保险杠刚度特性对行人头部及下肢的损伤影响

一. 成果完成人及所在单位： 刘天泉，机械与汽车工程学院　　指导教师：王丙雨

二.成果简介：

为研究不同保险杠刚度对行人头部及下肢损伤的影响，首先采用有限元分析方法获取不同速度下的保险杠刚度特性曲线；然后通过多体仿真方法研究了车速为 40 km/h 时，不同保险杠刚度特性对行人头部和下肢损伤的影响；最后分析了不同保险杠刚度下行人整体运动学响应和损伤严重程度的差异。结果表明，不同保险杠刚度对行人的整体运动学响应几乎没有影响，但对行人头部及下肢损伤有影响，且对下肢损伤的影响尤为显著。

三. 主要研究内容及创新点：

研究表明行人下肢损伤与保险杠刚度特性显著相关，且下肢损伤风险随保险杠刚度的增大而增加。保险杠作为与行人身体部位最先发生碰撞的车辆前部结构，其刚度特性的差异对行人运动学响应，以及头部及下肢损伤严重程度的影响尚不清晰。因此，如图 1 所示，本文基于多刚体及有限元数值分析方法对不同碰撞速度下保险杠加速度及接触力曲线进行提取分析，采用公式（1）、（2），提出一种可较为准确的获取保险杠刚度特性的新方法，并进一步研究了不同保险杠刚度特性对行人运动学响应、头部及下肢损伤差异的影响。

$$F(t)=ma(t) \quad (1)$$

$$x(t)=\int_0^t(\int_0^t a(t)dt)dt \quad (2)$$

本研究通过有限元仿真得到了不同碰撞速度下的保险杠刚度特性，并进一步研究了三种车型下，不同保险杠刚度特性对行人整体运动学响应及头部和下肢损伤的影响。结果表明：

（1）在不同的碰撞速度下，保险杠刚度特性存在较大差异。车型不同，行人整体运动学响应也存在差异，车型为 MPV 时的行人运动学响应差异较 SUV 及轿车车型更为显著。

（2）此外，对于同种车型而言，不同保险杠刚度特性除对行人下肢运动学响应有微小差别外，对行人整体运动学响应并无明显差异。

（3）由于不同车型的前部结构具有差异，进而导致头部损伤差异显著；对于同一车型而言，由保险杠刚度特性导致的头部损伤差异较小。同时，作为与保险杠首先发生碰撞的身体部位，下肢的损伤风险与保险杠刚度特性显著相关，且下肢损伤风险随保险杠刚度的增大而增加。

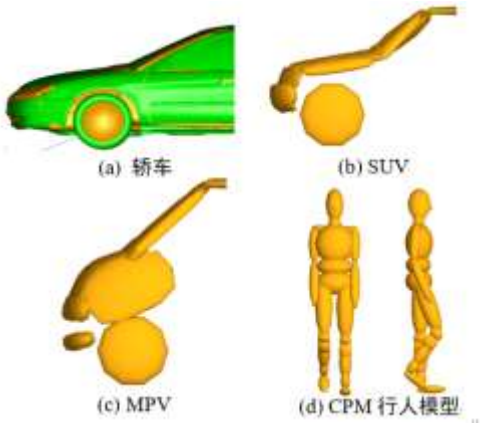


图 1 车辆及行人多体模型

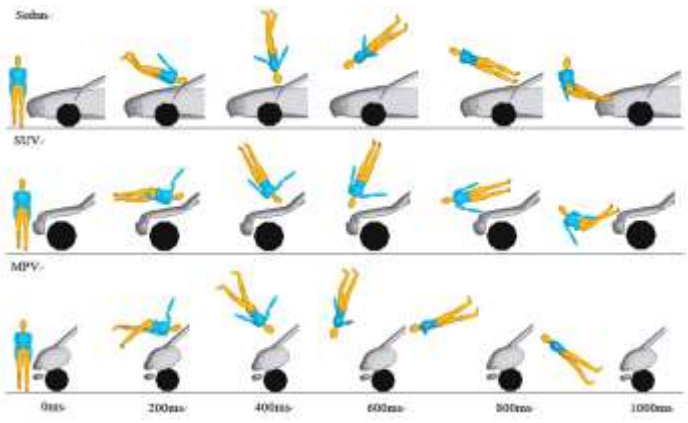


图 2 车辆类型对行人整体运动学响应的影响

四. 主要研究成果及应用情况

在节能与安全学报录用核心论文 1 篇。

联系人：刘天泉，　　电　话：13210623815　　Email:Liutq3815@163.com