

# 22-PSP

## 第六章作业 无刷直流电机与交流伺服电机

1、无刷直流电机的定子磁场是连续变化还是步进变化的？请给出简要说明。  
如何减少无刷直流电机转矩脉动？

答：问题一

步进变化。电机通电后，霍尔元件根据转子的实际位置发出信号，使定子绕组依次通电，产生一个步进式的旋转磁场，电磁转矩  $T = k \sin \theta$ ，带动转子转动。

例如对于两极三相电机的“六步换向”  $N = km = 2 \times 3 = 6$

转子转过电角度： $0 \sim 60^\circ$   $60^\circ \sim 120^\circ$   $120^\circ \sim 180^\circ$   $180^\circ \sim 240^\circ$   $240^\circ \sim 300^\circ$   $300^\circ \sim 360^\circ$   
定子磁极位置： $120^\circ$   $180^\circ$   $240^\circ$   $300^\circ$   $0^\circ$   $60^\circ$

问题二：

由  $T_{em} = K \sin \theta$ ,  $\theta = 90^\circ \pm \frac{180^\circ}{N}$ ,  $N = km$  知

增加定子绕组的相数可以减少转矩脉动。

2、BLDC交流伺服电动机为什么会出现换相转矩脉动？

答：由于电感存在，电流不会突变，因此在换相过程中断开相电流，电流下降的过程和新接入的相电流上升的过程都需要时间，因此相电流不是理想的方波，从而会产生非换相相电流脉动，从而引起换相转矩脉动。

3、PMSM在匀速转动中，电机定子线圈的反电动势波形是什么？反电动势产生的过程是什么？反电动势最大值与电机转速之间是什么关系？

答：①反电动势是正弦波（由于转子永磁体专门设计，使气隙磁密分布为正弦波，因此定子绕组反电动势波形为正弦波）

②当电机定子通电后，由于受电磁转矩而旋转，线圈在磁场中旋转就会产生反电动势。

③  $E = \frac{2}{\pi} \omega k_t$  知反电动势最大值与电机转速成正比。

背！

4、如何理解 PMSM 电机通过矢量控制将其控制转化成为了直流电机控制问题？

答：直流电动机的优点是机械特性和调节特性的线性度好，转矩大，控制方法简单，这些优点与它的下述两个特点有关。直流电机定子和转子的两个磁场轴线之间的夹角由设计和结构决定，在  $90^\circ$  电角左右，与运行中的负载无关；直流电机的磁极磁场与电枢电流相互独立，可分别控制。传统的直流电机通过换向器（称为机械换向器）来实现定子和转子两个磁场轴线之间夹角在  $90^\circ$  电角左右。

PMSM 电机的矢量控制原理就是用位置传感器不停的观测转子的角度，将定子绕组的合成电流矢量  $I$ （定子磁极）的角度保持和转子磁场矢量垂直。永磁同步电机的矢量控制，只要能准确地检测出转子磁极轴（d 轴）的空间位置，控制逆变器使三相定子的合成电流（或磁动势）矢量位于转子磁极轴垂直位置（q 轴）上就可以了。为了使得电流效率最高，只要使定子绕组的合成电流矢量在 d 轴分量为零（即  $I_d = 0$ ），定子绕组的合成电流矢量都在 q 轴上（即  $I_q = I$ ），即所有的电流都作用于正交 - 产生力矩。如果要改变转矩大小，只需要改变  $I_q$  电流大小即可，这样大大简化了控制。矢量控制下的永磁同步电机，定子电流与转子永磁磁通互相独立，控制系统简单，转矩恒定性好，脉动小，可以获得很宽的调速范围。