

# 地图注记自动配置规则及其实现策略\*

樊红 杜道生 张祖勋

(武汉测绘科技大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,武汉市珞喻路 129号,430079)

**摘要** 在分析自动注记与手工注记差异的基础上,探讨了确定自动注记原则要考虑的因素,提出了一种适合小比例尺地图注记自动配置的方案,介绍了此方案的实现策略。

**关键词** 地图;自动注记;配置规则

**分类号** p283.7

地图的注记是影响地图可读性、增进地图使用价值的一个重要因素。地图的注记也有自己的编绘规范,不同比例尺的地图,注记的规范通常有所不同。长期以来,地图的注记用人工方法完成。随着计算机和GIS技术的发展和运用,地图以数字的形式进入了计算机,传统的地图编绘也逐步为计算机排印系统所取代,注记作为地图使用和输出的重要环节,其自动化程度及注记质量的好坏将影响GIS应用的质量。与手工注记相似,计算机自动注记也需要有明确的注记规范。由于自动注记与手工注记方式存在较大的差异,我国现有的注记配置规则多数因不够精确或执行有歧义而难以为计算机自动注记系统所使用。

## 1 计算机自动注记与手工注记比较

计算机自动注记是指由计算机模拟人工注记过程,根据从数据库中读取的注记字体、尺寸、倾角等参数,按照自动注记配置原则,进行全局或局部最优判定,自动确定注记位置。计算机自动注记与手工注记方式存在着较大的差异,这些差异主要体现在下列几个方面:(1)主体不同。手工注记的主体是人,但计算机依靠人们编制好的程序和算法进行逻辑推理来解决问题。这种区别决定了在手工注记时,使用的注记配置规则可以是指导性的、原则性的、定性的,而计算机自动注记使用的配置规则必须更严格、更具体、更精确,要求是定量的,没有二义性。(2)对象不同。手工注记的对象多为纸质地图,纸质地图尺寸固定,能够容纳的信息量一定,一般对于一种特定比例尺的地图

有一种最佳表达信息的方式,这样,手工注记的注记规则一般对注记的字体、尺寸都作了详细而严格的规定<sup>[1]</sup>;计算机自动注记的对象有屏幕输出和图纸输出两种。图纸输出可以采用手工注记的规定,但是,屏幕输出可以灵活地变动窗口的大小和地图的比例尺,又由于数字(或电子)形式地图可以有更广泛的应用,而不同的应用可能有不同的输出要求,因此,屏幕输出要求提供更为灵活可变的注记配置规则,如由系统确定大原则,给出缺省配置值,再由用户根据需要指定具体注记配置的规则等。

## 2 自动配置原则需考虑的因素

由于计算机自动注记与手工注记存在的差异,以及计算机自动注记处理具有的特点和优势,在确定自动配置原则时要考虑下列新因素。

### 2.1 根据几何特征类型分层处置

在进行注记时,区别不同的地物类型意义不大,但是,由于地物几何特征的不同,自动处理的算法、思路、数据的存贮结果会有很大的不同,这意味着,不同特征类型的要素会有完全不同的处理方法。例如,点要素的注记通常是环绕点位进行,主要考虑与注记点结合的紧密程度,与其他注记是否冲突、压盖;而线要素的注记则以沿线要素形状分布为宜,当然也要考虑与其他注记冲突和与其余要素压盖的问题。面状要素又可以分为面团状(如居民地)、小面积面状、大面积面状和条形面状。各种情况要进行不同的处理,面团状要求沿着外轮廓线注记;小面积面状宜作点状要素处理;大面积面状需要沿主骨架线注记;条形面状宜

收稿日期:1998-10-02 樊红,女,31岁,博士生,副教授,现从事GIS理论与应用研究。

\* 国家测绘局测绘科技发展基金资助项目,编号 95014

沿着条状的外沿形状注记 因此,注记配置原则应考虑分成点、线、面 种不同的几何类型分别进行处理

## 2.2 点、线、面注记的优先级

在地图的注记(如全要素地形图的注记)中,由于涉及到多种特征类型的多种要素,因此有一个综合平衡和优先考虑的问题。一般而言,点、线、面注记的先后顺序应该是先点、后线、再面。当然,根据不同的输出要求,可以有不同的优先级的规定。但是,需要明确的是,不同优先级的确定将决定不同的地图注记结果

## 2.3 冲突避让优先级

理想的注记位置是所有居民地注记都分布在居民点的正右方,所有线状注记都分布在河流右侧或上侧居中且均匀分布,面状注记分布在居民点的周围居右且结合紧密。由于地理要素密集,按理想状态安排,注记冲突无法避免,通过调整注记位置来解决冲突是自动注记的主要任务。谁避让谁存在一个权衡取舍问题,这时一般要由地物的重要程度来决定。例如,省、地、市政府所在地要比一般居民点更重要,一般居民点要避让,这可以根据地物本身的等级属性予以考虑。因此,在进行自动注记之前,需根据应用的要求对冲突避让优先级先给出一个综合的考虑

## 2.4 压盖避让优先级

由于地图上地理要素密集,注记对地物完全不压盖是不可能的。因此,在处理压盖的问题上,就存在着轻重先后的问题。例如,在考虑全要素地形图居民地注记问题时,居民地注记就可能对河流、道路形成压盖,而且某些地域由于河网、道路的密集,要想完全消除压盖是不可能的,这时,就存在避让问题。如果从全要素地形图出图考虑,因为道路与居民地同在黑色版上,河流在蓝色版上,所以避开道路要比避开河流更为优先,所以,最好是先避道路,后避河流。但是,如果要出一张与水系有关的专题图,避开河流应比道路更为优先。因此,在进行自动注记之前,需根据应用的要求对压盖的优先级先给出一个综合的考虑

## 2.5 屏幕输出与图纸输出

对于图纸输出,注记参数应有更严格的规定;对于屏幕输出,由于计算机屏幕输出可以方便地缩放、漫游,注记的参数可以更为灵活处理,可给出一个系统缺省值,再提供方便的交互式手段让用户可以根据自己的需要进行设定和改变。

# 3 自动配置的基本原则及其实现策略

根据以上对自动注记特点的分析,结合计算机自动处理的特殊性,在对 1:25万地形图进行自动注记时,笔者设计并采用了如下的配置原则和实现方法

## 3.1 自动配置的总原则

通过分析地图手工注记的过程,笔者提出以下自动注记原则,无论对于哪一类地理目标注记,都是适应的: (1)“所属关系”的原则。注记应与被注记目标结合较紧密,读者应容易确定注记与被注记目标之间的所属关系,不会与附近注记或其他目标发生混淆。(2)“避让”的原则。注记应避开重要地物,即不能压盖重要地物,尤其不能压盖同种颜色的其他地物。(3)“习惯”的原则。注记的字位、字序、排列方式要符合读图习惯。根据以上总的原则,考虑点、线、面各类地物注记的特殊性,笔者确定了各类目标注记的具体配置原则

## 3.2 点状要素配置原则及其实现

点状要素通常包括居民地和高程点等,在 1:25万地形图注记中,又以点状居民地最为密集。其配置原则如下。

1) 在注记位置的选取上,以正右为优先,见图 1 在非正方向上,又按照右、上、左、下的顺序选取。为简化问题,以注记的中心点为定位点来考

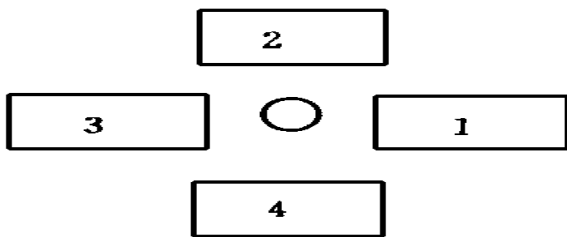


图 1 点状地物定位点的优先级

Fig. 1 Candidates for Annotation Position of Point Feature

虑自动注记问题,假定 width 和 height 分别是当前注记的宽度和高度,注记的名称是“白河桥”,字体大小为 5 个单位,注记是矩形,它的宽度和高度分别是 15 和 5,每个方向位置的选择可由下列一组同心椭圆来确定,见图 2。每个选择位置由两个参数  $r$  和  $a$  来决定,其中,  $r$  决定注记定位点与待注记地物点的距离,  $a$  是注记定位点与待注记地物点的连线与水平线的偏角。改变  $r$  和  $a$  之值,可以改变每个方位待选点的数量。假定每个方位的待选点以偏离正方向角度大小为标准,偏离角度愈

小,优先级越高。例如,选取  $r$  值介于 1~ 3 之间,  $a$  以  $22.5^\circ$  为角差变化,这样,在每个方位将选取 12 个点作为待选点

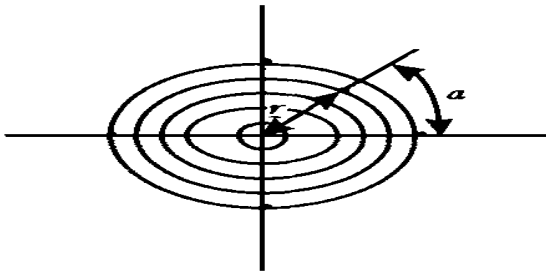


图 2 点状地物定位点的确定

Fig. 2 Selection Strategies for Annotation  
Position of Point Feature

2) 点状注记不能压盖被注记要素和其他点状要素。

3) 点状注记不能彼此压盖。

4) 点状注记尽可能不要压盖其他同颜色线状和面状地物,在特殊情况下,应选择尽可能压盖不同颜色的地物,等级较低或与主题无关或关系不大的地理要素。系统根据以上原则给出缺省的压盖优先级,并提供对由用户指定压盖优先级的支持

5) 点状注记最好与被注记点位于道路、河流、境界的同侧。点状要素的注记主要考虑避免冲突和减少压盖。所谓避免冲突是指避免注记与注记之间的重叠,这种重叠是不允许的。但自动注记算法可能无法完全解决这个问题,所以,仍然需要辅以交互式配置注记的方法解决少量由自动过程残留的未解决问题。与冲突不同的是,注记与其余地物之间的压盖是无法完全避免的,这时就有一个优先级和权重的问题。通常认为,在地形图中,不同颜色的地物,等级较低或与主题无关或关系不大的地物优先级较低。

点状注记通常有矢量或栅格两种处理方式,解决冲突和压盖有回溯和神经网络求取全局最优两种方法。用回溯的方法,一般采取下列过程:

(1) 根据压盖情况,选取注记点位;(2) 进行冲突检测,如有冲突,进行回溯,解决冲突。采用神经网络方法时,则一般遵循这样的过程:(1) 考虑压盖的冲突情况,选择全局较优点位;(2) 进行冲突与压盖检测,解决冲突,减少压盖。

### 3.3 线状要素配置原则及其实现

线状要素配置规则确定如下:

1) 线状要素沿其平行线进行注记

2) 注记的方向依线状要素的倾斜角而定,设线状要素的倾斜角为  $a$ ,当  $a$  介于  $45^\circ \sim 135^\circ$  时,应

从上往下注记,右侧为先,左侧为后;当  $a$  介于  $0^\circ \sim 45^\circ$  以及  $135^\circ \sim 180^\circ$  时,应从左往右注记,上侧为先,下侧为后,见图 3

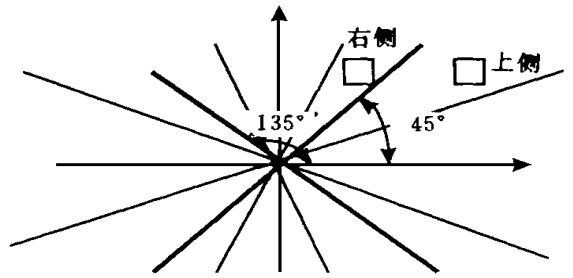


图 3 线状地物定位点的确定

Fig. 3 Selection Strategies for Annotation  
Position of Linear Feature

3) 注记点与线距离允许值为  $1 \text{ mm} \sim 2 \text{ mm}$

4) 对于较长河流,应该分段注记,设  $\text{Length}$  代表河流长度,① 当  $0 \text{ cm} < \text{Length} \leq 30 \text{ cm}$  时,注记 1 次;② 当  $30 \text{ cm} < \text{Length} \leq 60 \text{ cm}$  时,注记 2 次;③ 当  $60 \text{ cm} < \text{Length} \leq 90 \text{ cm}$  时,注记 3 次。

5) 注记字之间宜取 3~ 5 个字大小的间距,为便于实施,拟定下列规则:设  $\text{Length}$  代表河流长度,① 当  $0 \text{ cm} < \text{Length} \leq 20 \text{ cm}$  时,取 3 个字间隔;② 当  $20 \text{ cm} \leq \text{Length} \leq 40 \text{ cm}$  时,取 5 个字间隔。

6) 不允许一组注记分放在河流的两侧

线状要素的注记也有基于矢量和栅格两种数据结构的注记方法。线状要素注记之间彼此冲突的问题已不存在,但要考虑线状要素注记与已有点状要素注记的冲突问题,以及与其他地物的压盖问题。前者因为线状要素注记位置的允许空间比较大,一般容易解决;后者通过设立压盖优先级可以解决。线状要素注记要解决的主要难点在于提高平行线生成的精确性,以及提高处理冲突和压盖时的搜索比较速度。线状要素注记方法一般遵循下列步骤:(1) 提取河流空间点位及相应注记的参数数据;(2) 计算河流长度,对河流进行分段;(3) 为各段求取左、右(或上、下)平行线;(4) 沿着平行线搜索第一组(下一组)可选位置;(5) 检测该组位置是否与已有注记发生冲突,如有,则该组位置作废,转到(4),否则,转到下一步;(6) 记录该组位置及与已有地物的压盖情况;(7) 选出  $N$  组位置,转到下一步,否则,转去执行(4);(8) 比较已经选出各组位置的压盖情况,选取最佳位置,输出结果。

### 3.4 面状要素注记原则及基本方法

面状要素包括团状居民地、面状湖泊、双线河

流、面状水库等。面状要素的配置规则见图4(1)团状居民地的注记,在提取外轮廓线后作为点状

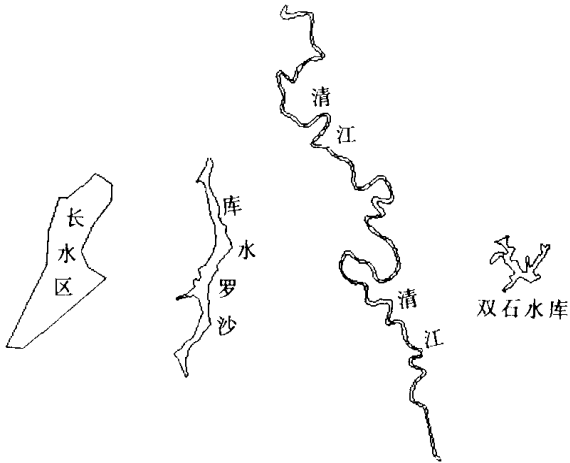


图4 面状地物的配置规则

Fig. 4 Configuration Rule for Polygon Feature

要素注记,注记要求和方法同点状要素;(2)小的湖泊、面状水库,根据其形状和大小作为点状或线状要素注记;(3)双线河流和狭窄而细长的湖泊、水库等作为线状要素注记;(4)大的面状湖泊、行政区域,在提取骨架线后,沿其主骨架线注记。面积太小、主骨架线太短,容纳不下注记时作为点状要素注记,注记要求和方法同点状要素。

面状要素注记的问题可归结为求面状多边形主骨架线的问题。目前,较常用的求主骨架线的方法有求扫描线中点法和数学形态学两种方法。在求出主骨架线后,其余处理过程与线状要素方法类似。

## The Study on the Principles of Automated Placement of Map Name and Its Implementation Approach

Fan Hong Du Daosheng Zhang Zuxun

(National Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing,  
W TUSM, 129 Luoyu Road, Wuhan, China, 430079)

**Abstract** Based on the analysis of difference between placing map name manually and automatically, the primary factors that should be taken into account while adding lable name automatically are discussed in this paper. Then, some principles for automated name placement and its implementation approach are presented.

**Key words** map; automated map name placement; principles of placement of map name

## 4 结束语

本文对配置原则的研究主要是针对 1:25万全要素地形图为实验数据进行的,在笔者研制的基于规则的地图自动注记系统中,运用它来解决全国 1:25万地形图数据库出图和显示的问题,取得了较为理想的效果。在实现上述配置原则时,对于地形图或者专题图的输出,采取提供缺省参数由用户确定压盖优先级和注记参数如尺寸、字体等相结合的方式,使系统功能更为灵活实用,以满足多种应用的需要。当然,上述配置规则应用于其余比例尺地图时要作些调整,对于大比例尺地图和有些专题图该方法调整程度更大。目前,正在对这些问题进行更深入的研究。

## 参 考 文 献

- 1 樊红,张祖勋,杜道生,等.基于神经网络模型求取注记配置最优解.武汉测绘科技大学学报,1998,23(1): 32-35
- 2 刘镜年,杜瑞颖,胡启平.线状要素汉字注记自动配置.地图,1996(1): 14-18
- 3 李艳,华一新.GIS中地图注记的自动配置.见:中国GIS协会第二届年会论文集,1996
- 4 游涟,何宏星.地图点状符号及注记的自动配置.测绘学报,1993,22(4): 304-308
- 5 景涛,薛红萍.在地理信息系统中如何处理地形图注记信息.测绘通报,1994(1): 17-21