

# 江苏省节假日高速公路交通拥堵成因及大流量分级管控策略探究

汤海学

(江苏省高速公路联网营运管理中心 江苏 南京 320000)

**摘要:** 为改善节假日高速公路超饱和运行导致的交通拥堵, 本文基于江苏高速路网拥堵数据、流量数据、交通事故数据及路段交通管控数据, 提出路网和路段分级管控策略, 以科学应对节假日出行高速公路拥堵问题。

**关键词:** 节假日出行; 高速公路; 交通拥堵; 分级管控

DOI:10.13468/j.cnki.chw.2022.16.006

我国高速公路建设起步较晚, 高速公路通行服务能力在相当长一段时间内难以满足公众出行需求, 高速公路交通拥堵治理已经成为高速公路运行管理面临的重要课题。国内学者对于高速公路拥堵的研究是在国外管理理念和经验基础上, 结合我国实际国情, 逐步勾勒出高速公路运行管理的概貌。吴忠贵<sup>[1]</sup>等学者结合我国高速公路的拥堵状况从工程可行性研究报告编制角度进行了合理研究, 以找寻相应对策。张贵林<sup>[2]</sup>等学者更加强调天气、道路毁坏等外在因素导致的高速公路拥堵事件。闫庆军<sup>[3]</sup>表述了他们关于交通需求超过供给的分析。周伟<sup>[4]</sup>、袁居才<sup>[5]</sup>等人认为节假日集中出行和免费政策给高速公路治堵提出难题。随着我国机动车保有量持续增加及城镇化发展, 公众对美好出行需求的向往更加明显<sup>[6]</sup>。节假日期间, 公众集中出行形成高速公路超饱和运行, 局部路段通行服务保障面临巨大压力, 造成规律性交通拥堵<sup>[7]</sup>。

为有效缓解假期高速路网通行压力, 提高通行效率和通行能力, 为公众提供安全畅通、舒适快捷的出行服务保障, 满足公众对美好出行的向往和需求<sup>[8]</sup>, 本文基于2021年国庆假期江苏高速路网运行数据, 研究假期超饱和运行交通拥堵成因, 并针对性提出大流量分级管控策略。

## 一、高速公路路网拥堵特点和成因

从整个国庆假期路网运行来看, 交通拥堵整体呈现“双峰四阶段”。第一个高峰出现在10月1日, 第二个高峰出现在10月5日, 与公众的出行和返程节点相匹配。4个阶段分别为: 拥堵激增阶段, 9月30日拥堵情况开始逐渐攀升, 至10月1日10时, 路网拥堵里程最大, 达到610公里, 此时路网拥堵节点达151个; 拥堵减

少阶段, 10月2日至10月3日拥堵较10月1日明显减少, 在国庆期间相对拥堵程度较轻; 拥堵二次攀升阶段, 10月4日路网拥堵开始继续与日攀升, 10月5日达到国庆期间的次高峰; 拥堵二次缓和阶段, 10月6日开始至10月7日拥堵又开始相对减轻。

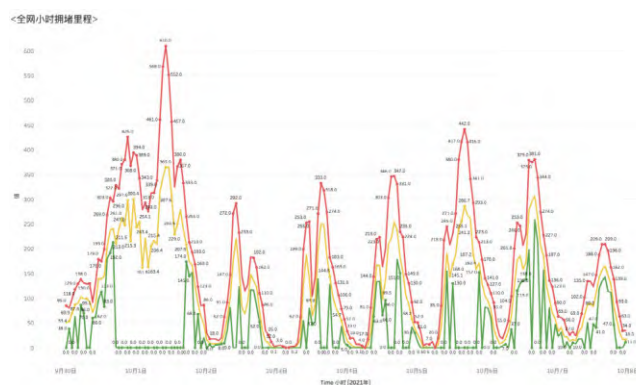


图1 路网分日拥堵里程

如图1所示, 每日交通拥堵也呈现出“双峰四阶段”的规律, 以9月30日至10月1日凌晨为例, 首峰增长阶段: 凌晨至10时; 首峰降低阶段: 11时至14时; 次峰增长阶段: 15时至19时; 次峰降低阶段: 20时之后, 其他日期的小时拥堵规律也基本符合该趋势, 与公众的作息规律基本吻合。

如图3所示, 国庆假期, 江苏高速路网交通拥堵演变也呈现4个阶段: 一是拥堵起始阶段: 0时至5时; 二是拥堵增长阶段: 6时至10时; 三是拥堵高峰阶段: 11时至18时; 四是拥堵消散阶段: 19时至24时。

拥堵起始阶段, 路网拥堵分布相对零散, 拥堵节点主要分布在苏南交通出行需求较大的城市周边, 主要集中在苏州、无锡、南京等地出城主要节点, 如尹山枢纽、董浜枢纽、薛埠枢

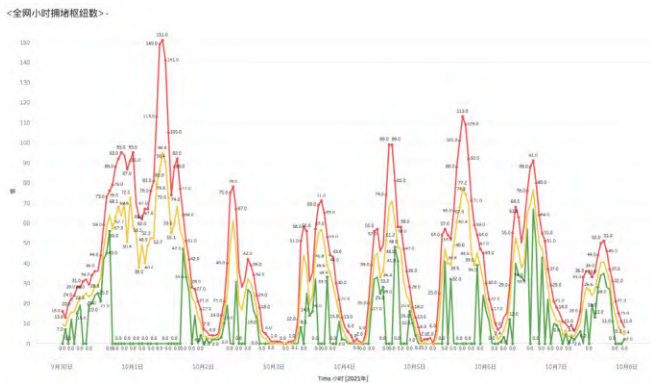


图2 全网小时拥堵指数

组、雍庄枢纽等。

拥堵增长阶段,拥堵蔓延至过江通道及其上下游,省内主要过江通道及其连接线开始出现区域性拥堵,如董浜枢纽、峭岐枢纽、丹徒枢纽。同时,江苏省内主要高速通道(沿海大通道、沪宁通道等)也呈现拥堵蔓延态势,如京沪高速硕放枢纽至东桥枢纽段、沈海高速雪岸枢纽至新联枢纽段、新扬高速明祖陵互通至黄花塘枢纽段、启扬高速汉河枢纽至蜀冈枢纽段。

拥堵高峰阶段,此时路网拥堵处于峰值附近,过江通道跨江大桥段通行状态相对较好,但江苏省内主通道及过江通道接线路段呈现长距离拥堵蔓延现象,如京沪高速无锡段、江阴大桥接线段、苏通大桥接线段、启扬高速黄花塘枢纽上下游路段等。

拥堵消散阶段,重要枢纽上游及过江通道上游路段拥堵逐渐消散,拥堵节点集中出现在下游较为零散,此时拥堵节点主要出现在苏中、苏北等区域路段。

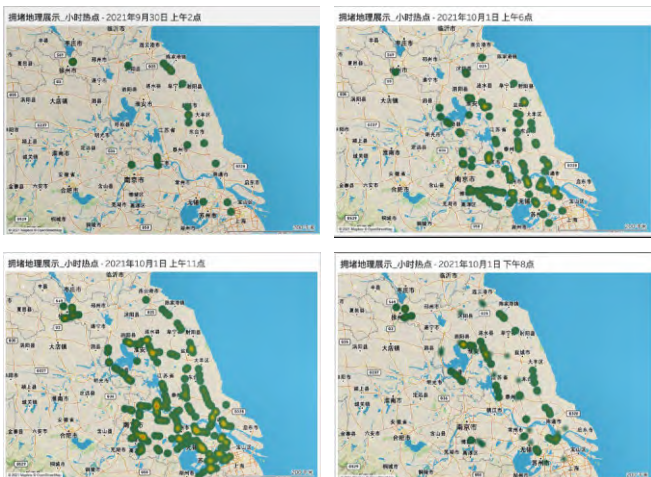


图3 拥堵起始阶段热力图

江苏省的路段拥堵演变规律是,以重点节点—跨江大桥及重要通道—跨江大桥两端及重要通道蔓延—扩散成片—大范围区域拥堵,总体呈现出“点—线—面”累积渐变特征,与公众的作息规律和行动轨迹相吻合。

此外,通过将交通事故数据与路段拥堵数据关联,对路网主要拥堵成因进行划分,如图4所示,蓝色表示非事故拥堵,黄色表示事故拥堵。就江苏省高速路网整体拥堵情况,以拥堵时长占比10%、15%为界,高速路网拥堵成因主要可分为3种:

一是需求增长型拥堵:此类路段交通事故关联性拥堵占比相对较低,路段85%以上拥堵源于流量激增,特点是拥堵规模大、持续时间长。例如,G2京沪高速、G15沈海高速、S49新扬高速、G25长深高速、G42沪蓉高速、G2513淮徐高速、G1522甬台高速、G36宁洛高速、G30连霍高速、S48沪宜高速、S19通锡高速、S28启扬高速、S55宁宣高速、S17苏台高速、S39江宜高速、G3京台高速、G50沪渝高速、G2503南京绕城、S58沪常高速、S68溧芜高速等。

二是事故诱发型拥堵:此类路段交通事故关联性拥堵占比高,路段50%以上的拥堵与交通事故相关,特征是拥堵规模相对较小、持续时间受交通事故处置时间的影响,如S48沪宜高速、G30连霍高速、S19通锡高速、G36宁洛高速等。

三是需求事故叠加型拥堵:交通事故导致的拥堵比例相对较大,占比均介于15%至50%之间。例如,G4221沪武高速、G1516盐洛高速、G40沪陕高速、G4011扬溧高速四条道路属于事故、需求叠加型拥堵。



图4 江苏省高速拥堵事故与非事故占比

通过统计和分析数据可知,假日期间城市周边高速公路拥堵现象的主要成因是,由短时集中出行需求导致的局部节点通行流量饱和、交通事故引发的局部路段通行能力下降,以及两者叠加作用形成局部路段交通受阻。在时间上交通拥堵与公众出行规律和作息時間相一致,因此,应该根据不同的拥堵原因和時間段采取分级管控策略来改善交通拥堵。

二、高速公路大流量分级管控策略

基于节假日高速公路超饱和运行成因和特征,江苏高速从路网和路段两个层面,积极探索节假日大流量分级管控策略,努力提升高速路网通行服务水平,服务公众美好出行。

(一) 路网出行服务策略

路网层面出行服务策略,主要包括出行信息发布、假日出行诱导、中重型货车限时错峰出行、跨省区域协作等管控服务策略。为服务公众假日出行,路网层面的管控服务重点是出行信息服务和路网区域协调。道路管理部分应该根据路网交通流量历史数据,预测节假日路网流量,分析路网流量分布特征,针对性采取路网层面管控措施,根据相关措施,制定出行服务指南,主要包括通行政策、流量预测、路网环境、拥堵预警和出行提示等。

区域路网相关道路管理单位,需要共享管辖区域的高速公路信息,动态把握路网整体运行环境,保障路网管控策略信息发布有效性、连续性。根据出行需求,在有条件的情况下,可以成立一体化出行信息服务协作组,全面推进区域高速公路一体化信息服务工作,通过多种信息渠道(如媒体发布会、微信公众号、出行访谈节目等)将信息快速、准确、简明的传达给公众。

(二) 路网交通管控措施

为防止或减轻关键路段在瞬发高流量下通行饱和,主线分流应通过发布路段的拥堵信息,提示通行车辆在管控的匝道或者枢纽绕行,达到缓解交通拥堵,提升通行能力的目的,使主线路段交通分流能够在一定程度缓解拥堵路段的通行压力。

为了保障分流效果,要确定路网各路段交通运行状况,保

证分流路径有足够的剩余通行能力容纳分流交通量。分流管控的范围内,分流路径饱和度要低于主线饱和度,且满足分流路径剩余通行能力,大于分流交通量。分流路径为高速公路时,可选择同时分流客货车车流;分流路径为国省干线公路时,分流对象选择小客车;采用现有情报板或临时信息发布设施发布主线分流信息。

(三) 路段分级管控策略

路段分级管控是道路保畅工作的重要环节,前期根据《江苏省大流量分级管控方案》细化后,路段管理单位可依据分级管控指标进行判断,一旦路段曾经或长期处于高预警等级(指二级及以上),或者高预警常态化发生,可考虑依照配套管控措施的建议,增设外场流量感知设施及信息发布设施,完善大流量管控能力建设及储备,保障提前应对节假日大流量。

表1 双向四车道高速公路大流量交通分级管控措施匹配表

| 预警级别 | 路段拥挤度<br>$v/C$         | 拥堵里程<br>(公里) | 拥堵时长<br>(分钟) | 管控措施               |
|------|------------------------|--------------|--------------|--------------------|
| IV级  | $0.55 < v/C \leq 0.75$ | $\geq 2$     | $\geq 12$    | 路段节点交通渠化或匝道车辆交替放行  |
| III级 | $0.75 < v/C \leq 0.9$  | $\geq 4$     | $\geq 14$    | 科学管控应急车道           |
| II级  | $0.9 < v/C \leq 1$     | $\geq 6$     | $\geq 16$    |                    |
| I级   | $v/C > 1$              | $> 8$        | $> 20$       | 控制收费站点车辆驶入实施临时借道通行 |

表2 双向六车道高速公路大流量交通分级管控措施匹配表

| 预警级别 | 路段拥挤度<br>$v/C$         | 拥堵里程<br>(公里) | 拥堵时长<br>(分钟) | 管控措施               |
|------|------------------------|--------------|--------------|--------------------|
| IV级  | $0.55 < v/C \leq 0.66$ | $\geq 2$     | $\geq 12$    | —                  |
| III级 | $0.66 < v/C \leq 0.83$ | $\geq 4$     | $\geq 14$    | 路段节点交通渠化或匝道车辆交替放行  |
| II级  | $0.76 < v/C \leq 1$    | $\geq 6$     | $\geq 16$    | 科学管控应急车道           |
| I级   | $v/C > 1$              | $> 8$        | $> 20$       | 控制收费站点车辆驶入实施临时借道通行 |

表3 双向八车道高速公路大流量交通分级管控措施匹配表

| 预警级别 | 路段拥挤度<br>$v/C$         | 拥堵里程<br>(公里) | 拥堵时长<br>(分钟) | 管控措施               |
|------|------------------------|--------------|--------------|--------------------|
| IV级  | $0.55 < v/C \leq 0.74$ | $\geq 2$     | $\geq 12$    | —                  |
| III级 | $0.74 < v/C \leq 0.87$ | $\geq 4$     | $\geq 14$    | 路段节点交通渠化或匝道车辆交替放行  |
| II级  | $0.82 < v/C \leq 1$    | $\geq 6$     | $\geq 16$    | 科学管控应急车道           |
| I级   | $v/C > 1$              | $> 8$        | $> 20$       | 控制收费站点车辆驶入实施临时借道通行 |



#### (四) 路段分级管控策略实施

在确定需要进行分级管控的关键路段之后,应该根据实际现场情况选取管控措施,一般根据不同情况可采用以下五种管控措施。

1.路段节点交通渠化策略,适用于汇入主线的匝道或者枢纽的车道数大于等于两车道且加速车道长度能够满足车辆提速至主线速度,节点渠化主要通过水马或者隔离桩,将双车道匝道逐渐渠化成为单车道匝道,减少匝道汇入主线的交通量,提升主线的运行效率。

2.匝道交替放行策略,适用于距离主线拥堵路段上游的双车道匝道,匝道交替放行主要采用红绿灯交替放行,或者用隔离桩或水马等隔离双车道减为单车道,交警现场指挥,有条件要在地面上标注通行序号。在主线饱和度达到该策略开启条件下,根据实时状态,通过预警分级确定流率及速度数值,作为动态调整匝道车辆的数据支撑。


3.收费站点启闭控制策略,要谨慎使用,虽然拥堵路段的收费站关闭可以减缓车辆的驶入,但是从路网整体效率来看,车辆会通过其他的收费站点驶入,有可能导致其他路段的拥堵,进而有可能导致整个路网效率下降。

4.应急车道开放,可以提高整个路段的通行能力,在合适的时机开放应急车道能够有效的缓解交通拥堵,提高道路通行能力,但应注意确定合适的管控范围,通行信息要醒目简明,且应注意启闭时机的把握和启闭信息的及时更新。

5.临时借道通行,根据部分路段流量潮汐变化的特点,适时打开中央分隔带,通过摆放锥桶、水马等物理隔离设施,临时借用对向车道通行,有效利用道路资源,达到断面交通流量最大化,缓解单侧路段因交通流量大或交通事故导致的交通拥堵,进一步提高道路通行效率。临时借道通行,要根据高速公路现场条件确定,在存在中央可移动隔离带条件下,通过临时信息发布设施保障该策略的实施。

### 三、结语

随着经济的持续进步、中心城市的持续扩张和人民生活水

平的不断提高,节假日期间高密度城际出行需求与有限的道路通行能力之间的矛盾将继续增强<sup>[8]</sup>。因此总结短时高密度出行时道路拥堵成因和规律,对于正确应对这种可预测短期交通压力具有重要意义。这种拥堵在初期最为严重,而后在每一天出行高峰期达到每日拥堵顶峰,意味着早期应对措施对改善拥堵至关重要。本文通过路网拥堵数据、流量数据、交通事故数据及各路段交通管控数据等研究拥堵规律和成因,提出路网和路段分级管控策略,从实际情况出发提出多种应对措施,为今后应对短时高密度出行导致的高速公路拥堵提供有益见解。

#### 参考文献

- [1]吴忠贵,文冰.高速公路交通拥堵问题反思[J].西部交通科技,2012(03):16-19.
- [2]张贵林,温泉.高速公路堵车原因分析及解决措施[J].道路交通管理,2013(01):48-49.
- [3]闫庆军,徐萍平.基于外部性的交通拥堵成因分析与缓解策略[J].经济论坛,2005(05):57-59.
- [4]周伟.节假日高速公路免费通行条件下交通流组织研究[D].华南理工大学,2013.
- [5]袁居才.对高速公路重大节假日免费放行政策的思考[J].交通企业管理,2014,29(01):22-24.
- [6]Cason T N, Gangadharan L. Transactions costs in tradable permit markets: an experimental study of pollution market designs[J]. Journal of Regulatory Economics, 2003, 23(2): 145-165.
- [7]张爽.城市路网交通控制子区自动划分方法研究[D].东南大学,2018.
- [8]刘治彦,岳晓燕,赵睿.我国城市交通拥堵成因与治理对策[J].城市发展研究,2011,18(11):90-96.