

南昌深能新能源有限公司  
新建区联圩分散式风电项目

**安全预评价报告**  
**(终稿)**

南昌安达安全技术咨询有限公司

资质证书编号:APJ- (赣) -004

二〇二三年五月十九日

## 资质页

南昌深能新能源有限公司

新建区联圩分散式风电项目

安全预评价报告

(终稿)

法定代表人：马 浩

技术负责人：王多余

项目负责人：邹文斌

评价完成时间：二〇二三年五月十九日

## 评价人员

	姓名	资格证书号	从业登记 编号	签字
项目负责人	邹文斌	S011032000110192001449	024656	
项目组成员	王 干	S011032000110192001419	035905	
	周水波	S011044000110192002624	023583	
报告编制人	邹文斌	S011032000110192001449	024656	
	周水波	S011044000110192002624	023583	
报告审核人	胡南云	S011035000110201000574	019541	
过程控制负责人	尧赛民	1600000000300934	029672	
技术负责人	王多余	1200000000100048	024062	

参与人员：

南昌深能新能源有限公司  
新建区联圩分散式风电项目  
安全预评价报告评审会议现场签到表

### 安全预评价报告评审会议现场签到表

南昌深能新能源有限公司  
新建区联圩分散式风电项目  
安全预评价报告专家组评审意见

根据《中华人民共和国安全生产法》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安监总局 36 号令，2015 年修改版）及国家有关部门关于加强建设项目建设安全设施“三同时”的有关规定，2023 年 5 月 13 日，南昌深能新能源有限公司组织有关单位和专家，对南昌安达安全技术咨询有限公司编制的《南昌深能新能源有限公司新建区联圩分散式风电项目安全预评价报告》（以下简称《报告》）进行技术评审。南昌市新建区应急局派员参会。会上建设单位介绍了项目情况，评价机构说明了报告的编制情况，与会人员认真审查了《报告》，经充分讨论形成以下意见：

一、项目情况

项目 2020 年 8 月 14 日取得由南昌市行政审批局出具的《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》（洪行审投字[2020]218 号），项目代码：2019-360100-44-02-032314。项目建设地址在江西省南昌市新建区建设新建区联圩。

拟建项目拟安装装机总容量为 50MW，10 台 5.0MW WTG3 型风力发电机组；新建一座 110kV 升压站、50MVA 变压器 1 台，35kV 配电装置，动态无功补偿装置。年理论发电量为 14652 万 kWh，年设计发电量为 13490 万 kWh，年上网电量为 10387 万 kWh，年等效满负荷小时数为 2077h。拟建项目涉及到的危险、有害物质有六氟化硫、绝缘油、液压油、润滑油、柴油、乙炔、氧气等，储存单元和生产单元未构成危险化学品重大危险源，主要危险、有害因素为高处坠落、物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、火灾、爆炸、坍塌、中毒和窒息等。

二、《报告》基本遵循《风电场工程安全预评价报告编制规程》（NB/T 31028-2012），引用的法律、法规、标准、规范准确。分析了项目危险有害因素，评价单元划分合理，选择的评价方法恰当，进行了定性定量评价，针对项目实际提出了相应的安全对策措施，评价结论符合项目实际。

三、该《报告》尚存在以下不足，评价机构应对《报告》进行修改完善：

- 1、补充完善评价依据；
- 2、准确界定评价范围（如 110KV 线路、储能站不在评价范围）；

- 3、完善自然条件情况说明；
- 4、补充完善集电线路情况介绍，并完善相应评价内容；
- 5、完善危险有害因素分析；
- 6、完善设备一览表；
- 7、完善有针对性的安全对策措施；
- 8、补充完善相关附件；
- 9、专家提出的其他意见。

四、项目建设必须认真贯彻安全设施“三同时”原则，落实《报告》提出的各项安全设施和措施，确保各项安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产使用。

综上所述，专家组同意《报告》对上述问题修改完善后通过技术评审。

专家组：

2023年5月13日

## 专家意见修改说明

根据专家组于 2023 年 5 月 13 日出具的《南昌深能新能源有限公司新建区联圩分散式风电项目安全预评价报告专家组评审意见》，对此评价报告进行了修改，特做如下说明：

序号	专家意见	修改完善情况	所在章节位置
1	补充完善评价依据；	已修改完善	见 P2-P10
2	准确界定评价范围（如 110KV 线路、储能站不在评价范围）；	已修改完善	见 P1
3	完善自然条件情况说明；	已修改完善	见 P16-P18
4	补充完善集电线路情况介绍，并完善相应评价内容；	已修改完善	见 P28-P29
5	完善危险有害因素分析；	已修改完善	见 P80-P84
6	完善设备一览表；	已修改完善	见 P47-P58
7	完善有针对性的安全对策措施；	已修改完善	见 P204-P209
8	补充完善相关附件；	已修改完善	见附件
9	专家提出的其他意见。	已修改完善	见全文

### 审查情况单

南昌深能新能源有限公司于2023年5月13日组织有关单位和专家，对《南昌深能新能源有限公司新建区联圩分散式风电项目安全预评价报告》进行报告技术评审。

根据专家组意见，评价单位按照专家意见进行了修改完善，专家组对报告修改稿进行了复核，报告已修改到位。

专家组：

凌长华 刘云  
2023年5月19日

南昌深能新能源有限公司  
新建区联圩分散式风电项目  
安全评价技术服务承诺书

一、在拟建项目安全评价活动过程中，我单位严格遵守《安全生产法》及相关法律、法规和标准的要求。

二、在拟建项目安全评价活动过程中，我单位作为第三方，未受到任何组织和个人的干预和影响，依法独立开展工作，保证了技术服务活动的客观公正性。

三、我单位按照实事求是的原则，对拟建项目进行安全评价，确保出具的报告均真实有效，报告所提出的措施具有针对性、有效性和可行性。

四、我单位对拟建项目安全评价报告中结论性内容承担法律责任。

南昌安达安全技术咨询有限公司

2023年5月19日

# 规范安全生产中介行为的九条禁令

赣安监管规划字〔2017〕178号

一、禁止从事安全生产和职业卫生服务的中介服务机构（以下统称中介机构）租借资质证书、非法挂靠、转包服务项目的行为；

二、禁止中介机构假借、冒用他人名义要求服务对象接受有偿服务，或者恶意低价竞争以及采取串标、围标等不正当竞争手段，扰乱技术服务市场秩序的行为；

三、禁止中介机构出具虚假或漏项、缺项技术报告的行为；

四、禁止中介机构出租、出借资格证书、在报告上冒用他人签名的行为；

五、禁止中介机构有应到而不到现场开展技术服务的行为；

六、禁止安全生产监管部门及其工作人员要求生产经营单位接受指定的中介机构开展技术服务的行为；

七、禁止安全生产监管部门及其工作人员没有法律依据组织由生产经营单位或机构支付费用的行政性评审的行为；

八、禁止安全生产监管部门及其工作人员干预市场定价，违规擅自出台技术服务收费标准的行为；

九、禁止安全生产监管部门及其工作人员参与、擅自干预中介机构从业活动，或者有获取不正当利益的行为。

## 前 言

新建区联圩分散式风电项目为南昌深能新能源有限公司投资建设工程。南昌市新建区位于江西省中部偏北，南昌市西北部，赣江下游西岸，鄱阳湖的南面，地理坐标东经  $115^{\circ} 31' - 116^{\circ} 25'$ 、北纬  $28^{\circ} 21' 10'' - 29^{\circ} 10' 50''$ 。区境狭长，东南到西北约 22km，西南至东北约长 112km，总面积  $2337.84\text{km}^2$ 。风电场地形整体较平坦，海拔高度在 10~50m 之间，场区地貌以村庄、农田、河道为主，风电场规划装机容量 50MW，共设 10 台 5.0MW 风力发电机组。本风电场配套新建一座 110kV 升压站。

风电场拟安装 10 台单机容量为 5.0MW 的风电机组，总装机容量 50MW，拟在风电场区附近新建一座 110kV 升压站，以 1 回 110kV 线路接入象山变 110kV 母线，新建线路长度约 13km。拟建项目分两期建设，本期(一期)与二期工程以 110kV GIS 进线间隔为界，110kV GIS 出线以及 110kV GIS 至本期新建的风机部分属于一期设计范围。一期预留好二期 GIS 进线间隔场地、主变场地、35kV 开关柜场地。

根据《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2017) 及《<国民经济行业分类>国家标准第 1 号修改单》(GB/T 4754-2017/XG1-2019)，拟建项目属于电力、热力、燃气及水生产和供应业(分类代码 D4415 风力发电)。拟建项目于 2019 年 12 月 13 日取得由江西省能源局出具的《江西省能源局关于下达 2019 年新建区联圩分散式风电项目开发建设方案的通知》(赣能新能字[2019]156 号)。于 2020 年 8 月 14 日取得由南昌市行政审批局出具的《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》(洪行审投字[2020]218 号)，项目代码：2019-360100-44-02-032314，关于建设装机容量 50MW、项目总投资约 39710 万元，在江西省南昌市新建区建设新建区联圩分散式风电项目。

为贯彻执行《中华人民共和国安全生产法》(国家主席令[2021]第 88 号) 关于建设项目(工程)安全设施“三同时”的规定，实现建设项目的本质安全，根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(国

家安全监管总局 36 号令, 2015 年修改版) 等的要求, 受南昌深能新能源有限公司委托, 南昌安达安全技术咨询有限公司承担了新建区联圩分散式风电项目的安全预评价工作。本次预评价工作是在中国电建华东勘测设计研究院有限公司编制的《新建区联圩分散式风电项目可行性研究报告》等技术资料的基础上, 依据相关法律、法规、规章、标准及规范等的要求进行的。针对项目的具体情况, 评价组通过现场勘察和认真细致的分析和评价, 编制了《南昌深能新能源有限公司新建区联圩分散式风电项目安全预评价报告》。本评价报告可为建设单位和设计单位提供决策参考; 同时为政府应急管理等部门的监督管理提供参考。

在本评价报告的编制过程中, 得到了南昌深能新能源有限公司以及有关单位的领导、专家的大力支持和协助, 在此一并表示诚挚的感谢。

**关键词:** 风力发电 预评价

## 目 录

1 编制说明 .....	1
1.1 预评价目的、范围和工作程序 .....	1
1.2 评价依据 .....	3
1.3 建设单位简介 .....	11
2 建设项目概况 .....	13
2.1 工程概述 .....	13
2.2 工程地理位置及周边环境 .....	16
2.3 风能资源 .....	18
2.4 水文气象 .....	19
2.5 工程地质 .....	21
2.6 项目任务与规模 .....	23
2.7 工艺流程 .....	23
2.8 风电场场址选择及总体布置 .....	24
2.9 风电机组型号及布置 .....	25
2.10 电气 .....	28
2.11 土建工程 .....	58
2.12 公用工程 .....	63
2.13 消防 .....	64
2.14 施工组织 .....	69
2.15 投资估算 .....	76
2.16 工程特性表 .....	76
3 主要危险、有害因素识别与分析 .....	80
3.1 辨识与分析危险、有害因素的依据 .....	80
3.2 周边环境危险、有害因素辨识与分析 .....	85
3.3 场址选择和总平面布置危险、有害因素辨识与分析 .....	85
3.4 主要建（构）筑物危险、有害因素辨识与分析 .....	87
3.5 主要设备危险、有害因素辨识与分析 .....	92
3.6 生产过程中的危险、有害因素辨识与分析 .....	104

3.7 生产作业场所有害因素辨识与分析 .....	111
3.8 有限空间作业场所危险、有害因素辨识与分析 .....	113
3.9 场内道路交通危险、有害因素辨识与分析 .....	114
3.10 安全管理危险、有害因素辨识与分析 .....	114
3.11 主要危险、有害因素种类及分布表 .....	116
3.12 施工期危险、有害因素辨识与分析 .....	117
3.13 重大危险源及特殊化学品辨识 .....	124
3.14 事故案例 .....	128
4 评价单元划分及评价方法的选择 .....	133
4.1 评价单元的划分原则 .....	133
4.2 评价单元的划分 .....	133
4.3 评价方法的选择 .....	134
4.4 各单元评价方法选择 .....	136
5 定性、定量评价 .....	138
5.1 建设项目规划符合性评价单元 .....	138
5.2 场址选择、总平面布置单元评价 .....	140
5.3 自然环境和社会环境单元评价 .....	145
5.4 主要建（构）筑物土建单元评价 .....	149
5.5 风力发电机组单元评价 .....	153
5.6 集电线路单元评价 .....	157
5.7 升压站单元评价 .....	160
5.8 控制和保护系统单元、安全监测单元 .....	166
5.9 特种设备单元 .....	172
5.10 消防系统单元 .....	173
5.11 交通工程单元 .....	177
5.12 公用工程单元 .....	179
5.13 生产过程单元 .....	180
5.14 作业环境单元 .....	185
5.15 安全管理单元 .....	188

5.16 风电场并网影响单元 .....	190
5.17 施工单元 .....	192
5.18 小结综述 .....	200
6 安全对策措施建议 .....	204
6.1 安全对策措施建议的依据、原则 .....	204
6.2 安全对策措施 .....	204
6.3 安全管理对策措施 .....	230
6.4 施工期间的安全对策措施 .....	234
7 事故应急救援预案 编制原则及框架要求 .....	241
7.1 事故应急预案的定义及总体目标 .....	241
7.2 应急预案编制要求和依据 .....	241
7.3 应急预案编制程序 .....	242
7.4 应急预案体系的构成及其主要内容 .....	242
7.5 拟建项目应编制的主要事故应急预案 .....	243
8 安全专项工程投资估算 .....	246
8.1 编制依据 .....	246
8.2 价格水平年 .....	246
8.3 安全专项工程量 .....	246
8.4 投资估算 .....	246
9 安全预评价结论 .....	248
9.1 主要危险、有害因素评价结果 .....	248
9.2 应重点防范的重大危险有害因素 .....	249
9.3 应重视的重要安全对策措施建议 .....	249
9.4 危险、有害因素在采取安全对策措施后的受控程度 .....	250
9.5 法律、法规、标准、规章、规范的符合性 .....	250
9.6 安全预评价结论 .....	251
10 附件 .....	252

## 1 编制说明

### 1.1 预评价目的、范围和工作程序

#### 1.1.1 预评价目的

本次安全预评价是以新建区联圩分散式风电项目为研究对象，依据建设项目可行性研究报告的内容，在可行性研究阶段之后和初步设计之前，运用科学方法查找、分析和预测项目（工程）存在的危险、有害因素及可能导致的危险、有害后果和程度，提出合理可行的安全对策措施，指导危险源控制和事故预防，以寻求最低事故率、最低职业危害、最少的事故损失和最优的安全投资效益。本评价报告旨在提高新建区联圩镇分散式风电项目的本质安全度和安全管理方面，为建设单位和设计单位提供决策参考；同时为主管或者有关部门对本建设项目的安全监督管理提供科学依据。

#### 1.1.2 评价范围

本次预评价的对象为新建区联圩分散式风电项目，评价范围主要包括：总装机容量 50MW，包含 10 台单机容量为 5.0MW 的风力发电机组；箱式变压器、110kV 升压站建（构）筑物及室内外配电装置、35kV 集电线路、安全生产管理等。涉及场址选址及总体布置、建构筑物、风力发电机组、电气设备、集电线路、进场和场内道路、施工安全、作业环境等；**110kV 线路、储能站不在本次评价范围，只做概述性描述。**

#### 1.1.3 评价程序

按照《安全预评价导则》（AQ8002-2007）的规定，本次安全预评价工作程序为：前期准备、辨识与分析危险有害因素、划分评价单元、选择评价方法、定性定量评价、提出安全对策措施建议、作出安全预评价结论、编制安全预评价报告。详见图 1-1。

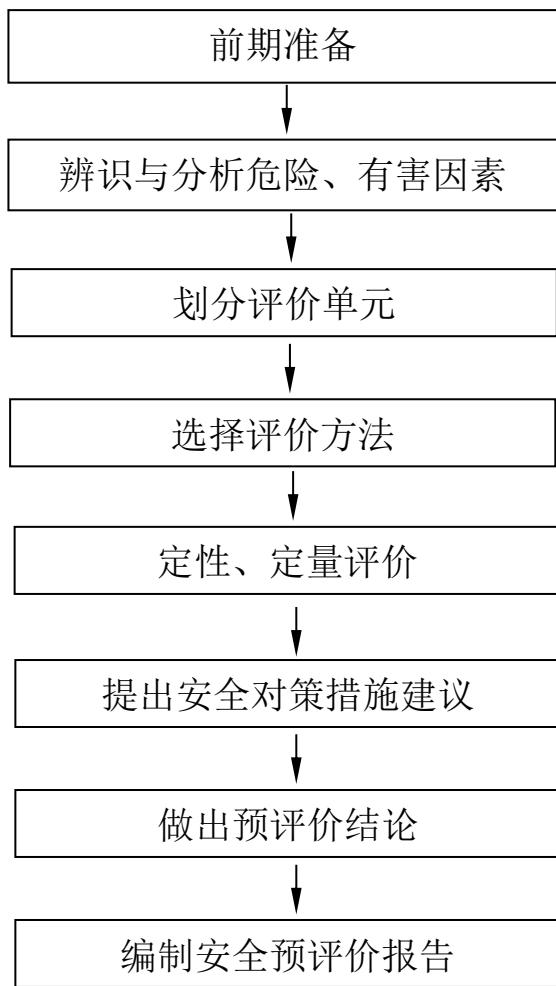


图 1-1 安全预评价程序图

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》

（主席令〔2014〕第13号，2021年第88号修订）

《中华人民共和国劳动法》（主席令〔1994〕第28号颁布，主席令〔2009〕第18号修订，主席令〔2018〕第24号修订）

《中华人民共和国电力法》（主席令〔1995〕第60号，2018年修订）

《中华人民共和国消防法》（主席令〔2008〕第6号，主席令〔2019〕第29号修订，主席令〔2021〕第81号修订）

《中华人民共和国职业病防治法》

主席令〔2017〕第81号令2019年修正

《中华人民共和国环境保护法》（国家主席令〔2014〕第9号，中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议于2014年4月24日修订通过，自2015年1月1日起施行）

《中华人民共和国节约能源法》

（主席令〔2007〕第77号，2018年修订）

《中华人民共和国特种设备安全法》

（主席令〔2013〕第4号，2013年6月29日第十二届全国人民代表大会常务委员会第三次会议通过，2014年1月1日起实施）

《中华人民共和国建筑法》（主席令〔1997〕第91号颁布，主席令〔2011〕第46号修订，主席令〔2019〕第29号修订）

《中华人民共和国国防洪法》（国家主席令〔1997〕第88号，根据2016年7月2日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议《全国人民代表大会常务委员会关于修改〈中华人民共和国节约能源法〉等六部法律的决定》第三次修正）

《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令〔2007〕第

69号,由中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第二十九次会议于2007年8月30日通过,自2007年11月1日起施行)

《工伤保险条例》(国务院令第586号,2011年1月1日起施行)

《劳动保障监察条例》

(国务院令第423号,2004年12月1日起施行)

《中华人民共和国监控化学品管理条例》

(国务院令第190号,1995年12月27日起施行,2011年588号令修订)

《易制毒化学品管理条例》

(国务院令第445号,2005年11月1日更新,2018年703号令修订)

《建设工程安全生产管理条例》(国务院令[2003]第393号,2003年11月12日国务院第28次常务会议通过,自2004年2月1日起施行)

《地质灾害防治条例》(国务院令[2003]第394号,2003

年11月19日国务院第29次常务会议通过,自2004年3月1日起施行)

《电力安全事故应急处置和调查处理条例》(国务院令第599号)

《生产安全事故应急条例》(国务院708号令2018年12月5日国务院第33次常务会议通过,现予公布,自2019年4月1日起施行)

《电力设施保护条例》(国务院令第239号)

《特种设备安全监察条例》(国务院令[2009]第549号,2009年1月14日国务院第46次常务会议签署,自2009年5月1日起实施)

《女职工劳动保护特别规定》(国务院令[2012]第619号,经2012年4月18日国务院第200次常务会议通过,自公布之日起施行)

## 1.2.2 国家及省规范性文件

《国务院安委会关于印发《全国安全生产专项整治三年行动计划》的通知》(安委[2020]3号)

《生产安全事故应急预案管理办法》

(应急部2号令,2019年6月24

日应急管理部第 20 次部务会议审议通过, 2019 年 9 月 1 日起施行)  
《产业结构调整指导目录(2019 年本)》  
(发展和改革委员会令第 29 号)  
《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录(2019 年本)〉  
的决定》  
(发展和改革委员会令[2021]第 49 号)  
《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》  
(国发〔2010〕23 号)  
《国务院关于坚持科学发展安全发展促进安全生产形势持续稳定好  
转的意见》  
(国发〔2011〕40 号)  
《危险化学品目录》(2015 年版)  
(国家安监总局等十部门 2015 年第 5 号)  
(应急管理部办公厅关于修改《危险化学品目录(2015 版)实施指  
南(试行)》涉及柴油部分内容的通知)  
应急厅函〔2022〕300 号  
《各类监控化学品名录》  
(国家工业和信息化部 52 号令)  
《特别管控危险化学品目录(第一版)》  
(应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部 2020 年第 3 号公告)  
《高毒物品目录(2003 年版)》(原卫生部卫法监发〔2003〕142 号)  
《易制爆危险化学品目录(2017 年版)》(公安部公告〔2017.5.11〕)  
《国家安全监管总局关于公布首批重点监管的危险化学品目录的通  
知》  
(国家安全生产监督管理总局安监总管三〔2011〕95 号)  
《国家安全监管总局关于公布第二批重点监管危险化学品目录的通  
知》  
(原国家安全生产监督管理总局安监总管三〔2013〕12 号)  
《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》30 号公布, 63 号一次  
修正, 80 号二次修正  
(国家安监总局令第 80 号 2015 年修订)  
《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》

(2010 年 12 月 14 日国家安监

总局令第 36 号公布, 根据 2015 年 4 月 2 日国家安监总局令第 77 号修正)

《国家安全监管总局关于修改<生产安全事故报告和调查处理条例>罚款  
处罚暂行规定》 (国家安全生产监督管理总局令 2011 年第 42 号)

《生产经营单位安全培训规定》 (国家安监总局令[2006]第 3 号)

《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》

(国家安监总局令[2013]

第 59 号, 根据 2015 年 5 月 29 日国家安监总局令第 80 号修正)

《工贸企业重大事故隐患判定标准》

(国家应急管理部令[2023]第 10 号)

《工贸行业重点可燃性粉尘目录(2015 版)》

(安监总管四〔2015〕84 号)

《防雷减灾管理办法》 (中国气象局令第 8 号)

《特种设备目录》 (质监总局 2014 年第 114 号)

《国家质量监督检验检疫总局关于修改<特种设备作业人员监督管  
理办法>的决定》 (国家质量监督检验检疫总局令第 140 号)

《部分工业行业淘汰落后生产工艺装备和产品指导目录(2010 年  
本)》 (中华人民共和国工业和信息化部工产业[2010]第 122 号)

《国家安监总局办公厅关于印发淘汰落后与推广先进安全技术  
装备目录管理办法的通知》 (安监总厅科技〔2015〕43 号)

《国家安监总局关于印发淘汰落后安全技术装备目录(2015 年  
第一批)的通知》 (安监总科技〔2015〕75 号)

《国家安监总局关于印发淘汰落后安全技术工艺、设备目录  
(2016 年)的通知》 (安监总科技〔2016〕137 号)

《国家安监总局关于进一步加强企业安全生产规范化建设严格  
落实企业安全生产主体责任的指导意见》 (安监总办[2010]139 号)

《国家安监总局关于贯彻落实国务院<通知>精神强化安全生产

综合监管工作的指导意见》

（国家安全生产监督管理总局管二〔2010〕203号）

《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资〔2022〕136号）

《防止电力生产事故的二十五项重点要求》

（国能安全〔2014〕161号）

《国家能源局关于防范人身伤亡事故的指导意见》

（国能安全〔2013〕427号）

《电力企业应急预案评审与备案细则》（国能综安全〔2014〕953号）

《电力企业应急预案管理办法》（国能安全〔2014〕508号）

《电力行业信息安全等级保护管理办法》（国能安全〔2014〕318号）

《江西省安全生产条例》（2007年3月29日江西省第十届人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过，2017年7月26日江西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十四次会议修订，2017年10月1日起实行）

《江西省消防条例》（江西省人大常委会公号第57号，2010年11月9日起实施，2018年7月27日江西省第十三届人民代表大会常务委员会第四次会议第五次修正，2020年第六次修正）

《江西省电力设施保护办法》（江西省人民政府令〔2012〕第200号修正）

《江西省生产安全事故隐患排查治理办法》

（江西省人民政府第238号令）

《江西省人民政府办公厅关于印发鄱阳湖生态环境综合整治三年行动计划（2018—2020年）的通知》（江西省人民政府赣府厅字〔2018〕56号）

《江西省人民政府关于进一步加强企业安全生产工作的实施意见》

（赣府发〔2010〕32号）

### 1.2.3 相关标准、规范

《风力发电场设计规范》	(GB51096-2015)
《风电场工程安全预评价报告编制规程》	(NB/T 31028-2012)
《风电场工程电气设计规范》	(NB/T 31026-2022)
《风力发电机组 第1部分：通用技术条件》	(GB/T19960. 1-2005)
《工业企业总平面设计规范》	(GB50187-2012)
《风电场工程等级划分及设计安全标准》	FD 002-2007
《建筑物防雷设计规范》	(GB50057-2010)
《建筑物电子信息系统防雷技术规范》	(GB50343-2012)
《建筑抗震设计规范》	(GB50011-2010)
《防洪标准》	(GB50201-2014)
《建筑设计防火规范(2018版)》	(GB50016-2014)
《火力发电厂与变电站设计防火标准》	(GB50229-2019)
《35kV~110kV变电站设计规范》	(GB50059-2011)
《3kV~110kV高压配电装置设计技术规范》	(GB50060-2008)
《绝缘配合 第1部分：定义、原则和规则》	(GB311. 1-2012)
《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第1部分：定义、信息和一般原则》	(GB/T26218. 1-2010)
《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定第2部分：交流系统用瓷和玻璃绝缘子》	(GB/T26218. 2-2010)
《污秽条件下使用的高压绝缘子的选择和尺寸确定 第3部分：交流系统用复合绝缘子》	(GB/T26218. 3-2011)
《危险化学品重大危险源辨识》	(GB18218-2018)
《火灾自动报警系统设计规范》	(GB50116-2013)
《用电安全导则》	(GB/T13869-2017)
《低压配电设计规范》	(GB50054-2011)
《供配电系统设计规范》	(GB50052-2009)
《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》	(GB 50150-2016)

- 《防止静电事故通用导则》 (GB12158-2006)
- 《建筑照明设计标准》 (GB50034-2013)
- 《建筑地基基础设计规范》 (GB50007-2011)
- 《建筑边坡工程技术规程》 (GB50330-2013)
- 《陆上风电场工程概算定额》 (NB/T31010-2019)
- 《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》 (NB/T31011-2019)
- 《工作场所职业病危害作业分级第1部分:生产性粉尘》 (GBZ/T229.1-2010)
- 《工作场所职业病危害作业分级第2部分:化学物》 (GBZ/T 229.2-2010)
- 《工作场所职业病危害作业分级第3部分:高温》 (GBZ/T-229.3-2010)
- 《工作场所职业病危害作业分级第4部分:噪声》 (GBZ/T-229.4-2012)
- 《风力发电机组 雷电防护》 (GB/Z 25427-2010)
- 《雷电防护第1部分:总则》 (GB/T21714.1-2015)
- 《雷电防护第2部分:风险管理》 (GB/T21714.2-2015)
- 《雷电防护第3部分:建筑物的物理损坏和生命危险》 (GB/T21714.3-2015)
- 《雷电防护第4部分:建筑物内电气和电子系统》 (GB/T21714.4-2015)
- 《建筑灭火器配置设计规范》 (GB50140-2005)
- 《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》 (GB/T8905-2012)
- 《起重机、安全标志和危险图形符号 总则》 (GB/T15052-2010)
- 《电力设施抗震设计规范》 (GB50260-2013)
- 《继电保护和安全自动装置技术规程》 (GB/T14285-2006)

- |                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| 《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》  | (GB26860-2011)    |
| 《电力安全工作规程 电力线路部分》       | (GB26859-2011)    |
| 《交流电气装置的接地设计规范》         | (GB/T50065-2011)  |
| 《气体灭火系统设计规范》            | (GB50370-2005)    |
| 《干粉灭火系统设计规范》            | (GB50347-2004)    |
| 《安全标志及其使用导则》            | (GB2894-2008)     |
| 《生产过程危险和有害因素分类与代码》      | (GB/T13681-2022)  |
| 《企业职工伤亡事故分类》            | (GB6441-1986)     |
| 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》  | (GB/T29639-2020)  |
| 《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》 | (GB/T 50064-2014) |
| 《风力发电场运行规程》             | (DL/T666-2012)    |
| 《风力发电场安全规程》             | (DL/T796-2012)    |
| 《风力发电场检修规程》             | (DL/T797-2012)    |
| 《风力发电工程施工组织设计规范》        | (DL/T5384-2007)   |
| 《变电站和换流站给水排水设计规程》       | (DL/T 5143-2018)  |
| 《电力设备典型消防规程》            | (DL5027-2015)     |
| 《电力工程地下金属构筑物防腐技术导则》     | (DL/T5394-2021)   |
| 《电力设备预防性试验规程》           | (DL/T596-2021)    |
| 《接地装置特性参数测量导则》          | (DL/T475-2017)    |
| 《电力系统调度自动化设计规程》         | (DL/T5003-2017)   |
| 《电力系统安全稳定导则》            | GB 38755-2019     |
| 《电力建设安全工作规程 第2部分 电力线路》  | (DL5009.2-2013)   |
| 《电力建设安全工作规程 第3部分 变电站》   | (DL5009.3-2013)   |
| 《风电场设计防火规范》             | (NB 31089-2016)   |
| 《风力发电机组接地技术规范》          | (NB/T 31056-2014) |

《危险场所电气防爆安全规范》	(AQ3009-2007)
《安全评价通则》	(AQ8001-2007)
《安全预评价导则》	(AQ8002-2007)

### 1.3 建设单位简介

南昌深能新能源有限公司成立于 2020 年 01 月 21 日，注册地位于江西省南昌市新建区长堎镇解放路 50 号 2 栋东单元七楼东套。企业类型：有限责任公司；法定代表人：张馨文；经营范围：光电一体化技术研发，新能源发电工程设计服务；太阳能发电；风力发电。

南昌深能新能源有限公司属于深能南京能源控股有限公司全资子公司，主要负责新建区联圩分散式风电项目建设运营工作。深圳能源集团股份有限公司前身系深圳能源投资股份有限公司，成立于 1993 年 1 月，由深圳市能源集团有限公司（成立于 1991 年 6 月）作为发起人而募集设立，是全国电力行业第一家在深圳上市的大型股份制企业，也是深圳市第一家上市的公用事业股份公司。深圳能源现辖 20 余家成员企业，是一家以电为主，能源环保、金融等相关产业综合发展的集团公司，在深圳市国有企业综合实力排名中位居第一，连续多年入选中国工业企业 500 强。深能南京能源控股有限公司于 2013 年 11 月成立，是深圳能源全资的能源开发投资平台，致力于江苏、山东、安徽、河南、湖北等地区的能源项目开发。主要从事新能源和常规能源项目的投资、建设和运营。拥有深能邳州市太阳能发电有限公司、深能淮安中能环光伏电力有限公司、深能沛县协合新能源有限公司、深能泗洪协合新能源有限公司等全资和控股项目公司。作为深圳能源在华东区域能源项目的投资运营管理平台，公司目前已并网光伏容量为 75MW，在建风电项目有泗洪（49.5MW）风电项目，同时公司携手战略合作伙伴进行能源项目的广泛合作，通过新建、扩建和并购方式，获取该区域内能源项目投资的新局面，为深圳能源的战略发展做出贡献。

建设单位基本情况详见下表。

表 1.3-1 企业基本情况表

企业名称	南昌深能新能源有限公司		
注册地址	江西省南昌市新建区长堎镇解放路 50 号 2 栋东单元七楼东套		
法定代表人	张馨文	联系人	
企业类型	有限责任公司	联系电话	

## 2 建设项目概况

### 2.1 工程概述

深能南京能源控股有限公司于 2019 年 12 月 13 日取得由江西省能源局出具的《江西省能源局关于下达 2019 年新建区联圩分散式风电项目开发建设方案的通知》（赣能新能字[2019]156 号）。

深能南京能源控股有限公司于 2020 年 8 月 14 日取得由南昌市行政审批局出具的《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》（洪行审投字[2020]218 号），项目代码：

2019-360100-44-02-032314，关于建设装机容量 50MW、项目总投资约 39710 万元，在江西省南昌市新建区建设新建区联圩分散式风电项目。

新建区联圩分散式风电项目场址位于江西省南昌市新建区联圩镇境内，风电场位于南昌市城区东北面 33km，风场场址中心坐标：东经 116° 05' 29. 40"，北纬 28° 55' 53. 03"。

风电场拟安装 10 台单机容量为 5.0MW 的风电机组，总装机容量 50MW，拟在风电场区附近新建一座 110kV 升压站，以 1 回 110kV 线路接入象山变 110kV 母线，新建线路长度约 13km。拟建项目分两期建设，本期(一期)与二期工程以 110kV GIS 进线间隔为界，110kV GIS 出线以及 110kV GIS 至本期新建的风机部分属于一期设计范围。一期预留好二期 GIS 进线间隔场地、主变场地、35kV 开关柜场地。

项目名称：新建区联圩分散式风电项目（项目代码：  
2019-360100-44-02-032314）

项目性质：新建项目

建设单位：南昌深能新能源有限公司（统一社会信用代码：  
91360122MA394H7U9P）

建设地点：江西省南昌市新建区联圩镇

投资总额：39710 万元

公司类型：有限责任公司

法人代表：张馨文

分类代码：D4415，属于风力发电

建设规模：拟建项目装机总容量为 50MW，10 台 5.0MW WTG3 型风力发电机组；新建一座 110kV 升压站、50MVA 变压器 1 台，35kV 配电装置，动态无功补偿装置。年理论发电量为 14652 万 kWh，年设计发电量为 13490 万 kWh，年上网电量为 10387 万 kWh，年等效满负荷小时数为 2077h。

## 2.1.1 建设单位概况

南昌深能新能源有限公司成立于 2020 年 01 月 21 日，注册地位于江西省南昌市新建区长堎镇解放路 50 号 2 栋东单元七楼东套。企业类型：有限责任公司；法定代表人：张馨文；经营范围：光电一体化技术研发，新能源发电工程设计服务；太阳能发电；风力发电。

南昌深能新能源有限公司属于深能南京能源控股有限公司全资子公司，主要负责新建区联圩分散式风电项目建设运营工作。深圳能源集团股份有限公司前身系深圳能源投资股份有限公司，成立于 1993 年 1 月，由深圳市能源集团有限公司（成立于 1991 年 6 月）作为发起人而募集设立，是全国电力行业第一家在深圳上市的大型股份制企业，也是深圳市第一家上市的公用事业股份公司。圳能源现辖 20 余家成员企业，是一家以电为主，能源环保、金融等相关产业综合发展的集团公司，在深圳市国有企业综合实力排名中位居第一，连续多年入选中国工业企业 500 强。深能南京能源控股有限公司于 2013 年 11 月成立，是深圳能源全资的能源开发投资平台，致力于江苏、山东、安徽、河南、湖北等地区的能源项目开发。主要从事新能源和常规能源项目的投资、建设和运营。拥有深能邳州市太阳能发电有限公司、深能淮安中能环光伏电力有限公司、深能沛县协合新能源有限公司、深能泗洪协合新能源有限公司等全资和控股项目公司。作为深圳能源在华东区域能源项目的投资运营管理平台，

公司目前已并网光伏容量为 75MW，在建风电项目有泗洪（49.5MW）风电项目，同时公司携手战略合作伙伴进行能源项目的广泛合作，通过新建、扩建和并购方式，获取该区域内能源项目投资的新局面，为深圳能源的战略发展做出贡献。

## 2.1.2 建设项目概况

深能南京能源控股有限公司于 2019 年 12 月 13 日取得由江西省能源局出具的《江西省能源局关于下达 2019 年新建区联圩分散式风电项目开发建设方案的通知》（赣能新能字[2019]156 号）。

深能南京能源控股有限公司于 2020 年 8 月 14 日取得由南昌市行政审批局出具的《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》（洪行审投字[2020]218 号），项目代码：

2019-360100-44-02-032314，关于建设装机容量 50MW、项目总投资约 39710 万元，在江西省南昌市新建区建设新建区联圩分散式风电项目。

新建区联圩分散式风电项目场址位于江西省南昌市新建区联圩镇境内，风电场位于南昌市城区东北面 33km，风场场址中心坐标：东经 116° 05' 29.40"，北纬 28° 55' 53.03"。

风电场拟安装 10 台单机容量为 5.0MW 的风电机组，总装机容量 50MW，拟在风电场区附近新建一座 110kV 升压站，以 1 回 110kV 线路接入象山变 110kV 母线，新建线路长度约 13km。拟建项目分两期建设，本期（一期）与二期工程以 110kV GIS 进线间隔为界，110kV GIS 出线以及 110kV GIS 至本期新建的风机部分属于一期设计范围。一期预留好二期 GIS 进线间隔场地、主变场地、35kV 开关柜场地。

项目名称：新建区联圩分散式风电项目

项目性质：新建项目

建设单位：南昌深能新能源有限公司（统一社会信用代码：91360122MA394H7U9P）

建设地点：江西省南昌市新建区联圩镇

投资总额: 39710 万元

公司类型: 有限责任公司

法人代表: 张馨文

分类代码: D4415, 属于风力发电

建设规模: 拟建项目装机总容量为 50MW, 10 台 5.0MW WTG3 型风力发电机组; 新建一座 110kV 升压站、50MVA 变压器 1 台, 35kV 配电装置, 动态无功补偿装置。年理论发电量为 14652 万 kWh, 年设计发电量为 13490 万 kWh, 年上网电量为 10387 万 kWh, 年等效满负荷小时数为 2077h。

## 2.2 工程地理位置及周边环境

### 2.2.1 地理位置

南昌市新建区位于江西省中部偏北, 南昌市西北部, 赣江下游西岸, 鄱阳湖的南面, 地与坐标东  $115^{\circ} 31' - 116^{\circ} 25'$ 、北纬  $28^{\circ} 21' 10'' - 29^{\circ} 10' 50''$ 。区境狭长, 东南到西北约 22km, 西南至东北约长 112km, 总面积  $2337.84\text{km}^2$ 。风电场地形整体较平坦, 海拔高度在 10~50m 之间, 场区地貌以村庄、农田、河道为主。

新建区联圩分散式风电项目场址位于江西省南昌市新建区联圩镇境内, 风场位于南昌市城区东北面 33km。联圩分散式风电项目规划装机容量 50MW, 本期拟安装 10 台单机 5MW 风电机组。风场场址中心坐标: 东经  $116^{\circ} 05' 29.40''$ , 北纬  $28^{\circ} 55' 53.03''$ 。风电场场区范围如图 2-1。

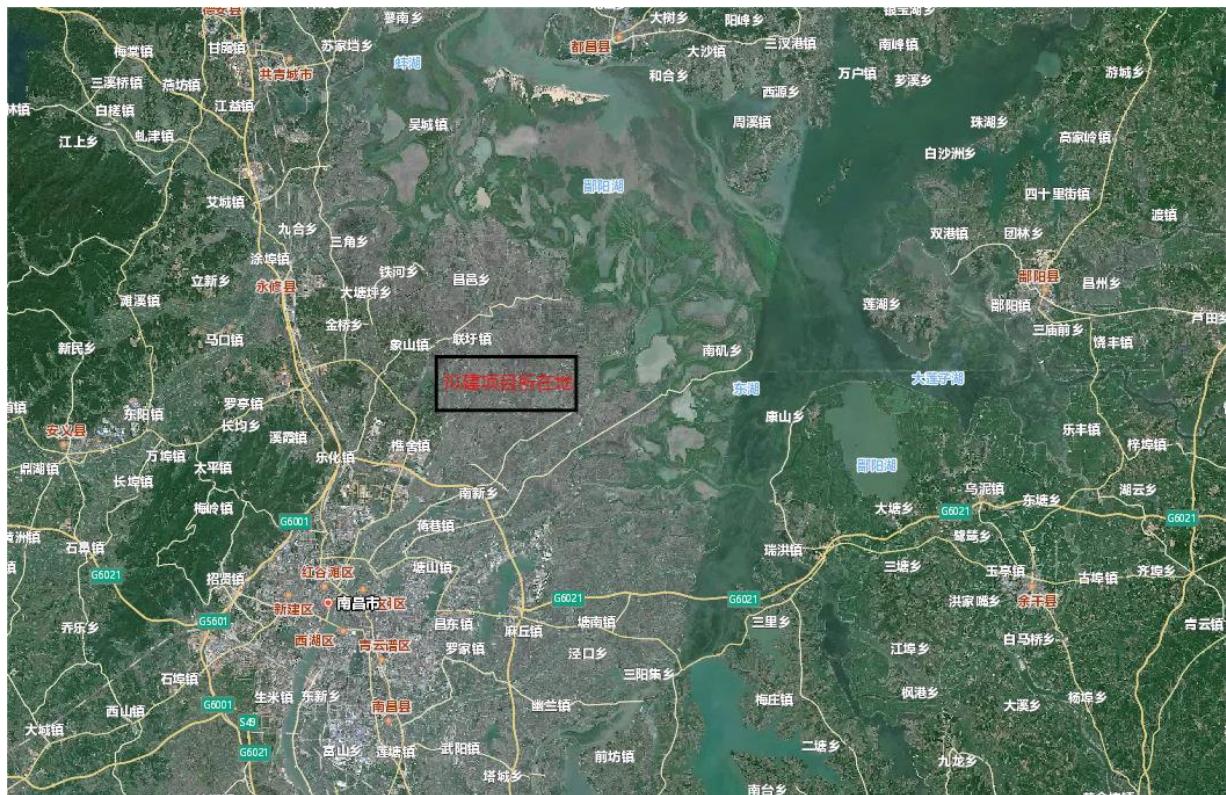


图 2-1 风电场场区范围

## 2.2.2 周边环境

拟建新建区联圩分散式风电项目位于江西省南昌市新建区联圩镇，毗邻 G6001 南昌绕城高速、G70 昌九高速，G6001 和 G70 高速公路是一级公路，和紫金大道、G105 国道、S101 省道、X044 县道组成陆路交通主骨架，距离南昌市约 36km，场内有简易道路通过，对外交通条件较好。

拟建项目区域内无军事设施，区域内及周边无其他风景名胜区及自然保护区等敏感目标，选址范围内及周边 1km 范围内无其他厂矿企业；项目选址范围内及周边 3km 范围内无其他炸药库、民爆器材厂等易燃易爆企事业单位。

根据民航江西监管局出具的《关于征求“新建区联圩分散式风电项目”净空审核意见的复函（赣监局发明电[2021]64 号）》，拟建“新建区联圩分散式风电项目”满足昌北机场飞行程序超障需求，详见附件。

根据南昌市自然资源局出具的《关于“新建区联圩分散式风电项目”范围矿权设置的复函（洪自然资地压备字[2020]6 号）》，拟建项目范

围内无采矿权和探矿权设置、无国家矿产地，详见附件。

根据南昌市自然资源局新建分局出具的《关于“新建区联圩分散式风电项目”建设用地范围压覆矿产资源的查询证明》，拟建项目范围内未设置有效采矿权，详见附件。

### 2.2.3 交通状况

新建区联圩分散式风电项目位于江西省南昌市新建区联圩镇，地理位置优越，交通便利。毗邻 G6001 南昌绕城高速、G70 昌九高速，G6001 和 G70 高速公路是一级公路，和紫金大道、G105 国道、S101 省道、X044 县道组成陆路交通主骨架。风电场所在位置为江西省南昌市新建区联圩镇附近，距离南昌市约 36km。

施工交通运输建议选择的运输路线为：

G6001 南昌绕城高速—杨家湖北—G105 国道—紫金大道—S101 省道—X044 县道—场内施工道路—机位；

拟建风电场的施工及检修道路以满足每台风电机组施工及安装要求为原则，永临结合。拟建风电场共需新建场内施工道路长约 3.6km，改建道路长约 7.4km。施工道路路基路面宽 5.5m/4.5m，平曲线最小转弯半径需满足风电机组叶片运输要求。设备运输完成后，需对沿田埂和塘梗路段进行复垦，保留 4.5m 道路及现有道路相结合，作为运营期检修道路。施工道路采用临时征地，检修道路采用长期征地。施工及检修道路采用泥结碎石路面，部分道路临水侧边坡需设置 10cm 厚 C25 混凝土护坡。改建水泥路加宽部分不设面层，采用建筑渣土回填与夯实，原有水泥路面破损后需修复。

### 2.3 风能资源

1、预装轮毂高度年平均风速和风功率密度：2932#测风塔 150m 高度年平均风速为 5.09m/s，风功率密度为 155W/m<sup>2</sup>；6837# 测风塔 150m 高度年平均风速为 5.34m/s，风功率密度为 187W/m<sup>2</sup>，风功率密度等级为

D-1 级。

2、平均风速与风功率密度年内变化：2932#测风塔 150m 高度主要风向为 N、NNE，相应频率为 24.8%、15.9%，主要风能风向为 N、NNE，相应频率为 37.3%、18.2%。6837#测风塔主要风向为 N、NNE，相应频率为 24.8%、15.3%，主要风能风向为 N、NNE，相应频率为 44.5%、21.8%。

从风速风功率日变化曲线上看，白天风速较小，夜晚风速较大，风功率密度的日变化情况与风速一致。

80m~100m 高度湍流强度分别在 0.1416~0.1579、0.1415~0.1577 之间；平均风速为 15m/s 时，80m~100m 高度湍流强度在 0.0863~0.1139、0.0628~0.1041，低于 IEC C 类(0.12)。本阶段推荐本风电场选用 IEC C 类及以上风电机组。

暂采用五倍风速法和风压法计算场区 50 年一遇最大风速作为参考。五倍风速法计算得到 2932#、6837#测风塔 150m 高度标准空气密度下 50 年一遇最大风速为 25.08m/s、26.30m/s；风压法计算得到场区 150m 高度标准空气密度下 50 年一遇最大风速为 37.1m/s。综上，本次暂推荐选用 IECIII类及以上风电机组，建议继续收集气象站资料，复核本次代表年分析以及 50 年一遇最大风速评估结论。

## 2.4 水文气象

### 2.4.1 气象条件

选取距离场区较近的南昌市新建区气象站作为参证站，新建区气象站正式成立于 1959 年，自建站以来，场址经过多次变迁。测风高度从建站至今均为离地 10m，气温、湿度为离地 1.5m 标准百叶箱气温、湿度。2004 年前为人工记录数据，2004 年之后为自动记录数据。目前收集到新建区气象站 1991 年至 2020 年的气象数据，此期间气象站距离场区中心约 37km，2021 年迁站后距离场区中心约 68km。新建区气象站多年气

象要素统计表见表 2.4-1:

表 2.4-1 新建区气象站多年气象要素统计表

项 目	单 位	指 标	发生时间
气温	多年平均	℃ 18.04	
	多年极端最高	℃ 42.2	1998 年
	多年极端最低	℃ -9.8	1991 年
气压	多年平均大气压	hPa 1010.8	
水汽压	多年平均水汽压	hPa 16.68	
降水量	多年平均降水量	mm 136.88	
	日最大降水量	mm 220.00	2020 年 7 月 8 日
湿度	多年平均相对湿度	% 72.17	
气温	多年平均	℃ 18.04	
特殊性天气	多年平均雨日数	d 176	
	多年平均雪日数	d 6	
	多年平均雾日数	d 6	
	多年平均雷暴日数	d 31	

## 2.4.2 水文地质条件

拟建场地地貌主要为农田和水塘、水渠，地形平坦，地势较低。水系发育，农田灌溉沟渠和鱼塘较多，总体上交通条件较为便利，局部由于河塘隔阻，交通不便。区域地貌单元主要为鄱阳盆地。

在勘探深度范围内，场址区的地基岩土主要由第四系全新统、上更新统冲积成因的粘性土和砂粉土组成。局部表层分布人工堆积成因的素填土。

场址区对工程建设有影响的地下水主要为孔隙潜水，在勘测期间测得的地下水初见水位埋深一般为 0.90~1.50m（相应高程为 13.44~

13.65m)，地下水稳定水位埋深为0.80~1.4m左右(相应高程为13.54~13.75m)。根据已有工程资料和调查访问的结果，站址区地下水位埋藏一般较浅，常年稳定水位埋深一般为0.00~1.50m，年变化幅度一般为1.50左右。历史最高地下水位埋深约0.00~0.50m，近3~5年最高地下水位埋深约0.00~0.50m。

拟建工程建筑场地类别属于II类，属对建筑抗震不利地段，场地稳定性为基本稳定。

## 2.5 工程地质

1. 根据国标《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，场区内II类场地基本地震动峰值加速度为0.05g，相当于地震基本烈度为VI度区，II类场地基本地震动加速度反应谱特征周期为0.35s，对照国标《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016年版)，对应设计地震分组为第一组。参照《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)(2016版)表3.2-2本地区抗震设防烈度为6度。拟建工程可不考虑地基土液化的影响。

2. 场址区内地表水及地下水对混凝土结构具微腐蚀性，对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性；地下水位以上的场地土对混凝土结构及钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性，对钢结构具强腐蚀性。

3. 拟建工程各风机基础均不宜采用天然地基方案，可考虑采用桩基方案，桩型可选择预制桩或者钻孔灌注桩。拟建工程风机桩基持力层可考虑选择⑤层中细砂、⑥层粗砾砂或埋深适宜的层④粉细砂作为风机桩基持力层使用。桩端进入持力层深度不宜小于2D，且桩端下持力层厚度不少于3D。当以层④粉细砂作为风机桩基持力层使用时若下部分布有层④A粉砂或层④B淤泥质粉质粘土须进行下卧层验算。

4. 场址内未发现压覆矿产及文物现象，在工程建设中若发现文物和古墓葬，应按《文物保护法》的有关规定及时报告，并按文物法的有关规定进行妥善保护或抢救性发掘。

5. 根据本次勘测结果,⑤层中细砂及⑥层粗砾砂呈密实状, 其对预制桩沉桩有一定影响, 需采用合适的贯入设备及引孔等辅助措施后沉桩或采用锤击沉桩方案, 如预制桩沉桩难度影响明显, 可考虑选择灌注桩方案。

6. 当选择预制桩方案时应于施工前进行试桩以确定其适用性, 施工时应选择合适的施工工艺, 确保沉桩的顺利进行。

7. 灌注桩一般可选用旋挖或冲击(成孔的)灌注桩方案。另外, 地基土层中分布

砂粉土, 特别是⑤层中细砂及⑥层粗砾砂, 极易出现塌孔现象, 应做好泥浆护壁工作, 避免出现塌孔、缩孔等影响桩身质量问题。施工前建议进行试沉桩以确保桩基施工质量。

8. 钻(冲)孔灌注桩在成孔过程中, 会排放大量泥浆, 其对周围环境造成一定影响, 在施工期间及其结束之后, 应作好泥浆的处理问题, 以免对周围环境造成破坏。

9. 部分风机位于塘中, 塘底分布一定厚度的淤泥, 施工时应采取清除措施, 避免对施工及基础稳定的影响。同时地形条件对大型施工机械设备有所限制, 施工组织方案设计需考虑其不利影响。

10. 风电场内部分机位邻近灌溉沟渠, 因此, 基坑开挖时应选用合适的开挖坡率, 必要时可采用恰当的支护措施, 防止因坑壁土体变形过大影响基坑周围既有设施的正常使用。在雨季施工时更应加强排水、并对基坑坑壁以及坑底土体予以妥善防护, 防止基坑发生坑壁坍塌以及坑底土体扰动破坏等不良问题。

11. 当场地内先成桩后开挖基坑时, 必须合理安排基坑挖土顺序和控制分层开挖的深度, 防止土体侧移对桩产生影响。

根据江西省地质环境调查研究院出具的《江西省地质灾害危险性评估项目备案表》, 评估等级为一级。

## 2.6 项目任务与规模

### 工程任务

根据风电场所在地区域经济发展状况及电力等发展规划，结合风电场的自然条件、资源特征、建设条件等，以及风能资源开发建设的要求和投资方的意向，拟建项目的开发任务以发电为主。根据风电场出力特性，拟建项目在电网中不承担调峰、调频和事故备用等功能。

### 工程规模

本阶段根据本风电场场址条件、地区经济、交通运输、电网以及风资源条件等因素，经分析论证，能够满足建设 50MW 风电场的要求。经过多种机型方案技术经济比选，拟建项目装机总容量为 50MW，10 台 5.0MW WTG3 型风力发电机组；新建一座 110kV 升压站、50MVA 变压器 1 台，35kV 配电装置，动态无功补偿装置等。

## 2.7 工艺流程

从能量转换的角度看，风力发电机组包括两大部分：一部分是风力机，它将风能转换为机械能；另一部分是发电机，由它将机械能转换为电能。风力发电机由叶轮、发电机、机头和机尾、塔架以及控制装置等组成，其中叶轮是最关键的部件；气流经过叶轮使其产生升力，使风力机转动，经发电机转换为电能，并送往电网。由于风能是随机性的，风力的大小随时变化，必须根据风力大小及电能需要量的变化及时通过控制装置来实现对风力发电机组的启动、调节（转速、电压、频率）、停机、故障保护（超速、振动、过负荷等）以及对电能用户所接负荷的接通、调整及断开等操作。其风力发电工艺流程图如图 2-7：

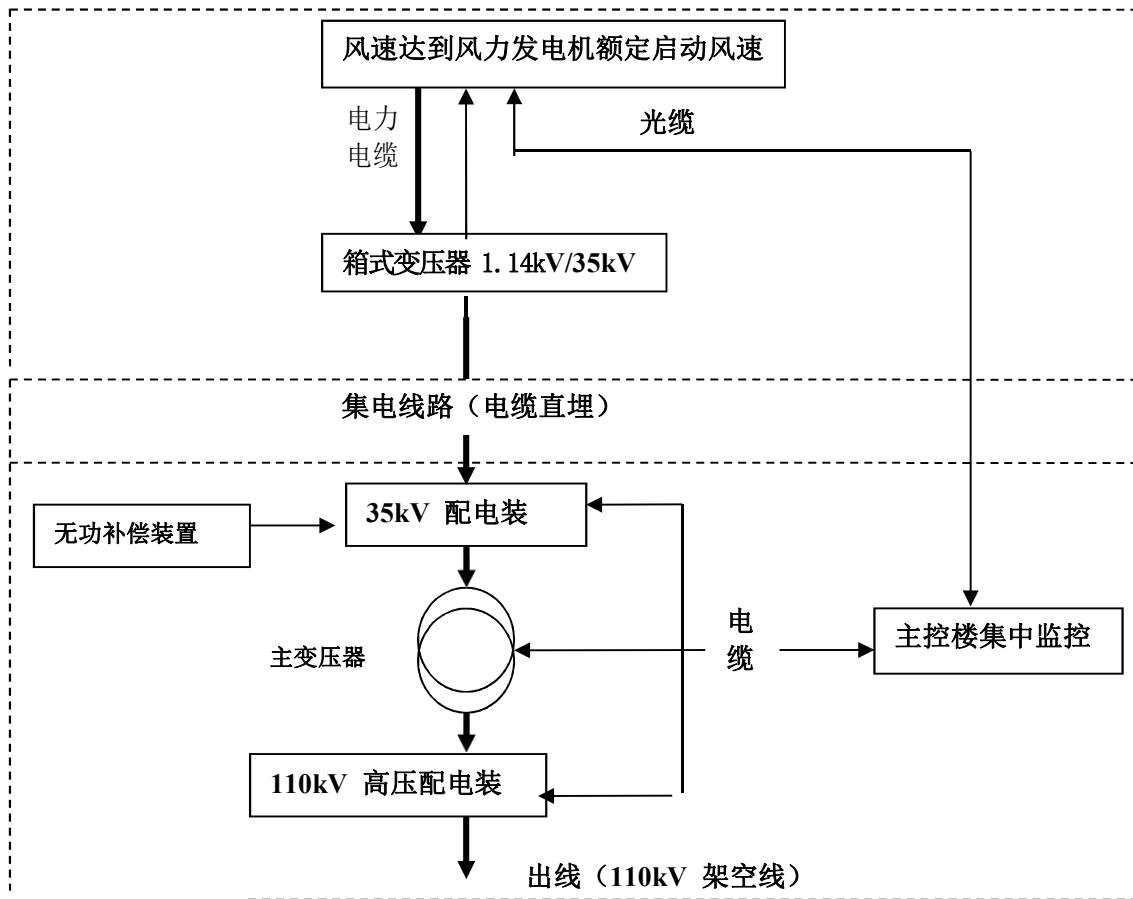


图 2-7 风力发电工艺流程图

## 2.8 风电场场址选择及总体布置

### 2.8.1 风电场场址选择

新建区联圩分散式风电项目场址位于江西省南昌市新建区联圩境内，位于南昌市城区东北面，属内陆平原风电场，场区东西向跨度约5.0km，南北向跨度约4.0km，风场场址中心坐标：东经116°05'29.40"，北纬28°55'53.03"。风电场地形整体较平坦，海拔高度在10~16m之间，场区地貌以村庄、农田、河道为主，风电场规划装机容量50MW，在场区内拟新建一座110kV升压站，风电场所发电量通过该升压站升压后接入系统。场内有简易道路通过，对外交通条件较好。

所选场区内无活动性断层通过，地质构造稳定，初步判定没有发生泥石流等地质灾害的可能性，场址及周围未发现明显不良地质作用。也

未发现古河道、暗浜、暗塘、地下人防工程等影响工程稳定的不利埋藏物，故拟建场地在天然状态下是稳定的；勘察期间拟建场地内未发现有埋藏的沟浜、孤石、地下采空区和地下空洞等对建筑物不利的地下埋藏物，适宜进行拟建工程建设。

### 2.8.3 总体布置

风电场拟建 10 台风机机组。风电机组布置以 WT 进行优化布置后，再根据地形条件，对风电机组进行局部调整，整个风电场分 4 回集电线道路。

拟建项目 110kv 升压站拟设置风电场西面。110kV 升压站主要建筑采用建筑楼，升压站主要设置综合楼、电气楼、附属楼。

本期(一期) 电气楼一层布置 35kV 开关柜、蓄电池、400V 低压配电柜，同时预留二期开关柜场地。通信继保室布置于电气楼二层。中控室布置于综合楼二层。

本期(一期)SVG 布置于一层，采用半户外布置方式，SVG 功率柜布置在 SVG 预制舱内，连接电抗器及隔离开关等设备布置于户外；接地变及电阻成套装置及主变采用户外布置方式。同时预留二期 SVG 场地。

110kV 屋外配电装置与 35kV 预制舱采用平行布置，110kV 配电装置布置在升压站北侧，35kV 配电装置布置在升压站南部主变压器布置在 110kV 配电装置与 35kV 配电装置的中间位置。35kV 动态无功补偿装置、接地变及电阻成套装置布置 110kV 配电装置西侧。110kV 配电装置由北侧出线接入系统。

## 2.9 风电机组型号及布置

### 2.9.1 风电机组选型

在选择风电机组时，要结合电网公司对风电场接入电网的技术要求、各机型的技术成熟性、风电场风资源、安装运输等条件综合比较。选择 10 台 WTG3 风力发电机，单台额定功率 5.0MW，叶轮直径 200m，轮毂高

150m。

## 2.9.2 风机布置

根据《新建区联圩分散式风电项目可行性研究报告》，共选择了15个机位点。拟建项目已根据该可研报告取得15个机位点的土地预审和规划选址意见。详见表2.9-1 初选15个机位点周边敏感因素统计表。

表2.9-1 初选15个机位点周边敏感因素统计表

编 号	CGCS2000 坐标系 (中央经线 114 经线)		周边现场情况
	东 Y (m)	北 X (m)	
A01	39409973.020	3205319.994	位于河沟边；距离北侧居民点 445m；距离南侧最近的 A02 机位 343m；距离东侧的水泥路 38m
A02	39410036.983	3204987.658	位于河沟边；距离北侧(主风向)最近的 A01 机位 343m，受到较大尾流影响；压占机耕道；距离东侧的水泥路 34m；与西南侧规划的 500kV 特高压线路直线距离 350m
A03	39409011.711	3204609.168	距离最近的 A04 机位 447m
A04	39409174.841	3204197.244	距离西北偏北(接近主风向)最近的 A03 机位 447m，受到较大尾流影响；距离南侧的水泥路 12m
A05	39409057.668	3203211.210	距离西南偏西居民点 288m；压占机耕道
A06	39410100.272	3202846.599	位于鱼塘内；距离北侧的水泥路 22m
A07	39409694.478	3202511.228	位于鱼塘内；距离东南鱼塘塘边零散建筑 250m，距离西北侧零散建筑 390m
A08	39410130.900	3202278.063	位于鱼塘内；距离西侧鱼塘边零散建筑 69m；距离北侧(主风向) A06 机位 569m；距离南侧的水泥路 16m
A09	39409394.072	3201518.303	距离西侧居民点 450m；距离南侧的水泥路 17m
A10	39412630.596	3203767.453	位于鱼塘内；距离东北侧的水泥路 19m
A11	39412222.975	3202788.957	位于鱼塘内；距离东南侧独栋建筑 42m；距离东侧(非主风向) A12 机位 340m；距离南侧水泥路 42m
A12	39412558.466	3202741.568	位于鱼塘内；距离南侧鱼塘边零散建筑 31m、距离东南六栋零散建筑 390m；距离西侧 A11 机位 340m；距离南侧水泥路 56m
A13	39412714.398	3202329.434	位于鱼塘内；距离东北六栋零散建筑 151m；距离东南偏

			南的 A14 机位 379m、距离西北偏北(接近主风向) A12 机位 436m; 压占机耕道
A14	39412807.916	3201962.348	距离居民点 388m, 距离西北偏北(接近主风向)最近的 A13 机位 379m; 距离东侧的水泥路 34m; 与西南侧规划的 500kV 特高压线路中心直线距离 323m
A15	39411268.445	3202173.518	位于鱼塘内, 距离居民点 370m、距离西侧的水泥路 25m

在上述 15 个初选机位点的基础上, 根据机位点周边敏感因素, 兼顾发电量、工程集电线路和道路投资, 进一步开展布置优化工作, 最终选取 10 个机位点进行方案布置。选取的 10 个机位点详见表 2.9-2 初选 10 个机位点周边敏感因素统计表。具体安装位置详见附图。

表 2.9-2 初选 10 个机位点周边敏感因素统计表

编 号	CGCS2000 坐标系 (中央经线 114 经线)		周边现场情况
	东 Y (m)	北 X (m)	
A01	39409973.020	3205319.994	位于河沟边; 距离北侧居民点 445m; 距离南侧最近的 A02 机位 343m; 距离东侧的水泥路 38m
A03	39409011.711	3204609.168	距离最近的 A04 机位 447m
A04	39409174.841	3204197.244	距离西北偏北(接近主风向)最近的 A03 机位 447m, 受到较大尾流影响; 距离南侧的水泥路 12m
A06	39410100.272	3202846.599	位于鱼塘内; 距离北侧的水泥路 22m
A07	39409694.478	3202511.228	位于鱼塘内; 距离东南鱼塘塘边零散建筑 250m, 距离西北侧零散建筑 390m
A09	39409394.072	3201518.303	距离西侧居民点 450m; 距离南侧的水泥路 17m
A10	39412630.596	3203767.453	位于鱼塘内; 距离东北侧的水泥路 19m
A11	39412222.975	3202788.957	位于鱼塘内; 距离东南侧独栋建筑 42m; 距离东侧(非主风向) A12 机位 340m; 距离南侧水泥路 42m
A12	39412558.466	3202741.568	位于鱼塘内; 距离南侧鱼塘边零散建筑 31m、距离东南六栋零散建筑 390m; 距离西侧 A11 机位 340m; 距离南侧水泥路 56m
A14	39412807.916	3201962.348	距离居民点 388m, 距离西北偏北(接近主风向)最近的 A13 机位 379m; 距离东侧的水泥路 34m; 与西南侧规划

			的 500kV 特高压线路中心直线距离 323m
A15	39411268.445	3202173.518	位于鱼塘内, 距离居民点 370m、距离西侧的水泥路 25m

## 2.10 电气

### 2.10.1 电气一次系统

#### 2.10.1.1 电气主接线

拟建工程装设 10 台单机容量为 5MW 的风力发电机组, 总容量为 50MW。风电场风力发电机单机容量为 5000kW, 出口电压为 1.14kV, 所发出电量经电缆引接至箱式变电站低压侧, 通过箱式变电站升压至 35kV, 再通过 35kV 集电线路送入风电场的 110kV 升压站的 35kV 母线上。风力发电机—变压器组接线方式为一机一变单元接线方式, 风机经电缆接至箱式变电站。箱式变电站均布置在塔筒基础附近的地方。

35kV 集电线路采用架空线与电缆混合方案接入场内 35kV 升压站, 拟建工程 35kV 线路路径长度约为 13.1km (电缆路径长 4.7km, 架空线路路径长为 8.4km), 10 台风机共分 2 组, 每组为 5 台风电机组, 以 2 回 35kV 电缆线集电线路, 汇集到新建的 110kV 变电站低压侧 35kV 母线上。

风电场拟配套建设一座 110kV 升压变电站, 设 1 台主变压器, 容量为 50MVA 的有载调压变压器。110kV 侧拟采用线变组接线方式, 35kV 侧拟采用单母线接线方式。

#### 35kV 配电装置接线

风电场 35kV 配电装置共有 2 回风电机组进线、1 回主变出线、1 回动态无功补偿装置出线, 1 回接地变兼场变出线, 采用单母线接线。

#### 主变中性点接线

根据规范要求, 主变中性点采用有效接地方式; 为保证系统保护灵活性选择经隔离开关接地方式, 并配置保护避雷器。

#### 无功补偿装置的配置

按全面规划、合理布局、分级补偿、就地平衡的原则。为改善供电质量，在风电场 35kV 母线上装设动态无功补偿装置，对并网点的电压水平和升压站功率因数进行调节，确保并网点的电压水平和升压站的功率因数满足系统的要求。根据接入系统报告，拟建工程需配置一套动态无功补偿装置，形式按 SVG 设计，容量为±13Mvar，且动态调节的响应时间不大于 30ms。

电气主接线图详见附件。

### 2.10.1.2 电气总平面布置及配电装置

#### 1) 升压站布置

本风电场项目根据当地实际情况并结合站址地理位置、系统接线及各级电压配电装置出线方向，确定了各级电压配电装置的布置型式。拟建 110kV 升压站位于整个风电场西面，场地标高在 23m 左右，升压站围墙南北宽 68.4m，东西长 113.8m，内设环行道路，用于设备运输、吊装、巡视、消防。

升压站按照常规站设计，站内综合楼布置在升压站西南，综合楼内设置值班室、休闲区、会议室、餐厅、活动区、资料室；附属用房布置在升压站西北，附属用房内设置消防泵房、备品备件库；110kV 屋外配电装置与 35kV 预制舱采用平行布置，110kV 配电装置布置在升压站北侧，35kV 配电装置布置在升压站南部，主变压器布置在 110kV 配电装置与 35kV 配电装置的中间位置。35kV 动态无功补偿装置、接地变及电阻成套装置布置 110kV 配电装置西侧。110kV 配电装置由北侧出线接入系统，110kV 配电装置采用户外 GIS 型，本期（一期）采用“一进一出”单母线接线，出线方向为北侧。35kV 配电装置采用户内单列布置，升压站西侧安装动态无功补偿设备，通过 35kV 电力电缆与 35kV 开关柜连接。主变压器与 110kV 户外 GIS 采用架空软导线连接，与 35kV 屋内配电装置采用全绝缘管母连接。

详见电气总平面布置图。

### 2.10.1.3 主要设备选择

#### (1) 110kV 主变

表2-10-1 主变压器技术参数

型式	三相双绕组有载调压升压变压器
容量	50MVA
额定容量比 (高/低, %)	100/100
额定电压及分接头	115±8×1.25%/37kV
联接组标号	YNd11
阻抗电压	Uk=10.5%

#### (2) 35kV 箱式变电站

表2-10-2 箱式变压器参数表

1	型号	S11-5000/35
2	容量	5MVA
3	额定容量比 (高/低, %)	100/100
4	额定电压及分接头	37±2×2.5%/0.69kV
5	联接组标号	DYN11
6	阻抗电压	Uk=8%
7	避雷器:	5kA 51/134kV
8	高压断路器:	40.5kV 630A 25kA 3S
9	隔离开关:	40.5kV 630A 25kA 3S
10	电流互感器:	40.5kV 300A/5A
11	数量	10

#### (3) 110kV 配电装置

110kV 配电装置采用户外 GIS 布置方式

126kV GIS 设备电气参数:

额定电压: 126KV

额定电流: 1600A

额定频率:	50HZ
额定开断电流:	40. 0kA
额定关合电流:	100kA
额定雷电冲击耐压(1. 2/50 s):	550kV (峰值)
额定工频耐压(50Hz 1min):	230kV (有效值)
数量:	1 套 (1 个进线间隔)

GIS 设备中主要元件参数:

① 断路器

型 式:	三相共箱、 SF <sub>6</sub> 气体绝缘型
额定电压:	126KV
额定电流:	1600A
额定开断电流:	40. 0kA
关合电流:	100kA
全开断时间:	≤60ms
操动机构型式:	液压弹簧

② 隔离开关

额定电压:	126KV
额定电流:	1600A
额定短时耐受电流(有效值):	40. 0kA
额定短路持续时间:	3s
额定峰值耐受电流(峰值):	100kA
操动机构型式:	电动, 三相联动

③ 检修接地开关

型 式:	SF <sub>6</sub> 气体绝缘型
额定电压:	126kV
操动机构型式:	电动, 三相联动

#### ④ 电流互感器

额定电压:	126kV
变比及精度:	400/1A
0. 2S/0. 5S/5P30	15VA/30VA/30VA
0. 5S/5P30/5P30	30VA/30VA/30VA

#### (4) 35kV 配电装置

本风电场 35kV 配电装置共 2 回风机进线、1 回主变出线、1 回动态无功补偿出线，1 回接地变兼场变出线，采用单母线接线。35kV 配电装置采用户内移开式成套开关柜单列布置。

35kV 开关柜配电装置主要技术参数如下：

型 号:	KYN61-40. 5
额定电压:	40. 5kV
额定电流:	2500/1250A
开断电流:	31. 5kA
数 量:	5/1 面(断路器柜/母设柜)

#### (5) 动态无功补偿装置

采用 SVG 动态无功补偿装置，升压站拟配置一套±13Mvar 动态无功补偿成套装置，可实现升压站无功的连续快速平滑无断点可调，提高系统功率因数，减少风电场接入点与电网的无功交换直至零；实现系统的无功动态平衡，而且能滤出谐波电流，抑制电压波动，当系统发生电压跌落时，快速调整无功输出，促使电压恢复。

额定电压:	35kV
额定容量:	13MVar (感性)
	13MVar (容性)
型 式:	降压式水冷

#### (6) 消弧消谐

35kV 集电线路采用架空线与电缆混合方案接入场内 35kV 升压站，

拟建工程 35kV 线路路径长度约为 13.1km(电缆路径长 4.7km, 架空线路路径长为 8.4km)。考虑配变电所内配电装置的影响因数, 经计算 35kV 系统单相接地电容电流较大, 约为 16.3A,

为防止 35kV 系统单相接地时出现弧光过电压, 采用接地变+小电阻方案:

接地变选择 DKSC-450/35, 容量为 450kVA。接线组别为 D, yn11, 变比为:  $37 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4\text{kV}$ 。考虑到站用变容量为 250kW, 则接地变兼场变选为 DKSC-700/37 700kVA, 二次侧容量 250kVA。

接地变兼场变选择如下:

型号: DKSC-700/37

二次容量: 250kVA

电压组合:  $37 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4\text{kV}$

联接组标号: ZN, yn

阻抗:  $U_k=6.5\%$

数量: 1 台

小电阻柜选择如下:

额定电压: 35kV

短时允许电流: 200A

短时通流时间: 10S

电阻阻值: 106.8  $\Omega$

数 量: 1 台

## 2.10.1.4 过电压保护和接地

### 1) 直击雷保护

(1) 110kV 升压站电气设备和建筑物的直击雷保护。

升压站绝缘配合遵照《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T50064-2014)规定的绝缘配合原则进行设计, 选择设备绝缘水平和保护装置特性 参数之间的绝缘配合有一定裕度, 并配置适当的过

电压保护装置。主变中性点采用经隔离开关接地，并按规定装设放电间隙和避雷器。

户外绝缘子采用用耐污型瓷绝缘子 XWP2-70, 单片爬电距离 400mm , 110kV 等级采用 11 片，满足规范要求。

站内配电装置、预制舱等采用构避雷针保护。

## (2) 风电场电气设备直击雷保护

风力发电机组配备有防雷电保护装置。风力发电机组、塔架及基础钢筋等均与接地网可靠连接。箱式变电站高度较低，且在发电机组塔架的保护范围之内。

风力发电机组的变压器组及箱式变压器周围应设置均压带。

### 2) 配电装置的侵入雷电波保护

根据《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》(GB/T50064-2014)的规定，在风电场 35kV 配电装置母线及 110kV 线路出线侧均装设氧化锌避雷器保护，可满足要求。风电机配套的箱式变电站高压侧采用氧化锌避雷器保护。

在风电场 35kV 配电装置母线及 110kV 出线侧装设氧化锌避雷器保护；110kV 出线侧避雷器保护距离为 125m。35kV 母线避雷器保护距离为 75m，均能保护主变。

3) 各级电压配电装置的过电压保护按规程要求在各电压等级的母线、线路及主变中性点、主变两侧进线均装设氧化锌避雷器。

## (2) 接地

### 1) 风机接地

风机接地装置采用基础接地和人工接地的复合接地体，每台风力发电机组独立敷设复合接地体，风力发电机组与箱变共用复合接地网，风电机配套箱变接地网工频接地电阻按(GB50065)6.1.1 中要求不大于  $4\Omega$ 。

### 2) 升压站接地

升压变电站的接地网为以水平均压网为主，并采用垂直接地极构成复合环形封闭式接地网。水平接地线采用  $60\text{mm} \times 6\text{mm}$  热镀锌扁钢，敷设深度为 0.8m，垂直接地极采用  $\angle 50 \times 50 \times 5$  热镀锌角钢。在避雷针和装有避雷器的地方设集中接地装置。接地电阻按大电流接地系统要求设计，接地电阻  $\leq 0.5 \Omega$ 。

3) 通信设备接地：通信设备的工作接地和保护接地应可靠接在风力发电场的接地网上，通信电缆的金属外皮和屏蔽层应可靠接地。

#### 2.10.1.5 站用电及照明

##### 1) 站用电

拟建工程升压站站用电共设 2 个电源，互为备用。升压站内设 1 台场变兼接地变压器，考虑到接地变容量，站用变压器初拟采用 DKSC-700/37，二次容量 250kVA， $37 \pm 2 \times 2.5\% / 0.4\text{kV}$  可满足要求；为提高风电场场用电供电可靠性，保留施工外接电源作为场用电源。低压侧采用单母线接线方式，设 5 面场用配电盘。

##### 2) 照明

为确保升压站内重要部位正常生产、检修、维护、事故处理的进行，根据相关照明设计技术规定，设计了正常工作照明和应急照明网络。工作照明电源取自场用电，照明总配电电源设在场用电室，照明主要采用树干式配电。照明负荷根据用途、布置场所，分别设置照明配电箱。

升压站内设置正常工作照明、备用照明和应急照明。正常工作照明由站用电源供电；备用照明在正常情况下由场用电源供电，当场用电源失去后，通过切换装置将备用照明负荷自动切换至逆变系统供电的电源上，确保升压站事故处理。应急照明采用集控中控制型系统，正常情况下由场用电源供电，当场用电源失去后，通过由应急照明集中电源箱内的蓄电池对消防灯具供电，确保人员疏散。

升压站屋外配电装置采用泛光灯照明，道路采用庭院灯照明，主要中控室、继保室、各屋内配电室等采用荧光灯照明。所有灯具采用节能

LED 型。

### 3) 站用变压器

负荷统计见下表, 根据计算, 场区最大负荷容量约为 165.8kW, 考虑二期设备, 站用变容量暂考虑为 250kVA。因此, 升压站内设 1 台接地变兼站用变压器, 电源引自 35kV 母线, 二次侧负载为 250kVA; 保留施工外接电源作为场用电电源二, 容量为 250kVA。

表 2-10-3 站用负荷统计表

序号	序号	单台设备容量 (kW)	设备台数	计入最大统计负荷容量 (kW)	自起动容量	备注
一	暖通部分					
	生产综合楼					
(1)	低压配电室风机	0.12	1	0.12	0.12	
(2)	蓄电池室风机	0.12	1	0.12	0.12	
(3)	蓄电池室空调	2.3	1	2.3		220V
(4)	值班室空调	1.3	1	1.3		220V
(5)	中控室空调	5	2	10		
(6)	继保空调	5	2	10	10	
(7)	会议室、接待室空调	3.5	1	3.5		220V
(8)	办公室空调	2.9	4	11.6		220V
(9)	宿舍空调	1.3	7	9.1		220V
(10)	宿舍电热水器	1.8	7	12.6		220V
二	二次负荷					
(1)	直流充电柜	10	1	10	10	
(2)	继电保护柜	3	1	3	3	220V
(3)	UPS 电源	5	1	5	5	220V
(4)	通信电源	2	1	2	2	220V
(5)	其他电源	3	1	3	3	220V
(6)	试验电源	2	2	4	4	220V

三	照明	20		20	20	220V
四	给排水					
(1)	生活水泵	5	2	5	5	一用一备
(2)	消防泵	22.5	2			消防电源
(3)	污水处理设备	10	1	10	10	
五	检修负荷					
(1)	综合楼一层检修插座箱	21	1			
(2)	配电楼检修插座箱	21	1			
(3)	户外检修插座箱	21	1			
六	其他					
(1)	中性点隔离开关操作电源	3	1	3	3	
(2)	主变有载调压开关电源	2	1	2	2	
(3)	主变油色谱机	2	1	2	2	
(4)	35kV 开关柜电源	2	1	2	2	220V
(5)	110kV 端子箱	1	1	1	1	
(6)	动补 SVG 启动柜电源	8	3	24	24	
(7)	其他插座	2	5	10		
	合 计			165.84	107.44	

## 2.10.2 电气二次

风力发电机组及 110kV 升压站均采用全计算机方式进行监视控制。在风电场的控制室内设置风电场内风力发电机组计算机监控系统、升压站计算机监 控系统、场内外通信系统、图像监控系统、火灾自动报警及消防控制系统等。

风力发电机组计算机监控系统用于风力发电机组的自动监视和控

制，由风力发电机组厂家配套提供，可以实现对风力发电机组进行遥控、遥测、遥信，每台风力发电机可以就地实现必要的控制和操作。

升压站计算机监控系统负责对 110kV 线路、主变压器、 35kV 线路、35kV 动态无功补偿设备、35kV 场用变兼接地变及公共设备的集中监控。风力发电机组计算机监控系 统具备与升压站计算机监控系统数据传输之功能。升压站计算机监控系统设通信工作 站，通过通信工作站向调度部门输送远动信息，并接受江西省调的远方“四遥”。

### 2.10.2.1 监控系统

#### （1）现场控制

风力发电机组的控制由就地控制器完成，控制器采用薄膜键盘、显示屏幕，运行人员通过键盘可以实现对风力发电机的开机、停机，风力发电机偏航系统可以控制机头的偏转。通过各种检测装置和变送器，控制器在线监视风力发电机组的运行状态，使风力发电机组的制动系统维持在安全水平。

#### 2) 控制室控制

控制室设风电场监控主机，监控主机通过通讯电缆连接到现地控制器，对风场内各风力发电机进行集中监控和管理，也可通过通信网络将风电场风电机组的遥测、遥信量上传到风电场的上级管理部门。

#### （3）箱式变电站监控系统

风电场内的 35kV 箱变各配置一套监测装置，对箱式变高低压侧开关进行现地/遥控分、合闸操作，监测箱式变高低压侧开关的运行状态信号，箱式变非电量信号及低压侧三相电压、三相电流等，箱变监测信号同风机监控信号经风机通信光缆远传至升压站。

### 2.10.2.2 继电保护及安全自动装置

#### 1、继电保护

##### 1) 主变压器保护

(1) 纵差保护：作为主变压器内部及引出线短路故障的主保护；二次谐波比率制动的比率差动及差动速断保护，动作后瞬时跳主变两侧断路器。

(2) 主变高压侧复合电压闭锁过流：保护延时跳主变两侧断路器。

(3) 主变低压侧复合电压闭锁过流：保护延时跳主变低压侧断路器。

(4) 零序电流保护：

主变高压侧零序过流保护：作为主变压器高压侧及 110kV 线路单相接地故障的后备保护，应由两段组成，每段各带两个时限，第一时限跳本侧，第二时限跳各侧。

主变低压侧零序电流保护：作为主变低压侧单相接地故障保护，保护延时动作主变各侧断路器跳闸。主变低压侧零序电流保护应与 35kV 侧接地变零序电流保护时序配合。

(5) 间隙零序电流、零序电压保护：当电力网单相接地且失去中性点时，间隙零序电流瞬时、零序过电压短延时动作主变压器两侧断路器跳闸；主变低压侧零序电压保护动作发信号。

(6) 主变过负荷：设在高压侧和低压侧，动作发信号。

(7) 非电量保护

瓦斯保护：主变本体和有载调压开关均设有该保护，轻瓦斯动作发信号，重瓦斯动作后瞬时跳主变两侧断路器。

主变压力释放保护：保护瞬时跳闸跳主变两侧断路器。

温度保护：温度过高动作于主变压器两侧断路器跳闸，温度升高动作于发信号。

## 2) 110kV 线路保护

110kV 出线线路配置光纤电流差动保护，装置含有相间、接地距离及零序电流保护，检无压、检同期三相重合闸、配置三相操作箱。

保护通道采用专用光纤芯。最终配置以本电站接入系统报告为准。

## 110kV 母线保护

110kV 母线配置 1 套微机型(8 单元)母线差动保护，并组一面柜。要求：区内故障时，即使 CT 饱和，母线保护应能可靠动作；区外故障时，即使 CT 饱和，母线保护应可靠不动作。

### 3) 35kV 母线保护

35kV 母线配置微机型(12 单元，单母线)电流差动式母线保护，要求：区内故障时，即使 CT 饱和，母线保护应能可靠动作；区外故障时，即使 CT 饱和，母线保护应可靠不动作。母线保护应装设低电压闭锁回路。

### 4) 35kV 线路保护

35kV 线路进线柜包含风机进线两种，配置微机型电流速断保护、过电流保护、零序电流保护，保护动作于断路器跳闸，独立的操作回路。电流速断和过流保护的出口压板相互独立；要求保护配置在一个机箱内。

### 5) 35kV 站用变保护

35kV 场用变进线柜配置微机型电流速断、过电流保护、非电量保护、零序电流保护，保护动作于断路器跳闸，电流速断和过流保护的出口压板相互独立；要求保护配置在一个机箱内。

### 6) SVG 动态无功补偿保护

35kV 动态无功补偿设备配置微机型电流速断保护、过电流保护、零序电流保护，保护动作于断路器跳闸，独立的操作回路。电流速断和过流保护的出口压板相互独立；要求保护配置在一个机箱内。

## 2、故障录波自动装置

在风电场升压站设置 96 路模拟量 192 路开关量的微机故障录波器柜一面，用以记录 110kV 系统和 35kV 系统的模拟量及开关量信息。

故障录波器应满足如下技术要求：故障录波器应为嵌入式、装置化产品，所选用的微机故障录波器应满足电力行业有关标准。故障录波器应能连续记录多次故障波形，能记录和保存从故障前 200ms 到故障后 6s 的电气波形，至少能清楚记录 5 次谐波的波形。故障录波器模拟量采样频率在高速故障记录期间不低于 5000Hz，事件记录元件的分辨率应小于

1.0ms。故障录波器应具有与保信子站和调度数据网通信，并能将故障记录传送至调度中心的功能。

### 3、继电保护试验电源柜

为方便保护调试，配置一面继电保护试验电源柜。

### 4、安全自动装置

在风电场升压站侧装设一套频率电压紧急控制装置(组柜1面内含频率电压紧急控制装置1套、电能质量在线监测装置1套)，当系统出现异常时，将风电场解列，以确保风力发电机组安全运行。

频率电压紧急控制装置具有低频、低压解列、过压解列、振荡解列、对侧无故障偷跳解列以及高频、高压切机功能，当系统出现异常时，将风电场解列，以确保风力发电机组安全运行。

### 5、同步向量测量 PMU 柜

在风电场升压站配置同步相量测量 PMU 设备(4回电压, 24回电流支路)一套，并组柜一面，将功角相量信息通过数据网方式送到江西省调主站系统。

### 6、有功功率及频率控制 (AGC 系统)

拟建工程升压站配置有功功率控制系统，具备有功功率调节能力。风电场应能够接收并自动执行调度端下达的有功功率及有功功率变化的控制命令，确保有功功率及有功功率变化率与调度端下达的给定值保持一致。

### 7、无功功率及电压控制 (AVC 系统)

拟建工程升压站配置无功电压控制系统，具备无功功率调节及电压控制能力。根据调度端指令，风电场通过无功电压控制系统自动调节整个电站内发出(或吸收)的无功功率，实现对并网点电压的控制，其调节速度和控制精度应能满足电网电压调节的要求。

### 8 风电场功率预测系统

拟建工程在风电场范围内保留一座永久性测风塔并建立风电信息管理终端及预测预报系统，该系统在项目实施阶段按电网要求设置。

### 2.10.2.3 直流系统与 UPS 系统

#### 1) 直流电源

为了给升压站提供断路器分/合闸, 微机综合自动化系统及通信、应急照明等直流用电, 升压站装设 1 套 220V、300Ah 的智能微机高频开关电源直流成套装置, 装置含 1 组 300Ah 的铅酸免维护蓄电池。蓄电池容量应能满足全所停电 2 小时的放电容量。直流系统采用单母线接线。直流操作电源成套装置设置监控模块, 具备通信接口, 将直流电源装置工作状态量, 电压模拟量, 充电电流模拟量及故障信号量上传至升压站监控系统。

#### 2) 交流不间断电源 (UPS) 系统

升压站配置2套UPS电源系统, 用来为站内重要的交流用电设备供电, 如计算机、监视器、打印机等; 以及用于在变电站交流电源事故全停电状态下的主要通道和重要设备房间的事故照明。

一套 UPS与220V直流电源系统的蓄电池系统相连, 不设专用的蓄电池。另一套UPS设专用的蓄电池。

UPS容量按供电范围内全部设备负荷的要求选择, 主要包括:

计算机监控系统; 远动设备; 通讯设备; 电能关口设备; 事故照明设备等。

在正常运行条件下, UPS电源容量按供电范围内全部设备负荷的要求选择, UPS的容量暂按8kVA设置, 备电时间为2小时。

### 2.10.2.4 火灾自动报警系统

拟建工程升压站拟设置 1 套火灾报警系统, 火灾报警及消防控制系统采用集中报警工作方式。在通信继保室设置火灾报警控制器(联动型)一台, 主要监测设置各火灾探测器场所的火警信号, 并可根据消防要求对 相关部位风机、防火风口、防火阀等实施自动联动控制。火灾报警控制器上设有被控设备的运行状态指示和手动操作按钮。

风电场的火灾监测对象是布置有重要的电气设备的场所，根据环境及不同的火灾燃烧机理，分别选用感烟、感温探测器。探测器主要安装在 35kV 开关柜室、通信继保室、储能电池仓等场所；在各防火分区设置了手动报警按钮和声光报警器。探测器或手动报警按钮动作时，火灾报警控制器发出声光报警并显示报警点的地址、打印报警时间和地址。同时，按预先编制好的逻辑关系发出控制指令，自动联动停止相关部位的风机、关闭防火风口和防火阀、启动声光报警器，也可由值班人员在火灾报警控制器上远方手动操作。

火灾报警控制器自带备用电源，正常工作电源交流 220V 由动力配电箱供给，当交流电消失时，自动切换至直流备用电源供电，保证系统正常工作。电缆(线)采用阻燃耐火屏蔽控制电缆和阻燃耐火屏蔽双色双绞电线，电缆敷设在电缆桥架上或电缆沟内，电线采用穿金属管保护或线槽内敷设。

#### 2.10.2.5 图像监控及防盗报警系统

在风电场升压站内设置一套图像监控及防盗报警系统。

风电场图像监控系统由控制站、摄像头、网线、电源线等组成。控制站布置于通信 继保室。控制站由控制单元、存储单元、工作站、键盘、显示器等设备组成。

升压站内摄像头分别置于通信继保室、35kV 开关柜室、主变、场区建筑物主入口等位置，各摄像头与控制站间通过网线/光纤和电源线缆相连。

风电场场区摄像头分别布置在机舱、底部平台以及塔筒门附近。风电场场区视频前端设备通过塔筒内现地光纤交换机以及场区通信光缆组成光纤环网，将场区视频信息上送至后台控制站。

系统主要用于对风电场中生产楼主要设备如：主变、开关柜、风机机组等操作进行 远方监视，对风电场生产楼主要设备现场状况定期巡视，安全保卫。系统能对监视场景进行录像，便于事故分析。

控制站具有计算机通信口，可以接收升压站内区域火灾报警控制系统内任何一点的火警信号，以实现图像监视系统监视画面与火警信号的视频联动，提高升压站的监控水平。

升压站采用电子围栏报警系统作为周界防范报警系统。脉冲电子围栏系统由脉冲电子围栏主机、脉冲电子围栏前端和报警中心报警信号管理设备三部分组成。脉冲电子围栏主机的作用是产生脉冲高压信号、探测入侵行为、发出报警信号。脉冲电子围栏前端指安装在外围防区的围栏部分，主要包括：受力柱、承力柱、中间柱、受力柱绝缘子、承力柱绝缘子、中间柱绝缘子、多股合金线、线线连接器、紧线器、警示牌、避雷器、声光报警灯、高压绝缘线、万向底座等组成；电子围栏前端起到阻挡、安全电压电击和威慑等作用。报警中心报警信号管理设备有：报警管理控制主机、声光报警装置、电脑管理软件、周界地形电子地图显示、报警中心与视频监控系统自动联动，可对相应的入侵事件输出报警信号。

## 2.10.2.6 调度自动化

### 1) 调度关系

拟建工程由江西省调调度管理。最终调度关系以“深能新建区联圩一期分散式风电项目接入系统设计报告”及其审查意见来确定

### 2) 远动系统

拟建项目升压站设置计算机监控系统以实现自动化管理，远动功能并入计算机监控系统，远动信息采集由计算机监控系统数据采集单元完成。为保证远动信息传送的可靠性，配置远动工作站，该远动工作站与计算机监控系统统一考虑，远动信息量的直采直送均由远动工作站完成。江西有关远动信息通过远动通道送到江西省调。

### 3) 运动信息

#### (1) 遥测

(a) 110kV 线路有功功率、无功功率、有功电度及电流、电压；

- (b) 主变各侧的有功功率、无功功率、有功电度及电流;
- (c) 110kV 母线电压、频率;
- (d) 35kV 母线电压、频率;
- (e) 35kV 动态无功补偿设备无功功率;
- (f) 35kV 线路有功功率、无功功率;
- (g) 主变有载调压开关档位;
- (h) 每台风力发电机有功功率、无功功率、功率因数;
- (i) 每台风力发电机非电量即风速、风向。

## (2) 遥信

- (a) 全场事故总信号;
- (b) 所有断路器位置信号;
- (c) 110kV 所有隔离开关、地刀位置信号;
- (d) 110kV 线路主保护动作信号;
- (e) 110kV 母线保护动作信号;
- (f) 变压器保护动作信号;
- (g) 每台风力发电机出口断路器跳闸信号;
- (h) 每台风力发电机风向标、风速计加热信号。

## 4) 电能计量系统

### ① 关口计量

风电场关口计量点设在风电场工程的 110kV 线路出线侧，设关口电度主表、电度校核表各一块；配置一套电能量处理终端。表计及相应的电流互感器的精度为 0.2S 级，电压互感器的精度也不低于 0.2 级。

### ② 非关口计量仪表

在风电场的主变高压侧、低压侧、35kV 线路进线、35kV 动态无功补偿设备进线及 35kV 场用变进线开关柜上分别设置一只电度监测仪表。

## 2.10.2.7 通信

### 1) 系统通信

### (1) 光缆线路

随联圩风电场～象山变 110kV 新建线路架设 2 根 24 芯 OPGW 光缆，纤芯推荐采用 24 芯 G.652 纤芯，线路长度约 2\*10.0km，光缆长度约 2\*11.0km。

### (2) 光纤电路及其他通信设备

根据光缆建设方案，光纤通信电路建设如下：

在联圩风电场配置省网 SDH 622M ADM 光传输设备一套，在蚕桑 220kV 变省网设备新增两块 SDH 622M 光板，经拟建工程新建光缆建设 联圩风电场～蚕桑变的省网 SDH 622M (1+1) 光纤通信电路（在象山 110kV 变跳纤，形成联圩风电场～蚕桑 220kV 变光缆），将联圩风电 场支线接入江西省网光纤传输网络。联圩风电场光传输设备选型应与电网侧现有设备兼容。（省网阿卡）

在联圩风电场配置地区网 SDH 622M ADM 光传输设备一套，在象山 110kV 变地区网设备新增两块 SDH 622M 光板，经拟建工程新建光缆 建设联圩风电场～象山 110kV 变的地区网 SDH 622M (1+1) 光纤通信 电路，将联圩风电场支线接入南昌地区光纤传输网络。联圩风电场光传输设备选型应与电网侧现有设备兼容。（地网阿卡）

## 2) 场内通信

### (1) 风电场升压站内通信

在风电场内设程控调度交换机一套(128 用户 16 中继)，作为风电场内生产行政通信之用。

升压站调度交换机具有数字中继和各类模拟中继接口，可与电力系统、邮电公网及系统之间实现通信联网，满足电网运行调度和管理通信的需要。

### (2) 风电场监控通信

风电场场区监控主要包括风机机组监控(含机组在线健康监测等) 、机组升压设备监控以及场区视频监控。其中机组升压站设备监控单独组

网，与风机机组监控系统共用同一光缆的不同芯上传。

### (3) 风机机组及机组升压设备监控通信

按照风电场组网需求，风机之间铺设单模光缆(暂定 24 芯)，并按照风机集电线路进行合理分组。每台风机内配置一台光纤交换机，机组现地控制单元和机组升压监控设备通过该交换机与升压站中央监控系统的千兆管理型交换机组成光纤环网。风机现地控制单元和机组升压监控设备通过光纤环网将风机机组及机组升压设备的信息上传给风电机组中央监控系统和升压站计算机监控系统，实现风电机组及机组升压设备的远程监控。

### (4) 场区视频监控通信

场区视频监控包括风机塔筒内、机舱内摄像机等，通过以太网线或光纤与风机内的交换机相连，并利用风机监控通信光缆的芯单独组网。各现地交换机随风机监控通信路径构成光纤环网，然后接入升压站内视频监控接入层交换机，实现对风电场场区重要设备远程监视。

### 3) 调度电话

在联圩风电场配置 1 套调度话机，通过本期建设的联圩风电场～南昌地调的 IAD 话路，接入江西电力调度交换网。并装设一门电信公网程控电话，提供风电场对外联络通信和通信备用。

### 4) 通信电源

拟建项目不设置独立的通信电源，与站用电合并采用一体化电源的方式，配置 2 套-48V/30AX3 DC/DC 电源模块作为通信设备供电电源。

## 2.10.3 项目主要电气设备材料表

表 2-10-4 电气一次主要设备表

序号	名称	规格	单位	数量	备注
升压站部分					
1	主变压器	SZ11-50000/110； 50MVAYn, d11 115 ±8×1.25%/37kV	台	1	

2	接地变压器兼场变	DKSC-700/37, 二次侧容量 250kVA , ZN, yn11 37±2×2.5%/0.4kV;	台	1	
3	高压开关柜	KYN61- 40.5 1250 31.5kA	面	5/1	断路器柜/母设柜
4	全绝缘管母	35kV , 2000A	m	90	每相 30m, 共三相
5	电阻柜	200A 106.8 欧姆 10S	台	1	
6	动态无功补偿装置	SVG ±13Mvar	套	1	
7	中性点隔离开关	TNP- 110	组	1	
8	126kV GIS (户外)	126kV 1600A 40kA	套	1	一进一出, 一PT 间隔, 预留远 期一个进线间 隔接口
9	电压互感器(外置)	110kV	只	3	
10	避雷器(外置)	110kV	只	3	
11	耐张绝缘子串		串	9	
12	悬垂绝缘子串		串	3	
13	钢芯铝绞线	JL/G1A-300/30	m	150	
14	电力电缆	ZC-YJV22-3×150 26/35kV	米	150	开关柜至接地 变兼站 用变; 配户内 终端 1 套, 户外终端 1 套, 三 相型
15	电力电缆	ZC-YJV22-3×70 26/35kV	米	150	开关柜至 SVG; 配户 内终端 1 套, 户外终端 1 套, 三相型

16	低压配电屏	0.4kV MZS	面	5	
17	配电箱	PZ30H	只	17	
18	升压站低压电缆	ZC-YJV22 3×4~3×240+2×120	km	6.5	
19	镀锌扁钢	-60×8	km	10	升压站用
20	垂直接地极	镀铜钢管' φ 50 L=2.5m	根	50	升压站用
21	外来备用电源箱变	S11-250/10 250kVA	台	1	外来备用电源箱变
22	接地网测试	1. 升压站接地网测试; 2. 接地电阻测试	系统	1.00	接地电阻测试 (提供第三方测试报告)
23	升压站用防火隔板	有机, 厚 6mm	m <sup>2</sup>	400	升压站用防火隔板
24	升压站用防火堵料	有机	t	2	升压站用防火堵料
25	升压站用防火包	WJ 型	t	5	升压站用防火包
26	升压站用防火涂料	PDFT- 1 型	t	1	升压站用防火涂料
27	户外投光灯	落地式 250W 2*30W	只	30	
28	户外庭院灯	落地式 LED 型 灯杆高 2.5m	只	50	
29	照明保护管	RC25	km	3	
30	水煤气管	RC32~RC150	km	3	
31	薄壁钢管	DG25	km	3	
32	安装金具		项	1	
33	大网格桥架	600×200, 热浸锌, 镀锌层厚度 ≥ 86 μm	km	0.3	继保室用
34	桥架	600×150, 热浸锌, 镀锌层厚度 ≥ 86 μm	km	0.3	二次电缆用
35	桥架	600×150, 热浸锌, 镀锌层厚度 ≥ 86 μm	km	0.3	一次电缆用
5MW/5MWh 储能系统					

1	储能电池单元	含约 5MWh 储能电池、储能舱以及消防、配电、通风等确保储能单元正常工作的系统	套	1	液冷冷却方案
2	变流升压一体机	含5MW变流器、5MVA干式箱变、辅助变(为储能电池单元及变流升压一体机供电)、集装箱以及消防、配电、通风等确保变流升压单元正常工作的系统	套	1	
3	3kV 直流电缆	ZRC-YJV- 1.8/3kV- 1×240mm <sup>2</sup>	km	0.6	变流升压站一体机至储能电池单元
4	1kV 配电电缆	ZRC-YJV22-0.6/1kV-5×35mm <sup>2</sup>	km	0.1	变流升压一体机至储能电池单元
5	1kV 配电电缆	ZRC-YJV22-0.6/1kV-5×6mm <sup>2</sup>	km	0.1	变流升压一体机自供电用
6	35kV 电力电缆	ZRC-YJV22-26/35kV-3×70	km	0.1	电缆终端户内 1 套, 户外 3 套, 三相型
7	8#槽钢	[80×43×5。热浸锌, 镀锌层厚度 ≥ 86 μm	km	0.02	
8	储能进线开关柜	KYN61-40.5 1250A 31.5kA	面	1	真空断路器柜

表 2-10-5 电气二次主要设备表

序号	名 称	详细型号及规格	单位	数 量	备 注
(一)	系统继电保护及安全自动装置				
1	110kV 线路保护柜	微机型(1套 110kV线路光纤差动主保护装置+1 套三段相间距离及四段式 零序方向过流作为后备保护装置 )	面	1	由接入系统配置选型
2	故障录波器柜	微机型(96 路模拟量/192 路开关量)	面	1	

		、 带以太网口			
3	电量计费 ERTU 柜	带以太网口; 预留 110kV 线路主电度计量表、校核电度计量表 2 只位置(由电力计量部门提供); 电能量数据采集终端 1 套; 失压计时仪 1 台;	面	1	由接入系统配置选型
4	频率电压紧急控制装置柜	含电能质量监测装置、频率电压紧急控制装置各 1 套	面	1	
5	相量测量装置柜	含相量测量装置 1 套	面	1	按接入系统配置、选型
6	保护及故障信息管理子站柜	含保护及故障信息管理子站 1 套	面	1	按接入系统配置、选型
7	安全稳定控制系统		套	1	开列费用, 最终由接入系统及电网意见确定
8	网络安全态势感知设备柜		面	1	
9	储能终端控制柜	含: 储能终端控制设备	面	2	储能厂家配套提供(控制设备要求不同生产厂家)
(二)	风电场升压站计算机监控系统及继电保护				
1	计算机操作台	5000mm×1000mm(长×宽)	台	1	
2	风电场升压站计算机监控系统主机设备	a . 后台监控主机及人机界面(HMI) 【显存 /16GB 内存 /512G SSD+4TB HHD 硬盘/标准键盘、鼠标、光驱 /23" 液晶 1920×1080×2 套 ; b. 网络打印机(具有自动双面打印功能)】 , 后台共 2 套; c . 调制解调器 1 套;	套	1	

		d. 多媒体语音报警系统 1 套; e. 网络部件 (包括: 全部的网络接口、光缆等) 1 套; f. 系统软件 (包括: 国产安全操作系统、编译系统、诊断系统、专用杀毒 软件、工具软件等) 1 套; g. 支持软件 (包括: 数据库系统、网			
序号	名 称	详细型号及规格	单位	数量	备 注
(一)	系统继电保护及全自动装置				
1	110kV 线路保护柜	微机型(1套 110kV线路光纤差动主保护装置+1 套三段相间距离及四段式 零序方向过流作为后备保护装置 )	面	1	由接入系统配置选型
2	故障录波器柜	微机型(96 路模拟量/192 路开关量)、带以太网口	面	1	
3	电量计费 ERTU 柜	带以太网口; 预留 110kV 线路主电度计量表、校核电度计量表 2 只位置(由电力计量部门提供); 电能量数据采集终端 1 套; 失压计时仪 1 台;	面	1	由接入系统配置选型
4	频率电压紧急控制装置柜	含电能质量监测装置、频率电压紧急控制装置各 1 套	面	1	
5	相量测量装置柜	含相量测量装置 1 套	面	1	按接入系统配置、选型
6	保护及故障信息管理子站柜	含保护及故障信息管理子站 1 套	面	1	按接入系统配置、选型
7	安全稳定控制系统		套	1	开列费用, 最终由接入系统及电网意见确定
8	网络安全态势感知设备柜		面	1	
					储能厂家配套提

9	储能终端控制柜	含：储能终端控制设备	面	2	供(控制设备要求不同生产厂家)
(二)	风电场升压站计算机监控系统及继电保护				
1	计算机操作台	5000mm×1000mm(长×宽)	台	1	
2	风电场升压站计算机监控系统主机设备	<p>a . 后台监控主机及人机界面(HMI) 【显存 /16GB 内存/512G SSD+4TB HHD 硬盘/标准键盘、 鼠标、光驱 /23" 液晶 1920×1080×2 套；</p> <p>b. 网络打印机(具有自动双面打印功能)】，后台共 2 套；</p> <p>c . 调制解调器 1 套；</p> <p>d. 多媒体语音报警系统 1 套；</p> <p>e. 网络部件(包括：全部的网络接口、光缆等) 1 套；</p> <p>f. 系统软件(包括：国产安全操作系统、编译系统、诊断系统、专用杀毒 软件、工具软件等) 1 套；</p> <p>g. 支持软件(包括：数据库系统、网</p>	套	1	
序号	名称	详细型号及规格	单位	数量	备注
		变成套供货)；			
9	110kV 母线保护柜	微机型	面	1	
10	主变电度表柜	<p>a. 主变高压侧主电度计量表 3X57.7V 3X1.5(6)A 1 只, 精确级有功 0.2S、无功 2 级；</p>	面	1	
11	35kV 母线保护装置	微机型(12 单元)	套	1	
12	35kV 线路保护测控装置	微机型	套	3	安装在 35kV 线路、储能开关柜中
	35kV 动态无功				安装在 35kV 动态

13	补偿保护测控装置	微机型	套	1	无功补偿开关柜中
14	35kV 接地变兼场用变保护装置	微机型	套	1	安装在接地变兼场变进线中
15	35kV 母线压变测控装置	微机型	套	1	安装在 35kV 母线压变柜中
16	35kV 系统的电度表	主变低压侧、35kV 线路、动态无功补偿、场变柜考核电子式三相四线多功 能电度表(双向、3X57.7V 3X1.5(6)A、精确级有功 0.5S、无功 2 级、带 RS485 口、无辅助电源)；	只	5	安装在主变低压侧开关柜 1 只，35kV 线路开关柜 2 只、35kV 动态无功补偿开关柜 1 只、35kV 接地变兼场变开关柜 1 只
17	继电保护试验电源屏		面	1	
18	千兆网络交换机	国产：至少 4 个千兆光口	只	2	安装在 35kV 压变柜
19	微机“五防”系统		套	1	
20	新能源快速调频柜	新能源快速调频装置 1 套	面	1	
21	二次等电位及接地				
1)	继保室接地铜排	-25X4	m	100	
2)	等电位连接铜缆	1X100mm <sup>2</sup>	m	300	
3)	等电位连接铜缆	1X50mm <sup>2</sup>	m	100	
4)	绝缘多股绞线	4mm <sup>2</sup>	m	200	
22	阻燃控制电缆	ZA-KVVP22-8X1.5	km	8	
23	耐火控制电缆	NH-KVVP22-8X1.5	km	6	
(三)	风机、箱变监控及配套升压设备保护				
序号	名称	详细型号及规格	单位	数量	备注
	测控				
1	风机监控系统		套	1	风机厂家配套

				订 货	
2	配套升压设备保护 测控装置	含 11 台就地保护测控装置及 UPS 电 源, 光纤环网交换机以及监控后台等	套	1	机组配套升压 设备厂家成套订 货
3	塔筒及风机沉降安 全监测系统	含 11 台塔筒及风机沉降安全监测 系 统	套	1	风机厂家配套 提 供
4	箱变监控装置		台	11	箱变厂家配套 提 供
(四)	保护、控制直流电 源系统				
1	220V 控制保护 直 流微机型充电 、浮 充电柜	含交流双电源自动切换开关、高频开 关电源充电模块各 1 套;	面	1	
2	阀控式胶体密封免 维 护蓄电池柜(共 104 只)	蓄电池容量 300Ah 2V/只	组	1	
3	220V 控制保护 直 流馈电柜	馈线回路为单母线, 含 40 路直流馈线 线, 其中 40A 4 路, 32A 36 路	面	1	
4	UPS 电源柜	UPS 装置容量为 2 台 8kVA (不带 蓄 电 池组)	面	2	
(五)	图像监视及防盗 系 统	含视频监控主机、摄像头、电子围栏 主 机、电子围栏、门禁等设备	套	1	场区视频监控由 风 机厂家成套提 供
(六)	火灾报警装置	含控制器、探测器、手动报警装置、消 防 电 话、消防广播等。	套	1	
(七)	调度自动化、安全 防 护设备				最终按接入系统 配 置、选型
1	风电功率预测系统		套	1	
2	风电有功功率控制 系 统		套	1	
3	风电无功电压控制 系 统		套	1	
4	调度数据专网设备	含交换机、路由器等	套	2	

5	调度综合信息网络 厂端系统柜	含工作站、路由器、防火墙、交换机、拨号认证装置等设备，同时配置相应软件(由省中调统一部署)等	面	1	
6	安全II区调度计划工作站		套	1	
7	二次安全防护设备				由接入系统设计 确定
1)	纵向加密		套	4	
序号	名 称	详细型号及规格	单位	数量	
2)	防火墙		套	4	
3)	正向隔离，反向隔离		套	2	
4)	入侵检测		套	3	
5)	网络安全装置		台	2	
6)	防病毒系统		套	2	
7)	桌面安全终端软件		套	2	
8)	主机加固		套	1	
9)	网络监测及防病毒服务		套	2	
8	场区二次安防				
1)	硬件防火墙		套	1	
2)	纵向加密装置管理终端含软件		套	1	
3)	纵向加密装置(千兆)		台	1	
4)	微纵向加密装置(10M)场区数据加密		台	11	
8	安装材料及其它		项	1	
9	远程集控柜	网关、纵向加密、路由器等	套	1	

表 2-10-6 通信系统主要设备表

南昌深能新能源有限公司新建区联圩分散式风电项目安全预评价报告

序号	名 称	详细型号及规格	单位	数量	备 注
(一)	风电场升压站内通信系统				
1	语音网关机		套	1	
2	电话分线盒		套	2	
3	录音电话		套	1	
4	电话机	P/T 兼容 桌挂两用	只	6	
5	电话插座	AP86ZDTN6-2	只	6	
6	电话线	HPV-2×0.5	km	0.5	
7	通信电缆	HPVV-30*2*0.5	km	0.3	
8	数配、音频配线架	含 DDF 、VDF 单元配保安单元、防雷器等	套	1	
9	光配线架	含 96 芯 ODF 单元, 配保安单元、防雷器等	套	1	
10	通信直流电源系统				
1)	通信电源柜	含 2 套-48V/3*30A DC-DC 电源模块	面	1	
(二)	接入系统通信设备				
1	无金属引入光缆	24 芯 单模	km	0.4	由接入系统设计确定
2	SDH 光端机 (1+1)		套	2	由接入系统设计确定
3	PCM 接入设备		套	2	由接入系统设计确定
4	调度 IAD 终端设备	含协转	台	2	由接入系统设计确定
5	本地维护终端	含硬件及软件管理包	套	1	由接入系统设计确定

6	安装材料及其它		项	1	由接入系统设计确定
(三)	风电场场区通信系统				
1)	无金属光缆	24 芯	km	/	详见集电线路部分
2)	光缆接续盒		套	1	
(四)	网络布线系统				
1	网络设备柜(19" 标准机柜)	含路由器 48 口交换机 48 口 RJ45 模块式配线架(PD1148)	套	1	
2	信息插座面板	PF1312 适配 PM1011 模块	套	15	
3	超五类 4 对 UTP 双绞线	PC111004	km	2	
4	接地电缆	BV500- 1*10	m	50	

## 2.11 土建工程

### 2.11.1 工程等级

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》(NB / T10101-2018) 第 4.0.1 条, 拟建工程装机容量为 50MW, 升压站电压等级为 110kV , 工程规模为中型。

本风电场风电机组单机容量为 5MW, 轮毂高度为 150m, 转轮直径为 200m, 根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》NB/T10101-2018 第 4.0.2~4.0.3 条, 按照风电机组单机容量、轮毂高度和地基复杂程度划分, 结合本风电场实际特点, 风电机组地基基础设计级别为甲级, 升压站建筑物级别为 2 级。

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》NB/T10101-2018 第 5.0.3 、 5.0.2 条, 拟建工程风电机组基础结构安全等级为一级, 升压站站内主要建筑物的结构安全等级为二级。

## 2.11.2 风电场抗震及防洪设计

根据地区经验及周边资料, 场地覆盖层厚度小于 50m。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306—2015), 根据估算的土层等效剪切波速值( $V_{se}$ )为 151.0~180.7m/s, 结合场地覆盖层的厚度( $d_{ov}$ )小于 50m, 判定各风机场地类别为 II 类。基本地震动峰值加速度为 0.05g(相应的地震烈度为 VI 度), 基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.35s, 相应的设计地震分组为第一组。

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》NB/T10101-2018 第 6.0.1 条, 地基基础设计级别为甲级的风电机组基础洪水设计标准为 50 年。

根据《风电场工程等级划分及设计安全标准》NB/T10101-2018 第 6.0.2 条综合考虑 拟建工程的规模、重要性及失事后的影晌, 并结合拟建工程实际地形特点, 110kV 升压站的洪水设计标准取 50 年一遇。

根据相关资料显示, 风电场范围内的 50 年一遇洪水位标高为 22.5m

## 2.11.3 风机、箱变基础及道路

### 1) 风力发电机组基础

拟建项目推荐采用单机容量 5.0MW, 轮毂高度为 150m, 转轮直径为 200m 的风电机组, 拟建工程塔筒型式拟采用混塔。

塔筒型式推荐采用免灌浆干式连接分片预制装配式混塔。混塔下部为预制混凝土塔筒, 中间为钢制过渡段, 上部为传统钢塔筒, 配套中空齿轮加强型风机基础; 钢塔筒与过渡段之间通过高强螺栓连接, 过渡段、混凝土塔筒与基础通过预应力钢绞线连为整体。

拟建项目风机轮毂高度为 150m, 塔架高度约 147.3m, 其中下部混凝土段高度 102m, 过渡段 1.8m 上部钢段高度 43.5m。混凝土塔筒为锥筒式结构, 底部外径 8.985m, 顶部外径 4.375m, 共分为 34 段, 每段高度均为 3.00m。其中, 第 1~33 段每段分 4 片拼接, 第 34 段为整环。混凝土塔筒管片在集中式预制工厂内生产, 混凝土强度等级为 C70, 钢筋采用 HRB400E, 管片运输到机位进行拼接、吊装。第 1~33 段每段有 4 条竖缝, 竖缝通过预应力弯螺栓和环氧结构胶连接, 混凝土塔筒与风机基

础、混凝土塔筒段与段之间的水平缝通过定位销和环氧结构胶连接。下表给出了本混塔方案的主要体型参数。

表2-11-1 混塔主要体型参数

项 目	单位		
轮毂高度	m	150	
塔架高度	m	147.3	
塔架总重量	t	1600	
混凝土塔筒	高度	m	102
	段数	段	34
	每段高度	m	3
	底部外径	m	8.985
	顶部外径	m	4.375
过渡段	高度	m	1.8
	底部外径	m	4.375
	顶部外径	m	4.155
钢塔筒	总高度	m	43.5
	段数	段	2
	底部外径	m	4.155
	顶部外径	m	3.55
基础	高度	m	3.8
	直径	m	21.4

拟建项目塔筒采用钢混塔筒，风电机组基础拟采用 PHC 管桩基础，承台为设置齿轮 加强墩的中空式风机基础，基础尺寸详见附图。基础中空，底部直径 21.4m，中墩直径 11.4m，中墩高 3.8m，基础埋深 4.1m，底板厚度 1m，空腔下部直径 9 m，高 1.5m，空腔上部直径 7m，环梁高 1.6m，基础内沿环梁底部设置 8 组齿轮加强墩，相邻加强墩间预留 2 根预应力钢绞

线孔道，空腔顶部为预制混凝土板。基础圆盘下布置 42 根 DN600 直径 PHC 管桩，桩长约 20m，分两圈布置，外圈 29 根，内圈 13 根。风机基础混凝土标号 C40 P6，垫层混凝土强度等级 C20，钢筋等级 HRB400E。单个基础混凝土总量约为  $672\text{m}^3$ ，钢筋总量约为 77t。

根据规范要求，每台风机基础中墩外边缘均匀布置 4 个沉降观测点，观测点采用 316 不锈钢。在施工期间及使用期间对每台风电机组基础单独进行沉降、位移观测。

组安装后的观测还应记录观测时刻的风速、风向数据。当沉降稳定时，可终止观测，沉降是否稳定应根据沉降量与时间关系曲线断定，一般当某一台风机沉降速率小于  $0.02\text{mm/d}$  时，可认为该风机基础沉降已稳定，可终止观测，但总观测时间尚应满足不小于 12 个月的要求。

### 2) 箱式变电站基础

每台风机需设一台箱式变压器，箱变采用油变，箱变基础置于风机基础之上，采用混凝土框架结构，考虑防洪水位，设备底部标高不低于 23m。

箱式变压器基础采用钢筋混凝土基础，为现浇 C30 钢筋混凝土箱型结构，箱变油池为箱型基础，内铺洁净卵石，布置在箱变基础下方，埋深约 0.7m。根据《工业建筑防腐蚀设计规范》GB50046-2018 要求，基础与土壤或地下水接触的部位刷沥青冷底子油两遍，沥青胶泥涂层，厚度不小于  $300\mu\text{m}$ ，基础垫层采用 C20 水泥素混凝土。

### 3) 道路基础

拟建工程场内道路等级为等外道路，主要设计指标参考四级公路标准。具体指标详见下图：

表 2-11-2 主要设计参数一览表

序号	项目	技术指标
一	计算行车速度	15 公里/小时
二	荷载标准	公路 II 级
三	道路横断面参数	

1	路基宽度	5.5米
2	行车道宽度	4.5米
3	路肩宽度(每侧)	0.5米
4	路基边坡/路堑边坡	1:1.5~1:2/1:0.5~1:1
5	路基设计洪水频率	1/5
6	路面横坡度	2%
7	路肩横坡度	3%
四	道路平面布置参数	
1	平曲线半径	≥35米
五	道路纵段面参数	
1	一般路段最大纵坡	9%
2	竖曲线最小半径:极限(米) (注1)	200

#### 4) 升压站主要建(构)筑物基础

升压站设综合楼一幢，地上三层布置，建筑面积约为 $1339.7\text{m}^2$ 。一层为架空层，层高6.0m；二层主要布餐厅、会议室、办公室、资料室等，层高4.2m；三层主要布置主要布置值班室、洗晾间、活动室等，层高3.6m。屋面采用不上人平屋面。

升压站设电气楼一幢，地上三层布置，建筑面积约为 $648.4\text{m}^2$ 。一层为架空层，层高6.0m；二层主要布蓄电池室、设备间等，层高5.7m；三层主要布置主要布置继电室、蓄电池室等，层高4.5m。屋面采用不上人平屋面。

蓄电池室采用耐玻化砖地面，中控室、通信继保室采用防静电架空地板，卫生间采用防滑地砖地面，值班室采用复合地板。屋面及外墙保温层分别采用挤塑聚苯板和无机保温砂浆，防水层采用SBS防水卷材；除卫生间外，所有内墙面均采用乳胶漆，外墙面采用环保型建筑涂料；窗采用塑钢窗。

升压站设附属楼一幢，地面二层，一层为架空层，层高 6.0m；二层布置消防水池及 泵房，层高 4.2m。建筑面积地上地下均为 145.36m<sup>2</sup>。泵房采用水泥基自流平地面，消 防水池采用水泥砂浆地面，外墙面采用环保型建筑涂料。

## 2.12 公用工程

### 2.12.1 给排水

#### (1) 生活给水

升压站生产、生活用水水源为引接附近村庄供水管网。消防和生活给水管网系统各自独立，消防给水系统为临时高压给水系统，由消防水池、消防泵组、消火栓管网及消火栓等组成，生活给水系统由生活低位水箱+变频生活泵组加压供给。

#### (2) 污水处理

升压站生活污水主要包括粪便污水、洗涤污水等，生产污水主要包括事故油污水等。

在升压站内设置地埋式生活污水处理装置一套和事故油池一座。生活污水经地埋式生活污水处理装置处理后达国家一级排放标准后排放。变压器油坑排水经事故油管排至事故油池，在事故油池内设置隔油设施，采用油水分离处理后，分离出的水排入场区雨水管道。

### 2.12.2 采暖通风与空气调节

#### (1) 综合楼

值班室、休闲区、会议室、餐厅、活动区、资料室等人员活动频繁区域，为满足人体舒适度要求，选用热泵型分体空调器，夏季制冷，冬季制热。

卫生间采用自然进风、机械排风的通风方案。通风换气次数按每小时不少于 10 次

计算，排风机选用吸顶式排气扇。

#### (2) 电气楼

35kV 开关柜室采用自然进风、机械排风的通风方案。为避免夏季极端高温天气房间温度偏高，预留分体空调用于夏季高温气候除热。

蓄电池室考虑有少量  $H^2$  泄漏，设机械通风系统，风机选用防爆通风机。事故排风量按换气次数为 6 次/h，上部吸风口距离顶板不大于 0.1m，事故排风受控于房间的  $H^2$  探测器，事故排风机与  $H^2$  探测器联锁。蓄电池室平时通风间歇性运行，房间设置热泵型防爆分体空调。

继保室采用吸顶式分体空调用于保证室内温度要求。

### (3) 附属用房

消防泵房采用机械通风系统。为避免冬季室外温度过低，泵房设置地脚式电暖器。保证冬季室内温度不小于 5℃。备品备件库设置除湿机用于保证室内湿度要求。

综合楼一层及二层的走道，以及封闭楼梯间均采用自然排烟。电气楼三层走道采用自然排烟。

升压站内所有穿墙空隙处用不燃材料封堵。

蓄电池室应采用防爆型通风空调设备

蓄电池室设事故时排风系统， $H^2$  泄露时启动排风机进行排风。

开关柜室设事故时排风系统， $SF_6$  泄露时启动排风机进行排风。

蓄电池室应采用防爆型通风空调设备

## 2.13 消防

### 2.13.1 建筑物火灾危险性分类及耐火等级

升压站设综合楼一幢，地上三层布置，建筑面积约为 1339.7m<sup>2</sup>。一层为架空层，层高 6.0m；二层主要布餐厅、会议室、办公室、资料室等，层高 4.2m；三层主要布置值班室、洗晾间、活动室等，层高 3.6m。屋面采用不上人平屋面。

升压站设电气楼一幢，地上三层布置，建筑面积约为 648.4m<sup>2</sup>。一层为架空层，层高 6.0m；二层主要布蓄电池室、设备间等，层高 5.7m；

三层主要布置主要布置继电室、蓄电池室等，层高 4.5m。屋面采用不上人平屋面。

蓄电池室采用耐玻化砖地面，中控室、通信继保室采用防静电架空地板，卫生间采用防滑地砖地面，值班室采用复合地板。屋面及外墙保温层分别采用挤塑聚苯板和无机保温砂浆，防水层采用 SBS 防水卷材；除卫生间外，所有内墙面均采用乳胶漆，外墙面采用环保型建筑涂料；窗采用塑钢窗。

升压站设附属楼一幢，地面二层，一层为架空层，层高 6.0m；二层布置消防水池及消防泵房，消防水池长 7.5m、宽 7.5m、深 4.2m，有效容积 236m<sup>3</sup>。建筑面积地上地下均为 145.36m<sup>2</sup>。泵房采用水泥基自流平地面，消防水池采用水泥砂浆地面，外墙面采用环保型建筑涂料。

拟建工程主要建（构）筑物的火灾危险性类别和耐火等级划分见表 2-13-1。

表 2-13-1 火灾危险性类别和耐火等级划分表

序号	项目名称	层数(层)		建筑高度(m)	规划高度(m)	建筑等级	耐火等级	结构形式	占地面积(m <sup>2</sup> )	建筑面积(m <sup>2</sup> )			计容面积(m <sup>2</sup> )
		地上	架空层							地上	架空层	合计	
1	综合楼	2F	1	8.7	9.6	丙类	二级	框架	678.90	1339.74	678.90	2018.64	1339.74
2	电气楼	1F	1	5.7	6.6	丙类	二级	框架	324.22	324.22	324.22	648.44	324.22
3	附属用房	1F	0	4.2	5.1	丙类	二级	框架	145.36	145.36	0	145.36	145.36
4	架空楼板		1	6.0					1708.20	0	1708.20	1708.20	0
	总计								2856.68	1809.32	2711.32	4520.64	1809.32

注：①建构筑物火灾危险性分类及耐火等级划分依据《风电场设计

防火规范》(NB31089-2016)表5.1.1

## 2.13.2 主要场所及主要机电设备消防设计

### 1) 电缆防火

升压站电缆沟至设备采用预埋管，电缆沟内电缆支架采用角钢。电缆防火采取“封”、“堵”、“隔”等措施，具体防火措施为：

(1) 盘柜：柜内不带铁盖板的开关柜及下方的楼板孔洞，用上下两层防火隔板(上层隔板5mm厚，下层隔板10mm)，阻火包、有机堵料组合封堵，楼板下防火隔板用M8膨胀螺栓固定，上侧防火隔板安装在盘柜内；柜内带有铁盖板的开关柜及下方的楼板孔洞，用一层10mm厚防火隔板、阻火包、有机堵料组合封堵，防火隔板用M8膨胀螺栓固定在楼板上。

(2) 配电箱、端子箱的电缆进出口处用有机堵料进行封堵严密。

(3) 架空桥架穿墙孔处设立阻火墙，阻火墙用阻火包、有机堵料和无机堵料组合封堵。

(4) 架空桥架电缆引入盘柜处，在桥架电缆引出处用阻火包和有机堵料组合封堵。

(5) 在架空桥架、电缆沟的交叉和分支处设立阻火段，用阻火包、有机堵料和无机堵料组合封堵。

(6) 电缆沟出墙处，用阻火包、有机堵料和无机堵料组合封堵。

(7) 所有电缆管两端用有机堵料封堵严密。

### 2) 消防水系统

根据《风电场设计防火规范》NB31089-2016第5.2.1条，拟建工程综合楼体积超过3000m<sup>3</sup>，需设置消防给水。

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974-2014第3.4.8条，拟建工程主变室外消火栓设计流量不应小于20L/s。

根据《风电场设计防火规范》NB31089-2016第5.2.6条，拟建工程最大的地面建筑物为生产综合楼，戊类，室外消火栓用水量不应小于15L/s。

综上，拟建项目室外消火栓用水量 20L/s，火灾持续时间为 2h，所需的消防用水量为 144m<sup>3</sup>。消防水池有效容积 236m<sup>3</sup>。

### 3) 风力机组和箱式变压器的消防设计

每台风电机组配备 4 只 MFA4 手提式磷酸胺盐干粉灭火器，分别放置在第一节塔筒(2 只)和机舱内(2 只)，要求机舱内的灭火器采取固定措施。作业过程中出现火情时，及时采用灭火器灭火，防止火势扩大。

具体风机设备的消防设备、消防设计方案由厂家进行专门进行设计，并建议业主请第三方专业公司进行审查。

风电机组的火灾监测对象主要是机舱及机舱平台底板下部、塔架及竖向电缆桥架、塔架底部设备层、各类电气柜等，根据环境及不同的火灾燃烧机理，分别选用感烟、感温探测器、感温电缆。探测器、感温电缆触发消防模块箱动作后，火灾报警控制器发出 声光报警并显示报警点地址、打印报警时间和报警点地址。同时，按预先编制好的逻辑关系发出控制指令，自动联动停止相关部位的风机、关闭防火风口和防火阀、启动声光 报警器、启动自动灭火装置，也可由值班人员在火灾报警控制器上远程手动操作。

根据风电机组的设备组成及使用环境， 推荐采用气体自动灭火装置，其联动触发信号应采用两个独立的报警触发装置报警信号的“与”逻辑组合。气体自动灭火装置设置 应在接收到满足联动逻辑关系的首个联动触发信号后送闭区域的送排风机或阀门，关闭防域区域的门窗；在接收到第二个联动触发信号后，应不大于 30s 的延迟启动气体灭火装置。

风电机组的火灾报警及消防控制系统由风机制造厂随机提供。风电机组应配置一套火灾报警、自动灭火于一体的应用平台，系统应满足《火灾报警系统设计规范》 GB 50116-2013 和《风电场设计防火规范》 NB 31089-2016 的要求。机舱内及风力发电机组升压变安装自动灭火系统。

风机内自动灭火系统的选择应从适用性、针对性、安全性、其他因素等方面进行综合考虑，根据灭火剂形态分类，可分为气体灭火系统、

液体灭火系统和固体灭火系统。风力发电机组电气盘柜消防应用气体灭火系统，机舱、塔筒内开敞空间和其他油类火灾的消防可以因地制宜地选择液体灭火系统。

所有机位均有场内道路通过，消防车可到达各个机位。每台风电机组配置一台箱式变压器，风电机组第一节塔筒内 2 只 MFA4 手提式磷酸 胺盐干粉灭火器同时用于箱式变压器消防。

#### 4) 火灾报警系统

在中控室设置壁挂式火灾报警控制器(联动型) 一台，主要监测各设置火灾探测器 场所的火警信号，并可根据消防要求对相关部位风机、防火风口、防火阀等实施自动联动控制。火灾报警控制器上设有被控设备的运行状态指示和手动操作按钮。

风电场的火灾监测对象是重要的开关柜室、中控室、通信继保室等场所，根据环境及不同的火灾燃烧机理，分别选用感烟、感温探测器。探测器主要安装在中控室、开关柜室、通信继保室等场所；在各防火分区设置了手动报警按钮和声光报警器。探测器或手动报警按钮动作时，火灾报警控制器发出声光报警并显示报警点地址、打印报警时间和报警点地址。同时，按预先编制好的逻辑关系发出控制指令，自动联动停止相关部位的风机、关闭防火风口和防火阀、启动声光报警器，也可由值班人员在火灾报警控制器上远程手动操作。

### 2.13.3 安全疏散通道和消防通道

- 1) 主要建筑物设有不少于 2 个直通室外的安全通道。
- 2) 疏散门的净宽不小于 0.9m，疏散走道及疏散楼梯的净宽不小于 1.1m，位于袋形走道两侧或尽端的疏散门至最近安全出口的最大距离为 20m。
- 3) 房间位于 2 个安全出口之间，且建筑面积小于等于 120m<sup>2</sup>，疏散门的净宽不小于 0.9m；房间位于走道尽端，且房间内任一点到疏散门的直线距离小于、等于 15m，其疏散门的净宽不小于 1.4m。

4) 集中控制室、继电器室、配电室、通讯机房等的门为乙级防火门，向疏散方向开启。

## 2.13.4 通风空调系统的防火排烟设计

SVG 室设置全室通风，自然进风、机械排风。排风量按 6 次/h 计，进风量与排风量一致，进风口风速小于 3m/s。进风口设置防雨百叶、滤尘网及手动关闭阀，排风采用轴流风机。

35kV 开关柜室设置全室通风及事故通风，自然进风、机械排风。全室通风量按 4 次/h 计，事故通风量按 8 次/h 计。全室通风排风机设置于房间下部，距房间地面不高于 0.3m；事故通风排风机设置于房间上部，由全室通风排风机共同承担事故排风。进风口设置防雨百叶、滤尘网及手动关闭阀，进风口风速小于 3m/s，排风采用轴流风机。轴流风机与 SF<sub>6</sub> 检测器连锁，并室内外设置手动开关。

## 2.13.5 施工期消防

拟建项目施工现场应建立安全消防领导小组，健全消防检查制度，对全体职工加强消防意识教育，认真贯彻落实消防法，组织职工建立义务消防队。主要针对总平面布局、建筑防火、临时消防设施及消防管理等内容进行落实。

对进入拟建工程现场施工的所有单位，不论总包分包形式如何，均应签订消防安全责任书，并加强对分包单位的监督作用。

设立专人定期检查、管理灭火器具，绘制消防设施、器材放置平面图，做好各类安全生产、消防安全台帐，如实反映现场安全生产管理状况，检查中发现的问题，必须定人、定时间、定措施整改，整改后进行验证，消除事故隐患。

## 2.14 施工组织

### 2.14.1 施工条件

#### 1) 施工用电

拟建项目施工用电主要包括施工工厂、临时生活区用电两部分，初

估施工用电总负荷 180kW，其中施工生产用电负荷 150kW，临时生活区用电负荷 30kW。施工用电电源由临建场地最近的联圩镇 10kV 线路至施工临时场地，引接距离 1.0km，设置 10/0.38kV 施工变压器，降压后作为拟建工程施工工厂及临时生活用电。考虑到风电机组施工点较为分散，另设置四台移动式柴油发电机作为风电机组施工电源。

### 2) 施工用水

为满足拟建项目生活消防用水和施工用水的需要，考虑从附近村庄引接市政管网，引接距离约 1.0km。因施工期用水量较大，故需在施工临时场地附近设置施工蓄水池。

### 3) 建筑材料

钢材、木材、水泥等主要建筑材料从当地县建筑市场采购即可

### 4) 通信

风电场施工现场的对外通信，采用无线电通信方式解决。各风机位施工现场的对外通信，通过配置手机和对讲机的方式，以供风电场运行人员巡视和检修联络通信使用。

## 2.14.2 施工总体布置

### (1) 混凝土系统

混凝土系统的生产能力受控于风电机组基础混凝土浇筑的全面面积，并考虑混凝土初凝时间的影响，为避免预留施工缝，保证在 12h 内完成混凝土承台的入仓，混凝土高峰期浇筑强度将达到  $60\text{m}^3/\text{h}$ 。风电场周边商品混凝土搅拌站数量较多，可以保证风机基础混凝土的供应。

### (2) 机械修配及综合加工厂

工程区设置机械修配厂及综合加工系统（包括钢筋加工厂、木材加工厂）。为了便于管理，综合加工厂集中布置，总占地面积  $1500\text{m}^2$ 。

机械修配场主要承担施工机械的小修及简单零件和金属构件的加工任务，大中修理工作委托当地相关企业承担。

### (3) 仓库及设备堆场

所需的仓库集中布置，主要设有水泥库、木材库、钢筋库、综合仓库、机械停放场及设备堆存场。水泥库、木材库及钢筋库分别设在相应的加工工厂内。综合仓库 包括临时的生产、生活用品仓库等，占地面积 1500m<sup>2</sup>。机械停放场考虑 5 台机械的停放，占地面积 1000m<sup>2</sup>. 设备堆存场占地面积 1000 m<sup>2</sup>。

## 2.14.3 建设用地方案

拟建工程建设用地包括风机及箱变基础、升压站、集电线路、道路、风机安装场地和施工临时设施等用地，其中风机及箱变基础、升压站及进站道路为永久用地，风机安装场地、施工临时设施、施工道路、直埋电缆、堆土场为临时用地。

### 1) 工程永久占地

工程永久征(占)地面积按以下方法测定：

- (1) 风电机组基础：每台风机占地按边长 21.4m 的圆形计算面积；
- (2) 升压站：按 117.8m×72.4m 计算面积；
- (3) 进站道路：按道路长度×12m 计算面积。
- (4) 架空线路铁塔基础：每基 49m<sup>2</sup> 计算面积

### 2) 工程临时占地

临时占用地面积按以下方法测定：

- (1) 风电机组安装场地：每个场地按 40m×70m (扣除其中风机及箱变基础永久占地)计算面积；
- (2) 施工临时设施：征地总面积为 6000m<sup>2</sup>；
- (3) 场内施工道路：新修道路按场内施工道路长度×4.5m 计算长期用地面积，按改场内施工道路长度×5.5m 计算临时用地面积，建水泥路按改建道路长度×4m 计算；本工程借用道路为借用已有道路，考虑施工对原有道路造成一定的破坏，在施工完毕后对其修复，不计入临时征地。
- (4) 场内直埋电缆：按路径长度×1.0m 计算面积，扣除沿道路部分。

表 2-14-1 工程建设用地汇总表

序号	项目名称	永久征 (占): $m^2$	临时占地: $m^2$	备注
1	升压站	8528.72	/	1座
2	进站道路	420		
3	风电机组基础	3595	/	
4	箱变基础	0		箱变基础位于风机基础征地范围内
3	安装场地	/	24425	
4	施工临时设施	/	6000	
5	新建道路	/	35574	
6	改建土路	/	0	
7	改建水泥路	/	29405	
8	直埋电缆线路	/	4700	
9	架空线路铁塔基础	2450	/	
	总计	14993.72	100104	

## 2.14.4 主体工程施工

### 2.14.4.1 基础施工

#### 1) 风机基础施工

风机基础施工主要工艺流程如下：预制混凝土管桩施工→基础开挖(包括降水措施)→桩头处理(包括桩头钢筋焊接等)→垫层施工→浇筑仓面准备(立模、绑钢筋、埋管等)→质检及仓面验收→混凝土配料→混凝土搅拌→搅拌车运输→混凝土入仓→平仓振捣→养护→拆模→质量检查→修补缺陷→土方回填。

#### 2) 机组变压器基础施工

机组变压器基础施工流程：基础土方的开挖→接地→垫层施工→基础钢筋绑扎→基础混凝土的浇筑→基础砌体墙→混凝土压顶。

#### 3) 风电场道路施工

为保证路基稳定，减少路基沉降，保证路基压实度达到设计强度，路

基在填筑前应进行处理，包括排水、清表、清除树根、杂草、垃圾以及清淤、填前压实等，路基清表厚度 30cm，清表范围可根据现场情况而定。特殊地段若存在地下水位高，原土基过湿而施工困难时，可采用 4%翻拌水泥土对地基进行处理。路基回填应分层填筑，每层松铺厚度不大于 30cm。

#### 2.14.4.2 风电机组与箱式变电站的安装

拟建项目共有 10 台 5.0MW 级风电机组，机组轮毂高度 150m，塔架采用钢混组合式塔筒型式。其中，下部混凝土塔筒为锥筒式结构，高度为 102m，底部外径 8.985m，顶部外径 4.375m，共分为 34 段，第 1~34 段高度均为 3.00m。混塔管片在预制厂生产好后运输到现场进行拼接、吊装，混塔管片运输属于常规运输。第 1 段筒节最重约 62.5t（不含吊具等工装设备），要求混凝土塔筒段吊装设备具备 70t 级的起重能力及 110m 级的吊高能力；风电机组部分最重件为机舱，重约 145t，要求钢塔及整机吊装设备具有约 145t 级起吊能力和 150m 级的吊高能力

##### 1) 风力发电机组安装

安装前应做好如下准备工作：检查并确认风电机组基础已验收，符合安装要求；确认安装当日气象条件适宜，特别注意风速和降雨；由制造厂技术人员认同建设单位（业主）组织有关人员认真阅读和熟悉风电机组制造厂提供的安装手册；组织好安装队伍，并明确安装现场的唯一指挥者；制定好详细的安装作业计划；清理安装现场，去除杂物，清理出大型车辆通道等。

安装程序及方法如下：

###### (1) 混凝土段管片拼接及吊装

混凝土塔筒每节由 4 个管片拼接而成，采用定制的快速拼装平台进行精确定位和调平，4 条竖缝通过预应力弯螺栓和高强结构胶进行连接；混凝土塔筒与 风机基础、混凝土塔筒段与段之间的水平缝通过定位销和高强结构胶进行定位和连接，混凝土塔筒段高空作业采用定制的移动式

空中整环吊装平台。

### (2) 过渡段吊装及预应力施工

混凝土塔筒最顶段吊装完成后即进行过渡段吊装，过渡段与混凝土塔筒顶段之间通过定位销和高强结构胶进行精确定位和连接；过渡段吊装完成后，即可进行体外无粘结预应力钢绞线穿索施工，钢绞线穿索宜采用整束提升方式，以提高穿索速度；待混凝土强度和结构胶强度达到设计要求后，即可进行预应力张拉施工，预应力张拉应采用对称张拉，且应由专业预应力施工人员进行施工。

### (3) 钢塔筒及整机吊装

预应力张拉施工结束，即可开展钢塔筒及整机吊装。混凝土段及钢制过渡段吊装可

采用转场快、作业面积小的 500T 主吊；钢塔筒及整机吊装采用 1100T 主吊两者交替使用，流水作业，灵活协调吊机资源，提高施工效率，极大地节省了施工周期及吊装成本。

## 2) 箱式变压器安装

①将变压器运输到位，选择合适的倒链将变压器吊起离地面约 300~500mm，待稳定后，把变压器底座组装好放到变压器基础上。

②把变压器底座焊到变压器基础上。

③把变压器放在底座上，调整变压器，使变压器中心与底座中心一致，然后用固定装置把变压器固定好。

④按厂家说明书的要求装上变压器的测温元件。

⑤安装变压器罩。安装完毕后锁好门锁，擦拭干净观察窗。

⑥用接地线把变压器本体可靠接地。

⑦变压器如有其它特殊要求时，执行产品说明书要求。

⑧进行变压器直组、变比、组别极性、绝缘电阻/吸收比/极化指数、交流耐压实验等。测量变压器每个分接头的直组、变比，并且记录试验时的温度，试验结果符合规程要求，和厂家出厂报告相比相差不大。

⑨检查变压器冷却系统手动操作正常，温度指示正确，温度高报警、跳闸动作正常，信号音响等报警信号正常。

⑩对变压器过流、速断、零序保护进行调试。首先对单板件调试，调试合格后，在 CT、PT 二次侧加电流、电压信号，模拟变压器故障调试变压器，高低压开关连锁动作，报警、信号指示等正确无误。

#### 2.14.4.3 风电场升压站内主要建筑物施工和电气设备安装

##### 升压站主要建（构）筑物施工

基础土方采用机械开挖，预留的 30cm 厚原土用人工清槽，经验槽合格后，进行基础混凝土浇筑及地下电缆沟墙的砌筑，封盖及土方回填；施工时同时要做好各种管沟的施工和管线的敷设安装，尤其是升压站的地下高低压电缆，管沟的隐蔽工程，已满足管线的排布及通行。在混凝土浇筑过程中，应对模板、支架、预埋件及预留孔洞进行观察，如有变形、移位应及时进行处理，以保证质量。在浇筑与柱连成一体的梁和板时，应在柱浇筑完毕 1~1.5h 后再继续浇筑。浇筑完毕后的 12h 内应对混凝土加以养护，在其强度未达到规定以前不得在其上踩踏或安装模板及支架。

房屋建筑的施工顺序为：施工准备→基础开挖→地基处理→基础混凝土浇筑→框架梁柱施工→混凝土构造柱、板浇筑→砌墙→室内外装修及给排水系统施工→电气设备就位安装调试。

#### 2.14.5 施工工期

拟建工程施工总工期为 12 个月，首批机组发电工期为 8 个月。

承包人自第一年 1 月初进场，首先开始施工供水供电系统、施工临时设施修建等工作。第 2 月初开展场内施工道路施工，第 4 月底场内施工道路基本完工。第 2 月中旬开始升压站施工，升压站土建及安装施工于第 6 月底完成。第 3 月初开始风机安装场地平整（含地基处理），第一批风电机组基础第 3 月中旬开始基坑开挖，4 月中旬开始混凝土浇筑。拟建工程集电线路于 3 月初开始施工。8 月中旬首批机组投产发电，11

月底全部机组具备发电条件，12月初开始工程完工验收，12月底工程完工。

## 2.15 投资估算

拟建项目资本金按占总投资的 20.00%计，其余资金为银行贷款。投资主要指标如表 2-15：

表 2-15 工程投资主要指标表

序号	项目名称	投资指标(万元)
I	风电场	
一	施工辅助工程	1330.21
二	设备及安装工程	22665.92
三	建筑工程	5299.81
四	其他费用	7076.07
	一～四部分合计	36372.01
五	基本预备费 2.00%	727.44
	工程静态投资(一～五)部分合计	37099.45
六	价差预备费	
七	建设期利息	529.86
八	工程总投资(一～七)部分合计	37629.31
	单位千瓦静态投资(元/kW)	7420
	单位千瓦动态投资(元/kW)	7526
II	送出工程	2842.02
III	项目总投资	40471.33

## 2.16 工程特性表

新建区联圩分散式风电项目特性表详见下表 2-16-1。

表 2-16-1 新建区联圩分散式风电项目工程特性表

名 称	单位(或型号)	数 量	备注
场 海拔高度	m	10～15m	

主要设备	风力发电场主要机组	经度 (东经)		116.08°	中心位置
		纬度 (北纬)		28.95°	
		年平均风速	m/s	5.09/5.34	
		风功率密度	W/m <sup>2</sup>	155/187	2932#/6837# 150m 高度
		盛行风向		N 、 NNE	
		台 数	台	10	
		额定功率	kW	5000	
		叶片数	片	3	
		风轮直径	m	200	
		风轮扫掠面积	m <sup>2</sup>	31416	
		切入风速	m/s	2.5	
		额定风速	m/s	8.8	
		切出风速	m/s	20	
		安全风速 (3s)	m/s	59.5	
		轮毂高度	m	150	
		发电机额定功率	kW	5250	
		发电机功率因数		-0.95~+0.95	
		额定电压	V	1140	
		主要机电设备	配套升压设备	S11-5500/37	10 台
				5500kVA D, yn11	
		升压站	出线回路数及电压等级	37±2×2.5%/1. 14kV	
				SZ11-50000/115	
				50000kVA	
			主变	YN, d11	1 台
			115±2×2.5%/37kV		
			110kV 出线回路数	回	1
			110kV 进线回路数	回	1 本期一回, 远期 2 回

		电压等级	kV	110	
风力发电 机组基础 工程数 量	施工 期限	台 数	台	10	
		型 式	齿轮加强墩型中空式风机基础		
		地基特性	HPC 管桩基础		
		土方开挖	万 m <sup>3</sup>	5.3	
		土石方回填	万 m <sup>3</sup>	8.2	
		混凝土	万 m <sup>3</sup>	7.5	
		钢筋	t	950	
		新建、改建道路	km	3.6/7.4	
		总工期(主体工程)	月	12	
		第一批发电	月	8	
概 算 指 标	静态投资(编制年)		万元	39901.45	
	工程动态总投资		万元	40471.33	
	单位千瓦静态投资		元/kW	7980	
	单位千瓦动态投资		元/kW	8094	
	施工辅助工程		万元	1330.21	
	风电场机电设备及安装		万元	22665.92	
	风电场建筑工程		万元	5299.81	
	其它费用		万元	7076.07	
	基本预备费		万元	727.44	
	建设期利息		万元	529.86	
经 济 指 标	项目总投资			40471.33	含送出工程 、对侧间隔扩 建
	装机容量		MW	50	
	年上网电量		万 kW·h	10387	
	年等效满负荷小时数		h	2077	
平均含税上网电价		元 / kWh	0.4143		

盈利能力指标	总投资收益率	%	3.58	
	资本金净利润率	%	8.25	
	全部投资财务内部收益率	%	6.24	税前
	资本金财务内部收益率	%	7.49	税后
	投资回收期	年	12.9	
清偿能力	借款偿还期	年	16	
	资产负债率	%	79.32	最大值

### 3 主要危险、有害因素识别与分析

危险是指可能造成人员伤害、职业病、财产损失、作业环境破坏的根源或状态。危害是指特定危险事件发生的可能性与后果的结合。危害因素是指能对人造成伤亡或对物造成突发性损坏的因素，强调突发性和瞬间作用。从其产生的各类及形式看，主要有火灾、机械伤害、电气事故等。

有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对物造成慢性损坏的因素，强调在一定范围内的积累作用。主要有生产性噪声与振动、高温、低温等。

能量的积聚和有害物质的存在是危险、有害因素产生的根源，系统具有的能量越大，存在的有害物质的数量越多，系统的潜在危险性和危害性也越大。能量和有害物质的失控是危险，有害因素产生的条件，失控主要体现在设备故障，人为失误，管理缺陷，环境因素四个方面。

通过对该企业提供的有关资料的分析，结合现场调研和类比企业的情况，以确定拟建项目的主要危险，有害因素的种类，分布及可能产生的方式和途径。

#### 3.1 辨识与分析危险、有害因素的依据

危险因素是指能对人造成伤亡和对物造成突发性损坏的因素。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病或对物造成慢性损坏的因素。本章根据《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）、《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861—2022）以及以往相关事故统计和分析，辨识与分析危险有害因素。

拟建工程涉及到的危险、有害物质有六氟化硫、绝缘油、液压油、润滑油、柴油、乙炔、氧气等。存在主要危险因素有高处坠落、物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、火灾、爆炸、坍塌、中毒

和窒息等，还存在温度与湿度不良、噪声、电磁辐射、粉尘、采光照明不良等有害因素。

### 3.1.1 六氟化硫

拟建项目 110kV 配电装置采用敞开设备，户外布置型式，由 SF<sub>6</sub>断路器、电流互感器、隔离开关、避雷器、电压互感器等设备组成，SF<sub>6</sub>断路器；室内无功补偿开关柜采用 35kV SF<sub>6</sub>断路器，含有六氟化硫。六氟化硫是一种惰性气体，纯品它无色无味、无毒，不燃，且不溶于水，但密度大约为空气的 5 倍，具有良好的灭弧和绝缘性能。一旦泄露会大量聚集在低洼的区域，造成该区域的空气被取代，导致氧气含量下降，若氧气含低于 16%，在该区域工作的人员就会窒息。另外，SF<sub>6</sub>在电弧作用下其分解物 SF<sub>4</sub>与水作用产生氢氟酸，属腐蚀材料，当其含水量达到饱和时，会在绝缘表面结露，降低绝缘强度，接地电阻增大，严重时行动中会发生爆炸。SF<sub>4</sub>属于危险化学品有毒气体类别，CAS 编号为 1840-68-2。

### 3.1.2 变压器油

变压器油属于人工合成的液体绝缘材料(合成油)，目前变压器油主要有十二烷基苯(DDB，与矿物油混合)、硅油及酯类合成油。

DDB 是毒性最低的合成油之一。它属于弱极性材料，具有优良的电气性能和热、氧老化稳定性，吸气性比较好，击穿电场强度高。铜、钢、锌、锡、铝等金属对它几乎不起催化老化作用。但铅有明显的催化老化作用，并较易溶胀橡胶；硅油的特点是耐热性优良，工作温度可达 150~200℃，属难燃性绝缘油。硅油的粘度-温度特性平坦，有高的耐寒性；除磷酸酯外，多数酯类的毒性很低。

### 3.1.3 液压油

液压油主要用于风机刹车系统，根据《化学品分类和危险性公示通则》(GB 13690-2009) 常用危险化学品的分类，未被定为危险品。毒性低，但过度接触会造成眼部、皮肤或呼吸刺激。皮肤下高压注射可能会引起严重损伤。其油雾受压可能会形成易燃性混合物，因此在使用过程

中应注意做好消防防护工作，以免引起火灾。

### 3.1.4 润滑油

拟建项目风机轴承等部位润滑系统需要用到大量的润滑油，润滑油属可燃物品，储运、使用过程应注意防止外流污染环境和着火燃烧。

在保存时，严禁火种接近，严禁阳光下暴晒，泄漏后用黄沙或木屑处理，燃烧时用干粉灭火器或二氧化碳灭火器处理。

### 3.1.5 乙炔

拟建项目施工期，电场施工安装焊接时经常使用钢瓶装的乙炔。乙炔具有极易燃烧爆炸特性，与空气混合能形成爆炸性混合物，遇明火、高热能引起燃烧爆炸；与氧化剂接触会猛烈反应；与氟、氯等接触会发生剧烈的化学反应；能与铜、银、汞等的化合物生成爆炸性物质。乙炔具有弱麻醉作用，高浓度吸入可引起窒息。乙炔属于危险化学品易燃气类别。拟建项目运行期不使用。

### 3.1.6 氧气

拟建项目施工期会使用钢瓶装的氧气，常压下，当空气中氧气浓度超过 40%时，人就可能发生氧气中毒，吸入氧浓度在 40%~60%时，人就会感觉胸骨不适，轻咳，呼吸困难，严重时可发生肺水肿，甚至出现呼吸窘迫综合症。吸入氧浓度到达 80%以上时，人会表现出面部肌肉抽动、面色苍白、眩晕、心动过速、虚脱、继而昏迷、呼吸衰竭，最终死亡。危险货物编号为 22001。拟建项目运行期不使用。

### 3.1.7 柴油

拟建项目各风机机位处由施工承包商自备柴油发电机供电，柴油属于高闪点易燃液体，遇明火、高热或与氧化剂接触，有引起燃烧爆炸的危险。若遇高热，窗口内压增大，有开裂和爆炸的危险。另外，柴油具有带电性，当油料与管道、泵、容器等壁面以及油流与空气摩擦或撞击时均能产生静电。液体燃料静电电荷积聚也能导致油料燃烧爆炸。拟建项目运行期不使用。

### 3.1.9 氢气

拟建工程在升压站设置有阀控式密封铅酸蓄电池组，由于蓄电池的充电过程中将释放氢气，该室存在火灾和爆炸的危险性。氢气是一种可燃易爆的气体，无毒，其引燃温度为 560℃，爆炸极限为 4.0~75.6% (V%)；其密度比空气轻，无色、无味，爆炸范围极广，点火能量小；加上氢气无色、无味，它的存在不易被人的感觉发现，从而增加了它的危险性。氢气属于甲类火灾危险性物质，属于 IIC 级、T1 组别的爆炸性气体。危险货物编号为 21002。

### 3.2.0 危险化学品辨识

根据《危险化学品目录》（2015 版），拟建项目生产过程中涉及的六氟化硫、乙炔、柴油、氢气为危险化学品，其理化特性等具体情况详见下表。

表 3.1-1 危险化学品的危险特性一览表

序号	物料名称	相态	CAS号	危险化学品目录序号	相对密度(水=1)	沸点℃	闪点℃	爆炸极限(%)	危险性类别
1	六氟化硫	气态	2551-62-4	1341	1. 67	/	无意义	/	加压气体 特异性靶器官毒性-一次接触,类别 3 (麻醉效应)
2	乙炔	气态	74-86-2	2629	0.62 08	-84	-17 .78	2.3% 72.3%	易燃气体,类别 1; 化学不稳定性气体,类别 A; 加压气体
3	柴油	液态	/	1674	0.84 --0. 86	180 -37 0; 350 -41 0	/	1.4% 4.5%	易燃液体,类别 3
4	氢气	气态	1333-74-0	1648	0.08 9	-25 2.8 7	-25 3	4%-75 %	易燃气体,类别 1; 加压气体

### 3.2 周边环境危险、有害因素辨识与分析

1、根据现场勘察情况，风电场址范围内无自然保护区、旅游区，无电台、机场及通讯设施和文物遗址，无军事设施。

2、风电场区内周边有村庄，风电场区周边多农田、水塘、河道，村民的烧荒等人为活动、雷击，均可能会引发火灾，对风电场的正常运行产生不利影响。

3、风电场区对周边村庄的危害主要是噪声和视觉景观污染，噪声主要为轮毂中活动部件的机械噪声和风机叶片的气动性噪音；视觉景观污染主要是在风、阳光的情况下，风机叶片转动时产生晃动的阴影，会使人产生眩晕、心烦意乱等。风电场距最近村庄不小于 350m，因此风电机组对村庄产生不利影响较小。

4、假如场地周边道路不符合消防、救援的要求，发生事故时不利于人员的疏散撤离和应急救援力量的及时赶到。工程在施工时考虑了道路的设置，路面宽不小于 4.5m，满足消防道路的要求。

### 3.3 场址选择和总平面布置危险、有害因素辨识与分析

#### 3.3.1 场址选择危险性辨识分析

##### 1、地震灾害

拟建项目地处地震活动少发区，有记载以来，没有破坏性地震的发生，地震构造相对稳定，地震活动水平较低。近场区发育的断裂，活动性不强，且距厂址区最近距离均大于 5km，对厂址的稳定不构成影响。场址区 50 年超越概率 10% 的地震动峰值加速度为 0.05g，相应地震基本烈度为 VI 度，地震动反应谱特征周期为 0.35s。地震对拟建项目影响很小。

若风场所在区域发生超过设防烈度的地震时，可能会造成风力发电机塔筒、机舱等毁灭性垮塌破坏。

##### 2、不良地质

根据收集资料、现场实地调查，风电场地范围内无明显及大规模的滑坡、崩塌等不良地质作用。

3、拟建项目风机基础顶标高高于安装场地高程 0.5m，塔筒门底部标高不低于 23m，塔筒内电气设备底部标高不低于 23m，地貌主要为农田、水塘、河道，地势较平坦。内涝、洪水影响较小。（风电场范围内的 50 年一遇洪水位标高为 22.5m）

#### 4、暴雨、覆冰、雷电、极端天气（高低温）等自然灾害

考虑拟建项目运行过程中，极端风速等气象条件对风力发电机组的影响，或钢结构焊接不合格、塔架外部表面、塔架内部表面的防护处理不符合规范规定等，遇冰雹、严寒、暴雨、极端风速等不利情况，有可能发生倒塔、基础松动和断线等事故。同时雨、雪、冰雹等可能引起机组发生振动，使机械部件很快疲劳或磨损，严重的会导致风力发电机组故障或飞车，当激振力与某些部件产生共振时，对机组运行会十分危险。拟建项目所在地区年平均雷暴日为 31d，属于中雷区。夏季雷电袭击频繁，高高耸立的风机很容易被雷电击中，会造成风电机组叶片损坏、发电机绝缘击穿、控制元器件烧毁等；高大建(构)筑物、升压站内控制室、变电室等未设置避雷装置或者避雷装置设置不恰当、无可靠的防雷接地或防雷接地失效等情况下，雷雨季节容易发生因遭受直击雷、感应雷等，导致设备损坏、引发火灾爆炸；若雷雨天气工作人员检修风机、停留在风机内或靠近风机、检修雷击线路时，均有可能对人造成击伤。

#### 5、升压站、机组的分散性影响。

风电场的特点决定了升压站、机组之间的距离较大，对设备巡视检查的周期性、处理缺陷或故障的快捷性、恶劣天气情况下的赴现场路途将产生影响。

### 3.3.2 总体布置危险性辨识分析

拟建项目总体布置为风力发电机组、集电线路及升压站布置。

#### 1、升压站

升压站即是控制区也是生活区，若建构筑物之间的距离不符合相关标准的要求，未设置符合要求的消防道路及疏散措施，未采取相应的防触电措施，可能引起火灾或造成人员伤亡。

升压站与风电场距离过远，输电电缆过长，造成电能损耗大；升压站与风电场距离过近，风电场产生的噪声对人员造成影响。

## 2、风电场

拟建工程风电机组在主导风能方向上机组间距为5~10倍风轮直径，在垂直于主风能方向上间距为2~5倍风轮直径，可以有效的控制风机之间的相互影响，湍流强度、尾流系统等均满足相关规定的要求。

拟建工程新建或扩建场内永久巡查维修道路，因道路受农田条件的限制，道路可能存在转弯半径过小、路面不平等，在风电场运行中，由于司机违章，可能会发生翻车等车辆伤害事故；同样，巡查人员开车巡视时若驾驶不当，亦可能会引发车辆伤害事故。

拟建工程风电机组布置在农田和水塘、水渠，在暴雨、大风等极端天气条件下，由于雨水冲刷造成风机基础受力不均，在强风作用下导致塔架垮塌。

## 3.4 主要建（构）筑物危险、有害因素辨识与分析

建（构）筑物的危险因素主要包括火灾、地面坍陷、设备基础事故及地震、雷击等自然灾害。另外，场区建（构）筑物布局如不合理，安全距离、疏散通道等达不到标准规范的要求，可能造成场区污染，妨碍安全施工、消防等工作。

### 3.4.1 风机基础、塔架的危险性分析

1、拟建项目位于农田、水塘、河道，可能存在冲沟、软弱地基地带等。若在布置时未有效避开这些不良地基地带，或处理措施不当，基础承载力、抗沉降、抗倾、抗基础脱开等不符合要求，也可能导致风力发电机组基础失稳。

2、拟建项目风力发电机组布置在农田、水塘、河道上，工程运行中，基础、边坡等可能受雨水冲刷破坏，受风力侵蚀损坏等，或由于开挖使边坡失稳而导致基础松动，若未及时修复或维护，可能会造成风力发电机组基础坍塌事故。

3、因基础设计不当、基础质量不良，在地震、暴风等极端恶劣天气造成倒塔、折塔、基础松动等事故。

4、在日常运行中，未对风机基础沉降进行定期观测、分析，未及时发现基础沉降变形未及时采取处理措施，对沉降观测点保护不周导致沉降观测点被掩盖等，基础与塔筒之间的螺栓存在松动、锈蚀等缺陷未及时消除，也可能导致风机组基础坍塌、风机倾覆等事故。

5、塔架设计不良，运行中产生共振；塔架产生振动或频繁晃动，造成风力发电机组减少发电量或停机，甚至可能引起倒塔事故。

6、风机基础施工过程中，若存在违章施工，工程监理不到位，可能会造成基础存在质量缺陷，如基础中钢筋、水泥等质量不合格等，会造成基础承压强度降低，达不到安全标准，可能会导致基础破裂，造成风机塔筒倒塌事故。

7、风机及塔筒等未根据制造厂已审批的安装图及有关技术资料文件要求进行，造成倒塔。塔筒及风机结合方向的水平和垂直度未达到要求，塔筒各段法兰接触不好，不符合设计要求，造成倒塔。各连接部件的销钉、螺栓、螺帽未按设计要求进行锁定或焊牢固，有预应力要求的连接螺栓，连接不符合要求，或强度连接螺栓存在质量缺陷，或连接预紧力不满足要求，造成倒塔。

### 3.4.2 箱式变电站缺陷危险因素辨识分析

若箱式变电站的选型、设计时未充分考虑地基情况、上部结构形式、荷载大小及抗震等级时，基础均可能出现不均匀沉降等现象；施工质量不符合设计要求、未考虑温差作用或强降雨等，均可能导致箱式变电站坍塌事故的发生。

### 3.4.3 升压站的建构筑物危险因素辨识分析

1、若设计布置不合理，设计时受力计算失误，如将主变压器等重要建构筑物布置在不良地基上或填方区，可能会导致地基不均匀下沉。

2、在施工过程中，若存在违章施工，工程监理不到位，可能会造成基础存在质量缺陷，如基础中钢筋、水泥等材质质量不合格等，会造成基础承压强度降低，可能会导致基础破裂，局部沉降等，造成建构筑物倒塌事故。

3、升压站在运行中，建（构）筑物基础受地震、回填土沉降、雨水冲刷、腐蚀等原因会有一定程度的破坏，若未及时修复和维护，可能导致建（构）筑物基础沉降，从而导致坍塌。

### 3.4.4 集电线路危险因素辨识分析

拟建项目集电线路采用架空线与电缆直埋结合方式，若路径选择、基础设计、防雷接地设计、绝缘配置等不合理，运行管理不善，受外界环境因素影响（地震、滑坡、泥石流、低温冰冻、雷击、外力撞击等），可能导致集电线路倒塔、覆冰、过电压、单相接地、污闪等线路故障事故。

#### 1、架空线路

在架空集电线路运行维护过程中，因人员误操作、管理不善或设备故障，可能导致高处坠落、物体打击、触电等人身伤害事故。下面对线路故障事故进行详细分析。

##### 1) 架空线路倒塔

造成架空线路倒塔事故的原因有很多，以下原因可能导致杆塔倒塌：

①荷载大小、抗震设防等不能满足要求，可能会导致杆塔地基沉降等事故的发生。

②存在施工质量缺陷，监理不到位，如混凝土浇筑质量不可靠，可能会造成基础破坏，局部沉降等事故，从而引发基础质量不可靠。

③杆塔基础、边坡未做防护或防护工程质量不可靠，水土保持措施

不当，受雨水冲刷或风力侵蚀损坏等，若未及时修复或维护，可能会造成杆塔基础受损而倒塔。

④发生地震、山体滑坡、崩塌、泥石流、洪水等自然灾害时也可导致架空线路杆塔基础受损，倒塔。

⑤线路覆冰，覆冰严重时会增加杆塔所承受的拉力，若未及时清理，超过允许荷载时可导致杆塔倒塔。

⑥杆塔基础或拉线基础被掏空、破坏。

⑦杆塔基础被腐蚀。

⑧线路金具和塔材等被盗引起杆塔倾斜或倒杆、倒塔。

## 2) 线路覆冰

线路路径经过地区已监测到的极端最低气温可达-9.8℃，在温度低，特别是有冻雨天气时，易在导线上形成反复的积雨结冰，覆冰厚度较通常地段相对来说要厚得多。线路覆冰后，导线和杆塔的荷载增大，线路受风面积扩大，极易产生不稳定的驰阵，常造成跳头、扭转、断线、停电等事故。

## 3) 过电压

拟建项目通过随线路架设1根地线来防雷击，若地线对导线的保护角不满足要求，地线断股、地线接地不良、杆塔接地电阻过大（接地装置设置不合理、接地装置被腐蚀等）等，遭受雷击，或接地故障时可能导致线路过电压。另外，若线路两端设置的避雷器故障，线路遭受雷击还会影响箱式变压器和升压站35kV配电装置的安全。

## 4) 单相接地

单相接地是电力系统常见的一种故障。单相接地对升压站设备、配电装置、电网、人员、供电可靠性、线损等均有影响。对拟建项目35kV架空集电线路而言，若发生单相接地故障，升压站母线上的电压互感器会检测到零序电流，在开口三角形上产生零序电压，电压互感器铁芯饱和，励磁电流增加，若长时间运行，可能烧毁电压互感器。长时间或间

歇性的单相接地还会产生谐振过电压，危及 35kV 系统设备的绝缘，严重时可使设备绝缘击穿，造成更大的事故。若发生导线落地这一类的单相故障，在线路未停电运行时会造成行人、巡视人员等发生触电伤亡事故。另外，发生单相接地故障时，由于线路对地放电，会造成较大的电能损耗。

引发单相接地的主要原因有：

- ①导线断线接地或搭在横担上；
- ②导线在绝缘子中固定不牢，脱落到横担或地上；
- ③线路风偏过大，与建筑物距离过近；
- ④绝缘子击穿；
- ⑤线路遭遇落雷；
- ⑥各种鸟害造成短接：如春季鸟类在杆塔上筑巢，筑巢材料如树枝、柴草等物易掉落在横担与导线之间，或刮风时鸟巢易被风吹散掉落在带电导线或悬瓶上，造成线路故障；鸟粪等排泄物呈流体状，可能桥接了导体与杆塔之间的绝缘而导致闪络；或者鸟粪随风吹向带电体造成空气间隙击穿，引起故障。蛇害也可造成短接。
- ⑦其他飘浮物造成短接，如农田烧荒时产生的漂浮物和烟雾。

### 5) 污闪

在线路运行过程中，绝缘子表面上会逐渐沉积的一些污秽物质，特别是秋冬季节，周边村民烧荒等形成雾霾天气，空气中会悬浮大量的烟、尘等颗粒物，使污秽等级提高，若设备选型不当，爬电距离不够，未按规定定期清理绝缘子表面的污秽物，易导致污闪。

## 2、直埋电缆

拟建项目直埋电缆敷设，可能因以下原因造成电缆损坏事故：

- 1) 若施工质量不可靠，未按照设计要求施工，电缆位于冲沟、边坡处时的防范措施及水土保持措施不当等，可能导致直埋电缆沟槽被破坏。
- 2) 发生滑坡、地震等时外力作用导致电缆沟槽损毁。

- 3) 遭受不法人员毁坏或偷窃。
- 4) 未按设计要求敷设电缆，导致电缆埋深不够，未避开冲沟地带，或水土保持措施未落实，受雨水冲刷表土流失，导致电缆出露破损。
- 5) 在修建风机检修道路时敷设电缆和光缆，因此开挖作业时易不慎挖破电缆；运输风力发电机等大件设备可能导致风机检修道路压垮变形挤压电缆导致电缆损坏。
- 6) 电缆敷设在地下时埋深不够，缺乏保护措施，被压坏、挖坏或被牲口踩断。
- 7) 遭白蚁、鼠类等动物啃噬破坏或深根植物破坏。
- 8) 若直埋电缆敷设路径上未设置相应的安全标识及标桩，其他作业可能损坏电缆。
- 9) 直埋电缆上线塔缺陷，或电缆固定不牢，或遭受强劲大风吹袭，导致电缆从上线塔上脱落在地，人员接近可能导致人员触电事故。

### 3.5 主要设备危险、有害因素辨识与分析

风力发电机主要由风轮（包括叶片和轮毂）、主轴、发电机、塔架、液压系统、偏航系统、制动系统、电气系统、变桨系统、控制系统等组成。风电场在运行过程中由于：设计缺陷、负荷考虑不足、未考虑到的风力机特性；结构上存在缺陷等、安全和保护系统不完善、安全系统设计缺陷、运行人员操作失误、传感器发生故障、制造、安装和维护时存在缺陷、组装质量不好、安装质量不好、维护不当等会导致事故的发生。同时复杂地形产生的气流会造成偏航力矩，从而导致部件疲劳、雷电、雨等也会对风力机组造成损害。下面分别对风电场各个系统的危险因素进行分析。

#### 3.5.1 风力发电机组的基础及塔架

- 1、基础沉降不均可能引起风力发电机组运行振动等。
- 2、桩基基础无防腐或防腐能力较差、施工过程中无检测，可引发事

故。

3、桩基基础无防洪（潮）标高、无防冲刷措施，极易导致事故的发生。

4、施工质量差，达不到基础对混凝土的要求，不满足强度要求，致使基础质量不良。

5、基础地基处理不当、设计不当、基础质量不良或地震等自然灾害造成风力发电机组倒杆。

6、风机基础设计载荷达不到要求，地基基础承载力不够。导致基础不牢发生事故。

7、塔架产生振动或频繁晃动，引起风力发电机组降低出力或倒杆事故。

8、钢制塔架防护不当造成腐蚀。

9、极端恶劣天气造成倒塔、折塔、基础松动等事故。

10、塔架设计不良、材料问题、强度不够，导致运行中振动、折塔、倒塔。

11、由于安装问题，倒塔、折塔。

12、检修过程中可能发生物体打击、高处坠落等事故。

### 3.5.2 风轮系统

1、风力发电机组容易遭受强烈的旋风和切变风速的破坏；风速和风向的剧烈变化，不仅使风力发电机组运行不稳定，而且会使机组叶片承受较大的风载荷，如果变桨系统故障或控制系统故障，轻则极大地降低风力发电机组的使用寿命，重则毁坏机器。

2、风轮叶片和发电机组有可能受到雷击的可能。

3、桨叶设计制造不平衡，制造质量不良，运行严重振动或易损坏。

4、风轮和桨叶运行中因材料疲劳问题发生损坏，极端天气造成折桨、断桨事故。

5、有害因素有噪声、振动等。

6、当出现热带气旋等极端恶劣天气时，可能会对风轮叶片和发电机组造成严重的破坏。造成折桨、断桨事故。

7、风机超速保护板主要装配在发电机启（起）动控制箱中，如果失控，可能发生超速。一旦失控，引起连锁反应，发电机飞车、解体，危及人身、财产安全。

### **3.5.3 液压系统**

- 1、液压系统漏油，发现不及时，遇明火或高温可能造成火灾事故。
- 2、液压系统失灵可造成发电机组刹车保护失灵、运行失控、飞车等。
- 3、液压系统运行中主要有害因素有噪声、振动等。

### **3.5.4 变桨系统**

- 1、变桨电机线路问题：接触不良导致频繁虚报故障。
- 2、变桨电机功率不足，导致变桨系统失灵。
- 3、变桨轴承损坏，导致变桨失效。
- 4、变桨距电机发热损坏，变桨失灵。
- 5、开关松动或者倾斜，无法正常反射。
- 6、变桨控制柜整流桥损坏。
- 7、位移传感器、终端开关质量不好，造成拒动或误动。
- 8、运行时产生噪声。

### **3.5.5 偏航系统**

- 1、偏航系统机械故障、偏航系统失效引起发电效率降低或风力发电机运行中晃动损坏发电机组。
- 2、偏航定位系统失效可能造成电缆扭结、断裂、短路等造成事故扩大。
- 3、偏航系统设计不合理或制造质量不良，遇有极端天气可能导致机舱坠落。
- 4、运行时产生噪声。

### **3.5.6 风机发电机组的润滑和磨损**

从风力发电机组目前发生的故障来看，发电机、偏航等部位的轴承部件的损坏主要有几种情况的磨损：黏附磨损、腐蚀磨损、表面疲劳磨损、微动磨损和空蚀。使用润滑的作用就是要降低摩擦、减少磨损以及腐蚀和冷却。风电机组中主要采用合成油和矿物油，合成润滑油包括多种不同类型、不同化学结构和不同性能的化合物，多使用在比较苛刻的环境工况下，如重载、极高温、极低温以及高腐蚀性的环境下。因此，在风电机组中最为常用。润滑脂主要用于风电机组中轴承和偏航齿轮上，它除了有高摩擦、减磨和润滑作用外，还起着密封、减震、阻尼、防锈等作用。在风电机组维护工作中占有很重要的位置。下面是风电机组主要出现的磨损情况：

### 1、黏附磨损

黏附磨损指的是接触表面相对运动时，两个相对运行表面发生局部黏连，主要现象是表面划伤、烧合、咬死，在齿轮表面或轴承中如润滑油、齿轮油等性能不合格或达不到使用要求时常发生这种磨损现象。

### 2、疲劳磨损

疲劳磨损指两个滑动和滚动摩擦表面，在交变的应力作用下，表层材料出现疲劳，然后出现微观裂缝，直至分离出碎片剥落或出现点蚀、麻点、凹坑等，常出现在齿轮表面和轴承中，如齿轮和轴承材料不符合设计要求，则极易发生以上事件。

### 3、腐蚀磨损

腐蚀磨损指的是金属表面在摩擦过程中与周围介质在化学与电化学反应作用下产生的磨损，原因是润滑油、脂失效，如氧化、水化等。

### 4、微动磨损

微动磨损指的是在微小振幅重复摆动作用下，在两个接触表面产生的磨损，它的现象如同黏附和腐蚀磨损等共同磨损的结果。

微动磨损程度随载荷减小、接触角度增加和材料硬度增高而减小；通过采用含渗透能力强、抗磨添加剂及抗锈蚀剂的合成润滑脂，减小桨

叶振动、改进变桨轴承结构、增加套圈接触面表面强度等措施，可减缓变桨轴承的微动磨损。

风力发电机组常常发生的轴承损坏，从润滑角度看，有以下几个主要原因：

- 1) 润滑脂或油失效，原因是使用时间超长；
- 2) 不同型式不相溶脂油混用或选用错误；
- 3) 润滑脂过分或油位太高，过分搅拌产生高温或漏油；
- 4) 润滑不足；
- 5) 轴承的安装、定位，调整（间隙等）不合适。

### 3.5.7 电气系统

#### 1、发电机系统

由于定子相间短路，发电机局部过热，定子单相接地故障，铁芯绝缘不良形成环流，励磁系统故障等原因，造成发电机损坏事故。

发电机绝缘严重过热、老化、绝缘受潮、电磁振动静子线圈绝缘磨损、腐蚀均可引起绝缘强度降低；线圈绝缘质量差（耐磨耐蚀性差）、施工工艺不良、检修质量低劣等将会引起绝缘松动磨损；在检修或施工过程中，槽中掉进焊渣、金属物或检修工具等易使绝缘严重损伤、强度降低；定子铁芯片材质低劣、绝缘漆受损、绝缘脱落、夹紧螺栓的绝缘破坏等将引起铁芯发热，产生涡流，铁芯烧熔，导致线圈绝缘破坏时，均会导致线圈短路起弧着火。

此外，运行维护不当或误操作，引起机端短路时，强大的电流和电动力冲击也常会引起绝缘薄弱部位损坏产生电弧。

#### 2、变压器火灾事故

变压器火灾事故包括变电站主变压器火灾、爆炸事故和箱式变压器火灾事故。变压器是电力系统的重要元件之一，存在着火灾、爆炸的隐患。变压器爆炸着火的原因有：

- 1) 绕组绝缘损毁产生短路（如老化、变质、绝缘强度降低、焊渣或

铁磁物质进入变压器、制造质量不良等)引起着火爆炸事故。

2) 变压器主绝缘击穿(如操作不当引起过电压, 变压器内部发生闪络, 密封不良, 雨水漏入变压器, 引线对油箱壁距离不够等)。

3) 变压器长期超负荷运行, 引起线圈发热, 使绝缘逐渐老化, 造成匝间短路、相间短路或对地短路; 变压器铁芯叠装不良、芯片间绝缘老化引起铁损增加, 从而造成变压器过热。如此时保护系统失灵或整定值调整过大, 就会引起变压器燃烧。

4) 变压器线圈受机械损伤或受潮引起层间、匝间或对地短路; 硅钢片之间绝缘老化或紧夹铁芯的螺栓套管损坏, 使铁芯产生很大涡流, 引起发热而温度升高, 引发火灾。

5) 变压器绝缘油在储存、运输或运行维护中不慎而使水分、杂质或其他油污等混入油中而进入变压器内, 会造成变压器内绝缘油的绝缘强度大幅度降低。当其绝缘强度降低到一定值时就会发生短路。

6) 线圈内部的接头、线圈之间的连接点和引至高、低压瓷套管的接点及分接开关上各接点, 如接触不良会产生局部过热, 破坏线圈绝缘发生短路或断路。此时所产生的高温电弧, 同样会使绝缘油迅速分解产生大量气体, 使压力骤增, 破坏力极大, 后果也十分严重。接头、连接点接触不良主要是由于螺栓松动、焊接不牢、分接开关接点损坏等原因导致。

7) 当变压器负载发生短路时, 变压器将承受相当大的短路电流, 如保护系统失灵或整定值过大, 就有可能烧毁变压器。

8) 当三相负载不平衡, 中性点偏移时, 零线上就会出现电流。如这一电流过大而接地点接触电阻又较大时, 接地点就会出现高温, 引燃接地点周围易燃物。

### 3、电缆火灾事故

拟建项目动力电缆和控制电缆分别连接着各个电气设备或连接到集中控制室。电缆自身故障产生电弧、电缆腐蚀产生的绝缘破坏以及附件

发生着火引起电缆的绝缘物和护套着火等均可能导致电缆继续燃烧和漏电事故。如不采取可靠的阻燃防火和防腐措施，就会扩大火灾范围和损失。电缆火灾具有蔓延快、火势猛、抢救难、损失大、抢修恢复困难的特点。电缆火灾事故的起因有：

- 1) 外部起火引起电缆着火：如起火引燃电缆；变压器、互感器等充油电器设备故障喷油引燃电缆；开关及电气设备短路引燃电缆；施工、检修的焊渣及可燃物燃烧引燃电缆等。
- 2) 电缆本身故障引燃电缆：如电缆头爆炸短路；绝缘老化、强度降低，接地短路；质量不好；受腐蚀保护层破坏、绝缘降低；受潮或有气泡使绝缘层击穿短路；电缆制造时安装时曲率半径过小，绝缘受损，鼠害，啮齿小动物等对电缆危害防范不力引起电缆短路等。

#### 4、断路器缺陷事故

- 1) 检修工艺不良，操作机构调整不当、部件失灵，合闸接触不良，断路器失灵，操作机构卡涩，跳（合）闸线圈烧毁等，引起拒分或误动。
- 2) 电气开关连接部分发热、闪弧，引起弧光接地过电压，使其相间、对地短路，甚至爆炸着火。
- 3) 操作电源故障，操作电源电压降低，熔断器熔断，辅助接点接触不良，造成系统故障时拒动。
- 4) 电气开关内部绝缘强度降低引起短路事故，如开关灭弧室真空度下降。
- 5) 开关柜五防功能不良、引起误操作；真空开关灭弧室真空度下降、封闭不严，切弧时爆炸。
- 6) 断路器中 SF<sub>6</sub> 气体质量不满足要求、气体压力过低，绝缘降低，击穿爆炸。

#### 5、过电压保护和接地装置缺陷事故

风力发电机组、箱式变压器、变电站设备及建筑物设置了避雷装置，工程区域年平均雷暴日数为 31d，按照国标《建筑物电子信息系统防雷

技术规范》（GB50343-2012）该地区雷暴日等级划分属中雷区，雷暴对拟建项目影响大。若避雷装置的接地不良，或接地电阻不符合要求等情况下，容易发生雷击伤害事故、风电机组过电压事故、箱式变压器及变电站过电压事故。

风场运行期间未按规定做避雷器的试验或试验项目不全，风电机组接地网和接地电阻未定期检查和测试，有些缺陷未能通过试验及时发现和处理，导致发电设备雷电损坏事故和人员伤亡事故。另外，若接地装置设计不符合要求，如截面过小等，使其不能满足热稳定和均压要求，容易发生电伤害：接地装置连接不合要求，采用焊接的接地线，其搭接长度不够、焊接质量低劣时，接地装置电阻过大，不利于保护人身安全，易发生触电伤害；接地装置材质不符合要求，机械强度不够，导致其受损坏或腐蚀，起不到应有的保护作用。

## 6、电气误操作事故

电气系统发生误操作的主要是人员违章作业，人员不严格执行“两票三制”制度，违章操作，是发生恶性电气误操作事故的根本原因。

运行或检修人员误碰误动，检修中刀闸试分合的操作缺乏规范化管理，职责不清，措施不完善，操作中未监护；刀闸电动操作箱未上锁，电动操作按钮未使用双重名称编号，电动按钮缺乏防误碰措施，操作后操作电源未及时断开等，留下误操作隐患。防误装置管理不到位、防误装置的运行规程，特别是万用钥匙的管理规定不完善，在执行中不严肃认真；防误装置检修维护工作的责任制不落实，检修维护不及时，造成防误装置完好率不高，以致于在错误操作被防误装置正确闭锁时，运行人员还盲目地认为是防误装置故障，这也是擅自解锁的一个原因。

## 7、继电保护及直流缺陷事故

继电保护装置是保证电网安全稳定运行的重要设施，若继电保护装置存在设计不合理、制造质量缺陷、定值不准确、调试不规范、维护不良和人员“三误”（误碰、误整定、误接线）等问题可能造成继电保护误

动或拒动，将可能导致重大设备损坏、全场停电甚至影响电网运行。

风电场直流系统是十分重要的电源系统，若出现直流回路断路、互感器二次回路短路或开路、蓄电池损坏或容量降低、混线、接地问题，可能导致断路器、继电保护误动、拒动等事故。在直流系统、继电保护装置上工作安全措施不落实还可能发生人身触电事故。

## 8、无功补偿装置

无功补偿装置系统包括电容器、干式电抗器、互感器、晶闸管阀组、控制屏等。电容器制造不良，电容器受潮、漏油在运行中会造成电容器发热鼓包、起火爆炸、短路等严重事故；干式电抗器制造工艺不良，运输安装过程中电抗器受损等造成绕组匝间短路、接触不良，在运行中会造成发热、短路故障；晶闸管阀组冬季保温、夏季散热措施不良，造成阀组调控能力下降失效。电抗器设计配置不当，引起谐振过电压损坏。

### 3.5.8 控制系统

风力机的主要运行手段是通过可靠的控制系统来完成的，如果控制系统软件失误、主控制器负荷过高、配置失误，可能造成的危害是：系统反应时间过长，影响机组调节和保护动作。

1、微机控制的风力发电机组应注意强电磁场的干扰，强电磁场的频率非常宽，强度高，往往造成误指令，甚至会使控制继电器误动作，可能造成很严重的破坏事故。

2、一次检测元部件故障（如振动、温度、转速、电流、电压等表无指示；指最大值；指最小值；指示值不变化等），导致对机组运行工况误判断、造成人为误操作，或机组保护拒动/误动，危及机组安全运行。

3、控制系统的电缆较为密集，阻火措施不完善，一旦电缆发生故障和燃烧，将会引发严重的火灾事故，使整个系统损坏、失控，造成损失。

4、机组保护拒动或误动（如机组运行参数超越危险极限值，保护未动作/机组运行参数未到限制值，保护提前动作等）。主要是机组保护用一次检测元部件损坏/断线或其动作整定值漂移，导致机组保护拒动或误

动。机组保护拒动，直接危及机组安全运行，有造成人员伤亡或设备重大损坏的可能性。

5、控制系统电源失电故障（如主控制系统失去工作电源或直流操作电源等）。主要是控制电源回路断线；过负荷熔断器熔断；电源回路短路电源开关跳闸。控制系统电源失电，将导致控制设备及其系统瘫痪。

6、控制接地系统故障（如控制接地回路断线；接地电阻阻值增大；单点接地系统受损；形成多点接地等）。主要是接地电极腐蚀断线；接地阻值增大，或接地线受机械外伤断线，或接地线连接螺丝松动。控制接地系统故障会导致整个控制系统参考电压忽高忽低不稳定，抗干扰能力降低，易受外界电磁干扰影响。影响控制逻辑判断运算，出现意想不到的突发动作，危及机组安全运行，有造成人员伤亡或设备重大损坏的可能性。

7、通信网络回路故障（如通讯回路断线通讯中断；通讯接口故障死机等）。主要是通讯回路受机械外伤断线或通讯接口组件损坏。通信网络回路故障将使控制设备及其系统瘫痪，造成机组失控，人员伤亡或设备损坏事故的可能性。

8、在检修过程中可能存在触电的危险。

高压输电线路的主要危险、有害因素有污闪事故、电网过电压、触电、杆塔倾倒、输电线路断线、高处坠落、输电线路放电等。

### 3.5.9 集电线路

#### 1、电网过电压

根据统计资料，3~35kV 电力供电系统上，过电压现象十分普遍。过电压将对电气或电子装置，其中的电路，元器件，造成直接破坏，这种破坏，依据其严重程度，大体可分为以下四种情况：

- 1) 设备承受电压大幅波动；
- 2) 造成潜故障，即使得电路和器件的性能下降，寿命缩短，提前失效；

3) 造成电路或器件的永久性损坏;

4) 导致起火、触电等安全事故。

## 2、触电

拟建项目集电线路电压为 35kV, 如果发生触电事故, 后果也是非常严重。拟建项目线路发生触电事故的主要因素有:

1) 运行中集电线路断线接地点附近, 跨步电压引起触电;

2) 安全距离不够等原因引起触电。

## 3、埋地电缆事故

1) 电缆的终端头和中间接头是电缆绝缘的薄弱环节。电缆因接头盒密封不良, 水、潮气进入或灌注的绝缘剂不符合要求, 内部留有气孔, 均可使绝缘强度降低, 导致绝缘击穿短路。

2) 线路器材被盗, 导致线路事故。

3) 线路器材不符合标准和设计要求, 运行中发生过热、断线等事故。

4) 电缆受施工或动物啃咬等外力作用发生断裂。

5) 埋地电缆无标识被意外挖断导致触电等事故。

## 4、架空电缆事故

造成架空线路倒塔事故的原因有很多, 以下原因可能导致杆塔倒塔:

①荷载大小、抗震设防等不能满足要求, 可能会导致杆塔地基沉降等事故的发生。

②存在施工质量缺陷, 监理不到位, 如混凝土浇筑质量不可靠, 可能会造成基础破坏, 局部沉降等事故, 从而引发基础质量不可靠。

③杆塔基础、边坡未做防护或防护工程质量不可靠, 水土保持措施不当, 受雨水冲刷或风力侵蚀损坏等, 若未及时修复或维护, 可能会造成杆塔基础受损而倒塔。

④发生地震、山体滑坡、崩塌、泥石流、洪水等自然灾害时也可导致架空线路杆塔基础受损, 倒塔。

⑤线路覆冰, 覆冰严重时会增加杆塔所承受的拉力, 若未及时清理,

超过允许荷载时可导致杆塔倒塔。

⑥杆塔基础或拉线基础被掏空、破坏。

⑦杆塔基础被腐蚀。

⑧线路金具和塔材等被盗引起杆塔倾斜或倒杆、倒塔。

### 3.5.10 风电场对电网安全的影响

1、由于风电机组的抗干扰能力不强，风速为随机变化的量，使得风电场的输出功率具有波动性，可能造成风电场内风电机组大部分甚至全部切除的现象。从而将影响局部电网的电能质量。

2、在风电容量比例高的电网，可能产生电压波动和闪变、频率偏差、谐波问题。相同装机容量的风电场在不同的接入点对电网的影响不同，在短路容量大的接入点对系统的影响小，反之，影响大。

3、电网故障引起电压跌落时，风电机组要在规定的电压水平和时间间隔范围内，保持不间断并网运行，并向电网提供无功(有功)支撑的能力，通常称为风电机组的低电压穿越能力。若风电机组没有低电压穿越功能，当风电装机更大时，电网频率会有问题。

### 3.5.11 风力机组运行安全的辨识

1、设计缺陷：负荷考虑不足；出现了未考虑到的风力机特性；结构上存在缺陷等。

2、安全和保护系统不完善：安全系统设计缺陷；运行人员操作发生错误；传感器发生故障；受环境影响如：雨、雪、冰雹、雾、雷电等。

3、制造、安装和维护时存在缺陷：缺乏关键技术；组装质量不好；安装质量不好；维护不当等。

4、出力过高：特别是在空气密度大时，功率超过允许值，发生电机过载而停机；在机组刹车时，发电机冷却，机组重新并网，如反复出现会损害风力机部件，缩短机组寿命。

5、振动：机组发生振动，会使机械部件很快疲劳而出现故障或飞车；当激振力与某些部件产生共振时，对机组运行会十分危险，要防止。

6、电网故障：电网如经常出现故障，机组反复停机、开机、机组的机械材料会出现疲劳和磨损，如叶片变桨的损伤及刹车失灵等。另外，拟建工程静止无功补偿设备的调节及其影响速度、谐波抑制失效时对电网也造成影响和故障。

7、特殊天气的影响：如冬、夏温度对润滑油的影响，复杂地形产生的气流会造成偏航力矩导致部件疲劳，雷电、雨、雪、冰、雹等都会对风力机组造成损害。

8、其他环境影响：如人为失误、漏水（雨、蓄水）、牲畜的影响、鸟类的迁徙、振动等。

### 3.5.12 35kV长时间低电压运行对电气设备安全影响分析

#### 1、风电场的无功功率的影响

风机的波动引起风机吸收无功的变化时，如风电场容量较大，系统电压水平降低时，无功补偿量下降。此时风电次场本身缺乏无功支持，而补偿无功又大大减少，导致风电场对电网的无功净需求反而上升，进一步恶化电压水平，造成电网电压崩溃，风电机组由于自身的低电压保护停机，停机后风电场有功输出减少，需求无功相应减少，系统失去这部分无功负荷又容易导致电压水平偏高。

#### 2、频率反调节

风电机组在电网频率偏离下应有一定的运行和控制能力。如果在电网频率偏低时切机，将由于有功功率的缺失造成电网频率进一步下降。

## 3.6 生产过程中的危险、有害因素辨识与分析

按《生产过程危险和有害因素分类与代码》(GB/T13861-2022)分析，拟建项目作业过程存在的人的因素、物的因素、环境因素和管理因素等方面危险、有害因素，可能导致拟建项目运行和维护期间高处坠落、物体打击、触电、火灾、车辆伤害、机械伤害、坍塌、中毒和窒息等事故发生。

### 3.6.1 高处坠落

拟建项目风机塔架、塔筒内高度较高，在该类设备检修或巡检的过程中，岗位人员或检修人员经常需要高处作业。如果防护栏杆不完善或高处平台、爬梯强度不够，均有可能造成高处坠落。

高处坠落的主要原因是由于高处作业人员安全意识不强、违章造成的。集电线路检修时，登高作业不系安全带或没有按照要求系安全带、酒后上岗、监护不到位等，均有可能造成高处坠落。

### 3.6.2 物体打击

拟建项目有较多的高处检修场所。在高处作业的过程中，如果检修工具、设备零件摆放、安装不牢，从高处坠落，有可能造成物体打击事故。

高速旋转的机轮，如果对轮销安装不好或转动部件材质不合格，在旋转的过程中飞出，有可能造成物体打击。

拟建项目属于高山风场，存在冰冻天气，冰冻天气风机叶片的冰棱掉落导致物体打击。

### 3.6.3 车辆伤害

风电场设备范围广，距离远，在运行巡检或检修时运输中均要使用汽车，若驾车人员素质不高或车况路况不好等，均可引发车辆伤害事故。造成车辆伤害的主要原因有：

- 1) 车况不好，车辆未定期进行检修保养，车辆带病上路，造成车辆失灵；
- 2) 路况不好，道路的坡度、转弯半径、路基、边坡、路面材料等设计、应用不合理。
- 3) 司机素质不高，违章驾驶，酒后驾车；
- 4) 司机驾驶技能差；
- 5) 信号出现问题，造成误会；
- 6) 车辆超载、超速；

- 7) 危险路段未设置标志牌;
- 8) 场内外交通道路照明不足;
- 9) 设备运输过程中未考虑道路的承载能力;
- 10) 天气原因, 部分路段弥漫浓雾, 影响视线, 道路湿滑;
- 11) 其他原因。

### 3.6.4 机械伤害

拟建项目在生产过程中有较多数量的风力发电机械设备和检修设备, 这些机械运行过程中, 如果存在带病运行、作业人员违章操作或安全防护装置不完善等情况, 均有可能造成机械伤害。机械伤害在生产过程中为一般危险因素。造成机械伤害的主要原因有:

- 1) 设备没有防护装置或防护装置不符合要求;
- 2) 在设备运转时, 对设备的转动部位进行检查、加油或擦拭设备;设备带病运转;
- 3) 在检修完毕试车时, 没有作好确认, 安全距离不够, 盲目开车;
- 4) 违章指挥,
- 5) 违章操作;
- 6) 操作规程存在问题;
- 7) 岗位工人酒后上岗;
- 8) 其它原因。

### 3.6.5 触电

拟建项目采用电压等级多, 电压高, 有发电系统、变电升压系统、备用电源系统、控制系统、电气保护系统、交直流电源系统等, 全场电气设备及其系统较为复杂, 存在漏电、触电、电伤等潜在危险性。各类电气工作人员较多(如外线电工、维护电工、值班电工等), 在电气运行、操作、维护、检修中存在较多不安全因素。

引起风电场触电事故的主要原因, 除了电气设备缺陷、设计不周等技术因素外, 大部分是由于违章指挥、违章操作等人为因素引起的。常

见的有：

- 1) 不办理操作票或不执行监护制度，不使用或使用不合格绝缘工具和电气工具；
- 2) 检修电气设备工作完毕，未办理工作票终结手续，就对检修设备恢复送电；
- 3) 在带电设备附近进行作业，不符合安全距离的规定要求或无监护措施；
- 4) 倒闸操作不核对设备名称、编号、位置状态；
- 5) 跨越安全部围栏或超越安全警戒线；工作人员走错间隔误碰带电设备；在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带金属超高物体在带电设备下行走；
- 6) 装设地线不验电；
- 7) 工作人员擅自扩大工作范围；
- 8) 使用的电动工具金属外壳不接地，操作时不戴绝缘手套；
- 9) 在电缆沟、风机机舱等内工作时不使用安全电压行灯照明；
- 10) 在潮湿地区、金属容器内工作时不穿绝缘鞋，无绝缘垫，无监护人；
- 11) 电气作业的安全管理工作存在漏洞；
- 12) 在雷雨天气检修风电机组。
- 13) 检修中低压电源具有漏电、触电事故危险。
- 14) 电气箱柜外壳及检修工器具未接地，未装设漏电保护器及误入带电间隔。

### 3.6.6 火灾爆炸

风电场火灾事故包括电缆火灾、变压器火灾及风电机组火灾等，下面分别对其进行介绍。

#### 1、电缆火灾

设计、制造失误。设计计算失误或制造时存在隐患，导致电缆截面

过小，运行中经常超负荷过热等原因，使电缆绝缘老化、绝缘强度降低，引起电缆相间或相对地击穿短路起火。

电缆敷设时由于弯曲半径过小，致使电缆绝缘机械损坏或电缆受外界机械损伤（如施工挖断等），造成短路、弧光闪络引燃电缆。

阻燃措施不到位，未能刷涂有效的防火涂料，阻燃隔断不够严密等均会导致火灾的扩大。

电缆火灾的主要原因是由于发生短路，酿成火灾。电缆没有得到应有的维护，在长期的使用中造成电缆老化，绝缘等级下降，造成电缆击穿短路，酿成电缆火灾。电缆长时间过负荷，造成电缆过热，使得电缆外壳熔化，造成绝缘程度降低，使得电缆击穿，造成短路，酿成火灾。汇线排及电缆接头设计或安装不合理，电缆接头会出现虚接等现象，产生电火花，引成电缆火灾。电气火灾具有蔓延快，造成的损失大，要认真防范。

## 2、变压器火灾

变压器油泄漏，遇火源发生火灾；变压器高压套管端子帽底部、变压器油枕顶部、防爆膜、呼吸器、潜油泵的进油阀门杆的密封盘根等处进水，使绝缘强度降低引起匝间短路。大气过电压和内部过电压，使变压器绕组主绝缘损毁，造成短路，引起变压器爆炸、着火。

## 3、风电机组火灾

发电机绝缘严重过热、老化、绝缘受潮、电磁振动静子线圈绝缘磨损、腐蚀均可引起绝缘强度降低；线圈绝缘质量差（耐磨耐蚀性差）、施工工艺不良、检修质量低劣等将会引起绝缘松动磨损；在检修或施工过程中，槽中掉进焊渣、金属物或检修工具等易使绝缘严重损伤、强度降低；定子铁芯片材质低劣、绝缘漆受损、绝缘脱落、夹紧螺栓的绝缘破坏等将引起铁芯发热，产生涡流，铁芯烧熔，导致线圈绝缘破坏时，均会导致线圈短路起弧着火。此外，运行维护不当或误操作，引起机端短路时，强大的电流和电动力冲击也常会引起绝缘薄弱部位损坏产生电

弧。具体原因如下：

1) 由雷击导致火灾。风力发电机组处于 50m 以上的高空, 如没有避雷设施或设施维护不当, 因雷击导致火灾的风险就特别高。

2) 风力发电机组电气安装不当也是引起火灾的主要原因之一。火灾由接地故障、电路短路及产生的电弧等造成部件过载, 继而过热引起。

3) 表面炙热触发火灾。如果风力发电机组的空气动力制动发生故障, 一般采用机械制动的方式使转子减速, 而产生的热量。或由于过载或电机润滑故障等原因, 使风力发电机组设备过热, 从而使润滑油等易燃材料与高温表面接触也能引起易燃物燃烧。

4) 修理、安装和拆卸等工作引起火灾。

5) 风力发电机组内部存在着大量的可燃、易燃材料也是引发火灾的原因。

①机舱内部有被油污沉淀污染的隔音泡沫;

②塑料机舱罩由玻璃增强热固性塑料或玻璃钢玻璃纤维增强塑料制成;

③液压系统(如角度调整器和制动系统)存在油污, 当这些系统有任何损坏或温度偏高, 液压管的高压就能导致液压油以雾状的形式被挤出, 从而可导致扩散速度极快的火灾;

4、风塔内发生火灾易着火部位

1) 机舱内部的发电机、液压系统、刹车系统、偏航驱动器、控制柜等;

2) 轮毂内部的驱动电机、控制柜、电池柜等;

3) 塔底的控制柜、变压器等。

5、火灾

风塔内发生火灾时可能引燃附近可燃物, 引发火灾。

6、集控室火灾

集控室内设有电气设备, 可能因设备老化运载时间过长引起火灾事

故；蓄电池间放电过程中可能产生微量氢气，如未设置排风设施，聚集到一定程度可能引起火灾爆炸事故。

## 7、油库火灾

拟建项目油库内存放的变压器油、润滑油、液压油等丙类液体如发生泄漏遇明火可能引起火灾。

### 3.6.7 坍塌

坍塌事故主要可能发生在风机基础、变压器基础、升压站地基等。

由于风力过强、土质疏松、地基基础强度不够，塔筒制造存在质量缺陷，质量不符合要求，在安装过程中，不按照吊装顺序吊装、吊装过程中塔筒与其他物体碰撞等造成塔筒质量下降，都可能导致倒塔、折塔事故。当人员来不及躲避，就会造成人员伤亡事故发生。

### 3.6.8 中毒窒息

火灾、六氟化硫配电装置解体等事故发生时，救援人员未正确穿戴合格的劳动防护用品；进入机舱有限空间作业时，未充分通风，未检测有毒有害气体浓度和氧含量，未执行监护制度等，均有可能导致中毒窒息事故。

### 3.6.9 人的不安全行为危险有害因素

在危险因素中，人的不安全行为危险、有害因素也是重要的一项因素，主要表现在以下几个方面：

#### 1、指挥错误

由于指挥错误或不按有关规定指挥，造成设备、人员伤害，这主要是基本功不够，心理素质差或感知迟钝、对事故无预见而造成的。

#### 2、操作失误

操作人员在操作过程中误操作、违章操作等，易发生设备损坏、人员伤害等事故。

#### 3、监护失误

操作人员在操作过程中，监护人员的监护不利，甚至判断失察或监

护失误造成事故。拟建项目各工序中都可能由于人的不安全行为因素而导致介质泄漏、火灾爆炸、窒息、高处坠落等事故发生。行为性危险因素若没有得到及时发现和纠正，极有可能造成范围广、性质严重的安全事故，往往伴有人员的伤亡发生，因此要特别加强员工的安全培训工作。

#### 4、维护巡检

检修人员在对设备进行维护检修过程中，由于未挂检修标识牌，导致在检修过程中设备突然运转，造成人员伤害和设备损坏事故。或检修人员不具备检修资质，造成人员伤害和财产损失。

#### 5、安全管理不到位

安全管理制度、工作票制度、维护检修制度、操作制度不完善、不健全，安全管理人员监督工作不到位，安全培训不及时，操作人员未持证上岗等等。

#### 6、其他行为性危险和有害因素。

### 3.6.10 安全标志缺失

风电场场内存在高空部位、焊接、弯曲道路等危险有害场所和作业，安全标志设置缺失可能对作业人员警示不够，从而导致高处坠落、触电、火灾、物体打击、车辆伤害等事故发生，对安全运行和安全管理带来影响。

## 3.7 生产作业场所有害因素辨识与分析

拟建项目可能存在的主要有害因素有噪声、采光照明不足、电磁辐射、毒物、高低温及高湿度等。

### 3.7.1 噪声危害

风力发电机组在运行过程中会产生一定程度的噪声。风电场风机周围无工厂、商店、学校和人员密集场所，距村庄距离在 500m 以上，因此风力发电机的噪声对周围居民产生影响较小。风电场的运行通过计算机远程控制来完成，运行人员的工作主要是在控制室内进行，无特殊情况

不需要到风电机组附近。风机机组正常检查、巡视，部分故障检修，以及检修后的调试，作业人员短时间内会受到噪声影响，但可以通过个体防护予以解决。因此，噪声风险在可接受范围之内。

风力发电无大型振动设备存在，能够产生振动的设备为风力发电机组，但振动量微乎其微，且设备正常运行时人员远离设备，故发电机组的振动不会对人员构成危害。

生活用水和消防用水的水泵运转时能产生噪声和振动，但其强度及危害程度很小。

综上所述，噪声、振动对周边环境及作业人员构成的危害较小。

### 3.7.2 采光照明不足危害

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，而且由于视觉机能的过度紧张，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，还会因视线模糊而发生意外事故，如机械伤害、物体打击、高处坠落等。

白天阳光照在旋转的叶片上投射上来的影子在房前屋后晃动，人无论在屋内外都笼罩在光影里，响声和光影使工作人员时常产生心烦、眩晕的症状，正常工作、生活受到影响。另：若风机塔架内的照明不足容易导致巡检、维护人员在作业期间高处坠落。机舱定期维修时，若照明不足够，易发生机械伤害；且检修维修偏航马达和制动系统时用的小型起重设备在照明不足时，可能导致起重伤害。

### 3.7.3 电磁辐射危害

电磁辐射的来源有：风力发电场的工频强电系统，如高压输变电线路、110kV 升压站等。较强的电磁辐射对人体有较大的影响，如使人出现头疼、心悸、失眠、记忆力减退、白细胞减少、视力下降等。

### 3.7.4 高低温危害

1、高温危害：

据研究资料表明，环境温度超过 35℃时，人的反应速度、运算能力、感觉敏感性及运动协调能力只有正常情况的 70%，且容易引起中暑。风电场极端最高温度为 42.2℃，有可能造成高温危害。

## 2、低温危害：

作业人员受低温影响，操作功能随温度的下降而明显降低，可使其注意力不集中，反应时间过长，作业失误率上升等。另外，低温情况下可能导致风机叶片结冰，引起风机振动异常等，影响发电设备正常运行。风电场极端最低温度为-9.8℃，有可能造成低温危害。

### 3.7.5 高湿度危害

拟建项目设置在平原，空气湿度较大，过大的湿度会引起电气设备受潮、绝缘性能下降，可导致绝缘放电或人员触电事故。

尤其严重的是潮湿空气或雾气发生结露事故。天气温度骤降，风电机组、箱变、升压站的电气设备工作的环境温度骤降，或升压站内配置的除湿器或空调系统损坏，导致潮湿空气或雾气遇冷凝聚成水滴，附在电气设备上，导致电气设备绝缘失效，发生电击穿或放电事故。结露可加快设备腐蚀，缩短设备、建（构）筑物的使用寿命。长时间在比较潮湿的环境工作，工作人员易患风湿疾病。

## 3.8 有限空间作业场所危险、有害因素辨识与分析

根据《工贸企业有限空间作业安全管理与监督暂行规定》（原国家安全监管总局令[2013]第 59 号公布，2015 年第 80 号修正）进行辨识，拟建项目的有限空间主要为风塔内，设备间内、电缆沟、风机塔、机舱等。

1、在有限空间（如风塔内，设备间内、电缆沟、机舱等）实施焊接等作业时，由于使用的工器具产生的有害物质（如焊接产生的有害烟尘等），可能影响作业人员的身体健康，甚至可能出现中毒、窒息等严重事故。

2、进入工作场地狭窄的有限空间内（主要为风机塔内）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36V以上的电源，或未按规定安装漏电保护器，或接线箱（板）带入容器内使用时，易导致触电事故的发生。

3、在塔筒内的有限空间作业由于防护措施不到位可能会造成人员伤害；在风电机组检修时存在高空坠落等。

### 3.9 场内道路交通危险、有害因素辨识与分析

风电场场内道路主要为升压站内道路和风电场山场道路。如升压站内道路设计缺陷或施工缺陷，有可能导致消防通道不畅、车辆误碰升压站设备或构架等问题，严重的甚至导致人身或设备事故。如风电场山场道路设计和施工缺陷，例路面硬度、坡度、转弯半径等不符合要求等，将有可能出现车辆沉陷、打滑、侧翻等情况，严重的可能导致人身伤亡或车辆损坏事故。

风电场地处农田、水塘、河道，检修道路沿农田布置，存在转弯半径不够、视野不宽等缺陷，若驾驶不当，可能会引发车辆伤害事故。且进站道路未硬化，特别是暴雨季节，道路湿滑、雾气浓重，车辆未做好防滑措施、配备防雾照明装置，极易发生交通事故。

若升压站内、外醒目位置和风电场风场道路重要地段未设置交通标志牌或警示标志，也容易发生交通事故。

### 3.10 安全管理危险、有害因素辨识与分析

安全管理方面主要包括安全管理机构设置、安全管理人员配备、安全管理制度、安全生产教育、事故应急预案、安全资格培训等内容，直接关系到企业的安全生产。

1)如果企业负责人、安全生产管理人员未经有关主管部门考核合格，不具备安全生产知识和管理能力，就无法保证企业安全生产的正常进行；

如果特种作业人员未经有关业务主管部门考核合格，取得特种作业操作资格证书，违章上岗作业，易导致发生安全生产事故。

2) 如果企业未制定健全的安全管理制度，对生产过程不能进行有效的管理，安全生产检查、奖惩力度不够，会导致员工安全意识差，不能自觉的遵守安全管理制度，遵守岗位安全操作规程，易发生安全生产事故。

3) 如果企业不重视安全教育工作，不能按要求对员工进行安全教育和技术培训，员工不熟悉安全操作规程，不具备本岗位的安全操作技能，作业中易导致安全生产事故的发生。

4) 如果未按规定的要求编制及完善安全生产事故应急救援预案，没有组织员工对企业应急救援预案进行演练，员工对可能发生的生产事故应急能力差，一旦发生生产事故，不能采取有效的措施进行抢救，会导致事故后果扩大，加大事故的危害程度。

5) 如果企业负责人不重视职业卫生工作，对存在的职业危害未采取治理措施，没有制定职业卫生管理制度，没有为劳动者提供符合要求的劳动防护用品，没有对从事有害作业的员工定期进行体检，就不能预防、控制、消除职业危害。

6) 设备检维修作业过程中可能存在砸、压、挤、撞等潜在的风险，若检维修作业过程中违反安全作业规程（规定），检维人员操作不当或失误，或者管理者违章指挥，都有可能引发安全事故。

7) 安全生产管理的缺陷，可能造成设备故障（缺陷）不能及时发现处理，设备长期得不到维护、检修或检修质量不能保证，安全设施、防护用品（护具）不能发挥正常功能，从而引发事故；也可因管理松懈而人员失误增多等。管理缺陷通常表现为违章指挥、违章作业、违反劳动纪律以及物的不安全状态不能及时得到消除，隐患得不到及时整改，从而使危险因素转化为事故。

### 3.11 主要危险、有害因素种类及分布表

拟建项目主要危险、有害因素分布情况详见下表。

表 3.11-1 主要危险、有害因素种类及危害程度

一	危险因素	危害场所	作用途径	危害后果
1	电气伤害	风电场有电气设备的场所,主要有:风塔、升压站、配电室、控制室、集电线路等	雷击、电气误操作、设计缺陷、防护失效、管理不到位等	设备损坏、人身危害
2	火灾、爆炸	火灾、风机、各种电气设备、电缆、继保室、贮油箱等	设计缺陷、设备缺陷或故障、误操作、防护失效、管理不到位	生命财产、建筑物安全受威胁,造成设备损坏、人身伤害
3	物体打击	各种物体在重力或其他外力作用下产生运动打击人体的场所	设备设施缺陷、防护不当、工作人员在设备巡检或检修中违反安全或操作规定	人身伤亡
4	高处坠落	塔筒、风力发电机组、巡检平台、操作平台、爬梯等	设备设施缺陷、工作人员在设备巡检或检修中违反安全或操作规定	人身伤亡
5	机械伤害	发生各类夹击、碰撞、卷入等的场所	设备设施缺陷、防护不当、工作人员在设备巡检或检修中违反安全或操作规定	人身伤亡
6	车辆伤害	风力发电场场内道路	道路缺陷、警示标志不符合要求、驾驶员违反交通法规等	人身伤亡、财产损失
7	坍塌	风机、箱变、架空塔架、电缆沟、升压站建构筑物	设计缺陷、基础质量缺陷、施工不规范、外力破坏、防护不当	人身伤亡、财产损失
8	违章作业	风力发电场	安全管理不到位	人身伤亡、设备损坏

9	中毒窒息	有限空间, 例如: 风塔内, 设备间内、电缆沟、机舱等。	劳动防护用品使用不当、设备缺陷	人身伤亡
二	有害因素	存在部位	作用途径	危害后果
1	工频电场和磁场	变压器、电气出线等	风电场工作场所工作	危害人体健康
2	噪声	变压器以及变电设备的电磁噪声, 风力发电机组等	设计缺陷、设备缺陷、防护不当	危害人体健康
3	采光照明、高温及低温	电缆间、风力发电场等	设计缺陷、设备缺陷、防护不当	危害人体健康, 造成安全事故
4	变压器油	变压器	电气故障导致油温过高引起火灾或爆炸; 泄漏	设备损坏、人员伤亡、环境污染
5	SF <sub>6</sub>	SF <sub>6</sub> 断路器	分解后气体泄漏	人员中毒、环境污染

### 3.12 施工期危险、有害因素辨识与分析

拟建项目施工具有以下特点:

- 1) 风电机组布置分散, 场区面积大, 需频繁移动施工机具特别是大型吊装设备;
- 2) 风机构件数量多, 单件重量大, 轮毂高达 150m, 需大型的运输及吊装设备;
- 3) 施工现场地形复杂, 高差变化较大, 施工难度大;
- 4) 施工工期短, 多个工序同时施工, 人员、车辆、施工机械等混杂, 安全管理难度大。

因此, 在施工中, 恶劣气候, 不良作业环境(作业场地狭窄、杂乱、不平整、围栏等存在缺陷、照明不良、安全标志缺失等), 设备、设施、工具、附件等存在缺陷, 防护缺陷, 有毒有害物质(施工期使用的柴油、六氟化硫、焊接用的乙炔、氧气等), 人的不安全行为(人员素质不能满足工作要求、指挥错误、操作错误、监护失误等), 管理不完善(安全

管理机构不健全、管理规章制度未落实、安全监督管理不到位、安全教育培训、作业前安全交底未落实、安全投入不足等)等均可能造成人身伤亡事故。根据《企业职工伤亡事故分类》(GB/T 6441-1986)，拟建项目施工期可能出现的事故有：火灾、爆炸、触电、物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、高处坠落、坍塌、中毒和窒息等。

下面先对工程施工中的主要危险有害因素作简要分析，再以施工中可能出现的事故为主线进行分析。

### 3.12.1 施工期主要危险有害因素

#### 3.12.1.1 施工总布置危险性分析

拟建项目施工期在现场设置临时生活办公区、机械停放场、综合加工厂、综合仓库。

若施工布置不合理、危险区域的安全设施不可靠、安全标志不齐全，可能导致坍塌、车辆伤害、物体打击、机械伤害、触电事故和火灾事故。

拟建项目场内道路若布置不合理，转弯半径、路面宽度不满足要求，在大件运输和超长设备运输中可能导致车辆伤害事故。

若施工管理和生活区布置不合理，位于洪水冲击区、不稳定岩体区、崩塌区等，恶劣天气时可能导致人员伤亡事故。

#### 3.12.1.2 恶劣气候

拟建项目施工期初步确定为12个月，会经历冬季的低温、夏季的高温、暴雨、雷雨、大风等恶劣天气，本安全预评价报告把这些都归为恶劣气候。在施工过程中恶劣气候对安全施工威胁较大。例如，夏季施工高温可能造成人员中暑；施工期暴雨可能导致开挖的基坑、边坡等坍塌，若暴雨引发泥石流则危险性更大；施工期的起重吊装作业受气候条件影响更大，大风、暴雨、雷暴等天气不能进行吊装作业，否则极易导致起重伤害等。

#### 3.12.1.3 不良作业环境

拟建项目施工期主要为室外作业，也可能存在夜间施工的情况。整

个工程分布区域广，但单独每一台风力发电机组安装的作业面又较狭窄，同时该工作面上极可能堆放有大量的建筑材料、设备设施、施工机械等，还存在较多的作业人员。施工期场内道路一般路况较差。场地狭窄、杂乱、不平整都属于不良作业环境。施工规划布置不合理易造成上述不良作业环境。另外，若施工区域内，未设置围栏或设置不合理，应封堵的洞口未封堵，安全警示标志未设置或设置不合理等，也使得作业环境不佳。不良作业环境极易导致安全事故发生。

### 3.12.1.4 设备、设施、工具、附件存在缺陷

拟建项目施工中需使用较多的机械设备、设施、工具等，若设备、设施、工具、附件等存在缺陷，如起重机械上的限位装置失效、手持电动工具外壳接地不良、运输车辆安全设施缺失或失效等等，均可能导致安全事故的发生。

### 3.12.1.5 防护缺陷

防护缺陷同样易导致安全事故，如焊接作业中未佩戴防护面罩，高处作业未使用合格的安全绳，进入施工现场未佩戴安全帽，穿戴不合适的衣物等，均可能导致安全事故的发生。

### 3.12.1.6 有毒有害物质

拟建项目风机场地施工现场采用施工承包商自备柴油发电机供电。柴油属于危险化学品。项目使用的普通柴油闪点不低于 55℃，属于易燃液体，有燃烧发生火灾的危险。按照《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014）对生产储存物品的火灾危险性分类，普通柴油属于乙类可燃液体，与氧化剂接触，有燃烧爆炸的危险。皮肤接触柴油可引起接触性皮炎、油性痤疮，吸入可引起吸入性肺炎，能经胎盘进入胎儿血中。柴油废气可引起眼、鼻刺激症状，头晕及头痛。因此在施工中有因柴油引发火灾或人身伤害的可能性。同时若柴油储存方法不当，贮存处与易燃易爆物品、易产生火花或者明火处安全距离不够等，若柴油贮存罐（桶）泄漏则可能发生燃烧爆炸。

另外，施工中用于焊接的乙炔气、氧气也存在火灾、爆炸的危险性。施工过程存在的粉尘，对人体健康也有一定的影响。

### 3.12.1.7 人的不安全行为

人的不安全行为一方面可能因自身素质（身体素质和职业素质）引起，另一方面可能因管理不完善、作业环境不良等原因引起。作业人员身心条件不满足作业要求，不具备做事某项工作的能力，违规、误指挥、无监护或监护不到位、光线不足等均可能导致作业人员发生不安全行为。如，作业人员负荷超限，健康状况异常，从事禁忌作业，心理异常，辨识功能缺陷，指挥人员误指挥，无监护人员或监护人员玩忽职守，作业人员不服从指挥，未进行安全教育培训、安全技术交底等。

在工程施工期和运行中都可能发生人的不安全行为事故，在施工期中尤为明显。特别需要注意的是，施工人员质量层次不齐，且人员较多较杂，管理不完善极易导致出现人的不安全行为，进而引发安全事故。

### 3.12.1.8 管理不完善

施工中安全管理涉及到方方面面的问题。在施工作业过程中，若各种设备、预制件、建筑材料的运输、存放、保管和施工力量的调配等计划不周，现场布置不合理，会给施工安全带来隐患。施工中可能存在分包，若管理不善、各自的安全生产责任不明确，施工单位违章操作、未严格按设计方案施工、安全监理不到位，都会造成安装不良、建筑物质质量不达标，给工程安全带来隐患。

施工中工期安排不合理，如在大风、雷暴时段或季节吊装塔筒等，在低温时段进行风机基础混凝土浇筑等，也可能导致施工质量不满足要求或发生安全事故。

根据其他工程施工过程中的经验教训，施工期安全管理特别容易出现的几个问题有：①设计、施工、监理单位（特别是分包单位）不具备相应的资质，作业人员不满足作业要求，如特种作业人员未持证上岗；②安全管理责任不明确，对分包、转包方等未纳入统一管理；③安全管

理制度未落实，流于形式；④安全投入不足；⑤安全教育培训不足，作业前未履行安全技术交底。

### 3.12.2 施工期可能出现的事故

#### 3.12.2.1 火灾

- 1) 拟建项目风电机组处存在农田和草丛、少量灌木，施工期较长，在草木干枯的季节，如施工现场管理不善，火灾蔓延，易引发火灾。
- 2) 电气设备或元器件绝缘老化或受损，易发生电气火灾。
- 3) 施工时的油品管理不善可能引发火灾。
- 4) 施工现场临时建筑、临时设施耐火等级低，容易发生火灾。
- 5) 施工过程中会使用、储存诸如聚苯乙烯泡沫塑料板、聚氨酯软质海绵、油漆、塑料制品及装饰、装修用可燃、易燃物品，这些物品一旦接触明火，极易引起火灾。
- 6) 施工中金属切割、焊接作业可能使用工业气（乙炔气和氧气），这些工业气体都是高压瓶装，易泄漏发生火灾、爆炸。

#### 3.12.2.2 触电

- 1) 施工电工、电气设备调试人员不按规定穿戴劳动保护用品，未使用合格的安全工器具。
- 2) 建筑物或脚手架与户外高压线距离太近，未设置防护网；配电箱等机电设备的电气开关无防雨、防潮设施；电气设备不按规定接地或接零，未安装漏电保护装置。
- 3) 临时用电方案设计不合理，电气设备、电气材料不符合规范要求，绝缘破损漏电。乱拉乱接临时线，或施工现场电线架设不规范、拖地等，线路与金属物接触、车压等绝缘破损漏电。
- 4) 配电箱不装门、锁，配电箱出线混乱，用铜线做保险丝，并一闸控制多机等。
- 5) 由于风电场所在区域地形起伏较大，风机、大型起重设备在进入施工场地时，容易挂断线路，造成触电。

- 6) 电气设备运行管理不当, 电气安全管理制度不完善; 无安全组织措施 (如安全监护制度、不认真执行工作票、操作票制度等)。
- 7) 未进行安全用电培训、无安全技术交底、缺乏安全检查, 无安全防护措施。
- 8) 非电工人员违章作业或电工人员违章作业。

### 3.12.2.3 物体打击

- 1) 施工过程中作业人员防护不当, 未佩戴安全帽。
- 2) 高处作业、交叉作业时落物、作业工器具掉落伤人。
- 3) 风机吊装、组立时, 塔筒等移动、倾倒伤人; 基础施工时垮塌坠物导致伤人。
- 4) 吊装作业时, 部件未固定或固定失效, 落物伤人。
- 5) 基坑开挖时, 防护不当导致基坑周边石块、土块等滚落入基坑内伤人。

### 3.12.2.4 车辆伤害

拟建项目施工期存在大量的运输工作, 特别是风力发电机组等大件运输。在运输过程中, 若路况不良如转弯半径不足、桥梁道路宽度、承重力等不满足要求等, 驾驶人员违章如超速、酒后驾驶等, 驾驶人员对车况、路况不熟悉, 或者遇到恶劣天气 (如暴雨、冰雪、雨霜), 在行驶中可能引起人体坠落和物体倒塌、下落、挤压等车辆伤害事故。

### 3.12.2.5 机械伤害

拟建项目在施工过程中要用到大量的机械设备, 如果使用方法不当, 防护不到位, 易引发机械伤害。

### 3.12.2.6 起重伤害

拟建项目吊装作业特点是起重部件大, 吊程高, 高空作业受限, 若遇大风、强对流天气、雨雪等恶劣天气, 或吊机基础的承载力不够、或吊具、钢丝绳等存在质量缺陷、或违规作业等, 易引发起重伤害事故。

### 3.12.2.7 高处坠落

- 1) 脚手板、脚手架不符合安全质量要求造成其在施工过程中断裂发生坍塌、坠落事故，脚手板有空隙、探头板、简易架子折断坍塌造成坠落，安全网、安全带不合格造成坠落。
  - 2) 高处平台未设置栏杆等防护措施；洞口、楼梯口无防护，楼面、屋顶、高台边缘无防护，无安全检查或检查不彻底。
  - 3) 高空作业防护方案存在安全缺陷、未做安全技术交底或安全技术交底不全面、采用的施工技术工艺标准本身不符合安全要求等。
  - 4) 缺乏安全警示标志。
  - 5) 工作场地照明不良。
  - 6) 人员高处作业未使用安全带等劳动安全防护用品。
  - 7) 未执行监护制度或监护不力。
  - 8) 雨雪天湿滑、强风、高温引起的中暑头晕或严寒引起的手脚不灵。
- ### 3.12.2.8 坍塌
- 1) 拟建项目风电机组地基处在不利地段时，若没有采取超挖回填混凝土处理等措施，可能引发地基失稳。
  - 2) 风机基础开挖时未做好基坑坑壁防护措施，基坑施工工艺不合理，可能引发基坑坑壁坍塌。
  - 3) 风机场地平整过程中会形成人工边坡，若护坡措施不到位，可能引发边坡的崩塌、滑坡。
  - 4) 风电场场内道路施工时，若道路边坡未及时采取护坡措施，可能引发边坡失稳。
  - 5) 道路路基回填时，若路基力学性能差、未分层填筑及控制加荷速率，可能诱发路基坍塌。
  - 6) 风机组装、基础施工等过程中，如遇大风或操作不当，可能发生坍塌倾覆事故。
  - 7) 脚手架搭建不合理，结构上存在缺陷或拆除失误可能导致脚手架局部甚至整体坍塌。

8) 模板及其支架的承载力、刚度、稳定性不符合要求，不能够承受混凝土的自重、侧压力及施工过程中产生的荷载及风荷载，造成坍塌。

9) 浇筑混凝土时，混凝土堆积过高，倾倒混凝土所造成的冲压使得压型钢板受损及变形过大从而降低压型钢板的承载能力。

10) 施工开挖过程中若未处理好周边松散岩石，未及时清除边坡上方堆积的岩石等，可能引发小型岩石崩塌，毁坏本项目基础、边坡等。

11) 拟建项目挖填方量较大，在工程活动中易形成开挖破损面以及倒运、堆放的松散弃渣，若堆渣位置选择不合理，未处理好边坡、排水沟、挡土墙等防护措施，未合理布置截排水沟，设置挡土墙时未进行挡土墙的稳定计算等，遇暴雨等恶劣气候条件时，易引发滑坡等灾害。

### 3.12.2.9 淹溺

拟建项目在升压站位置有一座循环水池，若周围未设置护栏、封盖或这些防护设施不符合要求、未悬挂安全警示牌等情况下，容易发生落水淹溺。

### 3.12.2.10 毒蛇、小动物伤害

拟建项目风机、升压站施工场地均布置农田、水塘等，若安全管理不到位，施工人员临时宿舍未设置安全防护、私自进入农田、水塘，可能遇到毒蛇、小动物，若处理不当，可能造成人员伤害。

## 3.13 重大危险源及特殊化学品辨识

### 3.13.1 重大危险源辨识依据

主要依据《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)进行辨识和分级。

危险化学品应依据其危险特性及其数量进行重大危险源辨识，具体见《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)表1和表2。危险化学品的纯物质及其混合物应按GB30000.2、GB30000.3、GB30000.4、GB30000.5、GB30000.7、GB30000.8、GB30000.9、GB30000.10、GB30000.11、

GB30000.12、GB30000.13、GB30000.14、GB30000.15、GB30000.16、GB30000.18 的规定进行分类。危险化学品重大危险源可分为生产单元危险化学品重大危险源和储存单元危险化学品重大危险源。

危险化学品临界量的确定方法如下：

1、在表 1 范围内的危险化学品，其临界量按表 1 确定；  
2、未在表 1 范围内的危险化学品，应依据其危险性，按表 2 确定临界量，若一种危险化学品具有多种危险性，按其中最低的临界量确定。

### 3.13.2 重大危险源辨识术语

1、危险化学品

具有毒害、腐蚀、爆炸、燃烧、助燃等性质，对人体、设施、环境具有危害的剧毒化学品和其他化学品。

2、单元

设计危险化学品的生产、储存装置、设施或场所，分为生产单元和储存单元。

3、临界量

某种或某类危险化学品构成重大危险源所规定的最小数量。

4、危险化学品重大危险源

长期地或临时地生产、储存、使用和经营危险化学品，且危险化学品的数量等于或超过临界量的单元。

5、生产单元

危险化学品的生产、加工及使用等的装置及设施，当装置及设施之间有切断阀时，以切断阀为分隔界限划分为独立的单元。

6、储存单元

用于储存危险化学品的储罐或仓库组成的相对独立的区域，储罐区以罐区防火堤为界限划分为独立的单元，仓库以独立库房（独立建筑物）为界限划分为独立的单元。

7、混合物

由两种或多种物质组成的混合体或溶液。

### 3.13.3 危险化学品重大危险源辨识指标

1、生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过表1、表2规定的临界量，即被确定为重大危险源。单元内存在的危险化学品的数量根据处理危险化学品种类的多少区分以下两种情况：

1) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为单一品种，则该危险化学品的数量即为单元内危险化学品总量，若等于或超过相应的临界量，则定为重大危险源。

2) 生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，则按照下式计算，若满足下式，则定为重大危险源。

$$S = q_1/Q_1 + q_2/Q_2 + \dots + q_n/Q_n \geq 1$$

式中：

S ——辨识指标；

$q_1, q_2, \dots, q_n$  ——每种危险化学品的实际存放量，单位为吨(t)；

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  ——与每种危险化学品相对应的临界量，单位为吨(t)。

2、危险化学品储罐以及其他容器、设备或仓储区的危险化学品的实际存在量按设计最大量确定。

3、对于危险化学品混合物，如果混合物与其纯物质属于相同危险类别，则视混合物为纯物质，按混合物整体进行计算。如果混合物与其纯物质不属于相同危险类别，则应按新危险类别考虑其临界值。

4、危险化学品重大危险源辨识流程

危险化学品重大危险源辨识流程见下图：

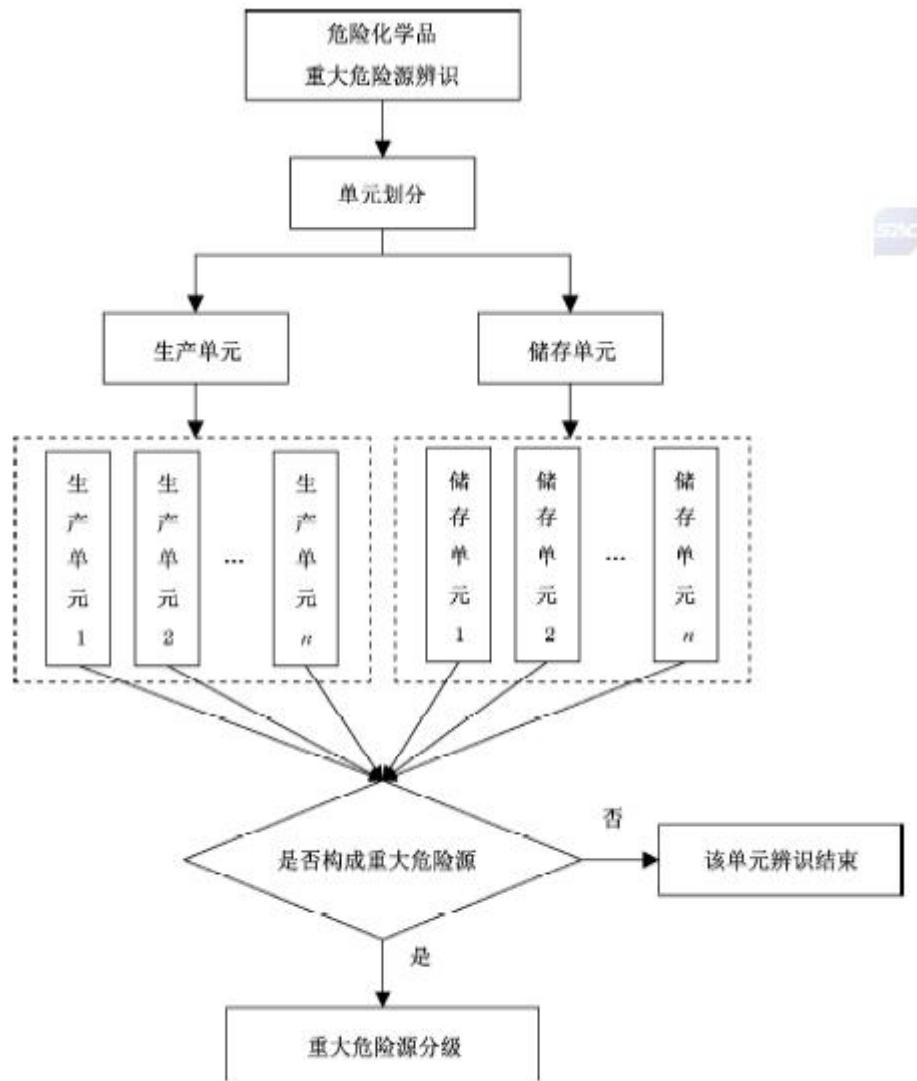


图 A.1 危险化学品重大危险源辨识流程图

### 3.13.4 危险化学品重大危险源辨识过程

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）的规定，作为GIS设备保护气使用的六氟化硫属于辨识范围之内的危险化学品。但由于六氟化硫仅作为GIS设备保护气，现场不储存且在线量极少，故忽略不计。

因此，拟建项目不构成危险化学品重大危险源。

### 3.13.5 特殊化学品及可燃性粉尘辨识

依据《危险化学品目录(2015版)》，拟建项目作为GIS设备保护气

使用的六氟化硫属于危险化学品，具体辨识情况如下。

### 1、易制毒化学品辨识

根据《易制毒化学品管理条例》（国务院令第 703 号，2018 年修订）、《国务院办公厅关于同意将  $\alpha$ -苯乙酰乙酸甲酯等 6 种物质列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函〔2021〕58 号）进行辨识，拟建项目未涉及易制毒化学品。

### 2、监控化学品辨识

根据《各类监控化学品名录》（中华人民共和国工业和信息化部令第 52 号，2020 年 6 月 3 日）的规定可知，拟建项目未涉及监控化学品。

### 3、剧毒品辨识

根据《危险化学品目录》（2015 版）进行辨识，拟建项目未涉及剧毒品。

### 4、高毒物品辨识

依据《高毒物品目录》（2003 年版）的规定，拟建项目作为 GIS 设备保护气使用的六氟化硫属于高毒物品。

### 5、易制爆化学品辨识

根据《易制爆危险化学品名录》（2017 年版）进行辨识，拟建项目未涉及易制爆危险化学品。

### 6、特别管控的危险化学品辨识

根据《特别管控危险化学品目录（第一版）》（应急管理部、工业和信息化部、公安部、交通运输部 2020 年第 3 号公告）的规定，拟建项目未涉及特别管控危险化学品。

7、根据《工贸行业重点可燃性粉尘目录（2015 版）》（原安监总局管四〔2015〕84 号），拟建项目未涉及可燃性粉尘。

## 3.14 事故案例

### 3.14.1 风电场事故案例

## 1、事故经过

2011年1月5日，华锐风电科技股份有限公司在张家口市尚义县德和风电场（南壕欠镇大坝沟村）做风机调试前的准备工作，风机上共有3人。18时30分调试人员在工作结束后，需要将机舱内垃圾清理干净。由于机舱内吊车没电不能使用，工作人员就用自备的带有钢芯的绳子，将垃圾从机舱吊装口吊下。在绳子要到达地面与35kV架空集电线路处于平行位置时，突发阵风（10m/s左右），由于没有加导向绳，大风将绳子刮到35kV集电线上，造成35kV集电线路单相通过钢芯绳对风机设备放电，当场造成华锐风机厂家3名工作人员全部触电死亡，风机设备起火，造成机毁人亡，半小时后风机彻底烧完。

## 2、原因分析：

35kV高压电通过钢芯绳对风机设备放电，造成风机厂家3名工作人员全部触电死亡。高压放电，导致机舱着火。

## 3、防范措施：

该惨剧的发生主要是由于作业人员明显违反《风力发电场安全规程》（DL796-2001）7.11条“吊运零件、工具、应绑扎牢固，需要时宜加导向绳”的要求。河北省安监局已要求张家口地区所有风电场风机吊装作业全部停止，进行整顿。

## 4、经验反馈：

事故发生后风力发电公司系统内各生产单位通过此次意外事故吸取教训，并立即组织全体员工教育学习，加强规程、规范、制度特别是《电业安全工作规程》和《风力发电场安全规程》的学习，举一反三，狠抓落实，将事故发生的可能性降至最低。

### 3.14.2 触电事故案例

2014年3月28日下午，某厂运输车间，为帮助职工运水泥构件，不慎汽车吊扒杆升到距10kV高压线约100mm处，又因为承重摆动扒杆而碰触高压线，致使扶钢丝绳的汽车司机触电死亡。由于该吊运作业违

反了“在 10 kV 高压线下作业，安全间距不应小于 2 m”的规定，且由非司机开车，因而导致悲剧的发生。

2008 年 7 月 31 日上午，某厂职工子弟中学校办工厂的一名青年管工，在承包工程的室外地沟里进行对执着管道作业时，接着电焊机二次回路线，往焊管搭接时触电；他倒地后，又将回路线压在身下而身亡。该管工在雨后有积水的管沟内对接管时，脚上穿的塑料底布鞋和手上戴的帆布手套均已湿透。当右手接电焊机回路线往钢管上搭接时，裸露的线头触到戴手套的左手掌上，使电流在回线——人体——手把线（已放在地上）之间形成回路，电流通过心脏。尤其是触电倒下后，在积水的沟内，人体成了导体。这时，人体电阻在  $1000\Omega$  左右，电焊机空载二次电压在 70V 左右，则通过人体的电流为 70 mA。而成年人通常的致命电流为 50 mA。70 mA 电流使其心脏不能再起压送血液的作用，所以血液循环停止造成死亡。环境的不安全因素加之缺乏安全用电知识使年仅 23 岁的青年工人死于非命。

类似的事故还有 1998 年 7 月 17 日下午某厂一铆工在进行点焊固定工件作业时触电身亡。非电焊工干点焊；所用焊把末端因绝缘破损而漏电；天气高温炎热，又为保产品质量工作地点不能使用降温风扇，致使工作服、防护手套被汗湿透，这些因素导致入厂才 1 年，虚岁才 20 的小伙子离一开了人间。

2003 年 11 月 7 日上午，某厂动国力外线班班长与一徒工一起执行拆除动力线任务。班长骑跨在天窗端墙沿上解横担上第二根动力线时，其头部进入上方 10kV 高压线间发生电击，从 11.5 m 高的窗沿上坠落地面，因颅内出血抢救无效死亡。该动力线距 10 kV 高压线才 0.7 m，远小于安全距离之规定；作业时不停上万 10 kV 高压电；作业者又不系安全带；下方监护人员是一句上班才两个月的徒工，不具备工作监护资格。一系列的违章，结果丢掉了班长宝贵的生命。

2006年9月7日上午，某厂动力车间变电班，在对三分厂2号分变电所进行小修时，拉下10kV高压负荷开关，听到变压器的声响停止后，以为已经断电，作业者爬上高压侧准备清扫铝排，当即被电击倒三根高压铝排上丧命。原来在1996年元月8日凌晨，该高压负荷开关B相保险管爆烈，上支座被烧坏，变电班长和车间电力调度在现场商议决定由副班长用导线将保险管下支座与高压铝排直接连通。事后既没有向车间汇报，也未作正规处理。此次作业，虽拉下高压负荷开关，但经B相仍形成通路，以致作业人员被10kV高压电死。用导线跨接保险座这一临时措施，历经8个月之久仍未消除，留下隐患；此次作业时既不拉油开关，又不验电，也不挂临时接地线，就冒冒险作业，致使一名刚毕业分配入厂的中专生丢掉了年轻的生命。

2007年9月17日上午，某厂降压站值班人员反映1号主变黄相电流互感器油位不到位。主管工程师便到110kV降压站，把护栏的门锁（未锁）拿下来，进去看黄相电流互感器的油位。瞬间一声响，其胸部、上肢、下肢60%被电弧II、III度烧伤致残。电站主管工程师无人监护下只身进入护栏内察看油标，超越了安全距离而导致放电烧伤实不应该。

类似事故，还有“违章进入高压柜，触电烧伤截手臂”。1995年1月14日上午，某厂110kV变电站站长，可谓电站“权威”。为趁110kV停电时间，更换当日停电操作中被拉断裂的214隔离开关操作机构座在独自进入214高压柜时，隔离开关因触动而合闸，只身在三相10kV高压包围之中，被放电电弧烧伤，一个月后左臂截肢致残。

2006年8月25日，某厂电试班，在理化处变电所变压器室小修时，明知6032刀闸带电，班长却独自架梯登高作业，因木梯离6032刀闸过近（小于0.7m），遭电击从1.2m高处坠落撞击变压器，最终因开放性颅骨骨折、肋骨排列性骨折、双上肢电灼伤等，抢救无效死亡。老电工忽视了人体与10kV带电体间的最小安全距离之规定；而且一人作业，无人监护，违章作业葬送了自己。

电工（高、低压）作业、电焊作业都是特种作业。国家规定特种作业人员都必须经过安全知识、操作技能培训，考试合格取得“特种作业操作证”后持证上岗。预防触电的措施，有技术措施也组织措施。技术措施主要有：安全电压、自动断电、保护接地、保护接零、加强绝缘、间隔屏障等。前述作业时，由于不做临时接地线、电焊机二次回路线绝缘损坏、作业人员进入禁区而失去了间隔屏障等，导致触电事故发生。组织措施主要有：作业人员进入禁区而失去了间隔屏障等，导致触电事故发生。组织措施主要有：作业人员要正确穿戴使用劳动防护用品；特种作业人员必须经过专门的培训、考试，持证上岗；检修电气设备、设施，排除电气故障作业，必须办理停电申请，有双路供电的要同时停电；停电后还要当场验电、做临时接地线、挂警示牌；带电作业或在带电设备附近工作时，应设监护人，监护人的安全技术等级应高于操作人，工作人员应服从监护人的指挥；监护人在执行监护时，不应兼做其它工作等。这些在安全技术操作规程及安全生产责任制中都有明文规定。

必要的技术措施与组织措施是安全生产的保障，也是保命措施。安全技术操作规程及安全生产责任制是用鲜血写成的，是科学与经验的总结，违者必将事故临头。所谓“愚者用鲜血换取教训，智者用教训避免流血”说的就是违章与遵章的不同结果。

### 3.14.3 事故启迪

对从上面几个事故分析之后，该公司应从以下几方面进一步完善安全生产工作：

- 1、建立健全安全管理制度和安全操作规程，加强安全生产培训工作，督促员工严格按照安全操作规程进行操作，杜绝三违作业行为；
- 2、定期对生产场所、设备设施进行安全检查，定期进行维护保养；
- 3、定期委托有资质的单位对压力容器及其安全附件进行检测检验，确保安全性能符合要求。

## 4 评价单元划分及评价方法的选择

### 4.1 评价单元的划分原则

本次安全预评价单元划分结合拟建项目特点，在便于使用评价方法的基础上，按照工艺系统，兼顾平面布置及各主要设备及其附属设施中存在的危险、有害因素的相似特性，有利于安全预评价工作的原则划分评价单元。评价单元划分原则为：

（1）以危险、有害因素的类别为主划分评价单元

对工艺方案、总体布置及自然条件、社会环境对系统影响等综合方面危险、有害因素的分析和评价，宜将整个系统作为一个评价单元；

将具有共性危险、有害因素的场所和装置划为一个单元。

（2）以装置和物理特征划分评价单元

按装置工艺功能划分评价单元；

按布置的相对独立性划分评价单元；

按工艺条件划分评价单元；

将危险性特别大的区域、装置划为一个评价单元。

### 4.2 评价单元的划分

在拟建项目可行性研究报告和相关技术资料的基础上，拟建项目安全预评价在评价单元划分上，划分为建设项目规划符合性评价单元、场址选址、总平面布置单元、自然环境和社会环境单元、主要建（构）筑物土建工程单元、风力发电机组单元、集电线路单元、升压站单元、控制和保护系统单元、安全监测单元、特种设备单元、消防系统单元、交通工程单元、公用工程单元、生产过程单元、作业环境单元和安全管理单元、施工期单元和风电场并网影响单元共 17 个单元。详见表 4.2-1。

表 4.2-1 预评价单元划分

序号	评价单元	主要评价对象/内容
----	------	-----------

1	建设项目规划符合性评价单元	拟建项目产业政策和技术的符合性
2	场址选址、总平面布置单元	场址、总体布置与规程的符合
3	自然环境和社会环境单元	自然环境及社会环境对风电场运行的影响和防范措施
4	主要建(构)筑物土建工程单元	风力发电机组、主变压器等建(构)筑物基础危险有害因素和防范措施
5	风力发电机组单元	风力发电机组内叶片、轮毂、齿轮箱、发电机、电缆等零部件,箱式变压器、风力发电机组消防等危险有害因素和防范措施
6	集电线路单元	直埋电缆线路和架空线路危险有害因素和防范措施
7	升压站单元	升压站内主要电气设备,主变压器、电缆、配电装置等危险有害因素和防范措施
8	控制和保护系统单元、安全监测单元	安全监测、控制和保护系统、计算机监控系统等危险有害因素和防范措施
9	特种设备单元	运行期可能使用的特种设备,主要是起重机械危险有害因素和防范措施
10	消防系统单元	消防设备设施,如消防电源系统、消防器材等危险有害因素和防范措施
11	交通工程单元	运行期的场内道路、车辆、驾驶人员等相关内容危险有害因素和防范措施
12	公用工程单元	升压站内采暖、通风、给排水、通信系统等公用系统潜在事故及对策措施
13	生产过程单元	运行期人员可能受到的人身伤害事故和对策措施
14	作业环境单元	作业环境中的有害因素,如工频电磁场、噪声、高温、低温、采光照明不良等防范措施
15	安全管理单元	安全管理潜在危险因素及防范措施
16	风电场并网影响单元	风电场并网对电网的影响和防范措施
17	施工期单元	施工过程中的危险有害因素和防范措施

#### 4.3 评价方法的选择

根据新建区联圩镇分散式风电项目的工艺特点和装置概况,结合对

系统危险、有害因素的分析，主要采用安全检查表法、预先危险性分析法和类比工程法。

#### 4.3.1 评价方法介绍

##### 4.3.1.1 安全检查表法

安全检查表法（Safety Check List 简称 SCL）是系统安全工作中的一种最简便、广泛应用的系统危险评价方法。安全检查表法是在对危险源系统进行充分分析的基础上，分成若干个单元或层次，列出所有的危险因素，确定检查项目，然后编制成表，按检查表进行检查，对生产过程及安全管理中可能存在的隐患、有害与危险因素、缺陷等进行查证，以确定隐患或有害与危险因素、缺陷的存在状态，以及他们转化为事故的条件，以便制定整改措施，消除隐患和有害与危险因素，确保生产的安全。对系统进行评价时，对照安全检查表逐项检查，从而评价出系统的安全状况。检查表的主要内容包括：序号、检查内容和项目、检查依据、检查结果、发现问题、备注等。编制安全检查表的主要依据是：

- 1) 有关的法规和标准、管理制度；
- 2) 事故案例，同类企业的经验教训；
- 3) 通过系统安全分析确定的危险部位及防范措施；
- 4) 新知识、新成果、新方法、新技术。

##### 4.3.1.2 预先危险性分析法

预先危险性分析（Preliminary Hazard Analysis，简称 PHA）是在进行某项工程活动（包括设计、施工、生产、维修等）之前，对系统存在的各种危险因素（类别、分布）、出现条件和事故可能造成的后果进行宏观、概略分析的系统安全分析方法。其目的是早期发现系统的潜在危险因素，确定系统的危险性等级，提出相应的防范措施，防止这些危险因素发展成为事故，避免考虑不周所造成的损失。危险程度的判定主要依据危险评价指数矩阵，确定是安全的、临界的、危险的还是会造成灾难性的事故，从而为设计、施工、生产运行管理提供一定的依据。相

关的危险事件严重性等级判定准则见表 4.3-1。

表 4.3-1 危险性等级划分表

级别	危险程度	可能导致的后果
I	安全的	不会造成人员伤亡和系统损坏
II	临界的	处于事故的边缘状态,暂时还不至于造成人员伤亡和系统损坏或降低系统性能,但应予以排除或采取控制措施
III	危险的	会造成人员伤亡和系统破坏,要立即采取防范措施
IV	灾难性的	造成人员重大伤亡和系统严重破坏灾难性事故,必须予以果断排除并进行重点防范。

#### 4.2.1.3 类比工程法

类比工程法是根据类推原理的代替推算法以相同或相似的企业、作业环境、劳动条件的测试数据或模拟实验的测试数据为依据,用相关的分级评价方法进行评价,类推建设项目有害因素的危害程度或危害性。

### 4.4 各单元评价方法选择

在进行安全评价时,应该在认真分析并熟悉被评价系统的前提下,选择安全评价方法。选择安全评价方法应遵循充分性、适应性、系统性、针对性和合理性的原则。

拟建项目各评价单元采用的评价方法见表 4.4-1。

表 4.4-1 各单元评价方法选用表

序号	评价单元	评价方法		
		安全检查表法	预先性危险分析法	类比法
1	建设项目规划符合性评价单元	√		
2	场址选址、总平面布置单元	√		
3	自然环境和社会环境单元		√	
4	主要建(构)筑物土建工程单元		√	
5	风力发电机组单元		√	
6	集电线路单元		√	
7	升压站单元		√	

序号	评价单元	评价方法		
		安全检查表法	预先性危险分析法	类比法
1	建设项目规划符合性评价单元	√		
8	控制和保护系统单元、安全监测单元		√	
9	特种设备单元		√	
10	消防系统单元	√	√	
11	交通工程单元		√	
12	公用工程单元		√	
13	生产过程单元		√	
14	作业环境单元			√
15	安全管理单元		√	
16	风电场并网影响单元		√	
17	施工单元		√	

## 5 定性、定量评价

### 5.1 建设项目规划符合性评价单元

#### 1) 安全检查表评价

该单元采用安全检查表进行符合性检查，其依据为《中华人民共和国安全生产法》、《企业投资项目核准和备案管理条例》、《中华人民共和国公司法》等，详见表 5.1-1。

表 5.1-1 建设项目规划符合性安全检查表

序号	检查内容	检查依据	实际情况	检查结果
1	生产经营单位是建设项目安全设施建设的责任主体。建设项目安全设施必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用（以下简称“三同时”）。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》国家安监总局令[2011]第 36 号（2015 年 77 号令修正）第四条	拟建项目按照建设项目“三同时”的规定进行建设与管理，安全设施投资纳入建设项目概算。	符合
2	生产经营单位不得使用应当淘汰的危及生产安全的工艺、设备。	《中华人民共和国安全生产法》	项目未使用国家或行业淘汰的设备和工艺。	符合
3	对关系国家安全、涉及全国重大生产力布局、战略性资源开发和重大公共利益等项目，实行核准管理。具体项目范围以及核准机关、核准权限依照政府核准的投资项目目录执行。政府核准的投资项目目录由国务院投资主管部门会同国务院有关部门提出，报国务院批准后实施，并适时调整。国务院另有规定的，依照其规定。对前款规定以外的项目，实行备案管理。除国务院另有规定的，实行备案管理的项目按照属地原则备	《企业投资项目核准和备案管理条例》（国务院令第 673 号）第 3 条	项目经过江西省能源局、南昌市行政审批局备案。	符合

	案，备案机关及其权限由省、自治区、直辖市和计划单列市人民政府规定。			
4	企业办理项目核准手续，应当向核准机关提交项目申请书；由国务院核准的项目，向国务院投资主管部门提交项目申请书	《企业投资项目核准和备案管理条例》（国务院令第 673 号）第 6 条	已编制了可行性研究报告	符合
5	企业应持有《企业法人营业执照》	《中华人民共和国公司法》（中华人民共和国主席令第 20 号，2013 年修改）第 7 条	已取得营业执照。	符合

## 2) 评价小结

拟建项目于 2019 年 12 月 13 日取得由江西省能源局出具的《江西省能源局关于下达 2019 年新建区联圩分散式风电项目开发建设方案的通知》（赣能新能字[2019]156 号）。于 2020 年 8 月 14 日取得由南昌市行政审批局出具的《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》（洪行审投字[2020]218 号），项目代码：2019-360100-44-02-032314，关于建设装机容量 50MW、项目总投资约 39710 万元，在江西省南昌市新建区建设新建区联圩分散式风电项目。拟建项目属于电力、热力、燃气及水生产和供应业（分类代码 D4415 风力发电）。拟建项目于 2021 年 4 月 29 日取得南昌市新建区行政审批局出具《关于新建区联圩分散式风电项目水土保持方案报告书的批复（新行审农字[2021]28 号）》。

根据《产业结构调整指导目录（2019 年本）》（发展和改革委员会令第 29 号）、《国家发展改革委关于修改〈产业结构调整指导目录（2019 年本）〉的决定》（发展和改革委员会令[2021]第 49 号），拟建项目未列入限制类及淘汰类，属于第一类鼓励类第五项新能源第二条“氢能、风电与光伏发电互补系统技术开发与应用”。

因此，拟建项目规划符合国家法律法规要求。

## 5.2 场址选址、总平面布置单元评价

对拟建项目场址选择和总体布置是否满足现行规范要求采用安全检查表法进行检查，检查结果见表 5.2-1。

表 5.2-1 场址选址、总平面布置单元安全检查表

序号	检查项目及内容				依据标准	是否满足规范要求	检查情况说明
1	场址选择				《风电场工程等级划分及设计安全标准(试行)》FD 002-2007 5.0.1	是	拟建项目装机规模50MW，升压站电压等级为110kV，按规范要求为中型，工程等级拟按III级进行设计，满足规范要求。
1	风电场工程等级应根据装机容量和变电站电压等级按下表分为四等，当装机容量和变电站电压分属不同的等别时，工程等别应按其中较高的等别确定。	工程等别	工程规模	装机容量(MW)			
	I	大(I)型	大于等于 300	500 kV, 330 kV			
	II	大(II)型	小于 300 大于等于 100	220 kV			
	III	中型	小于 100 大于等于 50	小于等于 110 kV 大于 35 kV			
2	风力发电机组、变电站、集电线路等选址应避开不良地质灾害易发生区域。				《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第4.2.1条	是	拟建项目对场区地质情况进行勘测，选址避开不良地质灾害易发生区域。
3	选择风电场场址时应尽量选择风能资源丰富的场址。				《风电场场址选择技术规定》(发改能	是	可研报告对拟选场址的风能资源进行了测试评估，综合风电场建设条件判断，该

序号	检查项目及内容	依据标准	是否满足规范要求	检查情况说明
		源[2003]1403号) 第三条第1款		风电场风能资源可开发利用。
4	风力发电场变电站、风力发电机组基础的位置应考虑场址防洪因素，充分利用现有的防洪设施。风力发电场设施的防洪标准应符合下列规定： 山区风力发电场变电站、风力发电机组基础应有防山洪和排山洪的措施，防排设施应按频率为2%的山洪设计。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015第4.2.3条	是	拟建项目风机基本布置在农田和水塘、水渠，升压站和风机均位于高于洪水位，可不考虑洪水影响。
5	风力发电场场址应处于地质构造相对稳定的地段，并与活动性大断“保持一定的安全距离。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015第4.2.4条	是	依据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，拟建项目场地类别为I1类场地，属抗震有利地段。
6	风电场选址时应注意与附近居民、工厂、企事业单位（点）保持适当距离，尽量减小噪音污染；应避开自然保护区、珍稀动植物地区以及候鸟保护区和候鸟迁徙路径等。另外，候选风电场场址内树木应尽量少，以便在建设和施工过程中少砍伐树木。	《风电场场址选择技术规定》（发改能源[2003]1403号） 第八条第1款	是	场址区与周围村庄距离较远，工程大部分施工拟在昼间进行，施工噪音对周围居民产生不良影响较小；场址按要求选择。
7	场址选择时在主风向上要求尽可能开阔、宽敞，障碍物尽量少、粗糙度低，对风速影响小。另外，应选择地形比较简单的场址，以利于大规模开发及设备的运输、安装和管理。	《风电场场址选择技术规定》（发改能源[2003]1403号） 第五条第2款	是	该场址处在主风向上开阔、宽敞，具备建设大型风电场的外部条件和资源条件
8	在风电场规划选址时，应根据风电场地形条件及风况特征，初步拟定风电场规划装机规模，布置拟安装的风电机组位置。	《风电场场址选择技术规定》（发改能源[2003]1403	是	根据地形条件及风况特征，初步选择单机容量为5.0MW风力发电机组拟布置在农田和水塘、水渠处。

序号	检查项目及内容	依据标准	是否满足规范要求	检查情况说明
		号) 第六条		
9	在风电场选址时，应了解风场周围交通运输情况，尽量选择离已有公路较近，对外交通方便的场址，以利于减少道路的投资。	《风电场场址选择技术规定》（发改能源[2003]1403号） 第五条第1款	是	风电场场址位于南昌市新建区东边约30km处，风电场交通运输便利。
10	风电场联网条件：1、风电场场址选择时应尽量靠近合适电压等级的变电站或电网，并网点短路容量应足够大。	《风电场场址选择技术规定》（发改能源[2003]1403号） 第四条第1款	是	根据可研报告，拟建项目场址选择靠近升压站，符合前述要求。
11	变电站的布置除应满足场址选择和一般规定的要求外，还宜符合下列规定： 1. 宜靠近风力发电场中心，并宜靠近主干道路； 2. 宜便于架空和电缆线路的引入和引出； 3. 地质、地形和地貌条件宜适宜。	《风力发电场设计规范》 GB51096-2015 第4.4.1条	是	升压站站址位于风电场西部，靠近进站道路，靠近风力发电场中心，便于电缆线路的引入和引出，且地质地形和地貌条件适宜升压站的建设。
12	变电站的总平面布置应按最终规模进行规划设计。	《风力发电场设计规范》 GB51096-2015 第4.4.2条	是	升压站的总平面布置已按最终规模进行规划设计。
13	下列地段和地区不得选为厂址： 发震断层和抗震设防烈度为9度及高于9度的地震区；有泥石流、滑坡、流沙、溶洞等直接危害的地段；采矿陷落（错动）区地表界限内；爆破危险界限内；坝	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第3.0.14条	是	据可研资料可知，拟建场址地震动峰值加速度小于0.05g，对应地震基本烈度小于6度。拟建场址区域地震动反应谱特征周期为

序号	检查项目及内容	依据标准	是否满足规范要求	检查情况说明
	或堤决溃后可能淹没的地区；有严重放射性物质污染影响区；生活居住区、文教区、水源保护区、名胜古迹、风景游览区、温泉、疗养院、自然保护区和其他需要特别保护的区域；对飞机起落、电台通讯、电视转播、雷达导航和重要的天文、气象、地震观察以及军事设施等规定有影响的范围内；很严重的自重湿陷性黄土地段，厚度大的新近堆积黄土地段和高压缩性的饱和黄土地段等地质条件恶劣地段；具有开采价值的矿藏区；受海啸和湖涌危害的地区。			0.35s。勘察场地未发现对工程不利的崩塌、滑坡、泥石流、岩溶洞等不良地质作用；同时也未发现影响场地稳定性的断裂构造，场地稳定性较好，适宜风电场建设。风电场不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区、军事用地等环境敏感区。场址范围内无居民。
二	总平面布置			
1	应根据风资源分布和场地范围，确定风力发电场的装机容量和风力发电机组的位置。应根据输电规划以及配套的并网接入点及方向、集电线路的输送容量、输送距离，确定风力发电场变电站的规模和布置。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第4.3.1条	是	拟建项目根据风资源分布和场地范围，确定风力发电场的装机容量和风力发电机组的位置。根据输电规划以及配套的并网接入点及方向、集电线路的输送容量、输送距离，确定风力发电场变电站的规模和布置。
2	风力发电场场区总体布置应符合下列规定： 1. 集电线路路径应最优； 2. 交通运输应便利； 3. 土石方工程量应最少。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第4.3.2条	是	拟建项目风电场场区总体布置紧凑合理，集电线路选择为最优方案，线路长度最小，交通条件便利，土石方工程量较小。
3	风力发电场道路设计应符合风力发电场总体规划，并应满足运行、检修、消防、大件设备运输和吊装等的要求，综合考虑道路状况、自然条件等因素，宜利用已有道路或路基。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第4.3.4条	是	拟建项目道路为新建道路和改建道路，同时充分利用现有道路。

序号	检查项目及内容	依据标准	是否满足规范要求	检查情况说明
4	风力发电机组施工道路宜与检修道路相结合。施工道路路基宽度应考虑施工吊装设备通行宽度的要求。道路最小圆曲线半径、最大纵坡和转弯处道路外侧不得有障碍物。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第4.3.6条	是	拟建项目风力发电机组施工道路宜与检修道路相结合。施工道路路基宽度已考虑施工吊装设备通行宽度的要求。道路最小圆曲线半径、最大纵坡和转弯处道路外侧无障碍物。
5	风力发电组施工道路和检修道路宜布置成环形；或具备回车条件。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第4.3.7条	是	风力发电组施工道路和检修道路具备回车条件。
6	变电站总平面布置应满足总体规划要求，并使站内工艺布置合理，功能分区明确，交通便利，节约用地。	《变电所总布置设计技术规范》DLT5056-2007 第5.1.2条	是	拟建项目升压站布置在满足工艺需要、便于生产，适当地环境的前提下，以紧凑而又有序的空间布置。
7	各级电压的配电装置应结合地形和所对应的出线方向进行优化组合，避免或减少线路交叉跨越。 配电装置相互间的相对位置应使主变压器、无功补偿装置至各配电装置的连接导线顺直短捷、站内道路和电缆的长度较短。	《变电所总布置设计技术规范》DLT5056-2007 第5.2.2条	是	升压站配电装置的相互布置位置根据站内建构筑物的位置，合理布置，满足规范的要求。

注：检查结果栏中，“是”代表可行性研究报告中涉及到此方面的内容，且符合规范要求；“否”代表可行性研究报告中设计不符合规范要求或未提及或未明确的内容。

根据南昌市新建区住房和城乡规划建设局出具的《关于新建区联圩分散式风电项目规划选址的意见》，拟建项目位于我区联圩镇，结合联圩镇总体规划相关内容，该选址不在集镇规划范围内。为推动我区绿色

能源产业发展，原则同意该项目选址，详见附件。

根据南昌市新建区行政审批局出具的《关于新建区联圩分散式风电项目防洪评价报告的批复（新行审农字[2021]54号）》基本同意拟建工程建设方案，详见附件。

评价小结：通过以上可知，拟建项目场址选择及总体布置基本符合国家有关法律法规的要求。

### 5.3 自然环境和社会环境单元评价

拟建项目作为风力发电场，在运行中受自然环境和社会环境影响，根据第三章的分析，对自然环境和社会环境中重要的危险有害因素采用预先性危险分析法，评价如下：

表5.3-1自然环境和社会环境单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
气象灾害	直击雷、感应雷	设备设施或人员遭受雷击	1. 风机配套的一、二次设备的防雷装置不符合要求，防雷接地装置失效； 2. 升压站防雷装置设计不合理、施工不规范，接地装置不规范； 3. 防雷装置未定期检验； 4. 雷雨天气，人员靠近风电机组遭受雷击	人员伤亡、设备损坏、财产损失	III	1. 选择自带避雷功能的风机，且防雷功能应满足风场一、二次设备的防雷要求，风机采购时应索取相应的试验报告等资料；应根据风机厂家要求设置风机的接地引下线、接地装置，测试接地电阻应符合厂家要求； 2. 升压站主、辅建（构）筑物的防雷保护及接地设施严格按《建筑防雷设计规范》（GB50057-2010），升压站设备设施按《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T 50064-2014）和《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）的规定进行设计，并选择具有相应资质的单位施

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						<p>工；</p> <p>3. ①对防雷装置每年雷雨季前进行定期检查、检测，保持完好、可靠状态；检测防直击雷设施与地网的导通情况；②定期测试地网接地电阻跨步电位差、接触电位差值，当发生不能满足规程允许值时，应采取相应的措施，防止人身事故；③每年雷雨季前检验避雷器，特别是35kV金属氧化锌避雷器，在运行电压下测试全电流阻性电流或功耗；</p> <p>4. 按时接收天气预报，雷雨天气禁止外出巡查，风电机组附近应悬挂“雷雨天气禁止人员靠近”的警示牌</p>
暴雨	地质危害、升压站内涝、建（构）筑物或道路损坏	地质危害、升压站内涝、建（构）筑物或道路损坏	<p>1. 防洪措施不当；</p> <p>2. 水土保持措施不到位；</p> <p>3. 升压站内排水沟堵塞，或排涝措施不足</p> <p>4. 风机、箱变、风场道路或集电线路布置不合理，位于冲沟等可能遭遇山洪危害的地带；</p> <p>5. 场址降雨量较大，地表水冲刷引起开挖、填方边坡崩塌</p>	设备损坏、财产损失、停产	II	<p>1. 根据当地降雨资料，风机基础、道路采取截洪沟、排水沟等防洪措施；</p> <p>2. 选取具有相应资质的单位对风电场进行水土保持设计、评价及施工，防止地质灾害；</p> <p>3. 定期清理升压站内排水沟，站内备有应急排涝的应急器材，并确保完好可用</p> <p>4. 拟建项目风机、箱变、风场道路或集电线路布置应避开小溪、冲沟等可能遭遇洪水危害的地带；</p> <p>5. 对地表水冲刷制定相应的防治对策，如坡面防护、排水等</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
	低温冰冻	叶片损坏、覆冰、物体打击、车辆伤害	1. 风机叶片及其他部件覆冰，导致叶片损坏； 2. 风机叶片覆冰抛击伤人； 3. 风场道路覆冰或积雪，路面湿滑，车辆未安装ABS防抱死制动系统，车轮未挂铰链； 4. 风机叶片停机方式不正确，融化时覆冰砸坏导流罩； 5. 设备积雪、防风雪密封性差；	人员伤亡 设备损坏 停产	III	1. 结合风力发电场具体实际，应加强抗覆冰设计与风电场防冰雪灾害措施； 2. 风机叶片结冰时，应在风机附近设置警示标志及界桩，警告及禁止周边村民等靠近风机；风电场巡视人员应佩戴安全帽； 3. 风场道路覆冰或积雪时，减少外出巡视次数，安装防抱死制动系统，并在道路有积雪和覆冰时在车轮上挂防滑铰链； 4. 风机叶片覆冰停机时，确保叶片呈“Y”字形，避免融化时掉落的冰块砸坏导流罩； 5. 下雪后要及时检查设备的积雪情况，当积雪有可能引发事故时，要及时清除；对防风雪密封不好的设备（端子箱、机构箱、箱式变压器等）采取临时防雪封堵措施，遮罩防冻罩。定期进行防风、防冻安全大检查，根据室外温度变化及时投入风机设备的电加热装置；
	大风	叶片折断、塔架倾覆等	1. 遭遇超设计的强风天气； 2. 采购的风力发电机组质量不可靠，塔架及基础施工质量达不到设计要求； 3. 运行维护不当，风机偏航系统故障、刹车机构失灵、过风速保护失灵； 4. 运行人员未根据天气情况及	人员伤亡、设备损坏	II	1. 设计阶段须收集齐全的区域气象资料，选取合适的气象参数； 2. 风机设备的采购须有相应资质的厂家，产品质量合格； 3. 大风天气时严格按照运行规程执行，做好停机处理； 4. 大风天气来临前，运行人员及时做好预判和预防措施；

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
			时做出预防措施等			
地质灾害	滑坡、泥石流、崩塌		1. 暴雨、地震引起滑坡、崩塌、泥石流等灾害； 2. 水土保持措施不到位； 3. 风场风机、箱变、道路、集电线路未避开可能遭受地质灾害区域； 4. 施工破坏岩石应力； 动	设备损坏、财产损失	II	1. 风机基础挖区、道路及弃渣场等易遭受暴雨威胁的场所设置相应的截洪沟、排水沟等防洪设施； 相关设施的抗震设防等级应满足当地6度抗震设防烈度要求； 2. 风机基础挖区、道路及弃渣场等易发生地质灾害的区域应委托具有相应资质单位做好相应的水土保持工作； 3. 风场风机、箱变、道路、集电线路避开可能遭受地质灾害区域； 4. 施工后及时对施工场地周边场地采取恢复措施，对于由于施工造成周边土地较严重破坏的场地，应采取一定的加固措施；
地震	建(构)筑物坍塌		1. 考察不准确，抗震设防等级设计不够； 2. 未按照设计及相关规范要求进行施工，达不到相应抗震设防等级要求； 3. 未落实防震措施； 4. 发生大地震时，人员未及时撤出建(构)筑物	建(构)筑物坍塌、停产	II	1. 风机、升压站建(构)筑物的设计、施工，设备安装，应按相关抗震规范要求实施； 2. 按照设计及相关规范要求进行施工，符合规范要求； 3. 在接到地震预报后，要采取合适的防震措施； 4. 地震时，工人要撤到安全地方，不得停留在室内、风机、及其它易发生坍塌、倒塌的高耸建(构)筑物下方或附近
社会环境	人为破坏	设备破坏、	1. 风场附近居民耕作、放牧、打井、取土、开荒导致集电线路被破坏；	设备损坏、	II	1. 集电线路埋深应满足居民耕作、放牧要求；风场风机及箱式变压器附近禁止放牧、打井、取

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
	停电、人身伤害		2. 开荒烧山时引起火灾; 3. 不法人员偷盗风电场电缆等设备设施; 4. 外来人员误触误碰或人为破坏;	财产损失		土、开荒等活动，并设置相关警示牌; 2. 加强风场巡检，开荒烧山引起火灾时应立即报警并协助灭火; 3. 加强风电场防盗力度，有条件可设置监控等防盗设施; 4. 设置相应的安全标志或标识，提醒或禁止人员误触误碰或人为破坏风场设备;

根据民航江西监管局出具的《关于征求“新建区联圩分散式风电项目”净空审核意见的复函（赣监局发明电[2021]64号）》，拟建“新建区联圩分散式风电项目”满足昌北机场飞行程序超障需求，详见附件。

根据南昌市自然资源局出具的《关于“新建区联圩分散式风电项目”范围矿权设置的复函（洪自然资地压备字[2020]6号）》，拟建项目范围内无采矿权和探矿权设置、无国家矿产地，详见附件。

根据南昌市自然资源局新建分局出具的《关于“新建区联圩分散式风电项目”建设用地范围压覆矿产资源的查询证明》，拟建项目范围内未设置有效采矿权，详见附件。

评价小结：根据表 5.3-1 可知，通过预先危险性分析法，自然环境及社会环境单元中发生雷击和低温冰冻事故，危险等级属III级，其他事故的危险等级为II级。应制定有效措施，尽量避免自然环境及社会环境导致的事故发生或减轻其危害程度。

## 5.4 主要建（构）筑物土建单元评价

拟建项目可行性研究报告中对风力发电机组、箱式变压器的基础设计进行初步估算。针对第三章分析的主要危险因素，对拟建项目主要建（构）筑物土建工程单元采用预先性危险分析法进行评价。

表5.4-1主要建（构）筑物土建工程单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
风力发电机组基础	设计不合理、质量缺陷、维护不当、不良地质条件	坍塌	<p>1. 地质勘测失误，提供错误数据；设计不合理；</p> <p>2. 风力发电机组布置不合理，位于易遭受地质灾害危害地段；</p> <p>3. 暴雨季节山洪影响；</p> <p>4. 基础周边场地边坡未采取保护措施产生滑坡；</p> <p>5. 基坑开挖方案不合理；无施工组织设计或未按施工组织设计施工；排、降、截、止水方法不当；忽视周边环境、风力发电机组、建筑物等对基坑的影响；施工质量达不到设计要求；现浇基础混凝土强度等级、基础埋深不满足规范要求；</p> <p>6. 基础腐蚀；</p> <p>7. 未对风机基础沉降观测结果进行分析，发现问题未及时处理。</p>	人员伤亡、设备损坏	III	<p>1. 在详勘阶段按规范要求进行地质勘测，按设计要求进行基础设计；</p> <p>2. 风力发电机组布置避开可遭受地质灾害危害地段（如可能遭受崩塌、滑坡和岩溶地面塌陷等地质灾害区域）；</p> <p>3. 风机布置应避开冲沟及洪水爆发时可能波及的范围；</p> <p>4. 风场人工边坡及自然陡坡应加强监测，及时发现边坡失稳迹象，采用浆砌护坡、截引地表水等措施，消除使斜坡稳定性降低的不利因素；</p> <p>5. 按设计方案严格控制工程施工质量，选用强度等级满足要求的混凝土，基础埋深应达到设计深度；发现基础有异变及时消除；严格执行《建筑法》、《建设工程安全生产管理条例》及相关技术规程规范的规定，从源头上、施工过程中全面降低安全事故发生的几率；严格按《建筑地基基础设计规范》要求对基坑实施监测，掌握基坑边坡土体、水渗透影响等情况，加</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						<p>强施工监管，确保施工质量，防范次生事故造成的伤害；选用抗风等级符合要求的设备；</p> <p>6. 设计单位在工程详勘阶段取水、土样做化学分析，确定地下水、土壤对建筑材料和金属的腐蚀性，并据此在施工中做好基础的防腐工作；</p> <p>7. 风机基础设计的沉降观测点，在施工、运行阶段按要求进行观测，对观测结果进行分析，发现问题及时处理</p>
综合楼、生产楼等建筑物基础	设计不合理、质量缺陷、维护不当、不良地质条件	坍塌	<p>1. 若设计布置不合理，将综合楼、高压室等重要建（构）筑物布置在不良地基上可能导致基础坍塌事故；</p> <p>2. 施工质量不可靠，基础存在质量缺陷；</p> <p>3. 各建（构）筑物若消防设计不合理，耐火等级达不到规范要求，可能导致在火灾中建筑物坍塌</p>	人员伤亡、设备损坏、财产损失	II	<p>1. 下一步设计中应对升压站站址进行详细准确的地质勘探，根据地质勘探数据进行升压站内主要建（构）筑物布置和基础设计；</p> <p>2. 选择具有相应资质的施工、监理单位，按设计方案严格控制工程施工质量，选用强度等级满足要求的混凝土，基础埋深应达到设计深度；发现基础有异变及时消除；</p> <p>3. 各建（构）筑物的消防设计应满足《建筑防火设计规范》的要求。</p>
直埋	质量	受	1. 遭受不良地质及山洪影响	设备	II	1. 直埋电缆线应避开不良

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
电缆线路	缺陷、防护缺陷、外力破坏	损	响; 2. 若施工质量不可靠, 未按照设计要求施工; 3. 水土保持措施不当; 4. 其他外力作用或破坏 5. 直埋电缆地表无防护措施	损坏、财产损失		地质及可能遭受洪水的冲沟影响区域; 2. 严格按设计要求施工, 特别是电缆埋深、电缆防护措施; 3. 对直埋电缆做好水土保持措施, 并在运行中进行检查; 4. 对直埋电缆处做好标记、标志, 避免车辆、牲畜等压坏、踩坏电缆; 5. 线路上方沿途加盖水泥板
升压站内主变、电气构架	设计缺陷、基础质量缺陷、外力破坏	坍塌	1. 若设计布置不合理, 将主变压器等重要建(构)筑物布置在不良地基上可能导致基础坍塌事故; 2. 施工质量不可靠, 基础存在质量缺陷; 3. 各建(构)筑物若消防设计不合理, 耐火等级达不到规范要求, 可能导致在火灾中建筑物坍塌	设备损坏、财产损失	II	1. 下一步设计中应对升压站站址进行详细准确的地质勘探, 根据地质勘探数据进行升压站内主要建(构)筑物布置和基础设计; 2. 选择具有相应资质的施工、监理单位, 按设计方案严格控制工程施工质量, 选用强度等级满足要求的混凝土, 基础埋深应达到设计深度; 发现基础有异变及时消除; 3. 各建(构)筑物的消防设计应满足《建筑防火设计规范》的要求

**评价小结:** 根据表 5.4-1 可知, 通过采用预先危险性分析法, 主要建(构)筑物土建工程单元, 风力发电机组基础坍塌事故的危险等级为 III 级, 直埋电缆基础、升压站内主变、电气构架基础坍塌事故的危险等

级为Ⅱ级。应制定有效措施，尽量避免事故发生或减轻其危害程度。

## 5.5 风力发电机组单元评价

针对第三章分析的主要危险因素，本节采用预先危险性分析法进行评价，具体见表 5.5-1。

表 5.5-1 风力发电机组系统单元安全评价表

潜在事故		危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
风力发电机组故障	风力发电机组火灾	雷电质量缺陷 安装缺陷 设备缺陷 振动 润滑不良 操作错误 保护失灵 维护不当	1. 避雷装置存在设计缺陷、安装缺陷、接地不良或装置在运行中防雷接地检测、维护不及时，导致雷击，雷电入侵时风电机组遭受破坏； 2. 机舱内电气设施绝缘老化、机械破坏等原因造成电气短路，产生电气火花，可能会引燃机舱内润滑油、液压油等可燃物质； 3. 润滑系统故障或失效，轴承润滑不良摩擦产生高温，引燃可燃物；加入过量的润滑油等而导致油品溢出诱发火灾； 4. 风电机组的刹车系统故障，导致刹车失效，造成制动持续进行，由于剧烈摩擦产生高热，可能会引发火灾事故； 5. 升温保护装置维修不到位漏油导致火灾； 6. 违反操作规程使电路接头出现人为松动甚至破损而产生火花，引燃机舱内可燃物质导致火灾； 7. 消防措施缺失或失效，外部救援不及时，气象条件恶劣，导致火灾扩大；	设备损毁 财产损失 人员伤亡	III	1. 同表5.2-1雷击防范措施； 2. 定期对制动控制系统进行检查、维护，确保运行正常；定期测量风力发电机的绝缘性能，做好绝缘技术监督工作； 3. 定期检查、维护润滑油系统，确保运转正常；按照规程要求及时补加润滑油； 4. 风力发电机的各项保护应当齐全； 5. 加强机舱内温升监测，定期对升温保护装置进行检测； 6. 严禁维护、检修人员在机舱内或塔筒内遗留易燃物如棉纱等物，工作完毕应擦除油痕并指定人员负责检查； 7. 机舱内按要求配备消防器材；建议风机消防系统能做到智能防护，自动控制； 8. 见表 5.2-1

潜在事故	危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施	
风机倾覆		8. 火灾、雷击引起风力发电机组火灾				
	设备缺陷	1. 风机基础位移、失稳，风机倾斜倾覆	设备损毁	III	1. 防范措施见本报告表 5.3-1 中“风力发电机组基础”栏；	
	操作错误	2. 风机塔架存在质量缺陷；			2. 塔筒安装前应进行质量验收，合格后才能进行安装。	
	保护失灵	3. 塔筒法兰连接螺栓扭距或载荷不一致，在大风天气，可能会造成螺栓折断，造成塔架垮塌；	财产损失		3. 按操作规程使用带扭矩传感器扳手进行螺栓紧固；	
	折塔	4. 运行期塔筒与基础环连接处螺栓未定期检查扭矩；			4. 运行期定期检查塔筒与基础环连接处螺栓的扭矩；	
	维护不当	5. 大风天气，风机偏航机构、刹车装置、变桨装置故障、过风速保护失灵；			5. 风场风力超过额定切出风速时，风机应立即切出，相应的变桨装置、刹车装置，过风速保护装置动作，抱死风机风轮，避免飞车；风机相应的刹车、变桨、保护等装置设备应定期检查，发现故障时及时修复	
叶片断裂	设备缺陷		设备损坏	II	1. 叶片定期护理；	
	操作错误	1. 摆振造成叶片断裂；			2. 按规定进行安装，在运行阶段根据风速预测情况、事故预想，采取管理措施，如大风天气进行停机；	
	保护失灵	2. 轮毂、叶片法兰连接螺栓扭距或载荷不一致，在大风天气，可能会造成螺栓折断，造成叶片断裂；			3. 定期检查刹车、过风速保护装置等的完好性；	
	维护不当	3. 飞车；			4. 定期邀请具有相应资质的单位进行风场风机防雷接地检测	
	轮毂损	4. 风机叶片遭受雷击				
设备缺陷	1. 轮毂设计刚度不够；装配不当，螺栓松弛；	设备损坏	II	1. 选择质量合格的设备，按规定进行安装；		
设备缺陷	2. 轮毂部位润滑不到位；			2. 对轮毂进行定期维护，保证润		

潜在事故	危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
坏润滑	不良	3. 风机保护系统失灵；刹车片、变桨装置、偏航机构故障，风机超速运行；	财产损失		滑； 3. 定期检查维护，确保保护系统完好；
操作错误		4. 冰雹等砸坏轮毂			4. 与当地气象局签订协议，加强对风场区域冰雹云的监视，一旦发现，应立即做相应处理，同时制定和落实防冰雹应急预案
保护失灵					
维护不当					
偏航系统故障	设备缺陷	1. 偏航机构设计不合理； 2. 设备材料和施工质量存在缺陷，如偏航机构装配工艺不满足要求，部件固定螺栓等级不足、螺栓松动等； 3. 运行维护不及时，如过载、偏航机构减速器润滑油油质不满足要求或油腔缺油	设备损坏	II	1. 根据工程特点选择合适的风力发电机组； 2. 选择质量合格的产品，按规范要求进行安装调试； 3. 定期进行维护，保证润滑
风力发电机故障	操作错误		财产损失		
	维护不当				
变桨距系统	设备缺陷	1. 绝缘电阻降低； 2. 轴承过热失效； 3. 绕组断路、短路； 4. 发电机就近未设 SPD	设备损坏	II	1. 加强发电机故障监测； 2. 定期对发电机进行检修、维护； 3. 加强风电机组的防雷措施； 4. 发电机就近设置SPD
	保护失灵		财产损失		

潜在事故		危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
故障		维护不当				3. 对变桨距系统中的蓄电池进行定期维护
齿轮箱损坏		设备缺陷 润滑不良 操作错误 维护不当	1. 齿轮箱设计存在缺陷，零部件等设计不合理，传动件材料的强度、塑性、韧性不满足要求； 2. 润滑系统缺陷，齿轮箱润滑不良、油质不清洁； 3. 齿轮箱部件装配不满足工艺要求； 4. 齿轮箱维修、保养不及时； 5. 强风等不良天气影响； 6. 齿轮箱转动部件振动加强	设备损坏 财产损失	II	1. 选购质量可靠、工艺优良的厂家生产的符合风场风力条件、自然条件的齿轮箱； 2. 及时维护和保养齿轮箱润滑油系统；定期检查油腔油位，对油质定期进行检验，及时更换油； 3. 按规范要求进行安装； 4. 定期维修保养； 5. 及时收听天气预报，恶劣天气时做好事故预想和对策； 6. 加强齿轮箱等转动部件的振动监测
电缆故障		违规违章 电缆防护缺陷	1. 电缆截面积选择不当，实际负载超过了电缆的安全载流量，造成了电缆过载； 2. 电缆未采取防火措施； 3. 塔筒内控制电缆与动力电缆没有分开敷设； 4. 在制作电缆接头过程中，如果有接头压接不紧、安装工艺不规范等原因，都会导致电缆头绝缘降低，从而引发事故； 5. 解缆装置故障，电缆扭断； 6. 风机内相应的电缆及其他设备遭受人员毁坏或偷窃	设备损坏 财产损失	II	1. 电缆截面应满足要求。电缆敷设时应远离高温环境； 2. 电缆采取防火措施； 3. 控制电缆与电力电缆并行敷设时相互间距，在可能范围内宜远离； 4. 电缆接的构造类型应满足工程所需可靠性、安装与维护简便、经济合理等因素，电缆终端、接头的布置应满足安装维修所需的间距，并应符合电缆允许弯曲半径的伸缩节配置的要求； 5. 定期检查解缆装置的完好性； 6. 风机塔筒入口门锁应完好，并加强风场巡视
箱	短	箱式	1. 主要有匝间短路、绕组接地、	设备	II	1. 加强变压器类设备的选型、招

潜在事故	危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
式路变火灾	变压器火灾	相间短路, 断线及接头开焊等; 2. 分接开关接触不良或位置不准, 触头表面熔化与灼伤及相间触头放电或各分接头放电; 3. 变压器遭受雷击, 铁磁谐振过电压; 4. 铁芯的穿心螺栓及夹板碰接铁芯, 发生多点接地; 硅钢片间的绝缘损坏; 铁芯未接地或接地不良; 5. 变压器油箱、套管与油箱联接法兰盘、放油阀等渗油、漏油, 形成表面污垢, 遇明火燃烧; 6. 油质不合格, 绝缘下降引起匝间、相间短路; 7. 火灾影响	损坏 财产损失		标、制造、安装、验收、运行全过程的管理。在生产技术部门配置变压器专责人, 落实好相关反事故措施; 2. 加强日常巡视检查, 尤其是开关部位的维护; 3. 安装氧化锌避雷器, 对防雷装置定期进行检测、维护; 4. 安装或检修完成后, 检查铁芯接地情况, 禁止多点接地, 并开展接地导通试验; 5. 定期检查油箱等有无漏油渗油现象, 油位是否正常; 6. 按交接预试规程要求定期检测油质是否合格; 7. 定期清理风机、箱变征地范围内植被

评价小结: 从表 5.5-1 可知, 根据预先性危险分析法, 风力发电机组系统单元中, 风力发电机组火灾事故和倾覆、折塔事故的危险等级为 III 级, 其他事故的危险等级为 II 级。III 级事故的后果较严重, 应制定有效措施, 尽量避免事故发生或减轻其危害程度。

## 5.6 集电线路单元评价

本节采用预先危险性分析法进行评价, 见表 5.6-1。

表 5.6-1 集电线路单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
架空线路	路径选择不当、基础设计不合理、防雷接地不当、绝缘配置不合理，运行管理不善，外力作用	杆塔倒塔	1. 基础设计不合理，施工质量不可靠；杆塔基础不牢固； 2. 线路覆冰未及时清理，超过允许荷载； 3. 树木倒塌砸向线路； 4. 杆塔基础或拉线基础被掏空、破坏； 5. 基础被腐蚀； 6. 线路金具和塔材等被盗； 7. 地震、山洪爆发等外力破坏； 8. 杆塔耐张塔的使用比例不当、杆塔档距较大； 9. 位于路边的杆塔，可能因车辆冲撞而造成倒塔； 10. 杆塔基础位移、失稳，线路倒塌	设备损坏、财产损失	II	1. 对可能遭受洪水、暴雨冲刷（冲撞）的杆塔应采取可靠的防冲刷（冲撞）措施，杆塔基础的防护设施应牢固，基础周围排水沟应能够可靠排水； 2. 收集齐全沿线的气象条件，设计时考虑最大覆冰数据；线路遭受恶劣天气危害时应组织人员进行特巡，当线路导地线发生覆冰、舞动时应做好观测记录（如录像、拍照等），并对杆塔进行检查； 3. 加强对线路杆塔的检查巡视，发现问题及时消除，与线路过近的树木、树枝应清除； 4. 定期巡视检查线路的杆塔基础、拉线基础，对掏空的杆塔基础、拉线基础进行及时维修，对存在缺陷的设备及时处理和检修； 5. ①设计基础时必须考虑周围环境和土质对基础材料腐蚀的侵蚀性影响；②杆塔及其附件等应采取合理有效的防腐蚀措施； 6. 加强巡视力度，加强打击破坏盗窃线路钢材及金具的力度，力求得到当地公安、治保部门的配合，制定有效的措施和具体防范方案； 7. 线路抗震设防烈度应满足风场

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						<p>所在区域抗震设防要求，杆塔的布点应位于不遭受洪水影响的区域；</p> <p>8. 根据设计及规范要求选择耐张塔及杆塔档距；</p> <p>9. 为杜绝或减少车辆碰撞杆塔事故，可以在交通道路旁的杆塔上涂上醒目的反光漆和设置防撞装置，以引起车辆驾驶员的注意；</p> <p>10. 防范措施见本报告表5.3-2中“架空集电线路基础”栏</p>
直埋电缆	质量不可靠、维护不当	线路故障	<p>1. 直埋电缆槽损毁；</p> <p>2. 未按设计要求敷设电缆，导致电缆埋深不够，水土保持措施未落实，受雨水冲刷表土流失，导致电缆出露破损；</p> <p>3. 开挖作业时易不慎挖破电缆；运输风力发电机等大件设备可能导致风机检修道路压垮变形挤压电缆导致电缆损坏；</p> <p>4. 电缆经过耕种地下时埋深不够，缺乏保护措施，被压坏或挖坏，被牲口踩断等；</p> <p>5. 遭白蚁、鼠类等动</p>	设备损坏、财产损失	II	<p>1. 防止电缆槽损毁的防范措施见表5.3-1。</p> <p>2. 根据工程实际水土状况，按相关规定确定电缆埋深，严格按照设计施工，并做好相应的水土保持措施；</p> <p>3. 对电缆埋深处，做好标记，开挖作业时小心处理，避免挖坏电缆和光缆；</p> <p>4. 电缆经过耕种地下时应加大埋深，做好安全防护措施，并做好标记；</p> <p>5. 电缆布置时，宜避开易遭白蚁、虫鼠危害地带和易遭外力损伤的区段，无法避开时应采取相应的外护套或适当的保护措施；</p> <p>6. 直埋电缆敷设路径上设置标识或标桩，防止其他作业损坏拟建</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
			物啃噬破坏或深根植物破坏; 6. 直埋电缆敷设路径上未设置安全标识, 其他作业可能损坏拟建项目电缆 7. 人为偷盗导致电缆线路破坏			项目电缆, 直埋光缆应有防护措施; 7. 树立相应安全警示牌; 加强巡视, 加强打击破坏盗窃线路的力度

评价小结: 根据表 5.6-1 可知, 通过预先危险性分析法, 拟建项目集电线路单元中事故的危险等级为 II 级。

## 5.7 升压站单元评价

本节对升压站单元采用预先危险性分析法进行评价, 具体见表 5.7-1。

表 5.7-1 升压站单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
	设备缺陷 管理缺陷	火灾	1. 电缆中间接头、电缆终端制作工艺不良, 压接头不紧, 接触电阻过大, 造成电缆过热; 2. 电缆过热, 电缆沟内电缆堆积过多, 电缆在沟内安装敷设不当, 电缆长期超负荷; 3. 电缆在运输安装以及	设备损坏 财产损失	III	1. ①电缆头及中间接头的制作必须严格按工艺要求进行, 避免运行中因接触不良产生氧化引起发热; ②在电缆比较集中的沟内尽可能不做电缆接头, 必须做时, 接头处要采取铁管包封措施, 接头两侧及其临近区域内应刷防火涂料或增加防火包带阻燃; ③应尽量减少电力电缆中间接头数量, 如需要, 应按工艺要求制作安装

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
	外力影响		<p>运行和检修过程中受损，酸、碱、盐、水及其它腐蚀性气体或液体，或绝缘老化，都可使电缆绝缘强度降低，绝缘层击穿发生短路，产生电弧，将绝缘层和填料点燃起火；</p> <p>4. 外来火种或有外来火源引燃外套；</p> <p>5. 电缆因接头盒密封不良，进入水、潮气或灌注的绝缘剂不符合要求，使绝缘强度降低，导致绝缘击穿短路，产生电弧，引起电缆火灾；</p> <p>6. 对由于鼠害、小动物及各种杂物引致的电缆危害防范不力；</p> <p>7. 运行管理及维护措施未落实，电缆防火设施不到位或封堵不良；</p> <p>8. 其他可能引发电缆火灾的原因</p>			<p>电缆头，经质量验收合格后，再用耐火防爆盒将其封闭；④电缆接头处应有明显标识，定期对电缆头进行检查和温度测量；</p> <p>2. ①防止动力电缆、控制电缆在同一层中混放，设置层间防火隔板，敷设在电缆沟和桥架上的电缆要求取分段阻燃措施；②电缆沟应分区；③电缆沟应保持清洁，不积水，禁止堆杂物，并应满足排水畅通的要求，盖板及支架应有足够强度，防止电缆沟倒塌或支架脱落；</p> <p>3. 电缆敷设时，转弯半径不宜过小，以免损伤电缆；</p> <p>4. 合理分配负荷，做好电缆温度的监测工作，发现异常及时处理；</p> <p>5. 电缆接线盒选用密封性和绝缘性好的产品；</p> <p>6. 电缆沟的填土中宜加入防白蚁等小动物侵蚀的物质；</p> <p>7. 凡穿越墙壁、楼板和电缆沟道而进入控制室、控制柜等处的电缆孔、洞、竖井的电缆入口处必须用防火堵料严密封堵。电缆沿一定长度涂以耐火涂料或其他阻燃物质，防火涂料的防火等级、厚度和稀释度应满足要求，喷涂工作应有专业人员操作；靠近充油设备的电缆沟应设有防火延燃的防火墙等防火阻火措施；</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						8. ①电缆敷设应严格按照规程、设计图纸（断面图）和有关防火、阻燃技术要求去实施；②储油设备严禁布置在电缆沟道的正上方或其中间，防止溢油流到电缆上或进入电缆沟内；③重要的供配电回路，当需要增强防火安全性时，采用难燃性或低烟低毒难燃性电缆
35kV配电装置	装置缺陷运行维护不当	设备故障	1. 设备质量差； 2. 过电压或过电流引起变配电系统火灾； 3. 设备绝缘老化、损坏，绝缘强度降低； 4. 设备缺陷未及时发现和处理； 5. 保护装置不能迅速切除故障； 6. 防雷电措施失效； 7. 各种配电设备与接地网的连接失效，设计截面不当，接地线被破坏；	设备损坏 财产损失	II	1. 设备选用应符合国家标准、行业标准； 2. 对拟建项目的用电必须预防短路、火灾、爆炸、触电等事故，应绘制系统图并作好安全措施； 3. 新设备安装后应按交接试验标准的要求进行交接试验，运行的设备定期对配电装置进行预防性试验； 4. 制定规程定时对设备进行巡视，发现问题应及时消缺； 5. 按相关规定进行继电保护的整定计算；及时根据上级调度单位下发的整定值对设备的整定值进行整定校核；按规程进行保护配置、保护装置检验，确保工作状态良好； 6. 变电站电气设备防雷接地，应符合《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）的有关规定及《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合设计规范》（GB/T50064-2014）的有关规定，接地装置

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						的焊接质量、接地试验应符合规定，各种设备与主接地网的联结采用两根引下线与主地网不同干线联结；7. 连接引线应便于定期进行检查测试，及时发现问题及时处理；
防雷接地设备	设计缺陷 设备缺陷 管理缺陷 外力影响	雷击	1. 接地装置、接地引下线因受外力损伤、化学腐蚀损伤和其它腐蚀，山地土壤电阻率过高，导致接地电阻不合格；不符合热稳定性； 2. 雷电侵入波保护不满足被保护的设备、设施的安全运行要求； 3. 避雷器配置和选型不合理； 4. 防雷接地装置未定期检验	设备损坏 财产损失	II	1. ①接地装置、接地引下线设计和施工应满足规程的要求，应定期测试接地电阻和接地引下线的导通情况，发现不合格应立即采取措施整改；②应定期开展接地装置引下线的导通检测，根据历次测试结果进行分析比较，以决定是否需要进行开挖处理；③接地装置的焊接质量，接地试验应符合规定，各种设备与主地网的连接必须可靠。基建施工时，必须确认预留的设备、设施的接地引下线合格并记录，隐蔽工程必须经监理和建设单位验收合格，方可回填土，并应分别对两个最近的接地引下线之间测量其回路电阻备存；④运行10年左右的地网、接地引下线应进行开挖检查，防止因外力损伤、腐蚀导致接地网接地损坏；⑤接地装置、接地引下线应满足热稳定要求，应根据系统电网系统短路容量的变化，按预试规程要求定期核算接地装置、接地引下线的热稳定性； 2. 应定期验证雷电侵入波保护是否满足被保护的设备、设施安全运行的

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						<p>要求；</p> <p>3. 应计算验证防止雷电波侵入选用的避雷器的配置和选型是否满足要求；</p> <p>4. ①定期校核接闪杆（线）的防直击雷保护范围；②定期测试跨步电位差、接触电位差值，当发生不能满足规程允许值时，应按规程采取相应的措施，防止人身事故；③对防雷措施进行定期检查、检测，保持完好、可靠状态；④定期检验避雷器，特别是35kV 金属氧化锌避雷器，在运行电压下测试全电流阻性电流或功耗</p>
真空断路器、35kV小电流接地系统	误操作管理缺陷	过电压	<p>1. 真空断路器在合闸时过电压；</p> <p>2. 违规操作，如金属物遗留在动触头上导致接地短路；</p> <p>3. 绝缘监督未认真执行，相间绝缘降低；</p> <p>4. 35kV 小电流接地系统因电容电流过大接地故障时引起弧光谐振过电压；</p> <p>5. 未严格执行防止过电压规程规定</p>	设备损坏 财产损失	II	<p>1. 采用氧化锌避雷器、氧化锌压敏电阻来限制真空断路器分、合时过电压；</p> <p>2. 生产厂家应采用导热系数低，饱和蒸汽压高、低截流水平的触头材料，从源头上杜绝过电压的发生；</p> <p>3. 使用截流值较低的断路器；</p> <p>4. 对 35kV 小电流接地系统，电容电流较大，应采取有效的消谐措施；</p> <p>5. 使用过电压保护器</p>
变配电装置	设计不	污闪	1. 变配电设备外绝缘配置与环境的污秽程度不相适应；	设备损	II	1. 运行设备外绝缘的爬距，应与污秽分级及周边环境污秽程度相适应，不满足的应予以调整；

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
	合理管理缺陷		2. 绝缘监督未按规程规定执行; 3. 没有落实清扫责任制，外绝缘表面的灰密度、污秽量超标；遇潮湿、雨、雾天气发生污闪	坏财 产损 失		2. 严格执行《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》关于“防止污闪事故”的要求，严格执行电力系统绝缘子质量的全过程管理规定，加强管理，保证质量； 3. 坚持定期对变配电设备外绝缘表面的盐密及灰密测量、污秽调查和运行巡视，做好防污闪的基础工作；坚持适时的、保证质量的清扫，落实“清扫责任制”和“质量检查制”
站用电	设计不合理 质量缺陷 管理缺陷	全站停电	1. 站用变压器故障； 2. 备用电源投切装置故障； 3. 直流系统和 UPS 系统故障； 4. 保护装置故障导致误动或拒动； 5. 监控系统故障导致未及时发现设备故障及时处理； 6. 防误闭锁装置故障； 7. 安全管理缺陷，人员误操作、违章、失职等	设备损坏 财产损失	II	1. 拟建项目站用变压器应选用选择质量可靠、出厂试验合格的产品，并正确安装和验收；应按照《电气装置安装工程 电力变压器、油浸电抗器、互感器施工及验收规范》(GB50148-2010) 进行验收，按《输变电设备状态检修试验规程》(Q\GDW1168-2013)、《变电站管理规范》(国家电网生(2006) 512号)《电力变压器运行规程》(DLT572-2015)等规程规范的要求，制定变电站运行规程，按规定进行站用变压器的巡视、检修，及时发现问题及时处理； 2. 备用电源投切装置在日常运行中应按规定定期进行切换试验，并做好记录； 3. 为防止直流和 UPS 系统故障导致全站停电，具体对策见“直流和 UPS

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
						系统”； 4. 为防止保护装置误动导致全站停电，具体对策见“控制系统和保护系统”； 5. 为防止监控系统故障导致全站停电，具体对策见“计算机监控系统”； 6. 为防止防误闭锁装置故障导致全站停电，具体对策见“计算机监控系统”中关于防误闭锁方面的内容； 7. 加强安全管理和变电站运行人员的安全教育，提高人员的技术水平和安全意识

评价小结：根据表 5.7-1 可知，通过预先危险性分析法，升压站单元中爆炸事故、电缆火灾事故的危险等级为Ⅲ级，其他事故的危险等级均为Ⅱ级。Ⅲ级危险因素造成的事故后果较严重，应制定有效措施，尽量避免事故发生或减轻其危害程度。

## 5.8 控制和保护系统单元、安全监测单元

本评价单元包括安全监控系统、保护系统、直流和 UPS 系统等。采用预先危险分析法进行评价，见表 5.8-1。

表 5.8-1 电气二次系统单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
安全监控	设计缺	安全监控系统	1. 主要建（构）筑物未设沉降观测装置； 2. 监控系统线路、设	设备损坏	III	1. 设置完善的建（构）筑物沉降观测装置，定期检查、维护，确保完好；

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
控制系统	陷质量缺陷	失效	备装置质量不合格； 3. 监控系统参数不能满足监控要求； 4. 监控线路或元件老化； 5. 监控系统受干扰源影响，工作稳定性差； 6. 闭锁装置故障；解锁钥匙管理不规范，违章解除闭锁装置； 7. 监控系统中软件系统故障。 8. 管理缺陷、人为误操作。			2. 设备选型、采购必须按照国家的相关规定进行招标，所有设备必须有质保书，并按合同要求进行质量检验和验收； 3. 系统参数设置应能满足监控需求； 4. 加强监控线路及元件的检查、维护及检修； 5. 提高监控系统的可靠性，减少干扰源影响； 6. 对配电装置应设置电气和机械防误闭锁或微机防误闭锁装置；制定严格防误闭锁管理制度。运用中的防误装置不准随意退出。防误装置的停用应有申报手续，不得随意停用；防误装置解锁工具（钥匙或电脑解锁器）或强制工具（强制钥匙或强行解锁器）应制定保管制度，不允许私自配制和外借。当防误装置因故障处理和检修工作需要，必须使用强制工具时，需经分管生产的主任批准，并经有关负责人许可作好监护工作和相应的安全措施； 7. 计算机监控系统应选择质量合格可靠的产品，其硬件、软件配置应满足功能需求，安装调试完成后应经验收合格后方可投运； 8. 监控系统在设计时应考虑安全

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
						<p>防护的要求，采取的措施应符合国家有关规定，应具备自身安全防护设施；系统应通过电力调度数据网络实现上下级异地系统的互联，与其他安全等级低的信息系统之间以网络方式互联时应采用经国家有关部门认证的专用、可靠的安全隔离设备，不得直接相连。系统禁止与互联网相连。应采取各种措施防止内部人员对系统软、硬件资源、数据的非法利用，严格控制各种计算机病毒的侵入与扩散；</p> <p>9. 加强计算机监控系统的安全管理，加强人员的技能教育和安全教育</p>
保护系统	质量缺陷 保护设计缺陷 拒动、误动，扩大事故 管理缺陷	保护系统	<ol style="list-style-type: none"> <li>保护系统的设备设施安装存在缺陷；</li> <li>管理不到位导致未及时发现故障及时消缺；</li> <li>整定值设置不合理；</li> <li>重要保护系统未投入；</li> <li>保护系统电源出现故障；</li> <li>二次寄生回路，外界电磁干扰，长电缆分布电容影响等造成二次回路故障；</li> </ol>	设备损坏	II	<ol style="list-style-type: none"> <li>严格施工安装质量，使用前进行验收，验收合格后方可投运；</li> <li>加强管理监督，发现问题及时消缺；</li> <li>按相关规定进行继电保护的整定计算；灵敏性与选择性难以兼顾时，应首先考虑灵敏度，防止保护拒动，并备案报主管领导批准；及时根据上级调度单位下发的整定值对设备的整定值进行更改；</li> <li>按规定投入需投入的保护系统；</li> <li>对保护系统电源应进行加强管理，提高电源供电可靠性；按要求设置备用电源，并加强备用电源自</li> </ol>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
			7. 静态保护未采用防干扰措施,如二次电缆屏蔽接地不符合要求; 8. 没有防“三误”即“误接线、误碰、误整定”的措施			动投入装置管理; 6. 严格执行有关规程、规定及反措,防止二次寄生回路的形成; 7. 保护室与通信室之间所用信号传输电缆,应采用双绞双屏蔽电缆,屏蔽层在两端分别接地;装设静态型、微机型继电保护装置和收发信机的厂、站接地电阻应按《计算机机房通用规范》(GB/T 2887-2011)规定,上述设备的机箱应构成良好电磁屏蔽体,并有可靠的接地措施;对经长电缆跳闸的回路,应采取防止长电缆分布电容影响和防止出口继电器误动的措施; 8. 制定防“三误”即“误接线、误碰、误整定”的措施
二次系统安全防护	设计缺陷 管理缺陷	病毒、 黑客 攻击 破坏 生产 监控 系统 或调 度数 据网	1. 二次系统防护未按照安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证要求设置; 2. 未制定电力二次系统安全管理制度,未落实责任制	设备损坏	II	1. 二次系统安全防护设置应坚持安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证的原则; 2. 电力企业应当按照“谁主管谁负责,谁运营谁负责”的原则,建立健全电力二次系统安全管理制度,将电力二次系统安全防护工作及其信息报送纳入日常安全生产管理体系,落实分级负责责任制
直流	设计	直流 和UPS	1. 蓄电池因充电电压过高或过低而损坏;	设备损坏	II	1. 浮充电运行的蓄电池组,除制造厂有特殊规定外,应采用恒压方

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
和 UPS 系 统	缺 陷 设 备 缺 陷 管 理 缺 陷 外 力 影 响	系统 故障 引发 开关 及保 护系 统拒 动	2. 环境温度过高; 3. 蓄电池老化, 容量 下降; 4. 充电、浮充电装置 电压、电流不稳; 5. 各级熔断器和空气 小开关的定值配置不 合理; 6. 直流系统的电缆遇 明火或其他火源;	财产 损失		<p>式进行浮充电。浮充电时, 严格控制单体电池的浮充电压上、下限, 防止蓄电池因充电电压过高或过低;</p> <p>2. 浮充电运行的蓄电池组, 应严格控制所在蓄电池柜环境温度不能长期超过 30℃, 防止因环境温度过高使蓄电池容量严重下降, 运行寿命缩短;</p> <p>3. 阀控密封蓄电池组, 每隔两年进行一次核对性放电试验; 运行了四年以后的蓄电池组, 每年做一次核对性放电试验;</p> <p>4. 应定期对充电、浮充电装置进行全面检查, 校验其稳压、稳流精度和纹波系数, 不符合要求的, 应及时对其进行调整, 以满足要求;</p> <p>5. 各级熔断器的定值整定, 应保证级差的合理配合。上、下级熔体之间(同一系列产品)额定电流值, 应保证 2~4 级级差, 电源端选上限, 网络末端选下限; 为防止事故情况下蓄电池组总熔断器无选择性熔断, 该熔断器与分熔断器之间, 应保证 3~4 级级差, 空气小开关的定值应配置合理, 满足工程实际要求;</p> <p>6. 直流系统的电缆应采用阻燃电缆, 两组蓄电池的电缆应分别铺设</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
						在各自独立的通道内，尽量避免与交流电缆并排铺设，在穿越电缆竖井时，两组蓄电池电缆应加穿金属套管；
通信系统	设计缺陷 质量缺陷 外力破坏等	调度通信 数据网络 不通畅或遭破坏	1. 场内通信传输通道故障； 2. 风电场与调度间的通信通道故障； 3. 通信设备失去电源； 4. 通信电缆和光缆损伤、火灾； 5. 通信设备遭受雷击或过电压	设备损坏 财产损失	II	1. 风电场内的通信可环网布设，保证一台风机通信中断，不影响其他风机的通信； 2. 升压站与调度机构之间必须设立两个及以上独立的通信传输通道；电力调度机构与升压站的调度自动化实时业务信息的传输，应同时具备网络和专线通道，网络通道与专线通道应采用不同的物理通道； 3. 应配置两套独立的通信设备，并分别由两套独立的通信电源供电，两套通信设备和通信电源在物理上应完全隔离；通信设备应具有独立的通信专用直流电源系统（蓄电池供电时间一般应不少于4h）。若供电比较薄弱则应配备柴油发电机，不允许采用站直流系统经逆变给通信设备供电； 4. 直埋敷设的通信电缆/光缆处应间隔一定距离设置安全警示或提示标志，以防外力破坏； 5. 通信设备（含电源设备）的防雷和过电压能力应满足《电力系统通信站过电压防护规程》（DL/T

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
						548-2012) 的要求; 通信设备的工作接地和保护接地, 应可靠接在风力发电场的接地网上; 电力调度机构和变电站的通信光缆或电缆应全线穿管敷设, 并尽可能采用不同路由的电缆进入通信机房和主控室; 通信电缆沟应与一次动力电缆沟相分离, 如不具备条件, 应采取电缆沟内部分隔等措施进行有效隔离

评价小结: 根据表 5.8-1 可知, 通过预先性危险分析法, 控制和保护系统单元、安全监测单元中的事故危险因素的危险等级只有安全监控系统为Ⅲ级, 其余均为Ⅱ级。

## 5.9 特种设备单元

根据第三章的分析, 拟建项目特种设备主要有起重机械, 施工期用于风机、箱变、主变压器等设备安装等, 运行期用于吊装检修, 采用预先性危险分析法进行评价, 见下表 5.9-1。

表 5.9-1 特种设备单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
特种设备	质量缺陷	起重伤害	1. 起重机械存在质量缺陷或安装缺陷; 使用前未进行校验; 2. 运行维护不当, 起重机械的安全保护	财产损失	III	1. 选用有资质厂家的产品, 产品应有合格证书。安装单位应具有相应的资质, 严禁无证单位组织安装; 投产前应进行严格的检验, 不合格的起重设备严禁投入使用;

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	管理缺陷 人员不安全行为		装置、吊绳、吊钩、滑轮等存在缺陷未及时发现并处理，使用前未进行检查； 3. 起重吊装工作不规范，如，物体未捆扎牢固，物体上有浮物；超重等； 4. 起重作业人员不具备工作资格，未持证上岗，误操作或违章操作； 5. 指挥失误； 6. 重物吊装时，有人员在起重作业线下活动； 7. 未制定起重机械故障现场处置方案，出现故障时现场混乱造成人身伤害事故	人身伤害		2. 起重设备应按规定进行定期校验，使用前应进行检查，确保处于良好的工作状态； 3. 起重吊装作业应遵守按《特种设备安全监察条例》、《起重机械安全规程》、《起重机械吊具与索具安全规程》等安全操作规程的规定，如不准将起吊重物长期悬挂于空中，有重物暂时悬在空中时，严禁驾驶员离开驾驶室或做其它工作；物体应捆扎牢固；应认真核实起重机械的最大起重重量，严禁超载； 4. 起重作业人员须经有关部门的培训，做到持证上岗； 5. 安排好起吊前的监护、指挥，避免失去监护、多头指挥； 6. 重物起吊后，严禁人员在起重作业线下活动； 7. 制定起重机械故障现场处置方案，并定期演练及修订

评价小结：根据表 5.9-1 可知，通过预先危险性分析法，特种设备单元中发生起重伤害事故的危险等级为Ⅱ级。

## 5.10 消防系统单元

对消防系统，根据第三章的分析，这里对消防系统的设计采用安全检查表法进行检查，具体见表 5.10-1~5.10-2，其中拟建项目 35kV 配电装置采用户内移开式金属封闭开关设备。对火灾报警系统，采用预先

性危险分析法进行评价, 具体见表 5.10-3。

表 5.10-1 开关区主要建(构)筑物防火间距安全评价表

建构筑物名称	相邻建筑名称	布置图上间距 (m)	NB31089要求 间距 (m)	是否符 合要求
生产楼	事故油池	8	5	符合

注: 本表根据可行性研究报告中的升压站电气总体布置图进行估算。根据检查表可知, 升压站区其他主要建(构)筑物防火间距满足《风电场设计防火规范》(NB31089-2016) 中 5.1.7 节规范要求。

表 5.10-2 拟建项目主要消防单元安全评价表

序号	检查项目	检查依据	检查情况	是否满足 规范要求
1	开关站同一时间内的火灾次数按一次考虑。消防用水量按室内和室外消防用水量之和确定。室内消防用量包含室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、水喷雾系统、泡沫灭火系统和固定消防炮灭火系统的消防用水量。室内消防用水量应按同时开启的上述系统用水量之和计算; 当上述多种消防系统需要同时开启时, 室内消火栓用水量可减少50%, 但不得小于10L/s。	《风电场设计 防火规范》 (NB31089-2016) 第5.2.4 条	拟建工程设室外消防给水系统, 为临时高压消防给水系统。在站内设置环状消防主管, 室外消火栓给水管均由该消防管引出。消防主泵及消防稳压设备设于消防水泵房内。室外消防用水量为 15L/s, 同时火灾次数按一次计, 火灾延续时间为 2h, 一次消防用水量为 144m <sup>3</sup> , 设置有效容积 236m <sup>3</sup> 消防水池(含消防泵房)一座, 消防水池水源采用打井取水, 消防水池补水时间按小于 48h 补入, 投入运行前须储存充足用水量。	是
2	单台容量为125MVA及以上的主变压器应设置水喷雾灭火系统、合成型泡沫喷雾系统或其他固定式灭火装置	《火力发电厂 与变电站设计 防火规范》 GB 50229-2019 11.5.4	拟建项目主变压器容量为 50MVA<125MVA, 此外主变压器设有消防车通道, 消防车可以到达变压器附近停靠灭火。	是

序号	检查项目	检查依据	检查情况	是否满足规范要求
3	消防供电应符合以下要求： 1消防水泵、火灾报警系统、灭火系统、防排烟设施与应急照明电源应按II类负荷供电。 2消防用电设备采用双电源或双回路供电时，应在最末一级配电箱处设置双电源自动切换装置。当发生火灾时，仍应保证消防用电。消防配电设备应有明显标志。	《风电场设计防火规范》(NB31089-2016) 第5.5.9条	火灾报警系统、灭火系统、防排烟设施与应急照明电源等消防用电设备的电源均按II类负荷供电。 消防用电设备采用双回路供电，电源取自场用变和备用变，并在最末一级配电箱处进行切换。	是
4	电气配电装置室应设置事故通风装置	《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB50229-2019 11.6.1	风电场升压站配电室设置事故排风系统，按不小于12次/h换气考虑。	是
5	消防车道的净宽度和净高度均不应小于4.0m。供消防车停留的空地，其坡度不宜大于3%。消防车道与建筑之间不应设置妨碍消防车作业的障碍物。供消防车取水的天然水源和消防水池应设置消防车道。	《风电场设计防火规范》(NB31089-2016) 第5.1.29条	升压站设置环形的消防及生产道路，站内道路主干道宽4m，混凝土路面，转弯半径不小于9.0m。出入口引道与门宽相适应。站区设置一个出入口，进站道路由风场检修道路引接。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。	是
6	消防水泵应设置备用泵，其工作能力不应小于一台主要水泵，当建筑的室外消防用水量小于等于25L/s或建筑的室内消防用水量小于等于10L/s时，可不设置备用泵。	《风电场设计防火规范》(NB31089-2016) 第5.2.29条	拟建项目设置2台消防主泵(一用一备)，一套消防稳压设备(2泵1罐)，室外消防管网组成。消防稳压设备及消防水泵布置在地下泵房内。	是

序号	检查项目	检查依据	检查情况	是否满足规范要求
7	主控通信室、配电装置室、可燃介质电容器室、继电器室等应采用火灾自动报警系统	《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB50229-2019 11.5.20	拟建项目拟设置火灾自动报警系统，控制器布置在集控室。	是
8	变压器室、电容器室、蓄电池室、电缆夹层、配电装置室的门应向疏散方向开启；当门外为公共走道或其他房间时，该门应采用乙级防火门。配电装置室的中间隔墙上的门应采用由不燃材料制作的双向弹簧门	《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB50229-2019 11.4.1	配电装置室、继保室的门向外开启，采用乙级防火门。	是
9	建筑面积超过250m <sup>2</sup> 的主控通信室、配电装置室、电容器室、电缆夹层，其疏散出口不宜少于2个，楼层的第二个出口可设在固定楼梯的室外平台处。当配电装置室的长度超过60m时，应增设1个中间疏散出口	《火力发电厂与变电站设计防火规范》 GB50229-2019 11.4.2	根据可行性研究报告，拟建项目按消防设计及规范的要求，配置了完善的火灾报警系统和数量足够的消防设备以及安全出口。各主要建筑物都规范设置了安全疏散出口。各层最远工作点到该层最近的安全疏散出口的距离均小于规范的要求。	是

注：检查结果栏中，“是”代表可行性研究报告中涉及到此方面的内容，且符合规范要求；“否”代表可行性研究报告中设计不符合规范要求或未提及或未明确的内容。

表 5.10-3 火灾报警系统瘫痪或误动作事故预先危险性分析表

辨识项	危 险 因 素	潜 在 事 故	触发条件	事 故 后 果	危 险 等 级	安全对策措施
火	质	火	1. 火灾自动报警系统布置	火	II	1. 火灾自动报警系统设置应满足

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
灾自动报警装置	量缺少管理缺陷或误动作	报警装置的设置不合理，应设置火灾自动报警装置的位置未设置； 2. 产品硬件不合格或安装质量不合格； 3. 火灾自动报警系统的电源出现故障； 4. 未进行定期检测； 5. 管理不善，维护不当	火灾	灾扩大财产损失人身伤害		《建筑防火设计规范》的要求，每个防火分区至少应设一个火灾报警装置； 2. 火灾自动报警系统的设备，应采用经国家产品质量监督检测单位检验合格的产品；在安装上应设专用接地线，并应从消防控制室专用接地板引至接地体； 3. 火灾自动报警系统的主电源应采用消防电源，直流备用电源宜采用火灾报警控制器的专用蓄电池或集中设置的蓄电池；显示器、消防通讯设备等的电源，应由 UPS 装置供电；主电源的保护开关不应采用漏电保护开关； 4. 火灾自动报警系统火灾报警系统应定期检测，确保其准确可靠； 5. 加强管理，定期巡检

评价小结：根据表 5.10-1、表 5.10-2 可知，拟建项目消防水系统、主变压器消防措施、消防道路设置、火灾自动报警装置配置和建筑物安全出口设置均满足规范要求。由表 5.10-3 可知，火灾自动报警装置质量缺陷、管理缺陷的危险性等级为Ⅱ级。

## 5.11 交通工程单元

拟建项目位于农田、水塘，场内外交通条件一般。本节采用预先性危险分析法评价厂内外交通，具体见表 5.11-1。

表 5.11-1 交通工程单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
交通道路	路况差 缺乏标志	车辆 伤害	1. 未按设计要求进行场内道路建设,道路不满足车辆运行要求或对场内道路维护不当,导致场内道路路况差; 2. 危险路段未设置安全警示标志; 3. 车辆自身故障(如刹车、阻火器不灵、失效、方向盘失灵、爆胎等); 4. 驾驶人员出现酒后驾车、疲劳驾驶、超速行驶、无证驾驶等违章行为; 5. 大雾、雨雪等恶劣天气行车; 6. 山体崩塌、滑坡等阻塞道路	财产损失 人身伤害	II	1. 应按设计要求进行场内道路建设,并进行维护;建议对道路进行硬化; 2. 按照《安全标志及其使用导则》(GB/T2894-2008)等规定在转弯处、陡坡等危险地段设置安全警示标志; 3. 定期对车辆进行维护、保养,每次使用之前应对车辆的刹车、方向、轮胎进行检查等; 4. 应加强对驾驶人员的安全管理,严禁酒后、疲劳、无证驾车,超速、超载行驶,并应对驾驶员进行定期的技术、安全培训; 5. 恶劣天气开车在风电场内巡视时,应低速、谨慎驾驶; 6. 场内道路布置时应尽量避开崩塌山体或局部强风化岩石,不能避开时采取清理等处理措施。对道路边坡采取加固、护坡等处理措施,运行中加强对道路沿线不良地质地带的监测和控制,暴雨等恶劣天气后进行重点巡视,发现问题及时处理

评价小结:根据表 5.11-1 可知,通过预先危险性分析法,交通工程单元车辆伤害的事故危险等级为 II 级。

## 5.12 公用工程单元

拟建项目公用工程主要为升压站内采暖、空气调节、给排水等。根据第三章的分析，采用预先性危险分析法分析如下表 5.12-1 所示。

表 5.12-1 公用工程单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
采暖与空气调节系统	设计缺陷 质量缺陷	空调故障	1. 电暖器、空调若选型不合理或存在质量缺陷不能正常运行，供热能力不足，冬季可能给生产人员造成冻伤危害； 2. 若空调系统存在质量缺陷，特别是夏季和冬季，主控室、继电保护室、电子设备间等室内温度、湿度等达不到电子设备的运行工艺要求，会导致一些逻辑元件误动作，影响电子设备、控制系统、保护系统等的正常运行；环境温度、湿度不适宜，会导致元器件老化	设备损坏 财产损失	II	1. 采暖与空调设备的配置应符合《工业建筑供暖通风与空调调节设计规范》(GB50019-2015) 有关规定和要求； 2. 空调等设备应选用有相应资质企业生产的合格产品，进场后应进行质量验收。应定期对主控室、继电保护室、电子设备间的空调系统进行检查、维护，确保运行正常，定期检查上述室内的温度、湿度是否满足工艺要求
通风机	设计缺陷 质量缺陷	通风机故障	1. 通风机若存在质量缺陷，蓄电池室、高压配电室等换气量就不能保证，蓄电池室内有害气体不能及时排出室外，可能会引发安全事故； 2. 高压配电室内电气设备散发的热量不能正常排除，若设备过热，可能会影响到	设备损坏 财产损失	II	1. 配电装置室、蓄电池室的通风装置设置应符合《工业建筑供暖通风与空调调节设计规范》(GB50019-2015) 的有关规定； 2. 通风设备应选用有相应资质企业生产的合格产品，进场后应进行质量验收，定期对通风设备进行检查、维护，确保运

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
			电气设备安全运行,甚至造成火灾事故			行正常。
排水系统	设计缺陷 堵塞等	排水系统故障	1. 设计不合理,排水能力不足; 2. 排水系统堵塞; 3. 排水泵(排污泵)出现故障	内涝	II	1. 根据工程规模选择工程排水标准,结合工程所在地地形地势、汇水面、降雨量等数据,合理布置排水系统; 2. 定期对排水沟、排水管道、排水孔等进行清理,避免堵塞; 3. 定期对排水泵(排污泵)进行检查,保证其处于正常状态

评价小结: 根据表 5.12-1 可知, 通过预先危险性分析法, 公用工程单元空调故障、通风机故障、排水系统故障等事故危险等级为 II 级。

## 5.13 生产过程单元

根据第三章的分析, 拟建项目运营期生产过程单元采用预先性危险分析法进行评价, 具体见下表 5.13-1。其中, 车辆伤害和起重伤害的预先性危险分析见前文表 5.11-1 和表 5.9-1, 火灾事故分别在风力发电机组单元、集电线路单元、升压站单元中进行了评价, 坍塌事故在主要建(构)筑物土建工程单元中已进行了评价。

表 5.13-1 生产过程单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
带电作业	人员误操作	触电	1. 未严格执行“两票”制度或不执行监护制度; 2. 人员误操作,如闭锁装	人员伤亡	III	1. 认真执行“两票”制度、“三核对”制度;工作前进行工作交底和安全交底,严格执行监护人

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
检修等	防护缺陷 管理缺陷		<p>置失效；带接地线合闸；带负荷拉合刀闸；误入带电间隔或走错间隔误操作；运行人员不熟悉防误装置的管理办法和实施细则，未做到“四懂三会”等；检修工作未严格执行工作票制度，工作完毕，未办理工作票终结手续，就对停电设备恢复送电；检修时不装设或未按規定装设接地线，使保护失效，或设接地线但不验电；</p> <p>3. 检修人员擅自扩大工作范围；跨越安全围栏或超越安全警戒线；在带电设备附近进行作业，不符合安全距离要求；</p> <p>4. 在电缆沟工作不使用安全电压行灯照明；</p> <p>5. 在带电设备附近使用钢卷尺等进行测量或携带超高金属物体在带电设备下行走；</p> <p>6. 直流回路上工作时操作电源、信号电源等应断开电源未断开；电流互感器二次回路开路；</p> <p>7. 未使用或使用不合格的绝缘工具和电气工具；</p>			<p>制度；</p> <p>2. 严格按运行、检修规程作业；增强人员的安全意识；严格执行电业安全规程规定的保证安全的组织措施即工作票制度、工作许可制度、工作监护制度和工作间断、转移和终结制度，和保证安全的技术措施即停电、验电、接地、悬挂标示牌和装设遮栏（围栏）。上述措施由运行人员或有权执行操作的人员执行；停电检修作业时值班调度员未与工作负责人取得联系，检修人员撤离办理工作终结手续前不得送电；带电作业时，设置围栏和警示牌，加强监护制度，严防走错间隔触电；</p> <p>3. 高压电气设备都应安装完善的防误操作闭锁装置。防误闭锁装置不得随意退出运行，停用防误闭锁装置应经分管生产的主任批准；短时间退出防误闭锁装置时，应经当班值长批准，并应按程序尽快投入；</p> <p>4. 在电缆沟等受限空间内作业，宜用12V电压设备，外壳有效接地，并有监护；在交叉部位设立临时隔离措施；</p> <p>5. 在带电设备附近不能使用钢</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
			<p>8. 接地网接地电阻值超标，跨步电位差或接触电位差超过规程的允许值；接地装置、接地引下线因受外力损伤、化学腐蚀损伤和其它腐蚀，导致接地电阻不合格；不符合热稳定性；</p> <p>9. 雷雨天气户外巡视，不在防雷覆盖范围内，遭遇落雷；雷雨天气靠近风电机组或停留在风力发电机组内；风力发电机遭遇雷击后人员1h内靠近风力发电机；雷雨天气检修风力发电机；</p> <p>10. 安全管理缺陷，安全教育缺失等；</p>			<p>卷尺进行测量，不能携带超高金属物体在带电设备下行走；</p> <p>6. 检修时，工作前应将直流回路各方面电源断开；不得将电流互感器回路的永久接地点断开；运行时严禁在电流互感器与端子之间的回路和导线上进行任何工作；严防电流互感器二次回路开路产生高电压；</p> <p>7. 电气绝缘工具和电气工具绝缘等级要与使用电压、环境、运行条件相符，并定期检查、检测、维护、维修，保持完好状态；工作时使用合格的安全工器具；</p> <p>8. 设计合理的接地网系统，充分考虑接触电位差、跨步电位差的允许值；定期检测接地电阻值，若电阻值超标，应采取安全措施，防止接触电位差、跨步电位差超标；</p> <p>9. 雷雨天气严格按巡视路线巡视，注意选择躲避雷雨的地点，避免被雷击；在雷雨天气时禁止停留在风力发电机内或靠近风力发电机，不得站在塔筒下，设置明显的警示牌；风力发电机遭雷击后1h内不得接近风力发电机；雷雨天气不得检修风力发电机、箱变、升压站设备构架等，</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
						如正在工作，应立即撤离； 10. 建立、健全并严格执行电气安全规章制度、工作标准制度和电气操作规程；坚持对员工的电气安全操作和急救方法的培训、教育；定期进行电气安全检查，严禁“三违”
高处作业	人员误操作 防护缺陷 管理缺陷	高处坠落	1. 人员作业前未做好防坠落安全措施，身体失去平衡； 2. 防护器具不符合要求或使用防护器具方法不当，导致防护器具脱落； 3. 外部物体或动物侵袭； 4. 作业器具、设备设施断裂； 5. 低温、高温、大风、雷雨等异常天气作业； 6. 作业场所采光照明不良； 7. 作业人员身体不适； 8. 违章作业	人员伤亡	III	1. 工作人员须进行安全教育和岗位技能培训，考试合格方能上岗； 2. 劳保用品应佩戴齐全、规范，应正确使用和佩戴安全保护用品，并做好后备保护措施； 3. 安全器具及作业器具应为质量合格产品，并定期进行检验，使用前进行检查； 4. ①遇冰雪、霜冻，作业人员应采取防冰防滑措施；遇五级以上大风及雷暴雨、冰雹、大雾时，停止作业；②高温天气应采取防暑降温措施，阳光强烈工作环境下配备劳动防护用品；③恶劣天气进行高处抢修作业时，应启动事故抢修预案并采取必要的安全措施； 5. 保证作业场所照明符合作业要求； 6. 进行登高作业前应对相关危险点进行分析，并做好技术交

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
						底, 同时必须配备监护人员; 7. 工作负责人、监护人在工作前注意观察、询问和检查作业人员的身体状况, 发现作业人员精神不振、注意力不集中时, 应询问、提醒, 必要时更换合格的人员; 8. 加强安全教育培训, 提高人员的业务技能和安全意识, 作业时严格执行操作规程
生产及设备危险区域	防护不当 外力打击等	物体打击	1. 高处作业落物伤人、作业工具掉落伤人; 2. 严寒冰雪天气, 风机叶片覆冰, 冰层甩落或脱落, 人员靠近时未佩戴安全帽	人身伤害	II	1. 正确佩戴劳动防护用品, 严格按操作规程要求进行工具材料的传递、使用、紧固, 做好防滑措施, 作业处下方应设高空落物区, 并防止无关人员通行及逗留; 2. 风机叶片结冰时, 应禁止周边村民、旅游人员等靠近风机, 在风机附近设置警示标志及界桩, 风电场巡视人员在必须巡视靠近风机时做好安全防护措施如佩戴安全帽等
有毒有害环境 中作业 受限空间	防护缺陷	中毒和窒息	1. 火灾、六氟化硫配电装置解体等事故发生时, 救援人员未正确穿戴合格的劳动防护用品; 2. 进入受限空间作业时, 未充分通风, 未检测有毒有害气体浓度和氧含量, 未执行监护制度等	人身伤害	II	1. 火灾或六氟化硫配电装置解体时, 救援人员应正确穿戴合格的劳动防护用品, 并从上风方向进入现场; 2. 进入受限空间作业时, 应进行充分通风, 检测有毒有害气体浓度和氧含量合格后方可进入, 并执行监护制度

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
作业						

评价小结：通过预先危险性分析可知，生产过程单元中触电、高处坠落的事故危险等级为Ⅲ级，其他事故的危险等级为Ⅱ级。Ⅲ级事故的后果较严重，应制定有效措施，尽量避免事故发生或减轻其危害程度。

## 5.14 作业环境单元

### 5.14.1 噪场危害评价

#### 1) 噪声作业分级

拟建项目主要噪声源为风力发电机和变压器，噪声评价是以《噪声作业分级》（LD80-1995）、《工作场所有害因素职业接触限值物理因素》（GBZ-2.2-2007）、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）为评价依据，通过对类比工程噪声作业环境的监测数据进行判别分级，从而对拟建项目的噪声危害做出评价，噪声分级方法按表 5.14-1 进行。

表 5.14-1 噪声作业分级表

接噪时间(h)	声级范围										
	≤85	~88	~91	~94	~97	~100	~103	~106	~109	~112	≥112
	级别										
~1											
~2		0		I		II		III		IV	
~4											
~8											

注：1) 新建、改建、扩建企业按表进行；  
2) 现有企业暂时达不到卫生标准时，0 级可以扩大至 I 级区，其余按表分级；

3) 接触噪声超过 115dB (A) 的作业, 无论时间长短, 均为IV级。

## 2) 类比工程噪声检测数据

类比工程采用华能灵华山风电场, 安装 50 台 2MW 风电机组, 采用 SFZ11 变压器。根据类比工程作业环境监测结果, 对拟建项目作业环境进行评价。类比工程噪声检测数据, 见表 5.14-2。

表 5.14-2 类比风电场噪声现状表

车间/场所	检测地点	日接触时间 (h)	检测结果 (dB(A))	备注
风力发电机组 22	风力发电机舱	1/2	72.4、66.2、63.7	<85 dB(A)
	35kV 箱式变电站	1/2	52.6、58.9、57.7	<85 dB(A)
风力发电机组 23	风力发电机舱	1/2	66.5、60.4、62.0	<85 dB(A)
	35kV 箱式变电站	1/2	42.5、53.2、56.6	<85 dB(A)
风力发电机组 24	风力发电机舱	1/2	71.7、61.2、63.3	<85 dB(A)
	35kV 箱式变电站	1/2	56.5、55.8、55.3	<85 dB(A)
升压站	升压站主变压器	1/12	62.1、63.8、68.0	<85 dB(A)
	升压站 GIS 及出线区	1/12	59.0、59.2、60.2	<85 dB(A)
	升压站接地变	1/12	55.1、55.9、57.0	<85 dB(A)
	升压站站变	1/12	50.9、51.2、52.3	<85 dB(A)
	升压站开关室	1/12	63.4、64.5、63.8	<85 dB(A)
	升压站继保室	1/12	58.6、59.8、61.6	<85 dB(A)

注: 类比工程检测数据引自浙江迦南检测研究院有限公司 2018 年 4 月对华能江西清洁能源有限责任公司灵华山风电场所做的职业卫生-评价检测报告 [检测报告编号: GABG-KP18120029]

由表 5.14-2 可知, 按《工作场所职业病危害作业分级 第 4 部分: 噪声》 (GBZ/T 229.4-2012) 对该类比工程作业环境进行噪声作业分级, 因此, 只要严格按照设计规范进行设计, 拟建项目的噪声能够控制在允许范围内。

## 5.14.2 工频电磁场危害评价

根据《电力行业劳动环境监测技术规范第 7 部分: 工频电场、磁场监测》 (DL/T799.7-2010) 规定, 8h 工作场所工频电场职业接触限值为

5kV/m；工频磁场最高允许剂量为 500  $\mu$  T。

类比工程高安蔡家 110kV 变电站，拟建项目安装 1 台 100MVA 主变压器，工频电磁场强度测量数据如下：

表 5.14-3 类比风电场工频电磁场强度表

编号	测量点位描述	电场强度 (V/m)	磁感应强度 ( $\mu$ T)
1	主变压器系统	0.23	0.056
2	SVG 室	$0.4 \times 10^{-2}$	0.062
3	35kV 屋内配电装置	$0.6 \times 10^{-3}$	0.049
4	110kV 屋外配电装置	4.06	0.169
5	400V 站用电气室	$0.6 \times 10^{-2}$	0.144
6	FC 装置	$0.5 \times 10^{-2}$	0.092
7	集中控制室	$0.28 \times 10^{-1}$	0.064
8	继电保护间	$0.5 \times 10^{-3}$	0.043

高安蔡家 110kV 变电站各监测点工频电场强度在  $0.6 \times 10^{-3}$ V/m~4.06V/m 之间，远低于 8 小时工作场所工频电场职业接触限值 5kV/m 的标准值；磁感应强度在  $0.043 \mu$  T~ $0.169 \mu$  T，低于  $0.5 \text{mT}$ （即  $500 \mu$  T）的工作场所职业接触限值。

拟建项目投运后，人员每天巡视接触工频电磁场的时间很短，因此，对人体的影响均在标准限值之内。

### 5.14.3 高温危害评价

类比工程华能灵华山风电场所在地的多年平均气温为 17.9°C，极端最高气温 41.3°C，在运行检修时，夏季避开中午高温时段。拟建项目所在地多年平均气温为 19.3°C，极端最高气温为 38.5°C，夏季中午时间，运行人员在室外作业及维修人员塔筒内作业时可能会有高温引起的中暑危害。因此，拟建项目夏季室外作业及维修人员塔筒内作业避开高温时间段，可避免高温危害。对需连续进行的工作，可采取定时更换工作人员，减少工作人员在高温环境下的作业时间等方式减免高温危害。

### 5.14.4 低温危害评价

参证站南昌气象站观测到的极端最低气温为-8.2℃，受低温影响，冬季作业有发生低温危害的可能，但只要采取好个人的防护，减少低温环境下的作业时间，可以避免或减轻低温危害。

## 5.15 安全管理单元

拟建项目在运行期的安全管理过程中可能存在的主要危险、有害因素包括：管理制度缺失、人的不安全行为、安全标志缺陷等，可能导致人员伤害（伤亡）或设备损坏事故。采用预先危险性分析法进行评价，见表 5.15-1。

表 5.15-1 安全管理单元安全评价表

辨识项目	潜在危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
安全管理机构、制度等	机构不健全 制度缺失 制度未执行等	1、安全生产责任制不健全； 2、未设置安全生产管理机构或配备具有与之岗位相适应的专（兼）职安全生产管理人员； 3、安全生产主要负责人（包括安全第一责任人、主管生产的负责人）和安全生产管理人员未取得相应的安全资格证书； 4、安全管理制度未落实，尤其是安全教育培训制度、安全监督制度等； 5、职业安全卫生投入不足和安全设施不足； 6、其他管理因素缺陷。	人身伤害 人员伤亡	II	1、建立健全安全生产责任制； 2、按规定设置安全生产管理机构或配备具有与之岗位相适应的专（兼）职安全生产管理人员； 3、各单位安全生产主要负责人（包括安全第一责任人、主管生产的负责人）和安全生产管理人员应经具备相应资质的培训机构培训合格后，取得培训合格证书； 4、有关制度应落实到位； 5、保证职业安全卫生投入，制定职业安全专项资金计划并落实； 6、加强其他安全管理。
作业人	人员不具备注	1. 运行维护检修人员： 1) 心理异常； 2) 生理方面的原因；	人身伤害	II	1. 对拟建项目的运行维护检修人员，首先应选择心理和生理都符合工作性质要求的员工，并依

辨识项目	潜在危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
员	业条件 人员误操作 误指挥等	3) 知识方面的原因, 操作不熟练; 安全意识淡薄, 违章操作; 4) 忽视安全操作规程; 5) 违反劳动纪律; 作业人员自律意识差, 安全意识淡薄; 6) 误操作和误处理, 误调整造成安全装置失效等 7) 未做好个人防护; 8) 物体(物料)摆放不合理 9) 管理人员缺乏安全知识, 没有经过安全培训, 指挥失误、违章指挥; 10) 监护失误; 11) 环境方面的原因; 2. 特种作业人员未持证上岗; 3. 外来人员、承包单位人员等没有经过安全教育, 无专业人员引导, 私自进入危险区域, 无意或故意破坏, 不服从专业人员指挥, 乱摸乱动设备等	人员伤亡		照有关规定对从业人员进行安全生产教育和培训。按照规定建立新员工上岗前安全教育、脱岗转岗员工上岗前专项安全教育、从业人员再教育再培训等教育制度。在每年初制定本年度对从业人员开展安全生产教育培训的计划, 并按照计划组织实施。主要内容应当包括: 1) 安全生产法律、法规和规章; 2) 安全生产管理、安全生产规章制度和操作规程; 3) 岗位安全操作技能及岗位存在的危险、危害因素的识别与防范; 4) 安全设施、设备、工具、劳动防护用品的使用、维护和保管知识; 5) 生产安全事故的防范意识和应急措施、自救互救知识; 6) 生产安全事故案例; 7) 其他应当具备的安全生产知识和技能; 2. 加强特种作业人员的安全教育培训, 特种作业人员应持证上岗; 3. 加强对承包单位、外来人员的管理, 未经许可不得进入危险区域, 防止误动、误操作或人为破

辨识项目	潜在危险因素	触发条件	事故后果	危险等级	防范措施
					坏. 拟建项目风力发电机组大修外委, 应加强对外委单位的管理, 签订有关安全管理协议, 并在外委单位工作时承担安全监督和管理责任, 不能以包代管
安全标志	无安全标志或设置不合理	无标志、标志不清晰、标志不规范、标志选用不当、标志设置位置不恰当	人身伤害	II	安全标志应按《安全标志及其使用导则》(GB2894-2008)、《图形符号, 安全色和安全标志 第1部分》(GB/T2893.1-2004)和《道路交通标志和标线等第1~3部分》(GB5768-2009)等的有关规定进行设置, 升压站内易发生触电、高处坠落等事故处应树立“高压危险”、“严禁攀爬”等安全警示标志, 与电气设备等应保持安全距离处应树立安全距离标志, 风电场道路陡坡、转弯等路况不良处应树立安全提示标志, 升压站内也可树立安全管理制度、安全警示标语等

**评价小结:** 根据预先危险性分析, 拟建项目安全管理单元: 管理机构不健全、制度缺失、制度未执行; 作业人员不具备作业条件、人员误操作、误指挥; 无安全标志或设置不合理的危险等级都为II级, 危险程度为临界的, 采取有效的对策措施可将其排除或得到控制。

## 5.16 风电场并网影响单元

根据第三章的分析, 对拟建项目风电场并网影响采用预先性危险分析法进行评价, 如下表 5.16-1 所示。

表 5.16-1 并网安全性单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
风电场并网	设备缺陷	冲击电网	<p>1. 由于风力发电机组的抗干扰能力弱，当风速超过或低于切出风速时，风机会自动退出额定出力运行状态。若整个风电场的风机同时动作，这种冲击对电网的影响将比较明显，容易造成电力闪变及电压波动，从而导致电网事故的发生；</p> <p>2. 并网运行后对局部电网的电压水平有明显的影响；</p> <p>3. 35kV 线路发生馈线事故；</p> <p>4. 风电场无功补偿装置电容器组不具备自动投切功能；</p> <p>5. 风电场二次系统监督管理不到位；</p> <p>6. 无功补偿装置未按规定要求进行交接试验；</p> <p>7. 风机脱网事故；</p>	财产损失	II	<p>1. 采用的机型切出风速宜基本包含该地区风能资源高风速范围，可减少有功功率变化率过大的几率；</p> <p>2. 风电场应根据电网调度部门的指令来控制其输出的有功功率；</p> <p>3. 加强设备设施的运行维护，认真开展电气设备及其连接部件隐患排查治理，特别要对电缆接头、接地等可能存在的施工缺陷的部位进行重点检查；</p> <p>4. 紧急事故情况下，电网调度部门有权临时将风电场解列。事故处理完毕，应立即恢复风电场的并网运行；</p> <p>5. 电力调度机构要加强风电场二次系统监督管理，做好涉网保护定值（电压、频率保护）的核查和备案工作，制定风电场按电网要求进行涉网保护定值整定，同时加强对风电场无功补偿装置的监督管理；</p> <p>6. 严格按照《静止无功补偿装置（SVC）现场试验》（GB/T 20297-2006）的规定进行交</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
						接试验; 7. 选择经检测具备低电压穿越能力的定型产品。

评价小结：根据表 5.16-1 可知，拟建项目风电场并网引起冲击电网事故的危险等级为Ⅱ级。

## 5.17 施工单元

根据第三章的分析，本节对施工单元中可能发生的事故采用预先性危险分析法进行评价，具体见下表 5.17-1。

表 5.17-1 施工单元安全评价表

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
动火作业等	管理缺陷 违规违章 消防器材	火灾	1. 施工人员安全意识不强，违章进行电、气焊动火作业； 2. 违章安装电气设备，私拉乱接线路致使电气线路发生短路、产生火花，引燃可燃物； 3. 未制定安全作业规程，安全管理不到位； 4. 施工现场临时建筑物布局不合理，没有配置消防器材； 5. 施工临时营地临时用不规范引起电气火灾； 6. 施工营地使用大功率、高发热设备、燃气灶等引起火	人身伤害 财产损失	Ⅱ	1. 制定电焊、气焊等作业安全操作规程及动火管理制度，教育职工严格执行，严禁违章动火； 2. 加强电气设备检查、维护和检修；加强施工人员安全培训和教育； 3. 施工现场灭火器、消火栓等消防设施应满足消防需求； 4. 施工现场临时建筑物如宿舍、仓库、加工厂等布局及安全间距应满足《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）防火要求，并配备消防器材；

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	缺陷场地杂乱		灾; 7. 施工场所材料仓库、油库等危险场所禁火不严			5. 施工临时营地临时用电应规范，避免乱拉乱接，临时线路的敷设与接通应由专业电工完成； 6. 施工营地使用大功率取暖器、大功率白炽灯、做饭炉灶及其他设备时应与油毡、泡沫、棉布等可燃物品保持足够的距离；做饭燃气灶应单独设置，距离营地宿舍及库房保持足够的距离； 7. 施工场所材料仓库，燃油库等应严禁烟火，杜绝一切火源
电工作业等	违规违章 防护缺陷 漏电 电气设	触电	1. 施工电工、电气设备调试人员不按规定穿戴劳动保护用品，未使用合格的安全工器具； 2. 建筑物或脚手架与户外高压线距离太近，未设置防护网；配电箱等机电设备的电气开关无防雨、防潮设施；电气设备不按规定接地或接零，没有安装漏电保护装置； 3. 临时用电方案设计不合理，电气设备、电气材料不符合规范要求，绝缘破损漏电；乱拉乱接临时线，或施工现场电线架设不规范、拖地等，线路与金属物接触、	人员伤亡	III	1. 加强劳动保护用品的使用管理和用电知识的宣传教育；涉电作业时应使用合格的安全工器具； 2. 建筑物或脚手架与户外高压线距离太近时，应按规范增设保护网；在潮湿、粉尘或有爆炸危险气体的施工现场要分别使用密闭式和防爆型电气设备；电动机械设备按规定接地接零；手持电动工具应增设漏电保护装置； 3. 施工现场临时用电应满足《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2005）的要求，经常开展电气安全检查工作，

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	施缺陷 设计缺陷 管理缺陷		<p>车压等绝缘破损漏电；缺乏安全检查，出现问题未及时发现及时解决；</p> <p>4. 配电箱不装门、锁，配电箱出线混乱，用铜线做保险丝，并一闸控制多机等；</p> <p>5. 由于风电场所在区域地形起伏较大，风机、大型起重设备在进入施工场地时，容易挂断线路，造成触电；</p> <p>6. 电气设备运行管理不当，电气安全管理制度不完善；无安全组织措施（如安全监护制度、不认真执行工作票、操作票制度等）；</p> <p>7. 未进行安全用电培训、无安全技术交底；</p> <p>8. 非电工人员违章作业或电工人员违章作业；</p> <p>9. 施工营地驻扎帐篷及其他建筑物遭受雷击</p>			<p>对电线老化或绝缘降低的机电设备进行更换和维修；</p> <p>4. 电箱门要装锁，保持内部线路整齐，按规定配置保险丝，严格一机一箱一闸一漏配置；</p> <p>5. 施工现场应按规范要求高度搭建机械设备，并安装相应的防雷装置；大型设备在进入施工场地前应做好线路设计；</p> <p>6. 加强电气设备运行管理，完善电气安全管理制度，并制定相应安全组织措施；</p> <p>7. 对施工人员进行安全用电教育培训，电气作业前进行安全技术交底；</p> <p>8. 电工作业人员应持证上岗，并加强对其安全教育；</p> <p>9. 施工营地驻扎帐篷及其他建筑物不应布置在山区山顶或高大树木底下，避免雷雨天气遭受雷击</p>
交叉作业等	防护缺陷 落石	物体打击	<p>1. 施工过程中作业人员防护不当，未佩戴安全帽；</p> <p>2. 高处作业、交叉作业时落物、作业工器具掉落伤人；</p> <p>3. 风机吊装、组立时，塔筒等移动、倾倒伤人；基础施工时垮塌坠物导致伤人；</p> <p>4. 吊装作业时，部件未固定</p>	人身伤害	II	<p>1. 为施工人员配发劳动防护用品，教育其正确穿戴和使用，杜绝违章；</p> <p>2. 严格按操作规程要求进行工具材料的传递、使用、紧固，做好防滑措施，作业处下方应设高空落物区，并防止无关人员通行及逗留；</p>

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
			或固定失效，落物伤人； 5. 基坑开挖时，防护不当导致基坑周边石块、土块等滚落入基坑内伤人			3. 风机吊装、组立时严格执行《特种设备安全监察条例》、《起重机械安全规程》、《特种设备作业人员管理规定》； 4. 作业场所设置围栏并悬挂安全警示标识；严格按施工规范进行操作；在塔筒、风机组装和吊装时，应将塔筒、风机内所有物件可靠固定，防止物件坠落伤人； 5. 基坑的边坡应进行防护和锚固，对基坑顶部的堆土、石块采用网布遮盖防护
运输过程	视野受阻 路况 运输缺陷 车辆 车辆 车辆 作	视野受阻 路况 运输缺陷 车辆 车辆 车辆 作	1. 超载运输； 2. 客货混载； 3. 车况不好，带病行驶； 4. 路况不好，作业场地地面松软，场地狭窄，安全标志不醒目； 5. 酒后驾车，车速过快，非驾驶员驾车等； 6. 恶劣天气如大雾、雨雪天气行车	人身伤害	III	1. 严禁设备、设施运输车辆超载运输，要按照车辆载重量装运货物； 2. 运输车辆严禁客货混载，运输设备车辆的车厢内严禁乘坐人员； 3. 定期检查车辆的完好情况，不得带病行驶； 4. 要确保其进场道路畅通，在关键位置设置安全标志； 5. 车辆行驶速度要保证设备不被颠簸而遭到损坏，严禁超速行驶，严禁酒后驾车和非驾驶员驾车； 6. 在大雾、雨雪天气尽量不进行设备运输，必须时小心驾驶，

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	作业环境不良 司机违章					并采取相应的防范措施
施工机械	防护缺陷	机械伤害	1. 安全操作规程不健全，违章作业； 2. 施工设备安全防护罩缺失； 3. 联锁装置失效。	人身伤害	II	1. 建立健全安全操作规程及各项安全管理制度；加强对员工的安全教育和培训； 2. 定期检查施工设备安全防护罩，确保完好； 3. 定期对安全连锁装置进行检查和试验，保证正常
起重作业	起重机倾覆 超载 碰撞	起重伤害	1. 在大风、大雨、大雪等恶劣天气吊装作业； 2. 履带吊、汽车吊未进行检测、检验，带病运行； 3. 起吊绳、索、扣等装置质量不符合要求； 4. 起重物超过起重机工作载荷； 5. 被吊塔筒、机舱或叶片捆绑位置不正确和捆绑不牢； 6. 起重物运行途中碰到障碍物；	人员伤亡 设备损坏	III	1. 吊装施工不得安排在大风季节进行。风力 5 级以上等恶劣天气，严禁户外或露天起重作业。 2. 塔身上段与机舱要连续安装，当天完成，避免夜间停工期间刮大风造成设备损坏； 3. 吊装之前必须制定技术安全措施，并向操作人员贯彻后方能进行吊装作业； 4. 履带吊、汽车吊、牵引钢丝绳等设备、设施必须经过具备

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	基础不牢 违章吊索 吊钩缺陷 起重设备缺陷		7. 起重机械位于坑或基础不牢的地点进行起吊作业，支撑架未能伸展，未能支撑于牢固的地面，导致起重机械倾覆； 8. 指挥失误或无安装资质人员操作；无吊装安全措施或人员违章作业； 9. 两台起重工联合作业时，起吊不协调			资质的检验、检测单位检验、检测合格后方可投入运行作业； 5. 安装工程必须由具有相应资质的安装单位实施工程安装； 6. 对每一分项工程、分部工程和单位工程进行质量验评资料的审核和现场检查评定，发现问题及时要求整改； 7. 起重机械必须支撑于坚硬的地面，应稳定可靠；起吊和指挥应严格执行安全操作规程； 8. 施工监理单位应认真监督施工承包单位严格按合同要求和设计图纸、规范标准施工； 9. 起重机协调作业时，必须设专人统一指挥，两台起重机升降速度应保持一致，起吊物件的重量不能超过允许最大重量的 80%
高处作业	违规违章防护	高处坠落	1. 脚手板、脚手架不符合安全质量要求造成其在施工过程中断裂发生坍塌、坠落事故，脚手板有空隙、探头板、简易架子折断坍塌造成坠落，安全网、安全带不合格造成坠落	人身伤害	II	1. 应按照有关标准要求搭建脚手架；脚手架应进行荷重检查； 2. 高处平台等必须设置临边防护设施；洞口、楼梯口、天井口和坑口和楼面、屋顶、高台边缘应设置防护；施工中应经常对这些高处的防护措施是否

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
	缺陷		2. 高处平台未设置栏杆等防护措施；洞口、楼梯口、天井口和坑口无防护，楼面、屋顶、高台边缘无防护，无安全检查或检查不彻底； 3. 高空作业防护方案存在安全缺陷、未做安全技术交底或安全技术交底不全面、采用的施工技术工艺标准本身不符合安全要求等； 4. 缺乏安全警示标志； 5. 工作场地照明不良； 6. 人员高处作业未使用安全带等劳动安全防护用品； 7. 未执行监护制度或监护不力； 8. 雨雪天湿滑、强风、高温引起的中暑头晕或严寒引起的手脚不灵			可靠进行检查； 3. 高处作业应制定严格的防护方案，作业前进行安全技术交底； 4. 可能发生危险的地段应按规定设置安全警示标志； 5. 工作场地采光、照度要符合相关规定； 6. 建立完善的安全管理制度和岗位安全操作规程，加强作业工人的安全培训，高处作业应使用合格的劳动安全防护用品； 7. 高处作业应执行监护制度； 8. 高处作业前应检查、询问作业人员的身体状况；雨雪天气、强风天气、雷暴天气、高温天气或冰冻天气应避免进行高处作业
基坑、脚手架、边坡、营地建	防护缺陷	坍塌	1. 风电机组地基处在不利地段时，若没有采取超挖回填混凝土处理等措施； 2. 基坑护坡、开挖回填等形成的边坡等未进行防护； 3. 基坑施工工艺不合理； 4. 脚手架搭建不合理，结构上存在缺陷或拆除失误； 5. 模板及其支架的承载力、刚度、稳定性不符合要求，	财产损失 人员伤亡	III	1. 风电机组位于不良地基地段时应采取处理措施； 2. 基坑护坡、开挖回填形成的边坡等必须进行及时防护和锚固； 3. 基坑施工工艺应符合施工安全要求； 4. 脚手架搭建和拆除应符合有关标准要求，强度和承重应满足施工要求；

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
(构)筑物等	模板缺陷 操作错误 管理缺陷		<p>不能够承受混凝土的自重、侧压力及施工过程中产生的荷载及风荷载,造成坍塌;</p> <p>6. 浇筑混凝土时,混凝土堆积过高,倾倒混凝土所造成的冲压使得压型钢板受损及变形过大从而降低压型钢板的承载能力;</p> <p>7. 风电场场内道路施工时,路基未压实、边坡未及时进行防护可能引发道路坍塌;</p> <p>8. 风机组装、基础施工等过程中,如遇大风或操作不当,可能发生坍塌倾覆事故;</p> <p>9. 大面积的填方未压实,也可能导致坍塌事故;</p> <p>10. 施工营地选址不良,位于冲沟或易遭受不良地质影响区域,导致营地建(构)筑物坍塌;</p> <p>11. 施工营地建(构)筑物施工质量不可靠,遭受大风或大雪积压导致营地建(构)筑物坍塌</p>			<p>5. 模板及支架的设计应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件进行;</p> <p>6. 加强施工管理,制定各工种安全作业规程;合理安排工序和工期,避免大面积的混凝土堆积;</p> <p>7. 风电场道路施工时,路基应压实,边坡及时进行支护;</p> <p>8. 大风天气避免进行风机组装;</p> <p>9. 大面积填方应进行分层压实;</p> <p>10. 风场施工营地的选址应充分考虑营地地质的安全性,应避开山区冲沟及暴雨洪水可能波及的地带,避开山区崩塌堆积体或不稳定崩塌斜坡、潜在崩塌斜坡上下方及易遭受滚石、泥石流等灾害的位置;</p> <p>11. 风场施工营地应避开风口或可能遭受大风威胁场所,遭遇大风天气应加固营地建筑,冬季大雪天气应及时清理营地建筑上方积雪</p>
受限空	防护缺	中毒和	进入受限空间作业时,未充分通风,未检测有毒有害气体浓度和氧含量,未执行监	人身伤害	II	进入受限空间作业时,应进行充分通风,检测有毒有害气体浓度和氧含量合格后方可进

辨识项目	危险因素	潜在事故	触发条件	事故后果	危险等级	安全对策措施
间作业等	陷人员误操作等	窒息	护制度等			入，并执行监护制度

评价小结：根据表 5.17-1 可知，通过预先危险性分析，施工单元中触电、起重伤害、坍塌的事故危险等级为Ⅲ级，其他危险因素的危险等级为Ⅱ级。Ⅲ级事故的后果较严重，应制定有效措施，尽量避免事故发生或减轻其危害程度。

## 5.18 小结综述

1. 通过安全检查表法，对拟建项目场址选择及总体布置单元和消防单元进行评价可知，拟建项目选址及总体布置及风电场消防系统满足规范要求，其评价结果如表 5.18-1 所示：

表 5.18-1 安全检查表法评价结果一览表

序号	项目	总检查项	符合项	不符合项
1	拟建项目场址选择及总体布置单元	20	20	0
2	消防单元	9	9	0

2. 通过预先危险性分析法对自然环境及社会环境、主要建（构）筑物、风力发电机组、集电线路、升压站、安全监测、控制和保护系统、特种设备、消防系统、交通工程、公用工程、生产过程、风电场并网影响、施工等各单元的评价结果见下表 5.18-2 所示，63 个事故中有 16 个事故危险等级为Ⅲ级，其他均为Ⅱ级。

3. 对作业环境单元，通过类比法评价，噪声、工频电磁场、高温、低温危害均较小，通过采取防护措施和缩短工作时间均可将其危害降低。
4. 对安全管理单元，安全管理机构、安全管理制度、安全生产投入、作业人员的安全行为、安全标志与工程的安全运行息息相关，应引起足够重视。

表 5.18-2 拟建项目潜在事故汇总表

评价单元	辨识项目	潜在事故	危险等级
自然环境和社会环境	直击雷、感应雷	雷击	III
	暴雨、洪水	地质危害、升压站内涝、建（构）筑物或道路损坏	II
	低温、冰冻	叶片损坏、覆冰、物体打击、车辆伤害	III
	大风	叶片折断、塔架倾覆等	II
	地质灾害	滑坡、泥石流、不稳定斜坡	II
	山火	火灾	III
	地震	建（构）筑物坍塌	II
	人为破坏	设备破坏、停电、人身伤害	II
主要建（构）筑物土建工程单元	风力发电机组基础	坍塌	III
	架空线路基础	坍塌	II
	直埋电缆线路基础	受损	II
	升压站内主要建（构）筑物基础	坍塌	II
风力发电机组单元	风力发电机组	风机倾覆、折塔	III
		风力发电机组火灾	III
		叶片损坏	II
		轮毂损坏	II
		偏航系统故障	II
		风力发电机故障	II
		变桨距系统故障	II
		齿轮箱损坏	II

		电缆故障	II
	箱式变压器	箱式变压器火灾	II
集电线路单元	架空集电线路	杆塔倒塔	II
		覆冰舞动	II
		过电压	II
		单相接地	II
		污闪	II
	直埋电缆集电线路	线路故障	II
升压站单元	电缆	火灾	III
	配电装置	设备故障	II
	防雷接地设备	过电压、雷击、设备接地 运行故障时触电	II
	35kV 小电流接地系统	过电压	II
	变配电装置	污闪	II
	站用电	全站停电	II
控制和保护 系统单元、安 全监测单元	安全监控系统	安全监测系统失效	III
	控制和保护系统	控制和保护系统拒动、误 动，扩大事故	II
	二次系统安全防护	病毒、黑客攻击破坏生产 监控系统或调度数据网	II
	直流和 UPS 系统	直流和 UPS 系统故障引发 开关及保护系统拒动	II
	通信系统	调度通信数据网络不通畅 或遭破坏	II
特种设备单 元	特种设备	起重伤害	III
消防系统单 元	火灾自动报警装置	火灾报警系统瘫痪或误动 作	II
交通单元	交通道路、交通车辆、驾驶人员	车辆伤害、交通事故	II
公用工程单 元	采暖与空气调节系统	空调故障	II
	通风机	通风机故障	II
	排水系统	排水系统故障	II

生产过程单元	带电作业、检修等	触电	III
	高处作业	高处坠落	III
	风电场全场	物体打击	II
	有毒有害环境中作业、受限空间作业	中毒和窒息	II
安全管理单元	安全管理机构、制度等	人身伤害、人员伤亡	II
	作业人员	人身伤害、人员伤亡	II
	安全标志	人身伤害	II
风电场并网影响单元	风电场并网	冲击电网	II
施工单元	动火作业等	火灾	II
	电工作业等	触电	III
	交叉作业等	物体打击	II
	运输过程	车辆伤害	III
	施工机械	机械伤害	II
	起重作业	起重伤害	III
	高处作业	高处坠落	II
	基坑、脚手架、边坡、营地建(构)筑物等	坍塌	III
	受限空间作业等	中毒和窒息	II

## 6 安全对策措施建议

### 6.1 安全对策措施建议的依据、原则

#### 6.1.1 安全对策措施建议的依据

安全对策措施建议的依据是现行国家有关安全生产法律、法规、规章、标准和规范等。拟建项目的安全预评价的安全对策措施建议主要依据本报告 1.2 节的评价依据。

#### 6.1.2 安全对策措施建议的原则

- 1) 应遵循安全技术措施等级顺序的原则：直接安全技术措施、间接安全技术措施、指示性安全技术措施、若间接、指示性安全技术措施仍然不能避免事故、危害发生，则应采用安全操作规程、教育、安全培训和个体防护等措施来预防、减弱系统的危险、危害程度。
- 2) 根据安全技术措施等级顺序的要求应遵循的具体原则：消除、预防、减弱、隔离、连锁、警告。
- 3) 安全对策措施应具有针对性、可操作性和经济合理性。
- 4) 对策措施应符合国家有关法规、标准及设计规范的规定。

### 6.2 安全对策措施

#### 6.2.1 场址选址、总体布置方面的安全对策措施

- 1) 建设单位应当委托具有相应资质的单位承担建设用地压覆矿产资源评估，评估报告应由主管部门审定并按要求实施。
- 2) 在拟建项目设计及施工时应考虑的防腐措施：正确选取风机基础中的钢筋型号，并且在钢筋上涂上专用的钢筋防腐水性防护漆进行保护，避免因钢筋受腐蚀速度过快而影响风机安全。同时，在风场运营期间企业应加强风场内各钢筋混凝土基础的防腐检查和维护，确保安全。
- 3) 生产运营期间，企业应加强接地引下线及接地网的防腐检查和维护，定期检验检测。

4) 施工过程中, 应将施工弃渣运至指定的渣场堆放, 从而降低形成滑坡、等环境地质问题的风险。弃渣场应避免布置在地质条件复杂, 或不良地质的地段; 弃渣场应根据实际地形、水文条件等采取合理的截排水措施。为保证弃渣场的稳定性, 对弃渣进行压边坡处理, 以免发生滑坡等事故。

5) 由于升压站布置在农田附近, 10 风电机组台布置在农田、水塘、河道, 工程运行中, 基础、边坡等可能受雨水冲刷破坏, 受风力侵蚀损坏等, 或由于开挖使边坡失稳而导致基础松动, 若未及时修复或维护, 可能会造成风力发电机组基础坍塌事故。建议下阶段设计中对风机基础平台、检修道路、升压站等应设置截洪沟, 做好排水、护坡设计并落实施工, 防止水土流失导致滑坡等地质灾害的发生。

6) 拟建升压站应采取完善的防洪措施, 如在周围设置截洪沟; 升压站设置完善的排水系统、设置挡土墙; 在暴雨期间, 制订防洪等应急预案并定期演练, 及时撤出工作人员等。

### 6.2.2 自然环境和社会环境方面的安全对策措施

1) 拟建项目风电机组主要分布在农田、水塘、河道, 分布范围广, 因此在下一步设计中, 建议根据该地区的其他工程建设经验收集拟建项目风电场区域大风、雷击、覆冰、冰雹等详细气象资料, 为风力发电机组基础设计和施工提供可靠的数据, 防止因设计和施工时对极端气象条件的忽视导致基础缺陷和隐患。

2) 根据拟建地区气象特征可知, 风电场所在地区为农田、水塘、河道, 拟建项目风机积冰仍是该地区风电场的主要危害因素之一, 应加强抗覆冰设计与风电场防冰雪灾害的措施。

根据室外温度变化及时投入风机设备的电加热装置, 对防风雪密封不好的设备(如端子箱、机构箱、控制箱、箱式变电站等)采取防雪封堵措施, 遮罩防冻罩等, 下雪后要及时检查变电站设备的积雪情况, 及时清除设备及架构上的冰溜等防范措施。

在运行中要注意结合风力发电场具体实际，做好风电场防冰雪灾害措施。如叶片覆冰，应停运覆冰风机，待天气好转时，运行人员应到现场逐台确认叶片覆冰融化情况（人员远离叶片并处于上风向），覆冰融化后方可启动。

在风速仪、风向标上约 15cm 处加装远红外加热灯；在风机箱变散热器风扇加装保护盖板。

风场运行人员每天应按时收听和记录当地天气预报，作好风电场安全运行的事故预测对策。

企业应建立极端天气预报制度，并联系气象部门对严寒、台风、雷暴、积冰等极端天气做出预报，作好风电场安全运行的事故预测对策。

3) 拟建项目建设区域多年平均雷暴日数 31d，属于中雷区地区。防雷接地设计中建议采取以下措施：

(1) 应按照《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)、《雷电防护第 1 部分：总则》(GB/T21714.1-2015)、《雷电防护第 2 部分：风险管理》(GB/T21714.2-2015)、《雷电防护第 3 部分：建筑物的物理损坏和生命危险》(GB/T21714.3-2015)、《雷电防护第 4 部分：建筑物内电气和电子系统》(GB/T21714.4-2015)、《风力发电机组雷电防护》(GB/Z25427-2015) 和《交流电气装置的接地设计规范》(GB/T50065-2011) 等的要求，合理划分雷电防护等级，配置合理有效的防雷接地系统。

(2) 下一步设计中应结合当地土壤电阻率和雷暴情况进行防雷接地和过电压专题论证，并要通过当地主管部门的技术审核后方可施工，在设备运行过程中还要定期跟踪检测。

(3) 下一步设计单位应详细勘测取得土壤电阻率、腐蚀性等数值，根据测量结果对接地装置采取防腐措施。接地装置应满足 30 年的腐蚀和抗外力破坏的要求。

(4) 叶片采取固定金属导体或表面加传导材料等措施，避免叶片内

部形成雷电弧；叶片传感器导线应与引下线等电位连接。

(5) 确定防雷区，并依据雷区等级对一、二次设备及通讯设施采取相应的屏蔽、接地以及浪涌保护措施；雷电防护接地系统应始终与接地网等电位相连。

(6) 风电场内采取降阻措施后，应进行测量，确认接地电阻、接触电位差、跨步电势差等满足规范要求。

(7) 风力发电机组接地电阻应满足风机制造厂对设备接地要求；风力发电机组和箱式变压器组使用一个总的接地体时，接地电阻应符合其中最小值的要求；风力发电机组的变压器及箱式变压器组周围应设置均压带；风力发电机组塔筒、控制柜、变压器及箱式变压器组应可靠接地；同时，对风机集中接地装置是否符合《风力发电机组雷电防护》要进行论证。

(8) 通信设备的工作接地和保护接地，应可靠接在风力发电场的接地网上，通信电缆的金属外皮和屏蔽层应可靠接地。

(9) 按规程要求定期检测风机接地网接地电阻，以及防雷设施、各设备间及接地引下线（包括防雷接地）的导通测试。工程竣工后以及每年至少在春季进行防雷接地装置检测，以确保装置的有效性。

(10) 建议根据当地气象资料及风场实况开展雷击风险评估。

4) 由于拟建项目风电场范围大，风机布置及连接线路长，要特别注意突发性暴雨洪水、地质灾害的防御。工程建设应采取预防为主，预防与治理相结合的原则。工程负责人要加强防灾意识，进行有关防灾治灾的教育和学习，提高防治地质灾害的能力，并制定发生突发地质灾害的应急措施。在工程建设和使用中严格执行设计方案、规章制度和责任制，预防地质灾害于细微中。针对工程建设中可能引发、加剧和遭受的地质灾害，制定相应的防治措施，对于施工后的周边环境采取一定的生态恢复措施。

5) 拟建项目占地主要为农田、水塘、河道，存在发生火灾的危险性。

企业应在风电场建设和运营中做好防火工作。风机、箱变征地范围内的植被应定期清理，防止发生火灾时蔓延至风机及箱变。风力发电机内应配备消防器材并定期检验，并加强与当地公安消防部门、当地村委会的联动配合，编制相应的防火应急预案和巡逻制度，加强巡逻，并加大消防演练等应急措施的落实。火灾防范应设防火隔离带。应加强周边村民防火教育，在交通路口和进厂出入口等显要位置悬挂防火条幅和防火固定标语，对人员起到警示和震慑作用。应落实防火责任制，加强防火检查队伍建设，加强预警监测，切实做到火情早发现、火灾早处置，严防风电场出现火灾和重大人员伤亡。

6) 工程区域的年均降水量为 136.88mm，因此风电场应根据当地降雨资料，对开挖的风机基础、风场道路、集电线路等采取截洪沟、排水沟等防洪措施，并做好相应的水土保持工作；相关的风机、箱变、风场道路或集电线路布置应避开小溪、冲沟地带；定期清理升压站内排水装置，站内备有应急防汛器材。

风电场应加强与气象、水文部门联系，及时掌握气象和水情信息；在汛期应加强挡水、排水设施的检修与调试，进行防汛预案演练，及时监测情况，减少洪水对风电场的破坏。

7) 拟建项目风场场址边界散布着一些村庄，随着南昌市旅游业的发展，拟建项目可能成为旅游观光区，因此在风力发电机组附近应树立警示牌告诫人员远离风力发电机。风机叶片结冰时，应在风机附近设置警示标志及界桩，禁止周边村民、游客等靠近风机；风电场巡视人员在必须巡视靠近风机时做好安全防护措施如佩戴安全帽等。

8) 在风力发电机组、箱式变压器、集电电缆线路、升压站等重要电力设施附近应设立安全标志标识，在合适的场所设置安全监控摄像头等，防止人员误碰触电和人为偷盗破坏设备设施。

9) 应建立防汛防强对流天气应急处置方案，加强与气象部门的联系，及时预测预警，及时启动应急预案，提前采取针对性的防范措施，确保

风电场的安全运行。

10) 工程建设过程中和建成后, 应加强地质灾害监测, 如布设地下水水位和地面变形监测点进行长期监测, 发现问题及时采取相应的防治措施。

#### 11) 防虫叮、蛇咬、鸟巢

(1) 备好防虫药品, 裸露的皮肤可搽清涼油、风油精或者花露水等防蚊药品, 必要时带手套进行防护。

(2) 工作场所应定期除草, 必要时穿着长衣、长裤及长筒鞋, 预防蛇类等爬行动物咬伤, 如遇咬伤, 应先进行简单处理并及时送往医院救治。

(3) 定期检查电力设备, 清除鸟巢。

12) 在运行中采取有效措施, 防止居民放牧、取土、开荒时可能导致集电线路被破坏; 开荒有可能引起火灾, 波及风电场设备。另外, 也要防止施工噪声和主变压器、风机运行时产生的噪声对村民的影响。若施工区域内未设置围栏或设置不合理, 应封堵的洞口未封堵, 安全警示标志未设置或设置不合理等, 也可能导致安全事故的发生。

13) 拟建项目位于农田、水塘、河道, 考虑大雾、潮湿因素影响, 建议控制室、继电保护室、配电装置室等场所应配置空调除湿装置。

14) 风电场运行人员应定期巡视、检查风电机组在运行中有无异常响声、叶片运行状态、调向系统动作是否正常、电缆有无绞缠情况。当气候异常时应增加巡回检查内容及次数, 发现问题及时处理, 并登记在缺陷记录本上并及时上报处理。

### 6.2.3 建构筑物方面的安全对策措施

1) 风机塔筒应做长效防腐蚀处理。塔筒结构、结构变形和整体稳定性, 焊缝、螺栓和法兰盘连接应按照相关规范进行设计和计算。

2) 每台风机基础砼应一次浇筑完成, 风机基础和塔架设计时, 除了主要考虑风荷载外, 还应考虑凝冻覆冰可变荷载, 确保风机基础和塔架

承载力满足风机要求，风机基础和塔架形式满足建设要求。

3) 建议下阶段设计中根据地质勘测报告，针对各风机位的布置进行优化选址与详细勘察，并进行适当测试与试验工作，查明各岩（土）层物理力学特性，对持力层的确定进一步勘察论证，并根据详勘资料分别确定、优化各风机基础形式和埋深以及基础上的荷载。基础上的荷载不应超过地基允许承载力，应保证基础承载力有足够的安全储备。

4) 风力发电机组基础的承载能力应与设备相适应；塔身与基础连接应可靠；基础应具有足够的结构强度，基础的沉降不应超过基础允许变形值，基础应具有抗倾覆措施。

5) 由于风机基础体积较大，大体积混凝土的施工技术要求比较高，特别是在施工中要防止混凝土因水泥水化热引起的温差而产生温度应力裂缝。因此，应制定材料选择、施工工艺、技术措施等有关环节的施工方案，在浇筑过程中预埋混凝土温度测量元件，同时应根据气象条件采取控温措施，测定浇筑后的混凝土表面温度和内部温度，将温差控制在设计要求范围内，保证基础大体积混凝土浇筑质量。建（构）筑物桩基应由具相应资质的检测单位进行桩基力学参数检测。

6) 对每台风机基础及主要建构筑物基础设置沉降观测设施，施工期间严把质量关，确保监测设施施工质量符合设计要求，加强对观测设施的巡查保护，运行期定期对相应建构筑物基础沉降进行观测并统计分析，发现问题及时采取措施，使各建构筑物安全运行。

7) 在施工场平及道路修筑过程中出现的挖方边坡和填方边坡，应根据坡高采取相应放坡、挡土墙支护等措施，在风机范围内及周围保护和增种植被，并应做好排水、截水等措施，防止水土流失，确保边坡安全稳定。

8) 场地平整及道路修建时将产生大量开挖土石方，建议将开挖土石方堆放至风机基础稳定范围以外区域，禁止将其不经处理随意堆放至风机基础附近边坡上，对于回填土应对其进行分层密实，压实系数不小于

0.94。

9) 升压站内无功补偿装置、主变压器、35kV 室内配电装置等电气设备、电缆等应采取电缆封堵、火灾自动监控等防止火灾发生和蔓延的措施，可靠的消防、通风措施及事故和应急照明设施。

10) 屋面防水应根据建筑物的性质、重要程度、使用功能要求采取相应的防水等级。平屋面排水坡度不应小于 1/50，屋面排水宜采用有组织排水。

11) 架构及支架等构筑物，宜采用混凝土刚性基础；电缆沟的侧壁宜采用砌体结构，在受力大的地段宜局部采用钢筋混凝土或混凝土结构，电缆盖板应双面配筋。砌体支承盖板处宜设置混凝土边梁。

12) 位于回填土地段和特殊地质条件下的电缆沟，应采取措施防止电缆沟产生不均匀下沉。

13) 工程施工应由具有相应资质的施工和监理单位进行，工程建设阶段应加强施工质量和施工过程控制，工程完工后应按照《风电场工程竣工验收管理暂行办法》（国家能源局[2012]310 号）要求进行验收。

14) 35kV 开关柜室应增设除湿设备。

15) 建议箱式变压器旁加设围栏，防止周边村民、动物误触。

16) 在施工中，接地体焊接后应进行防腐处理，确保接地体的安全有效。

17) 升压站内的平台、步道、楼梯等有可能发生坠落伤害的危险处，在设计上均考虑设置栏杆或盖板。对室内外的楼梯、钢梯、平台、走台均采取防滑措施。对离地面或楼面 1m 以上的高架平台或过道，除紧靠墙壁的一侧外，其余侧均设置栏杆。

#### 6.2.4 风力发电机组单元安全对策措施

1) 风电企业要加强设计（咨询）单位和风电设备的招标管理，严格设计审查，防止因低价中标导致设备质量下降。风电企业与风电设备制造企业签订的设备采购合同应明确要求风电设备制造企业对制造原因引

起的设备安全隐患，及时进行整治；提供风电机组保护设置参数和电气仿真模型等资料；开放涉网保护参数的设置权限。

2) 在塔筒及风机舱安装前应对法兰、连接螺杆进行探伤，发现缺陷时严禁使用。同时应核算机械强度是否满足可变负载的冲击负荷，安装时使用力矩扳手使螺栓连接可靠，防止塔筒及风机的倾塌。叶片与轮毂应采用高强度的螺栓连接，并有防止松动的措施。

3) 拟建项目风力发电机组布置农田、水塘、河道，因此，风力发电机组基础应计算基础滑动力等作用时的基础稳定性，同时还应考虑侧风荷载、紧急制动、滚冰风载等可变荷载和叶片断落等偶然荷载的作用。在下一步设计时，应考虑风力发电机组各布置点要满足机组吊装、运行、维护的场地要求。

4) 风力发电设备受高低温、潮湿、外力冲撞等自然环境影响，易腐蚀和发生碰撞事故。应注重对基础、管道等表面的防腐处理。同时，场区内悬挂明显的交通标志，防止车辆冲撞塔筒。

5) 根据《风力发电场项目建设工程验收规程》(GB / T 31997-2015)，塔筒表面防腐涂层应完好无锈色、无损伤；塔筒材质、规格型号、外形尺寸、垂直度、端面平行度等应符合设计要求；塔筒、法兰焊接应经探伤检验并符合设计标准；塔筒所有对接面的紧固螺栓强度应符合设计要求。

6) 风机叶片、机舱及动力电缆等采用不燃或难燃电缆；刹车系统采取封闭隔离措施，避免高速制动时产生火花和高温碎屑引发火灾。

7) 风机机舱用润滑油可燃，有燃烧的危险性。液压系统应无漏油现象，自动补压次数应不大于 2 次/min。在润滑油的使用过程中要注意安全，防止润滑油泄漏、发生火灾爆炸等。

8) 结合当地气象条件及工艺要求，风机应具有承受冰雹和覆冰侵袭的能力，叶片设计应考虑雷击，为确保风电机组各项结构性能要求，应加强风力发电机组的制造、监造、施工、监理等质量管理。

9) 在风力发电机内部作业时,保持内部卫生,禁止在风机内部遗留杂物,特别是油污棉丝等易燃物,对于机舱内部泄漏的齿轮油、液压油等必须及时清理,以减少火险隐患。

10) 机舱、控制箱和筒式塔架均应有防小动物进入的措施。

11) 进入塔筒作业,应按照有限空间作业的要求,进行通风、检测、作业的步骤进行。作业时要有专人监护,并落实防火、防窒息及逃生等措施。检测指标包括氧浓度、易燃易爆物质(可燃性气体)浓度、有毒有害气体浓度。检测应当符合相关国家标准或者行业标准的规定。

12) 偏航系统应设置润滑装置,以保证偏航环形圈的润滑。

13) 塔架应设攀登设施,中间应设休息平台,攀登设施应有可靠的防止坠落的保护设施。

14) 风力发电机组至少应有两种不同原理的能独立有效制动的制动系统。

15) 控制系统应能自动、手动调整风轮方向。

16) 液压管应采用无缝钢管制成,柔性管路连接部分应采用高压软管。螺纹管路连接结构组件应通过试验,表明能保证所要求的密封和承受工作中出现的动载荷。

17) 由于高峰山分散式风电项目区域存在冰冻现象,针对冰冻天气的应对措施,风机机组风速仪可采用低温自动加热型超声波风速仪,以防错误传感信号;叶片可采用憎水性涂层技术或采用热空气主动融冰技术,需考虑叶片的防覆冰设计。

18) 风力发电机组风轮应具有承受低温的能力,机舱测风装置必须有防冰冻措施;机舱内发电机防护等级应有加热装置。

19) 风机组内进入孔等设置盖板,检修时设临时围栏,以防工作人员坠落。盖板设计考虑人员及设备的荷载,应能承受  $2000\text{N}/\text{m}^2$  的均布荷载。爬梯设置防护栏,均应满足现行《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》的规定。

20) 正常工作状态下, 机组功率输出与理论值的偏差不超过 10%, 当风速大于额定风速时, 持续 10min 功率输出应不超过额定值的 115%; 瞬时功率输出应不超过额定值的 135%。

21) 风机控制系统应具有: 机组的启动和关机程序; 电气负载的连接和发电机的软并网控制; 补偿电容器的分组投入切换; 功率限制; 风轮转速; 偏航对风; 扭缆限制; 电网失效或负载丢失时的关机等功能和参数。

22) 控制系统应具有故障处理功能, 能根据故障类型分别进行正常关机、紧急关机或报警。同时, 针对可自恢复和不可恢复故障实现风机重新自动启动和人工启动。

23) 塔筒安装前应进行质量验收, 合格后才能进行安装; 按操作规程使用带扭矩传感器扳手进行螺栓紧固; 运行期定期检查塔筒与预应力锚栓连接处螺栓的扭矩; 风场风力超过额定切出风速时, 风机应立即切出, 相应的变桨装置、刹车装置, 过风速保护装置动作, 抱死风机风轮, 避免飞车; 风机相应的刹车、变桨、保护等装置设备应定期检查, 发现故障时及时修复。

24) 风力发电机组主要生产设备设计、制造、安装单位应具有相应的资质。工程完工后应按照《风力发电场项目建设工程验收规程》(DL/T5191-2004) 要进行验收。

25) 风机应有可靠的防雷接地系统, 且根据拟建项目场区土壤电阻率、雷暴等条件, 具体确定合适的接地电阻值。

26) 风电机组的定期登塔检查维护应在手动“停机”状态下进行。

27) 对设备的螺栓应定期检查、紧固。

28) 对液压系统定期取油样进行化验分析, 对轴承润滑点定时注油。

29) 双馈异步发电机及相应变流设备的选型应符合风场要求, 严格监控相关设备的各项参数(如温度), 选取配套的风机控制设备, 加强控制。

30) 风机塔架应做长效防腐蚀处理。塔架结构、结构变形和整体稳定性，焊缝、螺栓和法兰盘连接应按照相关规范进行设计和计算。工程投运后应定期进行防雷和接地实验。

31) 对爬梯、安全绳、照明设备等安全设施应定期检查；

32) 设备运输过程严格执行设备运输的技术要求或操作手册。

## 6.2.5 集电线路安全对策措施

### 1、架空线路

架空线路架设、运行中应满足以下要求：

1) 线路杆塔、基础、接地装置等应根据当地水、土等对混凝土、钢结构等的腐蚀性采取合理有效的防腐措施。

2) 应按有关防洪标准进行线路防汛设计，对可能遭受洪水、暴雨冲刷的杆塔，应采取可靠的防范措施；铁塔的基础护墙要有足够强度，并有良好的排水措施。

3) 加强对线路杆塔及线路的检查巡视，发现问题及时消除，特别是春夏雨季及时修剪靠近线路的树枝，防树枝对线路放电导致单相接地事故。线路遭受恶劣天气危害时应组织人员进行特巡，当线路导地线发生覆冰、舞动时应做好观测记录（如录像、拍照等），并对杆塔进行检查。

4) 制定倒杆塔事故抢修预案，并在材料储备和人员组织各方面加以落实，运行单位应储备一定数量的事故抢修杆塔。

5) 定期对瓷绝缘子表面进行清洗。

6) 风场集电线路塔架及杆塔应设置相应的“禁止攀爬”“小心触电”等安全警示标志。

7) 根据线路所经过的区域，结合近年来冰雪灾害的经验和教训，在设计杆塔时，应考虑到由于覆冰所形成的外加荷重。对经常发生严重覆冰的地区，应架设耐覆冰的线路。为了避免碰线，导线应采用水平排列的布置方法，并适当地加大导线和接闪线之间的距离。

8) 线路跨越林木时，除设计时考虑线路高跨与树木砍伐外，在运行

期线路管理单位应定期巡线，发现树木高度威胁线路安全运行时应及时处理。架空线路清除树障时，必须使用绝缘工具；在必须停电才能保证安全作业的情况下，需提前提出停电申请，禁止在此种情况下进行带电作业。

9) 隐蔽工程必须按设计要求进行，回填土之前，对隐蔽工程验收合格，分层夯实。

10) 风电场范围较大，外力破坏线路的因素较多，应高度重视。对可能遭受外力破坏的高发区域，应加强巡视，加强电力设施保护的宣传和防护，加强对附近村民的宣传教育，完善警示标志，防外力破坏。

11) 制定线路定期巡视和特殊巡视制度，并认真执行。加强工作负责人、监护人的责任心，严格执行工作票上所采取的安全措施，不要流于形式，杜绝违章作业。

## 2、直埋电缆

1) 在选择电缆和光缆直埋敷设路径时，应进行充分调查，尽量避开自然条件的不利因素，并采取相应的防止外力破坏的保护措施，如设置标识和警示牌等；并在施工时重视防止施工机械、车辆等对接地线、电缆、光缆造成损害；严禁将接地线、电缆压在光缆上；电缆、接地线与光缆保持一定距离，防止电缆接地线故障波及光缆。

2) 直埋敷设电缆应符合下列规定：

(1) 宜避开白蚁危害地带和易遭外力损伤的区段；

(2) 电缆应敷设于壕沟里，并应沿电缆全长的上、下紧邻侧铺以厚度不少于 100mm 的软土或砂层；

(3) 沿电缆全长应覆盖宽度不小于电缆两侧各 50mm 的保护板，保护板宜采用混凝土；

(4) 位于空旷地带，沿电缆路径的转弯处或接头部位，应竖立明显的方位标志或标桩；

(5) 当电缆可不含铠装时，采用电缆穿波纹管敷设于壕沟，应沿波

纹管顶全长浇注厚度不小于 100mm 的素混凝土，宽度不应小于管外侧 50mm；

- (6) 电缆外皮至地下构筑物基础，不得小于 0.3m；
- (7) 电缆外皮至地面深度，不得小于 0.7m；当位于行车道或耕地下时，应适当加深，且不宜小于 1.0m；
- (8) 直埋敷设的电缆，严禁位于地下管道的正上方或正下方；
- (9) 依据《电力工程电缆设计规范》（GB 50217-2007）的要求，电缆与管道、道路、构筑物等之间应保持一定安全距离；电缆外皮至地面深度，不得小于 0.7m；当位于行车道或耕地下时，应适当加深，且不宜小于 1.0m；
- (10) 直埋敷设的电缆与公路或道路交叉时，应穿于保护管，保护范围应超出路基、道路路面两边以及排水沟边 0.5m 以上；
- (11) 直埋敷设的电缆引入构筑物，在贯穿墙孔处应设置保护管，管口应实施阻水堵塞；
- (12) 直埋敷设电缆的接头与邻近电缆的净距，不得小于 0.25m；并列电缆的接头位置宜相互错开，且净距不宜小于 0.5m；斜坡地形处的接头安置，应呈水平状；重要回路的电缆接头，宜在其两侧约 10m 开始的局部段，按留有备用量方式敷设电缆；
- (13) 直埋敷设电缆采取特殊换土回填时，回填土的土质应对电缆外护层无腐蚀性。

3) 隐蔽工程必须按设计要求进行，回填土之前，对隐蔽工程验收合格，分层夯实。

4) 风电场范围较大，外力破坏线路的因素较多，应高度重视。对可能遭受外力破坏的高发区域，应加强巡视，加强电力设施保护的宣传和防护，加强对附近村民的宣传教育，完善警示标志，防外力破坏。

5) 制定线路定期巡视和特殊巡视制度，并认真执行。加强工作负责人、监护人的责任心，严格执行工作票上所采取的安全措施，不要流于

形式，杜绝违章作业。

### 6.2.6 升压站单元安全对策措施

- 1) 接地线应采取防止发生机械损伤和化学腐蚀的措施。在与公路或管道等交叉或其他可能使接地线遭受损伤处均应用钢管或角钢等加以保护。接地线在穿过墙壁、楼板和地坪处应加装钢管或其他坚固的保护套，有化学腐蚀的部位还应采取防腐措施。热镀锌钢材焊接时将破坏热镀锌防腐，应在焊痕外 100mm 内做防腐处理。
- 2) 升压站内的计算机、显示屏的电源建议加装防雷插座，以防止雷电过电压的破坏。
- 3) 电缆保护管内壁应光滑无毛刺；需采用穿管抑制对控制电缆的电气干扰时，应采用钢管。
- 4) 依据相关规范要求，电力电缆金属层必须直接接地，控制电缆金属屏蔽层应接地。
- 5) 拟建工程无功补偿系统电容器组开关应采用无重燃开关，如采用真空开关应按有关文件及规定选型，防止操作过电压。同时对防止操作过压电容器组的氧化锌避雷器应选用适合电容器过电压释放的特性技术参数，防止氧化锌避雷器碳化，导致过电压释放过程中爆炸。
- 6) 定期检查电器、电缆、电源主回路电缆端子的联接质量，以防电源回路接触不良而引发的电气火灾。
- 7) 对升压站的电气设备，加强绝缘监督，严格按交接试验标准和预防性试验规程要求，定期进行各项试验，试验应合格。
- 7) 接地网接地扁铁、角钢和钢管应采用热镀锌表面处理。

### 6.2.7 控制和保护系统单元、安全监测单元安全对策措施

#### 6.2.7.1 防安全监控系统失效

- 1) 保证安全监控仪器设备质量符合国家或行业相关技术标准规范。
- 2) 监测设施埋设过程中加强施工监理，严格按设计施工，减少损坏。
- 4) 建立健全监测项目档案，内容包括：监测对象和监控点、所在位

置等。

- 5) 建立安全监测管理责任制, 明确管理及系统的维护人员及其责任。
- 6) 定期进行数据整理和分析, 及时发现异常情况, 为电站安全运行提供依据。
- 7) 计算机监控系统应选择质量合格可靠的产品, 其硬件、软件配置应满足功能需求, 安装调试完成后应经验收合格后方可投运。
- 8) 监控系统在设计时应考虑安全防护的要求, 采取的措施应符合国家有关规定, 应具备自身安全防护设施; 系统应通过电力调度数据网络实现上下级异地系统的互联, 与其他安全等级低的信息系统之间以网络方式互联时应采用经国家有关部门认证的专用、可靠的安全隔离设备, 不得直接相连。系统禁止与互联网相连。应采取各种措施防止内部人员对系统软、硬件资源、数据的非法利用, 严格控制各种计算机病毒的侵入与扩散。
- 9) 加强计算机监控系统的安全管理, 加强人员的技能教育和安全教育。

#### 6.2.7.2 防保护系统故障

- 1) 严格施工安装质量, 使用前进行验收, 对变送器、监测仪表按交接和预试规程要求进行校验, 验收合格后方可投运; 加强管理监督, 发现问题及时消缺。
- 2) 按相关规定进行继电保护的整定计算; 灵敏性与选择性难以兼顾时, 应首先考虑灵敏度, 防止保护拒动, 并备案报主管领导批准; 及时根据上级调度单位下发的整定值对设备的整定值进行更改。
- 3) 风力机组的控制和保护系统的手动或自动操作都不应影响保护系统功能控制和保护系统的复位, 应能自由运行不受干扰, 控制系统的软、硬件或运行时任意单一原件失效不应引起保护系统误动。应考虑当监控系统或光缆传输系统出现故障时能不影风力机组保护和控制功能的措施。

4) 风力发电机控制系统参数及远程监控系统实行分级管理, 未经授权不准越级操作。系统操作员设在监控系统中心。系统操作员对于保证系统安全使用和运行负有直接责任。

5) 自动控制及保护系统应具备对功率、风速、重要部件的温度、叶轮和发电机转速等信号进行检测判断, 出现异常情况(故障)相应的保护动作停机, 同时显示已发生的故障名称的功能。

6) 电脑控制器应有历史数据, 如历史故障报警内容、发电量和发电时间, 应有累加存储功能。

7) 风力发电机组远方集中控制应具有远方操作风力发电机组的功能和一定的风力发电机组数据统计分析功能。

8) 集电系统应综合考虑系统可靠性、保护灵敏度及短路电流状况选择合理的中性点接地方式, 实现集电系统永久接地故障的可靠快速切除。

9) 按规定投入重要的保护系统。

10) 对控制、保护系统电源应进行加强管理, 提高电源供电可靠性; 按要求设置备用电源, 并加强备用电源自动投入装置管理。

11) 严格执行有关规程、规定及反措, 防止二次寄生回路的形成。

12) 保护室与通信室之间所用信号传输电缆, 应采用双绞双屏蔽电缆, 屏蔽层在两端分别接地; 装设静态型、微机型继电保护装置和收发信机的厂、站接地电阻应按《计算机机房通用规范》(GB/T2887-2011)规定, 上述设备的机箱应构成良好电磁屏蔽体, 并有可靠的接地措施; 对经长电缆跳闸的回路, 应采取防止长电缆分布电容影响和防止出口继电器误动的措施。

13) 制定防“三误”即“误接线、误碰、误整定”的措施。

### 6.2.7.3 防通信系统失效

1) 风力发电场风力发电机组远方集中控制计算机系统应通过通信电缆/光缆连接每台风力发电机组实现对每台风力发电机组的监视、控制。监控系统采用分层、分布、开放模式。

2) 风力发电机组与监控主机的数据通信, 通信速率要满足实时监控的要求。

3) 为保证通信的可靠性, 整个风力发电场通信回路可分为若干通信支路, 每条通信支路单独带若干台风力发电机组, 不相互干扰。

4) 升压站与调度机构之间必须设立两个及以上独立的通信传输通道; 电力调度机构与升压站的调度自动化实时业务信息的传输, 应同时具备网络和专线通道, 网络通道与专线通道应采用不同的物理通道。

5) 应配置两套独立的通信设备, 并分别由两套独立的通信电源供电, 两套通信设备和通信电源在物理上应完全隔离; 通信设备应具有独立的通信专用直流电源系统(蓄电池供电时间一般应不少于4h)。若供电比较薄弱则应配备柴油发电机, 不允许采用站直流系统经逆变给通信设备供电。

6) 直埋敷设的通信电缆/光缆处应间隔一定距离设置安全警示或提示标志, 以防止外力破坏。

7) 通信设备(含电源设备)的防雷和过电压能力应满足《电力系统通信站过电压防护规程》(DL/T 548-2012)的要求; 通信设备的工作接地和保护接地, 应可靠接在风力发电场的接地网上; 电力调度机构和变电站的通信光缆或电缆应全线穿管敷设, 并尽可能采用不同路由的电缆进入通信机房和主控室; 通信电缆沟应与一次动力电缆沟相分离, 如不具备条件, 应采取电缆沟内部分隔等措施进行有效隔离。

#### 6.2.7.4 防直流和 UPS 系统故障

1) 下一步设计中应对直流操作保护电源, 交流不停电电源的蓄电池容量和电池组数进行核算, 确保蓄电池容量满足要求。

2) 直流系统的蓄电池、充电装置、直流屏(柜)、接线方式等的设计配置应符合《电力工程直流电源系统设计技术规程》(DL/T5044-2014)的要求, 且保护、控制和信号回路应采用独立的辐射型供电方式。

3) 加强直流系统的防火工作。直流系统的电缆应采用阻燃电缆; 蓄

电池电缆应采用耐燃或阻燃电缆；两组蓄电池的电缆应分别铺设在各自独立的通道内，尽量避免与交流电缆并排敷设；在穿越电缆竖井时，两组蓄电池电缆应加穿金属套管。

4) 对新安装的蓄电池进行容量校核；浮充电运行的蓄电池组，除制造厂有特殊规定外，应采用恒压方式进行浮充电。浮充电时，严格控制单体电池的浮充电压上、下限，防止蓄电池充电电压过高或过低。安装调试完后应进行交接充放电试验，确切掌握蓄电池的容量。拟建项目蓄电池采用阀控式蓄电池，新安装或大修后应进行全核对性放电试验，以后每隔2~3年进行一次全核对性试验，运行了6年以后，应每年作一次全核对性放电试验。

5) 应定期对充电、浮充电装置进行全面检查，校验其稳压、稳流精度和纹波系数，对不符合要求的，应及时进行调整，以满足要求。

6) 为防止事故情况下蓄电池组总熔断器无选择性熔断，该熔断器与分熔断器之间，应保证3~4级级差。

#### 6.2.7.5 防二次安全防护系统失效

为防范黑客及恶意代码等对电力二次系统的攻击侵害及由此引发电力系统事故，建立电力二次系统安全防护体系，保障电力系统的安全稳定运行，本报告建议主要从技术和管理两个方面采取以下安全防范措施：

1) 电力调度数据网应当在专用通道上使用独立的网络设备组网，在物理层面上实现与电力企业其它数据网及外部公共信息网的安全隔离。

2) 在生产控制大区与管理信息大区之间必须设置经国家指定部门检测认证的电力专用横向单向安全隔离装置。

3) 在生产控制大区与广域网的纵向交接处应当设置经过国家指定部门检测认证的电力专用纵向加密认证装置或者加密认证网关及相应设施。

4) 安全区边界应当采取必要的安全防护措施，禁止任何穿越生产控制大区和管理信息大区之间边界的通用网络服务。

- 5) 应当按照“谁主管谁负责，谁运营谁负责”的原则，建立健全电力二次系统安全管理制度，将电力二次系统安全防护工作及其信息报送纳入日常安全生产管理体系，落实分级负责的责任制。
  - 6) 建立电力二次系统安全评估制度，采取以自评估为主、联合评估为辅的方式，将电力二次系统安全评估纳入电力系统安全评价体系。对生产控制大区安全评估的所有记录、数据、结果等，应按国家有关要求做好保密工作。
  - 7) 建立健全电力二次系统安全的联合防护和应急机制，制定应急预案。电力调度机构负责统一指挥调度范围内的电力二次系统安全应急处理。
  - 8) 电力二次系统相关设备及系统的开发单位、供应商应以合同条款或保密协议的方式保证其所提供的设备及系统符合有关规定，并在设备及系统的生命周期内对此负责。电力二次系统专用安全产品的开发单位、使用单位及供应商，应当按国家有关要求做好保密工作，禁止关键技术设备的扩散。
  - 9) 电力二次系统应有专人负责、严密监控、健全运行日志、保留数据备份等措施。此外，对于外购的安全产品要慎用，严防将有安全隐患的产品装入系统。
  - 10) 制定电力网络信息系统安全事故应急预案，并定期演练及修订。
- ### 6.2.8 消防单元安全对策措施
- 1) 消防应急照明灯具和灯光疏散指示标志的备用电源的连续供电时间不应少于 30min。
  - 2) 消防用电设备应采用专用的供电回路，当生产、生活用电被切断时，应仍能保证消防用电。其配电设备应有明显标志。
  - 3) 主控室、继电保护室、配电装置室、蓄电池室和建筑疏散通道应设置应急照明。
  - 4) 电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口处、电缆接头

处、主控制室与电缆夹层之间以及长度超过 100m 的电缆沟，均应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃或分隔措施。

5) 凡穿越墙壁、楼板和电缆沟道而进入控制室、电缆夹层、控制柜及仪表盘、保护盘等处的电缆孔、洞、竖井的电缆入口处必须用防火堵料严密封堵。发电厂的电缆沿一定长度可涂以耐火涂料或其他阻燃物质。靠近充油设备的电缆沟，应设有防火延燃措施，盖板应封堵。

6) 风力发电机、电气楼配电间等现场应按照规范要求配置灭火器材，灭火器应设置在明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。灭火器应设置稳固，其铭牌必须朝外。

7) 变电站的消防供电应符合下列规定：

(1) 火灾探测报警与灭火系统、应急照明应按 II 类负荷供电。

(2) 消防用电设备采用双电源或双回路供电时，应在最末一级配电箱处自动切换。

(3) 消防用电设备应采用单独的供电回路，当发生火灾切断生产、生活用电时，仍应保证消防用电，其配电设备应设置明显标志。

8) 业主在风电机组招标采购时，应选购风电机组消防设施满足防火要求的厂家。

9) 建议将机舱做一个防火分区，塔筒按平台自然划分成若干个防火分区，各分区之间的联通孔洞、通道、爬梯口和电缆井等，配置监测预警装置及自动消防系统，并分别配置相应的消防器材，如手提式干粉灭火器。

10) 建议在风机机舱内配置高空自救逃生装置。

11) 风电场防火有双向性，设计和运行时应考虑到一方面是周边火灾对风电场设施设备的危害，另一方面是设备、设施发生火灾对周围环境的影响。

12) 检修维护需动火作业时应做好现场的防火工作，配备必要的消防器材，如干粉灭火器、CO<sub>2</sub> 灭火器等，保证现场消防通道畅通无阻。

现场严禁吸烟，应设立禁烟区标志。用电焊机等设备时，要带好防护眼镜，周围严禁火种或可燃物，防止火花飞溅，防止火灾发生。每次动火作业结束后及时关闭氧气、乙炔阀门或电源。

13) 拟建项目直流电缆、控制电缆等重要电缆应选用阻燃或耐火电缆。

14) 应建立健全防火组织，风电场场长任防火安全第一责任人，分管领导为直接负责人，分工明确，责任到位。建立防火指挥部，消防安全领导小组，编制防火安全应急预案，对可能引发的火情隐患进行有效监管；建立防火档案，确定消防安全重点部位，设置防火标志，实行严格管理；实行每日防火巡查，并建立巡查记录；对职工进行消防安全培训；制定灭火和应急疏散预案，定期组织消防演练。

15) 加强宣传力度，提高防火安全意识。定期或不定期张贴防火标语，悬挂横幅和防火警示旗。在群众中树立防火意识，真正做到家喻户晓，人人皆知。

### 6.2.9 并网安全方面安全对策措施

1) 风电场必须在任何运行方式下，升压变高压侧（并网点）保证整个风电场的功率因数在-0.97~+0.97范围内快速连续可调的能力。

2) 风电机组的主控定值应与低电压穿越功能相配合，低电压保护、过电压保护和频率保护等应与电网保护协调，充分发挥在运风电机组所具有的抵御扰动的能力。

3) 加强风电场无功补偿装置运行管理，投入SVG等动态无功补偿设备的自动调整功能，并确保发生故障时电容器支路和电抗器能正确投切。

4) 风电场应严格按照电气设备交接验收试验规程，加强电气设备交接试验和投产验收。防止电力电缆终端头和电压互感器等设备故障发生，加强设备带电检测和状态评估分析，加强大负荷运行情况下电力电缆终端，非直埋式电缆中间接头和交叉互联箱等设备红外热像检测、电缆金属护套环流和接地电流检测以及超声速、高频、超高频局部放电检测分

析, 及时发现和消除设备缺陷和隐患, 提高设备运行监测和状态管理水平, 保证电网的电能质量和安全。

5) 在正常工作状态下, 机组功率输出与理论值的偏差不超过 10%; 当风速大于额定风速时, 持续 10min 功率输出应不超过额定值的 115%; 瞬时功率输出应不超过额定值的 135%。

6) 涉网二次系统及设备定值应报电力调度机构审核和备案。

7) 风电场风电机组电压适应性、频率适应性、并网点电压波动和闪变、谐波、三相电压不平衡等背景电能质量指标满足国家标准要求时, 风电机组应能正常运行。

8) 汇集线系统应采用经电阻或消弧线圈接地方式, 不应采用不接地或经消弧柜接地方式。经电阻接地的汇集线系统发生单相接地故障时, 应能通过相应保护快速切除, 同时应兼顾机组运行电压适应性要求。经消弧线圈接地的汇集线系统发生单相接地故障时, 应能可靠选线, 快速切除。汇集线保护快速段定值应对线路末端故障有灵敏度。汇集线系统中的母线应配置母差保护。

9) 汇集线系统的母线 PT 开关柜内应装设一次消谐装置。

10) 风电场应配置风电场监控系统, 实现在线动态调节全场运行机组的有功/无功功率和场内无功补偿装置的投入容量, 并具备接受电网调度部门远程自动控制的功能。

11) 风电场应配备全站统一的卫星时钟设备和网络授时设备, 对场内各种系统和设备的时钟进行统一校正。

12) 并网运行风电场与调度之间应保持可靠的通信联系。

13) 风机应选用有低电压穿越能力的机型, 风电场应委托有资质的检测机构进行风电机组低电压穿越能力测试, 全面梳理风电场和机组低电压穿越能力, 并上报相关调度机构。对于低电压穿越能力不合格的风电机组, 在技术可行的前提下, 风电场应制定切实可行的整改计划。

## 6. 2. 10 交通方面安全对策措施

- 1) 进行线路选择时, 路基面宽度、弯道转弯半径、桥梁净空高度等必须满足风力发电机组、主变等大型设备的运输的通行要求。
- 2) 运输车辆必须经过相关部门的检验合格, 不得使用有故障的车辆运输。
- 3) 驾驶员必须经过有关部门培训并取得相应车辆驾驶资格, 严禁违章驾驶。
- 4) 严格按照规定运输, 严禁超长、超重运输。
- 5) 运输大件应符合交通规则规定, 悬挂明显标志; 塔筒、风机叶片应由具备相应等级的电力大件运输资质的承运企业负责运输; 根据拟建项目特点确定塔筒、风机叶片等电力大件运输的路线选择、方案确定、作业方法、资源配置, 安全保证方案, 确保运输安全。
- 6) 风电场应重视并加强风电场内检修道路两侧沿线的排水及护坡设计。
- 7) 场内道路路基在暴雨或冰冻天气严重损毁后, 应及时安排维护。

## 6.2.11 其它

- 1) 停机、自检、启动、并网运行、制动过程中, 液压系统的动作应及时、准确。
- 2) 新安装风电机在正式启动前应做以下工作: 测量绝缘, 做好记录; 相序校核, 测量电压值和电压平衡性; 应用力矩扳手将所有螺栓拧紧到标准力矩值; 按照设备技术要求进行超速试验、飞车试验、振动试验, 正常停机试验及安全检查, 事故停机试验; 通过现场验收, 具备并网运行条件; 填写风电机安装报告。
- 3) 在进行超速和飞车试验时, 风速不能超过规定数值。试验之后应将风电机参数值调整到额定值。
- 4) 所有风电机试验, 应有两名以上工作人员参加。
- 5) 风电机调试期间, 应在控制盘、远程控制系统操作盘处挂禁止操作牌。

- 6) 风力发电机正常运行的功率因数, 应保持在规定范围内, 以保证足够的动态无功储备。
- 7) 正常运行时, 投入合理数量的并联电容器补偿, 以保证发电机在电网中发挥动态无功功率储备, 减小系统扰动的影响。
- 8) 当无功电源和电压控制设施无法满足运行需要时, 必须限制输电线路的传输功率。
- 9) 运行前风电机组断路器出线侧相序必须与并联电网相序一致, 电压标称值相等, 三相电压平衡。
- 10) 运行前调向系统处于正常状态, 风速仪和风向标处于正常运行状态。
- 11) 运行前制动和控制系统液压装置的油压和油位应在规定范围内。齿轮箱油位和油温应在正常范围内。
- 12) 运行前各项保护装置均在正确位置, 且保护值均与批准设定的值相符。
- 13) 工艺运行前控制计算机显示处于正常运行状态。
- 14) 手动启动前叶轮上应无结冰现象。
- 15) 外来参观人员不得操作风力发电机组, 实习人员不得独立操作风力发电机组。
- 16) 在有雷雨天气时不要停留在风力发电机内或靠近风力发电机组。雷击过后至少一小时才可以接近风力发电机组; 在空气潮湿时, 风力发电机组叶片有时因受潮而发出杂音, 这时不要接近风力发电机组, 以防止感应电。
- 17) 风力发电机组应设有“雷雨天气, 请勿靠近”的警示牌;
- 18) 维护风力发电机组时应该打开塔架及机舱内的照明灯具, 保证工作现场有足够的明亮度。
- 19) 在登塔工作前必须手动停机, 并把维护开关置于维护状态, 将远程控制屏蔽。

- 20) 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里，确保工具包无破损。在攀登时把工具包挂在安全带上或者背在身上，切记避免在攀登时掉下任何物品。
- 21) 在攀登塔架时，不要过急，应平稳攀登，若中途体力不支可在中间平台休息后继续攀登，遇有身体不适、登高作业禁忌症、情绪异常者不得登塔作业。
- 22) 在通过每一层平台后，应将层平台盖板盖上，尽量减少工具跌落伤人的可能性。
- 23) 在机舱内工作时禁止吸烟，在工作结束之后要认真清理工作现场，不允许遗留弃物。
- 24) 若机舱内某些工作确需短时开机时，工作人员应远离转动部分并放好工具包，同时应保证急停按钮在维护人员的控制范围内。
- 25) 检查维护液压系统时，应使用护目镜和防护手套。检查液压回路前必须开启泄压手阀，保证回路内已无压力。
- 26) 在手动偏航时，工作人员要与偏航电动机、偏航齿圈保持一定的距离，使用的工具、工作人员身体均要远离旋转和移动的部件。
- 27) 在风力发电机组风轮上工作时需将风轮锁定。
- 28) 在风力发电机组起动前，应确保机组已处于正常状态，工作人员已全部离开机舱回到地面。
- 29) 如果发现风力发电机组风轮结冰，要使风力发电机组立刻停机，待冰融化后再开机，同时不要靠近风力发电机组。
- 30) 露天的扶梯踏板采用深花纹的防滑钢板，在寒冷、下雪、结冰的天气条件下，登扶梯前先采取除冰、除雪措施，防止工作人员滑倒受伤。
- 31) 风机箱变应按要求上锁，并设置警示标志。
- 32) 在有限空间进行油漆工作应强力通风，符合安全要求和消防规

定方可工作。生活消防水箱清泥、下水道清淤工作，每次进入前要先测定氧气、有害气体浓度，符合安全要求方可进行，作业时要有专人监护。

33) 有限空间作业。应建立安全生产制度和规程，并对从事有限空间作业的现场负责人、监护人员、作业人员、应急救援人员进行专项安全培训；实施有限空间作业前，应当对作业环境进行评估，分析存在的危险有害因素，提出消除、控制危害的措施，制定有限空间作业方案，经本企业负责人批准。

34) 特种设备应办理登记使用证，特种设备应定期检定。特种设备作业人员必须取得特种作业许可证后方可上岗操作。

35) 起重吊装作业应遵守按《特种设备安全监察条例》、《起重机械安全规程》、《起重机械吊具与索具安全规程》等安全操作规程的规定，如不准将起吊重物长期悬挂于空中，有重物暂时悬在空中时，严禁驾驶员离开驾驶室或做其它工作；物体应捆扎牢固；应认真核实起重机械的最大起重重量，严禁超载。重物起吊后，严禁人员在起重作业路线下活动。安排好起吊前的监护、指挥，避免失去监护、多头指挥。

36) 建议下阶段设计施工中采取有效措施，对包括接地装置在内的砼基础、钢构架进行有效防护。

## 6.3 安全管理对策措施

### 6.3.1 安全生产管理机构和安全生产管理人员

根据生产和经营需要，结合现代化风电场运行特点，遵循精干、统一、高效的原则，对运营机构的设置实施企业管理。结合该风电场具体情况，运营期间各类管理人员不少于 7 人。

### 6.3.2 安全生产培训

1) 该公司主要负责人（法定代表人、公司经理和场长）和安全生产管理人员必须具备与本单位所从事的生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力。（《中华人民共和国安全生产法》第二十四条规定）。

2) 电工作业、焊接作业、高处作业的人员属于特种作业人员，应当接受与其所从事的特种作业相应的安全技术理论培训和实际操作培训，取得特种作业操作证。

3) 工作票签发人、工作负责人、工作许可人应进行培训，经考试合格后，风电场以正式文件公布有资格担任工作票签发人、工作负责人、工作许可人的人员名单。

4) 风电场有权接受调度指令的人员（每值至少一人）应经电网调度部门培训取证。

5) 工作人员每年应定期进行安全教育培训，持证上岗。

6) 新入场的生产人员（含实习、代培人员），必须经场、车间和班组三级安全教育，经考试合格后方可进入生产现场工作。对转岗、复工人员应参照新职工的办法进行培训和考试。

7) 对相关方及外来参观人员应进行相关安全教育。

### 6.3.3 安全生产责任制和安全管理制度

1) 建立主要负责人（场长）、各部门、各岗位的安全生产责任制，做到各司其职，各负其责，密切配合，共同搞好安全生产。主要负责人是风电场安全第一责任人，对本风电场的安全生产工作全面负责。

2) 制定各项安全管理制度。

3) 制定操作规程，包括岗位安全操作规程、运行规程、检修规程等。

### 6.3.4 安全生产投入

参照《企业安全生产费用提取和使用管理办法》（财资[2022]136号）规定，风电场应明确安全生产费用使用范围，制定安全生产费用提取标准，并建立安全生产费用的管理制度，保证该风电场安全生产投入的有效实施。详见本报告的第8章。

### 6.3.5 危险作业安全

风电场动火作业、受限空间作业、吊装作业、临时用电作业、高处作业、动土作业、设备检修作业等危险性作业，采取相关安全措施。

### 1) 生产现场管理和生产过程控制

#### (1) 建立生产作业与设备检修作业之间的安全交接制度

生产操作必须严格执行有关操作规程，遇正常或紧急停车应按安全技术操作规程进行。设备检修应履行停工工作票制度，按检修工作票内容详细检查，做好操作人员和检修人员的交接，确认无误方可作业，以保证检修人员的人身安全。

(2) 建立健全各种安全管理台帐，例如《安全活动台帐》、《事故分析台帐》、《安全教育培训台帐》、《特种作业人员管理台帐》、《安全检查台帐》、《事故隐患登记与整改台帐》、《安全技术措施计划台帐》、《安全装置管理台帐》、《劳动保护用品管理台帐》、《防暑用品发放台帐》、《防寒用品发放台帐》、《职工体检管理台帐》、《安全奖惩台帐》等。

(3) 设备检修作业，建立各种安全作业票证制度，坚决做到不办理工作票不进行设备检修作业，应严格执行两票（工作票、操作票）、三制（交接班制、巡回检查制、设备定期试验轮换制）和设备缺陷管理等制度；施工作业必须严格执行安全施工作业票和安全交底制度

### 2) 作业行为管理

对动火作业、受限空间内作业、临时用电作业、高处作业等危险性较高的作业活动实施作业许可管理，严格履行审批手续。作业许可证应包含危害因素分析和安全措施等内容。

进行吊装等危险作业时，应当安排专人进行现场安全管理，确保安全规程的遵守和安全措施的落实。

## 6.3.6 隐患排查和治理

建议风电企业要建立隐患排查治理工作常态机制，定期开展风电机组、集电系统、变电设备和无功补偿装置等电气设备的隐患排查治理工作，对于低电压穿越能力、继电保护及安全自动装置、无功配置和调节性能不满足电网安全稳定运行要求的，应制定专项整治计划，及时落实

整改。

### 1) 隐患的排查

制定隐患排查治理方案，明确排查的目的、范围和排查方法，落实责任人，结合安全检查、安全性评价工作，积极开展隐患排查工作。对排查出的隐患要确定等级并登记建档。

### 2) 隐患的治理

对排查出的隐患要及时进行整改。短时间内无法消除的隐患要制定整改措施、确定责任人、落实资金、明确时限和编制预案，做到安全措施到位、安全保障到位、强制执行到位、责任落实到位。

### 3) 隐患的上报

加强重大安全隐患监控，在治理前要采取有效控制措施，制定相应应急预案，并及时上报。

## 6.3.7 应急管理

应急救援管理应包括：应急机构和队伍，应急预案，应急设施、装备、物资和应急演练四个部分。

建议根据《生产经营单位安全生产事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）、《电力企业应急预案管理办法》（国能安全【2014】508号）等文件的要求，风电企业要加强应急管理，完善应急预案体系，重点编制自然灾害、火灾、人身伤亡、风机大规模脱网等专项应急预案和现场处置方案，并按照相关规定强化应急预案管理，开展应急演练。风电企业要强化应急队伍建设，做好应急物质储备工作，及时掌握设备健康状态。

## 6.3.8 事故报告

### 1) 事故报告

企业负责人接到报告后，应当立即向国务院电力监管机构设在当地的派出机构（以下称事故发生地电力监管机构）、县级以上人民政府应急管理部门报告；

电力企业及其有关人员不得迟报、漏报或者瞒报、谎报事故情况。

## 2) 事故调查和处理

未造成供电用户停电的一般事故，风电场接受电力监管机构进行事故调查处理。风电场应当对本单位负有事故责任的人员进行处理。

风电场和有关人员应当认真吸取事故教训，落实事故防范和整改措施，防止事故再次发生。

## 6.3.9 安全生产标准化

建设单位应按照《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》国发〔2010〕23号、《关于深入开展电力安全生产标准化工作的指导意见》电监安全〔2011〕21号及《企业安全生产标准化基本规范》(GB/T 33000-2016)的要求，结合自身特点，建立并保持安全生产标准化系统。

企业安全生产标准化遵循“安全第一、预防为主、综合治理”的方针，以隐患排查治理为基础，采用“策划、实施、检查、改进”动态循环的模式，通过自我检查，自我纠正和自我完善，建立安全绩效持续改进的安全生产长效机制。

企业安全生产标准化在自主评定的基础上，委托具有相应资质的机构进行外部评审定级，并申请电力监管机构对评审定级进行监督管理。

## 6.4 施工期间的安全对策措施

### 6.4.1 施工总平面布置安全对策措施

1) 项目前期应精心准备，充分做好工程设计、招标投标、征地等各阶段的准备工作。现场施工总体规划布置应遵循合理使用场地、有利施工、便于管理等基本原则。分区布置，应满足防洪、防火等安全要求。

2) 混凝土、砂石料等辅助生产系统应单独布置、基础稳固，设置处理废水、粉尘等污染的设施，应减少生产性噪声对施工临时生活区、公共区的干扰。

3) 施工临时道路布置应严格按照设计执行，并在急弯等危险路段及叉路口设置相应的警示标志，路面应维护和保养并做好排水设施。

4) 施工现场工作面、固定生产设备及设施等应设置人行通道，通道无障碍物、设防滑措施和护栏，其宽度不小于0.6m，并在危险地段设置警示标志和警戒线。

5) 施工场所应符合施工现场的一般规定：施工总平面布置应符合国家防火、工业卫生等有关规定；施工现场排水设施应全面规划，以保证施工期场地排水需要，以免污染环境；施工场所应做到清洁、规整。垃圾，废料应及时清除，做到“工完、料尽、场地清”，坚持文明施工。在高处清扫的垃圾和废料，不得向下抛掷，进入施工现场的人员必须正确佩戴安全帽，严禁酒后进入施工现场。

6) 鉴于塔架、风机机组、叶片吊装除了受凝冻天气的影响，还受风速的制约，工期对施工安全也会产生一定影响。因此，应合理确定施工总工期，应合理安排施工总工期及各分项施工进度。

7) 由于拟建项目所在地主要为林地，在土方开挖前应妥善保护植被，作好水土保持和基坑防护，防止泥石流、滑坡等自然灾害发生。

8) 在工程建设中，应尽量保持原始地貌及植被，防止大挖大填及水土流失。风机场地整平后要确保风机基础与边坡坡顶保持一定的安全距离，并视情况采取必要的边坡治理措施，以保证风机基础的稳定性。场地平整及道路修建时将产生大量开挖土石方，建议将开挖土石方堆放至风机基础稳定范围以外区域，禁止将其不经处理随意堆放至风机基础附近边坡上，对于回填土应对其进行分层密实，压实系数不小于0.94。场地平整及道路修建后将出现高度不等人工边坡，应根据坡高的不同对边坡采取相应处理措施，保证边坡的稳定。

#### **6.4.2 起重、运输作业安全对策措施**

1) 根据预先危险分析结果，拟建项目施工过程设备吊装起重伤害潜在事故危险等级为III级，应高度重视。在吊装前应制定预防措施，作业前制定施工组织设计，认真检查所需的一切工具设备，参与作业的人员应掌握本专业及本岗位生产技能并取得特种作业人员上岗证，并指定一

人负责指挥；正式起吊前应试吊，确认可靠后方可正式起吊。

2) 设备吊装除应严格遵守相关技术规程外，起重作业过程还应严格执行“十不吊”。起重作业应符合起重工作的一般规定：起重作业的指挥和操作人员必须由专业人员担任，起重设备在使用前应对其安全装置进行检查，保证其灵敏有效；起重机吊运重物时一般应走吊运通道；不明重量、埋在地下的不明物料不得起吊；禁止重物在空中长时间停留；风力五级及五级以上时，不得进行起重作业；大风、大雾、雷雨等恶劣天气或照明不足导致信号不明时，不得进行起重作业。

3) 在大风天气情况下施工，应加强设备吊装过程起重伤害事故、防止施工用电电缆或电气设备短路和火灾事故、临时建筑物坍塌事故。吊车安装施工过程应加强施工组织和现场操作管理。重大件应避免冬季凝冻期运输吊装。

4) 所有吊具调整应在地面进行。在吊绳被拉紧时，不得用手接触起吊部位，以免碰伤。

5) 施工过程中工程运输量大，周围道路交通繁忙，施工单位应充分考虑运输对施工进度和安全的影响，设置安全标志，合理安排工作时间和工作任务。

6) 特种作业人员必须经过专业机构的培训，考试合格后，取得应急管理等部门颁发的特种作业上岗操作证后方可上岗作业。

7) 拟建项目主吊设备拟采用 750t 履带式起重机，施工中应清除干净表面松散土层，使起吊设备着力点稳固，基础稳定，避免大型起吊设备倾翻事故。

#### **6.4.3 防机械伤害安全对策措施**

1) 各种机械设备应定期进行检查，发现问题及时解决，机械设备在使用时严格遵守操作规程操作，尽量减少误操作以防止机械伤害的发生，另外，各种机械设备的安全防护装置应做到灵敏有效。

2) 2 台吊车同一地点起吊同一重物对接近部位安全距离不得小于

2m。

3) 地基与塔架接触面的水平度不大于1mm, 塔架中心线的垂直度不大于1‰的塔架高度。

#### 6.4.4 高处作业安全对策措施

1) 根据预先危险性分析结果, 拟建项目施工过程高处坠落潜在事故危险等级为Ⅱ级, 应予以重视。参与作业的人员应掌握本专业及本岗位生产技能并取得特种作业人员上岗证, 并满足人员选择其它要求; 作业前应检查防护设施的可靠性、排除或隔离对施工有隐患的因素。

2) 风速为5级及以上时不宜安排登高作业。高处作业除应严格遵守相关技术规程外, 登高作业过程还应严格执行“十不登高”。

3) 高处作业人员应进行体格检查, 体检合格者方可从事高处作业, 高处作业平台、走道、斜道等应装设防护栏杆和设防护立网: 高处作业使用的脚手架, 梯子及安全防护网应符合相应规定, 在恶劣天气时应停止室外高处作业, 高处作业必须系好安全带, 安全带应挂在上方的牢固可靠处。高处作业严禁高处抛物。

4) 制定切实可行的防风措施, 按时收听天气预报, 遇大风雷雨天气, 应停止高处作业。

5) 拟建项目高温和紫外线辐射等对高处作业人员影响较大, 高处作业人员心理、生理条件应满足拟建项目工作性质要求。

6) 从事高处作业时, 作业人员应系安全带。高处作业的应设置警戒线或隔离防护棚等安全措施。

7) 在塔筒、机舱等处作业时, 应有专人监护, 并有与地面联系信号或可靠的通信装置。

8) 进行三级、特级、悬空高处作业时, 应事先制定专项安全技术措施, 施工前应向所有施工人员进行技术交底, 开展危险点分析。

#### 6.4.5 防坍塌安全对策措施

1) 拟建项目风机场地采用天然地基, 在建筑物的基础和边坡的设计

及施工中应当加强截（排）水的防护措施，并应防止基坑被水浸泡。场地平整及道路修建时将产生大量开挖土石方，建议将开挖土石方堆放至风机基础稳定范围以外区域，禁止将其不经处理随意堆放至风机基础附近边坡上，对于回填土应对其进行分层密实，压实系数不小于 0.94。

2) 拟建项目场地平整及道路修建后将出现高度不等人工边坡，包括填方边坡和挖方边坡。应根据不同的边坡采取相应的边坡稳定处理措施，按不同的边坡高度及岩土性状进行稳定验算确定坡率。当放坡处理困难时，应对边坡进行支护处理，处理方法可采用挡土墙、土工格栅法及锚喷支护等，并做好截水、排水工作，同时应注意场地的水土保持，保持原有地貌并增加植被，防止因暴雨冲刷、大挖大填以及破坏植被等人为活动造成的水土流失及次生地质灾害发生。

3) 建设单位在建筑物建设期间应采取隐蔽工程质量把关分段验收和基础沉降观测的措施，并严格监理。

4) 雨季施工重点要做好防塌。应做好场地施工排水和防洪；设备防雨遮盖，并做好接地工作；基础开挖，防止灌水；对正在浇筑的混凝土应做好防护，防止雨水冲刷影响混凝土质量；对塔式工况下的履带式起重机，应做好防大风、防倾覆、防滑移的措施。

#### 6.4.6 防触电安全对策措施

1) 施工用电的布设应按已批准的施工组织设计进行，并符合当地供电局的有关规定，不得任意接线，施工用电设施竣工后应经过验收合格后方可投入使用。施工用电应明确管理机构并由专业班组负责运行及维护；严禁非电工拆装施工用电设施：施工用电投入使用前，应制定运行、维护、使用、检修等管理制度。施工现场临时用电应符合《施工现场临时用电安全技术规范》（JGJ46-2005）要求。

2) 使用手持式电动工具应执行《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》（GB/T3787-2017）规定。

3) 移动式电动工具及其开关板（箱）的电源线必须采用铜芯橡皮绝

缘护套或铜芯聚氯乙烯绝缘护套软线。

- 4) 移动式电动工具的电源线引线长度一般不应超过 5m。
- 5) 移动式配电箱、开关箱，应安装在固定支架上，并有防潮、防雨、防晒措施。
- 6) 手持式或移动式电动工具的临时电源，应使用装设有剩余电流动作保护装置的放线盘。手持式或移动式电动工具，宜采用绝缘等级为Ⅱ类的双重绝缘工具。容易发生触电事故的场所应安装剩余电流动作保护装置，如生产现场的检修电源、绝缘等级为Ⅰ类的移动式电气设备及手持式电动工具的电源等。

#### **6.4.7 防火安全对策措施**

施工期做好现场的防火工作，配备必要的消防器材，如干粉灭火器、CO<sub>2</sub>灭火器等，保证施工现场消防通道畅通无阻。现场严禁吸烟，应设立禁烟区标志。非火警严禁动用或拆除现场消防器材。用电焊机等设备时，要带好防护眼镜，周围严禁火种或可燃物，防止火花飞溅，防止火灾发生。每次动火作业结束后及时关闭氧气、乙炔阀门或电源。

#### **6.4.8 防爆炸安全对策措施**

1) 氧气、乙炔瓶搬运时要装上安全帽、防震圈，要轻装、轻卸，严禁抛扔、滚碰，运输工具应有安全标识，夏季应有遮阳设施，严禁烟火，不得与易燃、易爆物一起运输。

2) 氧气、乙炔气瓶使用时离明火距离不得小于 10m，充满的气瓶不得在阳光下曝晒，冬季使用时如发现瓶阀冻结，严禁用明火烤，应用开水解冻；使用中立放时应有防倾倒措施，严禁敲打、碰撞，瓶内气体不得用尽，必须留有 0.05MPa 的剩余压力，启闭阀门要缓慢。

#### **6.4.9 施工电源安全对策措施**

1) 施工电源设施的管理、维护及接引电源工作，必须具有电气工作人员资格或持有电工证的人员担任。严禁非电气专业人员拆、装施工用电设施。

- 2) 拆接电源工作，必须有监护人方可进行。严禁临时工、实习生、培训生拆接临时电源线。
- 3) 施工用电设施安装完毕后，应由专业班组或指定专人负责运行及维护，定期进行巡视检查，发现问题应及时处理。
- 4) 施工电源使用完毕后，应联系运行管理部门及时拆除。
- 5) 移动柴油发电机应指定专人负责，并按相关要求进行定期测试合格后方可使用。

## 7 事故应急救援预案 编制原则及框架要求

### 7.1 事故应急预案的定义及总体目标

事故应急预案针是对可能发生的事故，为迅速、有序地开展应急行动而预先制定的行动方案。

编制事故应急预案的目的是为了规范安全生产事故灾难的应急管理、和应急响应程序，及时有效地实施应急救援工作，最大程度地减少人员伤亡、财产损失，维护人民群众的生命安全和社会稳定。

应急救援预案的总目标是：

1) 将紧急事件局部化，如可能并予以消除。  
2) 尽量缩小造成的人员伤亡和财产损失以及对环境产生的不利影响。消除事故一定要求操作人员和工厂紧急事件人员迅速行动，并使用消防设备、紧急关闭阀门等。

减低事故后果包括营救、急救、疏散和恢复正常生产，并立即通知附近居民。

### 7.2 应急预案编制要求和依据

工程建设单位应根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国突发事件应对法》、《生产安全事故应急预案管理办法》和《生产安全事故应急管理条例》并按照国务院安全生产委员会《关于加强安全生产事故应急预案监督管理工作的通知》要求，编制安全生产事故应急预案，报项目所在地应急管理部门及电力监管部门备案，并对预案进行定期演练和改进。应急预案必须经制定单位组织论证和审查，并经实施应急预案有关单位认可，由制定单位发布，印送与应急预案实施有关的单位。

应急预案的基本要求为：

1) 具体描述可能发生的意外事故和紧急情况及其后果。

- 2) 确定应急期间负责人及所有人员的职责。
- 3) 确定应急期间起特殊作用人员（消防员、急救人员等）的职责、权限和义务。
- 4) 规定疏散程序。
- 5) 确定危险品的识别和位置及其处置的应急措施。
- 6) 建立与外部应急机构的联系（消防部门、医院等）。
- 7) 定期与安全生产监督管理部门、公安部门、保险机构及相邻企业进行交流。
- 8) 做好重要记录和设备的保护（如装置布置图、危险物质数据、联络电话号码等）。

事故一旦发生，应急预案就是救援行动的指南。为确保应急行动的准确性，要根据企业事故潜在的危险和现有诸方面救援力量的实际情况制定预案。预案一定要结合实际情况认真细致地考虑各项影响因素，并经演练的实践考验，不断补充、修正完善。

### 7.3 应急预案编制程序

应急预案的编制过程可分为如下 6 个步骤：

- 1) 成立应急预案编制工作组。
- 2) 资料收集。
- 3) 风险评估。
- 4) 应急能力评估。
- 5) 编制应急预案。
- 6) 应急预案评审。

### 7.4 应急预案体系的构成及其主要内容

按照《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020），生产经营单位应急预案分为综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案。生产经营单位应根据有关法律、法规和相关

标准，结合本单位组织管理体系、生产规模和可能发生的事故特点，科学合理确立本单位的应急预案体系，并注意与其他类别应急预案相衔接。

综合应急预案应包括以下几个方面的内容：

- 1) 总则。
- 2) 应急组织机构及职责。
- 3) 应急响应。
- 4) 后期处置。
- 5) 应急保障。

专项应急预案主要内容为：

- 1) 适用范围。
- 2) 应急组织机构及职责。
- 3) 应急响应。
- 4) 处置措施。
- 5) 应急保障。

现场处置方案主要内容为：

- 1) 事故风险描述。
- 2) 应急工作职责。
- 3) 应急处置。
- 4) 注意事项。

## 7.5 拟建项目应编制的主要事故应急预案

根据电力企业生产特点、危险因素及全国同类型风力发电场事故资料，分析拟建项目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。确定需要编制专项应急救援预案的重特大事故类型。建议风电场编制以下综合应急预案、重特大事故专项应急救援预案及现场处置方案：

### 7.5.1 风电场安全生产综合事故应急预案

## 7.5.2 专项应急预案

### (一) 自然灾害类

- 1 防台风、防汛、防强对流天气应急预案
- 2 防雷雨大风或冰雹天气应急预案
- 3 防大雾天气应急预案
- 4 防低温雨雪冰冻天气应急预案
- 5 防地震灾害应急预案
- 6 防地质灾害专项预案
- 7 防山火灾害应急预案

### (二) 事故灾难类

- 8 大型施工机械事故应急预案
- 9 人身伤亡事故应急预案
- 10 交通事故应急预案
- 11 火灾事故应急预案
- 12 触电事故应急预案
- 13 电力设备事故应急预案
- 14 电力网络信息系统安全事故发生应急预案
- 15 全站停电事故应急预案
- 16 生产调度通信中断事件应急预案
- 17 风电场风机倒塔事故应急预案
- 18 风机叶片折断事故应急预案

### (三) 公共卫生事件类

- 19 传染病疫情事件应急预案
- 20 群体性不明原因疾病事件应急预案

### (四) 社会安全事件类

- 21 群体性突发社会安全事件应急预案
- 22 突发新闻媒体事件应急预案

## 23 反恐怖袭击应急预案

### 7.5.3 现场处置方案目录

#### 人身事故类

- 1) 高处坠落伤亡事故处置方案
- 2) 机械伤害伤亡事故处置方案
- 3) 物体打击伤亡事故处置方案
- 4) 触电伤亡事故处置方案
- 5) 火灾伤亡事故处置方案

#### 设备事故类

- 1) 风机飞车事故处置方案
- 2) 厂用电中断事故处置方案
- 3) 倒杆、倒塔、折塔事故处置方案
- 4) 起重机械故障事故处置方案
- 5) 控制系统保护失灵以及继电保护拒动误动故障处置方案
- 6) 叶片断裂事故处置方案
- 7) 风机设备损坏、拒动或误动应急处置方案

#### 电力网络与信息系统安全类

- 1) 电力二次系统安全防护处置方案
- 2) 生产调度通信系统故障处置方案

#### 火灾事故类

- 1) 变压器、互感器火灾事故处置方案
- 2) 发电机火灾事故处置方案
- 3) 电缆火灾事故处置方案
- 4) 集控室、自动化控制系统火灾事故处置方案
- 5) 计算机房、安全监测系统火灾事故处置方案

## 8 安全专项工程投资估算

### 8.1 编制依据

- 1) 《陆上风电场工程概算定额》(NB/T31010-2019)
- 2) 《陆上风电场工程设计概算编制规定及费用标准》(NB/T31011-2019)
- 3) 关于印发《企业安全生产费用提取和使用管理办法》的通知  
财资〔2022〕136号
- 4) 其他工程相关文件资料等

### 8.2 价格水平年

拟建项目劳动安全与工业卫生专项投资价格水平按2022年与主体工程一致。

### 8.3 安全专项工程量

根据《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》第四条“安全设施投资应当纳入建设项目概算”。安全设施和安全管理专项投资概算中应考虑建设安全技术措施工程、安全设备的日常维护、按照国家标准为职工配备的劳动保护用品、其他有关预防事故发生的安全技术措施费用。项目建设过程中应确保各项劳动安全保护措施的资金落实到位。

### 8.4 投资估算

拟建项目风电场劳动安全与职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、防坠落伤害、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、防毒、防放射性物质、防电磁辐射、防地震、防边坡失稳、防泥沙危害等项目，其中大部分项目的主要投资已包含在各专业工程估算中，主要项目及投资估算分别见表8-1

表 8-1 专项工程投资估算表

序号	专项工程项目内容	费用(万元)
1	建筑安全技术措施工程	45
	防火、防爆	10
	防电气伤害	20
	防机械伤害、防坠落伤害	10
	防洪、防淹	5
2	安全设备、器材、装备、仪器、仪表等	65
	电气绝缘器具	3
	电气维修防护设施	2
	监测设备	50
	应急物资	10
3	劳动保护用品	2.5
	防护罩、防尘面具	1
	防静电鞋、工作服	0.5
	防暑用品、防寒用品、防潮用品	1
4	独立费用	50
	事故应急预案的编制、评审及演练	50
5	合计	162.5

## 9 安全预评价结论

拟建项目进行安全预评价，首先根据单元划分原则和方法划分出评价单元，从该建设项目的场址选择、生产过程、施工过程的危险性及典型事故案例分析着手，对拟建项目在未来的生产过程中可能发生的各种危险、有害因素进行了系统分析，并采用预先危险性分析法、安全检查表法、类比法等进行了分析评价，确定了危险（危害）程度，提出了有针对性的安全对策措施，得出了如下评价结论。

### 9.1 主要危险、有害因素评价结果

- 1) 拟建项目的主要危险、有害因素为：高处坠落、物体打击、车辆伤害、机械伤害、起重伤害、触电、火灾、爆炸、风机倾覆、折塔、坍塌、淹溺、中毒和窒息等危险因素，还存在温度与湿度不良、粉尘、采光照明不良、噪声、电磁辐射等有害因素。
- 2) 通过安全检查表法，拟建项目站址选择及总体布置上，工程设计等级满足规范要求，消防道路设置、火灾自动报警装置配置和建筑物安全出口设置均满足规范要求。
- 3) 通过预先危险性分析法对自然环境和社会环境、主要建（构）筑物、风力发电机组、集电线路、升压站、电气二次系统、特种设备、消防系统、交通工程、公用工程、生产过程、风电场并网影响、施工等各单元的评价，拟建项目主要存在64个潜在危害或事故，其中雷击、低温冰冻、火灾、风力发电机组基础坍塌、风机倾覆/折塔、风力发电机组火灾、变压器火灾爆炸、电缆火灾、触电、高处坠落及施工期中的触电、起重伤害、坍塌、放炮及火药爆炸共15个事故危险等级为III级，其他事故危险等级为II级。
- 4) 拟建项目无重大危险源。

## 9.2 应重点防范的重大危险有害因素

1) 拟建项目风机轮毂高度为150m，风机塔架机舱内及变压器均有可能发生较大的火灾事故，且火灾发生后易蔓延且不易扑救，可能造成较大的设备损坏或人员窒息事故。

2) 雷电、台风等自然条件对风电机组有较大的影响和要求，在工程设计阶段应根据风场自然条件选择风轮、塔架、发电机、变流装置、电缆、集电线路等设备，应具有防强风、防雷电、防腐蚀、防污闪等功能或措施。

3) 生产综合楼建筑内布置有35kV开关柜室、中控继保室、通信机房、办公室、电缆等电气设备火灾可能导致办公室内办公人员伤亡和大量电气设备烧毁事故。

4) 拟建项目施工建设时，多工种交叉作业，容易发生各类安全生产事故。

5) 因风电机组设备高大，施工、运营期起重伤害、高处坠落危险不容忽视。

6) 拟建项目在动工之前，要依法依规按程序办理林业用地手续。建议下阶段设计时业主方进一步确认拟建工程用地的合法性。

## 9.3 应重视的重要安全对策措施建议

1) 拟建项目所在区域属雷电较高易发区，应按照《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)、《雷电防护第1部分：总则》(GB/T21714.1-2015)、《雷电防护第2部分：风险管理》(GB/T21714.2-2015)、《风力发电机组 雷电防护》(GB/Z25427-2010)等的要求，合理划分雷电防护等级，配置合理有效的防雷接地系统。应重视风力发电机的防雷工作，加强风电机组防雷管理工作，严格按照相关标准规范进行机组的防雷设计和防雷设施的检验。

2) 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

设备包括大型车辆，使用前确保其性能良好。重型钢塔架及发电机舱、叶片的吊装大件数量多，重量大。吊装高度高，难度较大，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，加强对大件吊装等重大施工方案和施工组织措施的审查、执行，严禁违章作业，杜绝发生重大人生安全事故。

3) 拟建项目风力发电机组基础的承载能力应与设备相适应，建筑物的基础和边坡的设计和施工中应加强截排水的防护措施，雨季施工应采取措施防止基坑被水浸泡塔身与基础连接应可靠；基础应具有足够的结构强度，其沉降不应超过基础允许变形值，应具有抗倾覆措施；修建好地表排水沟，确保地表水体顺利外排，防止风机倒塌事故。

4) 拟建项目所处环境植被发育，火灾是本风电场的主要危险因素之一，因此应加强与当地森林防火部门及地方组织的联系，在有效预防火灾、及时发现火灾、尽快扑灭火灾方面采取有效措施，确保风电场的安全运行。

## 9.4 危险、有害因素在采取安全对策措施后的受控程度

本评价报告主要依据国家、行业相关的法律、法规、标准及可行性研究报告进行编制，并针对拟建项目的行业特点，对拟建项目在安全方面给予全面系统的研究与分析，我们认为拟建项目场址选择及风电场升压总平面布置合理，风力发电机组总平面布置经过优化，分布合理。通过对项目施工及运行过程中的危险、有害因素辨识与分析，虽然拟建项目存在各种危险有害因素，但如在设计、施工、运行过程中认真落实相关标准和规范的安全措施，各种危险、有害因素是可以控制的，危险、有害程度可降低，安全方面的风险可控制在可接受的范围内。

## 9.5 法律、法规、标准、规章、规范的符合性

1) 拟建项目编制了可行性研究报告，有南昌市发展和改革委员会《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》，相关专

题报告正在编制过程中，因此拟建项目从安全生产角度符合国家有关法律、法规、标准、规章、规范的要求。

2) 拟建项目在施工、安装、运行期间，还应严格执行建设施工安全规程、运行规程，落实相关要求。

3) 拟建工程按照有关设计规定的要求，委托有资质单位进行了建设场地地质灾害危险性评价等工作；主要工艺系统依据风力发电场的相关规程、规范的要求设置，并充分考虑了拟建工程的特点。

## 9.6 安全预评价结论

新建区联圩镇分散式风电项目技术成熟、自动化程度较高，建设项目建设运行期，只要严格执行国家有关安全生产法律、法规和有关标准规范，认真落实可研报告中提出的安全措施和本评价报告提出的安全对策措施建议，切实做到安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，项目的安全风险是可以控制和接受的。

综上所述，拟建项目符合国家有关安全生产法律、法规、标准、规范的要求，工程建设和生产过程中的主要危险、有害因素在采取相应的安全措施后可以得到有效控制，拟建项目的风险控制在可接受范围内。

## 10 附件

- 1) 《南昌市行政审批局关于核准新建区联圩分散式风电项目的批复》
- 2) 《江西省能源局关于下达 2019 年新建区联圩分散式风电项目开发建设方案的通知》
- 3) 建设单位营业执照
- 4) 拟建项目土地勘测定界报告书
- 5) 延期开工批复
- 6) 江西省地质灾害危险性评估项目备案表
- 7) 《关于新建区联圩分散式风电项目防洪评价报告的批复（新行审农字[2021]54 号）》
- 8) 《关于新建区联圩分散式风电项目规划选址的意见》
- 9) 《关于征求“新建区联圩分散式风电项目”净空审核意见的复函（赣监局发明电[2021]64 号）》
- 10) 《关于新建区联圩分散式风电项目水土保持方案报告书的批复（新行审农字[2021]28 号）》
- 11) 《关于“新建区联圩分散式风电项目”建设用地范围压覆矿产资源的查询证明》
- 12) 《关于“新建区联圩分散式风电项目”范围矿权设置的复函（洪自然资地压备字[2020]6 号）》
- 13) 升压站总平面布置图
- 14) 风电场总平面布置图
- 15) 其他电力图

## 委托书

南昌安达安全技术咨询有限公司:

兹委托贵单位对南昌深能新能源有限公司新建区联圩分散式风电项目进行安全预评价工作,其内容、过程应符合国家相关法律法规、标准要求。

我单位将按照贵公司要求准备好相关资料,并对其真实性、有效性、合法性负责。

特此委托!

委托单位(盖章): 南昌深能新能源有限公司

日期: 2023年3月14日

现场勘察照片：

