

余干县国能新能源有限公司

余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目

## 安全验收评价报告

(审定稿)

江西伟灿工程技术咨询有限责任公司

证书编号：APJ—赣—008

二〇二四年三月

余干县国能新能源有限公司

余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目

## 安全验收评价报告

法定代表人：李金华

技术负责人：辜桂香

评价项目负责人：邓志鹏

二〇二四年三月

(安全评价机构公章)

## 规范安全生产中介行为的九条禁令

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。

**余干县国能新能源有限公司**  
**余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目**  
**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。

江西伟灿工程技术咨询有限公司（公章）

2024 年 3 月 30 日

**余干县国能新能源有限公司**  
**余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目**  
**安全验收评价报告评价人员**

	姓名	资格证书号	从业登记编号	签字
项目负责人	邓志鹏	S011035000110202001296	030726	
项目组成员	欧阳涛	S011035000110193001184	037923	
	余凯	1700000000301476	030728	
	贺飞虎	S011035000110202001246	041180	
报告编制人	邓志鹏	S011035000110202001296	030726	
	欧阳涛	S011035000110193001184	037923	
报告审核人	张巍	S011035000110191000663	026030	
过控负责人	吕玉	S011035000110192001513	026024	
技术负责人	辜桂香	S011035000110191000629	018518	

# 前 言

余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目（以下简称本项目）为余干县国能新能源有限公司投资兴建。本项目建设地点位于江西省上饶市余干县梅港乡三联村，与已经建成并投运的余干县 20MW 林光互补光伏电站项目（建设单位称为一期）和将要建设的余干县国能光伏项目（建设单位称为三期）合用一个升压站，三个项目合用一个运行名称——三联光伏电站。

由于 110kV 升压站以及升压站内涉及本期的设备均已建成并投运，本期仅增加光伏发电设备及集电设备，具体包括光伏组件、汇流箱、逆变器、升压变（箱式变）、集电线路等。

占地面积约 240 亩，建设容量为 20MWp。安装 37098 块 540Wp 双面双玻单晶硅光伏组件。通过 1 回 35kV 集电线路接入一期已建成并投入使用的 110kV 升压站，利用已建成的 1 回 110kV 线路接入金步 220KV 变电站。

按照《中华人民共和国安全生产法》（主席令[2021]第 88 号，2021 修订）、《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产管理总局 2015 年第 77 号令）等有关规定，余干县 20MW 林光互补光伏电站项目应进行安全设施竣工验收评价。为此，余干县国能新能源有限公司委托江西伟灿工程技术咨询有限责任公司对本项目进行安全设施竣工验收评价。

江西伟灿工程技术咨询有限责任公司接受委托后，组织成立了安全验收评价项目组，制定了评价工作计划，编制了现场安全检查表。与余干县国能新能源有限公司工程管理及技术人员进行了多次交流，收集了本项目安全验收评价所需的资料，并到项目现场进行实地安全检查。项目组遵循国家和江西省安全方面的有关法律、法规和政策规定，依据有关标准、规范的要求，按照科学、客观、公正的原则开展评价工作。项目组认真研究分析建设单位提供的和现场收集到的相关资料，编制完成了《余干县国能新能源有限公司余干县 20MW 林光互补光伏电站项目安全验收评价报告》。

在本项目安全评价工作过程中，得到了余干县国能新能源有限公司的大力支持和协助，谨在此表示衷心的感谢！

# 目 录

1. 编制说明 .....	4
1.1 评价目的、范围和工作程序 .....	4
1.2 评价依据 .....	6
1.3 建设单位简介 .....	13
2. 建设项目概况 .....	14
2.1 工程概述 .....	14
2.2 工程地理位置及周边环境 .....	14
2.3 光能资源 .....	15
2.4 水文气象 .....	16
2.5 工程地质 .....	16
2.6 项目任务和规模 .....	18
2.7 工艺流程 .....	18
2.8 站址选择及总平面布置 .....	19
2.9 光伏系统选型及配置 .....	20
2.10 电气 .....	23
2.11 土建工程 .....	31
2.12 公用工程 .....	32
2.13 工程投资 .....	34
2.14 工程投产和安全管理 .....	36
3. 危险、有害因素辨识与分析 .....	38
3.1 物料危险、有害因素辨识与分析 .....	38
3.2 站址选择及平面布置的危险、有害因素辨识 .....	38
3.3 建(构)筑物危险、有害因素辨识与分析 .....	40
3.5 35kV 集电线路危险、有害因素辨识与分析 .....	42
3.6 升压站设备危险、有害因素辨识与分析 .....	44
3.7 并网危险、有害因素辨识与分析 .....	47
3.8 公用工程危险、有害因素辨识与分析 .....	48

3.9 作业过程及作业环境危险、有害因素辨识与分析 .....	49
3.10 安全管理和安全投入危险、有害因素辨识与分析 .....	51
3.11 作业场所（过程）危险有害因素分布 .....	52
3.12 重大危险源辨识 .....	53
3.13 事故案例分析 .....	54
4. 评价方法及评价单元划分 .....	57
4.1 评价单元划分 .....	57
4.2 评价方法选择及简介 .....	58
5. 符合性评价和危险危害程度的评价 .....	60
5.1 法律法规符合性单元 .....	60
5.2 安全设计专篇中对策措施落实单元 .....	62
5.3 项目选址、周边环境及总平面布置单元 .....	63
5.4 光伏发电系统单元 .....	67
5.5 作业安全和作业环境单元 .....	72
5.6 安全管理单元 .....	74
6. 现场检查存在问题、整改情况、安全对策措施建议 .....	80
6.1 存在问题及建议整改措施 .....	80
6.2 整改落实情况 .....	81
6.3 有关安全对策措施建议 .....	81
7. 评价结论 .....	82
7.1 工程运行中的主要危险、有害因素 .....	82
7.2 应重视的安全对策措施 .....	82
7.3 符合性评价的综合结果 .....	83
7.4 评价结论 .....	83
8 附件及附图 .....	84
8.1 附件目录 .....	84
8.2 附图 .....	84



# 1. 编制说明

## 1.1 评价目的、范围和工作程序

### 1.1.1 评价目的

本次安全验收评价的目的主要是：

- 1) 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、同时投入使用；
- 2) 检查安全生产管理措施到位情况；
- 3) 检查安全生产规章制度的建立与执行情况；
- 4) 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；
- 5) 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。

### 1.1.2 评价的范围

本次安全验收评价范围：

光伏阵列场区布置，光伏场区的生产设备（光伏组件、组串逆变器、汇流箱、箱式变压器、箱逆变一体机、集电线路、配电装置、电力电缆、通信、远动、直流等），光伏电站的作业安全和作业环境，光伏电站运行安全管理等。

本项目与余干县 20MWp 林光互补光伏电站项目共用 110kV 升压站（运行名称：三联光伏电站），110kV 升压站已建成投入使用，已为本项目预留了一回 35kV 集电线路进线开关间隔。

110kV 升压站的主要建（构）筑物、电气设备、公用工程（道路、消防、给排水等）已经建成并投入使用且已完成安全验收，110kV 外送线路已经建成并投入使用。本报告仅做简要描述和满足性分析，对其危险、有害因素仅做辨识，不做评价。

本项目涉及的环境影响、洪水影响、地质灾害、职业卫生、接入系统、防雷检测等，应执行国家有关规定，以相关专业评估报告和政府主管部门的意见为准，本报告只引用其相关结论；关于本项目的消防设计和消防设施，本报告依据有关法律法规和标准进行了评价，最终以当地住建部门消防验收或备案意见为准。

### 1.1.3 评价的工作程序

本次安全验收评价的程序主要包括前期准备、现场调研、资料收集、检查检测，危险有害因素的辨识与分析，划分评价单元、选择评价方法、实施定性定量分析、提

出安全对策措施及建议、做出安全验收评价结论、编制本项目的安全验收评价报告，具体评价程序见图 1-1：

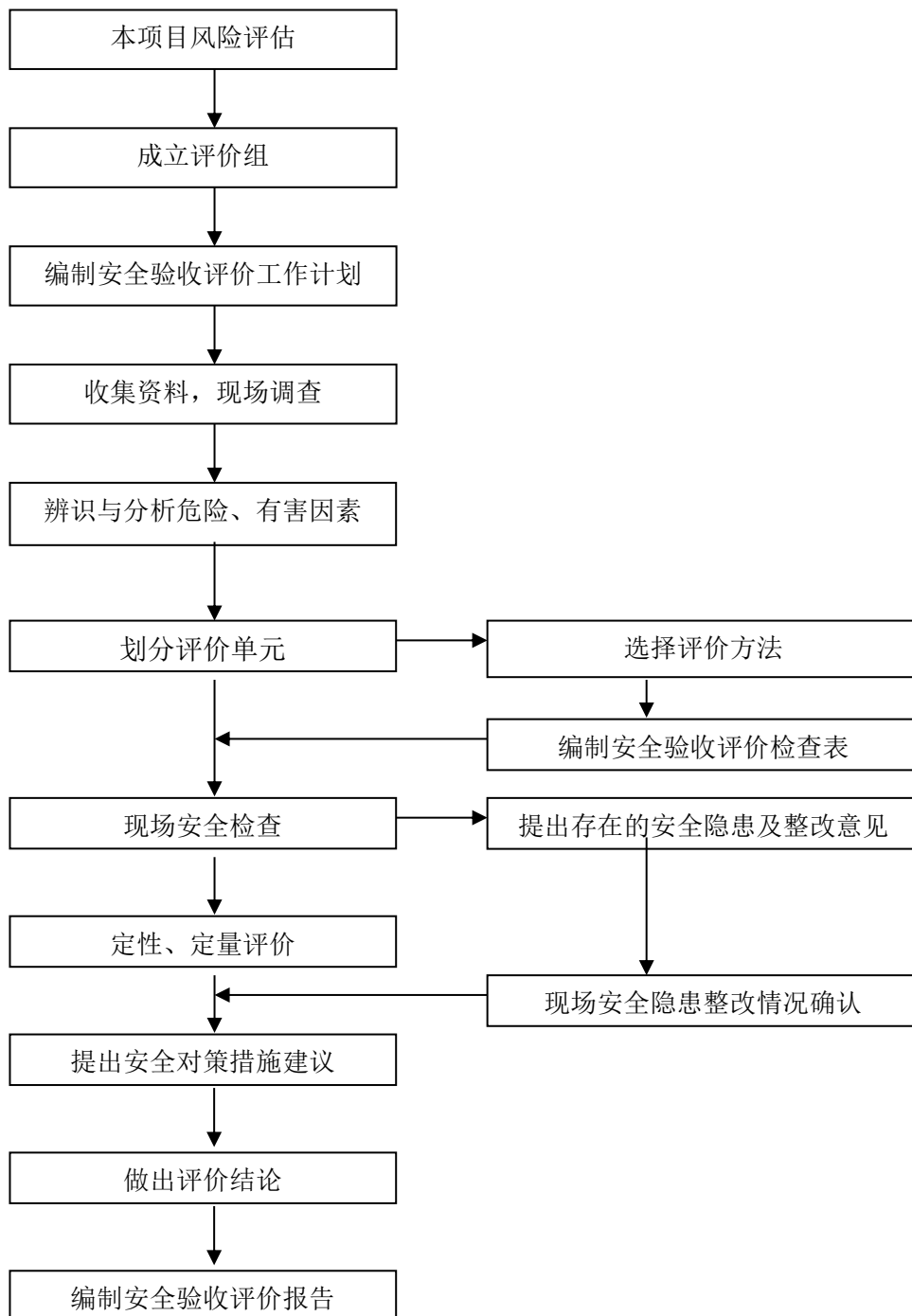


图 1-1 安全验收评价程序

## 1.2 评价依据

### 1.2.1 国家法律

- 1) 《中华人民共和国安全生产法》（国家主席令[2021]第 88 号，2021 年修订）
- 2) 《中华人民共和国劳动法》（主席令[1994]第 28 号，2018 年修订）
- 3) 《中华人民共和国电力法》（主席令[1995]第 60 号，主席令[2015]第 24 号修订，2018 年 12 月 29 日第三次修正）
- 4) 《中华人民共和国防洪法》（主席令[1997]第 88 号，主席令[2016]第 48 号修订）
- 5) 《中华人民共和国职业病防治法》（主席令[2018]第 24 号）
- 6) 《中华人民共和国消防法》（主席令[2008]第 6 号，2021 年修订）
- 7) 《中华人民共和国防震减灾法》（主席令[2008]第 7 号）
- 8) 《中华人民共和国环境保护法》（主席令[2014]第 9 号修订）
- 9) 《中华人民共和国建筑法》（主席令[2011]第 46 号，2019 年修订）
- 10) 《中华人民共和国道路交通安全法》（主席令[2021]第 81 号修订）
- 11) 《中华人民共和国气象法》（主席令[1999]第 23 号，主席令[2016]第 57 号修订）
- 12) 《中华人民共和国突发事件应对法》（主席令[2007]第 69 号）
- 13) 《中华人民共和国特种设备安全法》（主席令[2013]第 4 号）
- 14) 《中华人民共和国水法》（主席令[2002]第 74 号，主席令[2016]第 48 号修订）
- 15) 《中华人民共和国矿产资源法》（主席令[1986]36 号，1996 年、2009 年第一、二次修正）

### 1.2.2 国家行政法规

- 1) 《企业投资项目核准和备案管理条例》（国务院令 673 号）
- 2) 《建设工程质量管理条例》（国务院令[2000]第 279 号，国务院令[2017]第 687 号修订）
- 3) 《危险化学品安全管理条例》（国务院令[2013]第 645 号）
- 4) 《使用有毒物品作业场所劳动保护条例》（国务院令[2002]第 352 号）
- 5) 《工伤保险条例》（国务院令[2011]第 586 号）
- 6) 《建设工程安全生产管理条例》（国务院令[2003]第 393 号）

- 7) 《地质灾害防治条例》（国务院令[2004]第 394 号）
- 8) 《电力设施保护条例》（国务院令[1998]第 239 号，国务院令[2011]第 588 号修订）
- 9) 《中华人民共和国道路交通安全法实施条例》（国务院令[2017]第 687 号修订）
- 10) 《特种设备安全监察条例》（国务院令[2009]第 549 号）
- 11) 《生产安全事故报告和调查处理条例》（国务院令[2007]第 493 号）
- 12) 《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）
- 13) 《生产安全事故应急条例》（国务院令[2019]第 708 号）

### 1.2.3 地方法规、规章及规范性文件

- 1) 《江西省安全生产条例》（2023 年 7 月 26 日江西省第十四届人民代表大会常务委员会第三次会议第二次修订）
- 2) 《江西省消防条例》（2020 年 11 月 25 日江西省第十三届人民代表大会常务委员会第六次会议修订通过）
- 3) 《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）
- 4) 《江西省人民政府关于重大安全事故行政责任追究的规定》（江西省人民政府[2006]106 号）
- 5) 《江西省电力设施保护办法》（江西省人民政府令第 241 号，2019 第四川修正）

### 1.2.4 政府部门规章、规范性文件

- 1) 《江西省企业投资项目核准和备案管理办法》（省政府令第 236 号）
- 2) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》（原国家安全生产管理总局 2015 年第 77 号令）
- 3) 《国务院关于进一步加强对企业安全生产工作的通知》（国发[2010]23 号）
- 4) 《关于加强重大工程安全质量保障措施的通知》（发改投资[2009]3183 号）
- 5) 《生产安全事故应急预案管理办法》（原国家安全生产管理总局令第 88 号，应急管理部令[2019]第 2 号令修正）
- 6) 《关于做好建设项目安全监管工作的通知》（安监总协调[2006]124 号）
- 7) 《（生产安全事故报告和调查处理条例）罚款处罚暂行规定》（原国家安全生产管理总局令第 77 号，2015 年）

- 8) 《国家安全监管总局国务院国资委关于进一步加强中央企业安全生产分级属地监管的指导意见》（安监总办〔2011〕75号）
- 9) 《国家安全监管总局关于印发企业安全生产标准化评审工作管理办法（试行）的通知》（安监总办〔2014〕49号）
- 10) 《工作场所职业卫生监督管理规定》（国家卫计委5号令）
- 11) 《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）
- 12) 《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）
- 13) 《产业结构调整指导目录（2024年本）》（2023年中华人民共和国国家发展和改革委员会令 第7号）
- 14) 《特种作业人员安全技术培训考核管理规定》（原国家安全生产管理总局〔2010〕第30号令，〔2015〕第80号令修订）
- 15) 《特种设备作业人员监督管理办法》（国家质量监督检验检疫总局〔2011〕第140号令）。
- 16) 《工程建设标准强制性条文（电力工程部分）》（建标〔2011〕版）
- 17) 《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）
- 18) 《工贸企业有限空间作业安全管理规定》（应急管理部13号令）
- 19) 《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〕第139号）
- 20) 《安全生产领域违法违纪行为政纪处分暂行规定》（国家安监总局〔2011〕第11号）
- 21) 《国家能源局关于防范人身伤亡事故的指导意见》（国能安全〔2013〕427号）
- 22) 《生产经营单位安全培训规定》（原国家安全生产监督管理总局3号令）（2015年修订）
- 23) 国家安全生产总局关于修改《生产经营单位安全培训规定》等11件规章的规定（原国家安全生产总局令第63号）
- 24) 《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》（原国家安全生产管理总局16号令）
- 25) 《生产安全事故罚款处罚规定（试行）》（安监总局第77号令）

- 26) 《危险化学品目录》（2022 版）国家安监总局等十部门公告
- 27) 《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》（住建部 58 令修改）
- 28) 《电力企业应急预案评审与备案细则》（国能综安全[2014]953 号）
- 29) 《电力企业应急预案管理办法》（国能安全【2014】508 号）
- 30) 《电力业务许可证管理规定》（国家发改委第 11 号令，2024.1.4 修改）
- 31) 《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》（中华人民共和国公安部令[2001]第 61 号）
- 32) 《防雷减灾管理办法》（中国气象局令[2013]第 24 号）
- 33) 《工贸企业重大安全隐患判定标准》应急管理部 10 号令

### 1.2.5 国家标准

- 1) 《建筑防火通用规范》（GB 55037-2022）
- 2) 《消防设施通用规范》（GB 55036-2022）
- 3) 《工业企业总平面设计规范》（GB50187-2012）
- 4) 《建筑灭火器配置设计规范》（GB50140-2010）
- 5) 《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）2018 版
- 6) 《光伏发电工程验收规范》（GB50796-2012）
- 7) 《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）
- 8) 《光伏电站检修规程》（DB64/T876-2013）
- 9) 《光伏电站运行规程》（DB64/T877-2013）
- 10) 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB50343-2012）
- 11) 《通用用电设备配电设计规范》（GB50055-2011）
- 12) 《低压配电设计规范》（GB50054-2011）
- 13) 《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）
- 14) 《消防给水及消火栓系统技术规范》（GB50974-2014）
- 15) 《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）
- 16) 《电气装置安装工程 电气设备交接试验标准》（GB50150-2016）
- 17) 《电气安装工程 电缆线路施工及验收规范》（GB 50168- 2016）
- 18) 《建筑地基基础设计规范》（GB50007-2011）
- 19) 《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）

- 20) 《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）2016 年版
- 21) 《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）
- 22) 《消防应急照明和疏散指示系统》（GB17945-2010）
- 23) 《交流无间隙金属氧化物避雷器》（GB11032-2010）
- 24) 《生产过程危险和有害因素分类与代码》（GB/T13861-2022）
- 25) 《供配电系统设计规范》（GB50052-2009）
- 26) 《太阳能光伏照明装置总技术规范》（GB24460-2009）
- 27) 《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018）
- 28) 《建筑工程抗震设防分类标准》（GB50223-2008）
- 29) 《生产过程安全卫生要求总则》（GB/T12801-2008）
- 30) 《3~110kV 高压配电装置设计规范》（GB50060-2008）
- 31) 《系统接地的型式及安全技术要求》（GB14050-2008）
- 32) 《安全用电导则》（GB/T13869-2008）
- 33) 《电能质量 电压波动和闪变》（GB/T12326-2008）
- 34) 《电能质量 三相电压不平衡》（GB/T15543-2008）
- 35) 《电能质量 供电电压偏差》（GB/T12325-2008）
- 36) 《特低电压（ELV）限值》（GB/T3805-2008）
- 37) 《工业企业厂内铁路、道路运输安全规程》（GB4387-2008）
- 38) 《火灾自动报警系统设计规范》（GB50116-2013）
- 39) 《安全色》（GB2893-2008）
- 40) 《火灾分类》（GB/T4968-2008）
- 41) 《工业金属管道设计规范》（GB50316-2008）
- 42) 《个体防护装备选用规范》（GB11651-2020）
- 43) 《生产设备安全卫生设计总则》（GB5083-1999）
- 44) 《入侵报警系统工程设计规范》（GB50394-2007）
- 45) 《视频安防监控系统工程设计规范》（GB50395-2007）
- 46) 《电力工程电缆设计规范》（GB50217-2018）
- 47) 《光伏（PV）系统电网接口特性》（GB/T20046-2006）
- 48) 《手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程》（GB/T3787-2017）
- 49) 《继电保护和安全自动装置技术规程》（GB14285-2023）

- 50) 《室外排水设计规范》（2011 年版）（GB50014-2006）
- 51) 《防止静电事故通用导则》（GB12158-2006）
- 52) 《光伏（PV）组件安全鉴定 第 1 部分：结构要求》（GB/T20047.1-2006）
- 53) 《安全防范工程技术规范》（GB50348-2004）
- 54) 《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）
- 55) 《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB50019-2015）
- 56) 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》（GB/T8196-2003）
- 57) 《工作场所职业病危害警示标识》（GBZ158-2003）
- 58) 《绝缘配合 第 1 部分：定义、原则和规则》（GB311.1-2012）
- 59) 《绝缘配合 第 2 部分：高压输变电设备的绝缘配合使用导则》（GB311.2-2012）
- 60) 《电力设施抗震设计规范》（GB50260-2013）
- 61) 《消防安全标志 第 1 部分：标志》（GB13495.1-2015）
- 62) 《企业职工伤亡事故分类》（GB6441-1986）
- 63) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 64) 《安全标志及其使用导则》（GB2894-2008）
- 65) 《光伏电站无功补偿技术规范》（GB/T29321-2012）
- 66) 《晶体硅光伏(PV)方阵 I-V 特性的现场测量》（GB/T18210-2000）
- 67) 《光伏电站接入电力系统技术规定》（GB/T19964-2012）
- 68) 《光伏系统并网技术要求》（GB/T19939-2005）
- 69) 《火力发电厂与变电站设计防火标准》（GB50229-2019）
- 70) 《电力安全工作规程（发电厂和变电站电气部分）》（GB26860-2011）
- 71) 《电气工程电缆设计规范》（GB50217-2007）
- 72) 《电气设备安全设计导则》（GB/T25295-2010）
- 73) 《工业建筑防腐蚀设计规范》（GB50046-2008）
- 74) 《钢结构设计规范》（GB50011-2003）
- 75) 《国家电气设备安全技术规范》（GB19517-2009）
- 76) 《电力装置的继电保护和自动装置设计规范》（GB/T50062-2008）
- 77) 《电力系统安全自动装置设计规范》（GB/T50703-2011）
- 78) 《油浸式电力变压器技术参数和要求》（GB/T6451-2008）



- 79) 《变压器油中溶解气体分析和判断导则》（GB/T7252-2001）
- 80) 《建筑采光设计标准》（GB/T50033-2013）
- 81) 《电力安全工作规程电力线路部分》（GB26859-2011）
- 82) 《电业安全工作规程第 1 部分：热力和机械》（GB26164.1-2010）
- 83) 《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》（GB/T29639-2020）
- 84) 《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T50065-2011）
- 85) 《66kV 及以下架空电力线路设计规范》（GB50061-2010）

### 1.2.6 安全生产行业技术标准

- 1) 《安全评价通则》（AQ8001-2007）
- 2) 《安全验收评价导则》（AQ8003-2007）
- 3) 《生产安全事故应急预案演练指南》（AQ/T9007-2019）

### 1.2.7 电力行业技术标准

- 1) 《电力系统继电保护及安全自动装置运行评价规程》（DL/T623-2010）
- 2) 《变电站运行导则》（DL/T969-2005）
- 3) 《电网运行准则》（DL/T1040-2007）
- 4) 《电力技术监督导则》（DL/T1051-2019）
- 5) 《电力系统调度自动化设计技术规程》（DL/T5003-2005）
- 6) 《带电设备红外诊断技术应用导则》（DL/T644-2008）
- 7) 《微机保护装置运行管理规程》（DL/T587-2007）
- 8) 《电力变压器运行规程》（DL/T572-2010）
- 9) 《变压器分接开关运行维修导则》（DL/T574-2010）
- 10) 《高压交流隔离开关和接地开关》（DL/T486-2010）
- 11) 《高压配电装置设计技术规程》（DL/T5352-2006）
- 12) 《电力工程直流系统设计技术规程》（DL/T5044-2004）
- 13) 《接地装置特性参数测量导则》（DL/T475-2006）
- 14) 《继电保护和安全自动装置通用技术条件》（DL/T478-2010）
- 15) 《继电保护设备标准化设计规范》（DL/T317-2010）
- 16) 《电力设备典型消防规程》（DL5027-2015）
- 17) 《电缆防火措施设计和施工验收标准》（DLGJ154-2000）

- 18) 《高压电气设备绝缘技术监督规程》（DL/T1054-2007）
- 19) 《电力系统通信站过电压防护规程》（DL/T548-2012）
- 20) 《电力通信运行管理规程》（DL/T544-2012）
- 21) 《电力系统光纤通信运行管理规程》（DL/T545-2012）
- 22) 《电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程》（DL/T724-2021）
- 23) 《电力设备预防性试验规程》（DL/T596-2021）
- 24) 《电力行业紧急救护技术规范》（DL/T692-2018）
- 25) 《高压电气设备绝缘技术监督规程》（DL/T1054-2007）
- 26) 《电力工程地下金属构筑物防腐技术导则》（DL/T5394-2007）
- 27) 《电测量及电能计量装置设计技术规程》（DL/T5137-2001）
- 28) 《电力系统安全自动装置设计技术规范》（DL/T5147-2001）

### 1.2.8 其它技术资料

- 1) 建设单位营业执照和本项目备案通知
- 2) 本项目设计资料（设计说明和图纸等）
- 3) 《余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目安全设施设计》（项目编号：2023ZYJXSJ-00）
- 4) 项目竣工验收资料（含防雷检测等）
- 5) 项目运行管理资料（含制度、规程、预案等）
- 6) 项目其他资料

## 1.3 建设单位简介

余干县梅港 20MWp 地面林光互补光伏电站项目由余干县国能新能源有限公司投资兴建。

余干县国能新能源有限公司于 2019 年 06 月 11 日注册成立，法定代表人为赵宏伟，地址为江西省上饶市余干县梅港乡董家村，经营范围包括：新能源领域内的技术咨询、技术服务、技术开发、技术转让，风力发电、太阳能发电项目的建设、开发、维护、经营管理；供电、售电服务；电力设备、电气设备、机电设备销售（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. 建设项目概况

### 2.1 工程概述

项目规模：本项目规划容量 20MW<sub>p</sub>，实际安装容量 20.03292MW<sub>p</sub>，安装 37098 块 540W<sub>p</sub> 双面双玻单晶硅光伏组件。

项目建设内容：本项目新建 8 个光伏阵列单元，包括 4 台 3150kVA 箱式变压器（各配 11 台 225kW 组串式逆变器），4 台 3125kW 逆变升压一体机。以 1 回 35kV 集电线路接入升压站 35kV 母线。

本项目与余干县 20MW<sub>p</sub> 林光互补光伏电站项目共用 110kV 升压站（运行名称：三联光伏电站），余干县 20MW<sub>p</sub> 林光互补光伏电站项目于 2021 年 2 月 28 日正式开工，2022 年 3 月 31 日竣工。已建成并投运的 110kV 升压站，已预留包括本项目接入的 35kV 集电线路间隔（包括开关柜），本期接入集电 V 线（316 间隔）。

- 1) 项目名称：余干县梅港 20MW<sub>p</sub> 地面林光互补光伏电站项目
- 2) 建设单位：余干县国能新能源有限公司
- 3) 建设地点：江西省上饶市余干县梅港乡
- 4) 建设内容与规模：直流侧装机容量为 20.03292MW<sub>p</sub>
- 5) 用地面积：实际利用面积约 240 亩

建设单位：余干县国能新能源有限公司

施工总承包单位：中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司

设计单位：中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司

安全设施设计：中裕工程集团有限公司

监理单位：福建闽能咨询有限公司

施工单位：江西观山建设有限公司

调试单位：江西观山建设有限公司

以上单位资质证书见附件。

### 2.2 工程地理位置及周边环境

#### 2.2.1 地理位置

本项目建设地点位于余干县梅港乡，建设容量为 20MW<sub>p</sub>，占地面积约 240 亩，站址中心经纬度值分别为东经 116° 49' 48.531"、北纬 28° 23' 31.402"。本项目地理位

置详见图 2.2-1。



图 2.2-1 项目区域示意图

### 2.2.2 周边环境

本项目场址位于江西省上饶市余干县梅港乡董家店村，利用锁口里水库、董家店村、蒋家安装光伏组件建设光伏电站。项目用地性质主要为林地和水面，本项目用地不在森林公园、自然保护区、湿地公园范围内，无公益林，不占用基本农田且不涉及生态红线等限制开发的区域，无国家重点保护的野生动物和植物。

110kV 升压站位于蒋家场址的东南部，距离升压站最近村庄为西南侧 500 米处的炉前陆家。升压站出入口朝西，进站道路由站址西侧的乡村道路引接，进站道路短捷。

## 2.3 光能资源

江西省多年平均日照时数为 1630.6 小时，最多为德安 1925.5 小时，最少为崇义 1311.6 小时。年日照时数纬向分布不明显，受地形影响较大，赣北环鄱阳湖地区为年日照时数最大的区域，以德安、星子、都昌等为中心，年日照时数可达 1800~1925 小时；赣南偏北部的赣州~石城一线，也有东西走向的高值区，年日照时数可达 1750~1900 小时；另外赣东北上饶市一带，亦有一个高值区，年日照时数在 1700~1800 小时之间；赣西北、赣中、赣南南部，多为山地地形，年日照时数相对较少，在 1300~1600

小时之间，其中赣南西部的崇义、吉安西部的井冈山以及抚州东部的山区，为全省年日照时数最少的地区，在 1300~1400 小时之间。

江西省绝大部分地区均属于太阳能资源丰富区域，且全省分布均匀，年总辐射量最大值与最小值之间仅相差 20%。江西省大部分地区属于太阳能资源稳定区，仅有小块属较稳定区域，无不稳定区域。

余干县水平面太阳辐射量多年月平均变幅 151.90~592.60MJ/m<sup>2</sup>，月平均辐射量最高值出现在 7 月份，为 592.60 MJ/m<sup>2</sup>，月平均辐射量最低值出现在 2 月份，为 151.90MJ/m<sup>2</sup>。4~10 月月平均辐射量较大，变幅为 108.19~592.60 MJ/m<sup>2</sup>。多年年平均水平面太阳总辐射量为 4942.82 MJ/m<sup>2</sup>(或 1301.80 kWh/m<sup>2</sup>)。适宜建设光伏项目。

## 2.4 水文气象

### 1) 水文地质条件

建设项目地下水类型主要分为潜水和基岩风化裂隙水，主要由大气降水补给，水量大小与降水关系密切，变化较大，施工中对基坑开挖有影响。

潜水：富含在粉质粘土中，土层厚度局部变化不大，基岩为砂岩陆相碎屑岩，属丘陵地貌，大气降水入渗条件较好，大气降水入渗后一般沿基岩面及粉质粘土面向低洼处运移。

基岩风化裂隙水：包括风化裂隙水和构造裂隙水，风化裂隙水分布在浅表基岩强风化带中，为局部性上层滞水，水量不大，且受季节性影响大，各含水层自成补给、径流、排泄系统。构造裂隙水分布于厚层块状砂岩层中，以层间裂隙水或脉状裂隙水形式储存，泥岩相对隔水。

### 2) 气象条件

本项目建设地点位于余干县梅港乡。

余干县地处亚热带，气候属亚热带湿润性季风气候，主要特点是春暖、夏炎、秋爽、冬寒，气候平和，四季分明，雨量充沛，光照充足，无霜期长，有利于农作物的生长。年平均气温为 19.2℃，年极端最高气温为 39.8℃，年极端最低气温为-0.7 度，年降水总量为 1726.5 毫米，年日照时数为 1720.8 小时。

## 2.5 工程地质

### 1) 地形地貌

本项目建设场地原始地貌属构造剥蚀丘陵地貌，场地整体地势稍有起伏，但都为

缓坡，宏观坡角一般低于  $30^{\circ}$ ，地面高程 19.25~33.690m。局部沟谷发育，呈“V”字形或“U”字形；植被发育。

## 2) 地层岩性

场地内地层由第四系全新统松散层和下第三系上统岩层组成。基岩以厚层砂岩为主，各地层岩性特征简述于下：

### (1) 第四系全新统(Q4)

#### ①淤泥质粉质粘土(Q4ml)

灰色、灰褐色，流塑，高压缩性。厚度 0.0~1.00m，库区内分布，顶部含植物根系。

#### ②粉质粘土(Q4ei+d1)

黄色、黄褐色，可塑，稍有光滑，摇震反应无，中等压缩性，残坡积成因。厚度 1.0~4.0m，大部分场地分布。

### (2) 下第三系砂岩(Ex)

强风化砂岩(Ex)：紫红色，主要为石英、长石经泥铁质胶结形成，原岩结构大部分破坏，矿物成分显著变化，风化裂隙很发育，岩石破碎，岩芯呈碎块状及少量饼状，碎石用手易掰断，遇水易软化、崩解、性质进一步降低；岩性软岩，岩体基本质量等级 V 级。厚度一般 3.00~4.00m。

## 3) 地质构造

建设场址岩层呈单斜产出，建设项目及附近无断层通过。构造地质条件简单，岩层倾向  $170^{\circ}$ ~ $220^{\circ}$ ，倾角  $5^{\circ}$ ~ $16^{\circ}$ ，层间结构面结合差，属硬性结构面。

基岩面特征：场地范围基岩面受岩性、地质构造与地形地貌等因数控制，基岩面倾角总体平缓，一般在  $5^{\circ}$ ~ $18^{\circ}$  间。

## 4) 地震和稳定性

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)、《江西省地震动参数区划工作用图》及《建筑抗震设计规范》(GB50011-2016)，本项目建筑物抗震设防烈度为 6 度，设计基本地震加速度值为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s (第一组)。建筑抗震设防类别均为标准设防类 (丙类)。

## 5) 矿产地质

本项目用地为林地和水域，不占永久基本农田、不涉及压覆矿、不涉及生态红线等限制开发的区域。

## 6) 文物、遗址、遗迹和化石群

根据余干县文化广播电影电视新闻出版版权局选址意见，本光伏项目及升压站场地无国家保护文物、遗址、遗迹和化石群。

## 2.6 项目任务和规模

项目规模：本项目规划容量 20MW<sub>p</sub>，实际安装容量 20.03292MW<sub>p</sub>，安装 37098 块 540W<sub>p</sub> 双面双玻单晶硅光伏组件。

项目建设内容：本项目新建 8 个光伏阵列光伏阵列单元，包括 4 台 3150kVA 箱式变压器（各配 11 台 225kW 组串式逆变器），4 台 3125kW 逆变升压一体机。以 1 回 35kV 集电线路。

## 2.7 工艺流程

光伏发电是根据光生伏特效应，利用太阳能电池将太阳光的光能直接转化为直流电能。光伏发电系统是根据这一基本原理构成的完整发电系统。

太阳能光伏发电系统主要由太阳电池组件、控制 / 逆变器、交直流配电系统、监控系统等几部分组成。在光照条件下电池（本项目太阳能电池为多晶硅电池）吸收光能，电池两端出现异号电荷的积累，即产生“光生电压”，这就是“光生伏特效应”。在光生伏特效应的作用下，太阳能电池两端产生电动势的作用下，太阳能电池两端产生电动势，将光能转换成电能。通过组件的串、并联形成太阳能电池方阵，使得方阵电压达到系统输入电压的要求。通过逆变器将直流电转换成交流电后汇流升压，再经升压系统与电网相连，向电网供电。工艺流程示意图见图 2.7-1。

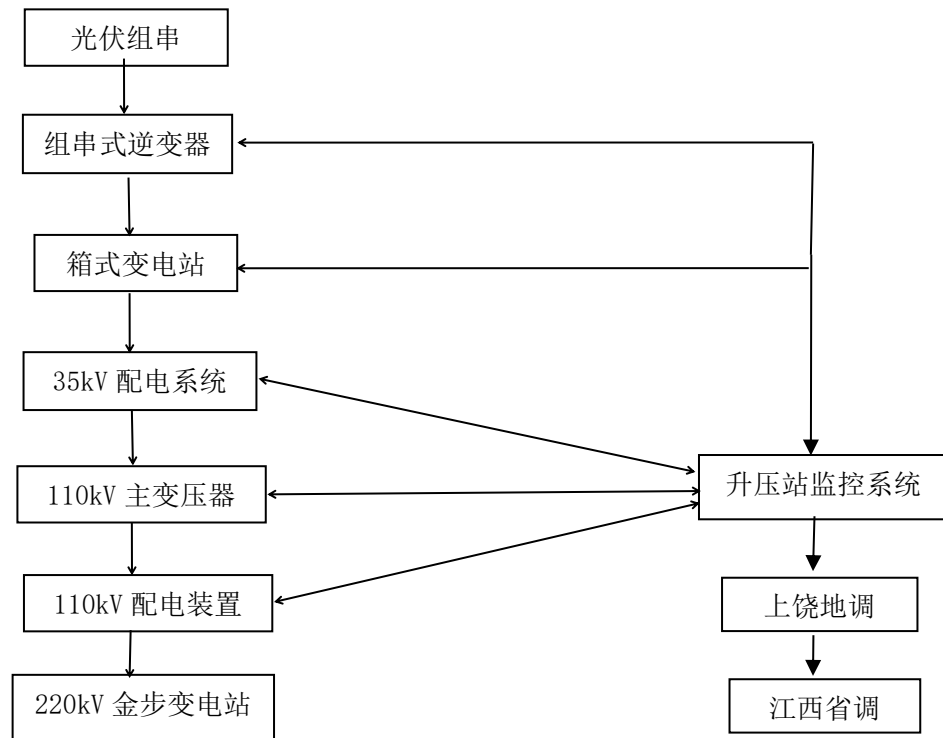


图 2.7-1 生产工艺流程框图

## 2.8 站址选择及总平面布置

### 2.8.1 站址选择

本项目建设容量为 20MW<sub>p</sub>，本期建设地点位于余干县梅港乡，距离余干县城区约 20 公里，站址西有 G236 国道经过，交通便利。建设容量为 20MW<sub>p</sub>，占地面积约 240 亩，站址中心经纬度值分别为东经 116° 49' 48.531"、北纬 28° 23' 31.402"。

110kV 升压站位于蒋家场址的东南部，坐标为 E：116° 50' 20.606"，N：28° 22' 47.931"。升压站出入口朝西，进站道路由站址西侧的乡村道路引接，进站道路短捷。

### 2.8.2 总平面布置

#### 1) 总平面布置

本期建设地点位于江西省上饶市余干县梅港乡三联村，红线范围内用地面积为 240 亩。规划容量 20MW<sub>p</sub>，共 8 个光伏阵列。

光伏组件采用倾角 16° 固定支架安装，光伏组件按 27 块一串设计，选用三排竖拼的排布方式，前后排中心距取为 9.73m。



本项目升压站长宽为 83.8m×60m。出入口朝西，110kV 出线向北。整个升压站分为生产区和办公生活区两部分。升压站一期全部建成在此不做详细介绍。

## 2) 交通道路

升压站区内分级设置道路，主道路按宽度 4.5m 设计，次要道路宽度按 4.0m 设置，交叉口处转弯半径一般按 9.0m 设置。光伏场区道路利用原有乡村道路为主，基本满足运输和消防要求。

## 2.9 光伏系统选型及配置

### 2.9.1 光伏系统选型

#### 1) 太阳能电池组件

本项目选用 540Wp 双面双玻单晶硅光伏组件。540Wp 双面双玻单晶硅光伏组件主要参数见表 2.9-1。

表2.9-1本项目使用太阳能电池参数表

编号	名称	单位	数值
1	峰值功率 (P <sub>max</sub> )	Wp	540
2	输出功率公差	W	0~+5
3	开路电压 (V <sub>oc</sub> )	V	49.6
4	短路电流 (I <sub>sc</sub> )	A	11.58
5	工作电压 (V <sub>mp</sub> )	V	41.5
6	工作电流 (I <sub>mp</sub> )	A	10.87
7	组件效率	%	20.7%
8	峰值功率温度系数	%℃	-0.35
9	最大系统电压	VDC	1100
10	开路电压温度系数	%℃	-0.27
11	短路电流温度系数	%/℃	0.048
12	电池标称工作温度	℃	45±2
13	工作温度	℃	-40~+85
14	首年功率衰减	%	≤2
15	25 年功率衰减	%	≤16
16	组件尺寸	mm	2256*1133*35

#### 2) 逆变器

本项目选用特变电工组串式逆变器，逆变器性能指标如下：

表 2.9-2 逆变器性能指标

名称	单位	225kW 组串式逆变器
输出额定功率	kW	225
最大交流电流	A	178.7
最高转换效率	%	99.01
中国效率	%	98.52
最大输入电压	VDC	1500
最大功率跟踪 (MPPT) 范围	VDC	500~1500
交流输出电压	V	800V
输出频率	Hz	50
功率因数		-0.8~+0.8
宽/高/厚	mm	1051*660*362.5
<b>重量</b>	kg	99
工作环境温度范围	℃	-30~+60
数量	台	98

### 3) 箱式变压器

箱式变压器选用山东泰開箱变有限公司生产的成套设备。

表 2.9-3 箱式变性能指标

产品型号	S11-3150/35	额定容量	3125kVA
额定电压	高压 35kV 低压 0.8kV	额定频率	50Hz
高压侧工频耐压	95kV	冲击峰值耐压	200kV
低压侧工频耐压	5kV	相数	三相
阻抗电压	U=7 %	连接组标号	D, y11 (双绕组))
绝缘水平	LI200AC85/LIOAC5	冷却方式	ON/AN
空载损耗	2.81kW	负载损耗	29kW
系统中性点接地方式	低压侧不接地; 高压侧不接地。		
防护等级	箱变的整体防护等级不低于 IP54, 其中油箱为 IP68。		
生产厂家	山东泰開箱变有限公司		

### 4) 箱逆变一体机

表 2.9-4 箱逆变一体机性能指标

1. 一体机			
额定功率	3125kW	并网系统电压等级	35kV
交流额定电压	37kV	最大直流输入电压	1500V
外壳防护等级	IP54	底座尺寸(宽 X 深 X 高)	6500mmX2650mmX2685m
2. 逆变器			
最大直流开路电压	1500V	最大直流电流	3968A
输入路数	16	MPPT 数量	2
MPPT 电压跟踪范围	875~1450V	MPPT 满载电压跟踪范围	875~1300V
启动电压	915V	最低直流母线电压	850V
MPPT 效率	99.9%		
额定功率	3125kW	最大功率	3436kW
最大输出电流	3308A	额定电网电压	AC600V, 3 相
允许电网电压范围	510V~660V	允许电网频率	45~52Hz
功率因数	0.99	功率因数可调范围	-0.8~+0.8
总电流波形畸变率	≤3%	最大效率	99.07%
重量	2270kg	防护等级	IP55
待机损耗	≤200W	冷却方式	智能风冷
3. 升压变压器			
额定容量	3150KVA	联结组别	Yd11
高压侧额定电压	37KV	低压侧额定电压	0.6KV
短路阻抗	6.5%	冷却方式	油浸自冷
使用条件	户外	变压器油	45#

## 5) 动力电缆

### (1) 直流电缆

连接光伏组件串至逆变器电缆选择光伏 1500V 专用电缆  $1 \times 4\text{mm}^2$ 、 $1 \times 10\text{mm}^2$ 。

### (2) 逆变器至变压器电缆

采用铝合金交联聚乙烯绝缘钢带铠装聚乙烯护套电力电缆。ZRC-YJHLV22-1kV3×120mm<sup>2</sup>。

## 2.9.2 光电系统配置

本项目采用分块发电，集中并网的系统设计方案。光伏系统共安装 540Wp 单晶硅太阳能组件 37098 块，规划容量为 20MWp，实际安装容量为 20.03292MWp。将系统分成

8 个发电单元。

组件按 27 块一串设计，每 12-14 个串联回路接入 1 台 225kW 组串式逆变器，每 11 台组串式逆变器接入 1 台 3.15MVA 美式箱变；每 18-22 串接入 1 台汇流箱，每 10/11 台汇流箱接入 1 台 3.125MW 逆变升压一体机。

箱变台数（山东泰开 3150kVA）	每台箱变接入逆变器台数（Tpower225）	每台逆变器接入组串数	每串组件的数量（540W）	备注
4	11	12-14	27	
逆变升压一体机台数（中车）	每台接入汇流箱台数（戎马 N12）	每台汇流箱接入的组串数	每串组件的数量（540W）	
4	10/11	18-22	27	

### 2.9.3 单元内设备布置

本项目光伏组件采用固定支架安装，安装倾角为 16°，每个光伏子阵列由 27 块光伏组件组成，采用选用三排竖拼的排布方式，为保证在 9:00~15:00 时段内前排组件不会对后排组件产生影响，前后排光伏子阵列中心距取 9.73m。光伏组件最低点高度大于 2.4m。箱变布置在每个光伏阵列中间位置，逆变器就地安装于光伏组串预制管桩上。

## 2.10 电气

### 2.10.1 电气一次

#### 2.10.1.1 接入系统方案

本项目接入已建成的 110KV 光伏升压站（三联光伏电站），最终以一回 110kV 架空线路接入金步 220kV 变电站，导线采用 2×LGJ240 钢芯铝绞线，出线长度约 13.8km。

#### 2.10.1.2 电气主接线及中性点接地方式

##### 1) 电气主接线

本项目 110kV 接线方式为线变组接线，远期接线方式不变。

本项目 35kV 侧接线方式为单母线接线，远期考虑 7 回集电线路进线、1 回主变进线、1 个 PT 回路、1 个 SVG 无功补偿回路及 1 个接地变兼站用变回路。35kV 配电装置本期一次建成。本期接入集电 V 线（316 间隔）。

##### 2) 中性点接地方式

110kV 中性点接地方式：采用中性点成套设备接地，通过隔离开关直接接地。

35kV 中性点接地方式：采用接地变加小电阻接地。

0.4kV 中性点接地方式：直接接地。

### 2.10.1.3 站用电系统及照明

#### 1) 站用电

光伏电站设两回站用电源。1 回取自站区附近的 10kV 线路，另 1 回取自光伏电站 35kV 母线，两回电源进线接至 380V 配电间，经降压至 380/220V 后接入站用电柜，站用电母线采用单母线分段接线方式，单母线之间设联络开关，两回站用电源分别接至两段低压母线上，分段同时运行。站用电容量为 160kVA，采用单母线分段、中性点直接接地系统。站用 400V 配电装置选用 MNS 型低压配电柜。

#### 2) 照明

本项目正常照明用电源引自站用电配电柜，正常照明电压为交流 220V。

为确保升压站事故处理和人员安全疏散，在配电间等重要场所设置正常工作照明外，还设置事故照明，事故照明灯具采用双管荧光灯，自带蓄电池；在集中控制室及二次设备间等控制场所，设置直流长明灯电源。

### 2.10.1.4 主要电气一次设备

#### 1) 主变压器：

型式：110kV/128MVA 油浸式三相有载调压双绕组电力变压器

型号：SZ11-128000/110

容量：128000kVA

额定电压：121±8×1.25%37kV

额定短路阻抗：U<sub>d</sub>=10.5%

联结组别：YN, d11

主变压器容量已考虑升压站终期接入的光伏发电容量。

#### 2) 110kV GIS 配电装置

110kV 配电装置采用户外 GIS 开关设备。设置 1 个出线间隔，GIS 开关设备包括断路器 1 台、隔离开关 2 组、快速接地开关 1 组(出线间隔)、电流互感器 6 只(线圈)。母线设备包括电压互感器 1 台、隔离开关 1 组、快速接地开关 1 组。

110kV GIS 工作电流和开断电流已考虑终期接入的光伏发电容量。

#### 3) 35kV 设备选型及技术参数

##### (1) 35kV SVG 无功补偿装置：

型式：FGSVG-C30/35-0-W

35kV SVG 的额定容量为±30 Mvar，已考虑配套补偿终期接入的光伏发电容量。

(2) 35kV 配电装置开关柜主要技术参数：

型号：KYN61-40.5

项目一期 11 个开关柜（包括 7 个集电线路、1 回主变进线、1 个 PT 回路、1 个 SVG 无功补偿回路及 1 个接地变兼站用变回路）一次建成。本期只需将集电线路电缆接入开关柜。

(3) 接地变兼站用变

型号：DSBC-1660/38.5-160/0.4

小电阻：50.52

小电阻接地装置采用户外集装箱式成套设备。

#### 4) 35kV 电力电缆

本项目连接各阵列箱变以及进站的集电线路，站内接地变压器、SVG 装置接入 35kV 母线的线路均采用 35kV 电力电缆，电缆采用交联聚乙烯绝缘聚氯乙烯护套铠装铜芯 C 级阻燃型电力电缆。

根据需要，选用电缆型号为：ZRC-YJHLV22-26/35-3x120mm<sup>2</sup>（3x150mm<sup>2</sup>、3x240mm<sup>2</sup>、3x300mm<sup>2</sup>、3x400mm<sup>2</sup>、3x500mm<sup>2</sup>）。

### 2.10.1.5 过电压保护及接地

#### 1) 升压站的防雷、接地

110kV 升压站利用建筑物金属结构及钢筋混凝土结构中的钢筋等导体、独立避雷针作为防直击雷的保护措施，站内设置 1 支 30m 架构避雷针、2 支 30m 独立避雷针。综合楼及生活辅助建筑采用屋顶避雷带作为防直击雷保护。升压站主接地网以水平接地体为主，垂直接地体为辅，网孔闭合的复合式地网。

升压站的防雷、接地装置在项目一期已经完成，并试验合格。

#### 2) 光伏发电区的防雷、接地

组件及支架接地：太阳能电池组件由钢化玻璃与底板中间夹太阳能电池、四周拼接铝合金框架形成。其电池本身为绝缘体，四周铝合金框架为良好导体。光伏组串内组件间通过铜缆相互连接，形成通路，再于钢支架可靠相连，扁钢一端焊接钢支架，一端与地下接地装置相连。

逆变器及箱变防雷：逆变器配有独立的交直流防雷器，箱变 35kV 侧配有无间隙的

氧化锌避雷器。

集电线路铁塔接地采取丁 A（砼杆）、T5（铁塔）两种型式，接地电阻要求不大于 25 欧姆、20 欧姆。接地装置采用  $\Phi 12$  热镀锌圆钢和  $L 45 \times 45 \times 5$  热镀锌角钢。

### 2.10.1.6 电气设备布置

#### 1) 光伏阵列设备布置

箱变布置在每个 3.15MWp 光伏阵列中间位置，逆变器就地安装于光伏组串预制管桩上。

#### 2) 室内电气设备布置

光伏电站 35kV 配电装置布置在电气楼的 35kV 配电间内，采用单排布置；380V 配电装置、二次盘柜布置于电气楼二次设备间内。

#### 3) 室外电气设备布置

主变、GIS 设备、SVG 装置、接地变均布置设备区。

## 2.10.2 电气二次

### 2.10.2.1 调度自动化

#### 1) 调度组织关系

本项目建成后由江西省调和上饶地调调度。光伏电站相关远动信息同时向江西省调、江西备调、上饶地调、上饶备调发送。

#### 2) 远动系统

本项目远动系统由数据处理及通信装置(远动工作站)实现，远动工作站和站内计算机监控系统合用间隔层 I/O 测控单元。I/O 测控单元所采集的远动信息不经过计算机监控系统后台处理，直接经远动工作站通过调度数据网将远动信息传送至调度中心，调度中心传送来各种调节命令直接下达给 I/O 测控单元，保证远动信息传输实时性和可靠性。远动信息内容包括：遥测量、遥信量、遥控量。

由于远动工作站需同时向江西省调、江西省备调、上饶市地调、上饶市备调发送远动数据，因此要求远动工作站具备至少同时接入 6 个调度主站系统的能力。

### 2.10.2.2 系统通信

通信系统方案：新建外送线路架设 2 根 36 芯 OPGW 光缆，纤芯推荐采用 36 芯 G.652 纤芯，光缆线路长度  $2 \times 13.8\text{km}$ 。

调度电话：在升压站配置 2 套调度话机，通过本期建设地调的 PCM 话路，接入电

力调度交换网。并装设一门电信公网程控电话，提供光伏电站对外联络通信和通信备用。

以上通信线路和通信设备项目一期已经建成投运。

### 2.10.2.3 监控系统

升压站监控采用分层分布式网络结构，分为站控层和间隔层，站控层与间隔层直接经过站控层网络连接。计算机监控系统实现对电站可靠、合理、完善的监视、测量、控制，并具备遥测、遥信、遥调、遥控全部的远动功能，具有与调度通信中心交换信息的能力。

升压站监控系统项目一期已经建成并投入使用，本期只需建设光伏场区监控系统。

光伏场区采用智能一体化监控系统，由五个子系统组成：光伏场区监控系统、光伏运维管理系统、光伏场区视频监视系统、光伏功率预测系统、AGC/AVC 系统、一次调频控制装置等。

将该项目逆变器、箱式变、集电线路有关运行参数、保护信号等接入该系统。

### 2.10.2.4 继电保护及自动装置

#### 1) 升压站各设备保护配置

(1) 110kV 线路保护——项目一期已建成；

(2) 110kV 主变保护——项目一期已建成；

(3) 35kV 母线保护——项目一期已建成，本期只需将新建集电线路有关电气量接入保护屏。

(4) 防孤岛效应保护——项目一期已建成；

(5) 频率电压事故解列装置——项目一期已建成；

(6) 本项目配置 1 面故障录波器柜、1 套继电保护故障信息处理系统子站屏柜，本期只需将有关信息接入该系统。

#### 2) 本期扩建项目保护配置

(1) 35kV 开关柜上装设测控保护装置。设速断保护、过电流保护、零序过电流保护。测控保护装置将所有信息上传至升压站监控系统。

(2) 箱变设置高温报警、超温跳闸保护、过流保护，动作后跳低压侧开关。箱变高低压侧刀闸位置、保护动作、变压器非电量等信息通过电缆硬接点方式上传至升压站监控系统。

(3) 逆变器保护装置由逆变器成套，保护配置有相间短路电流速断保护、单相接



地短路保护、逆功率保护、过负荷保护、低电压保护、防孤岛效应保护、温度保护。所有信息上传至光伏电场计算机监控系统及升压站监控系统。

### 3) 安全自动装置

(1) 本项目 20MWP 投运后,光伏电站容量达到 40mwp,将由省调、地调两级调度,远动信息同时传送到江西省调主、备调和上饶地调主、备调。远动工作站双重化配置,远动信息通过调度数据网传送至调度主站。

(2) 项目一期已配置 1 套光功率预测预报系统、1 套有功功率控制系统、1 套无功电压控制系统、2 套调度数据网接入设备及安全防护设备(省调/地调)、2 套厂站端网络安全监测装置和 1 台本地网络安全运行监视工作站、1 套同步相量测量装置(PMU)、1 套调度综合信息网络厂端系统、1 套电能质量监测装置、1 套公用的时钟系统主时钟双重化配置。

#### 2.10.2.5 控制电源系统

##### (1) 直流系统

直流电源系统电压采用 220V,配置一套阀控式密封免维护铅酸蓄电池组,蓄电池组容量选择按 1 小时放电时间计算,蓄电池容量为 300Ah,不设端电池。蓄电池组布置于二次设备间电池柜内。

采用三套充电\浮充电兼用的高频开关电源作为蓄电池组的充电电源,充电电源模块按 N+1 备用设计。充电装置的容量按满足蓄电池事故放电后补充电和向经常性负载供电的要求选择,共计 8 只 20A 充电电源模块。

220V 直流电源系统采用单母线分段接线,直流网络采用辐射状供电方式。直流屏上装有直流绝缘监测仪,可对运行中的直流系统绝缘进行实时监测。

##### (2) 不停电电源系统(UPS)

本站配置两套交流不停电电源(UPS)系统,采用逆变电源方式,逆变电源容量为 10kVA。UPS 为变电站内计算机监控系统、电能计费系统、火灾报警系统及通信设备等重要设备提供电源。交流电源事故停电时间按 1 小时考虑。UPS 系统不自带蓄电池组,直流电源由站内 220V 直流系统提供,UPS 负荷采用辐射状方式供电。

#### 2.10.2.6 火灾自动报警系统

本项目设置一套火灾自动报警系统。控制系统采用总线制,报警与联动控制总线。在控制室设置火灾报警区域控制器;在配电室、控制室等处设置火灾报警探测装置;当火情发生时,火灾报警探测装置可自动向火灾报警区域控制器发出信号,火灾报警

区域控制器探测到火情后，可根据预先设定好的逻辑，通过联动控制总线启动相应的联动设备，火灾报警区域控制器可显示发生火灾的区域、时间及消防设备状态。在主要通道和重要场所设置声光报警设备，火灾发生时，火灾报警区域控制器应能启动声光报警设备及时提醒及疏散人群。火灾自动报警系统具有自检功能，正常运行时，区域控制器可以对整个系统进行自诊断，当网络或探测器出现故障，可以报警。

本项目火灾报警系统已经投入运行。

### 2.10.2.7 视频安防监控系统

本项目配置一套视频安防监控系统。该系统具有系统结构模块化、系统功能全面、图像采集、视频侦测、远程布防、网络控制、硬盘录像、多画面实时显示、电子地图、图像打印、远程传送、可扩展性、组网灵活、自诊断、系统管理、具备多种接口等功能。视频监控系统主要对全站主要电气设备、关键设备安装地点以及周围环境进行全天候的图像监视。视频监控系统关键部位数据保存时间不少于 3 个月。

本项目视频监控系统已经投入运行，本期只需将新建光伏场区视频信号接入该系统。

### 2.10.3 35kV 集电线路

35kV 集电线路采取架空线路和电缆线路混合方案，其中架空线路 3.1km、电缆线路 1.73km。

#### 1) 架空线路

杆塔直线杆采用  $\Phi 300$  预应力钢筋混凝土砼杆，耐张塔选用角钢自立铁塔。导线采用 JL/G1A-95/20 钢芯铝绞线，导线安全系数均采用 2.5；地线型号段采用一根 OPGW-40（24G.652）通信光缆。设计气象条件重现期为 30 年，本工程全线均按 10mm 冰区（ $C=10\text{mm}$ ， $V=27\text{m/s}$ ）设计。绝缘子采用 70KN 盘形悬式钢化玻绝缘子，直线塔 4 片、耐张塔 5 片，爬电距离高于 D 级污秽要求。

#### 2) 电缆线路

连接各光伏阵列箱式变压器以及从线路终端塔进入升压站开关柜采用电力电缆。

采用铝合金交联聚乙烯绝缘带钢铠装聚乙烯护套电力电缆，根据汇集线路的功率情况，电缆型号为：ZRC-YJHLV22-26/35-3x120mm<sup>2</sup>（3x150mm<sup>2</sup>、3x240mm<sup>2</sup>、3x300mm<sup>2</sup>、3x400mm<sup>2</sup>、3x500mm<sup>2</sup>）。

## 2.10.4 新增主要设备及原有设备（系统）满足性评价

1) 本项目新增主要电气设备清册见 2.10-1 表

表 2.10-1 新增主要电气设备清册

序号	名称	型号	单位	数量	备注
—	光伏场区				
1	光伏板	540W	块	37098	新建
	直流汇流箱	戎马科技 DC1500V-N12	台	41	含保护装置
2	组串逆变器	TS225KTL-HV 225kW	台	44	含保护装置
3	箱式变电站	泰开 3150kVA	台	4	含保护测控
4	箱逆变一体机	tPower-NM4-3125kVA	台	4	含保护测控
4	直流电缆	1500V (1×4mm <sup>2</sup> 、1×6mm <sup>2</sup> )	m	86924	组串至逆变器
5	直流电缆	1500V (1×4mm <sup>2</sup> 、1×6mm <sup>2</sup> )	m	86888	组串至汇流箱
6	电力电缆	ZRC-YJHLV22-1kV3×120mm <sup>2</sup>	m	1260	逆变器至箱变
7	电力电缆	ZRC-YJHLV22-1kV3×185mm <sup>2</sup>	m	12236	逆变器至箱变
8	电力电缆	ZR-GFDC-YJLHVB22-1500V 2*300mm <sup>2</sup>	m	9352	汇流箱至箱逆变一体机
二	集电线路				
1	电力电缆	ZRC-YJHLV22-26/35-3x120mm <sup>2</sup>	m		35kV 汇集
2	电力电缆	ZRC-YJHLV22-26/35-3x150mm <sup>2</sup>	m		35kV 汇集
3	电力电缆	ZRC-YJHLV22-26/35-3x240mm <sup>2</sup>	m		35kV 汇集
4	电力电缆	ZRC-YJHLV22-26/35-3x300mm <sup>2</sup>	m		35kV 汇集
5	电力电缆	ZRC-YJHLV22-26/35-3x400mm <sup>2</sup>	m		35kV 汇集
6	电力电缆	ZRC-YJHLV22-26/35-3x500mm <sup>2</sup>	m		35kV 汇集
7	35kV 铁塔	角钢+螺栓 (Q355)	t	21.50	
8	铁附件	电缆终端塔支架 (Q355)	t	3.88	
9	铁附件	砼杆横担 (含拉线)	t	3.46	
10	绝缘子	70kN 交流盘形悬式玻璃绝缘子	片	309	
11	钢芯铝绞线	JL/G1A-95/20	m	6490	
12	OPGW 光缆	OPGW-24B1-40	m	2287	

2) 一期项目已安装主要设备（系统）及其满足性评价见表 2.10-2

表 2.10-2 一期项目已安装主要设备（系统）及其满足性评价

序号	名称	规格型号	数量	单位	满足性	备注
—	110kV 升压站一次设备					

1	主变压器	SZ11-128000/110	1	台	满足	
2	主变压器接地成套装置		1	套	满足	
3	110kV GIS 成套装置	ZF32-126/T2000-40	1	套	满足	
4	接地站用变	DSBC-1660/38.5-160/0.4	1	套	满足	
5	SVG 装置（含电抗器和旁路开关）	FGSVG-C30.0/35-0-W	1	套	满足	
6	主变 35kV 侧开关柜	KYN61-40.5	1	台	满足	
7	35kV 接地站用变开关柜	KYN61-40.5	1	台	满足	
8	35kV SVG 开关柜	KYN61-40.5	1	台	满足	
9	35kV 集电线开关柜	KYN61-40.5	7	台	满足	接入
10	400V 低压开关柜	MNS2.0	6	台	满足	
二	110kV 升压站二次设备					
1	110KV 线路保护测控屏	GNSR-304DA-G	1	台	满足	
2	110KV 主变测控屏	GCSI200EA-T231	1	台	满足	
3	110KV 主变保护屏	GBH326G-1011	1	台	满足	
4	35KV 母线保护屏	GMH150AL-G-3515	1	台	满足	接入
5	事故照明屏	SXJZ-5VA	1	台	满足	
6	UPS 电源屏	SXJZ-10KVA	1	台	满足	
7	通信电源柜	SXJZ-180A/DC48	1	台	满足	
8	直流充电屏	SXJZ-280AH/DC220V	1	台	满足	
9	直流馈线柜	SXJZ-DC220V	1	台	满足	
10	蓄电池屏	SXJZ-电池柜	3	台	满足	
11	试验电源屏	XD-PGY	1	台	满足	
12	关口计量屏	GCDF-6205	1	台	满足	
13	AGC-AVC 服务器屏	GCSC800WS-02	1	台	满足	接入
14	PMU 设备屏	GPMU363-WF-11	1	台	满足	
15	保信子主机屏	GCSX-22	1	台	满足	接入
16	交换机屏	GCSM-3028	1	台	满足	
17	远动通信屏	GCSM-6221	1	台	满足	
18	一次调频屏	GCSC800WS-07	1	台	满足	接入
19	公用测控柜	GCSI200EA-G121	1	台	满足	
20	故障录波屏		1	台	满足	接入
21	防孤岛保护及失步解列屏	GWK391-11	1	台	满足	
22	调度数据网屏地调	Model	1	台	满足	
23	调度数据网屏省调	Model	1	台	满足	
三	消防及公用系统					
1	电力监控系统		1	套	满足	接入
2	火灾报警系统		1	套	满足	接入
3	视频监控系统	含监控屏	1	套	满足	接入
4	消防水系统	消防水箱 200m <sup>3</sup>	1	套	满足	
5	主变排油充氮灭火装置	含控制装置	1	套	满足	

## 2.11 土建工程

### 2.11.1 升压站主要建（构）筑物

升压站主要建(构)筑物包括包括箱式变压器基础、综合楼、电气楼和屋外电气设备基础等。建(构)筑物均为丙类，抗震设防烈度 6 度(0.05g)，其抗震构造措施按 6 度设计。

升压站的主要建（构）筑物在项目一期已经完成并投入使用，本期无需扩建和改造。

### 2.11.2 本项目建（构）筑物特性

本项目光伏电站安装容量为 20MWp。涉及的建（构）筑物包括：光伏支架及其基础、箱式变电站基础。建筑结构安全等级为三级，抗震设防类别为丙类，防洪标准应按不低于 50 年一遇的洪水位确定。

### 2.11.3 本项目主要建（构）筑物结构形式

本项目采用 16° 固定倾角方式，支架采用钢支架，热浸镀锌防腐处理。

光伏组件钢支架采用横向支架、纵向檩条布置方案，支架由立柱、横梁及斜梁组成，在支架的横梁之间，按照电池组件的安装宽度设置檩条，用于支撑电池组件的重量。檩条采用螺栓连接固定于支架横梁上。

光伏组件支架基础采用直径为 300mm 预制混凝土空心管桩。

箱式变压器基础为预制管桩基础，上部为混凝土平台。

## 2.12 公用工程

### 2.12.1 给排水

#### 1) 给水系统

站区内用水取自站区深井泵，利用长轴深井泵将深井内的水提升作为整个厂区的生活用水，深井泵设置于深井内。

考虑生活用水，绿化、道路浇洒用水，冲洗光伏组件用水等，本项目最高日用水量约为 21m<sup>3</sup>/d，年总用水量约为 7390m<sup>3</sup>/a。

站区内设有一套变频恒压供水装置，通过该装置供给整个站区生活用水，该装置配有 2 台生活给水泵及 1 个 12m<sup>3</sup> 不锈钢水箱，水箱的补水来自深井泵。

管理站区内设置给水管网，供整个站区的生活用水、冲洗用水、绿化及道路浇洒用水等。给水管道采用 PE 管，主干管管径为 dn63。

站区给水系统项目一期已经完成并投入使用，本期无需扩建。

#### 2) 排水系统

站区排水系统采用雨污分流制，雨水与污水单独排放。

站区内生活污水主要为站区内卫生间和食堂排水，卫生间排水和食堂排水分别排

入化粪池和隔油池，经简单处理后，进入组合埋地式生活污水处理设备(处理量 1t/h)，经处理达标后用于站区内绿化或外排。

站区排水系统项目一期已经完成并投入使用，本期无需扩建。

### 2.12.2 采暖通风

#### 1) 采暖系统

本项目日平均温度 $\leq +5^{\circ}\text{C}$ 的天数为 0 天，属非供暖区，不考虑设置供暖系统。

#### 2) 通风系统

35kV 配电间设有开关柜等电气设备，按规范要求设置事故后通风系统，采用自然进风、机械排风的方式。

SVG 装置的功率柜自带排风机及风管，防雨百叶窗自然进风（内侧带初效过滤网，外侧带钢丝网），夏季热风通过排风管排至室外。

卫生间、厨房设置了排风扇排出室内气体。

#### 3) 空调系统

二次设备间、控制室、生活用房(办公室、会议室、宿舍、活动室等)等根据工艺要求设置分体热泵型空调器。

35kV 配电间、SVG 室、设置夏季降温系统，采用分体式风冷空调机，以维持夏季室内温度不超过  $40^{\circ}\text{C}$ 。

升压站通风及空调系统在项目一期已经完成并投入使用，本期无需改造。

### 2.12.3 消防

#### 1) 升压站消防设计

升压站的电气楼、综合楼火灾危险性类别为丁类，耐火等级为二级。

消防车可通过对外交通公路，到达场区。场区内建筑物及构筑物四周均设有消防通道，消防通道宽度大于 4m，而且形成环行通道。

升压站设置了一套消防水系统，站区内设计一座一体化消防给水泵站，该泵站配置有一个  $200\text{m}^3$  水箱，2 台电动消防水泵，一套消防稳压装置。

升压站各建筑（功能房）及电气设备按要求配置了灭火器材。

主变压器配置了一套排油注氮灭火装置。

升压站建筑消防水系统、主变排油注氮灭火装置项目一期已经建成并投入使用，升压站建筑、设备的消防器材已配置到位。

## 2) 本项目消防设计

本项目所采用的电缆、电线均采用阻燃型，阻燃类型为 C 型。

本项目的箱式变电站外配置 2 具 MF/ABC4 型手提式磷酸铵盐干粉灭火器。

## 2.13 工程投资

表 2.13-1 工程特性表

一、光伏电站站址概况				
编号	项目	单位	数量	备注
1	装机容量	MWp	20	
2	光伏区用地红线面积	亩	240	
3	升压站用地红线面积	亩	7.5	
4	工程代表年水平面太阳总辐射量	kWh/m <sup>2</sup>	1301.8	
5	经度(东经)	(°′″)	116° 49′ 48.531″	
6	纬度(北纬)	(°′″)	28° 23′ 31.402″	
二、主要气象要素				
1	多年平均气温	℃	19.2	
2	基本风压值(25年一遇)	kN/m <sup>2</sup>	0.3	
3	基本雪压值为(25年一遇)	kN/m <sup>2</sup>	0.32	
三、主要设备				
1 单晶双玻双面光伏组件				
1	标准输出功率	W	540	
2	输出功率公差	W	0~+5	
3	模块效率	%	20.9	
4	峰值功率电压	V	41.64	
5	峰值功率电流	A	12.97	
6	开路电压	V	49.60	
7	短路电流	A	13.86	
8	系统最大电压	VDC	1500	
9	参数热特性		1500	
10	短路电流的温度系数	%/℃	+0.045	
11	开路电压的温度系数	%/℃	-0.275	

12	峰值功率的温度系数	%/°C	-0.350	
13	工作温度	C	-40~+85	
14	数量	块	36860	
2 组串式逆变器				
1	额定功率	kW	225/228/320	
2	最大输入电压	Vdc	1500	
3	满载 MppT 电压范围	V	860~1300	
4	MppT 数量	路	12	
5	最大效率	%	99.01	
6	中国效率	%	98.52	
7	额定输出功率	kW	225	
8	额定电网频率	Hz	50	
9	额定电网电压	Vac	3/PE, 800V	
10	功率因素范围		0.8 超前~0.8 滞后	
11	总流波形畸变率(额定功率时)	%	<3	
12	数量	台	70	
3 箱式升压变压器(型号: 油浸式 S11-3150/35)				
1	台数	台	4	
2	容量	MVA	3.150	
3	额定电压	kV	35	
4 箱逆变一体机(型号: 油浸式 S11-3125/35)				
1	台数	台	4	
2	容量	MVA	3.125	
3	额定电压	kV	35	
5 电站出线回路数、电压等级				
1	出线回路数	回	1	
2	电压等级	kV	110	
四、概算指标				
1	静态投资	万元	7953.1331	
2	动态投资	万元	8173.4319	



3	单位千瓦静态投资	元/kWp	3970.0319	
4	单位千瓦动态投资	元/kWp	4080.0002	
5	设备购置费	万元	5915.8259	
6	安装工程费	万元	1051.5351	
7	建筑工程费	万元	623.3498	
8	其他费用	万元	362.4223	
9	建设期贷款利息	万元	160.20	
六、经济指标				
1	装机容量	MWp	20	
2	首年上网电量	万 kW-h	2277.73	
3	上网含税电价(25 年)	元/kW-h	0.4143	
4	全部投资内部收益率(税前)	%	8.55%	
5	投资回收期(税后)	年	11.95	

## 2.14 工程投产和安全管理

### 2.14.1 工程投产情况

本项目自 2022 年 8 月 10 日开工建设，于 2023 年 9 月 28 日并网投产。与已经建成投产的梅港一期项目一并运行管理，项目投产至今，未发生安全生产事故。

### 2.14.2 项目运维管理情况

本项目由余干国能新能源有限公司直接管理。公司设经理 1 人，副经理 1 人，安全管理人员 1 人。

光伏电站运维人员 8 人，其中站长 1 人，副站长 1 人。分 2 班倒班，正常情况站长、副站长上常白班。

### 2.14.3 规程、制度编制情况

本项目运行名称为三联光伏电站，电站执行上级公司国华（江西）新能源有限责任公司的安全生产管理制度（55 个）。

电站编制了《三联光伏电站运行规程》、《三联光伏电站电气检修规程》，但未签署、发布。

电站执行国华（江西）新能源有限责任公司编制的突发事件应急预案（1 个综合预

案和 19 个专项预案），电站编制了 25 个现场处置方案和 29 个突发事件应急处置卡。

#### **2.14.4 人员培训（取证）情况**

公司经理（赵宏伟）参加应急管理部干部培训学院的企业安全负责人培训并取证；2 名员工参加安全生产管理人员培训并取证。

公司有 9 名员工取得高压电工证、低压电工证、高处作业证；4 名员工经电网调度部门培训取证。

### 3. 危险、有害因素辨识与分析

#### 3.1 物料危险、有害因素辨识与分析

生产过程中使用物料主要为变压器油、六氟化硫，备用柴油发电机会用到柴油（少量储存），巡视和检修车辆会会使用少量的汽油。

##### 1) 变压器油

油浸式变压器油箱内充有变压器油。变压器油是饱和的碳氢化合物，其闪点在 135~160℃ 之间。属于丙类火灾危险性可燃液体。若变压器发生故障，出现过热或电弧现象，可燃物分解并产生易燃气体，故障持续时间过长而导致易燃气体聚积，内部压力急剧上升，造成油箱炸裂、喷油燃烧。燃烧会随着油流的蔓延而扩展，形成更大范围的火灾危害。

##### 2) 六氟化硫

本光伏电站 110kV 户外 GIS 和 35kV SVG 间隔开关使用六氟化硫介质。六氟化硫气体，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，它化学性质比较稳定，但在电弧作用下会发生分解，产生多种有毒、腐蚀性气体及固体分解产物，如 SF<sub>4</sub> 等，在密封不严或设备大修解体时，容易被释放出来，且 SF<sub>4</sub> 密度大，是空气的 5 倍，一旦泄漏易沉积不易扩散，将对运维人员健康产生危害，甚至引发窒息伤亡等事故。

#### 3.2 站址选择及平面布置的危险、有害因素辨识

##### 3.2.1 站址选择

##### 1) 地震、地质危险性分析

(1) 本项目抗震设防烈度为 6 度，地震分组为第一组，设计基本地震加速度值为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.35s。各建（构）筑物在 VI 度设防的基础上，因地震导致事故的可能性较小。

(2) 本项目升压站场址地形平坦，地质构造趋于稳定，场址区不存在滑坡等不良地质作用，建设场地下不存在可溶岩等地质灾害，满足地面光伏电站建设要求。

##### 2) 水文方面危险性分析

(1) 若光伏电站收资不全，设计标准低，或排水系统不完善，可能发生水淹事件。本项目光伏阵列区太阳能板底离水面最低高度为 50 年一遇洪水位+0.5m。升压站位于低缓岗地上，不受洪水影响，室外雨水通过明沟收集，自流进入附近排水系统。

(2) 根据调查资料, 结合地区经验, 本项目场地土对混凝土结构具弱腐蚀性, 对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性, 对钢结构具弱腐蚀性。

### 3) 气象方面危险性分析

(1) 大风危害。本项目所在地多年平均风速为 2.0 米/秒, 历年最大风速为 30.0 米/秒, 若光伏方阵风荷载设计不合理、支架强度不够、或施工安装质量问题, 可能发生倾覆、倒塌事故。同时, 倾覆和倒塔的设备等可能造成人员伤亡。

(2) 雷电危害。本项目所处地区年均雷暴日数为 62.6 天, 属多雷地区, 雷电对光伏发电系统、配电装置、集电线路的侵害, 轻在造成开关跳闸, 生产系统停止运行, 重则直接造成设备损坏, 甚至火灾爆炸, 同时可能伤及生产人员。

(3) 暴雨危害。本项目所在地区多年平均降雨量 1726.5 毫米, 年最大降水量 2234 毫米 (1970 年), 雨水冲刷设备基础 (尤其是光伏区设备), 影响设备安全运行。雨水也容易造成电气设备受潮, 降低绝缘水平。

(4) 积雪冰冻危害。本项目所在地年极端最低气温为 -0.7 度, 有可能发生下雪和冰冻天气。大雪覆盖光伏组件, 不仅影响发电, 还会增加组件和支架的重力负载, 存在坍塌风险; 如果集电线路发生覆冰, 增加断线和倒塔风险。

### 4) 周边环境危险性分析

若光伏电站距居民、学校等人员集中区过近, 运行噪声、电磁辐射可能对附近居民造成一定影响。同时, 如电站附近有高危 (如化工) 企业、车辆进出密集的企业, 其火灾和车辆等可能影响光伏电站的安全运行; 村民的用火 (如燃烧秸秆、烧纸祭祀) 可能引发山火, 牛、羊等牲畜活动也可能对光伏电站的安全运行带来影响。

本项目地处丘陵地带, 四周无企事业单位、学校, 站址距最近的村庄达 400m, 正常情况下与周边环境基本无影响。但当地村民发生烧荒、祭祀时可能引发山火, 对光伏组件、集电线路造成危害; 村民的牛、羊等牲畜活动也可能破坏光伏区围栏进而损坏光伏组件。因此, 必须加强对当地居民的宣传教育, 并加强现场的巡视检查。

## 3.2.2 总平面布置

### 1) 光伏组件

若光伏阵列前后排之间的距离不足, 可能造成光伏阵列间的遮挡, 影响发电效率, 同时引发“热斑效应”; 若光伏阵列的行、列安排不合理, 间距不够, 影响正常的巡视、检修和光伏电池的清洗。

## 2) 升压站设备（建筑）

若升压站设备（建筑）布置不合理，可能造成设备（建筑）间防火间距不够，人行通道和消防道路不畅；同时还可能造成高压设备电气距离不够，影响人员、设备安全。

### 3.3 建(构)筑物危险、有害因素辨识与分析

本项目的建筑物包括综合楼、电气楼，主变、接地变等设备基础，SVG 预制舱基础，光伏区的光伏支架基础、箱逆变一体机基础等。构筑物包括 110kV 构架、避雷针等。存在以下危险、有害因素：

1) 建筑结构的安全等级、抗震设防不符合相关规程规范的要求，工程地质情况勘测不清、地基基础设计不当、施工及养护存在缺陷，造成建筑物、设备基础地基下沉、建筑物开裂，甚至倒塌等事故，影响电站安全稳定运行；构架、避雷针因自身强度不够，或基础设计施工不当，在大风作用下发生倾覆、倒塌。

2) 建筑物的火灾危险性类别、耐火等级不符合相关规程规范的要求，建筑物之间、建筑物与设备之间的间距不符合消防和相关规范要求，建筑物、预制舱的出入口、疏散通道、门窗、孔洞的设置不符合相关规程规范的要求，相关排风设施、孔洞封堵不符合相关规程规范要求等，都可能给建筑和设备等带来火灾隐患。

3) 建筑物防水、防潮、防尘设计不当，或缺少除湿、驱潮设施（装置），可能造成设备积灰、潮湿、结露，导致设备绝缘下降，甚至短路。

4) 设备间防小动物措施不当，出入口无挡板、孔洞未封堵、排风口无金属网等，造成蛇、鼠等小动物进入，一是可能直接导致短路，二是可能咬坏电缆和电子设备，影响设备安全运行。

### 3.4 光伏发电系统危险、有害因素辨识与分析

#### 1) 电池组件

(1) 光伏电池板缺陷。因制造、搬运、安装等原因，造成光伏组件断栅、漏电、黑心片、缺角、裂片、虚焊、短路，其中裂片包括细小隐裂、米字型隐裂、弧形裂痕、贯穿裂、爆炸裂。一旦出现上述情况，不但组件本身报废，还影响整串组件的正常运行。

(2) 光伏电池板“热斑效应”。光伏组件在运行中难免落上飞鸟粪便、异物等遮挡物，这些遮挡物在太阳电池组件上就形成了阴影，由于局部阴影的存在，光伏组件

中某些电池单片的电流、电压发生变化，从而产生局部温升。光伏电池单片本身缺陷也可能使组件在工作时局部发热，这种现象叫“热斑效应”。若热斑效应产生的温度超过了一定极限将会使光伏组件上的焊点熔化并毁坏栅线，从而导致整个光伏组件报废。

## 2) 直流汇流箱

(1) 直流汇流箱接地端与防雷接地线未进行可靠连接、接地电阻值不满足要求、直流汇流箱维护不及时、未对其工作状态定期的检查和巡视，可能会引起箱内防雷模块失效导致光伏电站雷击事故。

(2) 组串正、负极直接的高压之间会产生电弧，组串不发电时电压表现为开路电压，本项目光伏组件开路电压为 1350V（一串）。“直流故障电弧”不易熄灭，电弧产生的高温会造成断路器等设备损坏，甚至引起火灾。

(3) 在阳光下安装接线时，未遮住太阳能光伏电池板，更换熔断器熔芯、检测或维护本设备时未采取一定的防护措施可能导致光伏电池的高电压电击伤人或损坏其它设备。

## 3) 逆变器

(1) 逆变器由于功率较大，发热亦大。若逆变器散热设备损坏或安装不当，或风机损坏，内部热量不能及时散出，轻则影响元器件寿命，重则有产生火灾的危险。

(2) 逆变器接入的直流电压标有正负极，若光伏电池与逆变器相连线路极性接错，将导致逆变器损坏。

(3) 逆变器淋雨或被潮湿空气长时间侵蚀，可能因泄漏电流过大或产生直流电弧，而导致逆变器故障甚至损坏。

(4) 逆变器因负载故障、人员误操作及外界干扰等原因而引起的供电系统过电流或短路，可能引起燃烧事故。

## 4) 箱式变压器

(1) 箱式变压器及电缆沟密封不良，小动物、雨雪等进入电气设备内部，导致相间短路，可引发电气元件烧毁、电缆火灾事故；由于箱变布置于库区水面，空气中水汽含量较大，若箱式变压器密封不良，水汽沉积于设备内部，导致短路，致使设备损毁。

(2) 箱式变压器铁芯、线圈存在缺陷，运行过程中出现故障，温度过高，破坏绝

缘的绝缘性能，绝缘被击穿发生短路，导致变压器损坏；变压器过负荷，导致变压器温度过高，不能及时散热，加速变压器线圈材质老化，绝缘性能下降，绕组间短路，引发变压器火灾。

(3) 箱式变压器未设置过负荷、过电流、过电压保护装置，当发生过负荷、过电流、过电压等情况，绝缘遭到破坏，可能导致设备损坏；若升压站和逆变器未配置防孤岛效应保护装置，当电网故障时，逆变器未与电网断开，可能导致电力工作人员触电。

### 5) 箱逆变一体机

箱逆变一体机实际上也是由箱式变和集中式逆变器组合而成，箱变与单体箱变一样，集中式逆变器与组串式逆变器原理一致，只是容量不同。箱变与逆变器的危险有害因素前面已有分析，在此不再赘述。

### 6) 交直流电缆故障

(1) 电缆接头连接不好，可能因接触电阻大，造成设备局部过热导致火灾或设备烧坏。

(2) 电缆槽盒盖板缺失或密封不严，雨水、清洗水、冰雪及杂物进入其内部，造成电缆绝缘下降，可能引发电缆故障。

## 3.5 35kV 集电线路危险、有害因素辨识与分析

本项目集电线路采用架空线路和直埋电缆相结合的方式，存在以下危险有害因素。

### 3.5.1 架空线路

#### 1) 倒塔

(1) 基础、杆塔设计强度不够，在大风等外力作用下倒塔。

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

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

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

#### 2) 断线

(1) 架设工艺不良，导、地线弛度过小（尤其冬季低温时段），导线张力过大，

超过导、地线承受拉力。

(2) 线路覆冰，加大导、地线承载力，尤其冬季低温时段，导、地线弛度变小，产生叠加效应。

(3) 导、地线压接人员未经培训取证，导、地线接头存在隐患，在运行中拉断。

(4) 绝缘子、连接金具强度不够或存在缺陷，造成掉串、断线。

### 3) 运行故障

(1) 线路风偏过大，与建筑物、树木距离过近，在风力作用下对建筑物、树木放电。

(2) 线路遭遇雷击，发生跳闸；或绝缘子击穿，造成永久故障。

(3) 鸟类筑巢的树枝、柴草，或粪便造成空气间隙击穿，引起故障。蛇类也可造成 35kV 以下线路短路。

(4) 线路绝缘子表面上污秽物质积累到一定程度，如果遇上大雾等潮湿天气，会延绝缘子表面发生放电（污闪）。若设备选型不当，爬电距离不够，也会增加污闪风险。

## 2.5.2 电缆线路

### 1) 工艺缺陷

(1) 电缆终端头、中间接头制作工艺不良，电缆剥开后在空气中暴露时间太长使绝缘受潮，导致电缆头爆炸。

(2) 电缆接线盒密封不良、外壳防护等级不足，导致水、潮气等进入，或灌注的绝缘剂不符合要求，内部留有气孔，使电缆接头处绝缘强度下降，在正常运行及产生过电压过程中，发生绝缘击穿短路，从而引发电缆头爆炸。

### 2) 施工质量

(1) 若施工质量不可靠，未按照设计要求施工，电缆位于冲沟、边坡处时的防范措施及水土保持措施不当等，可能导致直埋电缆沟槽被破坏。

(2) 电缆沟未设置防止雨水进入的措施和排水措施，导致电缆老化、腐蚀，当电缆绝缘强度降低到一定程度发生绝缘击穿短路，可引发电缆火灾；当电缆雨水浸没电缆接头，可引发电缆头爆炸。

### 3) 标识不全

若直埋电缆敷设路径上未设置相应的安全标识及标桩，或标识不牢固倒伏、丢失，



其他作业（尤其是机械作业）很可能损坏本项目电缆。

#### 4) 外力破坏

缺乏标识、告知等保护措施，电缆可能被本项目或其他作业的机械、牲畜等挖断、压坏。也可能遭受不法人员毁坏或偷窃。

### 3.6 升压站设备危险、有害因素辨识与分析

#### 1) 主变压器

(1) 变压器制造缺陷，铁芯、线圈装配不良，内部出现毛刺，或绝缘部件损坏等；调压装置、套管等协作件质量缺陷等；运输过程中受水平或垂直冲击超过规定值等等，这些都给主变安全运行带来隐患。

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

(3) 变压器长期超负荷运行，引起线圈发热，使绝缘逐渐老化，造成匝间短路、相间短路或对地短路；变压器经受近区短路故障冲击，可能发生绕组变形、绝缘损坏。

(4) 如果升压站防雷、接地装置不完善，变压器经受直击雷或感应雷冲击，可直接破坏变压器绝缘，甚至短路、烧损。

#### 2) 110kV 配电装置 (GIS)

(1) 设计缺陷，盆式绝缘子场强参数设置不合理，造成闪络、击穿；装配过程工艺控制不严，因摩擦、碰撞出现毛刺、划痕，以及装备不到位，造成放电、击穿。

(2) 现场安装环境不良，内部进入金属微粒、粉尘等，造成绝缘降低；现场安装密封不严，发生气体泄漏和水量超标，降低绝缘性能和开关灭弧能力。

(3) 开关、刀闸、接地刀闸之间没有防止电气误操作的功能，带来安全隐患。

(4) GIS 间隔标识、GIS 内各元件（开关、刀闸、地刀、PT、CT、避雷器等）、开关（刀闸、地刀）位置标识不清晰，带来安全隐患。

#### 3) 35kV 配电装置

(1) 设计制造缺陷，柜内带电部分与柜体距离或相间距离不够，或导体绝缘强度不够，带来安全隐患。如果运行环境不良，空气湿度大，形成凝露，造成相间或相对地闪络放电，乃至短路。

(2) 真空断路器真空度下降、或六氟化硫断路器气体泄漏后，导致断路器灭弧能

力下降，在分闸时动静触头之间产生放电击穿，严重威胁安全运行。同时，六氟化硫气体沉积也可能造成人员中毒窒息。

(3) 电流互感器、电压互感器质量存在问题，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，可能导致击穿。

(4) 开关、刀闸、接地刀闸（接地桩）、柜门、柜内挡板没有电气闭锁或机械闭锁功能，带来安全隐患。

(5) 柜底未封堵或封堵不严，小动物进入，破坏绝缘，甚至直接造成短路；同时封堵不严也带来火灾安全隐患。

(6) 开关柜标识不齐全、不规范（名称编号、柜前柜后），带来误操作、误入带电间隔安全隐患。

#### 4) 35kV SVG

(1) 操作错误，SVG 断路器合闸前，SVG 旁路接触器未分闸（未投入旁路电阻），系统会直接给直流电容充电，影响直流电容寿命甚至损坏，并对系统造成冲击。

(2) 水冷却装置故障或未投入，导致 SVG 功率模块过热、损坏，乃至烧毁。

(3) 保护装置故障，SVG 发生过负荷、过电流、过电压等情况，绝缘遭到破坏，可能导致 SVG 损坏；

(4) 由于风机抽风的原因，容易将灰尘吸入功率柜，影响功率元件的绝缘和散热，影响使用寿命。

(5) SVG 运行时，启动柜内的限流电阻和旁路接触器、功率柜内的各功率元件均为高电位，如防护不当，随意打开柜门、网门，可能造成触电。

#### 5) 接地变和站用变

(1) 设备缺陷

设备选型不当，接地变和站用变容量不够、与接地电阻器电阻选择不当，经过多次接地电流冲击后绝缘损坏；低压配电屏、站用变压器的绝缘耐压水平不满足运行要求，在工作电压或可能产生过电压及设备温度较高情况下，发生绝缘击穿短路。

(2) 密封不良

低压配电屏及电缆沟密封不良，小动物进入其内部，导致相间短路，可引发电气元件烧毁、电缆火灾事故；若低压配电屏密封不良，尘土、水汽沉积于电器元件、电缆等表面，导致散热不良，加速绝缘老化、损坏，最终导致绝缘击穿短路。

(3) 安全防护不够

运行中的接地变和站用变柜门未纳入“五防”系统，或接地变和站用变的外壳、柜门未有效接地，导致人员误入带电的接地变和站用变柜内，或因漏电或感应电造成人员触电。

## 6) 过电压保护装置及接地装置

(1) 避雷器遭受雷击后，可能会因过电压直接导致内部氧化锌电阻片炸裂，或者由于多次雷击造成的累积效应，使避雷器绝缘受到损坏，从而造成绝缘筒爆裂；

(2) 若避雷器长期运行，可能由于密封问题导致内部受潮发生热击穿；也可能因磁柱表面伞裙积聚的污秽足够多时在雨雾天气发生污闪。

(3) 主变中性点接地保护间隙与避雷器参数配置不合理，导致发生工频过电压、操作过电压和雷电过电压时不能正确动作。

(4) 接地网接地电阻未达到设计要求，或接地引下线连接不可靠，或接地装置的焊接质量问题导致导流面积不够等，或长时间运行后，接地网锈蚀导致接地电阻变大，使接地装置失效。

## 7) 监控系统

### (1) 计算机监控系统

①设计缺陷。升电站通信网络的设计未充分考虑无扰恢复和冗余性能等指标，没有足够的速率来进行故障录波数据、操作数据和电量数据的传输，以致出现卡顿、死机等情况。

②硬件故障。升压站监控网络出现网线故障、交换机或其接口故障、通信管理机或规约转换器故障、通讯插件故障等，使监控系统不能正常运行，无法监视和操作。

③感染病毒或黑客攻击。电力监控系统安全防护不够，或运维人员违规插接移动设备，或厂家人员远程运维等，造成监控系统感染病毒，或受黑客攻击，致使系统瘫痪，甚至殃及整个电力系统。

### (2) 火灾自动报警系统

①探测器与底座脱落、接触不良，或报警总线与底座接触不良，或报警总线开路或短路，或探测器本身损坏，或探测器接口板故障等等，都可能造成控制系统误发报警信号。

②区域报警控制器或火灾显示盘损坏或未通电、未开机，或通讯接口板损坏，或通讯线路短路、开路等原因，也可能造成控制系统误发报警信号。

### (3) 视频监控系统

因网络带宽问题或后端的管理电脑配置过低等原因，发生图像卡顿；或因线材质量问题、传输线路过长、视频线或摄像机被强磁场干扰等原因，图像出现斜纹、水波纹、横线等。

### 8) 电气二次系统

(1) 回路故障。二次回路断路、短路、接地、极性、连接以及电路参数配合故障等原因，造成二次回路不能正常工作，继电保护拒动、误动，安全自动装置不能正常动作。

(2) 硬件故障。继电器触点粘连分不开或接触不良、中间继电器线圈断线、合闸熔断器熔断或合闸接触器损坏、继电器触点振动大或位置不正确。

(3) 直流系统故障。直流系统两点接地，除可能造成继电保护、信号、自动装置误动或拒动外，还可能造成直流保险熔断，使保护及自动装置、控制回路失去电源，在复杂保护回路中同极两点接地，还可能将某些继电器短接，不能动作跳闸，致使越级跳闸，造成事故扩大。

(4) 静电影响。电子设备间未使用防静电地板，当静电达到一定电压就会击穿电子元器件，引起继电保护、自动化设备（系统）故障。

(5) 雷电影响。二次设备没有做好等电位接地，当经受雷击或一次设备短路故障，二次设备会承受较大的电位差，从而损坏电子元件，影响系统运行。

(6) 操作不当。保护回路工作的安全措施不当，如未断开应拆开的接线端子或联跳连接片，保护接线错误或极性接反，保护压板未投、误投、误切，都可能使继电保护拒动、误动。

## 3.7 并网危险、有害因素辨识与分析

### 1) 电能质量问题

(1) 谐波问题。光伏发电是将直流电转换成交流电升压后并入电网，转换过程中使用了大量电力电子元件，电力电子元件会产生谐波。高次谐波源注入电网，会导致电网电压和电流的波形产生变化，直接影响电网电能质量。

(2) 无功功率问题。光伏电站的并网需要应用到逆变器，其控制技术与光伏发电馈入电网的品质密切相关。为最大利用逆变器容量和最大发电量，生产厂家会将并网逆变器的功率因数设定在 0.99，但随着光伏电站装机容量的增加，由于光伏发电的功率波动性，其高功率因数运行对电网的稳定性造成威胁，有功功率不变时，无功功率

几乎不能调节，需要额外的无功功率来维持电压。

(3) 稳定发电量问题。受夜晚、阴天、灰尘、环境温度和光伏板安装位置及角度等因素影响，光伏电站的输出功率会出现快速变化，最大变化率甚至超过额定量的 10%，因此产生了发电量的不稳定问题，会对馈入电网的谐波产生影响。

#### 2) 孤岛效应

“孤岛效应”是指在电网失压或断开的情况下，发电设备仍作为孤立电源对负载供电，形成供电孤岛这一现象。一旦发生“孤岛效应”，可能对检修人员和“孤岛”供电的设备造成危害，同时当电网重新恢复供电时会产生浪涌电流。如果逆变器性能不良，或光伏电站在并网点未配置孤岛保护装置，即可能发生“孤岛效应”。

#### 3) 脱网事故

若并网逆变器性能不佳，不具备低电压、高电压、零电压穿越能力，当系统出现瞬时故障或系统受到冲击，接入点出现电压跌落或无功过剩造成过电压时，光伏阵列乃至整个光伏电站可能发生脱网事故，给系统带来冲击。

#### 4) 监控系统安全

电力监控系统一旦受到攻击或感染病毒，后果不堪设想，轻则影响场站运行，重则影响电网安全，造成电网瓦解、大面积停电。新能源场站主要存在以下风险来源：电力监控系统安全防护方案为经调度部门审查，安全防护设施部署不到位，或采用非自主可控的电脑主机、服务器等；运维人员安全意识不强，违规外联设备，或设备厂家远程运维等。

### 3.8 公用工程危险、有害因素辨识与分析

#### 3.8.1 给排水

(1) 光伏电站水源不可靠、水量不足、生活饮用水污染、水箱水管无防冻措施等，都影响电站的生产、生活。

(2) 升压站没有按竖向设计，站区雨水无组织排放，排水管道、排水沟未及时清理，导致在强降雨时排水不畅，出现内涝。

#### 3.8.2 采暖通风

(1) 如果 SVG 设备、电站设备间、高低压配电室等通风、冷却系统故障，将导致温度过高，影响设备运行，甚至起火爆炸。

(2) 事故通风的排风机故障，35kV 配电装置室的有毒有害气体不能及时排出，会

造成人员中毒、窒息。

### 3.8.3 消防系统

(1) 若光伏电站未设置火灾自动报警系统，或报警器探测点位不够，或火灾报警系统故障，一旦发生火警不能及时发现、及时处置，带来安全隐患。

(2) 若综合楼、电气楼、主变压器、箱式变压器等建筑（设备）未按规定配备灭火器材（包括灭火器、消防沙池、消防桶、消防铲等），一旦发生火灾，将不能在第一时间扑灭，造成事故扩大。

(3) 若消防水系统（电源、水泵、管网等）发生故障，水量不够、水压不足，一旦发生火灾，消防水系统难以发挥作用。

(4) 若主变压器排油注氮自动灭火装置故障，一旦主变发生火灾，将无法自动投入使用。

### 3.8.4 站区道路

本项目升压站至光伏区的道路为新建道路，坡度较大，碎石路面，未做路基，存在打滑、陷入等风险，如未控制好车速和方向，容易发生事故，雨后和结冰天气风险更大。

## 3.9 作业安全及作业环境危险、有害因素辨识与分析

### 3.9.1 作业安全

#### 1) 触电

指电流流经人体，造成生理伤害的事故。

本项目的电气设备都带有高电压或低电压，如果发生触电事故，即便是 380/220V 的低压，也足以造成人员伤亡。如果作业过程没有按规定采取组织措施和技术措施，误入带电间隔或误碰带电设备；或现场防护措施不当，电气距离不够或没有正确使用合格的绝缘工具和个人防护用品，都可能造成触电伤害。电容器或电缆线路停电后没有充分放电，或长距离平行带电线路，也可能感应电触电；电气设备接地点附近或雷击放电点附近作业，也可能造成跨步电压触电。

#### 2) 火灾、爆炸

指在时间或空间上失去控制的燃烧，对人身和财产造成损失的事故。

本项目多为电气设备（含电力电缆），电气设备会因过载、接触不良或绝缘老化

造成温度升高，甚至因故障引起起火、爆炸。主变压器、箱式变压器属于充油设备，一旦起火难以扑灭；蓄电池运行时会产生少量氢气，达到一定浓度遇火星容易爆炸；一些电气设备（如电缆）的绝缘材料在高温下也容易起火延燃。此外，检修过程的电（气）焊作业也容易引发火灾事故。一旦发生火灾容易造成人身伤亡和财产损失。

### 3) 中毒、窒息

指在生产条件下，有毒物进入人体引起危及生命的急性中毒，以及在缺氧条件下发生的窒息事故。

本光伏电站 110kV 户外 GIS 和 35kV SVG 间隔开关使用六氟化硫介质。六氟化硫气体无色无味，密度大约为空气的 5 倍，一旦发生泄漏，聚集于低位，容易造成人员窒息；六氟化硫气体在电弧作用下会发生分解，产生多种有毒、腐蚀性气体及固体分解产物，如 SF<sub>4</sub> 等，容易造成人员中毒。

本项目开关柜内、SVG 集装箱、蓄水池等都属于有限空间，如果在其中检修，且通风不良，容易发生窒息事故。

### 4) 淹溺

指大量水经口、鼻进入肺内，造成呼吸道阻塞，发生急性缺氧而窒息死亡的事故。

本项目光伏场区有几处水塘，属水面光伏，作业人员在巡视、维修等作业时，容易发生船只倾覆、人员落水事故，存在淹溺风险。

### 5) 车辆伤害

指本企业机动车辆引起的机械伤害事故，如机动车辆在行驶中的挤、压、撞车或倾覆等事故。

本项目地处偏僻乡村，部分利用原有乡村道路，部分为新修道路。路基未处理，路面未硬化，有自然坡度，雨季较为泥泞，车速过快或操作不当容易发生侧滑、撞车或倾覆事故，从而造成人员伤害。

### 6) 起重伤害

指从事起重作业时引起的机械伤害事故。

本项目检修、改造，更换设备时，需要起重作业，存在起重伤害的风险。

### 7) 高处坠落

指出于危险重力势能差引起的伤害事故。

本项目 35kV 架空线路，升压站的主变、构架、消防水箱等坠落高度大，技改、检修作业容易发生高处坠落事故。光伏组件安装高度 2m 以上，如在光伏支架上或其他临

时支架或平台上进行检修或冲洗作业容易发生坠落伤害。

#### 8) 坍塌

指建筑物、构筑物、堆置物等倒塌以及土石方塌方引起的事故。

本项目光伏支架、升压站构架、避雷针等因设计强度不够，或施工质量不良，或发生超设计强度大风等都可能造成倒塌，光伏区箱变平台也可能因设计强度不够造成坍塌，并可能因此造成人员伤亡。

### 3.9.2 作业环境

#### 1) 噪声

110kV/35kV 配电装置、变压器等电气设备在运行过程中，会产生一定强度的电磁性噪声；SVG、变压器、逆变器等设备冷却器（风扇）以及 35kV 配电室排风扇也会产生风机噪声。噪声主要对听觉系统产生职业危害，作业人员长时间接触噪声可能导致听阈升高、不能恢复到原有水平。噪声还对神经系统、心血管系统等都有一定程度危害。

#### 2) 高温、低温

本项目户外设备巡视、检修作业需在自然环境进行。项目所在地夏季极端最高气温 40℃，存在高温中暑风险；冬季极端最低气温-10.5℃，存在冻伤风险。

#### 3) 工频电场

110kV/35kV 配电装置区域、变压器、SVG、逆变器等电气设备在运行过程中会产生、分布一定强度的工频电场。过量(强度、时间)的工频电场作用于人体，可能导致神经衰弱和记忆力减退。

#### 4) 致害动物

本项目地处丘陵地区，树木较多，该类区域蚊子、苍蝇等致害昆虫较多，还存在毒蛇咬伤风险。

#### 5) 采光照明不良

综合办公楼、电气楼、水泵房等建筑物采光照明不良或未设置应急照明，导致作业人员视野不清，发生误操作、接触带电体、触碰尖锐物体等，致使作业人员受到伤害。

## 3.10 安全管理和安全投入危险、有害因素辨识与分析

安全管理方面主要包括安全生产责任制和安全管理制度的、安全生产教育培训、“双



重预防机制”建设、应急管理等。

#### 1) 安全生产责任制未落实

企业没有建立健全全员安全生产责任制，没有明确各岗位的责任人员、责任范围和考核标准等内容，没有对全员安全生产责任制落实情况进行监督考核，全员安全生产责任制落实不到位。

#### 2) 安全生产制度不健全

企业安全管理制度、安全工作规程不健全，对设备设施、生产过程不能进行有效的管理，对人员的作业行为和管理行为不能有效的规范，对生产风险不能有效的管控，对事故隐患不能及时治理，容易发生安全生产事故。

#### 3) 安全教育培训不到位

企业不重视安全教育工作，不能按要求对员工进行安全教育和技术培训，员工安全意识不强，不熟悉安全操作规程，不具备本岗位的安全操作技能，自我保卫能力不强，作业中易导致安全生产事故的发生。

#### 4) 双重预防机制未建立

企业没有开展安全风险分级管控和事故隐患排查治理，反违章工作开展不力，员工的“三违”行为得不到及时的制止和纠正；没有常态性的开展安全检查和隐患排查，设备缺陷和事故隐患得不到及时发现和整治，必然导致事故发生。

#### 5) 应急管理不到位

企业没有按规定编制及完善安全生产事故应急救援预案，没有开展常态性的应急培训和应急演练，应急物资和装备不满足企业安全生产事故处置要求，没有组织开展企业应急能力评估，缺少突发事件应急处置机制和能力。

#### 6) 安全投入不足

如果项目安全投入不足，则安全设施不能与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用，安全工器具、各种应急物资等无法配备，安全教育培训、事故应急演练等管理活动无法实施，直接影响安全生产。

### 3.11 作业场所（过程）危险有害因素分布

本项目主要危险、有害因素分布情况见表 3.12-1。

表：3.12-1 主要危险、有害因素分布情况

类别	序号	危险、有害因素	存在场所
----	----	---------	------

危险因素	1	触电	全场电气设备区
	2	火灾、爆炸	变压器、电缆、35kV开关柜、无功补偿装置、山火等
	3	淹溺	光伏场区水塘
	4	坍塌	避雷针、构架、光伏支架等
	5	中毒、窒息	SVG预制舱、SVG开关柜
	6	车辆伤害	电站、光伏区域
	7	高处坠落	35kV架空线路、构（支）架等检修
	8	起重伤害	起重吊装检修
有害因素	9	高温、低温	夏季、冬季室外作业
	10	噪声	SVG、配电室、变压器冷却风机，电气设备电磁噪声
	11	工频电场	高压设备区域
其他	12	热斑效应	太阳光伏电池组件
	13	逆变器故障	光伏逆变器
	14	孤岛效应	光伏阵列、光伏电站
	15	脱网事故	光伏阵列、光伏电站

### 3.12 重大危险源辨识

《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)中对重大危险源类别的规定，将危险物质分为爆炸品、易燃气体、毒性气体、易燃液体、易于自燃的物质、遇水放出易燃气体的物质、氧化性物质、有机过氧化物、毒性物质等九大类，并列出相关物质的名称及其临界量。

重大危险源是指：生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过规定的临界量，即被定义为重大危险源。《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)中规定重大危险源辨识指标为：生产单元、储存单元内存在危险化学品的数量等于或超过《危险化学品重大危险源辨识》(GB18218-2018)中表 1、表 2 规定的临界量，即被定义为重大危险源。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为以下两种情况：

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

②生产单元、储存单元内存在的危险化学品为多品种时，按式（1）计算，若满足式（1），则为重大危险源：

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

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在量，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）；

根据《危险化学品重大危险源辨识》（GB18218-2018），本项目装置中需要的绝缘油、SF<sub>6</sub> 气体不属于 GB18218-2018 中需要辨识的危险化学品；运行维护及检修时使用的车辆加注的汽（柴）油不储存；检修过程中焊接使用少量的乙炔、氧气不储存。

因此，本项目在运行期间不存在重大危险源。

### 3.13 事故案例分析

本节通过列举典型事故案例，分析类比本项目中可能出现的类似事故，进一步阐述本项目在生产和管理中潜在的危险、有害因素，以便采取有效防范措施，提高安全意识防患于未然。

#### 3.13.1 典型事故案例

##### 案例一：光伏电站发生一起一般触电事故

##### 1) 事故经过

2021 年 3 月 31 日下午，山东枣庄鲁能新能源公司山亭大平山光伏电站副站长王、值长陆某等四人按计划对光伏电站一期场区箱式变压器进行巡视。

15 时 10 分到达 4 号箱式变压器开始巡视工作，陆某用防误操作的紧急解锁工具（钥匙）违规打开 4 号箱式变压器高压室电磁锁门进行设备检查，未能与带电设备保持足够的安全距离，触电身亡。

##### 2) 事故原因

擅自使用解锁钥匙，工作中失去监护，未与带电设备保持安全距离。

##### 3) 安全对策措施

（1）加强安全教育培训，提高员工安全意识和自我保护能力；

- (2) 严格执行“两票”制度和电气防误规定，加强防误装置和解锁钥匙管理；
- (3) 加强作业现场安全管理，开展风险辨识管控，加强现场监督和反违章工作。

### 案例二：光伏电站成功应对一起全站停电事故

#### 1) 事故经过

2014年6月18日，甘肃嘉峪关地区由于暴雨天气，导致电网事故，引起大范围停电。16:20 红柳洼变电站全站失压，金塔县城全部停电。金塔光伏电站 35kV 甲母线失压，SVG 事故停机，逆变器全部事故停机，400V 厂用母线失电，外来电源失电。

面对突然而来的事故，黄河公司金塔光伏电站值班人员沉着应对，根据电站《全站停电预案》和《400V 站用电消失预案》规定，及时检查站内 35kV 系统和厂用系统设备，16:30 将电站设备情况汇报省调和酒嘉地调；16:46 根据调令，将全站一次设备由运行转热备用，及时切除厂用交、直流系统次要负荷，确保重要负荷供电和直流蓄电池的安全稳定运行。当晚 20 点，外来电 10kV 系统恢复，站内厂用、直流系统恢复正常，23:00 全站设备恢复正常。

#### 2) 事故原因

暴雨天气，导致电网事故，引起大范围停电。

#### 3) 安全对策措施

(1) 光伏发电在设计、施工过程中应充分考虑暴雨天气等特殊自然灾害可能带来的危害，设置相应的安全防护措施，以防止可能造成的危害事故。

- (2) 建立健全安全管理制度，完善应急预案，定期开展光伏发电应急预案的演练。
- (3) 作业人员要严格遵守安全操作规程。
- (4) 配备足够数量的消防器材，并保持完好。
- (5) 加强人员教育培训，增强安全意识。

### 3.13.2 经验教训

1) 通过案例一原因分析可知，光伏电站在运行、维护、巡视、检修过程中，均可能发生人身伤亡事故，其主要原因有：安全意识不强、习惯性违章、违章作业、操作失误、设计制造缺陷、防护设施缺陷、不正确穿戴使用安全防护用品用具等。因此，必须建立健全安全生产责任制，明确各岗位责任人员、责任范围等内容，建立健全安全生产规章制度和操作规程。进一步强化从业人员的安全生产教育和培训，教育和督促从业人员严格遵守各项安全生产规章制度和操作规程。加强现场安全监督，督促从

业人员按照使用规则佩戴、使用劳动防护用品，强化电站现场安全和设备设施管理，确保生产安全。

2) 通过案例二可以看出，及时、正确处置突发事件，避免事故发生或降低事故发生的可能性，减少事故损失，降低事件后果。因此必须建立和完善应急预案和现场处置方案，提高各类应急预案的针对性和操作性，定期开展应急知识和应急预案的培训，有计划的开展各类突发事件的应急演练，通过总结评估进一步完善应急预案，提高运维和作业人员的应急处置能力。

## 4. 评价方法及评价单元划分

### 4.1 评价单元划分

#### 4.1.1 划分评价单元的目的

评价单元划分的目的是将系统划分为不同类型的评价单元进行评价，可以简化评价工作、减少评价工作量、避免遗漏，从而提高评价的准确性，有针对性地采取安全措施。

#### 4.1.2 评价单元划分的原则

评价单元是指工程的一个独立组成部分，其划分应考虑被评价工程各个部分布置的相对独立性，或工艺上的差异等因素。一般情况下，生产装置都可划分为几个完成不同任务、独立的生产单元。所以在进行评价单元的划分时应坚持以下原则：

- (1) 功能相对独立，易于与其它系统相区分；
- (2) 易于编制安全检查表；
- (3) 尽可能便于专业人员进行评价，避免专业交叉，给专业人员进行评价造成困难。

#### 4.1.3 验收评价单元划分

鉴于本光伏电站的升压站已经建成并投入运行，建设项目概况（报告第二章）中已做分析，已建成并投运的升压站（建筑、设备、设施、系统等）、外送线路满足本项目接入的要求，即本项目的投运不会给升压站的生产运行带来新的安全风险，而升压站部分已在项目一期经过验收评价。

根据本光伏电站建设项目的实际情况和评价单元划分原则，本项目划分为 7 个评价单元，具体如下：

##### (1) 法律法规符合性单元

主要针对项目的合规性，执行有关法律法规、部门规章情况等。

##### (2) 安全设计专篇落实情况单元

主要针对安全设计专篇中具体的对策措施落实情况。

##### (3) 项目选址、周边环境及平面布置单元

主要对工程选址（工程地质、水文气象等），以及场区平面布置等进行评价。

##### (4) 光伏发电系统单元

包括电池组件、直流汇流箱、逆变器、箱式变、交直流电缆、集电线路等。

#### (5) 集电线路单元

主要针对 35kV 架空线路和直埋电缆等相关设备进行评价。

#### (6) 作业安全和作业环境单元

包括作业安全、作业环境及安全防护等。

#### (7) 安全管理及安全投入

包括安全管理制度、安全教育培训、“两票三制”执行、应急管理以及安全生产投入等。

## 4.2 评价方法选择及简介

### 4.2.1 评价方法选择

为了达到安全验收评价的目的，本次安全验收评价针对 20MW 农光互补光伏电站项目实际情况，主要采取以下评价和分析方法：

(1) 工程在建设过程中安全措施“三同时”的落实情况做出评价，对本项目安全预评价报告中提出的建议措施和补充措施的落实情况做出评价；

(2) 根据有关法律法规、设计规范和标准，采取现场检查与资料检查相结合、询问与实际测试（试验）相结合的方式，对工程的选址与总平面布置、工艺设备、设施、电气安全、安全生产管理、消防管理及消防设施等方面进行核查核对；

(3) 查出本装置劳动安全方面的隐患和不安全因素，以便进一步整改完善，确保项目的安全运行。

本项目评价主要采用安全检查表法。

### 4.2.2 评价方法简介

安全检查表分析法（Safety Checklist Analysis）是实施安全检查、发现潜在危险隐患的重要工具，是一种定性的安全评价方法。该方法将一系列分析项目列出检查表进行分析以确定系统状态。这些项目包括设备、储运、操作、管理等各个方面。安全评价检查表内容包括标准、规范和规定。正确的使用安全检查表分析将保证每个设备符合标准，而且监督各项安全规章制度的实施。安全检查表，既可运用于简单的快速分析也可运用于更深层次的分析，它是识别已知危险的有效方法。

安全检查表分析基本步骤：

(1) 选择或拟定合适的安全检查表；

- (2) 完成分析；
- (3) 编制分析结果文件。



## 5. 符合性评价和危险危害程度的评价

### 5.1 法律法规符合性单元

#### 5.1.1 法律法规符合性单元评价

根据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国消防法》、《中华人民共和国土地管理法实施条例》、《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》等对本项目在法律、法规、政府规章等方面进行检查评价，检查情况见下表。

表 5.1-1 法律法规符合性单元检查表

序号	检查项目和内容	标准依据	检查记录	检查结论
一	<b>执行国家审批制度和规定</b>			
1	对关系国家安全、涉及全国重大生产力布局、战略性资源开发和重大公共利益等项目实行核准管理。 对前款规定以外的项目实行备案管理。	《江西省企业投资项目核准和备案管理办法》（省政府令第 236 号）第四条。	本项目取得余干县改革和发展委员会批准的备案文件（干发改字（2019）415 号）及余干县改革和发展委员会批准的备案延期文件（干发改能源（2021）11 号）。	符合
2	企业投资建设固定资产投资项，应对遵守以下规定： （二）依法办理城乡规划、土地使用、环境保护、能源资源利用、安全生产等相关手续，如实提供相关材料，报告相关信息。	《江西省企业投资项目核准和备案管理办法》（省政府令第 236 号）第八条。	本项目取得了建设用地规划许可证、取得了上饶市余干生态环境局批准的《关于余干县 20MWp 林光互补光伏电站项目环境影响报告批复》（干环环（字）（2022）5 号文）；取得了余干县林业局、文化广电新闻出版版权局、人民武装部的选址意见。	符合
3	电厂接入系统设计具体审查工作应委托有资质的咨询机	《国家电网公司电	本项目取得了	符合

	<p>构承担，也可采用电网公司组织、咨询机构参与的工作方式，必要时要求专家参与审查。</p> <p>电厂接入系统设计审查后，审查意见由电网公司审定并主送发电公司。</p>	<p>理办法》（国家电网总（2004）251号）第十七条、十八条</p>	<p>限公司关于印发国能余干县 20MW 林光互补和余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目接入系统评审意见的函。</p>	
4	<p>单位和个人依法使用的国有土地，由土地使用者向土地所在地的县级以上人民政府土地行政主管部门提出土地登记申请，由县级以上人民政府登记造册，核发国有土地使用权证书，确认使用权。</p>	<p>《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第 256 号）第五条</p>	<p>本项目取得了建设用地规划许可证。</p>	符合
5	<p>第十条 生产经营单位在建设项目初步设计时，应当委托有相应资质的设计单位对建设项目安全设施同时进行设计，编制安全设施设计。</p>	<p>《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》第十条</p>	<p>本项目委托中裕工程有限公司编制安全设施设计。</p>	符合
6	<p>项目应经当地住建部门消防验收或备案。</p>	<p>《中华人民共和国消防法》第十三条；《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》</p>	<p>未见提供消防验收或备案的相关文件。</p>	不符合
二	<b>证件、执照等</b>			
7	<p>项目建设单位应有营业执照并定期年检。</p>	<p>《中华人民共和国公司登记管理条例》</p>	<p>本项目建设单位为余干县国能新能源有限公司，（2022年9月6日登记）。</p>	符合
8	<p>设计及安装总包单位、监理单位是否有相应的资质</p>	<p>《中华人民共和国安全生产法》</p>	<p>本项目设计单位为中国能源建设集团新疆电力设计院有限公司，监理单位为福建闽能咨询有限公司。施工单位为江西观山建设有限公司。以上单位均</p>	符合

			有资质。	
--	--	--	------	--

### 5.1.2 法律法规符合性单元评价小结

本单元对项目执行国家行政许可制度和资质、资格等方面进行检查，共检查 8 项内容，结果 7 项符合，1 项不符合。不符合项为：项目未经当地住建部门消防验收或备案，项目未取得国家能源局电力业务许可证。

## 5.2 安全设计专篇中对策措施落实单元

### 5.2.1 安全设计专篇中对策措施落实单元评价

本单元对照中裕工程集团有限公司《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》中的安全对策措施进行了检查，检查情况见下表。

表 5.2-1 安全设计专篇中提出的主要安全对策措施落实情况检查表

序号	提出的安全对策措施	标准依据	落实情况	结论
1	站区设置视频安防监控系统，对升压站及光伏发电区进行 24 小时监控。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.2.3 周边社会环境安全防范措施	光伏电站安装一套海康威视的视频监控系统，监控点设在集控室。本项目各箱变均安装了视频探头，接入视频监控系统。	符合
2	在光伏方阵区域布置灭火器，预防突发火灾事故。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.3.2 光伏阵列安全措施	每台箱变配置 2 具 MF/ABC4 型手提式磷酸铵盐干粉灭火器。	符合
3	为防止出现热斑效应，太阳能电池采光面应保持清洁，定期进行清洗。 光伏电站的组件清洗通常考虑半年一次，也可根据降雨及积灰情况调整。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.3.2 光伏阵列安全措施	本项目考虑了组件冲洗：每两个月能将光伏组件全部清洗 1 次，其用水量为 250m <sup>3</sup> 。最高日用水量约为 4.8m <sup>3</sup> /d,年用水量约 1500 m <sup>3</sup> 。	符合
4	建立相关的组串逆变器维护定期的检查和巡视制度，保证防雷模块安全运行。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.3.3 逆变器系统防范措施	查阅本项目运行规程和巡检记录，有组串逆变器维护定期的检查和巡视规定，并明确了巡视检查的周期和内容。	符合

5	逆变器应配置相间短路电流速断、单相接地短路、逆功率、过负荷、低电压、防孤岛效应、温度保护。所有信息上传至光伏电场计算机监控系统及升压站监控系统。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.3.3 逆变器系统防范措施	逆变器保护装置由逆变器成套,具备相间短路电流速断、单相接地短路、逆功率、过负荷、低电压、防孤岛效应、温度保护。所有信息上传至光伏电场计算机监控系统及升压站监控系统。	
6	电力电缆选用聚氯乙烯绝缘电缆,控制电缆选用阻燃电缆。电缆从室外进入室内的入口处及主控制室电缆沟内的电缆进入高压开关柜或低压配电屏等采取了防止电缆火灾蔓延的阻燃封堵及分隔措施。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.4.3 防火、防爆设计防范措施	本项目电力电缆和控制电缆均选用阻燃电缆。 现场检查,电缆从室外进入室内的入口处及主控制室电缆沟内的电缆进入高压开关柜或低压配电屏等均采取了封堵措施。	符合
7	可能发生高处坠落危险的工作场所,要设置便于操作、巡检和维修作业的扶梯、工作平台、防护栏杆、护栏、安全盖板等安全设施。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.7.1 防物体打击安全措施	本项目箱变平台设置了扶梯和栏杆。	符合
8	配备一定数量的救生衣和救生圈,水上作业必须穿救生衣,并设专人监护。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.7.4 防淹溺安全措施。	电站配备了救生衣和救生圈。	符合
9	按照《安全色》(GB2893—2008)和《安全标志及其使用导则》(GB2894—2008)的规定完善安全标志。	中裕工程《余干县 20MWP 林光互补光伏电站项目安全设施设计》6.7.9 安全色和安全标志	现场安全标志齐全。	符合

### 5.2.2 安全设计专篇中安全对策措施落实情况评价小结

通过对本项目安全设计中涉及安全的主要防范措施的现场检查评价,其安全对策措施在光伏电站设计、施工、安装、生产运行中基本得到了落实。

## 5.3 项目选址、周边环境及总平面布置单元

### 5.3.1 项目选址、周边环境及总平面布置单元评价

本单元依据《光伏电站设计规范》、《工业企业总平面设计规范》等国家标准,

对本项目选址、周边环境及总平面布置进行了检查，检查情况见表 5.3-1 项目选址安全检查表、表 5.3-2 项目周边环境及总平面布置安全检查表。

表 5.3-1 项目选址安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
1	光伏电站的站址选择应根据国家可再生能源中长期发展规划、地区自然条件、太阳能资源、交通运输、接入电网、地区经济发展规划、其他设施等因素全面考虑；在选址工作中，应从全局出发，正确处理与相邻农业、林业、牧业、渔业工矿企业、城市规划、国防设施和人民生活等各方面的关系。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 14.0.条	根据规划，本光伏电站分三期建设，本项目为二期，项目已取得相关部门的批复，建设程序合法，符合要求。	符合
2	地面光伏电站站址宜选择在地势平坦的地区或北高南低的坡度地区。宜避开周边障碍物对光伏电池组件的遮挡。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 4.0.4 条	本项目主要布置在林地及水塘，周边无遮挡物。	符合
3	选择站址时，应避开空气经常受悬浮物严重污染的地区。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 4.0.5 条	本项目位于丘陵地区，周边无大型工业，无严重污染。	符合
4	选择站址时应避开地质灾害易发区，如有危岩、泥石流、岩溶发育、滑坡的地段和发震断裂地带等。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 4.0.6 条	本项目地处丘陵地带，根据地灾报告可知，场址区不在危岩、泥石流、滑坡地段和发震断裂地带等。	符合
5	当站址选择采空区影响范围内时，应进行地质灾害危险性评估，综合评价地质灾害危险性的程度，提出建设站址适宜性的评价意见，并采取相应的防范措施。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 4.0.7 条	站址经专业机构开展地质灾害评估，结论为适宜本项目建设。	符合
6	光伏电站站址宜建在地震基本烈度为 9 度及以下地区，对于 9 度以上地区建站应进行地震安全性评价。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 4.0.8 条	站址地震基本烈度为 VI 度。	符合
7	光伏电站站址选择应充分考虑电站达到规划容量时接入电力系统的出线走廊。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第	本光伏电站升压站以及外送线路已考虑终期	符合

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
		4.0.11 条	接入容量,项目一期已建成,本项目只需接入一回集电线路。	
8	<p>光伏电站防洪设计应符合下列要求: 按不同规划容量,光伏电站的防洪等级和防洪标准应符合表 4.0.3 的规定。对于站内地面低于上述高水位的区域,应有防洪措施。防排洪措施宜在首期工程中按规划容量系统规划,分期实施。</p> <p>表 4.0.3 光伏电站的防洪等级和防洪标准:规划 30-500MW,防洪标准应大于等于 50 年一遇洪水高度。</p>	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 4.0.3 条	本工程升压站及光伏区防洪标准按 50 年一遇。但圩堤防洪标准低于本工程防洪标准,发生 50 年一遇洪水时,项目区圩堤可能溃堤,但不会淹没安装在库区的光伏组件。	符合
9	站址应有便利和经济的交通运输条件,与厂外铁路、公路的连接,应便捷、工程量小。	《工业企业总平面设计规范》 GB50187-2012 第 3.0.5 条	本项目位于余干县梅港乡,距离余干县城约 20 公里,站址西有 G236 国道经过,交通便利。	符合

表 5.3-2 项目周边环境及总平面布置安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
1	光伏电站的站区总平面布置,应根据发电站的生产、施工和生活需要,结合站址及其附近地区的自然条件和建设规划,对站区供排水设施、交通运输、出线走廊等进行研究,立足近期,远近结合,统筹规划。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.1 条	站区总平面布置符合发电站的生产、施工和生活需要。	符合
2	<p>光伏电站的站区总平面布置设计可由以下部分组成:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.光伏方阵;</li> <li>2.升压站;</li> <li>3.场内集电线路;</li> <li>4.就地逆变升压站;</li> <li>5.站内道路;</li> <li>6.其他防护功能设施(防洪、防雷、防火)。</li> </ol>	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.3 条	本项目站区总平面布置由光伏方阵、逆变器、箱变、集电线路、升压站、站内道路等组成。其中升压站已建成并投运。	符合

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
3	<p>光伏电站的站区总平面布置应符合下列要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.交通运输方便；</li> <li>2.协调好站内与站外、生产与生活生产与施工之间的关系；</li> <li>3.与城镇或工业区规划相协调；</li> <li>4.方便施工，有利扩建；</li> <li>5.合理利用地形、地质条件。</li> </ol>	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.4 条	总平面布置符合生产流程、操作要求和使用功能，按照功能分区，各项设施布置合理、紧凑。	符合
4	<p>地面光伏电站的主要进站道路应与通向城镇的现有公路相连接，其连接宜短捷且方便行车，还宜避免与铁路线交叉。站区内各建筑物之间，应根据生产、生活和消防的需要设置行车道路、消防车通道和人行道。站内主要道路可采用碎石泥结路面、混凝土路面或柏油路面。</p>	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.7 条	与站外道路有连接。连接道路没有与铁路线交叉。升压站内道路采用混凝土路面。	符合
5	<p>光伏电站站区的竖向布置，应根据生产要求、工程地质、水文气象条件、场地标高等综合考虑，并应符合下列要求：1.在不设大堤或围堤的站区，开关站的室外地坪设计标高应高于设计高水位 0.5m。2.所有建筑物、构筑物及道路等标高的确定，应满足生产使用方便。地上、地下设施中的基础、管线，管架、管沟、隧道及地下室等的标高和布置，应统一安排，以达到合理交叉，维修、扩建便利，排水畅通的目的。4.站区场地的最小坡度及坡向以能较快排除地面水为原则，应与建筑物、道路及场地的雨水窨井、雨水口的设置相适应，并按当地降雨量和场地土质条件等因素来确定。</p>	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.8 条	<p>升压站在项目一期已建成并投运。</p> <p>本项目光伏区属丘陵坡地，利用自然排水。</p>	符合
6	<p>站区场地排水系统的设计，应根据地形、工程地质、地下水位等因素综合考虑，并符合下列要求：1.场地的排水系统设计，应按规划容量全面考虑，并使每期工程排水畅通。2.当室外沟道高于设计地坪标高时，应有过水措施，或在沟道的两侧设排水设施。</p>	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.9 条	<p>升压站在项目一期已建成并投运。</p> <p>光伏场区道路两侧设置排水沟。</p>	符合
7	<p>光伏电站的出线走廊，应根据系统规</p>	《光伏电站设计	外送线路项	符合

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
	划、输电线出线方向、电压等级和回路数，按光伏电站规划容量，全面规划，力求避免交叉。	规范》 GB50797-2012 第 7.1.13 条	目一期已经建成。 本项目 35kV 集电线路均为电缆线路。	
8	电站内的建(构)筑物与电站外的民用建(构)筑物及各类厂房、库房、堆场、储罐之间的防火间距应符合《建筑设计防火规范》的规定	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 14.1.3 条	电站周围无厂房、库房、堆场、储罐，距离光伏场区最近的村庄约 200 米。	符合
9	大、中型光伏电站内的消防车道宜布置成环形；当为尽端式车道时，应设回车场或回车道。消防车道宽度及回车场的面积应符合《建筑设计防火规范》的有关规定。消防车道的净宽度和净高度均不应小于 4m。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 14.1.8 条《建筑设计防火规范》 GB50016-2006 第 6.0.10 条	光伏场区按发电单元划分区块，均设有消防通道，消防通道宽度大于 4m,而且形成环形通道。	符合
10	生产建筑物底层地面标高，宜高出室外地面设计标高 150mm~300mm,并应根据地质条件计入建构筑物沉降的影响。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.1.10 条	本项目箱变平台高出地面 1.5m。	符合

### 5.3.2 项目选址、周边环境及总平面布置单元评价小结

本单元对本项目选址（9 项）、周边环境及总平面布局（10 项）进行符合性检查，19 项均符合有关标准规范的要求。

## 5.4 光伏发电系统单元

### 5.4.1 光伏发电系统单元评价

本单元依据《光伏电站设计规范》、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》等国家标准，对光伏发电设备（太阳能组件和逆变器等）、光伏支架、箱式变压器及交直流电缆等进行检查。

表 5.4-1 光伏发电系统安全检查表

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
一	光伏组件			
1	地面光伏电站的光伏方阵布置应满足下列要求：1、固定式布置的光伏方阵、光伏组件安装方位角宜采用正南方向。2、光伏方阵各排、列的	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 7.2.2 条	本项目光伏组件安装方位角采用正南方向，固定 16° 倾角；光伏方阵阵列各排中心间距为 9.73m，保证每天	符合



序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
	布置间距应保证每天 9:00-15:00（当地真太阳时）时段内前、后、左、右互不遮挡。3、光伏方阵内光伏组件串的最低点距地面的距离不宜低于 300mm，并应考虑当地的最大积雪深度、洪水水位及植被高度。		9:00-15:00 时段内前、后、左、右互不遮挡。	
2	光伏支架宜采用钢材，材质的选用和支架设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB50017 的规定。	《光伏电站设计规范》GB50797-2012 第 6.8.2 条	本项目光伏支架采用钢支架，热浸镀锌防腐处理。	符合
3	光伏电站的接地除应符合本规范的有关规定的规定外，还应符合以下规定： 1、光伏方阵的防雷接地应与其他保护接地、系统接地以及汇流箱、逆变器、升压变等配电设施的接地系统共用同一接地装置，接地装置的接地电阻，应符合其中最小值得要求。 2、地面光伏方阵的金属支架应场地内的接地网可靠连接……。 3、带边框的光伏组件应将边框可靠接地……。	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169-2016 第 4.5.2 条	本项目光伏阵列共用一个接地网，接地电阻小于 4 欧。每块组件边框采用一根 BVR-1×4mm <sup>2</sup> 的接地导线互相连接再与支架可靠连接。	符合
二	<b>汇流箱</b>			
4	汇流箱应具有下列保护功能： 1、应设置防雷保护装置。 2、汇流箱的输入回路宜具有防逆流及过流保护；对于多级汇流光伏发电系统，如果前级已有防逆流保护，则后级可不作防逆流保护。 3、汇流箱的输出回路应具有隔离保护措施。 4、宜设置监测装置。	《光伏电站设计规范》GB50797-2012 第 6.3.12 条	本项目使用隆马科技 12 汇 1 汇流箱，装设防浪涌装置，装有防逆流二极管，并具有隔离保护措施。逆变器运行参数接入升压站监控系统。	符合
5	室外汇流箱应有防腐、防锈、防暴晒等措施，汇流箱箱体的防护等级不低于 IP54。	《光伏电站设计规范》GB50797-2012 第 6.3.13 条	本项目直流汇流箱箱体防护等级为 IP65。	符合
6	汇流箱应根据使用环境、绝缘水平、防护等级、额定电压、输入输出回路数、输入输出额定电流、使用温度、安装方式及工艺等技术参数进行选择。汇流箱输入回路应具有防反功能并设置防逆流措施。	《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T51368-2019 第 5.6.2 条	本项目采用隆玛科技汇流箱，箱体内部导线严格按照 IEC 规范，绝缘水平和防护等级符合相关标准，耐烟雾高达 500 小时，输入超配比可大 120%。	符合
三	<b>逆变器（含组串式逆变器和集中式逆变器）</b>			
7	光伏组串的最大功率工作电压变化范围应在逆变器的最大功率跟踪电压范围内。	《光伏系统并网技术要求》GBT 19939-2005 第 6.1.5 条	本项目逆变器使用特变电工 TS225/228/320KTL-HV 型逆变器，最大工作电压 1500V，大于组串开路电压（49.6*27）V。	符合

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
8	用于并网光伏发电系统的逆变器性能应符合接入公用电网相关技术要求的规定，并具有有功功率和无功功率连续可调功能。用于大、中型光伏电站的逆变器还应具有低电压穿越功能。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 6.3.5 条	查逆变器的性能测试报告，逆变器有功功率和无功功率通过监控装置在允许的功率范围内应连续可调。逆变器具备低电压(零电压)穿越能力和防孤岛运行的能力。	符合
9	光伏系统应有过/欠压保护，当电网接口处电压超出规定的电压范围时，光伏系统应停止向电网送电	《光伏系统并网技术要求》 GBT 19939-2005 第 6.1 条	查见逆变器运行规程，本项目逆变器有过/欠压保护。	符合
10	光伏系统对电网应设置短路保护，当电网短路时，逆变器的过电流应不大于额定电流的 150%，并在 0.1s 内将光伏系统与电网断开。	《光伏系统并网技术要求》 GBT 19939-2005 第 6.6 条	查见逆变器运行规程，本项目逆变器有过流保护。	符合
四	<b>箱式变压器</b>			
11	光伏方阵内就地升压变压器的选择应符合下列要求： 1、宜选用自冷式、低损耗电力变压器。2、变压器容量可按光伏方阵单元模块最大输出功率选取。3、可选用高压（低压）预装式箱式变电站或变压器、高低压电气设备等组成的装配式变电站。4、就地升压变压器可采用双绕组变压器或分裂变压器。5、就地升压变压器宜选用无励磁调压变压器。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 8.1.3 条	本项目采用山东泰开箱变有限公司生产的 S11-3150/35 型号箱式变压器，自冷，容量与逆变器配套。	符合
12	箱式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、结果合格。	1、《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB 50150-2016) 2、《电力设备预防性试验规程》(DL/T 596-2021)	查阅试验报告，该项目组合式变压器及避雷器委托河北劲能电力建设有限公司进行了试验，结论合格。	符合
13	电气装置的下列金属部分，均应接地或接零：箱式变电站或环网柜的金属箱体等。	《交流电气装置的接地设计规范》 (GB50065-2011) 第 3.2.1 条	每台箱变 2 点与光伏区地网连接。	符合
五	<b>连接电缆</b>			
14	集中敷设于沟道、槽盒中的电缆宜选用 C 类阻燃电缆。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 8.9.2 条	本项目交、直流电缆选用交联聚乙烯绝缘电缆。	符合
15	光伏组件之间及组件与汇流箱之间的电缆应有固定措施和防晒措施。	《光伏电站设计规范》 GB50797-2012 第 8.9.3 条	光伏组件之间及组件与汇流箱之间的电缆采用专用线卡固定，进出汇流箱的电缆集中穿管敷设。	符合
16	电缆敷设可采用直埋、电缆沟、	《光伏电站	光伏组件间电缆敷设采用桥	符合

序号	检查项目及内容	依据标准	检查结果	结论
	电缆桥架、电缆线槽等方式。动力电缆和控制电缆宜分开排列。	《设计规范》GB50797-2012 第 8.9.4 条	架，逆变器至箱变电缆采用直埋方式。	
<b>六</b>	<b>消防及接地</b>			
17	灭火器不应设置在潮湿或强腐蚀性的地点，当必须设置时，应有相应的保护措施。灭火器设置在室外时，亦应有相应的保护措施。	《建筑灭火器配置设计规范》GB50140-2005 第 5.1.4 条	灭火器未设置在潮湿或强腐蚀性的地点，且配有灭火器箱。	符合
18	应按有关规定定期对灭火器进行维护保养和维修检查。对灭火器应当建立档案资料，记明配置类型、数量、设置位置、检查维修单位(人员)、更换药剂的时间等有关情况	《机关、团体、企业、事业单位消防安全管理规定》中华人民共和国公安部令第 61 号第七、二十八、二十九条	现场查看，灭火器已定期进行检查，记录齐全。	符合
19	接地网的埋设深度和间距应符合设计要求。当无具体规定时，接地极顶面埋设深度不宜小于 0,8m……	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169-2016 第 4.2.1	现场查看 316-#02 逆变升压一体机下的水平接地体部分外露，埋深不够。	不符合

#### 5.4.2 光伏发电系统单元评价小结

本单元对光伏组件、汇流箱、逆变器、箱式变压器、交直流电缆及消防 6 部分等 19 项进行符合性检查，其中 18 项符合、1 项不符合。

### 5.5 35kV 集电线路单元

#### 5.5.1 35kV 集电线路单元评价

本单元依据《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》、《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》、《66kV 及以下架空电力线路设计规范》等国家标准，对 35kV 架空线路和直埋电力等进行检查。

一	直埋电缆			
1	直埋敷设时，电缆护层选择应符合下列规定： 1 电缆承受较大压力或有机械损伤危险时，应具有加强层或钢带铠装； 2 在流砂层、回填土地带等可能出现位移的土壤中，电缆应具有钢丝铠装； 5 地下水位较高的地区，应选用聚乙烯外护层； 6 35kV 以上高压交联聚乙烯绝	《电力工程电缆设计标准》GB 50217-2018 第 3.4.3 条	本项目 35kV 电缆采用宝胜科技 ZC-YJHLV22-26/35-3×240) 电缆 C 类阻燃、交联聚乙烯绝缘、钢带铠装、铝合金电力电缆。	符合

	缘电缆应具有防水结构。			
2	<p>电缆埋置深度应符合下列规定：</p> <p>1 电缆表面距地面的距离不应小于 0.7m，穿越农田或在车行道下敷设时不应小于 1m，在引入建筑物、与地下建筑物交叉及绕过地下建筑物处可浅埋，但应采取保护措施。</p>	《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》(GB 50168-2018)第 6.2.2 条	查根据设计要求，电缆埋深不小于 0.7m，穿越农田或在车行道下敷设时不应小于 1m。	符合
3	直埋电缆在直线段每隔 50m~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。	《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》(GB 50168-2018)第 6.2.7 条	现场检查已设置明显标志。	符合
4	<p>应在下列孔洞处采用防火封堵材料密实封堵：</p> <p>1 在电缆贯穿墙壁、楼板的孔洞处；2 在电缆进入盘、柜、箱、盒的孔洞处；3 在电缆进出电缆竖井的出入口处；4 在电缆桥架穿过墙壁、楼板的孔洞处；5 在电缆导管进入电缆桥架、电缆竖井、电缆沟和电缆隧道的端口处。</p>	《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》(GB 50168-2018)第 8.0.2 条	现场检查电缆穿越墙壁、进入盘柜处有封堵。	符合
5	<p>电力电缆金属护套或屏蔽层应按以下规定接地：</p> <p>1 3 芯电缆应在线路两端直接接地。线路有中间接头时，接头处也应直接接地。</p>	《交流电气装置的接地设计规范》(GB50065-2011)第 5.2.1 条	现场检查已接地。	符合
6	电缆敷设及电缆头制作符合规范要求；电缆交接试验项目齐全，结果合格。	《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB50150-2016)17 电力电缆线路	查阅试验报告，该项目 35kV 电力电缆委托河北劲能电力建设有限公司进行了试验，结论合格。	符合
二	<b>架空线路</b>			
7	架空线路不应跨越储存易燃易爆危险化学品仓库，与甲类生产厂房和仓库、易燃易爆材料堆场及可燃易燃易爆液（气）体储罐的防火间距应满足相关规定。	《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB50061-2010 第 3.0.1 条	本项目 35kV 架空线路不跨越储存易燃易爆危险化学品仓库，附件也没有易燃易爆物品堆场或储罐。	符合
8	架空电力线路环境污秽等级应符合本规范附录 B 的规定。污区等级可根据审定的污秽分区图并结合运行经验、污湿特征，外绝缘表面污秽物的性质，及其等值附盐密度等因素综合确定。	《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB50061-2010 第 6.0.1 条	本项目按 d 级污秽区设计，选用 U70BP/146 (最小公称爬电距离 450mm) 型普通瓷缘子，悬垂串 4 片、耐张串 5 片，满足设计要求。	符合

9	导线与地线在档距中央的距离，在+15℃气温、无风无冰条件时，应符合下式要求： $S \geq 0.012L+1$ 式中：S——导线与地线在档距中央的距离(m)；L——档距(m)。	《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB50061-2010 第 5.2.2 条	导线与地线间的距离满足设计要求。	符合
10	架空电力线路可采用下列过电压保护方式： 2. 35kV 架空线路：进出线段宜架设地线，加挂地线长度宜为 1.0-1.5km。	《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB50061-2010 第 6.0.14 条	本项目 35kV 集电线路架空段全线架设地线（OPGW）。	符合
11	钢结构构件宜采用热镀锌防腐。	《66kV 及以下架空电力线路设计规范》GB50061-2010 第 10.2.1 条	线路铁塔采用热镀锌防腐。	符合
12	线路的杆塔上必须有线路名称、杆塔编号，相位以及必要的安全、保护等标志，同塔双回、多回线路应有醒目的标识。	《架空输电线路运行规程》（DL/T741-2010）第 4.11 条	线路杆塔上有杆号牌、相序牌。	符合
13	涉鸟故障多发季节，应检查鸟类筑巢、大型鸟类活动、鸟啄绝缘子及绝缘子受鸟粪污染等情况，及时拆除 I 串绝缘子挂点正上方的鸟巢，清扫或更换受鸟粪污染的绝缘子。	《架空输电线路运行规程》DL/T741-2019 第 9.6.4 条	检查检查，35kV 集电 V02 号塔（耐张）上横担跳线上方有一鸟巢。	不符合

### 5.5.2 光伏发电系统单元评价小结

本单元对 35kV 架空线路和电缆线路 2 部分的设计、施工、安装、试验等 13 项进行符合性检查，其中 12 项符合、1 项不符合。

## 5.6 作业安全和作业环境单元

### 5.6.1 作业安全和作业环境评价

标识表 5.6-1 作业安全和作业环境单元安全检查表

序号	检查项目和内容	标准依据	检查记录	结论
1	屋外变电站实体围墙不应低于 2.2m。城区变电站、企业变电站围墙形式应与周围环境相协调。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 2.0.5 条	光伏电站升压站一期已经建成并投运。	——
2	平台、走道、吊装孔等有坠落危险处应设栏杆或盖板，需登高检查、维修或更换光伏组件处应设操作平台或扶梯。	《光伏发电站设计规范》（GB50797-2012）第 13.0.6 条	本项目箱变平台、走道设有栏杆或盖板。	符合

序号	检查项目和内容	标准依据	检查记录	结论
3	在同一梯段内，踏步高与踏步宽的组合应保持一致。踏步高与踏步宽的组合应符合要求。	《固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯》GB 4053.2-2009 第 4.2.2 条	踏步高与踏步宽的组合符合要求。	符合
4	光伏电站各类建筑应有良好的自然通风。当自然通风达不到室内空气参数要求时，可采用自然和机械联合通风、机械通风、局部空气条件等方式。	《光伏电站设计规范》（GB50797-2012）第 11.2.7 条	综合楼、电气楼有良好的自然通风，35kV 开关室设有轴流风机。	符合
5	安全疏散处应设置照明和明显的疏散指示标志。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 7.0.2 条	35kV 开关室、继保室等应急照明和安全疏散标志符合要求。	符合
6	监视屏面应避免明显的反射眩光和直接阳光。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 3.8.4 条	集控室监视屏面布置合理，已避免明显的反射眩光和直接阳光。	符合
7	铅酸蓄电池室内的照明，应采用防爆型照明器，不应在蓄电池室内装设非防爆电器。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 3.8.5 条	本项目蓄电池布置在继保室。	——
8	六氟化硫开关室应采用机械通风，室内空气不应再循环。六氟化硫电气设备室的正常通风量不应少于 2 次/h，事故时通风量不应少于 4 次/h。	《35kV~110kV 变电站设计规范》（GB50059-2011）第 4.5.6 条	35kV 开关室在墙面约 40cm 处设有机械排风扇。	符合
9	设备室应安装六氟化硫气体泄漏监控报警装置，应定期检测空气中六氟化硫浓度和氧含量，采样口宜安装离地 20-50cm。当空气中六氟化硫气体浓度超过 1000 $\mu$ L/L 或氧含量低于 18%时，仪器应发出报警信号，并进行通风、换气。	《六氟化硫电气设备中气体管理和检测导则》（GB/T8905-2012）第 5.3.3	35kV 开关室装设了六氟化硫气体泄漏监控报警装置，探测点设置 SVG（六氟化硫开关）开关柜内，报警装置设置开关室门口。	符合
10	必须编制吊装作业施工组织设计，并应充分考虑施工现场的环境、道路、架空电力等情况。作业前应进行技术交底；作业中，未经技术负责人批准，不得随意更改。	《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》（JGJ276-2012）3 起重吊装的一般规定第 3.0.1	验收评价阶段暂无起重作业的情况。	——
11	动火作业作业应落实动火安全组织措施，动火安全组织措施应包括动火工作票、工作许可、监护、间断和终结措施。	《电力设备典型消防规程》（DL5027-2015）5.3.1	该项目实施了动火工作票制度。	符合
12	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	《工业企业设计卫生标准》第 5.2.3.2 条	本项目噪声较大的设备均布置在室外，与运维人员距离较	符合

序号	检查项目和内容	标准依据	检查记录	结论
	远距离控制的，可设置隔声操作（控制）室。		远，影响较小。	
13	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（2014年修正本）》第四十五条	已发放合格的劳动防护用品。	符合
14	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	现场检查，电气绝缘工具和登高安全工具放置在集控室专用柜内。已检验并在有效期内。	符合

### 5.6.2 作业安全和作业环境单元评价小结

本单元对作业环境进行了 14 项内容检查，其中不查评项 2 项（本项目不存在或暂未开展），其他 12 项中，12 项均符合。

## 5.6 安全管理单元

### 5.6.1 安全管理单元评价

依据《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国消防法》、《企业安全生产标准化基本规范》、《防止电力生产事故的二十五项重点要求》、《生产安全事故应急预案管理办法》等法律、标准等，对安全生产管理进行检查。

表 5.12-1 安全管理单元安全检查表

序号	检查项目和内容	依据标准	检查情况	结论
<b>一、机构及职责</b>				
1	<p>的安全生产管理人矿山、金属冶炼、建筑 施工、道路运输单位和危险物品的生产、经营、储存单位，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。</p> <p>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员。</p>	《安全生产法》（2021年修正本）第二十四条	该公司未超过 100 人，配备了兼职的安全生产管理人员。	符合

序号	检查项目和内容	依据标准	检查情况	结论
2	生产经营单位的主要负责人对本单位的安全生产工作全面负责。	《安全生产法》（国家主席令【2021】第 88 号）第五条	查阅《安全生产责任制》，明确了总经理的安全职责，内容符合要求。	符合
3	生产经营单位的主要负责人对本单位安全生产工作负有以下职责： (一) —— (七)	《安全生产法》（国家主席令【2021】第 88 号）第二十一条	查阅《安全生产责任制》，明确了总经理的安全职责，内容符合要求。	符合
4	生产经营单位的全员安全生产责任制应当明确各岗位的责任人员、责任范围和考核标准等内容。生产经营单位应当建立相应的机制，加强对全员安全生产责任制落实情况的监督考核，保证全员安全生产责任制的落实。	《安全生产法【2021】第 88 号》第二十二条	查阅《安全生产责任制》，明确了各岗位、人员的安全职责，内容符合要求。 查阅光伏电站处罚通报，对违反劳动纪律等行为进行了处罚。	符合
<b>二、安全培训、教育</b>				
5	生产经营单位主要负责人和安全生产管理人员应当接受安全培训，具备与所从事的生产经营活动相适应的安全生产知识和管理能力。	《生产经营单位安全培训规定》（国家安监总局令【2015】第 80 号令修订）第六条	公司主要负责人赵宏伟取得主要负责人资格证，副总经理裴淼、安环部主任周杨、光伏电站站长熊健均取得安全管理人员证。	符合
6	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。	《安全生产法》（国家主席令【2021】第 88 号）第二十八条	余干县国能新能源有限公司下发了红头文件《关于印发江西分公司 2023 年安全培训计划和应急演练三年整体规划方案的通知》（余干国能安字（2023）001 号），并组织光伏电站员工开展了安全教育培训。培训内容包括两票培训、车辆驾驶员培训、安全生产责任制培训等。 新入职员工均进行了三级安全教育，建立了三级安全教育档案。光伏电站组织场站人员进行安规考试并公布考试成绩，要求不及格人员重新参加考试。	符合



序号	检查项目和内容	依据标准	检查情况	结论
7	生产经营单位的特种作业人员必须按照国家有关规定经过专门的安全作业培训，取得相应资格，方可上岗作业。	《安全生产法》（国家主席令【2021】第88号）第三十条	光伏电站人员按照要求取得了特种作业人员证，高压电工证包括：董志城、傅小松、毛小威、王林冲、彭金彪、熊健、吴磊环、杨善浩、周桂林。登高作业证包括：傅小松、毛小威、王林冲、彭金彪、熊健、吴磊环、杨善浩、周桂林。	符合
8	生产经营单位应当教育和督促从业人员严格执行本单位的安全生产规章制度和安全操作规程；并向从业人员如实告知作业场所和工作岗位存在的危险因素、防范措施以及事故应急措施。	《安全生产法》（国家主席令【2021】第88号）第四十四条	查阅已对从业人员进行安全教育，并进行了危险因素、防范措施的告知，如：编号为 DQEZ-GN-SL-202302004,对 A01、A02 光伏区通讯柜通讯板更换危险因素控制措施票，监护人、工作班成员均签字确认。 三联光伏电站建立了危险源辨识数据库。光伏场站 2023 年安全培训计划内容包含危险源表示数据库学习和重点反事故措施的培训内容。	符合
<b>三、制度与管理</b>				
9	第四条 生产经营单位必须遵守本法和其他有关安全生产的法律、法规……，构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制…… 第四十一条 生产经营单位应当建立安全风险分级管控制度，按照安全风险分级采取相应的管控措施。生产经营单位应当建立健全并落实生产安全事故隐患排查治理制度，采取技术、管理措施，及时发现并消除事故隐患……	《安全生产法（2021年修正本）》第四条、第四十一条	国华（江西）新能源有限责任公司制定了安全生产事故隐患排查和治理管理办法，三联光伏电站执行国华（江西）新能源有限责任公司管理制度。	符合
10	机关、团体、企业、事业等单位应当履行下列消防安全职责： （一）落实消防安全责任制，制定本单位的消防安全制度、消防安全操作规程，制定灭火和应急疏散预案；	《消防法》（2021年第三次修订）第十六条	国华（江西）新能源有限责任公司制定了消防安全管理办法，三联光伏电站执行国华（江西）新	符合

序号	检查项目和内容	依据标准	检查情况	结论
			能源符合有限责任公司管理制度。	
11	(十) 加强生产作业安全管控。电力企业要严格执行工作票、操作票制度, 制定明确、具体的安全措施。要严格落实现场作业交接班制度、设备巡回检查制度和设备定期试验及轮换制度。	《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) 四、加强作业现场安全管控	国华(江西)新能源有限责任公司制定了交接班管理办法、设备定期试验轮换管理制度、设备巡回检查管理制度、操作票管理制度、工作片管理制度等。	符合
12	企业应将适用的安全生产和职业卫生法律法规、标准规范的相关要求转化为本单位的规章制度、操作规程, 并及时传达给相关从业人员, 确保相关要求落实到位。	《企业安全生产标准化基本规范》(GB/T33000-2016) 5.2 制度化化管理	光伏电站运行规程、检修规程不完善, 2024 年修订后未经审批下发。	不符合
13	生产经营单位应当定期组织安全生产管理人员、工程技术人员和其他相关人员排查本单位的事故隐患。对排查出的事故隐患, 应当按照事故隐患的等级进行登记, 建立事故隐患信息档案, 并按照职责分工实施监控治理。	《安全生产事故隐患排查治理暂行规定》第十条	光伏电站定期开展检查工作, 检查发现的问题下发不符合项整改通知单, 按照五定原则落实整改。光伏电站建立了安全隐患排查和整改台账。	符合
<b>四、“两票三制”</b>				
14	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) 第 3.2.1 条	抽查电气工作票和操作票, 未发现不合格票。	符合
15	各单位应每年对工作负责人、工作许可人、工作票签发人进行安全规程、运行和检修规程的培训和考试, 考试合格的, 经厂(公司)领导批准, 予以公布。	《电力安全工作规程(热力和机械部分)》(GB26164.1-2010) 第 4.2.3 条	2023 年 1 月, 光伏场站组织场站人员开展两票实施培训, 2023 年 1 月 3 日组织运维人员进行“三种人”认定考试, 下发了红头文件《关于公示 2023 年电场第一批“三种人”资格认定结果的通知》(余干国能安字〔2023〕003 号)。	符合
<b>五、防误管理</b>				
16	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	1. 《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》(DL/T 687-2010) 2. 所在电网反事故技术措施	现场核查, 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。	符合
17	户外 35kV 及以上高压开关柜、间隔式配电装置有网门时,	1. 《微机型防止电气误操作装置通用	升压站安装了一套微机“五防”系统, 运行正常。	符合

序号	检查项目和内容	依据标准	检查情况	结论
	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	技术条件》(DL/T 687-2010) 2.《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》16.1 3.所在电网反事故技术措施		
18	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	1.《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》(DL/T 687-2010) 2.所在电网反事故技术措施	微机五防装置电源为UPS电源，与保护及控制回路电源分开。	符合
19	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	1.《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》(DL/T 687-2010)； 2.所在电网反事故技术措施	执行《国华（江西）新能源有限公司电气防误操作管理办法》，其中有强制解锁钥匙试验的规定。 现场检查解锁钥匙由站长封存，使用需审批登记。	符合
20	高压电器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	1.《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》(DL/T 687-2010)； 2.所在电网反事故技术措施	现场检查316-#02逆变升压一体机标识牌不见。	不符合
<b>六、应急管理</b>				
21	生产经营单位应当制定本单位生产安全事故应急救援预案，并定期组织演练。	《安全生产法》（国家主席令【2021】第88号）第八十一条	光伏电站编制了本单位突发事件应急预案，并定期组织演练。	符合
22	生产经营单位的应急预案体系主要由综合应急预案、专项应急预案和现场处置方案组成。	《生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则》GB/T29639-2020第5章	本单位应急预案包括：1个综合应急预案、19个专项应急预案、25个现场处置方案和29个现场处置卡。	符合
23	生产经营单位的应急预案经评审或者论证后，由本单位主要负责人签署，向本单位从业人员公布，并及时发放到本单位有关部门、岗位和相关应急救援队伍。	《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部2号令）第二十四条	本单位应急预案经评审正式发布，并在国家能源局华中监管局备案。	符合
24	生产经营单位应当制定本单位的应急预案演练计划，根据本单位的事故风险特点，每年至少组织一次综合应急预案演练或者专项应急预案演练，每半年至少组织一次现场处置方案演练。	《生产安全事故应急预案管理办法》（应急管理部2号令）第三十三条	公司印发了三年演练规划和2024年演练计划，2024年开展了人身触电事故、网络信息安全事故应急演练，有演练方案、有演练过程描述、有存在的	符合

序号	检查项目和内容	依据标准	检查情况	结论
			问题及改进措施，有现场照片及签到记录。	
25	生产经营单位应当按照应急预案的规定,落实应急指挥体系、应急救援队伍、应急物资及装备,建立应急物资、装备配备及其使用档案,并对应急物资、装备进行定期检测和维护,使其处于适用状态。	《生产安全事故应急预案管理办法》(应急管理部 2 号令)第三十八条	光伏电站制定了防汛物资清单及消防物资清单,建立了应急物资检查记录,每月定期检查物资的完好性。	符合
<b>七、安全投入</b>				
26	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的后果承担责任。	《中华人民共和国安全生产法》第二十三条	国华投资江西分公司安全生产部下发了红头文件《关于印发江西分公司 2024 年两措工作计划的通知》,按错费用包括防汛物资、安全工器具更换、应急、急救等费用。	符合
27	企业应建立安全生产投入保障制度,按照有关规定提取和使用安全生产费用,并建立使用台账。企业应按照有关规定,为从业人员缴纳相关保险费用。企业宜投保安全生产责任保险。	《企业安全生产标准化基本规范》(GB/T33000-2016)第 5.1.4 条	建立了安全生产投入管理制度;建立了安全费用台账。	符合

### 5.6.2 安全管理单元评价小结

通过安全生产管理机构和职责、安全教育培训、制度及管理、“两票三制”、防误管理、应急管理和安全投入等 7 个方面共 27 项内容进行了检查, 25 项符合, 2 项不符合。

## 6. 现场检查存在问题、整改情况、安全对策措施建议

### 6.1 存在问题及建议整改措施

本次验收评价组织了电力行业专家组对项目工程进行了现场检查，对余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目建设和运行情况进行了安全大检查，并提出了整改措施及建议。详见汇总表 6-1。

表 6-1 发现问题及整改建议情况汇总表

序号	检查项目和内容	标准依据	不符合项内容	整改建议
一	法律法规符合性单元			
1	项目应经当地住建部门消防验收或备案。	《中华人民共和国消防法》第十三条；《建设工程消防设计审查验收管理暂行规定》	未见提供消防验收或备案的相关文件。	尽快取得建设工程消防验收备案凭证。
二	光伏发电系统单元评价			
2	接地网的埋设深度和间距应符合设计要求。当无具体规定时，接地极顶面埋设深度不宜小于 0, 8m……	《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169-2016 第 4.2.1	现场查看，316-#02 逆变升压一体机下的水平接地体部分外露，埋深不够。	查阅设计资料，核实水平接地体埋设深度是否符合要求。
三	集电线路单元			
3	涉鸟故障多发季节，应检查鸟类筑巢、大型鸟类活动、鸟啄绝缘子及绝缘子受鸟粪污染等情况，及时拆除 I 串绝缘子挂点正上方的鸟巢，清扫或更换受鸟粪污染的绝缘子。	《架空输电线路运行规程》DL/T741-2019 第 9.6.4 条	现场检查，35kV 集电 V02 号塔（耐张）上横担跳线上方有一鸟巢。	对鸟巢进行清理。
四	安全管理单元			
4	高压电器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	1. 《微机型防止电气误操作装置通用技术条件》(DL/T 687-2010)； 2. 所在电网反事故技术措施	现场检查 316-#02 逆变升压一体机标识牌不见。	检查现场标志牌，补充完善现场缺失标识牌。

5	企业应将适用的安全生产和职业卫生法律法规、标准规范的相关要求转化为本单位的规章制度、操作规程，并及时传达给相关从业人员，确保相关要求落实到位。	《企业安全生产标准化基本规范》（GB/T33000-2016）5.2 制度化管理	光伏电站运行规程、检修规程不完善，2024 年修订后未经审批下发。	应尽快修订，并按规定审批、发布。
---	---	--	-----------------------------------	------------------

## 6.2 整改落实情况

依照预定的评价计划和评价程序，在 2024 年 2 月 26 日项目组完成了本次验收评价现场检查和问题汇总工作，并将检查出的主要问题和建议整改措施及时反馈给受检单位，开始启动验收评价整改阶段的工作。

余干县国能新能源有限公司对评价反馈意见非常重视，组织相关部门进行了认真核实和确认，对检查出的 5 个问题进行了认真的整改，其中 3 个问题已整改到位，2 个问题限于条件已做具体安排。具体整改情况见报告附件，整改复查表双方签字盖章并作为附件。

## 6.3 有关安全对策措施建议

(1) 加强对尚未整改问题的跟踪检查，应尽快办理本项目消防验收或备案工作，尽快取得发电业务许可证。

(2) 在对本报告提出的问题认真整改的基础上，举一反三，排查设备设施和安全方面的同类性质的问题，提高本质安全水平。

(3) 按照电力企业安全生产标准化规范，全面开展安全生产标准化建设，通过 PDCA，实现持续改进。

## 7. 评价结论

根据国家相关法律、法规、部门规章及规范性文件、国家及行业相关标准和规范的要求，按照《安全评价通则》、《安全验收评价导则》规定的评价程序和内容，通过对余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目安全生产现状、安全管理体系建设和安全生产条件实际情况的现场考察，完成了本期工程的安全验收评价。本期工程的安全验收评价结论如下：

### 7.1 工程运行中的主要危险、有害因素

1) 本项目在人身方面存在触电、火灾爆炸、淹溺、坍塌、中毒和窒息、车辆伤害、高处坠落、起重伤害等危险因素；存在高低温、噪声、工频电场等有害因素；生产运行方面逆变器故障、设备及电缆火灾、孤岛效应、脱网事故等造成设备损坏及影响电网和人身安全等危险因素，应采取切实有效的防护措施，减弱和消除。

2) 依据《危险化学品重大危险源辨识》，经辨识本项目不存在重大危险源。

### 7.2 应重视的安全对策措施

1) 应重视运行期间安全管理。尽快完善本项目运行规程和检修规程，经审批后正式发布；针对本项目特点，完善突发事件现场处置方案，并加强培训和演练；严格执行“两票”制度，对相关方人员进行本站范围工作进行资格认定。

2) 应加强应急管理。本项目只有少量运维人员负责日常操控、巡视、故障处置和缺陷处理工作，一旦发生突发事件，上级单位很难在短时间内给予人员、物资和技术支援，因此应在风险辨识的基础上编制现场处置方案，加强培训和演练，提高突发事件的应急处置能力。

3) 应重视消防安全管理。本项目距县城 20km，发生火情时消防车很难短时间到达现场，自救是扑灭火灾的最现实的手段。应加强消防设施、器材的检查和维护，保持消防供水系统、消防供电系统、火灾报警系统以及灭火器材完好，同时强化对员工的消防培训，熟练使用消防设施和消防器材，做到“三懂、三会、四个能力”。

4) 应加强扩建期间安全监督管理。本电站三期项目已开工建设，升压站内存在 35kV 集电线路电缆展放、试验和接入，监控系统调试等工作；光伏场区存在与一期项目相邻区域的设备运输和吊装，电缆敷设等工作，存在大量的交叉作业，既可能造成人员伤亡，也威胁运行设备，应加强人员交底、工作许可和现场监督。

### 7.3 符合性评价的综合结果

1) 项目建设较规范,从安全预评价、勘察设计、安装施工、建立调试均符合相应的规程规范标准,其设计单位、土建施工单位、安装单位、监理单位等均有资质证书。

2) 本项目目前主、辅系统各设备运行正常,运行参数达到设计要求,总体安全状况良好,安全设施能投入正常使用,基本达到了安全设施“三同时”要求。

3) 安全生产管理制度、安全工作规程、突发事件应急预案(现场处置方案)基本齐全,安全生产管理体系基本运转正常。

### 7.4 评价结论

综上所述,江西伟灿工程技术咨询有限公司评价组认为:

余干县国能新能源有限公司余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目选择了成熟、可靠的生产工艺及设备,具有较高的安全生产可靠性。项目建设较好的贯彻了“安全第一、预防为主、综合治理”的方针,遵循了安全设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的原则,安全设施能正常运行。在生产管理上有效的落实了已经建立的各项规章制度和安全对策措施,对存在的问题进行了整改或作出了整改承诺。

结论:余干县国能新能源有限公司余干县梅港 20MWP 地面林光互补光伏电站项目,安全设施符合“三同时”要求,试运行情况良好,安全生产管理有效,具备安全设施竣工验收的条件。