

六安市水务投资有限公司储能电站及分布 式光伏发电EPC项目技术规范书

一、总则

本招标文件中提出了最低限度的技术要求，并未对一切技术细节规定所有的技术要求和适用的标准，承包人应保证提供符合本招标书和有关最新工业标准的优质产品及其相应服务，对国家有关安全、健康、环保等强制性标准，必须满足其要求。承包人提供的产品应满足本发包人文本中的基本功能要求，承包人可提出更优方案，获得发包人认可后实施。

承包人提供的整套储能等系统应能满足发包人提出的性能及质量要求，当由第三方所做的性能试验证明承包人不能达到以下技术指标，发包人有权要求承包人更换符合要求的产品，并由此自行承担所有损失。如不能满足发包人的技术指标要求的，则承包人应负责修理、替换或者处理所有的物料、设备或其它，以便满足要求。这部分费用由承包人负责（包括修理、替换或者处理、拆卸和安装所需要的人员费用）。

试运行完成后的 3 年时间内，如果承包人所提供的储能系统的设备和部件由于承包人的产品质量和安装、调试等质量原因出现故障，承包人应负责修理和替换，直至发包方完全满意，费用由承包人负责。

承包人应对发包人的运维人员进行培训，要求通过培训，发包人的受训人员能够了解系统构成，能够安全、正确、熟练操作储能系统设备，能够判别系统故障原因并会对简单缺陷进行处理。

二、项目概况

1. 项目名称

六安市水务投资有限公司储能电站及分布式光伏发电 EPC 项目

2. 项目建设地点

项目位于六安市，其中六安市人民医院西院区位于裕安区西环路与 010 县道交汇处西北侧；皖西卫生职业学院位于裕安区磨子谭路 73 号；六安市中医院位于金安区人民东路 76 号。三个医院交通便利，紧邻城市主干道，交通便利。

3. 建设目标和内容

六安市水务投资有限公司储能电站及分布式光伏发电 EPC 总承包，本次仅实施储能电站项目，实施六安市人民医院、六安市中医院、皖西卫生职业学院附属医院储能电站项目，项目总投资约 3998 万元。其中，六安市人民医院储能项目

规模 2.5MW/5.22MWh，总投资约 574 万元；六安市中医院储能项目规模 8.75MW/18.27MWh，总投资约 2010 万元；皖西卫生职业学院附属医院储能项目规模 6MW/12.528MWh，总投资约 1414 万元。

4. 招标范围

包括但不限于：储能系统、检修及运输道路、施工用电和用水临建设施、环境保护和水土保持设施等整个工程项目的工程勘察设计、设备及材料采购、制造、供货、运输及储存、土建、安装、试验及检查测试、系统调试、涉网调试、试运行、办理并网手续、调度及供电手续、全站全容量并网 240 小时安全稳定试运行、消缺、整套系统启动的性能保证的考核验收、技术和售后服务、人员培训、直至移交生产所完成的全部工作。同时也包括本项目涉及到的所有必要的材料、备品备件、专用工具、消耗品以及相关的技术资料等。建设期整个项目保险（包括建筑、安装、设备、承包人人员及第三方人员）、依法合规处置项目施工建设过程中产生的固废及危废并做好台账记录；工程验收（包含水保、安全设施、环保、消防、职业卫生、档案等各项专项验收和竣工验收）；移交以及质保期内的服务。

三、性能保证指标

1、储能系统

1.1 一般要求

2.1.1 储能系统柜采用一体化集成设计，将储能电池簇（含 BMS）、储能变流器等设备安装在户外储能柜内，储能柜拥有独立的配电系统、温度控制系统、消防系统等自动控制和安全保障系统，储能系统采用 AC400V 接入。储能柜整柜须满足基于 CGC/GF 237:2023《箱式锂离子电池储能系统通用技术要求》的 TUV 认证。

2.1.2 要求储能设备采用模块化设计，储能电池电芯-电池模组-电池簇模块化层级，层次分明、结构清晰、功能完善，应包含完善的电池、电池管理系统（BMS）、温控系统、自动灭火系统、绝缘监测、接地保护等。

2.1.3 储能系统应具备完善的保护功能，包括但不限于电池本体保护、电池过流过压保护、短路保护、并网保护等。

2.1.4 储能系统的运行要求：储能系统自身运行控制系统应提供完善的内部监测、控制、故障保护与切除、事件记录功能，包括但不限于投切控制、运行模式控制、

设备状态、运行温度和监测等功能。

2.1.5 电池模块和电池簇内，电气间隙和爬电距离、绝缘电阻、介质强度应满足 NB/T 42091-2024 《电力储能用锂离子电池状态评价导则》。

2.1.6 为避免因单体电池特性差异较大而引起整组电池性能和寿命下降，投标方设备应具备保证电池指标的均衡性解决措施。

2.1.7 根据工程需要可以召开设计联络会或以其它形式解决设计制造中的问题。文件交接要有记录，设计联络会议应有纪要。未尽事宜，双方协商处理，可以以其它形式补充。以后协调所形成的文件与规范书具有同等效力。

2.1.8 柜式储能系统技术参数。

表 2-1-1 液冷储能柜系统参数

电池系统参数		投标方保证值
电芯规格	LFP 314Ah	
电池配置容量	≥261kWh	
充放电倍率	0.5C	
电池温控方式	液冷	
消防系统配置	烟感、温感，气溶胶/全氟己酮，水消防接口（预留）	
变流系统参数		
交流侧额定功率	≥125kW	
交流侧额定电压	400V	
接线方式	三相三线	
交流侧运行电压范围	-15%~10%	
功率因数	>0.99	
功率因数可调范围	1(超前)~1(滞后)	
额定电网频率	50Hz	
PCS 散热方式	强制风冷	
隔离方式	无	
储能系统参数		
运行温度范围	-30~50℃	

运行湿度范围	0~95% 无凝露	
工作海拔高度	2000m	
防护等级	IP65	

1.2 储能电池技术要求

1.2.1 电池单体

2.2.1.1 本项目采用磷酸铁锂电池，电池单体容量 $\geq 314\text{Ah}$ 。

2.2.1.2 电池单体外观应无变形及裂纹，表面应干燥、平整无毛刺、无外伤、无污物，且标识清晰、正确。

2.2.1.3 电池单体性能要求

(1) 初始充放电性能

电池单体在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不小于额定放电能量；
- c) 5℃条件下初始充放电能量效率不小于 80.0%；
- d) 25℃条件下初始充放电能量效率不小于 93.0%；
- e) 45℃条件下初始充放电能量效率不小于 93.0%；
- f) 25℃条件下初始充电能量极差不大于初始充电能量平均值的 4.0%；
- g) 25℃条件下初始放电能量极差不大于初始放电能量平均值的 4.0%。

(2) 功率特性

电池单体功率特性应满足下列要求：

- a) 不同充放电功率下充电能量不小于额定充电能量；
- b) 不同充放电功率下放电能量不小于额定放电能量；
- c) 不同充放电功率下能量效率不小于 93.0%。

(3) 倍率充放电性能

电池单体倍率充放电性能应满足下列要求：

- a) 2Pr_c 充电能量相对于 Pr_c 充电能量的能量保持率不小于 95.0%；
- b) 2Pr_d 放电能量相对于 Pr_d 放电能量的能量保持率不小于 95.0%；
- c) 2Pr_c、2Pr_d 恒功率充放电能量效率不小于 90.0%。

(4) 能量保持与能量恢复能力

电池单体在 100%能量状态下静置 30d 后能量保持与能量恢复能力应满足下列要求：

- a) 能量保持率不小于 95.0%；
- b) 充电能量恢复率不小于 95.0%；
- c) 放电能量恢复率不小于 95.0%。

(5) 高温适应性

电池单体应按照 GB/T 36276-2023 标准中第 6.5.1 条“高温适应性试验”的要求进行试验，电池单体从高温环境恢复至室温后充放电性能应满足下列要求：

充电能量不小于额定充电能量；

放电能量不小于额定放电能量；

- c) 能量效率不小于 93.0%。

(6) 低温适应性

电池单体应按照 GB/T 36276-2023 标准中第 6.5.2 条“低温适应性试验”的要求进行试验，电池单体从低温环境恢复至室温后充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不小于额定充电能量；
- b) 放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不小于 93.0%。

(7) 高海拔初始充放电性能

高海拔环境下，电池单体在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不小于 93.0%。

(8) 贮存性能

电池单体在 50%能量状态下贮存 30d 后应满足下列要求：

- a) 充电能量恢复率不小于 96.5%；
- b) 放电能量恢复率不小于 96.5%。

(9) 循环性能

电池单体在额定功率条件下循环性能应满足下列要求：

- a) 单次循环充电能量损失平均值不大于基于额定充电能量的单次循环充电能量损失平均值；

b) 单次循环放电能量损失平均值不大于基于额定放电能量的单次循环放电能量损失平均值；

c) 所有充放电循环能量效率之间的极差不大于 2%。

(10) 安全性能

A、电气安全性能：

a) 过充电性能：电池单体初始化充电后以 $Prd/Unom$ 恒流充电至电压达到其充电截止电压的 1.5 倍或时间达到 1h，不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

b) 过放电性能：电池单体初始化放电后以 $Prd/Unom$ 恒流放电至电压达到 0V 或时间达到 1h，不应漏液，不应冒烟，不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

c) 过载性能：电池单体在 $4Prd$ 、 $4Prd$ 条件下充放电，不应漏液，不应冒烟，不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

d) 短路性能：电池单体初始化充电后以 $1m\Omega$ 外部线路短路 10min，不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

B、机械安全性能：

a) 挤压性能：电池单体初始化充电后在 50kN 的挤压力下保持 10min，不应漏液，不应冒烟，不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

b) 跌落性能：电池单体初始化充电后由 1.5m 高度处自由跌落到水泥地面，不应冒烟，不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

C、热安全性能：

a) 绝热温升特性：

电池单体绝热温升特性应满足下列要求：

表面温度小于或等于电池单体高温一级报警温度时，温升速率小于 $0.02^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；不起火，不爆炸，不在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

b) 热失控性能：电池单体在全寿命周期内，热失控时表面温度应大于 90°C ，热失控后不应起火，不应爆炸，不应在防爆阀或泄压点之外的位置发生破裂。

2.2.1.4 电池单体技术参数

卖方依据自身电池特性填写。

表 3-2-1 储能电芯技术参数

序号	项目	技术参数	备注
1	电池类型	LFP	铝壳
2	标称电压 (V)	3.2	额定倍率放电
3	标称容量 (Ah)	314	
4	标称充电电流 (A)	157	
5	最大充电电流 (A)	314	
6	标称放电电流 (A)	157	
7	最大放电电流 (A)	314	
8	电压范围 (V)	2.5~3.65	极限范围
9		2.8~3.6	推荐使用范围
10	循环次数	≥8000	0.5C 额定倍率/@25℃ 95%DOD EOL 70%
11	能量效率	≥ 92% (0.5C/0.5C)	额定倍率 (放电能量/放电 Ah) / (充电能量 /充电 Ah)

1.2.2 电池模块

2.2.2.1 电池模块需由具备 CNAS 和 CMA 资质的第三方权威检测机构出具的基于《GB/T 36276-2023 电力储能用锂离子电池》的检测报告。

2.2.2.2 电池模块外观应无变形及裂纹，表面应干燥、无外伤、无污物，排列整齐、连接可靠，且标识清晰、正确。电池模块的质量及结构应便于拆卸和维护。电池模块间接线板、终端连接头应选择导电性能优良的材料。

2.2.2.3 电池单体在电池模块内应可靠固定，固定装置不应影响电池模块的正常工作，固定系统的设计应便于电池的维护。电池箱中各种电连接点应保持足够的预紧力，并采取适当的措施，防止松动。所有无基本绝缘的连接点应采取加强防护，应符合 GB 4208-2017 要求。

2.2.2.4 电池模块端子极性标识应正确、清晰，模组连接处具备防反接标识。

2.2.2.5 电池模块极柱端子设计应方便运行和维护过程中电池模块电压、内阻的测量。电池模块之间的连接电阻应尽量小，在规定的最大电流充放电后，极柱温升不应超过 25℃，外观不得出现异常。

2.2.2.6 电池模块性能要求

(1) 初始充放电性能

电池模块在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不小于额定放电能量；
- c) 5 °C 条件下初始充放电能量效率不小于 85.0%；
- d) 25 °C 条件下初始充放电能量效率不小于 94.0%；
- e) 45 °C 条件下初始充放电能量效率不小于 94.0%；
- f) 25 °C 条件下初始充电能量极差不大于初始充电能量平均值的 4.5%；
- g) 25 °C 条件下初始放电能量极差不大于初始放电能量平均值的 4.5%。

(2) 功率特性

电池模块功率特性应满足下列要求：

- a) 不同充放电功率下充电能量不小于额定充电能量；
- b) 不同充放电功率下放电能量不小于额定放电能量；
- c) 不同充放电功率下能量效率不小于 94.0%。

(3) 倍率充放电性能

电池模块倍率充放电性能应满足下列要求：

- a) 2Prc 充电能量相对于 Prc 充电能量的能量保持率不小于 95%；
- b) 2Prd 放电能量相对于 Prd 放电能量的能量保持率不小于 95%；
- c) 2Prc、2Prd 恒功率充放电能量效率不小于 90.0%。

(4) 能量保持与能量恢复能力

电池模块在 100% 能量状态下静置 30d 后能量保持与能量恢复能力应满足下列要求：

- a) 能量保持率不小于 95.0%；
- b) 充电能量恢复率不小于 95.0%；
- c) 放电能量恢复率不小于 95.0%。

(5) 高温适应性

电池模块应按照 GB/T 36276-2023 标准中第 6.5.1 条“高温适应性试验”的要求进行试验，电池模块从高温环境恢复至室温后充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不小于额定充电能量；

- b) 放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不小于 94.0%。

(6) 低温适应性

电池模块应按照 GB/T 36276-2023 标准中第 6.5.2 条“低温适应性试验”的要求进行试验，电池模块从低温环境恢复至室温后充放电性能应满足下列要求：

- a) 充电能量不小于额定充电能量；
- b) 放电能量不小于额定放电能量；
- c) 能量效率不小于 94.0%。

(7) 贮存性能

电池模块在 50%能量状态下贮存 30d 后应满足下列要求：

- a) 充电能量恢复率不小于 97.0%；
- b) 放电能量恢复率不小于 97.0%。

(8) 循环性能

电池模块在额定功率条件下循环性能应满足下列要求：

- a) 单次循环充电能量损失平均值不大于基于额定充电能量的单次循环充电能量损失平均值；
- b) 单次循环放电能量损失平均值不大于基于额定放电能量的单次循环放电能量损失平均值；
- c) 所有充放电循环能量效率之间的极差不大于 2%；
- d) 循环充放电过程中，充电结束时电池单体电压极差平均值不大于 250mV；
- e) 循环充放电过程中，放电结束时电池单体电压极差平均值不大于 350mV。

(9) 安全性能

A、电气安全性能：

- a) 过充电性能：电池模块初始化充电后以 P_{rc}/U_{nom} 恒流充电至任一电池单体电压达到电池单体充电截止电压的 1.5 倍或时间达到 1h，不应起火，不应爆炸。
- b) 过放电性能：电池模块初始化放电后以 P_{rd}/U_{nom} 恒流放电至任一电池单体电压达到 0V 或时间达到 1h，不应漏液，不应冒烟，不应起火，不应爆炸。
- c) 过载性能：电池模块在 $4P_{rc}$ 、 $4P_{rd}$ 条件下充放电，不应漏液，不应冒烟，不应起火，不应爆炸。
- d) 短路性能：电池模块初始化充电后以 $1m\Omega$ 外部线路短路 10min 或以 $30m\Omega$ 外部

线路短路 30min，均不应起火，不应爆炸。

e) 绝缘性能：电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻与标称电压的比值均不应小于 $1000 \Omega/V$ 。

f) 耐压性能：在电池模块正极与外部裸露可导电部分之间、电池模块负极与外部裸露可导电部分之间施加相应的电压，不应发生击穿或闪络现象，直流耐压漏电流应小于 10mA。

B、机械安全性能：

a) 挤压性能：电池模块初始化充电后在 50kN 的挤压力下保持 10min，不应漏液，不应冒烟，不应起火，不应爆炸。

b) 跌落性能：电池模块初始化充电后由 2m 高度处自由跌落到水泥地面，不应起火、不应爆炸。

C、环境安全性能：

a) 盐雾性能：电池模块初始化充电后经喷雾-贮存循环，外壳不应破裂，不应漏液，不应起火，不应爆炸，绝缘及耐压性能应满足 GB/T 36276-2023 标准中第 5.6.1.5.1 及 5.6.1.6.1 对应要求。

b) 交变湿热性能：电池模块初始化充电后经交变湿热循环，外壳不应破裂，不应漏液，不应起火，不应爆炸，绝缘及耐压性能应满足 GB/T 36276-2023 标准中第 5.6.1.5.1 及 5.6.1.6.1 对应要求。

c) 高海拔绝缘及耐压性能：高海拔环境下，电池模块绝缘及耐压性能应满足 GB/T 36276-2023 标准中第 5.6.1.5.1 及 5.6.1.6.1 对应要求。

D、热失控扩散性能：电池模块内任一电池单体温度升高后，不应触发其他电池单体发生热失控，不应起火，不应爆炸，绝缘性能应满足 GB/T 36276-2023 标准中第 5.6.1.5.1 对应要求。

2.2.2.6 电池模块技术参数

投标方依据自身电池组特性填写。

表 2-2-2 储能电池模块参数

序号	名称	技术参数	备注
1	单体电 池参数	额定容量 (Ah)	314

序号	名称	技术参数	备注
2	电池 模块	组合方式	/
		额定容量 (Ah)	314
		额定能量 (kWh)	/
		额定电压 (V)	/
		额定充放电倍率	≤0.5C
		标称电压 (V)	/
		运行电压范围 (V)	/

1.2.3 电池簇

2.2.3.1 电池簇需由具备 CNAS 和 CMA 资质的第三方权威检测机构出具的基于《GB/T 36276-2023 电力储能用锂离子电池》的检测报告。

2.2.3.2 电池簇设备、零部件及辅助设施外观应无变形及裂纹，应干燥、无外伤、无污物，排列整齐、连接可靠。

2.2.3.3 每组电池簇由一面或多面电池柜（架）构成，电池柜应设计为独立插箱模式且配备连接件，电池模块应模块化生产，以便维护。

2.2.3.4 为确保电池插箱间以及电池簇间动力电缆可靠连接且便于工作人员检查维护，要求电池簇中的电池插箱正极接口、负极接口采用前出线。

2.2.3.5 电池模块成组时块与块之间应留有空隙，以便灭火剂渗入。

2.2.3.6 电池簇性能要求

(1) 电压范围

电池簇电压范围应与 PCS 直流侧额定电压相匹配。

(2) 初始充放电性能

电池簇在额定功率条件下初始充放电性能应满足下列要求：

- a) 初始充电能量不小于额定充电能量；
- b) 初始放电能量不小于额定放电能量；
- c) 初始充放电能量效率不小于 95.0%；
- d) 充电结束时电池单体电压极差不大于 250mV；
- e) 放电结束时电池单体电压极差不大于 300mV；
- f) 充电结束时电池单体温度极差不大于 6 ℃；
- g) 放电结束时电池单体温度极差不大于 6 ℃；

h) 充电结束时电池模块电压极差不大于电池模块标称电压的 5.0%;

i) 放电结束时电池模块电压极差不大于电池模块标称电压的 5.0%。

(3) 绝缘性能

电池簇正极与外部裸露可导电部分之间、电池簇负极与外部裸露可导电部分之间的绝缘电阻与标称电压的比值均不应小于 $1000 \Omega / V$ 。

(4) 耐压性能

在电池簇正极与外部裸露可导电部分之间、电池簇负极与外部裸露可导电部分之间施加相应的电压，不应发生击穿或闪络现象，直流耐压漏电流应小于 10mA。

(5) 报警和保护功能

电池簇运行过程中电压、电流、温度、电压极差、温度极差、绝缘电阻等参数达到报警值时，应发出报警信号并执行相应保护动作。

2.2.3.7 电池簇技术参数

卖方依据自身电池特性填写。

表 2-2-3 储能电池簇参数

序号	项目	技术参数	备注
1	电池簇电压范围 (V)	/	
2	电池簇标称容量 (kWh)	≥ 300	
3	最大充电电流 (A)	/	
4	最大放电电流 (A)	/	
5	设计放电倍率	/	
6	0.5C 充放电条件下， 一充一放循环次数	≥ 6000	要求：0.5C 倍率 /@25 °C 95%DOD、EOL 70%循环
7	能量效率	$\geq 92\%$	额定倍率 (放电能量/放电 Ah) / (充电 能量/充电 Ah)

1. 3BMS 技术要求

1.3.1 一般要求

2.3.1.1 储能锂电池系统应具有电池管理系统 (BMS)，实现对储能电池堆的全面控制与保护，并实现与 PCS、储能 EMS 的通信。

2.3.1.2 BMS 应实现高精度、高可靠性的电池单体电压和温度的采集，同时对电池储能设备荷电状态（SOC）进行高精度的估算，并通过均衡控制电路实现电池单体间电量均衡。在电池数据异常的情况下，进行故障告警和保护。

2.3.1.3 BMS 的拓扑配置应与 PCS 的拓扑、电池的成组方式相匹配与协调，并对电池运行状态进行优化控制及全面管理。

2.3.1.4 BMS 功能要求中各功能具体实现层级由 BMS 的拓扑配置情况决定，宜分层就地实现。

1.3.2 功能要求

2.3.2.1 测量要求

BMS 应能实时测量电池的电和热相关的数据，应包括单体电池电压、电池模块温度、电池模块电压等参数。各状态参数测量精度应符合下列规定：

- a) 电池簇电流采集误差应 $\leq 2\text{A}$ ，采样周期 $\leq 50\text{ms}$ ；
- b) 单体电压采集误差应 $\leq 0.005\text{V}$ ，采样周期应 $\leq 100\text{ms}$ ；
- c) 单体温度采集误差应 $\leq 1^\circ\text{C}$ ，采样周期 $\leq 1\text{s}$ 。

2.3.2.2 计算要求

BMS 应能够估算电池的荷电状态，充电、放电电能量值(Wh)，最大充电电流，最大放电电流等状态参数，且具有掉电保持功能，具备上传监控系统的功能。各状态参数估算精度应符合下列规定：

- a) 电池管理系统能量状态估算最大允许误差应为 $\pm 5\%$ 。

2.3.2.3 状态参数信息上送功能

BMS 应具备内部信息收集和交互功能，能将电池单体和电池整体信息上传监控系统和功率变换系统。

2.3.2.4 故障诊断功能

BMS 应能够监测电池的运行状态，诊断电池或 BMS 本体的异常运行状态，上送相关告警信号至监控系统和功率变换系统。

2.3.2.5 绝缘耐压性能

电池管理系统与电池相连的采集端子和接地端子之间、通信端子与接地端子之间、采集端子和通信端子之间、供电端子与通信端子之间，应承受 GB/T34131-2023 标准中“表 3 绝缘电阻试验电压”表中所规定的历时 1 min 的直流电压，且绝缘电阻值不应小于 $10\text{M}\Omega$ 。

电池管理系统与电池相连的采集端子和接地端子之间、通信端子与接地端子之间、采集端子和供电端子之间、采集端子和通信端子之间、供电端子与通信端子之间，应承受 GB/T34131-2023 标准中“表 4 介质强度试验电压等级”表中所规定的历时 1 min 的工频交流电压(或直流电压)，应无绝缘击穿和闪络现象，漏电流应小于 10 mA。

2.3.2.6 电磁兼容

电池管理系统在电磁干扰作用下，应保证功能，性能正常及动作的正确性，不应通过外接抗干扰元件来满足有关电磁兼容标准的要求。电池管理系统的电磁兼容性能应满足 GB/T34131-2023 标准中“表 5 电磁兼容性能要求”表中所规定。

1.4 储能 PCS 技术要求

1.4.1 一般要求

2.4.1.1 储能变流器采用机架式设计，设备防护等级不低于 IP65，与电池系统一体化集成设计。

2.4.1.2 PCS 本体具有直流输入分断开关、交流电网分断开关，每台 PCS 的交流输出侧带有断路器与变压器低压侧形成安全隔离。推荐采用 PCS 和直流高压开关盒二合一融合设计的储能变流器。

2.4.1.3 PCS 选用技术先进且成熟的 IGBT/IPM 功率器件。

2.4.1.4 PCS 装置通过 PCS 的接地导体进行集中接地，接地导体截面积满足适用于大功率 PCS 的最严格的电工、电力和安全标准要求。

2.4.1.5 柜内元器件安装及走线要求整齐可靠、布置合理，电器间绝缘应符合国家有关标准。进出线须通过接线端子或铜排，大电流、一般端子、弱电端子间需要有隔离保护，电缆排布充分考虑 EMC 的要求。应选用国内外知名品牌的质量可靠的输入输出端子，端子排的设计应使运行、检修、调试方便，适当考虑与设备位置对应，并考虑电缆的安装固定。

2.4.1.6 柜内元件位置编号、元件编号与图纸一致，并且所有可操作部件均标明功能。

2.4.1.7 柜体结构安全、可靠；易损件的设计与安装应便于维护及拆装。

2.4.1.8 所有导线、电缆、线槽、线号套管等应使用阻燃型产品。

1.4.2 PCS 的功能要求

2.4.2.1 工作模式

PCS 应具备恒流、恒压和恒功率三种充放电模式。

2.4.2.2 绝缘监测

PCS 作为不可分割的整体由投标方成套提供，成套装置必须具备完备、准确、可靠地直流侧绝缘监测功能。

2.4.2.3 漏电监测与保护

PCS 作为不可分割的整体由投标方成套提供。虽然 PCS 成套设备在正常情况下运行于要求的 IT 系统模式下，无需漏电监测装置，但是作为对施工、安装质量的有效检验措施和对系统调试、运行过程中接地故障的有效保护措施，成套装置须具备完备、准确、可靠地交流侧漏电检测和保护功能。

2.4.2.4 有功功率控制功能

双向变流器可根据监控系统指令控制其有功功率输出。为实现有功功率调节功能，电池储能系统应能接收并实时跟踪执行监控系统发送的有功功率控制信号，根据储能电站监控系统控制指令等信号调节有功输出，确保其最大输出功率及功率变化率不超过给定值，以便在电网故障和特殊运行方式下保证电力系统稳定性。

2.4.2.5 电压/无功调节功能

双向变流器可根据储能监控系统控制指令等信号实时跟踪调节无功输出，其调节方式、功率因数等参数可由储能电站监控系统远程设定。

2.4.2.6 PCS 的通信功能

PCS 应具备至少 1 路独立的 RS485 通信接口与 BMS 通信，应具备至少 1 路 10M/100M 以太网与监控系统通信。当 PCS 与 BMS 及本地监控系统的网络通信中断时，PCS 应有足够的措施保证设备自身的安全。

储能变流器（PCS）主要与本地监控系统、电池管理系统（BMS）进行信息交换，储能变流器将自身的运行状态上送至本地监控系统、监控后台并能接收后台下发的命令及定值，同时可接收 BMS 系统信息，对电池进行保护。

2.4.2.7 故障记录功能

PCS 具有故障记录功能，每份记录的信息包括故障器件所有重要的模拟量和开关量，以便进行事故分析。

2.4.2.8 故障后重新并网功能

PCS 因为电池或 PCS 故障等原因脱网后，应具备重新并网功能。此时设备处于待机状态，可根据后台指令进行开关机动作。

2.4.2.9 PCS 的保护功能

(1) 直流侧保护功能

直流侧保护应包括：过压/欠压保护、过流保护、输入反接保护、短路保护、接地保护等。

极性反接保护：当直流输入侧的极性反接时，PCS 应能可靠保护而不会损坏。极性正接后，PCS 应能正常工作。

输入过压、过流保护：PCS 必须具备完备的直流过压、过流保护功能。

蓄电池组的保护：PCS 成套装置不能对与其连接的蓄电池组的性能和安全性产生负面影响。不能出现因 PCS 成套装置原因导致与其连接的蓄电池组出现性能劣化和安全等问题。

(2) 交流侧保护功能

交流侧保护应包括：过压/欠压保护、过/欠频保护、过流保护、过载保护、过热保护、三相不平衡保护、交流相序保护、防雷保护等功能。

(3) 其他保护

内部短路保护：当 PCS 内部发生短路时（如 IGBT 直通、直流母线短路等），PCS 内的电子电路、保护熔断器和输出断路器应快速、可靠动作。

过热保护：PCS 应具备机内环境温度过高保护（例如着火引起的机箱内环境温度过高）、机内关键部件温度过高保护等基本过热保护功能。

1.4.3 PCS 技术性能指标

2.4.3.1 PCS 的效率

当 PCS 在运行温度范围内工作于自供电模式且在 PCS 的工作温度范围内，额定功率下 PCS 充放电效率应不低于 97.0%。

2.4.3.2 过载能力

PCS 应能满足：整流和逆变两个过程中，储能变流器交流侧电流在 110%额定电流下，持续运行时间不少于 10min，在 120%额定电流以下，持续运行时间不少于 1 分钟。

2.4.3.3 PCS 的响应速度

PCS 应具备快速响应能力，额定功率切换时间应不大于 100ms。

2.4.3.4 电压响应要求

储能变流器应检测并网点的电压，在并网点电压异常时，应断开与电网的电

气连接，电压异常范围及其对应的断开时间响应要求如下表。

表 3-4-1 电压响应时间要求

并网点电压 U	要求
$U < 50\%U_n$	最大分闸时间不超过 0.2s
$50\%U_n \leq U < 85\%U_n$	最大分闸时间不超过 2.0s
$85\%U_n \leq U < 110\%U_n$	连续运行
$110\%U_n \leq U < 120\%U_n$	最大分闸时间不超过 2.0s
$120\%U_n \leq U$	最大分闸时间不超过 0.2s
注 1: U_n 为并网点的电网额定电压。	
注 2: 最大分闸时间是指异常状态发生到储能变流器断开与电网连接时间。	

2.4.3.5 频率响应要求

双向变流器应具备一定的耐受系统频率异常的能力。

表 3-4-2 频率响应时间要求

频率范围	要求
$f < 46.5\text{Hz}$	储能变流器不应处于充电状态； 储能变流器应根据允许运行的最低频率或电网调度机构要求确定是否与电网脱离。
$46.5\text{Hz} \leq f < 48.5\text{Hz}$	处于充电状态的储能变流器应在 0.2s 内转为放电状态，对于不具备放电条件或其他特殊情况，应在 0.2s 内与电网脱离； 处于放电状态的储能变流器应能连续运行。
$48.5\text{Hz} \leq f < 50.5\text{Hz}$	正常充电或放电运行。
$50.5\text{Hz} \leq f < 51.5\text{Hz}$	处于放电状态的储能变流器应在 0.2s 内转为充电状态，对于不具备充电条件或其他特殊情况，应在 0.2s 内与电网脱离； 处于充电状态的储能变流器应能连续运行。
$f > 51.5\text{Hz}$	储能变流器不应处于放电状态； 储能变流器应根据允许运行的最高频率确定是否与电网脱

	离。
--	----

2.4.3.6 PCS 直流侧电能质量要求

PCS 对电池充电时应满足电池对电能质量要求。恒流充电时，稳流精度 $\leq 3\%$ （在 20%~100%输出额定电流时），电流纹波 $\leq 5\%$ ；恒压充电时，稳压精度 $\leq 2\%$ ，电压纹波 $\leq 2\%$ 。

2.4.3.7 双向变流器交流侧电压不平衡度

变流器接入电网后，公共连接点的三相电压不平衡度应不超过 GB/T 15543-2008《电能质量 三相电压不平衡》规定的限值。

2.4.3.8 PCS 成套装置正常工作的电网条件（PCS 并网和充电状态的最低电网适应性要求）符合国标 GB/T 14549-1993《电能质量 公用电网谐波》、GB/T 15543-2008《电能质量 三相电压不平衡》、GB/T 12325-2008《电能质量 供电电压允许偏差》、GB /T 15945-2008《电能质量 电力系统频率偏差》、GB/T 12326-2008《电能质量电压波动和闪变》、GB/T 24337-2009《电能质量 公用电网间谐波》等的电网环境为成套设备正常运行的正常电网环境，成套设备必须在正常的电网环境下安全、正常运行，安全的运行，性能指标达到承诺值。

2.4.3.9 直流分量

PCS 并网运行时，向电网馈送的直流电流分量不超过其输出电流额定值的 0.5%。

2.4.3.10 PCS 的绝缘耐压性能

（1）PCS 绝缘电阻

PCS 的输入电路对地、输出电路对地，输入电路对机壳、输出电路对机壳以及输入电路与输出电路间的绝缘电阻应不小于 $1M\Omega$ 。绝缘电阻只作为绝缘强度试验参考。

（2）PCS 绝缘强度

PCS 的输入电路对地、输出电路对地，输入电路对机壳、输出电路对机壳以及输入电路与输出电路间应能承受 1500V/50Hz 的正弦交流电压 1min，且不击穿、不飞弧。

PCS 内的元器件布置应符合国内外的相关安规要求。

2.4.3.11 技术参数

表 3-4-3：PCS 技术参数

项目	技术参数	投标方保证值
电网参数		
额定交流功率	$\geq 150\text{kW}$	
过载能力	1.1 倍 10min, 1.2 倍 1min	
电流总谐波失真	$< 3\%$ (额定功率时)	
直流电流分量	$< 0.5\%$	
额定电网电压	AC400V	
允许电网电压范围	-15%~10% (可设置)	
额定电网频率	50Hz	
额定功率下的功率因数	> 0.99	
功率因数可调范围	-1~1	
效率		
最大效率 (额定功率下)	$> 97\%$	
常规数据		
防护等级	$\geq \text{IP65}$	
运行温度范围	-30~ 60 °C (> 45°C 降额运行)	
相对湿度	0~100%	
最高海拔	3000m	
冷却方式	智能强制风冷	
隔离方式	无变压器隔离	
噪声	$< 80\text{db}@1\text{m}$	
通讯接口	RS485、Ethernet	
通讯协议	Modbus RTU、Modbus TCP	

1.5 能量管理系统技术要求

储能能量管理系统 (EMS) 是指实现与就地监控层设备通信, 具有实时数据采集与监视、自动充放电控制、系统保护等功能的集中管理系统。能量管理系统

主要由 EMS 控制器和云监控平台组成，EMS 控制器实现对现地储能设备的协调控制和数据信息上传，云监控平台可实现储能场站的整体监控、策略管理以及报表等功能。

EMS 应支持以下能量策略：

(1) 削峰填谷

根据配置的削峰填谷充放策略，使储能系统在低价的谷电时充电，在高价的峰电，尖电时放电，有效减少负载的用电成本。

(2) 变压器过载控制

EMS 控制储能系统充电功率，避免储能充电时超出变压器最大容量，造成变压器过载停电。

(3) 逆功率保护和需量控制

EMS 根据负载用电状态，保障储能放电不会未经允许地倒流到电网。同时也可根据设定的最大需量值，确保储能系统的投运后厂区总用电负荷不超过设定的最大需量而造成基本电费的增加。

(4) 云平台接口

支持云平台接入，可将储能系统运行数据上传至云平台，接受云平台遥控，执行云端下发的能量策略，并反馈执行结果，完成相应功能。

EMS 应具备以下功能模块：

功能模块	功能介绍
电站概览	展示储能电站电量、收益指标，实时运行曲线，设备实时状态等总览信息。
主接线图	展示储能电站主接线图并实时动态展示各类设备实时数据的变化。
储能监控	实时储能监控电站内各类设备数据和状态，包括 PCS、BMS 电池堆/电池簇，单体电池。
电表监控	实时监控电表的尖峰平谷的正反向电量。
温度监控	实时监控温控系统的温度、设定值、回差以及相关运行状态。
消防监控	从消防主机间接或直接接入监测烟感，温感，可燃气体等数据，以及报警，灭火执行等信息。

紧急停机	可以在紧急情况下，一键关停所有设备（关闭顺序可配置）
故障告警	监测电站设备告警信息，集中展示并可按设备类型、设备名称、状态筛选。
曲线报表	展示储能系统功率、SOC 曲线、PCS 功率曲线、电池温度、电池电压、电表报表，收益报表等，支持自定义查询。
策略管理	策略配置包括：削峰填谷、逆功率保护、需量控制等。支持策略启停，多种策略同时投入，智能判断切换执行。
模式切换	EMS 支持本地模式和远程模式一键切换，前者适用于人员进入储能系统检修，试验时使用，保护安全和便捷维护本地策略。
智能联动	通过采集消防报警信息，EMS 可以直接下发 PCS 停机及相关指令，完成本地快速联动，保障储能系统安全。
云端对接	可便捷对接云平台，向上发送遥测遥信数据，并接受云端的遥调遥控指令。
后台-站点管理	对电站基本信息，设备调整进行综合管理。
后台-电表管理	查看和调整设置电表的尖峰平谷时段设置。

2、低压并网柜

(1) 低压并网柜采用 GGD 柜型，低压并网柜柜体防护等级不低于 IP21。并网断路器应具备短路瞬时、短延时和长延时保护功能和分励脱扣、欠压脱扣功能，延时 2.5S，还应具备反应故障及运行状态辅助接点。并网断路器开关应具备失压跳闸及检有压合闸功能，失压跳闸动作定值宜整定为 20%Un、1 秒动作；检有压合闸定值宜整定为 85%Un、10 秒动作。

(2) 柜内的电流互感器、电压互感器、避雷器、接地开关、断路器、电能质量装置、孤岛保护等设备采用国内一线主流设备生产厂家制造。

(3) 采购安装的设备，需要具备通信功能与监控后台进行匹配，实行信号全监控，通信方式采用 LAN 网、RS485、ModBus 通信等多种形式。

并网柜 BW01	
型号	GGD 柜室内型
额定电压	0.4kV
总断路器	最终以供电公司接入方案为准
进线断路器	最终以供电公司接入方案为准
柜体防护等级	IP21

3. 电力电缆设施

电缆线路、电缆桥架、电缆沟设计、施工须符合现行国家和行业相关标准规定。所有型号电缆均应满足抗紫外线、抗老化、抗高温、防腐蚀和阻燃等性能要求，交流电缆选用铠装阻燃铜芯电缆，直流电缆选用阻燃直流电缆。电缆性能符合 GB/T18950-2003 性能测试的要求；采用工业防水耐温快速接插件，接插件防锈、防腐蚀等性能要求，并应满足符合相关国家和行业规范规程，满足不少于 25 年室外使用的要求。

所有电缆均应有外护套。采用耐热 90℃ 尼龙护套材质的电缆保护管，外护套应紧密挤包在缆芯或包覆层上，并且不与绝缘、包覆层相粘连。直流电缆的外护套直接挤包在绝缘线芯上。电缆的技术要求和规格满足 GB50168《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》同时满足：

(1) 控制电缆采用铜芯、阻燃交流电缆，控制电缆芯线的截面积和备用芯预留数量符合国家及行业规定。

(2) 直埋电缆选用抗压、抗老化、耐腐蚀、阻燃、耐热 90℃ 尼龙护套材质的电缆保护管加以保护，护套规格符合规范要求。

(3) 选用电缆桥架应符合《钢制电缆桥架工程技术规程》T/CECS 31 规范要求。电缆桥架施工、安装满足以下要求：

1) 电缆桥架应采用锌镁铝涂层、涂层厚度符合规范要求，钢板厚度符合规范要求。

2) 电缆桥架应满足强度、刚度、稳定性的要求。

3) 保证外型美观，电缆桥架弯通、三通等应有足够的弯曲半径，以满足电缆敷设的最小半径。桥架之间的连接板连接螺栓等受力附件，与桥架、托臂等本体结构强度相适应。

4) 电缆桥架直接片、压板、连接螺栓等附件数量需满足现场使用。

5) 电缆桥架施工和电缆与桥架空间的容积比应符合规范，容积比应小于 50%，以利于通风散热。

6) 电缆桥架对于电缆具有防尘、防水、防机械损伤功能，电缆桥架底部排水设计能保证任何情况电缆桥架内无积水。

7) 电缆应悬挂说明电缆规格型号、起终点位置的标志牌，标志牌上的文字不允许手工书写，雕刻或印制的文字应清晰牢固。

8) 屋面桥架下墙折弯处平台，架设桥架支撑结构。此支撑结构可根据桥架处尺寸进行调节，以满足电缆敷设的弯曲半径。

4. 接地系统

本工程接地系统的设计应能适用于机械和电气设备的工作接地、保护接地和防雷接地等要求，确保接地电阻、跨步电压和接触电势满足《交流电气装置的接地设计规范》（GB50065-2011）规范要求。

本工程接地系统主要为储能柜体部分和电气附属设施工程：

根据电站布置形成一个接地网，各子方阵接地体相互连接，接地系统应连续、可靠，接地电阻应小于 4Ω 。