

# XkA 总部大楼屋顶光伏项目 — 独立评估报告

**评估对象：**湖南长沙 XkA 总部大楼屋顶分布式光伏发电项目（业主自投）

**原方案编制：**湖南优创新能源集团有限公司（2026.03.16）

**本报告日期：**2026年3月16日（v4 — 基于实际电费与运营数据修订）

**评估性质：**第三方独立可行性分析与风险评估

## 一、项目基本参数汇总

| 项目        | 数值                           |
|-----------|------------------------------|
| 装机容量      | 200kWp（DC侧）                  |
| 组件规格      | 625Wp 单晶硅 × 320块             |
| 屋顶类型      | 水泥屋顶，可用面积约1000m <sup>2</sup> |
| 逆变器配置     | 150kW + 50kW 各一台             |
| 年有效日照小时数  | 943小时                        |
| 年发电量（方案值） | 20万kWh                       |
| 消纳模式      | 全部自发自用                       |
| 加权平均电价    | 1.1元/kWh                     |
| 总投资（方案报价） | 52万元（2.6元/W）                 |
| 设计寿命      | 25年                          |
| 施工周期      | 3个月                          |

## 二、成本详细拆解与市场比较

### 2.1 报价单逐项分析

| 序号 | 项目        | 单价(元/W) | 总价(万元) | 占比    | 市场参考价(元/W) | 评价   |
|----|-----------|---------|--------|-------|------------|------|
| 1  | 光伏组件625型  | 0.85    | 17.0   | 32.7% | 0.65-0.75  | 偏高   |
| 2  | 逆变器       | 0.12    | 2.4    | 4.6%  | 0.10-0.15  | 合理   |
| 3  | 防逆流装置     | 0.05    | 1.0    | 1.9%  | 0.03-0.05  | 合理   |
| 4  | 并网柜(含防孤岛) | 0.07    | 1.4    | 2.7%  | 0.05-0.08  | 合理   |
| 5  | 龙骨支架等     | 0.35    | 11.0   | 21.2% | 0.20-0.30  | 偏高   |
| 6  | 光伏线缆      | 0.35    | 7.0    | 13.5% | 0.10-0.20  | 明显偏高 |
| 7  | 辅材        | 0.02    | 0.4    | 0.8%  | 0.02-0.03  | 合理   |
| 8  | 施工        | 0.35    | 7.0    | 13.5% | 0.20-0.25  | 偏高   |
| 9  | 管理协调费用    | 0.05    | 1.0    | 1.9%  | 0.03-0.05  | 合理   |
| 10 | 设计        | 0.02    | 0.4    | 0.8%  | 0.02-0.03  | 合理   |
| 11 | 备案、验收等    | 0.17    | 3.4    | 6.5%  | 0.05-0.10  | 偏高   |
| 合计 |           | 2.6     | 52.0   | 100%  | 1.8-2.2    |      |

### 2.2 成本评价

**2.6元/W 的单价在2026年市场环境下明显偏高。**

- 当前200kW规模分布式光伏EPC行业平均价格：**1.8 - 2.2 元/W**
- 合理预期总投资：**约 36 - 44 万元**
- 本方案溢价幅度：**约 18% - 44%**

主要溢价点：线缆（+3~5万）、支架（+1~3万）、施工（+2~3万）、备案验收（+1.5~2.5万）。

### 2.3 组件品牌问题

原方案组件品牌标注为"晶科、晶澳、协鑫**等**"，存在以下问题：

- **品牌不确定**："等"字意味着可能使用未列出的低端品牌替代

- **质量差异大**：一线品牌与二三线品牌在实际衰减率、质保兑现能力上差距显著
- **价格不透明**：不同品牌组件价差可达0.10-0.20元/W，模糊品牌便于施工方获取更高利润
- **建议**：合同中必须锁定唯一品牌及具体型号（如"晶科 Tiger Neo N-type 625W"），不接受"等"字表述

### 三、发电量核算

#### 3.1 方案发电量验证

方案计算：装机容量(200kW) × 年有效日照小时(943h) = 18.86万kWh，取整为20万kWh。

**问题：该计算未扣除系统效率损失(PR)。**

#### 3.2 修正发电量计算

实际发电量 = 装机容量 × 等效利用小时数 × 系统效率(PR)

| 损耗项         | 损耗比例               |
|-------------|--------------------|
| 组件温度损耗      | 3-5%               |
| 逆变器效率损耗     | 2-3%               |
| 线路损耗(直流+交流) | 2-3%               |
| 灰尘遮挡损耗      | 2-3%               |
| 组件失配损耗      | 1-2%               |
| 可用率损耗       | 1-2%               |
| <b>综合PR</b> | <b>0.80 - 0.85</b> |

修正后首年发电量：

- 保守：200kW × 943h × 0.80 = **15.09 万kWh**
- 中性：200kW × 950h × 0.82 = **15.58 万kWh**
- 乐观：200kW × 960h × 0.85 = **16.32 万kWh**

**方案声称的20万kWh较修正中性值偏高约28%。** 以下分析均采用中性值15.6万kWh。

## 四、基于实际数据的消纳能力分析

### 4.1 大楼运营与用电基本信息

| 项目   | 实际情况                 |
|------|----------------------|
| 运营模式 | 周一至周日均有人上班，周末人员减半    |
| 工作时间 | 9:00 - 18:30（空调同步开启） |
| 周末能耗 | 约为工作日的 50%           |
| 大楼状态 | 新建，2025年底投入使用        |

### 4.2 实际用电数据

| 月份       | 用电量(kWh) | 日均用电(kWh) | 备注         |
|----------|----------|-----------|------------|
| 2025年12月 | 63,390   | 2,045     | 正常月（冬季供暖）  |
| 2026年1月  | 63,887   | 2,061     | 正常月（冬季供暖）  |
| 2026年2月  | 38,984   | 1,392     | 春节假期，约半月停工 |

### 4.3 工作日与周末负荷拆分

以12月数据为基准（23个工作日 + 8个周末日）：

| 类型  | 日均用电(kWh)      | 9:00-18:30 负荷均值(kW) | 非工作时段负荷均值(kW) |
|-----|----------------|---------------------|---------------|
| 工作日 | ~2,350         | ~185                | ~40           |
| 周末  | ~1,175（工作日50%） | ~90                 | ~25           |

验证： $23 \times 2,350 + 8 \times 1,175 = 54,050 + 9,400 = 63,450 \approx$  实际 63,390 ✓

4.4 年用电量估算

| 月份类型             | 月数 | 月均用电(万kWh) | 小计(万kWh) | 依据              |
|------------------|----|------------|----------|-----------------|
| 夏季（6-9月）         | 4  | 7.5-9.0    | 30-36    | 制冷负荷大，室外机高温效率降低 |
| 冬季（12-1月）        | 2  | 6.3        | 12.6     | 实际数据            |
| 春秋过渡（3-5/10-11月） | 5  | 5.0-6.0    | 25-30    | 空调负荷最低          |
| 春节月（2月）          | 1  | 3.9        | 3.9      | 实际数据            |
| 全年估算             | 12 |            | ~72-83   |                 |

大楼年用电量约72-83万kWh，光伏年发电15.6万仅占总用电的19-22%。

4.5 光照时段与工作时段的季节性重合分析

这是评估自用率的核心：光伏发电和大楼用电必须在**时间上**匹配才能自用。

| 季节                | 有效光照时段                | 工作/空调时段              | 重合时段                        | 非重合说明                                |
|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 夏季(6-8月)          | 6:00-18:30<br>(12.5h) | 9:00-18:30<br>(9.5h) | 9:00-18:30<br><b>(9.5h)</b> | 6:00-9:00有光伏但仅基础负荷 (~30kW)           |
| 春秋<br>(3-5/9-11月) | 7:00-17:30<br>(10.5h) | 9:00-18:30<br>(9.5h) | 9:00-17:30<br><b>(8.5h)</b> | 7:00-9:00仅基础负荷；<br>17:30-18:30有负荷无光伏 |
| 冬季(12-2月)         | 8:00-17:00<br>(9h)    | 9:00-18:30<br>(9.5h) | 9:00-17:00<br><b>(8h)</b>   | 8:00-9:00少量光伏；<br>17:00-18:30有负荷无光伏  |

4.6 各季节负荷与光伏匹配详细分析

冬季（12月-2月，约90天）

光伏日发电量较低（~350-450kWh），日照短且角度低。

| 时段          | 光伏出力(kW) | 工作日负荷(kW)     | 周末负荷(kW) |
|-------------|----------|---------------|----------|
| 8:00-9:00   | 20-50    | 30-40（基础）     | 20-25    |
| 9:00-12:00  | 80-150   | 170-200（供暖满载） | 85-100   |
| 12:00-14:00 | 130-160  | 170-200       | 85-100   |
| 14:00-17:00 | 50-130   | 170-200       | 85-100   |
| 17:00-18:30 | 0        | 150-180       | 70-90    |

### 冬季结论：

- 光伏出力全程低于负荷，**工作日和周末均可100%消纳**
- 17:00后仍有1.5h办公需求但无光伏，说明冬季大楼用电远超光伏供给
- 自用率：**~100%**

### 夏季（6月-8月，约92天）

光伏日发电量最高（~700-800kWh），但空调制冷负荷也最大。

| 时段          | 光伏出力(kW)    | 工作日负荷(kW)     | 周末负荷(kW) |
|-------------|-------------|---------------|----------|
| 6:00-9:00   | 30-120（爬坡）  | 30-40（基础）     | 20-30    |
| 9:00-11:00  | 120-170     | 220-280（制冷满载） | 110-140  |
| 11:00-14:00 | 170-190（峰值） | 240-300       | 120-150  |
| 14:00-17:00 | 120-170     | 220-280       | 110-140  |
| 17:00-18:30 | 30-80       | 180-220       | 90-110   |

### 夏季结论：

- 工作日9:00后：负荷(220-300kW) **远超** 光伏峰值(170-190kW)，全部消纳
- 周末9:00后：负荷(110-150kW) 与光伏(170-190kW)接近，**中午有少量溢出约30-50kW，持续约3h**，日溢出约100-150kWh
- 6:00-9:00早间：光伏爬坡期发电约150-200kWh，基础负荷仅消纳约90kWh，**溢出约60-110kWh**（主要在工作日和周末均存在）
- 工作日自用率：**~97%**（早间少量溢出）
- 周末自用率：**~80-85%**（早间+中午溢出）
- 夏季综合自用率：**~92-93%**

### 春秋过渡期（3-5月、9-11月，约153天）

空调负荷最低的季节，也是自用率压力最大的时期。

| 时段          | 光伏出力(kW)  | 工作日负荷(kW) | 周末负荷(kW) |
|-------------|-----------|-----------|----------|
| 7:00-9:00   | 20-80（爬坡） | 25-35（基础） | 20-25    |
| 9:00-11:00  | 80-150    | 140-170   | 70-85    |
| 11:00-14:00 | 150-175   | 150-180   | 75-90    |
| 14:00-17:00 | 80-150    | 140-170   | 70-85    |
| 17:00-17:30 | 20-50     | 130-150   | 65-75    |

#### 春秋结论：

- 工作日：负荷(140-180kW) 与光伏(150-175kW)接近，中午少量时段可能出现10-30kW 溢出，日溢出约20-50kWh
- 周末：负荷(70-90kW) **明显低于** 光伏峰值(150-175kW)，中午溢出约60-100kW，持续约3-4h，日溢出约200-350kWh
- 7:00-9:00早间：溢出约30-60kWh
- 工作日自用率：~**95-97%**
- 周末自用率：~**55-65%**（晴天） / ~100%（阴天）
- 春秋综合自用率：~**85-88%**

### 4.7 全年自用率汇总

| 季节            | 天数         | 日均发电(kWh) | 自用率   | 自用电量(万kWh)   | 溢出电量(万kWh)   |
|---------------|------------|-----------|-------|--------------|--------------|
| 冬季（12-2月）     | 90         | 400       | ~100% | 3.60         | ~0           |
| 夏季（6-8月）      | 92         | 750       | ~93%  | 6.42         | ~0.48        |
| 春秋（3-5/9-11月） | 153        | 430       | ~87%  | 5.72         | ~0.86        |
| 春节假期（2月部分）    | 15         | 350       | ~70%  | 0.37         | ~0.16        |
| <b>全年</b>     | <b>350</b> |           |       | <b>16.11</b> | <b>~1.50</b> |

注：部分天数重叠已调整，总发电量校准为15.6万kWh。

**全年加权自用率 ≈ 90-93%，取中值约 91%。溢出电量约 1.4万kWh/年。**

溢出主要来自：

1. **春秋晴天周末中午**（最大来源）：约0.7万kWh
2. **夏季早间6:00-9:00**：约0.3万kWh
3. **夏季晴天周末中午**：约0.2万kWh
4. **春节等长假期间**：约0.2万kWh

## 五、收益测算

### 5.1 原方案 vs 修正收益对比

| 项目              | 原方案         | 修正（议价前52万）    | 修正（议价后40万）    |
|-----------------|-------------|---------------|---------------|
| 总投资             | 52万         | 52万           | 40万           |
| 首年发电量           | 20万kWh      | 15.6万kWh      | 15.6万kWh      |
| 自用比例            | 100%        | 91%           | 91%           |
| 自用电量            | 20万kWh      | 14.20万kWh     | 14.20万kWh     |
| 余电上网电量          | 0           | 1.40万kWh      | 1.40万kWh      |
| 自用收益（×1.1元）     | 22万         | 15.62万        | 15.62万        |
| 余电上网收益（×0.39元）  | —           | 0.55万         | 0.55万         |
| 年运维成本           | 0           | 0.6万          | 0.6万          |
| <b>首年净收益</b>    | <b>22万</b>  | <b>15.57万</b> | <b>15.57万</b> |
| <b>静态回收期</b>    | <b>2.4年</b> | <b>3.3年</b>   | <b>2.6年</b>   |
| <b>25年累计净收益</b> | <b>555万</b> | <b>~335万</b>  | <b>~347万</b>  |

### 5.2 组件衰减影响

按行业标准衰减曲线（首年衰减2%，此后年衰减0.55%）：

| 年份   | 剩余功率  | 年发电量     | 年净收益   |
|------|-------|----------|--------|
| 第1年  | 100%  | 15.6万kWh | 15.57万 |
| 第5年  | 95.6% | 14.9万kWh | 14.87万 |
| 第10年 | 92.8% | 14.5万kWh | 14.44万 |
| 第15年 | 90.1% | 14.1万kWh | 14.03万 |
| 第20年 | 87.3% | 13.6万kWh | 13.55万 |
| 第25年 | 84.6% | 13.2万kWh | 13.11万 |

## 六、储能是否值得配套？

### 6.1 溢出量与储能价值评估

基于实际数据，全年溢出电量仅约 **1.4万kWh**，对应经济损失：

- 如余电上网（0.39元/kWh）：年损失  $1.4万 \times (1.1-0.39) = \mathbf{0.99万元}$
- 如防逆流弃电（0元）：年损失  $1.4万 \times 1.1 = \mathbf{1.54万元}$

### 6.2 储能方案投入产出

| 储能方案           | 投资  | 可挽回损失/年 | 回收期          | 评价        |
|----------------|-----|---------|--------------|-----------|
| 100kWh / 50kW  | 7万  | ~0.7万   | <b>10年</b>   | 不划算       |
| 200kWh / 100kW | 14万 | ~0.9万   | <b>15.6年</b> | 不推荐       |
| 不配储能（余电上网）     | 0   | 基准      | —            | <b>推荐</b> |

### 6.3 储能结论

**基于实际运营数据，储能配套不推荐。**

大楼7天工作制且用电量大，自用率已达91%，年溢出损失仅约1万元。配100kWh储能需投资7万元，回收期长达10年，边际收益远低于投资成本。

建议采用"自发自用、余电上网"模式，将少量溢出电力以0.39元/kWh卖给电网即可。

**后续条件变化时可重新评估：**若确认执行峰谷电价（峰谷价差>0.5元），储能可通过"低谷充电、高峰放电"获得额外套利收益，届时再评估小型储能方案。

## 七、风险与不足分析

### 7.1 原方案的问题

| #  | 问题          | 严重程度 | 详细说明                          |
|----|-------------|------|-------------------------------|
| 1  | 报价偏高        | 高    | 2.6元/W高于市场水平20-40%，直接影响投资回报   |
| 2  | 发电量高估       | 高    | 未扣除系统效率(PR)，20万度较实际偏高约28%     |
| 3  | 未计运维成本      | 高    | 25年运维是真实支出，累计约15-25万元被完全忽略    |
| 4  | 组件品牌未确定     | 中-高  | "晶科、晶澳、协鑫等"模糊表述，可能使用低端品牌替代    |
| 5  | 自用比例未做分析    | 中    | 声称100%但未分析负荷曲线与光照时段匹配度，实际约91% |
| 6  | 缺少NPV/IRR分析 | 中    | 仅算静态回收期，无法评估资金时间价值            |
| 7  | 屋顶承重报告缺失    | 中    | 仅提及"会做评估"，未给出具体承重数据           |
| 8  | 运维合同条款不明    | 中    | 运维责任、费用未说明                    |
| 9  | 质保条款缺失      | 中    | 未提及组件/逆变器/施工质保期限              |
| 10 | 效果图为AI生成    | 低    | 安装效果图标注"AI生成"，非实际工程设计图        |

### 7.2 外部风险

| 风险类别   | 说明                       | 影响程度 |
|--------|--------------------------|------|
| 政策风险   | 分布式光伏消纳政策、电价机制可能在25年内调整  | 中    |
| 屋顶产权   | 需确认大楼产权归属，25年内是否有拆迁/改建计划 | 中    |
| 电网接入   | 需确认"自发自用余电上网"备案流程        | 中    |
| 极端天气   | 长沙高温、冰雹、暴雨可能损坏设备         | 低-中  |
| 组件实际衰减 | 非一线品牌实际衰减可能超过质保承诺        | 低-中  |
| 电费数据不足 | 仅有3个月数据（冬季），缺少夏季实际数据验证   | 低    |

---

## 八、建议行动项

### 签约前必须完成

1. **多家比价** — 至少再找2-3家EPC商报价，光伏目标价 **2.0-2.2元/W（40-44万）**
2. **锁定组件品牌型号** — 合同中明确唯一品牌及型号，优先一线品牌（晶科、隆基、天合、晶澳）
3. **专业发电量模拟** — 要求用PVsyst等软件出具模拟报告
4. **办理余电上网备案** — 确认"自发自用余电上网"并网手续，确保溢出电力可上网结算
5. **屋顶承重检测** — 委托第三方出具荷载评估报告
6. **积累夏季电费数据** — 建议至少等到6-7月取得夏季数据后再最终确认方案

### 合同中必须包含

1. **质保条款** — 组件25年线性功率质保、逆变器至少10年质保、施工质保5年
2. **运维条款** — 明确25年运维责任方、费用标准、响应时间
3. **违约责任** — 发电量不达预期、设备质量问题的赔偿机制
4. **保险安排** — 光伏电站自然灾害险和第三方责任险

### 可选优化项

1. **峰谷电价评估** — 如有峰谷价差，后期可考虑小型储能套利
  2. **碳资产管理** — 关注CCER或绿证交易
  3. **智能监控系统** — 配置光伏监控平台，实时追踪发电量
-

## 九、综合评价

| 评估维度  | 评价     | 说明                          |
|-------|--------|-----------------------------|
| 技术可行性 | 可行     | 屋顶条件适合，技术路线成熟               |
| 消纳可行性 | 良好     | 7天工作制+大楼高能耗，自用率约91%，无需储能    |
| 经济可行性 | 可行但需议价 | 议价至40万后回收期约2.6年，25年净收益约347万 |
| 风险水平  | 中低     | 主要风险：报价虚高、组件品牌不确定           |
| 整体建议  | 推荐实施   | "自发自用余电上网"，暂不配储能            |

### 推荐方案总结

**推荐配置：200kW光伏，"自发自用余电上网"模式，暂不配储能。**

基于实际电费数据（12月 63,390kWh、1月 63,887kWh、2月 38,984kWh）和运营信息（7天工作制、9:00-18:30工作时段、周末能耗约工作日50%），分季节分析光照时段与工作时段的重合度后得出：

- **冬季**自用率接近100%（光伏出力低，负荷高，完全匹配）
- **夏季**自用率约93%（高温制冷负荷大幅增加，仅早间6:00-9:00及周末中午少量溢出）
- **春秋**自用率约87%（空调负荷最低，周末晴天中午溢出最多）
- **全年加权自用率约91%**，年溢出约1.4万kWh，损失约1万元，可余电上网消化

**投资议价至40万元后，静态回收期约2.6年，25年累计净收益约347万元。**

**签约核心要点：议价（目标40-44万）、锁定组件品牌、办理余电上网备案、完善质保运维条款。**

本报告仅供内部决策参考，基于实际电费数据和公开市场信息进行的独立分析。

实际投资决策请以专业工程设计单位的详细可研报告和正式报价为准。

数据来源：XkA总部大楼2025.12-2026.02电费单 | 湖南优创新能源可研方案(20260316)