

(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)



(10) 国际公布号
WO 2020/135620 A1

- (51) 国际专利分类号:
B60L 7/00 (2006.01) *F16D 65/14* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/128823
- (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:
201811644972.9 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。
- (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,

(54) Title: ELECTROMECHANICAL BRAKING SYSTEM FOR RAIL VEHICLE AND CONTROL METHOD FOR ELECTROMECHANICAL BRAKING SYSTEM, AND RAIL VEHICLE

(54) 发明名称: 用于轨道车辆的机电制动系统及其控制方法、轨道车辆

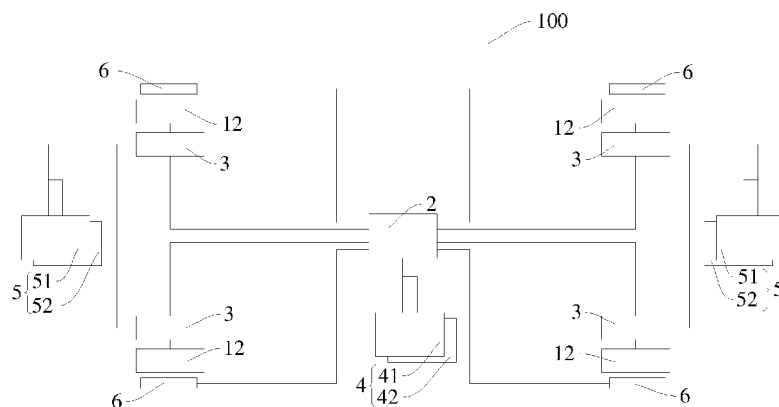


图 2

(57) Abstract: An electromechanical braking system (100) for a rail vehicle (200) comprises a central control unit (2), multiple electromechanical braking control units (3), and multiple brakes (12); each of the electromechanical braking control units (3) is connected to the central control unit (2), the brakes (12) are used for braking wheels (11) of the rail vehicle (200), and each of the electromechanical braking control units (3) is connected to at least one of the brakes (12). When the rail vehicle (200) needs a driving brake, at least one electromechanical braking unit (3) brakes the wheel by controlling the brake (12). Also disclosed are a control method for the electromechanical braking system (100) and the rail vehicle (200) comprising same. By adoption of the electromechanical braking system, the safety for driving brake of the rail vehicle is ensured, the configuration of the rail vehicle is effectively simplified, the costs are reduced, facilitating achieving the lightweight design and modular design of the rail vehicle and facilitating the maintenance of the rail vehicle.

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)的机电制动系统(100)包括中央控制单元(2)、多个机电制动控制单元(3)和多个制动器(12), 每个机电制动控制单元(3)均与中央控制单元(2)相连, 制动器(12)用于对轨道车辆(200)的车轮(11)制动, 每个机电制动控制单元(3)与至少一个制动器(12)相连。当轨道车辆(200)需要进行行车制动时, 至少一个机电制动单元(3)通过控制制动器(12)对车轮制动。还公开了用于该电机制动系统(100)控制方法和包含其的轨道车辆(200)。通过采用该机电制动系统, 保证了轨道车辆的行车制动安全, 有效简化了轨道车辆的配置, 降低成本, 且便于实现轨道车辆的轻量化设计和模块化设计, 方便了轨道车辆的维护保养。

用于轨道车辆的机电制动系统及其控制方法、轨道车辆

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201811644972.9、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机电制动系统及其控制方法、轨道车辆。

背景技术

相关技术中，城轨列车例如低地板轻轨车辆采用的制动形式主要有空气制动、液压制动和磁轨制动，并可以通过上述三种制动形式中的两种的结合进行制动，例如空气制动与磁轨制动结合、液压制动与磁轨制动结合等。其中，一些制动形式的制动力的源动力是通过压缩空气或液压油，制动系统内部需要将空气或液压油压缩成高压介质，对于空气制动而言，制动系统包括微机控制单元、空气压缩机、储风缸、电控转换阀、管路和制动器；对于液压制动而言，制动系统包括微机控制单元、液压单元（内部集成泵电机、电磁阀等）、蓄能器、管路和制动器；磁轨制动所需要的部件的体积庞大、功耗大，易对城轨列车的其他设备产生电磁干扰。

无论采用空气制动还是液压制动，城轨列车需要较多的部件，这些部件会占据大量空间，且液压部件的质量会对制动系统造成安全隐患，例如制动液（例如，液压油）的污染、堵塞、泄露等，均可能导致制动系统失去制动功能，制动液的化学成分还会对环境造成污染，甚至在高温情况下燃烧车辆。

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，本申请的一个目的在于提出一种用于轨道车辆的机电制动系统，所述机电制动系统结构简单、安全可靠，便于实现轨道车辆的轻量化设计和模块化设计。

根据本申请第一方面实施例的用于轨道车辆的机电制动系统，包括：中央控制单元；多个机电制动控制单元，每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制单元相连；多个

制动器，所述制动器用于对所述轨道车辆的车轮制动，每个所述机电制动控制单元与至少一个所述制动器相连；当所述轨道车辆需要进行行车制动时，至少一个所述机电制动单元通过控制所述制动器对所述车轮制动。

5 根据本申请实施例的用于轨道车辆的机电制动系统，通过在轨道车辆行车制动时采用机电制动系统机电制动的方式，既可满足轨道车辆行车时施加机电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永久停放在坡道上、制动力不会衰减导致溜坡；机电制动无压缩介质、无管路布置，环境友好，同时使得制动器结构简单、具有良好的安全可靠，从而简化了轨道车辆的配置，使得轨道车辆结构简洁、体积较小，便于实现轨道车辆的轻量化设计，方便了轨道车辆的维护保养；轨道车辆的配置便于实
10 现模块化设计，便于组装、调试，降低轨道车辆的成本。此外，本申请的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，所述机电制动系统具有第一电源和多个第二电源，所述第一电源与所述中央控制单元电连接，多个所述第二电源分别与多个所述机电制动控制单元电连接。

15 根据本申请的一些实施例，所述第一电源包括第一主电源件和第一备用电源件，所述第一主电源件和所述第一备用电源件并联后与所述中央控制单元电连接。

根据本申请的一些实施例，所述第二电源包括第二主电源件和第二备用电源件，所述第二主电源件和所述第二备用电源件并联后与所述中央控制单元电连接。

20 根据本申请的一些实施例，所述机电制动控制单元为四个，所述第二电源为四个，所述第二电源与所述机电制动控制单元一一对应；或者，每个所述第二电源与两个所述机电制动控制单元电连接。

根据本申请的一些实施例，所述机电制动系统还包括蓄能件，所述蓄能件与至少一个所述机电制动控制单元电连接。

25 根据本申请的一些实施例，每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制单元之间采用网络连接和硬线连接。

根据本申请的一些实施例，所述机电制动系统具有多个轮速传感器，多个所述轮速传感器与多个所述车轮一一对应，所述轮速传感器与所述中央控制单元相连且用于检测对应所述车轮的转速。

30 根据本申请的一些实施例，所述中央控制单元获取所述车轮的转速以计算出所述车轮的速度、减速度和滑移率，所述中央控制单元将所述车轮的速度、减速度和滑移率中的至少一个作为判据对所述车轮进行打滑判断，当所述判据包括所述车轮的速度时，所

述车轮的速度小于所述车体的速度且所述车轮的速度与所述车体速度之间的差值超过第一预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；当所述判据包括所述车轮的减速度时，所述车轮的减速度超过第二预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；当所述判据包括所述车轮的滑移率时，所述车轮的滑移率超过第三预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑。

根据本申请的一些实施例，所述制动器包括：电机；螺旋机构，所述螺旋机构由所述电机驱动移动，所述螺旋机构的自由端设有活塞；闸片，所述闸片设在所述活塞上以与所述车轮的制动盘配合或分离。

根据本申请的一些实施例，所述制动器还包括：压力传感器，所述压力传感器与对应所述机电制动控制单元电气连接，所述压力传感器用于监测所述闸片的制动力、并反馈至对应所述机电制动控制单元。

根据本申请第二方面实施例的机电制动系统的控制方法，所述机电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机电制动系统，所述控制方法包括以下步骤：所述中央控制单元向所述机电制动控制单元发送指令；所述机电制动控制单元根据接收的指令控制对应所述制动器执行相应动作。

根据本申请实施例的机电制动系统的控制方法，机电制动系统的控制逻辑较为简单、便于实现，保证了轨道车辆的行车安全。

根据本申请的一些实施例，所述机电制动系统具有第一电源，所述第一电源包括第一主电源和第一备用电源，所述第一主电源和所述第一备用电源均与所述中央控制单元电连接，当所述第一主电源故障时，所述第一备用电源对所述中央控制单元供电。

根据本申请的一些实施例，所述机电制动系统具有多个第二电源，每个第二电源均包括第二主电源件和第二备用电源件，所述第二主电源件和所述第二备用电源件均与所述机电制动控制单元电连接，当所述第二主电源件故障时，所述第二备用电源件对所述机电制动控制单元供电。

根据本申请的一些实施例，每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制单元之间通过网络连接线和硬线连接，当所述网络连接线和所述硬线中的其中一个故障时，所述机电制动控制单元与所述中央控制单元之间通过所述网络连接线和所述硬线中的另一个通讯。

根据本申请的一些实施例，所述制动器包括电机、螺旋机构和闸片，所述螺旋机构由所述电机驱动移动，所述螺旋机构的自由端设有活塞，所述闸片设在所述活塞上以与所述车轮的制动盘配合或分离，所述制动器执行动作的过程中，所述机电制动单元检测

所述电机的电流和电压中的至少一个，当检测值超过预设值时，所述机电制动控制单元控制所述电机停止运行。

根据本申请的一些实施例，所述制动器包括压力传感器，所述压力传感器用于检测所述制动器的制动力，所述制动器执行动作的过程中，所述机电制动控制单元将所述压力传感器检测的实时制动力与
5 所述中央控制单元发出的指令中的目标制动力进行比较，并调节所述制动器使所述实时制动力趋近所述目标制动力。

根据本申请的一些实施例，所述机电制动系统具有多个轮速传感器，每个所述轮速传感器用于检测对应所述车轮的转速，所述中央控制单元获取所述车轮的转速以计算出所述车轮的速度、减速度和滑移率，所述中央控制单元将所述车轮的速度、减速度和滑移率中的至少一个作为判据对所述车轮进行打滑判断，当所述判据包括所述车轮的速度
10 时，所述车轮的速度小于所述车体的速度且所述车轮的速度与所述车体速度之间的差值超过第一预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；当所述判据包括所述车轮的减速度时，所述车轮的减速度超过第二预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；当所述判据包括所述车轮的滑移率时，所述车轮的滑移率超过第三预设值，所述
15 中央控制单元判断对应所述车轮打滑。

根据本申请第三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所述车轮；至少一个机电制动系统，所述机电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机电制动系统，所述机电制动系统用于对多个所述车轮制动。

根据本申请实施例的轨道车辆，通过采用上述的机电制动系统，保证了轨道车辆的行车制动安全，有效简化了轨道车辆的配置，降低成本，且便于实现轨道车辆的轻量化设计和模块化设计，方便了轨道车辆的维护保养。

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轨道车辆的结构示意图；

图 2 是根据本申请一个实施例的轨道车辆的机电制动系统的示意图，其中，中央控制单元与机电制动控制单元之间的指令传输为网络连线和硬线连线两者包线；

图 3 是根据本申请另一个实施例的轨道车辆的机电制动系统的示意图，其中，中央控制单元与机电制动控制单元之间的指令传输为网络连线和硬线连线两者包线；

图 4 是根据本申请实施例的制动器制动时的工作原理示意图；

图 5 是图 4 中所示的制动器的电机转速、电机电流和对车轮的夹紧力的关系示意图；

5 图 6 是根据本申请实施例的机电制动系统的控制方法的流程示意图；

图 7 是根据本申请另一个实施例的机电制动系统的控制方法的流程示意图；

图 8 是根据本申请再一个实施例的机电制动系统的控制方法的流程示意图。

附图标记：

轨道车辆 200、车体 1、机电制动系统 100、

10 车轮 11、制动器 12、

电机 121、螺旋机构 122、活塞 122a、闸片 123、压力传感器 124、

中央控制单元 2、机电制动控制单元 3、

第一电源 4、第一主电源件 41、第一备用电源件 42、

第二电源 5、第二主电源件 51、第二备用电源件 52、轮速传感器 6、

15 蓄能件 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。

下面参考图 1-图 5 描述根据本申请实施例的用于轨道车辆的机电制动系统 100。

如图 1-图 5 所示，根据本申请实施例的机电制动系统 100，包括中央控制单元 2、多个机电制动控制单元 3 和多个制动器 12。

每个机电制动控制单元 3 均与中央控制单元 2 相连，每个机电制动控制单元 3 与至少一个制动器 12 相连，以控制上述至少一个制动器 12 的运行，制动器 12 用于对轨道车辆 200 的车轮 11 制动。当轨道车辆 200 需要进行行车制动时，至少一个机电制动控制单元 3 通过控制制动器 12 对车轮 11 制动。

例如，如图 1-图 5 所示，轨道车辆 200 可以包括至少一节车体 1，车轮 11 可转动地设在车体 1 上以实现车体 1 的运动，多个制动器 12 可以对应多个车轮 11 设置，例如，当制动器 12 的数量与车轮 11 的数量相等时，多个制动器 12 可以与多个车轮 11 一一对应设置，当制动器 12 的数量小于车轮 11 的数量时，多个车轮 11 中的至少一个未对应

设置制动器 12。但不限于此。可选地，制动器 12 可以为四个，车轮 11 可以大于或等于四个。

可以理解的是，制动器 12 在对车轮 11 进行制动时，制动器 12 可以对与车轮 11 相连的车轴进行制动、也可以对车轮 11 上的制动盘进行制动，但不限于此，只需保证制
5 动器 12 对车轮 11 进行制动时、可以改变车轮 11 的转速即可。

其中，每个机电制动控制单元 3 分别与中央控制单元 2 相连，使得多个机电制动控制单元 3 之间彼此独立运行、互不干涉，每个机电制动控制单元 3 与中央控制单元 2 之间可以均有信号交互，中央控制单元 2 可以向机电制动控制单元 3 传递信号例如发出指令、机电制动控制单元 3 可以向中央控制器传递信号例如反馈信号，以使每个机电制
10 动控制单元 3 可以分别单独控制至少一个制动器 12，即每个制动器 12 可以仅由与其相连的机电制动控制单元 3 控制，每个机电制动控制单元 3 可以控制至少一个车轮 11 实现制动。

例如，当轨道车辆 200 需要进行行车制动时，多个机电制动控制单元 3 中的至少一个控制对应制动器 12 运转，以对对应车轮 11 产生制动力，制动力可以继续施加、也可以
15 以缓解，实现轨道车辆 200 的制动；当多个机电制动控制单元 3 中的其中一个发生故障、使得该故障的机电制动控制单元 3 对应的制动器 12 无法实现制动时，其余机电制动控制单元 3 中的至少一个可以控制对应制动器 12 运转以对对应车轮 11 制动，从而多个机电制动控制单元 3 可以互相形成备份，避免机电制动控制单元 3 和/或对应制动器 12 故障导致轨道车辆 200 无法制动，进而提升了机电制动系统 100 制动的冗余度，保证了
20 轨道车辆 200 的行车安全性和停车安全性。

可以理解的是，对于少编组列车而言车体 1 数量较少，本申请中的机电制动系统 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能达到的高冗余要求。

可以理解的是，“行车制动”可以包括轨道车辆 200 在行车过程中制动，也可以包
25 括轨道车辆停车制动，即轨道车辆停车后制动，例如停放制动。在轨道车辆 200 的行车制动过程中，机电制动系统 100 可以通过电子机械制动的方式进行，此时可以无需通过制动介质例如制动液或制动气等，即可以无需借助液压油或空气等来实现行车制动，从而简化了机电制动系统 100 的结构，便于机电制动系统 100 的布置，有利于实现机电制动系统 100 的独立运行；当然，如果轨道车辆 200 上设有驱动装置例如牵引电机驱动车
30 轮 11 运行，驱动装置可以对车轮 11 施加制动力以使车轮 11 减速或停止时，机电制动系统 100 还可以与配合牵引电机运行，机电制动系统 100 可以根据驱动装置对车轮 11

施加的电制动力情况来控制制动器 12 的制动力，从而配合电制动力施加合适的制动力，保证各个车轮 11 受到的制动力较为均衡；但不限于此。

由此，通过在轨道车辆 200 制动时采用机电制动系统 100 机电制动的方式，即行车时采用机电制动以保证轨道车辆 200 的行车速度、停车时也采用机电制动，既可满足轨道车辆 200 行车时施加机电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；机电制动无压缩介质、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，环境友好，同时使得制动器 12 结构简单、具有良好的安全可靠，从而简化了轨道车辆 200 的配置，使得轨道车辆 200 结构简洁、体积较小，便于实现轨道车辆 200 的轻量化设计，方便了轨道车辆 200 的维护保养；此外，轨道车辆 200 的配置便于实现模块化设计，便于组装、调试，降低轨道车辆 200 的成本。

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 的机电制动系统 100，通过在轨道车辆 200 行车制动时采用机电制动系统 100 机电制动的方式，既可满足轨道车辆 200 行车时施加机电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；机电制动无压缩介质、无管路布置，环境友好，同时使得制动器 12 结构简单、具有良好的安全可靠，从而简化了轨道车辆 200 的配置，使得轨道车辆 200 结构简洁、体积较小，便于实现轨道车辆 200 的轻量化设计，方便了轨道车辆 200 的维护保养；轨道车辆 200 的配置便于实现模块化设计，便于组装、调试，降低轨道车辆 200 的成本。此外，本申请的轨道车辆 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。

在本申请的一些实施例中，如图 2 和图 3 所示，机电制动系统 100 具有第一电源 4 和多个第二电源 5，第一电源 4 与中央控制单元 2 电连接，则第一电源 4 可以对中央控制单元 2 供电，保证中央控制单元 2 的正常工作。多个第二电源 5 分别与多个机电制动控制单元 3 电连接，则多个第二电源 5 可以分别对多个机电制动控制单元 3 供电，以保证多个机电制动控制单元 3 正常工作，其中第二电源 5 的数量与机电制动控制单元 3 的数量可以相等、也可以不相等；例如，第二电源 5 的数量为 m 、机电制动控制单元 3 的数量为 n ，且 $m \geq 2$ 、 $n \geq 2$ ，当 $m=n$ 时， m 个第二电源 5 可以与 n 个机电制动控制单元 3 一一对应设置，当 $m > n$ 时， n 个机电制动控制单元 3 中的至少一个可以对应 m 个第二电源 5 中的至少两个设置，也就是说，至少一个机电制动控制单元 3 可以与多个第二电源 5 对应设置。

例如，在图 2 和图 3 的示例中，第一电源 4 包括第一主电源件 41 和第一备用电源件 42，第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 并联后与中央控制单元 2 电连接，此时第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 可以分别对中央控制单元 2 供电，第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 之间可以互相形成备份，避免中央控制单元 2 断电而无法正常工作，提升了机电制动系统 100 供电的冗余度，保证了机电制动系统 100 制动的安全可靠
5 性，同时在保证对中央控制单元 2 供电的冗余度的前提下、简化了第一电源 4 的结构，方便了第一电源 4 的布置。

可以理解的是，“第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 并联后与中央控制单元 2 电连接”可以包括第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 始终与中央控制单元 2 保持电
10 连接，还可以包括第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 中的其中一个与中央控制单元 2 电连接，当第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 中的上述其中一个故障时、可以触发第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 中的另一个与中央控制单元 2 电连接以实现继续供电。但不限于此。

例如，在图 2 和图 3 的示例中，第二电源 5 包括第二主电源件 51 和第二备用电源件 52，第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 并联后与机电制动控制单元 3 电连接，
15 此时第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 可以分别对对应机电制动控制单元 3 供电，第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 之间可以互相形成备份，避免机电制动控制单元 3 断电而无法正常工作，进一步提升了机电制动系统 100 供电的冗余度，保证了机电制动系统 100 制动的安全可靠
20 性，同时在保证对机电制动控制单元 3 供电的冗余度的前提下、简化了第二电源 5 的结构，方便了第二电源 5 的布置。

可以理解的是，“第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 并联后与机电制动控制单元 3 电连接”可以包括第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 始终与机电制动控制单元 3 保持电连接，还可以包括第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 中的其中一个与机电
25 制动控制单元 3 电连接，当第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 中的上述其中一个故障时、可以触发第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 中的另一个与机电制动控制单元 3 电连接以实现继续供电。但不限于此。

在本申请的一些实施例中，机电制动控制单元 3 为四个，第二电源 5 为四个，第二电源件 5 与机电制动控制单元 3 一一对应，此时，四个第二电源 5 可以分别对四个机电制动控制单元 3 供电。

在本申请的一些实施例中，机电制动控制单元 3 为四个，第二电源件 5 为四个，每个第二电源 5 与两个机电制动控制单元 3 电连接，保证机电制动系统 100 的供电冗余度，
30

提升了机电制动系统 100 的制动可靠性。

当然，在图 2 和图 3 的示例中，机电制动控制单元 3 为四个，第二电源 5 还可以为两个，每个第二电源 5 与两个机电制动控制单元 3 电连接。其中，每个第二电源 5 均包括第一主电源件 51 和第二备用电源件 52，第二主电源件 51 和对应第二备用电源件 52 并联后可以对四个机电制动控制单元 3 中的其中两个同时供电，另一个第二主电源件 51 和对应第二备用电源件 52 并联后可以对四个机电制动控制单元 3 中的另外两个同时供电；当第二主电源件 51 因故障等因素无法对对应机电制动控制单元 3 供电时，对应的第二备用电源件 52 可以对对应机电制动控制单元 3 继续供电。由此，在保证对机电制动控制单元 3 供电冗余的前提下、简化了第二电源 5 的数量，方便了第二电源 5 的布置。

例如，如图 3 所示，机电制动系统 100 还可以包括蓄能件 7，蓄能件 7 与至少一个机电制动控制单元 3 电连接，使得蓄能件 7 可以对上述至少一个机电制动控制单元 3 供电；若轨道车辆 200 在行车过程中异常高压断电，可以通过蓄能件 7 供电和检测的退电信号施加制动，例如蓄能件 7 可以对机电制动控制单元 3 模块继续常电，保证机电制动控制单元 3 可以常被供电，仍可以实现制动，保证轨道车辆 200 的安全，也就是说，机电制动系统 100 可以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。其中，蓄能件 7 可选为蓄电池。

例如，如图 2 和图 3 所示，每个机电制动控制单元 3 均与中央控制单元 2 之间采用网络连接和硬线连接。例如，中央控制单元 2 接收信号系统或司控台制动指令，通过网络 CAN 连线和/或硬线连线将制动指令传递至机电制动控制单元 3；当网络信号故障时，中央控制单元 2 可以通过硬线连线传递制动指令，而当硬线连线故障时，中央控制单元 2 可以通过网络连线传递制动指令，从而提升了机电制动系统 100 指令传输的安全性，保证指令的顺利传输。由此，网络连线和硬线连线可以互相形成备份，避免指令传输中断，进一步保证了机电制动系统 100 的安全性。

其中，网络连接可以指机电制动控制单元 3 与中央控制单元 2 之间的信号线可以采用网络连接线连接，以通过网络信号通讯，硬线连接可以指机电制动控制单元 3 与中央控制单元 2 之间的信号线可以采用硬线连接。

在本申请的一些实施例中，机电制动系统 100 具有多个轮速传感器 6，多个轮速传感器 6 与多个车轮 11 一一对应，轮速传感器 6 与中央控制单元 2 相连且轮速传感器 6 用于检测对应车轮 11 的转速，轮速传感器 6 可以将检测到的车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2，中央控制单元 2 通过分析、计算以判断对应车轮 11 是否发生打滑。

当中央控制器判断车轮 11 打滑时，可以通过对应机电制动控制单元 3 单独调节与打滑车轮 11 对应的制动器 12 制动力，以减小对应制动器 12 的制动力，使车轮 11 恢复滚动。其中，轮速传感器 6 可以通过检测轮轴的速度以检测对应车轮 11 的速度。

可以理解的是，轮速传感器 6 的个数可以与车轮 11 的个数相等，或者，轮速传感器 6 的个数还可以小于车轮 11 的个数。

例如，中央控制单元 2 获取车轮 11 的转速以计算出车轮 11 的速度、减速度和滑移率，中央控制单元 2 将车轮 11 的速度、减速度和滑移率中的至少一个作为判据对车轮 11 进行打滑判断，进一步保证行车制动的安全性。其中，判据可以仅为车轮 11 的速度，或者，判据可以仅为车轮 11 的减速度，或者，判据可以仅为车轮 11 的滑移率，或者，判据可以为车轮 11 的速度和减速度结合，或者，判据可以为车轮 11 的速度和滑移率结合，或者，判据可以为车轮 11 的减速度和滑移率结合，或者，判据还可以为车轮 11 的速度、减速度和滑移率结合。

可以理解的是，中央控制单元 2 可以将车轮 11 的速度、减速度和滑移率中的至少两个作为判据，以提升车轮 11 打滑判断的准确性。

当判据包括车轮 11 的速度时，轮速传感器 6 将车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2，中央控制单元 2 可以计算出车轮 11 的速度，如果车轮 11 的速度小于轨道车辆 200 的速度、且车轮 11 的速度与轨道车辆 200 速度之间的差值超过第一预设值，则中央控制单元 2 判断对应车轮 11 打滑；当判据包括车轮 11 的减速度时，轮速传感器 6 将车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2，中央控制单元 2 可以通过计算得出车轮 11 的减速度，如果车轮 11 的减速度迅速下降至超过第二预设值，则中央控制单元 2 判断对应车轮 11 打滑；当判据包括车轮 11 的滑移率时，轮速传感器 6 将车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2，中央控制单元 2 可以通过计算得出车轮 11 的滑移率，如果车轮 11 的滑移率超过第三预设值，则中央控制单元 2 判断对应车轮 11 打滑。

其中，第一预设值、第二预设值和第三预设值可以分别根据轨道车辆 200 的实际运行情况具体预设于中央控制单元 2 内，车轮 11 的滑移率可以使车轮 11 速度与车体 1 速度（即轨道车辆 200 的速度）的差值与车体 1 速度之间的比值。

在本申请的一些实施例中，如图 1-图 5 所示，制动器 12 可以为电机机械制动器，制动器 12 包括电机 121、螺旋机构 122 和闸片 123，螺旋机构 122 由电机 121 驱动移动，螺旋机构 122 的自由端设有活塞 122a，闸片 123 设在活塞 122a 上以与车轮 11 的制动盘配合或分离。由此，采用机电制动控制单元 3 控制制动器 12 制动，电机 121 可以驱动螺旋机构 122 向右移动，从而通过活塞 122a 使得闸片 123 与对应车轮 11 的制动盘配

合，实现车体 1 的制动；电机 121 还可以驱动螺旋机构 122 向左移动，从而通过活塞 122a 使得闸片 123 与对应车轮 11 的制动盘分离，以缓解制动；同时在保证制动功能的同时、简化了制动器 12 的结构和体积，便于布置制动器 12。其中，电机 121 与螺旋机构 122 之间可以设有减速装置，减速装置可以为行星齿轮机构；电机 121 可选为无刷直流电机 121；螺旋机构 122 可选为滚珠丝杠。

例如，机电制动控制单元 3 接收中央控制单元 2 的制动指令后，通过控制算法计算，将目标制动力信号（即与所需制动力对应的信号）转化为电机 121 的电压控制量，然后采用脉冲宽度调制技术驱动电机 121 正转或反转，经过减速装置的减速、螺旋机构 122 的运动转化，使闸片 123 夹紧或松开制动盘，执行制动或缓解，确保执行制动或缓解时，闸片 123 产生的制动力与所需制动力大小一致。

其中，机电制动控制单元 3 对对应电机 121 的电流、电压进行检测，以便于实现对应电机 121 的过流保护、过压保护和欠压保护，保证电机 121 的使用可靠性。其中，可以通过检测制动器 12 对应的电机 121 的转速与电流来监测制动器 12 的制动状态，电机 121 转速、电机 121 电流和制动器 12 对车轮 11 的夹紧力的关系如图 5 所示；在图 5 中，横轴表示时间，起初电机 121 未启动、电机 121 转速为 0 且活塞 122a 与闸片 123 之间存在一定间隔，此时活塞 122a 对车轮 11 的作用力为 0，则夹紧力为 0；随后，电机 121 启动，电机 121 会产生冲击电流，随后电机 121 的电流逐渐稳定，此时电机 121 可以空载转动；然后，当活塞 122a 使得闸片 123 与对应车轮 11 的制动盘接触时，活塞 122a 对车轮 11 产生作用力，此时夹紧力开始增大、电机 121 转速降低，电机 121 开始发生堵转，电机 121 的电流逐渐增大且电机 121 电流为堵转电流。换言之，当夹紧力不为 0 时，电机 121 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 121 的转速与电流来检测制动器 12 的制动状态。

可以理解的是，制动器 12 具有良好的自锁功能，进一步保证了轨道车辆 200 永久停放在坡道上、制动力不会衰减导致溜坡，实现了轨道车辆 200 的永久停放，保证了轨道车辆 200 停车稳定性。

轨道车辆 200 在行车过程中的制动可以采用全电制动，即通过电能来实现车体 1 的制动，车体 1 上可以配置转换装置以将车体 1 的动能转化为电能储存在车体 1 的电源例如动力电池中以供车体 1 使用，轨道车辆 200 到站停车后、可以通过电能将车体 1 制动到速度为零，以最大限度地节能，提高资源利用率。例如，轨道车辆 200 的牵引电机可以形成为电动机-发电机一体机，从而在轨道车辆 200 行车制动的过程中、将轨道车辆 200 的动能转化为电能以存储在动力电池中。

例如，如图 3 所示，制动器 12 还包括压力传感器 124，压力传感器 124 和与该制动器 12 对应的机电制动控制单元 3 电气连接，压力传感器 124 用于监测闸片 123 的制动力、并反馈至对应机电制动控制单元 3。例如，压力传感器 124 可以将检测到的压力信号发送给对应机电制动控制单元 3，根据压力传感器 124 的信号和即时的制动指令信号，
5 机电制动控制单元 3 可以控制电机 121 正转或反转来相应增加或减小闸片 123 的制动力，以形成制动力的闭环控制，使得闸片 123 的制动力趋近于目标值，以使得制动器 12 的制动力达到目标值。

根据本申请第二方面实施例的机电制动系统 100 的控制方法，机电制动系统 100 为根据本申请上述第一方面实施例的用于轨道车辆 200 的机电制动系统 100。

10 控制方法包括以下步骤：中央控制单元 2 向机电制动控制单元 3 发送指令；机电制动控制单元 3 根据接收的指令控制对应制动器 12 执行相应动作。

例如，如图 6 所示，轨道车辆 200 的信号系统和司控台可以给中央控制单元 2 发送指令，当中央控制单元 2 接收到指令后，可以对指令进行相应处理，然后中央控制单元 2 向至少一个机电制动控制单元 2 发送指令，接收到指令的机电制动控制单元 2 可以控制
15 制动器 12 执行相应动作，例如制动器 12 可以施加制动、也可以缓解制动等。

根据本申请实施例的机电制动系统 100 的控制方法，机电制动系统 100 的控制逻辑较为简单、便于实现，保证了轨道车辆 200 的行车安全。

在本申请的一些实施例中，机电制动系统 100 具有第一电源 4，第一电源 4 包括第一主电源件 41 和第一备用电源件 42，第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 均与中央
20 控制单元 2 电连接，第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 可以分别对中央控制单元 2 供电；当第一主电源件 41 故障时，第一备用电源件 42 对所述中央控制单元 2 供电，避免中央控制单元 2 断电而无法正常工作，提升了机电制动系统 100 供电的冗余度，保证了机电制动系统 100 制动的安全可靠。其中，第一主电源件 41 与第一备用电源件 42 可以并联后与中央控制单元 2 电连接。

25 可以理解的是，第一电源 4 可以为一个或多个；“第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 均与中央控制单元 2 电连接”可以包括第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 始终与中央控制单元 2 保持电连接，还可以包括第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 中的其中一个与中央控制单元 2 电连接，当第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 中的上述其中一个故障时、可以触发第一主电源件 41 和第一备用电源件 42 中的另一个与中
30 央控制单元 2 电连接以实现继续供电。但不限于此。

在本申请的一些实施例中，机电制动系统 100 具有多个第二电源 5，每个第二电源

5 均包括第二主电源件 51 和第二备用电源件 52，第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 均与机电制动控制单元 3 电连接，第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 可以分别对机电制动控制单元 3 供电；当第二主电源件 51 故障时，第二备用电源件 52 对机电制动控制单元 3 供电，避免机电制动控制单元 3 断电而无法正常工作，提升了机电制动系统 100 供电的冗余度，保证了机电制动系统 100 制动的安全可靠。其中，第二主电源件 51 与第二备用电源件 52 可以并联后与机电制动控制单元 3 电连接。

可以理解的是，第二电源 5 可以为一个或多个；“第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 均与对应机电制动控制单元 3 电连接”可以包括第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 始终与对应机电制动控制单元 3 保持电连接，还可以包括第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 中的其中一个与对应机电制动控制单元 3 电连接，当第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 中的上述其中一个故障时、可以触发第二主电源件 51 和第二备用电源件 52 中的另一个与对应机电制动控制单元 3 电连接以实现继续供电。但不限于此。

例如，每个机电制动控制单元 3 均与中央控制单元 2 之间通过网络连接线和硬线连接，当网络连接线和硬线中的其中一个故障时，机电制动控制单元 3 与中央控制单元 2 之间通过网络连接线和硬线中的另一个通讯；例如，当网络信号故障时，中央控制单元 2 可以通过硬线连线传递制动指令，而当硬线连线故障时，中央控制单元 2 可以通过网络连线传递制动指令，从而提升了机电制动系统 100 指令传输的安全性，保证指令的顺利传输。

例如，制动器 12 包括电机 121、螺旋机构 122 和闸片 123，螺旋机构 122 由电机 121 驱动移动，螺旋机构 122 的自由端设有活塞 122a，闸片 123 设在活塞 122a 上以与车轮 11 的制动盘配合或分离。由此，采用机电制动控制单元 3 控制制动器 12 制动，电机 121 可以驱动螺旋机构 122 朝向靠近对应车轮 11 的方向移动（例如，图 4 中电机 121 可以驱动螺旋机构 122 向右移动），从而通过活塞 122a 使得闸片 123 与对应车轮 11 的制动盘配合，实现车体 1 的制动；电机 121 还可以驱动螺旋机构 122 朝向远离对应车轮 11 的方向移动（例如，图 4 中电机 121 可以驱动螺旋机构 122 向左移动），从而通过活塞 122a 使得闸片 123 与对应车轮 11 的制动盘分离，以缓解制动；同时在保证制动功能的同时、简化了制动器 12 的结构和体积，便于布置制动器 12。其中，电机 121 与螺旋机构 122 之间可以设有减速装置，减速装置可以为行星齿轮机构；电机 121 可选为无刷直流电机 121；螺旋机构 122 可选为滚珠丝杠。

在制动器 12 执行动作（例如施加制动或缓解制动）的过程中，机电制动单元 3 检测电机 121 的电流和电压中的至少一个，即机电制动单元 3 可以仅检测电机 121 的电流、

也可以仅检测电机 121 的电压、还可以检测电机 121 的电流和电压。当机电制动单元 3 检测电机 121 的电流时,如果电流检测值超过对应预设值,机电制动控制单元 3 控制电机 121 停止运行,以实现电机 121 的过流保护;当机电制动单元 3 检测电机 121 的电压时,如果电压检测值超过对应预设值,机电制动控制单元 3 控制电机 121 停止运行,以实现电机 121 的过压保护,而如果电压检测值低于对应预设值,机电制动控制单元 3 控制电机 121 停止运行,以实现电机 121 的欠压保护。由此,保证了电机 121 的使用可靠性。

在本申请的一些实施例中,如图 3 和图 7 所示,制动器 12 包括压力传感器 124,压力传感器 124 用于检测制动器 12 的制动力,压力传感器 124 检测的实时制动力可以反馈至对应机电制动控制单元 3,制动器 12 执行动作的过程中,机电制动控制单元 3 将压力传感器 124 检测的实时制动力与中央控制单元 2 发出的指令中的目标制动力进行比较,并调节制动器 12 使实时制动力趋近目标制动力。例如,压力传感器 124 可以将检测到的压力信号发送给对应机电制动控制单元 3,根据压力传感器 124 的信号和中央控制单元 2 发出的即时的制动指令信号,机电制动控制单元 3 可以控制电机 121 正转或反转来相应增加或减小制动器 12 的制动力,以形成制动力的闭环控制,使得制动器 12 的制动力趋近目标值。

例如,如图 2、图 3 和图 8 所示,机电制动系统 100 具有多个轮速传感器 6,每个轮速传感器 6 用于检测对应车轮 11 的转速;中央控制单元 2 获取车轮 11 的转速以计算出车轮 11 的速度、减速度和滑移率,中央控制单元 2 将车轮 11 的速度、减速度和滑移率中的至少一个作为判据对车轮 11 进行打滑判断。其中,每个转速传感器 6 可以分别与中央控制单元 2 相连,以将检测的车轮 11 的转速反馈至中央控制单元 2。当中央控制器判断车轮 11 打滑时,可以通过对应机电制动控制单元 3 单独调节与打滑车轮 11 对应的制动器 12 制动力,以减小对应制动器 12 的制动力,使车轮 11 恢复滚动。

可以理解的是,上述判据可以仅为车轮 11 的速度,或者,判据可以仅为车轮 11 的减速度,或者,判据可以仅为车轮 11 的滑移率,或者,判据可以为车轮 11 的速度和减速度结合,或者,判据可以为车轮 11 的速度和滑移率结合,或者,判据可以为车轮 11 的减速度和滑移率结合,或者,判据还可以为车轮 11 的速度、减速度和滑移率结合。

例如,当判据包括车轮 11 的速度时,轮速传感器 6 将车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2,中央控制单元 2 可以计算出车轮 11 的速度,如果车轮 11 的速度小于轨道车辆 200 的速度且车轮 11 的速度与轨道车辆 200 速度之间的差值超过第一预设值,中央控制单元 2 判断对应车轮 11 打滑;当判据包括车轮 11 的减速度时,轮速传感器 6

将车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2，中央控制单元 2 可以通过计算得出车轮 11 的减速度，如果车轮 11 的减速度迅速下降至超过第二预设值，则中央控制单元 2 判断对应车轮 11 打滑；当判据包括车轮 11 的滑移率时，轮速传感器 6 将车轮 11 的转速信号反馈至中央控制单元 2，中央控制单元 2 可以通过计算得出车轮 11 的滑移率，如果车轮 11 的滑移率超过第三预设值，则中央控制单元 2 判断对应车轮 11 打滑。

其中，第一预设值、第二预设值和第三预设值可以分别根据轨道车辆 200 的实际运行情况具体预设中央控制单元 2 内，车轮 11 的滑移率可以使车轮 11 速度与车体 1 速度的差值与车体 1 速度之间的比值。

根据本申请第三方面实施例的轨道车辆 200，包括至少一节车体 1 和至少一个机电制动系统 100，每节车体 1 上设有多个车轮 11，机电制动系统 100 为根据本申请上述第一方面实施例的用于轨道车辆 200 的机电制动系统 100，机电制动系统 100 用于对多个车轮 11 制动。其中，轨道车辆 200 可以为城轨列车，城轨列车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，此时该城轨列车包括 1~2 节车体 1。但不限于此。

例如，每节车体 1 上均可以配置一个机电制动系统 100，每节可以具有四个车轮 11，机电制动系统 100 的制动器 12 可以为四个、机电制动控制单元 3 可以为四个，四个制动器 12 可以与四个机电制动控制单元 3 一一对应设置，四个制动器 12 可以对应四个车轮 11 设置，使得轨道车辆 200 前后左右受力平衡，车体 1 更加稳定，保证了轨道车辆 200 的舒适性。

当然，机电制动系统 100 的数量还可以小于车体 1 的数量，此时至少一节车体 1 上未配置机电制动系统 100；但不限于此。其中，机电制动系统 100 中的机电制动控制单元 3 不限于为四个，还可以为两个、三个或五个等。

可以理解的是，当轨道车辆 200 包括多节车体 1 时，多节车体 1 配置的机电制动控制单元 3 的数量可以不完全相同，也就是说，多节车体 1 中的至少两节配置的机电制动控制单元 3 的数量不等；例如多个车体 1 中的其中一节可以配置两个机电制动控制单元 2，其余车体 1 中的其中一节可以配置四个机电制动控制单元 3，而限于此。

根据本申请实施例的轨道车辆 200，通过采用上述的机电制动系统 100，保证了轨道车辆 200 的行车制动安全，有效简化了轨道车辆 200 的配置，降低成本，且便于实现轨道车辆 200 的轻量化设计和模块化设计，方便了轨道车辆 200 的维护保养。

当然，机电制动控制单元 3 还可以控制多个制动器 12 的运行；例如，当机电制动系统 100 包括两个机电制动控制单元 3 和四个制动器 12 时，四个制动器 12 可以对应四

个车轮 11 设置，每个机电制动控制单元 3 对应两个制动器 12 设置，此时，四个车轮 11 可以分别布置在矩形的四个角处，每个机电控制单元 3 对应的两个制动器 12 可以均位于上述矩形的同一边上、也可以位于上述矩形的对角线上；其中，当每个机电制动控制单元 3 对应的两个制动器 12 位于上述矩形的对角线上时，如果仅通过一个机电制动控制单元 3 来实现制动，此时轨道车辆 200 也可以具有良好的受力，受力平衡，从而机电制动系统 100 施加制动或缓解制动（即释放制动）时、车体 1 同样可以保持稳定，保证了轨道车辆 200 的舒适性。但不限于此。

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”、“长度”、“宽度”、“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机电制动系统，其特征在于，包括：

中央控制单元；

5 多个机电制动控制单元，每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制单元相连；
多个制动器，所述制动器用于对所述轨道车辆的车轮制动，每个所述机电制动控制单元与至少一个所述制动器相连；

当所述轨道车辆需要进行行车制动时，至少一个所述机电制动控制单元通过控制所述制动器对所述车轮制动。

10 2、根据权利要求 1 所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，所述机电制动系统具有第一电源和多个第二电源，所述第一电源与所述中央控制单元电连接，多个所述第二电源分别与多个所述机电制动控制单元电连接。

3、根据权利要求 2 所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，所述第一电源包括第一主电源件和第一备用电源件，所述第一主电源件和所述第一备用电源件并
15 联后与所述中央控制单元电连接。

4、根据权利要求 3 所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，每个所述第二电源包括第二主电源件和第二备用电源件，所述第二主电源件和所述第二备用电源件并联后与所述机电制动控制单元电连接。

5、根据权利要求 3 或 4 所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，
20 所述机电制动控制单元为四个，所述第二电源为四个，所述第二电源与所述机电制动控制单元一一对应电连接；或者，

所述机电制动控制单元为四个，所述第二电源为两个，每个所述第二电源与两个所述机电制动控制单元电连接。

6、根据权利要求 3-5 中任一项所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，
25 所述机电制动系统还包括蓄能件，所述蓄能件与至少一个所述机电制动控制单元电连接。

7、根据权利要求 1-6 中任一项所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制单元之间采用网络连接和硬线连接。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，
30 所述机电制动系统具有多个轮速传感器，多个所述轮速传感器与多个所述车轮一一对应，所述轮速传感器与所述中央控制单元相连且用于检测对应所述车轮的转速。

9、根据权利要求 8 所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，所述中央控制单元获取所述车轮的转速以计算出所述车轮的速度、减速度和滑移率，所述中央控制单元将所述车轮的速度、减速度和滑移率中的至少一个作为判据对所述车轮进行打滑判断，

5 当所述判据包括所述车轮的速度时，所述车轮的速度小于所述车体的速度且所述车轮的速度与所述车体速度之间的差值超过第一预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；

当所述判据包括所述车轮的减速度时，所述车轮的减速度超过第二预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；

10 当所述判据包括所述车轮的滑移率时，所述车轮的滑移率超过第三预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑。

10、根据权利要求 1-9 中任一项所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，所述制动器包括：

电机；

15 螺旋机构，所述螺旋机构由所述电机驱动移动，所述螺旋机构的自由端设有活塞；闸片，所述闸片设在所述活塞上以与所述车轮的制动盘配合或分离。

11、根据权利要求 10 所述的用于轨道车辆的机电制动系统，其特征在于，所述制动器还包括：

20 压力传感器，所述压力传感器与对应所述机电制动控制单元电气连接，所述压力传感器用于监测所述闸片的制动力、并反馈至对应所述机电制动控制单元。

12、一种机电制动系统的控制方法，其特征在于，所述机电制动系统为根据权利要求 1-11 中任一项所述的用于轨道车辆的机电制动系统，

所述控制方法包括以下步骤：

所述中央控制单元向所述机电制动控制单元发送指令；

25 所述机电制动控制单元根据接收的指令控制对应所述制动器执行相应动作。

13、根据权利要求 12 所述的机电制动系统的控制方法，其特征在于，所述机电制动系统具有第一电源，所述第一电源包括第一主电源件和第一备用电源件，所述第一主电源件和所述第一备用电源件均与所述中央控制单元电连接，

当所述第一主电源件故障时，所述第一备用电源件对所述中央控制单元供电。

30 14、根据权利要求 12 或 13 所述的机电制动系统的控制方法，其特征在于，所述机电制动系统具有多个第二电源，每个第二电源均包括第二主电源件和第二备用电源件，

所述第二主电源件和所述第二备用电源件均与所述机电制动控制单元电连接，

当所述第二主电源件故障时，所述第二备用电源件对所述机电制动控制单元供电。

15、根据权利要求 12-14 中任一项所述的机电制动系统的控制方法，其特征在于，
每个所述机电制动控制单元均与所述中央控制单元之间通过网络连接线和硬线连接，当
5 所述网络连接线和所述硬线中的其中一个故障时，所述机电制动控制单元与所述中央控制单元之间通过所述网络连接线和所述硬线中的另一个通讯。

16、根据权利要求 12-15 中任一项所述的机电制动系统的控制方法，其特征在于，
所述制动器包括电机、螺旋机构和闸片，所述螺旋机构由所述电机驱动移动，所述螺旋机构的自由端设有活塞，所述闸片设在所述活塞上以与所述车轮的制动盘配合或分离，
10 所述制动器执行动作的过程中，所述机电制动单元检测所述电机的电流和电压中的至少一个，

当检测值超过预设值时，所述机电制动控制单元控制所述电机停止运行。

17、根据权利要求 12-16 中任一项所述的机电制动系统的控制方法，其特征在于，
所述制动器包括压力传感器，所述压力传感器用于检测所述制动器的制动力，
15 所述制动器执行动作的过程中，所述机电制动控制单元将所述压力传感器检测的实时制动力与所述中央控制单元发出的指令中的目标制动力进行比较，并调节所述制动器使所述实时制动力趋近所述目标制动力。

18、根据权利要求 12-17 中任一项所述的机电制动系统的控制方法，其特征在于，
所述机电制动系统具有多个轮速传感器，每个所述轮速传感器用于检测对应所述车轮的
20 转速，

所述中央控制单元获取所述车轮的转速以计算出所述车轮的速度、减速度和滑移率，所述中央控制单元将所述车轮的速度、减速度和滑移率中的至少一个作为判据对所述车轮进行打滑判断，

当所述判据包括所述车轮的速度时，所述车轮的速度小于所述车体的速度且所述车
25 轮的速度与所述车体速度之间的差值超过第一预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；

当所述判据包括所述车轮的减速度时，所述车轮的减速度超过第二预设值，所述中央控制单元判断对应所述车轮打滑；

当所述判据包括所述车轮的滑移率时，所述车轮的滑移率超过第三预设值，所述中
30 央控制单元判断对应所述车轮打滑。

19、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所述车轮；

至少一个机电制动系统，所述机电制动系统为根据权利要求 1-11 中任一项所述的用于轨道车辆的机电制动系统，所述机电制动系统用于对多个所述车轮制动。

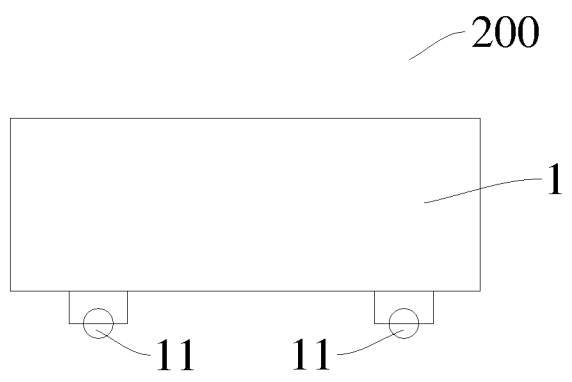


图 1

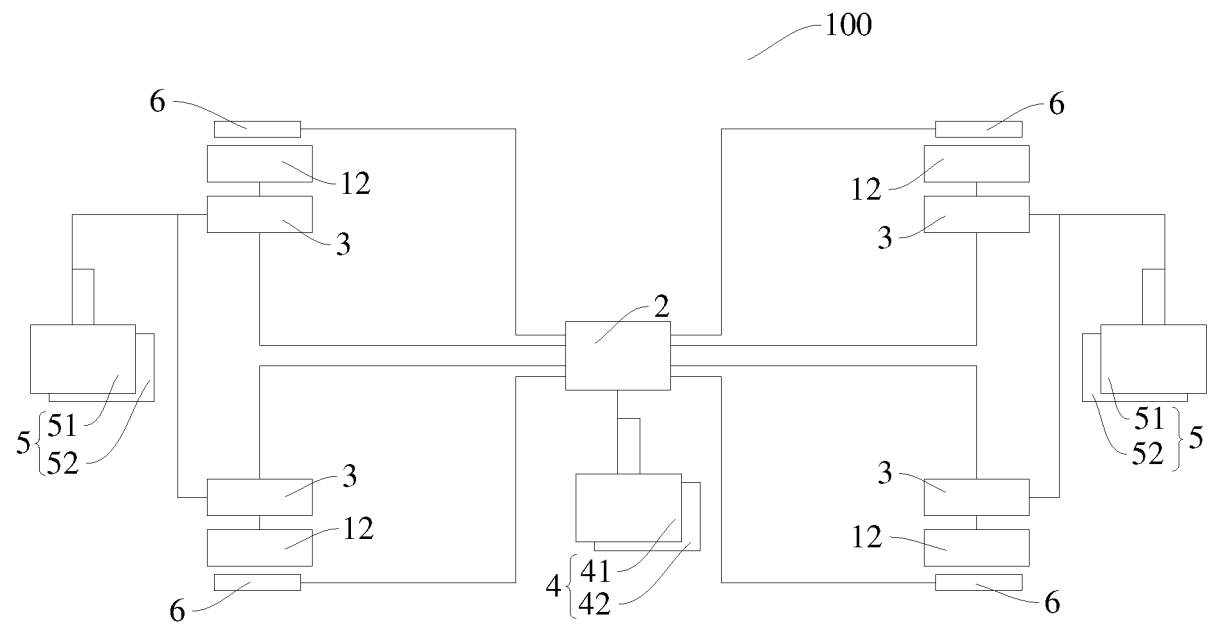


图 2

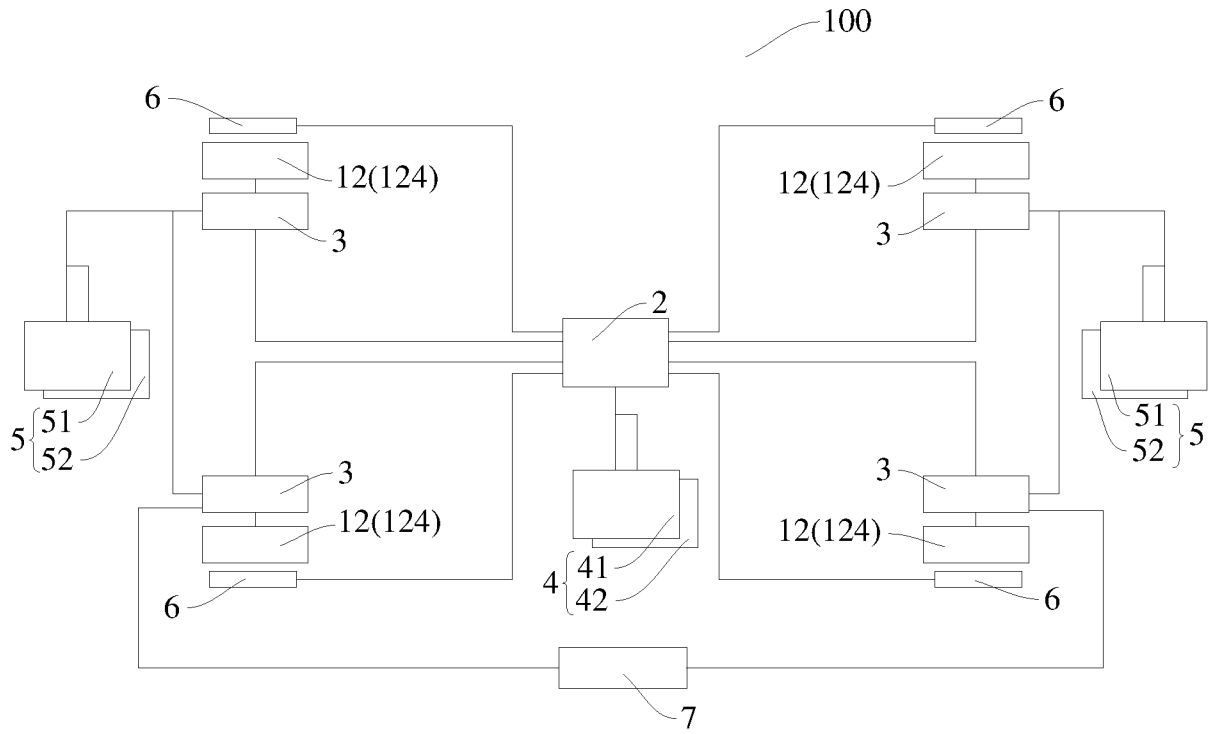


图 3

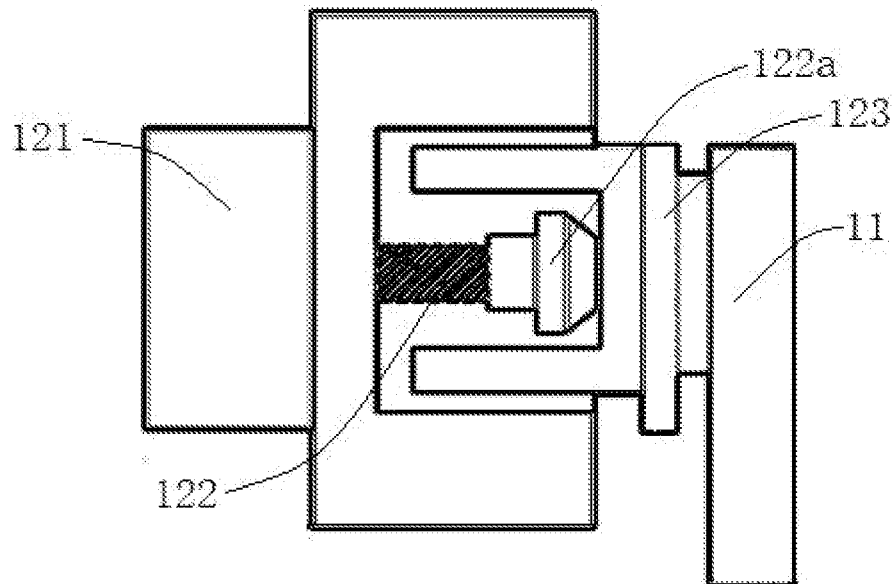


图 4

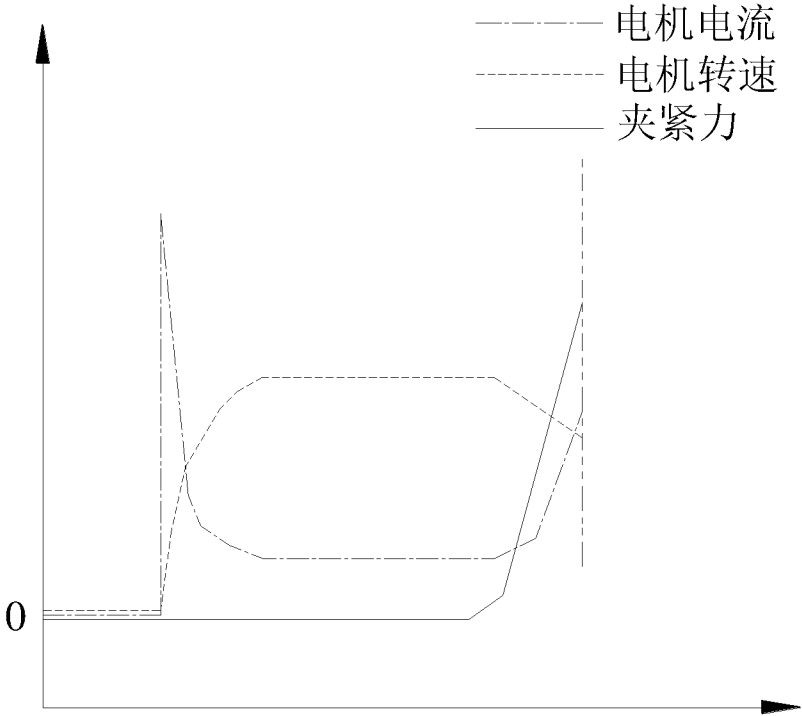


图 5

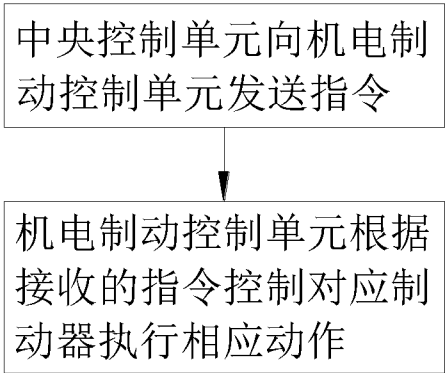


图 6

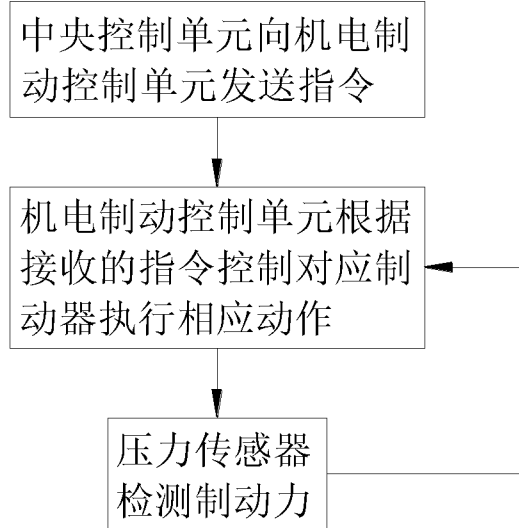


图 7

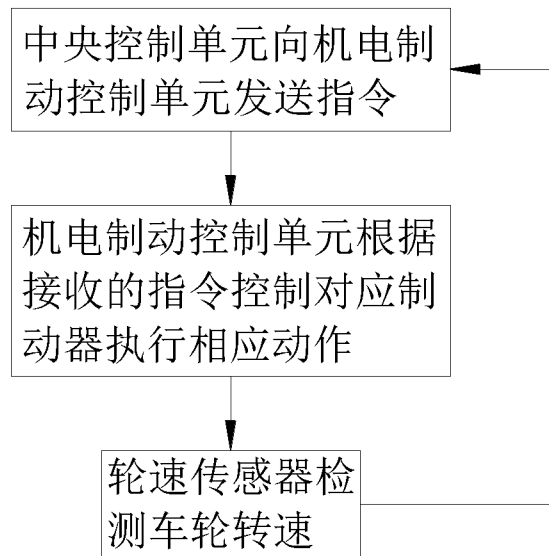


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/128823

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60L 7/00(2006.01)i; F16D 65/14(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B60L 7; F16D 65; B60T 13

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)

VEN; CNABS; CNKI: 制动, 轨道车辆, 闸片, 电机, 电源, 控制, brake, rail, disc, motor, power, control+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 105579308 A (SIEMENS AG) 11 May 2016 (2016-05-11) description, paragraphs 0042-0056, and figures 1-2	1-7, 9-19
Y	CN 105579308 A (SIEMENS AG) 11 May 2016 (2016-05-11) description, paragraphs 0042-0056, and figures 1-2	8
Y	CN 107542817 A (LONGZHONG HOLDING GROUP CO LTD) 05 January 2018 (2018-01-05) description, paragraphs 0033-0037, and figures 1-4	8
A	EP 1279550 A2 (SIEMENS AG) 29 January 2003 (2003-01-29) entire document	1-19
A	EP 1611365 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO. OHG) 04 January 2006 (2006-01-04) entire document	1-19
A	US 2013230075 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY) 05 September 2013 (2013-09-05) entire document	1-19



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

25 February 2020

Date of mailing of the international search report

18 March 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/CN2019/128823

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	105579308	A	11 May 2016	ES	2658112	T3	08 March 2018
				WO	2015043954	A1	02 April 2015
				PL	3036137	T3	30 March 2018
				DE	102013219438	A1	09 April 2015
				EP	3036137	A1	29 June 2016
				US	2016207513	A1	21 July 2016
CN	107542817	A	05 January 2018	None			
EP	1279550	A2	29 January 2003	PT	1279550	E	17 November 2011
				AT	522392	T	15 September 2011
				DE	10136486	C1	30 April 2003
				ES	2371451	T3	02 January 2012
EP	1611365	A1	04 January 2006	JP	2006520453	A	07 September 2006
				WO	2004083670	A1	30 September 2004
				US	2006180413	A1	17 August 2006
				DE	102004012355	A1	30 September 2004
				DE	502004004575	D1	20 September 2007
US	2013230075	A1	05 September 2013	FR	2987662	A1	06 September 2013
				CA	2808183	A1	02 September 2013
				EP	2634447	A1	04 September 2013
				BR	102013005095	A2	07 July 2015
				CN	103287408	A	11 September 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/128823

A. 主题的分类

B60L 7/00(2006.01)i; F16D 65/14(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B60L 7; F16D 65; B60T 13

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))

VEN;CNABS;CNKI:制动, 轨道车辆, 闸片, 电机, 电源, 控制, brake, rail, disc, motor, power, control+

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 105579308 A (西门子公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 说明书0042-0056段, 图1-2	1-7、9-19
Y	CN 105579308 A (西门子公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 说明书0042-0056段, 图1-2	8
Y	CN 107542817 A (隆中控股集团有限公司) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 说明书0033-0037段, 图1-4	8
A	EP 1279550 A2 (SIEMENS AG) 2003年 1月 29日 (2003 - 01 - 29) 全文	1-19
A	EP 1611365 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG) 2006年 1月 4日 (2006 - 01 - 04) 全文	1-19
A	US 2013230075 A1 (MESSIER BUGATTI DOWTY) 2013年 9月 5日 (2013 - 09 - 05) 全文	1-19

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 2月 25日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 18日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

张玉兵

电话号码 86-(010)-62085432

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/128823

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	105579308	A	2016年 5月 11日	ES	2658112	T3	2018年 3月 8日
				WO	2015043954	A1	2015年 4月 2日
				PL	3036137	T3	2018年 3月 30日
				DE	102013219438	A1	2015年 4月 9日
				EP	3036137	A1	2016年 6月 29日
				US	2016207513	A1	2016年 7月 21日
CN	107542817	A	2018年 1月 5日	无			
EP	1279550	A2	2003年 1月 29日	PT	1279550	E	2011年 11月 17日
				AT	522392	T	2011年 9月 15日
				DE	10136486	C1	2003年 4月 30日
				ES	2371451	T3	2012年 1月 2日
EP	1611365	A1	2006年 1月 4日	JP	2006520453	A	2006年 9月 7日
				WO	2004083670	A1	2004年 9月 30日
				US	2006180413	A1	2006年 8月 17日
				DE	102004012355	A1	2004年 9月 30日
				DE	502004004575	D1	2007年 9月 20日
US	2013230075	A1	2013年 9月 5日	FR	2987662	A1	2013年 9月 6日
				CA	2808183	A1	2013年 9月 2日
				EP	2634447	A1	2013年 9月 4日
				BR	102013005095	A2	2015年 7月 7日
				CN	103287408	A	2013年 9月 11日