

面状规则图案的构造原理及机助实现*

郭 庆 胜

摘 要

本文在分析规则面状图案构造原理的基础上提出了一系列构造函数,此构造函数为计算机辅助设计规则面状图案提供了理论依据,易于实现。并论述了在微机上实现此思想的技术关键。

【关键词】 面状规则图案; 构造函数; 构造原理

计算机专题地图制图的飞速发展,专题地图机助制图的实用化和通用化是一个已提到议事日程上的问题。实用化和通用化的基础之一是构图的理论原理的建立。规则面状图案的设计是专题制图中的技术关键之一,只要有区域的范围,就需要在其内部绘制出图案,本文就此提出了一个规则面状图案的构造函数,依此函数设计的图案种类从原理上讲应当是无穷的,从而具有很强的表现力。

1 规则面状图案的构图原理

专题地图中规则面状图案是由一个基本图案按一定规则(或顺序)在区域内排列而成的。如在均匀布点数法中点子就是一个基本图案单元;单向晕线图案的基本图案单元可以看成是一条线;如果一个图案既不能分割成某一点状基本图案或某一线状基本图案,那么就分割成面状基本图案单元(或是多个线状图案单元的组合),这里的面状图案基本单元对于整个图案而言是无法再分割下去的一个小图案。而且,面状图案基本单元本身就具有固定的数量、质量特征,这是一个很重要的特点。这里把规则面状图案的图案基本单元分成点状、线状和面状基本图案单元主要是为了图案设计的方便,以及机助绘制时的方便性和易操作性。

构造面状规则图案的基本单元是规则图案排列的基础,可以是点、线或面。在图案构造过程中其特征不发生变化。如图1(a)所示,小园点是整个图案的基本单元,小园点按一定的方向和间隔排列;图1(b)中,线是图案的基本单元,整个图案以此线为基础按一定的方

收稿日期: 1991-09-03

* 本课题的研究在毋河海教授的指导下完成。

向和间隔排列；图 1(c)中，图案的基本单元是一组线的有机组合，这一有机的组合，称之为面状图案基本单元，这组线的特征有：线的粗细、线的间隔、线的方向，也可以有线的色彩等。在读图时以此图案基本单元为基础结合构造图案的规则来同其它图案进行比较，这种图案基本单元本身就具有表达地图信息的一个整体的功能。整个图案是以整体方式在读图中被感受，不可能用单一的尺度去描述它。既要考虑到图案的基本单元，也要考虑到图案基本单元的排列规则。图案基本单元的排列规则有：方向、间隔。同一个图案基本单元按不同间隔尺度排列，会改变图案的密度，在视觉上产生数量感的差异。很明显，改变图案基本单元，会使图案在视觉上产生质量感和数量感的差异。

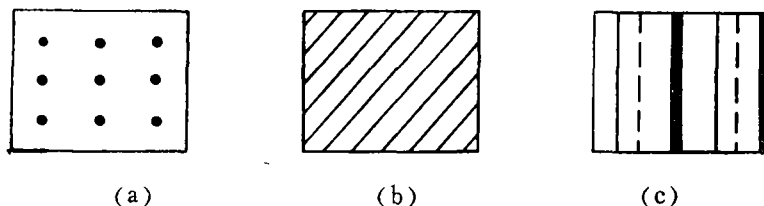


图 1

习惯上，有时一个规则面状图案可以看成由几个基本图案单元按一定规则构造而成。在地图符号设计中，常用此规则来表达现象间的联系。如图 1 中的(a)、(b)叠加在一起就可以形成一种新的图案。在符号库中，这种图案的构造函数同以面状图案的构造函数完全一样。因此，在后面的构造函数中，把这种图案也归纳在以面状图案基本单元构造的图案中。有的看成组合图案。

为了实现图案的自动绘制，必须探讨如何去自动识别所需要的图案。根据图案构造规则确定绘制图案的方法和图案的构造函数。不管是什么图案，都是用点的集合和线的集合来构成，构造函数必须满足自动绘制图案的这种要求。

把图案基本单元划分为点状、线状和面状可以向计算机提供图案的基本特征信息和组合方式，有了这些特征，也可以根据需要选择较优的图案系列。各种图案基本单元的基本特征如下：

- (1) 点状图案基本单元：具有不可分割性，不可以反映多维指标特征，不可分解。
- (2) 线状图案基本单元：具有可分割性，不可以反映多维指标特征，不可分解。
- (3) 面状图案基本单元：具有可分割性，可以反映多维指标特征，可分解。

可分割性说明图案基本单元碰到边界线时可分割和不可分割。“可分割”就必须同边界线相交，并剪裁；“不可分割”说明碰到边界线时，如不能保证图案基本单元的完整性就不能绘此基本单元。

多维特征是指图案基本单元反映了要素的多个数量、质量特征（或多个要素）。如晕线离散法中的信息表达就利用了此特征。

可分解性是指图案基本单元可分解为更简单的图案基本单元，面状图案基本单元可分解成多个线状图案基本单元。这一特征为机助设计规则图案提供了极大的方便，在下文中可以看出。

由于面状图案基本单元既可分割，也可以分解，因此，若一图案由点状图案基本单元和

线状图案组合而成时，称此图案为组合图案。若把这种图案的图案基本单元定义为面状图案的基本单元，则点状图案基本单元就改了它的性质，而不成为点状图案基本单元。

2 规则图案的构造函数

构造函数表示此规则图案的特征，借此自动绘制出此规则图案。下面分别从点状、线状、面状图案基本单元出发论述规则图案的构造函数。

2.1 点状图案基本单元构造的图案

点状图案基本单元是一个代表“整体”的符号，具有不可分割性和不可分解性。当两个特征共存时，此图案基本单元就是点状的。此图案的构造函数如下：

$F_d = \text{Pattern}(\text{点状标志}, X_0, Y_0, (x_i, y_i \sim x_{i+1}, y_{i+1}), (\text{COLOR}_i), i = 1, n, \text{DIST}, \text{ANGLE}, x_p, y_p, x_s, y_s)$

其中： X_0, Y_0 为某一图案基本单元在图案中的定位点， $\{(x_i, y_i) \sim (x_{i+1}, y_{i+1})\} i = 1, n$ 是点状符号的线段集合； $(\text{COLOR}_i) i = 1, n$ 是点状符号的线段色彩集合；DIST是定位点同第一方向控制点间的距离；ANGLE是定位点同第一方向控制点连线的方位角； x_i, y_i 是第一方向控制点，它是这一方向上离 (x_0, y_0) 最近的一个点； x_p, y_p 是第二方向控制点，它是第二个方向上离 (x_0, y_0) 最近的一个点。

(x_0, y_0) 可以保证整幅地图中相同图案的一致性。 (x_s, y_s) 和 (x_p, y_p) 是用来控制整个图案中，图案基本单元的排列方式。见图2，每个定位点理论上都同周围四个定位点建立关系，DIST和ANGLE可以从 $(x_0, y_0), (x_s, y_s)$ 中推导出，在这里主要是用来检查所给的参数是否一致。图2中的“X”代表一个点状符号，O、A和P三点的关系可以从图中看出。

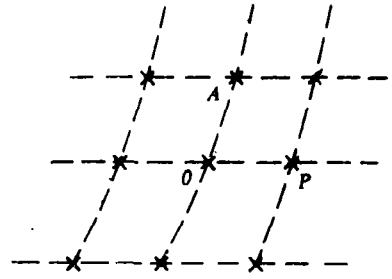


图 2

2.2 线状图案基本单元构造的图案

线状图案基本单元是以线的宽度、颜色、方位角和线的虚实来表示。这里所讲的线，有其严格的要求：线应该保证一致的宽度、颜色和方位角，线可以有虚实。因而，线状图案基本单元同通常讲的线状符号是有区别的。

这种图案的构造函数如下：

线状图案基本单元是以线的宽度、黑色、方位角和线的虚实来表示。这里所讲的线，有其严格的要求：线应该保证一致的宽度、颜色和方位角，线可以有虚实。因而，线状图案基本单元同通常讲的线状符号是有区别的。

这种图案的构造函数如下：

$F_L = \text{Pattern}(\text{线状标志}, \text{WIDTH}, \text{COLOR}, \text{ANGLE}, \text{DIST}, \text{BLANK}, \text{REAL}, x_0, y_0, x_s, y_s, x_p, y_p)$ 。

其中，线状标志是说明此图的图案基本单元是线状图案基本单元。计算机在绘制此图案

时必须保证此种图案的基本特征。

WIDTH是线的宽度；DIST是两相邻线间的距离。

COLOR: 表示线的颜色；ANGLE: 表示线的方位角；BLANK: 表示线中的空白处长度；REAL: 表示线中的实部长度。

x_0, y_0, x_1, y_1 分别是线中实部的定位点和方向控制点。没有定位点，整幅图中图案相同的相邻区域不易连接，在相邻界线处会产生错位，也不利于线的组合。没有方向控制点，计算机不易纠正输入角度的错误，也不利于线的组合。见图3，(a)图是有定位点(A)和方向控制点(B)的图案；(b)图是只有定位点A'或A''的图案。A、A'和A''是同一个点，但(b)图就有两种情况，使得图案不具有唯一性。

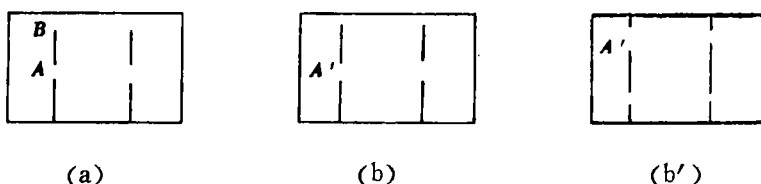


图 3

x_p, y_p 是相邻线中离 (x_0, y_0) 最近的实部的定位点，用来控制整个图案中线的实部的排列方式。如果没有这个参数，计算机通常就只能使得 (x_0, y_0) 与 (x_1, y_1) 的连线同 (x_0, y_0) 与 (x_p, y_p) 的连线相垂直（或成某一规定的角度）。有时甚至无法用计算机绘制出预先设计好的图案，而得到一种预想不到的图案，这是地图设计者通常不想出现的问题。见图4，(a)图案是没有确定 (x_p, y_p) 点的图案，虚线 l 始终同 \overline{AB} 线段垂直；

(b)图案中有 (x_p, y_p) ，此种图案中的 \overline{AB} 线段可以同 l' 成任意夹角，夹角随用户定义的 (x_p, y_p) 而变化，这给用户设计图案提供了极大的方便。可以看出，(a)图案是(b)图案中的一种。



图 4

构造函数中的有些参数是可以推算得到的，这里之所以把它们也列入参数集合中是为了保证绘制出的图案同地图设计者设计的图案一致。计算机可以通过推算结果与设计者的输入数据的比较发现设计者输入数据的矛盾，同时提醒设计者按自己的要求修改某些数据。从定位点和方向控制点可以推算出线的实部长度和方位角 (REAL、ANGLE)。下面是参数间互相试验的推算关系：

$$\begin{aligned} (x_0, y_0), (x_1, y_1) &\rightarrow \text{REAL}, \text{ANGLE}; \\ (x_0, y_0), \text{REAL}, \text{ANGLE} &\rightarrow (x_1, y_1); \end{aligned}$$

(x_0, y_0) , ANGLE, $(x_p, y_p) \longrightarrow \text{DIST}$.

2.3 面状图案基本单元构造的图案

这种图案的构造函数用来表示图案基本单元具有可分解性和可分割性。面状图案基本单元有时可以看成是线状图案基本单元的组合,有时可以看成是一个点状符号。因而,面状图案基本单元构造的图案的构造函数如下:

$$F_a = \begin{cases} \sum_{i=1}^n F_l \\ \sum_{i=1}^n F_l + F_d \\ F_d \end{cases}$$

其中, F_l 是线状图案基本单元构造的图案, F_d 是把面状图案基本单元看成一点状符号所构成的图案。

从前文中可以看出, F_l 和 F_d 都有定位点和方向控制点, 这给图案的组合带来极大的方便。如图 1 (c) 中的图案基本单元是线状图案基本单元的组合, 它可以表示多维特征。如果点状符号作为面状图案基本单元来处理, 那么点状符号碰到边界时必须剪裁。

2.4 组合图案

除了上面讲的三种图案之外, 有一种图案它既包含了点状图案基本单元构造的图案, 也包含了线状(或面状)图案基本单元构造的图案。这种图案是前三种图案的组合, 通过定位点和方向控制点来有机组织。

3 机助实现的技术关键

(1) 点状图案基本单元构造的图案在机助绘制中为了避免过多的求线段相交, 采用网格索引的办法。网格的大小由点状符号的大小确定, 点状符号的点位坐标的最大最小值可以确定符号的大小。多边形的边界中的每一线段可推算出落在哪个(或几个)网格中, 从而可知在多边形范围内的每个格网有无(或有多少条)线段及其在边界坐标串中的位置。这样可以减少很多不必要的线段是否相交的判断。

(2) 在计算图案中的任一线段或任一符号的定位点时, 都必须以图案构造函数中的定位点作参考点, 同时要符合构造函数中的方向控制参数。

(3) 晕线的计算方法参考文献^[1], 采用适当的偏移量来避免奇异点的出现, 同时每次的偏移都不应当改变边界坐标的原始数据, 否则当晕线很密时会改变多边形的轮廓。

(4) 为了方便用户的使用可以建立构造函数参数文件。其一可以让用户挑选现有图案, 其二可以让用户建立自己的图案库。

4 结 束 语

面状规则图案是地图设计者常用来表述地图信息的手段, 对它的构造原理进行深入研究

是必要的。文中的构造函数可以解决这种图案的定量化问题,为设计标准化的矢量图案计算机制图软件提多了一定的理论依据。构造函数中的定位参数和方向控制参数为图案设计提供了方便,使得图案基本单元的排列规则有规律可循。

参 考 文 献

- [1] 郭庆胜.微机土地适宜性评价信息系统的设计.武汉测绘科技大学学报, Vol.15, No. 2

Structural Principle and Realization by Computer for Areal Regular Pattern

Guo Qingsheng

Abstract

In this paper, a series of structural functions are put forward based on analyse of structural principle of areal regular pattern, which provides the theoretical base of design of areal regular pattern on computer, and are easy to be realized and operated. The technical key of it's realization on computer is discussed.

【 Key words 】 areal regular pattern, structural function, structural principle