

浙江建筑, 第 25 卷, 第 3 期, 2008 年 3 月

Zhejiang Construction, Vol. 25, No. 3, Mar. 2008

建筑节能示范工程实施实例

Example of Building Energy Saving Demonstration Project

方旭慧¹, 施泉民²

FANG Xu-hui, SHI Quan-min

(1. 中天建设集团有限公司, 浙江 杭州 310009; 2. 杭州倚天置业有限公司, 浙江 杭州 310016)

摘 要:通过对杭州倚天·盛世钱塘工程创建建设部建筑节能试点示范小区的总结, 从而对建筑节能设计、建筑节能示范技术实施的重点和难点, 以及确保节能实施效果的控制措施等有了明确的认识; 文中列出的节能实施效果的相关资料, 为今后类似工程的实施提供了借鉴, 特别是对提高外墙外保温施工质量提供了施工经验。

关键词:建筑; 节能示范; 工程实例

中图分类号: TU111.19+5

文献标识码: B

文章编号: 1008-3707(2008)03-0045-04

标书网 biaoshu.com 投标 攻关, 操盘

1 工程概况

倚天·盛世钱塘位于钱江新城内的京杭大运河和钱塘江交汇处。小区用地面积 59 051 m², 容积率为 3.05, 绿地率 ≥ 35%, 建筑密度 19.2%, 总建筑面积 224 428 m², 其中地上建筑面积 179 910 m², 地下面积 44 518 m², 总户数 1 175 户, 总投资人民币 15 亿元。整个小区由 7 幢高层住宅和部分辅助建筑组成, 工程于 2004 年 9 月开工, 2007 年 8 月通过竣工验收, 2007 年 10 月完成竣工备案并交付使用。

2 建筑节能设计概况

2.1 围护结构节能设计

外墙 3 层以上采用 25 mm 厚挤塑聚苯板外饰面砖外保温系统[设计 $K=0.85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]。3 层以下采用干挂花岗岩幕墙、挤塑聚苯板复合外墙外保温[设计 $K=0.85 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]。屋面采用 30 厚挤塑聚苯板保温层[设计 $K=0.67 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]。架空层采用 25 厚膨胀聚苯板保温隔热[设计 $K=1.13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]。外窗采用断桥隔热型中空 Low-E(5+12Ar+5)玻璃铝合金窗[设计 $K=2.5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$]。

2.2 供热(制冷)系统节能设计

为每户业主配置东芝原装进口数字直流变速家用中央空调, 能效比为 3.35~4.00。

2.3 太阳能利用技术

在每幢高层的屋顶设置大容量皇明太阳能热水器, 对顶层住户提供热水。

2.4 建筑通风照明节能

除电梯前室(规范要求), 均采用人体感应节能灯, 具备光照条件的小区道路、景观、公共照明采用光控或时控开关, 灯具采用节能灯和 LED 灯。

2.5 给排水节能

按建筑高度分高、中、低三区给水, 采用微电脑智能控制的变频加气压罐供水系统。绿化水景采用深池叠流加地下雨水净化蓄水池的节水设计, 对雨水进行回收, 小区内环形消防通道采用透水沥青路面, 以提高地下蓄水能力, 减少绿化灌溉用水和夏季地面热辐射。

2.6 建筑节能设计指标

节能设计指标如表 1 所示。

收稿日期: 2007-12-26

作者简介: 方旭慧(1970—), 女, 浙江温州人, 高级工程师, 从事建筑施工技术管理工作。

表 1 建筑节能设计指标

部位	浙江省节能率 50% 的标准	设计值	建筑节能具体做法	提高率/%
南外墙	$D \geq 3.0 \quad k \leq 1.5$	$D = 3.10 \quad k = 0.85$	25 mm 陶氏挤塑聚苯板	43.3
北外墙	$D \geq 3.0 \quad k \leq 1.5$	$D = 3.10 \quad k = 0.85$	25 mm 陶氏挤塑聚苯板	43.3
东外墙	$D \geq 3.0 \quad k \leq 1.5$	$D = 3.10 \quad k = 0.85$	25 mm 陶氏挤塑聚苯板	43.3
西外墙	$D \geq 3.0 \quad k \leq 1.5$	$D = 3.10 \quad k = 0.85$	25 mm 陶氏挤塑聚苯板	43.3
南窗(窗墙比 0.45)	$K = 2.5$	$K = 2.5$	中空 Low-E 玻璃	21.9
北窗(窗墙比 0.35)	$K = 3.2$	$K = 2.5$	(中空间隙充氩气)	
东窗(窗墙比 0.19)	$K = 4.7$	$K = 2.8$	断热铝合金窗框	
西窗(窗墙比 0.10)	$K = 4.7$	$K = 2.8$	断热铝合金窗框	
屋面	$D \geq 3.0 \quad k \leq 1.0$	$D = 3.19 \quad k = 0.67$	30 mm 挤塑聚苯板	33
底层自然通风的架空楼板	$K \leq 1.5$	$K = 1.13$	25 mm 挤塑聚苯板	24.7
分户墙	$K \leq 2.0$	$K = 1.47$	240 多孔砖	26.5

2.7 建筑节能设计综合指标

本项目建筑设计综合节能指标为 60%。

3 建筑节能的重点和难点

(1)外墙 3 层以上保温采用 XPS 挤塑聚苯板外饰面砖保温体系,建筑高度 98 m,保温面积达 87 000 m²,如何确保外保温体系在长期使用后不脱落是本工程的主要重点和难点。

(2)外墙铝合金窗面积达到 43 000 m²,要确保 Low-E 玻璃铝合金窗的隔热性能,尤其是 Low-E 玻璃性能的现场检测是本工程的另一重点和难点。

(3)本工程为每户配置了家用中央空调,如何检测家用中央空调系统现场实际性能,也是本工程的重点和难点。

4 控制措施

4.1 成立建筑节能领导小组

为使各项节能措施得到有效实施,成立了由房产开发公司总经理担任组长的节能领导小组,下设技术攻关组和现场施工管理组。以领导小组为核心,技术组和管理组采用互动模式,即由技术攻关小组负责施工设计的审核和优化,并根据工程特点制定各专项施工方案,现场施工管理小组将方案的实施效果进行直接反馈,技术攻关小组及时总结经验和技术修正,用以确保施工有序进行。

4.2 针对高层外墙外保温系统饰面砖采取的特殊措施

(1)组织省、部级专家对技术方案进行了论证,根据专家论证意见进一步优化完善设计和施工方案。

(2)在建筑立面每隔 2 层增一道腰线,避免出

现大面积的连续保温面和面砖粘贴面。

(3)保温系统保温板采用强度、柔韧性、尺寸稳定性较好的舒泰龙毛面挤塑板(墙面专用)。线形膨胀系数为 0.07 mm/m·K;剪切强度为 0.25 MPa;抗拉强度为 0.30 MPa 以上;抗压强度(10% 变形)为 0.25 MPa 以上。

(4)对保温板表面进行界面处理,板材毛面特点使得界面剂极易处理且能涂布均匀,这样可以达到进一步加强界面区柔性粘结及其粘结效果。

(5)保温板采用粘结为主并辅助机械固定相结合的固定方式;阳角、门窗洞口等细部进行加密锚固,以进一步提高该区域的抗风压、抵抗风荷载的能力。

(6)提高保温板对基层墙面的有效粘结面,要求粘结面积≥60%,以提高系统与基层的连接能力。

(7)对门窗洞口、保温部分与空调板等接口部位实施高弹防水密封胶密封处理,做好细部的防水处理。

(8)采用重量 15 kg/m² 带燕尾槽轻质面砖,对面砖粘结剂及填缝剂增加了横向变形指标≥1.5 mm 的要求。

4.3 外墙外保温系统的施工质量控制措施

鉴于以前按标准 JG 149-2003 所做的大耐候性试验存在的不足,又按 JG 144-2004 标准重做了大耐候性试验^[1]。此外,还做了质量控制点和质量检验。

4.3.1 设置每道工序的质量控制点 ①基层墙的处理和验收:基层平整度控制在±3 mm,基层砂浆找平层拉拔强度不小于 0.4 MPa。②保温板的切割和界面剂的涂刷及保温板的排布粘贴:采用 1 250 mm×600 mm 的标准板,门窗洞口部位采用大板并切割成“L”型,切割采用工具刀,尺寸允许偏差

$\pm 1 \text{ mm}$;保温板拼接缝小于 2 mm ,错缝排布。界面剂要求在板上均匀地涂刷,不得漏涂并放置干燥透明。粘贴采取条粘法并拍打结实,粘贴面积不小于 60% 。③砂浆的制备要求:砂浆搅拌采用手持式电动搅拌机,加水量按要求采用量具计量,并按使用说明的要求严格保证搅拌时间。④网格布的裁割、预埋、搭接及大面积埋填:沿经纬向裁割并在规定部位预埋网格布,门窗洞口斜搭 45° 增强,网格布搭接水平不少于 100 mm 、垂直不少于 80 mm 。大面积埋贴要求在保温板表面均匀涂布砂浆,将裁好的网格布平整的铺展在砂浆上,不得皱褶、空鼓、翘边、扭曲。⑤锚栓安装:以往锚栓都是采用锤击打入,然而锤击力度和位置很难控制,保温板的破损率较高。因此,本工程采用垫捶法锚栓压固,先在锚栓顶部垫上垫捶,再击打垫捶。这样既保证了锚栓的锚固深度,又保护了 XPS 板不受损坏,从而有效地提高了锚固效果。⑥严格控制工序转换周期:严格控制保温板粘贴→锚栓固定→粘贴网格布→抹面砂浆→面砖粘贴→勾缝→清洗等各工序之间的转换时间,严禁盲目追赶工期。⑦补洞和修理:对墙体中由脚手架手架所预留的孔洞、拉结点及损坏处由专人负责修补,控制重点是孔洞基层清理和保证网格布覆盖整个修补区域,并与周边原有网格布至少重叠 65 mm 。

4.3.2 严格现场材料和工序质量检验 ①对每一批次的粘结砂浆和抹面砂浆进行现场制样,由监理、建设、施工一起监督,进行 4 d 和 7 d 现场拉拔强度测试。②对已完成部位,进行系统拉拔抽检,完善外保温分项工程隐检。③委托浙江省建设工程质量检验站进行系统拉拔复检。

最后要加强成品保护,按照施工流程和产品保护要求,对施工好的作业面进行有效的养护和保护,及时对被破坏的墙面进行修补。

4.4 节能门窗质量控制措施

(1)委托专业门窗幕墙公司进行深化设计,从门窗分割、开启方式、玻璃隔热厚度、断热型材的选型进行细化。

(2)现场安装质量的控制:控制重点为钢副框的固定,铝合金框与钢副框的隔热连接,五金件的安装调整及防水条密封和打胶密封。经浙江省建设工程质量检验站的检验,铝合金门窗的空气渗透性能达到了 5 级,传热系数 K 为 $2.3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,保温性能达到了 8 级。

5 实施过程中的科研攻关

5.1 对该保温系统在各种荷载作用下的结构安全性进行了验算和分析

内容包括:①重力荷载作用下外保温系统的剪切强度验算;②地震作用下外保温系统抗震变形能力验算;③风荷载作用下的抗风载能力验算;④温度变化效应验算;⑤重力荷载以及地震荷载、风荷载、温度变化等可变荷载作用下的承载力组合验算。验算结果满足要求。

5.2 编制保温系统的节点构造详图

绘制了如女儿墙、丁字墙、门窗洞口、预留洞口的细部构造详图。避免了由于上述部位处理不到位而造成局部结露。

5.3 编制 XPS 板外墙外保温施工工艺

结合施工实践中出现的问题,编制了《倚天·盛世钱塘工程外墙外保温施工工艺》,该工艺根据《建筑外墙外保温技术导则(JGJ-144)》和《浙江省围护结构验收导则》的相关规定,结合本工程特点进行了细化和补充。该施工工艺对基层处理、各道工序的养护时间、操作要求、具体做法、成品保护等做出了详细的规定,从而对保证施工质量起到了重要作用。

5.4 编制 XPS 板外墙外保温施工质量验收标准

由技术攻关小组和工程监理负责,参照《浙江省居住建筑围护结构节能工程验收导则》及国家相关行业标准^[2-4]制定本工程的专项验收标准,对板材、粘结砂浆、锚固件、抹面砂浆、耐碱网格布、面砖勾缝剂、面砖粘结剂等规定了材料性能要求;对检验批、分项工程的划分及检验方法与允许偏差数值做了规定,从而为施工验收提供了可靠的依据。

5.5 提出了几项关键的施工技术参数

具体包括:①抹灰基层抗拉强度指标,确定抹灰基层抗拉强度必须 $\geq 0.4 \text{ MPa}$;②胶粘剂和面砖粘结剂 $4, 7 \text{ d}$ 粘结强度指标,绘制了胶粘剂粘结强度的时效曲线,制定了 $4, 7 \text{ d}$ 粘结强度标准;③耐碱玻纤网网孔尺寸,将有多层网格布的部位的网孔扩大为 $5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$,重量 $\geq 160 \text{ g}/\text{m}^2$;④面砖勾缝剂横向变形指数指标,要求横向变形 $\geq 1.5 \text{ mm}$;⑤面砖每平方米重量指标,选用 6.8 mm 厚轻质通体砖,背面带燕尾槽,重量 $\leq 15 \text{ kg}/\text{m}^2$ 。

6 现场检测方法

6.1 铝合金门窗节能性能的现场检验

将平板和弯弧样品送权威检测机构测定其导热系数后作为参照物。再用红外白炽灯模拟太阳,以一定的距离、功率和时间,测定参照物辐射温度和导热温度,作为参照标准。用相同的距离、功率和时间对现场玻璃进行测定,将现场测定值与参照标准对照比较,虽然不具有权威的定量价值,但可作为相对比较的定性依据。

6.2 家用中央空调现场检测方法

在样板房内安装了三种品牌的空调,针对现场实际情况设计了一个简捷对比测试法,即在风机盘管的进风口设置温度计,在出风口安装风速计,用全敞开测试满负荷制冷(热)功率,用关闭门窗测试小负荷制冷(热)功率,然后对照用电量估算综合能效比;测试要跨季度、多次进行,测得的数据既可用

于样品性能比较,也可作为批量安装的参照依据。通过等温度单方能耗检测对比,可保证家用中央空调的产品品质和安装质量。

7 综合效果

(1)工程外墙外保温已经过一个冬季和两个夏季以及两次超强台风(2006 年 8 月的“桑美”和 2007 年 9 月的“韦帕”)的考验,未发现外墙面砖脱落及外墙、门窗渗漏水现象。

(2)委托国家建筑工程质量监督检验中心对建筑物外墙、屋顶、分户墙传热系数进行了检测,检测结果均达到了设计和规范要求,具体指标见表 2。

(3)委托中国建筑科学研究院上海分院对节能实施效果进行了综合评估。7 栋建筑的节能措施均已经达到了节能 60% 的要求。

(4)项目于 2007 年 11 月 23 日通过了浙江省建设厅组织的浙江省建筑节能示范工程验收。

表 2 建筑节能评估汇总表

楼号	部位	传热系数	参照能耗值	实测能耗值	节能率/%	楼号	部位	传热系数	参照能耗值	实测能耗值	节能率/%
		K/(W/ m ⁻² ·K ⁻¹)						/(kWh/m ²)			
1#楼	外墙类型	0.88	109.16	78.32	64.12	5#楼	外墙类型	0.93	63.89	48.52	62.03
	屋顶	0.75					屋顶	0.72			
	分隔墙	1.7					分隔墙	1.6			
2#楼	外墙类型	0.95	70.27	53.91	61.64	6#楼	外墙类型 1	0.89	74.21	57.26	61.42
	屋顶	0.72					外墙类型 2	0.72			
	分隔墙	1.6					屋顶	0.74			
3#楼	外墙类型	0.93	64.31	50.92	60.41		分隔墙	1.8	74.01	57.14	61.39
	屋顶	0.75					架空楼板	1.3			
	分隔墙	1.7					外墙类型 1	0.92			
4#楼	外墙类型	0.96	65.40	50.47	61.41	外墙类型 2	0.74	74.01	57.14	61.39	
	屋顶	0.73				屋顶	0.76				
	分隔墙	1.7				分隔墙	1.6				
	架空楼板	1.3									

8 经济效益综合评价

盛世钱塘一二期项目地上建筑面积 179 910 m²,增加工程造价 179 910 m²×270 元/m²=4 857.57 万元,年节约用电量 511.88 万 kWh。节能增加成本约为建安造价的 10% 左右。

9 结 语

目前建筑节能工程的生产、研究,需要工程建设各方责任主体在节能工程实施的各环节严格按照标准

及行业的有关规定进行组织实施^[1-4]。在项目实施中要积极开展科研攻关活动,解决施工中遇到的技术难题;实施中需要施工单位弥补设计不足,编制施工工艺或工法为工程提供施工技术支持,以便为施工质量监控和验收提供依据。

参 考 文 献

[1] JGJ 144-2004、J 408-2005,外墙外保温工程技术规程[S].
[2] JGJ 126-2000,外墙饰面砖工程施工及验收规程[S].
[3] DB 33/1015-2003、J 10310-2003,居住建筑节能设计标准[S].
[4] JG 149-2003,膨胀聚苯板薄抹灰外墙外保温系统[S].