



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114132346 A

(43) 申请公布日 2022.03.04

(21) 申请号 202111498923.0

B22D 41/12 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.09

B22D 46/00 (2006.01)

G05D 1/00 (2006.01)

(71) 申请人 中车大连机车车辆有限公司

地址 116000 辽宁省大连市沙河口区中长街51号

(72) 发明人 蔡志伟 王秀岩 孙健 高磊

张智博 林涛 赵瑞山

(74) 专利代理机构 大连东方专利代理有限责任公司 21212

代理人 陈丽 李洪福

(51) Int. Cl.

B61C 3/00 (2006.01)

B60L 7/10 (2006.01)

B60L 53/14 (2019.01)

B60L 53/12 (2019.01)

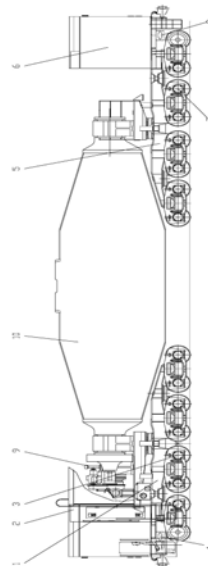
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54) 发明名称

一种永磁直驱混铁车及其控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种永磁直驱混铁车及其控制方法,涉及冶金行业铁水运输技术领域,包括:由永磁电机直驱的前端走行装置;与前端走行装置结构相同且由永磁电机直驱的后端走行装置;以及,位于前端走行装置和后端走行装置之间的倾翻机构和鱼雷罐体;前端走行装置中设置有第一牵引传动系统;后端走行装置中设置有第二牵引传动系统;第一牵引传动系统中的第一车辆控制装置为混铁车的主控装置,第二牵引传动系统中的第二车辆控制装置为混铁车的辅控装置;主控装置与辅控装置之间通过无线重联模块进行互联互控。本发明在不改变既有混铁车主体结构基础上,实现混铁车永磁电机直接驱动自走行和一罐到底的运输方式,可大幅提高混铁车的周转率和运用效率。



1. 一种永磁直驱混铁车,其特征在于,包括:由永磁电机直驱的前端走行装置;与所述前端走行装置结构相同且由永磁电机直驱的后端走行装置;以及,位于所述前端走行装置和所述后端走行装置之间的倾翻机构和鱼雷罐体;

所述前端走行装置中设置有第一牵引传动系统;所述第一牵引传动系统包括所述前端走行装置中的第一充电装置、第一整流器、第一储能装置、第一牵引逆变器、第一辅助逆变器、第一车辆控制装置、第一永磁直驱牵引电机和第一辅助负载;

所述后端走行装置中设置有第二牵引传动系统;所述第一牵引传动系统包括所述后端走行装置中的第二充电装置、第二整流器、第二储能装置、第二牵引逆变器、第二辅助逆变器、第二车辆控制装置、第二永磁直驱牵引电机和第二辅助负载;

所述第一牵引传动系统和所述第二牵引传动系统互为冗余;

所述第一牵引传动系统中的第一车辆控制装置为所述混铁车的主控装置,所述第二牵引传动系统中的第二车辆控制装置为所述混铁车的辅控装置;所述主控装置与所述辅控装置之间通过无线重联模块进行互联互通,以实现所述混铁车的走行控制。

2. 根据权利要求1所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述前端走行装置包括:第一车体底架;所述第一车体底架下方设置有第一转向架装配,所述第一转向架装配包括:无动力转向架、动力转向架、小车架和大车架;所述动力转向架前端部车轴上设有第一永磁直驱轮轴驱动系统,在动力转向架侧架上设有基础制动单元;所述第一永磁直驱轮轴驱动系统包括:车轴、轴箱装配、永磁直驱牵引电机、电机吊座、枕梁吊座和吊杆;所述电机吊座与所述枕梁吊座通过吊杆连接;

所述后端走行装置包括与所述第一车体底架结构相同的第二车体底架。

3. 根据权利要求2所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述前端走行装置还包括:第一机械间;所述第一机械间设置有第一储能装置、第一空气制动装置、第一变流装置、第一遥控接收装置和第一无人驾驶装置;

所述第一空气制动装置包括两套独立的风源装置、停放制动模块和紧急制动模块,分别安装于所述第一机械间内空气制动柜中,其中风源装置包括空压机和干燥器;

所述第一变流装置与所述第一储能装置通过中间直流回路相连,所述第一变流装置包括第一牵引逆变器和第一辅助逆变器,其中第一牵引逆变器为所述第一永磁直驱轮轴驱动系统供电,同时将第一永磁直驱牵引电机再生制动产生的电能回馈到中间直流回路,给所述第一储能装置充电,第一辅助逆变器为辅助负载供电;

所述后端走行装置包括与所述第一机械间结构相同的第二机械间。

4. 根据权利要求3所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述第一车辆控制装置设置在所述第一机械间;所述第一车辆控制装置包括:第一车辆控制单元、第一牵引控制单元、第一远程I/O模块、第一交换机、第一无线重联模块、第一数据记录单元及与遥控接收装置和第一无人驾驶装置的通信接口;

所述第二车辆控制装置设置在所述第二机械间;所述第二车辆控制装置包括:第二车辆控制单元、第二牵引控制单元、第二远程I/O模块、第二交换机和第二无线重联模块。

5. 根据权利要求3所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述前端走行装置还包括:第一车载受电装置,所述第一车载受电装置为所述第一储能装置充电;

所述后端走行装置还包括:第二车载受电装置,所述第二车载受电装置为所述第二储

能装置充电。

6. 根据权利要求3所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述第一机械间通过螺栓与焊接在车体上平面的角钢连接;

所述第二机械间通过螺栓与焊接在车体上平面的角钢连接。

7. 根据权利要求5所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述第一车载受电装置由第一地面供电装置进行电能传输;

所述第二车载受电装置由第二地面供电装置进行电能传输。

8. 根据权利要求7所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述第一车载受电装置为所述第一储能装置充电的充电方式包括接触式或非接触式;

若采用接触式,所述第一地面供电装置内部设置有充电电源,经导线连接后通过供电设备进行供电,所述第一车载受电装置通过受电弓、受电靴、受电臂的伸缩与电网或电刷接触对所述第一储能装置进行充电;

若采用非接触式,所述第一地面供电装置内部设置有充电电源,通过分体式变压器将电能传递到第一车载受电装置上,所述分体式变压器的上铁芯和下铁芯分别置于所述第一车载受电装置和第一地面供电装置内,在所述分体式变压器上铁芯布置有次级线圈绕线,在所述分体式变压器下铁芯布置有初级线圈绕线,所述第一车载受电装置或第一地面供电装置通过升降机构进行上升、下降,当所述分体式变压器上、下铁芯形成闭合磁路时,所述充电电源经分体式变压器隔离变换后,经第一车载受电装置的整流电路对所述第一储能装置进行充电。

9. 根据权利要求8所述的一种永磁直驱混铁车,其特征在于,所述第二车载受电装置为所述第二储能装置充电的充电方式与所述第一车载受电装置为所述第一储能装置充电的充电方式相同。

10. 一种如权利要求1~9任一项所述的永磁直驱混铁车的控制方法,其特征在于,包括:

当混铁车无人驾驶控制器接收到地面控制中心发送的无人驾驶请求信号,混铁车的主控装置进行自检确认具备无人驾驶条件后,向地面控制中心反馈无人驾驶允许信号,混铁车进入无人驾驶模式;

在无人驾驶过程中,如果所述遥控接收装置接收到手持遥控终端发送的输入指令,则混铁车自动退出无人驾驶模式,转为遥控模式;

在所述无人驾驶模式下,所述无人驾驶控制器通过无线专网接收地面控制中心发出的指令,并与所述主控装置通信,以便所述主控装置按照所述输入指令控制混铁车运行;所述无人驾驶控制器还向地面控制中心实时反馈混铁车状态;所述无线专网采用双链路聚合网;

在所述遥控模式下,所述遥控接收装置通过无线网络接收手持遥控终端发送的输入指令,并与所述主控装置通信,以便所述车辆控制装置按照所述输入指令控制混铁车运行。

11. 根据权利要求10所述的控制方法,其特征在于,所述主控装置接收到转矩指令,或接收到车辆速度指令通过速度闭环控制生成转矩指令,然后通过以太网交换机及无线重联模块将转矩指令分别发送给第一牵引控制单元和第二牵引控制单元,实现第一永磁直驱轮轴驱动系统和第二永磁直驱轮轴驱动系统的转矩、转速同步控制;

所述主控装置接收到轮径校核指令,向各牵引控制单元发送轮径校核指令,同时将所检测到的实时位置反馈发送给各牵引控制单元,牵引控制单元根据永磁直驱牵引电机旋转变压器反馈的角位置信息和当前轮径值,计算混铁车走行距离,对比检测走行距离和计算走行距离,校核动力轴轮径;

所述主控装置接收到充电指令,向各充电装置对应的地面供电装置和车载受装置转发充电指令,在确认混铁车停车位置满足充电位置要求后,控制各地面供电装置与各车载受装置通过接触或非接触方式充电;

所述主控装置接收到定点停车指令,根据停车目标点距离和混铁车位置反馈,通过速度PI闭环控制生成转矩控制曲线,实现混铁车位置控制,抵达目标停车点后向地面控制中心反馈定点停车完成信号;所述PI闭环控制的给定值为依据混铁车位置到目标位置的距离所生成永磁直驱牵引电机转速给定值;PI闭环控制的反馈值为实际永磁直驱牵引电机转速值;

所述主控装置接收到驻车指令,向各空气制动装置发送驻车指令,通过停放制动模块实施车辆驻车,驻车完成后向地面控制中心反馈驻车施加信号;

所述主控装置接收到紧急停车指令,向第一牵引控制单元、第二牵引控制单元、第一空气制动装置及第二空气制动装置转发紧急停机指令,使得再生制动和空气制动同时作用,实现紧急停车。

12. 根据权利要求10所述的控制方法,其特征在于,所述无人驾驶装置的位置感知传感设备采用激光测距雷达、感知相机或格雷母线编码电缆,通过连续编码定位方式,实现混铁车位置的实时检测,并在电子地图上实时显示混铁车轮廓及前、后端。

13. 根据权利要求12所述的控制方法,其特征在于,当位置感知传感设备信号反馈产生延时或干扰时,实时位置信息采用计算走行距离进行实时校正。

14. 根据权利要求10所述的控制方法,其特征在于,所述无线专网用于为车载设备之间的无线通信提供通道,以及为与其它混铁车无线重联提供备用无线通信通道。

15. 根据权利要求10所述的控制方法,其特征在于,还包括:两个及以上混铁车根据地面控制中心发出的无线重联指令进行自动编组和解编。

一种永磁直驱混铁车及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及冶金行业铁水运输技术领域,尤其涉及一种永磁直驱混铁车及其控制方法。

背景技术

[0002] 采用混铁车装运铁水是钢铁企业铁水运输的主要方式,目前混铁车均采用机车牵引的运行模式,具有时间刚性强、作业计划变更频繁等特点。

[0003] 为了组织好铁水运输,保证高炉正常生产和铁钢生产节奏要求,经常采用一台机车牵引一台或多台混铁车运行,因此存在机车调度、作业等待、摘挂钩等环节上的影响混铁车运行效率的情况。

[0004] 混铁车的运行效率直接影响到生产效率和铁水的温降,如何改变混铁车运行方式,提升混铁车的运行效率,是铁水运输技术领域共同面对和迫切需要解决的问题。

[0005] 随着技术的不断发展和进步,混铁车自带动力行走的方案为解决上述问题提供了可能。目前,已经提出的混铁车自行走方案,大多是对混铁车一侧走行装置进行重新设计,相较混铁车另一侧原走行装置,结构上有很大变化:大、小车架横向尺寸及高度增加,车轮变大,大车架右侧心盘位置向右侧和上方进行了较大调整。这种方案下,动力转向架心盘与非动力转向架心盘相对架体心盘具有较大不对称性,质心偏移、动力转向架与非动力转向架轴重不均衡,使得混铁车更换的走行装置受力情况和动力学性能较改造前发生较大变化,且很多部件与改造前不通用,改造及维护成本高。此外,这种方案不具备动力系统冗余性,一旦动力系统出现故障,混铁车将无法行走,影响整体生产效率。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本发明提供了一种永磁直驱混铁车及其控制方法,用于实现混铁车自带动力行驶,提高混铁车的运用效率。

[0007] 为了实现上述目的,本发明提供了以下技术方案:

[0008] 一方面,本发明提供了一种永磁直驱混铁车,包括:

[0009] 由永磁电机直驱的前端走行装置;与所述前端走行装置结构相同且由永磁电机直驱的后端走行装置;以及,位于所述前端走行装置和所述后端走行装置之间的倾翻机构和鱼雷罐体;

[0010] 所述前端走行装置中设置有第一牵引传动系统;所述第一牵引传动系统包括所述前端走行装置中的第一充电装置、第一整流器、第一储能装置、第一牵引逆变器、第一辅助逆变器、第一车辆控制装置、第一永磁直驱牵引电机和第一辅助负载;

[0011] 所述后端走行装置中设置有第二牵引传动系统;所述第一牵引传动系统包括所述后端走行装置中的第二充电装置、第二整流器、第二储能装置、第二牵引逆变器、第二辅助逆变器、第二车辆控制装置、第二永磁直驱牵引电机和第二辅助负载;

[0012] 所述第一牵引传动系统和所述第二牵引传动系统互为冗余;

[0013] 所述第一牵引传动系统中的第一车辆控制装置为所述混铁车的主控装置,所述第二牵引传动系统中的第二车辆控制装置为所述混铁车的辅控装置;所述主控装置与所述辅控装置之间通过无线重联模块进行互联互通,以实现所述混铁车的走行控制。

[0014] 进一步地,所述前端走行装置包括:第一车体底架;所述第一车体底架下方设置有第一转向架装配,所述第一转向架装配包括:无动力转向架、动力转向架、小车架和大车架;所述动力转向架前端部车轴上设有第一永磁直驱轮轴驱动系统,在动力转向架侧架上设有基础制动单元;所述第一永磁直驱轮轴驱动系统包括:车轴、轴箱装配、永磁直驱牵引电机、电机吊座、枕梁吊座和吊杆;所述电机吊座与所述枕梁吊座通过吊杆连接;

[0015] 所述后端走行装置包括与所述第一车体底架结构相同的第二车体底架。

[0016] 进一步地,所述前端走行装置还包括:第一机械间;所述第一机械间设置有第一储能装置、第一空气制动装置、第一变流装置、第一遥控接收装置和第一无人驾驶装置;

[0017] 所述第一空气制动装置包括两套独立的风源装置、停放制动模块和紧急制动模块,分别安装于所述第一机械间内空气制动柜中,其中风源装置包括空压机和干燥器;

[0018] 所述第一变流装置与所述第一储能装置通过中间直流回路相连,所述第一变流装置包括第一牵引逆变器和第一辅助逆变器,其中第一牵引逆变器为所述第一永磁直驱轮轴驱动系统供电,同时将第一永磁直驱牵引电机再生制动产生的电能回馈到中间直流回路,给所述第一储能装置充电,第一辅助逆变器为辅助负载供电;

[0019] 所述后端走行装置包括与所述第一机械间结构相同的第二机械间。

[0020] 进一步地,所述第一车辆控制装置设置在所述第一机械间;所述第一车辆控制装置包括:第一车辆控制单元、第一牵引控制单元、第一远程I/O模块、第一交换机、第一无线重联模块、第一数据记录单元及与遥控接收装置和第一无人驾驶装置的通信接口;

[0021] 所述第二车辆控制装置设置在所述第二机械间;所述第二车辆控制装置包括:第二车辆控制单元、第二牵引控制单元、第二远程I/O模块、第二交换机和第二无线重联模块。

[0022] 进一步地,所述前端走行装置还包括:第一车载受电装置,所述第一车载受电装置为所述第一储能装置充电;

[0023] 所述后端走行装置还包括:第二车载受电装置,所述第二车载受电装置为所述第二储能装置充电。

[0024] 进一步地,所述第一机械间通过螺栓与焊接在车体上平面的角钢连接;

[0025] 所述第二机械间通过螺栓与焊接在车体上平面的角钢连接。

[0026] 进一步地,所述第一车载受电装置由第一地面供电装置进行电能传输;

[0027] 所述第二车载受电装置由第二地面供电装置进行电能传输。

[0028] 进一步地,所述第一车载受电装置为所述第一储能装置充电的充电方式包括接触式或非接触式;

[0029] 若采用接触式,所述第一地面供电装置内部设置有充电电源,经导线连接后通过供电设备进行供电,所述第一车载受电装置通过受电弓、受电靴、受电臂的伸缩与电网或电刷接触对所述第一储能装置进行充电;

[0030] 若采用非接触式,所述第一地面供电装置内部设置有充电电源,通过分体式变压器将电能传递到第一车载受电装置上,所述分体式变压器的上铁芯和下铁芯分别置于所述第一车载受电装置和第一地面供电装置内,在所述分体式变压器上铁芯布置有次级线圈绕

线,在所述分体式变压器下铁芯布置有初级线圈绕线,所述第一车载受电装置或第一地面供电装置通过升降机构进行上升、下降,当所述分体式变压器上、下铁芯形成闭合磁路时,所述充电电源经分体式变压器隔离变换后,经第一车载受电装置的整流电路对所述第一储能装置进行充电。

[0031] 进一步地,所述第二车载受电装置为所述第二储能装置充电的充电方式与所述第一车载受电装置为所述第一储能装置充电的充电方式相同。

[0032] 又一方面,本发明还提供了一种上述永磁直驱混铁车的控制方法,包括:

[0033] 当混铁车无人驾驶控制器接收到地面控制中心发送的无人驾驶请求信号,混铁车的主控装置进行自检确认具备无人驾驶条件后,向地面控制中心反馈无人驾驶允许信号,混铁车进入无人驾驶模式;

[0034] 在无人驾驶过程中,如果所述遥控接收装置接收到手持遥控终端发送的输入指令,则混铁车自动退出无人驾驶模式,转为遥控模式;

[0035] 在所述无人驾驶模式下,所述无人驾驶控制器通过无线专网接收地面控制中心发出的指令,并与所述主控装置通信,以便所述主控装置按照所述输入指令控制混铁车运行;所述无人驾驶控制器还向地面控制中心实时反馈混铁车状态;所述无线专网采用双链路聚合网;

[0036] 在所述遥控模式下,所述遥控接收装置通过无线网络接收手持遥控终端发送的输入指令,并与所述主控装置通信,以便所述车辆控制装置按照所述输入指令控制混铁车运行。

[0037] 进一步地,所述主控装置接收到转矩指令,或接收到车辆速度指令通过速度闭环控制生成转矩指令,然后通过以太网交换机及无线重联模块将转矩指令分别发送给第一牵引控制单元和第二牵引控制单元,实现第一永磁直驱轮轴驱动系统和第二永磁直驱轮轴驱动系统的转矩、转速同步控制;

[0038] 所述主控装置接收到轮径校核指令,向各牵引控制单元发送轮径校核指令,同时将所检测到的实时位置反馈发送给各牵引控制单元,牵引控制单元根据永磁直驱牵引电机旋转变压器反馈的角位置信息和当前轮径值,计算混铁车走行距离,对比检测走行距离和计算走行距离,校核动力轴轮径;

[0039] 所述主控装置接收到充电指令,向各充电装置对应的地面供电装置和车载受装置转发充电指令,在确认混铁车停车位置满足充电位置要求后,控制各地面供电装置与各车载受装置通过接触或非接触方式充电;

[0040] 所述主控装置接收到定点停车指令,根据停车目标点距离和混铁车位置反馈,通过速度PI闭环控制生成转矩控制曲线,实现混铁车位置控制,抵达目标停车点后向地面控制中心反馈定点停车完成信号;所述PI闭环控制的给定值为依据混铁车位置到目标位置的距离所生成永磁直驱牵引电机转速给定值;PI闭环控制的反馈值为实际永磁直驱牵引电机转速值;

[0041] 所述主控装置接收到驻车指令,向各空气制动装置发送驻车指令,通过停放制动模块实施车辆驻车,驻车完成后向地面控制中心反馈驻车施加信号;

[0042] 所述主控装置接收到紧急停车指令,向第一牵引控制单元、第二牵引控制单元、第一空气制动装置及第二空气制动装置转发紧急停机指令,使得再生制动和空气制动同时作

用,实现紧急停车。

[0043] 进一步地,所述无人驾驶装置的位置感知传感设备采用激光测距雷达、感知相机或格雷母线编码电缆,通过连续编码定位方式,实现混铁车位置的实时检测,并在电子地图上实时显示混铁车轮廓及前、后端。

[0044] 进一步地,当位置感知传感设备信号反馈产生延时或干扰时,实时位置信息采用计算走行距离进行实时校正。

[0045] 进一步地,所述无线专网用于为车载设备之间的无线通信提供通道,以及为与其它混铁车无线重联提供备用无线通信通道。

[0046] 进一步地,还包括:两个及以上混铁车根据地面控制中心发出的无线重联指令进行自动编组和解编。

[0047] 与现有技术相比,本发明具备如下有益效果:

[0048] 在不改变既有混铁车主体结构基础上,实现混铁车永磁电机直接驱动和一罐到底的运输方式,可大幅提高混铁车的周转率和运用效率。混铁车可实现全速度范围内的再生制动功能,可实现全速度范围内的制动电能回收,节能效果良好。通过永磁直驱牵引电机控制可实现混铁车精准停车,为自动充电和铁水灌装提供精确的定位保障。采用全数字化控制,配备无人驾驶系统,可为混铁车无人驾驶、智慧运维提供保障。

附图说明

[0049] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图做以简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0050] 图1为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车结构图;

[0051] 图2为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车机械间结构图;

[0052] 图3为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车转向架装配图;

[0053] 图4为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车轴驱动系统结构图;

[0054] 图5为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车电气原理图;

[0055] 图6为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车控制系统原理图;

[0056] 图7为本发明实施例中一种永磁直驱混铁车控制方法流程图。

具体实施方式

[0057] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0058] 需要说明的是,本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或

描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0059] 如图1所示，本发明一种永磁直驱混铁车包括：由永磁电机直驱的前端走行装置；与前端走行装置结构相同且由永磁电机直驱的后端走行装置；以及，位于前端走行装置和后端走行装置之间的倾翻机构9和鱼雷罐体10。

[0060] 其中，前端走行装置包括：第一车体底架1；第一机械间2；第一转向架装配3；第一车载受电装置4；

[0061] 如图2所示，第一机械间2通过螺栓与焊接在车体上平面的角钢连接，可方便拆卸。第一机械间2内部设置有第一储能装置11、第一空气制动装置12、第一变流装置13、第一车辆控制装置14、第一遥控接收装置15和第一无人驾驶装置16；还设置有头灯17、辐照灯18；其中：

[0062] 第一空气制动装置12包括两套独立的风源装置、停放制动模块和紧急制动模块，分别安装于机械间内空气制动柜中，其中风源装置包括空压机和干燥器；

[0063] 第一变流装置13与第一储能装置11通过中间直流回路相连，在第一车辆控制装置14控制下，将第一储能装置11输出的直流电源变换为电压、频率可调的交流电源，第一变流装置13包括第一牵引逆变器和第一辅助逆变器，其中第一牵引逆变器为第一永磁直驱轮轴驱动系统供电，同时将牵引电机再生制动产生的电能回馈到中间直流回路，给第一储能装置11充电，第一辅助逆变器为第一辅助负载供电；

[0064] 第一车辆控制装置14为混铁车主控装置，包括第一车辆控制单元、第一牵引控制单元、第一远程I/O模块、第一交换机、第一无线重联模块、数据记录单元及与遥控接收装置和无人驾驶装置的通信接口；

[0065] 第一无人驾驶装置16包括无人驾驶控制器、车载防护设备、感知设备、定位设备、视频监控设备。

[0066] 第一车体底架1下方设置有第一转向架装配3，如图3所示，第一转向架装配3包括结构相同的3个无动力转向架25、1个动力转向架26、2个小车架27和1个大车架28；动力转向架26前端部车轴上设有第一永磁直驱轮轴驱动系统，在动力转向架侧架上设有基础制动单元；如图4所示，第一永磁直驱轮轴驱动系统包括车轴30、轴箱装配31、永磁直驱牵引电机32、电机吊座33、枕梁吊座34、吊杆35，电机吊座33与对应转向架枕梁吊座34通过吊杆连接。

[0067] 进一步的，第一转向架装配3也可采用多个动力转向架，动力转向架的两个轴都可用作永磁直驱轮轴驱动系统的动力轴。

[0068] 第一车载受电装置4为第一储能装置11充电。

[0069] 前端走行装置中的第一充电装置、第一整流器、第一储能装置、第一牵引逆变器、第一辅助逆变器、第一车辆控制装置、第一永磁直驱牵引电机和第一辅助负载组成第一牵引传动系统。

[0070] 后端走行装置包括：第二车体底架5；第二机械间6；第二转向架装配7；第二车载受电装置8；

[0071] 第二车体底架5下方设置有第二转向架装配7，第二转向架装配7包括结构相同的3

个无动力转向架、1个动力转向架、2个小车架和1个大车架；动力转向架前端部车轴上设有第二永磁直驱轮轴驱动系统，在动力转向架侧架上设有基础制动单元；第二永磁直驱轮轴驱动系统包括：车轴、轴箱装配、永磁电机、电机吊座、枕梁吊座和吊杆；电机吊座与枕梁吊座通过吊杆连接。

[0072] 进一步的，第二转向架装配7也可采用多个动力转向架，动力转向架的两个轴都可作为永磁直驱轮轴驱动系统的动力轴。

[0073] 第二机械间6通过螺栓与焊接在车体上平面的角钢连接，可方便拆卸。第二机械间6内部设置有第二储能装置、第二空气制动装置、第二变流装置、第二车辆控制装置、第二遥控接收装置和第二无人驾驶装置；其中：

[0074] 第二空气制动装置包括两套独立的风源装置、停放制动模块和紧急制动模块，分别安装于机械间内空气制动柜中，其中风源装置包括空压机和干燥器；

[0075] 第二变流装置与第二储能装置通过中间直流回路相连，在第二车辆控制装置控制下，将第二储能装置输出的直流电源变换为电压、频率可调的交流电源，第二变流装置包括第二牵引逆变器和第二辅助逆变器，其中第二牵引逆变器为第二永磁直驱轮轴驱动系统供电，同时将牵引电机再生制动产生的电能回馈到中间直流回路，给第二储能装置充电，第二辅助逆变器为第二辅助负载供电；

[0076] 第二车辆控制装置为混铁车辅控装置，包括：第二车辆控制单元、第二牵引控制单元、第二远程I/O模块、第二交换机及第二无线重联模块；

[0077] 第二无人驾驶装置包括无人驾驶控制器、车载防护设备、感知设备、定位设备、视频监控设备；

[0078] 第二车载受电装置8为第二储能装置充电。

[0079] 后端走行装置中的第二充电装置、第二整流器、第二储能装置、第二牵引逆变器、第二辅助逆变器、第二车辆控制装置、第二永磁直驱牵引电机和第二辅助负载组成第二牵引传动系统。

[0080] 第一牵引传动系统第二和牵引传动系统互为冗余，在一套牵引传动系统故障情况下，另一套牵引传动系统可维持混铁车运行。

[0081] 主控装置与辅控装置之间通过无线重联模块进行互联互通；

[0082] 在混铁车前进方向、每个机械间的左侧前方设有司乘室19，后方设有车梯22，在司乘室台阶上设有司机座椅20，在面向混铁车前进方向、司机座椅前方设有车窗21，在车梯上方设有走廊23和车门24。

[0083] 在每个机械间（第一机械间或第二机械间）内，供电来源为储能装置或外接电源。储能装置可通过充电装置经整流器充电，也可通过外接电源进行充电。充电装置由地面供装置和车载受电装置两部分组成，整车设有两个独立的第一车载受电装置和第二车载受电装置，相对应的在地面设有两个独立的第一地面供电装置和第二地面供电装置，地面供装置和车载受电装置通过接触或非接触方式进行电能传输，为储能装置进行充电。

[0084] 若采用接触式充电方式，两个地面供电装置内部分别设置有充电电源，经导线连接后通过电网或电刷等供电设备进行供电，车载受电装置通过受电弓、受电靴、受电臂等装置的伸缩与电网或电刷接触对储能装置进行充电。

[0085] 若采用非接触式充电方式，两个地面供电装置内部分别设置有充电电源，分别通

过两个分体式变压器将电能传递到两个车载受电装置上,分体式变压器的上铁芯和下铁芯分别置于车载受电装置和地面供电装置内,在分体式变压器上铁芯布置有次级线圈绕线,在分体式变压器下铁芯布置有初级线圈绕线,车载受电装置或地面供电装置可通过升降机构进行上升、下降,当所述分体式变压器上、下铁芯形成闭合磁路时,充电电源经分体式变压器隔离变换后,经车载受电装置的整流电路对储能装置进行充电。

[0086] 如图5所示,本发明一种永磁直驱混铁车的牵引传动系统原理:混铁车设有两套互为备用的牵引传动系统,图5中所示为一套牵引传动系统原理,其中虚线左端为地面充电装置,地面充电装置设有三相交流充电电源和直流充电电源,其中三相交流电源为分体式变压器TR供电,分体式变压器的次边线圈和上铁芯装配置于车载受电装置内,原边线圈和下铁芯装配置于地面供电装置内,在充电时可由地面升降机构将地面供电装置升起,当分体式变压器上、下铁芯形成闭合磁路时,充电电源经分体式变压器隔离变换后,经整流器对储能装置进行充电。也可采用地面充电装置直流充电电源通过CN连接器对储能装置充电。在车辆控制装置控制下,牵引逆变器和辅助逆变器分别为永磁直驱电机和辅助设备供电。

[0087] 如图6所示,本发明一种永磁直驱混铁车的控制系统原理:第一牵引传动系统中的第一车辆控制装置为混铁车的主控装置,第二牵引传动系统的第二车辆控制装置为混铁车的辅控装置;主控装置和辅控装置均包含车辆控制单元、牵引控制单元、远程I/O模块、交换机、无线重联模块,此外主控装置还包含数据记录单元及与遥控接收装置和无人驾驶装置的通信接口,主控装置与辅控装置之间通过无线重联模块进行互联互通。

[0088] 如图7所示,其示出了本发明一种永磁直驱混铁车控制方法,应用于上述永磁直驱混铁车,首先判断混铁车处于无人驾驶模式还是遥控模式。若混铁车处于无人驾驶模式时,则混铁车主控装置读取无人驾驶通信控制指令,若混铁车处于遥控模式时,则混铁车主控装置读取遥控通信控制指令,若既不是无人驾驶模式也不是遥控模式,则直接进入紧急停车控制。若控制指令为转速指令,则通过转速闭环控制生成转矩指令,然后进行转矩控制;若控制指令为转矩指令,则进行转矩控制。若控制指令为轮径校核指令,则进行轮径校核。若控制指令为充电指令,则进入充电控制,同时生成定点停车指令,随后进入定点停车控制。若控制指令为定点停车指令,进入定点停车控制。若控制指令为驻车指令,则进入驻车控制;若控制指令为紧急停车指令,则进入紧急停车控制。具体地,该控制方法中,周期性执行如下程序流程:

[0089] 当混铁车无人驾驶控制器接收到地面控制中心发送的无人驾驶请求信号,混铁车的主控装置进行自检确认具备无人驾驶条件后,向地面控制中心反馈无人驾驶允许信号,混铁车进入无人驾驶模式;

[0090] 在无人驾驶过程中,如果遥控接收装置接收到手持遥控终端发送的输入指令,则混铁车自动退出无人驾驶模式,转为遥控模式;

[0091] 在无人驾驶模式下,无人驾驶控制器通过无线专网接收地面控制中心发出的指令,并与主控装置通信,以便主控装置按照输入指令控制混铁车运行;无人驾驶控制器还向地面控制中心实时反馈混铁车状态;无线专网采用双链路聚合网;无线专网各节点具有报文自动拼接和丢弃功能,可实现双链路冗余热备,数据先到先用,有效降低通信延时和传输可靠性。无线专网用于为车载设备之间的无线通信提供通道,还可以用于为与其它混铁车无线重联提供备用无线通信通道。

[0092] 在遥控模式下,遥控接收装置通过无线网络接收手持遥控终端发送的输入指令,并与主控装置通信,以便主控装置按照输入指令控制混铁车运行。

[0093] 具体地,主控装置接收到转矩指令,或接收到车辆速度指令通过速度闭环控制生成转矩指令,然后通过以太网交换机及无线重联模块将转矩指令分别发送给前、后牵引控制单元(分别对应第一牵引控制单元、第二牵引控制单元),实现前后永磁直驱轮轴驱动系统(分别对应第一永磁直驱轮轴驱动系统、第二永磁直驱轮轴驱动系统)的转矩、转速同步控制;

[0094] 主控装置接收到轮径校核指令,向各牵引控制单元发送轮径校核指令,同时将所检测到的实时位置反馈发送给各牵引控制单元,牵引控制单元根据永磁电机旋转变压器反馈的角位置信息和当前轮径值,计算混铁车走行距离,对比检测走行距离和计算走行距离,校核动力轴轮径;

[0095] 主控装置接收到充电指令,向充电装置的地面供装置和车载受装置转发充电指令,在确认混铁车停车位置满足充电位置要求后,控制供电模块与车载受装置的受电模块通过接触或非接触方式充电;

[0096] 主控装置接收到定点停车指令,根据停车目标点距离和混铁车位置反馈,通过速度PI闭环控制生成转矩控制曲线,实现混铁车位置控制,抵达目标停车点后向地面控制中心反馈定点停车完成信号;PI闭环控制的给定值为依据混铁车位置到目标位置的距离所生成牵引电机转速给定值;PI闭环控制的反馈值为实际牵引电机转速值;

[0097] 主控装置接收到驻车指令,向空气制动装置发送驻车指令,通过停放制动模块实施车辆驻车,驻车完成后向地面控制中心反馈驻车施加信号;

[0098] 主控装置接收到紧急停车指令,向前、后牵引控制单元(分别对应第一牵引控制单元、第二牵引控制单元)及前后空气制动装置(分别对应第一空气制动装置、第二空气制动装置)转发紧急停机指令,使得再生制动和空气制动同时作用,实现紧急停车。

[0099] 无人驾驶装置的位置感知传感设备采用激光测距雷达、感知相机或格雷母线编码电缆,通过连续编码定位方式,实现混铁车位置的实时检测。当位置感知传感设备信号反馈产生延时或干扰时,实时位置信息采用计算走行距离进行实时校正。

[0100] 地面控制中心对混铁车的控制还包括:两个及以上混铁车根据地面控制中心发出的无线重联指令进行自动编组和解编。具体地,地面控制中心向其中一辆被控混铁车发送主控指令,向其他被控混铁车发送从控指令。接收到主控指令的混铁车为主控混铁车,该混铁车主控装置的车辆控制单元为编组主控单元;接收到从控指令的混铁车为从控混铁车;主控混铁车辅控装置及其他从控混铁车主控装置及辅控装置的控制单元为编组的从控单元。所述编组主控单元接收地面控制中心指令,通过无线重联模块或无线专网,同步传送给各个编组从控单元,在混铁车之间没有物理连接的情况下,实现混铁车的虚拟编组及同步运行控制。编组任务结束后,地面控制中心发出解编或重新编组指令,被解编的混铁车停车后自动驻车。

[0101] 本发明中,在不改变既有混铁车主体结构基础上,前后行走装置结构相同,前后行走装置处于对称且均衡状态,实现混铁车永磁电机直接驱动和一罐到底的运输方式,可大幅提高混铁车的周转率和运用效率;无需对转向架相关部件重新设计,仅将混铁车两个端部从动轴改为永磁直驱动力轴,具有成本低、部件通用性好的特点;采用两套互为冗余的牵

引传动系统,及空气制动和再生制动两种制动方式,具有良好的安全性和可靠性;混铁车可实现全速度范围内的再生制动和电能回收功能,节能效果良好;可实现“0”速度全制动力功能,通过速度及位置控制,可实现混铁车精准定点停车,为自动充电和铁水灌装提供精确的定位保障;永磁直驱轮轴驱动系统结构简单,维护方便;采用全数字化控制,配备无人驾驶系统,可为混铁车无人驾驶、智慧运维提供保障。

[0102] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

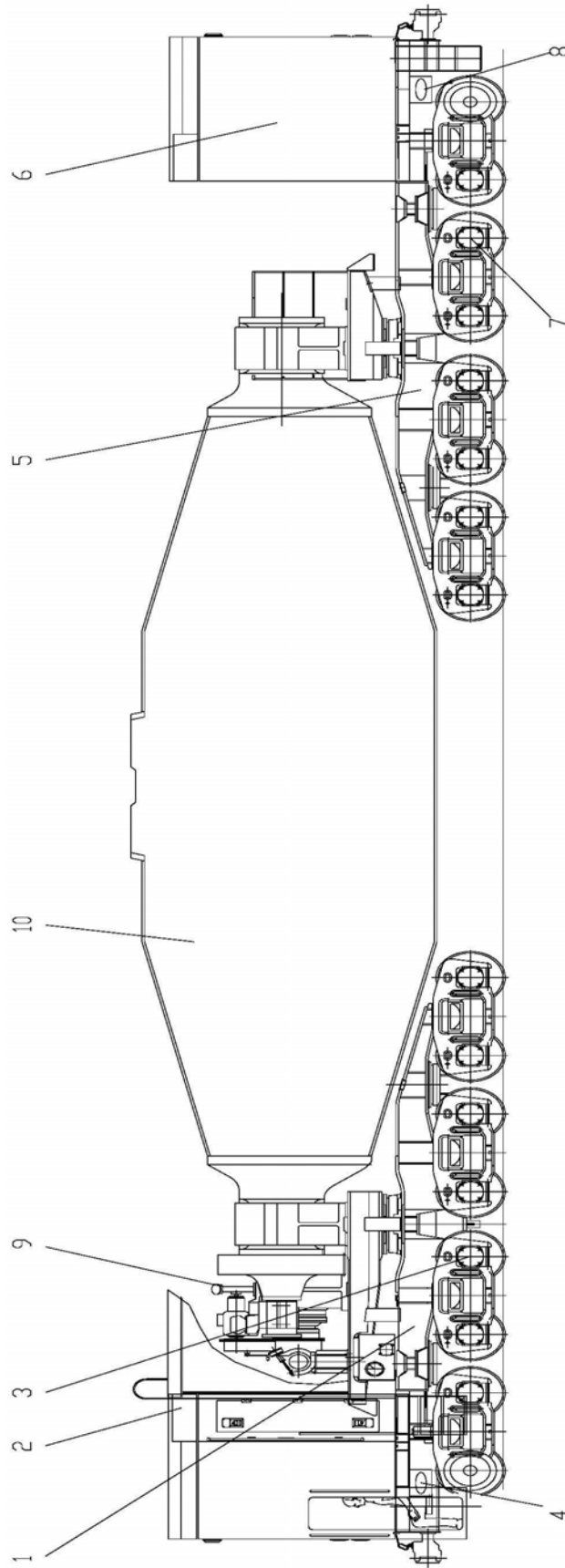


图1

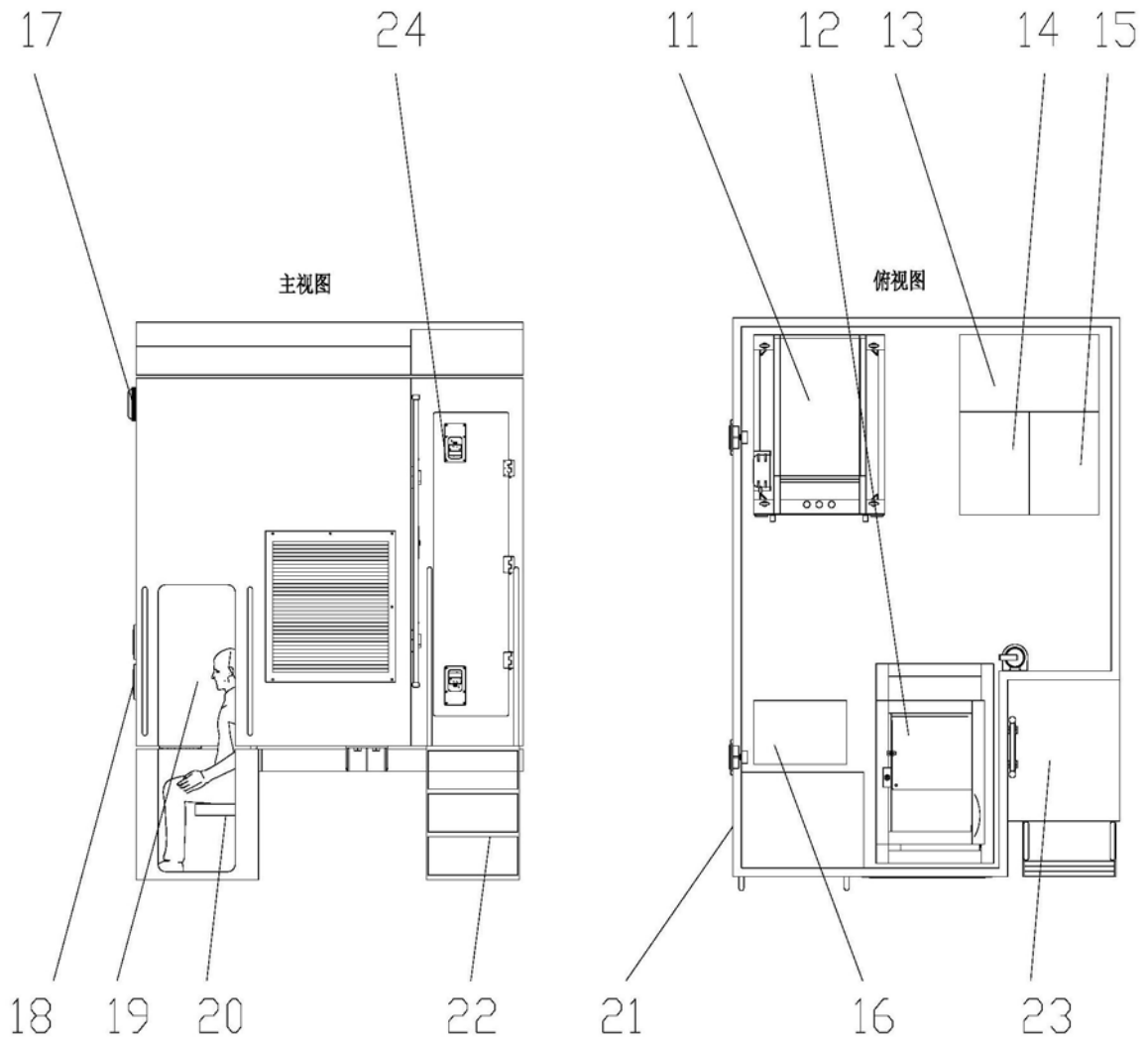


图2

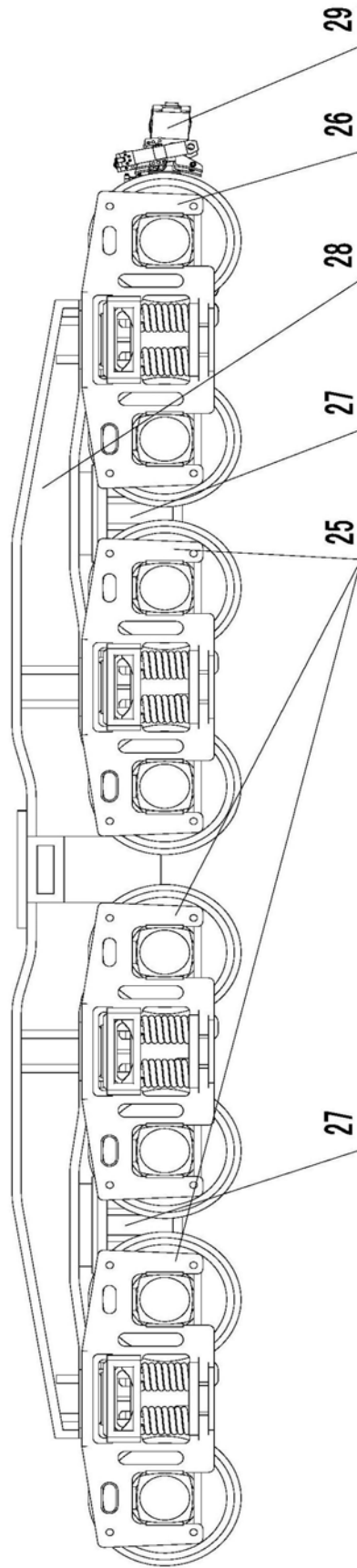


图3

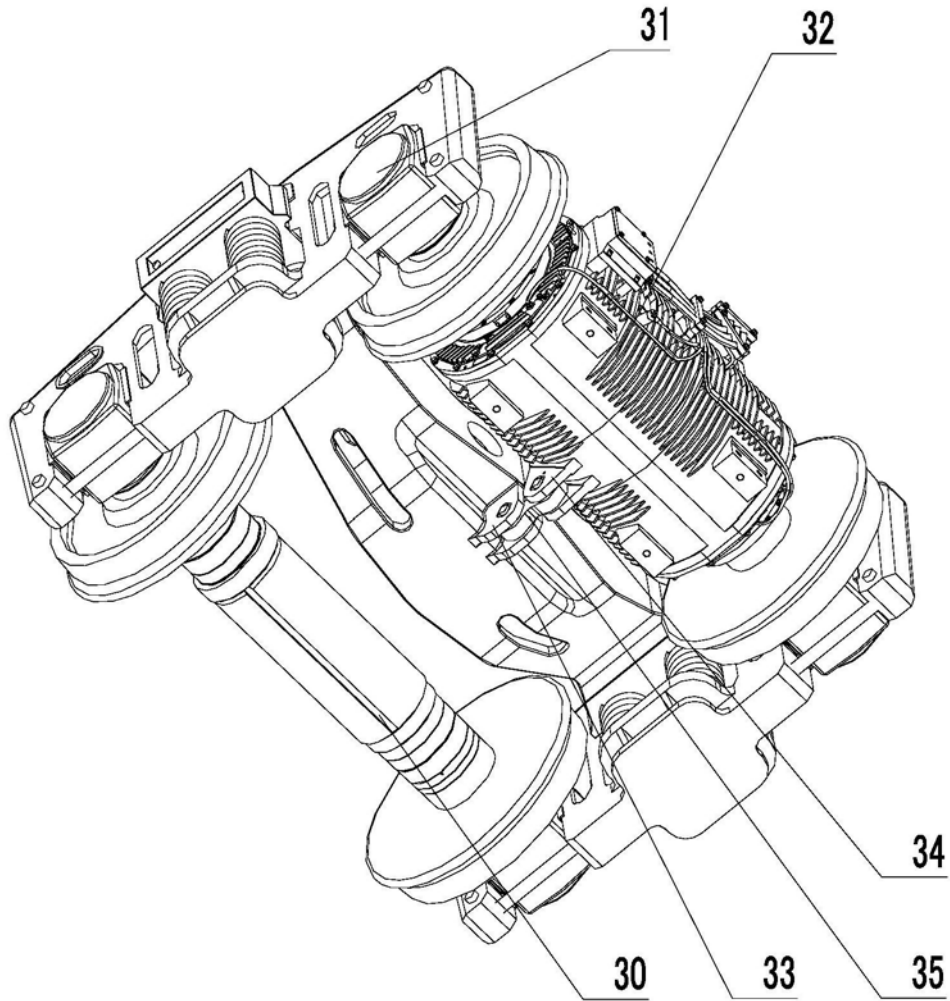


图4

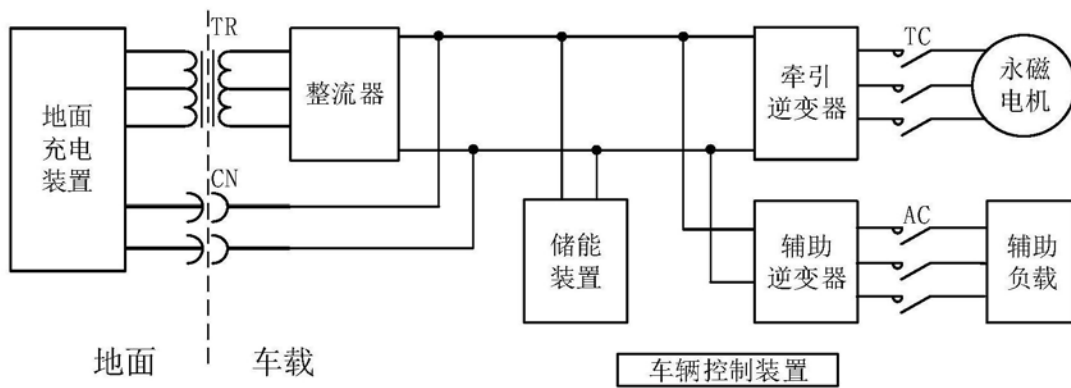


图5

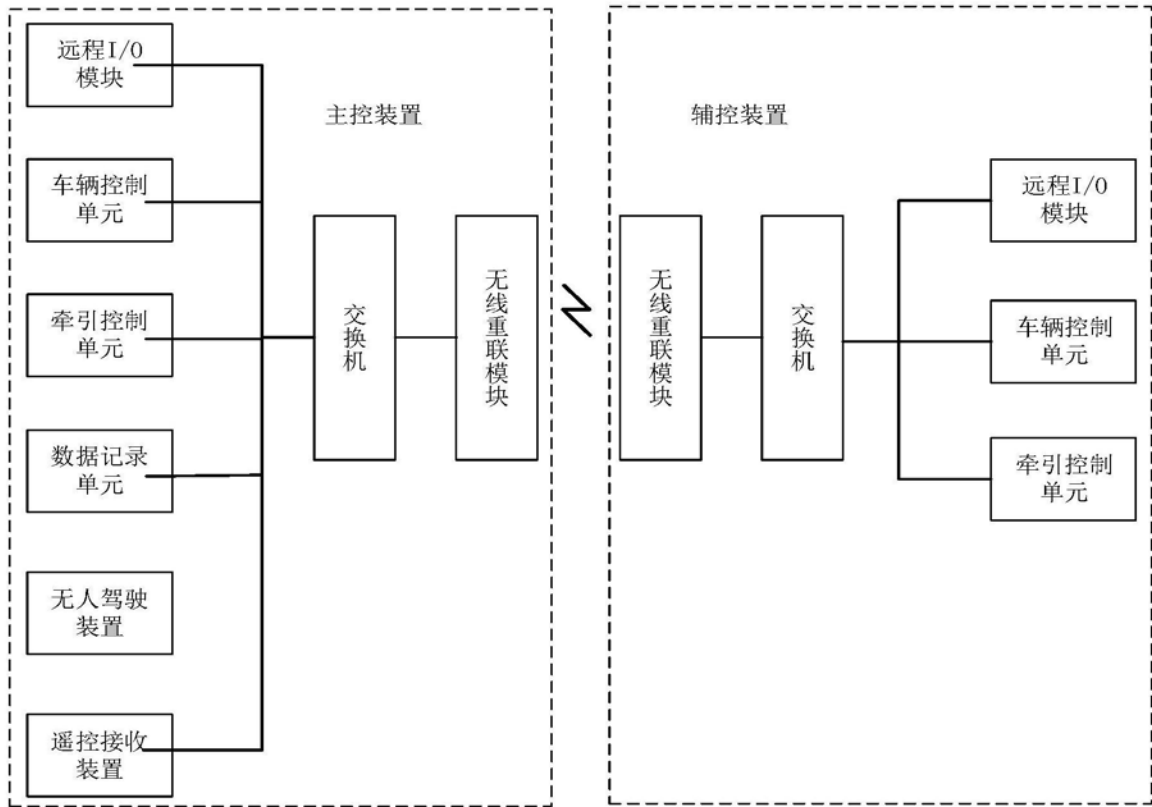


图6

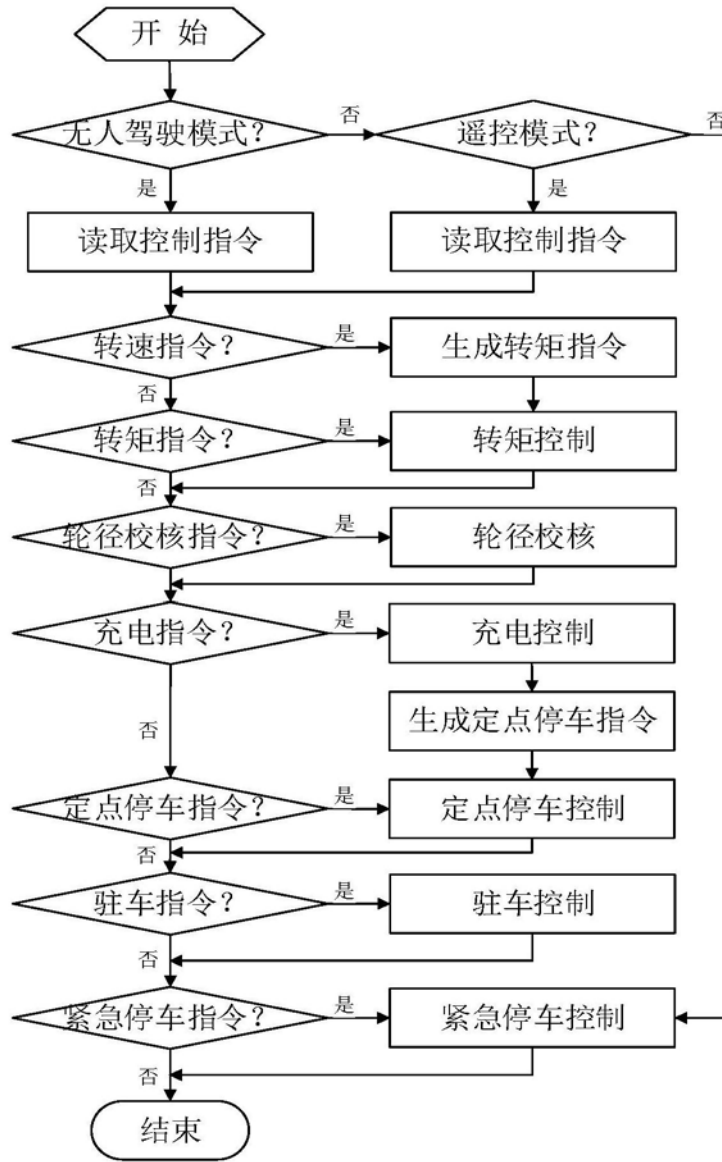


图7