

# 高速公路水泥混凝土路面磨损问题分析

吴培关, 罗杏春, 唐正光, 王苏达

(昆明理工大学 建筑工程学院, 云南 昆明 650224)

**摘要:** 分车道行驶轮迹横向分布频率曲线显示, 渠化程度较高的高速公路水泥混凝土路面磨损破坏主要集中在行车道轮迹峰值范围. 现行养护规范提出的常规养护对策所存在的问题, 只有通过水泥混凝土路面进行结构组合调整才能从根本上得以解决.

**关键词:** 高速公路; 水泥混凝土路面; 公路养护

**中图分类号:** U416 231 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-855X(2006)01-0069-05

## Problems and Study on Frazzled Damage Maintenance about Expressway Cement Concrete Pavement

WU Pei-guan, LUO Xing-chun, TANG Zheng-guang, WANG Su-da

(Faculty of Civil and Architecture Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650224, China)

**Abstract** The frequency curve of transverse distribution of the wheel track on divided ways reveals that the frazzled damage of highly channelizing expressway cement concrete pavement largely occurs in the peak range of distribution curve of the wheel track. Therefore, there are some problems in the normal solutions proposed by current technical specification for maintenance, which may only be settled drastically by adjustment to structure composition of the pavement.

**Key words** expressway; cement concrete pavement; highway maintenance

### 0 引言

通过对已通车运营 5 年的云南曲陆高速公路水泥混凝土路面使用情况的调查中发现, 路面磨损破坏主要集在上下行线的行车道上, 大致形成两条明显的磨损带, 如图 1 所示. 严重的地方抗滑沟槽已经全部磨光, 如图 2 所示. 曲陆高速公路的路面布置如图 3 所示.



图1 曲陆高速公路下行线路面磨损情况  
Fig.1 Circumstances about the cement concrete pavement frazzled damage of qulu expressway

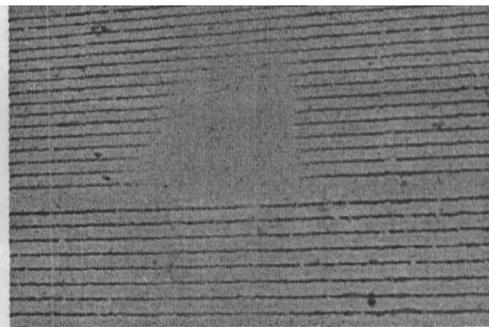


图2 行车道轮迹峰值范围磨损带上出现磨光现象  
Fig.2 Polished damage happened in the peak range of distribution curve of the wheel track on the running way

收稿日期: 2005-01-10 基金项目: 校青年基金项目 (项目编号: 校青 2003-14).

第一作者简介: 吴培关 (1969-11~), 女, 工学硕士, 讲师. 主要研究方向: 公路工程. E-mail: wupeiguan@126.com

## 1 高速公路路面轮迹横向分布峰值范围

路面设计中研究轮迹横向分布是为了确定轴载作用次数对混凝土板疲劳损害的影响,并以轮迹横向分布频率图为依据确定横向分布系数  $\eta$  而本文对轮迹横向分布的研究,旨在从理论上指出路面使用过程中车轮轮迹峰值的位置和范围,同时有针对性地提出路面磨损防治办法。

分车道行驶的公路轮迹横向分布频率曲线呈驼峰状,如图 4 所示,其峰值大小随车道宽度和车道分隔装置类型而定。高速公路通过中央分隔带将对向行驶车辆强行分开,并通过划线标志明确各功能车道,使得车流的渠化程度更高,因而驼峰形轮迹横向分布频率图形更为明显,峰值也更高。从分布频率曲线上看出,轮迹峰值在距车道外边缘 90 cm 和 300 cm 处。

汽车轮迹宽一般为 25 cm,所以轮载作用集中在轮迹峰值处约 50 cm 范围,如图 3 所示,作用次数高达 30% 以上,如图 4 所示,也即高速公路路面磨损破坏主要集中在该范围。现场调查资料也显示:行车道上有两条磨损带,每条宽度约 50 cm。

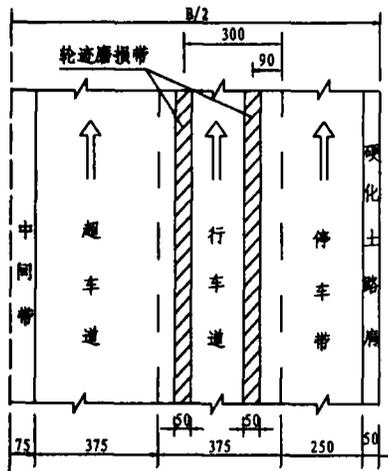


图3 曲陆高速公路下行线路面布置及轮迹磨损带示意图  
Fig.3 Plane arrangement of Qulu expressway pavement and illustration of the wheel track frazzled damage range

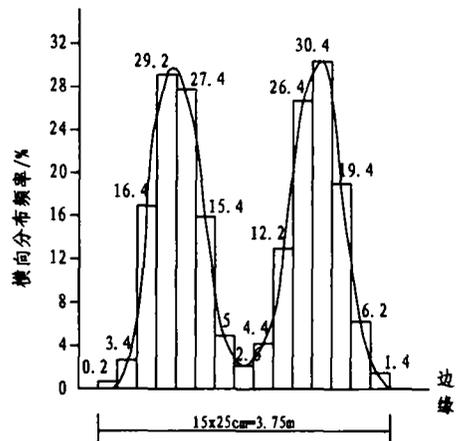


图4 分车道单向行驶轮迹横向分布频率曲线  
Fig.4 Frequency curve of transverse distribution of the wheel track on divided way

## 2 水泥混凝土路面的抗滑构造

影响路面抗滑性能的因素有路面表面特性(细构造和粗构造)、路面潮湿状况和行车速度。水泥混凝土路面的细构造是指抗滑沟槽间突出部分混凝土表面的粗糙度,它随车轮的反复磨损作用而逐渐被磨光。通常以试件磨面上单位面积的磨损量作为评定混凝土耐磨性的相对指标。细构造在低速(30~50 km/h 以下)时对路表抗滑性能起决定作用。而高速行驶时起主要作用的是粗构造,它由抗滑沟槽构成,其功能使车轮下的路表水迅速排除,以免形成水膜而产生水滑现象,影响行车安全。粗构造由构造深度表征其性能。

按《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTGF30-2003)(以下简称《施工规范》)要求高速公路一般路段的构造深度  $TD \geq 0.6$  mm,当采用硬刻槽方式制作抗滑沟槽时,等间距刻槽几何尺寸为:槽深 3~5 mm,槽宽 3 mm,槽间距 12~24 mm。

## 3 磨损破坏带来的危害

路面的使用性能,从不同侧面反映了路面状况对行车要求的满足或适应程度。路面使用性能分为五个方面:功能性能、结构性能、结构承载力、安全性和外观。

通车 3~5 年的高速公路水泥混凝土路面即出现不同程度的磨损破坏,特别是行车道上的磨损带将直接影响路面的功能性能和安全性能。

### 3.1 平整度不足

路面的基本功能是为车辆提供快速、安全、舒适和经济的行驶表面。路面的功能性能是指路面满足这一基本功能的能力, 它反映了路面的行驶质量。从路况的角度看, 影响路面行驶质量的主要因素是路面平整度。

《公路水泥混凝土路面养护技术规范》(JTJ073 1-2001) (以下简称《养护规范》) 5.2.5 条规定: 路面行驶质量采用行驶质量指数 ( $RQI$ ) 进行评定, 以 10 分制表示。行驶质量指数同路面平整度指数 ( $IRI$ ) 之间的关系, 应由有代表性的成员组成的评定小组通过实地评定试验建立, 也可参照下列关系式确定行驶质量指数。

$$RQI = 10.5 - 0.75 IRI$$

行驶质量分五个等级, 各个等级的行驶质量标准见表 1。

表 1 行驶质量等级评定标准<sup>[8]</sup>

Tab 1 Grade evaluation standards of traveling quality

评定等级	优	良	中	次	差
行驶质量指数 $RQI$	$\geq 8.5$	8.4~7.0	6.9~4.5	4.4~2.0	$< 2.0$

现行《公路工程质量检验评定标准》(JTJ071-98) 规定水泥混凝土路面平整度的标准为: 最大间隙  $h \leq 3.0 \text{ mm}$  (3m 直尺: 半幅车道板带, 每 200m 2 处  $\times 10$  尺)。而实际路面抗滑沟槽深 3~5mm, 故磨损带的最大间隙  $\geq 3.0 \text{ mm}$ , 最深达 5m 以上 (假定原路面施工平整度完全符合质量评定标准)。如果采用反应类平整度仪测定国际平整度指数 ( $IRI$ ), 并按上式计算行驶质量指数 ( $RQI$ ), 很可能出现负值。按表 1 进行评定, 使用 3~5 年的高速公路路面行驶质量等级为: 中及中以下, 即平整度不足。

### 3.2 安全性能差

安全性主要指路面表面的抗滑能力。《养护规范》5.2.6 条规定: 路面表面抗滑能力采用横向力系数  $SFC$  或抗滑值  $SRV$  以及构造深度  $TD$  两项指标评定。路面抗滑能力分为五个等级, 各个等级的评定标准见表 2。

表 2 路面抗滑能力等级评定标准<sup>[8]</sup>

Tab 2 Grade evaluation standards of pavement skid ability

评定等级	优	良	中	次	差
构造深度 /mm	$\geq 0.8$	0.7~0.6	0.5~0.4	0.3~0.2	$< 0.2$

但在《施工规范》中仅有构造深度的规定, 而无横向力系数要求。原因主要是由于目前国内横向力系数检测车不普及, 全面推行有较大难度。不过规范 3.4.2 条对砂的细度模数规定和 3.4.3 条对机制砂的砂浆磨光值及母岩品种的规定, 已经从砂的粗细和砂的硬度两方面给予潜在的保障作用, 水泥混凝土路面在行车数月后, 轮迹部位的表面水泥浆就会被磨损掉, 横向力系数主要靠凸起足够坚硬和适宜粒径的砂来保证。

《施工规范》中规定高速公路一般路段的构造深度  $1.1 \text{ mm} \geq TD \geq 0.6 \text{ mm}$ , 按照文献 [5] 的试验数据: 当  $TD = 0.8 \text{ mm}$  时, 抗滑沟槽深为 4mm;  $TD = 0.6 \text{ mm}$  时, 抗滑沟槽深为 3mm; 可以推算当抗滑沟槽深小于等于 2mm 时,  $TD \leq 0.4 \text{ mm}$ 。

按照表 2 进行评定, 使用 3~5 年的高速公路路面抗滑能力等级为: 中及中以下。

当车道上形成磨损带 (或磨光带) 后, 雨水将在路面上形成一个个浅水槽或浅水塘, 高速行驶的车辆很容易打滑, 使方向失控, 存在严重的安全隐患。

## 4 现行表面磨损养护对策及其存在的问题

### 4.1 养护对策

《养护规范》4.4.2 条规定: 磨损或露骨病害, 按磨损或露骨的程度分为 2 个轻重程度等级: 轻微 - 磨损、露骨深度小于等于 3mm; 严重 - 磨损、露骨深度大于 3mm。

《养护规范》5.3.1条规定磨损、露骨严重的路面应采取沥青混合料修补或刻槽等措施进行养护或修补。5.3.3条规定高速公路及一级公路的路面行驶质量等级为中及中以下时,应采取刻槽、罩面或加铺层等措施改善路面的平整度。另外,5.3.4条规定高速公路及一级公路的路面抗滑能力等级为中及中以下时,应采取刻槽、罩面或加铺层等措施提高路表面的抗滑能力。

#### 4.2 养护对策及存在的问题

##### 4.2.1 沥青混合料修补

沥青混合料修补属于局部养护对策,一般用于磨损较深的片状凹槽部分。然而国内外许多实验研究表明,沥青混合料是透水的,如果用作修补材料,渗入的路表雨水将汇集在原路面的凹槽中;而混凝土是不透水的,这就会使沥青混合料浸泡在水中,降低沥青与骨料的粘聚力,在行车荷载作用下极易造成沥青混合料的水损害,又产生松散、坑槽等病害。也即沥青混合料修补养护措施得不到质量保证。

##### 4.2.2 刻槽

刻槽也属于局部养护对策,一般用于较大面积的磨光路面。由于高速公路车流渠化程度高,轮迹峰值也高,路面磨损带在距行车道外边缘 90 cm 和 300 cm 处,行车道其他地方和超车道及停车带磨损相对较弱,其抗滑能力尚能满足行驶要求。因此,刻槽仅限于磨损带磨光处。而磨光处一般比周围功能完好部分低 3~5 mm,甚至更多,此处本来就积水,如果再往下刻 3~5 mm 抗滑沟槽,路面排水将更加不畅,如前面 3.2 所述,只会形成更大更深的水槽或水塘,便有可能出现水面飘滑现象,给高速公路的交通带来更大的安全隐患。

《养护规范》8.1.5条规定:路面磨光时,可采用刻槽法进行处治。混凝土板刻槽宜采用自行式刻槽机,应在指定的线路上安置导向轨,并将导向轮扣在导向轨上。说明磨光刻槽要求更严格,因为所刻之槽必须与原来的抗滑槽对整齐。另外,磨光刻槽是在混凝土抗压强度达 100% 以后进行的,其施工难度大,工期长,因此磨光刻槽费用较高。

##### 4.2.3 罩面

罩面属于全路段养护对策,使用 3~5 年的高速公路,如果没有其他病害,仅有磨损病害,完全不需要全路段养护。即使罩面,由于所采用材料为沥青混合料,其存在的问题同 4.2.1 所述。

##### 4.2.4 混凝土加铺层

混凝土加铺层属于全路段养护对策,不主张采用,理由同 4.2.3 当然采用混凝土加铺层后,前面三种对策所存在的问题基本能解决,但其施工难度更大,工期更长,因此费用更高。

## 5 保证磨损破坏养护工程质量的新思路

### 5.1 桥面铺装保护层

文献[6]中提到,为了延长桥面的使用寿命,宜在铺装层混凝土上面铺筑 2 cm 厚的沥青混凝土作为今后养护修补用的磨耗层。

### 5.2 《养护规范》采用沥青磨耗层恢复路面表面功能

《养护规范》8.1节“水泥混凝土路面表面功能恢复”中规定,对于水泥混凝土路面板较大范围的磨损和露骨可铺设沥青磨耗层;磨耗层采用沥青砂时,厚度一般为 1.0~1.5 cm,采用稀浆封层时,厚度一般为 0.3~1.1 cm。

### 5.3 水泥混凝土路面设计及施工新思路

为了克服现行高速公路水泥混凝土路面表面磨损养护对策中存在的问题,借鉴前面桥面铺装沥青混凝土保护层及水泥混凝土路面采用沥青磨耗层养护的方法,在新建道路路面设计之初,采用 3~6 cm 厚的沥青混合料作为水泥混凝土路面保护层,其他层次的设计可不变。沥青混合料保护层由于厚度较薄,主要起防水、防滑、耐磨和改善刚性路面行车条件的作用,在路面结构体系中,只能作为表面保护层和磨耗层及防水层,而不起承重性的结构作用。

在水泥混凝土路面上设置保护层,可以延长水泥混凝土路面的使用寿命,并为将来的养护修补工程提

供质量保证.

## 6 结语与建议

高速公路水泥混凝土路面行车道上产生磨损破坏, 常规养护修复工程得不到质量保证, 应该通过设计理论及设计规范的引导, 对水泥混凝土路面的结构组合设计进行调整, 在面层之上加铺一层沥青混合料保护层, 既能延长水泥混凝土路面的使用寿命, 又能改善刚性路面的行车条件, 还为将来的养护修补工程提供质量保证.

### 参考文献:

- [1] 刘勇, 刘朝晖. 旧水泥混凝土路面加铺复合式路面结构方案设计 [J]. 中南公路工程, 2004, (6): 92~95.
- [2] 姚祖康. 路面管理系统 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1999.
- [3] 傅智, 李红. 公路水泥混凝土路面施工技术规范 (JTGF30-2003) 实施与应用指南 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [4] 黄晓明. 水泥混凝土路面设计 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [5] 交通部公路水泥混凝土路面推广组. 水泥混凝土路面研究 [M]. 北京: 人民交通出版社, 1997.
- [6] 周水兴, 向中富. 桥梁工程 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 2003.
- [7] 申爱琴. 水泥与水泥混凝土 [M]. 北京: 人民交通出版社, 2000.
- [8] 交通部管理司. JTJ073.1-2001, 公路水泥混凝土路面养护技术规范 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [9] 交通部管理司. JTGF30-2003, 公路水泥混凝土路面施工技术规范 [S]. 北京: 人民交通出版社, 2003.
- [10] 交通部管理司. JTJ071-98, 公路工程质量检验评定标准 [S]. 北京: 人民交通出版社, 1998.

(上接第 64 页)

## 4 结论

综上所述, 通过对土钉与锚杆进行多方面的比较, 可以看出业主是很愿意采用土钉支护技术. 本工程土钉支护方案在实际施工中无论是对周围环境的影响、自身的位移、变形情况来说都在设计计算范围内, 土钉与土体 (特别是昆明地区软土地基) 的握裹力能满足设计计算要求. 由此可见土钉支护是一种很有发展前途的、较为新型的支护方式, 在经济上有着强有力的竞争力, 是一种有着广泛市场的基坑支护手段.

### 参考文献:

- [1] 秦四清. 土钉支护机理与优化设计 [M]. 北京: 地质出版社, 1999.
- [2] 钱宏, 等. 复杂环境下的土钉墙围护技术的研究 [J]. 建筑施工, 2000, (23).
- [3] 严文武, 等. 基坑支护的技术经济分析 [J]. 建筑经济, 2000, (4).
- [4] 林宗元. 岩土工程治理手册 [M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 1993.
- [5] 余诗刚. 土钉墙设计施工与监测手册 (美国交通部联邦总局 FHWA-SA-96-069R) [M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2000.