

# 沥青路面检测横向力系数与摆式摩擦系数试验相关性研究

裴 瑞

(徐州市伟鸿交通工程检测有限公司 221000)

摘要: 本次研究对沥青路面检测横向力系数与摆式摩擦系数的相关性进行分析。对不同级配形式、集料的沥青路面横向摩擦系数与摩擦摆值系数进行分析,并在不同的通车时间进行测试,发现沥青路面抗滑性能的衰减规律,探究沥青路面横向摩擦与摩擦摆值对车辆轮胎的影响。

关键词: 沥青路; 横向力系数; 摩擦摆值; 纹理

## 0. 引言

我国的交通路段大多为沥青路面,路面与车辆之间的摩擦程度直接决定了交通安全程度,路面摩擦系数就是评定路面安全程度的一种有效指标,所以说对路面的摩擦系数进行检验是非常有必要的。我国现阶段的路面摩擦检测仪局限于对横向摩擦的检测,而忽视了对摩擦摆值的检测。为了进一步提升对沥青路面摩擦系数的精确检测,本次研究中对沥青路面的横向摩擦与摩擦摆值结合起来,对摩擦系数进行分析,并探究其相关性,发现沥青路横向摩擦对车辆轮胎的实际影响。

### 1. 现阶段我国对路面抗滑性能评价指标与检测

#### 1.1 评价指标

路面抗滑性能代表车辆在制动过程中在路面上产生滑移时的抗滑力。我国一直以来对于路面性能的评价指标以路面摩擦系数为准则,因此对路面摩擦系数进行检测即可得出路面性能<sup>[1]</sup>。

路面摩擦系数即车辆制动时在路表面滑移时产生的力与轮胎垂直力比值。路面摩擦系数的影响因素有路面特性、自然环境因素、车速。通常在车辆制动或转弯时会产生较长的制动距离,从而车辆就会更容易出现空转、打滑等现象。

#### 1.2 检测方式

现阶段我国常用的摩擦检测方式有横向摩擦力系数检测仪与摆式摩擦系数检测仪。结合检测结果可知,摩擦系数与路面抗滑性能成正比,图1所示的轮胎变形曲线可以反应出摩擦系数与路面抗滑性能的关系。

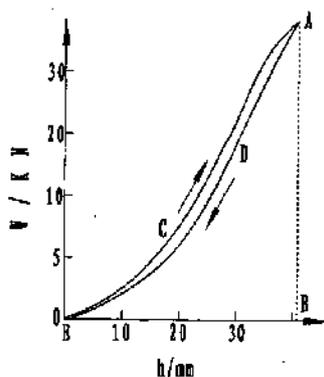


图1 轮胎径向变形

## 2. 摩擦系数测定方式

### 2.1 摆式摩擦系数测定仪



图2 摆式摩擦系数测定仪

图2所示为摆式摩擦系数测定仪。摆式摩擦系数测定仪由5-6个橡胶滑块、温度计、设定表、底垫等结构组成<sup>[2]</sup>。根据能量守恒定律,摆臂损失的动力势能转化为路面摩擦做功,通过仪器的BPN可得出测定的摩擦系数。

摆式摩擦系数测定仪采用静态测量方式,成本低廉、操作简便。不过测定值局限于车辆低速行驶,如果路面条件粗糙就会产生较大的偏差,因此影响系数测定。

### 2.2 横向摩擦系数测试系统

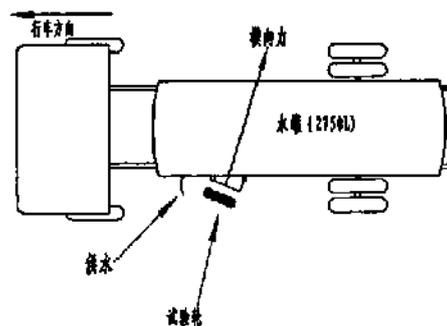


图3 横向摩擦系数测定系统

图3所示为横向摩擦系数测定系统。横向摩擦系数测定系统在工作时使测试轮和车辆行驶方向构成夹角,使车辆在行驶过程中与测试轮形成垂直进行产生横向摩擦阻力,压力传感器测量出横向摩擦力数值。横向摩擦力大小与路面和车轮之间的摩擦系数直接相关<sup>[3]</sup>。横向摩擦力与测试论之间在

垂直方向上产生的载荷比值即横向摩擦力系数。

### 3. 横向力系数与摆式摩擦系数相关性

#### 3.1 轮胎与地面之间的相互作用

对发生侧滑的轮胎进行细致观察,可以发现轮胎与地面的接触部位和轮胎外围之间发生形变,原理图详见图4。在图4中,a代表轮胎在横向与侧向产生的形变,b表示从俯视角观察到的轮胎形变情况。

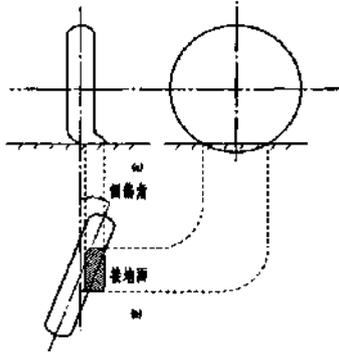


图4 轮胎侧滑形变原理

轮胎与地面接触部位产生的形变与车辆行驶方向几乎平行,不过伴随着形变量的增加,这种形变的增长程度会逐渐放缓,当形变量达到极限时,轮胎后侧与地面接触部位沿着中心线向外滑出,此时的轮胎将不再产生侧向形变。

倘若轮胎的侧偏角进一步变大,侧向形变的最大点依然会渐渐向前移动,通常情况下当侧偏角达到12~16°之间时,此时的轮胎与地面接触位置已经不再与车辆行驶方向平行,而是呈现出一种前后对称的形变,此时可认为轮胎横向力达到极值。

#### 3.2 横向力系数与摆式摩擦系数对比

假设 $\mu$ 为轮胎与地面接触产生的摩擦因数,W为轮胎在垂直方向上产生的载荷,则 $\mu W$ 表示轮胎的横向摩擦力,记为 $F_{横} = \mu W$ , $F_{纵} = \mu W$ 。

计算轮胎在SMA路面受到的横向摩擦力F:

$$F = \int_0^l f_1 dx + \int_l^1 f_2 dx = K_0 \int_0^1 \left[ \tan \beta x - \frac{a^3 l^2 F x}{2k} \frac{x}{l} \right] dx + \int_l^1 4\mu p_m b \frac{x}{l} \left( 1 - \frac{x}{l} \right) dx \quad (1)$$

当侧偏角 $\beta$ 很小时,单位侧偏角横向力(侧偏刚度)K:

$$K = \left( \frac{dF}{d\beta} \right)_{\beta=0} = \frac{K_1 l^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{已知轮胎最大接地压力 } p_m = \frac{3W}{2bl} \quad (3)$$

$$\text{则 } \mu W = \frac{2}{3} \mu p_m bl \quad (4)$$

通过横向摩擦力系数测试系统得到测试轮产生的偏角为20°,此时 $F_{横}$ 已经达到极值。同理用摆式摩擦系数测定仪得知 $F_{纵}$ 也达到极值,计算出摆式摩擦系数

将横向力摩擦系数与摆式摩擦系数进行对比, $\mu_{横} = \frac{F_{横}}{W} \leq \frac{F_{纵}}{W} = \mu_{摆}$ ,得知通常情况下横向摩擦系数小于摆式摩擦系数,不过当偏向角为20°时,即横向摩擦力达到极值的情况下,此时横向摩擦系数与摆式摩擦系数几乎接近。

### 结论

沥青路面与轮胎之间产生的摩擦力通常用摩擦系数进行衡量,关系到车辆行驶的安全系数。本次研究中对沥青路面检测横向力系数与摆式摩擦系数试验相关性进行分析,首先对现阶段我国对路面抗滑性能评价指标与检测进行介绍,包括以摩擦系数作为主要评价指标、横向摩擦力系数检测仪与摆式摩擦系数检测仪作为主要的摩擦系数检测方式;随即对摩擦系数测定方式进行进一步介绍,简要分析了摆式摩擦系数测定仪、横向摩擦力系数测试系统的工作原理;最后对横向力系数与摆式摩擦系数相关性进行分析,包括对轮胎与地面之间的相互作用进行分析以及横向力系数与摆式摩擦系数对比。

### 参考文献

[1]谢光宁,包聪灵,肖瑶.综合监控手段在高速公路路面施工质量控制中的应用[J].辽宁省交通高等专科学校学报,2020,22(04):34-38.  
 [2]石晨璐.微表处技术在高速公路沥青路面养护中的应用[J].交通世界,2019(25):52-53+55.  
 [3]李志强.一种沥青路面损坏对路用性能指标影响的分析方法[A].中国科学技术协会、交通运输部、中国工程院.2018世界交通运输大会论文集[C].中国科学技术协会、交通运输部、中国工程院:中国公路学会,2018:6.