

# (12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织  
国际局

(43) 国际公布日  
2020年6月4日 (04.06.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/108215 A1**

- (51) 国际专利分类号:  
*G08G 1/08* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/114362
- (22) 国际申请日: 2019年10月30日 (30.10.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201811463864.1 2018年11月30日 (30.11.2018) CN
- (71) 申请人: 江苏智通交通科技有限公司 (JIANGSU ZHITONG TRANSPORTATION TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区苏源大道19号, Jiangsu 210000 (CN)。
- (72) 发明人: 吕伟韬 (LV, Weitao); 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区苏源大道19号, Jiangsu 210000 (CN)。 徐佳骋 (XU, Jiacheng); 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区苏源大道19号, Jiangsu 210000 (CN)。 李璐 (LI, Lu); 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区苏源大道19号, Jiangsu 210000 (CN)。 盛旺 (SHENG, Wang); 中国江苏省南京市江宁经济技术开发区苏源大道19号, Jiangsu 210000 (CN)。
- (74) 代理人: 南京九致知识产权代理事务所 (普通合伙) (NANJING JIUZHI INTELLECTUAL PROPERTY FIRM (GENERAL PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市江宁区芝兰路18号4号楼1702室, Jiangsu 210000 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: REGION CONTROL PHASE TIMING OPTIMIZATION METHOD BASED ON LANE SATURATION

(54) 发明名称: 基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法

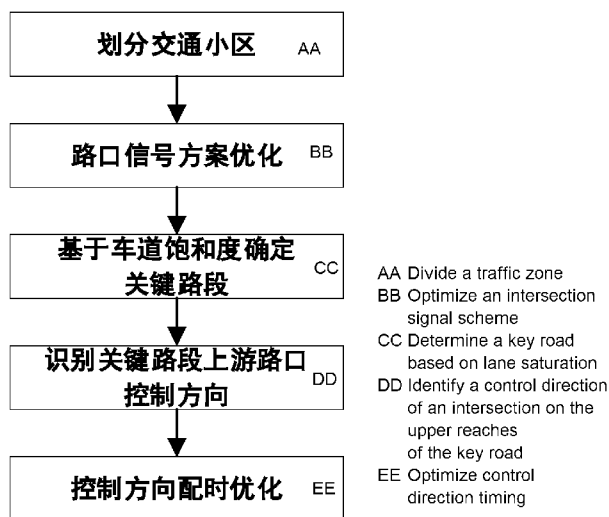


图 1

(57) Abstract: A region control phase timing optimization method based on lane saturation. The method comprises: identifying a congested road in a region, analyzing associated roads of the congested road, i.e. adjacent signal control intersections, and non-congested traffic directions, i.e. control directions, of the signal control intersections, and adjusting phase timing to achieve the optimization of a region signal scheme. The control directions that are capable of coordinated optimization, i.e. that are capable of reducing the green light duration, are specifically identified according to the saturation of a road, and the green light duration in an overlapping phase is then adjusted by means of adding the overlapping phase/an early cut-off and late start phase to effectively realize the optimization of an intersection traffic signal scheme by means of phase sequence adjustment and green light duration optimization, thereby realizing the optimization of a traffic signal region and greatly improving efficiency of region optimization.



WO 2020/108215 A1

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

**(84)** 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

---

**(57) 摘要:** 一种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法, 包括识别区域内拥堵路段, 分析其关联路段即相邻信控路口及信控路口非拥堵通行方向即控制方向, 调整相位配时达到区域信号方案的优化。具体根据道路的饱和度识别出可协调优化即可减少绿灯时长的控制方向, 进而通过增设搭接相位/迟开早闭相位的方法, 调整搭接相位的绿灯时长, 有效通过相序调整和绿灯时长优化的方法实现路口交通信号方案的优化, 从而实现交通信号区域优化, 大大提高了区域优化的效率。

## 基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法

### 技术领域

本发明涉及一种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法。

### 背景技术

随着经济的不断发展，城市规模的持续扩大，汽车保有量的逐年增长，城市道路交通拥堵问题日趋严重，而智能化的交通信号控制是缓解城市交通拥堵，提高城市交通系统运行效率的重要手段之一。目前针对交通信号控制优化管理研究中，以单点、干线和区域为主，其中区域交通信号控制把城区全部交通信号监控，以绿时差、绿灯时间、信号周期等参数对各路口信号方案优化，实现区域优化的效果。

专利 CN201410035986.6 提出“一种主动式的城市道路区域配时参数协调优化方法”，通过循环迭代确定路网关键交叉口及其上游关联交叉口的交通需求，进而实现区域范围内交叉口信号配时参数的协同优化。专利 CN201610053830.X 提出“一种面向单点瓶颈的下游区域信号优化方法”，通过精准描述区域内部节点交通状态的时空关联特性，合理调节下游节点的信号配时参数，从区域层面消散路段瓶颈。但这些区域优化方法在对交通信号方案优化时均需考虑多个参数，对配时进行优化，调整每个通行相位的绿灯时长，调整方法较为复杂，且由于调整了其他通行相位的绿灯时长，会导致区域内其余路段发生拥堵；同时现有的区域优化的研究只能通过参数对信号方案相位的绿灯时长进行修改，无法实现相位方案顺序的调整优化。

### 发明内容

本发明的目的是提供一种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法解决现有技术中存在的现阶段交通信号区域协调优化的调整方法较为复杂，且由于调整了其他通行相位的绿灯时长，会导致区域内其余路段发生拥堵，同时仅能对各路口信控方案相位阶段绿灯时长优化的问题。

该种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，以搭接相位/迟开早闭的信号协调作为思路，以双环调节为方式，基于车道饱和度参数确定关键路段及其上游关联路段，识别出可协调优化的控制方向，通过增设控制方向相邻阶段的绿灯时长，配置出搭接相位/迟开早闭相位，实现路口信号方案的优化配置，进

而实现区域信号优化，有效提升区域优化效率，缓解区域交通拥堵问题。

本发明的技术解决方案是：

一种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，识别优化区域内拥堵路段，分析其关联路段即相邻信控路口及信控路口非拥堵通行方向即控制方向，调整相位配时达到区域信号方案的优化；包括以下步骤，

S1、基于城市路网结构针对优化区域划分出路段 OD 的交通小区；

S2、对接交通信号控制系统和前端检测设备，基于路口交通流数据对区域内各信控路口的信号控制方案进行优化；

S3、对路网优化区域内交通小区各车道的实际通行需求和饱和度进行求解，分析确定优化区域内的拥堵路段，并将其标注为关键路段；

S4、判别关键路段的关联路段及其关联上游路口的控制方向，并在路网中进行标注；

S5、对步骤 S4 中标记的关键路段关联上游路口的控制方向进行配时优化，在不影响其他方向运行状态前提下，减少控制方向绿灯时长，增设相邻通行方向搭接相位/迟开早闭相位，实现区域协调优化。

进一步地，步骤 S3 具体为，

S31、对交通小区内各车道实际通行需求 $Q_i$ 进行求解，即：

$$Q_i = q_i^{\text{进}} + q_i^{\text{产生}} + q_i^{\text{变道进入}} - q_i^{\text{变道}} - q_i^{\text{变道离开}}$$

式中， $Q_i$ 为交通小区内 i 车道的实际通行需求； $q_i^{\text{进}}$ 为交通小区内 i 车道内进入的车流量，即从其他交通小区进入本小区车道 i 的交通量； $q_i^{\text{产生}}$ 为车道产生的交通流量，即从本交通小区路段两侧建筑物驶入车道 i 的车流量； $q_i^{\text{变道进入}}$ 为变道进入 i 车道的车流量； $q_i^{\text{变道}}$ 为从路段中间从开口处驶出的交通量； $q_i^{\text{变道离开}}$ 为变道离开的 i 车道的交通量；

S32、基于上一步骤求解的车道实际通行需求计算各车道的饱和度 $S_i$ ，即：

$$S_i = Q_i * \frac{h_i}{\lambda}$$

式中， $S_i$ 为车道*i*的饱和度； $Q_i$ 为*i*车道的实际通行需求； $h_i$ 为*i*车道的饱和车头时距； $\lambda$ 为交通小区驶入的信控路口绿信比；

S33、若交通小区路段内的车道存在饱和度大于拥堵阈值情况，即路段内一条或多条车道饱和度大于拥堵阈值，则判定为拥堵，并将该交通小区设定为关键路段。

进一步地，步骤 S4 具体为，

S41、从关键路段出发，沿路段上游直行方向进行分析，提取其上游路口进入路段的左转方向车道饱和度 $S_{i^{\text{左}}}$ 和直行方向的车道饱和度 $S_{i^{\text{直}}}$ 数值，若左转方向车道饱和度或直行方向车道饱和度数值小于拥堵阈值，则将其方向判定为非拥堵可协调优化方向，即为控制方向，将车道所在路段判定为关联路段；

S42、循环向上游路口进行分析，往上传递若干个交叉口，分别标记出关键路段的关联路段及其控制方向；

S43、将关联路段和控制方向标注，提取出关键路段的控制方向所处的路口交通信号控制方案。

进一步地，步骤 S41 中，若左转方向和直行方向的饱和度数值均小于阈值，则左转方向和直行方向两个方向均为控制方向，其所处路段均为关联路段。

进一步地，步骤 S5 具体为，

S51、提取出控制方向所处路口的交通信号控制方案，对方案中涉及到控制方向的信号相位进行标注；

S52、在步骤 S2 优化调整的交通信号控制方案和周期固定的基础上，通过增设控制相位相邻相位的搭接相位/迟开早闭相位，将协调方向的绿灯时长增加，减少控制方向的绿灯时长，得到调整后的路口绿信比 $\lambda^f$ ，从而得到优化调整后各车道的饱和度 $S_{i^f}$ ；

S53、调整绿灯时长，将非控制方向调整后的车道饱和度 $S_{i^f}$ 维持原数值或降

低,将控制方向调整后的车道饱和度 $s'_{控制方向}$ 调整至拥堵阈值区间内,即[1,拥堵阈值],  
绿灯利用率最高,进而得到协调方向与控制方向调整后的双向偏差值,即:

$$\gamma = |s_{协调方向} - s'_{控制方向}|$$

式中, $s_{协调方向}$ 为协调增加绿灯时长的协调方向的车道饱和度,协调方向为  
拥堵方向; $s'_{控制方向}$ 为控制方向的车道饱和度; $\gamma$ 为双向偏差值;

S54、循环调整搭接相位的绿灯时长和搭接相位结构直到其余流向不受影响  
即均大于绿时需求,当双向偏差值最小时则为最优方案,同时若求得的所有双向  
偏差数绝对值均大于偏差阈值,则维持原方案不变。

进一步地,步骤 S2 具体为,基于各信控路口布设的前端检测设备采集的数  
据,包括交通量、饱和和车头时距,依托整形规划或最优解算法对信号控制方案各  
阶段的绿灯时长进行调整。

本发明的有益效果是:

一、该种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法,将车道即两信控路  
口之间划分为若干个交通小区,基于各车道实际通行需求和饱和度确定路网内的  
拥堵路段,从而可识别出协调优化区域中的关键路段,为区域信号控制优化管理  
提供有效支撑依据。

二、本发明方法根据道路的饱和度识别出可协调优化即可减少绿灯时长的控  
制方向,进而通过增设搭接相位/迟开早闭相位的方法,调整搭接相位的绿灯时  
长,有效通过相序调整和绿灯时长优化的方法实现路口交通信号方案的优化,从  
而实现交通信号区域优化,大大提高了区域优化的效率,避免传统优化方式仅能  
调整各相位绿灯时长,而同阶段通行方向绿灯需求不一致导致的区域拥堵问题。

## 附图说明

图 1 是本发明实施例基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法的流程  
示意图。

图 2 是本发明实施例中某区域的路段的说明示意图。

### 具体实施方式

下面结合附图详细说明本发明的优选实施例。

#### 实施例

实施例的基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，将搭接相位/迟开早闭的单点信号方案配置优化方法运用于区域信号优化中，自动识别出关键路段及其关联的上游路段，进一步分析出信控路口可减少绿灯时长的通行方向，增设搭接相位调整路口交通信号方案，从而实现区域信号优化管理，改变现阶段区域优化体用参数指标仅能对各相位阶段绿灯时长进行调整的问题，从而提高优化效率，缓解区域交通拥堵问题。

一种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，识别优化区域内拥堵路段，分析其关联路段即相邻信控路口及信控路口非拥堵通行方向即控制方向，调整相位配时达到区域信号方案的优化，如图 1，具体步骤如下：

S1.基于城市路网结构针对优化区域划分出路段 OD 的交通小区。其中，OD 为车辆起-讫点。

具体来说，将相邻信号路口之间的路段设为交通小区，同时划分方法可通过仿真软件或者路口电子警察/智能卡口抓拍的号牌数据。

S2.对接交通信号控制系统和前端检测设备，基于路口交通流数据对区域内各信控路口的信号控制方案进行优化。

具体来说，基于各信控路口布设的前端检测设备（包括电子警察、智能卡口和车辆检测器）采集的交通量、饱和车头时距等数值，依托整形规划或最优解算法对信号控制方案各阶段的绿灯时长进行调整。

S3. 对路网优化区域内交通小区各车道的实际通行需求和饱和度进行求解，分析确定优化区域内的拥堵路段，并将其标注为关键路段。

S31.对交通小区内各车道实际通行需求 $Q_i$ 进行求解，即：

$$Q_i = q_i^{进} + q_i^{产生} + q_i^{变道进入} - q_i^{变道离开} - q_i^{离开}$$

式中， $Q_i$ 为交通小区内 i 车道的实际通行需求； $q_i^{进}$ 为交通小区内 i 车道内进

入的车流量，即从其他交通小区进入本小区车道*i*的交通量； $q_i^{产生}$ 为车道产生的交通流量，即从本交通小区路段两侧建筑物驶入车道*i*的车流量， $q_i^{变道进入}$ 为变道进入*i*车道的车流量； $q_i^{到达}$ 从路段中间从开口处驶出的交通量，一般只针对路段存在开口情况； $q_i^{变道离开}$ 为变道离开的*i*车道的交通量。其中， $q_i^{变道进入}$ 、 $q_i^{产生}$ 、 $q_i^{到达}$ 及 $q_i^{变道离开}$ 数据量基于路段上的电子警察/智能卡口设备采集或仿真软件得到。

S32. 基于上一步骤求解的车道实际通行需求计算各车道的饱和度 $S_i$ ，即：

$$S_i = Q_i * \frac{h_i}{\lambda}$$

式中， $S_i$ 为车道*i*的饱和度； $Q_i$ 为*i*车道的实际通行需求； $h_i$ 为*i*车道的饱和车头时距； $\lambda$ 为交通小区驶入的信控路口绿信比。

S33. 若交通小区路段内的车道存在饱和度大于拥堵阈值情况，即路段内一条或多条车道饱和度大于拥堵阈值，则判定为拥堵，并将该交通小区设定为关键路段。一般情况下，拥堵阈值设定为 1.08-1.12 之间。

S4. 判别关键路段的关联路段及其关联上游路口的控制方向，并在路网中进行标注。

S41. 从关键路段出发，沿路段上游直行方向进行分析，提取其上游路口进

入路段的左转方向车道饱和度 $S_i^{左}$ 和直行方向的车道饱和度 $S_i^{直}$ 数值，若左转方向车道饱和度或直行方向车道饱和度数值小于拥堵阈值，则将其方向判定为非拥堵可协调优化方向，即为控制方向，将车道所在路段判定为关联路段；

若左转方向和直行方向的饱和度数值均小于阈值，则两个方向均为控制方向，其所处路段均为关联路段。



S42.循环向上游路口进行分析，往上传递若干个交叉口，优选为 4-6 个，分别标记出关键路段的关联路段及其控制方向。

如图 2，某区域路段④为关键路段，则针对南向北（B 至 A 方向）沿其上游直行方向标记，标记路段⑦，进一步对比 C 路口南进口道直行（路段⑩）和 C 路口西进口道左转（路段⑧）的车道饱和度数值，其中 C 路口西进口道左转车道的饱和度数值为 0.89（小于设定的饱和度阈值 1.1），C 路口南进口道直行车道的饱和度为 1.12（大于设定的饱和度阈值 1.1），则将路段⑧和 C 路口西进口道左转进行标记，循环直至关联到 5 个上游路口为止。

S43. 将关联路段和控制方向标注，提取出关键路段的控制方向所处的路口交通信号控制方案。

S5. 对步骤 S4 中标记的关键路段关联上游路口的控制方向进行配时优化，在不影响其他方向运行状态前提下，减少控制方向绿灯时长，增设相邻通行方向搭接相位/迟开早闭相位，实现区域协调优化。

S51.提取出控制方向所处路口的交通信号控制方案，对方案中涉及到控制方向的信号相位进行标注；

S52. 在步骤 S2 优化调整的交通信号控制方案和周期固定的基础上，通过增设控制相位相邻相位的搭接相位/迟开早闭相位，将协调方向的绿灯时长增加，减少控制方向的绿灯时长，得到调整后的路口绿信比 $\lambda_i^f$ ，从而得到优化调整后各车道的饱和度 $S_i^f$ 。

S53. 调整绿灯时长，将非控制方向调整后的车道饱和度 $S_{非控制}^f$ 维持原数值或降低，将控制方向调整后的车道饱和度 $S_{控制}^f$ 调整至拥堵阈值区间内，即[1,拥堵阈值]，绿灯利用率最高，进而得到协调方向与控制方向调整后的双向偏差值，即：

$$y = |S_{协调方向} - S_{控制方向}|$$

式中， $S_{协调方向}$ 为协调增加绿灯时长的协调方向的车道饱和度，协调方向为

拥堵方向； $S_{控制方向}$ 为控制方向的车道饱和度； $\delta$ 为双向偏差值；

S54.循环调整搭接相位的绿灯时长和搭接相位结构直到其余流向不受影响（均大于绿时需求），当双向偏差值最小时则为最优方案，同时若求得的所有双向偏差数绝对值均大于偏差阈值，则维持原方案不便。一般偏差阈值由用户自行设定，搭接相位的绿灯时长以 1s 为单位不断优化测试。

如一个各方向均为左转箭头灯和圆盘灯的十字路口，其相位方案为传统四阶段相位（东西直行、东西左转、南北直行、南北左转），其中西直行和北左转为控制方向，则需要对东西直行和南北左转相位进行调整，可增设东左转的搭接相位和南直行的搭接相位，具体可如下：

优化前	→		↙		↓		↘	
	←		↗		↑		↙	
优化后	→	↙	↙	↓	↘	↘	↘	
	←	←	↗	↑		↙	↙	

三种协调方法：一是增设东左转搭接相位，提高东左转时长，减少西直行时长；二是减少北左转时长；三是同时增设相位，提高东左转时长，减少西直行和北左转时长。

以方法一（增设东左搭接相位，提高东左转时长，减少西直行时长）为例，以 1s 为的绿灯时长调整单位进行不断测试，计算出减少的控制方向（西直行）车道饱和度和协调方向（东左转）的车道饱和度，确定西直行饱和度在[1,1.1]之间（拥堵阈值设定为 1.1），东左转的车道饱和度不变或减少，从而计算出双向偏差值。不断调整直至西直行达到最低绿灯时长，取最小双向偏差值为调整方案。再依次求解其余两种方法的调整方案，从三种搭接相位方法中取双向偏差值最小为最终方案。

该种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，将车道（两信控路口之

间)划分为若干个交通小区,基于各车道实际通行需求和饱和度确定路网内的拥堵路段,从而可识别出协调优化区域中的关键路段,为区域信号控制优化管理提供有效支撑依据。

实施例方法在对各单点路口信号配时优化的基础上,通过车道饱和度参数识别出拥堵路段及对其产生影响的关联路段,进而对关联路段信号控制路口的信号方案配时进行优化,达到区域优化的目的。

该种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法,根据车道饱和度参数数值识别出可减少绿灯时长的非拥堵通行方向,将其作为控制方向进行调整,进而以增设控制方向的搭接相位/迟开早闭相位进行调整,确定路口信号方案调整的最优解。

该种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法,根据道路的饱和度识别出可协调优化(减少绿灯时长)的控制方向,进而通过增设搭接相位/迟开早闭相位的方法,调整搭接相位的绿灯时长,有效通过相序调整和绿灯时长优化的方法实现路口交通信号方案的优化,从而实现交通信号区域优化,大大提高了区域优化的效率,避免传统优化方式仅能调整各相位绿灯时长,而同阶段通行方向绿灯需求不一致导致的区域拥堵问题。

1. 一种基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，其特征在于：识别优化区域内拥堵路段，分析其关联路段即相邻信控路口及信控路口非拥堵通行方向即控制方向，调整相位配时达到区域信号方案的优化；包括以下步骤，

S1、基于城市路网结构针对优化区域划分出路段 OD 的交通小区；

S2、对接交通信号控制系统和前端检测设备，基于路口交通流数据对区域内各信控路口的信号控制方案进行优化；

S3、对路网优化区域内交通小区各车道的实际通行需求和饱和度进行求解，分析确定优化区域内的拥堵路段，并将其标注为关键路段；

S4、判别关键路段的关联路段及其关联上游路口的控制方向，并在路网中进行标注；

S5、对步骤 S4 中标记的关键路段关联上游路口的控制方向进行配时优化，在不影响其他方向运行状态前提下，减少控制方向绿灯时长，增设相邻通行方向搭接相位/迟开早闭相位，实现区域协调优化。

2. 如权利要求 1 所述的基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，其特征在于：步骤 S3 具体为，

S31、对交通小区内各车道实际通行需求 $Q_i$ 进行求解，即：

$$Q_i = q_i^{\text{进}} + q_i^{\text{产生}} + q_i^{\text{变道进入}} - q_i^{\text{变道}} - q_i^{\text{变道离开}}$$

式中， $Q_i$ 为交通小区内 i 车道的实际通行需求； $q_i^{\text{进}}$ 为交通小区内 i 车道内进入的车流量，即从其他交通小区进入本小区车道 i 的交通量； $q_i^{\text{产生}}$ 为车道产生的交通流量，即从本交通小区路段两侧建筑物驶入车道 i 的车流量， $q_i^{\text{变道进入}}$ 为变道进入 i 车道的车流量； $q_i^{\text{变道}}$ 从路段中间从开口处驶出的交通量； $q_i^{\text{变道离开}}$ 为变道离开 i 车道的交通量；

S32、基于上一步骤求解的车道实际通行需求计算各车道的饱和度 $S_i$ ，即：

$$S_i = Q_i * \frac{h_i}{\lambda}$$

式中， $S_i$ 为车道*i*的饱和度； $Q_i$ 为*i*车道的实际通行需求； $h_i$ 为*i*车道的饱和车头时距； $\lambda$ 为交通小区驶入的信控路口绿信比；

S33、若交通小区路段内的车道存在饱和度大于拥堵阈值情况，即路段内一条或多条车道饱和度大于拥堵阈值，则判定为拥堵，并将该交通小区设定为关键路段。

3. 如权利要求 1 所述的基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，其特征在于：步骤 S4 具体为，

S41、从关键路段出发，沿路段上游直行方向进行分析，提取其上游路口进入路段的左转方向车道饱和度 $S_i^{\text{左}}$ 和直行方向的车道饱和度 $S_i^{\text{直}}$ 数值，若左转方向车道饱和度或直行方向车道饱和度数值小于拥堵阈值，则将其方向判定为非拥堵可协调优化方向，即为控制方向，将车道所在路段判定为关联路段；

S42、循环向上游路口进行分析，往上传递若干个交叉口，分别标记出关键路段的关联路段及其控制方向；

S43、将关联路段和控制方向标注，提取出关键路段的控制方向所处的路口交通信号控制方案。

4. 如权利要求 3 所述的基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，其特征在于：步骤 S41 中，若左转方向和直行方向的饱和度数值均小于阈值，则左转方向和直行方向两个方向均为控制方向，其所处路段均为关联路段。

5. 如权利要求 1-4 任一项所述的基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，其特征在于：步骤 S5 具体为，

S51、提取出控制方向所处路口的交通信号控制方案，对方案中涉及到控制方向的信号相位进行标注；

S52、在步骤 S2 优化调整的交通信号控制方案和周期固定的基础上，通过增设控制相位相邻相位的搭接相位/迟开早闭相位，将协调方向的绿灯时长增加，减少控制方向的绿灯时长，得到调整后的路口绿信比 $\lambda'$ ，从而得到优化调整后各

车道的饱和度 $S_i^t$ ;

S53、调整绿灯时长，将非控制方向调整后的车道饱和度 $S_{非控制方向}^t$ 维持原数值或降低，将控制方向调整后的车道饱和度 $S_{控制方向}^t$ 调整至拥堵阈值区间内，即[1,拥堵阈值]，绿灯利用率最高，进而得到协调方向与控制方向调整后的双向偏差值，即：

$$\gamma = |S_{协调方向}^t - S_{控制方向}^t|$$

式中， $S_{协调方向}^t$ 为协调增加绿灯时长的协调方向的车道饱和度，协调方向为拥堵方向； $S_{控制方向}^t$ 为控制方向的车道饱和度； $\gamma$ 为双向偏差值；

S54、循环调整搭接相位的绿灯时长和搭接相位结构直到其余流向不受影响即均大于绿时需求，当双向偏差值最小时则为最优方案，同时若求得的所有双向偏差数绝对值均大于偏差阈值，则维持原方案不变。

6. 如权利要求5所述的基于车道饱和度的区域控制相位配时优化方法，其特征在于：步骤S2具体为，基于各信控路口布设的前端检测设备采集的数据，包括交通量、饱和车头时距，依托整形规划或最优解算法对信号控制方案各阶段的绿灯时长进行调整。

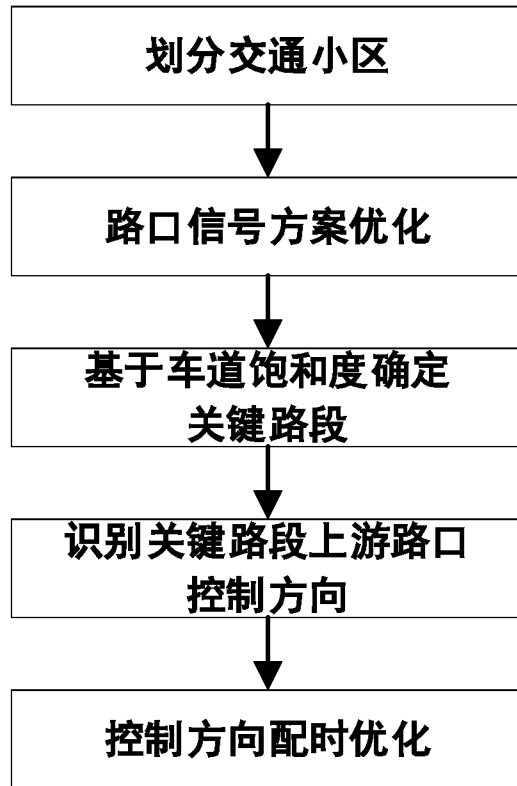


图 1

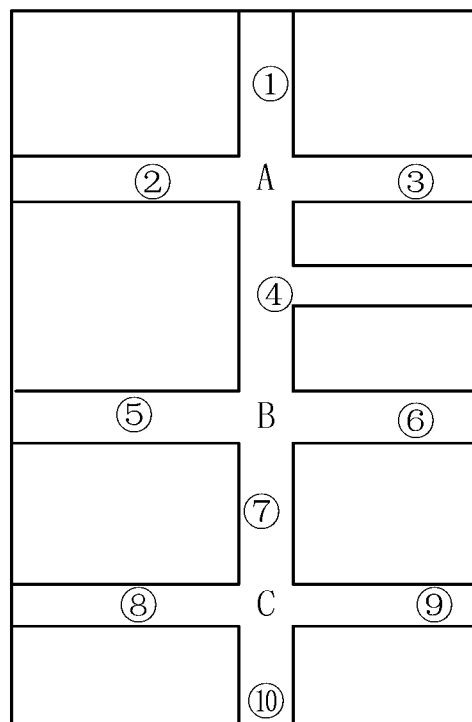


图 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/114362

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G08G 1/08(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G08G1; G06Q  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) VEN; CNABS; CNTXT: 饱和度, 拥堵, 车道, 相位, 配时, 关联, 上游, 相邻, 分区, 子区, 小区, 协调, 搭接相位, 迟开早闭相位, lane, timing, adjacen+, upstream, relevant, late opening, early closing, phase, saturation, congest+, overlapping phase, region+, zone		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104835335 A (CHANGZHOU LANTAO INTERNET OF THINGS SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 August 2015 (2015-08-12) description, paragraphs 0021-0071, and figures 1-9	1-6
X	CN 103093633 A (INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORP.) 08 May 2013 (2013-05-08) description, paragraphs 0030-0128, and figures 1-8	1-6
PX	CN 109544945 A (JIANGSU ZHITONG TRAFFIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 29 March 2019 (2019-03-29) entire document	1-6
A	CN 108335496 A (QINGDAO HISENSE TRANSTECH CO., LTD.) 27 July 2018 (2018-07-27) entire document	1-6
A	JP 5003546 B2 (SUMITOMO ELECTRIC IND. LTD.) 15 August 2012 (2012-08-15) entire document	1-6
A	US 2002116118 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC et al.) 22 August 2002 (2002-08-22) entire document	1-6
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search <b>19 January 2020</b>		Date of mailing of the international search report <b>03 February 2020</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China</b> Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer   Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2019/114362**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104835335	A	12 August 2015	None			
CN	103093633	A	08 May 2013	CN	103093633	B	17 June 2015
				US	2013106620	A1	02 May 2013
				US	8830086	B2	09 September 2014
CN	109544945	A	29 March 2019	None			
CN	108335496	A	27 July 2018	None			
JP	5003546	B2	15 August 2012	JP	5482827	B2	07 May 2014
				JP	2009015817	A	22 January 2009
				JP	2012155769	A	16 August 2012
US	2002116118	A1	22 August 2002	US	6587778	B2	01 July 2003

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>G08G 1/08 (2006.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																							
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G08G1; G06Q</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>VEN;CNABS;CNTXT: 饱和度, 拥堵, 车道, 相位, 配时, 关联, 上游, 相邻, 分区, 子区, 小区, 协调, 搭接相位, 迟开早闭相位, lane, timing, adjacen+, upstream, relevant, late opening, early closing, phase, saturation, congest+, overlapping phase, region+, zone</p>																							
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 104835335 A (常州市蓝涛物联网科技有限公司) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 说明书第0021-0071段、附图1-9</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103093633 A (国际商业机器公司) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 说明书第0030-0128段、附图1-8</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109544945 A (江苏智通交通科技有限公司) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108335496 A (青岛海信网络科技股份有限公司) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 5003546 B2 (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 2012年 8月 15日 (2012 - 08 - 15) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2002116118 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC等) 2002年 8月 22日 (2002 - 08 - 22) 全文</td> <td>1-6</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 104835335 A (常州市蓝涛物联网科技有限公司) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 说明书第0021-0071段、附图1-9	1-6	X	CN 103093633 A (国际商业机器公司) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 说明书第0030-0128段、附图1-8	1-6	PX	CN 109544945 A (江苏智通交通科技有限公司) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 全文	1-6	A	CN 108335496 A (青岛海信网络科技股份有限公司) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文	1-6	A	JP 5003546 B2 (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 2012年 8月 15日 (2012 - 08 - 15) 全文	1-6	A	US 2002116118 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC等) 2002年 8月 22日 (2002 - 08 - 22) 全文	1-6
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 104835335 A (常州市蓝涛物联网科技有限公司) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 说明书第0021-0071段、附图1-9	1-6																					
X	CN 103093633 A (国际商业机器公司) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 说明书第0030-0128段、附图1-8	1-6																					
PX	CN 109544945 A (江苏智通交通科技有限公司) 2019年 3月 29日 (2019 - 03 - 29) 全文	1-6																					
A	CN 108335496 A (青岛海信网络科技股份有限公司) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文	1-6																					
A	JP 5003546 B2 (SUMITOMO ELECTRIC IND LTD) 2012年 8月 15日 (2012 - 08 - 15) 全文	1-6																					
A	US 2002116118 A1 (ITT MFG ENTERPRISES INC等) 2002年 8月 22日 (2002 - 08 - 22) 全文	1-6																					
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																							
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&amp;” 同族专利的文件</p>																							
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 1月 19日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 2月 3日</p>																					
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>朱雪玉</p> <p>电话号码 62085806</p>																					

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/114362

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104835335	A	2015年 8月 12日	无	
CN	103093633	A	2013年 5月 8日	CN	103093633 B 2015年 6月 17日
				US	2013106620 A1 2013年 5月 2日
				US	8830086 B2 2014年 9月 9日
CN	109544945	A	2019年 3月 29日	无	
CN	108335496	A	2018年 7月 27日	无	
JP	5003546	B2	2012年 8月 15日	JP	5482827 B2 2014年 5月 7日
				JP	2009015817 A 2009年 1月 22日
				JP	2012155769 A 2012年 8月 16日
US	2002116118	A1	2002年 8月 22日	US	6587778 B2 2003年 7月 1日