

# 面向交通安全的城市道路速度管理研究

李文斌 孙超 邵源

**【摘要】**速度是道路交通安全最关键性的风险因素，但目前国内对速度管理缺乏比较清晰的管理框架和系统的速度管理措施。本文以深圳市为例，首先分析了道路交通安全问题特征，发现限速高的道路事故致死率更高，在快速路主辅接入口、城市道路出入口等速度切换的区域事故多发、事故后果严重。借鉴发达国家城市道路速度管理经验，以深圳为例率先在国内提出城市道路的交通安全速度管理框架。在此框架下，重点围绕速度和速度转变两个环节从路段限速调整（含限速街区试点）、快速路速度管理、道路接入速度管理三个方面制定了改善对策。希望以深圳为例进行的探索能够在全国的城市交通安全管理中得到推广应用。

**【关键词】**交通安全；速度管理；速度切换；道路接入；容错设计；限速街区

## 1 引言

研究表明，速度是道路交通安全的最关键性风险因素，约 40% 的死亡事故与速度有关，尤其在混有行人、骑车人等弱势道路使用者的区域，速度更是最大威胁<sup>[1]</sup>。一方面速度越高，事故发生风险越大，造成的伤害也越大<sup>[1-3]</sup>；另一方面速度离散性越大，不同速度的车辆碰撞发生的概率及伤害也越大<sup>[4-7]</sup>。在大规模的道路交通基础设施建设完成后，欧美等发达国家于上世纪 90 年代先后采取交通管理和交通宁静化等一系列速度管理措施提升交通安全水平，提出交通事故“零死亡”的发展愿景，并制定了长期的速度管理框架<sup>[1]</sup>。

我国也逐渐认识到速度管理的重要性和必要性，但目前国内对速度管理还缺乏比较清晰的管理框架和系统的速度管理措施<sup>[8-17]</sup>。特别是我国东南沿海城市的大规模基础设施建设已接近尾声，迫切需要进行系统性的速度管理技术研究，并制定与我国道路交通实际相匹配的速度管理技术框架。本文以深圳市为例，通过对历年交通事故基础数据分析，提取影响道路交通安全水平的速度因素，率先在国内探讨面向交通安全的速度管理框架及对策建议。

## 2 现状问题分析

深圳市道路交通安全形势总体趋好，交通事故死亡人数已连续 13 年下降，但事故严重性日益增加，致死率呈现逐年上升趋势，如图 1 所示。深圳弱势道路使用者的死伤人数约占全部伤亡人数的 70%，如图 2 所示。速度管理薄弱是深圳交通事故致死率逐年上升、弱势道路使用者为死伤主体的重要原因之一。

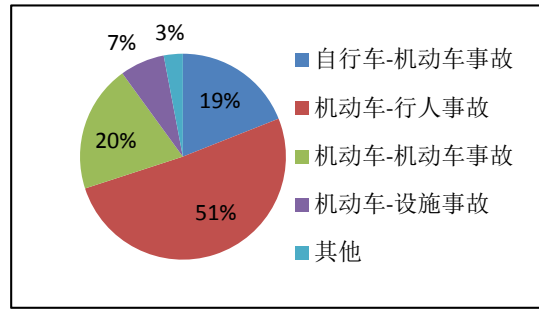
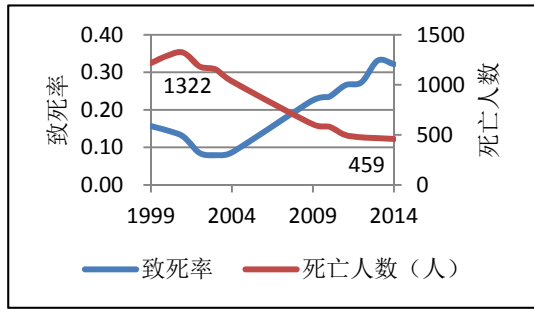


图 1 深圳市道路交通事故致死率变化趋势图

图 2 深圳市各类型道路交通事故死亡人数占比

(数据来源: 深圳市安全生产监督管理局, 深圳市交警局)

## 2.1 速度高导致事故后果严重

研究表明, 更高的速度增加了事故数量和伤亡的概率。根据“功率模型(Power Model)”, 当平均速度增加 5% 时, 事故总量增加 10%, 死亡事故数量增加 20%<sup>[1,18]</sup>, 如图 3 所示。行人和车辆碰撞速度与死亡概率正相关, 尤其当车速超过 30km/h 时, 行人遭受致命伤害的可能性迅速增加<sup>[1,7]</sup>, 如图 4 所示。

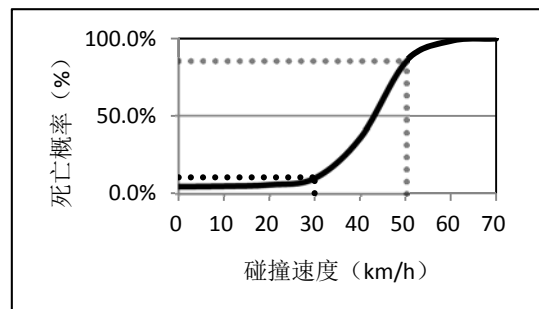
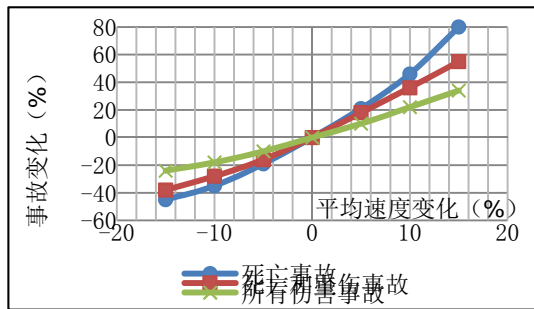


图 3 速度变化与事故数量的关系曲线(功率模型)

图 4 行人死亡概率与碰撞速度的关系曲线

### (1) 限速高的道路致死率高, 凌晨(夜间)致死率高

快速路致死率远高于其他等级的城市道路, 凌晨(夜间)时段致死率远高于其他时段。根据统计, 深圳市快速路全天、夜间和凌晨的致死率分别是其他城市道路平均致死率的 1.7 倍、2.2 倍和 1.8 倍, 见表 1。深圳约 70% 的重特大交通事故发生在高快速路上, 超速事故约占快速路死伤事故总数的 80%, 可见致死率高与超速密切相关。

表 1 深圳市城市道路交通事故致死率(来源: 深圳市交警局)

道路名称	全天致死率	夜间致死率(18:00-6:00)	凌晨致死率(2:00-6:00)
快速路	0.22	0.33	0.39
主-次-支路	0.13	0.15	0.22

凌晨(或夜间)速度管理薄弱, 超速现象更为普遍, 致死率更高。以深圳市快速路北环大道为例, 2006-2011 年凌晨 2:00-6:00 共发生交通事故 30 起, 造成 20 人死亡、13 人重伤以及 3 人轻伤, 致死率高达 0.56。通过对 2011 年 5 月北环大道(东-西)各路段的运行速度

分析，发现超速时段主要集中在 2:00-6:00，如图 5 所示。

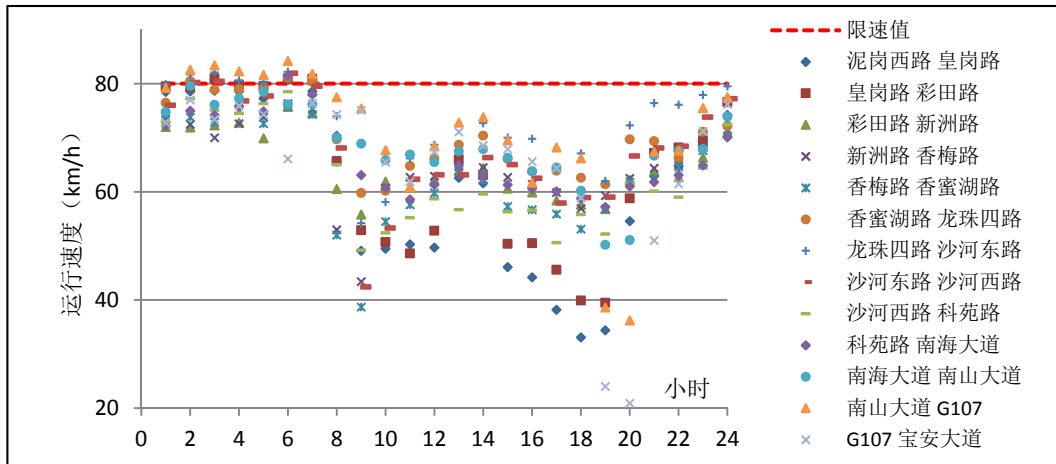


图 5 北环大道（东-西）2011 年 5 月运行速度（来源：深圳市道路交通运行指数系统）

### （2）生活性道路速度管理薄弱，主、次干道事故多发

目前，深圳主要在高快速路和限速 60 公里以上的交通性干道上查处超速，对生活性主干道、次支路的速度管理较为薄弱。生活性道路超速现象普遍，致死率较高，承担了主要的死亡和重伤事故。2006-2011 年，深圳主、次干道承担了 81% 死亡与重伤事故（主干道承担 58%，次干道承担 23%），主干道单位长度死亡人数为 1.17 人/km，次干道为 0.61 人/km，远高于其他等级城市道路。

## 2.2 速度转变导致事故多发

高低等级（不同限速值）道路接入时的速度转变、出入口接入城市道路时的速度转变导致交通事故多发，同样应值得关注。

### （1）快速路主辅出入口切换处交通事故多发

根据统计，深圳市快速路的主辅接入口（含辅道）事故数量约占快速路全部事故的 70%，且快速路出口的事故数量是入口的 6 倍，即高速向低速转变时更容易引发交通事故。机动车与行人及机动车与自行车事故是快速路交通伤害的主体，约占 73%。

### （2）支路-干路交叉口承担了大部分交叉口交通事故

根据统计，深圳市主干道与支路交叉口、次干道与支路交叉口承担了全部交叉口交通事故（死亡+重伤）的 62.8%，其中 49% 发生于速度差较大的主干道与支路交叉口，详见表 2。

表 2 交叉口死亡重伤事故分布表（来源：深圳市交警局）

交叉口类型	快快	快主	快次	主主	主次	主支	次次	次支	支支
死亡重伤事故所占比例	0.1%	2.5%	1.3%	12.8%	13.1%	49.0%	2.8%	13.8%	4.7%

### （3）出入口接入城市道路的地点更容易发生交通事故

根据统计，深圳道路出入口影响区的事故数量占全部交通事故的 55.6%，说明有接入的

地点更容易发生事故。以交通性主干道龙岗大道为例，大芬段 750m 的路段设置出入口（含支路）16 个，平均间距小于 50 米。2006-2011 年该路段发生交通事故 38 起，共造成人 4 死亡、4 人重伤，是典型事故多发路段，如图 6、图 7 所示。

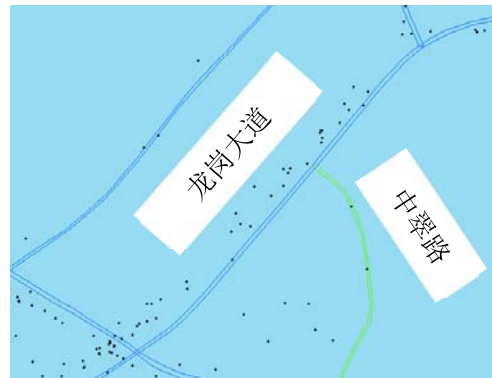


图 6 龙岗大道大芬段出入口（含支路）分布图

图 7 龙岗大道大芬段交通事故分布图

### 3 速度管理框架构建

速度管理是指通过交通执法与管理、工程和宣传教育等措施降低道路上车辆运行速度，目的是在安全性和机动性之间寻求平衡，建设更适于道路使用者自身弱点的交通系统<sup>[1]</sup>。欧美发达国家以“人的生命健康高于一切”为宗旨，于上世纪 90 年代先后制定了长期的速度管理框架，如瑞典的“零死亡愿景”，荷兰的“可持续安全”和澳大利亚的“安全系统”等<sup>[1, 18-22]</sup>。

借鉴发达国家或地区的速度管理经验，结合深圳实际提出面向交通安全的速度管理技术框架，主要包括更安全的速度、更安全的速度切换、更安全的道路及路侧环境、更安全的车辆四个方面，如图 8 所示<sup>[1]</sup>。

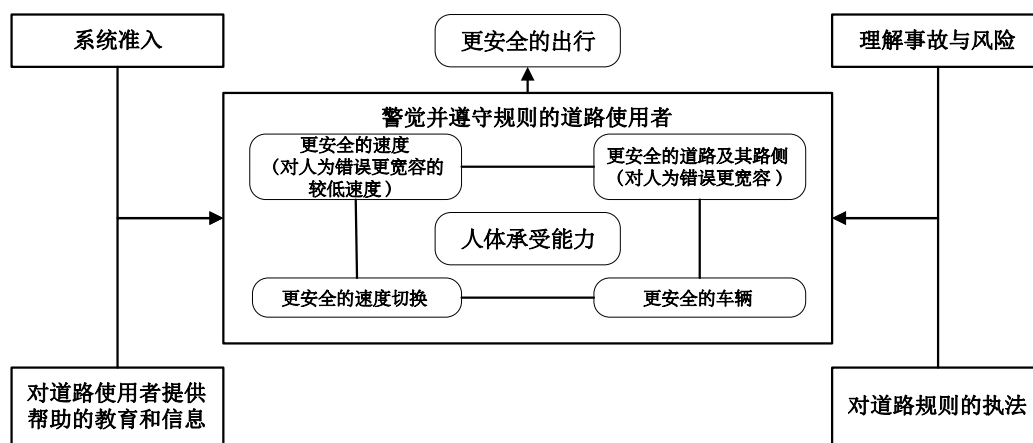


图 8 深圳市道路交通安全速度管理技术框架示意

### 4 速度管理新举措

在速度管理框架下，本文将重点围绕速度和速度转变两个环节从路段限速调整（含限速街区试点）、加强快速路速度管理、加强道路接入的速度管理三个方面制定深圳市道路交通

安全改善对策，道路及路侧安全、车辆安全两个环节本次研究将不展开介绍。

#### 4.1 基于道路功能和环境的路段限速调整

近年来，越来越多的国家开始以交通安全为目标，逐步修正道路限速标准，力求将事故严重程度降至最低。通常根据道路等级和功能以及道路周边环境设置限速，在有大量行人、非机动车、农用车或畜力车，道路线形标准低或危险路侧环境的道路一般采用较低限速<sup>[6,23]</sup>，并结合交通宁静化措施实现<sup>[17]</sup>。发达国家的限速值详见表 3 和图 9。

表 3 发达国家的平均限速值

道路等级	城市道路	主要公路或乡村道路	高速公路
限速值 (km/h)	30-50	70-100	90-130



图 9 部分发达国家或地区限速示意图

通过多年的观测，发现在降低限速值或设置限速街区后各国的道路交通安全均有显著的提升<sup>[24]</sup>，具体的限速效果见表 4。

表 4 发达国家的限速效果

国家	道路等级	初始限速值 (km/h)	修订限速值 (km/h)	事故变化情况
瑞典	高速公路	110	90	死亡交通事故下降 21%
瑞士	高速公路	130	120	死亡交通事故下降 12%
丹麦	城市道路	60	50	伤害交通事故下降 9%
澳大利亚	高速公路/乡村公路	110	100	伤害交通事故下降 19%
英国	高速公路	100	80	交通事故数量降低 14%
德国	城市道路	60	50	交通事故数量下降 20%

##### 1、调整路段限速

原则上高速公路、快速路、交通性主干道实行较高限速，生活性主干道、次干道和支路实行较低限速；同时结合道路沿线行人过街需求及交通环境采取合理的限速值<sup>[23]</sup>，建议限速值见表 5。

表 5 深圳道路限速建议值

道路等级	高速公路	快速路	交通性主干路	生活性主干路	次干路	支路	内部道路
限速 (km/h)	90-120	60-80	50	30	30	20-30	5-10

## 2、试点推行限速街区

在中心区推行限速街区试点（30km/h），后可逐步扩大限速街区试点范围<sup>[23]</sup>，如图 9 所示。限速区内交通性道路原则上仍实行较高限速，可结合沿线行人穿越需求及环境（隔离设施）采取合理限速。实施前综合权衡时间、安全及环境成本，进行政府、市民以及各社会团体多方参与的论证。

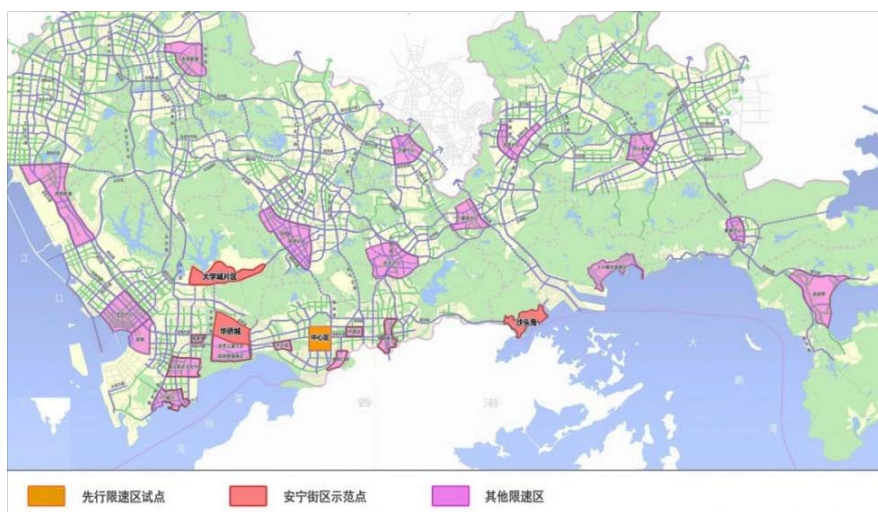


图 10 深圳市中心限速街区分布图

## 4.2 加强快速路主线的速度管理

### 1、加强低峰期（夜间）的限速管理

加强快速路低峰期（夜间）限速管理，建议增设超速抓拍设施（单点测速），增设区间测速区段，增加移动执法，将快速路主线车速严格控制在 60-80km/h 以下，局部段具体限速可根据实际情况确定，如图 11 所示。考虑对惯犯及屡犯者加重处罚，且违法记录与个人征信挂钩<sup>[23]</sup>。

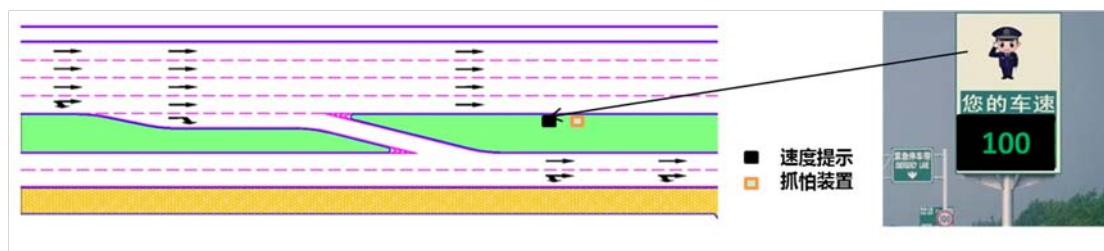


图 11 快速路主线速度提示及抓拍设施

### 2、加强局部段限速管理

在线形条件差、纵坡较大或急弯区域施划视觉减速标线、压缩车道宽度，以达到提醒减

速的目的。以北环皇岗立交为例，通过对局部路段的速度管理，该路段车速明显降低，事故率明显降低，如图 11 所示。



图 12 北环（皇岗立交）增设纵向视觉减速标线示意

### 4.3 加强道路接入的速度管理

#### 1、快速路主辅出入口的接入管理

针对快速路主辅出入口事故多发、出口事故多于入口事故、事故死伤主体为行人和非机动车的特点，制定快速路主辅出入口接入的速度管理措施。首先，通过交通管理手段和工程技术手段，将快速路出口设置为速度控制区，将该区的车速控制在 60km/h 以下。具体措施包括超速抓拍设施、交通宁静化设施等，如图 13 所示。

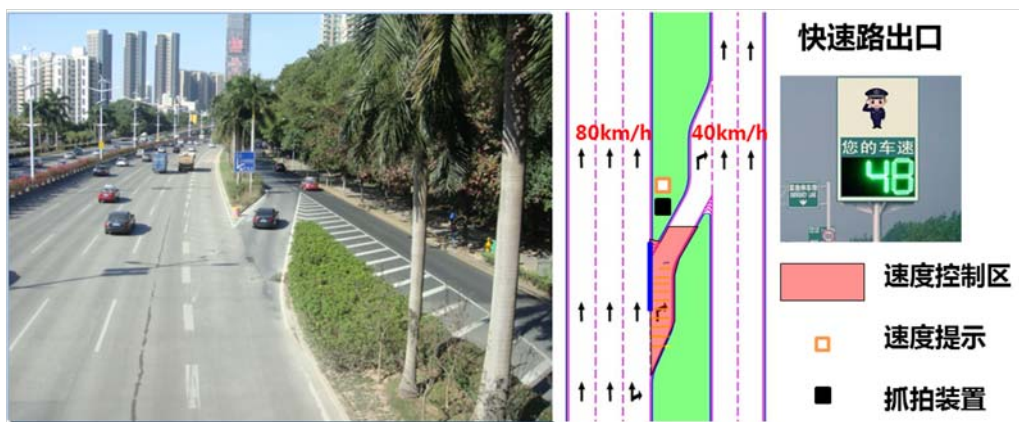


图 13 快速路接入口车速控制

其次，减少快速路主辅道的交通冲突和交织。具体措施包括：在主辅出入口加减速车道施划加长实线；增设加速车道，避免加速不足情况下变线造成侧碰及追尾事故；增设减速车道，避免紧急变线引起的加塞侧碰或追尾事故<sup>[25-28]</sup>，如图 14、图 15 所示。



图 14 出入口处施划实线

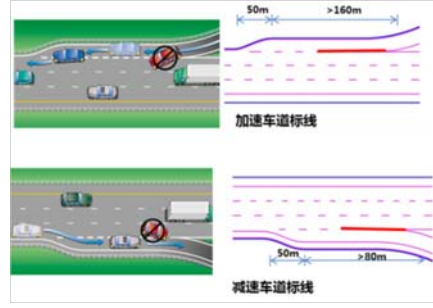


图 15 增设加减速车道

再次，尽量采用辅道交织，以减少主线冲突点。接入管理上更需要平衡机动性与可达性，通过精细化接入设计，保障城市交通运行效率与安全环境，即保障主线的机动性和辅道的可达性和服务性，如图 16 所示<sup>[25-28]</sup>。

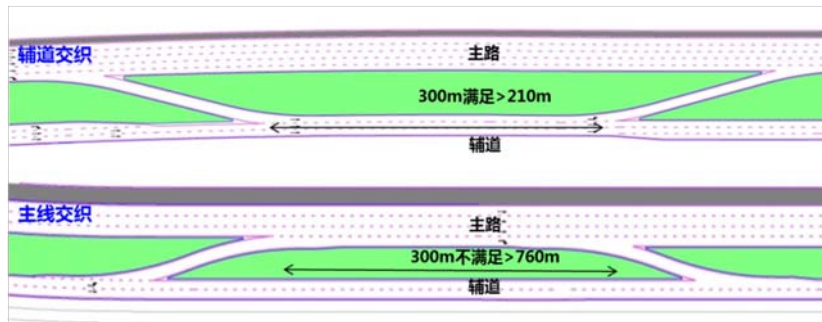


图 16 推荐辅道交织方式减少主线冲突点

最后，对快速路主辅出入口的交通语言系统进行容错设计。在车流离开主线进入辅道前，通过指路标志多次提醒出入口的目的地及距离，减少出口处因紧急变道引起的事故，如图 17 所示。指路标志设计需满足人性化、突出性、易读性、冗余、协调有序和国际化的设计原则<sup>[29,30]</sup>。

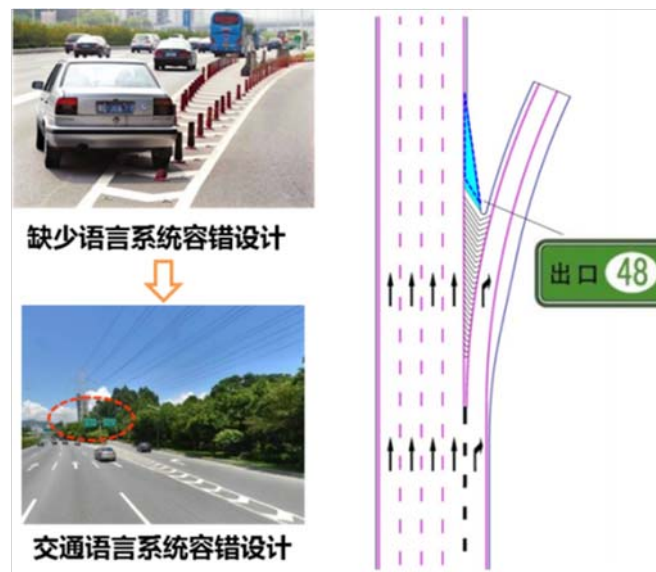


图 17 快速路主辅主入口的交通语言系统容错设计

## 2、支路及出入口接入干路时的速度管理

针对支路-干路交叉口交通事故集中的特点，在接入规划层面应遵循道路相邻衔接原则，尽量避免支路直接接入主干路。当支路必须接入干路时，建议《城市道路交叉口规划规范》和《城市道路交叉口设计规程》等规范对接入方式进行明确：支路与主干路必须衔接时，应采取硬质隔离形式的渠化岛及局部展宽等方式接入，而并非仅推荐右转进出的交通组织方式；当进出交通流量较大或支路交通服务性功能较强时，可采取信号控制方式接入，以提高接入安全性，如图 18 所示<sup>[23,25-28]</sup>。

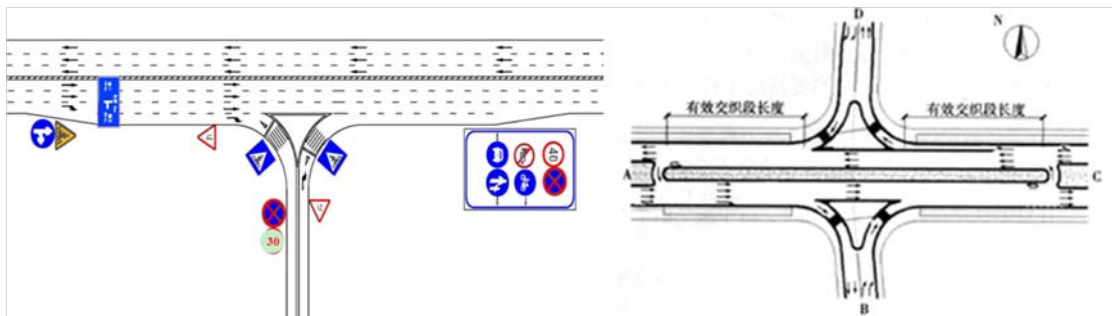


图 18 建议支路接入干路的方式

针对出入口事故多发的特点，建议《城市道路交叉口规划规范》、《城市道路交叉口设计规程》对出入口接入干路进行明确：即应采取硬质渠化岛或局部展宽等方式接入。建议将建设项目的出入口交通安全评价纳入《深圳经济特区道路交通安全管理条例》。当出入口开设形式受限且对交通安全影响不大时，可以考虑采取直接接入的方式。应严格控制主路开设出入口数量，出入口处应设置限速标志（限速 20km/h），推荐的三种出入口接入方式，如图 19 所示<sup>[23,25-28]</sup>。

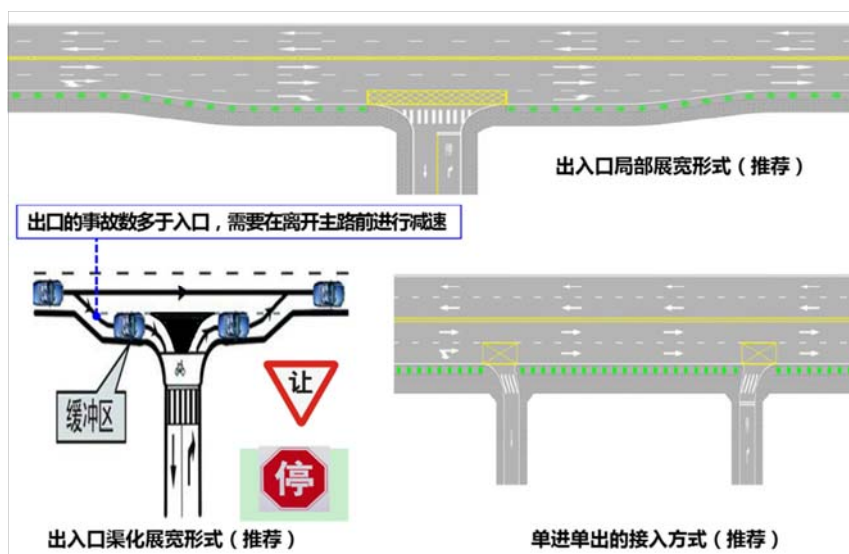


图 19 三种推荐的出入口接入干路方式

## 5 结语

以深圳为例,借鉴发达国家速度管理的先进经验,在国内率先提出了面向交通安全的速度管理技术框架。在此框架下,本文重点围绕速度和速度转变两个环节从路段限速调整(含限速街区试点)、快速路速度管理、道路接入速度管理三个方面制定了深圳市道路交通安全改善对策。鉴于速度管理在我国当前阶段特别是大规模基础设施建设已接近尾声的东南沿海地区的必要性和重要性,建议本文以深圳为例进行的探索尽快向全国城市中进行示范推广,为其他城市或地区的速度管理框架搭建和速度管理对策制定提供参考和借鉴。

### 【参考文献】

- [1]何勇.速度管理——一本为决策者和从业者制定的道路安全手册[M].人民交通出版社,2008.
- [2]D Solomon. Accidents on main rural highways related to speed, driver, and vehicle [M].1964
- [3]Bowie N N, Walz M. DATA ANALYSIS OF THE SPEED-RELATED CRASH ISSUE [J]. Auto & Traffic Safety, 1994, 1.
- [4]Joksch H C. An empirical relation between fatal accident involvement per accident involvement and speed [J]. Accident Analysis & Prevention, 1975, 7(2):129-132.
- [5]Allsop, R. Maycock, G. Fuller, R. Wegman, F.C.M. Herrstedt, L. Fleury, D. Brilon, W. Langwieder, K. Barros, S. Gomes, J. Mäkinen, T. Rathmayer, R. & Almqvist, S. Contributions to the symposium 'reducing speed-related casualties : the role of the European Union', Brussels, 3rd May 1995.[J]. Brussels, European Transport Safety Council Etscc, 1995, 90 P., 4 Ref, 1995.
- [6]张杰, 刘小明, 贺玉龙,等. 美国对车速的管理[J]. 城市交通, 2007(2):25-28.
- [7]OECD/ECMT Transport Research Center. Speed management report[R]. Paris, 2006
- [8]交通运输部公路科学研究院. 2014 年中国道路交通安全蓝皮书[M]. 人民交通, 2015.
- [9]刘志强, 张建华, 王运霞,等. 基于 ITS 的道路速度管理方法研究[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2008(6).
- [10]高敏. 浅谈速度管理的新理念和新技术[J]. 城市公共交通, 2010(9):42-44.
- [11]刘蓉晖. 智能速度顺应系统:一种先进的车速管理方法[J]. Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology, 2005(4):95-104.
- [12]孔令才, 高海龙, 刘兴旺,等. 速度管理技术及应用[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2008(11).
- [13]聂永成, 许学勇, 孙家凤. 哈同高速公路佳哈段速度管理方案研究[J]. 公路交通科技: 应用技术版, 2008(S1):60-61.
- [14]刘江鸿. 行车速度管理影响因素的宏观分析[J]. 交通标准化, 2009(9):208-212.
- [15]杜瑞强. 节假日高速公路速度管理浅议[J]. 科学与财富, 2013(11):246-246.
- [16]WHO. Global Status Report On Road Safety 2015[R]. 2015
- [17]张萌. 城市居住区交通静化设计研究[D]. 长安大学, 2010.
- [18]Nilsson G. Traffic safety dimensions and the power model to describe the effect of speed on safety[J]. Bulletin - Lunds Tekniska Högskola, Inst för Teknik och Samhälle, Lunds Universitet, 2004.
- [19]Swedish Road Administration, Vision Zero -from concept to action. Borlange,2000 (www.vv.se)
- [20]Swedish Road Administration, Safety Traffic Vision Zero on the move. Borlange,2002 (www.vv.se)
- [21]Wegman F, Aarts L, Bax C. Advancing Sustainable Safety. National Road Safety Outlook for 2005

2020[J]. Safety Science, 2008, 46(2):323-343.

[22]Australian Transport Council. National Road Safety Strategy 2011-2020, 2011([http://ptua.org.au/files/2011/national\\_road\\_safety\\_strategy\\_2011-02-18.pdf](http://ptua.org.au/files/2011/national_road_safety_strategy_2011-02-18.pdf))

[23]深圳市城市交通规划设计研究中心. 2015 年深圳交通研究 (道路交通安全专题) [R], 深圳, 2015

[24]应朝阳 (编译). 美国关于行车交通安全的研究 (下) [J]. 汽车与安全, 2006(7):66-71.

[25]深圳市城市交通规划设计研究中心. 交通安全管理政策与交通组织调整[R]. 深圳, 2014

[26]深圳市城市交通规划设计研究中心. 交通安全管理与交通组织优化咨询服务[R]. 深圳, 2013

[27]深圳市预防道路交通事故联席会议办公室. 深入基层治隐患,精益求精抓落实[R]. 深圳, 2013

[28]深圳市城市交通规划设计研究中心. 交通安全管理政策与交通管制组织调整[R]. 深圳, 2012

[29]胡立伟. 公路交通设施驾驶容错能力分析研究方法研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2012.

[30]李雪. 基于容错理念的快速路指路标志设置方法研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2011.

### 【作者简介】

李文斌, 男, 硕士, 深圳市城市交通规划设计研究中心有限公司, 助理工程师。电子邮箱: [liwenb@sutpc.com](mailto:liwenb@sutpc.com)