

多源数据下衡阳市交通一体化现状与对策研究

黄艺娜 旷利平 罗家瑶 张楷翼

湖南高速铁路职业技术学院 湖南衡阳 421002

【摘要】随着衡阳市的城市化扩张逐步实施和城市人口逐步攀升，衡阳市出现了很多城市问题，城市公共交通缺陷区域的识别，是一个重要的问题，事关到整个城市未来发展。根据各特定人群移动的时空规律，结合公共出行工具的走行路径，找出衡阳市公共交通缺陷区域的具体位置，对改善衡阳市公共交通架构，实现衡阳市交通一体化可持续性发展具有重大意义。

【关键词】衡阳市；多源数据 交通一体化；现状与对策

【基金项目】2020年衡阳市科技局指导性项目（2020jh052866）；
2020年湖南省自然科学基金项目（2020JJ7025）；
2023年度湖南省社会科学成果评审委员会课题（XSP2023JYC223）。

1 衡阳市交通一体化现状

衡阳市素有湖南省“副省会城市”之称，近年来衡阳市深度对接粤港澳大湾区，城市发展转型升级脚步加快，逐渐成为中南地区产业承接的“领头雁”。作为“一带一部”重要节点，衡阳的城市化进程增速增长，其人口、经济、基础设施等方面也在不断扩大，这离不开各种人力、经济、技术等支撑城市发展的配套子系统资源。因此，在保有总量的前提下，合理进行城市发展规划十分必要。同时，经济的快速发展也直接导致了城市病，比如核心商圈和生活圈规划不完善，整体交通监管缺位，城市各种可操作性资源分配不均等等。城市公共交通也是复杂系统中的一员，它的运行受到自身与外界社会的共同因素影响。近年来，随着新科学技术日新月异的发展，基于传统技术的人员可以通过更现代的技术和人为因素参与城市化进程，以更科学、准确和高效的方式改善城市交通发展中的一系列问题。

近年来，许多不同类型的先进的设备设施、各种感知元件和其他检测感知设备，例如移动终端基站，车辆定位系统，气象监控设备等在城市一体化建设中不断被投入使用。表1所示为三个层级的城乡交通一体化数据表，在表中的底层，利用对应的设备可以收集城乡交通一体化的表层数据，并且尽可能做到规模化、无差别化；通过图示网络层的连接，利用多源数据的方式，将城市人口的静态数据值转为人口移动的整体状态、车辆整体动向的动态层面信息，由“点”及“面”研究城市的特定属性，例如确

定城市整体特定区域的兴趣属性；表格中的应用层可以使用大量实时现场数据，了解城市的整体问题和未来趋势，在“环境监测”“现代医疗”“智能交通”等方面取得进展，进而实现实质意义的城乡交通一体化建设。

表1 基于城市物联网大数据背景下的城乡交通一体化

层级	表现形式
应用层	智慧交通、公共安全、环境监控、智慧生活、现代医疗、智能家居、智慧城市
网络层	有线网络、互联网、无线网络
感知层	汽车、手机、建筑、电子标签、读卡器、摄像头、红外感应器、停车场感应器、人体感应器

一般来说，全国中小型城市公共交通工具主要包括公共汽电车、出租车与轮渡客运等多种制式，其中公共汽电车为常规城市公共交通运载工具。截止2021年末，全国城市公共交通中，出租汽车与城市公共汽电车，占比达97.69%；城市轨道交通配属车辆与城市客运轮渡船舶占比分别为2.3%与0.01%，以湖南省衡阳市为例，截止2022年上半年为止，衡阳市现有总车辆数1782辆，年运营里程7215万公里，营运线路77条（含公共交通轮渡一条），年载客量1.25亿人次。整体规模、全年客运总量与总里程数稳居湖南省第二，属于典型的“一体两翼”式地方发展模式。

人口饱和、城市过度扩张使城市一体发展过程中的弊端日渐凸显，城市交通中的“城市病”问题亟待解决，如拥堵、日益紧张的城市交通资源和不合理的道路规划制度等。交通出行便捷与否事关城乡居民生活质量，也反映城

乡整体发展的水平与质量，已成为近年来的民生热点问题。城乡公共交通承载能力大，与我国“双碳”目标相吻合，符合城市交通一体化可持续发展的需要，在很大程度上解决交通一体化问题。经过笔者前期的调研，发现衡阳市公共交通有以下问题：

(1) 城市道路状况良莠不齐，城市区域资源分布不均，城市交通营运效率较低；

(2) 城际公共交通发展促进区域经济建设和交通一体化发展进程程度较低；

(3) 借助多源城市数据结合城市公共交通数据进行个性化研究几乎空白；

(4) 多学科进行衡阳市公共交通特性分析研究严重不足，出现较多信息资源“孤岛”。

衡阳市公共交通状况呈周期性变化规律，利用大数据研究辅以相关科学技术，在城市交通的“共性”问题中挖掘衡阳交通的“特性”问题，挖掘公共交通存在的不足，以有效改善衡阳市公共交通状况。以手机信令数据、公交站点数据和出租车GPS数据为基础，分析城乡人口流动的周期性和规律性，确定区域中公共交通存在缺陷的区域，在改善城乡公共交通结构和统筹城乡交通一体化发展中起到重要作用。

2 衡阳市交通一体化解决对策

为了更好地研究衡阳市的交通状况，解决衡阳市发展中交通一体化存在的问题，本论文的主要目的是识别衡阳市公共交通网络的故障区域，即高客流、定向且无较高出行需求的空间单元，以及城乡交通一体化故障区域。然后找出衡阳市各缺陷区域之间的关系，并对其进行分析，为衡阳市城乡交通一体化建设提供参考和建议。为了更好地迎合衡阳市特定群体的交通出行需求，衡阳市公共交通不足的区域将使衡阳市规划师在未来更容易对公共交通建筑进行适当的调整，进一步提高衡阳市公共交通的效率，从而改善衡阳市公共交通的不足。本论文主要研究课题是：

(1) Hadoop平台下移动基站、移动信号、公交车和GPS出租车等数据的预处理。

(2) 衡阳市公共交通区域总体划分。对衡阳市区的5个行政区（蒸湘区、石鼓区、珠晖区、雁峰区与南岳区）进行划分，按区划进行相关研究，市郊区域不纳入考虑范围。

(3) 确定衡阳市公共交通效率的评价方法。利用可达性指数对衡阳市公共交通效率进行了评价。传统的评估方

法直接使用系数来衡量和计算可用性，而实际上特定人群在换乘时通常还会采用步行方式到达，对这一情况的忽视将对结果产生一定偏差影响。该算法改进了特定人群的出行信息，并使用该算法计算公共交通效率指数，以评估一般公共交通的可达性和效率。

2.1 衡阳市公共交通缺陷区域关系的挖掘、分析和研究

如图1所示，解决衡阳市公共交通缺陷问题主要有三个步骤：建立模型、区域识别和现实评估。第一个是创建一个模型，用于评估每个人口的出行状况和公共交通效率。衡阳市的动态区域矩阵是使用OD移动信号、公共汽车和无轨电车以及出租车和公共交通效率指标构建的。利用衡阳市区动态矩阵描述衡阳市区的出行需求和公共交通效率。由于衡阳市每个特定人口的交通和其他出行活动，在不同时间构建衡阳市的实时区域变化矩阵；第二个是衡阳市城乡一体化缺陷区域的检测，Skyline（以下简称SL）算法结合衡阳市区动态矩阵识别可能存在公交缺陷的相关区域。然后在一定时间段内链接并映射所有区域对。然后，采用一段时间的频繁子图方法来描述衡阳市公交缺陷区域之间的关系。第三是根据后面衡阳市的城乡一体化建设进行实际评价，验证此方法的可行性。

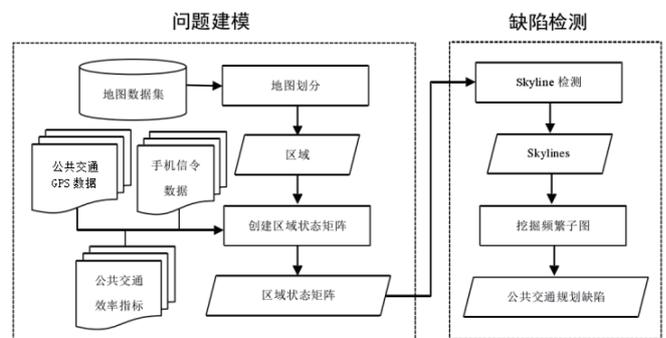


图1 城市公共交通缺陷区域算法流程图

2.2 衡阳市缺陷区域识别分析及验证

SL算法是根据H度量从而识别出衡阳市的人流量大的高亮区域，表示在一定期限内到达本区域的最高人流量密度。H的计算方式如公式所示，其中H表示区域最高人流量密度， r 表示该区域， $time$ 表示一定指标期限， r_s 表示该区域的实际面积。

$$H = \frac{\text{number of people at } r}{| \text{time} | r_s}$$

在衡阳市早上工作日的高峰期，每个特定人群的运动状态是城市边缘整体向衡阳市中心移动，从衡阳市中心到市

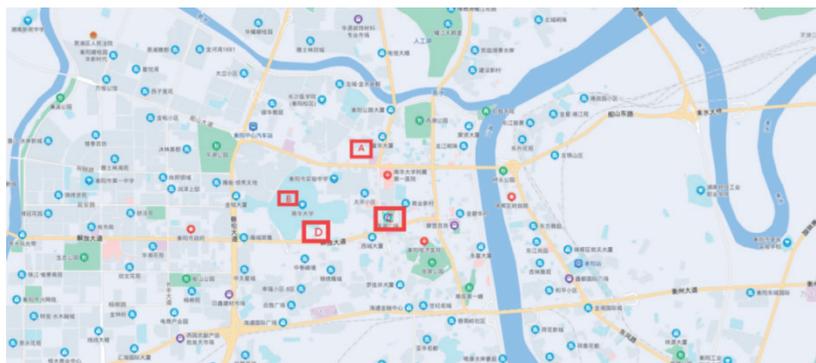


图2 缺陷区域对传导图

郊的热点颜色逐渐变浅，衡阳市中心区域以写字楼和购物中心为主；与此同时，在衡阳市晚间周中的高峰期，路径逐渐从城市中心向边缘扩散，住宅区域色彩明显加深。周末，衡阳市的公共关系服务区、休闲娱乐区以及集中餐饮区、大型购物中心等其他服务场所非常火爆，表明工作日乘客、休闲娱乐的比例急剧上升。

笔者使用Skyline检测方法和Skyline模型数据深入调查了与故障区域相关的问题。在这种方法中，可以通过支持度Support来识别缺陷区域的对数。衡阳市公共交通缺陷的城市规划图，由支持度 $Support \geq 0.1$ ，可以看出主要的缺陷区域集中在衡阳市中心与一些人口稠密的居民住宅区，衡阳市的最中心的A点晶珠广场所在的解放路作为衡阳市最重要的据点，左右坐落多个医院、学校和商场，这说明经过A点到各地的客流较大，会出现一定的缺陷识别错误。B点所处的区域为南华大学为中心的，为通勤工作区域，日常人流量波动较大，也有可能出现了缺陷。C和D两处地点周围都是人口稠密的重点居民住宅区，以上两个区域的公共交通负荷很大。其中 $Support(CB \rightarrow BE)$ 为0.713， $Support(CB \rightarrow BE)$ 为0.756，这说明该重点居民居住区对BE的缺陷很大程度上来自于区域对CB，BE的客流很大一部分来自于CB，由此产生此类缺陷区域对传导。（见图2）

第一个是分析不同时期的转型状态，并创建不同时期的区域矩阵。二是衡阳市公交故障区域检测。三是找出衡阳市公交缺陷区域之间的联系。由于衡阳市拥有大量的面积和大量的检测计算层位，检测的工作量较大，本文仅描述了一些比较明显的地图分析结果。衡阳市交通规划对公交故障区域进行了控制，证明了其有效性。

3 结语

衡阳市公共交通主要目的是服务人们出行，因此，本文从各特定人群导向性的移动入手，把握衡阳公共交通的精髓。智能手机的普及产生了大量的移动信号数据，可以作为当前特定群体趋势的重要研究对象。对于衡阳市的公共交通来说，提高运营效率一直是一个热点问题。笔者希望通过解决特定群体出行的周期性和规律性，并通过公共汽车、电车和出租车出行路线确定衡阳市公共交通不足的地区，为改善公共交通结构，规划衡阳市交通发展作出一点贡献。

参考文献：

- [1] 醋经纬, 曹东, 李通等. 中央商务区地下空间交通一体化设计研究[J]. 公路, 2022, 67(05): 292-297.
- [2] 滕梓源. 企业主导的城市轨道交通与土地一体化开发研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2021.
- [3] 张鹏. 城市公共交通一体化发展策略研究[D]. 南京: 东南大学, 2020.
- [4] 巩梨. 区域交通一体化下的综合运输通道客运结构协调发展研究[D]. 兰州: 兰州交通大学, 2021.

作者简介：

旷利平（1982-），男，副教授，研究方向为交通运输；

黄艺娜（1984-），女，副教授，研究方向为交通运输；

罗家瑶（1997-），女，助教，研究方向为管理学；

张楷翼（1988-），男，讲师，研究方向为轨道交通电气化与自动化。