(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/135619 A1

(51) 国际专利分类号:
B60T 13/74 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/128822

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 26 日 (26.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811634713.8 2018年12月29日 (29.12.2018) CN

(71) 申请人: 比亚迪股份有限公司 (**BYD COMPANY LIMITED**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(72) 发明人: 郑美云 (**ZHENG, Meiyun**); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。 王璐 (**WANG, Lu**); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。 李道林 (**LI, Daolin**); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (**TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC**); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** BRAKING SYSTEM FOR USE IN RAILWAY VEHICLE AND RAILWAY VEHICLE

(54) 发明名称: 用于轨道车辆的制动系统和轨道车辆

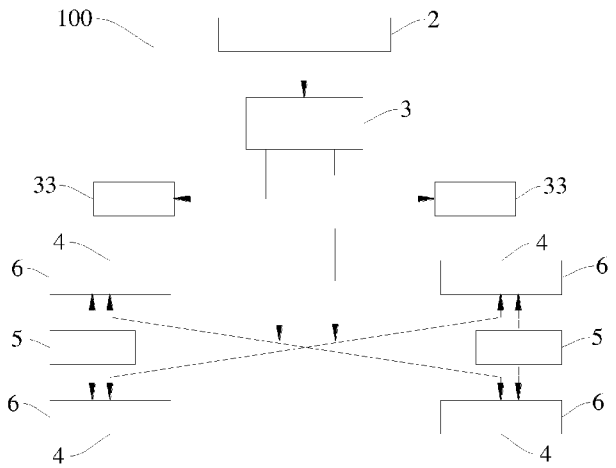


图 1

(57) **Abstract:** A braking system (100) for use in a railway vehicle (200) and a railway vehicle (200), the braking system (100) comprising a hydraulic unit (3), a hydraulic braking control unit (2), electromechanical braking control units (5), and electromechanical units (6), an oil path (30m) of the hydraulic unit (3) being arranged to correspond to at least one brake (4), and the electromechanical braking control units (5) being arranged to correspond to at least one electromechanical unit (6). When the railway vehicle (200) implements service braking, the hydraulic braking control unit (2) is adapted to control the corresponding brake (4) to brake the vehicle wheels (11) by means of the oil path (30m); and when the railway vehicle (200) implements parking braking, at least one of the plurality of electromechanical braking control units (5) is adapted to brake the vehicle wheels (11) by means of the corresponding electromechanical unit (6).

WO 2020/135619 A1

[见续页]

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种用于轨道车辆(200)的制动系统(100)和轨道车辆(200)，制动系统(100)包括液压单元(3)、液压制动控制单元(2)、机电制动控制单元(5)和机电单元(6)，液压单元(3)的油路(30m)与至少一个制动器(4)对应设置，机电制动控制单元(5)与至少一个机电单元(6)对应设置。在轨道车辆(200)进行行车制动时，液压制动控制单元(2)适于通过油路(30m)控制对应制动器(4)对车轮(11)制动；在轨道车辆(200)进行停车后制动时，多个机电制动控制单元(5)中的至少一个适于通过对应机电单元(6)对车轮(11)制动。

用于轨道车辆的制动系统和轨道车辆

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为201811634713.8、申请日为2018年12月29日的中国专利申请提出，并要求上述中国专利申请的优先权，上述中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及城市轨道交通技术领域，尤其是涉及一种用于轨道车辆的制动系统和轨道车辆。

背景技术

相关技术中，轨道车辆一般通过液压油路或气压管路的方式进行制动，具有响应速度快、便于控制、制动可靠的优点。然而，一旦液压油路或气压管路失效，轨道车辆的制动系统将会瘫痪，即现有的采用液压制动或气压制动的轨道车辆存在较大的安全隐患。

发明内容

本申请旨在至少解决相关技术中存在的技术问题之一。为此，本申请提出一种用于轨道车辆的制动系统，所述制动系统具有良好的运行可靠性。

本申请还提出一种具有上述制动系统的轨道车辆。

根据本申请第一方面实施例的用于轨道车辆的制动系统，包括：液压单元和液压制动控制单元，所述液压单元与所述液压制动控制单元电气连接，所述液压单元包括一个或者多个油路，每个所述油路与至少一个制动器对应设置；多个机电制动控制单元和多个机电单元，每个所述机电制动控制单元与至少一个所述机电单元对应设置，其中，在所述轨道车辆进行行车制动时、所述液压制动控制单元适于通过至少一个所述油路控制对应所述制动器对所述轨道车辆的车轮制动，在所述轨道车辆进行停车后制动时、多个所述机电制动控制单元中的至少一个适于通过对应所述机电单元对所述轨道车辆的车轮制动。

根据本申请实施例的用于轨道车辆的制动系统，通过将液压制动与机电制动相结合，同时液压制动和机电制动分别具有较高的冗余度，从而制动系统具有良好的安全可

靠性；当制动系统应用于轨道车辆时，可以有效提升轨道车辆行车制动和停车后制动的冗余度，提高了整个轨道车辆的安全性和可靠性，且制动系统结构简洁、维护保养简单；而且，通过在行车制动时采用液压单元液压制动与停车时采用机电单元机电制动相结合的方式，在满足轨道车辆行车时、施加液压制动提高乘车舒适性及快速响应制动指令的同时，还能满足将轨道车辆永久停放在坡道上制动力不会衰减导致溜坡，实现轨道车辆的永久停放；通过将液压单元设置为包括多个油路，本申请的液压单元需要的体积相对于传统技术中的多个单油路的液压单元总体需要的体积更小，便于布置。

根据本申请的一些实施例，每个所述油路包括常用制动分油路和安全制动分油路，所述常用制动分油路和所述安全制动分油路并联连接，所述常用制动分油路和所述安全制动分油路均位于油箱和对应的所述制动器之间，且所述常用制动分油路和所述安全制动分油路的邻近所述制动器的一端设有安全制动阀，所述安全制动阀具有第一状态和第二状态，当所述轨道车辆正常行车制动时，所述安全制动阀切换至所述第一状态，以使所述常用制动分油路导通、所述安全制动分油路隔断；当所述轨道车辆安全制动时，所述安全制动阀切换至所述第二状态，以使所述安全制动分油路导通、所述常用制动分油路隔断。

根据本申请的一些实施例，所述常用制动分油路和所述安全制动分油路的邻近所述油箱的一端设有蓄能器，所述蓄能器与所述油箱连通。

根据本申请的一些实施例，每个所述油路的所述蓄能器与所述油箱之间均设有开关阀，且多个所述油路通过共用油路与所述油箱相连，所述共用油路上设有液压泵。

根据本申请的一些实施例，所述常用制动分油路的另一端与所述油箱相连且包括并联设置的进油阀和回油阀，所述进油阀和所述回油阀分别与所述液压制动控制单元电连接。

根据本申请的一些实施例，所述安全制动阀电线连接在安全制动回路中。

根据本申请的一些实施例，当所述轨道车辆正常行车制动时所述安全制动回路得电，所述安全制动阀处于所述第一状态；当所述轨道车辆安全制动时所述安全制动回路失电，所述安全制动阀处于所述第二状态。

根据本申请的一些实施例，所述油路为一个，所述制动器为多个，所述液压制动控制单元通过所述油路控制多个所述制动器中的至少两个对对应所述车轮制动。

根据本申请的一些实施例，所述油路为两个，两个所述油路分别为第一油路和第二油路，所述制动器为四个，所述液压制动控制单元通过所述第一油路控制所述制动器的其中两个对对应所述车轮制动、和/或通过所述第二油路控制所述制动器的另外两个对

对应所述车轮制动。

根据本申请的一些实施例，每个所述油路还包括：辅助缓解油路，所述辅助缓解油路的一端通过辅助缓解阀设在所述制动器与所述安全制动阀之间，所述辅助缓解油路的另一端与所述油箱相连，所述辅助缓解阀具有第三状态和第四状态，当所述轨道车辆制动时，所述辅助缓解阀切换至所述第三状态，所述辅助缓解油路隔断，以使所述油路控制对应所述制动器对对应所述车轮制动；当所述液压单元无法回油时，所述辅助缓解阀切换至所述第四状态，所述辅助缓解油路导通，以使所述制动器回油。

根据本申请的一些实施例，所述制动系统进一步包括：中央控制器，所述液压制动控制单元和每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制器相连。

根据本申请的一些实施例，所述液压单元还包括：压力开关，所述压力开关用于检测对应所述制动器的制动力，所述压力开关与所述中央控制器电气连接。

根据本申请的一些实施例，每个所述机电制动控制单元与所述液压制动控制单元通讯连接，当所述液压单元故障时，所述液压制动控制单元将故障信号反馈至所述机电制动控制单元，所述机电制动控制单元接收所述故障信号后、通过对应所述机电单元对对应所述车轮制动。

根据本申请第二方面实施例的轨道车辆，包括：至少一节车体，每节所述车体上设有多个车轮和用于对多个所述车轮分别制动的多个制动器；至少一个用于轨道车辆的制动系统，所述制动系统配置在对应所述车体上，所述制动系统为根据本申请上述第一方面实施例的用于轨道车辆的制动系统。

根据本申请实施例的轨道车辆，通过采用上述的制动系统，可以有效提升轨道车辆的安全性和可靠性，且车体配置简洁、维护保养简单，无需通过多个独立的制动系统互相备份就能实现高冗余。此外，轨道车辆采用基于数字化、智能化、安全原则的控制方式，可以满足无人驾驶要求。

根据本申请的一些实施例，所述油路为一个，所述制动器为多个，所述液压制动控制单元通过所述油路控制多个所述制动器中的至少两个对对应所述车轮制动。

根据本申请的一些实施例，所述油路为两个，两个所述油路分别为第一油路和第二油路，所述制动器为四个，四个所述制动器呈方形布置，四个所述制动器的其中两个与所述第一油路对应且呈对角布置，四个所述制动器的另外两个与所述第二油路对应且呈对角布置。

本申请的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

本申请的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是根据本申请一个实施例的制动系统的示意图；

图 2 是根据本申请另一个实施例的制动系统的示意图；

图 3 是根据本申请一个实施例的液压制动原理图，其中，液压单元处于失电状态；

图 4 是根据本申请一个实施例的液压制动原理图，其中，液压单元处于失电状态；

图 5 是根据本申请一个实施例的安全制动回路与安全制动阀的连接示意图；

图 6 是根据本申请一个实施例的机电单元制动时的工作原理示意图；

图 7 是图 6 中所示的机电单元的电机转速、电机电流和对车轮的夹紧力的关系示意图；

图 8 是根据本申请一个实施例的轨道车辆的示意图。

附图标记：

轨道车辆 200、

制动系统 100、

车体 1、车轮 11、油箱 12、注油口 12a、呼吸阀 121、

液压制动控制单元 2、

液压单元 3、油路 30m、安全制动阀 30、安全制动回路 30n、

常用制动分油路 30a、安全制动分油路 30b、辅助缓解油路 30c、

第一油路 301、第一常用制动分油路 301a、第一安全制动分油路 301b、

第二油路 302、第二常用制动分油路 302a、第二安全制动分油路 302b、

进油阀 30d、回油阀 30e、减压阀 30f、辅助缓解阀 30g、泄压阀 30h、溢流阀 30i、开关阀 30j、

共用油路 303、压力开关 31、液压泵 32、蓄能器 33、过滤器 34、

第一压力传感器 35、第二压力传感器 36、

制动器 4、

机电制动控制单元 5、

机电单元 6、电机 61、螺旋机构 62、活塞 621、

中央控制器 7。

具体实施方式

下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

此外，本申请的发明人通过研究和分析发现，编组少的小型轨道车辆 200 由于车体数量少，无法通过多个独立车体的制动系统互相备份以达到的高冗余要求，其制动系统 100 的安全性和冗余度均较低；而且轨道车辆 200 的制动系统 100 只有常用制动工况，当轨道车辆 200 故障例如轨道车辆 200 失电导致故障（比如，车体分离）时，制动系统 100 无法自动施加液压制动，即无失电自动制动功能，且如果回油阀发生故障，制动系统 100 也无法快速缓解等。针对上述原因，发明人对现有的轨道车辆 200 的制动系统 100 进行了改进，得出本申请的技术方案。

下面参考图 1-图 8 描述根据本申请实施例的用于轨道车辆 200 的制动系统 100。轨道车辆 200 可以为少编组自导向小型胶轮城轨列车。例如，1~2 编组自导向小型胶轮城轨列车，此时该轨道车辆 200 包括 1~2 节车体 1。但不限于此。

如图 1 和图 2 所示，根据本申请实施例的用于轨道车辆 200 的制动系统 100，包括液压制动控制单元 2、液压单元 3、多个机电制动控制单元 5 和多个机电单元 6。

液压单元 3 与液压制动控制单元 2 电气连接，液压单元 3 包括多个油路 30m，每个油路 30m 与至少一个制动器 4 对应设置，每个机电制动控制单元 5 与至少一个机电单元 6 对应设置。

其中，在轨道车辆 200 进行行车制动时，液压制动控制单元 2 适于通过至少一个（即一个或多个）油路 30m 控制对应制动器 4 对轨道车辆 200 的车轮 11 制动（施加制动或缓解制动）。在轨道车辆 200 进行停车后制动时，多个机电制动控制单元 5 中的至少一个适于通过对应机电单元 6 对轨道车辆 200 的车轮 11 制动。

例如，如图 1-图 4 所示，制动器 4 可以为多个，多个制动器 4 可以对应轨道车辆 200 的多个车轮 11 设置，例如，当制动器 4 的数量与车轮 11 的数量相等时，多个制动器 4 可以与多个车轮 11 一一对应设置，当制动器 4 的数量小于车轮 11 的数量时，多个车轮 11 中的至少一个可以与一个制动器 4 对应设置，且多个车轮 11 中的至少一个未对应设置制动器 4，则未对应设置制动器 4 的车轮 11 无法通过制动器 4 实现制动或缓解制动。但不限于此。可选地，制动器 4 可以为四个，车轮 11 可以大于或等于四个。

多个机电单元 6 可以对应轨道车辆 200 的多个车轮 11 设置，例如当机电单元 6 的数量与车轮 11 的数量相等时，多个机电单元 6 可以与多个车轮 11 一一对应设置，当机

电单元 6 的数量小于车轮 11 的数量时，多个车轮 11 中的至少一个可以与一个机电单元 6 对应设置，且多个车轮 11 中的至少一个未对应设置机电单元 6，则未对应设置机电单元 6 的车轮 11 无法通过机电单元 6 实现制动或缓解制动。但不限于此。可选地，机电单元 6 可以为两个，车轮 11 可以大于或等于四个。

例如，制动系统 100 可以包括一个液压制动控制单元 2、一个液压单元 3、两个机电制动控制单元 5 和四个机电单元 6，两个机电制动控制单元 5 之间彼此独立运行、互不干涉，每个机电制动控制单元 5 可以分别单独控制至少一个机电单元 6，即每个机电单元 6 可以仅由与其相连的机电制动控制单元 5 控制；液压单元 3 与液压制动控制单元 2 电气连接，使得液压制动控制单元 2 可以向液压单元 3 传递相应信号以控制液压单元 3 的运行，当液压单元 3 包括多个油路 30m 时，多个油路 30m 之间可以彼此独立运行、互不干涉。

例如，液压单元 3 包括两个油路 30m，当轨道车辆 200 在行车过程中制动时，液压制动控制单元 2 可以将信号传递至液压单元 3，液压单元 3 可以仅有一个油路 30m 运行，液压单元 3 的液压油可以通过该油路 30m 流至对应制动器 4，制动器 4 对对应车轮 11 产生制动力以降低车轮 11 的转速，从而实现轨道车辆 200 的制动；此时，当上述油路 30m 发生故障时，液压单元 3 的另一个油路 30m 可以运行，液压单元 3 的液压油可以通过该油路 30m 流至对应制动器 4 以对对应车轮 11 制动，从而液压单元 3 的两个油路 30m 可以互相形成备份，避免油路 30m 故障而导致液压单元 3 失效、无法实现轨道车辆 200 的行车制动，进而提升了轨道车辆 200 行车制动的冗余度，保证了轨道车辆 200 的行车安全性。

可以理解的是，对于少编组列车而言车体 1 数量较少，本申请中的制动系统 100 由于具有较高的冗余度，可以满足少编组列车（例如 1~2 编组列车）无法通过多个独立车体 1 的制动系统互相备份才能达到的高冗余要求。

当然，轨道车辆 200 在行车过程中制动（即行车制动）时，液压单元 3 的两个油路 30m 可以同时导通，此时液压单元 3 的液压油可以通过两个油路 30m 流至对应制动器 4 以对对应车轮 11 制动，同样可以使得液压单元 3 的两个油路 30m 互相形成备份，提升了制动系统 100 的冗余度，从而提升了轨道车辆 200 行车制动的冗余度，保证行车安全。其中，“行车制动”可以包括轨道车辆 200 在行车过程中的减速制动和停车制动（即停车过程中的制动）。

当轨道车辆 200 在停车后制动（轨道车辆 200 停车后通过制动稳定地锁定在原地，即停放制动）时，一个机电制动控制单元 5 控制对应的机电单元 6 运转以对对应车轮

11 产生制动力，保证轨道车辆 200 的停车状态；此时，当上述机电制动控制单元 5 和/或与上述机电制动控制单元 5 对应的机电单元 6 发生故障、使得轨道车辆 200 无法实现停车后制动时，另一个机电制动控制单元 5 可以控制对应的机电单元 6 运转以对对应车轮 11 制动，从而两个机电制动控制单元 5 可以互相形成备份，避免机电单元 6 故障等因素导致轨道车辆 200 无法停车后制动，提升了制动系统 100 的冗余度，进而提升了轨道车辆 200 停车后制动的冗余度，保证了轨道车辆 200 的停车安全性。

当然，轨道车辆 200 在停车后制动时，两个机电制动控制单元 5 可以同时控制对应的机电单元 6 运转以对对应车轮 11 制动，同样可以使得两个机电制动控制单元 5 互相形成备份，提升制动系统 100 的冗余度，从而提升轨道车辆 200 停车后制动的冗余度，保证停车安全。

其中，多个制动器 4 可以与多个车轮 11 一一对应设置；每个油路 30m 可以对应至少一个制动器 4，也就是说，每个油路 30m 可以控制至少一个车轮 11 实现制动；每个机电制动控制单元 5 可以对应至少一个机电单元 6，也就是说，每个机电制动控制单元 5 可以控制至少一个车轮 11 实现制动。

可以理解的是，液压单元 3 可以包括一个或者多个油路 30m；当液压单元 3 包括一个油路 30m 时，液压制动控制单元 2 适于通过该油路 30m 控制对应制动器 4 实现轨道车辆 200 的行车制动；当液压单元 3 包括多个油路 30m 时，液压制动控制单元 2 适于通过多个油路 30m 中的至少一个控制对应制动器 4 实现轨道车辆 200 的行车制动。机电制动控制单元 5 的数量还可以为三个或三个以上，液压单元 3 的油路 30m 的个数还以为三个或三个以上。与每个油路 30m 对应的制动器 4 可以为一个或者多个，当油路 30m 为多个时，多个油路 30m 对应的制动器 4 的数量可以完全相同、也可以不完全相同。

由此，通过设置制动系统 100，使得在轨道车辆 200 行车制动时采用液压单元 3 液压制动、在轨道车辆 200 停车后制动时采用机电单元 6 机电制动相结合的方式，即行车时采用液压制动给压制动、泄压缓解（即，液压单元 3 对对应制动器 4 加压以实现制动、或者液压单元 3 使得对应制动器 4 泄压以缓解制动）以保证轨道车辆 200 的行车速度、停车时采用机电制动，既可满足轨道车辆 200 行车时施加液压制动提高乘车舒适性及快速响应制动指令，又能满足将轨道车辆 200 永久停放在坡道上、制动力不会衰减导致溜坡，而且，通过采用液压制动与机电制动相结合的方式，在保证制动功能的同时，可以相对简化制动器 4 的结构和体积，便于布置制动器 4。

此外，轨道车辆 200 非停放制动（例如轨道车辆 200 的行车制动）时，机电单元 6 可以处于缓解状态，不影响轨道车辆 200 的行车制动。需要说明的是，在本申请的描述

中，“多个”的含义是两个或两个以上。

根据本申请实施例的用于轨道车辆 200 的制动系统 100，通过将液压制动与机电制动相结合，同时液压制动和机电制动分别具有较高的冗余度，从而使得制动系统 100 具有良好的安全性和可靠性；当制动系统 100 应用于轨道车辆 200 时，可以有效提升轨道车辆 200 行车制动和停放制动的冗余度，提高了整个轨道车辆 200 的安全性和可靠性，且制动系统 100 结构简洁、维护保养简单；而且，通过在行车制动时采用液压单元 3 液压制动与停车后采用机电单元 6 机电制动相结合的方式，在满足轨道车辆 200 行车时、施加液压制动提高乘车舒适性及快速响应制动指令的同时，还能满足将轨道车辆 200 停车后永久停放在坡道上制动力不会衰减导致溜坡，实现轨道车辆 200 的永久停放；通过将液压单元 3 设置为包括多个油路 30m，多个油路 30m 可以共用管路（例如，后文所述的共用油路 303）、阀等装置（例如，后文所述的共用油路 303 上的过滤器 34、单向阀），使得本申请的液压单元 3 需要的体积相对于传统技术中的多个单油路的液压单元总体需要的体积更小，便于布置。

例如，如图 1 和图 2 所示，制动器 4 和机电单元 6 可以集成为一体，形成集成液压电子机械卡钳，该集成液压电子机械卡钳的体积小、便于布置；例如，当车轮 11 和集成液压电子机械卡钳分别为四个时，每个车轮 11 可以均布置一个集成液压电子机械卡钳。但不限于此。

例如，如图 6 所示，机电单元 6 可以包括电机 61 和螺旋机构 62，螺旋机构 62 由电机 61 驱动移动，螺旋机构 62 的自由端设有活塞 621，活塞 621 与对应的制动器 4 相连。由此，当采用机电制动控制单元 5 控制机电单元 6 制动时，电机 61 可以驱动螺旋机构 62 朝向靠近对应车轮 11 的方向移动（例如，图 6 中电机 61 可以驱动螺旋机构 62 向右移动），从而通过活塞 621 带动制动器 4 将对应的车轮 11 制动。其中，电机 61 与螺旋机构 62 之间可以设有减速装置。由此，机电单元 6 的制动方式无压缩介质、无管路布置，制动力的形成源动力不是压缩空气、也不是液压油，而是采用的机械结构，使得机电单元 6 结构简单、具有良好的可靠性，便于维护保养。

当轨道车辆 200 需要停放时，将停放制动（即停车后制动）指令给到机电制动控制单元 5，由机电制动控制单元 5 控制机电单元 6 中的电机 61 驱动螺旋机构 62 将车轮 11 的制动盘抱死，螺旋机构 62 具有自锁功能，即使断电制动力也不会衰退，使轨道车辆 200 稳定地锁定在原地。其中，电机 61 正转或反转以实现施加制动、缓解制动；可以通过检测制动器 4 对应的电机 61 的转速与电流来监测制动器 4 的制动状态，电机 61 转速、电机 61 电流和制动器 4 对车轮 11 的夹紧力的关系如图 7 所示；在图 7 中，横轴

表示时间，起初电机 61 未启动、电机 61 转速为 0 且活塞 621 与制动器 4 之间存在一定间隔，此时活塞 621 对车轮 11 的作用力为 0，则夹紧力为 0；随后，电机 61 启动，电机 61 会产生冲击电流，随后电机 61 的电流逐渐稳定，此时电机 61 可以空载转动；然后，当活塞 621 与制动器 4 接触时，制动器 4 对车轮 11 产生作用力，此时夹紧力开始增大、电机 61 转速降低，电机 61 开始发生堵转，电机 61 的电流逐渐增大且电机 61 电流为堵转电流。换言之，当夹紧力不为 0 时，电机 61 转速、电流与夹紧力存在一定函数关系，则可以通过检测电机 61 的转速与电流来检测制动器 4 的制动状态。

在本申请的一些实施例中，如图 3 和图 4 所示，每个油路 30m 包括常用制动分油路 30a 和安全制动分油路 30b，常用制动分油路 30a 和安全制动分油路 30b 并联连接，常用制动分油路 30a 和安全制动分油路 30b 均位于油箱 12 和对应的制动器 4 之间，也就是说，常用制动分油路 30a 的一端与安全制动分油路 30b 的一端相连、常用制动分油路 30a 的另一端与安全制动分油路 30b 的另一端相连，且常用制动分油路 30a 的上述一端可以与对应的制动器 4 相连、常用制动分油路 30a 的上述另一端可以与油箱 12 相连。常用制动分油路 30a 和安全制动分油路 30b 的邻近制动器 4 的一端设有安全制动阀 30，安全制动阀 30 上可以具有三个接口，三个接口可以分别是第一接口、第二接口和第三接口，第一接口可以与常用制动分油路 30a 的上述一端相连、第二接口可以与安全制动分油路 30b 的上述一端相连、第三接口可以与对应的制动器 4 相连。

例如，安全制动阀 30 具有第一状态和第二状态，当轨道车辆 200 正常行车制动时，安全制动阀 30 切换至第一状态，此时第一接口与第三接口连通、第二接口与第三接口隔断（即不导通），使得常用制动分油路 30a 导通、安全制动分油路 30b 隔断，即常用制动分油路 30a 与对应制动器 4 连通、安全制动分油路 30b 与对应制动器 4 不连通，液压油可以通过常用制动分油路 30a 流至对应制动器 4 以对对应车轮 11 施加制动力，从而实现轨道车辆 200 的行车制动；当轨道车辆 200 安全制动时，安全制动阀 30 切换至第二状态，此时第二接口与第三接口连通、第一接口与第三接口隔断，使得安全制动分油路 30b 导通、常用制动分油路 30a 隔断，即安全制动分油路 30b 与对应制动器 4 连通、常用制动分油路 30a 与对应制动器 4 不连通，液压油可以通过安全制动分油路 30b 流至对应制动器 4 以对对应车轮 11 施加制动力，从而实现轨道车辆 200 的安全制动。

需要说明的是，“正常行驶制动”可以理解为轨道车辆 200 正常行驶时需要制动的情况，“安全制动”可以理解为轨道车辆 200 遇到危及行车安全（如列车间脱钩、车辆超出安全车速、电源失电等需触发安全制动分油路 30b 等）的情况。由此，轨道车辆 200 正常行车制动时，制动系统 100 可以仅通过常用制动分油路 30a 对轨道车辆 200 制

动；当轨道车辆 200 安全制动时，制动系统 100 可以仅通过安全制动分油路 30b 对轨道车辆 200 制动。

其中，安全制动阀 30 可选为两位三通电磁阀，则安全制动阀 30 的第一状态和第二状态之间的切换，即为第三接口与第一接口、第二接口的切换连通。油箱 12 上可以形成有注油口 12a，以便于通过注油口 12a 向油箱 12 内注入液压油；油箱 12 上可以设有呼吸阀 121，以避免油箱 12 因超压或真空导致破坏，保证了油箱 12 的使用可靠性。

在本申请的一些实施例中，常用制动分油路 30a 和安全制动分油路 30b 的邻近油箱 12 的一端设有蓄能器 33，蓄能器 33 与油箱 12 连通，从而油箱 12 内的液压油可以流至蓄能器 33 内储存起来；蓄能器 33 可以用于制动系统 100 失电时自动施加制动，即当制动系统 100 失电、轨道车辆 200 需要制动时，蓄能器 33 可以将储存的液压油压入油路 30m 内，实现制动系统 100 的失电自动制动。

如图 3 和图 4 所示，每个油路 30m 均对应设有蓄能器 33，即蓄能器 33 可以为一个或多个，当蓄能器 33 为一个、且油路 30m 为一个时，蓄能器 33 与油路 30m 一一对应，当蓄能器 33 为多个、且油路 30m 为多个时，多个蓄能器 33 与多个油路 30m 一一对应设置；每个油路 30m 的蓄能器 33 与油箱 12 之间均设有开关阀 30j，以实现对应油路 30m 与油箱 12 之间的导通与隔断；当油路 30m 为多个时，多个油路 30m 可以均通过共用油路 303 与油箱 12 相连，共用油路 303 上设有液压泵 32，共用油路 303 为一个，液压泵 32 可以由泵电机驱动且液压泵 32 将油箱 12 内的液压油通过共用油路 303 泵送至每个油路 30m。液压泵 32 的出口处可以设有过滤器 34，过滤器 34 用于过滤掉流经其的液压油中的杂质等，以延长整个液压单元 3 的使用寿命，如果供给过滤器 34 过负荷以至于其上下游产生的压差超过特定的限值，过滤器 34 内置的止回阀将会打开，来保护蓄能器 34 压力不会过大。当然，当油路 30m 为一个时，油路 30m 可以通过共用油路 303 与油箱 12 相连。

可以理解的是，蓄能器 33 还能提高泵电机的寿命，减少泵电机的泵压次数，避免泵电机频繁启动，提高泵电机寿命及快速响应制动指令。

例如，如图 3 和图 4 所示，共用油路 303 上还可以在过滤器 34 的下游设置单向阀，以避免油路 30m 内的液压油通过共用油路 303 倒流至油箱 12 内。单向阀与过滤器 34 之间可以设有支路，支路上设有溢流阀 30i，溢流阀 30i 可以用于防止液压单元 3 过压。

例如，如图 3 和图 4 所示，常用制动分油路 30a 的另一端与油箱 12 相连且常用制动分油路 30a 包括并联设置的进油阀 30d 和回油阀 30e，即进油阀 30d 的一端和回油阀 30e 的一端均与安全制动阀 30 相连、进油阀 30d 的另一端和回油阀 30e 的另一端均与

油箱 12 相连，进油阀 30d 和回油阀 30e 分别与液压制动控制单元 2 电连接，从而液压制动控制单元 2 可以调节进油阀 30d 和回油阀 30e 的开度以实现进油阀 30d 和回油阀 30e 的综合调节，进而相应增加或减小对应制动器 4 的制动力。

其中，制动器 4 可以包括制动缸，液压油可以流至制动缸内，液压制动控制单元 2 可以通过调节进油阀 30d 和回油阀 30e 的开度来相应增加或减小制动缸内的压力，使得制动缸内的压力增大或减小，以调整对应制动器 4 的制动力，实现给压制动泄压缓解。

如图 3 和图 4 所示，每个油路 30m 还可以包括第一压力传感器 35，第一压力传感器 35 与液压制动控制单元 2 电气连接，第一压力传感器 35 用于监测制动缸的压力。第一压力传感器 35 将检测到的压力信号流发送给液压制动控制单元 2，根据第一压力传感器 35 的信号和即时的制动指令信号，液压制动控制单元 2 控制进油阀 30d 和回油阀 30e 的开度来相应的增加或减少制动缸的压力，使得制动缸的压力达到目标值，即使得制动器 4 的制动力达到目标值。

例如，如图 3 和图 4 所示，每个油路 30m 还可以包括第二压力传感器 36，以用于监测对应蓄能器 33 的压力，第二压力传感器 36 可以与液压泵 32 相连，以便于根据蓄能器 33 的压力控制液压泵 32 的启停；当第二压力传感器 36 监测到对应蓄能器 33 的压力降到定义的泵电机启动值时，泵电机启动，当多个蓄能器 33 中的其中一个先达到关停值、而其余蓄能器 33 未达到关停值时，通过开关阀 30j 来切断流向上述其中一个蓄能器 33 的液压油，避免蓄能器 33 压力过高，当多个蓄能器 33 全部达到关停值时，泵电机停止运行。

液压单元 3 还可以包括泄压阀 30h，泄压阀 30h 可选为手动泄压阀，当液压单元 3 需要维护时，可以手动调节泄压阀 30h 以使蓄能器 33 内的液压油回流至油箱 12 内。

例如，车体 1 上还可以配置多个轮速传感器，以检测车轮 11 或轮轴的速度，并将速度信号反馈至中央控制器 7，中央控制器 7 通过分析、计算以判断对应车轮 11 是否发生打滑。当中央控制器 7 判断车轮 11 打滑时，可以单独调节与打滑车轮 11 对应的油路 30m 的压力，以减小对应制动缸的压力，使车轮 11 恢复滚动。

在本申请的一些实施例中，安全制动阀 30 电线连接在安全制动回路 30n 中，安全制动回路 30n 可以改变安全制动阀 30 的工作状态，例如可以通过安全制动回路 30n 的通电、断电来实现安全制动阀 30 在第一状态和第二状态之间的切换，从而当由于轨道车辆 200 需要触发安全制动时，例如轨道车辆 200 的车体 1 之间脱钩、轨道车辆 200 超出安全车速、轨道车辆 200 的电源失电等危及行车安全，此时安全制动回路 30n 的通电状态发生改变，可以使得安全制动阀 30 由第一状态切换至第二状态，安全制动分油

路 30b 导通、常用制动分油路 30a 隔断，液压油经安全制动分油路 30b 流至对应制动器 4 以实现对应车轮 11 的制动，从而实现轨道车辆 200 的安全制动，进一步提高了轨道车辆 200 的安全性。其中，安全制动阀 30 可以与安全制动回路 30n 硬线连接。

例如，当轨道车辆 200 进行正常行车制动时，安全制动回路 30n 得电，安全制动阀 30 处于第一状态，使得常用制动分油路 30a 导通、安全制动分油路 30b 隔断，液压油可以通过常用制动分油路 30a 流至对应制动器 4 以实现制动；当轨道车辆 200 进行安全制动时安全制动回路 30n 失电，安全制动阀 30 处于第二状态，使得安全制动分油路 30b 导通、常用制动分油路 30a 隔断，液压油可以通过安全制动分油路 30b 流至对应制动器 4 以实现制动。

这里，需要说明的是，“安全制动回路 30n”为一个电回路，该电回路有通电和断电两种状态。例如，在轨道车辆 200 进行正常行车制动时，安全制动回路 30n 处于通电状态，此时安全制动回路 30n 得电，安全制动阀 30 得电以切换至第一状态；在安全制动（如轨道车辆 200 遇到危险情况时制动）下，触发安全制动回路 30n 断电，此时安全制动回路 30n 失电，安全制动阀 30 失电以切换至第二状态。可以理解的是，安全制动回路 30n 的触发断电可以通过在安全制动回路 30n 上设置触发按钮实现，或者安全制动回路 30n 可以设置在轨道车辆 200 的相邻两节车体之间，当轨道车辆 200 的相邻两节车体脱钩时，就可以实现安全制动回路 30n 的触发断电，但不限于此。

其中，轨道车辆 200 安全制动时减速度可以根据轨道车辆 200 的安全制动来定义，以保证轨道车辆 200 安全制动时的安全性。如图 3 和图 4 所示，安全制动分油路 30b 可以包括减压阀 30f，减压阀 30f 的限值（即输出压力）可以根据轨道车辆 200 的安全制动减速度来进行初始设定；安全制动不需要液压制动控制单元 2 的控制，信号直接给到液压单元 3 直接以减压阀 30f 预先设定的压力值进行减速停车，享有最高的制动优先级。

在本申请的一些实施例中，如图 4 所示，油路 30m 为一个，制动器 4 为多个，液压制动控制单元 2 通过该油路 30m 控制多个制动器 4 中的至少两个对对应车轮 11 制动。例如，制动器 4 可以为四个，上述油路 30m 可以与四个制动器 4 中的至少两个对应设置，使得液压制动控制单元 2 可以通过上述油路 30m 控制上述至少两个制动器 4 实现轨道车辆 200 的行车制动，使得轨道车辆 200 受到的制动力较为平衡，保证轨道车辆 200 的制动平稳性，使得轨道车辆 200 具有良好的舒适性。

在本申请的一些实施例中，如图 1-图 3 所示，油路 30m 为两个，两个油路 30m 分别为第一油路 301 和第二油路 302，制动器 4 为四个，液压制动控制单元 2 通过第一油路

301 控制制动器 4 的其中两个对对应车轮 11 制动、和/或通过第二油路 302 控制制动器 4 的另外两个对对应车轮 11 制动。例如，在图 1-图 3 的示例中，第一油路 301 与第二油路 302 可以并联连接，机电单元 6 也可以为四个，四个制动器 4 可以与四个机电单元 6 一一对应设置，且四个制动器 4 可以与四个车轮 11 一一对应设置；其中，第一油路 301 与四个制动器 4 中的其中两个对应、第二油路 302 与四个制动器 4 中的另外两个对应，也就是说，第一油路 301 的液压油可以流至上述其中两个制动器 4 以对对应车轮 11 制动、第二油路 302 的液压油可以流至上述另外两个制动器 4 以对对应车轮 11 制动。由此，通过将液压单元 3 的油路 30m 设置为两个，在保证液压单元 3 冗余度的前提下、简化了液压单元 3 的结构，降低成本，便于液压单元 3 的布置。当然，油路 30m 还可以为三个或三个以上。

可以理解的是，轨道车辆 200 进行行车制动时，可以仅第一油路 301 运行、第二油路 302 不运行，液压油仅通过第一油路 301 流至上述其中两个制动器 4 以实现制动；或者，可以仅第二油路 302 运行、第一油路 301 不运行，液压油仅通过第二油路 302 流至上述另外两个制动器 4 以实现制动；亦或者，第一油路 301 和第二油路 302 均运行，液压油可以通过第一油路 301 流至上述其中两个制动器 4、通过第二油路 302 流至上述另外两个制动器 4 以实现制动。

例如，如图 3 所示，第一油路 301 包括第一常用制动分油路 301a 和第一安全制动分油路 301b，第一常用制动分油路 301a 和第一安全制动分油路 301b 并联连接，第一常用制动分油路 301a 和第一安全制动分油路 301b 位于油箱 12 和与第一油路 301 对应的制动器 4 之间，第一常用制动分油路 301a 和第一安全制动分油路 301b 的邻近对应制动器 4 的一端设有第一安全制动阀，第一安全制动阀具有第一状态和第二状态；第二油路 302 包括第二常用制动分油路 302a 和第二安全制动分油路 302b，第二常用制动分油路 302a 和第二安全制动分油路 302b 并联连接，第二常用制动分油路 302a 和第二安全制动分油路 302b 位于油箱 12 和与第二油路 302 对应的制动器 4 之间，第二常用制动分油路 302a 和第二安全制动分油路 302b 的邻近对应制动器 4 的一端设有第二安全制动阀，第二安全制动阀具有第一状态和第二状态。其中，第一安全制动阀和第二安全制动阀分别为第一油路 301 的安全制动阀 30、第二油路 302 的安全制动阀 30。

轨道车辆 200 进行正常行车制动，当第一油路 301 运行时，第一安全制动阀切换至第一状态，以使第一常用制动分油路 301a 导通、第一安全制动分油路 301b 隔断；当第二油路 302 运行时，第二安全制动阀切换至第一状态，以使第二常用制动分油路 301a 导通、第二安全制动分油路 301b 隔断。轨道车辆 200 进行安全制动，当第一油路 301

运行时，第一安全制动阀切换至第二状态，以使第一常用制动分油路 301a 隔断、第一安全制动分油路 301b 导通；当第二油路 302 运行时，第二安全制动阀切换至第二状态，以使第二常用制动分油路 301a 隔断、第二安全制动分油路 301b 导通。

在本申请的一些实施例中，如图 3 和图 4 所示，每个油路 30m 还包括辅助缓解油路 30c，辅助缓解油路 30c 的一端通过辅助缓解阀 30g 设在对应制动器 4 与安全制动阀 30 之间，辅助缓解油路 30c 的另一端与油箱 12 相连，辅助缓解阀 30g 可以具有三个接口，三个接口可以分别是第四接口、第五接口和第六接口，第四接口可以与辅助缓解油路 30c 的上述一端相连、第五接口可以与安全制动阀 30 相连、第六接口可以与对应制动器 4 相连；此时，油路 30m 可以为一个或者多个。

例如，辅助缓解阀 30g 具有第三状态和第四状态，当轨道车辆 200 制动时，辅助缓解阀 30g 切换至第三状态，此时第五接口与第六接口连通、第四接口与第六接口隔断，使得辅助缓解油路 30c 隔断，从而常用制动分油路 30a 或安全制动分油路 30b 控制对应制动器 4 对对应车轮 11 制动；当液压单元 3 无法回油（例如，前文所述的回油阀 30e 故障导致液压单元 3 无法回油）导致制动器 4 对车轮 11 的制动力无法缓解时，辅助缓解阀 30g 切换至第四状态，此时第四接口与第六接口连通、第五接口与第六接口隔断，使得辅助缓解油路 30c 导通，以使制动器 4 回油，液压油回流至油箱 12 内，从而缓解制动器 4 对车轮 11 的制动力，保证了液压单元 3 正常回油，避免轨道车辆 200 发生拖刹现象，进而使轨道车辆 200 快速缓解制动，无需等待人工到车体 1 下方手动缓解制动，减少车体 1 趴窝停运时间。可选地，辅助缓解阀 30g 可以为两位三通阀。

其中，辅助缓解阀 30g 可以与液压制动控制单元相连 2 相连、也可以与轨道车辆 200 的后台控制中心相连，而不限于此；当辅助缓解阀 30g 与轨道车辆 200 的后台控制中心相连时，从而后台控制中心可以通过信号系统施加信号给辅助缓解阀 30g，使得辅助缓解阀 30g 可以在第三状态和第四状态之间切换。例如，轨道车辆 200 制动时，后台控制中心未对辅助缓解阀 30g 供电，辅助缓解阀 30g 失电而处于第三状态；液压单元 3 回油故障时，后台控制中心可以施加信号给辅助缓解阀 30g 以使辅助缓解阀 30g 通电，此时辅助缓解阀 30g 切换至第四状态。由此，实现了液压单元 3 的远程缓解制动。或者，辅助缓解阀 30g 还可以由车体 1 上的辅助缓解按钮触发以切换运行状态。

例如，如图 2 所示，制动系统 100 还可以包括中央控制器 7，液压制动控制单元 2 和每个机电制动控制单元 5 均与中央控制器 7 相连。液压制动控制单元 2 与中央控制器 7 相连，使得液压制动控制单元 2 与中央控制器 7 之间可以有信号交互，中央控制器 7 可以向液压制动控制单元 2 传递信号例如发出指令、液压制动控制单元 2 可以向中央控

制器 7 传递信号例如反馈信号；每个机电制动控制单元 5 分别与中央控制器 7 相连，使得多个机电制动控制单元 5 之间彼此独立运行，且每个机电制动控制单元 5 与中央控制器 7 之间可以有信号交互，中央控制器 7 可以分别向每个机电制动控制单元 5 传递信号例如发出指令、每个机电制动控制单元 5 可以分别向中央控制器 7 传递信号例如反馈信号。由此，中央控制器 7 可以实时监测液压制动控制单元 2 和机电制动控制单元 5 的运行状态，保证液压制动控制单元 2 和机电制动控制单元 5 的运行可靠性，同时便于中央控制器 7 根据液压制动控制单元 2 和机电制动控制单元 5 的运行状态调整合适的制动方案。

其中，液压制动控制单元 2 与中央控制器 7 可以通过网络连接，机电制动控制单元 5 可以通过网络连接，保证液压制动控制单元 2 与中央控制器 7、机电制动控制单元 5 与中央控制器 7 之间可以有更多类型的信号交互，保证液压制动控制单元 2 与中央控制器 7、机电制动控制单元 5 与中央控制器 7 之间信号交互的冗余度，进一步提升了制动系统 100 的运行可靠性。

例如，如图 3 和图 4 所示，液压单元 3 还包括压力开关 31，压力开关 31 用于检测对应制动器 4 的制动力，压力开关 31 与中央控制器 7 电气连接。压力开关 31 将检测到的压力信号传递至中央控制器 7，以便于中央控制器 7 判断液压单元 3 是否正常回油，由于压力开关 31 与中央控制器 7 相连，避免由于液压制动控制单元 2 故障而导致液压单元 3 回油故障时、液压制动控制单元 2 无法判断液压单元 3 是否正常回油，进一步确保了制动系统 100 回油判断的可靠性。

在本申请的一些实施例中，每个机电制动控制单元 5 与液压制动控制单元 2 通讯连接，使得每个机电制动控制单元 5 与液压制动控制单元 2 之间可以有信号交互；当液压单元 3 故障时，液压单元 3 无法对车体 1 实现制动，液压制动控制单元 2 将故障信号反馈至机电制动控制单元 5，机电制动控制单元 5 接收故障信号后、通过对应机电单元 6 对对应车轮 11 制动；也就是说，当液压单元 3 故障时，机电单元 6 对车体 1 施加冗余安全制动，保证城轨车辆的安全。

可以理解的是，“液压制动控制单元 2 将故障信号反馈至机电制动控制单元 5”可以包括液压制动控制单元 2 将故障信号直接反馈至机电制动控制单元 5，也可以包括当制动系统 100 包括中央控制器 7 时、液压制动控制单元 2 将故障信号通过中央控制器 7 反馈至机电制动控制单元 5。

如图 3 和图 4 所示，若轨道车辆 200 在行车过程中异常高压断电，可以设计对机电制动控制单元 5 模块供常电，例如可以通过轨道车辆 200 的蓄电池供电和检测的退电信

号施加制动，保证车辆安全，且整车断电、液压单元 3 的安全制动分油路 30b 的安全制动会自动施加（如图 3 所示），也就是说，轨道车辆 200 具有失电自动制动功能，进一步提升了轨道车辆 200 的安全可靠性。

根据本申请第二方面实施例的轨道车辆 200，如图 8 所示，包括至少一节车体 1 和至少一个用于轨道车辆 200 的制动系统 100，每节车体 1 上设有多个车轮 11，制动系统 100 配置在对应车体 1 上，制动器 4 为多个，多个制动器 4 对多个车轮 11 分别制动。其中，制动系统 100 为根据本申请上述第一方面实施例的用于轨道车辆 200 的制动系统 100。

例如，当车体 1 为一节时，制动系统 100 可以为一个；当车体 1 为多节时，制动系统 100 可以为至少一个，此时制动系统 100 的数量可以与车体 1 的数量相等，多个制动系统 100 可以与多节车体 1 一一对应设置，即每节车体 1 上均配置有一个制动系统 100，或者，制动系统 100 的数量可以小于车体 1 的数量，制动系统 100 配置在对应车体 1 上，此时至少一节车体未配置制动系统 100。但不限于此。

中，当制动系统 100 为多个、且制动系统 100 包括中央控制器 7 时，轨道车辆 200 可以采用一个中央控制器 7、也可以采用多个中央控制器 7。

根据本申请实施例的轨道车辆 200，通过采用上述的制动系统 100，可以有效提升轨道车辆 200 的安全性和可靠性，且车体 1 配置简洁、维护保养简单，无需通过多个独立的制动系统 100 互相备份就能实现高冗余。此外，轨道车辆 200 采用基于数字化、智能化、安全原则的控制方式，可以满足无人驾驶要求。

例如，如图 4 所示，油路 30m 为一个，制动器 4 为多个，液压制动控制单元 2 通过该油路 30m 控制多个制动器 4 中的至少两个对对应车轮 11 制动。例如，制动器 4 可以为四个，上述油路 30m 可以与四个制动器 4 中的至少两个对应设置，使得液压制动控制单元 2 可以通过上述油路 30m 控制上述至少两个制动器 4 实现轨道车辆 200 的行车制动，使得轨道车辆 200 受到的制动力较为平衡，保证轨道车辆 200 的制动平稳性，使得轨道车辆 200 具有良好的舒适性。

例如，如图 1-图 3 所示，油路 30m 为两个，两个油路 30m 分别为第一油路 301 和第二油路 302，制动器 4 为四个，四个制动器 4 呈方形布置，四个制动器 4 中的其中两个与第一油路 301 对应，也就是说，第一油路 301 可以控制四个制动器 4 中的上述其中两个对车轮 11 制动，且四个制动器 4 中的上述其中两个呈对角布置，也就是说，四个制动器 4 中的上述其中两个沿上述方形结构的对角线布置；四个制动器 4 中的另外两个与第二油路 302 对应，也就是说，第二油路 302 可以控制四个制动器 4 中的上述另外两个

对车轮 11 制动，且四个制动器 4 中的上述另外两个呈对角布置，也就是说，四个制动器 4 中的上述另外两个沿上述方形结构的对角线布置。

例如，四个制动器 4 对应四个车轮 11 布置，上述四个车轮 11 呈方形布置，与四个制动器 4 中的上述其中两个对应的车轮 11 可以分别位于车体 1 的左前侧、右后侧，与四个制动器 4 中的上述另外两个对应的车轮 11 可以分别位于车体 1 的右前侧、左后侧。由此，当仅通过第一油路 301 或第二油路 302 实现制动时，车体 1 前后左右受力平衡，施加制动或缓解制动（即释放制动）时、车体 1 更加稳定，保证了轨道车辆 200 的舒适性。

这里，需要说明的是，“仅通过第一油路 301 或第二油路 302 实现制动”可以包括轨道车辆 200 的自身设定为行车制动时、仅通过两个油路 30m 中的其中一个实现，也可以包括轨道车辆 200 的自身设定为行车制动时，同时通过两个油路 30m 实现，而其中一个油路 30m 故障而无法实现制动。

可以理解的是，与第一油路 301 对应的上述其中两个制动器 4 可以邻近车体 1 的一端设置，与第二油路 302 对应的上述另外两个制动器 4 可以邻近车体 1 的另一端设置。

根据本申请实施例的轨道车辆 200 的其他构成以及操作对于本领域普通技术人员而言都是已知的，这里不再详细描述。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

尽管已经示出和描述了本申请的实施例，本领域的普通技术人员可以理解：在不脱离本申请的原理和宗旨的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变型，本申请的范围由权利要求及其等同物限定。

权利要求书

1、一种用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，包括：

液压单元和液压制动控制单元，所述液压单元与所述液压制动控制单元电气连接，所述液压单元包括一个或者多个油路，每个所述油路与至少一个制动器对应设置；

多个机电制动控制单元和多个机电单元，每个所述机电制动控制单元与至少一个所述机电单元对应设置，

其中，在所述轨道车辆进行行车制动时，所述液压制动控制单元适于通过至少一个所述油路控制对应所述制动器对所述轨道车辆的车轮制动；在所述轨道车辆进行停车后制动时，多个所述机电制动控制单元中的至少一个适于通过对应所述机电单元对所述轨道车辆的车轮制动。

2、根据权利要求 1 所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，每个所述油路包括常用制动分油路和安全制动分油路，所述常用制动分油路和所述安全制动分油路并联连接，所述常用制动分油路和所述安全制动分油路均位于油箱和对应的所述制动器之间，且所述常用制动分油路和所述安全制动分油路的邻近所述制动器的一端设有安全制动阀，所述安全制动阀具有第一状态和第二状态，

当所述轨道车辆正常行车制动时，所述安全制动阀切换至所述第一状态，以使所述常用制动分油路导通、所述安全制动分油路隔断；当所述轨道车辆安全制动时，所述安全制动阀切换至所述第二状态，以使所述安全制动分油路导通、所述常用制动分油路隔断。

3、根据权利要求 2 所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，所述常用制动分油路和所述安全制动分油路的邻近所述油箱的一端设有蓄能器，所述蓄能器与所述油箱连通。

4、根据权利要求 3 所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，每个所述油路的所述蓄能器与所述油箱之间均设有开关阀，且多个所述油路通过共用油路与所述油箱相连，所述共用油路上设有液压泵。

5、根据权利要求 2 所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，所述常用制动分油路的另一端与所述油箱相连且包括并联设置的进油阀和回油阀，所述进油阀和所述回油阀分别与所述液压制动控制单元电连接。

6、根据权利要求 2-5 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，所述安全制动阀电线连接在安全制动回路中。

7、根据权利要求 6 所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，当所述轨道车辆正常行车制动时所述安全制动回路得电，所述安全制动阀处于所述第一状态；当所述轨道车辆安全制动时所述安全制动回路失电，所述安全制动阀处于所述第二状态。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，所述油路为一个，所述制动器为多个，所述液压制动控制单元通过所述油路控制多个所述制动器中的至少两个对对应所述车轮制动。

9、根据权利要求 1-7 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，所述油路为两个，两个所述油路分别为第一油路和第二油路，所述制动器为四个，所述液压制动控制单元通过所述第一油路控制所述制动器的其中两个对对应所述车轮制动、和/或通过所述第二油路控制所述制动器的另外两个对对应所述车轮制动。

10、根据权利要求 2-9 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，每个所述油路还包括：

辅助缓解油路，所述辅助缓解油路的一端通过辅助缓解阀设在所述制动器与所述安全制动阀之间，所述辅助缓解油路的另一端与所述油箱相连，所述辅助缓解阀具有第三状态和第四状态，

当所述轨道车辆制动时，所述辅助缓解阀切换至所述第三状态，所述辅助缓解油路隔断，以使所述油路控制对应所述制动器对对应所述车轮制动；当所述液压单元无法回油时，所述辅助缓解阀切换至所述第四状态，所述辅助缓解油路导通，以使所述制动器回油。

11、根据权利要求 1-10 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，进一步包括：

中央控制器，所述液压制动控制单元和每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制器相连。

12、根据权利要求 11 所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，所述液压单元还包括：

压力开关，所述压力开关用于检测对应所述制动器的制动力，所述压力开关与所述中央控制器电气连接。

13、根据权利要求 1-12 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，其特征在于，每个所述机电制动控制单元与所述液压制动控制单元通讯连接，当所述液压单元故障时，所述液压制动控制单元将故障信号反馈至所述机电制动控制单元，所述机电制动控制单元接收所述故障信号后、通过对应所述机电单元对对应所述车轮制动。

14、一种轨道车辆，其特征在于，包括：

至少一节车体，每节所述车体上设有多个车轮；

至少一个用于轨道车辆的制动系统，所述制动系统为根据权利要求 1-13 中任一项所述的用于轨道车辆的制动系统，所述制动系统配置在对应所述车体上，所述制动器为多个，多个所述制动器对多个所述车轮分别制动。

15、根据权利要求 14 所述的轨道车辆，其特征在于，所述油路为一个，所述制动器为多个，所述液压制动控制单元通过所述油路控制多个所述制动器中的至少两个对对应所述车轮制动。

16、根据权利要求 14 所述的轨道车辆，其特征在于，所述油路为两个，两个所述油路分别为第一油路和第二油路，所述制动器为四个，四个所述制动器呈方形布置，四个所述制动器中的其中两个与所述第一油路对应且呈对角布置，四个所述制动器中的另外两个与所述第二油路对应且呈对角布置。

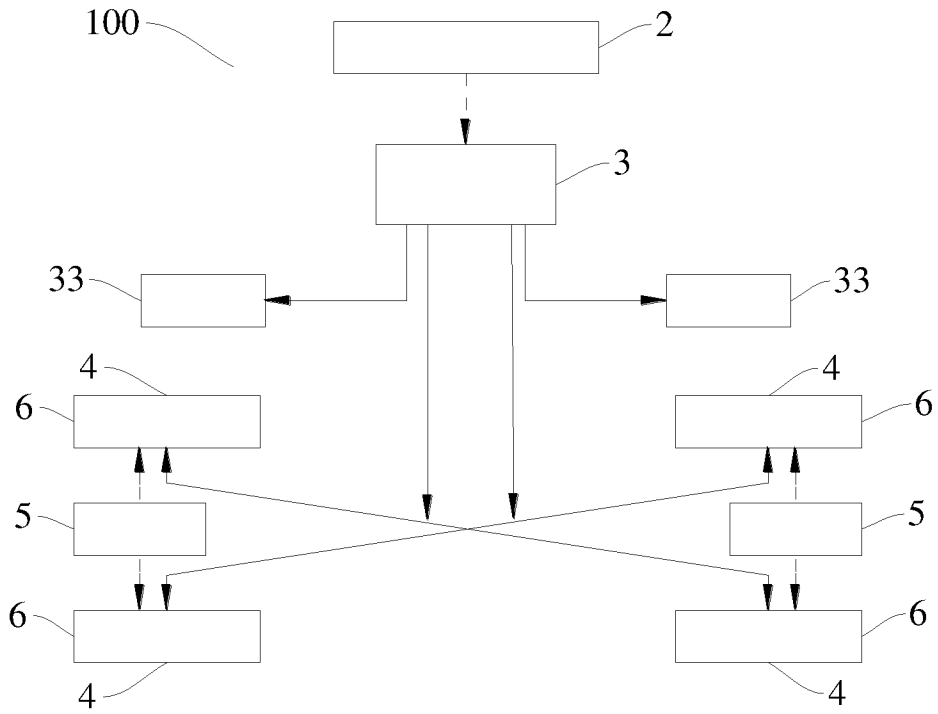


图 1

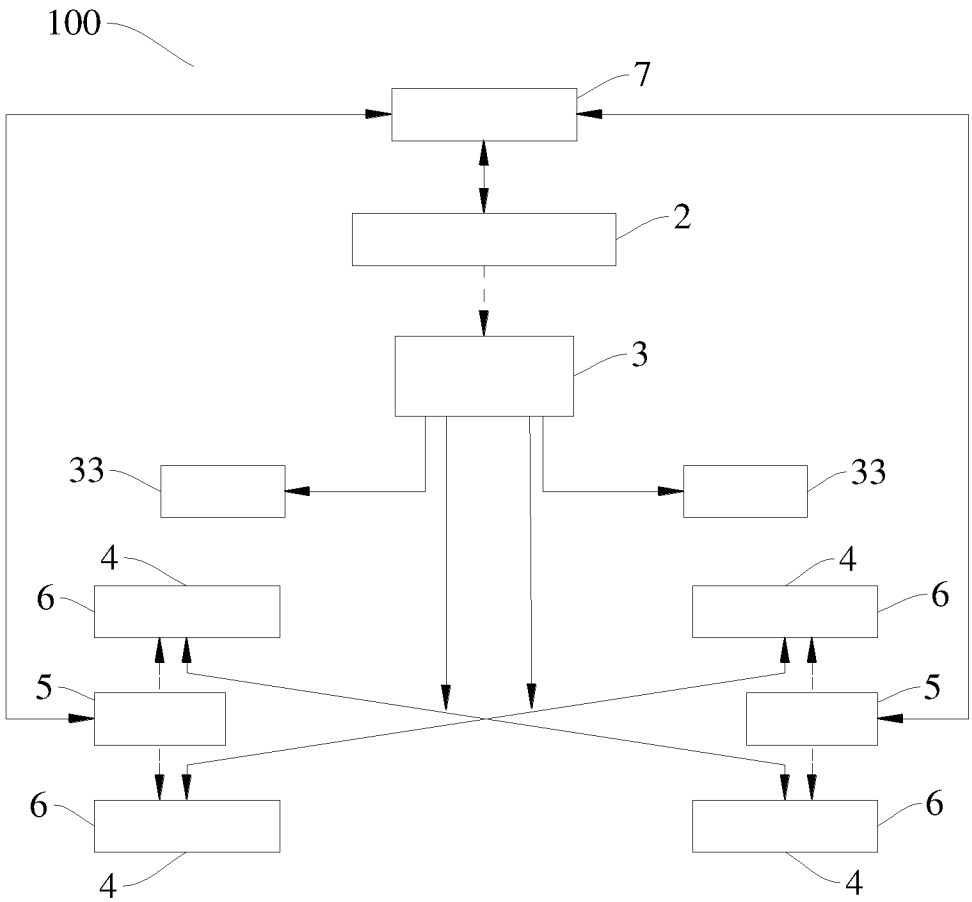


图 2

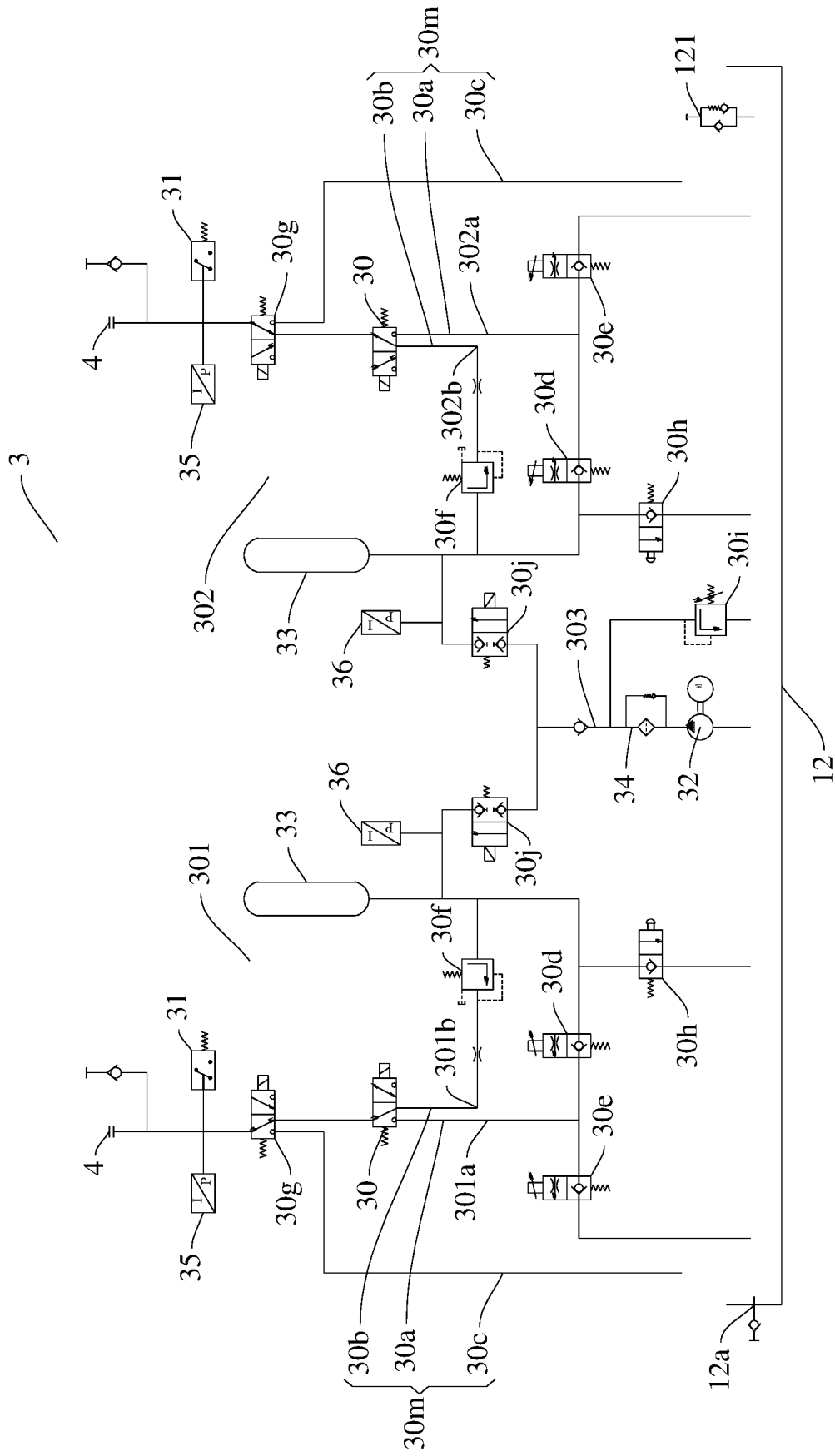

3
4
31
35
30g
30
30m
30b
30a
30c
302a
302b
30e
30d
30h
30f
302
33
36
30j
303
30i
34
32
12
121
12a
301
301b
301a

图 3

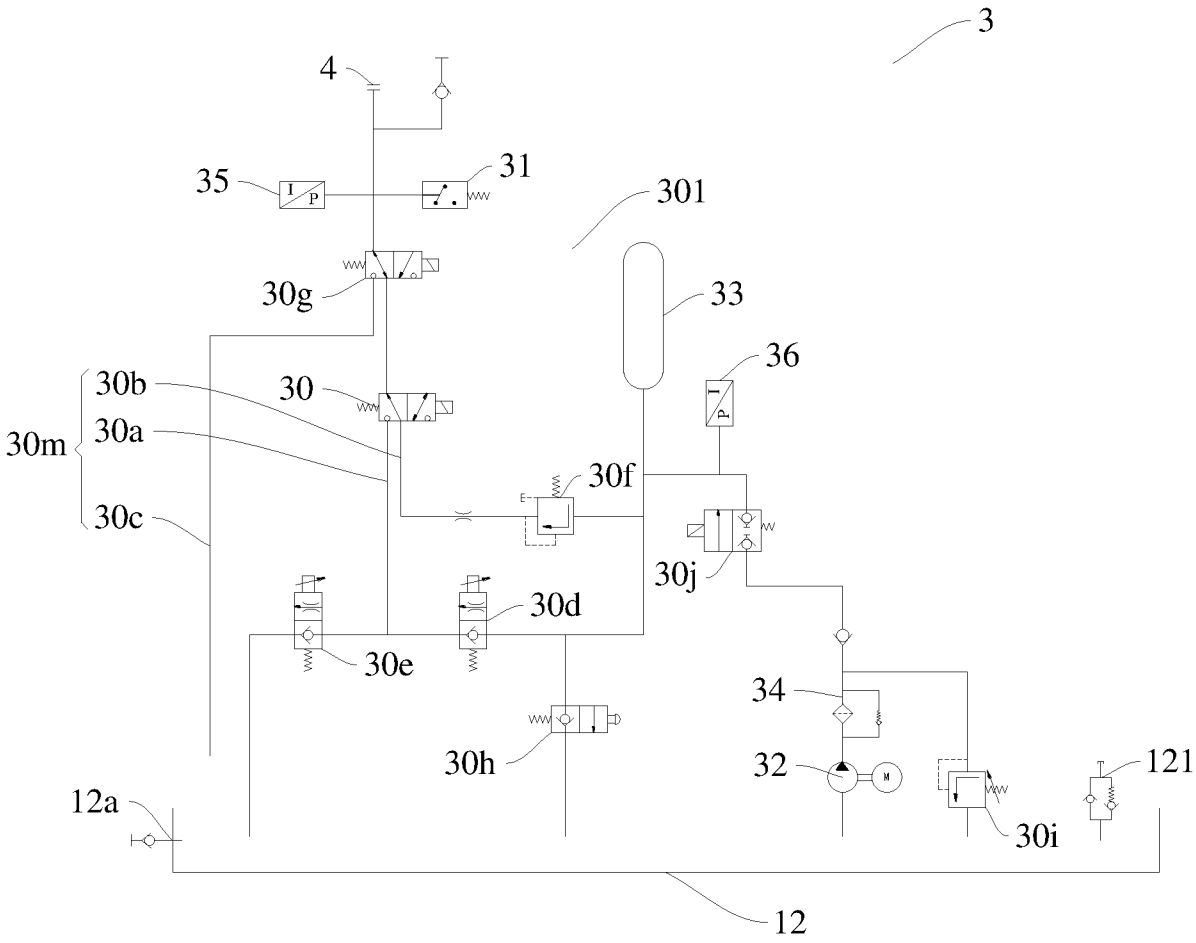

3
4
35
I
P
31
301
30g
33
36
30b
30
30m
30a
30c
30f
E
30j
30d
30e
34
30h
32
M
121
30i
12a
12

图 4

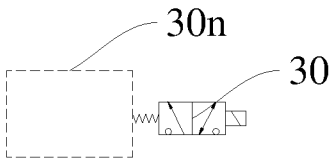

30n
30

图 5

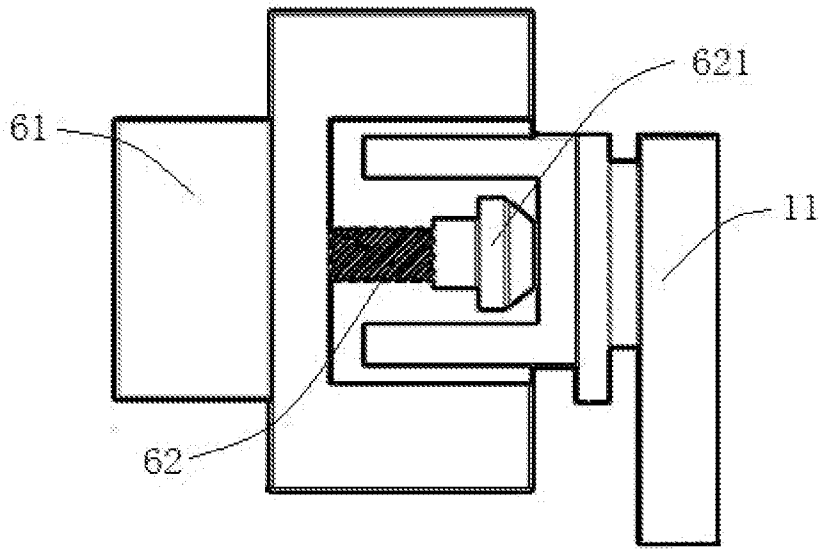


图 6

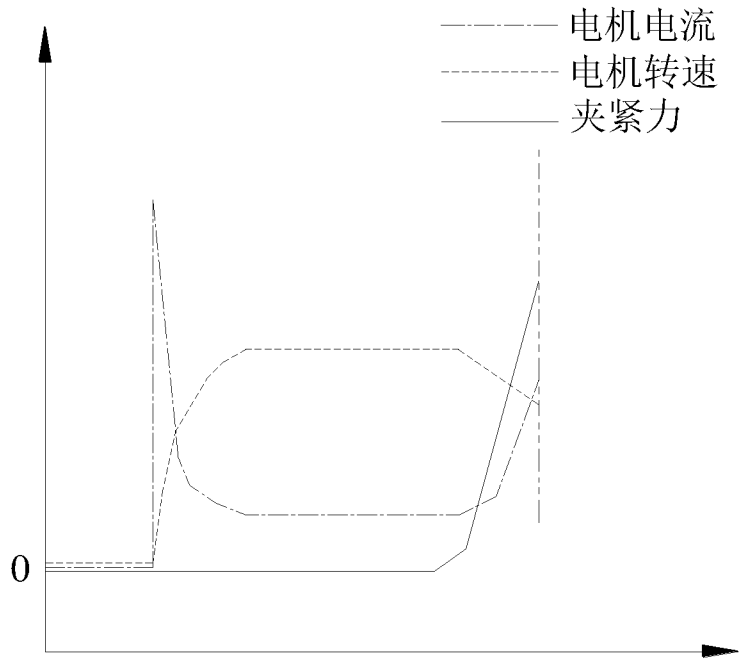


图 7

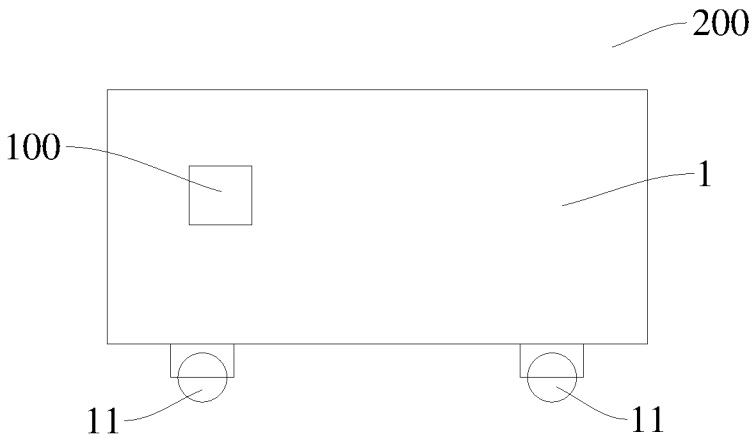


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/128822

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60T 13/74(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60T

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

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

CNABS, CNKI, VEN: 轨道, 车辆, 火车, 列车, 机电制动, 液压制动, track, vehicle, train, electromechanical, hydraulic, brake

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 207809366 U (BYD COMPANY LIMITED) 04 September 2018 (2018-09-04) description, paragraphs [0052]-[0083], and figures 1-8	1-16
A	CN 102689629 A (ROBERT BOSCH GMBH) 26 September 2012 (2012-09-26) entire document	1-16
A	CN 102548817 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 04 July 2012 (2012-07-04) entire document	1-16
A	CN 104773153 A (FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC) 15 July 2015 (2015-07-15) entire document	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
24 March 2020	**01 April 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/128822

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	207809366	U	04 September 2018	None			
CN	102689629	A	26 September 2012	DE	102011005843	A1	27 September 2012
				FR	2972985	A1	28 September 2012
				US	8483923	B2	09 July 2013
				US	2012245816	A1	27 September 2012
				CN	102689629	B	05 October 2016
CN	102548817	A	04 July 2012	US	2012192757	A1	02 August 2012
				AU	2010297446	A1	05 April 2012
				RU	2012116072	A	27 October 2013
				EP	2480437	B1	06 March 2019
				BR	112012006506	A2	26 April 2016
				CN	102548817	B	15 June 2016
				AU	2010297446	B2	21 August 2014
				ES	2729675	T3	05 November 2019
				WO	2011036003	A2	31 March 2011
				WO	2011036003	A3	13 October 2011
				EP	2480437	A2	01 August 2012
				RU	2551298	C2	20 May 2015
				DE	102009042965	A1	24 March 2011
				TR	201906676	T4	21 May 2019
CN	104773153	A	15 July 2015	CN	104773153	B	19 July 2019
				US	2015197224	A1	16 July 2015
				DE	102014200602	A1	16 July 2015
				US	9566961	B2	14 February 2017

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/128822

A. 主题的分类

B60T 13/74(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B60T

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNABS,CNKI,VEN:轨道，车辆，火车，列车，机电制动，液压制动,track, vehicle, train,electromechanical, hydraulic, brake

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 207809366 U (比亚迪股份有限公司) 2018年 9月 4日 (2018-09-04) 说明书第[0052]-[0083]段、图1-8	1-16
A	CN 102689629 A (罗伯特 博世有限公司) 2012年 9月 26日 (2012-09-26) 全文	1-16
A	CN 102548817 A (西门子公司) 2012年 7月 4日 (2012-07-04) 全文	1-16
A	CN 104773153 A (福特全球技术公司) 2015年 7月 15日 (2015-07-15) 全文	1-16

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件
“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性
“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 3月 24日	2020年 4月 1日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 吴斐 电话号码 62085294

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/128822

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	207809366	U	2018年 9月 4日	无			
CN	102689629	A	2012年 9月 26日	DE	102011005843	A1	2012年 9月 27日
				FR	2972985	A1	2012年 9月 28日
				US	8483923	B2	2013年 7月 9日
				US	2012245816	A1	2012年 9月 27日
				CN	102689629	B	2016年 10月 5日
CN	102548817	A	2012年 7月 4日	US	2012192757	A1	2012年 8月 2日
				AU	2010297446	A1	2012年 4月 5日
				RU	2012116072	A	2013年 10月 27日
				EP	2480437	B1	2019年 3月 6日
				BR	112012006506	A2	2016年 4月 26日
				CN	102548817	B	2016年 6月 15日
				AU	2010297446	B2	2014年 8月 21日
				ES	2729675	T3	2019年 11月 5日
				WO	2011036003	A2	2011年 3月 31日
				WO	2011036003	A3	2011年 10月 13日
				EP	2480437	A2	2012年 8月 1日
				RU	2551298	C2	2015年 5月 20日
				DE	102009042965	A1	2011年 3月 24日
				TR	201906676	T4	2019年 5月 21日
CN	104773153	A	2015年 7月 15日	CN	104773153	B	2019年 7月 19日
				US	2015197224	A1	2015年 7月 16日
				DE	102014200602	A1	2015年 7月 16日
				US	9566961	B2	2017年 2月 14日