

住宅建筑围护结构的节能技术研究^①

罗利江¹, 卜长明²

1. 西南大学 工程技术学院, 重庆 400716; 2. 重庆大学 土木工程学院, 重庆 400030

摘要: 选择住宅建筑作为研究载体, 着重依据我国西部地区的自然条件和技术条件, 研究和探索围护结构的节能隔热技术, 并对屋顶、门窗和墙等进行相关的技术分析和论证, 指出了外墙外保温、屋面通风隔热等节能技术的优越性。

关键词: 建筑; 围护结构; 节能

中图分类号: TU22

文献标志码: A

节能建筑的开发建设不仅可为人们提供更舒适的生产、生活环境, 还对整个国家的能源安全具有非常重要的意义。目前, 我国房屋单位面积采暖空调能耗比气候条件相近的发达国家高 2~3 倍, 建筑围护结构热工性能很差, 建筑节能已成为提高全社会能源使用效率的首要措施。如果从现在起全面抓紧建筑节能工作, 新建建筑严格执行建筑节能设计标准, 对既有建筑有步骤地推行节能改造, 预计到 2020 年, 我国建筑能耗可减少标准煤 3.35 亿吨/年, 占当年全社会总节能潜力的 42%, 相当于 2002 年英国全社会的总能耗^[1]。

因此, 大力推进建筑节能有利于提高能源利用效率和节约能源, 是保证国家能源安全和建设节约型社会的重要举措。

1 目前建筑围护结构存在的节能缺陷

1.1 墙体采用实心黏土砖, 能源浪费严重

我国在住宅建筑中大量使用实心黏土砖, 平均年产量达到了 35 亿块标准砖, 按平均取土深度 2.5 m 计算, 每年要用去 333.3 hm² 土地。此外, 墙体是建筑围护结构的主体, 我国长期以实心黏土砖为墙体的主要材料, 而普通 240 黏土砖墙的传热阻为 0.296 m²·K/W, 只相当于普通同厚炉渣热阻的 1/3, 相对于 36 孔黏土空心砖砌体的 3/4, 热工性能较差。在我国西部地区, 大多墙体的热阻值近似于最小总热阻, 仅能保证冬季建筑室内表面不结露, 对使用空调的建筑而言热能损失非常大^[2]。

1.2 传统窗户不能满足节能要求

在我国西部地区, 木窗、传统铝合金窗占有相当大的市场, 建筑窗户一般由镶嵌材料、窗框材料和密封材料构成。

玻璃及其制品是常用的镶嵌材料, 在实际应用中, 传统窗户大多采用单层玻璃, 3~6 mm 厚的玻璃传热系数为 6.69~6.84 W/(m²·℃), 几乎没有明显的保温隔热性能。

我国目前常用的窗框材料有铝合金、钢材、塑料和木材, 从 4 种窗框材料的导热系数值来看(表 1), 塑料、木材的隔热保温性能优于铝合金、钢材, 但木窗需要大量消耗国家的森林资源, 且易变形而引起气密

① 收稿日期: 2010-11-21

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金资助项目(XDJK2010C040)。

作者简介: 罗利江(1981-), 男, 贵州遵义人, 在读硕士研究生, 主要从事建筑结构与项目管理方面的研究。

性不良、防火性能差,易受到白蚁的侵袭,因此,木窗已逐渐被取代。

表 1 几种材料的导热系数 λ 值

名称	铝合金	钢材	塑料	松杉木
$\lambda/[W \cdot (m \cdot K)^{-1}]$	174.4	58.2	0.10~0.25	0.14~0.29

1.3 屋顶保温隔热性能达不到节能要求

屋顶受太阳辐射和空气温度的综合作用,热量传入室内的比例很大.我国西部地区的传统坡屋顶住宅中,屋顶瓦片缝隙多,所用的灰泥填缝材料受高温日晒和雨淋的影响,往往因新旧砂浆结合不牢而干缩开裂,隔热保温节能性很差.在平屋顶中,传统的屋顶结构主要是由饰面层、结构层、防水层构成,也并未考虑到保温隔热的节能问题。

2 建筑围护结构节能措施分析

2.1 外墙保温隔热节能

我国目前的外墙保温隔热方法有 3 种,即内保温、外保温、外墙夹芯保温,但常用的是内保温和外保温两种,如图 1 所示。

内保温即在建筑外墙的内侧安装绝热材料,在结构层与保温层之间形成空气间层,以防保温材料受潮;外保温即是绝热材料安装在墙体外侧,并覆以保护层;外墙夹芯保温则是在外墙板之间或外墙砌体中设置或填充保温材料。

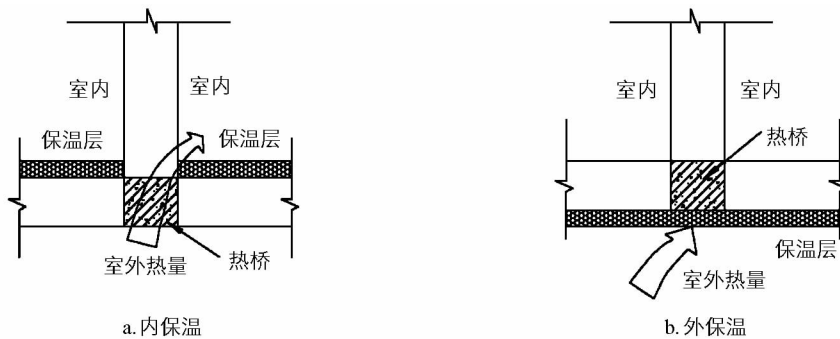


图 1 外墙保温隔热结构

3 种保温方式特点各异,相比较而言,对于外墙主体部位,由于墙体中有抗震柱、圈梁等周边热桥的影响,外保温相对于内保温具有比较大的优势,可以有效避免“冷桥”、“热桥”等热量流失的薄弱环节,有利于室内温度的稳定;有利于减少内应力从而保护主体结构;施工方便、进度快,而且不占用室内使用面积,有利于室内装修进行;可以有效防止墙体内部的水气温度过低而导致“结露现象”(水蒸汽通过墙体的某一材料层水蒸气压超出了该点结露的饱和蒸汽压力,该处就会出现结露现象),避免墙体被破坏和卫生状况不佳的状况。

而对于外墙夹芯保温,特点主要有:防水、耐寒等良好性能,能对内叶墙片和保温材料形成有效的保护,对保温材料的选材要求不高,聚苯乙烯、玻璃棉、岩棉等各种材料均可使用;对施工季节和施工条件的要求不高,不影响冬季施工.但内、外叶墙片之间需要有连接件连接,构造较传统墙体复杂,受构造柱、圈梁限制,保温面积不足,存在较多冷桥(热桥)^[3]。

2.2 门窗保温隔热

在我国西部地区,建筑门窗是冬季获取太阳辐射的重要渠道,夏季又是造成室内过热的主要原因,如何在满足使用的前提下又做到节能,提高门窗的保温隔热性能,重点在于减少渗透量和结构传热量^[4]。

2.2.1 设置密封条

门窗缝隙渗入的冷空气量由门窗两侧所承受的风压差和热压差所决定,控制冷空气渗透的关键措施是设置密封条,增加气密性,设置密封条一般可节约采暖能耗 10%~15%。密封条一般设置在窗框和墙体之间、窗框和窗扇之间、窗扇和玻璃之间,选材方面以橡胶条、油灰等为主,在我国西部地区,密封性能的好

坏,对于夏季隔热节能的影响同样很大。

2.2.2 减少传热量

门窗部位由于材料的限制,往往热阻较小,成为传热的重点部位,减少门窗的传热量就要对其采取保温、隔热措施。中空玻璃由于传热系数比平板玻璃低得多,具有良好的保温性能和隔音性能,因此经常被运用于寒冷地区。

但对于西部地区,建筑节能工作重点以防热为主,对外窗玻璃的控制则以遮阳系数为主,而透明中空玻璃因为较大的透射率并不适用于西部地区。因此,为了提高外窗的隔热性能,应当选择遮阳系数低的玻璃^[5]。

2.3 屋顶保温隔热节能

我国西部地区夏季太阳辐射强烈,屋顶是建筑外围护结构所受室外温度最高的地方,面积也较大,因此,屋顶的保温隔热措施对改善室内温度环境非常重要^[6]。

2.3.1 通风隔热屋面

通风隔热就是在屋顶设置架空通风间层,使其上层表面遮挡阳光辐射,同时利用风压和热压作用把间层中的热空气不断带走,使通过屋面板传入室内的热量大为减少,从而达到隔热降温的目的。通风间层的设置通常有两种方式:一种是利用吊顶棚内的空间做通风间层,另一种是在屋面上做架空通风隔热间层。

1) 顶棚通风隔热屋面

在屋顶安放双层屋面板形成通风隔热层,其中上层屋面板用来铺设防水层,下层屋面板则用作通风顶棚,通风层的四周仍需设通风孔,高一般为500 mm左右。顶棚空间可作为住宅公共附属用房,且顶棚有良好的防雨和防晒功能,能有效地改善住宅顶部的热工质量。

顶棚可通风有利于顶棚屋顶隔热性能的提高,但是冬季应使顶棚保持良好的气密性以提高顶棚的保温功效,故顶棚的通风口应设计成可开启、关闭的形式。

2) 架空小板通风屋面

架空小板通风隔热间层设于屋面防水层上,一方面利用架空的面层遮挡直射阳光,另一方面架空层内被加热的空气与室外冷空气产生对流,将层内的热量源源不断地排走,从而达到降低室内温度的目的。其构造做法是在楼板上铺设架空的大阶砖或水泥板,架空净高度一般为200 mm左右,为了保证间层内良好的通风效果,通常要求每段风道长度不宜超过15 m,风道出入口正对的女儿墙上应开设足够大的可通风面积。但对于空调房间的通风屋顶,屋顶间层的通风则主要是为了带走太阳辐射热,并有效控制房间冷量通过楼板和间层内部热量中和,故应对楼板做有效的隔热处理。通常在间层内铺设一层聚苯乙烯泡沫板、聚乙烯板等绝热材料增加楼板的热阻,或在间层上部的阶砖面贴敷铝箔限制阶砖向楼板的高温辐射。

2.3.2 外保温屋顶

把保温材料做在屋顶楼板的外侧,让屋顶的楼板受到保温层的保护而不致受到过大的温度应力,整个屋顶的热工性能能够得到保证,能够有效避免屋顶构造层内部的冷凝和结冻。构造做法是:在楼板上设置绝热材料,在绝热材料外侧设置防水层和保护层,如图2。

另外,在绝热材料下侧还应设防潮层,否则到了冬天,在绝热材料的内部就会结露。因为室内会有少量水蒸汽透过混凝土板进入绝热层,而外表面的防水层又完全阻止这一湿气流向外扩散,尽管其结露量并不大,但是由于绝热材料被夹于混凝土板和防水层之间,其呼吸性变差,凝结水就会慢慢地逐渐蓄积起来,导致绝热材料变湿。为了防止因绝热材料内部结露而引起的导热系数的增大,一般还应该在绝热层与钢筋混凝土板之间设置防潮层。

2.3.3 倒置式屋面

此屋面形式是外保温屋面形式的一个倒置形式,如图3,它把保温层做在防水层的上部,此屋面能有效地避免内部结露,也使防水层得到很好的保护,屋面构造的耐久性也得到提高,但对保温材料的拒水性等方面有较高的要求,必须符合下述条件:①导热系数小,而蒸汽渗透阻系数大;②材料内部无毛细管;③在50~70℃的热水中,几乎完全不吸水;④即使处于反复的冻结及融解的条件下,其性质不变;⑤在-30~70℃的温度范围内,均能安全使用。⑥承压强度在3 kg/cm²以上^[7]。

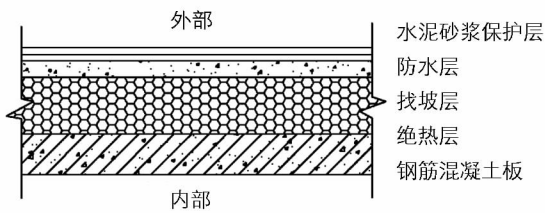


图 2 外保温层层顶结构图

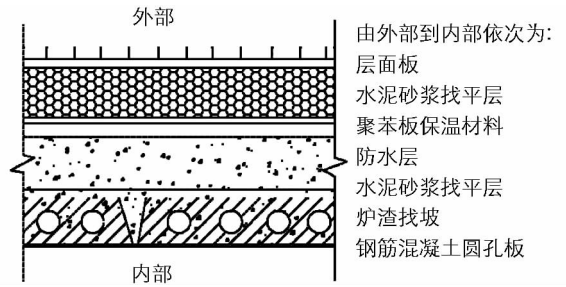


图 3 倒置式屋面保温结构图

3 结 语

本文首先总结了我国西部围护结构节能性差的原因,其次详细阐述了在我国西部地区节能建筑体系中外墙、门窗和屋面如何使用节能保温隔热技术,在此基础上做出了外墙外保温体系优于外墙内保温体系以及我国西部地区的建筑外窗应选择遮阳系数低的玻璃等论证,对提高我国西部地区住宅建筑的隔热节能性具有重大现实意义。

参考文献:

- [1] 刘浩江,樊荣. 节能建筑离我们还有多远 [J]. 中国科技信息, 2005(17): 140.
- [2] 白胜芳. 我国既有建筑的节能改造分析 [J]. 新型建筑材料, 2002(4): 32-34.
- [3] 建设部标准定额研究所. 建筑外墙外保温技术导则 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2006.
- [4] 重庆市建设技术发展中心. 重庆市居住建筑节能设计标准 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2002.
- [5] 中华人民共和国建设部. 公共建筑节能设计标准 [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.
- [6] 孟祥柱. 推广坡屋面改造平屋面势在必行 [J]. 工程质量, 2003(1): 42.
- [7] 张斌. 建筑与节能 [D]. 重庆: 重庆建筑大学, 1999: 18-19.

Energy-Saving Research on Residential Buildings' Exterior-Protection Structures

LUO Li-jiang¹, BU Chang-ming²

1. College of Engineering and Technology, Southwest University, Chongqing 400716;

2. College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030

Abstract: Based on the environment and technology of the West, this paper explores exterior-protected construction's technology of energy saving and heat insulation, and analyzes relevant technologies of roofs, doors, windows and walls, and then indicates the advantage of exterior wall external insulation, roofs' heat reduction by ventilation.

Key words: construction; exterior-protected construction; energy-saving

责任编辑 汤振金