

DOI:10.16799/j.cnki.esdqyfh.2021.07.016

中小城市高品质公交建设方案研究 ——以江西吉安为例

张晓瑾

(广州市市政工程设计研究总院有限公司, 广东 广州 510060)

摘 要: 中小城市公共交通系统客流规模相对较低, 一般情况下不适宜建设轨道交通、快速公交等中大运量的公交系统。在常规公交的发展过程中, 通过提升公交可靠性, 提高发车频率和准点率, 切实提升常规公交的服务水平, 是一种适合中小城市的公共交通发展提升的实施模式, 有利于增加公交服务吸引力, 提升公交分担率, 促进中小城市的交通系统朝绿色、可持续的方向发展, 具有较好的借鉴意义。

关键词: 中小城市; 公共交通; 常规公交; 发车频率; 可靠性

中图分类号: U491.1+7

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0060-04

0 引 言

我国中小城市数量众多, 截止 2018 年底, 全国共有中小城市 2 809 个, 其中地级建制市 190 个, 总人口占全国的 84.66%, 经济总量比重达 84.89%, 中小城市在全国人口和经济比重占据重要地位。在交通发展过程中, 中小城市呈现出机动车保有量持续大幅增长, 小汽车、摩托车、电动车和自行车等个体出行方式占比较高, 交通基础设施建设速度落后于交通需求增长速度, 个体机动化及非机动车化出行方式占比较高, 近年来普遍存在公共交通吸引力不足, 分担率长期保持较低水平等特征。

1 吉安市公共交通特征分析

1.1 公交客流

2018 至 2019 年开展的公交客流调查结果表明, 江西吉安市公交客流总量约为 7.83 万人次/d。早高峰线网登乘客流总量约为 8 300 人次/h, 晚高峰为 7 834 人次/h^[1]。相比 2010 年^[2], 全日公交客流总量下降 7.9%, 早高峰 7:00—8:00 客流量下降 24.9%(见表 1)。现状客流规模总体上处于较低水平, 公共交通占全方式分担率仅 7.7%, 公交分担率极低, 公交吸引力严重不足。

吉安市区的公交客流需求主要集中在南北向井冈山大道范围内, 31 条公交线路中, 三分之一的

表 1 公交客流统计表

年份	早高峰 /(人次·h ⁻¹)	晚高峰 /(人次·h ⁻¹)	全日 /(人次·h ⁻¹)	高峰小时 系数/%
2019 ^[1]	8 300	7 834	78 300	10.6
2010 ^[2]	11 050	—	85 000	13

公交线路途径井冈山大道, 沿线客流占全市客流的 90%。晚高峰时段井冈山断面最大客流量约为 1 000 人次/h。

1.2 公交运行速度

在客流需求最高的中心区, 公交运营受干扰因素较多, 公交车的高峰期运营平均车速较低, 仅为 14 km/h。经调查发现主要干扰来自于交叉口延误、站点上下客和车辆进出站延误。在中心区外围, 由于站间距较大, 道路交通量和饱和度普遍较低, 公交运营速度较高, 平均可达 45 km/h。

1.3 发车频率和到站准点率

(1) 发车间隔较大, 发车频率较低

吉安市的 31 条公交线路中见表 2, 发车间隔在 12 min 以内的有 8 条, 发车间隔在 10 min 以内的仅有 3 条, 频率较高的公交线路主要集中在井冈山大道沿线。公交发车频率直接影响乘客候车时间, 过长的候车时间会严重降低公交系统对乘客的吸引力。另外, 部分公交线路收班时间过早, 在晚高峰时段 17:30—18:00 已结束运营, 与晚高峰通勤乘客出行需求严重不匹配。

(2) 准点率低, 运营可靠度低

31 条运营线路普遍存在公交车到站间隔时间大, 多辆公交同时到站的“串车”现象。客流需求最大

收稿日期: 2020-11-12

作者简介: 张晓瑾(1983—), 女, 硕士, 高级工程师, 主要从事交通工程设计与研究工作。

表 2 公交发车间隔统计表					
发车间隔 /min	小于 10	10~12	12~20	大于 20	合计
线路数量	3	5	11	12	31
线路占比 /%	9.7	16.1	35.5	38.7	100

的人民广场站，在高峰期部分线路的两车到站间隔达 15~20 min。

以不可靠系数 Irr 来判定线路运营的可靠程度。不可靠系数指实际行车间隔的可靠性与计划行车间隔的偏离程度。不可靠系数值为 1 表示车辆到站完全是随机的，而不可靠系数值为 0 则表示车辆到站时间与计划时间完全吻合。

(1)行车间隔的方差遵从统计学上的定义：

$$V_{hdwy} = \frac{\sum_{i=1}^{N_{obs}} (hdwy_i - hdwy_{average})^2}{N_{obs} - 1}$$

(2)

式中： V_{hdwy} 为行车间隔的方差，其值为平均行车间隔的平方偏差； N_{obs} 为调查所得的行车间隔数量，次； $hdwy_i$ 为第 i 个行车间隔调查值， $min;hdwy_{average}$ 为平均行车间隔，两车之间的平均等待时间，等于计划行车时间， min 。

对调查数据进行统计，以井冈山大道人民广场站为例，结果见表 3、表 4，服务可靠的线路（不可靠系数<5%）仅占 29%。

2 提升公交运营可靠性的相关案例

2.1 高品质公交系统(CityGlider)

澳大利亚布里斯班公交系统(CityGlider)由两条专有线路组成，分别为蓝线(60 路)和紫线(61 路)。系统的客流不高，从服务乘客的角度出发组织运营，设置了全天候固定的发车频率，高峰期发车频率小于 10 min，非高峰期发车频率小于 15 min，见表 5。由于车次频次固定、频率较高，乘客候车时无需查看时刻表，候车时间较短，乘客体验较好，公交出行的可靠度较高，极大的吸引了沿线的居民选乘公交出行。该系统的登乘采用站内提前付费形式，在登乘过

程中加快了乘客的上车时间，减少了车辆停站延误，进一步保证了公交的准点和可靠性。

表 5 布里斯班公交线路(CityGlider)信息			
		紫线(61 路)	站点总数 / 个
蓝线(60 路)		14	17
发车频率	高峰期	5 min/ 班	10 min/ 班
	非高峰期	10—15 min/ 班	15 min/ 班
运营时间		周日—周四 18 h， 周五—周六 24 h	周日—周四 16 h， 周五—周六 24 h
客流规模		7 670 人次 /d	3 280 人次 /d

2.2 高品质公交系统(The Rapid Network)

旧金山高频公交网络系统(The Rapid Network)由 5 条轨道和 11 条公交线路共同组成，线网客流占全市公交客流的近 70%。对 11 条接驳公交线路，采用了多种公交优先改善措施提高发车频率，来保障线路的和可靠性。其中，5 条公交线路又做为工作日的快线(Rapid Bus/Routes)来运营，停靠较少的车站，保障更高的发车频率和到站频率(见表 6)。

表 6 常规线路与高频快线发车频率对比			
		高频线路(5 路快线)	途径站点总数 / 个
常规线路(5 路)		43	32
发车频率 /min	10:00 前	9 (12)	5
	10:00—15:00	10 (11)	7
	15:00—19:00	10 (10)	7
	19:00 后	15 ~ 20(15)	—
运营时间 /h		全天 24	工作日的 12

注：括号内为周末的发车频率

高频公交网络系统(The Rapid Network)注重乘客的出行需求和体验，以发车频率作为核心要素来规划不同层级的公交线路。如图 1 所示，在线网层级图中，以蓝色线条代表常规公交线路，以红色线条代表高频次快速大运量线路。以线条的粗细来区分公交线路的发车频率，越粗的线条代表约高的发车频率，乘客候车时间越少。

表 3 人民广场站晚高峰车辆到站不可靠系数(北往南方向)												
线路	1 路	3 路	6A 路	7 路	8 路	9 路	12 路	61A 路	61B 路	203 路	211 路	217 路
$Irr/ \%$	5.9	14.8	7.3	34.0	1.5	11.0	9.5	4.8	3.0	0.9	7.8	13

表 4 人民广场站晚高峰车辆到站不可靠系数(南往北方向)												
线路	1 路	3 路	6B 路	7 路	8 路	9 路	12 路	61A 路	61B 路	203 路	211 路	217 路
$Irr/ \%$	13	11.2	4.5	6.2	5.5	11.0	19.8	49.5	21.5	15.1	2.2	1

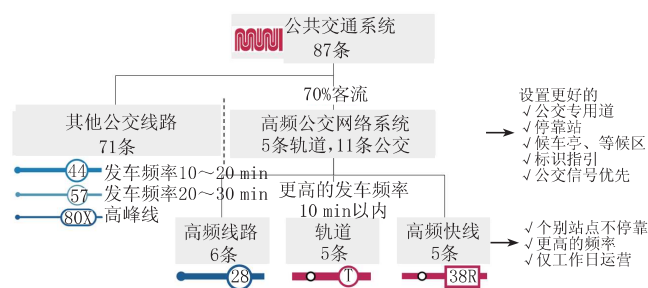


图1 旧金山市公交系统层级划分

2.3 特征分析

(1)布里斯班公交系统(CityGlider)和高频公交网络系统(The Rapid Network)的客流都属于中低规模,与国内中小城市客流规模接近;

(2)通过开行专用的高频线路来提升系统可靠性,提高公交服务品质。国外的高品质公交系统要求纳入系统运营的线路保持稳定的、较高的发车频率,一般低于10~12 min。在规划过程中,经过筛选过的、满足客流和发车频率要求的线路专门纳入进高品质公交系统;

(3)同时配套实施了针对高品质公交的路权保障措施:设有高峰期公交专用道,公交车路口信号优先,路段出入口停车管理等管理措施;

(4)对高品质线路专门设置了区别于普通公交车站的专有站台和形象标识,专有站台仅供高频线路停靠。站亭采用了统一的外观和形象设计,车身配置了统一形象标识和颜色体系,辨识度极高;

可以看出,案例中两个高品质公交系统的核心是提供了固定的高频运营线路,可以为居民的日常出行提供稳定的服务,例如在通勤、上下学等高峰期,乘客不依赖公交时刻表,候车时间短,高峰期出行便捷可靠,因此公交对乘客的吸引力较高。另外,如图2所示,设计精良的站台、新型公交车辆、独有的标识形象也是两个高品质公交系统区别于其他常规公交的重要特征。



图2 布里斯班公交系统的车辆具有明显的品牌标识和颜色体系设计

3 吉安市高品质公交建设方案

参考国外案例经验,在低客流条件下,选择重点线路设置固定的高发车频率,保障运营,构建吉安市高频率公交线网。围绕高频率线网,配建公交专用

道、公交站台、公交场站等设施,并对核心走廊沿线的道路交通组织进行优化,对公共空间的出行环境和景观进行提升,以提高吉安市公交运营品质,增加客流吸引力,倡导绿色可持续出行方式^[2]。

3.1 构建高频率线路公交运营网络

在运营线路中根据客流需求选择高频次公交线路,搭建高频率公交运营服务网络。高频率公交线路的选取主要背景:(1)线路的现状频率相对较高;(2)线路的现状客流相对较大;(3)线路覆盖范围大,服务范围相对较广。

根据公交频率调查,吉安市单向高峰小时频率超过5班次/h的线路有8条。其中,1条线路仅有一个方向的频率超过5班次/h,剩余7条线路双向频率均超过5班次/h,因此,选取现状双向发车频率较高的7条线路构成吉安市高品质公交网络。对高品质线路的运营组织进行调整,原则上线路保持高峰时段不小于12班次/h的发车频率,即每5 min就有一班高品质线路发出,高品质走廊内乘客的平均候车时间约为2.5 min,理论最大候车时间为5 min。同时需要适当调整其他线路的发车频率,合理优化线路配车数。

如图3所示,选定线路后,7条高品质公交线路的道路覆盖长度约70 km,覆盖范围包括吉安市区、吉安县、青原区、吉州区,连通高铁西站、老火车站、井冈山大学、吉安职业技术学院等高客流密度地区。高品质线路覆盖范围内的现状高峰登乘量为5 621(人/h),占全市公交客流需求的72%。



图3 高频率公交线路运营范围示意图

3.2 在井冈山大道设置公交专用道走廊

为了进一步提升到站准点率,减少车辆在路段运行时产生的延误,按照公交专用道设置条件要求,见表7,对7条公交线路覆盖的主要干道进行设置公交专用道的条件分析。在提高公交发车频率后,井冈

山大道断面公交车辆数能够满足设置专用道的条件要求,见表 8,因此在井冈山大道沿线,设置连续的公交专用道,形成市区南北向的高品质公共交通走廊。

表 7 公交专用道设置标准

行业规范	设置类型	设置标准		
		道路条件	车流条件	客流条件
《公交专用车道设置》(GA/T 507—2004)	应设置	单向车道≥3	单向公交客流量>6 000 人次/h	公交车>150 pcu/h 每车道断面流量>500 pcu/h
	宜设置	单向车道≥4	—	公交车>90 pcu/h
		单向车道=3	单向公交客流量>4 000 人次/h	公交车>100 pcu/h
《城市道桥工程设计规范》(CJJ 37—2012)	宜设置	单向车道=2	单向公交客流量>6 000 人次/h	公交车>150 pcu/h
		车道宽度≥3.5 m	—	每车道交通量>500 pcu/h 公交车>90 pcu/h

表 8 吉安市主要干道设置公交道标准核查情况表

序号	道路名称	道路属性	道路约束条件		公交车流和客流约束条件			是否满足专用道设置条件
			车道数(单向)	是否满足道路约束条件	断面频率/(pcu·h ⁻¹)	断面客流/(人次·h ⁻¹)	是否满足公交车流或客流约束条件	
1	井冈山大道		3	√	√	×	√	√
2	吉州大道		3	√	×	×	×	×
3	阳明西路		2	×	×	×	×	×
4	吉安南大道		3	×	×	×	×	×

3.3 对公交站台进行外观提升改造

进一步通过工程措施对站台进行提升改造,提供良好的候车环境,以增强常规公交的吸引力,对高品质公交线路停靠的车站进行专有的建筑外观设计和形象标识设计,与常规公交车站形成直观、显著的区别。

3.4 根据客流规模配置公交站台

由于吉安市核心区和外围区公交站点的客流规模呈现出差异性较大,根据客流调查的结果,根据高峰小时上客量和公交频率两个指标,将高品质公交站台设置为三种站台规模,详见表 9。

结合各站点高品质线路频率和高峰登乘量,确定站点布设。全市范围内布设大型高品质公交车站 7 个,中型高品质公交车站 31 个,小型高品质公交车

表 9 站台规模与设置标准

设置条件	站台规模	尺寸
高峰小时上客量大于 60/(人·次 ⁻¹) 公交频率大于等于 48/(pcu·h ⁻¹)	大	18 m × 2.5 m
高峰小时上客量大于等于 20/(人·次 ⁻¹) 公交频率大于等于 24/(pcu·h ⁻¹), 小于 48/(pcu·h ⁻¹)	中	12 m × 2.5 m
高峰小时上客量小于 20/(人·次 ⁻¹) 公交频率小于 24/(pcu·h ⁻¹)	小	6 m × 2.5 m

站 140 个,共计 182 个。

3.5 配套建设公交场站

为保障发车频率,灵活调配车辆参与运营,在高频率线网主要覆盖的吉州区、青原区、吉安县选址新建四处公交场站,提供超过 400 个公交停放泊位,提供停放充电、检修清洗等功能,保障公交运营调度。

3.6 对客流密集区域进行配套道路及公共空间提升改造

对高品质公交线路终点覆盖的井冈山大道人民广场周边高客流区域进行公共空间提升改造,对乘客公交出行途径的主要区域进行道路品质化提升。配套实施井冈山大道沿线交叉口公交信号优先,完善沿线慢行交通设施,在客流最高的人民广场站建设人行连廊,连接公交车站、广场公园与道路两侧商业设施。

4 结 论

对于客流规模较低的中小城市的公共交通系统,在进行规划设计和制定运营管理策略时,主要目标是提高公交客流规模和公交分担率,引导城市交通向公交优先和可持续的方向发展。为实现这一目标,在实践中应该注重保障公交线路的可靠性,适宜的发车频率、到站频率可以提升公交服务的稳定性,有效增强公交吸引力。公交运营单位在有限的配车数和运营成本因素下,过度降低配车数和发车频率,只会让常规公交进一步丧失吸引力。

吉安高品质公交项目中,通过对全市公交进行客流和运营分析,以提升公交线路的频率、保障运营作为切入点,筛选出 7 条线路,在线路覆盖范围内建设高品质公交站台、公交专用道,并同步开展公共空间改善、道路安全提升改善等,打造出高品质公交系统。这种实施模式是适用于中小城市的一种案例,有利于增加公交服务吸引力,提升公交分担率,促进中小城市的交通系统朝绿色、可持续的方向发展,具有较好的借鉴意义。

(下转第 66 页)

(3)经与广铁集团沟通,站场场地标高 10.292 m,隧道结构顶覆土应不小于 5.5 m;

(4)下穿跃进河处规划河床底标高 $h=3.54$ m,下穿站场东边涌规划河床底标高 $h=4.18$ m;

纵断面设计方案如图 6 所示,基于保证站场所需覆土厚度的前提下,东、西两侧主线隧道下穿河道后(河底覆土 2 m)抬升至站场最小覆土厚度控制高度,从而减小基坑深度。

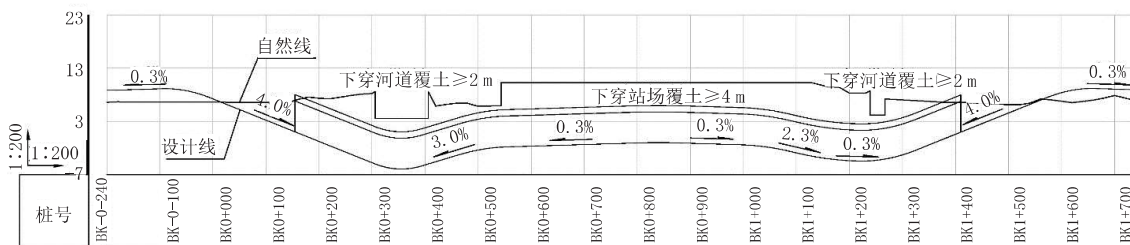


图 6 纵断面图设计图

5.3 道路横断面设计原则及设计方案

(1)根据道路规划功能、使用性质、合理安排横断面宽度及横断面组成;

(2)满足道路远期使用需要,适应交通可持续发展的需要;

(3)必须考虑与现有及规划道路的合理衔接,尽量避免废弃工程;

(4)满足埋设各种地下管线的需要;

(5)为满足集装箱车通行需求及交通标志、风机等设备布置空间,隧道净高设置为 6 m(5 m 车行净高 +1 m 设备空间)。

根据站场规划,满足站场用地需求,站场中路全线采用下穿隧道设计,结合区域交通规划及交通量预测,标准段按双向四车道隧道实施,匝道和分流段按拓宽为双向六车道。横断面设计方案如图 7 所示,横断面组成为:1.2 m(侧墙)+0.85 m(检修道)+11.75 m(车行道)+1.5 m(中墙)+11.75 m(车行道)+0.85 m(检修道)+1.2 m(侧墙)=29.1 m。

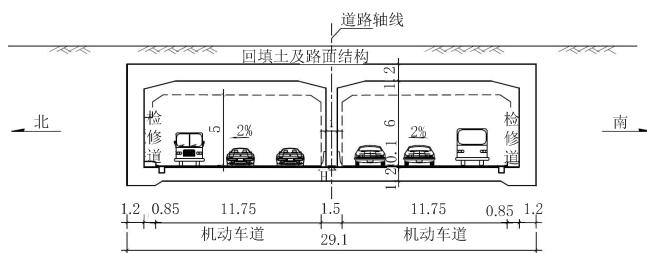


图 7 站场中路标准横断面图(单位:m)

6 结 语

站场中路作为广州集装箱中心站道路配套工程,项目处于施工阶段,现场工况复杂、控制因素较多,同时兼顾隧道的建设,而且需预留远期实施条件,实施难度较大。本文从道路交叉节点交通量预测、平面设计、道路纵断面设计方案比选及横断面设计综合论述了工程总体设计方案,此方案不仅可力支撑铁路集装箱中心站的开发建设、保障中心站建成后的货运交通出入及集散需求、完善区域路网结构,而且可避免道路占用集装箱中心站场地,保证广州铁路集装箱中心站建设工期,为同类站场道路配套工程设计提供一定的参考价值。

(上接第 63 页)

参考文献:

[1] 广州市市政工程设计研究总院有限公司. 亚行贷款吉安市高品质公交网络项目可行性研究报告[R]. 广州:广州市市政工程设计研

究总院有限公司,2019.

[2] 合肥市规划设计研究院. 吉安市城市公共交通专项规划(2010—2020)[R]. 合肥:合肥市规划设计研究院,2010.