



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102198900 B

(45) 授权公告日 2013.06.12

(21) 申请号 201010131174.3

(22) 申请日 2010.03.23

(73) 专利权人 上海三菱电梯有限公司  
地址 200245 上海市闵行区江川路 811 号

(72) 发明人 朱元晨

(74) 专利代理机构 上海浦一知识产权代理有限公司 31211

代理人 戴广志

(51) Int. Cl.

B66B 1/30 (2006.01)

B66B 5/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1182708 A, 1998.05.27,

CN 1946625 A, 2007.04.11,

CN 1311150 A, 2001.09.05,

JP 6-32553 A, 1994.02.08,

JP 9-2753 A, 1997.01.07,

DE 4438779 C2, 1996.06.13,

JP 9-205740 A, 1997.08.05,

JP 10-129945 A, 1998.05.19,

WO 02-21674 A1, 2002.03.14,

WO 2007-013141 A1, 2007.02.01,

审查员 廖文浪

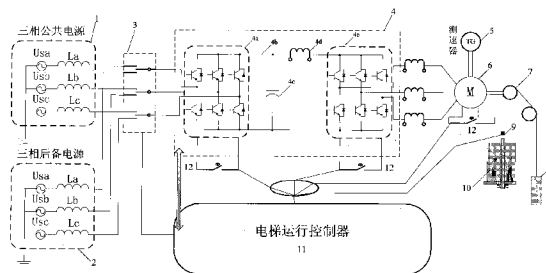
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

能量回馈电梯后备电源运行控制系统

(57) 摘要

本发明公开了一种能量回馈电梯后备电源运行控制系统,包括:后备电源识别装置,曳引机驱动装置,曳引机,电梯负载检测装置,电梯运行控制器;当电梯电源从公共电网切换到备用电源后,电梯运行控制器根据电梯控制系统和曳引机的散热功率设计值,决定电梯再生运行方式下的最高运行速度,并由此限制曳引机最大再生运行功率,并且通过控制曳引机电流的大小以及电流相位,使得再生功率能够全部由电梯控制系统、曳引机驱动装置及曳引机本身消耗掉。本发明能够不向后备电源回馈任何再生功率,不依赖外部的任何用电负载将再生功率消耗掉,将电梯运行对后备电源的影响减到最小。



1. 一种能量回馈电梯后备电源运行控制系统,包括:

曳引机驱动装置,用于控制曳引机转动;

曳引机,与曳引机驱动装置相连接,用于拖动电梯轿厢上下移动;

电梯负载检测装置,安装在电梯轿厢上,用于检测电梯轿厢的负载量;

其特征在于,还包括:

连接曳引机驱动装置的后备电源识别装置,与公共电网和备用电源相连接,用于公共电网和备用电源供电的切换,并且将公共电网切换到备用电源的信号传送给电梯运行控制器;

电梯运行控制器,与后备电源识别装置、曳引机驱动装置和电梯负载检测装置相连接,用于控制曳引机在给定的速度下运行;当电梯电源从公共电网切换到备用电源后,根据电梯控制系统和曳引机的散热功率设计值,决定电梯在再生运行方式下的最高运行速度,并由此限制曳引机最大再生运行功率;通过控制曳引机电流的大小以及电流相位,使得再生功率能够全部由电梯控制系统、曳引机驱动装置及曳引机本身消耗掉,不向后备电源回馈任何再生功率。

2. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:所述曳引机驱动装置包括整流器、直流母线、电流检测器、电容器和逆变器;整流器一端与后备电源识别装置相连接,另一端与直流母线和电容器相连接,用于将交流电源转换为直流电源,维持电容器电压并能将电梯再生能量回馈电网;逆变器一端与直流母线及电容器相连接,另一端与曳引机相连接,用于将直流电源转换为交流电源,并驱动曳引机转动;电流检测器跨接于直流母线上,检测直流母线上再生电流的方向和大小。

3. 如权利要求2所述的系统,其特征在于:所述整流器、逆变器和曳引机内均设有一个温度检测装置,分别用于检测整流器、逆变器和曳引机的温度,并将检测的温度传送给电梯运行控制器;当任何一个检测的温度超过设定值后,电梯运行控制器能降低电梯运行速度,减小再生功率;在一定时间内如果检测的温度不低于设定值,则使电梯进入临时停止状态。

4. 如权利要求1所述的系统,其特征在于:所述电梯运行控制器包括轿厢负载检测模块、速度指令调整模块、速度检测模块、速度控制模块、电流指令生成模块、再生电流检测模块和曳引机电流控制模块;

轿厢负载检测模块,接收电梯负载检测装置的信号,根据系统固有的对重质量参数,计算出曳引机不平衡力矩并输出到速度指令调整模块;

速度指令调整模块,接收电梯正常速度指令,同时接收所述曳引机不平衡力矩,根据电梯控制系统和曳引机的散热功率设计值,计算出电梯在再生运行方式下的最高运行速度;对电梯正常速度指令进行调整和限制,输出电梯在再生状态下的速度指令;同时接收电流指令生成模块的信号,决定是否进一步降低电梯在再生状态下的速度指令;

速度检测模块,接收与曳引机主轴相连的测速器的信号,计算曳引机的转速,输出的速度反馈值作为给定的速度指令值的比较值,并输出到电流指令生成模块;

速度控制模块,以速度指令调整模块输出的速度指令和速度检测模块输出的曳引机转速的差值为输入,经过计算得出曳引机所需的力矩并输出到电流指令生成模块;

再生电流检测模块,检测直流母线上的再生电流值,将其输出到电流指令生成模块;

电流指令生成模块,输入速度控制模块输出的曳引机所需力矩、再生电流检测模块输

出的直流母线上的再生电流值和速度检测模块输出的曳引机转速值,在满足电梯系统无能量回馈后备电源连接的电网和曳引机跟踪速度指令的约束条件下,计算并输出曳引机所需的电流指令;同时判断电流是否超出逆变器的容量范围,如果超出则反馈信号到速度指令调整模块,使其降低电梯运行速度指令;

曳引机电流控制模块,以电流指令生成模块输出的电流指令和曳引机反馈电流的差值为输入,经过计算得出曳引机所需的电压,输出到逆变器从而控制曳引机的运行。

5. 如权利要求 4 所述的系统,其特征在于:所述电梯运行控制器还具有温度检测模块,接收分别设置在所述曳引机驱动装置的整流器和逆变器,以及曳引机内的温度检测装置的温度测量值,将其输出到速度指令调整模块;速度指令调整模块根据整流器、逆变器和曳引机的温度状况以及整流器、逆变器和曳引机所固有的散热功率特性决定是否降低电梯运行速度指令,以减小电梯再生功率;或在温度检测模块判断任一温度测量值在一定时间内超过设定值后,使电梯进入临时停止状态。

6. 如权利要求 4 所述的系统,其特征在于:所述速度指令调整模块能够将电梯控制系统的能耗功率作为再生能量消耗附加途径,并且根据此能耗功率提高电梯再生运行速度。

7. 如权利要求 4 所述的系统,其特征在于:所述电梯运行控制器还具有再生电流指令模块和再生电流控制模块;

再生电流指令模块,根据电梯控制系统能耗功率计算直流母线上流过的再生电流指令值;

再生电流控制模块,将再生电流指令模块的再生电流指令值和再生电流检测模块所检测到的再生电流值的差值作为输入,对再生电流误差进行积分,并将再生电流误差积分值输出到电流指令生成模块,使得直流母线上的再生电流实际值与再生电流指令值之间无误差。

8. 如权利要求 1 所述的系统,其特征在于:所述电梯运行控制器通过控制曳引机电流的大小和曳引机定子磁链与永磁体产生的气隙磁场间的空间电角度,使得电梯所有的再生能量消耗在电梯控制系统、曳引机驱动系统及曳引机上。

## 能量回馈电梯后备电源运行控制系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电梯控制系统,特别是涉及一种能量回馈电梯后备电源运行控制系统。

### 背景技术

[0002] 随着能量回馈技术在电梯领域的应用愈来愈普遍,不仅使得电梯输入电流波形得到极大的改善,减小了对电网的污染,同时也将大量的再生能量回馈到电网,节约了宝贵的能源,降低了电梯的总能耗。但是,能量回馈技术的正常运行需要所连接的电网提供足够的容量来吸收再生能量,这在连接公共电网时能够基本保证。

[0003] 但是,由于停电等原因电梯的供电电源被切换到后备电源供电的情况下,这种小规模独立电网并不一定能提供足够的用电设备消耗电梯正常模式运行所再生的功率。这样将直接导致独立电网电压升高,从而有损坏相关用电设备的可能。并且,这种情况随着能量回馈技术在电梯行业中的普及,同时随着电梯载重量和额定运行速度的不断提高而变得越来越突出。

[0004] 目前解决这一问题有如下几种方法:

[0005] (1) 为电梯增加一额外装置,如负载电阻。当公共电网断开后进入后备电源供电状态时,将电梯的再生能量消耗到额外装置上。这种方法虽然能保证电梯的正常运行,但是所增加的额外装置仅在很少的情况下才起作用,从成本上考量是不经济的。

[0006] (2) 利用电梯群控的特性,当一台电梯处于再生运行时,控制其它电梯以电动运行方式消耗这部分再生能量。这种方法有着较大的局限性;一是只能保证电梯群内少数几台电梯的运行,而以电动方式运行的电梯不能对乘客的召唤提供直接的响应;二是当发生大楼人员紧急疏散等特殊情况时,下行为满载下行,上行为空载上行,正常运行的电梯始终运行于再生状态,而其它电梯所能提供的电动运行时间是有限的;三是当某台电梯脱离群控成为单梯运行时,这种方法就无法发挥作用。

[0007] (3) 综合利用群控电梯负载和备用电源所连接的小规模电网中其它用电负载。在这种方式下,首先计算所能使用的负载功率总和,从而据此限定服务电梯的运行速度,使得电梯再生功率和用电负载功率相匹配。这种方法仍旧有着一些局限性。首先在切换到后备电源时,独立电网中用电负载的总和是比较难于统计计算的。其次在电梯运行过程中,这一类负载不可避免会发生变动,对于电梯而言是很难得到这一变动数据,这使得电梯系统的再生功率计算设定与控制变得困难。

### 发明内容

[0008] 本发明要解决的技术问题是提供一种能量回馈电梯后备电源运行控制系统,能够不依赖外部的任何用电负载,将再生能量全部消耗在电梯曳引机、曳引机驱动装置和电梯控制系统上。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明的能量回馈电梯后备电源运行控制系统包括:

[0010] 后备电源识别装置,与公共电网和备用电源相连接,用于公共电网和备用电源供电的切换,并且将公共电网切换到备用电源的信号传送给电梯运行控制器;

[0011] 曳引机驱动装置,与后备电源识别装置相连接,用于控制曳引机转动;

[0012] 曳引机,与曳引机驱动装置相连接,用于拖动电梯轿厢上下移动;

[0013] 电梯负载检测装置,安装在电梯轿厢上,用于检测电梯轿厢的负载量;

[0014] 电梯运行控制器,与后备电源识别装置、曳引机驱动装置和电梯负载检测装置相连接,用于控制曳引机在给定的速度下运行;当电梯电源从公共电网切换到备用电源后,根据电梯控制系统和曳引机的散热功率设计值,决定电梯再生运行方式下的最高运行速度,并由此限制曳引机最大再生运行功率;通过控制曳引机电流的大小以及电流相位,使得再生功率能够全部由电梯控制系统、曳引机驱动装置及曳引机本身消耗掉,不向后备电源回馈任何再生功率。

[0015] 本发明的有益效果是:使得有能量回馈功能的电梯在使用后备电源的情况下,无需增加额外的附加能量消耗装置,也不依赖外部的任何用电负载,将再生能量全部消耗在电梯的曳引机、曳引机驱动装置和电梯控制系统上;从而不对连接后备电源的建筑内部电网产生电压异常升高等不利影响,同时减少由于外部负载变动对电梯运行的影响,保证电梯在此情况下的持续稳定运行,并能提高电梯系统的经济性。

[0016] 本发明通过判断电梯负载情况,计算电梯控制系统和曳引机、曳引机驱动装置所能消耗总功率限制下的最高运行速度,使电梯运行于尽可能高的速度,以提高运行效率;并且通过提供相应的保护措施,不对曳引机驱动装置和曳引机产生额外的危害。

#### 附图说明

[0017] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细的说明:

[0018] 图 1 是能量回馈电梯后备电源运行控制系统一实施例结构示意图;

[0019] 图 2 是本发明一实施例的控制流程图;

[0020] 图 3 是本发明一实施例的电梯运行控制器的结构图;

[0021] 图 4 是本发明另一实施例的电梯运行控制器的结构图。

#### 具体实施方式

[0022] 参见图 1 所示,在本发明的一实施例中,所述能量回馈电梯后备电源运行控制系统包括:公共电网 1、后备电源 2、曳引机驱动装置 4、测速器 5、曳引机 6、曳引轮 7、电梯对重 8、电梯轿厢 10、电梯负载检测装置 9、电梯运行控制器 11、温度检测装置 12 和后备电源识别装置 3。

[0023] 后备电源识别装置 3,与公共电网 1 和备用电源 2 相连接,用于公共电网 1 和备用电源 2 供电的切换,并且将公共电网 1 切换到备用电源 2 的信号传送给电梯运行控制器 11。

[0024] 曳引轮 7 与曳引机 6 同轴连接,曳引轮 7 上悬挂曳引绳,曳引绳的一端连接电梯对重 8,另一端连接电梯轿厢 10;这样在曳引机 6 的拖动下,电梯轿厢 10 在电梯井道内上下运行于建筑物的各层之间。

[0025] 电梯负载检测装置 9 设置在电梯轿厢 10 上,用于检测电梯轿厢的负载量,并将检测到的电梯轿厢的负载量传送给电梯运行控制器 11。

[0026] 测速器 5,与曳引机 6 的主轴相连,用于检测曳引机 6 的转速;并将检测的转速传送给电梯控制器 11。

[0027] 电梯运行控制器 11,与后备电源识别装置 3、曳引机驱动装置 4、电梯负载检测装置 9、温度检测装置 12 和测速器 5 相连接,用于控制曳引机 6 在给定的速度下运行;当电梯电源从公共电网 1 切换到备用电源 2 后,根据轿厢负载以及直流母线 4b 再生电流值,限制电梯再生运行方式下的最高运行速度,并且通过控制曳引机电流的大小以及电流相位,使得再生功率全部由电梯控制系统、曳引机驱动装置 4 及曳引机 6 本身消耗掉,而不向后备电源 2 回馈任何再生功率。

[0028] 曳引机驱动装置 4 包括:整流器 4a、直流母线 4b、电容器 4c、电流检测器 4d 和逆变器 4e,整流器 4a 一端与后备电源识别装置 3 相连接,另外一端与直流母线 4b 和电容器 4c 相连,用于将交流电源转换为直流电源,维持电容器 4c 的电压并能将电梯再生能量回馈电网;逆变器 4e 一端通过直流母线 4b 与整流器 4a 和电容器 4c 相连接,另一端与曳引机 6 相连接,用于将直流电源转换为交流电源,并驱动曳引机 6 转动;电流检测器 4d 跨接于直流母线 4b 上,检测直流母线上再生电流的方向与大小。

[0029] 所述整流器 4、逆变器 5 和曳引机 6 内均设有一个温度检测装置 12,分别用于检测整流器 4a、逆变器 4e 和曳引机 6 的温度,并将检测的温度传送给电梯运行控制器 11。当任何一个检测的温度超过设定值后,电梯运行控制器 11 能降低电梯运行速度,减小再生功率;如果在一定时间内检测温度不低于检测值,则使电梯进入临时停止状态;对电梯控制系统进行保护。通过监测整流器 4、逆变器 5 和曳引机 6 的温度,实时调整电梯再生状态下运行速度,或者使电梯进入临时停止状态,保护电梯系统不因为再生功率过大而导致过热损坏。

[0030] 电梯运行控制器 11 结构如图 3 所示,包括轿厢负载检测模块 11a、速度指令调整模块 11b、速度检测模块 11c、速度控制模块 11d、电流指令生成模块 11e、再生电流检测模块 11f 和曳引机电流控制模块 11g。

[0031] 轿厢负载检测模块 11a,接收轿厢负载检测装置 9 的信号,根据系统固有的对重 8 质量参数,计算出曳引机 6 的不平衡力矩,将其输出到速度指令调整模块 11b。

[0032] 速度指令调整模块 11b,接收电梯正常速度指令,同时接收轿厢负载检测模块 11a 所计算的曳引机不平衡力  $F_{UBLD}$ ,根据电梯控制系统和曳引机 6 的散热功率设计值,计算出电梯在再生状态下所能运行的最高速度,对电梯正常速度指令进行调整和限制,输出电梯在再生状态下的速度指令;同时接收电流指令生成模块 11e 的信号,判断是否进一步降低电梯在再生状态下的速度指令。

[0033] 速度检测模块 11c,接收测速器 5 的信号,计算曳引机 6 的转速,输出的速度反馈值作为与给定的速度指令值的比较值,同时输出到电流指令生成模块 11e。

[0034] 速度控制模块 11d,以速度指令调整模块 11b 输出的速度指令和速度检测模块 11c 输出的曳引机转速的差值为输入,经过计算得出曳引机所需的力矩,输出到电流指令生成模块 11e。

[0035] 再生电流检测模块 11f,检测直流母线 4b 上的再生电流值,将其输出到电流指令生成模块 11e。

[0036] 电流指令生成模块 11e,输入速度控制模块 11d 输出的曳引机所需力矩、再生电流

检测模块 11f 输出的直流母线 4b 上的再生电流值和速度检测模块 11c 输出的曳引机 6 转速值,在满足电梯系统无能量回馈后备电源连接的电网和曳引机跟踪速度指令的约束条件下,计算并输出曳引机所需的电流指令;同时判断电流是否超出逆变器 4e 的容量范围,如果超出则反馈信号到速度指令调整模块 11b,使其降低电梯运行速度指令。

[0037] 曳引机电流控制模块 11g,以电流指令生成模块 11e 输出的电流指令和曳引机反馈电流的差值为输入,经过计算得出曳引机 6 所需的电压,输出到逆变器 4e 从而控制曳引机 6 的运行。

[0038] 所述电梯运行控制器中的速度指令调整模块 11b 还可以将电梯控制系统的能耗功率作为再生能量消耗附加途径,并且根据此能耗功率提高电梯再生运行速度。

[0039] 所述电梯运行控制器 11 还可以具有温度检测部 11h,用于接收整流器 4a、逆变器 4e 和曳引机 6 的温度检测装置 12 的温度测量值,将其输出到速度指令调整模块 11b。速度指令调整模块根据整流器 4a、逆变器和 4e 曳引机 6 的温度状况以及整流器 4a、逆变器 4e 和曳引机 6 所固有的散热功率特性决定是否降低电梯运行速度指令,以减小电梯再生功率;或在温度检测模块 11h 判断任一温度超过限定值后,使电梯进入临时停止状态。

[0040] 如图 4 所示,所述的电梯运行控制器还可以具有再生电流指令模块 11i 和再生电流控制模块 11j。

[0041] 所述再生电流指令模块 11i 根据电梯控制系统能耗功率计算直流母线 4b 上流过的再生电流指令值。

[0042] 所述再生电流控制模块 11j 将再生电流指令模块 11i 和再生电流检测模块 11f 的差值作为输入,对再生电流误差进行积分,并将再生电流误差积分值输出到电流指令生成模块 11e,使得直流母线上的再生电流实际值与再生电流指令值之间无误差。

[0043] 图 2 是图 1 所示的能量回馈电梯后备电源运行控制系统控制流程图。

[0044] 当公共电网 1 电源被切断,电梯电源由后备电源 2 供电后,后备电源识别装置 3 将电源切换信号传送给电梯运行控制器 11。当电梯控制器 11 接收到电源切换信号后,转入后备电源 2 运行模式。

[0045] 如果电梯没有运行在再生状态下,则电梯运行控制器 11 按照常规运行方式控制曳引机 6 拖动电梯轿厢 10 运行。

[0046] 当电梯运行在再生状态下时,电梯运行控制器 11 读取电梯负载检测装置 9 的输出值,计算电梯轿厢 10 的负载;将电梯轿厢 10 的负载值减去电梯对重 8 的重量,如果为负,电梯上行为再生状态,则对电梯上行运行进行控制;如果为正,电梯下行为再生状态,则对电梯下行运行进行控制。

[0047] 下面是进行再生运行控制所需的基本公式。

[0048] 电梯轿厢 10 的负载值与电梯对重 8 的重量之间的差值称作曳引机 6 的负载不平衡量,用  $F_{\text{UBLD}}$  表示。电梯再生功率  $p$  可由下式给出:

$$[0049] \quad p = \omega \times T \quad (\text{公式 1})$$

[0050] 其中: $\omega$  是曳引机 6 的角速度, $T$  是曳引机 6 的输出力矩。

[0051] 曳引机 6 的输出力矩  $T$  可根据曳引机 6 的负载不平衡量  $F_{\text{UBLD}}$ 、曳引轮 7 的直径  $D$  以及曳引曳引机 6 的减速比  $T_L$  (曳引力传递系数) 决定,如下式:

$$[0052] \quad T = F_{\text{UBLD}} \times D / 2 \div T_L \quad (\text{公式 2})$$

[0053] 曳引机 6 的输出力矩  $T$  与电流  $i_s$  的关系如下式：

[0054]

$$T = p[L_{md}i_f i_s \sin \beta + 1/2(L_d - L_q)i_s^2 \sin 2\beta] \quad (\text{公式 3})$$

[0055] 其中： $\beta$  是定子磁链与永磁体产生的气隙磁场间的空间电角度。

[0056] 曳引机 6 所消耗的功率  $P_1$  由下式给出： $P_1$

[0057]

$$P_1 = 1/2(X_d - X_q)i_s^2 \sin \beta + i_s^2 R \quad (\text{公式 4})$$

[0058] 以下根据上述公式 (1) 和公式 (2) 详细叙述在再生运行状态下,最高运行速度的决定过程。

[0059] 电梯控制系统的能耗和曳引机 6、曳引机驱动装置 4 的散热功率对于正常运行工况,一般在电梯系统设计时留有一定余量,并且在系统设计完成后是一个已知量。将电梯控制系统和曳引机 6、曳引机驱动装置 4 所能消耗的总功率作为再生功率的上限,代入公式 1 中电梯再生功率  $p$  项。当电梯运行控制器 11 接收到后备电源识别装置 3 发出的电源切换信号后,首先接收轿厢电梯负载检测装置 9 的信号,根据对重 8 的配置,计算得出不平衡负载  $F_{UBLD}$ 。对于具体型号电梯,在曳引轮直径  $D$  和曳引比  $T_L$  已知的情况下,根据公式 2 计算出曳引机 6 所提供的输出力矩  $T$ ,并且根据上述曳引机 6、曳引机驱动装置 4 及控制系统所能消耗的总功率,根据公式 1,可计算得出电梯在再生状态下曳引机 6 的所能运行的最高角速度  $\omega$  (即电梯轿厢 10 所能运行的最高速度)。

[0060] 以下根据公式 1 ~ 4 详细叙述电梯运行过程中的速度和电流大小及相位的控制的具体实现原理。

[0061] 当电梯启动后,将曳引机所需的输出力矩和从测速器 5 测得的曳引机 6 转速代入公式 1,求出当前的电梯再生功率  $p$ ,然后联立公式 3 和公式 4。由于曳引机 6 输出力矩  $T$  和电梯再生功率  $p$  已知,并且电机极对数  $P$ 、电机永磁体磁链  $L_{md}\Phi_f$ 、电机  $d$ - $q$  轴电感和铁耗  $L_d$ 、 $L_q$ 、 $X_d$ 、 $X_q$  都是电机固有参数,因此可以计算得出将这些功率全部消耗在曳引机 6 上所需的电流大小  $i_s$  和  $i_s$  的相位  $\beta$ 。使得曳引机 6 能够提供电梯运行所需的输出力矩  $T$ ,同时保证曳引机 6 能够消耗根据公式 1 计算的电梯再生功率  $p$ 。电梯运行控制器通过控制逆变器 4e 跟踪  $i_s$  这一电流指令从而使电梯能够不通过向电网回馈任何能量而运行在再生状态下。当曳引机 6 的转速  $\omega$  达到上述的限定值后,电梯转入匀速运行状态。

[0062] 下面参照图 3,根据上述的实现原理,结合一实施例对本发明作进一步的具体阐述。

[0063] 当电梯运行控制器 11 接收到后备电源识别装置 3 发出的电梯电源从公共电网 1 切换到后备电源 2 的信号后,进入后备电源运行状态。

[0064] 首先轿厢负载检测部 11a 根据轿厢负载检测装置 9 输入的信号,与对重 8 的质量参数比较计算,确定电梯此次运行所需的不平衡力  $F_{UBLD}$ ,将此信号输入到速度指令调整模块 11b。

[0065] 速度指令调整模块 11b 将不平衡力  $F_{UBLD}$  代入公式 (2) 中计算出此次运行曳引机 6 所需的力矩  $T$ ,将其作为公式 (1) 的参数,并且将在电梯系统设计时得到的曳引机 6 和曳引机驱动装置 4 所允许的散热功率总和作为另外一个参数,计算得出此次电梯运行曳引机 6



所允许的最高转速  $\omega$  ;当电梯启动后,据此对正常的速度指令做出限制调整。

[0066] 速度检测模块 11c 接收测速器 5 的信号,计算得出曳引机 6 的转速,与调整后的速度指令比较得出速度偏差,速度控制模块 11d 输入速度偏差,经过控制运算得出曳引机 6 消除速度偏差所需的实时力矩  $T$ 。

[0067] 电流指令生成模块 11e 首先根据速度检测模块反馈的曳引机 6 实时转速和曳引机 6 所需的实时力矩  $T$ ,代入公式 (1) 中计算得出电机当前的再生功率  $P_1$ ,然后联立公式 (3) 和公式 (4),由于此时两个公式中除  $i_s$  和  $\beta$  外其它参数都为已知量, $i_s$  和  $\beta$  具有确定的唯一解。电流指令生成模块将求解得出的电流大小  $i_s$  和定子磁链与永磁体产生的气隙磁场间的空间电角度  $\beta$  作为电流指令输出。

[0068] 如果电流指令生成模块 11c 判断所计算得出的  $i_s$  超出逆变器 4e 的容量,则超出部分的电流  $\Delta i_s$  根据公式 (4) 计算得出多余再生功率  $\Delta P_1$ ,将此信号反馈给速度指令调整模块 11b ;速度指令调整模块根据公式 (1),计算曳引机需要降低的转速  $\Delta \omega$ ,从而降低速度指令输出值。

[0069] 电流指令和曳引机电流反馈比较后输入曳引机电流控制模块 11g,生成逆变器 4e 的控制信号控制曳引机运行。此时曳引机 6 的再生功率和曳引机及逆变器 4e 上消耗的功率基本相等,电梯系统没有任何再生功率通过整流器 4a 回馈到后备电源。

[0070] 为了进一步利用电梯控制系统所能消耗的功率来提高电梯在再生运行时的速度,以提高电梯的运行效率,本电梯控制系统还可以有如下的实现方式。

[0071] 参照图 4,电梯控制系统能耗功率是电梯系统(控制柜等)在设计时可确定的常数。

[0072] 当电梯运行控制器 11 接收到后备电源识别装置 3 发出的电梯电源从公共电网 1 切换到后备电源 2 的信号后,进入后备电源运行状态。

[0073] 首先轿厢负载检测模块 11a 根据轿厢负载检测装置 9 输入的信号,与对重 8 的质量参数比较计算,确定电梯此次运行所需的不平衡力  $F_{UBLD}$ ,将此信号输入到速度指令调整模块 11b。

[0074] 速度指令调整模块 11b 将不平衡力  $F_{UBLD}$  代入公式 (2) 中计算出此次运行曳引机 6 所需的力矩  $T$ ,将其作为公式 (1) 的一个参数,并且将在电梯系统设计时得到的曳引机 6 和曳引机驱动装置 4 允许的散热功率总和加上电梯控制系统能耗功率作为另外一个参数,计算得出此次电梯运行曳引机 6 所允许的最高转速  $\omega$  ;当电梯启动后,据此对正常的速度指令做出限制调整。

[0075] 速度检测模块 11c 接收测速器 5 的信号,计算得出曳引机 6 的转速,与调整后的速度指令比较得出速度偏差,速度控制模块 11d 输入速度偏差,经过控制运算得出曳引机 6 消除速度偏差所需的实时力矩  $T$ 。

[0076] 再生电流指令模块 11i 将控制系统能耗功率,除以电容器 4c 的电压值,即可得到直流母线上再生电流指令值。

[0077] 再生电流检测模块 11j 检测电流检测器 4d 的信号。再生电流指令模块 11i 和再生电流指令的差值输入再生电流控制模块 11f,再生电流控制模块 11f 对差值进行增益与积分计算,将差值累计值输入电流指令生成模块 11e。

[0078] 电流指令生成模块 11e 首先根据速度检测模块 11c 反馈的曳引机 6 实时转速和曳

引机 6 所需的实时力矩  $T$ , 代入公式 (1) 中计算得出电机当前的再生功率  $P_1$ ; 将再生电流控制模块 11f 的输出再生电流差值的累计值乘以电容器 4c 的电压值得到对应的功率值 ( 如果再生电流指令值和再生电流检测值无误差, 则此对应的功率值即为控制系统能耗功率 ), 从再生功率  $P_1$  中减去, 然后联立公式 (3) 和公式 (4), 由于此时两个公式中除  $i_s$  和  $\beta$  外其它参数都为已知量,  $i_s$  和  $\beta$  具有确定的唯一解。电流指令生成部将求解得出的电流大小  $i_s$  和定子磁链与永磁体产生的气隙磁场间的空间电角度  $\beta$  作为电流指令输出。

[0079] 如果电流指令生成模块 11c 判断所计算得出的  $i_s$  超出逆变器 4e 的容量, 则超出部分的电流  $\Delta i_s$  根据公式 (4) 计算得出多余再生功率  $\Delta P_1$ , 将此信号反馈给速度指令调整模块 11b, 速度指令调整模块根据公式 (1), 计算曳引机需要降低的转速  $\Delta \omega$ , 从而降低速度指令输出值。

[0080] 电流指令和曳引机电流反馈比较后输入曳引机电流控制模块 11g, 生成逆变器 4e 的控制信号控制曳引机运行。

[0081] 此时曳引机 6 的再生功率为曳引机及逆变器 4e 上消耗的功率和控制系统能耗功率之和; 与控制系统能耗功率相等的再生功率通过逆变器 4e 回馈到直流母线 4b 上, 造成电容器 4c 电压有升高的趋势, 整流器 4a 为了维持电压器 4c 的电压, 会将与控制系统能耗功率相等的能量回馈到电网, 而电梯控制系统恰好从电网吸收相同的功率, 电梯系统仍旧没有任何再生功率回馈到后备电源, 并且也几乎不从后备电源吸收能量, 进一步的减小了电梯运行对后备电源容量的要求。

[0082] 由于系统所有再生能量都消耗在电梯控制系统、曳引机驱动装置 4 和曳引机 6 上, 所以在再生状态模式下运行需要通过温度检测装置 12 对曳引机 6、逆变器 4e 和整流器 4a 的温度进行监控。如果运行中曳引机 6、逆变器 4e 或者整流器 4a 的温度超过设定温度, 可以启动强制散热装置如风扇等, 或者温度检测模块 11h 将温度检测信号输出给速度指令调整模块 11b, 降低电梯运行速度以减小再生功率。甚至温度检测模块 11h 通过触发电梯的保护回路使电梯暂时进入临时停止状态, 等待温度恢复到正常水平。

[0083] 本发明能够将电梯运行过程中所产生的再生能量全部由电梯本身的控制系统、曳引机驱动装置和曳引机消耗掉, 不需要依赖独立电网中的其它用电器或者增加再生电阻等额外设备, 不向备用电源所连接的独立电网回馈任何能量, 从而不会对独立电网中的其它用电器产生不利影响。同时, 根据本发明所阐述的控制方法, 可以做到在上述工作条件下电梯运行效率最高, 并且实现了直流母线上再生电流的无误差控制。

[0084] 本发明中的电梯控制系统包括由电梯控制电源供电, 对电梯各项运行功能进行控制的设备, 其中包括电梯控制柜、门机及其控制系统、召唤通讯系统、群控系统和安全保护系统等, 电梯轿厢等的照明、风机功耗也包括在电梯控制系统功耗中。

[0085] 以上通过具体实施方式对本发明进行了详细的说明, 但这些并非构成对本发明的限制。在不脱离本发明原理的情况下, 本领域的技术人员还可做出许多变形和改进, 这些也应视为本发明的保护范围。

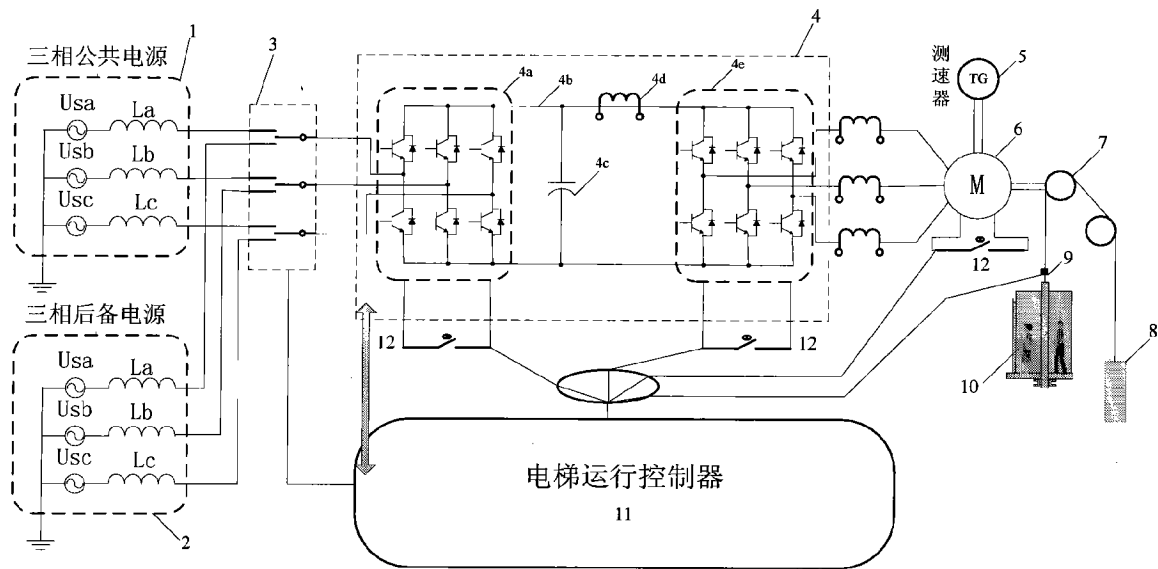


图 1

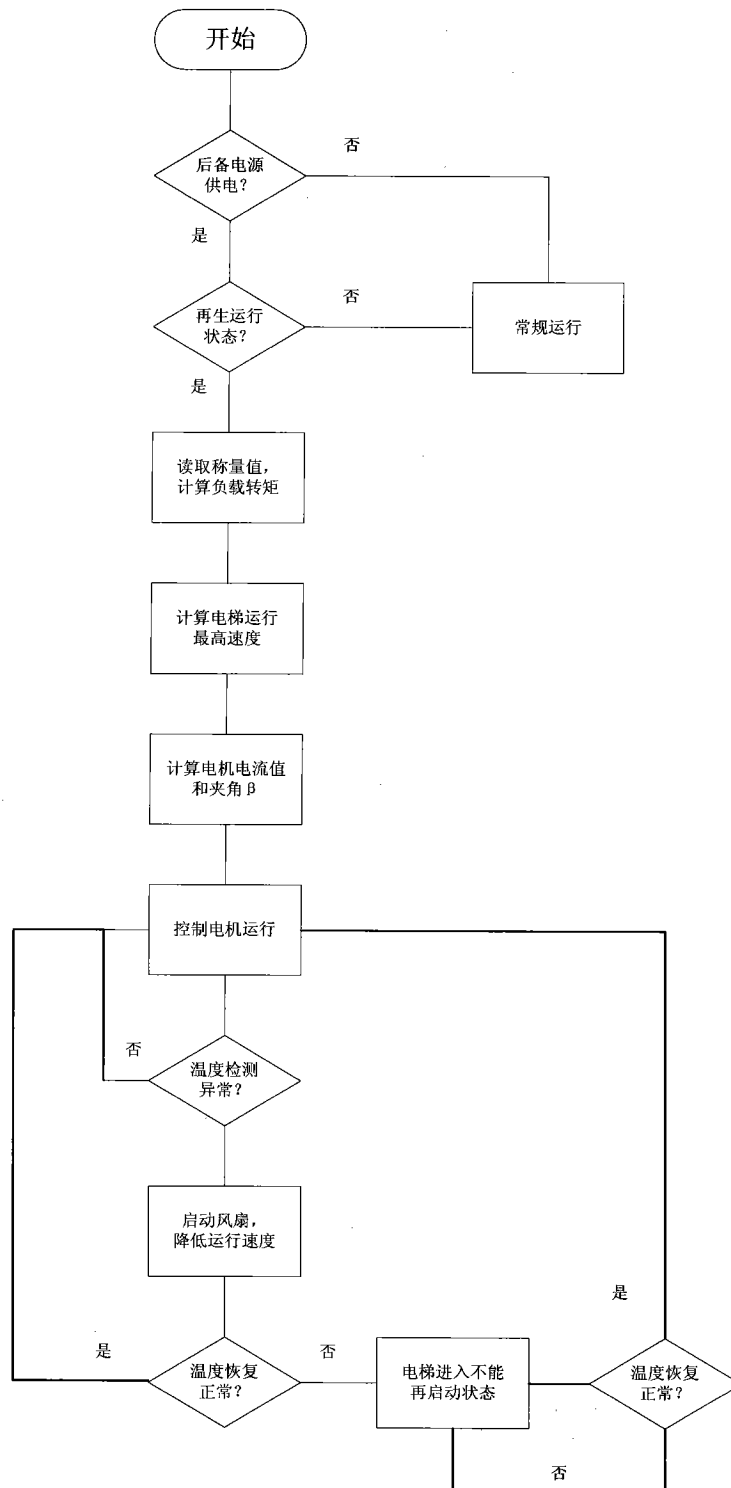


图 2

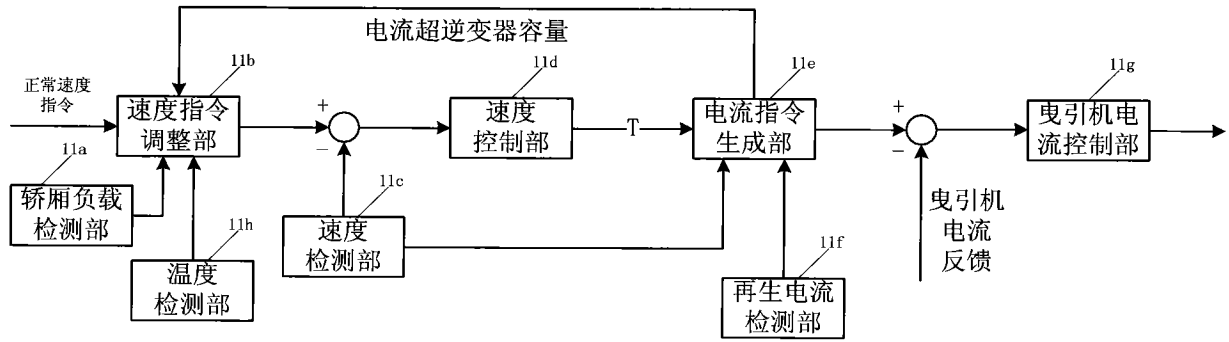


图 3

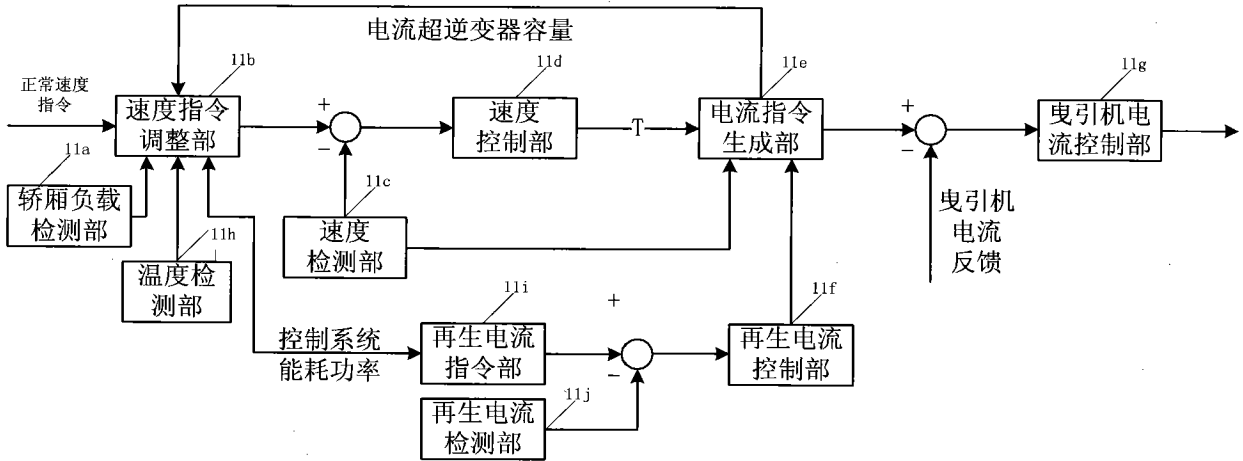


图 4