



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105431849 B

(45)授权公告日 2018.09.14

(21)申请号 201480042883.0

B60C 99/00(2006.01)

(22)申请日 2014.07.23

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

JP 4050133 B2,2008.02.20,

申请公布号 CN 105431849 A

TW 358778 B,1999.05.21,

(43)申请公布日 2016.03.23

Dang lu et al..UniTire:Unified tire model for vehicle dynamic simulation.

(30)优先权数据

《Vehicle system dynamics》.2007,

1357694 2013.08.02 FR

Dang Lu.The UniTire model:A nonlinear

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

and non-steady-state tyre model for vehicle dynamics simulation.《Vehicle

2016.01.29

system dynamics》.2005,

(86)PCT国际申请的申请数据

Benoit Durand-Gasselín.assessing the

PCT/FR2014/051911 2014.07.23

thermo-mechanical tametire model in

(87)PCT国际申请的公布数据

offline vehicle simulation and driving

W02015/015094 FR 2015.02.05

simulator test.《Vehicle system dynamics》

(73)专利权人 米其林集团总公司

.2010,第48卷

地址 法国克莱蒙-费朗

Wang Liqiang et al..Research of Tire

(72)发明人 J·比伊松 T·维林

Rolling Radius Based On the Finite

(74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

Vibration.《IOSR Journal of Engineering

代理人 程伟 王锦阳

(IOSRJEN)》.2013,第3卷

审查员 温兰兰

(51)Int.Cl.

G06F 17/50(2006.01)

权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

用于仿真汽车轮胎的滚动半径的方法

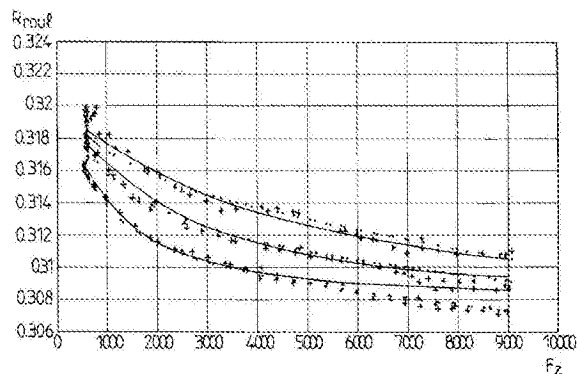
(57)摘要

本发明涉及一种用于生产汽车轮胎的方法，包括通过使用以下形式的公式来估计轮胎的有效滚动半径 R_{roul} 的步骤：

$$R_{roul_1} = R_{roul_{11}} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{fleche}{Pg} \right) \right] * \left(1 - \exp \left(\frac{- fleche}{Pg * R_{roul_{16}}} \right) \right)$$

$$R_{roul_2} = (R_{roul_{21}} + R_{roul_{22}} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{R_{roul_{21}}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{R_{roul_{23}}}{\pi}, \dots$$

以及： $R_{roul_3} = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$ 。



1. 一种用于生产汽车轮胎的方法, 其特征在于, 其包括通过使用以下形式的公式来估计轮胎的有效滚动半径Rroul的步骤:

$Rroul = Rroul_1 + Rroul_2 + Rroul_3$, 其中:

$$Rroul_1 = Rroul_{11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{flèche}{Pg} \right) \right] * \left(1 - \exp \left(\frac{-flèche}{Pg * Rroul_{16}} \right) \right)$$

其中: $\kappa_{11} = Rroul_{12} + Rroul_{13} * V$
 $\kappa_{12} = Rroul_{14} + Rroul_{15} * V$

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{F_z^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi}$$

$$* \left(1 - \exp \left(\frac{-F_z}{Rroul_{25}} \right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$$

$$* \left[\arctan \left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp \left(\frac{-F_z}{Rroul_{29}} \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

以及:

$$Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$$

其中:

$$\kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp \left(\frac{-F_z}{Rroul_{35}} \right) \right)$$

$$\kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * F_z$$

其中参数Rroul_{ij}是通过待设计轮胎的物理测试来定义的数值, i的数值范围为1至3, j的数值范围为0至9, 参数V表示车辆的速度, 参数flèche表示轮胎挠度, 参数Pg表示轮胎的膨胀压力, 参数F_z表示在轮胎上的垂直负载, 参数δ表示转弯角度, 参数γ表示车辆的外倾角。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述轮胎挠度通过以下公式定义:

$$flèche = \frac{F_z}{K_{zz}} + \left(\frac{R_{ey1}}{p} + R_{ey2} \right) * |F_y| - R_{ey} * |\gamma|$$

其中K_{zz}表示轮胎的垂直刚度, 其具有气动因子K_{zzp}以及结构因子K_{zz0}, 并且K_{zz}被写为K_{zz} = K_{zz0} + K_{zzp} × Pg的形式, F_y表示轮胎上受到的横向推动力, γ表示车辆的外倾角, R_{ey}表示外倾角对轮胎挠度的影响的系数, p表示膨胀压力, R_{ey1}表示调节轮胎挠度对受到的横向推动力和膨胀压力p的依赖性的系数, 以及R_{ey2}表示在没有膨胀压力影响的情况下调节轮胎挠度对受到的横向推动力的依赖性的系数。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述物理测试在平地类型的滚转机的帮助下进行。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法, 其特征在于, 其包括使用软件用于模拟在车轮中心处的动力的步骤。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,其包括在软件中使用Rroul_{ij}值以用于仿真在车轮中心处的动力的步骤。

6. 一种用于计算汽车轮胎的行为的处理器,所述处理器配置为估计轮胎的有效滚动半径,其特征在于,将其配置为使用以下形式的公式来确定有效滚动半径Rroul:

Rroul=Rroul₁+Rroul₂+Rroul₃,其中:

$$Rroul_1 = Rroul_{11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{flèche}{Pg} \right) \right] * \left(1 - \exp \left(\frac{-flèche}{Pg * Rroul_{16}} \right) \right)$$

其中: $\kappa_{11} = Rroul_{12} + Rroul_{13} * V$
 $\kappa_{12} = Rroul_{14} + Rroul_{15} * V$

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(\delta)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi} * \left(1 - \exp \left(\frac{-Fz}{Rroul_{25}} \right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$$

$$* \left[\arctan \left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp \left(\frac{-Fz}{Rroul_{29}} \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

以及:

$$Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$$

其中:

$$\kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp \left(\frac{-Fz}{Rroul_{35}} \right) \right)$$

$$\kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * Fz$$

其中参数Rroul_{ij}是通过对表示待设计轮胎的轮胎的物理测试来定义的数值,i的数值范围为1至3,j的数值范围为0至9,参数V表示车辆的速度,参数flèche表示轮胎挠度,参数Pg表示轮胎的膨胀压力,参数Fz表示在轮胎上的垂直负载,参数δ表示转弯角度,参数γ表示车辆的外倾角。

7. 根据权利要求6所述的处理器,其特征在于,所述轮胎挠度通过以下公式定义:

$$flèche = \frac{F_z}{K_{zz}} + \left(\frac{R_{ey1}}{p} + R_{ey2} \right) * |F_y| - R_{ey} * |\gamma|$$

其中K_{zz}表示轮胎的垂直刚度,其具有气动因子K_{zzp}以及结构因子K_{zz0},并且K_{zz}被写为K_{zz}=K_{zz0}+K_{zzp}×Pg的形式,F_y表示轮胎上受到的横向推动力,γ表示车辆的外倾角,R_{ey}表示外倾角对轮胎挠度的影响的系数,p表示膨胀压力,R_{ey1}表示调节轮胎挠度对受到的横向推动力和膨胀压力p的依赖性的系数,以及R_{ey2}表示在没有膨胀压力影响的情况下调节轮胎挠度对受到的横向推动力的依赖性的系数。

8. 一种汽车轮胎,其特征在于,其利用通过以下形式的公式进行的轮胎的有效滚动半径Rroul的仿真来生产:

Rroul=Rroul₁+Rroul₂+Rroul₃,其中:

$$Rroul_1 = Rroul_{11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{flèche}{Pg} \right) \right] * \left(1 - \exp \left(\frac{-flèche}{Pg * Rroul_{16}} \right) \right)$$

其中:

$$\kappa_{11} = Rroul_{12} + Rroul_{13} * V$$

$$\kappa_{12} = Rroul_{14} + Rroul_{15} * V$$

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi}$$

$$* \left(1 - \exp \left(\frac{-Fz}{Rroul_{25}} \right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$$

$$* \left[\arctan \left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp \left(\frac{-Fz}{Rroul_{29}} \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}} \right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

以及:

$$Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$$

其中:

$$\kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp \left(\frac{-Fz}{Rroul_{35}} \right) \right)$$

$$\kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * Fz$$

其中参数Rroul_{i,j}是通过对待设计轮胎的物理测试来定义的数值,i的数值范围为1至3,j的数值范围为0至9,参数V表示车辆的速度,参数flèche表示轮胎挠度,参数Pg表示轮胎的膨胀压力,参数Fz表示在轮胎上的垂直负载,参数δ表示转弯角度,参数γ表示车辆的外倾角。

用于仿真汽车轮胎的滚动半径的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定轮胎的滚动半径的方法。

背景技术

[0002] 滚动半径的特征在于在不使用发动机转矩或者制动转矩的情况下轮胎覆盖给定距离所必须的旋转次数,即利用在与地面的接触区域等同的接触区域中的线速度,其通常为零。

[0003] 在滚动(roulage)期间,在可能配备有给定轮胎的车辆上遇到的典型状况下,该状况覆盖了很宽的使用范围,从以直线滚动到在回路(circuit)上高速滚动。

[0004] 车辆的抓地性行为利用了尤其是在轮胎处的复杂现象。为了对其进行改进,将这些现象纳入考虑以理解、分析和仿真该行为是必要的。为此目的,仿真工具需要描述轮胎的贡献的模型。使用了与轮胎旋量(torseur)或者其滚动几何因素相关联的各种量;这是对于有效滚动半径的情况。因此这对于考虑车辆的加速和制动作用是尤其重要的。因而其可以应用于启动策略,比如起步控制,其通过估计ABS系统的目标滑移监控而在例如比赛或者制动策略中执行,其中ABS系统例如为德语中的防抱死制动系统(Antiblockiersystem)或防抱死系统。

发明内容

[0005] 已提出了各种公式来估计轮胎的滚动半径的变化。在所述表达式中,可以引用H.B.Pacejka的被称为“魔力公式”的表达式的不同版本,最普遍的版本是MF-5.2或最终变型MF-6.1。当前最多使用的表达式MF-5.2如下描述有效滚动半径:

$$[0006] \quad \rho_{F_{z0}} = \frac{F_{z0}}{C_z}$$

$$[0007] \quad \rho^d = \frac{\rho}{\rho_{F_{z0}}}$$

[0008] 其中 ρ 是轮胎挠度以及 C_z 是其垂直刚度。

$$[0009] \quad R_e = R_0 - \rho_{F_{z0}} (\text{Darctan}(B\rho^d) + F\rho^d)$$

[0010] 本发明的目的是提出一种用于估计轮胎的滚动半径的方法,其具有更好的敏锐度并且更容易实施。

[0011] 该目的根据借助于用于生产汽车轮胎的方法的本发明而实现,其特征在于,其包括通过以下形式的公式来估计轮胎的有效滚动半径 R_{roul} 的步骤:

[0012] $R_{roul} = R_{roul1} + R_{roul2} + R_{roul3}$, 其中:

$$[0013] \quad R_{roul1} = R_{roul11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{\text{flèche}}{Pg} \right) \right] * \left(1 - \exp \left(\frac{-\text{flèche}}{Pg * R_{roul16}} \right) \right)$$

[0014] 其中: $\kappa_{11} = Rroul_{12} + Rroul_{13} * V$
 $\kappa_{12} = Rroul_{14} + Rroul_{15} * V$

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi}$$

[0015] $* \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{25}}\right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$

$$* \left[\arctan\left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{29}}\right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}}\right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

[0016] 以及:

[0017] $Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$

[0018] 其中:

[0019] $\kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{35}}\right) \right)$

[0020] $\kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * Fz$

[0021] 其中参数Rroul_{ij}是通过对待设计轮胎的物理测试来定义的数值,i的数值范围为1至3,j的数值范围为0至9,参数V表示车辆的速度,参数flèche表示轮胎挠度,参数Pg表示轮胎的膨胀压力,参数Fz表示在轮胎上的垂直负载,参数δ表示转弯角度,参数γ表示车辆的外倾角。

[0022] 有利地,所述轮胎挠度通过以下公式定义:

[0023] $flèche = \frac{F_z}{K_{zz}} + \left(\frac{R_{ey1}}{p} + R_{ey2} \right) * |F_y| - R_{ey} * |\gamma|$

[0024] 其中K_{zz}表示轮胎的垂直刚度,其具有气动因子K_{zzp}以及结构因子K_{zz0},并且K_{zz}被写为K_{zz}=K_{zz0}+K_{zzp}×Pg的形式,F_y表示轮胎上受到的横向推动力,γ表示车辆的外倾角,R_{ey}表示外倾角对轮胎挠度的影响的系数,p表示膨胀压力,R_{ey1}表示调节轮胎挠度对受到的横向推动力和膨胀压力p的依赖性的系数,以及R_{ey2}表示在没有膨胀压力影响的情况下调节轮胎挠度对受到的横向推动力的依赖性的系数。

[0025] 有利地,所述物理测试在平地类型的滚转机的帮助下进行。

[0026] 有利地,所述方法包括使用TameTire软件的步骤。

[0027] 有利地,所述方法包括在TameTire软件中使用Rroul_{ij}值的步骤。

[0028] 本发明还涉及一种用于计算汽车轮胎的行为的处理器,所述处理器配置为估计轮胎的有效滚动半径,其特征在于,将其配置为使用以下形式的公式来确定有效滚动半径Rroul:

[0029] $Rroul = Rroul_1 + Rroul_2 + Rroul_3$, 其中:

[0030] $Rroul_1 = Rroul_{11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{flèche}{Pg} \right) * \left(1 - \exp\left(\frac{-flèche}{Pg * Rroul_{16}}\right) \right) \right]$

[0031] 其中：
$$\begin{aligned}\kappa_{11} &= Rroul_{12} + Rroul_{13} * V \\ \kappa_{12} &= Rroul_{14} + Rroul_{15} * V\end{aligned}$$

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi}$$

[0032]

$$* \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{25}}\right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$$

[0033]

$$* \left[\arctan\left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{29}}\right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}}\right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

[0034] 以及：

[0035]
$$Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$$

[0036] 其中：

[0037]
$$\kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{35}}\right) \right)$$

[0038]
$$\kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * Fz$$

[0039] 其中参数Rroul_{ij}是通过对待设计轮胎的物理测试来定义的数值，i的数值范围为1至3，j的数值范围为0至9，参数V表示车辆的速度，参数flèche表示轮胎挠度，参数Pg表示轮胎的膨胀压力，参数Fz表示在轮胎上的垂直负载，参数δ表示转弯角度，参数γ表示车辆的外倾角。

[0040] 有利地，所述轮胎挠度通过以下公式定义：

[0041]
$$flèche = \frac{F_z}{K_{zz}} + \left(\frac{R_{ey1}}{p} + R_{ey2} \right) * |F_y| - R_{ey} * |\gamma|$$

[0042] 其中K_{zz}表示轮胎的垂直刚度，其具有气动因子K_{zzp}以及结构因子K_{zz0}，并且K_{zz}被写为K_{zz}=K_{zz0}+K_{zzp}×Pg的形式，F_y表示轮胎上受到的横向推动力，γ表示车辆的外倾角，R_{ey}表示外倾角对轮胎挠度的影响的系数，p表示膨胀压力，R_{ey1}表示调节轮胎挠度对受到的横向推动力和膨胀压力p的依赖性的系数，以及R_{ey2}表示在没有膨胀压力影响的情况下调节轮胎挠度对受到的横向推动力的依赖性的系数。

[0043] 本发明还涉及一种汽车轮胎，其特征在于，其利用通过以下形式的公式进行的轮胎的有效滚动半径R_{roul}的仿真来生产：

[0044]
$$Rroul = Rroul_1 + Rroul_2 + Rroul_3$$
，其中：

[0045]
$$Rroul_1 = Rroul_{11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{flèche}{Pg} \right) * \left(1 - \exp\left(\frac{-flèche}{Pg * Rroul_{16}}\right) \right) \right]$$

[0046] 其中：
$$\begin{aligned}\kappa_{11} &= Rroul_{12} + Rroul_{13} * V \\ \kappa_{12} &= Rroul_{14} + Rroul_{15} * V\end{aligned}$$

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi}$$

$$[0047] \quad * \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{25}}\right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$$

$$* \left[\arctan\left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{29}}\right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}}\right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

[0048] 以及:

$$[0049] \quad Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$$

[0050] 其中:

$$[0051] \quad \kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{35}}\right) \right)$$

$$[0052] \quad \kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * Fz$$

[0053] 其中参数Rroul_{ij}是通过对待设计轮胎的物理测试来定义的数值,i的数值范围为1至3,j的数值范围为0至9,参数V表示车辆的速度,参数flèche表示轮胎挠度,参数Pg表示轮胎的膨胀压力,参数Fz表示在轮胎上的垂直负载,参数δ表示转弯角度,参数γ表示车辆的外倾角。

附图说明

[0054] 通过阅读参考所附图给出的以下描述,本发明的进一步特征、目的以及优点将变得清楚,在所述附图中:

[0055] -图1示出对于根据本发明的轮胎,滚动半径根据负载的变化,

[0056] -图2示出对于根据本发明的轮胎,滚动半径根据外倾角的变化。

具体实施方式

[0057] 轮胎Rroul(m)的滚动半径证明为取决于很多的因素,其包括轮胎挠度flèche(M)、轮胎上的垂直负载Fz(N)、轮胎的垂直刚度K_{zz}(Nm⁻¹),其具有气动因子K_{zzp}(Nm⁻¹)以及结构因子K_{zz0}(Nm⁻¹)、滚动速度V(ms⁻¹)、膨胀压力Pg(巴)、受到的横向推动力F_y(N)、外倾角γ(°)、转弯角度δ(°)以及轮胎的装载半径R₁(m)。

[0058] 因此所有的这些量应当优选是已知的,例如测量的,以便通过数学表达式来寻找轮胎的滚动半径。其是利用零发动机转矩或制动转矩来定义的。因而,这些各种因素的贡献将随后被认为能够使用以下列出的表达式。

[0059] 为了评估这些现象,在此处使用以下表达式:

[0060] Rroul = Rroul₁ + Rroul₂ + Rroul₃, 其中:

$$[0061] \quad Rroul_1 = Rroul_{11} - \left[\left(\kappa_{11} + \kappa_{12} * \frac{flèche}{Pg} \right) * \left(1 - \exp\left(\frac{-flèche}{Pg * Rroul_{16}}\right) \right) \right]$$

[0062] 其中： $\kappa_{11} = Rroul_{12} + Rroul_{13} * V$
 $\kappa_{12} = Rroul_{14} + Rroul_{15} * V$

[0063] 该第一项转化在滚动而没有转向(或转弯或外倾角)期间负载通过轮胎挠度、膨胀压力和速度对转动半径的影响。

$$Rroul_2 = (Rroul_{21} + Rroul_{22} * \text{sign}(\delta) * V) * \frac{1}{Fz^{Rroul_{23}}} * (1 - \cos(|\delta|)) - \frac{Rroul_{24}}{\pi}$$

$$* \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{25}}\right) \right) * \frac{1}{V^{Rroul_{26}}}$$

$$* \left[\arctan\left(Rroul_{27} * |\delta| - Rroul_{28} * \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{29}}\right) * \frac{1}{V^{Rroul_{30}}}\right) + \frac{\pi}{2} \right]$$

[0065] 该第二项考虑转弯和与转弯相关联的项的影响。

[0066] $Rroul_3 = (\kappa_{31} + \kappa_{32} * \text{sign}(\delta * \gamma)) * (1 - \cos(|\gamma|))$

[0067] 其中：

$$[0068] \quad \kappa_{31} = Rroul_{33} + Rroul_{34} * \left(1 - \exp\left(\frac{-Fz}{Rroul_{35}}\right) \right)$$

[0069] $\kappa_{32} = Rroul_{36} + Rroul_{37} * Fz$

[0070] 该第三项考虑外倾角和与其有联系的相关项的影响。

[0071] 在滚动半径 $Rroul$ (m) 的情况下, 轮胎挠度为:

$$[0072] \quad flèche = \frac{F_z}{K_{zz}} + \left(\frac{R_{ey1}}{p} + R_{ey2} \right) * |F_y| - R_{ey} * |\gamma|$$

[0073] 其中 $K_{zz} = K_{zz0} + K_{zzp} * Pg$

[0074] 此处介绍以下系数。 R_{1i} 为利用压力确定变化的滚动半径的轮胎系数, R_{2i} 为利用速度和负载确定变化的滚动半径的轮胎系数, R_{3i} 为利用外倾角确定变化的滚动半径的轮胎系数, R_{RR} (N/m) 为在零压力处的轮胎径向刚度。还引入的是调节轮胎挠度对受到的横向推动力的依赖性的系数 R_{ey2} 以及调节轮胎挠度对压力的依赖性的系数 R_{ey1} 。 R_{ey} 是外倾角对轮胎挠度的影响的系数。

[0075] 如果轮胎的滚动半径 $Rroul$ (m) 小于装载半径 R_1 (m), 则轮胎滚动半径的值变为 R_1 (m)。

[0076] 识别或者获得以上列出的系数的策略一方面基于量 $flèche$ (m), ..., R_1 (m) 的信息。而另一方面是基于在相对于轮胎使用的一般现实包络(enveloppe)中对于这些量中的每一个的实验设计或者覆盖较宽范围的测量仿真。最后, 是基于借助适合的算法对这一组系数的优化。

[0077] 从在适合的测量机器上产生的仿真开始, 例如, 平地类型的滚转机, 找寻根据所选择量的轮胎装载半径的响应的信息。

[0078] 由于自由半径是在零负载时得到的装载半径的值, 所以其是通过在低至零负载值的不同负载时外推在简单滚动期间的测量半径来找寻的, 即没有转弯角度, 没有外倾角或

曲率,或者发动机或制动转矩。在零负载处的有效滚动半径值等效于自由半径。图1示出有效滚动半径根据负载的变化。在图1中,实线图是利用以上列出的公式在不同压力处的仿真,而点线图和叉线图是利用公式MF5.2的仿真。

[0079] 可以并行看出压力对有关负载的有效滚动半径的依赖性的影响。以这种方式,可以发现负载效应。

[0080] 还可以看出有效滚动半径以总体上线性的方式随着速度变化。可以看出滚动半径随着速度的变化并不是无关紧要的。具体地,例如离心效应和热效应可以依靠例如轮胎的热机械状态来补偿。

[0081] 至于转弯角度效应,可以看出有效滚动半径同样随着转弯角度变化。在中负载和高负载时,这些变型可以出现对于大约1度的转弯角度的相当地突变。

[0082] 如图2所示,装载半径还随着外倾角变化。在图2中,曲线图表示通过测量以及利用拟建的模型得到的结果,而基本上水平的图表示利用MF5.2模型得到的结果。

[0083] 以上的观测值之后并入用于得到装载半径模型的系数的策略中。用于获得轮胎挠度的系数并因此获得横向负载模型的策略也得以创建。这些策略包括这样的各个步骤,其能够被迭代地重复,以改进在模型和参考测量之间的对应。有效滚动半径模型和横向负载模型被并入到总体TameTire模型中,这使得能够将其中一个与其他的双向互动性被纳入考虑。

[0084] TameTire模型是被开发用以改进在车轮中心处的力的预测以学习车辆的行为的热机械模型。主要的动机来自于魔力公式 (Magic Formula) 类型的数学模型不考虑对于轮胎力来说重要的温度或者速度的影响。具体地,这些模型仅在他们是可适用的测量领域中是有效的,先验的,并且在想要车辆的不同策略的仿真时不允许可靠的外推法。TaMeTirE模型根据轮胎的物理量来计算纵向和横向力,所述物理量比如接触面积的尺寸,侧壁、定滑轮、胎面的刚度,橡胶的性能和摩擦特性。抓地力 (adhérence) 的模量和系数的组合特性与轮胎的温度相关联。

[0085] 在该实施方案中出现的表达式通过用快速优化的方式可以找寻一组系数,使得对于根据在机械测试机器上可容易测量的相关量的有效滚动半径值能够通过数学模型来找寻相对简单的表达式。

[0086] 因此这种表达式的使用基于所涉及的信息,在仿真工具中,其或者是输入量,比如负载、速度、压力、外倾角,或者是取决于轮胎的量,比如轮胎挠度或者横向负载。这些中间量应当能够从输入量中推导出来,以便实现仿真。

[0087] 因此找到了有效滚动半径的表示式,其还包含内部温度和表面温度的影响,以及转弯和外倾角的影响,该表示式在仿真工具中是直接可用的。因此建立了更好的有效滚动半径的模型,尤其是将转弯角度和外倾角纳入考虑。

[0088] 结果显示,此处拟建的模型与已知模型相比具有更好的敏锐度。有效滚动半径模型变得更加精确,这在抓地力极限处的加速和制动操作的管理中具有很大的好处。具体地,对于特定水平的滑移达到了该最佳极限,并因此控制该量是至关重要的,例如对于ABS系统、防滑系统乃至“起步控制”类型的计算。于是有效滚动半径模型使得能够充分挖掘TameTire模型优点,以计算纵向负载,将热效应、速度的计算以及与该模型的物理基础有关的相关性纳入考虑。

[0089] 这全部都可以在用于仿真车辆的动态的软件中实施,以便执行更现实的策略,特别是在车辆纵向抓地力的极限处的情况下,比如紧急制动类型的安全策略或者静态发车类型的执行策略。因此,预选的车辆部件(比如与地面、轮胎或者其调节器的连接(liaisons))例如通过与地面的连接或者通过ESP(电子稳定程序)或者通过ABS或防滑而因此能够被更有效地执行。

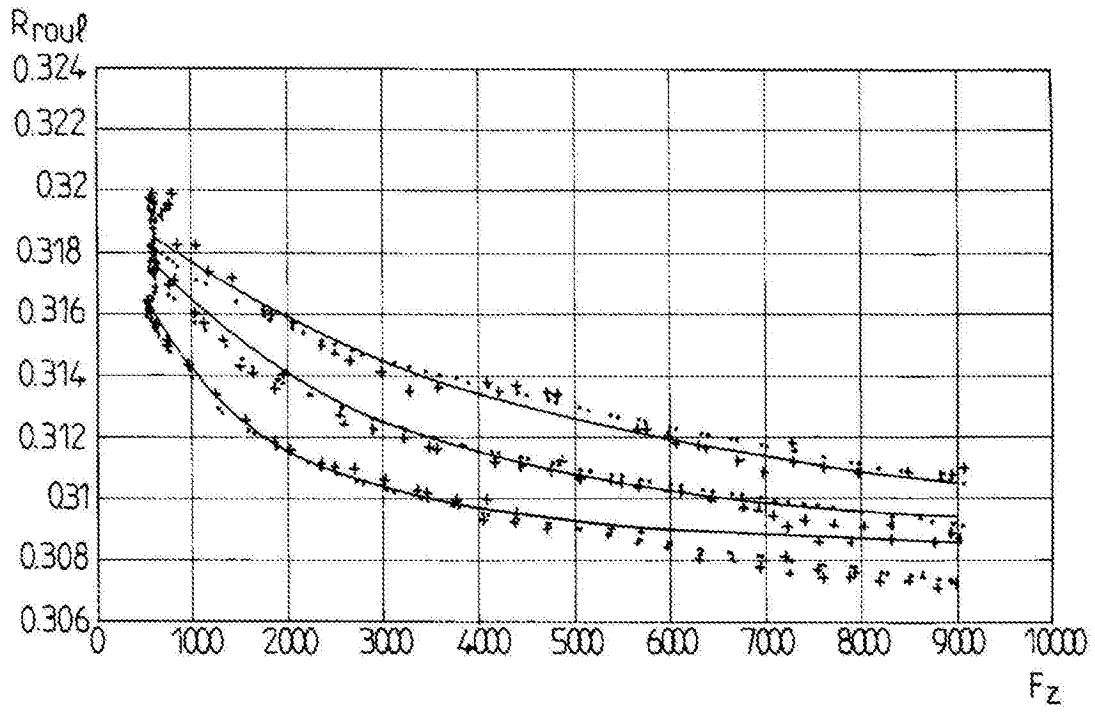


图1

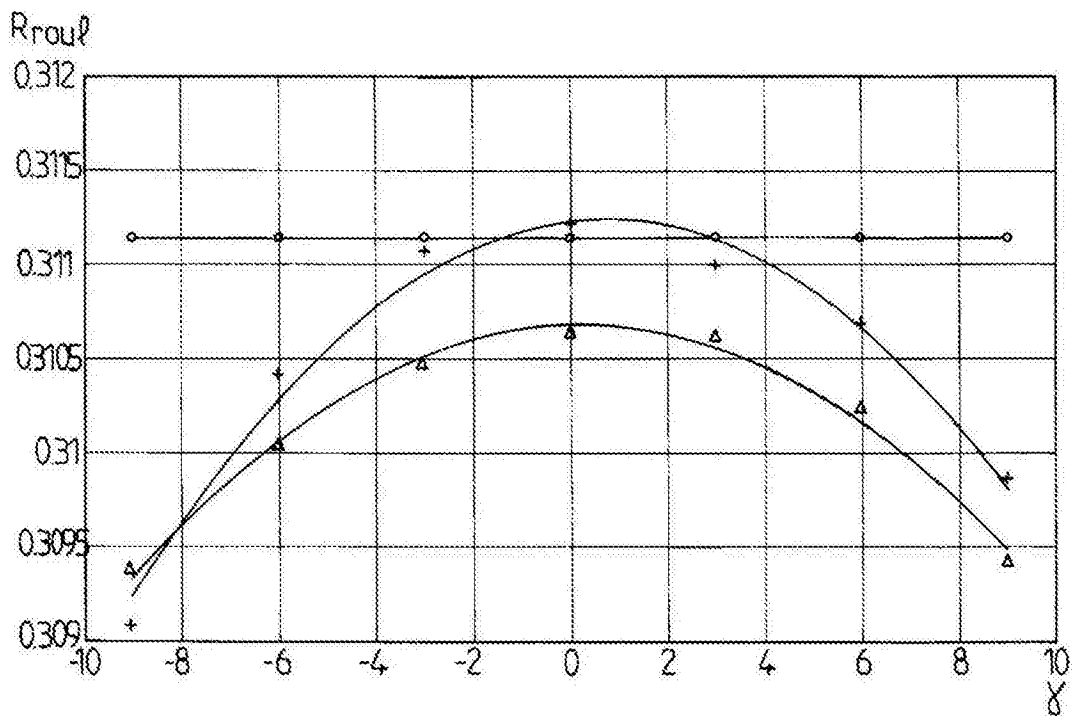


图2