

王瑞姝¹ 彭宇菲¹ 连国梁¹ 许心慧¹ 高天轶¹ 闫超^{1*} 袁烽¹

1. 同济大学建筑与城市规划学院; yanchao@tongji.edu.cn

Wang Ruishu¹ Peng Yufei¹ Lian Guoliang¹ Xu Xinhui¹ Gao Tianyi¹ Yan Chao^{1*} YuanFeng¹

1. College of Architecture and Urban Planning, Tongji University; yanchao@tongji.edu.cn

动物之家

——面向生物行为的建筑智能设计方法探索

Animal Shelter: Exploring Architectural Intelligence Design Methods for Biologic Behavior

摘要:本文基于“动物之家”设计课教学,探索了面向生物多样性的建筑智能设计方法。针对从人的行为转向生物行为时的设计决策问题,教学引入了智能生形和建造工具进行创作辅助和原型验证,首先根据城市动物行为分析提出关键词,然后通过提示词图解进行AI生成图像,进一步经参数化手段进行三维重建和优化,最后通过原型建造对设计目标进行验证。教学结果呈现一系列共栖理念下的空间原型范本,为未来城市生物多样性探索了智能化的设计流程。

关键词:建筑设计教学;动物行为学研究;AIGC工具;生态友好设计

Abstract: Based on the “Animal Home” design studio, this essay explores the intelligent design method of architecture facing biodiversity. Aiming at the design decision-making problem when changing from human behavior to biological behavior, the teaching introduces intelligent shaping and construction tools for creation assistance and prototype verification. Firstly, keywords are proposed based on the analysis of urban animal behavior, and then the images are generated by AI through the illustration of prompt words, and then 3D reconstruction and optimization are carried out by means of parameterization, and finally the design goal is verified through prototype construction. The teaching results present a series of spatial prototypes under the concept of symbiosis, exploring an intelligent design process for future urban biodiversity.

Keywords: Architectural Design Education; Animal Behavior Research; AIGC Tools; Eco-friendly Design

1 背景:面向生物行为的空间设计

在城市面积不断扩张的当下,人类活动对野生动物产生的影响日益突出。尽管城市化进程带来了区域经济的发展和基础设施的提升,但随之而来的土地利用方式的改变和植被覆盖面积的减少,使得野生动物原生的栖息地遭到严重破坏,从而导致相应区域自然生态系统的功能退化^[1]。

以上海为代表的超大型城市中,野生动物的栖息地往往面积较小,且处于城市环境的包围中,与城市关系紧密。因此,如何实现野生动物与城市居民的和谐共生,已成为现代城市面临的一大挑战^[2]。然而,当前建筑设计普遍没有为这些野生动物的繁衍生息做出考量。因此,在本次设计课程中,学生们选择不同的城市野生动物作为研究对象,并借助数字化工具,根据动

物行为的“需求”进行设计^[3]。我们期望通过此次课题,探索如何通过空间设计建立市民与野生动物之间互利共生的关系纽带,构建面向生物行为的建筑智能设计方法。

在设计流程中,我们融入了人工智能工具和机器人技术。学生从对动物行为的分析中提取关键词图解,并利用生成式AI工具对形态进行启发性设计,以弥补传统建筑学在动物福利方面的认知不足;之后,利用参数化工具对设计进行三维重建和优化,并通过原型建造来验证设计的实际效果(图1)。

2 “动物之家”的智能设计与建造

2.1 面向生物行为的设计流程建构

本课程以“动物之家”为设计对象,因使用主体不同,因此需要进行与一般构筑物不同的生物学考量。

长久以来,基于人本主义(human-centered or anthropocentric)设计观念,建筑学大多从人类的行为需求出发,考虑人类在空间中的活动体验^[4]。即便部分项目考虑了家畜饲养或动物捕食行为以及排泄物利用等方面,也主要体现了一种“偏利共生”的模式。然而,在“动物之家”的

设计过程中,我们将设计主体从人类转向城市动物,即空间使用者为动物。因此,设计必须在深入研究和理解生物行为的基础上进行,需要从动物自然习性出发,构建出既能满足动物需求,又能适度与人类互动的空间(图2)。

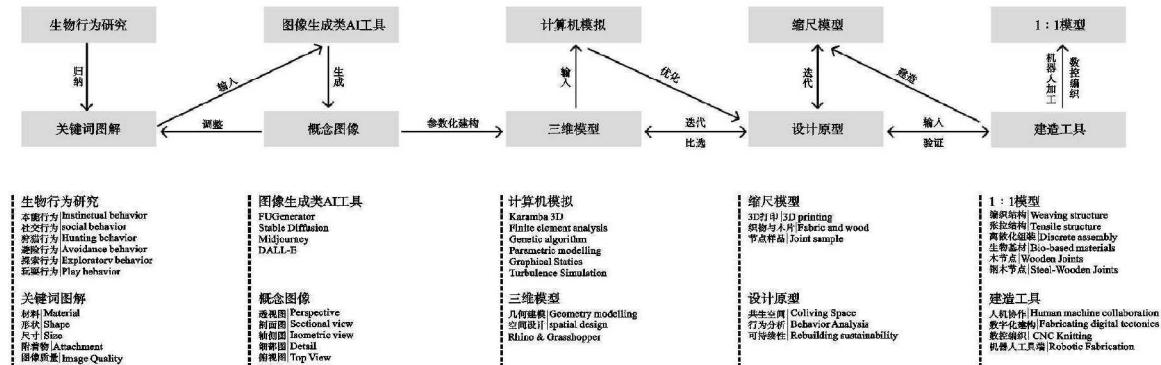


图1 设计方法图解



图2 动物行为分析作业示例(鸽子)

然而,由于这种认知差异化,且涉及跨学科的知识架构,如何充分理解动物行为对空间的需求并在此基础上完成相应的空间设计,成为亟待解决的问题。在课程中,学生们通过使用人工智能生成内容(AIGC)工具,利用动物行为分析得出的关键词生成图像,探索可行的空间形态。尽管人工智能的生成逻辑与人类思维不同,可能无法考虑空间的功能组织,但它却能在探索空间形态的过程中,打破现有的思维定式,从动物的视角塑造空间。另外,在设计师将基本形态确定后,“图像生成图像”的功能也可以帮助设计师快速将草图转变为更成熟的空间概念图。

整个设计流程分为以下阶段:

- (1) 针对城市野生动物进行行为分析;
- (2) 根据行为研究,总结出用于人工智能生成的提示词,并将其图解化;
- (3) 运用 FUGenerator 等人工智能工具生成图像;
- (4) 将人工智能生成的概念图示与设计逻辑相结合,转译为三维草模;
- (5) 使用参数化工具对形态进行优化;
- (6) 确定设计原型,并进行实体建造,以验证其可行性。

2.2 基于人工智能的设计生成

2.2.1 归纳:从生物行为学研究到 AI 提示词总结

在“动物之家”的设计过程中,鉴于每种动物具有独特的身体特征和行为习性,设计师必须依据这些具体特性来选择适当的空间尺度、材料和结构。同时,他们还要考虑动物在食物链中的地位,以确保“动物之家”真正能在生态层面上成为动物的庇护所。

经过对场地的调研,六位学生分别选定了鸽子、白条鱼、蜘蛛、赤腹松鼠、水鸭和白头鵙作为研究对象。然而,怎样获取这些“用户”的实际需求是设计过程中的关键问题。专业的宏观统计数据在用于某一特定地区的设计时,常常显得不够充足。此外,通常的问卷调查、访谈等方式也显然不适用于“动物之家”的设计。

因此,除了传统的文献调研,设计还采用了基于视频素材的生物行为特征分析方法。这些行为特征要素主要包括外形、习性、行为这三方面。通过观察实地拍摄的场景视频和纪录片,设计师可以总结出动物对环境的感知,反推出环境中的空间要素如何影响动物的行为。在此过程中,设计师不仅需要考量空间如何契合动物的生理习性,同时也需要权衡人与动物之间的关系,思考人类行为对动物居所的干预程度,明确设计师期望装置如何影响动物的生活。

根据这些影响因素,设计师提取出各自的关键词列表,用于描述环境的各个方面,并根据关键词的性

质、权重、层级关系绘制关键词图解(图3)。关键词图解通常包括功能、形态、结构、材料、附属物。这种分析方式为动物环境行为的概念模型提供了可视化支持,用自然语言和流程图描述要素之间的关联,将各相关要素抽象为一种信息结构,为人工智能生成铺垫基础。

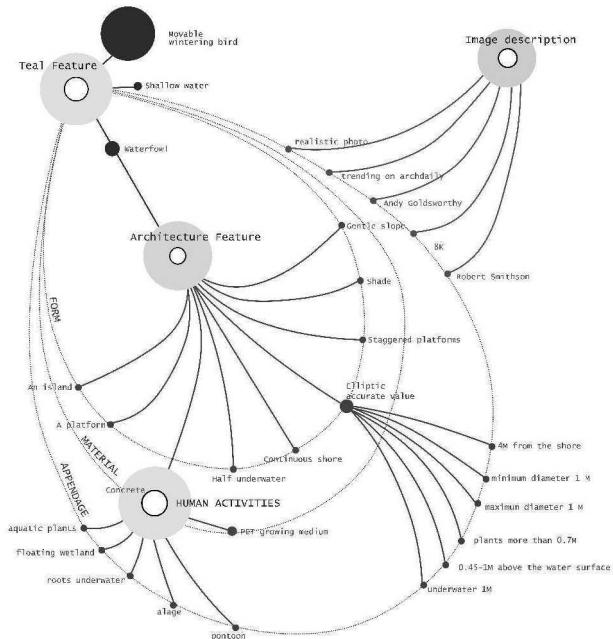


图3 关键词图解作业示例(水鸭)

2.2.2 探索:基于 AIGC 工具的形态生成

这一阶段,设计师借助已有的提示词图解,与人工智能工具进行协作设计,创作满足动物行为需求的空间意向。当前常用的图像生成类人工智能工具有Stable Diffusion、Midjourney 和 DALL-E 等^[5],其训练数据集具有综合性,而并非专注于建筑学。鉴于本次设计的特性,我们选用了更契合建筑语义和设计流程的图像生成工具——FUGenerator 平台。该平台将建筑设计构思过程与生成式人工智能群模型(GAI)相连接,将多种生成式算法和模型融入建筑设计构思的各个环节,实现人的直觉、文本信息与图像信息的交互设计生成。在该平台中,设计师能通过文字、图像、点云等多种形式的抽象化表达方式,实现在建筑方案设计过程中不同概念的拼接、重组与杂糅,以更好地契合设计需要。

在面对“动物”这一复杂且涉足较少的领域时,设计师不能将这一复杂系统视为简单的关键词集合。因此,为了强化与 AI 工具协作时的设计理性,设计师需要结构化和规则化地提取提示词,并根据图像结果不断调整各个提示词的权重和出现频率,实现对生成结果的优化。这是一个循环往复的过程,设计师需要重复一连串的提示词测试,并将大目标分解成不同的方

面，逐个进行有序的启发性生成。另外，由于 AI 决策过程的不透明性，试图在同一张图中获取所有我们所需的灵感是低效的。设计师可以选择用数组图像来表示同一构筑物的不同方面，如剖面、材质、不同视角的轴测图等（图 4）。



图 4 AI 生成作业示例(水鸭)

2.2.3 转译:从生成图像到三维形态

在此阶段，设计师需将这一系列的概念图像转译为三维形态。鉴于图像生成类 AI 的产出结果并不能全面反映复杂系统的整体设计逻辑，因此从意向图至具体空间形态的转变必须经历一个规则化的过程。这不仅仅是形态上的转换，更是从 AI 的“思维”到建筑师思维的转译。

由于动物习性及其原本栖息地的自然属性,从 AI 生成的图像推导出的原型往往为有机形态。另外,直接由 AI 生成的图像常常缺乏几何秩序或过于复杂,这也需要设计师在转译过程中进行概括和提炼,将形态简化为更清晰、可描述的几何形态。因此,在此过程中,运用参数化设计的手段,有利于将模糊的 AI 设计目标转译为明确的计算性几何。这样做的好处是可以使用参数和计算机指令以精确且高效地控制三维模型的形态,建立变量和输出结果之间的逻辑关联。这种直接利用参变量控制形态的设计方式,不仅使设计过程更具客观性和严谨性,同时也便于后期调整和修改(图 5)。

2.3 设计成果的原型建造与验证

2.3.1 优化：模拟优化提升形式性能

在完成三维形态的参数化建构之后,设计师能够在计算机中进行模型的力学性能及实际应用中的温湿度、日照及声学效果的模拟,从而进一步优化设计的形态和材料。例如,基于结构动力学模拟的 Kangaroo、用

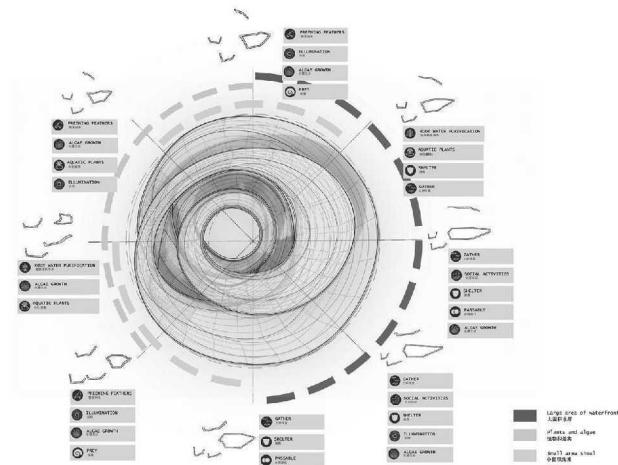


图 5 三维形态转译作业示例(水鸭)

于几何面分割单元的 Lunchbox 等工具，都有助于减少设计师的重复性劳动，使设计过程更为可控。这避免了缺乏逻辑的异形建构、不稳定的结构系统以及不适宜的材料选择，确保了“动物之家”的形态性能。下面以某同学设计的“鸣巢”为例进行说明。

该设计所面向的城市使用者为白头鹎，设计目标在于为鸟类构建适宜且安全的栖息地，同时利用整个装置作为一个自然之声的扩大器，提醒人们关注身边的自然之声，构建人类与鸟类之间的沟通桥梁。经过前期的 AI 图像生成并总结出基础形态后，设计师首先将整个装置简化为一系列的曲线，在保证人可以进入装置内部聆听自然之声的同时，确保不会对鸟类的生活造成干扰。接着，根据调整好的曲线生成喇叭口状的曲面。考虑到装置本身的形态以及自支撑的要求，设计师采用了力学模拟，生成了内部的骨架结构，并附上反射声音的板材，为装置提供优良的声学效果。最后，在装置顶部生成树枝状凸起，模仿鸟类原有的栖息地的形态。

此过程为一个多目标优化过程，需在保证上部的枝杈能够契合鸟类的行为习惯的同时，尽可能取得更好的声学效果。因此，通过参数化设计，设计师在众多生成的形态中进行优化迭代，最终收敛到在综合条件下对目标契合度最高的一个版本(图 6)。

2.3.2 实践:从虚拟设计到物质建造

在原型验证过程中，设计师首先运用 3D 打印方式，对缩尺模型的力学、声学等性能进行物理验证，通过多次实验，探索了不同形态方案的可行性。例如，在对木龙骨承重能力的验证中，设计师使用多个 3D 打印小样，通过控制变量的方式来确定龙骨在不同条件下的抗倾覆性能和稳定性；在声学设计验证中，为了平衡承重能力与声学性能，设计师使用织物和木片测试反射板的声学性能和自支撑可能性。在反复对模型的各

方面进行实际验证后,设计师在校园中对方案进行了1:1的搭建(图7),其中包括木结构机器人加工、数控编织等技术的探索。搭建完成的原型放在校园中进行

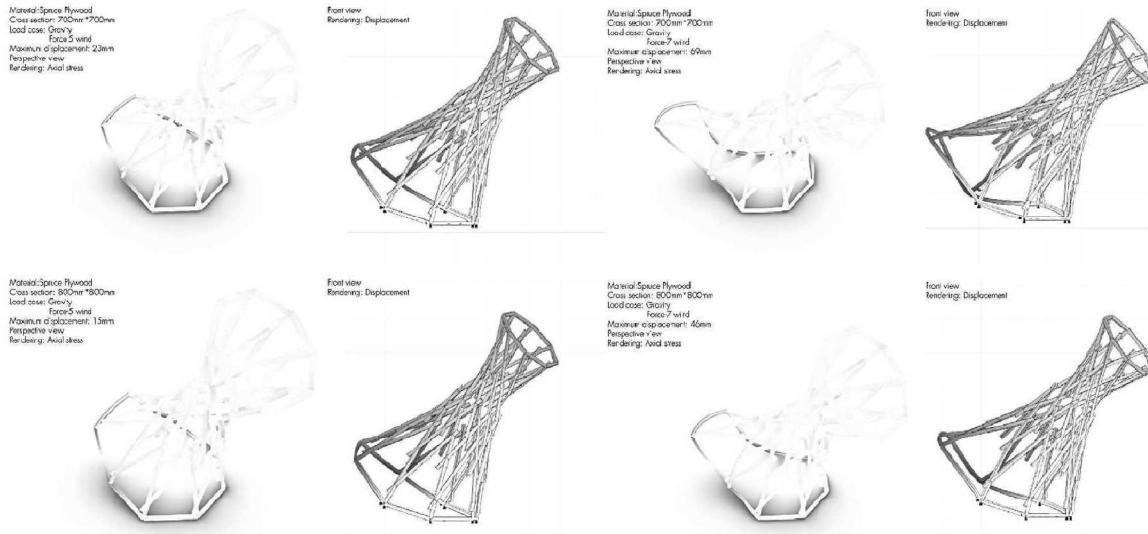


图6 Karamba 形变分析作业示例(白头鹤)



图7 原型建造作业示例(白头鹤)

3 结语

在全球城市化进程中,建造物作为人类和野生动物共同的居所,为建筑学的设计领域提供了独特的机遇和挑战。虽然人的主体地位至今仍具有重要的意义,然而,随着对可持续发展理念的深入理解,历史和现实一再证明了人本主义可能会将人类本身置于危险境地。在此背景下,基于人工智能的设计工具带来了打破思维定式的全新可能性。设计师通过与新工具充分协作,可以发散自身的思考边界。同时,设计过程中

一段时间的观测和验证,并根据验证结果和问题对设计进行新一轮的优化调整。

的人工反馈也有助于AI模型更好地理解和优化面向动物的设计需求。

本课程正是在这种人机协作的背景下探讨了面向未来生态城市的空间装置设计与建造:通过借助智能化的设计与建造工具,探索人类建造行为与自然运转系统共融的议题,展示人与动物共栖的城市空间范本及人类居住行为与动物生存行为之间的互利共生可能性,为未来城市生物多样性问题提供了智能化的建筑设计解决方案。

参考文献

- [1] 郑曦. 城市生物多样性[J]. 风景园林, 2022, 29(1):8-9.
- [2] 张秩通, 张恩迪. 城市野生动物栖息地保护模式探讨——以上海市为例[J]. 野生动物学报, 2015 (4):447-452.
- [3] 潘璐梦. 共生建筑人与动物的差异化空间布置类型探索[D]. 南京:南京大学, 2020:20-24.
- [4] 闫超, 袁峰. 后人文建构 论数字建造中的技术与文化映射[J]. 时代建筑, 2020(3):6-11.
- [5] 鲁涵岳, 张望. 浅析建筑学科中的人工智能生成内容技术[J]. 时代建筑, 2023(1):4-5.