

遂川县华风发电有限公司
遂川县轿子顶分散式风电项目

安全验收评价报告



法定代表人：马 浩

技术负责人：胡南云

项目负责人：周水波

二〇二五年五月三十日

遂川县华风发电有限公司
遂川县轿子顶分散式风电项目
评价人员

	姓名	资格证书号	从业登记 编号	签字
项目负责人	周水波	S011044000110192002624	023583	
项目组成员	邹文斌	CAWS350000230100070	024656	
	刘建强	S011032000110193001139	036039	
报告编制人	周水波	S011044000110192002624	023583	
	刘建强	S011032000110193001139	036039	
报告审核人	聂润荪	1100000000201786	014606	
过程控制负责人	尧赛民	1600000000300934	029672	
技术负责人	胡南云	S011035000110201000574	019541	

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。

遂川县华风发电有限公司
遂川县轿子顶分散式风电项目
安全评价技术服务承诺书

一、在本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、在本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，对本项目进行安全评价，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、我单位对本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

（公章）

前 言

遂川县华风发电有限公司成立于 2016 年 05 月 16 日，注册地位于江西省吉安市遂川县泉江镇井冈山大道（县人大机关内），法定代表人为王艳冬，注册资本壹佰万元整，企业类型属于有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资）。经营范围包括许可项目：风力发电、风能发电的运营投资，风能发电工程的建设、安装、调试。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

遂川县华风发电有限公司于 2019 年 12 月 27 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于遂川县轿子顶分散式风电项目核准的批复》（吉市发改能源综合字〔2019〕44 号）；于 2021 年 12 月 27 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2021〕60 号）；于 2024 年 09 月 03 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2024〕38 号），投资 41168 万元在吉安市遂川县左安镇及汤湖镇境内建设遂川县轿子顶分散式风电项目，建设内容包括新建 6 台 5.0MW 风力发电机组及 6 台 5.5MVA 箱式变压器，装机总容量 30MW，通过两回集电线路接入 110kV 升压站。

依据《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）、《〈国民经济行业分类〉国家标准第 1 号修改单》（GB/T 4754-2017/XG1-2019），该项目国民经济行业分类代码为 D4415，属于风力发电。

依据《危险化学品目录（2015 版）》（应急管理部等 10 部门公告〔2022〕第 8 号调整），该项目作为 GIS 设备保护气使用的六氟化硫属于危险化学品，运行过程中涉及的主要设备有风力发电机组、变压器等，存在的主要危险有害因素有火灾、触电、机械伤害、物体打击、高处坠落、坍塌、中毒和窒息、车辆伤害、淹溺、噪声与振动、高温、低温等。

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（2015 年修订）》（国家安监总局令〔2010〕第 36 号公布，国家安监总局令〔2015〕第 77 号修正）的相关要求，新、改、扩建项目必须进行安全评价，以确保工程项目的安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用，保证工程项目在安全方面符合国家相关法律法规和标准规范的要求。

南昌安达安全技术咨询有限公司受遂川县华风发电有限公司的委托，承担了遂川县轿子顶分散式风电项目的安全验收评价工作，接受委托后立即成立了评价项目组与建设单位的领导及工程技术人员一起对项目现场进行现场勘察、测量、询问、调研、拍照等工作，在委托方提供的有关资料基础上，按照《安全评价通则》（AQ 8001-2007）、《安全验收评价导则》（AQ 8003-2007）、《风电场工程安全验收评价报告编制规程》（NB/T 31027-2012）的要求编制了本报告。

关键词： 风力发电 新建项目 安全验收评价

目 录

前 言.....	1
第一章 概 述.....	5
1.1 评价目的.....	5
1.2 评价原则.....	5
1.3 评价依据.....	5
1.4 评价对象和范围.....	15
1.5 评价程序.....	16
第二章 项目概况.....	18
2.1 建设单位概况.....	18
2.2 建设项目概况.....	18
2.3 地理位置、周边环境及自然条件.....	21
2.4 风电场场址及总体布置.....	24
2.5 主要设备情况.....	43
2.6 主要原料辅助料的品种、数量与来源.....	45
2.7 升压站主要建构筑物.....	46
2.8 公用工程和配套辅助工程.....	46
2.9 建设项目投入生产后的组织机构与劳动定员.....	50
2.10 建设项目试运行情况.....	55
第三章 主要危险、有害因素的辨识.....	56
3.1 主要物料特性及其危险性.....	56
3.2 生产工艺、设备设施及平面布置等情况分析.....	60
3.3 建筑及场地布置危险有害因素分析.....	88
3.4 自然条件和社会环境的危险有害因素辨识与分析.....	90
3.5 重大危险源辨识及重点危险场所、设备设施辨识.....	96
3.6 典型事故案例.....	100
第四章 评价单元划分及评价方法选择.....	103
4.1 评价单元的划分原则.....	103
4.2 划分的评价单元.....	104

4.3 评价方法的选择.....	104
第五章 定性定量评价.....	108
5.1 法律法规及“三同时”符合性评价单元.....	108
5.2 场址条件及总平面布置评价单元.....	112
5.3 风电机组评价单元.....	117
5.4 集电线路评价单元.....	118
5.5 升压站评价单元.....	119
5.6 消防系统评价单元.....	128
5.7 公用系统评价单元.....	131
5.8 交通工程评价单元.....	133
5.9 安全监测评价单元.....	134
5.10 作业环境及现场防护评价单元.....	136
5.11 安全管理评价单元.....	139
5.12 安全投入评价单元.....	145
5.13 作业条件危险性分析.....	146
第六章 安全对策措施及建议.....	148
6.1 安全对策措施的基本要求及原则.....	148
6.2 项目安全设施设计中的安全对策措施落实情况.....	149
6.3 存在问题隐患及建议.....	152
6.4 整改落实情况.....	152
6.5 改进建议.....	152
第七章 评价结论.....	154
7.1 建设项目各单元评价小结.....	154
7.2 应重点防范的危险因素.....	155
7.3 潜在的危险、有害因素在采取措施后得到控制及受控的程度.....	155
7.5 评价结论.....	155
第八章 附件.....	156
附件 1 项目涉及危险化学品理化特性.....	156
附件 2 企业提供的相关资料.....	159

第一章 概 述

1.1 评价目的

本次安全评价的目的是检查建设项目安全设施是否与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用情况；检查安全生产管理措施到位情况；检查安全生产规章制度的建立与执行情况；检查应急预案建立情况；审查确定建设项目满足安全生产法律、法规、规章、标准、规范的符合性；从整体上确定建设项目运行状况和安全管理情况，做出安全验收评价结论。

1.2 评价原则

本次安全评价所遵循的原则是：

- 1、认真贯彻国家现行安全生产法律、法规，严格执行国家标准与规范，力求评价的科学性与公正性。
- 2、采用科学、适用的评价技术方法，力求使评价结论客观，符合建设项目的生产实际。
- 3、深入现场，深入实际，在全面分析危险、有害因素的基础上，提出较为有效的安全对策措施。
- 4、诚信、负责为企业服务。

1.3 评价依据

1.3.1 法律、法规

《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令〔2002〕第 70 号公布，国家主席令〔2021〕第 88 号令修正）；

《中华人民共和国劳动法》（国家主席令〔1994〕第 28 号公布，国家主席令〔2018〕第 24 号修改）；

《中华人民共和国消防法》（国家主席令〔1998〕第 29 号公布，国家主席令〔2021〕第 81 号修正）；

《中华人民共和国职业病防治法》（国家主席令〔2001〕第 60 号公布，国家主席令〔2018〕第 24 号修改）；

《中华人民共和国道路交通安全法》（国家主席令〔2003〕第 8 号，国家主席令〔2021〕第 81 号令修改）；

《中华人民共和国突发事件应对法》（国家主席令〔2007〕第 69 号公布，国家主席令〔2024〕第 25 号修订）；

《中华人民共和国防震减灾法》（国家主席令〔2008〕第 7 号）；

《中华人民共和国劳动合同法》（国家主席令〔2012〕第 73 号）；

《中华人民共和国特种设备安全法》（国家主席令〔2014〕第 4 号）；

《中华人民共和国环境保护法》（国家主席令〔1989〕第 22 号公布，国家主席令〔2014〕第 9 号修订）；

《危险化学品安全管理条例》（国务院令〔2011〕第 591 号公布，国务院令〔2013〕第 645 号修改）；

《电力监管条例》（国务院令〔2005〕第 432 号）；

《电力设施保护条例》（国务院令〔1987〕第 239 号公布，国务院令〔2011〕第 588 号修正）；

《电力安全事故应急处置和调查处理条例》（国务院令〔2011〕第 599 号）；

《中华人民共和国监控化学品管理条例》（国务院令〔1995〕第 190 号公布，国务院令〔2011〕第 588 号修订）；

《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令〔2002〕第 352 号公布，国务院令〔2024〕第 797 号修改）；

《生产安全事故应急条例》（国务院令〔2019〕第 708 号公布）；

《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令〔2007〕第 493 号）；

《特种设备安全监察条例》（国务院令〔2009〕第 549 号）；

《公路安全保护条例》（国务院令〔2011〕第 593 号）；

《工伤保险条例》（国务院令〔2003〕第 375 号公布，国务院令〔2011〕第 586 号修改）；

《建设工程安全生产管理条例》（国务院令〔2003〕第 393 号）；

《地质灾害防治条例》（国务院令〔2003〕第 394 号）；

《易制毒化学品管理条例》（国务院令〔2005〕第 445 号公布，国务院令〔2018〕第 703 号修订）；

《女职工劳动保护特别规定》（国务院令〔2012〕第 619 号）；

《国务院办公厅关于同意将 1-苯基-2-溴-1-丙酮和 3-氧-2-苯基丁腈列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函〔2014〕40 号）；

《国务院办公厅关于同意将 N-苯乙基-4-哌啶酮、4-苯胺基-N-苯乙基哌啶、N-甲基-1-苯基-1-氯-2-丙胺、溴素、1-苯基-1-丙酮列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函〔2017〕120 号）；

《国务院办公厅关于同意将 α -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）；

《江西省安全生产条例》（赣人常〔2007〕第 95 号公布，赣人常〔2023〕第 10 号修订）；

《江西省特种设备安全条例》（赣人常〔2017〕第 7 号公布，赣人常〔2019〕第 144 号修正）；

《江西省消防条例》（赣人常〔2010〕第 57 号公布，赣人常〔2020〕第 81 号修正）。

1.3.2 规章及规范性文件

《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（国家安监总局令〔2010〕第 36 号公布，国家安监总局令〔2015〕第 77 号修正）；

《电力安全生产监督管理办法》（国家发展和改革委员会令〔2015〕第

21 号)；

《电力建设工程施工安全监督管理办法》（国家发展和改革委员会令〔2015〕第 28 号）；

《产业结构调整指导目录（2024 年本）》（国家发展和改革委员会令〔2023〕第 7 号）；

《国务院安委会关于印发《安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026 年）》方案的通知》（安委〔2024〕2 号）；

《国务院安委会办公室关于印发《安全生产治本攻坚三年行动方案（2024-2026 年）》子方案的通知》（安委办〔2024〕1 号）；

《生产安全事故应急预案管理办法》（国家安全生产监督管理总局令〔2016〕第 88 号公布，应急管理部令〔2019〕第 2 号修正）；

《国家能源局综合司关于深入开展电力企业应急能力建设评估工作的通知》（国能综安全〔2016〕542 号）；

《国家能源局综合司关于印发〈重大电力安全隐患判定标准（试行）〉的通知》（国能综通安全〔2022〕123 号）；

《国家能源局关于印发〈防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）〉的通知》（国能发安全〔2023〕22 号）；

《国家能源局关于印发〈电力企业应急预案管理办法〉的通知》（国能安全〔2014〕508 号）；

《国家能源局综合司关于印发〈电力安全事故应急演练导则〉的通知》（国能综通安全〔2022〕124 号）；

《国家能源局关于印发加强安全生产监督管理工作意见的通知》（国能安全〔2014〕106 号）

《国家能源局关于防范电力人身伤亡事故的指导意见》（国能安全〔2013〕427 号）

《国家能源局 国家安全监管总局关于推进电力安全生产标准化建设工作有关事项的通知》（国能安全〔2015〕126 号）

《国家能源局综合司关于切实加强电力行业危险化学品安全综合治理工作的紧急通知》（国能综函安全〔2019〕132 号）

《国家能源局关于印发电力监控系统安全防护总体方案等安全防护方案和评估规范的通知》（国能安全〔2015〕36 号）

《电力监控系统安全防护规定》（发展改革委令〔2014〕第 14 号）；

《电力安全事件监督管理规定》（国能安全〔2014〕205 号）；

《国家电力监管委员会安全生产令》（国家电力监管委员会令〔2004〕第 1 号）；

《电力二次系统安全管理若干规定》（电监安全〔2011〕19 号）；

《电力突发事件应急演练导则（试行）》（电监安全〔2009〕22 号）；

《电力设施治安风险等级和安全防范要求》（公治〔2014〕10 号）；

《发电企业安全生产标准化规范及达标评级标准》（国能安全〔2014〕254 号）；

《应急管理部办公厅关于印发<工贸企业有限空间重点监管目录>的通知》（应急管理部办公厅〔2023〕37 号）；

《工贸企业有限空间作业安全规定》（应急管理部令〔2023〕第13号）；

《工贸企业粉尘防爆安全规定》（应急管理部令〔2021〕第 6 号）；

《工贸行业重大安全生产事故隐患判定标准》（应急管理部令〔2023〕第 10 号）；

《工贸行业较大危险因素辨识与防范指导手册（2016 版）》（安监总管四〔2016〕31 号）；

《工贸行业重点可燃性粉尘目录（2015 版）》（安监总厅管四〔2015〕84 号）；

《关于发布〈工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素〉（GBZ 2.1-2019）第 1 号修改单的通告》（国卫通〔2022〕14 号）；

《国务院关于进一步强化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 版）》（应急管理部等 10 部门公告〔2022〕第 8 号调整）；

《各类监控化学品名录》（工业和信息化部令〔2020〕第 52 号）；

《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、交通运输部公告〔2020〕第 3 号）；

《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〔2017〕公告）；

《关于将 4-（N-苯基氨基）哌啶等 7 种物质列入易制毒化学品管理的公告》（公安部等六部门〔2024〕联合发布公告）；

《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》（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》（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》（国家安监总局令〔2010〕第 30 号公布，国家安监总局令〔2015〕第 80 号修正）；

《安全生产培训管理办法》（国家安监总局令〔2012〕第 44 号公布，国家安监总局令〔2015〕第 80 号修改）；

《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（国家安监总局令〔2007〕第 16 号）；

《防雷减灾管理办法》（国家气象局令〔2011〕第 20 号公布，国家气象局令〔2013〕第 24 号修订）；

《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）》（工业和信息化部〔2010〕第 122 号）；

《国家安全监管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）；

《国家安全监管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）；

《国家安全监管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）；

《国家安全监管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）；

《国家安全监管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》（安监总管二〔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）；

《江西省电力设施保护办法》（江西省人民政府令〔1997〕第 52 号公布,江西省人民政府令〔2019〕第 241 号修正）；

《江西省生产安全事故隐患排查治理办法》（江西省人民政府令〔2018〕第 238 号发布,江西省人民政府令〔2021〕第 250 号修正；

《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）。

1.3.3 标准、规范

《风力发电场设计规范》（GB 51096-2015）；

《风力发电机组 验收规范》（GB/T 20319-2017）；

《风能发电系统 风力发电机组通用技术条件和试验方法》

(GB/T 19960-2024) ;

《风电场接入电力系统技术规定 第 1 部分：陆上风电》

(GB/T 19963.1-2021)

《建筑设计防火规范（2018 年版）》（GB 50016-2014）；

《建筑物防雷设计规范》（GB 50057-2010）；

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343-2012）；

《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011-2010）；

《建筑结构荷载规范》（GB 50009-2012）；

《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）；

《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）；

《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB 50229-2019）；

《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）；

《特低电压（ELV）限值》（GB/T 3805-2008）；

《电力设施抗震设计规范》（GB 50260-2013）；

《电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分》（GB 26860-2011）；

《电力安全工作规程 电力线路部分》（GB 26859-2011）；

《35kV-110kV 变电站设计规范》（GB 50059-2011）；

《3kV-110kV 高压配电装置设计技术规范》（GB 50060-2008）；

《绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则》（GB 311.1-2012）；

《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/T 26218.1-2010）；

《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/T 26218.2-2010）；

《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/T 26218.3-2011）；

《油浸式电力变压器技术参数和要求》（GB/T 6451-2023）；

《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）；

《火灾自动报警系统设计规范》（GB 50116-2013）；

《安全用电导则》（GB/T 13869-2017）；

《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）；

《供配电系统设计规范》（GB 50052-2009）；

《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》（GB 12158-2006）；

《建筑照明设计标准》（GB/T 50034-2024）；

《建筑地基基础设计规范》（GB 50007-2011）；

《建筑边坡工程技术规程》（GB 50330-2013）；

《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）；

《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》（GB/T 8905-2012）；

《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T 12801-2008）；

《继电保护和安全自动装置设计技术规程》（GB/T 14285-2023）；

《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）；

《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）；

《气体灭火系统施工及验收规范》（GB 50263-2007）；

《气体灭火系统设计规范》（GB 50370-2005）；

《干粉灭火系统设计规范》（GB 50347-2004）；

《安全标志及其使用导则》（GB 2894-2008）；

《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T 13681-2022）；

《企业职工伤亡事故分类》（GB 6441-1986）；

《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）；

《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）；

《〈国民经济行业分类〉国家标准第 1 号修改单》
（GB/T 4754-2017/XG1-2019）；

《风力发电场运行规程》（DL/T 666-2012）；

《风力发电场安全规程》（DL/T 796-2012）；

《风力发电场检修规程》（DL/T 797-2012）；

《风力发电工程施工组织设计规范》（DL/T5384-2007）；

《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》（DL/T 687-2010）；

《变电所岩土勘测技术规程》（DL/T 5170-2015）；

《导体和电器选择设计规程》（DL/T 5222-2021）；

《高压配电装置设计规范》（DL/T 5352-2018）

《变电站和换流站给水排水设计规程》（DL/T 5143-2018）；

《发电厂和变电站照明设计技术规定》（DL/T 5390-2014）；

《电力设备典型消防规程》（DL 5027-2015）；

《电力工程地下金属构筑物防腐技术导则》（DL/T 5394-2021）；

《电力设备预防性试验规程》（DL/T 596-2021）；

《接地装置特性参数测量导则》（DL/T 475-2017）；

《电力系统调度自动化设计规程》（DL/T 5003-2017）；

《地区电网调度自动化设计规程》（DL/T 5002-2021）；

《电力建设安全工作规程 第 2 部分 电力线路》（DL 5009.2-2013）；

《电力建设安全工作规程 第 3 部分 变电站》（DL 5009.3-2013）；

《高压电缆选用导则》（DL/T 401-2017）；

《高压/低压预装式变电站》（DL/T 537-2018）；

《风力发电场噪声限值及测量方法》（DL/T 1084-2021）；

《风力发电机组接地技术规范》（NB/T 31056-2014）；

《风电场设计防火规范》（NB 31089-2016）；

《风电场安全标识设置设计规范》（NB/T 31088-2016）；

《风电场接入电力系统设计技术规范 第 1 部分：陆上风电》
（NB/T 31003.1-2022）；

《风电场工程安全验收评价报告编制规程》（NB/T 31027-2012）；

《安全评价通则》（AQ 8001-2007）；

《安全验收评价导则》（AQ 8003-2007）。

1.3.4 其它相关资料

1、《关于遂川县轿子顶分散式风电项目核准的批复》（吉市发改能源综合字〔2019〕44 号）；

2、《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2021〕60 号）；

3、《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2024〕38 号）；

4、《遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目安全生产条件和设施综合条件分析报告》（北京达飞安评管理顾问有限公司）；

5、《遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目安全设施设计》（信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司）；

6、设计、施工、监理单位资质及相关技术资料。

1.4 评价对象和范围

1.4.1 评价对象

根据与遂川县华风发电有限公司签订安全评价合同，本次安全评价对象为遂川县轿子顶分散式风电项目，安全评价范围包括风电场的风电机组及箱式变压器、场内集电线路、场内外交通、升压站、作业环境、周边环境安全、地质条件、安全管理、应急管理、公用工程等内容。主要依据《遂川县华风

发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目安全设施设计》及项目相关资料，通过现场实地勘查，对项目进行安全评价，辨识、分析生产过程中可能存在的危险、有害因素，评价项目安全设施及所采取的个体防护措施、事故预防和安全对策措施等的符合性和有效性。

1.4.2 评价范围

本次评价范围具体如下：

遂川县轿子顶分散式风电项目6台5MW风力发电机组及6台5.5MVA箱式变压器、110kV升压站及场内集电线路等内容。

配套储能项目、风电场110kV升压站出线侧不在本次验收评价范围内，凡涉及该项目的消防、环保、职业卫生等方面，应按国家有关消防、环保、职业卫生的规定和要求执行，不包括在本次评价范围内。

1.4.3 附加说明

本次验收评价涉及的有关资料由遂川县华风发电有限公司提供，并由该公司对其真实性负责。

本评价报告结论是根据评价时遂川县华风发电有限公司风电场装置、安全设施及相关公用辅助工程做出的评价结论，若该公司风电场及升压站的设备装置发生变化或周边环境及生产经营状况有重大变化，本次评价结论不再适合。今后企业的进一步改建、扩建、搬迁，应当重新进行安全评价。

本评价报告未盖“南昌安达安全技术咨询有限公司”公章无效；涂改、缺页无效；安全评价人员未签名无效；安全评价报告未经授权不得复印，复印的报告未重新加盖“南昌安达安全技术咨询有限公司”公章无效。

1.5 评价程序

按照《风电场工程安全验收评价报告编制规程》（NB/T 31027-2012）、《安全评价通则》（AQ 8001-2007）、《安全验收评价导则》（AQ 8003-2007）的要求，本次安全验收评价工作程序包括：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、提出安全对策措施意见和建议、给出安全评价结论、编制安全评价报告。具体评价流程如下。



图 1.5-1 评价程序框图

第二章 项目概况

2.1 建设单位概况

遂川县华风发电有限公司成立于 2016 年 05 月 16 日，注册地位于江西省吉安市遂川县泉江镇井冈山大道（县人大机关内），法定代表人为王艳冬，注册资本壹佰万元整，企业类型属于有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资）。经营范围包括许可项目：风力发电、风能发电的运营投资，风能发电工程的建设、安装、调试。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）。

建设单位基本情况详见下表。

表 2.1-1 建设单位基本情况一览表

项目类别	建设单位基本情况		
企业名称	遂川县华风发电有限公司		
注册地址	江西省吉安市遂川县泉江镇井冈山大道（县人大机关内）		
法定代表人	王艳冬	联系人	屈佳男
企业类型	有限责任公司（自然人投资或控股的法人独资）	联系电话	18339989353
登记机关	遂川县市场监督管理局	注册资本	壹佰万元整
统一社会信用代码	91360827MA35HRF33A	成立日期	2016 年 05 月 16 日
经营范围	包括许可项目：风力发电、风能发电的运营投资，风能发电工程的建设、安装、调试。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）		

2.2 建设项目概况

2.2.1 建设项目基本情况

遂川县华风发电有限公司于 2019 年 12 月 27 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于遂川县轿子顶分散式风电项目核准的批复》（吉市发改能源综合字〔2019〕44 号）；于 2021 年 12 月 27 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2021〕60 号）；于 2024 年 09 月 03 日取得吉安市发展

和改革委员会文件《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2024〕38号），投资41168万元在吉安市遂川县左安镇及汤湖镇境内建设遂川县轿子顶分散式风电项目，建设内容包括新建6台5.0MW风力发电机组及6台5.5MVA箱式变压器，装机总容量30MW，通过两回集电线路埋地接入110kV升压站，升压站内设1台容量为50MVA的主变。

项目具体情况如下。

项目名称：遂川县轿子顶分散式风电项目；

项目性质：新建项目；

建设单位：遂川县华风发电有限公司；

建设地点：吉安市遂川县左安镇及汤湖镇境内；

投资总额：41168万元；

企业类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）；

法定代表人：王艳冬；

国民经济分类：分类代码：D4415，属于风力发电；

建设规模：新建6台5.0MW风力发电机组及6台5.5MVA箱式变压器，装机总容量30MW，通过两回集电线路埋地接入110kV升压站，升压站内设1台容量为50MVA的主变。平均年上网电量约为0.8106亿kW·h，平均年等效满负荷利用小时数约2702h，容量系数为0.308。

2.2.2 建设项目各参建单位情况

安全设施设计单位：信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司（资质类别及等级：工程设计综合资质甲级；证书编号：A151000523）；

施工图设计单位：中国电建集团江西省电力设计院有限公司（资质类别及等级：工程设计综合资质甲级；证书编号：A151000523）；

施工单位：特变电工新疆新能源股份有限公司（资质类别及等级：电

力工程施工总承包壹级，证书编号：D165136761）；

监理单位：鸿泰融新咨询股份有限公司（资质类别及等级：工程监理综合资质，证书编号：E113000309-8/2）。

2.2.3 建设项目主要内容及产品方案

一、主要建设内容

该项目建设内容情况详见下表。

表 2.2.3-1 项目建设内容情况一览表

序号	单元	组成	单位	数量	主要内容
1	风电场	风力发电机组	座	6	6 台 5MW 风力发电机组
		箱式变压器	台	6	6 台 5.5MVA 箱式变压器
2	升压站	综合楼	座	1	火灾危险性类别为戊类，占地面积 273.42 m ² ，控制中心，内设自动控制系统、火灾报警系统等
		一次舱	座	1	成套装置，火灾危险性类别为丙类，占地面积 92.256 m ²
		二次舱	座	1	成套装置，火灾危险性类别为丙类，占地面积 127.904 m ²
		事故油池	座	1	火灾危险性类别为丙类，占地面积 16.81 m ² ，发生事故时收集变压器油，有效容积 35m ³
		屋外配电装置	套	1	成套装置，火灾危险性类别为丙类，占地面积 725 m ² ，露天设置，包括 SF ₆ 断路器、隔离开关、电流互感器、电压互感器、避雷器等。
		生活给水箱及净化装置	套	1	成套装置，火灾危险性类别为戊类，占地面积 6 m ² ，生活给水系统，内设净化装置
		生活污水设施	套	1	成套装置，火灾危险性类别为戊类，占地面积 25.2 m ²
		附属用房	座	1	火灾危险性类别为戊类，占地面积 38.64 m ²
		一体化消防泵站	座	1	成套装置，火灾危险性类别为戊类，占地面积 112.85 m ² ，配备消防水箱和消防泵
		危废品库	座	1	集装箱，火灾危险性类别为丙类，占地面积 6 m ² ，用于存放润滑油等空桶

二、装置规模

1、建设项目建设规模和装置规模

该项目新建 6 台 5.0MW 风力发电机组及 6 台 5.5MVA 箱式变压器，装机总容量 30MW，通过两回集电线路埋地接入 110kV 升压站，内设 1 台容量为 50MVA 的主变。平均年上网电量约为 0.8106 亿 kW·h，平均年等效满负荷利用小时数约 2702h，容量系数为 0.308。

2、建设项目主要技术方案

通过风轮将风能转换为机械能，机组通过风力推动叶轮旋转，再通过传动系统增速来达到发电机的转速后来驱动发电机发电，有效地将风能转化成电能；整个机舱由高大的塔架举起，由于风向经常变化，为了有效地利用风能，安装偏航变桨系统，它根据风向传感器测得的风向信号，由控制器控制偏航电机，驱动与塔架上大齿轮啮合的小齿轮转动，使机舱始终对风；并且通过变频器与箱式变压器相连及并网发电。发电后电能通过集电线路、高压配电装置汇集到主变低压侧，经过主变升压后并入电网。

2.2.4 建设项目变更情况

根据吉安市发展和改革委员会文件《关于遂川县轿子顶分散式风电项目核准的批复》（吉市发改能源综合字〔2019〕44 号）、《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2021〕60 号）、《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2024〕38 号），该项目由 16 台 2.5MW，装机容量 40MW 的风力发电机组变更至 6 台 5MW，装机容量 30MW 的风力发电机组。

2.3 地理位置、周边环境及自然条件

2.3.1 地理位置

遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目位于吉安市遂川县左安镇及汤湖镇境内。遂川县地处罗霄山脉南段东麓、江西省西南边境、吉安市西南部，东邻万安县，南界赣州市南康区、上犹县，西连湖南省桂东县、炎陵县，西北接井冈山市，北抵泰和县。地理坐标介于北纬

25° 58' 33" ~26° 42' 53"，东经 113° 56' 15" ~114° 46' 02" 之间。县境东西长约 90km，南北宽约 80km，总面积 3144.17k m²。

建设项目风电场地理位置具体情况详见下图。



2.3.2 周边环境

遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目位于吉安市遂川县左安镇及汤湖镇境内，与上犹县交界，距离东北遂川县中心约 49.5km。地理坐标位于北纬N25° 1' ~26° 3'，东经E114° 11' ~114° 18' 之间。场址区地貌为中、低山地貌，地形起伏较大，沟谷发育多呈 V 型谷，地形起伏较大，高海拔约为 1748m，低海拔标高 807m，相对高差约为 940m。110kV 升压站位于风电场北部约 4km 处，场区内部设有道路通往布机区域附近，整体交通条件较好。

2.3.3 自然条件

一、气象条件

遂川县境属中亚热带湿润季风气候区。气候温和，雨量充沛，阳光充足，四季分明，冬夏长，春秋短，无霜期长，境内气候差异较大。多年平均气温 19.1℃，1 月平均气温 7.4℃，7 月平均气温 29.4℃。年平均降水量 1525.5mm，无霜期年平均 350 天。

二、水文条件

遂川县域内有遂川江、蜀水两大河流。遂川江其上游的左溪、右溪二河于县城李派渡合流为遂川江，它向东北方向流经泉江、瑶厦、枚江、雩田至万安县桂江乡水背洲出境，在罗塘注入赣江，全长 44km，其中境内 25.5km。蜀水，为县境北部最大河流，其上游的左江、右江二河于双桥乡江口合流为蜀水，双桥乡湾洲、东垓、马埠至山坝入万安境，向东北过泰和县上宏，于瓦窑注入赣江。

三、地形地貌

遂川县域内万洋山脉和诸广山脉，由遂川县西界向东北延绵，形成“三面环山东朝水”的簸箕状地形：西北、西部、南部高，东北低；中部从珠田黄唐至雩田一带逐渐低平，似簸箕状由西南向东北倾斜。地貌以山地为主，由南西至北东方向依次出现中山、低山、丘陵和河谷平原地貌。遂川县有万洋山、诸广山、笠麻顶三大主要山脉。万洋山位于湘赣边境南部，为湘赣两省界山，山峰海拔多在 1500m 左右，主脉踞遂川县境西部与湖南省炎陵县之间的南风面，海拔 2120.4m，为江西境内第一高峰。诸广山脉紧接万洋山南段，齐云山为最高峰，海拔 2061m。笠麻顶位于大坑乡北面，海拔 873.5m，该支脉的北东段为遂川江与蜀水之分水岭。

四、地震烈度

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）、《建筑抗震设计标准（2024 年版）》（GB/T 50011-2010），遂川县抗震设防烈度为 6 度，基本地震加速度值为 0.05g。

2.4 风电场场址及总体布置

2.4.1 场址选址及升压站布置

一、场址选择

遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目位于吉安市遂川县左安镇及汤湖镇境内，与上犹县交界，距离东北遂川县中心约 49.5km。地理坐标位于北纬 $N25^{\circ}1' \sim 26^{\circ}3'$ ，东经 $E114^{\circ}11' \sim 114^{\circ}18'$ 之间。场址区地貌为中、低山地貌，地形起伏较大，沟谷发育多呈 V 型谷，地形起伏较大，高海拔约为 1748m，低海拔标高 807m，相对高差约为 940m。风电场设有 6 台 5.0MW 风力发电机组及 6 台 5.5MVA 箱式变压器，装机总容量 30MW，通过两回集电线路埋地接入 110kV 升压站。

二、升压站总体布置

该项目风电场建有一座 110kV 升压站，位于风电场北部约 4km 处，场区内部设有道路通往布机区域附近，整体交通条件较好。

该项目升压站四周设有实体围墙与外界分隔，进站大门设置于站区南侧。整个升压站呈不规则矩形布置，由北往南依次布置储能区、屋外配电装置、一次舱、二次舱、主变压器、事故油池、一体化消防泵站、附属用房、综合楼、生活污水设施、生活给水及净化装置、危废仓库。

升压站是整个风电场的运行控制中心，同时也作为风电场工作人员办公及生活场所，风电场通过两回集电线路埋地接入 110kV 升压站。

升压站地势较高，地面整平采用平坡式，站内排水采用有组织排水方式，设排水明沟和管道。站内雨水经过管道排入附近沟渠。

升压站具体布置情况详见下表。

表2.4.1-1 项目升压站内建构筑物防火间距一览表

序号	建构筑物及设施	方位	相邻设施	实际距离(m)	规定距离(m)	检查依据
1	综合楼（戊）	东	围墙	3	不限	《建筑设计防火规范（2018年版）》GB50016-2014

序号	建构筑物及设施	方位	相邻设施	实际距离(m)	规定距离(m)	检查依据
	类、二级)					第 3.4.12 条文说明
		南	围墙	3	不限	《建筑设计防火规范(2018年版)》GB50016-2014 第 3.4.12 条文说明
		西	附属用房(戊类、二级)	17	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
		北	二次舱	10	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
2	一次舱	东	二次舱	6.63	/	/
		南	综合楼(戊类、二级)	12	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
		西	屋外配电装置	7	/	/
		北	围墙	4.98	/	/
3	二次舱	东	回车场	4.23	/	/
		南	综合楼(戊类、二级)	10	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
		西	一次舱	6.63	/	/
		北	储能区	15	/	/
4	附属用房(戊类、二级)	东	综合楼(戊类、二级)	17	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
		南	生活给水箱及净化装置	2	/	/
		西	一体化消防泵站	3	/	/
		北	屋外配电装置	16	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
5	屋外配电装置	东	一次舱	7	/	/
		南	附属用房(戊类、二级)	16	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条
		西	围墙	8	/	/
		北	围墙	5.4	/	/
6	事故油池	东	站内道路	6	/	/
		南	一体化消防泵站	2.5	/	/
		西	围墙	3.7	/	/
		北	屋外配电装置	16	5	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条

三、道路的设置

该项目风电场的场内道路主要利用风电场内改造现有道路及部分新建道路将各个风机位与外界联系起来。风电场距升压站约 4km。

该项目升压站道路地面采取硬化处理，道路路面宽度为 4m，转弯半径 9m，道路净空高度 5m，二次舱东侧设有一处 12m×12m 的回车场。升压站进站大门位于站区南侧。

2.4.2 风电机组选型及布置

该项目共安装 6 台风力发电机组，风电机组采用 WD190-5000 机型，单机容量 5.0MW，叶轮直径为 190m，轮毂高度为 120m 和 130m 两种，切入风速为 2.5m/s，切出风速为 20m/s，额定风速为 9m/s。根据风电机组布置原则，以风能资源分布选择合适的点位布置，具体布置情况详见下图。

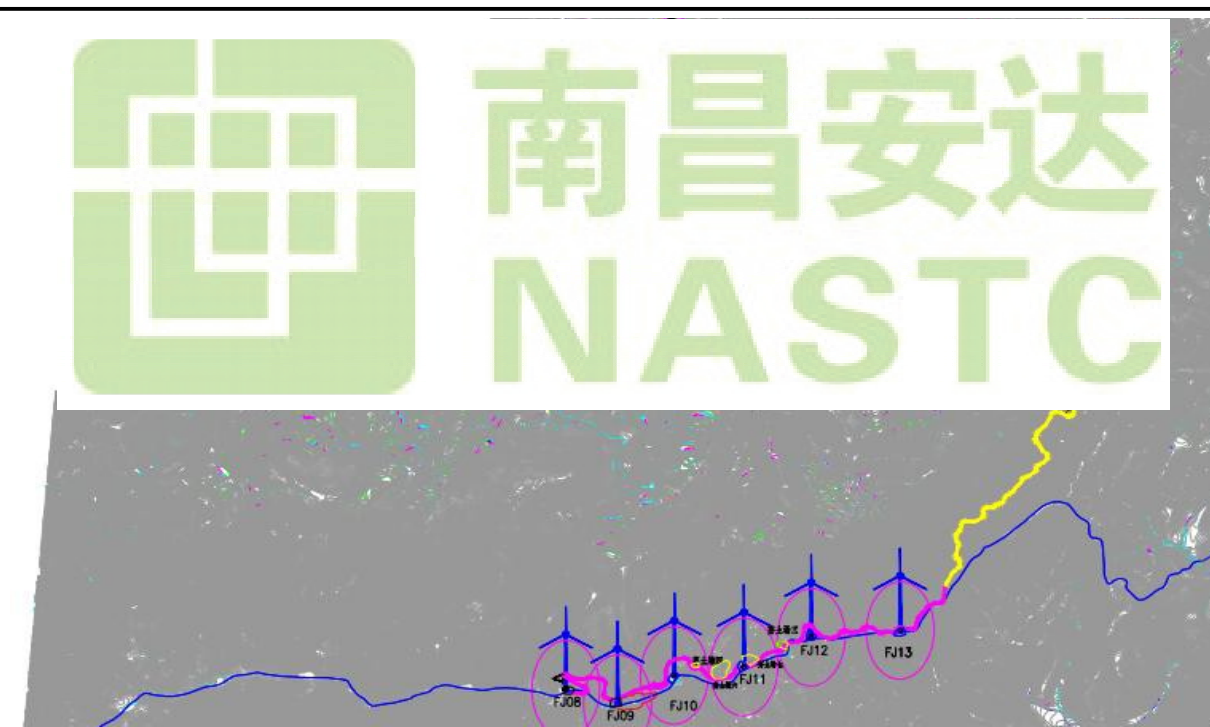


图 2.4.2-1 风电机组布置图

2.4.3 电气一次

一、电气主接线

1) 风电机组与箱式变的组合方式

该项目风力发电机与箱式变压器组合方式为一机一变单元接线方式，

该接线方式具有电能损耗少、接线简单、操作方便等优点，任意一台风力发电机组故障不会影响其它风力发电机组正常运行。箱式变电站容量为 5.5MVA，风电机组出口电压为 0.69kV，采用 0.6/1kV 电力电缆与箱式变电站电气连接，箱变高低压侧出线均采用电缆出线。

2) 风电场集电线路

该项目风电场集电线路接线为汇流干线方式，采用 35kV 集电线路输送电能。风电场升压站 35kV 母线采用单母线接线。按风力发电机组-箱变并联至 35kV 集电线路，风电场共装机 6 台 5.0MW 风力发电机组，通过两回集电线路接入 110kV 升压站。

二、升压站电气主接线

1) 110kV 配电装置接线

该项目升压站 110kV 侧采用单母线接线方式，110kV 配电装置采用 SF6 全封组合电器配电装置（GIS），安装 1 台容量为 50MVA 主变。

2) 35kV 配电装置接线

该项目 110kV 升压站 35kV 侧接线采用单母线接线方式，包括 2 回集电线路进线，1 回储能进线，1 回主变出线，1 回无功补偿装置出线，1 回站用变出线，1 回接地变出线，1 回 PT 出线，35kV 配电装置采用成套开关柜单列布置。

三、中性点接地装置

该项目 110kV 侧中性点采用直接接地方式，配置有并联的中性点避雷器及放电间隙。35kV 侧中性点配置一套中性点接地电阻成套装置。

四、无功补偿措施

该项目风电场的无功损耗主要由箱式变压器无功损耗、集电线路无功损耗、升压变压器无功损耗、风电场送出线路无功损耗等四部分构成。升压站 35kV 侧母线上安装一套容量为 12Mvar 的动态无功补偿装置（SVG）。

五、过电压保护及接地

1) 过电压保护

升压站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。升压站污秽等级按 d 级考虑，110kV 爬电比距按 2.5cm/kV（最高工作电压），35kV 户内设备爬电比距按 2.5cm/kV（最高工作电压）选择。

2) 直击雷保护

风电机组本身具有直击雷保护功能，其上配有避雷针，所用关键部位的部件均有电压平衡装置。箱式变由于布置在风电机组塔筒附近，其直击雷保护在风电机组本身保护范围内，不再单独考虑。为防止线路侧的雷电侵入波过电压的侵害，各级电压线路按规程要求设置进线保护，每台箱变高压侧安装一组避雷器、低压侧安装浪涌保护器。在升压站 35kV 母线上装设氧化锌避雷器。110kV 升压站利用 110kV 出线架空避雷线、建筑物屋顶上的避雷带及避雷针，作为站内的防直击雷保护。

3) 防雷检测情况

该公司于 2024 年 12 月 05 日委托吉安市蓝天气象科技服务有限公司对遂川县轿子顶分散式风电项目升压站雷电防护装置进行检测，并出具了《江西省雷电防护装置检测报告》（报告编号：1152017006 雷检字〔2024〕00050157），有效期至 2025 年 12 月 05 日，检测结论为合格。

4) 接地

该项目利用设备、建筑基础内的钢筋作为自然接地体，根据现场实际情况及土壤电阻率敷设不同的人工接地网，以满足接地电阻的要求，重点区域加强均匀布置以满足接触电势和跨步电压的要求。

（1）风电场接地

该项目风力发电机组的接地利用其基础内的钢筋作为自然接地体，再敷设必要的人工接地网，以满足接地电阻及均压的要求。风机基础内部均

压环及引出线为镀锌扁钢。风机基础及箱变接地网为柔性石墨接地线，降阻材料为碳凝接地电极。机位点的接地网以风机中心为圆心设置环形水平接地体，在距基础中心 11m、15m 处分别敷设一个接地均压环（ -60×6 的镀锌扁钢），在半径为 15m 均压环上每隔约 16m 安装一根碳凝接地电极；同时从风机中心向外敷设四根水平接地扁钢与环形水平接地扁钢相交，水平接地网敷设深度不小于 0.8m，埋至冻土层以下。水平接地网和垂直接地极相结合的复合接地网完成后，根据接地要求及现场实际情况，向基础外土壤电阻率相对较小处敷设 2 条长度约 50m 外延接地扁钢，每台风机打 2 口 20 米以上的深井，采用直径 60 热镀锌钢管焊接成 20 米以上长度的垂直接地

足风机工频接地电阻要求不大于 4Ω 。

（2）110kV 升压站接地

110kV 升压站的保护接地、工作接地、过电压接地采用一个总的接地装置，接地电阻暂按 $R\leq 0.97\Omega$ 。接地网为以水平均压网为主，并采用部分垂直接地极组成复合环形封闭式接地网。升压站户外水平接地体采用 $60\times 6\text{m}^2$ 镀锌扁钢，敷设深度不小于 0.8m；室内采用 $60\times 6\text{m}^2$ 镀锌扁钢。垂直接极，埋入井中且并入主接地网，然后每口深井周围灌注黏土并夯实，以满

地极采用 DN50、2.5m 长的热镀锌钢管。

六、站用电及照明

1) 站用电系统

该项目设一台 800kVA 接地兼站用电变压器，从 35kV 母线上引接；变压器采用干式变压器，型号为 DKSC-800/37-160/0.4。低压设备选择交直流一体化配电装置。考虑到运行特点以及供电要求，400V 交流电源采用单母线接线，设置自动转换开关电器（ATSE）实现自动投切功能，对重要供电负荷采用主、备供切换方式供电。

2) 照明系统

该项目升压站照明系统设正常工作照明和事故照明两部分。工作照明电源取自站用电系统，事故照明电源取自直流配电系统，照明主要采用放射式配电。照明及动力负荷根据用途、布置场所，分别设置照明动力配电箱。为确保升压站事故处理和人员安全疏散，在升压站控制室、继保室、35kV 配电室等重要场所设置正常工作照明外，还设置事故照明。

控制室、继保室、办公室采用嵌入式栅格荧光灯。升压站室外照明采用庭院灯、草坪灯等照明。

2.4.4 电气二次

一、风电场监控系统

为便于风电场的运行管理，风电场风力发电机组采用微机监控系统，该微机监控系统由风力发电机组厂家成套供货，监控系统采用开放、分层分布式网络结构，整个系统分成站控层和间隔层。间隔层设备分布于风力发电机组塔架内，由低压电气柜、电容柜、控制柜、变流柜、机舱控制柜、传感器和连接电缆等组成，电控系统包含正常运行控制、运行状态监测和安全保护三个方面的职能。正常运行控制包括机组自动启动，变流器并网，主要零部件除湿加热，机舱自动跟踪风向，液压系统开停，散热器开停，机舱扭缆和自动解缆，电容补偿和电容滤波投切以及低于切入风速时自动停机。监测系统主要监测电网的电压、频率，发电机输出电流、功率、功率因数，风速，风向，叶轮转速，发电机转速，液压系统状况，偏航系统状况，风力发电机组关键设备的温度及户外温度等，控制器根据传感器提供的信号控制风力机组的可靠运行。

箱式变的信号和测量利用风电机组的光纤以太网通道接入升压站综合自动化系统。安全保护系统分三层结构：计算机系统（控制器），独立于控制器的紧急停机链和个体硬件保护措施。微机保护涉及风力机组整机及零部件的各个方面，紧急停机链保护用于整机严重故障及人为需要时，

个体硬件保护则主要用于发电机和各电气负载的保护。监控系统上位机安装于中央控制室内，设置监控后台机一套，通过通讯光缆与间隔层设备联系，定时采集风力发电机组的各种运行数据，用来分析各风力发电机组的运行状态，设备状况等，同时对全场风力发电机组实行远方监控，风力发电机组监控系统主要功能如下：

1) 监测功能

显示风力发电机组排列方式、工作状态，每台风力发电机组的主要运行数据；显示风速、风向、叶轮转速、环境温度、机舱温度；监测每台风力发电机组的有功、无功功率，功率因数，三相电流、电压、风速、工作状态；显示打印当前和以前风力发电机组的故障信息；监测就地控制系统获得的所有信息；修改风力发电机组运行参数，以调整风力发电机组的运行状况；实现单机和机群的发电量统计，风速、风向分布及功率曲线，可利用率报表等功能。

2) 控制功能

远方控制风力发电机组（单台或机群）停机、启动等功能。

3) 记录存储功能

运行数据的存储，包括：有功功率、无功功率、风速、叶轮转速、电网频率、三相电压、三相电流、发电机绕组温度、环境温度、机舱温度、停机原因，以数据库文件方式进行存储，每台风机每天生成一个文件；故障存储，每次风机出现故障时，都会进行记录。记录的内容包括：故障发生时间、事件名称，存储方式以数据库文件进行存储。

4) 报警功能

当风机出现故障时，触发声音报警，同时软件界面上有视觉警示标识，值班人员确认故障后，报警停止。

5) 权限设置（保护）功能

一般用户：拥有开始、停止监控、控制风机的权限；高级用户：包括一般用户的功能，另外还可以查看、导出图形数据，数据手动备份、恢复，风机设置、协议设置等功能；远程用户：拥有远程登录的权限。

6) 报表功能

可以对全场风机进行日报表、月报表、年报表。内容包括：发电量、发电时间、维护时间、故障时间、可利用率、平均风速、最大风速、平均功率、最大功率、标准运行小时。

7) 数据备份功能

可以对中央监控软件的必要数据进行自动备份，包括：风机通讯参数设置、功率曲线数据、运行数据、报表记录、故障记录等，自动备份时间为 30 分钟。该功能也可以手动实现。

二、风力发电机组及箱式变压器保护

1) 风力发电机组保护

为保证电力系统正常运行和供电质量，以及当电气设备发生故障时，能在最短的时限和在可能最小的区间内，自动把故障设备从电网中断开，以减轻故障设备的损坏程度和对临近地区供电的影响，风力发电机组配置以下的保护和检测装置：过流保护、过电压保护、温度过高保护、过负荷保护、低电压保护、电网故障保护、振动超限保护、超速保护、防雷保护、缺相保护及接地保护等。保护装置动作后，发出相应动作信号，并根据故障性质自动切除故障或使发电机退出运行，断开与电网的连接。

风力发电机组配有各种检测装置和变送器，并可在屏幕上显示每台风力发电机组实时状态，如：当前日期和时间、叶轮转速、发电机转速、风速、环境温度、风力发电机组温度、当前的有功和无功功率、电流、电压、机组偏航情况、自安装之日起运行的总电量及每年所发的电量等。风力发电机组的计算机显示屏上可显示事故或故障的位置、数量、内容、日期和

时间等信号。风力发电机的保护由风力发电机厂家成套供应。

2) 箱式变压器保护

风机升压箱变高压侧配置断路器和微机保护装置，作为变压器过载及短路保护，当发电机及电气设备发生短路故障时，能在可能最小的区间内，断开与电网的连接，以便减轻故障设备的损坏程度和对临近地区设备的影响；低压侧配置断路器（具备速断、过流、接地保护功能），作为风机出口至箱变低压侧的线路过载及短路保护。为实现箱变的远方监控，每台箱变配置1套微机箱变测控单元，安装在箱变低压室内。箱变测控单元主要遥信量包括：高压侧负荷开关位置信号、低压侧断路器位置及状态信号、变压器温度

箱变低压侧电流、电压、有功功率、无功功率、有功电度、无功电度、功率因素、频率及变压器温度等；还可实现对低压侧断路器遥控功能。箱变不设置独立的监控系统，箱式变的信号和测量采集通过风电机组的光纤以太网络通道接入升压站综合自动化系统。

三、风力发电机组振动状态在线监测系统及火灾报警系统

1) 风力发电机组振动状态在线监测系统

过高等非电量信号、箱变门开关状态信号等；主要遥测量包括：

风电场设置一套风力发电机组振动状态在线监测系统，由安装在各风力发电机组上的传感器和数据采集器、升压站综合保护室内的在线监测服务器、网络设备以及振动监控和故障诊断软件、通信软件、系统软件等组成，实时在线监测风力发电机组关键部位（主轴承、齿轮箱、发电机、机舱及塔筒等）的振动状态。振动状态在线监测系统利用风电场监控系统的光缆构成网络传输通道，将各风力发电机组数据采集器的数据传送至升压站内的在线监测服务器。振动状态在线监测系统通过振动监测和故障诊断软件分析和评估风力发电机组的运行状态，预测风电机组部件可能出现的故障，合理安排维护检修时间，减少风电事故。

2) 风电机组火灾报警系统

风电场风机机舱、塔筒内装设火灾报警系统，以监测机舱、塔筒内初始火灾报警信号。风电机组火灾报警系统信息接入风电场监控系统，通过风电场监控系统上传至升压站。

四、升压站电气二次

1) 升压站与电力调度管理关系

该项目风电场 110kV 升压站由地调管理，风电场至对侧变电站的 110kV 线路、两侧开关间隔及所属设备、110kV 升压站主变压器、风电场 35kV 集电线路、35kV 开关设备等均由地调调度管理并报电力调度控制中心备案。

2) 远动信息内容、传输方式和通道要求

为了风电场稳定运行，远动信息按两遥配置，其中遥测：风电场总有功无功功率、有功、无功电量；主变压器高低压侧有功无功功率、有功、无功电量、三相电流；35kV 线路有功功率、无功功率、三相电流；35kV 无功补偿装置无功功率；35kV 母线电压。遥信：全所事故总信号，110kV/35kV 侧断路器位置信号；隔离开关、接地闸刀位置信号；主变压器有载分接开关位置信号；断路器控制回路断线信号；断路器操作机构故障总信号；线路保护动作信号和重合闸动作信号；主变压器保护动作信号；主变有载分接开关控制电源消失信号。

该项目 110kV 升压站内配置计算机监控系统，远动信息采集由计算机监控系统数据采集单元完成，远动工作站与当地计算机监控系统数据采集单元实现信息共享，采用交流采样方式，直采直送。

3) 远方电能计量系统

风电场升压站 110kV 出线侧为关口计量点，设置精度为 0.2s 级的远方电量计量表（1+1 配置），在风电场至风电场升压站 35kV 集电线路升压站入口侧也安装精度为 0.2s 级的远方电量计量表（1+0 配置）。电能表的计

量数据均以 RS485 串口送入电能量远方采集装置，电能量远方采集装置采用网络方式为主的方式将计量点电能量信息上传至省调电能计量主站。

4) 升压站综合自动化系统

综合自动化系统分为三层设备二层网结构，即间隔层、前置层和站控层。间隔层设备采用现场总线作为控制网络；站控层采用以太网作为各主站设备间的通信网。

(1) 间隔层设备

110kV 电压等级测控单元-实现调度所需信息的采集及其间隔层设备的监控；35kV 电压等级保护测控单元-实现对 35kV 设备的保护和监控；装置接口-为 110kV 线路保护、母线保护、主变保护等接入自动化系统提供接口。网络设备包括网络接口装置、星形耦合器、光端接口装置及通信电缆、光纤等-实现自动化系统内网络通信。

(2) 前置层设备

网络通信设备-实现站控层与间隔层间的规约转换、信息交换。

(3) 站控层设备

站控层设备配置操作员站、工程师站用于运行管理及现场维护用。

(4) 升压站综合自动化系统主要功能

实时数据采集及处理-定时采集全站运行过程输入信号，实时更新数据库，为系统提供运行状态的数据，在线统计计算、事件顺序记录及传送；监视与报警-使运行人员在地调或中心站对全站各主要设备及辅助设备的运行工况及参数进行实时监视，显示预告和事故报警信号以及各种操作指导等画面。事故及故障统计表、继电保护整定值表、事故追忆记录报告或曲线、事件顺序记录的当前和历史报告等；控制与操作-能根据运行人员的命令对断路器进行正常远操和自动顺序倒闸等操作，并能实现同期检定，捕捉同期，同期闭锁合闸等；防误操作闭锁-具备微机“五防”功能，实现

全站就地电动操作或手动操作的隔离开关和接地刀闸等的防误操作闭锁；与调度中心的通信-在远动主站中配置有远传数据库、各级调度网络通信规约库和能按照规约特定格式组织信文和解释信文的程序，能通过 MODEM 和远动通道接收和发送调度控制中心的命令和远动信息，实现与调度端的远程通讯，传输通道采用主备方式。远动工作站的功能包括：对远方调度要求的信息量（包括模拟、数字、脉冲信息）进行处理和传送，事件顺序记录的传送，接收和处理返送校核遥控命令，接收 GPS 时钟信号的功能，在线自诊断和远方诊断的功能以及支持网络功能即具备接入电力系统III级数据网的接口功能；统计计算-根据采集的电压及电流值计算有功功率、无功功率及功率因数。按运行要求对电流、电压、频率、功率及温度量等进行统计分析，对断路器正常操作及事故跳闸次数、监控设备的投退、通道异常、主要设备的运行小时数及各种操作进行自动记录和统计等；AVQC 无功、电压综合自动控制和调节-根据地调或中心站的指令或上级部门整定的电压曲线以及规定的调整策略，实现对电网电压及功率因数的自动调节；同步对时-配置卫星时钟设备接收全球卫星定位系统（GPS）的标准授时信号，通过远动主站或通信主机采用广播方式，对数据采集处理各单元的相关设备以及故障录波器和继电保护装置等的时钟进行校正；在线自诊断与冗余管理-升压站综合自动化系统具备完善的在线自诊断能力，及时发现各设备或装置的故障，向系统报警并提供就地故障指示。当通讯设备故障时，主机能判别并提示运行人员。

5) 升压站继电保护

主变压器、35kV 母线、35kV 线路、35kV 无功补偿装置、35kV 站用变的继电保护选用微机型保护装置。主要有纵差动保护：作为主变压器内部及引出线短路故障的主保护。保护装置具有躲避励磁涌流和外部短路时产生的不平衡电流能力，过励磁时应闭锁。保护瞬时动作跳主变两侧断路器。

主变压器高压侧复合电压启动的方向过电流保护：作为主变压器后备及 110kV 线路远后备保护，保护延时跳主变两侧断路器。零序过电流保护：作为主变压器中性点接地运行时高压侧及 110kV 线路单相接地故障的后备保护；保护延时动作跳主变压器两侧断路器。间隙零序过电流、过电压保护：当主变压器中性点不接地运行，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。主变压器低压侧复合电压启动的方向过电流保护：作为主变低压侧相间短路和 35kV 侧母线后备保护。主变过负荷保护：设在低压侧，动作发信号。非电量保护：瓦斯保护-主变压器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压器两侧断路器；主变压力释放保护-保护瞬时跳主变压器两侧断路器；温度保护-温度升高时动作发信号，温度过高时跳开主变压器两侧断路器；油面降低保护-油面降低动作发信号。

6) 35kV 集电线路、母线、无功补偿装置保护

35kV 集电线路采用保护与测控一体化装置，配置三段式相间距离保护、三段式过电流保护、零序电流保护、过负荷保护。装置安装在相应 35kV 开关柜内；35kV 母线装设母线保护，采用微机型母线差动保护装置。保护动作后，快速跳开与故障母线相连的所有断路器；35kV 无功补偿装置进线采用微机型保护测控一体化装置，保护配置有：电流速断保护、过电流保护、零序电流保护、过负荷保护、过电压保护、欠电压保护等；SVG 装置测控保护由厂家配套提供，装置的保护包括：SVG 系统输出过电流故障保护和电网供电电压过压故障保护等。功率单元的保护包括：IGBT 驱动故障保护、直流过压保护、冷却系统故障及超温故障保护等；35kV 站用兼接地变采用保护测控一体化装置，配置速断保护、过电流保护、零序电流保护、过负荷保护、低压侧零序电流保护、本体保护。装置安装在相应 35kV 开关柜内。

7) 升压站计量

在 110kV 出线设置电能量采集点，计量点电流互感器设专用 0.2s 级计量线圈，配用 0.2s 级电子电能表，采用主、副双表配置，可双向测量。主变高、低压侧及 35kV 馈出线电流互感器设置专用计量线圈，配 0.2s 级智能型多功能电能表。

8) 直流操作电源

升压变电站配置一套直流控制电源系统。直流控制电源系统设置 1 组蓄电池，1 套充电/浮充电装置，1 套专用的放电装置，采用单母线接线方式，辐射式供电。直流控制电源系统电压等级为 DC220V，事故放电时间按 2h 考虑。每段直流母线上设置一套微机监控装置，根据直流系统运行状态，综合分析各种数据和信息，对整个重要信息同时以硬接点方式接入计算机监控系统。每组蓄电池设一套电池巡系统实施控制和管理，并通过 RS485 通信口将信息上传至变电站计算机监控系统。直流系统检测装置，监测蓄电池单体运行工况，对蓄电池充、放电进行动态管理。装设直流绝缘监察装置，在线监视直流母线的电压和监测直流馈线的接地情况。

9) 交流不停电电源

该项目 110kV 升压站配置容量为 10kVA、220V 交流不停电电源系统 (UPS) 一套，采用双机并列运行方式，作为监控等设备的不停电电源，逆变器电源正常由交流供电，交流消失时自动切换，输出电压为 220V，50Hz，备用直流输入由站用直流电源系统供电。

10) 电能质量监测装置

该项目 110kV 升压站 110kV 出线并网点设置一套电能质量监测设备，主要监测风电场并网点电压、频率、三相不平衡度、闪变、谐波、谐波功率等电能质量参数等数据，满足国网公司对风电场接入电网的电能质量监测要求。

11) 风功率预测系统

该项目风电场配置 1 套风电功率预测系统，并按调度部门的要求报送负荷预测曲线。系统具有 0~72h 短期风电功率预测以及 15min~4h 超短期风电功率预测功能。每 15min 自动向省调滚动上报未来 15min~4h 的风电场发电功率预测曲线，预测值的时间分辨率为 15min；每天按照调度部门规定的时间上报次日 0~24h 风电场发电功率预测曲线，预测值的时间分辨率为 15min。

12) 有功功率控制及无功电压控制系统

该项目风电场配置一套有功功率控制系统，具备单机有功功率控制能力。接收并自动执行调度发送的有功功率控制信号，确保风电场有功功率值符合调度的给定值及有功功率变化值不超过电网调度部门的给定值，根据省调统一安排实现 AGC 功能。在电网紧急情况下，风电场能快速自动切除部分机组乃至整个风电场；风电场配置一套无功电压控制系统，根据电网调度部门指令，系统能自动调节整个风电场发出（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能满足电网电压调节的要求，并根据省调统一安排实现 AVC 功能。

13) 微机五防装置

该项目升压站的操作机构装设微机五防装置，确保电力生产安全。五防装置即防止误分、误合开关；防止带负荷拉、合隔离刀闸；防止带电挂（合）接地线（隔离刀闸）；防止带接地线（隔离刀闸）合开关（隔离刀闸）；防止误入带电间隔。

14) 电力二次系统安全防护

该项目配置升压站二次系统安全防护设备。控制区：风电场风机监控系统、升压站计算机监控系统、继电保护、有功功率及无功电压控制系统等；非控制区：电能量采集装置、风功率预测系统、故障录波装置等。

15) 火灾报警系统

该项目升压站内装设一套火灾报警及联动控制系统，主要包括：报警控制器，感温及感烟探测器，线形感温探测器及手动报警按钮，系统连接导线等。探测器的报警信号发至报警控制器，并经控制器发往升压站综合自动化系统。

16) 图像监视与警戒系统

该项目设置一套图像监视及安全防护设施，该设施主要包括：入侵报警系统、视频安防系统和出入口控制系统等，并能相互联动。图像监视及安全防护系统实现对站内 110kV 配电装置、主变压器、SVG 设备、35kV 配电室、主控室、继保室、进站通道等现场的视频监控，系统主要配置前置摄像机、红外线及相关附件、网络视频服务器、视频监控主机及网络输出设备。视频信号通过电网调度通信网络可实现视频信号的远传。微机控制器具有计算机通信口，以实现与上级调度部门计算机联网控制摄像头、云台动作，切换画面等。

17) 升压站二次设备防雷

升压站内通讯设备、综合自动化系统及继电保护设备的电源模块均配置雷电保护和冲击抑制装置。

18) 相量测量装置

该项目配置 1 套 PMU 系统，由通信主单元及电气采集单元组成。装置分别采集 110kV 线路及主变压器各侧，35kV 电源进线。PMU 装置采用网络通信方式通过电力调度数据网向调度端主站系统传输信息。

19) 继电保护试验电源柜

为方便运行期间调试，该项目配置 1 面继电保护试验电源柜，放置于二次设备室内。

20) 对时系统

该项目全站设置时间同步系统装置柜 1 面，按照“主从同步”的原则，

组建站内高精度的 GPS 和北斗时间同步系统。以保证站内保护、测控、录波的装置及故障信息系统子站等设备的时间统一，提高所有被同步设备的时间信号的准确性，以避免突发事件下局部时间信号受到干扰而影响电力生产的安全。主时钟双重化配置，支持北斗系统和 GPS 系统单向授时，优先采用北斗系统，满足双钟双源的要求。

21) SF₆ 在线监测系统

该项目升压站设置一套 SF₆ 微水密度在线监测系统，配置有系统主机箱、报警器等配套设备，现场照片如下。



图 2.4.4-1 SF₆微水密度在线监测系统

22) 等电位接地网

该项目等电位接地网由裸铜排、绝缘电缆等构成，对主要二次设备构成一个统一的等电位接地网，通过一点与一次主接地网连接。等电位接地网与电气一次主接地网连接点设置在二次盘室，以四根 $1 \times 50\text{mm}^2$ 的绝缘软铜缆与一次主接地网接地扁钢螺接。户外汇控柜设置截面不小于 100mm^2 的

裸铜排，并用 $1 \times 120\text{mm}^2$ 的绝缘软铜缆与二次等电位接地网连接。二次盘室按盘柜布置方向敷设 $4\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的裸铜排，并将其首末端连接，形成二次盘室等电位接地网。35kV 开关柜室在开关柜二次小室下电缆沟敷设 $4\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的裸铜排，形成 35kV 开关柜室等电位接地网。上述各区域等电位接地网以 120mm^2 的绝缘软铜缆紧密连接，形成全站二次等电位接地网。

五、二次设备布置

110kV 线路保护装置、主变保护测控装置集中组屏安装在主控室备用位置，35kV 线路综合保护测控装置分散布置在开关上，所有保护测控单元都接入升压站综合自动化系统，其它装置通过通信管理机接入站内以太网。

2.4.5 通信系统

一、风电场通信

1) 风电场移动通信

风电场移动通信指风电场检修及巡视的通信方式，即各风力发电机组之间，风力发电机组塔顶与地面之间，风力发电机组与控制室之间的语音通信，主要采用大功率无线对讲机通信方式，并以公网手机通信方式为辅。

2) 风机、箱变监控系统通信

风机、箱变监控系统通信是指对风力发电机、箱式变电站控制及运行监视的通信网络，主要包括风电场每台风机、箱变至监控中心监控设备的光缆线路等。光缆线路沿 35kV 集电线路架设，并根据风机、箱变的分布情况和控制方式构成光纤网络方式，以保证各风机、箱变在运行控制、维护管理及故障信息传输等方面的通信需求。该项目将风电场的 6 台风机及箱变的监控信息通过光缆与风机监控信号一起传回监控中心。每组风机及箱变共用 1 条光缆线路与风电场监控中心的监控设备连接，形成一个独立的光纤环网，实现监控中心对每台风机、箱变的监控。架空光缆选用 ADSS 光缆，地埋光缆采用 GYFTA53 光缆。

二、系统通信方案

1) 系统通信

该项目风电场升压站由省调和地调调度管理，调度自动化信息上传省调和地调。为满足上述调度通信、调度自动化通道要求，风电场升压站系统通信按光纤通信传输方式接入地区光缆传输环网。在风电场-对侧变电站送电线路路上敷设 OPGW 光缆，接入地区光缆环网至地调，组成地调对风电场升压站的调度通信、调度自动化的通道。

2) 对外通信

升压站市话安装在监控室，就近接入公网，作为调度备用电话。

3) 通信电源

升压站内设 1 套直流通信电源，高频开关电源内配置交流配电单元、直流配电单元、防雷单元和监控模块等。

4) 通信机房

升压站内不设专用通信机房，系统通信和站内通信设备统一安装在生产综合楼内的保护屏室。

5) 通信布线

升压站内敷设电话和网络线缆及相关接线盒。

2.4.6 场内集电线路

该项目风电场集电线路起点始于风电场 6 台风机箱变高压侧，止于升压站 35kV 进线柜；通讯线路起点始于风电场 6 台风机箱变内通讯柜，止于升压站中控室。风电场区共 6 台风机，总容量 30MW。35kV 集电线路采用埋地的方式，集电线路由风机箱变通过电缆与架空线路连接；设 2 回集电线路，通过 35kV 集电线路采用埋地的方式接至风电场升压站 35kV 进线柜。

2.5 主要设备情况

该项目风电场主要设备情况详见下表。

表 2.5-1 项目主要设备一览表

序号	设备名称	设备规格型号	单位	数量	备注
电气一次					
一	风电场				
1	风力发电机组	5.0MW	台	6	
2	箱式变电站	5.5MVA, 37	座	6	
二	升压站				
(一)	主变压器系统				
1	主变压器	50MVA, 115±8×1.25%/37kV	台	1	露天布置
2	变压器中性点设备	BS-ZJB-110	套	1	
(二)	110kV 配电装置				
1	SF ₆ 断路器	ZF10-126	套	1	
2	隔离开关	ZF10-126	套	1	
3	电流互感器	RBT-145	台	1	
4	电压互感器	JSQ-110	台	1	
5	避雷器	Y10WZ-102/266W	只	3	
(三)	35kV 配电装置				
1	进线柜	KYN61-40.5	面	3	
2	馈线柜	GZDW 型	面	2	
3	PT 柜	KYN61-40.5	面	1	
(四)	无功补偿装置				
1	SVG 动态无功补偿装置	35kV, ±12Mvar	套	1	
(5)	站用电系统				
1	站用接地变及电阻成套装置	DKSC-800/37-160/0.4	台	1	
2	交流电源系统		套	1	
电气二次					
一	风机监控系统				
1	监控系统	/	套	1	
2	视频监控屏	/	面	1	

序号	设备名称	设备规格型号	单位	数量	备注
二	升压站综自系统				
1	微机监控系统	/	套	1	
2	微机防误系统	/	套	1	
3	数据通信网关机屏	/	面	1	
4	网络通信屏	/	面	1	
5	公用测控屏	PCK-02 型	面	1	
6	保护信息管理屏	/	面	1	
7	主变测控屏	PCK-03 型	面	1	
8	主变保护屏	PBB-04 型	面	1	
9	110kV 线路保护屏	PPC43A-11C-G	面	1	
10	35kV 母线保护屏	PMB-01 型	面	1	
11	故障录波屏	/	面	1	
12	一次调频屏	/	面	1	
13	视频监控屏	/	面	1	
14	一体化电源系统	/	套	1	

2.6 主要原料辅助料的品种、数量与来源

该项目风电场涉及的原辅材料主要为高压电器设备中的六氟化硫，机舱中使用的润滑油、用于风机刹车系统的液压油、主变压器使用的绝缘油，贮存及使用情况详见下表。

表 2.6-1 主要原辅材料的贮存及使用情况一览表

名称	贮存方式	年使用量	使用位置	火灾危险性类别	使用情况	输送情况
六氟化硫	不储存	用量少	GIS	戊类	保护气	/
液压油	不储存	用量少	风机	丙类	风机刹车系统	由供货商负责运输
润滑油	不储存	用量少	风机	丙类	风机轴承润滑	由供货商负责运输
绝缘油	不储存	0.1t	变压器	丙类	/	由供货商负责运输

2.7 升压站主要建构筑物

该项目升压站主要建筑物情况详见下表。

表 2.7-1 项目升压站主要建筑物一览表

序号	名称	占地面积 (m ²)	建筑面积 (m ²)	火灾危险性 类别	耐火等级	结构	备注
1	综合楼	273.42	273.42	戊类	二级	框架结构	单层建筑
2	一次舱	92.256	/	丙类	/	/	成套装置
3	二次舱	127.904	/	丙类	/	/	成套装置
4	事故油池	16.81	/	丙类	/	砼基础	/
5	屋外配电 装置	725	/	丙类	/	/	成套装置
6	生活给水 箱及净化 装置	6	/	戊类	/	/	成套装置
7	生活污水 设施	25.2	/	戊类	/	/	/
8	附属用房	38.64	38.64	戊类	二级	框架结构	单层建筑
9	一体化消 防泵站	112.85	/	戊类	/	/	成套装置
10	危废品库	6	/	丙类	/	/	集装箱

2.8 公用工程和配套辅助工程

2.8.1 给排水系统

一、给水系统

该项目升压站内给水系统包括生活给水系统和消防给水系统，生活给水管网与消防给水管网采用独立的系统。由于站内没有直接利用的供水设施，站内生活、消防给水采用山泉水。给水水源一路引接至生活水箱，通过生活水泵和管道送到站内生活用水点；另一路引接至消防水箱，通过消防水泵和管道送到站内消防用水点。

二、排水系统

该项目升压站内排水系统包括生活污水和雨水排水系统。根据环保要求，生活污水需处理后排至站外，处理设施采用地埋式一体化污水处理设

备（ $0.5\text{m}^3/\text{h}$ ）处理。生活废水通过隔油器处理后排入污水管网。根据场区竖向布置，雨水沿地表径流排入雨水管渠排至站外，电缆沟的雨水则通过排水暗管排至站区雨水检查井。升压站的雨水采用有组织排水系统，沿站内道路雨水管网至升压站外排水沟。

2.8.2 消防系统

一、水源形式及供水能力

根据《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB 50974-2014）的第 3.1.4 条规定：工厂占地面积 $\leq 100\text{h m}^2$ 、附近居住区人数 ≤ 1.5 万人，同一时间内火灾处按一次计，消防用水量按界区内消防需水量最大一座建筑物计算。

该项目升压站内最大建筑为综合楼，占地面积为 273.42 m^2 ，火灾危险性为戊类，耐火等级为二级。根据《消防给水及消火栓系统设计规范》（GB50974-2014）第 3.3.2 条，室外消火栓用水量 15L/s 。火灾延续时间按 2 小时计，消火栓用水量 $V=15\times 2\times 3600/1000=108\text{m}^3$ 。

该项目消防水源来自一体化消防泵站，配置有 2 台电动消防水泵、2 台稳压泵和 2 台消防水箱，消防水箱有效容积为 216m^3 。

二、室外消火栓系统

该项目在升压站站区环形消防管网上设有 2 套型号为 SS100/65-1.0 室外地上消火栓，直接连接在室外给水管网上。消防栓之间间距小于 120m ，消防水管道管径 DN150，管材为钢丝网骨架复合管，埋地敷设，管顶深埋 0.9m （冻土线以下）。

三、移动式灭火器

根据《建筑灭火器配置设计规范》（GB 50140-2005）的相关要求，该项目升压站内各建构筑物处、主变压器处配备相应的灭火器。

四、消防配电

消防用电设备的配电线路引自事故照明电引自事故照明屏。升压站正

常情况下，事故照明配电屏由站用变供电，当站用变失去时，由 10kV 备用变供电，在备用变也失电时，由直流系统逆变供电。消防报警线路、消防用电设备的配电线路满足火灾时连续供电的需要。

五、火灾自动探测报警系统

该项目设置一套火灾自动报警系统。控制系统采用总线制，即总线报警并联动控制。

六、风电机组消防

该项目风力发电机组分布较广且风力发电机舱是在几十米以上的高空，发生火灾时消防人员不可能及时扑救。因此，风力发电机组及箱变的防火措施主要以预防为主，配备了手提式干粉灭火器，配置消防的设施由设备厂家配套供应（包括悬挂式干粉灭火装置、热气溶胶灭火装置）。

现场照片详见下图。





图 2.8.2-1 风力发电机舱厂家配置消防的设施

2.8.3 采暖通风系统

一、供暖系统

根据当地气候条件本工程不单独设置采暖系统，而是与空调系统合并，采用冷暖型空调。

二、通风系统

该项目配电装置室设置降温通风系统。事故通风量不小于 12 次/h 换气，事故通风系统可兼作平时通风用。事故排风机的开关安装在门口便于操作的地点，室内安装电源插座，作为检修临时通风电源之用。进风经防雨型可开组合式进风过滤器过滤进入室内，排风设备选用轴流式玻璃钢风机。降温设备采用单冷型风冷分体空调。

2.8.4 通信系统

该项目风电场装设程控电话，作为场区行政办公通讯之用，风电场调度通讯和远动信息传递采用电力载波通讯和光纤等通道。每台风力发电机组的计算机单元是通过通讯光纤串行连接至控制室的光纤网络接口箱，并通过控制室的光纤网络接口箱采集各个风力发电机组上行的实时信息以及

运行人员下行的操作命令。风电场内配置了对讲机，以便于运行人员维护、检修时之间的联络。

2.9 建设项目投入生产后的组织机构与劳动定员

2.9.1 组织机构

该公司根据电力集团公司的管理思路，结合风电场的运行特点，设立了安全管理机构，并配备一名兼职安全管理人员。

2.9.2 安全管理及培训取证情况

该项目特种作业人员安全培训及取证情况详见下表。

表 2.9.2-1 项目人员取证情况一览表

序号	姓 名	资格证件号	资格类型	发证机构	有效期
1	龚鑫	610423200002055512	安全管理人员	新疆国安建设安全评价中心有限公司	2027 年 04 月 11 日
2	龚鑫	T610423200002055512	低压电工作业	昆明市应急管理局	2027 年 08 月 15 日
3	龚鑫	T610423200002055512	高压电工作业	河北省应急管理厅	2025 年 10 月 07 日
4	龚鑫	T610423200002055512	高处作业	河北省应急管理厅	2026 年 01 月 18 日
5	彭恒	T362202200108227519	低压电工作业	青岛西海岸新区应急管理局	2026 年 05 月 03 日
6	彭恒	T362202200108227519	高压电工作业	河北省应急管理厅	2026 年 10 月 23 日
7	彭恒	T362202200108227519	高处作业	青岛西海岸新区应急管理局	2026 年 05 月 03 日
8	文梓骏	T43092220020908721X	低压电工作业	湖南省应急管理厅	2025 年 10 月 08 日
9	文梓骏	T43092220020908721X	高压电工作业	安徽省应急管理厅	2026 年 12 月 07 日
10	文梓骏	T43092220020908721X	高处作业	合肥市应急管理局	2026 年 09 月 25 日
11	周朝晖	T420983200204260010	低压电工作业	湖南省应急管理厅	2027 年 03 月 10 日
12	周朝晖	T420983200204260010	高压电工作业	湖南省应急管理厅	2026 年 05 月 31 日
13	周朝晖	T420983200204260010	高处作业	湖南省应急管理厅	2026 年 11 月 14 日

表 2.9.2-2 风电场（站）两票“三种人”认定情况一览表

序号	区域	项目	工作票签发人	工作票许可人	工作票负责人	义务消防员
----	----	----	--------	--------	--------	-------

序号	区域	项目	工作票签发人	工作票许可人	工作票负责人	义务消防员
1	华东区域	江西遂川风力发电项目	韩刘	韩刘、周朝晖、文梓骏、朱湖平、彭恒	韩刘、周朝晖、文梓骏、朱湖平、彭恒	韩刘、周朝晖、文梓骏、朱湖平、彭恒

2.9.3 劳动定员

该项目劳动定员 8 人，主要包括管理人员、运行人员及其它岗位人员，主要负责风电场管理、安全检查、风力发电机组定检、日常维护等工作。设备大修、技术监督等工作采用委托专业单位进行。

2.9.4 工作制度

该项目生产、管理采用常白班，值班室 24h 有人值守。

2.9.5 安全管理制度

该公司制定了全员安全生产责任制度、各项安全管理制度及岗位操作规程，具体清单详见本报告附件。

2.9.6 安全投入

该项目总投资 41168 万元，其中安全投资概算为 1122 万元，安全投资概算占项目总投资概算的 2.72%。该安全设施投资概算划分为预防事故设施费用、控制事故设施费用、减少与消除事故影响设施费用及其他费用。

具体情况详见下表。

表 2.9.6-1 安全设施分类投资概算情况一览表

序号	项目分类		费用概算（万元）
一	预防事故设施费用		
1	监测报警设施	火灾自动报警装置及探测装置、视频安防系统、门禁控制系统	440
2	设备安全防护设施	设备保护、防雷、制动、闭锁、防晒、电气保护、接地等，风机组件基础防护，电气系统防护	224
3	电气防爆设施	变压器减压阀	10
4	作业场所防护设施	防噪声、通风、防护栏、防滑、安全平台等	16
5	安全警示标志	各类安全标识、消防、职业危害警示牌、	4

序号	项目分类		费用概算（万元）
		公告栏等	
二	控制事故设施费用		
1	紧急处理设施	过电压保护、电气联锁、闭锁装置	80
三	减少与消除事故影响设施费用		
1	防止火灾蔓延的设施	防火墙、阻燃材料等	6
2	灭火设施	移动式灭火器、消防砂、消防桶、消防锹等	4
3	紧急个体处置设施	应急照明、事故应急箱、应急药品等	4
4	应急救援设施	应急救援器材等	8
5	劳动防护用品和装备	安全帽、防护服、劳保手套、绝缘手套、绝缘鞋、耳塞等	10
四	其他费用		
1	作业场所职业危害检测、电气设施检测费用		120
2	防沙尘、防污染、防腐蚀、防潮措施		30
3	职业卫生三同时、安全设施三同时报告的编制和审定		108
4	防雷防静电检测		28
5	作业人员安全教育培训、人员体检费、工伤保险费、职业病防护、职业卫生管理、职工职业健康监护等费用		32
	合计		1122

2.9.7 劳动防护用品配备情况

该公司为工作人员配备劳动防护用品，统一配备必要的劳动安全防护用品等，劳动防护用品配备情况详见下表。

表 2.9.7-1 劳动防护用品配备情况一览表

序号	工种	防护用品	数量	发放周期
1	风电场运行维护人员	安全帽、绝缘手套、绝缘鞋 绝缘服、发光电型防护镜、 普通防护服。	1 套/人	安全帽：2 年；绝缘鞋：1 年；普通工作服：18 个月；绝缘手套、发光电型防护镜：不定期发放，个体防护用品损坏后以旧换新，无时间要求。
2	高低压电工	安全帽、绝缘鞋、绝缘手套 口罩、自吸过滤式防毒面具	1 套/人	安全帽：2.5 年白帆布类隔热服、隔热阻燃鞋、绝缘工作服、绝缘鞋、绝缘手

序号	工种	防护用品	数量	发放周期
				套：1 年防尘口罩、防毒面具、耳塞、带电作业屏蔽服：不定期发放，个体防护用品损坏后以旧换新，无时间要求
3	检维修人员	安全帽、绝缘鞋、绝缘手套 发光电型防护镜、普通防护服、自吸过滤式防毒面具。	1 套/人	安全帽：2.5 年绝缘工作服、绝缘鞋、绝缘手套：1 年带电作业屏蔽服：不定期发放，个体防护用品损坏后以旧换新，无时间要求。

2.9.8 应急救援体系

一、应急预案制定及应急演练情况

为了有效预防、及时控制和消除突发生产安全事故的危害，最大限度地减少生产安全事故造成的损失，该公司制定了适合本项目的生产安全事故应急预案，并定期进行应急演练，具体详见本报告附件。

二、应急救援物资配备情况

该项目升压站内配备了应急救援物资，具体配备情况详见下表。

表 2.9.8-1 应急救援物资台账

序号	药品名称	规格型号	数量
1	碘伏消毒液（棉棒）	0.15ml/支	20 支
2	酒精棉片	3cm×6cm	20 片
3	碘伏棉片	3cm×6cm	20 片
4	医用脱脂棉球	5g/袋	1 袋
5	乳胶管止血带	Φ7mm×45cm	1 条
6	防水创可贴	7.2cm×1.9cm	40 片
7	H 型创可贴	7.6cm×3.8cm	2 片
8	蝶形创可贴	7.6cm×4.5cm	2 片
9	大号创可贴	7.6cm×5cm	2 片
10	无菌敷贴（小号）	6cm×7cm	5 片
11	无菌敷贴（大号）	10cm×10cm	5 片
12	医用纱布叠片（小号）	7.5cm×7.5cm-8 层	5 片

序号	药品名称	规格型号	数量
13	医用纱布叠片（大号）	10cm×10cm-8 层	5 片
14	弹力帽	9 号	1 个
15	三角绷带	96cm×96m×136m	2 包
16	烧伤敷料	40cm×60cm	2 包
17	医用透气胶带	1.25cm×500cm	2 卷
18	安全别针	10 枚/包	10 枚
19	敷料镊子	不锈钢	1 把
20	圆头剪刀	15cm	1 把
21	一次性 CPR 屏障消毒面膜	—	2 张
22	一次性使用医用橡胶检查手套	—	2 副
23	玻璃体温计	—	1 支
24	医用冰袋	120g	1 袋
25	医用退热贴	5cm×12cm	2 贴
26	晕车贴	2 贴/袋	2 袋
27	暖贴	130cm×100cm	2 袋
28	急救手册	—	1 本
29	碘伏棉球	25 粒/瓶	1 瓶
30	酒精棉球	25 粒/瓶	1 瓶
31	KN95 口罩	1 个/袋	1 个
32	碘伏消毒液	100ml	1 瓶
33	过氧化氢消毒液	100ml	1 瓶
34	弹力绷带	8cm×400cm	3 卷
35	自粘弹性绷带	5cm×450cm	1 卷
36	烫伤膏	20g/支	1 支
37	风油精	3ml	1 瓶
38	红花油	25ml	1 瓶
39	压舌板	木制或铝制	2 个
40	高频救生哨	铝合金材质	1 个

序号	药品名称	规格型号	数量
41	LED 手电筒（含电池）	铝合金材质	1 个

2.10 建设项目试运行情况

该项目于 2024 年 12 月 03 日与国网江西省电力有限公司吉安供电分公司签订了并网调度协议，全部机组通过 240 小时试运行。试运行期间该风电场各台风机系统运行正常，机组主要监测点各项考核指标在正常范围内，风机可利用系数超过合同规定，未发生重大设备故障。经检查，机组数据监测系统运行稳定，精度满足要求，在控制室对各台风机进行监控功能正常。风机启动与停机功能正常，电气设备室和控制室空调系统正常，消防系统运行正常。 风力发电机组调试记录基本齐全。



第三章 主要危险、有害因素的辨识

危险是指可能造成人员伤亡、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。危险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。从其产生的种类及形式看，主要有火灾、机械伤害、触电等。有害因素是指能影响人的身体健康，导致疾病，或对生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，以确定该项目的主要危险，有害因素的种类，分布及可能产生的方式和途径。

3.1 主要物料特性及其危险性

3.1.1 固有危险物质辨识与分析

一、六氟化硫

1) 该项目 110kV 配电装置采用敞开设备，户外布置型式，由 SF₆ 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，SF₆ 断路器；室内无功补偿开关柜采用 35kVSF₆ 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。一旦泄漏会大量聚集在低洼的区域，该区域的空气被取代，导致氧气含量下降，若氧气含量低于 16%，在该区域工作的人员就会窒息。

2) 另外，SF₆ 在电弧作用下其分解物 SF₄ 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。

二、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。硅油的黏度-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。

三、液压油

液压油主要用于风机刹车系统，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。

四、润滑油

该工程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。

3.1.2 危险化学品辨识

一、易制毒化学品辨识

根据《易制毒化学品管理条例》（国务院令〔2005〕第 445 号公布，国务院令〔2014〕第 653 号修改，国务院令〔2016〕第 666 号修改，国务院令〔2018〕第 703 号修改）、《公安部、商务部、卫生部、海关总署、安监总局、国家食品药品监督管理局公告》（2008 年）、《公安部、商务部、卫生部、海关总署、安监总局关于管制邻氯苯基环戊酮的公告》（2012 年）、《国务院办公厅关于同意将1-苯基-2-溴-1-丙酮和3-氧-2-苯基丁腈列入易制毒化学品品种目录的函》（国办函〔2014〕40 号）、《国务院办公厅关于同意

将 N-苯乙基-4-哌啶酮、4-苯胺基-N-苯乙基哌啶、N-甲基-1-苯基-1-氯-2-丙胺、溴素、1-苯基-1-丙酮列入易制毒化学品品种目录的函》(国办函〔2017〕120 号)、《国务院办公厅关于同意将 α -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)、《关于将 4-(N-苯基氨基)哌啶等 7 种物质列入易制毒化学品管理的公告》(公安部等六部门〔2024〕联合发布公告)等进行辨识,该项目未涉及易制毒化学品。

二、监控化学品辨识

根据《各类监控化学品名录》(工业和信息化部令〔2020〕第 52 号)进行辨识,该项目未涉及监控化学品。

三、剧毒化学品辨识

根据《危险化学品目录(2015 版)》(应急管理部等 10 部门公告〔2022〕第 8 号调整)进行辨识,该项目未涉及剧毒化学品。

四、高毒物品辨识

根据《高毒物品目录》(卫法监发〔2003〕142 号)进行辨识,该项目未涉及高毒物品。

五、易制爆危险化学品辨识

根据《易制爆危险化学品名录(2017 年版)》(公安部〔2017〕公告)进行辨识,该项目未涉及易制爆危险化学品。

六、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、交通运输部公告〔2020〕第 3 号)进行辨识,该项目未涉及特别管控危险化学品。

七、六氟化硫的理化特性

依据《危险化学品目录(2015 版)》(应急管理部等 10 部门公告〔2022〕第 8 号调整),该项目作为 GIS 设备保护气使用的六氟化硫属于危险化学品,其理化特性等具体情况详见下表。

表 3.1.2-1 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℃	危化品类 型	爆炸极限 (%)	火险 类别	危险性类别
1	六氟化硫	气态	2551-62-4	1341	1.67	/	无意义	/	/	戊	加压气体； 特异性靶器官毒性-一次接 触, 类别 3（麻醉效应）。



3.2 生产工艺、设备设施及平面布置等情况分析

3.2.1 风电机组危险性辨识分析

一、机组振动危险性辨识分析

造成风力发电机振动的原因包括：叶片固定螺栓松动；叶片进水、结冰，风轮失去平衡；叶片缺损，动力和重力失去平衡；发电机、输出线路（含输电滑环）断电缺相；机舱立轴轴承松动或轴承损坏；尾舵轴承松晃或损坏；制动机构断续卡滞；风力发电机在偏航状态高速旋转；风力发电机超转速运行。机组法兰部分属于受力部件，若设计、制造、安装以及日常维护不当，可能出现松动或其他质量缺陷，可能导致机组不平衡，产生振动危害。

二、风轮系统危险性辨识分析

风轮系统存在的危害主要是叶片断裂、脱落事故和叶片高速旋转产生的噪声危害。发生“飞车事故”时发生上述危害的可能性及危害程度最大。危险有害因素分析如下：

1) 叶片存在质量问题。设计制造误差及因运行造成的永久变形导致空气动力场不平衡，导致叶片不正常振动，可能导致叶片断裂和噪声危害。叶片导角调节设计不当，组装误差导致叶片攻角不一致，叶轮选材不当等设计刚度不够，长期运行造成轮毂破损，可能导致叶片脱落事故。

2) 叶轮运转过程中未达到平衡状态，主要包括：叶片覆冰导致不平衡；转速激振与叶片挥舞、摆动和扭转方向上的固有频率产生共振，降低叶片动应力，缩短叶片寿命，可能导致叶片断裂和噪声危害；焊接过程中产生的焊渣未进行处理，导致不平衡。

3) 变荷载造成叶片疲劳断裂。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强烈的振动和应力，轻则极大地降低风力发电机组

的使用寿命，重则毁坏设备。

4)

水分进入叶片内部，对叶片产生腐蚀作用，缩短叶片使用寿命，长时间腐蚀的结果可能导致叶片断裂事故。

5) 雷击电流、暴雨、冰雹等恶劣天气影响叶片和机械部件的正常运行，对设备产生损伤，可能导致叶片断裂事故。

6) 液压系统失灵造成发电机组刹车保护失灵、运行失控或者变桨系统发生故障，电机前端的桨叶不向与其旋转平面垂直的方向转动，发生飞车事故，可能造成叶片断裂、脱落，造成物体打击伤害以及产生噪声危害。

7) 叶片调节桨距角装置位于根部，受到离心力矩和纵向弯矩力矩，易被扭曲。

三、塔筒危险性辨识分析

1) 塔筒存在的危害主要是塔筒折塔、倒塔事故。发生原因主要为：筒本身存在质量缺陷或安装缺陷、钢制塔架制造不良、材料使用不当、塔筒螺栓腐蚀松动、基础不良、未采取安全措施或采取的安全措施不当、发生地震、飓风、泥石流、特大洪水等造成折塔、倒塔。发生飞车事故也塔筒折塔、倒塔的一个重要原因。风轮不平衡或紧固件松脱等使得塔架产生共振或频繁晃动。未采取风电机组防雷措施、防雷措施接地电阻超过规定、防雷接地系统存在质量缺陷，则可能因雷击引发塔筒折塔事故。日常维护保养不当，产生腐蚀，引发倒塔、折塔。

2) 其中塔筒法兰部分承受较大的力和力矩，法兰螺栓是主要受力零部件，若螺栓选材不当；螺栓型号、数量设置不当；螺栓未按规定进行 100% 超声波检测等无损探伤检测；未按规定进行定期保养、更换，可能因螺栓损坏引发塔筒倾斜、损坏，严重者可能引发倒塔事故。

四、发电机系统危险性辨识分析

风力发电机常见故障有：绝缘电阻低、振动噪声大、轴承过热和绕组

断路、短路接地、电机着火等。

1) 绝缘电阻低：电机温度高、机械性损伤、潮湿、灰尘、导电微粒或其他污染物侵蚀电机绕组等造成绝缘电阻低于设计值。

2) 振动噪声大：转子系统动不平衡，转子笼条有开裂、开焊，假焊或缩孔，轴径不圆，轴弯曲、变形，基础不好或有共振，转子与定子相摩擦等，造成振动噪声大。

3) 轴承过热、失效：润滑脂选型不当或质量存在缺陷，润滑脂过多或过少，润滑脂不清洁，有异物进入滚道，轴电流电蚀滚道，轴承磨损，轴变形，电机承受额外的轴向力和径向力等，造成轴承过热、失效。

4) 绕组断路、短路接地：绕组机械性拉断、损伤，焊接不良，电缆绝缘破损，接线头脱落，匝间短路，潮湿、灰尘、导电微粒或其他污染物污染、侵蚀绕组，相序接反，长时间过载导致电机过热，绝缘老化开裂，其他电气元件的断路、故障引起的过电压、过电流引起绕组局部绝缘损坏、短路，雷击损坏等，造成绕组断路、短路接地。

5) 电机火灾：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，定子绝缘击穿（如制造、检修质量不好，绝缘老化、腐蚀、雷击、过电压、操作维护不当、受潮、误操作、保护拒动、大雾、暴雨、冰雹、老鼠、鸟类等造成电机短路接地而损坏绝缘）均可能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，强大的电流和电力冲击也常会引起绝缘薄弱部位损坏产生电弧。

因制动系统失效，导致联轴器飞车保护打滑，使发电机集电环、编码器损坏、刹车器出现磨损等产生过热，导致电机着火。

6) 发电机转子事故：负序电流烧毁转子；机组主轴磁化；转子匝间短路；励磁引线断裂；风扇叶片断裂、护环、心环、配重平衡螺丝甩出；转子引线导电杆紧固螺钉松动；保护开关拒动等会引起事故。

五、机械传动系统危险性辨识分析

机械传动系统发生故障轻则造成噪声危害，重则造成火灾，偏航系统故障等设备事故。常见故障及原因分析如下：

1) 轮齿损伤：包括齿面损伤和轮齿折断。其原因主要因为选材不当，设计计算错误，加工、热处理不当，安装调试不当，润滑系统设置不当或故障，使用维护不当等原因造成的。

2) 胶合：因润滑条件不好或干涩引起。

3) 轴承损坏：安装、润滑、维护不当，产生点蚀、裂纹、表面剥落等缺陷，使轴承失效从而使齿轮产生损坏。

4) 润滑油脂造成火灾事故：故障或齿轮油脂选用不当造成温度过热，设备设计或安装、维护保养不当，遇点火源引发火灾。

六、偏航系统危险性辨识分析

偏航系统常见故障有：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；偏航系统漏油可能造成火灾；偏航定位系统失效可能造成电缆扭结、断裂、短路等事故；偏航系统设计不合理或制造质量不良，遇极端天气可能导致机舱坠落；偏航系统故障，无法提供必要的锁紧力矩，造成整机共振、解缆组缆保护失效、风机自动停机事故。主要故障原因如下：

1) 齿圈齿面磨损原因：齿轮的长期啮合运转；相互啮合的齿轮副齿侧间隙中渗入杂质；润滑油或润滑脂严重缺失使齿轮处于干摩擦状态。

2) 液压管路渗漏原因：管路接头松动或损坏；密封件损坏。

3) 偏航压力不稳定原因：液压管路出现渗漏；液压系统的保压蓄能装置出现故障；液压系统元器件损坏。

4) 异常噪声原因：润滑油或润滑脂严重缺失；偏航阻尼力矩过大；齿轮副轮齿损坏；偏航驱动装置中油位过低。

5) 偏航定位不准确：风向标信号不准确；偏航系统的阻尼力矩过大或过小；偏航制动力矩达不到机组的设计值；偏航系统的偏航齿圈与偏航驱动装置的齿轮之间的齿侧间隙过大。

6) 偏航计数器故障原因：连接螺栓松动；异物侵入；连接电缆损坏；磨损。解缆和纽缆保护失效。

七、液压系统危险性辨识分析

液压系统和刹车系统是一个整体，在变桨距风力发电机组中，液压系统主要控制变矩机构、实现风力发电机组的转速控制、功率控制，同时也控制机械刹车机构。若液压系统发生故障，可能引起风机转速失控，严重时，在极端风速条件下可能引起飞车事故。液压系统漏油可能发生火灾或环境污染事故。液压系统事故类型及原因如下：

1) 漏油：元件磨损、密封件老化损坏、连接件预紧力不足均可造成系统内部漏油或外部漏油。

2) 系统温度升高和振动：主要是因液压油污染造成。液压油混入空气杂质会造成油温升高、系统元件磨损、节流孔堵塞，使液压元件不能正常工作。

八、润滑系统危险性辨识分析

风电机组润滑系统使用合成油和矿物油作为润滑脂。润滑脂主要用于风电机组中轴承和偏航齿轮上，润滑脂除有抗摩擦、减磨和润滑作用外，还起着密封、减震、阻尼、防锈等作用。若润滑系统出现故障，则可能引

起机械部件的磨损甚至毁坏，进而引发设备事故。另外，润滑系统可燃润滑油泄漏，遇点火源可能发生火灾事故。

1) 风电机组主要出现的磨损情况有：

①黏附磨损：接触表面相对运动时，两个相对运动表面发生局部粘连，主要现象是表面划伤、烧合、咬死，在齿轮表面或轴承中常发生这种磨损现象。

②疲劳磨损：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。

③腐蚀磨损：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、乳化等。

④微动磨损：在微小振幅重复摆动作用下，在两个接触表面产生的磨损。

⑤空蚀：固体与液体相对运动时，由于液体中气泡在固体表面附近破裂时产生的局部高冲击压力或局部高温引起的磨损，齿轮易出现这类问题。

2) 风力发电机组常常发生轴承损坏，从润滑角度看，有以下几个主要原因：

①润滑油脂失效，原因是使用时间超长。

②不同型式不相容脂油混用或选用错误。

③油脂量过少，润滑不足，产生高温。

④极端寒冷天气造成润滑油凝固。

九、接地装置缺陷危险性辨识分析

若风力发电机组没有可靠的防雷装置或防雷装置接地不良，或接地电阻不符合要求等情况下，容易发生雷击伤害事故。

3.2.2 箱式变压器及主变危险性辨识分析

一、箱式变压器危险性辨识分析

1、火灾

1) 变压器周围可燃物起火，引起变压器着火、爆炸；变压器周围消防装置不可靠或无法正常工作，会导致变压器火灾事故扩大。

2) 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，造成变压器过热。如系统保护失灵或整定值调整过大，引起变压器燃烧爆炸。

2、变压器故障

1) 过载

变压器长期过载运行，造成变压器内部各部件、线圈，当绝缘能力降低到一定值时变压器内部就发生了击穿短路故障。

2) 过电压

一旦发生系统谐振过电压，轻者是将配电变压器高压熔丝熔断，重者将会造成配电变压器烧毁，个别情况下将引起配电变压器套管发生闪络或爆炸。

3) 铁芯故障

铁芯故障大部分原因是铁芯柱的穿心螺杆或铁轮的夹紧螺杆的绝缘损坏而引起的，其后果可能使穿心螺杆与铁芯迭片造成两点连接，出现环流引起局部发热，甚至引起铁芯的局部熔毁，也可能造成铁芯迭片局部短路，产生涡流过热，引起迭片间绝缘层损坏，使变压器空载损失增大。

3、触电

1) 箱式变压器保护接地、保护接零失效，金属壳体、金属构架正常时不带电，发生故障（绝缘击穿、接地）时金属外壳带电，一旦人体碰触，即会发生触电事故。

2) 检修人员维护、操作使用的工器具或安全防护用品绝缘不合格，使用中发生触电。

3) 检修时安全技术措施不完善，危险点分析不足，安全措施不到位导致触电。

二、主变压器危险性辨识分析

1、火灾爆炸

运行中的主变压器有发生火灾、爆炸的危险，其事故原因有以下几个方面：

1) 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，造成变压器过热。如保护系统失灵或整定值调整过大，就会引起变压器燃烧爆炸。

2) 变压器线圈受机械损伤或受潮，引起对地短路；硅钢片之间绝缘老化，或者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，造成变压器故障。

3) 变压器绝缘油在储存、运输或运行维护中不慎使水分、杂质或其他油污等混入绝缘油中，使绝缘强度大幅度降低。当其绝缘强度降低到一定值时发生短路而引发火灾、爆炸事故。

4) 在吊芯检修时，不慎将线圈的绝缘和瓷套管损坏，瓷套管损坏后，如继续运行，轻则闪络，重则短路造成火灾。

5) 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。变压器内部的故障短路电流和高温电弧闪络会使绝缘材料（绝缘油）分解并产生大量的瓦斯气体。高温电弧会使空气及其它各种气体都产生化学反应，会产生包括氢气在内的许多气体，使压力骤增而引起燃烧、

爆炸，破坏力极大，后果也十分严重。导线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造成的。

6) 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，可能烧毁变压器。

7) 油浸电力变压器与配电线路连在一起时容易遭到雷击产生的过电压的侵袭，击穿变压器的绝缘，甚至烧毁变压器，引起火灾和爆炸。

8) 变压器油箱、套管等渗油、漏油，形成表面污垢，遇明火容易引发火灾。

2、分接开关故障

1) 本项目升压站内所用主变压器可能存在分接开关故障。

2) 常见的故障是表面熔化与灼伤，相间触头放电或各接头放电。

3) 主要原因有：连接螺丝松动；带负荷调整装置不良和调整不当；分接头绝缘板绝缘不良；接头焊锡不满，接触不良，制造工艺不好，弹簧压力不足；油的酸价过高，使分接开关接触面被腐蚀。

3.2.3 集电系统危险性辨识分析

本项目集电线路采用电缆直埋敷设的方式。直埋敷设的电缆，如果沿电缆全长的上、下紧邻侧铺的软土或沙层少于 100mm、未覆盖保护板或保护板宽度不符合要求、保护板上层未辅以标志带，电力电缆有可能受到外力伤害；电缆埋深不够或直埋电缆绝缘层腐蚀破损，也会发生电缆故障，严重的可能发生断线、停电事故。输电线路检查、维护时，如果不按照操作规程作业，则可能发生直接接触电事故。

3.2.4 储能系统危险性辨识分析

该项目使用储能电池为磷酸铁锂电池，蓄电池在充放电过程中，外部遇明火撞击、雷电、短路、过充或过放等各种意外因素，有发生火灾爆炸的危险。蓄电池因过压或过流导致设备温度过高，形成引燃源，电池电解

液温度上升，换热系统故障导致设备高温运行，如通风道堵塞、风扇损坏、安装位置不当、环境温度过高或距离外界热源太近，均可能导致蓄电池系统散热不良，影响设备安全运行，引发火灾。

3.2.5 风电机组并网对电网的影响分析

一、风电并网对电能质量的影响

1) 风资源的不确定性和风电机组本身的运行特性，使风电机组的输出功率是波动的，可能影响电网的电能质量，如电压偏差、电压波动和闪变、谐波等。电压波动和闪变是风力发电对电网质量的负面影响之一。

2) 风力发电引起的电压波动和闪变采用静止无功补偿器和感性储能装置来减小，但由于风资源的不确定性、风电机组单机容量不断增加，风力发电引起的电压波动和闪变还有待进一步研究。

3) 目前并网风电场的容量比较小，在电力系统保护配置和整定计算时往往没有考虑风电场的影响，而是简单地将风电场认为是一个负荷，不考虑其提供短路电流。然而，当大规模的风电场接入系统后，在电网发生故障时风力发电机组将向短路点提供一定的短路电流。在此情况下如果系统保护配置和整定仍不考虑风电场的影响是不合理的，实际运行时可能导致保护的误动。

二、风电并网对主电网运行的影响

1) 由于风速变化是随机的，因此风电场的出力也是随机的。风电本身这种特点使其容量可信度低，给电网有功、无功平衡调度带来困难。

2) 在风电容量较高的电力网中，可能会产生质量问题。例如电压波动和闪变、频率偏差、谐波等问题。更重要的是：系统静态稳定、动态稳定、暂态稳定、电压稳定都需要验证。

3) 相同装机容量的风电场在不同的接入点对电网的影响也是不同的。在短路容量大的接入点对系统影响小。反之，影响就大。

4) 当电网电压降低时, 如果风力发电机无低电压穿越能力, 可能会造成集体脱网, 并有进一步使事故扩大的危险。

5) 风电机组在风增大时自动增加有功功率, 尤其在半夜时风速较大, 电网负荷较小, 影响电网调峰。

6) 风电机组低频切机, 如果定值和电网定值配合不好, 将引起频率反调节作用, 在电网频率过低时切机, 造成电网频率进一步下降。

7) 风电场对电能质量有如下影响: 电压偏差、电压变动、闪变和谐波。

三、电网故障对风力发电机组的影响

电网侧故障引起的电网电压瞬间降低, 如果风电机组保护定值设置不当, 低电压保护动作, 引起大片机组解列。当电网发生电涌、暂态过电压、电压下陷时, 影响风力发电机的正常运行, 引发风力发电机故障。同时, 若出现电网故障而风机不能及时脱网, 不但对电网造成伤害甚至瓦解, 而且有可能导致风电场内电气设施过载, 进而引发线路及风机火灾等事故。

3.2.6 自控系统危险有害因素分析

风力发电机组的主要运行手段是通过可靠的控制系统来完成的, 如果控制系统软件存在缺陷、主控制器负荷过高、配置失误造成系统反应时间过长, 将影响机组调节和保护动作, 进而可能引发设备安全事故。

1) 强电磁场的频段宽, 强度高, 可能对微机控制指令造成干扰, 强电磁波可能使控制继电器误动作, 甚至引发设备事故。

2) 一次检测元部件故障(如振动、温度、转速、电流、电压等无指示; 指示错误; 指示不变化等), 导致监控人员误判, 引发人为误操作。

3) 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(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)。因保护装置故障、定值设置错误、自控接地系统无有效接地或接地电阻过大等原因造成保护误动拒动。

机组保护拒动或误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。

4) 自动调节装置、测压装置、测温装置故障：由于执行机构故障或信号传输相关组件故障引起自动调节装置不能正常工作，造成机组自动调节失控，危及机组安全运行。测压装置和测温装置由于元件本身故障或信号传输故障将对机组运行工况误判断，造成人为误操作。

5) 控制系统的电缆较为密集，若未采取防火、阻燃措施或措施不完善，一旦电缆着火，可能引发严重的火灾事故，使整个系统损坏、失控，造成财产损失。

6) 控制系统电源故障失电导致控制系统瘫痪，可能引发风电机组安全事故。失电原因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；电源开关跳闸等。

7) 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；单相接地系统受损；形成多点接地等）。主要是接地电极腐蚀断线；接地电阻增大，接地线受机械外伤断线，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准确度，出现突发动作，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。

8) 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。主要原因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，有造成机组失控，人员伤亡或设备损坏事故的可能性。

9) 在控制系统检修过程中存在触电的危险。

10) 外部网络攻击、病毒侵入造成自动控制保护系统异常，如保护拒动或错误保护。

3.2.7 风电场交通运输危险、有害因素辨识与分析

风电场内外机械设备的运输主要是公路运输。风电场设备运输车辆、巡检车辆及检修时工程车辆行驶时如调度指挥不当，司机违章，车辆的装载、车辆及驾驶员的管理等方面的缺陷均可能发生车辆伤害事故。车辆及驾驶员的管理等方面的缺陷均可能引发车辆伤害。

1) 站内外道路未按要求进行修建，行车标志及限速标志不齐全，车速过快，发生交通事故。

2) 路况不好（如路面有陷坑、障碍物，冬季路面结冰等）、刹车失灵等原因，导致交通事故。

3) 建筑物遮挡、视线不清，道旁管线、管架桥又无醒目的防撞设施和标志等，车辆撞伤行人或损坏管道等设备、设施。

4) 巡检车辆的汽车驾驶员违章（如酒后驾车、逆行等）或行人违章，导致事故发生。

5) 风电场场内道路、检修道路设计不合理，回车道、转弯半径不够及限高交通标志不全等造成事故。

6) 遭遇极端异常天气状况，如大风等。

3.2.8 生产过程危险性辨识分析

一、变配电系统危险性辨识分析

1、变压器系统火灾爆炸事故

1) 变压器周围可燃物起火，引起变压器着火、爆炸；变压器周围消防装置不可靠或无法正常工作，会导致变压器火灾事故扩大。

2) 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，造成变压器过热。如系统保护失灵或整定值调整过大，引起变压器燃烧爆炸。

2) 除变压器外其他变配电设施电气火灾事故分析

①电缆故障：机械损伤：安装时损伤，直接受外力损坏如在安装后电缆路径上或电缆附近进行施工，使电缆受到直接的外力损伤。行驶车辆的震动或冲击性负荷会造成地下电缆的铅（铝）包裂损，因自然现象造成的损伤，如中间接头或终端头内绝缘胶膨胀而胀裂外壳或电缆护套，因电缆自然行程使装在管口或支架上的电缆外皮擦伤，因土地沉降引起过大拉力，拉断中间接头或导体；绝缘受潮：因接头盒或终端盒结构不密封或安装不良而导致进水，电缆制作不良，金属护套有小孔或裂缝。护套因被外物刺伤或腐蚀穿孔；绝缘老化变质；电缆火灾：电缆中间接头制作不良，压接头不紧，接触电阻过大，长期运行造成电缆接头过热烧穿绝缘引起火灾。电缆短路或过电流引起火灾。外来因素如电气焊火花、小动物破坏等原因引起火灾。电缆的封、堵、涂、隔、包等保护措施不到位。电缆过负荷造成过热。

②电气设备过热引起火灾：由于电气设备短路、过载、接触不良、散热不良等原因导致电气设备过热，设备周围若存在可燃物质，易引起火灾。

③电火花及电弧引起火灾：电火花和电弧温度很高，不仅能引起绝缘物质的燃烧，而且可能引起金属熔化、飞溅，从而引起火灾事故。

④雷电火灾：当建构筑物和电气线路遭受雷电袭击时，由于避雷装置失效，避雷接地线断开等，可能引起电气设备发生火灾和变压器的燃烧爆炸事故。

3) SF₆ 断路器、真空断路器故障

①真空断路器故障

在运行过程中，真空断路器易出现真空泡真空度低、分闸失灵、弹簧操作机构失灵等故障。若断路器的遮断容量不足，可能造成在短路电流很大时不能灭弧。

a 真空断路器真空泡真空度低引起开关爆炸

真空泡真空度下降，断路器动静触头间击穿电压迅速降低，影响断路器正常工作，影响真空断路器开断过电流的能力，并导致断路器的使用寿命急剧下降，严重时会引起开关爆炸。真空度下降有以下几方面原因：真空泡的材质或制作工艺存在问题，真空泡本身存在微小漏点；多次操作后出现漏点；如使用电磁式操作机构的真空断路器，在操作时，由于操作连杆的距离比较大，直接影响开关的通气、弹跳、超行程等特性，使真空度降低的速度加快。

b 真空断路器分闸失灵

发生分闸失灵事故时将会导致事故越级，扩大事故范围。事故发生原因：分闸操作回路断线；分闸线圈断线；操作电源电压降低；分闸线圈电阻增加，分闸力降低；分闸顶杆变形，分闸时存在卡涩现象，分闸力降低；分闸顶杆变形严重，分闸时卡死。

c 弹簧操作机构失灵

表现为合闸后无法实现分闸操作；储能电机运转不停止，甚至导致电机线圈过热损坏。在合闸储能不到位的情况下，若线路发生事故，而断路器拒分闸，将会导致事故越级，扩大事故范围；如储能电机损坏，则真空开关无法实现分合闸。以下原因可导致弹簧操作机构失灵：行程开关安装位置偏下，致使合闸弹簧尚未储能完毕，行程开关触点已经转换完毕，切断了电机电源，弹簧所储能量不够分闸操作；行程开关安装位置偏上，致使合闸弹簧储能完毕后，行程开关触点还没有得到转换，储能电机仍处于工作状态；行程开关损坏，储能电机不能停止运转。

d 分合闸不同期、弹跳数值大

若断路器本体机械性能较差，多次操作后，由于机械原因可导致不同期、弹跳数值偏大，若分合闸不同期或弹跳大，将影响真空断路器开断过

电流的能力，影响断路器的寿命。由于此故障为隐性故障，所以危险程度更大。

②SF₆ 断路器故障

SF₆ 断路器故障：项目 110kV 配电装置采用户外 AIS 装置，断路器中涉及六氟化硫气体，它无色无味、无毒，不燃，且不溶于水，具有良好的灭弧和绝缘性能。SF₆ 断路器密封件失效致使 SF₆ 气体泄漏，可能引发中毒窒息事故：一方面是高压断路器的绝缘件设计制造质量不符合技术标准的要求，拉杆拉脱，使运动部分操作不到位。另一方面是高压断路器在安装、调试、检修过程中工装工艺不到位；截流事故：造成截流事故的原因有动、静

致触头烧融、烧毁、松动脱落等。若断路器的遮断容量不足，可能造成在短路电流很大时不能灭弧。

4) 互感器系统危险性

电流互感器：一般电流互感器在制造过程中绝缘体（环氧树脂）存在气泡或绝缘材料不纯，经过一定时间的运行，绝缘不断下降，最后导致击穿炸裂。

触头接触不良或者隔离插头接触不良，在大电流的长期作用下过热，以

5) 继电保护系统危险性

若继电保护系统发生故障，则本项目 35kV 线路发生故障危及电力系统安全运行时，不能向运行值班人员及时发出警告信号，或者直接向所控制的断路器发出跳闸命令，造成电力系统和电网不稳定。由于继电保护装置质量缺陷、人员误操作可能造成继电保护误动或拒动，可能导致设备损坏、全站停电。继电保护装置常见故障有：触点松动、开裂；继电器参数混乱高低温下参数变化大，抗机械振动、抗冲击能力差。造成这种毛病的原因主要是被铆件超差、零件放置不当、工模具质量分歧格或安装不正确；电磁系统铆装件变形；玻璃绝缘子损伤；线圈故障。

6) 直流系统危险性

升压站直流系统是十分重要的电源系统，若出现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。可能造成事故照明中断，可能造成通信电源中断，导致无法及时有效通信。

蓄电池正常运行过程中一旦壳体破裂里面的硫酸有一定腐蚀性对衣服和皮肤都有危险。在蓄电池充电过程中会产生可燃气体，若蓄电池充电时候未远离火源，则可能发生可燃气体爆炸事故。

蓄电池长时间运行后，其电极质量下降，电池内阻增大，若未设置电池内阻在线检测装置，则不能及时发现电极质量缺陷，不能及时维护，则可能发生蓄电池设备事故。

7) 接地装置缺陷危险性

如果电气设备没有可靠的防雷装置或防雷装置的接地不良，或接地电阻不符合要求等情况下，容易发生雷击伤害事故。

接地装置的接地极设计不符合要求，如截面过小等，不能满足热稳定和均压要求，容易发生触电伤害；接地极连接不符合要求，采用焊接的接地极，其搭接长度不够、焊接质量低劣时，接地极电阻过大，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（如铝导线等），机械强度不够，导致损坏或腐蚀，起不到应有的保护作用。

8) 电缆头故障

与电缆本体相比，电缆接头是薄弱环节。由于电缆头制作、安装、接线工艺存在多个中间环节，任一环节出现问题，就会出现连接点接触电阻过大，温升加快，发热大于散热促使接头氧化膜加厚、连接松动或开焊，从而造成接触电阻更大，温升更快的恶性循环。致使接头的绝缘层破坏，形成相间短路、对地击穿放电或着火。

9) 弧光过电压分析

由于风电场电缆线路长、电容电流很大，接地电弧产生较高倍数的弧光接地过电压。从而导致绝缘击穿，设备爆炸起火。为了减小故障总电流通常采用消弧线圈。装设消弧线圈后，接地电弧便不能维持，会自行熄灭，但由于是根据理论计算值来调整消弧线圈分头的，误差大，脱谐度不满足要求时，当发生单相接地，接地电弧不能自熄，仍产生较高倍数的弧光接地过电压，引起绝缘击穿，设备爆炸起火。

10) 变配电系统触电、灼伤

在设备运行、检修过程中，由于电气设备或线路故障，使不应该带电的设备带电，或者应该接地设备没有接地，设备、线路没有安装保护装置或保护装置损坏，高压开关不符合“五防”规定，操作人员违反操作规程，可能发生人身触电事故，特别是高压触电事故。

电气设备的短路、误操作可能引起电弧，可能发生电灼伤。

11) 电气设备、线路检修过程中存在高处作业，可能因违章操作或安全防护措施不健全而导致高处坠落事故。

12) 无功补偿装置故障

①控制器故障

电网中或负载源产生的谐波容易导致补偿控制器产生误动误显。

②熔断器故障

无功补偿装置在补偿投切过程中可能出现熔断器熔断。

③电容接触器故障

补偿器根据负载力率情况不断投用或切换，接触器触点频繁通断，容易被烧毁造成接触不良。

④电容器故障

电容器在运行中的损坏比较突出，如击穿不能愈合，短路及运行时间不长容量下降；用电环境不好，电压偏高，谐波过大、长期过电流等，电

容器发生膨胀，情况严重的甚至爆炸。电容器经长期运行，容量也有不同程度下降，有可能造成补偿达不到最佳效果。

13) 电气误操作

人员违章作业、误操作，可能造成设备停电，甚至会影响升压站正常运行。

14) 全站停电事故危险性辨识分析

站用电设计不完善；备用电源自投失灵，保安电源自投失灵；直流系统故障；保护误动、拒动；人员过失，操作失误等原因均可能造成全站停电，并有进一步扩大事故的可能。

15) 110kV AIS 设备危险性辨识分析

AIS 设备出现故障主要原因如下：

(1) 安装问题造成故障

由于安装人员不遵守工艺规程使得金属件有划痕，凸凹不平的地方没有处理。安装现场清洁度差，导致绝缘受潮，被腐蚀；外部尘埃、杂物侵入 AIS 内部。安装错误和漏装等现象。在 AIS 设备投入运行后，上述原因都将造成内部闪络放电、绝缘击穿、内部接地短路和导体过热等故障。AIS 内部电场分布不均匀，某些部件处于悬浮电位，导致电场强度局部升高，进而产生电晕放电，AIS 中金属杂质和绝缘子中气泡的存在都会导致电晕放电或局部放电的产生。

(2) 运行中隔离开关造成故障

由于 AIS 设备的全封闭性，大部分都没有配观察孔。当 AIS 设备运行时间长、操作频繁、产品质量或安装质量不好时，会出现隔离开关触头接触不良而引起过热现象。长时间过热会形成恶性循环，最终导致触头失去弹性，触头电阻变大。由于严重发热，引起触头金属物熔化，从而形成尖端放电，造成 AIS 导体对外壳电弧短路而引发事故。在倒闸操作过程中可

能会引起其隔离开关假分或假合（即指示位置与实际位置不一致），合闸（分闸）不到位的情况也有可能发生，这两种情况都会引起 AIS 设备故障和误操作事故。

（3）其他原因

①开关拒动情况

高压组合电器在安装、调试、检修过程中工艺不到位。

②绝缘事故

一方面是组合电器的绝缘件设计制造质量不符合技术标准的要求，拉杆拉脱，使运动部分操作不到位。另一方面是组合电器在安装、调试、检修过程中工装工艺不到位截流事故：造成截流事故的原因有动、静触头接触不良或者隔离插头接触不良，在大电流的长期作用下过热，以致触头烧融、烧毁、松动脱落等；若组合电器的遮断容量不足，可能造成在短路电流很大时不能灭弧。

③防雷保护失效导致设备事故

AIS 组合电器相对其他组合电器耐受冲击的能力下降，尤其对雷电冲击陡脉冲的绝缘能力较差。AIS 波阻抗小，行波速度高，AIS 母线装载圆筒外壳内，对地电容大，波阻抗一般小于架空线约 5 倍左右，与架空线连接时，操作波在接点处的反射，可能产生过电压，波速高，则可能产生高频的操作过电压。若在 AIS 装置设计中未充分重视当地气象条件，输电线路采取防雷保护措施或设置、维护不当，导致防雷保护失效，则可能引发 AIS 装置事故。

④刀闸操作失灵的情况

主要原因是刀闸的辅助触点受潮接触不良、刀闸控制接触器受潮发霉卡涩导致接触或动作不良，不能正常工作。

⑤SF₆ 气体泄漏

AIS 密封失效致使 SF₆ 气体泄漏，可能引发中毒窒息事故，本项目 AIS 设备充装 SF₆ 气体，如果 SF₆ 气体泄漏，同时报警系统失效，容易造成中毒危害。一旦发生 SF₆ 气体泄漏，由于空气流通极其缓慢，毒性分解物 SF₄、HF 在室内沉积，不易排出，从而对工作人员产生极大的危险，而且，由于 SF₆ 气体的比重较空气大，当发生 SF₆ 气体泄漏时 SF₆ 气体将在底层空间积聚，造成局部缺氧，可能造成运行人员的中毒伤害。另一方面，由于 SF₆ 气体本身无色无味，发生泄漏后不易让人察觉，这就增加了对进入泄漏现场工作人员的潜在危险性，严重威胁人员的安全和健康，甚至造成恶性事故。

二、触电危险性分析

1) 变、配电装置及主辅电气设备缺少安全防护接地措施（保护接地、保护接零），这些电气设备的金属壳体、金属架构正常时不带电，发生故障（绝缘击穿、接地）时金属外壳带电，一旦人体接触，即会发生触电事故。

2) 开关柜“五防”功能不全，易引起误操作或无防护措施造成人员误入带电间隔，发生人身触电事故。

3) 电气设备名称、编号双标识不全或者错误，导致维护、检修人员误入间隔或误登带电设备，造成人员触电伤亡。

4) 不遵守安全规程和电力系统规定，违章作业，强行解锁、移除防护栏杆，引起触电伤亡事故。

5) 检修等作业过程中，人与电气设备带电部位安全距离不足，人体过分接近带电设备，造成触电伤亡事故。

6) 检修人员维护、操作使用的工器具或安全防护用品绝缘不合格，使用中发生触电。

三、高处坠落危险性分析

1) 在工程生产运行中，风电机组的检查、维修等环节，均需经常进行

高处作业，因此在生产运行中存在高处坠落的危险伤害。

2) 登高装置自身结构方面的设计缺陷；支撑基础下沉或损坏；不恰当地选择不够安全的作业方法，悬挂系统结构失效，因承载超重而使结构损坏；因安装、检查、维护不当而造成结构失效；因不平衡造成的结构失效；所选设施的高度及臂长不能满足要求而超限使用，由于使用错误或者理解错误而造成的不稳；负载爬高，攀登方式不对或脚上穿着物不合适、没有系安全带等均有可能造成高处坠落伤害。

四、物体打击危险性分析

1) 风机内部立体交叉作业，上面作业人员失误掉落工具、零件等引起物体坠落打击和砸伤。

2) 在使用手动工具操作或手工装配操作时，由于工具缺陷、用力不当打偏、脱手坠落等原因引发的物体打击。

3) 在机组运行人员进行设备维护、修理过程中由于操作失误、设备故障，有可能造成风轮系统等设备的零部件飞落造成人员的伤亡事故。

4) 检修人员进行检修时，由于作业人员安全意识不强或防护设施不完善，有可能对作业人员造成物体打击事故。

五、坍塌危险性分析

1) 如果风机基础设计强度不够，不能承受风机的动、静载荷、雪载荷、基础发生明显沉降或基础未使用符合要求的混凝土进行浇筑，风机塔架有发生倾倒的危险。

2) 未合理选择塔架与基础的连接方式，连接不可靠，可能发生倒塔事故。

3) 违章施工、破坏结构、未按设计要求回填土方、基础沉降不均等引起风力发电机组运行振动、倾斜等，严重的可能发生倒塌事故。

4) 钢制塔架制造不良或防护不当造成腐蚀，或塔杆基础周围未做防水

冲刷设施，基础受水流冲刷严重，基础下沉，遇极端恶劣天气引发倒塔、折塔、基础松动等事故。

5) 机械伤害

风机机箱内设有制动器等机械设施，操作人员在维护保养过程中如果未佩戴合适的劳动防护用品或违章作业，均有可能发生机械伤害事故，应设置相应的防护装置，以确保安全。

七、起重伤害危险性分析

风电场风力发电机维修均需使用大型吊装机械，驾驶操作人员无证上岗、违章作业、指挥人员违章指挥、无关人员进入吊装现场、吊物捆绑不合理、吊装车辆故障等均会造成起重伤害事故。

八、噪声及振动

本项目风力发电机组，如果装配不良、稳定性不好，运行过程中会产生振动。振动不但会直接损坏设备，还会产生噪声。此外，风力发电机组工作过程中在风及运动部件的激励下，叶片及机组部件也会产生较大的噪声。机械噪声和结构噪声是风力发电机组的主要噪声源，而且对人的干扰度最大。

1) 机械噪声和结构噪声

(1) 啮合的齿轮对或齿轮组，由于碰撞和摩擦激起齿轮体的振动，而通过固体结构辐射齿轮噪声。

(2) 由轴承内相对运动元件之间的摩擦和振动及转动部件的不平衡或相对运动元件之间的撞击引起振动辐射产生噪声。

(3) 由转动轴等旋转机械部件产生周期作用力激发的噪声。

(4) 不平衡电磁力使电机产生电磁振动，通过固体结构辐射电磁噪声2)

空气动力噪声

空气动力噪声由风力发电机组轮毂叶片与空气之间作用产生，它的大

小与风速有关，随风速增大而增强。

3) 通风设备噪声

升压站使用的通风机等辅助设备产生的噪声。

噪声不仅会给人的听觉系统造成损伤，而且对神经系统、心血管系统、消化系统、内分泌系统、免疫系统以及心理都有害。当噪声超过 50 分贝时，人的身心会受到影响。

噪声对人体的影响是多方面的，妨碍听清信号，造成心烦意乱、注意力不集中，影响工作效率，甚至发生意外事故；长期接触 90dB (A) 以上的噪声，会造成听力损失和职业性耳聋，甚至影响其他系统的正常生理功能。如连续接触高噪声，病情将进一步发展，达到一定程度，即影响听清谈话，出现了耳聋的现象。

噪声对其他生物也会造成损伤，甚至破坏风电场及其周边的生态。风电场内部或附近的渔业养殖场，鸟类和其他动物等，都会造成伤害。

九、高、低温

1) 本项目运行过程中巡回检查、设备检修等主要作业，都是在旷野露天条件下进行，高温天气很容易造成人员中暑。

2) 风力发电机组的发电机位于室外高空狭小而封闭的机舱内，通风条件较差。而电机又是密闭结构，靠电机的外壳散热，因此，风力发电机的散热条件比通常使用情况下的条件较差，更会受到高温的危害。同时，高温也会加速发电机组中高分子有机配件的老化而损坏。如用复合材料制成的转子叶片、密封件等。高温还能使润滑油等易燃物质挥发，导致润滑不到位，引起设备事故，形成可燃气体环境，甚至导致火灾爆炸。

3) 野外高温往往伴随日照的影响。日照时间长、辐射强，太阳直射机舱外壳（多数为金属外壳），使机舱内空气温度升高，需要对发电机耐高温的绝缘等级应该选用较高等级的绝缘材料。长期日照，紫外线对有机绝

缘材料有强烈的紫外线老化作用，更能加速风力发电机组中有机绝缘材料损坏。

4) 高温可使作业人员感到热、头晕、心慌、烦、渴、无力、疲倦等不适，在生理功能上也有一系列的改变，导致操作失误率上升，影响操作安全。

5) 项目所在地冬季严寒，作业人员在寒冷天气进行室外检修和维护作业时或者个人防护不到位，则可能发生冻伤事故。

十、电磁辐射

本项目生产环境中存在工频电场辐射的主要为电气设备，运行过程中均会产生工频电磁辐射危害。但若将工频电场强度限制到 $\geq 5\text{kV/m}$ ，磁场强度限制到 $\geq 0.1\text{mT}$ ，对人体是不会有影响的。

3.2.9 消防系统危险有害因素辨识与分析

1) 在正常生产运行情况下，本项目的淹溺概率较小。淹溺危险因素要出现在消防水箱。当检修人员进入这些部位作业时，由于防护不当，有可能因失误而落入水中发生淹溺。

2) 消防系统中设置大量的移动式灭火器，由于平时维护管理不当、未定期检测，造成锈蚀、腐蚀等，导致使用中压力排泄不畅而发生爆炸，引发人身伤亡事故。本项目风电机组机舱内设置灭火器，用于设备火灾防护。若检修过程中，特别是在机舱内设备检修过程中，因电气焊作业产生的烟尘可能对检修人员造成伤害，甚至导致窒息事故发生。若自动控制系统相应控制软件系统未完备配置，未按规定制定相应规章制度、操作规程（如机舱检修操作规程），则可能引发事故。若自动灭火装置在非检修状态未能调整为自动灭火状态，即自调装置故障，而风场相关人员未能及时掌握自动灭火装置状态信息，则可能导致自动灭火装置失效。

3) 如水泵转动部位未设置防护装置或者违章操作则会造成机械伤害；

水泵运行时存在噪声危害。

3.2.10 检维修危险、有害因素辨识与分析

- 1) 登塔作业检维修危险点：高空坠落、落物，机械伤害，人身触电。
- 2) 风机机舱内的工作危险点：人身触电、高空坠落、落物，机械伤害，高温烫伤，吸入有毒气体及碳粉。
- 3) 进入风机轮毂内的检维修工作危险点：机械伤害、高空坠落、有限空间中毒窒息事故。
- 4) 机舱外检维修作业危险点：高空坠落。
- 5) 风机定检作业危险点：人身触电、高空坠落、坠物、机械伤害。
- 6) 液压扳手使用危险分析：高空坠落、坠物，工具损伤，机械伤害。
- 7) 集电线路检修、主变检修等可能存在的高处坠落风险。
- 8) 气瓶使用危险分析：火灾爆炸、中毒窒息、容器爆炸等。

3.2.11 安全管理危险有害因素分析

作业人员是否遵章守纪及企业安全管理水平的高低是实现安全生产的主要因素之一。在日常生产中违章操作及安全管理不规范是引发事故的要危险有害因素。

一、人的不安全因素

若企业各级负责人违章指挥、人员教育培训不足、操作人员违章操作、操作失误、技术水平低等原因均有导致事故产生，造成设备损坏和人员伤亡的危险。

二、安全管理组织机构

如果企业的安全管理组织机构不健全，缺乏应有的管理水平，可能造成安全管理规章制度落实不到位，可能造成多方面的安全管理事故隐患。

三、安全管理规章制度

如果企业没有健全的安全管理规章制度，企业的各项安全管理工作无

章可循，势必造成企业安全生产管理工作的无序和混乱，可能导致各种事故的频发。

四、从业人员培训

作业人员上岗前必须进行培训，特别是风机运行作业人员必须经有资质的培训机构进行培训、考核，取得作业操作资格证书后方可上岗操作。否则由于作业人员知识不足以及应急处理能力不足，在装置发生特殊情况时，处理不当导致发生事故。

五、安全生产投入

安全生产投入是安全生产的根本保证，只有满足安全生产投入，安全生产条件才能得到改善，如果安全投入不足，必将导致安全生产方面存在的不足，埋下事故隐患，从而引发事故发生。

六、设备、装置的维护保养检修

设备、装置的完好是保证生产正常进行的基础，如果不定期进行维护保养检修，设备、装置长期超负荷运转，必将导致性能下降从而引发事故。

七、应急预案

企业的事故应急预案制定不完善或未经演练，遇到突发事故时，人员手足无措，不能及时有效地抢险救灾，控制事态发展，可能造成事故扩大和人员伤亡。

3.2.12 其他危险有害因素分析

一、鼠、蛇等小动物的防护措施影响分析

风电场所在地区，地域环境适合于鼠类、蛇类等小动物生存。项目运行生产需经常进行野外巡视、检查、维修作业，如不慎或防护不当有被蛇咬伤的危险因素。高低压配电室存在鼠类、蛇类等动物进入的危险因素。因此，需采取防鼠、蛇等小动物的防护措施。

二、电力设施抢修危险有害因素分析

电力抢修工作中安全隐患多，难以全面进行预控。由于电力抢修工作作业环境复杂，故障原因虽然简单但非常多样、时限要求较高，停电作业与经济损失、供电可靠性要求、优质服务之间的矛盾较为突出等特点，使得电力抢修工作中的危险点多，不可控因素较多，安全风险较大。电力抢修工作中安全把关问题突出，难以有效行使审核职能。由于电力抢修工作范围较广、故障类型多样、员工业务技能参差不齐等原因，使电力抢修工作中安全审核、把关问题较为突出。电力抢修工作部分抢修人员滥用规定，难以保证制度的刚性执行。例如，部分电力抢修工作中存在滥用“事故紧急抢修工作可以不办理工作票，但应履行许可手续，做好安全措施”的规

责任、无票作业的借口，而淡化“履行许可手续”和“做好安全措施”。

三、风机维保单位等外包单位安全管理危险因素分析

1) 如果没有审查风机维保单位安全资质和技术资质，没有审查特种作业人员资格证，容易导致现场管理失控，发生事故。

2) 如果没有及时与外包单位签订安全协议，明确双方安全责任人、安全责任范围、安全教育和培训、安全管理和考核、事故上报和调查、安全定，过分强调“事故抢修工作可以不办理工作票”，使其成了违章、不负

风险和控制、安全施工措施费用和安全施工保证金比例等内容，导致现场管理得不到有效落实，容易发生事故。

3.2.13 危险有害因素汇总情况

通过该项目风力发电场主要危险有害因素的分析，本项目主要危险因素为火灾、触电、中毒和窒息、机械伤害、物体打击、高处坠落、车辆伤害、坍塌、淹溺等，主要有害因素为噪声与振动、高低温等。

本项目危险有害因素分布见下表。

表 3.2.13-1 项目危险有害因素分布汇总情况一览表

单元	危险区域及部位	主要危险、有害因素
----	---------	-----------

单元	危险区域及部位	主要危险、有害因素
风机系统	风机、塔架、发电机、箱式变压器、电缆	火灾、机械伤害、高处坠落、坍塌、物体打击、触电、中毒和窒息
集电线路	电缆、线路等	触电、火灾
升压站及变配电系统	主变压器、电气舱、屋外配电装置、SVG、电缆等	火灾、爆炸、触电、中毒和窒息
控制系统	计算机控制系统、现场控制系统	触电、火灾
检维修	风机组、升压站	车辆伤害、物体打击、高处坠落、触电、中毒和窒息
公辅系统	一体化消防泵站	触电、噪声、淹溺、机械伤害
储能系统	PCS	火灾、爆炸、中毒和窒息、触电

3.3 建筑及场地布置危险有害因素分析

3.3.1 总平面布置的危险有害因素分析

1) 若风电机组距离升压站太近, 则风电机组正常运行时所产生的噪声会对工作人员造成影响。

2) 若风电机组间排列过密, 则产生的强紊流将恶化受力状态, 造成风电机组异常振动, 加速机组损坏, 造成安全事故。另外, 若风电机组间距离不符合安全要求, 未设置吊装、运行维护的场地, 则机组吊装、运行维护时可能造成物体打击、触电、起重伤害危害的发生。风电机组叶片破碎能对相邻机组造成物体打击伤害。

3) 若风电机组之间道路、风电场与变电站之间的道路、外界通往风电场的专用道路布置不当、设计不合理、不符合安装、维修、消防及疏散通道的要求, 则会给施工、维修吊装、消防、救援带来困难。升压站内若设置消防通道或消防通道设置不符合要求, 则发生电气着火时不能及时有效救援, 可能造成更大的火灾损失。

4) 若升压站内主变压器、事故油池、附属用房、综合楼等建(构)筑物间距以及建(构)筑内、外电气设备设施间距不符合要求, 则可能发生火灾或电气安全事故。

3.3.2 建构筑物危险有害因素辨识与分析

一、升压站内建构筑物危险有害因素分析

1) 若综合楼、电气舱、SVG、主变基础等基础处理不当，地震发生时，可能使基础下陷、开裂，产生不均匀沉降而发生倾斜，可能引发新增配电装置损坏，引发火灾或触电事故；

2) 若新增无功补偿装置基础处理不当，可能引发火灾或触电事故；若防雷、接地措施不当，雷雨天气可能发生触电、火灾事故。

3) 若配电室等建（构）筑物耐火等级低于相应法律规范要求，则可能引发、加重火灾发生的可能性和（或）严重度。建（构）筑物的门窗、结构，周边道路以及异常情况下的应急疏散措施若设置不当，可能加大事故发生的风险。

二、塔筒、塔架基础危险性辨识分析

1) 若基础设计强度不够或基础未按要求进行浇注，不能承受风机动、静载荷，基础可能发生明显沉降或沉降不均，则可能引起风力发电机组运行振动、倾斜等，严重的可能发生倒塔事故。

2) 若塔架设计制造不良，运行中引发共振，可能降低设备可靠性，损伤设备。

3) 若未合理选择塔架与基础的连接方式或连接不可靠，则可能发生倒塔事故。

4) 若钢制塔架制造不良或防护不当造成腐蚀或塔杆基础周围未采取防水冲刷措施，塔架产生振动或频繁晃动，引起风力发电机自动停机，减少发电量，遇极端恶劣天气可能引发倒塔、折塔、基础松动事故。

3.3.3 升压站运输存在的危险因素分析

1) 若厂内道路在弯道、交叉路口的横净距范围内，有妨碍驾驶员视线的障碍物，或道路转弯半径过小等有可能导致厂内道路交通事故。

2) 厂内交通道路宽度达不到规范要求, 机动车辆会车时可能会因为道路较窄, 而发生碰撞, 抑或非机动车辆受挤而造成车辆伤害事故。

3) 升压站区道路交通标识设置不完善, 未设置人车分离线, 未在视线盲区设置凸视镜等可能发生车辆伤害。

4) 厂内道路管理不善, 乱堆乱放占用道路, 造成道路狭窄, 也可能导致车辆伤害事故。

5) 升压站站区应设置消防通道, 如消防通路不符合要求, 可能导致救火不力, 一旦发生火灾会蔓延扩大。

6) 电缆敷设不按规范要求架设或埋地, 横跨道路, 可能会导致车辆撞坏电缆设备, 而引发其他事故的发生。

3.4 自然条件和社会环境的危险有害因素辨识与分析

3.4.1 自然条件的危险有害辨识与分析

一、气象条件危险有害因素分析

1、雷电危险性分析

风力发电机组的叶片高度较高, 风力发电机组都建在大片空地上, 四周没有其他建筑物, 叶片是最易受直接雷击的部件, 其他部件遭感应雷和球形雷破坏的风险也相应增加。大部分雷击事故只损坏叶片的叶尖部分, 少量的会损坏整个叶片。雷击造成叶片损坏主要有两个方面: 一方面是雷电击中叶尖后, 释放大量能量, 强大的雷电流使叶尖结构内部的温度急剧升高, 水分受热汽化膨胀, 从而产生很大的机械力, 造成叶尖结构爆裂破坏, 严重时使整个叶片开裂。另一方面雷击造成的巨大次声波, 可能引起叶片共振, 对叶片结构造成冲击破坏, 继而可能引起火灾、停电事故, 现场若有人, 会随之受到雷击。

产生雷击事故的最主要原因是接地网和接地装置不良造成的, 另外就是各类防雷设施没有发挥作用。影响接地网和接地装置的因素主要如下:

1) 选择地网接地线及导体截面不足, 或对系统发展规划的短路电流分析结果偏差较大, 使接地线及导体的截面不能满足热稳定校验的要求。

2) 对接地装置施工防机械损伤、防腐蚀问题重视不够, 或根本没有采取必要的防腐措施。

3) 接地装置敷设时埋设深度不够, 垂直接地体间距过小, 焊接质量不合格, 没按设计规定进行规范施工, 地网材料选用了不合格的产品。

4) 接地体(线)连接不正确, 在一个接地线中串接了几个需要接地的电气设备, 直接接地或经消弧线圈接地的变压器, 没有采用专用的接地线。

5) 土壤电阻率偏高, 没有按规程要求正确选用降阻剂。

2、强风危险性分析

本项目轮毂高度高, 存在发生飓风危害的可能性。当风力达到 12 级时, 垂直于风向平面上的风压可达 $230\text{kg}/\text{m}^2$, 对风力发电机组的破坏性极强。飓风对风电场的影响特征包括极端风速、突变风向和非常湍流等, 这些因素单独或共同作用往往使风电机组不同程度受损, 如叶片因扭转刚度不够出现通透性裂纹或被撕裂、风向仪、尾翼被吹毁; 偏航系统和变桨系统受损, 严重者可能发生风机倒塔事故。

风是随机的, 加之表面粗糙的地面和周围高大建(构)筑物的影响, 可能使风流产生无规则的湍流现象, 使发电机组产生振动, 叶片受力不均衡, 引起部件机械磨损, 严重时使叶片及部分部件受到损坏。

1) 若塔架基础达不到设计要求、塔架各节连接部位连接件松动、检查不及时, 遇强大的飓风天气, 容易发生塔架晃动过大、倾覆、折断直至垮塌。

2) 飓风夹带的细小砂砾可破坏叶片表面, 轻则影响叶片气动性能, 产生噪音, 严重的将因此破坏叶片表面强韧性由此降低叶片整体强度。

3) 飓风会破坏风力发电机组的关键性配件, 如风速仪和后尾舵式风向

仪等，使风力发电机组不能正确偏航避风，给风力发电机组的安全运行带来很大危害。

4) 飓风带来的狂风暴雨轻则使其出现小故障，重则损坏设备、导致整个系统崩溃。

5) 微观选址方面，因台风强气流突然改变带来的非常湍流是造成风机破坏性损害的主要原因。

6) 若架空集电线路选用材质不符合要求，强风会刮断电线，造成人员伤亡，影响电力输送。

7) 飓风可能导致架空线路杆塔倾斜，严重者可能发生杆塔倒塌事故。飓风可能导致架空线路舞动，导致线路断裂，若架空线路与周边建构筑物未保持安全间距，可能发生线路碰触周边建构筑物，进而可能引发物体打击、触电等事故的发生。

3、雨雪危险性分析

1) 风力发电机应防止风雪对风力发电机的袭击，秋冬之交、冬春之交常发生先雨后雪的天气。风力发电机的叶片先被雨淋湿，在落上大雪，凝结成厚冰，边落变冻，叶片上的冰雪越积越厚，不仅加重叶片的重量，还会因叶片积雪的不同致使叶片重量的不均衡，这样叶片转动会引起强烈振动，因此，遇到风雪袭击时，应及时刹车停机，待风雪过后清理叶片上的积雪和清除转盘周围的冰雪后再让风机运行。

2) 架空集电线路积冰、积雪，会导致电线增加负重导致电线断裂，影响电力输送。

4、腐蚀危险性分析

空气中的二氧化硫与水蒸气结合，在下雨的时候形成酸雨，对裸露在空气中的风力发电机造成严重的腐蚀生锈，所以风力发电机应定期除锈防腐，以保证风机安全运行。

5、沙尘暴危险性分析

1) 由于生态环境造成的破坏, 每当春天干旱季节, 大风会卷起黄沙、尘土。并且这些黄沙大都以风速的速度吹响风力发电机。遇到沙尘暴天气应停机。因为风机在沙尘暴中运行会急剧加速叶片的磨损, 并且由于风力发电机的转动, 各部转动轴的油封都将被吹入细沙尘, 不仅加速轴的磨损, 还会破坏油封的密封性, 使其原不该漏油, 经过一次沙尘暴而漏油, 不得不停机更换。

2) 沙尘暴过后, 还要对风力发电机进行一次清除沙尘的处理。因为风力发电机在沙尘暴中难免会被吹入很多细沙尘, 这些细沙尘落在各转动轴上, 机舱内的其他部件上, 应进行清理。沙尘暴过后, 外部防锈漆被打掉还应进行涂漆处理。

6、高温危险性分析

1) 本项目风机适应的最高温度为 50°C , 所在地高温危害在允许范围之内, 但若设备选型或日常维护不当, 可能存在以下高温危害。

2) 高温天气, 首先对人体健康产生影响, 主要是产生中暑以及诱发心脑血管疾病甚至导致死亡。该项目巡回检查、设备检修等主要作业, 都在旷野露天条件下进行, 高温天气很容易造成人员中暑。

3) 风力发电机组的发电机位于室外高空狭小而封闭的机舱内, 靠电机的外壳散热, 散热条件比较差, 更会受到高温的危害。同时, 长期日照紫外线对有机绝缘材料有强烈的紫外线老化作用, 加速风力发电机组有机绝缘材料损坏, 从而引发风电机组设备损坏、线路绝缘老化, 造成触电、火灾以及设备故障。

7、潮湿环境危险性分析

本项目所在地湿度较高, 空气中水分的存在发电机组等室外设备的腐蚀速率加大, 若未对塔筒、风力发电机、变配电设备、输电设备等采取相

应措施，会加速其腐蚀、老化，增大发生设备事故、触电、高处坠落等事故的概率。

8、低温危险性分析

低温对风电机正常运行的影响：

1) 叶片：低温会使叶片的性能发生不良变化。由于低温叶片变脆，刚度变差，振动加大，而使寿命缩短，而且大风低温时的刹车动作可能引起叶片折断。

2) 液压系统：低温会使风电机液压系统工作不正常。因低温而使密封不良、液压油黏度增大，导致液压系统不能正常工作。

3) 偏航系统：低温会导致风电机偏航系统润滑水平下降，出现偏航阻力增加、驱动电机烧毁和偏航齿盘受损等故障。

4) 刹车系统低温可能导致风电机刹车液压系统工作不正常，刹车时间延长、振动加大，影响风电机的安全性能。

二、地质条件危险因素分析

1、地震危险性辨识分析

1) 风场选址地区地震基本烈度为 6 度，发生地震时，风电机组、电力线路在地震力作用下会受本身重量产生的惯性力，出现折曲变形、倒塌。

2) 强震会造成地面的强烈震动，可使风机和建构筑物的地基开裂、下沉，风机倾斜、沉陷、泄漏，严重时可引起电网系统大面积停电事故。

3) 地震的次生灾害严重，可能造成供电、供水、交通中断。在地震时且发生火灾或人身伤亡事故，在水、电、交通中断的情况下将无法进行紧急救援。

2、崩塌危险性辨识分析

因地震、勘探误差等出现地面塌陷、地裂缝、不稳定的高坡边坡变形等自然因素引起塔筒、构筑物坍塌，在塔筒附近爆破等情况，可能引起坍塌。

塌事故。若塔筒、综合楼等地基处理不良或开挖基坑措施不当存在坍塌事故的可能性。发生飞车事故，可能引起塔筒倒塌事故。

三、水文地质危险性辨识分析

本项目所在地地下水对混凝土具有弱腐蚀性，对钢筋混凝土结构中的钢筋具微腐蚀性。本项目风电机组及其他建（构）筑物基础采取防腐蚀措施，地下水腐蚀影响在允许范围之内，但风机承受较大的竖向及水平荷载，对基础影响较大，基础施工过程中，若未对风机基础进行沉降观测，特别是雨季大气降水渗入风化岩层中，增加岩土体重度，降低其抗剪强度指标，则不利于岩土体的稳定，严重者可能发生风机倒塌事故。同时地下水对桩基混凝土施工，日积月累导致混凝土强度下降，引发坍塌事故。

四、其他危险有害因素分析

1、电磁干扰危险性分析

强电磁场的频率十分宽，强度高，往往造成误指令，甚至强电磁波会使控制电器误动作，从而造成很严重的破坏事故。微机控制的风力发电的各部传感器输入线，执行指令的输出线等都应进行可靠的屏蔽，以确保混凝土结构中的钢筋会造成腐蚀，若混凝土结构未进行有效的防腐设计、

微机不受强电磁波的干扰，正确可靠地运行。

2、污垢影响危险性分析

叶片表面长期运行会积累很多污垢，叶尖和切风面表面污垢尤为严重。如不及时进行处理会造成叶片的配重失调，而叶片配重失调会导致主轴的传动不在一个平面，产生因配重失衡造成的振颤和噪声，会造成轴承、齿轮等部件的损坏，影响风机的寿命。

3.4.2 社会环境危险、有害因素分析

1、该项目风力发电机组及其保护范围内无居民聚集点，项目位于高山，若营运期间管理采取的措施不当或落实不到位，易造成周边植被的破坏。

2、该项目风电场场址边界散布着一些村庄，主要位于低缓处，风机布置在无生产生活利用的空地。在居民放牧、取土、开荒时可能导致集电线路被破坏；开荒烧山有可能引起山火，波及风电场设备。不法人员偷盗风电场电缆、箱变及风机设备部件等可能导致设备损坏、停产。

3.5 重大危险源辨识及重点危险场所、设备设施辨识

3.5.1 危险化学品重大危险源辨识

一、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。

二、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。

三、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。

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

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：

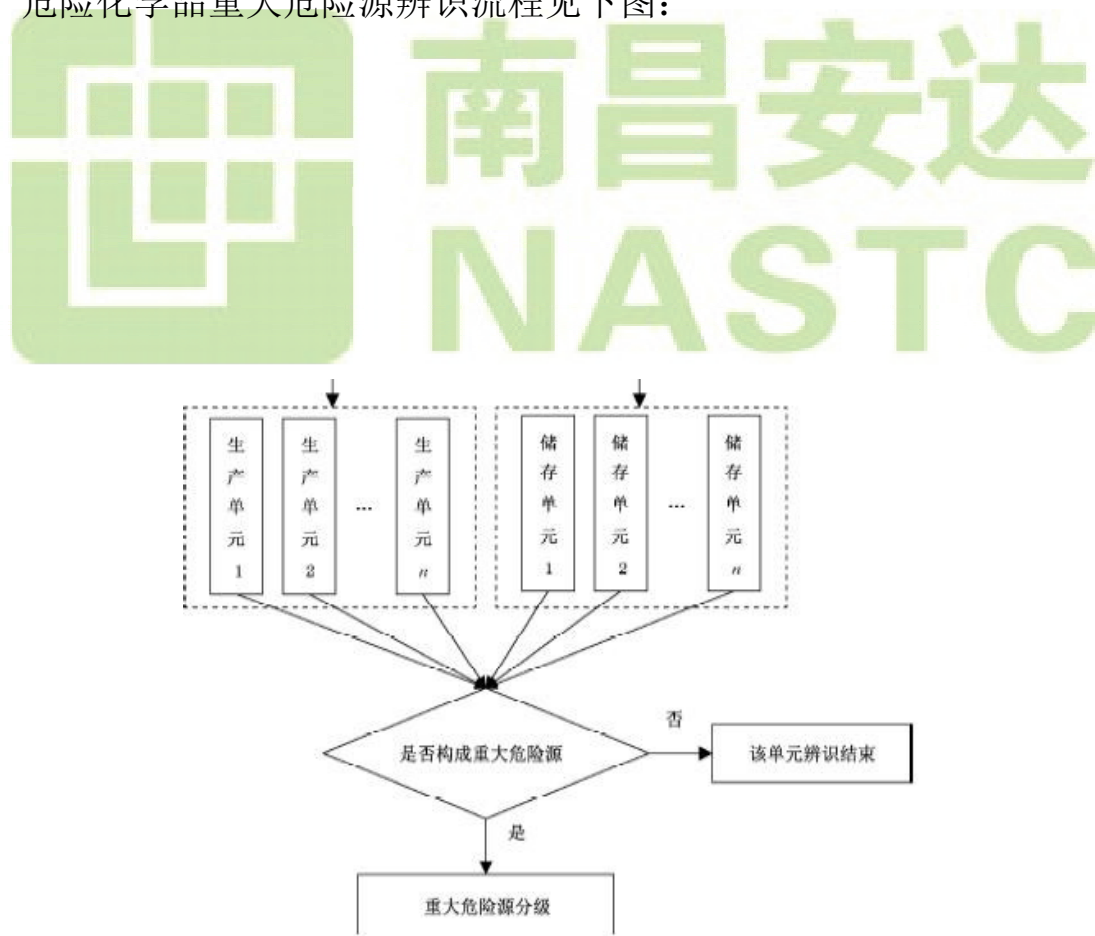


图 A.1 危险化学品重大危险源辨识流程图

四、辨识过程

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB 18218-2018）的规定，作为GIS 设备保护气使用的六氟化硫属于辨识范围内的危险化学品。但由于氟化硫仅作为 GIS 设备保护气，现场不储存且在线量极少，故忽略不计。

因此，该项目不构成危险化学品重大危险源。

3.5.2 重点危险场所及设备设施危险辨识

1、本项目变压器为组合式变压器，内部有变压器油，存在着绝缘损坏、铁芯多点接地和短路、套管损坏、引线故障、分接开关故障、变压器突然短路以及火灾爆炸等隐患。

2、若变压器底部的事故排油存在缺陷或储油坑设计不合理或储油坑内卵石直径或厚度不满足要求时，泄漏的油不能流往事故油池，或卵石起不到隔离作用，有可能会使火势扩大。

3、有限空间危险性辨识

根据《工贸企业有限空间作业安全规定》（应急管理部令〔2023〕第13号）、《应急管理部办公厅关于印发工贸企业有限空间重点监管目录的通知》（应急管理部办公厅〔2023〕37号）进行辨识，本项目涉及的有限空间为机舱罩、电缆沟、风力发电机组塔筒、污水化粪池、事故油池等。有限空间是指封闭或者部分封闭，与外界相对隔离，出入口较为狭窄，未设置固定工作场所，作业人员不能长时间在内工作，自然通风不良，易造成有毒有害、易燃易爆物质积聚或者氧含量不足的空间。

1) 作业人员安全意识差，缺少必要的安全知识，进入有限空间内部未按“安全开关”和“控制开关”或未设置在外监护人员，工作人员突然启动设备造成作业人员伤害。

2) 有限空间内工作人员传递工具或检修部件时，造成物体打击事故。

3) 有限空间内空气湿度大，电气设备漏电、无漏电保护器、保护器选

型不当或没有有限空间安全电压的电气设备，引起作业人员触电事故。

4) 有限空间内未置换通风不彻底、氧含量不合格作业人员进入作业未戴必要的防护设备等造成作业人员中毒或窒息。

5) 有限空间内检维修时，作业人员交叉作业过程失控，安全监管不到位造成作业人员伤害。

6) 有限空间内作业时，操作不当或安全意识差造成伤害。

3.6 典型事故案例

3.6.1 风电场事故案例

一、事故经过

华锐风电科技集团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，由于没有加导向绳，大风将绳子刮到 35KV 集电线路，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。

二、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

火三、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》：“吊运零件、工具、应绑扎牢固，需要时加导向绳”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。

四、经验反馈

事故发生后风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。

3.6.2 触电事故案例

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。

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，置身在三相 10kV 高压包围之中，被放电电弧烧伤，一个月后左臂截肢致残。

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，有技术措施和组织措施。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，不应兼做其他工作等。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，违者必将事到临头。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。

3.6.3 事故启迪

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、定期对安全设施进行检查，确保安全性能符合要求。

第四章 评价单元划分及评价方法选择

4.1 评价单元的划分原则

评价单元一般以生产工艺、工艺装置、物料的特点特征与危险、有害因素的类别、分布进行划分，常见的评价单元划分原则和方法有：

一、以危险、有害因素的类别为主划分评价单元

1、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、有害因素的分析评价，宜将整个系统作为一个评价单元；

2、将具有共性危险、有害因素的场所和装置划为一个单元。

1) 按危险、有害因素的类别各划分一个单元，再按工艺、作业特点划分成子单元进行评价；

2) 按有害因素（有害作业）的类别划分评价单元。

二、以装置和物质特征划分评价单元

1、按装置工艺功能划分评价单元。

2、按布置的相对独立性划分评价单元。

3、按工艺条件划分评价单元。

4、按储存、处理危险物质的数量划分评价单元。

5、将危险性特别大的区域、装置划为一个评价单元。

根据以往事故资料，将发生事故能导致停产、波及范围大、造成巨大损失和伤害的关键设备作为一个评价单元，将危险、有害因素大且资金密度大的区域作为一个评价单元，将危险有害因素特别大的区域、装置作为一个评价单元，将具有类似危险性潜能的单元合并作为一个大评价单元。

三、依据评价方法的有关具体规定划分评价单元

根据该项目的具体情况，按以下原则划分评价单元：

1、以危险、有害因素类别为主划分评价单元；

2、以装置、设施和工艺流程的特征划分评价单元；

3、将安全管理、外部周边环境单独划分评价单元。

4.2 划分的评价单元

根据评价单元的划分原则，结合风电场的特点及《风电场工程安全验收评价报告编制规程》（NB/T 31027-2012）的要求，本次评价共划分为 12 个评价单元，具体情况如下所示。

- 一、法律法规及“三同时”符合性评价单元；
- 二、场址条件及总平面布置评价单元；
- 三、风电机组评价单元；
- 四、集电线路评价单元；
- 五、升压站评价单元；
- 六、消防工程评价单元；
- 七、公用系统评价单元；
- 八、交通工程评价单元；
- 九、安全监测评价单元；
- 十、作业环境及现场防护评价单元；
- 十一、安全管理评价单元；
- 十二、安全投入评价单元。

4.3 评价方法的选择

4.3.1 安全检查表法

一、安全检查表法选择理由

该评价方法主要依据现行的国家及行业的相关法规标准，着重考虑对项目整体影响较大的部分。采用安全检查表法的同时，评价组在现场考察和调研基础上分析评价对象，列出需检查的单元、部位、项目、要求等，编制成安全检查表，然后对照检查表所列项目逐一进行安全审查，看检查内容是否符合要求，评价其符合性。因此对该项目周边环境和自然条件单

元、总平面布置单元和公用（辅助）工程单元选用安全检查表法是合理的。

二、安全检查表法简介

安全检查表法是辨识危险源的基本方法，其特点是简便易行。根据法规、标准制定检查表，并对类比装置进行现场的检查，可预测建设项目在运行期间可能存在的缺陷、疏漏、隐患，并原则性地提出装置在运行期间应注意的问题。

三、安全检查表编制依据

- 1、国家、行业有关标准、法规和规定；
- 2、同类企业有关安全管理经验；
- 3、以往事故案例；
- 4、企业提供的有关资料。

在上述依据的基础上，编写有关场地条件、总体布局等安全检查表。

4.3.2 作业条件危险性评价法

一、评价方法简介

作业条件危险性评价法是一种简单易行的评价操作人员在具有潜在危险性环境中作业时的危险性的半定量评价方法。

作业条件危险性评价法用与系统风险有关的三种因素指标值之积来评价操作人员伤亡风险大小，这三种因素是：

L：事故发生的可能性；

E：人员暴露于危险环境中的频繁程度；

C：一旦发生事故可能造成的后果。给三种因素的不同等级分别确定相应的分值，再以三个分值的乘积 D 来评价作业条件危险性的大小。

即： $D=L \times E \times C$ 。

二、评价步骤

评价步骤为：

- 1、以类比作业条件比较为基础，由熟悉作业条件的人员组成评价小组；
- 2、由评价小组成员按照标准给 L、E、C 分别打分，取各组的平均值作为 L、E、C 的计算分值，用危险性分值 D 来评价作业条件的危险性等级。

三、赋分标准

1、事故发生的可能性（L）

事故发生的可能性用概率来表示时，绝对不可能发生的事故频率为 0，而必然发生的事故概率为 1。然而，从系统安全角度考虑，绝对不发生的事件是不可能的，所以人为地将发生事故的可能性极小的分值定为 0.1，而必然要发生的事故的分值定为 10，以此为基础介于这两者之间的指定为若干中间值，具体情况详见下表。

表 4.3.2-1 事故或危险事件发生的可能性（L）

分值	事故或危险情况发生的可能性	分值	事故或危险情况发生的可能性
10	完全会被预料到	0.5	可以设想，但高度不可能
5	相当可能	0.2	极不可能
3	不经常，但可能	0.1	实际上不可能
1	完全意外，极少可能	/	/

2、人员暴露于危险环境的频繁程度（E）

人员暴露于危险环境中的时间越多，受到伤害的可能性越大，相应的危险性也越大。规定人员连续出现在危险环境的情况分值为 10，而非常罕见地出现在危险环境中的情况分值为 0.5，介于两者之间的各种情况规定若干个中间值，具体情况详见下表。

表 4.3.2-2 人员暴露于危险环境的频繁程度（E）

分值	出现于危险环境的情况	分值	出现于危险环境的情况
10	连续暴露于潜在危险环境	2	每月暴露一次
6	逐日在工作时间内暴露	1	每年几次出现在潜在危险环境
3	每周一次或偶然地暴露	0.5	非常罕见地暴露

3、发生事故可能造成的后果（C）

事故造成的人员伤亡和财产损失的范围变化很大，所以规定分数值为 1—100。把需要治疗的轻微伤害或较小财产损失的分数值规定为 1，造成死亡或重大财产损失的分数值规定为 100，介于两者之间的情况规定若干个中间值，具体情况详见下表。

表 4.3.2-3 发生事故或危险事件可能造成的后果（C）

分值	可能结果	分值	可能结果
100	大灾难，许多人死亡	7	严重，严重伤害
40	灾难，数人死亡	3	重大，致残
15	非常严重，一人死亡	1	引人注目，需要救护

四、危险等级划分标准

根据经验，危险性分值在 20 分以下为低危险性，这样的危险比日常生活中骑自行车去上班还要安全些，如果危险性分值在 70—160 之间，有显著的危险性，需要采取措施整改；如果危险性分值在 160—320 之间，有高度危险性，必须立即整改；如果危险性分值大于 320，极度危险，应立即停止作业，彻底整改。按危险性分值划分危险性等级的标准情况详见下表。

表 4.3.2-4 危险性等级划分标准（D）

分值	危险程度	分值	危险程度
>320	极其危险，不能继续作业	20—70	可能危险，需要注意
160—320	高度危险，需要立即整改	<20	稍有危险，或许可以接受
70—160	显著危险，需要整改	/	/

第五章 定性定量评价

5.1 法律法规及“三同时”符合性评价单元

5.1.1 法律法规符合性评价子单元

采用检查表法对该项目法律法规符合性进行评价，具体详见下表。

表 5.1.1-1 项目法律法规符合性评价单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。 前款规定以外的其他生产经营单位，从业人员超过一百人的，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员；从业人员在一百人以下的，应当配备专职或者兼职的安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》第二十四条	已设置安全管理机构，并配备安全员	符合要求
2	生产经营单位的主要负责人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》第二十七条	经公司内部培训，具备生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力	符合要求
3	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《中华人民共和国安全生产法》第三十一条	按建设项目“三同时”的规定进行建设与管理	符合要求
4	生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。	《中华人民共和国安全生产法》第三十五条	升压站安全警示标志设置不足	不符合
5	生产经营单位不得使用应当淘汰的	《中华人民共和国安全生产法》	未使用淘汰的危及生产安全的工艺、设备	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	危及生产安全的工艺、设备。	第三十八条		
6	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规则佩戴、使用。	《中华人民共和国安全生产法》第四十五条	配备劳动防护用品，并定期进行培训	符合要求
7	生产经营单位必须依法参加工伤保险，为从业人员缴纳保险费。	《中华人民共和国安全生产法》第五十一条	已缴纳，见本报告附件	符合要求
8	生产经营单位应当具备有关法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的下列安全生产条件；不具备安全生产条件的，不得从事生产经营活动： （一）生产经营场所和设施、设备、工艺符合有关安全生产法律、行政法规的规定和有关国家标准或者行业标准的要求； （二）安全生产规章制度和操作规程健全； （三）保证安全生产所必需的资金投入； （四）设置安全生产管理机构或者配备安全生产管理人员； （五）主要负责人和安全生产管理人员具备与生产经营活动相适应的安全生产知识和管理能力； （六）从业人员经过安全生产培训合格，特种作业人员按照国家有关规定经专门的安全作业培训，并取得相应资格； （七）为从业人员配备符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品； （八）有生产安全事故应急救援预	《江西省安全生产条例》第十三条	1、项目设施、设备符合相关法律法规的要求； 2、已制定安全生产规章制度和操作规程； 3、有相关安全投入台账； 4、设置安全生产管理机构并配备安全员； 5、具备生产经营活动相应的安全生产知识和管理能力； 6、定期进行安全教育培训； 7、配备劳动防护用品； 8、配备应急救援器材和物资。	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	案，根据法律、行政法规的规定建立应急救援组织，配备应急救援人员和必要的救援器材、设备和物资； (九) 法律、行政法规和国家标准或者行业标准规定的其他安全生产条件。			
9	生产经营单位应当依法配备安全生产管理人员并满足本单位安全生产管理工作的实际需要。设置安全生产管理机构的，应当明确机构负责人和专门从事安全生产管理工作的人员。	《江西省安全生产条例》第十七条	已设置安全管理机构，并配备安全员	符合要求
10	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训。具备安全培训条件的生产经营单位，对从业人员的安全培训以本单位培训为主，也可以委托符合规定的安全培训机构进行安全培训。不具备安全培训条件的生产经营单位，应当委托符合规定的安全培训机构对从业人员进行安全培训。	《江西省安全生产条例》第十九条	定期对从业人员进行安全生产教育和培训	符合要求
11	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。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》第四条	按建设项目“三同时”的规定进行建设与管理	符合要求
12	电场工程项目按照国务院规定的项目核准管理权限，分别由国务院投资主管部门和省级政府投资主管部门核准。 由国务院投资主管部门核准的风电场工程项目，经所在地省级政府能	《风电开发建设管理暂行办法》第十六条	已取得项目核准批复	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	源主管部门对项目申请报告初审后，按项目核准程序，上报国务院投资主管部门核准。项目单位属于中央企业的，所属集团公司需同时向国务院投资主管部门报送项目核准申请。			
13	风电建设项目单位要加强设计（咨询）、施工、监理单位的资质管理，建立和完善设计、监理、施工、调试、设备制造企业等单位的安全资质审查制度。参建单位应取得相应的资质，不得超越资质承揽工程，严禁工程非法转包和违法分包。	《关于加强风电安全工作的意见》 第十条	设计、施工、监理单位具备相关资质，详见本报告附件	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目升压站安全警示标志设置不足，已在整改建议中提出。

5.1.2 建设项目“三同时”符合性评价子单元

采用检查表法对该项目“三同时”符合性进行评价，具体详见下表。

表 5.1.2-1 建设项目“三同时”符合性安全检查表

序号	检查对象	检查内容	检查情况	检查结果
1	立项情况	是否经过立项批准	于 2019 年 12 月 27 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于遂川县轿子顶分散式风电项目核准的批复》（吉市发改能源综合字〔2019〕44 号）；	符合要求
2	项目变更情况	是否经过立项批准	于 2021 年 12 月 27 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2021〕60 号）；于 2024 年 09 月 03 日取得吉安市发展和改革委员会文件《关于变更遂川县轿子顶分散式风电项目核准批复的通知》（吉市发改能源综合字〔2024〕38 号）	符合要求

序号	检查对象	检查内容	检查情况	检查结果
3	综合分析情况	项目是否进行安全生产条件和设施综合分析	已委托北京达飞安评管理顾问有限公司进行安全生产条件和设施综合分析	符合要求
		编制单位是否具有相应资质	资质证书编号：APJ-（京）-029	符合要求
4	安全设施设计情况	项目是否进行安全设施设计	已委托信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司、中国电建集团江西省电力设计院有限公司进行安全设施设计	符合要求
		设计单位是否具有相应资质	信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司（资质类别及等级：工程设计综合资质甲级；证书编号：A151000523）；中国电建集团江西省电力设计院有限公司（资质类别及等级：工程设计综合资质甲级；证书编号：A151000523）	符合要求
5	施工情况	是否委托施工单位施工	已委托特变电工新疆新能源股份有限公司进行施工	符合要求
		施工单位是否具备相应资质	资质类别及等级：电力工程施工总承包壹级，证书编号：D165136761	符合要求
6	监理情况	是否委托监理单位监理	已委托鸿泰融新咨询股份有限公司进行监理	符合要求
		监理单位是否具备相应资质	资质类别及等级：工程监理综合资质，证书编号：E113000309-8/2	符合要求
7	安全验收情况	是否委托评价单位进行安全验收	已委托南昌安达安全技术咨询有限公司进行安全验收评价	符合要求
		评价单位是否具备相应资质	资质证书编号：APJ-（赣）-004	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目建设过程“三同时”落实情况符合国家相关法律法规的要求。

5.2 场址条件及总平面布置评价单元

5.2.1 场址条件及总平面布置评价子单元

采用检查表法对该项目场址条件及总平面布置进行评价，具体如下。

表 5.2.1-1 项目场址条件及总体布置检查表

序号	检查项目及内容	检查依据	检查情况	检查结果
一	场址选择			
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。	《风电场工程等级划分及设计安全标准》 FD 002-2007 第5.0.1条	按装机容量和变电站电压等级划分	符合要求
2	风力发电机组、变电站、集电线路等选址应避免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	避开不良地质灾害易发生区域	符合要求
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范》（发改能源〔2003〕1403号）第三条第1款	风能资源丰富	符合要求
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	已考虑	符合要求
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	处于地质构造相对稳定的地段	符合要求
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；应避免自然保护区、珍稀动植物地区以及候鸟保护区和候鸟迁徙路径等。另外，候选风电场场址内应尽量减少砍伐树木。	《风电场场址选择技术规范》（发改能源〔2003〕1403号）第八条第1款	施工期间已考虑	符合要求
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范》（发改能源〔2003〕1403号）第五条第2款	选择地形比较简单的场址	符合要求

序号	检查项目及内容	检查依据	检查情况	检查结果
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范》（发改能源〔2003〕1403 号）第六条	根据风电场地形条件及风况特征确定	符合要求
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范》（发改能源〔2003〕1403 号）第五条第 1 款	风电场场址交通便利	符合要求
10	风电场联网条件：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范》（发改能源〔2003〕1403 号）第四条第 1 款	靠近合适电压等级的变电站或电网	符合要求
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； 2. 宜便于架空和电缆线路的引入和引出； 3. 地质、地形和地貌条件适宜。	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第 4.4.1 条	按要求布置，地质、地形和地貌条件适宜	符合要求
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	按最终规模进行规划设计	符合要求
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	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	符合要求
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；	《风力发电场设计规范》GB51096-2015 第 4.3.2 条	交通运输便利	符合要求

序号	检查项目及内容	检查依据	检查情况	检查结果
	3. 土石方工程量应最少。			
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	满足运行、检修、消防大件设备运输和吊装等的要求	符合要求
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装设备通行宽度的要求。道路最小圆线半径、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	已考虑	符合要求
5	风力发电机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	按要求布置	符合要求
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》DL/T5056-2007 第 5.1.2 条	布置合理，功能分区明确，交通便利，节约用地	符合要求
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》DL/T5056-2007 第 5.2.2 条	结合地形和所对应的出线方向进行优化组合	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目场址选择及总平面布置符合国家有关法律法规要求。

5.2.2 升压站内建构筑物防火间距评价子单元

采用检查表法对升压站内建构筑物防火间距进行评价，具体详见下表。

表5.2.2-1 项目升压站内建构筑物防火间距安全检查表

建构筑物及设施	方位	相邻设施	实际距离(m)	规定距离(m)	检查依据	检查结果
综合楼(戊)	东	围墙	3	不限	《建筑设计防火规范(2018年版)》GB50016-2014	符合要求

建构筑物及设施	方位	相邻设施	实际距离(m)	规定距离(m)	检查依据	检查结果
类、二级)					第 3.4.12 条文说明	
	南	围墙	3	不限	《建筑设计防火规范(2018年版)》GB50016-2014 第 3.4.12 条文说明	符合要求
	西	附属用房(戊类、二级)	17	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
	北	二次舱	10	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
一次舱	东	二次舱	6.63	/	/	/
	南	综合楼(戊类、二级)	12	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
	西	屋外配电装置	7	/	/	/
	北	围墙	4.98	/	/	/
二次舱	东	回车场	4.23	/	/	/
	南	综合楼(戊类、二级)	10	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
	西	一次舱	6.63	/	/	/
	北	储能区	15	/	/	/
附属用房(戊类、二级)	东	综合楼(戊类、二级)	17	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
	南	生活给水箱及净化装置	2	/	/	/
	西	一体化消防泵站	3	/	/	/
	北	屋外配电装置	16	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
屋外配电装置	东	一次舱	7	/	/	/
	南	附属用房(戊类、二级)	16	10	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求
	西	围墙	8	/	/	/
	北	围墙	5.4	/	/	/
事故油池	东	站内道路	6	/	/	/
	南	一体化消防泵站	2.5	/	/	/
	西	围墙	3.7	/	/	/
	北	屋外配电装置	16	5	《风电场设计防火规范》NB31089-2016 第 5.1.7 条	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目升压站内建构筑物防火间距符

合相关规范的要求。

5.3 风电机组评价单元

采用检查表法对该项目风电机组单元进行评价，具体情况详见下表。

表 5.3-1 项目风电机组单元检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	风力发电机组布置点要满足机组吊装、运行维护的场地要求。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007） 第 5.1.8 条	满足机组吊装、运行维护的场地要求	符合要求
2	风力发电机组在风力发电场内的布置，应根据场地的地形、地貌及场内已有设施的位置综合考虑，充分利用场地范围，选择布置方式。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007） 第 5.1.1 条	充分利用场地范围，选择布置方式	符合要求
3	风力发电机组布置要考虑防洪问题，布置点要躲开洪水流经场地。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007） 第 5.1.4 条	已考虑	符合要求
4	风力发电机组布置尽量紧凑规则整齐，有一定规律，以方便场内配电系统的布置，减少输电线路的长度。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007） 第 5.1.2 条	风力发电机组布置紧凑规则整齐	符合要求
5	试运行期间，单台风力发电机组应连续、稳定、无故障运行达 240h，并在此期间机组达到额定功率。	《风力发电机组验收规范》GB/T20319-2017 第 6.1 条	风力发电机组运行稳定，达到额定功率	符合要求
6	机组通电调试完成，功能性试验合格，机组应能够正常运行，无明显安全隐患，照明、通讯、安全防护装置、安全设备、备品配件及专用工器具齐全良好。	《风力发电机组验收规范》GB/T20319-2017 第 4.4 条	风电机组运行正常，无明显安全隐患	符合要求
7	机组预验收的重要工作如下： a) 验收条件完备性审查； b) 机组分系统检查； c) 试运行；	《风力发电机组验收规范》GB/T20319-2017 第 6.1 条	按要求进行	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	d) 物资交接。			
8	预验收合格条件 预验收时机组应满足如下要求： a) 验收条件审查合格，4.1 所要求的文件和报告齐全，有效； b) 机组分系统检查未发现影响机组安全、稳定运行的缺陷； c) 试运行合格； d) 试运期间机组各部位温度正常，无异常振动； e) 试运期间机组转动部位无异响、无渗油。	《风力发电机组验收规范》GB/T20319-2017 第 7.1 条	试运行合格，满足要求	符合要求
9	整个风力发电机组年平均可利用率不应低于 95%，单台机组年平均利用率不应低于 90%。	《风力发电机组验收规范》GB/T20319-2017 第 7.2 条	满足要求	符合要求

小结：由上表可知，该项目风电机组单元符合相关规范的要求。

5.4 集电线路评价单元

采用检查表法对该项目集电线路单元进行评价，具体情况详见下表。

表 5.4-1 集电线路单元检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	场区集电线路的布置应根据风力发电机组的布置，升压站的位置及单回集电线路的输送距离、输送容量、安全距离确定。	《风力发电场设计技术规范》(DL/T5383-2007) 第 4.0.3.4 条	根据风力发电机组、升压站的位置布置	符合要求
2	风力发电机组变电单元布置依据场区集电线路的形式而不同：采用架空线路时，该单元应靠近架空线路布置；采用直埋电缆时，该单元应靠近风力发电机组布置，并要保证其安全距离，必	《风力发电场设计技术规范》(DL/T5383-2007) 第 4.0.3.5 条	按要求布置	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	要时设置安全防护围栏。			
3	地下埋线要埋到合适的深度，以免遭服务车辆或农机设备的损坏。如果没有保护管，应用电缆覆盖层或适当的标志带对地埋作出标记。 直埋电缆在直线段每隔 50～100m 处、电缆接头处、转弯处、进入建筑物等处，应设置明显的方位标志或标桩。	《风力发电机组设计要求》GB/T18451.1-2022 第 10.7 条 《电气安装工程电缆线路施工及验收标准》（GB50168-2018） 第 6.2.7 条	直埋电缆埋地深度符合要求，设置明显的方位标志或标桩	符合要求
4	在设计风力发电场接线上应满足以下要求： （1）配电变压器应该能够与电网完全隔离，满足设备的检修需要。 （2）如果是架空线路网络，应考虑防雷设施。 （3）接地系统应满足设备和安全的要求。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007） 第 6.2.1.3 条	满足设备和安全的要求	符合要求
5	集电系统电缆终端应选用冷缩型或预制型。	《关于加强风电安全工作的意见》电监安全（2012）16 号第五条	按要求设置	符合要求
6	生产厂房及变电站内应在电缆终端头、电缆接头处装设电缆标志牌。	《电气安装工程电缆线路施工及验收标准》（GB50168-2018） 第 6.1.18 条	装设电缆标志牌	符合要求

小结：由上表可知，该项目集电线路单元符合相关规范的要求。

5.5 升压站评价单元

采用检查表法对该项目升压站单元进行评价，具体情况详见下表。

表 5.5-1 项目升压站单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
一	变压器评价单元			

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
1	变压器中性点应有两根与接地网主网格的不同边连接的接地引下线，并且每根接地引下线均应符合热稳定校核的要求。	《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22号）	符合热稳定要求	符合要求
2	变压器的交接或预防性试验的项目和试验周期应符合规程规定、结论合格。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150-2016）第8章 《电力设备预防性试验规程》（DL/T 596-2021）第6章	符合规程规定、结论合格	符合要求
3	屋外单台油量为1000kg以上的电气设备，应设置贮油或挡油设施。并能将事故油排至总事故贮油池。贮油或挡油设施应大于变压器外廓每边各1m。贮油设施内应铺设卵石层，其厚度不应小于250mm，卵石直径宜为50-80mm。	《火力发电厂与变电站设计规范》GB50229-2019第6.7.8，6.7.9条	设置事故贮油池	符合要求
4	风力发电机组变压器、普通变压器组距离风力发电机的距离满足本规程的规定。箱式变压器组距离风力发电机组不应小于10m。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T5383-2007）第6.4.3条	按要求设置	符合要求
5	变压器套管及油枕的油位应正常、便于观察。 变压器本体、散热器及套管等部位应无渗漏油现象。	《电力变压器运行规程》（DL/T 572-2021）	油位正常、便于观察，无渗漏油现象	符合要求
6	35~66kV的8MVA及以上变压器和110kV及以上变压器油枕中应采用隔离全密封结构。	《油浸式电力变压器技术参数和要求》（GB/T 6451-2023）第4.2.3条	采用隔离全密封结构	符合要求
7	变压器的有载分接开关及操作机构应按规定进行检修维护。有载分接开关小油箱与	《电力设备预防性试验规程》（DL/T 596-2021）第6章 《电力变压器分接开关运行维修导则》	按规定进行检修维护	符合要求

	主油箱			
--	-----	--	--	--

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	间不得存在渗漏。	(DL/T 574-2021)		
8	变压器套管及接头不得有过热现象, 油箱壳、冷却器进出口等部位温度应无异常现象。	《带电设备红外诊断技术应用规范》 (DL/T 664-2016)	无异常现象	符合要求
9	净油器应正常投入, 吸湿呼吸器完好、吸附剂干燥。	《电力变压器运行规程》 (DL/T 572-2021)	正常投入	符合要求
10	应建立变压器技术档案; 应有运行规程和检修规定。	《电力变压器运行规程》 (DL/T 572-2021)	已建立变压器技术档案	符合要求
二	外绝缘和构架评价单元			
11	变电站电气设备、母线外绝缘以及场区绝缘子的爬电比距应满足安装点的环境污区分级及(海拔)外绝缘选择标准要求。 高压电气设备及母线应定期进行清扫。	《电力系统电瓷外绝缘防污闪技术管理规定》 (能源电〔1993〕45号) 第6条、第8条 《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/T 26218.1-2010 《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/T 26218.2-2010	满足标准要求, 并定期进行清扫	符合要求
12	升压站悬式绝缘子应按规程进行绝缘检测。 应定期对母线支持绝缘子、母线隔离开关支持绝缘子进行检查。 风电场机组塔筒、法兰焊接应经探伤检验并符合设计标准。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 (GB 50150-2016) 第16章 《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596-2021) 第10条 《风力发电场项目建设工程验收规程》 (DL/T 5191-2004) 第6.2.2条 第4款	按规程进行绝缘检测, 定期检查, 符合设计标准	符合要求
13	应定期对各类引线接头和刀闸触头进行温度监测。 各类引线接头不应存在过热情况。	《电力设备红外热成像试验导则》(DL/T 664-2016)	定期进行温度监测	符合要求
14	金属构架不应严重腐蚀、损坏, 金具不应有严重腐蚀。	《架空送电线路运行规程》(DL/T 741-2019)	无严重腐蚀、严重龟裂、混凝土脱落、钢筋外露等	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	水泥架构（含独立避雷针）不应有严重龟裂、混凝土脱落、钢筋外露等缺陷。		缺陷	
三	过电压保护和接地评价单元			
15	升压站各设备、设施和构架、建筑物的直击雷防护应满足有关规程要求，图纸、资料齐全。	《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》（DL/T 620-1997）第 5 条、第 7 条	应满足有关规程要求，图纸、资料齐全	符合要求
16	升压站和箱式变压器组雷电侵入波保护应符合规程要求。 场区集电线路的过电压保护应满足相应规程要求。	《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》（DL/T 620-1997）第 5 条、第 7 条	满足相应规程要求	符合要求
17	每年在雷雨季节前对风力发电机组避雷系统检测一次。 风电机组叶片引雷线及防雷引下线应优先采用铜质导线。	《风力发电场安全规程》（DL/T796-2012）第 7.3.6 条 《关于加强风电安全工作的意见》（电监安全〔2012〕16 号）第六条	定期检测	符合要求
18	110kV 及以上变压器、并联电抗器的中性点过电压保护应完善、可靠。	《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》（DL/T 620-1997）表 3、表 21 《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023 版）》（国能发安全〔2023〕22 号）	完善、可靠	符合要求
19	接地装置的人工接地体，导体截面应符合热稳定、均压和机械强度及耐腐蚀的要求。 接地装置采用钢材时均应热镀锌，水平敷设的应采用热镀锌的圆钢和扁钢，垂直敷设的应采用热镀锌的角钢、钢管或圆钢。	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169-2016）第 4.1.5 条 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2016 第 4.1.4 条	符合热稳定、均压和机械强度及耐腐蚀的要求	符合要求
20	升压站接地装置地网设计计算资料和图纸应齐全。 接地装置接地电阻应满足规程要求，对接地电阻不满足要求的	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169-2016） 《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150-2016）第 25 章	资料和图纸齐全，满足规程要求	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	应有整改措施。			
21	进行变电站接地网电气完整性试验，测试连接与同一接地网的各种相邻设备接地线之间的电气导通情况。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》（GB 50150-2016） 第 25 章 《电力设备预防性试验规程》（DL/T 596-2021） 第 19.2 条 《接地装置冲击特性参数测试导则》（DL/T266-2023） 第 5.1 条	进行变电站接地网电气完整性试验	符合要求
22	升压站、厂（站）用电系统等如果具有产生谐振的条件或曾发生过系统谐振过电压，应有防止系统产生谐振过电压的措施	《交流电气装置的过电压保护和绝缘配合》（DL/T 620-1997） 第 4 条 《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22 号）	有相应的措施	符合要求
23	电气装置的接地必须单独与接地母线或接地网相连接，严禁在一条接地线中串接两个及两个以上需要接地的电气装置。	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》（GB 50169-2016） 第 3.2.9 条	单独与接地母线或接地网相连接	符合要求
24	风力发电机组塔架、控制柜、变压器组及箱式变压器组应接地。	《风力发电厂设计技术规范》DL/T5383-2007 第 6.5.2 条	已接地	符合要求
25	发电厂和变电站配电装置构架上的避雷针（含悬挂避雷线的构架）的接地引下线应与接地网连接，并应在连接处加装集中接地装置。	《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011） 第 4.5.1 条	设置集中接地装置	符合要求
26	独立避雷针不应设在人经常通行的地方，避雷针及其接地装置与道路或出入口等的距离不宜小于 3m，否则应采取均压措施，或对地面进行特殊处理。	《火力发电厂职业安全设计规程》（DL 5053-2012） 第 6.5.2.1 条	未设在人经常通行的地方	符合要求
27	不同用途和不同电压的电气设备，应使用一个总的接地装置，	《火力发电厂职业安全设计规程》（DL 5053-2012）	使用一个总的接地装置	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	接地电阻应符合其中最小值的要求。	第 6.5.2.2 条		
28	110kV 及以上电压等级的重要设备和设备构架宜设两根接地线，且每根均应满足设计要求，连接引线的架设应便于定期进行检查测试。	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 (GB 50169-2016) 第 4.2.10 条	便于定期进行检查测试	符合要求
29	电力系统、装置或设备的下列部分（给定点）应接地： 1、屋内外配电装置的金属或钢筋混凝土构架以及靠近带电部分的金属遮栏和金属门； 2、配电、控制、保护用的屏（柜、箱）等的金属框架； 3、电力电缆接线盒、终端盒的外壳，电力电缆的金属护套或屏蔽层，穿线的钢管和电缆桥架等。	《交流电气装置的接地设计规范》 (GB/T50065-2011) 第 3.2.1 条	按要求进行接地	符合要求
四	高压电器评价单元			
30	新安装的断路器（组合电器）、隔离开关应符合验收规范要求。	《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》 (GB 50147-2010) 第三章、第四章、第五章	符合验收规范要求	符合要求
31	断路器（组合电器）、隔离开关不应存在触头严重发热，断路器拒分、拒合、偷跳、严重漏油、SF6 系统严重泄漏、微水超标等威胁安全运行的缺陷。	《电气装置安装工程高压电器施工及验收规范》 (GB 50147-2010) 第三章、第四章、第五章	未涉及威胁安全运行的缺陷	符合要求
32	断路器、隔离开关及操作机构应可靠，动作应正常；断路器分、合指示应准确到位，操作线圈动作电压应符合规程要求。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 (GB50150-2016)	符合规程要求	符合要求
33	GIS 外壳应可靠接地，凡不属于	《气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程》	已接地	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	主回路或辅助回路的且需要接地的所有金属部分都应接地。	(DL/T 603-2017) 第 4.1.4 条		
34	GIS 的外壳温升, 在运行人员易接的外壳温升不应超过 30℃, 对运行人员易接近, 在正常操作时不需接触的外壳温升不应超过 40℃。	《气体绝缘金属封闭开关设备运行及维护规程》 (DL/T 603-2017) 第 4.1.3 条	温升正常	符合要求
35	断路器交接试验或预防性试验项目中不应漏项、不应有不合格项目 (包括油、SF6 气体及密度继电器、压力表等试验)、预防性试验不应超周期。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 (GB 50150-2016) 《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596-2021) 第 8.1 条、第 8.2 条	定期进行预防性试验	符合要求
36	电压互感器、电流互感器、耦合电容器、补偿电容器交接试验或预防性试验项目、限值、周期应符合规程要求。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》 (GB 50150-2016) 《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596-2021) 第 7.1 条	符合规程要求	符合要求
37	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、竖井和进入油区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, 应设有防火阻燃措施, 盖板应封堵。	《电力设备典型消防规程》(DL 5027-2015) 第 10.5.3 条	按要求设置	符合要求
38	加强操作机构的维护检查, 机构箱门应关闭严密, 箱体应防水、防灰尘和小动物进入, 并保持内部干燥清洁, 机械箱内应有通风和防潮措施, 防线圈、端子排等受潮生锈。 加强断路器操作机构的检查维	《高压开关设备反事故技术措施》第 6.1 条 《防止电力生产事故的二十五项重点要求 (2023 版)》(国能发安全〔2023〕22 号)	定期进行维护检查	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	护，保证机构箱密封良好，防雨、防尘、通风、防潮等性能良好，并保持内部干燥清洁。			
五	继电保护和安全自动装置评价单元			
39	变压器、母线、线路保护、故障录波器等继电保护及安全自动装置的配置应符合国家和电力行业标准，应满足电网安全要求。 继电保护及安全自动装置运行应正常，不应存在缺陷。	《继电保护和安全自动装置技术规程》（GB/T 14285-2023） 《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22号）	继电保护及安全自动装置运行正常	符合要求
40	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。	《关于加强风电安全工作的意见》电监安全〔2012〕16号第五条	综合考虑	符合要求
41	保护屏柜及屏柜上的继电器、压板、熔断器、小空气开关、端子排等应符合安全要求，名称、标志应齐全、规范、清晰，保护屏柜和户外端子箱内的二次接线应规范整洁，密封严密。	《继电保护和电网安全自动装置检验规程》（DL/T 995-2016） 第6.2.5、6.3.2条	符合安全要求	符合要求
42	静态保护（含微机保护）及安全自动装置所使用的二次电缆应采用屏蔽电缆，屏蔽电缆的屏蔽层应在双端接地且应满足有关规程的要求。	《继电保护和安全自动装置技术规程》（GB/T 14285-2023） 第6.1.9、6.5.3.3条 《电力系统继电保护及安全自动装置反事故措施要点》第7.1条	满足有关规程的要求	符合要求
43	应敷设等电位接地网，在静态保护（含微机保护）、安全自动装置屏柜和户外端子箱（汇控柜）内应装设专用接地铜排并与等电位接地网可靠连接。	《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22号）第7.5条 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169-2016	敷设等电位接地网	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
		第 4.9 条		
45	户外布置的变压器压力释放阀、气体继电器和油流速动继电器应加装防雨罩。	《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22号）	按要求设置	符合要求
46	保护装置必须具有故障记录功能，以记录保护的動作过程，为分析保护動作行为提供详细、全面的数据信息，但不要求代替专用的故障录波器。	《继电保护和安全自动装置技术规程》（GB/T 14285-2023）第 4.1.12.7 条	具有故障记录功能	符合要求
六	直流系统评价单元			
47	蓄电池室的门应向外开启，应采用非燃烧体或难燃烧体的实体门，门的尺寸不应小于 750mm×1960mm（宽×高）。	《电力工程直流系统设计技术规程》（DL/T 5044-2014）第 8.1.8 条	向外开启	符合要求
48	运行中的蓄电池组应按规定进行核对性放电试验，蓄电池容量应满足规程要求	《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》（DL/T 724-2021）第 6 条	按规定进行核对性放电试验	符合要求
49	电压监察装置应能正常投入运行，直流母线电压应保持在规定范围内； 蓄电池的单体电压应进行在线监测或定期测量检查，记录应完整。	《电力用直流电源监控装置》（DL/T 856-2004）附录 A 《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》（DL/T 724-2021）第 7 条	正常投入运行，定期测量检查	符合要求
50	直流绝缘检测装置运行状态良好，当直流系统发生接地故障或绝缘电阻低于整定值时，直流绝缘检测装置应准确报警	《电力用直流电源监控装置》（DL/T 856-2004）附录 A	检测装置运行状态良好	符合要求
51	蓄电池不应存在连接片松动和腐蚀现象，壳体无渗漏和变形，极柱与安全阀周围无酸雾溢出，绝缘电阻下降，蓄电池温度过高	《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》（DL/T 724-2021）第 6.3.4.b 条	未发现存在连接片松动和腐蚀现象	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	等。			
52	蓄电池室照明、通风、保温、防爆措施应完善	《所在电网反事故技术措施》	措施完善	符合要求
53	充电装置应具有过流、过压、欠压、绝缘监察、交流失压、交流缺相等保护及声光报警的功能。	《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》（DL/T 724-2021）第 7.1.7 条	具有相应的功能	符合要求
54	应有符合实际情况的直流系统接线图和网络图； 网络图应标明直流开关、熔断器一览表和参数； 应有直流系统运行与维护规程规定。	《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》（DL/T 724-2021）第 5 条	有相关系统运行和维护规程	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目升压站评价单元符合国家有关法律法规要求。

5.6 消防系统评价单元

采用检查表法对该项目消防系统进行评价，具体情况详见下表。

表 5.6-1 项目消防系统单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
1	火灾探测及灭火系统的配置应符合以下规定： 风电机组的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、各类电气柜应设置火灾自动探测报警系统。 风电机组的机舱及机舱平台底板下部、轮毂、塔架底部设备层、各类电气柜应配置自动灭火装置。 风电机组机舱和塔架底部应各	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016）第 3.0.2 条	设有手提式灭火器，厂家配套悬挂式干粉灭火装置、热气溶胶灭火装置	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	配置不少于 2 具手提式灭火器。			
2	建筑安全出口应分散布置。每个防火分区、一个防火分区的每个楼层，其相邻两个安全出口边缘之间的水平距离不应小于 5m。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.1.10 条	分散布置	符合要求
3	灭火器应设置在明显和便于取用的地方，且不得影响安全疏散。	《建筑灭火器配置设计防火规范》（GB50140—2005）	设置在明显和便于取用的地方	符合要求
4	灭火器的摆放应稳固，其铭牌应朝外。	《建筑灭火器配置设计防火规范》（GB50140-2005）	摆放稳固	符合要求
5	升压站内应设置消防车道。当升压站内建筑的火灾危险性为丙类，且建筑物的占地面积超过 3000m ² 时，或升压站电压等级为 220kV 及以上时，站内的消防车道宜布置成环形。当成环有困难，布设尽端式车道时，应设回车场或回车道。回车场的面积不应小于 12m×12m；供大型消防车使用时，不宜小于 18m×18m。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.1.27 条	已设置消防车道	符合要求
6	扑救 E 类火灾（带电火灾）场所应选择磷酸铵盐干粉型灭火器、碳酸氢钠干粉型灭火器、卤代烷灭火器或二氧化碳型灭火器，但不得选用装有金属喇叭喷筒的二氧化碳型灭火器。	《建筑灭火器配置设计防火规范》（GB50140-2005）	采用干粉型灭火器	符合要求
7	升压站设计时，应设计消防给水系统和消防设施。升压站内建筑物满足耐火等级不低于二级、体积不超过 3000m ³ ，且火灾危险性为戊类时，可不设消防给水，但	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.2.1 条	设有消防给水系统和消防设施	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	宜设置消防软管卷盘或轻便消防水龙。			
8	独立建造的消防水泵房，其耐火等级不应低于二级。附设在建筑中的消防水泵房的门应采用甲级防火门。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.2.23 条	耐火等级不低于二级	符合要求
9	单台容量在 125MVA 及以上的油浸变压器需要设置水喷雾灭火装置时，应符合现行国家标准《水喷雾灭火系统设计规范》GB 50219 的相关规定。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.2.16 条	按要求设置	符合要求
10	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 5.2.19 条	按要求设置	符合要求
11	消防水泵应保证在火警后 30s 内启动。消防水泵与动力机械应直接连接。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.2.20 条	消防水泵与动力机械直接连接	符合要求
12	升压站应设置火灾自动报警系统。其中无人值班的风电场升压站的火灾报警和消防联动信号应远传至远方监控中心。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.5.11 条	升压站设置火灾自动报警系统	符合要求
13	配电装置室、变压器室、无功补偿装置室、中控室、继电保护室、通信室、直流盘室、电子计算机房、楼梯、走道、档案室、柴油发电机室及其储油间、防烟楼梯间前室及其他电气火灾危险的场所宜选择感烟探测器。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.5.14 条	设置感烟探测器	符合要求
14	手动火灾报警按钮的设置应符合	《风电场设计防火规范》	按要求设置手动火灾报	符合

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	合以下要求： 1 每个防火分区应至少设置一个手动火灾报警按钮。从一个防火分区内的任何位置到最邻近的一个手动火灾报警按钮的步行距离不应大于 30m。 2 手动火灾报警按钮应设置在明显的和便于操作的部位。当采用壁挂方式安装时，其底边距地高度宜为 1.3m~1.5m，且应有明显的标志。	范》（NB31089-2016） 第 5.5.17 条	警按钮	要求
15	蓄电池室应采用防爆型灯具、通风电动机，室内照明线应采用穿管暗敷，室内不得装设开关和插座。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.5.25 条	采用穿管暗敷	符合要求
16	易燃液体的库房，宜单独设置。当易燃液体与可燃液体储存在同一库房内时，两者之间设防火墙。	《电力设备典型消防规程》（DL 5027-2015） 第 12.2.2 条	未涉及	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目消防系统符合相关法规要求。

5.7 公用系统评价单元

采用检查表法对该项目公用系统单元进行评价，具体情况详见下表。

表 5.7-1 项目公用系统单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
一	通风系统评价单元			
1	配电装置室、无功补偿装置室、电容器室、蓄电池室应设置换气次数不少于每小时 12 次的事故通风系统。当采用机械送、排风系统时，事故排风机应兼作排风机使用。	《风力发电场设计规范》（GB 51096-2015） 第 9.6.3 条	设有机机械排风机，满足规范要求	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
2	免维护式蓄电池应设置事故排风装置，换气次数不小于 3 次/h，可兼作通风用。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.3.15 条	设置机械排风	符合要求
3	六氟化硫电气设备室应采用机械通风，室内空气不允许再循环。室内空气中六氟化硫的含量不超过 6000mg/m ³ 。六氟化硫电气设备室的正常通风量不少于 2 次/h，设置在室内下部，排气口距地面高度应小于 0.3m；事故时通风量不小于 4 次/h，由设置在下部的正常通风系统和上部事故排风系统共同保证。通风设备、风管及其附件应考虑防腐措施。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.3.16 条	露天设置	符合要求
二	给排水系统评价单元			
4	生活用水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB5749 的有关规定。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB 50059-2011） 第 4.6.2 条	符合现行国家标准	符合要求
5	变电站的生活污水、生产废水和雨水宜采用分流制。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB 50059-2011） 第 4.6.3 条	采用分流制	符合要求
6	变电站的生活污水、生产废水应达到排放标准后排放。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB 50059-2011） 第 4.6.4 条	达到排放标准后排放	符合要求
三	照明系统评价单元			
7	建筑物主要疏散通道、楼梯间、配电装置室、站用变压器室、消防水泵房、无功补偿装置室、中控室、继电保护室、通信室、直流盘室、蓄电池室、主变压器室、GIS 设备室等重要部位，均应设置应急照明。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.5.10.1 条	设有应急照明	符合要求
8	建筑物主要疏散通道、楼梯间、安	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016）	设有疏散指示标志	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	全出口应设置发光疏散指示标志。	第 5.5.10.3 条		
9	应急照明灯宜设在墙面或顶棚上；安全出口的疏散指示标志宜设在顶部；疏散走道的疏散指示标志，宜设在距室内地面高度 1m 以下的墙面上。	《风电场设计防火规范》（NB31089-2016） 第 5.5.10.4 条	按要求安装	符合要求

小结：由上表可知，该项目公用系统单元符合相关规范要求。

5.8 交通工程评价单元

采用检查表法对该项目交通工程单元进行评价，具体情况详见下表。

表 5.8-1 项目交通工程单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
1	在风电场选址时，应了解候选风场周围交通运输情况，对风况相似的场址，尽量选择那些离已有公路较近，对外交通方便的场址，以利于减少道路的投资。	《风力发电场设计规范》（GB 51096-2015）	交通便利	符合要求
2	消防车道的净宽度和净空高度均不应小于 4.0m	《建筑设计防火规范》（2018 年版） （GB50016-2014） 第 6.0.9 条	不小于 4m	符合要求
3	风电场道路应能满足设备运输、安装和运行维护的要求，并保留可进行大修与吊装的作业面。	《风力发电场设计技术规范》（DL/T 5383-2007） 第 4.0.3 条	满足设备运输、安装和运行维护的要求	符合要求
4	风电场现场作业使用交通运输工具上应配备急救箱、应急灯、缓降器等应急用品，并定期检查，补充或更换。	《风力发电场安全规程》（DL/T 796-2012） 第 5.2.7 条	定期检查、补充或更换	符合要求
5	厂内道路的平纵断面设计应符合 GBJ22 的有关规定，并应经	《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB 4387-2008）	路面平整、路基稳固、边坡整齐、排水良好，有完好的照明设施	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	常保持路面平整、路基稳固、边坡整齐、排水良好，并应有完好的照明设施。	第 6.1.1 条		
6	厂内道路在弯道的横净距和交叉口的视距三角形范围内，不得有妨碍驾驶员视线的障碍物。	《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》 (GB 4387-2008) 第 6.1.10 条	场内道路视线良好，无妨碍驾驶员视线的障碍物	符合要求
7	道路应根据交通量设置交通标志。	《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》 (GB 4387-2008) 第 6.1.3 条	根据交通量设置交通标志	符合要求
8	风力发电机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》 (GB 51096-2015) 第 4.3.7 条	按要求布置	符合要求

小结：由上表可知，该项目交通工程单元符合相关规范的要求。

5.9 安全监测评价单元

采用检查表法对该项目安全检测单元进行评价，具体情况详见下表。

表 5.9-1 安全监测单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
1	风机控制系统在自检、启动、软切入、电启动、并网运行、停机、维修状态时，控制系统的指令应能准确、有效、及时地发出。 控制系统应能自动、手动调整风轮的方位。	《风能发电系统 风力发电机组通用技术条件和试验方法》(GB/T 19960-2024)	控制系统运行正常	符合要求
2	风电场应具备风电功率预测预报能力，应能进行日预报（次日 0~24 时）和实时预报（自上报时刻起未来 15 分钟至 4 小时）；	《国家能源局关于印发风电场功率预测预报管理暂行办法的通知》 《风电场接入电力系统技术规定 第 1 部分：陆上风电》(GB/T 19963.1-2021)	具备风电功率预测预报能力	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	风电场应按照电力系统调度机构规定每天上报风电场发电功率预测曲线。			
3	风电场应配置电能监测装置，应能监测电压偏差、电压变动、闪变、谐波和三相不平衡，并具备统计、分析评估功能；应有电能监测装置的技术说明书和使用说明书。	《风力发电机组电能质量测量和评估方法》 《风电场电能质量测试方法》	配置电能监测装置，具备统计、分析评估功能	符合要求
4	设备供电电源应采用不间断电源装置（UPS）或场内直流电源系统供电，在交流供电电源消失后，不间断电源装置带负荷运行时间应大于 40min。	《电力系统调度自动化设计规程》（DL/T 5003-2017） 第 5.2.10 条 《风电场接入电力系统技术规定 第 1 部分：陆上风电》（GB/T 19963.1-2021）	采用场内直流电源系统供电	符合要求
5	禁止通过公共互联网直接对风电机组进行远程监测、控制和维护。	《关于加强风电安全工作的意见》电监安全〔2012〕16 号第四条	按要求进行	符合要求
6	风电机组可自动并网与解列，也可由运行人员手动完成。	《风力发电场运行规程》（DL/T666-2012） 第 6.1.4 条	自动并网与解列	符合要求
7	应建立风力发电机定期巡视制度，并做好巡视记录；	《风力发电场安全规程》DL/T796-2012 第 6.3 条	已建立风力发电机定期巡视制度	符合要求
8	运行人员应根据计算机显示的风电机组运行参数检查分析各项参数变化情况，发现异常情况应通过计算机屏幕对该机组进行连续监视并根据变化情况作出必要处理同时在运行日志上写明原因进行故障记录与统计。	《风力发电场运行规程》（DL/T666-2012） 第 6.3.3 条	根据计算机显示的风电机组运行参数检查分析各项参数变化情况	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目安全检测单元符合国家有关法律法规要求。

5.10 作业环境及现场防护评价单元

采用检查表法对该项目作业环境及现场防护进行评价，具体见下表。

表 5.10-1 项目作业环境及现场防护单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
1	有与职业病危害防护相适应的设施；	《中华人民共和国职业病防治法》第十三条	相适应	符合要求
2	用人单位必须采用有效的职业病防护设施，并为劳动者提供个人使用的职业病防护用品。	《中华人民共和国职业病防治法》第二十条	提供个人使用的职业病防护用品	符合要求
3	噪声与振动较大的生产设备应安装在单层厂房内。如设需要将这些生产设备安置在多层厂房内时，则应将其安装在多层厂房的底层。对振幅、功率大的生产设备应设计隔振措施。	《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）第 4.2.2.2 条	噪声与振动较大的风力发电机都安装在野外	符合要求
4	具有生产性噪声的车间应尽量远离其他非噪声作业车间、行政区和生活区。	《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）第 5.2.3.1 条	远离行政区及生活区	符合要求
5	噪声较大的设备应尽量将噪声源与操作人员隔开；工艺允许远距离控制的，可设置隔声操作（控制）室。	《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）第 5.2.3.2 条	远离行政区及生活区	符合要求
6	生产工艺过程有可能产生微波或高频电磁场的设备应采取有效地防止电磁辐射能的泄漏措施。	《工业企业设计卫生标准》（GBZ 1-2010）第 5.2.4.1 条	采取有效地防止电磁辐射能的泄漏措施	符合要求
7	生产经营单位必须为从业人员提供符合国家标准或者行业标准的劳动防护用品，并监督、教育从业人员按照使用规	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第 88 号修订）	按要求配备劳动防护用品	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	则佩戴、使用。			
8	现场照明充足，不影响安全生产。	《发电厂和变电站照明设计技术规定》 (DL/T 5390-2014) 第 5.1.1 条	照明充足	符合要求
9	风电机组塔架和机组变压器等部位在生产运行过程中可能发生触电、火灾、爆炸、高处坠落、物体打击等安全事故，应设置相应的安全标识。	《风电场安全标识设置设计规范》 (NB/T31088-2016) 第 2.2.1 条	风电机组塔架和机组变压器等部位设有相应的安全标识	符合要求
10	升压站主要由主控室（集控中心）、继电保护室、蓄电池室、自动装置室、主变压器（室）、配电装置（室）、无功补偿装置等组成，在生产过程中可能发生触电、火灾、爆炸、车辆伤害、高处坠落、中毒和窒息等安全事故，应设置相应的安全标识。	《风电场安全标识设置设计规范》 (NB/T31088-2016) 第 2.4.1 条	升压站设有相应的安全标识	符合要求
11	发电厂的楼梯、平台、坑池和孔洞等周围，均应设置栏杆或盖板。楼梯、平台均应采取防滑措施。	《火力发电厂职业安全设计规程》 (DL 5053-2012) 第 6.2.2 条	按要求设置栏杆	符合要求
12	梯子的整个攀登高度上所有的踏棍垂直间距应相等，相邻踏棍垂直间距应为 225mm～300mm，梯子下端的第一级踏棍距基准面距离应不大于 450mm。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯》（GB 4053.1-2009） 第 5.5.1 条	按要求设置	符合要求
13	斜梯敞开边的扶手高度应不低于 GB4053.3 中规定的栏杆高度。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》（GB 4053.2-2009） 第 5.6.7 条	按要求设置	符合要求
14	在距基准面高度大于等于 2m	《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分：工业	按要求设置	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
	并小于 20m 的平台、通道及作业场所的防护栏杆高度应不低于 1050mm。	防护栏杆及钢平台》 (GB 4053.3-2009) 第 5.2.2 条		
15	平台地板宜采用不小于 4mm 厚的花纹钢板或经过防滑处理的钢板铺装, 相邻钢板不应搭接。相邻钢板上表面的高度差应不大于 4mm。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》 (GB 4053.3-2009) 第 6.4.1 条	按要求设置	符合要求
16	平台应安装在牢固可靠的支撑结构上, 并与其刚性联结; 梯间平台不得悬挂在梯段上。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》 (GB 4053.3-2009) 第 6.1.3 条	安装在牢固可靠的支撑结构上	符合要求
17	平台全部采用焊接, 焊接要求应符合《钢结构焊接规范》	《固定式钢梯及平台安全要求 第 3 部分: 工业防护栏杆及钢平台》 (GB 4053.3-2009) 第 4.5.1 条	采用焊接	符合要求
18	钢斜梯应采用焊接连接, 焊接要求符合 GB50205 的规定。采用其他方式连接时, 连接强度应不低于焊接。安装后的梯子不应有歪斜、扭曲、变形及其他缺陷。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分: 钢斜梯》(GB 4053.2-2009) 第 4.4.1 条	采用焊接	符合要求
19	固定式钢斜梯与水平面的倾角应在 30° ~75° 范围内, 优选倾角 30° ~35.° 偶尔性进入的最大倾角宜为 42°。踏步高、踏步宽的组合应符合 550 $\leq g+2r \leq 700$ 。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分: 钢斜梯》(GB4053.2-2009)	按要求设置	符合要求

20	工贸企业应当对本企业的有限空间进行辨识，确定有限空间的数量、位置以及危险有害因素等基本情况，建立有限空间管理台账，并及时更新。	《工贸企业有限空间作业安全规定》（应急管理部令（2023）第 13 号）	已建立有限空间管理台账	符合要求
----	---	--------------------------------------	-------------	------

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结论
21	工贸企业实施有限空间作业前，应当将有限空间作业方案和作业现场可能存在的危险因素、防控措施告知作业人员。现场负责人应当监督作业人员按照方案进行作业准备。	《工贸企业有限空间作业安全规定》（应急管理部令〔2023〕第 13 号）	已建立相关管理制度	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目作业环境及现场防护单元符合国家有关法律法规要求。

5.11 安全管理评价单元

5.11.1 安全管理评价子单元

采用安全检查表法对项目安全管理单元进行评价，具体如下。

表 5.11-1 项目安全管理单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
一	安全管理机构评价单元			
1	矿山、金属冶炼、建筑施工、运输单位和危险物品的生产、经营、储存、装卸单位，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员。前款规定以外的其他生产经营单位，从业人员超过一百人的，应当设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员；从业人员在一百人以下的，应当配备专职或者兼职的安全生产管理人员。	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第 88 号修订）第二十四条	已设置安全管理机构，并配备安全员	符合要求
二	安全管理制度、安全生产责任制评价单元			
2	生产经营单位的主要负责人对	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕	1、落实本单位全员安全	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	本单位安全生产工作负有下列职责： （一）建立健全并落实本单位全员安全生产责任制，加强安全生产标准化建设； （二）组织制定并实施本单位安全生产规章制度和操作规程； （三）组织制定并实施本单位安全生产教育和培训计划； （四）保证本单位安全生产投入的有效实施； （五）组织建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制，督促、检查本单位的安全生产工作，及时消除生产安全事故隐患； （六）组织制定并实施本单位的生产安全事故应急救援预案； （七）及时、如实报告生产安全事故。	第 88 号修订) 第二十一条	生产责任制； 2、已制定并实施本单位安全生产规章制度和操作规程； 3、已制定并实施本单位安全生产教育和培训计划； 4、有安全生产投入台账； 5、已建立并落实安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防工作机制； 6、已制定并实施生产安全事故应急救援预案； 7、有相关管理制度。	
三	安全培训、教育评价单元			
3	生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训，保证从业人员具备必要的安全生产知识，熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程，掌握本岗位的安全操作技能，了解事故应急处理措施，知悉自身在安全生产方面的权利和义务。未经安全生产教育和培训	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第 88 号修订) 第二十八条	定期对从业人员进行安全生产教育和培训	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
	合格的从业人员，不得上岗作业。			
4	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第88号修订）第三十条	特种作业人员持证上岗	符合要求
四	两票三制评价单元			
6	严格执行操作票、工作票制度，并使“两票”制度标准化，管理规范。	《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22号）	严格执行“两票”制度	符合要求
7	发电企业每年应对工作票签发人、工作负责人、工作许可人进行培训，经考试合格后，以正式文件发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。		定期进行培训、考核	符合要求
8	应认真执行“两票”管理制度。“两票”的合格率应按月进行统计、分析和考核。		按月进行统计、分析和考核	符合要求
9	应建立设备巡回检查制度、交接班制度、设备定期试验和轮换制度并按规定认真执行。		已建立设备巡回检查制度、交接班制度、设备定期试验和轮换制度	符合要求
五	防误管理评价单元			
10	电气一次系统图和一次系统模拟图应与实际电气一次系统设备和运行状况相符	《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》（DL/T 687-2010）	与系统设备和运行状况相符	符合要求
11	户外 35kV 及以上高压开关柜、间隔式配电装置有网门时，应满足“五防”操作功能；户内高压开关柜应具备联锁和防误功能	《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》（DL/T 687-2010） 《防止电力生产事故的二十五项重点要求（2023版）》（国能发安全〔2023〕22号）	满足“五防”操作功能，具备联锁和防误功能	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
12	装有微机防误装置的，其使用的电源应与保护及控制回路电源严格分开	《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》（DL/T 687-2010）	分开	符合要求
13	应建立严格的防误装置的管理制度和强制解锁钥匙使用制度，责任应明确和落实，执行情况应良好	《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》（DL/T 687-2010）	已建立防误装置的管理制度和强制解锁钥匙使用制度	符合要求
14	高压电气设备应装设双重编号标识牌（调度编号和设备名称），且字迹清晰，标色正确	《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》（DL/T 687-2010）	装设双重编号标识牌	符合要求
15	电气绝缘工具和登高安全工具应定期检验，存放、管理良好。	《电力安全工作规程（发电厂和变电站电气部分）》（GB 26860-2011）第 9.4.5 条	定期检验，存放、管理良好	符合要求
六	应急管理评价单元			
16	生产经营单位应当加强生产安全事故应急工作，建立、健全生产安全事故应急工作责任制，其主要负责人对本单位的生产安全事故应急工作全面负责。	《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号）第四条	建立了生产安全事故应急工作责任制，主要负责人对生产安全事故应急工作全面负责	符合要求
17	生产经营单位应当针对本单位可能发生的生产安全事故的特点和危害，进行风险辨识和评估，制定相应的生产安全事故应急救援预案，并向本单位从业人员公布。	《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号）第五条	制定了相应的生产安全事故应急预案，并向本单位从业人员公布	符合要求
18	生产安全事故应急救援预案应当符合有关法律法规、规章和标准的规定，具有科学性、针对性和可操作性，明确规定应急组织体系、职责分工以及应急救援程序和措施。	《生产安全事故应急条例》（国务院令第 708 号）第六条	符合有关法律法规、规章和标准的规定	符合要求

序号	检查项目和内容	检查依据	检查情况	检查结论
19	易燃易爆物品、危险化学品等危险物品的生产、经营、储存、运输单位应当至少每半年组织 1 次生产安全事故应急救援预案演练，并将演练情况报送所在地县级以上地方人民政府负有安全生产监督管理职责的部门。	《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号）第八条	定期进行演练	符合要求
20	应急救援队伍的应急救援人员应当具备必要的专业知识、技能、身体素质和心理素质。应急救援队伍建立单位或者兼职应急救援人员所在单位应当按照国家有关规定对应急救援人员进行培训；应急救援人员经培训合格后，方可参加应急救援工作。应急救援队伍应当配备必要的应急救援装备和物资，并定期组织训练。	《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号）第十一条	配备应急救援装备和物资，并定期组织训练	符合要求
21	生产经营单位应当对从业人员进行应急教育和培训，保证从业人员具备必要的应急知识，掌握风险防范技能和事故应急措施。	《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号）第十五条	定期进行应急教育和培训	符合要求
22	生产经营单位可以通过生产安全事故应急救援信息系统办理生产安全事故应急救援预案备案手续，报送应急救援预案演练情况和应急救援队伍建设情况；但依法需要保密的除外。	《生产安全事故应急条例》（国务院令 第 708 号）第十六条	已制定应急预案，并定期进行应急演练	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目安全管理单元符合国家有关

法律法规的要求。

5.11.2 人员培训取证情况评价子单元

采用安全检查表法对该项目特种作业人员取证情况及两票“三种人”认定情况进行评价，具体情况详见下表。

表 5.11.2-1 人员取证情况安全检查表

序号	姓 名	资格证件号	资格类型	发证机构	有效期	检查结果
1	龚鑫	610423200002055512	安全管理人员	新疆国安建设安全评价中心有限公司	2027 年 04 月 11 日	符合要求
2	龚鑫	T610423200002055512	低压电工作业	昆明市应急管理局	2027 年 08 月 15 日	符合要求
3	龚鑫	T610423200002055512	高压电工作业	河北省应急管理厅	2025 年 10 月 07 日	符合要求
4	龚鑫	T610423200002055512	高处作业	河北省应急管理厅	2026 年 01 月 18 日	符合要求
5	彭恒	T362202200108227519	低压电工作业	青岛西海岸新区应急管理局	2026 年 05 月 03 日	符合要求
6	彭恒	T362202200108227519	高压电工作业	河北省应急管理厅	2026 年 10 月 23 日	符合要求
7	彭恒	T362202200108227519	高处作业	青岛西海岸新区应急管理局	2026 年 05 月 03 日	符合要求
8	文梓骏	T43092220020908721X	低压电工作业	湖南省应急管理厅	2025 年 10 月 08 日	符合要求
9	文梓骏	T43092220020908721X	高压电工作业	安徽省应急管理厅	2026 年 12 月 07 日	符合要求
10	文梓骏	T43092220020908721X	高处作业	合肥市应急管理局	2026 年 09 月 25 日	符合要求
11	周朝晖	T420983200204260010	低压电工作业	湖南省应急管理厅	2027 年 03 月 10 日	符合要求
12	周朝晖	T420983200204260010	高压电工作业	湖南省应急管理厅	2026 年 05 月 31 日	符合要求
13	周朝晖	T420983200204260010	高处作业	湖南省应急管理厅	2026 年 11 月 14 日	符合要求

表 5.11.2-2 风电场（站）两票“三种人”认定情况安全检查表

序号	项目类别	认定人员	检查结果
1	工作票签发人	韩刘	符合要求
2	工作票许可人	韩刘、周朝晖、文梓骏、朱湖平、彭恒	符合要求
3	工作票负责人	韩刘、周朝晖、文梓骏、朱湖平、彭恒	符合要求
4	义务消防员	韩刘、周朝晖、文梓骏、朱湖平、彭恒	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该公司特种作业人员等已取得了资格证书且在有效期内，并对风电场两票“三种人”进行了认定，符合国家有关法律法规的要求。

5.12 安全投入评价单元

采用安全检查表法对该项目安全投入单元进行评价，具体如下。

表 5.12-1 安全投资单元安全检查表

序号	检查项目和内容	检查依据	检查记录	检查结果
1	生产经营单位应当具备的安全生产条件所必需的资金投入，由生产经营单位的决策机构、主要负责人或者个人经营的投资人予以保证，并对由于安全生产所必需的资金投入不足导致后果承担责任。	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第88号修订）第二十三条	具备安全生产条件所必需的资金投入	符合要求
2	生产经营单位新建、改建、扩建工程项目（以下统称建设项目）的安全设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投入生产和使用。安全设施投资应当纳入建设项目概算。	《中华人民共和国安全生产法》（主席令〔2021〕第88号修订）第三十一条	安全设施投资应当纳入建设项目概算	符合要求
3	企业应当建立健全内部企业安全生产费用管理制度，明确企业安全生产费用提取和使用的程序、职责及权限，落实责任，确保按规定提取和使用企业安全生产费用。	《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）第四十五条	按规定提取和使用企业安全生产费用	符合要求
4	企业应当加强安全生产费用管理，编制年度企业安全生产费用提取和使用计划，纳入企业财务预算，确保资金投入。	《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）第四十六条	按要求编制年度企业安全生产费用提取和使用计划	符合要求

小结：由上表检查结果可知，该项目安全投入单元符合国家有关法律、法规要求，安全投入台账详见本报告附件。

5.13 作业条件危险性分析

一、评价单元

根据该项目生产工艺过程及分析，确定评价单元为：升压站、风机组、风电场道路等单元。

二、作业条件危险性评价法的计算结果

以该项目升压站的生产作业单元火灾事故为例说明 LEC 法的取值及计算过程。各单元计算结果及等级划分详见下表。

1) 事故发生的可能性 L：

该项目升压站在安全设施完备、严格按规程作业时一般不会发生火灾事故，故属“可以设想，但高度不可能”。

故其分值 $L=0.5$ ；

2) 暴露于危险环境的频繁程度 E：

工人每天都需要定期进行现场巡视，因此每天工作时间暴露故取分值 $E=6$ ；

3) 发生事故产生的后果 C：

发生火灾事故，可能造成严重伤害。

故取分值 $C=15$ 。

$$D=L \times E \times C=0.5 \times 6 \times 15=45。$$

属“可能危险，需要注意”范围。

各单元计算结果及危险程度情况详见下表。

表 5.13-1 各单元危险评价表

序号	评价（子）单元	危险源及潜在危险	D=L×E×C				危险等级
			L	E	C	D	

序号	评价（子）单元	危险源及潜在危险	D=L×E×C				危险等级
			L	E	C	D	
1	升压站	火灾	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
		触电	1	6	7	42	可能危险，需要注意
		高处坠落	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		机械伤害	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		物体打击	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		中毒和窒息	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		淹溺	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
2	风机组	火灾	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
		触电	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		机械伤害	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		物体打击	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		中毒和窒息	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		高处坠落	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意
		坍塌	0.5	6	15	45	可能危险，需要注意
3	风电场道路	车辆伤害	0.5	6	7	21	可能危险，需要注意

小结：由上表分析结果可知，该项目作业条件危险性均在“可能危险、需要注意”范围，作业风险可接受。

第六章 安全对策措施及建议

6.1 安全对策措施的基本要求及原则

安全对策措施是采取消除或减弱危险、有害因素的技术措施和管理措施，是预防事故和保障整个生产过程安全的对策措施。

6.1.1 安全对策措施的基本要求

- 1、能消除或减弱生产过程中产生的危险、危害；
- 2、处置危险和有害物，并降低到国家规定的限值内；
- 3、预防生产装置失灵和操作失误产生的危险、危害；
- 4、能有效地预防重大事故和职业危害的发生；
- 5、发生意外事故时，能为遇险人员提供自救和互救条件。

6.1.2 制定安全对策措施应遵循的原则

1、安全技术措施等级顺序

当安全技术措施与经济效益发生矛盾时，应优先考虑安全技术措施上的要求，并应按下列安全技术措施顺序选择安全技术措施。

- 1) 直接安全技术措施：生产设备本身应具有本质安全性能，不出现任何事故和危害。
- 2) 间接安全技术措施：若不能或不完全能实现直接安全技术措施时，必须为生产设备设计出一种或多种安全防护装置，最大限度地预防、控制事故或危害的发生。
- 3) 指示性安全技术措施：间接安全技术措施无法实现或实施时，须采用检测报警装置、警示标志等措施，警告、提醒作业人员注意，以便采取相应的对策措施或紧急撤离危险场所。
- 4) 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、安全教育、安全培训和个体防护用品等措施来预防、减弱系统的危险、危害程度。

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。

6.2 项目安全设施设计中的安全对策措施落实情况

根据建设单位提供的《安全设施设计》，采用安全检查表法编制项目安全设施采纳情况表，具体检查情况如下。

表 6.2-1 项目安全对策措施落实情况检查表

序号	《安全设施设计》中提出的安全对策措施	检查情况	检查情况
1	监测、报警设施： 1) 风电机组设计自动化控制系统，该系统可以监测风力发电系统主要数据并设计主要报警信号，监测的数据及报警信号包括：风力发电机的温度、有功与无功功率、电流、电压、频率、转速、功率因数；风轮转速、变桨距角度；齿轮箱的油位与油温；制动系统液压装置的油位与油温；制动刹车片温度；风速、风向、气温、气压；机舱温度、塔内控制箱温度；机组振动超温和制动刹车片磨损报警，机舱和塔架振动最大幅值偏航次数及位置、电缆的过缠绕、控制电源情况。 2) 配备专业的气象数据采集、分析、检测设备 3) 火灾自动报警设施。	火灾自动报警系统故障信息未及时处理，视频监控系统未覆盖箱变	不符合
2	设备安全防护设施： 1) 机舱、控制箱筒式塔架设计防止小动物进入的设施。 2) 风电机组应有防雷设施。 3) 风电机组至少应具有两种不同原理的能独立有效制动的制动系统。 4) 调向系统设计具有自动解缆和扭缆保护装置。 5) 风电场的架空配电线路、电力电缆、变压器及其附属设备等设备的防雷接地装置要求应按“引用标准”中相应的标准执行。 6) 高压配电室内、外配电装置的隔离开关与相应的断路器和接地刀闸之间应装设闭锁装置。屋内配电装置尚应设置防护误操作带电间隔的闭锁装置。 7) 配电线路应装设短路保护、过负荷保护和接地故障保护。	按设计要求设置	符合要求

序号	《安全设施设计》中提出的安全对策措施	检查情况	检查情况
	8) 低压成套配电柜、控制柜、照明配电箱等应有可靠的电击保护。 9) 电力变压器宜装有气体继电器。 10) 电力变压器应装有压力保护装置。 11) 配电室等设置防止雨、雪和蛇、鼠类小动物从采光窗、通风窗、门、电缆沟等进入室内的设施。 12) 电气装置和设施的下列金属部分，均设置接地：a) 电机、变压器和高压电器等的底座和外壳；b) 电气设备传动装置 c) 配电、控制、保护用的屏(柜、箱)及操作台等的金属框架。 13) 露天使用的用电设备、配电装置均设计合适的防雨、防雪、防尘、防日光暴晒的装置。		
3	作业场所防护设施： 1) 主控制室及通信室等对防尘有较高要求的房间，地坪应采用不起尘的材料。 2) 配电室的顶、墙面及地面的建筑装饰应使用不易积灰和不易起灰的材料。 3) 本风电场综合楼有关部位均按消防设计原则设有事故排风、排毒措施。 4) 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。 5) 建筑内、外设置的钢平台、钢梯等的人行部位设置防滑设施。 6) 室内高压设备的隔离室设有遮拦。	按设计要求设置	符合要求
4	安全警示标志： 1) 重要带电设备必须悬挂醒目警示牌。 2) 生产经营单位应当在有较大危险因素的生产经营场所和有关设施、设备上，设置明显的安全警示标志。 3) 厂内道路应根据交通量设置交通标志，其设置、位置、形式、尺寸、图案和颜色等必须符合 GB5768 的规定。 4) 建筑物的紧急通道和出入口，设置醒目的标志。 5) 对产生严重职业病危害的作业岗位应当在其醒目位置，设置警示说明。警示说明应当载明产生职业病危害的种类、后果、预防以及应急救治措施等内容。	升压站安全警示标志设置不足；风机组未设置防坠冰等安全警示标志	不符合

序号	《安全设施设计》中提出的安全对策措施	检查情况	检查情况
	6) 风电机安全试验要挂醒目警示性标牌。 7) 建筑的室外消火栓、阀门、消防水泵接合器等设置地点应设置相应的永久性固定标识。		
5	紧急处理设施: 1) 风电场升压站的高压配电装置和高压开关柜应有防止谐振过电压的措施。 2) 应急照明采用蓄电池作为备用电源。 3) 风电机组设置自动停机装置。 4) 高压电气设备或回路均设置电气联锁装置。 5) 油浸电力变压器设置防止油品流散的设施。油浸电力变压器下面应设置储存变压器全部油量的事故储油设施。	按设计要求设置	符合要求
6	防止火灾蔓延设施: 电缆从室外进入室内的入口处、电缆竖井的出入口处及主控制室与电缆层之间, 应采取防止电缆火灾蔓延的阻燃及分隔措施。	按设计要求设置	符合要求
7	灭火设施: 按要求设置相应数量的移动式灭火器。	按设计要求设置	符合要求
8	紧急个体处置设施: 安全疏散的出入口和通道设置应急照明灯。	综合楼通道应急照明设置不足	不符合
9	应急救援设施: 配备应急救援物资。	按要求配备应急救援物资	符合要求
10	逃生避难设施: 综合楼设置安全通道, 安全通道净宽不小于 1m, 建筑的出入口不少于 2 处。	按设计要求设置	符合要求
11	劳动保护用品: 按作业岗位特点、职工人数配备劳动保护用品。	按要求配备劳动保护用品	符合要求

小结: 由上表检查结果可知, 该项目升压站火灾自动报警系统故障信息未及时处理, 视频监控系统未覆盖箱变, 升压站安全警示标志设置不足, 综合楼应急照明装置设置不足, 风机组未设置防坠冰等安全警示标志, 已在整改建议中提出。

6.3 存在问题隐患及建议

评价项目检查过程中发现的一些问题及针对这些问题提出的安全对策措施及建议，具体情况详见下表。

表 6.3-1 存在的安全隐患及安全对策措施

序号	安全隐患	对策措施与整改建议	危险程度
1	升压站安全警示标志设置不足。	应增设安全警示标志	中
2	综合楼过道事故照明灯设置不足。	应增设应急照明装置	中
3	视频监控系统未覆盖箱变。	视频监控系统应覆盖箱变	高
4	风机组未设置防坠冰等安全警示标志。	应设置防坠冰等安全警示标志	中
5	火灾自动报警系统故障信息未及时处理。	应及时处理	高

6.4 整改落实情况

评价项目组针对建设单位现场整改情况进行复查，该项目已按要求整改，具体情况详见下表。

表 6.4-1 整改落实情况检查表

序号	安全隐患	对策措施与整改建议	检查结果
1	升压站安全警示标志设置不足。	已增设安全警示标志	符合要求
2	综合楼过道事故照明灯设置不足。	已增设应急照明装置	符合要求
3	视频监控系统未覆盖箱变。	视频监控系统已覆盖箱变	符合要求
4	风机组未设置防坠冰等安全警示标志。	已设置防坠冰等安全警示标志	符合要求
5	火灾自动报警系统故障信息未及时处理。	已及时处理，运行正常	符合要求

6.5 改进建议

1、建议企业进一步完善安全设施，提高本质安全度。安全设施的更新改进时，安全设施的各项参数不能低于现有安全设施的参数。

2、建议企业加强安全条件与安全生产条件的完善与维护，健全安全生产责任制，保证安全投入符合安全生产的要求，定期对从业人员进行安全

生产教育和培训，依法为从业人员缴纳保险费，加强安全检查和隐患排查，做到劳动防护用品发放到位。

3、建议企业按《关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财政部、国家安全生产监督管理总局财资〔2022〕136号）的规定和要求，提取安全生产费用。

4、建议企业不断完善安全管理制度和安全操作规程，定期进行风力发电机组日常维护保养，加强巡检。

5、建议企业主要负责人在任职6个月后取得安全培训考核合格证，并对项目风电场的危险特性、安全措施进行安全教育培训。

6、建议企业根据企业发展和自身完善的需要，进一步提高安全生产条件和应急救援的能力。消防设施验收后应到消防相关主管部门办理消防验收意见书。

7、建议企业根据国家法律法规、标准规范的要求，不断修改完善安全生产管理制度。加强岗位练兵，提高员工的操作和判断、处理故障的能力强化安全管理，创造条件在企业推行职业安全健康体系，实现安全管理的制度化、规范化和标准化。

8、建议企业根据《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T 29639-2020）的要求编制应急预案，并到相关部门进行备案；按要求配备应急救援物资，定期进行应急演练。

第七章 评价结论

7.1 建设项目各单元评价小结

通过对遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目进行安全验收评价，得出以下的评价结论：

1、主要危险有害因素辨识结果

根据《危险化学品目录（2015 版）》（应急管理部等 10 部门公告〔2022〕第 8 号调整），该项目作为 GIS 设备保护气使用的六氟化硫属于危险化学品；该项目运行过程中涉及的主要设备有风力发电机组、变压器等，存在的主要危险、有害因素有火灾、触电、中毒与窒息、机械伤害、物体打击、高处坠落、车辆伤害、坍塌、淹溺等，主要有害因素为噪声与振动、高温、低温等。

2、重点监管的危险化学品辨识结果

根据《国家安全监管总局关于公布〈首批重点监管的危险化学品名录〉的通知》（安监总管三〔2011〕95 号）和《国家安全监管总局关于公布〈第二批重点监管危险化学品名录〉的通知》（安监总管三〔2013〕12 号）的相关规定，该项目未涉及重点监管的危险化学品。

3、危险化学品重大危险源辨识结果

按照《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）进行辨识，该项目生产单元和储存单元均未构成危险化学品重大危险源。

4、作业条件危险性分析结果

根据作业条件危险性分析结果可知，该项目作业条件危险性均在“可能危险、需要注意”范围，作业风险可接受。

5、选址条件分析结果

该项目选址符合国家规划，与厂外企业、公共设施、村庄的距离符合有关标准、规范的要求。

6、法律法规符合性分析结果

该项目无国家明令淘汰的工艺和设备，设备、设施与工艺条件、内部介质相适应，安全设备、安全附件及设施齐全。该项目建设过程“三同时”落实情况符合国家相关法律法规的要求。

7.2 应重点防范的危险因素

通过该项目运行过程中存在的危险、有害因素进行分析辨识和分析，项目在运行过程中重点防范的危险、有害因素为触电，应重视本报告提出的安全对策措施。

7.3 潜在的危險、有害因素在采取措施后得到控制及受控的程度

建设项目在运行过程中应加强安全生产管理工作，做好本单位日常安全生产管理、安全检查，严格执行安全操作规程，杜绝“三违”等不良作风，保证安全设施、应急救援器材的完好等工作，则其存在的危险有害因素就可相对减少，其风险控制在可接受范围。

7.5 评价结论

综上所述：遂川县华风发电有限公司遂川县轿子顶分散式风电项目工艺设备和安全设施运行正常，企业安全生产管理机制运行正常，安全设施、措施达到设计要求和预期结果，满足建设项目安全生产的要求，具备安全设施竣工验收条件。

一、评价人员与建设单位现场照片、专家现场评审照片

