



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110285979 B

(45) 授权公告日 2020.12.25

(21) 申请号 201910627868.7
 (22) 申请日 2019.07.12
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110285979 A
 (43) 申请公布日 2019.09.27
 (73) 专利权人 中国汽车技术研究中心有限公司
 地址 300300 天津市东丽区先锋东路68号
 (72) 发明人 刘志新 娄磊 史永万 武永强
 马伟杰
 (74) 专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理
 有限公司 11369
 代理人 许小东

(56) 对比文件
 CN 106383016 A, 2017.02.08
 CN 108593311 A, 2018.09.28
 KR 20190024255 A, 2019.03.08
 CN 106840707 A, 2017.06.13
 CN 107063718 A, 2017.08.18
 KR 20160122442 A, 2016.10.24
 EP 0701114 B1, 2001.05.09
 马伟杰等. “某款电动汽车侧面柱碰撞试验研究”. 《交通标准化》. 2014, (第7期),
 审查员 孔芳芳

(51) Int. Cl.
 G01M 17/007 (2006.01)
 G01M 7/08 (2006.01)

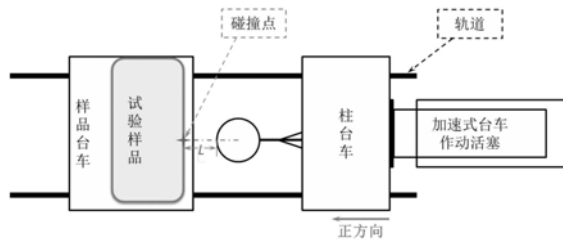
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种侧面柱碰撞台车试验方法及其参数提取方法

(57) 摘要

本发明公开一种侧面柱碰撞台车试验方法, 包括步骤1: 将样品台车和柱台车同轴间隔设置在测试轨道上, 且所述柱台车位于台车活塞作动器与所述样品台车之间, 在所述样品台车上安装有试验车辆, 且试验车辆内放置有假人, 在靠近所述样品台车的柱台车一侧垂直设置有碰撞柱; 步骤2: 将所述柱台车与台车活塞作动器贴合, 且所述柱台车和样品台车间隔设置, 利用所述台车活塞作动器对所述柱台车进行加速; 步骤3: 碰撞过程中, 获取假人伤害值。本发明还提供一种侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法, 提高侧面柱碰撞台车试验精度, 使得侧面柱碰撞台车试验结果可以高精度地模拟与侧面柱碰撞实车试验, 从而提高测试效率、缩短开发周期。



1. 一种侧面柱碰撞台车试验方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1:将样品台车和柱台车同轴间隔设置在测试轨道上,且所述柱台车位于台车活塞作动器与所述样品台车之间,在所述样品台车上安装有试验车辆,且试验车辆内放置有假人,在靠近所述样品台车的柱台车一侧垂直设置有碰撞柱;

其中,将所述柱台车与台车活塞作动器贴合,且所述碰撞柱的碰撞端面与靠近试验样品一侧在测试轨道方向距离L满足:

$$L = \frac{A \cdot T^2}{\pi}$$

步骤2:利用所述台车活塞作动器对所述柱台车进行加速使所述柱台车和所述试验样品接近并发生碰撞;

其中,所述加速过程中的加速度波形输入函数为:

$$Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right), \quad -T < t < 0;$$

式中, $Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)$ 为加速度波形函数,A为波形峰值,T为波形周期;

所述波形峰值和波形周期满足:

$$\begin{cases} A < A_{max} \\ A \cdot T = \frac{\pi}{2s} V_0 \\ A \cdot T^2 < \pi D_{max} \end{cases}$$

式中, V_0 为实车碰撞试验的碰撞速度,s为样品台车的质量配比系数, A_{max} 为台车活塞作动器的最大加速度能力, D_{max} 为台车活塞作动器的活塞最大推出量;

步骤3:碰撞柱与样品接触,并发生碰撞过程,获取试验车身内碰撞假人伤害值;

所述样品台车和试验样品车辆的总配重满足: $M_s = s \cdot M$;

所述柱台车和碰撞柱的总配重满足: $M_p = p \cdot M$;

式中,M为实车试验中车辆的试验质量,p为柱台车的质量配比系数;

所述样品台车的质量配比系数和柱台车的质量配比系数满足:

$$\begin{cases} p = \frac{s^2}{1-s} \\ p < \frac{M_{max}}{M} \end{cases}$$

式中, M_{max} 为台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量。

2. 一种侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤1:根据侧面柱碰撞实车试验结果获取基础参数:实车碰撞的试验车辆质量M,碰撞速度 V_0 和车身碰撞加速度波形函数 $a(t)$, $0 \leq t \leq T_{end}$;其中0时刻($t=0$)为碰撞初始时刻;结束时刻 T_{end} 为碰撞结束时刻;

获取碰撞结束时刻的车身速度:

$$V_{end} = V(T_{end}) = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau + V_0$$

获取实车试验中车身的速度变化量:

$$\Delta V_1 = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau$$

获取实车试验中碰撞过程损耗吸能:

$$U_1 = \frac{1}{2} M (V_0^2 - V_{end}^2)$$

获取车体的恢复系数:

$$e_1 = -\frac{V_{end}}{V_0}$$

步骤2:在进行台车碰撞试验时,令样品台车碰撞初始0时刻速度为 V_{s0} 且 $V_{s0}=0$,碰撞终止末速度为 V_{s-end} ;柱台车碰撞初始0时刻速度为 V_{p0} ,碰撞终止末速度为 V_{p-end} ;

获取台车试验中样品台车的速度变化量:

$$\Delta V_2 = V_{s-end} - V_{s0}$$

获取台车试验中碰撞过程损耗吸能:

$$U_2 = \frac{1}{2} M_s V_{s0}^2 + \frac{1}{2} M_p V_{p0}^2 - \frac{1}{2} M_s V_{s-end}^2 - \frac{1}{2} M_p V_{p-end}^2$$

获取车体的恢复系数:

$$e_2 = \frac{V_{s-end} - V_{p-end}}{V_{p0} - V_{s0}}$$

其中,所述样品台车和试验车辆的总配重满足: $M_s = s \cdot M$;

所述柱台车和碰撞柱的总配重满足: $M_p = p \cdot M$;

式中, M 为试验车辆的重量, p 为柱台车的质量配比系数, s 为样品台车的质量配比系数;

步骤3:通过车体的速度变化量 $\Delta V_1 = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau$,变形吸收内能 $U_1 = \frac{1}{2} M (V_0^2 - V_{end}^2)$ 和恢复系数 $e_1 = -\frac{V_{end}}{V_0}$ 以及样品台车的速度变化量 $\Delta V_2 = V_{s-end} - V_{s0}$,变形吸收内能 $U_2 = \frac{1}{2} M_s V_{s0}^2 + \frac{1}{2} M_p V_{p0}^2 - \frac{1}{2} M_s V_{s-end}^2 - \frac{1}{2} M_p V_{p-end}^2$ 和恢复系数 $e_2 = \frac{V_{s-end} - V_{p-end}}{V_{p0} - V_{s0}}$,获得柱台车的质量配比系数和样品台车的质量配比系数。

3.如权利要求2所述的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,在上述步骤3中:

$$\text{令} \begin{cases} \Delta V_1 = -\Delta V_2 \\ U_1 = U_2 \\ e_1 = e_2 \end{cases}, \text{获得: } p = \frac{s^2}{1-s}。$$

4.如权利要求3所述的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,还包括:

步骤4:根据台车活塞作动器的活塞推动质量阈值获得:

$$p < \frac{M_{max}}{M};$$

式中, M_{max} 为台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量。

5.如权利要求4所述的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,还包括:

步骤5:根据试验车辆的质量,台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量以及样品台车的质量配比系数和柱台车的质量配比系数的关系确定一组质量配比系数,并确定柱台车碰撞初始0时刻的速度 V_{p0} 。

6.如权利要求5所述的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,还包括:

步骤6:令柱台车加速起始时刻为 $-T$ 且起始速度 $V_p(-T) = 0$,根据台车活塞作动器的加速度波形输入函数,获取柱台车的速度函数:

$$V_p(t) = \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot \left(1 - \cos \left(\frac{\pi}{T} (t + T) \right) \right);$$

其中,所述台车活塞作动器的加速度波形输入函数为:

$$Input(t) = A \cdot \sin \left(\frac{\pi}{T} (t + T) \right), \quad -T < t < 0;$$

式中, $Input(t) = A \cdot \sin \left(\frac{\pi}{T} (t + T) \right)$ 为加速度波形函数,A为波形峰值,T为波形周期。

7.如权利要求6所述的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,还包括:

步骤7:令柱台车加速起始时刻柱台车的位移 $D_p(-T) = 0$,根据柱台车的速度函数获取柱台车位移函数:

$$D_p(t) = -\frac{A \cdot T^2}{\pi^2} \cdot \sin \left(\frac{\pi}{T} (t + T) \right) + \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot (t + T) \quad .$$

8.如权利要求7所述的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,其特征在于,还包括:

步骤8:令 $V_p(0) = V_{p0}$,且 $D_p(0) < D_{max}$,确定一组波形峰值和波形周期,其中, D_{max} 为台车活塞作动器的活塞最大推出量。

一种侧面柱碰撞台车试验方法及其参数提取方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车碰撞试验技术领域,更具体的是,本发明涉及一种侧面柱碰撞台车试验方法及其参数提取方法。

背景技术

[0002] 实车碰撞试验是验证汽车安全性能最直接有效的测试分析方法,但因车用零部件种类繁多,若开发阶段动辄使用实车碰撞测试进行产品验证,则必然造成开发成本昂贵、开发周期过长的问題,因而发展出台车碰撞技术,其主要通过复现实车碰撞所产生的惯性加速度来模拟实车碰撞工况,目前台车碰撞试验已成为重要的汽车安全测试开发手段,它能够有效缩短开发周期,降低开发成本。

[0003] 目前,正面碰撞台车试验的试验方法及手段已经相当成熟,且广泛应用,但是侧面柱碰撞台车试验由于其碰撞过程相对复杂,控制方法并不成熟,因此在行业内应用较少。主要问题在于:常规的台车试验只能模拟汽车在碰撞中的车体加速度,而无法复现车身变形量。在正面碰撞中,车身变形量集中于车辆前端结构及发动机舱,乘员舱几乎没有变形,造成乘员伤害的主要因素就是车身加速度,所以这对于台车正面碰撞试验不是问题;而在侧面柱碰撞中,车门受碰撞挤压,侵入乘员舱,乘员伤害由加速度和侵入量双重因素造成,因此侧面柱碰撞台车试验必须同时模拟车体加速度及车身变形量。而目前台车试验设备并不具备模拟变形量的功能,需要采取一定的技术手段加以实现。随着汽车安全技术的提升及相关标准法规的要求,侧面柱碰撞台车试验的需求越来越高,但技术方法并不成熟。

发明内容

[0004] 本发明的一个目的是设计开发了一种侧面柱碰撞台车试验方法,根据速度变化量,变形吸收内能和恢复系数,能够复现侧柱碰中的变形过程及车门侵入速度,操作简单方便。

[0005] 本发明的另一个目的是设计开发了一种侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,提高侧面柱碰撞台车试验精度,使得侧面柱碰撞台车试验结果可以高精度地模拟与侧面柱碰撞实车试验,从而提高测试效率、缩短开发周期。

[0006] 本发明提供的技术方案为:

[0007] 一种侧面柱碰撞台车试验方法,包括如下步骤:

[0008] 步骤1:将样品台车和柱台车同轴间隔设置在测试轨道上,且所述柱台车位于台车活塞作动器与所述样品台车之间,在所述样品台车上安装有试验车辆,且试验车辆内放置有假人,在靠近所述样品台车的柱台车一侧垂直设置有碰撞柱;

[0009] 其中,将所述柱台车与台车活塞作动器贴合,且所述碰撞柱的碰撞端面与靠近试验样品一侧在测试轨道方向距离L满足:

$$[0010] \quad L = \frac{A \cdot T^2}{\pi}$$

[0011] 步骤2:利用所述台车活塞作动器对所述柱台车进行加速使所述柱台车和所述试验样品接近并发生碰撞;

[0012] 其中,所述加速过程中的加速度波形输入函数为:

$$[0013] \quad Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right), \quad (-T < t < 0);$$

[0014] 式中, $Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)$ 为加速度波形函数, A 为波形峰值, T 为波形周期;

[0015] 所述波形峰值和波形周期满足:

$$[0016] \quad \begin{cases} A < A_{max} \\ A \cdot T = \frac{\pi}{2s} V_0 \\ A \cdot T^2 < \pi D_{max} \end{cases}$$

[0017] 式中, V_0 为实车碰撞试验的碰撞速度, s 为样品台车的质量配比系数, A_{max} 为台车活塞作动器的最大加速度能力, D_{max} 为台车活塞作动器的活塞最大推出量;

[0018] 步骤3:碰撞柱与车身接触,并发生碰撞过程,获取试验车身内碰撞假人伤害值。

[0019] 优选的是,其特征在于,

[0020] 所述样品台车和试验车辆的总配重满足: $M_s = s \cdot M$;

[0021] 所述柱台车和碰撞柱的总配重满足: $M_p = p \cdot M$;

[0022] 式中, M 为试验车辆的重量, p 为柱台车的质量配比系数;

[0023] 所述样品台车的质量配比系数和柱台车的质量配比系数满足:

$$[0024] \quad \begin{cases} p = \frac{s^2}{1-s} \\ p < \frac{M_{max}}{M} \end{cases}$$

[0025] 式中, M_{max} 为台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量。

[0026] 一种侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,包括如下步骤:

[0027] 步骤1:根据侧面柱碰撞实车试验结果获取基础参数:实车碰撞的试验车辆质量 M, 碰撞速度 V_0 和车身碰撞加速度波形函数 $a(t)$, ($0 \leq t \leq T_{end}$); 其中 0 时刻 ($t=0$) 为碰撞初始时刻; 结束时刻 T_{end} 为碰撞结束时刻;

[0028] 获取碰撞结束时刻的车身速度:

$$[0029] \quad V_{end} = V(T_{end}) = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau + V_0$$

[0030] 获取实车试验中车身的速度变化量:

$$[0031] \quad \Delta V_1 = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau$$

[0032] 获取实车试验中碰撞过程损耗吸能:

$$[0033] \quad U_1 = \frac{1}{2} M (V_0^2 - V_{end}^2)$$

[0034] 获取车体的恢复系数:

$$[0035] \quad e_1 = -\frac{V_{end}}{V_0}$$

[0036] 步骤2:在进行台车碰撞试验时,令样品台车碰撞初始0时刻速度为 V_{s0} 且 $V_{s0}=0$,碰撞终止末速度为 V_{s-end} ;柱台车碰撞初始0时刻速度为 V_{p0} ,碰撞终止末速度为 V_{p-end} ;

[0037] 获取台车试验中样品台车的速度变化量:

$$[0038] \quad \Delta V_2 = V_{s-end} - V_{s0}$$

[0039] 获取台车试验中碰撞过程损耗吸能:

$$[0040] \quad U_2 = \frac{1}{2} M_s V_{s0}^2 + \frac{1}{2} M_p V_{p0}^2 - \frac{1}{2} M_s V_{s-end}^2 - \frac{1}{2} M_p V_{p-end}^2$$

[0041] 获取车体的恢复系数:

$$[0042] \quad e_2 = \frac{V_{s-end} - V_{p-end}}{V_{p0} - V_{s0}}$$

[0043] 其中,所述样品台车和试验车辆的总配重满足: $M_s = s \cdot M$;

[0044] 所述柱台车和碰撞柱的总配重满足: $M_p = p \cdot M$;

[0045] 式中, M 为试验车辆的重量, p 为柱台车的质量配比系数, s 为样品台车的质量配比系数;

[0046] 步骤3:通过车体的速度变化量 $\Delta V_1 = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau$, 变形吸收内能

$$U_1 = \frac{1}{2} M (V_0^2 - V_{end}^2) \text{ 和恢复系数 } e_1 = -\frac{V_{end}}{V_0} \text{ 以及样品台车的速度变化量 } \Delta V_2 = V_{s-end} - V_{s0},$$

$$\text{变形吸收内能 } U_2 = \frac{1}{2} M_s V_{s0}^2 + \frac{1}{2} M_p V_{p0}^2 - \frac{1}{2} M_s V_{s-end}^2 - \frac{1}{2} M_p V_{p-end}^2 \text{ 和恢复系数}$$

$$e_2 = \frac{V_{s-end} - V_{p-end}}{V_{p0} - V_{s0}}, \text{ 获得柱台车的质量配比系数和样品台车的质量配比系数。}$$

[0047] 优选的是,在所述步骤3中:

$$[0048] \quad \text{令} \begin{cases} \Delta V_1 = -\Delta V_2 \\ U_1 = U_2 \\ e_1 = e_2 \end{cases}, \text{ 获得: } p = \frac{s^2}{1-s}。$$

[0049] 优选的是,还包括:

[0050] 步骤4:根据台车活塞作动器的活塞推动质量阈值获得:

$$[0051] \quad p < \frac{M_{max}}{M};$$

[0052] 式中, M_{max} 为台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量。

[0053] 优选的是,还包括:

[0054] 步骤5:根据试验车辆的质量,台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量以及样品台车的质量配比系数和柱台车的质量配比系数的关系确定一组质量配比系数,并确定柱台车碰撞初始0时刻的速度 V_{p0} 。

[0055] 优选的是,还包括:

[0056] 步骤6:令柱台车加速起始时刻为 $-T$ 且起始速度 $V_p(-T) = 0$,根据台车活塞作动器

的加速度波形输入函数,获取柱台车的速度函数 $V_p(t) = \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)\right)$;

[0057] $V_p(t) = \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)\right)$;

[0058] 其中,所述台车活塞作动器的加速度波形输入函数为:

[0059] $Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)$, $(-T < t < 0)$;

[0060] 式中, $Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)$ 为加速度波形函数, A 为波形峰值, T 为波形周期。

[0061] 优选的是,还包括:

[0062] 步骤7:令柱台车加速起始时刻柱台车的位移 $D_p(-T) = 0$,根据柱台车的速度函数获取柱台车位移函数:

[0063] $D_p(t) = -\frac{A \cdot T^2}{\pi^2} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right) + \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot (t + T)$

[0064] 优选的是,还包括:

[0065] 步骤8:令 $V_p(0) = V_{p0}$,且 $D_p(0) < D_{max}$,确定一组波形峰值和波形周期,

[0066] 其中, D_{max} 为台车活塞作动器的活塞最大推出量。

[0067] 本发明所述的有益效果:

[0068] (1) 本发明设计开发的侧面柱碰撞台车试验方法,能够复现侧碰中的变形过程及车门侵入速度,操作简单方便。

[0069] (2) 本发明设计开发的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法,能够提高侧面柱碰撞台车试验精度,使得侧面柱碰撞台车试验结果可以高精度地模拟与侧面柱碰撞实车试验,从而提高测试效率、缩短开发周期。

附图说明

[0070] 图1为本发明所述台车侧面柱碰撞示意图。

[0071] 图2为本发明所述实车侧面柱碰撞车身加速度和速度曲线图。

[0072] 图3为本发明实施例所述碰撞系统示意图。

具体实施方式

[0073] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0074] 本发明采用双台车 Sled after Sled 方式,两个台车前后布置在台车设备轨道上,具有沿轨道方向的单自由度运动方式,如图1所示。

[0075] 步骤1:样品台车位于柱台车之后,其上安装测试样品及配重,试验车身之内安装侧面碰撞试验假人及相关测试设备,样品台车配重量应使该台车总体运动质量为 $M_s = s \cdot M$ 。式中, M 为试验车辆的重量, s 为样品台车的质量配比系数。

[0076] 柱台车位于台车试验设备活塞作动器与样品台车之间,柱台车上安装符合测试标准要求的刚性碰撞柱及配重,在垂直于台车运动轨道方向上,调节碰撞柱安装位置,保证碰撞柱轴线与车身碰撞线对齐,柱台车配重量应使柱台车整体运动质量为 $M_p = p \cdot M$ 。式中, p 为柱台车的质量配比系数。

[0077] 试验初始位置将柱台车与台车活塞作动器贴合,样品台车与柱台车保持一定距离,保证碰撞柱碰撞端面与车身碰撞线沿轨道方向距离为 $L = \frac{A \cdot T^2}{\pi}$ 。

[0078] 步骤2:利用台车试验设备对柱台车进行加速,精确控制其加速波形和速度,加速波形函数为 $Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t+T)\right)$, $(-T < t < 0)$ 。式中, A 为波形峰值, T 为波形周期;所述的波形峰值和波形周期满足:

$$[0079] \quad \begin{cases} A < A_{max} \\ A \cdot T = \frac{\pi}{2s} V_0 \\ A \cdot T^2 < \pi D_{max} \end{cases}$$

[0080] 式中, V_0 为碰撞试验的碰撞速度, D_{max} 为台车活塞作动器的活塞最大推出量。

[0081] 步骤3:碰撞柱与车身接触,并发生碰撞过程,获取试验车身内碰撞假人伤害值(包括假人头部、胸部三向加速度及头部位移)。

[0082] 本发明设计开发的侧面柱碰撞台车试验方法,能够复现侧碰中的变形过程及车门侵入速度,操作简单方便。

[0083] 通过将柱台车加速至某一碰撞速度后,撞击静止的样品台车,从而模拟实车侧面柱碰撞的情况。因为实车侧柱碰是一个有限质量(汽车)撞击在无限质量(柱壁障)的过程,而台车侧柱碰则是通过两个有限质量之间的撞击,为了保证台车碰撞中具有相同的车身吸收内能,以及运动过程,需要确定包含柱台车、样品台车质量以及初末速度等参数,才能模拟侧柱碰台车的过程。

[0084] 因此,本发明提供一种侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法(即上述方法中涉及到的参数),包括如下步骤:

[0085] 步骤1:侧面柱碰撞台车试验应具有与侧面柱碰撞实车试验类比性,首先从侧面柱碰撞实车试验结果提取基础参数:实车碰撞的试验车辆质量 M ,碰撞速度 V_0 和车身碰撞加速度波形函数 $a(t)$, $(0 \leq t \leq T_{end})$,如图2所示,以车辆接近碰撞柱方向为正方向。其中0时刻($t=0$)为碰撞初始时刻;结束时刻 T_{end} 为碰撞结束时刻。

[0086] 对加速度波形进行一次积分,边界条件 $V(0) = V_0$,可得速度曲线

$$V(t) = \int_0^t a(\tau) d\tau + V_0, \text{ 令波形结束时刻车身速度为 } V_{end}, \text{ 则}$$

$$V_{end} = V(T_{end}) = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau + V_0, \text{ 整个碰撞过程速度变化量 } \Delta V_1 = \int_0^{T_{end}} a(\tau) d\tau。$$

[0087] 根据能量守恒:

[0088] 获取碰撞过程损耗吸能 U_1 :

$$[0089] \quad U_1 = \frac{1}{2} M (V_0^2 - V_{end}^2);$$

[0090] 获取车体的恢复系数 e_1 :

$$[0091] \quad e_1 = -\frac{V_{end}}{V_0};$$

[0092] 步骤2:在进行台车碰撞试验时,在台车碰撞中,按照习惯以活塞伸出方向为正方向,所以台车试验坐标系与上述实车试验坐标系相反。

[0093] 令样品台车碰撞初始0时刻速度为 V_{s0} 且 $V_{s0}=0$,碰撞终止末速度为 V_{s-end} ,柱台车碰撞初始0时刻速度为 V_{p0} ,碰撞终止末速度为 V_{p-end} 。

[0094] 获取台车试验中样品台车的速度变化量:

$$[0095] \quad \Delta V_2 = V_{s-end} - V_{s0}$$

[0096] 获取台车试验中碰撞过程损耗吸能:

$$[0097] \quad U_2 = \frac{1}{2}M_s V_{s0}^2 + \frac{1}{2}M_p V_{p0}^2 - \frac{1}{2}M_s V_{s-end}^2 - \frac{1}{2}M_p V_{p-end}^2$$

[0098] 获取车体的恢复系数:

$$[0099] \quad e_2 = \frac{V_{s-end} - V_{p-end}}{V_{p0} - V_{s0}}$$

[0100] 样品台车和柱台车还满足动量守恒:

$$[0101] \quad M_s V_{s0} + M_p V_{p0} = M_s V_{s-end} + M_p V_{p-end}$$

[0102] 其中,样品台车和试验车辆的总配重满足: $M_s = s \cdot M$;

[0103] 柱台车和碰撞柱的总配重满足: $M_p = p \cdot M$;

[0104] 式中, M 为试验车辆的重量, p 为柱台车的质量配比系数, s 为样品台车的质量配比系数。

[0105] 步骤3:为使台车侧面柱碰撞与实车侧面柱碰撞具有类比性,且变形特性相同,因此车身速度变化量、变形吸收内能及恢复系数应该相同,即:

$$[0106] \quad \begin{cases} \Delta V_1 = -\Delta V_2 \\ U_1 = U_2 \\ e_1 = e_2 \end{cases},$$

[0107] 由于方程维度低于变量维度,解并不唯一,可得样品台车和柱台车质量配比系数关系应满足约束条件,获得: $p = \frac{s^2}{1-s}$ 。

[0108] 步骤4:根据台车活塞作动器的活塞推动质量阈值获得:

$$[0109] \quad p < \frac{M_{max}}{M},$$

[0110] 式中, M_{max} 为台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量。

[0111] 步骤5:根据试验车辆的质量,台车活塞作动器的活塞能够推动的最大质量以及样品台车的质量配比系数和柱台车的质量配比系数的关系确定一组质量配比系数,并确定柱台车碰撞初始0时刻的速度 V_{p0} 。

[0112] 步骤6:令柱台车加速起始时刻为 $-T$ 且起始速度 $V_p(-T) = 0$,根据台车活塞作动器的加速度波形输入函数,获取柱台车的速度函数 $V_p(t) = \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)\right)$:

[0113]
$$V_p(t) = \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right) \right);$$

[0114] 其中,所述的台车活塞作动器的加速度波形输入函数为:

[0115]
$$Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right), \quad (-T < t < 0);$$

[0116] 式中, $Input(t) = A \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right)$ 为加速度波形函数, A 为波形峰值, T 为波形周期。

[0117] 步骤7:令柱台车加速起始时刻柱台车的位移 $D_p(-T) = 0$, 根据柱台车的速度函数

获取柱台车位移函数 $D_p(t) = -\frac{A \cdot T^2}{\pi^2} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right) + \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot (t + T):$

$$D_p(t) = -\frac{A \cdot T^2}{\pi^2} \cdot \sin\left(\frac{\pi}{T}(t + T)\right) + \frac{A \cdot T}{\pi} \cdot (t + T)。$$

[0118] 步骤8:令 $V_p(0) = V_{p0}$, 且 $D_p(0) < D_{max}$, 确定一组波形峰值和波形周期,

[0119] 其中, D_{max} 为台车活塞作动器的活塞最大推出量。

[0120] 实施例:

[0121] 试验系统分为两部分,样品台车和柱台车,柱台车与台车活塞作动器贴合(不铰接),如图3所示。柱台车安装碰撞柱,并将柱台车总质量配重至 M_p 。样品台车与柱台车间隔放置,碰撞柱端面与试验样品间隔距离为 L。样品台车总质量配重至 M_s 。

[0122] 利用台车活塞作动器对柱台车进行加速,使碰撞柱与试验样品接近并发生碰撞,活塞作动器的加速度波形输入函数为 $Input(t)$ 。

[0123] 碰撞柱与车身接触,并发生碰撞过程,获取试验车身内碰撞假人伤害值。

[0124] 上述参数的获取方法如下:

[0125] 首先提取侧柱碰撞实车试验参数:

	试验车辆	碰撞柱
质量	$M=1364\text{kg}$	∞
初速度	$V_0 \approx 8 \text{ m/s}$	0 m/s
结束时刻	$T_{end} \approx 135\text{ms}$	
末速度	$V_{end} \approx -1.5 \text{ m/s}$	0 m/s
速度变化量	$\Delta V_1 = 9.5 \text{ m/s}$	0 m/s
碰撞损耗吸能	$U_1 = \frac{1}{2} M(V_0^2 - V_{end}^2) \approx 42.1135 \text{ kJ}$	
车体恢复系数	$e_1 = -\frac{V_{end}}{V_0} \approx 0.1875$	

[0126] 台车试验参数的计算:

[0128] 令 $M_s = s \cdot M$; $M_p = p \cdot M$; 式中, s 为样品台车的质量配比系数, p 为柱台车的质量配比系数, M 为试验车辆的重量, 样品台车的质量配比系数 s 和柱台车的质量配比系数 p 满足:

$$[0129] \quad \begin{cases} p = \frac{s^2}{1-s} \\ p < \frac{M_{max}}{M} \end{cases}$$

[0130] 本例中 $M = 1364\text{kg}$, $M_{max} = 2000\text{kg}$ 。因此设定 $s = 0.65$, $p = 1.21$ 。故样品台车总重 $M_s = 887\text{kg}$, 柱台车总重 $M_p = 1647\text{kg}$ 。(当然需要说明的是, 样品台车的质量配比系数 s 和柱台车的质量配比系数 p 并不限定为上述数值, 而是根据具体试验条件而设定)

[0131] 解得柱台车在碰撞0时刻初始速度: $V_{p0} = \frac{1}{s} V_0 = 12.31 \text{ m/s}$ 。

[0132] 根据波形峰值和波形周期约束条件:

$$[0133] \quad \begin{cases} A < A_{max} \\ A \cdot T = \frac{\pi}{2s} V_0 \\ A \cdot T^2 < \pi D_{max} \end{cases}$$

[0134] 本例中 $A_{max} = 800\text{m/s}^2$, $D_{max} = 1.7\text{m}$, 因此选取 $T = 0.05\text{s}$, $A = 386.7\text{m/s}^2$, 台车输入波形为:

$$[0135] \quad \text{Input}(t) = 386.7 \cdot \sin\left(\frac{\pi}{0.05}(t + 0.05)\right)$$

[0136] 为使碰撞0时刻, 柱台车与样品开始接触, 因此碰撞柱和样品台车初始间距 $L = D_p(0)$, 解得: $L = \frac{A \cdot T^2}{\pi} = 308 \text{ mm}$ 。

[0137] 本发明设计开发的侧面柱碰撞台车试验方法中的参数提取方法, 能够提高侧面柱碰撞台车试验精度, 使得侧面柱碰撞台车试验结果可以高精度地模拟与侧面柱碰撞实车试验, 从而提高测试效率、缩短开发周期。

[0138] 尽管本发明的实施方案已公开如上, 但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用, 它完全可以被适用于各种适合本发明的领域, 对于熟悉本领域的人员而言, 可容易地实现另外的修改, 因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下, 本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

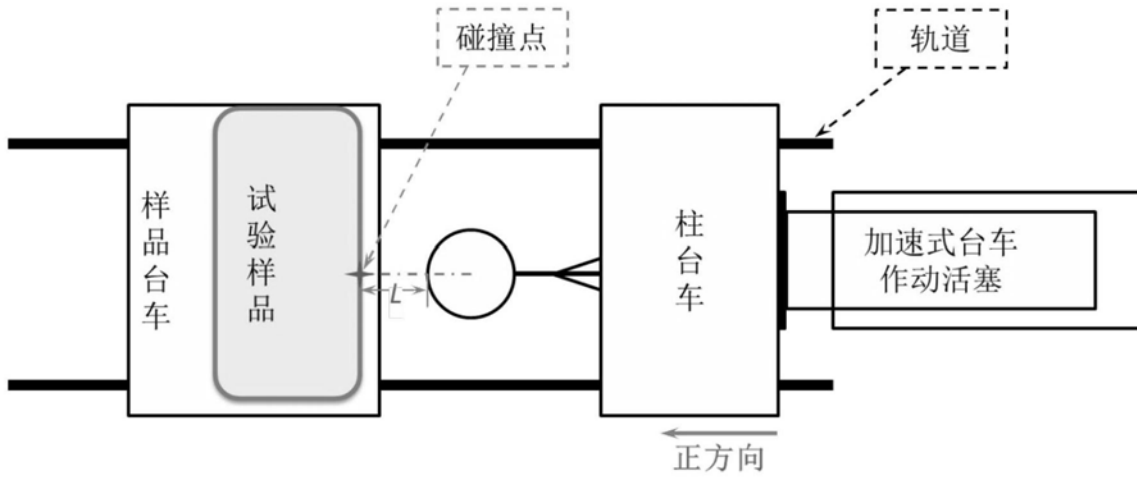


图1

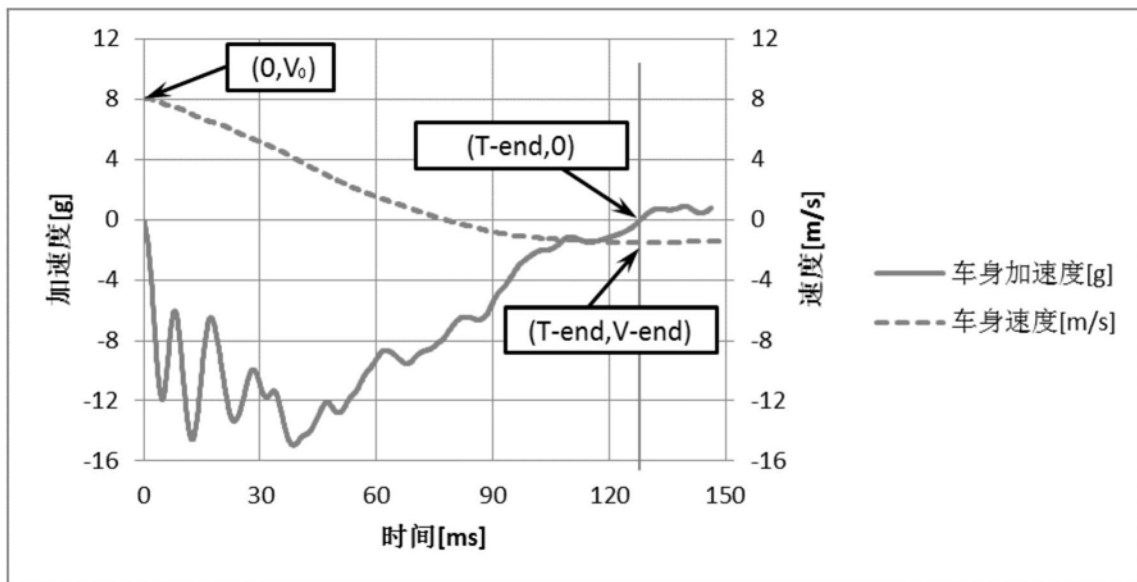


图2

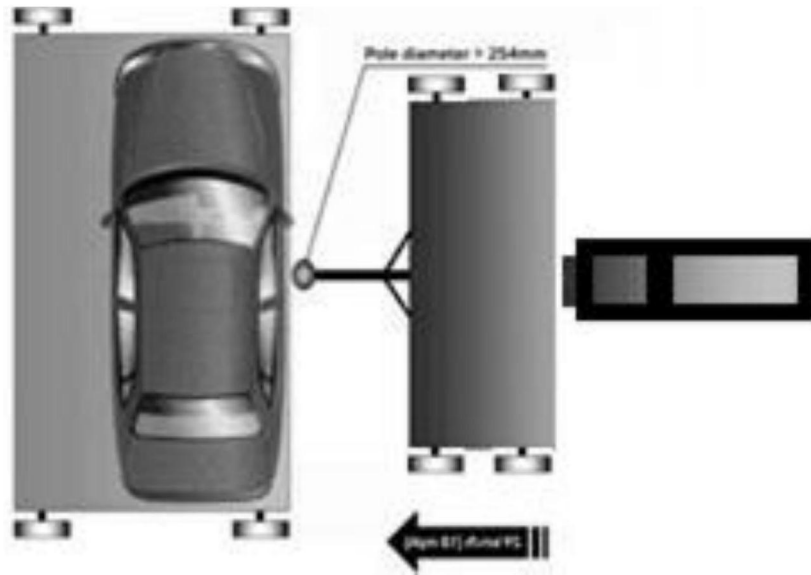


图3