

## 内 容 简 介

本书在讲授地理空间数据以及地理空间数据获取的基础知识前提下,重点介绍了基础地理信息获取的方法和应用。主要内容包括:地理空间与空间数据基础;地理空间数据获取基础;矢量数据的输入;空间数据的编辑;元数据的输入与管理;属性数据的输入;遥感数据获取。

本书可作为地理信息系统以及相关专业或方向的本科生和研究生的教材,也可供从事地理信息系统研究与开发的工程技术人员以及信息资源开发领域的学者参考。

# 基础地理信息获取 摇摇摇摇摇摇方法与应用

周廷刚摇王建力摇编著

西南师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

基础地理信息获取方法与应用 周廷刚,王建力编著,

重庆:西南师范大学出版社,2005.12

摇 I ①基 ②周 ③王 ④地理信息系统 ⑤数据

摇 I ①基 ②周 ③王 ④地理信息系统 ⑤数据

数据处理 摇 IV ①G2

摇中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第146888号

---

基础地理信息获取方法与应用

摇 周廷刚摇王建力摇编著

---

责任编辑:王摇宁

封面设计:梅木子

出版发行:西南师范大学出版社

印摇摇刷:西南师范大学教材印刷厂

开摇摇本:16开 印摇摇张:16

印摇摇张:远

字摇摇数:16千字

版摇摇次:2005年12月第1版

印摇摇次:2005年12月第1次印刷

书摇摇号:ISBN 7-5621-3468-2 · 16.00

---

定摇摇价:16.00元

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbo.com](http://www.ertongbo.com)

# 目 录

第一章 地理空间与空间数据基础 .....	( 1 )
1.1 地理空间现象与地理系统 .....	( 1 )
1.2 地理空间 .....	( 1 )
1.3 地理空间数据 .....	( 1 )
1.4 空间数据质量 .....	( 1 )
1.5 空间数据的元数据 .....	( 1 )
第二章 地理空间数据获取基础 .....	( 2 )
2.1 数据与信息 .....	( 2 )
2.2 空间数据的特性 .....	( 2 )
2.3 数据资源 .....	( 2 )
2.4 地图投影 .....	( 2 )
2.5 空间数据获取途径及主要特征 .....	( 2 )
第三章 矢量数据的输入 .....	( 3 )
3.1 现有数据的转换 .....	( 3 )
3.2 创建新的矢量数据 .....	( 3 )
3.3 几何变换 .....	( 3 )
第四章 空间数据的编辑 .....	( 4 )
4.1 数字化错误类型 .....	( 4 )

摇 异原原圆摇 拓扑编辑 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 非拓扑编辑 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 边缘匹配 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 其他类型地图要素的处理 .....	(员圆)
第五章摇 元数据的输入与管理 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 元数据的基本概念 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 元数据编辑器应用 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 元数据的管理操作 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 元数据附件的添加 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 元数据的输入输出 .....	(员圆)
第六章摇 属性数据的输入 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 地理信息系统中的属性数据 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 属性数据输入 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 属性数据校核 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 由现有数据生成新的属性数据 .....	(员圆)
第七章摇 遥测的数据获取 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 遥测的数据来源 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 遥测数据采集方法 .....	(员圆)
摇 异原原圆摇 遥测的应用 .....	(员圆)
参考文献 .....	(员圆)
后摇记 .....	(员圆)

# 摇摇地理空间与空间数据基础

## 第一章

### 摇摇地理空间现象与地理系统

摇摇地理系统主要涉及地球表层空间,简称地理空间。地理空间是地球上大气圈、水圈、生物圈、岩石圈和土壤圈交互作用的区域,地球上的许多自然和生物现象,最复杂的物理过程、化学过程、生物和生化过程大都发生在地理空间中。地理空间也是宇宙过程对地球影响最大的区域。

为深入地研究地理空间的各种现象和过程,有必要建立地球表面的几何模型。根据大地测量学的研究成果,地球表面的几何模型可分为以下源类:

第一类是地球的自然表面,它是一个起伏不平、十分不规则的表面,包括海洋底部、高山、高原在内的固体地球表面。这种地球表面形态是在漫长的地质年代里多种内外地貌地质应力综合作用的结果,非常复杂,难以用一个简洁的数学表达式描述出来,所以不适合于数字建模。

第二类是相对抽象的面,即大地水准面。地球表面的死像被海水所覆盖,因此假设当海水处于完全静止的平衡状态时,从海平面延伸到所有大陆下部且与地球重力方向处处正交的一个连续、闭合的水准面,就是大地水准面。以大地水准面为基准,可以方便地运用水准仪完成地球自然表面上任一点高程的测量。尽管大地水准面比实际固体地球表面要平滑得多,但实际上由于海水温度的变化、地质现象的作用、风浪的存在,可能导致海洋面高达百米

以上的起伏变化。

第三类是椭球体模型,就是以大地水准面为基准而建立起来的地球椭球体模型。大地水准面虽然十分复杂,但从整体来看起伏是微小的,很接近绕地球自转轴旋转的椭球体,所以在大地测量和地图制图中就采用旋转椭球体来代替大地球体,通称地球椭球体。该椭球体的表面是一个规则的数学表面,其形状大小通常用两个半径——长半径  $a$  和短半径  $b$  或者由一个半径和扁率来确定,如图 1-1 所示。扁率  $\alpha$  的计算公式如下:

$$\alpha = \frac{a - b}{a}$$

式中  $a$ 、 $b$  统称为地球椭球体的基本元素。

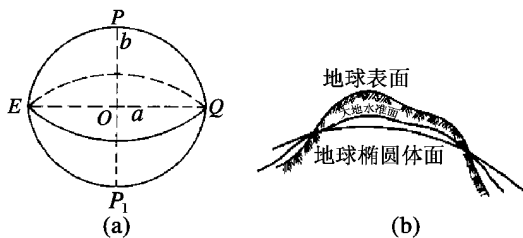


图 1-1 地球椭球体的概念及其基本元素

旋转椭球体是描述地球表面几何模型中最简单而实用的一类模型,为世界各国所普遍采用的基准。但由于计算年代、所用计算方法的不同,以及测量地区的不同,对旋转椭球体的描述也随年代和方法而发展变化。美国环境系统研究所(ESRI)开发的 ArcGIS 软件 ArcGIS 9.0 中提供了近 10 种旋转椭球体模型。我国目前采用克拉索夫斯基椭球体作为地球表面的几何模型。1954 年我国大地测量网整体平差时采用了 1954 年第 12 届国际大地测量与地球物理联合会会议推荐的椭球体元素数据,即长半径  $a=6378245$  米,扁率  $\alpha=1/298.25$ 。1980 年召开的第 16 届国际大地测量与地球物理联合会会议则推荐  $a=6378137$  米,扁率  $\alpha$  值不变。当制作小比例尺地图时,或在一些计算中考虑大气折光的影

响时,可把地球当作球体看待,此时取球体的平均半径为远视半径。

第四类是数学模型,是在解决其他一些大地测量学问题时提出来的,如类地形面(假定面)、准大地水准面、静态水平平衡椭球体等。

## 1.1 地理空间

### 一、地理空间的定义

“空间”(空间)的概念在不同的学科有不同的解释。从物理学的角度看,空间就是指宇宙在三个相互垂直的方向上所具有的广延性;从天文学的角度看,空间就是指时空连续体系的一部分;在地理学上,地理空间(地理空间)是指物质、能量、信息的存在形式在形态、结构过程、功能关系上的分布方式和格局及其在时间上的延续。

地理空间上至大气电离层,下至地幔莫霍面。地球表层的基础是陆地表面和大洋表面,它是人类活动频繁发生的区域,是人地关系最为复杂、紧密的区域。地理空间是行星地球上大气圈、水圈、生物圈、岩石圈和土壤圈交互作用的区域,地球上最复杂的物理过程、化学过程、生物过程和生物地球化学过程就发生在地理空间中。地理空间也是宇宙过程对地球影响最大的区域。

地理信息系统中的空间概念常用“地理空间”(地理空间)来表述。一般来说,地理空间被定义为绝对空间和相对空间两种形式。绝对空间是具有属性描述的空间位置的集合,它由一系列不同位置的空间坐标值组成;相对空间是具有空间属性特征的实体的集合,它由不同实体之间的空间关系构成。

## 二、地理空间的认知模型

在地理空间中存在着各种事物或现象,它们可能是物质的,也可能是非物质的,如山脉、水系、土地类型、城市分布、资源分布、道路网系、环境变迁等。这些事物或现象称为地理空间实体,它们的一个典型特征是与一定的地理空间位置有关,都有一定的几何形态、分布状况以及彼此之间的相互关系。地理空间实体除了空间位置特征之外,另外还有一个基本特征是属性特征、时间特征和空间关系。

由于地理空间信息的复杂性和人们认识地理空间在观念或方法上的不同,地理信息系统对地理空间实体的抽象方式也存在一定的差别,或者说不同的学科或部门可能对地理空间世界按照各自的认识和思维方式来构造不同的模型。

开放地理信息系统协会(OGIS)制定了开放式地理信息系统(OGIS)规范,以便不同的地理信息系统之间具有良好的互操作性,以及在异构分布式数据库中实现信息共享。为此,首先必须建立开放的、人们共同认可的、统一观点的地理空间认识模型。OGIS规范将基本地理空间认识模型抽象为四个层次,如图1-1所示。它们是:

(1)现实世界:实际存在的、复杂混沌的大千世界。

(2)概念世界:由人们认识并命名的碎物组成的世界。

(3)地理空间世界:反映地图和地理数据的世界,用抽象和符号的方式表达概念世界中与地图和地理数据有关的事物。

(4)尺度世界:经过量测确定几何特征和定位精度的地理空间世界。

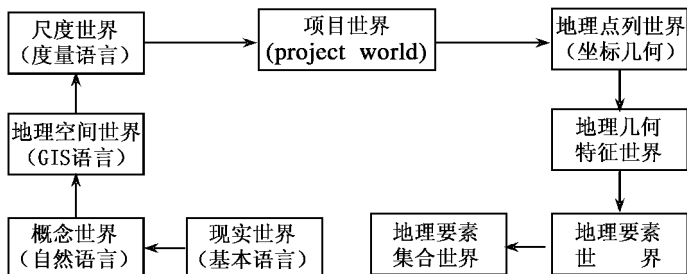


图 1-1 地理要素的九个抽象层次

(缘)项目世界( **项目世界** ) :是尺度地理空间世界的一个被选择部分 ,按照语义来构造 ,例如 中的专题层。

(远)地理点列世界( **地理点列世界** ) :在一个特殊的地理层中定义的点列 ,它们与软件系统相关联。

(苑)地理几何特征世界( **地理几何特征世界** ) :基于空间点列来构造的地理要素几何特征 ,它们与软件系统相关联。

(愿)地理要素世界( **地理要素世界** ) :地理要素由几何特征、属性特征及空间参考系统组成 ,它为地理信息处理提供一个开放界面。

(怨)地理要素集合世界( **地理要素集合世界** ) :由单个要素组成。

以上从第二层到第九层 ,每一层都是由前一层派生而来的。前缘个层次(现实、概念、地理空间、尺度、项目等世界)均是对现实世界的抽象 ,也称为感知世界 ,不进行软件建模 ;后源个层次(地理点列、地理几何特征、地理要素、地理要素集合等世界)均是对现实世界的数学和符号描述 ,也可以称为 工程世界 ,易于进行软件建模。在这怨个层次之间通过愿个接口与它们相连接 ,实现了由现实世界到 工程世界或地理要素集合世界的转换。

另外 ,国际标准化组织( **国际标准化组织** )的地理信息标准化技术委员会(简称 **地理信息委员会**)也正在制定对地理空间认识的概念模式 ,规范

以数据管理和数据交换为目的的地理信息基本语义和结构,准确描述地理信息,规范管理地理数据,促进人们对地理空间信息有一个统一的认识和一致的使用方法,促进地理信息系统的互操作性。基本思路为:确定地理空间领域——建立概念模式(概念建模)——构成既方便人们认识又适合计算机解释和处理的实现模式。

现实世界地理实体或现象的认识模型的抽象层次比较细致,但比较繁琐。而逻辑数据模型的抽象化过程不能构成完整的地理空间认识模型。为了简单、明晰地描述现实抽象过程,通过分析研究,归纳为三个层次来进行抽象,如图 1-1 所示。

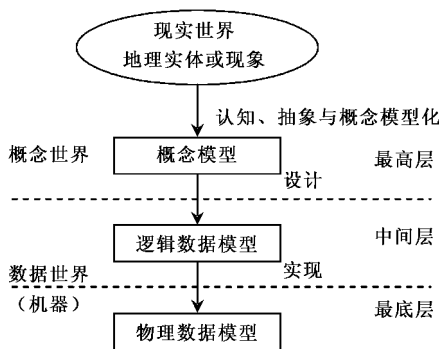


图 1-1 现实世界的三个抽象层次

概念模型是地理空间中实体与现象的抽象概念集,是地理数据的语义解释,称为地理空间认知模型。从计算机系统的角度来看,它是抽象的最高层。逻辑数据模型是对地理数据表示的逻辑结构,是系统抽象的中间层,由概念模型转化而来。它是用户通过系统看到的现实世界地理空间。逻辑数据模型的建立既要考虑用户易于理解,又要考虑易于物理实现,易于转换成物理数据模型。

物理数据模型是概念模型在计算机内部具体的存储形式和操作机制,是系统抽象的最底层。

地球表面上的各种地理现象和物体错综复杂,用不同的方法或从不同的角度或视图认知地理空间,可能产生不同的概念模型。许多方法局限于某一范围或反映地理空间的某一侧面,因此,形成

的概念模型只能体现地理空间的某一方面。根据数据组织和处理方式,目前地理空间认知模型大体上分为三类,即基于对象(对象模型)、基于网络(网络模型)和基于域(域模型)的认识模型,如图 1-1 所示。

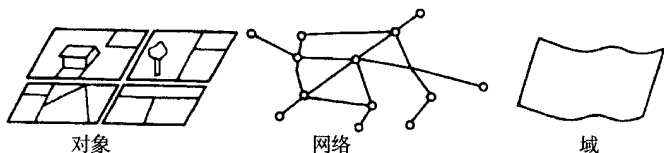


图 1-1 地理空间三种认知模型

### 1.1 基于对象的模型

基于对象(对象模型)的模型将研究的整个地理空间看成一个空域,地理实体和现象作为独立的对象分布在该空域中。按照其空间特征分为点、线、面三种基本对象,对象也可能由其他对象构成复杂对象,并且与其他分离的对象保持特定的关系,如点、线、面之间的拓扑关系。每个对象对应着一组相关的属性以区分各个不同的对象。

### 1.2 基于网络的模型

基于网络(网络模型)的空间模型与基于对象的模型在某些方面相同,都是描述不连续的地理现象,不同之处在于它需要考虑通过路径相互连接多个地理现象之间的相交情况。实际上,网络是由现实世界中的若干点及它们之间相互连接的线(段)构成。亦即在地理空间中,通过无数“通道”互相连接的一组地理空间位置。现实世界许多地理事物和现象可以构成网络,如公路、铁路、通讯线路、管道,自然界中的物质流、物量流和信息流等,都可以表示成相应的点之间的连线,由此构成现实世界中多种多样的地理网络。按照基于对象的观点,网络模型也可以看成基于对象的模型,它是

由点对象和线对象之间的拓扑空间关系构成的。

### 基于域的模型

基于域( ~~客观世界~~ )的空间模型把地理空间中的事物作为连续的变量或体来看待 ,例如 ,大气污染程度、地表温度、土壤温度以及大面积空气和水域的流速和方向。根据不同的应用 ,域可以表示二维 ,也可以表示三维地理空间。

由于网络是由一系列节点和环链组成的 ,从本质上看与基于对象或目标的模型没有本质的区别。因此有的学者认为空间数据模型可归结为基于对象(目标)和基于域(场)两类。同时 ,应该指出 ,对象和域可以在多种水平上共存 ,即在许多情况下需要采用对象模型和域模型的集成 ,基于域的模型和基于对象的模型各有长处 ,应该恰当地综合应用这两种方法来建模。不论是在 ~~网络~~应用模型的高层建模中 ,或是在 ~~网络~~的数据结构设计中 ,还是 ~~网络~~的应用中 ,都会遇到这两种模型的集成问题。例如 ,如果采集降雨数据的各个点在空间上很分散且分布无规律 ,并且这些采集点还有各自的特征 ,那么 ,一个包含两个属性——采集数据点位置(对象)和平均降雨量(域)的空间认知模型 ,也许更适合于对区域降雨现象特性变化的描述。

### 三、地理空间坐标系的建立

地球表面特征的度量 ,最直截了当的方法就是用纬度和经度来表示 ,这种方法对空间位置的确定还比较有利 ,但难以进行距离、方向、面积等参数的计算。这些参数计算的理想环境就是笛卡尔平面直角坐标系 ,或称为二维欧几里得( ~~欧几里得~~ )空间。

暂且不考虑地形起伏等因素 ,先建立纬度、经度与平面直角坐标系之间的变换关系 ,设纬度用  $\varphi$  表示  $\varphi \in [ \text{原} \frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2} ]$  ,经度用  $\lambda$  表示  $\lambda \in [ \text{原} \pi, \pi ]$  ,则  $\varphi$  和  $\lambda$  与地球旋转椭球体参量 ~~曾~~和 ~~扎~~之

间的变换关系式：

$$\begin{aligned} & \varphi \rightarrow \varphi' \\ & \lambda \rightarrow \lambda' \end{aligned}$$

这个变换关系式使得用经度、纬度表示的地球旋转椭球体  $(\varphi, \lambda)$  与平面直角坐标系  $(\varphi', \lambda')$  之间建立一种一一对应的空间转换关系：

$$(\varphi, \lambda) \rightarrow (\varphi', \lambda')$$

这个空间转换关系云实质上就是地图投影。地图投影变换引起了地理空间要素在平面形态上的变化,包括长度变化、方向变化和面积变化。但是,平面直角坐标系  $(\varphi', \lambda')$  却建立了对地理空间良好的视觉感,并易于进行距离、方向、面积等空间参数的量算,以及进一步的空间数据处理和分析。

地理信息系统中的地理空间,通常就是指经过投影变换后放在笛卡儿坐标系中的地球表层特征空间,它的理论基础在于旋转椭球体和地图投影变换。

长期以来,人们主要考虑了二维地理空间的理论问题,至于三维地理信息系统中所涉及的地理空间,则是在上述笛卡儿平面直角坐标系上加上第三维,并假设该笛卡儿平面是处处切过地球旋转椭球体的,这样就代表了地面相对于该旋转椭球体表面的高程。当所研究的区域较小、地球曲率可以忽略不计时,这些假设可以提供良好的近似。

#### 四、地理空间的距离度量

地理空间中两点间的距离有两种度量方法,一种沿着真实的地球表面进行,则两点间的距离除了与这两点的地理坐标有关之外,还与所通过的路径上地形的起伏程度有关。随着地形起伏的增加,距离相应延长。由于地表形态的分形特征,这种测量是十分复

杂的,因此引入第二种度量方法,沿地球旋转椭球体的距离量算。它是在地理空间中相对比较遥远的两点,在假定地球是标准的球形时,两点间的距离为通过两点的地球大圆的弧长。

### 欧几里得距离

在相对较小的地理空间中,采用笛卡儿坐标系,定义地理空间中所有点的集合,组成笛卡儿平面,记为 $E^2$ 。定义 $E^2$ 中,任意两点 $(x_1, y_1)$ 和 $(x_2, y_2)$ 间的欧几里得距离 $d$ 如下:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

地理空间中所有点间的欧几里得距离函数组成的度量空间记为 $E^2$ 。度量空间具有如下特点:

(1) 非负性,即 $d \geq 0$ 的条件在欧几里得空间中总得到满足。

(2) 对称性,从 $A$ 到 $B$ 的距离总等于 $B$ 到 $A$ 的距离,即 $d(A, B) = d(B, A)$ 。

(3) 三角不等式,给定 $E^2$ 中的任意三个距离 $a, b, c$ ,则存在如下关系式:

$$a \leq b + c$$

### 曼哈顿距离

曼哈顿距离是指两点在南北方向上的距离加上在东西方向上的距离,即

$$d = |x_2 - x_1| + |y_2 - y_1|$$

对于一个具有正南正北、正东正西方向规则布局的城镇街道,从一点到达另外一点的距离正是在南北方向上旅行的距离加上在东西方向上旅行的距离,因此曼哈顿距离又称为出租车距离。曼哈顿距离的度量性质与欧氏距离的性质相同,保持对称性和三角不等式成立。两者不同的是,在讨论空间邻近性时,不同点间距离的排序会有很大的不同。同时曼哈顿距离也不是距离不变量。当

坐标轴变动时,点对之间的距离就会不同。因此曼哈顿距离只适用于讨论具有规则布局的城市街道的相关问题。

### 摇摇时间距离

时间距离或旅行时间距离是根据从空间中一点到达另一点所需时间进行度量的。距离关系难以用一个确定的关系式加以表达。时间距离的测量具有若干个不同尺度,包括全球尺度、国家尺度和地方尺度。交通工具的不同也影响到时间距离。时间距离不具有前述欧几里得距离和曼哈顿距离的度量空间的性质,如对称性,三角形不等式也不一定成立。在地方尺度上,常常把从一点出发到达周围特征点的时间距离值进行插值,形成等值线,从该点出发到达等值线上任意两点的距离都是相等的。在均一的地理区域里面,所有等值线应构成以该点为圆心的同心圆,而实际上的地理区域是非均质的,使同心圆结构产生变形。另外一种不同的时间距离的概念,考虑一个流域中的暴雨洪水过程,从流域上游产生的暴雨,形成径流,然后在流域末端汇流,则流域中不同位置的暴雨产流到达末端的时间是不同的。这一时间距离对于洪水预报具有重要的参考价值。

图 1-1-1 表示了地球表面上距离度量的不同类型。

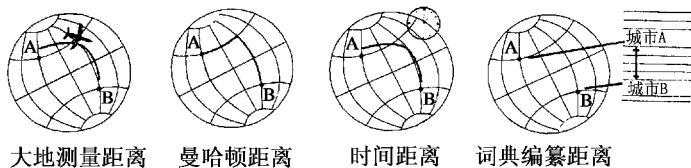


图 1-1-1 地球上各种形式的距离

## 五、地理空间的表达

### 摇摇地理空间的表达方法

摇摇地理空间的表达是地理数据组织、存储、运算、分析的基础。

地理空间的表达方法可以概括为矢量、栅格、三角形不规则网、~~灾~~等几类。以此为基础,可以构造地理空间各种不同的数据模型和数据结构。

### (员) 矢量表达法

矢量本身是数学上的概念,运用到地理信息系统中,则不同的空间特征具有不同的矢量维数。

#### 员园 园维矢量

园维矢量即空间中的一个点。点在二维欧氏空间中用唯一的实数对(曾, 赠)来表示,在三维欧氏空间中用唯一的数组(曾, 赠, 扎)来表示。在数学上,点没有大小、方向之分。

#### 员圆 一维矢量

一维矢量表示空间中的一个线划要素,或者空间对象之间的边界,亦称为弧段、链。在二维欧氏空间中用一组离散化实数点对外来表示:

$$(曾_1, 赠_1), (曾_2, 赠_2), \dots, (曾_n, 赠_n)$$

其中  $n$  为大于 员 的整数。同理,在三维空间中则表示为:

$$(曾_1, 赠_1, 扎_1), (曾_2, 赠_2, 扎_2), \dots, (曾_n, 赠_n, 扎_n)$$

其中(曾<sub>1</sub>, 赠<sub>1</sub>)或(曾<sub>1</sub>, 赠<sub>1</sub>, 扎<sub>1</sub>)是起始点,(曾<sub>n</sub>, 赠<sub>n</sub>)或(曾<sub>n</sub>, 赠<sub>n</sub>, 扎<sub>n</sub>)是终止点。起始点和终止点又统称为结点。位于起始点和终止点之间的其他点,包括(曾<sub>2</sub>, 赠<sub>2</sub>), (曾<sub>2</sub>, 赠<sub>2</sub>), ..., (曾<sub>知原员</sub>, 赠<sub>知原员</sub>), 或者在三维空间中的(曾<sub>2</sub>, 赠<sub>2</sub>, 扎<sub>2</sub>), (曾<sub>2</sub>, 赠<sub>2</sub>, 扎<sub>2</sub>), ..., (曾<sub>知原员</sub>, 赠<sub>知原员</sub>, 扎<sub>知原员</sub>)称为拐点或中间点。

一维矢量可以闭合,即弧段首尾相接,存在如下关系:

$$曾_{i+1} = 曾_i$$

$$赠_{i+1} = 赠_i$$

$$扎_{i+1} = 扎_i \text{ (对于三维空间的情况)}$$

但弧段不能与自身相交。如果相交,则应以交点为界将该一维矢量分成几个一维矢量,如图 员圆 圆 中可以区分出 圆 个一维矢