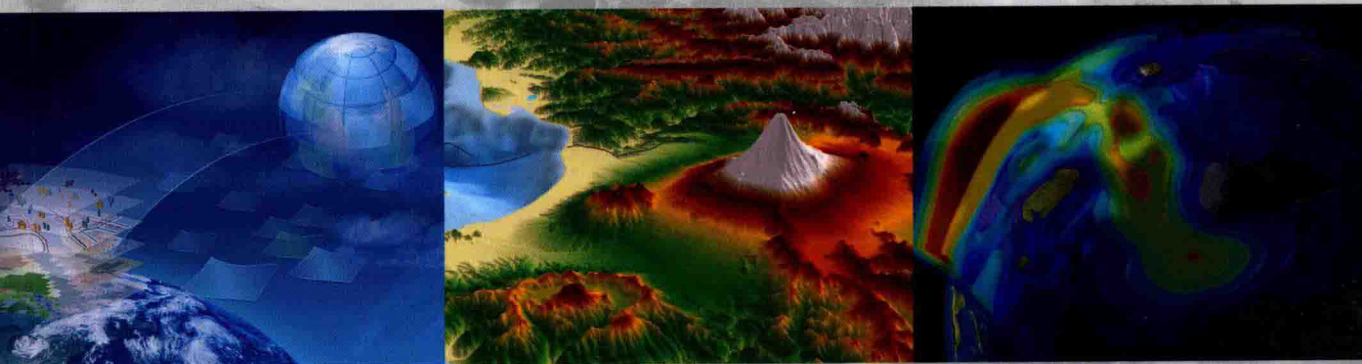
 地理信息技术实训系列教程

地理信息系统 基础实验操作100例



汤国安 钱柯健 熊礼阳 等 编著



科学出版社

地理信息技术实训系列教程

地理信息系统基础实验操作 100 例

汤国安 钱柯健 熊礼阳 等 编著

地理信息系统江苏省品牌专业（南京师范大学）建设项目

地理环境国家级虚拟仿真实验教学中心建设项目

江苏省虚拟仿真实验教学共享平台建设项目

苏州高新区中科地理信息系统培训中心

资助出版

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以服务于 ArcGIS 初学者自学为基本目标,在系统分析了其他相关教材在内容构成、形式表达以及在教学、科研及行业应用中所存在的实际问题,结合多年教学工作经验编写而成。全书分为 ArcGIS 软件的基础编辑、高级编辑、数据制图和空间分析四大篇,每篇通过丰富的基础实验操作案例来讲述 GIS 功能与软件实现。主要内容包括空间数据的采集、编辑、转换与处理、空间数据的可视化表达、符号化制图、矢量数据的空间分析、栅格数据的空间分析、三维分析等。本书强调科学性、系统性、实用性与易读性的结合,通过 100 个经典的基础实验案例,由浅入深、由专题到综合,涵盖了 ArcGIS 软件应用多方面的知识与操作技巧。全书以文字及图解详细介绍软件操作的具体步骤与方法,并配备典型的实验练习数据,留给学生充分的自我发挥与开拓空间。

本书可作为高等院校地理信息科学以及自然地理与资源环境、环境科学、城乡规划、测绘工程以及其他相关专业学生的教材,也可以作为科学研究、工程设计、规划管理等部门科技人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统基础实验操作 100 例/汤国安等编著. —北京:科学出版社, 2017

地理信息技术实训系列教程

ISBN 978-7-03-051828-6

I. ①地… II. ①汤… III. ①地理信息系统-实验-教材 IV. ①P208-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 032587 号

责任编辑:杨 红/责任校对:郭瑞芝

责任印制:张 伟/封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年3月第一版 开本:787×1092 1/16

2017年3月第一次印刷 印张:22 1/8

字数:552 000

定价:58.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

地理信息系统 (geographic information system, GIS) 是对地理空间信息进行描述、采集、处理、存储、管理、分析和应用的一门交叉学科。自 20 世纪 60 年代由“GIS 之父” Roger Tomlinson 创建起, 随着计算机技术、信息技术、空间技术、网络技术的发展, 以及与遥感 (remote sensing, RS)、全球定位系统 (global positioning system, GPS) 之间的相互渗透, GIS 已与 RS、GPS 逐渐形成了“3S”集成化技术系统, 被广泛应用于资源管理、城乡规划、灾害监测、交通运输、水利水电、环境保护、国防建设等各个领域, 并涉及地理信息的社会生产、生活等各个方面。1992 年, Michael F. Goodchild 将传统 GIS 的范畴发展为地理信息科学 (GIScience), 更加侧重于将地理信息系统视为一门科学, 而不仅仅是一个技术实现, 其研究内容也从传统的对地理信息技术的研究, 逐渐拓展到对支撑地理信息技术发展的基础理论的研究。

因此, GIS 是一门兼顾理论研究与实践操作的综合学科, 需要具有地理空间的分析思维、丰富的专业理论知识、较强的 GIS 应用能力、扎实的开发技能的复合型人才。深入理解 GIS 的基础理论知识、灵活运用 GIS 软件解决实际问题新时代 GIS 专业学生应具备的基本能力, 也是培养地理空间新思维模式的重要方法。而纵观当前众多 GIS 方面的书籍, 多偏向于讲解专业而深入的基础理论研究, 又或者偏向于讲解实践性较强的软件系统开发, 尚未有一本适合于 GIS 行业初学者, 尤其是适合于高校 GIS 专业本科学习的基础性实验书籍, 能够指导其通过实验操作来学习 GIS 基本知识, 锻炼其基本的应用操作能力。而在众多的 GIS 软件平台中, 美国环境系统研究所公司 (Environmental Systems Research Institute, ESRI) 推出的 ArcGIS 地理信息系统平台是最具代表性的 GIS 服务平台, 强大的空间数据处理工具和不断更新、完善的空间分析功能使其在学习教育方面具有更好的接受度, 适合于 GIS 初学者学习、掌握 GIS 知识和技能。因此, 有必要撰写一本以基础实验操作为主, 含有大量实验的教材来使读者学习 GIS 理论知识、掌握 GIS 应用技能。

作者通过进行国家“863”计划项目及多项国家自然科学基金项目的研究实践和教学实践, 总结了一套利用 ArcGIS 10 软件进行地学空间分析的理论和技术方法, 并在南京师范大学本科教学中得到成功应用。2006 年, 《ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程》出版, 短短 5 年间, 该书重印 10 次, 需求旺盛。2012 年, 面向 ArcGIS 10 软件的《ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程 (第二版)》再次出版, 对第一版进行了大量更新, 该书重印 12 次, 需求比第一版更加旺盛。由此可见, GIS 专业亟待增加丰富而优秀的教育书籍。上述所述实验教程以地理空间分析的原理介绍为主, 实验操作为辅, 使得作者在基础实验教材的撰写上具有丰富的经验。

本书共分为四篇, 其中第一篇为基础编辑篇, 共 27 个实验, 以空间数据的采集、编辑、处理为重点, 着重介绍数字化、矢量数据编辑、栅格数据编辑等内容。第二篇为高级编辑篇,

共 33 个实验，以数据纠正、数据派生、数据转换等高级编辑实验为主，着重介绍在数据编辑、创建特殊要素、格式转换等过程中的实用技巧。第三篇为数据制图篇，共 10 个实验，以空间数据的符号化、可视化为主，着重介绍了在数据显示、符号表达、制图等过程中的高效方法。第四篇为空间分析篇，共 30 个实验，以地理空间分析为重点，着重介绍了查询分析、叠加分析、缓冲区分析、空间统计分析、邻近分析、要素特征分析、区域划分分析、趋势分析、剖面分析、三维分析等分析方法。全书 100 个实验的学习难度由浅入深，均有详细的操作步骤说明。另外，每个实验都配有实验数据，读者可通过 <http://www.ecsponline.com> 网站检索图书名称，在图书详情页“资源下载”栏目中获取相关数据，以进行对照练习和复习。如在获取数据和操作过程中发现问题可发邮件到 dx@mail.sciencep.com 咨询。

本书由汤国安、钱柯健负责总体设计、组织、审校和定稿工作，熊礼阳负责重点操作视频录制工作。南京师范大学地理信息科学专业研究生黄骁力、丁浒、张海平、李敏、段家朕、刘玮、钱叶青、王轲、赵吴凡、那嘉明、巫晓玲、卢庆辉、李晨瑞等参与了内容的修订和整理工作，在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请读者批评指正。

作 者

2016 年 12 月于南京师范大学仙林校区

目 录

前言	
第一篇 基础编辑篇	1
实验 1 绘制自定义线、垂线、平行线	2
实验 2 平移矢量要素	6
实验 3 旋转矢量要素	8
实验 4 矢量要素镜像复制、缩放	10
实验 5 以点要素分割线要素	13
实验 6 提取线要素的交点	15
实验 7 分割多部分要素	18
实验 8 绘制中点连线	21
实验 9 线要素的延伸与裁剪	23
实验 10 绘制带空洞的面要素	26
实验 11 以线要素分割面要素（一）	29
实验 12 以线要素分割面要素（二）	32
实验 13 数字化面图形的技巧	35
实验 14 设置字段别名	40
实验 15 设置字段属性域	43
实验 16 对字段自定义赋值	47
实验 17 按条件计算属性字段值	50
实验 18 合并表格	52
实验 19 按值修改栅格值	54
实验 20 按像元修改栅格值	56
实验 21 按区域修改栅格值	60
实验 22 NoData 数据处理	63
实验 23 提取栅格有效值边界	67
实验 24 提取栅格独立格网面	70
实验 25 统一多分辨率栅格数据	73
实验 26 创建多分辨率 DEM	76
实验 27 细分栅格	81
第二篇 高级编辑篇	84
实验 28 地形图配准	85
实验 29 矢量数据空间校正	92

实验 30	清除坐标系信息	97
实验 31	纠正栅格坐标	100
实验 32	计算栅格行列号	103
实验 33	计算栅格统计参数	107
实验 34	浮点型栅格转整形	109
实验 35	等高线生成 DEM	111
实验 36	创建特征线约束 TIN	114
实验 37	线要素生成规则或随机采样点	117
实验 38	删除冗余节点	121
实验 39	编辑公共边与顶点	124
实验 40	构建点对连线	128
实验 41	提取道路面中心线	132
实验 42	创建鱼网 Fishnet	135
实验 43	填充面要素空洞	137
实验 44	融合细碎多边形	145
实验 45	按字段融合多边形	147
实验 46	按要素融合多边形	149
实验 47	融合相邻面要素	152
实验 48	按分区划分矢量图层	156
实验 49	按分区划分栅格图层	160
实验 50	以栅格分区裁剪面要素	163
实验 51	CAD 转要素类	167
实验 52	导出点要素的坐标值	172
实验 53	导出线、面要素的坐标值	175
实验 54	Shapefile 与 Graphic 转换	178
实验 55	栅格与 ASCII 转换	182
实验 56	TIFF 与 GRID 栅格转换	185
实验 57	由点坐标生成面要素	189
实验 58	二维点、线转三维	193
实验 59	二维面转体模型	196
实验 60	三维模型转体模型	199
第三篇 数据制图篇		201
实验 61	数据框投影变换	202
实验 62	创建点、线、面状符号	205
实验 63	由图片创建点符号	211
实验 64	创建统计图符号	214
实验 65	按字段调整点符号方向	218
实验 66	符号图层的保存与加载	222
实验 67	设置标注样式	226

实验 68	注记符号化表达	229
实验 69	布局中添加报表和 Excel 图表	234
实验 70	三维块状化表达 DEM	239
第四篇	空间分析篇	242
实验 71	多图层叠加查询	243
实验 72	土地利用变化分析	246
实验 73	创建闭合线内部缓冲区	249
实验 74	灾害影响缓冲区分析	252
实验 75	气体扩散空间分析	255
实验 76	按格网统计点要素	259
实验 77	按要素分区统计路网	262
实验 78	按栅格分区统计路网	266
实验 79	分区统计降雨量	269
实验 80	随机采样统计	274
实验 81	创建点群最小边界几何	278
实验 82	聚集点空间特征分析	281
实验 83	查找点集中最近最远点	283
实验 84	查找面到直线的最近点位置	285
实验 85	创建线要素间的最近垂线	289
实验 86	矢量面重叠分析	293
实验 87	计算矩形方向	296
实验 88	按距离分配空间	298
实验 89	创建面要素的 Voronoi	301
实验 90	创建点、线、面要素混合的 Voronoi	304
实验 91	栅格欧氏分配	309
实验 92	以图形与表格构建趋势面	312
实验 93	插值模型的精度分析	318
实验 94	计算栅格图层总和值	323
实验 95	平滑处理栅格数据	326
实验 96	创建地形剖面图	328
实验 97	计算河道方向坡度	331
实验 98	计算上游集水区污染值	334
实验 99	三维爆炸分析	337
实验 100	三维可视性分析	342

第一篇 基础编辑篇

空间数据是地理信息系统分析的重要基础，数据的准确性、有效性决定了利用地理信息系统进行空间分析的准确性和有效性。在不同的应用场景和条件下，空间数据常常需要根据特定的条件进行基础性的编辑处理，如平移、旋转、缩放、分割、延伸等。当描述复杂的地理对象时，常规的几何图形还需要进行几何处理，如带孔洞的多边形等。除此以外，不同的数据结构其属性编辑处理的方式也不同，如矢量数据的属性编辑与栅格数据的属性编辑存在本质的不同，编辑方法需要考虑各自的结构特征。对于栅格数据来说，其边界存在模糊性、像元存在分辨率大小，栅格图层的叠加分析需要考虑像元的匹配性。

因此，在运用地理信息系统专业知识进行地理数据的空间分析之前，需要灵活地运用地理信息系统软件来完成对地理空间数据的采集、编辑、处理等基础性工作，满足后续空间分析所需要的数据条件和数据格式。

本篇讲述运用地理信息系统软件对空间数据进行采集、编辑、处理等的基础性操作实验，按照数据格式类型分为矢量数据编辑和栅格数据编辑。全篇共包含 27 个实验，分别讲解了在数字化、属性处理等过程中的实用技巧和快速处理方法。通过结合多样的基础性编辑实验，向读者展示出不同地理空间数据存在的差异性与各自的适用条件，使读者更深入地理解与掌握地理空间数据的特点，从而为后续地理空间数据的分析提供数据基础。

实验 1 绘制自定义线、垂线、平行线

【实验背景】

数字化采集是生成地理信息数据的主要方法之一。通常，由具有丰富专业经验的 GIS 从业人员使用地理信息系统软件进行矢量数据的数字化采集工作。除了根据目视判别来绘制点、线、面图形外，还需要根据特定的数字化条件进行快速、有效地数据绘制，如根据坐标绘制直线端点、定长直线、平行线和垂直线等。

本实验讲述了数字化线要素时绘制自定义直线、定长直线、平行线和垂直线的方法，使读者在地理信息系统软件的操作过程中，理解线要素的结构组成和构建方法。同时，灵活运用软件实现快速、有效地数字化工作。

【实验数据】

实验数据如表 1.1 所示。

表 1.1 实验数据

图层名称	格式	坐标系	说明
map	TIF 栅格	China_Lambert_Conformal_Conic	用于数字化线要素的底图数据
line	Shapefile 线要素	China_Lambert_Conformal_Conic	参考矢量线数据
newline	Shapefile 线要素	China_Lambert_Conformal_Conic	待数字化的矢量线数据

【解决方法】

- (1) 使用【绝对 X,Y】工具，输入指定端点的坐标，完成自定义直线绘制。
- (2) 使用【长度】工具，输入长度参数并绘制端点，完成定长直线绘制。
- (3) 使用【平行】工具，指定平行参考线并绘制端点，完成平行线绘制。
- (4) 使用【垂直】工具，指定垂直参考线并绘制端点，完成垂直线绘制（表 1.2）。

表 1.2 工具名称及位置

工具名称	工具位置
Line 线	【菜单栏】→【自定义】→【工具条】→【编辑器】→【编辑窗口】→【创建要素】→【线】
Absolute X,Y 绝对 X,Y	【右键菜单】→【绝对 X,Y】
Length 长度	【右键菜单】→【长度】
Parallel 平行	【右键菜单】→【平行】
Perpendicular 垂直	【右键菜单】→【垂直】

【实验步骤】

1) 准备数据

加载底图 map、参考线图层 line 和待数字化的图层 newline；点击【编辑器】工具条，选择【编辑器】→【开始编辑】选项，【创建要素】窗口中选择【newline】图层；【构造工具】

中选择【线】工具。工具所在位置如图 1.1 所示。

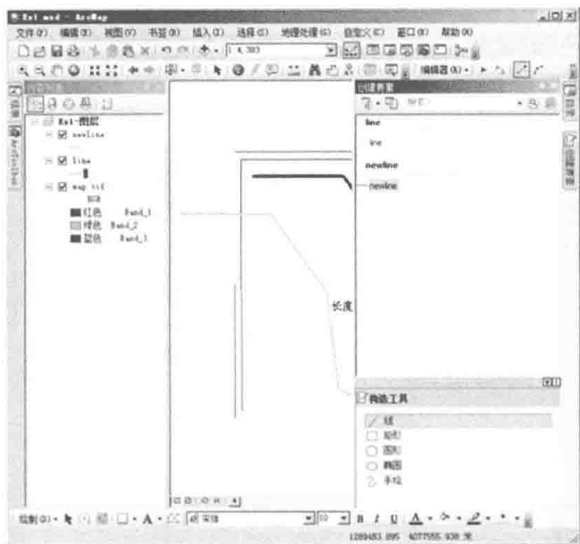


图 1.1 选择【线】构造工具

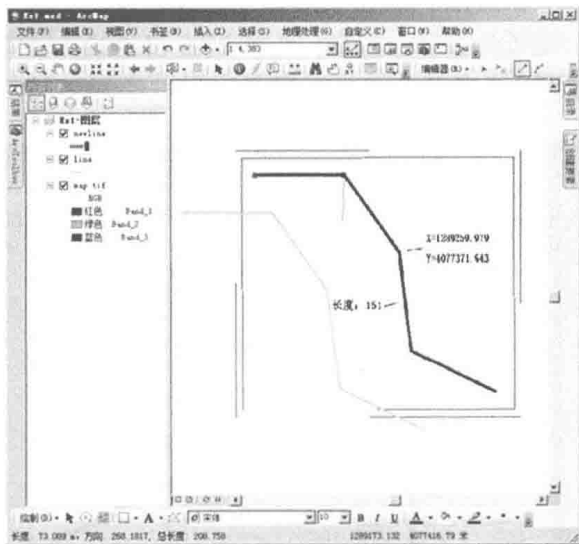


图 1.2 任意绘制直线

2) 数字化线

以底图黑色线为准，开始绘制直线；第一段线段可以根据两端点确定直线的规则任意绘制。任意绘制第一段线段如图 1.2 所示。

3) 绘制固定端点的直线

保持绘制状态，右击空白处，选择【绝对 X, Y】工具，依次输入地图上标识的端点 X 和 Y 坐标：“1289259.979”和“4077371.643”，如图 1.3 所示。回车；完成绘制，结果如图 1.4 所示。

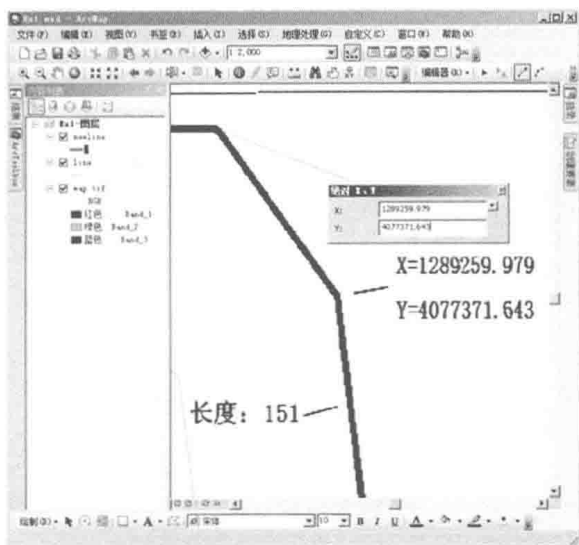


图 1.3 输入绝对 X 、 Y 坐标

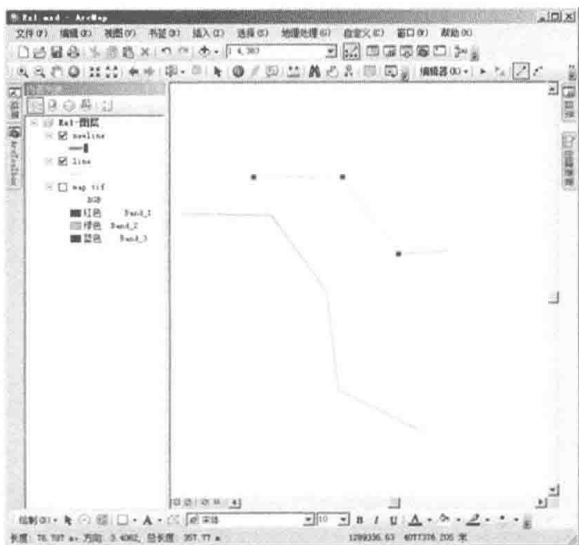


图 1.4 完成固定端点的线段绘制

4) 绘制固定长度的直线

保持绘制状态，右击空白处，选择【长度】工具，输出底图上标识的长度值“151”，如图 1.5 所示，回车；下一节点在半径为 151 的圆弧上，点击底图上的节点完成绘制，结果如图 1.6 所示。

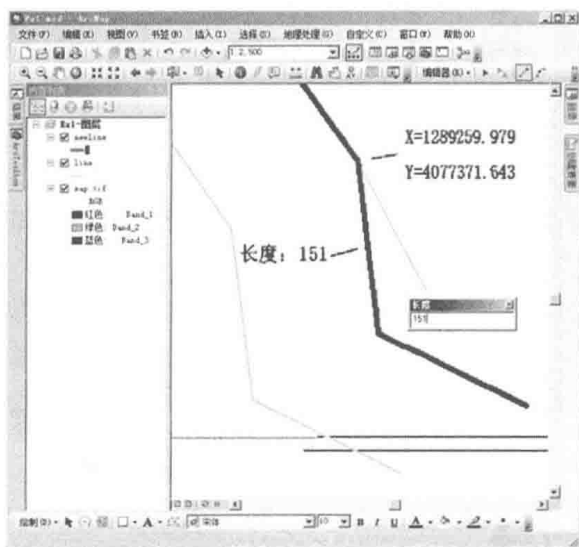


图 1.5 输入长度值

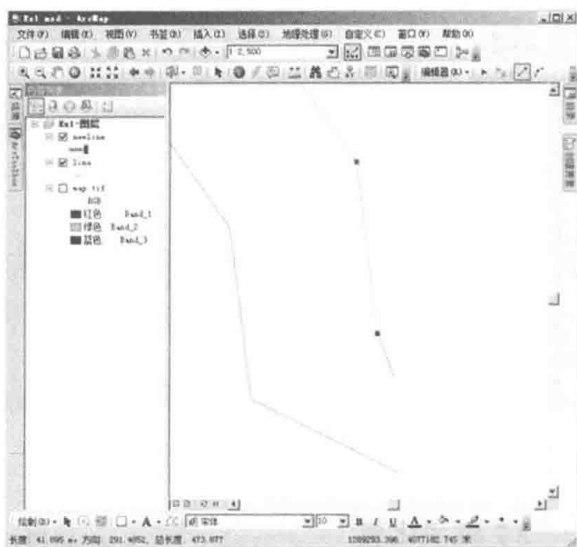


图 1.6 绘制距离 151 处的下一点

5) 绘制平行线

保持绘制状态，右击 line 图层的最后一段线段，选择【平行】工具，如图 1.7 所示；此时，不管鼠标如何移动，绘制的线都与右击的线段保持平行；点击底图上的下一点完成绘制，结果如图 1.8 所示。

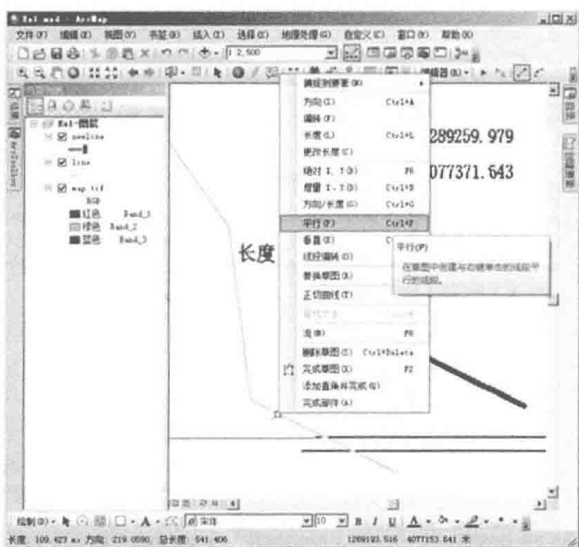


图 1.7 设置平行的线段

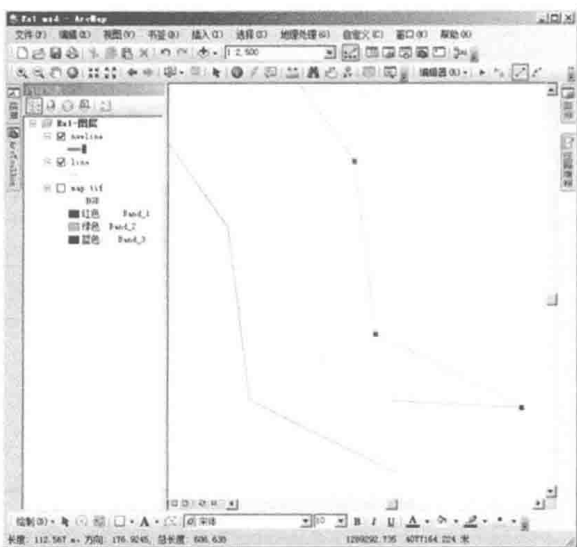


图 1.8 完成平行线绘制

6) 绘制垂直线

保持绘制状态，右击 line 图层的任意一段线段，选择【垂直】工具，如图 1.9 所示；此时，不管鼠标如何移动，绘制的线都与右击的线段保持垂直；点击底图上的下一点完成绘制，结果如图 1.10 所示；双击，完成当前线要素的绘制；保存并停止编辑。



图 1.9 设置垂直线段

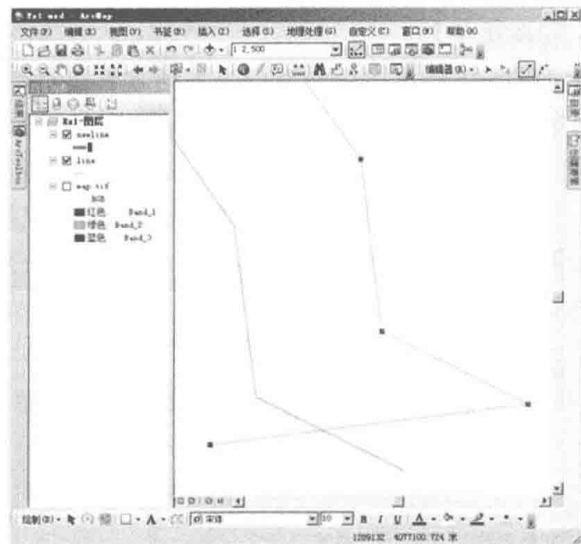


图 1.10 完成垂线绘制

实验 2 平移矢量要素

【实验背景】

数据编辑是运用地理信息系统软件进行数据管理的重要内容。由于数据采集条件与数据应用条件存在差异,经常需要对数字化采集的原始数据进行编辑处理,如矢量要素由于坐标变换等,时常与真实情况存在偏移,需要对其进行坐标值纠正,以保证数据的准确性和一致性。

本实验讲述使用地理信息系统软件对矢量要素进行空间坐标平移的方法,使读者在理解矢量数据坐标系的基础上,掌握以平移方法来纠正要素坐标的思路,从而在实际工作中有效地解决此类编辑问题。

【实验数据】

实验数据如表 2.1 所示。

表 2.1 实验数据

文件名称	格式	坐标系	说明
points	Shapefile 点要素	Krasovsky_1940_Transverse_Mercator	用于矢量要素的平移

【解决方法】

使用【移动】工具,输入平移量参数,实现要素平移(表 2.2)。

表 2.2 工具名称及位置

工具名称	工具位置
Move	移动 【菜单栏】→【自定义】→【命令】→【编辑器】→【移动】

【实验步骤】

1) 加载【移动】工具

打开【菜单栏】→【自定义】对话框,选择【命令】选项卡;在左侧【类别】中选择【编辑器】,找到右侧工具列表中的【移动】工具,如图 2.1 所示;将该工具拖动到 ArcMap 软件中任意工具条的任意位置后,关闭【自定义】对话框;完成加载,如图 2.2 所示。

2) 平移矢量要素

打开【编辑器】工具条中【开始编辑】工具,用【编辑工具】选中需要平移的要素,如图 2.3 所示,可以观察到【移动】工具从灰色变为可用的黑色状态;点击【移动】工具,分别输入在 X 轴和 Y 轴方向上的平移分量,400 和 300,如图 2.4 所示,回车;平移后结果如图 2.5 所示,保存编辑,停止编辑。注:平移方向可根据 X 轴、Y 轴方向上的平移分量反算得到,平移距离为 500。

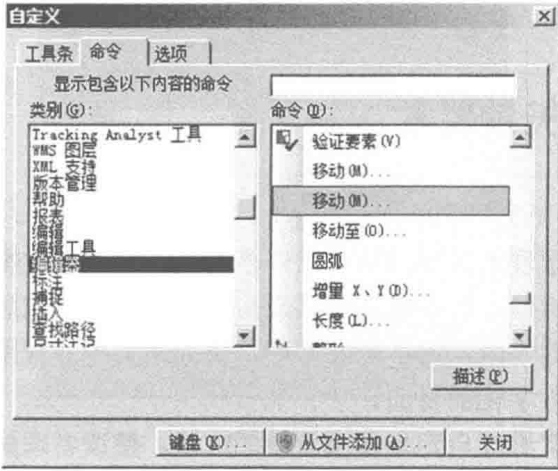


图 2.1 【自定义】对话框



图 2.2 加载【移动】工具

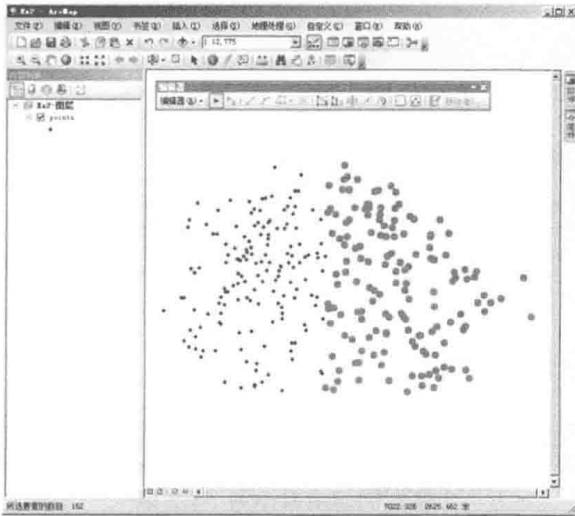


图 2.3 选中待平移的要素

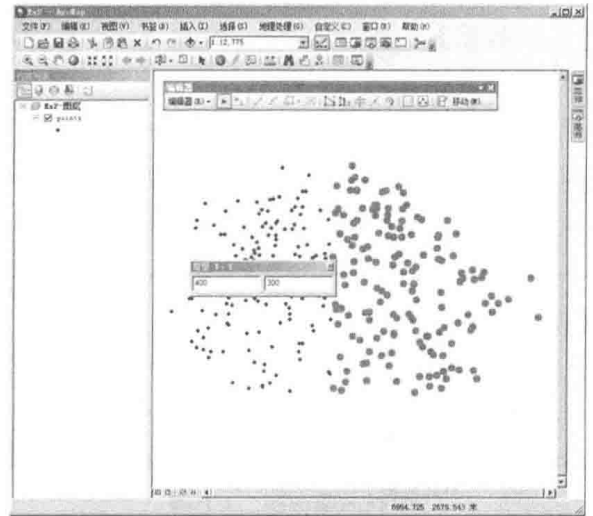


图 2.4 输入平移分量

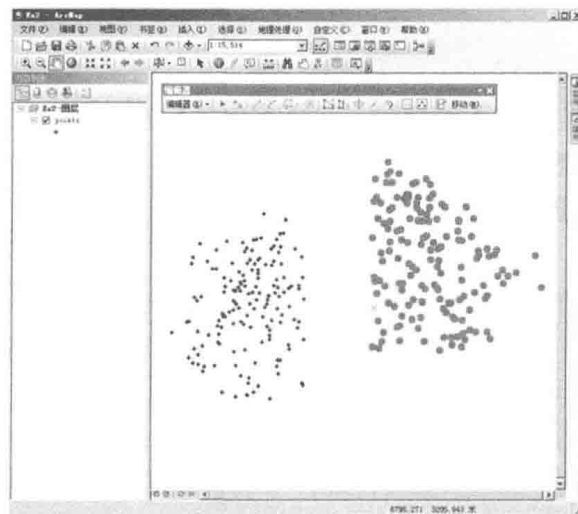


图 2.5 平移后结果

实验3 旋转矢量要素

【实验背景】

数据编辑是运用地理信息系统软件进行数据管理的重要内容。在许多情况下，地理数据不仅存在坐标偏移问题，也时常存在图形偏转等问题，如建筑物边界未与道路或其他设施边界保持平行等。同时，在数字化具有旋转特征的地物时，为了能够方便、快捷地实现数据采集，可以充分考虑并利用该旋转特征以达到敏捷数字化的目的。

本实验讲述使用地理信息系统软件对矢量要素进行自定义角度旋转的方法，使读者理解和掌握旋转矢量要素时的参数设置，灵活地使用旋转工具来解决偏转问题，也可使用该工具构建特定旋转条件的要素图形，帮助读者在实际工作中更好地解决此类问题。

【实验数据】

实验数据如表 3.1 所示。

表 3.1 实验数据

图层名称	格式	坐标系	说明
Buildings	Shapefile 面要素	Xian_1980_3_Degree_GK_Zone_36	用于旋转的二维面数据

【解决方法】

使用【旋转】工具，设置旋转角度，实现要素旋转（表 3.2）。

表 3.2 工具名称及位置

工具名称	工具位置
Rotate	旋转 【菜单栏】→【自定义】→【命令】→【编辑器】→【旋转】

【实验步骤】

1) 加载【旋转】工具

打开【菜单栏】→【自定义】对话框，选择【命令】选项卡；在左侧【类别】中选择【编辑器】，找到右侧工具列表中的【旋转工具】，如图 3.1 所示；将该工具拖动到 ArcMap 软件中任意工具条的任意位置后，关闭【自定义】对话框；完成加载，如图 3.2 所示。

2) 旋转矢量要素

打开【编辑器】工具条中【开始编辑】工具，用编辑工具选中需要旋转的要素，如图 3.3 所示，旋转中心默认在几何中心位置，以“X”符号标注显示；点击【旋转工具】，手动拖动即可实现旋转，如图 3.4 所示；若要自定义旋转角度，在英文输入法状态下按键盘【A】键，输入角度为“90”，如图 3.5 所示，回车；旋转结果如图 3.6 所示，保存编辑，停止编辑。

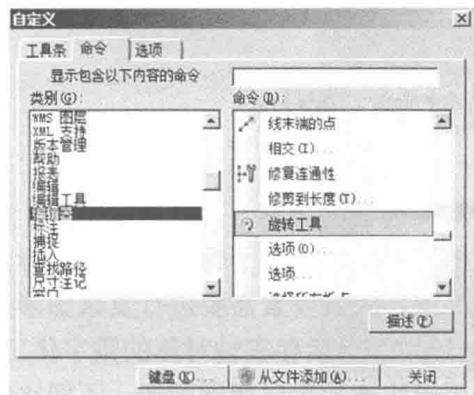


图 3.1 【自定义】对话框



图 3.2 加载【旋转工具】

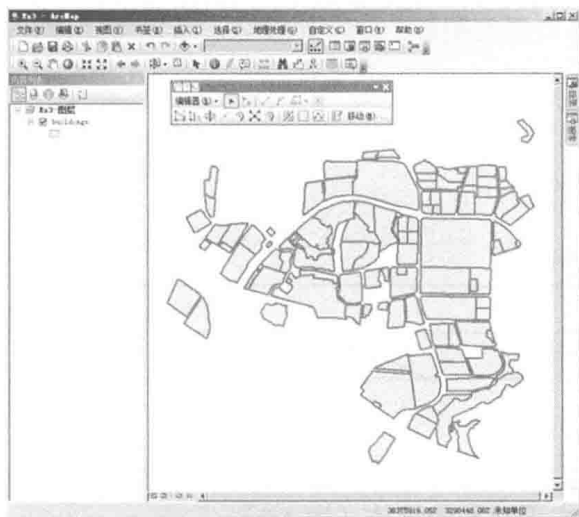


图 3.3 选中待旋转的要素

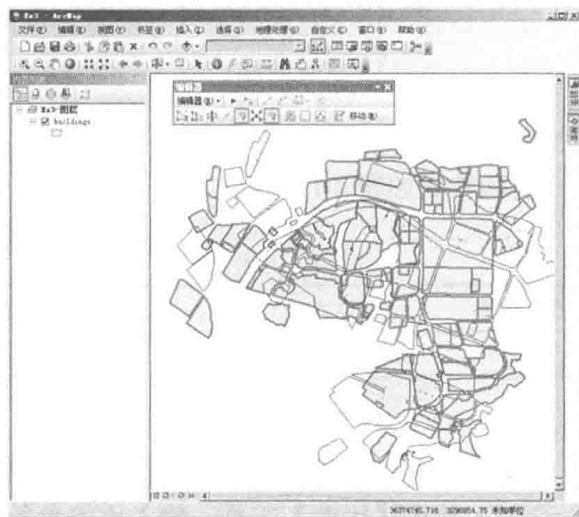


图 3.4 手动拖动旋转

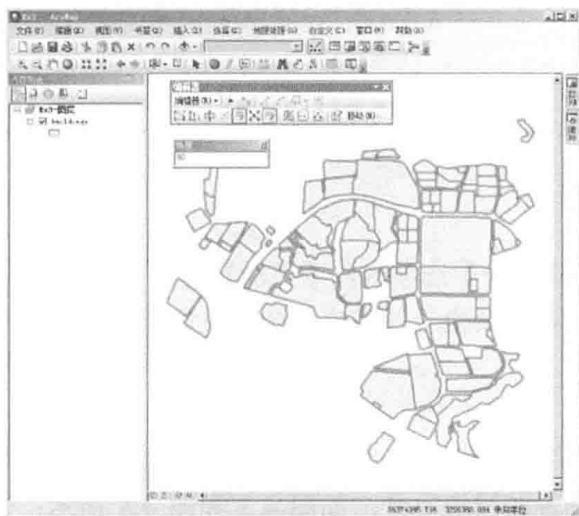


图 3.5 输入旋转角度

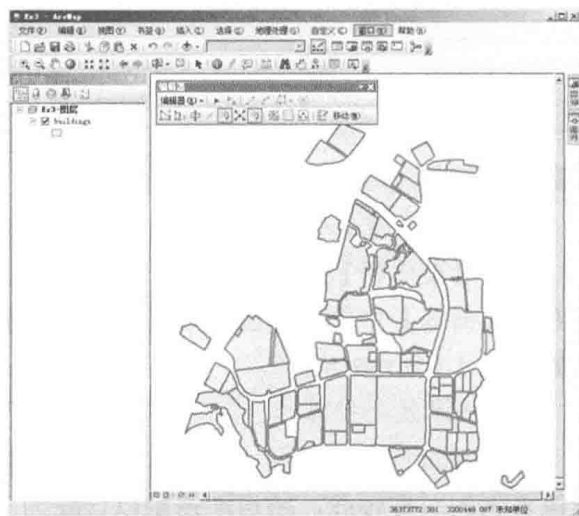


图 3.6 自定义旋转结果