

线状符号的分解与组合*

郭庆胜

(武汉测绘科技大学地图制图系, 武汉珞珈路 39 号, 430070)

摘要 线状符号是地图上常用的符号, 本文在分析其构造原理的基础上, 提出了规则线状符号的逻辑构造函数。同时为了能够满足地图的视觉效果需要, 讨论了在机助实现过程中的一些算法。

关键词 规则线状符号; 构造原理; 逻辑构造函数; 基本图案单元

分类号 P283.7

线状符号是地图表达线状信息的一种有力工具, 它所描述的概念可认为是位于空间的线, 可以说有无数个符号, 线状符号就是由图案沿一定位线排列而成, 是线状地学信息的一种表达方式之一。为了构造线状符号既方便又科学, 使线状符号的设计和选择有定量指标可循, 探讨它的构造原理是很有必要的。

1 线状符号的构造原理

线状符号可分为两大类, 规则线状符号和非规则线状符号。规则线状符号可以看成是一个基本图案单元按一定间隔沿一定位线顺序排列而成。否则, 就看成是非规则线状符号。如黑白相间的铁路符号可看成是规则线状符号, 但是由实三角形任意沿线排列而成的石质陡崖符号可看成是非规则线状符号。这里所讲的规则与不规则的关键是线状符号能否看成是由有限的几个图案单元沿定位线按一致的顺序排列而成。本文正是基于这一点来探讨线状符号的构造原理。

1.1 非规则线状符号

非规则线状符号中的图案单元和排列方式在用图者眼里是随机的, 图案的形状、大小等都可以随时发生变化, 图案在定位线上的排列间隔和同定位线的关系也都随时发生变化。当然, 我们在绘制非规则线状符号时决不会让图案挤满定位线的一头, 而另一头无图案, 因而, 实用的非规则线状符号是在一定条件下的不规则, 往往, 此条件指的是排列方式。例如, 一条定位线上, 一头挤满图案, 另一头空白(或者定位线上有一段视觉上所不允许的空白), 那么此符号也就不能称为一个完整的线状符号(或实用的线状符号)。非规则线状符号可以看成是视觉上可接受的随机图案单元按定位线的特征分布的一种图案, 一般条件下, 它用来描述线状地学信息。非规则线状符号可能是基本图案单元具有随机性, 也可能是排列方式具有随机性。

1.2 规则线状符号

同非规则线状符号不同的是, 构造规则线状符号的基本图案单元及其排列方式都有规律可循, 规则线状符号是一个规则基本图案单元沿一定位线按一固定规律排列而成的线状图案, 这里只是在分析规则线状符号的构成, 所下的定义也是描述规则线状符号的一种表象。

规则线状符号可以看成由两个成份组成, 其一, 一个规则基本图案单元, 它不具有随机性; 其二, 基本图案单元的排列方式, 一般情况下, 它是指基本图案单元的间距和基本图案单元的

收稿日期: 1993-01-11. 郭庆胜, 男, 28岁, 讲师, 现从事机助制图研究。

* 国家教委霍英东教育基金资助项目。

排列方向。基本图案单元相同,其排列间距一致,方向要求相同所形成的线状符号才可认为是同一符号。否则就不是同一个线状符号。线状符号的宽度由基本图案单元确定。同一个基本图案单元,按一定间距沿定位线排列,若基本图案单元要求排列的方向不同,也会产生不同的规则线状符号。

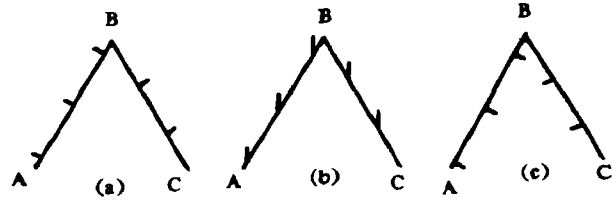


图1 具有不同图案方向的线状符号

如图1所示,规则线状符号a、b、c的基本

图案单元是一致的,排列间距也是一致的,但是规则线状符号a的基本图案单元要求始终同定位线垂直,并分布在定位线沿ABC方向的左侧,规则线状符号c则要求基本图案单元沿ABC方向的右侧,规则线状符号b要求基本图案单元始终同水平方向垂直。如果把规则线状符号c看成是基本图案单元沿CBA的左侧排列,那么规则线状符号a和c就在本质上是一回事。

总之,规则线状符号可分解为三部分:基本图案单元、排列间距和排列时的方向要求。就是这三部分按一定规则的组合构成了规则线状符号。

2 规则线状符号的逻辑构造函数

规则线状符号可以看成是一个基本图案单元按一定语法规则沿定位线排列而成,那么,要定义一个规则线状符号就先要定义基本图案单元和排列方式。排列方式包含了间距和方向要求,间距可以用一个距离变量定义,方向要求可以规定为两种:同定位线垂直(或者说同定位线始终保持一致的关系)和同水平方向垂直。基本图案单元在计算机中完全可以把它看成是一组直线的集合,但为了构造基本图案单元的方便,可以预定义一些规则几何图形,如圆、长方形、正三角形等。这里为了讨论的方便,只定义基本图案单元是直线的集合,集合中每一个线段的属性可定义为首末点坐标、色彩和线的宽度。

设基本图案单元集合为 A ,排列间距为 d , d 是排列方式集合 M 中的元素之一, f 为其中的方向要求, L 为定位线的坐标串。那么,规则线状符号可用式(1)描述。其中集合 A 、 M 、 L 分别为式(2)、(3)和(4)、(1)式只是一种逻辑表达式,或称为规则线状符号的逻辑构造函数。

$$F = A + M + L \quad (1)$$

$$A = \{\dots, \text{线段}(i), \text{色彩}(i), \text{宽度}(i), \dots\} \quad (2)$$

$$M = \{d, f\} \quad (3)$$

$$L = \{x_1, y_1, \dots, x_n, y_n\} \quad (4)$$

这样定义规则线状符号有利于线状符号库的管理,用户也易于操作。其本图案单元集合 A 中,色彩元素在通常情况下只需一个,因而集合 A 可改写成(5)式。

$$A = \{\dots, \text{线段}(i), \text{宽度}(i), \dots \text{色彩号}\} \quad (5)$$

如图1所示,规则线状符号(a)可以定义为逻辑构造函数式(6)。其中,集合 A 中(2,0),(2,1)是线段的首末点坐标,0.1是线段的宽度,2为色彩号(或绘图机笔号)。8为 M 中的排列间距,0表示基本图案单元始终同定位线保持一致关系(1则不保持)。式(6)中所有长度单位都是毫米(mm),集合 L 中 P_A, P_B, P_C 代表A、B、C三点的平面坐标。从图1中可看出,集合 M 中的 f 值不同,会产生(a)、(b)两种不同的规则线状符号。

$$F = \{2, 0, 2, 1, 0.1, 2\} + \{8, 0\} + \{P_A, P_B, P_C\} = A + M + L \quad (6)$$

3 规则线状符号实现过程中的一些运算处理

要绘制一个规则线状符号很多问题在编程过程中都应当考虑。坐标平移、旋转,两线段相交的夹角的角度计算,曲线光滑,平行线的绘制等一些基本算法肯定是要的。这里主要从地图的视觉效果出发,讨论编制中应当解决的某些特殊问题。

1)定位线上基本图案单元的个数。基本图案单元的大小是可以确定的,基本图案单元的长度可定义为基本图案单元在其坐标系中在 X 方向上的投影。定位线上的基本图案单元个数可粗略地计算为 l/d (l 为定位线长度, d 为基本图案单元的排列间距,排列间距是定位线上两相邻基本图案单元的首点之间的曲线长度)。 l/d 可能会出现类似 1.2 这样的数据,使定位线上出现不完整的基本图案单元。这在理论上是允许的,但在实际生产中,如果那不完整的基本图案单元会影响读图效果,可以把这一小段长度平均分配到其它基本图案单元上,也即修正从线状符号库中获取的集合 A 中的排列间距。

2)基本图案单元在定位线两端处的错位。规则线状符号可能会出现两端有空白,这种情况是地图绘制中有时要尽量避免的,如境界线的绘制。为了解决这个问题,可以在一开始把定位线的起始端点定位在基本图案单元的实部。若遇到其它情况可以在此基础上进行处理。

3)定位线的方向性。如有些规则线状符号有时要求配置在定位线的一侧。这种情况,可以定义定位线为有向线,其左侧为正,右侧为负。若定位线方向已定,那么在基本图案单元的设计中应注意其在 y 方向上的朝向,如图 2 所示,图(a)基本图案单元在定位线左侧,图(b)基本图案单元在定位线右侧。若基本图案单元已定,要求基本图案单元配置在如图 3 所示的定位线左侧,那么对于图 2(a)基本图案单元无需作任何修改,对于图 2(b)基本图案单元要求定位线方向改为从 B 到 A。

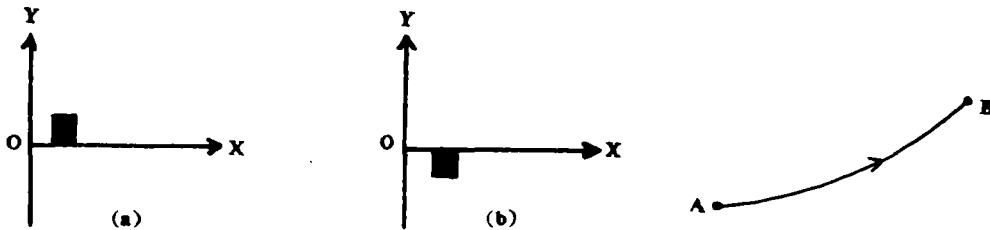


图 2 y 方向相反的基本图案单元 图 3 定位线方向示例

4)规则线状符号两端需留“空白”的处理方法。如图 4 所示,图(a)两端无“空白”,但图(b)两端必需留有“空白”。图 4 中 \overline{AB} 可看成是定位线,这样对留“空白”的含义就更容易理解了,这两种规则线状符号在设计其基本图案单元时是有区别的。如图 5 所示,图 5(a)所示是图 4(a)的基本图案单元,图 5(b)是图 4(b)的基本图案单元。

5)规则线状符号中基本图案单元的变形处理。如图 6 所示,在绘制规则线状符号时,很有可能出现图 6(a)的情况。为了解决这个问题,可以改变基本图案单元在 X 轴方向上的长度,伸长或压缩,形成如图 6(b)、(c)所示的基本图案单元。若基本图案单元的一端点正好落在如图 6(d)所示的转角处,由于计算机计算中本身的误差,在绘制竖线和粗横线时会出现图 6(d)这种不理想的情况。因此在这种情况下必须对此基本图案单元实施变形处理,转换成图 6(b)或图 6

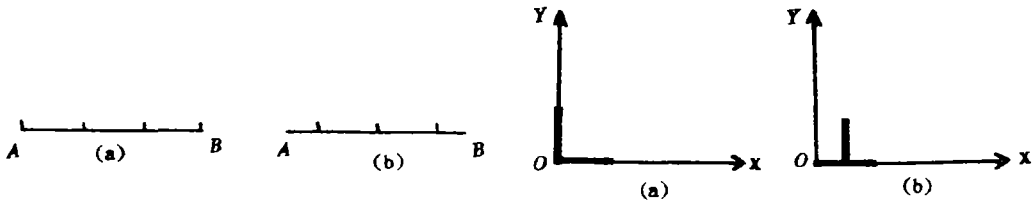


图4 是否保留“空白”的示例 图5 保留“空白”与否的设计方法

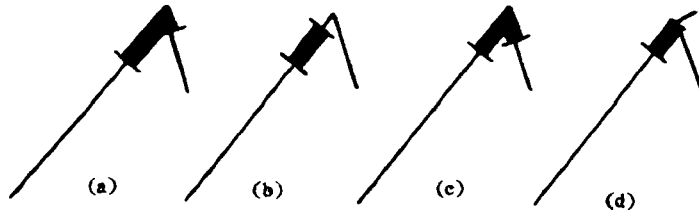


图6 图案单元的变形处理

(c)任何一种形式。

6)基本图案单元在配置时的相互重叠现象。基本图案单元能否出现相互重叠现象主要取决于基本图案单元在 y 方向上的长度(或基本图案单元的宽度)。如图7所示,定位线上有一段 \overline{PBQ} ,要在 \overline{PBQ} 上配置基本图案单元,如果基本图案单元的宽度(如图7中的 a' 或 b' 的长度)一定,图7中的 OA 和 OC 长度是 a' 长度的一半,虚线是 $\angle PBQ$ 的角平分线,那么若集合 M 中的 d 小于 \overline{ABC} 的长度,则很有可能出现图7所示的重叠情况。为了避免这种情况的出现,在线状符号设计时必须考虑到线状要素的几何特征。为了程序的完备性,在绘制规则线状符号时应当根据基本图案单元的宽度计算 \overline{ABC} 的长度,尽量避免在 \overline{ABC} 线段上配置两个基本图案单元。

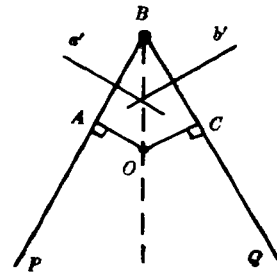


图7 基本图案单元重叠现象

7)规则线状符号相交处的处理。线状符号相交在地图中是常见的,既有平面相交,也有立体相交。当然,可以通过判断线段相交的办法来处理,如图8(a)所示,若两相交的线状符号其基本图案单元相同,则利用本文提出的规则线状符号逻辑构造函数可以较好地解决这个问题。规则线状符号逻辑构造函数中集合 A 可以分解为一个线段做一个子集合,每个子集同样可以同集合 M 和 L 组成新的规则线状符号逻辑构造函数。图8(a)中 a, b, c 和 d 都可看成是一规则线状符号(或称线状目标), A, B, C 和 D 可通过判断 a, b, c 和 d 两两之间是否相交求得。如果出现图8(b)这种平面相交情况,可以通过重新组织定位线实现,设 AB, CD 线上的两个规则线状符号相同, AB 和 CD 相交于 E ,从图8(b)中可以看出,线段 \overline{AED} 上的规则线状符号可以看成是线段 \overline{aod} ,其它线段 $\overline{AEC}, \overline{CEB}$ 和 \overline{BED} 类似于这种情况。因而可以把定位线重新组织为定位线 $\overline{AEC}, \overline{AED}, \overline{BED}$ 和 \overline{CEB} 。基本图案单元取原始集合 A 中的一个子集,子集一选定,就决定了定位线的方向,定位线方向是 $AEDEBECEA$ (或 $AECEBEDEA$)。若 AB 和 CD 的线状符号是一实线就没有必要这么麻烦。若 AB 和 CD 的规则线状符号的基本图案单元集合 A 中的两个子集不只是图1(a)和(c)的这种“定位线方向问题”,也不宜应用“定位线重新组织”的方法。

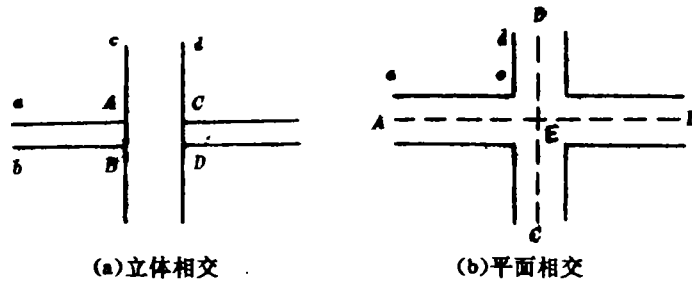


图8 规则线状符号的相交

8)集合A的可分解性。规则线状符号的逻辑构造函数中基本图案单元集合具有可分解性,直至一个线段一个子集。这样,一个规则线状符号可看成是多个其它规则线状符号组合而成,如图9所示,图9(c)可看成是图9(a)和(b)的组合。这种特征可以用于符号设计中。

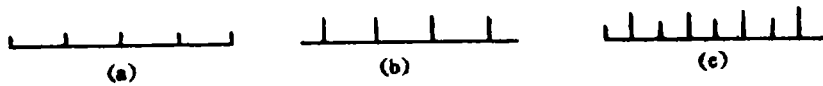


图9 规则线状符号的组合与分解

4 结束语

规则线状符号的逻辑构造函数描绘了它的基本特征,为线状符号的规范化和定量化提供了依据,利用本文提出的逻辑构造函数可以只需一个线状符号管理程序就几乎可以完成所有的规则线状符号的绘制,规则线状符号之间也易于比较。

参考文献

- 1 张克权,黄仁涛等.专题地图编制.第二版.北京:测绘出版社,1991.
- 2 胡友元,黄杏元等,计算机地图制图.北京:测绘出版社,1988.

Decomposition and Combination of Linear Symbol

Guo Qingsheng

(Dept. of Cartography WTUSM, Luoyu Road 39, 430070 Wuhan, China)

Abstract Linear symbol is often used in maps. In this paper, the logical function of structure of linear symbol is given, based on theory of structure of linear symbol. For need of map reader, some algorithm in computer-assisted realization is discussed.

Key words regular linear symbol; theory of structure; logical function of structure; basic pattern unit