

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2021.10.001

基于慢行交通理念的城市道路交通规划设计

黄丹青

(中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津市 300457)

摘 要: 针对城市复杂功能区如何实现慢行交通规划进行分析研究。以某城市非通过性道路进行慢行交通理念下的重新规划改进为例,采用车流量数学模型理论,对机动车和非机动车通过能力进行计算,通过压缩机动车道宽度、增加潮汐车道、拓宽非机动车道等方式优化非机动车挤占人行道的状况。改进完成后,该道路的实际通过能力得到大幅度提升,社会调研发现,民众对该道路的交通状况满意度大幅度提升。

关键词: 慢行交通;城市道路;交通规划;非通过性道路;潮汐车道

中图分类号: U491.2 文献标志码: B 文章编号: 1009-7716(2021)10-0001-04

0 引 言

城市道路规划设计经历了多个阶段,20 世纪八九十年代,我国机动车保有量较少,城市道路以满足自行车等慢行交通为主^[1-4]。进入 21 世纪,我国机动车保有量快速增加,限速 60 km/h 的城区快速路规划提上日程,且城区道路多以满足机动车行车为目的,城市道路规划设计理念以快行交通为导向^[5-7]。但是,机动车并不能满足大部分 2 km 以内的城市交通需求,随着快行交通网络在城市道路中的占比越来越高,停车难、非机动车占道等问题开始涌现^[8-10],在城市的复杂功能区实现慢行交通规划成为亟待解决的问题。

该研究以某市某核心商业区支线道路为例,比较分析快行规划和慢行规划的实际交通能力仿真数据,观察慢行交通理念在城市道路交通规划设计中的可用性和利弊。

1 个案道路的问题分析

某市某核心商业区的直线道路,总宽度 26 m,初期按照双向 4 车道外加非机动车道和人行道方案布置,机动车道宽度 3.5 m,非机动车道宽度 2.0 m,人行道宽度 4.0 m,道路长度 685 m。道路连接城市南二环路 with 开发区一路。道路东侧包括 1 个 CBD 商务区,1 个机关办事处,提供 1 个地下停车场路口和 1 个机关汽车门禁出口;道路西侧为 1 个商贸物流城,路段内该商贸物流城开门 3 处,均为汽车门禁进

收稿日期: 2021-01-25
作者简介: 黄丹青(1989—),女,工学学士,工程师,从事道路交通设计工作。

出口。故该道路在 685 m 长度内共有 5 个车辆进出口,另包含 1 处公交站台,道路两侧各布置 1 处站牌。上述车道布置模式如图 1 所示。

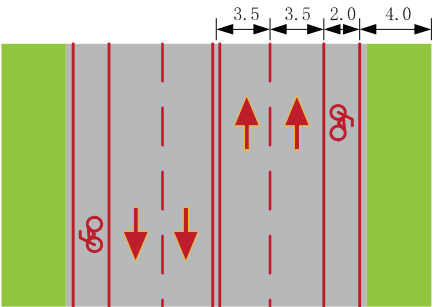


图 1 个案道路车道布局图(单位:m)

图 1 中,全路段限速 40 km/h,全程限停。但是,在该路段的实际交通管理过程中,发现了以下 3 点问题。

(1)实际车速远低于限速

该路段管制限速为 40 km/h,但 5 个路口处车辆进出实际车速小于 15 km/h,且路口最小距离 150 m,导致外侧车道的车速被进出路口车辆限制,平均车速低于 15 km/h,交通高峰时段全程车速低于 10 km/h,堵车现象时有发生。

(2)道路功能难以得到有效表达

该道路为南北走向,其东侧平行道路距离为 550 m,西侧平行道路距离为 830 m,3 条平行道路均按照相同车道规划和限速进行设计,所以导致该道路被作为南二环路 with 开发区一路的渡线道路使用,而该道路的实际功能——将道路两侧 CBD 地下停车场、机关办事处、商贸物流城的进出车辆接入车流的功能受到限制。该道路两侧虽无常住居民,但流动人口量(含办公人员和商贸物流城工作人员)达到 7 万人,道

路刚性机动车流量为每天 24 000 车次, 高峰时段集中在 8:00—9:30 和 17:30—19:00, 高峰 3 小时内刚性机动车流量为每小时 4 500 车次, 此时段交通严重拥堵。

(3) 非机动车事故较多

该区域 CBD 内办公人员达到 2.5 万人, 商贸物流城工作人员达到 3.0 万人。其中: 40% 采用步行交通, 人流量来源为距离该道路北侧 1 350 m 处地铁站出口和附近公交站点; 35% 采用非机动车交通, 以两轮电动车为主, 流量达到每天 3.8 万车次。由于非机动车车道宽度仅为 2.0 m, 因此高峰时段部分两轮电动车难免进入人行道行驶, 且区域内的外卖快递配送量较大, 也进一步增加了午间非机动车流量。据统计, 该区域年均机动车交通事故超过 2 400 起, 年均恶性非机动车交通事故 26 起。非机动车行车安全不容忽视。

2 车流量数学模型理论研究

2.1 机动车通过能力计算

城市道路的机动车通过能力可用式(1)计算:

$$S_c = \frac{N \cdot V'}{L_c} \quad (1)$$

式中: S_c 为车辆通过量, pcu/h; N 为道路车道数; V' 为实际车速, km/h; L_c 为车距, m。

如果车辆可以按照 40 km/h 的设计车速通过该路段, 车距为 50 m, 在双向 4 车道条件下, 该路段的实际通过能力为 3 200 pcu/h。但是, 如果车速下降到 15 km/h, 该路段的实际通过能力则衰减到 1 200 pcu/h。

V' 与 S_c 存在逻辑逆相关, 当车辆通过量 S_c 增大时, 实际车速 V' 必然下降, 这也是该路段在高峰时刻易发生堵车的主要原因。通过天眼系统的定量观察, 该路段车辆通过能力与车辆通过需求之间的关系如图 2 所示。

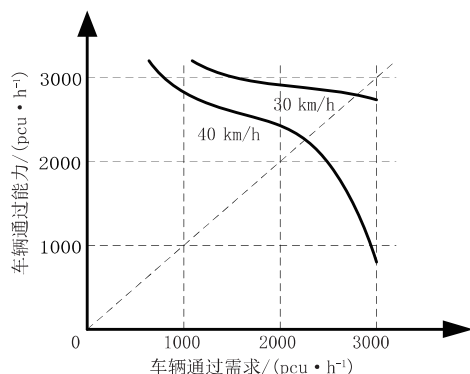


图2 车辆通过能力与车辆通过需求的统计学关系图

图2中: 40 km/h 限速条件下, 当车辆通过需求达到 2 200 pcu/h 时, 车辆通过能力小于车辆通过需求, 即出现不可控拥堵; 30 km/h 限速条件下, 当车辆通过需求达到 2 850 pcu/h 时, 车辆通过能力小于车辆通过需求。这说明, 在拥堵易发路段, 适当降低限速, 可以有效增加车辆通过能力, 且增加车道数量可增加车辆通过能力。

2.2 非机动车通过能力计算

非机动车通过能力计算方式与机动车通过能力计算方式相当, 但非机动车难以明确划分车道, 只能通过非机动车横向安全车距进行计算。非机动车通过能力可用式(2)计算:

$$S_c = \frac{B}{B_0} \cdot \frac{V'}{L_c} \quad (2)$$

式中: S_c 为车辆通过量, pcu/h; V' 为实际车速, km/h; L_c 为车距, m; B 为非机动车车道宽度, m; B_0 为非机动车横向安全车距, m。

实际计算中, 设非机动车横向安全车距 B_0 为 0.8 m, 车道宽度 B 为 2.0 m, 车速为 15 km/h, 车距为 5.0 m, 则该路段单行通过能力为 7 500 pcu/h, 双向通过能力为 15 000 pcu/h。当非机动车道宽度增加到 3.0 m 时, 该路段双向通过能力增加到 22 500 pcu/h。

3 车道设计变更方案

根据以上分析, 该车道变更策略为增加机动车车道和加宽非机动车车道, 且该变更不能拓宽道路总宽度, 亦不能过度压缩人行道, 且应适当压低道路限速。目前该道路的机动车道宽度为 3.5 m, 我国交通法规要求城区机动车道宽度为 2.5~3.5 m, 因此可通过减少机动车道宽度的方式实现车道变更。改进方案见图 3。

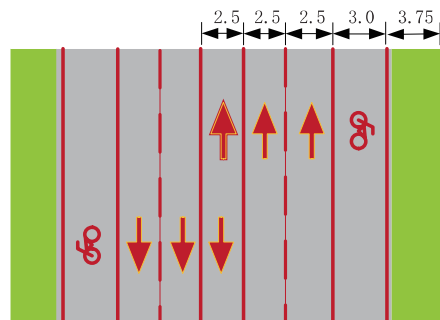


图3 个案道路车道布局改进方案图(单位:m)

图3中, 调整后的道路包含 5 条机动车道, 其中包括双向 4 车道的固定车道, 1 条潮汐车道, 车道宽度均为 2.5 m, 非机动车道从 2.0 m 加宽到 3.0 m, 受此影响, 人行道宽度从 4.0 m 减少到 3.75 m。调整后

道路总宽度仍为 26 m。

结合前文定性、定量分析,该调整可为该道路带来 3 点重要变化。

(1)增加的车道和适当降低的机动车限速使机动车通过能力增强。

通过观察:该道路的东侧下行线路交通峰值发生在工作日 8:00—9:30 和 17:30—19:00,非工作日车流量约为工作日的 30%~40%,且无显著峰值;西侧上行线路交通峰值发生在工作日 10:00—15:00 和 20:00—21:30,非工作日车流量显著高于工作日。所以,该道路具备设置潮汐道路的条件。该道路潮汐道路运行办法见表 1。

表 1 潮汐道路运行管理策略

时间段	工作日	非工作日
0:00—7:30	上行	上行
7:30—9:45	下行	上行
9:45—15:00	上行	上行
15:00—20:00	下行	上行
20:00—24:00	上行	上行

表 1 中的策略基本可保障两侧错峰时高峰时段的车道数量均在 3 条以上,且设定限速均为 30 km/h,即高峰时段车辆通过能力在 4 275 pcu/h 以上,对侧道路车辆通过能力为 2 850 pcu/h,道路总通过能力达到 7 135 pcu/h,较车道变更前 4 400 pcu/h 的通过能力,提升了 62.2%。

(2)加宽的非机动车道使非机动车通过能力增强。

非机动车道宽度从 2.0 m 提升到 3.0 m,非机动车通过能力从 15 000 pcu/h 提升到 22 500 pcu/h,提升了 50.0%。城市道路慢行规划的根本出发点为提升非机动车的通过能力,以加大道路人流通过能力。

(3)行人通过能力的减少幅度在可接受范围内。

上述综合措施,特别是降低该路段限速的交通管制策略,可以让大部分在南二环路与开发区一路之间的渡线车辆转移到平行道路中,使该交通路段的实际车流需求大幅度降低。人行道宽度从 4.0 m 压缩到 3.75 m,其理论通过能力下降幅度为 6.3%。车道变更前,该道路的行人通过能力可以满足要求,行人通过功能的最大问题为非机动车占用人行道,导致非机动车事故频发;拓宽非机动车道后,非机动车通过能力加强,非机动车占用人行道的现象会被有效遏制,人行道的行人通过能力反而会得到提升。

城市道路慢行规划核心思路是通过增加非机动车通过能力,优化城市道路车道布置方案,使城市道

路的通过能力全面提升。从数学模型上进行分析,该改进方案可以有效且同步提升机动车、非机动车、行人通过能力,减少非机动车交通事故,可以满足设计需求。

4 改进方案的实际验证及社会调研

2020 年 3 月 1 日,该道路经过道路标线的重新划分及部分道路的改建,实施上述改进方案。使用 SPSS24.0 对道路规划设计改进前后的道路通过能力进行观察对比分析。对比数据来自天眼系统计数数据,其中对比参数来自 SPSS 平台下双变量 T 校验结果,读取其 Value 值作为 T 值。当 $T<10.000$ 时,认为两组数据存在统计学差异,且 T 值越小,数据差异越大。读取其 log 值作为 P 值;当 $P<0.05$ 时,认为比较结果处于置信空间;当 $P<0.01$ 时,认为比较结果具有显著的统计学意义。经过上述比较,得到实际验证结果(见表 2)。

表 2 道路极限通过能力对比图

对比项目	机动车通过能力 /(辆·h ⁻¹)	非机动车通过能力 /(辆·h ⁻¹)	行人通过能力 /(人次·h ⁻¹)
改进前	4 152	14 358	3 670
改进后	7 195	22 674	3 854
T 值	0.592	0.157	5.433
P 值	0.003	0.002	0.008

表 2 中,机动车通过能力实际增加了 73.3%,非机动车通过能力实际增加了 57.9%,行人通过能力实际增加了 5.0%。所有比较数据 $T<10.000$, $P<0.01$,具有显著的统计学差异。该实际验证结果得到两个结论。

(1)实际验证结果与数学模型假设基本相符。

数学模型得出该规划改进后:机动车通过能力为 7 135 pcu/h,实际验证中机动车极限通过能力为 7 195 pcu/h,偏差率为 0.8%;非机动车通过能力为 22 500 pcu/h,实际验证中非机动车极限通过能力为 22 674 pcu/h,偏差率为 0.8%。实际验证中,行人通过能力的提升幅度并不高,根本原因为:数学模型验证行人通过能力有下降可能,但受到干扰因素影响,行人通过能力可能会提升,但实际运行中,原有道路规划可以基本满足行人通过需求,改进后并无更多实际行人通过量,所以改进后行人通过能力仅提升 5.0%。

(2)实际验证结果基本满足该路段刚性通过需求。

理论分析中,该路段机动车通过刚性需求为最大 4 500 pcu/h,受到渡线车辆影响,其短时车流量可

能超过 7 000 pcu/h。规划改进后,该道路的极限车流通能力达到 7 195 pcu/h,可以满足该路段的机动车通过需求。非机动车通过需求为 22 000 pcu/h,实测结果也满足该需求。所以,该改进方案可以基本满足当前该区域的通行需求。

为更加切实地了解该改进方案的时效性和民众满意度,从 2020 年 3 月 1 日该道路按照新车道规划执行交通管理后,至 2020 年 5 月 1 日在沿线发放问卷 4 500 份,覆盖该地区人口比例 6.4%,回收有效问卷 3 872 份,其中机动车驾驶人 852 人,占 22.0%,非机动车驾驶人 1 394 人,占 36%,选择公共交通人群 1 626 人,占 42%。该调查比例接近之前天眼系统计数数据中 25%、35%、40%的人群比例,要求受访者就城市道路重新规划后的交通情况给出评价,包括之前状态评价和之后状态评价,选项包括完全满意、基本满意、不满意、完全不满意。其选项分布情况见表 3。

表 3 社会调查结果表(总调查数 $n=3\ 872$)

调查时间	完全满意	基本满意	不满意	完全不满意	满意率
改进前	307 (7.9%)	1 192 (30.8%)	2 045 (52.8%)	328 (8.5%)	38.7%
改进后	1 274 (32.9%)	1 996 (51.5%)	514 (13.3%)	88 (2.3%)	84.4%
T 值	0.000	2.093	0.000	0.025	1.058
P 值	0.000	0.001	0.000	0.002	0.002

注:括号中数字为该项在相应调查数中的百分占比。

表 3 中,民众对该道路交通状态的满意率从改进前的 38.7%提升到改进后的 84.4%,是改进前的 2.2 倍,且完全满意人数所占比例从 7.9%提升到 32.9%,是改进前的 4.2 倍。这说明,该路段按照慢行理念下的城市道路交通规划改进方案改进后,城市居民对道路通过能力的满意率大幅度提升。

5 结 语

在慢行交通理念下,加宽了个案道路的非机动车

道,增加了 1 条潮汐机动车道,将道路限速从 40 km/h 下调到 30 km/h,但将人行道宽度从 4.0 m 压缩到了 3.75 m。经过调整,非机动车、机动车、行人通过能力均有大幅度提升,该道路再未发生全路段堵车现象,车辆实际通过速度从不足 15 km/h 提升到超过 25 km/h。受此结果影响,民众对该路段交通状况的满意度从改进前的 38.7%提升到 84.4%。证明慢行交通理念适合城区非通过性道路的规划设计。

参考文献:

- [1] 姜忠奇,王晶玥.保障慢行交通者的路权 让步行愉悦 让骑行安全[J].决策探索(上),2021(1):22-23.
- [2] 朱晓东,高佳宁,由婷婷,等.国土空间规划背景下的绿色交通规划实践研究[J].天津建设科技,2020,30(6):65-68.
- [3] 许乃星,陈亮.自行车专用路系统建设研究与实践[J].交通运输工程与信息学报,2020,18(4):130-137,165.
- [4] 周晋冬.针对人非共板断面的慢行精细化提升研究——以上海临港项目为例[J].城市道桥与防洪,2020(12):15-19,9.
- [5] 易军伟.慢行交通过江问题浅析[J].城市道桥与防洪,2020(12):20-22.
- [6] 刘亚,杜小玉.生活圈下慢行交通差异化供给和评价指标体系[C]//交通治理与空间重塑——2020 年中国城市交通规划年会论文集.北京:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,2020.
- [7] 高云雯,杨丽辉,朱宁.旅游康养片区交通提升策略思考——以昆明古滇旅游文化城片区为例 [C]// 交通治理与空间重塑——2020 年中国城市交通规划年会论文集.北京:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,2020.
- [8] 李嘉璐,陈磊,张贻生,等.多模式交通网络下城市道路空间重塑的探索 [C]// 交通治理与空间重塑——2020 年中国城市交通规划年会论文集.北京:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,2020.
- [9] 谢凯.既有火车站周边慢行空间重塑——以南京南站为例 [C]// 交通治理与空间重塑——2020 年中国城市交通规划年会论文集.北京:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,2020.
- [10] 王梦洋,陈磊,张贻生,等.城市核心区品质慢行系统规划研究——以深圳市高新区北区为例 [C]// 交通治理与空间重塑——2020 年中国城市交通规划年会论文集.北京:中国城市规划学会城市交通规划学术委员会,2020.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com