

(43) 国际公布日
2020 年 9 月 3 日 (03.09.2020)



(10) 国际公布号

WO 2020/173122 A1

(51) 国际专利分类号:
B62D 5/04 (2006.01) *B62D 113/00* (2006.01)
B62D 6/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/115624

(22) 国际申请日: 2019 年 11 月 5 日 (05.11.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910136329.3 2019年2月25日 (25.02.2019) CN

(71) 申请人: 南京航空航天大学 (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) [CN/CN]; 中国江苏省南京市秦淮区白下高新技术园永智路10号三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。 南京航空航天大学秦

淮创新研究院(QINHUAI INNOVATION INSTITUTE OF NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) [CN/CN]; 中国江苏省南京市秦淮区白下高新科技园永智路10号三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。

(72) 发明人: 赵万忠(ZHAO, Wanzhong); 中国江苏省南京市秦淮区白下高新科技园永智路10号三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。 周小川(ZHOU, Xiaochuan); 中国江苏省南京市秦淮区白下高新科技园永智路10号三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。 汪桢旭(WANG, Anxu); 中国江苏省南京市秦淮区白下高新科技园永智路10号三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。 栾众楷(LUAN, Zhongkai); 中国江苏省南京市秦淮区白下高新科技园永智路10号三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。 王春燕(WANG, Chunyan); 中国江苏省

(54) Title: DUAL-ELECTRIC-MOTOR DUAL-POWER SUPPLY STEER-BY-WIRE SYSTEM AND FAULT-TOLERANT CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种双电机双电源线控转向系统及其容错控制方法

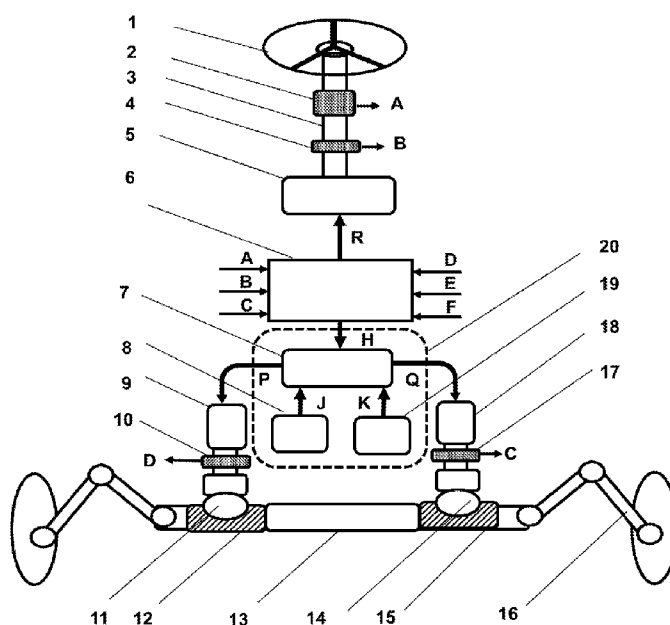


图 1

(57) Abstract: Disclosed are a dual-electric motor dual-power supply steer-by-wire system and a fault-tolerant control method therefor. The system comprises: a steering wheel (1), a steering column (3), a road inductance simulation device (5), a dual-electric motor steering module, a main controller (6), a power supply fault-tolerant device (20), a steering tie rod (13) and a steering wheel unit (16), wherein the power supply fault-tolerant device (20) comprises a power supply controller unit (7), a first power supply unit (8) and a second power supply unit (19). The power supply controller unit (7) controls a first relay and a second relay to perform power supply mode

[见续页]

WFO 2020/173122 A1

南京市秦淮区白下高新科技园永智路10号
三才大厦3栋, Jiangsu 210000 (CN)。

(74) 代理人: 江苏圣典律师事务所(JIANGSU SUNDY
LAW FIRM); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街
68号4A栋6层杨文晰, Jiangsu 210019 (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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

selection, and outputs a first electric motor control signal and a second electric motor control signal. The fault-tolerant control method has a plurality of power supply modes, and can rapidly switch according to power supply and electric motor failure conditions, so as to ensure that under the condition of failure of a single power supply, the other power supply drives dual electric motors to perform a steering action, thereby avoiding loss of steering capability of a vehicle caused by the power supply failure and enhancing steering safety of the vehicle.

(57) 摘要: 一种双电机双电源线控转向系统及其容错控制方法, 该系统包括: 方向盘(1), 转向管柱(3)、路感模拟装置(5)、双电机转向模块、主控制器(6)、电源容错装置(20)、转向横拉杆(13)、转向车轮单元(16); 电源容错装置(20)包括电源控制器单元(7)、第一电源单元(8)、第二电源单元(19); 电源控制器单元(7)控制第一继电器和第二继电器进行供电模式选择, 并输出第一电机控制信号和第二电机控制信号。该容错控制方法具备多种供电模式, 并能够根据电源和电机故障情况进行快速切换, 保证单个电源故障情况下, 由另一个电源驱动双电机进行转向动作, 避免电源故障导致车辆丧失转向能力, 增强了车辆转向安全性。

一种双电机双电源线控转向系统及其容错控制方法

技术领域

[0001] 本发明属于汽车转向系统技术领域，具体指代一种双电机双电源线控转向系统及其容错控制方法。

背景技术

[0002] 智能化和线控化是汽车转向系统的发展趋势，也是智能汽车和新能源汽车的一项关键技术。由于线控转向取消了传统转向系统的机械连接，采用电控的方式进行转向控制，因此系统可靠性显得尤为重要。现有的线控转向，通常采用双电机执行装置，在其中一个电机发生故障时，另一个电机仍可以进行转向，具有容错功能。例如中国专利申请号为CN201711346835.2，专利名称为“一种具有容错功能的多电机线控转向系统及控制方法”中提出了一种通过电机控制器将故障电机对应的电磁离合器分离的容错控制方法；中国专利申请号为CN201711344340.6，专利名称为“一种双电机冗余线控转向装置及其控制方法”中提出一种在线控转向机构故障时，电磁离合器合上，电机反转使转向器小齿轮和转向器齿条完成转向的容错方法。

[0003] 但是现有的双电机转向系统均采用单一电源进行供电，没有考虑到电源失效情况下的容错问题，一旦电源发生故障，则两个电机均无法工作，使驾驶员完全失去对车辆方向的控制，从而造成极大的安全隐患。

发明内容

[0004] 针对于上述现有技术的不足，本发明的目的在于提供一种双电机双电源线控转向系统及其容错控制方法，以解决现有技术中难以实现双电机转向系统电源冗余及电源容错控制的问题。

[0005] 为达到上述目的，本发明采用的技术方案如下：

本发明的一种双电机双电源线控转向系统，包括：方向盘，转向管柱、路感模拟装置、双电机转向模块、主控制器、电源容错装置、转向横拉杆、转向车轮单元；

所述方向盘连接转向管柱，转向管柱上分别固定安装第三转矩传感器、转角传感器，方向盘输入的作用力经过转向管柱作用于路感模拟装置；

所述双电机转向模块包括：第一电机、第二电机、第一转矩传感器、第二转矩传感器、第一螺母、第二螺母、第一滚珠丝杠、第二滚珠丝杠；

第一电机输出端通过第一转矩传感器连接第一螺母；第二电机输出端通过第二转矩传感器连

接第二螺母；第一滚珠丝杠和第二滚珠丝杠固定于转向横拉杆上；第一滚珠丝杠连接第一螺母，第二滚珠丝杠连接第二螺母，并分别将第一电机和第二电机输出的转向力矩传递至转向横拉杆并进行叠加；转向横拉杆两侧输出端连接转向车轮单元，输出叠加的转向力矩，完成转向操作；

所述电源容错装置包括：电源控制器单元、第一电源单元、第二电源单元；

电源控制器单元的输入端分别连接第一电源单元和第二电源单元，同时还与主控制器电气连接；电源控制器单元的输出端分别连接第一电机和第二电机；

所述主控制器的输入端通过车载通讯线路连接第一转矩传感器、第二转矩传感器、第三转矩传感器、转角传感器、车速传感器、横摆角速度传感器；主控制器的输出端连接路感模拟装置和电源控制器单元。

[0006] 进一步的，所述路感模拟装置包括电机和减速机构，二者驱动连接，电机输出力矩经减速机构作用在转向管柱上，转向管柱将作用力传递至方向盘，形成模拟驾驶路感。

[0007] 进一步的，所述电源控制器单元包括继电控制器、第一继电器及第二继电器；继电控制器输入端连接第一电源单元、第二电源单元及主控制器，输出端与第一电机、第二电机、第一继电器、第二继电器电气连接；第一电源单元的电路与第一继电器的触点 a、b 连接，第一继电器的触点 e、f 输出电路分为两个并联电路，一个支路连接第一电机，另一个支路连接第二继电器的触点 g、h；第二电源单元输出端分为两个并联电路，一个支路连接第一继电器的触点 c、d，另一个支路和第二继电器的触点 i、j 连接，第二继电器的触点 k、m 连接第二电机。

[0008] 本发明的一种双电机双电源线控转向系统的容错控制方法，基于上述系统，包括以下步骤：

- 1) 根据车辆行驶情况，通过方向盘输入一定的转向角度；
- 2) 主控制器接收转角信号 A，第三转矩信号 B，第二转矩信号 C，第一转矩信号 D，车速信号 E，横摆角速度信号 F，计算出双电机转向模块需要提供的转向助力大小及路感模拟装置需要的反馈力矩大小，并向电源控制器单元输出主控制器电源控制信号 H 及向路感模拟装置输出路感控制信号 R；
- 3) 电源控制器单元分别接收第一电源单元输出信号 J、第二电源单元输出信号 K 以及主控制器电源控制信号 H，继电控制器控制第一继电器和第二继电器进行供电模式选择，并输出第一电机控制信号 P 和第二电机控制信号 Q；
- 4) 第一电机和第二电机输出的转向力矩在转向横拉杆上进行叠加，传递至转向车轮单元，

完成车轮转向操作；路感模拟装置输出的反馈力矩经转向管柱和方向盘传递至驾驶员，完成路感模拟操作。

[0009] 进一步地，所述步骤 3) 中供电模式选择具体包括以下步骤：

31) 主控制器根据第一转矩传感器和第二转矩传感器的输出信号，判断第一电机和第二电机是否正常工作，并输出包含第一电机和第二电机工作状态的主控制器电源控制信号；电源控制器单元接收第一电源单元输出信号和第二电源单元输出信号，得到第一电源和第二电源工作状态；继电器控制器通过各电机和电源工作状态，控制第一继电器和第二继电器选择相应的供电模式；

32) 若第一电机、第二电机、第一电源单元、第二电源单元均正常工作，电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 接触点 e，触点 b 接触点 f，第一电源单元给第一电机供电，第二继电器的触点 i 接触点 k，触点 j 接触点 m，第二电源单元给第二电机供电，转向系统正常工作；

33) 若第二电源单元出现故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 接触点 e，触点 b 接触点 f，第二继电器的触点 g 接触点 k，触点 h 接触点 m，第一电源单元同时给第一电机和第二电机供电，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

34) 若第一电机故障且第二电源单元故障，电源控制器单元输出第二电机控制信号，并停止输出第一电机控制信号，第一继电器的触点 a 接触点 e，触点 b 接触点 f，第二继电器的触点 g 接触点 k，触点 h 接触点 m，第一电源单元给第二电机供电，第一电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

35) 若第二电机故障且第二电源单元故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号，并停止输出第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 接触点 e，触点 b 接触点 f，第二继电器断开，第一电源单元给第一电机供电，第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

36) 若第一电源单元故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器的触点 c 接触点 e，触点 d 接触点 f，第二继电器的触点 i 接触点 k，触点 j 接触点 m，第二电源单元给第一电机供电和第二电机供电，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

37) 若第二电机故障且第一电源单元故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号，并停止输出第二电机控制信号，第一继电器的触点 c 接触点 e，触点 d 接触点 f，第二继电器断

开，第二电源单元给第一电机供电，第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

38) 若第一电机故障且第一电源单元故障，电源控制器单元输出第二电机控制信号，并停止输出第一电机控制信号，第一继电器断开，第二继电器的触点 i 接触点 k，触点 j 接触点 m，第二电源单元给第二电机供电，第一电机暂停工作，向驾驶员发出故障警告；

39) 若第一电机、第二电机、第一电源单元、第二电源单元均故障，电源控制器单元停止输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器与第二继电器均断开，第一电机和第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告，并提示驾驶员进行紧急制动操作。

[0010] 本发明的有益效果：

本发明的系统具备电源冗余装置，能够保证单个电源故障情况下，由另一个电源驱动双电机进行转向动作，避免电源故障导致车辆丧失转向能力，增强了车辆转向安全性。

[0011] 本发明的容错控制方法，具备多种供电模式，并能够根据电源和电机故障情况进行快速切换，最大程度保证转向系统供电模块的可靠性和安全性。

附图说明

[0012] 图 1 为本发明双电机双电源线控转向系统原理结构框图；

图 2 为本发明双电源切换原理图；

图 3 为本发明容错控制方法流程图；

图中，1-方向盘，2-转角传感器，3-转向管柱，4-第三转矩传感器，5-路感模拟装置，6-主控制器，7-电源控制器单元，8-第一电源单元，9-第一电机，10-第一转矩传感器，11-第一螺母，12-第一滚珠丝杠，13-转向横拉杆，14-第二螺母，15-第二滚珠丝杠，16-转向车轮单元，17-第二转矩传感器，18-第二电机，19-第二电源单元，20-电源容错装置；

A-转角信号，B-第三转矩信号，C-第二转矩信号，D-第一转矩信号，E-车速信号，F-横摆角速度信号，H-主控制器电源控制信号，J-第一电源单元输出信号，K-第二电源单元输出信号，P-第一电机控制信号，Q-第二电机控制信号，R-路感控制信号。

具体实施方式

[0013] 为了便于本领域技术人员的理解，下面结合实施例与附图对本发明作进一步的说明，实施方式提及的内容并非对本发明的限定。

[0014] 参照图 1 所示，本发明的一种双电机双电源线控转向系统，包括：方向盘 1，转向管柱 3、路感模拟装置 5、双电机转向模块、主控制器 6、电源容错装置 20、转向横拉杆 13、

转向车轮单元 16;

所述方向盘连接转向管柱, 转向管柱上分别固定安装第三转矩传感器 4、转角传感器 2, 方向盘输入的作用力经过转向管柱作用于路感模拟装置 5; 路感模拟装置包括电机和减速机构, 二者驱动连接, 电机输出力矩经减速机构作用在转向管柱上, 转向管柱将作用力传递至方向盘, 形成模拟驾驶路感。

[0015] 所述双电机转向模块包括: 第一电机 9、第二电机 18、第一转矩传感器 10、第二转矩传感器 17、第一螺母 11、第二螺母 14、第一滚珠丝杠 12、第二滚珠丝杠 15;

第一电机输出端通过第一转矩传感器连接第一螺母; 第二电机输出端通过第二转矩传感器连接第二螺母; 第一滚珠丝杠和第二滚珠丝杠固定于转向横拉杆上; 第一滚珠丝杠连接第一螺母, 第二滚珠丝杠连接第二螺母, 并分别将第一电机和第二电机输出的转向力矩传递至转向横拉杆 13 并进行叠加; 转向横拉杆两侧输出端连接转向车轮单元, 输出叠加的转向力矩, 完成转向操作;

所述电源容错装置 20 包括: 电源控制器单元 7、第一电源单元 8、第二电源单元 19;

电源控制器单元的输入端分别连接第一电源单元和第二电源单元, 同时还与主控制器 6 电气连接; 电源控制器单元的输出端分别连接第一电机和第二电机;

所述主控制器 6 的输入端通过车载通讯线路连接第一转矩传感器 10、第二转矩传感器 17、第三转矩传感器 4、转角传感器 2、车速传感器、横摆角速度传感器; 主控制器的输出端连接路感模拟装置 5 和电源控制器单元 7。

[0016] 参照图 2 所示, 所述电源控制器单元包括继电控制器、第一继电器及第二继电器; 继电控制器输入端连接第一电源单元、第二电源单元及主控制器, 输出端与第一电机、第二电机、第一继电器、第二继电器电气连接; 第一电源单元的电路与第一继电器的触点 a、b 连接, 第一继电器的触点 e、f 输出电路分为两个并联电路, 一个支路连接第一电机, 另一个支路连接第二继电器的触点 g、h; 第二电源单元输出端分为两个并联电路, 一个支路连接第一继电器的触点 c、d, 另一个支路和第二继电器的触点 i、j 连接, 第二继电器的触点 k、m 连接第二电机。

[0017] 参照图 3 所示, 本发明的一种双电机双电源线控转向系统的容错控制方法, 基于上述系统, 包括以下步骤:

- 1) 根据车辆行驶情况, 驾驶员通过方向盘输入一定的转向角度;
- 2) 主控制器接收转角信号 A, 第三转矩信号 B, 第二转矩信号 C, 第一转矩信号 D, 车速信号 E, 横摆角速度信号 F, 计算出双电机转向模块需要提供的转向助力大小及路感模拟装

置需要的反馈力矩大小，并向电源控制器单元输出主控制器电源控制信号 H 及向路感模拟装置输出路感控制信号 R；

3) 电源控制器单元分别接收第一电源单元输出信号 J、第二电源单元输出信号 K 以及主控制器电源控制信号 H，继电器控制器控制第一继电器和第二继电器进行供电模式选择，并输出第一电机控制信号 P 和第二电机控制信号 Q；

4) 第一电机和第二电机输出的转向力矩在转向横拉杆上进行叠加，传递至转向车轮单元，完成车轮转向操作；路感模拟装置输出的反馈力矩经转向管柱和方向盘传递至驾驶员，完成路感模拟操作。

[0018] 其中，所述步骤 3) 中供电模式选择具体包括以下步骤：

31) 主控制器根据第一转矩传感器和第二转矩传感器的输出信号，判断第一电机和第二电机是否正常工作，并输出包含第一电机和第二电机工作状态的主控制器电源控制信号；电源控制器单元接收第一电源单元输出信号和第二电源单元输出信号，得到第一电源和第二电源工作状态；继电器控制器通过各电机和电源工作状态，控制第一继电器和第二继电器选择相应的供电模式；

32) 若第一电机、第二电机、第一电源单元、第二电源单元均正常工作，电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 连接触点 e，触点 b 连接触点 f，第一电源单元给第一电机供电，第二继电器的触点 i 连接触点 k，触点 j 连接触点 m，第二电源单元给第二电机供电，转向系统正常工作；

33) 若第二电源单元出现故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 连接触点 e，触点 b 连接触点 f，第二继电器的触点 g 连接触点 k，触点 h 连接触点 m，第一电源单元同时给第一电机和第二电机供电，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

34) 若第一电机故障且第二电源单元故障，电源控制器单元输出第二电机控制信号，并停止输出第一电机控制信号，第一继电器的触点 a 连接触点 e，触点 b 连接触点 f，第二继电器的触点 g 连接触点 k，触点 h 连接触点 m，第一电源单元给第二电机供电，第一电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

35) 若第二电机故障且第二电源单元故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号，并停止输出第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 连接触点 e，触点 b 连接触点 f，第二继电器断开，第一电源单元给第一电机供电，第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

36) 若第一电源单元故障, 电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号, 第一继电器的触点 c 连接触点 e, 触点 d 连接触点 f, 第二继电器的触点 i 连接触点 k, 触点 j 连接触点 m, 第二电源单元给第一电机供电和第二电机供电, 电源控制器单元向驾驶员发出故障警告;

37) 若第二电机故障且第一电源单元故障, 电源控制器单元输出第一电机控制信号, 并停止输出第二电机控制信号, 第一继电器的触点 c 连接触点 e, 触点 d 连接触点 f, 第二继电器断开, 第二电源单元给第一电机供电, 第二电机暂停工作, 电源控制器单元向驾驶员发出故障警告;

38) 若第一电机故障且第一电源单元故障, 电源控制器单元输出第二电机控制信号, 并停止输出第一电机控制信号, 第一继电器断开, 第二继电器的触点 i 连接触点 k, 触点 j 连接触点 m, 第二电源单元给第二电机供电, 第一电机暂停工作, 向驾驶员发出故障警告;

39) 若第一电机、第二电机、第一电源单元、第二电源单元均故障, 电源控制器单元停止输出第一电机控制信号和第二电机控制信号, 第一继电器与第二继电器均断开, 第一电机和第二电机暂停工作, 电源控制器单元向驾驶员发出故障警告, 并提示驾驶员进行紧急制动操作。

[0019] 本发明具体应用途径很多, 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以作出若干改进, 这些改进也应视为本发明的保护范围。

权利要求书

1. 一种双电机双电源线控转向系统，其特征在于，包括：方向盘，转向管柱、路感模拟装置、双电机转向模块、主控制器、电源容错装置、转向横拉杆、转向车轮单元；

所述方向盘连接转向管柱，转向管柱上分别固定安装第三转矩传感器、转角传感器，方向盘输入的作用力经过转向管柱作用于路感模拟装置；

所述双电机转向模块包括：第一电机、第二电机、第一转矩传感器、第二转矩传感器、第一螺母、第二螺母、第一滚珠丝杠、第二滚珠丝杠；

第一电机输出端通过第一转矩传感器连接第一螺母；第二电机输出端通过第二转矩传感器连接第二螺母；第一滚珠丝杠和第二滚珠丝杠固定于转向横拉杆上；第一滚珠丝杠连接第一螺母，第二滚珠丝杠连接第二螺母，并分别将第一电机和第二电机输出的转向力矩传递至转向横拉杆并进行叠加；转向横拉杆两侧输出端连接转向车轮单元，输出叠加的转向力矩，完成转向操作；

所述电源容错装置包括：电源控制器单元、第一电源单元、第二电源单元；

电源控制器单元的输入端分别连接第一电源单元和第二电源单元，同时还与主控制器电气连接；电源控制器单元的输出端分别连接第一电机和第二电机；

所述主控制器的输入端通过车载通讯线路连接第一转矩传感器、第二转矩传感器、第三转矩传感器、转角传感器、车速传感器、横摆角速度传感器；主控制器的输出端连接路感模拟装置和电源控制器单元。

2. 根据权利要求1所述的双电机双电源线控转向系统，其特征在于，所述路感模拟装置包括电机和减速机构，二者驱动连接，电机输出力矩经减速机构作用在转向管柱上，转向管柱将作用力传递至方向盘，形成模拟驾驶路感。

3. 根据权利要求1所述的双电机双电源线控转向系统，其特征在于，所述电源控制器单元包括继电器控制器、第一继电器及第二继电器；继电器控制器输入端连接第一电源单元、第二电源单元及主控制器，输出端与第一电机、第二电机、第一继电器、第二继电器电气连接；第一电源单元的电路与第一继电器的触点 a、b 连接，第一继电器的触点 e、f 输出电路分为两个并联电路，一个支路连接第一电机，另一个支路连接第二继电器的触点 g、h；第二电源单元输出端分为两个并联电路，一个支路连接第一继电器的触点 c、d，另一个支路和第二继电器的触点 i、j 连接，第二继电器的触点 k、m 连接第二电机。

4. 一种双电机双电源线控转向系统的容错控制方法，基于上述权利要求3所述的系统，其特征在于，包括以下步骤：

1) 根据车辆行驶情况，通过方向盘输入一定的转向角度；

2) 主控制器接收转角信号 A, 第三转矩信号 B, 第二转矩信号 C, 第一转矩信号 D, 车速信号 E, 横摆角速度信号 F, 计算出双电机转向模块需要提供的转向助力大小及路感模拟装置需要的反馈力矩大小, 并向电源控制器单元输出主控制器电源控制信号 H 及向路感模拟装置输出路感控制信号 R;

3) 电源控制器单元分别接收第一电源单元输出信号 J、第二电源单元输出信号 K 以及主控制器电源控制信号 H, 继电器控制第一继电器和第二继电器进行供电模式选择, 并输出第一电机控制信号 P 和第二电机控制信号 Q;

4) 第一电机和第二电机输出的转向力矩在转向横拉杆上进行叠加, 传递至转向车轮单元, 完成车轮转向操作; 路感模拟装置输出的反馈力矩经转向管柱和方向盘传递至驾驶员, 完成路感模拟操作。

5. 根据权利要求 4 所述的双电机双电源线控转向系统的容错控制方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中供电模式选择具体包括以下步骤:

31) 主控制器根据第一转矩传感器和第二转矩传感器的输出信号, 判断第一电机和第二电机是否正常工作, 并输出包含第一电机和第二电机工作状态的主控制器电源控制信号; 电源控制器单元接收第一电源单元输出信号和第二电源单元输出信号, 得到第一电源和第二电源工作状态; 继电器通过各电机和电源工作状态, 控制第一继电器和第二继电器选择相应的供电模式;

32) 若第一电机、第二电机、第一电源单元、第二电源单元均正常工作, 电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号, 第一继电器的触点 a 连接触点 e, 触点 b 连接触点 f, 第一电源单元给第一电机供电, 第二继电器的触点 i 连接触点 k, 触点 j 连接触点 m, 第二电源单元给第二电机供电, 转向系统正常工作;

33) 若第二电源单元出现故障, 电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号, 第一继电器的触点 a 连接触点 e, 触点 b 连接触点 f, 第二继电器的触点 g 连接触点 k, 触点 h 连接触点 m, 第一电源单元同时给第一电机和第二电机供电, 电源控制器单元向驾驶员发出故障警告;

34) 若第一电机故障且第二电源单元故障, 电源控制器单元输出第二电机控制信号, 并停止输出第一电机控制信号, 第一继电器的触点 a 连接触点 e, 触点 b 连接触点 f, 第二继电器的触点 g 连接触点 k, 触点 h 连接触点 m, 第一电源单元给第二电机供电, 第一电机暂停工作, 电源控制器单元向驾驶员发出故障警告;

35) 若第二电机故障且第二电源单元故障, 电源控制器单元输出第一电机控制信号, 并停止

输出第二电机控制信号，第一继电器的触点 a 接触点 e，触点 b 接触点 f，第二继电器断开，第一电源单元给第一电机供电，第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

36) 若第一电源单元故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器的触点 c 接触点 e，触点 d 接触点 f，第二继电器的触点 i 接触点 k，触点 j 接触点 m，第二电源单元给第一电机供电和第二电机供电，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

37) 若第二电机故障且第一电源单元故障，电源控制器单元输出第一电机控制信号，并停止输出第二电机控制信号，第一继电器的触点 c 接触点 e，触点 d 接触点 f，第二继电器断开，第二电源单元给第一电机供电，第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告；

38) 若第一电机故障且第一电源单元故障，电源控制器单元输出第二电机控制信号，并停止输出第一电机控制信号，第一继电器断开，第二继电器的触点 i 接触点 k，触点 j 接触点 m，第二电源单元给第二电机供电，第一电机暂停工作，向驾驶员发出故障警告；

39) 若第一电机、第二电机、第一电源单元、第二电源单元均故障，电源控制器单元停止输出第一电机控制信号和第二电机控制信号，第一继电器与第二继电器均断开，第一电机和第二电机暂停工作，电源控制器单元向驾驶员发出故障警告，并提示驾驶员进行紧急制动操作。

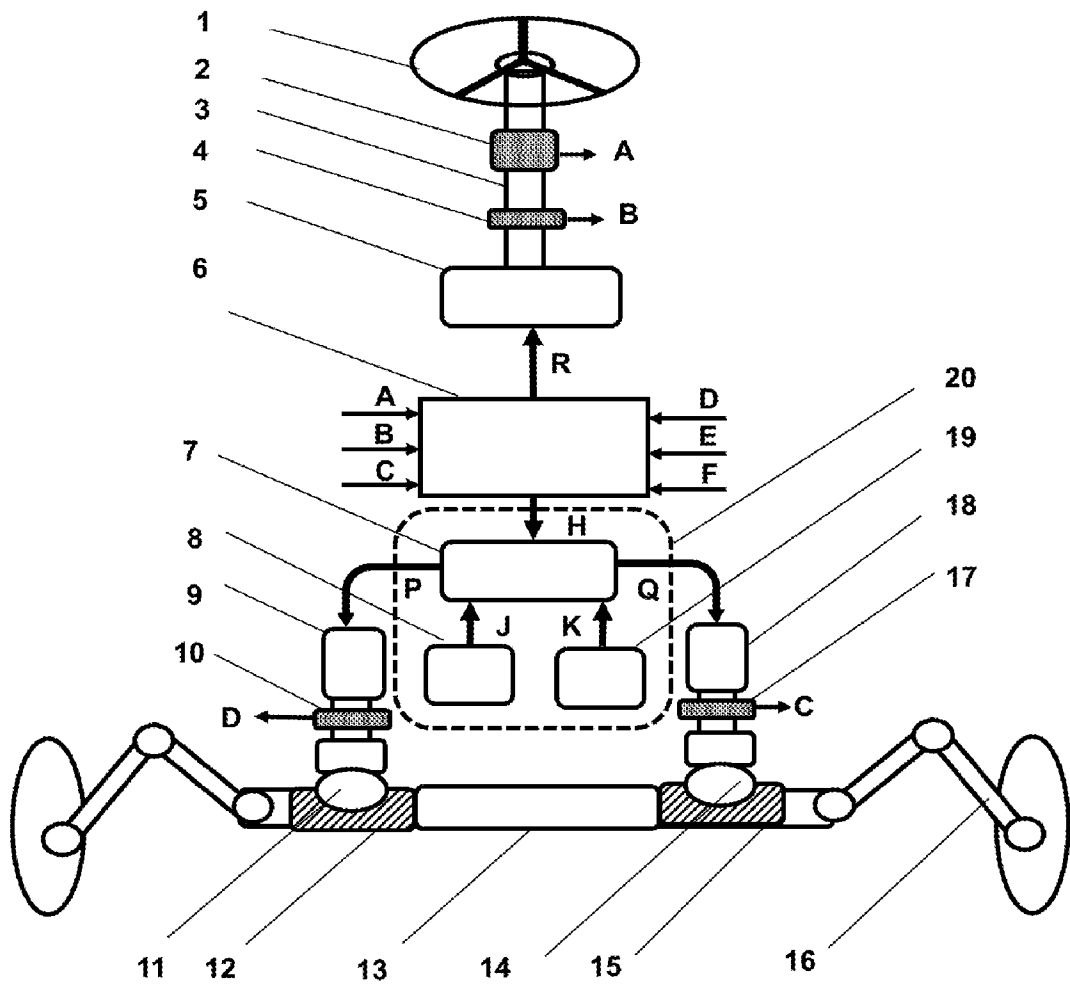


图 1

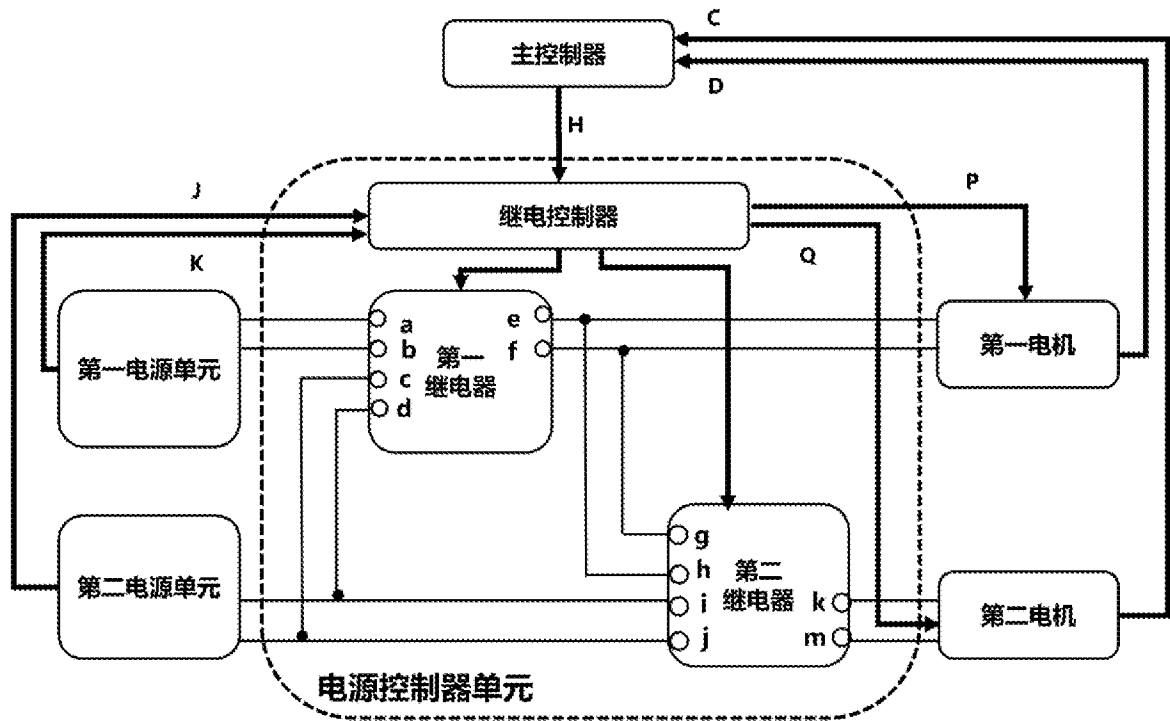


图 2

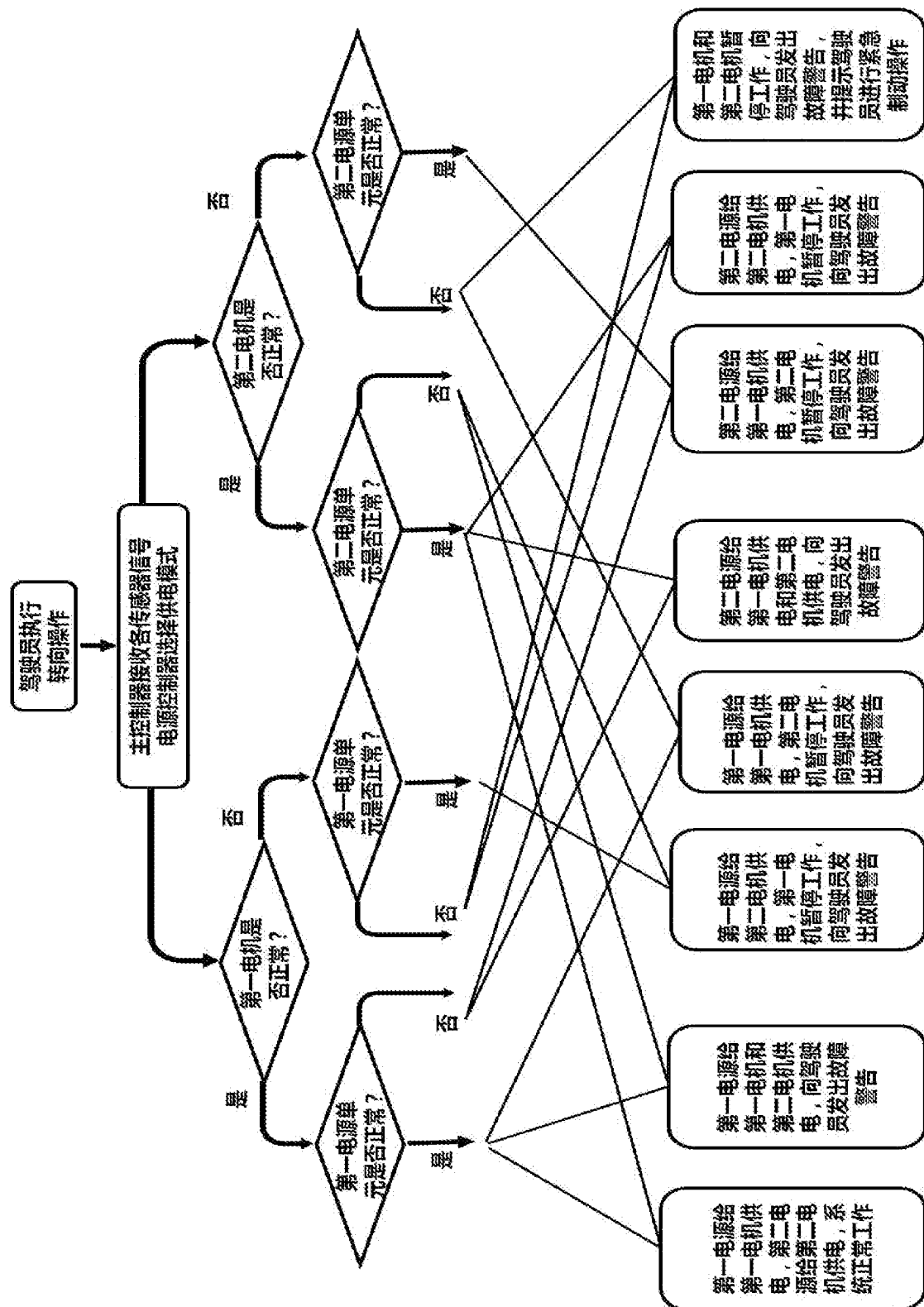


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/115624

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B62D 5/04(2006.01)i; B62D 6/00(2006.01)i; B62D 113/00(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)

B62D

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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 南京航空航天大学, 南京航空航天大学秦淮创新研究院, 赵万忠, 周小川, 汪桢旭, 栾众楷, 王春燕, 转向, 电源, 电池, 二, 双, 两, 副, 主, 辅, 电机, 电动机, 故障, 异常, 失效, 错误, 冗余, 容错, steer+, two, second, dual, motor, batter+, power, electric+, fault, error, tolerance, tolerant, toleration, redundancy, redundance, redundant, RDN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109850008 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 07 June 2019 (2019-06-07) claims 1-5	1-5
Y	JP 2012045978 A (JTEKT CORP.) 08 March 2012 (2012-03-08) description, paragraphs 16-37, and claims 1-4	1-5
Y	CN 206954014 U (SHENZHEN ZX INTELLIGENCE DRIVEN TECHNOLOGY CO., LTD.) 02 February 2018 (2018-02-02) description, paragraphs 18-23, and figure 1	1-5
A	CN 208278156 U (TIANJIN SANTROLL ELECTRIC AUTOMOBILE TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 December 2018 (2018-12-25) entire document	1-5
A	CN 208165094 U (CHONGQING CHANG'AN AUTOMOBILE COMPANY LIMITED) 30 November 2018 (2018-11-30) entire document	1-5
A	CN 105313952 A (DENSO CORPORATION) 10 February 2016 (2016-02-10) entire document	1-5



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

10 January 2020

Date of mailing of the international search report

03 February 2020

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

International application No.

PCT/CN2019/115624**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 208530686 U (BAIC MOTOR CORPORATION LTD.) 22 February 2019 (2019-02-22) entire document	1-5
A	DE 102017106671 A1 (THYSSENKRUPP AG. et al.) 04 October 2018 (2018-10-04) entire document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/115624

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109850008	A	07 June 2019	None	
JP	2012045978	A	08 March 2012	None	
CN	206954014	U	02 February 2018	None	
CN	208278156	U	25 December 2018	None	
CN	208165094	U	30 November 2018	None	
CN	105313952	A	10 February 2016	JP 2016032977 A	10 March 2016
				US 2016036371 A1	04 February 2016
				DE 102015214473 A1	04 February 2016
CN	208530686	U	22 February 2019	None	
DE	102017106671	A1	04 October 2018	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/115624

A. 主题的分类

B62D 5/04(2006.01)i; B62D 6/00(2006.01)i; B62D 113/00(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)

B62D

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))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI; 南京航空航天大学, 南京航空航天大学秦准创新研究院, 赵万忠, 周小川, 汪桢旭, 栾众楷, 王春燕, 转向, 电源, 电池, 二, 双, 两, 副, 主, 辅, 电机, 电动机, 故障, 异常, 失效, 错误, 冗余, 容错, steer+, two, second, dual, motor, batter+, power, electric+, fault, error, tolerance, tolerant, toleration, redundancy, redundance, redundant, RDN

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
PX	CN 109850008 A (南京航空航天大学) 2019年 6月 7日 (2019 - 06 - 07) 权利要求1-5	1-5
Y	JP 2012045978 A (JTEKT CORP.) 2012年 3月 8日 (2012 - 03 - 08) 说明书第16-37段、图1-4	1-5
Y	CN 206954014 U (深圳市知行智驱技术有限公司) 2018年 2月 2日 (2018 - 02 - 02) 说明书第18-23段、图1	1-5
A	CN 208278156 U (天津市松正电动汽车技术股份有限公司) 2018年 12月 25日 (2018 - 12 - 25) 全文	1-5
A	CN 208165094 U (重庆长安汽车股份有限公司) 2018年 11月 30日 (2018 - 11 - 30) 全文	1-5
A	CN 105313952 A (株式会社电装) 2016年 2月 10日 (2016 - 02 - 10) 全文	1-5
A	CN 208530686 U (北京汽车股份有限公司) 2019年 2月 22日 (2019 - 02 - 22) 全文	1-5

☒ 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

2020年 1月 10日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 3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

授权官员

苏海新

电话号码 86-10-53960936

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
A	DE 102017106671 A1 (THYSSENKRUPP AG. 等) 2018年 10月 4日 (2018 - 10 - 04) 全文	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/115624

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	109850008	A	2019年 6月 7日	无	
JP	2012045978	A	2012年 3月 8日	无	
CN	206954014	U	2018年 2月 2日	无	
CN	208278156	U	2018年 12月 25日	无	
CN	208165094	U	2018年 11月 30日	无	
CN	105313952	A	2016年 2月 10日	JP 2016032977 A	2016年 3月 10日
				US 2016036371 A1	2016年 2月 4日
				DE 102015214473 A1	2016年 2月 4日
CN	208530686	U	2019年 2月 22日	无	
DE	102017106671	A1	2018年 10月 4日	无	