

# 地图数据缩编更新中道路数据匹配方法

胡云岗<sup>1</sup> 陈 军<sup>2</sup> 赵仁亮<sup>2</sup> 李志林<sup>3</sup>

(1 北京建筑工程学院测绘与城市空间信息学院,北京市西城区展览馆路 1 号,100044)

(2 国家基础地理信息中心,北京市海淀区紫竹院百胜村 1 号,100044)

(3 香港理工大学土地测量与地理资讯学系,香港九龙红磡,999077)

**摘 要:**用比例尺 1:1 万的道路数据缩编更新比例尺 1:5 万的相应数据,需要建立不同尺度、不同时态的道路目标间的匹配关系,以提取变化数据进行更新。通过分析道路目标间存在的分解、基本以及抽象的三个匹配层次,利用缓冲区分析和拓扑关系等手段开发了系列算法,进而完成了各目标间的匹配。实验表明,该匹配方法正确率高,实用性强,能满足缩编更新道路数据的要求。

**关键词:**缩编更新;道路数据;匹配层次;路径匹配;结点匹配

**中图法分类号:**P208; P237.9

当前,用 1:1 万数据缩编更新 1:5 万数据是国家基础地理信息系统更新采用的主要技术途径之一。道路数据缩编更新的一般做法是,建立大比例尺新道路数据与小比例尺旧道路数据之间的目标匹配关系,舍弃大比例尺数据中不符合更新尺度要求的冗余目标,继而对无匹配关系者进行化简等处理,并与小比例尺数据合并,进行增删替换、拓扑重建、关系协调,完成对小比例尺道路数据的更新<sup>[1]</sup>。建立匹配关系,要求对不同尺度和时态的道路数据间各目标进行几何、语义及拓扑等方面的相似性对比分析,关联相同目标,获得无匹配目标。

已有的匹配方法主要针对相同或相近比例尺的道路数据,应用于诸如质量检查<sup>[2,3]</sup>、数据融合<sup>[4-7]</sup>以及数据更新<sup>[8,9]</sup>等领域。当道路数据的比例尺相近时抽象程度也相近,结点、路段等目标间的一一对应就能够表达道路数据的匹配,反之则不然。构建多尺度数据库时也涉及匹配问题<sup>[10,11]</sup>,其目的主要是研究目标间的对应关系,且各数据的时态基本一致。这时的匹配方法可以将整个道路交叉口看作一个目标进行匹配,但尚未有自动识别该类目标的算法,已有匹配方法尚不能满足缩编更新的要求。

缩编更新道路数据时,有必要将一些抽象程度高的目标进行分解,或者将一些抽象程度低的目标进一步抽象,以减少不同数据中目标抽象程度的差异。笔者试图对不同抽象程度的匹配层次进行分析,提出缩编更新道路数据的匹配方法。

## 1 道路数据匹配的层次分析

为了分析和表达的方便,将道路网抽象为一个网络,用  $G(N, E)$  来表示,其中  $N = \{n_1, \dots, n_m\}$  表示结点集;  $E = \{e_1, \dots, e_p\}$  表示边集,边即为路段;如果边  $e_p$  的两个端点为  $n_i$  和  $n_j$ ,那么  $e_p$  可表达为  $e_p = \langle n_i, n_j \rangle$ ,边  $e_p$  具有属性,如名称等;一条边可以分割为一系列的线段,表示为  $S = \{s_1, \dots, s_u\}$ ;网络中一条或多条边首尾连接而成路径,由  $r = e_i + \dots + e_j$  来表示。

建立匹配关系是将匹配数据(matching data)映射到参照数据(Reference Data)的过程<sup>[7,8]</sup>。相对而言从具体到抽象的映射更容易实现,由于小比例尺数据比大比例尺数据抽象,故定义大比例尺数据为匹配数据,小比例尺数据为参照数据,分别用  $G_i(N^i, E^i)$ 、 $G_s(N^s, E^s)$  来表示。

$G_i$  与  $G_s$  的匹配主要指结点、路段等目标之

间的匹配。缩编更新中道路数据的比例尺不同使得结点匹配与路段匹配,一方面不能完全表达道路数据之间的匹配,另一方面已有目标匹配度量难以衡量目标的相似度。为此,本文将道路目标进行分解和抽象,进而形成了分解层次、基本层次和抽象层次的目标匹配。

### 1.1 线性目标匹配层次分析

路段可以分成线段,也可以连接为路径,这样线性要素的分解、基本和抽象三类目标分别为线段、路段及路径。它们各自间的匹配构成相应的分解、基本和抽象的匹配层次,如图1所示(其中虚线表示大比例尺道路,实线表示小比例尺道路,指示线表示分解或抽象过程,下同),并分别表达如下:

线段之间匹配:

$$M_s = \{(s^l, s^s) / s^l \in S^l, s^s \in S^s\} \quad (1)$$

路段之间匹配:

$$M_e = \{(e^l, e^s) / e^l \in E^l, e^s \in E^s\} \quad (2)$$

路径之间匹配:

$$M_r = \left\{ \begin{array}{l} (r^l, r^s) / r^l = e^i + \dots + e^j, r^s = \\ e^p + \dots + e^q \end{array} \right\} \quad (3)$$

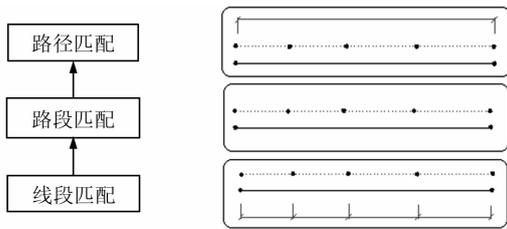


图1 线性目标匹配的3个层次

Fig. 1 Three Levels of Matching for Linear Objects

匹配不同比例尺的道路数据,存在大量非一对一的路段匹配,而路段经过分割或组合形成一对一的线段或路径匹配形式。线段匹配是参照大比例尺数据中的路段来分割小比例尺数据中的路段,以对应线段进行匹配。路径匹配则是参照小比例尺中的路段或路径来连接大比例尺中的路段为对应路径进行匹配。大多已有匹配算法采用的策略是将路段分割为对应线段,通过线段匹配获得路段匹配<sup>[5-7]</sup>。然而,不同抽象程度的道路数据,不易得到严格的对应线段,这将直接影响线段以及路段的匹配质量,故不宜采用线段匹配的方法。但通过缓冲区等辅助方式搜索出对应的结点及需要连接的路段进行路径匹配相对容易。路径匹配是在更高的抽象层次来反映路段的匹配。因而,笔者以路径匹配为主进行道路数据中的线性目标的匹配。

根据包含的路段个数,路径匹配能够分为

1 : N 和 M : N (M > 1, N ≥ 1) 的匹配(见图2),其中1(或M)表示小比例尺路径中的路段个数,N表示大比例尺路径中的路段个数。路径匹配中的1 : 1 匹配就是路段匹配,即路径匹配是在抽象层次反映路段匹配。



图2 路径匹配的两个层次

Fig. 2 Two Levels of Matching for Routes

### 1.2 道路交叉口匹配层次分析

道路交叉口指两条或多条道路的交汇路口,有简单和复杂之分。简单道路交叉口表现为多条道路不随比例尺的变化都相交为一个结点。其对应为结点间的匹配,可理解为道路交叉口的基本目标匹配:

$$M_n = \{(n^l, n^s) / n^l \in N^l, n^s \in N^s\} \quad (4)$$

复杂道路交叉口由多个路段和结点构成,其特点为路段较短,结点分布集中,在不同比例尺数据中表达有可能不同。大比例尺数据中复杂道路交叉口范围内的一条短路段与小比例尺数据中的目标有3种对应:①被综合舍弃;②被综合到一个结点或者其他路段;③形状上发生微小变化但被保留。被舍弃则路段没有对应,通过地图综合的选取操作能够判断出该路段是被综合删除了还是新生路段<sup>[12,13]</sup>;被综合到其他路段或被保留可以由路径匹配来查找;至于被综合到一个结点,则只能看作该路段与该结点匹配。因此,对于复杂道路交叉口除结点间与路径间的匹配,还要求增加结点与路段之间的匹配,且后两者形成了道路交叉口抽象目标间的匹配。考虑到抽象程度的差异,该匹配仅指  $G_s$  中的结点和  $G_l$  中的路段之间的对应关系。笔者以规则来定义:若  $G_l$  中一定长度范围内的路段无匹配,且其两个端点与  $G_s$  中的同一个结点匹配,则路段与结点匹配,并限制路段长度以确保在道路交叉口范围之内:

$$M_m = \{(e^l, n^s) / e^l \in E^l, n^s \in N^s\} \quad (5)$$

对应的简单道路交叉口结点匹配的形式为 1 : 1, 而对应的复杂道路交叉口,结点匹配还存在 1 : N 或 M : N 的形式。本文主要利用结点匹配来判断结点与路段之间的匹配以及保持道路数据的拓扑一致性,故不归纳 1 : N 和 M : N 的结点匹配,只讨论 1 : 1 的结点匹配。

根据点与线的拓扑关系,路段端点为路段的起始或终止点,可以看作结点的分解,即一个结点能分解为所有相连路段在该结点处的端点。可见

端点匹配不是一种真正意义上的目标匹配,但端点匹配可成为其他目标匹配的过渡环节。这里将路段端点匹配分为两种形式:① 路段端点之间的匹配;② 路段端点与结点之间的匹配。如路段匹配,则其端点匹配,可推断出各自所在的结点匹配,这又可推断出其中一个结点所分解出的其他路段端点与另一结点的匹配,成为其他路段匹配的判断条件之一。因而,笔者将路段端点匹配看作道路交叉口的分解目标匹配。这两种形式的端点匹配表达如下(其中 \* 表示一条路段的另一端点):

$$M_{ep1} = \{ (n^s, n^l) / n^s \in N^s \text{ and } e^s < n^s, * > \in E^s, n^l \in N^l \text{ and } e^l < n^l, * > \in E^l \} \quad (6)$$

$$M_{ep2} = \{ (n^s, n^l) / n^s \in N^s \text{ and } e^s < n^s, * > \in E^s, n^l \in N^l \} \quad (7)$$

从以上分析可知,道路交叉口目标间的匹配形成了路段端点匹配为分解层次,结点匹配为基本层次,而路径匹配和结点与路段间的匹配为抽象层次,如图 3 所示。

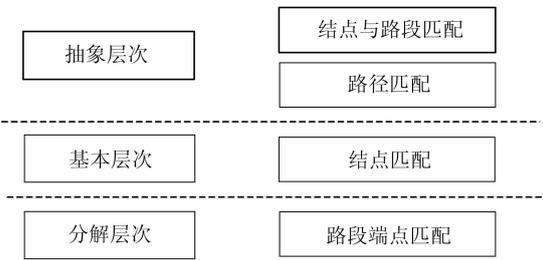


图 3 道路交叉口目标匹配的 3 个层次

Fig. 3 Three Levels of Matching for Crossroad Objects

结合线性要素和道路交叉口要素匹配的层次分析,从目标匹配实现的角度可知后者的层次关系可以代表缩编更新中道路目标间匹配的层次划分。

## 2 道路数据匹配的过程

### 2.1 道路数据匹配的总流程

实现道路数据目标的匹配应先简单后复杂,即按照分解、基本及抽象的匹配层次顺序来进行。除了这一基本思想外,缓冲区分析及目标之间的拓扑关系是多层次目标匹配实现的关键手段,它们在其他已有道路数据匹配方法中也有较多应用<sup>[6-8]</sup>。顾及目标层次分析的道路数据匹配的总流程如图 4 所示。

### 2.2 路段与路段端点的缓冲区分析

路段端点匹配和路径匹配都利用了缓冲区来分析候选对应目标。在路径匹配时,1 : N 路径匹配是以  $G_s$  中的路段来设置缓冲区,而  $M : N$

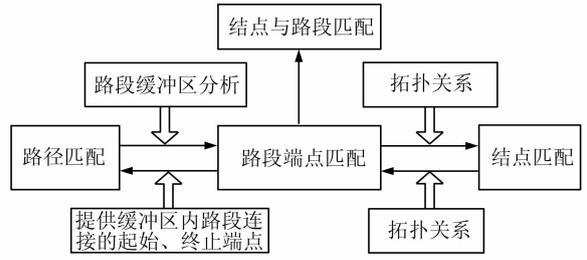


图 4 顾及层次分析的道路目标匹配流程

Fig. 4 Work Flow Chart for Matching of Road Objects Based on Level Analyses

路径匹配是以  $G_s$  中的路径来设置缓冲区。设置路段缓冲区的关键是根据数据的精度等因素来选择合适的缓冲区半径。由于参照数据为小比例尺数据,相比误差较大,缓冲区半径可由其误差要求来决定,且顾及其他因素作适当放宽。匹配比例为 1 : 1 万和 1 : 5 万的道路数据,其误差要求分别为  $\pm 5 \text{ m}$  和  $\pm 25 \text{ m}$ ,取其大者并适当放宽,缓冲区的半径可以取值 30 m 左右。如图 5(a) 所示,通过缓冲区将一条  $G_s$  路段和三条  $G_l$  的路段关联,形成 1 : N 的路径候选匹配。

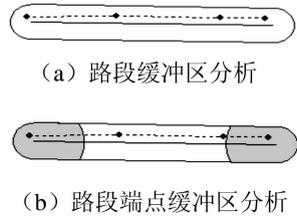


图 5 路段与路段端点缓冲区分析

Fig. 5 Buffer of Edge and the Buffer of Edge Ends

路段端点缓冲区由路段缓冲区与道路交叉口范围圆相互叠加而形成如图 5(b)。范围圆的圆心位于路段端点,其半径需要考虑误差、复杂道路交叉口的范围等因素来确定,一般可从两种道路数据中选取几个最为复杂的道路交叉口,测量其范围即可获得。选择这样缓冲区的原因是,同一条道路上的路段要保持结点处的方向相同,一般相交的另一条道路将会沿着该方向进行偏移,这样该区域存在相应匹配端点的可能性较大,避免了获取多余的候选匹配端点。

### 2.3 路段端点匹配及结点匹配

通过路段缓冲区分析获取了部分路段端点的候选匹配端点。由于这种结果不具有惟一性,尚不能满足结点匹配以及为路径匹配提供起始与终止端点匹配的要求,需要从中筛选出最合理匹配的路段端点。其算法是依次比较与结点连接路段的语义、方向及结点之间的距离等匹配度量,逐步

获得最接近路段端点的匹配。

路段端点是结点的分解,匹配的路段端点对应的结点也匹配。由于一个结点分解出多个路段端点,实现路段端点匹配的另一种方法是借助结点与路段的拓扑关系,从已获得的结点匹配来推断其他路段在该结点处的端点匹配。如果在某些结点上所有的路段端点都无匹配,自动处理比较困难,这时可给出无匹配结点的索引,由人工检查并拾取匹配。如果已有的路段端点匹配不是指向同一个匹配结点,可以利用搜索合理路段端点匹配的算法来取得最合理的匹配结点。

### 2.4 路径匹配

根据匹配层次的难易程度的路径匹配流程见图6。首先通过缓冲区分析获得1:N的对应,连接其中的N条路段为路径,转换为1:1的路径对应,判断相似性得到匹配结果;其次在双方数据的尚未匹配路段中还存在M:N的路径匹配,合并G<sub>i</sub>中首尾相连的尚未匹配的路段,通过缓冲区分析得到1:N的匹配,即能够处理。这里N条路段位于G<sub>i</sub>中是从起点到终点进行连接,称为“缓冲区内路段连接”;M条路段位于G<sub>i</sub>中是基于结点进行连接,称为“顾及名称的方向一致路段连接”。判断1:1的路径匹配时,依据几何、语义等属性作为相似性度量比较而得。

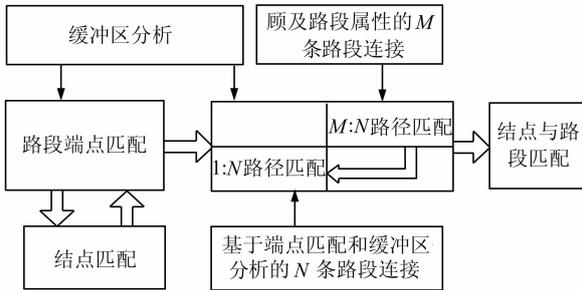


图6 基于层次分析的路径匹配流程

Fig. 6 Work Flow for Matching of Routes Based on Level Analyses

#### 2.4.1 1:N的路径匹配

缓冲区内路段连接算法是根据端点匹配与拓扑关系,按照从起始端到终止端点的顺序,将对应的路段连接为一条或多条候选匹配路径。连接操作时,如果存在并行的多条路径,连接为多条路径并进行标识即可;如果断开无法连接为一条路径,因部分路段不包含于缓冲区,需要通过称为候选匹配路径补充的子算法寻找,并形成一条完整的路径。该子算法为搜索两点间的最短路径,这里使用较成熟的Dijkstra算法<sup>[14]</sup>。最终形成1:1的路径对应,由于存在并行的路径,因此候选匹配路径

并不惟一,因而这里的1仅对整体相似而言。

确定路径匹配需要比较路径间的距离、长度、方向、形状和名称、级别等几何与语义属性。由于候选匹配路径分为完全在缓冲区内的路径和经过补充的路径。前者已由缓冲区在方向、距离和形状上进行了约束,故只进行长度、名称与级别的比较。几何方面的匹配度量须达到阈值的要求;至于语义属性,则要求判断是否相等。这样完全在缓冲区内的候选路径的匹配判定可由以下函数来描述:

$$F_{ij}^r = \begin{cases} 0, & l_{ij}^r \geq \phi \\ 0, & \text{name}_{ij}^r = 0; \text{or type}_{ij}^r = 0 \\ 1, & \text{其他} \end{cases} \quad (8)$$

式中,φ表示长度阈值;l<sub>ij</sub><sup>r</sup>表示对应路径间的长度差异;name<sub>ij</sub><sup>r</sup>,type<sub>ij</sub><sup>r</sup>分别表示道路名称与级别的比较值;0表示匹配不成功,1表示匹配。阈值大小与比例尺及误差要求有关,根据实际情况而定。

对于经过补充的候选匹配路径,采用顾及图形整体形状的Hausdorff距离来描述路径间的几何方面相似度<sup>[8]</sup>。空间目标A和B间的Hausdorff距离计算如下(图7):

$$\begin{aligned} d_{AB} &= \max_{p_a \in A} \{ \text{mind}(p_a, p_b) \}, \\ d_{BA} &= \max_{p_b \in B} \{ \text{mind}(p_b, p_a) \}, \\ d_H &= \max(d_{AB}, d_{BA}) \end{aligned} \quad (9)$$

式中,d<sub>AB</sub>表示从目标B的边界到目标A的最远距离,同理,d<sub>BA</sub>表示从目标A的边界到目标B的最远距离。可见,Hausdorff距离具有不对称性,即从A到B与从B到A的距离不相等。鉴于这一特性,仅需计算候选匹配路径到G<sub>s</sub>中路段的Hausdorff距离,实际意义就是路段设置多大的缓冲区半径,才可以包含候选匹配路径。另外,Hausdorff距离约束了路径的方向和形状,不再对两者进行比较。

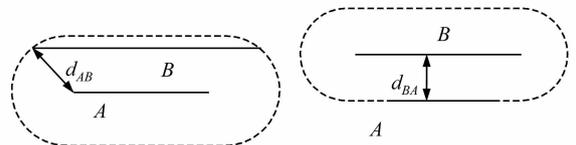


图7 Hausdorff距离的计算

Fig. 7 Computation of Hausdorff Distance

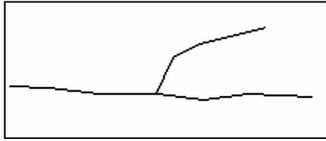
这样,经过补充的路径匹配判定可以由以下函数来描述:

$$F_{ij}^r = \begin{cases} 0, & d_{ij}^r \geq \Delta \\ 0, & l_{ij}^r \geq \emptyset \\ 0, & \text{name}_{ij}^r = 0; \text{or type}_{ij}^r = 0 \\ 1, & \text{其他} \end{cases} \quad (10)$$

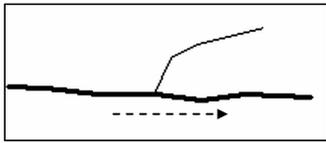
式中,  $\Delta$  表示距离阈值;  $d_{ij}^0$  表示对应路径间的距离差异; 其余符号意义同上。

### 2.4.2 M : N 的路径匹配

顾及名称的方向一致路段连接基本方法是, 判断  $G_s$  中的结点是否存在多于两条的无匹配路段, 如果有则基于名称和方向一致且名称优先合并路段(图 8)。随后对新的路径按照 1 : N 的匹配方法进行。



(a) 连接于某一结点的三条无匹配的参照路段



(b) 将其中两条方向一致名称相同的路段连接

图 8 顾及名称的方向一致路段连接

Fig. 8 Connecting Edges with the Same Direction at the Node and the Same Name Also Considered

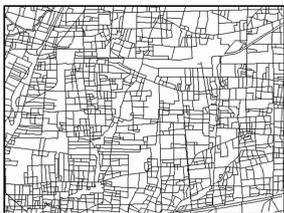
### 2.5 结点与路段匹配

完成路径匹配后也确定了  $G_t$  中的无匹配的路段, 接下来根据结点与路段的匹配定义进行判断。其中如果  $G_t$  中短路段已经与  $G_s$  中的路段或路径匹配, 则不再需要与结点进行匹配。

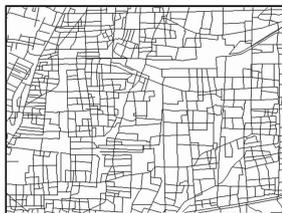
## 3 实验与分析

实验针对 1 : 1 万新的道路数据与 1 : 5 万的旧的道路数据进行, 范围约 400 km<sup>2</sup> (图 9(a)、9(b))。按照本文提出的方法实施了匹配, 其中设置的路段缓冲区半径为 30 m, 道路交叉口范围圆半径置为 70 m; 路径匹配判定时, 距离与长度阈值分别为 70 m 及 30 m。为检验该方法的可行性, 中间各步均采用自动化方式处理, 只对最终的结果进行了人工检查与更正。图 9(c)、9(d) 分别表示最终的 1 : 1 万及 1 : 5 万的道路数据中无匹配的路段; 表 1 列出了匹配和更正的统计数据, 其中误匹配列表示对自动匹配结果更正的次数; 实际匹配列是对有匹配和无匹配更正后的结果; 匹配正确率是指自动处理结果中正确匹配所占的百分比。

从实验结果可以看出, 各目标匹配及无匹配的正确率都较高。由于存在数据综合抽象等原因, 数据匹配的误差难以避免, 但各项错误绝对数都不大。此外, 该方法是分步骤进行的, 每项处理后的结果与预期的差异, 可以引导人工进行更正, 不仅人机交互方便, 而且进一步提高了匹配正确率。随后, 笔者对大比例尺数据中无匹配路段经过综合选取操作, 其结果能够满足缩编更新道路数据的要求。



(a) 1:1 万新的道路数据



(b) 1:5 万旧的道路数据



(c) 1:1 万道路数据中无匹配路段



(d) 1:5 万道路数据中无匹配路段

图 9 道路数据及部分匹配结果

Fig. 9 Roads and the Part Results of Matching

表 1 道路数据匹配结果统计

Tab. 1 Statistics of Matching of Roads

		自动处理结果	误匹配	实际匹配	匹配正确率/%
路径匹配/对	1 : N	1 865(1 865 : 2 806)	22	1 854(1 857 : 2 746)	98.8
	M : N	24(24 : 11)	4	28(28 : 13)	83.3
结点匹配/对	1 : 1	1 210(1 210 : 1 210)	31	1 182(1 182 : 1 182)	97.4
	1 : N	13(13 : 49)	3	14(16 : 40)	76.9
结点与路段匹配/对	1 : N	13(13 : 41)	3	14(16 : 38)	76.9
	小比例尺	41	7	48	82.9
无匹配路段/个	大比例尺	797	13	858	98.3

## 参 考 文 献

- [1] 陈军,胡云岗,赵仁亮,等. 道路数据缩编更新的自动综合方法研究[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2007, 32(11): 1 022-1 027
- [2] Gabay Y, Doytsher Y. Automatic Adjustment of Line Maps[C]. The GIS/LIS'94 Annual Convention, Arizona, Phoenix, USA, 1994
- [3] Rosen B, Saalfeld A. Match Criteria for Automatic Alignment[C]. Auto-Carto VII, American Congress on Surveying and Mapping and American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, USA, 1985
- [4] Saalfeld A. Conflation-Automated Map Compilation [J]. International Journal of Geographic Information Systems, 1988, 2(3): 217-228
- [5] Filin S, Doytsher Y. Linear Approach to Map Conflation: Matching of Polylines [J]. Surveying and Land Information Systems, 1999 59(2): 107-114
- [6] Walter W, Fritsch D. Matching Spatial Data Sets: A Statistical Approach[J]. International Journal of Geographical Information Science, 1999, 13(5): 445-473
- [7] Xiong D, Sperling J. Semi-automated Matching for Network Databases Integration[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2004, 59(1-2): 35-46
- [8] Badard T. Towards A Generic Updating Tool for Geographic Databases[C]. GIS/LIS'98 Annual Exposition and Conference, Fort Worth, Texas, USA, 1998
- [9] Lemarie C, Raynal L. Geographic Data Matching: First Investigations for Generic Tool[C]. GIS/LIS'96, Annual Conference and Exposition, Denver, Colorado, USA, 1996
- [10] Balley S, Parent C, Spaccapietra S. Modeling Geographic Data with Multiple Representations[J]. International Journal of Geographic Information Science, 2004, 18(4): 329-354
- [11] Devogele T, Trevisan J, Raynal L. Building A Multi-scale Database with Scale Transition Relationships[C]. Advances in GIS Research 2, London, 1996
- [12] 胡云岗,陈军,李志林,等. 基于网眼密度的道路选取方法[J]. 测绘学报, 2007, 36(3):351-357
- [13] 胡云岗,陈军,李志林,等. 地图数据缩编更新的模式分类与选择[J]. 地理与地理信息科学, 2007, 23(4):22-24
- [14] Zhan F B. Three Fastest Shortest Path Algorithms on Real Road Networks[J]. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 1997, 1(1): 69-82

第一作者简介:胡云岗,讲师,博士,主要从事地图综合、地图数据更新及三维数据建模等方面的研究。  
E-mail:hyg@bucea.edu.cn

## Matching of Roads under Different Scales for Updating Map Data

HU Yungang<sup>1</sup> CHEN Jun<sup>2</sup> ZHAO Renliang<sup>2</sup> LI Zhilin<sup>3</sup>

(1 School of Geomatic and Urban Space Information, Beijing University of Civil Engineering and Architecture, 1 Zhanlanguan Road, Xichen District, Beijing 100044, China)

(2 National Geomatics Center of China, 1 Baishengcun Zizhuyuan, Haidian District, Beijing 100044, China)

(3 Department of Land Surveying and Geo-Informatics, The Hong Kong Polytechnic University, Kowloon, Hong Kong 999077, China)

**Abstract:** It is one of the important ways for GIS data updating based on map generalization. The critical first step in this way is to identify the correspondences between maps with the same area and to detect the updates. Matching roads for this purpose is studied in this paper. For matching of objects between roads, three matching levels, i. e. the decomposed level, basic level and abstracted level are discovered. Based on the order relationship of this three matching levels, matching of objects are accomplished by a set of algorithms developed. The results of the experiment for matching roads at scale 1 : 10 000 and 1 : 50 000 show that this method can obtain higher correct rate and meet requirement of updating.

**Key words:** updating based on map generalization; road data; levels of matching; route matching; node matching