

(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
2023年1月5日 (05.01.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/272667 A1

(51) 国际专利分类号:

B60T 13/68 (2006.01) *B60T 8/36* (2006.01)

B60T 13/74 (2006.01) *B60T 8/88* (2006.01)

B60T 17/18 (2006.01) *B60T 8/92* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/103892

(22) 国际申请日: 2021年6月30日 (30.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(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: 杨维妙 (YANG, Weimiao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 吕尚炜 (LV, Shangwei); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张永生 (ZHANG, Yongsheng); 中

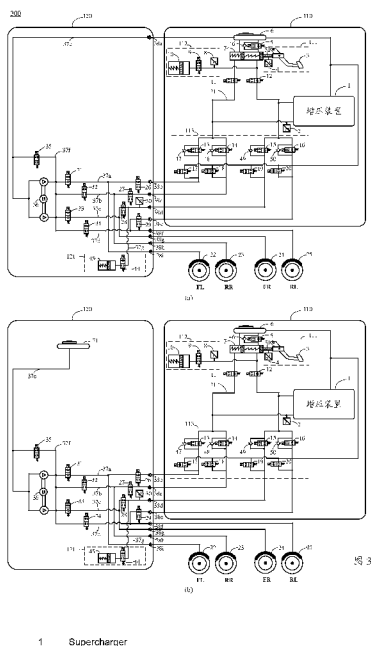
国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 卢宇灏 (LU, Yuhao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(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81号院二区3号楼8层801-1室, 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, 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,

(54) Title: BRAKE-BY-WIRE SYSTEM AND CONTROL METHOD

(54) 发明名称: 线控制动系统及控制方法



(57) Abstract: A brake-by-wire system and a control method, applicable to intelligent vehicles, new energy vehicles, or traditional vehicles. The brake control system comprises: a master brake cylinder (7), a first supercharger (1), a second supercharger (36), at least one second control valve (26, 27, 28, 29), at least one third control valve (31, 32, 33, 34), at least one fourth control valve (35), and a second pedal feel simulation system (121). If a failure occurs in a main braking system, a redundant braking system can control each brake wheel cylinder independently, thereby achieving function backup of an active system, meeting requirements of braking functions such as ABS, AEB, ESC, and TCS of a vehicle, and further increasing the safety of the braking system and improving the pedal feel of a driver, thus bringing a more stable and comfortable driving experience to the driver.

(57) 摘要: 一种线控制动系统及控制方法, 适用于智能汽车、新能源汽车或者传统汽车等。该制动控制系统包括: 制动主缸 (7)、第一增压器 (1)、第二增压器 (36)、至少一个第二控制阀 (26、27、28、29)、至少一个第三控制阀 (31、32、33、34)、至少一个第四控制阀 (35) 和第二踏板感觉模拟系统 (121)。在主制动系统失效的情况下, 冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸, 实现对主动系统的功能备份, 满足车辆ABS/AEB/ESC/TCS等制动功能需求, 并且可以进一步提高制动系统的安全性, 以及保证驾驶员的踏板感受, 给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。



WO 2023/272667 A1

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))。

线控制动系统及控制方法

5 技术领域

本申请涉及汽车领域，并且更具体地，涉及一种线控制动系统及控制方法。

背景技术

10 随着车辆电动化和智能化的发展，车辆对制动系统的要求越来越高。一方面，随着制动能量回收功能主动制动功能的需求，车辆中需要使用线控制动系统来实现这些功能，也就是需要将传统机械制动器和制动踏板进行解耦。另一方面，随着车辆的自动驾驶等级的提升，为了提高制动系统的安全性，制动系统还需要具备冗余功能，也就是即使制动系统中某一部件或多个部件失效后车辆仍具有制动功能。

15 除此以外，具备自动驾驶功能的车辆的制动系统还需要支持车辆在行驶过程中的自动紧急制动(autonomous emergency braking, AEB)、制动防抱死系统(antilock braking system, ABS)、牵引力控制系统(traction control system, TCS)和电子稳定控制系统(electronic stability control system, ESC)等集成制动功能，这将增加车辆制动系统的复杂性，进而对车辆制动系统的冗余制动功能有了更高的要求。因此亟需一种制动系统可以兼顾线控制动和冗余功能，同时支持车辆各种控制系统的控制功能，从而满足自动驾驶车辆的控制和安全等需求。

发明内容

本申请提供一种线控制动系统及控制方法，实现双回路冗余制动，在一定程度上提高了制动系统的安全性。

25 第一方面，提供了一种制动系统，包括：制动主缸(7)、第一增压器(1)、第二增压器(36)、至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)、至少一个第一控制阀(13、14、15、16)、至少一个第二控制阀(26、27、28、29)和至少一个第三控制阀(31、32、33、34)；至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)用于分别连接至少一个制动轮缸(22、23、24、25)；制动主缸(7)和至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过至少一个第一控制阀(13、14、15、16)连接，第一增压器(1)和至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过至少一个第一控制阀(13、14、15、16)连接，其中，至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)和至少一个第一控制阀(13、14、15、16)之间分别通过至少一个第二控制阀(26、27、28、29)连接；第二增压器(36)和至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过至少一个第三控制阀(31、32、33、34)连接。

35 在本申请的方案中，通过对每个制动轮缸设置的相应的隔离阀和进液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸，实现对主动系统的功能备份，满足车辆ABS/AEB/ESC/TCS等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统

的安全性。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：至少一个第四控制阀（35），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）并联。

5 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，第一储液容器 6 或者第二储液容器 71 通过至少一个第四控制阀分别和至少一个制动轮缸连接。

在本申请的方案中，在一个轮缸出液阀和增压器并联时，可以在成本较低的情况下实现对多个制动轮缸分时减压，在多个轮缸出液阀和多个制动轮缸分别连接时，可以实现，同时对多个制动轮缸减压，进一步提高制动系统中的冗余制动部分的独立性。

10 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，制动系统还包括第一储液容器（6）和第二储液容器（71），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）分别和第二储液容器（71）连接，制动主缸（7）和第一增压器（1）分别和第一储液容器（6）连接；或者，制动系统还包括第一储液容器（6），至少一个第四控制阀（35）、第二增压器（36）、制动主缸（7）和第一增压器（1）分别和第一储液容器（6）连接。

15 在本申请的方案中，该制动系统的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

20 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间分别通过至少一个第二控制阀（26、27、28、29）连接包括：至少一个第二控制阀（26、27、28、29）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）直接通过管路连接；或者，至少一个第二控制阀（26、27、28、29）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e），其中，制动系统还包括至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e）。

25 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，至少一个第四控制阀（35）、第二增压器（36）分别和第一储液容器（6）连接包括：至少一个第四控制阀（35）、第二增压器（36）和第一储液容器（6）直接通过管路连接；或者，至少一个第四控制阀（35）、第二增压器（36）通过第三接口（38a）和第一储液容器（6）连接，其中，制动系统还包括第三接口（38a）。

30 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，制动系统还包括：第二踏板感觉模拟系统（121），第二踏板感觉模拟系统（121）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，第一压力传感器（30）和第二踏板感觉模拟系统（121）连接的第二控制阀连接，制动系统还包括第一压力传感器（30）。

在本申请的方案中，冗余制动系统中的独立踏板感觉模拟系统，使得冗余制动系统和主制动系统解耦更彻底，除了可以保证驾驶员的踏板感受，便于后期的维修与更换，安装方便。

35 结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：至少一个第一单向阀（39、40、41、42），至少一个第一单向阀（39、40、41、42）分别和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）并联，第一压力传感器（30）和第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，系统还包括第一压力传感器（30）。

在本申请的方案中，和隔离阀并联的单向阀，可以在隔离阀处于断开状态时，制动踏板可以产生位移的同时，防止制动液流回制动主缸。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和第一踏板感觉模拟系统（112）；第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接；第一压力传感器（30）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的第二控制阀连接，第二液压装置（120）包括第一压力传感器（30）；第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接。

在本申请的方案中，该线控制动系统中的冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接包括：第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）通过管路直接连接；或者，第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）通过第四接口（38j）连接，第二液压装置（120）还包括第四接口（38j）。

结合第一方面，在第一方面的某些实现方式中，制动系统还包括至少一个第五控制阀（11、12）、至少一个第六控制阀（17、18、19、20）、至少一个第二单向阀（47、48、49、50）和机械制动输入装置（111）机械制动输入装置（111）和主缸（7）连接；主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间还包括至少一个第五控制阀（11、12）；至少一个第六控制阀（17、18、19、20）的一端分别接入至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）之间的液压管路，至少一个第六控制阀（17、18、19、20）的另一端用于与储液容器液压连接。

第二方面，提供了一种第一制动子系统，第一制动子系统（120）包括：至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）、至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e）、至少一个第二控制阀（26、27、28、29）、至少一个第三控制阀（31、32、33、34）和第二增压器（36）；至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）用于连接至少一个制动轮缸（22、23、24、25）；第二增压器（36）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第三控制阀（31、32、33、34）连接；至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e）分别通过至少一个第二控制阀（26、27、28、29）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）连接。

在本申请的方案中，通过对每个制动轮缸设置的相应的隔离阀和进液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸，实现对主动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一制动子系统（120）还包括：至少一个第四控制阀（35），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）并联。

结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一储液容器 6 或者第二储液容器

71 通过至少一个第四控制阀分别和至少一个制动轮缸连接

在本申请的方案中，在一个轮缸出液阀和增压器并联时，可以在成本较低的情况下实现对多个制动轮缸分时减压，在多个轮缸出液阀分别和多个制动轮缸连接时，可以实现，同时对多个制动轮缸减压，进一步提高制动系统中的冗余制动部分的独立性。

5 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一制动子系统（120）还包括：第二储液容器（71），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）分别和第二储液容器（71）连接；或者，第三接口（38a），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）分别和第三接口（38a）连接。

10 在本申请的方案中，冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

15 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一制动子系统（120）还包括：第二踏板感觉模拟系统（121），第二踏板感觉模拟系统（121）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，第一压力传感器（30）和第二踏板感觉模拟系统（121）连接的

第二控制阀连接，第一液压装置（120）包括第一压力传感器（30）。
在本申请的方案中，冗余制动系统中的独立踏板感觉模拟系统，使得冗余制动系统和主制动系统解耦更彻底，除了可以保证驾驶员的踏板感受，便于后期的维修与更换，安装方便。

20 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一制动子系统（120）还包括：至少一个第一单向阀（39、40、41、42），至少一个第一单向阀（39、40、41、42）分别和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）并联，第一压力传感器（30）和第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，第一制动子系统（120）包括第一压力传感器（30）。

在本申请的方案中，和隔离阀并联的单向阀，可以在隔离阀处于断开状态时，制动踏板可以产生位移的同时，防止制动液流回制动主缸。

25 结合第二方面，在第二方面的某些实现方式中，第一制动子系统（120）还包括第四接口（38j）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）；第四接口（38j）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个通过第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接；第一压力传感器（30）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的

30 第二控制阀连接，第一制动子系统（120）包括第一压力传感器（30）。
在本申请的方案中，冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

35 第三方面，提供一种制动系统的制动方法，应用于该制动系统，该制动系统包括：制动主缸（7）、第一增压器（1）、第二增压器（36）、至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i），至少一个第一控制阀（13、14、15、16）、至少一个第二控制阀（26、27、28、29）、至少一个第三控制阀（31、32、33、34）和控制器；至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）用于分别连接至少一个制动轮缸（22、23、24、25）；制动主缸（7）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第一控制阀（13、14、15、16）连接，第一增压器（1）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第一控制

5 阀（13、14、15、16）连接，其中，至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间分别通过至少一个第二控制阀（26、27、28、29）连接；第二增压器（36）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第三控制阀（31、32、33、34）连接。该方法包括：获取第一信号，第一信号用于指示制动系统的故障信息；根据第一信号，控制至少一个第二控制阀（26、27、28、29）切换到断开状态。

应理解，该制动系统的故障信息可以通过检测制动踏板的踏板位移传感器、第一增压器的压力等方式获得。

10 在本申请的方案中，通过对冗余制动系统的至少一个隔离阀的控制，实现在主制动系统失效的情况下，隔离主制动系统和冗余制动系统，从而有利于实现冗余制动系统对主制动系统功能的备份，进而保证制动系统的安全性。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该方法还包括：获取第二信号，第二信号用于指示第一目标制动需求；根据第二信号，控制至少一个第三控制阀（31、32、33、34）切换至第一状态；第一状态包括，至少一个目标第三控制阀被配置为导通状态，其中，15 至少一个第三控制阀（31、32、33、34）包括至少一个目标第三控制阀，至少一个目标第三控制阀是根据第二信号确定的。

应理解，根据第二信号可以从至少一个第三控制阀（31、32、33、34）中选择一个或者多个目标第三控制阀，从而实现在主制动系统失效时，每个制动轮缸得到独立控制。

20 应理解，第一目标制动需求可以是主制动系统失效时，需要至少一个第三控制阀配合的制动需求，例如，对至少一个制动轮缸的增压、减压或者保压。

在本申请的方案中，通过对冗余制动系统的至少一个进液阀的控制，实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统对每个制动轮缸的独立控制。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：至少一个第四控制阀（35），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）并联；该方法还包括：获取25 第三信号，第三信号用于指示第二目标制动需求；根据第三信号，控制至少一个第四控制阀（35）切换至第二状态；第二状态包括，至少一个目标第四控制阀被配置为导通状态，其中，至少一个第四控制阀（35）包括至少一个目标第四控制阀，至少一个目标第四控制阀是根据第三信号确定的。

30 应理解，根据第三信号可以从至少一个第四控制阀（35）选择一个或多个目标第四控制阀，从而实现在主制动系统失效时，每个制动轮缸得到独立控制，例如，当只有一个第四控制阀时，可以对每个制动轮缸在不同的时间实现减压控制；当每个制动轮缸均有对应的第四控制阀，可以实现对每个制动轮缸的完全独立控制。

应理解，第二目标制动需求可以是主制动系统失效时，需要至少一个第四控制阀配合的制动需求，例如，对至少一个制动轮缸的减压。

35 在本申请的方案中，通过对冗余制动系统的至少一个出液阀的控制，实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统对每个制动轮缸的减压控制。例如，如果只有一个出液阀，该方案可以实现对每个制动轮缸进行分时独立卸压，节省成本；如果针对每个轮缸均有对应的出液阀，该方案可以实现对每个制动轮缸进行同时独立卸压，冗余制动系统功能更加

完备，提高制动安全性。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该制动系统包括第二踏板感觉模拟系统（121），第二踏板感觉模拟系统（121）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，第一压力传感器（30）和第二踏板感觉模拟系统（121）连接的第二控制阀连接，制动系统还包括第一压力传感器（30）；该方法还包括：获取第四信号，第四信号用于指示第二踏板感觉模拟系统（121）工作；根据第四信号，控制第二踏板感觉模拟系统（121）中的第二踏板感觉模拟器开关阀（44）切换至第三状态；第三状态包括，第二踏板感觉模拟器开关阀（44）被配置为导通状态。

在本申请的方案中，冗余制动系统中的独立踏板感觉模拟系统，使得冗余制动系统和主制动系统解耦更彻底，除了可以保证驾驶员的踏板感受，便于后期的维修与更换，安装方便。

结合第三方面，在第三方面的某些实现方式中，该制动系统包括：第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和第一踏板感觉模拟系统（112）；第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接；第一压力传感器（30）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的第二控制阀连接，第二液压装置（120）包括第一压力传感器（30）；第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接。该方法还包括：获取第五信号，第五信号用于指示第一踏板感觉模拟系统（112）工作；根据第五信号，控制第一踏板感觉模拟器开关阀（43）切换至第四状态；第四状态包括，第一踏板感觉模拟器开关阀（10）被配置为导通状态。

在本申请的方案中，冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

第四方面，提供了一种制动系统的制动方法，应用于该制动系统，该制动系统包括：制动主缸（7）、第一增压器（1）、第二增压器（36）、至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i），至少一个第一控制阀（13、14、15、16）、至少一个第二控制阀（26、27、28、29）、至少一个第三控制阀（31、32、33、34）和控制器；至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）用于分别连接至少一个制动轮缸（22、23、24、25）；制动主缸（7）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第一控制阀（13、14、15、16）连接，第一增压器（1）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第一控制阀（13、14、15、16）连接，其中，至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间分别通过至少一个第二控制阀（26、27、28、29）连接；第二增压器（36）和至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过至少一个第三控制阀（31、32、33、34）连接。该方法包括：控制器获取制动需求，根据制动需求生成控制指令；控制器向制动系统发送控制指令，通过控制制动系统以增大至少一个制动轮缸（22、23、24、25）的制动力。

在本申请的方案中，通过在冗余制动系统设置两个隔离阀，在成本不高的情况下，可以实现当主制动系统失效时，冗余制动系统可以控制每个制动轮缸，实现对主制动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：至少一个第四控制阀（35），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）并联；该方法还包括：控制器向制动系统发送控制指令，通过控制制动系统以减小或者维持至少一个制动轮缸（22、23、24、25）的制动力。

5 在本申请的方案中，在一个轮缸出液阀和增压器并联时，可以在成本较低的情况下实现对多个制动轮缸分时减压，在多个轮缸出液阀和增压器并联时，可以实现，同时对多个制动轮缸减压，进一步提高制动系统中的冗余制动部分的独立性。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，该制动系统还包括第一储液容器（6）和第二储液容器（71），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）分别和第二储液容器（71）连接，制动主缸（7）和第一增压器（1）分别和第一储液容器（6）连接；或者，系统还包括第一储液容器（6），至少一个第四控制阀（35）、第二增压器（36）、制动主缸（7）和第一增压器（1）分别和第一储液容器（6）连接。通过控制制动系统以增大至少一个制动轮缸（22、23、24、25）的制动力包括：控制器控制第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）中的制动液流入至少一个制动轮缸（22、23、24、25）。或者，通过控制制动系统以减小或者维持至少一个制动轮缸（22、23、24、25）的制动力包括：控制器控制至少一个制动轮缸（22、23、24、25）中的制动液流回第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）；或者，控制器维持至少一个制动轮缸（22、23、24、25）和第一储液容器（6）之间管路中的制动液压力，或者控制器维持至少一个制动轮缸（22、23、24、25）和第二储液容器（71）之间管路中的制动液压力。

20 在本申请的方案中，该线控制制动的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，控制器控制第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）中的制动液流入至少一个制动轮缸（22、23、24、25）包括：至少一个第四控制阀（35）处于断开状态，至少一个第三控制阀（31、32、33、34）处于导通状态，所有第二控制阀（26、27、28、29）均处于断开状态，控制器控制第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）中的制动液，经过第二增压器（36）和至少一个第三控制阀（31、32、33、34）流入至少一个制动轮缸（22、23、24、25）。

30 结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，控制器控制至少一个制动轮缸（22、23、24、25）中的制动液流回第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）包括：至少一个第四控制阀（35）处于导通状态，至少一个第三控制阀（31、32、33、34）处于导通状态，所有第二控制阀（26、27、28、29）均处于断开状态，控制器控制至少一个制动轮缸（22、23、24、25）中的制动液经过至少一个第三控制阀（31、32、33、34）和至少一个第四控制阀（35），流回第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）。

35 结合第四方面，在第四方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：第二踏板感觉模拟系统（121），第二踏板感觉模拟系统（121）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，第一压力传感器（30）和第二踏板感觉模拟系统（121）连接的第二控制阀连接，制动系统还包括第一压力传感器（30）。控制器控制第二踏板感觉模拟系统

(121) 向驾驶员反馈踏板感觉信息, 具体包括: 第二踏板感觉模拟系统 (121) 中的第二踏板感觉模拟器开关阀 (44) 处于导通状态, 制动液从制动主缸 (7) 经过连接第二踏板感觉模拟系统 (121) 的第一控制阀, 进入第二踏板感觉模拟器 (45), 第二踏板感觉模拟系统 (121) 向驾驶员反馈踏板感觉信息, 其中, 第二踏板感觉模拟系统 (121) 包括第二踏板感觉模拟器 (45)。

在本申请的方案中, 冗余制动系统中的独立踏板感觉模拟系统, 使得冗余制动系统和主制动系统解耦更彻底, 除了可以保证驾驶员的踏板感受, 便于后期的维修与更换, 安装方便。

结合第四方面, 在第四方面的某些实现方式中, 该制动系统还包括: 至少一个第一单向阀 (39、40、41、42), 至少一个第一单向阀 (39、40、41、42) 分别和至少一个第二控制阀 (26、27、28、29) 并联, 第一压力传感器 (30) 和第二控制阀 (26、27、28、29) 中的任意一个连接, 系统还包括第一压力传感器 (30)。控制器向制动系统发送控制指令, 通过控制制动系统以减小或者维持至少一个制动轮缸 (22、23、24、25) 的制动力包括: 至少一个第一单向阀 (39、40、41、42) 用于使制动踏板 (3) 发生位移的同时, 隔绝制动液流向制动主缸 (7)。

在本申请的方案中, 和隔离阀并联的单向阀, 可以在隔离阀处于断开状态时, 制动踏板可以产生位移的同时, 防止制动液流回制动主缸。

结合第四方面, 在第四方面的某些实现方式中, 该制动系统还包括: 第一踏板感觉模拟器开关阀 (43) 和第一踏板感觉模拟系统 (112); 第一踏板感觉模拟器开关阀 (43) 和至少一个第二控制阀 (26、27、28、29) 中的任意一个连接; 第一压力传感器 (30) 和第一踏板感觉模拟器开关阀 (43) 连接的第二控制阀连接, 第二液压装置 (120) 包括第一压力传感器 (30); 第一踏板感觉模拟系统 (112) 中的第一踏板感觉模拟器 (10) 和第一踏板感觉模拟器开关阀 (43) 连接。控制器控制第一踏板感觉模拟系统 (112) 向驾驶员反馈踏板感觉信息, 具体包括: 第一踏板感觉模拟系统中的第三踏板感觉模拟器开关阀 (9) 处于断开状态, 第一踏板感觉模拟器开关阀 (43) 处于导通状态, 制动液从制动主缸 (7) 经过连接第一踏板感觉模拟器开关阀 (43) 的第一控制阀, 进入第一踏板感觉模拟器 (10), 第二踏板感觉模拟系统 (121) 向驾驶员反馈踏板感觉信息。

在本申请的方案中, 冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息, 在主制动系统失效的情况下, 依然可以保证驾驶员的踏板感受, 给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

第五方面, 提供一种制动系统, 该制动系统包括: 制动主缸 (7)、第一增压器 (1)、第二增压器 (36)、至少一个第五控制阀 (11、12)、至少一个第一控制阀 (13、14、15、16)、至少一个第二控制阀 (52、53); 至少一个第一控制阀 (13、14、15、16) 用于分别连接至少一个制动轮缸 (22、23、24、25); 制动主缸 (7) 和至少一个第一控制阀 (13、14、15、16) 分别通过至少一个第二控制阀 (52、53) 连接, 至少一个第一控制阀 (13、14、15、16) 和至少一个第二控制阀 (52、53) 还包括至少一个第五控制阀 (11、12); 第一增压器 (1) 和至少一个第一控制阀 (13、14、15、16) 直接连接, 第二增压器 (36) 和至少一个第一控制阀 (13、14、15、16) 通过至少一个第五控制阀 (11、12)。

本申请的方案, 通过在冗余制动系统设置两个隔离阀, 可以实现在主制动系统失效的

情况下，冗余制动系统可以控制每个制动轮缸，实现对主制动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

5 结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，制动系统还包括：第一储液容器（6）和第二储液容器（71），第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接，或者，第二增压器（36）和第二储液容器（71）连接。

在本申请的方案中，该制动系统的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

10 结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，制动主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）包括：制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接，或者制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）通过至少一个第二接口（38k、38l）连接；至少一个第二控制阀（52、53）分别和至少一个第五控制阀（11、12）直接连接，或者至少一个第二控制阀（52、53）分别和至少一个第五控制阀（11、12）通过至少一个第五接口（38m、38n）。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接包括：第二增压器（36）和第一储液容器（6）直接连接，或者第二增压器（36）和第一储液容器（6）通过第三接口（38a）连接。

20 结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和第一踏板感觉模拟系统（112）；第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和至少一个第二控制阀（52、53）中的任意一个连接；第一压力传感器（30）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的第二控制阀连接，第二液压装置（120）包括第一压力传感器（30）；第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接。

25 在本申请的方案中，该线控制动系统中的冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

30 结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，该制动系统还包括至少一个第四控制阀（54、55），第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）通过至少一个第四控制阀（54、55）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）连接，至少一个第四控制阀（54、55）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）还包括至少一个第五控制阀（11、12），其中，至少一个第四控制阀（54、55）和至少一个第五控制阀（11、12）直接连接，或者，至少一个第四控制阀（54、55）和至少一个第五控制阀（11、12）通过至少一个第五接口（38m、38n）连接。

35 在本申请的方案中，通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，需要减少制动轮缸压力时，例如配合 ABS 制动需求时，控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力，进一步提高了制动系统的安全性。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：至少一个第一单向阀（56、57），至少一个第一单向阀（56、57）分别和至少一个第二控制阀（52、53）并联，第一压力传感器（30）和第二控制阀（52、53）中的任意一个连接，制动系统还包括第一压力传感器（30）。

5 在本申请的方案中，和隔离阀并联的单向阀，可以在隔离阀处于断开状态时，制动踏板可以产生位移的同时，防止制动液流回制动主缸。

结合第五方面，在第五方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：至少一个第六控制阀（17、18、19、20）、至少一个第二单向阀（47、48、49、50）和机械制动输入装置（111）；机械制动输入装置（111）和主缸（7）连接；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个制动轮缸（22、23、24、25）之间还包括至少一个第六控制阀（17、18、19、20）；至少一个第二单向阀（47、48、49、50）分别和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）并联。

第六方面，提供一种制动系统，该制动系统包括：制动主缸（7）、第一增压器（1）、第二增压器（36）、至少一个第五控制阀（11、12）、至少一个第一控制阀（13、14、15、16）、至少一个第二控制阀（52、53）；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）用于分别连接至少一个制动轮缸（22、23、24、25）；制动主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）；第二增压器（36）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）直接连接；第一增压器（1）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）通过至少一个第二控制阀（52、53）。

在本申请的方案中，本申请的方案，通过在冗余制动系统设置两个隔离阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统可以控制每个制动轮缸，实现对主制动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

25 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，制动系统还包括：第一储液容器（6）和第二储液容器（71），第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接，或者，第二增压器（36）和第二储液容器（71）连接。

在本申请的方案中，该制动系统的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

30 结合第六方面，在第六方面的某些实现方式中，制动主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）包括：至少一个第二控制阀（52、53）和至少一个第五控制阀（11、12）直接连接，或者，至少一个第二控制阀（52、53）和至少一个第五控制阀（11、12）通过至少一个第二接口（38k、38l）连接；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接，或者，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接通过至少一个第五接口连接（38m、38n）。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,第二增压器(36)和第一储液容器(6)连接包括:第二增压器(36)和第一储液容器(6)直接连接,或者第二增压器(36)和第一储液容器(6)通过第三接口(38a)连接。

5 结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,该制动系统还包括:第一踏板感觉模拟器开关阀(43)和第一踏板感觉模拟系统(112);第一踏板感觉模拟器开关阀(43)和至少一个第二控制阀(52、53)中的任意一个连接;第一压力传感器(30)和第一踏板感觉模拟器开关阀(43)连接的第二控制阀连接,第二液压装置(120)包括第一压力传感器(30);第一踏板感觉模拟系统(112)中的第一踏板感觉模拟器(10)和第一踏板感觉模拟器开关阀(43)连接。

10 在本申请的方案中,该线控制动系统中的冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息,在主制动系统失效的情况下,依然可以保证驾驶员的踏板感受,给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,该制动系统还包括至少一个第四控制阀(54、55),第一储液容器(6)或者第二储液容器(71)通过至少一个第四控制阀(54、55)和至少一个第一控制阀(13、14、15、16)连接,其中,至少一个第四控制阀(54、55)和至少一个第一控制阀(13、14、15、16)直接连接,或者至少一个第四控制阀(54、55)和至少一个第一控制阀(13、14、15、16)通过至少一个第五接口(38m、38n)连接。

20 在本申请的方案中,通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀,可以实现在主制动系统失效的情况下,需要减少制动轮缸压力时,例如配合ABS制动需求时,控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力,进一步提高了制动系统的安全性。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,至少一个第一单向阀(56、57),至少一个第一单向阀(56、57)分别和至少一个第二控制阀(52、53)并联,第一压力传感器(30)和第二控制阀(52、53)中的任意一个连接,制动系统还包括第一压力传感器(30)。

25 在本申请的方案中,和隔离阀并联的单向阀,可以在隔离阀处于断开状态时,制动踏板可以产生位移的同时,防止制动液流回制动主缸。

结合第六方面,在第六方面的某些实现方式中,该制动系统还包括:至少一个第六控制阀(17、18、19、20)、至少一个第二单向阀(47、48、49、50)和机械制动输入装置(111);机械制动输入装置(111)和主缸(7)连接;至少一个第一控制阀(13、14、15、16)和至少一个制动轮缸(22、23、24、25)之间还包括至少一个第六控制阀(17、18、19、20);至少一个第二单向阀(47、48、49、50)分别和至少一个第一控制阀(13、14、15、16)并联。

35 第七方面,提供一种制动系统,包括:制动主缸(7)、第一增压器(1)、第二增压器(36)、至少一个第一接口(38w、38x、38y、38z)、至少一个第一控制阀(13、14、15、16)、至少一个第二控制阀(52、53)和至少一个第三控制阀(61、62、63、64);至少一个第一接口(38w、38x、38y、38z)用于分别连接至少一个制动轮缸(22、23、24、25);至少一个第一控制阀(13、14、15、16)和至少一个第一接口(38w、38x、38y、38z)分别通过至少一个第三控制阀(61、62、63、64)连接;制动主缸(7)和至少一个

第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）；第一增压器（1）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）直接连接，第二增压器（36）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）通过至少一个第五控制阀（11、12）。

在本申请的方案中，通过在冗余制动系统设置两个隔离阀，在成本不高的情况下，可以实现当主制动系统失效时，冗余制动系统可以控制每个制动轮缸，实现对主制动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

10 结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，第一储液容器（6）和第二储液容器（71），第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接，或者，第二增压器（36）和第二储液容器（71）连接。

在本申请的方案中，该制动系统的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

15 结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，制动主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）包括：制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接，或者制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）通过至少一个第二接口（38k、38l）连接；至少一个第二控制阀（52、53）分别和至少一个第五控制阀（11、12）直接连接，或者至少一个第二控制阀（52、53）分别和至少一个第五控制阀（11、12）通过至少一个第五接口（38m、38n）。

25 结合第七方面，在第六方面的某些实现方式中，制动系统还包括至少一个第六接口（38s、38t、38u、38v），至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）连接，其中至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）直接通过管路连接；或者，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）分别通过至少一个第六接口（38s、38t、38u、38v）连接。

30 结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接包括：第二增压器（36）和第一储液容器（6）直接连接，或者第二增压器（36）和第一储液容器（6）通过第三接口（38a）连接。

35 结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，制动系统还包括至少一个第四控制阀（65、66）、至少一个第三单向阀（67、68、69、70），其中，至少一个第四控制阀（65、66）和第一储液容器（6）连接，或者，至少一个第四控制阀（65、66）和第二储液容器（71）连接；至少一个第三单向阀（67、68、69、70）和至少一个第四单向阀连接，至少一个第三单向阀（67、68、69、70）分别和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）连接。

在本申请的方案中，通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀，可以实现在主制动系统

失效的情况下，需要减少制动轮缸压力时，例如配合 ABS 制动需求时，控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力，进一步提高了制动系统的安全性。

结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和第一踏板感觉模拟系统（112）；第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和至少一个第二控制阀（52、53）中的任意一个连接；第一压力传感器（30）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的第二控制阀连接，第二液压装置（120）包括第一压力传感器（30）；第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接。

在本申请的方案中，该线控制动系统中的冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，至少一个第一单向阀（56、57），至少一个第一单向阀（56、57）分别和至少一个第二控制阀（52、53）并联，第一压力传感器（30）和第二控制阀（52、53）中的任意一个连接，制动系统还包括第一压力传感器（30）。

在本申请的方案中，和隔离阀并联的单向阀，可以在隔离阀处于断开状态时，制动踏板可以产生位移的同时，防止制动液流回制动主缸。

结合第七方面，在第七方面的某些实现方式中，该制动系统还包括至少一个第六控制阀（17、18、19、20）、至少一个第二单向阀（47、48、49、50）和机械制动输入装置（111）；机械制动输入装置（111）和主缸（7）连接；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）之间还包括至少一个第六控制阀（17、18、19、20）；至少一个第二单向阀（47、48、49、50）分别和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）并联。

第八方面，提供一种制动系统，该制动系统包括：制动主缸（7）、第一增压器（1）、第二增压器（36）、至少一个第一接口（38w、38x、38y、38z）、至少一个第一控制阀（13、14、15、16）、至少一个第二控制阀（52、53）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）；至少一个第一接口（38w、38x、38y、38z）用于分别连接至少一个制动轮缸（22、23、24、25）；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第一接口（38w、38x、38y、38z）分别通过至少一个第三控制阀（61、62、63、64）连接；制动主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）；第二增压器（36）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）直接连接；第一增压器（1）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）通过至少一个第二控制阀（52、53）。

在本申请的方案中，通过在冗余制动系统设置两个隔离阀，在成本不高的情况下，可以实现当主制动系统失效时，冗余制动系统可以控制每个制动轮缸，实现对主制动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，第一储液容器（6）和第二储液容器（71），第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接，或者，第二增压器（36）和第二

储液容器（71）连接。

在本申请的方案中，该制动系统的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

5 结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，制动主缸（7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二控制阀（52、53）连接，制动主缸（7）和至少一个第二控制阀（52、53）还包括至少一个第五控制阀（11、12）包括：至少一个第二控制阀（52、53）和至少一个第五控制阀（11、12）直接连接，或者，至少一个第二控制阀（52、53）和至少一个第五控制阀（11、12）通过至少一个第二接口（38k、38l）连接；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接，或者，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接通过至少一个第五接口连接（38m、38n）。

15 结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，制动系统还包括至少一个第六接口（38s、38t、38u、38v），至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）连接，其中至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）直接通过管路连接；或者，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）分别通过至少一个第六接口（38s、38t、38u、38v）连接。

20 结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，第二增压器（36）和第一储液容器（6）连接包括：第二增压器（36）和第一储液容器（6）直接连接，或者第二增压器（36）和第一储液容器（6）通过第三接口（38a）连接。

25 结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，制动系统还包括至少一个第四控制阀（65、66）、至少一个第三单向阀（67、68、69、70），其中，至少一个第四控制阀（65、66）和第一储液容器（6）连接，或者，至少一个第四控制阀（65、66）和第二储液容器（71）连接；至少一个第三单向阀（67、68、69、70）和至少一个第四控制阀（65、66）连接，至少一个第三单向阀（67、68、69、70）分别和至少一个第三控制阀（61、62、63、64）连接。

30 在本申请的方案中，通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，需要减少制动轮缸压力时，例如配合 ABS 制动需求时，控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力，进一步提高了制动系统的安全性。

35 结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，该制动系统还包括：第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和第一踏板感觉模拟系统（112）；第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和至少一个第二控制阀（52、53）中的任意一个连接；第一压力传感器（30）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的第二控制阀连接，第二液压装置（120）包括第一压力传感器（30）；第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接。

在本申请的方案中，该线控制动系统中的冗余制动系统还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加

稳定舒适的驾驶体验。

结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，至少一个第一单向阀（56、57），至少一个第一单向阀（56、57）分别和至少一个第二控制阀（52、53）并联，第一压力传感器（30）和第二控制阀（52、53）中的任意一个连接，制动系统还包括第一压力传感器（30）。

5 在本申请的方案中，和隔离阀并联的单向阀，可以在隔离阀处于断开状态时，制动踏板可以产生位移的同时，防止制动液流回制动主缸。

结合第八方面，在第八方面的某些实现方式中，该制动系统还包括至少一个第六控制阀（17、18、19、20）、至少一个第二单向阀（47、48、49、50）和机械制动输入装置（111）；机械制动输入装置（111）和主缸（7）连接；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和
10 至少一个第三控制阀（61、62、63、64）之间还包括至少一个第六控制阀（17、18、19、20）；至少一个第二单向阀（47、48、49、50）分别和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）并联。

第九方面，提供一种制动系统，该制动系统包括：制动主缸（7）、第一增压器（1）、第二增压器（36）、至少一个第一接口（38q、38r）、至少一个第一控制阀（13、14、15、
15 16）和至少一个第二控制阀（52、53）；制动主缸（7）或者第一增压器（1）通过至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个制动主缸（22、23、24、25）连接；第二增压器（36）通过至少一个第四单向阀（58、59）分别和至少一个第一接口（38q、38r）连接，所述第二增压器（36）和第四压力传感器（60）并联。

在本申请的方案中，增压器的压力传感器和单向阀可以配合冗余制动系统更加精准地
20 控制制动液的压力，进而保证了制动系统的安全性。

结合第九方面，在第九方面的某些实现方式中，制动主缸（7）或者第一增压器（1）通过至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个制动主缸（22、23、24、25）连接包括：制动主缸（7）或者第一增压器（1）通过第二进液阀（14）和第四进液阀（16）分别和
25 第二制动轮缸（23）和第四制动轮缸（25）直接连接；制动主缸（7）或者第一增压器（1）通过第一进液阀（13）和第三进液阀（15）分别和第一制动轮缸（22）和第三制动轮缸（24）连接，第一进液阀（13）和第三进液阀（15）分别和第一制动轮缸（22）和第三制动轮缸（24）之间还包括至少一个第二控制阀（52、53）；其中，至少一个制动轮缸（22、23、24、25）包括第一制动轮缸（22）、第二制动轮缸（23）、第三制动轮缸（24）和第四制动轮缸（25），至少一个第一控制阀（13、14、15、16）包括第一进液阀
30 （13）、第二进液阀（14）、第三进液阀（15）和第四进液阀（16）。

在本申请的方案中，在主制动系统失效的情况下，通过冗余制动系统对前轮制动轮缸的独立控制，通过 EPB 配合实现对后轮制动轮缸增压，从而实现四轮独立增压。

结合第九方面，在第九方面的某些实现方式中，制动系统还包括第一储液容器（6）和第二储液容器（71），至少一个第四控制阀（35）和第二增压器（36）分别和第二储液
35 容器（71）连接，制动主缸（7）和第一增压器（1）分别和第一储液容器（6）连接；或者，制动系统还包括第一储液容器（6），至少一个第四控制阀（35）、第二增压器（36）、制动主缸（7）和第一增压器（1）分别和第一储液容器（6）连接。

在本申请的方案中，该制动系统的的冗余制动系统可以从主制动系统的储液罐获取制

动液，可以减少成本；冗余制动系统还可以从冗余制动系统的独立储液罐获取制动液，可以使得主制动系统和冗余制动系统的解耦更彻底，提高冗余制动系统的独立性。

结合第九方面，在第九方面的某些实现方式中，第一进液阀（13）和第三进液阀（15）分别和第一制动轮缸（22）和第三制动轮缸（24）之间还包括至少一个第二控制阀（52、53）包括：第一进液阀（13）和第三进液阀（15）分别和至少一个第二控制阀（52、53）5 53）包括：第一进液阀（13）和第三进液阀（15）分别和至少一个第二控制阀（52、53）直接连接；或者，第一进液阀（13）和第三进液阀（15）分别和至少一个第二控制阀（52、53）通过至少一个第二接口（38o、38p）连接；至少一个第二控制阀（52、53）分别和第一制动轮缸（22）和第三制动轮缸（24）直接连接；或者，至少一个第二控制阀（52、53）分别和第一制动轮缸（22）和第三制动轮缸（24）通过至少一个第一接口（38q、38r）连接。10 接。

结合第九方面，在第九方面的某些实现方式中，该制动系统还包括至少一个第四控制阀（54、55），第一储液容器（6）或者第二储液容器（71）通过至少一个第四控制阀（54、55）15 55）分别和第一制动轮缸（22）和第三制动轮缸（24）连接。

在本申请的方案中，通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，需要减少制动轮缸压力时，例如配合 ABS 制动需求时，控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力，进一步提高了制动系统的安全性。

结合第九方面，在第九方面的某些实现方式中，制动系统还包括至少一个第五控制阀（11、12）、至少一个第六控制阀（17、18、19、20）、至少一个第二单向阀（47、48、49、50）和机械制动输入装置（111）机械制动输入装置（111）和主缸（7）连接；主缸（7）20 7）和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间还包括至少一个第五控制阀（11、12）；至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和至少一个第二控制阀（26、27、28、29）之间还包括至少一个第六控制阀（17、18、19、20），至少一个第二单向阀（47、48、49、50）分别和至少一个第一控制阀（13、14、15、16）并联。

应理解，第三方面或者第四方面中任意一种可能实现的控制方法还可用于第五方面至第九方面中任意一种可能的实现方式的制动系统中，为避免重复，在此不作赘述。

第十方面，提供一种汽车，包括上述第一方面或者第三方面中任意一种可能的实现方式所述的制动系统，所述制动系统中的液压调节单元通过调节所述制动系统中的制动管路内制动液的压力，以控制施加至所述制动系统中制动轮缸的制动力的大小。

第十一方面，提供一种控制装置，该控制装置包括处理单元和收发单元，其中收发单元用于发送控制指令，处理单元用于生成控制指令，以使控制装置执行第一方面或者第三方面中任一种可能的方法。

可选地，上述控制装置可以是汽车中独立的控制器，也可以是汽车中具有控制功能的芯片。上述处理单元可以是处理器，上述收发单元可以是通信接口。

可选地，控制装置还可以包括存储单元，存储单元可以是控制器中的存储器，其中存储器可以是芯片内的存储单元（例如，寄存器、缓存等），也可以是汽车内位于上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）。

需要说明的是，上述控制器中存储器与处理器耦合。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。

第十二方面，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

5

不作具体限定。

第十三方面，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

- 10 图 1 是本申请实施例提供的一种线控制动系统示意图；
图 2 是本申请实施例提供的另一种线控制动系统示意图；
图 3 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 4 是本申请实施例提供的一种紧急情况人工制动模式增压过程的示意图；
图 5 是本申请实施例提供的一种增压装置模式增压过程的示意图；
15 图 6 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式增压过程的示意图；
图 7 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式保压过程的示意图；
图 8 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式减压过程的示意图；
图 9 是本申请实施例提供的另一种冗余制动模式增压过程的示意图；
图 10 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图；
20 图 11 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 12 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 13 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 14 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 15 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
25 图 16 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 17 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 18 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 19 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 20 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
30 图 21 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图；
图 22 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图；
图 23 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图；
图 24 是本申请实施例提供的另一种冗余制动模式减压过程的示意图；
图 25 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式减压过程的示意图；
35 图 26 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图；
图 27 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式减压过程的示意图；
图 28 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图；
图 29 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式减压过程的示意图；

图 30 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图；

图 31 是本申请实施例提供的线控制动控制方法的示意性流程图；

图 32 是本申请实施例提供的一种控制装置的示意图；

图 33 是本申请实施例提供的另一种控制装置的示意图。

5

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。显然，所描述的实施例仅仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

10 本申请的线控制动系统适用于自动驾驶汽车或者新能源汽车，其中自动驾驶汽车包括具有自动驾驶功能的乘用车和商用车，新能源汽车包括采用新能源乘用车和商用车。

为了便于理解，下面先对本申请实施例可能涉及的相关术语和概念进行介绍。

制动防抱死系统（antilock brake system, ABS）：在汽车制动时，自动控制制动力的大小，使车轮不被抱死，处于边滚边滑的状态，以保证车轮与地面的附着力处于最大值。

15 自动紧急制动系统（autonomous emergency braking, AEB）：在车辆遇到突发危险情况或与前车及行人距离小于安全距离时主动进行刹车，以避免或减少追尾等碰撞事故的发生。

20 电子稳定性控制系统（electronic stability control system, ESC）：传感器收集车辆信息来判断车辆失稳情况，当车辆趋于失稳，ESC 系统通过对单个或部分车轮施加制动力，以获取使车轮稳定的横摆力矩，从而实现稳定车辆的目的。

牵引力控制系统（traction control system, TCS）：在汽车驱动时，当驱动轮打滑时，自动控制发动机或驱动电机等和制动器来抑制驱动轮转速的一种控制系统。

制动系统包括集成制动系统（integrated brake system, IBS）和冗余制动模块（redundant brake unit, RBU），其中，冗余制动模块还可以称为冗余制动系统。

25 集成制动系统：由电动线性泵及电磁阀和阀体等组成的电液线控制动系统，可以实现车辆的 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能。

冗余制动模块：对主制动系统形成备份的独立制动模块，当车辆主制动系统失效时，RBU 模块完成车辆的制动，提高车辆的安全性。

30 目前，存在一种制动系统，该系统由两套独立进行制动的主制动系统和冗余制动系统组成，该系统通过冗余制动系统中的柱塞泵和两个隔离阀，实现在主制动系统失效后，冗余制动系统对车辆的左前轮和右前轮实现有效制动。虽然该制动系统结构简单可靠，稳定性高，但是该制动系统中的冗余制动系统只能实现前轮两轮制动，无法适配车辆对 ABS、AEB、ESC 或者 TCS 等集成制动功能的需求。

35 随着自动驾驶和新能源技术的进一步发展，当前制动系统面临的问题包括，无法很好地同时兼顾线控制动和冗余功能，难以满足车辆的控制和安全需求，此外制动系统还必须支持 ABS、AEB、TCS、ESC 等功能。因此，本申请实施例提供一种线控制动系统，具有多重冗余功能，可以同时满足线控制动和冗余功能，用于支持新能源汽车或自动驾驶汽车的控制需求，下面将结合图 1 至图 30 详细说明。

需要说明的是，下文中涉及的制动管路可以仅为“出液管路”或者“进液管路”，制动管路还可以为“出液管路”和“进液管路”。在为汽车的车轮的制动轮缸减压的过程中，制动系统中的制动管路用于将制动轮缸中的制动液输送至储液装置，此时，制动管路可以称为“出液管路”。在为汽车的车轮的制动轮缸增压的过程中，该制动管路用于为汽车的车轮提供制动液，以为汽车的车轮提供制动力，此时，制动管路可以称为“进液管路”。

另外，下文中涉及的“进液阀”、“出液阀”以及“均压阀”仅仅基于控制阀在制动系统中的功能来区分的。用于控制进液管路连通或者断开的控制阀可以称为“进液阀”或者“增压阀”。用于控制回液管路连通或者断开的控制阀可以称为“出液阀”或者“减压阀”。用于隔离两级制动子系统的控制阀可以称为“隔离阀”。其中，上述控制阀可以是现有的制动系统中常用的阀，例如，电磁阀等，本申请实施例对此不作具体限定。

另外，当控制阀连接至制动管路后，控制阀与制动管路的连接端口可以通过第一端口和第二端口表示，本申请对制动液在第一端口和第二端口之间的流向不作限定。例如，在为汽车的车轮的制动轮缸增压的过程中，制动液可以从控制阀的第一端口流至控制阀的第二端口，或者，在为汽车的车轮的制动轮缸减压的过程中，制动液可以从控制阀的第二端口流至控制阀的第一端口。在本申请实施例的图示中，控制阀的“第一端口”和“第二端口”的定义如下，在为汽车的车轮的制动轮缸增压的过程中，制动液遇到的控制阀的第一个端口为第一端口，在为汽车的车轮的制动轮缸减压的过程中，制动液遇到的控制阀的第一个端口为第二端口。上述定义仅为一种示例，本申请实施例对此不作限制。

另外，下文中涉及的“主制动管路 21”、“冗余制动管路 37a”、“冗余制动管路 37b”以及其他制动管路等可以理解为实现某一功能的一段或多段制动管路。例如，主制动管路 21 为用于连接制动主缸 7 与制动回路 113 的多段制动管路。

另外，下文在结合附图介绍制动系统、汽车等架构时，附图中会示意性地示出每个控制阀可以实现的两种工作状态（断开或连通），并不限定控制阀当前的工作状态如图所示。

下面将结合附图对本申请的方案，图 1 是本申请实施例提供的一种线控制动系统示意图。如图 1 的 (a) 或者图 1 的 (b) 所示，该线控制动系统 100 可以包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、控制器。该线控制动系统 100 还可以第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

应理解，冗余制动系统 120 可以作为第一制动子系统的一种示例，在本申请中对第一制动子系统 120 的命名不作限制。

应理解，在本申请中的制动系统至少还包括一个控制器，未在图中表示，例如，主制动系统控制器、冗余制动系统控制器。制动系统还可以通过一个控制器，根据不同的制动需求，控制不同的部件，例如，在冗余工作模式下，控制器可以对冗余制动系统 120 部分的部件进行控制，实现相应的制动功能。制动系统中各种单独部件也可能有各自的子控制器，这些控制器之间可以相互通信、共同工作。控制器接收各种传感器的测量或检测信号，如环境条件、驾驶员输入、制动系统状态等，通过计算和判断来控制制动系统的制动特性。

应理解，在本申请中的制动系统可以不包括制动轮缸，也就是仅包括主制动系统 110 和冗余制动系统 120，还可以包括制动轮缸，也就是主制动系统 110、冗余制动系统 120 和制动轮缸都属于制动系统。

应理解，在本申请中的至少一个制动轮缸（22、23、24、25）可以为上文所述的第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

主制动系统 110 可以包括增压装置 1、机械制动输入装置 111、第一踏板感觉模拟系统 112、制动回路 113、第二压力传感器 2、主缸进液阀 5、单向阀 46、第一储液容器 6、
5 制动主缸 7、第一轮缸隔离阀 11、第二轮缸隔离阀 12 和主制动管路 21。

应理解，增压装置 1 可以为第一增压器 1 的一种示例，具体可以为增压泵、柱塞泵总成等起增压作用的部件，在本申请实施例中对此不作限制。

作为一种可能的实现方式，机械制动输入装置 111 包括制动踏板 3、踏板位移传感器 4 和推杆 51。应理解，驾驶员踩动制动踏板 3，制动踏板与推杆 51 连接，推杆 51 向前推
10 进，制动主缸 7 的第一液压腔和第二液压腔的压力升高，第一储液容器 6 中的制动液（液压油液）通过主制动管路，经过单向阀 46 和主缸进液阀 5 进入制动主缸 7 的第一液压腔
和第二液压腔，使得制动主缸 7 的第一液压腔和第二液压腔的压力升高，制动液再从制动
15 主缸 7 的第一液压腔和第二液压腔中推入主制动管路 21，并经过第一轮缸隔离阀 11 和
第二轮缸隔离阀 12 进入制动回路 113。其中，踏板位移传感器 4 用于测量推杆 51 相对于制
动主缸 7 的位移。应理解，主制动管路 21 包括在主制动系统中的管路，为了简要说明，
在本申请实施例中不对主制动管路 21 中每条管路进行说明。

应理解，在本申请实施例中，单向阀只能使得制动液从单向阀的第一端口流向第二端
口，但不能从第二端口流向第一端口。例如，单向阀 46 的上端为第一端口，下端为第二
20 端口，制动液只能单向阀的第一端口流向第二端口。但应理解这只是为了便于理解，对于
第一端口和第二端口的命名不存在限定，也就是说，还可以描述成为制动液只能从第二端
口流向第一端口。

应理解，至少一个第五控制阀（11、12）用于隔离增压装置 1 和制动主缸 7，在增压
模式下，制动液来自增压装置 1。通常第五控制阀处于导通状态，在增压模式下，第五控
25 制阀处于断开状态。在本申请中至少一个第五控制阀具体可以为第一轮缸隔离阀 11 和
第二轮缸隔离阀 12，本申请实施例对第五控制阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的
第五控制阀个数仅为一种示例。其中，断开状态就是制动液无法从控制阀的一个端口流向
另一个端口，导通状态具体为制动液可以从控制阀的一个端口流向另一个端口。

作为一种可能的实现方式，第一踏板感觉模拟系统 112 包括第三压力传感器 8、第三
踏板感觉模拟器开关阀 9 和第一踏板感觉模拟器 10。应理解，制动主缸 7 的第二液压腔
30 通过主制动管路 21，与第三压力传感器 8、第三踏板感觉模拟器开关阀 9 和第一踏板感
觉模拟器 10 连接。其中，第一踏板感觉模拟系统 112 用于向驾驶员反馈踏板感觉信息。应
理解，在增压装置线控制动的工作模式下，该第一踏板感觉模拟系统 112 中的第三踏板感
觉模拟器开关阀 9 处于导通状态。

应理解，制动回路 113 有不同形式的布置，例如，可以呈 X 型布置、H 型布置、工型
35 布置等。

X 型布置是一路制动回路连接左前轮（front left, FL）的制动轮缸和右后轮（rear right, RR）的制动轮缸，另一路制动回路连接右前轮（front right, FR）的制动轮缸和左后轮（rear left, RL）的制动轮缸。

H型布置是一路制动回路连接左前轮的制动轮缸和左后轮的制动轮缸，另一路制动回路连接右前轮的制动轮缸和右后轮的制动轮缸。

工型布置是一路制动回路连接左前轮的制动轮缸和右前轮的制动轮缸，另一路制动回路连接左后轮的制动轮缸和右后轮的制动轮缸。

5 应理解，在本申请实施例对制动回路的类型不作限制，本身实施例以X型制动回路为例。

10 制动回路113包括第五轮缸进液阀13、第六轮缸进液阀14、第七轮缸进液阀15和第八轮缸进液阀16、第一轮缸出液阀17、第二轮缸出液阀18、第三轮缸出液阀19和第四轮缸出液阀20和第一主单向阀47、第二主单向阀48、第三主单向阀49和第四主单向阀50。

其中，第五轮缸进液阀13控制制动液进入左前轮FL的制动轮缸，第六轮缸进液阀14控制制动液进入右后轮RR的制动轮缸；第七轮缸进液阀15控制制动液进入右前轮FR的制动轮缸，第八轮缸进液阀16控制制动液进入左后轮RL的制动轮缸。

15 应理解，至少一个第一控制阀（13、14、15、16）用于使制动液流入制动轮缸。在本申请中至少一个第一控制阀具体可以为第五轮缸进液阀13、第六轮缸进液阀14、第七轮缸进液阀15和第八轮缸进液阀16，本申请实施例对第一控制阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第一控制阀个数仅为一种示例。

20 应理解，至少一个第二单向阀（47、48、49、50）用于调节第一控制阀两端的压力，防止至少一个第一控制阀的第二端口压力高于第一端口时，制动液无法流入制动轮缸中。至少一个第二单向阀具体可以为第一主单向阀47、第二主单向阀48、第三主单向阀49和第四主单向阀50，本申请实施例对第二单向阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第二单向阀个数仅为一种示例。

25 第一轮缸出液阀17控制制动液流出左前轮FL的制动轮缸回到第一储液容器6或者增压装置1，第二轮缸出液阀18控制制动液流出右后轮RR的制动轮缸回到第一储液容器6或者增压装置1，第三轮缸出液阀19控制制动液流出右前轮FR的制动轮缸回到第一储液容器6或者增压装置1，第四轮缸出液阀20控制制动液流出左后轮RL的制动轮缸回到第一储液容器6或者增压装置1。

30 同样，至少一个第六控制阀（17、18、19、20）用于使制动液从制动轮缸流回储液容器，例如，流回第一储液容器6，在本申请中至少一个第六控制阀具体可以为第一轮缸出液阀17、第二轮缸出液阀18、第三轮缸出液阀19和第四轮缸出液阀20，本申请实施例对第六控制阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第六控制阀个数仅为一种示例。

35 冗余制动系统120可以包括柱塞泵总成36、第一轮缸进液阀31、第二轮缸进液阀32、第三轮缸进液阀33和第四轮缸进液阀34、轮缸出液阀35、第一冗余隔离阀26、第二冗余隔离阀27、第三冗余隔离阀28和第四冗余隔离阀29、第一压力传感器30和冗余制动管路37。

应理解，柱塞泵总成36可以为第二增压器36一种具体示例，第二增压器36还可以为增压泵等起增压作用的部件，在本申请实施例中对此不作限制。

应理解，至少一个第二控制阀（26、27、28、29）用于隔离两个制动子系统，至少一

个第二控制阀可以属于冗余制动系统 120，也可以属于主制动系统 110，本申请对此不作限制。至少一个第二控制阀（26、27、28、29）通常处于导通状态，在冗余制动模式下，至少一个第二控制阀（26、27、28、29）处于断开状态。在本申请中至少一个第二控制阀具体可以为第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29，本申请实施例对第二控制阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第二控制阀个数仅为一种示例。

同样，至少一个第三控制阀（31、32、33、34）用于使制动液流入制动轮缸。至少一个第三控制阀（31、32、33、34）通常处于断开状态，在冗余制动模式下，至少一个第三控制阀（31、32、33、34）处于导通状态。在本申请中至少一个第三控制阀具体可以为第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34，本申请实施例对第三控制阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第三控制阀个数仅为一种示例。

同样，至少一个第四控制阀（35）用于使制动液从制动轮缸流回储液容器，例如，流回第一储液容器 6 或者第二储液容器 71。至少一个第四控制阀通常处于断开状态，在冗余制动模式下的减压工况工况时，至少一个第四控制阀处于导通状态。在本申请中至少一个第四控制阀具体可以为轮缸出液阀 35，本申请实施例对第四控制阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第四控制阀个数仅为一种示例。

作为一种可能实现的方式，第一储液容器 6 或者第二储液容器 71 通过至少一个第四控制阀分别和至少一个制动轮缸连接，本申请实施例的图中未示出，如果针对每个轮缸均有对应的轮缸出液阀，该方案可以实现对每个制动轮缸进行同时独立卸压。

作为一种可能实现的方式，冗余制动系统还可以包括制动系统插拔接头 38，其中，制动系统插拔接头 38 包括至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i、38w、38x、38y、38z、38q、38r）、至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e、38k、38l、38o、38p）、第三接口 38a、第四接口 38j。第一接口用于连接隔离两个制动子系统的隔离阀和主制动系统部分；第二接口用于连接冗余制动系统 120 和至少一个制动轮缸；第三接口用于连接冗余制动系统 120 和主制动系统 110 的第一储液容器 6；第四接口用于连接冗余制动系统 120 和第一踏板感觉模拟器 10。

作为一种可能实现的方式，制动系统插拔接头 38 还可以包括至少一个第五接口（38m、38n），第五接口用于连接冗余制动系统 120 和主制动系统中的至少一个第一控制阀。

作为一种可能实现的方式，制动系统插拔接头 38 还可以包括至少一个第六接口（38s、38t、38u、38v），第六接口用于连接冗余制动系统 120 中的至少一个第三控制阀和主制动系统 110 中的至少一个第一控制阀。

应理解，冗余制动系统 120 和主制动系统 110 可以直接通过制动管路连接，如图 1 的（b）所示，或者通过制动系统插拔接头 38 中的至少一个上述接口连接，如图 1 的（a）所示，其中制动系统插拔接头 38 可以属于冗余制动系统 120，也可以属于主制动系统 110。在本申请中，任意一个制动系统中的冗余制动系统 120 和主制动系统 110 均可以通过制动管路直接连接，此时该制动系统为集成式的；或者，任意一个制动系统中的冗余制动系统 120 和主制动系统 110 还可以通过制动系统插拔接头 38 中的至少一个上述接口连接，此

时该制动系统为分体式的；或者，任意一个制动系统中的冗余制动系统 120 和主制动系统 110 还可以通过管路直接连接和上述接口连接结合的方式连接，本申请实施例对此不做限制。

5 其中，第一轮缸进液阀 31 和第一冗余隔离阀 26 通过第一冗余制动管路 37a 连接，第一冗余制动管路 37a 给第一制动轮缸 22 提供制动力。第二轮缸进液阀 32 和第二冗余隔离阀 27 通过第二冗余制动管路 37b 连接，第二冗余制动管路 37b 给第二制动轮缸 23 提供制动力。第三轮缸进液阀 33 和第三冗余隔离阀 28 通过第三冗余制动管路 37c 连接，第三冗余制动管路 37c 给第三制动轮缸 24 提供制动力。第四轮缸进液阀 34 和第四冗余隔离阀 29 通过第四冗余制动管路 37d 连接，第四冗余制动管路 37d 给第四制动轮缸 25 提供制动力。
10 在本申请提供的实施例中，冗余制动管路 37 可以包括第一冗余制动管路 37a、第二冗余制动管路 37b、第三冗余制动管路 37c、第四冗余制动管路 37d、第五冗余制动管路 37e、第六冗余制动管路 37f。

作为一种可能实现的方式，冗余制动管路还可以包括第七冗余制动管路 37g 和第八冗余制动管路 37h。

15 轮缸出液阀 35、柱塞泵总成 36、第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 通过第六冗余制动管路 37f 连接；轮缸出液阀 35、柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

其中，制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a、第二制动系统插拔接头 38b、第三制动系统插拔接头 38c、第四制动系统插拔接头 38d、第五制动系统插拔接头 38e、
20 第六制动系统插拔接头 38f、第七制动系统插拔接头 38g、第八制动系统插拔接头 38h、第九制动系统插拔接头 38i。

冗余制动系统 120 还可以包括第一冗余单向阀 39、第二冗余单向阀 40、第三冗余单向阀 41 和第四冗余单向阀 42，第一冗余单向阀 39 和第一冗余隔离阀 26 并联，第二冗余单向阀 40 和第二冗余隔离阀 27 并联，第三冗余单向阀 41 和第三冗余隔离阀 28 并联，
25 第四冗余单向阀 42 和第四冗余隔离阀 29 并联；第一冗余隔离阀 26 包括第一端口和第二端口，第一压力传感器 30 和第一冗余隔离阀 26 的第一端口连接。

应理解，至少一个第一单向阀（39、40、41、42）用于使制动踏板 3 产生位移的同时，防止制动液回流回制动主缸 7。在本申请中至少一个第一单向阀可以具体为第一冗余单向阀 39、第二冗余单向阀 40、第三冗余单向阀 41 和第四冗余单向阀 42。本申请实施例对
30 第一单向阀的个数不作限定，在本申请实施例图示的第一单向阀个数仅为一种示例。

主制动系统 110 和冗余制动系统 120 的连接关系如下：第一储液容器 6 通过制动系统插拔接头 38a，和冗余制动系统 120 中的轮缸出液阀 35 和柱塞泵总成 36 连接；制动回路 113 中的和和第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 的第一端口分别通过第二制动系统插拔接头 38b、第三制动系统插拔接头 38c、
35 第四制动系统插拔接头 38d 和第五制动系统插拔接头 38e 连接；第一制动轮缸 22 和冗余系统 120 中的第一冗余隔离阀 26 的第二端口，通过第九制动系统插拔接头 38i 连接；第二制动轮缸 23 和冗余系统 120 中的第二冗余隔离阀 27 的第二端口，通过第八制动系统插拔接头 38h 连接；第三制动轮缸 24 和冗余系统 120 中的第一冗余隔离阀 28 的第二端口，通

过第七制动系统插拔接头 38g 连接；第四制动轮缸 25 和冗余系统 120 中的第一冗余隔离阀 29 的第二端口，通过第六制动系统插拔接头 38f 连接。

以图 1 的 (a) 为例说明线控制动系统的工作模式，本申请实施例中图 1 的 (a) 的线控制动系统包括三个工作模式，分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式，下面针对图 1 的 (a) 的中的线控制动系统的冗余制动模式，结合图 9 进行详细说明。图 9 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式增压过程的示意图。当主制动系统失效时，控制器独立控制冗余制动系统 120 给四个制动轮缸提供制动力。

当主制动系统失效时，驾驶员踩动制动踏板 3，制动液从制动主缸 7 中进入制动回路 113，由于控制器控制第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于断开状态。此时，只有少量的制动液可以通过单向阀进入制动轮缸中，需要冗余制动系统 120 为制动轮缸提供制动力。冗余制动系统控制 120 控制第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于导通状态，控制轮缸出液阀 35 处于断开状态，柱塞泵总成 36 工作，制动液从第一储液容器 6 中经过柱塞泵总成 36，分别从第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 进入第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25，为这些制动轮缸提供制动力。第一冗余单向阀 39、第二冗余单向阀 40、第三冗余单向阀 41 和第四冗余单向阀 42 隔绝制动液流向主制动系统 110。

需要说明的是，在本申请实施例的附图中，制动管路的粗细仅代表不同工作模式下，制动液的流向，不代表制动管路中制动液的压力大小。例如，在图 9 中，冗余制动模式下，粗线示出部分的制动管路表示冗余制动系统 120 给制动轮缸提供制动力时，制动液流向制动轮缸；细的制动管路表示冗余制动系统 120 给制动轮缸提供制动力时，虽然制动液仍然在制动管路中流动，但是无法给制动轮缸提供制动力。

本申请的方案，通过在冗余制动系统中设置针对每个制动轮缸的隔离阀、轮缸进液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸，实现对主动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。

图 2 是本申请实施例提供的另一种线控制动系统示意图。如图 2 所示，该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

图 2 中的主制动系统 110 和图 1 的 (a) 中的主制动系统 110 的结构和功能一致，为避免重复，在此不作赘述。

冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34、轮缸出液阀 35、第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。其中，第一轮缸进液阀 31 和第一冗余隔离阀 26 通过第一冗余制动管路 37a 连接，第一冗余制动管路 37a 给第一制动轮缸 22 提供制动力。第二轮缸进液阀 32 和第二冗余隔离阀 27 通过第二冗余制动管路 37b 连接，第二冗余制动管路 37b 给第二制动轮缸 23 提供制动力。第三轮缸进液阀 33 和第三冗余隔离阀 28 通过第三

5 冗余制动管路 37c 连接, 第三冗余制动管路 37c 给第三制动轮缸 24 提供制动力。第四轮缸进液阀 34 和第四冗余隔离阀 29 通过第四冗余制动管路 37d 连接, 第四冗余制动管路 37d 给第四制动轮缸 25 提供制动力。冗余制动管路 37 包括第一冗余制动管路 37a、第二冗余制动管路 37b、第三冗余制动管路 37c、第四冗余制动管路 37d、第五冗余制动管路 37e、第六冗余制动管路 37f、第七冗余制动管路 37g 和第八冗余制动管路 37h。

轮缸出液阀 35、柱塞泵总成 36、第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 通过第六冗余制动管路 37f 连接; 轮缸出液阀 35、柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接, 制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a。

10 冗余制动系统 120 还可以包括第一踏板感觉模拟器开关阀 43, 第一冗余隔离阀 26 包括第一端口和第二端口, 第一踏板感觉模拟器开关阀 43 和第一冗余隔离阀 26 的第一端口通过第八冗余制动管路 37h 连接, 其中第一踏板感觉模拟器开关阀 43 用于当主制动系统失效 110 时, 向驾驶员反馈踏板感觉信息。第一压力传感器 30 和第一冗余隔离阀 26 的第一端口连接。本申请的方案中, 第一踏板感觉模拟器开关阀 43 的安装位置可以与每个冗余隔离阀的第一端口通过冗余制动管路 37h 进行连接, 此时, 第一压力传感器 30 的安装位置随着第一踏板感觉模拟器开关阀 43 的安装位置而改变, 本申请实施例对第一踏板感觉模拟器开关阀 43 和第一压力传感器 30 的安装位置不作限制。例如, 如图 2 所示, 第一踏板感觉模拟器开关阀 43 的第一端口和第一冗余隔离阀 26 的第一端口通过第八冗余制动管路 37h 连接, 第一压力传感器 30 和第一冗余隔离阀 26 的第一端口连接。

20 图 2 所示的线控制动系统中主制动系统 110 和冗余制动系统 120 的连接关系, 除了图 1 的 (a) 中的连接关系, 还包括, 第一踏板感觉模拟器 10 的第一端口通过第十制动系统插拔接头 38j, 和冗余制动系统 120 中的第一踏板感觉模拟器开关阀 43 的第二端口连接。

如前所述, 本申请实施例中的线控制动系统包括三个工作模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 下面针对图 2 的中的线控制动系统的冗余制动模式, 结合图 10 进行详细说明。

图 10 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式的示意图。当主制动系统失效时, 控制器控制冗余制动系统 120 给四个制动轮缸提供制动力。

例如, 在一种可能的情况下, 当主制动系统失效时, 驾驶员踩动制动踏板 3, 制动液从制动主缸 7 中进入制动回路 113, 由于控制器控制第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于断开状态。此时, 制动液无法通过主制动系统进入制动轮缸中, 需要冗余制动系统 120 为制动轮缸提供制动力。冗余制动系统控制 120 控制第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于导通状态, 控制轮缸出液阀 35 处于断开状态, 柱塞泵总成 36 工作, 制动液从第一储液容器 6 中经过柱塞泵总成 36, 分别从第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 进入第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25, 为这些制动轮缸提供制动力。与此同时, 冗余制动系统中的第一踏板感觉模拟器开关阀 43 处于导通状态, 制动液从制动回路 113 通过第一踏板感觉模拟器开关阀 43 进入主制动系统 110 中的第一踏板感觉模拟器 10, 向驾驶员反馈踏

板感觉信息。

本申请的方案,通过在冗余制动系统中设置针对每个制动轮缸的隔离阀、轮缸进液阀,可以实现在主制动系统失效的情况下,冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸,实现对主制动系统的功能备份,满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求,并且可以进一步提高制动系统的安全性。例如,在制动系统需要在冗余制动模式下进行减压时,如果只有一个轮缸出液阀,该方案可以实现对每个制动轮缸进行分时独立卸压,如果针对每个轮缸均有对应的轮缸出液阀,该方案可以实现对每个制动轮缸进行同时独立卸压。除此以外,该线控制动系统中的冗余制动系统 120 还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息,在主制动系统失效的情况下,依然可以保证驾驶员的踏板感受,给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

图 3 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 3 的 (a) 或者图 3 的 (b) 所示,该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

图 3 的 (a) 中的主制动系统 110 和图 1 的 (a) 中的主制系统 110 的结构和功能一致,为避免重复,在此不作赘述。

冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34、轮缸出液阀 35、第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。其中,第一轮缸进液阀 31 和第一冗余隔离阀 26 通过第一冗余制动管路 37a 连接,第一冗余制动管路 37a 给第一制动轮缸 22 提供制动力。第二轮缸进液阀 32 和第二冗余隔离阀 27 通过第二冗余制动管路 37b 连接,第二冗余制动管路 37b 给第二制动轮缸 23 提供制动力。第三轮缸进液阀 33 和第三冗余隔离阀 28 通过第三冗余制动管路 37c 连接,第三冗余制动管路 37c 给第三制动轮缸 24 提供制动力。第四轮缸进液阀 34 和第四冗余隔离阀 29 通过第四冗余制动管路 37d 连接,第四冗余制动管路 37d 给第四制动轮缸 25 提供制动力。冗余制动管路 37 包括第一冗余制动管路 37a、第二冗余制动管路 37b、第三冗余制动管路 37c、第四冗余制动管路 37d、第五冗余制动管路 37e、第六冗余制动管路 37f、第七冗余制动管路 37g 和第八冗余制动管路 37h。

轮缸出液阀 35、柱塞泵总成 36、第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 通过第六冗余制动管路 37f 连接;轮缸出液阀 35、柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接,制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a,如图 3 的 (a) 所示。

冗余制动系统 120 还可以包括独立的第二储液容器 71,第二储液容器 71 和柱塞泵 36 通过第五冗余制动管路 37e 连接,如图 3 的 (b) 所示。冗余制动系统中独立的储液罐可以使得冗余制动系统 120 和主制动系统 110 更彻底的解耦。应理解,本申请实施例中的冗余制动系统 120 都可以包括独立的第二储液容器 71,连接结构和图 3 的 (b) 类似,在本申请的其他附图中省略。还应理解,本申请实施例在说明线控制动系统的冗余制动模式时,都是以制动液来自主制动系统 110 的第一储液容器 6 为例进行说明,本申请实施例对于制动液来自哪个储液罐以及制动液流回哪个储液罐不作限制,制动液可以来自第一储液容器 6 或者第二储液容器 71,制动液可以流回第一储液容器 6 或者第二储液容器 71。

5 冗余制动系统 120 还可以包括第二踏板感觉模拟系统 121, 第二踏板感觉模拟系统 121 包括第二踏板感觉模拟器开关阀 44 和第二踏板感觉模拟器 45, 第二踏板感觉模拟器 45、第二踏板感觉模拟器开关阀 44 和第三冗余隔离阀 28 的第一端口通过第七冗余制动管路 37g 连接, 其中, 第二踏板感觉模拟器开关阀 44 和第二踏板感觉模拟器 45 用于当主制动系统失效 110 时, 向驾驶员反馈踏板感觉信息; 第一压力传感器 30 和第三冗余隔离阀 28 的第一端口连接。

10 本申请的方案中, 第二踏板感觉模拟系统 121 的安装位置可以与每个冗余隔离阀的第一端口通过第七冗余制动管路 37g 进行连接, 此时, 第一压力传感器 30 的安装位置随着第二踏板感觉模拟系统 121 的安装位置而改变, 本申请实施例对第二踏板感觉模拟系统 121 和第一压力传感器 30 的安装位置不作限制。例如, 如图 3 的 (a) 所示, 第二踏板感觉模拟系统 121 和第三冗余隔离阀 28 的第一端口通过第七冗余制动管路 37g 连接, 第一压力传感器 30 和第三冗余隔离阀 28 的第一端口连接。

图 3 的 (a) 所示的线控制动系统中主制动系统 110 和冗余制动系统 120 的连接关系和图 1 的 (a) 相同, 在此不作赘述。

15 本申请实施例中的线控制动系统有三个工作模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 下面这三种工作模式下线控制动系统的工作原理, 结合图 4 至图 8 分别进行详细说明。

人工制动工作模式: 图 4 是本申请实施例提供的一种紧急状态下人工制动模式增压过程的示意图。

20 驾驶员踩动制动踏板 3, 制动液从制动主缸 7 中进入制动回路 113, 第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于导通状态, 制动液分别通过第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 进入四个制动轮缸, 为制动轮缸提供制动力。此时, 冗余制动系统 120 中的第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于断开状态, 防止制动液流回第一储液容器 6。与此同时, 第二踏板感觉模拟系统 121 中的第二踏板感觉模拟器开关阀 44 也处于断开状态, 此时第二踏板感觉模拟系统 121 不起作用。

25 增压装置制动模式: 图 5 是本申请实施例提供的一种增压装置模式增压过程的示意图。

30 增压装置制动模式下, 主制动系统控制器控制主制动系统 110 中的第一轮缸隔离阀 11 和第二轮缸隔离阀 12 处于断开状态, 控制第三踏板感觉模拟器开关阀 9 处于导通状态。驾驶员踩动制动踏板 3, 制动液从制动主缸 7 中进入第一踏板感觉模拟系统 112 中的第一踏板感觉模拟器 10, 向驾驶员反馈踏板感觉信息。主制动系统 110 中的增压装置 1 工作, 制动液从增压装置中进入制动回路 113, 第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于导通状态, 制动液分别通过第一冗余隔离阀 26、35 第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 进入四个制动轮缸, 为制动轮缸提供制动力。此时, 冗余制动系统 120 中的第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于断开状态, 防止制动液流回第一储液容器 6。与此同时, 第二踏板感觉模拟系统 121 中的第二踏板感觉模拟器开关阀 44 也处于

断开状态，此时第二踏板感觉模拟系统 121 不起作用。

冗余制动模式：当主制动系统失效时，线控制动系统进入冗余制动模式，在该模式下有三种制动工作过程，分别为冗余制动模式增压过程、冗余制动模式保压过程和冗余制动模式减压过程，下面结合图 6 至图 8 分别对这三种过程进行详细描述。

5 冗余制动模式增压过程：图 6 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式增压过程的示意图。当主制动系统失效时，控制器控制冗余制动系统 120 给四个制动轮缸提供制动力。

当主制动系统失效时，驾驶员踩动制动踏板 3，制动液从制动主缸 7 中进入制动回路 113，由于控制器控制第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于断开状态。此时，需要冗余制动系统 120 为制动轮缸提供制动力。

10 冗余制动系统控制 120 控制第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于导通状态，控制轮缸出液阀 35 处于断开状态，柱塞泵总成 36 工作，制动液从第一储液容器 6 中经过柱塞泵总成 36，分别从第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 进入第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第五制动轮缸 25，为这些制动轮缸提供制动力。与此同时，
15 控制器控制第二踏板感觉模拟器开关阀 44 处于导通状态，制动液从制动回路 113 进入第二踏板感觉模拟系统 121 中的第二踏板感觉模拟器 45，向驾驶员反馈踏板感觉信息。

冗余制动模式保压过程：图 7 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式保压过程的示意图。当主制动系统失效时，控制器控制冗余制动系统 120 给四个制动轮缸维持制动力。

20 当主制动系统失效时，控制器控制轮缸出液阀 35 处于断开状态，控制器控制第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于断开状态，第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于断开状态，制动液在冗余制动管路 37 中不流动，实现维持第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 的制动力。

25 冗余制动模式减压过程：图 8 是本申请实施例提供的一种冗余制动模式减压过程的示意图。

当主制动系统失效时，控制器控制轮缸出液阀 35 处于导通状态，控制器控制第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 处于导通状态，控制器控制第一冗余隔离阀 26、第二冗余隔离阀 27、第三冗余隔离阀 28 和第四冗余隔离阀 29 处于断开状态。制动液从第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸
30 24 和第四制动轮缸 25 中流出，分别经过第一轮缸进液阀 31、第二轮缸进液阀 32、第三轮缸进液阀 33 和第四轮缸进液阀 34 和轮缸出液阀 35，流回第一储液容器 6，减少第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 的制动力。

35 本申请的方案，通过在冗余制动系统中设置针对每个制动轮缸的隔离阀、轮缸进液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸，实现对主动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。例如，在制动系统需要在冗余制动模式下进行减压时，如果只有一个轮缸出液阀，该方案可以实现对每个制动轮缸进行分时独立卸压，如果针对每个轮缸均有对应的轮缸出液阀，该方案可以实现对每个制动轮缸进行同时独立卸压。除此以外，该

线控制动系统中的冗余制动系统 120 还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息,在主制动系统失效的情况下,依然可以保证驾驶员的踏板感受,给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。另外,冗余制动系统中独立的踏板感觉模拟器使得冗余制动系统和主制动系统解耦更彻底,便于后期的维修与更换,安装方便。

5 图 11 是本身实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 11 所示,图 11 是本申请实施例提供的一种线控制动系统示意图。如图 11 所示,该线控制动系统 1100 可以包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、控制器。该线控制动系统 100 还可以第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

10 应理解,冗余制动系统 120 可以作为第一制动子系统的一种示例,在本申请中对第一制动子系统 120 的命名不作限制。

应理解,在本申请中的制动系统至少还包括一个控制器,未在图中表示,例如,主制动系统控制器、冗余制动系统控制器。制动系统还可以通过一个控制器,根据不同的制动需求,控制不同的部件,例如,在冗余工作模式下,控制器可以对冗余制动系统 120 部分的部件进行控制,实现相应的制动功能。制动系统中各种单独部件也可能有各自的子控制器,15 这些控制器之间可以相互通信、共同工作。控制器接收各种传感器的测量或检测信号,如环境条件、驾驶员输入、制动系统状态等,通过计算和判断来控制制动系统的制动特性。

应理解,在本申请中的制动系统可以不包括制动轮缸,也就是仅包括主制动系统 110 和冗余制动系统 120,还可以包括制动轮缸,也就是主制动系统 110、冗余制动系统 120 和制动轮缸都属于制动系统。

20 应理解,在本申请中的至少一个制动轮缸(22、23、24、25)可以为上文所述的第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

主制动系统 110 可以包括增压装置 1、机械制动输入装置 111、第一踏板感觉模拟系统 112、制动回路 113、第二压力传感器 2、主缸进液阀 5、单向阀 46、第一储液容器 6、制动主缸 7、第一轮缸隔离阀 11、第二轮缸隔离阀 12 和主制动管路 21。

25 作为一种可能的实现方式,机械制动输入装置 111 包括制动踏板 3、踏板位移传感器 4 和推杆 51。应理解,驾驶员踩动制动踏板 3,制动踏板与推杆 51 连接,推杆 51 向前推进,制动主缸 7 的第一液压腔和第二液压腔的压力升高,第一储液容器 6 中的制动液(液压油液)通过主制动管路,经过单向阀 46 和主缸进液阀 5 进入制动主缸 7 的第一液压腔30 和第二液压腔的压力升高,制动液再从主制动将制动主缸 7 的第一液压腔和第二液压腔中推入主制动管路 21,经过冗余制动系统 120,再经过第一轮缸隔离阀 11 和第二轮缸隔离阀 12 进入制动回路 113。其中,踏板位移传感器 4 用于测量推杆 51 相对于制动主缸 7 的位移。应理解,主制动管路 21 包括在主制动系统中的管路,为了简要说明,在本申请实施例中不对主制动管路 21 每条管路进行说明。

35 应理解,图 11 中的第一踏板感觉模拟器 112 和图 1 的(a)中的相同,为避免重复在此不作赘述。同样,图 11 中的制动回路 113 也以 X 型制动回路为例进行说明,为避免重复在此不作赘述,详细说明参考图 1 的(a)中制动回路 113。

冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第五冗余隔离阀 52、第六冗余隔离阀 53、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。

其中，第五冗余隔离阀 52 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第九冗余制动管路 37i 连接，第九冗余制动管路 37i 给第一制动轮缸 22 和第二制动轮缸 23 提供制动力；第六冗余隔离阀 53 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第十冗余制动管路 37j 连接，第十冗余制动管路 37j 给第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 提供制动力。第五冗余隔离阀 52 的第一端口和第一压力传感器 30 通过第八冗余制动管路 37h 连接，冗余制动管路 37 包括第五冗余制动管路 37e、第八冗余制动管路 37h、第九冗余制动管路 37i 和第十冗余制动管路 37j。柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

其中，制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a、第十制动系统插拔接头 38j、第十一制动系统插拔接头 38k、第十二制动系统插拔接头 38l、第十三制动系统插拔接头 38m 和第十四制动系统插拔接头 38n。

冗余制动系统 120 还可以包括第一踏板感觉模拟器开关阀 43。其中，第一踏板感觉模拟器开关阀 43 和第五冗余隔离阀 52 的第一端口通过第八冗余制动管路 37h 连接，其中第一踏板感觉模拟器开关阀 43 用于当主制动系统失效 110 时，向驾驶员反馈踏板感觉信息；第一压力传感器 30 和第五冗余隔离阀 52 的第一端口连接。

图 11 所示的线控制动系统中的主制动系统 110 和冗余制动系统 120 的连接关系如下：第一储液容器 6 通过制动系统插拔接头 38a，和冗余制动系统 120 中的柱塞泵总成 36 连接；主缸 7 和冗余制动系统中的第五冗余隔离阀 52 的第一端口，通过第十一制动系统插拔接头 38k 连接；主缸 7 和冗余制动系统中的第六冗余隔离阀 53 的第一端口，通过第十二制动系统插拔接头 38l 连接；第一轮缸隔离阀 11 的第一端口和第五冗余隔离阀 52 的第二端口，通过第十四制动系统插拔接头 38n 连接；第二轮缸隔离阀 11 的第一端口和第六冗余隔离阀 53 的第二端口，通过第十三制动系统插拔接头 38m 连接；第一踏板感觉模拟器 10 的第一端口通过第十制动系统插拔接头 38j，和冗余制动系统 120 中的第一踏板感觉模拟器开关阀 43 的第二端口连接。

本申请实施例中的图 11 的线控制动系统有三个工作模式，分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式，下面针对图 11 的中的线控制动系统的冗余制动模式，结合图 22 进行详细说明。

图 22 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图。当主制动系统失效时，控制器控制冗余制动系统 120 给四个制动轮缸提供制动力。

当主制动系统失效时，驾驶员踩动制动踏板 3，制动液从制动主缸 7 经过主制动管路 21 进入冗余制动系统 120，由于控制器控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态。此时，制动液无法通过主制动系统进入制动轮缸中，需要冗余制动系统 120 为制动轮缸提供制动力。冗余制动系统 120 中的控制器控制柱塞泵总成 36 工作，制动液从第一储液容器 6 中经过柱塞泵总成 36，分别经过主制动系统 110 的第一轮缸隔离阀 11 和第二轮缸隔离阀 12，进入制动回路 113，分别进入第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第五制动轮缸 25，为这些制动轮缸提供制动力。与此同时，冗余制动系统中的第一踏板感觉模拟器开关阀 43 处于导通状态，制动液从制动主缸 7 通过第一踏板感觉模拟器开关阀 43 进入主制动系统 110 中的第一踏板感觉模拟器 10，向驾驶员反馈踏板感觉信息。

需要说明的是，图 11 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 处于低压状态，当线控制动系统处于增压模式时，冗余制动系统 120 处于主制动系统 110 中的制动主缸 7 和增压装置 1 中间，增压装置 1 不经过冗余制动系统 120。

5 图 11 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 可以处于低压状态，还可以处于高压状态，如图 12 所示。图 12 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。图 12 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 处于高压状态，当线控制动系统处于增压模式时，冗余制动系统 120 处于主制动系统 110 中的和增压装置 1 和第一控制阀中间，增压装置 1 经过冗余制动系统 120。

10 图 12 所示的线控制动系统也有三个工作模式，分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式，其中冗余制动模式下的工作原理和图 22 所示的类似，为避免重复，在此不作赘述。

本申请的方案，通过在冗余制动系统设置两个隔离阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，冗余制动系统可以控制每个制动轮缸，实现对主制动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性，除此以外，15 该线控制动系统中的冗余制动系统 120 还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

图 13 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 13 所示，该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

20 图 13 中的主制动系统 110 和图 11 中的主制系统 110 的结构和功能一致，为避免重复，在此不作赘述。

冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第五冗余隔离阀 52、第六冗余隔离阀 53、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。

25 其中，第五冗余隔离阀 52 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第九冗余制动管路 37i 连接，第九冗余制动管路 37i 给第一制动轮缸 22 和第二制动轮缸 23 提供制动力；第六冗余隔离阀 53 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第十冗余制动管路 37j 连接，第十冗余制动管路 37j 给第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 提供制动力。第五冗余隔离阀 52 的第一端口和第一压力传感器 30 通过第八冗余制动管路 37h 连接，冗余制动管路 37 包括第五冗余制动管路 37e、第八冗余制动管路 37h、第九冗余制动管路 37i 和第十冗余制动管路 37j。
30 柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

其中，制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a、第十制动系统插拔接头 38j、第十一制动系统插拔接头 38k、第十二制动系统插拔接头 38l、第十三制动系统插拔接头 38m 和第十四制动系统插拔接头 38n。

35 冗余制动系统 120 还可以包括第一踏板感觉模拟器开关阀 43。其中，第一踏板感觉模拟器开关阀 43 和第五冗余隔离阀 52 的第一端口通过第八冗余制动管路 37h 连接，其中第一踏板感觉模拟器开关阀 43 用于当主制动系统失效 110 时，向驾驶员反馈踏板感觉信息；第一压力传感器 30 和第五冗余隔离阀 52 的第一端口连接。

冗余制动系统 120 还可以包括第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55。其中，第五

5 轮缸出液阀 54 的第二端口和第五冗余隔离阀 52 的第二端口通过第九冗余制动管路 37i 连接, 第五轮缸出液阀 54 的第一端口和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。第六轮缸出液阀 55 的第二端口和第六冗余隔离阀 53 的第二端口通过第十冗余制动管路 37j 连接, 第六轮缸出液阀 55 的第一端口和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

需要说明的是, 在本申请中当冗余制动系统处于减压模式下时, 将制动液流回储液罐需要通过的控制阀的第一个端口定义为第二端口, 因此在图 13 中, 第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 的上端为第二端口, 第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 的下端为第一端口。

10 图 13 所示的线控制动系统中主制动系统 110 和冗余制动系统 120 之间的连接关系和图 11 相同, 在此不作赘述。

如前文所述, 本申请实施例中的图 13 的线控制动系统有三个工作模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 下面针对图 13 的中的线控制动系统的冗余制动模式, 结合图 23 和图 24 分别对冗余制动模式增压过程和减压过程进行详细说明。

15 冗余制动模式增压过程: 图 23 是本申请实施例图 13 提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图。图 23 的增压过程和图 22 的增压过程类似, 不同的地方在于, 图 23 中的冗余制动系统 120 控制第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 处于断开状态, 阻止制动液从柱塞泵 36 流回第一储液容器 6。除此以外, 其余的增压过程和图 22 的类似, 在此不作赘述, 可以参考图 22 的增压过程。

20 冗余制动模式减压过程: 图 24 是本申请实施例提供的另一种冗余制动模式减压过程的示意图。

当主制动系统失效时, 控制器控制第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 处于导通状态, 控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态, 制动液从第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25, 经过第一轮缸隔离阀 11
25 和第二轮缸隔离阀 12, 经过第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55, 流回第一储液容器 6, 减少第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 的制动力。

需要说明的是, 图 13 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 可以处于低压状态, 还可以处于高压状态, 如图 14 所示。图 14 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。对冗余制动系统处于低压状态还是处于高压状态的详细的解释可以参考图 11 和图 12, 在此不做赘述。同样, 图 14 所示的线控制动系统也有三个工作模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 其中冗余制动模式下的工作原理和图 23 和 24 所示的类似, 为避免重复, 在此不作赘述。

35 本申请的方案, 通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀, 可以实现在主制动系统失效的情况下, 需要减少制动轮缸压力时, 例如配合 ABS 制动需求时, 控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力, 进一步提高了制动系统的安全性。同样, 在该方案中可以该线控制动系统中的冗余制动系统 120 还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息, 在主制动系统失效的情况下, 依然可以保证驾驶员的踏板感受, 给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。除此

以外,该冗余制动系统的电磁阀个数较少,可以在成本较低的情况下,实现对四个制动轮缸的有效控制。

图 15 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 15 所示,该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、
5 第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

图 15 中的主制动系统 110 和图 11 中的主制系统 110 的结构和功能一致,为避免重复,在此不作赘述。

冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第五冗余隔离阀 52、第六冗余隔离阀 53、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。

10 其中,第五冗余隔离阀 52 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第九冗余制动管路 37i 连接,第九冗余制动管路 37i 给第一制动轮缸 22 和第二制动轮缸 23 提供制动力;第六冗余隔离阀 53 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第十冗余制动管路 37j 连接,第十冗余制动管路 37j 给第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 提供制动力。第五冗余隔离阀 52 的第一端口和第一压力传感器 30 通过第八冗余制动管路 37h 连接,冗余制动管路 37 包括第五冗余
15 制动管路 37e、第八冗余制动管路 37h、第九冗余制动管路 37i 和第十冗余制动管路 37j。柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

其中,制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a、第十一制动系统插拔接头 38k、第十二制动系统插拔接头 38l、第十三制动系统插拔接头 38m 和第十四制动系统插拔接头 38n。

20 冗余制动系统 120 还可以包括第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55。其中,第五轮缸出液阀 54 的第二端口和第五冗余隔离阀 52 的第二端口通过第九冗余制动管路 37i 连接,第五轮缸出液阀 54 的第一端口和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。第六轮缸出液阀 55 的第二端口和第六冗余隔离阀 53 的第二端口通过第十冗余制动管路 37j 连接,第六轮缸出液阀 55 的第一端口和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五
25 冗余制动管路 37e 连接。

冗余制动系统 120 还可以包括第九单向阀 56 和第十单向阀 57,第九单向阀 56 和第五冗余隔离阀 52 并联,第十单向阀 57 和第六冗余隔离阀 53 并联。

图 15 所示的线控制动系统中主制动系统 110 和冗余制动系统 120 之间的连接关系如下:第一储液容器 6 通过制动系统插拔接头 38a,和冗余制动系统 120 中的柱塞泵总成 36
30 连接;主缸 7 和冗余制动系统中的第五冗余隔离阀 52 的第一端口,通过第十一制动系统插拔接头 38k 连接;主缸 7 和冗余制动系统中的第六冗余隔离阀 53 的第一端口,通过第十二制动系统插拔接头 38l 连接;第一轮缸隔离阀 11 的第一端口和第五冗余隔离阀 52 的第二端口,通过第十四制动系统插拔接头 38n 连接;第二轮缸隔离阀 11 的第一端口和第六冗余隔离阀 53 的第二端口,通过第十三制动系统插拔接头 38m 连接。

35 本申请实施例中的图 15 的线控制动系统有三个工作模式,分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式,下面针对图 15 的中的线控制动系统的冗余制动模式,结合图 25 进行详细说明。

图 25 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式减压过程的示意图。当主制动系统

失效时，控制器控制冗余制动系统 120 减少四个制动轮缸的制动力。

5 当主制动系统失效时，控制器控制第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 处于导通状态，控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态，制动液从第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25，经过第一轮缸隔离阀 11 和第二轮缸隔离阀 12，经过第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55，流回第一储液容器 6，减少第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 的制动力。第九单向阀 56 和第十单向阀 57 可以隔绝制动液流回主缸 7。

10 需要说明的是，当主制动系统失效，需要使用冗余制动系统 120 给四个制动轮缸提供制动力时，由于控制器控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态，当驾驶员踩下制动踏板 3 时，此时第九单向阀 56 和第十单向阀 57 可以导通，有少量的制动液可以从制动主缸 7 中流出，避免由于冗余制动系统中第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态，制动液在制动主缸 7 和主制动管路 21 中无法流动，使得驾驶员无法踩下制动踏板 3。

15 图 15 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 可以处于低压状态，还可以处于高压状态，如图 16 所示。图 16 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。对冗余制动系统处于低压状态还是处于高压状态的详细的解释可以参考图 11 和图 12，在此不做赘述。同样，图 16 所示的线控制动系统也有三个工作模式，分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式，其中冗余制动模式下的工作原理和图 25 所示的类似，为避免重复，在此不作赘述。

20 本申请的方案，通过在冗余制动系统中增加轮缸出液阀，可以实现在主制动系统失效的情况下，需要减少制动轮缸压力时，例如配合 ABS 制动需求时，控制器可以有效减少四个制动轮缸的制动力，进一步提高了制动系统的安全性。除此以外，该冗余制动系统的电磁阀个数较少，可以在成本较低的情况下，实现对四个制动轮缸的有效控制。

25 图 17 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 17 所示，该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、控制器。

制动系统还可以包括第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

图 17 中的主制动系统 110 和图 1 中的主制动系统 110 的结构和功能一致，为避免重复，在此不作赘述。

30 需要说明的是，图 17 所示的主制动系统内部结构和图 1 的 (a) 所示的主制动系统内部结构相同，但是图 17 所示的主制动系统中的制动回路 113 和冗余制动系统 120 以及制动轮缸的连接关系不同，具体的连接关系在说明完图 17 所示的冗余制动系统 120 之后，会有详细的说明。

35 冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第五冗余隔离阀 52、第六冗余隔离阀 53、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。

其中，第五冗余隔离阀 52 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第九冗余制动管路 37i 连接，第九冗余制动管路 37i 给第一制动轮缸 22 和第二制动轮缸 23 提供制动力；第六冗余隔离阀 53 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第十冗余制动管路 37j 连接，第十冗余制动管

路 37j 给第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 提供制动力。第五冗余隔离阀 52 的第一端口和第一压力传感器 30 通过第八冗余制动管路 37h 连接, 冗余制动管路 37 包括第五冗余制动管路 37e、第八冗余制动管路 37h、第九冗余制动管路 37i 和第十冗余制动管路 37j。柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

5 其中, 制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a、第十五制动系统插拔接头 38o、第十六制动系统插拔接头 38p、第十七制动系统插拔接头 38q 和第十八制动系统插拔接头 38r。

10 冗余制动系统 120 还可以包括第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55。其中, 第五轮缸出液阀 54 的第二端口和第五冗余隔离阀 52 的第二端口通过第九冗余制动管路 37i 连接, 第五轮缸出液阀 54 的第一端口和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。第六轮缸出液阀 55 的第二端口和第六冗余隔离阀 53 的第二端口通过第十冗余制动管路 37j 连接, 第六轮缸出液阀 55 的第一端口和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

15 冗余制动系统 120 还可以包括第十一单向阀 58、第十二单向阀 59 和第四压力传感器 60, 第十一单向阀 58 和第十二单向阀 59 分别和柱塞泵总成 36 的两个出液口连接, 第四压力传感器 60 和柱塞泵总成 36 连接。

需要说明的是, 本申请实施例中任意一种线控制动系统的冗余制动系统都可以包括第十一单向阀 58、第十二单向阀 59 和第四压力传感器 60, 用于精准控制制动液的压力。

20 主制动系统 110、冗余制动系统 120 和制动轮缸之间的连接关系可以是如下的关系: 第一储液容器 6 通过制动系统插拔接头 38a, 和冗余制动系统 120 中的柱塞泵总成 36 连接; 制动回路 113 和冗余制动系统 120 中的第五冗余隔离阀 52 的第一端口, 通过第十五制动系统插拔接头 38o 连接; 制动回路 113 和冗余制动系统 120 中的第六冗余隔离阀 53 的第一端口, 通过第十六制动系统插拔接头 38p 连接; 第一制动轮缸 22 和第五冗余隔离阀 52 的第二端口, 通过第十七制动系统插拔接头 38q 连接; 第三制动轮缸 24 和第六冗余隔离
25 阀 53 的第二端口, 通过第十八制动系统插拔接头 38r 连接; 制动回路 113 和第二制动轮缸 23 连接; 制动回路 113 和第四制动轮缸 25 连接。

30 需要说明的是, 图 17 所示的制动回路采用的布置形式是 X 型布置, 如图 17 所示一路制动回路中控制前轮的制动回路需要经过冗余制动系统 120 之后, 再和前轮制动轮缸连接, 例如, 左前轮制动轮缸, 也就是第一制动轮缸 22, 其中控制后轮的制动回路直接和后轮轮缸连接, 例如右后轮制动轮缸, 也就是第二制动轮缸 23; 另一路制动回路中控制前轮的制动回路需要经过冗余制动系统 120 之后, 再和前轮制动轮缸连接, 例如, 右前轮制动轮缸, 也就是第三制动轮缸 24, 其中控制后轮的制动回路直接和后轮轮缸连接, 例如, 左后轮制动轮缸, 也就是第四制动轮缸 25。

35 应理解, 图 17 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 可以在主制动系统失效后, 独立控制车辆的前轮制动轮缸, 因此, 在其他制动回路布置形式中, 可以有其他的连接方式, 因此, 本申请实施例的连接方式不仅限于图 17 所示。

本申请实施例中图 17 的线控制动系统有三个工作, 模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 下面针对图 17 的中的线控制动系统的冗余制动模式,

结合图 26 和图 27 分别对冗余制动模式增压过程和减压过程进行详细说明。

冗余制动模式增压过程：图 26 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图。

5 当主制动系统失效时，驾驶员踩动制动踏板 3，制动液从制动主缸 7 出来分为两路，一路经过制动回路 113，直接进入第二制动轮缸 23 和第四制动轮缸 25，另一路经过冗余制动系统 120，由于控制器控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态，因此制动液无法进入相应的制动轮缸中，需要冗余制动系统 120 为制动轮缸提供制动力。冗余制动系统 120 中的控制器控制柱塞泵总成 36 工作，第四压力传感器 60 和第十一单向阀 58 和第十二单向阀 59 精准控制制动液，制动液从第一储液容器 6 中经过柱塞泵总成 10 36，此时控制器控制第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 处于断开状态，制动液经过柱塞泵总成 36 分别进入第一制动轮缸 22 和第三制动轮缸 24，为这两个制动轮缸提供制动力。控制器可以控制电子驻车系统（electrical park brake, EPB），通过机械结构为第二制动轮缸 23 和第四制动轮缸 25 提供制动力。

15 冗余制动模式减压过程：图 27 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式减压过程的示意图。

当主制动系统失效时，控制器控制第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55 处于导通状态，控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态，制动液从第一制动轮缸 22 和第三制动轮缸 24 出来，经过第五轮缸出液阀 54 和第六轮缸出液阀 55，流回第一储液容器 6。

20 本申请的方案，在主制动系统失效的情况下，通过冗余制动系统对前轮制动轮缸的独立控制，可以在车轮抱死时，对前轮制动轮缸进行减压，配合前轮的 ABS 制动需求。在增压过程中，冗余制动系统对前轮制动轮缸的增压的同时，可以通过 EPB 配合实现对后轮制动轮缸增压，从而实现四轮独立增压。除此以外，柱塞泵的压力传感器和单向阀可以配合冗余制动系统更加精准地控制制动液的压力，进而保证了制动系统的安全性。

25 图 18 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 18 所示，该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、控制器。

制动系统还包括第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

30 图 18 中的主制动系统 110 和图 11 中的主制系统 110 的结构和功能一致，为避免重复，在此不作赘述。

冗余制动系统 120 可以包括柱塞泵总成 36、第五冗余隔离阀 52、第六冗余隔离阀 53、第一压力传感器 30、冗余制动管路 37 和制动系统插拔接头 38。

35 其中，第五冗余隔离阀 52 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第九冗余制动管路 37i 连接，第九冗余制动管路 37i 给第一制动轮缸 22 和第二制动轮缸 23 提供制动力；第六冗余隔离阀 53 的第二端口和柱塞泵总成 36 通过第十冗余制动管路 37j 连接，第十冗余制动管路 37j 给第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25 提供制动力。第五冗余隔离阀 52 的第一端口和第一压力传感器 30 通过第八冗余制动管路 37h 连接，冗余制动管路 37 包括第五冗余制动管路 37e、第八冗余制动管路 37h、第九冗余制动管路 37i 和第十冗余制动管路 37j。

柱塞泵总成 36 和第一制动系统插拔接头 38a 通过第五冗余制动管路 37e 连接。

其中，制动系统插拔接头 38 包括第一制动系统插拔接头 38a、第十一制动系统插拔接头 38k、第十二制动系统插拔接头 38l、第十三制动系统插拔接头 38m 和第十四制动系统插拔接头 38n、第十九制动系统插拔接头 38s、第二十制动系统插拔接头 38t、第二十一制
5 动系统插拔接头 38u、第二十二制动系统插拔接头 38v、第二十三制动系统插拔接头 38w、第二十四制动系统插拔接头 38x、第二十五制动系统插拔接头 38y 和第二十六制动系统插拔接头 38z。

冗余制动系统 120 还可以包括第九轮缸进液阀 61、第十轮缸进液阀 62、第十一轮缸进液阀 63、第十二轮缸进液阀 64、第七轮缸出液阀 65、第八轮缸出液阀 66、第十三单向
10 阀 67、第十四单向阀 68、第十五单向阀 69 和第十六单向阀 70。

其中，第九轮缸进液阀 61、第十六单向阀 70 和第八轮缸出液阀 66，通过第十四冗余制动管路 37n 连接；第十轮缸进液阀 62、第十五单向阀 69 连接和第八轮缸出液阀 66，通过第十三冗余制动管路 37m 连接，第十五单向阀 69 和第十六单向阀 70 并联；第十一轮缸进液阀 63、第十四单向阀 68 连接和第七轮缸出液阀 65，通过第十二冗余制动管路 37l
15 连接；第十二轮缸进液阀 64、第十三单向阀 67 连接和第七轮缸出液阀 65，通过第十一冗余制动管路 37k 连接，第十三单向阀 67 和第十四单向阀 68 并联。

作为一种可能的实现方式，冗余制动系统中的轮缸进液阀、单向阀以及轮缸出液阀之间的连接关系可以是轮缸进液阀的第一端口和对应的单向阀以及轮缸出液阀通过冗余制动管路连接，以第九轮缸进液阀 61、第十六单向阀 70 和第八轮缸出液阀 66，通过第十四
20 冗余制动管路 37n 连接为例，第九轮缸进液阀 61 的第一端口、第十六单向阀 70 和第八轮缸出液阀 66，通过第十四冗余制动管路 37n 连接，如图 18 所示。

作为一种可能的实现方式，冗余制动系统中的轮缸进液阀、单向阀以及轮缸出液阀之间的连接关系可以是轮缸进液阀的第二端口和对应的单向阀以及轮缸出液阀通过冗余制动管路连接，以第九轮缸进液阀 61、第十六单向阀 70 和第八轮缸出液阀 66，通过第十四
25 冗余制动管路 37n 连接为例，第九轮缸进液阀 61 的第二端口、第十六单向阀 70 和第八轮缸出液阀 66，通过第十四冗余制动管路 37n 连接，这种连接方式未在图中示出

图 18 所示的线控制动系统中主制动系统 110 和冗余制动系统 120 之间的连接关系如下：第一储液容器 6 通过制动系统插拔接头 38a，和冗余制动系统 120 中的柱塞泵总成 36 连接；主缸 7 和冗余制动系统中的第五冗余隔离阀 52 的第一端口，通过第十一制动系统插拔接头 38k 连接；主缸 7 和冗余制动系统中的第六冗余隔离阀 53 的第一端口，通过第十二制动系统插拔接头 38l 连接；第一轮缸隔离阀 11 的第一端口和第五冗余隔离阀 52 的第二端口，通过第十四制动系统插拔接头 38n 连接；第二轮缸隔离阀 11 的第一端口和第六冗余隔离阀 53 的第二端口，通过第十三制动系统插拔接头 38m 连接；制动回路 113 和冗余制动系统 120 中的第九轮缸进液阀 61 的第一端口，通过第二十二制动系统插拔接头
30 38v 连接；制动回路 113 和冗余制动系统 120 中的第十轮缸进液阀 62 的第一端口，通过第二十一制动系统插拔接头 38u 连接；制动回路 113 和冗余制动系统 120 中的第十一轮缸进液阀 63 的第一端口，通过第二十制动系统插拔接头 38t 连接；制动回路 113 和冗余制动系统 120 中的第十二轮缸进液阀 64 的第一端口，通过第十九制动系统插拔接头 38s 连
35

接；第一制动轮缸 22 和冗余系统 120 中的第九轮缸进液阀 61 的第二端口，通过第二十三制动系统插拔接头 38w 连接；第二制动轮缸 23 和冗余系统 120 中的第十轮缸进液阀 62 的第二端口，通过第二十四制动系统插拔接头 38x 连接；第三制动轮缸 24 和冗余系统 120 中的第十一轮缸进液阀 63 的第二端口，通过第二十五制动系统插拔接头 38y 连接；第四
5 制动轮缸 25 和冗余系统 120 中的第十二轮缸进液阀 64 的第二端口，通过第二十六制动系统插拔接头 38z 连接。

本申请实施例中的图 18 的线控制动系统有三个工作模式，分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式，下面针对图 18 的中的线控制动系统的冗余制动模式，结合图 28 和图 29 分别对冗余制动模式增压过程和减压过程进行详细说明。

10 冗余制动模式增压过程：图 28 是本申请实施例提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图。

当主制动系统失效时，驾驶员踩动制动踏板 3，制动液从制动主缸 7 经过主制动管路 21 进入冗余制动系统 120，由于控制器控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态。此时，为了能让驾驶员踩下制动踏板 3，只有少量制动液可以从第九单向阀 56
15 和第十单向阀 57 进入冗余制动系统，大量制动液无法通过主制动系统进入制动轮缸中，需要冗余制动系统 120 为制动轮缸提供制动力。控制器控制第七轮缸出液阀 65 和第八轮缸出液阀 66 处于断开状态、控制第九轮缸进液阀 61、第十轮缸进液阀 62、第十一轮缸进液阀 63 和第十二轮缸进液阀 64 处于导通状态。冗余制动系统 120 中的控制器控制柱塞泵总成 36 工作，制动液从第一储液容器 6 中经过柱塞泵总成 36，分别经过主制动系统 110
20 的第一轮缸隔离阀 11 和第二轮缸隔离阀 12，进入制动回路 113，分别再经过冗余制动系统的第九轮缸进液阀 61、第十轮缸进液阀 62、第十一轮缸进液阀 63 和第十二轮缸进液阀 64，进入第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第五制动轮缸 25，为这些制动轮缸提供制动力。

由于控制器控制第七轮缸出液阀 65 和第八轮缸出液阀 66 处于断开状态，少量制动液
25 通过第十三单向阀 67、第十四单向阀 68、第十五单向阀 69 和第十六单向阀 70，但无法通过第七轮缸出液阀 65 和第八轮缸出液阀 66 流回第一储液容器 6。

冗余制动模式减压过程：图 29 是本申请实施例针对提供的又一种冗余制动模式减压过程的示意图。

当主制动系统失效时，控制器控制第七轮缸出液阀 65 和第八轮缸出液阀 66 处于导通
30 状态，控制第九轮缸进液阀 61、第十轮缸进液阀 62、第十一轮缸进液阀 63 和第十二轮缸进液阀 64 处于导通状态。制动液从第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25，分别经过第十二轮缸进液阀 64、第十一轮缸进液阀 63、第十轮缸进液阀 62 和第九轮缸进液阀 61，再分别经过第十三单向阀 67、第十四单向阀 68、第十五单向阀 69 和第十六单向阀 70，通过第七轮缸出液阀 65 和第八轮缸出液阀 66 流回第一
35 储液容器 6。

需要说明的是，图 18 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 可以处于低压状态，还可以处于高压状态，如图 19 所示。图 19 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。对冗余制动系统处于低压状态还是处于高压状态的详细的解释可以参考图 11 和图

12, 在此不做赘述。同样, 图 19 所示的线控制动系统也有三个工作模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 其中冗余制动模式下的工作原理和图 28 和 29 所示的类似, 为避免重复, 在此不作赘述。

5 本申请的方案, 通过在冗余制动系统中设置针对每个制动轮缸的轮缸出液阀、轮缸进液阀, 可以实现在主制动系统失效的情况下, 冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸, 实现对主动系统的功能备份, 满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求, 并且可以进一步提高制动系统的安全性。

图 20 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。如图 20 所示, 该线控制动系统 100 包括主制动系统 110、冗余制动系统 120、控制器。

10 制动系统还包括第一制动轮缸 22、第二制动轮缸 23、第三制动轮缸 24 和第四制动轮缸 25。

图 20 中的主制动系统 110 和图 11 中的主制系统 110 的结构和功能一致, 为避免重复, 在此不作赘述。

15 图 20 中的冗余制动系统和图 18 的冗余制动系统相比, 图 20 中的冗余制动系统 120 在图 18 的冗余制动系统的基础上还包括第一踏板感觉模拟器开关阀 43, 第一踏板感觉模拟器开关阀 43 和第五冗余隔离阀 52 的第一端口通过第八冗余制动管路 37h 连接, 其中第一踏板感觉模拟器开关阀 43 用于当主制动系统失效 110 时, 向驾驶员反馈踏板感觉信息。

20 图 20 所示的线控制动系统中主制动系统 110 和冗余制动系统 120 之间的连接关系, 和图 18 所示的连接关系相比, 图 20 所示的线控制动系统中主制动系统和冗余制动系统的连接关系还可以包括第一踏板感觉模拟器 10 的第一端口通过第十制动系统插拔接头 38j, 和冗余制动系统 120 中的第一踏板感觉模拟器开关阀 43 的第二端口连接。

本申请实施例中的图 20 的线控制动系统有三个工作模式, 分别为人工制动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 下面针对图 20 的中的线控制动系统的冗余制动模式, 结合图 30 进行说明。

25 冗余制动模式增压过程: 图 30 是本申请实施例图 20 提供的又一种冗余制动模式增压过程的示意图。图 30 的增压过程和图 28 的增压过程类似, 不同的地方在于, 图 30 中的冗余制动系统 120 还可以模拟脚感。当主制动系统失效时, 控制器控制第五冗余隔离阀 52 和第六冗余隔离阀 53 处于断开状态, 第一踏板感觉模拟器开关阀 43 处于导通状态, 制动主缸 7 中的制动液, 经过第一踏板感觉模拟器开关阀 43, 流至第一踏板感觉模拟器
30 10, 向驾驶员反馈踏板感觉信息。

需要说明的是, 图 20 所示的线控制动系统中的冗余制动系统 120 可以处于低压状态, 还可以处于高压状态, 如图 21 所示。图 21 是本申请实施例提供的又一种线控制动系统示意图。对冗余制动系统处于低压状态还是处于高压状态的详细的解释可以参考图 11 和图 12, 在此不做赘述。同样, 图 21 所示的线控制动系统也有三个工作模式, 分别为人工制
35 动模式、增压装置制动模式和冗余制动模式, 其中冗余制动模式下的工作原理和图 30 所示的类似, 为避免重复, 在此不作赘述。

本申请的方案, 通过在冗余制动系统中设置针对每个制动轮缸的轮缸出液阀、轮缸进液阀, 可以实现在主制动系统失效的情况下, 冗余制动系统可以独立控制每个制动轮缸,

实现对主动系统的功能备份，满足车辆 ABS/AEB/ESC/TCS 等制动功能需求，并且可以进一步提高制动系统的安全性。同样，在该方案中可以该线控制动系统中的冗余制动系统 120 还可以向驾驶员反馈踏板感觉信息，在主制动系统失效的情况下，依然可以保证驾驶员的踏板感受，给驾驶员带来更加稳定舒适的驾驶体验。

5 上文结合图 1 至图 30 介绍了本申请实施例的线控制动系统及线控制动系统在不同的工作模式下的工作过程，下面将结合图 31 说明本申请实施例的线控制动系统的控制方法。

图 31 是本申请实施例的线控制动控制方法的示意性流程图。图 31 所示的方法可以由车辆中的控制器执行。

S3101，获取第一信号，所述第一信号用于指示制动系统的故障信息。

10 可选地，可以通过踏板采集到的行程或采集主缸的压力，获取主制动系统的失效信号，也就是获取第一信号。

S3102，根据所述第一信号，控制所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）切换到断开状态。

15 应理解，具体过程参考上文中线控制动系统冗余制动模式下工作过程的相关介绍，在此不作赘述。

下面将结合图 32 和图 33 介绍本申请中执行上述控制方法的控制装置。需要说明的是，本申请实施例的装置可以应用于上文介绍的任意一种或者线控制动控制系统中，为了简洁，在此不再赘述。

20 图 32 是本申请实施例提供的一种控制装置的示意图，图 32 所示的控制装置包括处理单元 3201 和收发单元 3202。

收发单元 3202，用于获取第一信号，所述第一信号用于指示制动系统的故障信息。

处理单元 3201，用于根据所述第一信号，控制所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）切换到断开状态。

25 上述处理单元 3201 可以为图 33 中的处理器 3302，上述收发单元 3202 可以为图 33 中的通信接口 3303。

30 图 33 是本申请实施例提供的另一种控制装置的示意图。图 33 所示的控制装置可以为车辆中的控制器，例如，制动系统控制器，该控制装置可以包括：存储器 3301、处理器 3302、以及通信接口 3303。其中，存储器 3301、处理器 3302，通信接口 3303 通过内部连接通路相连，该存储器 3301 用于存储指令，该处理器 3302 用于执行该存储器 3302 存储的指令，以控制通信接口 3303 接收/发送信息。可选地，存储器 3301 既可以和处理器 3302 通过接口耦合，也可以和处理器 3302 集成在一起。

需要说明的是，上述通信接口 3303 使用例如但不限于输入/输出接口（input/output interface）一类的装置，来实现控制器与其他设备或通信网络之间的通信。

35 在实现过程中，上述方法的各步骤可以通过处理器 3302 中的硬件的集成逻辑电路或者软件形式的指令完成。结合本申请实施例所公开的方法可以直接体现为硬件处理器执行完成，或者用处理器中的硬件及软件模块组合执行完成。软件模块可以位于随机存储器，闪存、只读存储器，可编程只读存储器或者电可擦写可编程存储器、寄存器等本领域成熟的存储介质中。该存储介质位于存储器 4001，处理器 4002 读取存储器 4001 中的信息，

结合其硬件完成上述方法的步骤。为避免重复，这里不再详细描述。

应理解，本申请实施例中，该处理器可以为中央处理单元（central processing unit, CPU），该处理器还可以是其他通用处理器、数字信号处理器（digital signal processor, DSP）、专用集成电路（application specific integrated circuit, ASIC）、现成可编程门阵列（field programmable gate array, FPGA）或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

还应理解，本申请实施例中，该存储器可以包括只读存储器和随机存取存储器，并向处理器提供指令和数据。处理器的一部分还可以包括非易失性随机存取存储器。例如，处理器还可以存储设备类型的信息。

在本申请实施例中，“第一”、“第二”以及各种数字编号仅为描述方便进行的区分，并不用来限制本申请实施例的范围。例如，区分不同的管路、通孔等。

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，在本申请实施例中，涉及的“出液管路”和“进液管路”可以对应不同的制动管路，也可以对应相同的一条制动管路。“出液管路”和“进液管路”仅仅基于制动管路在制动控制系统中的功能来区分的。例如，当“出液管路”和“进液管路”对应相同的制动管路 1 时，可以理解为，在为汽车的车轮减压的过程中，制动控制系统中的制动管路（通道）用于将制动轮缸中的制动液输送至储液装置，此时，制动管路可以称为“出液管路”。在为汽车的车轮增压的过程中，该制动管路用于为汽车的车轮提供制动液，以为汽车的车轮提供制动力，此时，制动管路可以称为“进液管路”。

另外，在本申请实施例中，涉及的“进液阀”、“出液阀”以及“均压阀”仅仅基于控制阀在制动控制系统中的功能来区分的。用于控制进液管路连通或者断开的控制阀可以称为“进液阀”或者“增压阀”。用于控制回液管路连通或者断开的控制器可以称为“出液阀”或者“减压阀”。用于隔离两级制动子系统的控制阀可以称为“隔离阀”。其中，上述控制阀可以是现有的制动控制系统中常用的阀，例如，电磁阀等，本申请实施例对此不作具体限定。

另外，在本申请实施例中，在结合附图介绍制动控制系统、汽车等架构时，附图中会示意性地示出每个控制阀可以实现的两种工作状态（断开或连通），并不限定控制阀当前的工作状态如图所示。

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。

5 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。

10 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。

15 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，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。

20 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。

25

权 利 要 求 书

1. 一种制动系统，其特征在于，所述制动系统包括：

制动主缸（7）、第一增压器（1）、第二增压器（36）、至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i），至少一个第一控制阀（13、14、15、16）、至少一个第二控制阀（26、27、28、29）和至少一个第三控制阀（31、32、33、34）；

所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）用于分别连接至少一个制动轮缸（22、23、24、25）；

所述制动主缸（7）和所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）连接，所述第一增压器（1）和所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）连接，其中，所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）和所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间分别通过所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）连接；

所述第二增压器（36）和所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）分别通过所述至少一个第三控制阀（31、32、33、34）连接。

2. 如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述制动系统还包括：至少一个第四控制阀（35），所述至少一个第四控制阀（35）和所述第二增压器（36）并联。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的系统，其特征在于，

所述制动系统还包括第一储液容器（6）和第二储液容器（71），所述至少一个第四控制阀（35）和所述第二增压器（36）分别和所述第二储液容器（71）连接，所述制动主缸（7）和所述第一增压器（1）分别和所述第一储液容器（6）连接；或者，

所述制动系统还包括所述第一储液容器（6），所述至少一个第四控制阀（35）、所述第二增压器（36）、所述制动主缸（7）和所述第一增压器（1）分别和所述第一储液容器（6）连接。

4. 如权利要求 1 至 3 任一项所述的系统，其特征在于，所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）和所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间分别通过所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）连接包括：

所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）和所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）直接通过管路连接；或者，

所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）和所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）分别通过至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e），其中，所述制动系统还包括所述至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e）。

5. 如权利要求 3 或 4 所述的系统，其特征在于，所述至少一个第四控制阀（35）、所述第二增压器（36）分别和所述第一储液容器（6）连接包括：

所述至少一个第四控制阀（35）、所述第二增压器（36）和所述第一储液容器（6）直接通过管路连接；或者，

所述至少一个第四控制阀（35）、所述第二增压器（36）通过第三接口（38a）和所述第一储液容器（6）连接，其中，所述制动系统还包括所述第三接口（38a）。

6. 如权利要求 5 所述的系统，其特征在于，所述制动系统还包括：

第二踏板感觉模拟系统（121），所述第二踏板感觉模拟系统（121）和所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，第一压力传感器（30）和所述第二踏板感觉模拟系统（121）连接的所述第二控制阀连接，所述制动系统还包括所述第一压力传感器（30）。

7. 如权利要求 5 或 6 所述的系统，其特征在于，所述制动系统还包括：

至少一个第一单向阀（39、40、41、42），所述至少一个第一单向阀（39、40、41、42）分别和所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）并联，第一压力传感器（30）和所述第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接，所述系统还包括所述第一压力传感器（30）。

8. 如权利要求 5 至 7 任一项所述的系统，其特征在于，所述制动系统还包括：第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和第一踏板感觉模拟系统（112）；

所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）和所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）中的任意一个连接；

第一压力传感器（30）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的所述第二控制阀连接，所述第二液压装置（120）包括所述第一压力传感器（30）；

所述第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接。

9. 如权利要求 8 所述的系统，其特征在于，所述第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接包括：

所述第一踏板感觉模拟器（10）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）通过管路直接连接；或者，

所述第一踏板感觉模拟器（10）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）通过第四接口（38j）连接，所述第二液压装置（120）还包括所述第四接口（38j）。

10. 如权利要求 1 至 9 任一项所述的系统，其特征在于，所述制动系统还包括至少一个第五控制阀（11、12）、至少一个第六控制阀（17、18、19、20）和机械制动输入装置（111）

所述机械制动输入装置（111）和所述主缸（7）连接；

所述主缸（7）和所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）之间还包括至少一个第五控制阀（11、12）；

所述至少一个第六控制阀（17、18、19、20）的一端分别接入所述至少一个第一控制阀（13、14、15、16）和所述至少一个第二控制阀（26、27、28、29）之间的液压管路，所述至少一个第六控制阀（17、18、19、20）的另一端用于与储液容器液压连接。

11. 一种第一制动子系统，其特征在于，所述第一制动子系统（120）包括：

至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）、至少一个第二接口（38b、38c、38d、38e）、至少一个第二控制阀（26、27、28、29）、至少一个第三控制阀（31、32、33、34）和第二增压器（36）；

所述至少一个第一接口（38f、38g、38h、38i）用于连接至少一个制动轮缸（22、23、

24、25)；

所述第二增压器(36)和所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过所述至少一个第三控制阀(31、32、33、34)连接；

5 所述至少一个第二接口(38b、38c、38d、38e)分别通过所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)和所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)连接。

12. 如权利要求11所述的系统，其特征在于，所述第一制动子系统(120)还包括：至少一个第四控制阀(35)，所述至少一个第四控制阀(35)和所述第二增压器(36)并联。

10 13. 如权利要求11或12所述的系统，其特征在于，所述第一制动子系统(120)还包括：

第二储液容器(71)，所述至少一个第四控制阀(35)和所述第二增压器(36)分别和所述第二储液容器(71)连接；或者，

第三接口(38a)，所述至少一个第四控制阀(35)和所述第二增压器(36)分别和所述第三接口(38a)连接。

15 14. 如权利要求13所述的系统，其特征在于，所述第一制动子系统(120)还包括：

第二踏板感觉模拟系统(121)，所述第二踏板感觉模拟系统(121)和所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)中的任意一个连接，第一压力传感器(30)和所述第二踏板感觉模拟系统(121)连接的所述第二控制阀连接，所述第一液压装置(120)包括所述第一压力传感器(30)。

20 15. 如权利要求13或14所述的系统，其特征在于，所述第一制动子系统(120)还包括：

25 至少一个第一单向阀(39、40、41、42)，所述至少一个第一单向阀(39、40、41、42)分别和所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)并联，第一压力传感器(30)和所述第二控制阀(26、27、28、29)中的任意一个连接，所述第一制动子系统(120)包括所述第一压力传感器(30)。

16. 如权利要求13至15任一项所述的系统，其特征在于，所述第一制动子系统(120)还包括第四接口(38j)和第一踏板感觉模拟器开关阀(43)；

所述第四接口(38j)和所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)中的任意一个通过所述第一踏板感觉模拟器开关阀(43)连接；

30 第一压力传感器(30)和所述第一踏板感觉模拟器开关阀(43)连接的所述第二控制阀连接，所述第一制动子系统(120)包括所述第一压力传感器(30)。

17. 一种制动系统的控制方法，应用于所述制动系统，其特征在于，所述制动系统包括：

35 制动主缸(7)、第一增压器(1)、第二增压器(36)、至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)，至少一个第一控制阀(13、14、15、16)、至少一个第二控制阀(26、27、28、29)、至少一个第三控制阀(31、32、33、34)；

所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)用于分别连接至少一个制动轮缸(22、23、24、25)；

所述制动主缸(7)和所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过所述至少一个第一控制阀(13、14、15、16)连接,所述第一增压器(1)和所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过所述至少一个第一控制阀(13、14、15、16)连接,其中,所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)和所述至少一个第一控制阀(13、14、15、16)之间分别通过所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)连接;

所述第二增压器(36)和所述至少一个第一接口(38f、38g、38h、38i)分别通过所述至少一个第三控制阀(31、32、33、34)连接;

所述方法包括:

获取第一信号,所述第一信号用于指示所述制动系统的故障信息;

根据所述第一信号,控制所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)切换到断开状态。

18.如权利要求17所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

获取第二信号,所述第二信号用于指示第一目标制动需求;

根据所述第二信号,控制所述至少一个第三控制阀(31、32、33、34)切换至第一状态;

所述第一状态包括,至少一个目标第三控制阀被配置为导通状态,其中,所述至少一个第三控制阀(31、32、33、34)包括所述至少一个目标第三控制阀,所述至少一个目标第三控制阀是根据所述第二信号确定的。

19.如权利要求18所述的方法,其特征在于,所述制动系统还包括:至少一个第四控制阀(35),所述至少一个第四控制阀(35)和所述第二增压器(36)并联;

所述方法还包括:

获取第三信号,所述第三信号用于指示第二目标制动需求;

根据所述第三信号,控制所述至少一个第四控制阀(35)切换至第二状态;

所述第二状态包括,至少一个目标第四控制阀被配置为导通状态,其中,所述至少一个第四控制阀(35)包括所述至少一个目标第四控制阀,所述至少一个目标第四控制阀是根据所述第三信号确定的。

20.如权利要求17至19任一项所述的方法,其特征在于,所述制动系统包括第二踏板感觉模拟系统(121),所述第二踏板感觉模拟系统(121)和所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)中的任意一个连接,第一压力传感器(30)和所述第二踏板感觉模拟系统(121)连接的所述第二控制阀连接,所述制动系统还包括所述第一压力传感器(30);

所述方法还包括:

获取第四信号,所述第四信号用于指示所述第二踏板感觉模拟系统(121)工作;

根据所述第四信号,控制所述第二踏板感觉模拟系统(121)中的第二踏板感觉模拟器开关阀(44)切换至第三状态;

所述第三状态包括,所述第二踏板感觉模拟器开关阀(44)被配置为导通状态。

21.如权利要求17至20任一项所述的方法,其特征在于,所述制动系统包括:第一踏板感觉模拟器开关阀(43)和第一踏板感觉模拟系统(112);所述第一踏板感觉模拟器开关阀(43)和所述至少一个第二控制阀(26、27、28、29)中的任意一个连接;第一

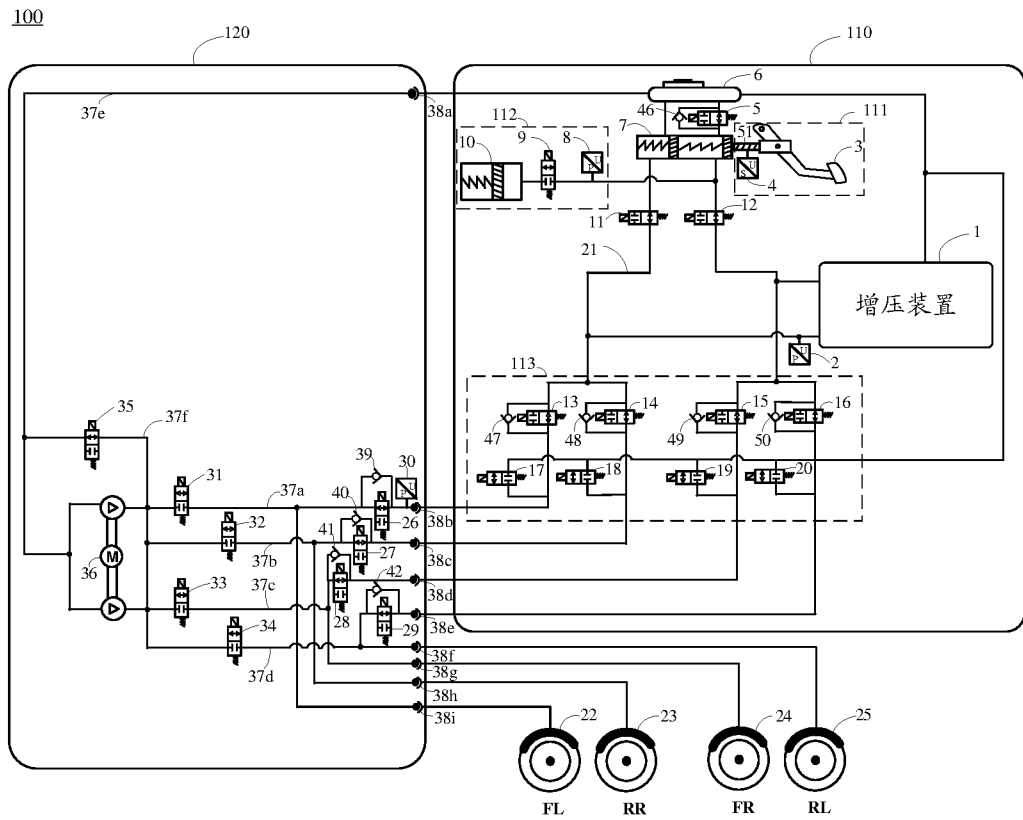
压力传感器（30）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接的所述第二控制阀连接，所述第二液压装置（120）包括所述第一压力传感器（30）；所述第一踏板感觉模拟系统（112）中的第一踏板感觉模拟器（10）和所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）连接；

所述方法还包括：

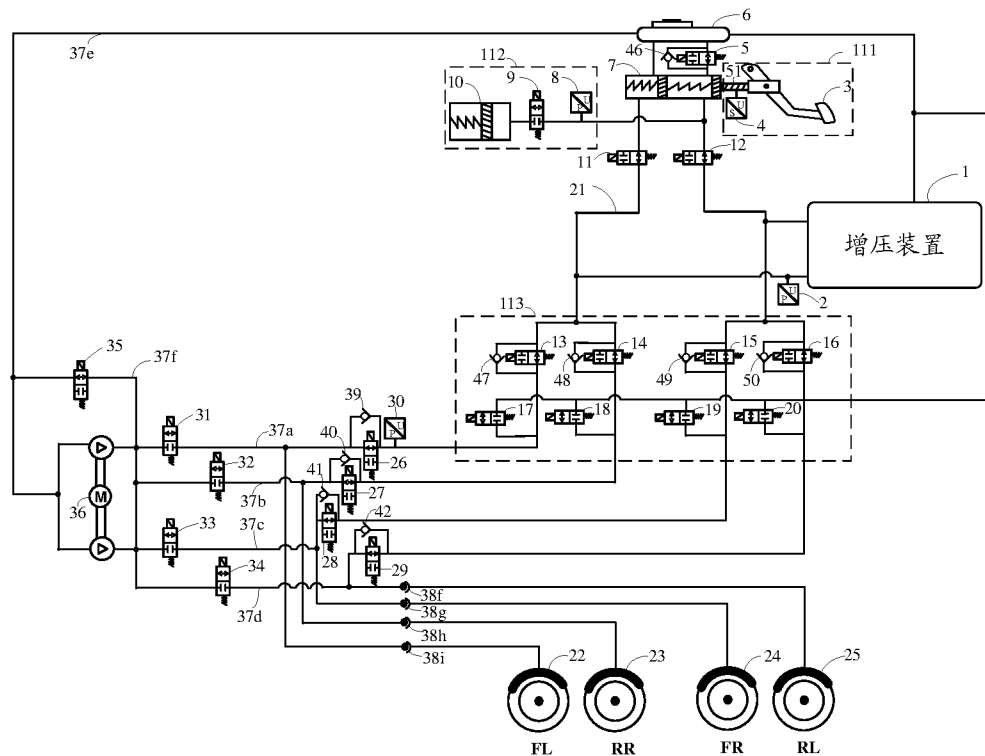
- 5 获取第五信号，所述第五信号用于指示所述第一踏板感觉模拟系统（112）工作；
根据所述第五信号，控制所述第一踏板感觉模拟器开关阀（43）切换至第四状态；
所述第四状态包括，所述第一踏板感觉模拟器开关阀（10）被配置为导通状态。

10 22. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质中存储有计算机指令，当所述计算机指令在计算机上运行时，如权利要求 17 至 21 中任一项所述的方法被执行。

15



(a)



(b)

图 1
1/31

200

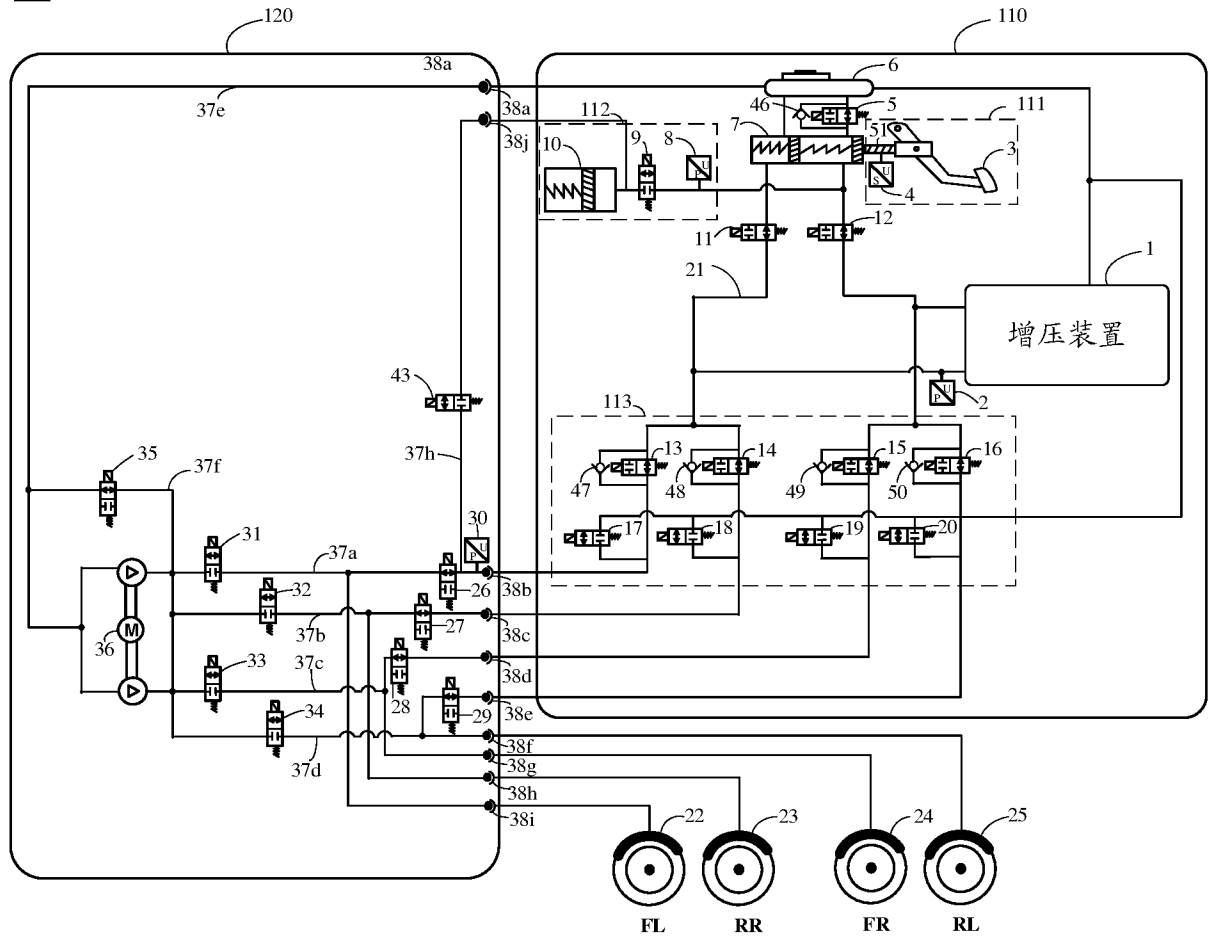
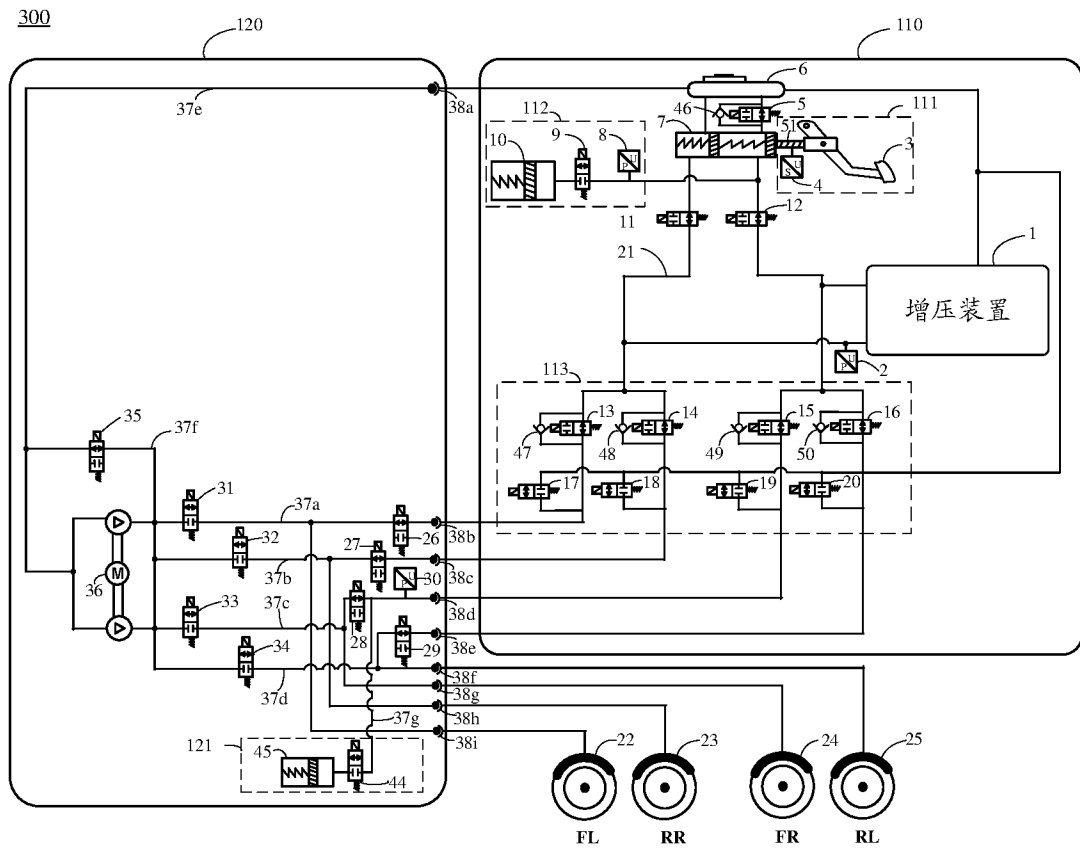
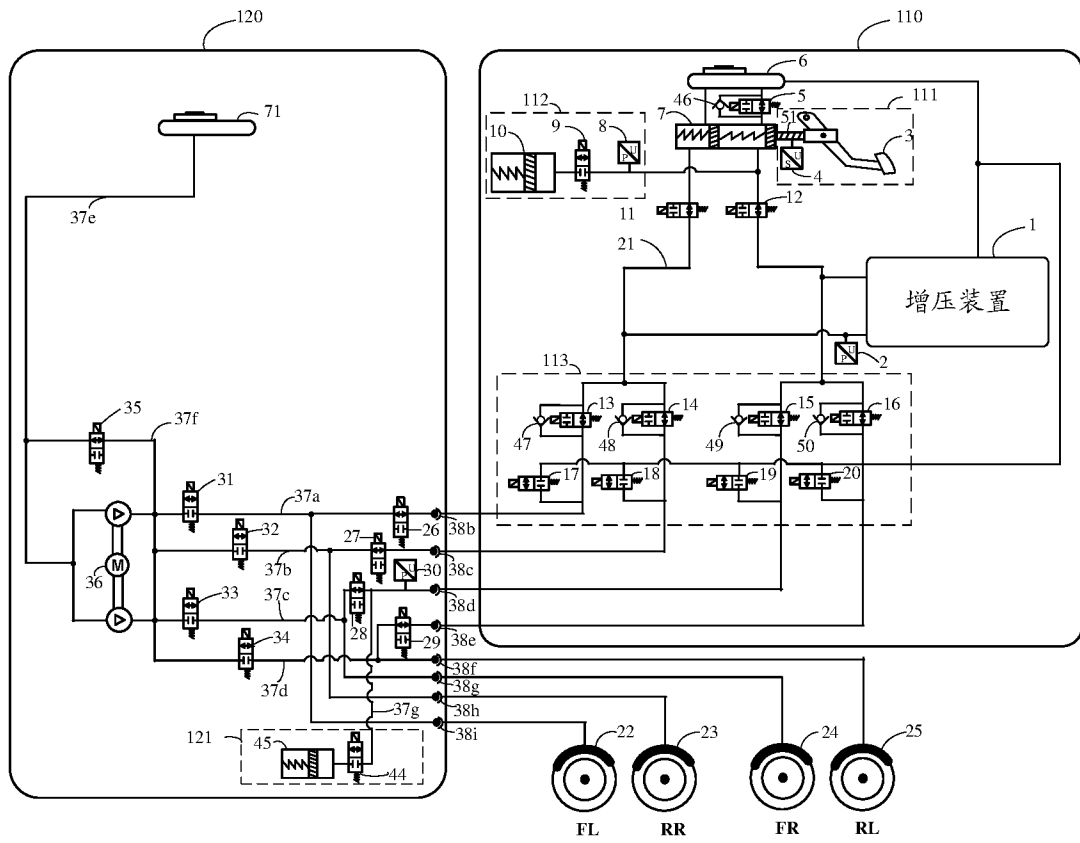


图 2



(a)



(b)

图 3

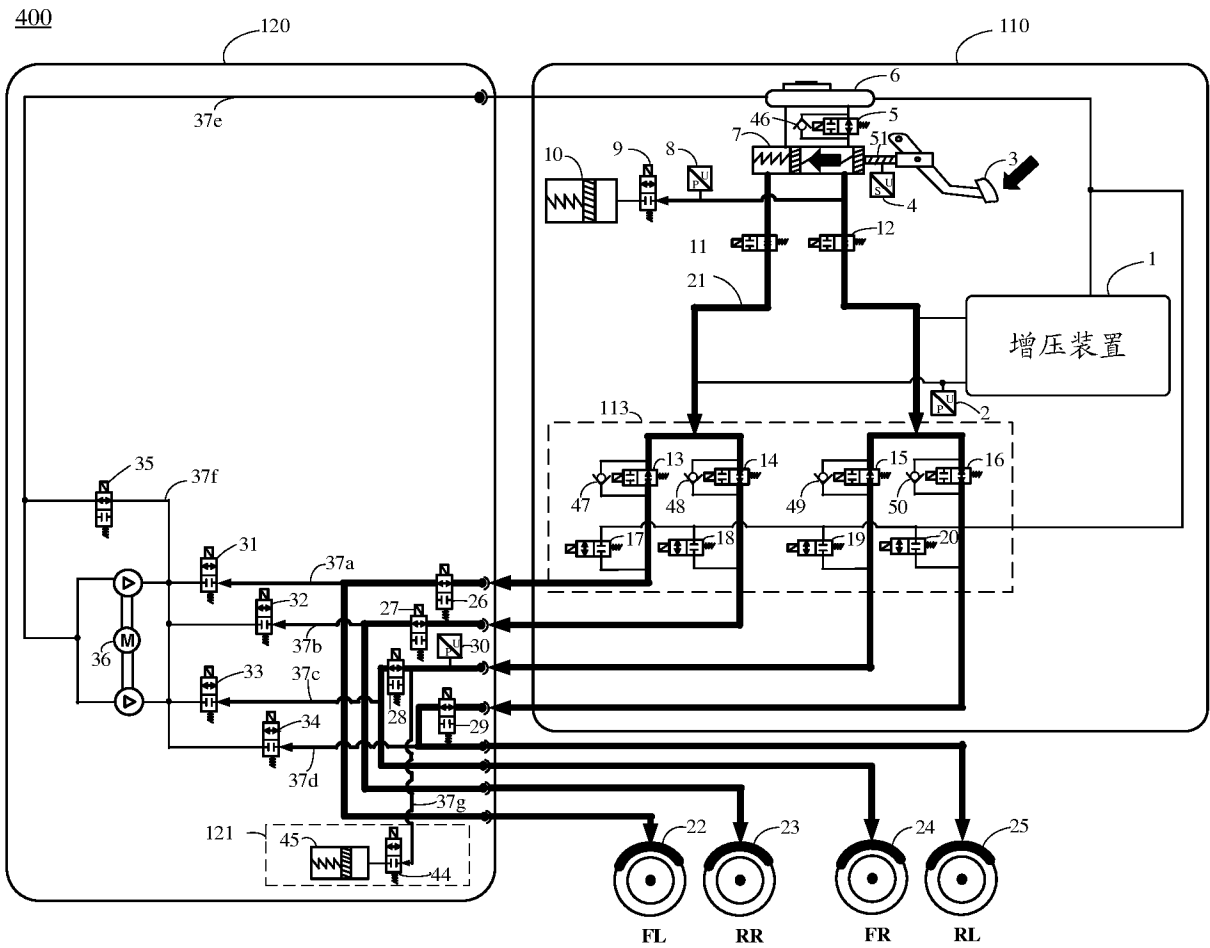


图 4

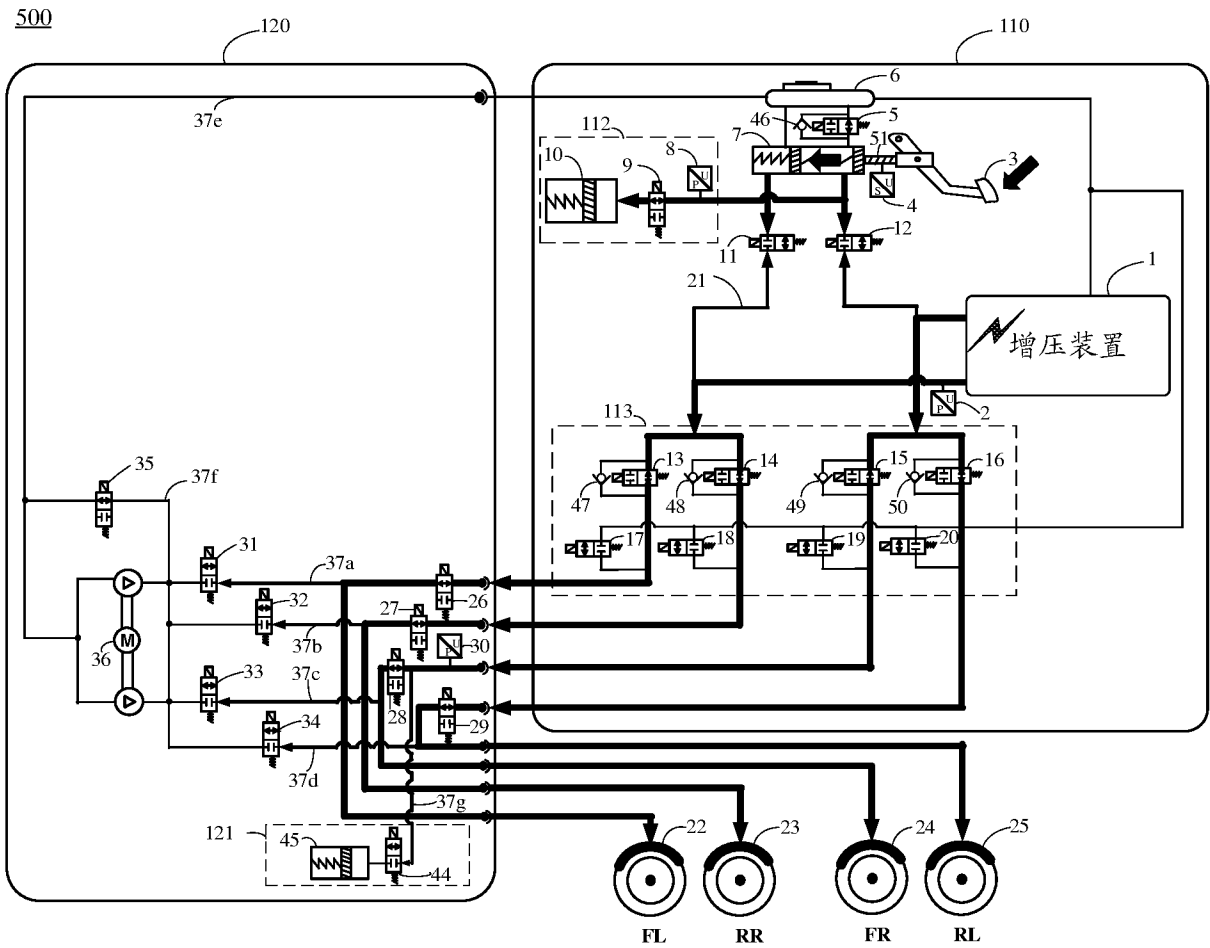


图 5

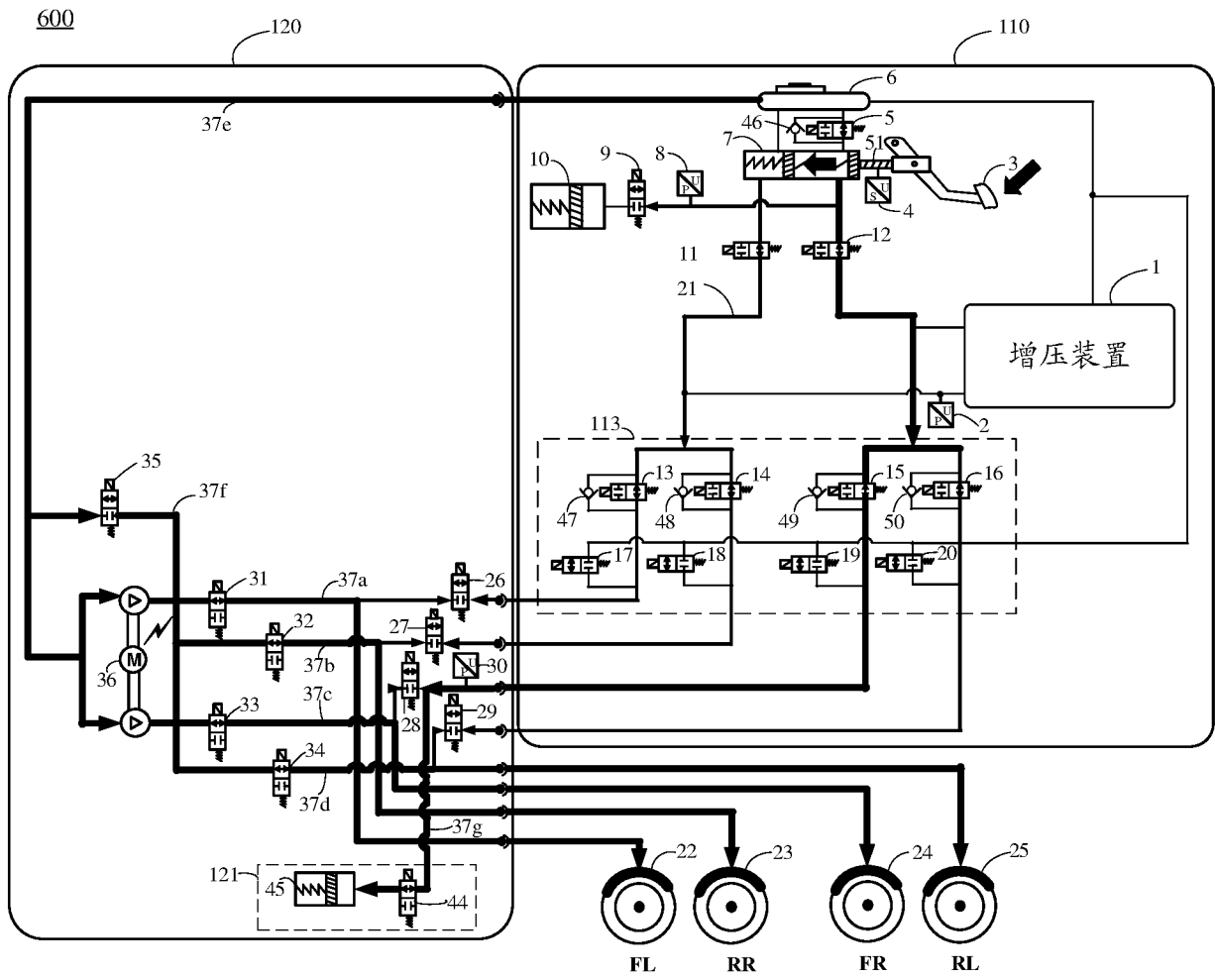


图 6

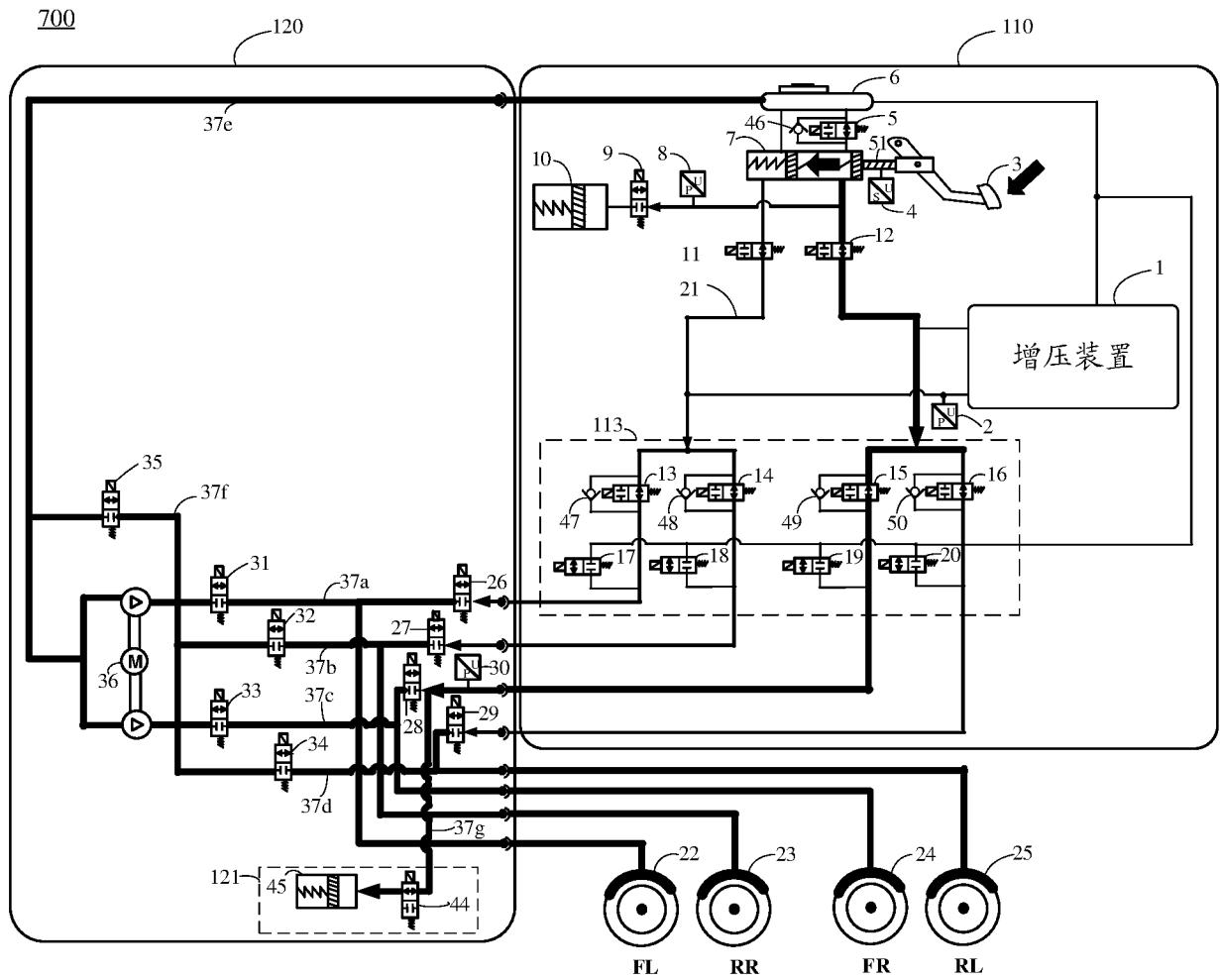


图 7

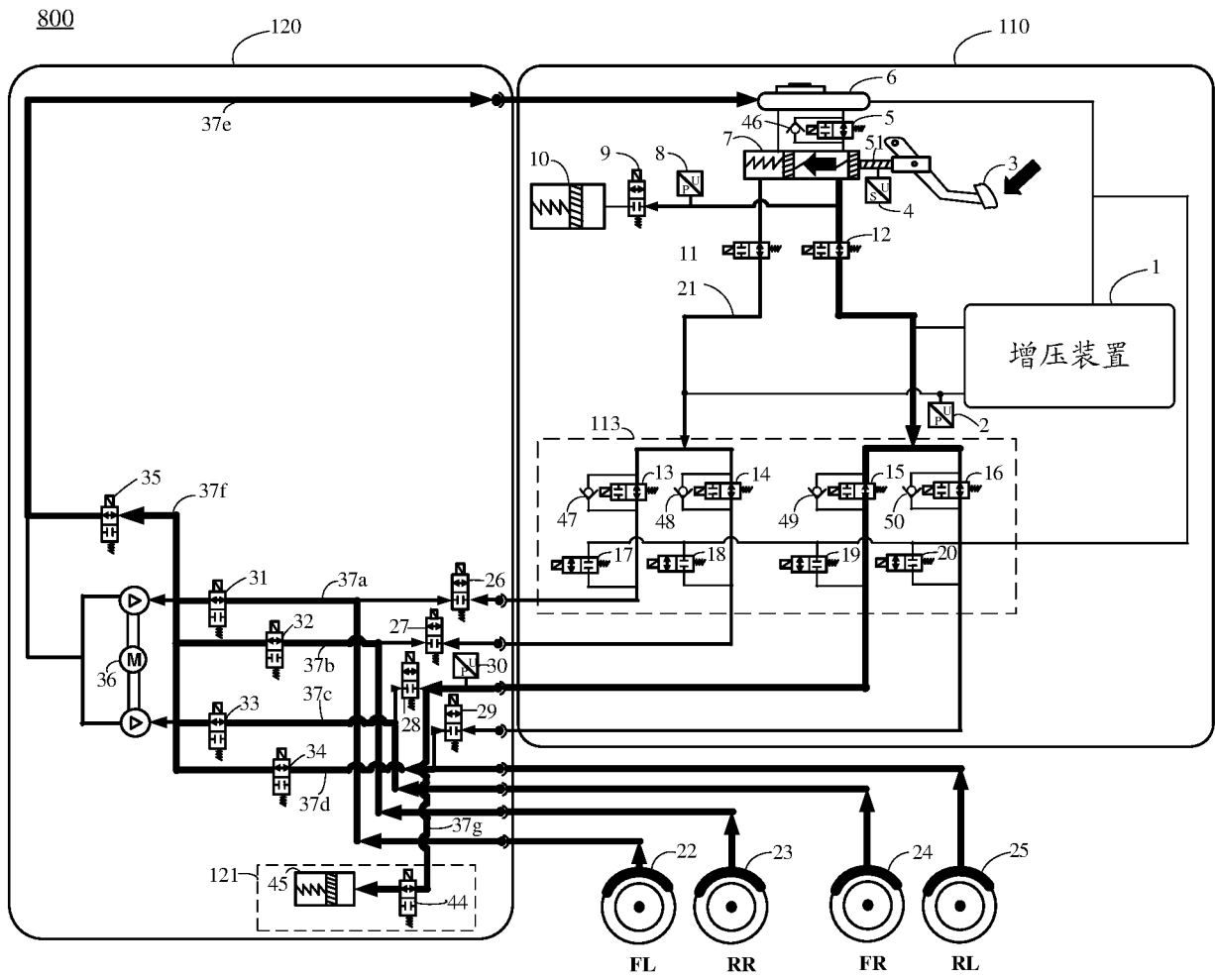


图 8

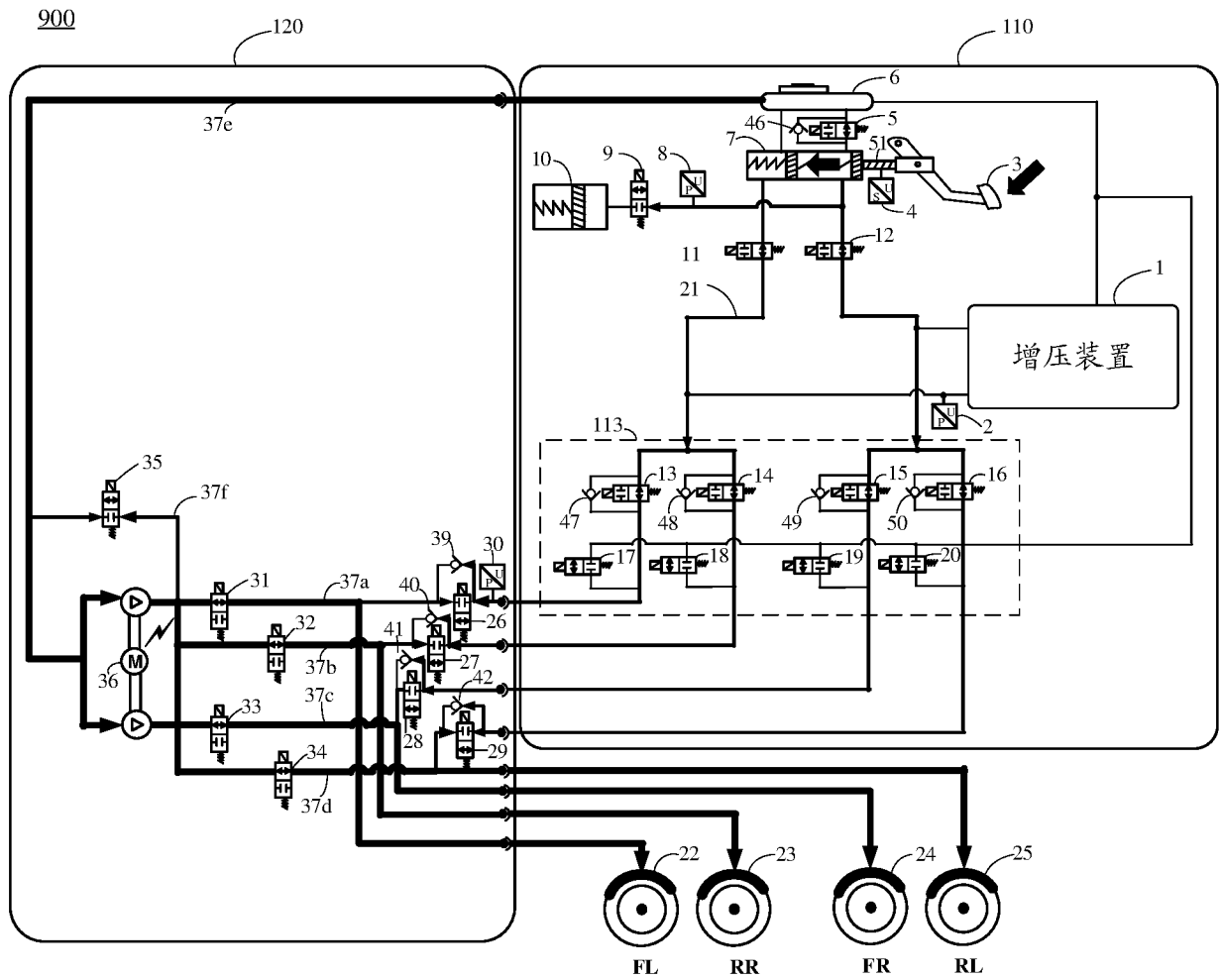


图 9

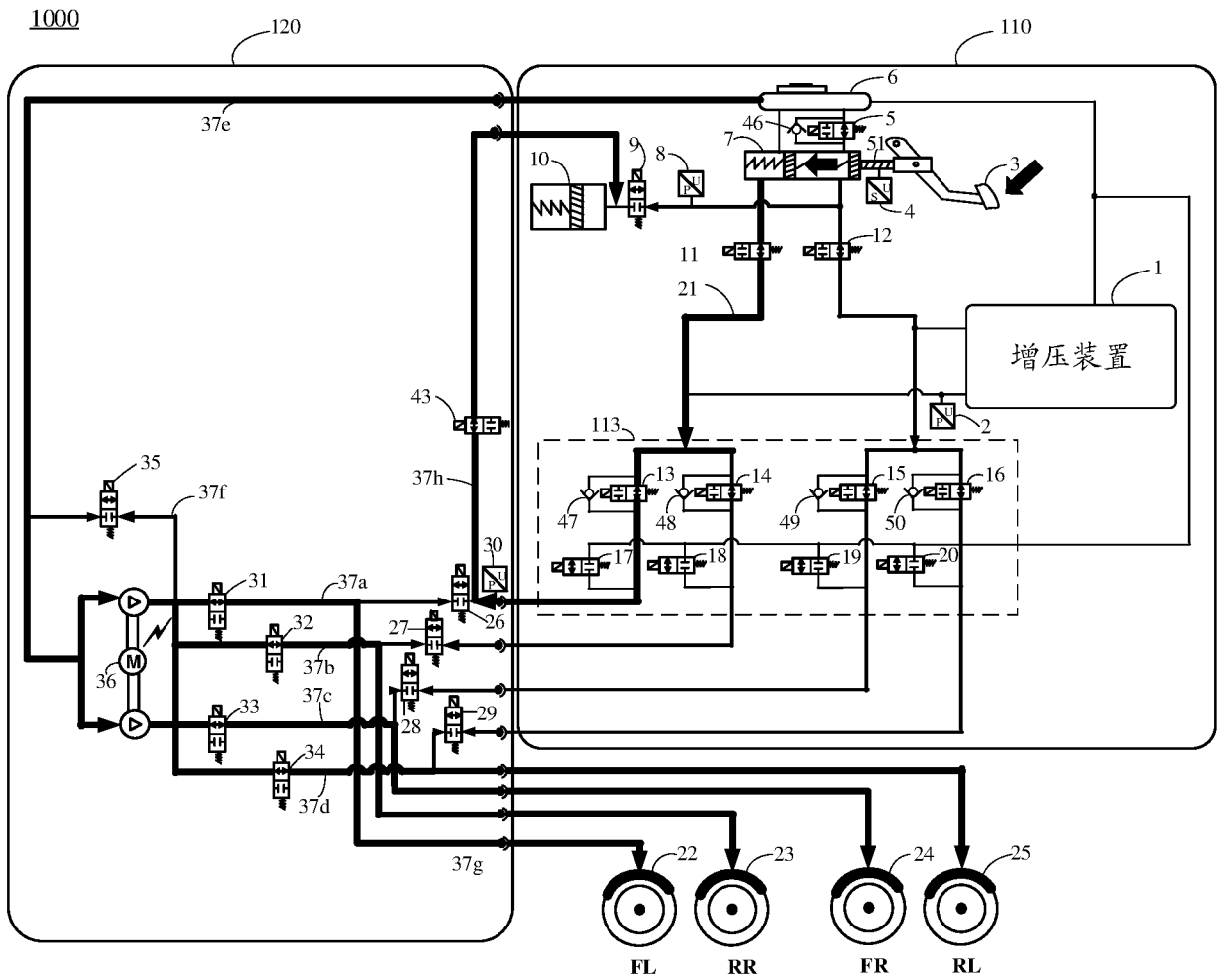


图 10

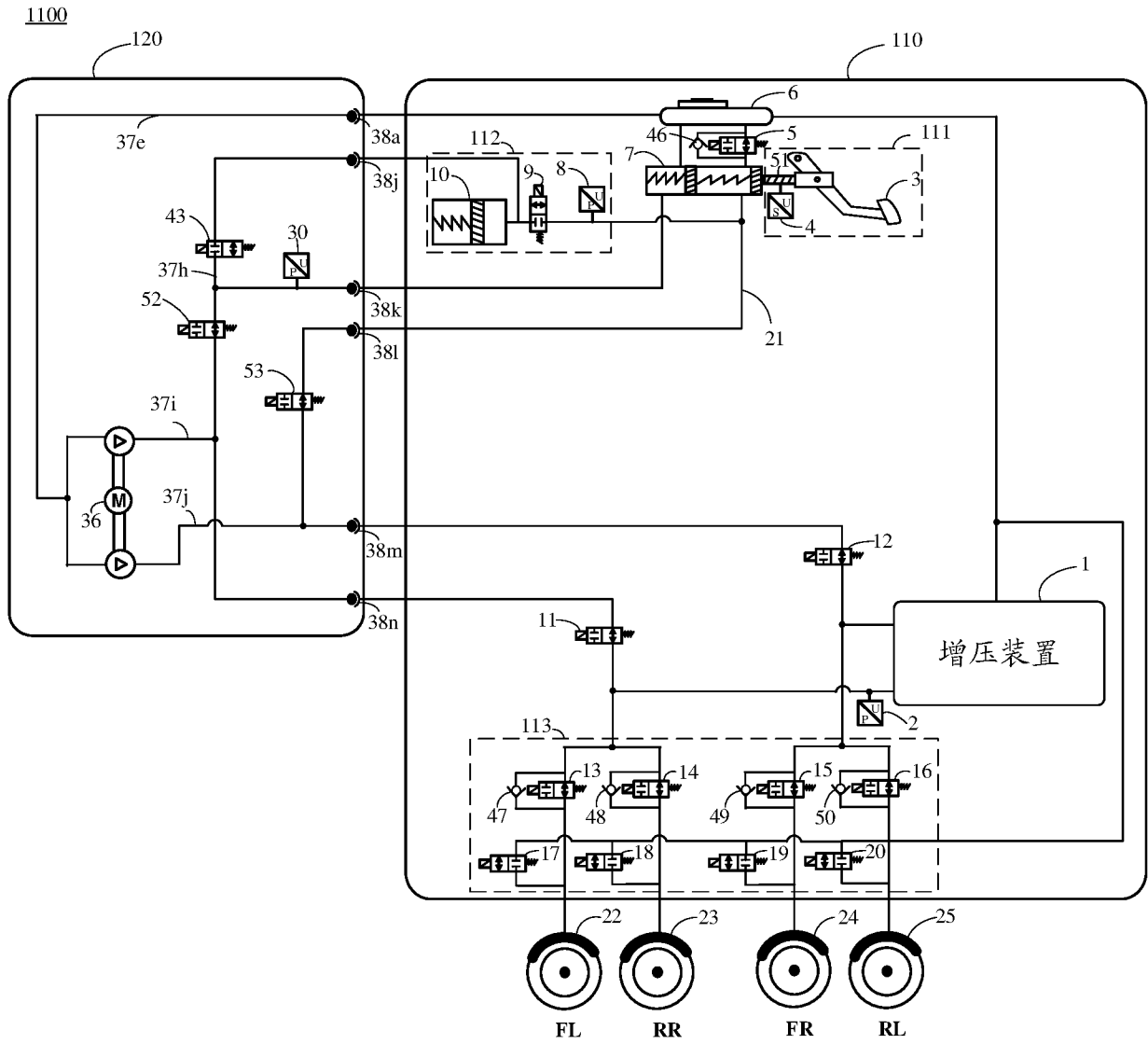


图 11

1200

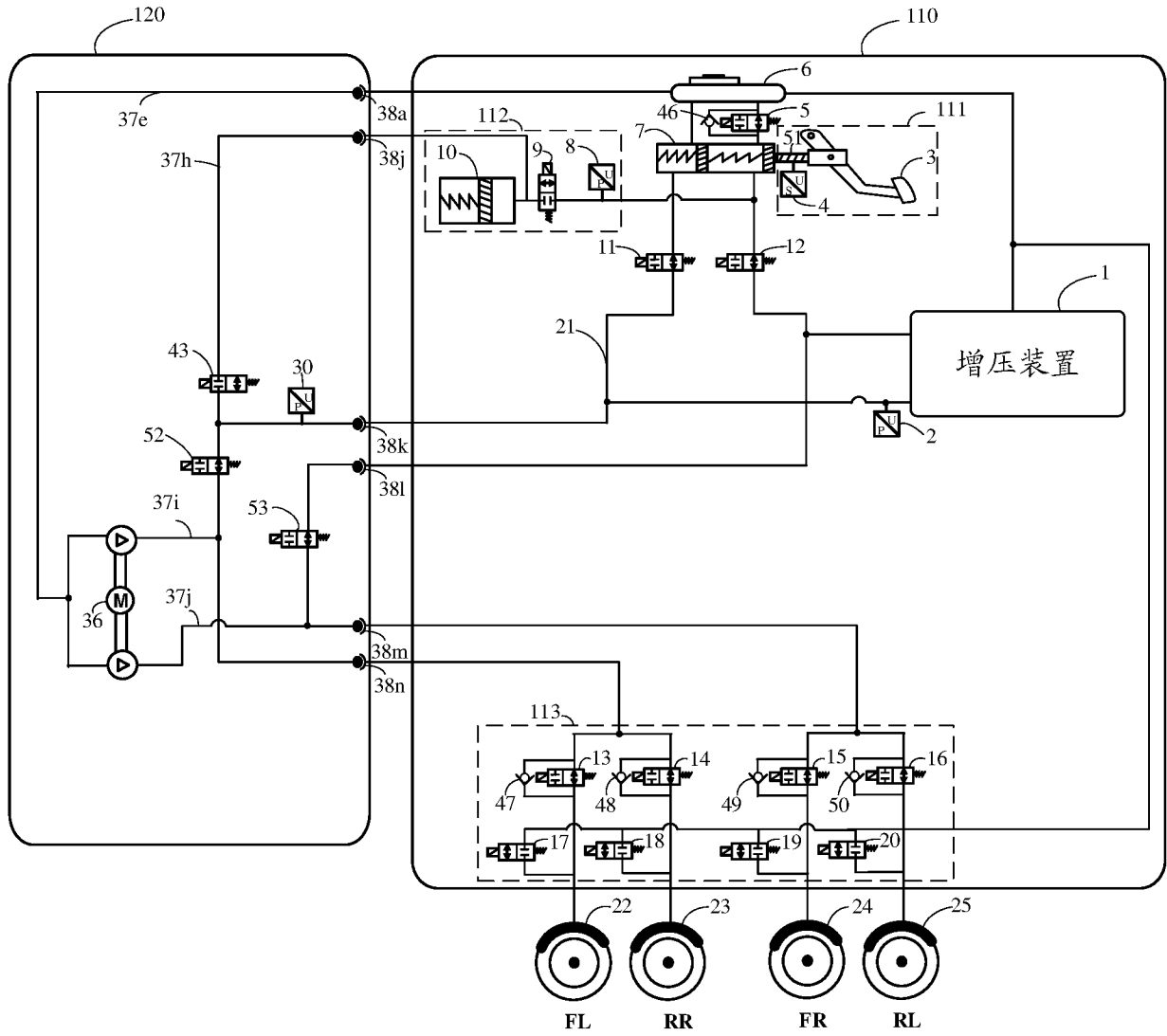


图 12

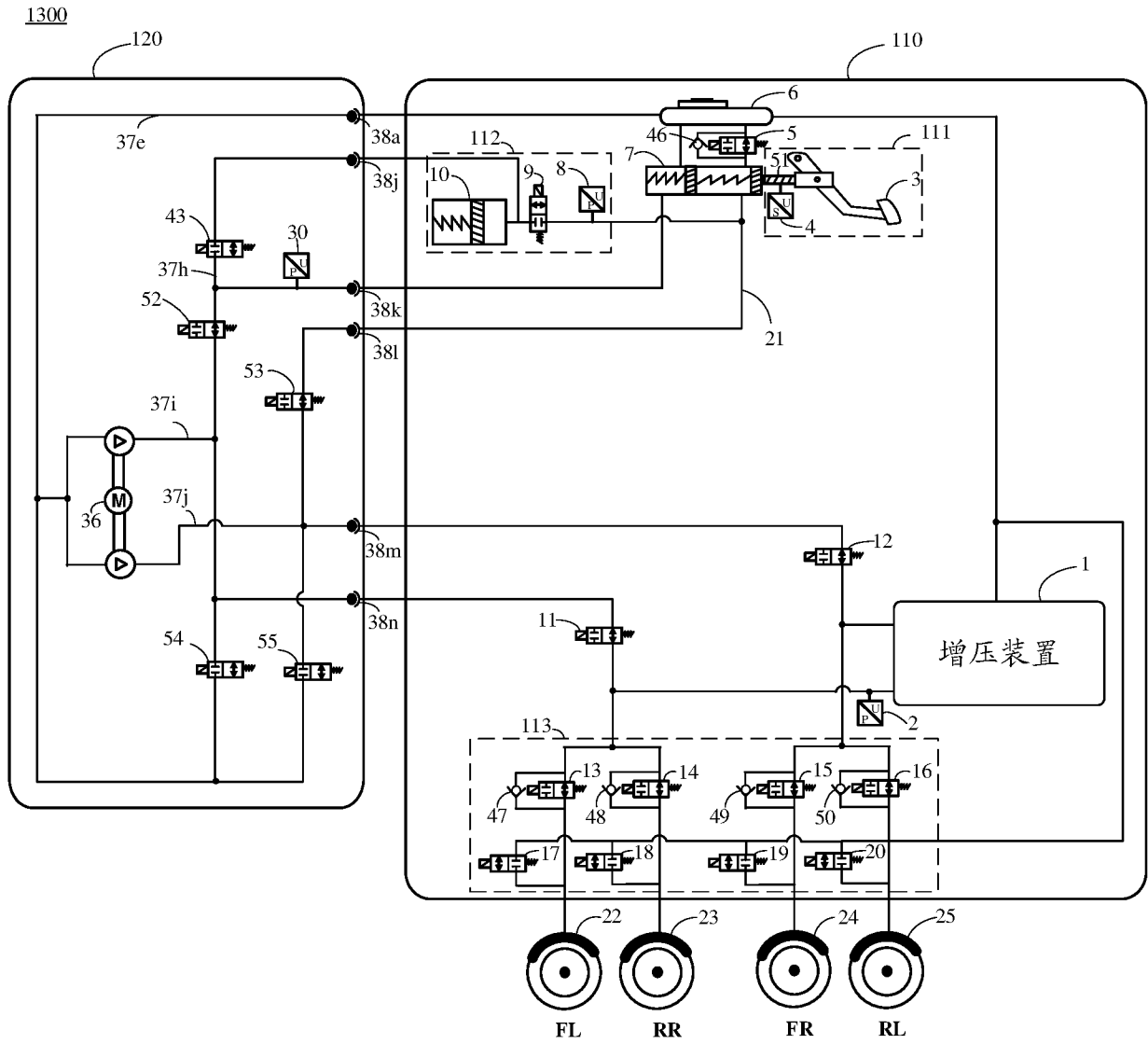


图 13

1400

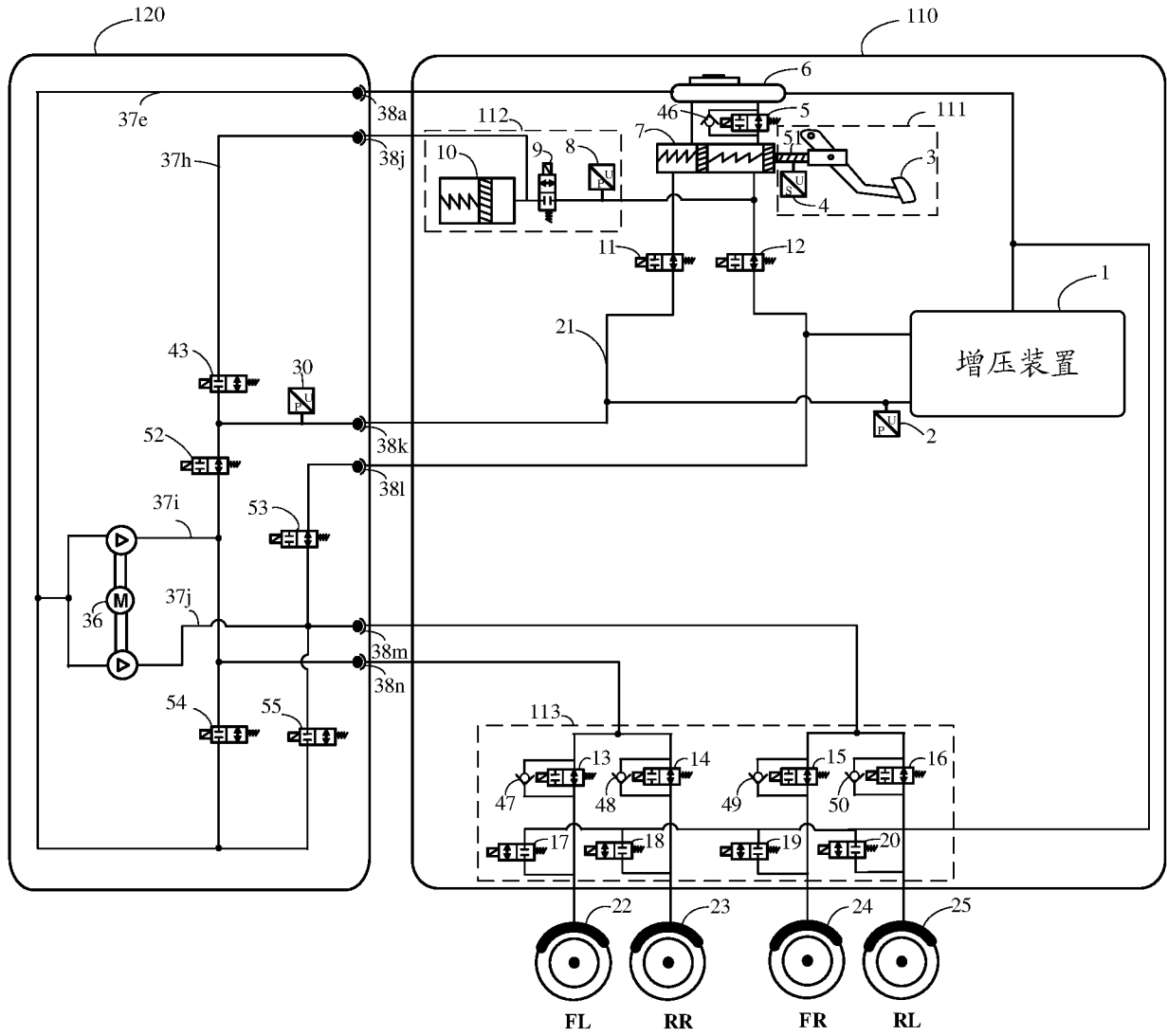


图 14

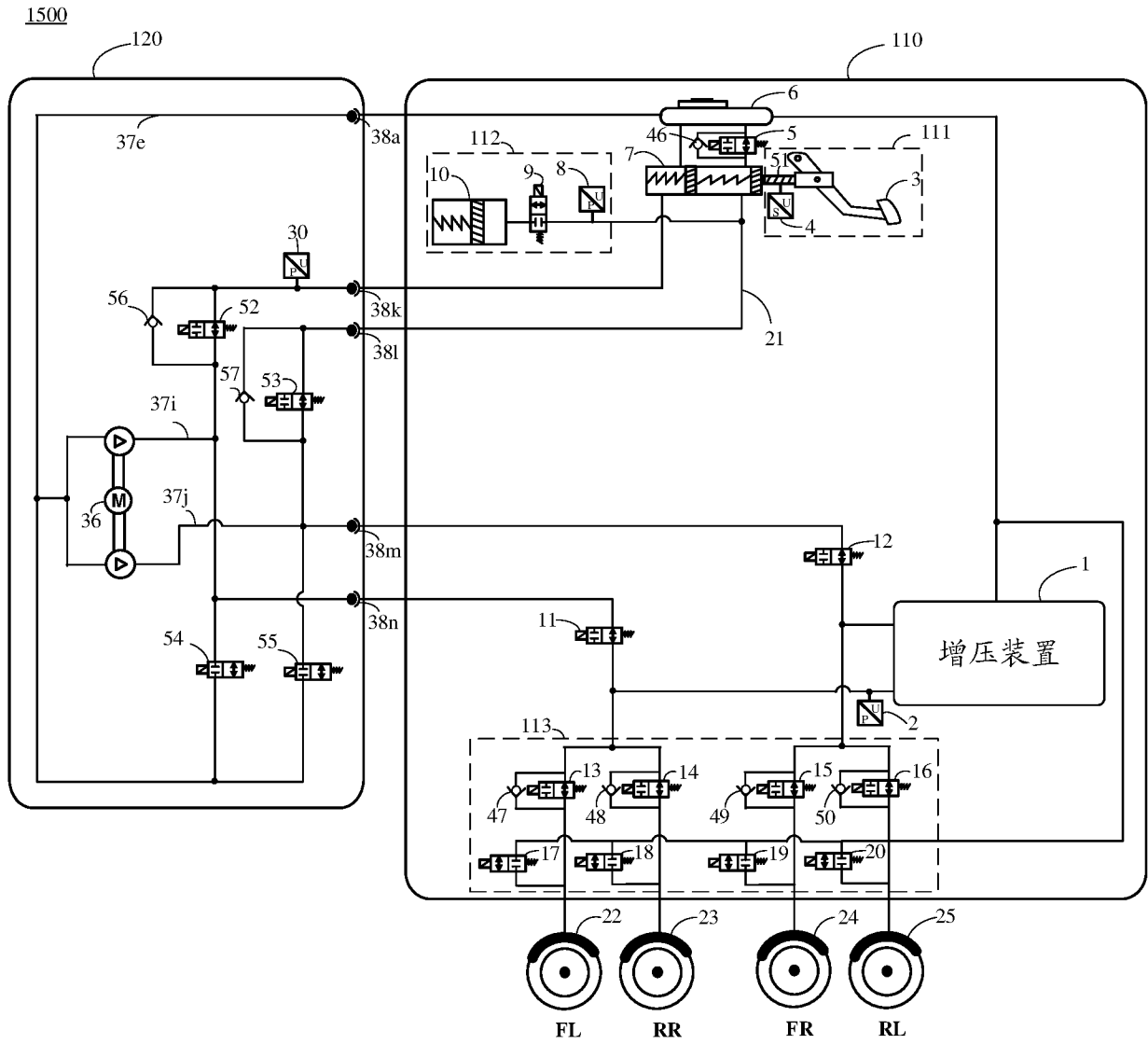


图 15

1600

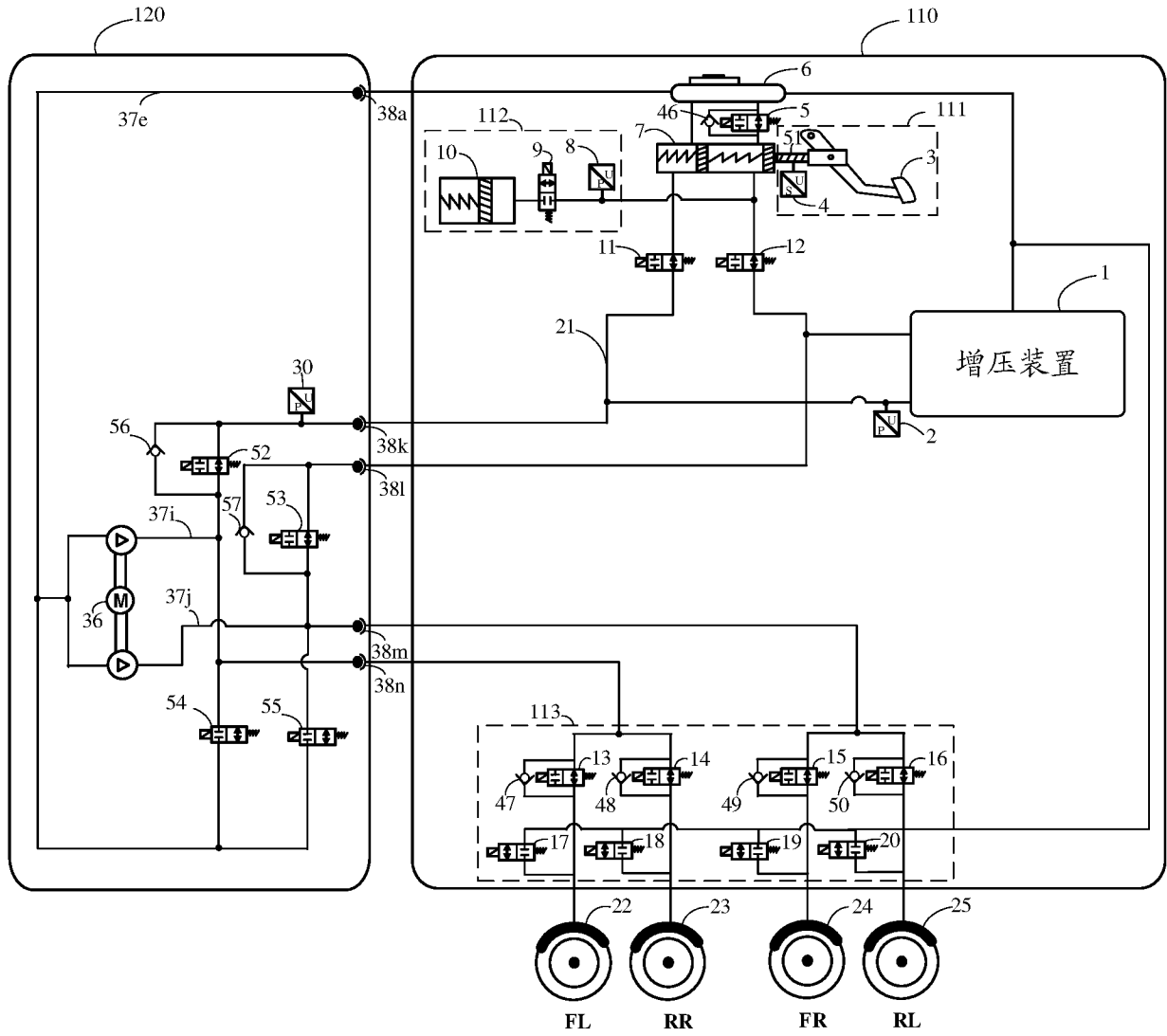


图 16

1700

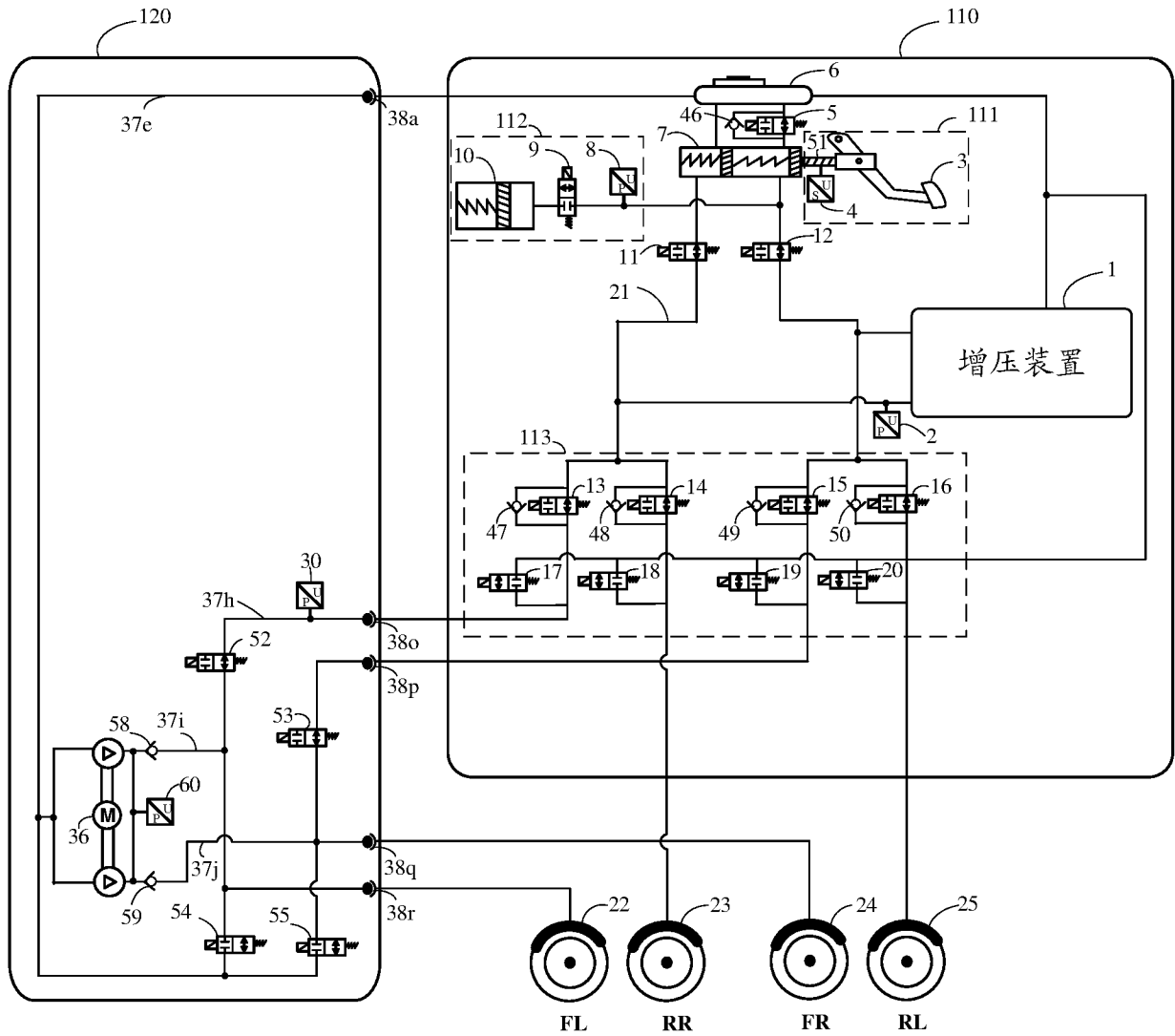


图 17

1800

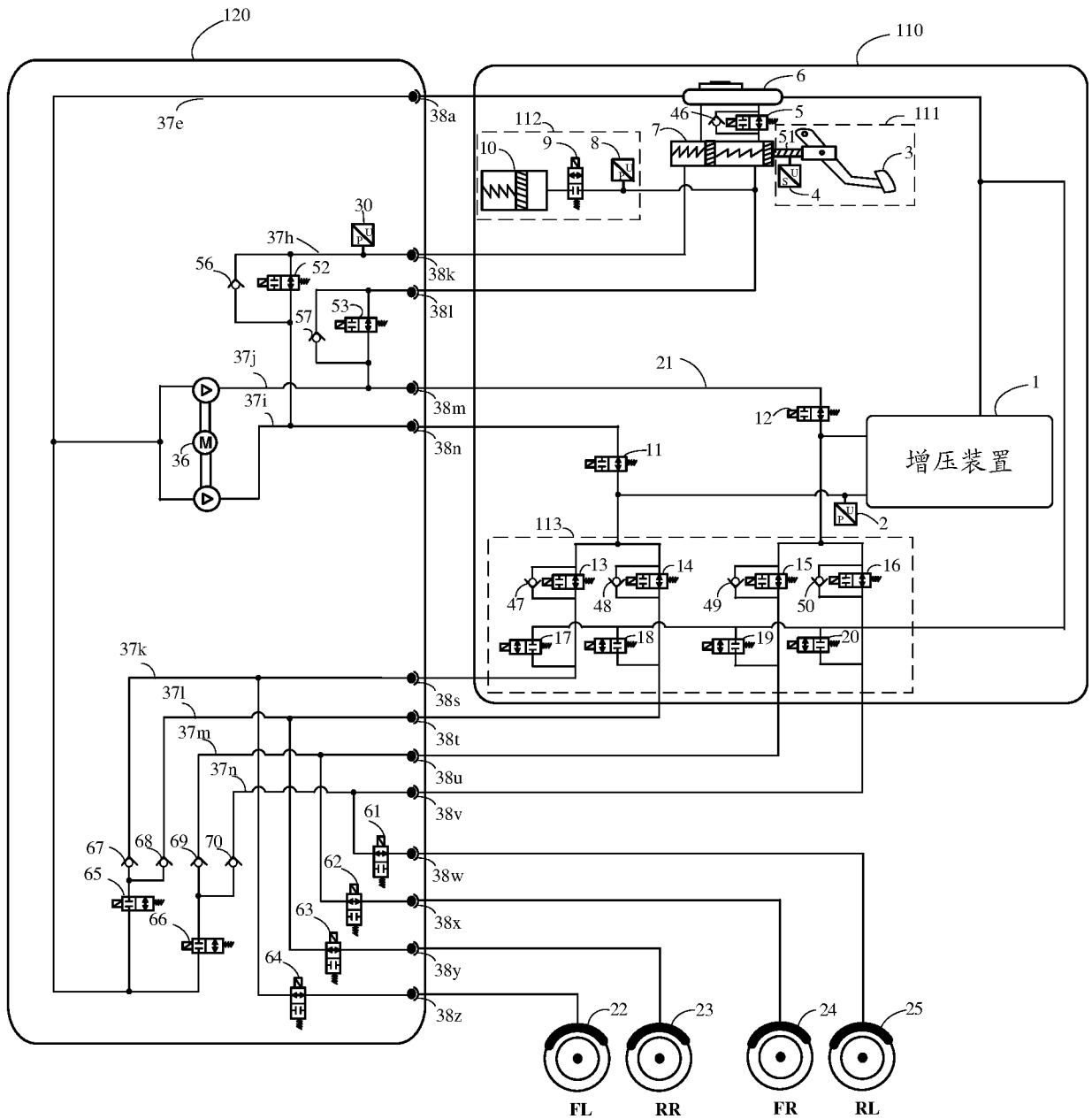


图 18

2000

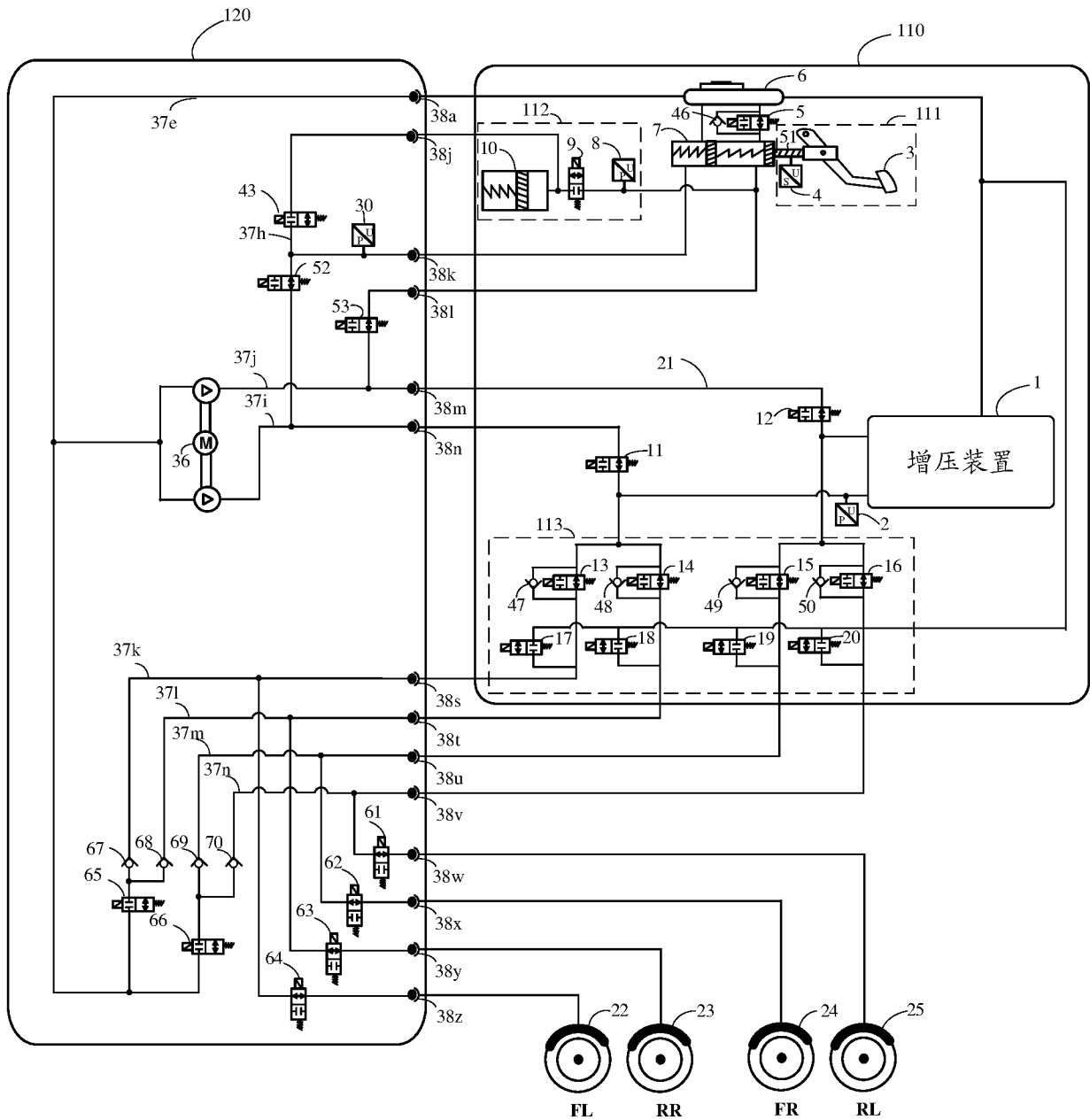


图 20

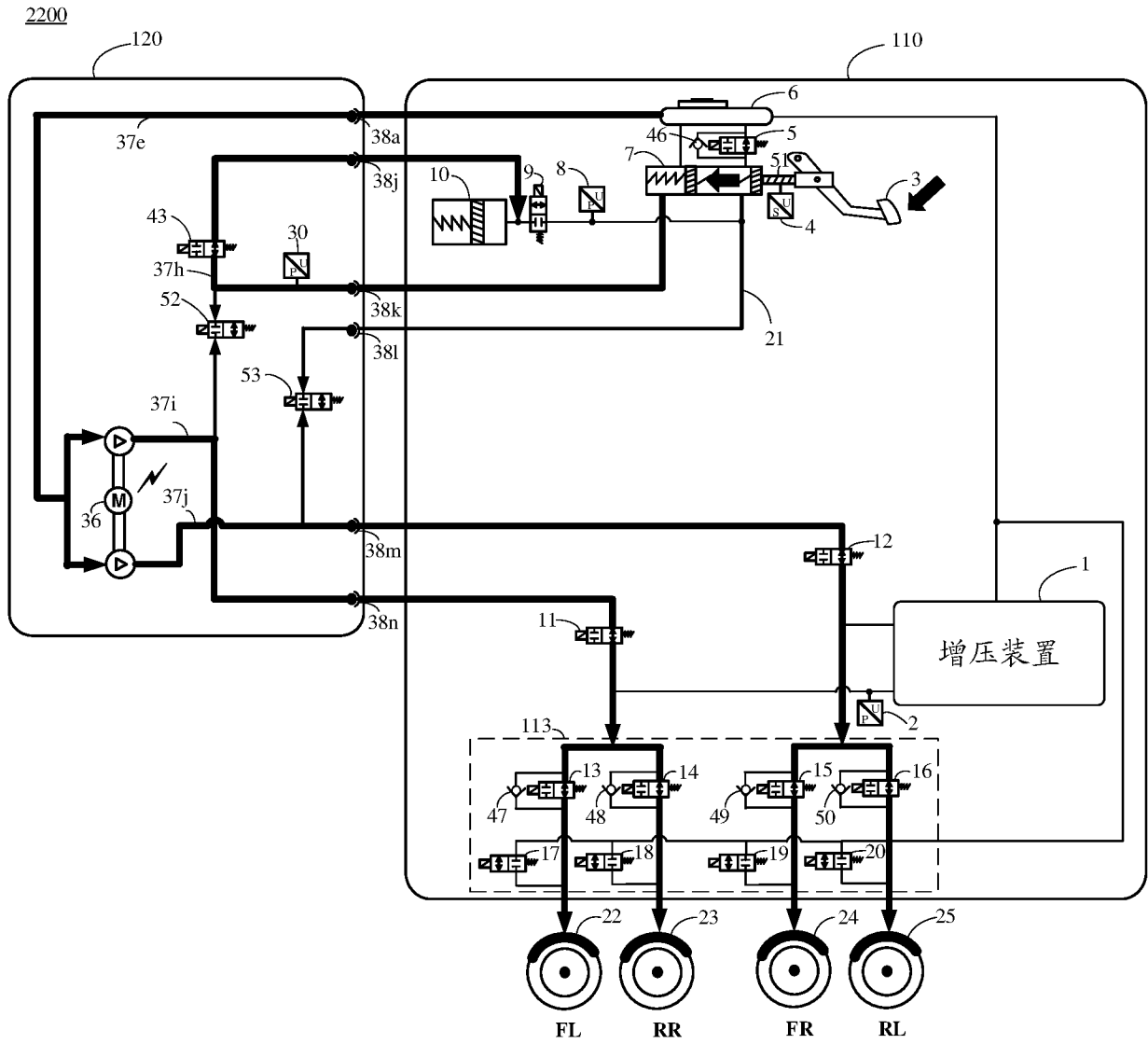


图 22

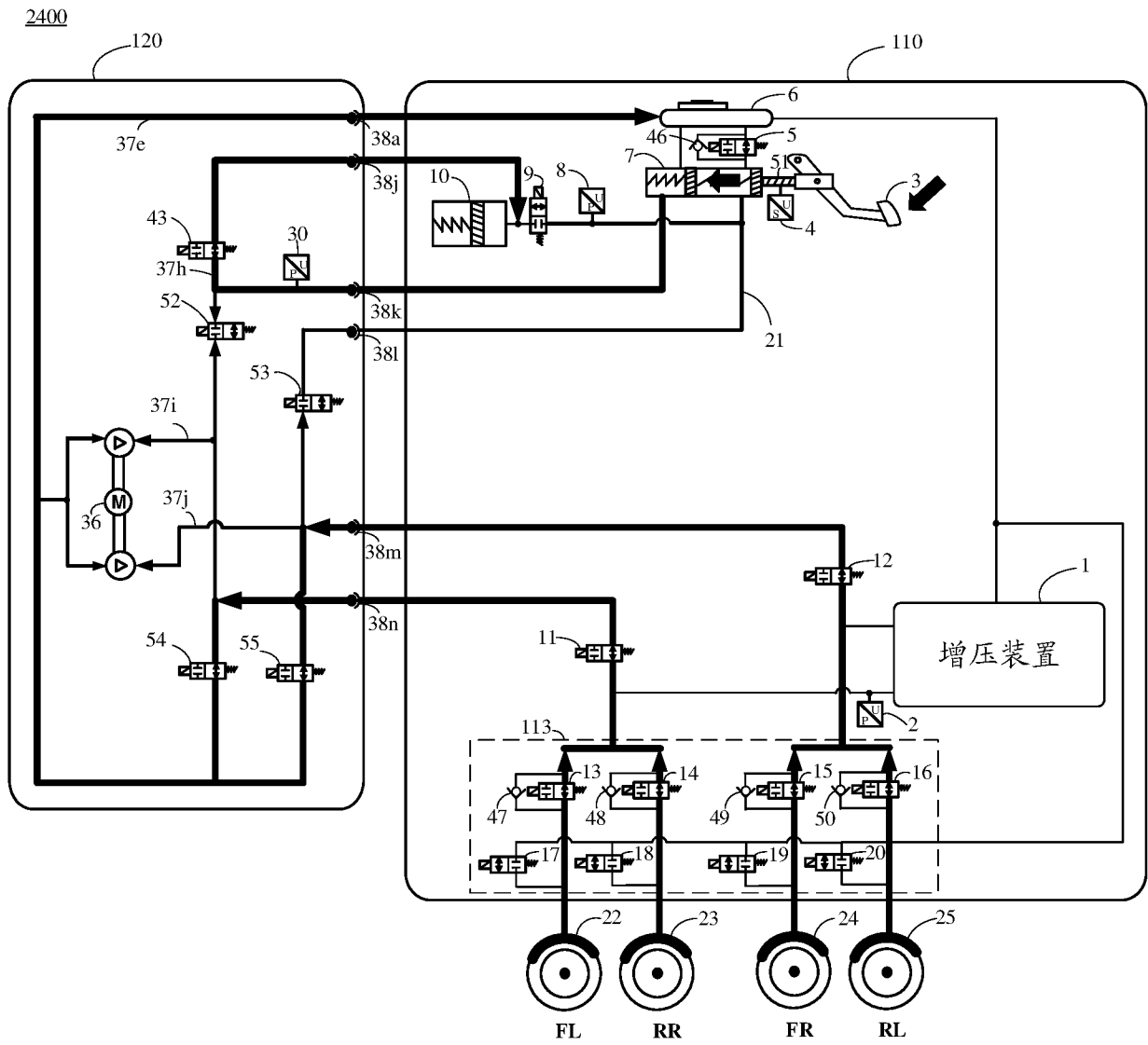


图 24

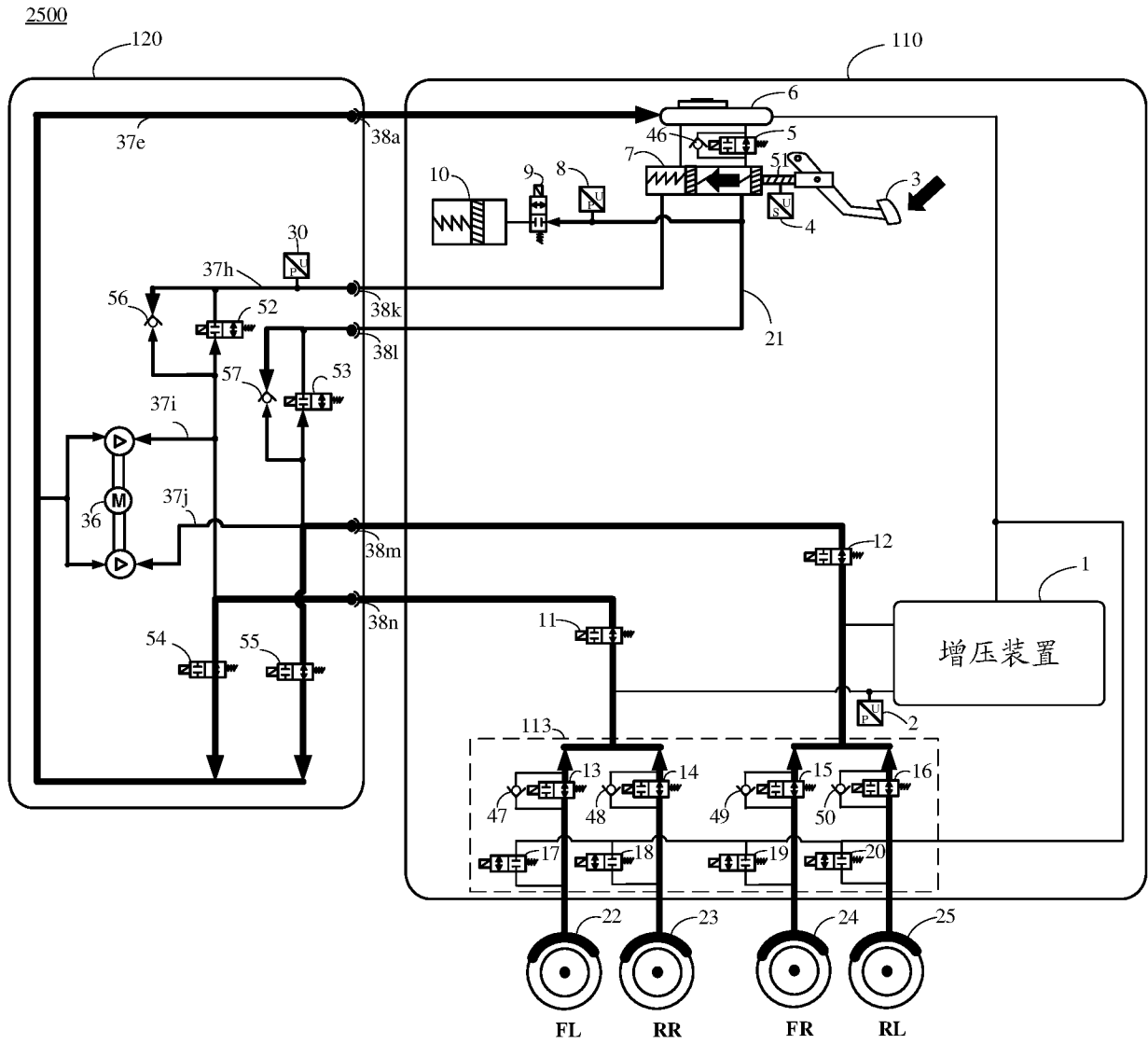


图 25

2600

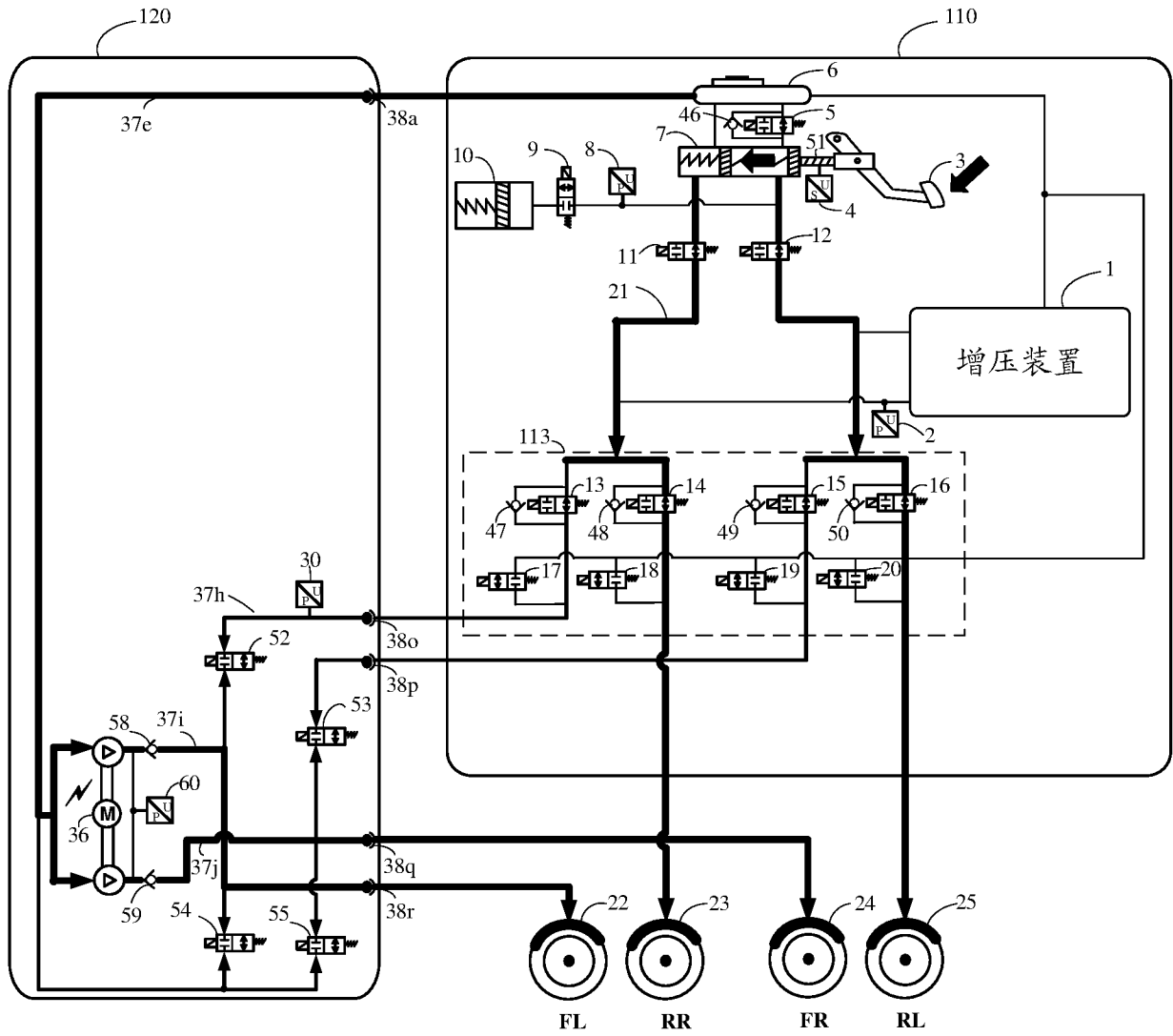


图 26

2700

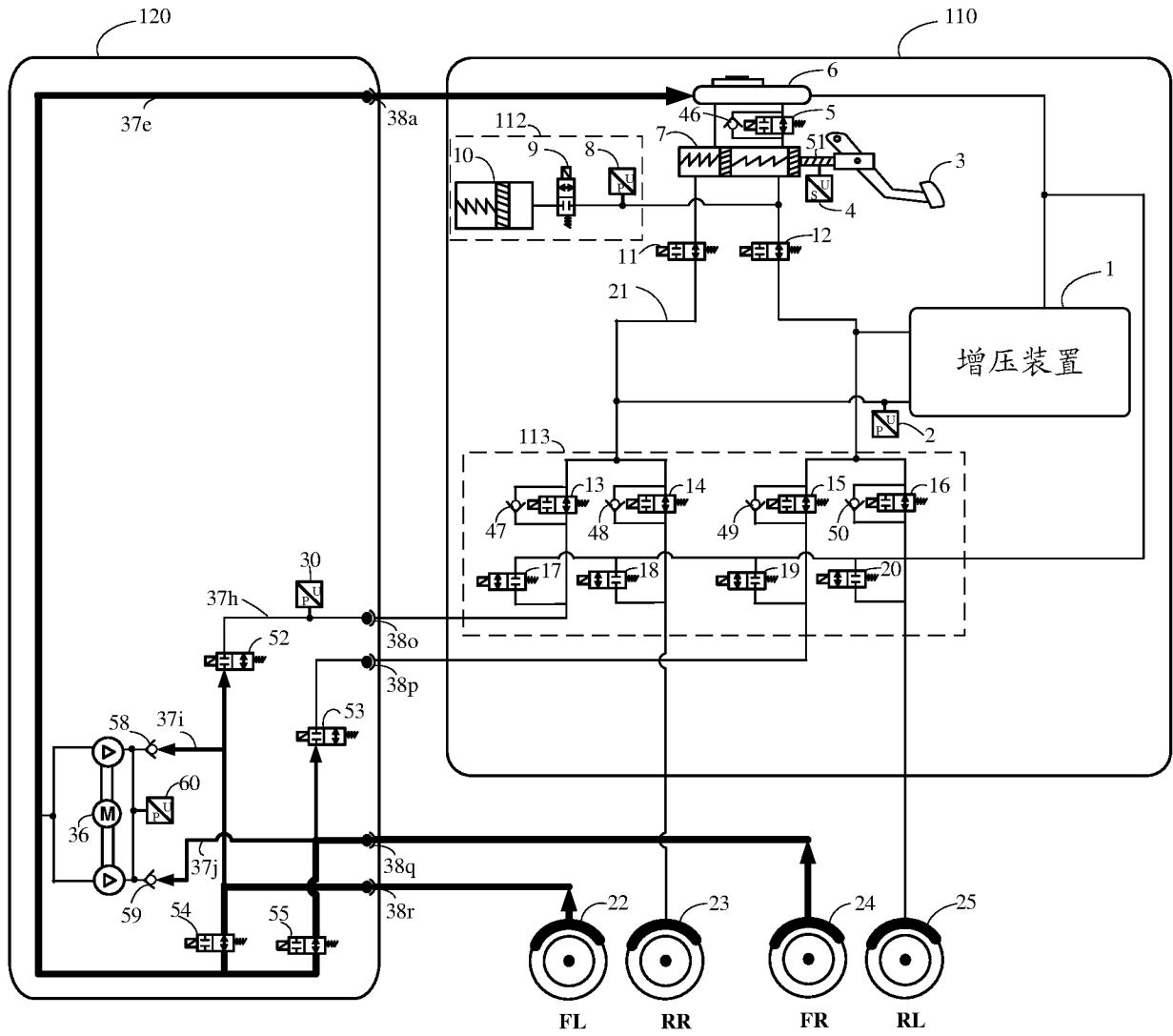


图 27

2900

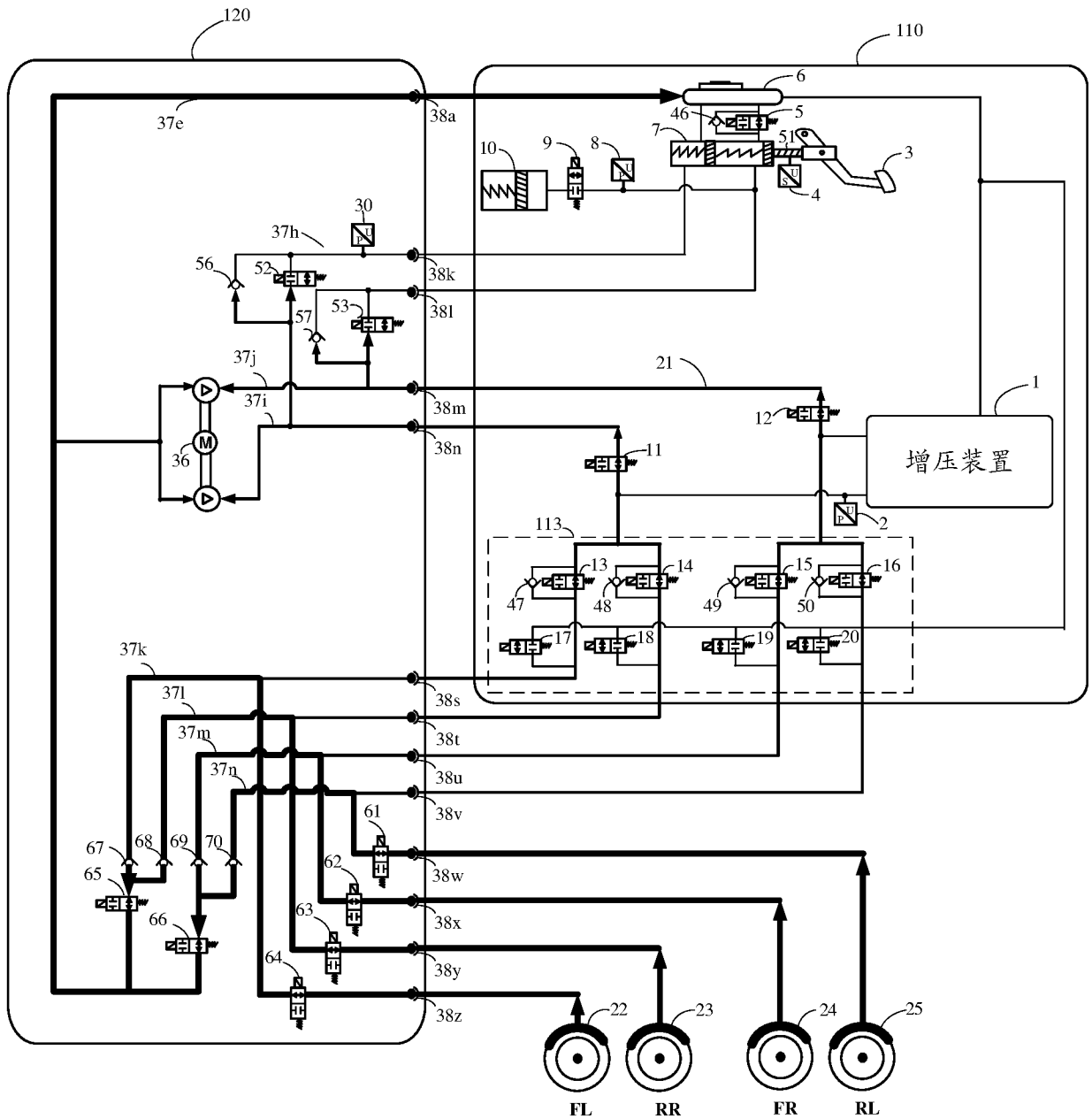


图 29

3000

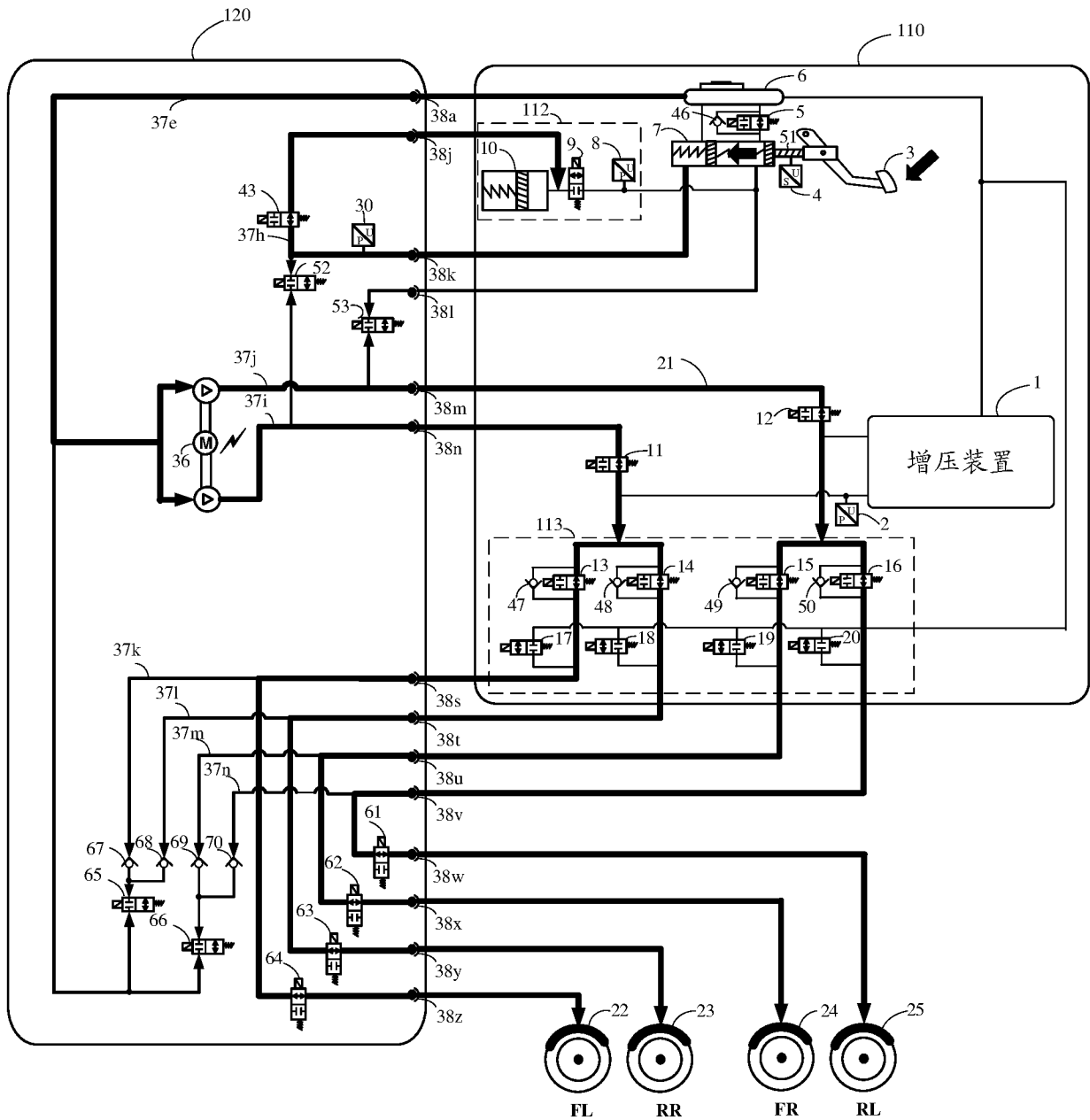


图 30

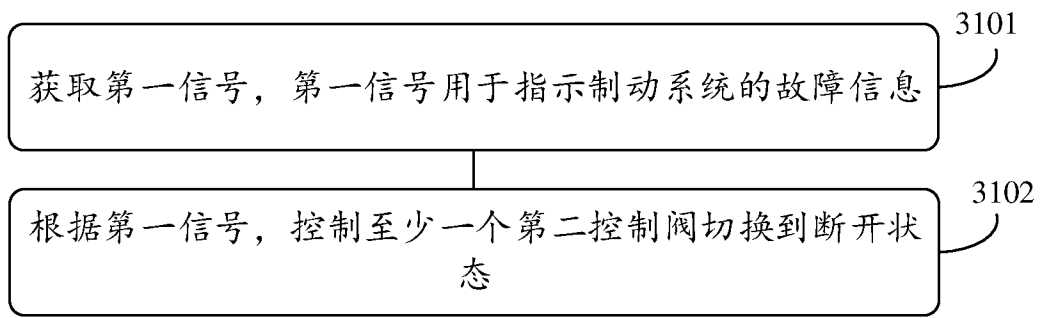


图 31



图 32

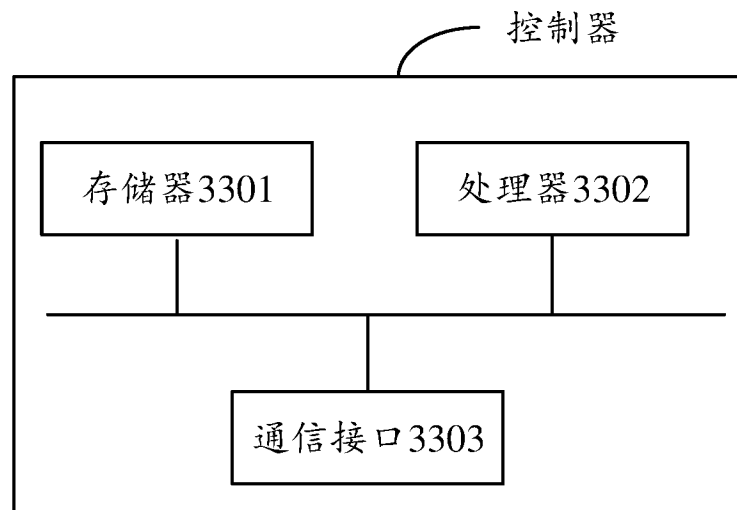


图 33

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/103892

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
B60T 13/68(2006.01)i; B60T 13/74(2006.01)i; B60T 17/18(2006.01)i; B60T 8/36(2006.01)i; B60T 8/88(2006.01)n; B60T 8/92(2006.01)n		
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 13/-; B60T 17/-; B60T 8/-		
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) CNTXT; DWPI; WPABS; CNKI: 华为, (制动 or 刹车), (储液 or 贮液), (增压 or 泵), 接口, 阀, (冗余 or 备份), 模拟器; (brak+ or stop+), (liquid w storag+), (pressure w boost+) or supercharg+ or pump+, (interface? or connector? or port?), valve?, (redundanc+ or backup+), simulator		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 207875612 U (WANXIANG QIANCHAO CO., LTD. et al.) 18 September 2018 (2018-09-18) entire document	1-22
A	CN 212637472 U (WUHU BETHEL ELECTRONIC CONTROL SYSTEMS CO., LTD.) 02 March 2021 (2021-03-02) entire document	1-22
A	CN 111301378 A (JILIN UNIVERSITY) 19 June 2020 (2020-06-19) entire document	1-22
A	CN 104943672 A (JILIN UNIVERSITY) 30 September 2015 (2015-09-30) entire document	1-22
A	CN 109204262 A (TONGJI UNIVERSITY) 15 January 2019 (2019-01-15) entire document	1-22
A	DE 102004027256 A1 (CONTINENTAL TEVES AG. & CO., OHG) 05 January 2005 (2005-01-05) entire document	1-22
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 26 March 2022		Date of mailing of the international search report 06 April 2022
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/CN2021/103892

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	207875612	U	18 September 2018	None	
CN	212637472	U	02 March 2021	None	
CN	111301378	A	19 June 2020	None	
CN	104943672	A	30 September 2015	None	
CN	109204262	A	15 January 2019	None	
DE	102004027256	A1	05 January 2005	None	
US	2012161505	A1	28 June 2012	JP 2012136100 A	19 July 2012
				DE 102011089321 A1	28 June 2012

A. 主题的分类 B60T 13/68(2006.01)i; B60T 13/74(2006.01)i; B60T 17/18(2006.01)i; B60T 8/36(2006.01)i; B60T 8/88(2006.01)n; B60T 8/92(2006.01)n 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 13/-; B60T 17/-; B60T 8/- 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)) CNTXT; DWPI; WPABS; CNKI: 华为, (制动 or 刹车), (储液 or 贮液), (增压 or 泵), 接口, 阀, (冗余 or 备份), 模拟器; (brak+ or stop+), (liquid w storag+), (pressure w boost+) or supercharg+ or pump+, (interface? or connector? or port?), valve?, (redundanc+ or backup+), simulator		
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	CN 207875612 U (万向钱潮股份有限公司 等) 2018年9月18日 (2018 - 09 - 18) 全文	1-22
A	CN 212637472 U (芜湖伯特利电子控制系统有限公司) 2021年3月2日 (2021 - 03 - 02) 全文	1-22
A	CN 111301378 A (吉林大学) 2020年6月19日 (2020 - 06 - 19) 全文	1-22
A	CN 104943672 A (吉林大学) 2015年9月30日 (2015 - 09 - 30) 全文	1-22
A	CN 109204262 A (同济大学) 2019年1月15日 (2019 - 01 - 15) 全文	1-22
A	DE 102004027256 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 2005年1月5日 (2005 - 01 - 05) 全文	1-22
A	US 2012161505 A1 (KOYAMA KOTARO 等) 2012年6月28日 (2012 - 06 - 28) 全文	1-22
<input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 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	
2022年3月26日	2022年4月6日	
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员	
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	陈旻 电话号码 86-(010)-62085430	

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/103892

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	207875612	U	2018年9月18日	无	
CN	212637472	U	2021年3月2日	无	
CN	111301378	A	2020年6月19日	无	
CN	104943672	A	2015年9月30日	无	
CN	109204262	A	2019年1月15日	无	
DE	102004027256	A1	2005年1月5日	无	
US	2012161505	A1	2012年6月28日	JP 2012136100 A	2012年7月19日
				DE 102011089321 A1	2012年6月28日