

基于 GIS 的扬州城市公共交通数据库的构建与分析^①

徐艳¹, 吕洁², 马玉银¹, 王海玫¹, 王年红¹, 黄瑞¹

¹(扬州职业大学 资源与环境工程学, 扬州 225000)

²(江苏信息服务产业基地(扬州), 扬州 225009)

摘要: 以 GIS 为平台, 实现扬州市城市公共交通空间数据库的构建与分析. 基于 ArcGIS 平台深度剖析了公共交通数据库的设计过程和建构流程; 在此基础上, 针对性选取交通规划中的公共交通指标在 GIS 数据库中给出了计算和分析方案, 反映出数据库本身的结构合理性及其对规划工作的强大支持作用, 也为后期开展智能公交系统提供较完备的数据支撑和技术依据.

关键词: 城市公共交通; 空间数据库; 指标分析; ArcGIS

Construction and Analysis of Yangzhou Urban Public Transport Database Based on GIS

XU Yan¹, LV Jie², MA Yu-Yin¹, WANG Hai-Mei¹, WANG Nian-Hong¹, HUANG Rui¹

¹(Faculty of Resources and Environmental Engineering, Yangzhou College of Technology, Yangzhou 225009, China)

²(Yangzhou Information Service Industry Base, Yangzhou 225009, China)

Abstract: Based on GIS as a platform, this paper realizes the construction and analysis of the Geo-database of urban public transport in Yangzhou. Based on the ArcGIS, the design process and construction process of public transport database are analyzed deeply. And the calculation and analysis scheme of the public transport index in the Geo-database are presented, reflecting the structure rationality of database itself and the strong support for the planning work. It also provides a more complete data support and technical basis for the future development of intelligent public transportation system.

Key words: urban transit; Geo-database; index analysis; ArcGIS

响应“智慧城市”建设, 建立城市公共交通数据库, 将加速扬州市交通信息化建设步伐, 为最终建立智能交通系统提供地理信息数字化平台. 城市公共交通基础数据库针对公共交通信息采集、存储、处理、分析为主要任务, 及时向普通用户提供交通信息查询、为政府管理机构提供管理和宏观决策参考.

ArcGIS 软件的 Geodatabase 模型是美国环境系统研究所 ESRI 推出的一种全新的面向对象的地理数据模型. 本文以扬州城市区域为研究对象, 在系统的需求分析、数据资源和软硬件调研以及现状分析的基础上, 引进 GIS 技术中的 GeoDatabase 地理数据模型, 完成研究区城市公共交通空间数据库的构建, 在此基础上进行查询分析、路径分析、公交分析及三维动画等,

为后期开展智能公交管理信息系统提供较完备的数据支撑和技术依据.

1 ArcGIS10软件系统介绍

ArcGIS10 是 ESRI 公司研发的一系列整合的应用程序的总称, 包括 ArcCatalog、ArcMap、ArcScene、ArcToolbox 等. 其中 ArcMap 用于地图制图、分析和编辑; ArcCatalog 用来组织各种 GIS 数据和创建 Geodatabase 数据库; ArcToolbox 是一套嵌入工具集合; ArcScene 提供基于 3D 模型视图及建模、动画技术^[2]. Geodatabase 模型是 ArcGIS 中全新面向对象的地理数据模型, 由表、对象类、要素类与要素数据集、关系类以及几何网络等共同构成的集合, 根据需求分析本

① 基金项目:2013 年江苏省大学生实践创新训练计划(2013625);2015 年度扬州市社科研究课题(2015325)

收稿时间:2016-04-06;收到修改稿时间:2016-05-30 [doi:10.15888/j.cnki.csa.005559]

文选用 Personal Geodatabase 模型作为公交数据库信息存储平台。

2 数据库设计流程

在数据库设计和功能调研的基础上,利用 Google Earth +GEScene 平台获取扬州研究区遥感影像作为地理数据库底图;在 ArcCatalog 创建基于地理底图坐标系的 Geodatabase 空间数据库;通过外业调研和问卷调查,将采集后的公交图形和属性数据导入 Geodatabase 数据库中;构建的公交数据库可实现公交信息的查询与维护、路径分析、三维动画、公交指标计算等功能,具体设计流程如图 1 所示。

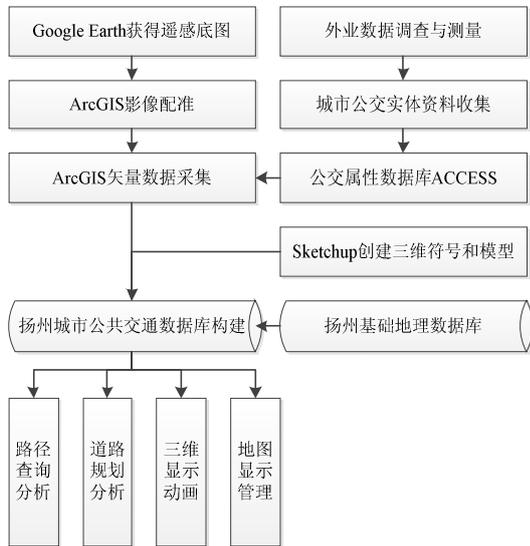


图 1 数据库设计流程图

3 GIS公交数据库的建构

3.1 影像地图处理

采用 Google Earth+ GEScene 技术获取扬州市研究区免费遥感影像图(如图 2),并选取清晰可辨的控制点进行地图配准。在 ArcMap 中利用地理配准工具对影像地图采用 1980 西安坐标系大地基准、高斯——克吕格投影设置,获得具有真实地理坐标的影像底图,作为后期城市公交数据库的空间坐标系参考标准。

3.2 公交实体与数据库组织设计

基于 GeoDatabase 的地理数据库主要以分层的方式进行数据的编辑和管理。公共交通中的实体对象一般包括:城市基础信息(城市基础行政区划、城市道路网络等);城市道路系统(城市道路、道路交叉口、特殊节点等);公交实体(公交站点、公交运行线路及公共自

行车租赁点);公交网络(基于时间、距离、费用等的道路网络与公交线路网络)。其中公交实体的抽象与表达是公交数据库建构的基础,主要包括图形表达与属性表设计两个主要方面,分别对应 GIS 数据库中的空间数据与属性数据;公交线路是指公交车依托城市道路连接某线路各公交站点的行驶线路;公交网络是在公交实体模拟的基础上利用拓扑关系建立,用于复杂分析的虚拟网络结构;公交数据库的整体结构设计则是对各种公交数据与资料的输入、存贮、关联、统计、分析、输出等一系列功能实现的整体数据组织与结构设计如图 3 所示。



图 2 遥感地图

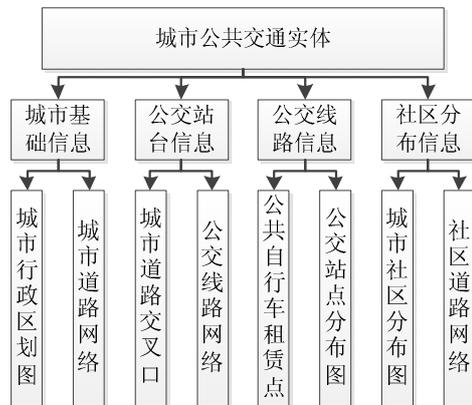


图 3 城市公共交通实体结构

3.3 数据采集与处理

以配准成功的影像地图为数据库底图,利用 ArcGIS 的 GeoDatabase 技术创建扬州市城市公交空间数据库;通过调查收集后的公交实体基本资料整理处理入库(图 4);导入已有扬州城市基础地理和城市道路系统要素类(图 5)。

城市公交实体数据属性收集:与扬州市公交公司合作收集最新公交线路、公交站台及公交站点数据;通过实地调研公交站台多媒体信息;通过城市公共自行车平台及实地调查收集公共自行车租赁点数据,共

同组成扬州市城市公交数据库属性数据, 经过优化处理后导入 ACCESS 数据库(图 6)^[3].

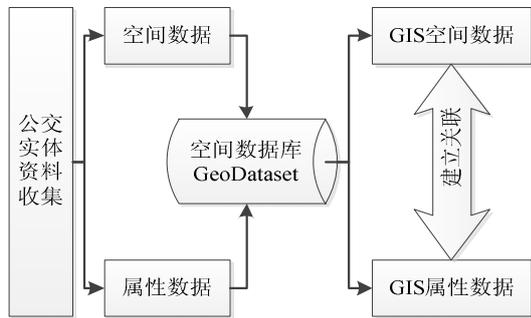


图 4 公交实体资料入库流程

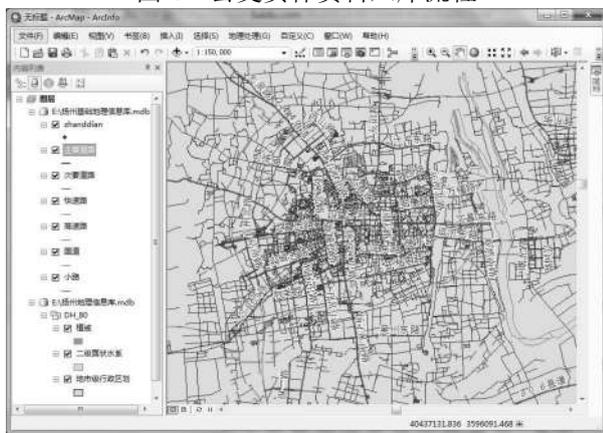


图 5 城市基础地理数据库

线路名称	首末站	首站时间	末站时间	票价	间隔时间	线路种类	站
58路	扬州工业职业	05:35-18:30	汽车东站	06:15-19:00	普通车1元	高峰16分钟平峰	城区线路
59路	平山实验学校	05:45-18:10	汽车东站	06:30-18:50	普通车1元	高峰15分钟平峰	城区线路
59路(晚)	友谊广场	18:16-22:18	扬州工业职业	19:01-21:40	2元	10-11分钟	晚班线路
60路(晚)	明月苑	19:00-22:10	江海学院(高)	08:12-21:40	2元	10分钟	晚班线路
61路	蒋王公文首末	05:40-18:00	朴寓农贸市场	06:20-18:30	普通车1元	高峰15分钟平峰	城郊线路
62路	友谊广场	06:00-18:25	杨集客运站	06:10-18:35	普通车1元	高峰10分钟平峰	城区线路
63路	公交三公司	06:40-18:05	动物之窗公交	07:10-18:35	普通车1元	高峰30分钟平峰	城区线路
65路	朴寓农贸市场	06:30-17:10	红星美凯龙	06:10-18:00	普通车1元	高峰30分钟平峰	城区线路
66路	红星美凯龙	05:53-18:22	杨集客运站	05:53-17:35	空调车2元	高峰5分钟平峰	城区线路
66路(晚)	穿华城·金牛	18:30-21:40	杨集客运站	17:42-22:00	空调车2元	8-13分钟	晚班线路
68路	工人新村(回)	05:20-18:40	扬州港	06:10-19:00	空调车2元	高峰11分钟平峰	城郊线路
69路	杨集车站(东)	06:50-18:00	杨集车站(西)	06:50-18:00	免费公交	20-30分钟	城郊线路
72路	荷花池公园	06:10-18:00	新集客运站	06:10-18:00	空调车2元	18分钟	城郊线路
75路	汽车东站	06:10-18:10	李典客运站	06:00-18:10	空调车2元	高峰8分钟平峰	城郊线路
76路	完美路江淮汽	06:10-18:00	春天线镜	06:20-18:10	空调车2元	8'12分钟	城郊线路
78路	汽车东站	05:30-18:10	头桥镇	05:30-18:10	人工售票全	18分钟	城郊线路
81路	万科城公交首	06:10-18:30	完美路江淮汽	06:10-18:30	普通车1元	14分钟	城区线路
82路	西湖镇政府	06:10-18:30	杉湾花园公交	06:10-18:30	普通车1元	15分钟	城区线路
88路	西站客运站	06:20-18:24	江都客运站	06:20-18:24	2元	10分钟	城郊线路

图 6 公共交通数据库属性数据

城市公交实体空间数据采集: 通过网络地图、扬州公交出行服务系统“掌上公交”和实地调研等, 以扬州市基础地理数据库为底图, 利用 ArcGIS 软件采集公交站点、公交线路及公共自行车租赁服务站点的空间信息(图 7); 同时完善与建立道路几何网络作为公共交通现状分析评价的基础和依据, 也是其他规划与线网优化的前提和参照。

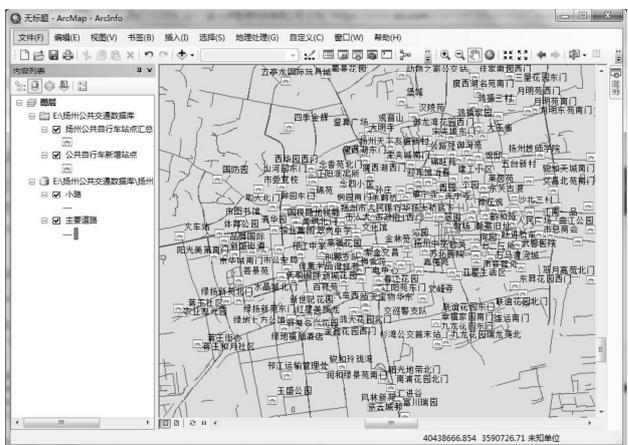
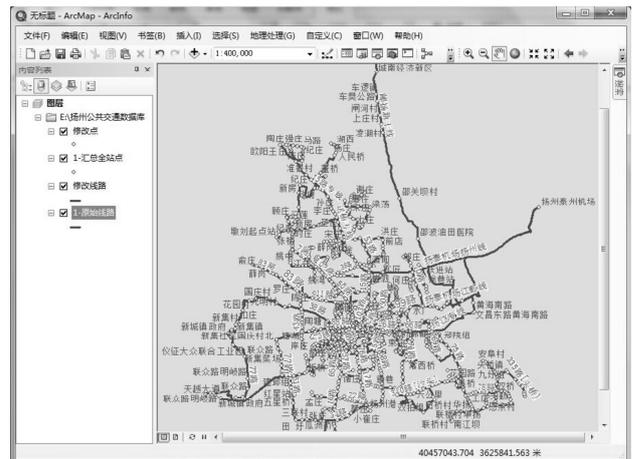


图 7 公交站点、公交线路及公共自行车租赁点分布

城市公交实体的空间数据和属性数据关联: 将公共交通数据库 ACCESS 导入城市公交 GeoDatabase 空间数据库成为相应表文件, 再应用图形数据和属性数据之间的关联字段创建公交站点、公交线路及自行车租赁站点的逻辑关联, 完善数据库属性

3.4 数据库的维护与更新

当公交数据库的结构设计与资料录入完成后, 需要进行数据维护与更新, 主要包括:

(1) 数据错误的发现与修正: 建立拓扑信息检查错误. 扬州市公交 GIS 数据库包括 116 条公交线路、数千个公交站点等等, 很难保证这些海量数据在录入和编辑的时候没有错误, 因此采用拓扑的方法检查数据的准确性, 结合实地调研进行数据质量检核。

(2) 数据的更新: 城市公交系统处在不断的变化当中. 利用 ArcGIS 对局部变化的线路或站点进行更新和修正; 利用 ACCESS 更新属性信息, 重新建立空间和属性关联, 完善最新的空间数据。

4 城市公交数据库的分析

4.1 公交查询与路径分析

公交线路的查询: 快速便捷的双向查询功能; 乘车方案查询: 起始站点线路查询, 设定中转站点查询, 最短路径查询功能^[5]. 利用 ArcGIS 网络分析功能构建网络模型后进行路径分析: 先设定起始点 1 和终点 2, 通过最佳路径分析找出最佳的经停顺序路径, 如图 8 所示.



图 8 路径分析

4.2 三维符号与动画制作

公交站的符号设计选用 ArcGIS + Sketch Up 集成制作具有扬州古朴仿真纹理的三维站台符号; 利用 ArcScene 动画功能制作道路行进三维动画视频, 以及周边社区、学校等动画视频, 全方位立体展示研究区面貌, 如图 9 所示.



图 9 三维符号与三维动画视频

4.3 公交站台覆盖率分析

公交站台覆盖率, 是公交站点服务面积占城市用地面积的百分比, 是反映城市居民接近公交程度的指标, 通常按 300 m 和 500 m 服务半径计算. 按相关交通规定公共交通车站服务面积, 以 300 m 半径计算, 不

得小于城市用地面积的 50%; 以 500 m 半径计算, 不得小于 90%^[8], 计算公式如下:

$$\text{公交站台覆盖率} = \frac{\text{用地内缓冲区图形面积}}{\text{城市用地图形面积}} \times 100\%$$

公交站台覆盖率操作方法: 在 ArcGIS 中使用缓冲区(Buffer)可生成公交站点 300 m 或 500 m 面状图形, 再与城市用地面积相除即得; 生成的公交服务面积图还可以直观反映站点服务区的分布状态.

本研究选用 500 米半径, 利用 ArcGIS 计算统计出市区公交站点的用地内缓冲区面积和城市用地图形面积(图 10), 最后得出扬州市区公交站台覆盖率=41 972 8201.23/ 982 617 100.76 100% = 43.

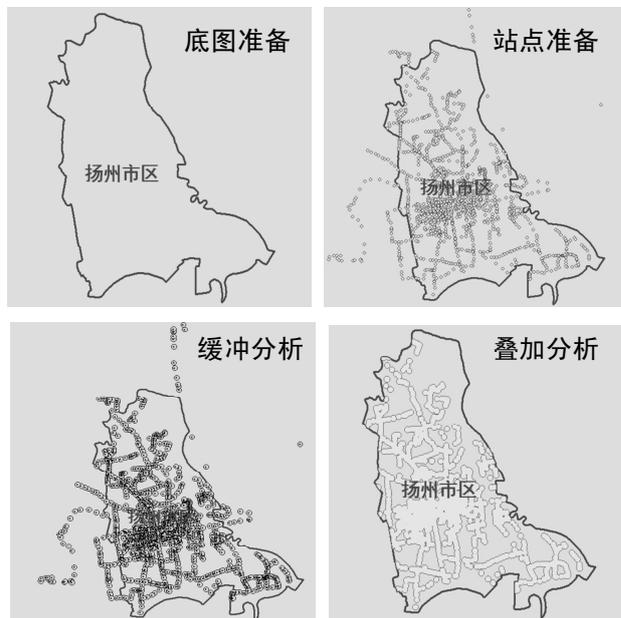


图 10 扬州市区公交站台覆盖率分析

说明扬州市区公交站台覆盖率与标准规范相差较大, 建议相关部门在未来城市道路规划中增加公交站台数量的分布决策提供理论和数据支持.

4.4 公交站点平均站距

公交站点平均站距, 是城市用地内的公交线段的平均长度, 是反映城市用地公交站点设施配套水平的指标. 按常规公共交通线路平均站距市区线应在 500-800 m 之间, 郊区线应在 800-1 000 m 之间^[8], 计算公式如下:

$$\text{公交站点平均站距} = \frac{\text{用地内公交线段总长度}}{\text{城市用地内公交线段数量}} \times 100\%$$

公交站点平均站距计算: 城市用地内中所有的公

交线段长度的平均值. 在规划中, 计算不同的城市用地的平均站距图示其差异性(图 11).

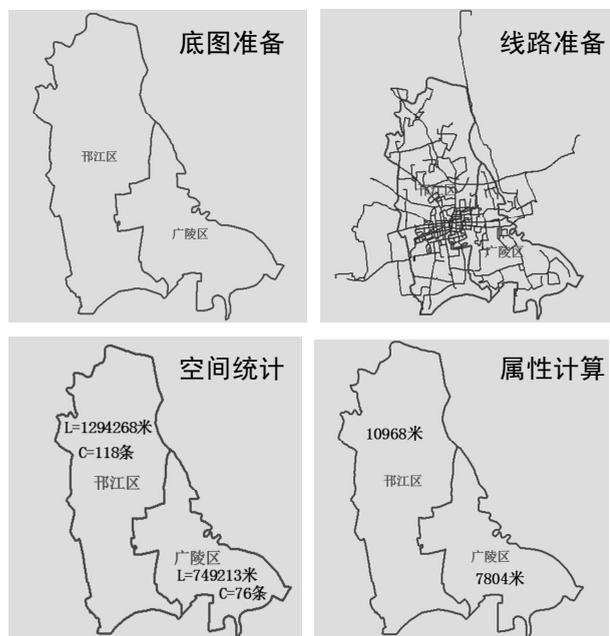


图 11 扬州市区公交站点平均站距计算分析
(站距=L 为线段总长度/C 为线段数)

在 ArcGIS 中应用此原理得出扬州市公交站点评价站距: 邗江区 10 968 米, 广陵区 7 804 米, 均与常规标准区域相差较大, 建议在今后城市规划中加大优化公交站点分布和缩短站点平均距离.

4.5 公交线网覆盖率

公交线网覆盖率, 是公交线路服务面积占城市用地面积的百分比, 是反映城市居民接近公交程度的指标, 通常按 300 米和 500 米服务半径计算(用于缺少站台位置的数据情况下, 代替站点覆盖率指标)^[8], 具体公式如下:

$$\text{公交线路覆盖率} \times \frac{\text{用地内公交线路服务面积}}{\text{城市用地面积}} \times 100\%$$

公交线路覆盖率操作方法: 在 ArcGIS 中使用缓冲区(Buffer)生成公交线路 500 m 的面域图形, 再与城市用地面积相除(图 12).

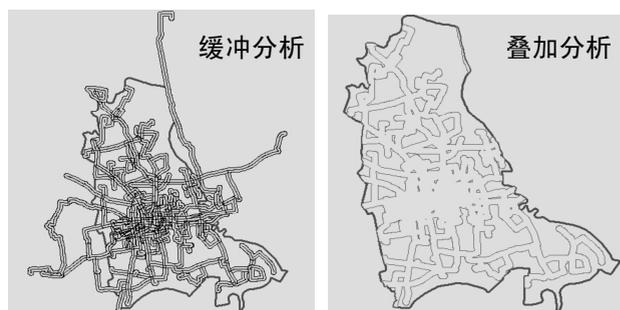
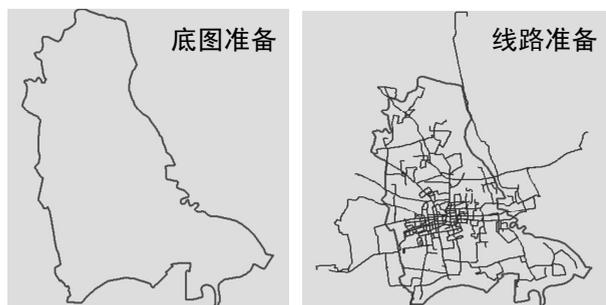


图 12 扬州市区公交线路覆盖率的计算分析

按原理操作获得扬州市区公交线路覆盖率= $503\ 232\ 562.5 / 982\ 617\ 100.7 \times 100\% = 51$.

5 结语

从整体上来说, 基于 GIS 的城市公共交通数据库可实现虚拟现实的公共交通, 并且对未来发展情况进行模拟实验和预测, 以提高规划的科学性、降低规划成本和风险. 具体体现在:

(1) 空间数据和属性数据共同存储在 GeoDatabase 数据库模型中: 提供快速的、多用户、多类型(诸如矢量、栅格、图表等)数据存取, 是目前非常主流的数据库模型.

(2) 数据生成、编辑与处理、空间查询分析与统计功能: 如基于道路和站台来生成公交网络、公交线路查询、公交指标的计算分析与图示等等;

(3) 不同属性、不同格式的公交数据的关联; 可以与更高级别的 GIS 数据库系统, 如城市地理信息数据库、交通地理信息数据库兼容, 可以扩展成更高级别的数据库.

此外, 对于一些研究性机构而言, GIS 城市公共交通数据库可作为研究城市公共交通现状与发展规律的数据与方法论支持.

参考文献

- 1 杨兆升. 城市智能公共交通理论与方法. 北京: 中国铁道出版社, 2004.
- 2 池建. 精通 ARCGIS 地理信息系统. 北京: 清华大学出版社, 2011.
- 3 刘镇阳, 张秀媛, 徐进等. 城市智能公共交通系统. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- 4 沈巍. 大城市公交优先发展战略研究. 南京: 东南大学, 2006.
- 5 金银秋. 数据库原理与设计. 北京: 科学出版社, 2003.
- 6 陈明辉, 王文杰. 面向 GIS 的道路规划成果信息化管理的实现. 地理空间信息, 2007, 5(2): 14-16
- 7 汝绪伟, 丁华, 孙灵文. 基于 GIS 的城市道路项目库建设与空间决策支持分析. 城市勘测, 2013, 4: 17-20
- 8 中华人民共和国建设部. GB 50220-95. 城市道路交通规划涉及规范.