



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

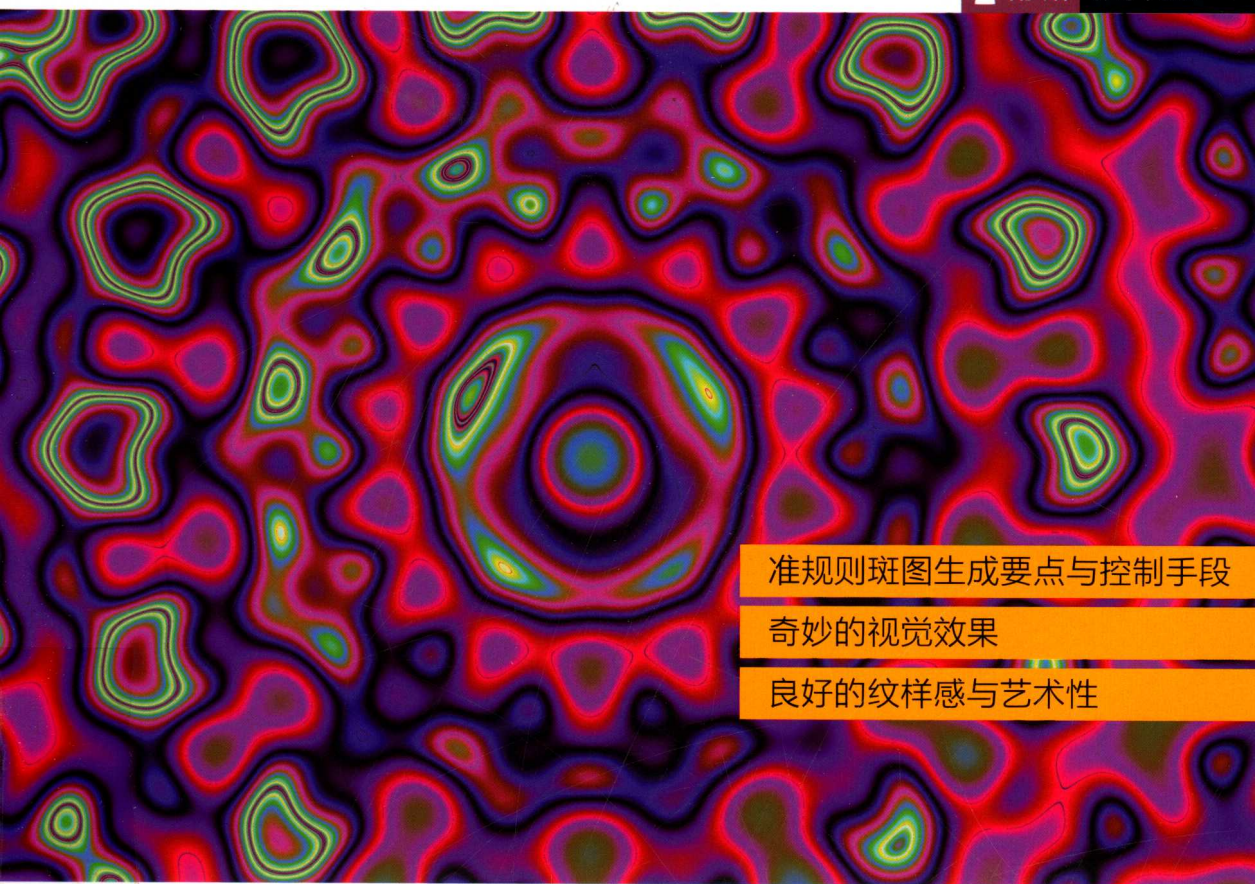
准规则斑图艺术

QUASI-REGULAR PATTERN ART

张 聿 | 主编

金 耀 岑科军 | 副主编

↑ 附 赠 教学光盘



准规则斑图生成要点与控制手段

奇妙的视觉效果

良好的纹样感与艺术性



中国纺织出版社



“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

准规则斑图艺术

QUASI-REGULAR PATTERN ART

张 聿 | 主编

金 耀 岑科军 | 副主编



中国纺织出版社

内 容 提 要

本书是“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材。

全书叙述了准规则斑图的基本概念、来源与特点,介绍了准规则斑图专用软件的使用方法,论述了生成准规则斑图的要点对与控制手段,以及根据不同的数学手段控制形成其各种不同构图的基本规律与途径,阐述了在不同的色彩模式与参数影响下,形成的各类准规则斑图所具有的各自不同的视觉特征,进而展示了准规则斑图良好的纹样感与艺术性。

本书既可作为高等院校艺术专业教材,也可作为艺术相关领域工作者参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

准规则斑图艺术 / 张聿主编. -- 北京: 中国纺织出版社,

2017.5

“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材

ISBN 978-7-5180-3392-8

I. ①准… II. ①张… III. ①构图(美术)—数学模型—高等学校—教材 IV. ①J061 ②022

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 058903 号

策划编辑: 魏 萌 数字编辑: 李 媛 责任校对: 寇晨晨
责任设计: 何 建 责任印制: 王艳丽

中国纺织出版社出版发行

地址: 北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码: 100124

销售电话: 010—67004422 传真: 010—87155801

http: //www.c-textilep.com

E-mail: faxing@c-textilep.com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 http: //weibo.com/2119887771

北京市雅迪彩色印刷有限公司印刷 各地新华书店经销

2017 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 787×1092 1/16 印张: 13.5

字数: 80 千字 定价: 78.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书营销中心调换

前 言

《准规则斑图艺术》一书列入了“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材的出版计划，因此，准规则斑图第一次以图书的形式汇集图形系列与读者见面。

准规则斑图模型源于弱混沌理论。其图形是根据准规则斑图数学模型，借助计算机图形技术生成。由于准规则斑图数学模型可以通过各种数学手段进行变换，因而可以结合计算机图形方法演变出千姿百态，造型各异的准规则斑图艺术图形。也正因为是基于特定的数学模型运用计算机手段绘制而成，所以，一方面，准规则斑图的构图奇特，出人意料，往往呈几何形，抽象化的视觉特点，科技感十足，是一类内涵极其丰富、变化无穷无尽的新型艺术资源；另一方面，准规则斑图具有数字化的天然属性，与现代艺术设计的数字化趋势高度契合。

今天，高校的艺术设计专业均已经开设诸如 Photoshop 之类与计算机相关的课程。无论是教师还是学生，已经习惯运用计算机进行艺术设计创作。在此背景下，向高校艺术设计专业推介准规则斑图，无疑有益于学生开拓设计视野，启发新的设计思路。正是基于这一设想，作者在开设《染织数字图形》课程多年的基础上编撰《准规则斑图艺术》。根据作者的教学实践，《准规则斑图艺术》主要针对艺术设计专业师生的特点，尽可能避免准规则斑图的数理背景，而仅以作者设计的专用图形软件为基础，侧重于介绍运用软件在计算机上直接生成各种类型准规则斑图的具体控制方法，以及介绍各类准规则斑图的构图特点，从而为艺术类学生传授能够方便实用的获得准规则

斑图的基本技能。

本书分五个部分介绍准规则斑图（在书中，一般情况下将准规则斑图均简称为“斑图”）：

第一部分是准规则斑图概述，重点介绍准规则斑图的基本概念，准规则斑图的专用图形软件，以及如何运用该软件生成图形的操作方法。文字主要由张聿编撰；图形软件设计由张聿与金耀共同完成；图形专用软件的最后完善、整合与调试等工作主要由金耀完成。

第二部分是对称斑图，包含对称斑图的条纹构图与块面构图等。文字与图形绘制主要由张聿完成；图形排版设计等工作由岑科军完成。

第三部分是准对称斑图，包括各种构图类型的准对称斑图，如准对称的块面构图与线条构图等。文字与图形绘制主要由张聿完成；图形排版设计由岑科军完成。

第四部分是非对称斑图，即图形元素发生渐变形成的非对称构图，包括条纹类构图与块面类的构图。文字与图形绘制主要由张聿完成；图形排版设计由岑科军完成。

第五部分是具有特殊构图的斑图，包括形成各个规则矩形相互连接的斑图，以及一类线条交错形成视错觉的影光图形。文字与图形绘制主要由张聿完成；图形排版设计由岑科军完成。

本书附录中关于准规则斑图的绘制由张聿完成，艺术设计应用实例主要由岑科军组织与设计；提花面料的组织与工艺设计主要由鲁佳亮完成；研究生丁玲聪、曾小英提供了服装纹样与部分丝巾纹样设计作品。

全书统稿工作由张聿完成。

中国纺织出版社编辑从本书立项为“十三五”普通高等教育本科部委级规划教材，到成稿，全程自始至终给予了负责而热情的指导与帮助。

在此，本书作者一并致以诚挚的谢意！

同时，由于准规则斑图是一种全新的艺术图形，所以，一方面，对其艺术内涵的认识与把握尚属新的领域，例如对于图形分类，图形的艺术特点，以及应用此类图形的艺术规律等问题，均有待于广大艺术工作者深入探讨；另一方面，对于作者，同样需要继续深入研究准规则斑图的内涵，这些都还有大量工作有待作者与广大师生共同去完成。也正因为如此，本书仍存较多的不完善之处，请读者们多提宝贵意见。

张聿

2017年1月12日于杭州

教学内容及课时安排

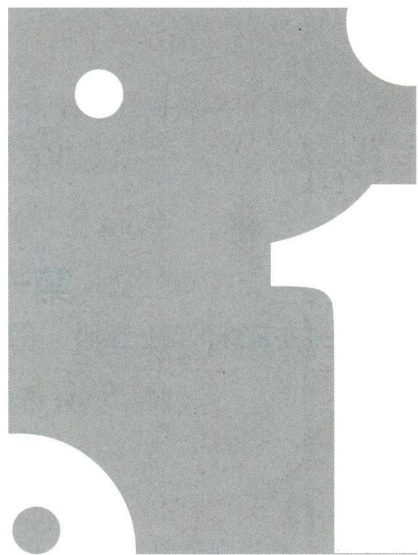
章 / 课时	课程性质 / 课时	节	课程内容
第一章 (4 课时)	基础理论与计算机操作 /4 课时	●	准规则斑图概述
		一	准规则斑图的概念
		二	斑图图形软件及其操作方法
第二章 (12 课时)	应用理论与计算机操作 /44 课时	●	对称斑图
一		条纹图形	
二		块面构图	
第三章 (12 课时)		●	准对称斑图
		一	块面构图
		二	线条构图
第四章 (12 课时)		●	非对称斑图
		一	非对称条纹图形
		二	非对称块面图形
第五章 (8 课时)		●	特殊构图的斑图
		一	格子类图形
		二	影光类图形

注 各院校可根据自身的教学特点和教学计划对课程时数进行调整。

目 录

第一章 准规则斑图概述	002
第一节 准规则斑图的概念	002
第二节 斑图图形软件及其操作方法	004
第二章 对称斑图	014
第一节 条纹图形	014
第二节 块面构图	026
第三章 准对称斑图	066
第一节 块面构图	066
第二节 线条构图	095

第四章 非对称斑图	104
第一节 非对称条纹图形	104
第二节 非对称块面图形	112
第五章 特殊构图的斑图	138
第一节 格子类图形	138
第二节 影光类图形	164
参考文献	191
附录 艺术设计应用实例	193



课程名称：准规则斑图概述

课程内容：1. 准规则斑图的概念
2. 斑图图形软件及其操作方法

上课时数：4 课时

教学提示：重点介绍准规则斑图的基本概念，准规则斑图专用图形软件的安装方法，软件界面特点，以及运用该软件生成斑图图形的具体操作方法。讲解图形软件的内容，生成图形过程的控制方法。引领学生熟悉图形软件及其生成图形的方法。布置和讲解本章作业要领，并保留在课堂上提问和交流的时间。

教学要求：

1. 使学生掌握斑图的基本概念与图形的特点。
2. 使学生了解斑图的来源与发展过程。
3. 使学生了解图形软件的安装方法。
4. 使学生熟悉图形软件的界面特点。
5. 使学生了解生成斑图过程的控制方法。
6. 使学生了解该软件生成图形的具体操作方法。

课前准备：查阅关于斑图的有关文献资料。了解斑图产生的背景及其发展过程。考察斑图在艺术设计中的应用现状。

第一章 准规则斑图概述

第一节 准规则斑图的概念

准规则斑图 (Quasi-Regular Pattern) 是基于弱混沌动力系统, 通过哈密顿量变换导出其数学模型, 并经计算机图形技术处理产生的一类非线性图形。导出准规则斑图模型的途径包括: 对粒子运动在特定条件下产生的弱混沌动力学行为进行研究, 经过哈密顿变换建立起准规则斑图数学模型^[1, 2]; 对流体力学中流线斑图的对称性与混沌的研究, 如对恒定外力场中准晶体对称平面流的研究^[3], 以及对定态三维流中准对称性结构的研究^[4]等, 均可推导出准规则斑图动力学模型。

以研究粒子运动在特定条件下产生的弱混沌动力学行为为例, 导出准规则斑图的过程简述如下:

由于带电粒子系统受到恒定磁场及平面波电场的共同作用, 当拉摩转动与波场频率发生共振这一特定条件出现时, 其相平面上将呈现出无限大的随机网。由此, 苏联学者扎斯拉夫斯基等五人在 1986 年通过对共振扭转映射的研究^[1, 2], 指出由他们提出的共振扭转映射可以产生弱混沌的一种特殊形式——均匀随机网。该共振扭转映射的表达形式为:

$$\hat{M}_\alpha \begin{cases} x_{n+1} = (x_n + K \sin y_n) \cos \alpha + y_n \sin \alpha \\ y_{n+1} = -(x_n + K \sin y_n) \sin \alpha + y_n \cos \alpha \end{cases} \quad (1-1)$$

称为“以 α 为旋转角度的二维扭转映射”, 又简称为 ZZSUC 映射^[1, 2]。

在式 (1-1) 中, x, y 为变量, 给出绘图坐标, K 是表征不可积性的扰动强度。

如 $\alpha = \frac{2\pi}{q}$, q 为整数, 则当 q 次共振条件成立时的 ZZSUC 映射称为 q 阶共振扭转映射:

$$\hat{M}_q \begin{cases} \bar{x} = (x + K \sin y) \cos(\frac{2\pi}{q}) + y \sin(\frac{2\pi}{q}) \\ \bar{y} = -(x + K \sin y) \sin(\frac{2\pi}{q}) + y \cos(\frac{2\pi}{q}) \end{cases} \quad (1-2)$$

准规则斑图可以通过对 q 次准对称随机网进行平滑操作, 即通过哈密顿量变换来获得: $H_q(x, y, t) \rightarrow H_q^{(0)}(x, y)$ 。由此所获得的哈密顿量为 $H_q^{(0)}$, 即:

$$H_q^{(0)} = \sum_{j=1}^q \cos[x \cos(\frac{2\pi j}{q}) + y \sin(\frac{2\pi j}{q})] \quad (1-3)$$

式中, x, y 为变量, 给出绘图坐标; 能面 $H_q^{(0)}$ 为因变量, 给出该动力系统的等高曲线族, 形成千变万化的构图; q 为绘图控制参数, 取值为整数。

能面 $H_q^{(0)}$ 的等高线 $H_q^{(0)}(x, y) = E$ 给出系统的各种形状和大小的闭合不变曲线族。这些不变曲线构成的斑图呈现 q 次对称性。其中, $q \in \{1, 2, 3, 4, 6\}$ 的平滑化图案呈周期性特征, 即兼具平移周期性与转动周期性, 其斑图具有明显的对称性特点; $q \notin \{1, 2, 3, 4, 6\}$ 的平滑化图案则仅有转动周期性而无平移周期性, 因而构成一类准规则相轨迹斑图, 即准对称斑图^[1, 2]。

因此, 如果仅从图形属性的角度来理解, 可以简单地把准规则斑图笼统地概括为由式 (1-3) 表达的数学模型及其变化形式所定义的所有图形。

准规则斑图产生于数学模型与计算机绘图方法, 具有独特的图形特点。从构图看, 准规则斑图主要表现为造型抽象的几何图案, 或是块面构图为主, 或是各类线条为主, 亦可线面结合, 既千变万化又纹样形式感极强; 从色彩看, 由于是基于数学模型的计算机控制、操作, 其色彩可控程度极高, 可以通过色彩参数变换出设计人员习惯的各种色彩。所以, 借助计算机图形技术, 通过数学模型的变化与色彩控制, 准规则斑图可以形成变化万千、千姿百态的美妙图案^[5-7]。显然, 准规则斑图奇特新颖, 极富美感与视觉冲击力, 非人类大脑所能想象, 无疑是弱混沌动力系统贡献给人类视觉艺术的一场盛宴!

作为一种全新的艺术视图, 准规则斑图在艺术设计方面已经开始受到设计人员的注意。尤其在纺织上, 准规则斑图 (如无强调必要, 以下简称“斑图”) 不仅在面料的纹样设计领域受到了越来越广泛的重视, 而且在提花面料技术开发上亦得到了应用。其中, 文献^[8-10]讨论了准规则斑图在面料印花纹样设计上的应用方法; 文献^[11, 12]重

点研究了准规则斑图在提花面料纹样设计上的应用方法；文献^[13-15]探讨了应用准规则斑图开发形成新型提花面料的制备工艺技术的途径；文献^[16]则通过提取准规则斑图的三维信息研究形成开发 3D 服饰用品的具体技术手段。这些工作均为准规则斑图在设计与工程技术领域的开发利用提供了有益的借鉴与参考，从而展示出了其广阔的应用前景。

第二节 斑图图形软件及其操作方法

根据式 (1-3)，运用计算机语言编程，即可在计算机上生成造型各异，千变万化的斑图图形。

本书中所介绍的运用 VB 编程形成的 1.0 版准规则斑图专用图形软件，全称为：QRP V1.0。这里分两部分重点介绍该软件的界面形式，以及运用该软件生成斑图图形的具体操作方法。

一、图形软件的界面形式

斑图软件界面见图 1-1 中（其局部界面图见图 1-4）。其中，界面的上方是一级菜单，包括对称斑图、准对称斑图、非对称斑图、特殊构图的格子斑图与影光斑图，共 5

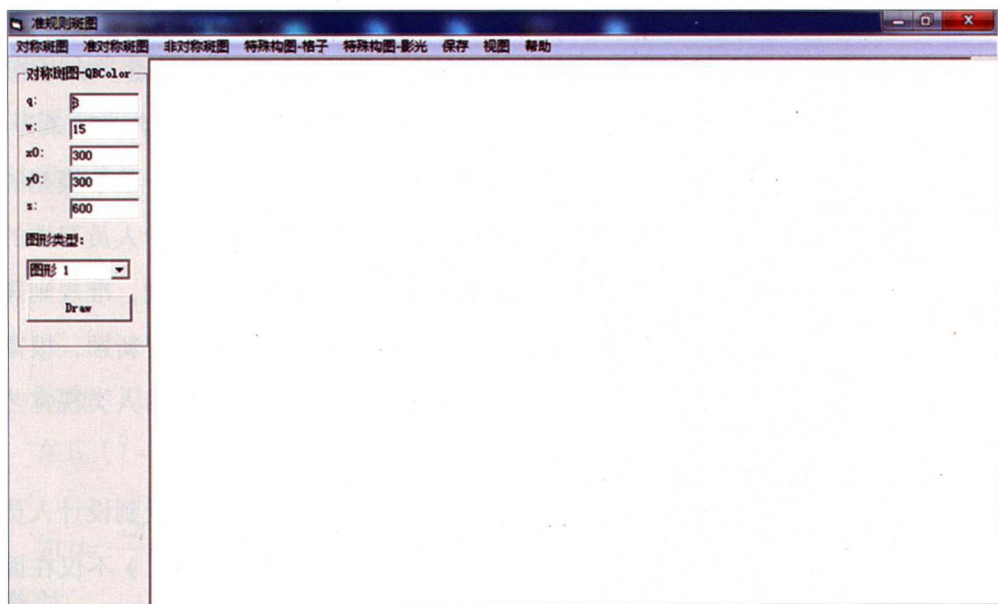


图 1-1 准规则斑图专用图形软件 QRP V1.0 的界面图

个作图的一级菜单，分别与本教材第二章至第五章的内容对应。

对称斑图的二级菜单见图 1-2 中。其他类型斑图一级菜单下的二级菜单形式与之基本类似。二级菜单均包含 QBColor 与 RGB 两种色彩模式。其中，为了给予初学者更多的变化选择，本图形软件的 RGB 色彩模式在多数情况下采用了色彩随机变化的方式，即同一界面上的参数每次生成的图形色彩不同，但构图相同。

与二级菜单对应的三级菜单见图 1-3。其中，对称斑图、准对称斑图以及非对称斑图 QBColor 色彩模式的三级菜单均有 15 个“图形类型”作为图形子程序；特殊构图的格子斑图与影光斑图 QBColor 色彩模式的三级菜单则为 10 个图形子程序；5 个一级菜单下的 RGB 色彩模式的三级菜单则均为 10 个图形子程序。

需要指出的是，本书中图形均采用 CMYK 色彩模式进行印刷，该色彩模式与运用 QRP V1.0 所绘图形的色彩，无论是 QBColor，还是 RGB 色彩模式，均有一定差异。对此，艺术设计专业人员是能够理解的。

该软件界面上的可控参数见该软件的左上方 Frame 中，主要是 q 、 w 、 x_0 、 y_0 与 s 。如前所述，当 $q \in \{1, 2, 3, 4, 6\}$ 时，斑图兼具平移周期性与转动周期性，呈明显的对称性特点。具体讲，当 $q=1, 2$ 时，则在多数情况下产生条纹图形；当 $q=3, 4, 6$ 时，则为对称块面构图；当 $q=5, 7, 8, \dots, n$ 时，则为仅具有转动周期性的准对称块面构图，等等。 w 则控制条纹的宽窄或者块面变大，即，当界面上的 w 值减小，则条

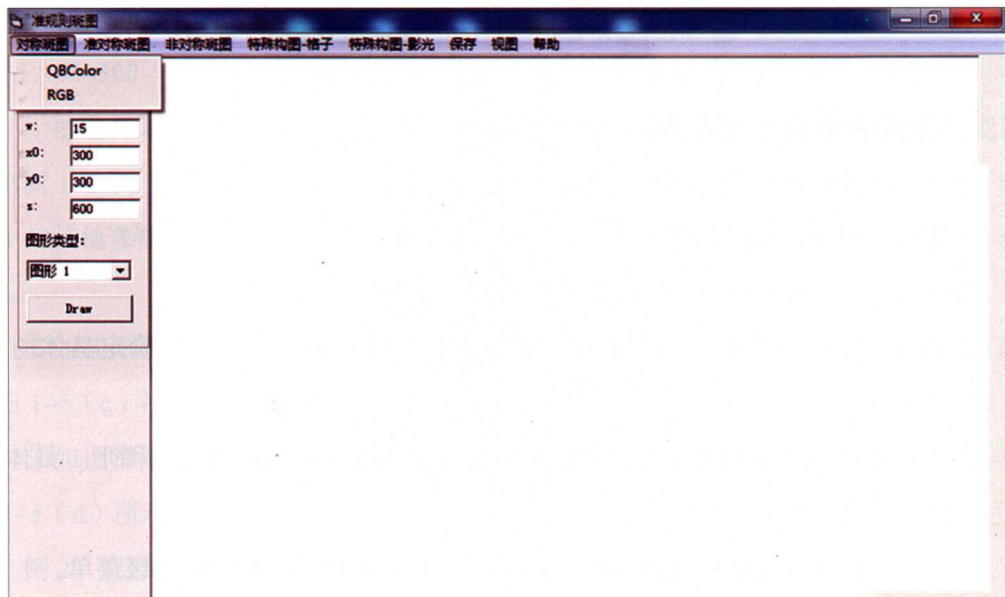


图 1-2 软件 QRP V1.0 的二级菜单界面图

纹变宽或者块面变大,反之变窄、变小。 x_0 、 y_0 控制图形的中心位置。 s 则是控制图形的图幅尺寸。绘图操作按钮为界面中的 DRAW 按钮。退出则直接在界面的上方点击红色按钮。

保存所生成的图形则直接按界面上的“保存”键进行操作。保存键位于界面上方与第一级菜单并列设置。本软件所保存的图形均为 bmp 格式。



图 1-3 软件 QRP V1.0 的三级菜单界面图

二、运用图形软件生成图形的操作步骤

步骤一,根据不同的图形类别选择一级菜单。

步骤二,根据具体图形的色彩模式选择二级菜单。

步骤三,从三级菜单中选择所需图形形式的子程序。

步骤四,根据图形的具体要求选择软件界面上的可控参数,分别确定具体的 q 、 w 、 x_0 、 y_0 、 s 值。

例 1,选择对称斑图的 QBColor 模式分别生成条纹类以及块面构图图形。具体操作过程:

首先,选择一级菜单中选择“对称斑图”,鼠标左击该键,展示出二级菜单。

其次,鼠标左击二级菜单中的 QBColor 键,此时,在软件界面的 Frame 上方标识将出现“对称斑图-QBColor”的字样(注意:本软件此处的默认已经设置为“对称斑

图-QBColor”), 见图 1-4。

第三, 在“图形类型”中有一个下拉式菜单(图 1-3)。如前所述, 对称斑图-QBColor 的“图形类型”对应了 15 个作图的子程序, 可根据需要选用。

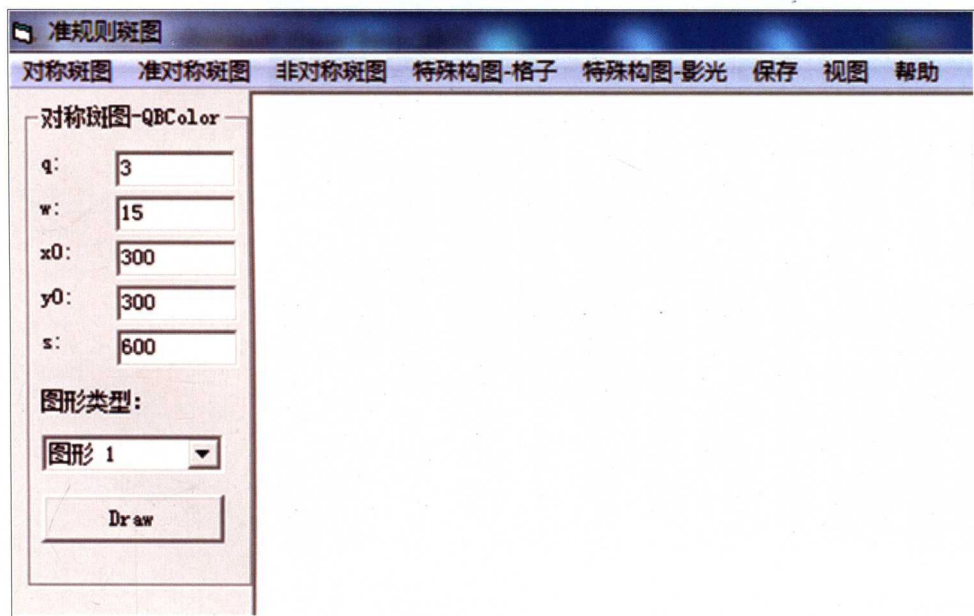


图 1-4 软件界面的 Frame 上方标识一

第四, 确定 q 、 w 、 x_0 、 y_0 与 s 参数(本软件设置各参数的默认值分别为 $q=3$, $w=15$, $x_0=300$, $y_0=300$, $s=600$)。

①如选择第 1 个子程序, 并分别选择 $q=1$, $w=15$, $x_0=300$, $y_0=300$, $s=600$, 则可绘出图 1-5 (a) 所示的条纹斑图(该图与第二章图 2-1 相同); 如果 $q=2$, 第 1 个子程序中的其他参数不变, 则可生成图 1-5 (b) 所示的条纹斑图(该图与第二章图 2-2 相同)。

②如选择第 7 个子程序, 并分别选择 $q=4$, $w=15$, $x_0=300$, $y_0=300$, $s=600$, 可绘出图 1-5 (c) 所示的块面构图的斑图(该图与第二章图 2-41 相同)。

③如选择第 15 个子程序, 并分别选择 $q=3$, $w=10$, $x_0=0$, $y_0=0$, $s=600$, 可绘出图 1-5 (d) 所示的黑白块面构图的斑图(该图与第二章图 2-68 相同)。

例 2, 选择非对称斑图的 RGB 模式生成斑图。具体操作过程:

首先, 选择一级菜单中“非对称斑图”, 鼠标左击该键, 展示出二级菜单。

其次, 鼠标左击二级菜单中的 RGB 键, 此时, 在软件界面的 Frame 上方标识将出



(a) 例图一



(b) 例图二