

# 基于浮动车技术的杭州市出租汽车运行特征分析

周静一 李 晔  
(同济大学 中国 上海 201804)

【摘 要】本文简述了基于浮动车技术的出租汽车运行基础数据采集方法,提出了出租汽车的基础运行特征指标体系,并给出了出租汽车时空出行特征的分析方法。以杭州市的实际数据为例,分析其出租汽车运行特征情况。结合杭州市 40 万余条 OD 数据,对比分析了工作日、周末以及特殊节假日(大年初一)出租汽车的运行基本指标、出行时间分布特征以及出行空间分布特征,为出租汽车企业、交通规划部门和管理者提供定量的决策参考依据。

【关键词】交通工程;出租汽车;浮动车数据;出租汽车运行特征

## 0 引言

出租汽车交通是城市公共交通的重要组成部分,它主要满足一般群众的特殊出行需求、少量满足具有一定支付能力群体的日常出行需求,以及为重大活动提供运输服务保障。深入研究出租汽车的运行特征将有助于分析出租汽车运行过程中空驶率偏高造成的道路资源浪费或出租汽车运力满足不了需求等问题形成的深层次原因,有针对性地采取措施提高城市出租汽车的运行效率与服务质量。

浮动车系统是智能交通系统采集动态交通信息的核心手段之一。<sup>[1]</sup>浮动车数据采集使用装有 GPS+GPRS(全球定位系统及通用无线分组业务)的车辆作为移动采集设备,将行使在交通流中离散的浮动车辆的位置、瞬时速度、数据发送时刻等信息通过无线通信方式定时传送给信息中心。因出租汽车具有在路网分布和时空分布上相对覆盖广、分布相对均匀的优势,并且可以和出租汽车自身的调度特点相结合,所以浮动车技术一般借助于出租汽车实现。因此基于出租汽车的浮动车技术除了可以分析路网整体的运行状态外,当然也可以分析城市出租汽车系统本身的运行特征。

本文基于浮动车技术,以杭州市出租汽车数据为例,对出租汽车运行特点进行研究,以期对交通规划与交通管理部门进行出租汽车需求分析、管理模式、定制决策等提出更好的数据支持。

## 1 杭州市出租汽车运行基础信息表的浮动技术采集

通过 GPS 采集到的杭州市出租浮动车数据包括车辆编号、当前日期、当前时刻、经纬度坐标、瞬时速度、方向角、载客标志。这些数据每隔 30s 由出租汽车通过 GPRS 向数据处理中心发送一次。在浮动车数据采集过程中,会产生错误数据,主要表现为“漂移”、“假行驶”等现象的不合理数据和数据丢失,因此要对浮动车数据进行筛选<sup>[2]</sup>。

对异常数据进行处理后需要进行地图匹配,使用软件技术定位修正方法,将 GPS 获得的车辆轨迹与电子地图数据库中的道路信息联系起来。<sup>[3]</sup>在实际处理中,是将筛选后的数据按照经纬度坐标逐个对应到路网电子地图上,根据浮动车数据记录中的车辆编号等信息生成每辆车的行驶路径。

地图匹配后生成的浮动车数据仍然是离散时刻的信息,不能直接反映出租汽车的运行状况,因此需要对数据进一步处理。在以出租汽车作为浮动车的 GPS 数据中,包含了记录出租汽车运行的时间信息和位置坐标以及运营过程的信息包括上客信息和下客信息。因此,据此主要建立出租汽车出行 OD 数据信息表和运行里程信息表作为两张基础信息表。出租汽车出行的 OD 数据信息表,主要记录出租汽车每一次运营行为,包括车辆编号、起点小区 ID、终点小区 ID、乘客上车时刻、乘客下车时刻、起点道路 ID、终点道路 ID 以及行驶路段长度。同时,出租汽车运营的里程信息表,主要记录每 5 分钟周期内每辆车行驶里程和载客里程,具体信息包括车辆编号、记录日期、时段(5 分钟为单位)、车辆行驶里程、车辆载客里程以及车辆在各等级道路上的行驶里程。

应用前述数据采集分析方法,笔者以杭州市全部的 7650 辆出租汽车作为浮动车数据采集源,分析全样本条件下出租汽车的出行特征和 OD 分布特点。从出租汽车调度中心截取了 3 月 20 日至 3 月 25 日连续七天以及 2 月 14 日的浮动车数据,选取 3 月 20 日星期六,作为一般节假日;3 月 24 日星期三,作为一般工作日;2 月 14 日大年初一,作为特殊节假日。对这三种日期类型进行分析,基本上能够全面反映杭

州市出租汽车的运营状况。对获取数据中一些明显不合理的数据进行逻辑判断以过滤异常数据后形成这三天的出租汽车 OD 数据信息表和里程信息表,最终得到 456306 条记录,其总量统计数据见表 1。

表 1 杭州市出租汽车 OD 数据总量统计表

日期	星期	出租汽车数量	记录条数
2010 年 3 月 20 日	星期六	6562	192801
2010 年 3 月 24 日	星期三	6506	184959
2010 年 2 月 14 日	星期日(年初一)	3718	78546
总计			456306

## 2 杭州市出租汽车基础运行特征指标

从出租汽车行业自身的特点出发,对出租汽车运营的 OD 数据信息表和里程信息表进行分析处理,根据系统性、可操作性、可比性<sup>[4]</sup>这三个选取原则得到出租汽车运行特征的基础指标体系。主要指标如表 2 所示。

表 2 出租汽车运行水平基础评价指标体系

指标类型	指标	单位	描述
车均类	车均载客次数	次/车	所有统计车辆载客次数/统计车辆数
	车均总行驶里程	公里	所有统计车辆总行驶里程/统计车辆数
	车均载客里程	公里	所有统计车辆总载客里程/统计车辆数
	车均空驶里程	公里	所有统计车辆总空驶里程/统计车辆数
次均类	次均运距	公里	运行总行驶里程/运行总次数
	次均空驶里程	公里	运行总空驶里程/运行空驶总次数
日均类	日均行驶总里程	公里	$\frac{\sum_{统计天数} 统计车辆日总行驶里程}{统计车辆数 \times 统计天数}$
	日均载客里程	公里	$\frac{\sum_{统计天数} 统计车辆日总载客里程}{统计车辆数 \times 统计天数}$
	日均载客次数	次	$\frac{\sum_{统计天数} 统计车辆日总载客次数}{统计车辆数 \times 统计天数}$
月均类	月均行驶总里程	公里	$\frac{\sum_{当月天数} 统计车辆当月每日总行驶里程}{统计车辆数 \times 当月天数}$
	月均载客里程	公里	$\frac{\sum_{当月天数} 统计车辆当月每日总载客里程}{统计车辆数 \times 当月天数}$
	月均载客次数	次	$\frac{\sum_{当月天数} 统计车辆当月每日总载客次数}{统计车辆数 \times 当月天数}$
总体服务水平类	空驶里程率	%	车均空驶里程/车均总行驶里程
	里程利用率	%	车均载客里程/车均总行驶里程

分析这些指标可以对出租汽车系统运营状况进行全面的了解,同时这些数据的分析和统计可以作为出租汽车运营公司的基础数据,为其规划和综合调度系统提供定量的参考依据和理论支持,同时也为进行更深层次的数据挖掘提供支持。

以杭州市出租汽车基础信息表为基础,对其进行分析计算,得到以下的杭州市出租汽车运行基本指标,如表 3 所示。

表 3 杭州市出租汽车基础运行特征指标

指标类型	指标	单位	3.20(周六)	3.24(周三)	2.14(年初一)
车均类	车均载客次数	次/车	29.38	28.43	21.13
	车均总行驶里程	公里	227.76	215.78	193.78
	车均载客里程	公里	177.54	170.78	143.94
	车均空驶里程	公里	50.22	44.99	49.85
次均类	次均运距	公里	7.75	7.59	9.17
	次均空驶里程	公里	1.71	1.58	2.36
	次均载客里程	公里	6.04	6.01	6.81
	次均载客时间	min	20.8	21.1	16.2
总体服务水平类	空驶里程率	%	22.00%	20.90%	25.70%
	里程利用率	%	78.00%	79.10%	74.30%

从表 3 可以看出,车均类指标反映了杭州市出租汽车周末平均每车的载客里程和载客次数均高于一般工作日。而特殊节假日的车均类指标中行驶里程、载客里程和载客次数均低于周末和一般工作日,也符合大年初一的节日特性。在次均类指标中,杭州市出租汽车特殊节假日的次均空驶里程明显高于周末和一般工作日。在总体服务水平类指标中,杭州市出租汽车的周末和一般工作日的里程利用率要明显高于特殊节假日。

### 3 杭州市出租汽车出行时间分布特征分析

出租汽车出行的时间分布特征分析即以时间为坐标轴,从纵向分析出租汽车运营的特征。时间划分的原则是:区分时段,分析一天 24h 内出租汽车各类指标分布特征的变化情况;区分工作日和周末,分析一周内各天的分布情况。<sup>[5]</sup>分析载客时间、载客里程及出租汽车空驶率在这些时间轴上的变化特征。

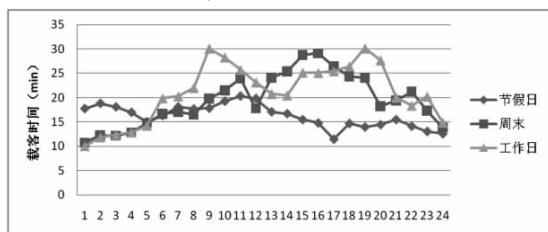
#### 3.1 杭州市出租汽车载客时间时变分析

三个典型分析日的平均载客时间的时变分布图见图 1

图 1 中,工作日的载客时间有明显的两个波峰,相对应的是杭州的早晚高峰时间;而晚上 23 点到凌晨 5 点属于低峰时间,这段时间出租汽车也基本处于空驶阶段。

周末的载客时间有三个相对明显的波峰,杭州是旅游性城市,周末的游客乘坐出租汽车的比例很高,而这三个时段与旅客、居民出行的习惯相符合。

2 月 14 日大年初一的载客时时变曲线全天都比较平缓,符合年初一市民出行较少的规律,全天没有明显的波峰。



注:载客时间为各时段所有出租汽车总载客时间/该时段所有出租汽车总载客次数

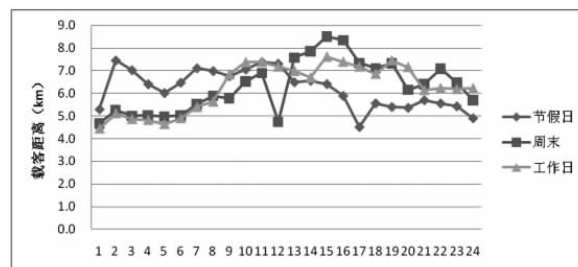
图 1 全日平均载客时间时变图

通过统计计算,杭州市出租汽车的平均载客时间为 5~10 分钟,占 23.5%,其次为 10~15 分钟,占 18.7%,而 30 分钟以内的出行占了 80%以上,杭州市出租汽车的出行以短途为主,这也与杭州是旅游性城市,主要出租汽车出行在西湖沿线,游客出行距离相对较短相符合。

#### 3.2 杭州市出租汽车载客里程时变分析

杭州市出租汽车的平均载客里程即载客距离的时变分布见图 2。

图 2 中,工作日的载客距离和周末的有明显差异,体现了工作日的出行大多数为通勤出行,出行距离稳定。而周末在 9:00 直至 24:00 时间段内的时变曲线则波动明显,这也符合了周末游客出行较多,作为特殊吸引点的景点比如灵隐寺、雷峰塔和西溪湿地距离市区较远,造成出行距离大的规律。节假日的载客里程时变曲线与一般工作日节假日有明显不同,主要表现在凌晨 2:00~5:00 的出行距离远远高出一



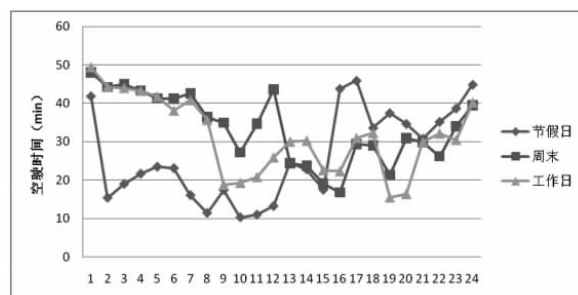
注:载客距离为各时段所有出租汽车总载客距离/该时段所有出租汽车总载客次数

图 2 全日平均载客距离时变图

通过统计计算,杭州市出租汽车的出行距离在 12 公里以下的占总数的 88%左右,其中 3 公里以下的比例最大,占 35.9%(杭州市普通出租汽车起步价 11 元,距离为 3km,起步价后单价为 2 元/km,超过 8 公里单价为 2.4 元/公里,超过 10 公里单价为 3 元/公里),其次是 3~6 公里,占 28.9%,说明杭州市出租汽车的出行距离以中短途出行为主。18 公里以上的出行只占总数的 4.2%,该区段出行的出租汽车费用将近 50 元,超过一般人能够承受的交通费用范围,该段出租汽车出行一般是商务、工作等公费出行。

#### 3.3 杭州市出租汽车空驶时间时变分析

图 3 为出租汽车空驶时间的全天 24 小时时变图,从各天平均空驶时间变化趋势上来看,工作日和周末呈现不同的趋势。而特殊节假日日年初一的平均空驶时间变化曲线则符合了节日的特殊性。年初一的市民出行需求并不大,但是其时间利用效率却很高,这是因为年初一很多出租汽车司机并不上班,一些外地的出租汽车司机都返乡过年,导致运营的出租汽车数量少(在 2010 年 2 月 14 日这天只有 3718 辆出租汽车运营),在这种情况下,出租汽车的空驶时间反而较少。



注:空驶时间为各时段所有出租汽车总空驶时间/该时段运营的出租汽车车辆数

图 3 全日平均空驶时间时变图

### 4 杭州市出租汽车出行空间分布特征分析

出租汽车出行的空间分布特征分析即将整个规划区域划分为各个小区,分析各次出行的 O 点小区和 D 点小区在其中的分布,<sup>[6]</sup>分析结果有期望线图。

#### 4.1 杭州市出租汽车期望线图

利用浮动车数据生成的 OD 矩阵,此 OD 矩阵是按小区划分,由于小区 OD 期望线过于密集,故将小区数据合并统计为中区 OD 矩阵,借助 VISSUM 软件生成中区期望线图如图 5 所示(线路的粗细代表出租汽车上下人次次数)。

从图 4 可以看出,出租汽车上下课次数最多的点为延安路、解放路所在的中区,城站火车站所在的中区,黄龙集散中心所在中心以及杭州东站火车站所在的中区。这些中区都是一些对外枢纽、交通枢纽或

者商业区,因此对出租汽车的需求量较大。期望线比较密集的分布在杭州市的上城区、下城区、西湖区和拱墅区,这也是杭州市的中心城区,对于外围城区比如下沙、滨江等区域,出租汽车的需求则少了很多,这也符合杭州市出租汽车的现状发展情况。



图 4 杭州市中区期望线

## 5 结束语

本文简述了基于浮动车技术的出租汽车运行基础数据采集方法,提出了出租汽车运行的基础出行特征指标体系,并给出了出租汽车时

空出行特征的分析方法。以杭州市的实际数据为例,分析其出租汽车运行特征情况。利用出租汽车浮动车数据分析了杭州市出租汽车的出行时间分布特征,利用浮动车技术得到的 OD 矩阵分析了杭州市出租汽车的空间分布特征。通过对杭州市出租汽车运行情况的分析,可以为杭州市出租汽车企业、交通规划部门和管理者提供定量分析的依据和决策参考信息。

## 【参考文献】

- [1] GUHNEMANN A, SCHAFFER R P, THIESSENHUSEN K U, et al. Monitoring Traffic and Emissions by Floating Car Data [R]. Berlin: German Aerospace Centre, 2004.
- [2] 辛飞飞, 陈小鸿, 林航飞. 浮动车数据路网时空分布特征研究[J]. 中国公路学报, 2008, 21(4): 105-110.
- [3] 姜桂艳. 道路交通状态判别技术与应用[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.
- [4] 肖增斌. 出租汽车运营水平综合评价研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2006.
- [5] 李艳红, 袁洲, 谢海红, 等. 基于出租汽车 OD 数据的出租汽车出行特征分析[J]. 交通运输系统工程与信息, 2007, 7(5): 85-89.
- [6] 胡小文, 冯均佳. 基于 GPS 数据采集的出租汽车交通运行特点研究[J]. 城市交通, 2007, 5(2): 91-95.

作者简介: 周静一(1986.5.28—), 女, 上海人, 同济大学交通运输工程学院交通运输规划与管理 08 级硕士, 主要研究方向为交通规划与管理。

[责任编辑: 汤静]

## (上接第 162 页) 2.4.1 推广标准设计

所谓标准设计, 是指工程设计中可在一定范围内通用的标准图、通用图和复用图。它们可供设计单位重复使用。通过使用标准设计可以极大的加快设计进度, 缩短设计周期, 降低建设投资。据统计, 采用标准设计一般可加快设计进度 1-2 倍, 节约建设投资 10%-15% 左右。

## 2.4.2 开展限额设计

所谓限额设计, 就是按批准的可研报告的投资估算控制初步设计, 按批准的初步设计总概算控制施工图设计。即将上阶段设计审定的投资额和工程量先行分解到各专业, 然后再分解到各单位工程和分部工程。各专业在保证使用功能的前提下, 按分配的投资限额控制设计, 严格控制技术设计和施工图设计的不合理变更, 以保证总限额不被突破。

限额设计是建设项目投资控制的一种重要方法, 在整个设计过程中, 设计人员与经济人员密切配合, 做到技术与经济的统一。设计人员在设计时以投资限额为出发点, 做好方案比较, 有利于增强设计人员的经济意识, 优化设计; 经济人员及时进行造价计算, 为设计人员提供有关信息和合理建议, 达到动态控制投资的目的。

## 2.4.3 运用价值工程进行设计方案优选

所谓价值工程, 是指通过各相关领域的协作, 对所研究对象的功能与成本进行系统分析, 持续创新, 旨在提高所研究对象价值的思想方法和管理技术。其目的是以产品或作业的最低寿命周期成本可靠地实现使用者所需功能, 以获取最佳的综合效益。

运用价值工程进行设计方案优选, 可以将技术分析和经济分析有机的结合起来, 建立一种建设项目必要功能和项目投资良性协调的控制机制。在明确建设项目必要功能的前提下, 充分发挥设计人员的主观能动性和创新精神, 鼓励采用先进的工艺技术, 持续不断完善, 使建设单位得到一个既优良又节省的设计方案, 从而提高建设项目投资效益。

## 【参考文献】

- [1] 中国建设监理协会. 建设工程投资控制[M]. 北京: 知识产权出版社, 2008.

作者简介: 李爱国(1981—), 男, 工程师, 2005 年 7 月毕业于中国石油大学(华东) 土木工程专业, 2009 年 5 月开始攻读山东财政学院工商管理硕士(双证), 现任职于莱钢集团规划发展部, 主要从事固定资产投资管理工作。

[责任编辑: 翟成梁]

(上接第 178 页) 途、公差等级、加工条件, 应选择各公差组中检验组的项目, 为确定与侧隙有关的项目打下了较好的基础。

## 3 措施与体会

本章教学目的最终在于能应用相关的齿轮精度标准, 如渐开线圆柱齿轮精度国家标准确定所需的检验项目, 并查出其公差或极限偏差数值, 完善齿轮传动的精度设计。这就需要在本课已学习基本概念的基础上, 加强运用国家标准的技能训练, 将所学的知识落到实处。做法是: (1) 对书中设计型的例题重点指导学生看懂, 并相应逐项查出各项公差数值。(2) 根据齿轮图纸上的齿轮参数与误差检验项目的数值, 指导学生反向确定这些数值是如何确定的。在正、反向题目加强基本训练过程中, 重点是指导学生, 讲解解题思路、查表方法, 根据学生的问

题, 可适当讨论以巩固学习成果。(3) 布置作业, 以综合设计题为宜。

我在该章的教学实践中, 主要体会就是突出重点、讲明齿轮加工误差评定项目的定义和作用; 抓住难点, 讲透齿轮加工误差的来源; 重于应用, 加强应用齿轮精度标准基本技能的训练。体会很肤浅, 望批评指正。

## 【参考文献】

- [1] 孙桓, 陈作模. 机械原理[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [2] 廖念钊. 互换性与测量技术基础[M]. 北京: 中国计量出版社, 2002.

作者简介: 李蔚, 副教授, 西安工业大学, 研究方向为机械设计及制造。

[责任编辑: 汤静]