DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.260528

深圳交叉口非机动车交通组织优化研究

周　鹏,徐光辉
(天津市政工程设计研究总院有限公司,天津市 300051)

摘　要: 深圳市现有交叉口普遍存在非机动车待行空间不足、机非冲突加剧及通行效率低等问题。根据《城市道路非机动车交通组织规范》(GA/T 2379—2026),借鉴南宁市“蓄水式”放行经验,以典型主干路交叉口为例,提出精细化微改造方案。通过设置前置待行区、改造渠化岛、增设非机动车专用信号相位及物理隔离等组合措施,在现有道路红线内,将单象限待行区容量由 117 辆提升至 275 辆。改造后非机动车小时通行能力提升约 8%,机非冲突点减少 50%。研究成果为深圳市类似交叉口的非机动车交通组织优化提供可复制、可推广的技术参考。

关键词: 非机动车交通组织;交叉口改造;待行区设置;机非冲突;南宁经验
中图分类号: U412.35　　**文献标志码:** B　　**文章编号:** 1009-7716(2026)11-0129-05

Research on Optimization of Non-Motorized Vehicle Traffic Organization at Intersections in Shenzhen

ZHOU Peng, XU Guanghui
(Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300051, China)

Abstract: The current intersections in Shenzhen generally suffer from insufficient non-motorized vehicle waiting space, intensified vehicle-non-motorized vehicle conflicts, and low traffic efficiency. Based on the *Urban Road Non-Motorized Vehicle Traffic Organization Specifications* (GA/T2379—2026) and drawing on the “storage-type” release experience of Nanning City, a refined micro-renovation scheme is proposed for a typical arterial road intersection. By implementing combined measures such as setting up a forward waiting area, renovating channelization islands, adding dedicated signal phases for non-motorized vehicles, and physical isolation, the capacity of the single-quadrant waiting area is increased from 117 to 275 vehicles within the existing road red line. After the renovation, the hourly traffic capacity of non-motorized vehicles has increased by approximately 8%, and the number of conflict points between motor vehicles and non-motorized vehicles has decreased by 50%. The findings provide a replicable and scalable technical reference for optimizing non-motorized vehicle traffic organization at similar intersections in Shenzhen.

Keywords: non-motorized vehicle traffic organization; intersection renovation; waiting area setting; conflict between motor and non-motorized vehicles; Nanning experience

0　引言

公安部发布的《城市道路非机动车交通组织规范》[1](GA/T 2379—2026)(以下简称“交通组织规范”)将于 2026 年 6 月 1 日实施,提出了设置非机动车待行区、非机动车信号灯等改善非机动车通行条件的规范要求,标志着我国非机动车交通组织从经验化走向标准化。

截至 2026 年 1 月,深圳市电动自行车登记上牌量已突破 600 万辆,机动车保有量约为 473 万辆。电动自行车出行比例接近 30%,涉电动自行车交通事故占全年总数的 62%、亡人事故占比高达 75%[12]。深圳目前道路交叉口存在“非机动车待行空间不足、机非冲突加剧、通行效率低”等问题,且无设置非机动车待行区和非机动车信号灯的具体案例。

本文借鉴南宁市“蓄水式”放行的非机动车交通组织经验[3,5],结合交通组织规范与《深圳市非机动车道设置指引汇编(试行)》[2](以下简称“汇编”),以双向六车道城市主干路交叉口微改造为例,研究设置非机动车前置待行区和非机动车专用信号的可行性,为深圳类似交叉口改造提供理论依据。

1　相关规范与南宁经验

1.1　规范规定

交通组织规范对非机动车左转交通组织方式、

收稿日期:2026-05-12
作者简介:周鹏(1986—),男,学士,高级工程师,从事道路交通设计工作。

进口道和停止线设置、导向车道设置、待行区设置、信号灯控制等作出了系统性规定。

汇编明确了6种非机动车道交通组织方案，但无设置非机动车待行区、进口道、信号灯控制的相关规定。

1.2　南宁市交叉口非机动车交通组织经验

南宁市“蓄水式”放行的非机动车交通组织核心理念是在路口设置大范围非机动车前置等候区、专用信号灯及配套诱导设施，采用顺时针单向放行方式使非机动车提前启动进入等候区，在机动车绿灯前10 s放行。

采用“蓄水式”放行的交叉口，有效减少了机非冲突，非机动车通行效率提升50%[3-5]。

1.3　南宁经验对深圳的适用性分析

在应用南宁经验和交通组织规范时，深圳存在如下适配问题：

（1）扩大现有道路红线困难，需在现有道路空间内腾挪非机动车待行等候空间。

（2）深圳目前没有设置非机动车信号，需调整现有交通信号系统。

（3）深圳机动车和非机动车交通量均比南宁大，交叉口改造时需结合实际统筹机非矛盾。

基于以上问题，本文提出“时空补偿”理念，在不拓宽道路红线的前提下，实现交叉口时空资源的再平衡。

2　交叉口非机动车交通组织分析

2.1　改造前典型交叉口模型

为便于“微改造”前后的效果对比和简化计算，本文建立一个深圳典型的双向6车道城市主干路交叉口模型（以下简称“示例”）：示例交叉口按深圳常规做法进行了渠化展宽，机动车道右转弯半径为25 m，人非共板；交叉口高峰期单向过街100辆/min。改造前非机动车可停驻空间见图1。

2.2　改造前非机动车过街需求分析

2.2.1　改造前非机动车过街需求

示例改造前采用四相位160 s信号周期（见图2），非机动车按人行信号灯过街，无专用设施。

本文非机动车交通组织按简化的单向交通进行分析。图1中A–B直行过街最长需110 s（A2–B1–B2相位），A–C对向过街最长需190 s（A2–B1–B2–A1–A2相位），最长原地停驻等候时间80 s。高峰时段每相位最大需停驻的非机动车为$N_{需}$=100×80/60=134辆。

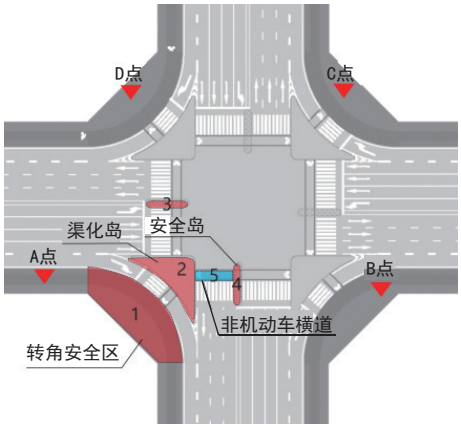


图1　改造前非机动车可停驻空间（以第三象限为例）

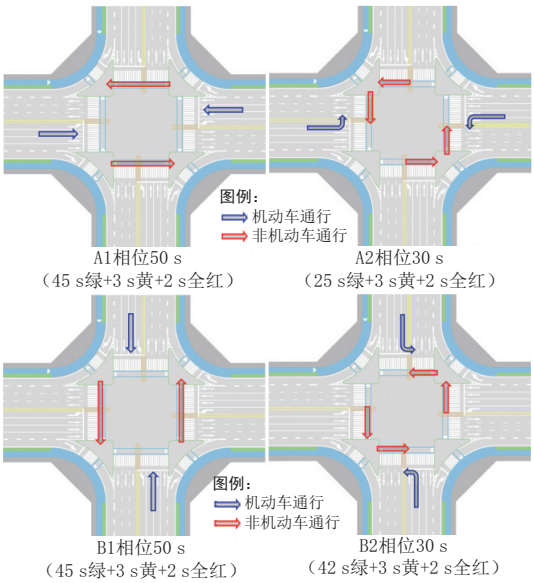


图2　改造前高峰期信号配时图

2.2.2　改造前待行停驻空间测算

慢行系统待行期间可停驻空间包括转角安全区、渠化岛和安全岛。在非机动车密集区，非机动车通常会占据大部分可停驻空间，本示例取非机动车占据60%可停驻空间。

图1转角安全区319.7 m²、渠化岛121.8 m²和安全岛25.3 m²，扣除隔离柱、三面坡、安全岛头、信号灯及绿化等设施空间，有效停驻空间$S_{停}$一般仅剩余50%～70%（本文取60%）。

$$S_{停}=(319.7+121.8+25.3)\times60\%\times60\%=168\ m^2$$

依据《电动自行车安全技术规范》（GB 17761—2024）的尺寸参数和合理车距，单辆非机动车停驻空间$S_{单}$约1.44 m²，每象限可停驻非机动车$N_{可}=S_{停}/S_{单}$=117辆。理想状态下每个相位周期存在17辆非机动车停驻空间缺口。

2.3　改造前非机动车过街交通分析

在现有交通组织模式下，交叉口非机动车过街交通主要存在如下问题：

2.3.1　非机动车停驻空间不足侵占机动车道

改造前非机动车理论停驻空间主要为转角安全区，因非机动车违停问题难以根治，实际停驻空间远小于计算结果。

待行区空间不足导致非机动车溢出侵占机动车道。以图 1 中 B2 相位南进口为例，非机动车在渠化岛 2 溢出，侵占机动车道。

2.3.2　非机动车抢道，安全隐患大

以南进口为例，部分 A–C 向的非机动车会在 A2 相位尾和 B1 相位绿灯前几秒抢占机动车道直接过街，机非混行导致机动车减速，进而使交叉口通行效率下降约 20%，并显著增大安全隐患。

2.3.3　缺乏针对非机动车的专项设计

现有交叉口交通组织的理念是机动车优先，在非机动车密集区缺乏交叉口渠化、信号管控和标线等针对性措施。

3　基于“时空补偿”理念的交叉口微改造方案

时空补偿理念是指在道路红线受限、时空资源总量恒定的约束下，通过压缩冗余空间、重组设施功能，将原本偏向机动车的空间资源适当向非机动车转移（空间补偿），同时设置非机动车专用早启相位，赋予非机动车优先通行的时间窗口（时间补偿），从而实现机非交通时空权益的再平衡，缓解机非冲突，提升交叉口整体安全与效率。

3.1　空间补偿：存量空间的重构与增效

“空间置换”是指在现有道路红线范围内，进行三项空间重组。

3.1.1　压缩人行道扩容非机动车过街空间

目前深圳交叉口内人行道横线通常为 3 ~ 5 m，非机动车道宽度通常为 1.5 ~ 2.5 m，在非机动车密集区行人和非机动车空间明显失衡。

本文将人行横道线由 5 m 缩减至 4 m，非机动车过街带宽度由 2.5 m 拓宽至交通组织规范中左转通行最小宽度要求的 3.5 m。

3.1.2　设置非机动车纵向和前置待行区

在非机动车进口道处设置纵向待行区 S_1（每象限 75 m²），交叉口内设置非机动车前置待行区 S_2（每处 225 m²），承担主要“蓄水”功能。非机动车待行区喷涂蓝色与引导文字。

改造后非机动车可停驻空间见图 3。

3.1.3　渠化岛由“障碍物”转为“蓄水池”

改造现有渠化岛并整合渠化岛内设施，仅保留渠化岛头防护功能，其余区域与机动车道齐平。渠化岛可停驻面积 S_3 由 35 m² 增至 95 m²。

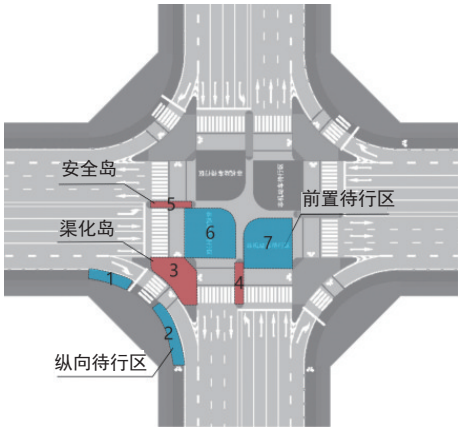


图 3　改造后非机动车可停驻空间（以第三象限为例）

不考虑安全岛狭小的停驻空间，改造后每象限非机动车可停驻总面积 $S_{改}=S_1+S_2+S_3=395$ m²，可停驻非机动车 275 辆。改造后非机动车最大停车需求 $N_{改}=100\times165/60=275$ 辆。改造后的停驻空间与非机动车最大停车需求匹配，空间补偿效果显著。

3.2　时间补偿：安全早启相位

时间补偿的核心是设置非机动车早启相位。结合南宁经验和非机动车通行安全，按顺时针重构四相位信号，周期调整为 220 s，在机动车绿灯前设 8 s 非机动车专用信号（以下简称“四相位信控方案”）。设置 8 套非机动车专用信号灯和 4 套 LED 引导显示屏，提示非机动车进出待行区时机，可根据相位自动显示“进入待行区”或“禁止进入”。调整后配时见图 4。

4　改造效果量化评估

4.1　通行能力分析

4.1.1　交叉口机动车通行能力分析

信控交叉口机动车通行能力参照《城市道路交叉口规划规范》（GB 50647—2011）[11] 附录 A.3 公式 $CAP=\sum_i S_i\times\lambda_i$。右转都是全时段通行简化计算，进口道纵坡及重车率修正系数、转弯修正系数等都取 1。λ_i 为车道的绿信比。其中基本饱和流量 S 取值为：直行车道 1 650 pcu/h，左转车道 1 550 pcu/h，右转车道 1 450 pcu/h。车道宽度修正系数取 1.14。

（1）改造前机动车通行能力

$$CAP_{前}=1.14\times\left(1\,550\times\frac{25}{160}+1\,650\times\frac{45}{160}\times3+1\,450\right)=3\,516$$

（2）改造后机动车通行能力

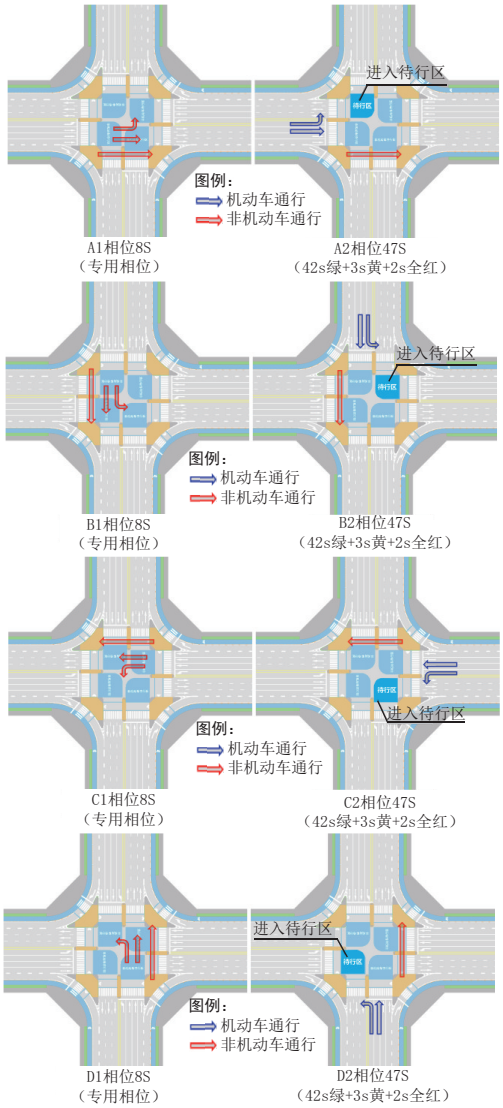


图 4　改造后信号配时图

$$CAP_{后} = 1.14 \times \left(1\,550 \times \frac{42}{220} + 1\,650 \times \frac{42}{220} \times 3 + 1\,450\right) = 3\,068$$

4.1.2　交叉口非机动车通行能力分析

参照《城市道路交叉口规划规范》（GB 50647—2011）附录 A.4，平面交叉口非机动车通行能力为每米车道 1 h 通过非机动车数，非机动车基本通行能力取 1 100 辆/（h·m），公式为：

$$C_{非}(辆) = 1\,100 \times \left(\frac{提前过街绿灯}{相位时长} \times 前置待行区宽度 + \frac{横向过街绿灯}{相位时长} \times 横向过街宽度\right)$$

4.1.2.1　改造前非机动车通行能力

$$C_{前} = 1\,100 \times \left(\frac{0}{160} \times 0 + \frac{70}{160} \times 2.5\right) = 1\,203 \text{ 辆}$$

4.1.2.2　改造后非机动车通行能力

$$C_{后} = 1\,100 \times \left(\frac{8}{220} \times 10.5 + \frac{50}{220} \times 3.5\right) = 1\,295 \text{ 辆}$$

理论计算表明，采用基于非机动车通行的信号周期后，机动车通行能力下降约 13%；非机动车通行能力提升约 8%。不考虑实际通行能力折减时，改造对机、非通行能力的提升有限；若考虑改造前机非混行导致的 20% 通行能力折减，改造后非机动车实际通行能力提升 28%，机动车实际通行能力提升 7%。

4.2　机非冲突点减少分析

改造前，安全岛的非机动车和左转机动车，以及右转机动车和进入渠化岛的非机动车共有 8 处机非冲突点。

改造后，由于设置了前置待行区和非机动车专用相位，机非行驶空间在时间上完全分离，4 处左转冲突点被消除，机非冲突点减少 50%。

5　结论与建议

5.1　主要结论

本文根据交通组织规范，结合南宁市“蓄水式”放行交通组织经验，针对深圳非机动车密集区交叉口交通组织困境，提出了“时空补偿”理念，并通过示例进行分析验证。

（1）通过压缩人行道、改造渠化岛、设置前置待行区的“空间补偿”微改造，将单象限非机动车可停驻容量由 117 辆提升至 275 辆，显著增大了待行停驻空间，降低了非机动车溢出占用机动车道的风险。

（2）通过设置非机动车专用早启相位和顺时针放行的“时间补偿”，可以使非机动车理论通行能力提升 8%，实际通行能力提升 28%，机非冲突点减少 50%，提升交叉口安全性。

（3）单个现状交叉口微改造估算投资约 108 万元，投资规模可控。

（4）理论计算非机动车通行能力只提升了 8%，低于南宁应用时提升 50% 的效果。说明四相位信控方案在不同交通量特征时的应用效果会有显著差异，在具体项目应用时需进行充分的通行能力分析，科学组织交通配时。

5.2　实施建议

从 4.1 计算可知，基于非机动车的微改造会造成机动车理论通行能力下降。深圳兼具庞大的机动车与非机动车交通体量，考虑统筹机、非交通需求及通行矛盾，推广实施建议如下：

（1）建议在单向非机动车数量大于 1 000 辆/h 且

交叉口高峰期单向过街 100 辆/min 的非机动车密集区试点实施，如深圳原特区外（龙华、龙岗、宝安等区）的服务性主干路、次干路、支路交叉口。

（2）深圳所有干线主干路等级以上的信控交叉口都不宜采用四相位信控方案。

（3）符合如下条件的现状交叉口不宜采用四相位信控方案。机动车排队长度大于 90 m、负荷（*V/C*）大于 0.85、服务水平低于三级。

（3）深圳一般机非矛盾突出的时间段为早晚高峰，建议只在高峰期采用四相位信控方案，平峰时段恢复现有信控方案。

（4）对不适用四相位信控方案但非机动车量较大的交叉口，可参照 3.1 节改造思路，通过增大渠化岛等停驻空间改善非机动车过街条件。

参考文献：

[1] GA/T 2379—2026 城市道路非机动车交通组织规范 [S].

[2] 深圳市交通运输局 . 深圳市非机动车道设置指引汇编（试行）[Z]. 深圳：深圳市交通运输局，2023.

[3] 吴文皓 . 南宁交警：电动自行车混合下的城市交通综合治理 [R]. 赛文交通网“电动自行车交通综合治理探索”线上研讨会，2022.

[4] 黄琳 . 南宁电动车管理经验“蓄水式”信号放行怎么做 [R]. 信控中国（2017）城市峰会，2017.

[5] 南宁日报 . 电动自行车“二次蓄水”放行模式通行率提升 50%[N]. 2019-04-11.

[6] 南国早报 . 南宁 5 个重点路口升级，AI 识别未戴头盔电驴骑手 [N]. 2025-12-18.

[7] 南宁日报 . 车道有“色”AI 有“声”——南宁精细化改造提升电动自行车路口安全 [N].2025-12-18.

[8] 新浪网 . 速看！南宁这一处“堵点”变“通点”[EB/OL].2025-12-07. https://www.sina.com.cn.

[9] 网易深圳 . 从“拥堵黑点”到“顺心通行”：布龙路两路口完成华丽蜕变 [EB/OL].2026-03-05.https://sz.news.163.com.

[10] 深圳市交通运输局龙岗管理局 . 开展非机动车过街设施优化提升工作 [EB/OL].2026-01-06.https://jtys.sz.gov.cn.

[11] GB 50647—2011 城市道路交叉口规划规范 [S].

[12] 南方都市报 . 深圳已上牌电动自行车破 600 万辆，约 20% 未登记上牌 [N].2026-01-14.

[13] 深圳市龙华区民治街道办事处 . 民治街道“一站一策”优化地铁站周边交通秩序 [EB/OL].2025-09-10.https://www.szlhq.gov.cn.

[14] 南宁市公安局 . 针对驾驶员提出的通行问题交警部门制定了统一的通行规则 [EB/OL].2015-04-08.https://gaj.nanning.gov.cn.

[15] 深圳市都市交通规划设计研究院 . 揭秘城市交通新秩序：龙华区机动车、电动自行车、行人安全的守护之战 [R]. 深圳：深圳市都市交通规划设计研究院，2024.

（上接第 86 页）

[14] 章志明，杨树萍 . 沥青混合料水稳定性试验研究 [J]. 合肥工业大学学报，2003，26（4）：72-75.

[15] 黄维蓉，张保立，张银利 . 沥青稳定碎石混合料（ATB-25）的水稳定性研究 [J]. 公路，2009（12）：70-72.

[16] 刘强，魏建明，陈宇 . 大粒径 ATB 水稳定性试验研究 [J]. 交通标准化，2008（8）：106-109.

[17] 蒙华，朱洪洲，徐新，等 . 不同级配沥青稳定碎石水稳定性评价 [J]. 公路与汽运，2008（1）：77-79.

[18] 赵永利，吴震，黄晓明 . 沥青混合料水稳定性的试验研究 [J] 东南大学学报，2001，31（5）：99-102.

[19] 曹可勇 .ATB 路用性能与施工工艺研究 [D]. 西安：长安大学，2008.