

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102170263 B

(45) 授权公告日 2013.03.13

(21) 申请号 201010114420.4

CN 2834013 Y, 2006. 11. 01,

(22) 申请日 2010.02.26

CN 1808161 A, 2006. 07. 26.

CN 101093974 A, 2007. 12. 26.

(73) 专利权人 山东成华电子科技有限公司

审查员 程凯芳

地址 276800 山东省日照市东港区海滨三路
15 号

专利权人 华北电力大学

(72) 发明人 罗应立 崔学深 杨凡 王义龙
张伟华

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 逯长明 王宝筠

(51) Int. Cl.

H02P 25/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 201616793 U, 2010. 10. 27,

CN 201122928 Y, 2008. 09. 24.

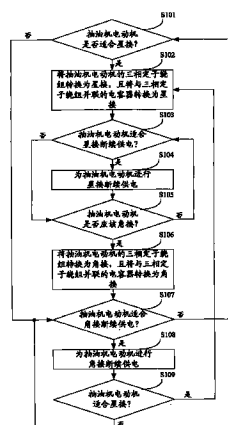
权利要求书 3 页 说明书 11 页 附图 5 页

(54) 发明名称

一种抽油机电动机节能控制方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种抽油机电动机节能控制方法和系统。本发明通过将断续供电和星三角变换相结合的技术进一步与无功补偿技术方案有机结合起来,构成了一个协调控制的一体化节能系统,从而能够根据系统实际运行中负载的变化和单位时间内冲次的多少,从系统提供的星接运行与无功补偿相结合、星接运行模式下的断续供电与无功补偿相结合、角接运行与无功补偿相结合以及角接运行模式下的断续供电和无功补偿相结合的节能控制方式中,自动选择最适合的节能运行方式,从而有效提高了抽油机电动机的功率因数,解决了现有技术中平均功率因数偏低的问题。



1. 一种抽油机电动机节能控制方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1:抽油机电动机启动后,判断所述抽油机电动机是否适合星接,如果是,则执行 S2; 如果否,则执行 S3;

S2:将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;

S2a:判断所述抽油机电动机是否适合星接断续供电,如果是,则执行 S2b;如果否,则执行 S2c;

S2b:为所述抽油机电动机进行星接断续供电;

S2c:判断所述抽油机电动机是否应该角接,如果是,则执行 S2d;如果否,则返回 S2a;

S2d:将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为角接;

S3:判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电,如果是,则执行 S3a;如果否,则返回 S1;

S3a:为所述抽油机电动机进行角接断续供电;

S3b:判断所述抽油机电动机是否适合星接,如果是,则返回 S2;如果否,则返回 S3。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述 S2 包括:

检测抽油机电动机的有功功率,当有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接;再断开三相定子绕组与电源的连接;

检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为星接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述 S2b 包括:

检测抽油机电动机的有功功率,当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接;再断开星接三相定子绕组的电源;

检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通星接三相定子绕组的电源;再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述 S2d 包括:

检测抽油机电动机的有功功率,当所述有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接;再断开三相定子绕组与电源的连接;

检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述 S3a 包括:

检测抽油机电动机的有功功率,当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与角接三相定子绕组的连接;再断开角接三相定子绕组的电源;

检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通角接三相定子绕组的电源;再接通电容器与角接三相定子绕组的连接。

6. 根据权利要求 1-5 任意一项所述的方法,其特征在于,所述电容器与三相定子绕组的并联是采用单相电容器与每相定子绕组分别并联。

7. 一种抽油机电动机节能控制系统,其特征在于,包括:

第一判断单元,用于判断所述抽油机电动机是否适合星接;

第一动作单元,用于当所述第一判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;

第二判断单元,用于当所述第一动作单元动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合星接断续供电;

第二动作单元,用于当所述第二判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机进行星接断续供电;

第三判断单元,用于当所述第二动作单元的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否应该角接;

第三动作单元,用于当所述第三判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为角接;

第四判断单元,用于当所述第三动作单元的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电;

第四动作单元,用于当所述第四判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机进行角接断续供电;

第五判断单元,用于当所述第四动作单元的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合星接;

第五动作单元,用于当所述第五判断单元的判断结果为是时,由第一动作单元将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;当所述第五判断单元的判断结果否时,由第四判断单元继续判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述第一动作单元包括:

第一断电子单元,用于当有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接;

第一通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为星接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

9. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述第二动作单元包括:

第二断电子单元,用于当有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接,再断开星接三相定子绕组的电源;

第二通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通星接三相定子绕组的电源;再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。

10. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述第三动作单元包括:

第三断电子单元,用于当有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接;

第三通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

11. 根据权利要求 7 所述的系统,其特征在于,所述第四动作单元包括:

第四断电子单元,用于当有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与角接三相定子绕组的连接,再断开角接三相定子绕组的电源;

第四通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通角接三相定子绕组的电源;再接通电容器与角接三相定子绕组的连接。

12. 根据权利要求 7-11 任意一项所述的系统,其特征在于,所述电容器与三相定子绕组的并联是采用单相电容器与每相定子绕组分别并联。

一种抽油机电动机节能控制方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及电动机节能控制技术领域,尤其涉及一种抽油机电动机节能控制方法和系统。

背景技术

[0002] 抽油机电动机的抽油泵安装于抽油井中,通常位于地面下数百米深,甚至一、两千米深的位置,抽油泵与地面上驱动机构之间通过钢质的细长杆(抽油杆)连接。一般来说,长度一千米的抽油杆的重量达到 4-5 吨,抽油杆完成一个工作冲程,即完成一个向上再向下的工作循环,可以抽出几公斤液体。

[0003] 抽油杆上升的过程中,抽油机电动机需要很大的功率,而抽油杆下降的过程中,根本不需要抽油机电动机驱动,仅仅靠抽油杆的自重就会加速向下运动,并且带动抽油机电动机的转子也相应地加速运动。当抽油机电动机的转速超过电动机同步速后,抽油机电动机就进入发电机工作状态。抽油机电动机工作于发电机工况时,自身需要消耗更多的有功功率和无功功率,而剩余的输送到电网的功率又会在线路与变压器上产生能耗。

[0004] 可见,抽油机电动机的一个工作循环中存在一个需要消耗电功率的时间段与一个不需要消耗电功率的时间段。抽油机电动机断续供电的原理是根据抽油机电动机在一个冲程中实际消耗功率的变化情况对抽油机电动机进行通电与断电的控制。在抽油机电动机需要功率时,让抽油机电动机通电运行,在抽油机电动机不需要功率时,让抽油机电动机断电运行。抽油机电断运行是靠自身的重力势能释放及机构的惯性继续运行。

[0005] 现有技术中,抽油机电动机的节能控制主要是断续供电与星三角变换相结合。

[0006] 但是,在实际的应用当中,因为抽油机的启动困难,为了保证顺利启动,安装的电动机额定功率很大。例如,所安装的电动机的额定功率是 45 千瓦,而上冲程的最大功率是 15 ~ 20 千瓦,下冲程的功率为 -1 ~ -5 千瓦,一个完整的冲程的平均功率往往只有 8 ~ 10 千瓦。因而即使采用这种断续供电与星三角变换相结合的节能控制方法,其平均功率因数一般也只有 0.5-0.7 左右,仍然不能满足抽油机电动机的节能运行要求。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种抽油机电动机节能控制方法和系统,以解决现有技术中平均功率因数偏低的问题。技术方案如下:

[0008] 一种抽油机电动机节能控制方法,包括:

[0009] S1:抽油机电动机启动后,判断所述抽油机电动机是否适合星接,如果是,则执行 S2;如果否,则执行 S3;

[0010] S2:将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;

[0011] S2a:判断所述抽油机电动机是否适合星接断续供电,如果是,则执行 S2b;如果否,则执行 S2c;

- [0012] S2b :为所述抽油机电动机进行星接断续供电 ;
- [0013] S2c :判断所述抽油机电动机是否应该角接,如果是,则执行 S2d ;如果否,则返回 S2a ;
- [0014] S2d :将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为角接 ;
- [0015] S3 :判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电,如果是,则执行 S3a ;如果否,则返回 S1 ;
- [0016] S3a :为所述抽油机电动机进行角接断续供电 ;
- [0017] S3b :判断所述抽油机电动机是否适合星接,如果是,则返回 S2 ;如果否,则返回 S3。
- [0018] 优选的,上述方法中,所述 S2 包括 :
- [0019] 检测抽油机电动机的有功功率,当有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接 ;再断开三相定子绕组与电源的连接 ;
- [0020] 检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,接通三相定子绕组的电源 ;将与三相定子绕组并联的电容器转换为星接,接通电容器与三相定子绕组的连接。
- [0021] 优选的,上述方法中,所述 S2b 包括 :
- [0022] 检测抽油机电动机的有功功率,当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接 ;再断开星接三相定子绕组的电源 ;
- [0023] 检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通星接三相定子绕组的电源 ;再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。
- [0024] 优选的,上述方法中,所述 S2d 包括 :
- [0025] 检测抽油机电动机的有功功率,当所述有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接 ;再断开三相定子绕组与电源的连接 ;
- [0026] 检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,接通三相定子绕组的电源 ;将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接,接通电容器与三相定子绕组的连接。
- [0027] 优选的,上述方法中,所述 S3a 包括 :
- [0028] 检测抽油机电动机的有功功率,当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与角接三相定子绕组的连接 ;再断开角接三相定子绕组的电源 ;
- [0029] 检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通角接三相定子绕组的电源 ;再接通电容器与角接三相定子绕组的连接。
- [0030] 优选的,上述方法中,所述电容器与三相定子绕组的并联是采用单相电容器与每相定子绕组分别并联。

[0031] 一种抽油机电动机节能控制系统,包括:

[0032] 第一判断单元,用于判断所述抽油机电动机是否适合星接;

[0033] 第一动作单元,用于当所述第一判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;

[0034] 第二判断单元,用于当所述第一动作单元动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合星接断续供电;

[0035] 第二动作单元,用于当所述第二判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机进行星接断续供电;

[0036] 第三判断单元,用于当所述第二动作单元的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否应该角接;

[0037] 第三动作单元,用于当所述第三判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为角接;

[0038] 第四判断单元,用于当所述第三动作单元的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电;

[0039] 第四动作单元,用于当所述第四判断单元的判断结果为是时,将所述抽油机电动机进行角接断续供电;

[0040] 第五判断单元,用于当所述第四动作单元的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合星接;

[0041] 第五动作单元,用于当所述第五判断单元的判断结果为是时,由第一动作单元将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;当所述第五判断单元的判断结果否时,由第四判断单元继续判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电。

[0042] 优选的,上述系统中,所述第一动作单元包括:

[0043] 第一断电子单元,用于当有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接;

[0044] 第一通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为星接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

[0045] 优选的,上述系统中,所述第二动作单元包括:

[0046] 第二断电子单元,用于当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接,再断开星接三相定子绕组的电源;

[0047] 第二通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通星接三相定子绕组的电源;再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。

[0048] 优选的,上述系统中,所述第三动作单元包括:

[0049] 第三断电子单元,用于当所述有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接;

[0050] 第三通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小

于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

[0051] 优选的,上述系统中,所述第四动作单元包括:

[0052] 第四断电子单元,用于当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与角接三相定子绕组的连接,再断开角接三相定子绕组的电源;

[0053] 第四通电子单元,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通角接三相定子绕组的电源;再接通电容器与角接三相定子绕组的连接。

[0054] 优选的,上述系统中,所述电容器与三相定子绕组的并联是采用单相电容器与每相定子绕组分别并联。

[0055] 通过上述技术方案可知,与现有技术相比,本发明将断续供电和星三角变换相结合的技术进一步与无功补偿技术方案有机结合起来,构成了一个协调控制的一体化节能系统,从而能够根据实际运行中负载的变化和单位时间内冲次的多少选择最优的节能运行方式,有效提高了抽油机电动机的功率因数。

附图说明

[0056] 为了更清楚地说明本发明的技术方案,下面将对本发明描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0057] 图1为本发明实施例提供的一种抽油机电动机节能控制方法流程图;

[0058] 图2为本发明实施例提供的一种抽油机电动机由角接转换成星接的实现方法流程图;

[0059] 图3为本发明实施例提供的一种为抽油机电动机星接断续供电的实现方法流程图;

[0060] 图4为本发明实施例提供的一种抽油机电动机由星接转换成角接的实现方法流程图;

[0061] 图5为本发明实施例提供一种为抽油机电动机角接断续供电的实现方法流程图;

[0062] 图6为本发明实施例提供的一种抽油机电动机节能控制系统的结构示意图;

[0063] 图7为本发明实施例提供的第一动作单元的结构示意图;

[0064] 图8为本发明实施例提供的第二动作单元的结构示意图;

[0065] 图9为本发明实施例提供的第三动作单元的结构示意图;

[0066] 图10为本发明实施例提供的第四动作单元的结构示意图;

[0067] 图11为本发明实施例提供的抽油机电动机节能控制系统的电路结构示意图;

[0068] 图12为本发明实施例提供的微机控制器控制的电路结构示意图。

具体实施方式

[0069] 本发明是将断续供电和星三角变换相结合的技术进一步与无功补偿技术方案有机结合起来,构成一个协调控制的一体化节能系统,从而能够根据实际运行中负载的变化

和单位时间内冲次的多少选择最优的节能运行方式,有效提高了抽油机电机的功率因数。

[0070] 为了便于对本发明进一步理解,下面将结合附图对本发明的具体实施方式进行详细描述。

[0071] 参见图 1 所示,本发明提供的抽油机电机节能控制方法可以包括以下步骤:

[0072] S101,抽油机电机启动后,判断所述抽油机电机是否适合星接,如果是,则执行 S102;如果否,则执行 S107。

[0073] 由于抽油杆的重量很大,导致抽油机电机的带载启动很困难,因此抽油机电机的定子绕组采用角接启动方式。

[0074] 抽油机电机角接启动后要用角接的方式运行一段时间。运行的目的在于检测常规运行方式下,也就是不节能的运行方式下,电动机的有功功率。然后根据检测得到的有功功率来判断电动机是否适合采用星形接法。判断的主要依据是抽油机电机一个冲程当中最大有功功率和额定功率的比值。一般情况下,如果最大有功功率小于额定功率的三分之一就可以星接。在电压比较高的情况下,还可以适当地放宽,可以根据不同的抽油机电机的具体情况来判断。如果适合星接,则执行 S102;否则,则执行 S107。

[0075] S102,将所述抽油机电机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接。

[0076] 当 S101 的判断结果为是时,说明抽油机电机适合星接运行,将抽油机电机的三相定子绕组由角接转换为星接,同时将与三相定子绕组并联的电容器也转换为星接。参见图 2 所示,星角切换的具体过程包括:

[0077] S102a,检测抽油机电机的有功功率,当有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接;再断开三相定子绕组与电源的连接。

[0078] 当检测得到的抽油机电机有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时(通常预定阈值为 $1/3$),说明抽油机电机适合星接运行,开始由角接到星接的切换。由于从角接变到星接的过程中,角接的三相定子绕组在改变连接方式的同时需要断开角接状态的电源,因此需要确定断电时刻。此外,电动机三相定子绕组是跟电容器并联的,所以还需要断开电容器。确定断电时刻的依据是抽油机电机运行的有功功率。这是因为抽油机在一个冲程当中,有一段时间是需要电动机功率的,如果在它需要功率的时候切断电源,抽油机会停机。所以断电时刻通常是在抽油机开始不需要外加电源提供功率的时刻,比如对多数抽油机来说,因为自身抽油杆有几吨重,当它往下运动的时候也就是下冲程,整个抽油机的抽油泵就可以在抽油杆重量的作用下维持继续工作,而不需要电源,此时为电动机电源的切断时刻。确定断电时刻后,并不是立即断开电动机三相定子绕组的电源,而是先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组的电源。这是因为只有先断开了电容器与三相定子绕组的连接,才不至于在断开三相定子绕组的电源后,在电容器和电动机三相定子绕组所构成的回路中继续产生很大的电流。断开绕组电源后,电动机处于断电运行的时间段。

[0079] 此外,需要说明的是,电容器与三相定子绕组的并联为单相电容器与每相定子绕组分别并联。之所以采用这种分别并联的连接方式,是为了使得电容器在角接和星接时所提供的无功功率,能够分别与电动机三相定子绕组在角接和星接时所需要的无功功率相匹

配。电容器输出的无功功率与加在电容器上的电压的平方成正比,当电机三相定子绕组角接时,电容器和三相定子绕组的并联也接成角接,此时电容器和三相定子绕组的相电压为 380 伏,而当三相定子绕组星接时,电容器也随之接成星接,相电压就变为 220 伏,因而电容器输出的无功功率就变为角接时的三分之一。例如,对于一台额定功率为 45 千瓦的电动机,三相定子绕组角接运行时消耗的无功功率大约是 30 到 40 千乏,星接时大约只有 10 到 13 千乏。当电动机三相定子绕组角接时,电容器的也相应接成角接,此时电容器容量配置可以和电机运行所需要的无功功率相匹配,当电机三相定子绕组转换星接后所需要的无功功率变为角接时的三分之一,而此时电容器也随着三相定子绕组接成星接,相电压变为 220 伏,则电容器输出的无功功率也为角接时的三分之一,和星接所需要的无功功率仍然相匹配。

[0080] S102b,检测抽油机电动机的转速,当抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为星接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

[0081] 在断电运行的时间段,要找到重新投入电源的时刻。在这一步,所采用的典型方法是检测抽油机电动机的转速。断电后,由于抽油杆自身重量的作用,使抽油机电动机处于加速运行的状态,所以它的转速往往比较高。当断电运行达到一定的时间,在抽油机电动机即将需要功率,例如抽油杆快要向上运动的时候,由于这时抽油机电动机还没有通电,所以抽油机电动机的转速开始下降。当抽油机电动机的转速下降到大于(接近)或等于旋转磁场的同步转速时,就是抽油机电动机的通电时刻。确定了通电时刻之后,先接通三相定子绕组的电源,再让电容器跟三相定子绕组连接起来,此时抽油机电动机就完成了从角接运行到星接运行的转换。

[0082] 此外,值得说明的是,这种将星接运行与无功补偿有机结合的节能运行方式,适合于轻载且每分钟冲次数大于 9 次的抽油井。

[0083] S103,判断所述抽油机电动机是否适合星接断续供电,如果是,则执行 S104;如果否,则执行 S106。

[0084] 抽油机电动机进入星接运行后,就需要判断是否适合断续供电。这里的判据也是检测得到的有功功率,通常当它的有功功率的负功率或零功率持续的时间为一秒以上时,是适合断续供电的。另外,抽油机的冲次不能太多,如果超过 8 次/分,通常不适合断续供电。如果适合断续供电,则执行 S104;否则,则执行 S106。

[0085] S104,为抽油机电动机进行星接断续供电。

[0086] 当 S103 的判断结果为是时,说明抽油机电动机适合星接断续供电,参见图 3 所示,星接断续供电的具体过程包括:

[0087] S104a,检测抽油机电动机的有功功率,当有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接;再断开星接三相定子绕组的电源。

[0088] 当抽油的有功功率的负功率或零功率持续的时间为一秒以上时,是适合断续供电的。此时根据检测得到的有功功率确定断电时刻,一般当有功功率的值为负值或零值时为断电时刻。确定断电时刻后,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接,再断开星接三相定子绕组的电源。

[0089] S104b,检测抽油机电动机的转速,当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通星接三相定子绕组的电源;再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。

[0090] 在断电运行的时间段,要找到重新投入电源的时刻。当抽油机电动机的转速下降到略大于或等于旋转磁场的同步转速时为重新投入电源的时刻,此时先接通星接三相定子绕组的电源,再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。以上完成了一个星接运行模式下断续供电的整个过程。

[0091] 此外,需要说明的是,这种星接运行模式下断续供电与无功补偿结合的节能技术,适合于轻载且每分钟冲次小于 9 次的抽油井。

[0092] S105,判断所述抽油机电动机是否应该角接,如果是,则执行步骤 S106;如果否,则返回步骤 S103。

[0093] 抽油机电动机的负载是会跟随环境温度、季节以及井下液体的多少和液体的黏度变化的。当负载增大到一定程度,通常是有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于 $1/3$ 时,星接运行的抽油机电动机就会处于过负荷运行状态,此时不但消耗更多的功率,起不到节能的作用,还会出现严重的噪声振动和发热。因此星接运行状态下,需要检测抽油机的有功功率是否超过了星接运行的极限,如果是,则需要切换到角接运行模式;如果否,则返回步骤 S103,继续判断是否适合断续供电。

[0094] S106,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,且将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接。

[0095] 当步骤 S105 的判断结果为是时,说明抽油机的有功功率已经超过了星接运行的极限,需要切换回角接运行的模式。参见图 4 所示,星角切换具体过程包括:

[0096] S106a,检测抽油机电动机的有功功率,当有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接;再断开三相定子绕组与电源的连接。

[0097] 当抽油机电动机有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于 $1/3$ 时,抽油机电动机的三相定子绕组需要由星接切换到角接。断电时刻的确定可以参考 S102a,故此不再赘述。确定断电时刻后,断电时先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接。

[0098] S106b,检测抽油机电动机的转速,当抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电动机的三相定子绕组转换为角接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

[0099] S106b 的具体实施方式可以参照 S102b,不同之处仅在于抽油机电动机由星接变成角接,故此不再赘述。

[0100] 此外,需要说明的是,角接运行与无功补偿结合的节能技术,适合于重载且每分钟冲次大于 9 次的抽油井。

[0101] S107,判断抽油机电动机是否适合角接断续供电,如果是,则执行 S108;如果否,则返回 S101。

[0102] 当 S101 的判断结果为否时,即不适合星接运行时,继续判断抽油机电动机是否适合角接运行下的断续供电。这里的判据也是检测得到的有功功率,通常当它的有功功率的

负功率或零功率持续的时间为一秒以上时,是适合断续供电的。另外,抽油机的冲次不能太多,如果超过 8 次 / 分,通常不适合断续供电。如果是,则执行 S108,为抽油机电动机角接断续供电;如果否,则返回到 S101,继续判断抽油机电动机是否适合星接。

[0103] S108,为抽油机电动机进行角接断续供电。

[0104] 当 S107 的判断结果为是时,即满足角接断续供电运行的条件时,就将抽油机电动机切换到角接断续供电运行状态。参见图 6 所示,具体的实施过程包括:

[0105] S108a,检测抽油机电动机的有功功率,当有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与角接三相定子绕组的连接;再断开角接三相定子绕组的电源。

[0106] S108b,检测抽油机电动机的转速,当抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通角接三相定子绕组的电源;再接通电容器与角接三相定子绕组的连接。

[0107] 其中,S108a 和 S108b 的具体实施过程,可以分别参见 S104a 和 S104b 的实施过程,不同之处仅在于抽油机电动机是角接运行,故此不再赘述。

[0108] 另外,需要说明的是,抽油机电动机角接运行状态下,将断续供电和无功补偿相结合的节能技术,适合于重载且每分钟冲次数小于 9 次的抽油井。

[0109] S109,判断抽油机电动机是否适合星接,如果是,则执行 S102;如果否,则返回 S107。

[0110] 由于抽油机电动机的负载是会跟随环境温度、季节以及井下液体的多少和液体的黏度变化的,当其负载下降到一定程度时(通常是有功功率小于额定功率的 1/3),是适合星接运行的。因此当其角接断续供电运行时,会判断是否适合星接运行。如果是,则执行 S102,切换到星接运行;如果否,则返回 S107,继续判断是否适合角接断续供电。

[0111] 由上述实施例可以看出,本发明将断续供电和星三角变换相结合的技术,与无功补偿技术方案有机结合起来,构成一个协调控制的一体化节能系统,能够根据实际运行中负载的变化和单位时间内冲次的多少,从系统提供的以下四种节能运行方式中,自动选择最适合的运行方式:

[0112] 1) 星接运行与无功补偿相结合;

[0113] 2) 星接运行模式下,断续供电与无功补偿相结合;

[0114] 3) 角接运行与无功补偿相结合;

[0115] 4) 角接运行模式下,断续供电和无功补偿相结合;

[0116] 从而有效提高了抽油机电动机的功率因数。

[0117] 相应于上面的方法实施例,本发明还提供了一种抽油机电动机节能控制系统,参见图 6 所示,包括:

[0118] 第一判断单元 601,用于判断所述抽油机电动机是否适合星接;

[0119] 第一动作单元 602,用于当所述第一判断单元 601 的判断结果为是时,将所述抽油机电动机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;

[0120] 第二判断单元 603,用于当所述第一动作单元 602 动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合星接断续供电;

[0121] 第二动作单元 604,用于当所述第二判断单元 603 的判断结果为是时,将所述抽油机电动机进行星接断续供电;

[0122] 第三判断单元 605,用于当所述第二动作单元 604 的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否应该角接;

[0123] 第三动作单元 606,用于当所述第三判断单元 605 的判断结果为是时,将所述抽油机电机的三相定子绕组转换为角接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为角接;

[0124] 第四判断单元 607,用于当所述第三动作单元 606 的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电;

[0125] 第四动作单元 608,用于当所述第四判断单元 607 的判断结果为是时,将所述抽油机电动机进行角接断续供电;

[0126] 第五判断单元 609,用于当所述第四动作单元 608 的动作完成后,判断所述抽油机电动机是否适合星接;

[0127] 第五动作单元 610,用于当所述第五判断单元 609 的判断结果为是时,由第一动作单元 602 将所述抽油机电机的三相定子绕组转换为星接,且将与所述三相定子绕组并联的电容器转换为星接;当所述第五判断单元 609 的判断结果为否时,由第四判断单元 607 继续判断所述抽油机电动机是否适合角接断续供电。

[0128] 参见图 7 所示,所述第一动作单元 602 可以包括:

[0129] 第一断电子单元 602a,用于当有功功率的最大值与额定功率的比值小于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接;

[0130] 第一通电子单元 602b,用于当所述抽油机电机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电机的三相定子绕组转换为星接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为星接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

[0131] 参见图 8 所示,所述第二动作单元 604 可以包括:

[0132] 第二断电子单元 604a,用于当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或等于预定时长时,先断开电容器与星接三相定子绕组的连接,再断开星接三相定子绕组的电源;

[0133] 第二通电子单元 604b,用于当所述抽油机电机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通星接三相定子绕组的电源;再接通电容器与星接三相定子绕组的连接。

[0134] 参见图 9 所示,所述第三动作单元 606 可以包括:

[0135] 第三断电子单元 606a,用于当所述有功功率的最大值与额定功率的比值大于或等于预定阈值时,先断开电容器与三相定子绕组的连接,再断开三相定子绕组与电源的连接;

[0136] 第三通电子单元 606b,用于当所述抽油机电机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,将抽油机电机的三相定子绕组转换为角接,接通三相定子绕组的电源;将与三相定子绕组并联的电容器转换为角接,接通电容器与三相定子绕组的连接。

[0137] 参见图 10 所示,所述第四动作单元 608 可以包括:

[0138] 第四断电子单元 608a,用于当所述有功功率的负功率或零功率的持续时长大于或

等于预定时长时,先断开电容器与角接三相定子绕组的连接,再断开角接三相定子绕组的电源;

[0139] 第四通电子单元 608b,用于当所述抽油机电动机的转速与旋转磁场同步转速的差值小于预定阈值时,先接通角接三相定子绕组的电源;再接通电容器与角接三相定子绕组的连接。

[0140] 对于系统实施例而言,由于其基本相应于方法实施例,所以相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0141] 相应于以上的方法和系统实施例,本发明还提供了实施本发明的电路示意图,应用于上述的方法和系统实施例中。

[0142] 如图 11 所示,U、V 和 W 是三相电源;QF1 与 QF2 是断路器;KM1、KM2 与 KM3 是微机控制的接触器;U1-U2、V1-V2、W1-W2 依次是电动机 A、B、C 三相定子绕组的首尾端。此外,微机控制的固态继电器用于控制电容器的接通或者断开电源;图中的标示的晶闸管是由微机控制的三组反并联的晶闸管,用于在断续供电的情况下控制电动机的三相绕组接通或者断开电源,在接通时通过精确控制电源电压的相位,实现电压有小到大施加,实现电源的快速软投入。

[0143] 由图中可以看出,当断路器 QF2 合上后,电容器就与电动机的各相绕组并联,且电容器的连接方式跟随电动机三相定子绕组的连接方式变化。此外,断路器 QF2 还与固态继电器配合,完成星角转换或断续供电过程中的通断电。具体的,断电时,先断开固态继电器,再断开 QF2;通电时,先接通 QF2,再接通固态继电器。

[0144] 当 KM1 与 KM2 断开,KM3 合上时,电动机三相定子绕组属于星接,于是就得到星接运行模式下断续供电与无功补偿结合的节能技术方案。显然,如果晶闸管总是导通的,就得到星接运行与无功补偿相结合的节能技术方案。

[0145] 当 KM1 与 KM3 断开,KM2 合上时,电动机三相定子绕组属于角接,于是得到角接运行模式下断续供电与无功补偿结合的节能技术方案。当然,如果晶闸管总是导通的,就得到角接运行与无功补偿相结合的节能技术方案。

[0146] 此外,需要说明的是,本发明所提供的节能控制系统是一个由微机控制器控制的全自动系统。

[0147] 参考图 12 所示,U1、V1 和 W1 是三相电源的输入端,CTa、CTb 和 CTc 是电流互感器,用于检测电动机三相电流,检测得到的电流输入信号直接输入微机控制器。PTa、PTb 和 PTc 是电压互感器,用于检测电动机的三相电压,检测得到的电压输入信号直接输入微机控制器。微机控制器根据检测得到的电流值和电压值计算得到电动机的有功功率,再根据相关条件对系统进行控制。

[0148] KA1、KA2 和 KA3 分别是用于控制 KM1、KM2 和 KM3 电磁线圈通断的开关。G01、G02 和 G03 分别是用于控制 KA1、KA2 和 KA3 的信号,当有输出信号时,通过分别控制 KA1、KA2 和 KA3,分别使其各自对应的电磁线圈接通。G1、G2 和 G3 是用于控制固态继电器通断的信号,有输出信号时导通。K1、K2 和 K3 是控制晶闸管通断的信号,有输出信号时导通。gnd 是电源地。

[0149] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统和方法,在没有超过本申请的精神和范围内,可以通过其他方式实现。当前的实施例只是一种示范性的例子,

不应该作为限制,所给出的具体内容不应该限制本申请的目的。例如,所述单元或子单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或多个子单元结合在一起。另外,多个单元可以或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0150] 以上所述仅是本发明的具体实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

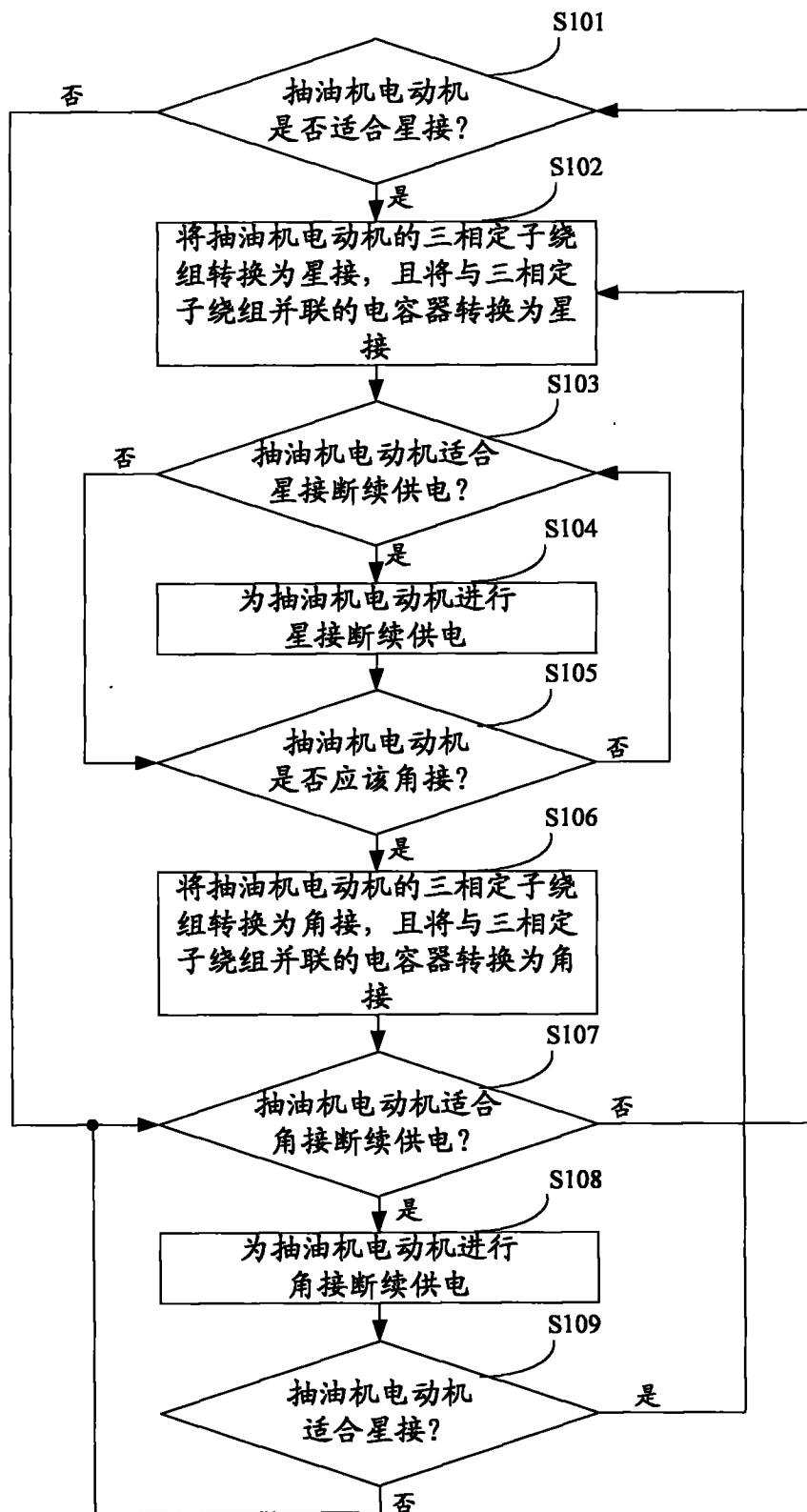


图 1

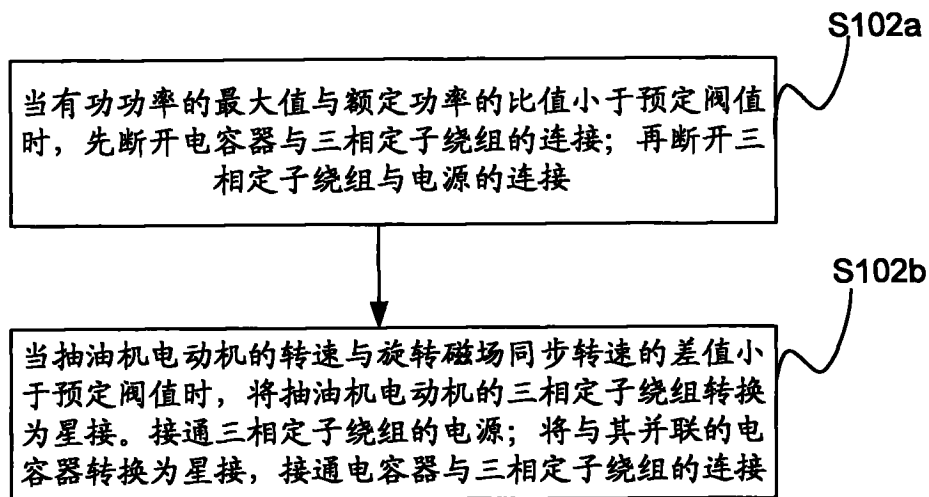


图 2

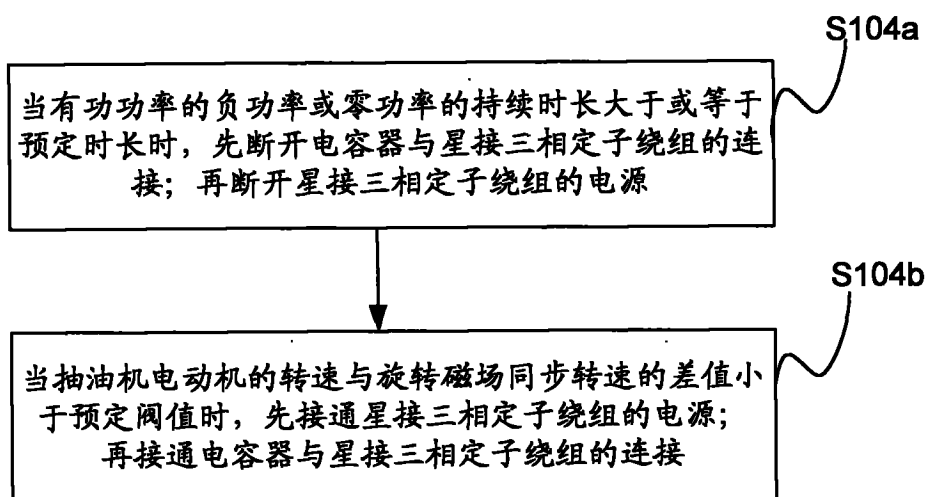


图 3

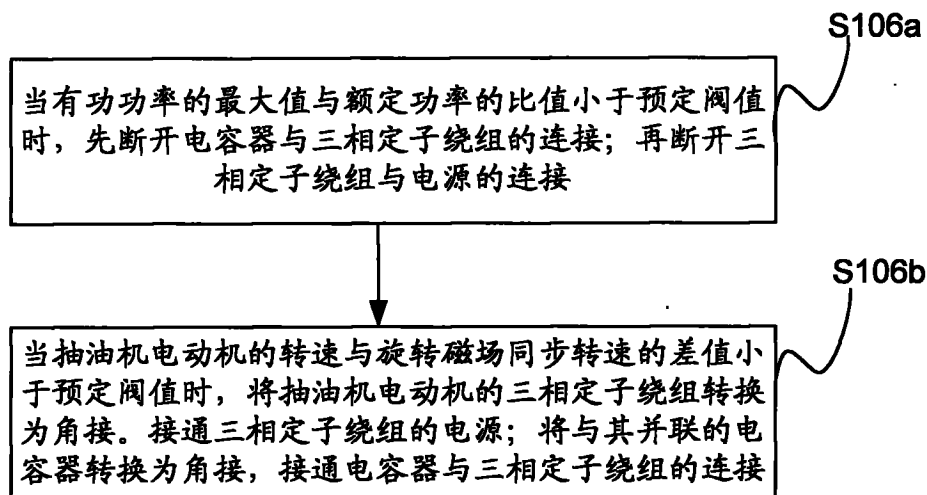


图 4

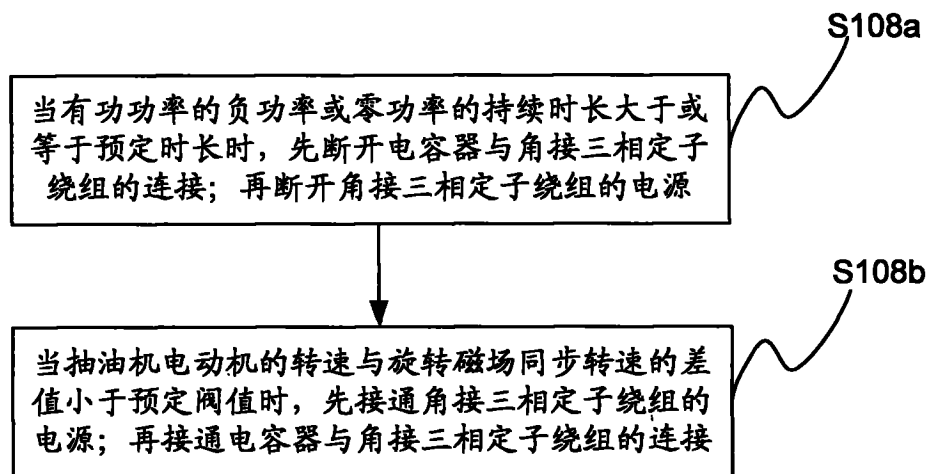


图 5

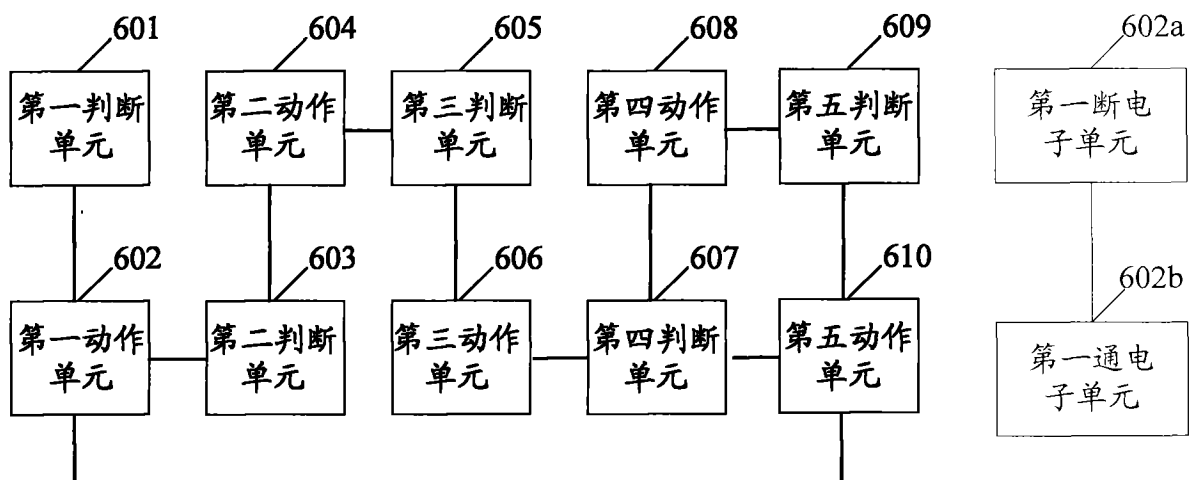


图 6

图 7

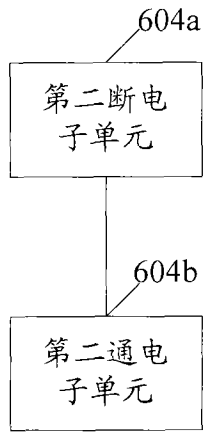


图 8

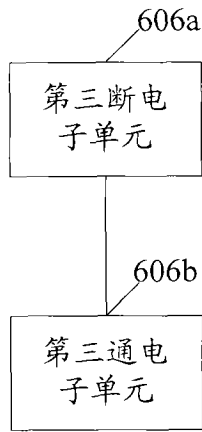


图 9

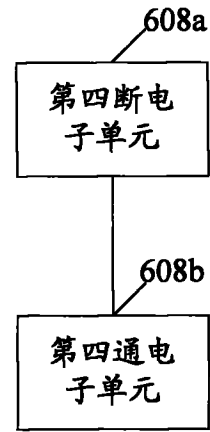


图 10

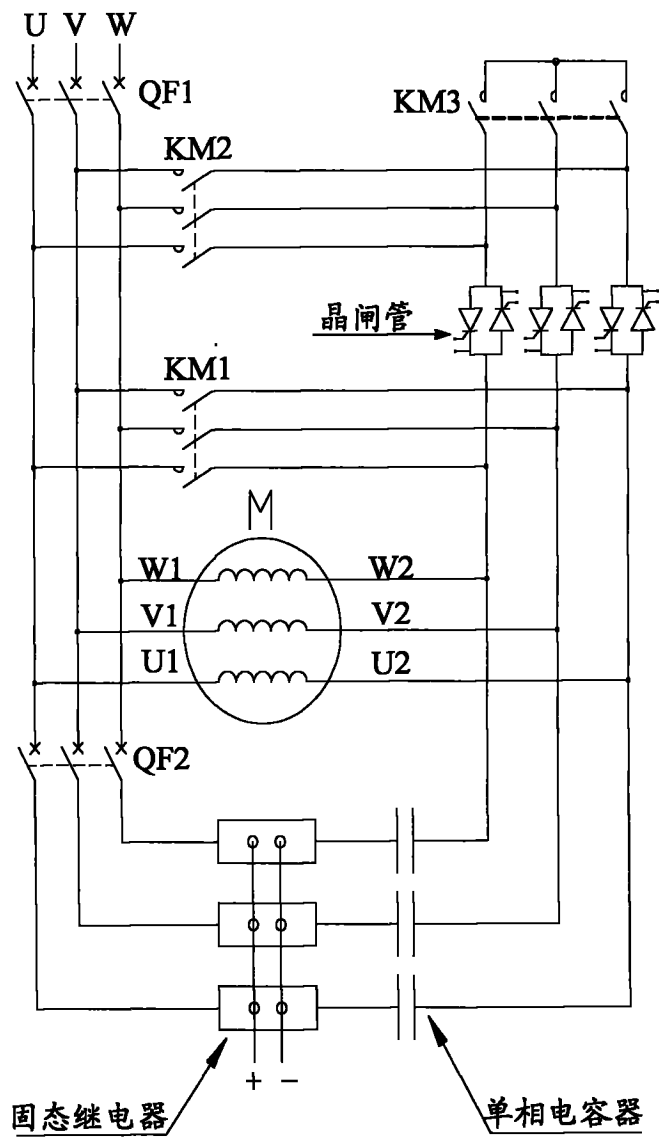


图 11

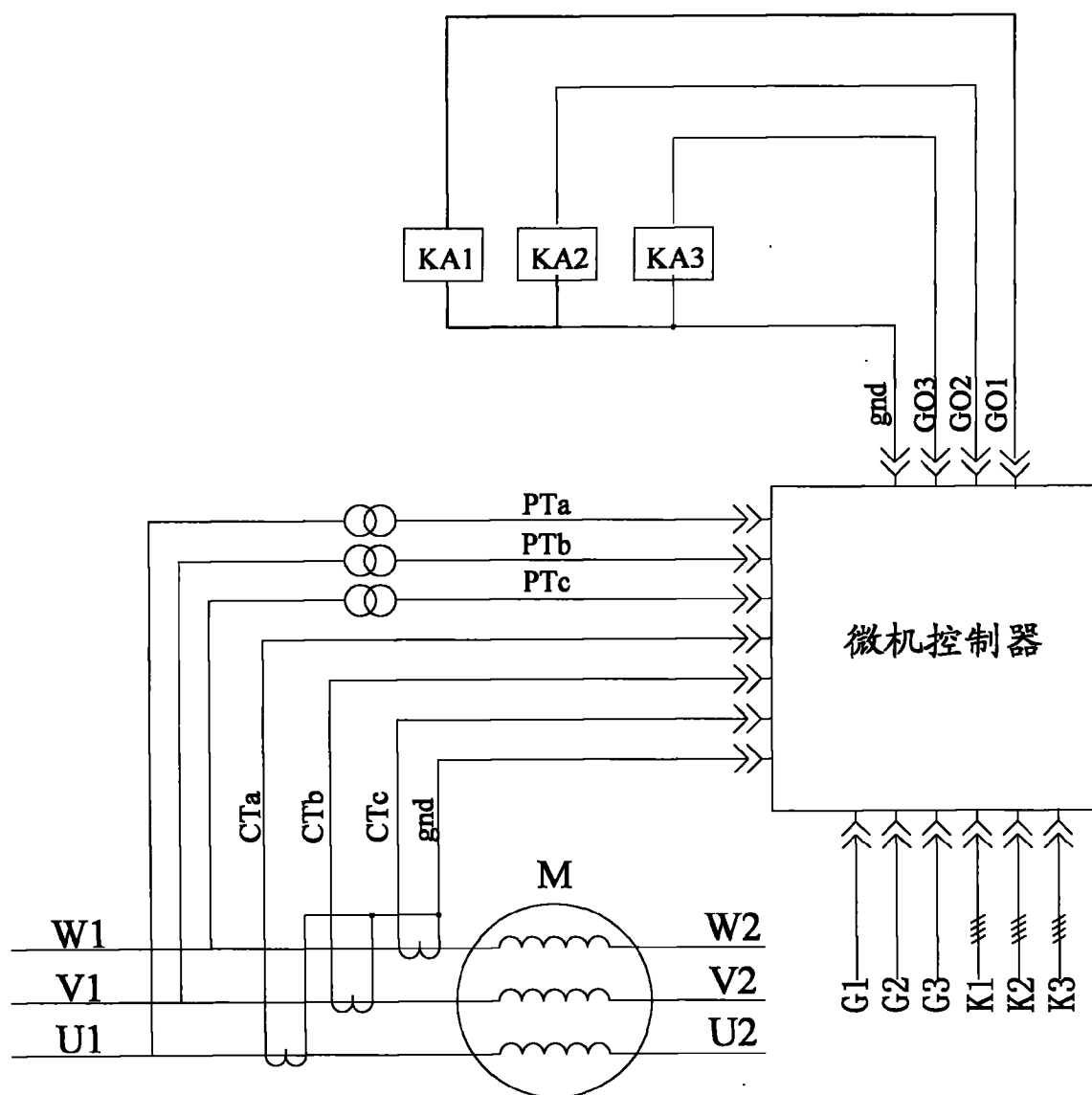


图 12