附着系数的确定方法、装置、车辆、介质及程序产品

本申请要求于 2024 年 03 月 15 日提交中国专利局、申请号为202410301415.6、申请名称为“附着系数的确定方法、装置、车辆、介质及程序产品”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及但不限于车辆技术领域，尤其涉及附着系数的确定方法、装置、车辆、介质及程序产品。

背景技术

车辆的附着系数，对于车辆实施纵向驱动防滑控制，起到了关键的作用。因此，准确地确定车辆的附着系数，对车辆的防滑控制至关重要。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本申请实施例提供附着系数的确定方法、装置、车辆、介质及程序产品。本申请实施例的方法，能够准确地确定出目标附着系数和目标附着系数的置信度，从而提高附着系数与车辆的实际情况的匹配度，进而提高了车辆的防滑控制能力。

第一方面，本申请实施例提供一种附着系数的确定方法，包括：

获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据；

根据传感器数据，确定车辆的行驶信息，行驶信息包括如下至少一种：滑移率、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷、前轴侧向力和齿条力；

根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数；

根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、以及每个车轮的轮胎纵向力；参考附着系数包括纵向附着系数；

根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度，包括：

根据每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、每个车轮的轮胎纵向力、以及获取的多个场景附着系数，确定每个车轮的纵向附着系数；

根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度；

根据第一纵向附着系数、第一纵向置信度、第二纵向附着系数、以及第二纵向置信度，确定车辆的纵向附着系数和纵向附着系数的置信度。

在一种实现方式中，传感器数据包括车速，行驶信息包括车辆在多个时刻的多个前轴侧向力和多个齿条力；参考附着系数包括横向附着系数；

根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度，包括：

根据多个前轴侧向力，确定第一统计信息；

根据多个前轴侧向力和多个齿条力，确定第二统计信息；

通过最小二乘法对第一统计信息和第二统计信息进行拟合处理，得到横向附着系数；

根据车速、横向附着系数和/或当前时刻的前轴侧向力，确定至少一个影响因子；多个时刻包括当前时刻；

根据至少一个影响因子，确定横向附着系数的置信度。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，传感器数据包括加速度；参考附着系数包括稳态附着系数；

根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度，包括：

根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载

荷，确定瞬时附着系数；

获取车辆的稳定性控制系统的激活干预时长；

根据车辆在多个时刻的瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的稳态附着系数和稳态附着系数的置信度；多个时刻包括多个历史时刻和当前时刻。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，传感器数据包括加速度；参考附着系数包括动态附着系数；

根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度，包括：

根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子；

根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度、以及车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二动态置信度；

根据第一动态附着系数、第一动态置信度、第二动态附着系数、以及第二动态置信度，确定车辆的动态附着系数和动态附着系数的置信度。

在一种实现方式中，传感器数据包括轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度；行驶信息包括轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷以及纵向刚度；

根据传感器数据，确定车辆的行驶信息，包括：

基于三自由度模型，根据轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度，确定每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷；

根据每个车轮在多个时刻的多个轮胎纵向力和多个滑移率，利用最小二乘法，确定纵向刚度。

第二方面，本申请实施例提供一种附着系数的确定装置，包括：

获取模块，用于获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据；

处理模块，用于根据传感器数据，确定车辆的行驶信息，行驶信息包括

如下至少一种：滑移率、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷、前轴侧向力和齿条力；

处理模块，还用于根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数；

融合模块，用于根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、以及每个车轮的轮胎纵向力；参考附着系数包括纵向附着系数；

处理模块，具体用于：

根据每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、每个车轮的轮胎纵向力、以及获取的多个场景附着系数，确定每个车轮的纵向附着系数；

根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度；

根据第一纵向附着系数、第一纵向置信度、第二纵向附着系数、以及第二纵向置信度，确定车辆的纵向附着系数和纵向附着系数的置信度。

在一种实现方式中，传感器数据包括车速，行驶信息包括车辆在多个时刻的多个前轴侧向力和多个齿条力；参考附着系数包括横向附着系数；

处理模块，具体用于：

根据多个前轴侧向力，确定第一统计信息；

根据多个前轴侧向力和多个齿条力，确定第二统计信息；

通过最小二乘法对第一统计信息和第二统计信息进行拟合处理，得到横向附着系数；

根据车速、横向附着系数和/或当前时刻的前轴侧向力，确定至少一个影响因子；多个时刻包括当前时刻；

根据至少一个影响因子，确定横向附着系数的置信度。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，传感器数据包括加速度；参考附着系数包括稳态附

着系数；

处理模块，具体用于：

根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

获取车辆的稳定性控制系统的激活干预时长；

根据车辆在多个时刻的瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的稳态附着系数和稳态附着系数的置信度；多个时刻包括多个历史时刻和当前时刻。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，传感器数据包括加速度；参考附着系数包括动态附着系数；

处理模块，具体用于：

根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子；

根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度、以及车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二动态置信度；

根据第一动态附着系数、第一动态置信度、第二动态附着系数、以及第二动态置信度，确定车辆的动态附着系数和动态附着系数的置信度。

在一种实现方式中，传感器数据包括轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度；行驶信息包括轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷以及纵向刚度；

处理模块，具体用于：

基于三自由度模型，根据轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度，确定每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷；

根据每个车轮在多个时刻的多个轮胎纵向力和多个滑移率，利用最小二乘法，确定纵向刚度。

第三方面，本申请实施例提供一种车辆，包括：

处理器，以及与处理器通信连接的存储器；

存储器，设置为存储计算机执行指令；

处理器，设置为执行存储器存储的计算机执行指令，以实现第一方面的附着系数的确定方法。

第四方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，计算机执行指令被处理器执行时设置为实现第一方面的附着系数的确定方法。

第五方面，本申请实施例提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，计算机程序被处理器执行时，实现如第一方面的附着系数的确定方法。

本申请实施例提供一种附着系数的确定方法、装置、车辆、介质及程序产品。该方法中，车辆可以获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据，并根据传感器数据，确定车辆的行驶信息。车辆可以根据行驶信息，或者，传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数。车辆可以根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。通过上述方式，能够准确地确定出目标附着系数和目标附着系数的置信度，从而提高附着系数与车辆的实际情况的匹配度，进而提高了车辆的防滑控制能力。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

附图说明

下面描述中的附图是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本申请实施例适用的一种应用场景的示意图；

图2a为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例一的流程示意图；

图 2b 为本申请实施例提供的一种确定附着系数的流程示意图；

图 2c 为本申请实施例提供的确定行驶信息的示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例二的流程示

意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例三的流程示意图；

图 5 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例四的流程示意图；

图 6 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例五的流程示意图；

图 7 为本申请实施例提供的附着系数的确定装置的结构示意图；

图 8 为本申请实施例提供的一种车辆的结构图。

具体实施方式

所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在根据本实施例的启示下作出的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等（如果存在）是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

车辆的附着系数，对于车辆实施纵向驱动防滑控制，起到了关键的作用。相关技术中，通常是车辆直接根据纵向驱动力和垂直载荷的比值，估算附着系数，以基于该附着系数，对车辆实施防滑控制。但是，直接根据纵向驱动力和垂直载荷的比值，估算附着系数的方法，存在附着系数，与车辆的实际情况不匹配的情况，进而导致车辆的防滑控制不准确，影响乘车人员的安全。

本申请实施例提供一种附着系数的确定方法，车辆可以获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据，并根据传感器数据，确定车辆的行驶信息。车辆可以根据行驶信息，或者，传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考

附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数。车辆可以根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。通过上述方式，能够准确地确定出目标附着系数和目标附着系数的置信度，从而提高附着系数与车辆的实际情况的匹配度，进而提高了车辆的防滑控制能力。

以下结合附图对本申请实施例的原理和特征进行描述，所举实例只用于解释本申请实施例，并非用于限定本申请实施例的范围。

图 1 为本申请实施例适用的一种应用场景的示意图。该应用场景包括车辆 10，该车辆 10 包括多个车轮。示例性地，图 1 示出了四个车轮，分别为左前轮 101，右前轮 102，左后轮 103 以及右后轮 104。另外，车辆 10 上还可以安装多个传感器（图 1 未示出）。举例来说，车辆 10 上可以安装轮速传感器、惯性测量单元（inertial measurement unit，简称 IMU）传感器（运动传感器）、方向盘转角传感器。另外，车辆 10 还可以安装其他传感器，本申请实施例对此不进行限定，可以视实际情况中，用于计算参考附着系数及其置信度的传感器数据和行驶信息而定。

在该应用场景下，车辆 10 可以获取车辆 10 的至少一个传感器采集的传感器数据，并根据传感器数据，确定车辆 10 的行驶信息。车辆 10 可以根据行驶信息，或者，传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数。车辆 10 可以根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆 10 的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。

本申请实施例不对图 1 中包括的车辆的实际形态进行限定，在方案的应用中，可以根据实际需求设定。

下面，通过具体实施例对本申请的技术方案进行详细说明。需要说明的是，下面这几个具体的实施例可以相互结合，对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例中不再赘述。

图2a为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例一的流程示意图。参见图 2a，该方法具体包括以下步骤：

S201：获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据。

在本实施例中，车辆可以获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据。

举例来说，传感器数据可以包括如下一项或者多项：

车速、轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮转角（车轮转向角）、坡度、加速度（轮加速度、纵向加速度以及侧向加速度）。

另外，传感器数据还可以包括车轮转动的齿数、滚动方向、角速度（包括倾侧角速度、横摆角速度等）、方向盘转角、载荷、轮胎力矩、欧拉角等。

在一种实现方式中，车辆可以在获取传感器数据后，可以对传感器数据进行预处理。举例来说，车辆可以对传感器数据进行低通滤波处理、微分滤波处理以及补偿处理。再举例来说，车辆还可以根据传感器数据，计算传感器数据的变化率，示例性地，车辆可以根据纵向加速度，计算纵向加速度变化率。

举例来说，车辆可以在获取静态下以及动态下的惯性测量单元传感器采集的加速度（或者角速度）后，计算加速度（或者角速度）的方差值，并将方差值作为零漂，以用于对惯性测量单元传感器的采集的数据进行补偿处理。

再举例来说，车辆可以在获取每个车轮的制动力矩后，可以基于最小均方算法，根据多个车轮的制动力矩，计算制动力矩的修正值，并根据制动力矩的修正值，对每个车轮的制动力矩进行补偿处理。

S202：根据传感器数据，确定车辆的行驶信息。

在本实施例中，车辆可以根据传感器数据，确定车辆的行驶信息。

行驶信息包括如下至少一种：滑移率、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷、前轴侧向力和齿条力。在一种实现方式中，行驶信息还可以车辆的行驶方向。

具体地，车辆可以基于三自由度模型，根据当前时刻下，车辆对应的车辆质量、轮胎驱动力（每个车轮的轮胎驱动力）、轮速（每个车轮的轮速）、轮加速度（每个车轮的轮加速度）、轮转角（每个车轮的轮转角）、坡度、纵向加速度以及侧向加速度，确定每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷。

车辆可以根据每个车轮在多个时刻的多个轮胎纵向力和多个滑移率，利用最小二乘法，确定每个车轮的纵向刚度。另外，车辆还可以确定每个车轮

的纵滑刚度。

另外，车辆在未基于传感器获取车速的情况下，车辆还可以根据 IMU 传感器检测的垂向加速度、纵向加速度以及轮速传感器检测的轮速，基于扩展卡尔曼滤波法，计算坡度和车速（车辆的纵向车速）。另外，车辆还可以根据纵向车速，计算纵向车速质量因子。

车辆还可以根据车速（纵向车速、全球定位系统（Global Positioning System，简称 GPS）检测的车速），基于最小二乘法，计算车轮的滚动半径。车辆可以在识别到车轮的滚动半径小于预设滚动半径时，确定该车轮的轮胎模式为备胎模式；车辆可以在识别到车轮的滚动半径大于或等于预设滚动半径时，确定该车轮的轮胎模式不为备胎模式。

车辆还可以根据轮胎驱动力和车辆加速度（如侧向加速度、纵向加速度等），基于最小二乘法，确定车辆质量。

车辆可以根据车轮转动的齿数和滚动方向，确定车辆的行驶方向（前向、后向或者静止）。

车辆还可以在未基于传感器获取加速度和角速度的情况下，根据车速和纵向力，基于轮胎刷子模型，计算加速度和角速度。车辆在计算出加速度后，还可以基于加速度，计算加速度波动值。

另外，还需要说明的是，车辆还可以在获取每个车轮的多个滑移率后，计算每个车轮的滑移率偏差。车辆还可以根据横摆角速度，计算横摆角加速度。

图 2c 为本申请实施例提供的确定行驶信息的示意图。示例性地，图 2c 示出了确定行驶方向、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷、加速度、角速度、轮胎模式、车辆质量、行驶方向、坡度、车速、纵滑刚度。

S203：根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度。

在本实施例中，车辆可以根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度。

其中，至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数。

相应地，至少一个参考附着系数的置信度包括如下至少一种：稳态附着

系数的置信度、动态附着系数的置信度、纵向附着系数的置信度和横向附着系数的置信度。

S204：根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。

在本实施例中，车辆可以根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。

在一种实现方式中，车辆可以获取至少一个传感器的传感器状态，还可以获取至少一个车轮的轮胎模式。车辆可以在判断出存在至少一个传感器的传感器状态为失效状态，和/或，存在至少一个车轮的轮胎模式为备胎模式的情况下，确定目标附着系数为第一预设值，以及确定目标附着系数的置信度为第二预设值。示例性地，第一预设值可以为 1，第二预设值可以为 0。另外，车辆还可以确定置信度等级为等级零（Level 0）。

在一种实现方式中，在参考附着系数包括动态附着系数、横向附着系数以及纵向附着系数的情况下，车辆可以在确定动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数的置信度皆小于或者等于 0 时，确定目标附着系数为第三预设值，以及确定目标附着系数的置信度为第四预设值。示例性地，第三预设值可以为 1，第四预设值可以为 1。另外，车辆可以在确定动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数的置信度皆小于或者等于 0 的情况下，确定置信度等级为等级一（Level 1）。

在一种实现方式中，在参考附着系数包括动态附着系数、横向附着系数以及纵向附着系数的情况下，车辆可以确定参考附着系数大于第一预设阈值，且对应的置信度大于第二预设阈值的参考附着系数的目标数量。

在目标数量大于 1 的情况下，车辆可以基于下述公式，确定目标附着系数：

$$\mathrm{FusionMue(t)} = \frac{\mathrm{LatRfeMue(t)} + \mathrm{LongRfeMue(t)} + \mathrm{MueFromVehDyn(t)}}{\mathrm{MaxConfdIdx_B(i)}}$$

其中，FusionMue(t)为目标附着系数，LatRfeMue(t)为横向附着系数，LongRfeMue(t)为纵向附着系数，MueFromVehDyn(t)为动态附着系数，MaxConfdIdx_B(i)为目标数量。

另外，车辆可以确定目标附着系数的置信度为第五预设值。示例性地，第五预设值可以为 0.01。

在目标数量为 1 的情况下，车辆可以基于下述公式，确定目标附着系数：

$$\mathrm{FusionMue(t)} = \frac{\mathrm{LatConfd(t)} * \mathrm{LatRfeMue(t)} + \mathrm{LongConfd(t)} * \mathrm{LongRfeMue(t)} + \mathrm{VehDynConfd(t)} * \mathrm{MueFromVehDyn(t)}}{\mathrm{LatConfd(t)} + \mathrm{LongConfd(t)} + \mathrm{VehDynConfd(t)}}$$

其中，FusionMue(t)为目标附着系数，LatRfeMue(t)为横向附着系数，LatConfd(t)为横向附着系数的置信度，LongRfeMue(t)为纵向附着系数，LongConfd(t)为纵向附着系数的置信度，MueFromVehDyn(t)为动态附着系数，VehDynConfd(t)为动态附着系数的置信度，MaxConfdIdx_B(i)为目标数量。

车辆可以将动态附着系数的置信度、纵向附着系数的置信度、以及横向附着系数的置信度的均方值，确定为目标附着系数的置信度。

另外，车辆还可以根据置信度大于第二预设阈值的每个参考附着系数，确定置信度等级。示例性地，车辆可以在确定横向附着系数的置信度大于第二预设阈值的情况下，确定置信度等级为等级二（Level 2）。车辆可以在确定纵向附着系数的置信度大于第二预设阈值的情况下，确定置信度等级为等级三（Level 3）。车辆可以在确定动态附着系数的置信度大于第二预设阈值的情况下，确定置信度等级为等级四（Level 4）。车辆可以在确定存在两个参考附着系数的置信度大于第二预设阈值的情况下，确定置信度等级为等级五（Level 5）。车辆可以在确定三个参考附着系数的置信度皆大于第二预设阈值的情况下，确定置信度等级为等级六（Level 6）。

在一种实现方式中，在参考附着系数包括稳态附着系数的情况下，车辆可以获取车辆在上一时刻的历史目标附着系数。车辆可以基于下述公式，确定目标附着系数：

$$\mathrm{FusionMue(t)} = \mathrm{FusionMue(t-1)} + \frac{1}{\mathrm{AvgCtr}} * [\mathrm{MueFromStabCtrl(t)} - \mathrm{FusionMue(t-1)}]$$

$$\frac{1}{\mathrm{AvgCtr}} = \frac{\mathrm{TS}}{\mathrm{TC}}$$

其中，FusionMue(t)为目标附着系数，MueFromStabCtrl(t)为稳态附着系数，FusionMue(t − 1)为历史目标附着系数，$\frac{1}{\mathrm{AvgCtr}}$为调整系数，TS为激活时长对应的数值，TC为时间常数。

另外，车辆还可以将目标附着系数的置信度确定为第六预设值。示例性地，第六预设值可以为 7。

图 2b 为本申请实施例提供的一种确定附着系数的流程示意图。如图 2b 所示，车辆可以确定至少一个参考附着系数（图 2b 示出了稳态附着系数、动

态附着系数、纵向附着系数以及横向附着系数）、以及每个参考附着系数的置信度。车辆可以根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。需要说明的是，车辆在确定稳态附着系数及动态附着系数时，需要先确定瞬时附着系数，再根据瞬时附着系数，确定稳态附着系数及动态附着系数。

本实施例的有益效果：车辆可以获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据，并根据传感器数据，确定车辆的行驶信息。车辆可以根据行驶信息，或者，传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数。车辆可以根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。通过上述方式，能够准确地确定出目标附着系数和目标附着系数的置信度，从而提高附着系数与车辆的实际情况的匹配度，进而提高了车辆的防滑控制能力。

下面通过方法实施例二，对车辆确定纵向附着系数及置信度的过程，进行说明。

图 3 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例二的流程示意图。参见图 3，该方法具体包括以下步骤：

S301：根据每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、每个车轮的轮胎纵向力、以及获取的多个场景附着系数，确定每个车轮的纵向附着系数。

在本实施例中，车辆可以根据每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、每个车轮的轮胎纵向力、以及获取的多个场景附着系数，确定每个车轮的纵向附着系数。

具体地，针对任意一个车轮，车辆可以采用下述公式，计算车轮的纵向附着系数：

$$P（1）= \frac{1}{\sum_{i=1}^{6} P(i)} * \exp（-160 * \left(FxNorm(k) - 0.15 * \tanh\left(\frac{LongStfns(k) * Slip(k)}{0.15} \right) \right)^2 - \max(P)）$$

$$P（2）= \frac{1}{\sum_{i=1}^{6} P(i)} * \exp（-160 * \left(FxNorm(k) - 0.35 * \tanh\left(\frac{LongStfns(k) * Slip(k)}{0.35} \right) \right)^2 - \max(P)）$$

$$P（3）= \frac{1}{\sum_{i=1}^{6} P(i)} * \exp（-160 * \left(FxNorm(k) - 0.45 * \tanh\left(\frac{LongStfns(k) * Slip(k)}{0.45} \right) \right)^2 - \max(P)）$$

$$P（4）= \frac{1}{\sum_{i=1}^{6} P(i)} * \exp（-160 * \left(FxNorm(k) - 0.6 * \tanh\left(\frac{LongStfns(k) * Slip(k)}{0.6}\right)\right)^2 - \max(P)）$$

$$P（5）= \frac{1}{\sum_{i=1}^{6} P(i)} * \exp（-160 * \left(FxNorm(k) - 0.75 * \tanh\left(\frac{LongStfns(k) * Slip(k)}{0.75}\right)\right)^2 - \max(P)）$$

$$P（6）= \frac{1}{\sum_{i=1}^{6} P(i)} * \exp（-160 * \left(FxNorm(k) - 0.9 * \tanh\left(\frac{LongStfns(k) * Slip(k)}{0.9}\right)\right)^2 - \max(P)）$$

$$MueInst(k) = E(X) = P(1) * 0.15 + P(2) * 0.3 + P(3) * 0.45 + P(4) * 0.6 + P(5) * 0.75 + P(6) * 0.9$$

需要说明的是，P（1）为第一场景附着系数对应的概率，0.15 为第一场景附着系数；P（2）为第二场景附着系数对应的概率，0.35 为第二场景附着系数；P（3）为第三场景附着系数对应的概率，0.45 为第三场景附着系数；P（4）为第四场景附着系数对应的概率，0.6 为第四场景附着系数；P（5）为第五场景附着系数对应的概率，0.75 为第二场景附着系数；P（6）为第六场景附着系数对应的概率，0.9 为第六场景附着系数。

还需要说明的是，MueInst(k) 为车轮的纵向附着系数，FxNorm(k)为轮胎纵向力（需要说明的是，此处的轮胎纵向力为标称化的纵向力），LongStfns(k)为纵向刚度，Slip(k)为滑移率，k取值为 1，2，3，4，依次代表左前轮，右前轮，左后轮，右后轮。还需要说明的是，在计算每个场景附着系数对应的概率时，max(P)可以使用初始值 1/6，$\sum_{i=1}^{6} P(i)$可以使用初始值 1。

S302：根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度。

在本实施例中，车辆可以根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度。

在确定第一动态附着系数和第一纵向置信度的过程中：

车辆可以获取稳定性控制系统的激活时长、以及纵向加速度变化率。车辆还可以获取每个车轮的滑移率偏差。需要说明的是，车辆可以在识别到存在一个车轮（轮胎）的制动标志位置位，且车轮（轮胎）的制动力矩大于零的情况下，确定车辆激活稳定性控制系统。车辆也可以在识别到存在一个车轮（轮胎）的防抱死制动系统的控制标志位置位，且车轮（轮胎）的制动力矩大于零的情况下，确定车辆激活稳定性控制系统。车辆还可以在识别到存

在一个车轮（轮胎）与升降扭请求中的车轮（轮胎）的标识对应，且车轮（轮胎）的滑移率大于零的情况下，确定车辆激活稳定性控制系统。

针对任意一个车轮，车辆在确定该车轮满足多个低附估算条件的情况下，根据该车轮的滑移率偏差和该车轮的轮胎纵向力（标称化的纵向力），对车轮进行分析，以确定该车轮是否为满足第一条件的车轮，或者为满足第二条件的车轮。其中，多个低附估算条件包括：车轮的纵向附着系数大于第一阈值，车轮的估算标志位为有效标志位，激活时长大于第二阈值，纵向加速度变化率小于第三阈值。需要说明的是，车辆在确定车轮对应的附着系数方差小于第六阈值的情况下，确定车轮的估算标志位为有效标志位；车辆在确定车轮对应的附着系数方差大于或者等于第五阈值的情况下，确定车轮的估算标志位为无效标志位。另外，还需要说明的是，第一阈值可以为 0 至 0.4 之间的任一数值，第三阈值可以为 200 毫秒至 500 毫秒之间的任一数值，第四阈值可以为 3000 至 5000 之间的任一数值。

车辆在对全部的车轮分析完毕后，可以确定满足第一条件的车轮的个数和满足第二条件的车轮的个数。

车辆可以采用如下公式，确定第一条件下的第一纵向附着系数和第一条件下的第一纵向置信度：

$$\mathrm{mueFastTrack} = \frac{\sum_{k=1}^{\mathrm{nofMidWheels}} \mathrm{MueInst(k)}}{\mathrm{nofMidWheels}}$$

$$\mathrm{mueFastTrackConfd} = \mathrm{cnfdLvlMidWheels}$$

其中，nofMidWheels为满足第一条件的车轮的个数，mueFastTrack为第一条件下的第一纵向附着系数，mueFastTrackConfd为第一条件下的第一置信度，cnfdLvlMidWheels为第一标定参数。

车辆可以采用如下公式，确定第二条件下的第一纵向附着系数和第二条件下的第一纵向置信度：

$$\mathrm{mueFastTrack} = \frac{\sum_{k=1}^{\mathrm{nofLargeWheels}} \mathrm{MueInst(k)}}{\mathrm{nofLargeWheels}}$$

$$\mathrm{mueFastTrackConfd} = \mathrm{cnfdLvlLargeWheels}$$

其中，nofLargeWheels为满足第二条件的车轮的个数，mueFastTrack为第一条件下的第一纵向附着系数，mueFastTrackConfd为第二条件下的第一纵

向置信度，cnfdLvlLargeWheels为第二标定参数。

车辆可以对满足第一条件的车轮的个数和满足第二条件的车轮的个数进行分析：

车辆可以在确定满足第二条件的车轮的个数大于 0，且满足第一条件的车轮的个数为 0 的情况下，将第二条件下的第一纵向附着系数，确定为第一纵向附着系数，并将第二条件下的第一纵向置信度确定为第一纵向置信度。

车辆可以在确定满足第一条件的车轮的个数大于 0，且满足第二条件的车轮的个数为 0 的情况下，将第一条件下的第一纵向附着系数，确定为第一纵向附着系数，并将第一条件下的第一纵向置信度确定为第一纵向置信度。

车辆可以在确定满足第一条件的车轮的个数大于 0，且满足第二条件的车轮的个数大于 0 的情况下，将第一条件下的第一纵向附着系数、以及第二条件下的第一纵向附着系数的最大值，确定为第一纵向附着系数，并将最大值对应的置信度确定为第一纵向置信度。在一种实现方式中，车辆还可以在将最大值对应的置信度确定为第一纵向置信度后，对第一纵向置信度进行调整处理。示例性地，车辆可以将第一纵向置信度与第三标定参数相加，以对第一纵向置信度进行调整处理。

车辆可以在确定满足第一条件的车轮的个数为 0，且满足第二条件的车轮的个数为 0 的情况下，将预设纵向附着系数确定为第一纵向附着系数，并将预设置信度确定为第一纵向置信度。示例性地，预设纵向附着系数可以为 1，预设置信度可以为 0。

在确定第二动态附着系数和第二纵向置信度的过程中：

针对任意一个车轮，车辆在确定该车轮满足多个高附估算条件的情况下，根据该车轮的轮胎纵向力（标称化的纵向力），确定该车轮是否为满足第三条件的车轮，或者为满足第四条件的车轮。其中，多个高附估算条件包括：车轮的纵向附着系数大于第四阈值，车轮的估算标志位为有效标志位，激活时长大于第五阈值。需要说明的是，第四阈值可以为 0.4 至 1 之间的任一数值，第五阈值可以为 300 毫秒至 500 毫秒之间的任一数值。

车辆在对全部的车轮分析完毕后，可以确定满足第三条件的车轮的个数和满足第四条件的车轮的个数。

车辆可以采用如下公式，确定第三条件下的第二纵向附着系数和第三条

件下的第二纵向置信度：

$$\text{mueFastTrack} = \frac{\sum_{k=1}^{\text{nofMidWheels}} \text{MueInst(k)}}{\text{nofMidWheels}}$$

$$\text{mueFastTrackConfd} = \text{cnfdLvlMidWheels}$$

其中，nofMidWheels为满足第三条件的车轮的个数，mueFastTrack为第三条件下的第二纵向附着系数，mueFastTrackConfd为第三条件下的第二纵向置信度，cnfdLvlMidWheels为第四标定参数。

车辆可以采用如下公式，确定第四条件下的第二纵向附着系数和第四条件下的第二纵向置信度：

$$\text{mueFastTrack} = \frac{\sum_{k=1}^{\text{nofLargeWheels}} \text{MueInst(k)}}{\text{nofLargeWheels}}$$

$$\text{mueFastTrackConfd} = \text{cnfdLvlLargeWheels}$$

其中，nofLargeWheels为满足第四条件的车轮的个数，mueFastTrack为第四条件下的第二纵向附着系数，mueFastTrackConfd为第四条件下的第二纵向置信度，cnfdLvlLargeWheels为第五标定参数。

车辆可以对满足第三条件的车轮的个数和满足第四条件的车轮的个数进行分析：

车辆可以在确定满足第四条件的车轮的个数大于 0，且满足第三条件的车轮的个数为 0 的情况下，将第四条件下的第二纵向附着系数，确定为第二纵向附着系数，并将第四条件下的第二纵向置信度确定为第二纵向置信度。

车辆可以在确定满足第三条件的车轮的个数大于 0，且满足第四条件的车轮的个数为 0 的情况下，将第三条件下的第二纵向附着系数，确定为第二纵向附着系数，并将第三条件下的第二纵向置信度确定为第二纵向置信度。

车辆可以在确定满足第三条件的车轮的个数大于 0，且满足第四条件的车轮的个数大于 0 的情况下，将第三条件下的第二纵向附着系数、以及第四条件下的第二纵向附着系数的最大值，确定为第二纵向附着系数，并将最大值对应的置信度确定为第二纵向置信度。在一种实现方式中，车辆还可以在将最大值对应的置信度确定为第二纵向置信度后，对第二纵向置信度进行调整处理。示例性地，车辆可以将第二纵向置信度与第六标定参数相加，以对第二纵向置信度进行调整处理。

车辆可以在确定满足第三条件的车轮的个数为 0，且满足第四条件的车轮的个数为 0 的情况下，将预设纵向附着系数确定为第二纵向附着系数，并将预设置信度确定为第二纵向置信度。示例性地，预设纵向附着系数可以为1，预设置信度可以为 0。

S303：根据第一纵向附着系数、第一纵向置信度、第二纵向附着系数、以及第二纵向置信度，确定车辆的纵向附着系数和纵向附着系数的置信度。

具体地，车辆可以根据车轮的纵向附着系数，每个场景附着系数对应的概率，以及多个场景附着系数，确定每个车轮对应的附着系数方差。

示例性地，车辆可以采用如下公式，计算每个车轮对应的附着系数方差。

$$\mathrm{MueVarInst(k)} = \mathrm{D(x)} = p_1[x_1 - \mathrm{E(X)}]^2 + p_2[x_2 - \mathrm{E(X)}]^2 + \cdots + p_n[x_n - \mathrm{E(X)}]^2$$

其中，MueVarInst(k)为车轮对应的附着系数方差；n为场景附着系数的个数；E(X)为MueInst(k)，为车轮的附着系数（期望值）；x为场景附着系数；P 为每个场景附着系数对应的概率。

车辆可以采用如下公式，确定车辆的场景附着系数方差。

$$\mathrm{MueVarCmn} = \mathrm{offset1} + \mathrm{offset2} + \mathrm{offset3} + \mathrm{offset4} + \mathrm{offset5}$$

$$\mathrm{MueVarInst(k)} = \mathrm{MueVarInst(k)} * \mathrm{Factor1} * \mathrm{Factor2} * \mathrm{Factor3} * \mathrm{MueVarCmn}$$

$$\mathrm{InstLongRfeMueVar} = \frac{1}{\sum_1^k \frac{1}{\mathrm{MueVarInst(k)}}}$$

其中，MueVarInst(k)为车轮对应的附着系数方差；k取值为 1，2，3，4，依次代表左前轮，右前轮，左后轮，右后轮；InstLongRfeMueVar为车辆的场景附着系数方差；Factor1为车辆根据滑移率查表确定的修正系数；Factor2为车辆根据载荷查表确定的修正系数；Factor3为车辆根据轮胎纵向力（标称化的纵向力）查表确定的修正系数；offset1为车辆根据轮胎力矩查表确定的修正系数；offset2为车辆根据加速度波动值查表确定的修正系数；offset3为车辆根据纵向车速质量因子查表确定的修正系数；offset4为车辆根据欧拉角查表确定的修正系数；offset5为车辆根据纵向车速确定的修正系数。

车辆在确定车辆的场景附着系数方差，小于方差阈值的情况下，比较第一纵向置信度和第二纵向置信度。

若第一纵向置信度大于或等于第二纵向置信度，则车辆可以将第一纵向附着系数确定为纵向附着系数。另外，车辆还可以将第一纵向置信度确定为

纵向附着系数的置信度。

若第一纵向置信度小于第二纵向置信度，则车辆可以将第二纵向附着系数确定为纵向附着系数。另外，车辆还可以将第二纵向置信度确定为纵向附着系数的置信度。

车辆可以在确定车辆的场景附着系数方差，大于或等于方差阈值的情况下，将预设纵向附着系数确定为纵向附着系数。另外，车辆还可以将预设置信度确定为纵向附着系数的置信度。示例性地，预设纵向附着系数可以为 1，预设置信度可以为 0。

本实施例的有益效果：车辆可以根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度。车辆可以根据第一纵向附着系数、第一纵向置信度、第二纵向附着系数、以及第二纵向置信度，确定车辆的纵向附着系数。通过上述方式，能够准确地确定出纵向附着系数，进而提高了确定车辆的附着系数的准确率，从而提高了车辆在驾驶工况下的控制能力，提高了乘车人员的安全性。

下面通过方法实施例三，对车辆确定横向附着系数及置信度的过程，进行说明。

图 4 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例三的流程示意图。参见图 4，该方法具体包括以下步骤：

S401：根据多个前轴侧向力，确定第一统计信息。

在本实施例中，车辆可以获取车辆在多个历史时刻的多个齿条力和多个前轴侧向力。

需要说明的是，车辆在历史时刻满足如下条件中的至少一种：

车辆的车速（纵向车速）处于预设范围；车辆的垂向加速度小于或等于垂向加速度阈值；车辆的侧倾角速度小于或等于侧倾角速度阈值；传感器信号的信号状态为正常状态。

下面，对车辆获取齿条力的过程进行说明。

在本实施例中，对于任意一个历史时刻，车辆可以获取车辆在该历史时刻的转向阻力矩、回正力矩以及有效力臂。需要说明的是，转向阻力矩、回正力矩以及有效力臂可以为传感器数据。

车辆可以基于下述公式，确定齿条力：

$$F_{frack} = \frac{M_r + M_g}{l}$$

其中，F_{frack}为齿条力，M_r为转向阻力矩，M_g为回正力矩，l为有效力臂。

下面，对车辆获取前轴侧向力的过程进行说明。

车辆可以基于下述公式，确定左前轮的前轴侧向力和右前轮的前轴侧向力：

$$F_{yfr} = \frac{L_f}{L_f + L_r}[ma_y - \sin\delta * (F_{xfl} + F_{xfr})] - \frac{I_z\dot{\omega}_r - T_{yaw}}{L_f + L_r}$$

$$F_{yfl} = \frac{L_f}{L_f + L_r}[ma_y - \sin\delta * (F_{xfl} + F_{xfr})] - \frac{I_z\dot{\omega}_r - T_{yaw}}{L_f + L_r}$$

其中，m为车辆质量，a_y为侧向加速度，$\dot{\omega}_r$为横摆角加速度，I_z为转动惯量（整车绕z轴的转动惯量），L_f为质心到前轴的第一距离，L_r为质心到后轴的第二距离，δ为前轮转角，T_{yaw}为偏航力矩（差动制动/牵引产生的偏航力矩），F_{xfr}为右前轮纵向力，F_{xfl}为左前轮纵向力。需要说明的是，上述参数可以为车辆获取的传感器数据。

车辆可以在确定出左前轮的前轴侧向力和右前轮的前轴侧向力之后，将左前轮的前轴侧向力和右前轮的前轴侧向力之和，确定为车辆在历史时刻的前轴侧向力。

车辆在获取多个前轴侧向力后，可以根据多个前轴侧向力，确定第一初始统计信息。

下面对车辆确定第一初始统计信息的过程进行说明。

车辆可以确定多个前轴侧向力的数量 n，n 为大于 1 的整数。车辆可以确定多个前轴侧向力的第一累加值、以及多个前轴侧向力的平方的第二累加值。车辆可以根据数量 n、第一累加值和第二累加值，确定第一初始统计信息。

在一种实现方式中，第一初始统计信息可以以矩阵的形式表现：

$$H^TH = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} F_{yf,i}^2 & -\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i} \\ -\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i} & n \end{bmatrix}$$

其中，H^TH为第一初始矩阵，F_{yf}为前轴侧向力，n为多个前轴侧向力的数量，$\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i}$为多个前轴侧向力的第一累加值，$\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i}^2$为多个前轴侧向力的平方的第二累加值。

下面，先对车辆确定多个前轴侧向力的差异系数和多个前轴侧向力的标准差的过程进行说明。

具体地，车辆可以采用下述公式，确定多个轮胎纵向力的差异系数：

$$rb = \frac{(F_{yf,1} - F_{yf,2})^2 + \cdots (F_{yf,1} - F_{yf,n})^2 + (F_{yf,2} - F_{yf,3})^2 + \cdots (F_{yf,2} - F_{yf,n})^2 \ldots + (F_{yf,n-1} - F_{yf,n})^2}{n^2}$$

其中，F_{yf}为前轴侧向力，rb为差异系数，n 为多个轮胎纵向力的数量。

车辆可以采用下述公式，确定多个前轴侧向力的标准差：

$$\sigma_{F_{yf}} = \sqrt{E(F_{yf}^2) - E(F_{yf})^2}$$

其中，$\sigma_{F_{yf}}$为标准差，$E(F_{yf}^2)$为前轴侧向力的平方的期望值，$E(F_{yf})^2$为前轴侧向力的期望值的平方。

车辆在确定出第一初始统计信息后，可以比较多个前轴侧向力的差异系数与预设差异阈值，比较多个前轴侧向力的标准差与预设标准差阈值，并确定车辆的转向角是否为 0。

若多个前轴侧向力的差异系数小于预设差异阈值，多个前轴侧向力的标准差小于标准差阈值，和/或车辆的转向角为 0，则车辆确定调整系数，并将第一初始统计信息与调整系数的乘积，确定为第一统计信息。

若多个前轴侧向力的差异系数大于或等于预设差异阈值，多个前轴侧向力的标准差大于或等于标准差阈值，且车辆的转向角不为 0，则车辆可以将第一初始统计信息确定为第一统计信息。

S402：根据多个前轴侧向力和多个齿条力，确定第二统计信息。

在本实施例中，车辆可以根据多个前轴侧向力和多个齿条力，确定第二统计信息。

具体地，车辆可以根据多个前轴侧向力和多个齿条力，确定第二初始统计信息。

下面对车辆确定第二初始统计信息的过程进行说明。

车辆可以确定每个历史时刻对应的前轴侧向力和齿条力的乘积，得到多个乘积，并获取多个乘积的第三累加值。车辆可以确定多个齿条力的第四累加值。车辆可以根据第三累加值和第四累加值，确定第二初始统计信息。

在一种实现方式中，第二初始统计信息可以以矩阵的形式表现：

$$H^{T}Y = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} F_{yf,i}F_{frack,i} \\ \sum_{i=1}^{n} F_{frack,i} \end{bmatrix}$$

其中，$H^{T}Y$为第二初始矩阵，F_{yf}为前轴侧向力，F_{frack}为齿条力，n为多个前轴侧向力的数量，$\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i}F_{frack,i}$为第三累加值，$\sum_{i=1}^{n} F_{frack,i}$为第四累加值。

车辆可以在确定出第二初始统计信息后，可以比较多个前轴侧向力的差异系数与预设差异阈值，比较多个前轴侧向力的标准差与预设标准差阈值，并确定车辆的转向角是否为0。

若多个前轴侧向力的差异系数小于预设差异阈值，多个前轴侧向力的标准差小于标准差阈值，和/或车辆的转向角为 0，则车辆确定调整系数，并将第二初始统计信息与调整系数的乘积，确定为第二统计信息。

若多个前轴侧向力的差异系数大于或等于预设差异阈值，多个前轴侧向力的标准差大于或等于标准差阈值，且车辆的转向角不为 0，则车辆可以将第二初始统计信息确定为第二统计信息。

S403：通过最小二乘法对第一统计信息和第二统计信息进行拟合处理，得到横向附着系数。

在本实施例中，车辆可以通过最小二乘法，对第一统计信息和第二统计信息进行拟合处理，得到横向附着系数。

示例性地，在第一统计信息为第一初始统计信息，第二统计信息为第二初始统计信息的情况下，车辆可以基于下述公式，计算待选横向附着系数：

$$\beta = (H^{T}H)^{-1}H^{T}Y$$

$$\beta = \begin{bmatrix} Mue_{y} \\ 0 \end{bmatrix}$$

在车辆确定第一矩阵（H^TH）和第二矩阵（H^TY）的情况下，车辆可以获取第一矩阵的逆矩阵（（H^TH）$^{-1}$）。车辆可以将第一矩阵的逆矩阵（（H^TH）$^{-1}$）与第二矩阵（H^TY）的乘积，确定为目标矩阵（β）。车辆可以将目标矩阵（β）中的第一位，确定为待选横向附着系数（Mue_y）。

下面对车辆确定第一矩阵的逆矩阵（（H^TH）$^{-1}$）的过程进行说明。

车辆可以基于下述公式，计算第一矩阵的逆矩阵$(H^TH)^{-1}$：

$$(H^TH)^{-1} = \frac{1}{\det(H^TH)}(H^TH)^*$$

$$(H^TH)^* = \begin{bmatrix} n & -\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i} \\ -\sum_{i=1}^{n} F_{yf,i} & \sum_{i=1}^{n} F_{yf,i}^2 \end{bmatrix}$$

$$\det(H^TH) = (F_{yf,1} - F_{yf,2})^2 + \cdots (F_{yf,1} - F_{yf,n})^2 + (F_{yf,2} - F_{yf,3})^2 + \cdots (F_{yf,2} - F_{yf,n})^2 \ldots + (F_{yf,n-1} - F_{yf,n})^2$$

其中，H^TH为第一矩阵，$(H^TH)^{-1}$为第一矩阵的逆矩阵，$(H^TH)^*$为第一矩阵的伴随矩阵，$\det(H^TH)$为第一矩阵的行列式。

车辆可以根据待选横向附着系数、多个前轴侧向力以及多个齿条力，确定平均残差。

具体地，车辆可以基于下述公式，计算残差：

$$Y^TY = \sum_{i=1}^{n} F_{frack,i}^2$$

$$Y^TH = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n} F_{fy,i}F_{frack,i} & \sum_{i=1}^{n} F_{frack,i} \end{bmatrix}$$

$$\beta = \begin{bmatrix} Mue_y \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\|H\beta - Y\|^2 = Y^TY - (Y^TH)\beta$$

其中，$\|H\beta - Y\|^2$为残差，F_{frack}为齿条力，F_{fy}为前轴侧向力，Mue_y为待选横向附着系数。

车辆可以将残差与前轴侧向力的数量的比值，确定为平均残差。

车辆在计算出平均残差后，可以比较平均残差与预设残差阈值。

若平均残差大于或等于预设残差阈值，则车辆可以确定横向附着系数为1，并确定横向附着系数的置信度为0。

若平均残差小于预设残差阈值，则车辆将待选横向附着系数，确定为横向附着系数。

S404：根据车速、横向附着系数和/或当前时刻的前轴侧向力，确定至少一个影响因子。

在本实施例中，若平均残差小于预设残差阈值，则车辆可以横向附着系数，确定横向附着系数的变化率；根据当前时刻的前轴侧向力，确定前轴侧向力与载荷的比；根据车速，确定平均车速和车速标准差。

车辆可以根据横向附着系数的变化率，查询车辆存储的表格，确定第一影响因子。需要说明的是，横向附着系数的变化率为车辆根据当前时刻的横向附着系数、上一时刻的横向附着系数、以及时间间隔确定的。

车辆可以根据前轴侧向力与载荷的比值，查询车辆存储的表格，确定第二影响因子。需要说明的是，前轴侧向力指的是，多个时刻中的一个时刻的前轴侧向力。示例性地，可以为当前时刻（最后一个时刻）的前轴侧向力。

车辆可以根据平均车速，查询车辆存储的表格，确定第三影响因子。

车辆可以根据车速标准差，查询车辆存储的表格，确定第四影响因子。

S405：根据至少一个影响因子，确定横向附着系数的置信度。

在本实施例中，车辆可以根据至少一个影响因子，确定横向附着系数的置信度。

示例性地，车辆可以基于下述公式，根据第一影响因子、第二影响因子、第三影响因子以及第四影响因子，确定横向附着系数的置信度。

$$\mathrm{Cond_y} = \mathrm{Factor_1} * \mathrm{Factor_2} * \mathrm{Factor_3} * \mathrm{Factor_4}$$

其中，$\mathrm{Cond_y}$表示横向附着系数的置信度。$\mathrm{Factor_1}$表示第一影响因子。$\mathrm{Factor_2}$表示第二影响因子。$\mathrm{Factor_3}$表示第三影响因子。$\mathrm{Factor_4}$表示第四影响因子。

本申请实施例中，车辆可以根据多个前轴侧向力，确定第一统计信息，并根据多个齿条力和多个前轴侧向力，确定第二统计信息。车辆可以通过最

小二乘法对第一统计信息和第二统计信息进行拟合处理，得到横向附着系数。通过上述方法，提高了确定横向附着系数的准确率，进而提高了确定车辆的附着系数的准确率，从而提高了车辆的稳定性控制效果，提高了乘车人员的安全性。

下面通过方法实施例四，对车辆确定稳态附着系数及置信度的过程，进行说明。

图 5 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例四的流程示意图。参见图 5，该方法具体包括以下步骤：

S501：根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数。

在本实施例中，车辆信息可以包括加速度以及每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷。

车辆可以根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数。

下面，对车辆确定瞬时附着系数的过程，进行说明。

具体地，针对任意一个时刻，车辆可以根据每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定车辆的第一附着系数。

首先，车辆可以采用下述公式，确定每个车轮的附着系数：

$$\mathrm{MueUtilWhl(k)} = \frac{\sqrt{\mathrm{Fx_N(k)}^2 + \mathrm{Fy_N(k)}^2}}{\mathrm{Fz_N(k)}}$$

其中，$\mathrm{MueUtilWhl(k)}$表示车轮的附着系数。$\mathrm{Fx_N(k)}$表示轮胎纵向力，$\mathrm{Fy_N(k)}$表示轮胎侧向力，$\mathrm{Fz_N(k)}$表示轮胎垂直载荷。$\mathrm{k} = 1$表示左前轮，$\mathrm{k} = 2$表示右前轮，$\mathrm{k} = 3$表示左后轮，$\mathrm{k} = 4$表示右后轮。

车辆可以确定是否激活稳定性控制系统。

若激活，则车辆可以基于下述公式，根据每个车轮的附着系数、每个车轮对应的轮胎纵向力和轮胎侧向力，计算第一附着系数。

$$\mathrm{MueUtilFromTqMdl} = \frac{\sum_{\mathrm{k}=1}^{4} \frac{\mathrm{Fx_N(k)}^2 + \mathrm{Fy_N(k)}^2}{\mathrm{Fz_N(k)}}}{\sum_{\mathrm{k}=1}^{4} \sqrt{\mathrm{Fx_N(k)}^2 + \mathrm{Fy_N(k)}^2}}$$

其中，MueUtilFromTqMdl表示第一附着系数。

若未激活，则车辆确定车辆的转弯状态，并根据转弯状态和每个轮胎的附着系数，确定第一附着系数。具体地，若转弯状态为左转弯状态，则将右前轮胎的附着系数和右后轮胎的附着系数中的最大值，确定为第一附着系数。若转弯状态为右转弯状态或者直行状态，则将左前轮胎的附着系数和左后轮胎的附着系数中的最大值，确定为第一附着系数。

车辆可以在确定出第一附着系数后，根据第一附着系数，每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定增益系数。

具体地，车辆可以基于下述公式，确定增益系数。

$$Gain = \frac{MueUtilFromTqMdl * 4}{\sum_{k=1}^{4} \frac{\sqrt{Fx_N(k)^2 + Fy_N(k)^2}}{Fz_N(k)}}$$

其中，Gain表示增益系数。MueUtilFromTqMdl表示第一附着系数。

车辆可以根据增益系数、以及车辆的加速度（纵向加速度、横向加速度以及重力加速度），确定第二附着系数。

具体地，车辆可以基于下述公式，确定第二附着系数。

$$MueUtilWhlIMU = Gain * \frac{\sqrt{a_x{}^2 + a_y{}^2}}{g}$$

其中，MueUtilWhlIMU表示第二附着系数， Gain表示增益系数，g 表示重力加速度，a_x表示纵向加速度，a_y表示横向加速度。需要说明的是，a_x和a_y为惯性运动单元（inertial motion unit，简称 IMU）传感器检测的。

车辆在确定第一附着系数和第二附着系数后，对第一附着系数和第二附着系数进行融合，确定车辆在该时刻的瞬时附着系数。

具体地，车辆可以根据实际横摆角度、轮胎滑移率、纵向车速、和/或第二附着系数，确定第一附着系数的第一权重值、以及第二附着系数的第二权重值。

以车辆根据实际横摆角度、轮胎滑移率、纵向车速、以及第二附着系数，确定第一附着系数的第一权重值、以及第二附着系数的第二权重值为例。

车辆可以根据实际横摆角度、轮胎滑移率、纵向车速、以及第二附着系数，分别确定第一修正权重系数、第二修正权重系数、第三修正权重系数以

及第四修正权重系数。

车辆可以基于下述公式，根据第一修正权重系数、第二修正权重系数、第三修正权重系数以及第四修正权重系数，确定第一权重值。

$$\lambda_1 = \text{Factor1} * \text{Factor2} * \text{Factor3} * \text{Factor4}$$

其中，λ_1表示第一权重值。Factor1表示第一修正权重系数。Factor2表示第二修正权重系数。Factor3表示第三修正权重系数。Factor4表示第四修正权重系数。

车辆在确定第一权重值后，可以基于下述公式，确定第二权重值。

$$\lambda_1 = 1 - \lambda_2$$

其中，λ_1表示第一权重值。λ_2表示第一权重值。

车辆可以基于下述公式，确定目标附着系数。

$$\text{MueUtilizedInst} = \lambda_2 * \text{MueUtilWhlIMU} + \lambda_1 * \text{MueUtilFromTqMdl}$$

其中，λ_1表示第一权重值，λ_2表示第一权重值，MueUtilFromTqMdl表示第一附着系数，MueUtilWhlIMU表示第二附着系数。

S502：获取车辆的稳定性控制系统的激活干预时长。

在本实施例中，车辆可以获取车辆的稳定性控制系统的激活干预时长。

具体地，车辆可以确定车辆在每个时刻的瞬时附着系数、垂向加速度变化率以及路面颠簸系数。

车辆可以基于瞬时附着系数、垂向加速度变化率以及路面颠簸系数，分别确定第五修正权重系数、第六修正权重系数以及第七修正权重系数。

车辆可以基于下述公式，根据第五修正权重系数、第六修正权重系数以及第七修正权重系数，确定车辆在时刻的瞬时附着系数的权重系数。

$$\text{sWeight} = \text{Factor5} * \text{Factor6} * \text{Factor7}$$

其中，sWeight表示瞬时附着系数的权重系数。Factor5表示第五修正权重系数。Factor6表示第六修正权重系数。Factor7表示第七修正权重系数。

车辆可以在计算出车辆在多个时刻的瞬时附着系数的权重系数后，基于下述公式，根据车辆在多个时刻的瞬时附着系数的权重系数，以及时间周期的时长，确定车辆的稳定性控制系统的激活干预时长。

$$\text{batchTimefirst} = \text{TS} * \sum_{t=1}^{n} \text{sWeight（t）}$$

其中，batchTimefirst表示车辆的稳定性控制系统的激活干预时长。TS表示时间周期的时长。sWeight表示车辆在一个时刻的瞬时附着系数的权重系数。

S503：根据车辆在多个时刻的瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的稳态附着系数和稳态附着系数的置信度。

在本实施例中，车辆可以根据车辆在多个时刻的瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的稳态附着系数和稳态附着系数的置信度。其中，多个时刻包括多个历史时刻和当前时刻。

首先，车辆可以根据多个瞬时附着系数、以及每个瞬时附着系数的权重系数，确定平均瞬时附着系数。

示例性地，车辆可以基于下述公式，根据多个瞬时附着系数、以及每个瞬时附着系数的权重系数，确定平均瞬时附着系数：

$$\mathrm{MueMean} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \mathrm{sWeight(t)} * \mathrm{MueUtilizedInst(t)}}{\sum_{t=1}^{n} \mathrm{sWeight(t)}}$$

其中，MueMean 表示平均附着系数。MueUtilizedInst表示瞬时附着系数。sWeight表示车辆在一个时刻的瞬时附着系数的权重系数。

然后，车辆可以根据多个瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的待选稳态附着系数、以及待选稳态附着系数的置信度。

具体地，车辆可以比较激活干预时长和第一时长以及第二时长。其中，第二时长大于第一时长。

若激活干预时长大于或等于第一时长、且小于第二时长，则车辆可以根据多个瞬时附着系数和平均瞬时附着系数，确定瞬时附着系数标准差。

示例性地，车辆可以基于下述公式，根据多个瞬时附着系数和平均瞬时附着系数，确定瞬时附着系数标准差：

$$\mathrm{MueStd} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n} \mathrm{sWeight(t)} * \mathrm{MueUtilizedInst(t)}^2}{\sum_{t=1}^{n} \mathrm{sWeight(t)}} - \left(\frac{\sum_{t=1}^{n} \mathrm{sWeight(t)} * \mathrm{MueUtilizedInst(t)}}{\sum_{t=1}^{n} \mathrm{sWeight(t)}}\right)^2}$$

其中，MueStd表示瞬时附着系数标准差。MueUtilizedInst表示瞬时附着系数。sWeight表示车辆在一个时刻的瞬时附着系数的权重系数。

车辆可以在确定瞬时附着系数标准差后，确定是否平均瞬时附着系数大于或等于预设平均瞬时附着系数，或者瞬时附着系数标准差小于或等于预设附着系数标准差。若是，则车辆将平均瞬时附着系数和当前时刻的瞬时附着

系数的最大值，确定为待选稳态附着系数，以及确定置信度为第一稳态置信度。若否，则车辆可以确定待选稳态附着系数为 0，以及确定置信度为 0。

若激活干预时长大于或等于第二时长，则车辆可以根据当前时刻的瞬时附着系数、平均瞬时附着系数、以及预设附着系数，确定待选稳态附着系数和置信度。

示例性地，车辆可以采用下述公式，确定待选稳态附着系数。

$$\begin{aligned}\text{MueFromStabCtrl} &= \text{MueMean} + \max(\min((\text{MueUtilizedInst} - \text{MueMean}), \text{Ratelimit}), \\ &\quad -\text{Ratelimit})\end{aligned}$$

其中，MueFromStabCtrl表示待选稳态附着系数。MueUtilizedInst表示当前时刻的瞬时附着系数。MueMean表示平均瞬时附着系数。Ratelimit表示预设附着系数。

另外，车辆可以确定置信度为第二稳态置信度。其中，第二稳态置信度大于 0。

最后，车辆可以根据平均瞬时附着系数、待选稳态附着系数和置信度，确定稳态附着系数。

具体地，车辆可以确定是否待选稳态附着系数在第一取值范围内、置信度在第二取值范围内、以及平均瞬时附着系数在第三取值范围内。举例来说，第一取值范围可以为 0.7 至 1，第二取值范围可以为 0 至 1，第三取值范围可以为 0.2 至 1。

若是，则车辆确定调整步长。车辆在确定车调整步长后，可以将待选稳态附着系数和调整步长之和，确定为稳态附着系数。若否，则车辆直接将待选稳态附着系数，确定为稳态附着系数。

本实施例的有益效果：车辆获取车辆在多个时刻的瞬时附着系数，多个时刻包括多个历史时刻和当前时刻；获取车辆的稳定性控制系统的激活干预时长；根据多个瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的稳态附着系数。本申请的方法，使得确定的车辆在当前时刻的稳态附着系数，与车辆在当前时刻的实际情况相匹配，进而提高了确定附着系数的准确率。

下面通过方法实施例五，对车辆确定动态附着系数及置信度的过程，进行说明。

图 6 为本申请实施例提供的一种附着系数的确定方法实施例五的流程示意图。参见图 6，该方法具体包括以下步骤：

S601：根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数。

在本实施例中，根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数。

S602：确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子。

在本实施例中，车辆可以确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子。

在车辆确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子的过程中：

车辆可以采用如下公式，确定每个车轮的滑移率误差：

$$\mathrm{SlipError(k)} = \mathrm{Slip(k)} - \frac{\mathrm{Fxnorm(k)}}{\mathrm{LongStfns(k)}}$$

其中，SlipError(k)为滑移率误差，Slip(k)为根据车轮滚动速度和线速度计算的滑移率；LongStfns(k)为车轮纵向刚度；Fxnorm(k)为标称化的车轮纵向力；k取值为1，2，3，4，依次代表左前轮，右前轮，左后轮，右后轮。

车辆可以采用如下公式，确定车辆的左侧车轮的左侧滑移率方差和左侧滑移率变化率方差，以及右侧车轮的右侧滑移率方差和右侧滑移率变化率方差：

$$\mathrm{SlipVarianceLeft} = \mathrm{SlipError(1)}^2 + \mathrm{SlipError(3)}^2$$

$$\mathrm{SlipVarianceRight} = \mathrm{SlipError(2)}^2 + \mathrm{SlipError(4)}^2$$

$$\mathrm{SlipDotVarianceLeft} = \left(\frac{\mathrm{dSlipError(1)}}{\mathrm{dt}}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{dSlipError(3)}}{\mathrm{dt}}\right)^2$$

$$\mathrm{SlipDotVarianceRight} = \left(\frac{\mathrm{dSlipError(2)}}{\mathrm{dt}}\right)^2 + \left(\frac{\mathrm{dSlipError(4)}}{\mathrm{dt}}\right)^2$$

其中，SlipError(1)为左前车轮的滑移率误差，SlipError(2)为右前车轮的滑移率误差，SlipError(3)为左后车轮的滑移率误差，SlipError(4)为右后车轮的滑移率误差，SlipVarianceLeft为左侧车轮的左侧滑移率方差，SlipDotVarianceLeft为左侧车轮的左侧滑移率变化率方差，SlipVarianceRight为右侧车轮的右侧滑移率方差，SlipDotVarianceRight为右侧车轮的右侧滑移率变化率方差。

车辆可以确定车辆的纵向修正因子和横向修正因子。

具体地，车辆可以根据左侧滑移率变化率方差、右侧滑移率变化率方差、

车轮转向角、纵向力（轮胎纵向力）、轮加速度、侧向加速度、横摆角速度、纵向车速、以及惯性测量单元传感器检测的加速度，确定修正系数。车辆可以根据修正系数、横摆角速度、纵向车速、以及惯性测量单元传感器检测的加速度，确定纵向修正因子。车辆可以根据修正系数、侧向加速度、以及纵向力，确定横向修正因子。

车辆可以采用如下公式，确定纵向稳定性因子：

$$\mathrm{SlipVariance} = \max\left(\mathrm{SlipVarianceLeft}，\ \mathrm{SlipVarianceRight}\right)$$

$$\mathrm{SlipDotVariance} = \max\left(\mathrm{SlipDotVarianceLeft}，\ \mathrm{SlipDotVarianceRight}\right)$$

$$\mathrm{indInst}(1) = \mathrm{ScaleLongitudinal} * \max\left(\frac{\mathrm{SlipVariance}}{\mathrm{threshold1}}，\ \frac{\mathrm{SlipDotVariance}}{\mathrm{threshold2}}\right)$$

其中，indInst(1) 为纵向稳定性因子，SlipVarianceLeft 为左侧车轮的左侧滑移率方差，SlipDotVarianceLeft 为左侧车轮的左侧滑移率变化率方差，SlipVarianceRight为右侧车轮的右侧滑移率方差，SlipDotVarianceRight 为右侧车轮的右侧滑移率变化率方差，threshold1为第七标定参数，threshold2为第八标定参数，ScaleLongitudinal为纵向修正因子。

车辆可以采用如下公式，确定横向稳定性因子：

$$\mathrm{indInst}(2) = \mathrm{ScaleLateral} * \sqrt{\mathrm{d1}^2 + \mathrm{d2}^2 + \mathrm{d3}^2}$$

其中，indInst(2) 为横向稳定性因子，ScaleLateral为横向修正因子，d1为侧向力偏移量，d2为横摆角速度偏移量，d3为侧倾角速度偏移量。

S603：根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度、以及车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二动态置信度。

在本实施例中，车辆可以根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度。

在确定第一动态附着系数和第一动态置信度的实现方式中：

车辆可以获取车辆的传感器状态和车速（纵向），传感器状态为有效状态或者失效状态。

车辆可以在确定传感器状态为失效状态，和/或车速小于预设阈值的情况下，确定车辆不满足高附着估算条件。车辆可以直接确定第一动态附着系数为车辆在上一时刻的动态附着系数，并确定第一动态置信度为 0。

车辆在确定传感器状态为有效状态，且车速大于或等于预设阈值的情况下，确定满足高附着估算条件。

车辆可以在确定纵向稳定性因子和/或横向稳定性因子大于第一因子，且瞬时附着系数大于第一系数的情况下，将瞬时附着系数确定为第一动态附着系数，并确定第一动态置信度为 1。另外，车辆可以在确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子皆小于第二因子，瞬时附着系数大于第二系数、且瞬时附着系数大于第二系数的持续时长大于或等于预设时长的情况下，确定第一动态附着系数为预设动态附着系数，并确定第一动态置信度为预设置信度。

需要说明的是，第一因子大于第二因子，第一系数大于第二系数。示例性地，第一因子可以为 1，第一系数可以为 0.65 至 0.9 之间的任一数值。第二因子可以为 0.6，第二系数可以为 0.5 至 0.65 之间的任一数值，预设时长可以为 100ms 至 300ms 之间的任一数值，预设动态附着系数可以为 0.75 至 1 之间的任一数值，预设置信度可以为 0.5 至 0.8 之间的任一数值。

在本实施例中，车辆可以根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二置信度。

在确定第二动态附着系数和第二动态置信度的实现过程中：

在一种实现方式中，车辆可以确定车辆是否激活稳定性控制系统。若车辆激活稳定性控制系统，则车辆将车辆在上一时刻的动态附着系数确定为第二动态附着系数，以及将车辆在上一时刻的置信度确定为第二动态置信度。若车辆未激活稳定性控制系统，则车辆可以将车辆在上一时刻的动态附着系数确定为第二动态附着系数，以及确定第二动态置信度为 0。

在一种实现方式中，车辆可以确定车辆是否满足多个条件。若车辆满足多个条件，则将车辆在上一时刻的动态附着系数确定为第二动态附着系数，并将车辆在上一时刻的置信度确定为第二动态置信度。若车辆不满足多个条件中的至少一个条件，则将车辆在上一时刻的动态附着系数确定为第二动态附着系数，并确定第二动态置信度为 0。

其中，多个条件包括：

瞬时附着系数大于第三系数；示例性地，第三系数可以为 0 至 0.35 之间的任一数值。

纵向稳定性因子和横向稳定性因子皆大于 1；

车速（纵向车速）大于预设速度；示例性地，预设速度可以为 5kph 至 10kph 之间的任一数值，其中，kph 指的是千米/小时；

行驶方向为前向（档位为前进档）。

S604：根据第一动态附着系数、第一动态置信度、第二动态附着系数、以及第二动态置信度，确定车辆的动态附着系数和动态附着系数的置信度。

在本实施例中，车辆可以根据第一动态附着系数、第一动态置信度、第二动态附着系数、以及第二动态置信度，确定车辆的动态附着系数。

具体地，车辆可以比较第一动态置信度和第二动态置信度。

若第一动态置信度大于或等于第二动态置信度，则车辆确定动态附着系数为第一动态附着系数。另外，车辆还可以确定动态附着系数的置信度为第一动态置信度。

若第一动态置信度小于第二动态置信度，则车辆确定动态附着系数为第二动态附着系数。另外，车辆还可以确定动态附着系数的置信度为第二动态置信度。

本实施例的有益效果：车辆可以根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度、以及车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二动态置信度。车辆可以根据第一动态附着系数、第一动态置信度、第二动态附着系数、以及第二动态置信度，进行附着系数的融合处理，以获取车辆的动态附着系数。通过上述方式，能够准确地确定出动态附着系数，提高了确定车辆的动态附着系数的准确率，进而提高了车辆在驾驶工况下的控制能力，提高了乘车人员的安全性。

下述为本申请装置实施例，可以用于执行本申请方法实施例。对于本申请装置实施例中未披露的细节，请参照本申请方法实施例。

图 7 为本申请实施例提供的附着系数的确定装置的结构示意图。如图 7 所示，附着系数的确定装置 70 包括获取模块 71、处理模块 72 以及融合模块 73。其中，

获取模块 71，用于获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据；

处理模块 72，用于根据传感器数据，确定车辆的行驶信息，行驶信息包括如下至少一种：滑移率、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直

载荷、前轴侧向力和齿条力；

处理模块 72，还用于根据行驶信息，或者传感器数据和行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数；

融合模块 73，用于根据至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定车辆的目标附着系数、以及目标附着系数的置信度。

本申请实施例提供的附着系数的确定装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、以及每个车轮的轮胎纵向力；参考附着系数包括纵向附着系数；

处理模块 72，具体用于：

根据每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、每个车轮的轮胎纵向力、以及获取的多个场景附着系数，确定每个车轮的纵向附着系数；

根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度；

根据第一纵向附着系数、第一纵向置信度、第二纵向附着系数、以及第二纵向置信度，确定车辆的纵向附着系数和纵向附着系数的置信度。

本申请实施例提供的附着系数的确定装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

在一种实现方式中，传感器数据包括车速，行驶信息包括车辆在多个时刻的多个前轴侧向力和多个齿条力；参考附着系数包括横向附着系数；

处理模块 72，具体用于：

根据多个前轴侧向力，确定第一统计信息；

根据多个前轴侧向力和多个齿条力，确定第二统计信息；

通过最小二乘法对第一统计信息和第二统计信息进行拟合处理，得到横向附着系数；

根据车速、横向附着系数和/或当前时刻的前轴侧向力，确定至少一个影响因子；多个时刻包括当前时刻；

根据至少一个影响因子，确定横向附着系数的置信度。

本申请实施例提供的附着系数的确定装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，传感器数据包括加速度；参考附着系数包括稳态附着系数；

处理模块 72，具体用于：

根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

获取车辆的稳定性控制系统的激活干预时长；

根据车辆在多个时刻的瞬时附着系数和激活干预时长，确定车辆在当前时刻的稳态附着系数和稳态附着系数的置信度；多个时刻包括多个历史时刻和当前时刻。

本申请实施例提供的附着系数的确定装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

在一种实现方式中，行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，传感器数据包括加速度；参考附着系数包括动态附着系数；

处理模块 72，具体用于：

根据加速度和每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子；

根据瞬时附着系数、纵向稳定性因子和横向稳定性因子，确定车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度、以及车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二动态置信度；

根据第一动态附着系数、第一动态置信度、第二动态附着系数、以及第二动态置信度，确定车辆的动态附着系数和动态附着系数的置信度。

本申请实施例提供的附着系数的确定装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

在一种实现方式中，传感器数据包括轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮

加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度；行驶信息包括轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷以及纵向刚度；

处理模块 72，具体用于：

基于三自由度模型，根据轮胎驱动力、车辆质量、轮速、轮加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度，确定每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷；

根据每个车轮在多个时刻的多个轮胎纵向力和多个滑移率，利用最小二乘法，确定纵向刚度。

本申请实施例提供的附着系数的确定装置可以执行上述方法实施例所示的技术方案，其实现原理以及有益效果类似，此处不再进行赘述。

图 8 为本申请实施例提供的一种车辆的结构图。如图 8 所示，该车辆 80 包括处理器 81 和存储器 82。其中，处理器 81 与存储器 82 通信连接，存储器 82 设置为存储计算机执行指令；处理器 81 设置为经由执行存储器 82 存储的计算机执行指令来执行前述任一方法实施例中的技术方案。

可选的，存储器 82 既可以是独立的，也可以跟处理器 81 集成在一起。可选的，当存储器 82 是独立于处理器 81 之外的器件时，车辆 80 还可以包括：总线，设置为将上述器件连接起来。

该车辆设置为执行前述任一方法实施例中的技术方案，其实现原理和技术效果类似，在此不再赘述。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，计算机执行指令被处理器执行时设置为实现前述任一方法实施例提供的技术方案。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，计算机程序被处理器执行时设置为实现前述方法实施例提供的技术方案。

本领域普通技术人员可以理解上述方法中的全部或部分步骤可通过程序来指令相关硬件（例如处理器）完成，所述程序可以存储于计算机可读存储介质中，如只读存储器、磁盘或光盘等。可选地，上述实施例的全部或部分步骤也可以使用一个或多个集成电路来实现。相应地，上述实施例中的每模块/单元可以采用硬件的形式实现，例如通过集成电路来实现其相应功能，也可以采用软件功能模块的形式实现，例如通过处理器执行存储于存储器中的

程序/指令来实现其相应功能。本申请不限制于任何特定形式的硬件和软件的结合。

最后应说明的是：以上每个实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述每个实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述每个实施例所记载的技术方案进行修改，或对其中部分或全部技术特征进行等同替换；而这些修改或替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请每个实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种附着系数的确定方法，包括：

获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据；

根据所述传感器数据，确定所述车辆的行驶信息，所述行驶信息包括如下至少一种：滑移率、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷、前轴侧向力和齿条力；

根据所述行驶信息，或者所述传感器数据和所述行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；所述至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数；

根据所述至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定所述车辆的目标附着系数、以及所述目标附着系数的置信度。

2、如权利要求 1 所述的方法，所述行驶信息包括每个车轮的滑移率、每个车轮的纵向刚度、以及每个车轮的轮胎纵向力；所述参考附着系数包括所述纵向附着系数；

其中：

根据所述每个车轮的滑移率、所述每个车轮的纵向刚度、所述每个车轮的轮胎纵向力、以及获取的多个场景附着系数，确定每个车轮的纵向附着系数；

根据多个车轮的纵向附着系数，确定车辆在低附着状态下的第一纵向附着系数和第一纵向置信度、以及所述车辆在高附着状态下的第二纵向附着系数和第二纵向置信度；

根据所述第一纵向附着系数、所述第一纵向置信度、所述第二纵向附着系数、以及所述第二纵向置信度，确定所述车辆的纵向附着系数和所述纵向附着系数的置信度。

3、如权利要求 1 所述的方法，所述传感器数据包括车速，所述行驶信息包括所述车辆在多个时刻的多个前轴侧向力和多个齿条力；所述参考附着系数包括所述横向附着系数；

其中：

根据所述多个前轴侧向力，确定第一统计信息；

根据所述多个前轴侧向力和所述多个齿条力，确定第二统计信息；

通过最小二乘法对所述第一统计信息和所述第二统计信息进行拟合处理，得到所述横向附着系数；

根据所述车速、所述横向附着系数和/或当前时刻的前轴侧向力，确定至少一个影响因子；所述多个时刻包括所述当前时刻；

根据至少一个影响因子，确定所述横向附着系数的置信度。

4、如权利要求 1 所述的方法，所述行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，所述传感器数据包括加速度；所述参考附着系数包括所述稳态附着系数；

其中：

根据所述加速度和所述每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

获取所述车辆的稳定性控制系统的激活干预时长；

根据所述车辆在多个时刻的瞬时附着系数和所述激活干预时长，确定所述车辆在当前时刻的稳态附着系数和所述稳态附着系数的置信度；所述多个时刻包括多个历史时刻和所述当前时刻。

5、如权利要求 1 所述的方法，所述行驶信息包括每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，所述传感器数据包括加速度；所述参考附着系数包括所述动态附着系数；

其中：

根据所述加速度和所述每个车轮对应的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷，确定瞬时附着系数；

确定纵向稳定性因子和横向稳定性因子；

根据所述瞬时附着系数、所述纵向稳定性因子和所述横向稳定性因子，确定所述车辆在高附着状态下的第一动态附着系数和第一动态置信度、以及所述车辆在低附着状态下的第二动态附着系数和第二动态置信度；

根据所述第一动态附着系数、所述第一动态置信度、所述第二动态附着系数、以及所述第二动态置信度，确定所述车辆的动态附着系数和所述动态附着系数的置信度。

6、如权利要求 1-5 任一项所述的方法，所述传感器数据包括轮胎驱动力、

车辆质量、轮速、轮加速度、轮转角、坡度、纵向加速度以及侧向加速度；所述行驶信息包括所述轮胎纵向力、所述轮胎侧向力、所述轮胎垂直载荷以及所述纵向刚度；

其中：

基于三自由度模型，根据所述轮胎驱动力、所述车辆质量、所述轮速、所述轮加速度、所述轮转角、所述坡度、所述纵向加速度以及所述侧向加速度，确定每个车轮的轮胎纵向力、轮胎侧向力以及轮胎垂直载荷；

根据每个车轮在多个时刻的多个轮胎纵向力和多个滑移率，利用最小二乘法，确定所述纵向刚度。

7、一种附着系数的确定装置，包括：

获取模块，用于获取车辆的至少一个传感器采集的传感器数据；

处理模块，用于根据所述传感器数据，确定所述车辆的行驶信息，所述行驶信息包括如下至少一种：滑移率、纵向刚度、轮胎纵向力、轮胎侧向力、轮胎垂直载荷、前轴侧向力和齿条力；

所述处理模块，还用于根据所述行驶信息，或者所述传感器数据和所述行驶信息，确定至少一个参考附着系数、以及每个参考附着系数的置信度；所述至少一个参考附着系数包括如下至少一种：稳态附着系数、动态附着系数、纵向附着系数和横向附着系数；

融合模块，用于根据所述至少一个参考附着系数、每个参考附着系数的置信度，确定所述车辆的目标附着系数、以及所述目标附着系数的置信度。

8、一种车辆，包括：

处理器，以及与所述处理器通信连接的存储器；

所述存储器，设置为存储计算机执行指令；

所述处理器，设置为执行所述存储器存储的计算机执行指令，以实现权利要求 1-6 任一项所述的附着系数的确定方法。

9、一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，所述计算机执行指令被处理器执行时设置为实现权利要求 1-6 任一项所述的附着系数的确定方法。

10、一种计算机程序产品，包括计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时，实现如权利要求 1-6 任一项所述的附着系数的确定方法。