

文章编号: 1000-2278(2004)04-0255-06

日用陶瓷设计构图的计算机算法

彭永康¹ 章义来¹ 洪亮² 马建军¹

(1.景德镇陶瓷学院, 333001; 2.江西省陶瓷研究所)

摘 要

本文针对日用陶瓷图案的特点,应用计算机图形学方法,研究了陶瓷图案构成的基本算法,给出了基本图元的构造、存储与绘制方法,对多种连续图案设计的算法进行了描述,并应用于陶瓷产品图案 CAD 系统。

关键词: 图案构成, 算法设计, 陶瓷图案

中图法分类号: TP301.6 **文献标识码:** A

THE COMPUTER ALGORITHM FOR HOUSEHOLD CERAMIC PATTERN COMPOSITION

Peng Yongkang¹ Zhang Yilai¹ Hong Liang² Ma Jianjun¹

(1.Jingdezhen Ceramic Institute, 333001; 2.Ceramic Research Institute of Jiangxi)

Abstract

In this paper, basic algorithms for ceramic pattern composition were observed with respect to its particular characteristics from the perspective of computer graphics, options for composition, storage and reproduction of fundamental graphic elements were given, and many continuous pattern design algorithmic solutions were described in detail and then applied to the CAD system for ceramic pattern design.

Keywords: pattern composition, algorithm design, ceramic pattern

1 前 言

图案^[1]广义指对某种器物的造型结构、色彩、纹饰进行工艺处理而事先设计的施工方案,制成图样,通称图案。狭义则指器物上的装饰纹样和色彩而言。图案根据表现形式则有具象和抽象之分。

图案设计过程实际上是体现设计者匠心的过程,设计者从自然中发现美,提炼美,最后凝聚美,给大千

世界提供了一道亮丽的风景线,同时也点缀了我们的生活。陶瓷图案 文中提及的陶瓷图案,如无特别说明,简称图案)的设计目的是制作日用陶瓷花纸,对陶瓷制品进行装饰。图案依其内容可以分为花卉图案、风景图案、人物图案、动物图案等等;根据图案的构图可以分为单独纹样、适合纹样、二方连续纹样、四方连续纹样等。

本文着重从陶瓷图案的构成和计算机实现的角度出发,讨论了单独纹样、二方连续纹样、四方连续纹

样、适合纹样的计算机算法。

2 图案构成与算法分析

2.1 基本概念

图元 (Cell): 指构成图案的一个不可再分的单元, 它由点、线、圆等基本图素 (Graph) 构成。

变换 (Transform): 指对图元实施的一系列诸如平移、旋转、缩放等几何变换的操作总称。

变形 (Metamorphose): 指对图元或图案实施的一系列装饰造型操作总称。

图案 (Pattern): 是一系列图元按一定的组织方式构成的复合图元。

2.2 图案构成

图案的构成, 可用以下范式进行描述:

Graph::= point | Line | Ellipse | Ployline | Polygon...

Transform::= shift | rotate | zoom...

Cell::= { (Cell | Graph) Transform(Metamorphose) * } * Metamorphose *

Pattern::= { (Pattern | Cell | Graph) Transform(Metamorphose) * } * Metamorphose *

上述范式描述了图案的构成, 如图 1 中的构成树, 明确的表示了应用计算机技术进行图案设计时,

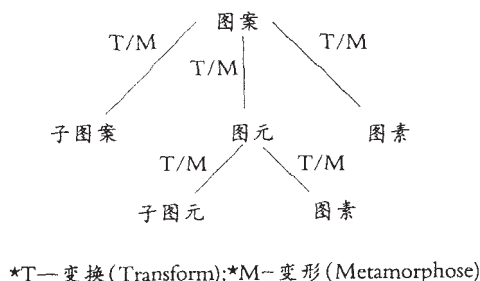


图 1 图案构成

Fig.1 Pattern hierarchy

图案的构成以及构图操作的关系。

由图案的范式描述或图 1 的描述, 我们可以得出构成图案的任一图元或图素, 在陶瓷图案设计开发过程中均可采用平移、变形两种再加工手段来得到需要的构图单元。构图单元的变换 (Transform) 操作, 主要的目的是调整构图单元的方向、走向及大小等数据,

变形 (Metamorphose) 则提供了一种针对现有构图单元通过变形操作处理后, 生成新的构图单元的能力。

2.3 图元构造

2.3.1 算法分析

由 1.1、1.2 定义可知, 图元是由更简单的子图元、点、直线、圆等基本图素按一定规则进行变换而成。对任一图元, 均具有表述图元的构成的轮廓或边界信息以及表达由边界围成的封闭区域的内部属性信息等两个方面。在应用图元构造图案时, 我们还需关注图

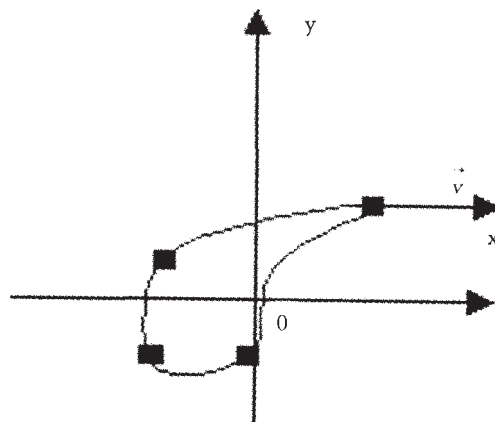


图 2 图元构成

Fig.2 Pattern-cell composition

元向量在图案中的指向, 它决定了图元在图案中的生成方式及生成方向。

图 2 揭示了构造图元时, 我们一般是先设计出图元的轮廓, 再指定图元向量 $\vec{v}$ 的方向, 最后再指定图元中封闭部分的区域填充情况, 如此则可大致完成一图元的设计过程。同时需特别指出的是, 图元的设计构造过程是在一特定的坐标系—建模坐标系 $MQ \ x: -N \sim N, y: -M \sim M$ 中完成的。

图元具有一次设计, 多次应用的特点, 图元需要应用一合适的存储结构来存储图元的所有信息, 以便在构图时能方便的应用图元进行构图, 同时还要考虑图元进行变形等操作的需要。

2.3.2 图元的存储结构

图元{

Vector $\vec{v}$; // 图元的参考向量

CRect CoordArea; // 图元的建模坐标系取值范围

CPoint CoordOrg; // 图元基准点

图元的边界构成数据;

图元中的封闭区域及其属性;

变换信息; // 存储几何变换与变形操作的必要数

据

...

}

2.3.3 图元的绘制

要在图案的构图空间中绘制显示一图案, 须经历如下算法处理:

(1) 获取图元的缩放系统 $S(Sx, Sy)$ 以及显示中心点坐标;

(2) 获取图元的构图方向 $\vec{v}$;

(3) 计算图元的旋转角度 α 及其正、余弦值;

(4) 对图元进行几何变换;

(5) 对图元进行相应变形操作;

(6) 绘制图元。

经上述六个步骤的处理, 图元即可按指定的要求显示在指定位置。

2.4 单独纹样图案设计

2.4.1 算法分析

单独纹样是指能独立存在单独运用的形态不受

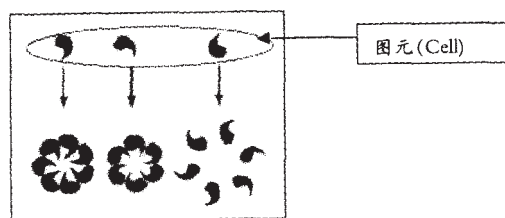


图 3 单独纹样图案

Fig.3 Individual pattern single-pattern composition

任何外形约束的一种个体组织形式。单独纹样图案的构成分均衡型与对称型两种。

单独纹样型图案从结构上分析可知, 该型图案亦由若干图元按一定的组织规则进行组织形成, 如图 3 所示。

(C)图 3-2 圆弧 (中) 为构造下方三图案所使用的图元,

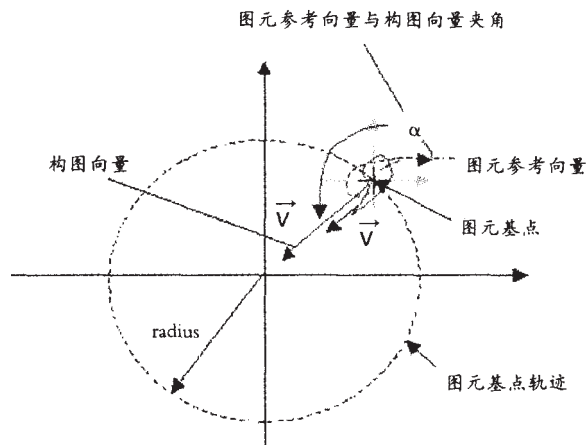


图 4 图元与构图坐标系的关系

Fig.4 Relationship between pattern cell and composition coordinates

区别在于图元的建模坐标轴的方向不同。在分析图中图案的构成情况后, 我们提出如下的构图算法, 来应用计算机构造上述图案。

2.4.2 单独纹样图案的计算机构图算法

(1) 确定图案的中心点 $Q(x, y)$, 指定图元的建模中心点的移动轨迹所处的圆周半径 $radius$ 以及图元的显示尺寸;

(2) 确定圆周上的所有图元的图元基准点 O_i ;

(3) 确定所有图元构图向量 $\vec{V}_i$;

(4) 根据 $\vec{V}_i$ 调用图元绘制算法绘制所有图元。

2.4.3 构图向量 $\vec{V}$ 与图元参考向量 $\vec{v}$ 的夹角计算

图 4 展示了图元的建模坐标系与图案的构图坐

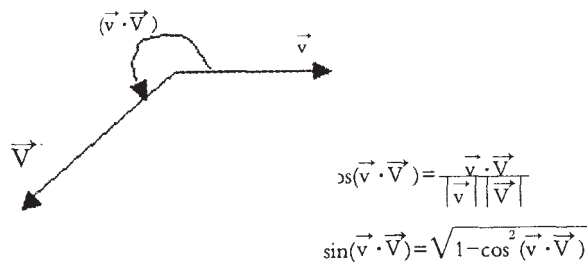


图 5 图元参考向量与构图向量夹角计算

Fig.5 Calculation of the angle between the cell's reference vector and pattern composition vector

标系的关系,在建模坐标中构造图元时,需指定图元的参考向量 $\vec{v}$,构造图案时,需指定图元基点在构图坐标系中的位置及构图向量 $\vec{V}$,在将构图向量 $\vec{V}$ 传入图元后,根据图元参与向量 $\vec{v}$ 与构图向量 $\vec{V}$ 作内积运算即可计算出 $\vec{V}(\ x_v, y_v)$ 和 $\vec{V}(\ x_v, y_v)$ 交角的正、余弦值,如(图5所示)。

2.5 二方连续图案构造

二方连续纹样是将一个基本单元纹样向左右或上下作连续性重复排列的一条带状图形。分为纵式连续纹样和横式连续纹样,它常见的构图方式有以下几种:

散点型:以一个或数个点形作为一个基本单元向左右或上下重复排列成的二方连续图案。

垂直型:把一个单元纹样朝上或向下,也可上下交叉摆放进行连续排列而成二方连续图案。

倾斜型:将单元纹样沿倾斜方向安排所构成的二方连续图案。

波浪型:将单元波浪型作水平方向排列构成二方连续图案。

水平型:将单元纹样作水平方向排列而构成二方连续图案。

折线型:在折线的转角处安排单元纹样所形成连续排列的图案。

二方连续纹样图案设计要求结构严谨,要注意单元之间的连接,避免结点生硬、空间不当、琐碎不整等缺点。

二方连续纹样图案构图算法:

- (1)选取二方连续纹样的单位图元 Cell;
- (2)确定二方连续纹样的构图方式 LinearType;
- (3)确定需生成的二方连续纹样图案的单位图元个数 cnt;
- (4)在二方连续纹样的第 $i \in [1, cnt]$ 个图元位

置,完成如下操作:

- a) 根据纹样构图方式 LinearType 确定出第 i 图元的构图向量 $\vec{V}_i$;
- b) 根据出图元 i 的显示尺寸 C_x, C_y , 确定适当的缩放因子 S_x, S_y ;
- c) 根据 a、b 所确定的相关参数显示第 i 个图元;
- (5)重复④直至 $i > cnt$ 为止。

图6所示的二方连续纹样图案即是根据上述算法设计生成的水平型二方连续纹样图案。

2.6 四方连续图案构造

所谓四方连续纹样,就是以基本单元纹样向四周无限重复排列、连贯延伸并可向外无限扩展的纹样。四方连续在日常生活中应用十分广泛,如服装的料设计、地毯、墙纸的图案设计等等,它的构图方式主要分以下几种:

散点排列:其特点就是一个基本单元里的一个或数个纹样呈散布排列,并以相同的单元纹样向四周作重复延伸所形成的图案。散点排列可分为规则散点排列与不规则散点排列。

菱形排列:在菱形的骨架内适当地安排单位纹样,并向四周循环连续延伸的图案。

波浪形排列:整个四方连续图案呈波浪形连缀,并在波浪形的骨架内所形成的四方连续图案。

阶梯排列:将单元纹样安排以阶梯形延伸排列的骨架内所形成的四方连续图案。

重叠排列:由两种或两种以上不同组织方式的四方连续纹样重叠而成的多层次的纹样。

四方连续纹样图案的设计要点是:要主次分明,使画面层次清晰,具有直观的装饰效果,如散点排列与菱形排列结合、菱形排列与波浪形排列结合等。但不管哪种排列方式,都要做到造型优美、布局均匀、空间得当、连接自然、色调明确、层次分明。

四方连续纹样图案构图算法:

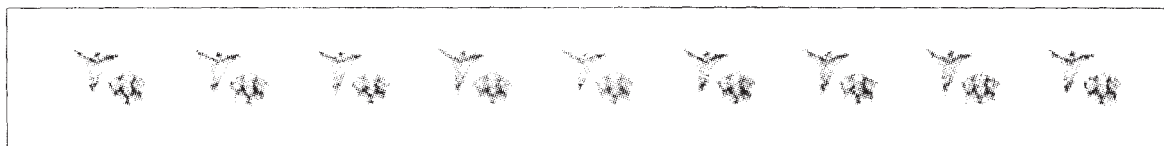


图6 二方连续纹样图案

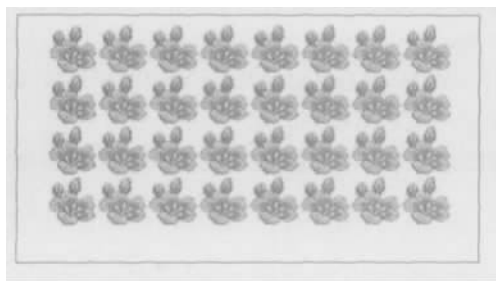


图 7 四方连续纹样图案

Fig.7 Continuous quad pattern composition

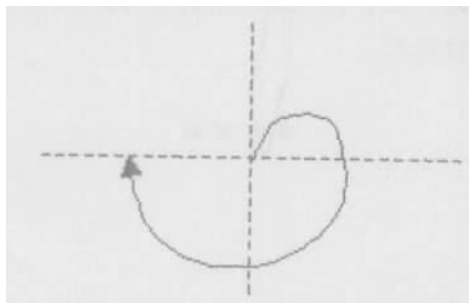


图 9 图案 Pt 的适合样式 style

Fig.9 Standard style of pattern composition Pt



图 8 单独纹样图案 Pt

Fig.8 Single-pattern composition Pt



图 10 适合样式 style 的适合纹样图案

Fig.10 Standard pattern in standard style

在此我们给出图 7 所示的四方连续纹样图案的构图算法:

- (1) 选取四方连续纹样的单位图元 Cell;
- (2) 确定四方连续纹样的构图方式 uType;
- (3) 确定需生成的四方连续纹样图案的行数 row - s、列数 cols;
- (4) 在四方连续纹样的第 $i (i \in [1, rows])$ 行, 可以当作具有 cols 个单位图元的二方连续纹样图案调用“二方连续纹样图案构图算法”处理;
- (5) 重复直至 $i > rows$ 为止。

图 7 所示的四方连续纹样图案即是根据上述算法设计生成的散点排列的四方连续纹样图案。

2.7 适合纹样图案构造

适合纹样图案就其独立存在、单独运用这方面讲属单独纹样图案的范畴, 但与上面所谈到的单独纹样图案相比又表现出自身的一些特点。它必须与一定的外轮廓相适应, 即将纹样适当地组织在一定的外形轮廓内。适合纹样的外轮廓多种多样, 如四方形、圆形、三角形、菱形、心形等几何形及某些自然物质的外形,

都可以作为适合纹样的外轮廓。

适合纹样图案生成算法:

- (1) 按单独纹样格式设计一临时图案 P_i (图 8);
- (2) 设置临时图案 P_i 的适合纹样为图 9 样式 style;
- (3) 将(2)设定的样式 style 作用于临时图案 P_i , 生成如图 10 所示的最终图案。

3 结束语

将计算机技术应用于陶瓷图案设计, 对提升传统产业的技术水平, 缩短陶瓷新产品的设计开发周期, 提高企业核心竞争力, 具有较为广泛的应用前景与实用价值。

文中讨论的算法已在陶瓷产品图案 CAD 系统中

成功实现,文中示例图案均使用陶瓷产品图案 CAD 系统设计生成。

参 考 文 献

- 1 辞海编辑委员会编著.辞海(艺术分册),上海:上海辞书出版社,1980
- 2 [美]Donald Hearn,M.Pauline Baker. 计算机图形学(第二版). 北京:电子工业出版社,2003
- 3 薛慧志著.图案设计步骤.广西:广西美术出版社,2002