



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113120034 B

(45) 授权公告日 2022.03.25

(21) 申请号 202110399841.4

(22) 申请日 2021.04.14

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 113120034 A

(43) 申请公布日 2021.07.16

(73) 专利权人 西南交通大学  
地址 610031 四川省成都市金牛区二环路  
北一段111号

(72) 发明人 肖嵩 朱涛 顾颐 杨坤 龚开元  
郑嘉仪 曹浩然 蔡熙辰 李俊颀  
刘月婷 赵晨

(74) 专利代理机构 成都信博专利代理有限责任  
公司 51200  
代理人 舒启龙

(51) Int. Cl.

B61L 15/00 (2006.01)

G01B 21/08 (2006.01)

G01B 11/06 (2006.01)

G01R 19/25 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 106207507 A, 2016.12.07

CN 110061597 A, 2019.07.26

CN 109625007 A, 2019.04.16

CN 109507057 A, 2019.03.22

CN 104049244 A, 2014.09.17

US 2003043515 A1, 2003.03.06

审查员 车沈云

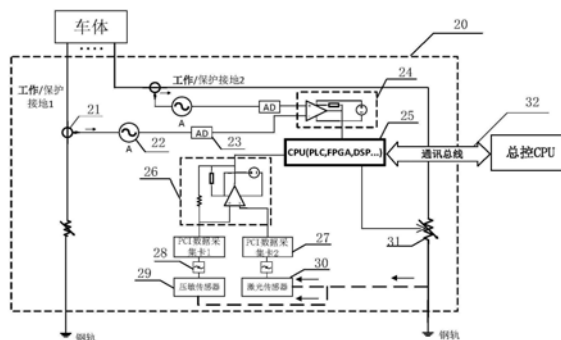
权利要求书1页 说明书4页 附图6页

(54) 发明名称

一种轨道交通接地碳刷磨损监控及自适应  
调控系统

(57) 摘要

本发明公开了一种轨道交通接地碳刷磨损  
监控及自适应调控系统,在车体和钢轨之间的每  
个工作接地和保护接地的接地碳刷上设置传感  
器监测和控制装置;传感器监测和控制装置由电  
流互感器、电流检测模块、A/D模数转换模块、信  
号比较器、微处理器模块、信号放大器、数据采  
集卡、滤波模块、压敏传感器、激光传感器和可  
变电阻模块组成;本发明可以有效地平衡各个轮  
对电流以平衡接地碳刷磨损程度,进而提高动  
车组接地系统耐用性及经济性,避免车体检修  
过程中由于接地碳刷检测不便导致过高的经济  
成本与人力时间成本。



1. 一种轨道交通接地碳刷磨耗监控及自适应调控系统,其特征在于,在车体(6)和钢轨(8)之间的每个工作接地(15)和保护接地(14)的接地碳刷(19)上设置传感器监测和控制装置(20);传感器监测和控制装置(20)由电流互感器(21)、电流检测模块(22)、A/D模数转换模块(23)、信号比较器(24)、微处理器(25)、信号放大器(26)、数据采集卡(27)、滤波模块(28)、压敏传感器(29)、激光传感器(30)和可变电阻模块(31)组成;

传感器监测和控制装置(20)中:由压敏传感器(29)和激光传感器(30)获取接地碳刷(19)厚度变化信号,信号经过滤波模块(28),被数据采集卡(27)获得,再经过信号放大器(26)处理,输入微处理器(25);同时由电流互感器(21)从两个工作接地(15)或者两个保护接地(14)获取电流信号,经过电流检测模块(22)和A/D模数转换模块(23),进入信号比较器(24),信号比较后进入微处理器(25);微处理器(25)分析信号的可靠性后,通过通讯总线(32)将保护接地碳刷磨损信号(16)或者工作接地碳刷磨损信号(17)反馈回主控CPU(18),经过综合分析后,主控CPU(18)将控制信号输给微处理器(25),继而输出电阻调整信号给被控制的保护接地或者工作接地的可变电阻模块(31)以进行自适应调节。

2. 根据权利要求1所述的一种轨道交通接地碳刷磨耗监控及自适应调控系统,其特征在于,所述微处理器(25)采用DSP、PLC或MPU;主控CPU(18)采用FPGA或SOC。

3. 根据权利要求1所述的一种轨道交通接地碳刷磨耗监控及自适应调控系统,其特征在于,所述压敏传感器(29)和激光传感器(30)安装在碳刷压力弹簧(34)末端。

## 一种轨道交通接地碳刷磨耗监控及自适应调控系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于高速轨道交通接地技术领域,尤其涉及一种轨道交通接地碳刷磨耗监控及自适应调控系统。

### 背景技术

[0002] 作为推动我国经济发展的强大引擎,高铁的迅速发展对国家具有战略性意义。随着对运营速度和载重能力需求的不断提升,高速列车接地系统的是否具有高效性、高可靠性直接决定了列车供电系统能否安全、稳定的运行。

[0003] 动车组接地系统从电气功能上分为工作接地和保护接地。在正常运行工况下,接地系统通过工作接地为牵引系统主回路提供回流通道,通过保护接地确保车体与轨道等电势,以防止众多以车体为参考的弱电设备受到干扰;在部分特殊工况下,如在升降弓、操作断路器等恶劣电磁暂态工况下,动车组车体上将出现的高频暂态过电压,保护接地作为车体唯一的对地泄流通道,车体上的高频暂态电压最终要通过各保护接地泄入钢轨和大地,因此保护接地会对动车组车体过电压的传播与分布产生巨大影响。

[0004] 保护接地系统性能的优劣对高速动车组的接地回流与车体过电压的情况良好与否均有显著影响,目前对于保护接地的优化研究多为改善接地回流分布或抑制车体过电压等大方向,缺乏对于接地碳刷的磨损保护的研究。随着列车运行速度的提升,一方面接地碳刷与车轴间的滑动接触电阻的分散性增大,易导致设备异常发热和车体接触电势,进而造成接地碳刷异常磨损,另一方面随着牵引功率的提高,当发生雷电跳闸或过电压冲击时,车顶高压避雷器和接地开关的低压侧均与车直连,使通过车体的牵引电流也相应增加。同时,不合适的车体接地方式将造成接地碳刷的异常磨损、车体电势抬升、车载传感器报错甚至烧毁等现象。列车运行时,由于钢轨回路的等效阻抗值有时会大于车体回路的等效阻抗,这就导致了工作接地释放到钢轨的牵引电流会经过接地装置流进车体中,形成了“车体-轴端”环流,导致接地碳刷的异常磨耗、车载传感器报错甚至烧毁等现象。

[0005] 目前高速列车接地系统多采用在车体和接地碳刷之间加入电阻器以增大接触电阻,但当发生雷击及升降弓等过电压冲击时,车体电压大幅度抬升,由于在车体和接地碳刷之间加入电阻器,会妨碍过电压的泄放速度,过高的车体电压会严重损坏车载通讯、信号等弱电设备。目前,主要采用固定阻值的接地电阻限制车体电流并降低车体电位,但是列车在运行过程中固定阻值的接地电阻不能满足车轨阻抗的实时变化,各个接地轮对所流过的接地电流分配不均,最终会导致各轮轴接地碳刷磨耗不一致的情况,且各轮对的接地碳刷磨耗不可视,后期在对各轮对接地碳刷进行维护时,工序十分繁琐复杂,维护成本较高。

[0006] 因此,有必要提出一种接地系统自动控制装置,以在磨损情况以及各接地点电流不同的情况下科学调节接触电阻的大小,以达到工作接地或者保护接地的碳刷磨耗程度接近的目的,继而方便接地碳刷的维修和统一更换。

## 发明内容

[0007] 对高速列车接地回流过程中的接地碳刷磨损不均匀的问题,本发明提供一种轨道交通接地碳刷磨损监控及自适应调控系统。

[0008] 本发明的一种轨道交通接地碳刷磨损监控及自适应调控系统,在车体和钢轨之间的每个工作接地和保护接地的接地碳刷上设置传感器监测和控制装置。传感器监测和控制装置由电流互感器、电流检测模块、A/D模数转换模块、信号比较器、微处理器、信号放大器、数据采集卡、滤波模块、压敏传感器、激光传感器和可变电阻模块组成。

[0009] 传感器监测和控制装置中:由压敏传感器和激光传感器获取接地碳刷厚度变化信号,信号经过滤波模块,被数据采集卡获得,再经过信号放大器处理,输入微处理器;同时由电流互感器从两个工作接地或者两个保护接地获取电流信号,经过电流检测模块和A/D模数转换模块,进入信号比较器,信号比较后进入微处理器;微处理器分析信号的可靠性后,通过通讯总线将保护接地碳刷磨损信号或者工作接地碳刷磨损信号反馈回主控CPU,经过综合分析后,主控CPU将控制信号输给微处理器,继而输出电阻调整信号给被控制的保护接地或者工作接地的可变电阻模块以进行自适应调节。

[0010] 考虑到接地碳刷工作环境相对较为恶劣,微处理器可采用DSP,PLC,MPU等等,对于主控CPU电磁环境较为复杂,可采用FPGA,SOC等。

[0011] 压敏传感器和激光传感器安装在碳刷压力弹簧末端。

[0012] 本发明的有益技术效果为:

[0013] 1:相比较现有高速列车接地技术接地电阻不可调的劣势,本系统通过引入实时可调电阻实现了接地电流的实时控制,有效优化了列车泄流时的车体环流及车体过电压问题,更有利于列车低压设备安全工作环境的维护和接地碳刷的监测维护问题,进而解决了以往接地碳刷使用过程中存在的检测难,维护成本大,时间人力耗费高的缺点,显著提升了其经济性。

[0014] 2:相比较单一输入的接地电阻控制系统控制方式,调整动作简单单一的缺点。本装置采取各电流对比信号以及传感器信号并入的多输入控制模式,有效利用了CPU的处理能力同时实现了复杂且更实用,科学的调节方式。与此同时多输入的控制方式在一定程度上保证了个别输入误差过大情况下的正常工作问题,极大程度地提高了本装置应对列车运行中复杂实际工况的可靠性。

[0015] 3:相比较各调节系统独立工作,每个泄流轮对均装有该装置,同时在车体安装有总览各装置工况的总控平台,使得各装置间互相调整,互相配合,协同全局CPU的总控功能更近一步保障了接地碳刷的均匀磨耗与其维护和更换的集中处理。

## 附图说明

[0016] 图1为车体结构图。

[0017] 图2为本发明的总控平台电路图。

[0018] 图3为本发明的接地碳刷检测控制电路图。

[0019] 图4为本发明的程序框图。

[0020] 图5为本发明的程序流程图。

[0021] 图6为传感器装置整体结构图。

[0022] 图7为单个碳刷传感器装置结构图。

[0023] 图中标号释义:1-回流线,2-接触网,3-受电弓,4-牵引变流器,5-牵引变压器,6-车体,7-接地电阻,8-钢轨,9-吸上线,10-列车定位通讯信号电缆,11-扼流变压器,12-绝缘节,13-牵引回流,14-保护接地,15-工作接地,16-保护接地碳刷检测信号,17-工作接地碳刷检测信号,18-主控CPU,19-接地碳刷,20-传感器监测和控制装置,21-电流互感器,22-电流表,23-A/D模数转换模块,24-比较器,25-微处理器,26-信号放大器,27-PCI数据采集卡,28-滤波模块,29-压敏传感器,30-激光传感器,31-可变电阻模块,32-通讯总线,33-碳刷外壳,34-碳刷压力弹簧,35-导线。

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施方法对本发明做进一步详细说明。

[0025] 列车正常工作时,高速列车通过受电弓3从接触网2上获得驱动列车运行的25KV工频高压交流电。如图1,牵引电流通过牵引变压器5的一次侧,为驱动机车的牵引变流器和牵引电机4提供电能。如图2,工作接地电流从牵引变压器5流出经过位于接地碳刷19、钢轨8之间的传感器监测和控制装置20和接地碳刷19流入钢轨8,保护接地电流由车体6经过位于接地碳刷19、钢轨8之间的传感器监测和控制装置20和接地碳刷19流入钢轨8。

[0026] 本发明的轨道交通接地碳刷磨损监控及自适应调控系统,如图3所示,在车体工作接地及保护接地线路引出单独支路并串入电流互感器21和电流检测模块22,同时由其他车体工作接地及保护接地线路引出单独支路并串入电流互感器21,电流检测模块22与本车体接地电流信号并行,其后通过信号比较器24对其进行比较,其后将该信号经由A/D模数转换模块23转为数字信号并送微处理器25处理。与此同时,安装在接地碳刷旁边的传感器(压力传感器29,激光传感器30)将检测到的电刷厚度信号经过滤波模块28和数据采集卡27,经过信号放大器26送微处理器25处理。各个微处理器25将各碳刷磨损情况和各接地线路电流信息反馈给主控CPU 18以进行实时分析,主控CPU 18将分析得到的调整信号传送回各微处理器25并输出电阻调整信号进而控制可调电阻31进行自适应调节。

[0027] 各车的接地电流经导线由接地碳刷19流入各轮对并流向钢轨8,因为列车运行过程中接地碳刷与接触部分的相对运动问题,接地碳刷会产生磨损,当磨损达到一定程度会影响接地电流泄放。针对该问题,通过检测接地电流的大小可以简单的知道各接地碳刷的磨损速度,但是鉴于安全工作的考量,对接地碳刷的实际磨损情况检测具有一定难度,而如果仅仅通过检测接地电流以实时调节接地电阻,仅可以完成对各接地碳刷磨损速度的控制,而列车实际运行维护中产生的检测及维护更换接地碳刷造成的经济成本问题仍未得到有效解决,基于这种情况需要在各接地碳刷旁设置传感器以实时检测接地碳刷实际磨损情况,并同时引入传感器信号协同电流比较控制信号对电阻进行调节。一方面实时调节各接地碳刷磨损速率,另一方面均衡各接地碳刷磨损情况以尽可能同时维护并更换工作接地碳刷或者保护接地碳刷,进而可以节约维护过程的时间、人力和经济成本。

[0028] 控制策略如图4、图5所示。每个接地轮对都装有接地碳刷磨损平衡控制装置,可以实时调节相应各接地电阻31,实现各接地碳刷磨损均匀,同时达到方便接地碳刷的维护、更换的目的。本装置的基本原理:(1)电流比较:基于接地电流与碳刷磨损速度的正相关关系,利用装置内接地线支路测出各电流并对比各电流大小,同时以此信号为微处理器25输入信

号,经微处理器25处理和主控CPU综合处理,给出该轮对接地电阻调整信号以保证列车运行中各接地碳刷磨损速度大致相同。为减小大支路电流的测量偏差及相关安全问题本装置引入电流互感器21以减小其影响,同时通过A/D模数转换模块23与信号比较器24配合以服务于微处理器25信号处理。(2) 传感信号:据前所述,接地电阻31对微处理器25处理后电流比较信号实时调整动作可保证其磨损速度基本均匀,但根本性的问题即接地碳刷的实际磨损情况控制并未实现,基于此目的,如图6、图7所示,本装置通过与接在碳刷旁边的压敏传感器29、激光传感器30配合,实时给出包括磨损程度在内的接地碳刷实际磨损情况,并将其作为装置内微处理器25另一输入信号以控制接地电阻串入阻值,同时考虑到列车工作环境下传感器的输出信号质量问题,本装置引入数据采集卡27以改善采集信号的信号质量。(3) 总控平台控制:基于列车实际运行中存在的问题工作接地电流与保护接地电流的大小差异问题,本装置在进行电流比较时各装置内只引入同类型电流,以全面且更高效地实现所有工作接地或者保护接地碳刷同时维护。本装置通过从各装置微处理器输出一反馈信号,并将其集合输入至车体上的总控平台,利用该总控平台统筹各个碳刷磨损情况和各接地线路的电流情况有效提升各装置实用性能。(4) 处理器工作原理:比较各个工作接地碳刷的磨损情况,当工作接地碳刷的磨损情况在阈值之内不考虑碳刷磨损情况的影响,当超出阈值时,工作碳刷磨损严重的接地电路采用很大的电阻从而降低工作接地电流从而使工作接地碳刷磨损减缓,同时比较各个工作接地电流大小,工作接地电流大的接地线路采用较大电阻从而降低工作电流。比较各个保护接地碳刷的磨损情况,当保护接地碳刷的磨损情况在阈值之内不考虑碳刷磨损情况的影响,当超出阈值时,保护碳刷磨损严重的接地电路采用很大的电阻从而降低保护接地电流从而使保护接地碳刷磨损减缓,同时比较各个保护接地电流大小,保护接地电流大的接地线路采用较大电阻从而降低保护电流。

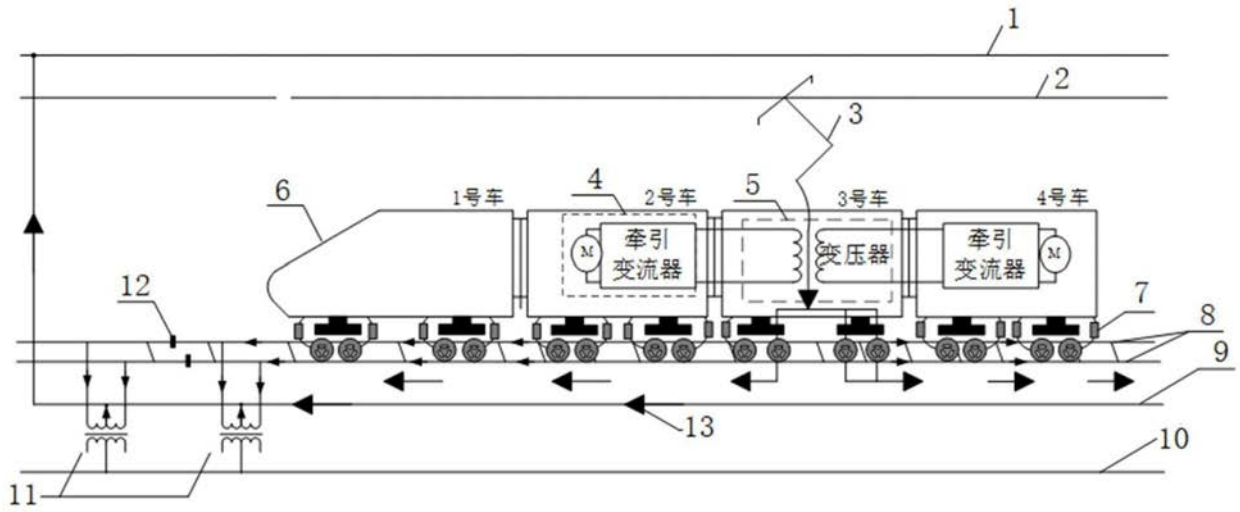


图1

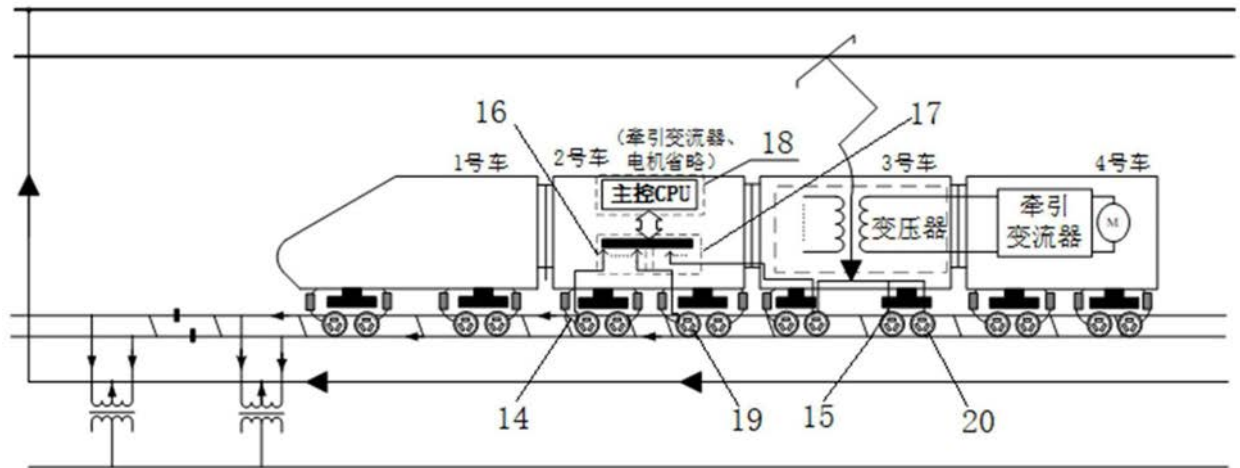


图2

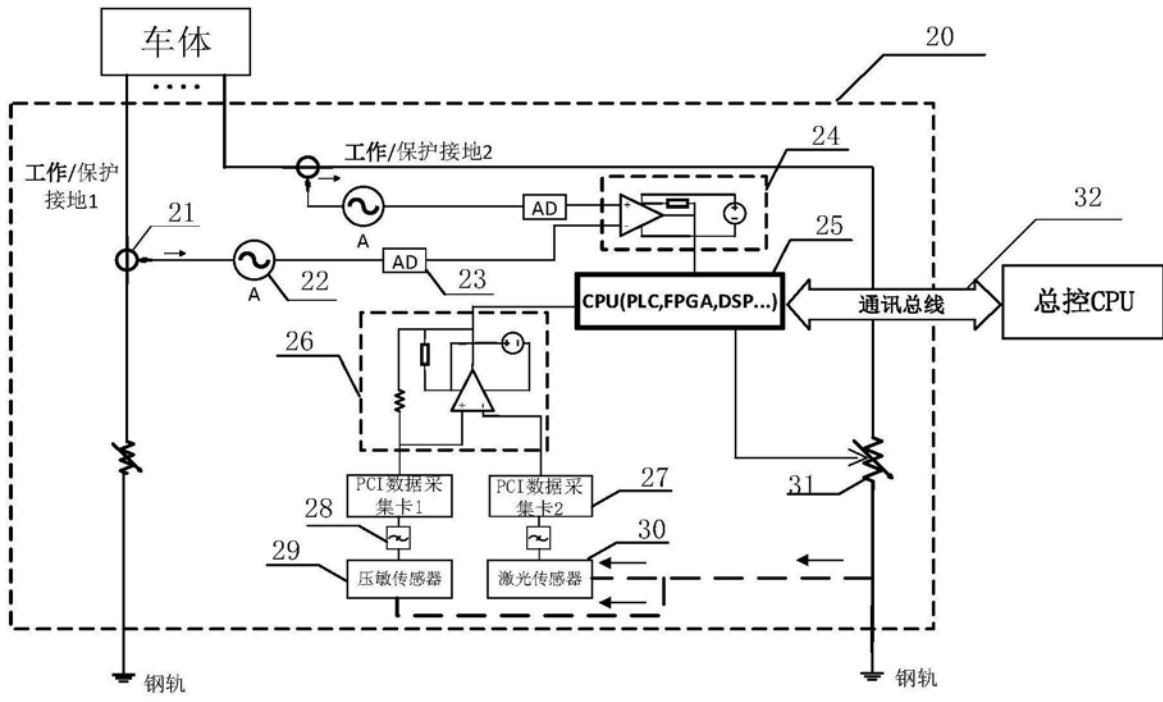


图3



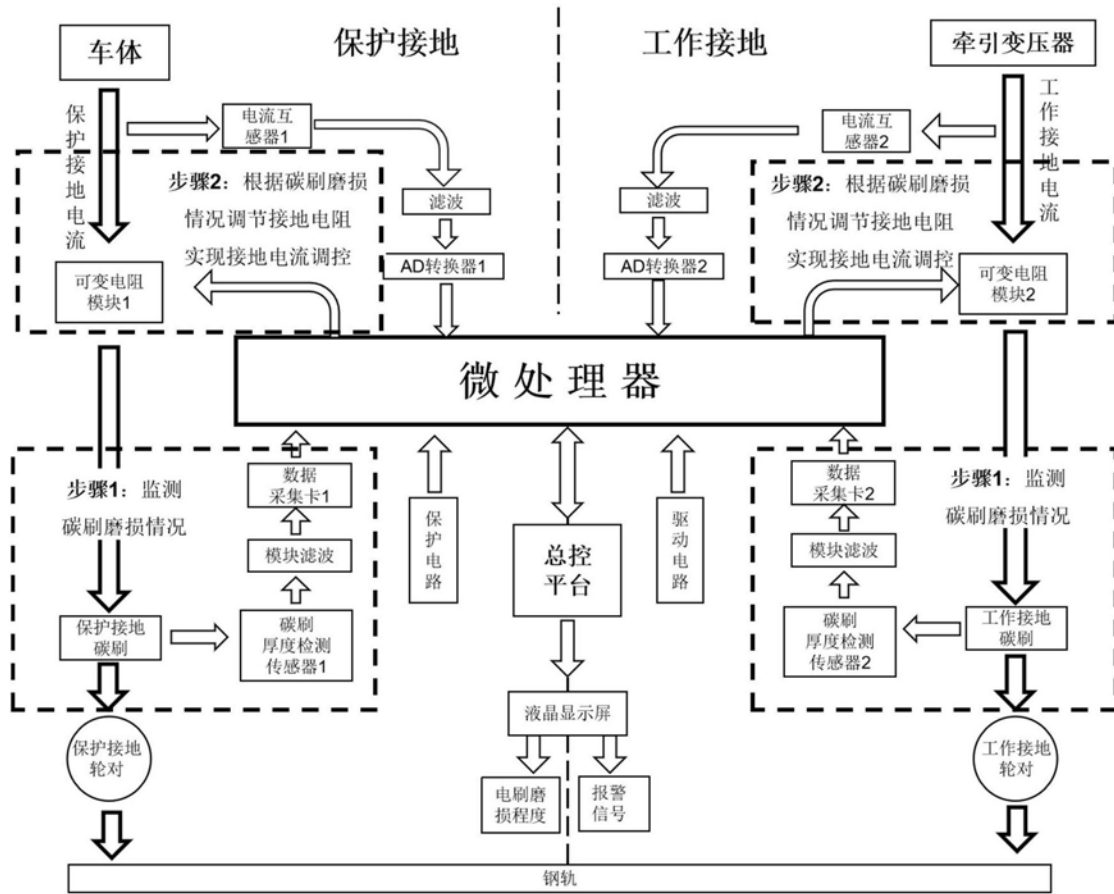


图4

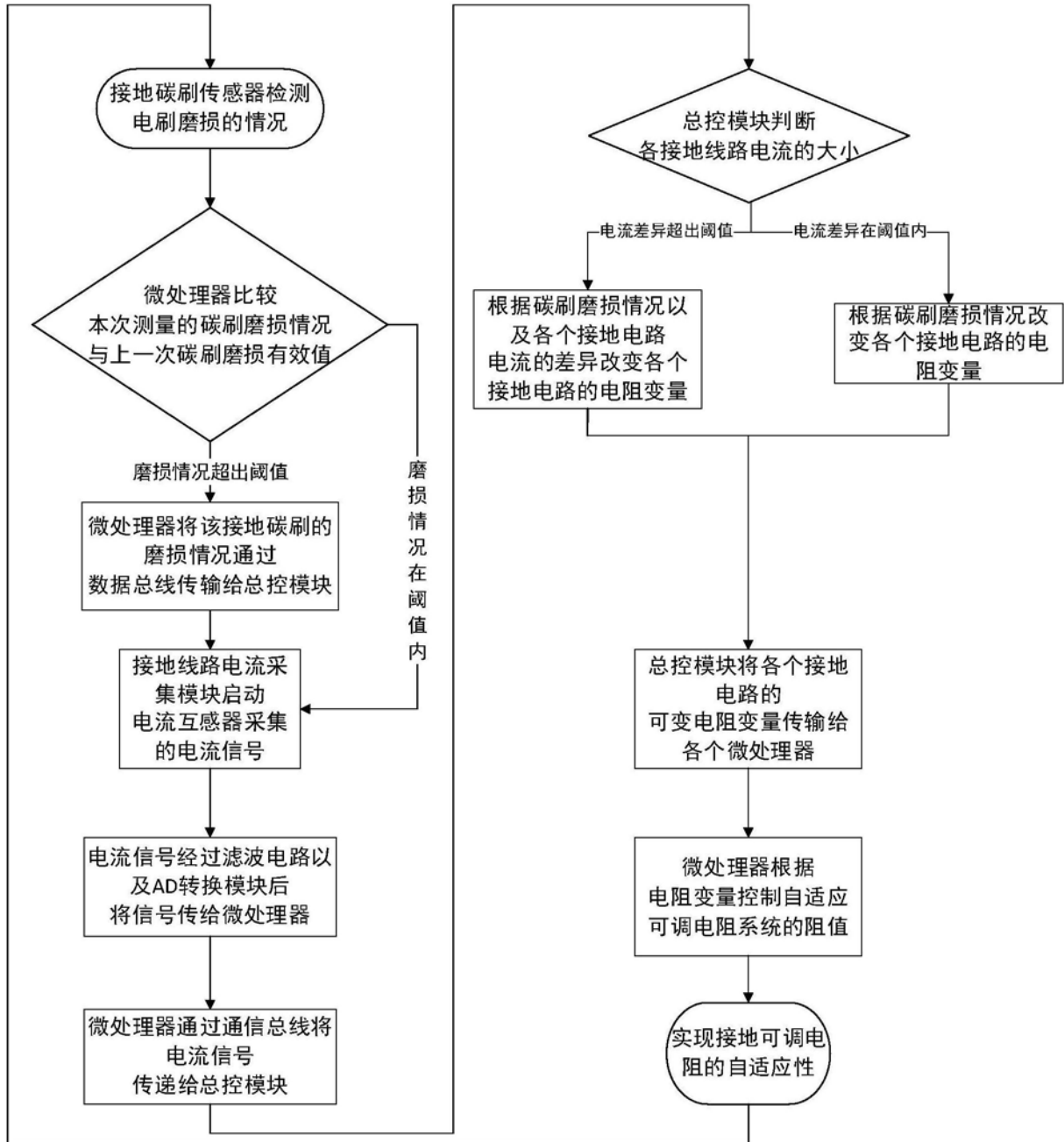


图5

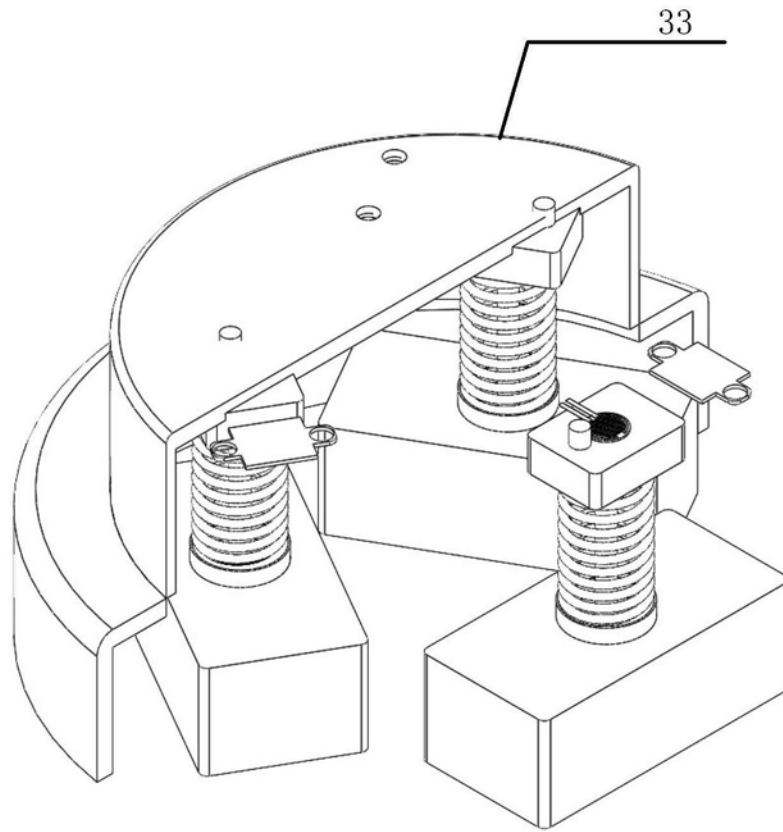


图6

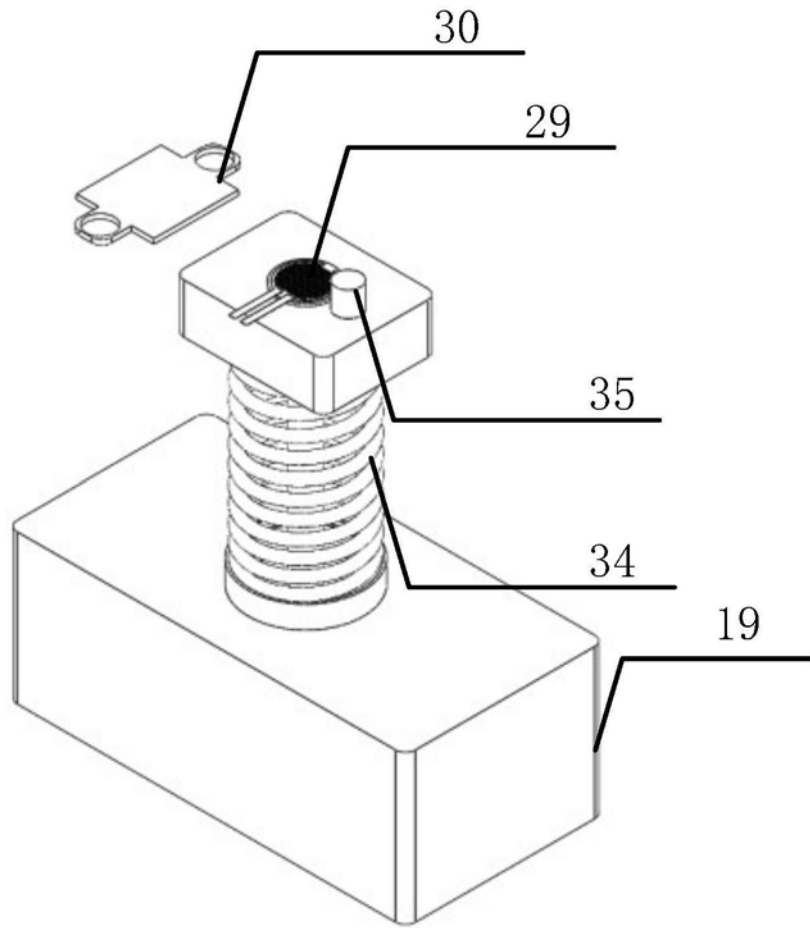


图7