(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 119705648 B
(45)授权公告日 2025.05.23

(21)申请号 202510233213.7

(22)申请日 2025.02.28

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 119705648 A

(43)申请公布日 2025.03.28

(73)专利权人 麦格纳光能汽车饰件系统(杭州)有限公司
地址 310000 浙江省杭州市钱塘区杭州大江东产业集聚区前进园区丰悦路1918号2号厂房

(72)发明人 张新兵 张小康 韩科峰 任政 范文燕

(74)专利代理机构 北京金硕果知识产权代理事务所(普通合伙) 11259
专利代理师 徐海东

(51)Int.Cl.
B62D 35/00(2006.01)
B62D 37/02(2006.01)

(56)对比文件
US 2023286598 A1,2023.09.14
CN 119058632 A,2024.12.03

审查员 张玉娇

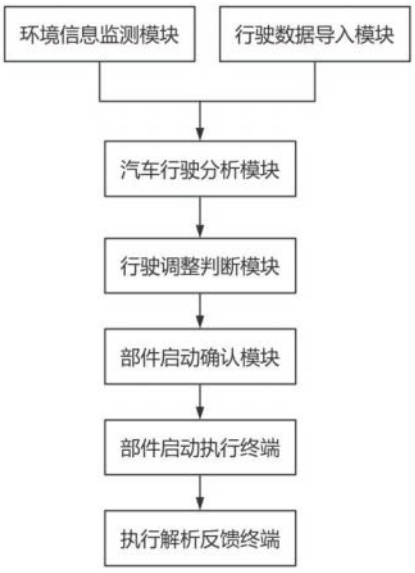
权利要求书4页 说明书9页 附图3页

(54)发明名称

一种汽车空气动力学部件智能控制系统

(57)摘要

本发明属于汽车动力控制技术领域,具体公开提供的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,该系统包括环境信息监测模块、行驶数据导入模块、汽车行驶分析模块、行驶调整判断模块、部件启动确认模块、部件启动执行终端和执行解析反馈终端。本发明有效解决了当前控制算法较为简单适应性不足的问题,便于应对复杂多变的实际驾驶场景,综合考虑了车辆状态以及路况等多个因素之间的相互作用,综合考虑了车辆状态以及路况等多个因素之间的相互作用,进而为后续控制的精准性和有效性提供了有力保障,同时通过分析启动部件的执行效果达标度,并进行反馈,进而为下一次调控进行自适应优化提供了可靠参考。



CN 119705648 B

1.一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于,该系统包括:

环境信息监测模块,用于启动车辆各位置处布设的风速传感器和压力传感器进行对应数据监测,记录风速数据和压力数据;

行驶数据导入模块,用于导入当前车辆的行驶速度数据、当前位置、当前路面平整度、导航路径和当前空气动力学部件设置指标;

汽车行驶分析模块,用于解析汽车的行驶工况,得到行驶工况信息,并进行空气干扰性分析,输出各空气动力指标;行驶工况信息包括车辆的行驶路径干扰度、行驶状态和和行驶姿态,各空气动力指标包括各位置处的风速干扰度、汽车当前的空气阻力系数和汽车的升力系数;

行驶调整判断模块,用于基于汽车的行驶工况和各空气动力指标,进行汽车空气动力学部件启动需求判断,包括:

从行驶工况信息中提取车辆行驶路径干扰度,将行驶路径干扰度与设定参照的各承载风速干扰度对应关联行驶路径干扰度区间进行匹配对比,得到匹配承载风速干扰度;

将存在风速干扰度大于匹配承载风速干扰度的位置处定义为判断条件1,将汽车当前的空气阻力系数大于设定参照空气阻力系数定义为判断条件2,将汽车当前的升力系数超出设定参照升力系数区间定义为判断条件3;

判断条件1、2和3中是否存在成立的条件,若存在,将需求启动作为判断结果,若不存在,将无需启动作为判断结果;

部件启动确认模块,用于当判断结果为需求启动,确认启动空气动力学部件,记为启动部件,并确认启动部件的启动指标;

部件启动执行终端,用于基于启动部件的启动指标,控制对应启动部件的执行机构进行对应调整;

执行解析反馈终端,用于当完成启动部件的调整后,导入车辆的设置行驶数据和监测行驶数据,并再次启动车辆各位置处布设风速传感器和压力传感器进行对应数据监测,分析启动部件的执行效果达标度,并进行反馈。

2.如权利要求1所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述解析汽车的行驶工况,包括:

将当前车辆的当前位置在导航路径中进行标注,记录标注点位置,分析当前车辆的行驶路径干扰度;

从行驶速度数据中提取当前纵向加速度,将并与设定参照纵向加速度阈值进行对比,若纵向加速度大于设定第一纵向加速度,将当前车辆的行驶状态记为加速状态;

若当前纵向加速度为负值且其绝对值小于或者等于设定第二纵向加速度,将正常减速作为当前车辆的行驶状态,否则,将紧急减速作为当前车辆的行驶状态;

从行驶速度数据中提取当前横向加速度,若横向加速度为0,将直线行驶作为当前车辆的行驶姿态,否则,将拐弯行驶当前车辆的行驶姿态,将车辆的行驶路径干扰度、行驶状态和和行驶姿态作为行驶工况信息。

3.如权利要求2所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述分析当前车辆的行驶路径干扰度,包括:

从导航路径中识别出标注点所处路段和下一路段的类型;

若标注点所处路段和下一路段的类型均为平直路段,将路径类型干扰因子记为α_0,若标注点所处路段的类型为非平直路段,下一路段的类型为平直路段,将路段类型干扰因子记为α_1,若标注点所处路段和下一路段的类型均为非平直路段,将路段类型干扰因子记为α_2,以此得到路段类型干扰因子ε,ε取值为α_0或者α_1或者α_2,$\alpha_2>\alpha_1>\alpha_0$;

若标注点所处路段的类型为非平直路段,从导航路径中识别出标注点所处路段的待行驶路段长度,并除以标注点所处路段的长度,得到待行驶路段比k_a,将当前路面平整度记为ϕ;

统计当前车辆的行驶路径干扰度β,$\beta=[\max(0,\frac{k_a'-k_a}{k_a'})+\max(0,\frac{\phi'-\phi}{\phi'})]*(1+\varepsilon)$,$k_a'$和$\phi'$分别表示为设定参照的待行驶路段比和路面平整度。

4.如权利要求2所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述进行空气干扰性分析,包括:

从各位置处的风速数据中提取各监测时间点的风速,提取各位置处的最大风速,记为v_i,i表示位置处编号,$i=1,2,.....n$;

统计各位置处的风速干扰度δ_i,$\delta_i=\max(0,\frac{v_i-v_i'}{v_i'})$,$v_i'$为设定的第$i$个位置处的参照承载风速;

从各位置处的压力数据中提取当前压力,计算各位置处的所受的力,并对各位置处的所受的力进行矢量求和,得到总的空气作用力在车辆行驶方向上的分量,记为F_x;

基于平均行驶速度,计算动压Q,进而基于空气阻力系数计算公式计算得到汽车当前的空气阻力系数,记为C_d;

从各位置处的压力数据中提取各监测时点的压力,通过均值计算得到平均压力,从各位置处的平均风速中提取车身顶部和底部的平均

车身顶部和底部的平均压力,分别记为P_{top}和P_{bottom},计算汽车当前的升力系数C_l,$C_l=\frac{(P_{bottom}-P_{top})\times S_y}{Q\times A}$,$S_y$为车辆占地面积,$A$为迎风面积;

将各位置处的风速干扰度、汽车当前的空气阻力系数和汽车的升力系数作为各空气动力指标。

5.如权利要求1所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述确认启动空气动力学部件,包括:

将仅判断条件1成立记为控制场景Ⅰ,将判断条件1成立,且判断条件2或者判断条件3中成立记为控制场景Ⅱ;

若为控制场景Ⅰ,将风速干扰度大于匹配承载风速干扰的各位置记为各关注位置,将各位置处对应关联空气动力学部件作为启动空气动力学部件;

若为控制场景Ⅱ,将控制场景I下的启动空气动力学部件作为基准启动部件;

从行驶速度数据中提取当前行驶速度,并与设定的各速度等级对应的行驶速度区间进行匹配对比,得到匹配行驶速度等级,行驶速度等级包括高速、中速和低速;

基于行驶状态和和行驶姿态,若当前为高速、加速和拐弯行驶,或者当前为高速、紧急减速和拐弯行驶,且某基准启动部件对应位置处为头部时,将后扰流板作为补偿启动空气动力学部件,若基准启动部件中不存在侧裙,将侧裙作为补偿启动空气动力学部件;

若当前为高速、加速和直线行驶或者当前为高速、紧急减速和直线行驶,且某基准启动部件对应位置处为头部时,将后扰流板作为补偿启动空气动力学部件,进而将基准启动部件和补偿启动空气动力学部件组成启动空气动力学部件。

6.如权利要求5所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述确认启动部件的启动指标,包括:

基于控制场景,设置控制补偿因子η;

若启动部件为进气格栅,从当前空气动力学部件设置指标中提取进气格栅当前设置的开度,记为φ,将$\max(0,\varphi*(1-\eta))$作为调整进气格栅开度,记为φ',并作为启动指标;

若启动部件为后扰流板,从当前空气动力学部件设置指标中提取后扰流板当前设置的角度和额定最大调整角度,分别记为θ和$\theta_{\max}$,将$\theta+\eta*(\theta_{\max}-\theta)$作为调整后扰流板角度,记为$\theta'$,并作为启动指标;

若启动部件为侧裙,从当前空气动力学部件设置指标中提取当前侧裙的伸缩行程和额定伸缩行程,分别记为L_0和L_u,将$L_0+\eta*(L_u-L_0)$作为调整伸缩行程,记为L',并作为启动指标。

7.如权利要求5所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述设置控制补偿因子,包括:

若当前为控制场景I,将$1-\frac{1}{\max(\delta_i)}$作为控制补偿因子,记为$\tau_0$;

若当前为控制场景Ⅱ,将$\frac{\tau_0+2-e^{-\max(0,\frac{C_d''-C_d}{C_d''})}-e^{-\max(0,\frac{\Delta C_l-|C_l''-C_l|}{\Delta C_l})}}{3}$作为控制补偿因子,记为$\tau_1$,以此得到控制补偿因子$\eta$,$\eta$取值为$\tau_0$或者$\tau_1$,$C_d''$、$C_l''$和$\Delta C_l$分别为设定参照的空气阻力系数、升力系数和升力系数差,e表示自然常数。

8.如权利要求4所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统,其特征在于:所述分析启动部件的执行效果达标度,包括:

基于所述设置行驶数据和监测行驶数据,统计行驶状态吻合度,记为Ψ;

基于再次启动时各位置处的风速数据和压力数据,统计再次监测时各位置处的风速干扰度、汽车当前的空气阻力系数和汽车的升力系数,分别记为δ_i'、C_d'和C_l',统计调控后的

空气干扰度λ，$\lambda=1-e^{-\max(0,\frac{\delta''-\max(\delta_i')}{\delta''})+\max(0,\frac{C_d''-C_d'}{C_d''})+\max(0,\frac{\Delta C_l-|C_l''-C_l'|}{\Delta C_l})}$，$\delta''$为设定参照的风速干扰度；

统计启动部件的执行效果达标度ζ，$\zeta=b_1*\psi+b_2*(1-\lambda)$，$b_1$和$b_2$分别表示为设定参照的行驶状态吻合度和空气干扰度的权重系数。

9.如权利要求8所述的一种汽车空气动力学部件智能控制系统，其特征在于：所述统计行驶状态吻合度，包括：

从车辆的设置行驶数据中提取当前设置的行驶速度v_a；

从车辆的监测行驶数据中提取各监测时间点对应的行驶速度和行驶位置，将各监测时间点对应的行驶速度分别进行均值和标准差计算，得到平均监测行驶速度$\bar{v}$和监测行驶速度波动度μ；

将各监测时间点对应的行驶位置在导航路径中进行标注，得到各标注点，从导航路径中定位出各标注点与导航路劲对应中心线之间的垂直距离，计算各标注点对应垂直距离的标准差，作为监测行驶位置偏差度，记为ϖ；

统计行驶状态吻合度ψ，

$$\psi=\min\{1,\frac{\max(0,\Delta v-|\bar{v}-v_a|)}{\Delta v}*(2-e^{-\frac{\max(0,\mu'-\mu)}{\mu'}+\frac{\max(0,\varpi'-\varpi)}{\varpi'}})\}$$

，Δv为设定参照速度差，μ'和ϖ'分别为设定参照的监测行驶速度波动度和监测行驶位置偏差度。

一种汽车空气动力学部件智能控制系统

技术领域

[0001] 本发明属于汽车动力控制技术领域,具体而言,涉及一种汽车空气动力学部件智能控制系统。

背景技术

[0002] 随着汽车工业的发展,消费者对汽车性能的要求越来越高。不仅关注动力性和舒适性,对燃油经济性和操控稳定性也有了更高期望。而汽车行驶时克服空气阻力所消耗的能量占总能量消耗的比例相当高,因此进行空气动力部件控制来降低油耗成为主要方式之一。

[0003] 现有技术如申请号为202011106535.9的中国发明专利申请公开的一种汽车主动空气动力学套件控制系统,其包括前翼部件、尾翼部件、ECU控制器,前翼部件,尾翼部件分别安装在车身的车头、车尾,前翼部件包括前翼节气门机构,前翼节气门机构用于控制前翼节气门通道的开闭。尾翼部件包括尾翼、左尾翼节气门机构、右尾翼节气门机构,由ECU控制器采集车况进行逻辑计算和判断,控制前翼节气门机构、左尾翼节气门机构、右尾翼节气门机构。具有性能稳定,智能化程度高的特点,从而较大的提升了汽车的空气动力学性能及高速过弯的操纵稳定性,并具有较好的应用价值。

[0004] 现有技术如申请号为201911152035.6的中国发明专利申请公开的一种基于流场感知的汽车空气动力学套件主动控制系统,包括依次连接的信号采集模块、信号传输模块、主控模块、执行模块和套件模块,信号采集模块用于采集汽车表面处流场特征信号,并通过信号传输模块将信号传输到主控模块,主控模块通过传输的数据进行处理,对车辆周围流场环境和车辆状态进行判断,通过执行模块对套件模块进行驱动,并进行运动反馈,使车辆达到空气动力学性能最优的状态。从而通过对车辆周围流场信息进行采集和处理,可对车辆周围流场状态进行实时分析判断,并以此为依据对车辆的气动套件进行主动控制,使得不同环境下车辆的空气动力学性能达到最优,能有效地提高车辆的稳定性和燃油经济性。

[0005] 针对上述技术方案,很显然,当前空气动力部件控制还存在以下几个方面的不足:1、现有的技术方案主要是基于采集的数据进行逻辑计算和判断来控制部件,但控制算法可能相对简单。对于复杂多变的实际驾驶场景,如道路类型的变换等未进行综合考虑,无法充分考虑多因素之间的相互作用,进而导致控制的精准性和有效性还存在一定欠缺。

[0006] 2、当前进行控制时,未进行控制效果的分析与反馈,无法在下一次调控时进行自适应优化,也无法为车辆的控制部件的维护等提供可靠的参考建议。

[0007] 3、当同时采用多种空气动力学部件控制措施,目前缺乏对这种复杂的相互作用进行系统性的研究,导致无法准确把握多种控制措施联合使用时的最佳组合方式,而不同控制措施的调节速度和频率也存在差异,当前无法在保障控制效果的前提下尽可能提升控制速率。

发明内容

[0008] 鉴于此,为解决上述背景技术中所提出的问题,现提出一种汽车空气动力学部件智能控制系统。

[0009] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:本发明提供了一种汽车空气动力学部件智能控制系统,该系统包括:环境信息监测模块,用于启动车辆各位置处布设的风速传感器和压力传感器进行对应数据监测,记录风速数据和压力数据。

[0010] 行驶数据导入模块,用于导入当前车辆的行驶速度数据、当前位置、当前路面平整度、导航路径和当前空气动力学部件设置指标。

[0011] 汽车行驶分析模块,用于解析汽车的行驶工况,得到行驶工况信息,并进行空气干扰性分析,输出各空气动力指标。

[0012] 行驶调整判断模块,用于基于汽车的行驶工况和各空气动力指标,进行汽车空气动力学部件启动需求判断。

[0013] 部件启动确认模块,用于当判断结果为需求启动,确认启动空气动力学部件,记为启动部件,并确认启动部件的启动指标。

[0014] 部件启动执行终端,用于基于启动部件的启动指标,控制对应启动部件的执行机构进行对应调整。

[0015] 执行解析反馈终端,用于当完成启动部件的调整后,导入车辆的设置行驶数据和监测行驶数据,并再次启动车辆各位置处布设风速传感器和压力传感器进行对应数据监测,分析启动部件的执行效果达标度,并进行反馈。

[0016] 相较于现有技术,本发明的有益效果如下:(1)本发明在解析汽车的行驶工况时,通过分析行车辆的行驶路径干扰度、行驶状态和行驶姿态,进而进行后续汽车空气动力学部件启动需求判断和启动指标分析,有效解决了当前控制算法较为简单适应性不足的问题,便于应对复杂多变的实际驾驶场景,综合考虑了车辆状态以及路况等多个因素之间的相互作用,进而为后续控制的精准性和有效性提供了有力保障。

[0017] (2)本发明进行空气干扰性分析时通过分析风速干扰度、汽车当前的空气阻力系数和汽车的升力系数,直观展示了气流在车身周围的流动情况,综合考虑这三个因素,有助于全面提升汽车的空气动力学性能,提高后续控制的合理性,进而提高了后续车辆的操控稳定性和行驶安全性。

[0018] (3)本发明通过对各空气动力指标和行驶工况信息进行细致分析,进而在确认启动空气动力学部件时确认补偿启动空气动力学部件,弥补了当前缺乏对这种复杂的相互作用进行系统性研究的不足,便于准确把握多种控制措施联合使用时能够实现最佳组合方式,进而在保障控制效果的前提下尽可能提升了控制速率。

[0019] (4)本发明通过分析启动部件的执行效果达标度,并进行反馈,有效解决了当前未进行控制效果分析与反馈的问题,能清晰呈现部件在启动过程中的各项性能指标表现,为下一次调控进行自适应优化提供了可靠参考,同时也便于为车辆空气动力学部件的维护提供可靠的参考建议。

附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例描述所需要使用的

附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明系统模块连接示意图。

[0022] 图2为本发明整体实施流程示意图。

[0023] 图3为本发明空气动力学部件启动需求判断流程示意图。

具体实施方式

[0024] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0025] 请参阅图1和图2所示,本发明提供了一种汽车空气动力学部件智能控制系统,该系统包括:环境信息监测模块、行驶数据导入模块、汽车行驶分析模块、行驶调整判断模块、部件启动确认模块、部件启动执行终端和执行解析反馈终端。

[0026] 上述中,汽车行驶分析模块分别与环境信息监测模块、行驶数据导入模块和行驶调整判断模块连接,部件启动确认模块分别与行驶调整判断模块和部件启动执行终端连接,部件启动执行终端还与执行解析反馈终端连接。

[0027] 所述环境信息监测模块,用于启动车辆各位置处布设的风速传感器和压力传感器进行对应数据监测,记录风速数据和压力数据。

[0028] 具体地,风速数据为各监测时间点的风速,压力数据为各监测时点的压力。

[0029] 所述行驶数据导入模块,用于导入当前车辆的行驶速度数据、当前位置、当前路面平整度、导航路径和当前空气动力学部件设置指标。

[0030] 具体地,行驶速度数据包括各监测时间点的行驶速度、纵向加速度和横向加速度,其中,纵向加速度通过车辆安置的纵向加速度传感器获取,纵向加速度通过车辆安置的横向加速度传感器获取。

[0031] 需要补充的是,车身各位置处具体包括车头、车尾、车身侧面和车轮位置。

[0032] 需要补充的是,路面平整度是通过安装在车辆上多线激光雷达采集路面点云数据,通过分析点云数据中各点与激光雷达到地面理论距离的差异,判断路面的凹陷和凸起,从而检测平整度得到。

[0033] 可理解地,分析点云数据包括:1)将采集到的点云数据转换到统一的地理坐标系或者便于分析的局部坐标系下,同时,若有多组不同位置或不同时刻采集的点云数据,还需要进行配准操作,使它们能够准确地对应到实际的路面位置上,确保后续分析的准确性。

[0034] 2)采用滤波算法对点云数据进行滤波。

[0035] 可理解地,常用的滤波方法有直通滤波、体素滤波、统计滤波等。比如,直通滤波可以根据设定的空间范围如限定在一定高度区间内的点,排除过高或过低的非路面物体对应的点筛选出路面所在区域的点云。统计滤波则是基于点云中点的分布统计特性,去除明显偏离正常分布的离群点,使后续分析的点云数据更纯净,更聚焦于路面情况。

[0036] 3)根据激光雷达的安装高度、安装角度以及其自身的测量原理等,预先计算出激

光雷达到理想水平路面的理论距离。

[0037] 可理解地,例如,已知激光雷达安装在车辆顶部距离地面高度为h米,其发射激光束垂直向下时,理论上到水平路面的距离就是h米。

[0038] 4)对于经过预处理后保留的路面相关点云数据中的每一个点,计算其与激光雷达的实际测量距离,然后将其与上述确定的理论距离进行对比,得出距离差异值,计算各点对应距离差异值的标准差,将标准差计算结果作为路面平整度。

[0039] 所述汽车行驶分析模块,用于解析汽车的行驶工况,得到行驶工况信息,并进行空气干扰性分析,输出各空气动力指标。

[0040] 具体地,解析汽车的行驶工况,包括:E1、将当前车辆的当前位置在导航路径中进行标注,记录标注点位置,分析当前车辆的行驶路径干扰度。

[0041] E2、从行驶速度数据中提取当前纵向加速度,将并与设定参照纵向加速度阈值进行对比,若纵向加速度大于设定第一纵向加速度,将当前车辆的行驶状态记为加速状态。

[0042] E3、若当前纵向加速度为负值且其绝对值小于或者等于设定第二纵向加速度,将正常减速作为当前车辆的行驶状态,否则,将紧急减速作为当前车辆的行驶状态。

[0043] E4、从行驶速度数据中提取当前横向加速度,若横向加速度为0,将直线行驶作为当前车辆的行驶姿态,否则,将拐弯行驶当前车辆的行驶姿态,将车辆的行驶路径干扰度、行驶状态和行驶姿态作为行驶工况信息。

[0044] 本发明实施例在解析汽车的行驶工况时,通过分析行车辆的行驶路径干扰度、行驶状态和行驶姿态,进而进行后续汽车空气动力学部件启动需求判断和启动指标分析,有效解决了当前控制算法较为简单适应性不足的问题,便于应对复杂多变的实际驾驶场景,综合考虑了车辆状态以及路况等多个因素之间的相互作用,进而为后续控制的精准性和有效性提供了有力保障。

[0045] 在一个具体实施例中,设定第一纵向加速度可以取值为0.5m/s²,设定第二纵向加速度可以取值为1m/s²。

[0046] 进一步地,E1步骤中所述分析当前车辆的行驶路径干扰度,包括:E11、从导航路径中识别出标注点所处路段和下一路段的类型。

[0047] E12、若标注点所处路段和下一路段的类型均为平直路段,将路径类型干扰因子记为α_0,若标注点所处路段的类型为非平直路段,下一路段的类型为平直路段,将路段类型干扰因子记为α_1,若标注点所处路段和下一路段的类型均为非平直路段,将路段类型干扰因子记为α_2,以此得到路段类型干扰因子ε,ε取值为α_0或者α_1或者α_2,$\alpha_2>\alpha_1>\alpha_0$。

[0048] E13、若标注点所处路段的类型为非平直路段,从导航路径中识别出标注点所处路段的待行驶路段长度,并除以标注点所处路段的长度,得到待行驶路段比k_a,将当前路面平整度记为ϕ。

[0049] E14、统计当前车辆的行驶路径干扰度β,

$$\beta=[\max(0,\frac{k_a'-k_a}{k_a'})+\max(0,\frac{\phi'-\phi}{\phi'})]*(1+\varepsilon)$$,k_a'和ϕ'分别表示为设定参照的待行驶路段比和路面平整度。

[0050] 需要补充的是,待行驶路段比越小,表明即将进入下一路段,即对待行驶路段比越

小,意味着车辆即将进入下一路段,此时车辆正处于不同路段的过渡区域。不同路段可能在道路类型、道路状况如从平整的沥青路变为有坑洼的水泥路、车道宽度等方面存在差异。这些差异会导致车辆周围的气流环境发生突然变化。例如,从宽车道的高速公路进入窄车道的城市道路,车辆周围的空气流动空间在横向上突然变窄,气流的侧向约束增强,车身侧面的空气压力分布会急剧改变,从而使车辆行驶路径的干扰度增大。并且车辆的空气动力学部件通常是基于特定的行驶工况和气流环境进行设计和优化的。当待行驶路段比变小,即将进入下一路段时,空气动力学部件可能无法立刻适应新的路况和气流条件。因此待行驶路段比越小、平整度越低,车辆行驶路径干扰度越大。

[0051] 在一个具体实施例中,k'_a可以取值为0.3,ϕ'可以取值为3厘米,α_0、α_1和α_2可以分别取值为0.1、0.6和0.8。

[0052] 需要补充的是,对于不同的路段类型组合,设定不同的路段类型干扰因子,可以量化这种路况变化对车辆行驶路径的潜在干扰程度。比如,从非平直路段进入平直路段的干扰因子为0.6,说明这种路况变化可能会对车辆行驶产生较大的影响,需要车辆及时调整空气动力学部件、速度等参数,以适应新的路况下的气流环境和行驶要求。

[0053] 又一具体地,进行空气干扰性分析,包括:B1、从各位置处的风速数据中提取各监测时间点的风速,提取各位置处的最大风速,记为v_i,i表示位置处编号,$i=1,2,.....n$。

[0054] B2、统计各位置处的风速干扰度δ_i,$\delta_i=\max(0,\frac{v_i-v'_i}{v'_i})$,$v'_i$为设定的第$i$个位置处的参照承载风速。

[0055] B3、从各位置处的压力数据中提取当前压力,计算各位置处的所受的力,并对各位置处的所受的力进行矢量求和,得到总的空气作用力在车辆行驶方向上的分量,记为F_x。

[0056] B4、基于平均行驶速度,计算动压Q,进而基于空气阻力系数计算公式计算得到汽车当前的空气阻力系数,记为C_d。

[0057] B5、从各位置处的压力数据中提取各监测时点的压力,通过均值计算得到平均压力,从各位置处的平均风速中提取车身顶部和底部的平均车身顶部和底部的平均压力,分别记为P_{top}和P_{bottom},计算汽车当前的升力系数C_l,$C_l=\frac{(P_{bottom}-P_{top})\times S_y}{Q\times A}$,$S_y$为车辆占地面积,$A$为迎风面积。

[0058] B6、将各位置处的风速干扰度、汽车当前的空气阻力系数和汽车的升力系数作为各空气动力指标。

[0059] 需要补充的是,各位置处的所受的力压力乘以该位置处的面积。

[0060] 需要补充的是,动压计算公式为:$Q=\frac{1}{2}*\rho(v_c)^2$,$\rho$为空气密度,$v_c$为平均行驶速度。

[0061] 还需要补充的是,空气阻力系数的计算公式为:$C_d=\frac{F_x}{Q*A}$,A为迎风面积。其中,迎风面积可以通过车辆的外形尺寸数据或者激光扫描等方法确定。

[0062] 本发明实施例进行空气干扰性分析时通过分析风速干扰度、汽车当前的空气阻力

系数和汽车的升力系数,直观展示了气流在车身周围的流动情况,综合考虑这三个因素,有助于全面提升汽车的空气动力学性能,提高后续控制的合理性,进而提高了后续车辆的操控稳定性和行驶安全性。

[0063] 所述行驶调整判断模块,用于基于汽车的行驶工况和各空气动力指标,进行汽车空气动力学部件启动需求判断。

[0064] 具体地,请参阅图3所示,进行汽车动力学部件启动需求判断,包括:从行驶工况信息中提取车辆行驶路径干扰度,将行驶路径干扰度与设定参照的各承载风速干扰度对应关联行驶路径干扰度区间进行匹配对比,得到匹配承载风速干扰度。

[0065] 将存在风速干扰度大于匹配承载风速干扰度的位置处定义为判断条件1,将汽车当前的空气阻力系数大于设定参照空气阻力系数定义为判断条件2,将汽车当前的升力系数超出设定参照升力系数区间定义为判断条件3。

[0066] 判断条件1、2和3中是否存在成立的条件,若存在,将需求启动作为判断结果,若不存在,将无需启动作为判断结果。

[0067] 所述部件启动确认模块,用于当判断结果为需求启动,确认启动空气动力学部件,记为启动部件,并确认启动部件的启动指标。

[0068] 具体地,确认启动空气动力学部件,包括:R1、将仅判断条件1成立记为控制场景Ⅰ,将判断条件1成立,且判断条件2或者判断条件3中成立记为控制场景Ⅱ。

[0069] R2、若为控制场景Ⅰ,将风速干扰度大于匹配承载风速干扰的各位置记为各关注位置,将各位置处对应关联空气动力学部件作为启动空气动力学部件。

[0070] R3、若为控制场景Ⅱ,将控制场景Ⅰ下的启动空气动力学部件作为基准启动部件。

[0071] R4、从行驶速度数据中提取当前行驶速度,并与设定的各速度等级对应的行驶速度区间进行匹配对比,得到匹配行驶速度等级,行驶速度等级包括高速、中速和低速。

[0072] R5、基于行驶状态和行驶姿态,若当前为高速、加速和拐弯行驶,或者当前为高速、紧急减速和拐弯行驶,且某基准启动部件对应位置处为头部时,将后扰流板作为补偿启动空气动力学部件,若基准启动部件中不存在侧裙,将侧裙作为补偿启动空气动力学部件。

[0073] R6、若当前为高速、加速和直线行驶或者当前为高速、紧急减速和直线行驶,且某基准启动部件对应位置处为头部时,将后扰流板作为补偿启动空气动力学部件,进而将基准启动部件和补偿启动空气动力学部件组成启动空气动力学部件。

[0074] 需要补充的是,发动机动力输出较大时,空气动力学部件需要根据车速等情况适当调整,比如适当打开进气格栅保证进气量以满足发动机高功率需求,同时后扰流板等部件可根据车速及目标空气动力学性能保持合适角度,避免过大空气阻力影响加速性能。若减速急促,比如紧急制动情况,后扰流板应快速调整,增加角度,从而增加后轮下压力,帮助缩短制动距离,提升制动稳定性。

[0075] 可理解地,横向加速度越大,表明转弯越急。在转弯时,可调节侧裙等空气动力学部件应发挥作用,根据横向加速度大小,适当增加转弯外侧的下压力,进而增强车辆的侧向稳定性,减少侧倾和甩尾风险,确保车辆能平稳通过弯道。

[0076] 本发明实施例通过对各空气动力指标和行驶工况信息进行细致分析,进而在确认启动空气动力学部件时确认补偿启动空气动力学部件,弥补了当前缺乏对这种复杂的相互作用进行系统性研究的不足,便于准确把握多种控制措施联合使用时能够实现最佳组合方

式,进而在保障控制效果的前提下尽可能提升了控制速率。

[0077] 又一具体地,确认启动部件的启动指标,包括:Y1、基于控制场景,设置控制补偿因子η。

[0078] Y2、若启动部件为进气格栅,从当前空气动力学部件设置指标中提取进气格栅当前设置的开度,记为φ,将$\max(0,\varphi*(1-\eta))$作为调整进气格栅开度,记为φ',并作为启动指标。

[0079] Y3、若启动部件为后扰流板,从当前空气动力学部件设置指标中提取后扰流板当前设置的角度和额定最大调整角度,分别记为θ和$\theta_{\max}$,将$\theta+\eta*(\theta_{\max}-\theta)$作为调整后扰流板角度,记为$\theta'$,并作为启动指标。

[0080] Y4、若启动部件为侧裙,从当前空气动力学部件设置指标中提取当前侧裙的伸缩行程和额定伸缩行程,分别记为L_0和L_u,将$L_0+\eta*(L_u-L_0)$作为调整伸缩行程,记为L',并作为启动指标。

[0081] 可理解地,在高速行驶时,适当减小进气格栅开度,可使气流更平滑地流过车头,降低空气阻力。

[0082] 可理解地,当后扰流板角度增大时,与气流的夹角变大,气流流经后扰流板时受到的阻碍更明显,会在扰流板上方形成相对低压区,而下方则相对高压,从而产生一个向下的压力差,这个压力差就是增加的下压力。下压力的增加使得车辆轮胎与地面的附着力增强,能让车辆在高速行驶时更稳定,特别是在高速直线行驶或者高速过弯时,有助于提升车辆的操控性和行驶安全性。

[0083] 还可理解地,在拐弯高速行驶时,车辆需要更大的侧向力来保持稳定。侧裙会根据车辆的横向加速度和车身侧倾角度等信息展开或收缩。展开的侧裙能够改变车身侧面的气流,在车辆侧面形成压力差,产生侧向力,帮助车辆抵抗离心力,使车辆在弯道中保持稳定的行驶轨迹,减少侧滑的可能性。

[0084] 进一步地,Y1步骤中所述设置控制补偿因子,包括:Y11、若当前为控制场景Ⅰ,将$1-\frac{1}{\max(\delta_i)}$作为控制补偿因子,记为$\tau_0$。

[0085] Y12、若当前为控制场景Ⅱ,将

$$\frac{\tau_0+2-e^{-\max(0,\frac{C_d''-C_d}{C_d''})}-e^{-\max(0,\frac{\Delta C_l-|C_l''-C_l|}{\Delta C_l})}}{3}$$

作为控制补偿因子,记为τ_1,以此得到控制补偿因子η,η取值为τ_0或者τ_1,C_d''、C_l''和ΔC_l分别为设定参照的空气阻力系数、升力系数和升力系数差,e表示自然常数。

[0086] 在一个具体实施例中,本发明所述车辆为家用日常出勤车辆,不考虑特殊车辆,C_d''可以取值为0.3,C_l''和ΔC_l均可以取值为0.1。

[0087] 所述部件启动执行终端,用于基于启动部件的启动指标,控制对应启动部件的执行机构进行对应调整。

[0088] 需要补充的是,针对汽车的不同空气动力学部件,配备相应的执行机构。例如,后

扰流板采用电动液压或电动伺服执行器,其能够根据控制信号精确调整扰流板的角度,调整范围为20°至30°,角度调整精度为0.1°。侧裙采用电动伸缩执行机构,可实现侧裙的快速伸出和缩回,伸缩行程为0至10cm,响应时间在0.1秒以内。前保险杠的气流引导装置通过电动百叶窗式执行器进行控制,能够调节百叶窗的开度,开度范围为0%至100%,以改变气流的流向和流量。这些执行机构接收来自控制策略模块的指令,迅速而准确地对空气动力学部件进行调整,实现对车辆空气动力学性能的实时优化。

[0089] 所述执行解析反馈终端,用于当完成启动部件的调整后,导入车辆的设置行驶数据和监测行驶数据,并再次启动车辆各位置处布设风速传感器和压力传感器进行对应数据监测,分析启动部件的执行效果达标度,并进行反馈。

[0090] 具体地,分析启动部件的执行效果达标度,包括:W1、基于所述设置行驶数据和监测行驶数据,统计行驶状态吻合度,记为ψ。

[0091] W2、基于再次启动时各位置处的风速数据和压力数据,统计再次监测时各位置处的风速干扰度、汽车当前的空气阻力系数和汽车的升力系数,分别记为δ_i'、C_d'和C_l',统计调控后的空气干扰度λ,$\lambda=1-e^{-\max(0,\frac{\delta''-\max(\delta_i')}{\delta''})+\max(0,\frac{C_d''-C_d'}{C_d''})+\max(0,\frac{\Delta C_l-|C_l''-C_l'|}{\Delta C_l})}$,$\delta''$为设定参照的风速干扰度。

[0092] W3、统计启动部件的执行效果达标度ζ,$\zeta=b_1*\psi+b_2*(1-\lambda)$,$b_1$和$b_2$分别表示为设定参照的行驶状态吻合度和空气干扰度的权重系数。

[0093] 需要补充的是,升力系数影响车辆在行驶过程中的上下压力分布。合理的升力系数调整可以确保车辆在高速行驶时获得足够的下压力,增强轮胎与地面的附着力,提高行驶稳定性。而调整空气动力部件后,若空气阻力系数降低,意味着车辆在行驶过程中受到的空气阻力减小,因此从风速干扰度、空气阻力系数和升力系数三个参数维度再次进行空气干扰度分析,以展示控制效果。

[0094] 在一个具体实施例中,空气干扰度直接反应了调整效果,故设置行驶状态吻合度的权重系数小于空气干扰度的权重系数,示例性地,b_1和b_2可以分别取值为0.4和0.6,δ''可以取值为0.1。

[0095] 进一步地,W1步骤中统计行驶状态吻合度,包括:W11、从车辆的设置行驶数据中提取当前设置的行驶速度v_a。

[0096] W12、从车辆的监测行驶数据中提取各监测时间点对应的行驶速度和行驶位置,将各监测时间点对应的行驶速度分别进行均值和标准差计算,得到平均监测行驶速度$\bar{v}$和监测行驶速度波动度μ。

[0097] W13、将各监测时间点对应的行驶位置在导航路径中进行标注,得到各标注点,从导航路径中定位出各标注点与导航路劲对应中心线之间的垂直距离,计算各标注点对应垂直距离的标准差,作为监测行驶位置偏差度,记为ϖ。

[0098] W14、统计行驶状态吻合度ψ,

$$\psi=\min\{1,\frac{\max(0,\Delta v-|\bar{v}-v_a|)}{\Delta v}*(2-e^{-\frac{\max(0,\mu'-\mu)}{\mu'}+\frac{\max(0,\varpi'-\varpi)}{\varpi'}})\},\Delta v$$为设定参

照速度差，μ'和ϖ'分别为设定参照的监测行驶速度波动度和监测行驶位置偏差度。

[0099] 在一个具体实施例中，Δv可以取值为3米/秒，设定参照的监测行驶速度波动度可以取值为2米/秒，设定参照的监测行驶位置偏差度可以取值为20厘米。

[0100] 本发明实施例通过分析启动部件的执行效果达标度，并进行反馈，有效解决了当前未进行控制效果分析与反馈的问题，能清晰呈现部件在启动过程中的各项性能指标表现，为下一次调控进行自适应优化提供了可靠参考，同时也便于为车辆空气动力学部件的维护提供可靠的参考建议。

[0101] 以上内容仅仅是对本发明的构思所作的举例和说明，所属本技术领域的技术人员对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代，只要不偏离发明的构思或者超越本发明所定义的范围，均应属于本发明的保护范围。

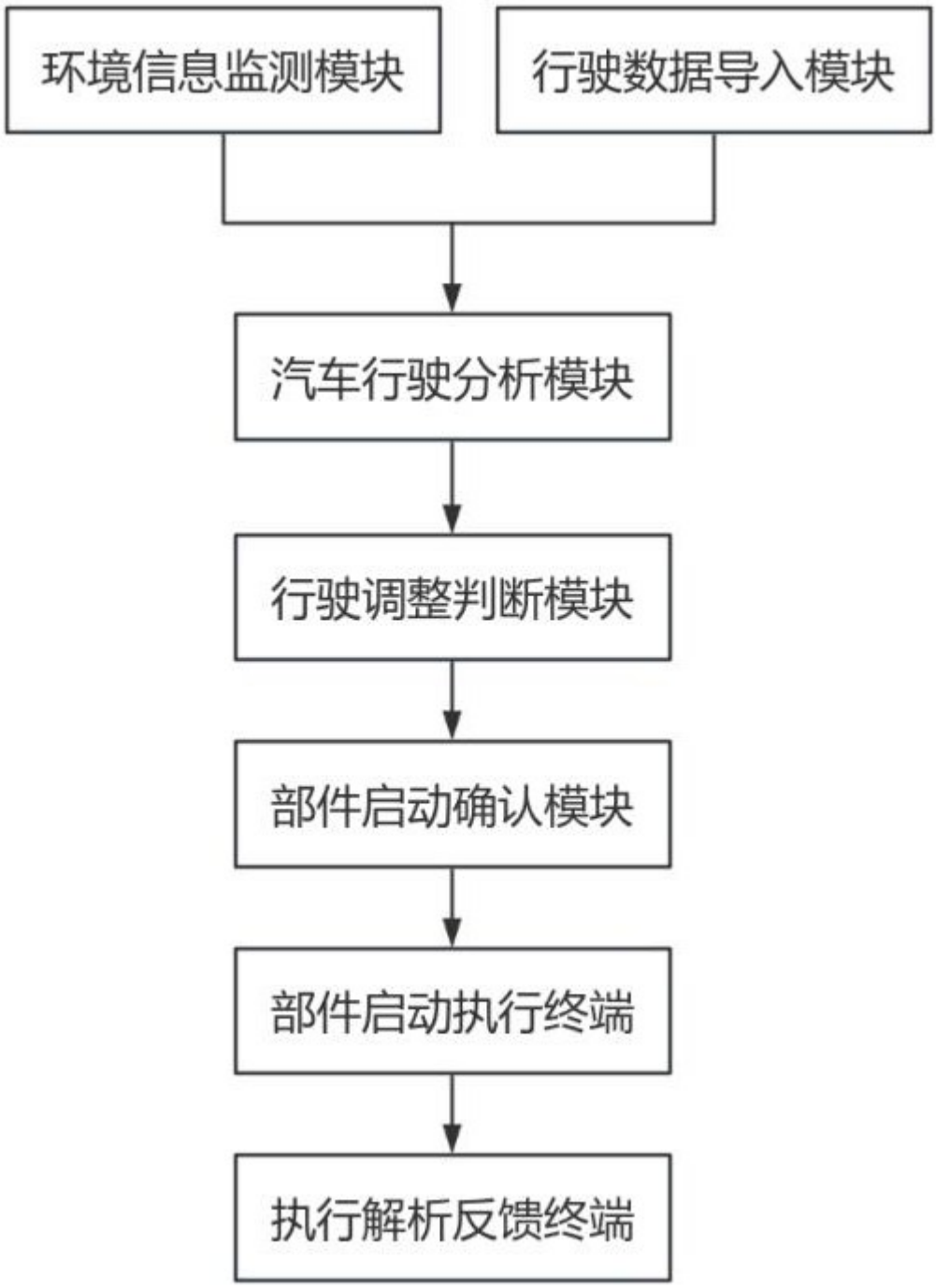

环境信息监测模块
行驶数据导入模块
汽车行驶分析模块
行驶调整判断模块
部件启动确认模块
部件启动执行终端
执行解析反馈终端

图 1

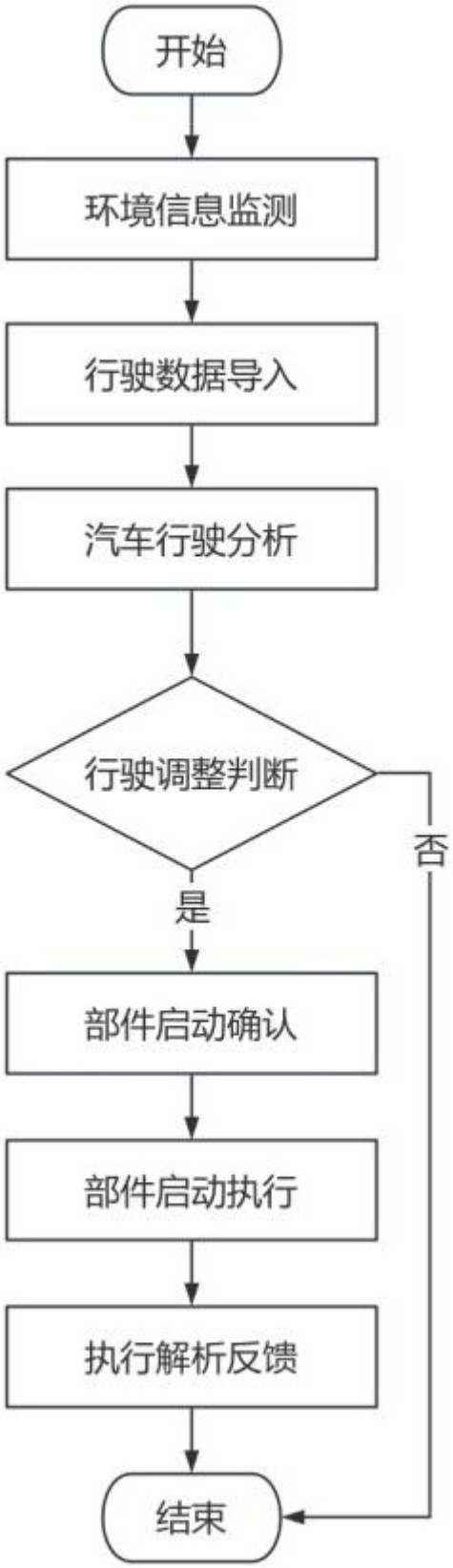


图 2

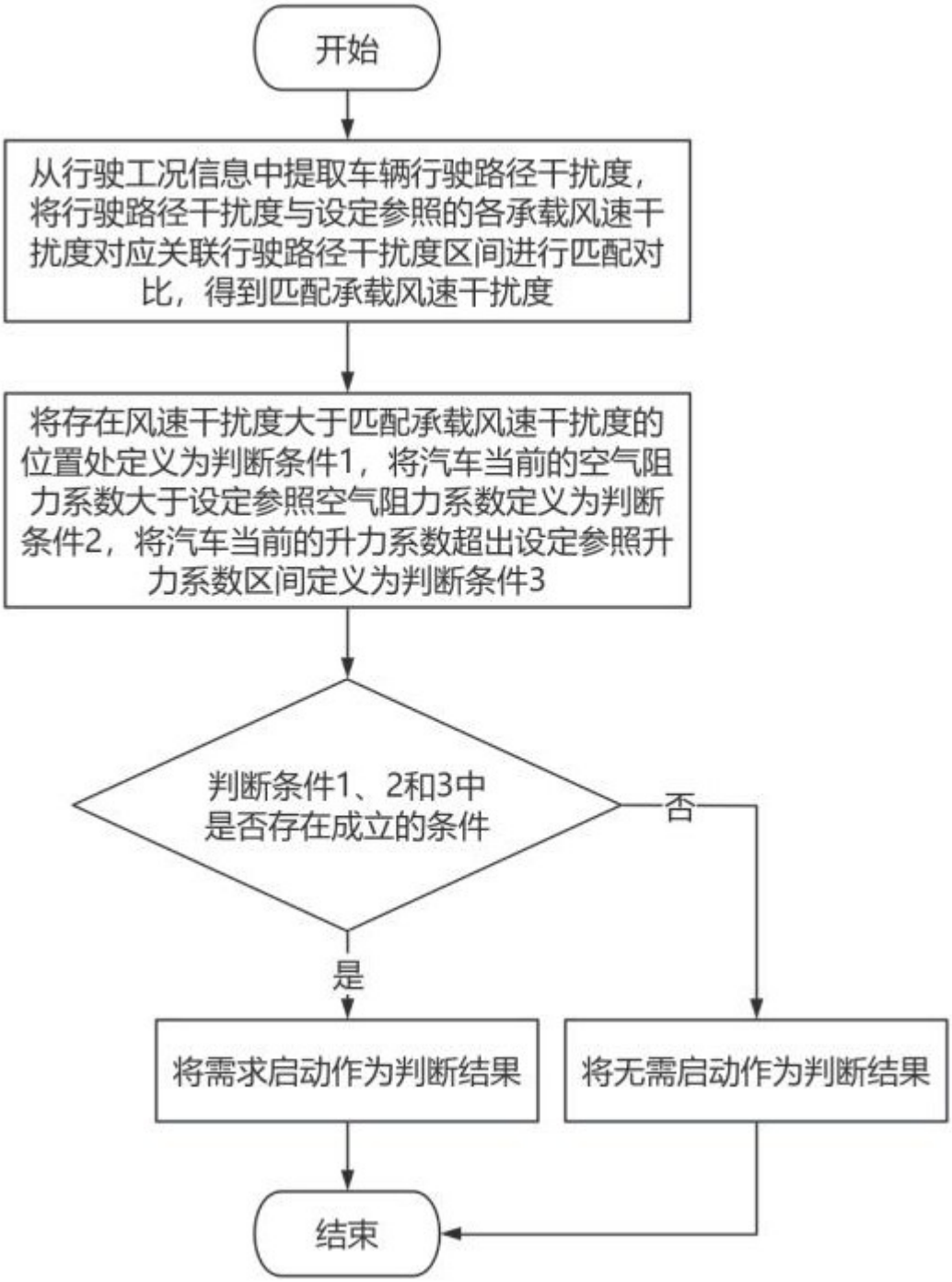

开始
从行驶工况信息中提取车辆行驶路径干扰度，将行驶路径干扰度与设定参照的各承载风速干扰度对应关联行驶路径干扰度区间进行匹配对比，得到匹配承载风速干扰度
将存在风速干扰度大于匹配承载风速干扰度的位置处定义为判断条件1，将汽车当前的空气阻力系数大于设定参照空气阻力系数定义为判断条件2，将汽车当前的升力系数超出设定参照升力系数区间定义为判断条件3
判断条件1、2和3中是否存在成立的条件
否
是
将需求启动作为判断结果
将无需启动作为判断结果
结束

图 3