

# 城市道路交通瓶颈识别方法研究

曾真<sup>1</sup>, 穆程<sup>2</sup>

(1.长沙市城市建设科学研究院, 湖南 长沙 410082; 2.湖南省交通规划勘察设计院, 湖南 长沙 410008)

**摘要:** 交通瓶颈是影响城市交通路网有效运行的关键限制因素。为准确识别路网中交通瓶颈, 为城市规划和交通管理部门提供决策支持, 文中以长沙市瓶颈路段分析为例, 通过全面分析长沙市交通瓶颈现象明确交通瓶颈的成因, 采用基于服务水平和基于在线地图实时路况的方法识别交通瓶颈, 并提出改善建议。

**关键词:** 城市交通; 交通瓶颈; 瓶颈识别; 服务水平; 交通决策

**中图分类号:** U491.2

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2018)04-0017-04

近年来, 交通拥堵成为许多城市的“城市病”。交通拥挤常引发一系列问题, 如路网运行效率下降、居民出行时间增加、出行费用增加、环境污染日趋严重等。交通瓶颈往往是引发拥挤的源头, 有效识别交通瓶颈, 从交通管理者角度出发, 是进行路网优化与消除瓶颈的关键。

## 1 交通瓶颈概念

### 1.1 交通瓶颈含义

瓶颈是指整体中的关键限制因素, 一般表示易生阻碍的部分。将瓶颈的定义引入城市交通拥挤状态描述, 定义交通瓶颈为在城市交通路网中, 某路段(或交叉口)通行能力小于其两侧或单侧的路段, 在节假日、上下班、人流集聚活动等交通高峰时期, 车辆通行功能服务水平降低至四级, 由此引发路段(或交叉口)平均车速较低或道路饱和度较高的状态, 造成交通拥堵。

### 1.2 交通拥堵与交通瓶颈

交通拥堵从广义上讲是车辆在道路上出现排队和延误的现象。

交通瓶颈最显著的特点是在瓶颈处容易产生拥挤排队, 瓶颈是引发交通拥堵的源头。解决城市交通拥堵问题, 首当其冲是要解决源头问题, 即研究交通瓶颈, 通过识别交通瓶颈并提出改善策略, 达到缓解和预防交通拥堵的目的。

## 2 交通瓶颈形成原因分析

### 2.1 相邻路段车道数不匹配

在道路网络中, 车道数反映交通供给能力。周边出行及道路所承载的交通功能反映交通需求, 供

给不满足需求将导致交通瓶颈。相邻路段车道数不匹配(见图 1)会导致整个路段的通行能力下降, 在路网中很易形成交通瓶颈。

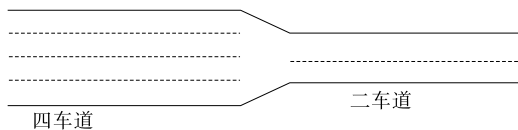


图 1 相邻路段车道数不匹配示例

### 2.2 相邻交叉口间距不满足要求

相邻交叉口间距过短, 两交叉口之间可容纳交通量有限, 下游车辆若出现排队, 容易上溢至上游交叉口, 影响上游交叉口的正常运行, 形成交通瓶颈。

关于城市道路交叉口的间距问题, 目前国内还没有具体标准, 现行规范中, 仅《城市道路交叉口设计规程》中提出各类交叉口最小间距应能满足转向车辆变换车道所需最短长度、红灯期车辆最大排队长度及进出口道总长度的要求, 且不宜小于 150 m。在工程习惯上, 通常主干路间距建议为 800~1 000 m, 次干路间距建议为 500~800 m, 次干路间距建议为 200~500 m。然而受城市地形地貌及开发建设制约, 交叉口间距难以完全满足规范指标条件。同时路网等级结构及建设现状、交通源变化、交通量动态分布等客观因素与交通服务水平息息相关, 容易造成交叉口间距小于规范要求间距, 不满足红灯期车辆排队长度要求, 易形成交通瓶颈。因此, 城市用地规划应与道路交叉口规划匹配, 且不要轻易改变, 以免增加交叉口及地块开发强度加大交通源, 造成与城市路网不匹配而产生交通瓶颈。

### 2.3 强交通吸引源集中分布

强交通吸引源, 如商业广场、购物中心和大型医

院等,作为交通发生源,其吸引大量交通流,对所在区域交通产生较大影响,所在道路点段往往容易成为路网通行交通瓶颈。因此,对强交通源应做好出入口规划、公共交通接驳及交通微循环等优化措施。

## 2.4 公交车站形式不合理

公交车在路段中运行时,在公交车站的停靠会对交通产生影响,出现短时交通瓶颈。直线式公交站台在公交车进出站时由于车辆加减速和停靠会影响其他车辆正常行驶,降低道路通行能力,在交通高峰时会产生短时交通瓶颈。港湾式车站能减少对路段其他车辆运行的影响,有条件时应尽量采用港湾式停车站。

## 2.5 交通管理措施不科学

调查结果显示,部分交叉口存在车道划分、信号灯相位组合、人行及各方向车辆通行配时不合理的现象,路网通行能力受到折扣而形成交通瓶颈。此外,路边违规停车、临时占道施工、占道摆摊经营等也会降低路段通行能力。

# 3 交通瓶颈识别方法

## 3.1 基于服务水平的交通瓶颈识别

道路使用者根据交通运行状态,多方面对服务水平的一种感知即为服务水平,用饱和度指标描述。饱和度为车流的实际交通流量与车流饱和通行能力的比值,即  $V/C$ 。

基于服务水平识别交通瓶颈的方法简单实用、可操作性强,当路段饱和度大于 0.8 时,该路段即为交通瓶颈。该方法的关键在于确定路段饱和通行能力和通过路段的实际交通流量。

### 3.1.1 路段饱和通行能力的确定

饱和通行能力是在理想道路与交通条件下车辆以连续车流形式通过时的通行能力,按下式计算:

$$C_0 = 3\ 600/h_t \text{ 或 } C_0 = 1\ 000 v/L$$

式中:  $C_0$  为单条车道饱和通行能力(辆/h);  $h_t$  为饱和连续车流的平均车头时距(s);  $v$  为车辆行驶速度(km/h);  $L$  为连续车流的车头间距(m)。

在多车道的情况下,饱和通行能力还受到车道数及车道宽度的影响,修正获得车道通行能力的计算公式为:

$$C_k = C_0 \alpha_1 \alpha_2$$

式中:  $C_k$  表示修正后第  $k$  条车道的饱和通行能力(辆/h);  $\alpha_1$  为多车道修正系数,其取值见表 1;  $\alpha_2$  为车道宽度修正系数,其取值见表 2。

表 1 车道修正系数  $\alpha_1$  的取值

车道位置	$\alpha_1$	车道位置	$\alpha_1$
第一车道	1.00	第四车道	0.50~0.65
第二车道	0.80~0.89	第五车道	0.40~0.52
第三车道	0.65~0.78		

表 2 车道宽度修正系数  $\alpha_2$  的取值

车道宽度/m	$\alpha_2$	车道宽度/m	$\alpha_2$
3.50	1.00	3.00	0.85
3.25	0.94	2.75	0.77

路段多车道的饱和通行能力为:

$$C = \sum_{k=1}^n C_k$$

式中:  $n$  为路段车道数。

### 3.1.2 实际交通流量的获取

实际交通流量可通过调查获得。但道路上运行车辆是混合交通,在进行实际交通流量调查时,需根据车型换算成当量交通量。换算系数见表 3。

表 3 车辆换算系数

车辆类型	换算系数	车辆类型	换算系数
小客车	1.0	大型货车	2.5
大型客车	2.0	铰接车	3.0

## 3.2 基于拥堵延时指数的交通瓶颈识别

高德地图能实现交通路况的实时显示,它采用积累的海量交通出行数据,通过大数据挖掘计算,采用“拥堵延时指数”作为城市拥堵程度的评价指标,计算公式为:

$$\text{拥堵延时指数} = \frac{\text{出行旅行时间}}{\text{自由流(畅通)旅行时间}}$$

式中:出行旅行时间为某条道路上车辆的平均旅行时间;自由流(畅通)旅行时间为相同道路上车辆自由通过状态下平均旅行时间。

根据拥堵延时指数将路况划分为畅通、缓行、拥挤、拥堵 4 种状态(见图 2)。



图 2 实时路况状态示意图

交通瓶颈是产生交通拥堵的源头,交通瓶颈所在处往往是拥堵延时指数高的地方。基于这种思想,可通过高峰时期交通拥堵延时指数高的区域即路况状态显示为拥挤或拥堵的地方来识别路网中的交通瓶颈。步骤如下:1) 根据地图的实时路况及地图可视化,对研究区域内路网早、晚高峰路况进行截图。2) 对截图的实时路况进行统计,统计每天早、晚高峰的拥挤或拥堵路段。3) 根据每天统计得到的拥挤或拥堵路段,排除因偶发事件(如道路交通事故、临时交通管制等)造成的临时拥堵,统计一周中大于等于 4 d 处于拥堵或严重拥堵的路段,这些路段即为交通瓶颈。

4 长沙市交通瓶颈识别

4.1 基于服务水平的交通瓶颈识别实例

湘江目前成为长沙市路网中的最大阻隔,她将长沙市划分为河东、河西两大区域。目前长沙市二环内过湘江通道有福元路大桥、银盆岭大桥、营盘路湘江隧道、橘子洲大桥和南湖路湘江隧道(见图 3)。下面选取二环以内过湘江通道,基于服务水平识别交通瓶颈。



图 3 长沙市二环内过湘江通道示意图

过湘江通道的车道数及车道宽度见表 4。根据前述饱和通行能力计算公式,计算得到各通道的饱和度(见表 5)。由表 5 可知:银盆岭大桥的饱和度高

表 4 长沙市过湘江通道的基础属性

过江通道	车道数/条	车道宽度/m
福元路大桥	6	3.75
银盆岭大桥	4	3.75
营盘路湘江隧道	4	3.50
橘子洲大桥	4	3.50
南湖路湘江隧道	4	3.50

达 1.01,属于四级服务水平,道路严重拥堵,服务水平极差;橘子洲大桥饱和度为 0.83,属于四级服务水平,道路拥堵,服务水平较差;其他湘江通道均属于二级服务水平,服务水平较高。银盆岭桥和橘子洲大桥属于过湘江通道的交通瓶颈所在。

表 5 长沙市过湘江通道的高峰小时饱和度

过江通道	饱和通行能力/ (pcu · h <sup>-1</sup> )	高峰小时 交通量/pcu	高峰小时 饱和度
福元路大桥	9 072	5 523	0.61
银盆岭大桥	6 120	6 152	1.01
营盘路湘江隧道	6 120	4 679	0.76
橘子洲大桥	6 120	5 052	0.83
南湖路湘江隧道	6 120	3 857	0.63

4.2 基于拥堵延时指数的交通瓶颈识别实例

以长沙市马王堆片区为例进行分析,研究区域为晚报大道、东二环、荷花路和万家丽路的合围区域(见图 4)。



图 4 长沙市马王堆片区研究区域

选取某月内连续一周的高峰时段,对这一时段内的拥堵延时指数高(实时路况显示拥挤或拥堵)的路段进行统计,结果见表 6。由表 6 可知:长沙市马王堆片区的交通瓶颈为万家丽路(晚报大道—凌霄路)和远大路(马王堆路—万家丽路)。

4.3 改善措施

从长沙市交通瓶颈分析结果来看,越江交通布局及各级路网匹配情况是长沙市中心城区产生交通瓶颈的重要因素,可考虑增加过江通道、完善快速路辅道系统、打通断头路、加密次干道及支路网等开展路网建设,强化交叉口交通管理措施,提高路网交通服务水平。

表 6 长沙市马王堆片区拥堵路段统计

时间	拥堵路段
周一	东二环(远大路—东荷街);万家丽路(晚报大道—纬二路);远大路(马王堆路—万家丽路)
周二	万家丽路(晚报大道—古汉路);古汉路(马王堆路—商贸路);荷花路(马王堆路—万家丽路)
周三	晚报大道(芙蓉市政—万家丽路);万家丽路(晚报大道—荷花路);远大路(马王堆路—万家丽路)
周四	东二环(晚报大道—荷花路);万家丽路(晚报大道—荷花路);远大路(马王堆路—万家丽路)
周五	东二环(晚报大道—荷花路);万家丽路(远大路—荷花路);远大路(马王堆路—万家丽路);荷花路(马王堆路—万家丽路)
周六	万家丽路(晚报大道—凌霄路);万家丽路(老屋园路—荷花路)
周日	万家丽路(晚报大道—凌霄路);古汉路(马王堆路—万家丽路)

5 结语

交通瓶颈是影响交通畅通的限制因素,一方面,瓶颈由于本身的特性会对交通流产生一定影响;另一方面,瓶颈处交通管理的不合理也会增强瓶颈对交通的负作用。该文提出的基于服务水平和基于在线地图实时路况的交通瓶颈识别方法简单、实用,能有效识别路网中交通瓶颈,为消除交通瓶颈提供优化管理依据,保证城市交通的畅通。

参考文献:

[1] 王殿海,陈学文,杨绍辉,等.北京市快速路交通瓶颈分

析[A].世界华人交通运输学术大会[C].2007.  
[2] 邓瑞.城市区域路网交通瓶颈识别与预测[D].成都:西南交通大学,2012.  
[3] CJJ 152—2010,城市道路交叉口设计规程[S].  
[4] 王伟,过秀成.交通工程学[M].南京:东南大学出版社,2011.  
[5] 陈宽民,严宝杰.道路通行能力分析[M].北京:人民交通出版社,2011.  
[6] CJJ 37—2012,城市道路工程设计规范[S].  
[7] 交通运输部科学研究院.2016 中国主要城市交通分析报告[R].北京:交通运输部科学研究院,2017.

收稿日期:2018—03—12

(上接第 10 页)

述多深孔轮体零件中棱边和 X、Y 方向寻中不正确,会导致孔的位置不精准,甚至发生偏移。同时由于工件人为夹不紧、夹不牢,会使加工过程中出现刀具损坏、加工精度差等突发问题,甚至使零件报废或零件直接脱离工作台而出现撞机事故。

5 结语

深孔加工经过多年的发展与探索,已形成较完备的加工体系,但仍需结合新时代下多种材料和技术的要求不断创新。多次机床试验加工结果表明,多深孔轮体加工效果与预想的一致,整体硬质合金钻头效果拔群,能较好地完成多深孔轮体加工过程。该深孔加工工艺可有效避免积屑损伤和孔的热胀冷缩现象,同时满足加工后的位置尺寸精度及严格的壁厚差要求。

参考文献:

[1] 何定健,李建勋,王勇.深孔加工关键技术及发展[J].航

空制造技术,2008(21).  
[2] 邱易,雷勇,郑建明,等.深孔加工工具系统研究现状及趋势分析[J].工具技术,2015,49(12).  
[3] 姜雪梅.空心长轴深孔加工工艺研究[J].航空精密制造技术,2011,47(4).  
[4] 黄宝岭.如何提高枪钻加工深径比[J].制造技术与机床,2011(3).  
[5] 李忠秋,沈兴全,张继明,等.深孔加工多级曲面负压抽屑系统的设计与研究[J].组合机床与自动化加工技术,2016(1).  
[6] 张晓东,韩策.航空复杂壳体零件深孔加工技术研究[J].航空制造技术,2017(15).  
[7] 李英,曹选平.内排屑深孔钻削加工刀具探讨[J].成都纺织高等专科学校学报,2007,24(4).  
[8] A Al-Hamdan.Effect of misalignment on the cutting force signature in drilling[J].Journal of Materials Processing Techniche,2002,124(1).  
[9] 顾军.一种客车车顶型支架的制作工艺[J].客车技术与研究,2015(1).

收稿日期:2018—03—20