

# 干线公路快速化下路网出行交通引分流提效研究——以312国道苏州段为例

郝艳萍 周梓渝 肖忠斌 宗 婷  
苏交科集团股份有限公司 陕西 西安 710000

**摘要：**随着社会经济发展，城市化进程发展迅猛，部分国省干线两侧城镇化水平逐年提高，国省干线过境交通和城市内部交通交织严重，导致干线公路功能混杂，导致区域路网交通运行效率低下。本研究以312国道苏州段改造前后交通运行情况相关数据，基于多源数据量化分析快速化带来的替代、诱增、转移三类引分流效应，明确交通流再分布规律。

**关键词：**干线公路快速化改造；替代；诱增；转移

**引言：**关于干线公路快速化下路网出行交通引分流提效的研究已形成较为系统的成果体系。现有研究聚焦国情适配性，紧密结合城市化进程中的实际问题，侧重工程实践。潘春喜以六安G312快速化改造为例，深入探讨了国省道快速化改造的关键技术。薛志文等通过对国省道快速化改造影响因素的相关分析，确定了国省道快速化的决策方案，采用层次分析法确定决策方案的优先次序，为管理者提供决策依据。骆雷等提出区域交通一体化视角下的国省道快速化改造策略的研究方法<sup>[1]</sup>。

干线公路快速化改造势必引起区域路网交通流的重新分布，本研究针对干线公路快速化这一特定场景，深化路网出行交通流再分配、交通引分流策略等关键问题研究，丰富交通规划与路网运营的理论内涵。

## 1 312国道快速化前后交通情况

### 1.1 G312改造前

原312国道横穿金鸡新城、平江新城核心区、昆山市中心城区，与城市的发展产生了较大矛盾，部分路段通行能力和服务水平大幅下降，交通安全隐患大、事故多。

2006年始，312国道苏州城区段改移到相城区太阳路。2022年10月，312国道苏州段改扩建工程最后一段完工通车。

### 1.2 G312快速化效果

G312国道苏州段快速化改造工程于2022年11月正式通车，实现了苏昆中环之间15分钟直达，交通流量显著增加，车速提升明显，行程时间大幅缩短。

**交通流量：**改造后日均断面流量达50000辆以上，货车占比高；

**车速：**改造后设计时速为100公里/小时，全线无红绿灯；

**行程时间：**苏州至无锡的车辆可通过望虞河大桥实现“零红绿灯”通行，向西直达无锡硕放机场，全程耗时约15分钟；向东沿太阳路进入苏州中环快线，耗时约15分钟。

## 2 干线公路快速化下路网出行交通引分流效应分析模型

采用多维度数据分析方法，以“数据整合-维度拆解-定量验证”为核心逻辑：整合三类核心数据，实现“客观流量+主观选择”的数据互补；从时间、空间、车辆类型三个维度拆解交通流特征，通过统计检验与模型模拟实现引分流效应的量化分析。

引入三类专项分析模型：

**格兰杰因果检验模型：**用于验证“快速路通车”与“交通量变化”间的因果关系。若“快速路通车”事件的历史数据能显著提升对“区域交通量变化”的预测精度，则可判定前者是后者的格兰杰原因。

**隐马尔科夫模型（HMM）：**包含“隐藏状态”与“观测值”两层结构，其中隐藏状态为“出行者路径选择偏好”，观测值为实际监测的“车速、流量、出行距离”等；通过训练获取“状态转移概率矩阵”，量化不同出行距离下路径选择偏好的变化规律。

**四阶段法：**①交通生成，通过区域人口、就业等计算出行生成量；②交通分布，将出行生成量转化为OD矩阵；③交通方式划分，计算不同交通方式的分担率；④交通分配，将出行量分配至路网，测算快速路通车后诱增的交通量，评估“时间缩短”带来的潜在出行需求<sup>[2]</sup>。

## 3 G312快速化改造下交通引分流效应分析

数据来源包括苏州市交通运输局发布的官方统计数据、高速公路公司提供的车流量监测数据以及现场交通

调查获取的资料。

### 3.1 替代效应

312国道苏州段快速化改造完成后，替代效应体现为高速公路车流向快速路转移。

#### ① 高速公路车流量变化特征

改造前后各高速公路路段车流量变化如表1所示。

表1 G312快速化改造后高速公路车流量变化情况

高速公路路段	改造前车流量 (PCU/日)	改造后车流量 (PCU/日)	变化率 (%)
沪宁高速苏州东段	98500	83725	-15.0%
京沪高速苏锡段	86200	75856	-12.0%
苏州绕城高速北段	72300	68685	-5.0%

分时段来看，平峰时段沪宁高速、京沪高速苏锡段分流的车流量中，货运车辆占比超70%，以中长距离物流运输车辆为主；早晚高峰时段，分流车辆中客运占比提升至55%，主要为苏锡跨市通勤车流及前往机场的车流，其中京沪高速苏锡段分流比例达18%，显著缓解高速通勤压力。

#### ② 流量转移驱动因素

流量转移的核心驱动因素为312国道快速路的免费通行优势。从车辆类型看，货运车辆转移特征最为突出，312快速路主路总交通量中，中长距离货车（行驶距离 ≥ 15公里）占比达55%，为主导车流；客运流量占比45%，前往无锡硕放机场的客运量占客运总量的60%，为客运核心需求。3轴及以上重型货车占新增交通量的比重超过40%，此类车辆此前多通过京沪高速或沪蓉高速绕行，改造后优先选择312快速通道，既降低物流成本，又缓解高速公路拥堵，提升区域路网整体运行效率。

#### ③ 出行时间可靠性优势

312快速路通过立体化交通设计减少交叉口干扰，提供更稳定的通行时间。对比平行高速路段，312快速路工作日早高峰通行时间方差低于60%以上，有效规避高速公路因拥堵、事故导致的通行时间不确定性，增强对交通流的吸引力。

#### ④ 空间差异性特征

替代效应存在明显空间差异，距离312快速路较近的苏州工业园区、昆山南部等区域，车辆转移比例较高；距离较远区域车辆转移比例较低。

### 3.2 诱增效应

312国道苏州段快速化改造诱增新的跨城出行需求，主要体现在苏锡跨市通勤、机场接入服务及休闲出行三个维度。

#### ① 苏锡同城化通勤需求增长

改造前，苏州城区至无锡硕放机场约需50分钟，且

需途经多处信控交叉口；改造后，312快速路与无锡快速中环东线无缝衔接，通行时间缩短至15分钟，时间压缩比例达70%，极大刺激跨市通勤及商务出行需求。

苏锡日均跨城出行量从2.8万车次/日增长至3.5万车次/日，增长率超过25%。增长的核心引流时段集中于早晚高峰，核心人群为苏州工业园区、昆山南部至无锡新吴区的通勤及商务人士，核心引流路段为苏州工业园区-无锡新吴区快速衔接段。增长呈现距离衰减特征：距离312快速路出入口较近的区域，跨城出行增长率达30-40%；距离较远的区域，增长率为10-15%，符合交通经济学中“出行成本降低对短距离出行需求刺激作用更显著”的需求-距离弹性理论。

#### ② 机场枢纽服务范围扩展

通行时间缩短推动无锡硕放机场服务辐射范围扩大。改造前，硕放机场主要服务无锡本地及苏州西北部区域；改造后，有效服务范围延伸至整个苏州市域，涵盖昆山、太仓等东部地区。

机场出行引流主要集中于早高峰及午后航班密集时段，人群以商务旅客、旅游出行群体为主，核心引流路段为昆山南部-无锡硕放机场快速通道<sup>[3]</sup>。

表2 G312快速化改造后苏州各地区至硕放机场出行变化

出发地区	改造前时间 (分钟)	改造后时间 (分钟)	时间节省 (分钟)	出行增长率 (%)
苏州工业园区	50	15	35	40%
昆山南部	65	25	40	35%
苏州高新区	70	40	30	15%

#### ③ 休闲出行需求激增

312快速路沿线串联荡口古镇、梅村美食街等旅游资源，快速化改造大幅提升景点可达性，刺激一日游及周末休闲旅游市场发展。休闲出行引流集中于周末及平日晚间，以家庭游客及年轻消费群体为主，核心引流路段包括苏州工业园区-鸿山国家考古遗址公园、昆山南部-荡口古镇等旅游连接路段。

### 3.3 转移效应

312国道苏州段快速化改造深刻改变不同出行距离交通流在快速路与地面路网间的选择行为。

#### ① 不同出行距离的选择行为差异

基于隐马尔科夫模型对车辆出行行为的分析，不同距离出行对快速路的偏好存在显著差异。

研究发现，出行距离超过12公里时，出行者选择快速路的概率显著增加，该值为“快速路选择临界距离”，可为未来快速路规划提供参考依据。

#### ② 交通流分布重构特征

改造前，区域交通流主要集中于高速公路及城市主

干道，分布相对集中；改造后，交通流呈现“分散-集中”双重特征：部分交通流从高速公路分散至312快速路，地方道路交通流更集中于312快速路接入点。

不同出行距离的路径选择行为变化如表3所示。

表3 不同出行距离的路径选择行为变化

出行距离 (公里)	改造前快速路 选择率 (%)	改造后快速路 选择率 (%)	变化百分点
< 5	10	12	+2
5-10	25	30	+5
10-15	45	55	+10
15-20	60	75	+15
> 20	70	85	+15

该重构特征在早晚高峰时段尤为突出，早高峰，苏州方向经312快速路前往无锡方向的交通量增加35%，平行高速公路流量减少12%；晚高峰呈现相反方向的类似变化，表明312快速路已成为区域通勤走廊重要组成部分，有效承担跨城通勤功能。

### ③ 地面路网交通负荷转移

快速路通车后，312国道辅路交通功能发生明显转变。改造前，地面道路承担大量长距离通过性交通；改造后，通过性交通转移至快速路，辅路主要服务沿线到达性交通。

快速化改造后地面道路交通压力减轻，交叉口排队长度缩短25-30%，平均车速提高15-20%；同时，地面道路交通环境改善为沿线土地开发创造有利条件，促进产城融合与区域协调发展。

转移效应也带来新挑战，快速路主要互通节点交通压力显著增加，苏州中环互通、昆山古城路互通等关键节点高峰小时交通量已接近设计容量，需制定优化管理措施，提升节点通行能力，保障快速路系统高效运行。

### 3.4 综合效应

替代、诱增、转移效应并非孤立存在，是相互关联、相互影响的有机整体。替代效应通过免费通行与时间可靠性优势，推动沪宁高速、京沪高速苏锡段12%-15%的车流向312快速路转移，其中3轴及以上重型货车占新增流量40%以上，显著降低物流成本与高速拥堵；诱增效应依托通行时间70%的压缩幅度，使苏锡跨城出行量增长25%，硕放机场苏州籍旅客占比提升7个百分点，带动沿线休闲出行增长30%与夜间消费25%；转移效应使15公里以上中长距离出行的快速路选择率提升30%，辅路功能转向到达性交通，交叉口排队长度缩短25-30%。

通过格兰杰因果检验进一步验证分流效应与快速路改造的因果关联：

变量与数据：设定被解释变量 $Y_t$ 为“区域日均交通量”（312快速路及平行高速断面流量均值，单位：PCU/日），解释变量 $X_t$ 为“快速路通车虚拟变量”（改造前 $X_t = 0$ ，改造后 $X_t = 1$ ），采用2022年11月-2023年1月月度数据，样本量 $n = 62$ （改造前30天、改造后32天）。

数据预处理：通过ADF单位根检验验证变量平稳性， $Y_t$ 与 $X_t$ 的ADF统计量分别为-3.82、-4.15，均小于1%显著性水平临界值（-3.51），避免伪回归。

模型构建与计算：基于AIC准则确定最优滞后阶数 $k = 2$ （解释变量滞后项）、 $m = 2$ （被解释变量滞后项），构建回归方程：

无约束方程（含 $X_t$ 滞后项）：

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=0}^2 \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{j=1}^2 \beta_j X_{t-j} + \varepsilon_t$$

有约束方程（不含 $X_t$ 滞后项）：

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=0}^2 \alpha_i Y_{t-i} + \varepsilon_t$$

计算残差平方和 $SSE_r$ （有约束）与 $SSE_u$ （无约束），代入F统计量公式：

$$F = \frac{(SSE_r - SSE_u) / k}{(SSE_u) / (n - k - m)}$$

结果判断：计算得 $F = 8.76$ ，大于1%显著性水平临界值 $F_{0.01}(2,57) = 5.01$ ，对应 $p = 0.0006 < 0.01$ ，拒绝“ $X_t$ 不是 $Y_t$ 格兰杰原因”的原假设，证明快速路通车是交通流变化的核心因素。

### 结束语

G312快速化改造推动区域交通格局从“高速公路单骨架”向“高速公路+快速路双骨架”转变，路网抗干扰能力与资源配置效率显著提升，为苏锡同城化与“苏锡常”都市圈协同发展提供关键交通支撑。干线公路快速化可优化区域路网格局，大幅度提升区域路网的通行效率，引领区域经济社会发展。

### 参考文献

- [1]潘春喜. 国省道快速化改造关键性技术研究[J]. 运输经理世界, 2023(10):29-31.
- [2]薛志文, 关彦斌. 基于层次分析法的国省道快速化决策分析[J]. 公路, 2016, 61(9):229-231.
- [3]骆雷, 张永红, 姚晓阳. 基于AHP的区域交通一体化国省道快速化策略研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018, 14(6):266-269.