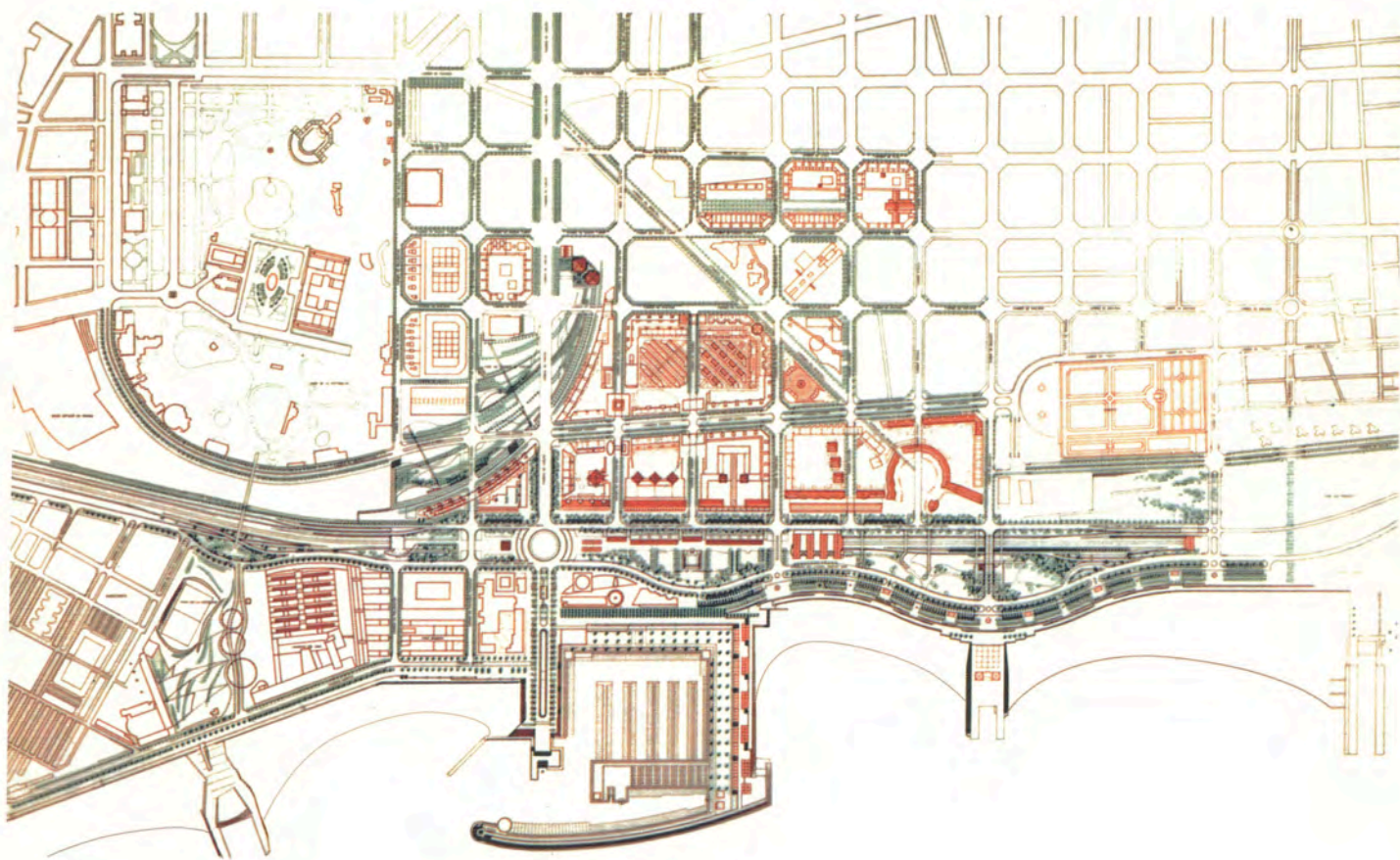


建筑师

February 2018/1 No. 191

The Architect



《建筑师》·2017“天作奖”国际大学生建筑设计竞赛获奖作品 城市设计教育：北美经验解析及中国的路径选择 / 金广君 巴塞罗那：全尺度的都市规划之路 / Joan Busquets 文 钱丽源 译 城市设计在日本的接受与发展 / 傅舒兰 罗西与当代瑞士城市建筑 / 陈瑾羲 英国城市设计：1980年代至今的概要式回顾 / 杨震 于丹阳 美国现代城市设计的起源、建立与发展介绍 / 王嘉琪 吴越 地块肌理——土地划分的形态学 / 刘铨 “超级”之后——荷兰建筑再观察 / 褚冬竹 浅议呈现于戈特弗里德·森佩尔《风格》中的“中国建筑” / 焦洋 英国工业建筑与吉尔·G. 斯科特的“工业教堂” / 高巍 赵玫 脉络与趋势——历届 UIA 主题诠释 / 钟志涛 丁建华 孟建民 “建筑师负责制”背景下的中国注册建筑师“责、权、利”相关问题辨析 / 蒋楠 “动态封装”——可变建筑表皮系统设计研究 / 冯刚 陈达 苗展堂 建筑性能模拟软件在绿色建筑不同阶段的应用效果比较 / 谢晓欢 贾倍思 未来设计：基于 Ladybug+Honeybee 的参数化性能设计方法 / 毕晓健 刘丛红

目 录

- 006 《建筑师》·2017“天作奖”国际大学生建筑设计竞赛获奖作品

城市设计与理论研究

- 024 城市设计教育:北美经验解析及中国的路径选择 / 金广君
031 巴塞罗那:全尺度的都市规划之路 / Joan Busquets 文 钱丽源 译
042 城市设计在日本的接受与发展 / 傅舒兰
047 罗西与当代瑞士城市建筑 / 陈瑾羲
058 英国城市设计:1980年代至今的概要式回顾 / 杨震 于丹阳
067 美国现代城市设计的起源、建立与发展介述 / 王嘉琪 吴越
074 地块肌理
——土地划分的形态学 / 刘铨

建筑设计与理论研究

- 081 “超级”之后
——荷兰建筑再观察 / 褚冬竹
090 浅议呈现于戈特弗里德·森佩尔《风格》中的“中国建筑” / 焦洋
100 英国工业建筑与吉尔斯·G. 斯科特的“工业教堂” / 高巍 赵玫

建筑师执业研究

- 105 脉络与趋势
——历届 UIA 主题诠释 / 钟志涛 丁建华 孟建民
110 “建筑师负责制”背景下的中国注册建筑师“责、权、利”相关问题辨析 / 蒋楠

建筑技术与设计方法

- 116 “动态封装”
——可变建筑表皮系统设计研究 / 冯刚 陈达 苗展堂
124 建筑性能模拟软件在绿色建筑设计不同阶段的应用效果比较 / 谢晓欢 贾倍思
131 未来设计:基于 Ladybug+Honeybee 的参数化性能设计方法 / 毕晓健 刘丛红

Contents

- 006 **2017·The Architect / TEAMZERO Award Architecture Student Design Competition**

Research on Urban Design and Theory

- 024 Urban Design Education: The Northern America Experience and the Future Road Map of China / Jin Guangjun
- 031 Barcelona: Plans for the Metropolis. Following a Systemic Approach / Written by Joan Busquets
Translated by Qian Liyuan
- 042 Introduction and Development of the 'Urban Design' Idea in Japan / Fu Shulan
- 047 The Teaching of Aldo Rossi at the ETH Zürich and Its Effects on Swiss Contemporary Städtebau / Chen Jinxi
- 058 British Urban Design since the 1980s: A Brief Review / Yang Zhen Yu Danyang
- 067 An Introduction of Urban Design in Modern America: Its Origin, Establishment and Development / Wang Jiaqi Wu Yue
- 074 Plot Patterns: The Morphology of Land Division / Liu Quan

Research on Architectural Design and Theory

- 081 Post-Super: RE-Observation of Dutch Architects and Modern Architecture / Chu Dongzhu
- 090 A Brief Discussion on Chinese Architecture Presented in Gottfried Semper's *Der Stil* / Jiao Yang
- 100 British Industrial Architecture and Giles Gilbert Scott's Industrial Cathedral / Gao Wei Zhao Mei

Research on Architectural Practice

- 105 Development of Focused Schemes of UIA Conferences / Zhong Zhitao Ding Jianhua Meng Jianmin
- 110 Analysis of the Issues Related to the Responsibility, Rights and Benefit of Chinese Registered Architects under the Background of "Architect Responsibility System" / Jiang Nan

Research on Architectural Technology and Method

- 116 Variable Envelope : Research on Kinetic Building Skin System / Feng Gang Chen Da Miao Zhantang
- 124 A Comparison of the Application Effects of Building Performance Simulation Software in Different Stages of Green Building Design / Xie Xiaohuan Jia Beisi
- 131 Future Design: Parametric Performance Design through Ladybug+Honeybee / Bi Xiaoqian Liu Conghong

“动态封装”

——可变建筑表皮系统设计研究

Variable Envelope :
Research on Kinetic Building Skin System

冯刚 | Feng Gang 陈达 | Chen Da 苗展堂 | Miao Zhantang

摘要: 动态表皮设计是当代建筑设计领域的前沿课题。本文主要讨论动态建筑表皮设计的理论及实践,重点分析动态表皮可变单元系统设计的基本类型、特点及其设计策略。在此基础上,文章对于动态表皮可变单元设计需要注意的问题进行了探讨。

关键词: 建筑、表皮、动态、可变系统

Abstract: Kinetic skin design is an advanced subject in the field of contemporary architectural design. This paper discussed the theory and design practice of kinetic skin design, mainly focused on the typology, classification, and design strategy of the variable units in kinetic building skin. Based on these analyses, it discussed the main points of kinetic skin variable unit design.

Key words: Architecture, Building Skin, Kinetic Skin, Variable System

建筑表皮,指建筑室内外空间环境的界面,以及人们通过触觉、视觉直接感受到的建筑表层,被认为是皮肤、衣服之外的,保护人体安全的“第三层皮肤”。从室内外能量交换的角度来看,传统建筑表皮是作为能量的屏障而存在的。随着建筑设计观念与技术的进步,其角色逐渐转化成为一种物质与能量的传递者,某些情况下甚至可能是能量的生产者。以表面装饰设计为特征的静态建筑表皮逐渐向交互式动态建筑表皮进化。动态建筑表皮可以根据外部物理环境条件或使用功能需求的变化主动或被动调节自身的形态,控制物质与能量穿过建筑表皮的过程与数量,以达到最优化室内物理环境条件的目的,以实现一种能够像生物体皮肤一般控制物质能量交换的建筑“皮肤”。信息时代建筑表现出更多的“媒体化”与“智能化”的特征,数字技术的出现,推动这一趋势不断以更加炫目的方式来展示。可变单元系统设计(图1)

则是这一动态建筑表皮设计的关键性“元素”。

一、可变建筑表皮设计的价值取向

自“建筑”出现之始,就有了围护基础上对于“通透性”的追求。门、窗、帘幕这些建筑构件,可以视为最初级意义上的可变表皮元素。它们通过简单的开闭过程,允许使用者根据室内物理环境的需求,调节进出建筑的风、光、热等物质与能量。百叶窗等各种传统可通风、可变遮阳形式,通过简单的变化,有效地解决了日照与视线通透性的问题,并具有一定的装饰功能与文化内涵,可视为动态表皮的一种设计原型。当代动态表皮设计理念得以广泛地发展,首先是基于对建筑物理学与热工气候学设计需求的一种解答。随着建筑设备系统的革命与可持续发展理念的深入人心,简单依靠空调来控制室内环境品质的高

作者:

冯刚,天津大学建筑学院副教授,
陈达,天津大学建筑学院硕士研究生,
苗展堂,天津大学建筑学院副教授。

能耗做法受到质疑。对于表皮内外能量传导的调控,逐渐在建筑设计中表现出重要的价值。LOW-E 玻璃、热断桥材料等节能材料的大规模采用,自动控制系统与计算机辅助设计技术的进步,生态建筑设计理念与技术的提高,都在不断驱动建筑表皮设计发生新的革命。利用“温室效应”“文丘里效应”“烟囱效应”等被动式生态技术与光伏电池等主动式生态技术,可以更加有效地控制建筑表皮内外光能、热能等能量交换以及空气、水汽等物质交换,以确保获得舒适的室内环境,使得建筑的表皮可以像生物体的皮肤一样,自由地“呼吸”。正如第一座双层表皮摩天楼的设计师英恩霍文(Christoph Ingenhoven)曾谈到的:“作为一个建筑师,我希望我的建筑表皮能像人的皮肤一样完美运作,甚至还能有所超越。皮肤是人体器官中功能最多的,从内部到外部,保护着人体抵御着环境的危害,同时还辅助人体的代谢与免疫系统。”^[1]此时,建筑设计在很大意义

上成为一种消除室内环境不确定性的工作,并根据不同的外部实时环境条件将能量流精确地控制以保证室内环境的舒适性。C2ES1 的研究表明:“住宅建筑中,通过优化窗的设计,可以节能 10%~50%;商业建筑中,则可以减少照明与采暖空调系统的消耗,从而减少 10%~40% 的维护费用。”^[2]。如阿布扎比的 Al Bahar 大厦的 Mashrabia 可变遮阳系统,共装有 1049 个可变模块,这些模块由 BMS 系统(Building Management System)自动控制,并连接光的感测器和测量风速的风速器,可以独立地依据太阳一天的轨迹开启和关闭,从而减少 50% 能源消耗,每年减少碳排放 1750 吨。^[3]借助于光伏技术,动态表皮系统还可以“追踪”太阳的运动,并将光能转化为电能,成为能量的生产者。运用光反射与散射的设计,动态表皮不但可以遮阳,而且还可以通过改变光线的传递方向,“增强”室内光照效果,并使室内照明更加均匀。JSWD 设计的德国“Q1 Office

Building”大厦,采用随太阳运行轨迹变化的,由大约 40 万片三种不同的形状的金属“羽毛”组成的动态表皮,可将建筑物的年能耗控制在 150kWh/m² 以内。位于澳大利亚墨尔本的“Council House2”大厦的采用了包括可变遮阳系统在内的多种生态技术,可以减少电能消耗达 85%,减少碳排放 87%,达到了绿建 6 星标准。

如果仅从能量传递的层面来审视动态表皮,百叶窗等传统遮阳方式已经可以一定程度地达到目的,而无需复杂的机械系统与多变的遮阳形式。动态表皮的另一层价值则在于其突破了传统立面设计的概念,将静态的立面构图升华为一种动态变化的过程,将可变单元视为一种建筑艺术创作的平台。即使牺牲部分的物理性能,亦追求创造一种前所未有的动态立面美学效果,一种纯美学的价值取向。不同的季节、不同的天气、一天中的不同时间,建筑外部环境条件都会发生变化,立面也随之呈现不同的表情。甚至一些动态表皮设计会以一种纯形式的面孔出现,创造一种动态的,不断变化的梦幻般的立面肌理与室内光影效果。起始于 20 世纪初的立体主义,动态雕塑成为一种重要的艺术形式以表现工业社会的一种视觉体验,一种并置与多重空间的视觉艺术。20 世纪 60 年代以来,伴随着电子影像、数字技术的发展,动态艺术的领域得以进一步拓展,逐渐融合到建筑、装置艺术中,日趋成为当代公共艺术中的一种主要的艺术形态。由多个可变单元构成的动态表皮系统,具有“像素化”的表面特征,可以便捷地传达图像信息,并可随时进行变换与调整。

动态表皮系统通过不同原理的单元系统来实现对风、光、热、湿等环境元素的调控。其中,有借助外部能量输入的主动式可变系统,如可变遮阳系统、充气式皮肤、弹性表皮等;也有利用材料本身特性来实现的被动式可变系统,如采用智能材料的可变表皮、立体绿化表皮等。还有一些则是纯形式层面的动态表皮,利用光、形、色的变化来表达建筑精神内涵与文化隐喻。当代动态表皮设计正是融合建筑的

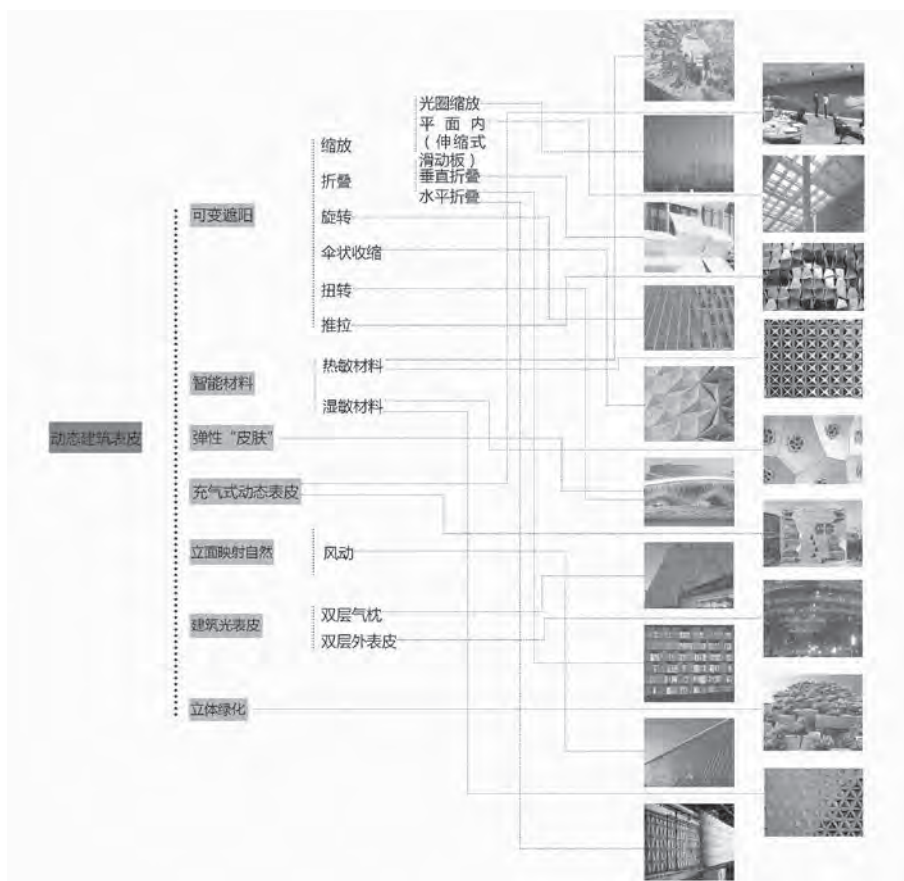


图1: 可变建筑表皮单元设计的主要类型

实用性、雕塑的审美价值、表皮的物理性能, 并达到一种完美的平衡, 并逐渐成为当代建筑设计的一种潮流。

二、可变表皮主要设计类型

1. 可变遮阳系统

建筑物每天不同时间接受到的日照状况有很大差异, 对于遮阳也有不同的需求。例如, 夏热冬冷气候区需要借助遮阳构件不同程度遮挡正午的阳光, 早晨尽可能多的接受日照, 而傍晚则消除西晒的不良影响。传统遮阳可分为垂直遮阳、水平遮阳、格栅遮阳、帘式遮阳等多种形式, 并常采用可变角度的遮阳板来调节遮阳效果。传统遮阳构件的位置相对固定, 样式比较单一, 对于建筑立面艺术效果贡献不大。当代遮阳设计逐渐从单纯的板、栅、帘的形式, 逐渐向新材料、组合式、多维度、智能化的方向发展, 其变化逻辑也从简单的旋转发展出折叠、位移、多维旋转、充气等多种形式。可变建筑遮阳体系, 改变了建筑表皮的设计过程与形式特征, 使得建筑立面成为一种不断变化的动态系统, 赋予建筑以新的美学内涵。而建筑立面不再是一种纯形式的表达, 而更多意义上是一种形式美的

创作过程, 一种技术功能关系的外在反映。

“折叠”是最常见的可变单元设计方式(图2)。Ernst Giselsbrecht+Partners 事务所的作品主要采用可移动的折板来实现可变的立面遮阳。基弗工艺展厅(Kiefer Technic Showroom, 图3)采用了可以竖向移动并折叠的穿孔金属板, 格拉茨技术大学-生物催化实验室(Biocatalysis Lab Building)则采用了可以横向移动并折叠的穿孔金属板。在提供可变遮阳的同时, 也提供了一种有序或无序的屏风般的立面效果。Arup 与 Yazdani Studio of Cannon Design 设计的韩国 CJ CHEILJEDANG 公司研发中心项目(图4), 外层表皮采用了一种可以折叠的遮阳板。这种遮阳板由穿孔金属板制成, 并通过一套自动控制的机械折叠系统, 根据日照条件来调节立面遮阳的开合, 从而有效优化室内光环境。由于不同房间对于日照的需求会有不同, 不同位置的遮阳板即使在同一时间也会有不同的开合角度。这层遮阳系统, 在立面上形成了一层不断变化的波浪形立面肌理效果。Aedas 设计的阿布扎比投资委员会总部 Al Bahar 大厦(图5), 在内层玻璃幕墙外日光可以直射的立面部位包覆了一层可变的外遮阳表皮。这层遮阳系统采用了一种可以通过支撑系统开合的伞状结构。结构表层为带有遮阳覆盖层的玻

璃纤维材料, 每六片三角形框架组成一个可变单元, 安置在外墙独立的构架上。这些由自动控制系统操控的遮阳单元可以随着室外光照强度与方向的变化不同程度地张开或闭合, 如一把把遮阳伞包覆于建筑表面。这一遮阳系统既能满足必要的自然采光, 又可以有效节约 50% 的空调能耗。正六边形的伞状结构, 同时也具有伊斯兰的宗教图示意味, 将表皮形式、功能与文化内涵完美结合起来。

以旋转来实现可变遮阳, 源自百叶窗的设计。当代建筑中的旋转式遮阳设计, 突破了传统条形叶片的限制, 采用多维度的旋转方式, 以求获得全方位的遮阳效果, 同时获得多变的立面肌理。多米尼克·佩罗在法国国家图书馆方案中, 采用了一种可沿着竖向轴线旋转的木板, 使用者可以根据不同程度的采光需求调整墙面的开合, 立面上形成一种自由变化的表面肌理, 并反映出建筑内部人的活动情况。JSWD 设计的 ThyssenKrupp 总部 Q1 大楼(图6), 采用了一种可以双向变化的遮阳系统。建筑内表皮为普通玻璃幕墙, 外表皮大部分由一层不锈钢材料的金属百叶所包覆, 共使用了超过 8000 m² 的不锈钢材料。这些金属百叶分成多个与楼层高度一致的羽毛状单元结构。每个单元可以绕竖

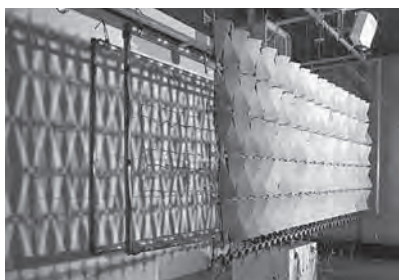


图2: Project Exhibition – UnFOLD



图3: 基弗工艺展厅

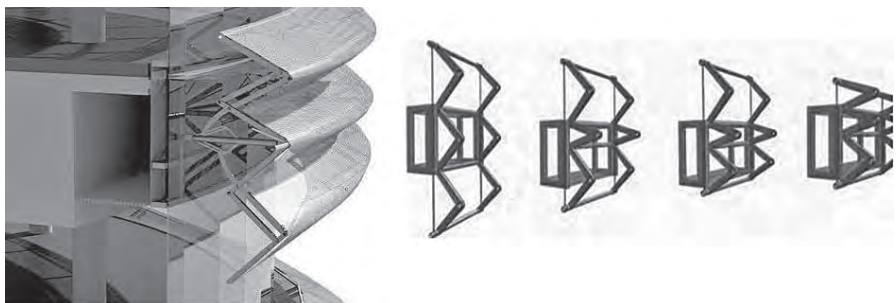


图4: CJ CHEILJEDANG 公司研发中心



图5: 阿布扎比投资委员会总部 Al Bahar 大厦

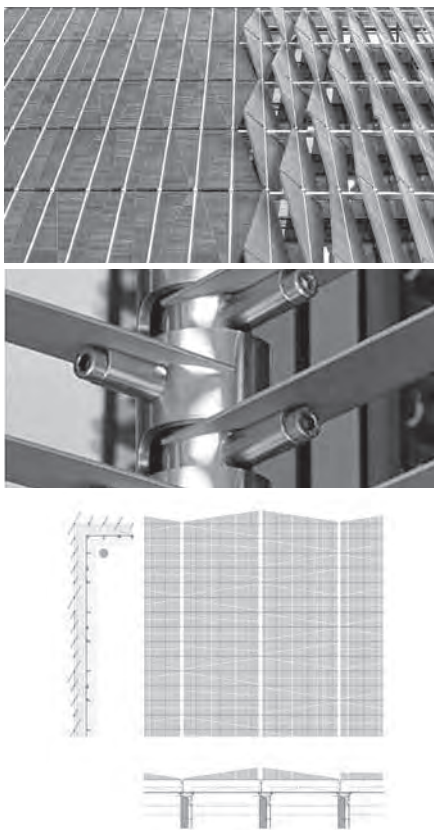


图6: “Q1 Office Building”大楼动态表皮及单元设计节点

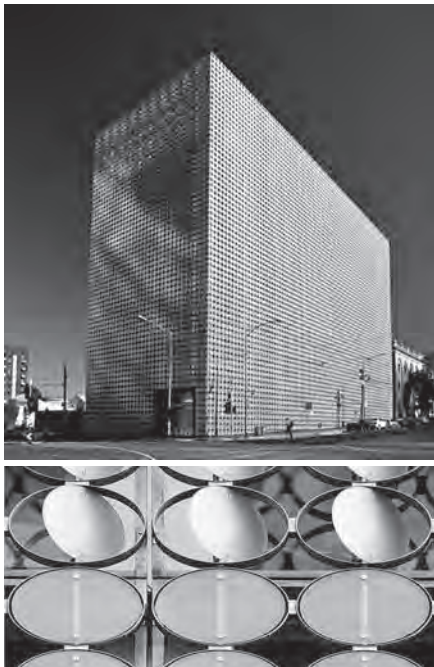


图7: RMIT Design Hub 墨尔本皇家理工大学设计中心及单元设计节点

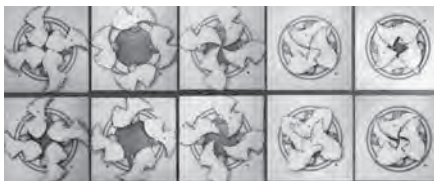


图8: 利用叶片的旋转来控制空洞开孔率

向转轴旋转, 单元内部的金属叶片又可以沿着横向的转轴改变角度。这种双向旋转系统, 可提供全向的调节, 以最佳地适应太阳高度角与入射角度的变化。这层“金属羽毛”, 不断变化着外观形状, 赋予建筑立面开合与虚实渐变转换的变化效果。Sean Godsell 设计的墨尔本皇家理工大学设计中心 (RMIT Design Hub 图 7), 则采用了一种由 16000 块玻璃圆盘构成的动态表皮均匀包覆整座建筑。这些半透明的玻璃圆盘成组布置, 由中央控制系统依据时间、日照情况与风向来控制其旋转角度, 墙面则随之呈现波浪般的立面效果。

利用叶片的旋转来控制空洞开孔率的大小是可变遮阳系统的一种较常见的做法 (图 8)。1987 年建成的由努维尔设计的巴黎阿拉伯文化中心项目 (图 9), 采用了一种类似镜头光圈结构的动态遮阳单元, 是现代动态表皮设计最早的代表性作品。这种复杂的机械体系立面上具有独特的肌理, 内部空间也可以形成复杂的光影变化。

2. 智能表皮材料

智能表皮材料受到特定的环境变化的刺激时, 会改变原有材料的物理性能, 并能够随着环境条件的复原而恢复原有的物理性能。这种能够根据环境变化而发生性状改变的材料, 广泛应用于工程设计、时尚娱乐与工程建筑中, 对于可持续发展的建筑设计亦具有重要的价值。建筑中常见的刺激智能材料改变的外部条件有电、声、光、热、水等。可变遮阳等表皮设计, 主

要是通过机械系统、电子传感器以及自动控制系统来实现, 智能表皮材料则更加注重表现材料本身所具有的物理化学性能及其对于环境系统的反应能力。有些智能表皮材料需要额外的能源来驱动, 而有些智能表皮材料既不需要额外的机械或电子控制, 也不依赖于外部能源, 更多意义上类似于一层可自主调节的生物体的皮肤。

利用电压或电流强度的改变, 可以改变一些智能表皮材料的物理性状。例如, 电控调光玻璃基于电化学反应来实现状态改变。当切断电源时, 玻璃里的液晶分子会呈现不规则的散布状态, 使光线无法全部或部分射入, 从而改变玻璃的透明度。ETH 的研究项目“空间转移电敏感多聚物表皮” (Space shift electro active polymer façade, 图 10), 开发出由多层多聚物复合构成的表皮单元可随着电流的变化发生形变。

LIFT 事务所设计的“空气花 (The Air Flower, 图 11)”项目, 灵感源自于日开夜闭的番红花。它是一个被动式热敏通风系统。墙面的叶片由两侧胀缩率不同的金属片构成。当温度升高时, 叶片会打开, 促进室内外的通风; 反之, 当温度降低时, 叶片会关闭, 阻隔室内外空气的流通。这种不需要额外消耗能量的建筑表皮同时具有建筑学与生物学两个层面的特征。南加州大学教授 Doris Kim Sung 在洛杉矶的材料及应用展示中心设计了一件可以根据环境条件的变化改变表面形式的作品“Bloom” (图 12)。这一结构体的表皮由 14000 片激光切割成的金属片覆盖。这些金属片由两层胀缩率不同的金属构成。

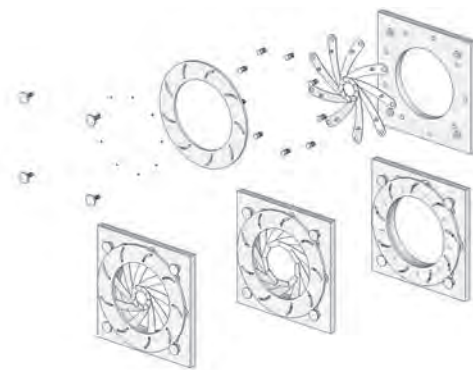
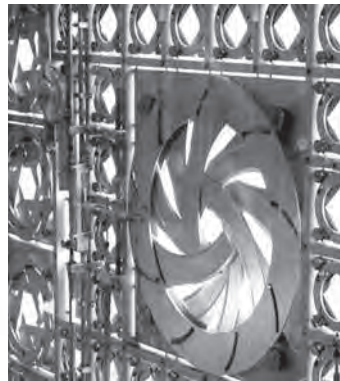


图9: 阿拉伯文化中心可变表皮



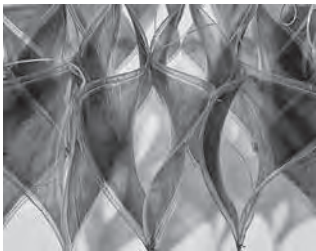


图10: “空间转移电敏多聚物表皮”



图11: “空气花” (The Air Flower)



图12: “Bloom”



图14: 湿度敏感建筑表皮 “Hygro-skin”

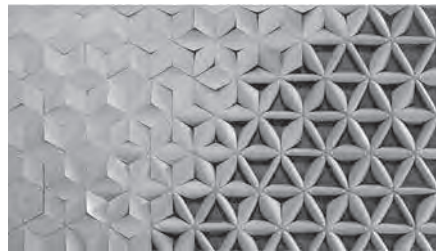
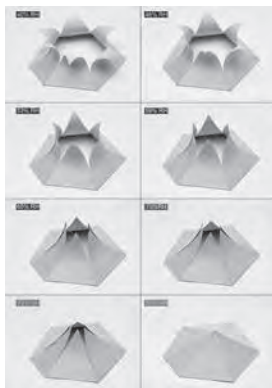


图13: “Water-Reaction Architectural Surface”



图15: 韩国丽水世博会主题馆建筑表皮及驱动结构

当表面受热时，金属片会卷曲，从而改变结构体表面肌理与开孔的大小，并可以使受热区域获得通风。这一项目将材料学研究成果、结构创新与参数化的表皮设计方式结合起来，创作出能够反映环境变化特点的结构表皮形式。

木材是一种常见的湿敏感表皮材料，利用木纤维吸湿变形性能的不同，来实现建筑表皮性状的改变（图13）。Achim Menges Architect 设计了带有湿度敏感皮肤的气候适应性建筑小品“Hygro-skin”（图14）。建筑的开孔由木材制成的叶片来覆盖，这些叶片采用由双层木材制成的复合结构。外层木材的微观结构为长而密的厚壁细胞，当湿度变化时，会发生明显的胀缩，而内层木材则相对稳定。这一复合结构适应的相对湿度变化范围为30%~90%。当外部环境条件发生变化时，叶片会发生卷曲，从而改变表皮孔洞的大小。阴雨天时，建筑表皮开孔会减小甚至关闭，日照充足的情况下，湿度变小，这些叶片又会打开，阳光可以进入建筑中。这一设计系统着眼于对当地小气候的直接反馈，调节光传输和视觉渗透效果，周而复始地提供独特的建筑空间体验。

3. 弹性“皮肤”

提起表皮我们常常想到类似金属、混凝土等坚硬的建筑材料，如同皮肤般软性材料并不多见。

此类动态表皮借助于机械系统实现可以像皮肤一样柔性开合的建筑表面。奥地利建筑事务所SOMA设计的2012韩国丽水世博会主题馆“One Ocean Thematic Pavilion”，采用了与KHAE公司共同开发的“仿生动力学外皮”（图15）。这座建筑外表皮总长140m，高度3~13m，由108片玻璃纤维增强聚合物制成的动力薄板组成。这种纤维增强材料具有很高的抗拉强度与抗弯刚度，能够实现大幅度可逆的弹性变形。与前例不同的是，这一层表皮材料的变形，不是靠材料本身的物理性能来实现的，而是借助于动力薄板顶部与底部机械系统位置与角度的改变，从而产生压缩力旋转与弹性变形来完成表皮变化的过程。建筑师卡斯·奥斯特霍斯（Kas Oosterhuis）在荷兰的实验性高层设计方案中，采用了一种称为“流体肌”的表皮单元来制作可适性的建筑立面。该表皮单元是一个两端带有钢阀的硅涂聚酰胺橡胶管，在压缩气体的

作用下伸缩时会产生线性运动。每块“肌肉”能够独立进行操作，具有交互性和动态性，随着日照条件的变化而发生变化，起到可变遮阳的效果，在材料和维修成本上也较为经济。

4. 软性表皮

软性表皮是指使用由柔性硅胶和弹性织物组成的复合材料制作而成的充气单元，通过膨胀和收缩来应对环境中不断变换的环境因素的一种可变表皮。这个表皮可以对风和光的变化进行实时响应，这两个参数改变了系统内部空气压力，进而对环境变化作出响应。从而达到调节温度、通风等目的。

运用仿生学的原理，这项技术的灵感来源于有机皮肤调节其表面的渗透性进而控制物质进出的原理。让气动装置如同毛孔般覆盖在建筑表面，室内外环境的变化影响装置气孔的开合变化，控制了光和空气的进入，进而调节内部和外部之间的温度，也改变了建筑的视野。

在2015年完工的位于德国Mandelbachtal镇的呼吸表皮体验馆（Breathing

Skins Project) 中, 平均每平方米安装了 140 个气动装置, 整个建筑立面由 2800 个气孔组成。气动装置之间没有繁复的接口, 形式简洁纯净 (图 16)。而这一体验馆的外表皮则是真正实现了将通风与调节室内光线于一体的动态表皮的构建, 该表皮可以通过数字化技术达到定量控制室内光环境的舒适度。相较于传统的定性设计方式而言, 采用这种设计方式的动态表皮可以实现真正意义上的性能化设计。

5. 充气式动态表皮

充气装置可以设计为一种动态智能表皮。2000 年汉诺威世博会的德国馆“Cycle Bowl”(图 17), 外立面采用了三层 ETFE 膜构成的气枕。气枕内部两层采用了形状互补的植物形图案。当表皮气枕充气时, 图案打开, 光线可以射入建筑内部; 当不充气时, 两侧不透明的图案正好闭合, 可遮蔽阳光。Cloud 9 设计的位于巴塞罗那的媒体信息与通信技术大厦 (Media-TIC, 图 18) 采用了类似的立面做法。这种立面薄膜总共有三层, 第一层是透明薄膜, 第二、第三层是以圆点为基础设计的互补图形, 共同构成 154 个三角形气枕。其中, 104 个气枕可以由电脑控制其充气状态, 根据太阳的运动轨迹来改变形态, 最多可以达到 95% 的透光度, 或阻挡 90% 的日

照。此外, 该表皮采用了烟雾式气囊遮阳方式。它将烟雾注入气枕, 根据温度感测启动, 控制气体的粒子密度来提供可变化的遮阳。

6. 立体绿化

植物可以视为一种可“感应”的遮阳构件, 可根据季节的变化改变自身性状。夏季, 浓密的树阴为建筑提供遮阳, 并利用植物本身的水循环改善局部微气候环境品质; 冬季, 按照自然规律落叶的植物可以使阳光直射入室内, 从而改善室内热工环境。这一过程完全利用自然规律, 没有额外的能耗, 却能与室内环境变化的季节趋势相吻合。植物本身亦具有良好的景观价值, 很多会在不同的季节呈现不同的色彩, 给人以赏心悦目的视觉感受。树木的叶子还可以在日间吸收二氧化碳并释放氧气, 阻挡城市噪音, 并可以吸附城市交通产生的粉尘颗粒, 有利于净化空气。美国的“纽约绿塔”(Hanging Garden Tower)、丹麦的“空中村庄”(Sky Village)、意大利米兰的“垂直森林”(VerticalForest, 图 19) 都试图利用植被来营造一种生态的建筑立面。斯坦法诺·博里埃设计的米兰“垂直森林”双塔, 沿总长 1700 米的阳台树池, 种植了近 800 棵乔木、4000 株灌木及 15000 株攀爬植物, 在建筑室内外空间

之间, 建立了绿化构成的生态缓冲层, 形成了一层由窗、墙、绿植共同构成的建筑立面。“垂直森林”是一种生态化建筑立面设计的成功尝试, 确立了一种垂直绿化表皮设计的新方法。除了可变遮阳与优化环境的功效外, 从城市角度看, 可以增加高密度城市的绿化率; 从建筑个体角度看, 可以与菌类、昆虫、鸟类等生物形成局部生态系统, 在城市中限定出更加接近自然的空間。它不仅仅是一座建筑, 也是一种可以复制的生态意义上的动态建筑表皮的设计方法。

7. 追求形式美的动态表皮

加拿大环境艺术家奈德·康 (Ned Kahn), 致力于从视觉的角度来诠释建筑表皮与环境之间的关系。他的作品捕捉自然界中风、光、水、火、云、雾等不断变化的元素的信息, 将其映射到建筑表面, 通过建筑表表皮肌理的变化, 将自然界随机变化的信息转化为建筑视觉艺术作品。这种建筑表皮映射自然变化的设计, 并非生态层面上的动态表皮设计, 而是一种介于建筑与雕塑之间的可变的视觉艺术系统, 也可以说是一种结合了建筑与环境艺术的动态雕塑作品 (图 20)。

奈德·康动态表皮设计代表性手法之一是用一种可以一定程度摆动的金属片 (或塑料片) 覆盖建筑表面。当外部风环境发生变化时, 在不断变化的气流作用下, 这些金属片会随之发生摆动, 其构成的建筑表面整体呈现出一种水波涟漪般不断变化的效果。不断微小改变角度的金属片也可以带来持续变化的光反射效果, 建筑表皮在阳光下熠熠生辉。“风”这一不可见的自然元素的变化, 通过这一映射过程, 变为一种可见的建筑视觉艺术作品。布里斯班机场停车楼项目、匹兹堡儿童博物馆扩建项目等, 由许多块穿孔铝板覆盖而成可变表皮立面, 随风摆动的铝板形成了层层涟漪般的肌理效果。在圣安东尼奥的 Green 诊所和加州核桃溪的 Neiman Marcus 商店设计中, 奈德·康采用了“羽毛墙面”

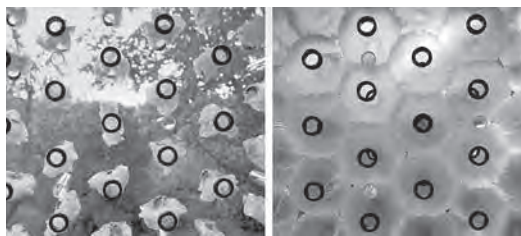


图 16: 呼吸表皮体验馆 (Breathing Skins Project)

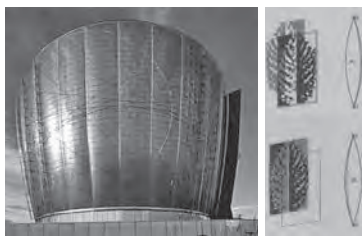


图 17: Cycle-Bowl

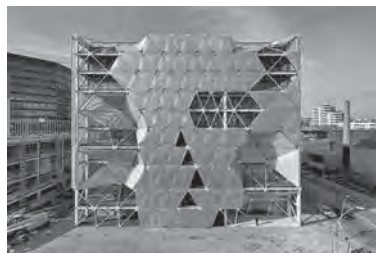


图 18: 巴塞罗那媒体信息与通信技术大厦



图 19: 米兰“垂直森林”项目

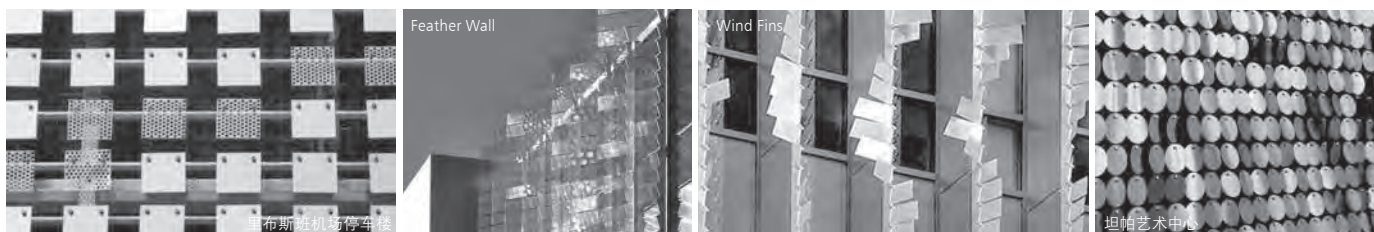


图20 奈德·康的动态表皮设计作品

(Feather Wall) 或称“风翅”(Wind Fins)的手法,他在墙面上设计了很多一端固定在墙面上的金属条,另一端则可以自由摆动。当风吹过时,墙面整体效果仿佛生物体的羽毛在风中摆动。坦帕艺术中心项目,则在庭院上空设计了很多可以随风摆动的圆形小镜子。将风吹动的水面、日光的光斑、跃动的火焰等元素映射到墙面上,产生了一种跃动的、光怪陆离的立面效果。奈德·康(Ned Kahn)所创造出的映射自然的动态表皮设计,颠覆了人们对于一成不变的建筑立面的认知,将建筑表皮解释成为一种视频化的动态过程,进一步强化了建筑与自然之间的关系。

利用光线与色彩的变化来获得动态的立面效果也是可变表皮常见的做法。如努维尔设计的位于巴塞罗那的Torre Agbar塔、赫尔佐格与德·梅隆设计的德国安联体育场、北京国家游泳中心等。

三、可变表皮设计系统的思考

简单即高效。建筑的使用周期非常长,维护成本高,提高建筑构件的寿命与工作效率,既可以降低成本,也可以减少维护的能耗。动态表皮的可变单元应尽可能采用原理简明、构件少的设计。过于复杂的设计会大大增加构件损坏的概率,影响建筑正常使用,并造成成本与能耗的增加。阿拉伯文化中心立面的系统非常复杂。由于机械系统占据空间并采用了多层结构,墙面最大可开启比例不足50%,且故障率较高,修复难度及成本都很高,如今已经不能全部正常工作。可变单元尺寸大小与立面尺度设计应相匹配。较大的可变单元,本身可变机械系统的设计更为复杂,构件

尺寸更大,对于材料的力学性能要求更高。采用较小的可变单元,机械系统相对简单,但由于构件增多,会增加出现故障的概率。在满足设计需求的前提下,如何选择可靠与合理的系统设计方案,是设计师需仔细考虑的问题。

提高开孔率。开孔率是衡量动态表皮单元可变范围与调控能力的重要参数,即最大孔洞面积与可变单元总面积的比值,它直接决定了表皮的工作效率。孔洞过小,墙面可以自主调节的范围小,对于通风与采光的控制能力较弱,即使全开也可能难以满足日照与通风的需求。大的孔洞则会对材料强度与机械系统的设计提出更高的要求。可变表皮大多需要一套机械系统来调控表皮单元的开合。这部分系统需要占用一定的墙面空间,一定程度上限制了表

皮开孔率的提高。好的可变单元设计,应在满足调控需求的基础上,优化机械系统设计,尽可能提高墙面的开孔率。

构成可变单元的材料,多采用耐候、高强、轻质的材料。常通过选用不同透明程度或不同穿孔率的材料来控制遮阳板的透明度。可变单元设计也可以与光伏单元相结合,节能的同时,获得额外的能量输入,提高生态设计单元与整个动态表皮的工作效率。绿植也可以被视为一种生态表皮材料,结合绿植设计的可变表皮,兼具装饰、生态、景观等多种效果。当代可变表皮设计强调多种可变单元模式的复合设计,充分发挥不同类型可变单元的优点,提高节能效率。

可变表皮的工作过程是一种信息交互的过程,经过“感知-运算-反馈-控制”等过程实现对于表皮单元形变的控制。可

		遮阳效果	通透性	朝向	复杂性	维护难度	造价	生态材料	节能	操控性	视觉效果
Al Bahar Towers											
SU Kolding Campus											
Kiefer Showroom											
DORA Office Tower											
Pola Glass											
JWOD Headquarters											
Council House 2											
PMET Design HUB											
Arab Institut du Monde											

图21: 动态表皮系统设计要点比较

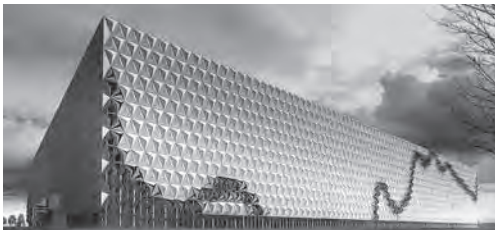


图 22: 上海图书馆东馆入围方案表皮设计

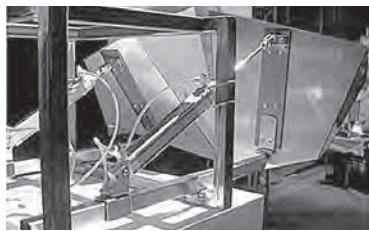
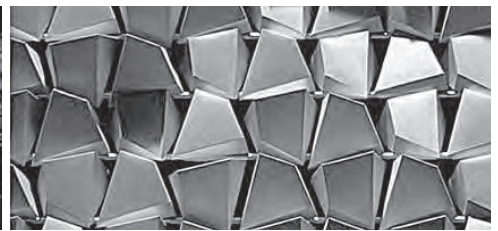


图 23: “FLARE”系统



变表皮系统设计, 需要综合考虑遮阳效果、通透性、朝向、复杂程度、维护难度、造价、材料环保、节能、操控性、视觉效果等诸多方面的问题(图 21), 根据设计创意, 在各个要素之间进行取舍, 寻求艺术与技术的平衡。

信息时代的建筑成为大众媒体的组成部分, 借助数字化技术, 建筑与新媒体技术得以结合, 表现出图像化与媒体化的特征。可变表皮单元本身就是一种“点”或“像素”。均质分布的可变单元, 使立面表现出明显的“像素化”特征。这种“点彩”风格的立面肌理, 可以通过不同像素点的变化来传达不同的信息, 使建筑立面从静态的图像进化为一动态的画卷, 表达出一种媒体时代的艺术精神。笔者完成的上海图书馆东馆设计竞赛入围方案(图 22), 采用正三角形的可变单元来构成建筑立面, 通过单元不同程度的开合, 可以构成有序或随机的图案、文字, 也可以将某种特定的图像映射在墙面上, 表达特定的文化内涵。

动态表皮单元设计的标准化与通用化也是其重要发展趋势之一。建筑师试图开发出一种结构简单、适应性好、表现力强突出的可变单元, 从而实现可变表皮设计的标准化。2008 年, 柏林建筑设计公司 WHITEvoid 提出了一种叫做“FLARE”的可变表皮原型。这一原型被视为建筑一种有生命的皮肤, 可以适用于各种建筑或墙体的表面, 它可以“呼吸”, 并与环境发生互动。“FLARE”系统由不锈钢薄片构成的单元与气撑系统组成, 可以一定程度将自然光反射掉以保持夏季室内凉爽, 立面也可以形成波浪般流动的艺术效果(图 23)。

可变表皮是当代建筑设计发展的重要方向之一。它通过建筑与自然的一种信息

交互的过程, 引导表皮单元发生性状的变化, 来实现对建筑室内环境品质的优化, 以达到节能与提高空间舒适度的目的。同时, 这种可以不断改变性状的建筑表皮系统, 形成了一种新的动态建筑美学。可变表皮因其生态与美学的双重价值, 将在未来建筑学的发展中占有重要的位置, 促使静态的建筑立面逐渐进化为一种会呼吸的“皮肤”。

参考文献

- [1] Russell Fortmeyer & Charles D.Linn. Kinetic architecture: Designs for active envelopes[M]. Imagings publishing, 2014:6
- [2] Rodrigo Velasco, Aaron Paul Brakke & Diego Chavarro. Dynamic Facades and Computation: Towards an Inclusive Categorization of High Performance Kinetic Facade Systems [R]; Computer-Aided Architectural Design. The Next City-New Technologies and the Future of the Built Environment. Springer Berlin Heidelberg, 2015:172
- [3] Fahad Alotaibi. The Role of Kinetic Envelops to Improve Energy Performance in Buildings. [J]. 2015:2

图片来源

- 图 1 : 陈达绘
- 图 2 : Kamil Saradin. Kinetic Facades: Towards design for Environmental Performance[D]:243
- 图 3 : Michael Schumacher, Oliver Schaeffer & Michael-Marcus Vogt. Move Architecture in Motion-Dynamic Components and Elements [M]. 2009: 217
- 图 4 : Russell Fortmeyer & Charles D.Linn. Kinetic Architecture Design For Active Envelops. [M]. Imagings publishing, 2014:194~195 / yazdanistudioresearch.files.wordpress.com.
- 图 5 : <https://www.pinterest.com/pin/497366352575709904/> / Peter Oborn, Aedas Architects Ltd & Peter Chipchase, Arup. Tall Building Innovation Award: Al Bahar[C]:74

- 图 6 : <http://www.archdaily.com/326747/q1-thyssenkrupp-quarter-essen-jswd-architekten-morel-et-associes>
- 图 7 : <https://www.pinterest.com/pin/537687642994179806/>
- 图 8 : 课题组研究成果
- 图 9 : 江哲麟绘 / <http://www.archdaily.com/162101/ad-classics-institut-du-monde-arabe-jean-nouvel>
- 图 10 : Spaceshift Electroactive Polymer Façade. / Kathy Velikov & Geoffrey Thon. Responsive Envelopes: Characteristics and Evolving Paradigms[C]. 2012.7
- 图 11 : The Air Flower / <http://www.liftarchitects.com/air-flower>
- 图 12 : Bloom 太阳花 . Russell Fortmeyer & Charles D.Linn. Kinetic architecture: Designs for active envelopes[M]. Imagings publishing, 2014:84,86
- 图 13 : http://www.domusweb.it/content/domusweb/it/notizie/2015/07/07/chao_chen_water_reaction.html
- 图 14 : Oliver David Kreig, Achim Menges, Steffen Reichert & Tobias Schwinn. HygroSkin-Meterosensitive Pavilion[C]. 2014:8 / <https://www.pinterest.com/pin/829858668806691311/>
- 图 15 : <http://expo2012-yeosu-korea.blogspot.jp/2011/10/thematic-pavilion-yeosu-2012.html>
- 图 16 : Michael Schumacher, Oliver Schaeffer & Michael-Marcus Vogt. Move Architecture in Motion-Dynamic Components and Elements [M]. 2009:134
- 图 17 : http://www.cbda.cn/html/jd/20150403/55345_2.html / Rodrigo Velasco, Aaron Paul Brakke & Diego Chavarro. Dynamic Facades and Computation: Towards an Inclusive Categorization of High Performance Kinetic Facade Systems [R]; Computer-Aided Architectural Design. The Next City-New Technologies and the Future of the Built Environment. Springer Berlin Heidelberg. 2015:14
- 图 18 : <http://mer-ger.com/movements-through-a-facade/>
- 图 19 : <http://followthecolours.com.br/follow-decora/5-predios-sustentaveis-e-inovadores-pelo-mundo/>
- 图 20 : <http://nedkahn.com/wind/>
- 图 21 : Kotryna Zvirinaite & Alois Knol & Steven Kneepens. Kinetic: A playful way through the world of moving facades[M]. 2015.2
- 图 22 : 张子鸣绘
- 图 23 : <http://www.mediaarchitecture.org/flare-kinetic-membrane-facade/>