



联合主编

全国高等学校建筑学学科专业指导委员会
全国高等学校建筑学专业教育评估委员会
中国建筑学会
中国建筑工业出版社

CHINA ARCHITECTURAL EDUCATION

冯刚工作室科研图书
Feng Gang Studio Research Books



专栏 苏州大学金螳螂建筑学院教学改革与研究

基于校企合作平台的建筑类专业设计人才协同培养模式
探索与实践
跨界·融合·交流
——苏州大学中加联合设计工作坊教学实践与探索
路径教育为导向的建筑类造型基础课程创新实践
——以苏州大学为例
走向营造的江南园林假山认知
——苏州大学“假之假山”模型制作课程纪实
附录 苏州大学建筑学院开放讲堂课程设置 (以专业方向分类)

城市设计研究与教学

城市广场的空间与活力
——以首义广场综合调研教学实践为例
城市空间与建筑整合设计的教学实验与思考
——基于华中科技大学城乡规划专业建筑设计课程教改
美国高等教育中的城市设计专业教育及启示



建筑设计研究与教学

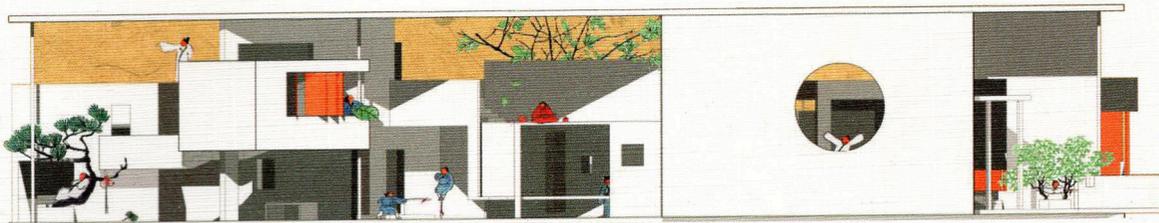
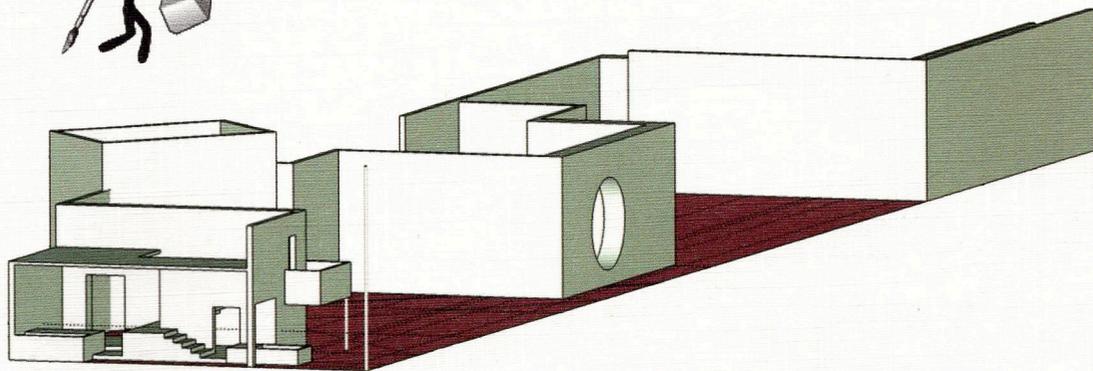
“动态表皮”专题毕业设计教学实践
幼儿认知行为尺度研究在幼儿园设计教学中的运用

建筑教育笔记

WH 建筑课：空间表达的 What 与 How
——天津大学本科二年级“计算机表达”课程实录与反思
《城市空间设计》专业课及其更新与完善
文化人类学视野下的非洲民居探析

学生论坛

以创新的视角进行建筑遗产保护
——以非古村落的传统村落转型为例
工业遗产的保护开发与循环再生性理念探索
——以四川齿轮厂旧址改造为例



主编寄语

专栏 苏州大学金螳螂建筑学院教学改革与研究

- 5 基于校企合作平台的建筑类专业设计人才协同培养模式探索与实践 / 吴永发 雷诚
 11 跨界·融合·交流——苏州大学中加联合设计工作坊教学实践与探索 / 张靓 吴永发 廖再毅
 18 路径教育为导向的建筑类造型基础课程创新实践——以苏州大学为例 / 汤恒亮 王琼
 23 走向营造的江南园林假山认知——苏州大学“假之假山”模型制作课程纪实 / 钱晓冬 蒋辉煌
 钱盈盈
 31 附录 苏州大学建筑学院开放讲堂课程设置 (以专业方向分类)

城市设计研究与教学

- 33 城市广场的空间与活力——以首义广场综合调研教学实践为例 / 李欣 李安红 方歆月 周林
 45 城市空间与建筑整合设计的教学实验与思考——基于华中科技大学城乡规划专业建筑设计课程教改 / 董贺轩 亢颖 胡亚男
 56 美国高等教育中的城市设计专业教育及启示 / 陈闻喆 顾志明 王江滨

建筑设计研究与教学

- 64 “动态表皮”专题毕业设计教学实践 / 冯刚 苗展堂 胡惟洁
 72 幼儿认知行为尺度研究在幼儿园设计教学中的运用 / 王怡琼 陈雅兰

建筑教育笔记

- 78 WH 建筑课：空间表达的 What 与 How——天津大学本科二年级“计算机表达”课程实录与反思 / 魏力恺 韩世麟 许蓁
 84 《城市空间设计》专业课及其更新与完善 / 梁雪
 88 文化人类学视野下的非洲民居探析 / 孟志广

学生论坛

- 93 以创新的视角进行建筑遗产保护——以非古村落的传统村落转型为例 / 何梦瑶 陈焱木
 102 工业遗产的保护开发与循环再生性理念探索——以四川齿轮厂旧址改造为例 / 刘梦瑶

编辑手记

“动态表皮”专题毕业设计教学实践

冯刚 苗展堂 胡惟洁

Research on Graduation Project Teaching of Kinetic Surface Design in Architecture

■摘要：本文扼要介绍了动态建筑表皮领域设计实践与研究的理论成果，以此为基础重点阐述天津大学建筑学院动态表皮毕业设计专题教学的基本内容、过程与成果，并对教学效果进行分析与评价。

■关键词：毕业设计 动态 表皮

Abstract: This paper briefly introduced the theoretical achievements of education and research on kinetic surface in architecture design. Based on this analysis, it focused on the basic content, process, features and achievement of graduation projects teaching of kinetic surface in School of Architecture, Tianjin University. Then this paper made some analysis and evaluation of the teaching effect.

Key words: Graduation Project; Kinetic Surface; Architecture Skin

关于建筑动态表皮系统的研究，是当前建筑艺术与技术领域的热门课题之一。动态表皮设计兼顾建筑生态设计与形式美的需求，赋予建筑以动态变化的立面肌理效果。本毕业设计课题训练的目的，着眼于指导学生掌握动态表皮的设计理论与方法，熟悉可变节点的构造设计特征，并能够很好地将所学知识应用于建筑设计实践。

1.课程设置的理论基础

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，被视为生物皮肤、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审视建筑表皮，传统建筑表皮是作为能量的屏障而存在的，而随着建筑设计观念与技术的进步，建筑表皮的角色逐渐转化成为一种物质与能量的传递者，某些条件下也可能是能量的生产者。在这种进步的过程中，建筑师尝试控制物质与能量穿过建筑表皮的过程与

数量，探索一种动态的建筑“封装”设计，以实现能够像生物体的皮肤一般控制物质能量交换的建筑“皮肤”。

传统意义上“可变”的表皮，自建筑诞生起就出现了。学术界对于现代意义上动态表皮的研究，也已经有了40余年的积累。计算机辅助设计、微处理器与传感器技术、自动控制技术、3D制造技术的进步，已经使动态表皮从研究性设计转变为成功的建筑设计作品。全球环境危机迫切需要建筑围护结构达到更高的能效。C2ES (Center for Climate and Energy Solutions) 的研究表明：在住宅项目中通过优化窗户设计与因地制宜能节约10%~50%的能源，而减少使用照明和暖通空调能使商业建筑降低10%~40%的开销^[1]。动态表皮系统可以很大程度上为可持续的建筑设计提供一种新的解决平台，因而这一领域的相关研究获得了持续的增长。与纯技术层面上的节能技术相比而言，动态建筑表皮，不但提供了一种可控的热、风与光的传导方式，而且具有形式美层面的意义。与传统建筑立面相比而言，动态表皮在不断变化的过程中，提供了一种不断变化的表面肌理效果，赋予建筑形式以新的内涵(图1)。

动态表皮最基本的形式是可变遮阳与可变通风系统。通过改变遮阳构件的位置与角度，实现对于室内物理环境的控制与优化。例如，多米尼克·佩罗(Dominique Perrault)设计的巴黎法国国家图书馆项目(National Library of France)，利用可旋转的木隔板来实现室内采光的控制，并将使用者的活动映射到建筑的立面。随着对可变遮阳与通风系统的探索不断加深，可变构件的形态设计获得了极大的发展，同时赋予其更多意义上的美学价值。1987年建成的由努维尔(Jean Nouvel)设计的巴黎阿拉伯世界文化中心(Arab World Institute)，将动态表皮设计提高到了新的高度。建筑师借鉴了相机光圈的运作方式，设计了可以改变透光孔径大小的窗，并隐喻了阿拉伯传统建筑中传统网格窗“Moucharabiehs”的窗饰图案。奥地利厄恩斯特与吉尔伯特事务所设计的格拉茨技术大学-生物催化实验室(Biocatalysis Lab

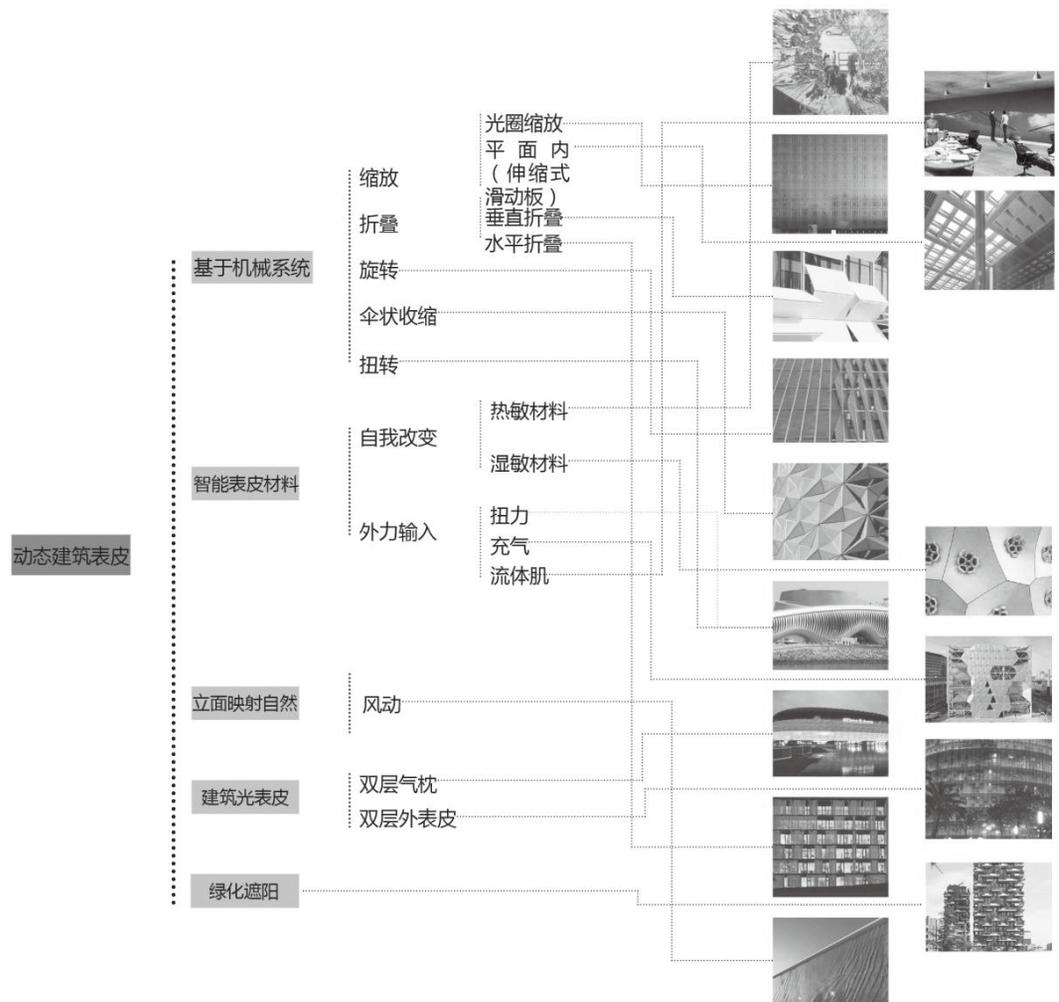


图1 动态表皮可变单元结构设计原理

building)、基弗技术展厅 (Kiefer Technic Showroom) 等一系列作品, 将可变遮阳与立面形式完美地结合起来。Yazdani Studio of Cannon Design 设计的韩国 CJ 研发中心、JSWD 设计的 Q1 办公大楼 (Q1 Office Building) 都开发出了形式丰富的可变遮阳体系, 同时赋予建筑立面以前所未有的形态美。Aedas 与 Arup 合作设计的阿布扎比 Al Bahar 双塔, 采用了三角形的可变遮阳板体系, 立面造型独特, 并可以有效节约能耗达 50%。

智能建筑表皮材料日益广泛应用于动态表皮设计中。这种材料受到特定环境变化的刺激时, 会改变原有材料的物理或化学性能, 当环境刺激恢复初始状态, 亦实现可逆的变化。刺激智能材料改变的外部条件有光、热、电、声等多种因素, 也有的项目直接通过可变的机械压力来使建筑表皮实现弹性形变。形状记忆合金是一种常见的智能建筑表皮材料。智能表皮材料是当前建筑学与建筑材料学给予了很大关注的研究领域。如 LFT 事务所设计的“空气花” (The Air Flower) 项目、建筑师阿希姆·门杰斯 (Achim Menges) 设计的带有湿度敏感皮肤的气候适应性建筑小品等。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”, 采用了与尼佩尔·海伯格高级工程公司 (Knippers Helbig Advanced Engineering) 共同开发的“仿生动力学外皮”。这座建筑外表皮由 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, 在外部机械力的作用下能够实现大幅度弹性变形。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, 通过建筑表皮肌理的变化, 将自然界的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。

此外, 建筑中常见的动态表皮系统还有光景观系统, 可以通过改变材料自身的光色来获得不断变化的立面效果, 并表达特定的文化主题。垂直绿化遮阳系统, 也可以视为特定意义上的动态表皮, 通过植物季节性落叶特性来满足一年不同时期的遮阳需求。总之, 动态表皮是一种可持续的建筑表皮设计思想, 具有很高的生态价值与建筑美学价值。随着建筑材料、建造技术与自动控制技术的提高, 动态表皮的设计思想与技术会更加成熟, 在建筑中亦将得到更加广泛的应用。学习和掌握动态表皮的基本设计原理, 对于建筑学学生未来的发展具有很重要的价值。

2. 毕业设计课题设置

1) 教学目标

基于对“动态表皮”设计理念与方法在建筑设计中重要性的认识, 我们在毕业设计中引入动态表皮的专题设计, 指导有兴趣的同学学习动态表皮的设计理论与方法, 了解常见的可变节点设计类型及其不同的特点与适用性, 并尝试在特定类型的建筑设计中, 运用动态表皮的设计思想, 完成建筑设计。

毕设课题要求学生设计一组特定的可变单元, 并以此为出发点, 创造覆盖建筑表面的可变表皮系统。该系统一方面可以优化室内物理环境, 节约空调能耗, 并满足可持续发展需求, 同时亦可以获得一种动态的建筑立面肌理效果。题目要求以图书馆、展览馆、美术馆等带有大空间的建筑为设计平台, 主要是考虑到这一类建筑对于采光与通风的控制有着更多的需求, 同时高大的空间也更加利于完整发挥动态表皮的效能。

2) 教学内容

本毕业设计题目分为三个主要的工作阶段:

① 理论学习阶段 (工作时间 5 周)

目前国内关于动态表皮的研究还处于起步阶段, 还没有出版相关的专著, 学位论文与科研论文也很少。相对而言, 国外高校在这一领域的工作做得更多, 出版或发表的文献更为全面。毕业设计课题组通过数届学生的努力, 先后完成数本该领域英文专著及大量英文文献的翻译工作。如朱勒·莫洛尼 (Jules Moloney) 著的《建筑立面状态变化的动力学设计》 (*Designing Kinetics for Architectural Facades-State Change*), 罗素·福特梅尔和查尔斯·林 (Russell Fortmeyer and Charles D. Linn) 合著的《动态封装建筑设计》 (*Kinetic Architecture-Design for Active Envelopes*), 迈克·舒马赫 (Michael Schumacher) 等著的《基于运动可变元素的动态建筑》 (*Move-Architecture in Motion-Dynamic Components and Elements*)。由于课题具有很好的延续性, 文献资料得以充分积累并形成一定的体系, 为后续的毕业设计与研究工作的搭建良好的基础。

台,并在前人的基础上,不断取得新的突破。

完成文献整理与理论学习的同时,教学组要求学生对于已经完成的动态表皮设计,进行数字建构分解与还原,并对于可变节点设计进行分解研究,了解整个节点的构成与运动原理(图2)。通过这一过程,学生对于动态表皮构件的运动过程与控制机制有了更为明晰的认知,为下一阶段的方案设计打下坚实的基础。

②方案设计阶段(工作时间8周)

方案设计分两种类型。一种是利用既有建筑或结构,进行动态表皮的立面改造。这种方案训练学生对于既有建筑结构基础的分析与研究,充分挖掘其潜力并赋予恰当的动态表皮形式。另一种是在充分考虑建筑功能需求的基础上,进行建筑整体设计。方案设计阶段重点考查学生动态表皮设计的创新能力、节点构造设计能力、建筑技术与功能协调统一的能力。

毕业设计课题A:空间网架结构结合动态表皮设计研究

空间网架结构由很多杆件通过节点并按照一定的力学规律组合成网架或网壳体系。这种空间结构本身占用空间较小,便于利用结构空隙组织采光与通风。而且,空间网架结构常由相似或近似的结构单元有规则地构成,带有明显的图案化肌理效果。本课题内容要求学生选择恰当的空间网架结构形式,并结合结构杆件分布的特点设计可变的表皮单元。文中所列毕业设计作品采用了球面网架结构,通过严密的几何分析,将球体表面划分为均布的全等正三角形(图3)。三角形内

部设计了可以折叠的伞状动态表皮体系,可以通过伞状结构的开合来调整通过建筑表面的通风与采光量。余下无法划分的梭形表面部分,设计为可以采光的天窗,满足日常基本采光的需要。该作品将建筑表面视为一个连续无方向的界面,通过动态表皮体系可以使建筑不同朝向获得连续与渐变的照明效果,优化不同功能下的采光需求。

毕业设计课题B:建筑动态表皮节点设计研究

本课题主要以设计竞赛为工作平台,探索兼顾生态建筑设计 with 建筑立面造型设计的动态表皮设计方法。此毕业设计案例为上海市图书馆新馆(东馆)竞赛方案,首轮获得评委认可入围(图4)。方案采用动态表皮单元将整个建筑包覆,采用双层幕墙与动态机械遮阳来构筑建筑立面的主体。表皮采用三角形基本单元,每个单元由三片叶片组成,可以通过垂直于立面旋转轴构成的伸缩结构来调节开合的不同程度。一方面,这一表皮系统具有生态意义,可以根据采光与通风的需求改变孔洞的大小,以优化室内物理环境。另一方面,这一系统提供了一种新的立面造型方法,即立面形式可以根据表达的主题进行改变。动态表皮设计,提供了一种均质分布的可变单元,使立面表现出明显的“像素化”的特征,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。这是动态表皮区别于通常意义上的可变遮阳的重要特点之一。该方案立面可以根据建筑主题表达的需要,展示出不同的图案、图形,甚至可以将文字映射到建筑立面之

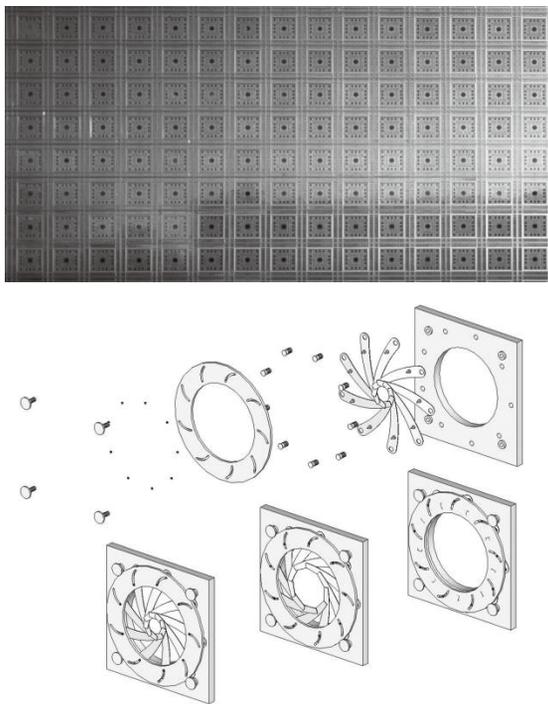


图2 阿拉伯文化中心动态表皮节点分解图

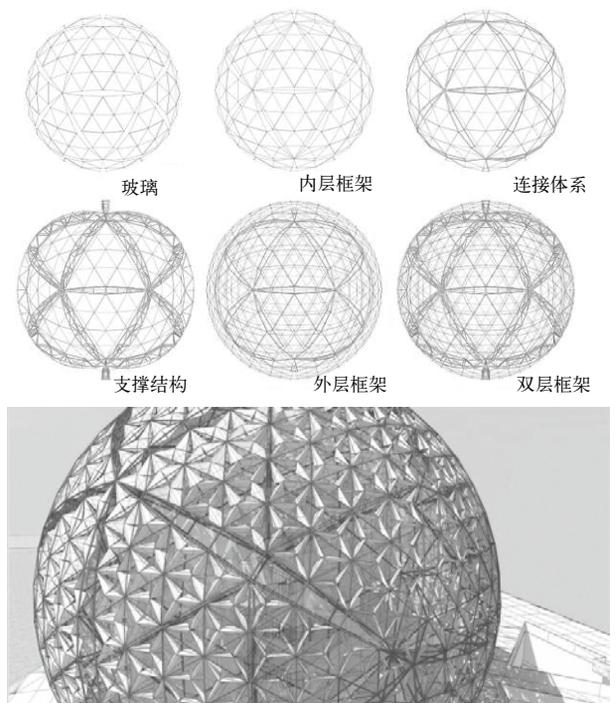


图3 空间网架结构结合动态表皮设计研究

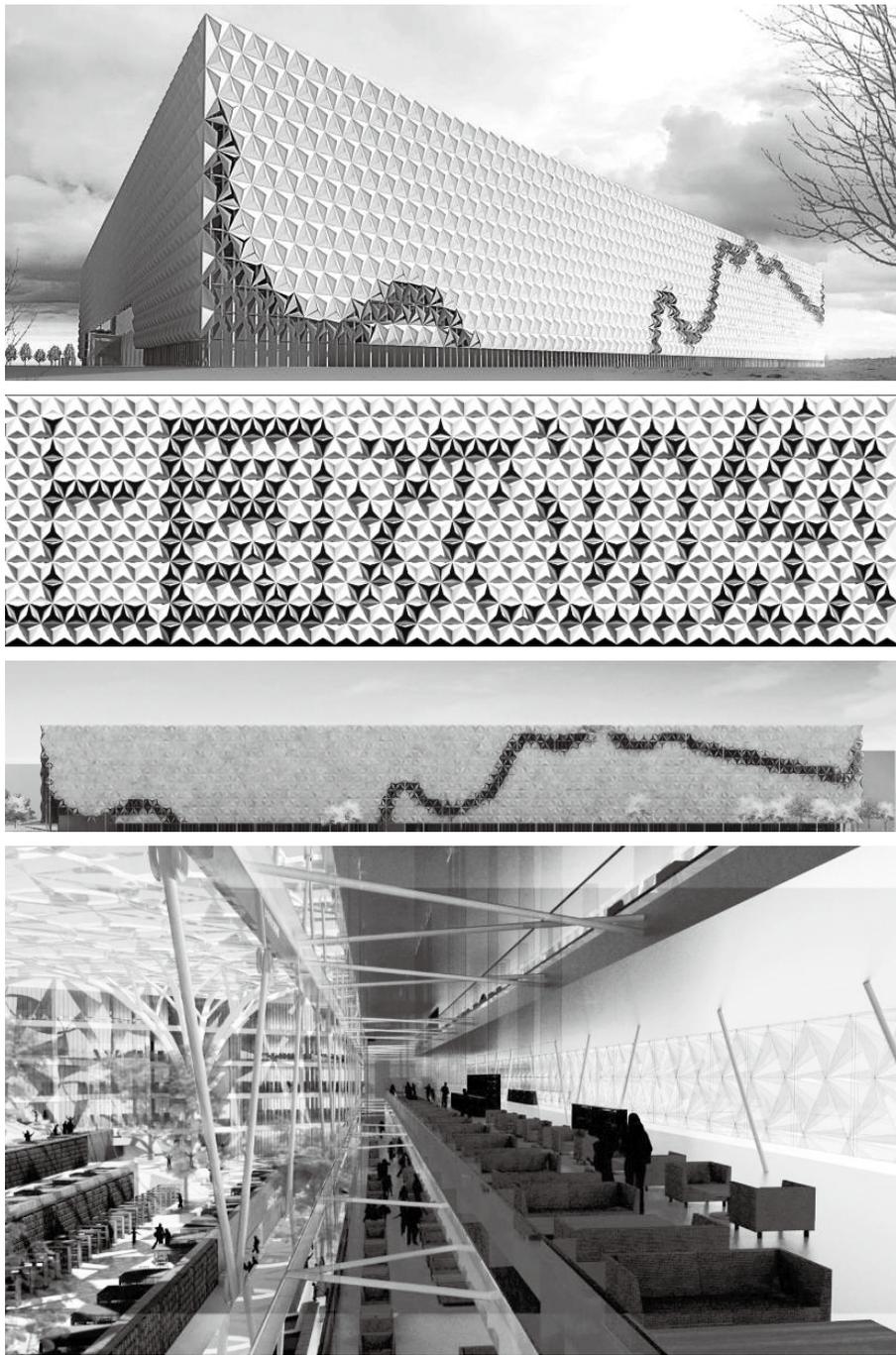


图4 上海市图书馆新馆（东馆）设计方案

上，如同一面由像素构成的屏幕。文中附图即为将黄浦江的走向投射于建筑表面的立面效果，以表达场所文化精神（图4-3）。借助可变表皮系统，建筑朝向不同方向的墙面，亦可以根据不同的热工需求与表达需求，表现出不同的表情。一年四季、一天的不同时间，均可以对自然与文化环境作出很好的回应。屋顶的设计采用了另一种折扇式可变遮阳，通过扇叶沿着旋转轴的转动来开合屋顶的遮阳板，为室内中庭提供舒适宜人的采光环境。这种可变单元提供了一种图案化的光影效果，为室内中庭增加了情趣。毕业设计小组借助开源式电子原型平台“Arduino”，制作了可变单元的设计模型（图5）。这一过程强化了学生对于可变节点设计方法的理解与创造能力，优化了设计方案，并可以直观地观测可变单元对于光线的调节效果。

③软件模拟研究阶段（1周）

动态表皮于建筑形式层面的价值，可以用一种可变的立面肌理效果直观地表现出来。而其对于建筑节能层面的意义，仅从一种“可调”的层面来理解是不够的，还需要一种量化的分析与度量。课题最后一阶段要求学生使用Eco-tech、Fluent、Phoenix等分析软件，对于动态表皮对于建筑内部风、光、热环境的调节进行分析与比较，从而获得一种理性与直观的分析成果（图6、图7）。通过软件模拟，学生们可以对于室内不同部位的采光与通风情况

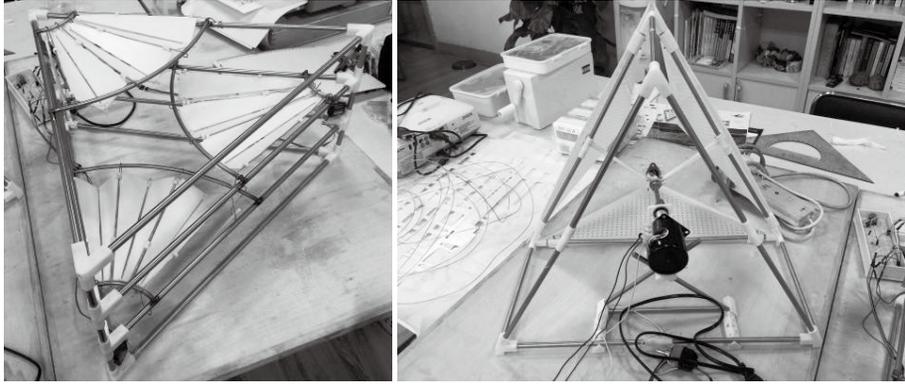


图5 上海市图书馆新馆（东馆）设计可变节点模型

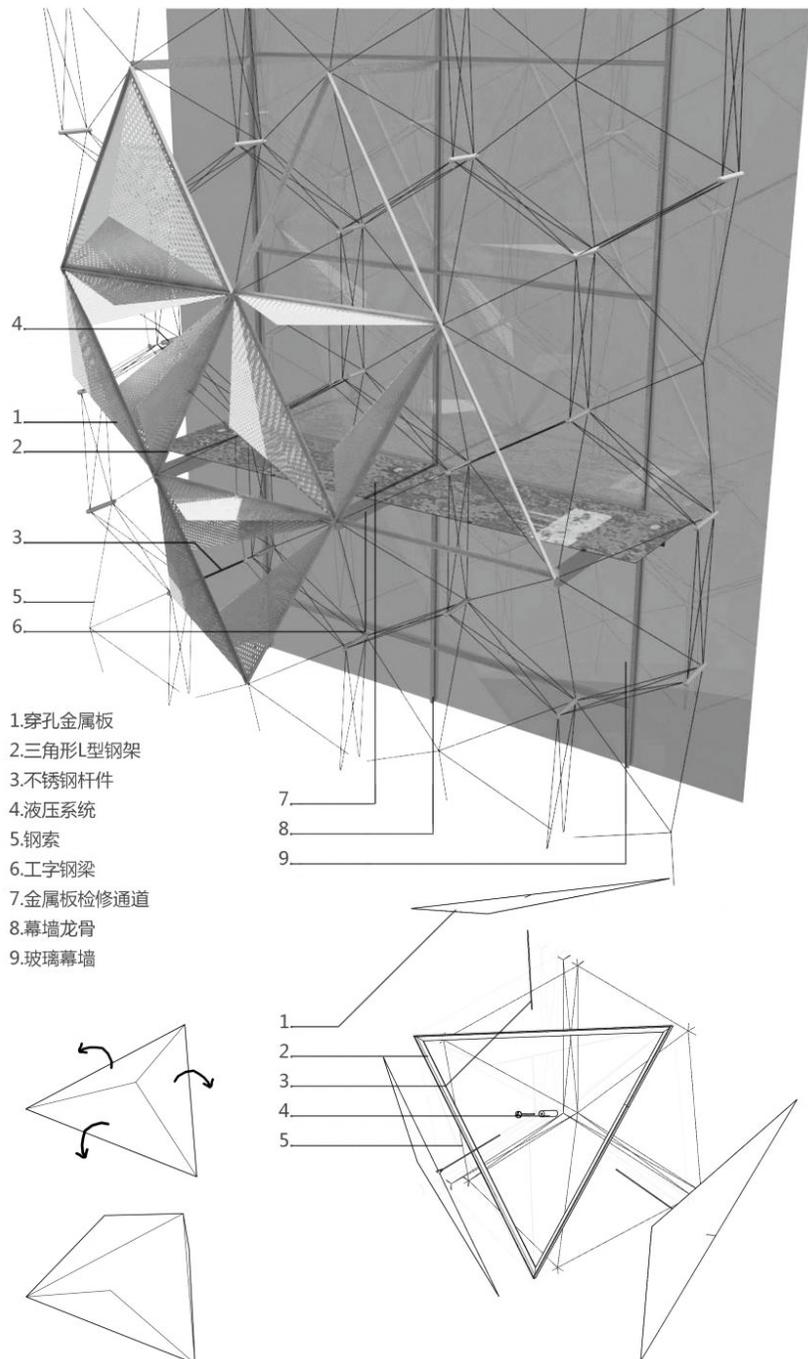


图6 可变节点设计分析图

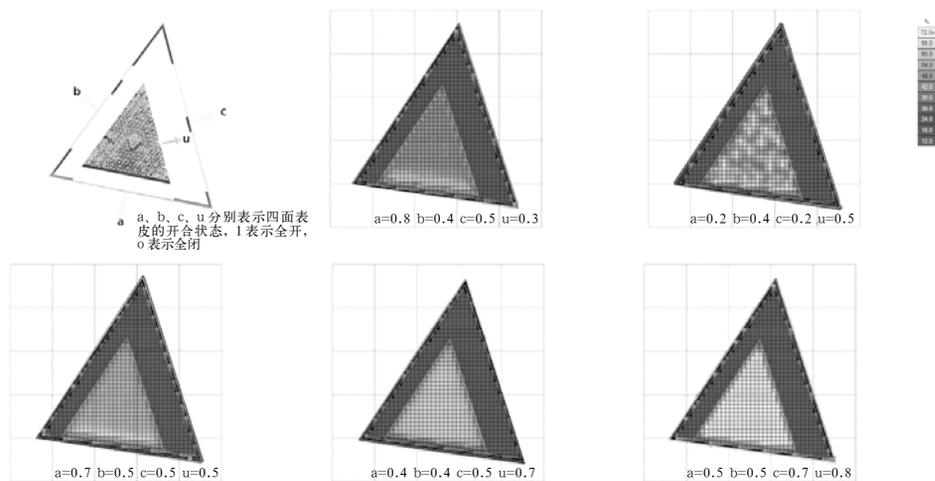


图7 室内光环境分析图

进行量化的分析和比较,完善设计方案。例如,学生们认识到大多数动态表皮对于靠近外墙一定深度的空间具有良好的调节作用,而对于远离外墙面的空间,则调节的作用会逐渐减小。根据这一结果,方案对于建筑平面中不同功能的摆位进行了优化,并合理调节建筑与动态表皮之间空腔的尺寸,以达到最优的调节效果。这些分析模拟的成果,对于后期系列毕业设计训练具有重要的借鉴价值。

3. 总结与反思

动态表皮设计与传统的门窗相比,具有更加优异的生态设计表现,可以起到节能的作用。而且,动态表皮可以使室内环境品质得到优化,增强建筑表面采光、通风、隔声的能力。与传统百叶窗不同,这一体系还具有很强的美学价值,可以使建筑表现出富有个性的动态立面效果。建筑具有耐久性与易维护的要求,动态表皮设计教学,应引导学生确立“简单即高效”的设计理念,用最简单的系统,创造最为梦幻的立面效果。教学中,我们注重向学生介绍不同建筑材料的特点,引导学生合理选择轻质、耐久、高强的材料来表达动态设计的理念。动态表皮设计是一个综合了建筑学专业、机械专业、自动控制等专业的综合性课题,学生们在工作中逐渐培养了交叉学科学习与互补的观念及其实践能力,对于未来的发展起到了很好的锻炼作用。

动态表皮的设计方法,追求一种生态、技术与艺术的完美平衡。动态表皮毕业设计训练,一方面引导学生重新认知建筑立面设计的内涵,将立面设计视为一种皮肤呼吸的过程,是一种生态建筑设计的重要方法。另一方面,也可以锻炼学生细部节点设计能力(图8、图9、图10),根据立面设计的需求,创造出技术合理、经济性好、美观实用的建筑立面单元。这一课题,在以后的毕业训练中,会得到不断的改进与调整,将作为一个不断深化与完善的系列课题持续进行下去。

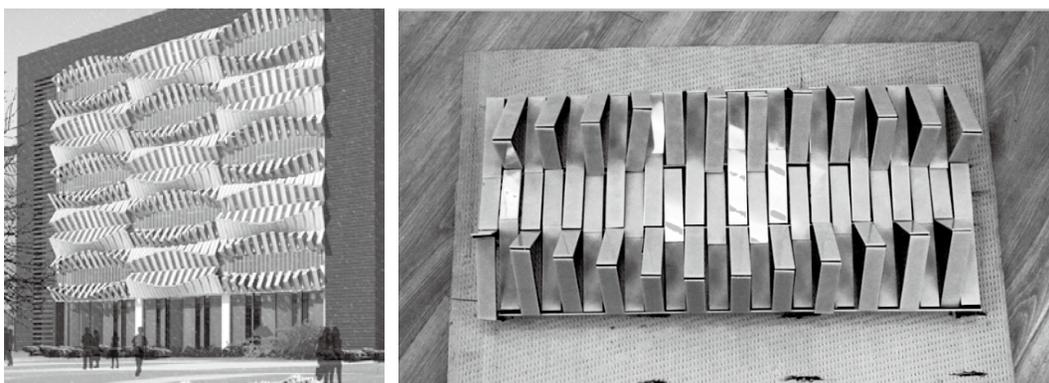


图8 可变表皮学生作业及模型(一)

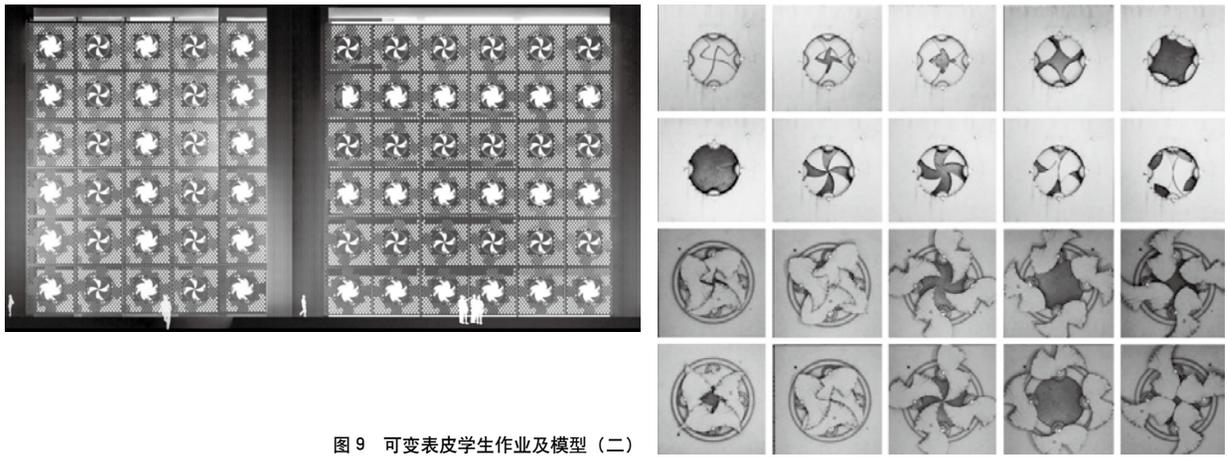


图9 可变表皮学生作业及模型（二）



图10 可变表皮学生作业及模型（三）

参考文献:

- [1] Velasco R, Brakke A P, Chavarro D. Dynamic Façades and Computation : Towards an Inclusive Categorization of High Performance Kinetic Facade Systems[M]// Computer-Aided Architectural Design, The Next City—New Technologies and the Future of the Built Environment. Springer Berlin Heidelberg, 2015 : 172.

图片来源:

- 图1: 硕士研究生陈达 绘制;
 图2: 毕设学生江哲麟 绘制;
 图3: 毕设学生陶成强 绘制;
 图4: 毕设学生张子鸣、李宗泽、杨新榆、吕博 绘制;
 图5: 毕设学生张子鸣 摄;
 图6: 毕设学生张子鸣、李宗泽、杨新榆 绘制;
 图7: 毕设学生张子鸣、李宗泽、杨新榆 绘制;
 图8: 孙中涵 绘制;
 图9: 卢梦君 绘制;
 图10: 诸葛涌涛 绘制;



作者: 冯刚: 天津大学建筑学院 副教授;
 苗展堂: 天津大学建筑学院 副教授; 胡惟
 洁: 天津大学建筑学院 硕士研究生