

# 非牛顿流体减速带的改进与应用

荆旭<sup>1</sup>, 林静<sup>1</sup>, 郑志文<sup>2</sup>

(1.西安航空学院 能源与建筑学院, 陕西 西安 710077; 2.四川大学 材料科学与工程学院, 四川 成都 610065)

**摘要:** 现有减速带在车速降下来之后还免不了颠簸。为避免降低车速后的颠簸和人体的不适,文中利用非牛顿流体的特性对现有减速带进行改进,提出可变形减速带的概念,设计非牛顿流体减速带,并分析了该减速带的实用性。

**关键词:** 交通安全; 减速带; 可变形减速带; 非牛顿流体

**中图分类号:** U491.5

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2018)02-0049-02

随着中国经济的发展,生活质量的提高,汽车保有量迅速增加,2017年上半年机动车保有量突破3亿,汽车保有量突破2亿。车辆多了带来各种隐患,其中最主要的是超速问题,10次车祸9次快,因而设置减速标志和减速装置尤为重要。现在最有效的减速方式是电子眼和减速带。减速带也叫减速垄,是安装在公路上使经过的车辆减速的交通设施,使路面稍微拱起达到车辆减速目的。其形状一般为条状,也有点状的;材质主要是橡胶,也有金属的;一般以黄色、黑色相间以引起驾驶员的注意。然而减速带设置地点不合理、减速带质量问题及使用年限等均可能导致交通事故,根据中国公路网发布的信息,印度减速带成为马路杀手,每天平均造成30起交通事故。该文针对以往减速带的缺陷,利用非牛顿流体的特性进行改进,设计新型可变形减速带。

## 1 非牛顿流体减速带的提出

虽然现在减速带大部分是橡胶材料,但变形小,即使减速通过减速带,还是免不了对周围人的生活造成影响、对车辆带来损伤。如车辆通过时产生颠簸和噪音;对汽车减振器带来损伤;对悬挂的冲击很大,时间长了会产生方向跑偏;悬挂异响;对轿车甚至有损伤底盘的可能。为此,设计非牛顿流体减速带解决上述问题。

## 2 非牛顿液体减速带的原理

大多数低分子液体和高分子稀溶液属于牛顿液体,其粘度不随剪切应力和剪切速率的大小而改变,为一常数。但聚合物熔体、浓溶液等流体不完全服从牛顿流动定律,其剪切应力与剪切速率之比不是常数,这类流体统称为非牛顿流体。非牛顿流体的

流变性能和流变规律较复杂,不同类型的非牛顿流体在剪切应变速率变化时会表现出不同的流变性能(见图1)。

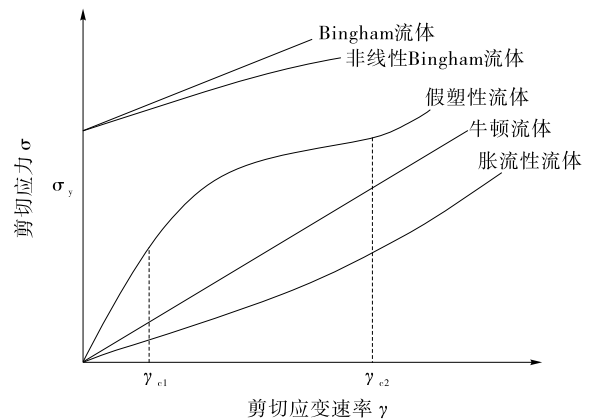


图1 非时变性非牛顿流体的流动曲线

根据图1和非线性变化规律,可大致将非牛顿流体分为Bingham流体、非线性Bingham流体、假塑性流体和胀流性流体。其中:Bingham流体和非线性Bingham流体同属Bingham塑性体,其主要流动特征是存在屈服应力 $\sigma_y$ ,只有当外界施加的应力超过其屈服应力 $\sigma_y$ 时流体才会流动;Bingham流体在外应力超过屈服应力后开始流动且流动规律遵循牛顿粘度定律,非线性Bingham流体在外应力超过屈服应力后开始流动且流动规律不遵循牛顿粘度定律。假塑性流体的主要流动特征是当其流动很慢即剪切应变速率 $\gamma$ 从 $0 \rightarrow \gamma_{c1}$ 时,剪切粘度保持常数;而当剪切应变速率 $\gamma$ 从 $\gamma_{c1} \rightarrow \gamma_{c2}$ 时,剪切粘度减小;此后流体的剪切粘度趋于一个定值。胀流性流体的主要流动特征是剪切速率低时,剪切粘度保持常数;剪切应变速率超过某一临界值后,剪切粘度随着剪切速率的增大而增大。

### 3 非牛顿流体减速带的结构

非牛顿流体减速带是在原有减速带的基础上加以改进而成,其外形与原有减速带无差别。当车辆以较快速度通过该减速带时,非牛顿流体的特性即显露出来,受到一定的刚度减速带会变坚硬,迫使车辆减速;如果慢速通过,则非牛顿流体会变形,使车辆平稳通过。该减速带主要由橡胶保护层、橡胶气囊和非牛顿流体三部分组成(见图2)。

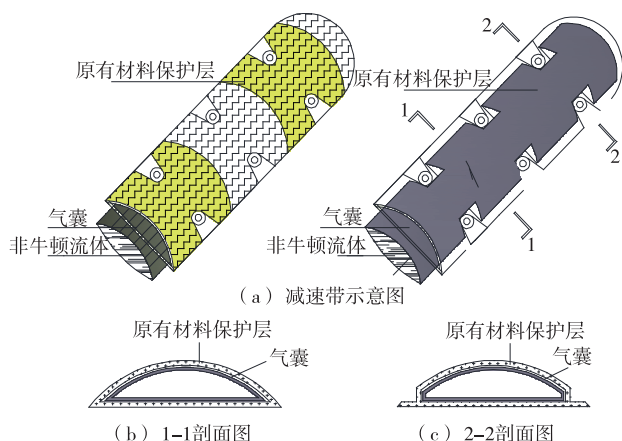


图2 非牛顿流体减速带的结构

橡胶保护层厚度为3~5 mm(具体尺寸根据试验结果而定),使用原有减速带材质制作保护层,具有耐磨、抗压、耐高温、防滑等特性。气囊使用橡胶气囊,承重为60~200 t,款式不同,承重范围不一样。橡胶气囊宜采用硫化程度合适的氯丁橡胶。氯丁橡胶是以氯丁二烯(即2-氯-1,3-丁二烯)为主要原料通过 $\alpha$ -聚合生产的合成橡胶,具有良好的阻燃性和较好的耐热老化、耐臭氧老化、耐天候老化特性。其硫化程度可根据国家标准或通过试验确定。填充的非牛顿流体采用泥浆、油漆和各种聚合物(聚乙烯、尼龙、涤纶、橡胶溶液等)混合而成,混合比例通过试验确定。此外,气囊整体采用分段式结构,250 mm一段,便于维修及更换。其他尺寸由于没有具体标准,由交警部门根据路况确定。

### 4 非牛顿流体减速带的实用性

(1) 安装。非牛顿流体减速带的外形与原有减速带没有差异,安装方法也相同。先把大圆弧减速带摆放整齐,在减速带安装位置用冲击钻打孔,再用顶爆螺丝固定拧紧。

(2) 耐久性。采用原有橡胶减速带材料作为保

护层,一般橡胶材质减速带的使用寿命为5年。气囊采用氯丁橡胶,一般情况下可使用5~10年。非牛顿流体在使用一定年限后可更换。综上,该减速带可使用5年以上。

(3) 舒适度。如果遵守交通规则慢速通过,非牛顿流体变形,如同普通流体,从原有的30~50 mm的高度变成5~10 mm,以现有车辆减振系统的工作原理,可以说人体不会产生不舒适感,汽车能平稳通过。

(4) 适用环境。适用于公路道口、学校、住宅小区入口等需要车辆减速慢行的路段和容易引发交通事故的路段,即旧款减速带的使用范围。也可制作军工级别产品,用于航空母舰甲板及作为强制降速设备使用。

### 5 结语

随着社会的进步,各种高科技产品层出不穷。该文针对公路现有减速带的问题,经过对材料的分析设计出非牛顿流体减速带,该减速带可操作性强、实用性较高,可克服现有减速带的缺点,提高行车安全性和舒适性。

### 参考文献:

- [1] 胡晓明.印度减速带成马路杀手[EB/OL].新华网,2017-06-20.
- [2] 王梦遥.全国汽车保有量首超2亿 汽车驾驶人达3.2亿[N].新京报,2017-04-18.
- [3] GB 5768-1999,道路交通标志和标线[S].
- [4] 彭岩,吕冰海,纪宏波,等.非牛顿流体材料在工业领域的应用与展望[J].轻工机械,2014(1).
- [5] 王军晓,赵晓培,孙彬,等.氯丁橡胶/氯磺化聚乙烯共混胶的性能研究[J].世界橡胶工业,2015(8).
- [6] 陈文芳.非牛顿流体力学[M].北京:科学出版社,2016.
- [7] 国丽萍.复杂流体力学[M].北京:中国石化出版社,2015.
- [8] 彭岩,吕冰海,纪宏波,等.非牛顿流体材料在工业领域的应用与展望[J].轻工机械,2014(1).
- [9] 王军晓,赵晓培,孙彬,等.氯丁橡胶/氯磺化聚乙烯共混胶的性能研究[J].世界橡胶工业,2015(8).
- [10] 张孟强.公路交通安全设施设置型式与材料研究[J].内蒙古公路与运输,2016(2).
- [11] 甘睿,熊凤积,丁乃侃.国内外基于路面标线的控速措施效果对比研究[J].西南公路,2016(2).