

DOI: 10.16799/j.cnki.esdqyfh.250786

HOV 车道改造管控车道设计关键技术研究

靳舒畅¹, 吕天翔², 胡封疆²

(1. 河北省交通职业技术学校, 河北 石家庄 050035; 2. 天津市政工程设计研究总院有限公司, 天津市 300385)

摘要: 随着我国汽车保有量的快速上升, 城市交通拥堵问题日益突出, 因此实施 HOV (high-occupancy vehicle lanes) 车道并提升其管控水平越来越重要。通过对 HOV 车道和普通车道的平均行程时间、平均行程速度以及启用前后的路段平均车速、车流量、2+小客车分担率等进行对比, 分析了现有 HOV 车道实施效果和实施条件。在提升 HOV 车道实施水平方面, 从空间维度提出了车道分隔、车道宽度以及交织车道、引道、直接连接匝道等的改造要点, 并对不同分隔方式的应用场景进行了分析, 为 HOV 车道的实施推广和优化提升提供了可靠的方案借鉴。

关键词: 管控车道; HOV 车道; 实施条件; 车道改造; 管控水平

中图分类号: U412; TU997 **文献标志码:** A **文章编号:** 1009-7716(2026)03-0137-04

Research on Key Technologies for Design of Control Lanes in HOV Lane Reconstruction

JIN Shuchang¹, LYU Tianxiang², HU Fengjiang²

(1. Hebei Vocational and Technical School of Transportation, Shijiazhuang 050035, China; 2. Tianjin Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300385, China)

Abstract: With the rapid increase in the number of cars in China, urban traffic congestion has become increasingly prominent. Therefore, it is increasingly important to implement HOV lanes and improve their control level. By comparing the average travel time, average travel speed, average vehicle speed, traffic volume, and 2+ passenger car sharing rate of HOV lanes and ordinary lanes before and after implementation, the implementation effect and conditions of existing HOV lanes are analyzed. In terms of enhancing the implementation level of HOV lanes, key points for renovation such as lane separation, lane width, interwoven lanes, approach roads, and direct connection ramps are proposed from the spatial dimension, and the application scenarios of different separation methods are analyzed, which provides the reliable reference for the implementation, promotion and optimization of HOV lanes.

Keywords: controlled lanes; HOV lane; implementation conditions; lane renovation; control level

0 引言

随着汽车保有量的增加, 城市干线交通日益繁忙, 严重影响高峰期通行效率。在大型城市, 尤其深圳、上海等超大城市, 如何通过设置 HOV 车道吸引更多的人采用合乘出行方式, 减轻道路交通负荷, 充分利用现有交通资源, 对 HOV 车道的实施和优化提升提出了更高的要求。

21 世纪初, 美国为提升城市主干路通行效能, 创新性提出管控车道 (managed lanes) 理念^[1]。高乘用

收稿日期: 2025-08-08
作者简介: 靳舒畅(1993—), 女, 学士, 教师, 从事交通运输教学有关工作。
通信作者: 吕天翔(1996—), 男, 硕士, 工程师, 从事交通运输规划设计工作。电子信箱: 1094423331@qq.com

车辆专用车道 (high-occupancy vehicle lanes) 作为管控车道的一种, 是仅供指定乘载数量车辆 (如合乘小汽车、班车、公交车) 通行的分离车道, 通常要求 2 人及以上 (2+) 的车辆方可使用, 旨在提升现有道路的客流输送能力^[2]。

国外对于 HOV 车道的研究较早, 主要成果有: 美国的德克萨斯州交通部 *Managed Lanes Handbook*、*Managed Lane Ramp and Roadway Design Issues*、加利福尼亚州交通部的 *High-occupancy vehicle guidelines for planning, design and operations* 等政策及相关设计标准, 其中 *Managed Lanes Handbook*^[3] 列出了 HOV 车道管理策略以及技术指导, 要求设计年份的每车道高峰小时 3 人及以上合乘车辆大于 1 000 辆时, 方可设置 HOV 车道 (3+), 但没有给出 HOV 车道的具体形式和设计标准。

国内 HOV 车道主要采用交通标线分隔,对于 HOV 车道空间层面改造的研究还较少,目前主要集中在对 HOV 车道设置的应用条件、实施效果等管理策略的研究上。户佐安等人^[4]从舒适度、出行时间、出行费用三方面构建了出行总效用函数模型,用于评估设置 HOV 车道的可行性;况雪等人^[5]提取了时效性、舒适性、便捷性三方面影响因素,构建了 HOV 车道选择意愿的 Logit 模型,得出了 HOV2+、HOV3+、HOV4+车道的设置条件。向楠等人^[6]从小客车实载率、2+小客车分担比例两方面对深圳市滨海大道 HOV 车道运行前后的效果进行了评估对比。杨旭^[7]综合考虑总出行时间、收费总收入、广义出行费用,构建了 HOV 收费策略优化的双层规划模型,给出了不同收费路段数下的最优收费方案。张春华^[8]提出了可逆流管控车道的平面出入口设计方法及横断面设计方法。

综上,当前国内外对于提升 HOV 车道管控水平的研究主要集中在管理措施方面,从车道改造的空间层面提升管控水平的研究还较少。在以往研究的基础上,对不同空间改造方案进行了研究,提出了 HOV 车道改造的关键技术方案及指标建议,为 HOV

车道的推广实施提供借鉴。

1 国内城市应用现状

通过设置专用通行空间,HOV 车道能提高承载车辆的运行效率和乘客出行效率,吸引鼓励拼车、合乘,从而降低人均占据道路空间资源、总交通需求以及尾气排放,达到缓解交通拥堵、保护环境的目的^[9]。

我国已有 7 个城市试点推行 HOV 车道,共分为与公交专用道合并设置和在道路最内侧单独设置两类^[10]。其中上海、无锡、苏州采用与公交专用道合并设置的方式,其他城市采用在道路最内侧单独设置的方式。除无锡市 HOV 车道要求车内至少 3 人方可使用外,其余城市 HOV 车道均要求车内至少 2 人方可使用。启用时段一般为早晚高峰,设置长度一般约 8~11 km。具体案例如表 1 所示。

综合以往 HOV 车道实施效果的研究,启用 HOV 车道可减少道路交通流量约 2.32% 以上,提升 HOV 车道的平均行程速度约 8.56% 以上,提升路段平均行程速度约 2.02% 以上,提升 2+小客车分担率约 8.31% 以上,取得了较好的效果^[11-12]。

表 1 国内 HOV 车道应用案例

序号	城市	开通时间	设置路段	设置方式	通行车辆类型
1	无锡	2014 年 5 月	兴源路、蠡湖大道、西环路	与公交专用道合并设置	公交车、3 人及以上小汽车
2	济南	2015 年 7 月	旅游路(千佛山南路—凤凰路)	双向最内侧车道	2 人及以上小汽车
3	深圳	2016 年 4 月	滨海—滨河大道	单向最内侧车道	2 人及以上小汽车
4		2018 年 2 月	梅观大道(华为出口—民乐立交段)		
5	成都	2017 年 2 月	科华中路及科华南路下穿隧道天府大道南一、二段	单向最内侧车道	2 人及以上小汽车
6	大连	2017 年 9 月	东北快速路	双向最内侧车道	2 人及以上小汽车
7	上海	2020 年 1 月	沪宜公路(陈翔路—叶城路)	与公交专用道合并设置	公交车、2 人及以上小汽车
8	苏州	2021 年 4 月	星湖街(西洲路—旺墩路)	与公交专用道合并设置	2 人及以上小汽车

2 管控车道的实施条件

由于占用独立的道路资源,在现状合乘率较低时,HOV 车道的利用率较低,同时 HOV 车道的设置会造成普通车道的流量饱和度显著增加,道路整体通行能力下降,因此要实现现状合乘率与 HOV 车道实施数量的匹配,设置 HOV 车道的道路规模应为单向 3 车道及以上^[13]。HOV 车道相比普通车道的优势在于道路流量饱和度低,行程车速水平高,从而吸引人们采用合乘的方式通过 HOV 车道出行。在道路饱和度较低时,HOV 车道与普通车道的比较优势不明显,无法实现预期的实施效果。因此,HOV 车道的

实施要综合考虑道路 2+合乘率和拥堵水平,同时要保证一定的实施长度,有明显的行程时间节省效果。综上,实施 HOV 车道应具备以下条件。

- (1)道路规模应为单向 3 条机动车道及以上;
- (2)HOV 车道应设置在已经或预测将会拥堵的道路,道路拥堵水平达到 D 或 E 级,同时平均车速降至道路设计车速 50% 以下时,可考虑设置 HOV 车道^[14];
- (3)道路现状合乘率应不低于 15%^[15];
- (4)HOV 车道的设置长度必须保障合乘车辆在高峰时段至少节省 5 min 的出行时间,设置路段沿线不应有太多的交叉口和出入口。

3 管控车道的设计关键技术

3.1 设计目标及原则

管控车道本质上是通过车道物理设计(空间维度)与运营策略(管理维度)的协同,重新分配城市道路的路权,实现通行效率与可持续发展的多目标均衡^[16],不同的管控策略产生不同类型的管控车道,如图1所示。管控车道的实施水平主要体现在3个维度:(1)路权的差异化服务水平,提供创新性出行选择;(2)道路整体的通行效率,提升路段平均车速;(3)车辆的行驶安全性,减少车辆变道冲突。

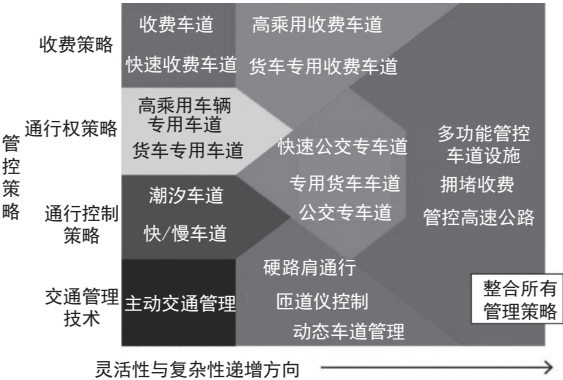


图1 管控车道策略分类示意图

3.2 车道分隔

按照分隔程度由弱到强,车道分隔可分为交通标线分隔、弹性警示柱分隔、硬屏障分隔和等级分隔。

交通标线分隔方式建设成本最低,执法成本较高,便于未来扩展改造和平峰期的使用。但在运营过程中,车辆进出可能会违反管控要求,HOV专用车道的高速车辆会与普通车道的低速车辆在换道过程中冲突点较多,不利于车辆行驶安全,影响道路整体通行效率,设置方式如图2所示。



图2 交通标线分隔方式

弹性警示柱分隔方式可提供一定程度的差异化路权,便于未来扩展改造和平峰期的使用,在运营过程中,车辆进出仅可能在入口区域违反管控要求,车辆行驶的安全性有保障,道路整体通行效率较高,设置方式如图3所示。

硬屏障分隔方式提供差异化路权,车辆进出符



图3 弹性警示柱分隔方式

合管控要求,车辆行驶的安全性有保障,道路整体通行效率较高。但建设成本较高,用地集约性差,未来扩展改造受限,设置方式如图4所示。

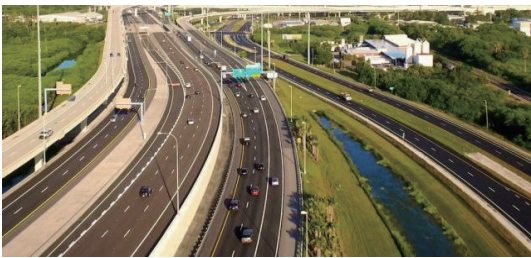


图4 硬屏障分隔方式

等级分隔方式的路权差异化水平最高,车辆进出符合管控要求,车辆行驶的安全性好,道路整体通行效率高,该方式建设成本较高,用地集约性差,未来扩展改造受限,设置方式如图5所示。



图5 等级分隔方式

HOT车道(即高乘用收费车道)通常采用硬屏障分隔方式和等级分隔方式。其允许低于HOV车道乘客数量要求的车辆,通过缴纳费用获得通行权,本质上是HOV车道的一种变体^[17]。

对于新建道路,车道宽度也影响自由流速度。平均车道宽度、右侧横向间隙与自由流速度降低关系如表2、表3所示。

表2 平均车道宽度与自由流速度降低关系

序号	平均车道宽度/m	自由流速度降低/(km·h ⁻¹)
1	≥3.65	0.0
2	≥3.65	3.1
3	≥3.35	10.6

3.3 应用场景

白实线分隔方式适用于HOV车道宽度有限(3.5 m以下),无法预留实体隔离空间的城市快速路或主干

表3 右侧横向间隙与自由流速度降低关系

右侧横向 间隙/m	自由流速度较低(以1.8 m为基准)/(km·h ⁻¹)			
	2车道	3车道	4车道	5车道
≥1.8	0	0	0	0
1.5	1.0	0.6	0.3	0.2
1.2	1.9	1.3	0.6	0.3
0.9	2.9	1.9	1.0	0.5
0.6	3.9	2.6	1.3	0.6
0.3	4.8	3.2	1.6	0.8
0	5.8	3.9	1.9	1.0

路。在单车道高峰小时流量中等、监管难度较小的路段有较好的实施效果,是HOV车道初期试点常采用的方式。

弹性警示柱分隔方式适用于HOV车道宽度较宽(3.5 m及以上),单车道高峰小时流量较高,需明确车道边界但无需绝对隔离的城市快速路或主干路。如HOV车道入口交织区的汇入区,采用弹性警示柱能显著降低普通车辆无意识违规驶入风险,同时还可根据交通需求动态调整。

硬屏障分隔方式适用于单车道高峰小时流量高,普通车辆违规驶入意愿强的城市快速路或主干路,尤其是在需要建设长期固定的HOV车道和对通行效率、安全要求较高的区域。

等级分隔方式可独立控制车辆出入,实现与普通车道的精准衔接,彻底消除车流交织冲突,HOV车道的通行效率与安全性达到最优,适用于城市核心区、超大型通勤走廊等交通需求极度旺盛,且具备大规模分隔交通建设条件的区域。

3.4 车辆出入方式

对于采用白实线方式和采用弹性警示柱分隔方式的HOV车道,可采用直接连接方式。设置于路段中的HOV车道入口和出口通常存在交织区域,普通车辆和高承载车辆可同时进出交织区域。交织区划分为警告区、过渡区和汇入区^[18],如图6所示。

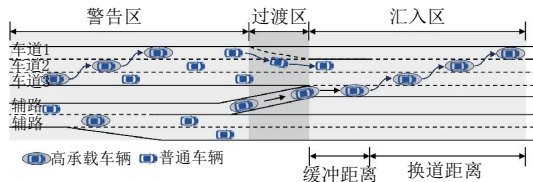


图6 交织区设置方式

对于采用弹性警示柱分隔方式的HOV车道,在HOV车道数增加或减少的节点前,需设置独立的入口引道和出口引道,通过车道分隔设施的间隙提供进出连接,此方式需额外的车道宽度,如图7所示。

对于采用等级分隔方式的HOV专用车道若采用

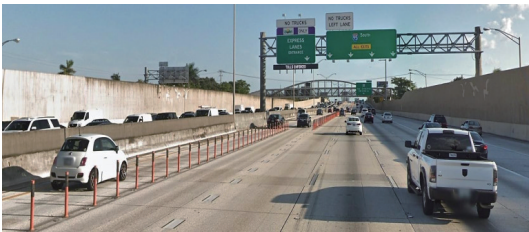


图7 引道设置方式

立体分隔方式,则需要采用匝道与其他道路连接,如图8所示。匝道通常建设成本最高,是否采用匝道要综合考量以下要素^[19]。首先,单车道交通量应不低于400 pcu/h,双车道不低于1 700 pcu/h;其次,明确社会效益,通过对比直接连接方式与引道方式,分析减少交织交通量、提升通行速度等运营效益,并纳入建设成本综合考量。

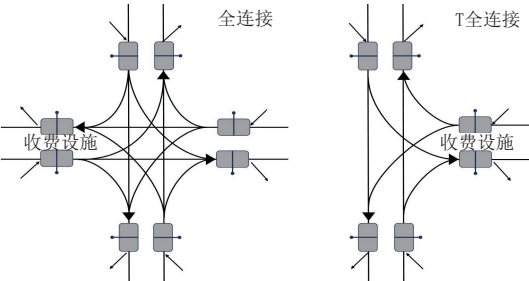


图8 匝道连接方式

4 结 语

通过对我国HOV车道的应用现状及实施条件进行总结分析,提出不同分隔方式的HOV车道改造方案,对其适用情况和实施水平进行了对比分析。本文研究重点聚焦于HOV车道改造为管控车道的设计应用关键技术,旨在为国内相关领域的创新性研究提供理论支持。未来,可进一步从规划监测、交通工程、运营管理等多个维度展开研究,以更全面地指导国内城市管控车道的具体实践。

参考文献:

[1] 高凡丁,王卫平,李升科.美国管控车道概念对中国交通组织管理的启示[J]. 筑路机械与施工机械化,2015,32(4):67-72.

[2] 谢之权,金辉,滕靖,等.城市道路多功能专用道研究综述[J]. 物流科技,2025,48(4):101-104.

[3] Beverly Kuhn, Ginger Goodin, Andrew Ballard, et al. Managed Lanes Handbook[M]. Texas: Texas Transportation Institute, The Texas A&M University System, 2005.

[4] 户佐安,包天雯,蒲政,等.基于出行总效用的HOV车道设置可行性研究[J]. 综合运输,2017,39(8):62-67.

[5] 况雪.HOV车道选择模型及应用条件研究[D].成都:西南交通大学,2020.

[6] 向楠,李宝鹏.高承载率车道设置应用及效果评价——以深圳市滨海大道为例[C]//2017年中国城市交通规划年会论文集.深圳: