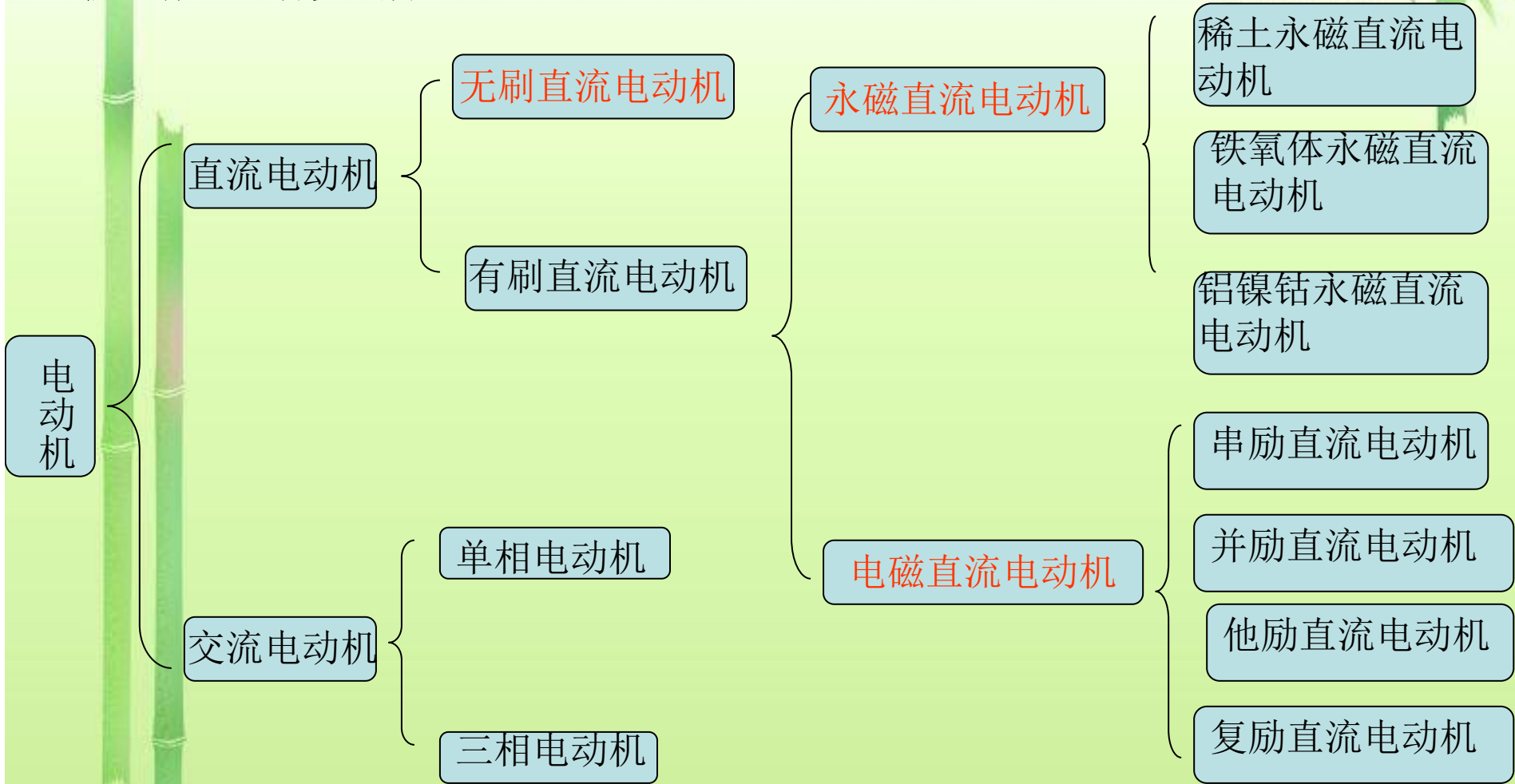


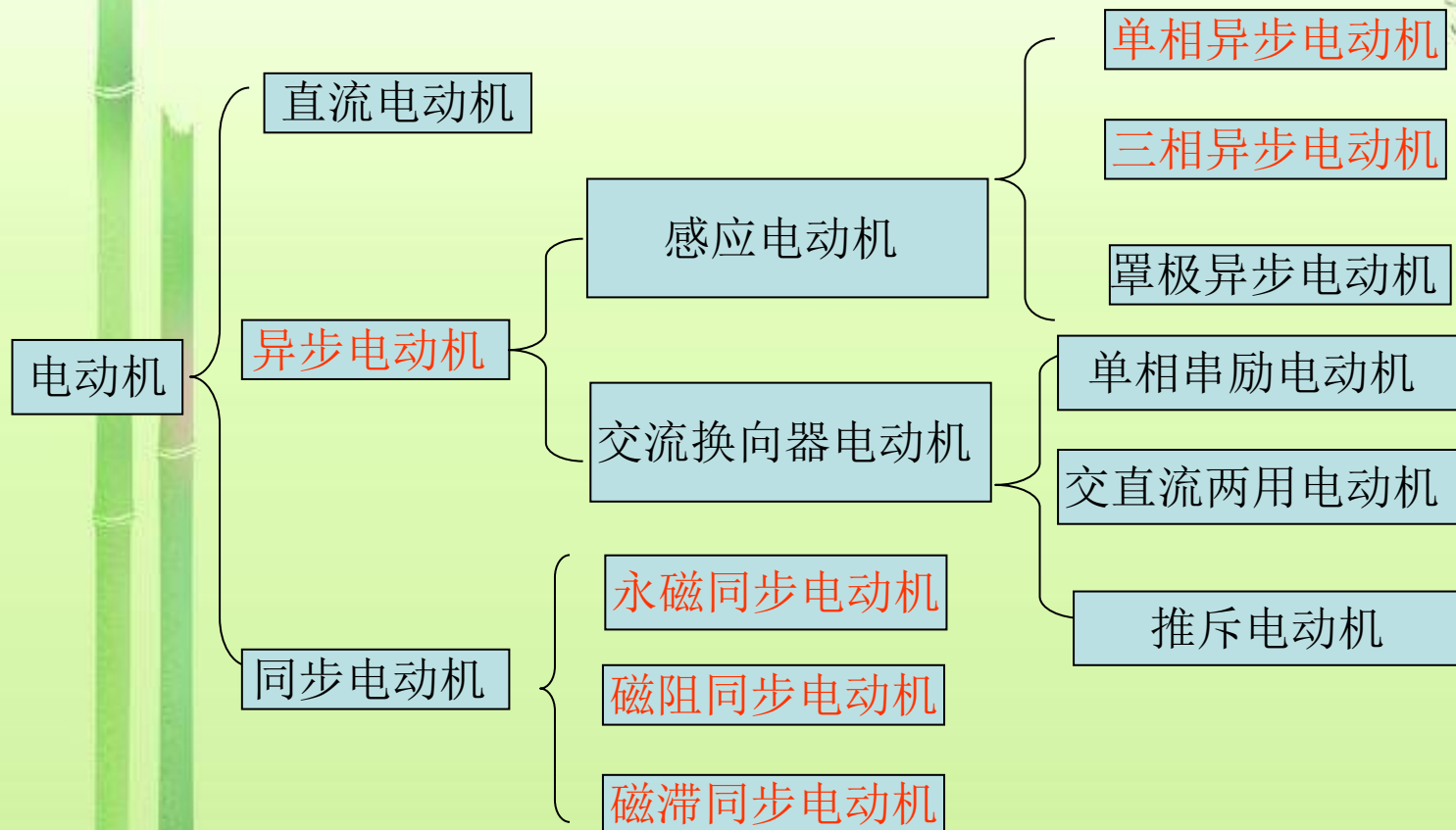
# 电动机种类

## 1、按工作电源种类划分

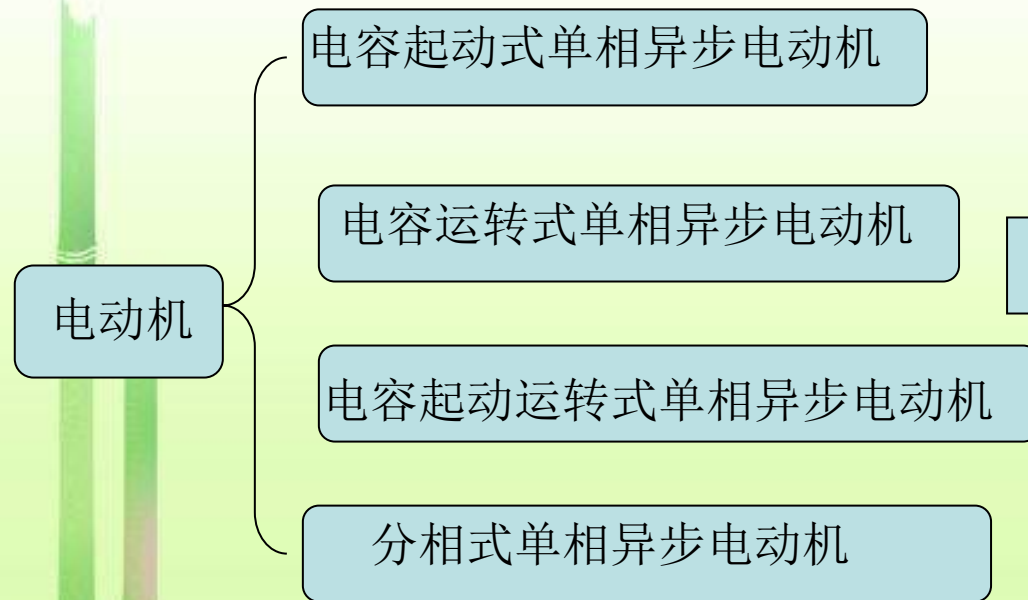




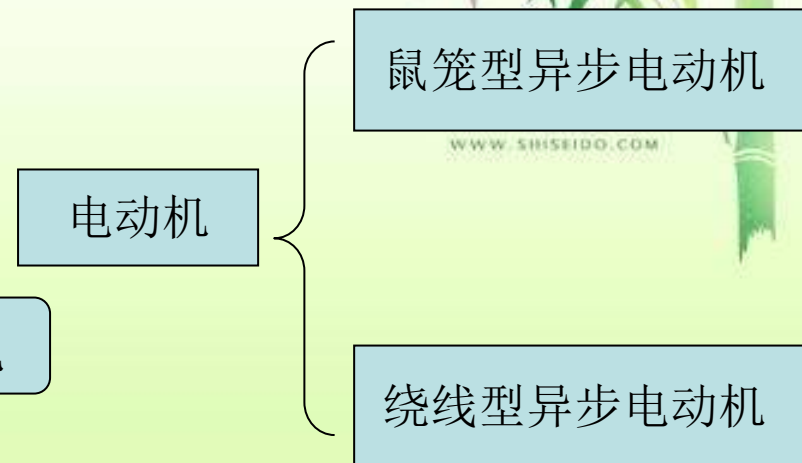
## 2、按结构和工作原理划分



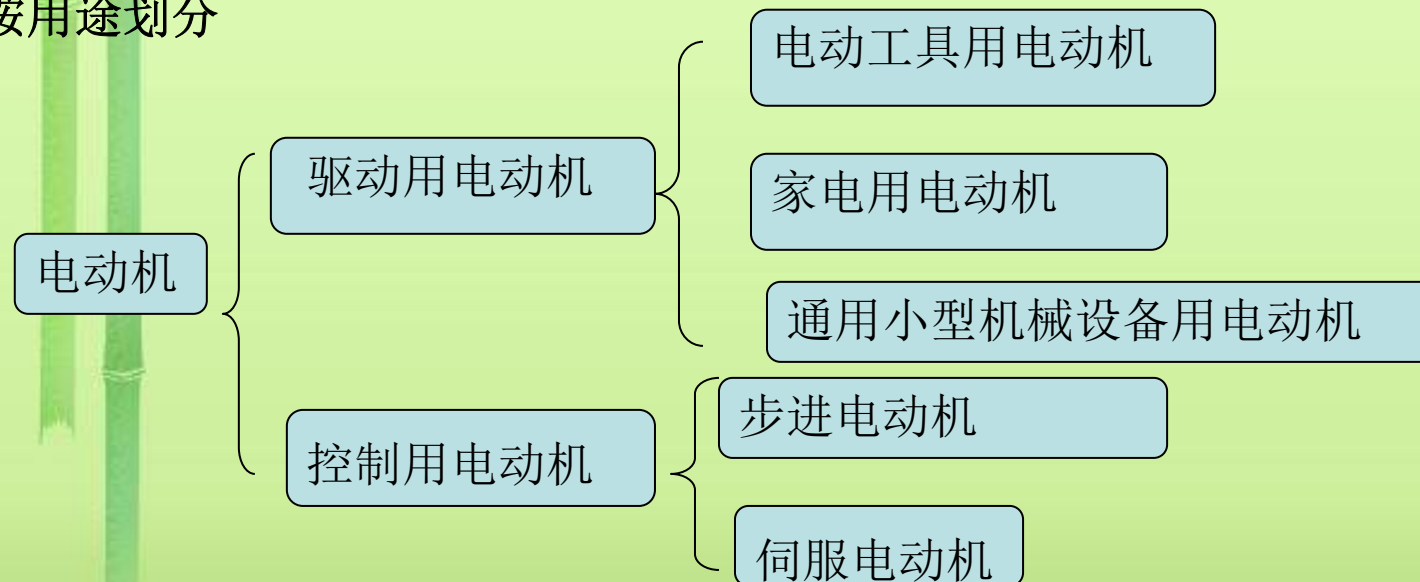
### 3. 启动与运行方式划分



### 4. 按转子的结构划分

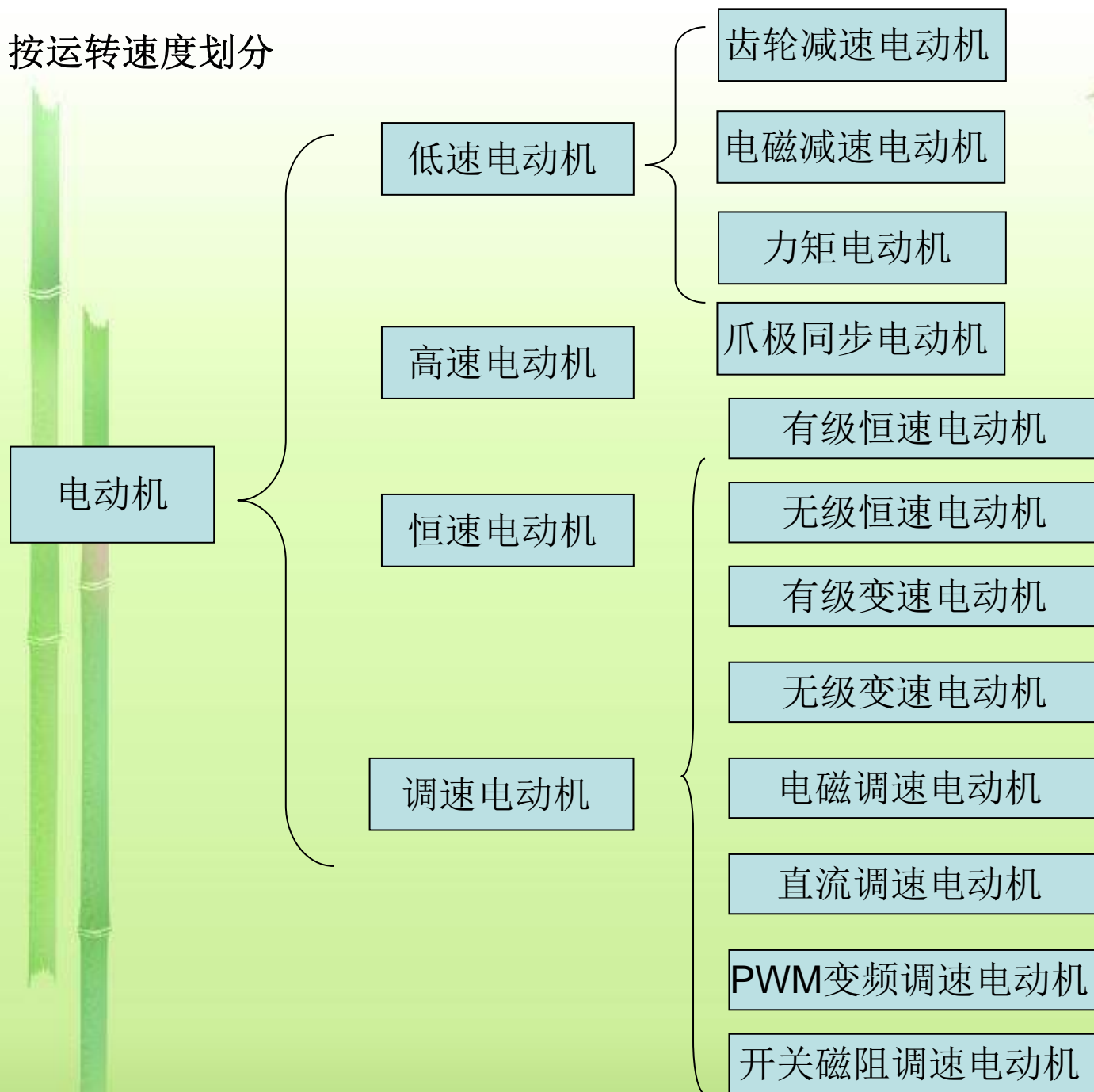


### 5. 按用途划分





## 6、按运转速度划分



返回

## 无刷直流电动机(BLDC)结构和原理

无刷直流电动机是采用半导体开关器件来实现电子换向的，如图1所示，即用电子开关器件代替传统的接触式换向器和电刷。它具有可靠性高、无换向火花、机械噪声低等优点，广泛应用于高档录音座、录像机、电子仪器及自动化办公设备中。

无刷直流电动机由永磁体转子、多极绕组定子、位置传感器等组成，如图2所示。位置传感按转子位置的变化，沿着一定次序对定子绕组的电流进行换流（即检测转子磁极相对定子绕组的位置，并在确定的位置处产生位置传感信号，经信号转换电路处理后去控制功率开关电路，按一定的逻辑关系进行绕组电流切换）。定子绕组的工作电压由位置传感器输出控制的电子开关电路提供。

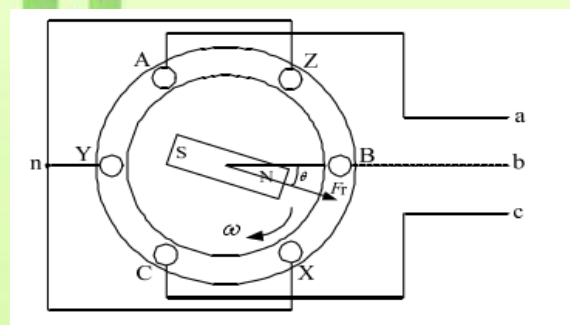
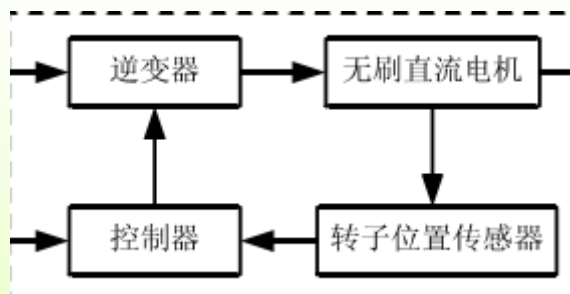
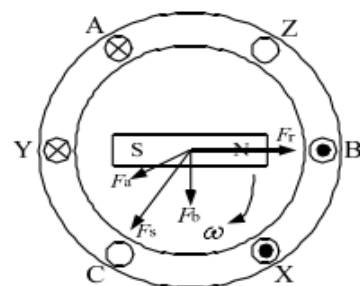
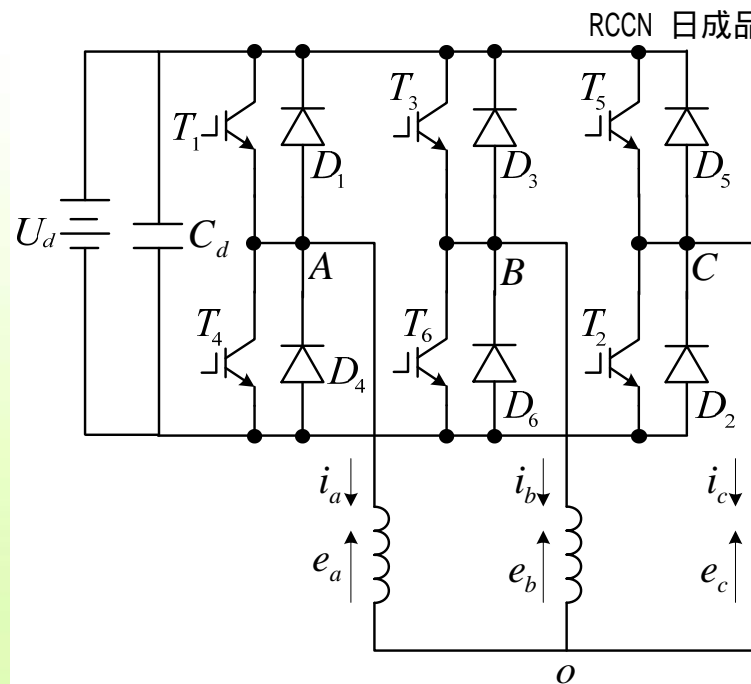
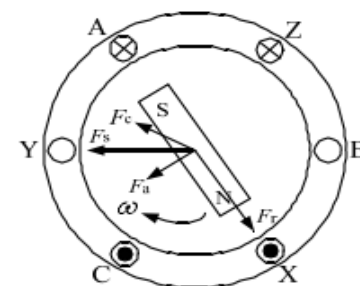


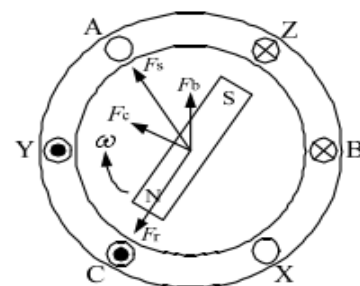
图1



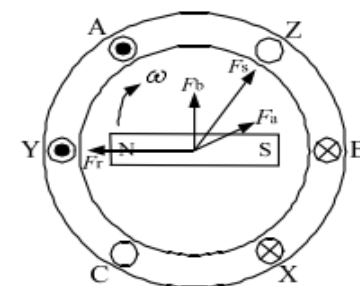
(a) VT6/VT1



(b) VT1/VT2



(c) VT2/VT3



(d) VT3/VT4

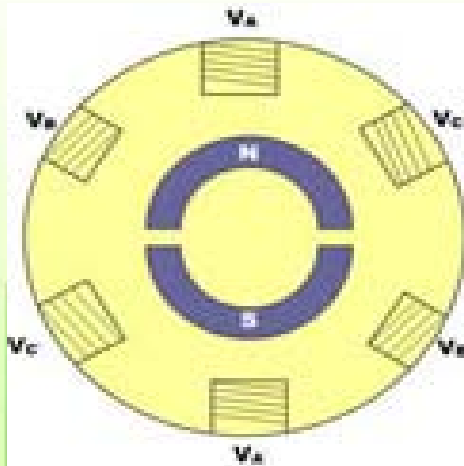


图2

无刷**DC**电机具有永磁转子和绕线定子。并且，无刷**DC**电机可以分为**2**类：一类具有外部旋转磁铁，另一类则具有内部旋转磁体。在无刷**DC**电机中，感应线圈（相位）的位置（对于恒定磁场而言），受通过电流所产生的感应磁场，而切换（转换）到适当的相位。霍尔效应传感器通常用于感应转子的位置。另外，也可以采用无传感器方法。



# 永磁直流电动机

永磁式直流电动机也由定子磁极、转子、电刷、外壳等组成，定子磁极采用永磁体（永久磁钢），有铁氧体、铝镍钴、钕铁硼等材料

$$F=BIL$$

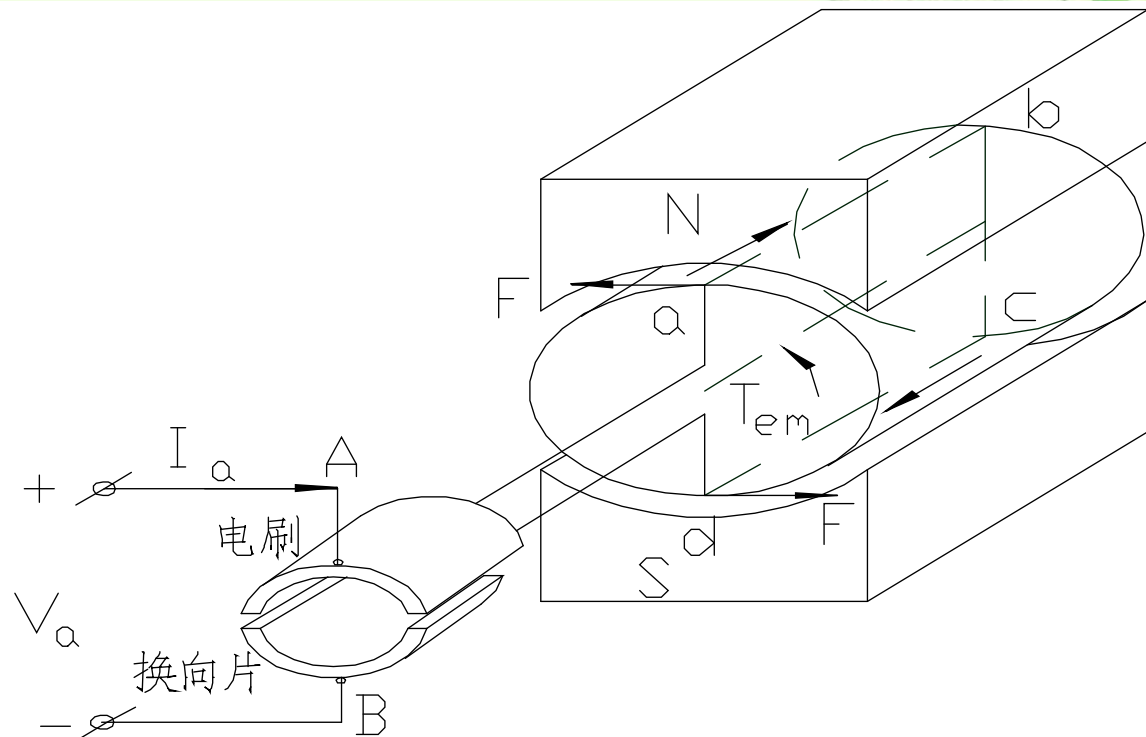
B—磁通密度；

L—通电导体长度；

I—导体中电流；

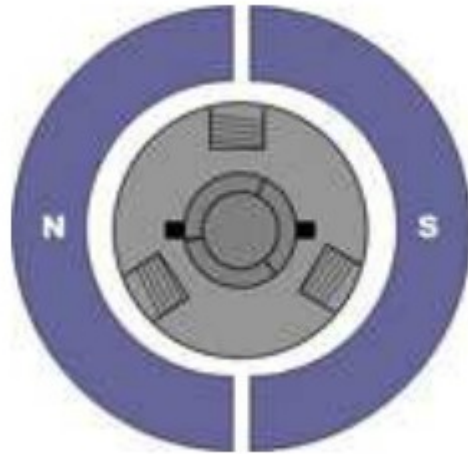
F方向—左手定则

如右图所示，电刷A,B上加上直流电源，便形成直流电动机的物理模型这个实现线圈abcd中便有电流通过。其方向为从a到d，线圈中电流I与磁场作用，产生



电磁力  $f=BIL$ ，电枢再次电磁力的作用下旋转起来，进而带动生产机械的运转。力的方向由左手定则判定，图示时刻，电流从a到d，则ab段所受电磁力的方向为从右向左，电枢逆时针方向旋转。当电枢转过180度时，外部电路的电流I不变，线圈中的电流方向为从d到a，此时电磁力方向不变，电机沿恒定方向旋转。

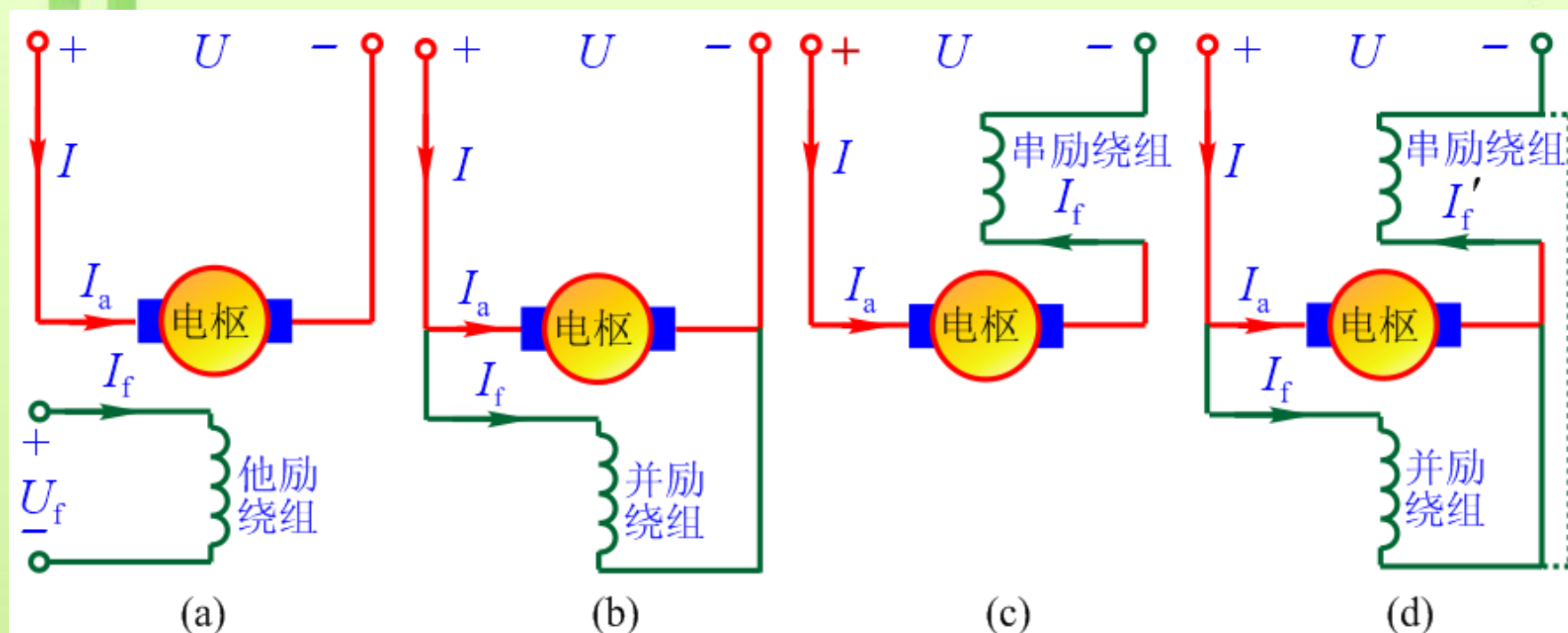




定子包含**2个**或多个永磁极片。转子包含通过电刷与电压源相连的绕组和机械换向器。吸引通电绕组的相反极性和定子磁铁，转子就会旋转，直到与定子对齐为止。转子一与定子对齐，电刷就会跨过换向器接点，并且给下一个绕组通电，从而产生连续转动。电机的速度与施加在其上的电压成正比。颠倒电机连接方向，转向也会改变。

# 电磁直流电动机按励磁方式分类

电磁式直流电动机的定子磁极（主磁极）由铁心和励磁绕组构成。根据其励磁（旧标准称为激磁）方式的不同又可分为他励直流电动机、并励直流电动机、串励直流电动机和复励直流电动机。因励磁方式不同，定子磁极磁通（由定子磁极的励磁线圈通电后产生）的规律也不同。



直流电动机各种励磁方式的接线图

(a) 他励 (b) 并励 (c) 串励 (d) 复励

# 旋转磁场

## (1) . 产生

图3表示最简单的三相定子绕组AX、BY、CZ，它们在空间按互差120°的规律对称排列。并接成星形与三相电源U、V、W相联。则三相定子绕组便通过三相对称电流：随着电流在定子绕组中通过，在三相定子绕组中就会产生旋转磁场(图4)。

## (2) . 旋转磁场的方向

旋转磁场的方向是由三相绕组中电流相序决定的，若想改变旋转磁场的方向，只要改变通入定子绕组的电流相序，即将三根电源线中的任意两根对调即可。这时，转子的旋转方向也跟着改变。

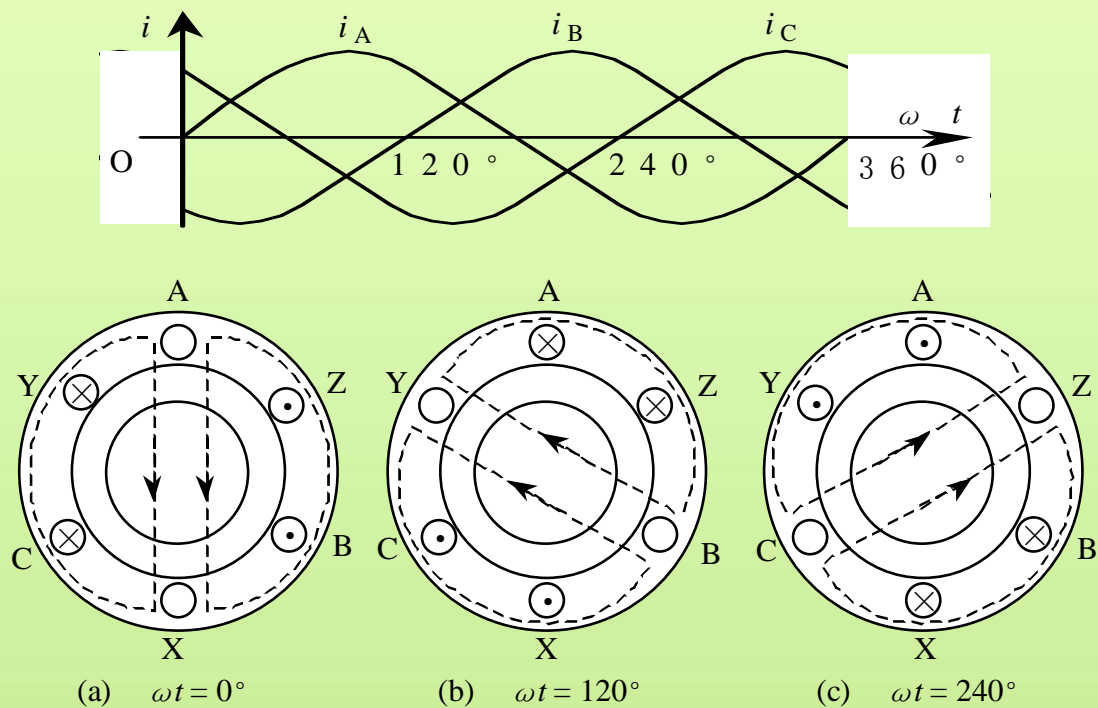


图 4 旋转磁场的形成



图 3 三相异步电动机定子接线

当  $\omega t=0^\circ$  时，AX 绕组中无电流；为负，BY 绕组中的电流从 Y 流入 B 流出；为正，CZ 绕组中的电流从 C 流入 Z 流出；由右手螺旋定则可得合成磁场的方向如图 4 (a) 所示。

当  $\omega t=120^\circ$  时，BY 绕组中无电流；为正，AX 绕组中的电流从 A 流入 X 流出；为负，CZ 绕组中的电流从 Z 流入 C 流出；由右手螺旋定则可得合成磁场的方向如图 4 (b) 所示。

当  $\omega t=240^\circ$  时，CZ 绕组中无电流；为负，AX 绕组中的电流从 X 流入 A 流出；为正，BY 绕组中的电流从 B 流入 Y 流出；由右手螺旋定则可得合成磁场的方向如图 4 (c) 所示。

可见，当定子绕组中的电流变化一个周期时，合成磁场也按电流的相序方向在空间旋转一周。随着定子绕组中的三相电流不断地作周期性变化，产生的合成磁场也不断地旋转，因此称为旋转磁场。

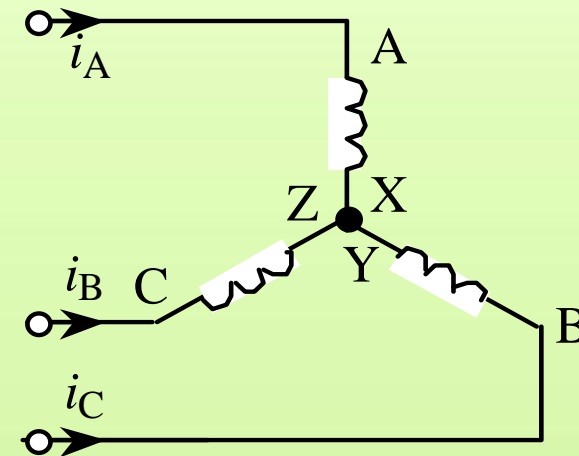


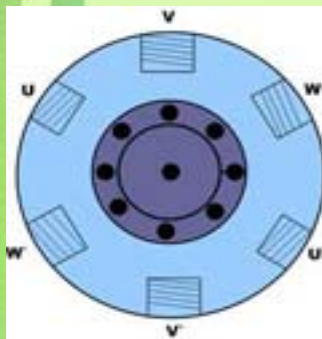
图3 三相异步电动机定子接线

# 异步电机的工作原理

(1)当三相异步电机接入三相交流电源时，三相定子绕组流过三相对称电流产生的三相磁动势（定子旋转磁动势）并产生旋转磁场。

(2)该旋转磁场与转子导体有相对切割运动,根据电磁感应原理,转子导体产生感应电动势并产生感应电流。

(3)根据电磁力定律，载流的转子导体在磁场中受到电磁力作用，形成电磁转矩，驱动转子旋转，当电动机轴上带机械负载时，便向外输出机械能。



三相异步电机利用将电能转化成机械能的感应原理。导线被置于电磁场内，受力的影响会让它穿过磁场。在AC感应电机中，磁场被置于固定部分（定子）内。受电磁力影响的导体位于转子内。

定子通常由3个成120电角度的相位绕组组成。通入三相交流电时，它们会在转子的导线内产生电流。定子产生的磁场的相互作用和转子内的载流导线使得转子被定子磁场“拖”转。



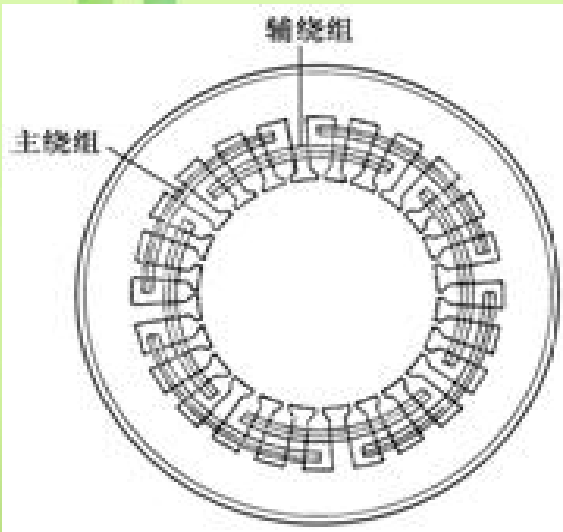


异步电机是一种交流电机，其负载时的转速与所接电网的频率之比不是恒定关系。还随着负载的大小发生变化。负载转矩越大，转子的转速越低。异步电机包括感应电机、双馈异步电机和交流换向器电机。感应电机应用最广，在不致引起误解或混淆的情况下，一般可称感应电机为异步电机。

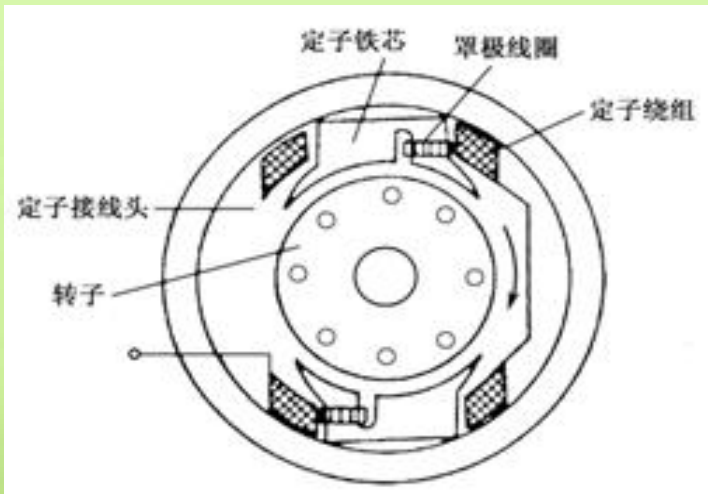
1. 单相异步电动机

定子由机座和带绕组的铁心组成。铁心由硅钢片冲槽叠压而成，槽内嵌装两套空间互隔90°电角度的主绕组（也称运行绕组）和辅绕组（也称起动绕组成副绕组）。主绕组接交流电源，辅绕组串接离心开关S或起动电容、运行电容等之后，再接入电源。

转子为笼型铸铝转子，它是将铁心叠压后用铝铸入铁心的槽中，并一起铸出端环，使转子导条短路成鼠笼型。



分相电动机定子绕组示意图



单相凸极式罩极异步电动机结构示意图

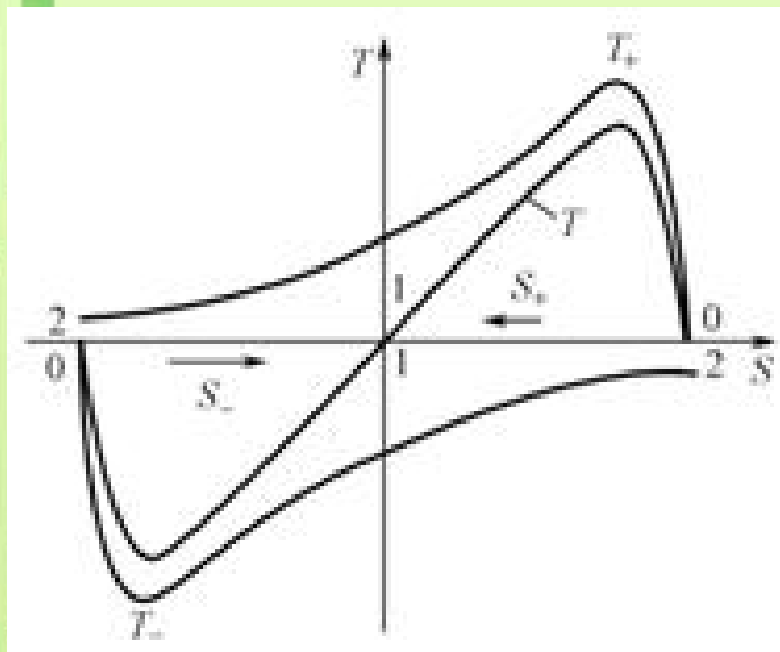


假设转子的逆时针方向为正方向，看下图，那么

转子对正向磁场的转差率为  $S_+ = (n_1 - n) / n_1$

转子对反向磁场的转差率为  $S_- = (n_1 - (-n)) / n_1 = 2 - S_+$

$0 < S_+ < 1$  时， $T_+$  为驱动电磁转矩， $T_-$  为制动转矩且  $T_+ > |T_-|$ ； $0 < S_- < 1$  时， $T_-$  为驱动电磁转矩， $T_+$  为制动转矩且  $|T_-| > T_+$ ； $S_+ = 1$  时， $T_+ = T_-$  合成转矩为 0。



单相异步电动机的T-s曲线

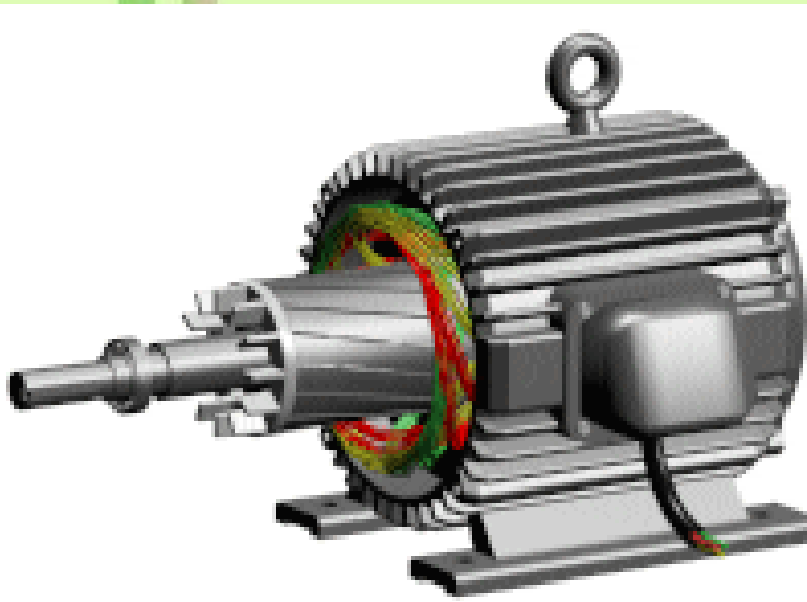
单相异步电动机又分为单相电阻起动异步电动机，单相电容起动异步电动机、单相电容运转异步电动机和单相双值电容异步电动机



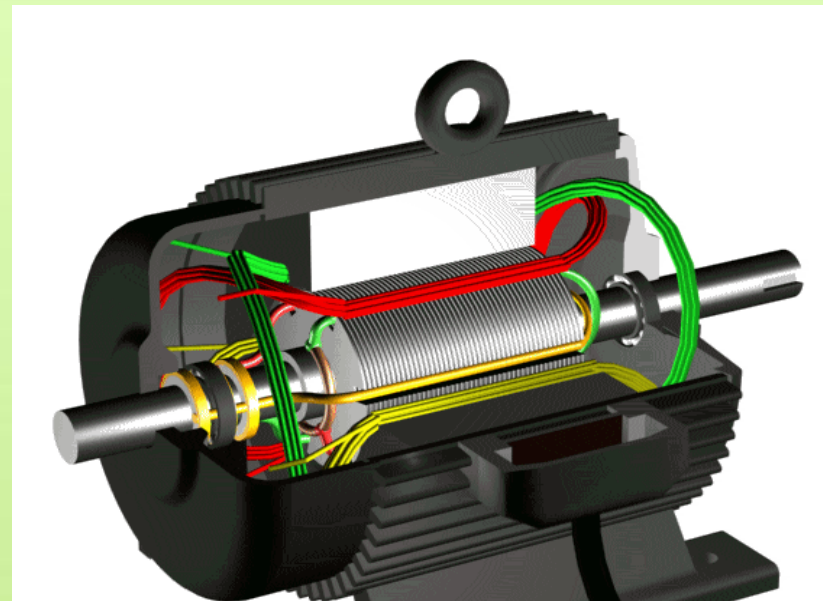
## 三相异步电动机

三相异步电动机的结构与单相异步电动机相似，其定子铁心槽中嵌装三相绕组（有单层链式、单层同心式和单层交叉式三种结构）。定子绕组接入三相交流电源后，绕组电流产生的旋转磁场，在转子导体中产生感应电流，转子在感应电流和气隙旋转磁场的相互作用下，又产生电磁转矩（即异步转矩），使电动机旋转。

### 鼠笼型异步电动机



### 绕线型异步电动机



# 异步电动机的外部接线

点击壳体观看分解动画  
点击铭牌观看联线图



三相笼式异步电动机的部件图

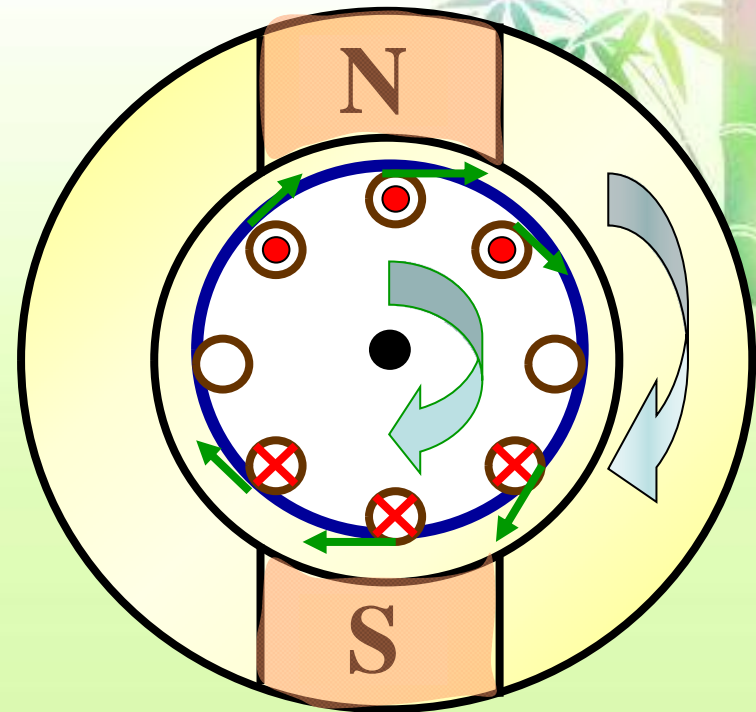
## 二、三相异步电动机的工作原理

### (1) 电磁转矩的产生

电磁力 → 电磁转矩  
 $T$ ,  $T$  与  $n_0$  同方向。

(2) 电动机转速  $n$  和旋转磁场同步转速  $n_0$  的关系？

电机转子转动方向与磁场旋转的方向一致，  
但  $n < n_0$

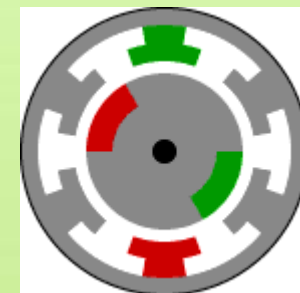
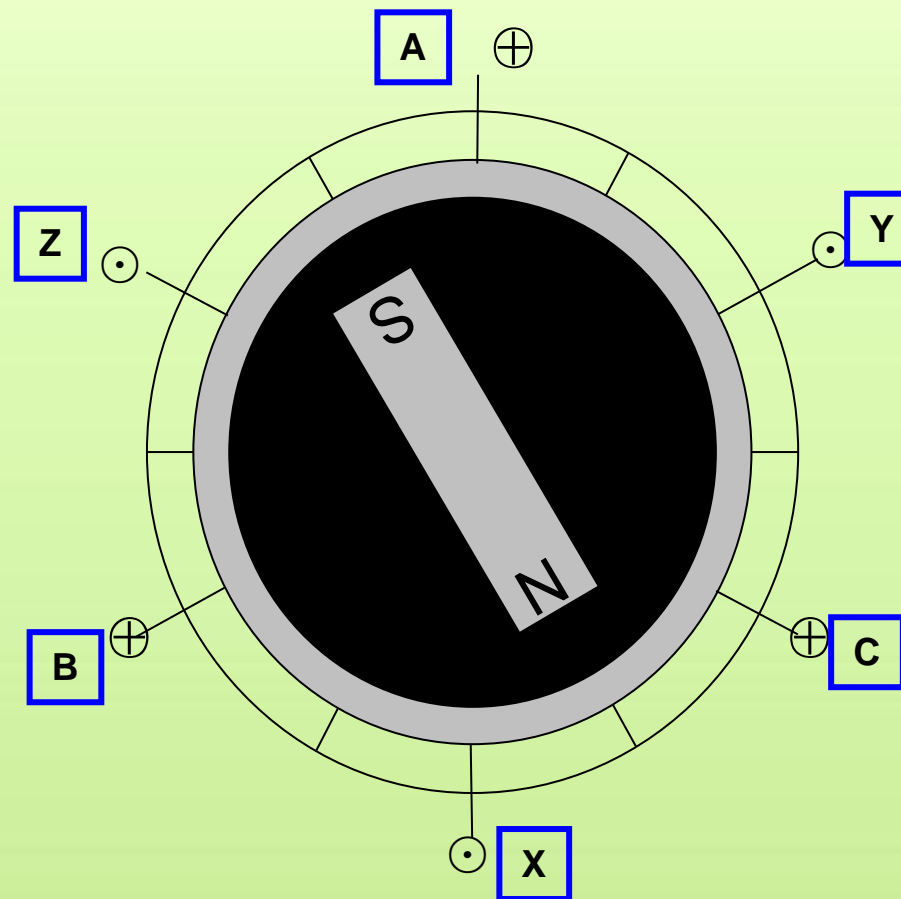


工作原理示意图



# 永磁同步（PMSM）

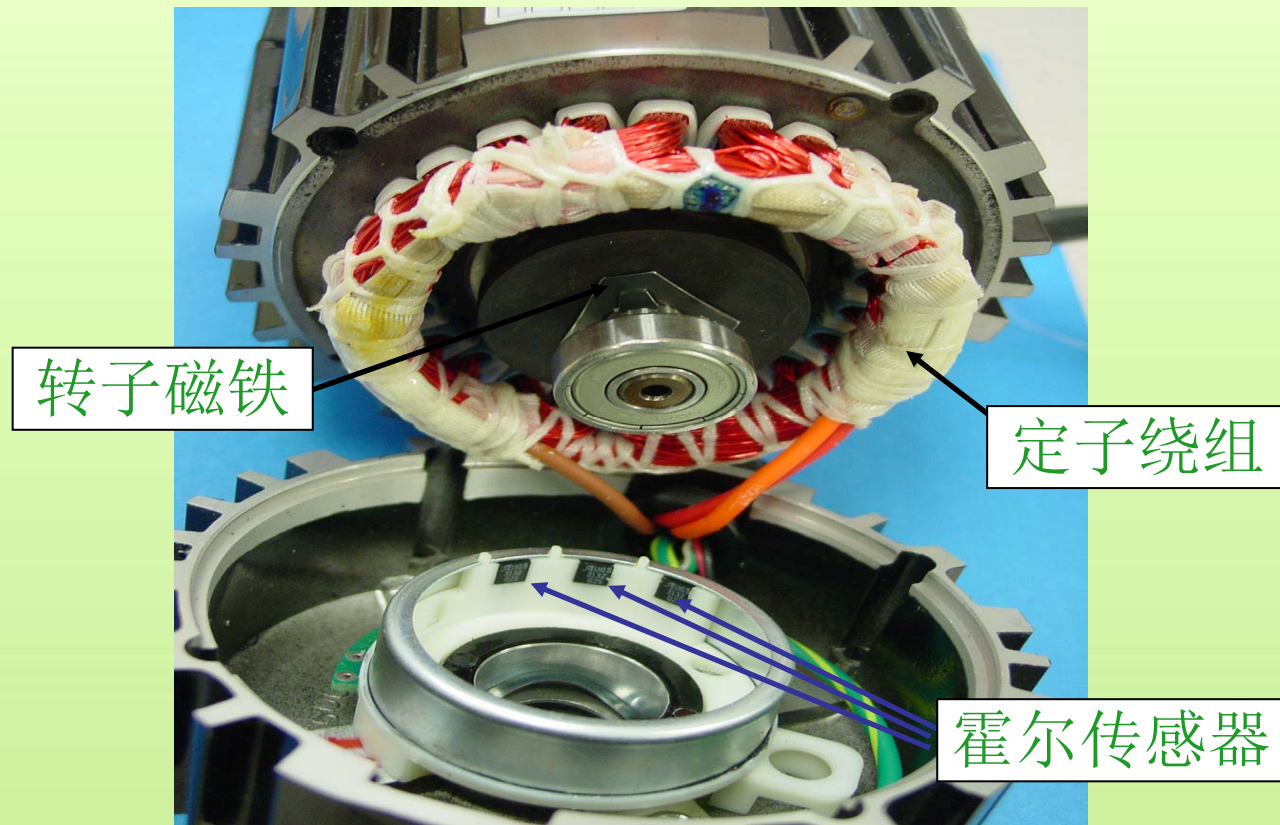
- 模拟结构图







- 实物结构图



- 定子

定子绕组一般制成多相（三、四、五相不等），通常为三相绕组。三相绕组沿定子铁心对称分布，在空间互差**120度**电角度，通入三相交流电时，产生旋转磁场。

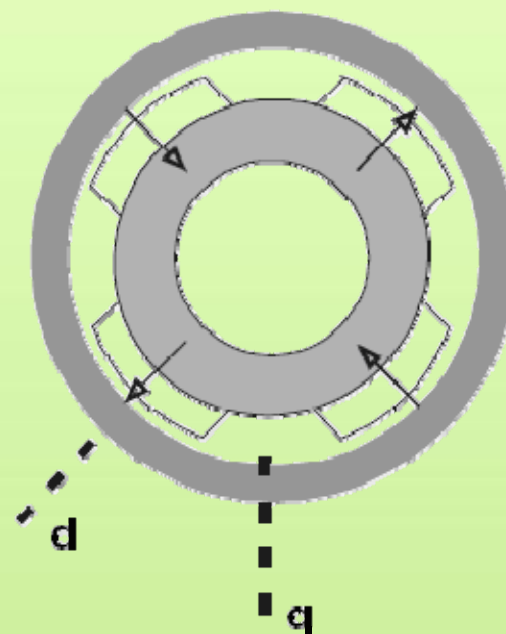
- 转子

转子采用永磁体，目前主要以钕铁硼作为永磁材料。采用永磁体简化了电机的结构，提高了可靠性，又没有转子铜耗，提高电机的效率。

- PMSM按转子永磁体的结构可分为两种

## (1) 表面贴装式 (SM-PMSM)

直交轴电感 $L_d$ 和 $L_q$ 相同  
气隙较大，弱磁能力小，  
扩速能力受到限制

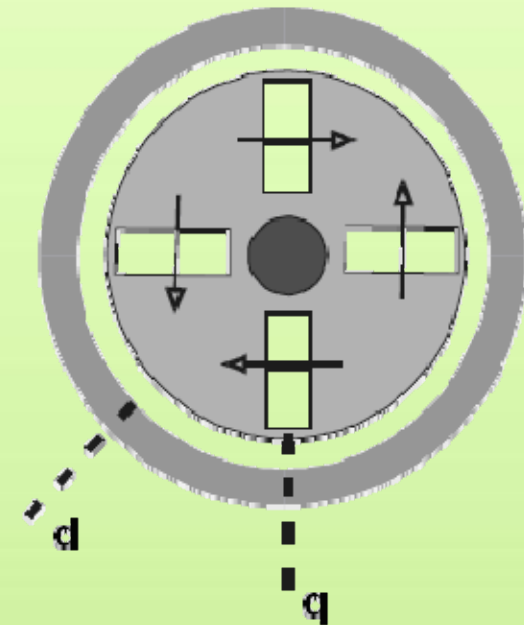
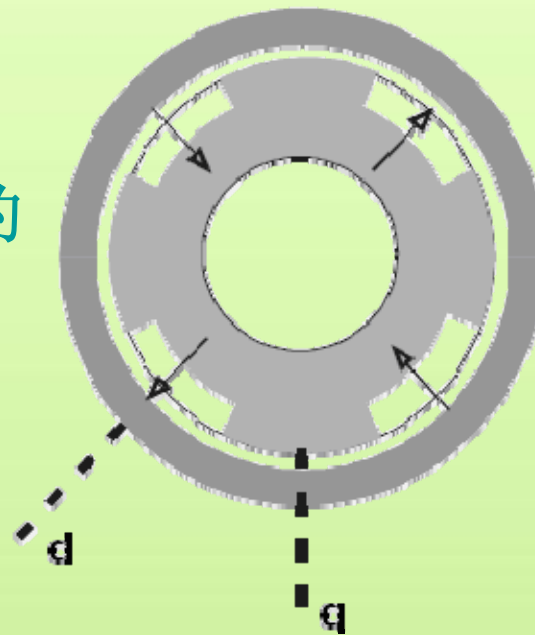






## (2) 内埋式 (IPMSM)

交直轴电感: $L_q > L_d$   
气隙较小, 有较好的  
弱磁能力



# 磁阻式同步电动机



磁阻同步电动机又称为反应式同步电动机，这种电机的转子本身没有磁性，只是利用磁场中可移动部件企图使磁路磁阻最小的原理，依靠转子两个正交方向磁阻的不同而产生转矩，这种转矩称为磁阻转矩或反应转矩。

磁阻同步电动机由于结构简单，成本低廉，获得了较为广泛的应用。磁阻同步电动机有单相的和三相的，功率从几瓦到几百瓦。



## 一、基本结构

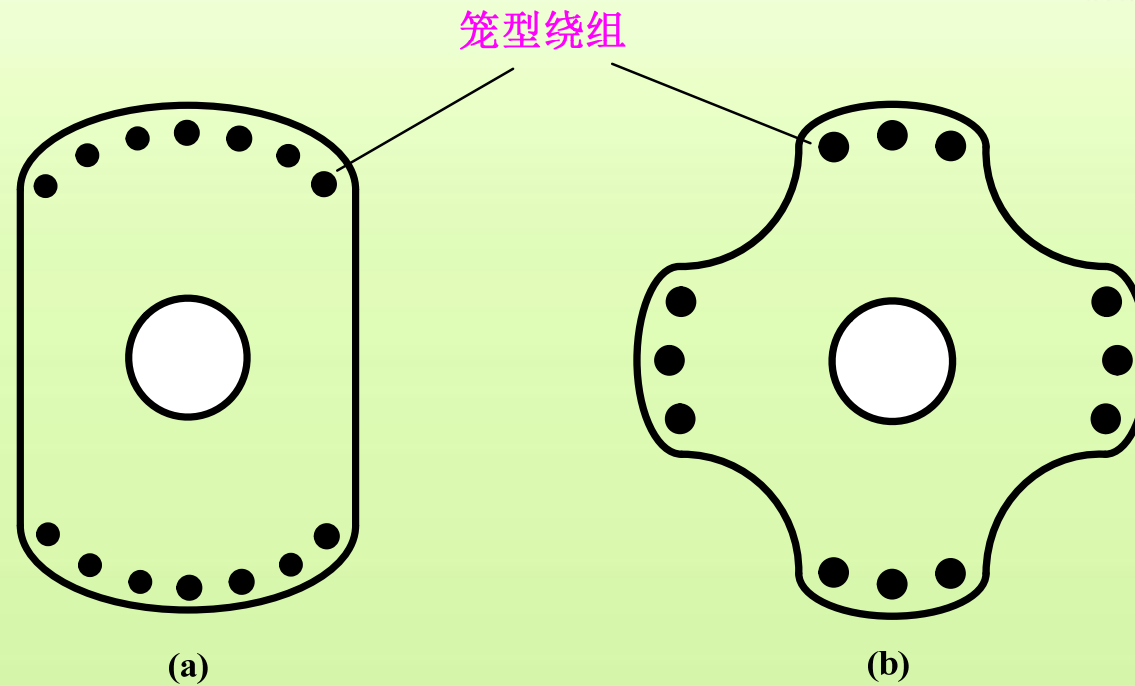


图5-7 磁阻同步电动机的转子结构

(a) 2极转子 (b) 4极转子



## 二、工作原理

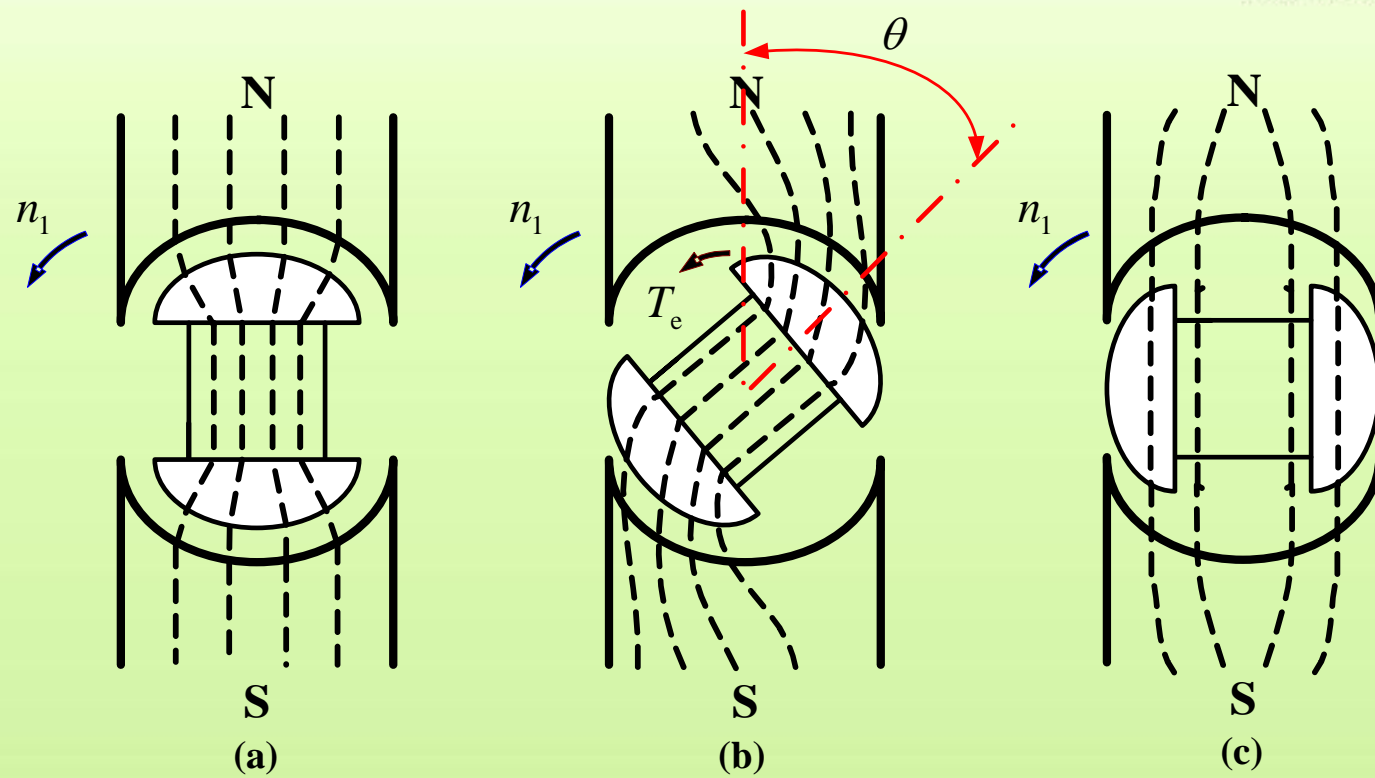


图5-8 磁阻同步电动机的原理图

(a)  $\theta = 0^\circ$  (b)  $0 < \theta < 90^\circ$  (c)  $\theta = 90^\circ$

## 磁阻式同步电机结构图

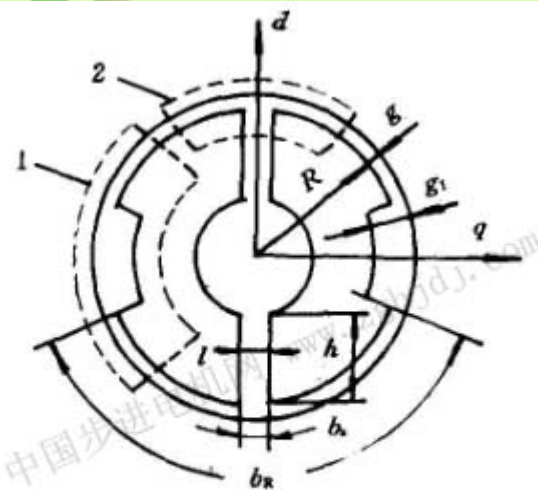
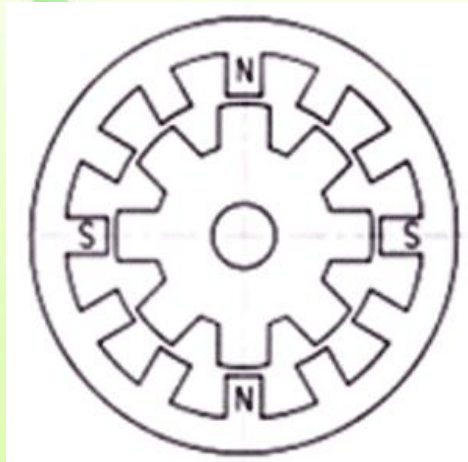


图2 转子磁路及尺寸符号

1. 直轴磁通 2. 交轴磁通

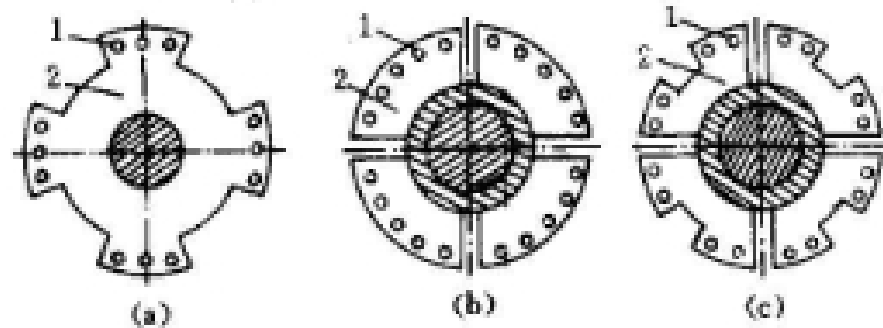


图1 转子结构型式

1. 鼠笼条 2. 铁心



# 磁滞同步电动机

磁滞同步电动机的转子是用硬磁材料做成的，这种硬磁材料具有比较宽的磁滞回环，其剩磁密度 $B_r$ 和矫顽力 $H_c$ 要比软磁材料大，如图5-12所示。

磁滞电动机的主要优点是结构简单，运转可靠，起动转矩大，不需要装任何起动装置就能平稳地牵入同步。目前，磁滞同步电动机主要应用于无线电通讯、自动记录、传真及遥控装置等，其中50W以下小功率的应用最为广泛。



## 一、基本结构

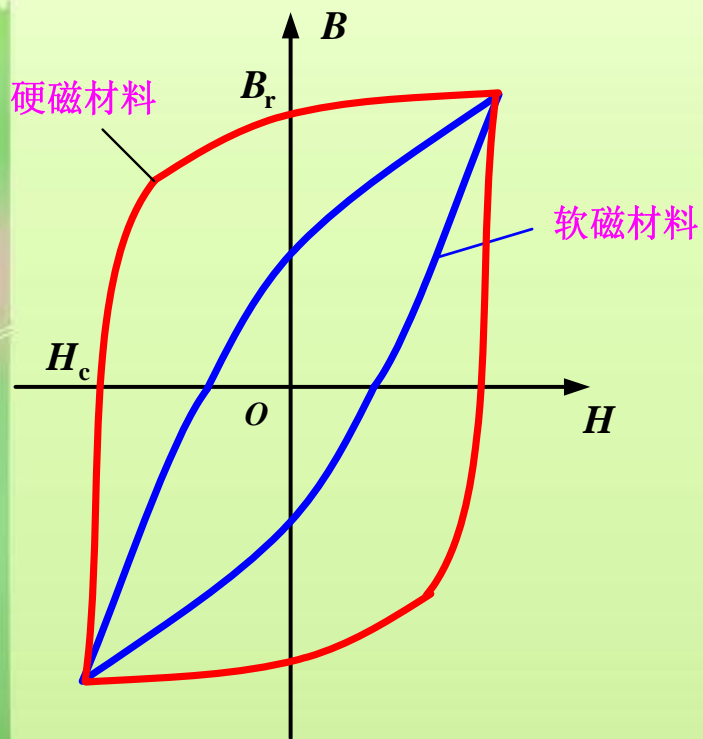


图5-12 铁磁材料的磁滞回环

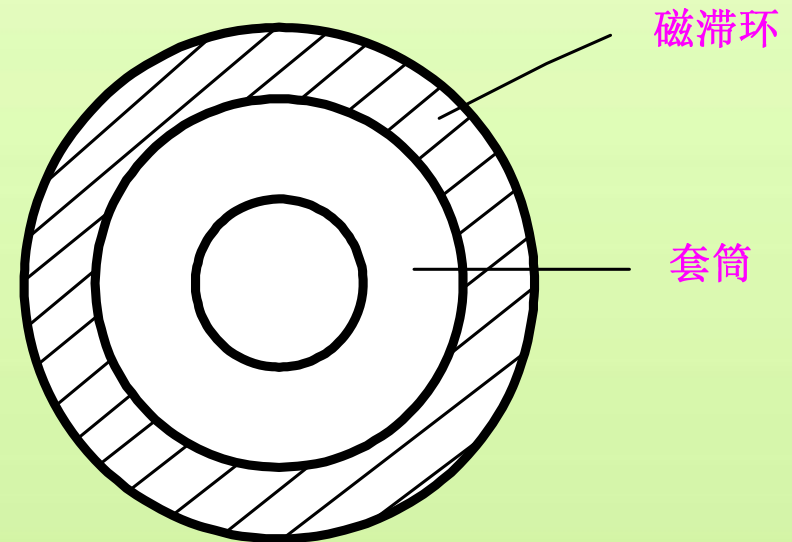


图5-13 磁滞同步电动机的转子结构





## 二、工作原理

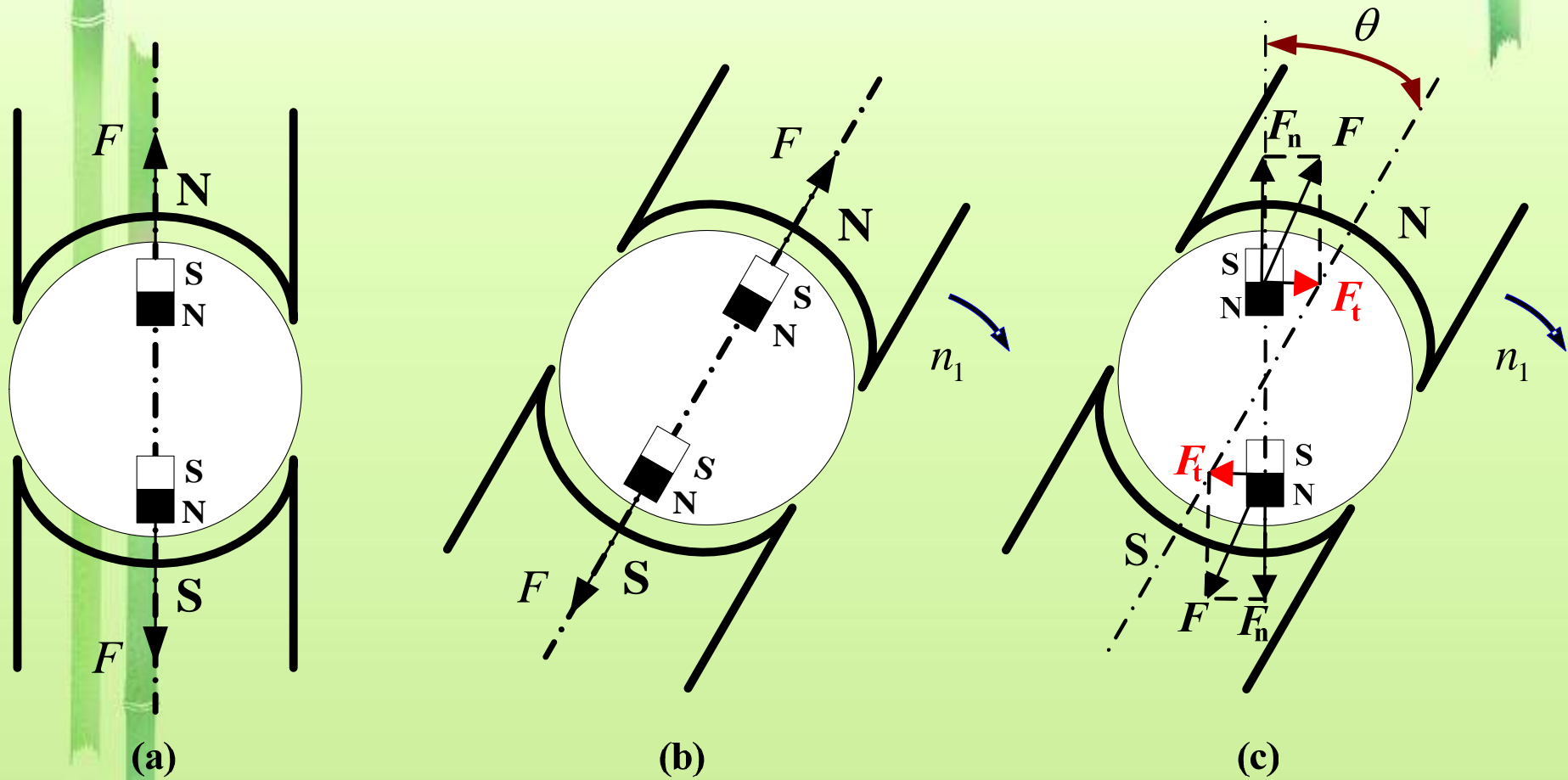


图5-14 磁滞同步电动机的工作原理

