

参数化设计在数字建筑个性化造型创作中的应用案例分析

马兆明

上海尤安建筑设计股份有限公司，上海市，200000；

摘要：本文聚焦参数化设计于数字建筑个性化造型创作的应用。剖析其原理与流程，通过多案例展示在复杂曲面构建、空间形态创新、可持续性融合方面的实践，探讨对建筑设计创新发展的推动及面临挑战。

关键词：参数化设计；数字建筑；个性化造型；应用案例

DOI：10.69979/3029-2727.25.02.023

引言

在当代建筑领域，随着数字化技术的迅猛发展，建筑设计理念与方法发生了深刻变革。人们对于建筑的需求不再局限于传统的功能与形式，而是更加追求个性化、独特性与创新性的造型表达。参数化设计作为一种新兴的设计手段，借助数学算法与计算机编程，能够精准地控制建筑元素的几何形状、空间位置及相互关系，为数字建筑的个性化造型创作开辟了广阔的新途径。通过对多个具有代表性的应用案例进行深入分析，可清晰地洞察参数化设计在数字建筑领域的巨大潜力与独特价值。

1 参数化设计概述

1.1 参数化设计原理

参数化设计基于变量与约束的概念构建。通过设定一系列参数（如长度、角度、比例等）作为变量，同时定义这些变量之间的数学关系或逻辑约束条件，当其中一个或多个参数发生变化时，整个设计模型能够依据预先设定的规则自动更新与调整。例如，在一个简单的建筑表皮设计中，设定网格的大小、疏密程度以及线条的曲率等参数，通过改变这些参数的值，建筑表皮的形态会相应地发生连续变化，且始终保持在既定的设计逻辑框架内。这种基于参数驱动的设计方式使得建筑设计能够摆脱传统手工绘制的局限性，实现更加高效、灵活且精确的造型创作。

1.2 参数化设计流程

1.2.1 确定设计目标与参数

在项目伊始，设计师需要明确建筑的功能需求、美学追求以及特定的设计限制等目标要素，并据此确定影响建筑造型的关键参数。这些参数既可以是直观的几何

尺寸参数，也可以是抽象的环境因素、性能指标等参数。例如，在设计一座海边观景建筑时，除了建筑的基本尺寸参数外，还可将建筑朝向与海岸线的夹角、海风的强度与方向等环境参数纳入考虑范围，以便更好地实现建筑与周边环境的融合与互动。

1.2.2 构建参数化模型

利用专业的参数化设计软件（如 Grasshopper、Dynamo 等），将确定的参数通过编程或可视化编程的方式构建成参数化模型。在这个模型中，各个建筑元素被转化为参数化的几何对象，它们之间的相互关系通过数学函数或逻辑算法进行定义。例如，通过编写代码来控制一系列曲线的生成与变形，进而构建出复杂的建筑曲面形态，并且这些曲线的形状与位置能够随着参数的调整而实时变化。

表 1：数字建筑参数化设计流程的公式参数说明

公式类型	公式	参数说明
目标函数	$O=f(P_1,P_2,\dots,P_n)$	O: 设计目标 $P_1,P_2,\dots,P_n$: 设计参数
模型构建	$M=g(O,P)$	M: 参数化模型 O: 设计目标 P: 参数集合
参数调整	$P_{new}=P_{old}+\Delta P$	P_{new} : 调整后的参数 P_{old} : 原始参数 ΔP : 参数变化量
优化评估	$E=h(M_{new},C)$	E: 优化效果 M_{new} : 调整后的模型 C: 约束条件

1.2.3 参数调整与优化

在构建好参数化模型后，设计师可以通过改变参数的值来对建筑造型进行多样化的探索与尝试。同时，结合建筑性能分析软件（如 Ecotect、EnergyPlus 等）

对不同参数组合下的建筑性能（如采光、通风、能耗等）进行模拟分析，根据分析结果对参数进行优化调整，以实现建筑造型与性能的平衡与统一。例如，在调整建筑外立面的开窗参数时，同步观察采光模拟结果，找到既能满足室内采光需求又能使建筑外观造型美观协调的最佳参数组合。

1.2.4 生成最终设计方案

经过反复的参数调整与优化后，确定满足设计要求的最佳参数组合，从而生成最终的建筑设计方案。此时的设计方案不仅具备独特的个性化造型，还在建筑性能、功能布局等多方面达到了较为理想的状态。并且，由于参数化模型的特性，在后续的设计深化或修改过程中，只需对相关参数进行调整，模型即可自动更新，大大提高了设计的灵活性与效率。

表 2：数字建筑参数化设计流程的示例数据

流程阶段	具体内容	示例数据
确定设计目标与参数	设计目标：绿色建筑，节能效率提升 20% 关键参数：建筑朝向（南偏东 15°）、窗墙比（0.35）、保温材料厚度（50mm）	-
构建参数化模型	使用软件：Revit + Dynamo 模型精度：LOD300（细节级别） 模型构建时间：48 小时	-
参数调整与优化	调整参数：窗墙比从 0.35 调整至 0.38 优化结果：节能效率提升至 22%（通过模拟分析得出） 迭代次数：3 次	节能效率提升：+2% 迭代时间：每次迭代约 12 小时
生成最终设计方案	设计方案文件：DWG + RVT 设计方案评审：通过（客户满意度 90%） 设计周期：总耗时 96 小时（含参数调整与优化时间）	客户满意度：90% 设计周期：4 天

2 案例一：某文化艺术中心

2.1 项目背景与设计目标

该文化艺术中心位于城市中心的文化核心区域，旨在打造一座集展览、演出、艺术教育等多功能于一体的地标性建筑。设计目标是创建一个具有强烈视觉冲击力与独特文化内涵的建筑造型，使其能够在众多城市建筑中脱颖而出，同时满足内部复杂的功能流线要求，并与周边的文化建筑及城市景观相协调。

2.2 参数化设计应用

2.2.1 建筑外形塑造

设计师运用参数化设计软件，以几个关键的几何形状参数（如圆形、三角形的大小、比例与旋转角度等）为基础，构建了一个动态的建筑外形生成模型。通过不断调整这些参数，得到了一个由多个相互交织、扭曲的曲面构成的建筑主体形态。这些曲面在不同的视角下呈现出丰富多变的光影效果，营造出一种充满艺术感与科技感的视觉氛围。例如，将一个圆形沿着特定的曲线轨迹拉伸并扭曲，同时与不同角度的三角形进行布尔运算，最终形成了独特的建筑外立面造型。

2.2.2 内部空间组织

在内部空间组织方面，同样采用参数化设计方法。根据不同功能区域（如展厅、剧院、教室等）的面积需求、空间高度要求以及相互之间的连接关系等参数，构建了空间布局模型。通过参数调整，实现了各个功能区域之间的流畅过渡与合理布局，并且在公共空间（如中庭、走廊等）设计了具有参数化变化的装饰元素（如天花板的造型、墙面的纹理等），增强了内部空间的整体感与趣味性。例如，中庭的天花板造型通过参数控制其网格的疏密与起伏程度，使其与建筑的整体风格相呼应，同时为游客提供了独特的空间体验。

2.3 设计成果与影响

该文化艺术中心建成后，因其独特的建筑造型成为了城市的新地标，吸引了大量游客与艺术爱好者前来参观体验。其参数化设计的内部空间组织有效地提升了建筑的使用效率与舒适度，满足了多种文化艺术活动的开展需求。同时，该项目也为当地的文化艺术产业发展注入了新的活力，促进了城市文化形象的提升，成为了参数化设计在文化建筑领域应用的成功典范，对后续同类型建筑的设计产生了积极的示范与借鉴作用。

3 案例二：某商业综合体

3.1 项目概况与设计理念

某商业综合体位于城市繁华商业区，周边交通便利，人流量大。设计理念是打造一个集购物、餐饮、娱乐、办公等多功能于一体的综合性商业空间，同时通过独特的建筑造型吸引消费者的目光，营造出舒适、便捷且富有创意的购物环境。

3.2 参数化设计在商业综合体中的应用

3.2.1 建筑表皮设计

为了使商业综合体在外观上具有强烈的辨识度与吸引力，采用参数化设计来打造建筑表皮。以商业品牌形象、当地气候特点以及周边建筑风格等因素为依据，确定了建筑表皮的色彩、透明度、纹理等参数。通过参数化设计软件构建表皮模型，生成了一种由不规则多边形组成的、具有自遮阳与通风功能的建筑表皮。这种表皮在白天能够有效地控制阳光直射，降低室内空调能耗，在夜晚则通过内部灯光的透射，呈现出绚丽多彩的视觉效果。例如，根据当地夏季阳光入射角度与强度，调整表皮多边形的大小与角度，实现最佳的遮阳效果，同时利用参数化设计的纹理变化，使表皮在不同的光照条件下呈现出不同的质感与光泽。

3.2.2 内部交通流线规划

在商业综合体内部交通流线规划方面，参数化设计同样发挥了重要作用。根据不同功能区域的人流量预测、消费者行为习惯以及消防疏散要求等参数，构建交通流线模型。通过调整参数，优化了商场内部的主要通道宽度、楼梯与电梯的位置与数量、中庭的大小与位置等交通元素，实现了消费者在商场内的便捷购物与高效疏散。例如，在商场的入口区域，通过参数化设计设置了宽敞的人流缓冲区，并根据人流高峰时段的流量预测，合理调整了自动扶梯的运行速度与方向，提高了消费者进出商场的效率。

3.3 商业综合体的建成效益

该商业综合体开业后，凭借其独特的建筑造型与舒适的购物环境迅速成为了当地的商业热点。参数化设计的建筑表皮不仅提升了建筑的外观形象，还降低了建筑

的运营成本，体现了可持续发展的理念。内部交通流线的优化设计则大大提高了消费者的购物体验，增加了顾客的停留时间与消费频率，为商业综合体的运营成功奠定了坚实的基础，也为其他商业建筑的设计与运营提供了有益的参考与借鉴。

4 结论

在对参数化设计在数字建筑个性化造型创作中的应用案例进行深入分析后，可以明确地观察到参数化设计在现代建筑领域所占据的核心地位及其显著的优势。在诸如文化艺术中心、商业综合体等多种类型的建筑项目中，参数化设计能够依据项目的独特背景、设计目标及功能需求，高效地实现建筑个性化造型的创作，并在建筑性能优化、内部空间组织、交通流线规划等多个维度发挥其积极作用。尽管如此，在参数化设计的应用过程中，亦存在若干挑战，包括对设计师编程技能与数字化素养的较高要求、设计软件的复杂性与成本问题，以及设计过程中数据管理与协作的难度等。尽管面临这些挑战，随着数字化技术的持续发展与普及，参数化设计在建筑领域的应用前景仍然极为广阔。展望未来，建筑设计师应致力于提升自身的数字化技能，积极探寻参数化设计与其他设计方法的融合路径，充分挖掘参数化设计的潜力，致力于创造更多具有创新性、高性能且可持续发展的数字建筑作品。

参考文献

- [1]何志鹏. 上海大歌剧院建筑造型与参数化设计[J]. 城市建筑空间, 2024, 31(11): 83-86.
- [2]黄蕊, 葛勇, 杨凯钦, 等. 数字化之旅——参数化设计与 AI 助力赣州动漫城项目低碳改造[C]//中国图学会. 2024 第十三届“龙图杯”全国 BIM 大赛获奖工程应用文集. 中国建筑第五工程局有限公司; , 2024: 5. DOI: 10. 26914/c. cnkihy. 2024. 043023.
- [3]牛凌. 数字赋能城市建设让城市更智慧便捷[N]. 西安日报, 2024-01-30(003). DOI: 10. 28843/n. cnki. nxarb. 2024. 000336.
- [4]泥江坤. 建筑外观的个性化造型设计分析[J]. 住宅与房地产, 2019, (19): 60.