



电机与拖动**课件**之五

异步 电机

胡梦月、韩谷静

纺大电子电气



章节目录

4.1 三相异步电动机的工作原理和结构

4.2 交流电机的绕组

4.3 交流电机绕组的感应电动势

4.4 交流电机绕组的磁动势

4.5 三相异步电动机的空载运行

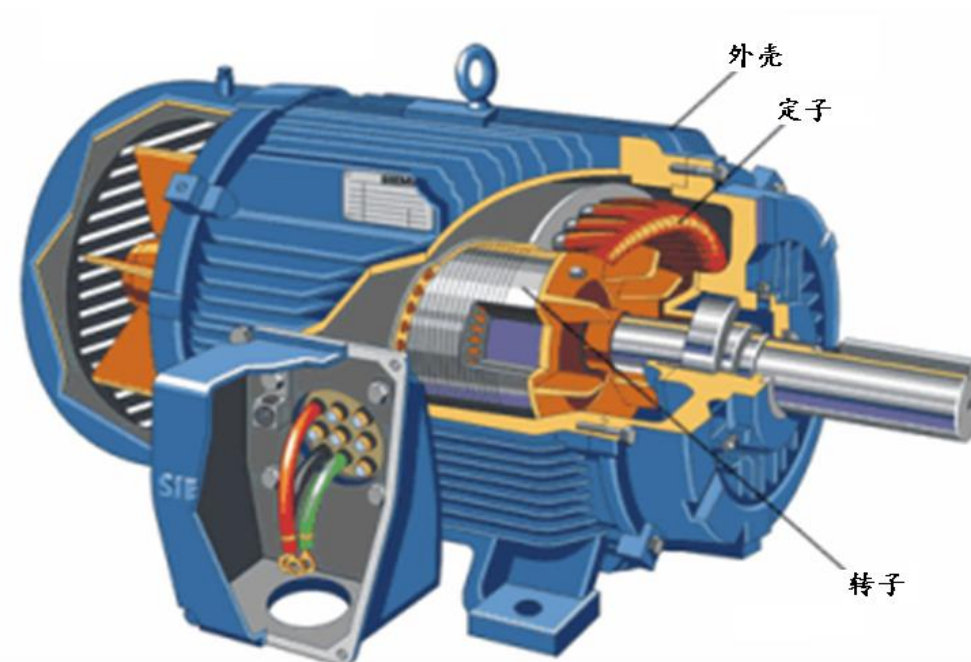
4.6 三相异步电动机的负载运行

4.7 三相异步电动机的等效电路和相量图

4.8 三相异步电动机的功率平衡、转矩平衡

一、异步电动机的结构

1、三相鼠笼型异步电动机的外形图

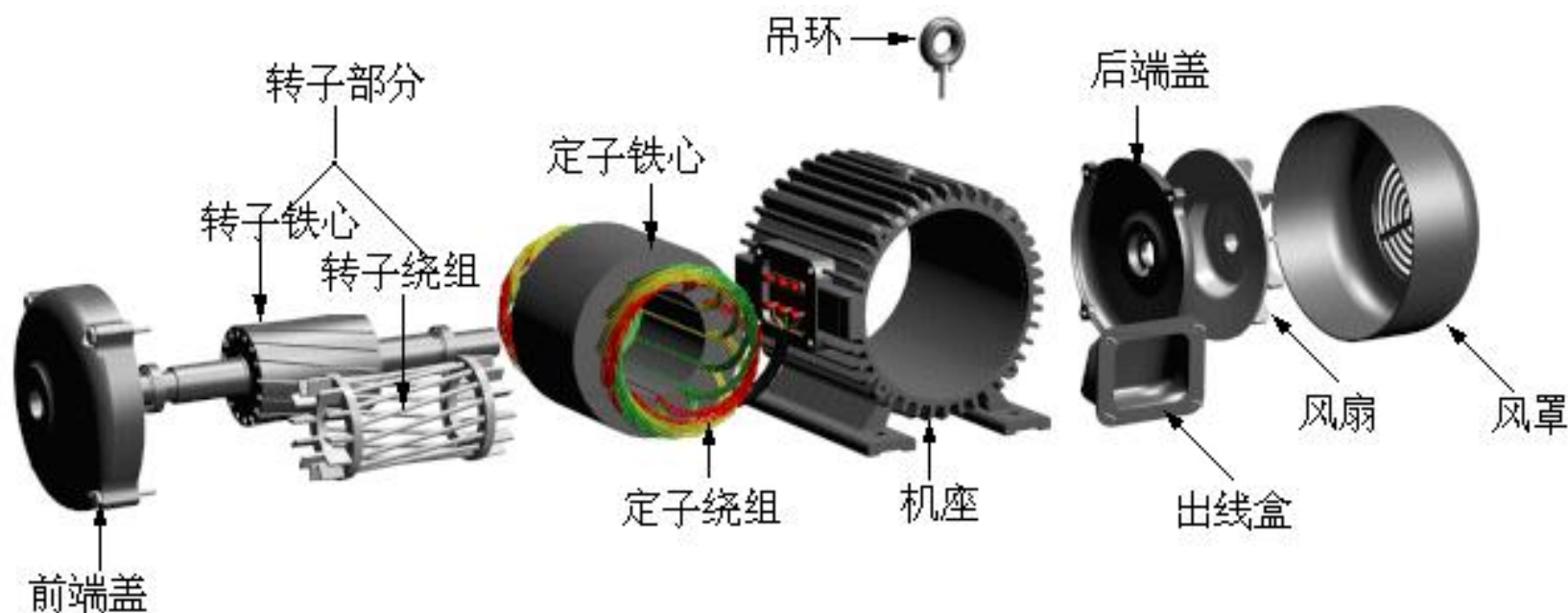


异步电动机主要由定子、转子、气隙和其他部件构成。



一、异步电动机的结构

2、三相鼠笼型异步电动机主要部件的拆分图



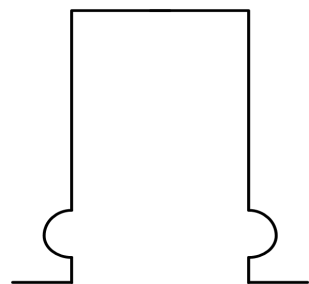
二、定子部分：由定子铁心、定子绕组和机座三个部分组成

1、定子铁心

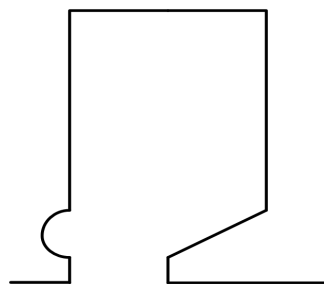
作用：嵌放定子（电枢）绕组，主磁路的一部分。

构成：用硅钢片（如0.5mm厚）冲片叠压而成，内圆开有槽，槽内嵌放电枢绕组。

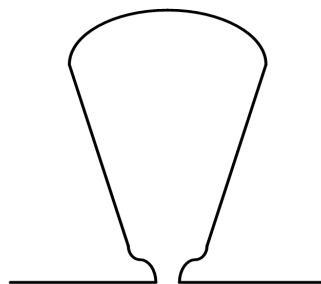
电枢槽的三种结构：开口槽、半开口槽和半闭口槽。



(a) 开口槽



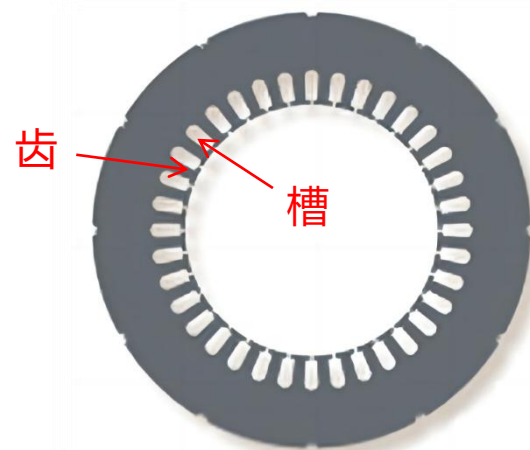
(b) 半开口槽



(c) 半闭口槽



由铁心片叠压的圆柱体铁心



定子铁心冲片

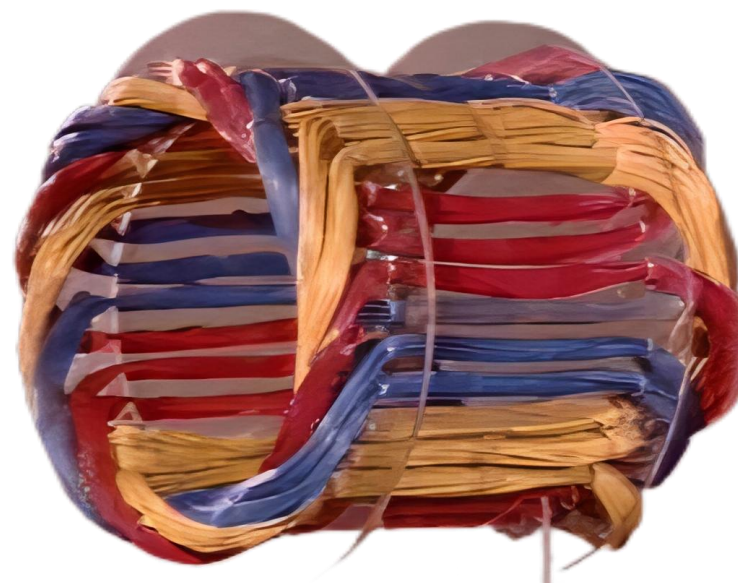
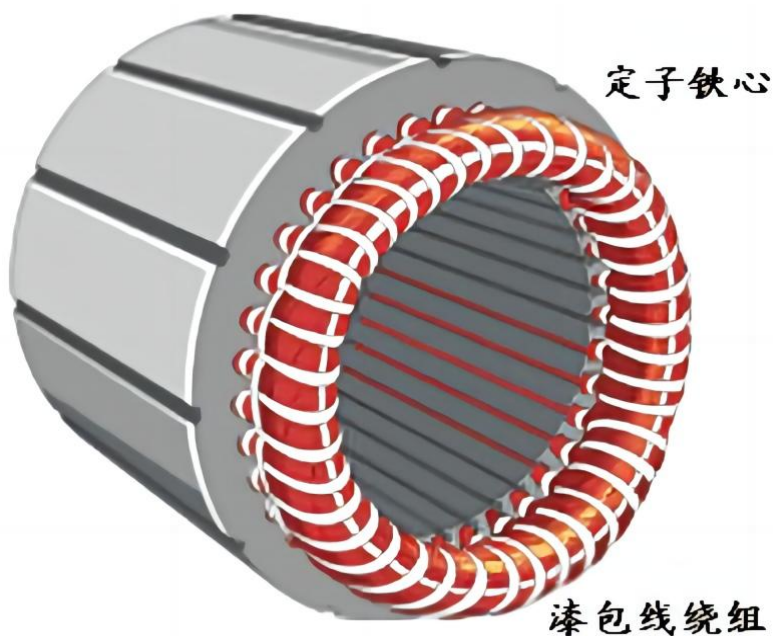


二、定子部分：由定子铁心、定子绕组和机座三个部分组成

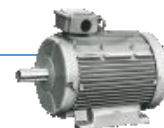
2、定子绕组

作用：是定子的电路部分，产生旋转磁场和由电网输入电能。

构成：由三个完全相同的绕组组成，每个绕组为一相，三个绕组在空间互差120度电角度。



三相对称交流绕组模型

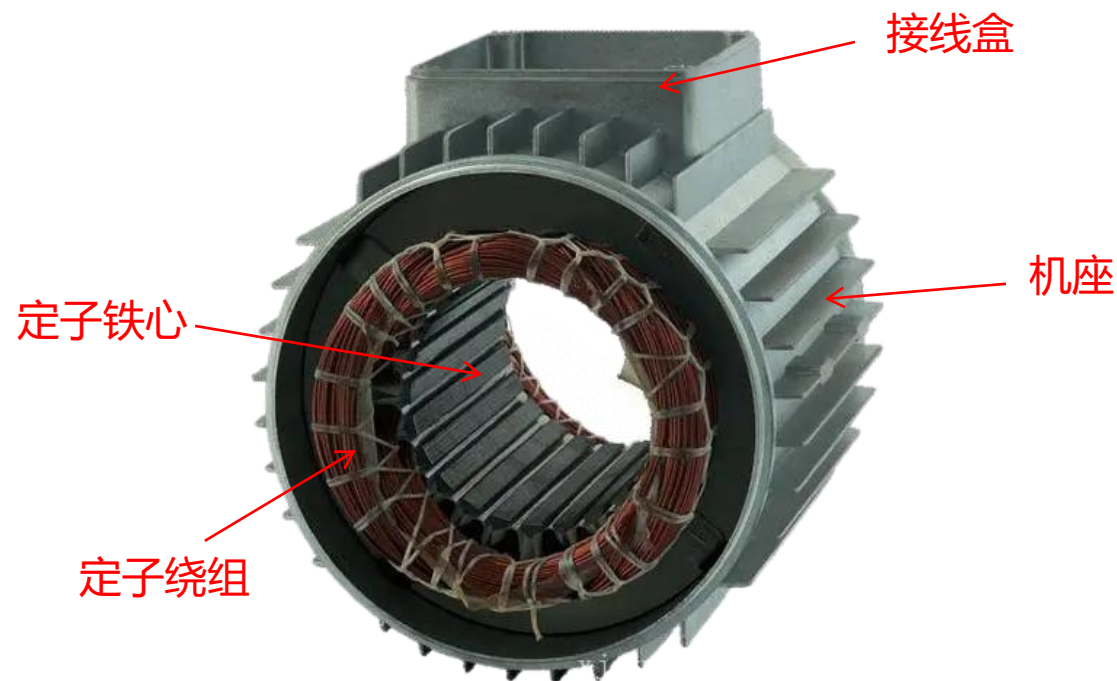
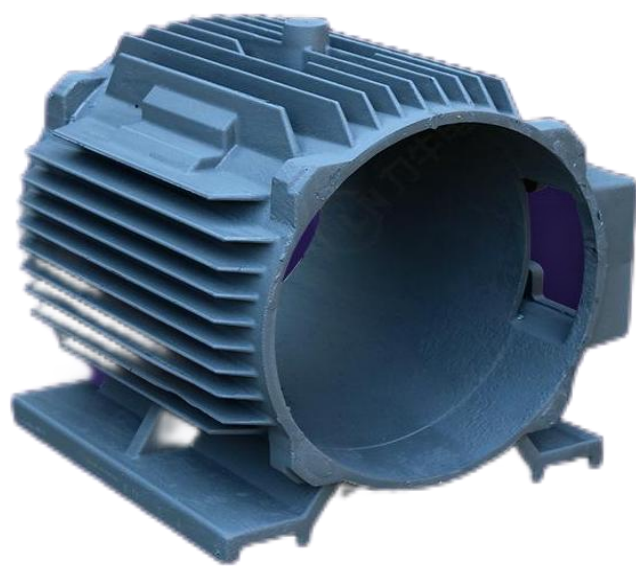


二、定子部分：由定子铁心、定子绕组和机座三个部分组成

3、机座

作用：固定盒支撑定子铁心，要求有足够的机械强度和刚度。

构成：对中型异步电动机，通常采用铸铁机座；对大型电动机，一般采用钢板焊接的机座。

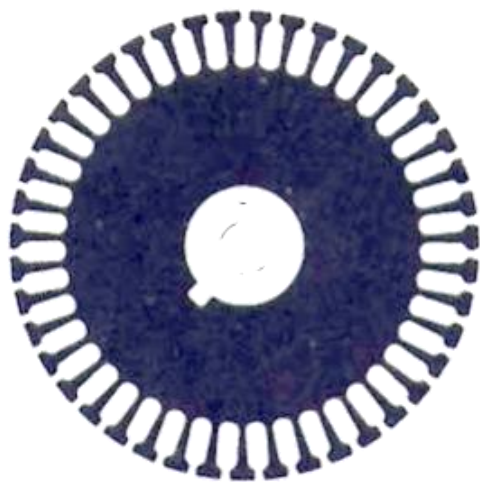


三、转子部分：由转子铁心、转子绕组和转轴三个部分组成

1、转子铁心

作用：电动机磁路的一部分，安放转子绕组。

构成：用0.5mm厚的硅钢片叠压成圆柱形。



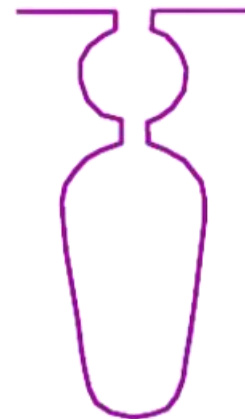
转子铁心硅钢片



绕线转子槽形



单笼型转子槽形



双笼型转子槽形

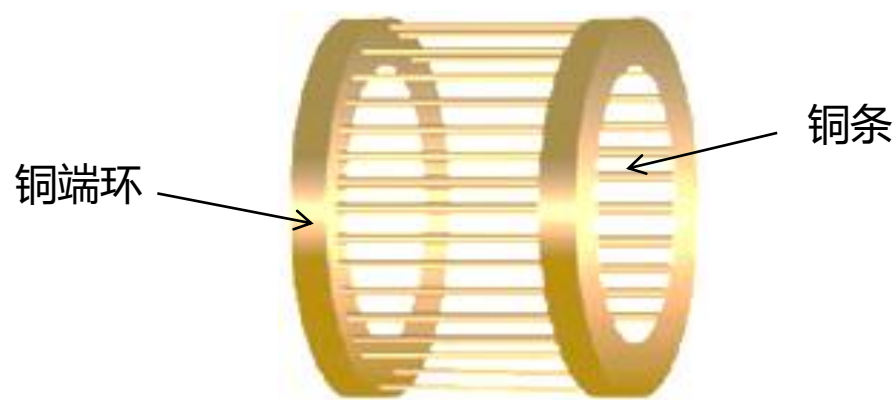


三、转子部分：由转子铁心、转子绕组和转轴三个部分组成

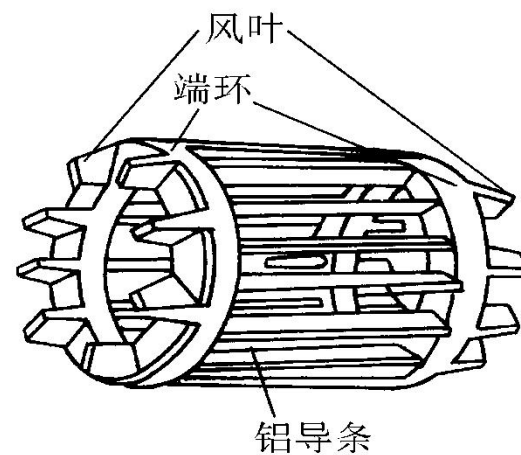
2、转子绕组

作用：产生感应电动势和电磁转矩。

①**笼型转子绕组：**是一个对称多相绕组。绕组形状像个松鼠笼子，因此又叫鼠笼转子。



铜条转子



铸铝转子

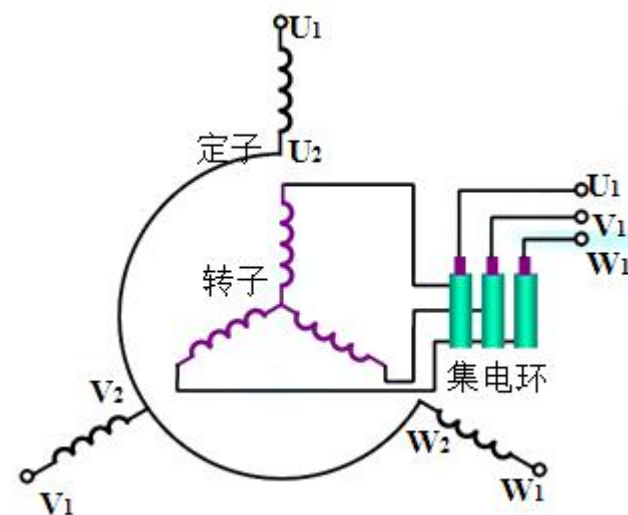
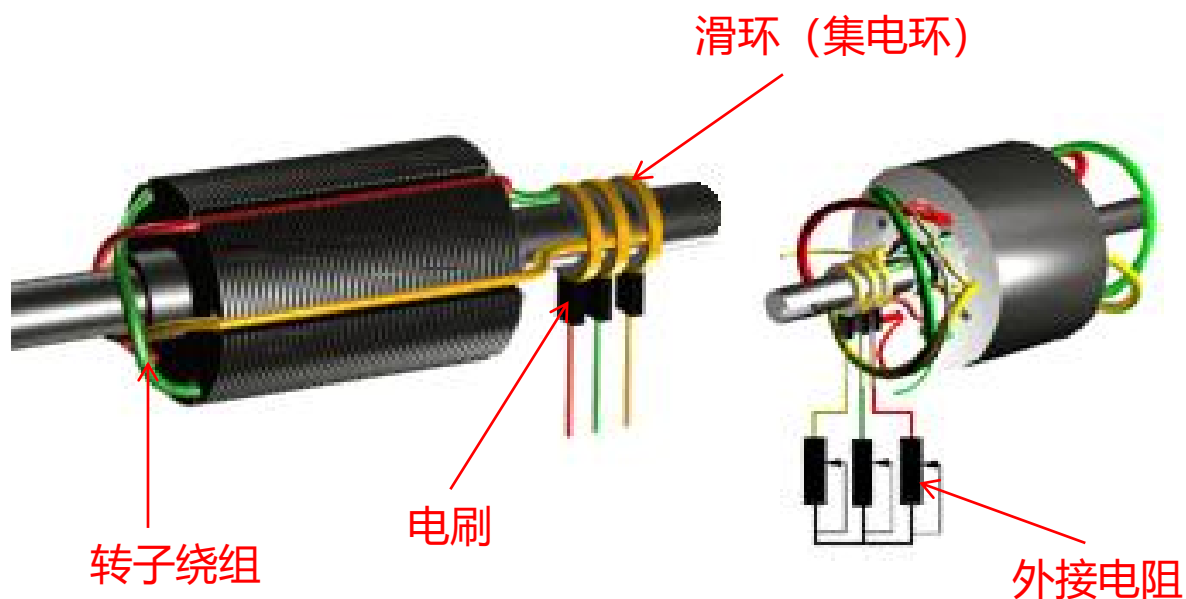


三、转子部分：由转子铁心、转子绕组和转轴三个部分组成

2、转子绕组

作用：产生感应电动势和电磁转矩。

②**绕线转子绕组：**转子的槽内嵌放有用绝缘导线组成的三相绕组，一般都联接成Y形。



三、转子部分：由转子铁心、转子绕组和转轴三个部分组成

3、转轴和其他部件

转轴作用：固定转子铁心。

端盖作用：对电动机起防护作用。

轴承作用：用以支撑转子轴。

风扇作用：用来通风冷却。

气隙作用：主磁路的一部分，比同容量直流电动机的气隙小得多，一般为0.2~1.5mm。

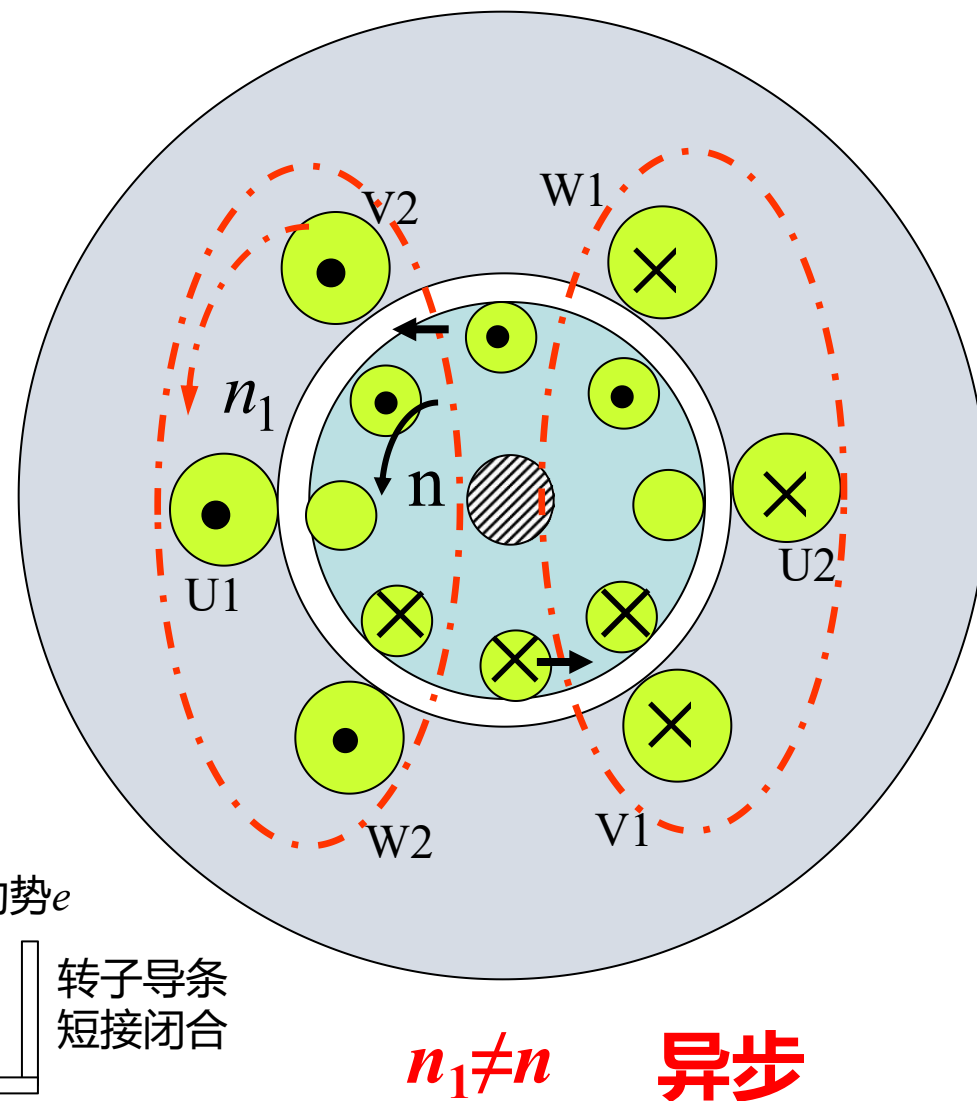
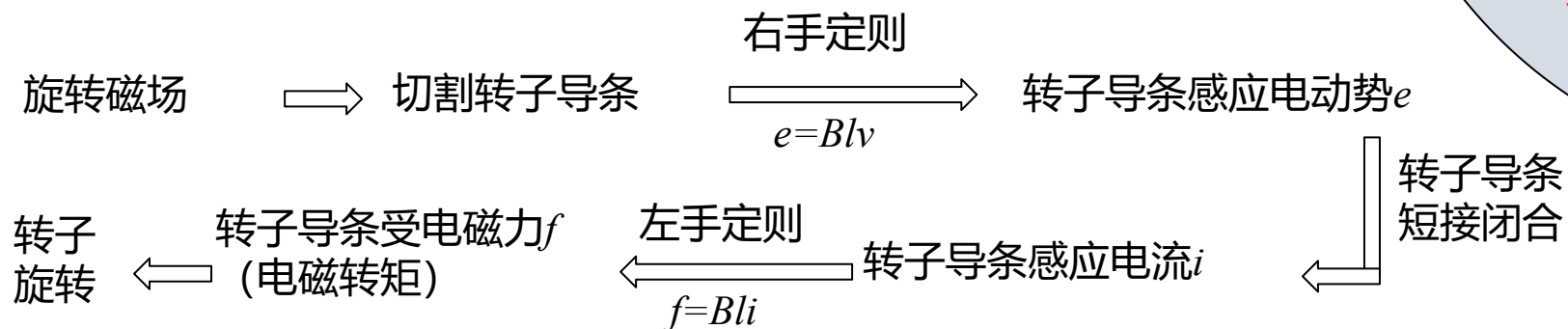


一、转动原理

1、电生磁：三相对称绕组通三相对称电流产生圆形旋转磁场。

2、磁生电：旋转磁场切割转子导体感应电动势和电流。

3、电磁力：转子载流（有功分量电流）体在磁场作用下受电磁力作用，形成电磁转矩，驱动电动机旋转，将电能转化为机械能。



二、转差率

同步转速与转子转速之差与同步转速的比值称为**转差率**，用 **s** 表示，即：

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

转差率是异步电机的一个基本物理量，它反映电机的各种运行情况。

转子未转动时， $n = 0, s = 1$ ；

电机理想空载时， $n \approx n_1, s \approx 0$ 。

作为电动机，转速在 $0 \sim n_1$ 范围内变化，**转差率在 $0 \sim 1$ 范围内变**。

➤ 负载越大，转速越低，转差率越大；反之，转差率越小。转差率的大小能够反映电机的转速大小或负载大小。电机的转速为： $n = (1 - s)n_1$

额定运行时，转差率一般在 $0.01 \sim 0.06$ 之间，即电机转速接近同步速。



三、异步电机的三种运行状态

➤ 根据转差率的大小和正负,异步电机有三种运行状态

状态	电动机	电磁制动	发电机
实现	定子绕组接对称电源	外力使电机沿磁场反方向旋转	外力使电机快速旋转
转速	$0 < n < n_1$	$n < 0$	$n > n_1$
转差率	$0 < s \leq 1$	$s > 1$	$s < 0$
电磁转矩	驱动	制动	制动
能量关系	电能转变为机械能	电能和机械能变成内能	机械能转变为电能



一、铭牌上标注的型号

型 号	Y132S1 - 6	功 率	55 kW
电 压	380 V	电 流	11.1 A
转 速	2900r/min	功率因数	0.76
绝缘等级	B	频 率	50Hz
联 结	Δ		

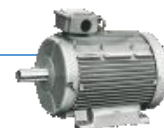


例:大型异步电动机

Y 630 —10/1180

规格代号: 表示功率630kW、10极、定子铁心外径1180mm

产品代号: 表示异步电动机



二、额定值

额定值	说明
额定功率 P_N	转轴上输出的机械功率，单位为W或kW。
额定电压 U_N	施加在定子绕组上的线电压，单位为V。
额定电流 I_N	额定电压、额定频率下，轴端输出额定功率时，定子绕组的线电流，单位为A。
额定频率 f_N	我国电网频率 $f_N=50\text{Hz}$ 。
额定转速 n_N	电动机在额定电压、额定频率、轴端输出额定功率时，转子的转速，单位为r/min。

➤ 还有额定效率 η_N ，额定功率因数 $\cos\varphi_N$ 等。

➤ 三相异步电动机额定值之间的关系 $P_N = \sqrt{3} U_N I_N \eta_N \cos \varphi_N$



二、额定值

[例] 已知一台三相异步电动机的额定功率为 $P_N=10\text{kW}$ 。额定电压 $U_N=380\text{V}$,额定功率因数 $\cos\varphi_N=0.82$,额定效率 $\eta_N=0.86$, 额定转速 $n_N=1470\text{r/min}$,求额定电流 I_N

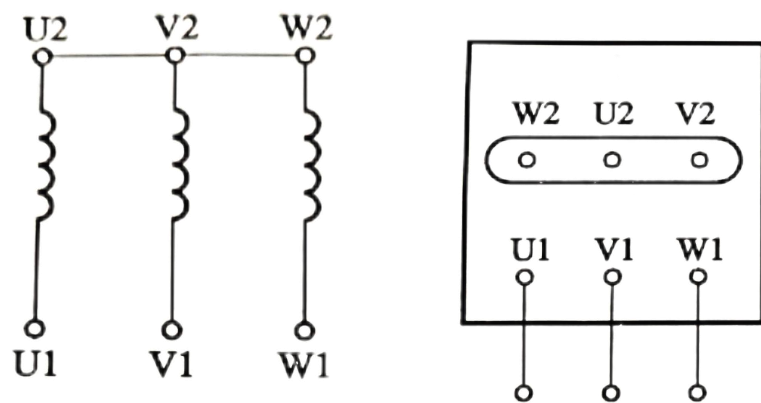
解：额定电流为

$$I_N = \frac{P_N}{\sqrt{3}U_N \cos \varphi_N \eta_N} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 380 \times 0.82 \times 0.86} = 21.54\text{A}$$

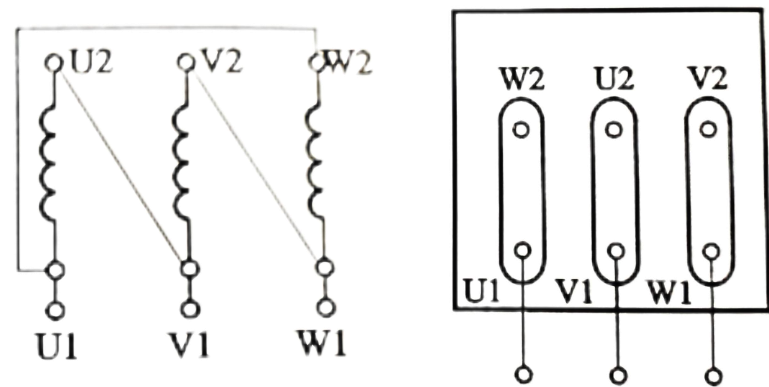


三、接线

- 三相异步电动机的定子部分在结构上和同步电动机的定子部分完全相同。
- 对中、小容量的低压异步电动机，通常定子三相绕组的六个出线头都引出，这样可根据需要灵活地接成“Y”形或“D”形。



Y联结



D联结



小结

三相异步电动机 的基本工作 原理与结构

结构

- 定子（电枢） 铁心+绕组
- 转子 铁心+绕组（鼠笼式，绕线式）
- 气隙

转动原理

1、**电生磁**：三相对称绕组通三相对称电流产生圆形旋转磁场。

2、**磁生电**：旋转磁场切割转子导体感应电动势和电流。

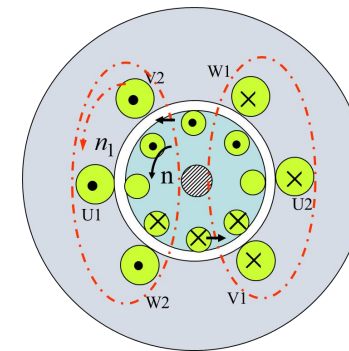
3、**电磁力**：转子上载流（有功分量电流）导体在磁场作用下受电磁力作用，形成电磁转矩，驱动电动机旋转，将电能转化为机械能。

转差率

$$s = \frac{n_1 - n}{n_1}$$

三种状态

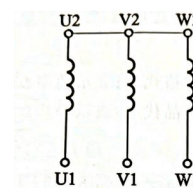
状态	电动机	电磁制动	发电机
实现	定子绕组接对称电源	外力使电机沿磁场反方向旋转	外力使电机快速旋转
转速	$0 < n < n_1$	$n < 0$	$n > n_1$
转差率	$0 < s \leq 1$	$s > 1$	$s < 0$
电磁转矩	驱动	制动	制动
能量关系	电能转变为机械能	电能和机械能变成内能	机械能转变为电能



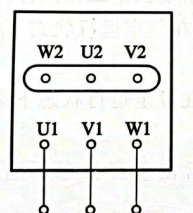
$n_1 \neq n$ 异步

额定值 $P_N = \sqrt{3} U_N I_N \eta_N \cos \varphi_N$ 额定转速 n_N

接线



Y联结



D联结

