

山东电力工程咨询院有限公司文件

关于国家电投中宇怀仁 100MW 光储一体化项目 可行性研究报告的审查意见

受国家电投集团山西分公司委托，我院于 2021 年 12 月 29 日在山西太原组织召开了国家电投中宇怀仁 100MW 光储一体化项目（以下简称本项目）可行性研究报告的评审会。参加会议的单位有：国家电投集团山西分公司、电投中宇（怀仁）清洁能源有限公司、山东电力工程咨询院有限公司、山西元工电力工程设计有限公司。

会议期间，与会代表听取了山西元工电力工程设计有限公司对本项目可行性研究报告的介绍，并分专业组进行了认真的讨论。本项目可行性研究报告基本符合集团公司《光伏发电工程可研设计管理导则与深度要求》（Q/SPI 9705—2016）相关要求，会议同意可行性研究报告的基本内容，主要评审意见如下：

一、 总的部分

1. 本项目位于山西省朔州市怀仁市境内，规划容量 100MW，组件总装机容量约 118.7082MWp，一次建成。已取得备案证，备案容量 100MW，备案文号 2112-140663-89-01-667316。

2. 本项目接入方案拟定为新建一座 220kV 升压站，以 1 回 220kV 线路接入赵庄 220kV 变电站 220kV 母线，线路长度 5km，暂未取得接入系统批复，最终以电网批复意见为准。

3. 本项目区域内土地性质为未利用地，升压站用地采用永久性征地方

式，其余用地采用租赁方式。项目用地未压占生态红线和基本农田，不在城市整体规划范围内，不涉及占用省级公益林、天然林。

4. 项目用地的审查意见、项目用地压覆矿产的审查意见、接入电网的审查意见、环境保护和水土保持的审查意见、项目场址区地质灾害的审查意见、不涉林不涉草的证明、无军事设施压覆的情况说明等支持性文件正在办理中，建议尽快完善，以达到集团公司《光伏发电工程可研设计管理导则与深度要求》(Q/SPI 9705—2016)相关要求。

二、 太阳能资源

本项目年辐射量采用 Solargis 数据进行分析，多年平均总辐射量 1622.3kWh/m²，参照《太阳能资源评估方法》(GB/T 37526-2019)等级划分，属于全国太阳能资源 B 类地区（资源很丰富区），太阳能开发价值较好。

太阳能总辐射稳定度为 0.393，稳定度等级 B 级“稳定”。太阳能辐射直射比 0.574，属于 B 级“高”（直射辐射较多）。

1. 原则同意本阶段采用 solargis 数据进行太阳能资源分析及发电量计算。

三、 光伏系统总体方案设计及发电量计算

1. 原则上同意本阶段采用单晶 PERC 双面双玻 540Wp 组件，共采用组件 219830 块，安装容量为 118.7082MWp。

2. 原则上同意采用固定式支架，采用 36 度安装倾角，正向朝南，单组支架安装 2 排 13 列组件，组件竖向放置。

3. 原则上同意阵列排布地形坡度、朝向采用不同间距，组件最小离地高度为 1m。

4. 同意系统效率取值为 81.2621%，另外背面增益按 3%取值。

5. 同意单晶双面双玻组件首年衰减首年按不高于 2%考虑，以后每年

按不高于 0.55%考虑。

6. 电站 25 年总发电量 4444432.74MWh、年平均发电量 177777.31MWh、年均利用小时数 1497.60 小时。

四、 总平面布置

1. 原则同意光伏场区及升压站设计方案。

1) 光伏场区由多个地块组成，总用地约 4100 亩，共布置 30 个 2.5MW 和 16 个 1.6MW 的光伏发电单元。围栏长度约 52km，涂塑铁丝网围栏。

2) 220kV 升压站及储能电站位于光伏区的东侧，南北长约 130m，东西宽约 70m。围墙内用地面积 13.65 亩。进站道路长 85m，4.5m 宽混凝土道路。站内主要道路宽 4.5m，次要道路 4.0m，转弯半径不小于 7m，消防车道转弯半径不小于 9m。

3) 实体围墙高 2.3m，长 400m。

4) 升压站按 50 年一遇防洪标准，站址不受 50 年一遇洪水影响。

五、 电气部分

1. 本项目额定容量 100MW，安装容量 118.7082MWp，配套新建一座 220kV 升压站及 15MW/15MWh 电化学储能系统。采用分块发电、集中并网方案。优化拟布置 30 个 2.5MW 和 16 个 1.6MW 方阵。

2. 原则同意本项目建设一座 220kV 升压站，通过 1 回 220kV 线路接入赵庄 220kV 变电站。最终方案以接入系统批复为准。

3. 原则同意 220kV 采用单母线接线； 35kV 采用单母线接线；220kV 系统采用直接接地方式，35kV 系统经小电阻接地。最终方案以接入系统批复为准。

4. 同意升压站电气设备布置方案。补充站用电布置方案。

5. 原则同意升压站 220kV 电气设备短路水平按 50kA 设计， 35kV 电气设备短路水平按 31.5kA 设计。待接入系统批复以后，进行短路电流计

算再修正。

6. 原则同意主变采用 100MVA 三相油浸式、低损耗、低噪声、自然油循环有载调压变压器，具体参数以接入系统批复为准。同意 220kV 配电装置采用户外 GIS。同意 35kV 配电装置采用小车式高压开关柜。

7. 原则同意光伏电站无功补偿方案，以接入系统批复为准。

8. 同意站用电采用双电源供电方式，备用电源可考虑由施工变“永临结合”提供。站用变选用干式变压器。

9. 同意升压站照明、防雷接地设计方案。

10. 同意升压站采用计算机监控系统，按“少人值班”方式设计。

11. 原则同意系统继电保护及安全自动装置方案，以接入系统批复为准。

12. 同意光伏场区监控系统配置，实现对逆变器、升压变等设备的监控功能。数据采集通过光纤环网实现与集中管理层通信。光伏场区相关信息应送至升压站监控系统，实现远动信息的采集和传送。

13. 同意元件保护及自动装置方案。

14. 原则同意本工程采用的并网调度自动化、远动、系统通信、电能计量、调度数据网接入、二次安全防护、光功率预测等方案，以接入系统批复为准。

15. 同意升压站采用交直流一体化电源系统，蓄电池容量经计算确定。

六、 土建部分

1. 根据现阶段地质资料，光伏支架基础采用微孔灌注桩方案和地锚桩方案结合的方式，微孔灌注桩桩径 250mm，地锚桩桩径 150mm，比例按照灌注桩 80%、地锚桩 20%考虑，桩长 1.8m。建议下阶段尽快开展岩土工程详勘，进一步确认采用何种基础形式并对基础优化设计。

2. 同意支架上部结构采用前后双立柱、横向支架纵向檩条方案，每

个阵列设置五组支架，跨度 3.4m。

3. 同意升压站建（构）筑物及光伏支架基础设计使用年限 50 年，光伏支架设计使用年限 25 年。

4. 箱变基础采用砖砌体结构箱形基础，周围设钢筋混凝土油池。

5. 固定式光伏支架组件最小离地高度按 1.0m。

6. 同意升压站内各建筑物的建筑布置和结构形式。

7. 同意升压站内主要电气构筑物的结构和基础形式，由于场地土具湿陷性，同意采用三七灰土地基换填方案。

8. 同意储能设备基础采用钢筋混凝土箱型基础。

七、 暖通

1. 基本同意本项目采暖、通风及空调设计方案。

八、 施工组织设计

1. 原则同意施工交通运输采用公路运输方式。

2. 原则同意主体工程施工方案。

3. 基本同意进场道路及检修道路设计标准及工程量。

1) 进场道路：路面宽 5m, 路基宽 6.0m, 20cm 泥结碎石路面，两侧设土质边沟，道路长 5km；

2) 场内检修道路：路面宽 4m, 20cm 泥结碎石路面，道路长 5km。

4. 原则同意本工程永久用地和临时用地方案。

九、 给排水及消防设计

1. 同意本项目给水排水系统设计方案。

2. 同意本项目消防系统设计的主要原则及其主要配置。

十、 环境保护与水土保持设计

1. 原则同意本工程环境保护设计和水土保持设计内容。

2. 建议根据环评文件和水土保持方案及其审批意见，进一步优化环

保、水保措施。

十一、 劳动安全与工业卫生设计

1. 原则同意报告提出的劳动安全与工业卫生设计方案；

十二、 节能降耗分析

1. 原则同意本工程节能降耗方案。
2. 基本同意主要用电设备能耗数据。

十三、 投资概算及财务评价

（一）投资概算

（1）同意设计院对于本项目设计概算的编制原则、依据及方法。工程概算参照《光伏发电工程设计概算编制规定及费用标准》（NB/T32027-2016）以及配套定额予以编制。

（2）同意概算编制取定的设备、材料、人工、价格水平。

（3）工程取费标准合理。

（4）单晶硅光伏组件（双面）540Wp 价格按 1.950 元/Wp 计列，组串式逆变器（225kW）设备价格按 37575 元/台计列，箱式变压器 S11-，2500kVA（含测控保护装置）按 240000 元/台计列，箱式变压器 S11-1600kVA（含测控保护装置）按 175000 元/台计列。

（5）本工程建设用地费合计 4468.35 万元。包括土地征地 20.17 亩，租用土地 4226.75 亩（26 年租金），林地补偿费、青苗补偿费、地面附着物赔偿费等。

（6）送出工程及对侧间隔暂按 4566 万元计列，储能系统 15MWh 暂按 2400 万元计列。

（7）本项目工程静态投资 58553 万元，单位千瓦静态投资 4932.52 元/kW，其中，送出线路工程 4566 万元，储能系统 2400 万元；工程动态投资 59096.28 万元，单位千瓦动态投资 4978.28 元/kW，其中，建设期

利息 543.28 万元。

审核确定后的总概算表见附件。

(二) 财务评价

(1) 同意本项目的财务评价原则及依据。

(2) 本项目为竞价上网项目, 经营期为 25 年, 总容量 118.7082MWp, 经营期上网电价按 0.332 元/kWh (含税) 进行测算。全部投资财务内部收益率为 7.1% (税前), 全部投资财务内部收益率为 6.11% (税后), 资本金内部收益率为 8.45%, 满足行业和公司要求。在此电价下, 项目具有一定的盈利能力, 本项目财务评价可行。

前 5 年利润及 EVA 值如下表所示:

年份	利润 (万元)	EVA 值 (万元)
第一年	199	-27
第二年	317	68
第三年	434	170
第四年	483	-17
第五年	586	88

附件: 国家电投中宇怀仁 100MW 光储一体化项目工程总概算表

编号	工程或费用名称	设备购置费 (万元)	建安工程费 (万元)	其他费用 (万元)	合计 (万元)	占总投资比例 (%)
一	设备及安装工程	33076.99	6756.92		39833.91	67.41%
1	发电设备及安装工程	30440.13	6059.43		36499.56	
3	升压站变配电设备及安装工程	1443.68	232.19		1675.87	
4	控制保护设备及安装工程	1002.44	285.13		1287.57	

5	其他设备及安装工程	190.74	180.18		370.92	
二	建筑工程		4358.2		4358.2	7.37%
1	发电场工程		2991.12		2991.12	
2	升压变电站工程		363.12		363.12	
3	房屋建筑工程		595.07		595.07	
4	交通工程		307.53		307.53	
5	其他建筑工程		100.00		100.00	
三	其他费用			6884.13	6884.13	11.65%
1	项目建设用地费			4468.35	4468.35	
2	项目建设管理费			1652.48	1652.48	
3	生产准备费			175.09	175.09	
4	勘察设计费			300.00	300.00	
5	其他			288.21	288.21	
	一至三部分投资合计				51076.24	86.43%
四	基本预备费				510.76	0.86%
五	送出线路及对侧间隔		4566.00		4566.00	7.73%
1	送出线路（10km）		4266.00		4266.00	
2	对侧间隔		300.00		300.00	
	工程静态投资（一~五）部分合计				56153	95.02%
六	储能系统 15MW/15MWh				2400.00	
	工程静态投资（一~六）部分合计				58553	

七	价差预备费					
	建设投资				58553	99.08%
八	建设期利息				543.28	0.92%
九	工程总投资合计				59096.28	100.00%
	单位千瓦的静态投资 (元/kWp)				4932.52	
	单位千瓦的动态投资 (元/kWp)				4978.28	

山东电力工程咨询有限公司
 工程咨询有限公司
 2022年02月09日

