

潮汐交通特征下城市主干道信号配时动态调整策略

沈盼 刘婷婷

上海市公安局交通管理总队，上海，200123；

摘要：城市主干道作为交通运行的核心通道，受潮汐交通“单向流量骤增、反向流量稀疏”特征影响，传统固定信号配时易出现高峰流向拥堵、反向资源浪费的问题。信号配时动态调整以潮汐交通特征为核心依据，通过实时感知流量变化、精准匹配配时参数，实现主干道通行资源的合理分配。文章阐述潮汐交通的核心特征及对主干道运行的影响，梳理信号配时动态调整的核心逻辑与具体方法，明确调整策略的实施保障措施，助力缓解潮汐交通下主干道拥堵，提升整体通行效率，为城市主干道交通管控优化提供参考。

关键词：潮汐交通；城市主干道；信号配时；动态调整；交通管控

DOI：10.69979/3041-0673.26.03.028

引言

城市里住的地方和上班的地方分布变了，人们上班的路线和时间也跟着变。因为这两个原因，很多城市的主干道出现了潮汐交通。潮汐交通是主干道的一种常见交通情况，主要表现在早晚高峰的时候，主干道两个方向的车数差得很多。对潮汐高峰流向来说，固定配时给的绿灯时间不够用，没法让突然变多的车快速通过。时间一长，高峰流向沿线每个交叉口的进口道，车都会排很长的队，司机等的时间也越来越久。要是一直不改配时，排队的车还会越来越多，堵车的范围也会变大，从一个交叉口扩散到旁边的路段。对非潮汐方向来说，也就是高峰流向的反方向，因为车很少，沿线交叉口的绿灯亮的时候，常常没车走，或者只有一两辆车走，这就是“信号空放”。信号空放会让绿灯时间白白浪费，没法用到需要的地方。这两种情况加在一起，不仅会让主干道整体走得很慢，通行效率变低，还会带来其他问题。高峰流向的车要反复停车等绿灯、再启动，非潮汐方向的车要等用不上的绿灯时间，也得频繁停和开。这样一来，车会多烧很多油，还会排出更多尾气，不符合城市绿色出行的要求。

1 潮汐交通特征及对城市主干道运行的影响

1.1 潮汐交通的核心特征

观察很多城市主干道的潮汐交通数据能发现，潮汐交通不是随便出现的，它有自己固定的特点，主要能归成三类，分别是“时段固定、方向鲜明、流量波动大”。这三类特点，在不同时间、不同方向上，表现得不一样。第一，“时段固定”是潮汐交通最基本的特点。简单说，

潮汐交通车多的时候，总是集中在人们早晚上班的两个时间段里，而且每天早高峰开始、结束的时间，晚高峰开始、结束的时间，都差不多，不会有太大变化。比如很多城市，早高峰基本在7点到9点之间，晚高峰基本在17点到19点之间，每天高峰的时间差，一般不会超过30分钟。而在非高峰的时候，比如上午10点到11点，下午14点到16点，主干道两个方向的车数会变得差不多，不会再出现一个方向车特别多、一个方向车特别少的情况，潮汐交通的特点也就不见了。第二，“方向鲜明”是潮汐交通和其他交通情况不一样的关键特点，主要看高峰和非高峰时，车集中走的方向有没有差别。在早晚高峰的时候，主干道的车会都往一个方向走，两个方向的车数占比差得特别大。根据实际统计的数据，高峰流向的车数，通常能占到主干道两个方向总车数的60%到80%，而另一个非高峰方向的车数，只占总车数的20%到40%，差了好几倍。到了非高峰的时候，主干道两个方向的车数占比会慢慢变均衡，差得越来越小，一般不会超过总车数的10%，再也没有“一个方向车占主导”的情况。第三，“流量波动大”是潮汐交通让主干道通行变难的主要原因，这种波动主要体现在三个方面：高峰时段里面、高峰和非高峰之间、两个方向之间。从高峰时段里面来看，潮汐高峰流向的车，会在很短时间内（一般是15分钟到30分钟）突然变多，最后车数会达到主干道能装下的最多数量的数量，也就是“饱和状态”，再多加一辆车，就可能堵车。而非高峰方向的车，在同一时间段里，一直很少，车数只有高峰流向的20%到30%。从高峰和非高峰之间来看，高峰时段潮汐方向的车数，通常是非高峰时段这个方向车数的2到3倍，车数像“突

然涨上去、又突然降下来”一样，变化特别大。而且高峰一结束，主干道两个方向的车数会很快变得差不多，车数的变化幅度也会变小。除了上面三个主要特点，潮汐交通还有一个补充特点，就是“流量峰值持续时间短”，这个特点会让交通管理变得更难。从实际情况来看，潮汐高峰流向车最多的时候，不会覆盖整个早晚高峰，只会集中在上班时段里最核心的1到2小时。比如早高峰车最多的时候，一般在7点30分到8点30分；晚高峰车最多的时候，一般在17点30分到18点30分。要是在这个核心时段里，没找到好的办法（比如改信号配时）把多出来的车快速疏导走，很容易在短时间内（5分钟到10分钟）就出现局部堵车。而且这个堵车不会只停在一个地方，还会沿着主干道往上走，延伸到上游的路段和上游的交叉口，最后可能导致一片区域都要堵车^[1]。

1.2 潮汐交通对城市主干道运行的影响

潮汐交通有三个明显特点：一个方向车集中、两个方向车数不均衡、车多的方向会反过来。这些特点会对主干道的正常运行，产生多方面的影响，最主要的问题就是让主干道“两个方向走得快慢差太多”，还会引发堵车扩散、资源浪费、过渡性堵车等问题，严重影响主干道交通的稳定和顺畅。先看潮汐高峰流向受到的影响。这个方向在高峰时段，车会突然变多，而且短时间内就会达到主干道能承受的最大车数。这样一来，主干道沿线每个交叉口的进口道，车排队的长度会快速增加。根据实际监测到的数据，高峰时段里，高峰流向进口道的排队长度，通常是非高峰时段的3到4倍；有些堵车特别严重的路段，排队长度甚至能达到非高峰时段的5到6倍。要是这时候还在用传统的固定信号配时，不给高峰流向多分配一点绿灯时间，排队的车就容易出现“排队溢出”。所谓“排队溢出”，就是一个交叉口进口道的车，排得太长，超出了这个进口道能装下的范围，然后延伸到前面相邻交叉口的出口道。这会带来两个问题：一是挡住前面交叉口的车正常开出来，二是引发“连锁拥堵”——前面的交叉口被排队的车堵住，它前面的进口道也会开始排队，最后形成“从后面交叉口堵到前面交叉口”的堵车链条。这样一来，主干道整体的行驶速度会大幅下降，有些路段甚至每小时只能开10到15公里，远低于主干道设计好的行驶速度。同时，高峰流向的交通压力大，车排队等的时间长，有些司机为了少等一会儿，就会做违规的事，比如加塞、抢着过路口、

闯红灯。这些违规行为会直接打乱交叉口正常的交通秩序，原本按顺序走的车，会变得停下来、乱穿插，让堵车变得更严重，还会延长堵车的时间。根据实际情况来看，高峰时段里，要是有一个交叉口出现1到2起加塞行为，这个交叉口的通行效率会下降15%到20%，堵车的时间会多延长20到30分钟。再看潮汐非高峰流向受到的影响，也就是高峰流向的反方向。这个方向在高峰时段车很少，但主干道沿线交叉口给它分配的绿灯时间，和它实际需要的时间不匹配，就会出现“信号空放”。具体来说，就是非高峰流向的绿灯亮了之后，这个方向要么没车走，要么只有1到2辆车很快开过去，剩下的绿灯时间就浪费了，没法用到车多的方向上，造成交通信号资源的浪费。而且，非高峰流向的车虽然总数少，但司机还是要按固定的绿灯时间等。比如这个方向其实只要30秒绿灯，就能让所有车通过，可司机却要等60秒绿灯，等的时间变长了，司机和乘客坐在车里会觉得不舒服，驾乘体验变低^[2]。另外，车要反复“停车等绿灯、启动往前走”，会多烧很多油。根据相关的测算，非高峰流向的车，因为要等用不上的绿灯时间，单次上班或下班的燃油消耗，会增加8%到12%，同时排出的尾气也会变多，给城市环境增加负担。除此之外，潮汐交通“车多的方向会反过来”的特点，还会让晚高峰来临前，主干道出现“过渡性拥堵”，影响主干道交通的连续性。具体来说，早高峰结束后到晚上高峰开始前，一般是上午10点到下午17点，这是主干道两个方向车数的“调整过渡阶段”。在这个阶段里，早高峰车多的潮汐高峰流向，车数会慢慢减少；早高峰车少的非高峰流向，车数会慢慢增加，直到两个方向的车数差不多。之后，晚高峰车多的方向，车数再慢慢变多。要是在这个过渡阶段，信号配时没有及时改，还在用早高峰或非高峰时的固定配时，就容易出现“两个方向车数暂时都变多”的情况——原来早高峰车多的方向，车还没完全变少；原来早高峰车少的方向，车已经开始变多，两个方向的车数同时处于较高水平，超出了主干道短时间内能承受的车数，进而引发局部堵车。这种过渡性拥堵虽然持续时间不算长，一般是15到20分钟，但会打断主干道顺畅行驶的节奏，给之后晚高峰的交通管理，增加不少难度。

2 潮汐交通特征下城市主干道信号配时动态调整的核心逻辑与方法

2.1 信号配时动态调整的核心逻辑

潮汐交通下，主干道信号配时动态调整，按“全天看流量—分潮汐阶段—配双向资源—看效果再改”的逻辑来做，形成精准的调整体系。先在主干道沿线交叉口和路段装流量检测设备，实时收集双向车数、排队长度、车速等数据，清楚知道车往哪个方向走、有多少车。再按流量特点分阶段，明确早高峰潮汐期、非潮汐过渡期、晚高峰潮汐期、平峰期，每个阶段定好配时调整的先后顺序。然后按不同阶段的特点，改双向绿灯时间和信号周期，先保证潮汐方向通车，也照顾非潮汐方向的需求。最后用实时数据看调整效果，要是潮汐方向还堵车、非潮汐方向还浪费资源，就及时改配时参数，让两个方向走得都顺畅^[3]。

2.2 不同潮汐阶段的调整方法

2.2.1 早/晚高峰潮汐期

重点是“快疏解潮汐方向，缩短反向绿灯”。一是按双向车数占比，多给潮汐方向绿灯，反向只留够基本通车的时间；沿线交叉口联动，统一延长潮汐方向绿灯，形成绿波带，让车快过。二是用较长且不变的信号周期，少换相位；关掉反向的绿灯延长功能，不让少量车占潮汐方向的时间。

2.2.2 非潮汐过渡期

重点是“双向时长慢慢调，防两车流叠加堵车”。一是逐步减原潮汐方向绿灯，加原非潮汐方向绿灯，车流量变得快就多调点，慢就少调点。二是设双向车数占比阈值，到阈值就自动转成平峰配时；某路段两车流叠加，就延长该路段交叉口周期。

2.2.3 平峰期

重点是“双向绿灯均分配，提整体效率”。一是按双向车数占比分绿灯，让两车流等的时间差不多。二是车多就延长周期，车少就缩短；沿线设平峰绿波速度，让双向车连续通过。

3 潮汐交通下信号配时动态调整策略的实施保障

3.1 技术保障：完善感知与算法支撑

技术上要建“全路段监测+精准算法”体系。一方面，在主干道沿线交叉口进出口、上游1-2公里路段，装地磁、视频或雷达检测器，覆盖潮汐车流的起点、沿

途和终点，实时收双向车数数据，不遗漏；同时建稳定传输网，数据及时传控制中心，不延迟、不丢。另一方面，优化配时算法，加入潮汐“时间固定、方向反转”特点，用历史数据训练模型，提前算出各阶段时间和车峰，早调参数；还要让沿线交叉口配时同步，不单独调引发堵车^[4]。

3.2 管理保障：明确责任与协同机制

管理上要建清晰体系。一是定交通部门为主责单位，管设备修、算法调、效果评，不分散责任；定期查设备、调算法，确保数据准、算法稳。二是建协同机制，和规划、企业沟通，早知道布局、通勤变化，预判潮汐变；遇施工、事故，及时联动处置，临时调配时，防拥堵加重。

3.3 标准保障：制定统一调整规范

定统一规范，明确三点：一是分潮汐阶段的标准，说清各阶段的车数阈值和时间；二是配时参数标准，定各阶段绿灯占比、周期范围、绿波速度；三是效果评估标准，明确各阶段要测的指标，定期评效果。

4 结语

潮汐交通特征下，城市主干道信号配时动态调整的核心，是打破传统固定配时的双向均衡思维，以流量方向与规模变化为依据，实现通行资源的动态分配。通过明确不同潮汐阶段的特征及对主干道运行的影响，匹配对应的配时调整方法，再依托技术、管理、标准三大保障，可有效平衡双向通行效率，缓解潮汐方向拥堵，减少反向资源浪费，为城市交通精细化管控提供可行方向，助力构建高效、有序的城市主干道交通运行体系。

参考文献

- [1]王志伟,朱文勇,李军.城市主干道交通信号配时优化研究[J].交通信息与安全,2019,37(6):67-71.
- [2]郭明,秦娟,周忠运.城市主干道车道划分研究综述[J].交通标准化,2020,51(6):189-195.
- [3]刘兴旺,张增涛.基于BIM的城市桥梁施工区域大流量交通组织研究[J].建筑机械,2025,(06):308-311+316.
- [4]孙雨生.城市更新背景下排水管网改造问题[J].中国住宅设施,2025,(05):7-9.