

浙江城际人口流动与公共交通供需匹配分析

浙江省发展规划研究院 徐博文 柯 敏

【摘 要】文章使用手机信令数据、高铁与公路客运班次数据，分别模拟了城际人口流动规模与特征、公共交通供给水平。结合轨道交通建设规划分析，设定了“模拟人口出行需求量”与“高铁、公路客运供给量”的匹配规则，提出了四对公共交通供给薄弱的城市组合，并针对公共交通供给薄弱的问题提出了加快县县通高铁、调整高铁区间停站班次，以及加快城际铁路建设的相关建议。

【关键词】手机信令；客运班次；城际铁路；供需匹配

引言

掌握城际人口出行流动规模，对于优化更大区域城际交通资源配置与交通系统规划，促进区域交通一体化发展，具有重要作用^[1]。当前模拟城际人口出行的数据很多，包括手机信令数据^[2]、百度迁徙数据^[3]、腾讯位置大数据^[4]等，其中手机信令数据的模拟已得到了众多学者^[5,6,7]的使用与验证，具有更广泛的覆盖度。城际公共交通则是承载与引导人口流动的重要工具，多以各类公共交通客运供应来模拟，包括高速铁路、公路客运、轨道交通班次数据^[8]等。当前研究中较少对于城际人口出行流动规模与公共交通供应的匹配研究，在私人载具出行难以有效定量研究的基础上，本文探索对浙江省各县间人口流动与公共交通进行供需匹配分析，识别公共交通供给的薄弱区域，并提出相关建议。

一、数据与来源

（一）手机信令数据

分析所用手机信令数据为中国移动相关数据公司提供，为经过处理的非保密脱敏数据。时间为2019年12月初1个普通工作周。该数据可以通过用户地理位置的变化，较为准确地模拟出城际人口流动^[9]，作为分析城际公共交通供给支撑是否薄弱的基础。

（二）交通客运班次数据

高铁客运及公路客运班次均为交通运输相关部门及企业根据实际市场需求情况制定^[10]，真实可查。分析使用的所有客运班次数据均通过官方购票平台的数据采集程序获得，数据与官方平台相一致。当前浙江一般性的公共城际出行，高铁占比较大，公路客运为补充。其中，高铁客运发生在明确的高铁站点之间，并未全

部覆盖所有区县；公路客运则多是在未通高铁地区、地级市内县区之间、以及旅游地通勤提供服务，两种客运方式在公共出行供应上具有相互补充的作用。城市间客运班次数量的多少，能够直接反映城际公共交通的供应情况，其与人口流动规模的匹配情况对于探究下一步交通设施优化建设具有重要意义。

二、城际人口流动与公共交通供给分析

(一) 城际人口流动分析

城际间人口流动，在宏观层面可以反映区

域间社会与经济联系^[1]，掌握城际间人口流动的规模与特征，将更有利于引导产业、交通设施建设等各项决策的制定。通过手机信令数据，构建出城际人口流动图（图1）。各设区市内各区因已发展连片，分析做了整合。空间分布上，城际人口流动规模最大区域主要体现在杭州市区-萧山-海宁-桐乡、绍兴市区-上虞-余姚-慈溪-宁波市区、环杭州湾地带，其次为温州瑞安-平阳-苍南、金华义乌-东阳，以及台州市区-临海四大区域。具体人口流动规模上（表1），宁波慈溪-余姚，温州平阳-苍南，以及金华义乌-东阳为全省人口流动最多的城际组合。

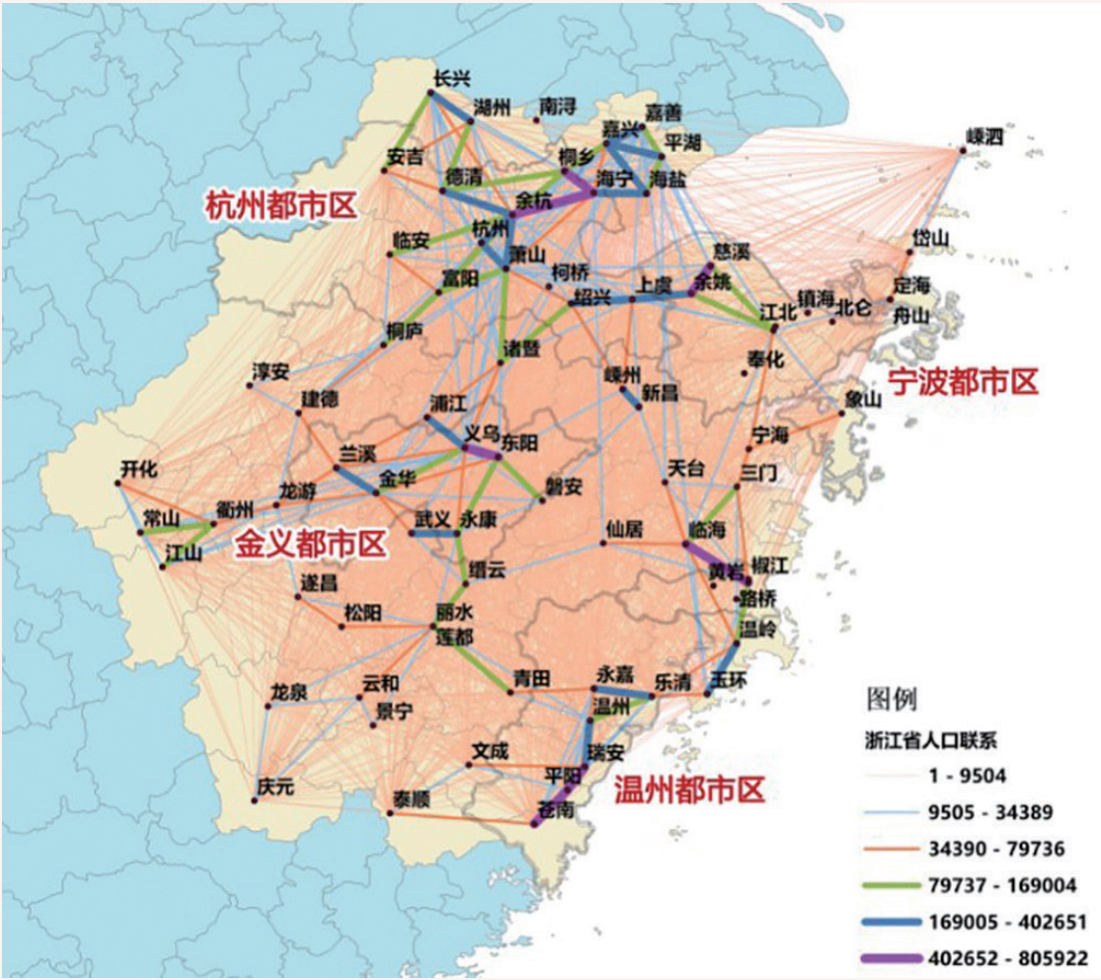


图1 城际人口联系分布（来源：作者自绘）

表 1 城际出行需求前 15 分布

城市 A	城市 B	一周流动规模(人)
余姚市	慈溪市	805922
平阳县	苍南县	790691
义乌市	东阳市	634184
桐乡市	海宁市	502259
瑞安市	平阳县	461522
余杭区	海宁市	449988
德清县	余杭区	401909
温州中心城区	瑞安市	285001
金华中心城区	兰溪市	257091
杭州中心城区	萧山区	253216
萧山区	余杭区	246939
上虞区	绍兴中心城区	229674
杭州中心城区	余杭区	228802
永嘉县	乐清市	197585
余杭区	临安区	169004

(二) 城际公共交通供给分析

公共交通网络为支撑城际联系的重要基础设施，对促进区域社会经济网络化发展具有重要作用^[12]。浙江城际公共交通主要由高铁客运、公路客运，以及城际铁路三大部分组成，因城际铁路尚处于建设期，城际间公共交通仍以高铁客运和公路客运为主。

高铁客运方面，利用高铁客运班次数据，构建客运联系线（图 2），反映高铁客运在城际间的供应情况。其客运班次主要集中在杭州市区 - 桐乡、杭州市区 - 宁波市区、温州市区 - 杭州市区、金华市区 - 杭州市区之间。

公路客运方面，利用城际公路客运班次次数

据，反映城际公路客运的供应情况（图 3）。其客运供应在杭州市区 - 宁波市区的联系上起到了较大的作用，通过进一步查询客票信息可知，这一作用主要体现在杭州 - 舟山的客运旅游专线。其他即是公路客运普遍存在于不通高铁地区的区县之间，比如杭州 - 安吉，宁波 - 舟山，宁波 - 象山等。

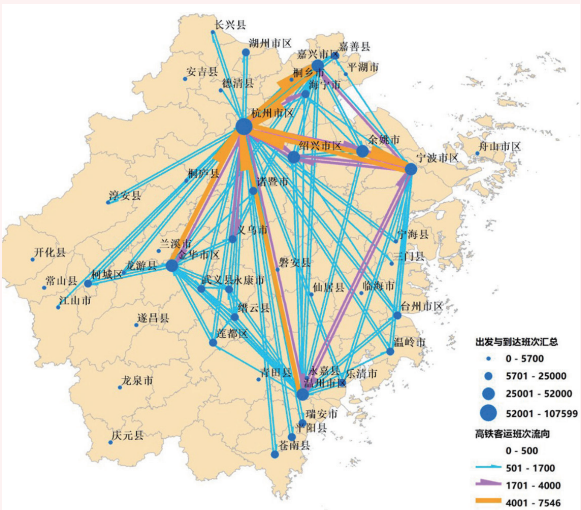


图 2 城际高铁客运供应分布（来源：作者自绘）

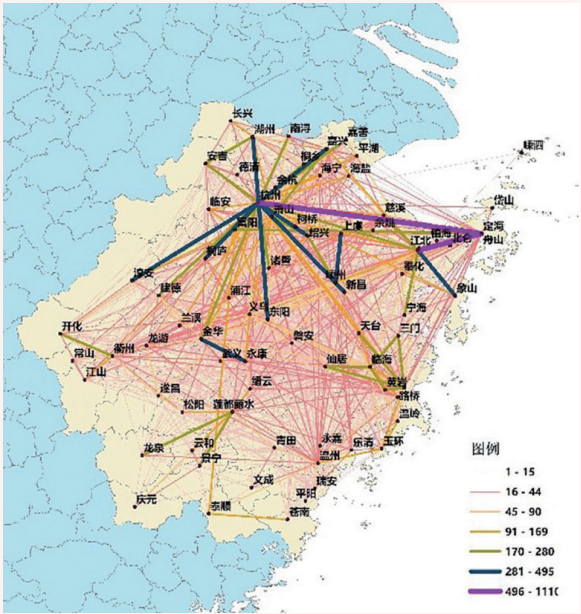


图 3 城际公路客运供应分布（来源：作者自绘）

城际铁路方面，大运量、清洁、准时的轨



道交通系统为支撑大都市区发展的首选。2014年12月，浙江省都市圈城际铁路（一期）获国家发改委批复同意，《浙江省都市圈城际铁路

二期建设规划》（2019-2024）现已上报国家发改委。一二期城际铁路相关信息如表2。

表 2 浙江省都市圈城际铁路线路（一期、二期）信息

轨道交通线路	建设批次	途径城市	A 已运营 /B 规划实施中
余杭 - 海宁	一期	余杭、海宁	B
杭州 - 临安	一期	杭州、余杭、临安	A
杭州 - 富阳	一期	杭州、富阳	B
杭州 - 绍兴	一期	杭州、萧山、绍兴	B
杭州 - 德清	二期	杭州、余杭、德清	B
绍兴 - 上虞	二期	绍兴、上虞	B A 已有城际铁路
沪嘉线	二期	上海、嘉兴	B
沪平线	二期	上海、平湖、海盐	B
宁波 - 余姚 - 慈溪	一期	宁波、余姚、慈溪	A 宁波 - 余姚, B 余姚 - 慈溪
宁波 - 慈溪	一期	宁波、慈溪	B
宁波 - 奉化	一期	宁波、奉化	A
宁波 - 象山	二期	宁波、象山	B
台州 S1 线	一期	台州	B
台州 S2 线	一期	台州、温岭	B
台州 S3	二期	台州、临海	B
温台连接线	二期	台州、温岭、乐清、温州	B
温州 S1 线	一期	温州	A
温州 S2 线	一期	乐清 - 温州 (龙湾) - 瑞安	B
温州 S3 线一期	一期	温州 - 瑞安	B
金华 - 义乌 - 东阳 (横店)	一期	金华、义乌、东阳	B
义乌站 - 义乌	一期	义乌	B
金武永东线	二期	金华、武义、永康、东阳	B

（三）城际人口流动与公共交通供给的匹配分析

综合前文中人口流动规模与各类交通供给规模情况，以降序自然断裂点聚类分箱的方法，分为 1-6 个等级，构建多元数据对比表 3。以存在大运量城际轨道交通为基础，以“高铁客运

供应所属区间等级、公路客运供应所属区间等级”小于等于“模拟人口出行需求量所属等级”为原则，筛选公共交通供给薄弱的区域。经筛选后，得出“平阳 - 苍南，金华 - 兰溪、桐乡 - 海宁、永嘉 - 乐清”四组公共交通供给薄弱的城市区域组合。

表 3 人口流动规模与各类城际交通供应对比表

城市联系	模拟人口出行 需求量	需求量所属 区间等级	已有或已批城 际铁路	高铁客运供应 所属区间等级	公路客运供应 所属区间等级	交通供应类型 数量	公共交通供给 是否薄弱
余姚 - 慈溪	805922	1	有		5	2	
平阳 - 苍南	790691	1		3	3	1	是
义乌 - 东阳	634184	1	有		6	2	
桐乡 - 海宁	502259	2		6	3	2	是
瑞安 - 平阳	461522	2		3	2	1	
余杭 - 海宁	449988	2	有	6	6	3	
德清 - 余杭	401909	2	有	6		2	
温州 - 瑞安	285001	3	有	3	4	3	
金华 - 兰溪	257091	3			4	1	是
杭州 - 萧山	253216	3	有	1	1	2	
萧山 - 余杭	246939	3	有		5	2	
上虞 - 绍兴	229674	3	有	3	5	3	
杭州 - 余杭	228802	3	有	3		2	
永嘉 - 乐清	197585	3		6	3	2	是
余杭 - 临安	169004	3	有			1	
诸暨 - 萧山	132187	4		2	4	1	
桐乡 - 余杭	112625	4		5	6	2	
桐乡 - 德清	108844	4		6	6	2	
金华 - 义乌	108684	4	有	1	6	3	
宁波 - 余姚	107720	4	有	1	4	3	
东阳 - 永康	98178	5	有		6	2	
温州 - 乐清	91352	5	有	3	4	3	
宁波 - 慈溪	89609	5	有		3	2	
富阳 - 余杭	88526	5		6		1	
诸暨 - 绍兴	85902	5		6	3	2	
萧山 - 富阳	85754	5			3	1	
萧山 - 绍兴	79736	5	有	2	2	2	
温州 - 永嘉	76890	5		4		1	
金华 - 永康	76557	5	有	3	2	3	
萧山 - 海宁	66304	5		3	4	1	
苍南 - 瑞安	59830	5		3	3	1	
兰溪 - 义乌	52619	5			4	1	
杭州 - 富阳	46996	5	有	3	2	3	
余杭 - 安吉	42913	5		4	6	1	
金华 - 东阳	42783	5	有		4	2	
义乌 - 永康	42234	5	有	3	3	3	
富阳 - 临安	37157	5		4	3	1	
宁波 - 象山	34389	5	有		2	2	
温州 - 苍南	33340	5		3	6	1	
上虞 - 萧山	33121	5		3	5	1	
温州 - 平阳	30072	5		4	6	1	
永嘉 - 瑞安	28406	5		6	5	2	
需求量所属区间等级 6 级的其他城市组合……							

三、提高城际公共交通供给的建议

（一）加快县县通高铁，增补高铁线路与站点

加快杭州至嘉兴的沪乍杭高铁、杭州至温州的杭温高铁、宁波至浙中各县的金甬铁路、嘉兴至宁波的通苏嘉甬铁路、浙东沿海的甬台温福高铁、金华至建德的金建铁路等建设。重点推进杭温高铁东阳横店站、金建高铁兰溪高铁站、杭绍台高铁玉环站、通苏嘉甬铁路慈溪站、甬舟铁路白泉站等主要高铁站点建设。

（二）调整高铁区间停站班次，提高供应力

针对杭州至嘉兴、绍兴、宁波，杭州至浙中各县，温州至南部各县的高铁线路区间，加强与铁路部门协调，近期研究增加过境列车的停站频次，实现供应力的提升。

（三）加快城际铁路建设，纳入都市圈城际铁路二期补充线

在绍兴-上虞、宁波-余慈城际铁路良好运营的基础上，针对“平阳-苍南，桐乡-海宁，金华-兰溪，永嘉-乐清”四对近期公共交通供给薄弱的城市组合，谋划新增城际铁路线或市域铁路线等，顺应当前的需求规律。

（四）探索数字化手段，优化公共交通班次

围绕各地高速铁路、公路客运、城际轨道、城际公交集中的交通枢纽区域，建立公共客运综合匹配辅助分析平台，推动各类交通班次数据联动，优化换乘体系，引导更多私人载具出行转向公共交通出行。

全域城际出行网络分析[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2022, 62(07): 1203-1211.

[2] 吴子啸. 基于手机信令数据的长三角城际出行特征研究[C]//品质交通与协同共治——2019年中国城市交通规划年会论文集. [出版者不详], 2019: 3653-3665.

[3] 张小东, 韩昊英, 唐拥军, 罗国娜. 基于百度迁徙数据的中国城市网络结构特征研究[J]. 地球信息科学学报, 2021, 23(10): 1798-1808.

[4] 郭诗洁, 金银. 基于腾讯迁徙数据的城市人口流动时空分布格局——以西安市为例[C]//面向高质量发展的空间治理——2021中国城市规划年会论文集(05城市规划新技术应用), 2021: 483-495.

[5] 王垚, 钮心毅, 宋小冬, 丁亮. 人流联系和经济联系视角下区域城市关联比较——基于手机信令数据和企业关联数据的研究[J]. 人文地理, 2018, 33(02): 84-91+146.

[6] 马春景. 基于手机信令数据的流动人口出行特性分析方法研究[D]. 东南大学, 2016.

[7] 唐小勇, 周涛, 陆百川. 基于手机信令的大范围人流移动分析[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2017, 36(01): 82-87+109.

[8] 胡昊宇, 黄莘绒, 李沛霖, 赵鹏军. 流空间视角下中国城市群网络结构特征比较——基于铁路客运班次的分析[J]. 地球信息科学学报, 2022, 24(08): 1525-1540.

[9] 冉斌. 手机数据在交通调查和交通规划中的应用[J]. 城市交通, 2013, 11(01): 72-81+32.

[10] 罗震东, 朱查松, 薛雯雯. 基于高铁客流的长江三角洲空间结构再审视[J]. 上海城市规划, 2015(04): 74-80.

[11] 周永杰, 刘洁贞, 朱锦锋, 詹静. 基于手机信令数据的珠三角城市群空间特征研究[J]. 规划师, 2018, 34(01): 113-119.

[12] 徐士伟, 陈海伟. 都市圈轨道交通一体化发展战略研究——以广佛都市圈为例[J]. 交通与港航, 2017, 4(04): 45-51+76.

◎ 参考文献

[1] 李自圆, 孙昊, 李林波. 基于手机信令数据的长三角