

超低能耗建筑住宅产品方案选型

彭建军

上海华纺房地产发展有限公司, 上海 201100

[摘要]超低能耗建筑住宅产品以其舒适、节能为特点,文中通过上海地区类似案例选型分析,明确住宅产品设计过程中建筑本体设计、围护结构设计、机电选型设计的选型方案,分析得出控制超低能耗建筑增量成本的首要关键做好建筑本体的优化设计、合理地选择外窗的技术指标两项因素的重要性。

[关键词]超低能耗建筑;住宅产品;方案设计选型

DOI: 10.33142/aem.v5i9.9724

中图分类号: TU2

文献标识码: A

Selection of Ultra-low Energy Consumption Building Residential Products Schemes

PENG Jianjun

Shanghai Huafang Real Estate Development Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

Abstract: Ultra-low energy building residential products are characterized by their comfort and energy efficiency. Through the selection analysis of similar cases in Shanghai, this article clarifies the selection schemes for building body design, enclosure structure design, and electromechanical selection design in the design process of residential products. It is analyzed that the primary key to controlling the incremental cost of ultra-low energy building is to optimize the design of the building body and reasonably select the technical indicators of external windows.

Keywords: ultra-low energy building; residential products; scheme design selection

超低能耗建筑住宅产品以其舒适、节能为特点,通过对比上海地区超低能耗建筑住宅产品类似案例选型分析,对住宅产品设计过程中建筑本体设计、围护结构设计、机电选型设计四个方面的选型方案进行比选,确定最终选型方案;分析对比超低能耗建筑住宅中成本影响关键因素,做好超低能耗建筑住宅产品的经济性控制。

1 建筑本体设计

1.1 规划布局

楼栋单体之间间距超过 30 米,各楼栋单体均有良好的日照条件,控制建筑物表面风压,优化室外风环境,提升舒适度。

1.2 建筑朝向

各建筑单体具有良好的朝向,朝向南北向或南偏东 30° 至南偏西 30°,有利于自然通风。

1.3 建筑体形

各建筑单体平面规整、无过多凹凸设计,按照居住建筑的建筑体型系数限值规定:建筑物层数不高于 3 层、且建筑高度不高于 10m,建筑的体形系数小于等于 0.55,建筑物层数 4 层至 11 层间、或建筑高度高于 10m,建筑的体形系数小于等于 0.45,建筑物层数 12 层以上,建筑的体形系数小于等于 0.40。

1.4 窗墙比

在保证采光通风的前提下,对窗墙比进行适当控制,窗墙比适当减小有利于降低建筑总体负荷。各向窗墙比按

照上海市《居住建筑节能设计标准》设计,北向窗墙比不超过 0.35,东西向不超过 0.25,南向不超过 0.50。

1.5 自然采光

为保证居室良好的采光环境,同时充分利用太阳光、节约照明能耗,要求卧室与起居室的窗面积按照窗地面积比达到 1/6 以上。

1.6 自然通风

为营造室内良好的舒适度,在过渡季充分利用自然通风改善室内温度和湿度,要求卧室与起居室外窗开启扇按照通风开口面积与房间地板面积的比例达到 8%以上。

2 围护结构设计

根据《上海市超低能耗技术导则(试行)》《上海市超低能耗建筑项目管理规定(暂行)》制定,在导则建议值的基础上,根据超低能耗经验确定可实施的初步目标,其具体指标如下:

2.1 外墙保温方案

采用内外组合保温形式,外墙加权平均传热系数 $K \leq 0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,外保温采用 2 种保温结构一体化系统:预制混凝土夹心保温外墙板系统(聚氨酯夹心保温)、预制混凝土反打保温外墙板系统(硅墨烯)、现浇混凝土免拆保温模板外墙系统(硅墨烯);内保温采用 3 种材料:挤塑聚苯保温板(不带表皮,导热系数 $0.032 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, B1 级)、热固复合聚苯乙烯泡沫保温板(导热系数 $0.052 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, A 级)、STP 建筑用真空绝热板 II 型(导

表 1 围护结构设计

功能类型		《建筑节能与可再生能源利用通用规范》针对上海市(夏热冬冷 A 区)相关要求	《上海市居住建筑节能设计标准》约束值	《上海市超低能耗技术导则》建议值	《上海市超低能耗技术导则》约束值	项目实施参数取值
外墙平均传热系数 W/(m ² ·K)		≤1.0	≤1.0	≤0.40	≤0.80	≤0.40
屋面平均传热系数 W/(m ² ·K)		≤0.4	≤0.8	≤0.30	≤0.64	≤0.30
外窗传热系数 W/(m ² ·K)		≤2.2	≤2.2	≤1.4	≤1.8	≤1.4-1.8
外窗整体玻璃遮阳系数 W/(m ² ·K)		≥0.6	≥0.6	≥0.6	≥0.6	0.6
外窗、阳台门综合遮阳系数及太阳得热系数(针对卧室起居室) W/(m ² ·K)	南向	按不同开间窗墙比确定	≤0.50(按不同开间窗墙比设置外遮阳)	≤0.35	≤0.40	(中置)
	东、西向	按不同开间窗墙比确定	≤0.45(按不同开间窗墙比设置外遮阳)	≤0.35	≤0.40	(中置)
	北向	/	/	/	/	(中置)
架空楼板/外挑楼板传热系数 W/(m ² ·K)		≤1.0	≤1.0	/	/	≤0.7
分户墙传热系数 W/(m ² ·K)		≤1.5	≤2.0	/	1.7	≤1.5
楼梯间隔墙、外走廊隔墙传热系数 W/(m ² ·K)		≤1.5	/	/	/	≤1.5
楼地板传热系数 W/(m ² ·K)		≤1.8	≤2.0	/	1.7	≤1.7
户门传热系数 W/(m ² ·K)		≤2.0	≤2.2	/	1.8	≤1.8

热系数 0.008W/(m²·K), 修正系数 1.4, A1 级), 非透明部分幕墙采用岩棉板(导热系数 0.040W/(m²·K), A 级)保温, 外墙保温系统整体满足一体化保温热阻比值 ≥ 60%的外墙一体化应用比例均超过 80%。

2.2 屋面保温方案

屋面传热系数 K 为 0.30W/(m²·K), 保温最少采用 100mm 挤塑聚苯乙烯泡沫板(导热系数 0.030W/(m·k)、B1 级), 屋面构造采用正置式屋面, 保温板上设置 2 道防水层, 保温板下设置隔汽层。

2.3 楼地面保温方案

项目无架空楼地板, 项目分户楼板传热系数要求 K ≤ 1.7W/(m²·k), 干区房间楼板上设置 20mm 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板(导热系数 0.030W/(m·k), B1 级), 传热系数 K=1.07W/(m²·k), 满足要求。湿区房间楼板上设置 20mm 无机保温膏料(导热系数 0.055W/(m·k), A 级), 传热系数 K=1.54W/(m²·k), 满足要求。项目有连廊平台, 为加强热桥处理, 在连廊平台与主体结构相连位置, 板上设置 20mm 无机保温砂浆作为保温, 板下设置 50mm 硅墨烯作为保温。

2.4 分户墙保温方案

分户墙墙体类型为混凝土剪力墙和混凝土砌块, 分户墙传热系数要求 K ≤ 1.5W/(m²·k), 分户墙两侧分别设置 15mm 厚无机保温膏料(导热系数 0.055W/(m·K), A 级), 传热系数 K ≤ 1.54W/(m²·k), 满足要求; 或分户墙两侧分别设置 20mm 厚无机保温砂浆(导热系数 0.070W/(m·K), A 级), 传热系数 K ≤ 1.70W/(m²·k), 满足要求。

2.5 外门窗节能方案

除楼梯间外窗, 各朝向普通外窗和凸窗指标要求:

外窗选用高性能外窗, 其中玻璃采用三玻两腔 Low-E 玻璃, 窗框采用断桥铝铝合金窗框, 整窗传热系数 K ≤ 1.4W/m²·K, 外窗、凸窗气密性等级为 8 级, 玻璃遮阳系数为 0.60。

3 机电选型设计

超低能耗建筑住宅产品机电选型设计分为暖通空调系统方案、新风系统方案、生活热水系统方案、照明系统与电梯方案、能耗计量五个部分, 其具体选型如下:

3.1 暖通空调系统方案

冷热源: 热泵型空调地暖两联供系统、多联式空气源热泵机组, 机组能效要求: 热泵机组(空调地暖两联供/空调)全年性能系数(APF) ≥ 4.5W·h/(W·h), 不允许采用燃气壁挂炉供地暖。

3.2 新风系统方案

新每户设置一套带全热回收装置的新风系统, 新风机组功能要求: 具备风量可调节功能, 且满足 3 档可调节要求; 新风量: 标准风量满足按户总人数计算的 30m³/(h·人)的需求, 最大风量满足各房间同时使用需求; 能效要求: 单位风量耗功率 ≤ 0.45W/(m³/h); 热回收交换效率: 制冷工况焓效率达到 70%, 制热工况焓效率达到 75%; 新风进回风口距离大于 5 米。

3.3 生活热水系统方案

生活热水系统方案目前比较常见的形式有空气源热泵、燃气热水器+太阳能光伏系统、燃气热水器+太阳能热

表 2 案例对标分析

对标项目	静安区中兴社区 N070202 单元 332-01-A、333-01-A 地块	静安区中兴社区 268-01 地块项目	虹口区嘉兴路街道 HK341-06 号地块项目
外墙保温隔热设计	项目外墙的平均传热系数按照 $K \leq 0.35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 进行控制, 预制混凝土夹心保温墙板+内保温系统: 60mm 外叶板+80mm 聚氨酯+200mm 内叶板; 硅墨烯免拆保温模板外墙系统+内保温系统: 100mm/40mm 硅墨烯免拆保温模板	项目外墙的平均传热系数按照 $K \leq 0.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 进行控制, PC 部分外墙: 外叶板 60mm+50mm 聚氨酯硬泡沫塑料+200mm 内叶板+35mm 无机保温膏料(内); 非 PC 部分外墙: 100mm 硅墨烯保温板(外)+200mm 钢筋混凝土+35mm 无机保温膏料(内)	项目外墙的平均传热系数按照 $K \leq 0. \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 进行控制, PC 部分外墙: 外叶板 60mm+50mm 聚氨酯硬泡沫塑料+200mm 内叶板+35mm 无机保温膏料(内); 非 PC 部分外墙: 100mm 硅墨烯保温板(外)+200mm 钢筋混凝土+35mm 无机保温膏料(内)
屋面保温隔热设计	该项目屋面传热系数按照 $K \leq 0.19 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 进行控制, 其中保温层采用 160mm(计算值)挤塑聚苯乙烯泡沫(XPS)(导热系数 $0.030 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, B1 级)(设计值 200mm)	按 $K = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 进行控制, 保温采用挤塑聚苯乙烯泡沫板(导热系数 $0.030 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, B1 级), 所有楼: 120mm; 构造采用正置式防水保温屋面, 保温层上设防水层, 下设置防水层和隔汽层	按 $K = 0.25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 进行控制, 保温采用挤塑聚苯乙烯泡沫板(导热系数 $0.030 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, B1 级), 所有楼: 120mm; 构造采用正置式防水保温屋面, 保温层上设防水层, 下设置防水层和隔汽层
外窗节能设计	外窗选用高性能外窗, 采用传热系数为 $1.0 \sim 1.4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 的外窗, 气密性等 8 级	外窗选用高性能外窗, 其中玻璃采用三玻两腔, 外窗采用节能附框, 整窗传热系数 $K \leq 1.4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 外窗、凸窗气密性等 8 级, 玻璃遮阳系数 SC 不低于 0.60	外窗选用高性能外窗, 其中玻璃采用三玻两腔, 外窗采用节能附框, 整窗传热系数 $K \leq 1.4 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$, 外窗、凸窗气密性等 8 级, 玻璃遮阳系数 SC 不低于 0.60
供暖空调系统设计	两联供空调机组满足一级能效两联供空气源热泵机组, 冬夏季实现分室控制功能, 地暖工况具备分时控制。APF: 5.5, IPLV(C): 7.6	供暖空调系统每户独立设置, 空调冷热源采用两联供空气源热泵机组 IPLV 值 ≥ 7.1 , 全年性能系数 $\text{APF} \geq 4.5$, 夏季制冷时 EER 值为 3.70, 冬季地板辐射供暖时 COP 为 4.04。	变制冷剂多联式空调系统+两联供空气源热泵机组, IPLV 值 ≥ 7.1 , 全年性能系数 $\text{APF} \geq 4.5$, 夏季制冷时 EER 值为 3.70, 冬季地板辐射供暖时 COP 为 4.04。
新风系统	每户设置带全热回收装置的新风系统, 并配置高效的 PM2.5 净化过滤装置; 具备旁通功能和分室控制功能, 制冷工况: $\geq 68\%$ (焓效率), 制热工况: $\geq 74\%$ (焓效率), 单位风量耗功率 $\leq 0.45 \text{ W}/(\text{m}^3/\text{h})$	每户设置一套带全热回收装置的新风系统, 新风机组效率: 制冷工况焓效率达到 65%以上, 供热工况焓效率达到 70%以上; 新风量: 可调节, 标准风量按照人均不少于 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 需求, 最大风量满足各房间同时使用需求; 空气品质: 新风系统配置高效 PM2.5 净化过滤装置;	每户设置一套带全热回收装置的新风系统, 新风机组效率: 制冷工况焓效率达到 65%以上, 供热工况焓效率达到 70%以上; 新风量: 可调节, 标准风量按照人均不少于 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 需求, 最大风量满足各房间同时使用需求; 空气品质: 新风系统配置高效 PM2.5 净化过滤装置;
生活热水	空气源热泵+燃气辅热, 机组能效要求: 达到一级能效, 空气源热泵 $\text{COP} \geq 4.2$, 燃气热水器 $\eta_1 \geq 98\%$ 、 $\eta_2 \geq 94\%$	太阳能热水系统+燃气热水器(辅助), 每户 150L 水箱; 空气源热泵热水器+燃气热水器(辅助), 每户 150L 水箱	太阳能热水系统+燃气热水器(辅助), 燃气热水器 $\eta_1 \geq 98\%$, $\eta_2 \geq 94\%$; 每户 150L 水箱 空气源热泵热水器+燃气热水器(辅助), 一级能效, 空气源热泵制热效率 $\text{COP} \geq 4.2$, 每户 150L 水箱, 燃气热水器 $\eta_1 \geq 98\%$ 、 $\eta_2 \geq 94\%$
可再生能源利用	每栋楼设置一套太阳能光伏发电系统、2#装机容量为 16.77KWP, 9#装机容量为 8.6KWP, 裙房装机容量为 10.32KWP	太阳能热水系统: 6~15#楼全部住户, 每户 3 m^2 ; 太阳能光伏发电: 1#屋顶, 碲化镉薄膜组件, 装机容量为 9.6kWp, 透光率为 20%	太阳能热水系统: 4#、5#、6#、7#楼全部住户, 每户 2 m^2 ; 太阳能光伏发电: 3#屋顶, 碲化镉薄膜组件, 装机容量为 85kWp, 透光率为 20%
能耗监测系统	对住宅楼公共部位的用能系统进行分项计量; 对于各栋楼的各个户型均选取 1 个或 2 个(满足计量户数不少于同类型总户数的 2%的要求), 对其户内的空调采暖设备、热泵热水器、照明设备等设置分项计量电表进行能耗独立计量	对住宅楼公共部位的电梯、公共区域照明系统、水泵与风机等动力系统能耗进行单独计量; 对于住户区域, 对每栋楼内每个户型中的一户对其户内的供暖空调、热泵热水器、照明系统设置分项计量电表(计量户数不少于同类型总户数的 2%)	对住宅楼公共部位的电梯、公共区域照明系统、水泵与风机等动力系统能耗进行单独计量; 对于住户区域, 对每栋楼内每个户型中的一户对其户内的供暖空调、热泵热水器、照明系统设置分项计量电表(计量户数不少于同类型总户数的 2%)

水三种。

3.4 照明系统与电梯方案

照明功率密度达到现行国标规定的 70%以下, 即 $< 3.5 \text{ W}/\text{m}^2$, 照明光源优先选用 LED 灯; 节能电梯方案采用

具有变频调速和能量反馈功能的节能型电梯(如 VVVF 节能电梯)。

3.5 能耗计量

能耗计量对公共部位的主要用能系统进行分类和分

项计量,其中对电梯能耗进行单独计量并在每栋楼内选择1户(或每种户型选择2%户),对其户内供暖空调、照明、生活热水的配线设置计量表,进行能耗分项计量可不设置远传,仅户内加表,仅用于后期的运行数据分析,验收通过后可根据业主需要处理。

4 案例对标分析

通过对静安区中兴社区 N070202 单元 332-01-A&333-01-A 地块、静安区中兴社区 268-01 地块项目、虹口区嘉兴路街道 HK341-06 号地块项目三个项目超低能耗建筑住宅产品的选型对比,其具体参数如表 2:

5 成本分析

经济性控制是影响超低能耗建筑实现的重要因素,基于超低能耗建筑住宅产品各参数分析、超低能耗建筑经济性设计主要侧重点为:

控制超低能耗建筑增量成本的首要关键做好建筑本体的优化设计,包括建筑朝向、体型、窗墙比等因素,通过建筑本体的优化最大限度地降低负荷需求,从而降低对节能技术措施的应用强度需求。

合理地选择外窗的技术指标:由于目前市场高性能外窗的价格仍处于高位,因而现外窗在增量成本中占比最大。

在优化设计时,应合理地选择外窗。在保证最低的负荷和能耗指标基础上,适当放宽外窗的技术指标。

6 结论与建议

本文基于超低能耗建筑住宅产品设计选型比选、具体参数对比分析、各选型因素对成本影响,分析得出控制超低能耗建筑增量成本的首要关键做好建筑本体的优化设计、合理地选择外窗的技术指标两项因素的重要性。

[参考文献]

- [1]上海市住房和城乡建设管理委员会.上海市超低能耗建筑项目管理规定(暂行)(沪建建材[2021]114号)[S].上海:上海市住房和城乡建设管理委员会,2022:2-3.
 - [2]上海市住房和城乡建设管理委员会.上海市超低能耗建筑技术导则(试行)(沪建建材[2019]157号)[S].上海:上海市住房和城乡建设管理委员会,2019:2-3.
 - [3]上海市住房和城乡建设管理委员会.关于推进本市超低能耗建筑发展的实施意见(沪建建材联[2020]541号)[S].上海:上海市住房和城乡建设管理委员会,2020:2-3.
- 作者简介:彭建军(1985.8—),毕业院校:湖南理工学院,所学专业:土木工程,当前就职单位:上海华纺房地产发展有限公司,职称级别:工程师。