



# 通风双层幕墙在荷兰 ING 银行总部中的应用

中国建筑标准设计研究院 刘 刚<sup>☆</sup>

荷兰皇家瑞豪集团凡霍腾咨询工程有限公司 P. G. Luscuere 于 兵

**摘要** 介绍了工程概况、设计要求、概念设计、空调系统设计和控制系统设计。着重介绍了通风双层幕墙的应用。使用情况表明,系统运行正常,达到了设计要求。

**关键词** 通风双层幕墙 混合通风 空调系统 能耗

## Double skin facade in ING Bank Headquarters

By Liu Gang<sup>★</sup>, P. G. Luscuere and Yu Bing

**Abstract** Presents the general situation of the engineering, design requirements, conceptual design, air conditioning system design and control system design. Presents emphatically the application of double skin facade. Application conditions show that the system operate well.

**Keywords** double skin facade, hybrid ventilation, air conditioning system, energy consumption

★ China Institute of Building Standard Design & Research, Beijing, China

①

### 1 工程概况

荷兰 ING 银行总部(见图 1)位于阿姆斯特丹,总建筑面积约 20 000 m<sup>2</sup>,建筑高 47 m,采用钢结构形式。地上共 10 层,3~7 层为普通办公室,8~10 层为董事会、高级管理人员办公室。其他主要

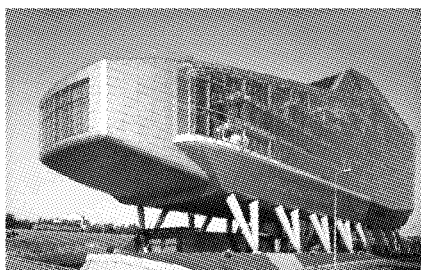


图 1 ING 银行总部

功能包括:位于 6 层的餐厅;位于 3 层的能容纳 250 人的报告厅;面积约 1 200 m<sup>2</sup>、跨越多层的中庭花园;位于 2 层的设备层等。该工程空调系统 2002 年 6 月投入使用后运行良好。

### 2 空调设计标准

#### 2.1 室外气象参数

荷兰空调冷热负荷计算数据通常采用标准年(1964—1965 年)的逐时数据。本工程根据当地夏季极端年份(1994 年)数据进行了校核。

#### 2.2 室内计算参数

室内温度(21±1)℃,最高不超过 24℃;室内相对湿度小于 60%;室内风速小于 0.14 m/s;新风量:办公室 60 m<sup>3</sup>/(人·h),餐厅 35 m<sup>3</sup>/(人·h)。

### 3 概念设计

在设计的最初阶段,ING 银行提出了严格而且看似矛盾的设计要求:完全通透的建筑围护结构,高标准的室内环境要求和低能耗指标。在进行方案比较后,设计单位选择了通风双层幕墙

①☆ 刘刚,男,1973 年 1 月生,大学,工学学士,工程师  
100044 北京市西外车公庄大街 19 号中国建筑标准设计研究院

(010)88361155-209

E-mail:liug@chinabuilding.com.cn

收稿日期:2005-09-22

一次修回:2006-02-08

二次修回:2006-04-04

(double skin facade)(见图 2)、冷辐射吊顶与空调系统相结合的形式,以达到设计要求。

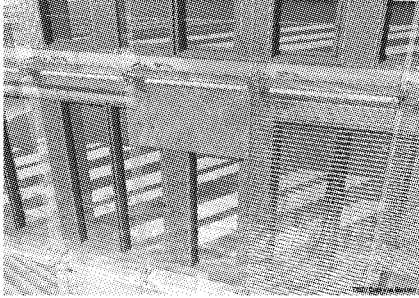


图 2 通风双层幕墙

### 3.1 通风双层幕墙

通风双层幕墙也称双层幕墙或呼吸幕墙等,在构造上由外层幕墙和内层幕墙组成,幕墙中间是可用于通风的空气腔,空气腔中还可设置遮阳设备。它的优点在于与空调系统、控制系统结合使用,能充分利用自然通风和太阳辐射,最大程度地降低建筑物的能耗,创造出舒适、健康的室内环境。

为了确保达到设计要求,在设计前,设计单位委托荷兰皇家技术研究院(TNO)对通风双层幕墙进行研究。为此,TNO 建立了计算流体力学(CFD)模型 WISH3D,搭建了全尺寸的幕墙模拟试验台(见图 3)。CFD 模拟得到的空气腔气流如



图 3 模拟试验台

图 4 所示。TNO 通过试验得到的窗的太阳能总透射比  $g$  为 7%,考虑到工程实际情况,设计中采用的  $g$  值在 8%~13% 之间。

本工程中,内层幕墙采用双层隔热带反射玻璃,传热系数为  $1.20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ,遮阳系数为 0.38,透射比为 66%;外层幕墙为普通单层玻璃。南向、东向幕墙随建筑分层作分隔,内外层间距为 400 mm,各建筑层幕墙的上下部均有高 150 mm

的可控风口(见图 5),夏季通风,冬季关闭。该工程北侧毗邻交通干道,为减小噪声,选用与建筑同高的通风双层幕墙,内层无可开启窗。

### 3.2 混合通风

混合通风是指机械通风与自然通风相结合的通风方式。在室外环境许可的情况下,可以打开(自动或手动)幕墙内层窗户,通过幕墙中的空气腔实现室内的自然通风。混合通风特别适合过渡季(在荷兰,过渡季一年最长能达 8 个月)和冬夏季节中的个别条件



图 4 CFD 模拟得到的空气腔气流

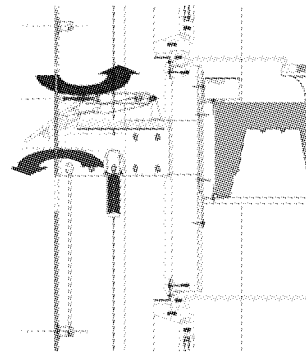


图 5 可控风口

下。使用混合通风可以减少空调设备的运行时间,从而可降低空调系统的能耗。

### 3.3 遮阳设备

在两层幕墙间空气腔中设置了百叶帘型遮阳设备,其反射比大于 70%,材质为银灰色铝片。夏季时,遮阳百叶放下,空气腔中的太阳得热通过外层幕墙上的可控风口排出,夜间则可利用自然通风降低室内温度。冬季时,风口关闭,空气腔起绝热层作用,可以减少供热负荷。

## 4 空调系统设计

### 4.1 负荷及冷热源

制冷总负荷为 1 600 kW,供暖总负荷为 1 250 kW。

根据全年负荷计算和能耗计算结果选择的冷热源方案如下。

冷源:1 000 kW 地下水地源热泵机组,水源侧供回水温度为  $9 \text{ }^\circ\text{C}/17 \text{ }^\circ\text{C}$ ,系统供回水温度为  $10 \text{ }^\circ\text{C}/18 \text{ }^\circ\text{C}$ ;300 kW 热泵机组;600 kW 备用螺杆制

冷机组。

热源:400 kW 地下水地源热泵机组;860 kW 高效燃气锅炉,供回水温度为 55 °C/40 °C。

#### 4.2 空调系统分区及风量(见表 1)

表 1 空调系统分区及风量

风量/(m <sup>3</sup> /h)	办公区					报告厅	餐厅
	西侧普通	东侧普通	中部普通	东侧高级	中部高级		
	20 000	26 000	28 000	14 000	25 000	20 000	16 000

#### 4.3 室内空调形式

空调水系统为四管制,室内的末端采用辐射吊顶形式,冬季可以用低温水供暖(50 °C/45 °C),夏季的冷水温度也可适当提高(10 °C/18 °C),进而达到节能的目的。一般情况下送风承担 1/3 的负荷,辐射吊顶承担 2/3 的负荷。夏季新风送风温度为 16 °C,室内空气温度为 24 °C,整个空调系统采用平衡通风方式,所以还设有机械排风系统。除大礼堂采用回风循环方式外,整个大楼采用全新风热回收方式。一般条件下,换气系数为 3 h<sup>-1</sup>,对于某些特殊功能的场所,如会议室,当负荷增加时,换气系数可以调整到 6 h<sup>-1</sup>。

#### 5 控制系统设计

本工程采用了分散式的楼宇自控系统(decentralized building automation,如图 6 所示)。

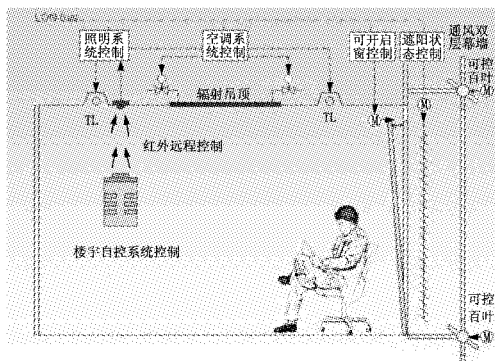


图 6 办公室自控系统示意图

遮阳设备、幕墙通风的启用和停用,外层幕墙风口、内层幕墙窗及空调辐射吊顶系统的开启和关闭均可由楼宇自控系统完成。控制系统分为中央控制系统和本地控制系统。在夏季,中央系统会检测遮阳设备是否有效地避免了太阳辐射引起的空气腔过热;在冬季,中央系统会检测遮阳板是否打开,以利用太阳辐射得热减少热负荷。中央系统还会检测窗的位置,并在室外风力过大时自动关闭窗,而在夜间室外条件合适时开启窗

进行夜间通风。

本地系统可以自动检测房间是否有人,自动开启和关闭照明系统,并且允许手动控制遮阳设备和空调系统。

#### 6 运行监控

在工程投入使用后,设计公司可以通过远程监控系统监控空调系统的运行状况和检测整个建筑的能耗。2004 年监测得到的数据为:热泵机组供热能耗 1 251 MWh;燃气锅炉能耗 56 MWh;水源热泵机组供冷能耗 473 MWh;螺杆制冷机组能耗 34 MWh。

#### 7 结语

ING 银行总部工程的通风幕墙是通风双层幕墙在荷兰的典型应用。几年的实时监测表明,系统运行正常,达到了最初的设计要求。

近年来,国内有越来越多的工程使用通风双层幕墙。由于通风双层幕墙的造价比普通幕墙贵(在欧洲为 600 欧元/m<sup>2</sup> 左右),所以应用时应慎重,应仔细比较设计方案。在借鉴国外工程做法的同时,一定要结合当地气候条件和工程具体情况,选择恰当的双层通风幕墙形式,在 CFD 模拟计算的基础上,与空调、自控系统有机结合,以创造出舒适、安全的室内环境。

#### 参考文献

- [1] van Meurs J, Luscuere P G. Double facade and hybrid ventilation of the ING house Amsterdam (ING BANK HQ)[C]//Indoor Air 2002;1044-1049
- [2] Jansen G A, Luscuere P G. Decentralized building automation and hybrid ventilation at ING HQ's[C]//Indoor Air 2002;866-871
- [3] Janssen J F G, Staaks D. Hoofdkantoor ING Groep te Amsterdam [M]. Eindhoven: Technische Universiteit, 2000

.....

· 简讯 ·

#### 行业产品标准

#### 《燃气采暖热水炉》发布

2006 年 3 月 26 日建设部发布第 424 号公告,批准《燃气采暖热水炉》为城镇建设行业产品标准,编号为 CJ/T228—2006,自 2006 年 8 月 1 日起实施。本标准由建设部标准定额研究所组织编制,中国标准出版社出版发行。

(本刊特约通讯员 吴延鹏)