

双层皮外墙的历史与发展研究*

李轶¹, 王雪松²

(1.重庆大学 科技企业集团, 重庆 400045; 2.重庆大学 建筑城规学院, 重庆 400045;)

摘要:双层皮外墙作为一种革新的外墙体系,具有环境友善的功能和独特的美学效果,追溯双层皮外墙的历史及演化过程,通过对历史的分析总结指出环境的度量和美学的表达始终是双层皮外墙不断发展完善的动力。

关键词:双层皮; 历史; 发展; 环境; 美学

中图分类号:TU227 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2004)05-0010-04

A Study on History and Evolution of Double - Skin Facade

LI Yi¹, WANG Xue - song²

(1. Science and Technology Enterprise Group of Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China; 2. College of Architecture and Urban Planning, Chongqing University, Chongqing 400045, P. R. China)

Abstract: As a renovation envelope, the double - skin facade has the characteristics of environment - friendly function and unique aesthetic effect. In this paper, the history and evolution of the double - skin facade is retraced and analyzed. At the end, it is pointed out that the environmental thoughts and aesthetic exploration are the impetus of its evolution.

Keywords: double - skin facade; history; evolution; environment; aesthetics

双层皮外墙,英文为 Double - Skin Facade,又称为 Double Envelope, Environmental Second Skin Systems, 和 Active Facade 等,作为一种适用于建筑的生态技术策略,应用日益广泛。同普通外墙相比,它在天然采光、自然通风和节能、降噪等性能方面有相当的优势和发展潜力。从艺术角度来看,对建筑通透性空间体验和光影效果的追求是双层皮外墙的应用基础。

一般来说,双层皮外墙由内外两层墙和中间的空腔组成,通常采用玻璃作为墙体材料,在空腔中采用可调节的遮阳措施。双层皮外墙从最初的概念构想到基本定型,经历了约 100 多年的历史;而且,这个发展过程仍然没有停止,随着人类环境观念的不断深化和物质技术的高速发展,双层皮外墙作为一种生态技术策略也在不断演进。

1 双层皮外墙的历史

双层皮外墙的原型很自然地可以回溯到双层玻璃窗。在严寒地区的传统建筑中,双层玻璃窗的应用是其基本特征之一。工业革命后,随着玻璃和钢技术的发展,由此原型的双层玻璃窗发展成为双层皮外墙是一个合乎逻辑的结论。然而,当追寻的目光回溯历史时,就可发现双层皮外墙的缘起经历了发现原理、寻找合适的材料及构造以及探讨其美学价值的过程。

从 16 世纪到 19 世纪,西方温室建筑的大量修建为探讨温室效应的原理和应用积累了大量的经验。在 18 世纪初,荷兰人修建的温室中,具有了现代温室的所有特点,还在室内装上一层油纸,从而形成了

* 收稿日期:2004-01-05

作者简介:李轶(1971-),男,湖南长沙人,硕士,工程师,主要从事建设监理和房地产开发研究。

简陋的“双层皮外墙”^[1]。1767年,瑞士博物学家 De Saussure 用五层玻璃构造了一个玻璃热量存储系统,将他们放置在一个黑色的桌面上,得了接近 90° 的温度,其原理就是利用穿过玻璃的太阳光线照在黑色表面上来加热该表面以及其表面的空气。

1851年,伦敦水晶宫的建成极大的刺激了玻璃建筑的发展。1860年,英国园艺师 Jacob Forst 建议通过南向的玻璃墙创建阳光间用作栽培植物,同时提供一个令人佩服的通风配置,他的设想是从前至后地循环由温室效应加热的空气。这个理论上的想法在另一个园艺师 Edward Mause 那里得到实施和发展,他意识到 De Saussure 装置的工作原理,并观测到玻璃窗后的黑色窗帘会变暖并且产生热气流,并在 1882年,建造了第一个太阳墙,就是现在所说的特隆布墙,它却以后来法国的发明者命名。

1903年,双层皮外墙早期的实例出现在德国 Giengen 的 Steiff 工厂中,该设计的优点在于最大程度地应用自然采光,同时考虑了德国严寒和强风的区域气候特点。1903年, Otto·Wagner 赢得了奥地利维也纳邮政储蓄银行的设计竞赛,在银行大厅采用了双层皮天窗,以钢结构支撑,由玻璃和铝材组成天窗,该建筑至今还仍在使用。

1914年,德国建筑师、空想家 Scheerbar 出版了《玻璃建筑(Glasarchitektur)》一书,在该书的第四章论及玻璃是如何工作的,而且还提到玻璃层叠(overlapping)的概念。但总的来说,此书是传达玻璃材料新美学特征潜力的一首赞美诗,引起了沉浸在当时现代运动中理想主义者的共鸣。

现代主义大师勒·柯布西耶,早在 1916年,他就为自己在瑞士家乡的别墅(Villa Schwob)设计了两层通高的双层玻璃窗,并在中空层中装设了加热管。1929年,他结合巴黎救世军旅馆(The Cite de Refuge)的设计提出了名为“mur neutralisant”的更为大胆的设想,其目标是无论在何种外部环境下,将室内温度固定在 18℃。外墙由玻璃、石材混合建造的双层皮及其间几厘米厚的间层组成,它覆盖建筑下部、外墙,直至屋顶,并为它单独设置空调系统。该设想由于过高的造价和低效率的原因未完全实现,最终只在南墙的西面采用了大面积单层玻璃,而且间层中没有空调系统。所以,该大楼的环境是灾难性的。二战后,重新设计更换了该大楼的外墙和空调系统。

在 Scheerbar《玻璃建筑》一书的第四章,提及过在大多数情况下不建议在墙体中设置加热元件,因为通过这种方式,很多的热和冷都会损失到空气中。柯布西耶也一定读到这点,但在巴黎救世军旅馆中的失败,从一定程度上说明他对技术的象征甚至比建筑物理更感兴趣。1933年 Alvar Aalto 在 Paimio 建造完成的疗养院,采用了初期的 Active Window,见图 1。它由内外两层窗扇和中间的空腔组成,在窗台下装设供暖设备,空气通过空腔时被加热,避免气流直接吹向病人。

外墙构造做法在不断发展的同时,材料技术也在不断发展。其中具有代表性的就是 1935年开发成功的 Thermopane,它是 LOF 公司制造的双层玻璃单元,由两片玻璃及中间 12 mm 的空气间层组成。LOF 公司赞助了为期一年的太阳能加热研究,并在伊利诺工学院作了测试。此项工作较早地探索了多层玻璃在被动式太阳能设计中的应用。

在多重墙体的发展中,更重要的发展是 1961年建成的位于英国 Wallasey 的圣乔治学校,由 Gardner 和 Curtis 设计, A E Morgan 施工,采用了真正的双层皮外墙,利用自然光线和太阳能创造良好的建筑光、热环境,不需要机械系统。两层玻璃墙,600 mm 宽间隙,外层皮采用透明玻璃,内层皮主要采用半透明玻璃和部分透明玻璃,但其背面附有可反转的玻璃板,一面黑色,另一面镀铝。通过控制这些构件,冬季和夏季的热控制主要是吸收或反射太

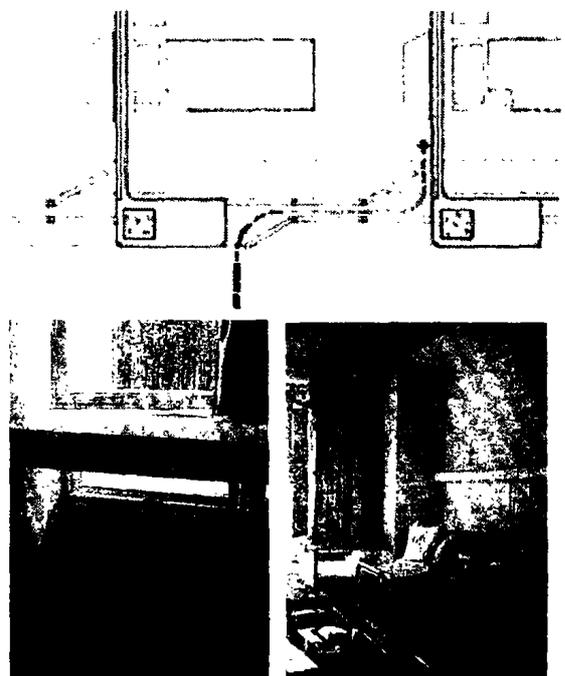


图 1 Paimio 疗养院的 active window

太阳能。采用混凝土屋顶和楼板,作为热储备体,有很高的热容量,建筑具有很强的热稳定性,在北纬 53.5° 的条件下,外部环境的改变要一周时间才能在内部反映出来。但固有的低空气交换率始终令建筑物内有令人讨厌的气味。

在法国, Felix Trombe 和 Jacques Michel 也发展了将玻璃装配的阳光墙与蓄热体相结合的方法,获得特隆布墙专利,并于 1967 年,在北纬 43.5° 的 Odeillo 地区建造了太阳房。获得专利的 Trombe - Michel 墙是在一个厚度为 600 mm 的混凝土墙前面装设玻璃墙面,厚度为 120 mm。在冬天,墙上顶部和底部的开口允许暖空气流入;在夏天,装配的玻璃在顶部打开,使日光热量流走,见图 2^[2]。

在圣乔治学校和 Odeillo 住宅中采用玻璃的方式,已不再是为了玻璃的外观,和 20 世纪 60 年代末初步产生的环境思想不谋而和。从某种程度上讲,特隆布墙的构造早已预示了现代双层皮外墙的出现。

2 双层皮外墙的发展

在二次世界大战结束后的四分之一世纪里,尽管有关绿色建筑和太阳能建筑的构想不断呈现,但建筑围护体系的环境潜力没有获得足够关注。然而,到了 20 世纪 70 年代,因为能源危机的出现和可持续发展思想的萌芽,环境的度量才又促进了双层皮外墙技术的应用和发展。1978 年, Cannon Design 与 HOK 合作设计了位于纽约州尼加拉瓜大瀑布的胡克办公大楼(Hooker Office Building),利用双层皮外墙作为气候缓冲层调控室内温度(图 3)。与此同时,理查德·罗杰斯事务所开始设计位于伦敦的劳埃德大厦,同样采用了双层皮外墙技术(图 4),其目标是对空气间层中的空气回收利用,为整个建筑提供了高效率的外围护体系^[3]。

20 世纪 80 年代是双层皮外墙发展历程中的重要阶段,尽管建成的项目不多,却基本确立了双层皮外墙应用发展的两个原动力,即环境的度量和美学的表达。

进入 20 世纪 90 年代后,双层皮外墙的应用有了飞速的发展,据统计仅在德国就已经建成百余栋双层皮外墙建筑。究其原因,两个主要因素进一步促进了双层皮外墙的发展。首先是来自于全球对于可持续发展战略的认同,环境的度量成为建筑设计的关键要素,来自政策的要求也激励更多环境友善策略在建筑中的应用,因而双层皮外墙得以较为广泛的应用。第二个要素是技术的长足进步,尤其是计算机软硬件的发展为更加精确的计算和模拟建筑物外形与性能提供了可能,同时先进的施工技

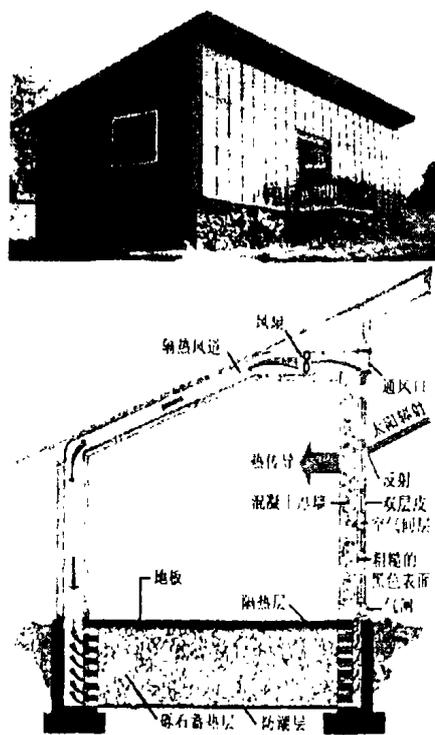


图 2 法国 Odeillo 住宅及特隆布墙示意图

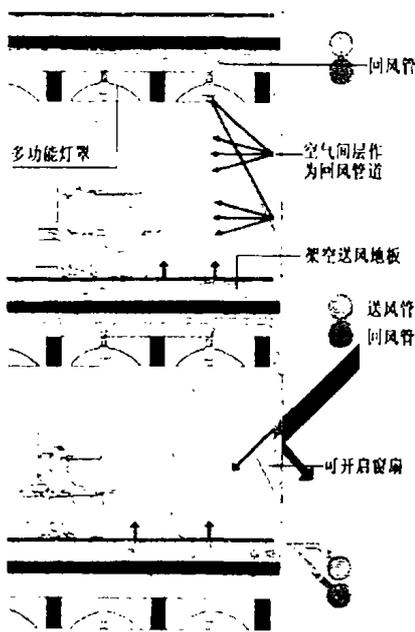


图 3 胡克办公大楼剖面大样

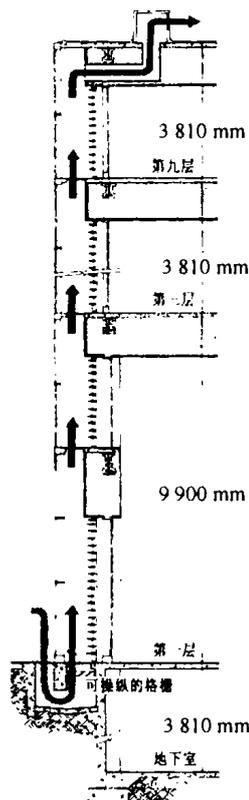


图 4 劳埃德办公大楼剖面大样

术也保障了双层皮外墙的加工和安装。

这时期,采用双层皮外墙的建筑实践主要集中在欧洲大陆,包括瑞士巴塞尔 SUVA 大楼(1993年,赫尔佐格和德默隆事务所),德国法兰克福商业银行(1997年,诺曼·福斯特事务所),德国埃森 RWE AG 大楼(1997年,IOK 事务所)和德国波茨坦德比斯塔楼(Debis Tower)(1998年,伦佐·皮阿诺事务所)等。此外,亚洲的日本、中国以及在南美洲的智利等地区也有一定的应用。

值得注意的是在 20 世纪 90 年代里,双层皮外墙作为一种新型墙体构造方式得到了越来越多的来自美学范畴的关注。在 1995 年,纽约现代博物馆组织了名为轻建构(light construction)的展览。该展览集中于建筑项目和装置艺术,在这里透明性(Transparency)成为主题之一,多层表皮层叠的策略也获得称赞。比如赫尔佐格及德默隆事物所在沃尔夫铁路信号楼(图 5)中采用的玻璃和铜板条做成的双层外皮,祖姆托在布列根兹博物馆(Bregenz Art Museum)(图 6)中采用的玻璃和混凝土的双层皮。

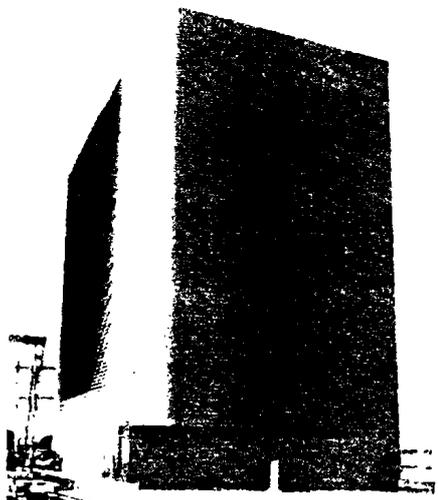


图 5 沃尔夫铁路信号楼

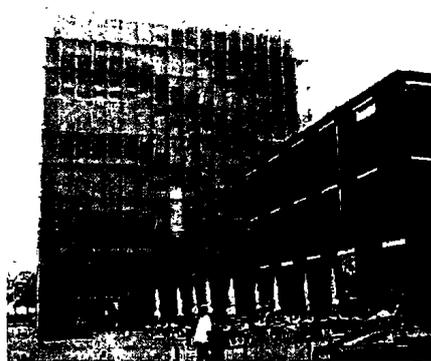


图 6 布列根兹博物馆

在 20 世纪的最后 10 年中建成的许多建筑中都展现了透明和层叠的迷人特征。基于多层表皮所具有的独特美学效果,双层皮的材料和构造已不局限于双层玻璃表皮,而是对多种表皮材料和表皮的不同透明度水平进行探索,是对双层皮外墙的再度诠释。

3 结论

从 16 世纪西方掠夺者显示财富的温室到现代透明、层叠的双层皮建筑,从特隆布墙到胡克办公大楼的双层皮构造,双层皮外墙的发展经历了近 100 年的历史。从柯布西耶在巴黎救世军旅馆中的失败到祖姆托在布列根兹博物馆中呈现的迷人光幻效果,从圣乔治学校的简单双层皮到综合多功能的现代多重墙体,双层皮外墙的发展始终沿着环境度量与美学表达这两条轨迹。

可持续发展成为本世纪首要议程的今天,双层皮外墙的环境功能将进一步得到加强,从太阳能的被动式利用,到通风问题的解决,再到与光电技术的整合以及新材料的不断出现。在功能完善加强的同时,其造型潜力和美学特征也将得到深度挖掘和拓展。

参考文献:

- [1] Michael Wigginton. 建筑玻璃[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [2] Michael Wigginton. 建筑玻璃[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [3] 王雪松. 生态技术策略—双层皮外墙类型分析研究[J]. 重庆建筑大学学报,2004,25(5):5-9.