

高层建筑幕墙工程中节能技术的应用

何冯

中国水利水电第八工程局有限公司

摘要：现代高层建筑中幕墙是必不可少的，铺设面积大，幕墙材料、构造直接影响建筑安全性、舒适性以及节能性。本文首先分析了高层建筑幕墙材料的发展情况，并详细探讨了高层建筑幕墙工程中常见节能技术，最后围绕工程案例展开详细分析，以期可与同行交流。

关键词：高层建筑；幕墙工程；材料；节能技术

一、引言

近年来，高层建筑幕墙中大型的玻璃幕墙非常流行，深受大众喜爱。但玻璃幕墙的成本较高，对环境具有一定的污染，而我国资源消耗量逐渐增加，资源日益紧张，浪费资源、污染环境等事项不利于社会的可持续发展。基于此背景下，必须加强高层建筑幕墙工程中节能技术的相关研究，促进建筑行业能够健康长远发展。

二、高层建筑幕墙节能要求

随着现代建筑行业的发展，建筑总量与人们的生活质量要求均在不断提高，建筑能耗逐渐成了第三大“耗能大户”（其他为工业能耗、交通能耗），根据相关数据统计显示，建筑能耗依旧在持续上升，2018年全国建筑全过程能耗总量21.47亿tce，在全国能源消费总量中占比46.5%。

现代建筑为追求立面造型，各种幕墙使用越来越多，包括玻璃幕墙、石材幕墙、金属幕墙以及组合幕墙等。根据当前建筑形式来看，玻璃幕墙凭借着美观新颖的特点在各类建筑中得到了广泛运用，成为现代高层建筑时代显著特征。然而，站在建筑能耗的角度分析，由于玻璃幕墙的大面积使用，导致建筑自身的保温隔热性能变差，出现资源、能源浪费等问题。基于此，需求一种合理的幕墙对现代高层建筑节能具有重要意义。

高层建筑幕墙节能主要可从以下几个方面出发：（1）利用自然光采光，减少照明，通过太阳热辐射实现能源节约。根据建筑规范要求，考虑不同材料交界、组合的处理，调整窗墙比。（2）选择考虑节能环保幕墙材料，窗位置可选择传热系数较小的玻璃面板，层间材料选择合理的保温体系。（3）落实围护结构隔热措施，如：建筑幕墙龙骨体系室内外间设计高热阻材料——断热冷桥，将铝型材室内外构造断开，获得良好的隔热效果。（4）优化建筑幕墙遮阳、通风工作，减少能源消耗。

三、高层建筑幕墙工程中常见节能技术

本文从建筑幕墙材料、遮阳技术、通风技术以及智能技术、隔热保温技术的运用角度展开分析，具体如下。

（一）建筑幕墙材料选择

基于上述分析可得，玻璃幕墙存在光污染、能耗较大等情况，从节能角度分析，应根据幕墙透明、非透明构造要求合理选择节能材料，具体如下：

一是幕墙透明构造部位：可采用的节能材料主要有传统节能玻璃、新型节能玻璃以及其他透明幕墙材料，具体如下表1所示。

表1 幕墙透明节能材料

序号	分类	节能材料
1	传统节能玻璃	中空玻璃
		热反射镀膜玻璃
		低辐射玻璃
		红外线屏蔽玻璃
		新型夹胶玻璃
2	新型节能玻璃	真空玻璃
		减反玻璃
		EC 智能玻璃
3	其他透明幕墙材料	聚碳酸酯（PC）系列板材
		ETFE 薄膜
		U 玻

二是非透明构造部位：可采用的节能材料可分为金属类、石材类以及人造板类，具体如下表2所示。

表2 幕墙非透明节能材料

序号	分类	节能材料
1	金属类	铝板
		不锈钢板
		铜板
		钛锌板
2	石材类	花岗岩
		砂岩
		大理石
		洞石
3	人造板	陶板
		石材蜂窝板

上述节能材料构成的建筑幕墙具有不同的节能效果，在各种材料的开采与生产中应注意资源环境保护，避免破坏生态环境。

（二）建筑幕墙遮阳技术

在高层建筑幕墙工程中遮阳技术应用十分广泛，其直接关系到建筑隔热性能，主要作用包括：遮挡太阳辐射、控制室内温度、均匀室内外的采光、丰富建筑立面效果。从遮阳系统位置的角度，可将遮阳类型分为玻璃遮阳、外部遮阳以及内部遮阳；从遮阳布置方式来看，主要包括垂直式遮阳技术、百叶遮阳技术以及水平式遮阳技术，在实际幕墙工程中，工作人员要结合建筑的实际情况与用户类型来选择合适的遮阳技术，例如：垂直式遮阳技术主要功能在于有效遮挡阳光，通常会在幕墙前设计成凸出板，以此来阻挡斜射的阳光；东南、西南向玻璃幕墙可采用综合式遮阳技术（垂直+水平），遮阳效果良好。

（三）建筑幕墙通风技术

建筑幕墙通风的合理设置，有利于减少空调的使用，减少了电力能耗，尤其是在炎热季节可实现夜间通风降温，营造

舒适宜人的居住环境。建筑幕墙通风技术的运用可分为两大要点：一是合理设置开启窗扇，包括上悬外开、平行外开；二是采用新型通风形式，如：幕墙通风器，其可分为动力（机械）通风器、自然通风器，兼顾建筑立面效果、室内通风换气要求，提升室内空气品质的同事，也可降低能耗，解决高层玻璃幕墙难以开窗通风的难题。在工程实践中，应在充分考虑生产成本、安装难度、运营成本以及使用效果等因素的基础上，合理选择建筑幕墙通风技术。

（四）建筑幕墙智能技术

随着的高科技智能技术的发展，智能幕墙逐渐得到了广泛应用，如：双层幕墙、光电幕墙、生态幕墙等。（1）双层幕墙：双层热通道玻璃幕墙，也称为是可呼吸式幕墙、通风幕墙，两层幕墙内存在热通道空气层，可实现封闭式内循环或敞开式外循环通风，节能效果与舒适性良好，这一点已在众多已建成的此类建筑上得以证实，双层幕墙的优缺点如下表3所示。（2）光电幕墙：此类幕墙由光电模板组成，可充分利用太阳能发电，具有良好的保温隔热效果，实现节能目标，光伏组件如下图1所示。光电幕墙不仅具有良好的节能环保性能，也形成了一种现代感极强的美学效，引领了我国绿色建筑节能方向。（3）生态幕墙：此类幕墙根据生态学原理设计而来，具有节约能源、无污染等优势。

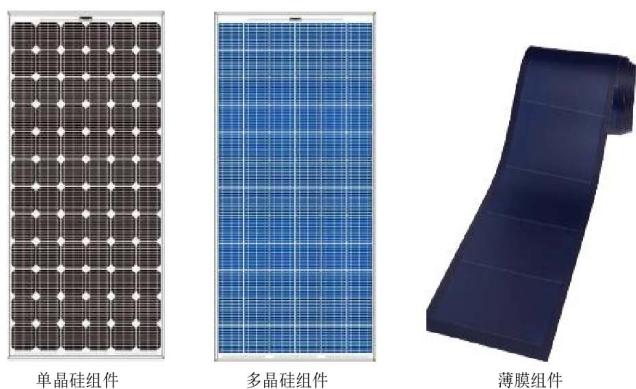


图1 光伏组件

表3 双层幕墙的优缺点

项目	优/缺点
优点	保证外立面完整性
	隔声性能较好
	节能性较强，冬季保温、夏季隔热
	集成安装遮阳设施，延长遮阳使用寿命
	减弱风压波动影响，稳定通风量
缺点	高造价，双层幕墙的造价可达单层幕墙造价的4-5倍
	额外的运营与维护成本
	防火性能减弱，火灾可能沿着空腔快速蔓延
	内部噪音传播，相邻房间与楼层间噪音影响

（五）建筑幕墙隔热保温技术

基于建筑绿色、环保、节能要求，各种新材料、新技术不断涌现，外墙保温装饰一体板逐渐得到了应用，既可保证墙体的保温性能，也可实现饰面材料多样化发展。基于饰面面板材

质的不同，可将保温装饰一体板分为多种，包括：氟碳漆、真石漆以及天然超薄石材等。与干挂石材幕墙相比，饰面材料存在一些假面感，庄重感稍差，需根据建筑性质、资金情况合理选择建筑幕墙。

四、工程案例

本文以某住宅项目为例展开分析，采用通风背栓幕墙结构，具体方案如下。

（一）工程概况

本项目总建筑面积约80602.02m²，包含住宅、配套公建等多种功能，共7栋18层住宅，1栋19+1层住宅，幕墙面积约45000m²，幕墙结构安全等级为二级。

（二）幕墙节能技术

本项目为通风背栓幕墙结构体系，采用“通风对流”原理获得良好的节能效果。幕墙结构中，背栓于挂石材板块接缝不打胶，在石材背面上采用用钻孔设备钻孔后安装可调节螺栓进行固定，螺栓与铝合金挂件连接、铝合金挂件与骨架连接，石材干挂在幕墙骨架上。基于此幕墙结构下，各个石材板块自成连接体系，相邻的板块之间不传递荷载，利用开口实现石材幕墙背后空气层与大气空间流通，促进外墙岩棉保温水汽快速挥发，同时空气隔层也可获得良好绝热、吸声效果。幕墙原理示意图如下2所示。

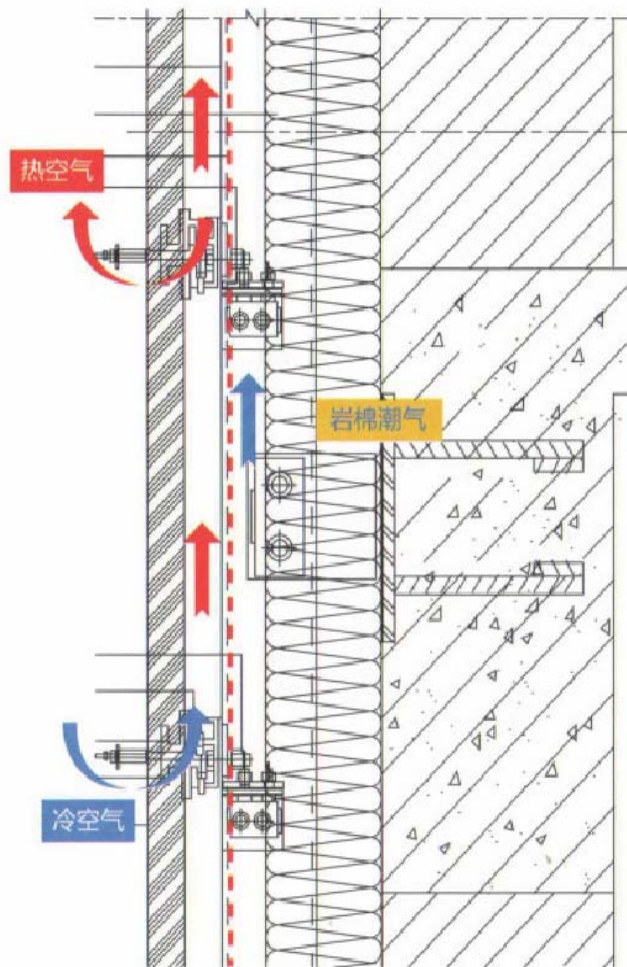


图2 通风幕墙原理

（三）幕墙施工技术

1. 施工放样

将现场实地基准线引至外墙施工面并复核，根据基准线的位置、图纸的要求将分割线放设到外墙立面上，转角处做好红色油漆标志，分隔线布置完成后对埋置件的位置进行检查，确保埋置件的位置满足设计要求，如不能则需进行后埋置施工或微调分隔线的位置。

2. 骨架安装

龙骨安装的特点：工作量大、施工难度大、精度高、施工不便。龙骨的安装在幕墙工程中有着极其重要的意义，其质量的控制、进度的控制在施工中要特别重视。

该幕墙系统竖向龙骨为80×50×4镀锌方钢管，横向龙骨为L50×4角铁。通过镀锌弯折钢板连接竖向龙骨和埋件，钢板一端与埋板焊牢，另外一端通过M6×30不锈钢螺栓与竖向龙骨连接，弯折钢板与埋件连接固定时初步点焊，校正复核无误后大面焊接，横向、竖向龙骨焊接需根据石材排版位置确定，完成骨架安装后做好焊缝位置的防锈、防腐处理。连接件或次龙骨完成焊接后，用不锈钢螺栓电焊在横向龙骨预制的直径7mm的孔洞上，螺栓要保持与横向龙骨垂直。横向龙骨与主龙骨安装确保垂直水平无误后满焊，横向龙骨一侧采用螺栓连接，待横向龙骨位置调节无误后拧紧螺栓，以不锈钢弹簧垫压平为准。横向龙骨安装完成并做好防腐处理，完成隐蔽验收后开展保温岩棉板施工。

3. 憎水岩棉保温铺装、铝单板固定

完成保温岩棉板施工后，施作防水铝板（厚度1.2mm），由下往上施工，每3m高岩棉施工后就安装防水铝板，以1250mm为一个防水高度，铝板之间搭接至少30mm，以拉铆钉固定，并使用建筑硅酮密封胶封上，同时安装时将原预留的在横向龙骨的不锈钢螺栓螺杆在防水铝板处开洞预留出防水板面，防水板与防水板搭接处采用建筑硅酮密封胶进行密封。防水铝板安装完成，原预留不锈钢螺栓螺杆露出防水铝板，采用黑色密封胶密封的同时将铝合金底座安装上，调整水平高度确定无误拧紧螺栓。

4. 铝合金挂件座安装

为确保连接件部位的稳固及耐久，采用四面围焊，即结构后置埋件与角钢连接件采用三面的围焊后再在角钢下缘部位增加一道焊缝。焊缝必须均匀、饱满，出去焊渣后刷防锈漆二遍。固定位置需提前弹线确定，待复查无误后再满焊。外立面外挑部位由于外立面墙体或是石材面与结构面之间存在较大的空隙，为满足外立面建筑设计效果，需在混凝土结构外侧增设型钢龙骨、次龙骨，满足连接件的挂板要求。

5. 可调节螺栓连接石材安装

石材背面锚栓与铝制挂件的连接。一块石板采用四点背栓固定方法，上下各设两点，严格按图纸干挂板材，由下至上进行分层托挂。板面施工要求大面压小面，建筑大角阳角、柱阳角均为V形角；板材开槽宽度控制在60mm，孔深为16mm，孔中与板材外表面的距离以12.5mm为宜；板材安装时需跟线，按层找平、找方、找垂直；挂板时，先进行试挂操作，每块板均以靠尺找平后方可正式挂板，在挂件安装前在槽内灌入结构胶；宽缝板位置，铝合金挂件与下方已安装完石材上口之间使用高分子聚合物垫实。

（四）幕墙节能效果

基于本项目中通风背栓幕墙结构体系的运用情况分析显示，其在保温节能方面效果显著，主要体现在以下几个方面：

（1）保温隔热：夏季，石材背后的空气隔层可有效带走石材热量的，同时岩棉可进一步阻碍热量传递，实现隔热；冬季，热量由内至外传递，空气隔层与岩棉可保护室内热量不流失，实现保温，有效节约采暖、空调等能耗。

（2）自然通风：本项目幕墙设置了有利于自然通风的建筑开口设计，不仅有利于减少机械通风能耗，也有利于营造更加舒适的生活环境。

五、结语

综上所述，随着我国高层建筑能耗问题的越加凸显，绿色、节能、环保等理念越来越深入人心，如何在建筑幕墙工程中合理运用节能技术成了一大研究热点的。结合我国建筑幕墙运用情况来看，其节能的关键在于保温隔热，通过减少热损失、增强建筑采光通风能力以及高新技术的运用，切实提高建筑节能效果，打造高品质绿色建筑。

参考文献

[1] 黄小坤,赵西安,刘军进,刘刚.我国建筑幕墙技术30年发展[J].建筑科学,2013,29(11):80-88.
 [2] 华云洲.简析高层钢结构建筑节能型幕墙的设计和施工[J].门窗,2017(05).
 [3] 罗敏,易中凯.高层钢结构建筑设计应注意的问题[J].江西建材,2016(06).
 [4] 卢茜,朱敏.关于高层建筑节能型幕墙的施工技术探究[J].企业技术开发,2014,33(32):167-168.
 [5] 李其玉,路斌,白恒宏,王立波,张嘉铮.高层建筑幕墙工程中节能技术的应用[J].建筑技术,2013,44(01):56-61.
 [6] 郑丽,魏俊强,袁自杨.节能技术在高层建筑幕墙工程中的应用[J].建材与装饰,2017(39).

作者简介:

何冯(1988-),男,河北沧州人,工程师,本科,工作方向:土建工程施工管理。