

# AI HVAC 优化现场 M&V 指南

这份工作模板帮助现场从技术摸底走到可批准的 M&V plan 和可重复的节费报告。它不能替代由业主、ESCO 或责任工程师签署的合同级 M&V plan。

读者：现场能源工程师、调试人员、设施经理、自控承包商和业主代表。范围：在既有 BAS/BMS 上实施监督式 AI 优化的测量与验证。

## 现场应交付的结果

- 选定的 IPMVP option 和计量边界。
- 完整点表，含单位、采样间隔、历史深度和数据质量状态。
- 基线期、报告期和控制期日历。
- 基线模型，含自变量、运行模式分段和验收指标。
- 舒适度与可靠性验收规则，以及剔除日志。
- 可供设施、财务和合同相关方审查的节费报告包。

## 1. 先判断现场是否具备条件

- 如果无法识别电表边界、被控设备或操作员验收标准，就停止把项目当成可测量节费主张。
- 试点最低要求：HVAC 分项表或整栋间隔电表、每种运行模式至少 6 个可比周、小时级室外温度、时间表、舒适度数据，以及带护栏的控制权限。
- 财务级主张需要更清晰的边界表、最好 12 个月历史、潜热相关湿度，以及模型模式、命令、override 和 fallback 的持续日志。

## 2. 选择 IPMVP option

- 当被控 HVAC 边界可用分项表或设备功率数据隔离时，优先 Option B。
- 当业主要整栋问责、且预期节能量相对总负荷足够显著时，使用 Option C。
- 前期数据不足时，Option D 只能作为明确的 fallback。
- 除非合同接受约定参数并披露不确定度，否则不要用 Option A 作为 AI HVAC 节费主口径。

## 3. 写清计量边界

写成自控技术人员能在现场核对的一段话：设施、时区、电表编号、被控系统、纳入的能源流、排除系统，以及再热、economizer 或蓄冷等已知耦合。

## 4. 采集现场数据并保留原始导出

- 要原始趋势导出，不要截图。点名、描述、单位、带时区时间戳、采样间隔、原始值、质量标记、源系统和导出日期都必须有。
- 归档原始导出前，不要重采样、平滑、插值或先剔除异常值。
- QA 需确认时区、采样完整度、电表对账、单位、不合理值、缺失处理、异常值规则、点位映射连续性和天气源一致性。

## 5-6. 分段运行模式并建立基线

- 不要把不兼容的冷站行为放进同一个基线。按供冷/供热/过渡季、有人/无人、economizer、加减机、蓄能、湿度控制、需量限制和设备降级分段。
- 基线期必须排除早期 tuning 和未经批准的 AI 建议窗口。
- 自变量应解释能耗，但不能把优化结果本身泄漏进去。不要把已优化设定值当作整栋基线变量，以免把节费解释掉。
- 默认筛选：月度  $|NMBE| \leq 5\%$ 、 $CVRMSE \leq 15\%$ ；小时级  $|NMBE| \leq 10\%$ 、 $CVRMSE \leq 30\%$ 。这是 ASHRAE Guideline 14 风格筛查，不是合同保证。

## 7-11. 验收、剔除、节费和材料包

- 只有舒适度和可靠性通过，节费才能被接受。报告期开始前先定义业主批准的区域小时规则。
- 用预先定义的非例行事件代码处理使用率变化、设备故障、维保、override、BMS 中断、电表故障、传感器失效、外推、需求响应和应急。
- 核心公式：节能量 = 调整后基线能耗 - 报告期实测能耗。需量节费单独报告。
- 归因到 AI 需要：批准运行模式、护栏内命令、BMS 接受或操作员执行建议、舒适度/可靠性通过，且不能用非例行事件解释。
- 每期材料包需要封面备忘、方法、数据清单、基线诊断、节费表、舒适度/可靠性证据、控制审计轨迹、非例行事件日志和附录。