



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113389118 A

(43) 申请公布日 2021.09.14

(21) 申请号 202110753104.X

(22) 申请日 2021.07.02

(71) 申请人 山东建筑大学

地址 250101 山东省济南市历城区临港开发区凤鸣路1000号

(72) 发明人 周浩 赵品晖 任瑞波 吴斌
张桂霞 徐强 刘元柱 朱伟杰
马致远 于嘉震 赵兴驰

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 李琳

(51) Int. Cl.

E01C 23/01 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

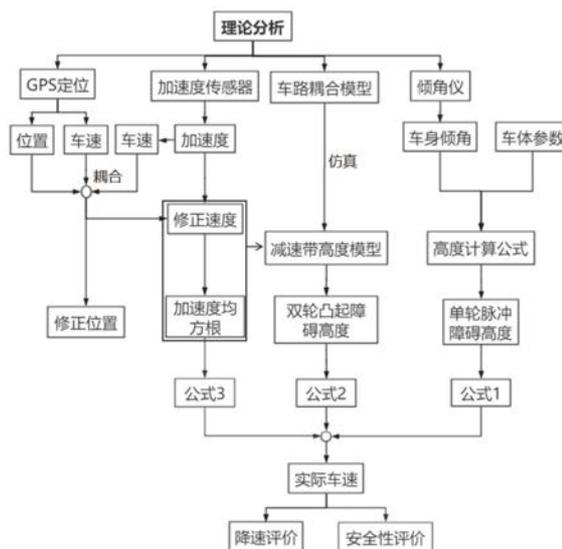
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法和系统

(57) 摘要

本发明涉及基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法和系统,包括以下步骤:利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动状态;基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速评价待测路面的平顺性。通过路面变形类型和变形程度信息能够获取车辆在通过变形路段时的实际车速,再基于实际车速和道路设计车速的差值,能够评价待测路面的在平顺性方面的服务性能,反映不同路段的通行能力和车辆通过时的行驶安全性,确定影响行驶安全性的不良路段位置,为路面养护和交通管理提供指导。



1. 基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1:利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动状态;

步骤2:基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;

步骤3:通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速评价待测路面的平顺性。

2. 如权利要求1所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述步骤1中:当加速度值低于第一设定值,且加速度值的变化量不超过第二设定值时,车辆在平滑路面行驶;反之则路面出现变形。

3. 如权利要求1所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述步骤2中:路面出现变形的情况下,当倾角仪探测到车辆X轴旋转角发生变化时,路面具有的变形类型为单轮凸起障碍或单轮凹陷障碍;而当车辆Y轴的旋转角先增大后恢复时,路面为凸起障碍,Y轴先减小后恢复时为凹陷障碍;通过车辆X轴倾角变化值和车辆两轮宽度计算凸起和凹陷的高度,反映路面的变形程度。

4. 如权利要求1所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述步骤2中:路面出现变形的情况下,当加速度值大于第三设定值,且在车辆X轴无变化,同时车辆Y轴旋转角变化,认为路面出现减速带型式的变形类型,利用加速度值和车速计算得到减速带的高度。

5. 如权利要求1所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述步骤3中,实际车速包括平整路段车速和脉冲路段车速。

6. 如权利要求5所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述平整路段车速采用下式计算:

$$v = ((bs - 0.315) * V1 - (as - 0.315) * V2) / (bs - as);$$

其中,V为车速,as为竖向加速度均方根,bs为基于as与V的关系通过内插法确定的假定点坐标。

7. 如权利要求5所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述脉冲路段车速采用下式计算:

$$V = 74.965e^{-0.233h};$$

其中,h为障碍物高度。

8. 如权利要求1所述的基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,其特征在于:所述步骤3中,实际车速与道路设计车速之差为速度降低值,利用速度降低值评价路面变形对道路通行能力的影响。

9. 一种如权利要求1-8任一项所述方法的系统,其特征在于:包括集成传感器和处理器;集成传感器安装在车辆底盘上,集成传感器包括GPS模块、加速度传感器和倾角传感器;或,集成传感器包括陀螺仪和GPS模块。

集成传感器采集汽车的行驶位置信息、车速信息、竖向加速度信息和车身角度信息,并传递给处理器进行处理。

10. 如权利要求9所述的系统,其特征在于:所述处理器执行以下步骤:

步骤1:利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动

状态;

步骤2:基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;

步骤3:通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速评价待测路面的平顺性。

基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及路面检测与评价领域,具体为基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法和系统。

背景技术

[0002] 本部分的陈述仅仅是提供了与本发明相关的背景技术信息,不必然构成在先技术。

[0003] 路面行驶平顺性是重要的路面性能,它指保持汽车在行驶过程中乘员所处的振动环境下具有一定舒适度的性能。通常为评价现代高速、高效率汽车的一项主要使用性能指标。对于载货汽车还需要保持货物完好的性能。路面具有不同类型的变形,例如凸起、凹陷及减速带等,会引发振动,而振动会对车辆通过道路时的平顺性产生影响。路面激起的振动不仅会缩短车辆有关零部件的疲劳寿命,还会引起车轮与路面之间的载荷波动,影响到路面对车轮的附着效果,并关联到操纵稳定性的状况。

[0004] 当车辆通过变形路段引发振动时,司机会通过减速来降低振动的幅度来获得舒适性,如果变形路段频繁出现,车辆的实际车速一方面会频繁变化,另一方面难以达到道路的设计车速,会因为实际车速低于设计车速,而更容易引发整段道路的车辆拥挤,不利于交通安全,容易导致交通事故率上升。

[0005] 因此,路面的变形的情况影响着路面的平顺性,路面的平顺性又会影响实际车速,而实际车速又体现着道路的通过能力以及安全性。

[0006] 目前有关道路平顺性评价方法多针对一定长度路段的平均状态,无法反映路线各点瞬时状态,也无法评价因路面变形引发的实际车速降低的状态。

发明内容

[0007] 为了解决上述背景技术中存在的技术问题,本发明提供基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法和系统,联合使用加速度,车身角度,以及GPS信号来测量车辆状态,通过加速度传感器测试道路在路面行驶过程中的振动状态,结合速度分析路面变形程度,通过车身角度信息,协助判断路面的具体变形类型,通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速的差值评价待测路面的在平顺性方面的服务性能。

[0008] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0009] 本发明的第一个方面提供基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,包括以下步骤:

[0010] 1、利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动状态;

[0011] 2、基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;

[0012] 3、通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路

设计车速评价待测路面的平顺性。

[0013] 以车辆前进方向为X轴,车辆宽度方向为Y轴,车辆高度方向为Z轴。

[0014] 步骤1中:当加速度值低于第一设定值,且加速度值的变化量不超过第二设定值时,车辆在平滑路面行驶;反之则路面出现变形。

[0015] 步骤2中:路面出现变形的情况下,当倾角仪探测到车辆X轴旋转角发生变化时,路面具有的变形类型为单轮凸起障碍或单轮凹陷障碍;而当车辆Y轴的旋转角先增大后恢复时,路面为凸起障碍,Y轴先减小后恢复时为凹陷障碍;通过车辆X轴倾角变化值和车辆两轮宽度计算凸起和凹陷的高度,反映路面的变形程度。

[0016] 步骤2中:路面出现变形的情况下,当加速度值大于第三设定值,且在车辆X轴无变化,同时车辆Y轴旋转角变化,认为路面出现减速带型式的变形类型,利用加速度值和车速计算得到减速带的高度。

[0017] 步骤3中:实际车速包括平整路段车速和脉冲路段车速。

[0018] 平整路段车速采用下式计算:

$$[0019] \quad v = ((bs - 0.315) * V1 - (as - 0.315) * V2) / (bs - as);$$

[0020] 其中,V为车速,as为竖向加速度均方根,bs为基于as与V的关系通过内插法确定的假定点坐标。

[0021] 脉冲路段车速采用下式计算:

$$[0022] \quad V = 74.965e^{-0.233h};$$

[0023] 其中,h为障碍物高度。

[0024] 实际车速与道路设计车速之差为速度降低值Vs,利用速度降低值Vs评价路面变形对道路通行能力的影响,具体如下:

[0025] 当 $0 < V_s \leq 10 \text{ km/h}$,待测道路的行车安全性为优;

[0026] 当 $10 < V_s \leq 20 \text{ km/h}$,待测道路的行车安全性为良;

[0027] 当 $20 \text{ km/h} < V_s$,待测道路的行车安全性为差。

[0028] 本发明的第二个方面提供实现上述方法的系统,包括:集成传感器和处理器;

[0029] 集成传感器安装在车辆底盘上,集成传感器包括GPS模块、加速度传感器和平面倾角仪;

[0030] 或,集成传感器包括陀螺仪和GPS模块。

[0031] 集成传感器采集汽车的行驶位置信息、车速信息、竖向加速度信息和车身角度信息,并传递给处理器进行处理;

[0032] 处理器执行以下步骤:

[0033] 1、利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动状态;

[0034] 2、基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;

[0035] 3、通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速评价待测路面的平顺性。

[0036] 与现有技术相比,以上一个或多个技术方案存在以下有益效果:

[0037] 1、联合使用加速度,平面倾角,以及GPS信号来测量车辆状态,获得路面变形类型和变形程度。

[0038] 2、基于路面变形类型和变形程度的影响获得实际车速,以道路设计车速和实际车速之间的车速降低值作为依据,评价一段道路通过能力,记录和展示所有变形的精确经纬度位置,方便后续对道路的养护维修。

附图说明

[0039] 构成本发明的一部分的说明书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。

[0040] 图1(a)是本发明一个或多个实施例提供的获取路面变形过程流程图;

[0041] 图1(b)是本发明一个或多个实施例提供的基于路面变形影响的实际车速评价道路安全性的流程图;

[0042] 图2是本发明一个或多个实施例提供的传感器布设位置示意图;

[0043] 图3(a)是本发明一个或多个实施例提供的方向与轴的旋转角设定示意图;

[0044] 图3(b)是本发明一个或多个实施例提供的右手法则示意图;

[0045] 图4是本发明一个或多个实施例提供的平稳随机振动与脉冲振动示意图;

[0046] 图5(a)是本发明一个或多个实施例提供的单轮碾压凸起障碍物示意图;

[0047] 图5(b)是本发明一个或多个实施例提供的单轮碾压凹陷障碍物示意图;

[0048] 图6(a)是本发明一个或多个实施例提供的双轮脉冲振动障碍下加速度和车速对减速带高度的影响关系曲线示意图;

[0049] 图6(b)是本发明一个或多个实施例提供的双轮脉冲振动障碍下实际车速与加速度和障碍物高度的耦合关系示意图;

[0050] 图7(a)是本发明一个或多个实施例提供的测试路段中竖向加速度均方根与车速关系曲线图;

[0051] 图7(b)是本发明一个或多个实施例提供的无脉冲路段下车速与竖向加速度均方根的关系曲线图;

[0052] 图8是本发明一个或多个实施例提供的脉冲路段下车速与减速带高度关系曲线图;

[0053] 图9是本发明一个或多个实施例提供的车速标准差与事故概率的关系曲线图;

[0054] 图中:1.车辆底盘,2.集成传感器。

具体实施方式

[0055] 下面结合附图与实施例对本发明作进一步说明。

[0056] 应该指出,以下详细说明都是示例性的,旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

[0057] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0058] 车辆在路面行驶过程中存由于路面的构造变形,以及车辆发动机自身的影响

会发生一定振动,车辆在路面行驶存在两类振动状态,仅存在路面结构构造,无明显的凹凸变形,为随机平稳状态,其特点是竖向加速度值峰谷密集且值都很低,倾角无明显变化或角速率很小;而当遇到减速带、检查井、坑槽、高架路接缝时,竖向加速度发生突变,出现显著大的峰谷值;减速带一般车辆会先出现小仰角后出现小俯角;经过检查井和坑槽等凹陷障碍物时,凹陷车轮方向出现俯角;通过对加速度和角度的分析可以判断路面变形的类型以及程度。

[0059] 申请人于2021年3月递交的《一种基于多传感器融合的精细路面平顺性检测系统及方法》(2021103428374)中给出了利用速度信息、竖向加速度信息和角度信息分析车辆的振动状态并获得路面的变形类型和变形程度的过程,在此基础上,通过已获得的路面变形类型和变形程度信息能够获取车辆在通过变形路段时的实际车速,再基于实际车速和道路设计车速的差值,能够评价待测路面的在平顺性方面的服务性能,反映不同路段的通行能力和车辆通过时的行驶安全性,确定影响行驶安全性的不良路段位置,为路面养护和交通管理提供指导。

[0060] 实施例一:

[0061] 如图1所示,基于路面变形与实际车速的道路平顺性评价方法,包括以下步骤:

[0062] 1、利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动状态;

[0063] 2、基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;

[0064] 3、通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速评价待测路面。

[0065] 具体的过程为:

[0066] 1、传感器安装

[0067] 如图2所示,车辆底盘1的底部安装集成传感器2,集成传感器2包括GPS、加速度传感器和平面倾角仪;

[0068] 或,集成传感器2包括六/九/十轴陀螺仪和GPS。

[0069] 集成传感器2获取车辆的行驶位置和速度、竖向加速度、三维车身倾角。

[0070] 2、方向的约定

[0071] 如图3所示,测试过程中的方向参考车辆行业的习惯,描述车辆运动时以车辆前进方向为X轴方向,以车宽方向为Y轴方向,以车高方向为Z轴方向;车辆遇到障碍时的旋转角度遵守右手法则。

[0072] 3、信号测试方法

[0073] 通过GPS信号获取车辆行驶全过程中的位置,从而确定车辆行驶距离,并可以通过时间求导得到车速;但GPS信号测试速率一般较低(一般不超过5Hz);加速度信号测试频率很高(可达500Hz),并可以通过积分得到速度。通过松耦合组合和卡尔曼滤波算法对GPS信号和加速度进行处理,可以得到汽车的修正位置和修正速度,具有很高的精度和测量频率,为后续汽车状态分析提供可靠基础。

[0074] 加速度信号由加速度传感器测得,本实施例中,车辆行驶在路面上产生的振动状态,由垂直方向,即Z轴方向的加速度信号体现;车辆在平整沥青路面行驶时为自由随机振动状态,此时的振动加速度峰值较小,且临近峰值几乎一致。车辆经过井盖、减速带、路面

凸起等变形时会产生脉冲振动,其特点是振动强度高超过某个特定值,但波峰持续时间极短,且波峰偶然出现。

[0075] 倾角信号由平面倾角仪测得,车辆通过路面变形区域时,车辆的姿态会改变,不同类型和高度的路面变形以倾角的方式体现。

[0076] 根据测量信号可以分析路面障碍的类型以及障碍物的高度,测量分析流程如图1(a)所示,障碍物的类型和高度影响着车辆通过路面时的车速,汽车经过具有路面变形的不良路段时,司机会通过减速来获得良好的舒适性和安全性,但如果引发路面变形的障碍物类型复杂,则车速会在短时间内快速变化,又会引起交通事故率上升,路面变形的程度影响着车辆通过路面时的实际车速,实际车速与道路设计车速之差为路面变形所引起的车速降低,可以通过车速降低的程度评价路面变形情况对道路通行能力的影响。

[0077] 4、障碍物类型和高度的检测过程

[0078] ①自由随机振动

[0079] 自由随机振动为车辆在平滑路面行驶时的状态。如图4所示,为平稳随机振动与脉冲振动的对比,测试发生在包含减速带的沥青路面。

[0080] 如图4所示,其中I处的加速度为车辆碾压减速带产生的脉冲振动,其特点是振动强度高,可达到1.4g,并且持续时间短,同时波峰偶然出现;而II、III段为沥青路面振动,其特点是波峰值较小,一般不超过1.05g,由于地球引力产生1g加速度,故此时竖向加速度不超过0.05g,并且不同时间段的波峰值几乎都是一致的。

[0081] 故当车辆在无坑槽、减速带等变形的平整路面行驶时为自由随机振动状态。依据实测Z方向加速度信号,汽车在平整沥青路面行驶时,振动加速度峰值较小,且临近峰值几乎一致。

[0082] 单侧车轮脉冲障碍(包括②经过凸形障碍和③经过凹陷障碍)

[0083] 当障碍物尺寸较小(在Y方向的投影长度小于车宽)时,单侧车轮碾压路面的变形障碍,变形一般在局部内有高度突变。凸形障碍一般是沥青面层拥包变形或前车遗落物品产生;凹陷障碍一般是井盖导致,此类变形一般尺寸较大(X方向上投影大于30cm),可以通过汽车倾角的变化直接测量。

[0084] 如图5所示,当单侧车轮碾压凸起的障碍物或凹陷的障碍物(图5(a)为汽车右轮碾压凸起障碍物,图5(b)为左轮碾压下沉井盖)。

[0085] 以图5(a)为例,ab为车底盘平面,bc为过b点画点地面线BC的平行线;AB为过B点画的车底盘平面ab的平行线,右侧车轮与障碍物交点为o点。箭头为倾角传感器可以测量得到 $\angle abc$ 的角度,即为 $\angle ABC$ 的角度,记为 α ,则Bo长度为车辆两轮宽度,汽车两轮宽度是已知数值记为w,则待求解的障碍物高度为:

[0086]
$$h=0.8643w \times \sin\alpha / v^{-0.126} \quad (1)$$

[0087] h:障碍物高度;w:车身宽度; α :测试得到X轴倾角变化;v:车速。

[0088] 而当左侧车轮碾压下陷井盖时,井盖深度可以通过相同的方法计算得到。

[0089] 在实际测量中,当经过单轮凸起或单轮凹陷障碍时,加速度传感器探测到加速度值,倾角仪探测到X轴和Y轴旋转角发生变化,首先通过Y轴上的倾角变大和减小可以判断汽车整体为仰角还是俯角,变大表明汽车遇到凸起的障碍,反正表明遇到下沉障碍(定性)。然后通过X变化,根据式(1)计算障碍物高度h(定量)。

[0090] 也就是说,路面出现变形的情况下,当倾角仪探测到X轴和Y轴旋 转角发生变化时,路面具有的变形类型为凸起障碍或凹陷障碍;而当 车辆Y轴旋转角先增大后恢复正常时,路面为凸起障碍,Y轴旋转角 先减小后恢复正常时为凹陷障碍;通过车辆X轴旋转角变化值和车 辆两轮宽度计算凸起和凹陷的高度,反映路面的变形程度。

[0091] 双轮脉冲振动障碍(④经过减速带)

[0092] 车辆两侧的车轮同时接触的障碍物,一般为减速带。

[0093] ④减速带

[0094] 车辆经过减速带时产生的振动加速度由减速带高度和车速决定,即振动加速度是关于减速带高度和车速的函数,则在已知加速度和车 速的情况下可反算得到减速带的高度。

[0095] 为了研究具体减速带高度,建立以减速带高度为目标函数,以车 速和加速度为自变量,进行完全二元二次回归分析,高度模型如式2,以及图6(a)-图6(b)所示。其中加速度可以直接测量得到,车速 由“3信号测试方法”中,汽车位置与速度分析得到。

[0096] 高度模型如下式:

$$[0097] \quad H=2.7891-0.0101CS-0.0919SJS+0.0019CS^2-0.0000791SJS^2+0.0017CS \cdot SJS \quad (2)$$

[0098] 其中H为减速带高度,单位cm;CS为车速,单位km/h;SJS为竖 向加速度,单位 $1m/s^2=0.1g$ 。

[0099] 水泥路面不同面板或高填方桥台过渡段产生的错台结构,也照此 方法进行计算。

[0100] 也就是说,路面出现变形的情况下,当加速度值大于第三设定值 (例如,大于 $0.2g$),且在车辆X轴旋转角不变,同时车辆Y轴旋 转角有变化时,认为路面出现减速带型式 的变形类型,利用加速度值和 车速计算得到减速带的高度。

[0101] 5、实际车速计算

[0102] 基于前文的路面变形程度分析,路面存在两种状态,平整路段和 有脉冲变形的路段,需要分别确定两种路面状态下的速度计算方法。

[0103] 5.1平整路段

[0104] 根据国标GB/T 4970-2009,竖向加速度均方根 $a_s < 0.315m/s^2$ 时车辆 中的驾乘人员不会感到不舒适。本实施例中,通过多次实测得到三种 平整路段上的车速V、各点竖向加 速度均方根 a_s ,进行回归计算得到 三种路面上竖向加速度均方根与车速关系,如图7(a)- 图7(b)所 示:

[0105] 检测路段 a_s-V 关系通过内插法确定假定点 b_s 坐标,进而得到 $a_s -V$ 关系函数。具 体公式为:

$$[0106] \quad b_s = ((a_2 - a_s) * b_1 + (a_s - a_1) * b_2) / (a_2 - a_s);$$

$$[0107] \quad v = ((b_s - 0.315) * V_1 - (a_s - 0.315) * V_2) / (b_s - a_s); \quad (3)$$

[0108] 其中V为计算出的实际车速,V1为测试时的车速,单位km/h; a_s 为竖向加速度均方根,单位 $1m/s^2$;a1、a2为车速为V1时由 a_s 临近两 条竖向加速度均方根与车速回归方程所得 竖向加速度均方根。

[0109] 5.2脉冲路段

[0110] 参考车辆通过减速带时的平顺性试验分析结果,竖向加速度超过 $3.5m/s^2$ 时乘员 会有明显不适感。根据前文分析,可以在确定加速度的 条件下得到车速-减速带高度关系,

由减速带高度确定汽车速度,具体结果如图8所示。

[0111] 具体公式: $V=74.965e^{-0.233h}$ (4)

[0112] 经过井盖时的车速参考(4),经过井盖属于单轮障碍,单轮障碍引起的振动冲击较弱,此时的计算公式为 $V=74.965e^{-0.166h}$ (5)

[0113] 实际上当驾驶员看到减速带、井盖时会提前开始减速,假设其为30m的均匀减速,

实际车速变化规律为: $V = V1 - \frac{(V1-VS) \cdot x}{30}$ (6),通过障碍后以同样方式加速。

[0114] 其中V为计算出的实际车速,V1为测试时车速,单位km/h;VS为通过障碍时车速,x为距离汽车开始减速点的距离。

[0115] 综上平整路段车速公式(3)和脉冲路段车速公式(4)(5)(6)可以得到整段路实际车速。

[0116] 6、降速分析与安全性分析

[0117] 车辆经过不良路段时,会产生振动(即Z方向的加速度),司机会通过减速来降低振动的幅度来获得舒适性,如果变形路段频繁出现,车辆的实际车速一方面会频繁变化,另一方面难以达到道路的设计车速,更容易引发整段道路的车辆拥挤,不利于交通安全,容易导致交通事故率上升。

[0118] 因此,路面变形的程度影响着实际车速,而实际车速又影响着道路的安全性。

[0119] 有路面变形确定的实际车速,与道路设计速度之差为路面变形所引起的车速降低值,可以评价路面变形对道路通行能力的影响:

[0120] $V_s = V_{s_j} - V$ (7)

[0121] 其中 V_s 为车速降低值,V为实际车速, V_{s_j} 为设计车速。

[0122] $0 < V_s \leq 10\text{km/h}$,行车安全性指标优,本实施例中,利用计算机程序展示一段测试道路中安全指标为“优”的路段,以绿色面表示;

[0123] $10 < V_s \leq 20\text{km/h}$,行车安全性指标良,本实施例中,利用计算机程序展示一段测试道路中安全指标为“良”的路段,以黄色面表示;

[0124] $20\text{km/h} < V_s$,行车安全性指标差,本实施例中,利用计算机程序展示一段测试道路中安全指标为“差”的路段,以红色面表示;

[0125] 利用确定的实际车速可以计算道路各段的速度标准差,车速标准差决定了事故概率,作为交通安全性的评价标准,具体公式如式(8),实际车速标准差公式:

[0126]
$$V_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - \bar{V})^2}{n}}$$
 (8)

[0127] 高速公路安全性研究,普遍表明车速标准差影响事故率的最主要因素,如胡功宏等的研究确定的事故率 $Y=4.3665\ln V-10.827$ 。普通公路和市政道路的事故率和车速标准差直接的具体关系模型无法确定,但二者是单调正相关关系是可以确定的,故车速标准差可以用来评价道路行车安全性(只是没能建立二者具体关系公式因为这需要大量统计数据),如图9所示。

[0128] 基于以上思路建立路面变形与安全性评价的可视化系统,利用搭载传感器的车辆作为获取路面数据的硬件终端,显示各路段中不同变性引起的障碍物的准确位置以及

安全性级别,方便道路养护和交通管理。

[0129] 例如,可视化系统中,可以利用绿色面表示无脉冲加速度路段;蓝色线段表示井盖,红色线段表示减速带,记录和显示所有变形的精确经纬度位置,方便养护维修。

[0130] 例如,可视化系统中,可以利用绿色体现安全性高的一段路面,黄色为安全性中的一段路面;红色面为安全性低的一段路面。

[0131] 上述实施例联合使用加速度,平面倾角,以及GPS信号来测量车辆状态,通过加速度传感器测试道路在路面行驶过程中的振动状态,结合速度分析路面变形程度;通过平面倾角反映汽车车身角度状态,协助判断路面变形类型;通过GPS定位进行微分可以计算车速,结合加速度测试结果用于路面变形程度的分析。同时GPS可以将记录路面变形的精准位置。

[0132] 搭载传感器的车辆作为测试工具,基于路面变形程度,对一段测试道路进行安全性评价和分析,可实现病害位置的精确定位,由GPS与惯导系统得到修正位置,结合路面病害信息可得到具体定位处的路面情况,便于检修。

[0133] 以道路设计车速和经路面变形影响下的实际车速之间的车速降低值作为依据,评价一段道路的通过能力,记录和显示所有变形的精确经纬度位置,方便养护维修。

[0134] 实施例二:

[0135] 本实施例提供了实现上述检测方法的系统,包括:集成传感器和处理器;

[0136] 集成传感器2安装在车辆底盘1上,集成传感器2包括GPS模块、加速度传感器和平面倾角仪;

[0137] 或,集成传感器2包括六/九/十轴陀螺仪和GPS模块。

[0138] 集成传感器2测试汽车的行驶位置、车速、竖向加速度和车身倾角数据,并传递给处理器进行处理;

[0139] 处理器执行以下步骤:

[0140] 1、利用车辆的速度信息、位置信息、竖向加速度信息和倾角信息获取车辆的振动状态;

[0141] 2、基于车辆的振动状态,获取车辆经过的路段中,路面的变形类型和变形程度;

[0142] 3、通过路面的变形类型和变形程度获得车辆的实际车速,基于实际车速和道路设计车速评价待测路面。

[0143] 以道路设计车速和经路面变形影响下的实际车速之间的车速降低值作为依据,评价一段道路的通过能力,记录和显示所有变形的精确经纬度位置,方便养护维修。

[0144] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。

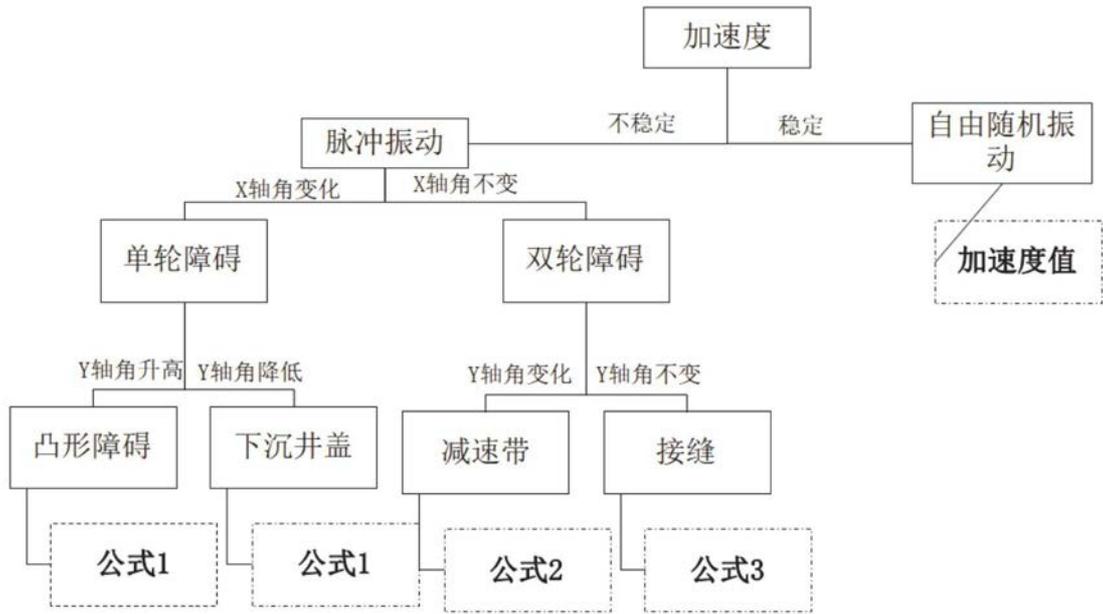


图1 (a)

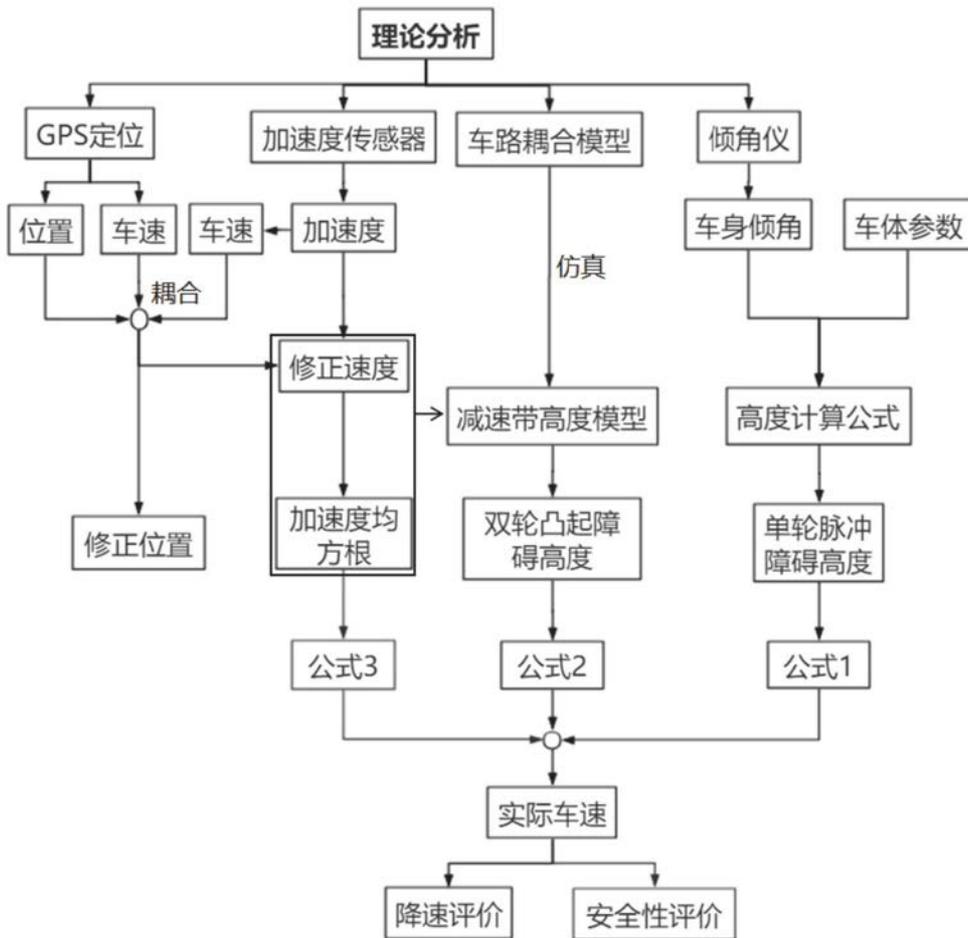


图1 (b)

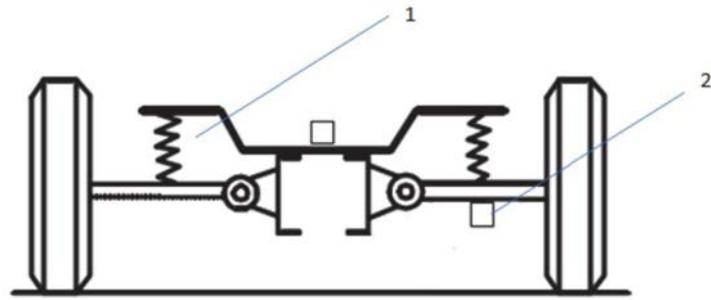


图2

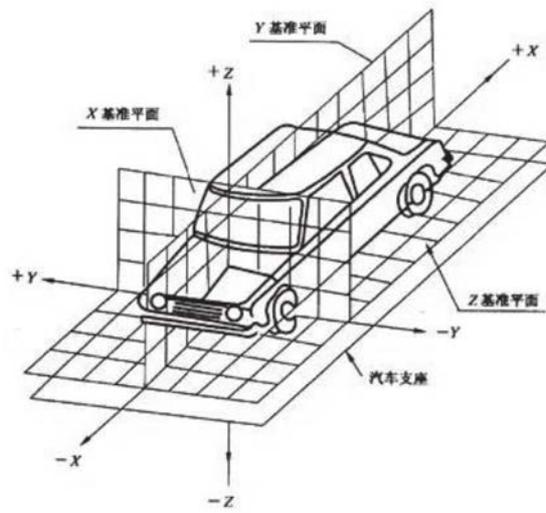


图3 (a)

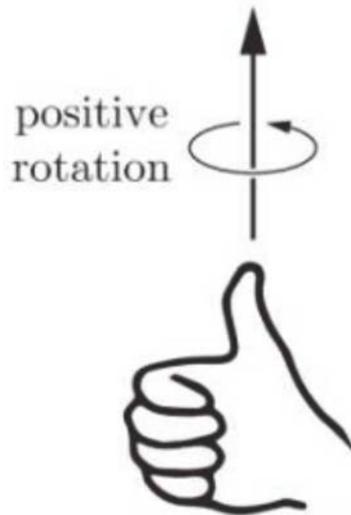


图3 (b)

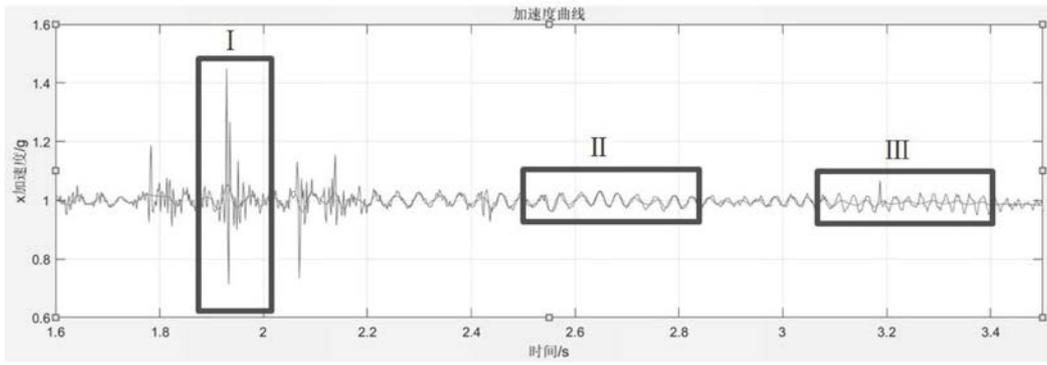


图4

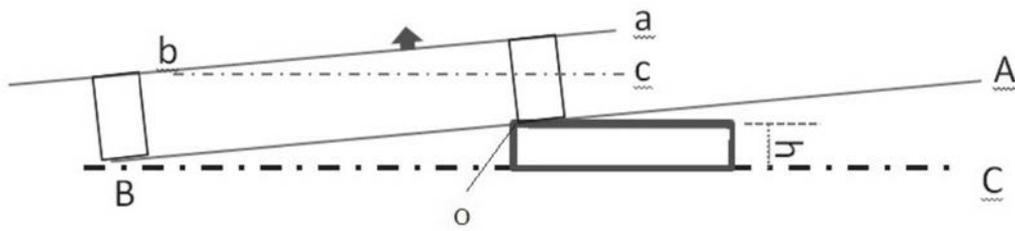


图5 (a)

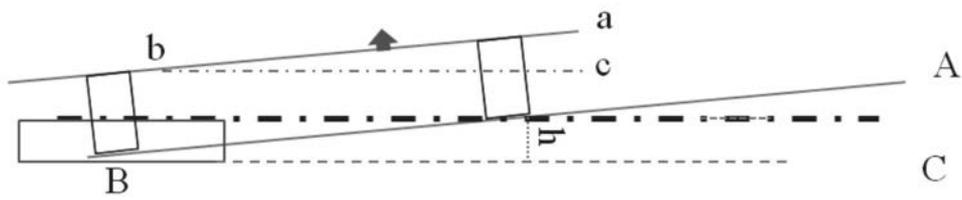


图5 (b)

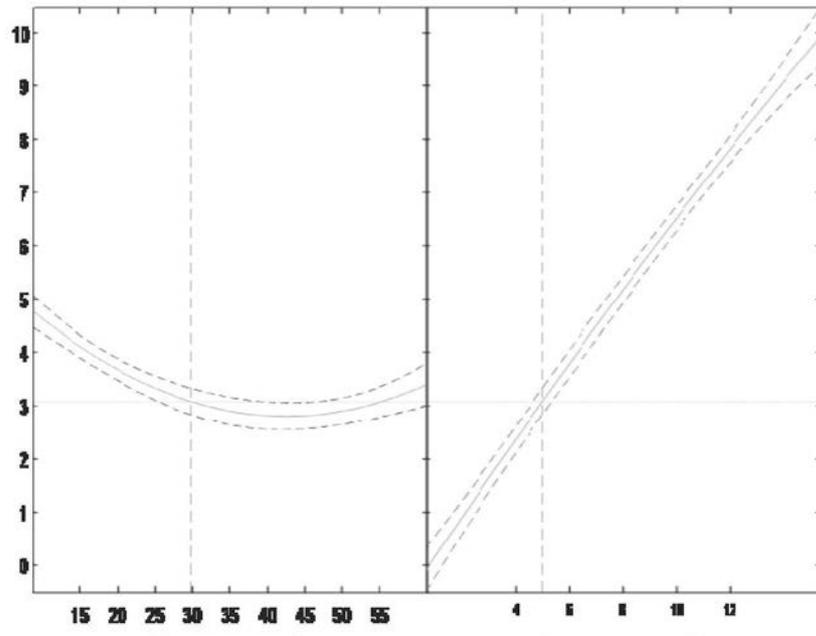


图6(a)

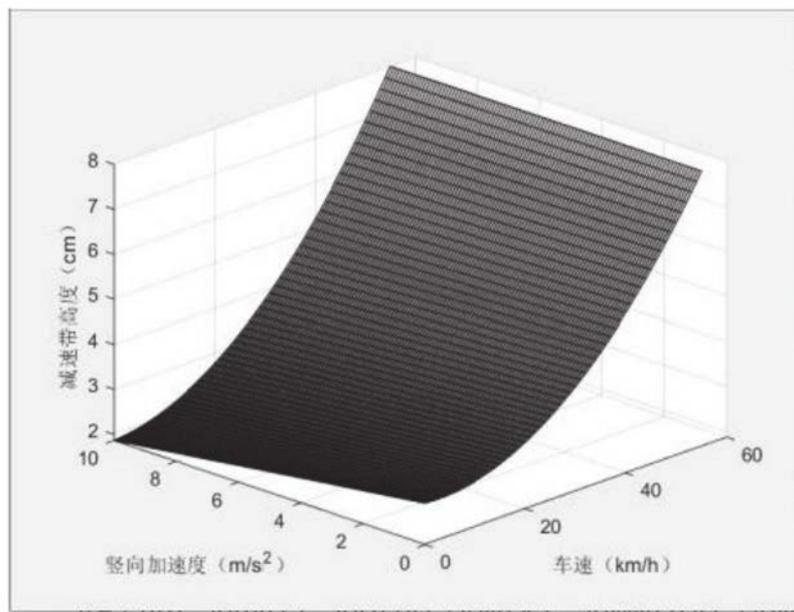


图6(b)

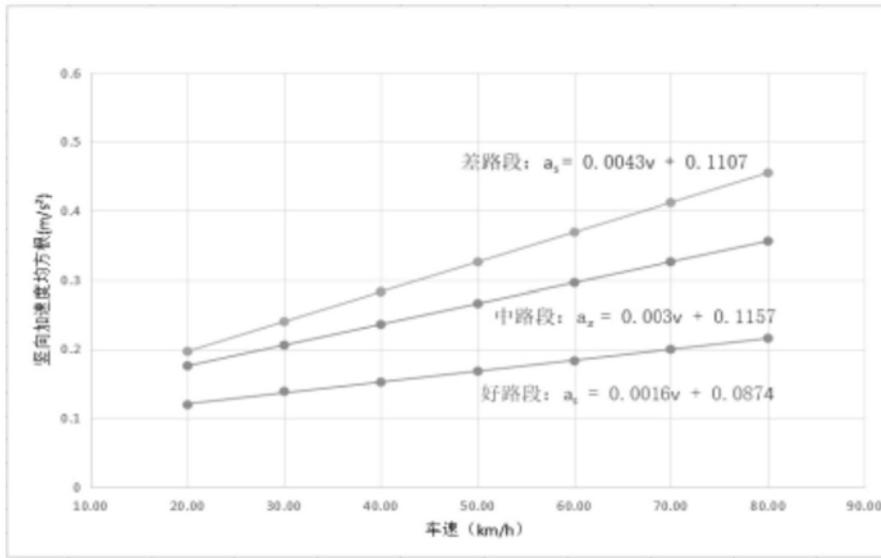


图7 (a)

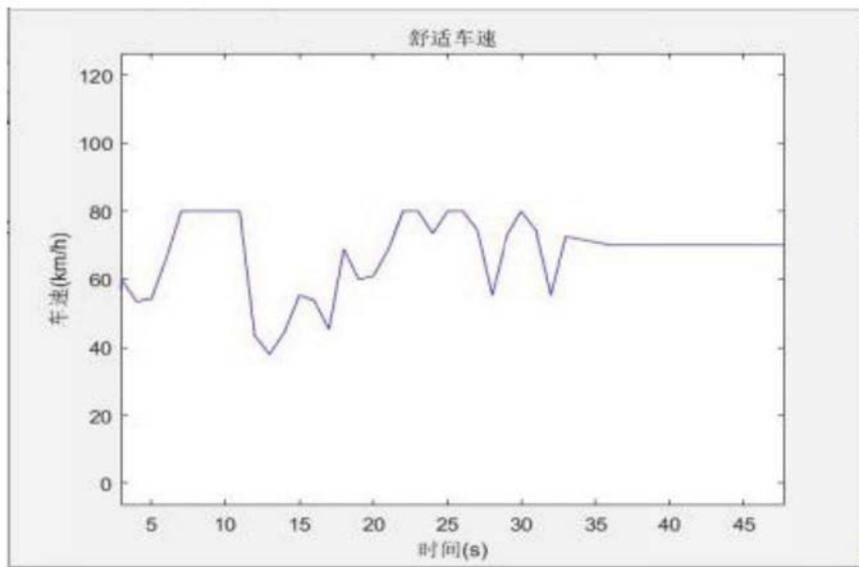


图7 (b)

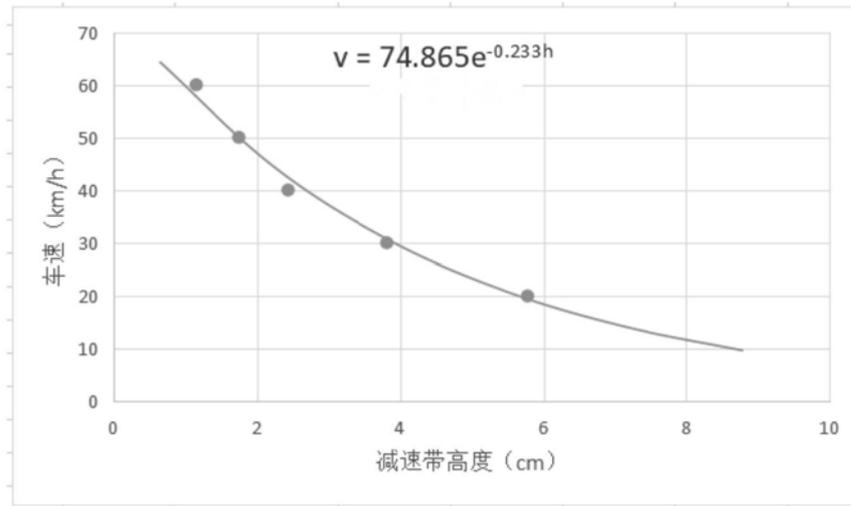


图8

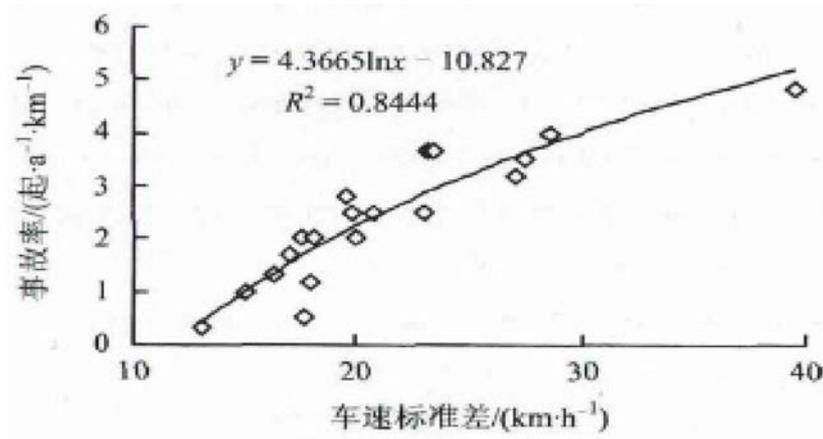


图9