

AITS YOCO 智能交通信号优化系统 白皮书

第 1 章 产品简介	1
1.1 背景介绍	1
1.2 需求分析	1
1.3 产品概述	3
1.4 系统架构	3
第 2 章 产品介绍	5
2.1 登录与登出	5
2.1.1 登录系统	5
2.1.2 登出系统	5
2.2 信号优化引擎服务	5
2.2.1 静态方案生成服务	5
2.2.1.1 历史交通指标采集	5
2.2.1.2 路口静态方案生成	6
2.2.1.3 干线静态方案生成	8

2.2.2 自适应控制服务	10
2.2.2.1 实时感知数据采集	10
2.2.2.2 单点全息自适应控制	10
2.2.2.3 全息干线协调控制服务	12
2.2.2.4 方案切换过渡算法	13
2.2.2.5 公交优先控制	14
2.2.2.6 中心固定配时控制	14
2.2.3 授权管理（单独卖 YOCO，必选项）	15

第1章 产品简介

1.1 背景介绍

随着城市化的迅猛发展，城市汽车保有量持续增长，导致城市交通压力日益增大。交通拥堵已成为现代城市生活中普遍存在的问题，不仅严重影响了市民的出行效率和生活质量，也对城市的环境质量和经济发展构成了挑战。为了应对这一挑战，城市交通管理部门迫切需要寻求新的解决方案来提高道路使用效率，缓解交通拥堵问题。

在科技不断进步的今天，智能交通技术为城市交通管理带来了革命性的变革。特别是交通信号灯智能控制与优化技术，凭借其高效、灵活的特点，已成为解决城市交通拥堵问题的关键手段。通过融合共享高清视频检测等科技设备，结合静态和动态信号优化算法，交通信号灯智能控制技术能够实时感知交通状况，智能调整信号灯配时方案，从而提高城市交通管理的系统性和协同性。

在这一背景下，我们提出了基于交通信号灯智能控制与优化技术的城市交通管理方案。该方案旨在通过科技手段提升城市交通管理的智能化水平，优化道路资源配置，提高道路使用效率，减少交通拥堵现象，为市民创造更加便捷、安全、舒适的出行环境。同时，该方案也有助于推动城市交通的可持续发展，降低交通对环境的影响，提升城市形象和竞争力。

1.2 需求分析

(1) 背景与需求

随着经济社会的高速发展，群众对交通管理的需求不断提高。交管部门面临着交通安全防范控制、违法行为智能发现、数据资源共享等多方面挑战。为满足市民对交通管理的期待，实现城市道路交通文明出行、重点安全隐患区域高效治理、道路交通安全有序的目标，我们提出构建智能交通管理科技信息化系统的方

案。

(2) 系统建设目标

精准感知：通过路面监控、卡口等智能感知采集设备，实现对车辆、行人、道路、交通行为的精准感知，为交通管理提供全面、准确的数据支持。

智能分析：利用大数据、云计算等智能认知系统，汇聚海量交通数据，构建具有超强分析研判能力的“最强大脑”，为交通管理提供科学决策依据。

高效指挥：运用先进实用、技术成熟的智能化手段，提升交通指挥处置能力，实现交通管理的快速响应和高效处置。

安全有序：通过智能交通管理科技信息化系统的应用，提升交通管理能力，保障道路交通安全有序，提高市民出行体验。

(3) 系统建设内容

智能感知采集设备部署：在城市主要道路、路口、卡口等关键区域部署高清摄像头、传感器等智能感知采集设备，实时采集交通数据，为系统提供全面、准确的数据支持。

大数据、云计算系统搭建：构建大数据、云计算平台，实现交通数据的汇聚、存储、分析和应用。通过数据挖掘、分析，发现交通违法行为、安全隐患等问题，为交通管理提供科学依据。

智能化指挥系统建设：建立智能化指挥系统，实现交通管理的智能化、自动化。系统能够根据实时交通数据，自动调整交通信号灯配时方案，优化交通流；同时，能够实时响应交通事件，快速调度警力进行处置。

数据资源共享平台搭建：建设数据资源共享平台，实现交通管理各部门之间的数据共享和互通。通过数据共享，提高交通管理的协同性和效率，为市民提供更加便捷、高效的交通服务。

(4) 系统预期效果

提高交通管理效率：通过智能感知采集设备的应用，实现交通数据的实时采集和传输，提高交通管理的实时性和准确性；通过大数据、云计算平台的分析和研判，为交通管理提供科学决策依据，提高交通管理效率。

降低交通安全隐患：通过智能化指挥系统的应用，实现对交通违法行为的快

速发现和处理,降低交通安全隐患;同时,通过对交通流的分析和优化,提高道路通行能力,减少交通拥堵和事故发生的可能性。

提升市民出行体验:通过智能交通管理科技信息化系统的应用,提高交通管理的智能化和自动化水平,为市民提供更加便捷、高效的交通服务;同时,通过数据资源共享平台的建设,提高交通管理的协同性和效率,为市民创造更加安全、有序的出行环境。

1.3 产品概述

(1) 静态方案生成

部署交通数据采集设备,如摄像头、传感器等,收集交通流量、车速、车辆类型等数据。对采集到的数据进行清洗、整合和存储,形成历史交通指标数据库。

交通信号控制算法引擎,根据历史交通指标数据,自动分析交通流特性。设计算法模型,实现单点、干线静态配时方案的自动生成。

通过自动生成静态配时方案,可有效地降低信号控制工作者的使用门槛,同时可以降低路口配时的更新周期,使配时更符合当下的路口控制需求。

(2) 动态自适应控制

支持根据前端全息感知设备、全场景感知摄像机等设备采集的数据,通过信号控制算法实时采集路口流量、排队长度、轨迹数据等,计算路口交通指标,实现路口、干线全息自适应控制,降低路口拥堵水平,提升路口通行能力。

1.4 系统架构

智慧互通(爱通行)提供的“交通信号智能优化与控制系统”秉承开放、模块化、标准化的设计理念,支持多源异构数据整合,实现云数据中心各类资源的集中管理、统一优化。系统遵循集中化、标准化、集成化、可靠化和可扩展化的设计原则,以规范化、一体化、智能化的云平台为支撑,提供共享化、集中数据存储管理的交管数据资源服务,组件化、平台化、柔性集成的智慧交管应用支撑服务及标准化、服务化、整合智能的交管业务应用服务,实现立体化、扁平化、

可视化交通指挥管控目标，形成上下联通、指挥顺畅的交通管理体制。

系统面向交警各业务部门、一线警员、出行公众，以大数据处理技术提升综合数据整合及研判分析能力，以信息化技术提升公众出行的服务能力，以数字化手段助力城市交通的安全、有序、畅通。



系统架构分为基础层、对接层、引擎服务、展现层。

1. 基础层：包含感知设备及信号控制设备管理，交通指标数据来源，支持接入地磁、线圈、雷达、视频等基础数据。
2. 对接层：对接层实现信号控制系统、AP（数据接入服务）、大数据分析系统的对接，实现数据采集及控制指令下发；
3. 引擎服务：系统核心能力，包含静态方案生成服务、动态的自适应控制服务、授权管理和日志服务；
4. 展现层：展现层实现登录页、路口及干线静态方案生成工具、授权管理和优化日志。

第2章 产品介绍

2.1 登录与登出

2.1.1 登录系统

打开智能交通信号优化系统，输入用户名和密码，点击“登录”，进入系统。

2.1.2 登出系统

用户点击右上角的登出图标，系统将注销本次登录的用户信息，系统页面跳转至系统登录页面。

2.2 信号优化引擎服务

交通信号优化算法引擎作为智能交通系统的核心组成部分，是实现高效交通流量管理、提升道路通行能力、减少交通拥堵的关键技术支撑。本服务集成了先进的数据处理、机器学习与交通工程理论，通过智能化、动态化的信号控制策略，为城市交通管理带来前所未有的革新。

2.2.1 静态方案生成服务

2.2.1.1 历史交通指标采集

面向配时方案生成与优化需求，建立了系统化的历史交通数据采集与管理能力。通过对前端感知设备及业务系统数据的长期积累与整合，系统持续采集并沉淀路口及路段运行过程中的关键历史交通数据，为信号配时方案的科学生成提供可靠的数据基础。

在数据内容层面，系统重点采集并管理车道级交通流量数据、路段运行速度数据以及饱和车头时距等核心指标，全面反映不同进口、不同车道及不同时段

交通运行特征。这些历史数据可用于刻画交通需求变化规律、评估路口放行能力，并支撑信号周期、相位绿信比等关键配时参数的合理计算。

通过对历史交通数据的系统应用，系统能够为静态配时方案生成、参数校准及效果评估提供稳定、可复用的数据支撑，提升配时方案生成的科学性与工程适用性，为后续的自适应控制与协调控制奠定坚实的数据基础。

2.2.1.2 路口静态方案生成

单路口静态配时方案生成以提升路口整体运行效率与通行安全为目标，面向交通运行特征相对稳定的路口场景，提供标准化、可复用的信号配时优化服务。算法模型在充分考虑信号控制安全约束的基础上，综合多维度交通数据，对路口信号控制周期及配时参数进行系统化计算与优化。

2.2.1.2.1 最佳信号控制周期

在数据层面，模型结合道路交通流量、车道分布与转向结构等交通运行数据，同时引入道路几何设计条件、交通组织方式及行人过街需求等工程约束信息，全面刻画路口交通需求特征。通过对不同进口、不同相位放行需求的量化分析，准确评估各相位的通行压力与资源需求，为配时参数计算提供可靠依据。

在模型计算过程中，系统基于既定的相位结构与绿间隔配置，对信号周期长度进行优化计算，并在周期约束条件下对各相位绿灯时间进行合理分配，最终输出静态配时方案的最优信号控制周期。

2.2.1.2.2 相位绿信比分配

相位绿信比优化以提升路口通行效率与运行稳定性为目标，基于路口既定的信号周期结构、相位放行时序及绿间隔配置，结合车道级交通流量数据，对各相位绿灯时间分配进行精细化优化。

系统首先在满足信号安全运行约束的前提下，综合考虑相位最小绿、行人过街时间及相位间清空需求，确定各相位的有效可分配绿灯时间范围。在此基础上，

系统通过对车道级交通流量、饱和流率及放行需求的分析，量化各相位的通行压力与放行效率，构建相位间绿灯分配的相对权重关系。

在方案生成过程中，系统基于路口相位结构及交通需求特征，自动识别并解析相位间的搭接关系与二次放行条件，将相关业务逻辑纳入配时计算与方案组织环节。通过对相位放行顺序、绿灯衔接关系及有效放行时间的整体协调，系统能够在信号周期内对绿灯资源进行科学配置，避免因人工配置不当导致的放行冲突或效率损失。

基于上述分析结果，系统对信号周期内的有效绿灯时间进行动态分配，自动生成各相位对应的绿信比配置方案，使绿灯资源在不同相位之间得到合理、均衡的分配。通过持续应用该优化机制，可有效缓解高负载相位排队积压问题，避免低需求相位绿灯资源浪费，提升路口整体放行效率与运行可靠性。

2.2.1.2.3 静态方案生成工具

系统提供面向交通工程师的配时方案可视化设计工具，支持在统一界面下对信号配时参数进行直观配置与精细化调整，满足不同路口及运行场景下的定制化方案设计需求。该工具以数据驱动为核心，通过可视化方式将复杂的信号控制参数与交通运行状态进行直观呈现，有效提升配时方案设计的效率与准确性。

在数据展示层面，工具集成交通流量、相位运行状态及关键交通运行指标等多维度数据，工程师可直观掌握路口各进口与各相位的运行特征，为配时参数调整提供客观依据。在方案设计过程中，系统支持通过交互式操作对信号相位结构、绿信比、信号周期等核心参数进行灵活配置，实现配时方案的快速调整与优化。

通过将可视化交互与数据分析能力深度融合，该工具有效降低了配时方案设计的复杂度，增强了交通工程师对方案设计过程的可控性与灵活性，确保配时方案在满足交通需求变化的同时，具备良好的工程可实施性与运行效果。

2.2.1.3 干线静态方案生成

2.2.1.3.1 公共周期计算

获取关键路口, 基于路口静态方案生成算法中最佳信号控制周期方法生成干线公共周期。

2.2.1.3.2 干线路口相位绿信比生成

获取干线各路口流量数据, 基于运行方案相序及公共周期, 生成每个路口相位绿信比。

2.2.1.3.3 方案相位差生成

基于干线整体运行效率提升的目标, 系统以正向与反向通行需求为约束条件, 引入双向通行权重因子, 构建面向干线的绿波协调优化模型。在既定干线路口控制方案 (相位结构、周期范围及相序约束) 基础上, 以最大化绿波带宽 (Green Bandwidth Maximization) 为核心优化目标, 对干线各路口的相位差 (Offset) 进行自适应联合优化。

2.2.1.3.4 干线静态方案生成工具

干线静态方案生成服务是一种高度智能化的工具, 它依据干线路口丰富的历史流量数据、路口通行能力评估、现有配时方案的相序安排、路段的实际行驶速度以及正反向交通流量的权重比例等信息, 进行深度分析与计算。该算法的核心在于自动识别干线上的关键路口, 并以此为基础, 自动计算出干线上每个路口的最优信号周期、相位绿信比 (即绿灯时间与信号周期的比例) 以及相位差 (即相邻路口间绿灯起始时间的差异), 从而生成一套协调优化的配时方案。

通过这一算法, 交通工程师无需手动调整每个路口的参数, 即可获得一套经过科学计算与验证的干线静态配时方案。该方案旨在最大化干线的通行效率, 减

少车辆等待时间，缓解交通拥堵，并提升整体交通流的顺畅度与安全性。

2.2.1.3.5 干线静态方案生成工具

提供城市交通干线设计的静态方案生成工具，该工具集成了全面的干线基础信息管理功能与直观的绿波时距图展示能力。

(1) 干线基础信息管理

增删路口：支持用户根据实际需求，轻松添加或删除干线上的路口，灵活调整干线的覆盖范围。

路口名称设置：允许用户为每个路口自定义名称，便于识别与管理。

配时方案配置：提供灵活的配时方案配置界面，用户可根据交通流量、道路设计等因素，为每个路口设置合理的信号灯相位时长、绿信比等参数。

路段信息编辑：用户可以输入或修改路段距离、路段正反向速度等关键信息，确保干线数据的准确性。

(2) 绿波时距图展示

直观展示：绿波时距图以图形化的方式，直观展示城市交通干线上各个交叉口信号灯之间的协调关系。

详细参数：图中清晰标注每个路口的相位时长、正向协调相位（即车辆沿干线行驶方向遇到的绿灯相位）、反向协调相位（即车辆逆向行驶时可能遇到的绿灯相位）以及绿波带带宽（即连续绿灯所覆盖的时间段）等关键信息。

优化分析：通过绿波时距图，用户可以快速识别干线上的交通瓶颈，分析绿波带的效果，进而对配时方案进行针对性的优化调整。

2.2.2 自适应控制服务

2.2.2.1 实时感知数据采集

系统具备面向实时信号控制的多源交通数据采集与高效应用能力,通过统一接入前端感知设备,对路口运行过程中的关键交通状态进行持续感知与采集,为信号控制决策提供可靠的数据基础。

系统支持对多类型感知设备的数据进行标准化接入与集中管理,实时获取交通流量、占有率、排队长度等核心运行指标。通过优化数据采集、处理与传输流程,有效保障交通数据的时效性与稳定性,确保路口交通状态能够快速、准确地反馈至信号控制与自适应优化模块。

依托高质量的实时交通数据支撑,系统能够为自适应信号控制算法提供持续、可信的数据输入,支撑算法对交通状态变化的动态响应与精细化调节,为提升路口运行效率和系统整体可靠性奠定坚实基础。

2.2.2.2 单点全息自适应控制

交通信号自适应控制具有实时性、动态性、提高交通效率、应对复杂交通环境、提高安全性、智能化和集成化以及经济效益和社会效益等多方面的优势。这些优势使得自适应控制在现代城市交通管理中发挥着越来越重要的作用。单点全息自适应控制服务是针对授权通过的路口提供信号优化服务,通过数据采集、数据处理分析、控制指令生成及下发,实现单点全息自适应控制。

2.2.2.2.1 单点全息自适应控制

单点全息自适应控制是一种基于实时交通数据来动态调整交通信号控制。通过感知设备(如摄像头、雷达、线圈检测器等)收集实时流量、排队长度、饱和度等数据,然后根据这些数据来自动调整信号灯的相位时长,以优化交通流,减少拥堵,并提高路口的通行效率。单点全息自适应控制能力:

- (1) 实时数据监测: 自适应交通信号控制系统能够实时监测交通流量、车

辆速度、拥堵情况等关键信息。这些实时数据为信号灯的配时调整提供了基础。

(2) 动态调整：基于实时数据，系统可以动态地调整交通信号的时间间隔，以匹配当前的交通需求。这种动态调整有助于减少交通拥堵和提高交通效率。

(3) 提升通行效率：自适应控制可以根据交通流量的变化自动调整信号灯的配时方案，确保绿灯时间的有效利用，减少车辆等待时间。通过优化信号配时，自适应控制可以减少车辆的延误时间，提高交叉口的通行能力。

(4) 单点全息自适应控制（行人检测）：在路口进行自适应控制，如果只考虑机动车，只能通过延长最小绿灯时间保障行人过街，但是会造成路口空放，通过增加行人检测，有行人过街请求，保障行人安全过街时间；无行人过街请求，机动车通过后切换下一相位。通过感知设备采集斑马线行人数据，通过行人自适应控制，保障行人安全通行时间，同时可以提升路口通行效率。

(5) 自适应说明：信号控制算法在每次决策后展示说明信息，包含初始绿灯时长、延长绿灯时间、相位切换原因等内容。

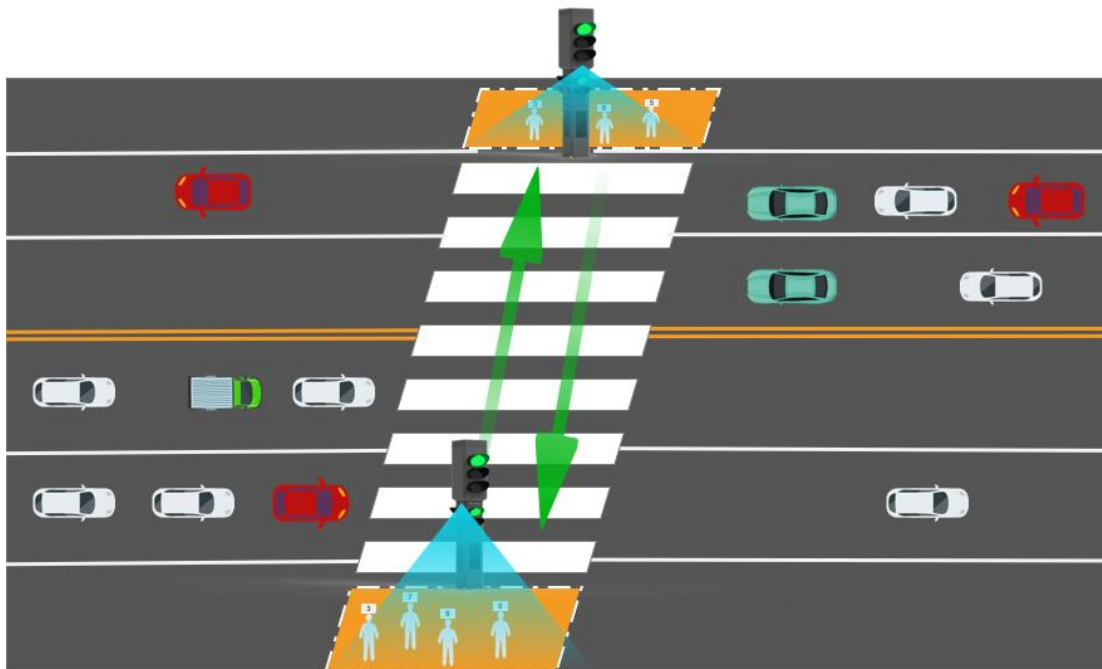
2.2.2.2.2 路段行人过街

在传统路段行人过街路口，常见的信号控制方式包括定周期控制和按键式行人请求按钮。然而，这两种方式均存在明显不足：定周期控制往往无法灵活应对无行人过街时的情况，导致路口绿灯时间空放，造成资源浪费；而按键式控制则缺乏即时反馈机制，行人请求的响应可能不够迅速且不够智能。

相比之下，自适应控制方案为行人过街问题提供了更为高效和灵活的解决方案。该方案能够根据每个路口的具体情况和优化目标，灵活设置控制策略，实现行人过街的智能自适应控制。

具体而言，在路段行人过街算法中，当系统检测到无行人过街请求时，会自动将机动车相位保持常绿状态，确保机动车的顺畅通行。而当有行人提出过街请求时，系统则会迅速响应，通过感知设备实时采集路段两侧行人等候区的人数及等候时间信息。基于这些数据，算法将自动对机动车相位进行智能截断，并适时放行行人相位，确保行人安全、高效地过街。

自适应控制方案不仅提高了路口的通行效率, 还显著增强了行人过街的安全性和便捷性。同时, 它也体现了智能交通系统在未来城市交通管理中的重要地位和广阔应用前景。



2.2.2.3 全息干线协调控制服务

全息干线协调控制是一种基于高精度前端感知设备的先进交通信号管理系统。系统实时采集干线各路口的车道级交通指标数据, 包括车流量、车辆速度、排队长度等关键运行信息, 为干线交通优化提供可靠的数据基础。

基于收集到的详尽数据, 系统运用先进算法结合交通工程学模型和信号优化策略, 对信号灯的相位时长、相位差等关键参数进行动态、精细化调整。通过构建连续、高效的绿波带, 实现干线车辆在行驶过程中尽可能连续遇绿灯, 从而提升交通流畅度, 减少停车等待时间, 优化干线整体通行效率。

动态绿波控制服务是全息干线协调控制的重要组成, 覆盖从数据采集、数据分析, 到控制指令生成与下发的完整控制链路。该服务面向授权干线路口, 实现实时、动态的绿波协调控制, 可灵活应对交通流量波动及突发事件, 显著提升干线交通管理的智能化水平与应急响应能力。

2.2.2.3.1 相位差平滑过渡算法

相位差指相邻交叉路口协调相位的开始时间差。为减少动态协调控制系统在信号控制方案切换过程中产生的扰动，并保障交通流平稳运行，系统提供基于最佳相位差调整量的快速平滑过渡方法。

该方法在综合考虑方案切换过渡时间和交通流平滑特性的基础上，对路口相位差进行智能计算与动态调整，实现不同方案之间的平滑切换。通过该过渡机制，系统能够在方案切换过程中有效减少车辆延误和停车次数，维持干线或路网的连续通行能力，同时保证信号控制策略的可执行性与交通流稳定性。

2.2.2.3.2 全息干线协调控制算法

支持根据前端全息感知设备、全场景感知摄像机等设备采集的数据汇总计算，通过信号控制算法，按照路口各方向车流量、排队长度等具体指标，自动改变相位，控制红绿灯变灯，减少非协调相位绿灯空放，降低协调方向车辆停车次数和旅行时长。

2.2.2.4 方案切换过渡算法

中心方案切换过渡算法用于实现不同中心控制方式或控制方案之间的平滑切换，保障路口信号运行的连续性、稳定性与安全性。在中心控制启动或方案切换过程中，算法通过对各路口信号周期、相位结构及绿信比参数进行智能调度和动态调整，实现过渡阶段的流畅控制。

算法综合考虑当前路口运行状态、信号周期剩余时间及交通流特征，对相位启动顺序、延迟放行及相位搭接等关键参数进行优化处理，使方案切换过程中各路口交通流的波动最小化，避免因突变操作导致的拥堵、冲突或交通效率下降。通过算法支撑，系统能够在不同中心控制方式之间实现无缝过渡，同时保持干线协调、交叉口通行及整体路网运行的平衡。

该算法在工程应用中为中心控制策略提供了可靠的平滑切换能力，确保路口

信号控制方案在执行过程中既具备灵活性，又保持高可靠性和可控性，为多中心策略协同、方案升级和动态调整提供了坚实的技术支撑。

2.2.2.5 公交优先控制

公交优先控制算法以保障公交运行效率与路口整体通行秩序为目标，通过融合公交车辆运行状态与路口交通运行特征，对信号控制策略进行智能优化，实现有序、可控的公交优先放行。

算法综合考虑公交车辆与路口的空间距离、到达时序等车辆优先级信息，同时结合路口交通流量、排队情况等实时交通指标，以及当前信号运行相位与控制状态，对公交优先需求进行动态研判。在满足信号安全约束和路口整体运行效率要求的前提下，系统自动选择适配的信号优化策略，对信号控制参数进行在线调整。

在控制执行层面，算法通过合理延长相关相位绿灯时长、压缩不冲突方向的红灯等待时间，实现公交车辆的优先放行，同时避免对其他交通参与者造成明显干扰。该算法能够在提升公交通行效率的同时，兼顾路口整体运行平衡，提升公交优先控制的工程适用性与可持续性。

2.2.2.6 中心固定配时控制

2.2.2.6.1 中心定周期控制

中心定周期控制由中心系统统一下发并管理，属于固定配时控制方式。系统可集中配置路口的信号周期、相位结构、绿信比及相位差等关键参数，并按照预设的时段策略（Time-of-Day）自动切换不同控制方案，实现对路口运行的统一调度与稳定控制。该方式适用于交通流规律性强、运行状态稳定的路口场景，为干线协调控制或自适应控制提供可靠的基础运行模式。

2.2.2.6.2 中心干线协调控制

中心干线协调控制是在中心定周期控制基础上,面向干线整体通行效率优化的一种协调控制方式。系统以干线为控制对象,对干线范围内各路口采用统一或协调周期,并通过集中优化各路口相位差(Offset),实现干线方向绿灯时序的空间对齐,形成连续、稳定的绿波通行效果。该方式能够有效提升干线车辆连续通行能力,减少停车次数和行程延误,优化干线整体运行效率,为干线交通管理提供可量化的控制效果和工程可实施性。

2.2.3 授权管理

路口算法授权功能用于对信号控制算法能力进行统一管理与灵活配置。系统支持按照路口维度对不同类型的信号控制算法进行授权启停,实现算法能力的按需部署、分级使用与有序升级,保障信号控制系统运行的安全性、稳定性与可扩展性。

通过算法授权机制,系统可根据路口类型、交通复杂度及管理需求,灵活选择并启用适配的算法能力。同时,系统支持算法授权状态的可视化管理与统一监控,确保各路口算法运行状态清晰可控,为交通信号精细化管理和持续优化提供可靠支撑。