

弯曲的识别





武汉大学

Wuhan University

弯曲的重要性

弯曲蕴含着曲线某些重要的结构化信息，是一个**基本图形单元**。

在地图综合中常用弯曲的大小作为图形简化的指标，曲线的地理形态弯曲与数学概念上的弯曲也是不同的，因此合理地识别弯曲显得极其重要。



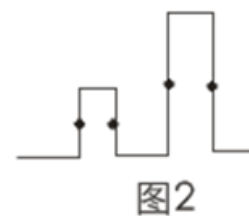
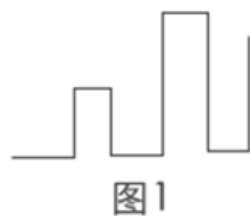
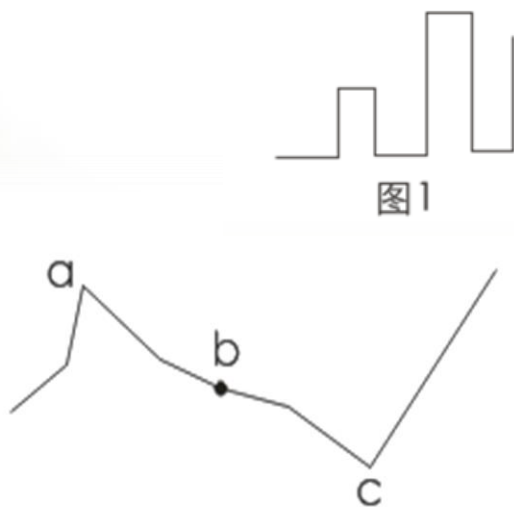
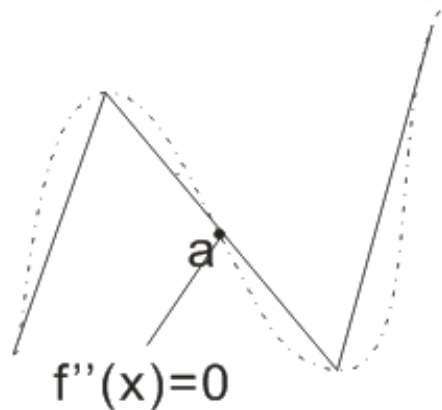
几种特征点

➤ 拐点

拐点是曲线的绕动方向发生变化的点（数学上的定义）。

对于折线，以绕动方向发生变化的直线段中点来代替。

绕动方向发生变化的直线段与其第一条后继直线段的绕动角度很小时，先合并为一条直线段，然后再计算直线段的中点。





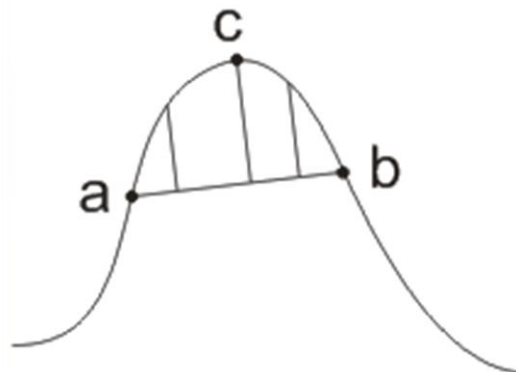
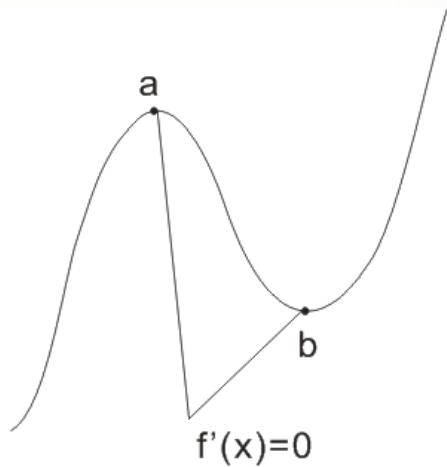
武汉大学

Wuhan University

几种特征点

➤ 极值点（有两种定义方法）

- 1、两个相邻拐点之间曲率最大的点。
- 2、两个相邻拐点之间的曲线段上到这两个拐点连线的垂直距离最远点。





武汉大学

Wuhan University

几种特征点

➤ 方向绕动奇异点

前后两条直线段的夹角是锐角的点。

简称“奇异点”。

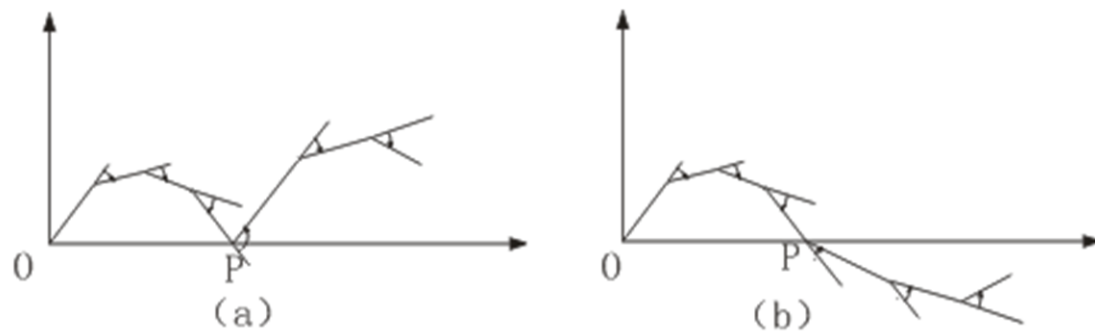


图1





武汉大学

Wuhan University

弯曲的不同定义方法

- 数学曲线上的弯曲
它是两相邻拐点之间的弧段
- 有独立地理含义的弯曲
相邻两个凸点或凹点之间的弧段，如小谷地或小山脊
- 形态认知上的弯曲
两个相邻极值点之间的弧段

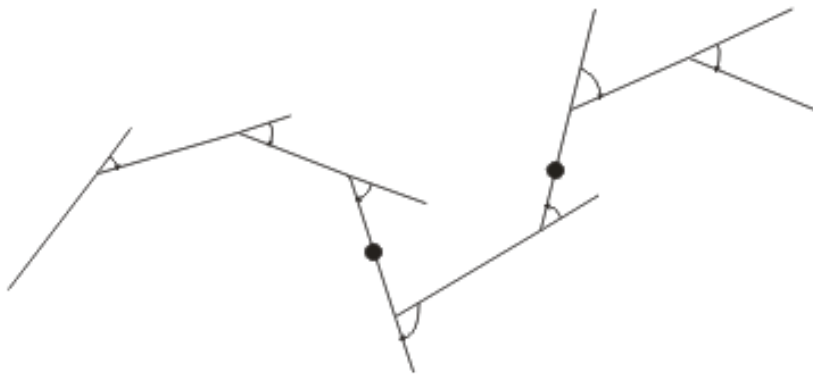




弯曲的不同定义方法

1. Plazanet定义

Plazanet(1995)把弯曲定义为两个相邻拐点之间的几个顶点的集合。在此定义基础上的弯曲属于数学弯曲。图中直线段的绕动方向，一开始按照顺时针方向绕动，绕后变成逆时针方向绕动，进一步又变成顺时针方向绕动，在绕动方向发生变化的直线段的中点就是拐点。图中用“●”表示。



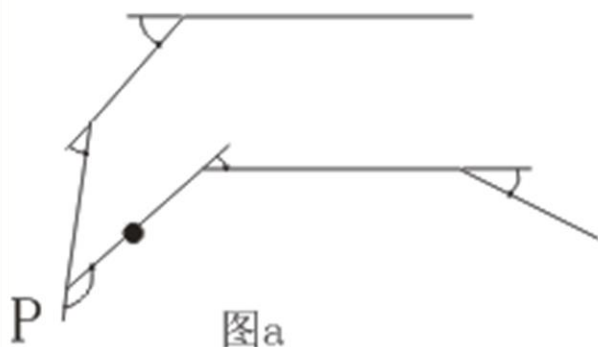


武汉大学

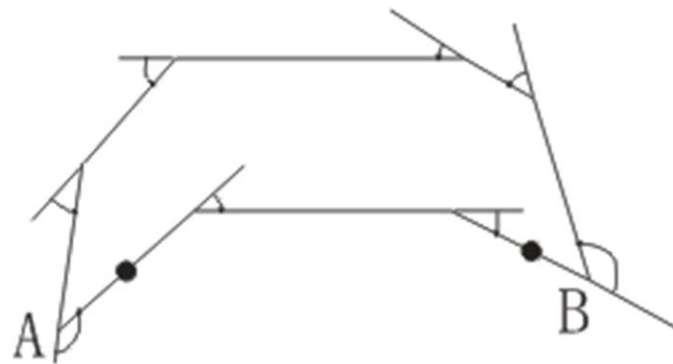
Wuhan University

Plazanet定义的弯曲的缺陷:

不符合视觉习惯。按照视觉上判别，图a的P点，图b的A点和B点，都是非常明显的特征点，但是，这两条线的拐点却在用“●”表示的地方。



图a



图b



武汉大学

Wuhan University

2. Z.wang和J.-C.Mueller定义

线上直线段绕动方向一致的几条相邻直线段的集合。

这种弯曲的缺陷：

当遇到迂回曲线时，不适用。

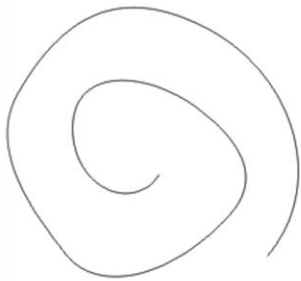




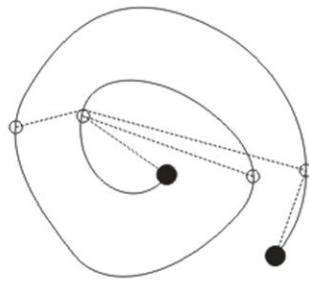
武汉大学

Wuhan University

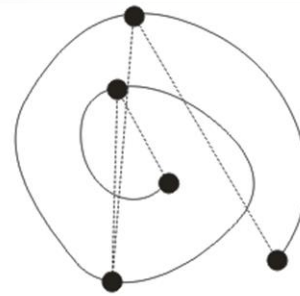
迂回曲线的识别方法： 用极值点和端点来定义，如图c是以x方向的局部极值点作为迂回曲线分界点和端点识别弯曲，图d是以y方向的局部极值点作为迂回曲线分界点和端点识别的弯曲，当迂回曲线段只是一条曲线的一部分时，这种识别方法也不合理，需要考虑弯曲的地理形态特征。



图b



图c



图d



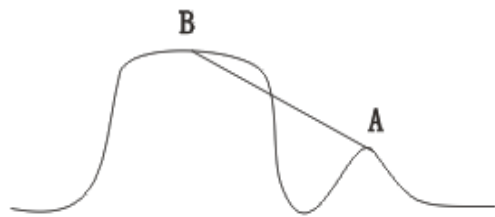


武汉大学

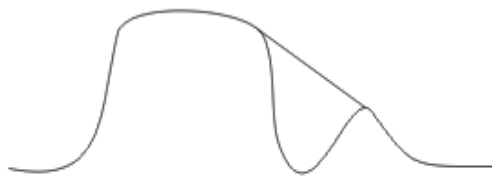
Wuhan University

极值点定义弯曲的缺陷： 在曲线弯曲识别过程中，常会出现图a的情形，即两分界点A、B的连线与它们之间的曲线段相交，不能形成一个简单的多边形，不符合视觉习惯。

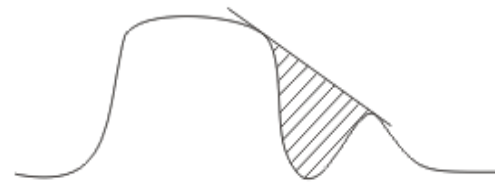
解决方法： 一种方法是移动图a的B点，知道AB不与原始线相交为止，如图b所示；另一种方法是求弯曲的公切线，如图c所示。



图a



图b



图c



武汉大学

Wuhan University

弯曲定义的小结

➤ 弯曲的分界点

起止端点+拐点+迂回曲线分界点+方向绕动奇异点（+极值点）

➤ 弯曲条件

两分界点的连线（底线）与这两分界点之间的曲线段不相交

除两分界点以外该曲线段至少包含一个极值点

➤ 简单弯曲

曲线段上只有一个极值点

➤ 复杂弯曲

曲线段上有两个及两个以上的极值点





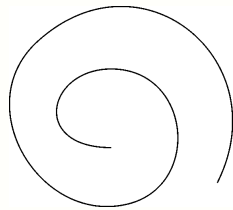
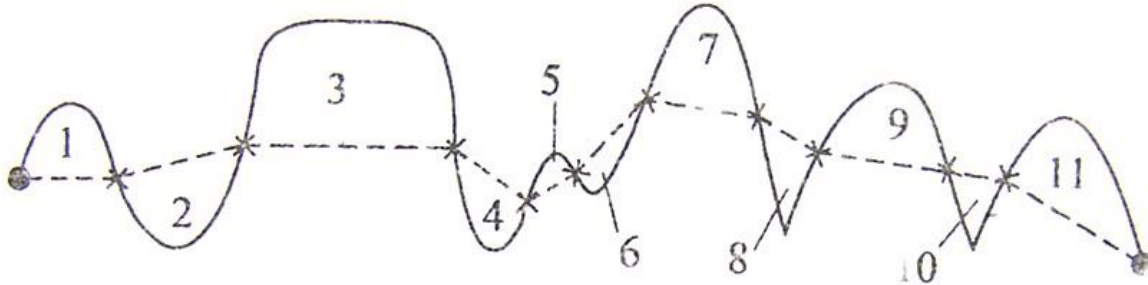
武汉大学

Wuhan University

弯曲识别方法的分析

➤ 拐点+起止端点识别

不适合迂回曲线弯曲的识别。若迂回曲线只是曲线的一部分时
要先对曲线进行分割，否则这一方法不适用



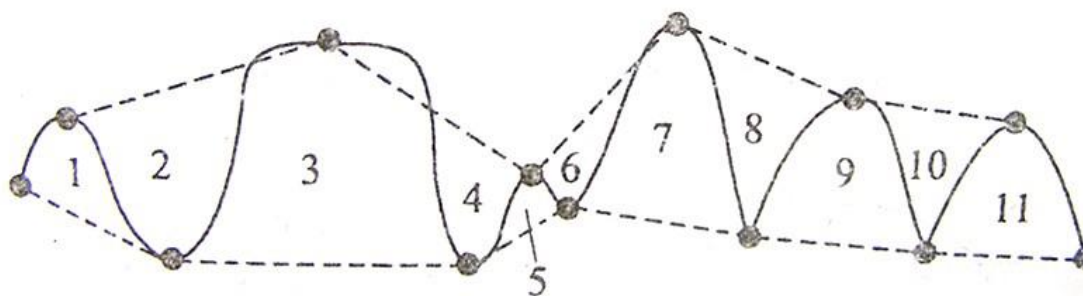


武汉大学

Wuhan University

➤ 极值点+方向绕动奇异点识别

可能导致弯曲不是简单多边形，视觉上不合理



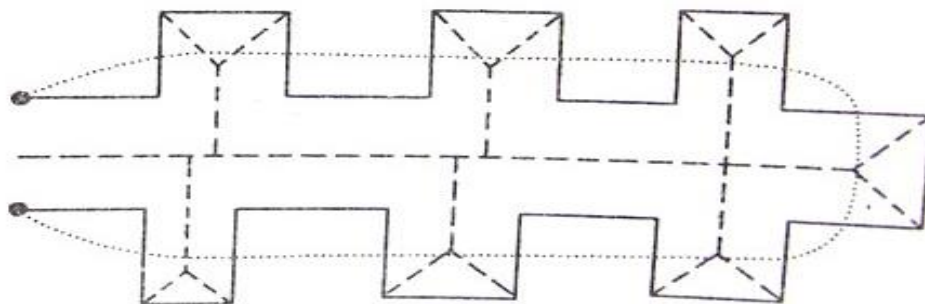
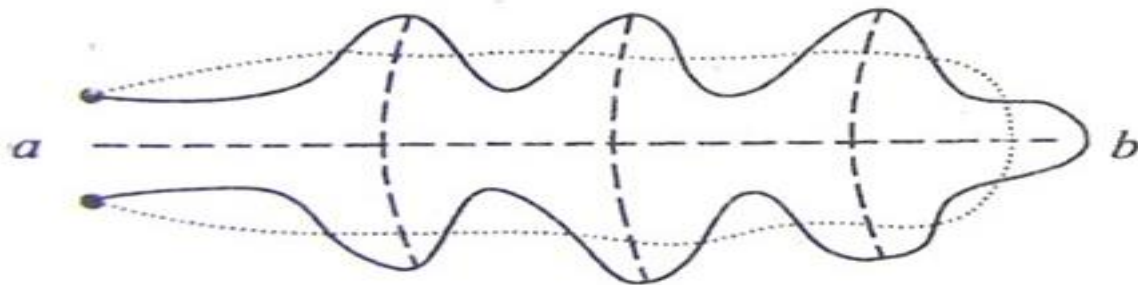


武汉大学

Wuhan University

➤ 骨架线表示弯曲

用骨架线所描述的复杂弯曲与骨架线的结构有时不是一一对应的关系，需要删除骨架线树中的外围小骨架线分支。拐点连线可以表示复杂弯曲。





拐点的判断

(1) 根据曲线上的坐标串，计算每个顶点处两条直线段的**绕动方向值**： $D = (D_1, \dots, D_i, \dots, D_{n-1})$ 。

(2) 若 $D_i \equiv 90^\circ$ ，那么该曲线为“直角转折”的折线，可以采用构造“四边形”的方法来识别弯曲。

(3) 若 $D_i \neq D_{i-1}$ ，则**第*i*条直线段为拐点所在位置**，因此可以得到拐点位置的集合。第*j*个拐点在原始曲线的第*F_j*条直线段上。





武汉大学

Wuhan University

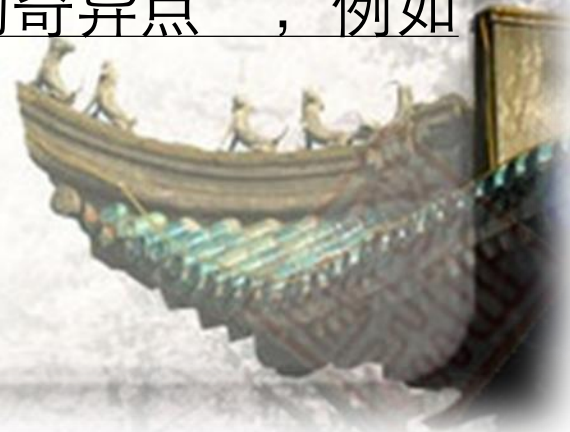
方向绕动奇异点的判断

(1) 将曲线按拐点来进行分段，曲线的首末点必须用于分段，

从而得到曲线分段点的集合。

(2) 若无拐点，则判断是否有迂回曲线分界点和极值点。

(3) 判断分段的曲线段上是否有方向绕动奇异点。若相邻的两个拐点在相邻的两条直线段上，那么就判断是“方向绕动奇异点”，这种现象会出现在“Z”字形曲线上。若顶点处前后两条直线段的夹角是锐角，强调此顶点处曲线走向有明确变化，则是“方向绕动奇异点”，例如，“弯月”形图形。





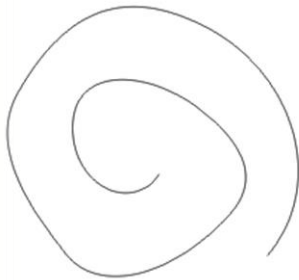
武汉大学

Wuhan University

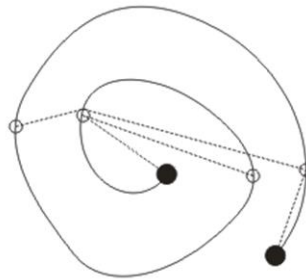
迂回曲线的判断

(1) 顺序计算从折线上向量 $E_j(j=2, 3, \dots, e)$ 到当前拐点的向量 E_1 的绕动角度 β_j 。

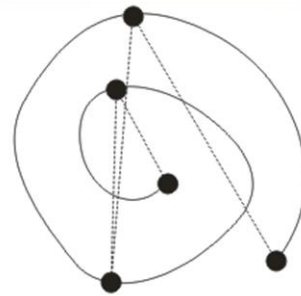
(2) 顺序扫描 β_j 值时，如果 $\beta_j \geq 90^\circ$ 未出现前， $\beta_{j+1} < \beta_j$ ，那么说明该曲线在此顶点向内迂回；若出现 $\beta_j \geq 180^\circ$ ，则该曲线段为“迂回曲线”。



图b



图c



图d



弯曲划分的实验

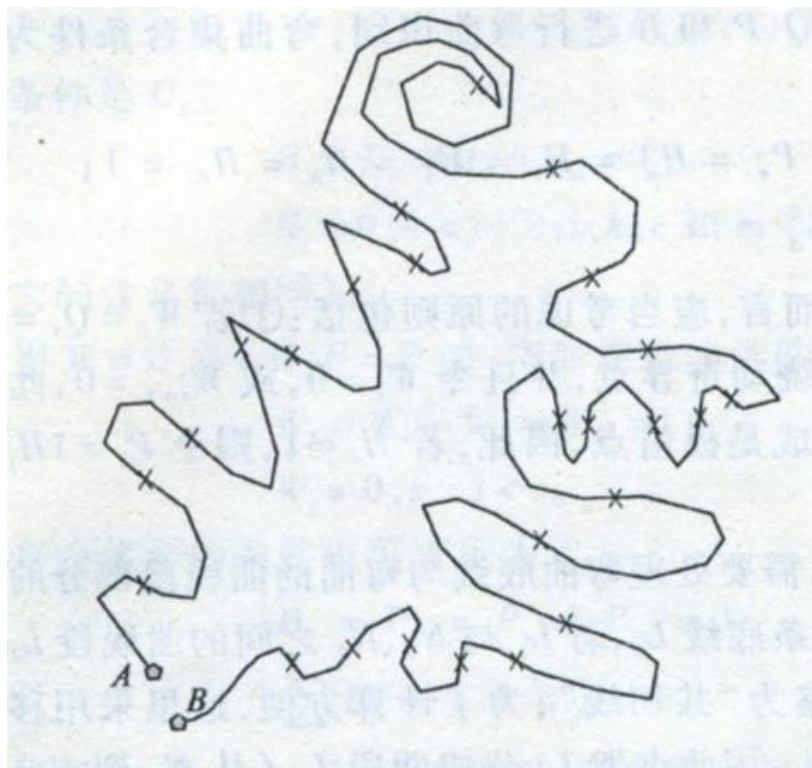


图1 原始数据

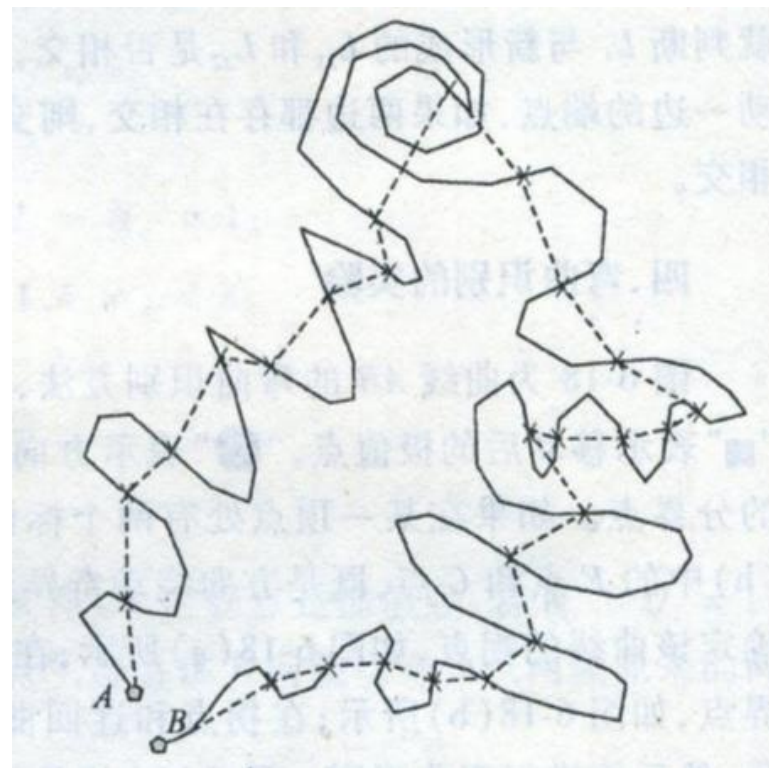


图2 依据拐点识别

弯曲划分的实验

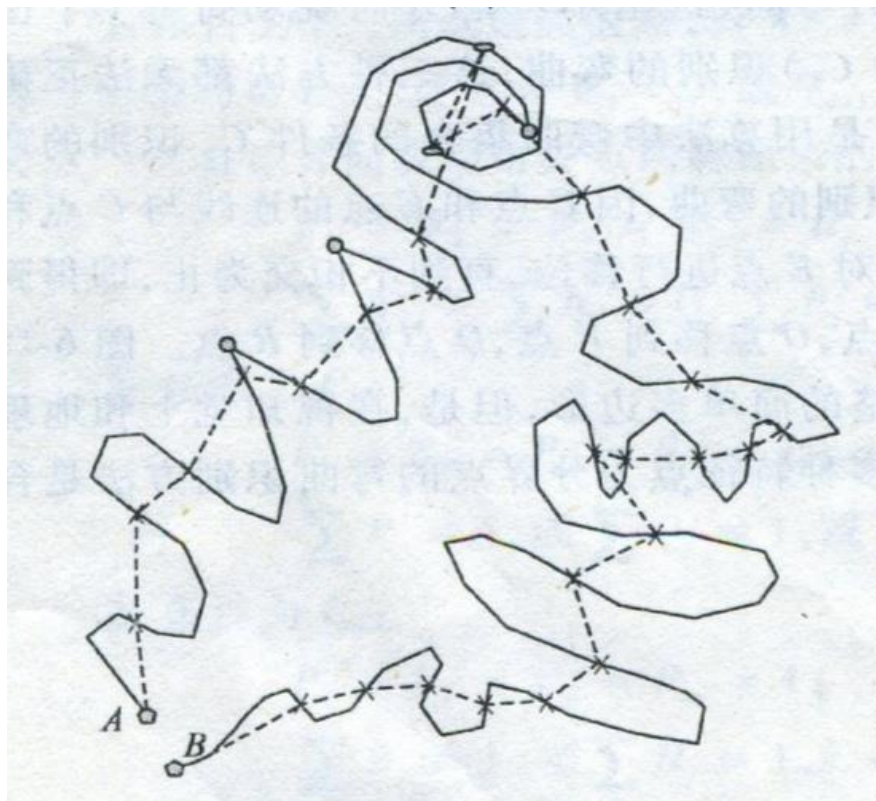


图3 拐点+迂回曲线分界点

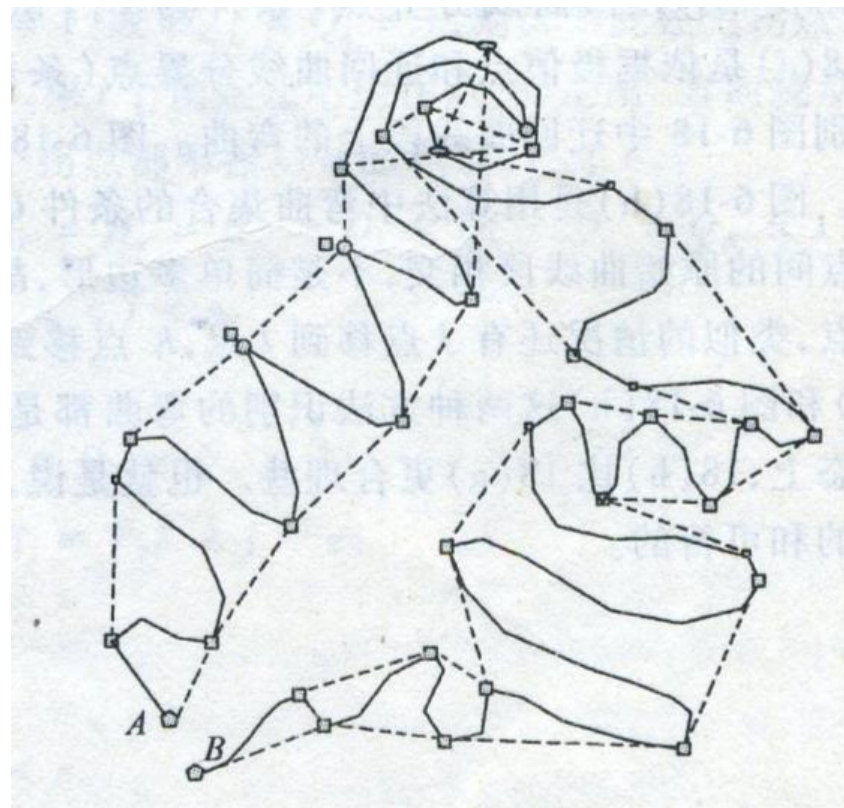


图4 极值点+迂回曲线分界点

弯曲划分的实验



图5 拐点+迂回曲线分界点+
奇异点

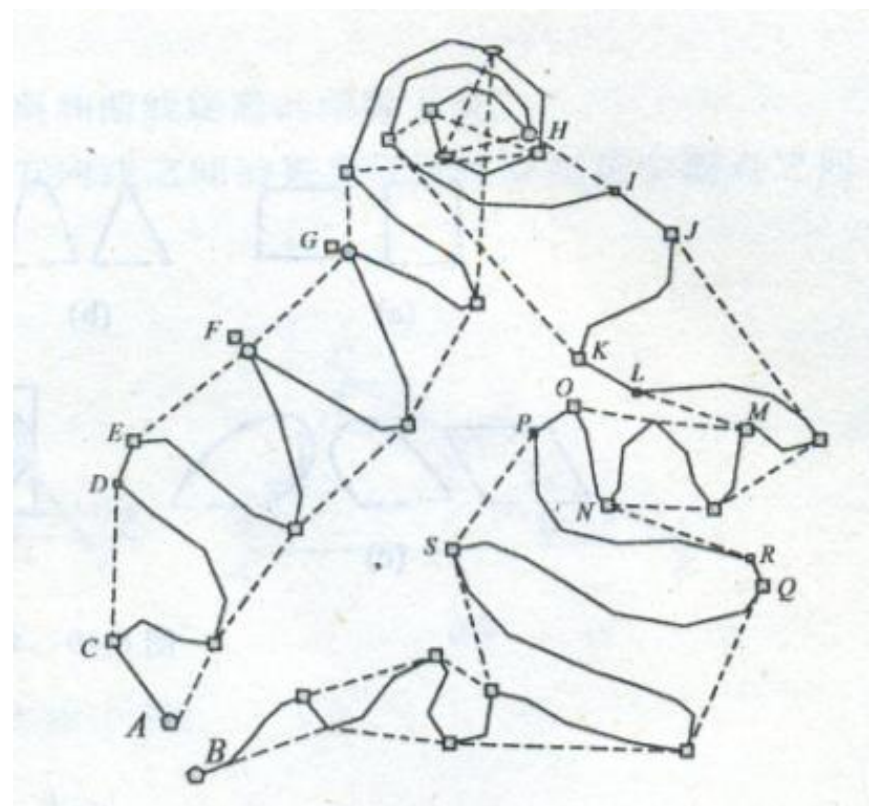


图6 极值点+迂回曲线分界
点+奇异点

谢谢!

