



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102664574 B

(45) 授权公告日 2014. 08. 06

(21) 申请号 201210173432. 3

CN 201528298 U, 2010. 07. 14,

(22) 申请日 2012. 05. 30

高鹏飞. 自控变频式同步电动机锁相并网技术研究. 《中国优秀硕士学位论文电子期刊网》. 2011,
高鹏飞. 自控变频式同步电动机锁相并网技术研究. 《中国优秀硕士学位论文电子期刊网》. 2011,

(73) 专利权人 哈尔滨同为电气股份有限公司
地址 150078 黑龙江省哈尔滨市开发区迎宾路集中区鄱阳中街 17 号

审查员 白超

(72) 发明人 金光哲 孙向瑞 徐殿国 高强 赵璋

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事务所 23109

代理人 张果瑞

(51) Int. Cl.

H02P 6/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101783497 A, 2010. 07. 21,

CN 202565218 U, 2012. 11. 28,

JP 特开 2000-228898 A, 2000. 08. 15,

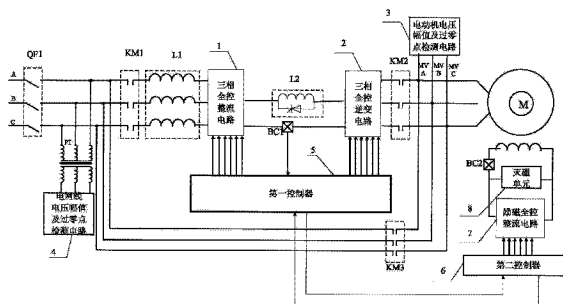
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

中高压同步电动机自控变频软起动装置及方法

(57) 摘要

中高压同步电动机自控变频软起动装置及方法, 涉及电动机的启动控制技术领域。本发明解决了目前的中高压同步电动机软起动装置的结构复杂、性能价格比差、维护复杂、使用不方便, 且控制方法还不够准确可靠的问题。本发明的启动方法为: 在电动机起动初期, 确定电动机转子的位置; 然后, 第一控制器给三相全控逆变电路的晶闸管触发脉冲, 驱动电动机转子进入升速过程; 再通过速度限定曲线协调控制逆变角, 增加逆变角的自由度; 当电动机的频率升到 $50 \pm 0.25\text{Hz}$, 进入调幅及锁相阶段; 当电动机与电网同频同相位时, 将电动机的三相电源输入端与电网连接。它用于启动中高压同步电动机。



1. 基于中高压同步电动机自控变频软起动装置的中高压同步电动机自控变频软起动方法,中高压同步电动机自控变频软起动装置包括受电开关(QF1)、三相进线接触器(KM1)、高压电压互感器(PT)、电网线电压幅值及过零点检测电路(4)、三个进线电抗器(L1)、三相全控整流电路(1)、直流平波电抗器(L2)、第一霍尔传感器(BC1)、三相全控逆变电路(2)、三相启动接触器(KM2)、电动机电压幅值及过零点检测电路(3)、第一控制器(5)、三相旁路接触器(KM3)、第二控制器(6)、励磁全控整流电路(7)、灭磁单元(8)、第二霍尔传感器(BC2);

三相全控整流电路、三相全控逆变电路(2)和励磁全控整流电路(7)结构相同,

受电开关(QF1)的三个静触点通过三相进线接触器(KM1)分别与第一进线电抗器、第二进线电抗器和第三进线电抗器的一端连接,

同时,受电开关(QF1)的三个静触点还通过三相旁路接触器(KM3)与电动机M的三相电源信号输入端连接,

同时,受电开关(QF1)的三个静触点还通过三相高压电压互感器(PT)与电网线电压幅值及过零点检测电路(4)的检测信号输入端连接,

第一进线电抗器、第二进线电抗器和第三进线电抗器的另一端分别与三相全控整流电路(1)的三相信号输入端连接,三相全控整流电路(1)的直流母线正极输出端与三相全控逆变电路(2)的正极输入端之间串联直流平波电抗器(L2),三相全控整流电路(1)的直流母线负极输出端与三相全控逆变电路(2)的负极输入端连接,第一霍尔传感器(BC1)用于测量直流母线的电流信号,第一霍尔传感器(BC1)的检测信号输出端与第一控制器(5)的母线电流输入端连接,第一控制器(5)的六个整流晶闸管触发信号输出端分别与三相全控整流电路的六个晶闸管触发信号输入端连接,第一控制器(5)的六个逆变晶闸管触发信号输出端与三相全控逆变电路(2)的六个晶闸管触发信号输入端连接,

三相全控逆变电路(2)的三相电流输出端通过三相启动接触器(KM2)分别与电动机电压幅值及过零点检测电路(3)的三相信号输入端连接,所述三相全控逆变电路(2)的三相电流输出端还通过三相启动接触器(KM2)分别与电动机的三相电源输入端连接;

第一控制器(5)通过串行数据端口与第二控制器(6)连接,第二控制器(6)的六个励磁晶闸管触发信号输出端与励磁全控整流电路(7)的六个晶闸管触发信号输入端连接,

电动机的励磁绕组与灭磁单元(8)并联连接后与励磁全控整流电路(7)直流侧的两极连接,第二霍尔传感器(BC2)用于检测直流母线的电流信号;

所述方法包括如下步骤:

步骤一:在电动机起动初期,通过第一控制器(5)给定三相全控逆变电路(2)输出两个矢量的定子电压给电动机,调整电动机转子定位到固定位置,同时,第二控制器(6)控制励磁绕组的电流为电动机额定励磁电流;

步骤二:待电动机转子定位之后,第一控制器(5)再以步进的方式给三相全控逆变电路(2)的晶闸管触发脉冲,使电动机的定子绕组形成旋转磁场,以拉动电动机的转子旋转,

当电动机电压幅值及过零点检测电路(3)检测到电动机转子频率大于6%额定频率时,第一控制器(5)采用反电动势过零检测确定三相全控逆变电路(2)的晶闸管的控制脉冲发送时刻,并在该时刻发送触发脉冲,驱动电动机转子进入升速过程;

步骤三:在电动机升速过程中,通过过零点延时检测的方式来屏蔽换相时反电动势产

生的虚假过零信号；

通过速度限定曲线协调控制逆变角，增加逆变角的自由度，进而提高起动转矩；

步骤四：当电动机电压幅值及过零点检测电路(3)检测的电动机的频率升到 $50 \pm 0.25\text{Hz}$ 后，进入调幅及锁相阶段；

在调幅及锁相阶段，同时进行调幅和锁相，其中调幅过程为：

通过电网线电压幅值及过零点检测电路(4)检测获得电网电压幅值，

通过第二控制器(6)控制励磁全控整流电路(7)调节励磁绕组的电流，使得电网电压幅值与电动机反电动势幅值相同；

锁相过程为：调整三相全控整流电路(1)的控制角度和三相全控逆变电路(2)的逆变角度，使得电动机的相位与电网的相位相同；

步骤五：通过控制受电开关(QF1)和三相旁路接触器(KM3)使得电动机M的三相电源输入端与电网连接；

其特征在于，步骤二中，当电动机电压幅值及过零点检测电路(3)检测到电动机转子频率在5%至6%之间时，加入N等分加速触发脉冲，减小反电动势过零检测给定触发时刻的冲击电流，N的取值范围为[3,12]。

2. 根据权利要求1所述的中高压同步电动机自控变频软起动方法，其特征在于，三相全控整流电路是由6个晶闸管构成的。

3. 根据权利要求1所述的中高压同步电动机自控变频软起动方法，其特征在于，第一控制器(5)和第二控制器(6)为DSP控制器。

4. 根据权利要求1所述的中高压同步电动机自控变频软起动方法，其特征在于，第一控制器(5)的型号为TMS320F2812。

5. 根据权利要求1所述的中高压同步电动机自控变频软起动方法，其特征在于，步骤四所述的锁相过程中，通过电网线电压幅值及过零点检测电路(4)检测的电网电压的过零点与电动机电压幅值及过零点检测电路(3)检测的电动机的反电动势的过零点，比较检测所述两个过零点的相位差，并根据所述相位差调整三相全控整流电路(1)的控制角度和三相全控逆变电路(2)的逆变角度实现锁相。

中高压同步电动机自控变频软起动装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电动机的启动控制技术领域,特别涉及一种中高压同步电动机自控变频软起动装置及方法。

背景技术

[0002] 目前中高压(1~35KV)大容量电动机软起动需采用降压起动或软起动方式,用以减小电动机起动时对电网及机械设备产生的冲击。当前常采用的电动机起动方式有液体电阻降压起动方式、可控硅串联软起动方式、开关变压器等软起动方式等,以上各种方式各有弊端,采用液体电阻降压起动方式存在体积大、维护工作量大、控制不准确、重复精度差、受环境影响大等问题;采用可控硅串联软起动方式存在可靠性低、谐波含量高等缺点;采用开关变压器软起动方式存在大量的铁磁材料价格昂贵、体积庞大、谐波含量高等缺陷。目前的中高压同步电动机软起动装置的结构复杂、性能价格比差、维护复杂、使用不方便,且控制方法还不够准确可靠。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决目前的中高压同步电动机软起动装置的结构复杂、性能价格比差、维护复杂、使用不方便,且启动方法还不够准确可靠的问题,提供一种中高压同步电动机自控变频软起动装置及方法。

[0004] 本发明的中高压同步电动机自控变频软起动装置及方法,它包括受电开关 QF1、三相进线接触器 KM1、高压电压互感器 PT、电网线电压幅值及过零点检测电路、三个进线电抗器 L1、三相全控整流电路、直流平波电抗器 L2、第一霍尔传感器 BC1、三相全控逆变电路、三相启动接触器 KM2、电动机电压幅值及过零点检测电路、第一控制器、三相旁路接触器 KM3、第二控制器、励磁全控整流电路、灭磁单元、第二霍尔传感器 BC2;

[0005] 三相全控整流电路、三相全控逆变电路和励磁全控整流电路结构相同,

[0006] 受电开关 QF1 的三个静触点通过三相进线接触器 KM1 分别与第一进线电抗器、第二进线电抗器和第三进线电抗器的一端连接,

[0007] 同时,受电开关 QF1 的三个静触点还通过三相旁路接触器 KM3 与电动机 M 的三相电源信号输入端连接,

[0008] 同时,受电开关 QF1 的三个静触点还通过三相高压电压互感器 PT 与电网线电压幅值及过零点检测电路的检测信号输入端连接,

[0009] 第一进线电抗器、第二进线电抗器和第三进线电抗器的另一端分别与三相全控整流电路的三相信号输入端连接,三相全控整流电路的直流母线正极输出端与三相全控逆变电路的正极输入端之间串联直流平波电抗器 L2,三相全控整流电路的直流母线负极输出端与三相全控逆变电路的负极输入端连接,第一霍尔传感器 BC1 用于测量直流母线的电流信号,第一霍尔传感器 BC1 的检测信号输出端与第一控制器的母线电流输入端连接,第一控制器的六个整流晶闸管触发信号输出端分别与三相全控整流电路的六个晶闸管触发信号

输入端连接,第一控制器的六个逆变晶闸管触发信号输出端与三相全控逆变电路的六个晶闸管触发信号输入端连接,

[0010] 三相全控逆变电路的三相电流输出端通过三相启动接触器 KM2 分别与电动机电压幅值及过零点检测电路的三相信号输入端连接,所述三相全控逆变电路的三相电流输出端还通过三相启动接触器 KM2 分别与电动机的三相电源输入端连接;

[0011] 第一控制器通过串行数据端口与第二控制器连接,第二控制器的六个励磁晶闸管触发信号输出端与励磁全控整流电路的六个晶闸管触发信号输入端连接,

[0012] 电动机的励磁绕组与灭磁单元并联连接后与励磁全控整流电路直流侧的两极连接,第二霍尔传感器 BC2 用于检测直流母线的电流信号。

[0013] 所述中高压同步电动机自控变频软起动装置的述中高压同步电动机自控变频软起动方法,它包括如下步骤:

[0014] 步骤一:在电动机起动初期,通过第一控制器给定三相全控逆变电路输出两个矢量的定子电压给电动机,调整电动机转子定位到固定位置,同时,第二控制器控制励磁绕组的电流为电动机额定励磁电流;

[0015] 步骤二:待电动机转子定位之后,第一控制器再以步进的方式给三相全控逆变电路的晶闸管触发脉冲,使电动机的定子绕组形成旋转磁场,以拉动电动机的转子旋转,

[0016] 当电动机电压幅值及过零点检测电路检测到电动机转子频率大于 6% 额定频率时,第一控制器采用反电动势过零检测确定三相全控逆变电路的晶闸管的控制脉冲发送时刻,并在该时刻发送触发脉冲,驱动电动机转子进入升速过程;

[0017] 步骤三:在电动机升速过程中,通过过零点延时检测的方式来屏蔽换相时反电动势产生的虚假过零信号;

[0018] 通过速度限定曲线协调控制逆变角,增加逆变角的自由度,进而提高起动转矩;

[0019] 步骤四:当电动机电压幅值及过零点检测电路检测的电动机的频率升到 $50 \pm 0.25\text{Hz}$ 后,进入调幅及锁相阶段;

[0020] 在调幅及锁相阶段,同时进行调幅和锁相,其中调幅过程为:

[0021] 通过电网线电压幅值及过零点检测电路检测获得电网电压幅值,

[0022] 通过第二控制器控制励磁全控整流电路调节励磁绕组的电流,使得电网电压幅值与电动机反电动势幅值相同;

[0023] 锁相过程为:调整三相全控整流电路的控制角度和三相全控逆变电路的逆变角度,使得电动机的相位与电网的相位相同;

[0024] 步骤五:通过控制受电开关 QF1 和三相旁路接触器 KM3 使得电动机 M 的三相电源输入端与电网连接。

[0025] 本发明的优点是:

[0026] 电动机软起动电流可限制在电动机额定电流的 30% 范围内,即装置的容量可按电动机额定容量的 30%~50% 设计即可平稳、安全、可靠的起动中高压同步电动机,不存在因大容量同步电动机的起动引起电网电压剧烈波动的情况。电动机电压在额定电压的 0~100% 范围内连续可调。起动初期采用的换流控制方式准确可靠且价格低廉。锁相环严格的比较电网电压与电动机定子电压频率、幅值及相位关系并通过对整流环节、逆变环节及励磁的协调控制实现无冲击并网。因起动电流小,且由变频回路转向工频回路时采用了高

可靠性的锁相控制,故减小了对机械设备及公共电网的冲击,控制灵活。

[0027] 本发明的控制方法可以平滑无级宽范围调节中高压同步电动机的电动机起动电流、频率、起动转矩。可做到对电网及机械设备的无冲击,且性能可靠、价格低廉、维护方便。

附图说明:

[0028] 图 1 为本发明的装置的结构示意图。

具体实施方式

[0029] 具体实施方式一:下面结合图 1 说明本实施方式,本实施方式所述的中高压同步电动机自控变频软起动装置,它包括受电开关 QF1、三相进线接触器 KM1、高压电压互感器 PT、电网线电压幅值及过零点检测电路 4、三个进线电抗器 L1、三相全控整流电路 1、直流平波电抗器 L2、第一霍尔传感器 BC1、三相全控逆变电路 2、三相启动接触器 KM2、电动机电压幅值及过零点检测电路 3、第一控制器 5、三相旁路接触器 KM3、第二控制器 6、励磁全控整流电路 7、灭磁单元 8、第二霍尔传感器 BC2;

[0030] 三相全控整流电路、三相全控逆变电路 2 和励磁全控整流电路 7 结构相同,

[0031] 受电开关 QF1 的三个静触点通过三相进线接触器 KM1 分别与第一进线电抗器、第二进线电抗器和第三进线电抗器的一端连接,

[0032] 同时,受电开关 QF1 的三个静触点还通过三相旁路接触器 KM3 与电动机 M 的三相电源信号输入端连接,

[0033] 同时,受电开关 QF1 的三个静触点还通过三相高压电压互感器 PT 与电网线电压幅值及过零点检测电路 4 的检测信号输入端连接,

[0034] 第一进线电抗器、第二进线电抗器和第三进线电抗器的另一端分别与三相全控整流电路 1 的三相信号输入端连接,

[0035] 三相全控整流电路 1 的直流母线正极输出端与三相全控逆变电路 2 的正极输入端之间串联直流平波电抗器 L2,

[0036] 三相全控整流电路 1 的直流母线负极输出端与三相全控逆变电路 2 的负极输入端连接,第一霍尔传感器 BC1 用于测量直流母线的电流信号,第一霍尔传感器 BC1 的检测信号输出端与第一控制器 5 的母线电流输入端连接,

[0037] 第一控制器 5 的六个整流晶闸管触发信号输出端分别与三相全控整流电路的六个晶闸管触发信号输入端连接,第一控制器 5 的六个逆变晶闸管触发信号输出端与三相全控逆变电路 2 的六个晶闸管触发信号输入端连接,

[0038] 三相全控逆变电路 2 的三相电流输出端通过三相启动接触器 KM2 分别与电动机电压幅值及过零点检测电路 3 的三相信号输入端连接,所述三相全控逆变电路 2 的三相电流输出端还通过三相启动接触器 KM2 分别与电动机的三相电源输入端连接;

[0039] 第一控制器 5 通过串行数据端口与第二控制器 6 连接,第二控制器 6 的六个励磁晶闸管触发信号输出端与励磁全控整流电路 7 的六个晶闸管触发信号输入端连接,

[0040] 电动机的励磁绕组与灭磁单元 8 并联连接后与励磁全控整流电路 7 直流侧的两极连接,第二霍尔传感器 BC2 用于检测直流母线的电流信号。

[0041] 具体实施方式二:本实施方式是对具体实施方式一所述的中高压同步电动机自控

变频软起动装置的进一步说明,三相全控整流电路是由 6 个晶闸管构成的。

[0042] 具体实施方式三:本实施方式是对具体实施方式一所述的中高压同步电动机自控变频软起动装置的进一步说明,第一控制器 5 和第二控制器 6 为 DSP 控制器。

[0043] 具体实施方式四:本实施方式是对具体实施方式一所述的中高压同步电动机自控变频软起动装置的进一步说明,第一控制器 5 的型号为 TMS320F2812。

[0044] 具体实施方式五:本实施方式是基于具体实施方式一所述的中高压同步电动机自控变频软起动装置的中高压同步电动机自控变频软起动方法,

[0045] 步骤一:在电动机起动初期,通过第一控制器 5 给定三相全控逆变电路 2 输出两个矢量的定子电压给电动机,调整电动机转子定位到固定位置,同时,第二控制器 6 控制励磁绕组的电流为电动机额定励磁电流;

[0046] 步骤二:待电动机转子定位之后,第一控制器 5 再以步进的方式给三相全控逆变电路 2 的晶闸管触发脉冲,使电动机的定子绕组形成旋转磁场,以拉动电动机的转子旋转,

[0047] 当电动机电压幅值及过零点检测电路 3 检测到电动机转子频率大于 6% 额定频率时,第一控制器 5 采用反电动势过零检测确定三相全控逆变电路 2 的晶闸管的控制脉冲发送时刻,并在该时刻发送触发脉冲,驱动电动机转子进入升速过程;

[0048] 步骤三:在电动机升速过程中,通过过零点延时检测的方式来屏蔽换相时反电动势产生的虚假过零信号;

[0049] 通过速度限定曲线协调控制逆变角,增加逆变角的自由度,进而提高起动转矩;

[0050] 为防止在速度剧烈变化特别是在逆变角 β 较小时屏蔽作用的失效对过零点的误判断,装置引入了速度限定曲线。

[0051] 步骤四:当电动机电压幅值及过零点检测电路 3 检测的电动机的频率升到 $50 \pm 0.25\text{Hz}$ 后,进入调幅及锁相阶段;

[0052] 在调幅及锁相阶段,同时进行调幅和锁相,其中调幅过程为:

[0053] 通过电网线电压幅值及过零点检测电路 4 检测获得电网电压幅值,

[0054] 通过第二控制器 6 控制励磁全控整流电路 7 调节励磁绕组的电流,使得电网电压幅值与电动机反电动势幅值相同;

[0055] 通过电动机电压幅值及过零点检测电路监测电动机反电动势是否与电网的幅值相同;

[0056] 锁相过程为:调整三相全控整流电路 1 的控制角度和三相全控逆变电路 2 的逆变角度,使得电动机的相位与电网的相位相同;

[0057] 步骤五:通过控制受电开关 QF1 和三相旁路接触器 KM3 使得电动机 M 的三相电源输入端与电网连接。

[0058] 具体实施方式六:本实施方式为对具体实施方式五所述的中高压同步电动机自控变频软起动方法的进一步说明,步骤二中,当电动机电压幅值及过零点检测电路 (3) 检测到电动机转子频率在 5% 至 6% 之间时,加入 N 等分加速触发脉冲,减小反电动势过零检测给定触发时刻的冲击电流,N 的取值范围为 [3, 12]。

[0059] 具体实施方式七:本实施方式是对具体实施方式五所述的中高压同步电动机自控变频软起动方法的进一步说明,步骤四所述的锁相过程中,通过电网线电压幅值及过零点检测电路 4 检测的电网电压的过零点与电动机电压幅值及过零点检测电路 3 检测的电动机

的反电动势的过零点,比较检测所述两个过零点的相位差,并根据所述相位差调整三相全控整流电路 1 的控制角度和三相全控逆变电路 2 的逆变角度实现锁相。

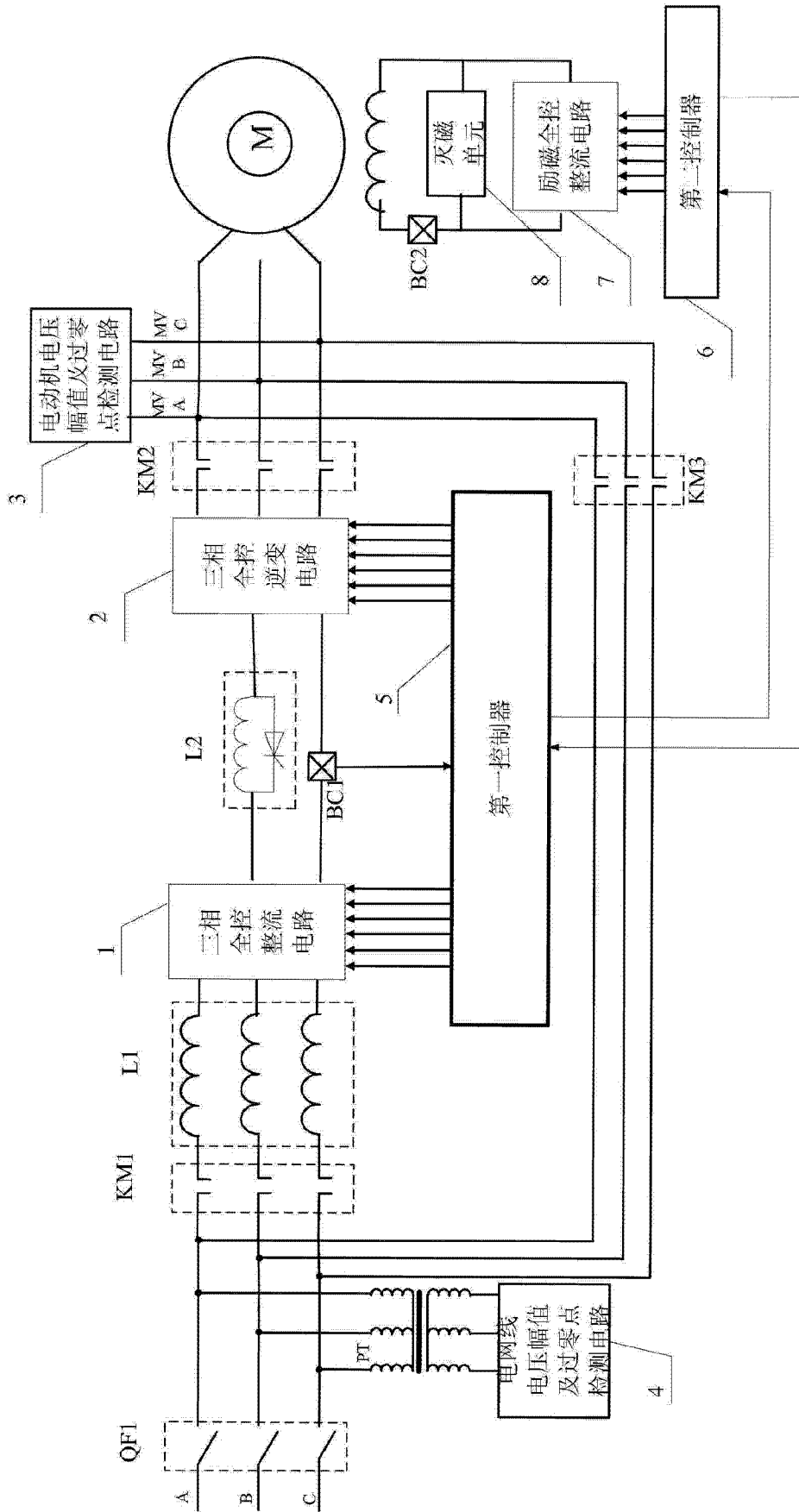


图 1