

WHITEPAPER · WP-003

KNX

全屋智能系统集成白皮书

KNX Smart Home Integration White Paper

开放式楼宇自控总线在高端住宅的工程实践

出品 东莞市五点智能工程有限公司

品牌 五点智能影音 · WUDIAN

版本 V1.0

发布 2025 年

文件编号：WP-003 版本：V1.0 发布方：东莞市五点智能工程有限公司 发布日期：2025 年
适用范围：别墅、大平层 KNX 全屋智能系统规划、设计与施工

前言

KNX 是目前全球唯一获 ISO/IEC 14543-3 认证的开放式楼宇自控总线标准，自 1990 年由欧洲三大自动化协会合并创立 Konnex 协会以来，已在全球超过 100 个国家部署、认证设备制造商超过 500 家、认证设备数量逾 80,000 种。

相对于国内流行的私有协议系统（欧瑞博、海尔全屋智能等），KNX 的核心优势在于：真正的开放互联——不同品牌的 KNX 认证设备可以在同一系统中自由组合、统一编程，且生命周期内的可维护性不依赖于单一厂商的商业存续。

本白皮书由五点智能影音 KNX 认证工程师团队基于实际项目经验编写，旨在为业主和设计师提供 KNX 系统规划的技术参考框架。

第一章 KNX 技术架构基础

1.1 总线拓扑与通信原理

KNX 系统采用基于总线的分布式架构，所有设备（传感器与执行器）共享同一总线（TP 双绞线），通过群组地址（Group Address）进行通信，无需中央处理器（无单点故障）。

通信原理：

- 传感器（如按键面板、温度传感器）向总线发送报文，携带群组地址和数据
- 执行器（如调光模块、风机盘管控制器）监听自身订阅的群组地址，收到报文后执行动作
- 多个执行器可订阅同一群组地址，实现“一键全关”等场景

KNX 物理层标准：

传输介质	协议名称	传输速率	最大距离	典型应用
双绞线 (TP)	KNX TP	9,600 bps	1,000 m	住宅、商业（主流）
射频	KNX RF	16,384 bps	30 m（室内）	改造项目
电力线	KNX PL	1,200 bps	—	特殊改造场景
IP 网络	KNXnet/IP	100 Mbps	无限制	跨楼栋、远程

五点工程推荐：新建别墅项目全部采用 KNX TP（双绞线）作为主干，KNXnet/IP 用于楼层间互联和远程管理接口。

1.2 系统层级结构

KNX 系统由三个层级组成：

```
■■ Domain ■■
  ■■ Area ■■ [■■ 15 ■■■/■]
    ■■ Line ■■ [■■ 15 ■■■/■■]
      ■■ Device ■■ [■■ 64 ■■■/■■]
```

实用容量：单域最多可容纳 225 条线路 × 64 设备 = 14,400 个设备，远超任何住宅项目需求。

线路耦合器（Line Coupler）：不同线路之间通过线路耦合器连接，提供电气隔离并优化总线负载。每条线路独立供电，单条线路断电不影响其他线路。

1.3 KNX 与私有协议系统对比

对比维度	KNX	主流私有协议系统
标准开放性	ISO/IEC 国际标准，500+ 厂商互通	厂商私有，不同品牌不互通
厂商依赖性	无（任一认证厂商均可维护）	强（必须原厂售后）
编程工具	ETS 6（官方统一工具，终身授权）	各品牌独立 APP / 云后台
系统生命周期	30+ 年（欧洲商业建筑验证）	取决于厂商运营状况
云依赖	本地运行，断网完全可用	部分功能依赖云服务
初装成本	高（设备+编程工时）	低~中
扩展成本	低（标准化，价格透明）	中（绑定品牌生态）
适用场景	高端住宅、商业、需长期稳定运行	中端住宅、快速部署

第二章 KNX 住宅系统功能矩阵

2.1 灯光控制

灯光控制是 KNX 住宅系统的核心功能，涵盖：

开关控制：

- 所有灯路可通过面板、触摸屏、APP、定时任务、声控网关任意方式控制
- 支持"主人回家""离开模式"等联动场景一键触发

调光控制：

- 相位调光 (Leading Edge / Trailing Edge)：适用于白炽灯、卤素灯 (已淘汰) 及部分 LED
- DALI 调光 (数字可寻址灯光接口)：每灯独立寻址，精度 0-100% (256 级)，推荐用于高端项目
- 0-10V / 1-10V 调光：适用于驱动器型 LED 灯具
- PWM 调光：主要用于 LED 灯带

色温 / 色彩控制：

- 双色温 (暖白 + 冷白) 混合驱动，支持色温 2700 K - 6500 K 无级调节
- RGBW 灯带通过 4 路 DALI 或 DMX 驱动，支持 1600 万色

场景 (Scene) 系统：

- 每个房间可存储最多 64 个场景 (快捷键调用)
- 典型场景：阅读 (4000 K · 80%)、观影 (2700 K · 5%)、就寝 (2700 K · 0% 渐变)、会客 (3000 K · 60%)

2.2 窗帘与遮阳控制

电动卷帘 / 百叶：

- KNX 卷帘执行器控制直流电机，支持位置记忆 (0-100%) 与百叶片角度控制
- 自动遮阳：连接光照传感器，当室外光照 > 设定阈值 (如 30,000 Lux) 自动下降至设定角度
- 防风联动：连接风速传感器 (或气象站)，风速 > 安全阈值时自动收起帘布

场景联动：

- 观影模式：主卧投影幕下降 + 全房窗帘关闭 + 灯光调暗，一键完成
- 晨醒模式：清晨 7:00 东面卧室窗帘缓慢升起，配合灯光渐亮，模拟自然日出

2.3 暖通空调 (HVAC) 控制

KNX 对接 HVAC 系统是住宅集成的重要环节，支持多种接口方式：

中央空调系统对接：

- 通过 KNX-BACnet 网关或 KNX-Modbus 网关对接楼宇级 VRV 空调系统
- 支持各房间独立温区控制 (风机盘管本地 KNX 温控面板)

KNX 风机盘管控制器：

- 直接驱动 2 管制 / 4 管制风机盘管
- 支持三速调速 + 制冷/制热切换 + 温度设定 (精度 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$)
- 可接入 KNX 温度传感器、CO 传感器实现 IAQ 联动

地暖控制：

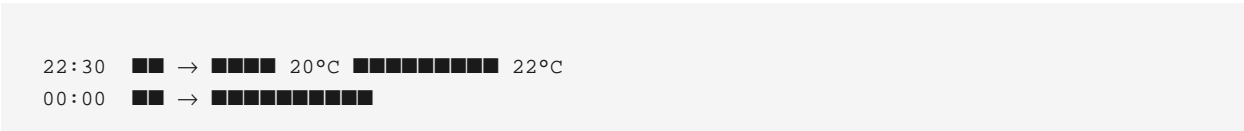
- 各区地暖阀 (电热执行器) 独立控制
- 基于时间表和实测温度自动调节

典型 HVAC 控制策略：

06:00 30 → 22°C 24°C

08:30 → 18°C

18:00 30 → 22°C



2.4 安防与门禁

门禁控制：

- 对讲门禁（可视对讲）通过 KNX 接口集成，门铃触发室内面板提示 + 手机 APP 推送
- 电磁锁 / 电插锁由 KNX 执行器直接驱动
- 支持钥匙卡（Mifare / EM）、密码、指纹、人脸识别多种认证方式集成

安防传感器集成：

- 门磁、窗磁、人体红外（PIR）接入 KNX 总线或 KNX 安防网关
- 联动逻辑：外出布防状态下，PIR 触发 → 灯光全亮 + 警报 + 手机推送 + 视频录制

烟雾 / 气体探测：

- KNX 烟感模块触发后全楼灯光全开、应急广播（通过 KNX-RS232 接口）
- 燃气泄漏探测器联动厨房电磁阀自动关断

2.5 能源监控

KNX 电能计量：

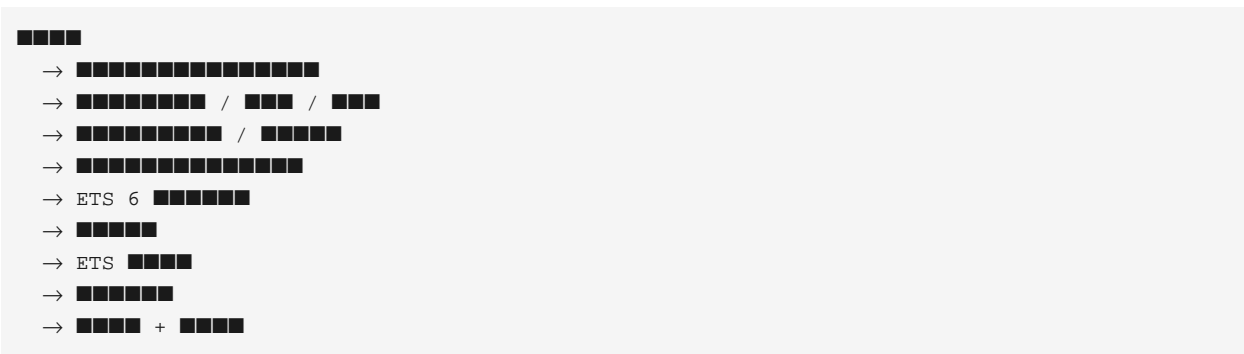
- 电能计量执行器（如 ABB EQ 系列）安装于强电箱，实时监测各回路用电量
- 数据存储于 KNX 逻辑控制器，可输出月度用电报告

太阳能 / 储能联动（选配）：

- 通过 KNX-Modbus 网关对接光伏逆变器，优先使用光伏余电驱动高用电设备（EV 充电桩、热水器）

第三章 KNX 项目规划与设计

3.1 系统规划流程



3.2 线路划分原则

合理的线路划分是 KNX 系统稳定性的基础。

原则一：按楼层或功能区划分

- 同一楼层的设备尽量在同一条或相邻线路
- 避免同一线路横跨多楼层（布线复杂、故障排查困难）

原则二：每条线路控制在 32-48 个设备以内

- 标准允许 64 个，但实际建议留有 30% 余量用于后期扩展

原则三：大功率执行器独立供电分支

- 调光器、大功率开关执行器等建议与传感器设备分开供电段

典型三层别墅线路规划示例：

线路编号	覆盖区域	典型设备数
1.1.x	一层公共区（客厅/餐厅/门厅）	24
1.2.x	一层功能区（厨房/储藏/车库）	18
1.3.x	二层主卧区	20
1.4.x	二层次卧区	16
1.5.x	三层（影院/活动室/书房）	22
1.6.x	室外（花园/泳池/大门）	14

3.3 KNX 系统预算构成

设备成本参考区间（2025 年市场价，以 ABB / Schneider / Siemens / Gira 中端产品为基准）：

类别	单价区间	典型规模（400 m ² 别墅）	小计
KNX 电源（每线路）	¥800-1,500	6 个	¥6,000-9,000
开关执行器（4 路）	¥1,200-2,500	20 个	¥24,000-50,000
DALI 调光网关	¥3,000-8,000	4 个	¥12,000-32,000
卷帘执行器（2 路）	¥1,500-3,000	12 个	¥18,000-36,000
温控器（带显示）	¥800-2,500	10 个	¥8,000-25,000
面板（4 键标准）	¥500-3,000	30 个	¥15,000-90,000
IP 网关（KNXnet/IP）	¥3,000-8,000	2 个	¥6,000-16,000
逻辑控制器	¥5,000-15,000	1 个	¥5,000-15,000
工程编程调试费	—	—	¥15,000-40,000
合计估算	—	—	¥109,000-313,000

注：以上为设备成本，不含强电箱改造、布线材料及安装人工费用。高端品牌（Jung / Gira / Merten 顶配）可上浮 50-100%。

第四章 KNX 工程施工规范

4.1 KNX 总线布线规范

线材规格：

- 标准 KNX TP 线缆：YCYM 2×2×0.8 mm²（绿色外皮，黑/红芯配对，标准 KNX 颜色编码）
- 不可用普通电话线或网线代替（阻抗不匹配，长距离可靠性差）

总线布线要求：

项目	规范
单条线路最大总线长度	1,000 m
总线电源到最远设备	≤ 350 m
相邻两个总线电源间距	≥ 200 m
总线与强电（220V）线间距	≥ 200 mm（或金属套管隔离）
总线弯曲半径	≥ 线缆外径的 6 倍
接头形式	专用 KNX 分线器（禁止直接缠绕接头）

布线拓扑：KNX TP 支持线型、树型、星型任意组合，不要求终端匹配电阻（区别于 RS-485）。

4.2 配电箱内安装规范

KNX 执行器通常安装于强电配电箱（DIN 导轨），与断路器、漏电保护器共柜：

- KNX 电源模块独占一个 DIN 导轨位置，建议安装在柜中较上部（远离热源）
- 执行器输入侧（强电）须通过断路器保护，断路器额定电流不超过执行器额定电流的 1.25 倍
- KNX 总线接线端（弱电侧）须与强电端有效隔离（KNX 规范中总线电压 29 V SELV 安全特低电压）
- 配电箱内所有 KNX 接线端须贴标（线路编号 + 设备地址）

4.3 面板与传感器安装

面板安装高度（中心点离地距离）：

- 标准开关面板：1,350 mm（与普通开关一致，保持视觉整洁）
- 触摸屏控制器：1,400-1,500 mm（考虑坐姿和立姿兼顾）
- 温控面板：1,400-1,500 mm（避免冷热出风口干扰）

温度传感器安装位置要求：

- 安装于内墙（避免外墙热桥影响）
- 距地面 1.4-1.6 m
- 距空调出风口 ≥ 1.5 m
- 避免阳光直射

第五章 ETS 编程与调试规范

ETS (Engineering Tool Software) 是 KNX 协会官方统一编程工具，现版本为 ETS 6。所有 KNX 认证工程师必须持有 KNX 认证资质方可进行 ETS 编程。

5.1 地址规划规范

物理地址 (Physical Address)：

- 格式：区域.线路.设备（如 1.3.15）
- 物理地址与设备的实际物理位置对应，便于故障排查

群组地址 (Group Address)：

- 格式：主组/中组/子组（如 1/2/15）
- 推荐使用 3 级群组地址结构：
- 主组 (0-15)：功能类别（灯光 / 窗帘 / 暖通 / 安防 / 场景）
- 中组 (0-7)：楼层 / 区域
- 子组 (0-255)：具体回路

群组地址规划示例：

主组	含义	中组示例
0	灯光开关	0/0/ = 一层, 0/1/ = 二层
1	灯光亮度	1/0/ = 一层, 1/1/ = 二层
2	灯光场景	2/0/ = 公共区场景
3	窗帘位置	3/0/ = 一层窗帘
4	暖通控制	4/0/ = 温度设定
5	安防	5/0/ = 布防/撤防
6	逻辑功能	内部使用

5.2 场景逻辑编程规范

场景存储方式：KNX 场景分为两类：

1. 本地场景（执行器内存储）：场景值直接写入执行器 EEPROM，面板发送场景号码即可调用，无需控制器在线。推荐用于常用基础场景（可靠性高）
2. 控制器逻辑场景：通过逻辑控制器（如 Gira X1 / Siemens PX80）存储复杂联动逻辑，支持时间条件、传感器判断、跨设备联动

联动逻辑编程原则：

- 每条联动逻辑必须记录文档（触发条件 + 执行动作 + 优先级 + 备注）
- 逻辑层数不超过 3 层嵌套（避免调试困难）
- 时间任务使用 KNX 时钟模块（带 GPS 对时或 NTP），精度 ≤ ±1 分钟/月

5.3 调试验收流程

逐设备验证（Device Commissioning）：

1. 下载物理地址到每个设备
2. 验证设备正常通信（ETS 诊断工具扫描）
3. 逐一测试每路执行器的手动功能

功能测试（Functional Testing）：

1. 按功能清单逐项测试（面板操作 → 预期执行结果）
2. 场景测试（每个场景逐一调用，记录偏差）
3. 联动测试（传感器触发 → 多设备响应延迟 < 500 ms）
4. 定时任务测试（手动调整系统时间验证）

APP / 远程访问测试：

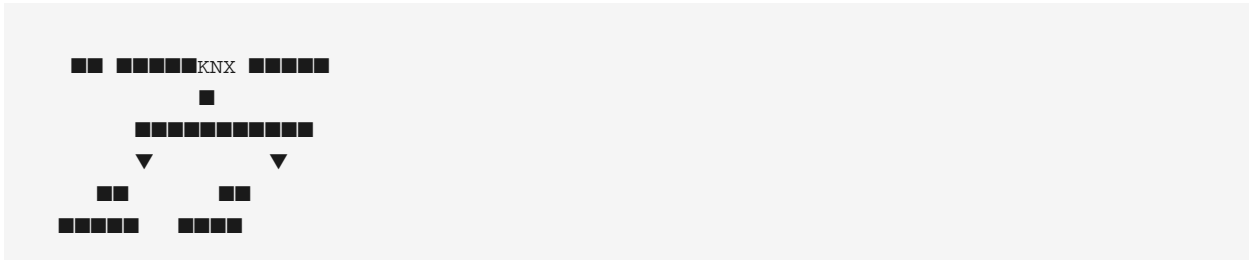
1. iOS / Android APP 连接测试（本地 Wi-Fi + 4G/5G 远程）
2. 推送通知测试（报警联动 APP 通知延迟 < 10 秒）
3. Siri / Google Assistant / 天猫精灵语音控制测试（如集成）

第六章 KNX 与影音系统联动

KNX 与家庭影音系统的联动是五点智能影音的核心差异化能力，实现"一键进入影院模式"的完整体验。

6.1 联动架构





6.2 典型影院联动场景

"观影模式"触发序列（从按下面板到就绪，约 15-30 秒）：

1. KNX 面板"观影"按键 → KNX 群组地址 2/0/3（影院场景）
2. KNX 灯光执行器 → 影院主灯 0%，氛围灯 5%（2700 K）
3. KNX 卷帘执行器 → 遮光帘 100% 下降
4. KNX-RS232 网关 → 发送 ASCII 命令给 AV 控制器
5. AV 控制器 → 投影机开机（延时 3 秒等待稳定）
6. AV 控制器 → 切换输入源（Apple TV / 蓝光碟机）
7. AV 控制器 → Trinnov 上电 + 音量调至预设值（-10 dB）
8. AV 控制器 → 电动幕布下降
9. 全流程完成 → KNX 发出确认信号（面板 LED 变化）

"离家模式"联动：

- KNX 感应一键离家 → 全楼灯光关闭 + 空调节能模式 + 安防布防 + AV 全部关机 + 影院遮光帘保留（隐私）

6.3 影院专属环境控制

温度控制：

- 影院独立 KNX 风机盘管控制器
- 观影模式：目标温度 22° C，低速静音模式（减少噪音干扰，通常选 NC-25 以下风机）
- 结束后自动切换至节能模式（24° C / 最低转速）

通风换气：

- 影院密封性较好，需定时新风补充
- KNX 控制新风机定时（每 45 分钟开启 10 分钟），并在暂停播放时触发

第七章 KNX 系统维护与扩展

7.1 系统文档管理

KNX 系统的可维护性建立在完整文档基础上。五点智能影音提供以下文档：

1. ETS 项目文件（.knxproj 格式）：完整的编程数据库，交付一份给业主存档
2. 群组地址清单（Excel）：每个群组地址的功能说明

3. 设备物理地址清单：每个设备的物理地址、安装位置、型号
4. 接线图：配电箱内 KNX 设备接线图（CAD 格式）
5. 场景联动说明书：业主可读的场景功能说明

7.2 常见故障排查

故障现象	可能原因	排查方法
某区域设备全部无响应	总线电源故障 / 该线路断线	测量总线电压（应为 29 V DC ± 1 V）
单个执行器不响应	物理地址未下载 / 设备故障	ETS 在线模式扫描，读取设备状态
面板按键无效	群组地址配置错误 / 总线通信故障	ETS 组监视工具抓包验证
场景调用不完整	部分执行器通信超时	检查总线电压和终端电阻；优化总线拓扑
APP 无法远程访问	IP 网关配置错误 / 路由器端口未开放	检查 KNXnet/IP 隧道配置和防火墙规则

7.3 系统扩展指南

KNX 的开放性使扩展极为便捷：

- 新增设备：购买任意 KNX 认证设备，安装后在 ETS 中添加地址和群组配置即可
- 新增楼层 / 区域：增加总线电源，按线路规划接入主干
- 新增功能接口：选择对应 KNX 网关（KNX-DALI、KNX-Modbus、KNX-DMX 等）
- 品牌升级：不同品牌的 KNX 认证设备可直接替换，无需重新编程（群组地址不变）

参考文献与引用标准

1. ISO/IEC 14543-3 — Information technology — Home Electronic Systems (HES) — Architecture (KNX International, 2023)
2. KNX Association — KNX System Specifications, Volume 1–5 (2022)
3. EN 50090 — Home and Building Electronic Systems (HBES)
4. CEDIA STD-012 — Network Infrastructure for Residential Systems
5. IEC 60364-7-729 — Requirements for low-voltage electrical installations in buildings
6. KNX Partner Documentation: ABB i-bus KNX System Manual (2023); Siemens GAMMA Building Control (2022); Gira KNX Application Manual (2023)
7. DIN VDE 0100-410 — Protection against electric shock
8. GB/T 20299.4-2006 — 建筑及居住环境电子系统系列标准（第 4 部分：安装要求）
9. 朱良成 — 《建筑智能化系统工程设计》，中国建筑工业出版社（2021）

附录 A：KNX 认证设备品牌推荐清单

功能类别	品牌（推荐等级）	价格区间
开关/调光执行器	ABB ★★★ / Schneider ★★★ / Siemens ★★	中~高
面板（触控）	Gira ★★★ / Jung ★★★ / Merten ★★	中~高
卷帘执行器	Somfy KNX ★★★ / ABB ★★	中~高
温控器	Siemens QAX ★★★ / Thermokon ★★★	中
IP 网关	Gira X1 ★★★ / Weinzierl IP ★★	中~高
逻辑控制器	Gira X1 ★★★ / Siemens PX80 ★★★	高
气象站	Elsner ★★★ / Theben ★★	中~高
能耗计量	ABB EQ ★★★ / Finder ★★	中

本文件为东莞市五点智能工程有限公司原创技术规范，基于
认证工程师团队实际工程经验与公开标准整理。转载请注明出处。© 2025 五点智能影音 · wudian.fun

KNX