

# Study on the Technology of Safety Measures of Special Roads in Widening Highway

Jiantao Liu<sup>1</sup>, Jian Li<sup>1</sup>, Lang Wei<sup>2</sup>, Wangfang Yuan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Yunnan Traffic Consulting Co. Ltd, Kunming Yunnan

<sup>2</sup>School of Automobile, Chang'an University, Xi'an Shaanxi

Email: 44076682@qq.com

Received: Jun. 14<sup>th</sup>, 2018; accepted: Jun. 27<sup>th</sup>, 2018; published: Jul. 4<sup>th</sup>, 2018

---

## Abstract

As the increase of traffic volume, the traffic capacity of highway can be improved with changing four-lane into six-lane. Through the analysis of the running safety of expressway widening, this study researches safety safeguard measures of widened highway from strengthening the abilities of security protection and lane control ability. In the end, this paper studies on highway safety management measures of widening road and traffic environment based on the widening project of Xishi highway.

## Keywords

Widening Lane, Special Roads, Security Protection, Lane Control

---

# 车道加宽高速公路特殊路段安全保障技术研究

刘剑涛<sup>1</sup>, 李健<sup>1</sup>, 魏朗<sup>2</sup>, 袁望方<sup>2</sup>

<sup>1</sup>云南交通咨询有限公司, 云南 昆明

<sup>2</sup>长安大学汽车学院, 陕西 西安

Email: 44076682@qq.com

收稿日期: 2018年6月14日; 录用日期: 2018年6月27日; 发布日期: 2018年7月4日

---

## 摘要

随着交通量的增长, 四车道改建为六车道可提高高速公路的通行能力, 本研究通过分析高速公路加宽可能存在的运行安全隐患, 从加强安全防护能力和车道管控能力角度进行加宽高速公路安全保障措施设计研究。最后, 以西石高速公路车道加宽项目为依托, 进行高速公路车道加宽后道路及行车环境安全保障

管理措施研究。

## 关键词

车道加宽, 特殊路段, 安全防护, 车道管控

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高速公路交通安全是一个系统工程, 该系统是由“人、车、路、环境”等诸多元素组成。将人、车、路、环境各种元素加以集成, 协调各元素间的有机联系, 使得“人、车、路、环境”系统在实时环境下, 以最优协调状态确保高速公路的道路交通安全。随着国家高速公路网的全面实施, 国家对土地资源的控制越来越严, 如何处理好公路大发展与环境相和谐、资源有效利用的关系, 是公路建设者面临的重要课题。特别是当四车道高速公路随着交通流量的增长面临扩容改造需求时, 如何节约土地、处理好工程细节也已成为高速公路管理者在规划设计之初须重点考虑的问题之一[1] [2] [3] [4] [5]。

在面对这一问题时, 国内外的一些高速公路运营机构做了开创性尝试, 并已取得成功, 即以路基宽度为 26~28 米的四车道高速公路为对象, 对其进行准六车道改造[1]。如云南安楚高速公路、首都八达岭高速公路、首都机场高速、德国 643 号高速公路都是按准六车道高速公路进行建设和营运。

## 2. 加宽高速公路可能存在的运行安全隐患

高速公路由一级公路改建为高速公路, 例如, 由 4 车道改建为准 6 车道路, 中央分隔带部分路段由植树防眩改建为防眩板, 由宽变窄。改建前后的横断面如图 1 和图 2 所示。虽然路基宽度有所加宽, 但是行车道由 4 车道改建为 6 车道, 道路的相对宽度急剧减少, 右侧路缘带变窄为 0.75 m, 无紧急停车带。

加宽高速公路上、下行可能会存在有重型车辆高速路段、重型车辆紧急制动减速能力衰退路段和超车时易侧向失稳路段等特殊路段, 这些特殊路段在特定情况下将可能引发以下安全隐患问题[6] [7]:

1) 在加宽高速公路上运行的车辆需要紧急停车时会占用右侧车道, 容易引起在右(外)侧车道行驶的高速行驶车辆因制动不及或冲出车道而发生追尾碰撞交通事故。

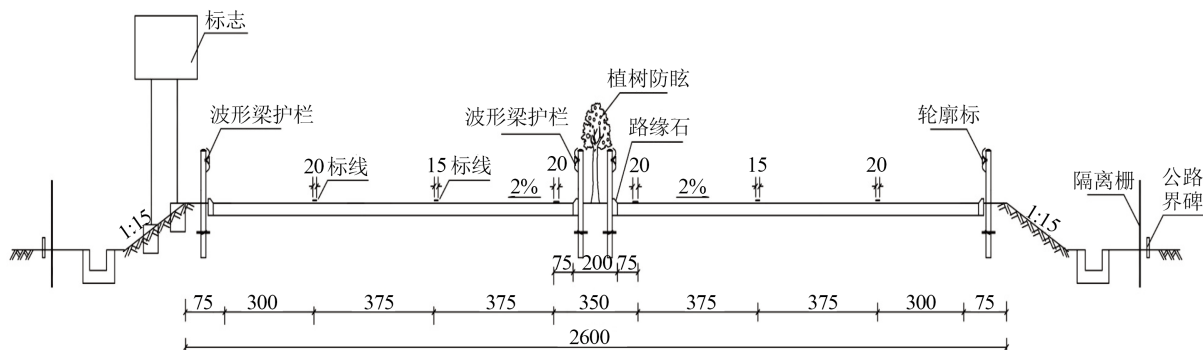


Figure 1. Cross-sectional drawing of the four lanes of highway

图 1. 高速公路改建前四车道的横断面图

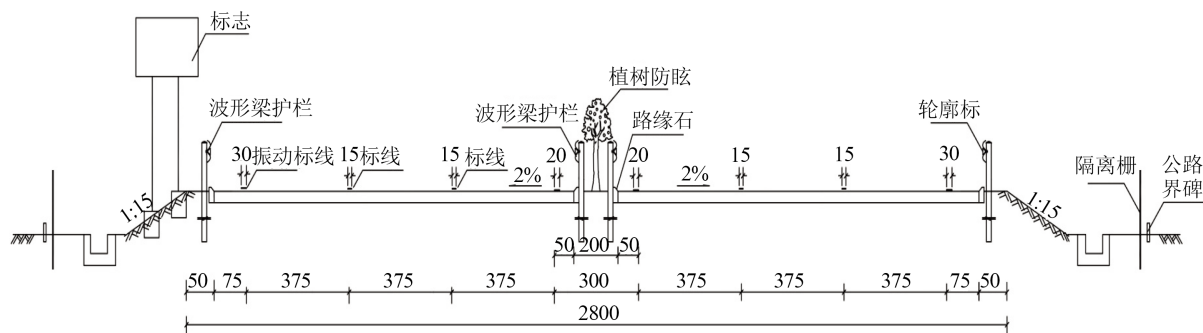


Figure 2. Cross-sectional drawing of the six lanes of highway

图 2. 高速公路准 6 车道的横断面图

2) 中央分隔带部分路段由植树防眩改建为防眩板, 中央分隔带由宽变窄。在小半径急弯路段可能发生超速超载车辆侧滑或侧翻交通事故。如果有高速重型车辆发生弯道侧向失控, 则可能引起车辆冲撞护栏事故。由于常规护栏强度刚度有限, 甚至会引发侧向失稳车辆冲出护栏而突入对向车道或冲出道路, 进而引发恶性交通事故。

3) 右侧无应急车道且路侧路缘带太窄, 如果有交通事故发生引起拥堵, 则救援车辆很难沿同向快速及时到达事故现场进行事故处理和抢救, 可能会因此加重事故引起的生命财产损失程度。

4) 加宽高速公路由一级路 4 车道改建为高速公路准 6 车道, 并行车辆多而路基宽度相对较窄, 路侧的单柱式和双柱式标志容易被外侧车道行驶的客车或大型货车遮挡, 存在内侧车道小客车驾驶人标志视认性降低的安全隐患问题。

5) 加宽高速公路按行车方向从左至右分别为小客车道, 客货车道 1 和客货车道 2。加宽高速公路的中央分隔带部分路段由植树防眩改建为防眩板, 中央分隔带由宽变窄, 驶入小客车道的大客车或重型车如果发生制动热衰退或侧向失稳, 则事故车辆很容易冲入对向行车道引起恶性交通事故, 因此从行车安全考虑必须严格禁止右侧客货车道的大客车或重型车驶入内侧小客车道。

### 3. 加宽高速公路安全保障措施设计

本研究以西石高速公路为例对加宽高速公路的安全保障措施进行设计。西石高速路线 39 公里主线中, 有 33 公里是在原西石一级公路上提升改造。该公路改建前为一级公路、设计速度 60 Km/h、路基宽 26 米。2004 年国家高速公路规划网出台, 将西石公路纳入国家高速公路规划网中。2015 年 2 月, 西石公路的改建完成通车, 设计车速 100 Km/h, 路基宽 27/28 米, 行车道宽  $6 \times 3.75$  米, 道路最小平曲线半径为 400 m, 西石高速主线共设有 5 处平曲线半径小于 700 m 的小半径路段, 道路最大纵坡为 4%, 停车视距为 160 米。西石高速公路由一级公路改建为高速公路后路基宽度有所加宽, 行车道由 4 车道改建为 6 车道。

#### 3.1. 强化加宽高速公路特殊路段安全防护能力

##### 3.1.1. 设置西石高速公路特殊路段强化型护栏

西石高速的中央分隔带部分路段由植树防眩改建为防眩板, 中央分隔带由宽变窄。特定情况下, 在西石高速小半径急弯路段易发生车辆侧滑或侧翻事故。如果有车辆弯道失控(制动热衰退引起制动失灵、车辆侧滑或侧翻), 可能引起车辆冲撞护栏事故。由于常规护栏强度有限, 在需要特别防护的特殊路段起不到足够的防护作用, 甚至会造成失稳侧滑或侧翻车辆冲破护栏而冲入对面车道或冲出道路的交通事故。对于西石高速特殊路段, 需充分认识各种护栏的特性, 合理设置强化型防撞护栏[8][9][10][11]。

### 1) 强化型混凝土护栏

针对西石高速公路特殊路段刚性护栏的加强改造, 主要侧重于对重型车辆的安全防护作用。在不改变混凝土护栏翼板结构的情况下, 将护栏中间部分加高 315 mm, 将整体护栏的厚度增加 75 mm。

### 2) 强化型半刚性护栏

与刚性护栏不同, 半刚性护栏碰撞过程的能量吸收主要是通过弹性变形和塑性变形来完成。为提高汽车与护栏相互作用的安全性, 采用更完善的半刚性护栏。为防止大型车辆与护栏碰撞时发生倾覆或者冲破护栏冲出路外, 护栏的高度需加高。在西石高速特别需要加强的路段, 半刚性护栏的波形板可采用双波板, 主要用于重型车碰撞护栏时的安全防护。

## 3.1.2. 西石高速公路特殊路段路侧护栏加强改造的布局方案

高速公路特殊路段路侧护栏加强改造依照非标安全防护措施研究中提出的方案, 合理选择使用。西石高速上行路段路侧护栏加强改造的部分路段方案见表 1。

## 3.2. 强化西石高速公路特殊路段车道管控能力

### 3.2.1. 设置隆声带

西石高速公路单向按行车方向从左至右分别为小客车道, 大型客货车道 1 和大型客货车道 2, 大型客货车道的大客车或重型车辆有可能从客货车道驶入小客车道行驶。而西石高速公路的中央分隔带部分路段由植树防眩改建为防眩板, 中央分隔带由宽变窄, 驶入小客车道的大客车或者重型车辆如果发生严重制动热衰退、侧滑或侧翻事故, 则事故车辆较容易冲入对向行车道引起重大恶性交通事故。

针对大客车或重型车辆驶入小客车道的安全隐患问题, 条件许可时可在小客车行车道的适当位置设置一定程度的铣刨隆声带。隆声带主要设置在西石高速公路开始 1 km 左右路段和驶入小半径弯道路段前 1 km 左右路段。西石高速公路上行路段隆声带的布置位置见表 2。

### 3.2.2. 解决隆声带可能引起问题的管理措施

在西石高速公路单向 3 车道的小客车行车道上适当使用隆声带可大大提高道路的安全性, 同时也会因此产生一些其他问题。

#### 1) 解决噪声问题的管理措施

使用隆声带的目的是以异常声音和振动方式引起驾驶人的注意。这个措施的副作用是产生了较大的噪声。在旁边有居民区的道路上设置时, 发出的噪声可能会对附近的居民生活产生干扰。所以, 在旁边有居民区的道路上安装隆声带时, 应评估隆声带的噪声并从技术层面考虑[12]。解决方法是:

**Table 1.** The layout of strengthened guardrail of Xishi expressway

**表 1.** 西石高速公路上行路侧护栏加强改造的部分路段布局

序号	起始桩号(km)	路段长度(m)	序号	起始桩号(km)	路段长度(m)
1	K33 + 319~K32 + 798	521	3	K30 + 820~K30 + 310	510
2	K31 + 674~K31 + 320	354	4	K25 + 726~K25 + 212	514

**Table 2.** The layout of rumble strip of Xishi expressway

**表 2.** 西石高速公路上行隆声带的布置位置

序号	隆声带起始桩号	长度(m)	设置位置
1	K34 + 320~K33 + 320	1000	小客车道和客货车道 1 间的标线旁(小客车道上)
2	K32 + 670~K31 + 670	1000	小客车道和客货车道 1 间的标线旁(小客车道上)

- ① 在道路和居民区间使用噪声屏蔽设施;
- ② 加大隆声带与行车道间的距离, 即使使用较大的偏距值, 会减少驾驶人的反应和纠正操作时间;
- ③ 改变隆声带的设置参数, 即采用产生噪声较小的设置参数。

另外一个与噪声相关的问题是一些驾驶人由于不熟悉隆声带产生的噪声, 会误以为车辆出现故障。这可以通过宣传教育和设立标志、标线等方式来解决。

## 2) 避免驾驶人躲避隆声带的管理措施

通过对驾驶人进行调查, 一些驾驶人会认为隆声带对其车辆将产生损害, 这些驾驶人可能会采取绕过行车道隆声带的方式, 当种躲避隆声带的驾驶操纵行为是驾驶人紧急反应下突然进行时将会带来另外的交通冲突甚至交通安全问题。

解决驾驶人突然躲避隆声带的方案是: ① 提前设置警示牌; ② 使隆声带不要长距离连续设置, 且在小客车行车道上仅仅覆盖正常的大型车车轮宽度。可使熟悉设置有隆声带的大型车辆驾驶人自觉地不将车辆驶入小客车行车道, 而不熟悉这个道路路段情况的大型车辆驾驶人或注意力不集中的车辆驾驶人可以较从容地将车辆驶出隆声带车道。

## 3.3. 强化西石高速公路特殊路段安全救助能力

### 3.3.1. 设置港湾式停车带

西石高速公路由一级公路改建为高速公路, 虽然路基宽度有所加宽, 但是行车道由 4 车道改建为 6 车道, 即单向 3 车道, 道路的相对宽度急剧减少, 右侧路缘带变窄为 0.75 m, 无紧急停车带。因此, 会产生以下安全隐患: 1) 引发追尾交通事故: 在西石高速公路上运行的车辆需要紧急停车时会占掉外侧车道的半幅车道, 容易引起在外侧车道行驶的车辆撞上紧急停车车辆。2) 引起纵向冲突甚至碰撞: 如果右侧车道被占用, 其余车道车辆为避免碰撞而驶入相邻车道, 行驶路线和行驶车速的急剧改变会引起所有车道上车辆的纵向冲突甚至产生碰撞。为了避免此类交通事故的发生, 在西石高速公路上应有针对性地多设置港湾式停车带。图 3 为为准 6 车道港湾式停车带示意图。如果车辆发生故障或者发生事故, 可以将车辆移至港湾式停车带等待救援, 既不影响其他车辆通行, 也可保证自身安全。港湾式停车带根据场地设置, 最长的 220 米, 最短的 110 米。

为保障港湾式停车带的安全和有效使用, 针对港湾式停车带应采取以下管理措施: ① 发生事故或故障的车辆, 在驶入港湾式停车带后, 要按规定在车的后方设置故障车警告标志并开启危险报警闪光灯, 夜间还须开示宽灯和尾灯。事故处理完毕或故障排除后, 在驶入车行道时, 不得妨碍车行道上的车辆正常行驶。② 港湾式停车带还是生命通道、救援通道、应急通道, 不能用来通行。在港湾式停车带之前设置港湾式停车带指示标志, 提示驾驶人前方有港湾式停车带, 如图 3, 图 4。

根据西石高速公路行车安全隐患检测排查结果和人(驾驶人)-车-路协调运行原理: ① 应在西石高速公路上易发生重型车辆制动热衰退的下坡路段坡底后方 300 m, 处和小半径弯道路段的前方 400 m 处设置港湾式停车带; ② 在条件允许的情况下, 西石高速公路上每间隔 3~5 公里左右应设置一个港湾式停车带。港湾式停车带指示标志的设置位置为港湾式停车带的起始位置处和之前 300 m 处为宜。西石高速公路上行路段和下行路段的港湾式停车带的布置位置见表 3。

### 3.3.2. 设置中央活动护栏

针对西石高速公路施救困难隐患的对策措施为较多地设置中央活动护栏。西石高速公路 4 车道改为 6 车道之后右侧路缘带仅有 0.75 m, 无应急车道, 如果有交通事故发生道路引起拥堵, 则救援车辆很难快速到达。为便于西石高速公路的运行管理, 及时救援和处理事故, 在西石高速公路平直路段的中央分隔带上每隔约 3 km~5 km 设置一处 40 米宽的紧急开口, 另外在急弯路段后方 500 m 左右的平直路段上(尽

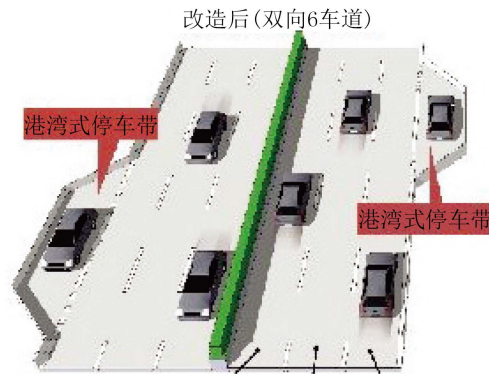


Figure 3. Bay parking drawing  
图 3. 4 车道改为准 6 车道港湾式停车带示意图



Figure 4. Indication sign of bay parking  
图 4. 港湾式停车带指示标志示意图

Table 3. The layout of rumble strip of Xishi expressway  
表 3. 西石高速公路上行和下行的港湾式停车带的布置位置

序号	上行港湾式停车带起始桩号	序号	下行港湾式停车带起始桩号
1	上行 K37 + 410	4	*上行 K31 + 220
2	*上行 K33 + 720	5	*上行 K26 + 120
3	*上行 K32 + 70		*为尽可能设置港湾式停车带位置

可能不要设置在弯道路段和长下坡路段)设置一处 40 m 宽的紧急开口, 并于开口上设置活动护栏供紧急时开启使用, 设施位置见表 4。

西石高速公路中央活动护栏的设置原则和管理措施为:

- 1) 高速公路的对向交通是完全隔离的, 因此高速公路的中央分隔带开口处必须设置活动护栏。
- 2) 活动护栏的长度必须能封闭中央分隔带开口, 只有这样才能起到分隔对向交通的目的, 因此要求活动护栏的设置长度必须能有效封闭中央分隔带开口。
- 3) 活动护栏是公路交通工程管理设施的一部分, 它必须与公路主体和其他交通工程设施互相协调, 只有这样才能完全发挥交通工程设施的功能。因此, 为保证中央分隔带护栏的视线诱导功能的连续、顺畅, 要求活动护栏的高度应该与中央分隔带护栏的高度保持协调。

**Table 4.** The layout of central movable guardrail of Xishi expressway**表 4.** 西石高速公路中央活动护栏的布置位置

序号	中央活动护栏起始桩号	长度(m)	序号	中央活动护栏起始桩号	长度(m)
1	K5 + 100	40	3	K13 + 200	40
2	K12 + 520	40	4	K17 + 800	40

4) 要求活动护栏上设置轮廓标或反光片是为了使夜间活动护栏具有很好的视认性,同时使中央分隔带一侧的轮廓标不至于中断而造成驾驶人的视觉错误。反射体规格  $4\text{ cm} \times 18\text{ cm}$  与柱式轮廓标一致,可由反光片或反光膜制作,设置的反射体在颜色和设置高度上与轮廓标保持一致。

5) 当中央分隔带开口所在处的路段有防眩要求时,宜在活动护栏上设置防眩设施。防眩设施的型式选择、设置间距、设置高度、遮光角等技术条件应符合规范规定。

6) 开启方便性:高速公路中央活动护栏在正常情况下要求具有一定的隔离性能和防护性能,在临时开放时应能快速、灵活地移动,3位开启人员30分钟内开启;活动护栏应能有效地阻止非紧急车辆在中央分隔带开口处的通行。

### 3.3.3. 设置路权标志

西石高速公路单向3车道按行车方向从左至右分别为小客车道,客货车道1和客货车道2。西石高速公路的中央分隔带部分路段由植树防眩改建为防眩板,上下行行车方向上的中央分隔带左侧路缘带由宽变窄。

汽车的制动距离和行驶车速的平方成正比,特别是重型车质量较大,在高速行驶工况下要紧急减速停车难度较大,如果有热衰退状况时难度会更大。当发生车辆弯道行驶失控(制动热衰退失灵、车辆侧滑或车辆侧翻)时,尤其是重型车辆就可能冲破中央分隔带,冲入对向车道引发恶性交通事故。因此在西石高速公路上行及下行入口处应设置门式指示标志,提示驾驶人从左至右分别为小客车道,客货车道1和客货车道2。另外设置警示标志,客车和货车不能驶入内侧小客车道,如图5。

### 3.3.4. 设置门式标志

西石高速公路由一级路4车道改建为高速公路6车道,路基宽度相对较窄,路侧的单柱式和双柱式标志容易被外侧车道行驶的大客车或货车遮挡,容易发生内侧车道小客车驾驶人路侧标志视认性降低问题。从而,由于驾驶人未按照标志指示行驶而引发交通事故,或者驾驶人驾车行驶路线错误事件,存在标志视认方面的安全隐患问题。尽量将容易被遮挡的具有重要信息的单柱式和双柱式标志改设为门式标志。

## 4. 西石高速公路道路及行车环境安全保障管理措施总结

根据西石高速公路可能存在的安全隐患设计出安全运营保障措施,从强化西石高速公路特殊路段主动控速能力、安全防护能力、车道管控能力和安全救助能力,以及完善基本交通安全管理措施等五个方面提出西石高速公路安全保障与管理措施,如表5。

## 5. 结论

对西石高速公路的安全运行管理措施进行研究有助于减少西石高速公路运行过程中交通事故的发生。本研究在前期研究结果的基础上,从对人的管理,对车辆的管理和对道路及行车环境的角度出发,对西石高速公路的安全保障制度建立、组织机构、信息采集及分析、后勤保障、设备配置、应急预案、安全保障措施等方面进行研究。

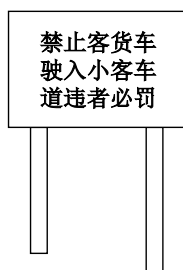


Figure 5. Indication sign of do not enter car lane  
图 5. 禁止驶入指示标志示意图

Table 5. The summary table of traffic safety management measures of Xishi expressway  
表 5. 西石高速公路道路及行车环境安全保障管理措施汇总简表

序号	强化与完善项目	安全运营保障措施	设置位置
1	安全防护设施	高速公路非标强化型护栏。	小半径弯道路段的内外侧护栏
2	车道管控设施	设置隆声带, 防止货车进入小客车道行驶。	上下行的入口处 1 km 路段及小半径弯道路段前 1 km 的小客车车道上靠近道侧标线处。
3	安全救助措施	设置中央活动护栏, 提升路段的安全救助能力。 设置港湾式停车带, 尽量防止故障车辆或紧急事由车辆占用特殊路段右侧行车道。	活动护栏位置设置在急弯路段后方 500 m 左右的平直路段上(尽可能不要设置在弯道和长下坡路段) 在可能发生重型车辆制动热衰退的下坡路段坡底后方 300 米, 以及小半径弯道路段的前方 200 米处。
4	基本交通安全管理措施	尽可能将单柱式和双柱式标志改为门式标志 设置路权标志, 警示货车不要进入小客车道行驶。	易被遮挡的具有重要信息的原单柱式和双柱式标志处 上下行线的入口处路段

对于道路和行车环境而言, 本研究从强化西石高速公路特殊路段安全防护能力、车道管控能力和安全救助能力等方面进行加宽高速公路安全保障与管理措施研究。设置高速公路非标强化型护栏等安全防护设施, 设置隆声带等车道管控设施, 设置中央活动护栏和港湾式停车带等安全救助措施, 增加路权标志、门式标志等交通工程安全管理措施。

## 参考文献

- [1] 公安部交通管理局. 2015 中华人民共和国道路交通事故统计年报[Z]. 2016.
- [2] 张克. 高速公路交通安全现状分析及管理对策[J]. 商品与质量, 2016(40): 339.
- [3] 葛树森. 我国高速公路运营管理体制的现状及存在的问题[J]. 黑龙江科技信息, 2012(3): 68.
- [4] 袁兆雄. 论如何加强高速公路营运安全管理[J]. 房地产导刊, 2014(2): 191.
- [5] 张雨. 云南省高速公路管理的问题与对策研究[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连海事大学, 2015.
- [6] 李保华. 高速公路应急安全管理思考[J]. 中国安全防范认证, 2012(1): 60-64.
- [7] 孙晓兵. 加强高速公路应急管理的几点思考[J]. 陕西青年月刊, 2013(9): 42.
- [8] 徐军. 简析高速公路运营管理的优化措施[J]. 经营管理者, 2014 (11X): 44.
- [9] 魏朗. 道路交通事故综合防治理念与技术研究报告[R]. 西安: 长安大学, 2009.
- [10] 张韦华. 山区高等级公路控速诱导技术及大范围应用研究[D]: [博士学位论文]. 西安: 长安大学, 2011.
- [11] 交通运输部公路科学研究院, 贵州省交通运输厅. 公路安全生命防护工程实施技术指南[M]. 北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2015.
- [12] 陈涛, 潘学政, 方锐. 路肩隆声带应用安全性试验研究[J]. 公路, 2006(11): 97-99.



**知网检索的两种方式：**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2326-3431，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：[ojtt@hanspub.org](mailto:ojtt@hanspub.org)