

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 6/00 (2006.01)

H02P 6/20 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410022610.8

[45] 授权公告日 2006 年 10 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 1279687C

[22] 申请日 2004.5.18

[21] 申请号 200410022610.8

[71] 专利权人 桂林星辰电力电子有限公司

地址 541004 广西壮族自治区桂林市高新区 5 号小区

[72] 发明人 吕虹

审查员 李伟波

[74] 专利代理机构 桂林市持衡专利商标事务所有限公司

代理人 欧阳波

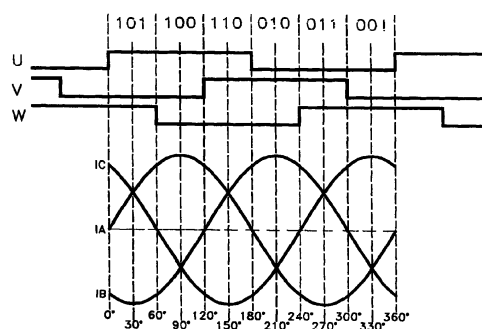
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

交流永磁同步电机控制系统首次上电时转子的定位方法

## [57] 摘要

本发明的交流永磁同步电机控制系统首次上电时转子的定位方法，在转子上安装普通编码器，同时预装可发 U、V、W 信号的霍尔元件或增量式编码器。U、V、W 信号将转子位置电角度分为六个 60°电角度的区间，在初始上电时，通过 U、V、W 信号状态，确定转子磁场矢量区间，取该区间的中点作为转子磁场矢量位置，控制器向定子三相绕组输出电流。其误差最大只有 30 度电角度。转子运转跨过区间时 U、V、W 状态发生第一次变化，即可立即对转子进行准确定位，开始正式运行。装置方法简单有效，保证在控制器过载能力范围内正常启动运行；系统正常运行后，每经过 60 度电角度，系统均对转子的位置校核，避免在运行过程中的定位错误。



1 一种交流永磁同步电机控制首次上电时转子的定位方法，在电机转子上安装普通编码器，用普通编码器输出 A、B 脉冲的数量来表征转子位置的变化；同时在电机制造时预先安装转子磁极位置的感应霍尔元件并配备标准的增量式编码器，或者安装配套带有 U、V、W 信号的增量式编码器；霍尔元件或带有 U、V、W 信号的编码器送出的 U、V、W 状态信号，共有六个电平状态，101、100、110、010、011、001，表征电机转子电角度位置的为六个等距区间，每个区间 60 度电角度；

在初始上电时刻，通过 U、V、W 信号状态，确定电机转子磁场矢量初始位置所处的区间，取该区间的中点作为转子磁场矢量位置，控制器以此作为转子初始位置向定子三相绕组输出电流；

其特征为：

转子运转过一个不大于 60 度的电角度、跨过了由 U、V、W 信号表征的电角度区间时，U、V、W 状态发生第一次变化，控制器立即根据 U、V、W 状态的变化对转子进行准确定位，并继而根据普通编码器送出的 A、B 脉冲信号进行转子准确定位，开始正式运行。

2 根据权利要求 1 所述的交流永磁同步电机控制首次上电时转子的定位方法，其特征为：

在系统进入精确定位并正常运行时，转子每转过 60 度电角度，U、V、W 信号中有一个信号的状态会发生一次跳变，根据该跳变及另两个信号的状态对转子所处的电角度作精确定位，系统对转子的位置进行校核。

3 根据权利要求 1 所述的交流永磁同步电机控制首次上电时转子的定位方法，其特征为：

对于 N 对极的电机，转子精确定位前转过的机械角度不大于 60 度的 N 分之一。

## 交流永磁同步电机控制系统首次上电时转子的定位方法

### (一) 技术领域

本发明涉及交流永磁同步电机控制系统的一种转子定位方法，具体为交流永磁同步电机控制系统首次上电时的一种转子的定位方法。

### (二) 技术背景

对交流永磁同步电机进行伺服控制时，控制器控制定子三相电流合成磁场的矢量方向。为了有效控制定子磁场矢量，需要对转子位置进行精确测量。通常经济而有效的方法是：在电机转子上安装增量式编码器，用编码器输出脉冲的数量来表征转子位置的变化。但该方法中，控制器的控制计算机需要先得到转子的初始位置，再根据编码器送来的 A、B 脉冲才能确定转子旋转的方向和已转动的角度。在系统首次通电时，电机转子的绝对位置是不确定的。使用这类控制器在初始上电时，只能让电机先旋转起来，当控制器接受到编码器送来的 Z 脉冲时，控制器才能确认转子位置初始点，也就是说才能开始对定子磁场矢量开始进行控制。在电机制造时，编码器的 Z 脉冲，即编码器的零位脉冲，均准确定位于转子磁极的特征位置，如磁极中心线或磁场由 N 到 S 的交换点。电机首次上电时，转子可能需要转过 360 度的机械角度才能寻找到零点，接受到编码器的 Z 脉冲，开始正常的控制。这降低了系统的工作效率，并且某些工作场合下如军用雷达、火炮等装备，不允许转子转过如此大的角度电机才进入正常工作。

此问题早在业内引起重视。如中国专利 96106988 “交流伺服系统中电机转子初始位置的检测方法及其装置”，该发明可以在控制电机转子转动编码器一线的情况下实现对电机转子初始位置的测量，克服了已有技术需开环旋转一周寻找初始零位的缺点。但是该发明采用凑试法，通过将施加电流从小到大改变并且测量电机运转趋势来逐点寻找转子的零位，定位时间长，运算复杂，系统复杂，并且在电机被堵转等极端情况下会发生错误定位。

### (三) 发明内容

本发明的目的在于设计一种系统首次上电时实现转子快速定位的简单有效的方法，以使系统初始上电时即可以输出额定转矩进行正常启动。

本发明的交流永磁同步电机控制系统首次上电时转子的定位方法，在电机转子上安装普通增量式编码器，用普通编码器输出 A、B 脉冲的数量来表征转子位置的变化，同时在电机制造时预先安装转子磁极位置的感应霍尔元件并配备普通增量式编码器。或者安装配套带有 U、V、W 信号的特种增量式编码器，其安装方法与转子磁极位置的感应霍尔元件的安装相同。霍尔元件或此类增量式编码器送出的 U、V、W 状态信号，共有六个电平状态，101、100、110、010、011、001，将电机转子位置的每 360 度电角度分为六个相等的区间，每个区间为  $360 \div 6 = 60^\circ$  电角度。在初始上电时刻，通过增量式编码器发出的 U、V、W 信号状态，确定电机转子磁场矢量初始位于哪一个区间，此时，取该区间的中点作为转子磁场矢量位置，控制器以此作为转子初始位置向定子三相绕组输出相应矢量方向的电流，确保电机达到额定转矩。

因为已确定了转子矢量所在的区间，而该区间的电角度为 60 度，所以当取其中点作为转子矢量的初始位置，其误差最大只有 30 度电角度。对于正弦波矩角特性的电机，定子通入一定的电流，由于 30 度电角度的初始定位误差带来的初始启动力矩误差为  $(1 - \sin 60^\circ) \times 100\% = 13.4\%$ ，控制器一般都具有 20% 以上的过载能力，因此在最大误差 30 度的情况下，系统初始上电时仍可以输出额定转矩进行正常启动。对于梯形波矩角特性的电机，由初始定位误差带来的初始启动力矩误差基本为零。

在初始上电电机运行后，转子运转了一定角度（最大为 60 度电角度）跨过了电角度区间时，U、V、W 状态即发生第一次变化，控制器即可立即根据 U、V、W 状态的变化对转子进行准确定位，并继而根据编码器送出的 A、B 脉冲信号进行运行中的转子准确定位，从而开始正式运行。

本发明的交流永磁同步电机控制系统首次上电时转子定位方法的优点为：1、只需加装可发出 U、V、W 信号霍尔元件或增量式编码器即可解决交流永磁同步电机控制系统在初次上电不能精确测量转子位置的问题，暂时进行粗略定位以便立即开始正常驱动运行；2、利用本方法初定位的定位误差最大不超过  $\pm 30$  度，保证在控制器过载能力范围内正常启动运行；3、系统正常运行后，每经过 60 度电角度的运转，系统就可以对转子的位置进行校核，避免在运行过程中，由于编码器脉冲误码或计算机飞程带来的定位错误。

#### （四）附图说明

图 1 为 U、V、W 信号表征电机转子电角度位置的示意图以及转子定位后根据 U、V、W 信号状态及变化沿控制器向三相绕组输出的三相电流波形图。

#### （五）具体实施方式

在电机转子上安装普通增量式编码器，用其输出的 A、B 脉冲的数量来表征转子位置的变化。同时在电机制造时预先安装转子磁极位置的感应霍尔元件并配备普通增量式编码器，或者安装配套带有 U、V、W 信号的特种增量式编码器。如图 1 所示，霍尔元件或编码器送出的 U、V、W 状态信号，共有六个电平状态，101、100、110、010、011、001，表征电机转子电角度位置的为六个等距区间，每个区间为  $360 \div 6 = 60^\circ$  电角度。在初始上电时刻，通过增量式编码器发出的 U、V、W 信号状态，即确定电机转子磁场矢量初始位置所处的区间，取该区间的中点作为转子磁场矢量位置，控制器以此作为转子初始位置向定子三相绕组输出电流。

转子跨越了不同电角度区间时，即转过一个不大于 60 度的电角度时，必然要越过 U、V、W 状态的一次变化沿。而只要转子越过了 U、V、W 状态的一次变化沿，U、V、W 状态发生第一次变化，控制器立即根据 U、V、W 状态的变化对转子进行精确定位，即可对转子精确定位，并继而根据编码器送出的 A、B 脉冲信号进行转子精确定位，电机即由初始上电运行进入正常精确定位运行。

对于 1 对极的电机，转子转过的电气角度与机械角度相等，对于 N 对极的电机，转子转过的电气角度等于机械角度的 N 倍。因此采用本方法进行转子上电定位时，对于 N 对极的电机，转子精确定位前转过的机械角度不大于 60 度的 N 分之一。

上述的 U、V、W 信号除用于系统首次上电作为转子定位外，在系统进入精确定位并正常运行时，转子每转过 60 度电角度，U、V、W 信号中必然有一个信号的状态会发生一次变化，根据该跳变及另两个信号的状态可对转子所处的电角度作精确定位。因此由 U、V、W 状态的每一次变化沿可对转子位置进行重新精确定位，系统可以对转子的位置进行校核，避免在这 60 度电角度的运行过程中由于编码器脉冲丢失或增加等误码或计算机飞程带来的错误，如图 1 所示，保证控制器对应转子位置向三相绕组输出的相应的三相电流波形。

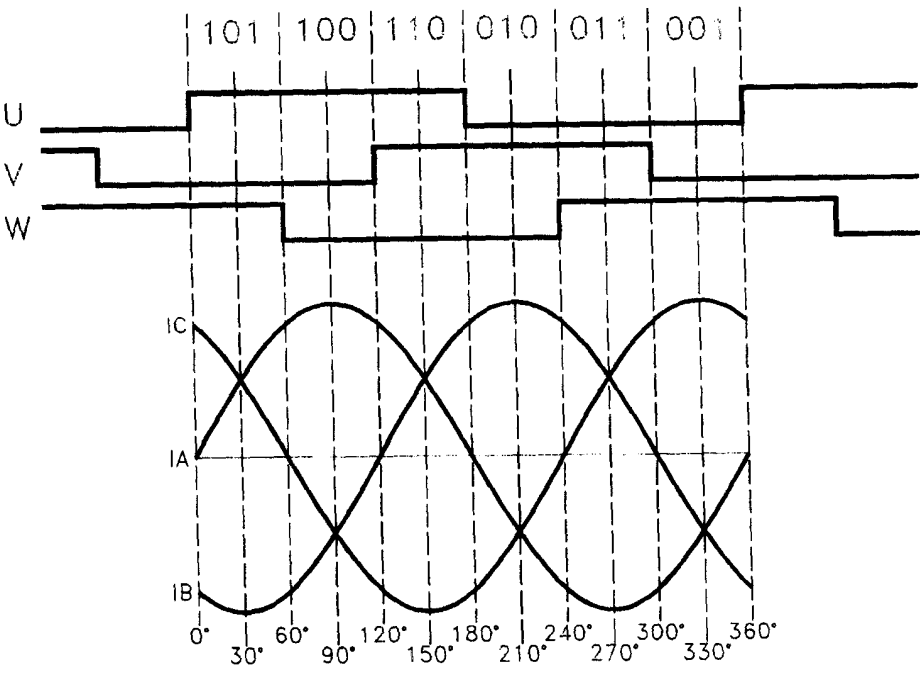


图 1