

数理概念下基于 F-S 曲线的城市口袋公园设计研究 ——以肇庆市鼎湖博览中心棕地厂房改造为例

覃娇芬

广东理工学院, 广东 肇庆 526100

摘 要：以肇庆市鼎湖博览中心棕地厂房改造为例，在数理概念下，基于斐波那契螺线（F-S 曲线）研究了城市口袋公园的设计方法。首先，阐述斐波那契数列的原理及其在自然界和艺术领域的应用，论证了数理概念在园林设计的必要性；其次，分析该废弃厂房的现状，包括地理位置、周边环境、建筑结构和景观状况等；最后，将 F-S 曲线应用于植物配置、空间划分、道路系统和视线引导等方面，以期创造出既有科学依据又兼顾艺术美感的新型公共绿地空间。

关 键 词：数理概念；斐波那契数列；园林布局；口袋公园

Design Research of Urban Pocket Park Based on F-S Curve under Mathematical Concept-- Take Zhaoqing Dinghu Expo Center Brownfield Factory Renovation as an Example

Qin Jiaofen

Guangdong Institute of Technology, Zhaoqing, Guangdong 526100

Abstract： Taking the brownfield factory renovation of Dinghu Expo Center in Zhaoqing City as an example. Under the concepts of mathematics, and based on the Fibonacci spiral (F-S curve), the design method of urban pocket parks was studied. Firstly, this article elaborates on the principle of the Fibonacci sequence and its applications in nature and art, demonstrating the necessity of mathematical concepts in landscape design; Secondly, the current situation of abandoned factories in the central brownfield was analyzed, including geographical location, surrounding environment, building structure, and landscape conditions; Finally, the F-S curve is applied to plant configuration, spatial division, road system, and line of sight guidance, in order to create a new type of public green space that is both scientifically based and aesthetically pleasing.

Keywords： mathematical concepts; fibonacci sequence; garden layout; abandoned factory building

引言

随着社会经济的快速发展和城市化进程的加快，市民对生活品质的追求日益提高，园林景观作为城市生态环境的重要组成部分，不仅关系到城市的美观和生态平衡，还直接影响着居民的生活质量。在此背景下，如何科学合理地进行城市口袋公园设计，成为当前风景园林学和城市规划领域研究的重要课题。

在当前的城市口袋设计与研究中，往往存在着过多的主观主义^[1-4]，即风景园林的设计依赖于设计者个人的判定与偏好，客观与数理性相对不足。对此，该研究则需进一步深入。在此概念下，研究以斐波那契数列为切入点，并将其衍生物：斐波那契曲线（F-S 曲线），应用于城市口袋公园设计。

斐波那契数列^[5]（及 F-S 曲线^[6]）在自然界中广泛存在，如植物的分枝、花朵的排列、动物的体态等，都遵循着该数列的规律。近年来，其在建筑、艺术设计、音乐等领域得到了广泛应用，但在园林布局方面的应用与研究则尚不充分，亟待补充。

本文以肇庆市鼎湖博览中心棕地厂房为改造对象，其地理位置优越，人流相对密集是区域的公共活动中心，具有较高的改造潜力。因此，本文通过对斐波那契数列（曲线）原理的深入剖析，并将其应用于城市口袋公园设计，从而为城市园林设计提供参考思路。

一、斐波那契数列原理

利数学家斐波那契提出^[7-10]。该数列以其独特的数学规律和广泛的应用而闻名，其序列如下：0、1、1、2、3、5、8、13、21、34……从第三项起，每一项都是前两项之和。具体公式定义为：

斐波那契曲线（F-S 曲线）源于其数列，被 13 世纪的意大

基金项目：2019 年肇庆教育发展研究院教育研究课题（ZQJYY2019081）；2023 年肇庆市哲学社会科学“十四五”规划项目（23GJ-150）；2024 年广东理工学院“质量工程”项目（JXGG2024037）；2024 年广东理工学院科研平台和项目（2024YBSK002）；2024 年广东理工学院大学生创新训练计划项目（S202413720010）。

作者简介：覃娇芬（1987-）女，壮族，广西南宁，讲师，硕士，研究方向：风景园林规划设计。

$$\begin{aligned} a(0) &= 0 \\ a(1) &= 1 \\ a(n) &= a(n-1) + a(n-2) \end{aligned} \quad n \geq 2, \quad n \in N^+$$

随着 n 的增大，斐波那契数列中相邻两项的比值逐渐趋近于黄金分割比 0.618。

这是因为：

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+2}}{a_{n+1}} = x$$

则存在：

$$x + 1 = \frac{1}{x}$$

由于 $x > 0$ ，故得求解：

$$x = \frac{\sqrt{5}-1}{2} = 0.618$$

同时，该数列亦存在诸多性质，比如：

(1)

$$a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = a_{n+2} - 1$$

(2)

$$a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots + a_n^2 = a_n a_{n+1}$$

(3)

$$a_1 + a_3 + a_5 + \dots + a_{2n-1} = a_{2n}$$

(4)

$$a_1 a_2 + a_2 a_3 + a_3 a_4 + \dots + a_n a_{n+1} = a_{n+1}^2$$

$$n = 2k, k \in N^+$$

(5)

$$a_{n+2} a_n - a_{n+1}^2 = (-1)^{n+1}$$

而斐波那契螺旋，即以斐氏数列为基础的四分之一圆弧，按逆时针或顺时针方向向外盘旋形成的螺旋形状，也被称为“黄金螺旋”。斐波那契数列在艺术领域也有着广泛的应用，德国哲学家、实验心理学家费希纳的“矩形展览会”实验表明，市民普遍认为长宽比为斐波那契数列相邻两项的矩形最为美观，进一步证明了斐氏数列在审美上的价值。

总之，斐波那契数列作为一种普遍规律，具有和谐、统一、科学、逻辑和简洁等特质。通过对斐波那契数列的研究，可将数学美、几何美、形式美和理性美融合在一起，为园林设计领域提供宝贵的审美借鉴。

二、数理概念下的园林设计

(一) 数理化园林的必要性

园林设计作为一门综合性艺术，融合生态、美学、工程技术等多方面知识。数学在园林设计中的应用 数学作为一门研究数量、结构、变化和空间等概念的学科，为园林设计提供了严谨的逻辑思维和精确的计算方法。数学原理可应用于景观布局、地形分析、植被配置等方面，实现设计的科学性与合理性。

(1) 园林设计存在主观性较强的缺点：设计风格单一化：由

于设计师个人喜好和审美观念的影响，容易导致园林设计风格过于单一，缺乏创新性和多样性。生态功能忽视：部分设计师过于追求视觉效果，忽视对生态功能的考虑，导致园林景观的可持续性较差。空间布局不合理：受限于设计师的主观判断，园林空间布局可能存在不合理之处，无法满足市民的使用需求。

(2) 数理化在园林设计的可行性：提高设计科学性：数理概念的应用有助于提高园林设计的科学性，使设计过程更加严谨、合理。丰富设计手段：借助数理化工具，设计师可以更加准确地表达设计意图，提高设计效果。优化空间布局：通过数理化方法，可以对园林空间布局进行量化分析，使其更加符合市民的实际需求。

对于以上问题，本文提出以下研究切入：

针对目前园林设计中存在的主观性较强的缺点，探讨数理化园林可能成为未来园林研究的重要方向。在此，则可引入斐波那契数列，及其衍生的 F-S 曲线，用于园林景观改造研究。

(二) 斐波那契数列在自然界的存在

斐波那契数列在园林设计与自然植物界的应用显得尤为显著^[11]。在植物界，斐波那契数列的规律不仅体现在花卉花瓣的数量上，还表现在植物的生长模式中。例如，松球的外观虽然看似杂乱，但实际上却隐藏着斐波那契数列的秩序。松球的鳞片以斐波那契数列的模式发散，其中顺时针方向有 8 条螺旋线，逆时针方向有 13 条，这些数字是斐波那契数列的数值。

向日葵的花序展现斐波那契数列的规律，其花瓣生长呈现出 21 条顺时针螺旋线和 34 条逆时针螺旋线，对应斐波那契数列中的相邻数值。花椰菜的花籽排列逆时针方向有 8 根螺旋线，顺时针方向有 13 根，与斐波那契数列相吻合。在树木的生长方式能观察到斐波那契数列的影子。树木的枝干生长模式与斐波那契数列的增长方式相似，呈现出 1、2、3、5、8、13、21……的序列，每项数值都是前两项之和，这种生长模式充满了规律性和秩序感。

斐波那契数列将自然界的生态与数学法则紧密相连。人类对黄金比例^[12-17]的偏爱，或许正是由于斐波那契规律在自然界中的普遍存在，在人类不断的观察中，潜移默化地影响人们认知，斐波那契数列使得看似无序的世界变得有逻辑、有联系、有秩序。

三、肇庆市鼎湖博览中心棕地厂房现状分析

(一) 地理位置与周边环境

厂房坐落于广东省肇庆市鼎湖山牌坊附近（图 1）。该区域交通便利，紧邻鼎湖大道，便于车辆及行人通行。厂房东侧鼎湖区坑口机动车检测站，南侧则分布着海伦堡和悦府以及富力尚悦居两大住宅区，此地区人口密集，生活氛围浓厚。西侧设有汽车充电桩和富邦欧美家具博览中心，显示商业活动的活跃性。北侧是居民楼，反映出社区生活的紧密联系。

从环境角度来看，尽管该地居民众多且商业活动频繁，但周围的公共休闲绿地资源较为稀缺。厂房若能被有效改造，将提升当地居民生活质量的重要契机，通过增加绿化面积，将其转变为集休憩、娱乐于一体的公共空间，从而改善周边居民的居住环境和整体城市风貌。总体来说，厂房不仅地理位置优越，而且具备

良好的开发潜力，通过对现有资源的整合与优化配置，有利于实现经济效益与社会效益的双赢局面。



> 图1 场地区位

(二) 厂房建筑和景观分析

厂房由3栋主建筑和若干附属建筑围合而成，由于长期无人管理，场地荒废较久，厂房及其周边环境状况不容乐观，对鼎湖区乃至整个肇庆市的形象造成不良影响。

(1) 建筑结构安全隐患：厂房的建筑墙体多处出现明显的裂缝（图2），尤其是在建筑的东面墙体和室内墙体上更为严重。这些建筑问题不仅影响建筑的美观，更重要的是带来严重的安全隐患。建筑外墙的部分砖块已经暴露在外，一些窗户也处于摇摇欲坠的状态，周围没有采取任何防护措施，对周边居民的出行安全构成极大的威胁。此外，建筑的外立面颜色斑驳，二楼的大门更是完全缺失，与南侧现代化的海伦堡居住区形成了鲜明的对比，极大地影响肇庆市的市城市形象。



> 图2 厂房建筑概况

(2) 厂房外观破败：厂房大门主入口垃圾随意丢弃塑料袋和其他生活垃圾（图3），值班室门口已被杂草所遮挡，显示场地内植物缺乏后期的护理和维护。场地内的杂草丛生，使得整个厂区的环境非常凌乱，植物的配置也比较单一，缺乏生机和活力，无法起到美化环境的作用。

(3) 围墙与道路问题：厂房东面围墙被杂草所覆盖（图3），同时围墙边上还堆放着大量的建筑垃圾。不仅影响厂房的外观，也对鼎湖区机动车检测站的正常运作造成干扰。由于车辆进出频繁，围墙边垃圾使周边车辆的出行变得困难，影响鼎湖区街道环境的干净和整洁。



> 图3 厂房环境概况

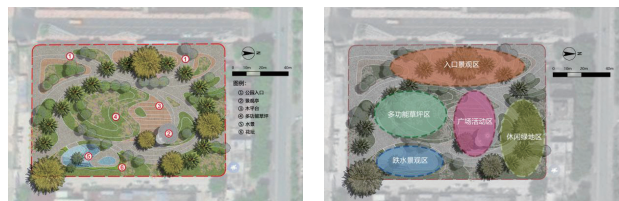
四、厂房改造策略

(一) 设计目标

通过将厂房改造成集休闲、娱乐、健身于一体的城市口袋公

园，使原本荒废的空间焕发新的生机与活力，为市民提供舒适宜人的户外活动场所（图4）。

由于其存在严重安全隐患，不利于再利用设计，拆除原有的危险建筑结构，确保场地安全，修复和完善基础设施，如供水供电系统、排水设施等。场地被重新划分为多个功能区域。位于公园西侧营造主入口，方便市民进入，设有宽敞的活动空间，适合围在树下聚会；绿地分布在口袋公园的不同角落，供游客散步和欣赏周围景色。场地中景观亭采用现代简约风格设计，与自然环境融为一体；木平台提供高处的观景点，让市民从不同的角度观赏公园的美景；多功能草坪是开放式的绿色空间，可用于野餐、游戏等多种活动，体现使用的灵活性和舒适性；水景包括小型水池和喷泉装置，增加了公园的趣味性和互动性。水声潺潺，让人感受到大自然的魅力（图5）。



> 图4 总平面图

> 图5 功能分区图

(二) 斐波那契数列在场地的应用

1. 植物配置

(1) 乔木层：选择具有较高观赏价值和生态效益的树种，如凤凰木、桂花树等。不仅在视觉上能给人美的享受，还能通过吸收二氧化碳、释放氧气等功能改善空气质量，为人们提供一个清新舒适的游憩环境。凤凰木树形优美，夏季盛开鲜艳的红色花朵，具有极高的观赏价值，适合作为景区的焦点树种。桂花树四季常绿，秋季开花香气浓郁，能够提升景区的空气质量，营造宜人的氛围。

(2) 灌木层：选用一些低矮、耐修剪的灌木品种，如杜鹃、茶花、含笑等。可增加景区的层次感，并为鸟类和小动物提供栖息地。杜鹃花色丰富，春季开花，适合成片种植，形成美丽的花海景观。茶花花期长，花型多样耐阴，适合在乔木下层种植，增加景观层次。含笑花白色，香气浓郁，适合点缀于乔木和灌木之间，提升景区的香气氛围。

(3) 地被层：铺设草坪或种植一些低矮的地被植物，如麦冬草、沿阶草等。有效防止水土流失和美化环境，便于游人休憩。麦冬草耐阴耐寒，生长旺盛，适合作为地被植物，覆盖裸露土壤，保持水土。沿阶草叶片翠绿，耐阴耐湿，适合在阴湿环境中种植，美化景区的步行道旁。草石蚕耐旱耐瘠薄，适合在岩石缝隙中生长，增添自然野趣。

在配置植物时，充分考虑植物的生长习性、花期、色彩等因素，以及肇庆市的地理环境和气候条件，以达到最佳的景观效果和生态效益。还注意植物之间的搭配，形成层次分明、色彩丰富、四季变换的自然景观。

2. 空间布局

基于数理概念下，利用斐波那契数列的递增规律来划分空间，形成大小不同的景观空间（图5），如：中心广场、休闲绿

地、水景区等。具体做法是在特定组合圆的象限处种置较大的,具有明显视觉特征的较大型的乔木凤凰木(图6),目的是为了在这些关键点上形成显著的视觉焦点,吸引人们的目光,增强空间的层次感和立体感。同时,为避免非象限段上存在较大的视觉空白,在此段上则设置等角绿点种植桂花树,形成场地的游览引导作用,其位置与相应圆心的夹角为:

$$\theta = (\pi/2)(R/\bar{L})^{-1}$$

式中, $\pi/2$ 为每个圆的转动角度; R 为圆的半径; $\bar{L}$ 为单位长度, 其与设计场地的尺寸相关, 若选定该值后, 则螺旋线组合圆的半径分别为: $0\bar{L}$ 、 $1\bar{L}$ 、 $1\bar{L}$ 、 $2\bar{L}$ 、 $3\bar{L}$ 、 $5\bar{L}$ 、 $8\bar{L}$..., 这些半径之间满足斐波那契数列的特性, 满足数列前后项之间的关系。

同时, 为明示各弧段象空间节点的影响, 以突出景观整体与局部的分界, 加深视觉层次的映射, 从而构建强烈的冲击映像。因此, 可在各圆象限点位置上种植异于弧段的乔木。这些乔木应与周围环境和景观本身具有和谐的关系。

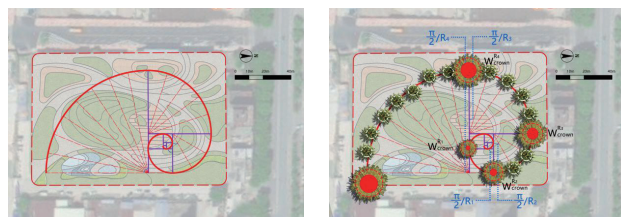
在本文设计中, 可采用特定的算法, 以确定象限处乔木的冠幅:

$$W_{\text{crown}} = Re^{-2}[\ln(\pi) + \ln(R)]$$

其中, W_{crown} 为象限乔木对应的冠幅; R 为此象限点处所对的圆半径; e 为自然数。式中包含 e 代表了自然界中增长的极限, π 则表示了自然界运动的基本形式: 圆周运动。

当圆半径为 3m、5m、8m 和 13m 时, 对应的幅值则分别为 0.9106m、1.8633m、3.4902m 与 6.5258m。可以看出, 半径与冠幅两者为正相关关系, 同时冠幅随半径的变化率保持一定的恒定状态, 以保证景观变化的适度避免突然变化, 以致使视觉感上的突兀。

通过这样的方式, 可在不破坏原有自然肌理的前提下, 巧妙地将数学原理融入园林设计, 创造出既有科学依据又有艺术美感的新型公共绿地空间。不仅能够丰富市民的审美体验, 还能激发市民对科学的兴趣和对自然的热爱。



> 图6 空间布局

3. 道路系统与视线引导

(1) 道路系统设计

针对杨帆废弃厂房地改造, 斐波那契数列被应用于道路系统的规划。道路由中间往四周发散, 从而创造出自然流畅的步行体验。不仅提升园区内交通的便捷性, 同时也使道路本身成为富有节奏感和数学美感的景观元素。

主干道采用曲线形式, 模拟自然地形起伏变化, 增强游览体验, 方便游客通行, 并与各景点相连接。次干道围绕主干道布置, 形成环形路网结构, 主要用于连接次要景点。步道贯穿于整

个园区, 串联起各个重要节点。步道材质多样, 包括木质平台、石板地面等, 营造出丰富的行走体验。

(2) 视线引导设计, 斐波那契数列的原理发挥关键作用。通过在关键节点设置高大的乔木, 焦点按照斐波那契数列的排列方式散布于园区各处, 引导游客的视线自然流转。有序的视觉引导不仅增强空间的层次感, 也使得游客在探索过程不断发现新的美景, 体验到空间变化的韵律和惊喜。

五、结语

将斐波那契数列应用于城市口袋公园设计, 能够有效地提高园林设计的科学性, 丰富设计手段和优化空间布局, 创造出更具美感和吸引力的公共空间。本案例研究为城市口袋公园设计提供新的思路和方法, 具有一定的实践价值, 未来进一步探索其它数理概念在园林设计的应用, 并结合人工智能等新技术, 推动园林设计向更加科学、理性和可持续发展的方向发展。

参考文献

- [1] Bin-Yi L. The Objective Indicating of Landscape Architecture Subjective Perception: The Objective Information Translation Principle of Digitization and Quantitative Evaluation of Visual Perception for Landscape Architecture [J]. Chinese Landscape Architecture, 2015.
- [2] Simons B K, Johnson G R. The road to a thoughtful street tree master plan: A practical guide to systematic planning and design [J]. Land Use Planning, 2008.
- [3] 李晓颖, 陈佳樱. 主客共享视角下乡村文化景观要素的感知差异性研究——以南京市黄龙岷茶文化村为例 [J]. 现代城市研究, 2024, 39(1): 125-132.
- [4] 刘畅. 都市景观主义设计思想与实践——以工业废弃地改造为例 [J]. 艺术品鉴, 2017(2X): 2. DOI: CNKI: SUN: YSPJ. 0. 2017-02-053.
- [5] 杨彦辉. 例说黄金分割定律在平面设计中的应用 [J]. 包装工程, 2023, 45(12): 233-242.
- [6] 方海泉, 周铁军, 桑宝祥, 等. 对数螺线、黄金分割与斐波那契数列的完美统一的 [J]. 数学理论与应用, 2009(4): 4. DOI: CNKI: SUN: LLYY. 0. 2009-04-003.
- [7] 李秋月. 高等数学视角下分析服装设计中的比例美学 [J]. 染整技术, 2022, 46(3): 69-71.
- [8] 杨雅茜. 斐波那契数列原理在 LOGO 设计上的研究应用 [J]. 设计, 2023, 36(10): 122-125.
- [9] 蔡秉坤. 聚焦问题驱动, 探索项目引领——以“求解斐波那契数列”教学设计为例 [J]. 新校园, 2023(7): 33-34.
- [10] 唐得娇邓伟升. 斐波那契数列若干性质的台阶法证明 [J]. 云南师范大学学报: 自然科学版, 2022, 42(6): 29-31. DOI: 10.7699/j.ynnu.ns-2022-073.
- [11] 汪晓勤. 数学文化透视 [M]. 上海科学技术出版社, 2013.
- [12] 陈伟钢. “黄金分割”律形成之源探秘 [J]. 自然杂志, 2004, 26(6): 357-357. DOI: CNKI: SUN: ZRZZ. 0. 2004-06-014.
- [13] 张清利, 张国艳. 由斐波那契数列谈数学美 [J]. 北京广播电视大学学报 (4): 46-封三 [2004-12-20].
- [14] 邢思琪. 探究景观设计中的秩序美法则——以黄金分割比例为例 [C] // 第十七次建筑与文化国际讨论会. 中国建筑学会, 2018.
- [15] 邢思琪, 马建武. 景观设计中的比例和秩序——基于黄金分割比 [J]. 福建建筑, 2019(3): 6. DOI: CNKI: SUN: FJJZ. 0. 2019-03-006.
- [16] 曾兰玲. 树木花卉形态建模研究 [D]. 浙江大学 [2009-06-01]. DOI: CNKI: CDMD: 1. 2010. 059145.
- [17] 袁国林, 陈荣生. 黄金分割比例及其在道路设计中的应用 [J]. 公路交通科技, 2004(05): 4-7. DOI: CNKI: SUN: GLJK. 0. 2004-05-001.