

# 参数化设计在建筑装饰复杂曲面造型中的应用与实现

李广龙

中建不二幕墙装饰有限公司华南分公司 广东广州 510000

**摘要：**本文探讨了参数化设计在建筑装饰复杂曲面造型中的应用与实现，强调了通过参数化设计可以提高设计效率和精确度，并为设计师提供前所未有的设计自由度。文章首先介绍了曲面亏格的概念，用以了解曲面的“洞”数量，从而控制曲面的复杂程度。接着，文章介绍了多种参数化设计软件和技术工具，如Grasshopper和Dynamo，它们为设计师提供了强大的参数化设计功能。文章还详细阐述了复杂曲面造型的参数化建模方法、优化设计与控制策略，以及参数化设计在装饰中的创新应用。此外，文章还讨论了参数化设计在建筑装饰中的工作流程、数据生成与加工技术，以及施工过程中的参数化控制与管理。最后，文章总结了参数化设计在建筑装饰复杂曲面造型领域的潜力和价值，并展望了其未来的发展前景。

**关键词：**参数化设计；建筑装饰；复杂曲面

在当代建筑设计领域，复杂曲面造型因其独特的视觉效果和空间体验而受到广泛关注。然而，传统的设计方法在处理这类复杂形态时往往面临诸多挑战，如设计效率低下、修改困难、精确度不足等问题。参数化设计作为一种基于算法和数学模型的设计方法，能够有效解决这些问题，为设计师提供了前所未有的设计自由度和精确控制能力。

## 一、参数化设计理论基础

### （一）参数化设计的核心概念与特征

参数化设计是一种先进的设计方法，它依赖于参数和算法来定义和生成设计。这种方法的核心在于将设计要素转化为可调节的参数，设计师可以通过调整这些参数来生成一系列不同的设计方案。参数化设计的显著特征包括其高度的灵活性和可控性，这使得设计师能够迅速地生成多种设计方案，以适应不断变化的设计需求。除此之外，参数化设计还具备可重复性和精确性，这确保了设计的一致性和准确性。通过采用参数化设计，设计师能够更加高效地进行设计探索和创新，同时实现设计过程的自动化和智能化，极大地提高了设计工作的效率和质量。参数化设计不仅仅是一种技术，更是一种设计思维，它鼓励设计师去探索设计的可能性，挑战传统的设计界限，从而创造出更具创新性和适应性的设计作品<sup>[1]</sup>。

### （二）几何学理论在复杂曲面造型中的应用

在参数化设计领域，几何学理论发挥着至关重要的

作用，尤其是在复杂曲面造型的应用方面。设计师通过应用几何学原理，可以精确地定义和生成复杂的曲面形状。例如，利用贝塞尔曲线、NURBS（非均匀有理B样条）等曲线和曲面生成技术，可以创造出既光滑又连续的复杂曲面。这些曲线和曲面可以通过调整控制点和权重来改变形状，从而实现丰富的造型可能性。此外，几何学中的拓扑学理论也为复杂曲面的生成提供了重要的理论支持，通过深入研究曲面的拓扑结构，设计师可以更好地理解和控制曲面的形状和特性，例如，通过研究曲面的亏格（genus）来了解曲面的“洞”的数量，从而更好地控制曲面的复杂程度。几何学理论的应用极大地增强了参数化设计在复杂曲面造型方面的能力，使其能够满足各种复杂和精细的设计需求，为设计师提供了强大的造型工具和理论基础。

### （三）参数化设计软件与技术工具介绍

在当今的设计界，存在多种参数化设计软件和技术工具，这些工具为设计师提供了强大的参数化设计功能。例如，Grasshopper是一款基于Rhino平台的参数化设计插件，它通过直观的可视化编程界面，允许设计师通过简单的拖拽和连接组件的方式，来构建复杂的参数化模型。Grasshopper的组件涵盖了从简单的数学运算到复杂的几何运算，使得设计师能够方便地构建出各种复杂的几何形态。此外，Dynamo是一款基于Revit平台的参数化设计工具，它能够与Revit的建筑信息模型（BIM）数据进行无缝交互，实现建筑设计的参数化和自动化。Dynamo

的设计师可以利用Revit的强大功能，将参数化设计应用到实际的建筑项目中，实现设计与建造的一体化。除了Grasshopper和Dynamo，还有其他一些参数化设计软件，如GenerativeComponents、Marionette等，它们各自拥有独特的特点和优势。这些软件和工具的普及和发展，极大地推动了参数化设计在建筑设计、工业设计、产品设计等多个设计领域的应用和进步，为设计师提供了更加广阔的创作空间和更加高效的设计手段<sup>[2]</sup>。

## 二、复杂曲面造型的设计方法

复杂曲面造型在当代设计中扮演着越来越重要的角色，其独特的形态和美感为建筑设计、工业设计、装饰设计等领域带来了无限的可能性。掌握复杂曲面造型的设计方法，是设计师进行创新设计的关键。

### (一) 复杂曲面造型的参数化建模方法

复杂曲面造型的参数化建模方法是实现其精确设计和灵活控制的核心技术。这种方法通过将曲面的关键特征定义为可调节的参数，利用先进的算法生成复杂的曲面形态。设计师可以根据设计意图，通过修改参数来调整曲面的形状、大小、曲率和纹理等特征，从而实现快速生成多种设计方案的目的。参数化建模依赖于CAD软件如Rhino、CATIA，提供曲面建模和参数化设计功能，让设计师高效设计复杂曲面。设计师通过定义控制点和参数来精确控制曲面细节，并实现关联设计，自动调整相关参数以保持设计一致性。这种技术不仅适用于静态曲面，也用于动态曲面设计，如动画和游戏开发，以实现逼真效果。参数化建模在工业设计、建筑、汽车制造等领域有广泛应用，帮助设计师精确控制和创新设计。

### (二) 曲面造型的优化设计与控制策略

曲面造型的优化设计与控制策略是确保复杂曲面造型在实际应用中达到最佳效果的关键环节。优化设计旨在通过调整曲面的参数，使其在满足特定设计要求的同时，达到结构合理、材料节约、制造便捷等目标。控制策略则侧重于对曲面造型过程的精确控制，包括对曲面连续性、平滑度、曲率分布等方面的控制，以确保曲面造型的质量和美观性。常用的优化设计与控制策略包括遗传算法、粒子群算法、拓扑优化等，这些方法可以帮助设计师在满足各种约束条件的前提下，找到最佳的曲面设计方案。例如，遗传算法通过模拟自然界的进化过程，对曲面设计方案进行“优胜劣汰”的选择和优化，从而找到最优解。粒子群算法则通过模拟鸟群的觅食行为，利用群体智能对曲面设计方案进行搜索和优化。拓

扑优化则通过对结构的材料分布进行优化，使得曲面造型在满足强度和刚度要求的同时，实现材料的最大利用效率。这些优化设计与控制策略的应用，使得复杂曲面造型不再是单纯的视觉表现，而是兼顾了功能、结构、材料和制造等多个方面的综合性设计<sup>[3]</sup>。

### (三) 参数化设计在装饰中的创新应用

参数化设计在装饰领域的创新应用为传统装饰设计注入了新的活力。通过参数化设计，设计师可以创造出前所未有的复杂装饰图案和纹理，这些图案和纹理可以随着参数的变化而动态调整，实现装饰效果的个性化和多样化。例如，在室内装饰中，参数化设计可以用于生成复杂的墙面装饰、天花板图案、地板纹理等，为空间增添独特的艺术氛围。在产品设计领域，参数化设计可以用于设计独特的表面纹理和装饰细节，提升产品的美感和附加值。此外，参数化设计还可以与数字制造技术相结合，实现装饰图案的快速原型制作和批量生产，推动装饰设计行业的创新发展。例如，利用参数化设计软件生成的装饰图案可以直接驱动数控机床或3D打印机进行加工制造，从而将数字化的设计直接转化为实体产品。这种数字化设计与制造的一体化流程，不仅提高了生产效率，还降低了生产成本，使得个性化定制成为可能。参数化设计在装饰领域的应用，打破了传统装饰设计的局限，为设计师提供了更加广阔的创作空间，也为人们的生活带来了更加丰富多彩的审美体验。

## 三、参数化设计的实现流程

### (一) 参数化设计在建筑装饰中的工作流程

在建筑装饰中应用参数化设计，其工作流程通常始于对项目需求的分析和理解。这是一个深入调研和细致沟通的阶段，设计师需要与客户进行充分的交流，以透彻理解他们的期望、需求和限制。这包括明确设计目标，即客户希望通过装饰达到的效果和氛围；功能要求，即空间如何满足使用者的日常活动需求；以及空间限制，包括建筑结构的限制、空间的尺寸和形状等。在获取这些信息后，设计师将利用参数化设计软件构建初步的概念模型。在这个阶段，设计师会设定一系列关键参数，这些参数将控制设计的各个方面，如比例、尺寸、形状和纹理等。通过调整这些参数，设计师可以快速生成多种设计方案，并与客户进行沟通和反馈，以优化设计。这种互动的过程使得客户能够更直观地参与到设计决策中，确保最终的设计方案既满足功能需求，又符合审美期待。一旦设计方案确定，设计师将进一步完善模型，

细化各个细节，并生成可用于生产和施工的图纸和技术文档。参数化设计的优势在于其灵活性和可变性，使得设计师能够在整个过程中保持对设计的控制，并快速响应设计变更，确保设计方案的适应性和前瞻性<sup>[4]</sup>。

### （二）复杂曲面造型的数据生成与加工技术

复杂曲面造型的数据生成与加工技术是参数化设计实现的核心环节。数据生成通常依赖于参数化设计软件，设计师通过设定参数和算法，生成精确的曲面模型。这些模型不仅定义了曲面的形状，还包括了材料、纹理和颜色等信息，形成了一个完整的设计数据包。加工技术则涉及到将数字模型转化为实际产品，常用的技术包括数控加工（CNC）、3D打印、激光切割等。这些技术能够根据参数化模型精确地加工出复杂的曲面形状，确保设计意图的准确实现。在建筑装饰中，复杂曲面造型往往需要定制化生产，参数化设计的数据生成与加工技术为此提供了高效、精确的解决方案。例如，利用参数化模型生成的数据可以直接驱动数控机床进行精确的切割和雕刻，或者通过3D打印机逐层构建出复杂的装饰构件。这种数字化设计与制造的一体化流程，不仅提高了生产效率，还降低了生产成本，使得个性化定制成为可能。

### （三）施工过程中的参数化控制与管理

施工过程中的参数化控制与管理是确保设计意图在施工阶段得到准确实施的关键。在施工前，设计师和工程师需要根据参数化模型制定详细的施工方案，包括材料选择、施工工艺、质量控制和进度安排等。参数化控制意味着在施工过程中，各个施工环节都受到参数的约束和指导，确保施工的精度和一致性。例如，通过参数化模型可以生成精确的施工图纸和构件清单，指导现场施工人员按图施工。同时，参数化模型还可以与建筑信息模型（BIM）技术相结合，实现施工过程的实时监控和动态调整，提高施工效率和工程质量。例如，通过BIM技术，现场施工人员可以实时查看参数化模型，了解各个构件的安装位置和顺序，避免施工错误。此外，参数化管理还包括对施工数据的收集、分析和反馈，用于优化设计和施工流程，为未来的项目提供经验借鉴。

通过参数化控制与管理，可以最大限度地减少施工误差，确保复杂曲面造型在建筑装饰中的完美呈现，实现设计与施工的无缝对接<sup>[5]</sup>。

### 结语

参数化设计以其独特的优势，在建筑装饰复杂曲面造型领域展现出了巨大的潜力和价值。通过参数化设计，设计师能够突破传统设计方法的局限，实现更加自由、精确和高效的设计。本文深入探讨了参数化设计在建筑装饰复杂曲面造型中的应用与实现，从理论基础到设计方法，再到实现流程，全面解析了参数化设计的核心要素和技术路径。研究结果表明，参数化设计不仅能够提高设计效率和精确度，还能够为设计师提供前所未有的设计自由度，推动建筑装饰领域的创新发展。展望未来，随着计算机技术的不断进步和参数化设计理论的日益完善，参数化设计在建筑装饰复杂曲面造型中的应用将会更加广泛和深入，为现代建筑设计注入新的活力和灵感。

### 参考文献

- [1]王中毅，徐羿，张笛，等.单叶双曲面建筑的几何建构及参数化设计[J].土木工程信息技术，2022（002）：014.
- [2]李琪，张冰.基于数字化技术的复杂曲面整合研究设计——以大型公共建筑工程实践为例[J].2022（21）：302-304.
- [3]金书人，胡竞元，黄蔚欣.编织结构空间网壳在参数化建筑设计与数控建造的教学中的应用[C]//2021全国建筑院系建筑数字技术教学与研究学术研讨会.全国高等学校建筑学专业指导委员会，2021.
- [4]李频，周旋，付平，等.基于BIM技术的复杂曲面桥塔三维造型设计[J].桥梁建设，2023，53（4）：123-130.
- [5]周源奉，慕丰丞.BIM技术在复杂曲面单体帆点式幕墙系统中的深度应用[J].中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术，2022（2）：4.