

浅谈零能耗建筑外围护结构节能构造措施

李敬敏 任倩

商丘工学院 土木工程学院 河南 商丘 476000

摘要 本文介绍了零能耗建筑的概念及在零能耗建筑中外围护结构部件传热系数限值, 并从零能耗标准墙体结构构造、零能耗常用屋顶构造形式、零能耗门窗构造形式和遮阳措施三个方面, 指出典型的零能耗建筑部件的构造以及常用的节能措施。

关键词 零能耗建筑; 外围护结构; 构造形式; 节能措施

DOI 10.12252/j.issn.2096-6288.2020.03.141

The construction measures of energy-saving in Zero Energy Building envelope structure

Li Jingmin, Ren Qian

(School of Civil Engineering, Shangqiu Institute of Technology, Shangqiu 476000, Henan)

Abstract: This article introduces the concept of zero energy building and heat transfer coefficient threshold of envelope structural components. It points out the typical construction of zero energy building components and the common energy-saving measures from three aspects, zero energy standard wall structure construction, ZEB common form of roof structure, the construction form and shading measures of zero energy windows and doors.

Key words: Zero Energy Buildings; External Structure; construction form; energy-saving measures

引言

随着社会经济的快速发展, 能源消耗过快的问题日益严重, 建筑节能也成为全球各国共同关注的课题。零能耗建筑因为不消耗化石能源, 成为建筑节能的最高标准和必然趋势。零能耗建筑并不是说建筑本身不消耗能源, 而是说建筑在全寿命周期内可以最大限度的利用当地的可再生能源资源, 对于不可再生能源资源来说建筑的消耗为零^[1]。而在整个建筑中, 由于外围护结构保温隔热性能差消耗的能量占建筑能耗总量的50%以上, 因此, 围护结构优化设计对于实现建筑零能耗至关重要。

1 外围护结构传热系数限值

限制外围护结构传热系数是提高围护结构热工性能的最主要因素, 也是降低建筑能耗, 使建筑达到“零能耗”的重要一步。许多发达国家因此采取了限值措施, 例如英国政府针对零能耗建筑外围护结构提出了专门的设计指导(如表1所示)^[2]。为了使建筑散热面积减小, 总能耗降低, 在设计时应该采用体形系数较小的建筑外形, 而且, 也需要非常注意门窗的气密性设计, 减少冷风冷风渗透量, 降低建筑能耗。

表1 英国零能耗建筑围护结构设计指导

构件	传热系数限值 / [W / (m ² · K)]	推荐实现办法
屋顶	0.10	300 mm 厚泡沫聚苯乙烯
楼面	0.10	300 mm 厚发泡聚苯乙烯
建筑外墙	0.11	300 mm 厚矿棉
门、窗	1.20	氩气填充 3 层玻璃

2 外墙节能构造措施

外墙是与室外空气接触面积最大的外围护结构部件, 一般情况下, 外墙耗热量大约占外围护结构能耗总量的25%, 因此, 改善墙体的热工性能对于提高建筑物的节能效果非常重要。对于外墙节能来说, 最重要的是保温性。根据发达国家已有零能耗建筑设计经验, 外墙保温有外墙外保温法、外墙内保温法、夹芯保温法和综合保温法^[3]。从施工简易性和节能效果上分析, 外墙外保温是最理想的方法。在国际上, 零

能耗标准墙体结构构造为: 13mm厚传统密实抹灰层、140mm厚密实混凝土砌块(密度不小于1400kg/m²)、300mm厚矿物纤维保温层和一层外墙面材料, 如面砖、石块等(见图1)^[4]。

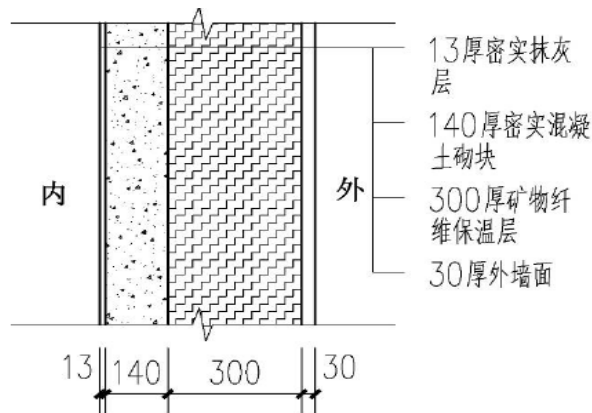


图1 零能耗标准墙体构造

此外, 在外墙节能设计中常用的节能措施还有: 采用隔热板; 外墙设流动空气间层; 选用传热系数较低的保温材料; 采用高效节能的外立面材料等。在华中科技大学某教学楼改造工程“000PK 建筑”项目中, 就采用了自主创新的主动式动态空心墙(Active Dynamic Air Envelop, ADAE), 墙体材料为复合轻质材料。流动的空气间层是这种墙体最大的一个特点, 在冬季和夏季, 使室内空调废风或经过地下冷热源调整过温度的新风, 送入墙体循环通过, 可以有效地提高墙体的保温隔热性能。

3 屋顶节能构造措施

屋顶面积在多层建筑围护结构中所占比例较小, 但能耗却占总能耗的8%~10%。因此, 提高屋顶的保温隔热性能对建筑造价影响不大, 节能效果却很明显。

零能耗标准屋顶结构的传热系数也要求不超过0.1W / (m² · K), 其构造是由空心混凝土板、铝板以及在混凝土板和铝板中间填充 300mm厚的岩棉构成的^[5]。由于上层空间的空气温度最高, 零能耗屋顶大多采用热容性较好的天花板材料来

吸收上层空间的大量热量。另外，人体头部对温度的感知最为敏感，这就使上层空间的温度很大程度上影响着人体对舒适度的感知，天花板材料表面温度降低 1°C，相当于房间温度降低3°C给使用者带来的舒适感，这将大大降低零能耗建筑的采暖和制冷能耗。目前，常用的零能耗建筑屋顶构造形式主要有以下两种：

(1) 屋顶绿化

种植屋顶具有很好的热惰性，它不随大气温度的骤然变化大幅波动，能够有效减小室外气温突变对室内环境温度的影响。特别是在夏季，绿化屋面表面平均温度要比普通隔热屋面低6.3°C，绿化屋面下的室内温度要比普通隔热屋面下的室内温度低2.6°C。由于绿化屋面提高了建筑物的隔热功能，可以节省空调电能消耗20%^[6]。

(2) 太阳能屋顶

太阳能屋顶是利用太阳能设施完全取代或部分取代屋顶覆盖层，把节能技术与结构构造融为一体，可以在提高节能效益的同时减少成本。太阳能热水器是建筑屋顶利用太阳能最常用的方式，它利用集热器将吸收的光能转化为热能，并通过储水箱将热水储存，这类屋顶保温性能好、集热效率高、使用寿命长，适合在日照丰富的地区使用，此时集热板作为屋顶结构的一部分，应结合建筑屋顶的结构形式一起设计（如图 3）^[7]。



图2 北京市某建筑绿化屋顶 图3 屋顶上的太阳能电池板设计

4 门窗节能构造措施

门窗是建筑围护结构保温隔热中的薄弱环节，其耗热量占围护结构能耗总量的50%以上，所以，门窗的节能设计在零能耗建筑中是不可轻视的。在门的设计中，应该注重选择传热系数较低的材料，还应该注重气密性设计，降低冷风渗透负荷，使建筑物在冬季能有效降低能耗。而减少窗体能耗，可以从两方面入手：①采用合适的玻璃及窗体材料降低传热系数；②通过调控使传热系数呈现动态变化规律，这是适应气候变化、降低窗体能耗的最佳解决方案^[8]。

在第一种方案中，窗的标准规格是双层玻璃、轻质低辐射镀膜、充气气的密封构件，窗的最低传热系数为1.4W/(m²·K)。其中窗框是窗户热损耗的重要部位，应考虑使用高性能软木框架。

为了达到建筑零能耗，要求建筑的立面设计尽量使用自然光进行照明，并在冬季充分利用被动式太阳能进行采暖。例如在南向阳光房中，朝南的窗户会获得大量的热量，大大降低冬季采暖能耗，因此取得很好的节能效果。

在第二种方案中，零能耗建筑可以通过智能遮阳系统来实现。以上海生态建筑住宅示范楼为例，其住宅楼采用了高效智能遮阳系统，提高窗户的隔热性能。其中独立住宅的东窗、南窗和天窗全部采用外遮阳方式，北窗采用了内遮阳方式。外窗的综合遮阳系数达到0.4，天窗遮阳系数为0.2^[9]。

根据建筑设计风格和日照规律，独立住宅中安装了包

括户外铝合金百叶窗、户外天篷帘、户外卷闸帘、户外伸缩篷、户内百褶帘、户内百叶帘等多种户内外遮阳系列产品，并通过固定开关、无线遥控发射器、风光感应控制器共同实现对遮阳帘的控制，提高其工作效率和安全性。在生态住宅示范楼中，一些世界领先技术和遮阳新理念得到了应用和展示，它们包括日光增强型百叶帘（如图4）、太阳能驱动卷闸帘（如图5）、太阳能驱动风光感应及无线控制器、无线遥控及编程控制器、户内24V安全性遮阳帘等^[10]。

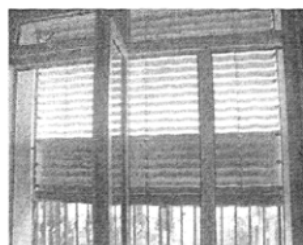


图4 日光增强型百叶帘 图5 太阳能驱动卷闸帘

5 结语

在设计零能耗建筑时，围护结构节能设计至关重要。其中外墙和屋顶的节能措施主要是保温和隔热，大量零能耗建筑在实践中使用了新型的结构形式和节能材料。在门窗设计中，应注重合理选材，降低其传热系数，同时宜进行气密性设计。此外，窗户的节能措施主要是采用智能遮阳系统进行有效地遮阳和隔热。

我国的零能耗建筑还处于刚刚起步的阶段，实践经验不足，在进行围护结构优化设计时，应该结合我国国情借鉴发达国家经验，大力推进零能耗建筑围护结构节能设计的技术进步，以促进零能耗建筑在中国的发展。

参考文献

[1] 李全瑞. 华北地区零能耗建筑可行性研究[D]. 天津: 河北工业大学, 2011.
 [2] 叶晓莉, 端木琳. 零能耗建筑围护结构设计特点[J]. 建筑节能, 2013, 7: 16-18.
 [3] 张峰. 谈建筑节能[J]. 山西建筑, 2010, 36(9): 238-239.
 [4] 房涛. 天津地区零能耗住宅设计研究[D]. 天津: 天津大学, 2012.
 [5] 蒋宗和. “零能耗”建筑屋顶设计[J]. 建筑节能, 2008, 10: 10-22.
 [6] 马淳靖. 现代住宅外围护结构设计研究[D]. 南京: 东南大学, 2006.
 [7] 王寅虎, 袁利菲. “零能耗”建筑屋顶设计[J]. 陕西建筑, 2008, 1: 3-6.
 [8] 孙建强. 住宅建筑外门窗节能浅论[J]. 建筑, 2009(9): 39-40.
 [9] 刘令湘编译. 无源房屋——能量效益最佳建筑[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2010: 5.
 [10] 汪维. 上海生态建筑住宅示范楼——“零能耗”建筑[J]. 建筑节能, 2009, 2: 31-34.

作者简介:

第一作者: 李敬敏(1990-), 女, 河南永城人, 商丘工学院, 助教。

第二作者: 任倩(1985-), 女, 河南商丘人, 商丘工学院, 助教。