



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101814873 A

(43) 申请公布日 2010.08.25

(21) 申请号 201010146265.4

(22) 申请日 2010.04.13

(71) 申请人 汪樾生

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路  
38号求是村39幢403室

(72) 发明人 汪樾生

(74) 专利代理机构 杭州中成专利事务所有限公  
司 33212

代理人 金祺

(51) Int. Cl.

H02P 1/30(2006.01)

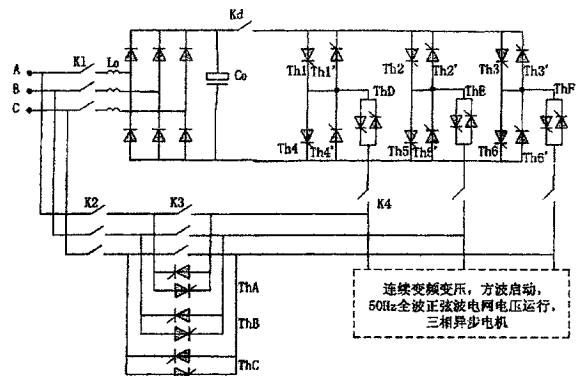
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于电动机的连续变频变压的软启动器

(57) 摘要

本发明涉及电力电子控制设备,旨在提供一种用于电动机的连续变频变压的软启动器。该软启动器包括与三相电网电源相连的机械开关 K1;还包括由逆变器与全控型高频电子开关 Kd 组成的串联电路,该串联电路与电容 C<sub>0</sub> 并联在一个三相二极管整流桥输出两端;机械开关 K1 连接于三相二极管整流桥输入端;逆变器由六组晶闸管 Th1,1' ~ Th6,6' 组成 3 对桥臂,每个桥臂均由两个反并的晶闸管组成;3 对桥臂的上下桥臂的中点分别引出导线并经机械开关 K4 连接至三相异步电机。本发明仅用一只全控型电子开关 Kd 就能同时起到调压、关断逆变器晶闸管、和在需要保护时切断主电路等三个作用。同时因为采用晶闸管逆变器使线路简单可靠,成本较低,具有相当大的使用灵活性。



1. 一种用于电动机的连续变频变压的软启动器,包括与三相电网电源相连的机械开关 K1,其特征在于,该软启动器还包括由逆变器与全控型高频电子开关 Kd 组成的串联电路,该串联电路与电容  $C_0$  并联在一个三相二极管整流桥输出两端;所述机械开关 K1 连接于三相二极管整流桥输入端;所述逆变器由六组晶闸管 Th1,1' ~ Th6,6' 组成 3 对桥臂,每个桥臂均由两个反并的晶闸管组成;3 对桥臂的上下桥臂的中点分别引出导线并经机械开关 K4 连接至三相异步电机。

2. 根据权利要求 1 所述的软启动器,其特征在于,所述逆变器中桥臂的连接方式为:Th1 与 Th1' 反并、Th4 与 Th4' 反并,两者串联后组成第一对桥臂;Th2 与 Th2' 反并、Th5 与 Th5' 反并,两者串联后组成第二对桥臂;Th3 与 Th3' 反并、Th6 与 Th6' 反并,两者串联后组成第三对桥臂。

3. 根据权利要求 1 所述的软启动器,其特征在于,还包括电感  $L_0$  的设置,是下述设置形式中的任意一种:

A:电感  $L_0$  有三只,并列设置于机械开关 K1 与三相二极管整流桥输入端之间的三根导线上;

B:电感  $L_0$  有一只,设置于三相二极管整流桥的输出端与电容  $C_0$  之间的导线上。

4. 根据权利要求 1 或 2 中任意一项所述的软启动器,其特征在于,所述三相异步电机连接至一个机械开关 K2,机械开关 K2 与所述机械开关 K1 通过同一组导线连接至三相电网电源,三只电感  $L_0$  并列设置与该组导线之上。

5. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的软启动器,其特征在于,所述全控型高频电子开关 Kd 具有以下任意一种构成形式:

A:由一个高频电子开关串联在整流桥输出的任一端;

B:由多个芯片串联并封装在一个模块中成为一只高压开关,接在整流桥输出的任一端;

C:由多个高频电子开关串联成一个高压开关,接在整流桥输出的任一端;

D:由两组高压高频电子开关组成,二者工作于同样频率和相同相位;作为两个 Kd/2 串联于逆变器的两端,即各自接于三相二极管整流桥的两端。

6. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的软启动器,其特征在于,所述机械开关 K4 与三相异步电机之间设置一只 LC 滤波器。

7. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的软启动器,其特征在于,还包括一组双向电子开关 ThD、ThE、ThF,分别串联接于 3 对桥臂的上下桥臂的中点与机械开关 K4 之间,双向电子开关 ThD、ThE、ThF 均由两个反并晶闸管组成。

8. 根据权利要求 7 所述的软启动器,其特征在于,所述三相异步电机另行通过导线连接至三相电源,该导线上设有一个机械开关 K3,其两端并联有一组双向电子开关 Th<sub>A</sub>、Th<sub>B</sub>、Th<sub>C</sub>,双向电子开关 Th<sub>A</sub>、Th<sub>B</sub>、Th<sub>C</sub> 均由两个反并晶闸管组成;Th<sub>A</sub>、Th<sub>B</sub>、Th<sub>C</sub> 与 ThD、ThE、ThF 这两组开关是连锁的,两者不允许同时导通,二者形成电子切换开关。

9. 根据权利要求 1 或 2 中任意一项所述的软启动器,其特征在于,所述软启动器安装于所述三相异步电机的机壳内部,该三相异步电机成为能连续变频变压启动的电动机。

## 用于电动机的连续变频变压的软启动器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电力电子控制设备,更具体地说,本发明涉及一种用于电动机的连续变频变压的软启动器。

### 背景技术

[0002] 在目前的工业生产运行中,因为大电动机启动时电流太大,使电网难以承受,所以常需加一套软启动器。常用的软启动器实际上就是一套由晶闸管组成的降压器。随着电压的降低,虽然启动电流可以减小,但启动转矩也大大减小,对较重负载难以启动。最好是在降压的同时能降低频率,因为降低频率能使电动机的磁场增强,从而提高转矩。而从减少对电网冲击和提高电动机稳定性两者需求角度考虑,这种变频变压要求能够连续调节(或近于连续调节)。虽然利用晶闸管的不同接法会产生若干级不同的频率,但因为级数太少,常不能满足软启动的要求。因此有时只好采用昂贵的变频器来代替启动器。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是克服现有技术中的不足,提供一种用于电动机的连续变频变压的软启动器。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明的技术方案是:提供一种用于电动机的连续变频变压的软启动器,包括与三相电网电源相连的机械开关 K1;该软启动器还包括由逆变器与全控型高频电子开关 Kd 组成的串联电路,该串联电路与电容  $C_0$  并联在一个三相二极管整流桥输出两端;所述机械开关 K1 连接于三相二极管整流桥输入端;所述逆变器由六组晶闸管 Th1, 1' ~ Th6, 6' 组成 3 对桥臂,每个桥臂均由两个反并的晶闸管组成;3 对桥臂的上下桥臂的中点分别引出导线并经机械开关 K4 连接至三相异步电机。

[0005] 本发明中,所述逆变器中桥臂的连接方式为:Th1 与 Th1' 反并、Th4 与 Th4' 反并,两者串联后组成第一对桥臂;Th2 与 Th2' 反并、Th5 与 Th5' 反并,两者串联后组成第二对桥臂;Th3 与 Th3' 反并、Th6 与 Th6' 反并,两者串联后组成第三对桥臂。

[0006] 本发明中,还包括电感  $L_0$  的设置,是下述设置形式中的任意一种:

[0007] A:电感  $L_0$  有三只,并列设置于机械开关 K1 与三相二极管整流桥输入端之间的三根导线上;

[0008] B:电感  $L_0$  有一只,设置于三相二极管整流桥的输出端与电容  $C_0$  之间的导线上。

[0009] 本发明中,所述三相异步电机连接至一个机械开关 K2,机械开关 K2 与所述机械开关 K1 通过同一组导线连接至三相电网电源,三只电感  $L_0$  并列设置与该组导线之上。

[0010] 本发明中,所述全控型高频电子开关 Kd 具有以下任意一种构成形式:

[0011] A:由一个高频电子开关串联在整流桥输出的任一端;

[0012] B:由多个芯片串联并封装在一个模块中成为一只高压开关,接在整流桥输出的任一端;

[0013] C:由多个高频电子开关串联成一个高压开关,接在整流桥输出的任一端;

[0014] D:由两组高压高频电子开关组成,二者工作于同样频率和相同相位;作为两个Kd/2 串联于逆变器的两端,即各自接于三相二极管整流桥的两端。

[0015] 本发明中,所述机械开关 K4 与三相异步电机之间设置一只 LC 滤波器。

[0016] 本发明中,还包括一组双向电子开关 ThD、ThE、ThF,分别串联接于 3 对桥臂的上下桥臂的中点与机械开关 K4 之间,双向电子开关 ThD、ThE、ThF 均由两个反并晶闸管组成。

[0017] 本发明中,所述三相异步电机另行通过导线连接至三相电源,该导线上设有一个机械开关 K3,其两端并联有一组双向电子开关 Th<sub>A</sub>、Th<sub>B</sub>、Th<sub>C</sub>,双向电子开关 Th<sub>A</sub>、Th<sub>B</sub>、Th<sub>C</sub> 均由两个反并晶闸管组成;Th<sub>A</sub>、Th<sub>B</sub>、Th<sub>C</sub> 与 ThD、ThE、ThF 这两组开关是连锁的,两者不允许同时导通,二者形成电子切换开关。

[0018] 本发明中,所述软启动器安装于所述三相异步电机的机壳内部,该三相异步电机成为能连续变频变压启动的电动机。

[0019] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0020] 本发明提出了用逆变器的方波电压启动和在电网正弦波电压下运行的创新思想,实现这一创新思想的基本方案是采用一只全控型电子开关 Kd 和反向并联晶闸管组成的逆变桥臂,使启动器具有较高性能。过改变上述逆变器的驱动频率可以实现变频,通过改变上述 Kd 的占空比可以实现变压,同时连续改变驱动频率和占空比可以实现连续变频变压。

[0021] 本发明仅用一只全控型电子开关 Kd(或上下各接半只, Kd/2, ,即两只开关各自承担一半电压)就能同时起到调压、关断逆变器晶闸管、和在需要保护时切断主电路等三个作用。同时因为采用晶闸管逆变器使线路简单可靠,成本较低。

[0022] 本发明提出了完整的切换电路,可以在软启动电源和三相电网电源之间进行电子式切换,具有下列功能:1,一套软启动器可以分时启动两台或更多台电动机;2,两套软启动器可以供给一台电动机,一套在用,另一套备用;3,软启动器的输入、输出端分别接了机械式开关 K1、K4,可以保证启动完成后启动器不带高电位,不会造成意外人身安全事故,必要时还可另加连锁的接地装置;4,可以进行在线检查维修;5,电子切换开关有故障时可以用机械式开关替代;... 等。但开关用得多了会增加成本,根据用户的需要可以增减其中的一些开关。最少时可只用一只机械式开关和一套电子式开关提供电子式切换,或者只用两只机械式开关提供机械式切换,用户在使用时具有相当大的灵活性。

## 附图说明

[0023] 图 1 为连续变频变压软启动器原理电路图。

## 具体实施方式

[0024] 下面结合具体实施方式对本发明进一步详细描述:

[0025] 本发明中的用于电动机的连续变频变压的软启动器如图 1 所示。该软启动器包括与三相电网电源串联的机械开关 K1 与电感 L<sub>0</sub>,其特征在于,该软启动器还包括由六组晶闸管 Th<sub>1,1'</sub> ~ Th<sub>6,6'</sub> 构成的逆变器与全控型高频电子开关 Kd 组成的串联电路,该串联电路与一个电容并联在一个三相二极管整流桥输出两端;所述电感 L<sub>0</sub> 连接于三相二极管整流桥输入端;所述逆变器由 3 对桥臂组成,每个桥臂均由两个反并的晶闸管组成;3 对桥臂的上下桥臂的中点分别引出导线并经机械开关 K4 连接至三相异步电机。三相异步电机也可另

行连接至三相电网电源。

[0026] 该逆变器工作于三相方波电压,其桥臂的连接方式为:Th1 与 Th1' 反并、Th4 与 Th4' 反并,两者串联后组成第一对桥臂;Th2 与 Th2' 反并、Th5 与 Th5' 反并,两者串联后组成第二对桥臂;Th3 与 Th3' 反并、Th6 与 Th6' 反并,两者串联后组成第三对桥臂。

[0027] 全控型高频电子开关 Kd 可选择 SEMIKRON 公司生产的 SKM145GB176D 型号的产品,全控型高频电子开关 Kd 在电压较高时是由多个芯片串联并封装在一个模块中,或者由多个高频电子开关串联成一个开关。全控型高频电子开关 Kd 可以作为两个开关,每个为 Kd/2 串联于逆变器输入的两端,即各自接于三相二极管整流桥输出的两端;也可以合在一起成为一只开关,接在整流桥输出的任一端。

[0028] 全控型高频电子开关  $K_d$  起了三个作用:1,改变高频电子开关  $K_d$  的占空比可以改变电压;2,可以关断逆变器的晶闸管使之换流;3,当逆变器和负载出现过流、过压、过热、短路等故障时迅速切断电路,起到保护作用。全控型高频电子开关  $K_d$  可以是低压的,也可以是高压的。

[0029] 软启动器中,还可以包括一组双向电子开关 ThD、ThE、ThF,分别串联接于 3 对桥臂的上下桥臂的中点与机械开关 K4 之间,双向电子开关 ThD、ThE、ThF 均由两个反并晶闸管组成。

[0030] 同时,在所述三相异步电机另行连接至三相电网电源的线路上时可以设有一个机械开关 K3,其两端并联有一组双向电子开关 ThA、ThB、ThC,双向电子开关 ThA、ThB、ThC 均由两个反并晶闸管组成。利用 ThA、ThB、ThC 和 ThD、ThE、ThF 可以在软启动电源和三相电网电源之间进行电子式切换。

[0031] K1、K2、K3、K4 为机械式开关,ThA、ThB、ThC、和 ThD、ThE、ThF 为双向电子开关。这些开关的继电动作关系如下:

[0032] 1,长期停机不用时,K1、K2、K3、K4 全部断开,所有晶闸管及 Kd 也全部断开;

[0033] 2,电子式切换:启动前合上 K1、K2、K4,导通 ThD、ThE、ThF,按变频变压方式启动,启动完成后断开逆变器、ThD、ThE、ThF 和高频电子开关 Kd 的触发,在电压过零时导通 ThA、ThB、ThC,这样就完成了电子式切换。这种转换很快,而且合闸平稳。接着断开 K1、K4,其后再合上 K3,这是辅助动作。也可省去 K3,而让 ThA、ThB、ThC 一直工作,代替 K3。进一步还可省去 K2,也一并用 ThA、ThB、ThC 代替,但此时应将 ThA、ThB、ThC 接在 K1 的后面,让 K1 既切断软启动器又切断 ThA、ThB、ThC。

[0034] 上述切换完成后,能量从电网流入电动机,而不能从电动机流向电网,在电动机减速时不能将电动机和负载的动能(机械能)转变成电能流向电网,因此上面没有考虑逆向切换问题。但有的用户有逆向切换的要求。逆向切换就是将原来接在电网上的电动机切换到逆变器上。

[0035] 3,逆向切换:在需要逆向切换的场合,考虑如下:由于电动机不能同时接到矩形波的逆变器电源和正弦波的电网,因此必须采用电子式开关从电网正弦波快速切换到逆变器矩形波电源。本发明中采取下述第一、第二两个阶段。

[0036] 第一,准备阶段:电动机原来运行于电网正弦波电压,图 1 中的 K1、K4 都是断开的,K2、K3 是导通的。图二中 K4 上串接了双向电子开关 ThD、ThE、ThF,它们都是断开的。切换前首先将 K3 断开,再将 K1、K4 合上,对逆变器供电,然后调节逆变器的频率和电压,使

适应于电动机接入后工作于发电机状态并有合适的电流。这种调节是由控制系统自动完成的。

[0037] 切换阶段:断开 ThA、ThB、ThC,接着迅速导通 ThD、ThE、ThF。这阶段也是自动完成的。断开和导通之间留有一定死区。我们也可省去 ThD、ThE、ThF,而用 Kd 来代替,让 Kd 先断一下,待 ThA、ThB、ThC 断开后,再迅速导通 Kd。

[0038] 需要逆向切换的场合,还需采用能量可以双向流动的电路来代替图 1 的电路。

[0039] 4,机械式切换:利用图 1 中的开关 K1、K2、K3、K4,同样可以完成切换动作,但动作较慢,切换前后电动机的速度可能已有较大变化,使切换后接入时的电流冲击较大。一般讲不能适用于逆向切换。

[0040] 如果只需顺向切换,不需逆向切换,则图 1 中可以省去 ThD、ThE、ThF。如果只需机械式切换,则还可以省去 ThA、ThB、ThC, K2、K3 也可改成一套。

[0041] 图 1 中设置了四套机械式开关和两套电子式开关。这是充分考虑到各种需要,例如 1,一套软启动器可以分时启动两台或更多台电动机;2,两套软启动器可以供给一台电动机,一套在用,另一套备用;3,软启动器的输入、输出端分别接了机械式开关 K1、K4,可以保证启动完成后它不带高电位,不会造成意外人身安全事故,必要时还可另加连锁的接地装置;4,可以进行在线检查维修;5,电子切换开关有故障时可以用机械式开关替代;...等。但开关用得多了会增加成本,按上面所述:K2、K3、K4 和 ThD、ThE、ThF 是可以省去的。多用几只开关可以减少操作上的错误和增加某些功能。具体用几只开关应由设备制造厂和用户单位协商决定,本专利不作硬性规定。

[0042] 最后,还需要注意的是,以上列举的仅是本发明的具体实施例。显然,本发明不限于以上实施例,还可以有许多变形。本领域的普通技术人员能从本发明公开的内容直接导出或联想到的所有变形,均应认为是本发明的保护范围。

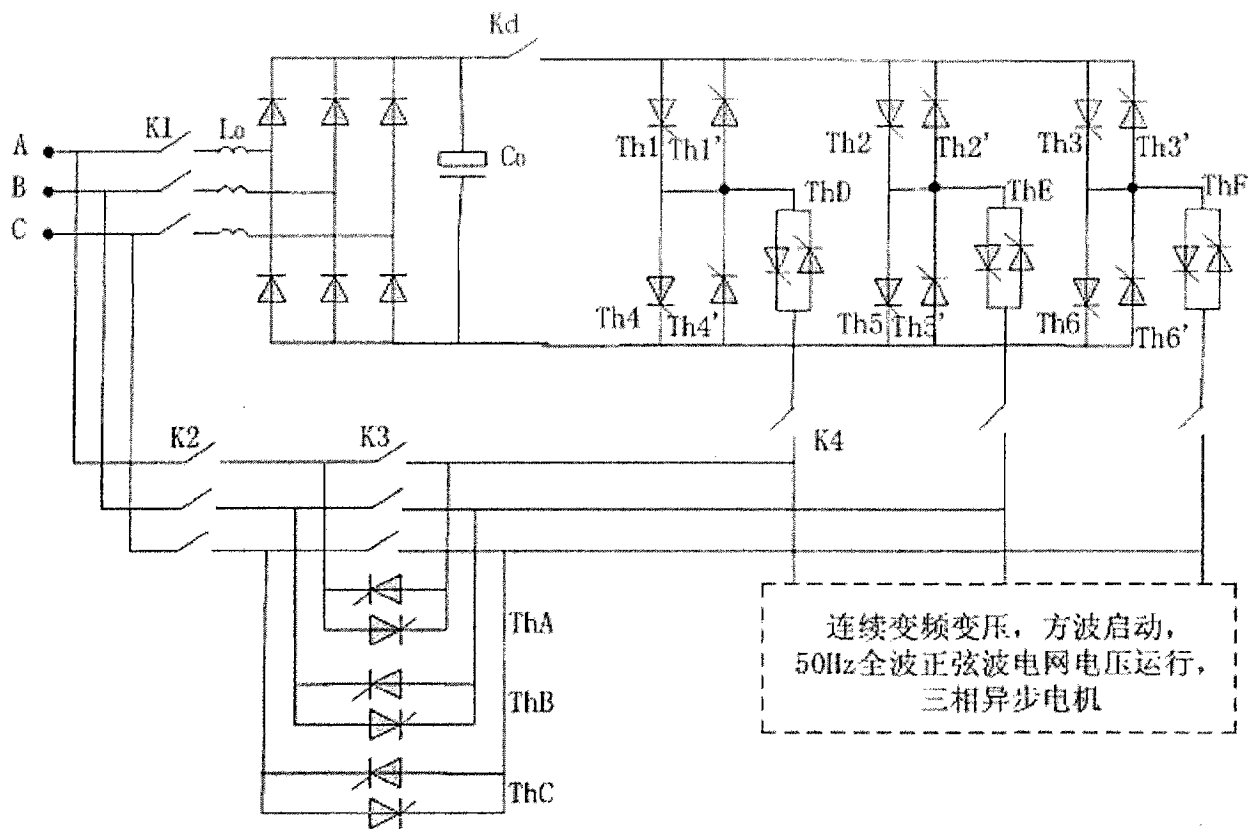


图 1