



浙江水利水电学院

Zhejiang University of Water Resources and Electric Power

《地理信息系统原理与应用》

课内上机实验指导书

(适用专业 地理信息科学)

专业年级（班）： 地信 21-2、21-3

指导教师（签字）： _____

项目名称： 综合空间分析与空间建模

实验时间： 2023 年 4 月 24 日

编写日期： 2023 年 4 月 10 日

测绘与市政工程学院

1.目的和意义

地理信息系统原理与应用已经成为大学地理信息科学专业的必修课，涉及理论方法和应用实践两大块内容。2022-2023 学年第二学期面向本校地理信息科学本科专业开设的《地理信息系统原理与应用》课程，课内安排了一次综合性实验（共 2 学时）。目的是使学生，通过上机实验，快速将所学 GIS 原理知识融会贯通，举一反三，提高应用 GIS 知识解决实际问题的能力。

本课程安排的一次综合性实验，要求学生以目前国内外使用最广泛的 ESRI 公司出品的 ArcGIS 软件为工具，采用多种空间分析方法，完成大型商场选址、天然气管网应急分析、物流公司运送路线规划三个综合空间分析任务；并采用邻域分析法完成空间插值中非常重要的泰森多边形的构建。

ArcToolbox 是地理处理工具的集合，也是本次综合性实验项目开展过程中，学生经常要用到的 ArcGIS 模块。其中的工具能够很好地处理各种空间操作，涵盖数据管理、数据转换、矢量数据分析、栅格数据分析、统计分析等多方面的功能。在 ArcToolbox 中，用户可以根据自己的需要查找、管理和执行各类工具。

2.实验内容

2.1 大型商场选址

2.1.1 背景

在城市中，如何为大型商场找到一个交通便利、停车方便、人员密集的商业地段是商场开发商最为关注的问题。因此，商场开发商需要从多方面对商场选址进行分析以便选出区位条件最好的位置，从而获取最大的经济效益。

2.1.2 目的

熟练掌握 ArcGIS 缓冲区分析和叠加分析操作，综合利用各项矢量数据的空间分析工具解决实际问题。

2.1.3 数据

该任务数据位于“4 月 24 日实验数据”文件夹（“题目\P321_P324\data\”）。

2.1.4 要求



待寻找地区的区位条件为：

- （1）离城市主要交通线路 50m 以内，以保证商场交通的通达性。

- (2) 保证在居民区 100m 范围内，便于居民步行到达商场。
- (3) 距停车场 100m 范围内，便于顾客停车。
- (4) 距已经存在的商场 500m 范围之外，减少竞争压力。

2.1.5 操作步骤

启动 ArcMap，打开 city.mxd 地图文档，位于“4 月 24 日实验数据\ P321_P324\data”文件目录下。

- 1. 城市地区主要交通线路影响范围的建立
单击缓冲向导按钮, 打开【缓冲向导】对话框, 设置如下参数:
(1)【图层中的要素】: mainstreet; 单击【下一步】按钮。
(2) 确定缓冲区距离: 50; 确定缓冲距离单位: 米; 单击【下一步】按钮。
(3) 选择【缓冲区输出类型】中的【融合缓冲区之间的障碍?】: 是。
(4) 确定输出位置: “C:\chp10\Ex1\result\缓冲_mainstreet. shp”, 单击【完成】按钮, 结果如图 10. 71 所示。
- 2. 居民居住地影响范围的建立
单击缓冲向导按钮, 打开【缓冲向导】对话框, 设置如下参数:
(1)【图层中的要素】: residential; 单击【下一步】按钮。
(2) 确定缓冲区距离: 100; 确定缓冲距离单位: 米; 单击【下一步】按钮。
(3) 选择【缓冲区输出类型】中的【融合缓冲区之间的障碍?】: 是。
(4) 确定输出位置: “C:\ chp10\ Ex1\result\缓冲_ residential. shp”, 单击【完成】按钮。
居民地影响范围缓冲区如图 10. 72 所示。

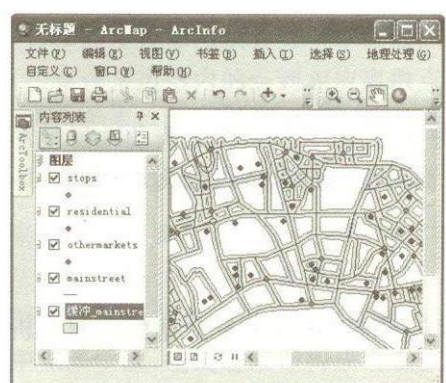


图 10. 71 城市主要交通线路影响范围缓冲区

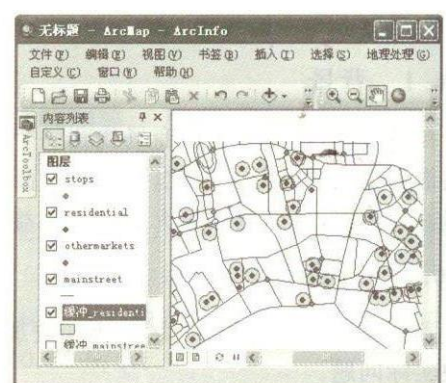


图 10. 72 居民居住地影响范围缓冲区

3. 停车场影响范围的建立

单击缓冲向导按钮,打开【缓冲向导】对话框,设置如下参数:


(1)【图层中的要素】:stops;单击【下一步】按钮。

(2)确定缓冲区距离:100;确定距离单位:米;单击【下一步】按钮。

(3)选择【缓冲区输出类型】中的【融合缓冲区之间的障碍?】:是。

(4)确定输出位置:“C:\chp10\Ex1\result\缓冲_stops.shp”;单击【完成】按钮。停车场影响范围如图 10.73 所示。

4. 已存在商场影响范围的建立

单击缓冲向导按钮,打开【缓冲向导】对话框,设置如下参数:

(1)【图层中的要素】:othermarkets;单击【下一步】按钮。

(2)确定缓冲区距离:500;确定缓冲距离单位:米;单击【下一步】按钮。

(3)选择【缓冲区输出类型】中的【融合缓冲区之间的障碍?】:是。

(4)确定输出位置:“C:\chp10\result\Ex1\缓冲_othermarkets.shp”;单击【完成】按钮。

已存在商场影响范围如图 10.74 所示。

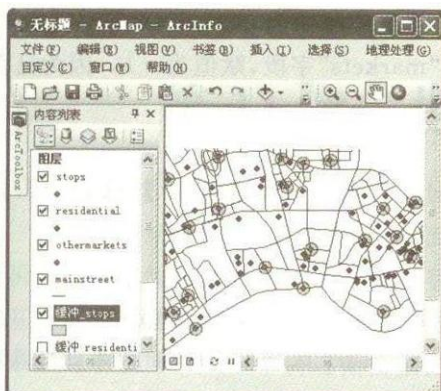


图 10.73 停车场影响范围缓冲区

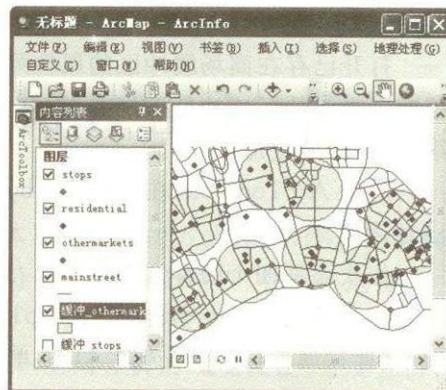


图 10.74 已存在商场影响范围缓冲区

5. 进行叠加分析,求出同时满足四个要求的区域

(1)求取 stops、mainstreet 和 residential 三个图层的交集区域,操作步骤如下:

——在 ArcToolbox 中,双击【分析工具】→【叠加分析】→【相交】,打开【相交】对话框。

——依次添加停车场的缓冲区、主要交通线路的缓冲区和居民地的缓冲区。

——指定输出路径和名称:“C:\chp10\result\Ex1\缓冲_three.shp”。

——【连接属性(可选)】为 ALL,【输出类型(可选)】为 INPUT,单击【确定】按钮。求出的

交集区域如图 10.75 所示。

(2)求取同时满足四个条件的区域,操作步骤如下:

——在 ArcToolbox 中,双击【分析工具】→【叠加分析】→【擦除】,打开【擦除】对话框。

——在【输入要素】文本框中选择三个区域的交集区域。

——在【擦除要素】中,选择已存在商场的缓冲区数据。

——指定输出路径和名称:“C:\chp10\result\Ex1\perfect”,单击【确定】按钮。满足以上四个条件的区域如图 10.76 所示。

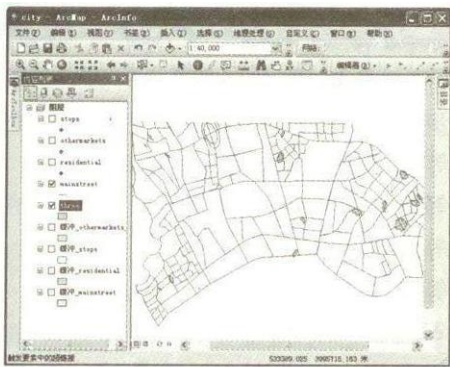


图 10.75 满足三个条件的选择区域

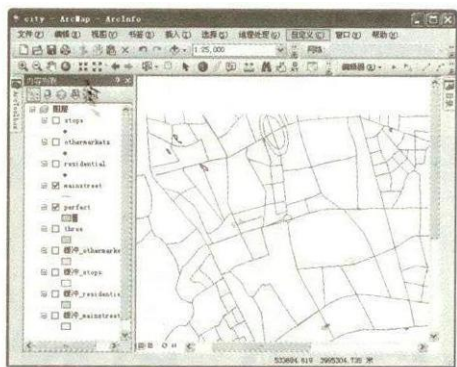


图 10.76 商场最佳选择区域

6. 对整个城市商场的区位条件进行评价

为了解城市其他地区的商场区位条件,可应用以上数据对整个城市的商场区位进行评价分级。分级标准为:四个条件都满足的为第一等级,满足三个条件的为第二等级,满足两个条件的为第三等级,满足一个条件的为第四等级,完全不满足条件的为第五等级。

第一步:属性赋值。

——分别打开停车场的缓冲区、主要交通线路的缓冲区和居民地的缓冲区的属性列表,并

分别添加“stops”,“mainstreet”和“residential”字段,并且全部赋值为 1。

——打开已存在商场缓冲区的属性列表,并添加“markets”字段,赋值为-1。因为已存在商场缓冲区之外的区域才是满足要求的。

第二步:区域叠加。

——启动 ArcToolbox,在 ArcToolbox 中双击【分析工具】→【叠加分析】→【联合】,打开【联合】对话框。

——依次添加四个缓冲区图层。

——指定输出路径和名称:“C:\chp10\result\Ex1\缓冲_four_Union. shp”。

——【连接属性(可选)】选择 ALL,单击【确定】按钮。四个区域联合叠加结果如图 10.77 所示。

第三步:分级。

——打开生成的“Union”文件的图层属性表。

——在属性表中添加短整型的字段“class”。

——在“class”字段上单击鼠标右键选择【字段计算器】选项。

——打开【字段计算器】对话框中,输入公式:“[markets]+[residential]+[mainstreet]+[stops]”,如图 10.78 所示。



图 10.77 四个缓冲区叠加分析结果

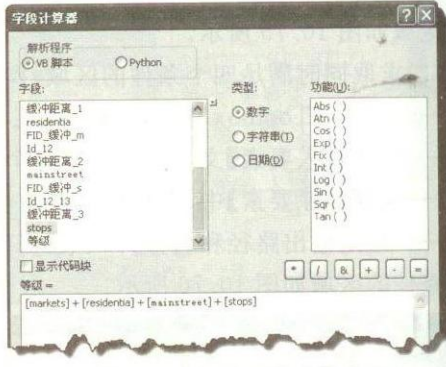


图 10.78 分级数值计算实现

注意: 在上面第二步区域叠加的联合操作时,对话框中允许间隙存在这个地方不要勾选。

第四步：应用“Class”字段进行分级显示。

第一等级：“class”值为3。

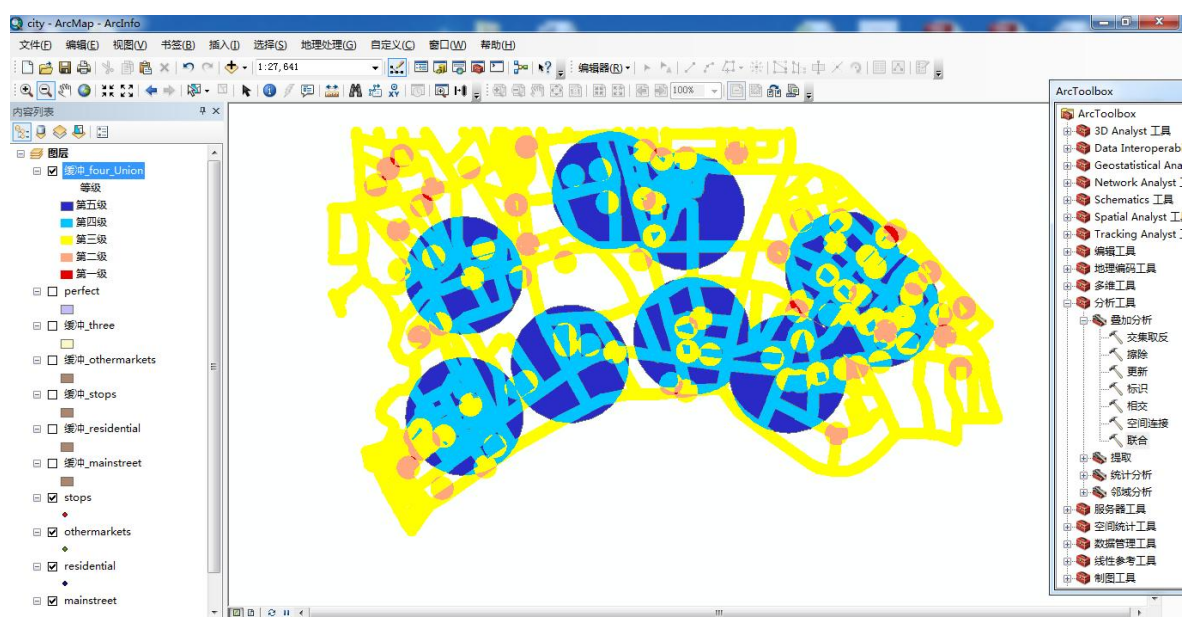
第二等级：“class”值为2。

第三等级：“class”值为1。

第四等级：“class”值为0。

第五等级：“class”值为-1。

最后得到城市区域内商场选址的分级图。颜色越深越暖色调，表示该地区越适宜建商场，反之，则不适宜修建商场。结果下图所示（第一级最适宜红色，第二级次之桔色，第三级再次之黄色，第四级不适宜湖蓝色，第五级最不适宜深蓝色）。



图：商场选址适宜性分析的结果

在实际情况中，影响商场区位选择的条件还有娱乐场所，以及商场负责人的主观意愿等因素。这就要求选择合理的区位条件和阈值，寻求符合要求的区域。

2.2 天然气管网应急分析

2.2.1 背景

在城市天然气管网系统中，会遇到一些突发事件，影响到居民的日常生活，如何快速到达天然气管网中的事发地点，及时对故障进行修理，是天然气公司需要密切关注的问题，因此需要对天然气管网根据故障的实际情况进行快速定位。

2.2.2 目的

熟练掌握和运用 ArcGIS 中的几何网络分析功能，综合利用网络分析工具对城市管道网络

进行分析，以解决实际问题，加深对几何网络分析功能的理解。

2.2.3 数据

该任务数据位于 4 月 24 日实验数据\ P419_P421\data\”。数据主要包括以下两个要素类：

- (1) 燃气管网网络 (gas_network)。
- (2) 故障点 (guzhangdian)。

2.2.4 任务

根据多名用户反馈自家的天然气出现故障不能使用的情况，判断可能发生故障的地点，确定需要关闭的阀门，以确保维修过程的安全，同时对能够影响到的区域加以通知。

2.2.5 操作步骤

启动 ArcMap，打开 gas_network.mxd 文件，位于“4 月 24 日实验数据\ P419_P421\data”，加载上述两种数据。

1) 对数据进行符号化

(1) 在内容列表中，单击 famen 要素类的符号显示，在打开的符号选择器对话框中，将符号大小调整为 16。



(2) 同样处理 guzhangdian 要素类，并将该要素类的符号颜色设置为红色。

2) 查看天然气流向

(1) 单击[几何网络分析]工具条中的[流向]——>[显示箭头]，查看天然气的流向（此处实验报告中必须放上截图），再次单击[显示箭头]，取消流向的显示。

(2) 查看“qizhan”点要素类的属性表中 AncillaryRole 字段的值，此值决定了要素在网络中的角色（此处实验报告中必须放上截图）。

3) 确定爆管位置

- (1)单击【几何网络分析】工具条中的添加交汇点标记工具按钮,在故障点的位置处添加交汇点。
- (2)单击【几何网络分析】工具条中的【追踪任务】→【公共祖先追踪分析】,单击解决按钮,确定爆管位置。
- (3)公共祖先追踪分析最终结果如图 12.65 所示。

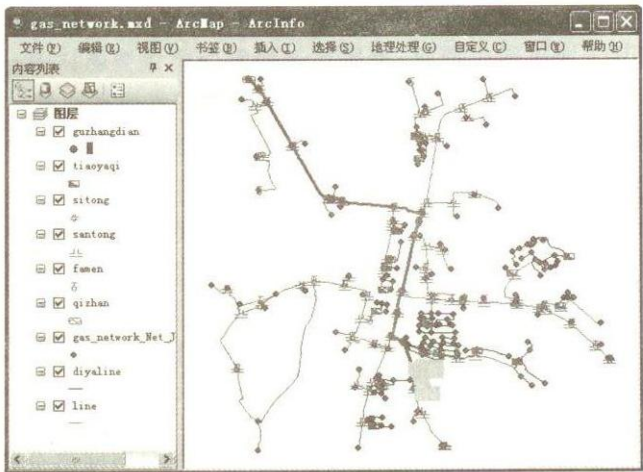




图 12.65 确定爆管位置

4) 确定影响范围

- (1)单击【几何网络分析】工具条中的添加交汇点标记工具按钮,在公共路径线的最后的一个阀门处单击。
- (2)单击【追踪任务】→【网络下溯追踪】,单击解决按钮,显示关闭该阀门后的影响区域。
- (3)最终结果如图 12.66 所示。

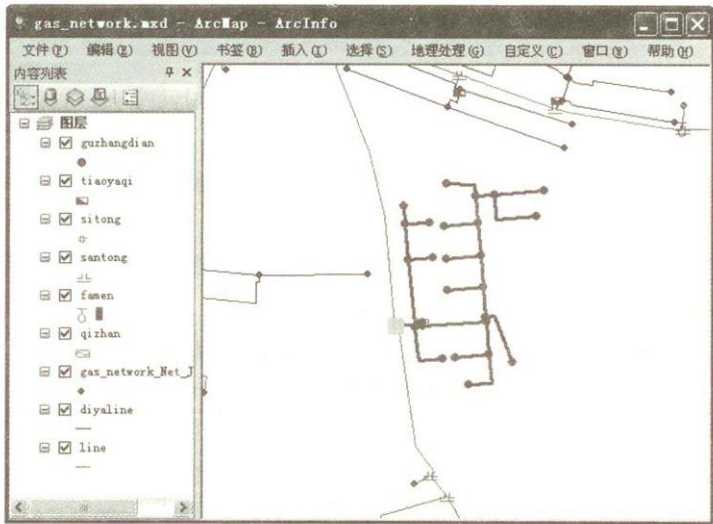


图 12.66 确定受影响范围

2.3 物流公司运送路线规划

2.3.1 背景

随着网络购物的发展，对物流业的要求也越来越高，如何对一个物流公司的运送路线进行合理规划，是物流公司应该考虑的问题。本次以某物流公司进行货物配送为任务，重点练

习多路径分析的操作。

2.3.2 目的

熟练掌握和使用 ArcGIS 中的网络分析拓展模块。熟练使用在网络数据集基础上的网络分析，理解网络分析拓展模块和几何网络分析功能的不同之处。

2.3.3 数据

该任务数据位于 4 月 24 日实验数据\P421_P423\data\。数据主要包括以下两个要素类：

- (1) 城市地区主要交通道路网络 (Roda_network_ND)。
- (2) 主要商铺位置 (Shops)。

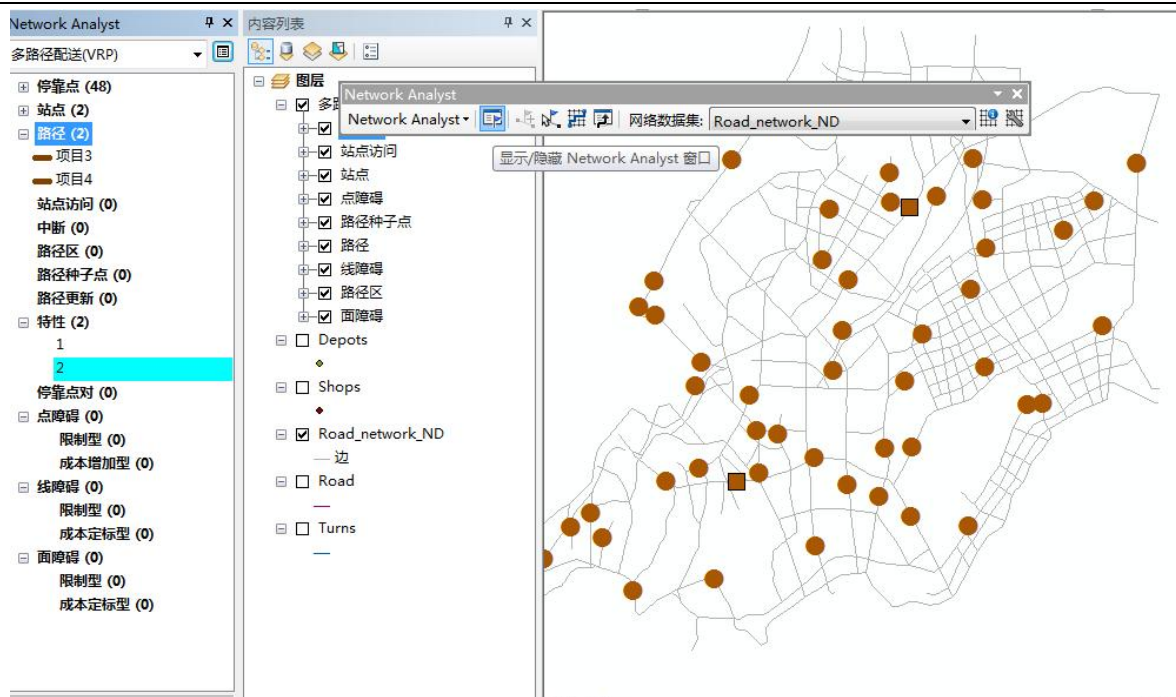
2.3.4 任务

A 公司是 B 市一家物流公司，主要负责 B 市部分食品和服装商铺的货物供应。情况如下：

- (1) 物流公司给一定位置的店面进行供货，有服装和食品两大类。
- (2) A 公司在 B 市有两处仓库，分别是北站和南站，仓库上班时间为早上 5 点到晚上 10 点。
- (3) A 公司有 3 辆车用于配货，一辆用于配送服装，两辆用于配送食品。车辆的最大载货量是 1500kg。
- (4) 不同店面上班时间不一致，具体时间和需要配送货物数量参见 Shops 数据属性。
- (5) 公司为防止意外，司机开车时间累积 2h，需要休息 10min，最长工作时间为 5h。

2.3.5 操作步骤

(1) 启动 ArcMap，打开 qingdao.mxd 地图文档，位于“4 月 24 日实验数据\P421_P423\data”。在下述操作步骤 (3) - (7) 中提到的 Network Analyst 窗口打开方式为，点击 Network Analyst 工具条上的显示/隐藏 Network Analyst 窗口按钮，见下图所示。



图：显示/隐藏 Network Analyst 窗口按钮位置

(2)新建多路径分析图层,并进行分析设置。

——在 Network Analyst 工具条中,单击【Network Analyst】→【新建多路径配送】,新建【多路径配送分析图层】。

——在内容列表内,双击多路径配送图层,打开多路径配送分析设置,时间属性设置为“Minutes(分钟)”。单击【确定】按钮,完成分析设置。

(3)加载停靠点。在 Network Analyst 窗口中,右击【停靠点】,选择【加载位置】。

——【加载自】下拉框选择为:Shops 要素类。

——在【位置分析属性】中,设置属性映射关系如表 12.5 所示。

表 12.5 停靠点属性与 Shops 属性对照关系

停靠点属性	Shops 要素类字段	Shops 字段描述
ServiceTime	Servicetime	在停靠点处的装载或卸载货物的时间
TimeWindowStart1	starttime	停靠点接受货物开始的最早时间
TimeWindowEnd1	endtime	停靠点接受货物开始的最晚时间
DeliveryQuantities	delivery	停靠点处需要的货物的数目
PickupQuantities	pickup	停靠点处装载的货物的数目
SpecialtyNames	type	停靠点的特性,1 代表食品,2 代表服装

(4)添加站点。在 Network Analyst 窗口中,右击【站点】,选择【加载位置】。

——【加载自】下拉框选择为:Depots 要素类。

——在【位置分析属性】中,设置属性映射关系为 Name→Description、Description→Description。

(5)创建特性。在 Network Analyst 窗口中,右击【特性】,选择【添加项目】。

——添加特性:Name 字段值为“1”,Description 字段值为“食品”。

——添加特性:Name 字段值为“2”,Description 字段值为“服装”。

(6)加载路径。在 Network Analyst 窗口中,右击【路径】,选择【添加项目】。

——添加路径 1:设置 StartDepotName、EndDepotName 为“北站”、Capacities 为“1500”、MaxTotalTime 为“300”、SpecialtyName 为“1”。

——添加路径 2:设置 StartDepotName、EndDepotName 为“北站”、Capacities 为“1500”、MaxTotalTime 为“300”、SpecialtyName 为“2”。

——添加路径 3:设置 StartDepotName、EndDepotName 为“南站”、Capacities 为“1500”、MaxTotalTime 为“300”、SpecialtyName 为“1”。

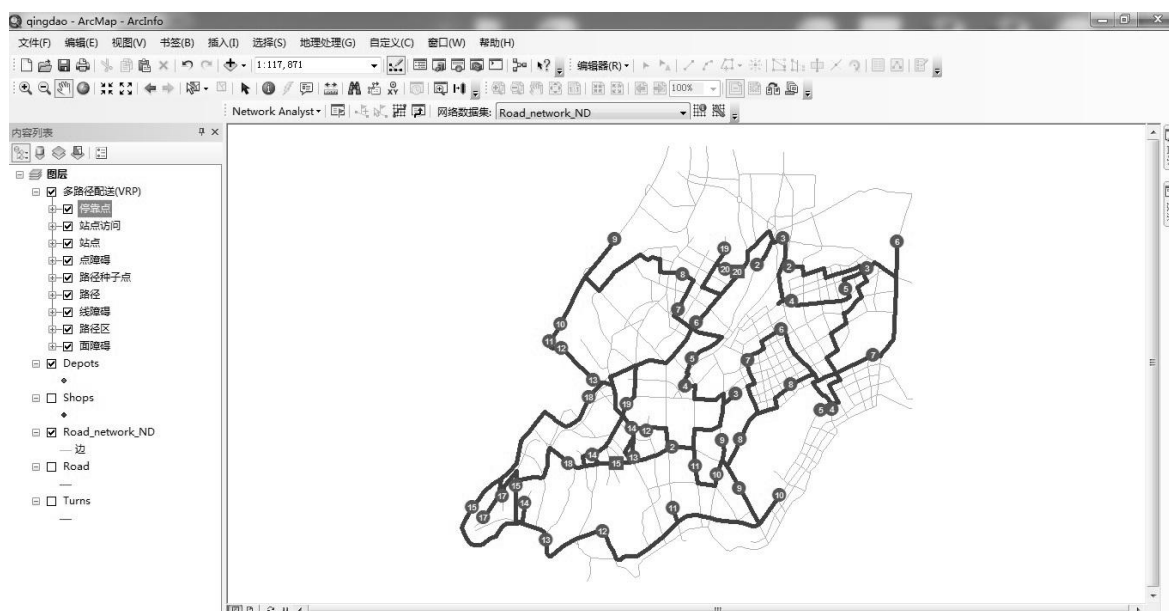
(7)添加中断。在 Network Analyst 窗口中,右击【中断】,选择【添加项目】。

——添加中断 1:设置 RouteName 为“路径 1”、MaxTravelBetweenBreaks 为“120”、ServiceTime 为“10”。

——添加中断 2:设置 RouteName 为“路径 2”、MaxTravelBetweenBreaks 为“120”、ServiceTime 为“10”。

——添加中断 3:设置 RouteName 为“路径 3”、MaxTravelBetweenBreaks 为“120”、ServiceTime 为“10”。

(8)执行网络分析任务,结果如下图所示。



图：网络分析结果

2.4 泰森多边形的构建

2.4.1 背景

泰森多边形 (thiessen polygon) 是进行快速插值和分析地理实体影响区域的常用工具。例如,用离散点的性质描述泰森多边形区域的性质,用离散点的数据计算泰森多边形区域的数据。判断一个离散点与其他哪些离散点相邻时,可根据泰森多边形直接得出,且若泰森多边形是 n 边形,则就与 n 个离散点相邻。当某一数据点落入某一泰森多边形中时,它与相应

的离散点最邻近，无需计算距离。泰森多边形可用于定性分析、统计分析和邻近分析等。

2.4.2 概念

荷兰气候学家泰森（A.H.Thiessen）提出了一种根据离散分布的气象站的降雨量来计算平均降雨量的方法，即将所有相邻气象站连成三角形，做这些三角形各边的垂直平分线，于是每个气象站周围的若干垂直平分线便围成一个多边形。用这个多边形内包含的唯一气象站的降雨强度来表示这个多边形区域内的降雨强度，称这个多边形为泰森多边形。

2.4.3 数据

该任务数据位于 4 月 24 日实验数据\p320_P321\data\。

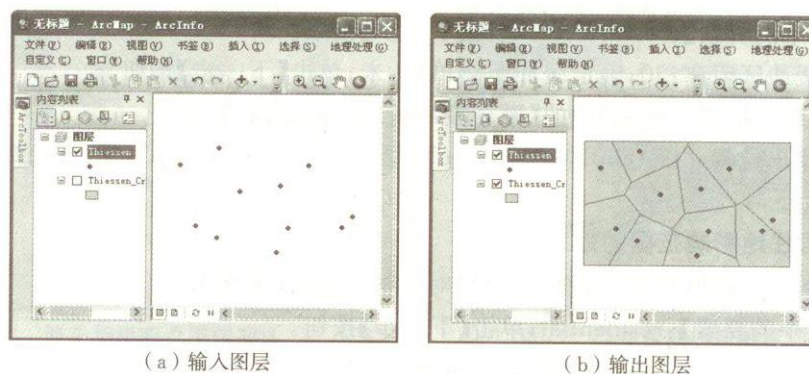
2.4.4 操作步骤

（1）在 ArcToolbox 中双击[分析工具]——>[邻域分析] ——>[创建泰森多边形]，打开[创建泰森多边形]对话框。

（2）输入[输入要素]数据，指定输出要素类的保存路径和名称。

（3）[输出字段]为可选项。它用于确定输入要素的哪些属性将传递到输出要素类中。包含两个选项：ONLY_FID 和 ALL。ONLY_FID 是仅将输入要素的 FID 字段传递到输出要素类中，默认情况下为此值。ALL 是将输入要素的所有属性都传递到输出要素类中。

（4）单击[确定]按钮，完成创建泰森多边形操作，结果如下图所示。



图：泰森多边形构建的结果

3.实验注意事项及相关说明

- （1）课堂实验期间，不得迟到早退，凡上机实验缺勤的，课程总成绩扣 1 分。
- （2）在机房实验期间，要注意纪律，不要大声讲话，不要在电脑上做与实训无关的事情。
- （3）学生实验按照指导书进行，指导书已经把整个实验流程讲解的非常详细，请同学们一定要仔细阅读，并跟着指导书写的来一步一步操作。
- （4）实验结束时，每位同学需要及时提交完成的电子版任务成果。另外，每一位同学还

要提交一份电子版和纸质版的“实验报告”。实验报告主要记录自己实验的过程，可以放自己的操作截图，多写实验过程中的心得体会。

电子版任务成果和电子报告一起放在以“学号_姓名”命名的文件夹中，压缩好后，上传到云盘对应文件夹中，具体等通知。**截止时间为4月28号周五早上11点。纸质报告双面打印即可。**

(5)本次实验计入期末成绩，根据提交的各任务结果和电子版实验报告的质量综合评定。

4.主要参考资料

[1]李建松，唐雪华.地理信息系统原理（第二版）[M].武汉：武汉大学出版社，2015.

[2]牟乃夏，刘文宝，王海银，等.ArcGIS10 地理信息系统教程——从初学到精通[M].北京：测绘出版社，2012.

执笔编写教师：_____