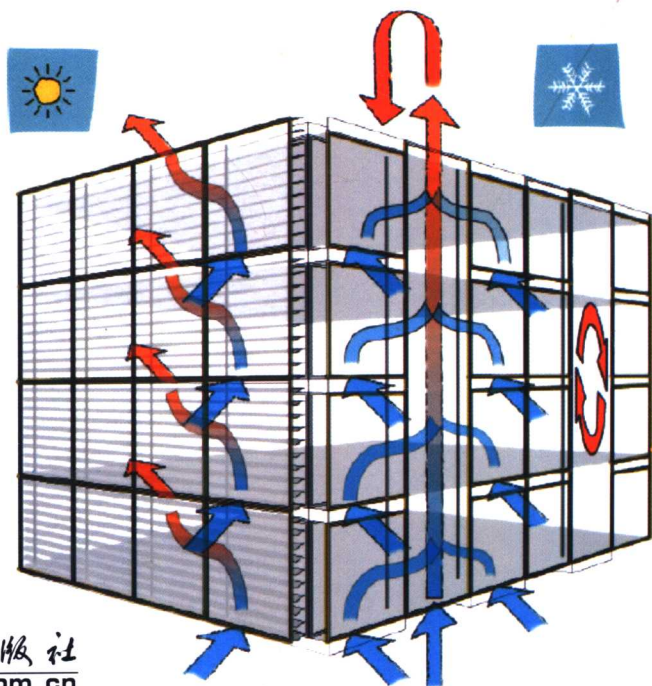


通风双层幕墙 办公建筑

Double Skin Facades for
Office Buildings

[瑞典] 哈里斯·波依拉兹 (Harris Poirazis) 著
刘刚 译



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

TU227

12

通风双层幕墙 办公建筑

Double Skin Facades for
Office Buildings

[瑞典] 哈里斯·波依拉兹 (Harris Poirazis) 著
刘刚 译



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

Harriz Poirazis

Double Skin Facades for Office Buildings

ISBN: 91 - 85147 - 02 - 8

© copyright Department of Construction and Architecture, Division of Energy and Building Design. Lund University, Lund Institute of Technology, Lund 2004.

This work is subject to copyright. All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or distributed by any means, or stored in a database or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

Simplified Chinese translation edition copyright © 2006 by China Electric Power Press.

本书中文简体字翻译版由中国电力出版社出版。未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

北京市版权局著作权合同登记号：01 - 2005 - 5456

图书在版编目 (CIP) 数据

通风双层幕墙办公建筑 / (瑞典) 波依拉兹 (Poirazis, H.) 著; 刘刚译.
—北京: 中国电力出版社, 2006

书名原文: Double Skin Facades for Office Buildings

ISBN 7 - 5083 - 4343 - 3

I. 通… II. ①波…②刘… III. 办公室 - 幕墙 - 结构设计 IV. TU227

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 044004 号

中国电力出版社出版发行

北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>

责任编辑: 黄 肖 责任印制: 陈焊彬 责任校对: 罗凤贤

北京铁成印刷厂印刷 · 各地新华书店经售

2006 年 7 月第 1 版 · 第 1 次印刷

1000mm × 1400mm B5 · 9 印张 · 144 千字

定价: 28.00 元

版权专有 · 翻印必究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

本社购书热线电话 (010 - 88386685)

摘 要

本书旨在以不同的文献资料为基础,介绍通风双层幕墙的概念。虽然通风双层幕墙已经不是新概念,建筑师们正逐步把它应用于实践,但其复杂性和对不同气候条件的适应性问题却对设计师提出了更高的要求。不同的地区有不同的建筑结构形式,很显然,将不同文献资料直接进行比较并不一定是恰当的。

因为通风双层幕墙概念的复杂性,以及它的应用和功能影响到建筑的不同方面,文献资料的研究也从不同方面展开。幕墙系统的设计对建筑性能起着非常关键的作用。作者认为,如果设计合理,通风双层幕墙可以改善室内环境,同时减少建筑能耗。如果方法得当,设计目标明确,对绝大多数建筑类型来说,通风双层幕墙系统能很好地适应室外气候的变化。

最初的方法会影响到设计阶段,因此对通风双层幕墙正确分类很重要。在为建筑选择了合适的通风双层幕墙形式以后,需要确定设计参数和技术参数(如材料的使用)。参数的确定会影响该系统的功能和性能以及空气腔的物理参数。在设计阶段,正确计算幕墙参数可以使预测更准确。根据通风双层幕墙要实现功能的主次,建筑设计和施工可以根据设计要求的性能参数和用户的使用需求采用不同的方式。在各种文献资料中,也都提到或者阐述了通风双层幕墙的优、缺点。此外,书中还给出了大量使用通风双层幕墙的办公建筑实例。最后,在讨论和结论一章中,作者提出了自己的观点和建议,以及需要进一步研究的领域。

关键词

通风双层幕墙，主动式幕墙，被动式幕墙，双层幕墙，双层通风幕墙，送风窗，通风幕墙，多层幕墙，办公建筑

译者序

建筑节能是当今热门的话题,各种节能技术自然备受关注。通风双层幕墙便是其中之一。因为能够满足建筑师对建筑通透、空灵的追求,同时又具有通风、保温、隔声等效果,通风双层幕墙从20世纪90年代开始在欧洲得到了比较广泛的应用,近几年在我国也有不少工程实例。

学者对通风双层幕墙的定义不尽相同,但基本上包括以下要素:由内外两层幕墙组成;中间形成相对封闭的空间,称为空气腔;内外层幕墙一般设有可调节的风口或百叶;风口根据需要开启,空气腔内可以自然通风,也可以使用机械通风;空气腔内设有遮阳装置。

为了视觉效果和美学的追求,建筑师都希望增加建筑外围护结构中玻璃的比例。但对于暖通设备工程师而言,为了满足室内的舒适性要求,则希望控制窗墙比,减少室外环境对室内的影响,以降低空调、供热负荷,进而降低建筑整体能耗。这两方面的要求是相互矛盾的,在实际工程中,则需要建筑师和设备工程师互相协调。而通风双层幕墙最重要的意义就在于,既满足了建筑师使用玻璃幕墙的诉求,又可以根据室外条件的变化,通过自动或手动调节风口和遮阳装置,形成自然通风或机械通风,并与室内空调系统相结合,满足室内舒适性的要求,同时减少建筑能耗。

正因为这一优点,近年来,通风双层幕墙一直是国内外学者研究的热点。但是通风双层幕墙技术非常复杂,在幕墙设计,功能,能达到的效果,优缺点等诸多方面,学者们都有不同观点,甚至连名称都还没有统一。如何根据建筑物的使用要求,结合所在地的气候和室外条件,选择确定空气腔宽度,通风方式,玻璃类型,控制策略等参数,在满足室内环境要求的情况下,还能降低建筑总体运行能耗,是很具挑战性的问题。如果设计、运行不当,通风双层幕墙并不一定能到达预想的效果,国内外也都不乏先例。

本书中,作者回顾了近年来发表的关于通风双层幕墙的重要文献,全面系统地介绍了通风双层幕墙的定义,分类;空气腔的结构、

通风类型，控制策略；玻璃、遮阳设备的选择；分析了通风双层幕墙优缺点；讨论了成本和投资问题，还介绍了大量的工程实例。国内近几年才开始有通风双层幕墙的应用，也有不少介绍性的文章，但还没有一本比较系统介绍通风双层幕墙的专著。本书对于我们了解通风双层幕墙的发展历史和研究现状是有帮助的，这也正是我把本书介绍到国内的初衷。特别需要指出的是，即使在欧洲，通风双层幕墙的造价也很昂贵，每平米造价为 600 欧元左右。国内的建筑采用这一形式时应慎重考虑。在借鉴国外工程做法的同时，一定要结合当地气候条件和具体工程，在计算流体力学（CFD）模拟计算的基础上，选择恰当的通风双层幕墙形式，并和空调、自控系统相结合，才能创造出节能、舒适、安全的室内环境。

在本书的策划阶段，得到了中国建筑标准设计研究院王文艳院长的大力支持，董华女士协助我和出版社进行了很好的沟通，同时还得到原书作者 Harris Poirazis 博士、中国电力出版社的邓毅丰、黄肖编辑的帮助，在此表示衷心的感谢。

由于时间、水平所限，译文中肯定还有不少疏漏和不足，敬请读者指正。我的电子邮箱：liug. dsf@ gmail. com.

中国建筑标准设计研究院

刘刚

致 谢

这份文献综述是在隆德大学隆德技术学院结构与建筑系能源与建筑设计教研室完成的。

很多人为这项工作做出了贡献。我要感谢我的导师 Maria Wall 和 Åke Blomsterberg（玻璃办公建筑项目的负责人，这份报告是该项目的重要组成部分）给了我有益的建议和指导。

还要感谢 Dirk Saelens 博士，给我提供了很有用的资料，让我对通风双层幕墙概念有了更好的了解。最后，我要感谢专家们提供论文，报告和文章，从而让知识共享成为可能。

特别感谢 Jean Rosenfeld 博士，在我需要他的意见和帮助时，他都不吝赐教。

目 录

摘要

关键词

译者序

致谢

第1章 引言	1
1.1 通风双层幕墙概述	2
1.2 关键词	3
1.3 通风双层幕墙系统的定义	4
1.4 通风双层幕墙的概念	5
1.5 通风双层幕墙的历史	7
第2章 通风双层幕墙的分类	9
第3章 技术指标	13
3.1 通风双层幕墙结构	13
3.2 开启原则	14
3.2.1 空气腔	14
3.2.2 幕墙内层的开启	15
3.2.3 幕墙外层的开启	15
3.3 材料选择	15
3.3.1 概述	15
3.3.2 玻璃的选择	16
3.3.3 遮阳设备的选择	17
3.3.4 北欧气候下的结构形式	17
第4章 通风双层幕墙空气腔的建筑物理特性	19
4.1 引言	19
4.2 气流	19

4.2.1 概述	19
4.2.2 空气腔气流模拟	20
4.2.3 通风双层幕墙与暖通空调策略的结合	24
4.2.3.1 概述	24
4.2.3.2 通风双层幕墙对暖通空调策略的影响	25
4.2.3.3 通风双层幕墙和暖通空调系统的结合—实例	27
4.2.3.4 控制策略	30
4.3 热工性能	31
4.4 日照特性	33
4.4.1 日照模拟	33
4.4.2 遮阳设备	35
4.5 通风双层幕墙的能耗	36
第5章 通风双层幕墙的优、缺点	38
5.1 通风双层幕墙的优点	38
5.2 通风双层幕墙的缺点	42
5.3 通风双层幕墙类型的评价	43
第6章 测量—测试房间和实际建筑	44
第7章 成本和投资	47
第8章 通风双层幕墙办公建筑实例	49
8.1 德国	49
8.1.1 杜塞尔多夫城市之门 (Düsseldorfer Stadttor)	49
8.1.2 ARAG 2000 大厦	50
8.1.3 德国商业银行总部	51
8.1.4 欧洲央行总部	52
8.1.5 Debis 总部	53
8.1.6 GSW 总部	55
8.1.7 哈仁湖街大厦	56
8.1.8 拉斐特画廊	57
8.1.9 波茨坦广场一期	58
8.1.10 德国皇冠保险公司总部大楼	59
8.1.11 雷格斯商务中心/Caffamacherreihe	60
8.1.12 RWE AG 能源集团总部办公楼	61

8.1.13	印刷媒体学院	62
8.1.14	维多利亚人寿保险公司办公楼	63
8.1.15	维多利亚合唱团大楼	64
8.1.16	德国铁路货运楼	65
8.1.17	Gladbacher 银行	66
8.1.18	斯瓦比亚能源供应公司大楼	67
8.1.19	BML 总部大楼	68
8.1.20	邮局大楼	69
8.1.21	奥林匹克公园大厦	70
8.1.22	商业大楼	71
8.1.23	商业促进中心和技术中心	72
8.2	芬兰	73
8.2.1	Sanomatalo 大楼	73
8.2.2	SysOpen 大厦	74
8.2.3	Martela 大楼	75
8.2.4	Itämerentori 大楼	76
8.2.5	诺基亚 Ruoholahti 办公楼	77
8.2.6	Sonera 公司大楼	78
8.2.7	高科技中心	79
8.2.8	Radiolinja 公司办公楼	80
8.2.9	诺基亚 K2 办公楼	81
8.2.10	苹果大厦	82
8.2.11	通力大厦	83
8.2.12	诺基亚 Keilalahti 办公楼	84
8.2.13	Korona 大楼	85
8.2.14	JOT 自动化集团办公楼	86
8.3	瑞典	87
8.3.1	科斯塔科学大厦	87
8.3.2	科斯塔诺基亚办公楼	88
8.3.3	斯格图纳—奥兰达机场 F 座	89
8.3.4	索隆帝纳 ABB 商务中心	91
8.3.5	GlashusEtt 信息中心	92
8.4	英国	94
8.4.1	赫利孔芬斯伯里大道	94
8.4.2	Briarcliff 大楼	95

8.4.3 建筑研究院	96
8.4.4 国内税收中心	97
8.5 荷兰	98
8.5.1 代尔夫特理工大学图书馆	98
8.6 瑞士	99
8.6.1 CAN-SUVA 大楼	99
8.7 比利时	100
8.7.1 UCB 中心	100
8.7.2 Aula Magna 大楼	101
8.7.3 DVV 大楼	102
8.8 捷克	103
8.8.1 摩拉维亚图书馆	103
8.9 美国	104
8.9.1 西雅图司法中心	104
8.9.2 西部化学中心	105
8.10 澳大利亚	106
8.10.1 极光广场办公大厦和公寓	106
第9章 重要文献	108
9.1 文献	108
9.1.1 通风双层幕墙, 整体方案	108
9.1.2 智能玻璃幕墙	109
9.1.3 单层建筑多层幕墙的能耗评价	109
9.1.4 通风双层幕墙的参数和应用	110
9.1.5 通风双层幕墙现有结构研究	110
9.1.6 比利时建筑研究院主动式幕墙资料	111
9.1.7 高性能商业建筑幕墙	111
9.2 网址	112
第10章 讨论和结论	114
10.1 引言	114
10.2 通风双层幕墙分类	115
10.3 设计参数	116
10.4 建筑物理-空气腔的参数	117
10.5 优、缺点	118

第 11 章 总结	120
11.1 定义 - 概念	120
11.2 分类	120
11.3 设计参数	121
11.4 建筑物理特性	122
11.5 优、缺点	123
11.5.1 优点	123
11.5.2 缺点	124
11.6 结论	125
参考文献	127

第1章 引言

本文献综述的主要目的是回顾已经完成和正在进行的有关通风双层幕墙玻璃办公建筑研究的概况。并以此为基础,进行隆德大学能源与建筑设计部“玻璃办公建筑”项目的博士课题研究。从这个角度而言,区分“文献综述”和“前沿报告”的区别就显得很重要了。

(1) 在本文献综述中,主要目的是告诉读者,这些文献的出处和该领域里已经完成的研究成果,及今后可能的发展方向。因此表述已经完成的研究工作,并对每个方面的不同方法进行分类,就比提出我们的观点更重要。所以,本书仅在必要时给出评论。在一些部分,原作者的观点就以原文给出。这样,读者有机会在所论及的领域形成自己的观点。另一方面,在表述本报告中各个研究案例的同时,不可避免地会表达作者自己的观点。在讨论与结论一章中,作者主要采用的方法是表述并给出对通风双层幕墙系统发展和进一步研究的评价。

(2) 一般而言,在前沿报告中,主要目的是以文献、采访、现场调查等为基础,介绍新知识、新技术以及目前发展阶段的现有水平。为了达到这一目标,首先应明确所用的方法,定义感兴趣的框架。用现有的文献作为背景资料,来提出我们自己的观点。更重要的是体现已完成的研究工作是如何考虑问题的,比较并细致研究不同作者的观点。对于“玻璃办公建筑”项目的介绍性报告将在2004年春出版。

本文献综述分为下列主要部分:

- (1) 引言;
- (2) 通风双层幕墙的分类;
- (3) 通风双层幕墙系统的技术指标;
- (4) 通风双层幕墙空气腔的建筑物理特性;
- (5) 通风双层幕墙的优、缺点;
- (6) 测量-测试房间和实际建筑;
- (7) 成本和投资;
- (8) 通风双层幕墙办公建筑实例;

- (9) 重要文献;
- (10) 讨论和结论。

1.1 通风双层幕墙概述

通风双层幕墙是欧洲的一种建筑趋向,其发展的主要动力是:

- (1) 对于能够增加透明性全玻璃幕墙的审美追求;
- (2) 改善室内环境的实际需要;
- (3) 提高在喧哗污染环境中建筑隔声的要求;
- (4) 减少建筑使用时的能耗。

通风双层幕墙并不是新的概念,建筑师和工程师们正越来越多地把它应用于实践。因为对这种幕墙形式的功能还缺乏深入的研究,在现有文献中,可以发现对该系统的主要目标有不同的看法。

以前的研究主要集中在下列领域:

(1) 建筑

- 1) 一般幕墙建筑;
- 2) 全玻璃幕墙;
- 3) 办公平面布置——更好地利用周边区域;
- 4) 提高建筑的环境质量。

(2) 室内环境

1) 热舒适性

- a. 全年实现日光控制的可能性;
- b. 避免办公室过热;
- c. 冬、夏季可接受的室内壁面温度。

2) 视觉舒适性

- a. 全年实现日光控制的可能性;
- b. 增加视觉舒适性(如避免光污染)。

3) 声学舒适性

- a. 提高围护结构的声学性能。

4) 通风

- a. 使用通风双层幕墙时,在可能的情况下,用自然通风代替机械通风。

(3) 能耗

- 1) 减少冬季供热需求;
- 2) 减少夏季供冷需求;
- 3) 降低冷、热负荷的峰值;

4) 尽可能利用自然日照代替人工照明。

(4) 其他

1) 建筑成本;

2) 防火要求;

3) 幕墙材料。

因为通风双层幕墙概念的复杂性,它的应用和功能影响建筑各方面的参数(这些参数是互相影响的,如日照、自然通风、室内空气质量、隔声、热舒适性、视觉舒适性、能耗、环境质量等),所以文献研究也是从不同领域展开的。另外,需着重指出的是,在开始阶段,从不同角度来表述该系统的影响和功能是很重要的。

1.2 关键词

由文献和网站收集到的有关通风双层幕墙系统的资料可以看出,该系统有很多不同名称。这包括:

- (1) Double-skin Facade (双层通风幕墙)
- (2) Active Facade (主动式幕墙,通常空气腔为机械通风)
- (3) Passive Facade (被动式幕墙,通常空气腔为自然通风)
- (4) Double Facade (双层幕墙)
- (5) Double Envelope (Facade) [双层围护结构(幕墙)]
- (6) Dual-Layered Glass Facade (双层玻璃幕墙)
- (7) Dynamic Facade (动态幕墙)
- (8) Wall-Filter Facade (过滤幕墙)
- (9) Environmental Second Skin System (环保第二层通风系统)
- (10) Energy Saving Facade (节能幕墙)
- (11) Ventilated Facade (通风幕墙)
- (12) Double-Leaf Facade (双层幕墙)
- (13) Environmental Facade (环保幕墙)
- (14) Multiple-Skin Facades (多层幕墙)
- (15) Intelligent Glass Facade (智能玻璃幕墙)
- (16) Second Skin Facade/System (第二层通风幕墙/系统)
- (17) Airflow Window (气流窗)
- (18) Supply Air Window (送风窗)
- (19) Exhaust Window/Facade (排气窗/幕墙)
- (20) Double Skin Curtain Wall (双层通风幕墙)
- (21) Twin Skin Facade (双层通风幕墙)

1.3 通风双层幕墙系统的定义

本小节给出了通风双层幕墙的不同定义。这样，既可以介绍一些很重要的作者，也可以简要给出他们对通风双层幕墙的定义。

根据比利时建筑研究院（BBRI）的报告（2002），“主动式幕墙是覆盖单层或多层楼，有多层玻璃的幕墙。各层可以封闭，也可以不封闭。这种幕墙玻璃层中间的空气腔采用自然通风或机械通风。空气腔中的通风方式可以随时改变。一般地，设备和系统通过集成，以主动或被动技术来提高室内环境质量。大多数情况下，该系统由控制系统半自动管理。

Harrison 和 Boake（2003）在“环境幕墙的结构”一文中，描述通风双层幕墙为“实质上是通过空气通道分开的一组玻璃层。主要的玻璃层一般起到保温作用。玻璃层中间的空气层起到隔绝极端温度、避风和隔声的作用。在玻璃层中一般有遮阳设备。所有的组成部分都可用不同的方式排列组合，与实体膜和透明膜相结合。

Arons（2001）定义通风双层幕墙为“有两个不同平面组成的幕墙，内层、外层空气可以通过该系统流动。有时，人们称之为‘双层’。”

Uuttu（2001）描述通风双层幕墙为“一组被 20cm 到几米的空气通道（也叫空气腔或中间层）分隔的玻璃层。玻璃层可以延展到整个结构或者其中一部分。主要的玻璃层，通常有保温，部分起到传统结构墙或幕墙的作用。而增加的玻璃层，一般是单层玻璃，布置在主要玻璃层的前面或后面。这两层玻璃中间的空气层对建筑主要起到保温和隔声的效果。”

Saelens 定义多层幕墙为“被空气腔（被用作空气通道）分隔，含有两层透明层的一种围护结构”。这个定义包括三个主要组成部分：① 围护结构；② 结合在一起的透明表面；③ 空气腔。

根据 Claessens 和 DeHerde 的定义，“第二层幕墙是附加的围护结构，安装在已有幕墙上。附加的幕墙主体是透明的。在原有幕墙和第二层幕墙中间形成的新空间是建筑保温用的缓冲区。缓冲区也可能会被太阳辐射加热，这取决于幕墙的方向。对南向的系统，被阳光加热的空气在冬季可以用于供热。在其他时间则必须通风，以避免过热。”

译者注：本文的翻译“通风双层幕墙”，是根据比利时建筑研究院最新的报告“Ventilated Double Facade”（2004.10）而来。这个名称比较恰当地反映了该幕墙的结构（双层）功能（通风）特点。