



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110979029 A

(43)申请公布日 2020.04.10

(21)申请号 201911043251.7

(22)申请日 2019.10.30

(71)申请人 国电南瑞科技股份有限公司
地址 211000 江苏省南京市江宁经济技术
开发区诚信大道19号
申请人 南瑞集团有限公司

(72)发明人 戎琳 封阿明 林婵娟 田炜
孙祖勇 徐峻峰 王琴

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限
公司 32224
代理人 董建林

(51)Int.Cl.
B60L 50/40(2019.01)
B60L 53/62(2019.01)
B60L 53/14(2019.01)

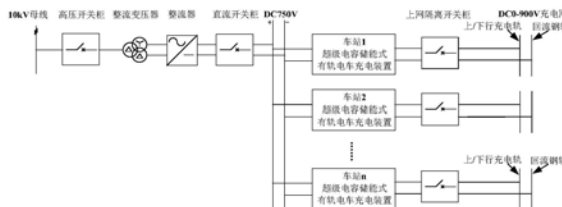
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置及充电方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置及充电方法,包括前级DC/DC升压变换器和后级DC/DC降压变换器,所述DC/DC升压变换器采用四相交错的Boost电路进行并联,所述DC/DC降压变换器采用四相交错的Buck电路进行并联,所述Boost电路与所述Buck电路通过直流母线进行互连,整个系统通过将直流母线电压控制在DC1050V来实现对有轨电车车载超级电容稳定输出DC0-900V的充电电压;本发明还公开了一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,前级Boost电路采用电压外环、电流内环的双闭环控制方式,后级Buck电路采用先恒流限流控制后转换为恒压限流控制的方式,同时,跟踪后级Buck电路的输出电流值并前馈至前级Boost电路,使得直流母线电压能稳定控制在DC1050V。



1. 一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,其特征在于,包括依次连接的输入回路、前级DC/DC升压变换器、后级DC/DC降压变换器和输出回路;

所述输入回路包括依次连接的输入防雷、输入隔离开关、输入接触器和输入快熔,所述输入接触器的两端并联有预充电回路,所述输入接触器和输入快熔之间连接有输入稳压电容和电阻;

所述前级DC/DC升压变换器的输入端与所述输入回路的输出端相连接,其输出端与所述后级DC/DC降压变换器的输入端相连;

所述后级DC/DC降压变换器的输出端与所述输出回路相连接;

所述输出回路包括依次相连的输出快熔、钳位二极管、输出接触器、输出隔离开关和输出防雷,所述输出快熔和钳位二极管之间连接有输出稳压电容和电阻。

2. 根据权利要求1所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,其特征在于:所述前级DC/DC升压变换器与所述后级DC/DC降压变换器级联的正、负直流母线上并联有撬棒电路,所述撬棒电路由IGBT模组和电阻串联组成。

3. 根据权利要求1所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,其特征在于:所述前级DC/DC升压变换器与所述后级DC/DC降压变换器相连的正、负直流母线上并联有放电支路,所述放电支路由若干个相同电阻进行相互并联后再与接触器串联组成。

4. 根据权利要求1所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,其特征在于:所述前级DC/DC升压变换器,采用四相交错的Boost电路进行并联,每相Boost电路工作时间依次错开1/4个周期。

5. 根据权利要求1所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,其特征在于:所述后级DC/DC降压变换器,采用四相交错的Buck电路进行并联,每相Buck电路工作时间依次错开1/4个周期。

6. 一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,其特征在于:所述方法包括如下步骤:

待充电车辆与充电装置连接完成后开始对待充电车辆充电;

采用第一级充电模式对待充电车辆进行充电;

检测到超级电容的电压达到预设的阈值时转换为第二级充电模式对待充电车辆充电;

采用稳压模式保证电路在第一级充电模式和第二级充电模式下的输入电压稳定;

达到充电标准,充电完成,停止充电。

7. 根据权利要求6所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,其特征在于:待充电车辆与充电装置连接完成的判断方法包括如下步骤:

待充电车辆进站,充电装置的充电轨与待充电车辆的受电弓接触;

检测充电轨与受电弓处的电压;

当电压大于设定阈值时,则认为接触有效可以充电。

8. 根据权利要求6所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,其特征在于:所述第一级充电模式为恒流限压模式,所述恒流限压模式的充电控制方法包括如下步骤:

采样充电装置输出端的充电电流,经过比例系数换算输入直流电流PI控制器;

直流电流PI控制器将采样值与设定值作比较,经过积分放大后输出调制波与三角载波作比较,在调制波与三角载波的交点时刻控制IGBT的通断,得到电流PWM控制信号。

9. 根据权利要求6所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,其特征在于:所述第二级充电模式为恒压限流模式,所述恒流限压模式的充电控制方法包括如下步骤:

采样超级电容电压,经过比例系数换算送进充电电压PI控制器;

充电电压PI控制器将采样值与设定值作比较,经过积分放大后输出调制波与三角载波作比较,在调制波与三角载波的交点时刻控制IGBT的通断,得到电压PWM控制信号。

10. 根据权利要求6所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,其特征在于:达到充电标准判断方法为:

当处于第二级充电模式时,充电电流下降至阈值;

或超级电容电压达到阈值,并保证第二级充电模式稳定后,则判断充电完成。

11. 根据权利要求6所述的一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,其特征在于:所述稳压模式为电压外环、电流内环的双闭环控制模式,所述电压外环、电流内环的双闭环控制模式的充电控制方法包括如下步骤:

所述电压外环,电压PI调节器根据采集的直流母线电压实际值和给定的电压固定值进行调节,输出电流指令;

所述电流内环,根据电压外环给出的电流指令对Boost变换器的输入电流进行控制。

一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置及充电方法

技术领域

[0001] 本发明涉及交通工程充电技术领域,具体涉及一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置及充电方法。

背景技术:

[0002] 现代有轨电车具有美观、环保、资源节约的适应小曲线半径和大坡度运行,单向可以适应从0.5万~1.5万人次/小时的客流需求,设计时速可达70~80km/h,一般运营中噪音比城市背景交通还低。且随着对超级电容的研究开发,其能量密度和功率密度得到大幅提升,其快速充放电的特性也适用于频繁启停的城市轨道交通。

[0003] 超级电容储能式有轨电车,其储能电源可吸收车辆再生能量,效率达85%以上,同比传统受电方式的轨道交通车辆,可降低牵引能耗20%以上,由于取消了接触网或第三轨的供电线路,区间无需考虑钢轨杂散回流电流的处理措施,在一定程度上降低线路和供电系统的初期投资,且大大改善了沿线道路尤其是交叉口的城市景观。基于此,近年来储能式有轨电车在中、大城市不断得到发展和推广。

[0004] 目前,国内现有新型储能式有轨电车供电系统主要以AC10kV供电和DC1500V供电为主要形式。其中,AC10kV供电属于分散式供电系统,每个充电装置需要单独配置降压变压器,同时集成整流功能和直流变换功能,整个系统可靠性高,但成本及设计较为复杂。DC1500V供电为常规标准的地铁供电制式,充电装置设计较为简单,只需具备降压功能即可,故为目前最常用的储能式有轨电车供电系统。由于历史遗留原因,国内还有部分新设计的储能式有轨电车供电系统为DC750V,供电电压波动范围为DC500~900V,输出车载超级电容电压范围为DC0~900V,输入和输出都为宽范围,从电压高低的角度看,有时工作在升压、有时工作在降压,考虑到大功率直流充电为非隔离设计,系统拓扑设计较为困难,因此很有必要对系统供电制式和装置拓扑做进一步深化研究。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置及充电方法,以解决现有技术中导致的大功率直流充电的系统拓扑困难的缺陷。

[0006] 一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,包括依次连接的输入回路、前级DC/DC升压变换器、后级DC/DC降压变换器和输出回路;

[0007] 所述输入回路包括依次连接的输入防雷、输入隔离开关、输入接触器和输入快熔,所述输入接触器的两端并联有预充电回路,所述输入接触器和输入快熔之间连接有输入稳压电容和电阻;输入防雷由快熔与避雷器串联组成,输入隔离开关由两个同型号隔离开关并联组成,输入接触器由两个同型号接触器并联组成,输入快熔串联于每相Boost支路的输入端正极,预充电回路由快熔、接触器和电阻串联组成;

[0008] 所述前级DC/DC升压变换器的输入端与所述输入回路的输出端相连接,其输出端与所述后级DC/DC降压变换器的输入端相连;

- [0009] 所述后级DC/DC降压变换器的输出端与所述输出回路相连接；
- [0010] 所述输出回路包括依次相连的输出快熔、钳位二极管、输出接触器、输出隔离开关和输出防雷，所述输出快熔和钳位二极管之间连接有输出稳压电容和电阻，输出快熔串联于每相Buck支路输出端正极，输出防雷由快熔与避雷器串联组成。
- [0011] 进一步的，所述前级DC/DC升压变换器与所述后级DC/DC降压变换器级联的正、负直流母线上并联有撬棒电路，所述撬棒电路由IGBT模组和电阻串联组成。
- [0012] 进一步的，所述前级DC/DC升压变换器与所述后级DC/DC降压变换器相连的正、负直流母线上并联有放电支路，所述放电支路由若干个相同电阻进行相互并联后再与接触器串联组成。
- [0013] 进一步的，所述前级DC/DC升压变换器，采用四相交错的Boost电路进行并联，每相Boost电路工作时间依次错开1/4个周期。
- [0014] 进一步的，所述后级DC/DC降压变换器，采用四相交错的Buck电路进行并联，每相Buck电路工作时间依次错开1/4个周期。
- [0015] 一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法，所述方法包括如下步骤：
- [0016] 待充电车辆与充电装置连接完成后开始对待充电车辆充电；
- [0017] 采用第一级充电模式对待充电车辆进行充电；
- [0018] 检测到超级电容的电压达到预设的阈值时转换为第二级充电模式对待充电车辆充电；
- [0019] 采用稳压模式保证后级DC/DC降压变换器在第一级充电模式和第二级充电模式下的输入电压稳定；
- [0020] 达到充电标准，充电完成，停止充电。
- [0021] 进一步的，待充电车辆与充电装置连接完成的判断方法包括如下步骤：
- [0022] 待充电车辆进站，充电装置的充电轨与待充电车辆的受电弓接触；
- [0023] 检测充电轨与受电弓处的电压；
- [0024] 当电压大于设定阈值时，则认为接触有效可以充电。
- [0025] 进一步的，所述第一级充电模式为恒流限压模式，所述恒流限压模式的充电控制方法包括如下步骤：
- [0026] 采样充电装置输出端的充电电流，经过比例系数换算输入直流电流PI控制器；
- [0027] 直流电流PI控制器将采样值与设定值作比较，经过积分放大后输出调制波与三角载波作比较，在调制波与三角载波的交点时刻控制IGBT的通断，得到电流PWM控制信号。
- [0028] 进一步的，所述第二级充电模式为恒压限流模式，所述恒流限压模式的充电控制方法包括如下步骤：
- [0029] 采样超级电容电压，经过比例系数换算送进充电电压PI控制器；
- [0030] 充电电压PI控制器将采样值与设定值作比较，经过积分放大后输出调制波与三角载波作比较，在调制波与三角载波的交点时刻控制IGBT的通断，得到电压PWM控制信号。
- [0031] 进一步的，达到充电标准判断方法为：
- [0032] 当处于第二级充电模式时，充电电流下降至阈值；
- [0033] 或超级电容电压达到阈值，并保证第二级充电模式稳定后，则判断充电完成。
- [0034] 进一步的，所述稳压模式为电压外环、电流内环的双闭环控制模式，所述电压外

环、电流内环的双闭环控制模式的充电控制方法包括如下步骤：

[0035] 所述电压外环，电压PI调节器根据采集的直流母线电压实际值和给定的电压固定值进行调节，输出电流指令；

[0036] 所述电流内环，根据电压外环给出的电流指令对Boost变换器的输入电流进行控制；

[0037] 电压外环以直流母线电压为控制量，给定值为固定值1050V，反馈值为直流母线电压实际采样值，经电压PI调节器调节，电压PI调节器的输出叠加Buck变换器的输出电流之和作为电流内环给定值，Boost变换器输入侧电流作为反馈值，经电流PI调节器调节，输出Boost变换器的占空比，控制IGBT的通断，通过该功率前馈的实施，实现对超级电容短时大功率充电时的直流母线稳压作用。

[0038] 本发明的优点在于：本发明的前级DC/DC升压变换器和后级DC/DC降压变换器均采用四相交错并联技术，不仅大大降低输入/输出电流纹波，同时大大提高整个充电装置的动态响应和效率；将后级DC/DC降压变换器的输出电流按一定比例缩放后，引入前级DC/DC升压变换器的控制单元，作为其电流环前馈，大大提高了前级DC/DC升压变换器的响应速度。当加载短时大功率负载时，直流母线电压快速稳定在设定值，有效抑制了供电网电压由于大功率负载的冲击而引起畸变，提高了电网适应性。

附图说明

[0039] 图1为本发明中有轨电车充电的系统原理示意图。

[0040] 图2为本发明中有轨电车的充电装置的电气拓扑图。

[0041] 图3为本发明中前级DC/DC升压变换器的充电控制框图。

[0042] 图4为本发明中后级DC/DC降压变换器的充电控制框图。

[0043] 图5为本发明中有轨电车的充电装置的充电系统软件流程图。

具体实施方式

[0044] 为使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解，下面结合具体实施方式，进一步阐述本发明。

[0045] 如图1至图5所示，一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置，包括依次连接的输入回路、前级DC/DC升压变换器、后级DC/DC降压变换器和输出回路；

[0046] 所述输入回路包括依次连接的输入防雷、输入隔离开关、输入接触器和输入快熔，所述输入接触器的两端并联有预充电回路，所述输入接触器和输入快熔之间连接有输入稳压电容和电阻；输入防雷由快熔与避雷器串联组成，输入隔离开关由两个同型号隔离开关并联组成，输入接触器由两个同型号接触器并联组成，输入快熔串联于每相Boost支路的输入端正极，预充电回路由快熔、接触器和电阻串联组成；

[0047] 所述前级DC/DC升压变换器的输入端与所述输入回路的输出端相连接，其输出端与所述后级DC/DC降压变换器的输入端相连；

[0048] 所述后级DC/DC降压变换器的输出端与所述输出回路相连接；

[0049] 所述输出回路包括依次相连的输出快熔、钳位二极管、接触器、隔离开关和输出防雷，所述输出快熔和钳位二极管之间连接有输出稳压电容和电阻。输出快熔串联于每相

Buck支路输出端正极,输出防雷由快熔与避雷器串联组成。

[0050] 在本实施例中,所述前级DC/DC升压变换器与所述后级DC/DC降压变换器级联的正、负直流母线上并联撬棒电路,以防止过压损坏超级电容。当输出电压超过chopper触发电压时,自动投入保护进行放电,当放电电压达到释放电压时,chopper自动关闭,将输出电压保持在合理的范围内,撬棒电路由一个IGBT模组和一个电阻串联组成。

[0051] 在本实施例中,所述前级DC/DC升压变换器与所述后级DC/DC降压变换器相连的正、负直流母线上并联放电支路,所述放电支路由四个相同电阻进行四并联后再与一个接触器进行串联而成,用于充电装置启动时为前级Boost电路提供初始负载和充电装置检修时对母线电容放电至安全电压。

[0052] 在本实施例中,所述前级DC/DC升压变换器,采用四相交错的Boost电路进行并联,每相Boost电路工作时间依次错开1/4个周期。

[0053] 在本实施例中,所述后级DC/DC降压变换器,采用四相交错的Buck电路进行并联,每相Buck电路工作时间依次错开1/4个周期。

[0054] 一种用于超级电容储能式有轨电车的充电方法,该方法在城轨交通牵引网DC750V供电制式下,为负载超级电容充电时而要求升压、时而要求降压提供了一种两级变换器的方案,将后级降压变换器输出功率前馈至前级升压变换器实施控制,实现输出充电电压的稳定,所述方法包括如下步骤:

[0055] 待充电车辆与充电装置连接完成后开始对待充电车辆充电;

[0056] 采用第一级充电模式对待充电车辆进行充电;

[0057] 检测到超级电容的电压达到预设的阈值时转换为第二级充电模式对待充电车辆充电;

[0058] 达到充电标准,充电完成,停止充电。

[0059] 在本实施例中,待充电车辆与充电装置连接完成的判断方法包括如下步骤:

[0060] 待充电车辆进站,充电装置的充电轨与待充电车辆的受电弓接触;

[0061] 检测充电轨与受电弓处的电压;

[0062] 当电压大于设定阈值时,则认为接触有效可以充电。

[0063] 在本实施例中,所述第一级充电模式为恒流限压模式,所述恒流限压模式的充电控制方法包括如下步骤:

[0064] 采样充电装置输出端的充电电流,经过比例系数换算输入直流电流PI控制器;

[0065] 直流电流PI控制器将采样值与设定值作比较,经过积分放大后输出调制波与三角载波作比较,在调制波与三角波的交点时刻控制IGBT的通断,得到电流PWM控制信号。

[0066] 所述恒流限压模式采用直流电流PI控制,以超级电容充电电流为控制量,用电流霍尔采样充电装置输出端的充电电流,经过采样系数换算送进控制器,控制器将采样值与设定值作比较,经过积分放大环节,输出调制波与三角载波作比较,从而得到电流PWM信号对开关管进行控制。其中,电流设定值为车载超级电容充电电流值。

[0067] 在本实施例中,所述第二级充电模式为恒压限流模式,所述恒压限流模式的充电控制方法包括如下步骤:

[0068] 采样超级电容电压,经过比例系数换算送进充电电压PI控制器;

[0069] 充电电压PI控制器将采样值与设定值作比较,经过积分放大后输出调制波与三角

载波作比较,在调制波与三角波的交点时刻控制IGBT的通断,得到电压PWM控制信号。

[0070] 所述恒压限流模式采用充电电压PI控制,以超级电容电压为控制量,用电压霍尔采样超级电容电压,经过采样系数换算送进控制器,控制器将采样值与设定值作比较,经过积分放大环节,输出调制波与三角载波作比较,从而得到电压PWM控制信号,控制开关管的通断。其中,电压设定值为车载超级电容充电电压值。

[0071] 在本实施例中,达到充电标准判断方法为:

[0072] 当处于第二级充电模式时,充电电流下降至阈值;

[0073] 或超级电容电压达到阈值,并保持第二级充电模式一段时间后,则判断充电完成。

[0074] 所述电压外环、电流内环的双闭环控制模式,电压外环以直流母线电压为控制量,给定值为1050V,反馈值为直流母线电压实际采样值,经电压环PI调节器调节,电压环PI调节器输出叠加Buck变换器的输出电流之和作为电流内环给定,Boost变换器输入侧电流作为反馈,输出Boost变换器的占空比,控制IGBT管的通断,通过该功率前馈的实施,实现对超级电容短时大功率充电时的直流母线稳压作用。

[0075] 所述前级DC/DC升压变换器采用电压外环、电流内环以及电流前馈、后级功率前馈相结合的控制策略。电压外环的主要作用是控制直流母线电压,电流内环根据电压外环给出的电流指令对Boost变换器的输入电流进行控制,以得到稳定的直流母线电压。

[0076] 所述后级DC/DC降压变换器采用先恒流限压控制模式,当超级电容电压充至设定值840V时切换至恒压限流控制模式。将切换前电流PI调节器的积分输出值作为切换后电压PI调节器的积分初始值,实现两阶段的无缝切换。

[0077] 基于上述,结合附图对该技术方案进一步进行阐述:

[0078] 如图1所示,电网能量经10kV高压母线先后经过进线高压开关柜、馈线高压开关柜,然后经整流变压器和整流器变成750V直流电,通过直流开关柜后输入至DC750V直流母线上,为超级电容储能式有轨电车充电装置供电,充电装置经上网隔离开关柜,将车载超级电容所需电能供至充电轨。新型储能式有轨电车进站后,充电装置检测到射频进站信号,同时,车辆的受电弓与充电轨接触,若检测到充电轨电压大于500V,则认为车辆的受电弓和充电轨已有效接触,充电装置启动自动充电程序开始为车载超级电容充电,当检测到射频出站信号或车载超级电容充满时,则停止充电。车载超级电容是否充满的判断条件为:恒流限压模式转换至恒压限流模式后,充电电流已下降至50A,或者,超级电容电压达到设定值以后,保持恒压限流模式继续充电30S。

[0079] 如图2所示,一种用于超级电容储能式有轨电车的充电装置,包括输入回路、前级DC/DC升压变换器、后级DC/DC降压变换器和输出回路。输入回路包括依次相连的输入防雷、输入隔离开关、输入接触器、输入快熔,输入防雷由快熔与避雷器串联组成,输入隔离开关由两个同型号隔离开关并联组成,输入接触器由两个同型号接触器并联组成,输入快熔串联于每相Boost支路的输入端正极;预充电回路并联在输入接触器的两端,输入稳压电容和电阻连接在输入接触器和输入快熔之间。预充电回路由快熔、接触器和电阻串联组成;前级DC/DC升压变换器,由四相交错的Boost电路并联组成,其输入端与输入回路的输出端相连接,其输出端与后级DC/DC降压变换器的输入端相连。后级DC/DC降压变换器,由四相交错的Buck电路并联组成,其输出端与输出回路相连接,输出回路包括依次相连的输出快熔、钳位二极管、接触器、隔离开关和输出防雷,输出稳压电容和电阻连接在输出快熔和钳位二极管

之间。输出快熔串联于每相Buck支路输出端正极,输出防雷由快熔与避雷器串联组成。

[0080] 前级DC/DC升压变换器与后级DC/DC降压变换器级联的正、负直流母线上并联撬棒电路,以防止过压损坏超级电容。DC/DC升压变换器与后级DC/DC降压变换器级联的正、负直流母线上并联放电支路,放电支路由一个接触器和四个并联电阻组成,用于充电装置启动时为前级Boost电路提供初始负载和充电装置检修时对母线电容放电至安全电压。

[0081] 如图3所示,前级DC/DC升压变换器,采用四相交错的Boost电路进行并联,每相Boost电路工作时间依次错开1/4个周期,采用电压外环、电流内环以及电流前馈、后级功率前馈相结合的控制策略。电压外环以直流母线电压为控制量,给定值为1050V,反馈值为直流母线电压实际采样值,经电压环PI调节器调节,电压环PI调节器输出叠加Buck变换器的输出电流之和作为电流内环给定,Boost变换器输入侧电流作为反馈,输出前级Boost变换器的占空比,控制IGBT管的通断,通过该功率前馈的实施,实现对超级电容短时大功率充电时的直流母线稳压作用。

[0082] 如图4所示,后级DC/DC降压变换器,采用四相交错的Buck电路进行并联,每相Buck电路工作时间依次错开1/4个周期,包括恒流限压、恒压限流两种控制模式,恒流限压控制模式采用直流电流PI控制,以超级电容充电电流为控制量,电流给定值为车载超级电容允许的充电电流,电流反馈值由电流霍尔直接测得充电电流;恒压限流控制模式采用充电电压PI调节,以超级电容电压为控制量,电压给定值为车载超级电容允许的电压值,电压反馈值由电压霍尔直接测得超级电容电压。超级电容充电达到设定值后,由恒流限压充电阶段切换至恒压限流充电阶段,将切换前电流PI调节器的积分输出值作为切换后电压PI调节器的积分初始值,实现两阶段的无缝切换。

[0083] 如图5所示,本发明充电系统软件流程图,主要包括系统初始化模块、列车进站判断模块、采样模块、充电使能模块、通讯模块、故障判断模块、脉冲生成模块、设备停机模块、故障清除判断模块。充电系统具有远程监控系统和人机界面等智能监测系统,用来监测充电装置运行状态、故障判断、储能能量变化等。当充电装置上电后,系统先进行初始化,到待机状态。采样模块实时向控制器传送电压信号、电流信号、温度信号和开入信号,通讯模块实时和控制器相互传送充电设定值和充电装置的状态信息。当检测到列车进站后,充电装置由待机状态转为运行状态,并根据列车的充电情况来调整充电指令,充电过程中若发生故障,则立刻停止充电并断开输入接触器,待故障清除后重新进入待机状态,若充电正常进行,则等充电结束后直接进入待机状态等待下一次列车进站充电。

[0084] 由技术常识可知,本发明可以通过其它的不脱离其精神实质或必要特征的实施方案来实现。因此,上述公开的实施方案,就各方面而言,都只是举例说明,并不是仅有的。所有在本发明范围内或在等同于本发明的范围内的改变均被本发明包含。

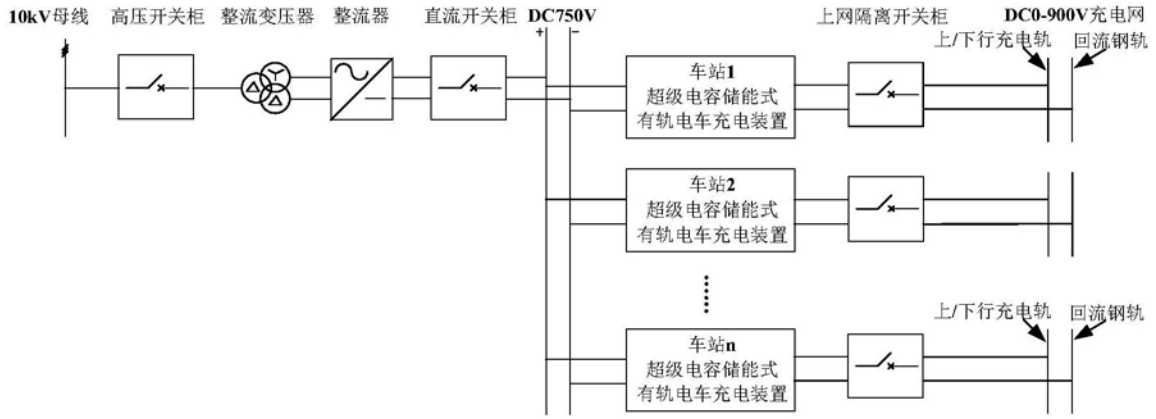


图1

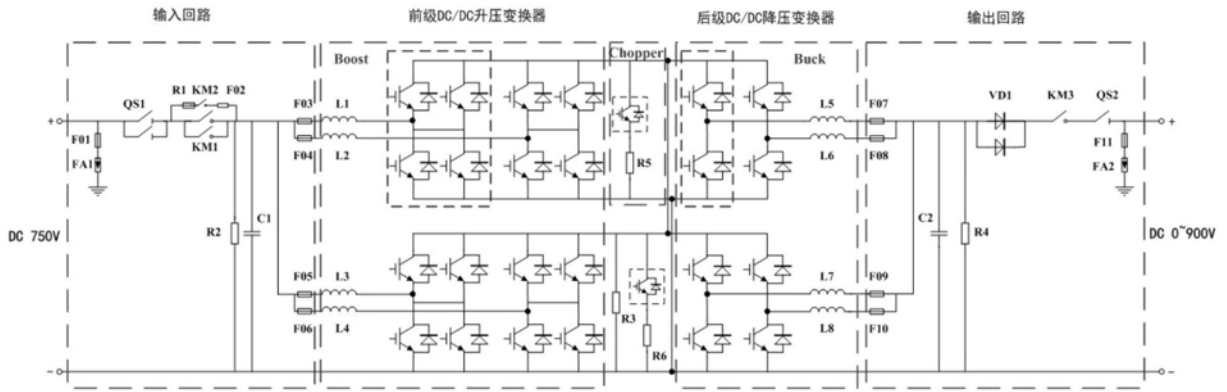


图2

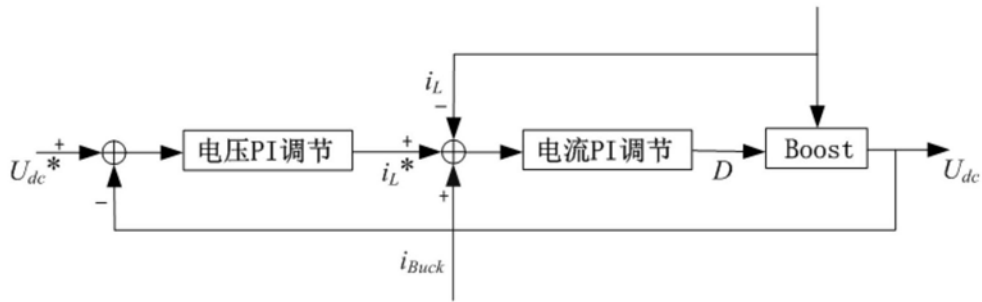


图3

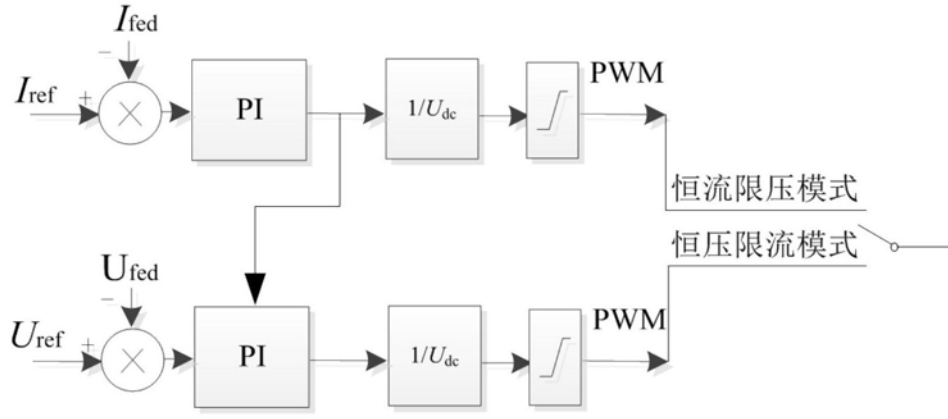


图4

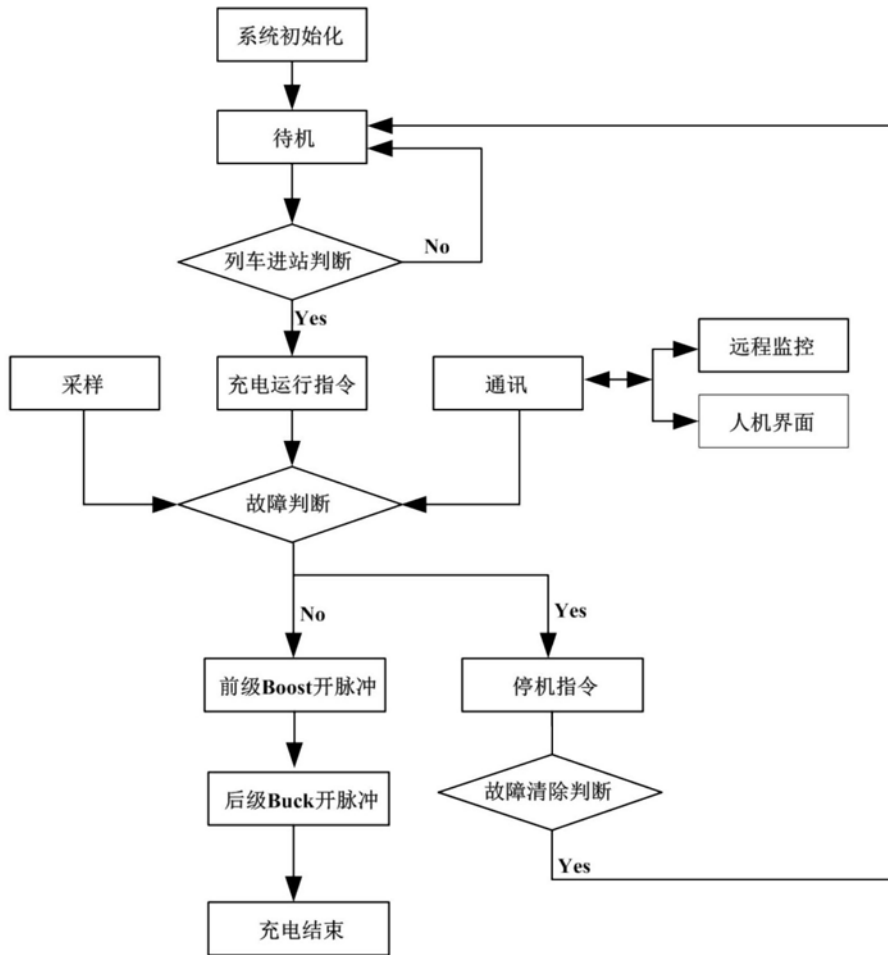


图5