



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104767457 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201510197005. 2

(22) 申请日 2015. 04. 23

(71) 申请人 四川长虹空调有限公司

地址 621000 四川省绵阳市高新区绵兴东路  
35 号

申请人 青岛三源泰科电子科技有限公司

(72) 发明人 李越峰 高向军 赵静 邓平

林志强 何雄军

(74) 专利代理机构 成都虹桥专利事务所(普通

合伙) 51124

代理人 李凌峰

(51) Int. Cl.

H02P 21/14(2006. 01)

权利要求书2页 说明书4页

(54) 发明名称

直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法

(57) 摘要

本发明涉及压缩机,目的是为了了解决现有技术还无法实现在直流变频压缩机运行过程中对压缩机电机参数进行自适应调整的问题。本发明提供的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,该方法包括如下具体步骤:首先,在压缩机运行过程中,实时检测压缩机电机的U相电流与W相电流,根据所述U相电流与W相电流计算出所述电机的V相电流;然后,将所述U相电流、W相电流及V相电流进行坐标变换,得到DQ轴电流;最后,根据压缩机参数及所述DQ轴电流计算得到当前电流下的DQ轴电感量,并使用计算得到的电感量对参数预置的电感量进行修正。本发明适用于直流变频压缩机。

1. 直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,包括如下步骤:

A. 压缩机运行过程中,实时检测压缩机电机的U相电流与W相电流,根据所述U相电流与W相电流计算出所述电机的V相电流;

B. 将所述U相电流、W相电流及V相电流进行坐标变换,得到DQ轴电流;

C. 根据压缩机参数及所述DQ轴电流计算得到当前电流下的DQ轴电感量,并使用计算得到的电感量对参数预置的电感量进行修正。

2. 如权利要求1所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,步骤A中,电机的V相电流等于U相电流与W相电流的和的负数。

3. 如权利要求1或2所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,步骤B中,通过三相两相变换,将电机的U、V及W相电流变换为DQ轴电流,其具体通过演算式

$$\begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix} = \sqrt{2/3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix}, i_v = -i_u - i_w \text{ 及 } \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix}$$

进行变换得到,其中, $i_{\alpha}$ 为 $\alpha$ 轴电流, $i_{\beta}$ 为 $\beta$ 轴电流, $i_d$ 为d轴电流, $i_q$ 为q轴电流, $\theta$ 为 $\alpha$ 轴与d轴的夹角。

4. 如权利要求1或2所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,步骤C中对电感量进行修正的具体方法如下:

D轴电感量修正:如果  $(L_{dset} * 0.8) < L_{dest} < (L_{dset} * 1.2)$ , 则  $L_d = L_{dest}$ , 如果  $L_{dest} < (L_{dset} * 0.8)$ , 则  $L_d = L_{dset} * 0.8$ , 如果  $L_{dest} > (L_{dset} * 1.2)$ , 则  $L_d = L_{dset} * 1.2$ , 其中, $L_{dest}$ 为D轴电感估算值, $L_{dset}$ 为D轴电感预设值, $L_d$ 为实际使用的D轴电感;

Q轴电感量修正:如果  $(L_{qset} * 0.8) < L_{qest} < (L_{qset} * 1.2)$ , 则  $L_q = L_{qest}$ , 如果  $L_{qest} < (L_{qset} * 0.8)$ , 则  $L_q = L_{qset} * 0.8$ , 如果  $L_{qest} > (L_{qset} * 1.2)$ , 则  $L_q = L_{qset} * 1.2$ , 其中, $L_{qest}$ 为Q轴电感估算值, $L_{qset}$ 为Q轴电感预设值, $L_q$ 为实际使用的Q轴电感。

5. 如权利要求4所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,步骤C之后还包括:

步骤D. 估算压缩机在不同温度及转速下的电机的实际磁通量,并用所述实际磁通量对参数预置的磁通量进行修正。

6. 如权利要求5所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,所述磁通量通过公式

$$\phi_{mest} = \frac{(V_q - R i_{qd} - \omega_{est} L_d i_{dest})}{\omega_{est}}$$

计算得到,其中 $\phi_{mest}$ 表示当前磁通量, $V_q$ 为q轴电压指令值, $R$ 为电机定子电阻, $\omega_{est}$ 为电子实际转速, $L_d$ 为d轴电感量, $i_{dest}$ 为D轴电流实际值。

7. 如权利要求6所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,其特征在于,步骤D中对磁通量进行修正的具体方法如下:如果  $(\phi_{mset} * 0.5) < \phi_{mest} < (\phi_{mset} * 1.2)$ , 则  $\phi_m = \phi_{mest}$ , 如果  $\phi_{mest} < (\phi_{mset} * 0.5)$ , 则  $\phi_m = \phi_{mset} * 0.5$ ,

如果  $\phi_{mest} > (\phi_{mset} * 1.2)$ ,  $\phi_m = \phi_{mset} * 1.2$ , 其中, $\phi_{mest}$ 为磁通量估算值, $\phi_{mset}$

为磁通量预设值， $\phi_m$  为实际使用的磁通量。

8. 如权利要求 1 或 2 或 5 或 6 或 7 所述的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法，其特征在于，步骤 A 中，利用两个电流传感器或分流器电阻检测压缩机电机的 U 相电流与 W 相电流。

## 直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及压缩机,特别涉及一种使用永磁同步电机直流变频压缩机参数自适应的方法。

### 背景技术

[0002] 直流变频压缩机在空调领域已经获得了广泛的应用。直流变频压缩机采用直流电动机驱动,具体的驱动方式是:首先把工频市电转换为直流电源,并送至功率模块,功率模块在微电脑送来的控制信号控制下,输出电压可变的直流电源,此直流电源送至压缩机的直流电动机,控制压缩机排量。

[0003] 由于压缩机使用了直流电动机,并通过向滞留电动机提供不同的驱动电压获得合适的压缩机工作排量。与定频压缩机相比,直流变频压缩机可以再当前温度与所需温度相差较大时,使电动机以较高转速运行,从而使压缩机以较大排量运行,缩短达到指定温度的时间。相反,当温度达到所需温度附近时,电动机以较小的速度运行,从而使压缩机以较小排量运行,使温度可以比较平稳的保持在所需温度。与交流变频驱动的压缩机相比,直流变频方式具有更好的变频方式具有更好的变速驱动性能,对电网的电磁干扰少。

[0004] 直流变频压缩机的驱动需要依赖于压缩机的电机参数,例如电阻、电感及磁量等,但这些参数在压缩机运行过程中经过长时间后可能会发生改变。现有的对压缩机电机参数进行修正时,都必须先将电机断电才能进行,目前还没有技术能够在压缩机运行过程中对压缩机的电机参数进行实时检测、修正和补偿。若不对电机参数进行及时修正,可能会导致压缩机效率变低,严重的情况下甚至会导致压缩机不能正常运行。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是为了解决现有技术还无法实现在直流变频压缩机运行过程中对压缩机电机参数进行自适应调整的问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明提供一种直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法,包括如下步骤:

[0007] A. 压缩机运行过程中,实时检测压缩机电机的U相电流与W相电流,根据所述U相电流与W相电流计算出电机的V相电流;

[0008] B. 将所述U相电流、W相电流及V相电流进行三相两相变换,得到DQ轴电流;

[0009] C. 根据压缩机参数及所述DQ轴电流计算得到当前电流下的DQ轴电感量,并使用计算得到的电感量对参数预置的电感量进行修正。

[0010] 对DQ轴电感量进行修正的具体步骤如下:

[0011] D轴电感量修正:如果  $(L_{dset} * 0.8) < L_{dest} < (L_{dset} * 1.2)$ , 则  $L_d = L_{dest}$ , 如果  $L_{dest} < (L_{dset} * 0.8)$ , 则  $L_d = L_{dset} * 0.8$ , 如果  $L_{dest} > (L_{dset} * 1.2)$ , 则  $L_d = L_{dset} * 1.2$ , 其中,  $L_{dest}$  为D轴电感估算值,  $L_{dset}$  为D轴电感预设值,  $L_d$  为实际使用的D轴电感。

[0012] Q轴电感量修正:如果  $(L_{qset} * 0.8) < L_{qest} < (L_{qset} * 1.2)$ , 则  $L_q = L_{qest}$ , 如果

$L_{qest} < (L_{qset} * 0.8)$ , 则  $L_q = L_{qset} * 0.8$ , 如果  $L_{qest} > (L_{qset} * 1.2)$ , 则  $L_q = L_{qset} * 1.2$ , 其中,  $L_{qest}$  为 Q 轴电感估算值,  $L_{qset}$  为 Q 轴电感预设值,  $L_q$  为实际使用的 Q 轴电感。

[0013] 具体地, 步骤 A 中, 电机的 V 相电流等于 U 相电流与 W 相电流的负数。

[0014] 具体地, 步骤 B 中, 通过三相两相变换, 将电机的 U、V 及 W 相电流变换为 DQ 轴电流, 其具体通过演算式

$$[0015] \quad \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{2/3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix}, \quad i_v = -i_u - i_w \quad \text{及} \quad \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix}$$

[0016] 进行变换得到, 其中,  $i_\alpha$  为  $\alpha$  轴电流,  $i_\beta$  为  $\beta$  轴电流,  $i_d$  为 d 轴电流,  $i_q$  为 q 轴电流,  $\theta$  为  $\alpha$  轴与 d 轴的夹角。

[0017] 进一步地, 在得到电机电感量的基础上, 步骤 C 之后还包括:

[0018] 步骤 D. 估算压缩机在不同温度及转速下的电机的实际磁通量, 并用所述实际磁通量对参数预置的磁通量进行修正。

[0019] 具体地, 所述磁通量通过公式

$$[0020] \quad \phi_{mest} = \frac{(V_q - Ri_{qad} - \omega_{est} L_d i_{dad})}{\omega_{est}}$$

[0021] 计算得到, 其中  $\phi_{mest}$  表示当前磁通量,  $V_q$  为 q 轴电压指令值, R 为电机定子电阻,  $\omega_{est}$  为电子实际转速,  $L_d$  为 d 轴电感量,  $i_{dad}$  为 D 轴电流实际值。

[0022] 对磁通量进行修正的具体方法如下: 如果  $(\phi_{mset} * 0.5) < \phi_{mest} < (\phi_{mset} * 1.2)$ , 则  $\phi_m = \phi_{mest}$ , 如果  $\phi_{mest} < (\phi_{mset} * 0.5)$ , 则  $\phi_m = \phi_{mset} * 0.5$ ,

[0023] 如果  $\phi_{mest} > (\phi_{mset} * 1.2)$ ,  $\phi_m = \phi_{mset} * 1.2$ , 其中,  $\phi_{mest}$  为磁通量估算值,  $\phi_{mset}$  为磁通量预设值,  $\phi_m$  为实际使用的磁通量。

[0024] 一种优选的方案是, 步骤 A 中, 利用两个电流传感器或分流器电阻检测压缩机电机的 U 相电流与 W 相电流。

[0025] 本发明的有益效果是: 本发明提供一种在直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法, 通过检测压缩机运行过程中的三相电流, 并进一步结合压缩机电机的参数计算得到压缩机运行过程中的电感量, 根据计算得到的电感量对预置的电感量进行调整修正。此外, 在得到电感量的基础上, 计算对应时刻压缩机的磁通量, 并用所述实际磁通量对参数预置的磁通量进行修正。本发明的方法通过对直流变频压缩机运行过程中的两个重要参数进行实时计算和修正, 可以有效避免压缩机效率变低甚至不能运行的情况发生。

[0026] 以下结合实施例对本发明的技术方案作进一步描述, 应当注意的是, 实施例仅仅是为了更清楚地说明本发明的技术方案, 以方便读者理解本发明的技术方案, 并不用以限制本发明权利要求的保护范围。

## 具体实施方式

[0027] 本发明针对现有技术还无法实现在直流变频压缩机运行过程中对压缩机电机参数进行自适应调整, 但若不对压缩机的电机参数进行修正可能导致压缩机效率变低甚至不能运行的问题, 提供一种直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法, 该方法包括如下

具体步骤：首先，在压缩机运行过程中，实时检测压缩机电机的U相电流与W相电流，根据所述U相电流与W相电流计算出所述电机的V相电流；然后，将所述U相电流、W相电流及V相电流进行坐标变换，得到DQ轴电流；最后，根据压缩机参数及所述DQ轴电流计算得到当前电流下的DQ轴电感量，并使用计算得到的电感量对参数预置的电感量进行修正。

[0028] 实施例

[0029] 下面对本发明的直流变频压缩机运行过程中参数自适应的方法的具体实现过程作进一步详细说明。

[0030] 在直流变频压缩机开机之后运行之前，首先预置电机工作的电磁量以及磁通量。压缩机运行之后，随着运行时间的推进，其实时的电感量及磁通量都将发生改变。在压缩机运行过程中，实时检测压缩机电机的U相电流与W相电流，检测电流可以采用电流传感器或分流器电阻实现。在计算得到压缩机电机的U相电流与W相电流后，根据U相电流与W相电流计算出所述电机的V相电流，电机的V相电流等于U相电流与W相电流的负数。然后，将U相电流、W相电流及V相电流进行坐标变换，得到DQ轴电流，变换方法具体通过其具体通过演算式

$$[0031] \quad \begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix} = \sqrt{2/3} \begin{bmatrix} 1 & -1/2 & -1/2 \\ 0 & \sqrt{3}/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_u \\ i_v \\ i_w \end{bmatrix}, \quad i_v = -i_u - i_w \quad \text{及} \quad \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{\alpha} \\ i_{\beta} \end{bmatrix}$$

[0032] 进行变换得到，其中， $i_{\alpha}$  为  $\alpha$  轴电流， $i_{\beta}$  为  $\beta$  轴电流， $i_d$  为 d 轴电流， $i_q$  为 q 轴电流， $\theta$  为  $\alpha$  轴与 d 轴的夹角。最后，根据压缩机参数及所述 DQ 轴电流计算得到当前电流下的 DQ 轴电感量，并使用计算得到的电感量对参数预置的电感量进行修正。对 DQ 轴电感量进行修正的具体步骤如下：

[0033] D 轴电感量修正：如果  $(L_{dset} * 0.8) < L_{dest} < (L_{dset} * 1.2)$ ，则  $L_d = L_{dest}$ ，如果  $L_{dest} < (L_{dset} * 0.8)$ ，则  $L_d = L_{dset} * 0.8$ ，如果  $L_{dest} > (L_{dset} * 1.2)$ ，则  $L_d = L_{dset} * 1.2$ ，其中， $L_{dest}$  为 D 轴电感估算值， $L_{dset}$  为 D 轴电感预设值， $L_d$  为实际使用的 D 轴电感；

[0034] Q 轴电感量修正：如果  $(L_{qset} * 0.8) < L_{qest} < (L_{qset} * 1.2)$ ，则  $L_q = L_{qest}$ ，如果  $L_{qest} < (L_{qset} * 0.8)$ ，则  $L_q = L_{qset} * 0.8$ ，如果  $L_{qest} > (L_{qset} * 1.2)$ ，则  $L_q = L_{qset} * 1.2$ ，其中， $L_{qest}$  为 Q 轴电感估算值， $L_{qset}$  为 Q 轴电感预设值， $L_q$  为实际使用的 Q 轴电感。

[0035] 在得到电感量的基础上，可进一步结合电机参数计算得到压缩机在不同温度及转速下的电机的实际磁通量，并用所述实际磁通量对参数预置的磁通量进行修正。磁通量通过公式

$$[0036] \quad \phi_{mest} = \frac{(V_q - R i_{qad} - \omega_{est} L_d i_{dad})}{\omega_{est}}$$

[0037] 计算得到，其中  $\phi_{mest}$  表示当前磁通量， $V_q$  为 q 轴电压指令值， $R$  为电机定子电阻， $\omega_{est}$  为电子实际转速， $L_d$  为 d 轴电感量， $i_{dad}$  为 D 轴电流实际值。

[0038] 磁通量的具体推导过程如下：

[0039] 电机稳定运行时表达式如下：

$$[0040] \quad \begin{bmatrix} v_d \\ v_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & \omega_{re} L_d \\ \omega_{re} L_d & R \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_d \\ i_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega_{re} K_{est} \end{bmatrix} \circ$$

[0041] 可推导出发电常数（磁通量）表达式如下：

$$[0042] \quad K_{est} = \frac{1}{\omega_{re}} (v_q - \omega_{re} L_d i_d - R i_q)$$

[0043] 把上式中： $\omega_{re}$  = 实际估算转速， $i_d$  = D 轴实际电流， $i_q$  = Q 轴实际电流，即可推导出当前电机磁通量表达式：

$$[0044] \quad \phi_{mest} = \frac{(V_q - R i_{qad} - \omega_{est} L_d i_{dad})}{\omega_{est}} \circ$$

[0045] 再次基础上，对磁通量进行修正的具体方法如下：如果  $(\phi_{mset} * 0.5) < \phi_{mest} < (\phi_{mset} * 1.2)$ ，则  $\phi_m = \phi_{mest}$ ，如果  $\phi_{mest} < (\phi_{mset} * 0.5)$ ，则  $\phi_m = \phi_{mset} * 0.5$ ，

[0046] 如果  $\phi_{mest} > (\phi_{mset} * 1.2)$ ， $\phi_m = \phi_{mset} * 1.2$ ，其中， $\phi_{mest}$  为磁通量估算值， $\phi_{mset}$  为磁通量预设值， $\phi_m$  为实际使用的磁通量。