



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107152995 B

(45)授权公告日 2019.04.02

(21)申请号 201710273085.4

G01M 17/007(2006.01)

(22)申请日 2017.04.24

审查员 周群

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107152995 A

(43)申请公布日 2017.09.12

(73)专利权人 中国汽车技术研究中心

地址 300000 天津市东丽区程林庄道天山
路口(程林庄路南)(72)发明人 刘志新 娄磊 韩玉环 吕恒绪
杨运生(74)专利代理机构 天津滨海科纬知识产权代理
有限公司 12211

代理人 薛萌萌

(51)Int.Cl.

G01M 7/08(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法

(57)摘要

本发明提供了一种汽车碰撞试验中量化评价试验重复性的方法,对每个传感器通道时域曲线中提取的各个关键指标进行量化,计算每个指标的RRIsclar值;对每个传感器通道的时域曲线进行曲线形状的重复性量化,计算RRIsshape值;设定每个通道相关的RRIsclar和RRIsshape的权重值Wscalar和Wshape,通过对传感器通道的时域曲线形态及曲线关键指标的综合分析,最终得到试验系统整体的重复性指标RRI,对应相关的RRI值标准做出重复性的评价。本发明所述的一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法,能够客观的在汽车碰撞试验中量化评价数次试验的重复性。



1. 一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法,其特征在于:

步骤1:确定试验整体系统重复性的比对内容:即确定实验次数N,选取最能表征试验结果的传感器通道时域曲线channel (t),选取该传感器通道时域曲线channel (t)中的关键指标scalar,并对所选取传感器通道分类成相关组group;

步骤2:设定关键指标scalar的重复性量化指标RRIscalar的权重Wscalar,设定传感器通道时域曲线channel (t)曲线形状重复性量化指标RRIshape的权重Wshape,设定传感器通道channel的重复性量化指标RRIchannel的权重Wchannel,设定各组group传感器通道重复性量化指标的RRIgroup的权重Wgroup;

步骤3:对所选取的任一传感器通道,根据实验重复次数N和提取的关键指标scalar,计算重复性量化指标RRIscalar;根据实验重复次数N和时域曲线channel (t)计算曲线形状重复性量化指标RRIshape;

步骤4:根据在步骤3中得出的传感器通道关键指标重复性量化指标RRIscalar和曲线形状重复性量化指标RRIshape,配合在步骤2中相对应设定的权重Wscalar和权重Wshape计算该传感器通道的重复性量化指标RRI channel;

步骤5:根据在步骤4中得出的传感器通道的重复性量化指标RRIchannel,配合在步骤1中设定的传感器通道分组group,以及在步骤2中相对应设定的权重Wchannel,计算该组group的重复性量化指标RRIgroup;

步骤6:根据在步骤5中得出的各组group的重复性量化指标RRIgroup,配合在步骤2中相对应设定的权重Wgroup,计算试验整体系统重复性指标RRI,对应相关的RRI值标准做出重复性的评价;

在步骤3中,RRIscalar与RRIshape的计算方式为:

$$RRI_{scalar} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (scalar_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N scalar_i)^2}}{\max(\left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N scalar_i \right|, \delta)}$$

$$RRI_{shape} = \frac{\int_0^{end} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Channel_i(t) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Channel_i(t))^2 dt}}{\int_0^{end} \left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Channel_i(t) \right| dt}$$

其中,N表示试验总次数;i表示第i次试验; δ 为极小正数,防止分母为0;scalar表示关键指标,channel (t)表示通道时域函数;积分区间为碰撞0时刻至碰撞结束;

在步骤4中,RRIchannel的计算方式为:

$$RRI_{channel} = \sqrt{\frac{\sum W_{scalar} RRI_{scalar}^2 + W_{shape} RRI_{shape}^2}{\sum W_{scalar} + W_{shape}}}$$

权重Wscalar和权重Wshape是在步骤2中预设定值,RRIscalar与RRIshape是在步骤3中的计算得出值;

在步骤5中,RRIgroup的计算方式为:

$$RRI_{group} = \sqrt{\frac{\sum W_{channel} RRI_{channel}^2}{\sum W_{channel}}}$$

权重 $W_{channel}$ 是在步骤2中预设定值, $RRI_{channel}$ 是在步骤4中的计算得出值;
在步骤6中,试验整体系统重复性指标 RRI 计算方式为:

$$RRI = \sqrt{\frac{\sum W_{group} RRI_{group}^2}{\sum W_{group}}}$$

权重 W_{group} 是在步骤2中预设定值, RRI_{group} 是在步骤5中的计算得出值,计算的得出 RRI 值越大,表示重复性较差;计算的得出 RRI 值越小,表示重复性越好。

一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及汽车碰撞试验领域,特别是涉及一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法。

背景技术

[0002] 在汽车碰撞试验中,主要的试验数据是试验假人体内传感器所采集的伤害值,是评价车辆安全性的主要衡量指标。通常包含头部加速度、胸部加速度、骨盆加速度、颈部力和力矩、腿部力和力矩等等,每次碰撞试验所使用的传感器可达数十甚至上百个测量通道,这些伤害数据均为时间序列数据列形式存储。目前普遍采用的采样频率为10kHz,碰撞有效数据时间段一般约为300ms,也就是说每个传感器通道的数据点为3000个,通道数据的表达形式通常采用时域曲线表示。

[0003] 在汽车设计过程及研发验证过程中,需要把多次重复试验结果的重复性进行评价,而在现有技术条件下,对于碰撞试验数据重复性的评价往往依靠工程师的个人经验进行主观判断,缺少客观的量化评价手段和衡量指标,特别是对于传感器通道的时域曲线,更是需要依靠主观判断进行重复性评价。

[0004] 本发明建立了一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法,能够客观的对多次试验数据的重复性进行量化评价。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明旨在提出一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法,通过对传感器通道的时域曲线形态及曲线关键指标的综合分析,最终得到试验系统整体的重复性指标RRI,对应相关的RRI值标准做出重复性的评价。

[0006] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法:

[0008] 步骤1:确定试验整体系统重复性的比对内容:即确定实验次数N,选取最能表征试验结果的传感器通道时域曲线channel(t),选取该传感器通道时域曲线channel(t)中的关键指标scalar,并对所选取传感器通道分类成相关组group;

[0009] 步骤2:设定关键指标scalar的重复性量化指标RRIsclar的权重Wscalar,设定传感器通道时域曲线channel(t)曲线形状重复性量化指标RRIshape的权重Wshape,设定传感器通道channel的重复性量化指标RRIchanel的权重Wchanel,设定各组group传感器通道重复性量化指标的RRIgroup的权重Wgroup;

[0010] 步骤3:对所选取的任一传感器通道,根据实验重复次数N和提取的关键指标scalar,计算重复性量化指标RRIsclar;根据实验重复次数N和时域曲线channel(t)计算曲线形状重复性量化指标RRIshape;

[0011] 步骤4:根据在步骤3中得出的传感器通道关键指标重复性量化指标RRIsclar和曲线形状重复性量化指标RRIshape,配合在步骤2中相对应设定的权重Wscalar和权重

Wshape计算该传感器通道的重复性量化指标RRIchannel;

[0012] 步骤5:根据在步骤4中得出的传感器通道的重复性量化指标RRIchannel,配合在步骤1中设定的传感器通道分组group,以及在步骤2中相对应设定的权重Wchannel,计算该组group的重复性量化指标RRIgroup;

[0013] 步骤6:根据在步骤5中得出的各组group的重复性量化指标RRIgroup,配合在步骤2中相对应设定的权重Wgroup,计算试验整体系统重复性指标RRI,对应相关的RRI值标准做出重复性的评价。

[0014] 进一步的,在步骤3中,RRIsclar与RRIshape的计算方式为:

$$[0015] \quad RRI_{scalar} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (scalar_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N scalar_i)^2}}{\max(\left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N scalar_i \right|, \delta)}$$

$$[0016] \quad RRI_{shape} = \frac{\int_0^{end} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Channel_i(t) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Channel_i(t))^2 dt}}{\int_0^{end} \left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Channel_i(t) \right| dt}$$

[0017] 其中,N表示试验总次数;i表示第i次试验; δ 为极小正数,防止分母为0;Scalar表示关键指标,channel(t)表示通道时域函数;积分区间为碰撞0时刻至碰撞结束。

[0018] 进一步的,在步骤4中,RRIchannel的计算方式为:

$$[0019] \quad RRI_{channel} = \sqrt{\frac{\sum W_{scalar} RRI_{scalar}^2 + W_{shape} RRI_{shape}^2}{\sum W_{scalar} + W_{shape}}}$$

[0020] 权重Wscalar和权重Wshape是在步骤2中预设值,RRIsclar与RRIshape是在步骤3中的计算得出值。

[0021] 进一步的,在步骤5中,RRIgroup的计算方式为:

$$[0022] \quad RRI_{group} = \sqrt{\frac{\sum W_{channel} RRI_{channel}^2}{\sum W_{channel}}}$$

[0023] 权重Wchannel是在步骤2中预设值,RRIchannel是在步骤4中的计算得出值。

[0024] 进一步的,在步骤6中,试验整体系统重复性指标RRI计算方式为:

$$[0025] \quad RRI = \sqrt{\frac{\sum W_{group} RRI_{group}^2}{\sum W_{group}}}$$

[0026] 权重Wgroup是在步骤2中预设值,RRIgroup是在步骤5中的计算得出值。

[0027] 进一步的,所述RRI值为0%-15%,表示一致性和重复性好;RRI值为15%-30%,说明一致性和重复性一般;RRI值为30%-50%,表示一致性和重复性较差;而当RRI值高于50%时,则说明完全不具一致性和重复性。

[0028] 相对于现有技术,本发明所述的一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法具有以下优势:

[0029] 本发明所述的一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法,通过对传感器通道的时域曲线形态及曲线关键指标的综合分析,最终得到试验系统整体的重复性指标RRI,

对应相关的RRI值标准做出重复性的评价。

附图说明

[0030] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0031] 图1为本发明实施例所述的一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法步骤示意图;

[0032] 图2为本发明实施例所述的一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法比对系统结构设置示意图;

[0033] 图3为本发明实施例所述的一种汽车碰撞试验中试验重复性的量化评价方法计算结果示意图。

具体实施方式

[0034] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0035] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“中心”、“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。

[0036] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以通过具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0037] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明:

[0038] 如图1-3所示,以重复进行的5次低速后碰撞鞭打试验为例,首先确定试验整体系统重复性比对内容及结构:

[0039] 如图2所示,共选取10个通道曲线,选取原则为最能表征试验结果的主要通道channel(t)。将其分为三组,包括头颈部加速度、上颈部载荷、下颈部载荷,分组以分析目标为依据。根据对整体试验结果影响的重要程度,设定各类权重Wscalar、Wshape、Wchannel和Wgroup。

[0040] 对于每个通道的Wshape和多个Wscalar,通常可设定为1:1:1……,但对于影响力较低scalar可适当降低其权重。例如:此本具体实施例中,对于头部加速度通道只关心正值方向,因此scalar只选取最大值和最大值发生时间,权重1:1,并且该通道的曲线形状Wshape与指标相同也为1;对于颈部Fz正向和负向都会造成伤害,但是基于人体损伤特点负

向伤害比正向伤害低,因此scalar选取了最大值、最大值发生时间、最小值、最小值发生时间,并降低负向的权重缩小,四项指标权重1:1:0.5:0.5,并且该通道的曲线形状Wshape与主要指标相同也为1。

[0041] 对于Wchannel,对相互独立的通道通常采用等分权重,但对于相关通道,或多通道组合影响试验结果的情况,可适当降低相关通道权重。在本实施例中T1加速度左、右两个传感器安装在同一刚体上,分析中取二者平均值做计算,因此降低这两个通道的权重,均设定为0.5,两通道权重合为1。

[0042] 对于Wgroup,依据各组对试验结果的影响程度进行设定,无特殊情况可全设定为1。在本实施例中,鞭打试验最终评价结果为CNCAP得分,在CNCAP鞭打算分中,头颈部加速度占2分,上颈部载荷占1分,下颈部载荷占1分,因此对鞭打试验系统重复性评价中也将头颈部加速度组权重增大,三组权重设定为2:1:1。

[0043] 如图2所示,首先从图2提取关键指标scalar,本实施例中主要包括最大值、最大值发生时刻、最小值、最小值发生时刻,但不仅限于此。

[0044] 如图1-2所示,在步骤3中,依据公式:

$$[0045] \quad RRI_{scalar} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (scalar_i - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N scalar_i)^2}}{\max(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N scalar_i, \delta)}$$

$$[0046] \quad RRI_{shape} = \frac{\int_0^{end} \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Channel_i(t) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Channel_i(t))^2} dt}{\int_0^{end} \left| \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Channel_i(t) \right| dt}$$

[0047] 计算图1中所列10个通道的RRIsclar和RRIshape,其中N=5,计算RRIshape时积分上限取200ms。

[0048] 如图1-3所示,在步骤4中,利用公式:

$$[0049] \quad RRI_{channel} = \sqrt{\frac{\sum W_{scalar} RRI_{scalar}^2 + \sum W_{shape} RRI_{shape}^2}{\sum W_{scalar} + \sum W_{shape}}}$$

[0050] 计算RRIchannel,计算结果如图3所示。其中重复性最差的是下颈部扭矩My,但是其值仍小于15%,说明重复性好。

[0051] 如图1-3所示,在步骤5中,利用公式:

$$[0052] \quad RRI_{group} = \sqrt{\frac{\sum W_{channel} RRI_{channel}^2}{\sum W_{channel}}}$$

[0053] 计算RRIgroup,计算结果如图3所示,比较出三组中重复性最好的为上颈部载荷组,重复性最差的为下颈部载荷组。

[0054] 如图1-3所示,在步骤6中,利用公式:

$$[0055] \quad RRI = \sqrt{\frac{\sum W_{group} RRI_{group}^2}{\sum W_{group}}}$$

[0056] 计算得出整体RRI值为8.2%,可见整个试验系统的重复性很好。

[0057] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

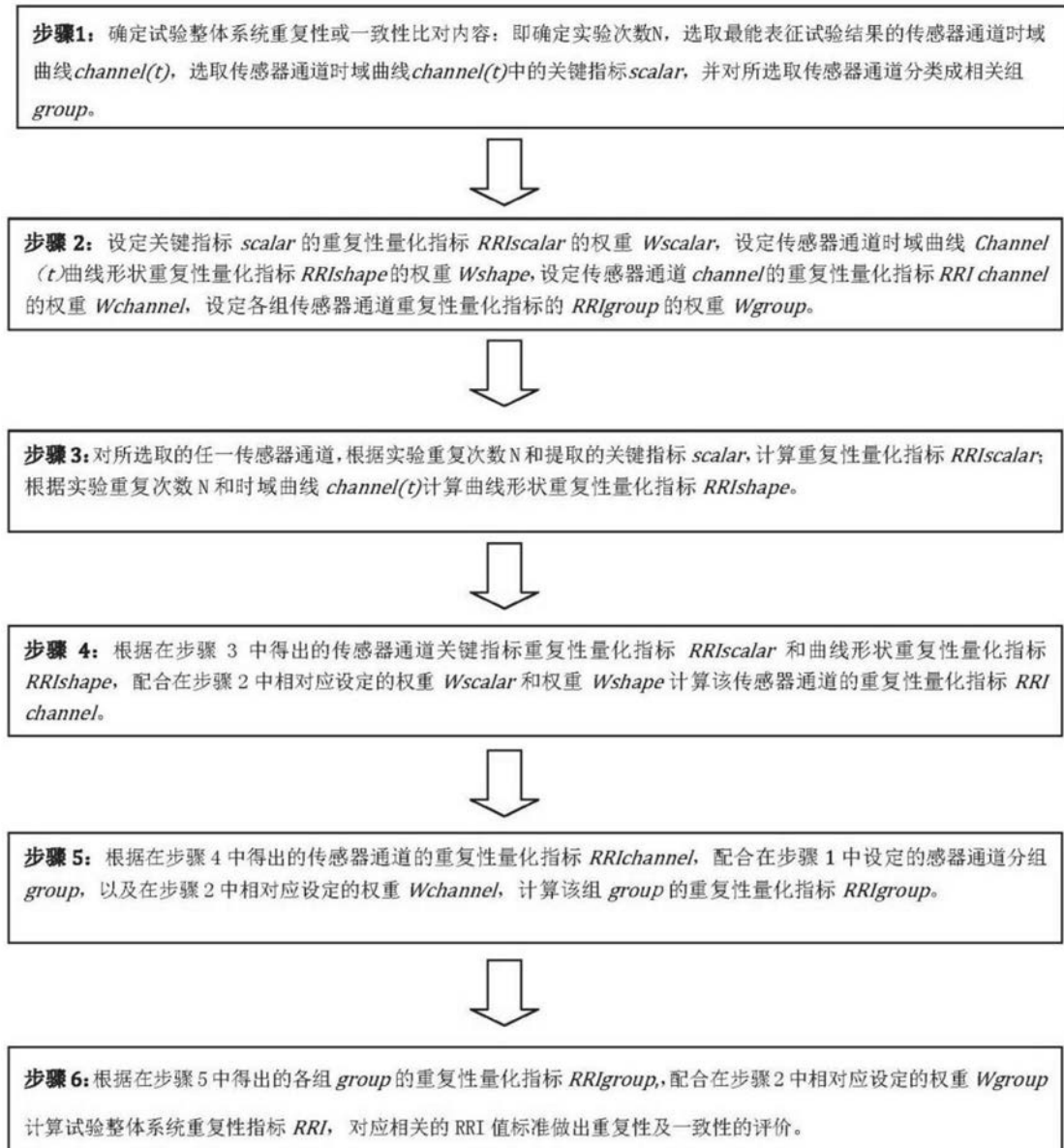


图1

试验重复性比对系统结构设置

Group	W _{group}	Channel	W _{channel}	W _{shape}	Scalar	W _{scalar}
头颈加速度组	2	头部加速度 X 向	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
		颈部 T1 左侧加速度 X 向	0.5	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
		颈部 T1 右侧加速度 X 向	0.5	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
		颈部伤害指标 NIC	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
最小值	0.5					
最小值发生时间	0.5					
上颈部载荷组	1	上颈部剪切力 Fx	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
					最小值	1
					最小值发生时间	1
		上颈部张力 Fz	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
					最小值	0.5
					最小值发生时间	0.5
		上颈部扭矩 My	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
					最小值	1
					最小值发生时间	1
下颈部载荷组	1	下颈部剪切力 Fx	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
					最小值	1
					最小值发生时间	1
		下颈部张力 Fz	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
					最小值	0.5
					最小值发生时间	0.5
		下颈部扭矩 My	1	1	最大值	1
					最大值发生时间	1
					最小值	1
					最小值发生时间	1

图2

RRI 计算结果

<i>Channel</i>	<i>RRI_{channel}</i>	<i>Group</i>	<i>RRI_{group}</i>	<i>RRI</i>
头部加速度 X 向	4.0%	头颈加速度组	7.5%	8.2%
颈部 T1 左侧加速度 X 向	5.8%			
颈部 T1 右侧加速度 X 向	6.2%			
颈部伤害指标 NIC	10.8%			
上颈部剪切力 Fx	6.2%	上颈部载荷组	7.4%	
上颈部张力 Fz	7.3%			
上颈部扭矩 My	8.6%			
下颈部剪切力 Fx	8.3%	下颈部载荷组	9.9%	
下颈部张力 Fz	7.9%			
下颈部扭矩 My	12.8%			

图3