

# 线状要素移位的研究\*

李 沛 川

(武汉测绘科技大学地图制图系, 武汉珞珈路 39 号, 430070)

**摘 要** 制图综合常要求将地形图要素从其正确的图面位置偏移一点。本文就线状要素的移位问题进行讨论。首先提出移位场的概念, 这对于由于移位所产生的“连锁反应”能较好地解决; 然后, 提出一种栅格探测——矢量计算方法, 加快移位计算的速度。

**关键词** 机助制图综合; 线状要素; 移位场; 移位

**分类号** P283.7

## 0 前 言

移位(又称要素偏移(feature shifting)也许是制图综合中最令人困惑的一方面, 几乎所有发展计算机综合模型的尝试都通过处理单个的线状要素巧妙地避开了移位。在这个意义上, 自 Lang(1969)和 Douglas, 与 Peucker(1973)进行了开创性工作以来, 计算机辅助制图综合理论似乎没有什么进展<sup>[1]</sup>。然而, 在地形图制图中, 邻近的线状要素常常须进行分离以避免视觉混乱。

在普通地图综合中, 大比例尺的地形图上表示各种要素的线状符号可能会很好地相处。但是, 当综合成小比例尺图绘出时, 由于图式规范的约定, 线状符号会占距更大的实际平面位置, 因此必须分离以避免拥挤和重叠。同样, 由于制图综合原则的规定, 对于两条线状要素, 当其中一条线状要素在符号化过程当中, 与另一条定位等级高的要素发生矛盾时, 则定位等级低的要素要产生移位, 以避免争位冲突。

另外, 当一综合后的线状要素的符号须加粗表示时就会占距较大的平面位置。这时, 如两要素争位, 根据地图综合原则, 定位等级低的要素, 或移位, 或合并目标。

然而, 在制图综合过程中, 线状要素并不是唯一的移位要素。当一公路与水系发生争位矛盾时, 公路要移位; 在公路另一侧的点状板房符号也要移位, 这就是所谓的“连锁反应”。总之, 移位在“自动制合”中是不可避免的。

当地图上有一种以上的要素时, 地图编绘者必须建立要素移位顺序的优先级。在常规制图综合中, 水系要素常常作为综合其它要素的结构框架。当其它要素与水系要素发生争位矛盾时, 往往“移动”其它要素而达到协调的目的。基于这一原则, 我们认为将水系要素作为具有最高定位优先级是合适的, 但这并不是绝对的。例如, 对于有一定“制式”形状的公路要素是笔直的, 如果我们机械地按照上述原则, 公路“制式”形状就会被破坏, 此时有“制式”的公路要素定位优先级就会高于水系要素的定位优先级, 因此, 一般以移水系为好。另外, 将水系作为移位处理的定位框架, 还有一好处。这就是当与水系的冲突要素移位处理后, 如公路, 由于其自身的符号扩大后所引起的新移位要素就不会再包括水系要素。此时, 只需移动那些移位优先级低的要素(若包括水系要素, 此时可将所包括的水系要素作为低定位优先级的要素处理, 而保持公路的制式形状)。

在本文中我们主要讨论以水系要素作为拓扑定位结构框架, 而产生的其他线状要素的移

位问题。在本文中我们提出移位场的概念,并介绍移位场内点的移位向量的计算方法。在最后对栅格探测加矢量算法加快寻找争位矛盾的位置作一简单介绍。

## 1 基于水系要素的移位场

1.1 基本概念:所谓移位场就是由一些矢量线段所构成的闭合区域,它具有如下性质:

- ①对于该移位场内的点,将向某一方向移位。而对于场外的点不动。
- ②对于该移位场内的点的移位大小和方向,与移位场的形状有关。

1.2 水系要素的移位场的确定及移位向量的计算

在机助制图中,对于以矢量数据形式描述地图上的线状要素时,线状要素的中轴线的坐标表示其空间位置,在计算机的物理存储中以连续的  $x, y$  坐标串记录。对于空间的一条曲线只以一连串的小直线段所逼近。因此,我们可以对构成水系要素的每个小直线段,在其两侧分别构成一个移位场。然后,我们就可以对那些综合后由于符号的扩大而与水系要素发生争位矛盾的线状要素进行移位。对于产生争位矛盾的线状要素,首先判断是哪个坐标点落入哪个移位场内,而使其产生相应的移位。因为移位的是构成线状要素的坐标点,因此其移位处理后对其“制式”形状的影响不大。但是,如果某线状要素与水系产生争位矛盾,而且其坐标点没有一个落入水系的移位场内,则以移水系而保持该要素的“制式”形状。对于这类问题,我们在由于线状符号自身的扩大所产生的移位处理中解决,这里不详细讨论。

如图 1 所示,设一水系要素中某一段的坐标串  $A, B, C, D$ 。  $S_0$  为  $\angle ABC$  和  $\angle DCB$  的角平分线的交点(若两角平分线平行,规定其无穷远处交于  $S_{0c}$ )。过  $BC$  的两侧分别作与  $BC$  平行且到  $BC$  直线的距离为  $d$  的平行线,分别交两角平分线于  $B_1, B_2, C_1, C_2$ 。我们称四边形  $B_1C_1CB$  为水系要素的  $BC$  段所产生的移位场,前者记为移位场  $BC \sim a$ ,后者记为移位场  $BC \sim b$ 。

当某一与水系要素产生争位矛盾的线状要素坐标点  $P$  落入  $BC \sim a$  移位场,则以  $S_0$  为投影中心,使  $P$  点在  $\overline{B_1C_1}$  线段上投影点  $P'$ ,即为  $P$  点移位后的坐标点,  $\overrightarrow{PP'}$  向量即为移位场内  $P$  点的移位向量。若某一点  $Q$  落入  $BC \sim b$  移位场,则以  $S_0$  为投影中心使  $Q$  点在  $\overline{B_2C_2}$  线段上投影点  $Q'$ ,即为  $Q$  点移位后的坐标点,  $\overrightarrow{QQ'}$  向量即为移位场内  $Q$  点的移位向量,如图 1 所示。

上面所讨论的只是一般的情况,即投影中心点  $S_0$  在移位场的外面,构成水系要素的每个小直线段,向两侧的外推  $d$  距离的平行线段(如图 1 中的  $\overline{B_1C_1}, \overline{B_2C_2}$ )都存在。由于水系要素是一条曲线,构成水系要素的小直线段非常小,当某一水系链段向某一侧作平移链段后,会产生如图 2 所示的情况,即  $\overline{BC}, \overline{CD}$  线段的外推平行线段都交于一点  $M$ 。在这种情况下,其移位场为由  $M, B_1, C_1, D_1$  点所围成的区域,对于落入其内的与水系要素产生争位矛盾的线

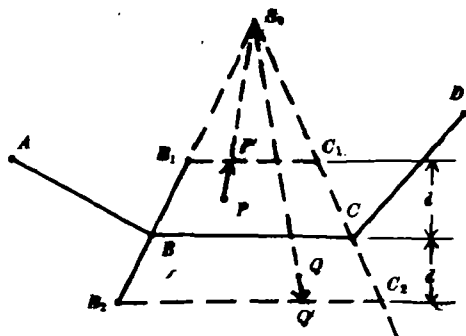


图 1 水系要素的坐标点串

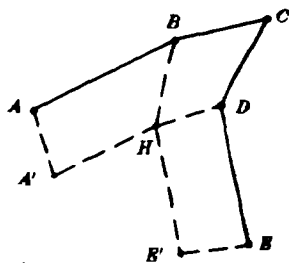


图 2 水系链向一侧的外推平行链

状要素的坐标点,移位到  $M$  点。

### 1.3 水系链段外推距离 $d$ 的确定

水系要素与其他线状要素的争位矛盾,是由于其它线状要素在综合以后的成图比例尺图上其符号的扩大所产生的。如果我们在成图的比例尺图上需扩大线状要素符号的宽度的二分之一加上一个微量  $\delta_1$ ,则对于落入水系移位场内的线状要素移位以后,其符号化过程中将不再与水系要素产生争位矛盾。若还有矛盾,则此时的问题变成有“制式”的线状符号因扩大而产生的移位问题。

## 2 移位场及移位场内点的移位向量

上面我们讨论了在综合后需扩大表示的线状要素符号与水系要素产生争位矛盾时,其中轴线坐标点的移位情况。当一幅图上要素较多,尤其在需移位的要素附近有较多的相关要素时,这些相关要素也要因连锁反应而移位,才能保持综合前后的相对关系。然而对于这些相关要素,由于其定位精度的要求,该要素是不能移位的,这时保持几何精度与保持相对关系产生了矛盾,此时进行必要的选取是合适的。

在本节中,我们主要讨论由于线状要素的移位,所产生的“连锁反应”问题。讨论中采用移位场的概念,使问题得到简化。

### 2.1 移位场的类型

如图 3 所示,某一线状要素的中轴线坐标点串,  $A, B, C, D$ , 当  $B$  点  $C$  点移位到  $E, F$  点后,在平面内,由  $A, B, C, D, E, F$  点构成一多边形区域,根据制图综合协调的原则,由于  $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}$ , 发生了移位,则在  $\overline{AB}, \overline{BC}$  和  $\overline{CD}$  附近的相关要素也要随其移动,如  $A, B, C, D$  是公路的中轴线坐标点,那么在  $ABCD$  链段上的路标符号就要发生相应的移位。

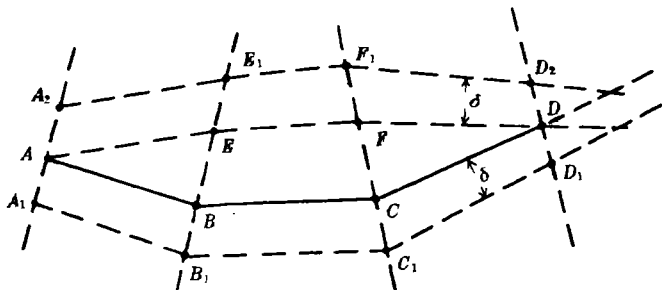


图 3 坐标点的移位所构成的移位场

设由  $\overline{AB}, \overline{BC}, \overline{CD}, \overline{DE}, \overline{EF}, \overline{AE}$  平行外推一距离  $\delta$  后的平行线段为  $\overline{A_1B_1}, \overline{B_1C_1}, \overline{C_1D_1}, \overline{D_1E_1}, \overline{E_1F_1}, \overline{A_2E_1}$ 。为了讨论方便,我称由  $C_1D_1D_2F_1$  及  $A_1B_1E_1A_2$  构成的四边形区域为  $M$  类移位场,由  $B_1C_1F_1E_1$  构成的四边形区域为  $N$  类移位场。对于  $M$  类和  $N$  类移位场将用不同的方法确定场内点的移位向量的方向。

### 2.2 移位方向的确定

对于  $M$  类的移位场,场内点的移位方向按如下方法确定:如图 4(a)作  $BC$  的平行线  $l$ ,过  $B, C$  点的直线为  $k$ ,在  $\triangle ABC$  外作与  $\overline{AC}$  平行且到  $\overline{AC}$  的距离为  $\delta$  的直线,与  $l, k$  的交点为  $A_2, C_1$ ;在  $\triangle ABC$  外作与  $\overline{AB}$  平行且到  $\overline{AB}$  的距离为  $\delta$  的直线,与  $l, k$  的交点为  $A_1, B_1$ 。设  $\overline{BC}$  向量为  $B$  点的移位向量,则在由四边形  $A_1B_1C_1A_2$  构成的移位场内点的移位方向为与  $lk$  平行的方向,其方向如图 4(a)所示。对于  $N$  类移位场,如图 4(b),过  $A, C$  作直线  $l$ ,过  $B, D$  作直线  $k, l$  与  $k$  的交点为  $S_0$  (若  $l \parallel k$  时设  $S_0$  在无穷远处)。在四边形  $ABDC$  的外侧分别作与  $\overline{CD}, \overline{AB}$  的平行且到  $\overline{CD}, \overline{AB}$  的距离为  $\delta$  的直线,交  $l, k$  分别为  $A_1, B_1, C_1, D_1$ 。  $\overline{AC}$  与  $\overline{BD}$  向量为  $A$  点与  $B$  点的移位向量。

在由四边形  $A_1B_1D_1C_1$  构成的移位场内点的移位方向为该点与  $S_0$  的连线方向,其方向如图

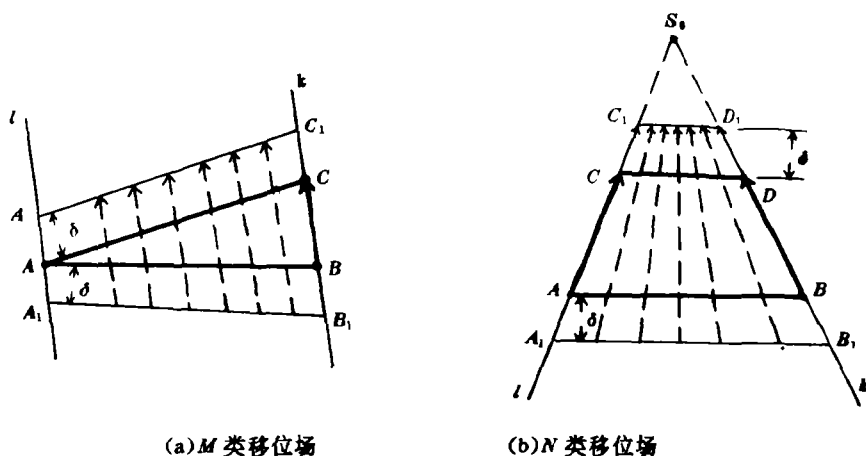


图 4 移位场

4(b)所示。

实际上,  $M$  类移位场是  $N$  类移位场的特例。

### 2.3 移位场的性质

对于  $M$  类及  $N$  类移位场场内点, 我们规定具有如下的性质:

1) 在场内的点, 在同一移位方向线上的点, 距离原始线段(如图 4 中的  $\overline{AB}$  线段)愈近, 其移位愈大; 距离愈远, 则移位愈小。

2) 对  $M$  类移位场,  $\overline{AB}$  线段上的点, 将移位到  $\overline{AC}$  线段上; 对  $N$  类移位场,  $\overline{AB}$  线段上的点, 将移位到  $\overline{CD}$  线段上(如图 4)。

3) 对  $M$  类移位场边缘上的线段  $\overline{A_1B_1}$ ,  $\overline{A_2C_1}$ , 和  $N$  类移位场边缘上的线段  $\overline{A_1B_1}$ ,  $\overline{C_1D_1}$  上的点不发生移位。

4) 对  $M$  类移位场, 四边形  $A_1B_1BA$  内的点, 将移位到三角形  $\triangle ABC$  内。

四边形  $ABC_1A_2$  内的点, 将移位到  $ACC_1A_2$  内;

对  $N$  类移位场, 四边形  $A_1B_1BA$  内的点, 将移位到四边形  $ABDC$  内;

四边形  $ABD_1C_1$  内的点, 将移位到四边形  $CDD_1C_1$  内。

### 2.4 移位向量的确定

#### 2.4.1 模型的构造

根据上述规定的移位场的性质, 我们以  $N$  类移位场为例, 用投影变换的方法构造出移位场内任意点的移位模型。

如图 5 所示, 在三维笛卡尔坐标系下, 设移位场平面为  $xoy$  平面, 过移位场内任一点  $P$ , 在空间上, 沿该点的移位方向作与子轴平行的平面  $\pi_1$ , 与  $\overline{C_1D_1}$  交于  $N$ , 与  $\overline{A_1B_1}$  交于  $M$ , 与  $\overline{CD}$  交于  $Q$ , 与  $\overline{AB}$  交于  $R$ 。  $\overrightarrow{AC}$ ,  $\overrightarrow{BD}$  向量为  $A$  点与  $B$  点的移位向量。

在  $\pi_1$  平面上, 以  $\overline{MN}$  的中点  $O'$  为圆心, 以  $\overline{MN}$  线段长度的二分之一为半径, 在子轴的正向上作一半圆, 如图 6 所示, 过  $M, N$  作与子轴平行直线  $l, k, l$  与半圆交于  $T$ , 过  $T, R$  作直线与  $l$  交于  $S_1$ , 过  $T, Q$  作直线与  $k$  交于  $S_2$ 。

以  $S_1$  为投影中心, 作  $\overline{MN}$  线段在  $\widehat{MN}$  弧段上的投影, 则  $\overline{MN}$  线段上的点在上半圆上都有唯一的像与其对应, 且  $\overline{MR}$  线段的投影象为  $\widehat{MT}$  弧段,  $\overline{RN}$  线段的投影象为  $\widehat{TN}$  弧段。

再以  $S_2$  为投影中心, 将圆弧上的点投影到  $\overline{MN}$  线段上, 则  $\widehat{MT}$  弧段上的点在  $\overline{MQ}$  线段上有唯一的点与其对应,  $\widehat{TN}$  弧段上的点在  $\overline{QN}$  线段上有唯一的点同其对应。

经过两次投影交换后, 在  $\overline{MN}$  上的点, 似交换回  $\overline{MN}$  上且一一对应。

设  $\overline{MN}$  上的任意点  $P$ , 经第一次交换后, 在  $\overline{MN}$  上得到点  $H$ , 将点  $H$  经第二次交换后, 在  $\overline{MN}$  上得到点  $P'$ ,  $P$  点经两次交换得到的象点  $P'$ , 即为  $P$  点移位后的点位, 且  $\overrightarrow{PP'}$  即为  $P$  点的移位向量。

由图 6 我们可以看出, 通过两次中心投影交换的方法, 对于移位场内任意点的移位, 能够满足前述规定的移位场的性质。

#### 2.4.2 模型的代数表示

##### ① $S_0$ 交点

设  $A$  的坐标为  $(X_A, Y_A, 0)$ ,  $B$  的坐标为  $(X_B, Y_B, 0)$

$C$  的坐标为  $(X_C, Y_C, 0)$ ,  $D$  的坐标为  $(X_D, Y_D, 0)$

则过  $A, C$  的直线方程为:

$$a_1x + b_1y + c_1 = 0$$

$$a_1 = Y_C - Y_A \quad b_1 = X_A - X_C$$

$$c_1 = X_C Y_A - Y_C X_A$$

过  $B, D$  的直线方程为

$$a_2x + b_2y + c_2 = 0$$

$$a_2 = Y_D - Y_B \quad b_2 = X_B - X_D$$

$$c_2 = X_D Y_B - Y_D X_B$$

则两直线的交点  $S_0$  的坐标为:

$$\begin{cases} X_{S_0} = (-c_1 \cdot D_2 + c_2 D_1) / DD \\ Y_{S_0} = (-a_1 \cdot C_2 + a_2 C_1) / DD \\ Y_{S_0} = 0 \end{cases}$$

$$(DD = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix})$$

若用齐次线性坐标表示, 出交点  $S_0$  的齐次线性坐标为

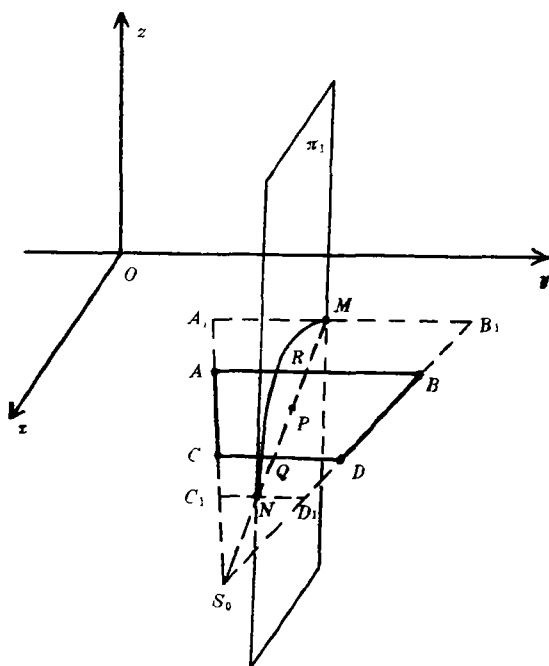


图 5 移位场内任意点的移位模型

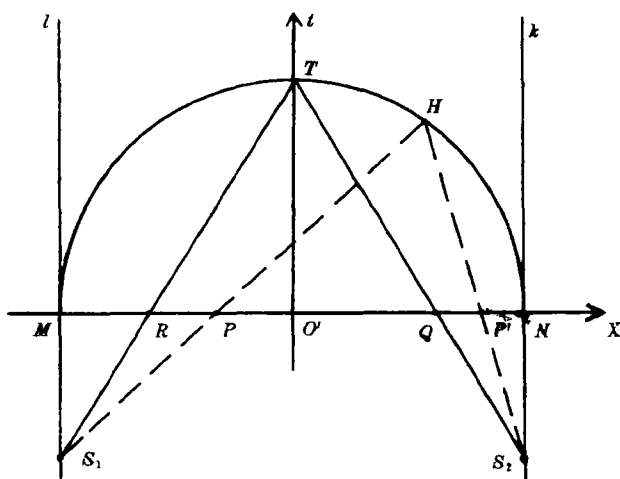


图 6  $\pi_1$  平面

$$(X, Y, \delta, u) = \left( \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} c_1 & a_1 \\ c_2 & a_2 \end{vmatrix}, 0, \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} \right) \quad (1)$$

若  $u = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} = 0$ , 则  $S_0$  在以  $y/x = \begin{vmatrix} c_1 & a_1 \\ c_2 & a_2 \end{vmatrix} / \begin{vmatrix} b_1 & c_1 \\ b_2 & c_2 \end{vmatrix}$  为斜率的直线上的无穷远处。若  $u = \begin{vmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \end{vmatrix} \neq 0$ , 则  $S_1$  在有穷平面内有唯一的交点。

## ② P 点的移位方向

由图 5 所示, 由于  $\overrightarrow{AC}$ ,  $\overrightarrow{BD}$  是 A 点与 B 点的移位向量, 如果 C 点在  $\overline{AS_0}$  线段上, 且 D 点在  $\overline{BS_0}$  线段上, 则 P 的移位方向为  $\overrightarrow{PS_0}$  向量方向; 如果 C 点在  $\overline{AS_0}$  线段外, 且 D 点在  $\overline{BS_0}$  线段外, 则 P 的移位方向为  $\overrightarrow{PS_0}$  的反向。

由公式 (1), 如果  $u=0$

则 P 点的单位移位向量

$$\dot{e} = (x_c - x_A) / |\overrightarrow{AC}| \cdot i - (y_c - y_A) / |\overrightarrow{AC}| \cdot j$$

$$\text{或} \quad \dot{e} = (x_D - x_B) / |\overrightarrow{BD}| \cdot i - (y_D - y_B) / |\overrightarrow{BD}| \cdot j \quad (2)$$

$$|\overrightarrow{AC}| = \sqrt{(x_c - x_A)^2 + (y_c - y_A)^2}$$

$$|\overrightarrow{BD}| = \sqrt{(x_D - x_B)^2 + (y_D - y_B)^2}$$

若  $u \neq 0$ ,

如果  $(x_m - x_c)(x_c - x_A) \geq 0$  或  $(x_m - x_D)(x_D - x_B) \geq 0$

则 P 点的单位移位向量为

$$\begin{aligned} \dot{e} &= (x_m - x_c) / |\overrightarrow{PS_0}| \cdot i + (y_m - y_c) / |\overrightarrow{PS_0}| \cdot j \\ &= \cos \alpha i + \sin \alpha j \end{aligned} \quad (3)$$

$$|\overrightarrow{PS_0}| = \sqrt{(x_m - x_c)^2 + (y_m - y_c)^2}$$

$\alpha$  为  $\dot{e}$  与  $x$  轴正向之间的逆时针夹角。

如果  $(x_m - x_c)(x_c - x_A) < 0$  或  $(x_m - x_D)(x_D - x_B) < 0$

则 P 点的单位移位向量为:

$$\begin{aligned} \dot{e} &= (x_c - x_m) / |\overrightarrow{S_0P}| \cdot i + (y_c - y_m) / |\overrightarrow{S_0P}| \cdot j \\ &= \cos \alpha \cdot i + \sin \alpha \cdot j \end{aligned} \quad (4)$$

$$|\overrightarrow{S_0P}| = \sqrt{(x_c - x_m)^2 + (y_c - y_m)^2}$$

$\alpha$  为  $\dot{e}$  与  $x$  轴的正方向之间的逆时针夹角。

将坐标原点平移到  $\overline{MN}$  的中点  $O'$ , 然后在  $xoy$  平面内, 将坐标轴, 逆时针转  $\alpha$  角, 设新坐标系为  $O'XYZ$ , 则新旧坐标点之间的关系为:

$$(x', y', \delta') = (x - x_0, y - y_0, \delta) \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (5)$$

设在原坐标系下, M 的坐标为  $(x_M, y_M, 0)$ , N 的坐标为  $(x_N, y_N, 0)$ , R 的坐标为  $(x_R, y_R, 0)$ 。

Q 的坐标为  $(x_Q, y_Q, 0)$ , 则  $x_0 = (x_M + x_N) / 2$ ,  $y_0 = (y_M + y_N) / 2$ 。

由公式 5, 可得到 M, N, R, Q, 及移位场中任上点 P 在新坐标系下的坐标。

如图 6, 在  $\pi$  平面上, 新的坐标系下圆的半径  $d = |\overline{MN}|/2$ , 则在新坐标系下, T 的坐标为  $(0, 0, d)$ , M 的坐标为  $(-d, 0, 0)$ , N 的坐标为  $(d, 0, 0)$ , 设 R 的坐标为  $(x'_R, 0, 0)$ , Q 的坐标为  $(x'_Q, 0, 0)$ , 则

$$S_1 \text{ 的坐标为 } (-d, 0, \frac{d}{x'_R}(d+x'_R)) \quad S_2 \text{ 的坐标为 } (d, 0, \frac{d}{x'_Q}(x'_Q-d))$$

过  $S_1, P$  在  $\pi_1$  平面上作直线, 其直线方程为

$$\begin{cases} \delta' = \frac{-d(x'_R + d)}{X'_R(x'_R + d)}(x' - x'_R) \\ y' = 0 \end{cases}$$

在新坐标系下, 上半圆方程为

$$\begin{cases} \delta' = \sqrt{d^2 - x'^2} \\ y' = 0 \end{cases}$$

过  $S_1, P$  的直线与上半圆的交点 H 的坐标为

$$\begin{cases} \delta'_H = \frac{-Ax'_P + \sqrt{A^2d^2 + (d^2 - x'^2)^2}}{1 + A^2} \\ x'_H = A\delta'_H + x'_P \\ y'_H = 0 \end{cases}$$

$$A = -\frac{x'_R(x'_P + d)}{d(x'_R + d)} \quad (x'_R + d) \neq 0$$

在新坐标系下, 过  $H, S_2$  的直线方程为

$$\begin{cases} ax' + by' + c = 0 \\ y' = 0 \end{cases}$$

$$a = \frac{d}{x'_Q}(x'_Q - d) - \delta'_H$$

$$b = x'_H - d$$

$$c = \delta'_H X_{S_2} - X'_H \left[ \frac{d}{x'_Q}(x'_Q - d) \right]$$

令  $\delta' = 0$

则过  $H, S_2$  的直线与  $x$  轴的交点 K 的坐标为

$$x'_K = -\frac{c}{a} \quad y'_K = 0 \quad \delta'_K = 0$$

因为  $|x'_K - x'_P| = |-\frac{c}{a} - x'_P| = |\frac{c}{a} + x'_P|$  即移位场内点 P 的移位距离所以 K 点在原坐标系下的坐标为

$$\begin{cases} x_K = x_P + |\frac{c}{a} + x'_P| \cdot \cos \alpha \\ y_K = y_P + |\frac{c}{a} + x'_P| \cdot \sin \alpha \\ \delta_K = 0 \end{cases} \quad (6)$$

### 3 栅格探测加矢量计算加快移位

前面我们介绍了用矢量数据的计算来解决产生争位矛盾的移位问题。然而,对于机助制图来说,自动地检测出需移位的地图区域,是必要的。对于以矢量数据格式描述的地图,若用纯矢量的算法来检测移位的区域,其运算量是惊人的。因此,“一种冗余的数据格式是恰当的,即用栅格数据检测要求移位的地图区域,用矢量数据移开要素”。

栅格探测加矢量计算方法的基本思想,是在计算机内设立一二维栅格数据场,将前述矢量数据描述的移位场区域栅格化,并赋一定的灰度值。将地图上的要素的矢量数据,按定位的优化级顺序,进行栅格化,在栅格化的同时判断,当前栅格的灰度值,是否与一移位场区域的灰度值相同。若相同,则该要素可能在该移位场内。这时用矢量计算的方法判别该要素点是否在移位场内,若在则进行矢量的移位。若移位的是线状要素,则还是记录下该移位要素构成的移位场,以便后续要素的移位。

总之,栅格探测的方法有很多,我们难以一一介绍。

### 4 结束语

对于自动综合而言,要素的移位,是难以回避的问题。由于地图内容固有的复杂性,使这一问题仍有待于继续研究。本文只是从理论上对移位的问题进行讨论,有待于在实践中完善。

#### 参考文献

- 1 Monmonier M. 矢量 栅格方式的图形移位. 李霖译. 武测译文, 1989(2), 35~39
- 2 何援军. 计算机图形学算法和实践. 湖南科学技术出版社, 1990.
- 3 毋河海. 地图数据库. 北京: 测绘出版社, 1991.
- 4 龙泽斌. 几何变换. 湖南科学技术出版社, 1984.

### On Shifting of Linear Feature

Li Peichuan

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

**Abstract** In this paper, two kinds of problems are discussed. A method of raster prospecting/vector caculating is presented, used to speed up shifting caculating. A concept about shifting -area is presened, used to explain "chain reaction" for shifting.

**Key words** computer-assisted cartographic generalization; linear feature shifting area; shifting