

云绿能(昌宁)新能源开发有限公司石头寨光伏发电项目

安全预评价报告评审意见

根据国家安全生产监督管理总局《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》的有关规定,建设管理单位组织专家组对《云绿能(昌宁)新能源开发有限公司石头寨光伏发电项目安全预评价报告》(下称《报告》)进行评审。在认真审阅充分讨论的基础上,形成以下专家组意见:

一、《报告》引用的法律法规、规章、标准准确,评价单元划分合理,评价方法选择适当,对项目存在的主要危险有害因素辨识、分析较全面;提出的安全对策措施和建议对项目安全设施设计有较好的指导作用,评价结论客观;满足《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》等相关法律法规及规范性文件、标准的要求。

二、建议《报告》进行以下修改完善:

1. 《1.2 评价范围》,石头寨光伏发电项目分为两期开发,本工程为一期工程,请补充说明工程的整体规划,一期工程与后续工程的界面,进一步明确《报告》的评价范围;是否需要考虑减少后续工程施工安装调试与运行设备影响的措施等;复核储能系统是自建还是租赁方式,如果是租赁方式,修改完善报告涉及储能内容,明确租赁安全管理要求。。

2. 《1.3 评价依据》,对《报告》综合分析依据的适用性、时效性进行全面核查,梳理完善过期及重复依据;补充国家能源局《电力二次系统安全管理若干规定》(电监安全〔2011〕19号)、云南省安委会《关于建立完善安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制的指导意见》(云安〔2021〕3号)、南方电网《电力安全工作规程第1部分:发电厂和变电站》(Q/CSG1205056.1-2022)、南方电网《电力监控系统安全防护技术规范(2015版)》(Q/CSG 1204009-2015)、《云南电网新能源场站接入系统技术原则(2023版)》;补充完善项目可研正式(盖章)版及项目其他有效性资料。

3. 《1.3.2 部门规章规范性文件》中的“有限空间作业安全指导手册（应急厅函[2020]299号）”，复核是否为部门规章规范性文件。
4. 《2.3.2 气象条件》，进一步说明本工程参证站施甸气象站的海拔高程，升压站附近导线设计冰厚 5mm 的依据；《2.3.3 工程地质》中“拟建升压站地貌类型属高原型低中山地貌，海拔高程在 2547~2559m 之间，”复核拟建升压站海拔高程；如果升压站与参证气象站海拔高差较大，建议慎重采用参证站气象参数，充分考虑拟建项目所在地的海拔高程、高差，昼夜温差大、干湿季分明、湿热、雷暴、降雨量较大、立体气候明显等具体气象条件，进一步收集、复核项目所在地气象参数，综合考虑光伏场区海拔高程的差异，在设备基础、地灾防治、道路交通等方面应开展针对性设计；优化光伏发电场布置、设备参数；观察已投运类似项目，污秽、实际发生的过电压情况均比预想的严重；在设备选型、防护等级、耐候性等方面按实际情况，充分考虑海拔、温差、潮湿、雷暴、降雨量等不利条件的影响，相关设备选型应具有耐候性要求。在设计、设备采购、招标技术文件中明确提出要求、防范措施，如逆变器、组件接头、汇流箱、保护电器等设备的采购要有防尘、防水、防潮、防过电压等具体要求。运行中采取污秽监测、可靠的加热除湿等措施，确实防止不利气象条件、污秽等造成的次生危害。
5. 《3.2.3 建（构）筑物危险有害因素辨识》，补充光伏支架、箱变、电缆沟井、电缆分支箱及场内道路等基础危险、有害因素分析及安全对策措施建议。
6. 《3.3 光伏发电工艺设备危险有害因素辨识》，建议按照光伏发电工艺流程，完善光伏组件、逆变器、交（直）流电缆、箱式变压器、集电线路，升压站电气一次 35kV 高压配电装置、无功补偿装置、站用接地变、主变压器及 110kV 六氟化硫封闭式组合电器（GIS）设备及电气二次系统（计算机监控（控制与保护）系统、继电保护及

安全自动装置、通信及网络安全、直流（含蓄电池）及 UPS 系统等）危险有害因素分析与辨识。

7. 《3.3.2 逆变器、变压器》，为组串式逆变器和箱式变压器的分析，两种不同功能的主设备，一种式电磁能量转换，一种直流交流电力电子变换设备，建议独立进行相关危险有害因素分析；动态无功补偿装置（SVG）应在并网性能及高低电压穿越能力、电能质量等方面进行危险有害因素分析。

8. 《3.6 生产维护过程危险有害因素辨识》《3.9 施工过程危险有害因素辨识》，根据光伏特性，加强施工及运行期光伏组件安装、维护时触电危险有害因素分析，特别是光伏组件雨季安装及运行中光伏组件清洗过程中存在较大触电风险；光伏组件受日光照射即可形成开路电压，因此光伏组件在运输、安装、检查、维护、清洁等过程中，若未采取有效遮光措施，作业人员同时接触光伏组件正负两极会造成触电事故；接触单极未使用绝缘手套、绝缘鞋等，也会造成触电事故。结合近期发生光伏电站施工人身伤亡事故，完善触电危险、有害因素辨识分析及防范措施。

9. 《3.11 主要危险有害因素辨识小结》，表 3.11-1 主要危险有害因素分布中的施工过程补充有限空间作业；表 3.11-2 主要危险有害因素存在场所补充高处坠落、有限空间作业；并在相关章节完善对应的安全措施建议。

10. 《5.3.2.5 高压配电装置子单元》，补充 GIS，SVG 柜 SF6 断路器等相关内容。

11. 《5.6 生产维护过程单元》补充完善光伏板维修和人工清洗中防止物体打击的措施；对于建立健全运行期网络安全相关责任及管理制度，提出要求。

12. 《5.9 施工过程单元》，复核有无开挖爆破，如果有，补充相应的危险有害因素辨识，补充有限空间作业；并在相关章节完善对应的安全措施建议；建议把表 5.9-1 施工过程单元预先危险性分析表中的火灾、起重伤害、车辆伤害危险等级定为Ⅲ级，形

成原因中补充动火作业的管理因素。

13.《9.1.1 危险有害物质辨识》，“本项目涉及的危险有害物质主要为施工过程中使用的氧气、乙炔、柴油、油漆；运行过程中 GIS 设备内的六氟化硫（SF₆）；”不准确，施工安装 GIS、35kv 六氟化硫断路器过程中也要接触六氟化硫（SF₆）气体；运行设备检修维护过程也要使用的氧气、乙炔、柴油、油漆。

14.《9.1.2 危险有害因素辨识》，表 9.1-1 各单元危险有害因素分布中的生产维护过程补充有限空间作业；施工过程补充有限空间作业、安全管理因素等；表 9.1-2 主要危险有害因素存在场所补充高处坠落、有限空间作业等。

15.《7 事故应急救援预案编制原则及框架要求》，要求建设期、运行期分别在风险评估、应急资源调查的基础上规范编制应急预案；对专项应急预案进行分类，包括自然灾害类、事故灾难类、公共卫生事件类、社会安全事件类四种类别。

16.《8 安全专项投资估算》，除包括劳动安全与公共卫生估算外，还应补充使建设项目具备安全生产条件和设施的各项费用估算。强调严格执行国家安全设施“三同时”的相关要求，进一步明确安全设施投入的范围、项目，补充完善安全专项投资估算项目列表，以及费用估算，充分考虑安全投入需求，切实反映项目建设、运营对安全设施的需求。

17. 请从可靠性与经济性两方面补充说明项目容配比选择，避免资源浪费；从可靠性、运行与检修维护、保护配置等方面考虑，建议计划中的 13（14）个组串式逆变方阵间适当划分片区，按户内开关站形式设计主要电能汇集节点，便于隔离、开断，避免局部故障导致本子方阵全部强迫停运，杜绝误操作。

18. 建议按项目集电电路情况，估算 35kV 侧接地电流，以明确接地变等设备选型、保护配置、后期保护整定等。

19. 集电线路采用大量电缆线路，对于合空载线路（带大量箱变）可能产生的电磁谐振所致的过电压危害,以及 SVG 调节过程可能带来的过电压过程,建议采取设计措施，可进行仿真计算，避开可能的电磁谐振条件，并在投产阶段进行实测过电压水平，对 35kV 侧各设备的过电压防护应充分考虑，防止其它设备设防偏低造成木桶效应；在投产试运阶段，建议检查在重载集电线路故障跳闸情况下 SVG 调节及动作情况，复核 SVG 是否会超调或 SVG 是否会异常退出。

20. 建议设计参考《电力工程电缆设计技术规范》(GB 50217—2007) 要求及其它电站发生的事故，交流单相电缆金属护套上正常运行时的最大感应电压必须满足要求，且避免施工工艺问题导致的交流单相电缆金属护套多端接地，零序电流采样必须确实采集剩余电流；严格防止单芯电多端接地。

21. 针对新能源厂站防雷接地失效引发火灾、设备损坏等问题，应充分重视雷电防范措施，应加强光伏区接地网、光伏组件、汇流箱、逆变器及支架等接地危险因素分析，完善安全对策措施。

22. 现“箱式变压器”，已按箱式变电站整套集成，自身也包括了就地的保护、测控、通讯、安全防护等功能，建议本报告：按小型变电站定位进行分系统分析，增加就地各系统、自用电系统相关分析及对策；对箱式变压器慎重选型，建议选择经实际运行检验的成熟型号、产商；重视箱式变电站的整体绝缘配合与过电压防护设计，对变压器低压侧 SPD 加保护能量、脉宽承受能力、防止雷电波沿电缆金属护套入侵的措施提出要求。相关要求可在招标技术文件中具体体现，以期消除、减弱相关危险有害因素。

23.《主要生产工艺及装置危险、有害因素》分析补充光伏组件组串在安装、维护过程中可能产生的开路电压、清洗作业相关危险有害因素分析及对策措施；补充雷击导

致逆变单元损坏相关对策措施；对复合项目相关的场区范围内其它生产性、经营性活动与光伏发电的相互影响、风险管控，其它入场人员的安全责任划分等方面提出对策措施建议。

24. 升压站接地电阻（阻抗）的设计，应考虑选址地土壤电阻、地下水位等建设条件，按《交流电气装置的接地设计规范》（GB/T 50065-2011）要求，在施工图设计阶段采取必要设计综合技术措施，防止外电位引入导致的反击穿事故。

25. 建议考虑主要汇流箱电缆回路、逆变器等的温感、烟感报警等措施，相关信息接入消防报警系统，各预制舱相关消防报警信息接入火灾自动报警及消防控制系统。

26. 建议充分重视升压站站用电系统的可靠性。在设计阶段考虑站用电应急段，配置不依赖市电的、容量足够的应急供电电源；各电源保障点的供电，应由市电电源（两端切换后供电）、应急电源按 TN-C-S 制式分别供电、末端切换，保证监控、通讯、保护、消防、事故照明等的供电可靠性。

27. 拟建光伏区较为集中，高程在 1900m ~ 2200m 之间，升压站海拔高程在 2547 ~ 2559m 之间（待复核）；地形坡度 10 ~ 25° 之间，局部地形最大坡度可达 35°；茶园地，植被覆盖率一般，主要为低矮灌木和荒草；地震基本烈度为Ⅷ度。

1) 下阶段设计，建议进一步优化布置，合理避让居民点、耕地、人行便道；根据建设条件，做好运输通道、出线走廊、防洪截排水设施等的统筹规划，合理布置，建议场内交通路径及附属设施宜偏保守设计；施工组织设计充分考虑运输、搬运、设备就位等作业相关风险分析及编制专项施工方案等安全对策措施；运行期维护作业等应充分辨识交通运输、场地、作业条件等风险，制定针对性措施。

2) 建设各阶段应按照项目安全等级、防洪标准、抗震设防类别落实预防暴雨、地质灾害的要求；施工阶段采取详勘、验槽等具体措施，阵列、发电单元应按实际地质条件优化布置，防止基础塌陷、冲沟破坏、局部塌方等局部地质灾害；对施工涉及的冲

沟、边坡等进一步辨识、分析危险有害因素；对项目开挖、回填、扩充后形成的边坡、回填区域，本体及构架基础、道路沿线路基、涵洞、排水泄洪设施，应严格按设计及水保要求施工、严格隐蔽工程验收，按要求逐点专业评估，确保满足相关规范要求。

3) 施工及运行期应加强安全管理以避免发生地震对人员及设备造成伤害、损失；抗震设防应不只考虑建构物、光伏支架，对主变、GIS、箱变、动态无功补偿装置、二次设备（屏柜、电池组）、各舱室及内部组件等应提出设防要求，相关抗震设防要求应在下阶段设计采取具体措施在设备层面具体落实，并以招标技术文件反映，施工阶段严格执行设计技术措施及具体施工工艺。

4) 加强场内交通、施工安全及运行维护管理等方面危险有害因素分析；加强当地居民电力安全设施保护、电力安全生产及防触电宣传。

5) 在隐患治理、防护措施，交通标志等方面，充分预估费用。

28. 根据规程及电网要求，项目并网前，需开展二次复核性试验、并网安全性评价、等级保护测评等；项目投产后，按调度要求全容量并网 6 个月内完成光伏发电单元的高低电压穿越、电网适应性测试，电站电气仿真建模、有功无功控制能力及 AGVC、惯量响应及一次调频、SVG 并网性能测试等，提前策划并补充相关安全投资估算。

《6.2 补充的安全对策措施及建议》，补充要求：

1) 光伏系统组件安全对策措施中，补充组件、汇流箱等设施的接地必须采取直接接地措施，不得通过组件金属结构间接接地。

2) 明确验收阶段专项试验检验（消防、防雷、涉网、涉网络安全）、复核性试验等应提交第三方有资质单位进行检测。

3) 设计单位依法设计，严格按照标准、规程、规范及反事故措施的要求，进行安全设施设计、施工图设计。

4) 建设单位应按照设计要求实施，保证涉及安全的强制条款得到有效执行，最新反事故措施得到落实；按选型与技术参数确定、定货、监造、交接试验、安装、监理、

验收、投运的全过程管理要求，逐一落实设备采购技术要求，确保各项安全设施、按时足额配备到位；明确提出验收阶段应提交第三方有资质单位进行检测、相关复核性试验等措施；将技术监督作为防止重大事故的主要手段提出。

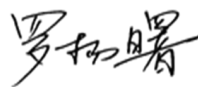
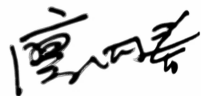
5) 科学确定并严格执行合理的工程建设工期，坚决防止“三超”、避免赶工导致的不安全因素；落实施工期、运行期相关作业人员全员持证上岗的要求，防止借用、假冒，补充报备有效性审核、劳动关系审核等措施；对外包项目的相关风险提出对策措施，严禁违法分包、转包和挂靠资质等行为，杜绝使用无资质、假冒资质、借用资质的单位；严把队伍和人员资质关，强化特殊用工的安全管理。

6) 补充生产组织相关内容，运行、维护人员的配置、职业资格条件等提出建议。

三、建议项目业主充分重视项目《报告》所提出的危险有害因素及对策措施建议，把企业安全生产主体责任落到实处，建立健全安全管理体系，相关安全设施及时、全面配备到位，为安全生产打下良好基础。

四、评审结论：同意《报告》的结论。

专家组：



2023年12月27日