

基于需求预测的轨道交通线路方案比选研究

——以合肥—长丰市域轨道为例

陈康

合肥市规划设计研究院

摘要：随着城市化进程的不断推进，作为现代化城市重要的交通基础设施，轨道交通在实现人口迁移、推动区域连接、改善城市功能结构等方面正逐步发挥着更大作用。为改善城市区域结构，明晰城市功能布局，促进轨道交通向着更好、更快方向发展，本文以合肥—长丰市域轨道线路方案比选为例，基于市民出行需求预测结果，考虑社会人口发展、城市空间规划、功能定位等方面进行研究，旨在为城市轨道交通提供线路设计新思路。

关键词：轨道交通；需求预测；方案比选

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.15.010

引言：

近年来，城市轨道交通建设得到迅猛发展，截至2023年，我国已累计有59座城市建设并投运，共计线路11232.65公里，为地区经济发展提供巨大助力^[1]。在此背景下，轨道交通运输业正面临着建设“轨道上的城市群”新使命。

为构筑以合肥为中心1小时紧密通勤圈层，打造“轨道上的合肥都市圈”，通过考虑建设市域（郊）铁路和城市轨道交通缩短城市时空距离，形成多中心、多层次、多节点的网络型城市体系和发展格局。

本文对合肥—长丰市域轨道线路方案设计和比选展开研究，通过调查附近铁路沿线交通、用地现状，协调周边相关规划，选择安全、适用、经济、环保的轨道线路方案，从而为类似工程提供参考。

一、工程概况

（一）人口发展现状

近年来合肥市人口增速较快，长丰县占全市人口比重也逐渐增加。未来随着人口增长和经济发展，长丰县与市区间的出行需求将持续增长。

（二）铁路设施发展现状

合肥是连接华北、华东和华中铁路交通的重要节点，国家中东部地区铁路交通中心之一。铁路网络四通八达，已开通合武客专、合宁客专、合安高铁、合蚌高铁、合福高铁、商合杭高铁，“时钟型”高铁格局逐步完善^[2]。总体上看，虽然铁路资源丰富，但既有铁路线路均不适宜承担市域铁路功能。

（三）交通需求现状

根据全市居民出行调查和手机信令数据分析，合肥市域范围日均出行量约为2595万人次。其中常住人口区县出行量为717万，流动人口跨区县出行量为185万。长丰县日均出行总量约128万人次，其中跨乡镇的对外出行规模约38万人次，乡镇内部出行约90万（占总出行的70%）。如图1所示，合肥市区与长丰县各乡镇间的出行中，双凤、双墩、岗集等与市域连片发展的区域出行量最大，其次为吴山、水湖、下塘等。如表1所示，交通方式方面，双凤、双墩、岗集区域紧邻市区，建设用地连绵一体化发展，已形成慢行、公交、小汽车相结合的城市化出行方式。对于双墩、岗集以北的乡镇而言，与合肥市区间的出行方式以机动车为主，其中小汽车占74.74%，公交车占4.39%。

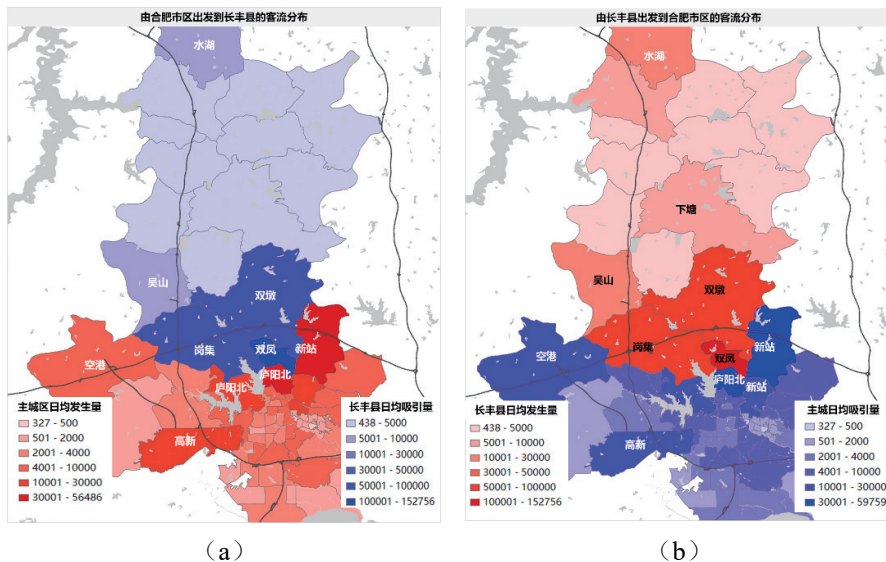


图1 合肥市区与长丰县各乡镇间出行的出行量分布图

表 1 合肥市市区至长丰县间现状出行方式划分

| 方式 | 铁路 | 大客 | 中客 | 小汽车 | 公交 | 其他 | 合计 |
|-------------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|------|
| 车辆数(辆) | - | 58 | 13 | 61285 | - | 0 | - |
| 平均载客数(人次) | - | 35 | 15 | 2 | - | 0 | - |
| 日均客流(万人次/日) | 0.01 | 0.20 | 0.02 | 12.26 | 0.72 | 3.20 | 16.4 |
| 客流比例 | 0.03% | 1.23% | 0.12% | 74.74% | 4.39% | 19.50% | 100% |

二、交通出行需求预测

随着城市拓展，研究范围扩大。针对交通出行预测，需从不同层次、不同角度考虑，为此，文章采用中观预测模型，基于传统的四阶段原理和出行活动，完成市域间交通需求分析和预测^[3]。

(一) 合肥市市区-长丰县间客流预测

根据在编空间规划成果，2035年市域总人口1320万人，其中长丰县人口108.92万人。对比国内外同类城市，预测合肥市居民人均出行次数总体呈小幅下降趋势。预测到远期主城区人均出行次数为2.48人次/日，全天出行量达到3274万人次。根据预测，合肥市市区与长丰县间出行总量为104.2万人次/日，其中由合肥市市区往长丰县的出行量为50.1万人次/日，长丰县往合肥市市区的出行量为54.0万人次/日，具体结果如表2、表3所示。

表 2 合肥市市区各辖区出发至长丰县出行分布

| 起点 | 终点 | 出行次数(人次/日) | 占比 |
|------|-----|------------|--------|
| 庐阳区 | 长丰县 | 195483 | 39.0% |
| 新站区 | | 95916 | 19.1% |
| 蜀山区 | | 61758 | 12.3% |
| 瑶海区 | | 56095 | 11.2% |
| 包河区 | | 41921 | 8.4% |
| 高新区 | | 21136 | 4.2% |
| 经开区 | | 16731 | 3.3% |
| 滨湖新区 | | 12370 | 2.5% |
| 合计 | | | 501410 |

表 3 长丰县出发至合肥市市区各辖区出行分布

| 起点 | 终点 | 出行次数(人次/日) | 占比 |
|-----|------|------------|--------|
| 长丰县 | 庐阳区 | 209484 | 38.8% |
| | 新站区 | 95874 | 17.8% |
| | 蜀山区 | 70742 | 13.1% |
| | 瑶海区 | 57954 | 10.7% |
| | 包河区 | 47353 | 8.8% |
| | 高新区 | 20697 | 3.8% |
| | 经开区 | 19848 | 3.7% |
| | 滨湖新区 | 18181 | 3.4% |
| 合计 | | 540133 | 100.0% |

(二) 长丰县内部客流预测

根据长丰县国土空间规划，2035年长丰县总人口108.92万人，其中城镇人口达87.14万人。参考周边城市的发展经验，同时结合长丰县现状出行特征，预测2035年长丰县人均出行次数取值为2.75人次/日，日均出行总次数将达到240万人次，乡镇间出行具体分布如图2所示。

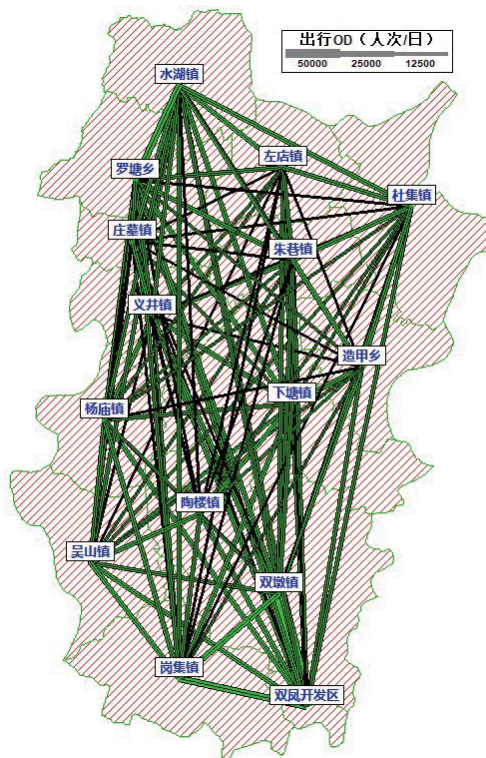


图 2 长丰县内部乡镇间出行分布预测

(三) 市域铁路客流预测

将合肥市市区-长丰县出行OD与长丰县内部出行OD合并，得到客流蛛网图。基于此，刻画客流走廊，选择东、西两线市域轨道走向，即①东线：双墩-下塘-朱巷-左店-水湖走廊；②西线：双墩-下塘-杨庙-义井-庄寨-罗塘-水湖走廊。

由于出行方式主要包括市域轨道、私家车、公交车三种，需同时考虑多种交通方式间竞争，故采用Logit模型对轨道出行客流进行预测，公式如下所示^[4]。

$$P_i = \frac{\exp(V_i)}{\exp(\sum_{i=1}^n V_i)}$$

其中， P_i 代表市民选择第*i*种出行方式的概率； V_i 代表第*i*种出行方式效用值； i 代表出行方式的种类数量。

①东线方案市域轨道经过双墩、下塘、朱巷、左店、水湖共5个乡镇，覆盖人口33.7万人。根据预测，合肥主城区至长丰县的市域轨道出行比例约9.04%，客运量为2.52万人次/日。内部乡镇间的市域轨道出行比例约10.78%，出行总量为1.3万人次/日。由此可得轨道

总客运量为3.82万人次/日。

②西线方案市域轨道经过双墩、下塘、杨庙、义井、庄墓、罗塘、水湖共7个乡镇，覆盖人口40.7万人。根据预测，合肥主城区至长丰县的市域轨道出行比例约9.82%，客运量为2.74万人次/日。内部乡镇间的市域轨道出行比例约13.10%，出行总量为1.76万人次/日。由此可得轨道总客运量为4.5万人次/日。

三、合肥—长丰市域轨道方案比选

考虑城市现状及规划、交通接驳、本线功能定位等因素，基于交通出行情况和需求预测结果，轨道起终点可确定为北城高铁站和水湖镇，主要控制点为下塘镇，现对线路起点路由方案进行研究比选，具体线路走向如图3所示。



图3 轨道路线方案展示图

基于图3和表4可知，方案一由北城高铁站沿合水路至下塘镇，然后沿S322、G206和S230至水湖镇南侧，最

后沿杨公路进入水湖镇。沿线串联下塘镇、杨庙镇、义井镇、庄墓镇、罗塘镇和水湖镇。其优点包括：①覆盖的乡镇和人口较多，对沿线乡镇客流服务好，考虑到市区至水湖镇可以直接乘坐高铁，下塘镇至水湖镇远期可由合淮蚌城际提供服务；②方案一运营时间比方案二仅多约4.5min，因此出行时间的影响较小；③主要路由S323和G206均为已建道路，两侧房屋已在道路施工阶段拆除并留有足够的退让距离，工程实施条件较好。存在的问题是①线路较长，停靠乡镇的站点数量多，市区往水湖镇出行时间较长；②下塘段需要下穿商合杭高铁等多铁路，工程造价较高。

方案二由北城高铁站出发后沿合水路向北至水湖镇东侧，然后由S311进入水湖镇。沿线串联下塘镇、朱巷镇、左店乡和水湖镇。其优点包括：①线路长度较短，便于市区客流直达水湖镇；②线路可沿合水路全线架设高架，路由顺畅，线型较好。存在的问题是①朱巷镇和左店乡规划人口岗位均较少，轨道沿线服务功能较弱；②水湖镇内南二环路-杨公路曲线段对当地学院影响较大。

综上所述，从整体角度，方案一在客流和功能定位上均优于方案二，因此推荐采用方案一。

四、结束语

本文在分析相关研究的基础上，针对现有研究不足处，从出行需求角度出发，基于需求预测结果，从线路长度、出行客流量、功能定位等方面考虑，通过线路方案比选，设计具有拉动地区经济，服务沿线居民，辐射周围功能区域的市域轨道线路方案，为城市轨道交通选线设计提供参考。

参考文献

[1] 2023年度中国城市轨道交通行业十件大事[J]. 城市轨道交通, 2024(01): 10-13.
 [2] 吴华, 荣剑, 龚帅宇. 合肥铁路枢纽客运站分工方案优化研究[J]. 中国铁路, 2023(07): 90-96+109.
 [3] 曹引弟. 基于四阶段法对改扩建线路交通量预测[J]. 科技创新与生产力, 2022(09): 128-131+134.
 [4] 樊海博. 基于多项Logit模型的客运通道交通分担率研究[J]. 铁道建筑技术, 2023(12): 174-176+193.

表4 线路方案综合比选表

| | 方案一（西线） | 方案二（东线） |
|---------------|--------------------|--------------------|
| 线路长度 | 64.5km | 52km |
| 客流吸引 | 覆盖7个乡镇 人口40.7万人 | 覆盖5个乡镇 人口33.7万人 |
| 客运量 | 4.5万人次/日 | 3.8万人次/日 |
| 运营时间（120km/h） | 34.5min | 30min |
| 功能定位 | 服务沿线乡镇居民 | 市区—下塘—水湖快速出行 |
| 敷设方式 | 县域高架+地下，水湖镇地下 | 县域高架，水湖镇地下 |
| 工程实施条件 | 沿途乡镇需要拆迁部分平房 | 乡镇基本无拆迁，水湖镇需下穿当地学院 |