m³

土石方回填 {{ 合计\_回填 }}m³

混凝土 {{ 混凝土 }}m³

钢筋 {{ 钢筋 }}t

**12.1.2 编制原则及依据**

12.1.2.1 编制原则

本风电工程项目划分、费用构成、概算编制及费用指标按《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》 （NB/T 31011-2011）执行。价格水平编制期为{{ 价格日期 }}。

12.1.2.2 编制依据

1）《风电场工程可行性研究报告编制办法》；

2）《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》 （NB/T 31011-2011） （以下简称概算计算标准）；

3）《陆上风电场工程概算定额》（NB/T 31010-2011）（以下简称概算定额）；

4）《风电场工程勘察设计收费标准》（NB/T 31007-2011）；

5）风电场本阶段报告技术文件及图纸；

6）工程所在地有关规定。

**12.1.3 基础资料**

12.1.3.1 主要机电设备价格

本风电场全部采用国产风电机组，设备价格均按目前国产价格水平并结合本风电场实际情况综合确定原价。主要设备到工地价格见表12-1。

**表12-1 主要设备价格汇总表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **设备** | **单位** | **设备价** | **备注** |
| {%tr for item in result\_list12\_0 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

注：1.设备价为到工地价；

12.1.3.2 人工预算单价

按照《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》（NB/T 31011-2011），人工预算单价标准如下：

高级熟练工 9.46元/工时

熟练工 6.99元/工时

半熟练工 5.44元/工时

普工 4.46元/工时

12.1.3.3 主要材料单价

材料预算价格包括材料原价、运杂费、采购及保管费。材料价格按云浮市造价管理部门定期发布的{{ 价格日期 }}{{ 建设地点 }}价格（包括运输到工地不含税），见表12-2。

**表12-2 主要材料价格表 （单位：元）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **编号** | **材料名称及规格** | **单位** | **预算价格** |
| {%tr for item in range(result\_list12\_1|length-4) %} |  |  |
| {{ result\_list12\_1[item].number }} | {%tc for col in result\_list12\_1[item].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

注：钢材、木材、水泥、油料均由当地供货。

12.1.3.4 水电单价

本工程生活用水和施工用水均采用自来水，利用附近自来水作为施工、生活水源，施工水价{{ 施工水价 }}元/m3。

施工电价：施工用电可从附近电网接入，然后引到各施工用电点，综合考虑本工程用电设备用电量不大而且施工用电具有分散的特点，另拟用移动式柴油发电机发电备用提供临时施工和生活用电，施工电价为{{ 施工电价 }}元/kWh。

**12.1.4 费率指标**

a）建筑工程费率指标

建筑工程的措施费费率和间接费费率见表12-3~表12-4，利润率为{{ 建筑措施费利率 }}%，计算税率为增值税率{{ 建筑增值税率 }}%。

**表12-3 建筑工程措施费费率表 （单位：%）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **工程类别** | **计算基础** | **费率** |
| {%tr for item in range(result\_list12\_2|length-2) %} |  |  |
| {{ result\_list12\_2[item].number }} | {%tc for col in result\_list12\_2[item].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表12-4 建筑工程间接费费率表 （单位：%）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **工程类别** | **计算基础** | **费率** |
| {%tr for item in result\_list12\_3 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

b)安装工程费率指标

安装工程的措施费费率如下表12-5，间接费率计算基础为人工费，费率均为{{ 间接费率 }}%。利润率为{{ 安装措施费利率 }}%，计算税率为增值税率{{ 安装增值税率 }}%。

**表12-5 安装工程措施费费率表 （单位：%）**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **工程类别** | **分类** | **计算基础** | **费率** |
| {%tr for item in range(result\_list12\_4|length-3) %} |  |  |
| {{ result\_list12\_4[item].number }} | {%tc for col in result\_list12\_4[item].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

c）其他费用计算指标。

其它费用费率指标见表12-6。

**表12-6 主要费率指标表 （单位：%）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **费用名称** | **计算基础** | **费率** |
| {%tr for item in range(result\_list12\_5|length-3) %} |  |  |
| {{ result\_list12\_5[item].number }} | {%tc for col in result\_list12\_5[item].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

d)其他指标

长期贷款年利率按{{ 长期贷款利率\_12 }}%，资本金为{{ 资本金比例\_12 }}%。

**12.2 工程设计概算**

根据概算定额、费用标准及设计工程量、施工组织设计所选的施工方法计算，本工程静态总投资{{静态总投资\_12}}万元（不含送出工程）。其中，施工辅助工程{{施工辅助工程}}万元，设备及安装工程{{ 设备及安装工程 }}万元，建筑工程{{ 建筑工程 }}万元，其他建设用地费、建设管理费、生产准备费、勘察设计费等{{ 其他费用 }}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元。

本项目资本金为{{资本金比例\_12}}，国内银行贷款{{ 国内银行贷款 }}，建设期贷款利息{{建设期贷款利息\_12}}元，工程动态总投资{{ 动态总投资\_12 }}万元，单位千瓦动态投资{{ 单位千瓦动态投资 }}元。

本工程技术经济指标表见表12-7，工程概算表见表12-8～表12-13。

**表12-7 主要技术经济指标表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 风电场名称 | {{ 风电场名称 }} | | 风电机组单位造价 | | 元/kW | {{ 风电机组单位造价 }} |
| 建设地点 | {{ 建设地点 }} | | 塔筒（架）单位造价 | | 元/t | {{ 塔筒单位造价 }} |
| 设计单位 | 深圳智润新能源电力勘测设计院有限公司 | | 风电机组基础单价 | | 元/座 | {{ 风电机组基础单价 }} |
| 建设单位 | {{ 项目大区 }} | | 变电所单位造价 | | 元/kW | / |
| 装机规模 | MW | {{ 装机容量 }} | 主  要  工  程  量 | 土石方开挖 | 万m3 | {{ 土石方开挖 }} |
| 单机容量 | MW | {{ 推荐单机容量 }} | 土石方回填 | 万m3 | {{ 土石方回填 }} |
| 年发电量 | MWh | {{ 上网电量 }} | 混凝土 | 万m3 | {{ 混凝土 }} |
| 年利用小时数 | h | {{ 满发小时 }} | 钢筋 | t | {{ 钢筋 }} |
| 静态投资 | 万元 | {{静态总投资\_12}} | 塔筒（架） | t | {{ 塔筒 }} |
| 工程动态总投资 | 万元 | {{ 动态总投资\_12 }} | 建设用地  面积 | 永久用地 | 亩 | {{ 合计亩\_永久用地面积 }} |
| 单位千瓦静态投资 | 元/kW | {{ 单位千瓦静态投资 }} | 临时用（租）地 | 亩 | {{合计亩\_临时用地面积}} |
| 单位电量投资 | 元/kWh | {{ 单位度电投资 }} | 计划施工时间 | 第一台机组发电工期 | 月 | {{第一台机组发电工期}} |
| 建设期利息 | 万元 | {{建设期贷款利息\_12}} | 总工期 | 月 | {{总工期}} |
| 送出工程投资 | 万元 | / | 生产单位定员 | | 人 | {{生产单位定员}} |

**表12-8 工程总概算表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目名称** | **设备购置费(万元)** | **建安工程费(万元)** | **其他费用(万元)** | **合计(万元)** | **占总投资比例(%)** |
| {%tr for item in result\_list12\_7 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表12-9 施工辅助工程概算表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目名称** | **单位** | **数量** | **单价(元)** | **合计(万元)** |
| {%tr for item in result\_list12\_8 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表12-10 设备及安装工程概算表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **名称及规格** | **单位** | **数量** | **设备费（单价）** | **安装费（单价）** | **设备费（合计）** | **安装费（合计）** |
| {%tr for item in result\_list12\_9 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表12-11 建筑工程概算表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **工程或费用名称** | **单位** | **数量** | **单价(元)** | **合计(万元)** |
| {%tr for item in result\_list12\_10 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表12-12 其他费用概算表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **工程或费用名称** | **单位** | **数量** | **单价(万元)** | **合计(万元)** |
| {%tr for item in result\_list12\_11 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表12-13 分年度投资计算表 （单位：万元）**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **工程名称** | **工程投资** | **第1年** | **第2年** |
| {%tr for item in result\_list12\_12 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

# 13 财务评价

**13.1 概述**

{{ 风电场名称 }}位于{{ 建设地点 }}境内，为山地风电场，场址内海拔高程在{{ 海拔高程 }}之间。项目地处东经{{ 东经 }}、北纬{{ 北纬 }}之间，总区域共{{ 风场面积 }}km2。

根据本风电场施工总进度安排，施工总工期为{{ 施工总工期 }}个月。安装单机容量{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组{{ 推荐机组数量 }}台，装机容量为{{ 装机容量 }}MW，设计多年平均发电量{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h。

本财务评价依据为国家计委、建设部《建设项目经济评价方法与参数》（第三版）、《风电场工程可行性研究报告编制办法》、《风电场项目经济评价规范》和发电有关规定，以及国家现行的财税制度。

按{{价格日期}}{{价格地点}}价格水平计算，项目静态投资{{静态总投资\_13}}万元，其中可抵扣增值税额为{{可抵扣税金}}万元，计入建设期利息{{建设期贷款利息\_13}}万元，项目动态投资为{{ 动态总投资\_13 }}万元，计入流动资金{{ 流动资金\_13 }}万元，本项目的总投资为{{总投资\_13}}万元。

**13.2 财务评价**

**13.2.1 费用计算**

13.2.1.1 建设投资

根据施工进度安排及设计概算成果，本工程静态总投资为{{静态总投资\_13}}万元，包括建筑工程费、机电设备及工器具购置费、安装工程费用、其它费用和基本预备费，作为建设投资。建设投资扣除无形资产和设备退税额后计入固定资产价值。

13.2.1.2 建设期利息

本工程项目资本金占{{资本金比例\_13}}%，建设期利息{{建设期贷款利息\_13}}万元。

13.2.1.3 流动资金

风力发电项目运行流动资金按30元/kW估算，约需{{ 流动资金\_13 }}万元，资本金占{{资本金比例\_13}}%，其余银行借款。

流动资金随发电系统投产使用，本金在计算期末一次回收。

13.2.1.4 固定资产价值

建设投资{{建设投资\_13}}万元，计入建设期利息{{建设期贷款利息\_13}}万元，扣除增值税抵扣{{可抵扣税金}}万元后，发电系统全部投产后形成固定资产价值{{投产后固定资产\_13}}万元。

13.2.1.5 资金筹措及贷款偿还

本项目总投资{{总投资\_13}}万元。项目资金来源分为两部分：投资的{{资本金比例\_13}}%为自筹资本金，为{{资金筹措\_13}}万元，资本金不还本付息；其余{{贷款比例\_13}}%为贷款，贷款总额为{{贷款总额\_13}}万元，其中长期借款本金为{{中长期借款本金\_13}}万元，年利率为{{长期贷款利率\_13}}%，偿还年限{{还款期限\_13}}年，贷款宽限期为两年，按等额还本金方式偿还。投资计划及资金筹措见表13-1。

**表13-1 投资计划与资金筹措表 （单位 ：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_0 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_0 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

13.2.1.6 总成本费用计算

风电场发电总成本费用主要包括折旧费、修理费、材料费、职工工资及福利费、其它费用利息支出等。发电经营成本指不包括基本折旧费、摊销费和利息支出的全部费用。

折旧及残值：固定资产折旧年限可根据项目情况确定，一般为18年，采用直线折旧法，残值率为{{ result\_list13\_11[16].cols[2] }}%。

无形资产，摊销年限为10年。

修理费：质保期按0.5%，运营期5~9年按1.0%，以后每五年增加0.5%，直至增加值2%。

工程保险费：按固定资产价值的{{ result\_list13\_11[22].cols[2] }}%计。

材料费：按定额取{{ result\_list13\_11[23].cols[2] }}元/kW计。

工资及福利（含养老保险、失业保险、住房基金等）：电厂定员按{{ result\_list13\_11[19].cols[2] }}人计，职工年平均工资按{{ result\_list13\_11[20].cols[2] }}万元/（人·a）计，福利费为工资总额的{{ result\_list13\_11[21].cols[2] }}%。

其它费用：以{{ result\_list13\_11[24].cols[2] }}元/kW计。

利息支出：包括生产运行期每年需支付的固定资产投资及流动资金借款的利息。

总成本费用计算见表13-4。

**13.2.2 发电效益计算**

13.2.2.1 基础数据

1）上网电量

本电场年发电量全部为电网所吸收，年发电量已经扣除了厂用电和专用输变电损失，因此本电场上网电量为{{ 发电量 }}MWh/yr。

2）计算期及基准点

该项目建设期{{ result\_list13\_12[1].cols[0] }}年，生产运行期采用20年，则计算期为{{ result\_list13\_12[0].cols[0] }}年。

计算基准点为开工第一年年初。

13.2.2.2 售电收入、税金、利润

1）售电收入

A、售电收入＝上网电量×上网电价

本项目按还贷条件及上网电价为{{ 上网电价\_13 }}元/kWh（含增值税）的要求测算的项目投资税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%、项目投资税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%、资本金税后财务内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%。

2）税金

本项目应纳的税金包括增值税、销售税金附加及所得税。

增值税的计税按国家财税最新政策《关于风力发电增值税政策的通知》财税[2015]74号文，增值税税率为16%，风电工程按即征即退50%，《中华人民共和国增值税暂行条例》第538号文规定还可享受增值税分年抵扣的新政策；

销售税金附加包括城市维护建设税和教育费附加、地方教育费附加，以增值税为基础征收，按规定税率分别为5%、3%、2%。

根据国家税收政策，从2008年1月1日起，中外企业的所得税统一为25%，因此本项目所得税率为25%，企业所得税执行三免三减半政策。

3）利润

税后利润为销售收入扣除成本和应纳税金，税后利润计提0.5%的职工奖励和福利基金以及10%的储备基金后，剩余部分为可分配利润，再扣除分配给资本金的应付利润后为未分配利润。

销售收入、税金、利润计算见利润及利润分配表13-5。

**13.2.3 财务指标分析**

13.2.3.1清偿能力分析

1）还贷能力及收益率

本项目投资的{{贷款比例\_13}}%为借款，按还贷条件及上网电价为{{ 上网电价\_13 }}元/kWh（含增值税）测算的项目投资税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%、项目投资税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%、资本金税后财务内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%。

2）还贷资金

本电站还贷资金主要包括利润、折旧和摊销。企业基本折旧费与未分配利润用于还贷。

3）借款还本付息计算

按测算的上网电价进行借款还本付息计算，本电站借款偿还满足借款偿还要求，借款还本付息计算见表13-6。

4）财务计划现金流量表

财务计划现金流量见表13-9。

计算表明，整个计算期内累计盈余资金达{{ result\_list13\_8[33].cols[cols |length-1] }}万元。

5）资产负债分析

资产负债分析见表13-10。

计算结果表明，项目在建设期负债高峰为{{ result\_list13\_9[21].cols[1] }}%。

13.2.3.2 盈利能力分析

项目投资财务净现金流量和资本金净现金流量表见表13-7和表13-8。

计算结果表明，本项目全部投资的税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%；全部投资的税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%；投资回收期{{ 投资回收期\_13 }}年，总投资收益率（ROI）为{{ 总投资收益率\_13 }}%，资本金利润率（ROE）为{{ 资本金利润率\_13 }}%，资本金内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%，项目财务指标汇总见表13-2。

**表13-2 财务指标汇总表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_1 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_1 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

13.2.3.3 敏感性分析

本项目财务评价敏感性分析主要考虑固定资产投资、发电量、经营成本以银行利息等不确定因素单独变化对还贷电价和财务内部收益率等财务指标的影响程度，计算结果见表13-3。

计算结果表明，上网电价为{{ 上网电价\_13 }}元/kWh（含增值税）时，不确定因素固定资产投资和发电量在10%范围内变化时，对其项目投资收益率和资本金内部收益率有一定影响，项目投资税前财务内部收益率为{{ result\_list13\_2[4].cols[2] }}%~{{ result\_list13\_2[0].cols[2] }}%；资本金税后财务内部收益率为{{ result\_list13\_2[4].cols[4] }}%~{{ result\_list13\_2[0].cols[4] }}%。敏感性分析表明，对电量变化最为敏感，当电量减少10%时，资本金税后财务内部收益率最低可到{{ result\_list13\_2[5].cols[4] }}%。

**表13-3 财务评价敏感性分析表**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_2 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for x in [0, 1,2,3,4] %} | | |
| {{ result\_list13\_2[x].number }}{% vm %} | {%tc for col in result\_list13\_2[x].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} | | | |
| {%tr for x in [5,6,7,8,9] %} | | |
| {{ result\_list13\_2[x].number }}{% vm %} | {%tc for col in result\_list13\_2[x].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} | | | |
| {%tr for x in [10, 11,12,13,14] %} | | |
| {{ result\_list13\_2[x].number }}{% vm %} | {%tc for col in result\_list13\_2[x].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} | | | |
| {%tr for x in [15,16,17,18,19] %} | | |
| {{ result\_list13\_2[x].number }}{% vm %} | {%tc for col in result\_list13\_2[x].cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} | | | |

13.2.3.4 财务评价结论

本项目财务评价按上网电价为{{ 上网电价\_13 }}元/kWh（含增值税）和现行的财会制度进行测算，本项目全部投资的税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%；全部投资的税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%；投资回收期{{ 投资回收期\_13 }}年，总投资收益率（ROI）为{{ 总投资收益率\_13 }}%，资本金利润率（ROE）为{{ 资本金利润率\_13 }}%，资本金内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%，本项目在财务评价指标上可行。

**13.3 社会效果评价**

风电是一种可再生的清洁能源，其环境效益和社会效益均十分显著。

**13.3.1 节能效益和环境效益**

风电的节能效益主要体现在风电场运行时不需要消耗其他常规能源，环境效益主要体现在不排放任何有害气体和不消耗水资源。风电和火电相比，在提供能源的同时，不排放烟尘、二氧化硫、氮氧化合物和其他有害物质。二氧化硫和氮氧化合物在大气中形成酸性物质，造成酸雨，危害植物和水生生物，破坏生态，二氧化碳是影响全球气候变暖的温室效应气体。

**13.3.2 社会效益**

{{ 风电场名称 }}装机容量{{ 装机容量 }}MW，设计多年平均发电量{{ 发电量 }}MWh，本项目全部投资的税前财务内部收益率为{{ 税前财务内部收益率\_13 }}%；全部投资的税后财务内部收益率为{{ 税后财务内部收益率\_13 }}%；投资回收期{{ 投资回收期\_13 }}年，总投资收益率（ROI）为{{ 总投资收益率\_13 }}%，资本金利润率（ROE）为{{ 资本金利润率\_13 }}%，资本金内部收益率{{ 资本金税后财务内部收益率\_13 }}%。工程静态总投资{{ 静态总投资\_13 }}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元/kW，工程动态总投资{{ 动态总投资\_13 }}万元，单位千瓦动态投资{{ 单位千瓦动态投资 }}元/kW。本工程的建设，对改善广东省电源结构，促进当地风能开发，缓解当地电力供需矛盾，拉动地区经济发展，均具重要意义，并对我国的风电事业有着积极的推动作用。

综上所述，{{ 风电场名称 }}若能加强风险控制，财务上基本可行，可考虑其工程建设。

**表13-4 总成本费用表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_3 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_3 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-5 利润及利润分**配**表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_4 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_4 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-6 银行借款还本付息计算表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_5 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_5 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-7 项目投资现金流量表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_6 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_6 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-8 资本金现金流量表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_7 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_7 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-9 项目计划财务现金流量表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_8 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_8 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

**表13-10 资产负债表（单位：万元）**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **{%tc for col in result\_labels13\_9 %}** | **{{ col }}** | **{%tc endfor %}** |
| {%tr for item in result\_list13\_9 %} |  |  |
| {{ item.number }} | {%tc for col in item.cols%} | {{ col }} | {%tc endfor %} |
| {%tr endfor %} |  |  |  |

# 14 节能降耗

## 14.1 概述

风电场拟安装{{ 推荐机组数量 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组，本期规划容量为{{ 装机容量 }}MW。年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，年满发小时为{{ 满发小时 }}h，容量系数为{{ 容量系数 }}％。

本风电项目中心附近新建1座110kV升压变电站，设置1台{{ 装机容量 }}MVA主变，风力发电机组发出的电力经箱变升压至35kV后汇集进入变电站35kV侧，经主变压器升压至110kV，以一回110kV接入220kV白涛变电站110kV侧，导线截面300mm2，。项目施工总布置综合考虑工程规模、施工方案及工期、造价等因素，布置生产区、施工仓库、供电供水、堆场以及混凝土拌和系统等。

风电场主要用能设备及参数：（1）风机：{{ 推荐机组数量 }}台单机容量为{{ 推荐单机容量 }}MW的风力发电机组；（2）主变：有载调压变压器1台，型号SZ11-70000/110，额定容量70MVA；（3）箱变：箱变选用美式箱式变电站，额定容量为2750kVA，{{ 推荐机组数量 }}台；（4）无功补偿装置：35kV，15MVar SVG；（5）集电线路：35kV电缆型号有ZB-YJLV22-26/35-3×95、ZB-YJLV22-26/35-1×300；架空线型号有JL/G1A-240/30。

## 14.2 节能设计原则和编制依据

### 14.2.1 设计原则

1）贯彻“安全可靠、先进适用、符合国情”的电力建设方针。本工程设计按照建设节约型社会要求，降低能源消耗和满足环保要求，以经济实用、系统简单、减少备用、安全可靠、高效环保、以人为本为原则。

2）通过经济技术比较，采用新工艺、新结构、新材料。拟定合理的工艺系统，优化设备选型和配置，满足合理备用的要求。优先采用先进的且在国内外成熟的新工艺、新布置、新方案、新材料、新结构的技术方案。

3）运用先进的设计手段，优化布置，使设备布置紧凑，建筑体积小，检修维护方便，施工周期短，工程造价低。

4）严格控制风场用地指标、节约土地资源。

5）风场水耗、污染物排放、风场定员、发电成本等各项技术经济指标，尽可能达到先进水平。

6）贯彻节约用水的原则，积极采取节水措施，一水多用。

7）提高风场综合自动化水平，实现全场监控和信息网络化，提高风场运行的安全性、经济性、减员增效、节约投资为实现现代化企业管理创造条件。

8）满足国家环保政策和可持续发展的战略：高效、节水、节能，控制各种污染物排放，珍惜有限资源。设计应满足各项环保要求，确保将该风电场建成环保绿色发电企业。

### 14.2.2 编制依据

##### 14.2.2.1 法律法规、政府部门和行业规章

《中华人民共和国节约能源法》（主席令〔2007〕第77号）

《中华人民共和国电力法》（主席令〔1995〕第60号）

《中华人民共和国清洁生产促进法》（主席令〔2012〕第54号）

《中华人民共和国循环经济促进法》（主席令〔2008〕第4号）

《节约用电管理办法》（经贸委、发改委〔2000〕第1256号）

《国务院关于加强节能工作的决定》（国发〔2006〕28号）

《固定资产投资项目节能评估和审查暂行办法》（国家发改委6号令）

《固定资产投资项目节能评估和审查工作指南（2014年本）》（国家发展改革委资源节约和环境保护司、国家节能中心）

##### 14.2.2.2 行业与区域规划、行业准入与产业政策等

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》（第十二届

全国人民代表大会第四次会议〔2016〕）

《节能中长期专项规划》（发改环资〔2004〕2505号）

《中国节能技术政策大纲》（2006年）（发改环资〔2007〕199号）

《中国节水技术政策大纲》（2005年第17号公告）

《产业结构调整指导目录（2011年本）》（2013修正）（国发〔2013〕21号）

##### 14.2.2.3 相关标准与规范等

《综合能耗计算通则》（GB/T 2589-2008）

《企业节能量计算方法》（GB/T 13234-2009）

《工业企业能源管理导则》（GB/T 15587-2008）

《能源管理体系要求》（GB/T 23331-2012）

《用能单位能源计量器具配备与管理通则》（GB/T 17167-2006）

《用能设备能量平衡通则》（GB/T 2587-2009）

《评价企业合理用电技术导则》（GB/T 3485-1998）

《电力变压器经济运行》（GB/T 13462-2008）

《三相异步电动机经济运行》（GB/T 12497-2006）

《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB 24790-2009）

《三相配电变压器能效限定值及节能评价值》（GB 20052-2006）

《清水离心泵能效限定值及节能评价值》（GB 19762-2007）

《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012）

《空调通风系统运行管理规范》（GB 50365-2005）

《绿色建筑技术导则》（建科[2005]199号）

《公共建筑节能设计标准》（GB 50189-2005）

《节能建筑评价标准》（GB/T 50668-2011）

《外墙外保温工程技术规范》（GB 50034-2008）

《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）

《建筑采光设计标准》（GB/T 50033-2013）

## 14.3 工程能耗种类、数量分析和能耗指标

### 14.3.1 施工期能耗种类、数量分析和能耗指标

##### 14.3.1.1 施工期耗能种类

根据施工组织设计，工程施工期所需主要物资材料有：水泥、钢材、油料、砂石、房建材料、生活物资等。本工程主体工程施工主要以油耗设备和电耗设备为主。其中，土石方开挖和填筑、风电机组安装等主要为油耗设备，混凝土浇筑项目既有油耗设备又有电耗设备。资源消耗按单位消耗量乘以工程量的方法进行计算。

（1）主体工程

本风电场单项主体工程包括土方开挖及填筑、混凝土浇筑、钢筋制作安装等。

工程单位耗能指标详见表14-1。

表14-1 单位耗能指标表

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 单位耗电指标 | 单位耗柴油指标 | 单位耗汽油指标 |
| 1 | 混凝土浇筑 | 13.8kWh/m3 | 2.8kg/m3 | 0.15kg/m3 |
| 2 | 钢筋制安 | 119.75kWh/t | 0.99kg/t | 3.01kg/t |
| 3 | 土石方开挖 |  | 0.45kg/m3 |  |
| 4 | 土方填筑 |  | 0.22kg/m3 |  |

（2）施工辅助生产系统

本风电场施工辅助生产系统主要为混凝土生产系统，考虑到本风电场风机机组布置较为分散，可于场区变电站附近处设置混凝土搅拌站。在搅拌站布设一座HZS75型混凝土搅拌站，设备铭牌生产能力为75m³/h，能满一台基础混凝土的连续施工浇筑。风机基础混凝土采用混凝土罐车运输。

用电主要是搅拌站、骨料的上料系统等用电。用水主要是混凝土的拌和及料罐的冲洗等用水。

（3）施工营地及生活配套设施

施工期临时住宅及办公室总建筑面积为2700m2，生活福利设施生活及室内照明负荷单位综合指标参考《水利水电工程施工组织设计手册》相关内容，并根据近年来生活区配置生活电器的情况，用电指标选用25W/m2，平均按8h/日，30日/月计算。

##### 14.3.1.2 施工期总能耗

施工期间的主要能耗为空压机、起重设备、运输设备、钻机、混凝土泵、焊机等施工设备及施工照明等的消耗。经估算，在整个工程施工过程中约总用水量17444t，总耗电约127.56万kWh，柴油总消耗量约216.28t，汽油总消耗量约16.19t。施工期能耗种类和数量见表14-2。

表14-2 施工期能耗种类和数量表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 项目名称 | 水  t | 电耗  万kWh | 柴油油耗  t | 汽油油耗  t |
| 1 | 混凝土浇筑 | {{混凝土浇筑\_水}} | {{混凝土浇筑\_电}} | {{混凝土浇筑\_柴油}} | {{混凝土浇筑\_汽油}} |
| 2 | 钢筋制安 |  | {{钢筋\_电}} | {{钢筋\_柴油}} | {{钢筋\_汽油}} |
| 3 | 土石方开挖 |  |  | {{土石方开挖\_柴油}} |  |
| 4 | 土石方填筑 |  |  | {{土石方回填\_柴油}} |  |
| 5 | 混凝土生产系统 | 8000 | 11.68 |  |  |
| 6 | 施工营地能耗 | 4800 | 27.20 |  |  |
| 7 | 合计 | {{合计\_水}} | {{合计\_电}} | {{合计\_柴油}} | {{合计\_汽油}} |

综上所述，本风电场施工期各项能耗指标相对较低，当地能源供应容量和供应总量满足施工要求，且对当地能源供应不构成大的影响。

### 14.3.2 运行期能耗种类、数量分析和能耗指标

本风电场运行期间主要能耗种类为电力、油料等。电力消耗主要为发输变电损耗和站用电量，油料主要用于检修车辆。

##### 14.3.2.1 电力消耗

项目电力消耗主要包括风力发电机组损耗、箱变损耗、集电线路损耗、无功补偿损耗、主变损耗、站用电。通过计算，本项目年发电量{{上网电量}}万kWh，具体电力消费情况如表14-3所示。

表14-3 项目电力消费结构表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备名称 | 年耗电量  （万kWh） | 占年耗电量比例  （%） |
| 1 | 箱变 | {{箱变\_年耗}} | {{箱变\_年耗\_占比}} |
| 2 | 集电线路 | {{集电线路\_年耗}} | {{集电线路\_年耗\_占比}} |
| 3 | 无功补偿 | {{无功补偿\_年耗}} | {{无功补偿\_年耗\_占比}} |
| 4 | 主变 | {{主变\_年耗}} | {{主变\_年耗\_占比}} |
| 5 | 站用电 | {{站用电\_年耗}} | {{站用电\_年耗\_占比}} |
| 6 | 合计 | {{年总用电量}} | 100 |

##### 14.3.2.2 水资源消耗

本风电场运行期水资源消耗主要为生产管理运行人员生活、绿化、消防用水，风电场运行管理人员较少，新增用水总量较少，对区域内地下水资源影响甚微。

##### 14.3.2.3 油料消耗

风电场运行期汽油消耗主要为检修车辆用油。通过计算，检修车年需要耗汽油量4.43t。

项目运行期消耗的油料可就近购买，耗油总量相对较少，对当地油料供应市场基本无影响。

##### 14.3.2.4 运行期能耗指标分析

本风电场运行期间年总用电量约{{年总用电量}}万kWh，约折合{{标准煤}}吨标准煤（等价值）；年耗汽油4.43吨，折合6.5吨标准煤。年综合能耗为{{年综合能耗}}吨标准煤（等价值）。

单位产品综合能耗为{{单位产品综合能耗}}克标准煤/kWh（等价值），单位产值能耗为{{单位产值能耗}}千克标准煤/万元（等价值），综合场用电率为{{综合场用电率}}%。

## 14.4 主要节能降耗措施

### 14.4.1建筑节能设计

建筑节能设计以生态环保意识为指导，强调人与自然共存，营造具有可持续发展精神文明特质的使用空间。利用各种适宜的手段来减少建筑能耗，满足节能和环保的要求。本项目建筑设计在满足冬季保温及部分夏季防热的前提下，设计考虑节能措施如下：

1）提倡生态、节能与环保的设计，主体建筑采用中空低辐射节能玻璃外加保温隔热铝板的外墙构造，通过百叶有效地进行遮阳隔热，通过智能型节能系统，减少室内能耗，达到显著的节能效果。

2）所有建筑材料尽可能使用低能耗材料，如用中、小型加气混凝土砌块代替烧结粘土砖；在满足节能规范最小开窗面积的前提下，本风电场建筑尽量减少门窗的面积，减少能耗散失。采用新型环保屋面防水材料和密闭性门窗，具有良好的保温隔热性能；尽量使用当地材料，节省运输能耗等。

### 14.4.2 工程设计节能降耗措施

##### 14.4.2.1 电气设备节能降耗设计

（1）风力发电机组

提高风机机舱保温散热性能，合理设定加热器启停温度；优化风机变桨控制策略，低风速时锁定桨距角；根据风资源情况修正偏航启动风速，降低偏航系统能耗，降低风机自用电。

（2）集电线路

集电线路设计方案应以减少线路损耗和电压损失为原则，在布置上尽量减少集电线路的长度，减少从风机到箱式变电站大电流电缆的长度，以减少电能损耗。在架空线和直埋电缆造价基本相当的前提下，尽可能采用直埋电缆。电缆按经济电流密度选择，以减少线路损耗。

（3）变压器

①主变压器选用油浸风冷三相双绕组分级绝缘有载调压升压变压器，有效降低变压器的空载损耗（铁损）和负载损耗（铜损），提高变压器效率。②风电场年等效满负荷小时数越低，达到最大出力的概率越小，主变压器可按《变压器负载导则》（GB/T1094.7-2008）的规定，根据风电场有功功率来选择主变压器额定容量。③箱式变压器选用11型或非晶合金卷绕铁芯的低损耗高效率节能型变压器，所有绕组采用高电导率无氧铜导体，有效降低损耗。

（4）供配电系统

风电场供配电系统设计是根据负荷容量，供电距离及分布，用电设备特点等因素考虑的，做到系统尽量简单可靠，操作方便。变电站应尽量靠近负荷中心，以缩短配电半径，减少线路损耗。合理选择变压器的容量和台数，以适应由于季节性造成的负荷变化时能够灵活投切变压器，实现经济运行，减少由于轻载运行造成的不必要的电能损耗。风电场在并网点的谐波电压畸变率不超过2%，配电系统采取消谐装置抑制谐波。选用节能型电力变压器，以减少变压器的自身损耗。变电站内设置静电电容器补偿，提高用电系统的功率因数。

（5）通风空调

通风系统采用计算机控制，可采用时间段自动控制，尽可能利用自然通风，本风电场按“无人值班”（少人值守）的运行方式设计，空调设备采用节能环保的变频空调，尽量做到人离机停。生活场所夏季室内空调温度设置不得低于26摄氏度、冬季室内空调温度设置不得高于20摄氏度。

（6）照明系统

本风电场充分利用自然光，尽量采用节能灯作为照明光源。选用新型高效节能型光源，该光源比传统普通照明节约电费70～80%，光源寿命比普通光源高30倍以上；采用电子式镇流器及新型优质材料的反射器、在不同的场合选用先进合理的灯具，以达到节约照明用电目的。对不需要长期照明的场所，设置照明开关，做到人走灯灭。对主要照明场所，如主控制室、继保室等应采用灯具交叉布置，分组控制。根据照明使用场所采取分区控制灯光，走道采用节能灯，楼梯采用声光开关，以达到节约照明用电的目的。

##### 14.4.2.2 节水措施

本风电场提倡节约用水，废水利用，以节约水资源。生活污水经处理后用于道路、绿地植被的浇洒及车辆等清洗用水。变电站设置环保型卫生间，供水设备采用节能环保的变频水泵，采用节水型卫生器具，装设计量水表，减少供水量，同时也减少供水能耗。

##### 14.4.2.3 节油措施

场内交通加强组织管理及道路维护，确保道路畅通，使车辆能按设计时速行驶，减少堵车、停车、刹车，从而节约燃油。加强柴油发电机的保养，不超负荷运行，定期检查，及时修理。

### 14.4.3 工程施工技术及节能降耗措施

本工程施工时间长，能源消耗较大。在工程设计方案比较中，首选了施工方法可行、施工设备先进（耗能低）、经济指标最优的方案。在设计过程中，综合运用各种手段促进节约使用和合理利用资源，施工进度上合理调度、合理安排施工时间和秩序，削减高峰，使施工强度达到均衡性，以降低对能源的消耗，其节能降耗措施主要体现在以下几个方面：

（1）工程施工节能降耗措施

工程施工关键在于开采和运输环节降低能耗，设计过程中重点统筹考虑土石方平衡，合理规划用料，以最终达到降低能源消耗的目的。

主体工程施工中选择常规及低能耗的施工设备，减少开挖运输中的能耗，减少渣场的占地面积及运输的能量消耗，同时使外部环境的破坏最小。

（2）施工工厂节能降耗措施

充分利用地方资源，减少综合加工厂的设置规模，从而减少了加工和机修设备配置数量。在选择设备时，考虑选用新型节能设备。

（3）施工临时建筑及营地节能降耗措施

因地制宜，结合场地状况布置建筑物及临时设施，尽量减小场地面积，减少土石方开挖，合理利用土地资源，贯彻节地理念。

（4）施工期污废水处理减排设计

风电场施工期生产废水主要为施工工厂废水。从减排出发，生产废水经处理达到相应回用水标准后回用，生活污水经处理达标后排放。根据工程分析确定的施工期污废水主要污染物特征，对不同的污废水采取因地制宜、分别治理的方式，在各污废水排放口分别设置水处理设施，在临时施工场地四周设置排水沟。严格按照“三同时”要求，保证施工期废水处理系统的有效运行。

### 14.4.4 建设管理的节能措施建议

本工程主要以发电为主，能源消耗主要为施工期的能源消耗和运行期的能源损耗。根据本工程施工期和运行期的特点，建议在施工期和运行期的管理过程中可采取如下节能措施：

（1）施工期节能管理措施

在施工期应制定能源管理措施和制度、防止能源无谓消耗；应对进场施工人员加强宣传，强化节能意识，注重成本节约；应对施工设备制定和工程施工特点相符合的能耗指标和标准、严格控制能源消耗；应加强对能源储存的安全防护、防止能源损失；应合理安排施工次序，做好施工设备的维护管理和优化调度。

（2）运行期节能管理措施

运行期应对各耗能设备制定相应的能源消耗管理措施和制度，按照《能源管理体系要求》、《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的标准，建立能源计量管理体系，形成文件，并保持和持续改进其有效性。建立、保持和使用文件化的程序来规范能源计量人员行为，设专人负责能源计量器具的管理。建立能源统计制度，按规定做好各项能源指标的统计、监测。

能源计量器具的配备率和准确度要达到《用能单位能源计量器具配备和管理通则》的要求。根据用能情况分别对电、油等能源的进出用能单位、进出主要次级用能单位、主要用能设备分别配备计量器具。进入风电场（用能单位）所有外购能源进行一级计量，各部门（次级用能单位）入口设置二级计量，从而实现风电场分项计量体系。对安装容量大于等于100kW的用电设备组，配备单独计量器具。一、二级计量器具配备率达到100%，计量率100%，完好率100%。

建立能源统计制度，按规定做好各项能源和污染物指标统计、监测，按时报送数据。并对各项数据进行质量控制，加强统计检查和巡查，确保各项数据的真实、准确。严禁随意修改统计数据，杜绝谎报、瞒报，确保考核工作的客观性、公正性和严肃性。各部门制定节能降耗年度工作目标和计划，检查总结计划执行情况。制定岗位责任制，并层层落实。对上级下达的各种能耗计划考核指标，严格考核，并计算出能源成本和费用情况，及时回馈上报。

## 14.5 节能降耗效益分析及结论

### 14.5.1节能降耗效益分析

本风电场运行过程中利用风能产生电能，不耗费煤炭、石油等常规一次能源，风电场的建设符合可持续发展的原则。

风电场总装机容量{{ 装机容量 }}MW，预计建成投产后年上网电量为{{ 上网电量 }}MWh/yr，与同等规模火电厂相比，每年可节约标准煤{{ 标煤 }}万t，可减少排放温室效应气体CO2{{ CO2 }}t，减少其他废气排放：SO2{{ SO2 }}t，NOx{{ NOx }}t。此外，每年还可节约用水，并减少相应的废水排放和温排水。

可见，风电场的建设对于当地的环境保护、减少大气污染具有积极的作用，节能与环境效益显著。

### 14.5.2 结论

本风电场采取方法可行、布置合理、设备先进的施工方案，工程建设及运行过程中主要采取建筑、电气等专业的节能技术措施，并采取措施节约钢材、水泥等主要原材料。

施工中主要耗能种类有汽柴油、电、水等。经估算，本风电场施工期能耗总量为：总用水量{{ 合计\_水 }}t，总耗电约{{ 合计\_电 }}万kWh，柴油总消耗量约{{ 合计\_柴油 }}t，汽油总消耗量约{{ 合计\_汽油 }}t。运行期主要能源消耗为集电线路、电气设备的电能损耗以及检修车辆的油耗。经估算，本风电场运行期间年总用电量约{{ 年总用电量 }}万kWh，约折合{{ 标准煤 }}吨标准煤（等价值）；年耗汽油4.43吨，折合6.5吨标准煤。年综合能耗为{{ 年综合能耗 }}吨标准煤（等价值）。单位产品综合能耗为{{ 单位产品综合能耗 }}克标准煤/kWh（等价值），单位产值能耗为{{ 单位产值能耗 }}千克标准煤/万元（等价值），综合场用电率为{{ 综合场用电率 }}%。

项目用能总量和用能结构基本合理，各项节能指标均能满足国家有关规定的要求，将建设成为一个环保、低能耗、节约型的风力发电项目。

# 

# 15 建设项目招标

## 15.1 招标范围

{{ 风电场名称 }}周边有{{ 周边道路 }}等多条公路通过，风电场对外运输交通较为便利。风电场所处位置风能资源相对较为丰富，并且靠近用电负荷中心，并网条件良好，开发建设风电场条件优越。

根据现有资料，本工程需改扩建进场道路{{ 改扩建进场道路 }}km，改扩建道路采用路基宽度6m，路面宽5m。扩建部分路面采用20cm厚山皮石路面，施工完成后恢复。本工程共需场内新建施工检修道路{{ 新建施工检修道路 }}km，新建检修道路施工期路基宽度5.5m，路面宽4.5m。道路平曲线最小转弯半径应满足风电机长叶片运输要求不应小于20m，最大纵坡控制在15％以内，以保证安装、检修车辆可直接到达任何一台风机。因风机吊装需要，各机位须设置一个40m×50m的吊装平台。吊装场场平土石方挖填平衡。施工结束后恢复为原始地貌。

风电场将新建一座110kV变电站，新建升压站站址选于风电场场址中心附近，位置位于{{ 建设地点 }}武隆区杨柳坪附近。

根据概算定额、费用标准及设计工程量、施工组织设计所选的施工方法计算，本工程静态总投资{{静态总投资\_12}}万元（不含送出工程）。其中，施工辅助工程{{施工辅助工程}}万元，设备及安装工程{{ 设备及安装工程 }}万元，建筑工程{{ 建筑工程 }}万元，其他建设用地费、建设管理费、生产准备费、勘察设计费等{{ 其他费用 }}万元，单位千瓦静态投资{{ 单位千瓦静态投资 }}元。

根据《中华人民共和国招投标法》及《工程建设项目可行性研究报告增加招标内容和核准招标事项暂行规定》（国家发展计划委员会令第9号），对风电场工程主要设备的采购及施工等项目进行招标。

本工程招标范围主要为工程勘察、设计、施工、监理以及主要设备、材料等。

## 15.2 标段划分和招标顺序

### 15.2.1 标段划分原则

根据本工程风机布置、施工条件以及风电场建设的特点，以及对各建筑的施工方案、施工进度等综合分析，工程分标主要考虑了下述原则：

1）有利于工程施工总进度的实施，使各标段能相互有机的衔接和明确的分工结点，有条不紊的组织施工。

2）充分考虑本工程项目的技术特点与风电场建设的特殊因素，保证合同的划分有利于招标，并具备充分的竞争性。

3）在合同项目之间先后工序与作业的衔接，责任与施工场地的划分上，尽量减少各标段之间的相互穿插和干扰，明确施工分区和责任界限，尽可能减少合同争端。

4）合同中包括的作业内容及其技术特点应大致相近，避免横跨过多的技术专业，便于充分发挥承包商的专业技术力量。

5）土建工程主关键线路是进场道路及场内道路施工、风机基础施工、变电站的工程施工；电气工程主关键线路是风机电气设备安装、变电站内电气设备安装、场内集电线路施工。施工分标应有利于上述两条关键线路上各项目的施工力量安排，各标的规模、工作量应与当前国内同类大型风电施工企业的施工能力相适应，主关键线路上的施工力量（机械设备、技术人员等）能得到充分保证。

6）对同一施工部位的不同施工作业项目，虽然专业属性有所不同，但亦应尽量合并在一个标中，以减少施工干扰和简化施工管理。

7）本工程为了便于合同管理和施工监督，标段不宜过多，以减少施工和管理人员，少占用土地。

8）应考虑设备制造、设计周期、招标程序、技术与商务标书的准备条件，各标段先后实施的顺序等，合理安排分标规划。由于本工程工期短，设备采购宜单独招标，并尽早实施招标，以便设备制造尽早开始。

9）施工分标应有利于工程的土石方平衡，挖、填方关系密切的项目应尽可能在同一标内。

### 15.2.2 标段划分和招标顺序

根据本风电场的装机规模和施工工期的安排，拟按以下顺序划分标段：

1）工程勘察、设计招标，建议1个标段，为部分招标；

2）工程监理招标，建议1个标段，为全部招标；

3）风力发电机组及附属设备招标，建议分为风力发电机组、风机塔筒、箱式变电站、其他附属设备等4个标段，为全部招标；

4）其他机电设备招标，建议分为主变压器、高压开关柜、综合自动化系统、其他机电设备等4个标段，为全部招标；

5）土建工程、安装工程标段，建议分为变电站土建工程、变电站电气设备安装工程、风机基础及场内道路工程、风机及箱变安装工程等4个标段，为全部招标。

## 15.3 招标组织形式

建议风力发电机组标段采用委托招标形式，由建设单位委托有资质的招标代理单位组织招标，其余标段由建设单位自行组织招标，并需按照《工程建设项目自行招标试行办法》（国家发展计划委员会令第5号）规定报送书面材料。

## 15.4 招标方式

鉴于目前国内风力发电市场勘察设计、设备供货、施工安装等日趋完善并成熟，可全部采用公开招标方式进行。

招标情况一览表见表15-1。

表15-1 招标情况一览表

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 招标范围 | | 招标组织形式 | | 招标方式 | | 不采用招标方式 |
|  | 全部招标 | 部分招标 | 自行招标 | 委托招标 | 公开招标 | 邀请招标 |  |
| 勘察 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 设计 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 建筑工程 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 安装工程 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 监理 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 主要设备 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 重要材料 | √ |  |  | √ | √ |  |  |
| 其他 |  |  |  |  |  |  |  |