

**摘要**：材料是建筑得以实现的基础。然而，建筑设计工作室更多地是在进行图纸绘制或模型搭建，而缺乏等比例的材料研究。现在的环境问题以及科学和技术的不断发现足以成为极有说服力的理由，将物质思考更全面地整合到当下的工作室教学中去。明尼苏达大学建筑学院教授的一系列研究生层面的工作室课程为聚焦材料的在校学习提供启发式实验的平台。本文提供了三个工作室的案例研究，在这些工作室中，学生创造了与自然科学和物理科学相关的基于材料的设计成果。在工作室和项目总结之后，针对该教学法将会得到的机会，挑战，适应性，进一步思考以及潜在的广泛影响，文章也进行了评估。

**关键词**：材料；设计；建筑；工作室；建造；生物设计；教育；启发式；跨学科

## 向物质学习：在研究生建筑工作室中探索材料和自然系统

文\_ **布莱尼·布朗内尔** 明尼苏达大学  
**马克·斯卡克** 科罗拉多大学

摘要：材料是建筑得以实现的基础。然而，建筑设计工作室更多地是在进行图纸绘制或模型搭建，而缺乏等比例的材料研究。现在的环境问题以及科学和技术的不断发现足以成为极有说服力的理由，将物质思考更全面地整合到当下的工作室教学中去。明尼苏达大学建筑学院教授的一系列研究生层面的工作室课程为聚焦材料的在校学习提供启发式实验的平台。本文提供了三个工作室的案例研究，在这些工作室中，学生创造了与自然科学和物理科学相关的基于材料的设计成果。在工作室和项目总结之后，针对该教学法将会得到的机会，挑战，适应性，进一步思考以及潜在的广泛影响，文章也进行了评估。

### 前言

当概念在环境中成为物质形式时，建筑就诞生了。然而，当代的建筑课程未能具象化这个过程。今天的建筑课程是从有影响力的、以艺术为基础的教育模式发展而来的，例如巴黎美术学院（Écoledes Beaux-Arts）和包豪斯（Bauhaus）。尽管这两个平台都建立了与物质世界的独特联系，但随后的几十年却见证了建筑学领域日益数字化、自动化、专业化和抽象化——其结果是在课程以及工程实践中概念与现实拉开距离。例如，在包豪斯（Bauhaus）课程中，建筑专业的学生定期用材料和各种物质媒介进行实验，同时视建筑物（bau）作为中心焦点。[footnoteRef:2] 然而如今，建筑设计的过程大部分是抽象的、被计算机软件所驱动的。尽管学生仍在制作实体模型并在设计中关注本原的过程，但普遍的教学方法却鼓励从“无中生有（out-of-thin-air）”的概念出发，很少考虑将材料和环境行为的复杂性作为设计灵感的出发点。

尽管当代建筑设计的教学和实践特别淡化了材料和自然系统扮演的角色，尤其是在项目开始之初时更是如此,但其实它们却能够有效地促进常见建筑问题的巧妙解决。我们的长期目标是：在对自然现象（包括生物和非生物系统）进行直接研究的基础上，教育学生更深入地理解自

然世界。通过将教育过程更加紧密地结合自然的和具体的特性(换句话说,结合更广阔的现实),我们将达到增强学生的能力、并使他们能找到与我们物质世界的需求高度契合的、新颖有创意的对策这一目标。

**1 背景**  
正如珍妮·本尤斯（Janine Benyus）在她的开创性著作《仿生学》（Biomimicry）中所建议的那样，我们所有的建筑师、设计师和工程师都有必要“不要那么聪明”。[footnoteRef:3] 尤其是在进行调研的早期阶段，她建议不要从一开始就寻求聪明的方法或进行创新，我们将受益于花时间安静地倾听和观察，虽然以这样的方式，只能慢慢找到策略，但想法却会因为对情境特殊性更为深入的了解而不断发展。当然，本尤斯（Benyus）还恳求我们向生物学学习，从数百万年进化中发展而来的、一些动植物物种的特定行为中学习。地球生物的丰富性为越来越多轻型、良性的和可再生的创新性解决方案供了几乎无尽的养料。

对于设计院校来说，要求学生不要那么聪明听起来可能有些荒谬。这也会让大多数即将开始一个新课程的学生感到惊讶。但是，这恰恰是我们向明尼苏达大学高年级设计专业学生提供的方法。特别对于那些习惯于自上而下的设计方法（即用白纸或一堆干净的建模材料开始设计）作为设计起点的人来说，重新混合、借用、模仿或使用生物物种进行思考，从而激发意想不到想法的做法可能会令人不安。但如果我们坚信建筑学院的目标是使学生突破自己，鼓励他们以一种崭新的、意想不到的方式去看待世界，或者推翻人们普遍持有的假设，然后用生物学的方式进行观察性分析并将其运用，那么生物学在教学上的意义将是无可估量的。

**2 现状**  
最近的两个趋势激发了我们的教学方法。一个是人们对自然界的认识不断提高，自然一方面是那些能够激发灵感的模型的总集，另一方面也是一个需要负责任地进行管理的脆弱系统。在 20 世纪，自然范式很少纳入设计方法论中。而时至今日，自然指导着许多设计和其他学科的工作。建筑师、工程师、科学家和艺术家经常研究生物有机体的活动，以期仿真（模拟）或合成（设计）更好的产品。这些生物体与环境的关系也为我们关怀人类的环境提供了线索。出于这些原因，学生应该有机会对自然系统进行深入的研究，以构思出激动人心的富有想象力的设计。

另一个趋势是日新月异的技术发展、以及当今可用于设计实践中的材料其数量和种类越来越多。研究人员推测，当今迅速增长的材料多样性和数量代表着技术发展的全面变化。在《先进材料革命》中，作者桑福德·莫斯科维茨（Sanford Moskowitz）假定先进材料代表“二十世纪末至二十一世纪技术变革的核心技术,即“搅动饮料的吸管”。”[footnoteRef:4] 我们认为，这种变革使得学生必须比以往更直接地探索各种材料的组合，以探知其丰富的设计潜力。

**3 教学方法**  
假设我们这些经过建筑师训练的人，认为能够掌握、研究和理解生物系统以及材料科学所需的所有知识，如果不是明显的自大，那就是自以为是。对于学生来说，他们可以在设计过程中有意义地向自然系统学习或寻求合作，他们首先必须发展协作能力。真正有效的协作，尤其是在一开始时，似乎会导致失控，这种情况会使学生不再觉得自己是主设计师。而在设计课程的环境下，出于多种原因，我们将这种失控视为财富而不是不利因素。

<sup>[1]</sup>
<sup>[2]</sup>

首先，我们相信，我们面临的挑战就像一门学科或一个星球一样，是如此之大，棘手而猛烈，以至于个体的研究人员、作家、工程师、科学家或设计师无法以一己之力处理这一局面。与常规设计策略相比，跨学科、团队导向的设计策略更创新、更新颖，并且牢固地与问题的背景相契合。其次，我们相信，当学生在跨学科团队中工作时，他们会产生敏锐的认同感。他们将学会以一种深入的方式理解与他们合作的人，并且他们会认识到有意义的工作不仅来自权威的论断，也源于认真的倾听和理解。最后，我们相信，当学生以其他学科的知识系统反观自己的作品时，他们会以更切实的方式欣赏自己的独特技能和思维方式。他们不仅了解合作者的贡献的价值，也了解自己的价值。本课程将建立学生的信心并将他们的贡献情景化。

#### 4 三个课程

本文叙述了该教学法在三个主题课程中的总体策略，我们将其命名为“向生命学习”、“向物质学习”以及“向生命物质学习”。“向生命学习”指的是作为建筑应用模型的自然生物和系统研究。它包括生物模拟、生物设计和非生物设计方法。与这一课程相关的课程是 ARCH 5250 ——超自然:建筑与自然的新关系,该课程基于我们联合撰写的同名书籍。[footnoteRef:5] “向物质学习”将对物质材料（包括生物和非生物材料）的研究，视为产生设计概念的主要手段。学生进行启发式、开放式的材料探索，从而获得概念的顿悟——并从而颠覆传统的设计过程。相关课程 ARCH 5250 ——生成物质：建筑学中的材料设计。“向生命物质学习”代表了前两个主题的结合。在编号为 ARCH 8255 ——第三海岸设计：跨尺度的可复原系统这一课程中，学生使用其生物学模型（在该案例中为入侵植物）作为物质原料进行物理实验，以期激发新结构和新设计过程。在对这些设计课程的回顾性调查中，我们将评估教学目标、学生作品、成就与局限以及机遇与挑战。

##### 4.1 向生命学习

“[维尔纳（Werner）]松巴特（Sombart）就一长串各式各样的产品和发明的名单中指出，现代技术的线索是有机物和生命被人工和机械所替代。而在技术本身，在许多部门中这个过程正在被逆转：我们正在回归有机；在任何情况下，我们都不再认为机械是包罗万象并无所不能的。”

——刘易斯·芒福德（Lewis Mumford），《技术与文明》，1934年

我们的超自然设计课程预测了设计环境与自然界之间不断变化的关系，以及由这种变化带来的可能性。在这个课程中，我们首先向学生介绍了本行业和周边领域的一些先例，在这些领域中生物学研究激发了创新。例如，我们讨论了利用树木制作光合作用细胞的科学家，将云层封装在建筑物内的工程师，模拟植物向光性设计建筑结构的建筑师以及用矿物晶体建造房间的艺术家的。正是在这个先锋性课程中，我们首先向学生介绍了这样一个假设：即生物和非生物系统可能掌握着关于技术和设计的宝贵理论的关键。此外，我们认为，以自然系统的丰富知识为指导的工作有可能抵消自然环境日益脆弱和退化的影响。

在这个课程里，学生们审视建筑与自然系统之间潜在的关系。他们从研究一个选定的系统开始，这个系统可以是生物系统，也可以是非生物系统。从最初的探索中提出设计概念。在整个课程中，学生们在设计综合以及自然系统研究这两种模块之间交替，以发展出一种建筑结构，该结构结合了设计师的想法和自然系统的天然意志。该课程探讨了在自然的参与下如何为棘



图 1

手的建筑问题带来意想不到的新颖解决方案；在这种情况下，设计师将承担项目策略师的角色，而一定程度地放弃了对其工作的控制。

##### 4.1.1 说明

在这个课程中，有必要形成严格的概念方法。总的说来，注重自然的设计工作分为两类：拟态和设计。拟态是使用其他材料或系统模仿自然模型，而设计则直接利用自然模型进行工作（例如，生物工程）。尽管这些术语看起来很清晰，但它们对于精确使用而言则过于宽泛。

相反，我们基于增长、发展和与世界相互作用的自然阶段建立起一套方法。这套方法有两个子集：第一个涉及非生物系统，第二个涉及生物系统。非生物系统方法可以根据属性、过程和现象进行分类。属性关系到事物的内在结构，例如可预测冰柱的形状。过程可解决自然增长和“建造期间”变化的问题，例如晶体结晶的自堆积。现象描述了系统对环境的实时响应，例如风驱动下的沙丘。

生物系统方法是相似的，但却是生命所独有的，可以分为行为、遗传和后天形成。行为设计（建设前期）强调从先前研究中收集某种特征和模式，例如蚕的运动习惯。遗传设计（建设）涉及内在特性，例如龙虾壳的功能梯度变化结构。后天形成设计（建设后期）涉及系统如何响应环境线索，例如含羞草花在触摸时会关闭。

在完成对心目中最佳生物学的选择后，学生团队会阐明他们打算采用的方法，如下示例所示。

##### 4.1.2 案例

第一个团队是 2015 年课程中的四个建筑学硕士学生，主要对晶体生长感兴趣。如上所述，该主题属于非生物过程的类别。在使用不同的结晶化合物进行了诸多探索性研究之后，该小组开始使用十水合四硼酸钠（硼砂）晶体制造一系列结构模块。学生们对一种特殊化合物——浸入硼砂的聚酯棉絮（一种多孔织物）的性能转化着迷。在最初阶段，混合物柔软而柔韧，但是一旦放入沸水中，硼砂就形成了抗压强度惊人的厚而硬的壳。当学生在沸水中将材料围绕管道截面成型时，他们创造了固定的、自支撑的圆柱形模块。出乎意料的是，该团队对这些模块进行了压缩测试，发现每个含硼砂的织物模块可以支撑其自身重量的 400 倍以上。借助适用于砖石建筑的砌块，该团队建造了一个小型的露天围合体，其中可容纳一到两人（图 1）。一个关键点涉及过程的时间限制：根据晶体的生长速度，每个模块需要六个小时才能完成。因此，学生必须根据材料加工的固有属性来考虑其安装结构的主要流程。

在一个生物基因设计方法的例子中，另一个学生团队研究了无柄藤壶及其生长过程。这些有趣的生物体在包装效率方面是佼佼者，它们附着在表面上形成保护面，这些保护面不断地快速向外放射状移动，直到遇到障碍物为止。该团队将这种独特的增长行为发展为制造材料的新形式：他们通过研究藤壶生长的延时视频，定制了特别的 3D 打印时间表。在他们的“藤壶印刷”版本中，他们将干燥的石膏灰浆混合物从下方的泵挤压到水平表面上。接着他们定期向粉末中注入关键性的水流。学生团队认识到，藤壶不仅呈放射状散布，而且在相对狭窄的空间内会越来越高。因此，包裹越紧密，它们就越高。包裹得越松，生长的时间就越短。该团队利用这种随参数变化的生长系统——在狭窄的地方长得更高、更细，而在宽阔的地方长得较矮、较粗，从而开发出一种工艺，随喷嘴间距的变化生产高度和直径不同的圆柱形

模块。他们选择根据光线来确定高度,而不是根据基地面积调整其高度。在他们最终的设计中,项目情况和所需的光线特征控制了三维打印的天窗模块的尺寸和深度(图2)。

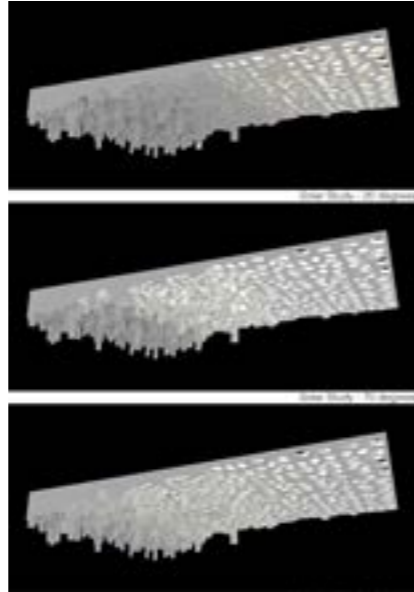


图2

## 4.2 向物质学习

日本建筑师隈研吾(Kengo Kuma)说:“通常的建筑设计,细部是在最后阶段决定的。”[footnoteRef:6]“选择场地,然后形成形式,最后是细部。这样,留给细部的时间就会非常少——因为时间有限,只能采用通用的细部处理。”[footnoteRef:7]

学术界和实践界普遍的遗憾是缺乏足够的时间来研究设计项目的材料。根据我们的经验,学生经常会在最后进行复盘,然后抱怨在材料概念和细部方面缺乏进展。出现这种缺陷的原因很简单:学生将重点过多地优先放在了其他方面,或者课程的架构在时间节点上将材料考量安排得太靠后。

我们想尝试一种新方法。与不列颠哥伦比亚大学建筑系副教授布莱尔·萨特菲尔德(Blair Satterfield)合作,我们开设了ARCH 5250——生成物质:建筑中的过程化材料设计。我们的设想是让学生“逆向”设计,也就是说,材料研究在重要性和时间上要优先于所有其他方面。我们要求团队选择常见材料作为起点,并通过启发式调研的多个阶段,将这些产品转换为全新的设计工具。

### 4.2.1 说明

在这个为期七周的设计课程中,学生们探索了具有特殊属性的材料如何对环境做出独特的反应。尽管所有的材料都可以被塑造成几乎任何形状以满足几乎任何功能,但这个课程有个核心观点,即材料体现出某些趋势,这些趋势为设计和制造指明了特定的方向。通过仔细思考这些属性,设计者可以发展出某种材料特定的性能规则。当物质性能与工具、特定场景、或某种环境相交织时,就会出现如矩阵般丰富的结果。我们可以通过不太可能的方式和不太可能的工具来巧妙地处理材料,并利用未充分测试的材料性能来产生意想不到的结果。这种方法要求学生接纳不确定性和不可预测性,这样做还会挑战物质环境中对于设计者身份的传统态度。学生学会通过优先选择与以往不同的设计过程来审视创造性控制的价值;在这种情况下,最终呈现的是无法预测的、基于性能和环境的成果,而不是设计者自己预先构想的结果。

该课程从一个简单的任务开始。我们要求学生选择一种常见的材料,并将其与一种不常见的制造技术结合起来。在没有指出任何特定的建筑目标(例如建筑项目、场地或环境)的情况下,



图3

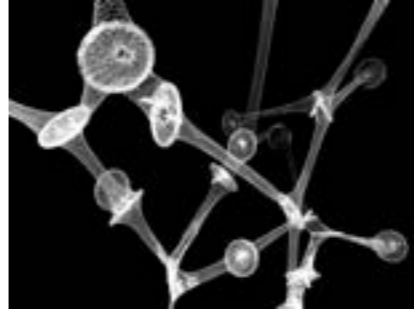


图4



图5

我们只进行材料探索。由于可以自由选择任何材料,一些学生选择了出人意料的材料,例如冰、盐、蜡和热熔胶。接下来,我们要求他们根据共同兴趣组成小团队。

### 4.2.2 案例

“噢,编织(Oh Knit)”团队探索了编织、烹饪和园艺的家庭活动,以及与之相关的基于性别的固有观念。学生们通过一起掌握一些基本的家用技术开启了他们的项目。接着,他们以独特的方式、结合这些技术来制作一种纤细的拉伸结构,结构中充满了不断生长的介质,该介质后来呈现出具有网状线和节点天然纹理。具体而言,该设计是基于意想不到的组合:这个组合是由机械编织的尼龙单丝与由甘油、淀粉和水组成的自制生物塑料混合而产生的。使用编织的单丝和刚性连接系统,学生通过细心地加热和拉伸制作细长的抛物线管(图4)。管体上铺有柔软、半透明的放有小种子的生物塑料,进而种子发芽并在不断生长的介质中生根。该设计巧妙地平衡了课程中的技术与进程要求,并通过项目叙述巧妙地挑战了在设计和施工中通常与特定性别相关的传统角色。学生们强调,编织和烹饪与家政的家庭化、女性化角色有很强的文化联系。然而,这些方法会以意想不到的方式深刻影响传统上以男性为主导的建筑与建造学科。

一个名为“冷态”的项目的灵感,来自某地区常见的严冬中的两种熟悉材料工艺:采冰和盐基道路除冰。学生们开始用岩盐和冰进行实验,参观冰冻湖以提取冰块,并用不同数量和粒度的盐处理冰块。该团队设计了一种减法制造的方法,在该方法中,他们在冰块顶面上的不同位置放置了不同数量和类型的盐。结果,冰上出现了空间各异的空腔网络。这些空隙的大小和位置在一定程度上是可以预测的,但本质上在某种程度上还是无法预知。为了以更为恒定的材料产出形体,小组将热熔胶(EVA)浇在受影响的冰的周围。认识到这种多孔的半透明材料具有渗透声音和光的能力,学生们设计出一个建筑模块,该模块可以用作声音和光的扩散器。他们创造了一种填充面板原型,用于放置在声学活动空间中产生大量眩光的窗户上。他们还拟真环境提出了建议,在这些环境中,冷成型模块可以高度特异性地调整空间中的声音和照明(图5)。

“木材泡沫”小组探索了木材废料的生产用途,以此作为扩大木材在环境中隔离和储存碳能力的一种方法。根据加州的回收局的说法,“到目前为止,木材废料是建设和拆除活动产生的废物流中最多的一部分。”[footnoteRef:8]美国环境保护署称,单单每年从建设和拆除建筑中获得的废料再利用就可达数百万吨。这个学生团队研发了一种独特的、可以将木材废料转化为可用的、可铣削的、可切割的、坚硬木板的方法[footnoteRef:9]。学生将木浆与普通的日用食材(如小苏打,酵母和糖)混合制成泡沫来制作这些面板。然后将每个模块干燥成厚度和密度都不同的硬板。在技术性能方面,所得材料可与典型的石油基结构或隔热板相媲美,且具有完全生物相容性成分(图6)。有趣的是,学生们开发的化学充气过程是完全可调的,这意味着他们可以根据添加的混合物和硬化时间、硬化温度和湿度条件来设计每个木质泡沫板,以呈现特定的热、透光和紫外线反射性能。此外,面板利用其可变截面的设置实现多种功能,例如在一个区域中充当结构,同时在另一区域中辅助光的透射,并在整个过程中绝缘,从而就减少了通常用于木墙建筑的许多有毒材料的用量。

## 4.3 向生命物质学习

在《1700年至2000年的生物群落的人为转变》中,地理学家埃尔莱·埃利斯(Erle Ellis)



图6



及其合著者追溯了人类发展对全球陆地系统的广泛影响，标记了从大片荒地转变为当今大片以人为主导的地景的现象。[footnoteRef:10] 如今“至高无上”的霸权物种导致了无所不在的建筑环境，加剧了气候变化，导致生物多样性丧失、资源枯竭以及破坏准则的设计。抛开社会环境（有可能正是缘于这种环境），现在已建成的物质环境被看作营造更为环保的未来的关键因素。沿海地区的开发要进行特别审查，因为这种开发经常对沿海生态系统产生不利影响，并且容易损害水陆交界地带的超动态品质。由于人为造成的栖息地退化，有毒物和营养物的污染以及入侵物种的扩散，五大湖地区的海岸线也同样表现出严重的环境压力。

题为第三海岸设计课程，是与明尼苏达大学风景园林学助理教授卡伦·卢茨基（Karen Lutsky）联合教学，专注于沿底特律河国际滨水区建立的入侵物种研究基地的跨学科发展。课程的调研始于可复原的细部这一问题——在材料层面对可复原设计进行审视。设计工作接着进入了广泛的研究阶段，最后发展出一个最终的具有材料丰富性的设计。课程从始至终，我们邀请了建筑学和景观建筑学学生组成的跨学科团队，以广泛的多尺度和多时间点的方式工作，利用反常规的结合自然系统的方法，并开发全新的物质性方法（包括物质生命周期的各个阶段）。

#### 4.3.1 说明

这个课程的基础是被称为可复原细部的练习，课上学生通过利用从植物物质发展而来的建筑细部来探索常规的和概念上的可能性。除了材料节点的尺度，学生们还同时考虑了时间、生长和衰退的尺度，以及这些细部所隐含的生态和社会系统。学生不仅可以从内在的尺度上还可以从系统的角度上理解细部，他们可以推测材料的生成、组合和处理（全部都在同一地点）如何形成一个闭环系统，使建筑与景观巧妙地结合在一起。

通过首先研究一种被认为具有入侵性的植物物种，学生了解了这种跨尺度的方法。他们通过剁碎、研磨、去皮、撕碎、编织、溶解、切割、组装、固定以及其他方法破坏这种材料来探索这个物种，以了解其潜在的属性倾向。从这个起点开始，我们要求学生发展一套材料逻辑，使这些物种成为推手，就像设计师做的那样，从而这些细部在某种程度上不可预计——也可能是他们从未想到过的。学生不仅研发了材料各种组合的组合方式，而且还发明了通过堆叠、组装、连接、排列或跨越使材料系统化的方法。

最后，学生根据这些入侵物种的关系，在底特律河百丽岛（Belle Isle）上选取了典型基地。我们要求学生将入侵物种从不利因素转变为有利条件、从使场地荒芜的因素转变为可以改善场地的东西。这个项目的产生是在考虑如何对入侵物种积极地种植、收获，将其转化为可复原的细部，并最终使其腐烂，从而为该地点的未来发展提供营养。因此，学生们会将材料视作周期性的和动态的，而不是永久而且固定的。

#### 4.3.2 案例

有一小组选择了快速蔓延且健壮的多年生草、芦苇或普通芦苇。芦苇以消灭本地植物并降低当地的生物多样性而闻名，可形成高达 15 英尺高的难以穿透的厚实而稠密的不透光层，使某些本土动植物无法生存。不同种类的芦苇原产于密歇根和北美，但研究小组重点研究了一种非本地的芦苇，认为它们会对湿地和五大湖沿岸海岸线构成入侵和威胁。[footnoteRef:11]

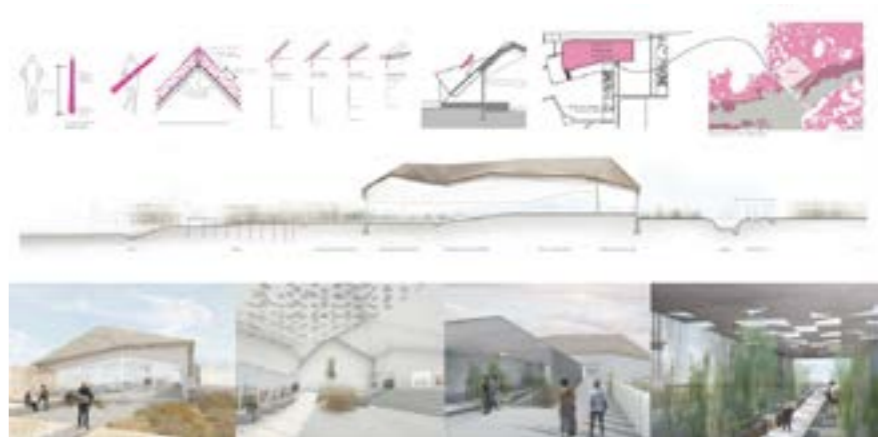


图 7

利用芦苇快速生长的特性和其材料强度，以及即使在收割后仍具有的复原力，该小组在百丽岛（Belle Isle）沿岸生长这种芦苇的湿地上建立了一个水芦苇研究中心（图 7）。沿着该滨海地带，研究小组提议系统地种草以减少水岸侵蚀。该中心将从简单的季节性播种和定期收割开始，并将逐步发展扩大。这个小组穿过密集的芦苇丛，以成熟的活芦苇为支撑搭建了一个简洁而优雅的木板路网络，游客可以在其中体验芦苇丛产生的优质空间。在其他场地上，研究小组设计了一些用于割草的区域，然后将其用于研究所和游客中心的屋顶和墙壁的建造。相对于课程的目标（发展可复原的细部），该团队成功开发了一种可循环拆卸和重新组装系统，该系统可随着时间推移，通过收割新生长的芦苇替换随时间而腐烂的部分，使建筑物和基础设施的材料具有可持续性。该项目利用了我们认为具有入侵性（一种生态不良现象）植物生长迅速、适应力强的性质，将这些消极和有问题的属性转变为只有特定物种（一种环境有利条件）才能实现的积极属性。

另一个小组研究了刺槐，一种坚韧的硬木树。该树种生长快，耐腐烂，几乎适用于所有土壤类型，在潮湿或干燥的土壤中都能繁衍生息，并且像许多被认为具有入侵性的植物一样，通常可以在其他树木和植物无法存活的地方繁盛生长。除了这些性质外，它还具有对城市污染、干旱和极端温度的耐受性。作为一种天然的硬木，刺槐通常用于甲板、户外家具、围栏、地板和墙板。[footnoteRef:12]

该小组的学生看到了人类与刺槐之间共生关系的潜力。这个树种具有出色的吸收二氧化碳的能力，可抵抗侵蚀，并为建筑提供坚固的硬木资源。同时，通常在人类栖息地才会出现的条件如缺乏氮的土壤、干旱甚至污染却成为了刺槐繁茂生长的条件。在了解这种共赢的合作可能后，研究小组建立了城市刺槐研究中心（图 8）。他们的设施结合了现有场地（废弃的锯木厂）、坚固的永久性材料如砖和石头以及从现场获得的新收割的刺槐。以不同树龄的活刺槐树形成不同的区域组织场地，使参观者对植物有了十分具体的了解。架起的木板路在刺槐林、改造的锯木厂和新建的研究所中交织。这条路使游客可以在内部和外部体验该中心，了解其研究功能和研究主题，从复杂的根茎根结构到每年春天盛开的乳白色花朵，都能让你从各个层面领略到刺槐一切。

另一个团队选择了凤眼兰（*Eichhornia crassipes*），通常被称为水葫芦，作为入侵物种的模型。水葫芦是一种自由漂浮的多年水生植物，是生长最快的植物之一，每天可达五米。[footnoteRef:13] 该植物原产于南美，但现在已广泛分布在全球许多其他地区。现在被认为是值得关注的入侵物种。未被抑制的水葫芦可以完全覆盖水体，甚至能够形成足以支撑人们体重的厚实的植物层。[footnoteRef:14]

这支由四人组成的团队感兴趣于这种特性、以及它在有人类介入的地区能够生长更茂盛的特点，他们构想了能够随着季节的变化而起伏的居民码头设施（同时通过控制边缘来阻止生物体的蔓延）。他们研究了水葫芦的各个部分——球茎，根和匍匐茎（行走器官）——以了解植物的个体和集体行为。该团队模仿了可缩放的气泡和管件，以建筑的方式模拟此特性，从而利用最少的资源创建轻型的水上交通网络（图9）。

## 5 结论

### 5.1 机遇

如今，建筑和其他创意领域面临着一个不确定、动荡、有时令人担忧的世界。日益加剧的资源枯竭、物种灭绝、大面积的污染和气候变化等问题渐渐引起了人们的关注。由于建筑业几乎占有所有资源使用量的一半，因此这些建筑物的实现伴随着对环境的负面影响。然而，尽管在生态意识和政策方面取得了一些进展，但仍需要更多的努力。对于建筑师而言，关于资源流通的知识仍然非常缺乏，这些知识包括收获、产销监管链和生态足迹影响等。关于如何以互利的方式与自然系统协同工作的专业知识也很匮乏。

但是，如果建筑师精通这些问题，就会取得很大的进展。建筑学 2030 高级项目经理艾琳·麦克达德（Erin McDade）指出，2015 年联合国缔约方会议（COP21）期间取得了两项基本成就。[footnoteRef:15] 第一个是《巴黎气候协定》的历史性签署。第二个鲜为人知但意义重大：“除历史性的签署外，联合国缔约方会议（COP21）还举办了首个建筑日，以表彰建筑业在减少全球碳排放中发挥关键作用，从而创造了历史。”[footnoteRef:16] 换句话说，建筑物造成近一半温室气体的这个问题，如今迎来了一个转变的契机。而建筑师也有机会在这一全球事业中展现出有意义的领导作用。

### 5.2 挑战

培养建筑专业的学生为这一角色做好充分准备是一项艰巨的任务。必要的技能必须随着时间的推移在学术和实践中提高。我们将研究生设计课程视为获得此专业知识的众多必经途径之一。我们的主要目标是向学生提供与材料和自然生物直接而有意义的接触机会，与抽象地学习相比，深入的亲身参与会产生更好的效果，留下更持久的记忆。

也就是说，这种类型的课程教学也面临挑战。一个是相关性问题。一些建筑学院的教师可能会询问硼砂晶体、融冰盐或水葫芦与研究生教育有关的专业课程会有什么关系。另一个相关的问题是多学科知识。如果学生花时间学习生物学和材料制造，那么他们何时才能满足作为建筑师的认证要求？另一个挑战是，以材料作为探索建筑问题为出发点的这种非常规方法，是建筑学科中前所未有的反向的过程。

然而，正向的过程（典型的“先问题后解决”方法）忽视了科学方法的实践性。在许多领域中，突破常规是通过以不太可能的方式连接各种知识体系而实现的，而不是通过追求直接的、



图 8



图 9

超专业化的答案来实现的。[footnoteRef:17] 我们相信，以材料和自然系统作为设计驱动力的第一手的、跨学科的经验，可以造就出为这个职业做出更多关键贡献的学生。

### 5.3 适应

十多年前，我们率先开设了一个研究生选修课程，作为对生物学与建筑学之间潜在关系的实验研究，并且《仿生学（Biomimicry）》的作者亚尼内·班亚斯（Janine Benyus）帮助这首个课程编写了教学大纲。此后，该课程在教学上得到了发展。在早期我们着重于模仿生物体及其行为来指导设计工作（例如，一种能自我吸水的建筑表皮，就像巨大的红杉的毛细作用一样），目前的课程强调对生物有机体本身进行操作、协同以及将项目“分包”。

通过专注于生物和非生物自然系统的触觉体验、性能优势和行为操作，我们发现学生可以从不断重复经验性的操作过程中解放出来。在那些未被本文记录的早期阶段课程中，学生很少能够跳出对先例的肤浅理解，因为他们总是会遇到知识障碍。即使他们与建筑学领域以外的专家（例如生物学家或植物学家）合作时，他们复制那些历经数百万年进化发展而来生物过程的系统也往往是初级的和表面的。在一个短期的设计课程中，尽管学生们提出了精彩的、深思熟虑的建筑方案，这种教学方法也鼓励他们综合思考、发展新的设计流程并回答相关的问题，但设计成果通常是不能建造的构想，而这些构想可能需要工程师、科学家、设计师和研究人员组成的团队，以令人信服的方式花费数年甚至数十年的时间才能完成。

我们在本文中描述的三个课程，代表着目标明确地从模拟自然系统向与自然系统协同的转变。在第一个课程“超自然（Hypernatural）”中，我们仍然允许一些学生以仿生方式工作，以研究自然系统研究作为灵感来源，来发展设计和建造的方法。然而，我们还鼓励一些学生尝试更多的特性、扩展他们的材料选择、并允许使用生物体搭建围护结构。三个课程的第二个，“生成物质（Generative Matter）”中，我们完全转到了由生物和非生物自然系统培育和制造物质系统，使学生将注意力集中在特征的适应性和控制的可能性上。在最后一个课程“第三海岸课程（Third Coast Studio）”中，我们进一步鼓励学生利用生物有机体，但是在这种情况下，我们敦促他们像景观设计师或生态学家那样系统地理解这些有机体。

### 5.4 深入思考

这种有目的的转变表明着一种微妙但本质的区别。当学生设计出模仿性的作品（这个东西像那个东西）时，设计过程只能带领他们走到这么远。重要的是，我们已经意识到，在模仿性的设计过程中他们能够完全控制其成果。无论是与生物体、自然系统、跨学科的合作者，还是与同事建立伙伴关系，合作的好处是培养了学生有能力和勇气放弃控制，更重要的是，还可以增强认同感。当学生要求依据一个生物体制作他们的细部、节点或表皮时，他们永远都无法期望精确地控制结果。最终结果是偶然的，而不是预先决定的。

这种对偶然性、复杂性和世界系统连接性的理解，对学生以及对建筑师都是一种转变。当我们作为设计师放弃控制权时，当我们不再能够确切地预计我们的工作成果时，以及当我们对这些意料之外的结果变得更加满意时，我们就会开始看到切实的好处。首先，这项工作更加新颖并给人带来惊喜。我们通常不像我们认为的那样富有创造力，作为设计师，我们的工作常常采用可预测的模式。另一个好处是，当我们运用当地生物专家的智慧时，我们的工作将根据环境的细微差别比如地点、气候和资源进行调整。第三个好处是，当我们放弃控制权时，我们能比传统设计师能产生更大的作用并以此重新定位自己的权威。在这种情况下，我们将



担任设计战略家的角色。我们不再以传统方式做设计，而是建立设计东西的系统。我们不再是唯一的主创，但我们组建了主创的团队。我们不再将建筑物视为一次性的创造，不受之前和之后的影响。取而代之的是，我们在更大的生态环境中对它进行评估，作为一个更广阔的生态系统的一部分，它的诞生依赖于它之前的建筑，反过来，它也依赖于它之后的建筑。

确实,这种方法是有缺陷的。建筑师是臭名昭著的控制狂。我们对于放弃控制感到非常不自在。这是有正当理由的，这与责任、建筑物的性能和舒适性、以及客户的满意度有关。这种方法还需要在设计过程中进行重大的思想转变。 当我们为设计东西而设计整个系统，而不是设计东西本身时，我们的工作方式就全然不同了。大多数建筑工作室还没有为此做好准备。但是，我们认为这种转变可能正是建筑学保持学科连贯性、影响力和相关性的必要条件。

### 5.5 潜在的广泛影响

总而言之，我们认为建筑专业目前与自然和物质世界有着奇怪的关系。 两者对于建筑的存在都至关重要，但从业者几乎都采取概念性的、不连贯的方式将建筑与二者联系起来。 例如，建筑师选用已有的建筑产品，但几乎没有人开发自己的产品。 他们还依赖于在建筑物及其基地之间建立有益的关系，包括各种生物和非生物系统，但很少有人生态学方面有深入的专业知识。可以确定的是，建筑师必须处理好轻重缓急、涉猎不同知识领域。 不过，如果他们从一开始就强调物质和环境问题，并根据需要聘请专家，那么所产生的建筑就可以更好地适应当今的重大挑战和机遇。

多年来，特别是过去的这几年，建筑学越来越多地孤立了自己，在建筑学与其他学科之间、在建筑学与自然之间、在建筑学与建筑学服务不到的人越来越多的人群之间，竖起了一道坚固而厚实的墙。这种孤立并非总是如此。从历史上看，建筑师曾经与制造商、客户和其他学科有着有意义的、必要的关系。但是现在，建筑学正处于关键的十字路口。从字面上和隐喻上说，如果建筑学拒绝打破它与其所依存的世界之间的界限，那么它就面临着落伍的风险。相反，如果它变得更愿意与人、有机体和系统进行有意义和有逻辑的合作，导致在结果上丧失控制权，或者更准确地说是重新界定控制权，那么它可能会发现：自己在与如今地球面临的许多棘手而紧迫的问题进行对话时，会占据更为核心的地位。不一样的是，通过放弃控制权，建筑学作为一门科学与实践结合的学科，其收获会超出想象。

**摘要：**本文以一个建筑学硕士国际联合设计教学工作为基础，总结了如何通过 4 个教学方法及手段来保证短周期城市及建筑联合设计教学的进度及深度。这 4 个教学方法分别是：第一，加密评图次数，保证教学节奏；第二，编制适合的任务书，设定适当设计规模保证课题的进度及专业性；第三，以关键词为基础进行教学交流；第四，以体量、功能及流线三个话题框定教学讨论的大致范围。

**关键词：**建筑学专业硕士；国际联合设计教学；短周期课题；城市设计；建筑设计；教学方法；国家自然科学基金项目（51778421）

# 建筑学硕士联合设计中的四个教学方法

文\_ **王方戟** 同济大学／上海博风建筑设计咨询有限公司

**袁 焯** 上海博风建筑设计咨询有限公司

**王梓童** 同济大学

国家自然科学基金项目（51778421）

中国建筑学专业硕士研究生课程经常设置的国际联合设计教学中除了可以得到设计的成果外，还可以让师生通过课程得到深入交流，是很好的课程形式。但这类联合设计教学<sup>1)</sup>的课程时间都比较短，如何能在这样的课程中让学生获得应有的训练强度？这是这类课程的一个难题。另外，在这类课程中来自不同学校的学生会混合组成若干个小组，师生们来自教学方式及理念各不相同的学校，相互之间对于专业的理解有差异，加上语言交流上的限制，课程中的交流基本只能用尽量简单的语言来进行，很难达到非常精密的沟通。在这样的情况下，教学中应该如何让小组内的沟通更加顺畅、教师的指导更加有效？这是这类课程的第二个难题。最后，对于建筑学硕士<sup>2)</sup>而言，这类设计课程不仅仅是一个交流的过程，课程成果的专业深度如何获得，学生通过课程如何可以得到具有深度的专业思考训练，这是这类课程最大的挑战。

---

1) 本文所指的是来自不同学校的教师及学生在设计期间完全在一起工作的联合设计课程。这样的课程通常通过分组将不同学校的学生组合在一起，让他们共同完成设计课题。各校教师对各个组进行平行的课程指导。由于这是在学期之中进行集中授课的模式，课程时间必然相对较短。此处所述的联合设计不指联合各方分头完成主体设计，通过共同汇报达到交流目的课程类型。

2) 由于建筑学硕士毕业后不一定从事建筑设计实践的工作，今天很多院校的建筑硕士课程注重的是学生的发散思维等能力的培养，设计课程也不必与设计实践有紧密关联。本文论述的不是这一类型的课程。考虑到具体的实践及教学环境，中国大多数院校建筑学硕士培养实行导师制，并以未来的设计实践为主要的培养目标。本文所谈的是在这一语境之下的建筑设计课程。因而，设计课程的设置也要与实践及具体设计操作有紧密的关系。