

基于分形理论的组合花架外形设计

廖浩帆

(南京农业大学, 江苏省、南京市, 210000)

摘要: 分形理论是当今世界上非常流行和活跃的一门新兴理论和学科。分形理论不仅具有自然界中的美学韵味, 而且又可以通过数学公式和计算机技术产生了许多新的美感。本文介绍了分形理论的概念、特点和美学意蕴, 并以山川地貌为灵感, 运用分形理论设计了一款组合花架。文章首先简要介绍了分形理论的由来、发展和应用领域, 然后分析了分形理论的自然特点和几何特征, 以及分形理论所蕴含的美学规律和价值。接着, 文章通过案例学习, 展示了分形理论在多功能家具设计中的运用, 说明了如何利用分形曲线生成元进行迭代变换, 创造出新颖的造型语言。最后, 文章详细描述了作者基于分形理论的组合花架外形设计过程, 包括工程制图、建模过程和渲染效果, 并总结了分形理论在设计实践中的意义和难点, 以及作者的个人感悟。

关键词: 分形理论; 山川地貌; 组合花架; 外形设计; 美学意蕴

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A

引言

分形理论是当今世界上非常流行和活跃的一门新兴理论和学科。它不仅在数学、物理、化学等自然科学领域有着广泛的应用, 而且在经济、社会、生物、医学、艺术等人文社会科学领域也有着重要的意义和价值。分形理论为我们认识和揭示自然界和人类社会中存在各种复杂现象提供了一种新的视角和方法。分形理论也为设计者提供了一种新的可能性, 可以将自然界中具有分形特征的图案和结构运用到产品设计中, 创造出具有自然美感和创新性的产品形态。本文以山川地貌为灵感来源, 运用分形理论设计了一款组合花架, 旨在探讨分形理论在设计中使用的实际价值和意义, 以及存在的难点和挑战。

一、分形理论简介

(一) 分形理论的由来和发展

分形的概念最早是由美国数学家曼德尔波特提出的。1967年, 他在美国权威杂志《科学》上发表了题为《英国海岸线有多长》的著名论文。通过阐述海岸的几何特征, 展示了分形理论这种几乎相同程度的不规则性和复杂性表示出了海岸线在几何形状特征上都是具有自相似性特征的, 即具有局部形状特征与其整个几何形态特征间的相似性。在没有任何建筑物或任何其他物体可作摄影参考之时, 从高空拍摄到的一百多公里的海岸线照片与放大后的只有十多公里的海岸线上的这二张图片就显得是十分相似。事实上, 带有自然相似性特征的形态会在整个大自然系统中被普遍地出现, 例如: 连绵起伏的山川、浮云、岩石缝隙、布朗粒子运动的轨迹、树冠、花椰菜、大脑皮层等。曼德尔布罗特称这一部分和整个人类身体在某种程度上类似为分形。1975年, 他创立了分形几何学。在此基础上, 形成了研究分形特

性及其应用的科学，即分形理论。

分形理论是当今世界上非常流行和活跃的一门新兴理论和学科。它不仅在数学、物理、化学等自然科学领域有着广泛的应用，而且在经济、社会、生物、医学、艺术等人文社会科学领域也有着重要的意义和价值。分形理论为我们认识和揭示自然界和人类社会中存在各种复杂现象提供了一种新的视角和方法。

（二）分形理论的概念和特点

分形是一种具有自相似性和无限精细结构的几何图形。自相似性是指分形图形中的一部分与整体或另一部分在某种程度上具有相同或近似的形状，即局部与整体之间存在着某种比例关系。无限精细结构是指分形图形可以无限地放大或缩小，而不会失去其复杂性和细节。分形图形通常不能用传统的欧氏几何来描述，而需要用到一种新的几何工具——分维数来度量其复杂程度。分维数是一种反映分形图形空间填充能力和尺度变化规律的量，它可以是一个非整数或一个无理数，而且可以随着观察尺度的变化而变化。

分形理论不仅揭示了自然界中许多复杂现象的内在规律，而且创造了许多新颖美丽的图案。通过利用数学公式和计算机技术，人们可以生成各种各样的分形图像，如曼德布罗特集、朱利亚集、谢尔宾斯基三角、科赫曲线等。这些图像不仅具有丰富多彩的色彩和变化无穷的形态，而且具有深刻的美学意义和价值。它们展现了秩序与变换、规则与随机、简单与复杂等对立统一的美学规律，体现了理性与感性、数学与艺术的融合。

二、案例学习



（一）多功能家具

图 1 基于分形理论的多功能家具设计

如图 1 所示，这是一款基于分形理论设计的多功能家具，它可以作为书架、桌椅、花架等使用。它的设计灵感来源于二次迭代的三维希尔伯特曲线，这是一种具有自相似性和空间填充性的分形曲线。设计者将希尔伯特曲线交错变化放置，利用曲线上下结构之间的相互变换，使家具收纳功能、桌椅功能等相结合，同时保留了其中的 1/4 结构作为多功能家具的造型源泉。这样，既可以充分反映出希尔伯特分形曲线结构的内在特征，又可以更加合理有效地将这种分形自相似性的设计特性运用到现代家具造型设计中，表达出分形设计的思想。

（二）组合花架

本文的主要内容是介绍作者基于分形理论设计的一款组合花架,它适用于室内外的装饰,通过组合的方式放置更多数量和品种的植物使环境更加自然舒适。作者以山川地貌为灵感来源,提取山川变化线条,找出分形曲线生成元,之后将生成元进行多次迭代,形成新的外观形态。接下来,作者将详细描述组合花架的设计过程和效果。

三、组合花架外形设计

（一）设计背景

随着分形艺术的广泛应用,分形结构的自相似性和相互嵌套等特点可以作为一种新的造型语言应用到产品设计中。变幻的分形曲线不但可以表现出传统美学对称、重复、韵律等美学特点,它是具有一种超出了一切传统美的一种新的形式。分形曲线不复杂但却有其无可争议的强大视觉感染力,同时也为新产品设计者们创作出新型的产品形态带来了一种新思路。以分形曲线图作为主要设计参考元素,从设计功能要求与设计工艺与实现技术等角度多方位综合考量,对分形图加以合理取舍、变形处理与简化,并将其曲线结构和变化特点融入到产品设计中,在外观形态上取得创新。

组合花架适用于室内外的装饰,通过组合的方式放置更多数量和品种的植物使环境更加自然舒适。

（二）基于分形理论的组合花架外形设计

1. 组合花架形态设计构思

基于分形理论对世界各地有名的山川地貌的轮廓线进行抽象描绘概括,发现如果利用分形维数的计算可以证明这些山川地貌具有分形的特征特点。通过总结和提炼其相关性,我们不难发现:第一、峰林类的山川地貌因为姿态高耸,又多以山群出现,所以峰林类的山川纵向的山脉外轮廓线十分明显,具有很高的分形维数;第二、岩石的物理化学性质也会显著影响这些山川地貌的分形美学特征,举个例子,庐山的地貌因为多为变质岩所以出现了最高的分维值;第三、这些山川地貌的地质年份也或多或少对山脉轮廓的分形美特征产生了影响,山的地质形成年代较早的,在漫长的历史中受到了更多的侵蚀风化作用,所以山体外形浑圆,线条比较平顺,分维值就会比较低。综上所述,通过这些对山体外形的分形理论研究,我们很容易可以发现当山体外轮廓的分形维数越高,山川地貌的自相似性特征也会愈发明显,山形也会曲折不断,具有抑扬顿挫的变化起伏的节奏美感。

因此,以山脉为灵感来源,山川忽高忽低的变化,有对称、重复、韵律等美学特点,提取山川变化线条,找出分形曲线生成元,之后将生成元进行多次迭代,形成新的外观形态。

（三）具体设计过程

1. 图样提取



图 2 山脉分形曲线提取

如图 2 所示，根据山川分形图案外轮廓的特点，力求从不同视角观察组合花架都能产生其视觉效果，将分形曲线特点融入到各花架间的结合、起承转合，形成富有变化性的视觉感受，能产生山脉高低起伏的变化形态。

2. 建模过程

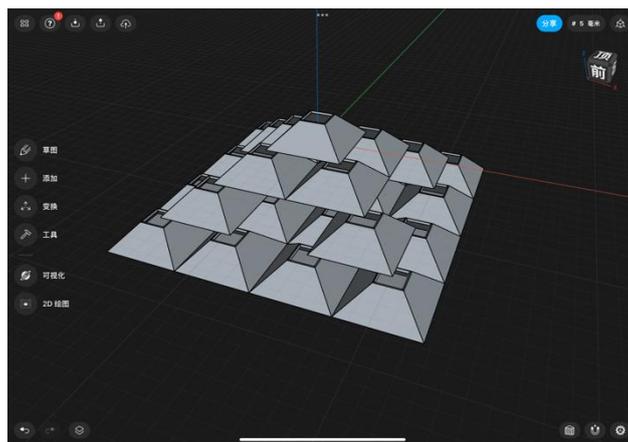
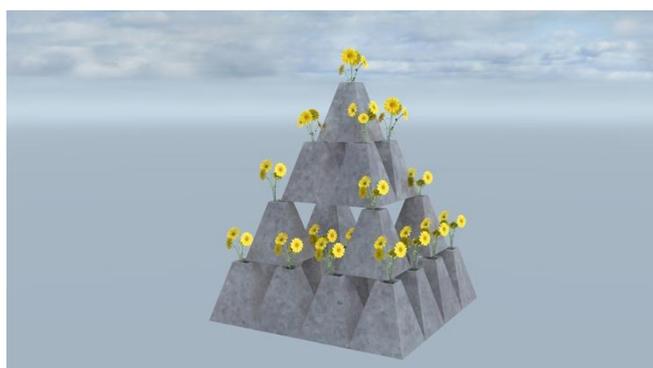


图 3 模型效果展示

如图 3 所示，运用 Shapr3D 软件建模，根据山川分形图案外轮廓的特点，力求从不同视角观察组合花架都能产生其视觉效果，将山川分形曲线特点融入到各花架间的结合、起承转合，形成富有变化性的视觉感受，能产生山脉高低起伏的变化形态。

3. 渲染效果



如图 4 所示,运用 Keyshot 软件渲染,选择适合室内外环境的材质和颜色,使组合花架与周围环境协调统一,突出其自然和谐的美感。

四、分形理论运用在设计中

(一) 分形理论在设计中使用的实际价值和意义

分形理论是一种揭示自然界和人类社会中复杂现象内在规律和美学价值的理论和方法。它不仅可以为设计者提供一种新的视角和思路,而且可以为设计者创造出一种新的造型语言和美学风格。分形理论可以帮助设计者从自然界中汲取灵感,提取自然界中具有分形特征的图案和结构,运用到产品设计中,创造出具有自然美感和创新性的产品形态。分形理论也可以帮助设计者利用数学公式和计算机技术,生成各种各样的分形图像,作为产品设计的参考元素,创造出具有变化无穷和细节丰富的产品形态。分形理论还可以帮助设计者探索分形图形中所蕴含的秩序与变换、规则与随机、简单与复杂等对立统一的美学规律,体现出理性与感性、数学与艺术的融合。

图 4 渲染效果展示

(二) 分形理论在设计中使用的难点和挑战

分形理论虽然为设计者提供了一种新的可能性,但是在实际应用中也有着一些难点和挑战。首先,分形理论是一门高深的数学理论,要想深入地掌握和运用它,需要有一定的数学基础和计算机技能。其次,分形理论是一种抽象的理论,要想将它转化为具体的产品设计,需要有一定的创造力和想象力。再次,分形理论是一种开放的理论,要想在众多的分形图像中选择合适的参考元素,并将其与产品功能、工艺、材料等因素相结合,需要有一定的审美能力和判断力。最后,分形理论是一种探索性的理论,要想在产品设计中体现出其独特的美学风格和价值,需要有一定的勇气和冒险精神。

五、个人感悟

通过本次基于分形理论的组合花架外形设计实践,我收获了很多。我不仅了解了分形理论的概念、特点和美学意蕴,而且学习了如何运用分形理论进行产品设计。我从山川地貌中提取了灵感,并找到了合适的分形曲线生成元,通过迭代变换生成了新颖的造型语言。我还利用 Shapr3D 软件进行了建模,并用 Keyshot 软件进行了渲染,展示了组合花架的外观效果。我觉得这款组合花架不仅具有实用性和美观性,而且具有创新性和自然性。它体现了我对于分形理论在设计中使用的实际价值和意义的认识。

同时,我也意识到了自己在基于分形理论进行产品设计方面还存在着一些不足。我觉得我对于分形理论还没有深入地掌握和运用,只是停留在表面层面。我还需要加强对于分形理论的学习和研究,提高自己的数学基础和计算机技能。我也需要增强自己的创造力和想象力,

尝试从更多的自然现象中寻找灵感,并将其与产品功能、工艺、材料等因素相结合。我还需要提高自己的审美能力和判断力,从众多的分形图像中选择合适的参考元素,并将其与产品设计的风格和主题相协调。我还需要培养自己的勇气和冒险精神,敢于在产品设计中体现出分形理论的独特的美学风格和价值。

总之,基于分形理论的组合花架外形设计实践是一次非常有意义和有价值的学习过程。它让我感受到了分形理论在设计中使用的魅力和挑战,也激发了我对于分形理论在设计中使用的兴趣和热情。我希望在今后的学习和实践中,能够更好地运用分形理论进行产品设计,创造出更多具有自然美感和创新性的产品形态。

结语

分形理论是一种揭示自然界和人类社会中复杂现象内在规律和美学价值的理论和方法,它可以为设计者提供一种新的视角和思路,也可以为设计者创造出一种新的造型语言和美学风格。本文还指出,分形理论在设计中使用也存在着一些难点和挑战,需要设计者有一定的数学基础和计算机技能、创造力和想象力、审美能力和判断力、勇气和冒险精神。本文希望通过本次实践,能够为分形理论在设计中使用的研究和应用提供一些参考和启示。

参考文献

- [1] 陈雷,高安亭,胡浩.基于分形理论的树状木结构形态设计研究[J].建筑技艺,2021,27(02):99-101.
- [2] 张胜杰,吕九芳.分形理论在家具设计中的应用[J].家具,2021,42(02):70-74.
- [3] 王城湘,耿晓杰.分形几何在家具设计中的运用[J].林产工业,2017,44(12):40-44.
- [4] 徐平,支宇.基于分形理论的产品形态设计研究[J].美术大观,2021,(06):140-141.
- [5] 陈铭,何异莞,吕建华.基于分形理论的凉山彝族装饰图案创新设计研究[J].家具与室内装饰,2021,(09):39-43.
- [6] 孙心茹.基于分形理论的中国海洋经济空间结构演变研究[J].全国流通经济,2021,(15):157-159.
- [7] 朱仁森,唐敦兵,王浩,康与云,仲太生.基于分形思想的产品设计过程建模[J].计算机集成制造系统,2011,17(12):2573-2582.
- [8] 陈新,黄洪钟,黄文培,姚新胜.分形理论及其在机械工程中的应用[J].机械科学与技术,2000,(05):692-695.
- [9] 吕耀华,严文刚.分形图形的生成法则[J].包装工程,2016,37(02):44-47.
- [10] 蔡伟琦.分形在传统家具形态中的应用研究[J].美术大观,2009,(12):73.
- [11] MANDELBROT B. B. Stochastic Models for the Earth's Relief, the Shape and the Fractal Dimension of the Coastlines, and the Number-area Rule for Islands[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1975, 72(10):3825-3828.

[12] 肯尼思·法乐科内. 分形几何——数学基础及其应用 [M]. 曾文曲, 刘世耀, 译. 沈阳: 东北工学院出版社, 1991: 5-7.

[13] Mandelbort B B. The Fractal Geometry of Nature [M]. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1982.

[14] Liebovitch L, Toth T. A Fast Algorithm to Determine Fractal Dimensions by Box Counting [J]. Physics Letters A, 1989, 141 (8/9): 386-390.

[15] Su F Z, Gao Y, Zhou C H, et al. Scale Effects of the Continental Coastline of China [J]. Journal of Geographical

[16] Mandelbort B B. How Long is the Coast of Britain Statistical Self-Similarity and Fractional Dimension [J]. Science, 1967, 156 (3775): 636-638.

The shape design of combined flower stand based on fractal theory

Haofan Liao

(Nanjing Agricultural University, Nanjing City / Jiangsu Province, 210000)

Abstract: Fractal theory is an emerging theory and discipline that is very popular and active in the world today. Fractal theory not only has the aesthetic flavour in nature, but also can produce many new aesthetics through mathematical formulas and computer technology. This article introduces the concepts, characteristics and aesthetic implications of fractal theory, and designs a combined planter using fractal theory inspired by mountain and river landscapes. The article firstly briefly introduces the origin, development and application fields of fractal theory, and then analyses the natural features and geometric characteristics of fractal theory, as well as the aesthetic laws and values embedded in fractal theory. Next, the article demonstrates the use of fractal theory in multifunctional furniture design through case studies, illustrating how iterative transformations can be performed using fractal curve generating elements to create a novel modelling language. Finally, the article describes in detail the author's design process of the shape of the combined planter based on fractal theory, including engineering drawings, modelling process and rendering effect, and summarises the significance and difficulties of fractal theory in design practice, as well as the author's personal insights.

Keywords: Fractal theory; mountainous terrain; modular planters; form design; aesthetic implications

