(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
2024 年 9 月 12 日 (12.09.2024)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2024/182982 A1

(51) 国际专利分类号:
B60T 13/12 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/079923

(22) 国际申请日: 2023 年 3 月 6 日 (06.03.2023)

(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: 王 兴 **(WANG, Xing)**; 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 同 立 钧 成 知 识 产 权 代 理 有 限公司**(LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM)**; 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE,

(54) **Title:** CONTROL METHOD, BRAKE, BRAKING SYSTEM, VEHICLE, STORAGE MEDIUM, AND PRODUCT

(54) 发明名称: 控制方法、制动器、制动系统、车辆、存储介质及产品

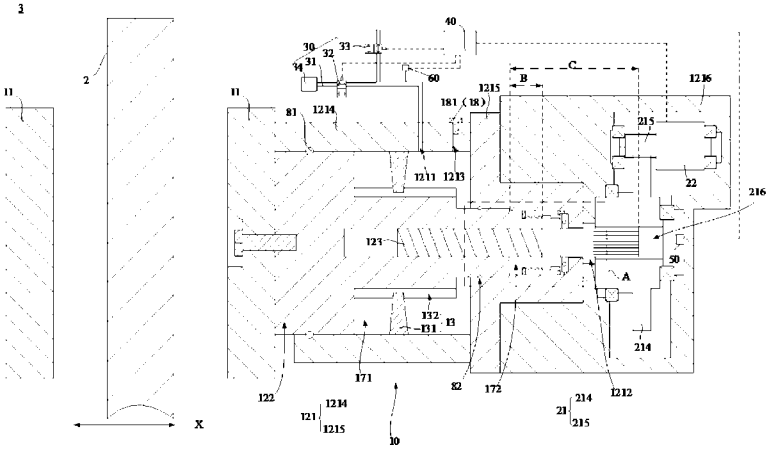


图 3

(57) **Abstract:** A control method, a brake (10), a braking system (3), a vehicle (1), a storage medium, and a product. The brake (10) comprises a friction plate (11), a piston cylinder (121), a piston (122), a first transmission member (123), and a second transmission member (21). The piston cylinder (121) and the piston (122) together define a brake cavity (171) for accommodating a brake fluid. Two ends of the piston (122) are respectively connected to the friction plate (11) and one end of the first transmission member (123), and the second transmission member (21) is transmittingly connected to the other end of the first transmission member (123) and a driving unit (22). In the process that the piston (122) is driven by the brake fluid to move, the driving unit (22) drives, by means of the second transmission member (21), the first transmission member (123) to move away from the piston (122) in a first direction, such that the relative distance between the first transmission member (123) and the piston (122) is increased, thereby reducing a gap formed between the friction plate (11) and a brake disc (2) after driving brake is finished.

WO 2024/182982 A1

[见续页]

BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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: 一种控制方法、制动器（10）、制动系统（3）、车辆（1）、存储介质及产品，其中，制动器（10）包括摩擦片（11）、活塞缸（121）、活塞（122）、第一传动件（123）和第二传动件（21）。活塞缸（121）和活塞（122）共同围成容纳制动液的制动腔体（171）。活塞（122）的两端分别与摩擦片（11）和第一传动件（123）的一端相连，第二传动件（21）用于传动连接第一传动件（123）的另一端和驱动单元（22）。制动液推动活塞（122）移动的过程中，驱动单元（22）通过第二传动件（21）带动第一传动件（123）沿第一方向远离活塞（122）运动，使得第一传动件（123）和活塞（122）之间的相对间距增加，从而在行车制动结束后可以减小摩擦片（11）和制动盘（2）之间的间隙。

控制方法、制动器、制动系统、车辆、存储介质及产品

技术领域

本申请涉及制动技术领域，特别涉及一种控制方法、制动器、制动系统、车辆、存储介质及产品。

背景技术

制动系统是车辆的重要组成部分之一，制动系统直接关系到车辆的综合性能以及生命财产的安全。其中，制动系统的主要功能是使行驶中的车辆减速甚至停车、使下坡行驶的车辆速度保持稳定、使已停驶的车辆保持不动。

相关技术中的制动系统包括电控行车制动模块和电控驻车制动模块。电控行车制动模块用于控制车辆速度、甚至停车。电控驻车制动模块用于使停驶的车辆保持不动。电控停车制动模块的电机通过丝杠部驱动活塞运动，使得摩擦片抱紧车辆的制动盘，从而实现驻车制动。电控行车制动模块通过控制制动液推动活塞运动，使得摩擦片抱紧车辆的制动盘，从而实现行车制动。

然而，现有的制动系统存在驻车制动时间较长的问题。

发明内容

本申请实施例提供一种控制方法、制动器、制动系统、车辆、存储介质及产品，可以在行车制动的过程中调整摩擦片与制动盘之间的间隙，使得驻车制动行程减小，进而降低驻车制动时间。

本申请第一方面提供一种制动器，包括摩擦片、活塞、活塞缸、第一传动件和第二传动件。所述活塞设置于所述活塞缸的内部，所述活塞的一端与所述第一传动件相连，所述活塞的另一端与所述摩擦片固定连接，所述摩擦片设置于所述活塞缸的外部。所述第二传动件与所述第一传动件传动连接，所述第二传动件用于与驱动单元相连，所述驱动单元用于带动所述第二传动件绕平行于第一方向的转动轴线旋转。所述第一传动件用于将所述第二传动件的旋转运动转换为所述活塞沿所述第一方向的直线运动，当所述第一传动件沿所述第一方向移动时，所述第一传动件与所述第二传动件始终传动连接、且与所述活塞始终相连。

本申请实施例的制动器在进行行车制动的过程中，利用制动液推动活塞带动摩擦片朝向车辆的制动盘移动，使得摩擦片夹紧制动盘，实现行车制动。在行车制动的过程中，利用驱动单元输出的驱动力通过第二传动件带动第一传动件相对于活塞移动，由于此时制动液处于高压状态，从而活塞的位置保持不动，进而第一传动件可以沿第一方向远离活塞运动，使得活塞与第一传动件的相对间距增加，因而在行车制动结束后可以减小摩擦片与制动盘之间的间隙。因此，在进行驻车制动时，摩擦片朝向制动

盘行进的距离可以变小，从而驻车制动行程减小，进而可以降低驻车制动时间，提升驻车效率。

在一种可能的实施方式中，所述活塞背向所述摩擦片的一端包括配合孔，所述第一传动件包括丝杠部，所述丝杠部的轴线平行于所述第一方向，所述丝杠部的一端设置于所述配合孔的内部并与所述活塞相连，所述丝杠部的另一端与所述第二传动件传动连接。

利用丝杠部可以将转动转换为直线转动，从而丝杠部可以带动活塞沿第一方向移动、丝杠部可以相对于活塞沿第一方向移动，因而可以实现驻车制动、调整摩擦片和制动盘的间隙等目的。

在一种可能的实施方式中，所述丝杠部的一端与所述活塞螺纹连接。或者，所述丝杠部的一端与所述活塞用于构成滚珠丝杠机构。

如此设置，在行车制动过程中，活塞可以带动丝杠部沿第一方向移动，或者，丝杠部接收到第二传动件传递的驱动力后可以转动，使得活塞和丝杠部之间的相对间距发生变化，从而摩擦片和制动盘之间的间距可调。另外，在制动液没有推动活塞移动、且丝杠部转动时，丝杠部可以带动活塞沿第一方向作直线移动，从而可以实现驻车制动、摩擦片快速复位、零滚阻行车、行车异物排出等功能。

在一种可能的实施方式中，所述第二传动件包括贯穿所述第二传动件的花键孔，所述花键孔的轴线平行于所述第一方向。所述第一传动件靠近所述第二传动件的一端设置于所述花键孔内并与所述第二传动件花键连接。

如此设置，第一传动件可以在第二传动件的内部沿第一方向滑动，从而第一传动件可以随活塞一起移动、或者第一传动件可以相对于活塞在第二传动件的内部作轴向滑动。另外，在第一传动件的周向上，第一传动件与第二传动件相互配合，使得第二传动件能够带动第一传动件转动，确保第一传动件可以自转、并可以相对于活塞作轴向移动。

在一种可能的实施方式中，所述第一传动件靠近所述第二传动件的一端的外壁包括多个第一凹槽，每个所述第一凹槽沿所述第一方向延伸，所述多个第一凹槽沿所述第一传动件的周向间隔设置。所述第二传动件包括多个滚珠件和第三传动件，所述第三传动件套设于所述第一传动件的外壁并用于与所述驱动单元相连，所述第三传动件朝向所述第一传动件的内表面包括多个第二凹槽，每个所述第二凹槽沿所述第二传动件的轴向延伸，所述多个第二凹槽沿所述第二传动件的周向间隔设置，所述多个第二凹槽分别与所述多个第一凹槽和所述多个滚珠件一一对应，每个所述滚珠件的相对两端分别设置于相对应的所述第一凹槽的内部和所述第二凹槽的内部。

如此设置，第一传动件可以在第二传动件的内部沿第一方向滑动，从而第一传动件可以随活塞一起移动、或者第一传动件可以相对于活塞在第二传动件的内部作轴向滑动。另外，在第一传动件的周向上，第一传动件与第二传动件相互配合，使得第二传动件能够带动第一传动件转动，确保第一传动件可以自转、并可以相对于活塞作轴向移动。另外，采用如此结构的第二传动件，可以减小第一传动件和第二传动件之间的摩擦力，进而可以减小第一传动件在第二传动件内部滑动的阻力。

在一种可能的实施方式中，所述制动器还包括平面轴承，所述平面轴承设置于所

述活塞缸的内部并与所述活塞缸固定连接，所述平面轴承套设于所述第一传动件的外壁并与所述第一传动件活动连接。所述第一传动件包括沿所述第一传动件的径向延伸的第一延伸部，沿所述第一方向所述第一延伸部设置于所述平面轴承和所述活塞之间，所述第一延伸部用于与所述平面轴承朝向所述活塞的一端的端面抵接。

通过平面轴承，可以保证第一传动件相对于活塞缸平顺转动。另外，在第一传动件带动活塞沿第一方向移动的过程中，活塞缸通过平面轴承沿第一方向轴向支撑第一传动件，从而第一传动件可以承受足够的轴向载荷，使得活塞可以朝向制动盘移动。

在一种可能的实施方式中，所述制动器还包括轴向限位机构，所述轴向限位机构设置于所述活塞缸的内部。所述第一传动件沿所述第一方向移动时，所述轴向限位机构用于避免所述第一传动件沿所述第一方向发生窜动。

在一种可能的实施方式中，所述轴向限位机构包括轴向配合部和轴向弹性部，所述轴向配合部固定连接于所述活塞缸的内壁，所述轴向弹性部的轴线平行于所述第一传动件的轴线，所述轴向弹性部的相对两端分别与所述轴向配合部和所述第一传动件的外壁相连。通过轴向弹性部的弹力，可以避免第一传动件沿第一方向发生窜动。

在一种可能的实施方式中，所述轴向配合部和所述轴向弹性部的数量均为多个，多个所述轴向配合部和多个所述轴向弹性部一一对应，多个轴向配合部沿所述第一传动件的周向间隔设置，多个所述轴向弹性部沿所述第一传动件的周向间隔设置。所述第一传动件包括沿所述第一传动件的径向延伸的第二延伸部，所述第二延伸部沿所述第一方向用于设置于所述活塞和所述第一传动件的第一延伸部之间，所述轴向配合部位于所述活塞和所述第二延伸部之间，每个所述轴向弹性部的相对两端分别与所述第二延伸部和相对应的所述轴向配合部相连。

在一种可能的实施方式中，所述轴向配合部和所述轴向弹性部的数量均为多个，多个所述轴向配合部和多个所述轴向弹性部一一对应，多个轴向配合部沿所述第一传动件的周向间隔设置，多个所述轴向弹性部沿所述第一传动件的周向间隔设置，每个所述轴向配合部沿所述第一方向设置于所述第一传动件的第一延伸部和所述活塞之间，每个所述轴向弹性部的两端分别与所述第一延伸部和相对应的所述轴向配合部相连。

在一种可能的实施方式中，所述制动器还包括导向机构，所述导向机构的一部分设置于所述活塞缸，所述导向机构的另一部分设置于所述第一传动件，所述导向机构用于使所述活塞沿所述第一方向平动。

如此设置，在制动液没有推动活塞且第一传动件转动时，可以驱动活塞沿第一方向移动，使得摩擦片可以朝向或背向制动盘移动，实现驻车制动、调节摩擦片与制动之间的间隙、摩擦片快速复位、零滚阻行车、行车异物排出等功能。

在一种可能的实施方式中，所述导向机构设置于所述活塞缸的内部，所述导向机构的一部分设置于所述活塞缸的内壁，所述导向机构的另一部分设置于所述第一传动件的外壁。

通过将导向机构设置于活塞缸的内部，有助于提高制动器的结构紧凑性，进而可以减小制动器的体积。

在一种可能的实施方式中，所述导向机构包括至少一组导向组，每组所述导向组包括一个导向块和一个导向槽，每组所述导向组的所述导向块和所述导向槽中的其中

一个设置在所述活塞缸的内壁上、另一个设置在所述活塞的外壁上。

如此设置，活塞不会绕平行于第一方向的转动轴线发生转动，从而第一传动件转动时可以带动活塞沿第一方向平动。

在一种可能的实施方式中，所述活塞缸为中空结构，所述活塞缸的轴线平行于所述摩擦片的轴线。所述活塞的外壁与所述活塞缸的内壁共同限定出容积可变的制动腔体，所述活塞缸包括与所述制动腔体连通的进液开口，所述进液开口用于供制动液进出所述制动腔体。所述摩擦片和所述第二传动件设置于所述活塞缸的外部，所述第一传动件的一部分设置于所述活塞缸的内部，所述第一传动件的另一部分设置于所述活塞缸的外部并与所述第二传动件传动连接。

采用如此结构的活塞缸，在实现利用制动液推动活塞的前提下，有助于减小制动器的体积。

在一种可能的实施方式中，所述活塞与所述活塞缸之间设置有限位结构，所述限位结构用于在所述活塞沿所述第一方向移动时定位所述活塞和所述活塞缸的相对位置，使得所述制动腔体的容积最小。

如此设置，可以在活塞背向制动盘移动时，定位活塞和活塞缸的相对位置，使得活塞处于极限位置，从而制动腔体的容积最小，有助于实现制动液更换、排气等功能。

在一种可能的实施方式中，所述活塞缸还包括与所述制动腔体连通的排气口，所述排气口用于导出所述制动腔体内的气体。所述制动器还包括排气件，所述排气件用于控制所述排气口的开闭。

通过排气件控制排气口的导通或关闭，可以将制动腔体内的气体排出，使得制动腔体内可以充满制动液。

在一种可能的实施方式中，所述排气件为排气螺栓，所述排气螺栓插设于所述排气口内并与所述活塞缸螺纹连接。

如此设置，在实现控制排气口的开闭的前提下，可以降低排气件的成本。

在一种可能的实施方式中，所述排气件为排气电磁阀，所述排气电磁阀与所述排气口相连并用于与控制器电连接，所述控制器用于控制所述排气电磁阀的通断以控制所述排气口的开闭。

如此设置，可以无需人工控制排气口的开闭，有助于实现自动排气。

在一种可能的实施方式中，所述制动器还包括压力传感器，所述压力传感器用于根据所述制动液的压力输出压力信号。

通过压力传感器检测制动液的压力大小，有助于实现液压油更换与排气、冗余行程制动以及故障检测等功能。

在一种可能的实施方式中，所述制动器还包括位移传感器，所述位移传感器固定连接于所述活塞缸，所述位移传感器用于根据所述第一传动件沿所述第一方向的移动输出位移信号。

通过位移传感器，可以检测第一传动件在第一方向上的移动距离，根据移动距离可以得到第一传动件和活塞在第一方向上的相对间距，根据第一传动件和活塞的相对间距可以得到制动盘和摩擦片之间的间隙，有助于精确控制摩擦片和制动盘之间的间隙。

本申请第二方面提供一种制动系统，包括驱动单元和如第一方面任一项所述的制动器，所述驱动单元与所述制动器的第二传动件相连。

在一种可能的实施方式中，所述驱动单元包括电机，所述电机的电机轴与所述制动器的所述第二传动件相连：所述电机包括角度传感器，所述角度传感器用于根据所述电机的电机轴的转动角度和转向输出角度信号。

根据角度信号和第一传动件的移动距离可以得到活塞的位置，从而可以得到摩擦片的位置，进而可以知道摩擦片与制动盘之间的间隙的大小，有助于提高调整摩擦片和制动盘之间的间隙的精度。另外，还可以实现第一传动件位置的精确检测。

在一种可能的实施方式中，所述制动系统还包括制动液装置，所述制动液装置与所述制动器的进液开口相连通，所述制动液装置用于控制制动液进出所述制动器的制动腔体，从而可以实现行车制动、液压油更换与排气等功能。

在一种可能的实施方式中，所述制动液装置包括制动液管路、第一电磁阀、第二电磁阀和油壶。所述制动液管路的第一接口用于与所述制动器的进液开口相连通，所述制动液管路的第二接口通过所述第一电磁阀与所述油壶相连通，所述制动液管路的第三接口与所述第二电磁阀的第一接口相连通。所述第二电磁阀的第二接口用于供制动液进出所述制动液管路。

通过控制第一电磁阀的通断，可以实现制动腔体与油壶的连通，从而在活塞进行大行程移动而使得制动腔体的容积变大时，可以使制动腔体内始终有满腔的制动液。

在一种可能的实施方式中，所述制动系统还包括控制器，所述控制器分别所述驱动单元和所述制动器电连接、且用于与制动液装置电连接。

如此设置，控制器可以根据角度信号、压力信号和位移信号等信号控制制动器、制动液装置和驱动单元，实现行车制动、驻车制动、间隙调整等功能。

本申请第三方面提供一种车辆，包括车轮以及如第二方面任一项所述的制动系统，所述制动系统用于制动车轮。

本申请第四方面提供一种控制方法，应用于制动系统，所述制动系统包括制动液装置、驱动单元和第一方面所述的制动器，其中：所述制动器包括摩擦片、活塞、第一传动件和第二传动件，所述摩擦片和所述活塞沿所述第一方向并排设置，所述活塞的一端与所述摩擦片固定连接，所述活塞的另一端与所述第一传动件相连，所述第一传动件与所述第二传动件传动连接，所述第二传动件与所述驱动单元相连；

所述控制方法包括：

获取行车制动信号、预设相对间距以及所述第一传动件与所述活塞之间的当前相对间距；其中，所述行车制动信号指的是需要对车辆进行行车制动；

根据所述行车制动信号控制所述制动液装置输出作用于所述活塞的液压驱动力，实现行车制动；

根据所述当前相对间距和所述预设相对间距控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第一目标相对间距。

在一种可能的实施方式中，根据所述当前相对间距和所述预设相对间距控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第一目标相对间距，包括：

当所述当前相对间距小于或等于预设相对间距时，控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第一目标相对间距；

当所述当前相对间距大于预设相对间距时，所述活塞用于接收液压驱动力并带动所述第一传动件沿所述第一方向移动。

在一种可能的实施方式中，所述制动液装置包括制动液管路、第一电磁阀、第二电磁阀和油壶，所述制动液管路的第一接口与所述制动器的进液开口相连通，所述制动液管路的第二接口通过所述第一电磁阀与所述油壶相连通，所述制动液管路的第三接口与所述第二电磁阀的第一接口相连通，所述第二电磁阀的第二接口用于供制动液进出所述制动液管路；

所述控制方法还包括：

获取到行车异常信号和判断信号；其中，所述行车异常信号用于指示车辆行车过程中摩擦片与制动盘是否接触异常，所述判断信号用于指示所述车辆的踏板机构是否输出制动信号；

根据所述行车异常信号和所述判断信号控制所述制动液装置的所述第一电磁阀导通、所述第二电磁阀关闭；

根据所述行车异常信号和所述判断信号控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第二目标相对间距、并控制所述制动液装置的所述第一电磁阀关闭、所述第二电磁阀导通。

在一种可能的实施方式中，所述控制方法还包括：

获取行车制动解除信号，其中，所述行车制动解除信号指的是所述制动系统对车辆进行行车制动是否结束的信号；

根据所述行车制动解除信号控制所述制动液装置的第一电磁阀关闭、第二电磁阀导通；

根据所述行车制动解除信号控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第三目标相对间距。

在一种可能的实施方式中，所述驱动单元包括具有角度传感器的电机，所述角度传感器在所述电机工作时输出角度信号，所述制动器还包括压力传感器和位移传感器，所述压力传感器用于根据制动液的压力输出压力信号，所述位移传感器用于根据所述第一传动件沿所述第一方向的移动输出位移信号；

所述控制方法还包括：

获取故障指示信号和控制参数；其中，所述故障指示信号用于指示所述制动液装置是否发生故障，所述控制参数包括所述压力信号、所述位移信号和所述角度信号；

根据所述故障指示信号和所述控制参数控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，以实现冗余行车制动。

在一种可能的实施方式中，在所述获取故障指示信号和控制参数之前，还包括：

获取到行车制动失效信号时控制所述制动器的制动腔体的容积缩小、并获取当前的所述位移信号、所述压力信号和所述角度信号；其中，所述行车制动失效信号指的是车辆的制动踏板发出建压信号，但所述制动系统的制动液的压力保持不变；

根据所述当前的所述位移信号、所述压力信号和所述角度信号中的至少两个生成

所述故障指示信号。

在一种可能的实施方式中，所述控制方法还包括：

获取驻车制动信号和间隙异常信号；其中，驻车制动信号指的是车辆是否处于驻车状态，间隙异常信号指的是摩擦片与制动盘之间的间隙大于调整阈值；

根据所述驻车制动信号控制制动液装置的第一电磁阀导通、第二电磁关闭；

根据所述驻车制动信号和所述间隙异常信号控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第四目标相对间距、并控制所述制动液装置的所述第一电磁阀关闭。

在一种可能的实施方式中，所述控制方法还包括：

获取到液压油更换与排气信号时控制所述制动腔体的排气口打开、并控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述制动腔体的容积达到最小、并控制所述制动腔体的排气口关闭；

在所述制动腔体的容积达到最小时控制所述制动液装置的第一电磁阀导通、并控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述制动腔体的容积达到最大、并控制所述第一电磁阀关闭；

控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动、并获取所述制动腔体内的当前压力值；

根据所述当前压力值和预设排气压力值控制所述排气口打开，直至所述当前压力值降低为目标压力值、并控制所述排气口关闭。

在一种可能的实施方式中，在所述当前压力值降低为目标压力值之后，还包括：

控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述活塞的移动距离为目标距离、并控制所述排气口关闭。

在一种可能的实施方式中，所述控制方法还包括：

获取行车信号、所述摩擦片和制动盘之间的预设间隙值、所述摩擦片和制动盘之间的当前间隙值；其中，所述行车信号用于表明车辆是否处于行车状态；

根据所述行车信号、所述当前间隙值和预设间隙值控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前间隙值变为目标间隙值。

本申请第五方面提供一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现如第四方面任一项所述的方法。

本申请第六方面提供一种计算机程序产品，其包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现第四方面任一项所述的方法。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种车辆的结构示意图；

图 2 为相关技术中的一种制动系统的结构示意图；

图 3 为本申请实施例提供的第一种制动系统的剖面图；

图 4 为摩擦片和制动盘之间的间隙与活塞和第一传动件之间的相对间距的示意图；

图 5 为本申请实施例提供的第一传动件与第二传动件传动连接的一种结构的剖面

图；

图 6 为本申请实施例提供的第一传动件与第二传动件传动连接的另一种结构的剖面图；

图 7 为图 3 中 A 处的局部放大图；

图 8 为本申请实施例提供的第二种制动系统的剖面图；

图 9 为摩擦片出现磨损时的示意图；

图 10 为行车过程中异物进入摩擦片和制动盘之间的示意图。

附图标记说明：

1、车辆；

2、制动盘；

3、制动系统；

10、制动器；

11、摩擦片；

121、活塞缸；

1211、进液开口；1212、传动开口；1213、排气口；

1214、第一外壳；1215、第二外壳；1216、容纳壳体；

122、活塞；

123、第一传动件；

124、第一凹槽；

125、第一延伸部；

126、第二延伸部；

127、丝杠部；128、传动齿部；

13、导向机构；

131、导向块；132、导向槽；

14、平面轴承；

15、卡簧；

16、轴向限位机构；

161、轴向弹性部；162、轴向配合部；

171、制动腔体；172、副空腔；

18、排气件；

181、排气螺栓；182、排气电磁阀；

19、限位结构；

191、容积限位部；192、容积配合部；

21、第二传动件；

211、第三传动件；212、滚珠件；213、第二凹槽；

214、大齿轮；215、小齿轮；216、花键孔；

22、驱动单元；

30、制动液装置；

31、制动液管路；32、第一电磁阀；33、第二电磁阀；34、油壶；
40、控制器；50、位移传感器；60、压力传感器；70、单向阀；
81、第一密封圈；82、第二密封圈；
4、车体；5、车轮。

具体实施方式

图 1 为本申请实施例提供的一种车辆 1 的结构示意图。如图 1 所示，本申请实施例提供的车辆 1 可以包括制动盘 2、车轮 5、车体 4 和制动系统 3。制动盘 2 固定连接于车轮 5。制动系统 3 固定连接于车体 4，制动系统 3 用于夹紧制动盘 2 以实现行车制动驻车制动。其中，车体 4 指的是车辆 1 中用于连接车轮 5、制动系统 3 等部件的主体结构。

其中，本申请实施例的车辆 1 可以是电动车/电动汽车（Electric Vehicle，EV），或者还可以为纯电动汽车（Pure Electric Vehicle /Battery Electric Vehicle，PEV/BEV）、混合动力汽车（Hybrid Electric Vehicle，HEV）、增程式电动汽车（Range Extended Electric Vehicle，REEV）、插电式混合动力汽车（Plug-in Hybrid Electric Vehicle，PHEV）、新能源汽车（New Energy Vehicle，NEV）等。

可以理解的是，制动系统 3 主要包括驻车制动模块和行车制动模块。行车制动模块采用液压油液（制动液）通过机械结构推动摩擦片 11 夹紧制动盘 2 移动，使得摩擦片 11 夹紧制动盘 2，以实现行车制动。驻车制动模块采用电机通过机械结构推动摩擦片 11 移动，使得摩擦片 11 夹紧制动盘 2，以实现驻车制动。

图 2 为相关技术中的一种制动装置的结构示意图。如图 2 所示，相关技术中的制动装置包括控制器 11、活塞 12、两个摩擦片 13、钳体件 14、丝杠 15、螺母 16、电机 17 和制动液装置 18。钳体件 14 具有活塞腔体 141、进液口 142 和连接口 143，活塞腔体 141 分别与进液口 142 和连接口 143 连通。活塞 12 可活动地安装在活塞腔体 141 内。丝杠 15 穿设于连接口 143，丝杠 15 位于活塞腔体 141 外的一端与电机 17 传动连接。螺母 16 套设在丝杠 15 位于活塞腔体 141 的一端上并与丝杠 15 螺纹配合。两个摩擦片 13 位于制动盘 2 的相对两侧，两个摩擦片 13 中的一个摩擦片 13 与活塞 12 固定连接、另一个摩擦片 13 与钳体件 14 固定连接。制动液装置 18 与进液口 142 相连。控制器 11 分别与电机 17 和制动液装置 18 电连接。当需要进行行车制动时，控制器 11 控制制动液装置 18 向活塞腔体 141 输送制动液，制动液推动活塞 12 沿制动盘 2 的轴向（如图 2 中 X 方向）向左移动的同时两个摩擦片 13 分别朝向制动盘 2 移动，直至两个摩擦片 13 抱紧制动盘 2，实现行车制动。当需要进行驻车制动时，控制器 11 控制电机 17 工作，电机 17 驱动丝杠 15 转动，丝杠 15 驱动螺母 16 沿丝杠 15 的轴向向左移动，螺母 16 推动活塞 12 向左移动的同时两个摩擦片 13 分别朝向制动盘 2 移动，直至两个摩擦片 13 抱紧制动盘 2，实现驻车制动。

在上述方案中，由于摩擦片与制动盘之间的间隙较大，这就导致驻车制动过程中摩擦片朝向制动盘所需要行进的距离较远，从而驻车制动行程较长，进而出现驻车制动时间较长的问题。另外，随着制动盘和/或摩擦片的磨损量增大，摩擦片与制动盘之间的间隙也会之间增大，从而会增加制动空行程，进而增加了制动时间、制动距离。

另外，摩擦片与制动盘的间隙增大，还会导致制动脚感发生变化。除此之外，摩擦片与制动盘分离依靠的是制动盘的摩擦力推动才能够完全分离，存在拖滞力矩，会增加摩擦片和/或制动盘的磨损、产生异响。

有鉴于此，本申请实施例提供一种控制方法、制动器、制动系统、存储介质以及产品。其中，在制动系统进行行车制动的过程中，可以调整摩擦片与制动盘之间的间隙大小，从而在行车制动结束以后，使得摩擦片与制动盘之间的间隙变小。因此，制动系统在进行驻车制动的过程中，由于摩擦片与制动盘之间的间隙变小，从而摩擦片需要行进的距离变短，进而可以缩短驻车制动行程，可以降低驻车制动时间，提升驻车效率。

下面结合附图，对本申请实施例提供的制动器以及包括制动器的制动系统的结构进行详细描述。

图 3 为本申请实施例提供的第一种制动系统的剖面图。如图 3 所示，本申请实施例提供的制动系统 3 可以包括制动液装置 30、驱动单元 22 和制动器 10。制动液装置 30 用于输出传递至制动器 10 上的液压驱动力，液压驱动力使得制动器 10 可以夹紧车辆 1 的制动盘 2，实现行车制动。驱动单元 22 用于输出传递至制动器 10 上的驱动力，驱动力可以使制动器 10 夹紧车辆 1 的制动盘 2，实现驻车制动。

如图 3 所示，制动器 10 可以包括摩擦片 11、活塞 122、活塞缸 121、第一传动件 123 和第二传动件 21。摩擦片 11 和活塞 122 沿第一方向并排设置，摩擦片 11 设置于活塞缸 121 的外部。活塞缸 121 用于与车辆 1 的车体连接，以固定制动器 10。活塞 122 设置于活塞缸 121 的内部，活塞 122 的一端与第一传动件 123 相连，活塞 122 的另一端与摩擦片 11 固定连接。第二传动件 21 与第一传动件 123 传动连接，第二传动件 21 用于与驱动单元 22 相连，驱动单元 22 用于带动第二传动件 21 绕平行于第一方向（如图 3 中 X 向）的转动轴线旋转。第一传动件 123 用于将第二传动件 21 的旋转运动转换为活塞 122 沿第一方向的直线运动，当第一传动件 123 沿第一方向移动时，第一传动件 123 与第二传动件 21 始终传动连接、且与活塞 122 始终相连。可以理解的是，第一方向的平行于第一方向，活塞 122 的轴线平行于第一方向。

当第一传动件 123 用于将第二传动件 21 的旋转运动转换为活塞 122 沿第一方向的直线运动时，第一传动件 123 可以带动活塞 122 沿第一方向移动、或者第一传动件 123 可以相对于活塞 122 沿第一方向移动。另外，第一传动件 123 除了相对于活塞 122 沿第一方向运动外，第一传动件 123 也可以随着活塞 122 一起沿第一方向移动。

对于驱动第一传动件 123 的沿第一方向移动的动力源，这里不作限制。例如，当驱动单元 22 没有带动第二传动件 21 转动、且活塞 122 接收到制动液装置 30 输出的液压驱动力时，第一传动件 123 可以随着活塞 122 沿第一方向移动。

当制动器 10 进行驻车制动时，驱动单元 22 通过第二传动件 21 和第一传动件 123 带动活塞 122 沿第一方向朝向制动盘 2 移动，使得摩擦片 11 可以夹紧制动盘 2，实现驻车制动。当制动器 10 进行行车制动时，活塞 122 用于接收制动液装置 30 输出的液压驱动力，液压驱动力推动活塞 122 沿第一方向朝向制动盘 2 移动，从而活塞 122 推动摩擦片 11 沿第一方向朝向制动盘 2 移动以使得摩擦片 11 夹紧制动盘 2，实现行车制动。

在行车制动的过程中，如果驱动单元 22 没有输出驱动力，那么活塞 122 可以带动第一传动件 123 沿第一方向移动，换言之活塞 122 的另一端与第一传动件 123 之间的间距不会发生变化。另外，在驻车制动的过程中，活塞 122 沿第一方向朝向制动盘 2 移动，第一传动件 123 在第一方向上相对于制动盘 2 的位置几乎保持不变，可以认为第一传动件 123 在第一方向不发生轴向移动。

因此，在行车制动的过程中，第一传动件 123 可以通过第二传动件 21 接收驱动单元 22 输出的驱动力，驱动力会使得第一传动件 123 沿第一方向背向活塞 122（在行车制动的过程中，液压驱动力使得活塞 122 的位置保持不动）移动，使得第一传动件 123 和活塞 122 之间的相对间距增加，从而在行车制动结束后，可以减小摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙，进而可以缩短驻车制动时摩擦片 11 所需要行进的距离，可以缩短驻车制动时间，提升驻车效率。

在本申请实施例中，第一传动件 123 和活塞 122 的相对间距可以指的是第一传动件 123 的一端和活塞 122 的一端在第一方向上的间距。例如图 3 所示，第一传动件 123 和活塞 122 之间的相对间距为活塞 122 的右端面与第一传动件 123 的中部之间的间距（如图 3 中的 B 所示），或者，第一传动件 123 和活塞 122 之间的相对间距也可以为活塞 122 的右端面与第一传动件 123 的右端面之间的间距（如图 3 中的 C 所示）。

图 4 为摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙与活塞 122 和第一传动件 123 之间的相对间距的示意图。如图 4 所示，摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙 E=F-D-C，或者，E=F-G-B-D。由于在驻车制动过程中，由于第一传动件 123 相对于制动盘 2 的位置几乎不发生变化，即图 4 中的 F 为定值。又因为 D 和 G 为定值，故而 E 的大小取决于 B 或 C 的大小，因此，摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙与第一传动件 123 与活塞 122 之间的相对间距呈负相关。其中，活塞 122 与第一传动件 123 的相对间距越小，那么摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙也越大。活塞 122 与第一传动件 123 的相对间距越大，那么摩擦片 11 越靠近制动盘 2，摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙也就越大。因此，可以通过调整活塞 122 与第一传动件 123 之间的相对间距来调整摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙。

在行车制动过程中，由于活塞 122 接收到制动液装置 30 输出的液压驱动力，液压驱动力使得活塞 122 的位置保持不动，从而驱动单元 22 可以通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 相对于活塞 122 向右移动，使得第一传动件 123 与活塞 122 之间的相对间距（如图 3 中的 B 或 C）增加。可以理解的是，无论第一传动件 123 与活塞 122 之间的相对间距如何变化后，活塞 122 始终与第一传动件 123 相连。另外，驱动单元 22 除了可以带动第一传动件 123 相对于活塞 122 向右移动外，还可以带动第一传动件 123 相对于活塞 122 向左移动外，使得第一传动件 123 与活塞 122 之间的相对间距减小。

在驻车制动过程中，由于活塞 122 未接收到液压驱动力，从而驱动单元 22 可以通过第二传动件 21 和第一传动件 123 带动活塞 122 朝向制动盘 2 移动，使得摩擦片 11 可以夹紧制动盘 2。其中，在活塞 122 向左移动的过程中，第一传动件 123 的位置保持不变，换言之，第一传动件 123 与制动盘 2 之间的间距保持不变，如此可以确保第一传动件 123 可以带动活塞 122 向左移动，使得摩擦片 11 可以夹紧制动盘 2。

因此，本申请实施例通过在行车过程中控制第一传动件 123 和活塞 122 之间的相

对间距增加，可以缩短驻车制动时摩擦片 11（或活塞 122）所需要行进的距离，可以缩短驻车制动时间，提升驻车效率。可以理解的是，缩短驻车制动时摩擦片 11（活塞 122）所需要行进的距离也可以理解为将活塞 122 在驻车制动朝向制动盘 2 移动的部分行程提前挪到行车制动的过程中来，或者可以理解为行车制动时间和行车制动时间部分重叠。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，活塞 122 背向摩擦片 11 的一端包括配合孔，第一传动件 123 包括丝杠部 127，丝杠部 127 的轴线平行于第一方向，丝杠部 127 的一端设置于配合孔的内部并与活塞 122 相连，丝杠部 127 的另一端与第二传动件 21 传动连接。利用丝杠部 127 可以将转动转换为直线转动，从而丝杠部 127 可以带动活塞 122 沿第一方向移动、丝杠部 127 可以相对于活塞 122 沿第一方向移动，因而可以实现驻车制动、调整摩擦片 11 和制动盘 2 的间隙，进而可以避免由于更换摩擦片 11、更换制动盘 2、摩擦片 11 和制动盘 2 中的其中一个磨损等情形所导致摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间距大而出现刹车时间增加的问题。

如图 3 所示，配合孔可以为盲孔，且配合孔的轴线平行于丝杠部 127 的轴线。然而，在一些实施例中，配合孔也可以沿第一方向贯穿活塞 122，这里不作限制。

可以理解的是，活塞 122 与丝杠部 127 的配合形式类似于螺纹连接。其中，在活塞 122 没有接收到制动液装置 30 输出的液压驱动力且丝杠部 127 接收到驱动单元 22 输出的驱动力时，丝杠部 127 转动的同时可以驱动活塞 122 沿第一方向移动，使得摩擦片 11 贴近制动盘 2。活塞 122 接收到液压驱动力且丝杠部 127 接收到驱动力时，丝杠部 127 转动的同时可以相对于活塞 122 沿第一方向移动。活塞 122 接收到液压驱动力且丝杠部 127 没接收到驱动力时，活塞 122 沿第一方向移动的同时可以带动丝杠部 127 一起移动，此时活塞 122 与丝杠部 127 之间的相对间距未发生变化。

下面阐述活塞 122 与丝杠部 127 的连接方式，确保丝杠部 127 转动时能够使得活塞 122 沿第一方向移动。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，丝杠部 127 的一端穿设于活塞 122 的配合孔内并与活塞 122 螺纹连接，从而活塞 122 和丝杠部 127 可以类似于丝杠螺母机构，进而活塞 122 可以带动丝杠部 127 沿第一方向移动、丝杠部 127 可以相对于活塞 122 沿第一方向移动、丝杠部 127 转动时可以带动活塞 122 沿第一方向移动，以实现行车制动、驻车制动等功能。

可以理解的是，活塞 122 在功能上类似于螺母，从而活塞 122 与丝杠部 127 可以构成一个丝杠螺母机构。故而在活塞 122 接收到液压驱动力且丝杠部 127 没有接收到驱动力时，活塞 122 可以带动丝杠部 127 沿第一方向移动，实现行车制动的同时丝杠部 127 与活塞 122 始终连接。在活塞 122 接收到液压驱动力且丝杠部 127 接收到驱动力时，活塞 122 沿第一方向移动的同时丝杠部 127 可以沿与活塞 122 所运动方向的相反方向移动，使得丝杠部 127 与活塞 122 的相对间距增加，以减小驻车制动中摩擦片 11 所要行进的距离，实现缩短驻车时间。在活塞 122 没有接收到液压驱动力且丝杠部 127 接收到驱动力时，丝杠部 127 可以带动活塞 122 沿第一方向移动，使得摩擦片 11 可以夹紧制动盘 2，实现驻车制动。

在本申请实施例中，对应丝杠部 127 的具体结构不作限制。例如一些实施例中，

丝杠部 127 包括沿第一方向依次连接的螺杆段、连接杆段和传动杆段。螺杆段设置于配合孔内并与活塞 122 螺纹连接，传动杆段用于与第二传动件 21 传动连接。

由于活塞 122 与丝杠部 127 螺纹连接，活塞 122 与丝杠部 127 发生相对运动的过程中两者相互滑动，因此丝杠部 127 容易磨损、丝杠部 127 和活塞 122 的定位精度变低。因此，在一些可能的实现方式中，丝杠部 127 的一端穿设于活塞 122 的配合孔内，丝杠部 127 的一端用于与活塞 122 共同限定出滚珠丝杠机构，可以减小活塞 122 和丝杠部 127 之间的摩擦力，有助于提高活塞 122 和/或丝杠部 127 移动的精度。

对于活塞 122 的具体结构，这里不作限制。其中，可以理解的是，活塞 122 可以包括螺母和钢球。螺母套设在丝杠部 127 上并通过钢球与丝杠部 127 螺旋传动配合。通过钢球可以实现螺母与丝杠部 127 滚动摩擦，可以改善丝杠部 127 易磨损、定位精度低的问题。

可以理解的是，丝杠螺母机构和滚珠丝杠机构都是螺旋传动机构，都可以将丝杠部 127 的旋转运动转换为活塞 122 的直线运动，从而活塞 122 带动摩擦片 11 沿第一方向移动。

在本申请实施例中，第一传动件 123 的运动形态包括：第一种是第一传动件 123 在活塞 122 或第二传动件 21 的带动下沿第一方向移动，第二种是第一传动件 123 在第二传动件 21 的作用下发生旋转运动。因此，在驱动单元 22 没有输出驱动力时第一传动件 123 与第二传动件 21 的连接方式需要保证第一传动件 123 可以跟随活塞 122 平动，在驱动单元 22 输出驱动力时第一传动件 123 与第二传动件 21 的连接方式需要保证第一传动件 123 可以转动。下面阐述第二传动件 21 如何与第一传动件 123 传动连接。

图 5 为本申请实施例提供的第一传动件 123 与第二传动件 21 传动连接的一种结构的剖面图。在一些可能的实现方式中，第二传动件 21 可以包括贯穿第二传动件 21 的花键孔 216，花键孔 216 的轴线平行于第一方向。第一传动件 123 靠近第二传动件 21 的一端设置于花键孔 216 内并与第二传动件 21 花键连接。如此设置，第一传动件 123 可以在第二传动件 21 的内部沿第一方向滑动，从而第一传动件 123 可以随活塞 122 一起移动、或者第一传动件 123 可以相对于活塞 122 在第二传动件 21 的内部作轴向滑动。另外，在第一传动件 123 的周向上，第一传动件 123 与第二传动件 21 相互配合，使得第二传动件 21 能够带动第一传动件 123 转动，确保第一传动件 123 可以自转、并可以相对于活塞 122 作轴向移动。

可以理解的是，如图 5 所示，第二传动件 21 的结构可以为环形结构，从而第二传动件 21 可以套设在丝杠部 127 的另一端的外壁上并与第一传动件 123 花键连接，从而在丝杠部 127 的周向上第二传动件 21 与第一传动件 123 可以抵接，进而第二传动件 21 可以带动第一传动件 123 转动。

对于第一传动件 123 与第二传动件 21 花键连接的具体结构，这里不作限制。示例性地，在一些实施例中，第一传动件 123 的一端可以包括丝杠部 127 和多个传动齿部 128，每个传动齿部 128 延伸的方向平行于丝杠部 127 的轴向，多个传动齿部 128 沿丝杠部 127 的周向间隔设置并固定连接于丝杠部 127 的外壁。每个传动齿部 128 的纵截面可以包括但不限于为矩形（如图 6 所示）、三角形或半圆形等。每个传动齿部 128 的纵截面垂直于丝杠部 127 的轴向。

图6为本申请实施例提供的第一传动件123与第二传动件21传动连接的另一种结构的剖面图。在一些可能的实现方式中，如图6所示，第一传动件123靠近第二传动件21的一端的外壁可以包括多个第一凹槽124，每个第一凹槽124沿第一传动件123的轴向延伸，多个第一凹槽124沿第一传动件123的周向（如图6中M向）间隔设置。第二传动件21可以包括多个滚珠件212和第三传动件211，第三传动件211套设于第一传动件123的外壁并用于与驱动单元22相连，第三传动件211朝向第一传动件123的内表面包括多个第二凹槽213，每个第二凹槽213沿第二传动件21的轴向延伸，多个第二凹槽213沿第二传动件21的周向（如图6中M向）间隔设置，多个第二凹槽213分别与多个第一凹槽124和多个滚珠件212一一对应，每个滚珠件212的相对两端分别设置于相对应的第一凹槽124的内部和第二凹槽213的内部。

第一传动件123可以在第二传动件21的内部沿第一方向滑动，从而第一传动件123可以随活塞122一起移动、或者第一传动件123可以相对于活塞122在第二传动件21的内部作轴向滑动。另外，在第一传动件123的周向上，第一传动件123与第二传动件21相互配合，使得第二传动件21能够带动第一传动件123转动，确保第一传动件123可以自转、并可以相对于活塞122作轴向移动。另外，采用如此结构的第二传动件21，可以减小第一传动件123和第二传动件21之间的摩擦力，进而可以减小第一传动件123在第二传动件21内部滑动的阻力。

可以理解的是，如图3所示，第一凹槽124可以设置于第一传动件123的丝杠部127的外壁，第一凹槽124延伸的方向平行于丝杠部127的轴向。

可以理解的是，第一凹槽124和第二凹槽213均可以为弧形槽，第一凹槽124和第二凹槽213的纵截面均可以为一个弧形段。第一凹槽124和第二凹槽213的纵截面垂直于第一传动件123的轴向。

可以理解的是，每个滚珠件212可以包括至少一个滚珠，每个滚珠的相对两端分别插设于该滚珠件212相对应的第一凹槽124和第二凹槽213内。另外，每个滚珠件212的滚珠数量可以相同或不相同，这里不作限制。

对于第三传动件211的具体结构，这里不作限制。其中，可以根据第二传动件21与驱动单元22的连接方式而定，例如在一些实施例中，第二传动件21可以包括主动齿轮和从动齿轮件。驱动单元22可以包括电机，主动齿轮套设在电机的输出轴上并与电机轴固定连接。从动齿轮件可以包括第三传动件211和多个滚珠件212。第三传动件211可以为套设于第一传动件123的外壁的齿轮并通过滚珠件212与第一传动件123配合，且第三传动件211与主动齿轮啮合。因此，第三传动件211可以类似于一个齿轮。

在上述内容中，阐述了第二传动件21与第一传动件123传动连接的两种结构，然而这两种传动连接的结构对于第二传动件21的结构并不构成限制，只要第二传动件21的作用是传动连接第一传动件123和驱动单元22便可，因此，在本申请实施例中，对于第二传动件21的具体结构不作限制。

在一些实施例中，第二传动件21在功能上可以是类似于一个减速器，减速器的具体减速比和减速的形式，这里不作限制。例如，第二传动件21可以是多级定轴减速器、行星齿轮减速器、谐波齿轮减速器等。示例性地，如图3所示，第二传动件21可以包

括相互啮合的大齿轮 214 和小齿轮 215，实现降速增矩。小齿轮 215 套装在电机的电机轴上。大齿轮 214 套装在第一传动件 123 的丝杠部 127 的外壁上并与第一传动件 123 的丝杠部 127 传动连接。其中，第一传动件 123 可以在大齿轮 214 内滑动，从而第一传动件 123 可以相对于大齿轮 214 沿第一方向移动。另外，大齿轮 214 也可以在周向上与第一传动件 123 抵接，从而大齿轮 214 可以带动第一传动件 123 转动。示例性地，大齿轮 214 可以通过花键连接的方式与第一传动件 123 传动连接。或者大齿轮 214 可以包括上述的滚珠件 212 和第三传动件 211。

图 7 为图 7 中 A 处的局部放大图。在一些可能的实现方式中，如图 7 所示，制动器 10 还可以包括平面轴承 14，平面轴承 14 设置于活塞缸 121 的内部并与活塞缸 121 固定连接，平面轴承 14 套设于第一传动件 123 的外壁并与第一传动件 123 活动连接。第一传动件 123 包括沿第一传动件 123 的径向延伸的第一延伸部 125，沿第一传动件 123 的轴向第一延伸部 125 设置于平面轴承 14 和活塞 122 之间，第一延伸部 125 用于与平面轴承 14 朝向活塞 122 的一端的端面抵接。因此，通过平面轴承 14，可以保证第一传动件 123 相对于活塞缸 121 平顺转动。另外，在第一传动件 123 带动活塞 122 沿第一方向移动的过程中，活塞缸 121 通过平面轴承 14 沿第一方向轴向支撑第一传动件 123，从而第一传动件 123 可以承受足够的轴向载荷，使得活塞 122 可以朝向制动盘 2 移动。

可以理解的是，通过平面轴承 14，使得第一传动件 123 在轴向上可以与活塞缸 121 抵接，从而第一传动件 123 与活塞缸 121 的相对位置保持不变。利用活塞缸 121 作为支座，第一传动件 123 可以平顺转动以带动活塞 122 移动，实现驻车制动。

对于第一延伸部 125 的具体结构，这里不作限制。例如图 7 所示，第一延伸部 125 可以中空结构的为环形体，环形体用于与平面轴承 14 在第一方向上朝向制动盘 2 的一端的端面抵接。或者，在一些实施例中，第一延伸部 125 可以包括两个延伸块，两个延伸块绕第一传动件 123 的周向间隔设置，每个延伸块用于与平面轴承 14 接触。

对于具有第一延伸部 125 的第一传动件 123 的具体结构，这里不作限制。例如一些实施例中，第一传动件 123 可以包括第一延伸部 125 和丝杠部 127。丝杠部 127 的轴向平行于第一方向，丝杠部 127 的相对两端分别与活塞 122 和第二传动件 21 传动连接。第一延伸部 125 设置于丝杠部 127 的外壁并与丝杠部 127 固定连接。另外，丝杠部 127 和第一延伸部 125 可以为一体结构或分体结构，这里不作限制。

对于将平面轴承 14 与活塞缸 121 固定连接的方式，这里不做限制。例如，在一些实施例中，制动器 10 还可以包括卡簧 15，平面轴承 14 通过卡簧 15 与活塞缸 121 固定连接。在第一传动件 123 沿第一方向移动的过程中，由于第一延伸部 125 可能与平面轴承 14 分开，因而卡簧 15 可以在第一方向上对平面轴承 14 进行约束，避免平面轴承 14 相对于活塞缸 121 的位置发生变化。

在一些可能的实现方式中，如图 7 所示，制动器 10 还可以包括轴向限位机构 16，轴向限位机构 16 设置于活塞缸 121 的内部。第一传动件 123 沿第一方向移动时，轴向限位机构 16 用于避免第一传动件 123 沿第一方向发生窜动。

对于轴向限位机构 16 的具体结构，这里不作具体限制。例如在一些可能的实现方式中，轴向限位机构 16 可以包括轴向配合部 162 和轴向弹性部 161，轴向配合部 162

固定连接于活塞缸 121 的内壁，轴向弹性部 161 的轴线平行于第一传动件 123 的轴线，轴向弹性部 161 的相对两端分别与轴向配合部 162 和第一传动件 123 的外壁相连。因此，通过轴向弹性部 161 的弹力，可以避免第一传动件 123 沿第一方向发生窜动。

在申请实施例中，对于轴向配合部 162 的结构不作限制。例如一些实施例中，轴向配合部 162 可以为沿垂直于第一方向的第二方向延伸的轴向配合块，轴向配合块的两端分别与活塞缸 121 的内壁和轴向弹性部 161 的一端相连。

在申请实施例中，对于轴向弹性部 161 的结构不作限制。例如一些实施例中，轴向弹性部 161 可以为弹簧，弹簧的两端分别与轴向配合部 162 和第一传动件 123 的外壁相连，弹簧的轴向平行于第一传动件 123 的轴向。或者一些实施例中，轴向弹性部 161 可以为具有弹性的弹性块，弹性块的两端分别与轴向配合部 162 和第一传动件 123 的外壁相连，弹性块的延伸方向平行于第一传动件 123 的轴向。

在本申请实施例中，轴向弹性部 161 和轴向配合部 162 的数量均可以为至少一个，且至少一个轴向弹性部 161 和至少一个轴向配合部 162 一一对应。其中，当轴向配合部 162 和轴向弹性部 161 的数量均可以为多个时，多个轴向配合部 162 和多个轴向弹性部 161 一一对应，多个轴向配合部 162 沿第一传动件 123 的周向间隔设置，多个轴向弹性部 161 沿第一传动件 123 的周向间隔设置。

在一些实施例中，如图 7 所示，第一传动件 123 可以包括沿第一传动件 123 的径向延伸的第二延伸部 126，第二延伸部 126 沿第一方向用于设置于活塞 122 和第一传动件 123 的第一延伸部 125 之间，轴向配合部 162 位于活塞 122 和第二延伸部 126 之间，轴向弹性部 161 的相对两端分别与第二延伸部 126 和轴向配合部 162 相连。其中宁，当轴向弹性部 161 的数量为多个时，每个轴向弹性部 161 的相对两端分别与第二延伸部 126 和相对应的轴向配合部 162 相连。

对于第二延伸部 126 的结构，这里不作限制。例如一些实施例中，第二延伸部 126 可以是中空的环状部，环状部的轴向平行于第一方向。或者一些实施例中，第二延伸部 126 可以包括多个绕第一传动件 123 的周向间隔设置的第二延伸块，每个第二延伸块延伸的方向垂直于第一方向。

如图 7 所示，第二延伸部 126 与第一延伸部 125 在第一方向上没有间隙，即第二延伸部 126 与第一延伸部 125 相连。然而在一些实施例中，第二延伸部 126 在第一方向上与第一延伸部 125 存在间隙。另外，第二延伸部 126 的尺寸可以根据轴向弹性部 161 的位置而定，这里不作限制。

对于具有第一延伸部 125 和第二延伸部 126 的第一传动件 123 的具体结构，这里不作限制。例如一些实施例中，第一传动件 123 可以包括第一延伸部 125、第二延伸部 126 和丝杠部 127。丝杠部 127 的轴向平行于第一方向，丝杠部 127 的相对两端分别与活塞 122 和第二传动件 21 传动连接。第一延伸部 125 和第二延伸部 126 分别设置于丝杠部 127 的外壁并与丝杠部 127 固定连接。另外，丝杠部 127、第一延伸部 125 和第二延伸部 126 可以为一体结构或分体结构，这里不作限制。

需要说明的是，除了通过第二延伸部 126 与轴向弹性部 161 相连外，在一些可能的实现方式中，也可以利用第一延伸部 125 替代第二延伸部 126 的作用，此时轴向配合部 162 沿第一方向位于第一延伸部 125 和活塞 122 之间，轴向弹性部 161 的两端分

别与第一延伸部 125 和轴向配合部 162 相连。

在本申请实施例中，为了确保通过第一传动件 123 的转动带动活塞 122 沿第一方向平动，需要避免活塞 122 平行于第一方向的转动轴线转动，即活塞 122 沿第一方向平动。因此，在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，制动器 10 还可以包括导向机构 13，导向机构 13 的一部分设置于活塞缸 121，导向机构 13 的另一部分设置于第一传动件 123，导向机构 13 用于使活塞 122 沿第一方向平动。因此在驻车制动的过程中，第一传动件 123 可以带动活塞 122 沿第一方向平动，实现行车制动、调节摩擦片 11 与制动之间的间距、摩擦片 11 快速复位、零滚阻行车、行车异物排出等功能。

在一些实施例中，导向机构 13 可以设置于活塞缸 121 的内部，导向机构 13 的一部分设置于活塞缸 121 的内壁，导向机构 13 的另一部分设置于第一传动件 123 的外壁。通过将导向机构 13 设置于活塞缸 121 的内部，有助于提高制动器 10 的结构紧凑性，进而可以减小制动器 10 的体积。

对于导向机构 13 的具体结构，这里不作限制。例如，在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，导向机构 13 可以包括两组导向组，两组导向组沿第一传动件 123 的周向间隔设置。每组导向组可以包括一个导向块 131 和一个导向槽 132。每组导向组的导向块 131 和导向槽 132 中的其中一个设置在活塞缸 121 的内壁上、另一个设置在活塞 122 的外壁上。将导向块 131 滑设于导向槽 132 内，活塞 122 不会绕第一传动件 123 的轴线发生转动，从而第一传动件 123 转动时可以带动活塞 122 沿第一方向平动。

可以理解的是，导向组的数量除了为两个外，也可以为一、三、四、五等数量。

对于导向块 131 的具体形状，这里不作限制。例如，在一些实施例中，导向块 131 的纵截面可以为等腰梯形。

可以理解的是，导向槽 132 的形状可以与导向块 131 插入导向槽 132 内的部分适配，这里不作具体限制。

如图 3 所示，导向块 131 固定连接在活塞缸 121 的内壁上，导向槽 132 设置在活塞 122 的外壁上。然而，在一些实施例中，也可以导向块 131 固定连接在活塞 122 的外壁上，导向槽 132 设置在活塞缸 121 的内壁上。

在一些可能的实现方式中，活塞缸 121 可以为中空结构，活塞缸 121 的轴线平行于摩擦片 11 的轴线。活塞 122 的外壁与活塞缸 121 的内壁共同限定出容积可变的制动腔体 171，活塞缸 121 包括与制动腔体 171 连通的进液开口 1211，进液开口 1211 用于供制动液进出制动腔体 171。摩擦片 11 和第二传动件 21 设置于活塞缸 121 的外部，第一传动件 123 的一部分设置于活塞缸 121 的内部，第一传动件 123 的另一部分设置于活塞缸 121 的外部并与第二传动件 21 传动连接。采用如此结构的活塞缸 121，可以限定出容积可变的制动腔体 171，进而可以通过控制制动液的体积来实现行车制动。

可以理解的是，活塞缸 121 包括沿第一方向相对的两个开口，摩擦片 11 设置于活塞缸 121 的其中一个开口处并通过该开口与活塞 122 连接，第一传动件 123 通过活塞缸 121 的另一个开口与第二传动件 21 传动连接。

可以理解的是，第一传动件 123 悬空于在活塞缸 121 内并与活塞缸 121 的内壁活动连接，以保证第一传动件 123 可以转动或沿第一方向移动。

可以理解的是，如图 3 所示，当活塞 122 向左移动至摩擦片 11 夹紧制动盘 2 时，

制动腔体 171 的容积可以达到最大。当活塞 122 向右移动至极限位置时，制动腔体 171 的容积可以达到最小。

如图 3 所示，制动腔体 171 可以为环绕活塞 122 的轴线的环形腔体，有助于使活塞 122 受力平衡。当然，制动腔体 171 不限于为环形腔体。

如图 3 所示，为了限定出制动腔体 171 以及确保制动液可以推动活塞 122 移动，活塞 122 的形状可以为阶梯轴。例如在一些实施例中，活塞 122 可以包括同轴的第一轴段和第二轴段。第一轴段的外径大于第二轴段的外径，第一轴段朝向制动盘 2 的一端与摩擦片 11 固定连接。第二轴段背向第一轴段的一端与第一传动件 123 的一端传动连接。

对于活塞缸 121 的具体结构，这里不作限制。例如，在一些实施例中，活塞缸 121 可以包括中空结构的第一外壳 1214 和第二外壳 1215。第一外壳 1214 和第二外壳 1215 同轴设置，第一外壳 1214 的第一端和第二外壳 1215 的第一端固定连接。第一外壳 1214 位于摩擦片 11 和第二外壳 1215 之间，第一外壳 1214 和第二外壳 1215 分别套设在活塞 122 上并分别与活塞 122 的相对两端密封连接。

如图 3 所示，活塞 122 与背向摩擦片 11 的一端与活塞缸 121 的内壁共同限定出一个具有开口的副空腔 172，换言之，活塞 122 与中空结构的活塞缸 121 的内壁共同限定出相互隔开的制动腔体 171 和副空腔 172。副空腔 172 可以用于容纳上述内容中的轴向限位机构 16、平面轴承 14、卡簧 15 等，从而可以提高制动器 10 的紧凑性。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，制动器 10 还可以包括第一密封圈 81 和第二密封圈 82，第一密封圈 81 和第二密封圈 82 分别套设在活塞 122 的相对两端上并与活塞缸 121 的内壁抵接。通过第一密封圈 81 和第二密封圈 82，可以在活塞 122 能够相对于活塞缸 121 移动的前提下保证制动腔体 171 的密封性，以免制动腔体 171 内的制动液泄露。

在一些可能的实现方式中，参见图 7 所示，活塞 122 和活塞缸 121 之间可以设置有限位结构 19，限位结构 19 用于在活塞 122 沿第一方向移动时定位活塞 122 和活塞缸 121 的相对位置，使得制动腔体 171 的容积最小，有助于实现制动液更换、排气等功能。

本申请实施例中，对于限位结构 19 的具体结构不作限制。例如一些实施例中，限位结构 19 可以包括容积限位部 191 和与容积限位部 191 配合的容积配合部 192。容积限位部 191 设置于活塞 122 的外壁，容积配合部 192 设置于活塞缸 121 的内壁。容积配合部 192 与容积限位部 191 配合，可以在活塞 122 背向制动盘 2 移动时，定位活塞 122 和活塞缸 121 的相对位置，使得活塞 122 处于极限位置，从而制动腔体 171 的容积最小，有助于实现制动液更换、排气等功能。

对于容积限位部 191 的具体结构，这里不作限制。其中，容积限位部 191 的结构可以根据容积配合部 192 的结构而定。例如在一些实施例中，容积配合部 192 为设置在活塞缸 121 的内壁上的台阶，容积限位部 191 可以为活塞 122 背向摩擦片 11 的一端。活塞 122 背向摩擦片 11 的一端的端面与台阶抵触时，活塞 122 无法继续向右移动，活塞 122 与活塞缸 121 的相对位置保持不变，制动腔体 171 的容积达到最小。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，活塞缸 121 还包括与制动腔体 171 连通

的排气口 1213，排气口 1213 用于导出制动腔体 171 内的气体，以保证制动腔体 171 内的压力稳定在合理范围内。制动器 10 还包括排气件 18，排气件 18 用于控制排气口 1213 的开闭，从而在无需排气时保证制动腔体 171 的密封性。

在一些实施例中，排气件 18 可以为排气螺栓 181，排气螺栓 181 插设于排气口 1213 内并与活塞缸 121 螺纹连接以将排气口 1213 密封。采用排气螺栓 181 密封排气口 1213，在控制排气口 1213 开闭的前提下可以降低排气件 18 的成本，从而可以降低制动器 10 的成本。

由于采用排气螺栓 181 作为排气件 18 时需要人手动打开排气口 1213，存在操作不便的问题。图 8 为本申请实施例提供的第二种制动系统 3 的剖面图。因此，在一些实施例中，可以将排气螺栓 181 替换为排气电磁阀 182（如图 8 所示），排气电磁阀 182 与排气口 1213 相连并用于与控制器 40 电连接，控制器 40 用于控制排气电磁阀 182 的通断以控制排气口 1213 的开闭，从而可以实现自动排气，无需人工操作。

在一些实施例中，如图 8 所示，制动器 10 还可以包括单向阀 70，排气电磁阀 182 通过单向阀 70 与排气口 1213 相连，单向阀 70 用于使制动腔体 171 内的制动液从排气口 1213 单向流出。

在一些可能的实现方式中，参见图 3 所示，制动器 10 还可以包括压力传感器 60，压力传感器 60 用于根据制动液的压力输出压力信号。根据压力信号，可以实现液压油更换与排气、冗余行程制动以及故障检测等功能。

对于压力传感器 60 的具体布置位置，这里不作限制。例如在一些实施例中，可以将压力传感器 60 布置在连接制动液装置 30 和进液开口 1211 的管路上。或者，也可以将压力传感器 60 布置在制动腔体 171 内。

在一些可能的实现方式中，参见图 3 所示，制动器 10 还可以包括位移传感器 50，位移传感器 50 可以固定连接于活塞缸 121，位移传感器 50 用于根据第一传动件 123 沿第一方向的移动输出位移信号。根据位移信号，可以实现随行制动、预驻车、摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙调整等功能。

通过位移传感器 50，可以检测第一传动件 123 在第一方向上的移动距离，根据移动距离可以得到第一传动件 123 和活塞 122 在第一方向上的相对间距，根据第一传动件 123 和活塞 122 的相对间距可以得到制动盘 2 和摩擦片 11 之间的间隙，有助于精确控制摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙。

在本申请实施例中，对于位移传感器 50 的具体布置位置这里不作限制。在一些实施例中，由于制动盘 2 的位置始终保持不变，且活塞缸 121 与车体固定连接，因而活塞缸 121 的位置始终保持不变。因此，可以通过测量第一传动件 123 与活塞缸 121 上的一端在第一方向上的间距变化，就可以得到第一传动件 123 的移动距离，进而可以知道第一传动件 123 的位置。例如图 3 所示，可以将位移传感器 50 布置在活塞缸 121 的内部、并位于活塞缸 121 的内壁的布置区域内，布置区域在第一方向与活塞 122 背向摩擦片 11 的一端的端面相对。通过位移传感器 50 检测布置区域与活塞 122 背向摩擦片 11 的一端的端面在第一方向上的间距变化，可以计算得到活塞 122 和第一传动件 123 之间的相对间距，进而可以得到第一传动件 123 在第一方向上的移动距离。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，摩擦片 11 的数量可以为两个，两个摩擦

片 11 设置在制动盘 2 的相对两侧，两个摩擦片 11 中的一个摩擦片 11 与活塞 122 固定连接，两个摩擦片 11 相连。活塞 122 带动一个摩擦片 11 沿第一方向移动时，该摩擦片 11 也会带动另一个摩擦片 11 沿第一方向移动，从而两个摩擦片 11 可以分别沿第一方向移动，进而两个摩擦片 11 可以夹紧制动盘 2。

然而，摩擦片 11 的数量除了为两个以外，在一些实施例中，摩擦片 11 的数量也可以为一个，这里不作限制。

活塞 122 与摩擦片 11 的连接方式可以是螺纹连接、卡接等方式，这里不作限制。示例性地，如图 3 所示，摩擦片 11 通过螺钉与活塞 122 固定连接。

在本申请实施例中，摩擦片 11 的形状可以为圆形，摩擦片 11 的轴线平行于第一方向。当然，摩擦片 11 的形状也可以为其它形状，例如矩形或其它不规则的形状。可以理解的是，第一方向垂直于摩擦片 11 朝向活塞 122 的表面。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，如图 3 所示，制动器 10 还可以包括容纳壳体 1216，容纳壳体 1216 与活塞缸 121 背向摩擦片 11 的一端固定连接，容纳壳体 1216 包括传动开口 1212，传动开口 1212 用于连通活塞缸 121 的内部和容纳壳体 1216 的内部。容纳壳体 1216 可以用于容纳第二传动件 21 和驱动单元 22，第二传动件 21 通过传动开口 1212 与第一传动件 123 传动连接。

在一些可能的实现方式中，驱动单元 22 可以包括电机，电机的电机轴与制动器 10 的第二传动件 21 相连。电机可以包括角度传感器，角度传感器用于根据电机的电机轴的转动角度和转向输出角度信号。

根据角度信号和第一传动件 123 的移动距离可以得到活塞 122 的位置，从而可以得到摩擦片 11 的位置，进而可以知道摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙的大小，有助于提高调整摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙的精度。另外，还可以实现第一传动件 123 位置的精确检测。另外，还可以得到活塞 122 的位置。

在一些可能的实现方式中，如图 3 所示，制动系统 3 还可以包括控制器 40。控制器 40 分别与制动液装置 30、驱动单元 22 和制动器 10 电连接。通过控制器 40 控制制动液装置 30 和驱动单元 22，可以使制动器 10 可以实现不同的功能，满足不同的需求。例如，控制器 40 控制制动液装置 30 来控制制动液进出制动腔体 171，使得制动器 10 可以具备行车制动功能。控制器 40 控制驱动单元 22 的动作来使得第一传动件 123 可以转动，使得制动器 10 可以具备摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙调整功能、驻车功能等。当然，制动器 10 具备的功能不仅限于上述的几种功能。

需要说明的是，控制器 40 除了是制动系统 3 的控制器 40 外，在一些实施例中，控制器 40 也可以是车辆 1 的控制器 40。或者，控制器 40 也是专门设置的控制器 40。

本申请实施例中，制动液装置 30 的作用是向制动器 10 的制动腔体 171 内注入制动液，因此，这里不对制动液装置 30 的具体结构做限制。例如，在一些可能的实现方式中，制动液装置 30 可以包括制动液管路 31、第一电磁阀 32、第二电磁阀 33 和油壶 34。制动液管路 31 的第一接口用于与制动器 10 的进液开口 1211 相连通，制动液管路 31 的第二接口通过第一电磁阀 32 与油壶 34 相连通，制动液管路 31 的第三接口与第二电磁阀 33 的第一接口相连通。第二电磁阀 33 的第二接口用于供制动液进出制动液管路 31。通过控制第一电磁阀 32 的通断，可以实现制动腔体 171 与油壶 34 的连通，

从而在活塞 122 进行大行程移动而使得制动腔体 171 的容积变大时，可以使制动腔体 171 内始终有满腔的制动液。另外，通过第二电磁阀 33 可以使制动主缸（与第二电磁阀 33 的第二接口相连通）中的制动液进入或流出制动液管路 31，进而流入制动腔体 171 内，实现行车制动。

在上述内容中，由于制动器 10 可以包括压力传感器 60，用于检测制动液的压力。其中，压力传感器 60 可以布置在制动液管路 31 上，通过检测制动液管路 31 内的制动液的压力可以得到作用到活塞 122 上的液压驱动力的大小。

需要说明的是，在本申请实施例中，制动系统 3 包括制动液装置 30。然而，在一些实施例中，制动系统 3 也可以不包括制动液装置 30，此时制动液装置 30 可以是车辆 1 的制动液装置 30，相对应地，制动系统 3 可以包括驱动单元 22 和制动器 10。

本申请实施例中，由于制动系统 3 具有排气件 18、压力传感器 60、具有角度传感器的电机和位移传感器 50 等零件，因此，制动系统 3 还可以具有摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙自适应调整功能、液压油更换与排气、随行制动等功能。下面结合具体场景，介绍本申请实施例提供的制动系统 3 的工作原理。

随行制动功能：

参见图 3 所示，在常规行车制动工况下，制动液通过制动液管路 31 注入到制动腔体 171 中，制动液推动活塞 122 左移的同时，活塞 122 带动第一传动件 123 共同左移，即第一传动件 123 跟随活塞 122 仅进行平动，实现无差异行车制动。其中，在活塞 122 向左平移的过程中，第一传动件 123 向左平移的距离控制在一定行程之内，即第一传动件 123 与制动盘 2 之间的间距在一定范围内，可以避免轴向弹性部 161 被压缩到极限而无法正常使用。

其中，通过位移传感器 50 输出的位移信号可以实时监控第一传动件 123 的平动距离。当第一传动件 123 的平动距离超过极限值后，可以通过驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，使得第一传动件 123 和活塞 122 的相对间距增加，以避免轴向弹性部 161 被压缩到极限。

随行预驻车功能：

参见图 3 所示，在常规行车制动工况下，控制第一电磁阀 32 关闭、第二电磁阀 33 导通，制动液通过制动液管路 31 注入到制动腔体 171 中、并推动活塞 122 左移。活塞 122 左移的同时会带动第一传动件 123 共同左移。在第一传动件 123 向左移动的距离超过预设的距离之后，控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，使得第一传动件 123 与活塞 122 之间的相对间距增加（例如图 3 中的 B），从而在进行驻车制动的过程中可以减小摩擦片 11 需要行进的距离，进而可以缩短驻车制动时间，提升驻车效率。其中，第一传动件 123 向左移动的距离可以根据位移传感器 50 输出的位移信号计算得到。

驻车功能：

参见图 3 所示，在行车制动结束后需要进行驻车时，控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 和第一传动件 123 带动活塞 122 向左移动，活塞 122 推动摩擦片 11 向左移动，直至摩擦片 11 夹紧制动盘 2，实现驻车制动。需要解除驻车制动时，驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，便可以使摩擦片 11 不再

夹紧制动盘 2，解除驻车制动。

制动卡钳距离自适应调整功能：

图 9 为摩擦片 11 出现磨损时的示意图。在长时间行车制动之后，如图 9 所示，摩擦片 11 的表面发生磨损(如图 9 中矩形的虚线区域)，导致摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙增加，增大了制动空行程，增长了制动时间，增长了制动距离，同时制动脚感也会发生改变。另外，除了由于摩擦片 11 磨损导致摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙增加外，也可能是制动盘 2 的表面磨损，或者，摩擦片 11 和制动盘 2 都发生磨损。

在驻车制动中，控制器 40 控制第一电磁阀 32 导通、并控制第二电磁阀 33 关闭，使得油壶 34 与制动腔体 171 导通并切断制动主缸与制动腔体 171 中的制动液流通。同时控制器 40 根据位移传感器 50 输出的位移信号控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，使得活塞 122 向右移动，使得活塞 122 与第一传动件 123 之间的相对间距增加，实现调整摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙减小的目的。调节完成之后关闭第一电磁阀 32，实现在任意非制动状态下，摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙始终相同，实现基础制动空行程的一致性，缩短由于磨损导致的刹车时间增长和刹车距离增大的问题，保证驾驶体验不改变。其中，根据位移信号可以精确控制摩擦片 11 的移动距离，保证摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙。

低拖滞快速复位功能：

在行车制动结束之后，制动液从高压变为低压，在摩擦片 11 和制动盘 2 之间的摩擦力作用下，制动盘 2 与摩擦片 11 会进行自动的分离。但由于内摩擦作用，摩擦片 11 与制动盘 2 分离无法实现快速分离、恒定距离，出现拖滞、磨损和异响。

参见图 3 所示，控制器 40 在接收到制动踏板信号后控制第一电磁阀 32 关闭、并控制第二电磁阀 33 导通，其中，制动踏板信号指的是车辆 1 的制动踏板制动行车制动解除的信号。随后驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，使得活塞 122 与第一传动件 123 之间的相对间距减小，实现拖动活塞 122 快速退回。活塞 122 快速退回的过程中会带动制动腔体 171 内的制动液快速会到制动主缸（第二电磁阀 33 的第二接口与制动主缸相连）中，会加速制动盘 2 与摩擦片 11 分离，实现摩擦片 11 和制动盘 2 快速分离。另外，根据位移传感器 50 输出的位移信号，可以实现摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙的精确控制，降低基础制动拖滞力矩，提升整车能耗。

零滚阻行车功能：

在行车过程中，可以根据位移传感器 50 输出的位移信号时刻监控活塞 122 和第一传动件 123 的移动距离。然而，在特定工况下，例如制动盘 2 存在偏磨情况下或者异物夹在制动盘 2 与摩擦片 11 之间的情况下，根据位移信号计算出的摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙应该满足不接触条件，但摩擦片 11 与制动盘 2 仍然存在部分接触。控制器 40 在接收到位移传感器 50 发出的位移信号、且没有接收到车辆 1 的制动踏板输出的制动信号的情况下，控制器 40 控制第二电磁阀 33 关闭、并控制第一电磁阀 32 导通、控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右平移，使得第一传动件 123 和活塞 122 之间的相对间距减小，从而摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙变大。在完成调节之后，控制第一电磁阀 32 关闭、并控制第二电磁阀 33 导通，

从而完成制动腔体 171 内部的液压体积调节，实现零滚阻行车，降低运行噪音，降低制动能耗，改善制动效能。

行车异物排出功能：

图 10 为行车过程中异物进入摩擦片 11 和制动盘 2 之间的示意图。如图 10 所示，在车辆 1 的行车过程中，一旦异物进入制动盘 2 与摩擦片 11 之间，即会增大制动盘 2 的摩擦力矩、会造成异响、损坏制动盘 2 和摩擦片 11 表面，从而影响摩擦片 11 和制动盘 2 的寿命。在这种工况下，摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙大于设定的自适应的距离后，控制器 40 根据位移传感器 50 输出的位移信号控制驱动单元 22 工作，驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，使得第一传动件 123 和活塞 122 之间的相对间距减小，从而制动盘 2 与摩擦片 11 之间的间隙增大，进而可以排出异物。在下一次行车制动过程中，根据位移传感器 50 输出的位移信号检测活塞 122 向左移动的距离，从而在行车制动解除之后，调整活塞 122 和第一传动件 123 之间的相对间距，使得摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙处于预设的间隙值，从而实现了异物排出并恢复正常运行状态的整个过程，改善了运行过程中的噪音，降低了能量损耗，改善制动效果，避免零部件的损伤，延长零部件使用寿命。

驻车摩擦片 11 更换与复位功能：

在驻车过程中，由于摩擦片 11 的长时间使用，已经无法满足日常行车制动的基本需求，需要进行更换。参见图 3 所示，控制器 40 控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，增大摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙，以方便摩擦片 11 的更换。在更换完成之后，控制器 40 控制驱动单元 22 输出传递至制动器 10 的驱动力，制动器 10 进行驻车制动。其中，控制器 40 根据位移传感器 50 输出的位移信号重新计算摩擦片 11 与制动盘 2 的合理间隙，实现自动间隙调整和标定，从而即便更换的摩擦片 11 厚度不一致，也可以保证更换前后制动盘 2 与摩擦片 11 的间隙的一致，保证驾驶体验不改变。

冗余行车制动以及故障检测功能：

在发生行车制动失效的情况下，即车辆 1 的制动踏板发出建压信号后，压力传感器 60 检测到制动液的压力未发生变化时，制动系统 3 便会自动进行诊断与检测。

制动系统 3 进行诊断与检测的过程为：控制器 40 控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，缩小制动腔体 171 的容积。控制器 40 根据压力传感器 60 输出的压力信号、位移传感器 50 输出的位移信号、角度传感器输出的角度信号等参数判断制动液装置 30 的管路是否发生泄漏，并反馈相关故障信息给驾驶员。其中，当压力信号和位移信号相匹配时，则认为制动液装置 30 的管路正常无损坏，控制器 40 控制第一电磁阀 32 导通，保证油壶 34 与制动腔体 171 连通，同时进入冗余行车制动功能。其中，压力信号和位移信号相匹配指的是制动液的压力变化与活塞 122 的移动距离对应的上。当压力信号和位移信号未相匹配时，则认为制动液装置 30 的管路发生故障，并给出管路泄露指示，同时进入冗余行车制动功能。

制动系统 3 执行冗余制动功能时：控制器 40 根据位移传感器 50 输出的位移信号、压力传感器 60 输出的压力信号、角度传感器输出的角度信号、车辆 1 的轮速传感器输出的轮速信号等信号控制驱动单元 22 带动第一传动件 123 工作，使得活塞 122 平移，

实现行车制动需求。同时，通过以上的压力信号、角度信号、位移信号等信号的正向反馈，监控行车制动状态，从而驱动单元 22 输出的驱动力可以暂时替代制动液装置 30 输出的液压驱动力，实现行车制动的基本功能。另外，在制动过程中，根据轮速信号，可以修整驱动单元 22 输出的驱动力，避免制动车轮 5 抱死，增加制动系统 3 的安全性。

液压油更换与排气功能：

在制动器 10 更换或制动液更换的过程中，进入液压油更换与排气功能：参见图 3 所示，打开排气螺栓 181，同时驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，使得制动腔体 171 的容积最小、并关闭排气螺栓 181。然后执行换油过程：控制器 40 控制第一电磁阀 32 打开以使得油壶 34 与制动腔体 171 导通，同时控制器 40 控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向左移动，抽取油壶 34 内制动液到制动腔体 171 内，制动液会推动活塞 122 向左移动。在制动腔体 171 的容积达到最大之后，控制第一电磁阀 32 关闭、并控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动，使得制动腔体 171 内的压力升高。压力传感器 60 检测到制动腔体 171 内的压力值达到设定的排气压力值时，松开排气螺栓 181，排出制动腔体 171 内的气体。在制动腔体 171 内的压力降低之后，活塞 122 继续向右移动一段距离，将制动腔体 171 内的部分制动液排出，实现制动腔体 171 内的气体的完全排空。将排气螺栓 181 锁紧完成后，控制器 40 控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 沿第一方向继续往复平移，并进行制动腔体 171 压力与活塞 122 的移动行程计算对比，保证实现完全排气与制动液的更换。

液压油自动更换与排气功能：

参见图 8 所示，控制器 40 控制排气电磁阀 182 开启，制动腔体 171 与外部导通。同时控制器 40 控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向右移动直至制动腔体 171 的容积最小，即活塞 122 到达最右侧，实现制动腔体 171 内空气的排出。然后，控制器 40 控制排气电磁阀 182 关闭以使得制动腔体 171 与外部关闭，同时控制第一电磁阀 32 开启以使得油壶 34 与制动腔体 171 导通。接着控制器 40 控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 向左移动，将油壶 34 中的制动液抽到制动腔体 171 中，实现制动液的自动的填充。在制动腔体 171 的容积达到最大之后，制动腔体 171 内部填充满制动液，此时控制器 40 控制排气电磁阀 182、第一电磁阀 32 和第二电磁阀 33 关闭，且控制驱动单元 22 通过第一传动件 123 和第二传动件 21 带动活塞 122 右移。通过对比压力传感器 60 检测到的压力值与活塞 122 的移动距离对比计算出制动腔体 171 内部是否还残留空气。如果还有残留空气，则继续以上操作，以排出气体。

本申请实施例还提供一种应用于上述内容中的制动系统 3 的控制方法，该控制方法可以包括：

S11、获取行车制动信号、预设相对间距以及第一传动件 123 与活塞 122 之间的当前相对间距。其中，行车制动信号指的是需要对车辆 1 进行行车制动。

行车制动信号的获取可以根据车辆 1 的踏板机构是否输出建压信号、或者制动液

的压力是否发生变化等得到，这里不作限制。当前相对间距可以根据位移传感器 50 输出的位移信号计算得到。

S12、根据行车制动信号控制制动液装置 30 输出作用于活塞 122 的液压驱动力，实现行车制动。

具体地，根据行车制动信号得到需要进行行车制动后，控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 关闭、第二电磁阀 33 导通，从而制动液可以注入到制动腔体 171 内以推动活塞 122 带动摩擦片 11 夹紧制动盘 2，实现行车制动。其中，液压驱动力通过制动液作用于活塞 122。

S13、根据当前相对间距和预设相对间距控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至当前相对间距变为第一目标相对间距。

具体地，当前相对间距小于或等于预设相对间距时，控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至当前相对间距变为第一目标相对间距。当前相对间距大于预设相对间距时，活塞 122 用于接收液压驱动力并带动第一传动件 123 沿第一方向移动。

其中，通过在当前相对间距小于或等于预设相对间距后调整第一传动件 123 和活塞 122 的相对间距，可以避免行车过程中一直调整，可以在重刹车、急刹车等有可能刹停的情况下调整，有助于减小第一传动件 123 的磨损。另外，还可以在当前相对间距大于预设相对间距时，实现无差异行车制动。可以理解的是，预设相对间距小于第一目标相对间距。因此，通过包括 S11、S12 和 S13，制动系统 3 可以实现随行预驻车功能。

在一些可能的实现方式中，本申请实施例提供的一种控制方法还可以包括：

S21、获取到行车异常信号和判断信号。

行车异常信号用于指示车辆 1 行车过程中摩擦片 11 与制动盘 2 是否接触异常，其中，可以根据第一传动件 123 和活塞 122 的当前相对间距计算得到摩擦片 11 与制动盘 2 是否接触异常。判断信号用于指示车辆 1 的踏板机构是否输出制动信号。

S22、根据行车异常信号和判断信号控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 导通、第二电磁阀 33 关闭。

具体地，在根据行车异常信号表明车辆 1 行车过程中摩擦片 11 与制动盘 2 是否接触异常，且车辆 1 的踏板机构没有输出制动信号时，控制第一电磁阀 32 导通、第二电磁阀 33 关闭。

S23、根据行车异常信号和判断信号控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至当前相对间距变为第二目标相对间距、并控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 关闭、第二电磁阀 33 导通。

具体地，在根据行车异常信号表明车辆 1 行车过程中摩擦片 11 与制动盘 2 是否接触异常，且车辆 1 的踏板机构没有输出制动信号时，通过控制驱动单元 22 工作，使得摩擦片 11 和制动盘 2 的间隙增加。因此，通过包括 S21、S22 和 S23，制动系统 3 可以实现零滚阻功能。

在一些可能的实现方式中，本申请实施例提供的一种控制方法还可以包括：

S31、获取行车制动解除信号。

其中，行车制动解除信号指的是制动系统 3 对车辆 1 进行行车制动是否结束的信号。

S32、根据行车制动解除信号控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 关闭、第二电磁阀 33 导通。

具体地，通过行车制动解除信号得到行车制动结束后，控制第一电磁阀 32 关闭、第二电磁阀 33 导通。

S33、根据行车制动解除信号控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至当前相对间距变为第三目标相对间距。

具体地，通过行车制动解除信号得到行车制动结束后，控制驱动单元 22 工作，使得第一传动件 123 和活塞 122 之间的相对间距减小，实现活塞 122 快速退回，摩擦片 11 能够与制动盘 2 快速分离。因此，通过包括 S31、S32 和 S33，制动系统 3 可以实现低拖滞快速复位功能。

在一些可能的实现方式中，本申请实施例提供的一种控制方法还包括：

S41、获取故障指示信号和控制参数。

其中，故障指示信号用于指示制动液装置 30 是否发生故障，控制参数包括压力信号、位移信号和角度信号。

S42、根据故障指示信号和控制参数控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，以实现冗余行车制动。

具体地，通过故障指示信号得到制动液装置 30 发生故障后，制动系统 3 进入冗余行车制动模式。制动系统 3 处于冗余行车制动模式时，根据控制参数控制驱动单元 22 工作，实现行车制动，确保车辆 1 行驶的安全性。另外，通过控制参数的正向反馈，可以监控行车制动状态，避免冗余行车制动的过程中出现抱死。因此，通过包括 S41 和 S42，制动系统 3 可以实现冗余行车制动功能。

在申请实施例中，在执行步骤 S41 之前，本申请实施例提供的一种控制方法还可以包括：

S43、获取到行车制动失效信号时控制制动器 10 的制动腔体 171 的容积缩小、并获取当前的位移信号、压力信号和角度信号。

其中，行车制动失效信号指的是车辆 1 的制动踏板发出建压信号，但制动系统 3 的制动液的压力保持不变。

S44、根据当前的位移信号、压力信号和角度信号中的至少两个生成故障指示信号。

示例性地，根据位移信号和压力信号判断制动液装置 30 是否故障。其中，根据位移信号计算出活塞 122 的移动距离，如果活塞 122 的移动距离与压力信号对应的压力数值相匹配时则制动液装置 30 没有损坏。如果活塞 122 的移动距离与压力信号对应的压力数值无法匹配时则制动液装置 30 出现故障。

因此，通过包括 S41、S42、S43 和 S44，制动系统 3 可以实现冗余行车制动以及故障检测功能。

在一些可能的实现方式中，本申请实施例提供的一种控制方法还可以包括：

S51、获取驻车制动信号和间隙异常信号。

其中，驻车制动信号指的是车辆 1 是否处于驻车状态，间隙异常信号指的是摩擦

片 11 与制动盘 2 之间的间隙大于调整阈值。

S52、根据驻车制动信号控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 导通、第二电磁关闭。

具体地，通过驻车制动信号得到车辆 1 处于驻车状态时，控制第一电磁阀 32 导通、第二电磁关闭。

S53、根据驻车制动信号和间隙异常信号控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至当前相对间距变为第四目标相对间距、并控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 关闭。

具体地，在车辆 1 驻车制动的过程中，可以根据当前相对间距可以监控驻车制动过程中活塞 122 的移动距离，从而可以得到摩擦片 11 与制动盘 2 的之间的间隙大小，进而可以得到摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙是否大于调整阈值。当摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙过大于调整阈值且车辆 1 处于驻车状态时，控制驱动单元 22 工作，使得活塞 122 和第一传动件 123 的当前相对间距变为第四目标间距，以减小摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙。在调节相对间距完成后关闭第一电磁阀 32，可以实现在任意非制动状态下，摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙始终相同，实现基础制动空行程的一致性。因此，通过包括 S51、S52 和 S53，制动系统 3 可以实现制动卡钳距离自适应调整功能。

在一些可能的实现方式中，本申请实施例提供的一种控制方法还可以包括：

S61、获取到液压油更换与排气信号时控制制动器 10 的排气口 1213 打开、并控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至制动器 10 的制动腔体 171 的容积达到最小、并控制制动器 10 的排气口 1213 关闭。

其中，将排气口 1213 打开或关闭的方式取决于密封排气口 1213 的排气件 18 的具体结构。例如当排气件 18 为排气螺栓 181 时，则手动打开或关闭排气口 1213。当排气件 18 为排气电磁阀 182 时，可自动打开或关闭排气口 1213。另外，通过步骤 S61 可以将制动腔体 171 内的制动液排出，另外还可以将制动腔体 171 内的部分空气排出。

S62、在制动腔体 171 的容积达到最小时控制制动液装置 30 的第一电磁阀 32 导通、并控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至制动腔体 171 的容积达到最大、并控制第一电磁阀 32 关闭。

其中，通过使制动腔体 171 的容积从最小变到最大，可以将制动液装置 30 的油壶 34 中的制动液抽入到制动腔体 171 内，可以实现制动液更换。

S63、控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动、并获取制动腔体 171 内的当前压力值。

其中，当前压力值可以根据压力传感器 60 输出的压力信号得到。另外，驱动单元 22 带动第一传动件 123 转动，可以使得制动腔体 171 内的容积减小，进而使得制动腔体 171 内的压力值增加。

S64、根据当前压力值和预设排气压力值控制排气口 1213 打开，直至当前压力值降低为目标压力值、并控制排气口 1213 关闭。

具体地，当当前压力值等于或大于预设排气压力值时控制排气口 1213 打开，直至当前压力值降低为目标压力值、并控制排气口 1213 关闭。

因此，通过包括 S61、S62、S63 和 S64，制动系统 3 可以实现液压油更换与排气

功能。

在本申请实施例中，为了尽可能的排出制动腔体 171 内的气体，在当前压力值降低为目标压力值之后，还可以包括步骤 S65：控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至活塞 122 的移动距离为目标距离、并控制排气口 1213 关闭。

在一些可能的实现方式中，本申请实施例提供的一种控制方法还可以包括：

S71、获取行车信号、摩擦片 11 和制动盘 2 之间的预设间隙值、摩擦片 11 和制动盘 2 之间的当前间隙值。其中，行车信号用于表明车辆 1 是否处于行车状态。

S72、根据行车信号、当前间隙值和预设间隙值控制驱动单元 22 通过第二传动件 21 带动第一传动件 123 转动，直至当前间隙值变为目标间隙值。

具体地，通过行车信号得到车辆 1 处于行车状态时，根据当前间隙值和预设间隙值判断是否调整摩擦片 11 和制动盘 2 之间的间隙。其中，当当前间隙值或等于预设间隙值时，控制驱动单元 22 工作，使得当前间隙值变为目标间隙值，进而摩擦片 11 与制动盘 2 的间隙增加，摩擦片 11 与制动盘 2 之间的异物可被排出。可以理解的是，目标间隙值大于预设间隙值，目睹是增加摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙，使得异物的尺寸小于摩擦片 11 与制动盘 2 之间的间隙。因此，通过包括 S71 和 S72，制动系统 3 可以实现行车异物排出功能。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，计算机执行指令被处理器执行时用于实现上述制动系统 3 的控制方法。其中，计算机可读存储介质可以包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁盘或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

本申请实施例还提供一种计算机程序产品，其包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述制动系统 3 的控制方法。

以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明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发明揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明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. 一种制动器，其特征在于，包括摩擦片、活塞、活塞缸、第一传动件和第二传动件；

所述活塞设置于所述活塞缸的内部，所述活塞的一端与所述第一传动件相连，所述活塞的另一端与所述摩擦片固定连接，所述摩擦片设置于所述活塞缸的外部；

所述第二传动件与所述第一传动件传动连接，所述第二传动件用于与驱动单元相连，所述驱动单元用于带动所述第二传动件绕平行于第一方向的转动轴线旋转；

所述第一传动件用于将所述第二传动件的旋转运动转换为所述活塞沿所述第一方向的直线运动，当所述第一传动件沿所述第一方向移动时，所述第一传动件与所述第二传动件始终传动连接、且与所述活塞始终相连。

2. 根据权利要求 1 所述的制动器，其特征在于，所述活塞背向所述摩擦片的一端包括配合孔，所述第一传动件包括丝杠部，所述丝杠部的轴线平行于所述第一方向，所述丝杠部的一端设置于所述配合孔的内部并与所述活塞相连，所述丝杠部的另一端与所述第二传动件传动连接。

3. 根据权利要求 2 所述的制动器，其特征在于，所述丝杠部的一端与所述活塞螺纹连接；或者，

所述丝杠部的一端与所述活塞用于构成滚珠丝杠机构。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一项所述的制动器，其特征在于，所述第二传动件包括贯穿所述第二传动件的花键孔，所述花键孔的轴线平行于所述第一方向；所述第一传动件靠近所述第二传动件的一端设置于所述花键孔内并与所述第二传动件花键连接；或者，

所述第一传动件靠近所述第二传动件的一端的外壁包括多个第一凹槽，每个所述第一凹槽沿所述第一方向延伸，所述多个第一凹槽沿所述第一传动件的周向间隔设置；所述第二传动件包括多个滚珠件和第三传动件，所述第三传动件套设于所述第一传动件的外壁并用于与所述驱动单元相连，所述第三传动件朝向所述第一传动件的内表面包括多个第二凹槽，每个所述第二凹槽沿所述第二传动件的轴向延伸，所述多个第二凹槽沿所述第二传动件的周向间隔设置，所述多个第二凹槽分别与所述多个第一凹槽和所述多个滚珠件一一对应，每个所述滚珠件的相对两端分别设置于相对应的所述第一凹槽的内部和所述第二凹槽的内部。

5. 根据权利要求 1 至 4 任一项所述的制动器，其特征在于，所述制动器还包括平面轴承，所述平面轴承设置于所述活塞缸的内部并与所述活塞缸固定连接，所述平面轴承套设于所述第一传动件的外壁并与所述第一传动件活动连接；

所述第一传动件包括沿所述第一传动件的径向延伸的第一延伸部，沿所述第一方向所述第一延伸部设置于所述平面轴承和所述活塞之间，所述第一延伸部用于与所述平面轴承朝向所述活塞的一端的端面抵接。

6. 根据权利要求 1 至 5 任一项所述的制动器，其特征在于，所述制动器还包括轴向限位机构，所述轴向限位机构设置于所述活塞缸的内部；

所述第一传动件沿所述第一方向移动时，所述轴向限位机构用于避免所述第一传动件沿所述第一方向发生窜动。

7. 根据权利要求 6 所述的制动器，其特征在于，所述轴向限位机构包括轴向配合部和轴向弹性部，所述轴向配合部固定连接于所述活塞缸的内壁，所述轴向弹性部的轴线平行于所述第一传动件的轴线，所述轴向弹性部的相对两端分别与所述轴向配合部和所述第一传动件的外壁相连。

8. 根据权利要求 1 至 7 任一项所述的制动器，其特征在于，所述制动器还包括导向机构，所述导向机构的一部分设置于所述活塞缸，所述导向机构的另一部分设置于所述第一传动件，所述导向机构用于使所述活塞沿所述第一方向平动。

9. 根据权利要求 8 所述的制动器，其特征在于，所述导向机构设置于所述活塞缸的内部，所述导向机构的一部分设置于所述活塞缸的内壁，所述导向机构的另一部分设置于所述第一传动件的外壁。

10. 根据权利要求 1 至 9 任一项所述的制动器，其特征在于，所述活塞缸为中空结构，所述活塞缸的轴线平行于所述摩擦片的轴线；

所述活塞的外壁与所述活塞缸的内壁共同限定出容积可变的制动腔体，所述活塞缸包括与所述制动腔体连通的进液开口，所述进液开口用于供制动液进出所述制动腔体；

所述摩擦片和所述第二传动件设置于所述活塞缸的外部，所述第一传动件的一部分设置于所述活塞缸的内部，所述第一传动件的另一部分设置于所述活塞缸的外部并与所述第二传动件传动连接。

11. 根据权利要求 10 所述的制动器，其特征在于，所述活塞与所述活塞缸之间设置有限位结构，所述限位结构用于在所述活塞沿所述第一方向移动时定位所述活塞和所述活塞缸的相对位置，使得所述制动腔体的容积最小。

12. 根据权利要求 10 或 11 所述的制动器，其特征在于，所述活塞缸还包括与所述制动腔体连通的排气口，所述排气口用于导出所述制动腔体内的气体；

所述制动器还包括排气件，所述排气件用于控制所述排气口的开闭。

13. 根据权利要求 12 所述的制动器，其特征在于，所述排气件为排气螺栓，所述排气螺栓插设于所述排气口内并与所述活塞缸螺纹连接；或者，

所述排气件为排气电磁阀，所述排气电磁阀与所述排气口相连并用于与控制器电连接，所述控制器用于控制所述排气电磁阀的通断以控制所述排气口的开闭。

14. 根据权利要求 10 至 13 任一项所述的制动器，其特征在于，所述制动器还包括压力传感器，所述压力传感器用于根据所述制动液的压力输出压力信号。

15. 根据权利要求 1 至 14 任一项所述的制动器，其特征在于，所述制动器还包括位移传感器，所述位移传感器固定连接于所述活塞缸，所述位移传感器用于根据所述第一传动件沿所述第一方向的移动输出位移信号。

16. 一种制动系统，其特征在于，包括驱动单元和如权利要求 1 至 15 任一项所述的制动器，所述驱动单元与所述制动器的第二传动件相连。

17. 根据权利要求 16 所述的制动系统，其特征在于，所述驱动单元包括电机，所述电机的电机轴与所述制动器的所述第二传动件相连：

所述电机包括角度传感器，所述角度传感器用于根据所述电机的电机轴的转动角度和转向输出角度信号。

18. 根据权利要求 16 或 17 所述的制动系统，其特征在于，所述制动系统还包括制动液装置，所述制动液装置与所述制动器的进液开口相连通，所述制动液装置用于控制制动液进出所述制动器的制动腔体。

19. 根据权利要求 18 所述的制动系统，其特征在于，所述制动液装置包括制动液管路、第一电磁阀、第二电磁阀和油壶；

所述制动液管路的第一接口用于与所述制动器的进液开口相连通，所述制动液管路的第二接口通过所述第一电磁阀与所述油壶相连通，所述制动液管路的第三接口与所述第二电磁阀的第一接口相连通；

所述第二电磁阀的第二接口用于供制动液进出所述制动液管路。

20. 根据权利要求 16 至 19 任一项所述的制动系统，其特征在于，所述制动系统还包括控制器，所述控制器分别所述驱动单元和所述制动器电连接、且用于与制动液装置电连接。

21. 一种车辆，其特征在于，包括车轮以及如权利要求 16 至 20 任一项所述的制动系统，所述制动系统用于制动车轮。

22. 一种控制方法，应用于制动系统，其特征在于，所述制动系统包括制动液装置、驱动单元和权利要求 1 至 16 任一项所述的制动器，其中：所述制动器包括摩擦片、活塞、第一传动件和第二传动件，所述摩擦片和所述活塞沿所述第一方向并排设置，所述活塞的一端与所述摩擦片固定连接，所述活塞的另一端与所述第一传动件相连，所述第一传动件与所述第二传动件传动连接，所述第二传动件与所述驱动单元相连；

所述控制方法包括：

获取行车制动信号、预设相对间距以及所述第一传动件与所述活塞之间的当前相对间距；其中，所述行车制动信号指的是需要对车辆进行行车制动；

根据所述行车制动信号控制所述制动液装置输出作用于所述活塞的液压驱动力，实现行车制动；

根据所述当前相对间距和所述预设相对间距控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第一目标相对间距。

23. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，根据所述当前相对间距和所述预设相对间距控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第一目标相对间距，包括：

当所述当前相对间距小于或等于预设相对间距时，控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第一目标相对间距；

当所述当前相对间距大于预设相对间距时，所述活塞用于接收液压驱动力并带动所述第一传动件沿所述第一方向移动。

24. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述制动液装置包括制动液管路、第一电磁阀、第二电磁阀和油壶，所述制动液管路的第一接口与所述制动器的进液开口相连通，所述制动液管路的第二接口通过所述第一电磁阀与所述油壶相连通，所述制动液管路的第三接口与所述第二电磁阀的第一接口相连通，所述第二电磁阀的第二接口用于供制动液进出所述制动液管路；

所述控制方法还包括：

获取到行车异常信号和判断信号；其中，所述行车异常信号用于指示车辆行车过程中摩擦片与制动盘是否接触异常，所述判断信号用于指示所述车辆的踏板机构是否输出制动信号；

根据所述行车异常信号和所述判断信号控制所述制动液装置的所述第一电磁阀导通、所述第二电磁阀关闭；

根据所述行车异常信号和所述判断信号控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第二目标相对间距、并控制所述制动液装置的所述第一电磁阀关闭、所述第二电磁阀导通。

25. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述控制方法还包括：

获取行车制动解除信号，其中，所述行车制动解除信号指的是所述制动系统对车辆进行行车制动是否结束的信号；

根据所述行车制动解除信号控制所述制动液装置的第一电磁阀关闭、第二电磁阀导通；

根据所述行车制动解除信号控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第三目标相对间距。

26. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述驱动单元包括具有角度传感器的电机，所述角度传感器在所述电机工作时输出角度信号，所述制动器还包括压力传感器和位移传感器，所述压力传感器用于根据制动液的压力输出压力信号，所述位移传感器用于根据所述第一传动件沿所述第一方向的移动输出位移信号；

所述控制方法还包括：

获取故障指示信号和控制参数；其中，所述故障指示信号用于指示所述制动液装置是否发生故障，所述控制参数包括所述压力信号、所述位移信号和所述角度信号；

根据所述故障指示信号和所述控制参数控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，以实现冗余行车制动。

27. 根据权利要求 26 所述的方法，其特征在于，在所述获取故障指示信号和控制参数之前，还包括：

获取到行车制动失效信号时控制所述制动器的制动腔体的容积缩小、并获取当前的所述位移信号、所述压力信号和所述角度信号；其中，所述行车制动失效信号指的是车辆的制动踏板发出建压信号，但所述制动系统的制动液的压力保持不变；

根据所述当前的所述位移信号、所述压力信号和所述角度信号中的至少两个生成所述故障指示信号。

28. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述控制方法还包括：

获取驻车制动信号和间隙异常信号；其中，驻车制动信号指的是车辆是否处于驻车状态，间隙异常信号指的是摩擦片与制动盘之间的间隙大于调整阈值；

根据所述驻车制动信号控制制动液装置的第一电磁阀导通、第二电磁关闭；

根据所述驻车制动信号和所述间隙异常信号控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前相对间距变为第四目标相对间距、并控制所述制动液装置的所述第一电磁阀关闭。

29. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述控制方法还包括：

获取到液压油更换与排气信号时控制所述制动腔体的排气口打开、并控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述制动腔体的容积达到最小、并控制所述制动腔体的排气口关闭；

在所述制动腔体的容积达到最小时控制所述制动液装置的第一电磁阀导通、并控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述制动腔体的容积达到最大、并控制所述第一电磁阀关闭；

控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动、并获取所述制动腔体内的当前压力值；

根据所述当前压力值和预设排气压力值控制所述排气口打开，直至所述当前压力值降低为目标压力值、并控制所述排气口关闭。

30. 根据权利要求 29 所述的方法，其特征在于，在所述当前压力值降低为目标压力值之后，还包括：

控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述活塞的移动距离为目标距离、并控制所述排气口关闭。

31. 根据权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述控制方法还包括：

获取行车信号、所述摩擦片和制动盘之间的预设间隙值、所述摩擦片和制动盘之间的当前间隙值；其中，所述行车信号用于表明车辆是否处于行车状态；

根据所述行车信号、所述当前间隙值和预设间隙值控制所述驱动单元通过所述第二传动件带动所述第一传动件转动，直至所述当前间隙值变为目标间隙值。

32. 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执行指令，所述计算机执行指令被处理器执行时用于实现如权利要求 22 至 31 任一项所述的方法。

33. 一种计算机程序产品，其特征在于，包括计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现权利要求 22 至 31 任一项所述的方法。

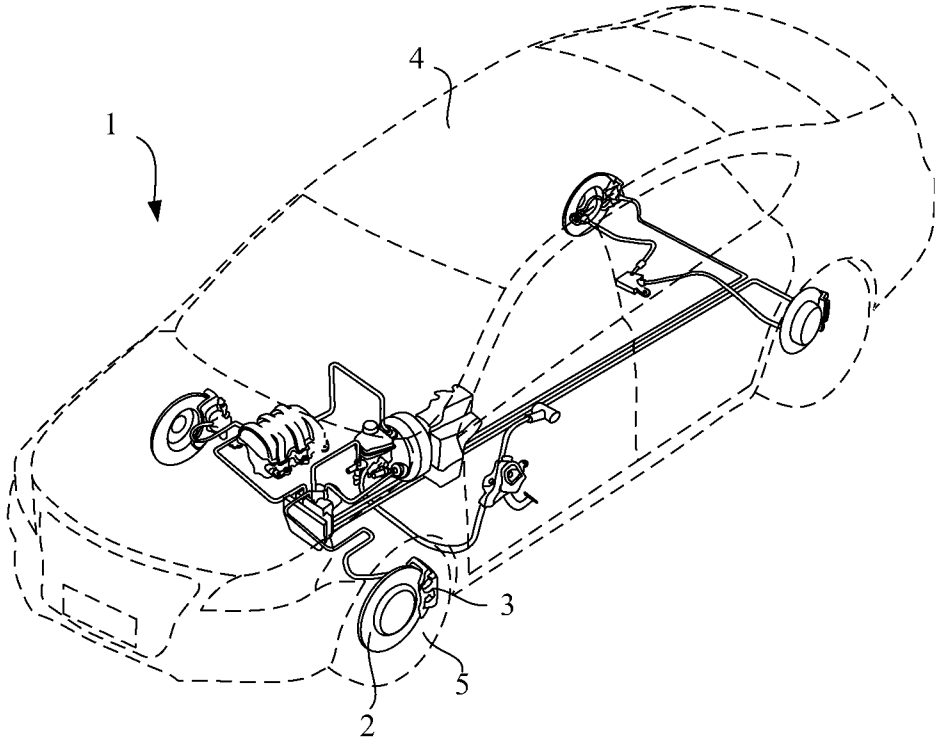


图 1

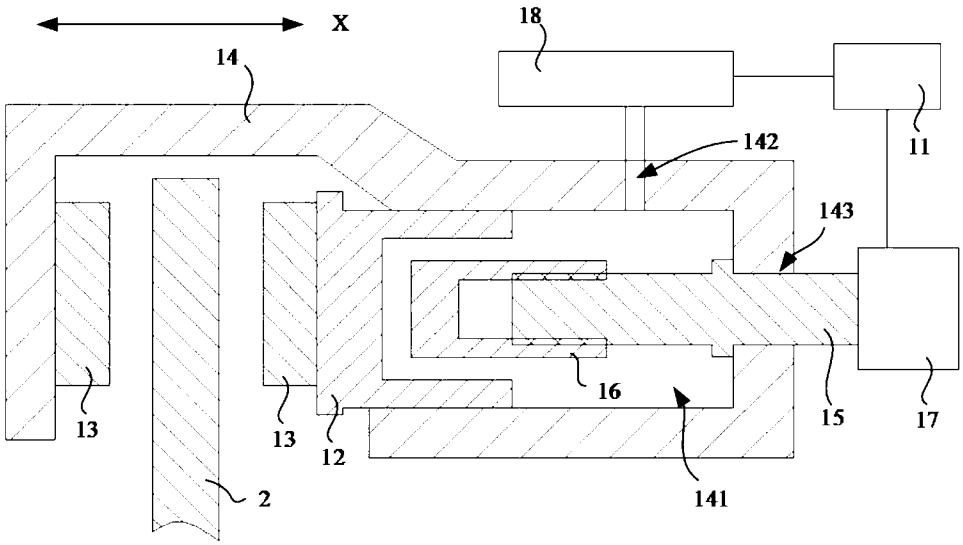


图 2

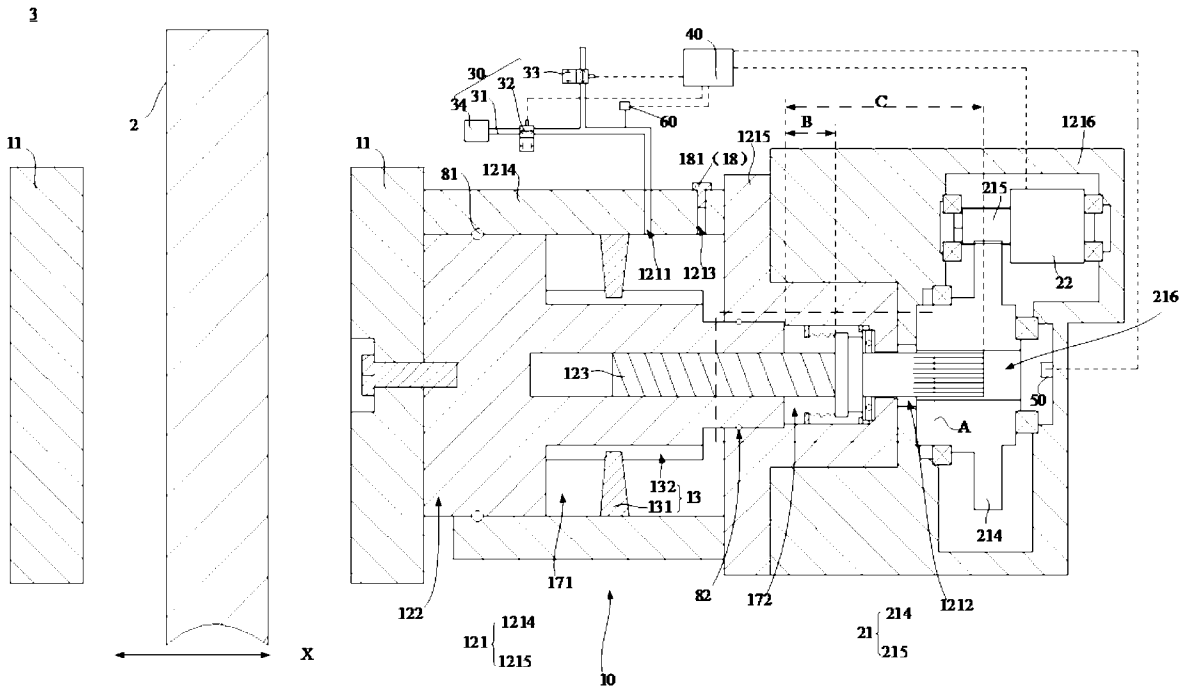

3
2
11
X
40
30
33
32
31
34
60
C
B
1215
1216
181 (18)
11
81
1214
215
1211
1213
22
216
123
50
A
132
131
13
214
171
82
172
1212
122
1214
121
1215
10
214
21
215

图 3

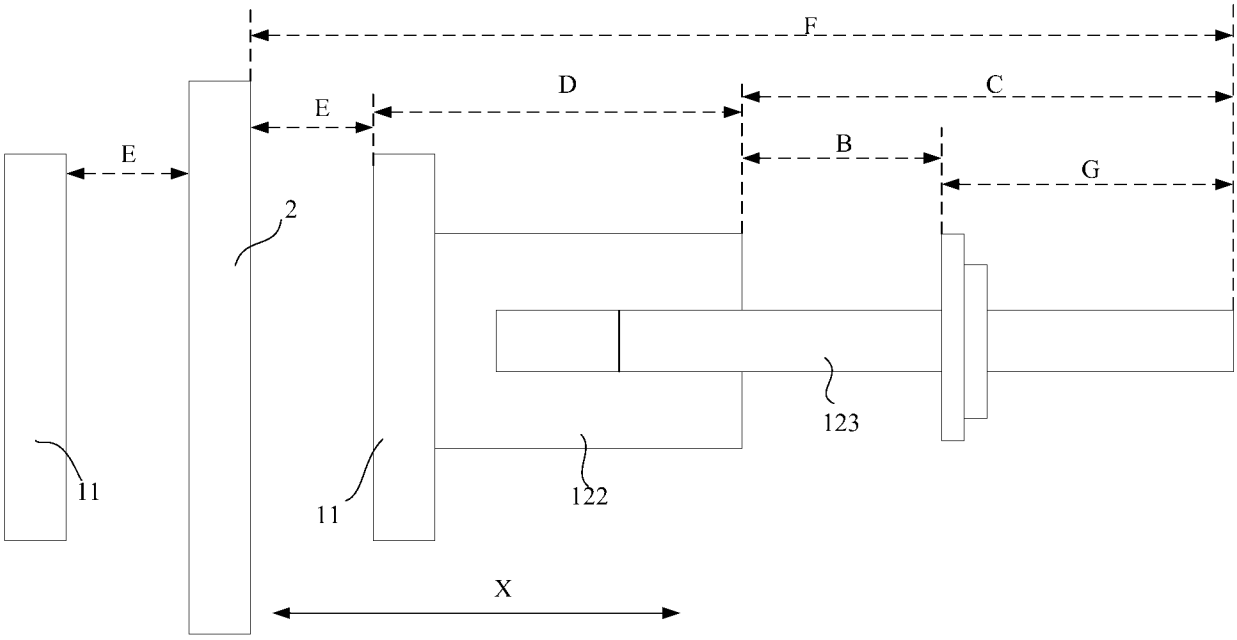

F
D
C
E
E
B
G
2
123
11
11
122
X

图 4

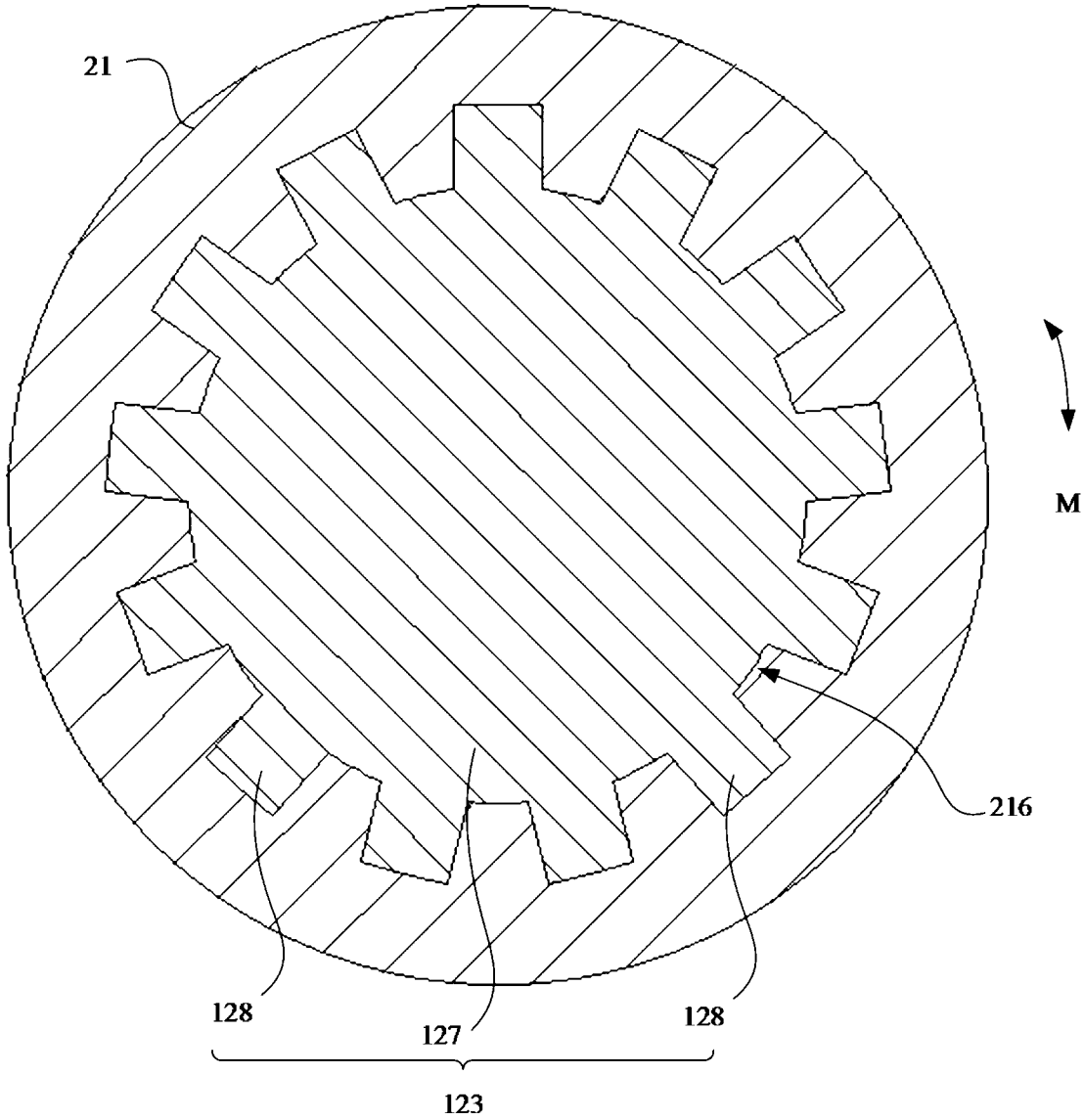


图 5

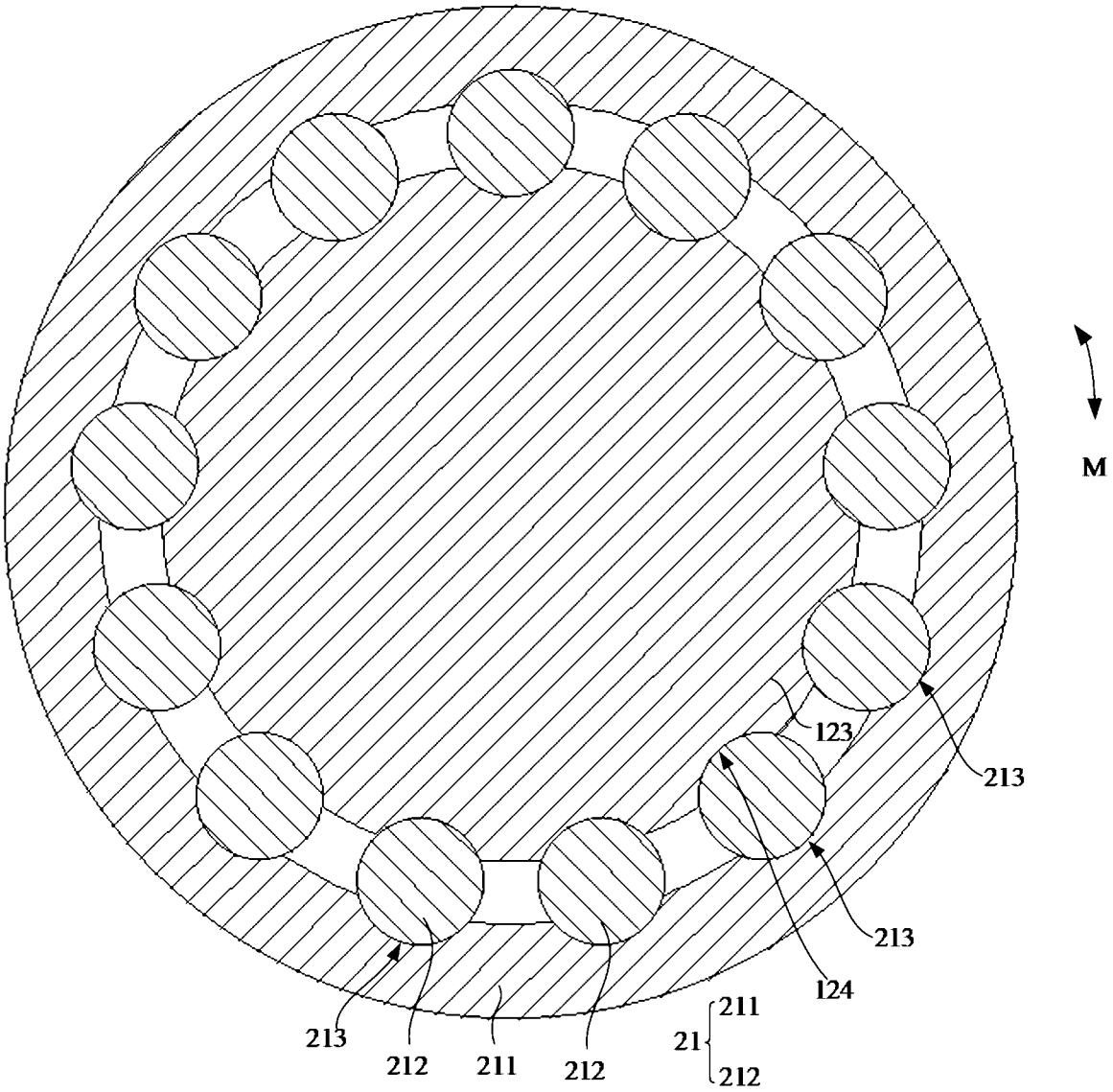


图 6

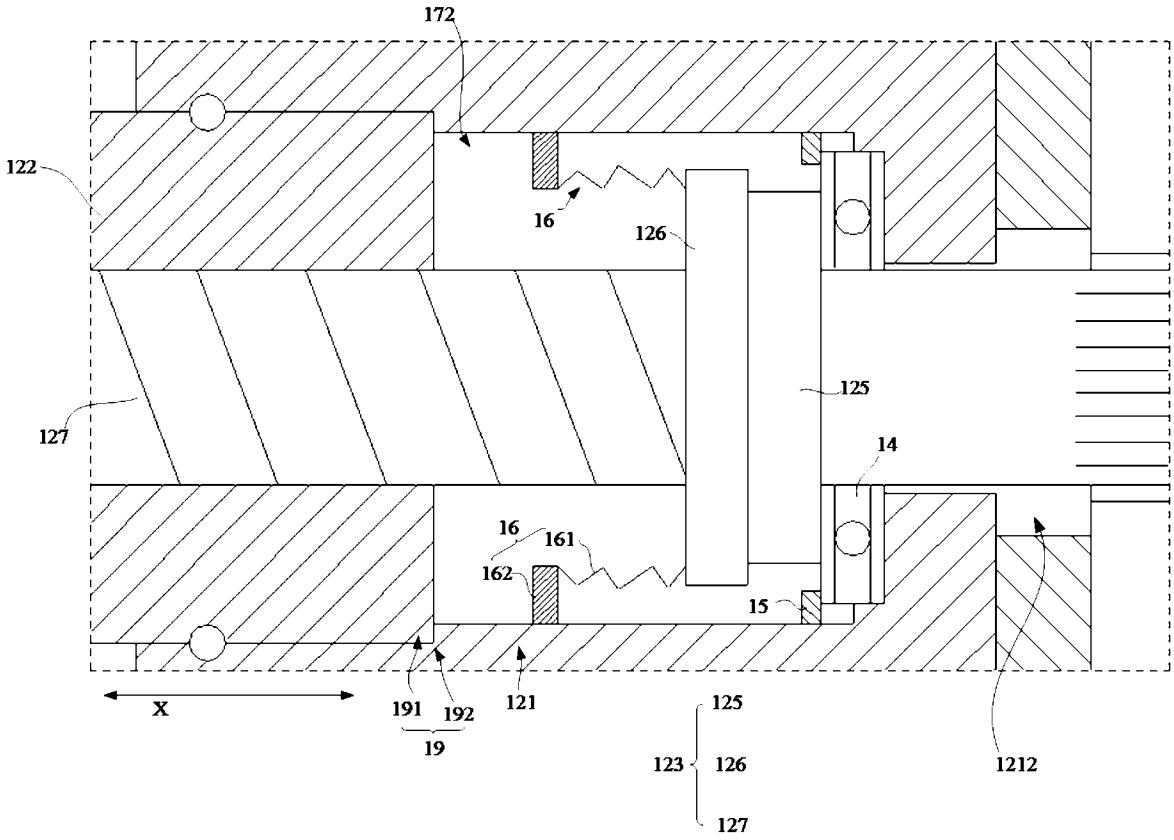

172
122
16
126
125
127
14
16
161
162
15
X
191
192
121
19
125
123
126
127
1212

图 7

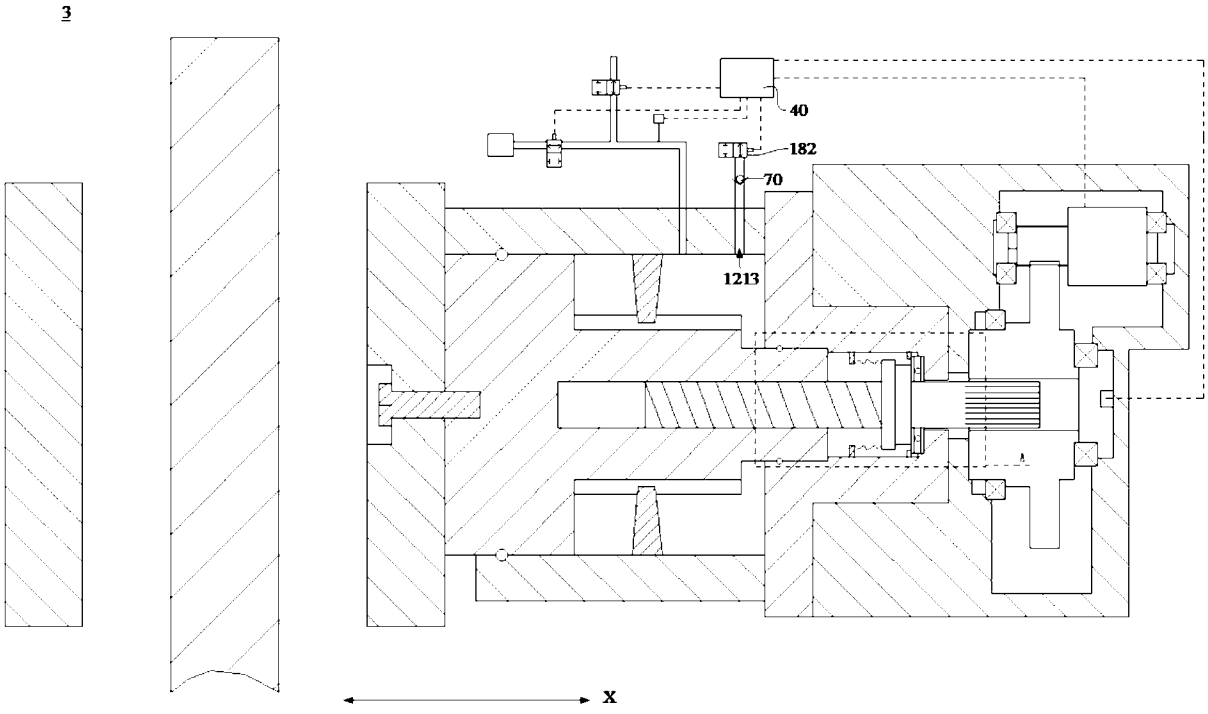

3
40
182
70
1213
X

图 8

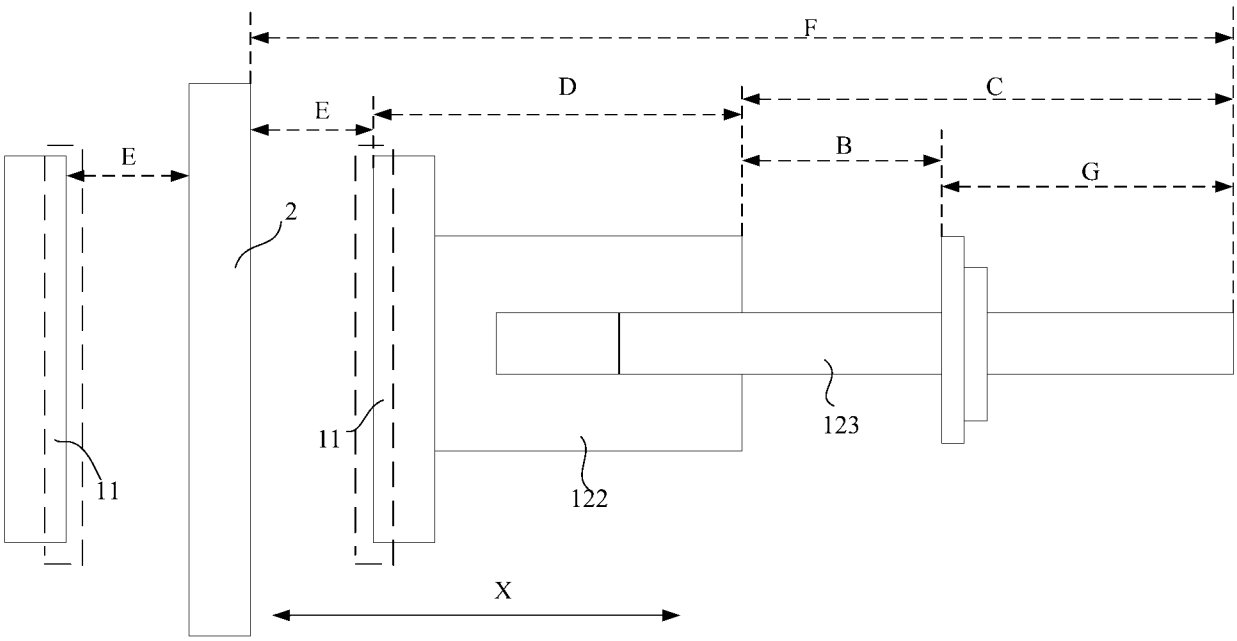


图 9

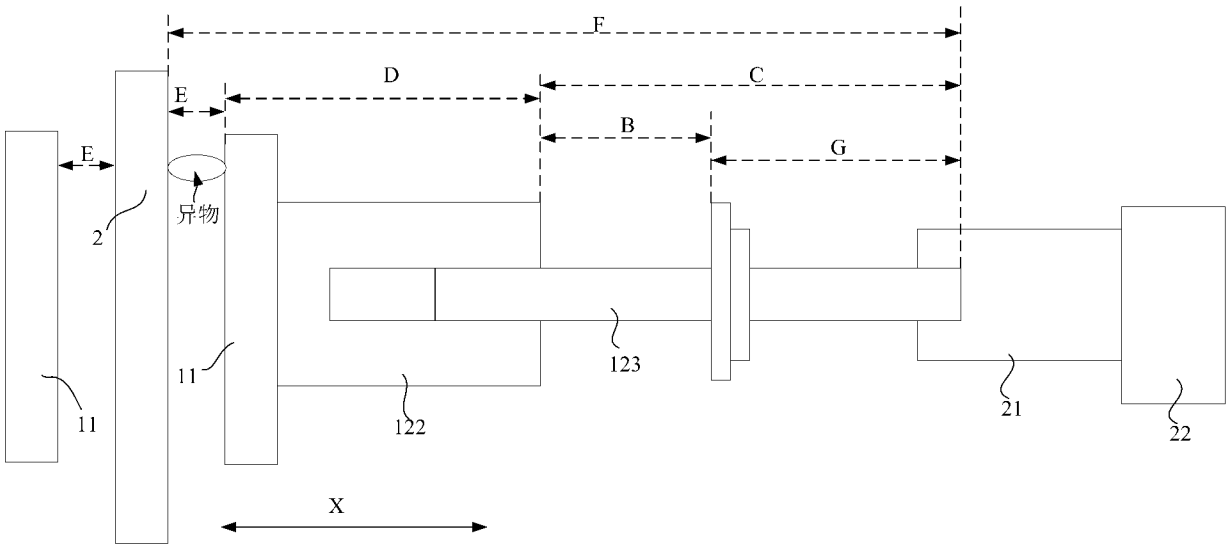


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2023/079923

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T13/12(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)

IPC: 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; CNKI; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT: 华为技术有限公司, 王兴, 制动, 行车, 行驶, 驻车, 制动盘, 摩擦片, 制动器, 活塞, 缸, 丝杠, 丝杆, 轴, 螺纹, 螺母, 电机, 间隙, 间距, 距离, 缩短, 减少, 时间, 调整, 液压, 电, brake, park, drive, disc, friction, piston, cylinder, screw, spindle, motor, distance, clearance, adjust, time, hydraulic, electric

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP H05321961 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 07 December 1993 (1993-12-07) description, paragraphs [0009]-[0045], and figures 1-3	1-3, 5-21
X	JP 2020001641 A (ADVICS CO., LTD.) 09 January 2020 (2020-01-09) description, paragraphs [0004]-[0049], and figures 1-4	1-3, 5-21
A	CN 103994164 A (MANDO CORP.) 20 August 2014 (2014-08-20) entire document	1-33
A	CN 115366863 A (VOLVO CAR CORP.) 22 November 2022 (2022-11-22) entire document	1-33
A	US 2022024434 A1 (MANDO CORP.) 27 January 2022 (2022-01-27) entire document	1-33

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
27 July 2023	**26 August 2023**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2023/079923

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	H05321961	A	07 December 1993	JP	2973707	B2	08 November 1999
JP	2020001641	A	09 January 2020	JP	7187841	B2	13 December 2022
				WO	2020004527	A1	02 January 2020
				JP	2020003047	A	09 January 2020
				JP	7133759	B2	09 September 2022
CN	103994164	A	20 August 2014	US	2014231189	A1	21 August 2014
				DE	102014002133	A1	21 August 2014
CN	115366863	A	22 November 2022	CN	216102063	U	22 March 2022
				EP	4091891	A1	23 November 2022
				US	2022373050	A1	24 November 2022
US	2022024434	A1	27 January 2022	KR	20220013196	A	04 February 2022

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2023/079923

A. 主题的分类

B60T13/12(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)

IPC：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;CNKI;VEN;WOTXT;EPTXT;USTXT：华为技术有限公司，王兴，制动，行车，行驶，驻车，制动盘，摩擦片，制动器，活塞，缸，丝杠，丝杆，轴，螺纹，螺母，电机，间隙，间距，距离，缩短，减少，时间，调整，液压，电，brake，park，drive，disc，friction，piston，cylinder，screw，spindle，motor，distance，clearance，adjust，time，hydraulic，electric

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	JP H05321961 A (TOYOTA MOTOR CORP) 1993年12月7日 (1993 - 12 - 07) 说明书第[0009]-[0045]段及附图1-3	1-3、5-21
X	JP 2020001641 A (ADVICS CO LTD) 2020年1月9日 (2020 - 01 - 09) 说明书第[0004]-[0049]段及附图1-4	1-3、5-21
A	CN 103994164 A (株式会社万都) 2014年8月20日 (2014 - 08 - 20) 全文	1-33
A	CN 115366863 A (沃尔沃汽车公司) 2022年11月22日 (2022 - 11 - 22) 全文	1-33
A	US 2022024434 A1 (MANDO CORP) 2022年1月27日 (2022 - 01 - 27) 全文	1-33

☐ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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
2023年7月27日	2023年8月26日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	受权官员 姜莉莉 电话号码 (+86) 0512-88996714

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/079923

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)
JP	H05321961	A	1993年12月7日	JP	2973707	B2	1999年11月8日
JP	2020001641	A	2020年1月9日	JP	7187841	B2	2022年12月13日
				WO	2020004527	A1	2020年1月2日
				JP	2020003047	A	2020年1月9日
				JP	7133759	B2	2022年9月9日
CN	103994164	A	2014年8月20日	US	2014231189	A1	2014年8月21日
				DE	102014002133	A1	2014年8月21日
CN	115366863	A	2022年11月22日	CN	216102063	U	2022年3月22日
				EP	4091891	A1	2022年11月23日
				US	2022373050	A1	2022年11月24日
US	2022024434	A1	2022年1月27日	KR	20220013196	A	2022年2月4日