

# 被动式超低能耗技术在钢管束住宅中的应用实践

任旭红

大同泰瑞集团建设有限公司 山西 大同 037000

**摘要:** 被动式超低能耗建筑实施过程中,其能耗控制尤为重要,文中主要通过现场样板间测试收集数据,进行能耗分析,采取被动房缓冲区增加保温、围护结构隔热和控制气密性的措施,使能耗控制在被动式超低能耗技术标准范围内,为22栋楼的实施提供借鉴。

**关键词:** 能耗;隔热;气密性;被动窗;缓冲区

## 引言

被动式建筑具有保温隔热性能更高的非透明维护结构、保温隔热性能和气密性能更高的外窗、无热桥设计和施工、建筑整体的高气密性、高效新风热回收系统、充分利用可再生能源、绿色建筑等六大技术特征。具有更节能、更舒适、更好的空气品质和更高的质量保证<sup>[2]</sup>。

瑞湖·云山府总面积约28.7万平方米,22栋楼,全部按被动式超低能耗建筑,项目实施过程中,发现被动式建筑较常规建筑质量控制更严格。项目实施前,通过预

先在样板间模拟检测,收集数据和影像,重点进行了外墙保温断热桥固定、钢梁上穿管道断热桥创新等研究,收效不错,本文以减少建筑能耗为目的,着重从影响被动式住宅能耗的几个方面进行阐述。

## 1 能耗分析

瑞湖云山府样板间一体机测试共选择四个厂家的设备进行测试,测试时间选择在大同市极寒气候下的最寒冷的2020年12月5日—2021年3月15日进行了历时100天测试,分别进行了室内温度、噪声、能耗等测试。

厂家	指标数据	稳定期能耗	设备房平均噪声	客厅平均噪声	室内平均噪声	面板智能化程度	升温时间
***		35(KW*h/d) /天	43.5dB	39dB	36.5dB	控制一体机的运行,可显示室内空气质量情况,可显示控制不同房间分区控制风量及风阀角度。带zigbee,双网口,内置智能网关,可作楼宇对讲室内机使用。	10天
***		25(KW*h/d) /天	34.5 dB	31 dB	23 dB	集成了传感器的功能,可以显示房间的温度、湿度、CO <sub>2</sub> 和PM2.5等参数。	9天
***		25(KW*h/d) /天	37 dB	33 dB	22 dB	液晶显示,搭配485协议可以远程控制可以显示房间的温度、湿度、CO <sub>2</sub> 和PM2.5等参数。	5天
***		15(KW*h/d) /天	36 dB	31.5 dB	23 dB	可以显示房间的温度、湿度、CO <sub>2</sub> 和PM2.5等参数。	4天

温度稳定期间能耗平均约为25(KW\*h/d) /天,平均能耗高出超低能耗技术标准规定。

通过对被动房样板间进行现场勘察测试,发现空调系统高档位连续工作15天,室内温度升高到18度后不在上升,能耗居高不下,为此,采用红外线温度检测仪对室内不同区域进行温度测设,通过对比分析,发现多个温差较大区域,地下室顶板梁底与顶板温差大于3度,电表箱内局部温度比墙面温度低2度,外墙温度内表面温差3度等,说明多个部位均存在热损失,造成能耗居高不下。

通过现场进一步查看,发现地下室梁板和外墙保温

的厚度、栓钉隔热不规范、围护结构上固定构件、屋面支架、走廊挑板未进行隔热施工,且部分区域气密性施工不规范等。基于此,特制定措施如下:

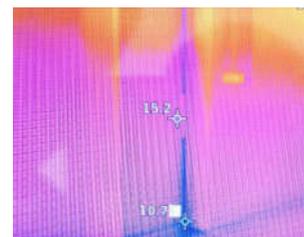


图1 外墙内表面温度差

## 2 降低能耗的措施

### 2.1 被动房缓冲区域的保温

#### 2.1.1 被动房缓冲区划分

根据被动式超低能耗居住建筑节能设计标准，我们首次提出被动区、非被动区、被动房缓冲区的区域划分理念，对建筑进行区域划分。

所谓被动房缓冲区，就是同时与被动区和非被动区相联通的区域，在被动式建筑标准中并无此名词，图纸

设计也无此内容，我们在施工实践中，为了更好的区别建筑中的被动区和非被动区，引入一个介于被动区和非被动区之间的“被动缓冲区”的新概念。对于高层住宅，其缓冲区主要是：一层以下的地下室、地下室的楼梯和电梯厅，地上部分的楼梯和电梯厅，出屋面的设备间。通过被动房区域划分研究，指导项目在缓冲区使用被动式门窗，并增加保温，减少被动区热量和气密性流失，减少被动房运行期间的能耗。

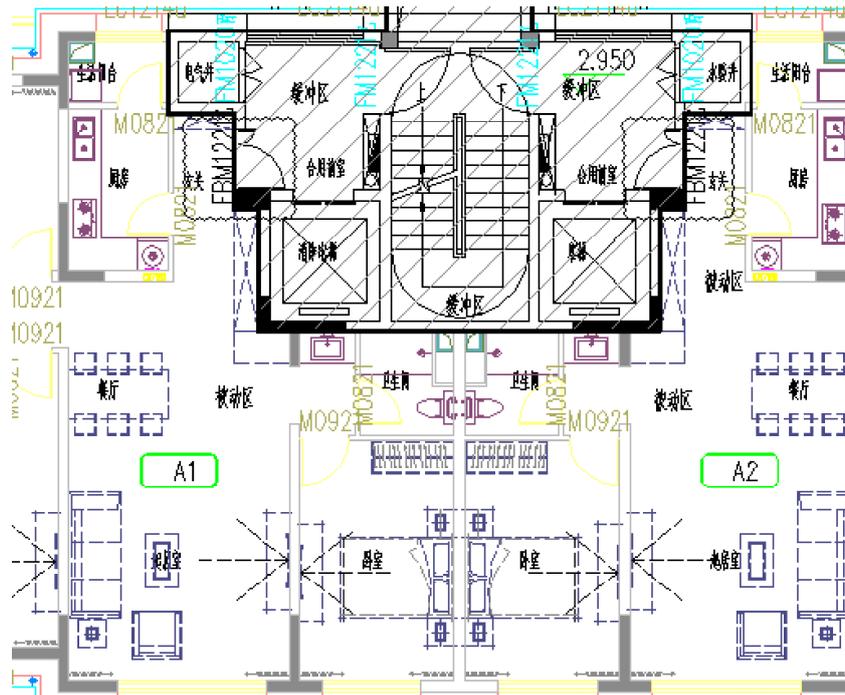


图2 被动区、缓冲区区域划分图示

#### 2.1.2 缓冲区保温:

- 1) 缓冲区门窗全部采用被动式门窗。
- 2) 缓冲区围护结构的保温参考被动区保温施工。

通过在缓冲区增设被动门窗，增加保温厚度，减少室外环境对被动区的影响，减少能耗损失<sup>[3]</sup>。

### 2.2 外墙保温施工隔热技术

被动房外墙保温厚度250-300mm，为减少钢管束上固定较厚保温的施工难度，并考虑栓钉的热损失，经过反复研究试验，研究出一种组合式锚固栓钉，该项技术不仅解决了栓钉的固定问题，也解决了栓钉的隔热问题<sup>[4]</sup>。

首先将内螺纹套管焊接于在钢管束剪力墙上，在内螺纹套管内旋拧丝杆，然后分层错缝粘贴两层外墙保温，螺杆穿透外墙保温外露，粘结砂浆达到一定强度后，取出螺杆，并将保温钉的金属杆件旋拧在内螺纹套管内，最后将保温钉帽的塑料套管套在保温钉的金属杆件上，向外略拉保温钉帽，使保温钉上的塑料倒刺卡入

保温钉帽上的卡接孔洞中，防止保温钉帽脱落的前提下，完成外墙保温的固定。

实施过程中，经过现场拉拔试验，石墨聚苯板的砂浆粘接强度全部达到1.0Mpa，每个组合锚固栓钉拉拔力均大于1.0Mpa

#### 2.3 围护结构隔热措施

##### 2.3.1 与外墙连接的金属支架隔热施工

一般与外围护结构相连接的金属支架或金属埋件尽可能采用螺栓连接，并设置隔热垫片，减少支架与围护结构的直接接触，减少热传导，安装固定隔热垫层的膨胀螺栓时，成孔后应将孔内注满聚氨酯发泡剂后及时安装膨胀螺栓。

##### 2.3.2 外挑板隔热施工

雨棚等悬挑构件的断桥热桥施工：采用挑梁减少悬挑构件与主体结构的接触面积，并采用保温材料连续包裹雨棚板和阳台板，与外墙保温连续设置。

2.3.3 被动门和被动窗隔热施工：一般在单元被动门安装前，门槛下设置聚氨酯隔热垫块，避免地面以下与门直接接触，减少热传导。

2.3.4 被动窗角码隔热垫：被动窗安装采用外挂安装，被动窗窗框安装在保温层内，镶嵌在保温层1/3处，且保温层盖住窗框外露10-15mm。确保窗户断热桥。且安装角码时与主体结构之间衬隔热垫片，避免金属角码产生导热，产生热损失。

2.3.5 穿被动区的墙、楼板、屋面管道隔热设置：

在穿越被动区的墙体，楼板及屋面的管道，全部进行套管预埋，预埋的套管直径大于管道直径50-100mm，套管与管道之间的缝隙内注入聚氨酯发泡剂或保温材料填充。且保温材料沿着管道被动区长度（高度） $\geq 1\text{m}$ ，非被动区根据实际情况做一定长度保温。



2.3.6 屋面设备基础隔热施工：设备基础范围内与屋面结构楼板间应设置防腐木，进行基础与屋面的断热桥，减少热流失。

2.3.7 女儿墙结构隔热设置：

对女儿墙等突出屋面的结构图体，其保温层和屋面墙面保温层连续，在女儿墙顶部设置金属盖板，以提高及耐久性，金属盖板和结构连接部位采取防热桥措施。

2.4 气密性控制

2.4.1 被动式门窗安装确保气密性是关键，被动门窗一般采用整体外挂安装，门窗框内表面与基层墙体外表面齐平，在门窗框内侧四周粘贴防水隔气膜，外侧粘贴防水透气膜，防水隔汽膜或防水透汽膜的搭接宽度均不应不小于100mm。涂抹气密性砂浆之后，形成严密的气密性保护。窗台部位隔气膜施工应留有伸缩余地，防止安装窗台板时造成撕裂破坏，形成气密性构造。安装第一层外墙保温与门窗框平齐，第二层保温安装时压窗框安

装，这样门窗位于外墙外保温层内。通过内外50pa压力差进行整个房间的气密性检测，发现一个门口下出现漏点，及时处理，通过更换气密膜和垫块等材料，经过修补保证换气次数 $N50 \leq 0.6\text{h}^{-1}$ 。

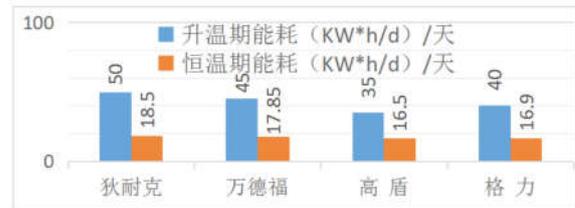
2.4.2 穿外墙、穿屋面、穿地下室楼板管道气密性施工

外围护结构气密层应连续完整，形成不间断的封闭构造层。管道穿越气密区时，管道与洞口之间的缝隙，应采用岩棉或硬泡聚氨酯喷涂填充；外围护结构内侧，应采用防水隔汽膜一边有效粘贴管道上，另一边粘贴在结构墙体上。外围护结构外侧，应采用防水透汽膜一边有效地粘贴在管道上，另一边粘贴在结构墙体上。

2.4.3 外墙上开关插座气密性：穿线完毕采用密封胶管口进行有效封堵。

### 3 结语

合理划分被动房区域，确定被动门窗；外围护结构不同部位的隔热施工，减少热桥；气密性有效控制，减少室内空气交换次数，减少设备启动频次；通过以上一系列措施减少被动式建筑外围护热桥，减少空气交换次数，减少能耗损失，具体如下：



经过样板间实施，现场测试，室内温度20-26℃，相对湿度30-60%，室内噪声30-40db，二氧化碳含量小于1000ppm，能耗控制在18KWH/H范围内，为云山府22栋楼被动房后期施工积累可借鉴经验，为推广钢结构被动房的应用发展提供借鉴<sup>[1]</sup>。

### 参考文献

- [1]《被动房超低能耗建筑--严寒、寒冷地区居住建筑》国家建筑标准设计图集16J908-8
- [2]《近零能耗建筑技术标准》GB/T61350-2019
- [3]任旭红《被动式住宅中被动区与非被动区划分的探讨》建筑技术开发TU 761.12 2021第48卷第1期
- [4]任旭红 一种被动式建筑钢管束剪力墙外墙保温用组合式固定套件 CN202021026293.8