

数据驱动下的深圳市交通疫情响应与精细治理

张晓春, 邵源, 孙超, 龙俊仁, 安健, 林钰龙
(深圳市城市交通规划设计研究中心股份有限公司, 广东 深圳 518021)

摘要: 新冠肺炎疫情前期快速响应阶段, 城市运行遇到系列应急性问题。以构建“可信、可控、可靠”的交通服务体系为目标, 利用大数据研判疫情整体防控、对外交通客流、城市交通运行、重点区域活动、企业复工复产等态势。围绕如何动态、精准识别市民出行需求变化以及全人群出行链特征变化等关键问题, 提出城市交通系统从传统追求“大客流、高效率”向追求“安全可信、精准调控”转变的完整措施建议。最后, 提出将韧性交通构建纳入长期交通战略, 持续保障城市运行恢复。

关键词: 疫情防控; 信任公交; 精细治理; 韧性城市; 深圳市

Data-Driven Pandemic Response and Delicacy Governance of Shenzhen Transportation

Zhang Xiaochun, Shao Yuan, Sun Chao, Long Junren, An Jian, Lin Yulong

(Shenzhen Urban Transport Planning Center Co., Ltd., Shenzhen Guangdong 518021, China)

Abstract: In the early stage of rapid response to the Coronavirus Disease 2019, urban operations encountered a series of emergency problems. To build a credible, controllable, and reliable transportation system, this paper discusses the overall situation of pandemic prevention and control, travel demand between Shenzhen and outside groups, urban traffic operation, activities in key areas, and enterprises resumed normal functions based on big data. Focusing on the key issues such as how to dynamically and accurately identify the changes of citizens' travel demand and travel chain characteristics of the whole population, the paper puts forward the measures for the transformation of urban transportation system from the conventional pursuit of "large passenger flow and high efficiency" to "safe, reliable and accurate control". Finally, the paper points out that developing a resilient transportation system should be included in the long-term transportation strategy to ensure urban operation.

Keywords: pandemic prevention and control; reliable bus; delicacy governance; resilient city; Shenzhen

收稿日期: 2020-03-06

基金项目: 国家重点研发计划“城市交通智能治理大数据计算平台及应用示范”(2018YFB1601100)

作者简介: 张晓春(1973—), 男, 安徽太和人, 博士, 教授级高级工程师, 主任, 主要研究方向: 交通规划与智慧交通。E-mail: zxc@sutpc.com

0 引言

新型冠状病毒肺炎(以下简称“新冠肺炎”)疫情在2020年春节期间迎来大规模爆发, 对人民生活造成极大影响。习近平总书记在统筹推进新冠肺炎疫情防控和经济社会发展工作部署会议上强调企业复工复产, 打通人流、物流堵点。随着深圳春运期间人口回流以及各企事业单位逐步复工, 城市交通服务目标从以往追求大容量、高效率转向追求更可靠、可信、疫情风险可控。

深圳市交通运行保障面临严峻挑战, 主要体现在三个方面。1)缺乏应对疫情的交通特殊管控和服务手段, 也缺乏对与确诊人员同乘公共交通的风险人群的追溯排查手段, 因此市民对采用人员相对聚集的公共交通工具出行可能存在不信任感。2)全市企事业单位复工复产安排有差异, 由于对通勤出行规模、时空特征及交通结构等关键信息掌握不充分、不及时, 难以精准预判并制定预案避免大客流时空集聚。3)轨道交通、公共汽车等客流大幅度下跌, 发车间隔拉大, 部分线路

停运，大量出行向小汽车转移，给道路交通带来较大压力，政策调控手段和时机面临新的难题。

防控工作可分为前期快速响应、中期保障恢复、后期优化建设三个阶段。针对新冠肺炎疫情前期快速响应阶段城市运行遇到的应急性问题，深圳市快速形成政府治理的高效响应能力，利用交通大数据持续跟踪疫情发展态势，支撑一系列返深交通防疫管理及疫情期间出行保障措施制定，为拥有大量外来人口的超大城市在疫情防控与春运背景下的交通精细治理提供经验借鉴。

1 利用大数据跟踪支撑政府决策

1.1 疫情总体情况

疫情条件下，深圳市快速建立疫情防控协调指挥机制，集中技术力量全方位、动态、及时掌握疫情变化信息，为城市精细化治理提供大数据信息基础。通过“i深圳”“防疫通”等申报手段快速摸清市民疫情期间出行信息和健康信息，为下沉到社区、企业、枢纽节点的精细化防控提供基础。由于外来人口春运返深因素，深圳疫情以“输入型”特征为主。截至2020年2月29日，根据深圳市卫生健康委员会数据统计，深圳累计报告新冠肺炎确诊病例417例，累计出院308例，确诊病例的发病时间主要集中在1月19日—2月10日。随着全国和深圳市系列疫情防控措施的出台，2月8日以来每日发病人数明显降低，疫情得到初步控制(见图1)。通过对比分析全国与深圳市防疫措施实

施前后的病例变化趋势，可以整体掌握疫情控制态势，支持后续交通各项保障措施制定。

1.2 对外交通

利用海陆空铁客流、腾讯位置、“i深圳”等数据评估春运客流态势，细分返深客流趋势，支撑重点枢纽交通安全防控。集中多元大数据对外来人口返深规模、结构、分布进行全方位精准研判，以对重点人群、对外枢纽进行重点防控，适当拉长春运集中返深时间周期。根据深圳市春运办数据，2020年1月10日—2月18日，春运40天周期内，深圳市海陆空铁全方式(不包含自驾)到发旅客量分别为753.4万人次和1019.4万人次，与去年同期相比分别下降51.3%和40.9%，疫情大爆发(1月25日—2月18日)25天内，海陆空铁全方式(不包含自驾)到发旅客量分别为280.6万人次和173.9万人次，同比分别下降73.9%和80%(见图2)。春运期间抵深客流六成来自省内(60.5%)，其次为湖南(7.3%)、江西(3.8%)、广西(3.3%)。受到“封城”政策的影响，湖北省的返深周期被拉长，湖北返深客流占抵深总客流的2.1%，仍有近190万湖北籍在深常住人口待返深。而且春节期间受疫情影响，市民对外出行量显著降低，深圳市对外交通客运量不及去年同期的五成。

1.3 市内交通

利用深圳通刷卡、道路运行指数数据分析公共交通与小汽车出行变化态势，支撑城市交通安全防疫管控；动态跟踪轨道交通、

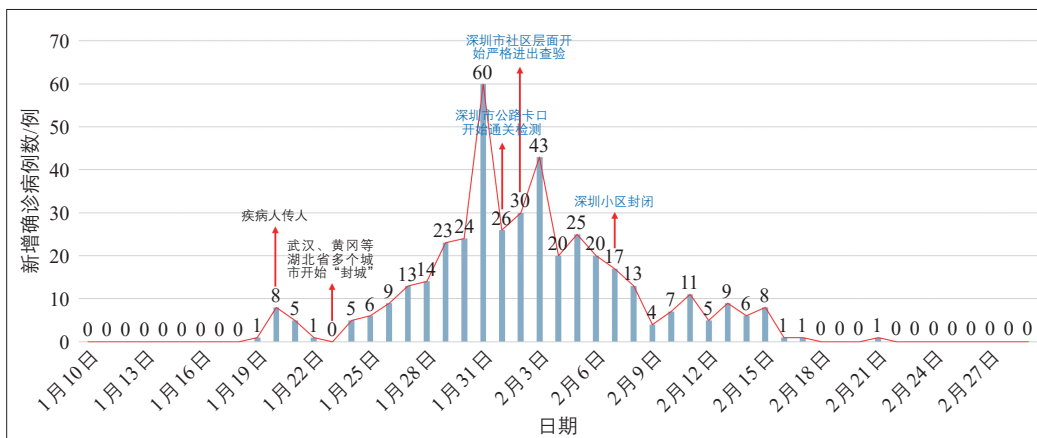


图1 深圳市每日新增新冠肺炎确诊病例数

Fig.1 Daily confirmed COVID-19 infectors in Shenzhen

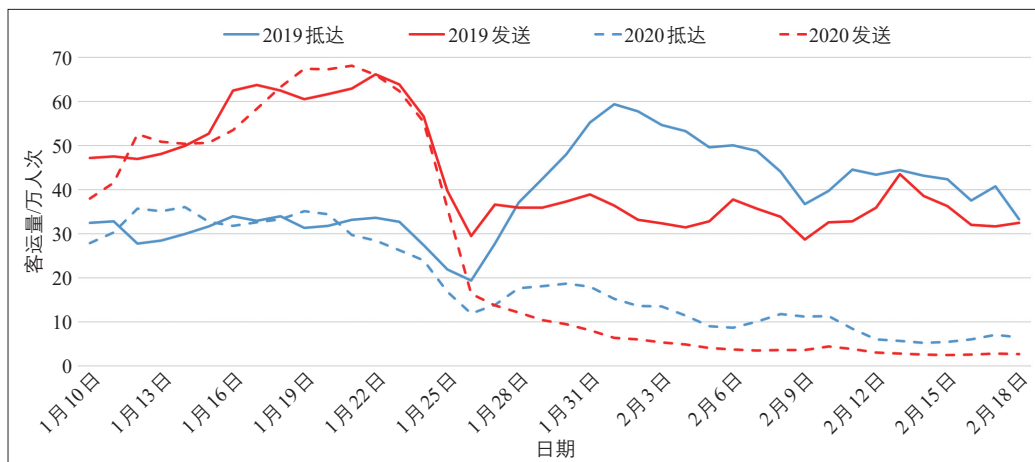
资料来源：深圳市卫生健康委员会。

公共汽车、出租汽车客流特征变化，为动态调整城市交通运力提供保障。2020年春运40天周期内，深圳市公共汽车、轨道交通客运量分别为4 823万人次和8 011.4万人次，与去年同期相比分别下降60.9%和53.1%(见图3)。春运第15~40天，与全年同期相比公共汽车、轨道交通客运量分别下降91.8%和89.9%。2月18日以后随着企业逐步复工，公共交通运力逐渐恢复。截至2月28日轨道交通客运量恢复至去年三成，公共汽车(截至2月20日)约恢复至去年同期的13%。受疫情影响，市民出行优先选择私人小汽车，出行结构发生转变，道路交通运行指数不及去年同期的50%。随着复工复产的进行，出行需求逐步释放，预测道路交通将面临较大

压力。

1.4 区域活动

利用微信位置数据分析交通枢纽、商圈、就业中心、景区等61个重点区域人流活动强度，为潜在出行需求提供交通保障。受疫情影响，深圳市对外交通枢纽、大型商圈、就业中心、景区等重点区域的人流活动强度显著下降，2月3—18日相当于平日客流强度(即2019年非节假日的平均客流强度，下同)的20%~30%，空港及铁路客运枢纽地区人流活动强度相当于平日客流强度的30%~40%，东湖、银湖、盐田等汽车客运站的人流规模和密度达到平日客流强度的50%左右。受复工推迟及远程办公的影响，

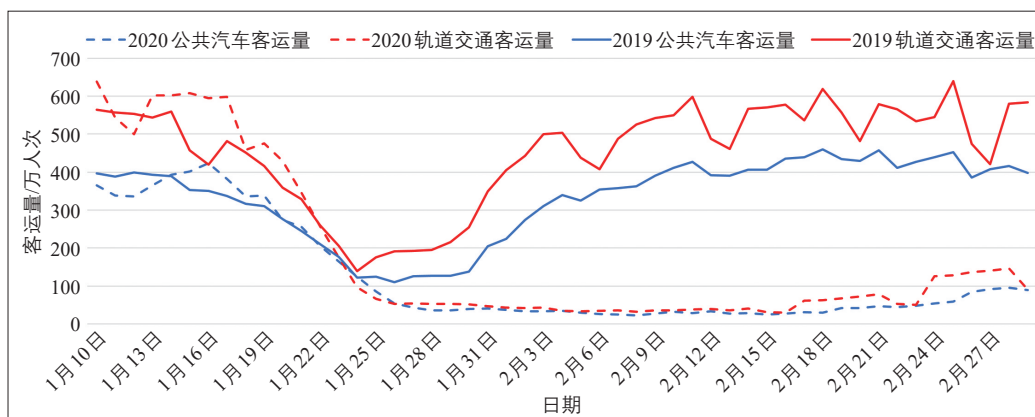


注：客运量数据不包含自驾；2019年数据日期为农历春节同期。

图2 2020年与2019年城市对外交通到发客运量对比

Fig.2 Comparison of departure and arrival passenger volume of urban external traffic in 2020 and 2019

资料来源：根据深圳市交通运输局春运办数据绘制。



注：2019年数据日期为农历春节同期。

图3 2020年与2019年城市公共交通客运量对比

Fig.3 Comparison of urban public transportation passenger volume in 2020 and 2019

资料来源：根据深圳市交通运输局数据绘制。

福田CBD、宝安中心区、龙岗中心城、深圳湾科技生态园等商务办公区的人流活动强度仅为平日客流强度的20%~40%，2月18日以后随着企业逐步复工，主要办公区的人流强度达到平日客流强度的50%~60%(见图4)。同时，在疫情影响下，市民的活动范围向15 min生活圈收缩，市民对安全系数更高的步行和骑行出行需求显著上升。

1.5 复工复产

利用全市用电、百度地图迁徙、政府官方数据分析企业活跃度与复工率，为未来大规模复工下的可靠城市交通运行保障提供决策支持。

为科学组织和保障企业有序复工复产，深圳市利用国资国企智慧城市大数据及时进行分析。复工以来，全市用电保持平稳增长

态势。2月9—12日企业日最高负荷用电约70万千瓦时，与2019年同期500万千瓦时对比，最高用电仅有2019年的14%，企业活跃度为去年同期的10%~20%。95%的中小微企业现金流严重短缺，难以长期维持。基于此，深圳市政府及时出台了一系列企业复工支持政策，有序保障企业生产恢复。

2 数据驱动、精准治理，打造韧性交通体系

深圳市综合利用海陆空铁平台、深圳春运办日报、手机信令、腾讯微信迁徙、“防疫通”、“i深圳”等多源数据，深入开展疫情条件下交通运行分析。围绕如何动态、精准识别市民出行需求变化以及全人群的出行链，采取重点交通枢纽主动防控、轨道交通

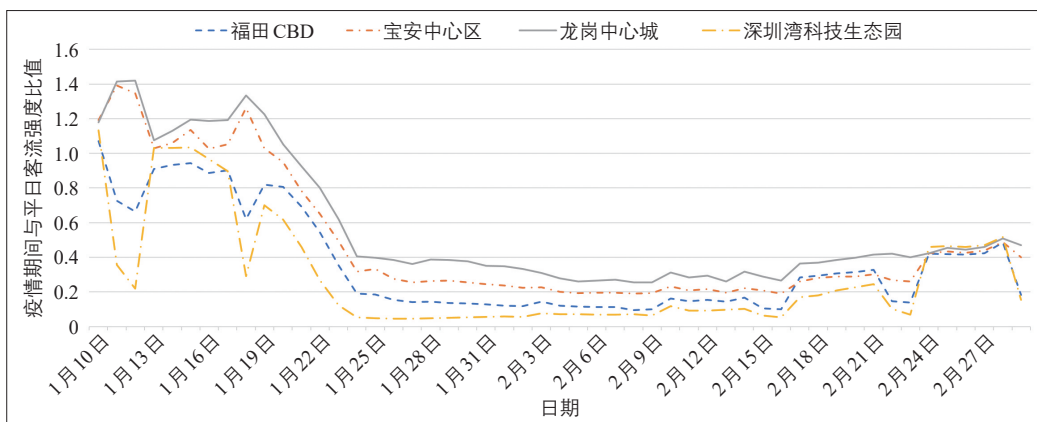


图4 2020年与2019年平日城市主要商业办公区客流强度对比

Fig.4 Comparison of weekday passenger flow intensity in urban major commercial districts in 2020 and 2019
资料来源：根据腾讯位置数据绘制。

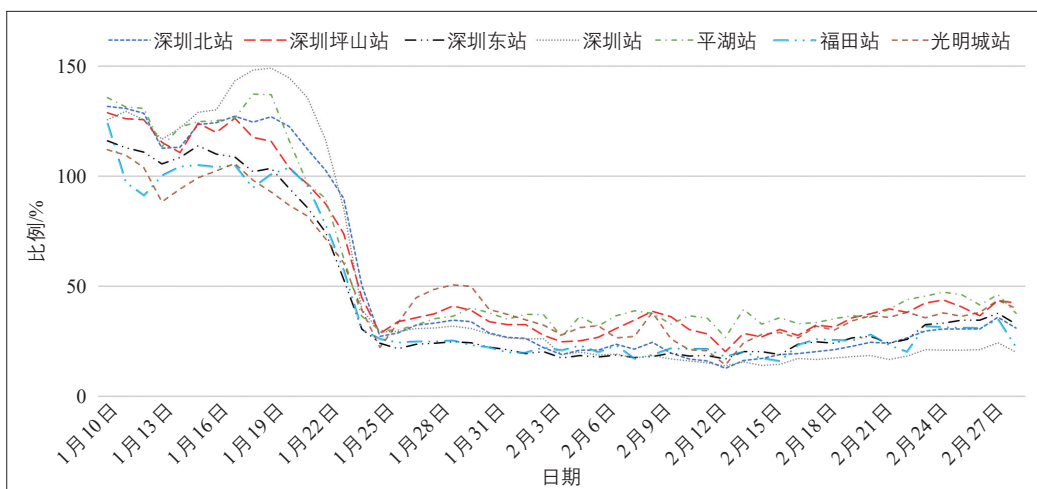


图5 2020年与2019年城市主要铁路枢纽片区客流量对比

Fig.5 Comparison of passenger flow in urban areas within the main railway terminals in 2020 and 2019
资料来源：根据腾讯位置数据绘制。

动态运营调度、打造“信任公交”、城市交通动态调控、构建15 min生活圈等措施。通过构建“可信、可控、可靠”的韧性交通体系，为疫情防控期深圳市春运交通运力合理保障、交通运输安全管控提供精准支撑。

2.1 围绕重点交通枢纽建立返深人员精准监测和主动防控体系

截至2月15日，深圳市主要交通枢纽片区的客流量已恢复至去年同期客流强度的两至四成(见图5)。针对下阶段近千万的返深客流，通过强化全市交通枢纽联防联控，严控感染病例输入。一是入深旅客均需通过“深i您”小程序填报个人基本信息、近期行程以及发热发烧信息，实现入深人员信息全记录。二是利用深圳海陆空铁平台、微信位置、“i深圳”等多源数据，提前研判返深高峰期交通枢纽接驳需求，制定机场、高铁站等重要枢纽的接驳方案，合理配置公共交通资源，充分保障一线枢纽公共交通接驳运力，实现人流快速、安全疏散。三是在机场、高铁站等枢纽动态监测人流密度，避免人流过度集聚，并率先在机场启用精准检疫模式，联合海关、边检和航空公司，通过系统的数据对碰，实现对重点地区高风险旅客的重点布控、精准检疫，对预警人员分类处置，排查密切接触者，提升防疫检查效率。

2.2 围绕客流精准预测构建轨道交通运营组织和动态调度管控体系

随着疫情逐步缓解、生产企业逐渐复工，轨道交通客运量呈现逐步上升趋势，平均客运量达到去年同期两至三成。轨道交通运行排班面临客流不确定性和疫情防控双重难题，亟须基于城市复工的数据研判分析，提出运力配置建议。

1) 面向轨道交通日常运营组织，利用企业复工数据对未来一周客流进行预测，多情景弹性研判客流需求。如按照复工率50%和80%两个情景对未来一周(2月24—28日)全网各线路客流、线网高峰负荷、进出站客流量排名前20车站进行预测。考虑到轨道交通防疫管理的客流密度控制因素，以80%复工前景客流预测结果作为运营组织参考。经预测，由于非通勤出行需求的大幅下降，预计早高峰(7:00—9:30)全网进出站客流量占全天25%(见图6)，潮汐性特征明显，3、4

号线预计将接近30%，客流压力主要集中在高峰时段、高峰区段的车辆及大客流车站。根据交通运输部《客运场站和交通运输工具新冠肺炎疫情分区分级防控指南》要求，在保证不超过50%满载率进行轨道交通运力匹配基础上，客流预测评估结果为地铁运营方采取控制车厢人员密度、调整额外备用车辆及备用高峰运行图等高峰大客流运力调配保障措施提供了精准决策支撑，减少了交叉感染风险。通过持续监测轨道交通实际运营情况，全网平均满载率为41%，更好地保障了城市轨道交通平稳运行。

随着复工率的逐渐提升，罗湖、福田、南山等区就业中心车站进出站客流量前20车站预测中排名大幅提升(见图7)。其中车公庙站、大剧院站、深大站、高新园站均进入了全市前10。建议推动错峰出行，政府机构、事业单位、国有企业等上班时间分批提前或推迟30 min，鼓励民营企业通过提前或推迟上班时间引导错峰出行。

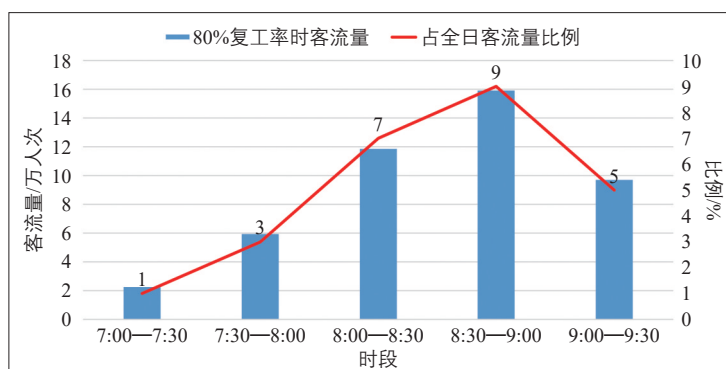


图6 轨道交通全网高峰时段进出站客流量

Fig.6 Passenger volume of entering/departing rail transit stations in the whole network during peak hours

资料来源：根据深圳市轨道交通建设指挥部办公室数据绘制。

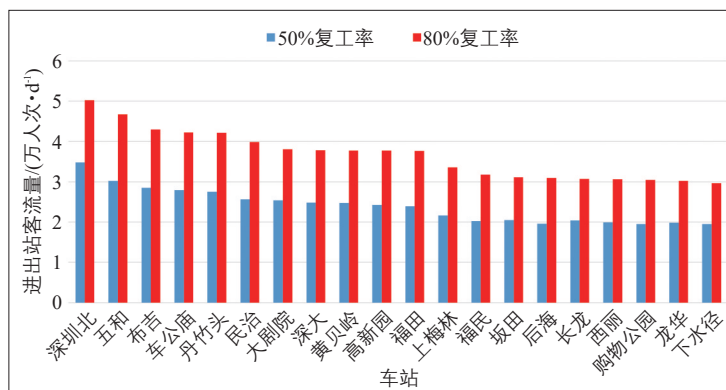


图7 大客流车站进出站客流量预测

Fig.7 Forecasting on passenger volume of entering/departing stations

2) 面向轨道交通客流实时监测与预警,通过动态监测轨道交通车厢拥挤度,及时预警大客流事件。轨道交通11号线已建成车厢拥挤度智能显示系统,每10s更新发布各车厢拥挤度,可通过微信小程序实时查询,避免乘客集中。后续将通过AFC系统(票务系统)的刷卡数据推演轨道交通全网的客流数据,实现全网拥挤度的发布,引导市民错峰出行。

2.3 建立可信、可控、全程可回溯的信任公共交通体系

随着复工出行量逐步提升,集约型公共交通(轨道交通、公共汽车)客运量预计将快速增至400~500万人次·d⁻¹。结合不同片区需求差异,针对性地组织运力恢复,确保公共汽车车厢、站台客流密度安全可控,保证疫情下必需的公共交通服务。同时研究采取非常时期的运营服务模式,大力推广定制化、响应式预约公共交通出行服务,为通勤企事业单位员工提供安全放心的出行方式。

1) 全面推行实名制乘坐公共汽车,对确诊人群乘坐公共汽车的行为与涉及人群做到可追溯、可排查、可预警。实现全市运营的轨道交通、公共汽车、出租汽车及有轨电车的一车(车厢)一码,扫码后同步车牌号、线路信息,出现疑似或确诊病患后,及时通知乘客。下一步将推动乘客出行链登记工作覆盖全市各类公共交通方式甚至主要公共活动场所。

2) 创新推出企业防疫复工专线公共汽

车,推广更安全的定制化、响应式预约公共交通服务。利用闲置运力提供点到点服务,降低出行活动的感染风险。依托深圳国资“防疫通”平台23万名员工填报的出行信息,精准匹配企业职工通勤出行供需,提供定制化企业公共交通服务。首批20条线路已上线运营,为华强北、大剧院等就业集聚区的370余家国企提供安全多重保障、舒适的门到门定制化公共交通服务。

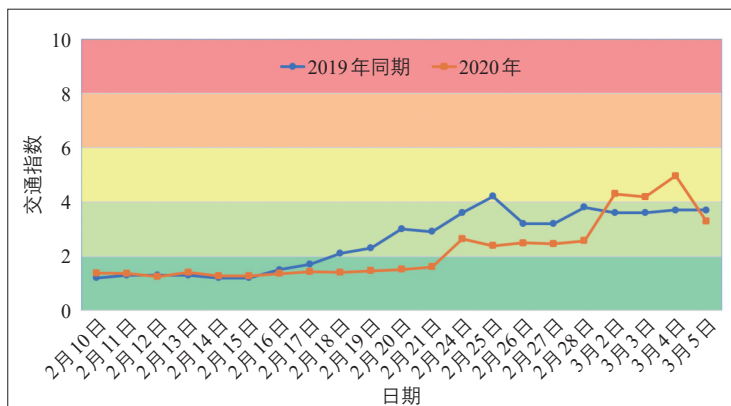
3) 利用大数据构筑三道防疫线。①乘客信息有认证,目前防疫复工专线公共汽车平台对接了“防疫通”后台,可实时获取国企员工健康状态。对于不满足安全要求的乘客,不允许其购票乘车。同乘的企业员工都必须通过“防疫通”严格体系化的身份与健康信息审核,让复工专线公共汽车更加安全可靠。②乘客安全可追溯,依托深圳市城市交通规划设计研究中心牵头推动的“城市交通大数据智能计算平台”国家重点研发课题攻克的关键技术,研究利用机场、高铁等大交通数据和城市级移动运营商数据,还原个体出行活动链信息,鉴别员工的真实情况,识别部分人瞒报、漏报等。③车载密度可控制,通过实时监测员工需求动态数据及灵活的车辆调配,可保证车载密度不超过50%,例如50座公共汽车载客数严格控制在25人以下,以此降低交叉感染的风险。

2.4 从限行、停车等方面建立动态调控的城市交通保障体系

结合疫情期间居民生活习惯变化及交通需求特征变化,对复工后(以2月10日为节点,春运第31天)交通方式由公共交通向个体机动化交通转移带来的道路行车压力、停车压力充分评估,为政府防控部署提供决策支持,提升疫情风险防控能力。

1) 鼓励企事业单位采取灵活复工、办公模式。1月30日以来,深圳全市高峰时段道路运行指数为去年同期的54%,在企业逐步复工、公共交通限流和鼓励私人汽车出行等影响下,道路通行量逐步恢复,2月24—28日高峰时段道路运行指数达到去年同期的72%(如图8)。通过错峰复工、错峰通勤、弹性工作和居家办公等模式,最大限度减少疫情期间通勤人员同时间、近距离密切接触造成的疫情扩散机会。

2) 放开小汽车限外政策,鼓励小汽车出行,降低传染风险,同时下调停车费率,



注:2019年数据日期为阴历春节同期。

图8 2020年与2019年春节后全市交通运行指数对比

Fig.8 Comparison of traffic operation index after the Spring Festival in 2020 and 2019

资料来源:根据深圳市交通运输局数据绘制。

停车价格按照非工作日标准收取，停车费下调超50%。

3) 结合就业片区交通承载能力，为重点片区潜在通勤出行需求提供保障。目前福田CBD复工率不足20%，科技园片区不足7%。针对该类密集区域的逐步复工可能出现的短时大规模聚集、集中通勤等现象，重点监测其出行，预警出行潜在风险并提前布防。

2.5 推动社区15 min生活圈建设

受疫情影响，轨道交通、公共汽车等发车间隔拉大，部分公共汽车线路停运，通过鼓励采用更为安全的步行和自行车出行，保障居民必要出行面。深圳市集约式、高密度的土地开发模式更有利于打造功能复合街区，保障市民在15 min步行、骑行可达范围内获取更多的生活物资和服务。1)通过加大绿色交通出行宣传力度，加快推动社区15 min生活圈建设。2)围绕15 min生活圈完善公共自行车、生活必需物资零接触配送等服务，营造健康、互助、舒心的出行环境，保障疫情期间居民就近出行解决生活所需。3)加强城市共享单车运维，美团、哈罗等共享单车企业建立“无差别消毒”工作机制，运维人员全天候、不间断对共享单车进行消毒，对疫情高发期周边车辆重点消毒，出台优惠收费政策鼓励市民骑行，扩大步行、骑

行可达范围。

3 持续保障城市运行恢复并将韧性交通构建纳入长期交通战略

3.1 疫情中期的城市交通保障恢复

随着疫情得到控制，企业开始逐步复工复产，市民的通勤需求日益增加。处于防疫安全考虑，城市交通结构发生变化，公共交通运力下调，小汽车出行比例明显增大。这导致在疫情中期的保障恢复阶段，出现了轨道交通大客流车站站外排队以及道路交通更加拥堵等现象。这个阶段重点在于评估公共交通出行需求，精准匹配运力，加强大客流轨道交通车站的人员疏导和客流管控，保障市民的日常通勤，降低疫情二次爆发的风险。

受全球疫情态势的影响，深圳市后期的新增病例表现为境外输入型。在对外国际综合交通枢纽构建枢纽站海外输入人员的出行链跟踪体系，实施境外人员信息登记、核酸检测采样等措施。通过多元数据关联，对确诊病例的出行链进行回溯，帮助定位密接人员，降低海外输入导致的疫情二次爆发风险。

3.2 疫情后期构建韧性交通的综合应急体系

韧性的概念最早于1973年提出^[1]，2001

表1 日本《新型流感对策行动计划纲要》主要内容

Tab.1 Main contents of Japan's Outline of Action Plan for New Influenza Countermeasures

发生阶段	未发生期	海外发生期	国内发生早期	国内感染期	恢复期
各阶段目的	建立应急系统； 同国际组织确认	避免感染亲属入境； 防止家庭聚集式感染	减少感染传播； 为患者提供医疗服务； 建立传播模型	严格执行医疗制度； 减少对健康和国民经济的影响	恢复国民社会经济生活
内部机构制度	成立应急机构； 对策探讨确认； 审查行动计划 建立接种制度	成立新流感应对总部； 接种疫苗	成立新流感应对总部	成立新流感应对总部	
边境措施	落实政府行动； 设定检查要求； 确保口罩等供应； 确保感染者住宿隔离	对入境人员实施严格 检测与接种； 枢纽集中检疫； 限制对外交通使用	对入境人员(含日本人) 进行严格检测	对入境人员(含日本人) 进行严格检测	
预防和防扩散措施	落实政府行动； 减少不必要出行； 公共交通运营调查； 预防接种	改善对外交通运营系统	向交通运输企业、人员 强调口罩必要性； 对非运营期间的交通运 输工作提出要求； 取消人员聚集活动	向交通运输企业、人 员强调口罩必要性； 对非运营期间的交通 运输工作提出要求； 取消人员聚集活动	评价疫情期措施； 行动计划审查； 避免疫情的二次 感染、爆发； 取消、减少限定 措施
确保国民生活和 国民经济稳定	制定必需性企业生产计划； 建立应急物资运输系统	制定必需性企业工作 计划； 对关键工种人员优先 接种	工作场所传播控制； 保障应急和生活必需物 资运输	在前述措施基础上增 加检查关乎国计民生 企业的运营状况	

资料来源：文献[5]。

年以后引入城市规划。伦敦于2011年实施《管理风险和增强韧性》战略规划,2013年美国纽约颁布了《纽约适应计划》^[2],同年,洛克菲勒基金会启动了全球100个韧性城市项目^[3]。韧性城市的建设集中于自然灾害、恐怖袭击等场景下城市的抵抗、恢复能力的构建,鲜有针对传染病暴发的应对策略。本次疫情中深圳市采取了较严格管控措施,城市运行几乎停摆。而在韧性城市视角下,城市应具备结构韧性、过程韧性和系统韧性^[4],其中过程韧性是指灾害中城市保持正常运行,并在城市空间中隔离出安全空间和管控空间,以有效对抗灾害冲击。信任交通空间作为安全空间的核心,其构建是不断促进海量数据共享、驱动跨部门协同和业务流程再造的持续生长过程。因此应将韧性城市交通纳入长期交通战略,最终形成完善的交通应急能力。

日本国土交通省2015年编制出台《新型流感对策行动计划纲要》^[5],形成了一套涉及疫前一疫中一疫后的成熟救灾体系(见表1)。1)成立纵向管理的部门机制,从宏观层面制定交通预防与防扩散措施。2)制定救援物资路线,政府部门更新系统信息,海岸警卫队与相关组织紧密合作,旅游局提前告知外国游客前来日本的居住地点。3)通过切实把握患者情况,积极开展数据采集,进行数据公开共享,制定疫情防护方案。

3.3 面向未来突发公共安全事件的城市交通应急能力体系构建

新冠肺炎疫情下城市交通系统运行进入非常态。为提升城市交通系统对突发公共安全事件的应急响应处置能力,深圳市正在推进城市海陆空铁一体化管控平台的建设,接入机场、码头、铁路、公共交通、道路运行、基础设施等各类交通数据和应急事件、突发事件、重大活动等数据,打通公安、城管等跨部门数据,实现对全市对外交通、市内交通和重点区域交通运行状况的实时监测与态势研判。建立面向重大公共安全和卫生事件的应急处置预案,形成重大公共安全事件下城市交通系统的快速响应、动态调度和韧性恢复能力,建立面向平战结合的城市交通精准调控和主动管控能力,保障城市交通系统在非常态下的正常运行。

4 结语

在新冠肺炎疫情背景下,城市运行遇到新的难题。城市交通系统从单纯追求大客流、高效率向安全可信、精准调控转变。深圳市充分利用跨行业全链条数据,在疫情前期快速响应阶段围绕如何动态、精准识别市民出行需求变化以及全人群的出行链,提供更加安全可靠的出行方式;强化城市交通的精准调控和可信服务能力,为城市运行恢复持续提供保障。借鉴日本在城市救灾体系方面的丰富经验,提出将韧性城市交通构建纳入长期城市交通战略的工作展望,为非常时期下数据驱动的交通疫情响应和精细治理提供参考借鉴。

参考文献:

References:

- [1] 李彤玥. 韧性城市研究新进展[J]. 国际城市规划, 2017, 32(5): 15-25.
Li Tongyue. New Progress in Study on Resilient Cities[J]. Urban Planning International, 2017, 32(5): 15-25.
- [2] 中国战略与管理研究会. 战略与管理2: 智慧城市[M]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
- [3] 邱爱军, 白玮, 关婧. 全球100韧性城市战略编制方法探索与创新: 以四川省德阳市为例[J]. 城市发展研究, 2019, 26(2): 38-44+73.
Qiu Aijun, Bai Wei, Guan Jing. Exploration and Innovation of Strategy Formulation Method of 100 Resilient Cities Project: A Case Study of Deyang City, Sichuan Province[J]. Urban Development Studies, 2019, 26(2): 38-44+73.
- [4] 仇保兴. 基于复杂适应系统理论的韧性城市设计方法及原则[J]. 城市发展研究, 2018, 25(10): 1-3.
Qiu Baoxing. Methods and Principles of Designing Resilient City Based on Complex Adaptive System Theory[J]. Urban Development Studies, 2018, 25(10): 1-3.
- [5] Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. Action Plan for Measures Against Pandemic Influenza[R]. Tokyo: Japanese Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, 2015.