

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/113805 A1

(51) 国际专利分类号:
B60T 8/24 (2006.01) **B60Q 9/00** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/073382

(22) 国际申请日: 2019 年 1 月 28 日 (28.01.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811463437.3 2018 年 12 月 3 日 (03.12.2018) CN

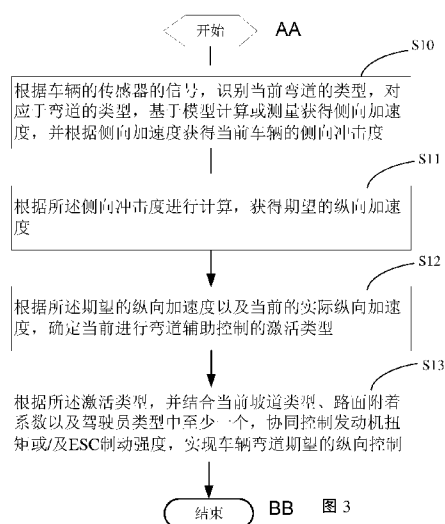
(71) 申请人: 广州汽车集团股份有限公司 (GUANGZHOU AUTOMOBILE GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省广州市越秀区东风中路 448-458 号成悦大厦 23 楼, Guangdong 510030 (CN)。

(72) 发明人: 梅兴泰 (MEI, Xingtai); 中国广东省广州市番禺区化龙镇金山大道东路 668 号, Guangdong 511434 (CN)。 邓成 (DENG, Cheng); 中国广东省广州市番禺区化龙镇金山大道东路 668 号, Guangdong 511434 (CN)。 马传帅 (MA, Chuanshuai); 中国广东省广州市番禺区化龙镇金山大道东路 668 号, Guangdong 511434 (CN)。 林长青 (LIN, Changqing); 中国广东省广州市番禺区化龙镇金山大道东路 668 号, Guangdong 511434 (CN)。 李秦 (LI, Qin); 中国广东省广州市番禺区化龙镇金山大道东路 668 号, Guangdong 511434 (CN)。 曾奇 (ZENG, Qi); 中国广东省广州市番禺区化龙镇金山大道东路 668 号, Guangdong 511434 (CN)。

(74) 代理人: 深圳汇智容达专利商标事务所 (普通合伙) (SHENZHEN RONDA PATENT AND

(54) Title: SELF-ADAPTIVE VEHICLE ROAD-CURVE AUXILIARY CONTROL METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTER DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质



AA Start
BB End
S10 According to a signal from a sensor of a vehicle, identify the type of current road curve, obtain, corresponding to the type of road curve, a lateral acceleration by means of calculation based on a model or by means of measurement, and obtain a lateral impact strength of the current vehicle according to the lateral acceleration
S11 Carry out calculation according to the lateral impact strength to obtain an expected longitudinal acceleration
S12 According to the expected longitudinal acceleration and a current actual longitudinal acceleration, determine an activation type for currently carrying out road-curve auxiliary control
S13 According to the activation type and in conjunction with at least one of the type of current ramp, a road surface attachment coefficient and the type of driver, cooperatively control an engine torque or/and an ESC braking intensity, so as to realize expected longitudinal control over the vehicle in the road curve

(57) Abstract: Disclosed are a self-adaptive vehicle road-curve auxiliary control method and apparatus, and a computer device and a storage medium. The method comprises: step S10, according to a signal from a sensor of a vehicle, identifying the type of current road curve, and obtaining, corresponding to the type of road curve, a lateral impact strength of the current vehicle according to a lateral acceleration; step S11, carrying out calculation according to the lateral impact strength to obtain an expected longitudinal acceleration; step S12, according to the expected longitudinal acceleration and a current actual longitudinal acceleration, determining an activation type for currently carrying out road-curve auxiliary control; and step S13, according to the activation type, cooperatively controlling an engine torque or/and an ESC braking intensity, so as to realize expected longitudinal control over the vehicle in the road curve.

TRADEMARK LAW OFFICE); 中国广东省深圳市福田区深南中路求是大厦东座2709-2711, Guangdong 518040 (CN)。

- (81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 一 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

By means of the method, longitudinal auxiliary control over a vehicle can be carried out on the premise of unawareness of the driver, thereby improving the dynamic performance of the vehicle during turning.

(57) 摘要: 一种自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质, 其中该方法包括: 步骤S10, 根据车辆的传感器的信号, 识别当前弯道的类型, 对应于所述弯道的类型, 根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度; 步骤S11, 根据所述侧向冲击度进行计算, 获得期望的纵向加速度; 步骤S12, 根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度, 确定当前进行弯道辅助控制的激活类型; 步骤S13, 根据所述激活类型, 协同控制发动机扭矩或/及ESC制动强度, 实现车辆弯道期望的纵向控制。该方法可在驾驶员不察觉的前提下进行一定的车辆纵向辅助控制, 以改善车辆在弯转时的动态性能。

一种自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质

本申请要求于 2018 年 12 月 3 日提交中国专利局、申请号为 201811463437.3、发明名称为“一种自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质”的中国专利申请的优先权，上述专利的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及车辆控制技术领域，特别是涉及一种自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质。

背景技术

在车辆的操控中，弯道的性能非常重要，它与车辆的操纵性，舒适性及安全性紧密相关。而目前乘用车搭载的车身电子稳定系统（ESC）仅仅在车辆临界失稳或者已经失稳的情况下起作用，在大多数转弯工况无法改善车辆的性能。单单通过底盘调教在当前大多数车辆还没利用主动悬架的情况下很难达到较好的性能，因而利用辅助驾驶技术提高弯道时的车辆的操纵及稳定性很有必要，本田的 AHA 及马自达的 GVC 即为相关技术。通过对驱动及制动的控制，在不增加硬件情况下，改善车辆弯道性能。

但是现有的技术中的车辆弯道控制技术，存在或多或少的不足之处。例如在一些例子中所采用的车辆弯道控制技术，可以根据地图信息及人体舒适的侧向加速度确定舒适速度，再进行相应的纵向控制。它适合运用于 ACC 系统中，需要提前知道弯道信息，环境感知较为复杂；而且它是一种强干预方案，容易与驾驶员驾驶意图冲突。

而在另一些车辆弯道控制技术中，其只适合在某类的弯道中，例如以比如 U-turn（U 型弯）及 L-turn（直角转弯）时具有较高的精度，然而在蛇行、单移线等工况，其误差较大；

在另一些车辆弯道控制技术中，还存在当方向盘轻微调整也会进行减速的状况，会使控制过于敏感，从而导致用户使用不佳。

发明内容

本发明实施例所要解决的技术问题在于，提供一种自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质，其容易实现，且能根据工况和驾驶员类型选择适宜的控制参数，提高车辆过弯的辅助控制效果。

本发明的一方面，提供一种自适应车辆弯道辅助控制方法，包括如下步骤：

步骤 S10，根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

步骤 S11，根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

步骤 S12，根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

步骤 S13，根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

其中，所述步骤 S10 进一步包括：

步骤 S100，实时检测车速及方向盘信号，获取所述方向盘转角 (SWA) 和所述方向盘转角速度 (SWAR) 的第一乘积，根据所述第一乘积确定当前所处的弯道阶段，所述弯道阶段包括：入弯阶段、弯道中阶段、出弯阶段；

步骤 S101，在入弯阶段，结合测量获得的侧向加速度 (G_y)，确定弯道的类型，所述弯道类型包括：常规弯道以及特殊弯道，所述常规弯道为 U 型弯道或 L 型弯道，所述特殊弯道为蛇形弯道或移线工况；

步骤 S102，在当前弯道为常规弯道时，根据稳态转向近似模型来计算获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度；

在当前弯道为特殊弯道时，通过传感器测量获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度。

其中，所述步骤 S100 具体为：

在所述方向盘转角速度 (SWAR) 的绝对值大于或等于第一阈值时，确定所述弯道阶段为弯道中阶段或直道阶段；

在所述方向盘转角速度的绝对值小于第一阈值，且第一乘积大于零时，确定所述弯道阶段为入弯阶段；

在所述方向盘转角速度的绝对值小于第一阈值，且第一乘积小于零时，确定所述弯道阶段为出弯阶段。

其中，所述步骤 S101 具体为：

在入弯阶段，当所述测量获得的侧向加速度 (G_y) 小于等于第二阈值时，确定当前弯道类型为常规弯道；当所述测量获得的侧向加速度 (G_y) 大于第二阈值时，确定当前弯道类型为特殊弯道。

其中，所述步骤 S102 包括：

在当前弯道为常规弯道时，根据下列公式计算获得侧向加速度 (G_y)：

$$r = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta \quad (2)$$

$$A = \frac{m}{l^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right) \quad (3)$$

$$G_y \approx V \cdot r \quad (4)$$

其中， r 为横摆角速度， l 为轴距， V 为车速， δ 为前轮转角， A 为稳定性因数；

m 为汽车质量， a 为质心到前轴距离， b 为质心到后轴距离， k_1 、 k_2 分别为前后轮胎的侧偏刚度；

对所述侧向加速度 (G_y) 求导获得侧向冲击度 ($\dot{G}_y$)。

其中，所述步骤 S11 包括通过下述公式计算获得期望的纵向加速度：

$$G_x = -\text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{xy}}{1 + Ts} |\dot{G}_y| \quad (1)$$

其中， G_x 为期望的纵向加速度， G_y 为侧向加速度， $\dot{G}_y$ 为侧向冲击度， sgn 为符号函数， C_{xy} 为定义的比例因子， T 为延迟时间， s 为拉普拉斯变换标记。

其中，在当前弯道为特殊弯道时，进一步包括对所述期望的纵向加速度进行修正的步骤：

当检测到当前侧向加速度(G_y)达到最大侧向加速度($G_{y,max}$)的一半时，且检测到方向盘转角速度(SWAR)未达到峰值并处于增加过程中，则对所述计算获得的期望的纵向加速度进行调整，使其与所述侧向加速度 G_y 实现等比例的缩减。

其中，所述步骤 S12 具体包括：

在当前弯道阶段为入弯阶段时，如果方向盘转角大于第三阈值，且所述期望的纵向加速度大于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为入弯激活；

在当前弯道阶段为出弯阶段时，如果方向盘转角大于第四阈值，且所述期望的纵向加速度小于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有减速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为出弯激活；

在当前弯道阶段为弯道中阶段时，如果侧向加速度大于第五阈值，且未检测到驾驶员具有减速意图以及加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为稳态转弯激活；

其中，所述减速意图或加速意图通过车辆的油门或者主缸压力来确定。

其中，所述步骤 S13 具体为：

对于入弯激活，进一步进行坡道识别，在识别到当前坡道为下坡时，通过 ESC 制动减速来实现期望的纵向控制；在识别到当前坡道为上坡时，通过控制发动机扭矩来实现期望的纵向控制；

对于稳态转向激活，根据发动机扭矩状态及当前纵向加速度，采用反馈控制的方式，通过控制发动机扭矩或 ESC 制动以控制所述车辆匀速行驶；

对于出弯激活，根据期望纵向加速度及当前纵向加速度，对当前发动机进行增扭处理，以实现期望的纵向控制。

其中，所述步骤 S13 进一步包括：

利用轮胎滑移与车辆纵向加速度的关系来对路面附着系数进行估计，并根据所述估计出的路面附着系数，来获得与所述路面附着系统数对应的比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T ，利用所述公式一获得最新的期望的纵向加速度 G_x ；或

/及

对驾驶员风格及能力进行识别，获得与所述驾驶员风格及能力相对应的比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T ，利用所述公式一获得最新的期望的纵向加速度 G_x 。

其中，进一步包括：预先标定在各种工况、各路面附着系数、各驾驶员风格及能力所对应的入弯阶段以及出弯阶段的比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T 。

相应地，本发明的另一方面，还提供一种自适应车辆弯道辅助控制装置，所述装置包括：

预处理单元，用于根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

期望的纵向加速度获取单元，用于根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

激活类型确定单元，用于根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

纵向控制处理单元，用于根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

其中，所述装置为一独立的装置，其与车辆的电动助力转向系统、变速箱控制器、车身稳定控制系统，发动机控制器相连接；或者

所述装置集成在所述电动助力转向系统或车身稳定控制系统中。

相应地，本发明的又一方面还提供一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如下的步骤：

步骤 S10，根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

步骤 S11，根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

步骤 S12，根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确

定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

步骤 S13，根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

相应地，本发明的又一方面还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如下的步骤；

步骤 S10，根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

步骤 S11，根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

步骤 S12，根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

步骤 S13，根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

实施本发明实施例，具有如下有益效果：

综上，实施本发明的实施例，具有如下的有益效果：

本发明提供的自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质，可以根据车辆的现有传感器，根据方向盘、油门及制动踏板来分析驾驶员操纵意图，在弯道过程中根据车辆的侧向信号施加一定的纵向控制，从而改善车辆的过弯性能；

本发明的实施例通过基于模型及测量的侧向加速度，有效解决侧向冲击度波动过大问题；可对行驶工况（弯道类型、坡道、路面附着系数）和驾驶员类型进行识别，并根据工况和驾驶员类型选择适宜的控制参数，保证了各个工况的控制性能。检测驾驶员的驾驶意图，实现系统介入与驾驶员操纵的良好融合，控制系统作用强度，不让驾驶员感到介入的突兀。采用基于模型的前馈控制方法，对发动机及 ESC 进行协调控制，有效缓解控制器的滞后，实现了预期的纵向加速度控制。通过以上方法，让驾驶员过弯更加轻松、舒适及安全。

在本发明的实施例中，在不增加车辆硬件及成本情况下，对车辆进行一定的弯道辅助控制，实现不同行驶工况及驾驶员过弯的自适应控制，改善车辆的过弯操纵性、舒适性及稳定性。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中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性的前提下，根据这些附图获得其他的附图仍属于本发明的范畴。

图 1 为本发明提供的自适应车辆弯道辅助控制方法的应用环境图；

图 2 为本发明涉及的自适应车辆弯道辅助装置与车辆中其他控制器的连接示意图；

图 3 为本发明提供的自适应车辆弯道辅助控制方法的一个实施例的主流程示意图；

图 4 是图 3 中步骤 S10 中涉及的普通弯道与特殊弯道的判断流程示意图；

图 5 为图 3 中步骤 S12 中对特殊弯道中的期望纵向加速度的修正示意图；

图 6 为图 3 中步骤 S12 中涉及的弯道辅助控制在入弯时介入的方向盘阈值的示意图；

图 7 为图 3 中步骤 S12 中涉及的确定弯道激活类型的流程示意图；

图 8 为本发明提供的自适应车辆弯道辅助控制装置的一个实施例的结构示意图；

图 9 为本发明提供的计算机设备的一个实施例的内部结构示意图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明作进一步地详细描述。

本申请提供的自适应车辆弯道辅助控制方法，可以应用于如图 1 所示的应用环境中。电子装置与各传感器通过总线进行通信。电子装置包括通过系统总线连接的处理器、非易失性存储介质、内存储器、输入装置。其中，电子装置的非易失性存储介质存储有操作系统，还包括一种自适应车辆弯道辅助控制装置，该电子装置的自适应车辆弯道辅助控制装置用于实现一种自适应车辆弯道辅助控制方法。该处理器用于提供计算和控制能力，支撑整个电子装置的运行。电子装置中的内存储器为非易失性存储介质中的自适应车辆弯道辅助控制装置的运行提供环境。具体的，自适应车辆弯道辅助控制装置可根据车辆的现有传感器，根据方向盘、油门及制动踏板来分析驾驶员操纵意图，在弯道过程中根据车辆的侧向信号施加一定的纵向控制，从而改善车辆的过弯性能。其中，电子装置包括但不限于各种车载终端、车身控制器等，也可以但不限于各种个人计算机、笔记本电脑、智能手机、平板电脑和便携式可穿戴设备。

例如在一个例子中，如图 2 所示，所述包含有自适应车辆弯道辅助控制装置 (AVDC) 的电子装置目前的乘用车的控制器通讯，这些乘用车的控制器可以是包括诸如电动助力转向系统 (EPS)、变速箱控制器 (TCU)、车身稳定控制系统 (ESC)、发动机控制器 (EMS)。

在现有的车辆中，一般会安装有轮速传感器，方向盘转角传感器、油门踏板位置传感器、ESC，而 ESC 中安装有传感器测量纵向及侧向加速度，并且对车速、横摆加速度进行估计。同时，可以理解的是，在其他一些例子中，所述自适应车辆动态控制装置 (AVDC) 可以集成到车辆现有控制器中，例如 ESC 或 EMS 中。

如图 3 所示，为本发明提供的一种自适应车辆弯道辅助控制方法的一个实施例的主流程示意图。在该实施例中，所述方法包括如下步骤：

步骤 S10，根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

具体的，所述车辆的传感器包括但不限于轮速传感器、方向盘转角传感器、油门踏板位置传感器、以及测量纵向及侧向加速度的传感器等；

其中，所述步骤 S10 进一步包括：

步骤 S100，通过传感器实时检测车速及方向盘信号，获取所述方向盘转角（SWA）和所述方向盘转角速度（SWAR）的第一乘积，根据所述第一乘积确定当前所处的弯道阶段，所述弯道阶段包括：入弯阶段、弯道中阶段、出弯阶段；

自适应车辆动态控制器实时检测车速及方向盘信号，判断车辆的入弯状态。弯道辅助在超过一定的侧向加速度时才进行动作，因而在车速低于一定阈值（例如车速小于 30km/h）是不启动的。弯道判断通过方向盘及其导数的乘积来实现，例如在一些例子中，当 $SWA * SWAR$ 为正为入弯（SWA 为方向盘转角，SWAR 为方向盘转角导数，后文称方向盘转角速度），为负为出弯。当 SWAR 处于一定阈值范围内认为稳定，然而方向盘刚进入稳态时，车辆的侧向加速度由于滞后仍然变化，因而入弯的判断也可以结合侧向加速度信号。

具体地，在本实施例中，如图 4 所示，在所述方向盘转角速度（SWAR）的绝对值大于或等于第一阈值时，确定所述弯道阶段为弯道中阶段或直道阶段，将入弯标志设置为 0；

在所述方向盘转角速度的绝对值小于第一阈值，且第一乘积大于零时，确定所述弯道阶段为入弯阶段，将入弯标志设置为 -1；

在所述方向盘转角速度的绝对值小于第一阈值，且第一乘积小于零时，确定所述弯道阶段为出弯阶段，将入弯标志设置为 1。

步骤 S101，在入弯阶段（即入弯标志为 -1 时），结合测量获得的侧向加速度（ G_y ），确定弯道的类型，所述弯道类型包括：常规弯道以及特殊弯道，所述常规弯道为 U 型弯道或 L 型弯道，所述特殊弯道为蛇形弯道或移线工况；

具体地，在入弯阶段，当所述测量获得的侧向加速度（ G_y ）小于等于第二阈值时，确定当前弯道类型为常规弯道；当所述测量获得的侧向加速度（ G_y ）大于第二阈值时，确定当前弯道类型为特殊弯道。

步骤 S102，在当前弯道为常规弯道时，对于 U 型弯及 L 型弯等其他较长的弯道，转弯有入弯、稳态转弯及出弯过程，基本的原则是入弯减速、稳

态转弯时车辆匀速、出弯时车辆加速。加减速的大小不能太大，以免介入时造成驾驶员不适。这里减速及加速的期望加速度也参照了侧向加速度 $\dot{G}_y$ ，然而考虑到实际 $\dot{G}_y$ 的不稳定性，采用利用方向盘转角和车速对于侧向加速度 G_y 进行估计，再求导得到侧向冲击度 $\dot{G}_y$ 。

具体地，在本实施例中：

在当前弯道为常规弯道时，根据下列公式计算获得侧向加速度 (G_y)：

$$r = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta \quad (2)$$

$$A = \frac{m}{l^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right) \quad (3)$$

$$G_y \approx V \cdot r \quad (4)$$

其中， r 为横摆角速度， l 为轴距， V 为车速， δ 为前轮转角， A 为稳定性因数；

m 为汽车质量， a 为质心到前轴距离， b 为质心到后轴距离， k_1 、 k_2 分别为前后轮胎的侧偏刚度；

对上述侧向加速度 (G_y) 求导获得侧向冲击度 ($\dot{G}_y$)。

上述计算侧向加速度的方法没有考虑转向瞬态过程的影响，对于瞬态影响不明显的转弯，例如U型弯及L型弯可以保证精度。

而在当前弯道为特殊弯道时，对移线、蛇形工况，车辆只有入弯及出弯过程。而然而对于蛇形及移线工况时，当车辆由一侧的侧倾快速转换到另一侧侧倾时，侧向加速度较大，而且在这过程中加速度也较大。而且实验证明，蛇形及移线工况下，传感器测量出的侧向加速度 G_y 及 $\dot{G}_y$ 均比较可靠，因而这里控制量采用测量的侧向加速度再进行求导。

如前文所述，通过传感器测量获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度。

可以理解的是，在获得侧向冲击度后，并且标定根据式，标定相应的控制参数。一般来讲，减速的目标加速度绝对值最大控制在0.05g以内。蛇形及普通转弯采用不同的参数，而且出弯加速的 C_{xy} 及 T 与入弯减速的值不同。

不同速度下，车辆响应有差别，参数 C_{xy} 及 T 随车速变化，可以达到更好的控制效果。

步骤 S11，根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

具体地，所述步骤 S11 包括通过下述公式计算获得期望的纵向加速度：

$$G_x = -\text{sgn}(G_y \cdot \mathcal{G}_y) \frac{C_{xy}}{1+Ts} |\mathcal{G}_y| \quad (1)$$

其中， G_x 为期望的纵向加速度， G_y 为侧向加速度， $\mathcal{G}_y$ 为侧向冲击度， sgn 为符号函数， C_{xy} 为定义的比例因子， T 为延迟时间， s 为拉普拉斯变换标记。

对于单移线或蛇形等工况，通过式 (1) 计算纵向加速度会出现突变的问题，如图 1 所示，单移线工况在第一次出弯与第二次入弯的切换中， $\mathcal{G}_y$ 值较大，而此时期望纵向加速度突然反向，这样造成出弯加速时又突然以较大加速度减速，文献 1 给出的方法是检测到该工况时预定的入弯减速改为加速，但这样增大不足转向，而且入弯时加速容易造成驾驶员恐慌。这里采用的方法是进行出弯时期望加速度不仅仅基于 $\mathcal{G}_y$ ，需要对 $\mathcal{G}_y$ 进行修正。

其中，在当前弯道为特殊弯道时，进一步包括对所述期望的纵向加速度进行修正的步骤：

当检测到当前侧向加速度 (G_y) 达到最大侧向加速度 ($G_{y,\max}$) 的一半时，且检测到方向盘转角速度 (SWAR) 未达到峰值并处于增加过程中，则对所述计算获得的期望的纵向加速度进行调整，使其与所述侧向加速度 G_y 实现等比例的缩减。如图 5 所示，即示出了一种对期望的纵向加速度进行修正的示意图。经过修正，可以有效减少冲击。

步骤 S12，根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

确定期望加速度后，需要确定弯道辅助控制何时激活。这里利用公式 (2) - (4)，并且考虑到方向盘转角与前轮转角传动比，估计的侧向加速度达到 1m/s^2 时的方向盘阈值作为激活条件，如图 6 示，从中可以看出，在车速度越高时，方向盘阈值越低。

具体地，在本实施例中，所述步骤 S12 具体包括：

在当前弯道阶段为入弯阶段时（即入弯标记为-1），如果方向盘转角（SWA）大于第三阈值，且所述期望的纵向加速度大于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为入弯激活；

在当前弯道阶段为出弯阶段时，如果方向盘转角大于第四阈值，且所述期望的纵向加速度小于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有减速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为出弯激活；

在当前弯道阶段为弯道中阶段时，如果侧向加速度大于第五阈值，且未检测到驾驶员具有减速意图以及加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为稳态转弯激活；

其中，所述减速意图或加速意图通过车辆的油门或者主缸压力来确定。例如，在本实施例中，判断减速意图的方法可以为：若此时检测到驾驶员突然收油门，或者主缸压力到达一定阈值，说明驾驶员有减速意图。

步骤 S13，根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

在本实施例中，所述步骤 S13 具体为：

对于入弯激活，进一步进行坡道识别，在识别到当前坡道为下坡时，通过 ESC 制动减速来实现期望的纵向控制；在识别到当前坡道为上坡时，通过控制发动机扭矩来实现期望的纵向控制；

更加具体地，在本实施例中，对于入弯减速激活，需要根据期望减速度的大小，确定采用发动机降扭还是 ESC 制动，可以首先确定水平路面直线行驶时各车速下发动机扭矩降到最低时车辆的减速度。在弯道中，根据期望加速度大小和发动机降扭的减速能力来确定执行器的操作。发动机的控制采用开环控制，因为发动机降扭持续时间短，很难实现预期的反馈控制，只能基于模型来进行扭矩预测控制。然而该方法在坡道会引起较大偏差，一般来说，下坡时入弯发动机扭矩可能已经降到最低，此时只能通过 ESC 减速来实现。上坡时发动机扭矩较大，减速能力较强。因而采用坡道识别，采用的

方法基本原理是通过车速求导得出纵向加速度，而 ESC 测量的纵向加速度具有沿坡道的分量，通过两个纵向加速度的偏移来估计坡度。根据不同工况，采用基于模型的发动机扭矩预测控制，在减速能力超过发动机降扭时，采用 ESC 控制减速。这里的 ESC 减速控制通过电磁阀控制制动液，升高轮缸压力，推动卡钳制动，然而对于整车控制来讲，ESC 一般来自供应商，供应商提供车辆总体减速度的控制接口，如果每个轮缸压力可以独立控制，可以实现更好的转弯辅助控制效果。

对于稳态转向激活，根据发动机扭矩状态及当前纵向加速度，采用反馈控制的方式，通过控制发动机扭矩或 ESC 制动以控制所述车辆匀速行驶；

更加具体地，对于稳态转向激活，其控制目标位车辆纵向加速度为 0，采取的方法为反馈控制，根据发动机扭矩状态及当前纵向加速度，如果匀速行驶需要较大发动机扭矩，会明显增大发动机噪声，也不进行增扭。若车辆处于下坡，发动机扭矩甚至达到最低，此时对 ESC 进行制动请求以控制匀速行驶。

对于出弯激活，根据期望纵向加速度及当前纵向加速度，对当前发动机进行增扭处理，以实现期望的纵向控制。

更加具体地，对于出弯激活，因为发动机增扭比较缓慢，采用基于模型的开环控制，根据期望纵向加速度及当前纵向加速度，对当前发动机进行一定的增扭，控制增扭的大小以不引起发动机噪声明显升高，而且在增扭过程中，变速器不换挡。

其中，所述步骤 S13 进一步包括：

利用轮胎滑移与车辆纵向加速度的关系来对路面附着系数进行估计，并根据所述估计出的路面附着系数，来获得与所述路面附着系统数对应的控制参数，即比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T ，利用所述公式一获得最新的期望的纵向加速度 G_x ；或/及

对驾驶员风格及能力进行识别，获得与所述驾驶员风格及能力相对应的比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T ，利用所述公式一获得最新的期望的纵向加速度 G_x 。例如，在一些例子中，将驾驶员风格定为保守和激进，驾驶员能力定义为新手和熟练。对不同驾驶能力及风格的驾驶员，采取不同的控制参数（包

括比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T)，从而可以达到人车合一的效果，实现良好的弯道辅助性能。

可以理解的是，在本实施例中，进一步包括：通过大量的实验预先标定在各种工况、各路面附着系数、各驾驶员风格及能力所对应的入弯阶段以及出弯阶段的控制参数，即比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T 。

如图 8 所示，本发明的另一方面，还提供一种自适应车辆弯道辅助控制装置 1，所述装置包括预处理单元 10、期望的纵向加速度获取单元 11、激活类型确定单元 12 以及纵向控制处理单元 13，其中：

预处理单元 10，用于根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

期望的纵向加速度获取单元 11，用于根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

激活类型确定单元 12，用于根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

纵向控制处理单元 13，用于根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

其中，在一个例子中，所述装置 1 集成于一个独立的装置（如车载终端或车载控制器中），其与车辆的电动助力转向系统、变速箱控制器、车身稳定控制系统，发动机控制器相连接；或者，在其他的例子中，所述装置 1 可以集成在现有的车载控制器中，例如集成于现有的电动助力转向系统或车身稳定控制系统中。

在其中的一个实施例，所述预处理单元 10 还可以用于实时检测车速及方向盘信号，获取所述方向盘转角（SWA）和所述方向盘转角速度（SWAR）的第一乘积，根据所述第一乘积确定当前所处的弯道阶段，所述弯道阶段包括：入弯阶段、弯道中阶段、出弯阶段；并在入弯阶段，结合测量获得的侧向加速度（ G_y ），确定弯道的类型，所述弯道类型包括：常规弯道以及特殊弯道，所述常规弯道为 U 型弯道或 L 型弯道，所述特殊弯道为蛇形弯道或

移线工况；在当前弯道为常规弯道时，根据稳态转向近似模型来计算获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度；在当前弯道为特殊弯道时，通过传感器测量获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度。

在其中的一个实施例中，所述期望的纵向加速度获取单元 11 还可以用于通过下述公式计算获得期望的纵向加速度：

$$G_x = -\operatorname{sgn}(G_y \cdot \mathcal{G}_y) \frac{C_{xy}}{1+Ts} |\mathcal{G}_y| \quad (1)$$

其中， G_x 为期望的纵向加速度， G_y 为侧向加速度， $\mathcal{G}_y$ 为侧向冲击度， sgn 为符号函数， C_{xy} 为定义的比例因子， T 为延迟时间， s 为拉普拉斯变换标记；

并在当前弯道为特殊弯道时，进一步包括对所述期望的纵向加速度进行修正。

在其中的一个实施例中，所述激活类型确定单元 12 还可以用于在当前弯道阶段为入弯阶段时，如果方向盘转角大于第三阈值，且所述期望的纵向加速度大于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为入弯激活；并在当前弯道阶段为出弯阶段时，如果方向盘转角大于第四阈值，且所述期望的纵向加速度小于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有减速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为出弯激活；并在当前弯道阶段为弯道中阶段时，如果侧向加速度大于第五阈值，且未检测到驾驶员具有减速意图以及加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为稳态转弯激活；其中，所述减速意图或加速意图通过车辆的油门或者主缸压力来确定。

在其中的一个实施例中，所述纵向控制处理单元 13 还可以用于对于入弯激活，进一步进行坡道识别，在识别到当前坡道为下坡时，通过 ESC 制动减速来实现期望的纵向控制；在识别到当前坡道为上坡时，通过控制发动机扭矩来实现期望的纵向控制；对于稳态转向激活，根据发动机扭矩状态及当前纵向加速度，采用反馈控制的方式，通过控制发动机扭矩或 ESC 制动以控制所述车辆匀速行驶；对于出弯激活，根据期望纵向加速度及当前纵向加速度，对当前发动机进行增扭处理，以实现期望的纵向控制。

可以理解的是，关于自适应车辆弯道辅助控制装置的具体限定可以参见上文中对于自适应车辆弯道辅助控制方法的限定，在此不再赘述。上述自适应车辆弯道辅助控制装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

相应地，本发明的又一方面还提供一种计算机设备，该计算机设备可以是车载终端或者车身控制器，其内部结构图可以如图9所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器、网络接口、显示屏和输入装置。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存。该非易失性存储介质存储有操作系统和计算机程序。该内存为易失性存储介质中的操作系统和计算机程序的运行提供环境。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机程序被处理器执行时以实现一种自适应车辆弯道辅助控制方法。该计算机设备的显示屏可以是液晶显示屏或者电子墨水显示屏，该计算机设备的输入装置可以是显示屏上覆盖的触摸层，也可以是计算机设备外壳上设置的按键、轨迹球或触控板，还可以是外接的键盘、触控板或鼠标等。

本领域技术人员可以理解的是，图9中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如下的步骤：

根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

相应地，本发明的又一方面还提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如下的步骤；

根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

可以理解的是，上述计算机设备以及计算机可读存储介质中涉及的各项步骤的更多细节可以参考前述对于自适应车辆弯道辅助控制方法的限定，在此不再赘述。

其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器 (ROM)、可编程 ROM (PROM)、电可编程 ROM (EPROM)、电可擦除可编程 ROM (EEPROM) 或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器 (RAM) 或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限，RAM 以多种形式可得，诸如静态 RAM (SRAM)、动态 RAM (DRAM)、同步 DRAM (SDRAM)、双数据率 SDRAM (DDRSDRAM)、增强型 SDRAM (ESDRAM)、同步链路 (Synchlink) DRAM (SLDRAM)、存储器总线 (Rambus) 直接 RAM (RDRAM)、直接存储器总线动态 RAM (DRDRAM)、以及存储器总线动态 RAM (RDRAM) 等。

综上，实施本发明的实施例，具有如下的有益效果：

本发明提供的自适应车辆弯道辅助控制方法、装置、计算机设备和存储介质，可以根据车辆的现有传感器，根据方向盘、油门及制动踏板来分析驾驶员操纵意图，在弯道过程中根据车辆的侧向信号施加一定的纵向控制，从而改善车辆的过弯性能；

本发明的实施例通过基于模型及测量的侧向加速度，有效解决侧向冲击度波动过大问题；可对行驶工况（弯道类型、坡道、路面附着系数）和驾驶员类型进行识别，并根据工况和驾驶员类型选择适宜的控制参数，保证了各个工况的控制性能。检测驾驶员的驾驶意图，实现系统介入与驾驶员操纵的良好融合，控制系统作用强度，不让驾驶员感到介入的突兀。采用基于模型的前馈控制方法，对发动机及 ESC 进行协调控制，有效缓解控制器的滞后，实现了预期的纵向加速度控制。通过以上方法，让驾驶员过弯更加轻松、舒适及安全。

在本发明的实施例中，在不增加车辆硬件及成本情况下，对车辆进行一定的弯道辅助控制，实现不同行驶工况及驾驶员过弯的自适应控制，改善车辆的过弯操纵性、舒适性及稳定性。

以上所揭露的仅为本发明一种较佳实施例而已，当然不能以此来限定本发明之权利范围，因此依本发明权利要求所作的等同变化，仍属本发明所涵盖的范围。

权 利 要 求

1、一种自适应车辆弯道辅助控制方法，其特征在于，包括如下步骤：

步骤 S10，根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

步骤 S11，根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

步骤 S12，根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

步骤 S13，根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S10 进一步包括：

步骤 S100，实时检测车速及方向盘信号，获取所述方向盘转角 (SWA) 和所述方向盘转角速度 (SWAR) 的第一乘积，根据所述第一乘积确定当前所处的弯道阶段，所述弯道阶段包括：入弯阶段、弯道中阶段、出弯阶段；

步骤 S101，在入弯阶段，结合测量获得的侧向加速度 (G_y)，确定弯道的类型，所述弯道类型包括：常规弯道以及特殊弯道，所述常规弯道为 U 型弯道或 L 型弯道，所述特殊弯道为蛇形弯道或移线工况；

步骤 S102，在当前弯道为常规弯道时，根据稳态转向近似模型来计算获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度；

在当前弯道为特殊弯道时，通过传感器测量获得侧向加速度，并根据侧向加速度获得侧向冲击度。

3、如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S100 具体为：

在所述方向盘转角速度 (SWAR) 的绝对值大于或等于第一阈值时，确定所述弯道阶段为弯道中阶段或直道阶段；

在所述方向盘转角速度的绝对值小于第一阈值，且第一乘积大于零时，

确定所述弯道阶段为入弯阶段；

在所述方向盘转角速度的绝对值小于第一阈值，且第一乘积小于零时，确定所述弯道阶段为出弯阶段。

4、如权利要求3所述的方法，其特征在于，所述步骤S101具体为：

在入弯阶段，当所述测量获得的侧向加速度(G_y)小于等于第二阈值时，确定当前弯道类型为常规弯道；当所述测量获得的侧向加速度(G_y)大于第二阈值时，确定当前弯道类型为特殊弯道。

5、如权利要求4所述的方法，其特征在于，所述步骤S102包括：

在当前弯道为常规弯道时，根据下列公式计算获得侧向加速度(G_y)：

$$r = \frac{1}{1 + AV^2} \frac{V}{l} \delta \quad (2)$$

$$A = \frac{m}{l^2} \left(\frac{a}{k_2} - \frac{b}{k_1} \right) \quad (3)$$

$$G_y \approx V \cdot r \quad (4)$$

其中， r 为横摆角速度， l 为轴距， V 为车速， δ 为前轮转角， A 为稳定性因数；

m 为汽车质量， a 为质心到前轴距离， b 为质心到后轴距离， k_1 、 k_2 分别为前后轮胎的侧偏刚度；

对所述侧向加速度(G_y)求导获得侧向冲击度($\dot{G}_y$)。

6、如权利要求5所述的方法，其特征在于，所述步骤S11包括通过下述公式计算获得期望的纵向加速度：

$$G_x = -\text{sgn}(G_y \cdot \dot{G}_y) \frac{C_{xy}}{1 + Ts} |\dot{G}_y| \quad (1)$$

其中， G_x 为期望的纵向加速度， G_y 为侧向加速度， $\dot{G}_y$ 为侧向冲击度， sgn 为符号函数， C_{xy} 为定义的比例因子， T 为延迟时间， s 为拉普拉斯变换标记。

7、如权利要求 6 所述的方法，其特征在于，在当前弯道为特殊弯道时，进一步包括对所述期望的纵向加速度进行修正的步骤：

当检测到当前侧向加速度(G_y)达到最大侧向加速度($G_{y,max}$)的一半时，且检测到方向盘转角速度(SWAR)未达到峰值并处于增加过程中，则对所述计算获得的期望的纵向加速度进行调整，使其与所述侧向加速度 G_y 实现等比例的缩减。

8、如权利要求 1 至 7 任一项所述的方法，其特征在于，所述步骤 S12 具体包括：

在当前弯道阶段为入弯阶段时，如果方向盘转角大于第三阈值，且所述期望的纵向加速度大于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为入弯激活；

在当前弯道阶段为出弯阶段时，如果方向盘转角大于第四阈值，且所述期望的纵向加速度小于当前的实际纵向加速度，以及未检测到驾驶员具有减速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为出弯激活；

在当前弯道阶段为弯道中阶段时，如果侧向加速度大于第五阈值，且未检测到驾驶员具有减速意图以及加速意图时，则触发当前进行弯道辅助控制的激活类型为稳态转弯激活；

其中，所述减速意图或加速意图通过车辆的油门或者主缸压力来确定。

9、如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S13 具体为：

对于入弯激活，进一步进行坡道识别，在识别到当前坡道为下坡时，通过 ESC 制动减速来实现期望的纵向控制；在识别到当前坡道为上坡时，通过控制发动机扭矩来实现期望的纵向控制；

对于稳态转向激活，根据发动机扭矩状态及当前纵向加速度，采用反馈控制的方式，通过控制发动机扭矩或 ESC 制动以控制所述车辆匀速行驶；

对于出弯激活，根据期望纵向加速度及当前纵向加速度，对当前发动机进行增扭处理，以实现期望的纵向控制。

10、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，所述步骤 S13 进一步包括：
利用轮胎滑移与车辆纵向加速度的关系来对路面附着系数进行估计，并根据所述估计出的路面附着系数，来获得与所述路面附着系数对应的比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T ，利用所述公式一获得最新的期望的纵向加速度 G_x ；或/及

对驾驶员风格及能力进行识别，获得与所述驾驶员风格及能力相对应的比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T ，利用所述公式一获得最新的期望的纵向加速度 G_x 。

11、如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，进一步包括：预先标定在各种工况、各路面附着系数、各驾驶员风格及能力所对应的入弯阶段以及出弯阶段的控制参数，所述控制参数包括：比例因子 C_{xy} 和延迟时间 T 。

12、一种自适应车辆弯道辅助控制装置，其特征在于，所述装置包括：
预处理单元，用于根据车辆的传感器的信号，识别当前弯道的类型，对应于所述弯道的类型，基于模型计算或测量获得侧向加速度，并根据所述侧向加速度获得当前车辆的侧向冲击度；

期望的纵向加速度获取单元，用于根据所述侧向冲击度进行计算，获得期望的纵向加速度；

激活类型确定单元，用于根据所述期望的纵向加速度以及当前的实际纵向加速度，确定当前进行弯道辅助控制的激活类型；

纵向控制处理单元，用于根据所述激活类型，并结合当前坡道类型、路面附着系数以及驾驶员类型中至少一个，协同控制发动机扭矩或/及 ESC 制动强度，实现车辆弯道期望的纵向控制。

13、如权利要求 12 所述的装置，其特征在于，所述装置为一独立的装置，其与车辆的电动助力转向系统、变速箱控制器、车身稳定控制系统，发动机控制器相连接；或者

所述装置集成在所述电动助力转向系统或车身稳定控制系统中。

14、一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 11 中任一项所述方法的步骤。

15、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法的步骤。

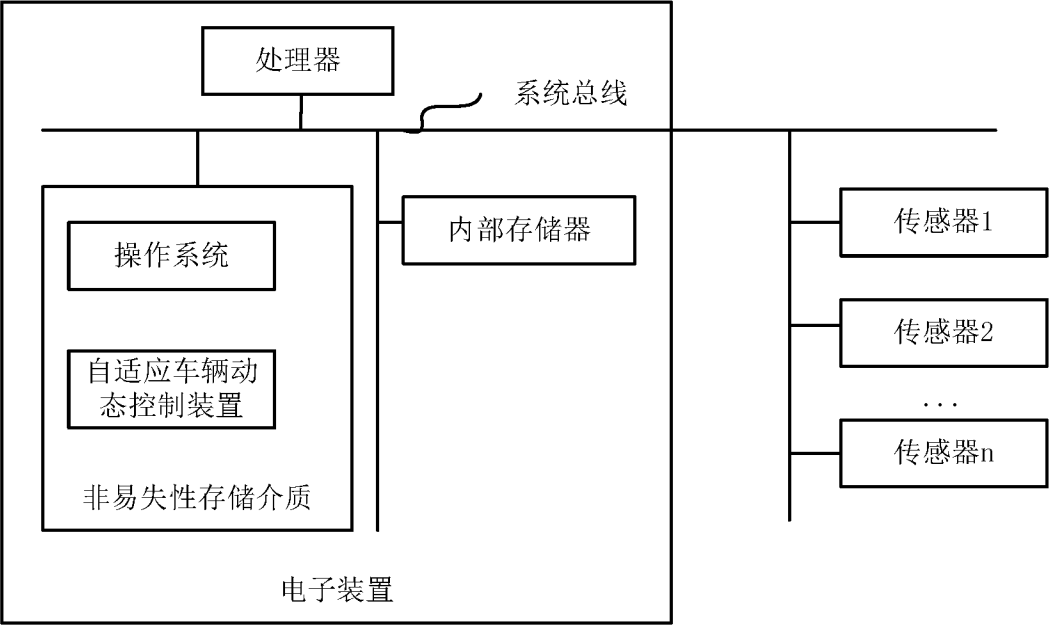


图 1

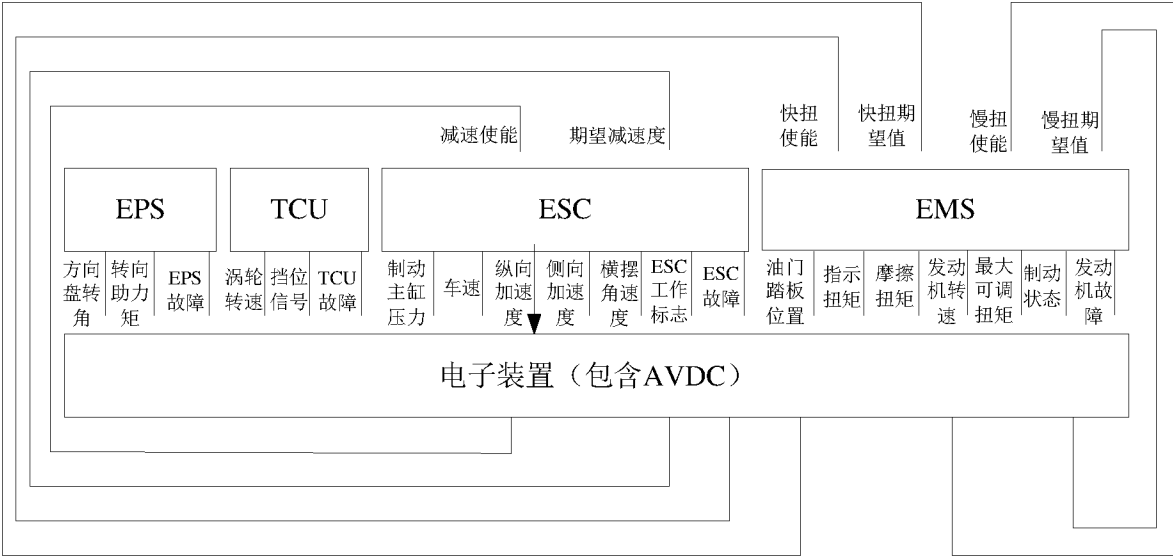


图 2

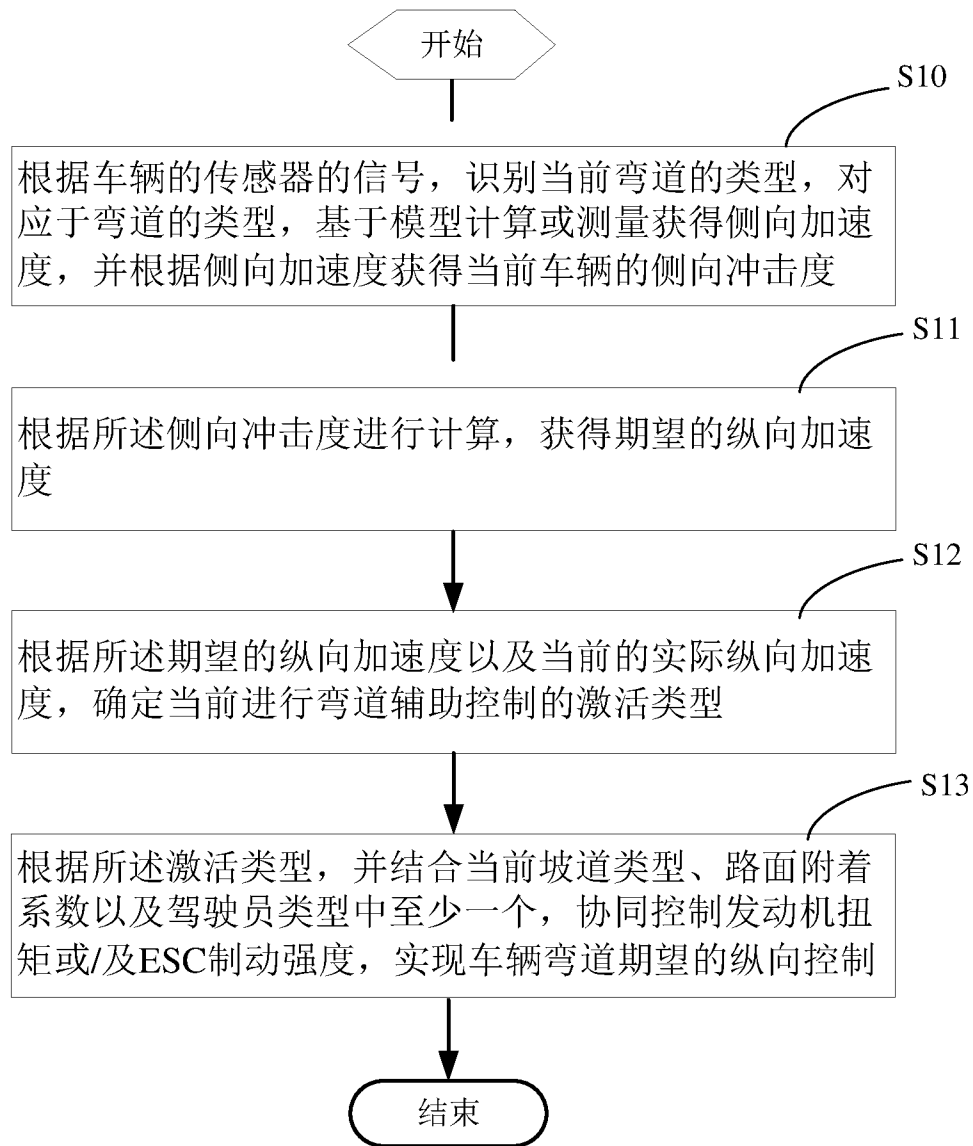


图 3

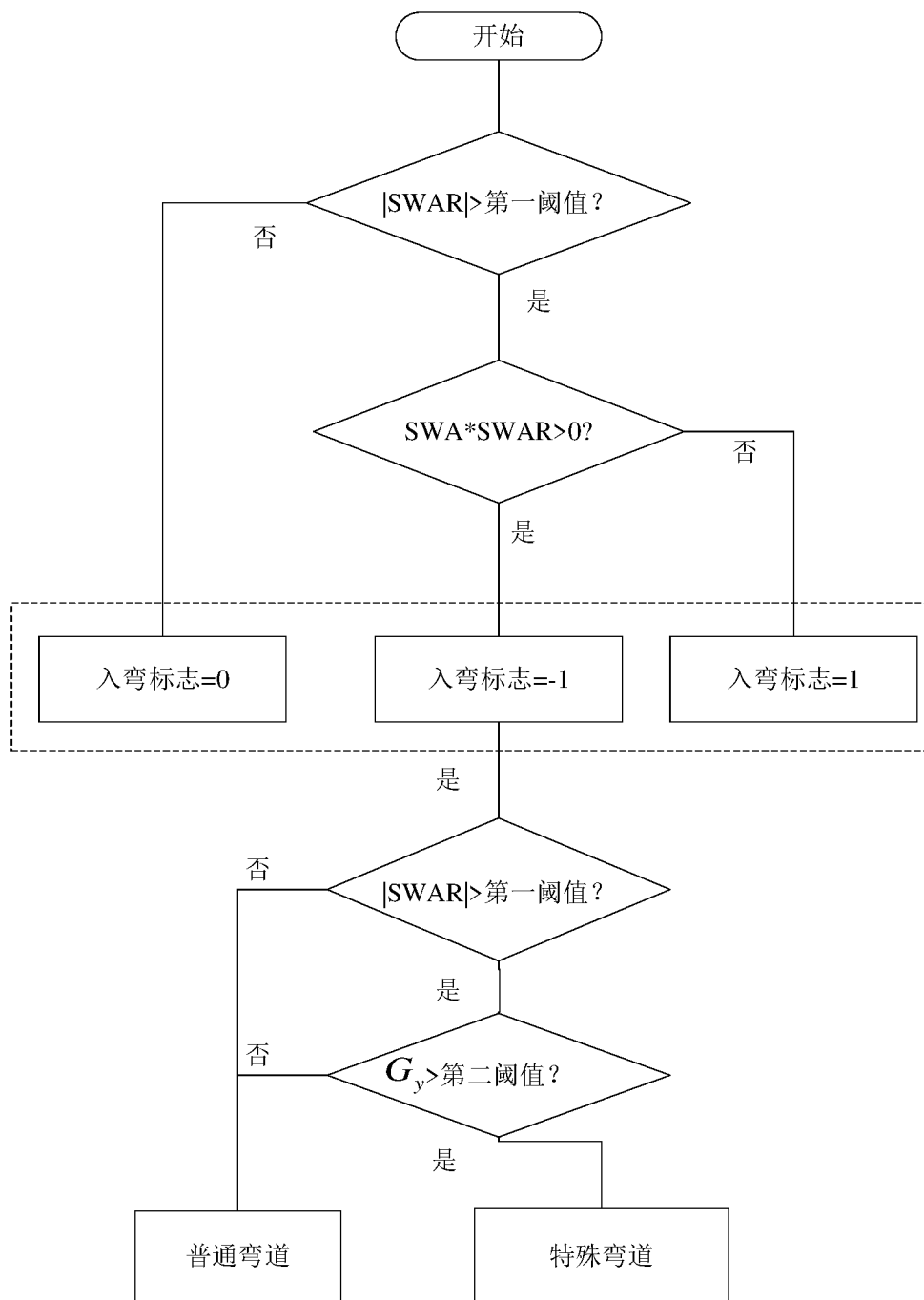


图 4

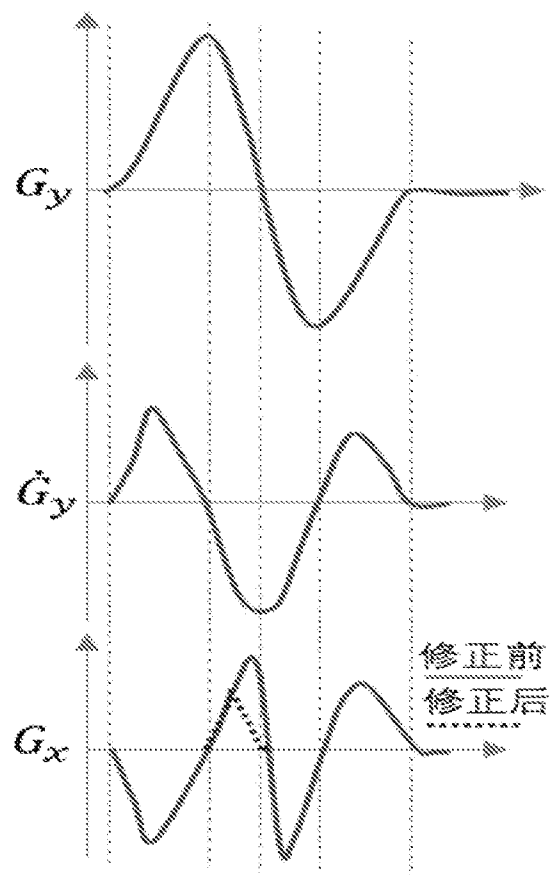


图 5

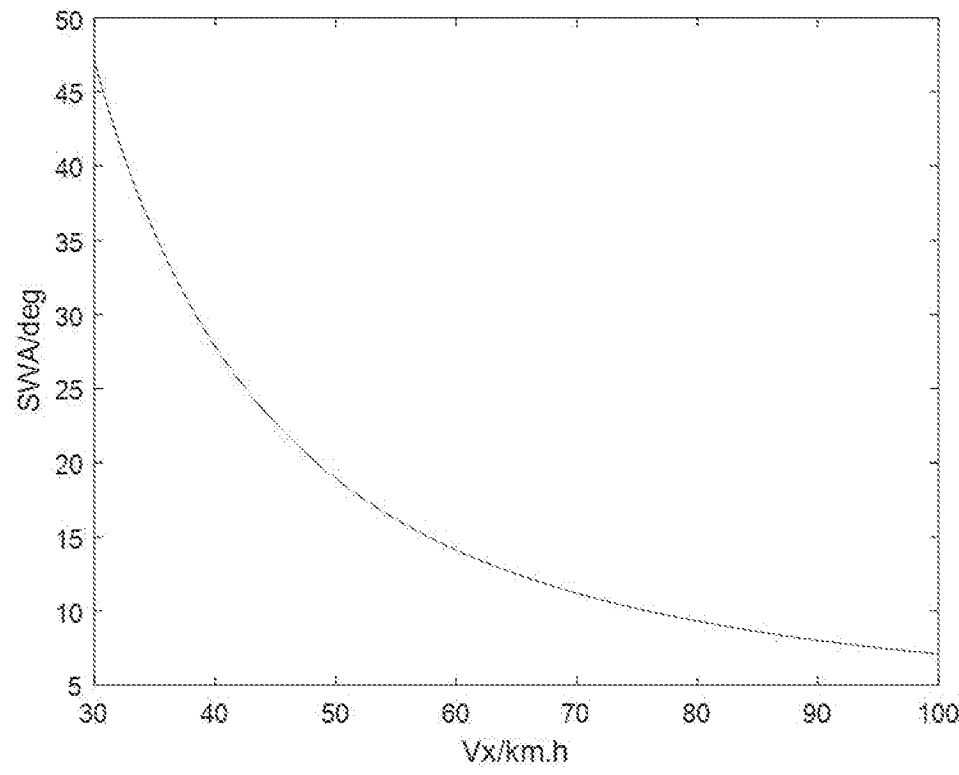


图 6

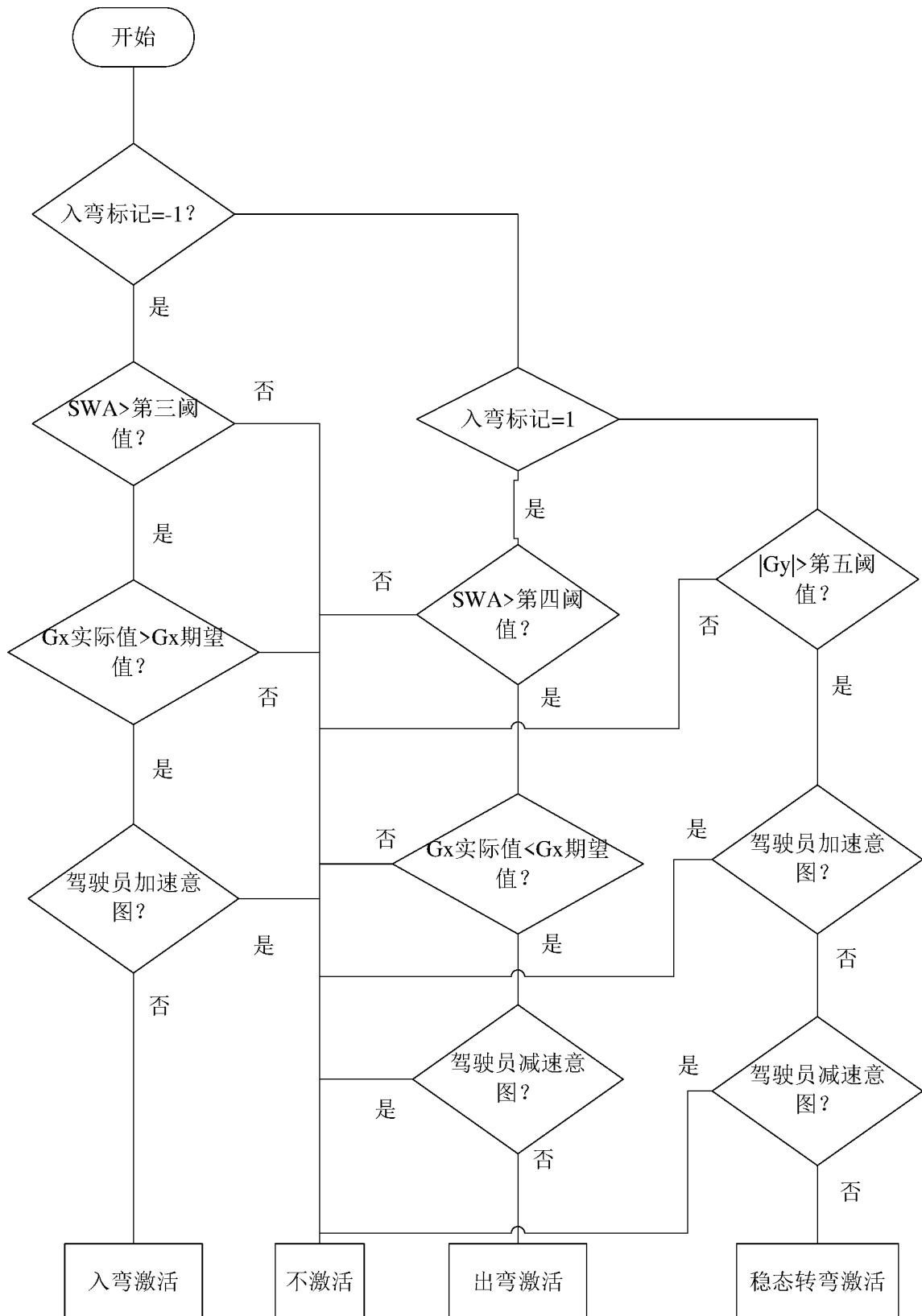


图 7

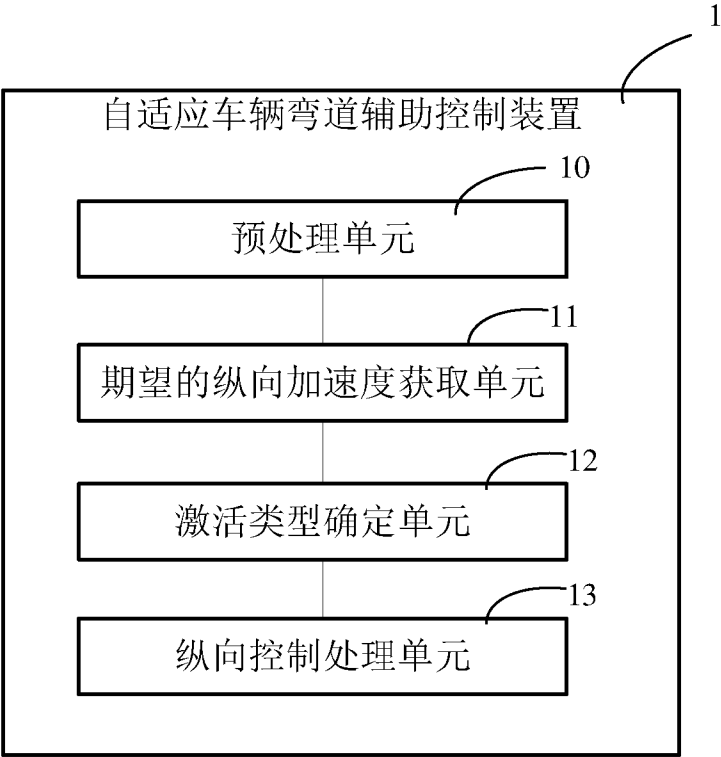


图 8

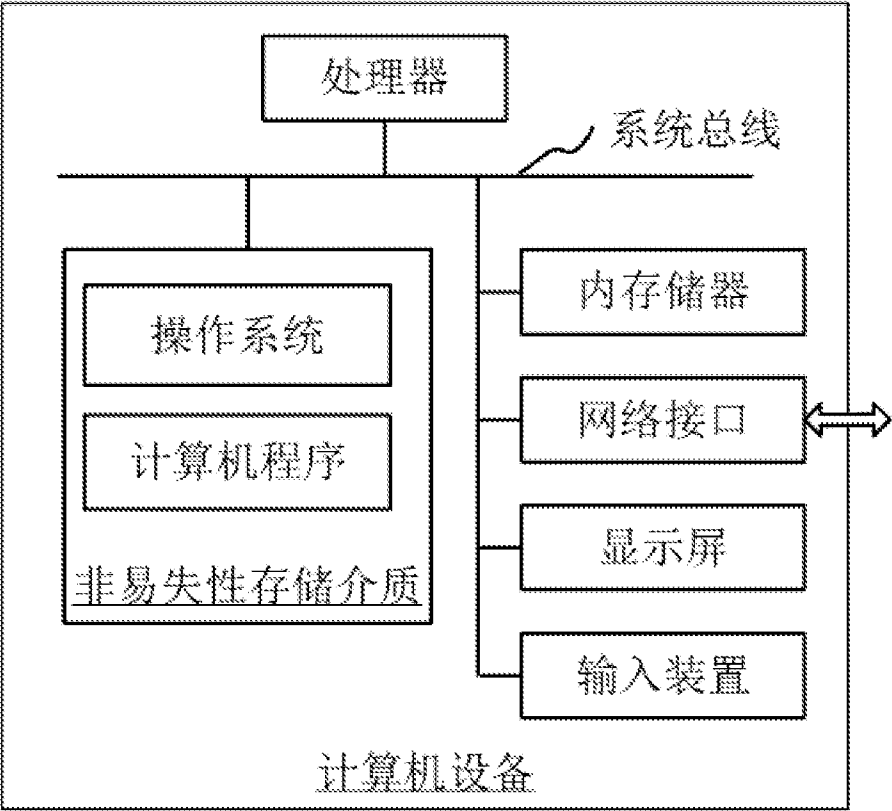


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/073382

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T 8/24(2006.01)i; B60Q 9/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60T, B60Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, DWPI; SIPOABS; CNABS: 弯道辅助, 加速度, 车辆弯道辅助, 纵向加速度, 横向加速度, 冲击度, 侧向加速度, lateral acceleration, longitudinal acceleration, acceleration

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104512405 A (HITACHI LTD.) 15 April 2015 (2015-04-15) description, paragraphs 64-86	1, 12-15
X	EP 1992537 A3 (HITACHI LTD.) 25 August 2010 (2010-08-25) description, paragraphs 22-50	1, 12-15
A	CN 1330002 A (TOYOTA MOTOR CO., LTD.) 09 January 2002 (2002-01-09) entire document	1-15
A	CN 107848510 A (WABCO GMBH) 27 March 2018 (2018-03-27) entire document	1-15
A	US 10196057 B2 (TOYOTA MOTOR CO., LTD. et al.) 05 February 2019 (2019-02-05) entire document	1-15
A	EP 1087358 A2 (FUJI HEAVY IND. LTD.) 28 March 2001 (2001-03-28) entire document	1-15
A	CN 101038181 A (NISSAN MOTOR CORPORATION) 19 September 2007 (2007-09-19) entire document	1-15
A	CN 102481930 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 30 May 2012 (2012-05-30) entire document	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

14 May 2019

Date of mailing of the international search report

31 May 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/073382

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104512405	A	15 April 2015	CN	104512405	B	10 May 2017
				EP	2853457	A1	01 April 2015
				US	2015094927	A1	02 April 2015
				US	9043116	B2	26 May 2015
				JP	2015067270	A	13 April 2015
				JP	6333655	B2	30 May 2018
EP	1992537	A3	25 August 2010	EP	2626264	A1	14 August 2013
				US	2012101657	A1	26 April 2012
				EP	1992537	A2	19 November 2008
				EP	2433840	B1	05 June 2013
				JP	2008285066	A	27 November 2008
				CN	101311050	B	06 July 2011
				US	8112200	B2	07 February 2012
				CN	101311050	A	26 November 2008
				CN	102107660	B	08 January 2014
				CN	102107660	A	29 June 2011
				EP	2433840	A1	28 March 2012
				US	8515619	B2	20 August 2013
				US	8239096	B2	07 August 2012
				KR	20080101738	A	21 November 2008
				EP	2626264	B1	21 September 2016
				US	2011231033	A1	22 September 2011
				JP	4568302	B2	27 October 2010
				EP	1992537	B1	16 November 2011
				US	2009192675	A1	30 July 2009
				KR	100903665	B1	18 June 2009
				US	2012323445	A1	20 December 2012
				US	7979180	B2	12 July 2011
CN	1330002	A	09 January 2002	KR	100477410	B1	22 March 2005
				EP	1167144	B1	17 November 2004
				JP	3551132	B2	04 August 2004
				US	2003036840	A1	20 February 2003
				AU	778243	B2	25 November 2004
				CA	2350350	C	04 January 2005
				CN	1160215	C	04 August 2004
				EP	1167144	A2	02 January 2002
				US	6618663	B2	09 September 2003
				DE	60107151	T2	10 November 2005
				EP	1167144	A3	13 August 2003
				CA	2350350	A1	26 December 2001
				KR	20020000501	A	05 January 2002
				DE	60107151	D1	23 December 2004
				AU	5198001	A	03 January 2002
				JP	2002002473	A	09 January 2002
CN	107848510	A	27 March 2018	US	2018312148	A1	01 November 2018
				WO	2017067622	A1	27 April 2017
				BR	112018008277	A2	23 October 2018
				WO	2017067622	A8	25 January 2018
				EP	3365205	A1	29 August 2018
				DE	102015013761	A1	27 April 2017

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/073382

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	10196057	B2	05 February 2019	CN	108216210	A	29 June 2018
				JP	2018099969	A	28 June 2018
				US	2018170364	A1	21 June 2018
				EP	3339118	A1	27 June 2018
EP	1087358	A2	28 March 2001	US	6424904	B1	23 July 2002
				EP	1087358	A3	30 May 2001
				DE	60028680	T2	24 May 2007
				JP	3391745	B2	31 March 2003
				DE	60028680	D1	27 July 2006
				EP	1087358	B1	14 June 2006
				JP	2001093096	A	06 April 2001
CN	101038181	A	19 September 2007	EP	1834816	B1	16 September 2009
				DE	602007002426	D1	29 October 2009
				US	2007219700	A1	20 September 2007
				JP	4640224	B2	02 March 2011
				EP	1834816	A1	19 September 2007
				US	7957877	B2	07 June 2011
				CN	101038181	B	09 June 2010
				JP	2007245897	A	27 September 2007
CN	102481930	A	30 May 2012	EP	2484572	A4	04 June 2014
				US	2012179349	A1	12 July 2012
				US	2014222309	A1	07 August 2014
				CN	102481930	B	19 August 2015
				JP	2011073534	A	14 April 2011
				US	8989981	B2	24 March 2015
				EP	2484572	B1	05 July 2017
				JP	5143103	B2	13 February 2013
				WO	2011040115	A1	07 April 2011
				EP	2484572	A1	08 August 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/073382

A. 主题的分类

B60T 8/24(2006.01)i; B60Q 9/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B60T, B60Q

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, DWPI;SIP0ABS;CNABS:弯道辅助, 加速度, 车辆弯道辅助, 纵向加速度, 横向加速度, 冲击度, 侧向加速度, lateral acceleration, longitudinal acceleration, acceleration

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 104512405 A (株式会社日立制作所) 2015年 4月 15日 (2015 - 04 - 15) 说明书第64段至86段	1, 12-15
X	EP 1992537 A3 (HITACHI LTD) 2010年 8月 25日 (2010 - 08 - 25) 说明书第22段至50段	1, 12-15
A	CN 1330002 A (丰田自动车株式会社) 2002年 1月 9日 (2002 - 01 - 09) 全文	1-15
A	CN 107848510 A (威伯科有限公司) 2018年 3月 27日 (2018 - 03 - 27) 全文	1-15
A	US 10196057 B2 (TOYOTA MOTOR CO LTD等) 2019年 2月 5日 (2019 - 02 - 05) 全文	1-15
A	EP 1087358 A2 (FUJI HEAVY IND LTD) 2001年 3月 28日 (2001 - 03 - 28) 全文	1-15
A	CN 101038181 A (日产自动车株式会社) 2007年 9月 19日 (2007 - 09 - 19) 全文	1-15
A	CN 102481930 A (日立汽车系统株式会社) 2012年 5月 30日 (2012 - 05 - 30) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2019年 5月 14日

国际检索报告邮寄日期

2019年 5月 31日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

谭凯

电话号码 62085291

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/073382

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104512405	A	2015年 4月 15日	CN	104512405	B	2017年 5月 10日
				EP	2853457	A1	2015年 4月 1日
				US	2015094927	A1	2015年 4月 2日
				US	9043116	B2	2015年 5月 26日
				JP	2015067270	A	2015年 4月 13日
				JP	6333655	B2	2018年 5月 30日
EP	1992537	A3	2010年 8月 25日	EP	2626264	A1	2013年 8月 14日
				US	2012101657	A1	2012年 4月 26日
				EP	1992537	A2	2008年 11月 19日
				EP	2433840	B1	2013年 6月 5日
				JP	2008285066	A	2008年 11月 27日
				CN	101311050	B	2011年 7月 6日
				US	8112200	B2	2012年 2月 7日
				CN	101311050	A	2008年 11月 26日
				CN	102107660	B	2014年 1月 8日
				CN	102107660	A	2011年 6月 29日
				EP	2433840	A1	2012年 3月 28日
				US	8515619	B2	2013年 8月 20日
				US	8239096	B2	2012年 8月 7日
				KR	20080101738	A	2008年 11月 21日
				EP	2626264	B1	2016年 9月 21日
				US	2011231033	A1	2011年 9月 22日
				JP	4568302	B2	2010年 10月 27日
				EP	1992537	B1	2011年 11月 16日
				US	2009192675	A1	2009年 7月 30日
				KR	100903665	B1	2009年 6月 18日
				US	2012323445	A1	2012年 12月 20日
				US	7979180	B2	2011年 7月 12日
CN	1330002	A	2002年 1月 9日	KR	100477410	B1	2005年 3月 22日
				EP	1167144	B1	2004年 11月 17日
				JP	3551132	B2	2004年 8月 4日
				US	2003036840	A1	2003年 2月 20日
				AU	778243	B2	2004年 11月 25日
				CA	2350350	C	2005年 1月 4日
				CN	1160215	C	2004年 8月 4日
				EP	1167144	A2	2002年 1月 2日
				US	6618663	B2	2003年 9月 9日
				DE	60107151	T2	2005年 11月 10日
				EP	1167144	A3	2003年 8月 13日
				CA	2350350	A1	2001年 12月 26日
				KR	20020000501	A	2002年 1月 5日
				DE	60107151	D1	2004年 12月 23日
				AU	5198001	A	2002年 1月 3日
				JP	2002002473	A	2002年 1月 9日
CN	107848510	A	2018年 3月 27日	US	2018312148	A1	2018年 11月 1日
				WO	2017067622	A1	2017年 4月 27日
				BR	112018008277	A2	2018年 10月 23日
				WO	2017067622	A8	2018年 1月 25日
				EP	3365205	A1	2018年 8月 29日
				DE	102015013761	A1	2017年 4月 27日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/073382

检索报告引用的专利文件	公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
US 10196057 B2	2019年 2月 5日	CN 108216210 A	2018年 6月 29日
		JP 2018099969 A	2018年 6月 28日
		US 2018170364 A1	2018年 6月 21日
		EP 3339118 A1	2018年 6月 27日
EP 1087358 A2	2001年 3月 28日	US 6424904 B1	2002年 7月 23日
		EP 1087358 A3	2001年 5月 30日
		DE 60028680 T2	2007年 5月 24日
		JP 3391745 B2	2003年 3月 31日
		DE 60028680 D1	2006年 7月 27日
		EP 1087358 B1	2006年 6月 14日
		JP 2001093096 A	2001年 4月 6日
CN 101038181 A	2007年 9月 19日	EP 1834816 B1	2009年 9月 16日
		DE 602007002426 D1	2009年 10月 29日
		US 2007219700 A1	2007年 9月 20日
		JP 4640224 B2	2011年 3月 2日
		EP 1834816 A1	2007年 9月 19日
		US 7957877 B2	2011年 6月 7日
		CN 101038181 B	2010年 6月 9日
		JP 2007245897 A	2007年 9月 27日
CN 102481930 A	2012年 5月 30日	EP 2484572 A4	2014年 6月 4日
		US 2012179349 A1	2012年 7月 12日
		US 2014222309 A1	2014年 8月 7日
		CN 102481930 B	2015年 8月 19日
		JP 2011073534 A	2011年 4月 14日
		US 8989981 B2	2015年 3月 24日
		EP 2484572 B1	2017年 7月 5日
		JP 5143103 B2	2013年 2月 13日
		WO 2011040115 A1	2011年 4月 7日
		EP 2484572 A1	2012年 8月 8日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)