



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204144996 U

(45) 授权公告日 2015. 02. 04

(21) 申请号 201420501144. 0

(22) 申请日 2014. 09. 01

(73) 专利权人 新疆大学

地址 830000 新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市  
胜利路 14 号新疆大学

专利权人 新疆华瑞众恒电梯有限公司

(72) 发明人 谢丽蓉 程继文 程志江

阿里木江·依明 杜英 闫学勤

安海涛 周立峰 祁明业

(74) 专利代理机构 北京方圆嘉禾知识产权代理  
有限公司 11385

代理人 董芙蓉

(51) Int. Cl.

H02J 7/00 (2006. 01)

H02J 3/38 (2006. 01)

B66B 1/06 (2006. 01)

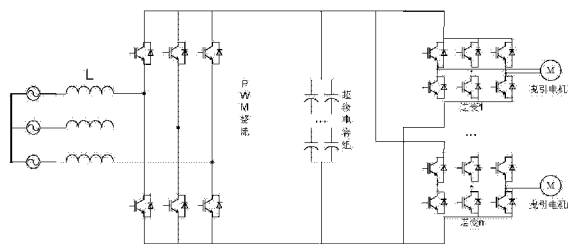
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种带超级电容的群控电梯能量回馈装置

(57) 摘要

本实用新型装置涉及一种带超级电容的群控电梯能量回馈装置,带超级电容的群控电梯能量回馈装置采用 IGBT 取代交·直·交电梯变换器中的不可控元件,构成的背靠背双 PWM 变换器可将曳引电机回馈制动运行时再生的能量向电网回馈,并实现了变换器网侧输出电流呈正弦和单位功率因数运行。对电梯曳引电机四象限运行特征和背靠背双 PWM 变换器原理进行了具体分析,在此基础上阐述了背靠背双 PWM 变换器能量双向传输的机理。



1. 一种带超级电容的群控电梯能量回馈装置,其特征在于:

交流母线(1)连接桥式整流电路(2),经整流后连接直流母线(5);超级电容组(12)和蓄电池组(13)分别通过DC/DC斩波升压电路(9)连接直流母线;直流母线电压检测模块(3)和电机电压电流检测模块(8)分别连接直流母线并分别通过调理电路(4)连接DSP控制核心(18),电网电压检测模块(10)和电网电流检测模块(11)分别连接交流母线并分别通过调理电路(4)连接DSP控制核心(18);两路桥式逆变电路(6)分别连接直流母线和驱动曳引电机(7);逻辑控制电路(17)双向连接DSP控制核心(18)和外围控制/显示电路(16),输出PWM信号给光耦隔离电路(15),并进一步通过IGBT驱动电路(14)分别控制两路桥式逆变电路(6)和桥式整流电路(2)。

## 一种带超级电容的群控电梯能量回馈装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型装置涉及一种带超级电容的群控电梯能量回馈装置。

### 背景技术

[0002] 作为现代高层建筑中不可缺少的电器——电梯,对现代建筑文明做出了巨大贡献。但是,在建筑电器中,它却占据着总能耗的 20%~30%。与此同时,相对其它耗能电器进行不同程度节能技术的改造,电梯的节能技术却没有取得显著的进展。

[0003] 目前使用的电梯广泛采用变频技术驱动电机。此类电梯,在部分情况下运行时,电机能够产生一定的制动能量。由于该能量无法馈入电网,而在驱动部分积聚,对驱动器件造成一定威胁。采用变频调速的电梯启动运行达到最大额定运行速度后具有最大的机械能,电梯达到每一个目标层前要逐步减速直到电梯停止运动为止,这一过程是电梯曳引机释放机械功能量的过程。

[0004] 此外,升降电梯还是一个势能性负载,为了均匀拖动负载,电梯由曳引机拖动的负载是由载客轿厢和对重平衡块组成,只有当轿厢载重量约为 50%时,轿厢和对重平衡块才相互平衡,否则,轿厢和对重平衡块就会有质量差,使电梯运行时产生机械位能(电梯重载下行和轻载上行)。

[0005] 电梯在运行过程中将会产生机械能(含势能、动能),传统的方法是投入能耗电阻,通过电阻的发热而将这部分能量散失掉,进而保护器件。但是电梯没能实现节能减排功能,浪费了大量电能。在这种情况下,由于发热导致电梯运行环境温度变高,容易对其他设备造成一定的影响,甚至减少了电梯的使用寿命。本实用新型带超级电容的群控电梯能量回馈装置,通过电动机和背靠背双 PWM 变换器将回馈的能量转换成直流电能储存超级电容中。随着电梯的连续运行,回送到超级电容中的电能就越多,其电容电压就越高,如不及时释放电容器储存的电能,就会产生过电压故障,影响电梯正常工作运行。针对这种情况,采用本实用新型能量回馈装置可以将超级电容中的电能进行回馈或者给电梯供电,实现了能量再利用,带来了一定的经济效益。因此对这部分再生能量的收集与利用,成为电梯节能领域的一个热点研究方向。

[0006] 一般能量回馈都是根据变换器直流侧回路电压  $U_{PN}$  的大小来决定是否回馈电能,回馈电压采用固定值  $U_{HK}$ 。由于电网电压的波动, $U_{HK}$  取值偏小时,在电网电压偏高时会产生误回馈; $U_{HK}$  取值偏大时,则回馈效果明显下降,(制动回馈的能量被电阻提前消耗了)。

[0007] 新型能量回馈装置采用电压自适应控制,即无论电网电压如何波动,只有当电梯机械能转换成电能送入直流回路电容中时,新型能量回馈装置才及时将电容中的电能回送电网,有效解决了传统回馈能量直接被大电阻就地消耗的缺陷。

[0008] 此外,新型能量回馈装置具有十分完善的保护功能和扩展功能,既可以用于现有电梯的改造,也适用于新电梯控制柜的配套。新电梯控制柜采用新型能量回馈装置供电,不仅可以大大节约电能,还可以有效改善输入电流的质量,达到更高的电位兼容标准,新型能量回馈装置仍适用现有的电压 380V/AC。

[0009] 电梯使用回馈节能装置后,能有效地将超级电容中储存的直流电能转换成交流电能回送到电网。并且避免了由能耗电阻造成的系统效率低、环境温度过高等缺点。

[0010] 由于国内已经使用的电梯数量巨大,当前很多企业及研究机构,提出将逆变回馈设计外置化。如此一来,针对现有电梯的节能改造技术迎刃而解。国外电梯企业已经生产出部分外置装置,由于我国电网同国外电网存在一定的差异,该装置不能应用在国内电梯上。而针对中国市场开发的装置,如日本富士的 FRENIC 系列的再生能量回馈单元;西子奥的斯、上海三菱等公司生产的含回馈单元的电梯;由于不能完全达到回馈电能质量标准,特别是谐波含量过高,还有造价过高等原因,目前电梯再生能量回馈技术的研究还不能实现民用,处于试验研究阶段。

[0011] 目前,国外许多知名电梯企业都在我国设有工厂,针对我国的电梯产品也多在国内设计与生产。我国已经成为国际电梯市场的一个重要地区,因而电梯业内的相关先进技术研究及成果,在国内均能得见。

[0012] 在电梯节能技术方面的研究,目前国内外主要存在两种解决方案:逆变后馈入电网及逆变后就近供给其他电器。

[0013] 对电梯再生能量转化后就近供给的典型研发应用案例,如日本三菱公司生产的混合动力电梯。在设计中,该公司采用蓄电池储存电梯的再生能量。在电梯正常工作状态下,蓄电池同动力线一同供电给电梯。而且在停电后,该电梯还能靠蓄电池正常运行约十分钟。该技术能够节约电梯能耗约 20%。该方式还可以扩展,将蓄电池中电能供给电梯照明、风扇等小功率电器使用。更广泛的情况下,该电能还可以供给安装电梯的小区其他电器使用。采用电池蓄电的方式,结构设计简单,易于实现;由于不考虑转化后的电能回馈等问题,系统控制简单。但是电池的购置,系统整体的效率不高等问题却制约该技术的广泛使用。

[0014] 将再生电能转化后,馈入电网的研究,是目前电梯再生能量节能利用技术研究的另一主要方向。由于要将电能馈入电网,而入网的电能需要满足一定的质量强制要求。因而,该技术需要解决电能转换后的质量问题,具体涉及逆变器的设计及其控制技术,中小功率的逆变技术目前国外基本趋于成熟。逆变的电能馈入电网还需考虑并网系统的设计,这方面的研究国内外成果比较多,国内清华大学电机系在这方面已处于国际领先地位。

[0015] 采用逆变器将该群控电梯产生的能量进行存储、供电梯使用、逆变后馈入电网的思想是本系统设计的出发点。该型能量回馈系统与目前国内外其它能量回馈装置相比的一个最主要的特点是具有电压自适应控制回馈功能。

[0016] 采用回馈节能的设计思想,电梯整体节能效率通常在 20%~46%之间,远远高于其他节能技术,且应用范围更广泛,故而该技术研究趋热。逆变器的设计及其控制技术作为该电梯节能关键技术之一。随着电力电子的不断发展,逆变器采用的功率器件,已经是以全控型器件 IGBT(可控绝缘栅双极性晶体管)和集成器件 IPM(智能功率模块)为主体。这些器件的出现,为搭建电梯再生能量回馈系统硬件平台提供了条件。

[0017] 此外,逆变器的控制技术,也随着全控器件的推出,而不断发展。目前在电梯再生能量回馈网逆变技术这样的应用场合,适合采用 PWM(脉冲宽度调制)控制方式。全控型器件以及脉冲宽度调制技术的产生,为电梯再生能量回馈网,实现节能的目的成为可能。

## 实用新型内容

[0018] 本实用新型装置是一种涉及带超级电容的群控电梯能量回馈装置,交流母线(1)连接桥式整流电路(2),经整流后连接直流母线(5);超级电容组(12)和蓄电池组(13)分别通过DC/DC斩波升压电路(9)连接直流母线;直流母线电压检测模块(3)和电机电压电流检测模块(8)分别连接直流母线并分别通过调理电路(4)连接DSP控制核心(18),电网电压检测模块(10)和电网电流检测模块(11)分别连接交流母线并分别通过调理电路(4)连接DSP控制核心(18);两路桥式逆变电路(6)分别连接直流母线和驱动曳引电机(7);逻辑控制电路(17)双向连接DSP控制核心(18)和外围控制/显示电路(16),输出PWM信号给光耦隔离电路(15),并进一步通过IGBT驱动电路(14)分别控制两路桥式逆变电路(6)和桥式整流电路(2)。

#### 附图说明

[0019] 通过参照附图更详细地描述本实用新型装置的具体示范实施案例,本实用新型装置的以上和其它方面及优点将变得更加易于清楚,在附图中:

[0020] 图1为带超级电容的群控电梯能量回馈装置系统主回路原理图;

[0021] 图2为带超级电容的群控电梯能量回馈装置的结构图。

#### 具体实施方式

[0022] 在下文中,现在将参照附图更充分地描述本实用新型装置,在附图中示出了各种实施案例。然而,本实用新型装置可以采用多种不同的形式来实施,且不应该解释为局限于此处所阐述的实施案例。相反,提供这些实施案例使得本实用新型装置技术将是彻底和完全的公开,并将本实用新型装置的使用技术充分地传达给本领域技术人员。在下文中,将参照附图更详细地描述本实用新型装置的案例。

[0023] 带超级电容的群控电梯能量回馈装置的原理是,群控电梯共用一组超级电容,超级电容的容量设定为群控电梯最大回馈能量的75%左右。当群控电梯系统中的某个/某些电梯电机释放再生能量时,将电梯电机再生能量存储到超级电容,当群控电梯系统中的某个/某些电梯电机需要能量的时候,超级电容将电梯再生能量供给电梯电机使用。如果存储的能量不够驱动电梯,则从电网中获取能量;如果电梯产生的能量大于超级电容的存储容量时,则向电网回馈能量。

[0024] 带超级电容的群控电梯能量回馈装置必须满足的要求如下:

[0025] 1) 带超级电容的群控电梯能量回馈装置在超级电容放电时,输出交流电压为380V,电压波动范围为10%,并且基于超级电容的电梯节能装置的元件需工作在安全范围内。

[0026] 2) 带超级电容的群控电梯能量回馈装置在超级电容充电时,电梯端供电电压不会因为电梯电机再生能量而上升,电梯端供电电压控制在安全范围内,并且基于超级电容的电梯节能装置的元件需工作在安全范围内。

[0027] 3) 带超级电容的群控电梯能量回馈装置在大功率电阻消耗电梯电机再生电能时,电梯端供电电压不会因为电梯电机再生能量而上升。电梯端供电电压控制在安全范围内,并且基于超级电容的电梯节能装置的元件需工作在安全范围内。

[0028] 带超级电容的群控电梯能量回馈装置采用背靠背双PWM变换器实现能量再利用,

双 PWM 变换器是实现能量双向传输的新型交·直·交变压变频装置,它采用 6 个双向可控电力电子开关 IGBT 连接三相电网和交流电机三相输入端,带超级电容背靠背双 PWM 变换器主要优点有:

- [0029] 1) 由于加入超级电容储能装置,可以将回馈制动能量进行存储和再利用;
- [0030] 2) 双 PWM 变换器能够实现能量双向流动,便于电动机实现四象限运行;
- [0031] 3) 输入功率因数可控,带任何负载时都能维持全功率运行;
- [0032] 4) 输出电压和输入电流的低次谐波含量较小,满足制动能量回馈网要求(谐波含量 THD < 5%)。

[0033] 带超级电容的群控电梯能量回馈网装置采用背靠背双 PWM 变换器,用全控元件 IGBT 取代交·直·交电梯变换器中的不可控元件,将曳引电机回馈制动运行时再生的能量向电网回馈,并实现了变换器网侧电流呈正弦和单位功率因数运行。

[0034] 对电梯曳引电机四象限运行特征和背靠背双 PWM 变换器原理进行了具体分析,在此基础上阐述了双 PWM 变换器能量双向传输的机理。结合基于双 PWM 变换器的永磁同步电动机四象限调速系统的仿真,对曳引电机及双 PWM 变换器的运行进行了全面具体的分析。带超级电容的群控电梯能量回馈网装置系统主回路原理图如图 1 所示。

[0035] 超级电容器,叫功率电容器和双电层电容器,是近年来发展起来的一种新型储能装置,具有能量密度高、功率密度高、无污染、循环使用寿命长、工作温度范围宽等特点,在重用电源、电动汽车等领域已经得到了较为广泛的应用。

[0036] 超级电容本身的诸多特点使得其受到了越来越多的关注,电梯本身作为现代建筑行业的用电大户,高能耗问题显得非常突出,已经有多家公司在将超级电容用于电梯节能系统方面进行研究,并取得了一定的成果。超级电容本身大电流放电的特点可以为电梯启动提供峰值功率,在减小系统对于外部交流电网供电等级要求的同时,保证了电梯系统运行稳定性和安全性;充分发挥超级电容循环寿命长、循环效率高、稳定性好等优点,将其用于电梯运行过程中制动能量的回收存储装置,电能节约总量将十分可观。

[0037] 设计并实现了背靠背双 PWM 换流器硬件系统,主控制器硬件系统由主电路、隔离电路、检测电路、控制电路等组成。双 PWM 变换器逆变侧采用 LCL 滤波器以解决 L 滤波器因大电感导致的动态性能下降、体积成本增加等问题。采用软件锁相环获取电网电压矢量角。采用一种三相软件锁相环的相序自适应方法,使得不论接线相序如何,锁相环均能正确锁相。硬件系统结构如图 2 所示。

[0038] 图 2 中:1- 交流母线,2- 桥式整流电路,3- 直流母线电压检测模块,4- 电压检测调理电路,5- 直流母线,6- 桥式逆变电路,7- 曳引电机,8- 电机电压电流检测模块,9- DC/DC 斩波电路,10- 电网电压检测模块,11- 电网电流检测模块,12- 超级电容组,13- 蓄电池组,14- IGBT 驱动电路,15- 光耦隔离电路,16- 外围控制/显示电路,17- 逻辑控制电路(CPLD),18- DSP 控制核心。

[0039] 图 2 为带超级电容的群控电梯能量回馈网装置的结构图,传统的电梯工作模式为:电梯装置根据电网电压/电流检测其电压/电流、电机电压/电流检测装置检测出电机电压和电流,经 A/D 模块转换,由 DSP 核心控制器进行处理后,通过 CPLD 和外围控制/显示电路产生 PWM 信号,光耦隔离电路将高低压端接地隔离,通过 IGBT 驱动电路提供变换器(整流器和逆变器)开关元件所需的驱动信号,将交流母线电压经过整流器后转化为直流电,

与此同时检测直流母线电压,并将其作为逆变器的输入量,之后经逆变为正弦交流电提供给曳引电机,驱动电梯上升或下降。但是电梯在运行过程中,存在能量回馈现象,传统的电梯工作方式是采用足够大电阻将回馈回来的电能直接消耗,并没有实现节能减排效果。因此,在原有的工作模式下,增加储能装置(超级电容组和蓄电池组),当电梯存在能量回馈时,可以通过储能装置将回馈的电能储存,在电梯在上升过程且储能装置中的电能足够满足驱动电梯工作时,可以由储能装置放电,并经过逆变器装置后为电梯提供所需电能,大大节约了用电成本,带来了一定的经济效益。

[0040] 采用 DSP 芯片 TMS320F2812 实现双 PWM 变换器电压电流双闭环 PI 双闭环控制策略。通过检测直流母线电压幅值,将电梯在上升或下降时产生的回馈能量储存到超级电容中。同时采用能量管理模式,将超级电容中的直流电通过逆变器装置变换成交流电进行馈网或者给就近电梯供电,降低了电梯的能耗,节约了用电成本,取得了一定的经济效益,真正实现了电梯节能减排效果。

[0041] 以上所述仅为本实用新型装置的实施例而已,并不限制本实用新型装置的适用范围,本实用新型装置可以有各种合适的更改和变化。凡在本实用新型装置的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型装置的保护范围之内。

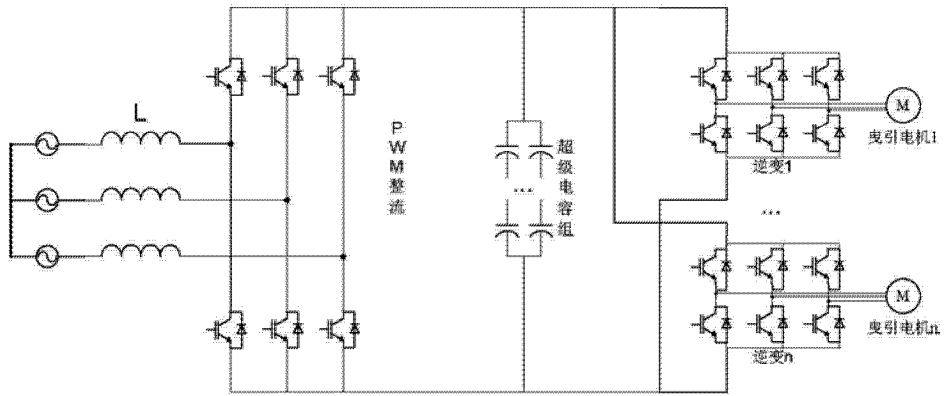


图 1

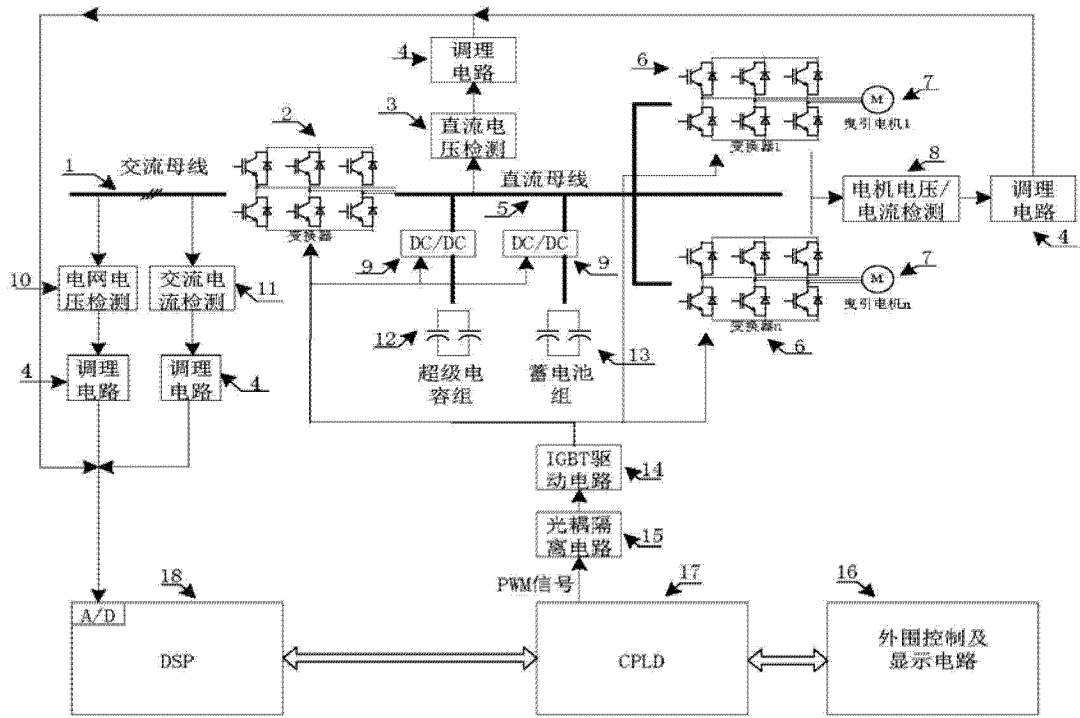


图 2