

[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 94112229.8

[51]Int.Cl⁶

[43]公开日 1996 年 1 月 24 日

H02P 7/00

[22]申请日 94.7.16

[71]申请人 陈谷红

地址 200092上海市锦西路63弄1号101室

[72]发明人 陈谷红

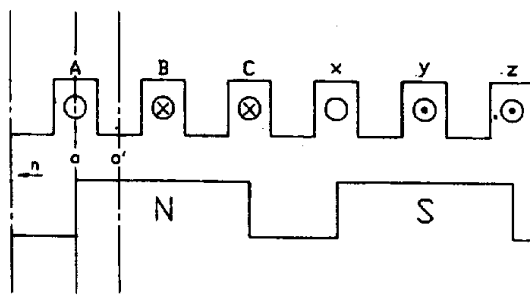
H02P 6/00

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 1 页

[54]发明名称 永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法

[57]摘要

本发明涉及一项电机控制技术。它提出了一种永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法，克服了一般永磁电机不能进行基速（额定转速）以上的恒功率调速的缺陷。根据不同的转速和负载情况，通过调节电机定子绕组通电和断电的开关角度，控制其“触发角”和“关断角”的超前量，便可实现永磁无刷直流电机“弱磁调速”。这种方法控制简单灵活，能有效地扩大电机的调速范围，提高电机的运行性能和工作效率，适用于各种结构的永磁无刷直流电机。



权 利 要 求 书

1. 一种利用控制电机绕组通电的“触发角”和“关断角”的永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法，其特征在于：当电机转子磁极的前沿边进入定子绕组槽中心位置或转子磁极后沿边退出定子槽中心位置之前，超前开通或关断定子绕组。
2. 按权利要求1所述的永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法其特征在于：控制电机定子绕组的“触发角”，在电机转子磁极前沿边进入定子绕组槽中心位置之前，超前触发该相绕组，使绕组提前通电，其超前量应控制在半个齿距范围内。
3. 按权利要求1所述的永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法其特征在于：控制电机绕组断电的“关断角”，在电机转子磁极后沿边退出定子绕组槽中心位置之前，超前关断该相绕组，使绕组提前断电，其超前量应控制在半个齿距范围内。
4. 按权利要求2、3所述，永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法其特征在于：“触发角”和“关断角”的超前量与电机的转速成正比，在基速以上的恒功率调速时，较高的转速对应于较大的超前量，其极限值为半个齿距。

说 明 书

永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法。

本发明永磁无刷直流电机的“弱磁”调速法属于电机控制技术领域。

目前还没有一种能对永磁无刷直流电机进行“弱磁”调速的实用和有效的方法。这是因为永磁电机靠永磁体来产生磁场，该磁场是恒定的，要改变其大小比较困难。因此长期以来永磁无刷直流电机一直被认为只能进行基速（额定转速）以下的恒转矩调速，而不能进行基速以上的恒功率调速，即通过“弱磁”的方法来调速。

本发明的目的是为永磁无刷直流电机提供一种既行之有效又实用方便的“弱磁”调速方法，以实现永磁电机基速以上的恒功率调速，扩大电机的调速范围和应用场合。提高电机的工作效率和运行性能。

现以一台2极3相的永磁无刷电机为例来说明“弱磁”调速的原理。电机每相绕组的电势平衡方程式为：

$$u = e + iR$$

其中 i 为每相绕组的电流， R 为每相绕组的电阻， iR 也就是每相绕组的电阻压降，电机在正常运行时此值相对很小， u 为外施电压； e 为每相绕组的反电势，可由下式表示：

$$e = L (di/dt) + NBlv$$

其中 L 为每相绕组的电感， $L(di/dt)$ 为每相绕组因电流变化而产生的“电感电势”； N 为每相绕组的导线总数， B 为气隙磁密，该磁场由永磁体产生， l 为导线长度， v 为导线的相

对运动速度(等于电机转子转速), $NBlv$ 也就是每相绕组的“运动电势”。在电机运行时, 随着转子位置的变化, 定子绕组处于不断地通电, 断电, 反向通电, 再断电的循环工作状态。在这样的通电状态下, 绕组中的反电势不但包含“运动电势”而且还有“电感电势”。

图一为电机定、转子展开图。转子的运动方向如图中箭头所示, 传统的通电方式是当转子N极的前沿边移动到槽中心O点处, A相开始通电, C相断电。电机A相绕组的反电势中既包含“运动电势”又包含“电感电势”。如果将A相绕组的通电位置移至齿中心O'处, 此时由于A相绕组中的导线还未进入磁场, 因此绕组反电势中只有“电感电势”, 随着转子的运动, 当N极的前沿边移动到O点时, A相绕组已建立好电流, 此时绕组中的反电势主要是“运动电势”。这种通电方式使得绕组在整个通电区域内的任意时刻其反电势基本上只存在一个分量, 即“电感电势”或“运动电势”。这样在同样的外施电压下, 每一个分量的值都能达到其最大值, 即近似于外施电压, 既可提高电流上升速度使绕组中的电流更快地到达其设定值, 又可达到提高电机转速的目的。传统的断电方式是当转子N极的后沿边移至O点处时关断A相绕组的通电电流, 这时绕组中的电流并不是马上到零, 而是靠逆变器中的续流二极管将储存在绕组中的电磁能量逐步释放和消耗。当电机转速较高时, 如果转子N极的后沿边在到达O'点处时, A相绕组中还有电流存在, 此时的电流对产生转矩就不起作用。因此根据电机负载和转速的实际情况, 提前断电对提高电机的工作效率和运行性能也是很

重要的。

某相绕组开始通电的位置称之为“触发角”，而通电结束的位置称之为“关断角”。从“触发角”到“关断角”之间的角度称之为“导通角”。由此可见，根据电机转速和负载的情况，调节“触发角”和“关断角”的超前量，可使电机在不同的负载条件下都能达到高效率。

本发明的思想除了适用于上述独立控制的多相绕组永磁无刷直流电机的“弱磁”调速外，也适用于串联绕组的电子换向永磁直流电机的“弱磁”调速。前者的工作原理如前所述，而后者是通过改变“触发角”和“关断角”的方法来改变串联绕组的磁通，相当于普通直流电机靠移动电刷位置来改变磁通的大小，从而达到“弱磁”调速的目的。虽然两者的工作原理有所不同，但其作用和效果是相同的，都达到了“弱磁”调速的目的。

本发明与现有技术比较具有如下优点：1. 由于改变了“触发角”，使绕组超前导通，将通电区内反电势中的“电感电势”和“运动电势”两个分量分离。这样在同样的外施电压下提高了电机的转速，起到了“弱磁”调速的效果，克服了传统通电方式下永磁电机只能进行恒转矩调速的缺点，扩大了电机的调速范围和应用场合。2. 由于改变了“关断角”，使绕组超前导通，更有效地利用了电磁能量，提高了电机的工作效率和运行性能。

图一是本发明的原理示意图。

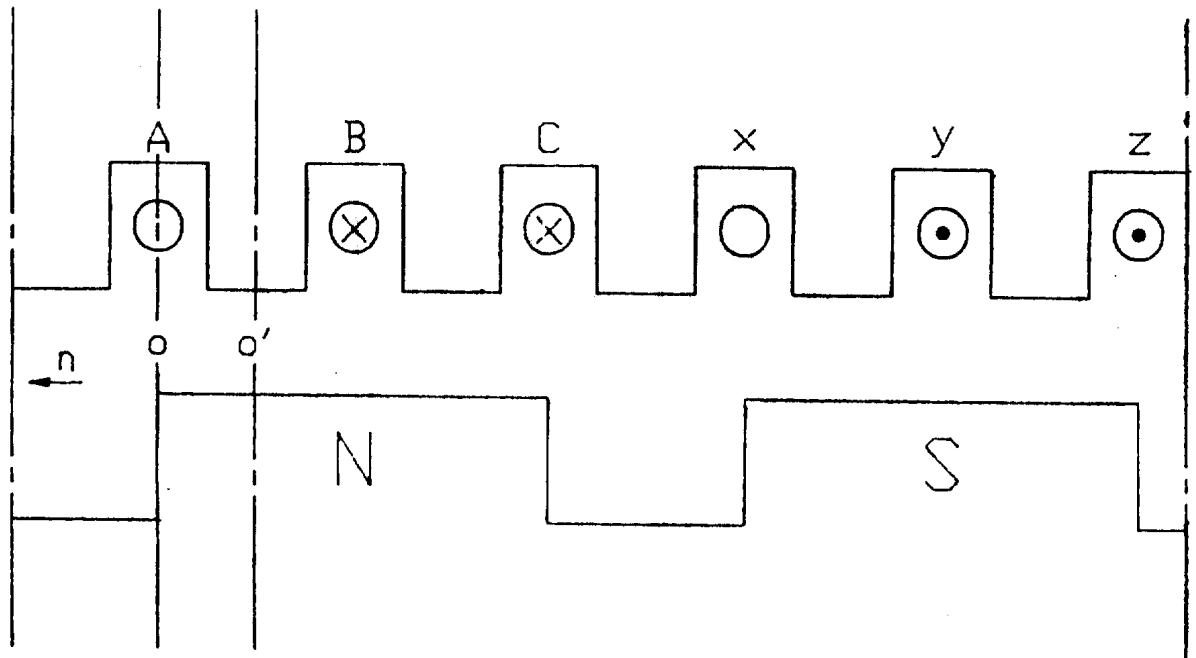
图中符号表示：A、B、C - 三相绕组的首端，x、y、z

说 明 书

- 三相绕组的尾端， o - 定子槽中心位置， o' - 定子齿中心位置， n - 转子运动方向， N 、 S - 转子永磁体的极性

本发明的一个最佳实施方案是：参见图一

永磁无刷直流电机“弱磁”调速法的中心思想是分离电机绕组反电势中的“电感电势”和“运动电势”，以提高外施电压的利用率。具体办法是：电机在基速以上进行调速时，将定子绕组的通电位置从槽中心 o 处移至齿中心 o' 处。以A相绕组为例，当转子N极的前沿边运动至齿中心 o' 处时，触发A相绕组使其通电。将“触发角”设置在齿中心 o' 处，以实现“弱磁”调速的目的，提高电机的调速范围。同样当转子N极的后沿边运动至齿中心 o' 处，关断A相绕组使其断电。将“关断角”设置在齿中心 o' 处，以提高“弱磁”调速时电机的工作效率和运行性能。另外如能利用位置编码器和微机控制技术，根据不同的转速和负载情况适当调节“触发角”和“关断角”的位置，即在半个齿距范围内调节超前通电和超前断电的超前量 o' 的位置（其极限值设定在齿中心），这样控制效果会更佳。



图一