



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103066897 A

(43) 申请公布日 2013.04.24

(21) 申请号 201310021687.2

(22) 申请日 2013.01.18

(71) 申请人 太原理工大学

地址 030024 山西省太原市西矿街 53 号太原理工大学西区机械电子工程研究所

(72)发明人 权龙 黄家海 李斌 姚李威

(74) 专利代理机构 山西五维专利事务所(有限公司) 14105

代理人 雷立康

(51) Int. Cl.

H02P 3/18 (2006. 01)

E15B 21/14 (2006, 01)

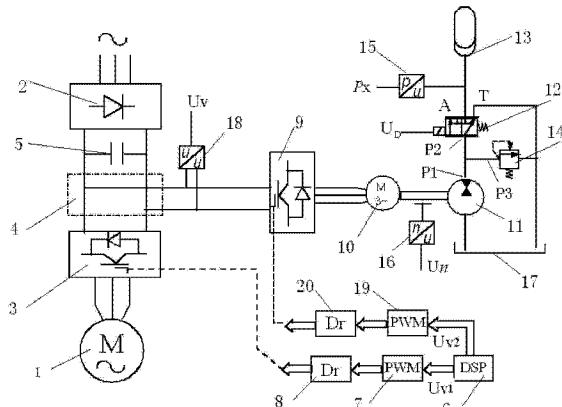
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

电动机储能制动系统及控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种电动机储能制动系统及控制方法，它属于一种对电机制动过程能量进行存储并再生利用的储能制动系统及控制方法。本发明主要是解决现有的储能设备存在着储能能量小、对电网干扰大、使用不方便等技术问题。本发明的技术方案是：电动机储能制动系统，包含有主电动机、整流器、主逆变器、直流母线、滤波电容、控制计算机、第Ⅰ脉宽信号发生器和第Ⅰ驱动模块，其还包括电机转速控制器、电动 / 发电机、液压泵 / 马达、二位三通控制阀、液压蓄能器、安全阀、压力传感器、转速传感器、液压油箱、电压传感器、第Ⅱ脉宽信号发生器和第Ⅱ驱动模块。本发明具有可以实现对电动机制动过程的主动控制，同时节约能源，降低损耗，实现节能减排等优点。



1. 一种电动机储能制动系统,包含有主电动机(1)、整流器(2)、主逆变器(3)、直流母线(4)、滤波电容(5)、控制计算机(6)、第 I 脉宽信号(PWM)发生器(7)和第 I 驱动模块(8),其特征是:它还包括电机转速控制器(9)、电动 / 发电机(10)、液压泵 / 马达(11)、二位三通控制阀(12)、液压蓄能器(13)、安全阀(14)、压力传感器(15)、转速传感器(16)、液压油箱(17)、电压传感器(18)、第 II 脉宽信号(PWM)发生器(19)和第 II 驱动模块(20);液压泵 / 马达(11)的出油口 P1 通过管路与二位三通控制阀(12)的进油口 P2 和安全阀(14)的进油口 P3 连接,二位三通控制阀(12)的回油口 T 通过管路与液压油箱(17)连接,二位三通控制阀(12)的出油口 A 通过管路与液压蓄能器(13)的进油口连接,压力传感器(15)安装在与液压蓄能器(13)入口连通的管路上以检测液压蓄能器入口处的压力,其输出信号 P_x 经过导线输入到控制计算机(6);转速传感器(16)安装在电动 / 发电机(10)的输出轴上,用于测量电动 / 发电机(10)的转速,转速传感器(16)的输出信号 U_n 经导线输入到控制计算机(6);电压传感器(18)连接在直流母线(4)上,实时检测直流母线(4)两端的电压,其输出信号 U_v 输入到控制计算机(6);控制计算机(6)与第 I 脉宽信号(PWM)发生器(7)和第 II 脉宽信号(PWM)发生器(19)连接,以便于将控制计算机(6)产生控制主电动机(1)转速的第 I 指令信号 U_{v1} 输入到第 I 脉宽信号发生器(7)的输入端、控制计算机(6)产生控制电动 / 发电机(10)转速的第 II 指令信号 U_{v2} 输入到第 II 脉宽信号发生器(19)输入端和控制计算机(6)产生控制二位三通控制阀(12)的开关信号 U_d 输入到二位三通控制阀(12)的信号端;第 I 脉宽信号发生器(7)与第 I 驱动模块(8)连接,第 I 驱动模块(8)与主逆变器(3)连接;第 II 脉宽信号发生器(19)与第 II 驱动模块(20)连接,第 II 驱动模块(20)与电机转速控制器(9)连接,电机转速控制器(9)与电动 / 发电机(10)连接以控制电动 / 发电机(10)的转速;电动 / 发电机(10)的输出轴与液压泵 / 马达(11)的输入轴连接,驱动液压泵 / 马达(11)按照给定的转速旋转。

2. 如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述电机转速控制器(9)是控制交流电动机转速的逆变器,也可以是控制直流电动机转速的变换器。

3. 如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述电动 / 发电机(10)是直流电动机、交流电动机、异步电动机、同步电动机、开关磁阻电动机或交直流伺服电动机中的任意一种。

4. 如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述液压泵 / 马达(11)是定量液压泵 / 马达或电子控制的变排量比例液压泵 / 马达中的任意一种。

5. 如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述电动 / 发电机(10)为一个电动 / 发电机或是两个以上电动 / 发电机的组合。

6. 如权利要求 1 或 4 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述液压泵 / 马达(11)是一个液压泵 / 马达或是两个以上液压泵 / 马达组成的液压泵 / 马达组。

7. 如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述二位三通控制阀(12)是直动式的电磁换向阀、先导型的电液换向阀或插装型的阀组中的任意一种。

8. 如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述液压蓄能器(13)是一个蓄能器,或是两个以上蓄能器构成的蓄能器组。

9. 如权利要求 4 所述的电动机储能制动系统,其特征是:所述电子控制的变排量比例液压泵 / 马达(11)是变量机构单方向摆动的变量液压泵 / 马达或变量机构双方向摆动的

变量液压泵 / 马达中的任意一种。

10. 一种实现如权利要求 1 所述的电动机储能制动系统的控制方法, 其特征是: 该控制方法首先通过整流器(2)对电网供给的交流电进行整流, 转变为直流电, 然后经电容(5)对直流电进行滤波; 接着控制计算机(6)给出控制主电动机(1)转速的设定信号 U_{v1} , 该转速设定信号 U_{v1} 经第 I 脉宽信号发生电路(7)进行调制生成与设定转速对应的 PWM 波, PWM 波信号控制第 I 驱动模块(8)驱动逆变器(3), 逆变器(3)控制主电动机(1)按照设定的转速转动;

当主电动机(1)制动或减速时, 主电动机(1)转速对应的频率高于第 I 脉宽信号发生器(7)给出的频率, 主电动机(1)处于发电状态, 这时控制计算机(6)给出控制电动 / 发电机(10)转速的控制信号 U_{v2} , 该控制信号 U_{v2} 经第 II 脉宽信号发生器(19)进行调制生成对应的脉宽信号, 脉宽信号通过第 II 驱动模块(20)驱动电机转速控制器(9)控制电动 / 发电机(10)运行, 电动 / 发电机(10)驱动液压泵 / 马达(11)工作; 在主电动机(1)制动或减速的同时, 控制计算机(6)给出控制信号 U_b 到二位三通控制阀(12), 使蓄能器(13)的进油口与液压泵 / 马达(11)的出油 P_1 连通, 与液压油箱(17)断开, 液压泵 / 马达(11)排出的油液进入到液压蓄能器(13)中; 制动过程结束时, 控制计算机(6)给出控制信号使电动 / 发电机(10)停止转动, 同时控制二位三通控制阀(12)复位, 液压泵 / 马达(11)与液压蓄能器(13)断开, 液压泵 / 马达(11)与液压油箱(17)接通; 再一次启动主电动机(1)时, 控制计算机(6)将同时给出控制主电动机(1)转速和电动 / 发电机(10)转速的信号 U_{v1} 和 U_{v2} , 给出控制信号 U_b 到二位三通控制阀(12), 使蓄能器(13)的进油口与液压泵 / 马达(11)的出油口 P_1 连通, 液压蓄能器(13)驱动液压泵 / 马达(11)工作, 使电动 / 发电机(10)处于发电状态, 发出的电经过电机转速控制器(9)进入到直流母线(4)中, 实现对主电动机(1)制动能量的再生利用;

当主电动机(1)在外负载的牵引下发电运行, 这时控制计算机(6)给出控制电动 / 发电机(10)转速的控制信号 U_{v2} , 该控制信号 U_{v2} 经第 II 脉宽信号发生器(19)进行调制生成对应的脉宽信号, 脉宽信号通过第 II 驱动模块(20)驱动电机转速控制器(9)控制电动 / 发电机(10)运行, 电动 / 发电机(10)驱动液压泵 / 马达(11)从液压油箱(17)吸油; 控制计算机(6)给出控制信号 U_b 到二位三通控制阀(12), 使蓄能器(13)的进油口与液压泵 / 马达(11)的出油口 P_1 连通, 与液压油箱(17)断开, 液压泵 / 马达(11)排出的油液进入到液压蓄能器(13)中, 从而将外负载牵引主电动机(1)发出的电能, 经过电动 / 发电机(10)、液压泵 / 马达(11)转化为液压能存储到液压蓄能器(13)中。

电动机储能制动系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动机储能制动系统及控制方法,它属于一种对电机制动过程能量进行存储并再生利用的储能制动系统及控制方法,同时也适用于含有外部重力负载的电动机驱动系统。

背景技术

[0002] 降低电机驱动系统的能耗,除了提高电动机自身的能量效率,最普遍采用的技术就是变频调速,实现按需供能,即在满足生产机械设备速度、转矩和动态响应要求的前提下,尽量减少变频装置的输入能量。但是,在工业生产中,有许多工艺要求拖动系统能快速启动、制动和频繁正反转或者带势能性重物负载下放,如轨道交通、电动汽车、高速电梯、矿用提升机、大型龙门刨床等,当电机减速、制动或者带势能性重物负载下放时,电机处于再生发电状态,此类系统要求电机四象限运行,目前,在交流变频调速系统广泛采用串联电阻的耗能制动方式来实现电机的制动,存在浪费电能、电阻发热严重、快速制动性差等不足的问题,如果处理不当,还会对环境及设备造成破坏,引发安全事故,同时也造成非常大的能量浪费。为了节约并再生利用电机运行中具有的动能和外负载作用在电机上的势能,可以采取的方法是通过有源逆变装置,将制动动能或负载势能回馈到交流电网中,供网上的其他用户使用,这种方法存在的问题是,电力系统大多按照集中输配电模式运行,电网中没有能够快速存取电能的大容量储能设备,因此,电能的生产和消费必须时刻基本保持在电功率平衡状态,以维持系统的稳定运行,电力系统受到扰动后将引起动态功率不平衡,对系统的安全稳定运行构成威胁,剧烈的功率不平衡还会致使系统崩溃从而造成大面积停电事故;另外,由于电能计量装置的不可逆性,用户并不是最终的收益者,所以从电网系统和用户而言,向电网馈电并不是一个最佳的节能方法。最好的节能方式应该是用电设备自身就可再生利用这部分能量,如采用超级电容,飞轮电池,化学电池等方法,将这部分能量存储并利用起来,这也是当前电机节能的重要手段,具有更加广泛的应用前景。但现有储能方法,技术上尚不完善,如化学电池存放电时间较长,不能满足电机快速启动和制动的要求;超级电容,单个储能单元耐压低,储能能量有限,必须采用多个储能单元串并联复合连接才能应用,这样就增大了整体的体积和重量;放电时间很短,需要和其他类型的电池组成复合储能单元共同使用;飞轮电池,整体技术不是很成熟,还没有可供普遍采用的系列化产品,需要突破高温下的超导磁悬浮技术和真空环境长期维护技术。

发明内容

[0003] 本发明的目的是解决现有的储能设备存在着储能能量小、对电网干扰大、使用不方便等技术问题,提供一种能存储并再生利用电机制动过程的动能和电机运行中外负载势能的电动机储能制动系统及控制方法。可以实现对电机制动过程的主动控制,同时节约能源,降低损耗,实现节能减排。

[0004] 本发明为解决上述技术问题而采用的技术方案是:

[0005] 电动机储能制动系统,包含有主电动机、整流器、主逆变器、直流母线、滤波电容、控制计算机、第 I 脉宽信号(PWM)发生器和第 I 驱动模块,其中:它还包括电机转速控制器、电动 / 发电机、液压泵 / 马达、二位三通控制阀、液压蓄能器、安全阀、压力传感器、转速传感器、液压油箱、电压传感器、第 II 脉宽信号(PWM)发生器和第 II 驱动模块;液压泵 / 马达的出油口 P1 通过管路与二位三通控制阀的进油口 P2 和安全阀的进油口 P3 连接,二位三通控制阀的回油口 T 通过管路与液压油箱连接,二位三通控制阀的出油口 A 通过管路与液压蓄能器的进油口连接,压力传感器安装在与液压蓄能器入口连通的管路上以检测液压蓄能器入口处的压力,其输出信号 P_x 经过导线输入到控制计算机;转速传感器安装在电动 / 发电机的输出轴上,用于测量电动 / 发电机的转速,转速传感器的输出信号 U_n 经导线输入到控制计算机;电压传感器连接在直流母线上,实时检测直流母线两端的电压,其输出信号 U_v 输入到控制计算机;控制计算机与第 I 脉宽信号(PWM)发生器和第 II 脉宽信号(PWM)发生器连接,以便于将控制计算机产生控制主电动机转速的第 I 指令信号 U_{v1} 输入到第 I 脉宽信号发生器的输入端、控制计算机产生控制电动 / 发电机转速的第 II 指令信号 U_{v2} 输入到第 II 脉宽信号发生器输入端和控制计算机产生控制二位三通控制阀的开关信号 U_d 输入到二位三通控制阀的信号端;第 I 脉宽信号发生器与第 I 驱动模块连接,第 I 驱动模块与主逆变器连接;第 II 脉宽信号发生器与第 II 驱动模块连接,第 II 驱动模块与电机转速控制器连接,电机转速控制器与电动 / 发电机连接以控制电动 / 发电机的转速;电动 / 发电机的输出轴与液压泵 / 马达的输入轴连接,驱动液压泵 / 马达按照给定的转速旋转。

[0006] 所述电机转速控制器是控制交流电动机转速的逆变器,也可以是控制直流电动机转速的变换器。

[0007] 所述电动 / 发电机是直流电动机、交流电动机、异步电动机、同步电动机、开关磁阻电动机或交直流伺服电动机中的任意一种。

[0008] 所述液压泵 / 马达是定量液压泵 / 马达或电子控制的变排量比例液压泵 / 马达中的任意一种。

[0009] 所述电动 / 发电机为一个电动 / 发电机或是两个以上电动 / 发电机的组合。

[0010] 所述液压泵 / 马达是一个液压泵 / 马达或是两个以上液压泵 / 马达组成的液压泵 / 马达组。

[0011] 所述二位三通控制阀是直动式的电磁换向阀、先导型的电液换向阀或插装型的阀组中的任意一种。

[0012] 所述液压蓄能器是一个蓄能器,或是两个以上蓄能器构成的蓄能器组。

[0013] 所述电子控制的变排量比例液压泵 / 马达是变量机构单方向摆动的变量液压泵 / 马达或变量机构双方向摆动的变量液压泵 / 马达中的任意一种。

[0014] 一种实现电动机储能制动系统的控制方法,该控制方法首先通过整流器对电网供给的交流电进行整流,转变为直流电,然后经滤波电容对直流电进行滤波;接着控制计算机给出控制主电动机转速的设定信号 U_{v1} ,该转速设定信号 U_{v1} 经第 I 脉宽信号发生电路进行调制生成与设定转速对应的 PWM 波,PWM 波信号控制第 I 驱动模块驱动逆变器,逆变器控制主电动机按照设定的转速转动;

[0015] 当主电动机制动或减速时,主电动机转速对应的频率高于第 I 脉宽信号发生器给出的频率,主电动机处于发电状态,这时控制计算机给出控制电动 / 发电机转速的控制信

号 U_{v2} , 该控制信号 U_{v2} 经第 II 脉宽信号发生器进行调制生成对应的脉宽信号, 脉宽信号通过第 II 驱动模块驱动电机转速控制器控制电动 / 发电机运行, 电动 / 发电机驱动液压泵 / 马达工作; 在主电动机制动或减速的同时, 控制计算机给出控制信号 U_b 到二位三通控制阀, 使蓄能器的进油口与液压泵 / 马达的出油口 P1 连通, 与液压油箱断开, 液压泵 / 马达排出的油液进入到液压蓄能器中; 制动过程结束时, 控制计算机给出控制信号使电动 / 发电机停止转动, 同时控制二位三通控制阀复位, 液压泵 / 马达与液压蓄能器断开, 液压泵 / 马达与液压油箱接通; 再一次启动主电动机时, 控制计算机将同时给出控制主电动机转速和电动 / 发电机转速的信号 U_{v1} 和 U_{v2} , 给出控制信号 U_b 到二位三通控制阀, 使蓄能器的进油口与液压泵 / 马达的出油口 P1 连通, 液压蓄能器驱动液压泵 / 马达工作, 使电动 / 发电机处于发电状态, 发出的电经过电机转速控制器进入到直流母线中, 实现对主电动机制动能量的再生利用;

[0016] 当主电动机在外负载的牵引下发电运行, 这时控制计算机给出控制电动 / 发电机转速的控制信号 U_{v2} , 该控制信号 U_{v2} 经第 II 脉宽信号发生器进行调制生成对应的脉宽信号, 脉宽信号通过第 II 驱动模块驱动电机转速控制器控制电动 / 发电机运行, 电动 / 发电机驱动液压泵 / 马达从液压油箱吸油; 控制计算机给出控制信号 U_b 到二位三通控制阀, 使蓄能器的进油口与液压泵 / 马达的出油口 P1 连通, 与液压油箱断开, 液压泵 / 马达排出的油液进入到液压蓄能器中, 从而将外负载牵引主电动机发出的电能, 经过电动 / 发电机、液压泵 / 马达转化为液压能存储到液压蓄能器中。

[0017] 由于本发明采用了上述技术方案, 与现有技术相比, 省掉了制动电阻, 直接回收利用电动机减速制动的动能, 使异步电动机具有四象限工作的能力; 回收外负载提供的势能, 改善大功率电动机频繁启停对电网的干扰, 也减小了电动机的发热, 进一步提高了电动机的使用寿命; 通过控制电动机启动和停止的时间, 减小电动机的启动扭矩, 使恒压系统可以频繁启停, 不需要经过复杂的逆变单元向电网馈电, 即能存储并利用电动机处于发电工况所产生的电能, 同时提高电动机的制动减速性能、缩短电机制动时间; 相对于采用超级电容和飞轮电池, 采用液压蓄能器储能, 技术成熟, 运行可靠、寿命长, 不存在过高的费用和复杂的运行环境要求, 宜于实际投入使用。因此, 本发明具有储能能量大、对电网干扰小、使用方便等优点。

附图说明

[0018] 图 1 是本发明采用定量液压泵 / 马达的原理结构示意图;

[0019] 图 2 是本发明采用变量液压泵 / 马达的原理结构示意图;

[0020] 图中: 1: 主电动机; 2: 整流器; 3: 主逆变器; 4: 直流母线; 5: 滤波电容; 6: 控制计算机; 7: 第 I 脉宽信号(PWM)发生器; 8: 第 I 驱动模块; 9: 电机转速控制器; 10: 电动 / 发电机; 11: 液压泵 / 马达; 12: 二位三通控制阀; 13: 液压蓄能器; 14: 安全阀; 15: 压力传感器; 16: 转速传感器; 17: 液压油箱; 18: 电压传感器; 19: 第 II 脉宽信号(PWM)发生器; 20: 第 II 驱动模块; P1: 液压泵 / 马达 11 的出油口; P2: 二位三通控制阀 12 的进油口; P3: 安全阀 14 的进油口; A: 二位三通控制阀 12 的出油口; T: 二位三通控制阀 12 的回油口; U_b : 二位三通控制阀 12 的开关信号; P_x : 液压蓄能器进油口压力信号; U_v : 直流母线 4 两端电压; U_n : 转速传感器 16 的输出信号; U_{v1} : 第 I 指令信号; U_{v2} : 第 II 指令信号。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步的详细描述。

[0022] 实施例 1

[0023] 如图 1 所示,本实施例中的电动机储能制动系统,包含有主电动机 1、整流器 2、主逆变器 3、直流母线 4、滤波电容 5、控制计算机 6、第 I 脉宽信号(PWM)发生器 7 和第 I 驱动模块 8,其中:它还包括电机转速控制器 9、电动 / 发电机 10、液压泵 / 马达 11、二位三通控制阀 12、液压蓄能器 13、安全阀 14、压力传感器 15、转速传感器 16、液压油箱 17、电压传感器 18、第 II 脉宽信号(PWM)发生器 19 和第 II 驱动模块 20;液压泵 / 马达 11 的出油口 P1 通过管路与二位三通控制阀 12 的进油口 P2 和安全阀 14 的进油口 P3 连接,二位三通控制阀 12 的回油口 T 通过管路与液压油箱 17 连接,二位三通控制阀 12 的出油口 A 通过管路与液压蓄能器 13 的进油口连接,压力传感器 15 安装在与液压蓄能器 13 入口连通的管路上以检测液压蓄能器入口处的压力,其输出信号 P_x 经过导线输入到控制计算机 6;转速传感器 16 安装在电动 / 发电机 10 的输出轴上,用于测量电动 / 发电机 10 的转速,转速传感器 16 的输出信号 U_n 经导线输入到控制计算机 6;电压传感器 18 连接在直流母线 4 上,实时检测直流母线 4 两端的电压,其输出信号 U_v 输入到控制计算机 6;控制计算机 6 与第 I 脉宽信号(PWM)发生器 7 和第 II 脉宽信号(PWM)发生器 19 连接,以便于将控制计算机 6 产生控制主电动机 1 转速的第 I 指令信号 U_{v1} 输入到第 I 脉宽信号发生器 7 的输入端、控制计算机 6 产生控制电动 / 发电机 10 转速的第 II 指令信号 U_{v2} 输入到第 II 脉宽信号发生器 19 输入端和控制计算机 6 产生控制二位三通控制阀 12 的开关信号 U_d 输入到二位三通控制阀 12 的信号端;第 I 脉宽信号发生器 7 与第 I 驱动模块 8 连接,第 I 驱动模块 8 与主逆变器 3 连接;第 II 脉宽信号发生器 19 与第 II 驱动模块 20 连接,第 II 驱动模块 20 与电机转速控制器 9 连接,电机转速控制器 9 与电动 / 发电机 10 连接以控制电动 / 发电机 10 的转速;电动 / 发电机 10 的输出轴与液压泵 / 马达 11 的输入轴连接,驱动液压泵 / 马达 11 按照给定的转速旋转。

[0024] 上述实施例中的电机转速控制器 9 是控制交流电动机转速的逆变器,该电机转速控制器 9 也可以是控制直流电动机转速的变换器。

[0025] 上述实施例中的电动 / 发电机 10 采用的是单个同步电动机,也可以采用直流电动机、交流电动机、异步电动机、开关磁阻电动机或交直流伺服电动机中的任意一种代替同步电动机。

[0026] 上述实施例中的液压泵 / 马达 11 采用的是定量液压泵 / 马达。

[0027] 上述实施例中的电动 / 发电机 10 也可以采用两个以上电动 / 发电机的组合。

[0028] 上述实施例中的液压泵 / 马达 11 采用的是一个液压泵 / 马达,也可以采用两个以上液压泵 / 马达组成的液压泵 / 马达组。

[0029] 上述实施例中的二位三通控制阀 12 采用的是直动式的电磁换向阀。

[0030] 上述实施例中的液压蓄能器 13 采用的是一个蓄能器。

[0031] 所述电子控制的变排量比例液压泵 / 马达 11 是变量机构单方向摆动的变量液压泵 / 马达或变量机构双方向摆动的变量液压泵 / 马达中的任意一种。

[0032] 一种实现上述电动机储能制动系统的控制方法,该控制方法首先通过整流器 2 对

电网供给的交流电进行整流,转变为直流电,然后经滤波电容 5 对直流电进行滤波;接着控制计算机 6 给出控制主电动机 1 转速的设定信号 U_{v1} ,该转速设定信号 U_{v1} 经第 I 脉宽信号发生电路 7 进行调制生成与设定转速对应的 PWM 波,PWM 波信号控制第 I 驱动模块 8 驱动逆变器 3,逆变器 3 控制主电动机 1 按照设定的转速转动;当主电动机 1 制动或减速时,主电动机 1 转速对应的频率高于第 I 脉宽信号发生器 7 给出的频率,主电动机 1 处于发电状态,这时控制计算机 6 给出控制电动 / 发电机 10 转速的控制信号 U_{v2} ,该控制信号 U_{v2} 经第 II 脉宽信号发生器 19 进行调制生成对应的脉宽信号,脉宽信号通过第 II 驱动模块 20 驱动电机转速控制器 9 控制电动 / 发电机 10 运行,电动 / 发电机 10 驱动液压泵 / 马达 11 工作;在主电动机 1 制动或减速的同时,控制计算机 6 给出控制信号 U_d 到二位三通控制阀 12,使蓄能器 13 的进油口与液压泵 / 马达 11 的出油口 P1 连通,与液压油箱 17 断开,液压泵 / 马达 11 排出的油液进入到液压蓄能器 13 中;制动过程结束时,控制计算机 6 给出控制信号使电动 / 发电机 10 停止转动,同时控制二位三通控制阀 12 复位,液压泵 / 马达 11 与液压蓄能器 13 断开,液压泵 / 马达 11 与液压油箱 17 接通;再一次启动主电动机 1 时,控制计算机 6 将同时给出控制主电动机 1 转速和电动 / 发电机 10 转速的信号 U_{v1} 和 U_{v2} ,给出控制信号 U_d 到二位三通控制阀 12,使蓄能器 13 的进油口与液压泵 / 马达 11 的出油口 P1 连通,液压蓄能器 13 驱动液压泵 / 马达 11 工作,使电动 / 发电机 10 处于发电状态,发出的电经过电机转速控制器 9 进入到直流母线 4 中,实现对主电动机 1 制动能量的再生利用;当主电动机 1 在外负载的牵引下发电运行,这时控制计算机 6 给出控制电动 / 发电机 10 转速的控制信号 U_{v2} ,该控制信号 U_{v2} 经第 II 脉宽信号发生器 19 进行调制生成对应的脉宽信号,脉宽信号通过第 II 驱动模块 20 驱动电机转速控制器 9 控制电动 / 发电机 10 运行,电动 / 发电机 10 驱动液压泵 / 马达 11 从液压油箱 17 吸油;控制计算机 6 给出控制信号 U_d 到二位三通控制阀 12,使蓄能器 13 的进油口与液压泵 / 马达 11 的出油口 P1 连通,与液压油箱 17 断开,液压泵 / 马达 11 排出的油液进入到液压蓄能器 13 中,从而将外负载牵引主电动机 1 发出的电能,经过电动 / 发电机 10、液压泵 / 马达 11 转化为液压能存储到液压蓄能器 13 中。

[0033] 实施例 2

[0034] 如图 2 所示,本实施例中的电动机储能制动系统及控制方法与实施例 1 中的结构和控制方法基本相同,区别如下:将定量液压泵 / 马达 11 采用电子控制的变排量比例液压泵 / 马达代替;二位三通控制阀 12 采用先导型的电液换向阀;液压蓄能器 13 采用两个蓄能器构成的蓄能器组。

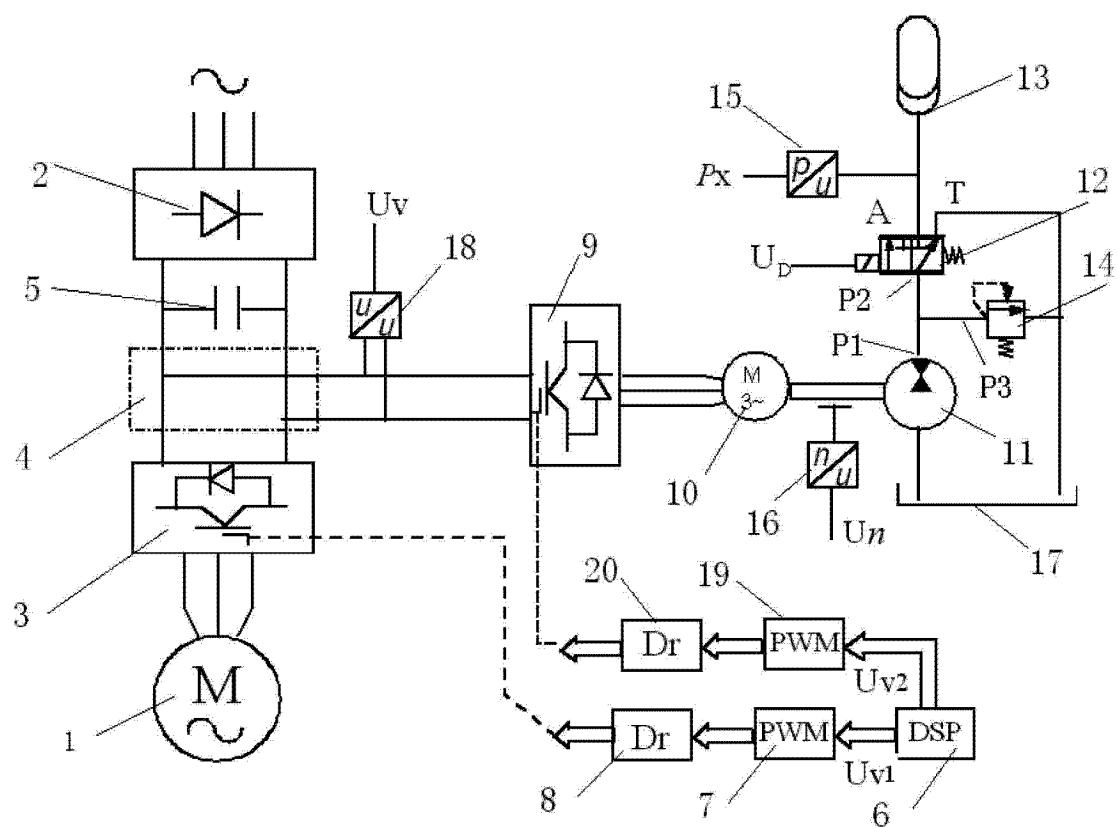


图 1

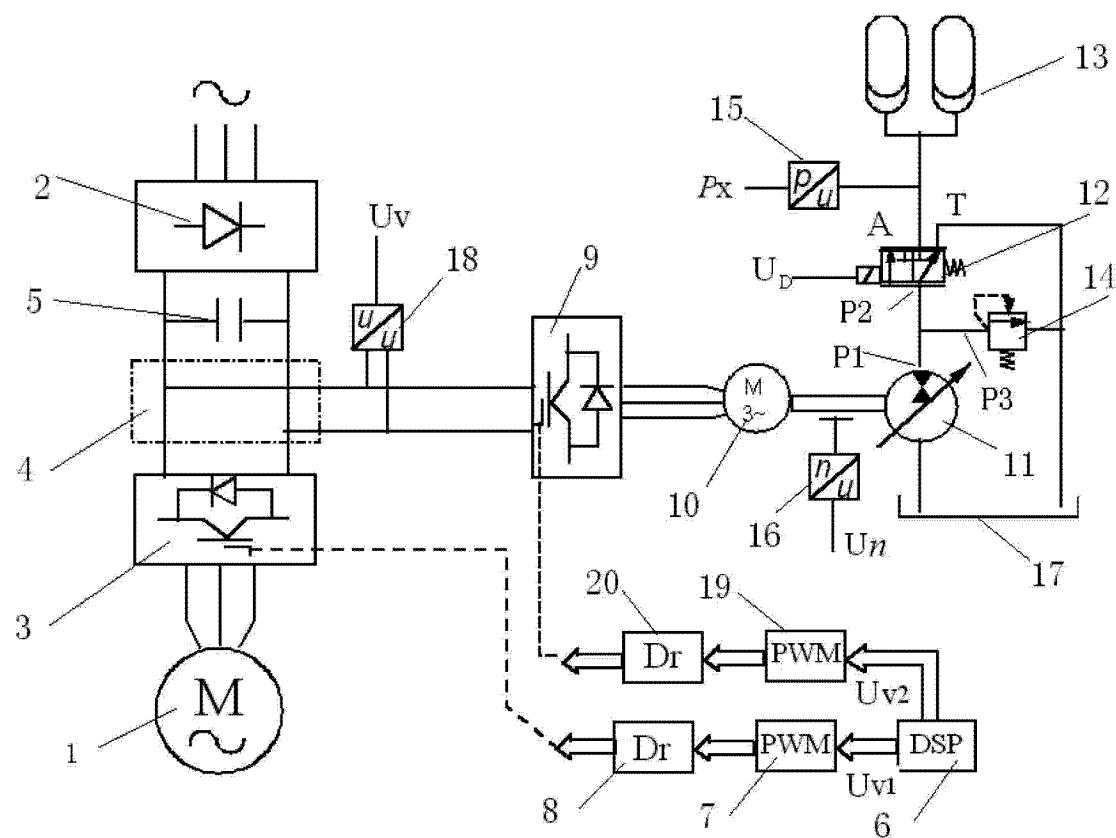


图 2