(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
2021 年 4 月 8 日 (08.04.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/063158 A1

(51) 国际专利分类号:
B60T 8/17 (2006.01) *B60T 13/14* (2006.01)
B60T 13/68 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/113983

(22) 国际申请日: 2020 年 9 月 8 日 (08.09.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910943569.4 2019年9月30日 (30.09.2019) CN

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 张永生 (ZHANG, Yongsheng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王广义 (WANG, Guangyi); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张伟 (ZHANG, Wei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 刘晓康 (LIU, Xiaokang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 北京龙双利达知识产权代理有限公司 (LONGSUN LEAD IP LTD.); 中国北京市海淀区北清路68号院3号楼101, Beijing 100094 (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, IT, 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,

(54) **Title:** DISTRIBUTED BRAKING SYSTEM OF AUTOMOBILE, AUTOMOBILE, AND CONTROL METHOD FOR DISTRIBUTED BRAKING SYSTEM

(54) **发明名称:** 汽车的分布式制动系统、汽车及其控制方法

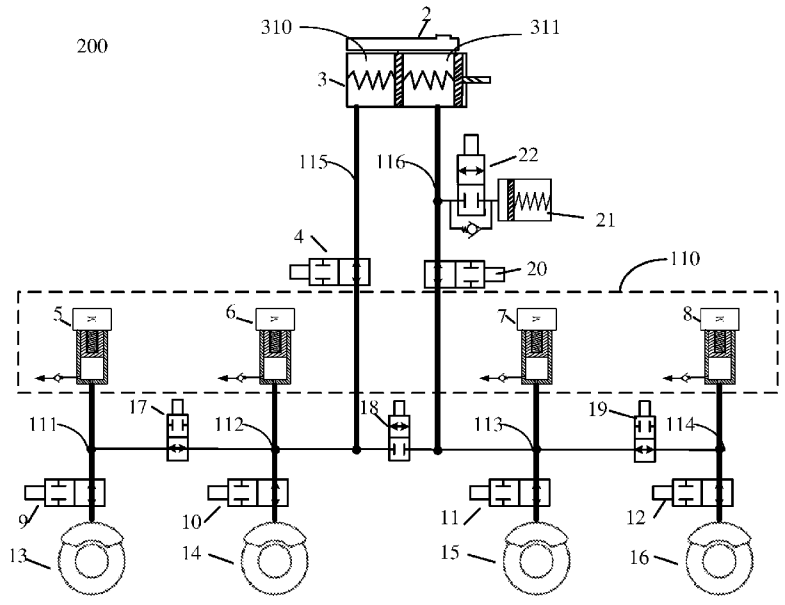


图 2

(57) **Abstract:** Disclosed are a distributed braking system (100, 200, 300) of an automobile, an automobile (400), and a control method for the distributed braking system (100, 200, 300). A first control valve (17) is connected between a first brake pipeline (111) and a second brake pipeline (112) so as to connect the brake pipelines (111, 112) corresponding to supercharging devices (5, 6) belonging to the same group; and when one of the two brake pipelines (111, 112) is broken, the first control valve (17) can be controlled to be in a connected state, such that a brake fluid in the two brake pipelines (111, 112) can be circulated, thereby facilitating the improvement of the redundancy performance of the distributed braking system (100, 200, 300).

WO 2021/063158 A1

[见续页]

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种汽车的分布式制动系统（100、200、300）、汽车（400）及分布式制动系统（100、200、300）的控制方法，通过在第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）之间连接第一控制阀（17），以将属于同组的增压装置（5、6）对应的制动管路（111、112）相连；当两条制动管路（111、112）中有一条制动管路出现故障时，可以控制第一控制阀（17）处于导通状态，使得两条制动管路（111、112）中的制动液可以流通，有利于提高分布式制动系统（100、200、300）的冗余性能。

汽车的分布式制动系统、汽车及其控制方法

本申请要求于2019年09月30日提交中国专利局、申请号为201910943569.4、申请名称为“汽车的分布式制动系统、汽车及其控制方法”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

本申请涉及汽车领域，并且更具体地，涉及汽车的分布式制动系统、汽车及汽车中分布式制动系统的控制方法。

背景技术

汽车的制动系统是通过对汽车的车轮施加一定的制动力，从而对其进行一定程度的强制制动的系统。制动系统作用是使行驶中的汽车按照驾驶员或者控制器的要求进行强制减速甚至停车，或者使已停驶的汽车在各种道路条件下（例如，在坡道上）稳定驻车，或者使下坡行驶的汽车速度保持稳定。随着汽车电动化和智能化的发展，汽车对制动系统的要求也越来越高。随着自动驾驶等级的提升，减少了制动系统的运行对驾驶员的依赖，为了使得车辆可以适应各种复杂的驾驶环境，对制动系统的控制精度的要求越来越高。分布式电液制动系统（Distributed Electro-hydraulic Braking System，DEHB），作为目前主流的分布式制动系统，具有较高的可控性。

在DEHB中，通常包含4套独立的增压装置分别为4个车轮提供制动力。目前，有两种方式将上述4套增压装置划分为两组，一种是将汽车的右前轮的增压装置与汽车的左前轮的增压装置划分为一组，同时将汽车的右后轮的增压装置与汽车的左后轮的增压装置划分为一组，即H型布置方式。另一种是将汽车的右前轮的增压装置与汽车的左后轮的增压装置划分为一组，同时将汽车的右后轮的增压装置与汽车的左前轮的增压装置划分为一组，即X型布置方式。为了保证汽车的在制动过程中的稳定性，要求每组内的增压装置必须同时处于正常工作的状态。当同组中有一个增压装置故障后，另一个即使能正常工作也会被从制动系统中屏蔽掉。

如上文所述，无论是X型布置方式还是H型布置方式，只要一组中的两个增压装置故障后，属于同一组的另一增压装置也被屏蔽，这样，汽车会由于某一个增压装置的故障，而失去一半的制动力，导致了汽车的分布式制动系统的冗余性能较低。

发明内容

本申请提供一种汽车的分布式制动系统、汽车及控制方法，以提高汽车中分布式制动系统的冗余性能。

第一方面，提供了一种汽车的分布式制动系统，所述分布式制动系统包括第一增压装置（5）、第二增压装置（6）以及第一控制阀（17），所述第一增压装置（5），用于通

过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第一制动轮缸（13）上的制动力；所述第二增压装置（6），用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第二制动轮缸（14）上的制动力；所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），若所述第一控制阀（17）处于导通状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；若所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开，其中，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸。

在本申请实施例中，通过在第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）之间连接第一控制阀（17），以将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第一控制阀（17）处于导通状态时，第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第一控制阀（17）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。避免了现有的分布式制动系统中，汽车中每个制动轮缸对应的制动管路为相互独立的，导致当同组中有一个增压装置故障后，另一个即使能正常工作也会被从制动系统中屏蔽掉。

在一种可能的实现方式中，若所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一增压装置（5）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或若所述第一控制阀处于导通状态，所述第二增压装置（6）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内的制动液的压力。

在本申请实施例中，当第一控制阀（17）处于导通状态，第一增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），控制施加在第二制动轮缸（14）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

另一方面，当第一控制阀（17）处于导通状态，第二增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），控制施加在第一制动轮缸（13）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述分布式制动系统还包括第二控制阀（19）、第三增压装置（7）以及第四增压装置（8），所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力；所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力；所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），若所述第二控制阀（19）处于导通状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）连通；若所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）断开，其中，所述第三制动轮缸

（15）、所述第四制动轮缸（16）、所述第一制动轮缸（13）与所述第二制动轮缸（14）用于为所述汽车中不同的车轮提供制动力，所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的左前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的右后轮的制动轮缸。

在本申请实施例中，通过在第三制动管路（113）与第四制动管路（114）之间连接第二控制阀（19），以将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第二控制阀（19）处于导通状态时，第三制动管路（113）与第四制动管路（114）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第二控制阀（19）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三增压装置（7）用于通过调节所述第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力；和/或若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第四增压装置（8）用于通过调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）内的制动液的压力。

在本申请实施例中，当第二控制阀（19）处于导通状态，第三增压装置（7）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

另一方面，当第二控制阀（19）处于导通状态，第四增压装置（8）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述分布式制动系统还包括第三控制阀（18），第五制动管路（115）以及第六制动管路（116），所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第一制动管路（111）的压力入端口相连，所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第二制动管路（112）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第三制动管路（113）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第四制动管路（114）的压力入端口相连，所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），若所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）连通，若所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

在本申请实施例中，通过在第二制动管路（112）和第三制动管路（113）之间连接第三控制阀（18），以将不属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第三控制阀（18）处于导通状态时，第二制动管路（112）和第三制动管路（113）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，不属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述分布式制动系统还包括制动主缸（3），所述制动主缸（3）用于通过调节所述第五制动管路（115）内制动液的压力，以调节所述第一制动管路（111）或所述第二制动管路（112）内制动液的压力；所述制动主缸（3）还用于通过调节所述第六制动管路（116）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）或所述第四制动管路（114）内制动液的压力。

在本申请实施例中，分布式制动系统还可以基于制动主缸（3）、第五制动管路（115）以及第六制动管路（116）实现机械制动模式或者线性制动模式，使得分布式制动系统可以在多种模式下工作，以提高制动系统的提供制动力的多样性。

可选地，上述制动主缸（3）为串联双腔式制动主缸。

第二方面，提供一种汽车，所述汽车包括第一制动轮缸（13）、第二制动轮缸（14）、第一控制阀（17）、第一增压装置（5）以及第二增压装置（6），所述第一增压装置（5），用于通过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述第一制动轮缸（13）上的制动力；所述第二增压装置（6），用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述第二制动轮缸（14）上的制动力；所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），若所述第一控制阀（17）处于导通状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；若所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开，其中，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸。

在本申请实施例中，通过在第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）之间连接第一控制阀（17），以将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第一控制阀（17）处于导通状态时，第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第一控制阀（17）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。避免了现有的分布式制动系统中，汽车中每个制动轮缸对应的制动管路为相互独立的，导致当同组中有一个增压装置故障后，另一个即使能正常工作也会被从制动系统中屏蔽掉。

在一种可能的实现方式中，若所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一增压装置（5）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或若所述第一控制阀处于导通状态，所述第二增压装置（6）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内的制动液的压力。

在本申请实施例中，当第一控制阀（17）处于导通状态，第一增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），控制施加在第二制动轮缸（14）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

另一方面，当第一控制阀（17）处于导通状态，第二增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），控制施加在第一制动轮缸（13）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述汽车还包括第二控制阀（19），第三增压装置（7）以及第四增压装置（8），所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在所述第三制动轮缸（15）上的制动力；所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在所述第四制动轮缸（16）上的制动力；所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），若所述第二控制阀（19）处于导通状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）连通；若所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路(113)与所述第四制动管路(114)断开，其中，所述第三制动轮缸(15)、所述第四制动轮缸（16）、所述第一制动轮缸（13）与所述第二制动轮缸（14）用于为所述汽车中不同的车轮提供制动力，所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸(16)为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸(15)为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的左前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的右后轮的制动轮缸。

在本申请实施例中，通过在第三制动管路（113）与第四制动管路（114）之间连接第二控制阀（19），以将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第二控制阀（19）处于导通状态时，第三制动管路（113）与第四制动管路（114）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第二控制阀（19）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三增压装置（7）用于通过调节所述第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力；和/或若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第四增压装置（8）用于通过调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）内的制动液的压力。

在本申请实施例中，当第二控制阀（19）处于导通状态，第三增压装置（7）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

另一方面，当第二控制阀（19）处于导通状态，第四增压装置（8）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述分布式制动系统还包括第三控制阀（18），第五制动管路（115）以及第六制动管路（116），所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第一制动管路（111）的压力入端口相连，所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第二制动管路（112）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述

第三制动管路（113）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第四制动管路（114）的压力入端口相连，所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），若所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）连通，若所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

在本申请实施例中，通过在第二制动管路（112）和第三制动管路（113）之间连接第三控制阀（18），以将不属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第三控制阀（18）处于导通状态时，第二制动管路（112）和第三制动管路（113）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，不属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述汽车还包括制动踏板（1），所述分布式制动系统还包括制动主缸（3），所述制动踏板（1）用于接收驾驶员输入的踩踏力，并推动制动主缸（3）中的活塞产生相对于所述制动主缸（3）的缸体的位移；所述制动主缸（3）用于：根据所述位移，确定所述第五制动管路（115）内制动液的压力；通过调节所述第五制动管路（115）内制动液的压力，以调节所述第一制动管路（111）或所述第二制动管路（112）内制动液的压力；通过调节所述第六制动管路（116）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）或所述第四制动管路（114）内制动液的压力。

在本申请实施例中，分布式制动系统还可以基于制动主缸（3）、第五制动管路（115）以及第六制动管路（116）实现机械制动模式或者线性制动模式，使得分布式制动系统可以在多种模式下工作，以提高制动系统的提供制动力的多样性。

可选地，上述制动主缸（3）为串联双腔式制动主缸。

第三方面，提供一种汽车中分布式制动系统的控制方法，所述分布式制动系统包括控制器、第一控制阀（17），第一增压装置（5）以及第二增压装置（6），所述第一增压装置（5）用于通过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第一制动轮缸（13）上的制动力；所述第二增压装置（6）用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第二制动轮缸（14）上的制动力；所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），其中，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸，所述方法包括：若所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；若所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开。

在本申请实施例中，通过在第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）之间连接第一控制阀（17），以将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第一控制阀（17）

处于导通状态时，第一制动管路（111）以及第二制动管路（112）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第一控制阀（17）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。避免了现有的分布式制动系统中，汽车中每个制动轮缸对应的制动管路为相互独立的，导致当同组中有一个增压装置故障后，另一个即使能正常工作也会被从制动系统中屏蔽掉。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：所述控制器确定所述第一增压装置（5）或所述第二增压装置（6）失效；所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于所述导通状态。

在本申请实施例中，当第一增压装置（5）或第二增压装置（6）失效时，可以控制第一控制阀（17）处于导通状态，这样第一增压装置（5）和所述第二增压装置（6）中可以正常工作的增压装置便可以替代失效的增压装置，通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），为第一制动轮缸（13）和/或第二制动轮缸（14）提供制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，若所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一增压装置（5）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或若所述第一控制阀处于导通状态，所述第二增压装置（6）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内的制动液的压力。

在本申请实施例中，当第一控制阀（17）处于导通状态，第一增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），控制施加在第二制动轮缸（14）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

另一方面，当第一控制阀（17）处于导通状态，第二增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），控制施加在第一制动轮缸（13）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述分布式制动系统还包括第二控制阀（19）、第三增压装置（7）以及第四增压装置（8），所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力；所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力；所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），其中，所述第三制动轮缸（15）、所述第四制动轮缸（16）、所述第一制动轮缸（13）与所述第二制动轮缸（14）用于为所述汽车中不同的车轮提供制动力，所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的左前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，所述方法还包括：若所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）

连通；若所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）断开。

在本申请实施例中，通过在第三制动管路（113）与第四制动管路（114）之间连接第二控制阀（19），以将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第二控制阀（19）处于导通状态时，第三制动管路（113）与第四制动管路（114）连通。当上述两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第二控制阀（19）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述方法包括：所述控制器确定所述第三增压装置（7）或所述第四增压装置（8）故障；所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于导通状态。

在本申请实施例中，当第三增压装置（7）或第四增压装置（8）失效时，可以控制第二控制阀（19）处于导通状态，这样第三增压装置（7）和第四增压装置（8）中可以正常工作的增压装置便可以替代失效的增压装置，通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），为第三制动轮缸（15）和/或第四制动轮缸（16）提供制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三增压装置（7）用于通过调节所述第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力；和/或若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第四增压装置（8）用于通过调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）内的制动液的压力。

在本申请实施例中，当第二控制阀（19）处于导通状态，第三增压装置（7）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

另一方面，当第二控制阀（19）处于导通状态，第四增压装置（8）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述分布式制动系统还包括第三控制阀（18），第五制动管路（115）以及第六制动管路（116），所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第一制动管路（111）的压力入端口相连，且所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第二制动管路（112）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第三制动管路（113）的压力入端口相连，且所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第四制动管路（114）的压力入端口相连，所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），所述方法还包括：若所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）连通；若所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

在本申请实施例中，通过在第二制动管路（112）和第三制动管路（113）之间连接第三控制阀（18），以将不属于同组的增压装置对应的制动管路相连，即第三控制阀（18）处于导通状态时，第二制动管路（112）和第三制动管路（113）连通。当上述两条制动管

路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，不属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：所述控制器确定所述第一增压装置（5）以及所述第二增压装置（6）故障；所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于导通状态。

在本申请实施例中，当第一增压装置（5）和第二增压装置（6）都失效时，可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，这样第三增压装置（7）和第四增压装置（8）中可以正常工作的增压装置便可以替代上述失效的增压装置，通过连通的第二制动管路（112）和第三制动管路（113），为第二制动轮缸（14）提供制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：若所述第一增压装置（5）以及所述第二增压装置（6）故障，所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于导通状态，以使所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通。

在本申请实施例中，当第一增压装置（5）和第二增压装置（6）都失效时，可以控制第三控制阀（18）以及第一控制阀（17）处于导通状态，这样第三增压装置（7）和第四增压装置（8）中可以正常工作的增压装置便可以替代上述失效的增压装置，通过连通的第二制动管路（112）和第三制动管路（113），为第一制动轮缸（13）和/或第二制动轮缸（14）提供制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：所述控制器确定所述第三增压装置（7）以及所述第四增压装置（8）故障；所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于导通状态，以使所述第二制动管路（112）与所述第三制动管路（113）连通。

在本申请实施例中，当第三增压装置（7）和第四增压装置（8）都失效时，可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，这样第一增压装置（5）和第二增压装置（6）中可以正常工作的增压装置便可以替代失效的增压装置，通过连通的第二制动管路（112）和第三制动管路（113），为第二制动轮缸（14）提供制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述方法还包括：若所述第三增压装置（7）以及所述第四增压装置（8）故障，所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于导通状态，以使所述第三制动管路（111）与所述第四制动管路（112）与所述连通。

在本申请实施例中，当第三增压装置（7）和第四增压装置（8）都失效时，可以控制第三控制阀（18）以及第二控制阀（19）处于导通状态，这样第一增压装置（5）和第二增压装置（6）中可以正常工作的增压装置便可以替代失效的增压装置，通过连通的第二制动管路（112）和第三制动管路（113），为第二制动轮缸（14）和/或第一制动轮缸（13）提供制动力，有利于提高分布式制动系统的冗余性能。

在一种可能的实现方式中，所述汽车还包括制动主缸（3），所述制动主缸（3）用于通过调节所述第五制动管路（115）内制动液的压力，以调节所述第一制动管路（111）和/或所述第二制动管路（112）内制动液的压力；所述制动主缸（3）还用于通过调节所述第六制动管路（116）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）和/或所述第四制动管路（114）内制动液的压力。

在本申请实施例中，分布式制动系统还可以基于制动主缸（3）、第五制动管路（115）以及第六制动管路（116）实现机械制动模式或者线性制动模式，使得分布式制动系统可以在多种模式下工作，以提高制动系统的提供制动力的多样性。

可选地，上述制动主缸（3）为串联双腔式制动主缸。

第四方面，提供一种控制器，所述控制器可以是独立的设备，也可以是设备内的芯片。所述控制器可以包括处理单元和发送单元。当所述控制器是独立的设备时，所述处理单元可以是处理器，所述发送单元可以是输入/输出接口；所述设备还可以包括存储单元，所述存储单元可以是存储器；所述存储单元用于存储指令，所述处理单元执行所述存储单元所存储的指令，以使所述设备执行第三方面中的方法。当所述控制器是设备内的芯片时，所述处理单元可以是处理器，所述发送单元可以是管脚或电路等；所述处理单元执行存储单元所存储的指令，以使所述控制器执行第三方面中的方法，所述存储单元可以是所述芯片内的存储单元（例如，寄存器、缓存等），也可以是所述终端设备/网络设备内的位于所述芯片外部的存储单元（例如，只读存储器、随机存取存储器等）。

在上述第四方面中，存储器与处理器耦合，可以理解为，存储器位于处理器内部，或者存储器位于处理器外部，从而独立于处理器。

第五方面，提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括：计算机程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面中的方法。

需要说明的是，上述计算机程序代码可以全部或者部分存储在第一存储介质上，其中第一存储介质可以与处理器封装在一起的，也可以与处理器单独封装，本申请实施例对此不作具体限定。

第六方面，提供了一种计算机可读介质，所述计算机可读介质存储有程序代码，当所述计算机程序代码在计算机上运行时，使得计算机执行上述各方面中的方法。

附图说明

图 1 是本申请实施例的分布式制动系统 100 的示意图。

图 2 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的示意图。

图 3 是本申请另一实施例的分布式制动系统 300 的示意图。

图 4 是本申请实施例提供的汽车的示意图。

图 5 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 6 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 7 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 8 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 9 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 10 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 11 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 12 是本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式的示意图。

图 13 是本申请实施例的分布式制动系统 300 的工作模式的示意图。

图 14 是本申请实施例的分布式制动系统 300 的工作模式的示意图。

图 15 是本申请实施例的分布式制动系统 300 的工作模式的示意图。

图 16 是本申请实施例的汽车中分布式制动系统的控制方法的流程图。

具体实施方式

下面将结合附图，对本申请中的技术方案进行描述。

在传统的分布式制动系统中，分布式电液制动系统（Distributed Electro-hydraulic Braking System，DEHB）作为流行的制动系统，通常包含 4 套独立的增压装置分别为 4 个车轮提供制动力。目前，有两种方式将上述 4 套增压装置划分为两组，一种是将汽车的右前轮的增压装置与汽车的左前轮的增压装置划分为一组，同时将汽车的右后轮的增压装置与汽车的左后轮的增压装置划分为一组，即 H 型布置方式。另一种是将汽车的右前轮的增压装置与汽车的左后轮的增压装置划分为一组，同时将汽车的右后轮的增压装置与汽车的左前轮的增压装置划分为一组，即 X 型布置方式。为了保证汽车的在制动过程中的稳定性，要求每组内的增压装置必须同时处于正常工作的状态。当同组中有一个增压装置故障后，另一个即使能正常工作也会被从制动系统中屏蔽掉。

如上文所述，无论是 X 型布置方式还是 H 型布置方式，只要一组中的两个增压装置故障后，属于同一组的另一增压装置也被屏蔽，这样，汽车会由于某一个增压装置的故障，而失去一半的制动力，导致了汽车的分布式制动系统的冗余性能较低。

为了提高分布式制动系统的冗余性能，本申请实施例提供了一种新的分布式制动系统，即通过第一控制阀（17）将属于同组的增压装置对应的制动管路相连，当两条制动管路中有一条制动管路出现故障时，可以控制第一控制阀（17）处于导通状态，使得两条制动管路中的制动液可以流通，此时，属于同组的两个增压装置中的任一个都可以通过两个相通的制动管路，为汽车的两个轮缸制动力，因此，第一控制阀（17）又称“连通阀”。下文将结合图 1 介绍本申请实施例的分布式制动系统。

需要说明的是，为了便于描述分布式制动系统中各个制动元件之间的连接关系，会使用“压力出端口”以及“压力入端口”等术语。其中，“压力出端口”可以理解为制动液流出的端口，“压力入端口”可以理解为制动液流入的端口。也就是说，“压力出端口”以及“压力入端口”可以理解为是从功能上限定端口的作用，上述“压力出端口”以及“压力入端口”可以用于限定一个物理端口在不同的工作模式下的作用，上述“压力出端口”以及“压力入端口”还可以对应两个不同的物理端口，本申请实施例对此不做限定。

通常，下文中介绍设备 A 的压力入端口与设备 B 的压力出端口相连时，可以理解为对应两个物理端口，并且用于描述设备 A 与设备 B 之间的连接关系。

图 1 是本申请实施例的分布式制动系统 100 的示意图。图 1 所示的分布式制动系统 100 包括第一增压装置（5）、第二增压装置（6）以及第一控制阀（17）。

所述第一增压装置（5），用于通过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第一制动轮缸（13）上的制动力。

上述第一增压装置（5）的压力出端口与第一制动管路（111）的压力入端口相连，第一制动管路（111）的压力出端口与第一制动轮缸（13）的压力入端口相连。相应地，第一增压装置（5）可以用于为第一制动管路（111）的制动液进行增压，以增加施加在汽车的第一制动轮缸（13）上的制动力。

可选地，第一增压装置（5）包括电机以及液压缸，电机用于驱动液压缸中的活塞做

直线往复运动，以为第一制动管路（111）内的制动液增压。

所述第二增压装置（6），用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第二制动轮缸（14）上的制动力。

上述第二增压装置（6）的压力出端口与第二制动管路（112）的压力入端口相连，第二制动管路（112）的压力出端口与第二制动轮缸（14）的压力入端口相连。相应地，第二增压装置（6）可以用于为第二制动管路（112）的制动液进行增压，以增加施加在汽车的第二制动轮缸（14）上的制动力。

可选地，第二增压装置（6）包括电机以及液压缸，电机用于驱动液压缸中的活塞做直线往复运动，以为第二制动管路（112）内的制动液增压。

所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），若所述第一控制阀（17）处于导通状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；若所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开。

上述第一控制阀（17）处于导通状态时，第一增压装置（5）用于通过调节第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节第二制动管路（112）内制动液的压力。也就是说，第一增压装置（5）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），调节第二制动轮缸（14）的制动力。

需要说明的是，在图 1 所示的分布式制动系统 100 中，如果控制第一控制阀（17）处于导通状态后，为了防止制动液经过第五制动管路（115）回流至制动主缸，可以控制隔离阀（4）处于断开状态，以阻隔制动液通过第五制动管路（115）回流。

上述第一控制阀（17）处于导通状态时，第二增压装置（6）用于通过调节第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节第二制动管路（112）内的制动液的压力。也就是说，第二增压装置（6）可以通过连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112），调节第一制动轮缸（13）的制动力。

相应地，上述第一控制阀（17）处于断开状态时，则第一制动管路（111）与第二制动管路（112）断开，可以理解为第一制动管路（111）与第二制动管路（112）为两条独立的制动管路，此时，这两条制动管路中制动液不能相互流通，被第一控制阀（17）阻断，相应地，这两条制动管路中制动液的压力可以相同也可以不同。

可选地，上述第一制动轮缸（13）与上述第二制动轮缸（14）为 H 型布置方式中属于同组的制动轮缸。即上述第一制动轮缸（13）为汽车的右前轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左前轮的制动轮缸。或者，第一制动轮缸（13）为汽车的右后轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左后轮的制动轮缸。

可选地，上述第一制动轮缸（13）与上述第二制动轮缸（14）为 X 型布置方式中属于同组的制动轮缸。即，第一制动轮缸（13）为汽车的右后轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左前轮的制动轮缸；或者，第一制动轮缸（13）为汽车的右前轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左后轮的制动轮缸。

如上文所述，无论是 X 型布置还是 H 型布置，4 个车轮对应的 4 套增压装置会被划分为两组，上文介绍了其中一组下文介绍另一组。需要说明的是，在本申请实施例中，另一组可以使用现有的分布式制动系统的连接方式，也可以使用本申请提供的有利于提高冗余

性能的连接方式。即在第三增压装置（7）控制的第三制动管路（113），与第四增压装置（8）控制的第四制动管路（114）之间连接第二控制阀（19）。

为了便于区分，将上述第一制动轮缸（13）与上述第二制动轮缸（14）所在的组称为“第一组”，将第三制动轮缸（15）与第四制动轮缸（16）所在的组称为“第二组”。

所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力。

上述第三增压装置（7）的压力出端口与第三制动管路（113）的压力入端口相连，第三制动管路（113）的压力出端口与第三制动轮缸（15）的压力入端口相连。相应地，第三增压装置（7）可以用于为第三制动管路（113）的制动液进行增压，以增加施加在汽车的第三制动轮缸（15）上的制动力。

可选地，第三增压装置（7）包括电机以及液压缸，电机用于驱动液压缸中的活塞做直线往复运动，以为第三制动管路（113）内的制动液增压。

所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力。

上述第四增压装置（8）的压力出端口与第四制动管路（114）的压力入端口相连，第四制动管路（114）的压力出端口与第四制动轮缸（16）的压力入端口相连。相应地，第四增压装置（8）可以用于为第四制动管路（114）的制动液进行增压，以增加施加在汽车的第四制动轮缸（16）上的制动力。

可选地，第四增压装置（8）包括电机以及液压缸，电机用于驱动液压缸中的活塞做直线往复运动，以为第四制动管路（114）内的制动液增压。

所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），若所述第二控制阀（19）处于导通状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）连通；若所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）断开。

上述第二控制阀（19）处于导通状态，第三增压装置（7）用于通过调节第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节第四制动管路（114）内制动液的压力。也就是说，第三增压装置（7）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），调节第四制动轮缸（16）的制动力。

上述第二控制阀（19）处于导通状态，第四增压装置（8）用于通过调节第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节第三制动管路（113）内的制动液的压力。也就是说，第四增压装置（8）可以通过连通的第三制动管路（113）和第四制动管路（114），调节第三制动轮缸（15）的制动力。

相应地，上述第二控制阀（19）处于断开状态时，则第三制动管路（113）和第四制动管路（114）断开，可以理解为第三制动管路（113）与第四制动管路（114）为两条独立的制动管路，此时，这两条制动管路中制动液不能相互流通，被第二控制阀（19）阻断，相应地，这两条制动管路中制动液的压力可以相同也可以不同。

可选地，上述第三制动轮缸（15）与上述第四制动轮缸（16）为H型布置方式中属于同组的制动轮缸，且与第一制动轮缸（13）和第二制动轮缸（14）属于不同的组。

即，上述第一制动轮缸（13）为汽车的右前轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为

汽车的左前轮的制动轮缸，则第三制动轮缸（15）为汽车的右后轮的制动轮缸，且第四制动轮缸（16）为汽车的左后轮的制动轮缸。或者，第一制动轮缸（13）为汽车的右后轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左后轮的制动轮缸。上述第三制动轮缸（15）为汽车的右前轮的制动轮缸，且第四制动轮缸（16）为汽车的左前轮的制动轮缸。

可选地，上述第三制动轮缸（15）与上述第四制动轮缸（16）为X型布置方式中属于同组的制动轮缸，且与第一制动轮缸（13）和第二制动轮缸（14）属于不同的组。

即，第一制动轮缸（13）为汽车的右后轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左前轮的制动轮缸，则第三制动轮缸（15）为汽车的右前轮的制动轮缸，且第四制动轮缸（16）为汽车的左后轮的制动轮缸。或者，第一制动轮缸（13）为汽车的右前轮的制动轮缸，且第二制动轮缸（14）为汽车的左后轮的制动轮缸，则第三制动轮缸（15）为汽车的右后轮的制动轮缸，且第四制动轮缸（16）为汽车的左前轮的制动轮缸。

通常，为了提高分布式制动系统的冗余性能，上述四个增压装置（5、6、7、8）除了可以由控制器控制每个增压装置需要提供的制动液的压力外，还可以由驾驶员踩踏制动踏板，通过制动主缸（3）的第一液压缸（310）向第五制动管路（115）输入制动液，并通过第二液压缸（311）向第六制动管路（116）输入制动液，以分别调节上述4个制动管路（111、112、113、114）中制动液的压力。

然而，现有的分布式制动系统中，常用的工作模式是控制隔离阀（4、20）处于断开状态，且分布式制动系统中的制动管路（111、112）与分布式制动系统中的制动管路（113、114）相互独立，这种通过独立的制动管路为4个制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力的方案，有可能导致分布式制动系统100中制动管路内制动液的压力不均衡。

为了避免上述问题，本申请还提供一种新的制动系统200，即将第二制动管路（112）和第三制动管路（113）相连，并设置第三控制阀（18）。当第三控制阀（18）处于导通状态时，第二制动管路（112）与第三制动管路（113）连通，这样，两个制动管路内的制动液的压力可以达到均衡。当第三控制阀（18）处于断开状态时，第二制动管路（112）与第三制动管路（113）断开。

另一方面，若第一增压装置（5）和/或第二增压装置（6）故障后，也可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，这样，第三增压装置（7）和/或第四增压装置（8）可以替代故障的增压装置，为相应的制动轮缸提供制动力。当然，若第三增压装置（7）和/或第四增压装置（8）故障后，也可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，这样，第一增压装置（5）和/或第二增压装置（6）可以替代故障的增压装置，为相应的制动轮缸提供制动力。

下文结合图2介绍本申请实施例的分布式制动系统200的示意图。图2所示的分布式制动系统200包括第三控制阀（18）。应理解，分布式制动系统200中功能与分布式制动系统100中功能相同的元件使用相同的编号，为了简洁，下文中不再具体介绍。

上述第五制动管路（115）的压力入端口与制动主缸（3）的第一液压缸（310）的压力出端口相连。或者说，第五制动管路（115）中制动液的压力可以由制动主缸（3）的第一液压缸（310）提供。

相应地，第五制动管路（115）的压力出端口与第一隔离阀（4）的压力入端口相连，第二制动管路（112）的压力入端口与第一隔离阀（4）的压力出端口相连。当第一隔离阀

（4）处于导通状态时，第二制动管路（112）内制动液的压力可由制动主缸（3）的第一液压缸（310）提供。

上述第六制动管路（116）的压力入端口与制动主缸（3）的第二液压缸（311）的压力出端口相连。或者说，第六制动管路（116）中制动液的压力可以由制动主缸（3）的第二液压缸（311）提供。

相应地，第六制动管路（116）的压力出端口与第二隔离阀（20）的压力入端口相连，第三制动管路（113）的压力入端口与第二隔离阀（20）的压力出端口相连。当第二隔离阀（20）处于导通状态时，第三制动管路（113）内制动液的压力可由制动主缸（3）的第二液压缸（311）提供。

所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），若所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）导通，若所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

上述第三控制阀（18）处于导通状态，第二增压装置（6）可以通过调节第二制动管路（112）内制动液的压力，以调节第三制动管路（113）内制动液的压力。也就是说，第二增压装置（6）可以可以通过连通的第二制动管路（112）和第三制动管路（113），调节第三制动轮缸（15）的制动力。

上述第三控制阀（18）处于导通状态，第三增压装置（7）用于通过调节第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节第二制动管路（112）内的制动液的压力。也就是说，第三增压装置（7）可以通过连通的第二制动管路（112）和第三制动管路（113），调节第二制动轮缸（14）的制动力。

相应地，上述第三控制阀（18）处于断开状态时，则第二制动管路（112）和第三制动管路（113）断开，可以理解为第二制动管路（112）和第三制动管路（113）为两条独立的制动管路，此时，这两条制动管路中制动液不能相互流通，被第三控制阀（18）阻断，相应地，这两条制动管路中制动液的压力可以相同也可以不同。

需要说明的是，本申请实施例的提供的第三控制阀（18）、第一控制阀（17）以及第二控制阀（19）可以单独地应用于制动系统中，也可以以结合方式（参见图 2）应用于一个分布式制动系统中，本申请实施例对此不做限定。

为了提高分布式制动系统的冗余性能，分布式制动系统除了以机械制动模式实现制动功能，还可以以线控制动模式实现制动功能。其中，机械制度模式为通过制动主缸（3）经由第五制动管路（115）和第六制动管路（116）向 4 个制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力。线控制动模式为在驾驶员踩制动踏板，向制动系统输入需求制动力后，由控制器基于需求制动力控制 4 个增压装置（5、6、7、8）为 4 个制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力。当机械的制动模式和线控的制动模式中有一种模式失效后，可以通过另一种模式维持制动系统的制动性能。

在机械制动模式下，若制动主缸（3）为串联双腔式制动主缸，则由于制动主缸（3）内两个腔的串联结构，使得即使第五控制管路（115）和第六控制管路（116）是独立的制动管路，也可以使得制动系统内制动液的压力达到均衡。此时，无需通过控制第三控制阀（18）处于导通状态，以使得制动系统内制动液的压力达到均衡。

在线控制动模式下，需要将位于第五制动管路（115）上的第一隔离阀（4），以及位于第六制动管路（116）上的第二隔离阀（20）设置为断开状态，这样当驾驶员踩制动踏板，推动制动主缸（3）的活塞产生相对于制动主缸（3）的缸体的位移后，第五制动管路（115）和第六制动管路（116）内的制动液由于隔离阀（4、20）的隔断，无法流入 4 条制动管路（111、112、113、114）。

但是，当第四控制阀（22）处于导通状态时，第六制动管路（116）内的制动液可以通过第四控制阀（22），输送到踏板感觉模拟器（21），推动踏板感觉模拟器（21）中的活塞产生相对于踏板感觉模拟器（21）壳体的位移。此时，控制器便可通过踏板感觉模拟器（21）中活塞的位移，确定第三制动管路（113）中制动液的压力，并基于第三制动管路（113）中制动液的压力，控制 4 个增压装置（5、6、7、8）为 4 个制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力。

需要说明的是，在上述线控制动的模式下，控制器除了基于踏板感觉模拟器（21）确定驾驶员需求的制动力，还可以基于其他方式确定驾驶员需求的制动力。例如可以基于踏板行程传感器检测的踏板行程确定驾驶员需求的制动力。又例如，可以基于压力传感器检测的制动主缸（3）的压力出端口的制动液的压力，确定驾驶员需求的制动力。本申请实施例对此不做具体限定。

为了提高控制制动系统的可靠性，还可以在第一制动管路（111）、第二制动管路（112）、第三制动管路（113）以及第四制动管路（114）中的一条或多条制动管路上设置进液阀（9、10、11、12）。当进液阀（9、10、11、12）处于导通状态时，各个制动管路上的增压装置可以将制动液输送到对应的制动轮缸。当进液阀（9、10、11、12）处于断开状态时，各个制动管路上的增压装置无法将制动液输送到对应的制动轮缸，制动液被制动管路上的进液阀阻断。

例如，第一进液阀（9）位于第一增压装置（5）与第一制动轮缸（13）之间的第一制动管路（111），或者说，第一制动管路（111）的压力出端口通过第一进液阀（9）与第一制动轮缸（13）的压力入端口相连。

又例如，第二进液阀（10）位于第二增压装置（6）与第二制动轮缸（13）之间的第二制动管路（112），或者说，第二制动管路（112）的压力出端口通过第二进液阀（10）与第二制动轮缸（14）的压力入端口相连。

又例如，第三进液阀（11）位于第三增压装置（7）与第三制动轮缸（15）之间的第三制动管路（113），或者说，第三制动管路（113）的压力出端口通过第三进液阀（11）与第三制动轮缸（15）的压力入端口相连。

又例如，第四进液阀（12）位于第四增压装置（8）与第四制动轮缸（16）之间的第四制动管路（114），或者说，第四制动管路（114）的压力出端口通过第四进液阀（12）与第四制动轮缸（16）的压力入端口相连。

需要说明的是，上述进液阀（9、10、11、12）是对控制阀（9、10、11、12）从功能方面的限定，在一些情况下，控制阀（9、10、11、12）还可以充当出液阀的作用。例如，当 4 个增压装置（5、6、7、8）的电机反转时，可以将制动轮缸中的制动液，通过 4 条制动管路（111、112、113、114）抽回对应的增压装置，此时，控制阀（9、10、11、12）可以充当出液阀。

通常，对于分布式制动系统而言，在一些情况下，还需要减小在制动轮缸上的制动力。在本申请实施例的分布式制动系统200中，可以通过增压装置实现上述的减压功能。例如，增压装置可以包括电机（312）和液压缸（313）。当增压装置的电机（312）正转时，可以推动液压缸（313）中的活塞运动，将液压缸（313）中的制动液压入对应的制动管路，以为制动管路中的制动液增压。当增压装置的电机（312）反转时，可以拉动液压缸（313）中的活塞运动，将对应的制动管路、制动轮缸中的制动液抽回液压缸（313）中，以为制动轮缸降压。

当然，也可以在4条制动管路（111、112、113、114）上设置出液阀（23、24、25、26），当出液阀处于导通状态时，4条制动管路（111、112、113、114）内的制动液可以通过出液管路（117）送到储液装置（2），以便循环利用。当出液阀处于断开状态时，制动管路内的制动液无法流向储液装置（2）。

下文结合图3介绍带出液阀的分布式制动系统。图3是本申请另一实施例的分布式制动系统300的示意图。应理解，图3所示的分布式制动系统300中与分布式制动系统200中作用相同的元件使用的编号相同，为了简洁，在此不再赘述。

如图3所示，在第一制动轮缸（13）的压力入端口与储液装置（2）之间的出液管路（117）上，设置有第一出液阀（23）。当第一出液阀（23）处于导通状态时，第一制动管路（111）中制动液的可以通过出液阀（23）流向出液管路（117），最后流入储液装置（2），以避免通过制动液向第一制动轮缸（13）增压。当第一出液阀（23）处于断开状态时，第一制动管路（111）中的制动液的无法通过第一出液阀（23）流向出液管路（117）。

在第二制动轮缸（14）的压力入端口与储液装置（2）之间的出液管路（117）上，设置有第二出液阀（24）。当第二出液阀（24）处于导通状态时，第二制动管路（112）中制动液的可以通过第二出液阀（24）流向出液管路（117），最后流入储液装置（2），以避免通过制动液向第二制动轮缸（14）增压。当第二出液阀（24）处于断开状态时，第二制动管路（112）中制动液的无法通过第二出液阀（24）流向出液管路（117）。

在第三制动轮缸（15）的压力入端口与储液装置（2）之间的出液管路（117）上，设置有第三出液阀（25）。当第三出液阀（25）处于导通状态时，第三制动管路（113）中制动液的可以通过第三出液阀（25）流向出液管路（117），最后流入储液装置（2），以避免通过制动液向第三制动轮缸（15）增压。当第三出液阀（25）处于断开状态时，第三制动管路（113）中制动液的无法通过第三出液阀（25）流向出液管路（117）。

在第四制动轮缸（16）的压力入端口与储液装置（2）之间的出液管路（117）上，设置有第三出液阀（26）。当第四出液阀（26）处于导通状态时，第四制动管路（112）中制动液的可以通过第四出液阀（26）流向出液管路（117），最后流入储液装置（2），以避免通过制动液向第四制动轮缸（16）增压。当第四出液阀（26）处于断开状态时，第四制动管路（114）中制动液的无法通过第四出液阀（26）流向出液管路（117）。

当然，分布式制动系统还可以使用其他的出液方案，例如将上述通过电机（312）反转的出液方案，与上述基于出液阀的出液方案结合。本申请实施例对此不做限定。

可选地，上文中介绍的控制阀可以为电磁阀。即在未向电磁阀供电时，电磁阀处于默认状态，当向电磁阀供电后，电磁阀的工作状态（包括导通状态或者断开状态）可由控制器控制。下文具体介绍上述电磁阀的默认状态的一种可能的组合方式。

在上述分布式制动系统100、分布式制动系统200以及分布式制动系统300中，为了减少控制器对电磁阀工作状态的控制，通常将第一控制阀（17）和第二控制阀（19）设置为常开阀，将第三控制阀（18）设置为常闭阀，将出液阀（23、24、25、26）设置为常闭阀。将进液阀（9、10、11、12）设置为常开阀。将隔离阀（4、20）设置为常开阀。将第四控制阀（22）设置为常闭阀。

需要说明的是，上述电磁阀的默认状态可以理解为一种可能的配置方式，本申请实施例对电磁阀的默认状态不做具体限定。

在本申请实施例中，通过将隔离阀（4、20）设置为常开阀，可以使得在分布式制动系统的供电功能故障的情况下，第五制动管路（115）以及第六制动管路（116）内的制动液可以流向4个制动轮缸（13、14、15、16），有利于提高分布式制动系统的可靠性。

上述分布式制动系统100、分布式制动系统200以及分布式制动系统300中的任意一种制动系统都可以单独应用于汽车中，下文以将分布式制动系统200应用于汽车400为例，介绍本申请实施例提供的汽车。需要说明的是，汽车400中与分布式制动系统200中功能相同的元件，使用的编号相同。为了简洁，下文不再一一介绍。

图4是本申请实施例提供的汽车的示意图。图4所示的汽车400包括制动踏板（1）。当驾驶员踩踏制动踏板（1）时，制动踏板（1）推动制动主缸（3）中的活塞运动，将第一液压缸（310）和第二液压缸（311）中的制动液压入第五制动管路（115）和第六制动管路（116）。

可选地，图4所示的汽车400还可以包括踏板行程传感器（410），踏板行程传感器（410）用于检测制动踏板（1）推动活塞时产生的位移，或者说，是活塞与制动主缸（3）缸体之间的相对位移。踏板行程传感器（410）将检测到的位移发送给控制器，由控制器控制4个增压装置（5、6、7、8）为4个制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力。

由上可知，踏板行程传感器（410）与踏板感觉模拟器（21）可以提高分布式制动系统的冗余性能。例如，当踏板行程传感器（410）失效后，控制器可以基于踏板感觉模拟器（21）的反馈，控制4个增压装置（5、6、7、8）为4个制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力。

上文结合图1至图4介绍了本申请实施例的分布式制动系统以及汽车的架构，下文结合图5至图12介绍分布式制动系统的多种工作模式。其中图5至图9介绍了分布式制动系统200的多种工作模式，图10至图12介绍了本申请实施例的分布式制动系统300的多种工作模式。

假设分布式制动系统200中控制阀的默认状态为第一控制阀（17）和第二控制阀（19）设置为常开阀，将第三控制阀（18）设置为常闭阀，将出液阀（23、24、25、26）设置为常闭阀。将进液阀（9、10、11、12）设置为常开阀。将隔离阀（4、20）设置为常开阀。将第四控制阀（22）设置为常闭阀。

图5是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图5示出了制动系统200在线控制动模式下的增压过程中制动液的流动路径。

在线控制动模式下，控制器控制第四控制阀（22）处于导通状态，隔离阀（4、20）处于断开状态，其余控制阀均处于上述默认状态。

当驾驶员踩下制动踏板，制动主缸（3）中的制动液，经由第六制动管路（116）流入

踏板感觉模拟器（21）中。由于隔离阀（4、20）处于断开状态，制动液不会经由第五制动管路（115）以及第六制动管路（116）进入制动轮缸（13、14、15、16），从而实现制动主缸（3）与制动轮缸（13、14、15、16）的制动解耦。

相应地，控制器通过基于驾驶员通过踩踏制动踏板输入的需求制动力，并基于需求制动力控制4个增压装置（5、6、7、8），通过4条制动管路（111、112、113、114），将制动液输入4个制动轮缸（13、14、15、16）中，以通过制动轮缸为车轮产生制动力，实现制动。

在制动过程中，当需要对制动管路内制动液的压力进行平衡时，控制器可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，如此，制动液可以在第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）之间流动，使得第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）内制动液的压力达到平衡。

当驾驶员踩踏板力度减小或未完全松开制动踏板时（图中未示出制动踏板），此时制动需求减小。控制器可以根据踏板行程传感器检测到的踏板行程，控制4个增压装置（5、6、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。

当驾驶员完全松开制动踏板时，一方面，控制器可以控制4个增压装置（5、6、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。另一方面，控制器还可以控制隔离阀（4、20）处于导通状态，此时，制动轮缸（13、14、15、16）中的制动液由于压力差，一部分流向4个增压装置（5、6、7、8），另一部分通过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）流向制动主缸（3），最终制动轮缸中制动液的压力接近0或为0。

图6是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图6示出了制动系统200在自动驾驶模式下的增压过程中制动液的流动路径。需要说明的是，图6所示的流动路径与图5所示的流动路径类似。主要区别是在上述线控制动模式下，制动系统的工作依赖于驾驶员的操作，而在自动驾驶模式下，制动系统的工作可以不再依赖于驾驶员的操作。

在自动驾驶模式下，控制器控制隔离阀（4、20）处于断开状态，其余控制阀均处于上述默认状态。

由于此时制动系统的工作不再需要驾驶员参与，制动力需求可以由高级驾驶辅助系统（advanced driving assistant system，ADAS）以指令的方式发送给控制器。

当ADAS通知控制器制动力需求后，控制器控制4个增压装置（5、6、7、8），分别通过4条制动管路（111、112、113、114）将制动液输入4个制动轮缸（13、14、15、16）中，以通过制动轮缸为车轮产生制动力，实现制动。

在制动过程中，当需要对制动管路内制动液的压力进行平衡时，控制器可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，制动液可以在第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）之间流动，使得第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）内制动液的压力达到平衡。

当ADAS通知控制器降低制动力需求，或者制动力需求为0后，控制器可以控制4个增压装置（5、6、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。

图7是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图7示出了制动系统200在单轮制动模式下的增压过程中制动液的流动路径。其中单轮制动模式可以应用于电子稳定性控制（electronic stability control，ESC）、制动防抱死系统（antilock brake system、

ABS）、牵引力控制系统（traction control system，TCS）等功能。

控制器确定需要对第一制动轮缸（13）进行增压后，控制第一控制阀（17）处于断开状态，其他控制阀处于上述默认状态。控制器控制第一增压装置（5）的电机（312）正转，以将制动液通过第一制动管路（111）压入第一制动轮缸（13），实现为第一制动轮缸（13）增压。

控制器确定需要对第一制动轮缸（13）进行减压后，控制第一控制阀（17）处于断开状态，其他控制阀处于上述默认状态。控制器控制第一增压装置（5）的电机（312）反转，以将制动液通过第一制动管路（111），从第一制动轮缸（13）抽回至第一增压装置（5），实现为第一制动轮缸（13）减压。

需要说明的是，图7所示的流动路径，以调整第一制动轮缸（13）的制动力为例进行介绍。对第四制动轮缸（16）制动力的调整类似，即控制第二控制阀（19）处于断开状态即可。为了简洁，不再结合附图详细说明。

图8是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图8示出了制动系统200在单轮制动模式下的增压过程中制动液的流动路径。其中单轮制动模式可以应用于ESC、ABS、TCS等功能。

控制器确定需要对第二制动轮缸（14）进行增压后，控制第一控制阀（17）以及隔离阀（4）处于断开状态，其他控制阀处于上述默认状态。控制器控制第二增压装置（6）的电机（312）正转，以将制动液通过第二制动管路（112）压入第二制动轮缸（14），实现为第二制动轮缸（14）增压。

控制器确定需要对第二制动轮缸（14）进行减压后，控制第一控制阀（17）以及隔离阀（4）处于断开状态，其他控制阀处于上述默认状态。控制器控制第二增压装置（6）的电机（312）反转，以将制动液通过第二制动管路（112）从第二制动轮缸（14）中抽回至第二增压装置（6），实现为第二制动轮缸（14）减压。

需要说明的是，图8所示的流动路径，以调整第二制动轮缸（14）的制动力为例进行介绍。对第三制动轮缸（15）制动力的调整类似，即控制第二控制阀（19）以及隔离阀（20）处于断开状态即可。为了简洁，不再结合附图详细说明。

图9是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图9示出了制动系统200在机械制动模式下的增压过程中制动液的流动路径。

在机械制动模式下，制动系统200中的控制阀均处于上述默认状态。

当驾驶员踩下制动踏板，制动主缸（3）中的制动液，经由第五制动管路（115）流入第二制动管路（112）和第一制动管路（111），经由第六制动管路（116）流入第三制动管路（113）和第四制动管路（114），从而为制动轮缸（13、14、15、16）提供制动力。

当驾驶员踩踏板力度减小或未完全松开踏板时，需求制动力减小，4个制动轮缸（13、14、15、16）内的制动液在压力差作用下，经过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）流回制动主缸（3）中。

当驾驶员完全松开制动踏板，制动主缸（3）与储液装置（2）连通，4个制动轮缸（13、14、15、16）中的制动液最终流回储液装置（2）中。

需要说明的是，上述机械制动模式、线控制动模式、自动驾驶模式可以结合使用，以提高分布式制动系统200的冗余性能。例如，当分布式制动系统200中的增压装置的增压

功能全部失效后，分布式制动系统200可以切入机械制动模式。又例如，当驾驶员希望进入自动驾驶模式时，分布式制动系统200可以由机械制动模式转换为自动驾驶模式。

上文结合图5至图9介绍了分布式制动系统200的4种工作模式，即线控制动模式、自动驾驶模式，单轮制动模式以及机械制动模式。在本申请提供的分布式制动系统200中，分布式制动系统200还具有特殊的功能，工作在冗余模式下，即当4个增压装置（5、6、7、8）中，只有部分增压装置可以正常工作时，控制器可以通过控制控制阀的工作状态，使得可以正常工作的增压装置替代无法正常工作的增压装置。

下文结合图10至图12介绍，分布式制动系统200工作在上述工作模式下，结合冗余模式以提高分布式制动系统200的冗余性能的方案。

图10是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图10示出了制动系统200在线控制动模式下，且第二增压装置（6）故障的后为第二制动轮缸（14）增压的过程中制动液的流动路径。需要说明的是，分布式制动系统200中其他的增压装置故障后，控制器控制分布式制动系统200中元件的工作状态的原理与下文介绍的原理类似，为了简洁，不再具体赘述。

在线控制动模式下，控制器控制第四控制阀（22）处于导通状态，隔离阀（4、20）处于断开状态。其余的控制阀处于上述默认状态。

当驾驶员踩下制动踏板，制动主缸（3）中的制动液，由第六制动管路（116）流入踏板感觉模拟器（21）中。由于隔离阀（4、20）处于断开状态，制动主缸（3）中的制动液不会进入制动轮缸，以实现制动轮缸与制动主缸的解耦。

控制器检测到第二增压装置（6）故障，无法为第四制动轮缸（14）提供制动力。此时，若按上文介绍的线控模式正常控制，则容易导致制动轮缸（13、14）的增压速度和能力降低。因此，控制器需要控制第三控制阀（18）处于导通状态，以将余下的增压装置（5、7、8）的能力均衡利用，以提高分布式制动系统的可靠性。

控制器通过踏板行程传感器（410）采集的踏板行程，确定需求制动力（或称“目标制动力”）。控制器基于需求制动力，控制正常工作的增压装置（5、7、8），通过4条制动管路（111、112、113、114），向制动轮缸（13、14、15、16）输送制动液，以为制动轮缸提供制动力。

当驾驶员踩踏板力度减小或未完全松开制动踏板时（图中未示出制动踏板），制动需求减小，控制器通过踏板行程传感器（410）获取踏板行程。控制器基于踏板行程确定需求制动力。控制器控制正常工作的增压装置（5、7、8）中的电机（312）反转，以减少制动轮缸的制动力。

当驾驶员完全松开制动踏板时，一方面，控制器可以控制正常工作的增压装置（5、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。另一方面，控制器还可以控制隔离阀（4、20）处于导通状态，此时，制动轮缸（13、14、15、16）中的制动液由于压力差，一部分流向3个增压装置（5、7、8），另一部分通过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）流向制动主缸（3），最终制动轮缸中制动液的压力接近0或为0。

图11是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图11示出了制动系统200在自动驾驶下，且第二增压装置（6）故障的后为第二制动轮缸（14）增压的过程中制动液的流动路径。需要说明的是，分布式制动系统200中其他的增压装置故障后，

控制器控制分布式制动系统200中元件的工作状态的原理与下文介绍的原理类似，为了简洁，不再具体赘述。

图11所示的流动路径与图10所示的流动路径类似。主要区别是在上述线控制动模式下，制动系统的工作依赖于驾驶员的操作，而在自动驾驶模式下，制动系统的工作可以不再依赖于驾驶员的操作。

假设第二增压装置（6）故障，当ADAS通知控制器制动力需求后，控制器控制正常工作的增压装置（5、7、8），分别通过4条制动管路（111、112、113、114）将制动液输入4个制动轮缸（13、14、15、16）中，以通过制动轮缸为车轮产生制动力，实现制动功能。

当ADAS通知控制器降低制动力需求，或者制动力需求为0后，控制器可以控制正常工作的增压装置（5、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。

图12是本申请实施例的分布式制动系统200的工作模式的示意图。图12示出了制动系统200在自动驾驶下，且第二增压装置（6）故障的后为第二制动轮缸（14）增压的过程中制动液的流动路径。需要说明的是，分布式制动系统200中其他的增压装置故障后，控制器控制分布式制动系统200中元件的工作状态的原理与下文介绍的原理类似，为了简洁，不再具体赘述。上述单轮制动模式可以应用于ESC、ABS、TCS等功能。

假设控制器确定需要对第一制动轮缸（14）进行增压后，选择由第一增压装置（5）替代故障的第二增压装置（6）。

控制器控制第一进液阀（9）处于断开状态，第一隔离阀（4）处于断开状态。其他控制阀处于上述默认状态。

控制器控制第一增压装置(5)的电机(312)正转，以将制动液通过第一制动管路(111)压入第二制动管路（112），并通过第二制动管路（112）为第二制动轮缸（14）输送制动液，实现为第二制动轮缸（14）增压。此时，由于第一进液阀（9）处于断开状态，制动液无法通过第一制动管路（111）流入第一制动轮缸（13）。

假设控制器确定需要对第二制动轮缸（14）进行减压后，控制第一进液阀（9）处于断开状态，第一隔离阀（4）处于断开状态。其他控制阀处于上述默认状态。

控制器控制第一增压装置(5)的电机(312)反转，以将制动液通过第二制动管路(112)以及第一制动管路（111），从第二制动轮缸（14）抽回至第一增压装置（5），实现为第二制动轮缸（14）减压。

需要说明的是，图12所示的流动路径，以调整第二制动轮缸（14）的制动力为例进行介绍。当第四增压装置（8）故障后，可以由第三增压装置（7）控制第三制动轮缸（16）的制动力，具体的调整与上文原理相似，即控制第三进液阀（11）处于断开状态，第二隔离阀（20）处于断开状态，由第三增压装置（7）控制第四制动轮缸（16）的制动力。

当第一增压装置（5）故障后，可以由第二增压装置（6）控制第一制动轮缸（13）的制动力，具体的调整与上文原理相似，即控制第二进液阀（10）处于断开状态，第一隔离阀（4）处于断开状态，由第一增压装置（7）控制第二制动轮缸（14）的制动力。

当第三增压装置（7）故障后，可以由第四增压装置（8）控制第三制动轮缸（15）的制动力，具体的调整与上文原理相似，即控制第四进液阀（12）处于断开状态，第二隔离阀（20）处于断开状态，由第四增压装置（8）控制第三制动轮缸（15）的制动力。为了

简洁，不再对上述情况详细说明。

需要说明的是，当增压装置故障后，控制器可以以“就近选择”为原则选择替代的增压装置，以提高制动效率，降低控制的复杂度。例如，第一增压装置（5）与第二增压装置（6）可以互相替代。第三增压装置（8）与第四增压装置（9）可以相互替代。当然，也可以选择较远的增压装置作为替代。本申请实施例对此不做限定。

上文结合图 5 至图 12 介绍了本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式，下文结合图 13 至图 15 介绍本申请实施例的分布式制动系统 200 的工作模式。应理解，两个分布式控制器系统的工作方式基本相同，主要区别在于出液的方式不同，因此，下文仅示例地列举了几种主要的工作模式，剩余的工作模式请参考上文关于分布式制动系统 200 的工作模式的介绍。

假设分布式制动系统 300 中控制阀的默认状态为：第一控制阀（17）和第二控制阀（19）为常开阀，第三控制阀（18）为常闭阀。进液阀（9、10、11、12）为常开阀。出液阀（23、24、25、26）为常闭阀。隔离阀（4、20）为常开阀。第四控制阀（22）为常闭阀。

图 13 是本申请实施例的分布式制动系统 300 的工作模式的示意图。图 13 示出了分布式制动系统 300 在线控制动模式下的增压过程中制动液的流动路径。

在线控制动模式下，控制器控制第四控制阀（22）处于导通状态，隔离阀（4、20）处于断开状态，其余控制阀均处于上述默认状态。

当驾驶员踩下制动踏板，制动主缸（3）中的制动液，经由第六制动管路（116）流入踏板感觉模拟器（21）中。由于隔离阀（4、20）处于断开状态，制动液不会经由第五制动管路（115）以及第六制动管路（116）进入制动轮缸（9），从而实现制动主缸（3）与制动轮缸（13、14、15、16）的制动解耦。

相应地，控制器通过踏板行程传感器（410）确定踏板行程，并基于获取的踏板行程确定需求制动力。控制器控制 4 个增压装置（5、6、7、8），分别通过 4 条制动管路（111、112、113、114）将制动液输入 4 个制动轮缸（13、14、15、16）中，以通过制动轮缸为车轮产生制动力，实现制动。

在制动过程中，当需要对制动管路内制动液的压力进行平衡时，控制器可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，如此，制动液可以在第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）之间流动，使得第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）内制动液的压力达到平衡。

当驾驶员踩踏板力度减小或未完全松开制动踏板时（图中未示出制动踏板），此时制动需求减小。控制器可以根据踏板行程传感器检测到的踏板行程，控制 4 个增压装置（5、6、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。

当驾驶员完全松开制动踏板时，一方面，控制器可以控制 4 个出液阀（23、24、25、26）为处于导通状态，此时，制动轮缸（13、14、15、16）中的制动液由于压力差，会通过出液管路（117）流向储液装置（2）。实现制动系统减压。另一方面，控制器还可以控制隔离阀（4、20）处于导通状态，此时，制动轮缸（13、14、15、16）中的制动液由于压力差，通过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）流向制动主缸（3），最终制动轮缸中制动液的压力接近 0 或为 0。

图 14 是本申请实施例的分布式制动系统 300 的工作模式的示意图。图 6 示出了制动

系统 200 在自动驾驶模式下的增压过程中制动液的流动路径。需要说明的是，图 6 所示的流动路径与图 5 所示的流动路径类似。主要区别是在上述线控制动模式下，制动系统的工作依赖于驾驶员的操作，而在自动驾驶模式下，制动系统的工作可以不再依赖于驾驶员的操作。

在自动驾驶模式下，由于制动系统的工作不再需要驾驶员参与，制动力需求可以由高级驾驶辅助系统（advanced driving assistant system，ADAS）以指令的方式发送给控制器。

当 ADAS 通知控制器制动力需求后，控制器控制 4 个增压装置（5、6、7、8），分别通过 4 条制动管路（111、112、113、114）将制动液输入 4 个制动轮缸（13、14、15、16）中，以通过制动轮缸为车轮产生制动力，实现制动。

在制动过程中，当需要对制动管路内制动液的压力进行平衡时，控制器可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，如此，制动液可以在第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）之间流动，使得第二制动管路（112）以及第三制动管路（113）内制动液的压力达到平衡。

当 ADAS 通知控制器降低制动力需求，或者制动力需求为 0 后，控制器可以控制 4 个增压装置（5、6、7、8）的电机（312）反转，实现制动系统减压。

图 15 是本申请实施例的分布式制动系统 300 的工作模式的示意图。图 15 示出了制动系统 300 在单轮制动模式下的增压过程中制动液的流动路径。其中单轮制动模式可以应用于 ESC、ABS、TCS 等功能。

控制器确定需要对第一制动轮缸（13）进行增压后，控制第一控制阀（17）处于断开状态，其他控制阀处于上述默认状态。控制器控制第一增压装置（5）的电机（312）正转，以将制动液通过第一制动管路（111）压入第一制动轮缸（13），实现为第一制动轮缸（13）增压。

控制器确定需要对第一制动轮缸（13）进行减压后，控制第一控制阀（17）处于断开状态，控制第一出液阀（23）处于导通状态。其他控制阀处于上述默认状态。这样。第一增压装置（5）输出的制动液通过第一制动管路（111）流入第一出液阀（23），并经由第一出液阀（23）通过出液管路（117）流至储液装置（2）。

可选地，在上述减压过程中，还可以控制第一进液阀（9）处于断开状态，这样，在第一进液阀（9）的压力入端口与第一增加装置（5）的压力出端口之间可以保持较高的制动压力，即第一进液阀（9）与第一增加装置（5）之间的第一制动管路（111）内，保持制动液的压力处于较高的状态，当需要再一次对第一制动轮缸（13）增压时，可以较快地响应。

需要说明的是，图 15 所示的流动路径，以调整第一制动轮缸（13）的制动力为例进行介绍。对其他制动轮缸制动力的调整类似。为了简洁，不再结合附图详细说明。

上文结合图 1 至图 15 介绍了本申请实施例的分布式制动系统以及汽车。下文集合图 16 介绍本申请实施例的提供的控制方法。图 16 所示的控制方法可以与上述各种分布式制动系统结合使用。

图 16 是本申请实施例的汽车中分布式制动系统的控制方法的流程图。图 16 所示的方法可以由分布式制动系统的控制器执行。图 16 所示的方法包括：步骤 1610 和步骤 1620。

1610，若控制器控制第一控制阀（17）处于导通状态，第一制动管路（111）与第二

制动管路（112）连通。

1620，若控制器控制第一控制阀（17）处于断开状态，第一制动管路（111）与第二制动管路（112）断开。

通常，为了提高分布式制动系统的可靠性，上述方法还包括：当控制器确定第一增压装置（5）或第二增压装置（6）故障；控制器控制第一控制阀（17）处于导通状态，以使第一制动管路（111）与第二制动管路（112）连通。

需要说明的是，检测增压装置失效的方式有很多种，本申请对此不做具体限定。例如，在准备对第一制动轮缸（13）增压时，控制器可以控制第一控制阀（17）处于断开状态，然后，控制器通过检测第一制动轮缸（13）对应的车轮的加速度，确定第一增压装置（5）是否失效。当轮加速度在一定时间内几乎无显著性增加，或与预期正常情况差别较大时，控制器可以确定第一增压装置（5）失效，相反，第一增压装置（5）工作正常。

可选地，若第一控制阀（17）处于导通状态，第一增压装置（5）用于通过调节第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或若第一控制阀（17）处于导通状态，第二增压装置（6）用于通过调节第二制动管路（112）内制动液的压力，以调节第二制动管路（111）内的制动液的压力。

可选地，上述方法还包括：控制器确定第三增压装置（7）或第四增压装置（8）故障；控制器控制第二控制阀（19）处于导通状态，以使第三制动管路（113）与第四制动管路（114）连通。这样，第三增压装置（7）或第四增压装置（8）中正常工作的增压装置，可以通过连通的第三制动管路（113）与第四制动管路（114）为第三制动轮缸（15）和/或第四制动轮缸（16）提供制动力。

这样，当第三增压装置（7）或第四增压装置（8）故障后，可以使用第一增压装置（5）和第二增压装置（6）替代第三增压装置（7）或第四增压装置（8），为第三制动轮缸（15）或第四制动轮缸（16）提供制动力。

需要说明的是，在上述故障的情况下，为了防止制动液通过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）回流至制动主缸，可以控制隔离阀（4、20）处于断开状态。

可选地，上述方法还包括：控制器确定第一增压装置（5）和第二增压装置（6）都故障，且需要为第二制动轮缸（14）和第一制动轮缸（13）提供制动力时，可以控制第三控制阀（18）处于导通状态，这样由第三增压装置（7）和/或第四增压装置（8），为第二制动轮缸（14）和第一制动轮缸（13）提供制动力。

在上述第一增压装置（5）和第二增压装置（6）都故障情况下，若需要第四增压装置（8）为第一制动轮缸（13）和第二制动轮缸（14）提供制动力，第二控制阀（19）需要处于导通状态。这样，第四增压装置（8）用于通过调节连通的第四制动管路（114）和第三制动管路（113）内的制动液的压力，为第一制动轮缸（13）和第二制动轮缸（14）提供制动力。当然，在仅需要第三增压装置（7）为第一制动轮缸（13）和第二制动轮缸（14）提供制动力的情况下，第二控制阀（19）可以处于断开状态。

需要说明的是，在上述故障的情况下，为了防止制动液通过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）回流至制动主缸（3），可以控制隔离阀（4、20）处于断开状态。

在上述第一增压装置（5）以及第二增压装置（6）都故障情况下，控制器控制第一控制阀（17）处于导通状态，以使第一制动管路（111）与第二制动管路（112）连通。这样，

可以使用第三增压装置（7）和/或第四增压装置（8）替代第一增压装置（5）和第二增压装置（6），为第一制动轮缸（13）或第二制动轮缸（14）提供制动力。

可选地，上述方法还包括：控制器确定第三增压装置（7）以及第四增压装置（8）故障；控制器控制第三控制阀（18）处于导通状态，以使第二制动管路（112）与第三制动管路（113）连通。这样，第一增压装置（5）或第二增压装置（6），可以通过连通的第三制动管路（113）与第四制动管路（114）为第三制动轮缸（15）和/或第四制动轮缸（16）提供制动力。

在上述第三增压装置（7）以及第四增压装置（8）都故障情况下，若需要第一增压装置（5）为第三制动轮缸（15）和第四制动轮缸（16）提供制动力，第一控制阀（17）需要处于导通状态。这样，第一增压装置（5）用于通过调节连通的第一制动管路（111）和第二制动管路（112）内的制动液的压力，为第三制动轮缸（15）和第四制动轮缸（16）提供制动力。当然，在仅需要第二增压装置（6）为第三制动轮缸（15）和第四制动轮缸（16）提供制动力的情况下，第一控制阀（17）可以处于断开状态。

需要说明的是，在上述故障的情况下，为了防止制动液通过第五制动管路（115）和第六制动管路（116）回流至制动主缸（3），可以控制隔离阀（4、20）处于断开状态。

在上述第三增压装置（7）以及第四增压装置（8）都故障情况下，控制器控制第二控制阀（19）处于导通状态，以使第三制动管路（113）与第四制动管路（114）与连通。这样，可以使用第一增压装置（5）和/或第二增压装置（6）替代第三增压装置（7）和第四增压装置（8），为第三制动轮缸（15）或第四制动轮缸（16）提供制动力。

应理解，本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A 和/或 B，可以表示：单独存在 A，同时存在 A 和 B，单独存在 B 这三种情况。另外，本文中字符“/”，一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

应理解，在本申请的各种实施例中，上述各过程的序号的大小并不意味着执行顺序的先后，各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定，而不应对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

本领域普通技术人员可以意识到，结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤，能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行，取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能，但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程，可以参考前述方法实施例中的对应过程，在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。例如，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，装置或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的

部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器（read-only memory，ROM）、随机存取存储器（random access memory，RAM）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种汽车的分布式制动系统，其特征在于，所述分布式制动系统包括第一增压装置（5）、第二增压装置（6）以及第一控制阀（17），

所述第一增压装置（5），用于通过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第一制动轮缸（13）上的制动力；

所述第二增压装置（6），用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第二制动轮缸（14）上的制动力；

所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），若所述第一控制阀（17）处于导通状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；若所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开，

其中，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸。

2、如权利要求 1 所述的分布式制动系统，其特征在于，若所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一增压装置（5）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或

若所述第一控制阀处于导通状态，所述第二增压装置（6）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内的制动液的压力。

3、如权利要求 1 或 2 所述的分布式制动系统，其特征在于，所述分布式制动系统还包括第二控制阀（19）、第三增压装置（7）以及第四增压装置（8），

所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力；

所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力；

所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），若所述第二控制阀（19）处于导通状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）连通；若所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）断开，

其中，所述第三制动轮缸（15）、所述第四制动轮缸（16）、所述第一制动轮缸（13）与所述第二制动轮缸（14）用于为所述汽车中不同的车轮提供制动力，所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮

的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的左前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的右后轮的制动轮缸。

4、如权利要求 3 所述的分布式制动系统，其特征在于，若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三增压装置（7）用于通过调节所述第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力；和/或

若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第四增压装置（8）用于通过调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）内的制动液的压力。

5、如权利要求 3 或 4 所述的分布式制动系统，其特征在于，所述分布式制动系统还包括第三控制阀（18），第五制动管路（115）以及第六制动管路（116），所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第一制动管路（111）的压力入端口相连，所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第二制动管路（112）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第三制动管路（113）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第四制动管路（114）的压力入端口相连，

所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），若所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）连通，若所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

6、如权利要求 5 所述的分布式制动系统，其特征在于，所述分布式制动系统还包括制动主缸（3），所述制动主缸（3）用于通过调节所述第五制动管路（115）内制动液的压力，以调节所述第一制动管路（111）或所述第二制动管路（112）内制动液的压力；

所述制动主缸（3）还用于通过调节所述第六制动管路（116）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）或所述第四制动管路（114）内制动液的压力。

7、一种汽车，其特征在于，所述汽车包括第一制动轮缸（13）、第二制动轮缸（14）、第一控制阀（17）、第一增压装置（5）以及第二增压装置（6），

所述第一增压装置（5），用于通过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述第一制动轮缸（13）上的制动力；

所述第二增压装置（6），用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述第二制动轮缸（14）上的制动力；

所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），若所述第一控制阀（17）处于导通状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；若所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开，

其中，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮

缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸。

8、如权利要求7所述的汽车，其特征在于，若所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一增压装置（5）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或

若所述第一控制阀处于导通状态，所述第二增压装置（6）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内的制动液的压力。

9、如权利要求7或8所述的汽车，其特征在于，所述汽车还包括第三制动轮缸（15）、第四制动轮缸（16）、第二控制阀（19），第三增压装置（7）以及第四增压装置（8），

所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在所述第三制动轮缸（15）上的制动力；

所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在所述第四制动轮缸（16）上的制动力；

所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），若所述第二控制阀（19）处于导通状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）连通；若所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）断开，

其中，所述第三制动轮缸（15）、所述第四制动轮缸（16）、所述第一制动轮缸（13）与所述第二制动轮缸（14）用于为所述汽车中不同的车轮提供制动力，所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的左前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的右后轮的制动轮缸。

10、如权利要求9所述的汽车，其特征在于，若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三增压装置（7）用于通过调节所述第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力；和/或

若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第四增压装置（8）用于通过调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）内的制动液的压力。

11、如权利要求9或10所述的汽车，其特征在于，所述分布式制动系统还包括第三

控制阀（18），第五制动管路（115）以及第六制动管路（116），所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第一制动管路（111）的压力入端口相连，所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第二制动管路（112）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第三制动管路（113）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第四制动管路（114）的压力入端口相连，

所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），若所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）连通，若所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

12、如权利要求 11 所述的汽车，其特征在于，所述汽车还包括制动踏板（1），所述分布式制动系统还包括制动主缸（3），所述制动踏板（1）用于接收驾驶员输入的踩踏力，并推动制动主缸（3）中的活塞产生相对于所述制动主缸（3）的缸体的位移；

所述制动主缸（3）用于：

根据所述位移，确定所述第五制动管路（115）内制动液的压力；

通过调节所述第五制动管路（115）内制动液的压力，以调节所述第一制动管路（111）或所述第二制动管路（112）内制动液的压力；

通过调节所述第六制动管路（116）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）或所述第四制动管路（114）内制动液的压力。

13、一种汽车中分布式制动系统的控制方法，其特征在于，所述分布式制动系统包括控制器、第一控制阀（17），第一增压装置（5）以及第二增压装置（6），

所述第一增压装置（5）用于通过调节第一制动管路（111）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第一制动轮缸（13）上的制动力；

所述第二增压装置（6）用于通过调节第二制动管路（112）内的制动液的压力，以控制施加在所述汽车的第二制动轮缸（14）上的制动力；

所述第一控制阀（17）连接所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112），

其中，所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或者，

所述第一制动轮缸（13）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第二制动轮缸（14）为所述汽车的左后轮的制动轮缸，

所述方法包括：

若所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通；

若所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于断开状态，则所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）断开。

14、如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制器确定所述第一增压装置（5）或所述第二增压装置（6）失效;

所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于所述导通状态。

15、如权利要求 13 或 14 所述的方法，其特征在于，若所述第一控制阀（17）处于导通状态，所述第一增压装置（5）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内制动液的压力；和/或

若所述第一控制阀处于导通状态，所述第二增压装置（6）用于通过调节所述第一制动管路（111）内制动液的压力，以调节所述第二制动管路（112）内的制动液的压力。

16、如权利要求 13-15 中任一项所述的方法，其特征在于，所述分布式制动系统还包括第二控制阀（19）、第三增压装置（7）以及第四增压装置（8），

所述第三增压装置（7），用于通过调节第三制动管路（113）内的制动液的压力，以控制施加在第三制动轮缸（15）上的制动力;

所述第四增压装置（8），还用于通过调节第四制动管路（114）内的制动液的压力，以控制施加在第四制动轮缸（16）上的制动力;

所述第二控制阀（19）连接所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114），

其中，所述第三制动轮缸（15）、所述第四制动轮缸（16）、所述第一制动轮缸（13）与所述第二制动轮缸（14）用于为所述汽车中不同的车轮提供制动力，所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左前轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的右前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的左后轮的制动轮缸；或

所述第三制动轮缸（15）为所述汽车的左前轮的制动轮缸，且所述第四制动轮缸（16）为所述汽车的右后轮的制动轮缸，

所述方法还包括:

若所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）连通;

若所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于断开状态，则所述第三制动管路（113）与所述第四制动管路（114）断开。

17、如权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述方法包括:

所述控制器确定所述第三增压装置（7）或所述第四增压装置（8）故障;

所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于导通状态。

18、如权利要求 16 或 17 所述的方法，其特征在于，若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第三增压装置（7）用于通过调节所述第三制动管路（113）内制动液的压力，以调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力；和/或

若所述第二控制阀（19）处于导通状态，所述第四增压装置（8）用于通过调节所述第四制动管路（114）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）内的制动液的压力。

19、如权利要求 16-18 中任一项所述的方法，其特征在于，所述分布式制动系统还包

括第三控制阀（18），第五制动管路（115）以及第六制动管路（116），所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第一制动管路（111）的压力入端口相连，且所述第五制动管路（115）的压力出端口与所述第二制动管路（112）的压力入端口相连，所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第三制动管路（113）的压力入端口相连，且所述第六制动管路（116）的压力出端口与所述第四制动管路（114）的压力入端口相连，

所述第三控制阀（18）用于连接所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113），

所述方法还包括：

若所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于导通状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）连通；

若所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于断开状态，所述第二制动管路（112）和所述第三制动管路（113）断开。

20、如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制器确定所述第一增压装置（5）以及所述第二增压装置（6）故障；

所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于导通状态。

21、如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若所述第一增压装置（5）以及所述第二增压装置（6）故障，所述控制器控制所述第一控制阀（17）处于导通状态，以使所述第一制动管路（111）与所述第二制动管路（112）连通。

22、如权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

所述控制器确定所述第三增压装置（7）以及所述第四增压装置（8）故障；

所述控制器控制所述第三控制阀（18）处于导通状态，以使所述第二制动管路（112）与所述第三制动管路（113）连通。

23、如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

若所述第三增压装置（7）以及所述第四增压装置（8）故障，所述控制器控制所述第二控制阀（19）处于导通状态，以使所述第三制动管路（111）与所述第四制动管路（112）与所述连通。

24、如权利要求 19-23 中任一项所述的方法，其特征在于，所述汽车还包括制动主缸（3），所述制动主缸（3）用于通过调节所述第五制动管路（115）内制动液的压力，以调节所述第一制动管路（111）和/或所述第二制动管路（112）内制动液的压力；

所述制动主缸（3）还用于通过调节所述第六制动管路（116）内制动液的压力，以调节所述第三制动管路（113）和/或所述第四制动管路（114）内制动液的压力。

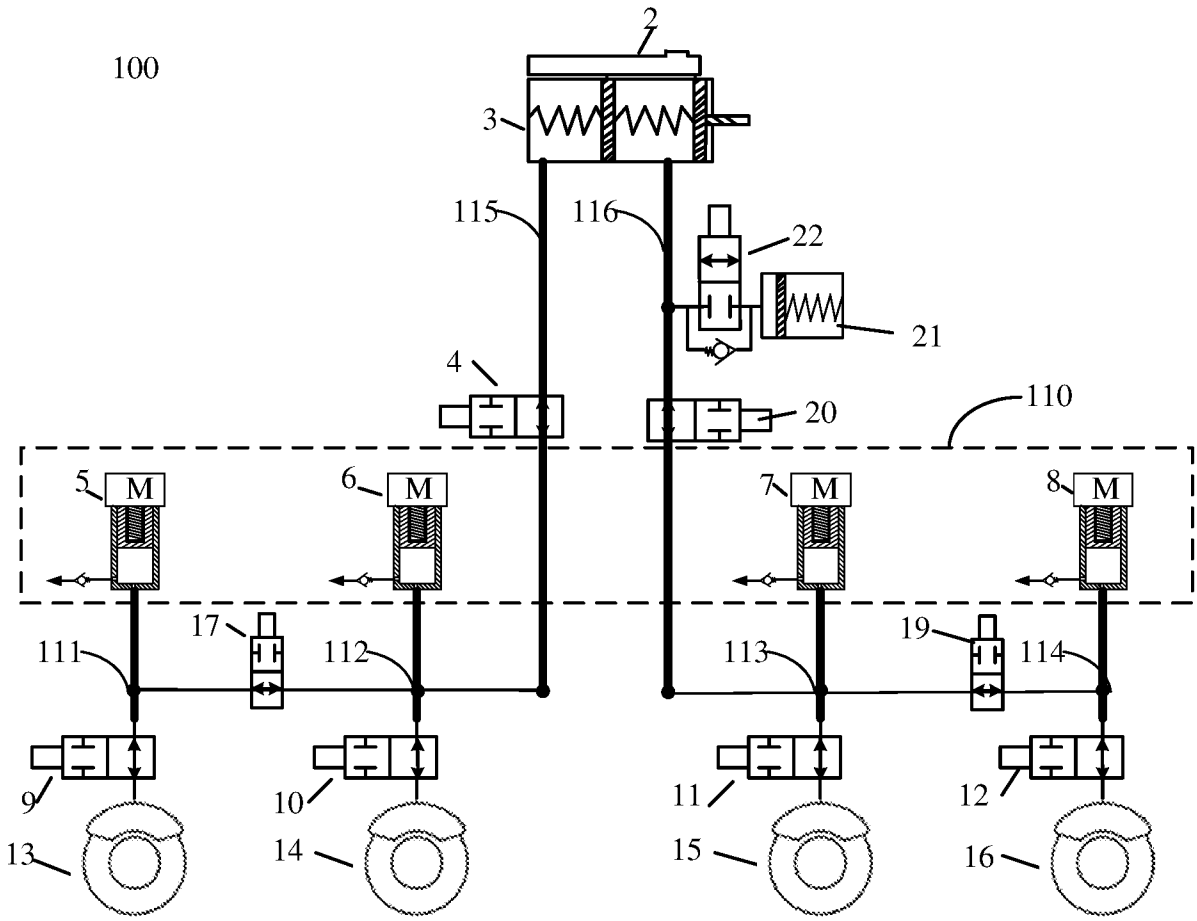

100
2
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
6
M
7
M
8
M
17
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 1

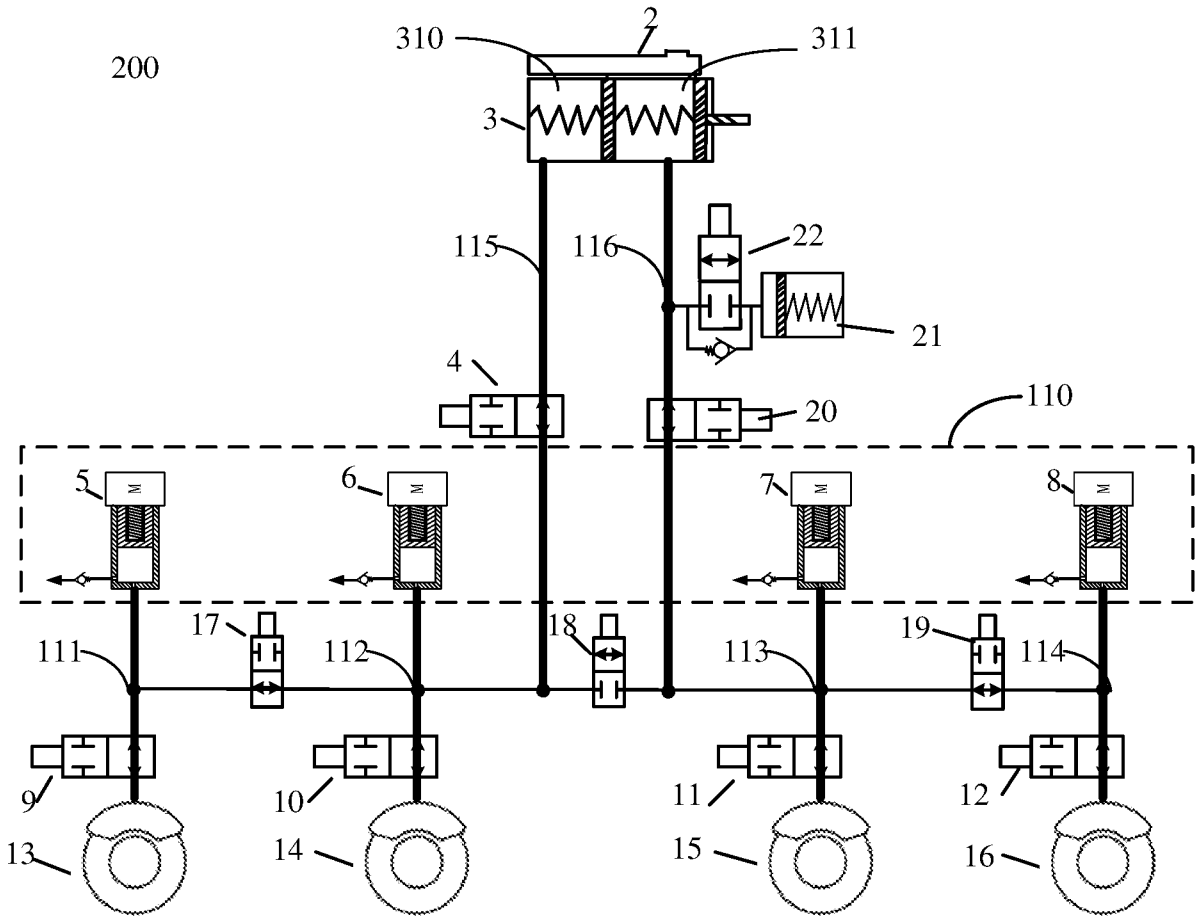

200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
6
7
8
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 2

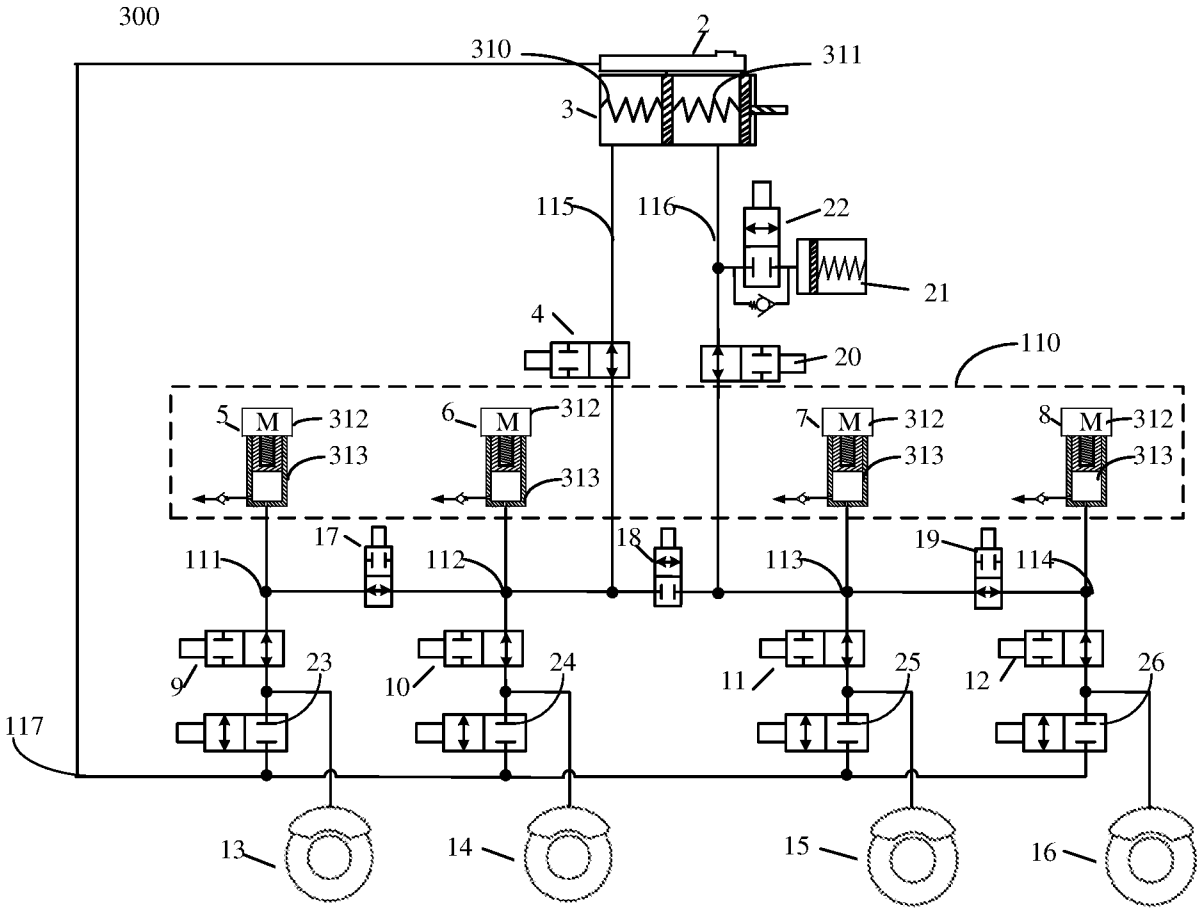

300
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
23
24
25
26
117
13
14
15
16

图 3

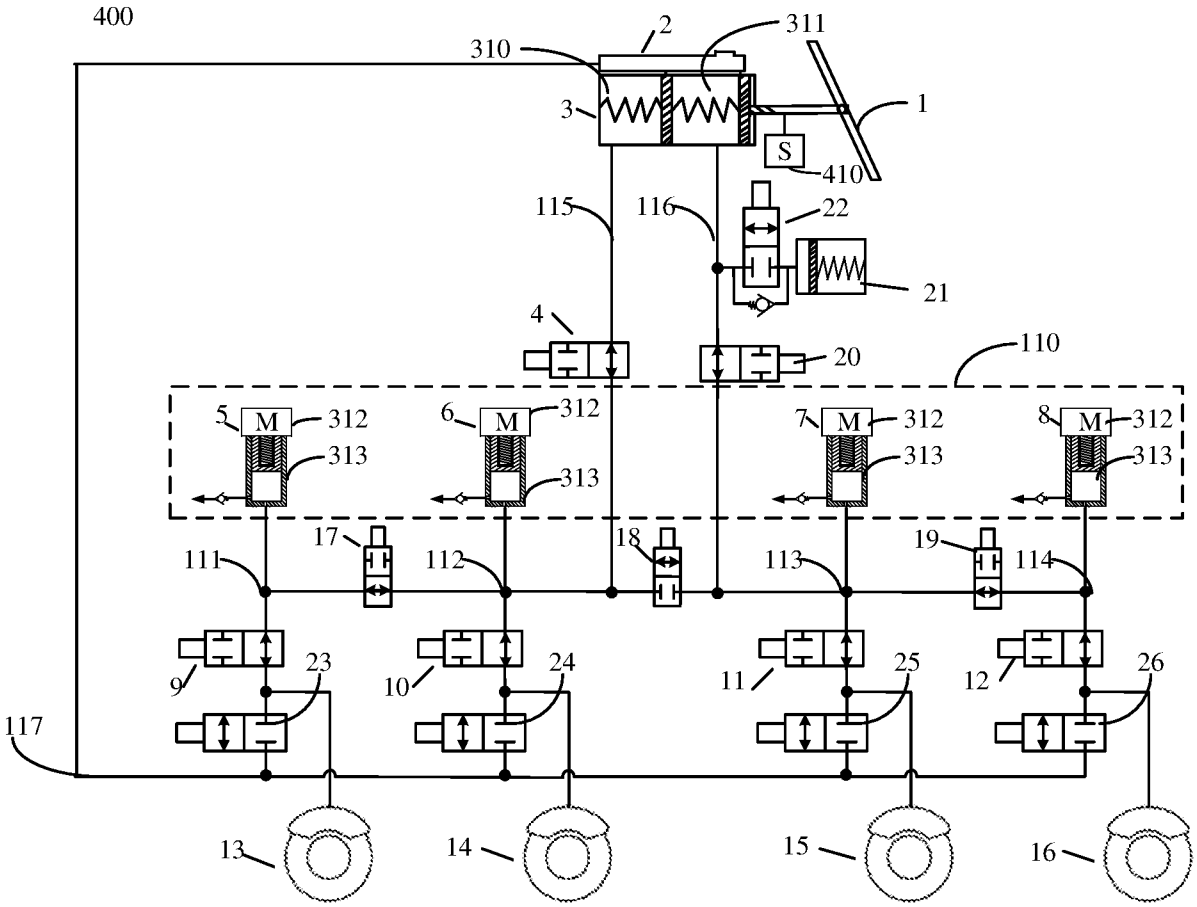

400
310
2
311
3
1
S
410
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
23
10
24
11
25
12
26
117
13
14
15
16

图 4

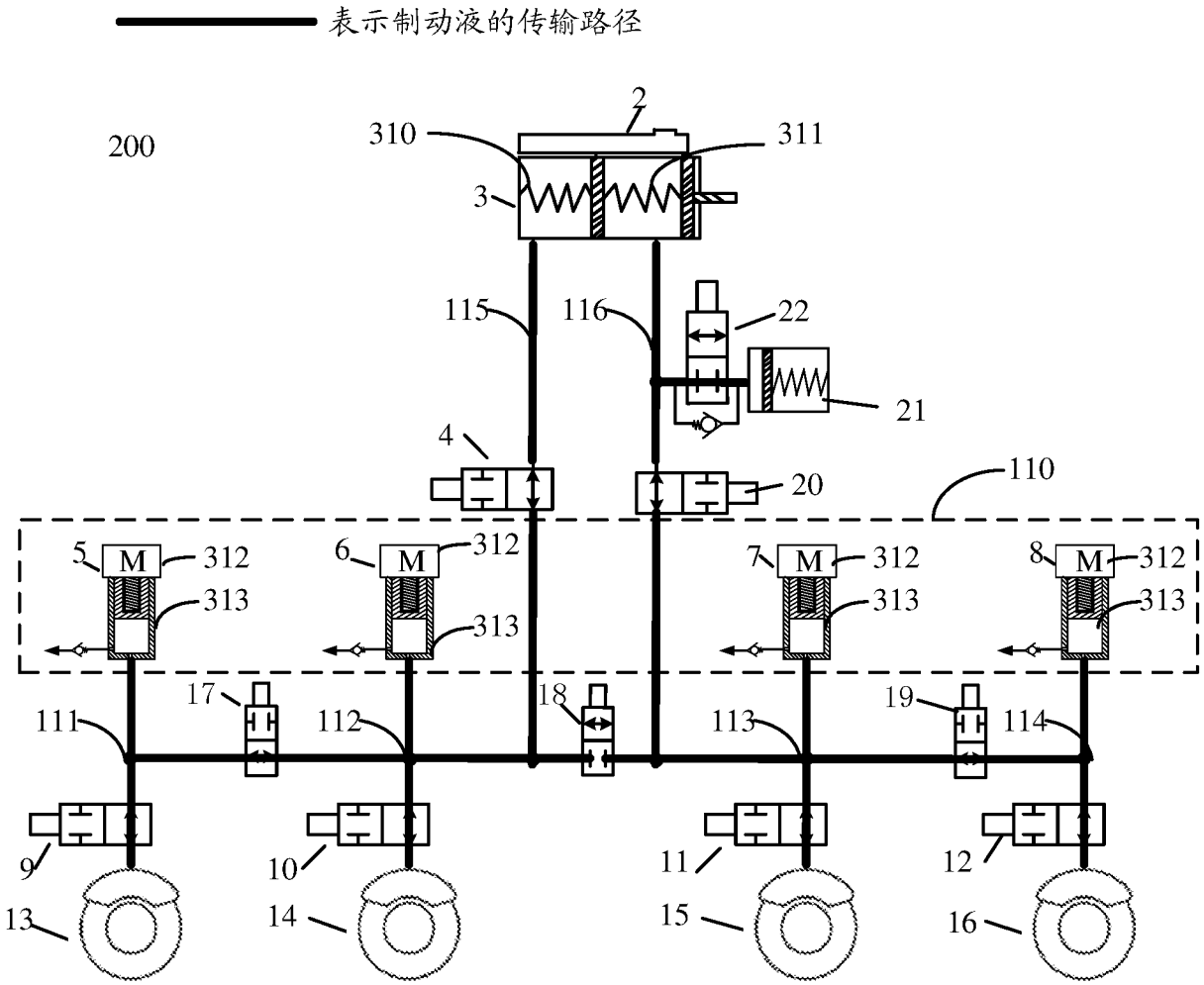

表示制动液的传输路径
200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 5

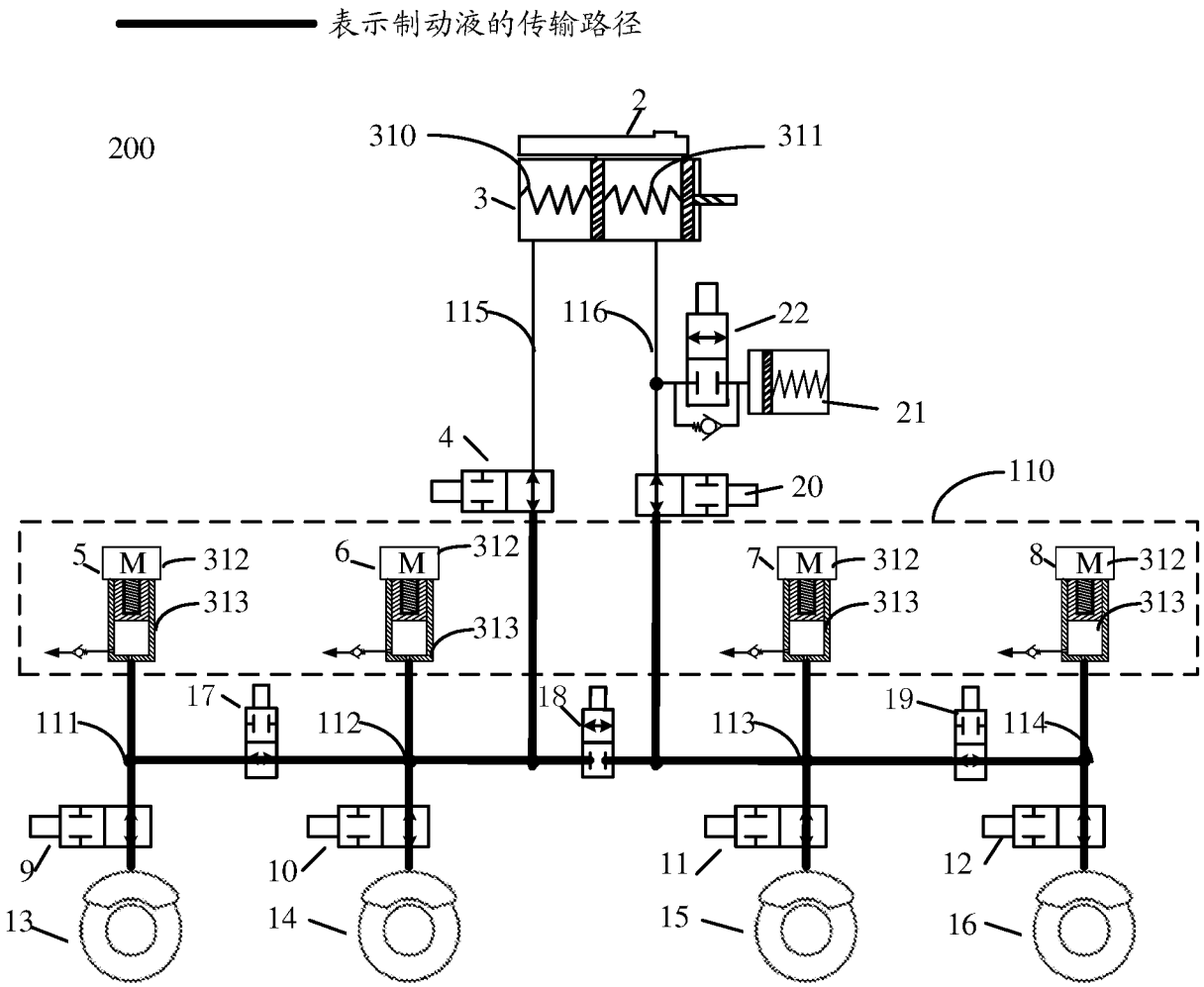

表示制动液的传输路径
200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 6

表示制动液的传输路径

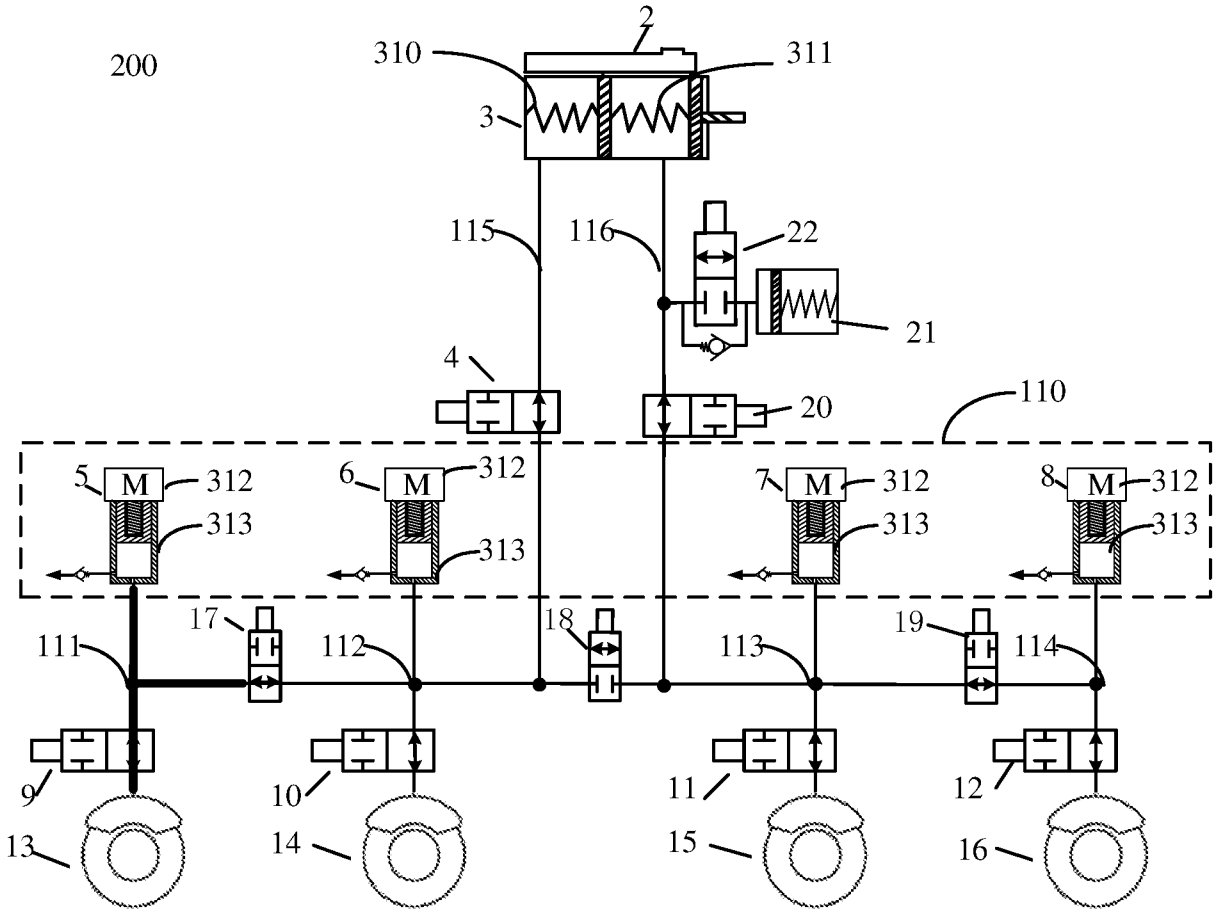


图 7

表示制动液的传输路径

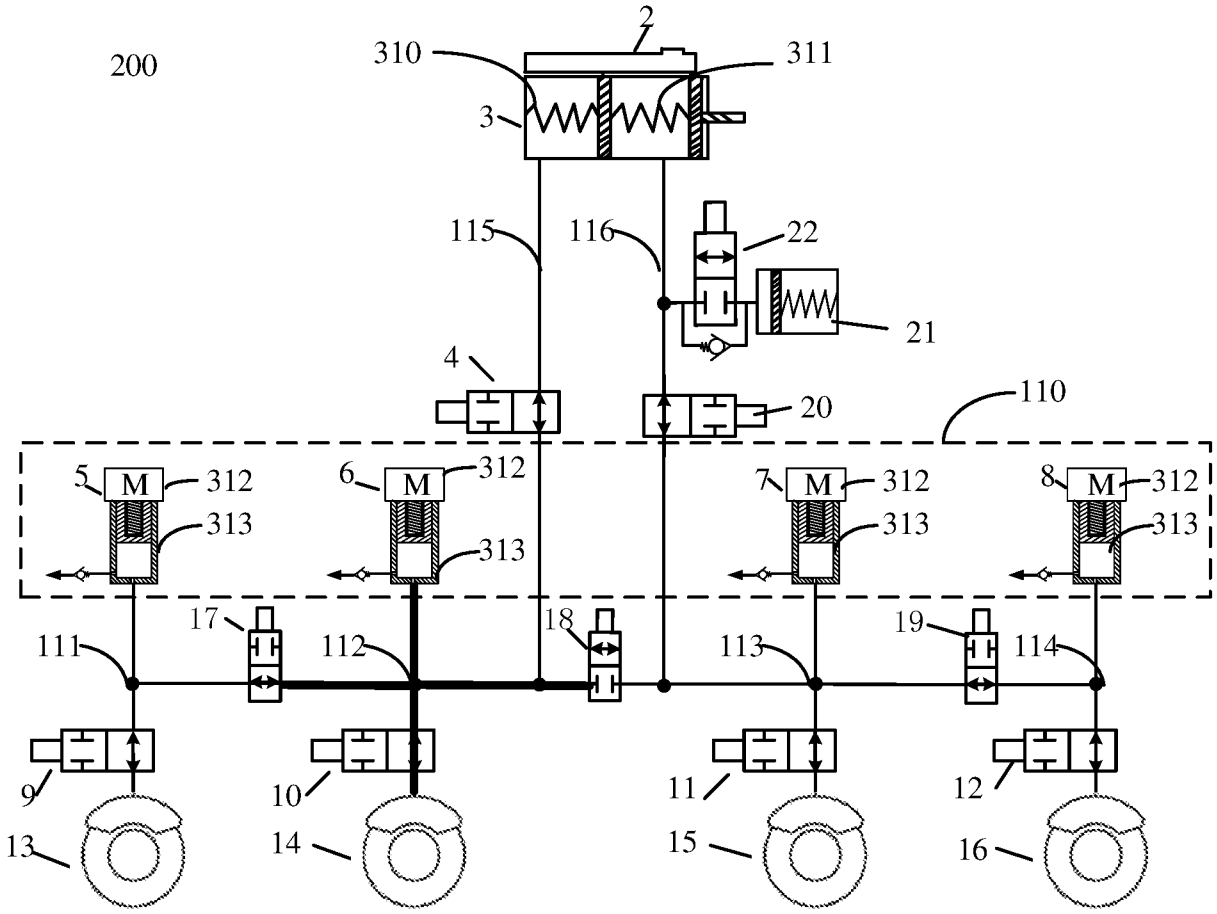


图 8

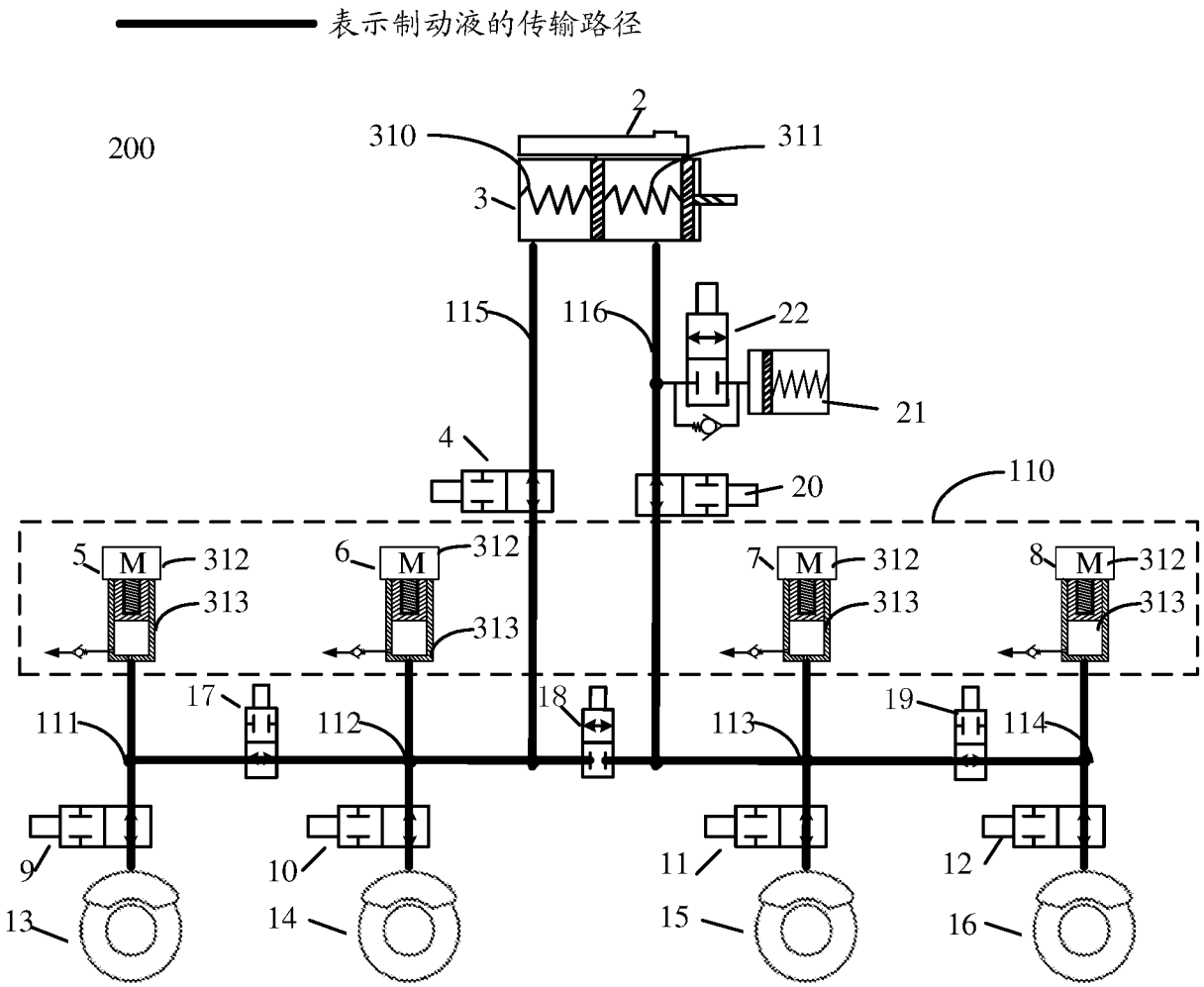

表示制动液的传输路径
200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 9

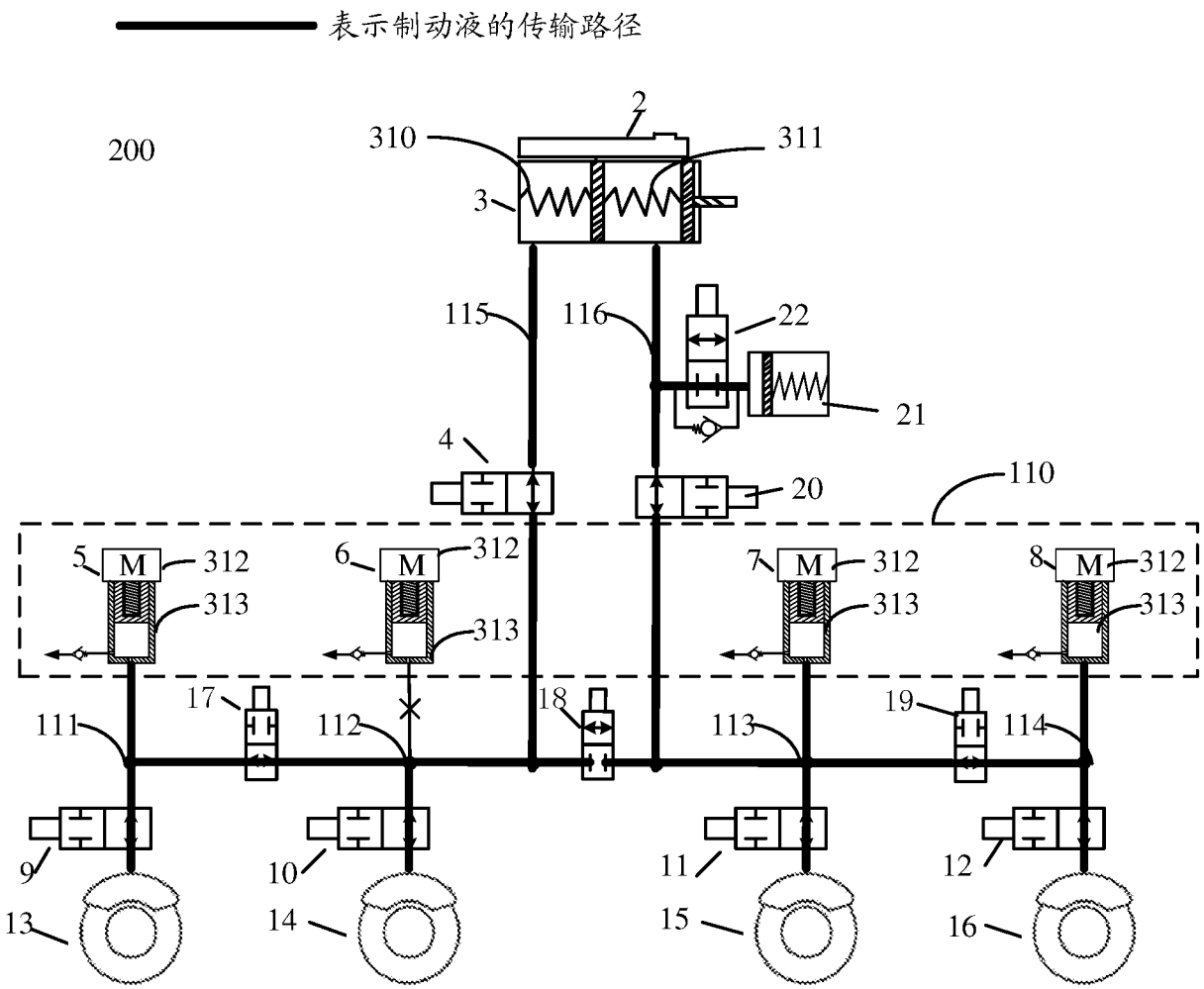

表示制动液的传输路径
200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 10

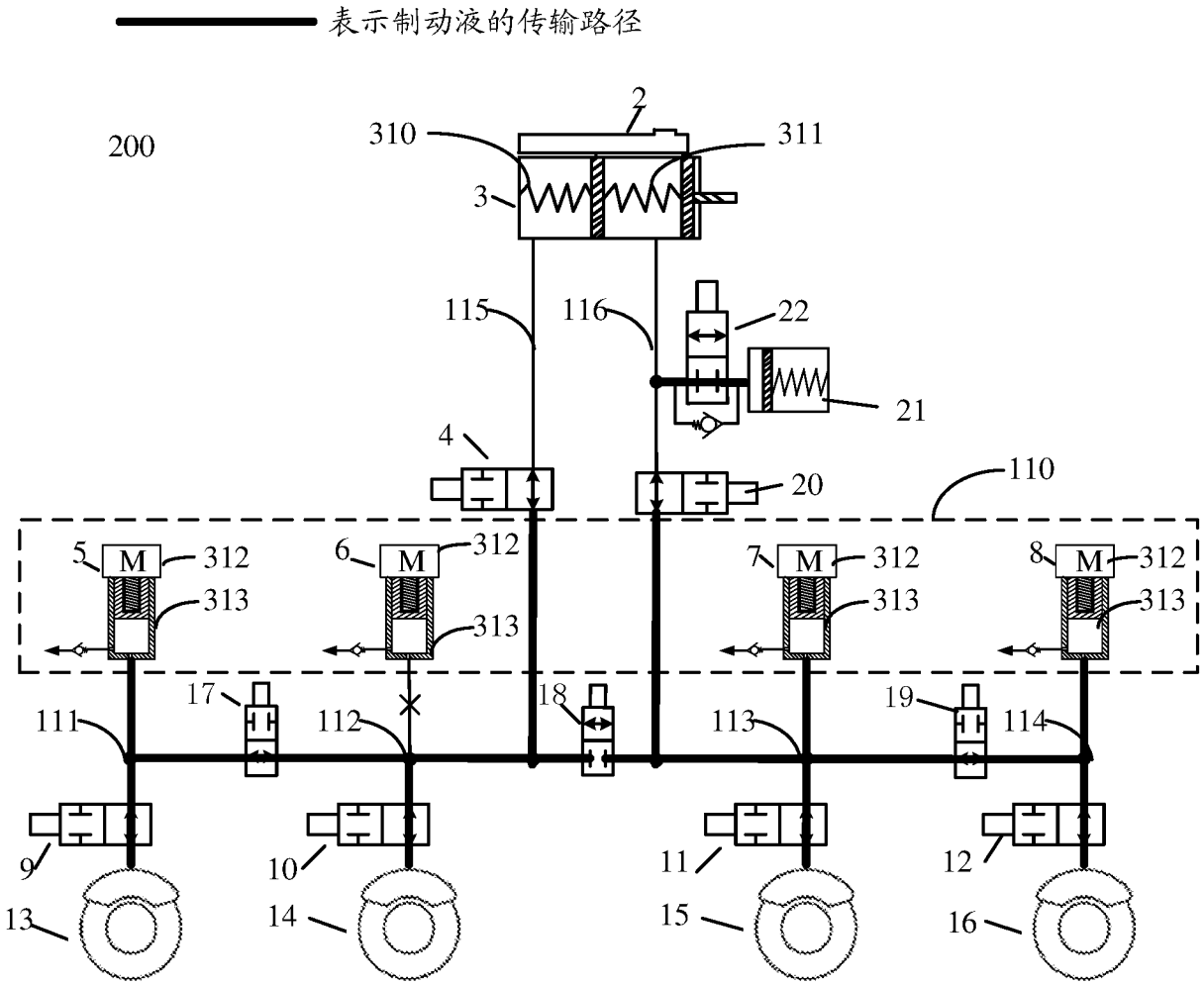

表示制动液的传输路径
200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 11

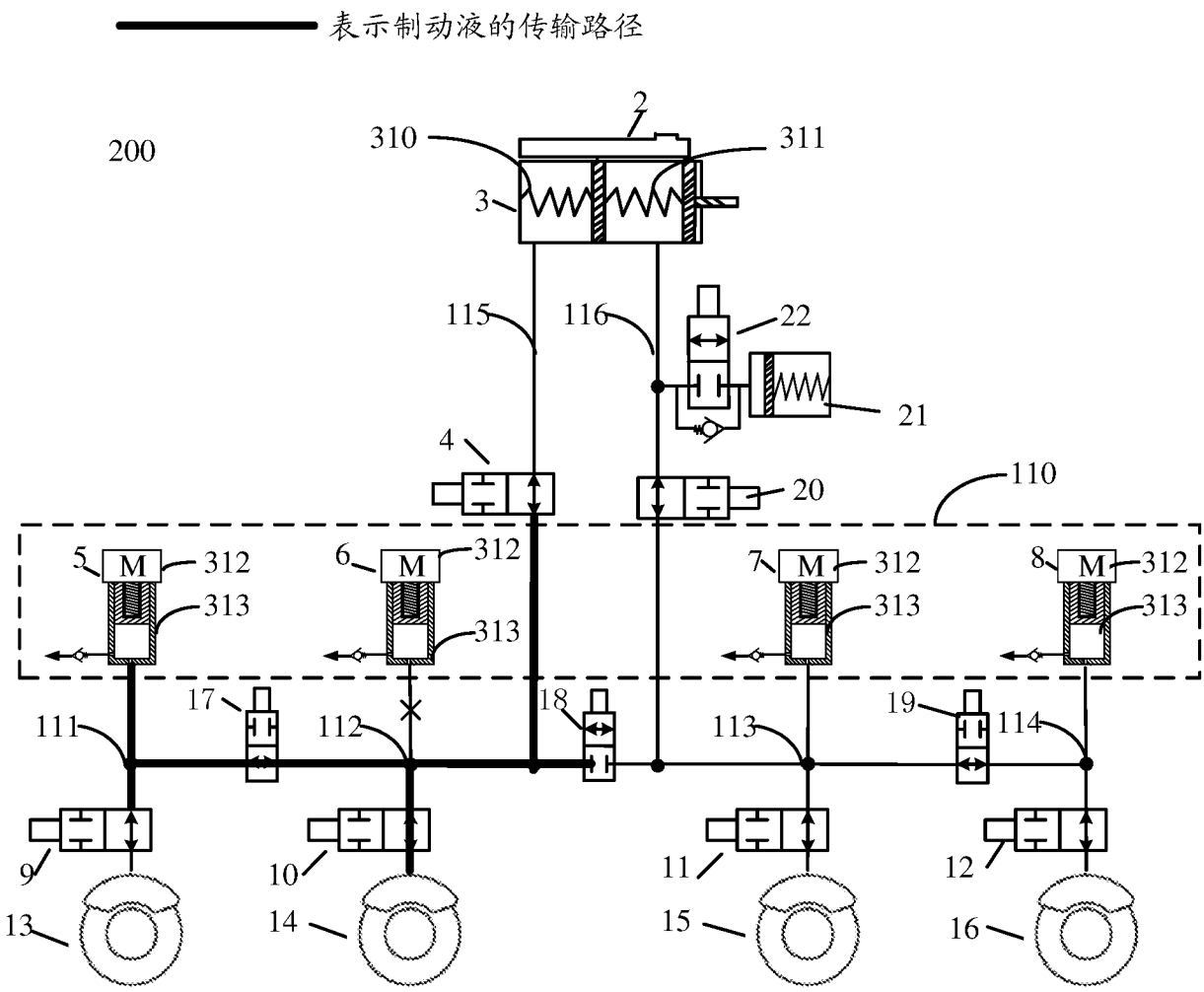

表示制动液的传输路径
200
2
310
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
13
14
15
16

图 12

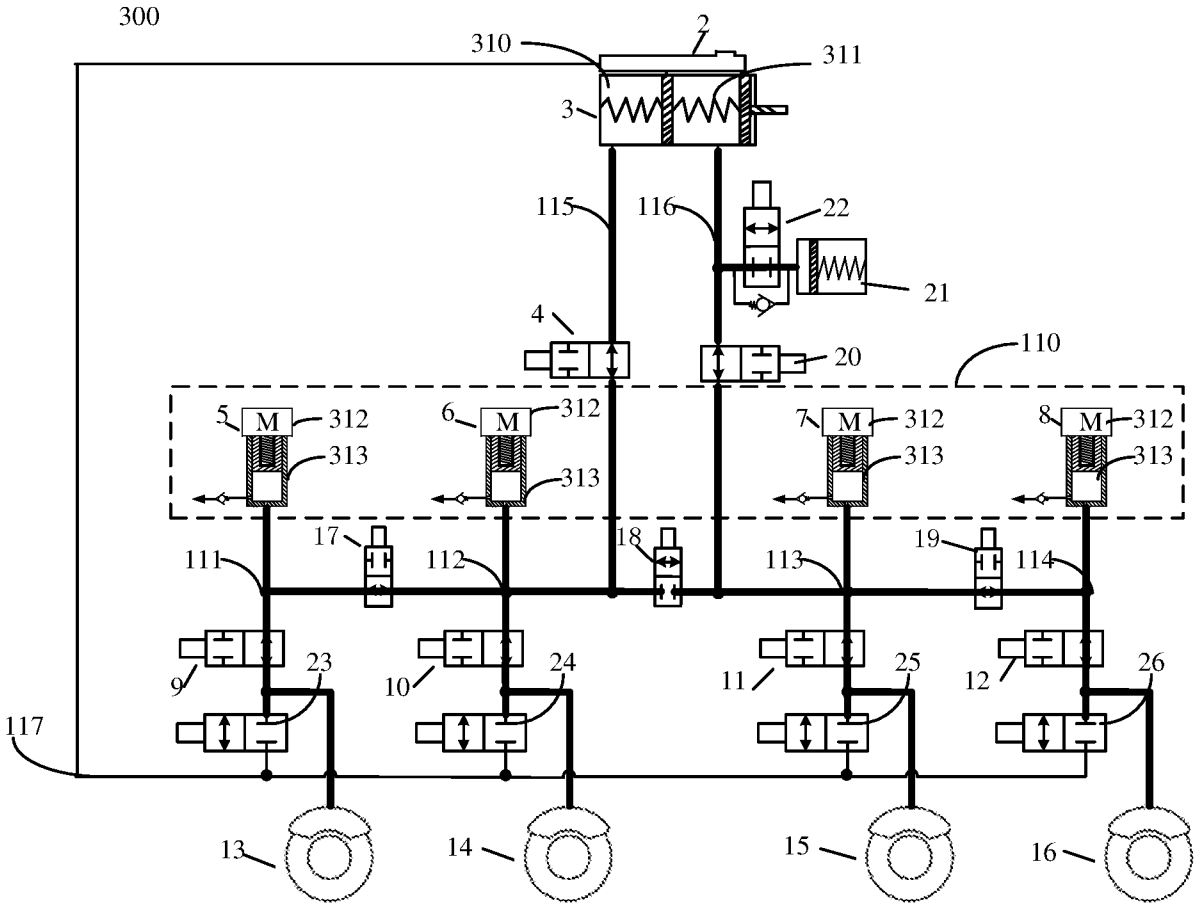

300
310
2
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
23
10
24
11
25
12
26
117
13
14
15
16

图 13

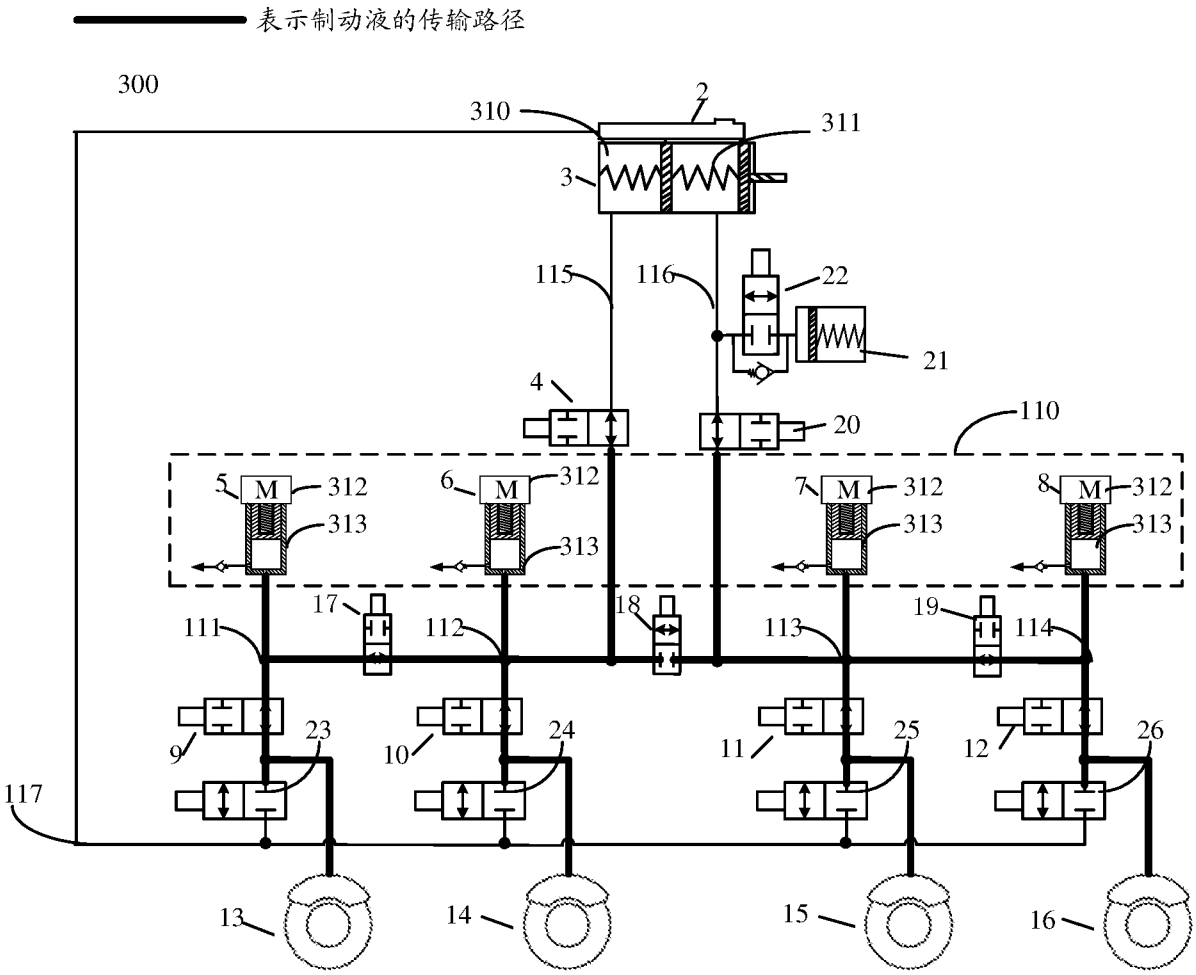

表示制动液的传输路径
300
310
2
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
M
312
313
7
M
312
313
8
M
312
313
17
18
19
111
112
113
114
9
10
11
12
23
24
25
26
117
13
14
15
16

图 14

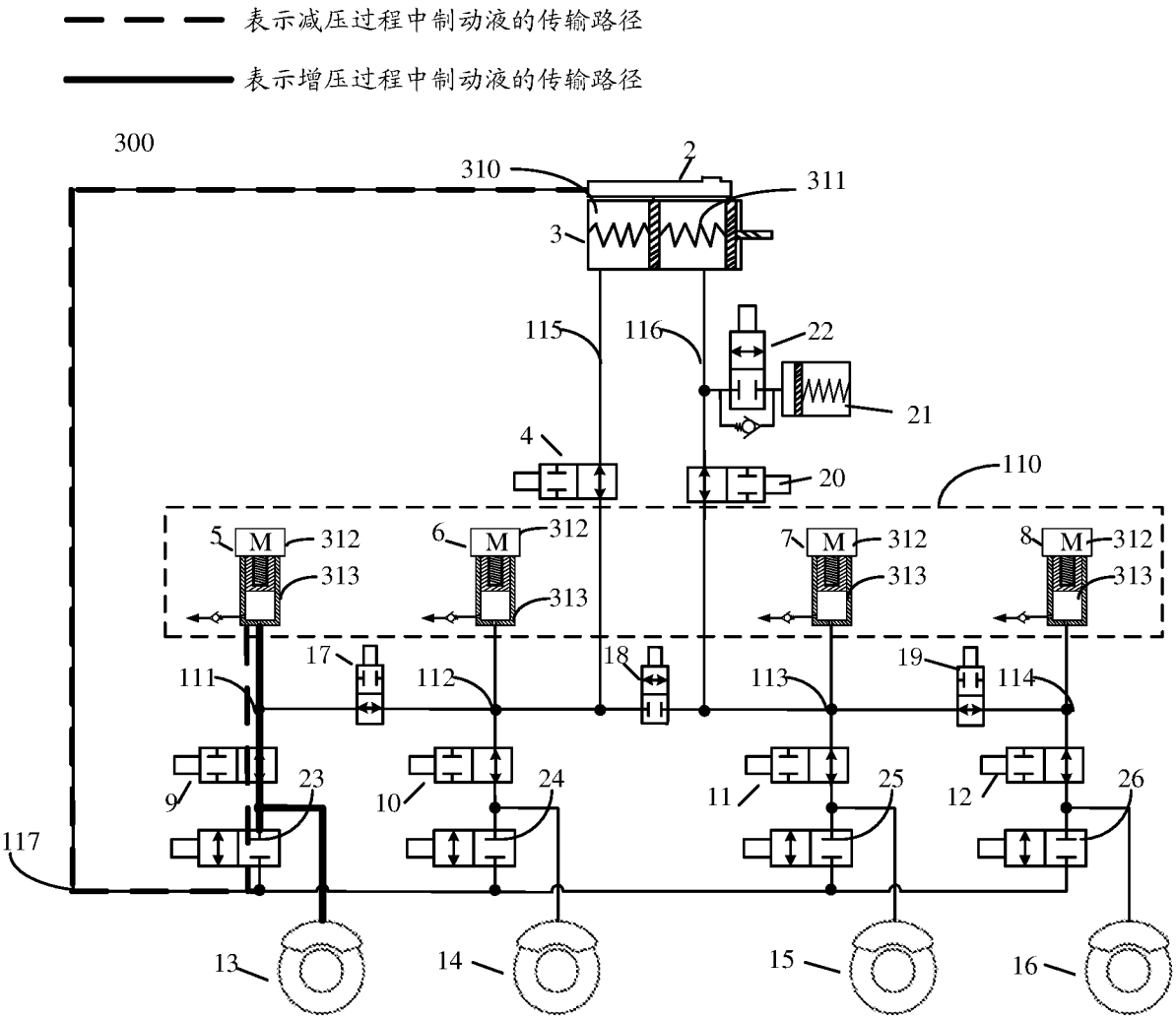

表示减压过程中制动液的传输路径
表示增压过程中制动液的传输路径
300
310
2
311
3
115
116
22
21
4
20
110
5
M
312
313
6
7
8
17
18
19
111
112
113
114
9
23
10
24
11
25
12
26
117
13
14
15
16

图 15


若控制器控制第一控制阀（17）处于导通状态，第一制动管路（111）与第二制动管路（112）连通
1610
若控制器控制第一控制阀（17）处于断开状态，第一制动管路（111）与第二制动管路（112）断开
1620

图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/113983

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T 8/17(2006.01)i; B60T 13/68(2006.01)i; B60T 13/14(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

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)

CNABS; CNTXT; VEN; USTXT; EPTXT; WOTXT; CNKI: 华为技术有限公司, 张永生, 分布, 制动, 清华大学, 失效, 故障, 增压, 阀, 连通, 导通, 冗余, brake, wheel, fault, failure, pressure, valve, connect, redundancy

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102582605 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 18 July 2012 (2012-07-18) description, paragraphs [0003]-[0052], and figures 1-3	1-24
X	CN 102602384 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 25 July 2012 (2012-07-25) description, paragraphs [0003]-[0052], and figures 1-3	1-24
A	CN 107697050 A (JILIN UNIVERSITY) 16 February 2018 (2018-02-16) entire document	1-24
A	CN 105383462 A (ZHEJIANG ASIA-PACIFIC MECHANICAL & ELECTRONIC CO., LTD.) 09 March 2016 (2016-03-09) entire document	1-24
A	DE 102011122776 A1 (DAIMLER AG) 24 January 2013 (2013-01-24) entire document	1-24

☐ 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	Date of mailing of the international search report
02 November 2020	**02 December 2020**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/113983

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102582605	A	18 July 2012	None			
CN	102602384	A	25 July 2012	CN	102602384	B	29 January 2014
CN	107697050	A	16 February 2018	None			
CN	105383462	A	09 March 2016	CN	105383462	B	19 June 2018
DE	102011122776	A1	24 January 2013	None			

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2020/113983

A. 主题的分类

B60T 8/17(2006.01)i; B60T 13/68(2006.01)i; B60T 13/14(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

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）)

CNABS;CNTXT;VEN;USTXT;EPTXT;WOTXT;CNKI：华为技术有限公司，张永生，分布，制动，清华大学，失效，故障，增压，阀，连通，导通，冗余，brake，wheel，fault，failure，pressure，valve，connect，redundancy

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 102582605 A (清华大学) 2012年 7月 18日 (2012-07-18) 说明书第[0003]-[0052]段，附图1-3	1-24
X	CN 102602384 A (清华大学) 2012年 7月 25日 (2012-07-25) 说明书第[0003]-[0052]段，附图1-3	1-24
A	CN 107697050 A (吉林大学) 2018年 2月 16日 (2018-02-16) 全文	1-24
A	CN 105383462 A (浙江亚太机电股份有限公司) 2016年 3月 9日 (2016-03-09) 全文	1-24
A	DE 102011122776 A1 (DAIMLER AG) 2013年 1月 24日 (2013-01-24) 全文	1-24

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2020年 11月 2日	2020年 12月 2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 马娟娟 电话号码 (86-512)88995514

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/113983

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	102582605	A	2012年 7月 18日		无		
CN	102602384	A	2012年 7月 25日	CN	102602384	B	2014年 1月 29日
CN	107697050	A	2018年 2月 16日		无		
CN	105383462	A	2016年 3月 9日	CN	105383462	B	2018年 6月 19日
DE	102011122776	A1	2013年 1月 24日		无		