

智能交通系统下公交优先信号配时策略及效能分析

杨丽华

山东省临沂市公安局交通管理支队, 山东 临沂 276000

DOI:10.61369/UAID.2026010031

摘 要 : 在城市化进程不断加快、交通拥堵问题变得越来越突出这样的背景状况之下, 让公共交通得到优先发展成为缓解交通方面压力的一个关键性的举措, 而公交优先进行信号配时是提升公交运行方面效率的核心性质的技术手段。依靠智能交通系统所具备的技术支撑, 这篇文章结合城市道路实际存在的运营场景情况, 深入地去分析静态优先、动态优先以及协同优先这三类配时策略的实施逻辑、适用的场景状况与操作的要点内容, 避免只是泛泛地去谈论。从公交运行、路网整体、社会民生这三个维度去剖析不同策略的实际产生的效能, 指出当前配时策略应用当中存在的技术适配不够、协同性缺乏等问题, 并且提出具有针对性的优化方面建议, 目的是为智能交通系统之下公交优先信号配时的落地应用提供符合实际情况的参考, 推动公共交通服务质量与路网运行效率的协同性提升。

关 键 词 : 智能交通系统; 公交优先; 信号配时策略; 效能分析; 路网协同

Timing Strategy and Efficiency Analysis of Bus Priority Signals under Intelligent Transportation Systems

Yang Lihua

Traffic Management Detachment of Linyi Public Security Bureau, Shandong Province, Linyi, Shandong 276000

Abstract : Against the backdrop of the accelerating urbanization process and the increasingly prominent problem of traffic congestion, giving priority to the development of public transportation has become a key measure to alleviate traffic pressure, and prioritizing signal timing for public transportation is a core technical means to enhance the efficiency of public transportation operations. Relying on the technical support of intelligent transportation systems, this article, in light of the actual operational scenarios existing on urban roads, conducts an in-depth analysis of the implementation logic, applicable scenario conditions, and key operational points of the three types of timing strategies: static priority, dynamic priority, and collaborative priority, to avoid merely discussing them in a general way. This paper analyzes the actual effectiveness of different strategies from three dimensions: public transportation operation, the overall road network, and social welfare. It points out the problems such as insufficient technical adaptation and lack of coordination existing in the current application of timing strategies, and puts forward targeted optimization suggestions. The aim is to provide practical references for the implementation of bus priority signal timing under intelligent transportation systems, and to promote the coordinated improvement of public transportation service quality and road network operation efficiency.

Keywords : intelligent transportation system; public transportation priority; signal timing strategy; performance analysis; road network coordination

引言

随着城市规模持续不断地扩张, 私家车保有数量急剧增加与道路资源供给不够的矛盾变得越发明显, 早晚高峰时段交通拥堵已经成为多数城市普遍存在的难题。公共交通作为绿色、高效的出行方式, 它的运行效率直接影响到城市交通系统的整体效能^[1]。传统的交通信号配时大多采用固定周期的模式, 没有能够充分地去兼顾公交车辆的通行方面需求, 导致公交车辆在交叉口频繁地启停、延误情况非常严重, 降低了公共交通的吸引力。智能交通系统的普及为公交优先信号配时提供了技术方面的支撑, 通过对实时交通感知、数据处理以及动态调控能力进行整合, 能够实现信号配时与公交运行状态的精准性匹配。这篇文章聚焦于智能交通场景之下公交优先信号配时的具体策略, 结合实际应用当中存在的痛点与亮点, 深入地分析各类策略的实施效果与适配的条件, 为城市交通管理部门优化信号配时方案、提升公交运行质量提供实践方面的参考^[2]。

一、智能交通系统对公交优先信号配时的支撑作用

（一）实时感知能力奠定数据基础

智能交通系统通过路侧视频监控、车载定位设备、地磁检测器等终端设备，能够实时地捕捉公交车辆的位置、行驶的速度、载客的数量，以及交叉口社会车辆的流量、排队的长度等信息内容。和传统的人工统计或者固定时段监测不一样，这些设备能够实现24小时不间断地感知，并且数据传输的延迟比较低，能够精准地反映交叉口的实时交通状态。例如，通过车载定位设备能够提前去预判公交车辆抵达交叉口的时间，结合路侧设备监测到的排队情况，为信号配时调整提供精准的依据，避免盲目地去延长或者缩短绿灯的时间，确保配时策略符合实际交通需求^[3]。

（二）动态调控能力提升配时灵活性

传统型的公交优先当成信号配时这种做法大多情况下依赖采取固定方案这种形式，的确确实难以对外突发出来的交通状况实行应对措施，然而智能交通相关系统具备的动态调控具体功能能够针对信号配时开展实时优化操作。凭借核心开展控制该动作的器械对于所感知到的数据做快速类型的处理行为，并且结合预先设定好的相关算法内容，能够按照公交车辆以及社会车辆出现的动态变化情况，对绿灯持续的时间长度、相位排列的顺序开展灵活进行的调整操作，既可以保障公交能够优先进行通行，又可以防止过度对社会车辆的运行情况产生影响。这种类型的动态调控具备的能力打破了那种“一刀切”类型的配时模式情况，能够与不同的时段、不同的路段具备的交通流呈现出来的特征相匹配，让公交优先所采取的策略更具有可以实际操作的特性^[4]。

（三）协同联动能力优化路网效能

智能交通相关系统能够实现单个存在的交叉口和区域路网开展的协同联动操作，把公交优先当成信号配时从单点进行优化升级成为区域开展统筹。通过对多条公交运行的线路、多个存在的交叉口具备的交通数据开展整合工作，去构建区域协同开展调控工作的模型，能够防止单个存在的交叉口为了对公交优先情况进行保障而造成相邻的路口出现拥堵状况，实现路网整体具备的效率达到最大化的效果^[5]。例如，针对公交走廊沿着的方向存在的多个交叉口，能够通过协同开展调控工作去构建“绿波带”，让公交车辆能够连续地通过多个路口，减少在路途中出现的延误情况，同时兼顾沿着线路社会车辆的通行所具备的秩序。

二、智能交通系统下公交优先信号配时核心策略

（一）静态优先配时策略

在智能交通相关系统当中仍然存在其适合应用的场景，其核心具备的优势在于操作比较简单、维护需要花费的成本比较低，适合交通流呈现相对稳定状态的路段。该策略具备的核心开展实施工作的要点是对公交高峰时段以及平峰时段开展划分工作，针对不同的时段预先设定存在差异化的信号配时方案。在公交处于高峰的时段，适当地对公交车辆通行方向具备的绿灯持续的时间长度进行延长，缩短红灯需要等待的时间，或者调整相位排列的

顺序，把公交车辆通行具备的相位提前，减少公交车辆在交叉口停留需要的时间^[6]。例如，在早高峰时段，针对通勤公交运行的线路比较密集的主干道，能够预先设定公交方向绿灯持续的时间长度进行延长的方案，同时限制社会车辆左转或者掉头具备的信号持续的时间长度，防止和公交车辆产生冲突情况。静态优先所采取的策略适合应用的场景比较明确，主要适合应用在交通流呈现规律稳定状态、公交运行的路线处于固定状态的路段。

（二）动态优先配时策略

从实施的逻辑方面来看，动态优先的策略能够分成请求式优先以及自适应优先这两类。请求式优先主要是针对公交车辆呈现离散运行的这种场景，公交车辆借助车载设备朝着交叉口信号控制器发出优先通行的请求，控制器把实时交通流状态结合起来判断是不是满足优先的条件。就比如说，当公交车辆快要抵达交叉口并且载客量比较大，然而对向社会车辆排队的长度比较短的时候，控制器能够适当地把绿灯时长延长或者提前对相位进行切换，保障公交车辆能够快速通行；要是对向社会车辆排队的情况很严重，那就暂时不响应优先请求，防止引发路网出现拥堵的情况^[7]。自适应优先则更加适合公交流量比较大、交通流变化很频繁的场景，控制器通过持续地对实时数据进行分析，自动地对信号周期、绿灯时长以及相位顺序进行调整，达成公交优先和社会车辆通行的动态平衡^[8]。

（三）协同优先配时策略

协同优先配时策略是在动态优先基础之上的升级，把焦点聚焦在区域路网整体的效能方面，通过多个交叉口、多条公交线路的联动调控，实现公交优先和路网畅通的协同统一，适合城市核心区、公交走廊等区域化路网的场景。该策略实施的核心是构建区域协同调控的体系，打破单个交叉口的独立配时模式。一方面，针对公交走廊沿线的多个交叉口，通过智能交通系统的协同平台，统一对信号周期以及相位差进行规划，构建公交绿波带^[9]。

三、公交优先信号配时策略的效能分析

（一）对公交运行的效能提升

各类优先配时策略的核心效能都在于提升公交运行的效率以及服务的质量。静态优先策略通过预设的方案，能够在公交高峰时段稳定地保障公交通行权，减少固定时段的延误，提升公交运行的规律性，让乘客出行更具有可预期性。动态优先策略通过实时地对公交车辆需求进行响应，能够有效地解决突发延误的问题，避免公交车辆因为信号等待而导致晚点，尤其适合载客量大的通勤线路，提升乘客出行的体验。协同优先策略通过构建绿波带以及线路协同，能够大幅度地减少公交车辆在区域路网内的启停次数，提升公交运行的速度，同时降低车辆的油耗以及机械的损耗，减少公交运营的成本。除此之外，优先进行配时的策略还能够提高公共交通所具有的吸引力^[10]。当公交进行运行的效率提高、准点的比率升高之后，一部分私家车的用户会主动地选择乘坐公交来出行，进一步地扩大公交出行所占据的分担比率，形成一种良性的循环。

（二）对路网整体运行的效能影响

公交优先的信号配时并不是单纯地保障公交进行通行，它的核心目标是优化路网整体所具有的效能，不同的策略对于路网所产生的影响存在着差异。静态的优先策略因为配时是固定的，对于路网整体效能所产生的影响相对是可以控制的，但是在交通流突然发生变化的时候，容易出现“照顾这个而失去那个”的状况，有可能导致部分方向出现交通拥堵的情况。动态的优先策略通过实时地平衡公交和社会车辆的需求，能够最大程度地降低对路网所产生的负面影响，在保障公交优先的同时，维持社会车辆正常的通行秩序，适合交通流比较复杂的核心区域。协同的优先策略对于路网整体效能的提升是最为明显的，通过区域进行统筹的调控，可以避免单个交叉口进行优化导致相邻路口出现拥堵的情况，实现路网流量的合理分配。

（三）对社会民生的综合效能

公交优先的信号配时策略所具有的社会效能主要体现在民生改善和绿色出行引导这两个方面。从民生的角度来讲，公交运行效率的提高可以缩短乘客出行所花费的时间，减少候车和乘车过程当中的拥堵带来的困扰，提高市民出行的满意程度。特别是对于依赖公交通勤的群体来说，准点率的提高能够让出行计划更具有可控制性，减少因为公交晚点导致的迟到问题。从绿色出行的角度来讲，公交优先的策略可以推动更多的用户选择公共交通，减少私家车出行的数量，进而降低汽车尾气的排放和噪声污染，改善城市的生态环境。同时，公交车辆启停次数的减少也能够降低能源的消耗，符合绿色低碳的发展理念。此外，合理的配时策略可以减少交叉口的交通冲突，降低交通事故发生的比率，提高道路通行的安全程度，为市民创造更加安全、便捷的出行环境。

四、公交优先信号配时策略应用中的问题与优化建议

（一）当前应用中的主要问题

虽然智能交通系统为公交优先信号配时提供了技术方面的支撑，但是在实际应用当中仍然存在很多实际的问题。一是技术和

实际场景的适配不够充分，一部分区域的智能设备和当地交通流的特征不相匹配，比如在公交流量比较小的路段过度部署动态优先的设备，导致资源出现浪费的情况；而在交通流比较复杂的路段，设备感知的精度不够，影响配时策略实施的效果。二是存在协同性不足的情况，有一部分城市仅仅达成了单点动态优先，还没有构建出区域协同调控的体系，这就造成单个交叉口的优化和区域路网相脱离，很难形成整体的效能。

（二）优化的建议

依据路段公交流的流量、交通流稳定的情况、智能设备配置的状况，挑选合适的配时策略。对于交通流稳定的郊区路段，采用静态优先的策略就可以；对于核心区、公交走廊等复杂的路段，推广动态优先和协同优先相组合的模式，提高策略适配的性能。同时，加强设备校准和升级的工作，保证感知数据的准确程度，让配时调整更加贴合实际交通的状况。构建完备的协同调控体系，加快推动区域智能交通平台的建设，实现多个交叉口、多条公交线路的数据实时相互连通。交通管理部门应该全面规划区域配时的方案，针对公交走廊、核心商圈等重点的区域，构建协同绿波的带，平衡公交优先和社会车辆通行。

五、结论

智能交通系统为公交优先信号配时提供了多样化的技术途径，静态优先、动态优先、协同优先这三类策略各有重点，分别适用于不同的道路场景和交通流的特征。从效能方面来看，各类策略都能够在提升公交运行的效率、优化路网整体的效能、改善民生体验等方面起到积极的作用，但实施的效果依赖于技术适配的程度、协同的程度和管理机制的完善程度。在实际应用的时候，需要摒弃“一刀切”的模式，结合区域道路的条件、交通流的特征和智能设备配置的情况，选择合适的配时策略，通过精准匹配、协同调控、优化算法等办法，实现公交优先和路网畅通的协同统一。

参考文献

- [1] 杨云飞, 王建勇. 车路云协作的公交优先信号控制方法研究及其实现 [J]. 交通工程, 2025, 25 (11): 38-44+60.
- [2] 李云柯, 刘子诚. 公交优先信号控制策略在交叉口优化中的应用 [J]. 人民公交, 2025, (14): 129-131.
- [3] 郝睿, 丁楷棋, 陈璐, 杨一, 王宇晨. 基于车路协同的多交叉口公交溢出控制方法 [J]. 交通工程, 2024, 24 (05): 19-24.
- [4] 赵慧雄, 陈艳艳, 张斌, 潘芋燕. 考虑交通和环境效益的公交优先信号配时研究 [J]. 公路交通科技, 2024, 41 (02): 212-222.
- [5] 王波, 祖永昶. 公交绝对优先信号控制策略过渡时段配时模型 [J]. 综合运输, 2023, 45 (07): 100-105.
- [6] 徐亮, 于海洋, 金盛, 任毅龙. 兼顾社会车辆多路径协调的干线公交优先信号协调方法 [J]. 中国公路学报, 2023, 36 (10): 281-291.
- [7] 陈悦新. 考虑停靠站影响的公交优先信号配时优化 [J]. 盐城工学院学报 (自然科学版), 2023, 36 (01): 44-48.
- [8] 郑似月, 江政毅, 连培昆, 陈宁, 李俊, 郑建荣. 实际信号机公交优先控制策略效益分析 [J]. 交通工程, 2023, 23 (01): 96-104.
- [9] 徐洪峰, 陈虹瑾, 张祚, 陆千惠. 逆向左转交叉口的全感应公交优先信号控制技术 [J]. 中国公路学报, 2023, 36 (01): 214-225.
- [10] 谭百宏, 邱志军, 张祚, 何书贤. 网联环境下考虑非优先车辆延误的公交优先信号控制方法 [J]. 交通信息与安全, 2022, 40 (03): 86-95.