

三相异步电动机检修

三相异步电动机检修



检修前准备

电机修理

修试、试验、维护



学习子情境1:检修前准备

三相异步电机的拆装方法

三相电机结构、类型

三相异步电机的工作原理

三相异步电机的转矩与机械特性

三相异步电机的名牌数据

三相异步电机修前检测方法



1、检修前准备

三相异步电机的拆装方法

○ 拆卸方法

准备各种工具(扳手、榔头、等)

作好拆卸前的记录，标记和检查

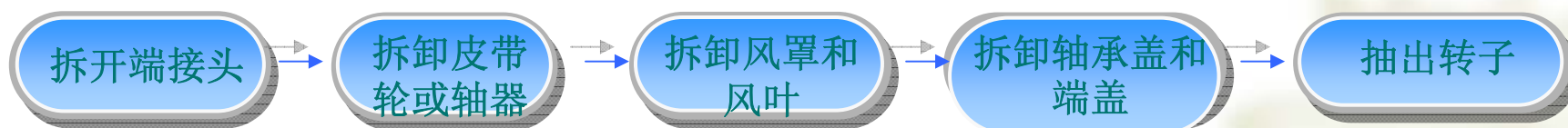
按照拆卸步骤依次拆卸



三相异步电机的拆装方法

1、检修前准备

○ 拆卸步骤



1、检修前准备

装配方法

三相异步电动机拆卸与装配工艺过程正好是相反的。

○ 装配步骤



三相异步电机的结构

1、检修前准备

异步电动机基本结构：定子、转子



三相异步电机的结构

1、检修前准备

定子 = 定子铁心 + 定子绕组 + 机座

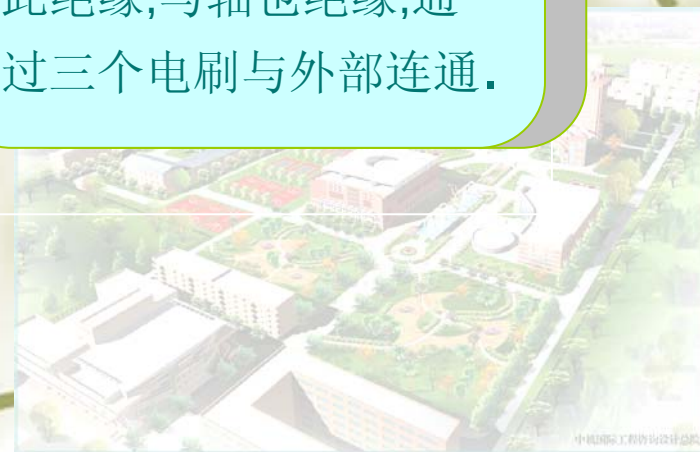
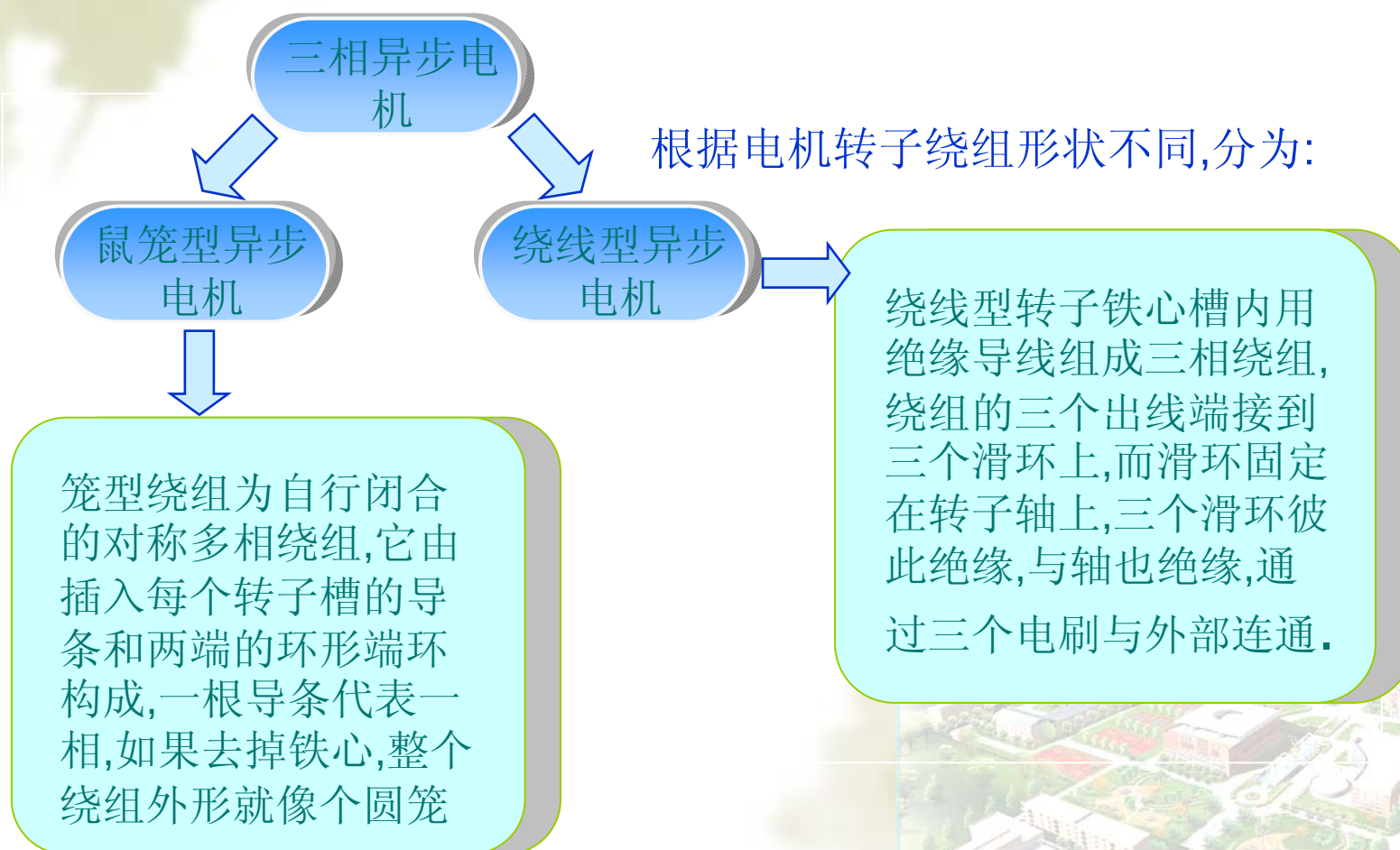
电动机磁路的一部分由**0.5mm**厚, 两面涂有绝缘漆的硅钢片叠成, 在其内部冲有均匀分布的槽, 槽内嵌放三相对称绕组。

转子 = 转子铁心 + 转子绕组 + 轴承

由**0.5mm**厚, 两面涂有绝缘漆的硅钢片叠成, 在其外圆冲有均匀分布的槽, 槽内嵌放转子绕组, 转子铁心装在转轴上。



三相异步电机的类型

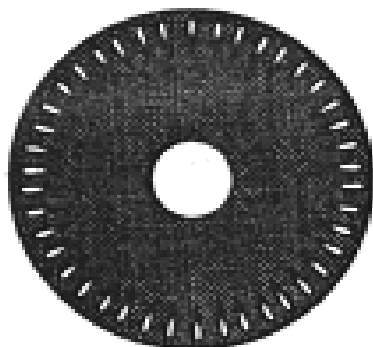




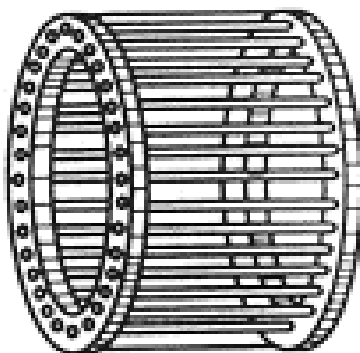
SXPI

三相异步电机的类型

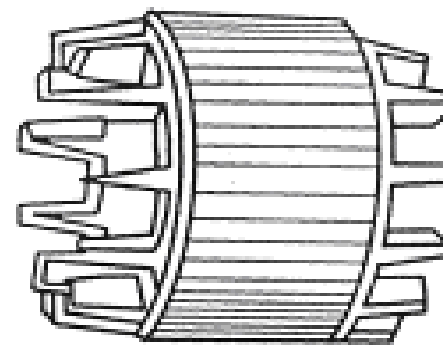
○ 鼠笼式转子结构示意图



(a) 转子铁心冲片



(b) 笼型绕组



(c) 铸铝鼠笼式转子

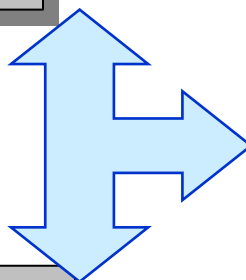


三相异步电机 的工作原理

1、检修前准备

- 定子三相对称绕组通入三相对称电流产生**旋转磁场**

- 转子导条切割定子旋转磁场产生感应电动势、**感应电流**



- 载流的转子导体在磁场中受到电磁力的作用，产生**电磁转矩**，驱动转子旋转，实现了电能向机械能的转换。



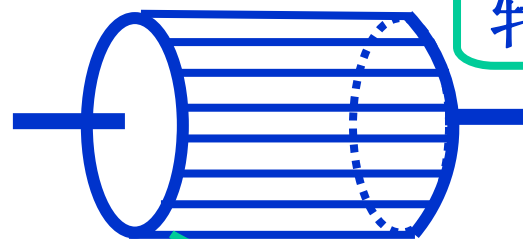
三相异步电机 的工作原理

1、检修前准备

- 三相定子绕组：产生旋转磁场

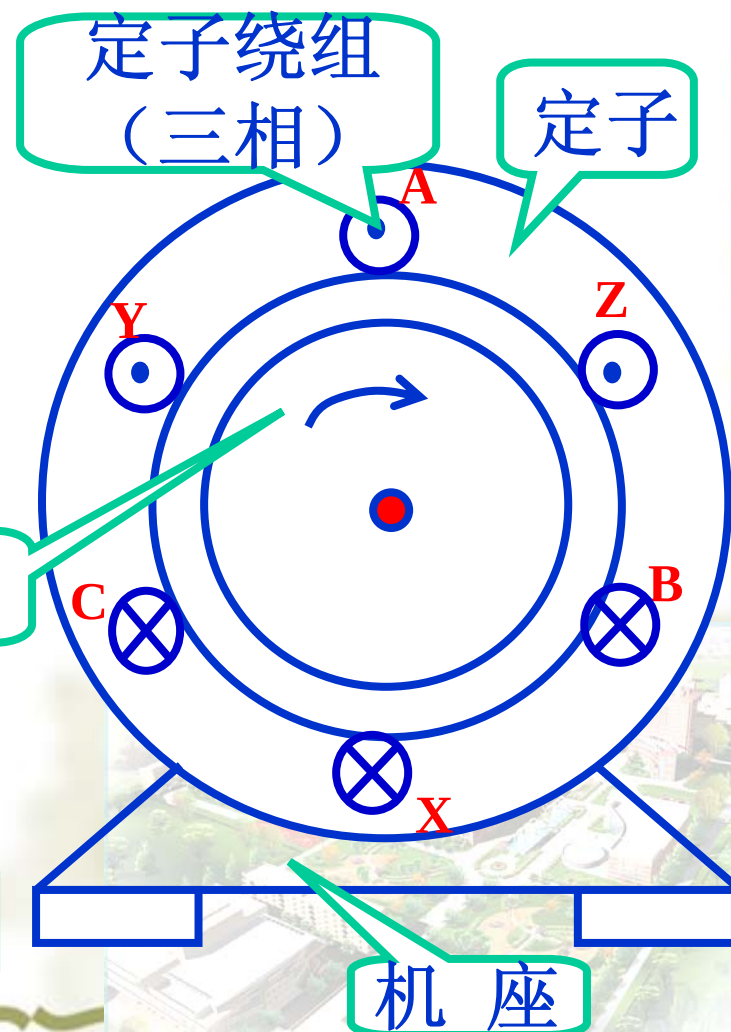
- 转子：在旋转磁场作用下，产生感应电动势或电流。

{ 线绕式
鼠笼式



鼠笼转子

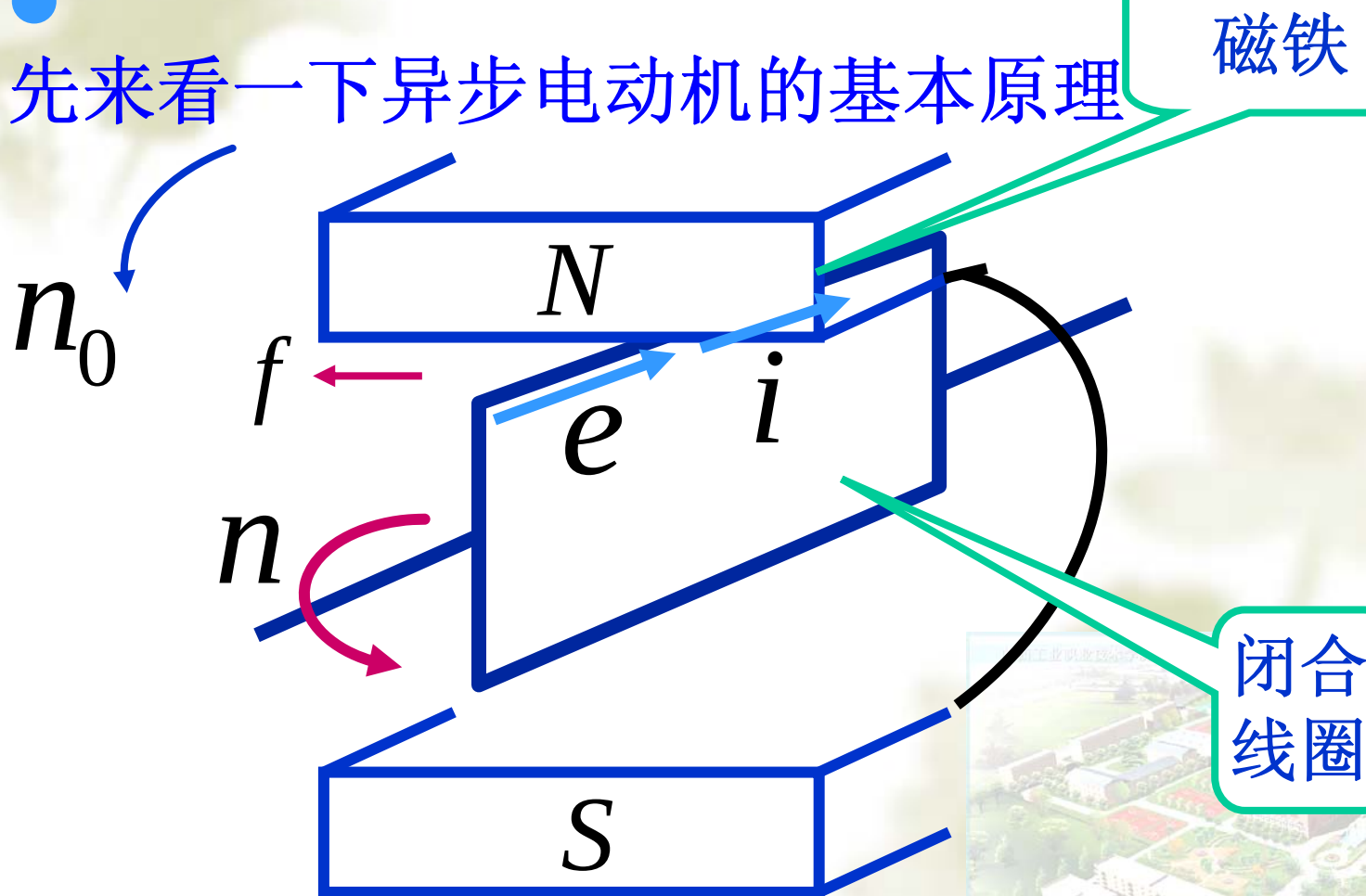
转子



三相异步电动机 的工作原理

1、检修前准备

❖ 先来看一下异步电动机的基本原理





SXPI

三相异步电动机 的工作原理

SHAANXI POLYTECHNIC INSTITUTE

1、检修前准备

磁极旋转 → 导线切割磁力线产生感应电动势
(右手定则)

$$e = B \cdot l \cdot v$$

磁感应强度

导线长

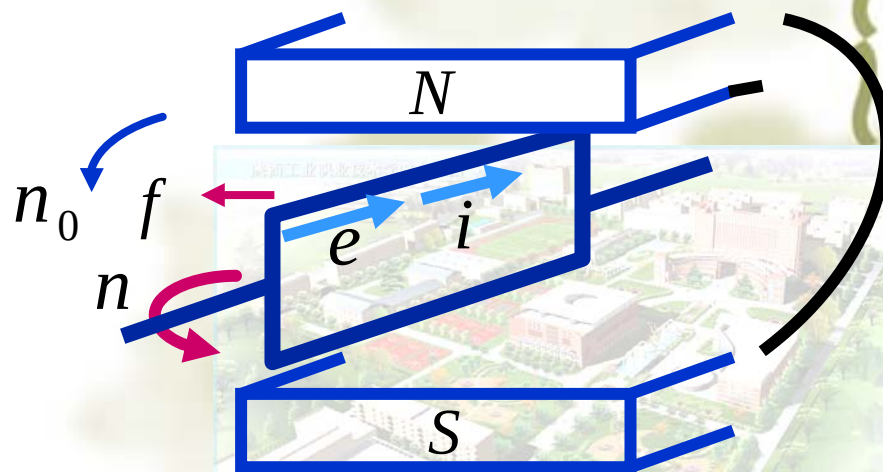
切割速度

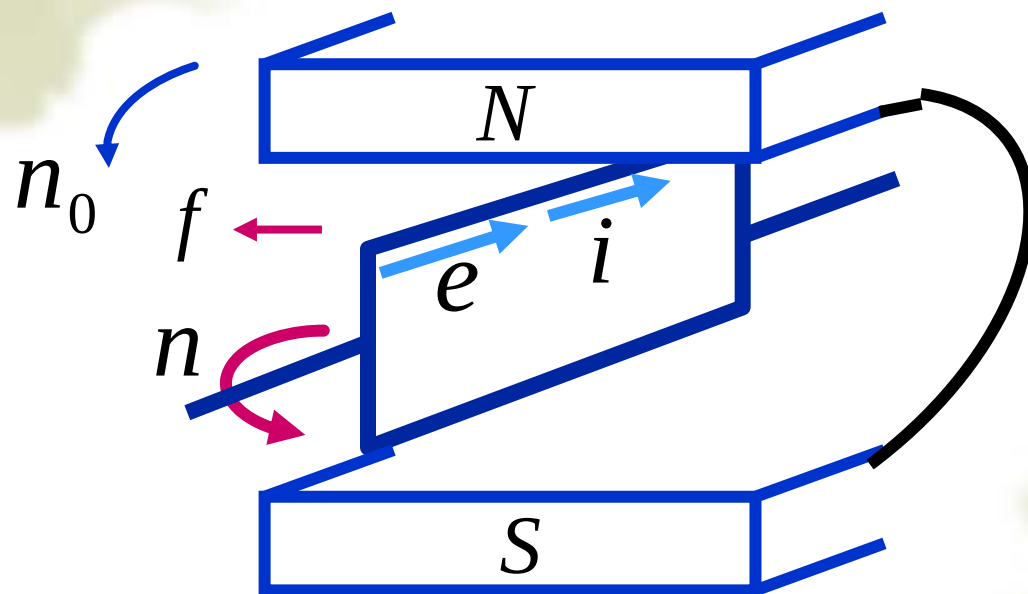
→ 闭合导线产生电流 i

→ 通电导线在磁场中受力

$$f = B \cdot l \cdot i$$

(左手定则)





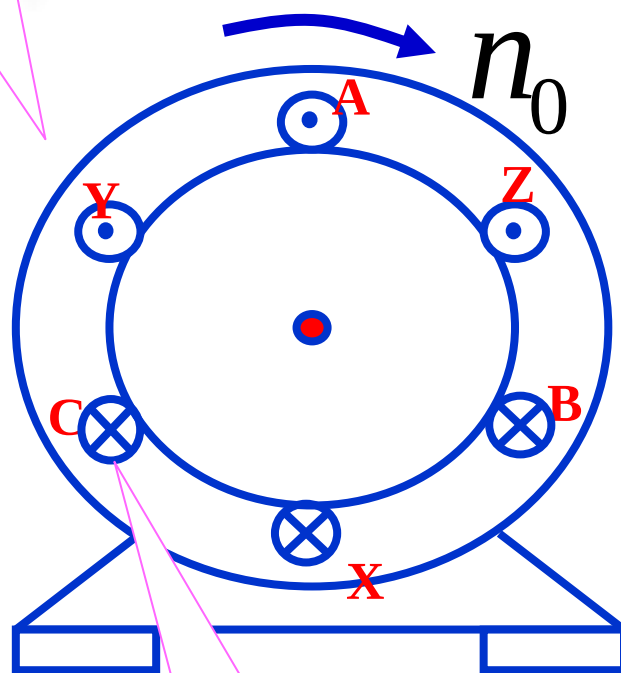
结论：1. 线圈跟着磁铁转→两者转动方向一致

2. 线圈比磁场转得慢 $n < n_0$

异步

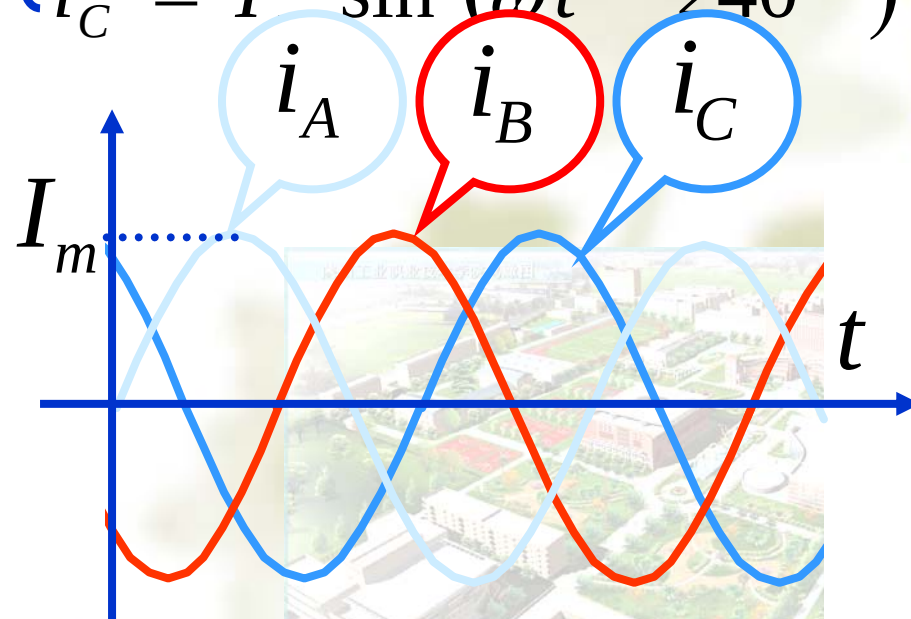
旋转磁场的产生 ❖ 异步机中, 旋转磁场代替了旋转磁极

(•) 电流出

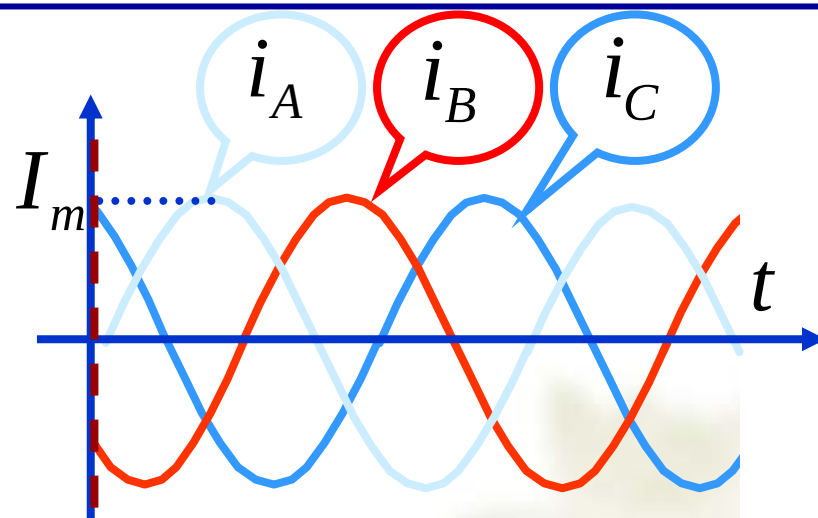
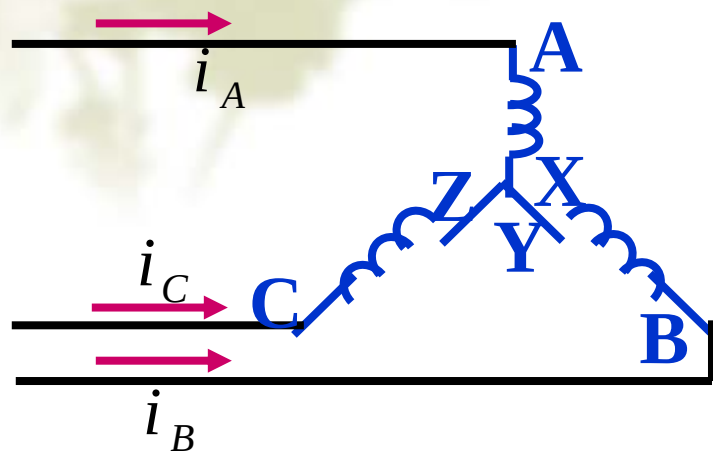


(×) 电流入

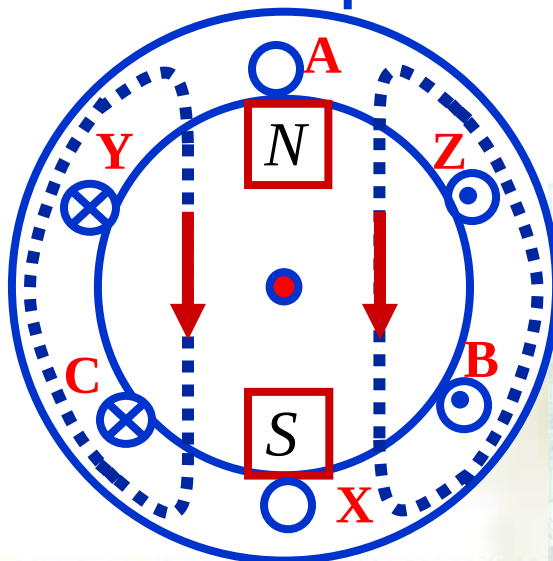
$$\begin{cases} i_A = I_m \sin \omega t \\ i_B = I_m \sin (\omega t - 120^\circ) \\ i_C = I_m \sin (\omega t - 240^\circ) \end{cases}$$



1、检修前准备



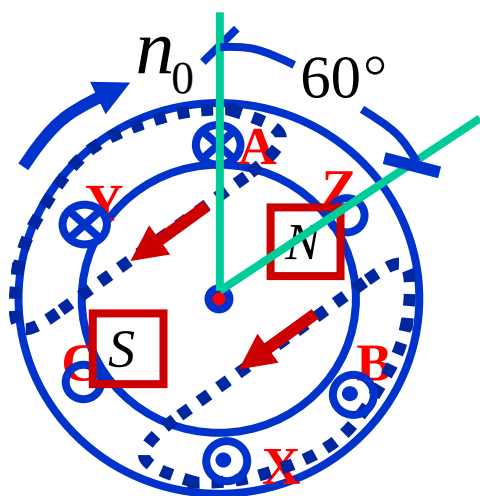
$$\omega t = 0$$



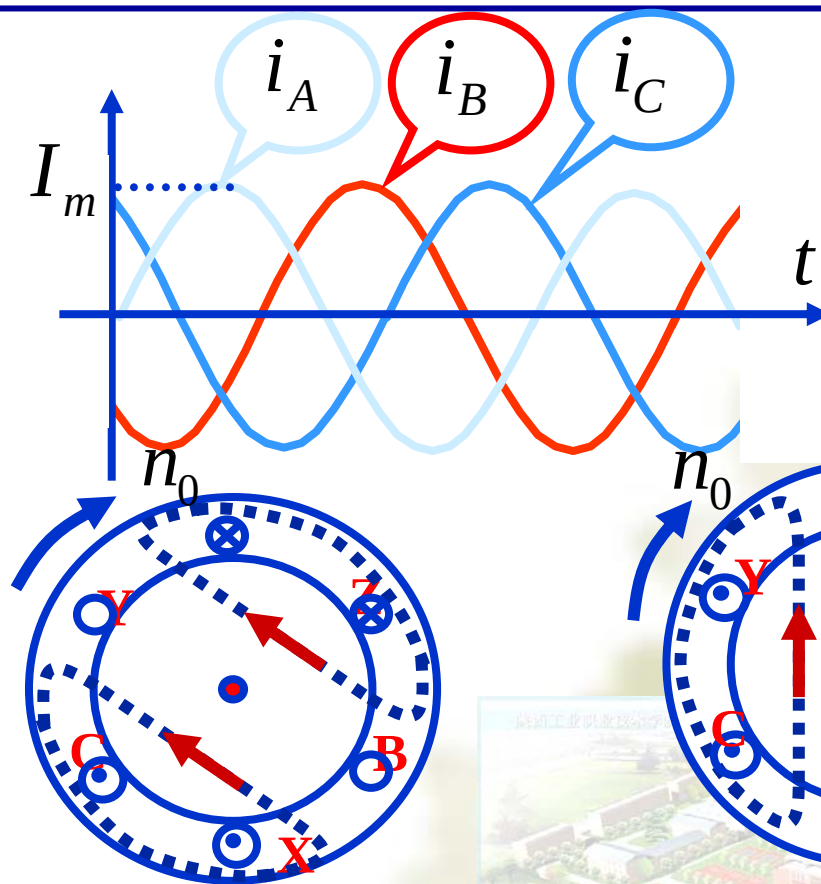
合成磁场方向：
向下



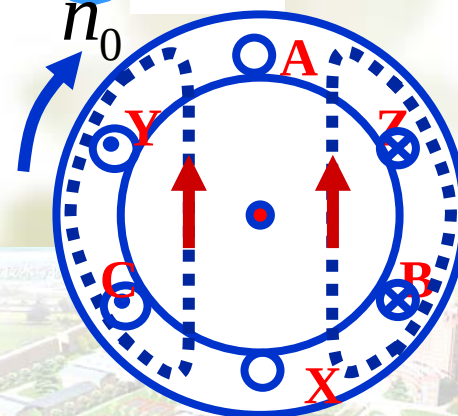
同理分析，可得
其它电流角度下的
的磁场方向：



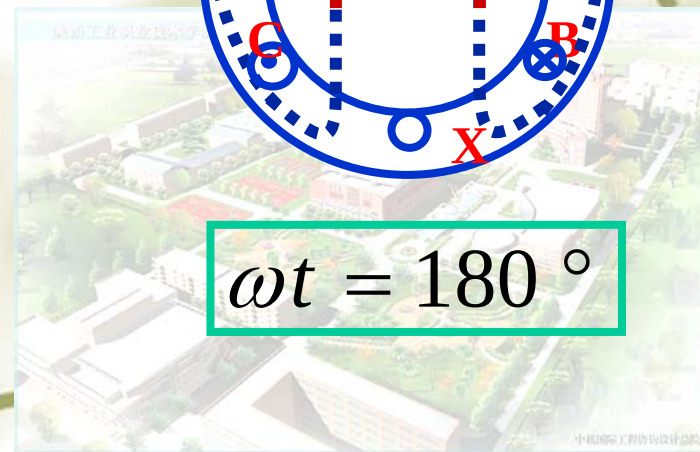
$$\omega t = 60^\circ$$



$$\omega t = 120^\circ$$



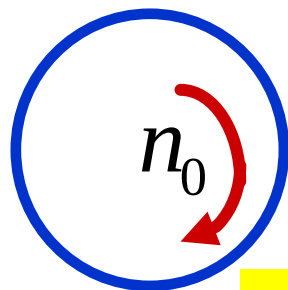
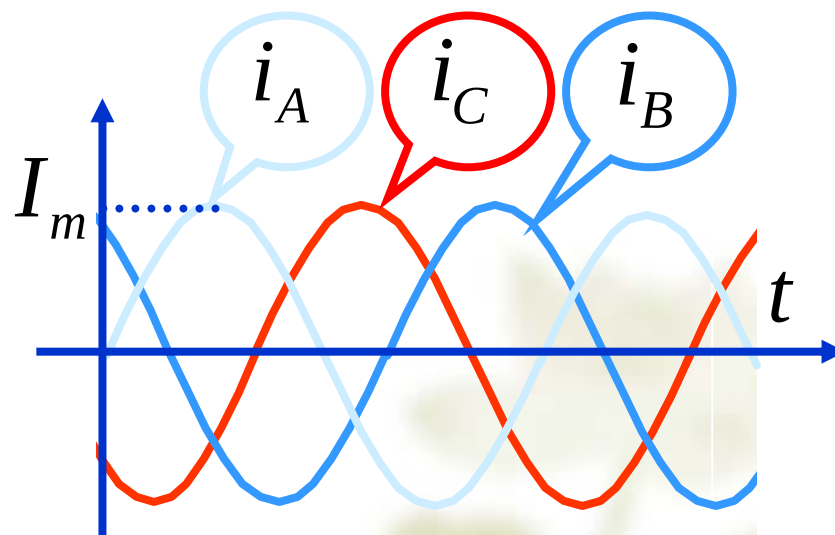
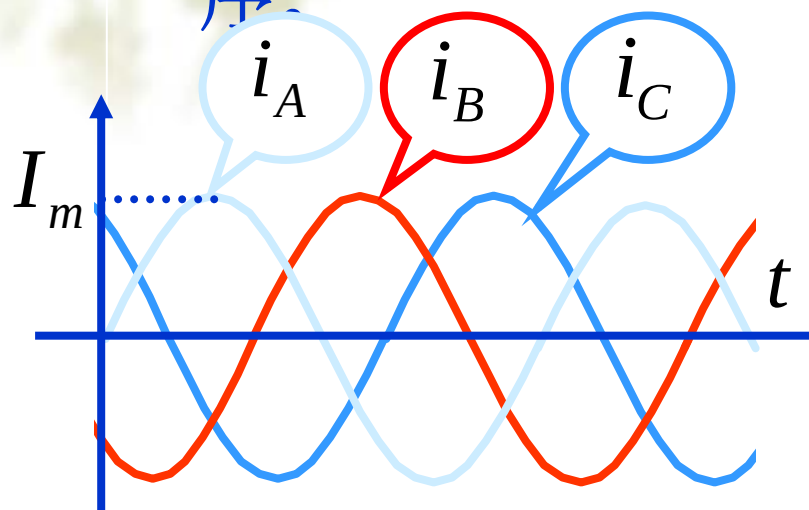
$$\omega t = 180^\circ$$



三相异步电动机 的工作原理

1、检修前准备

旋转磁场的旋转方向：取决于三相电流的相序



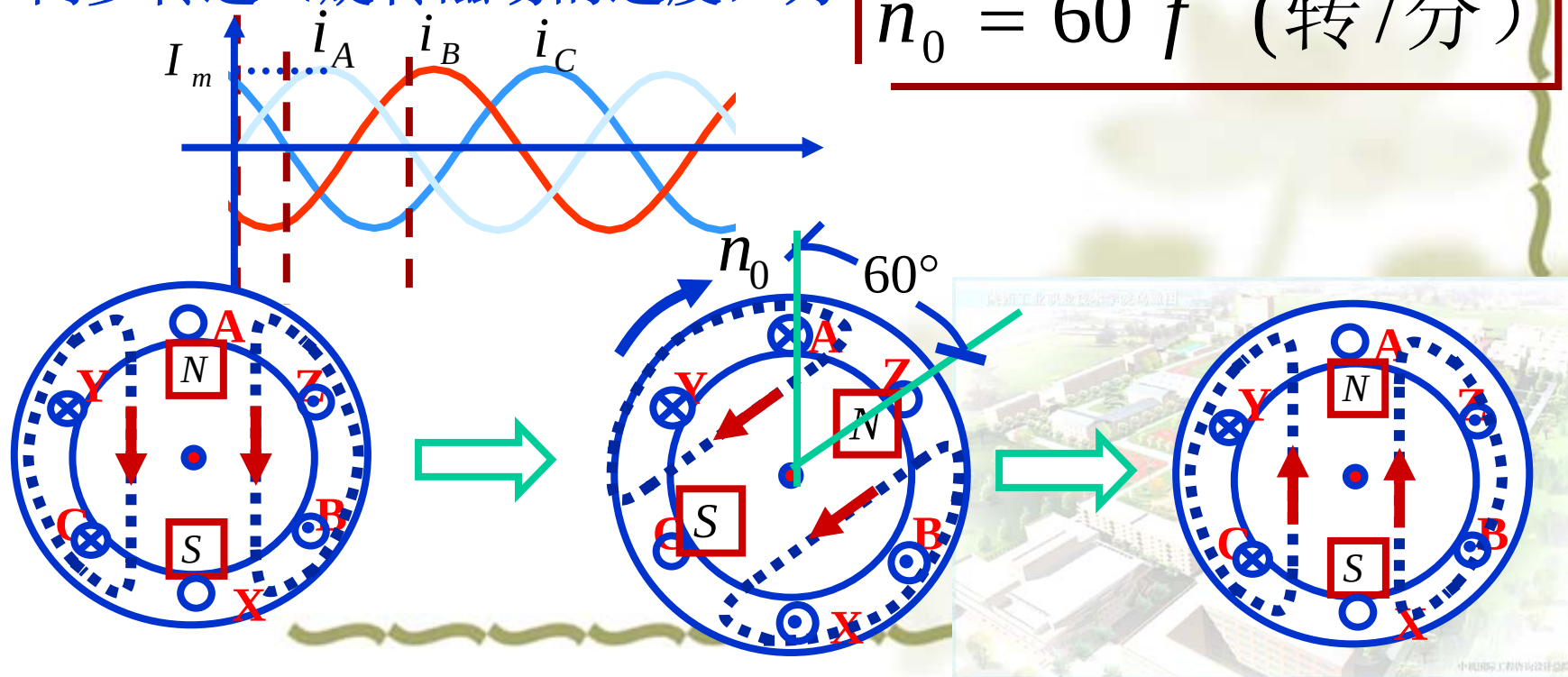
改变电机的旋转方向：换接其中两相

旋转磁场的转速 大小

❖ 一个电流周期，旋转磁场在空间转过 360° 则

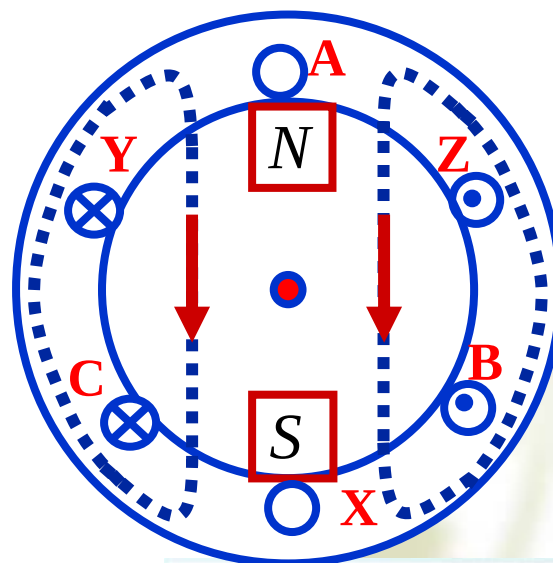
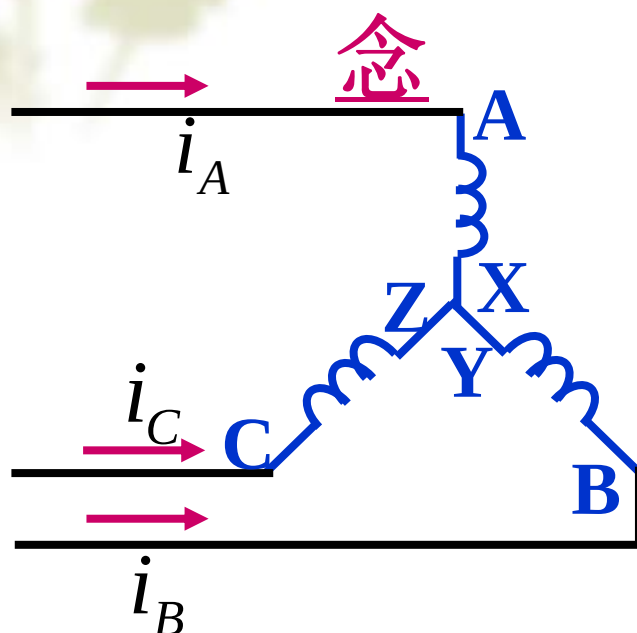
同步转速（旋转磁场的速度）为

$$n_0 = 60 f \text{ (转/分)}$$



三相异步电动机 的工作原理

极对数 (P) 的概



此种接法下，合成磁场只有一对磁极，则极对数为1。

即：

$$p = 1$$

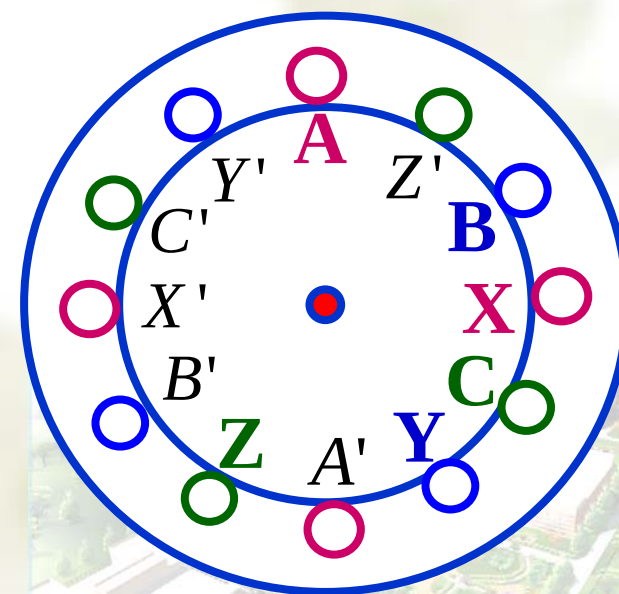
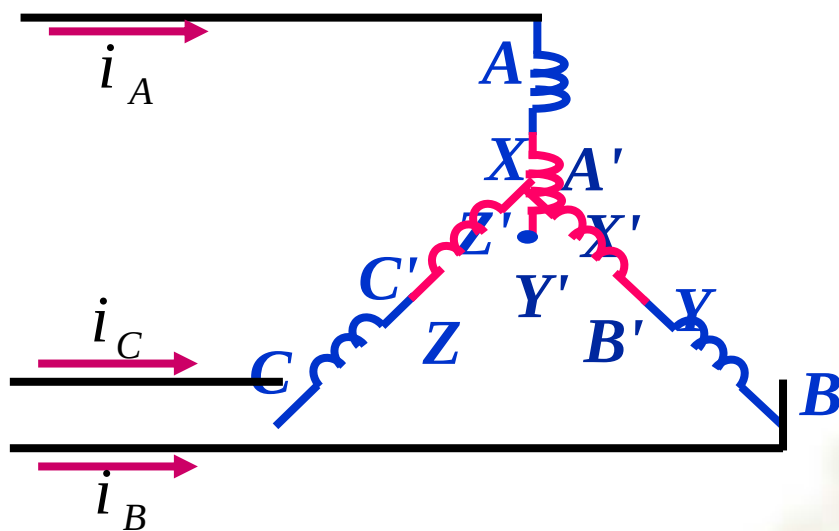


三相异步电动机 的工作原理

1、检修前准备

极对数 (P) 的 改变

- 将每相绕组分成两段，按右下图放入定子槽内。形成的磁场则是两对磁极。

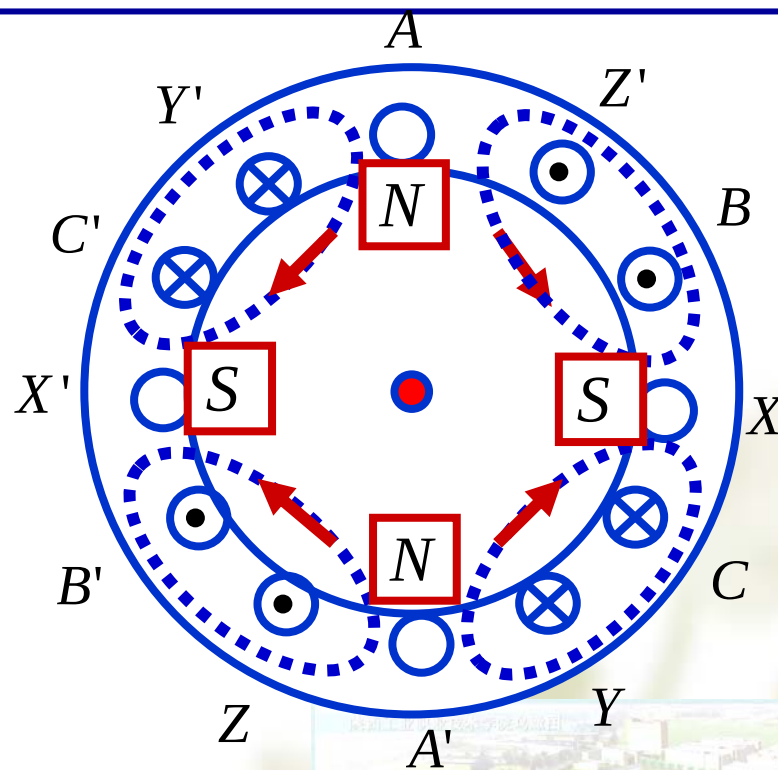
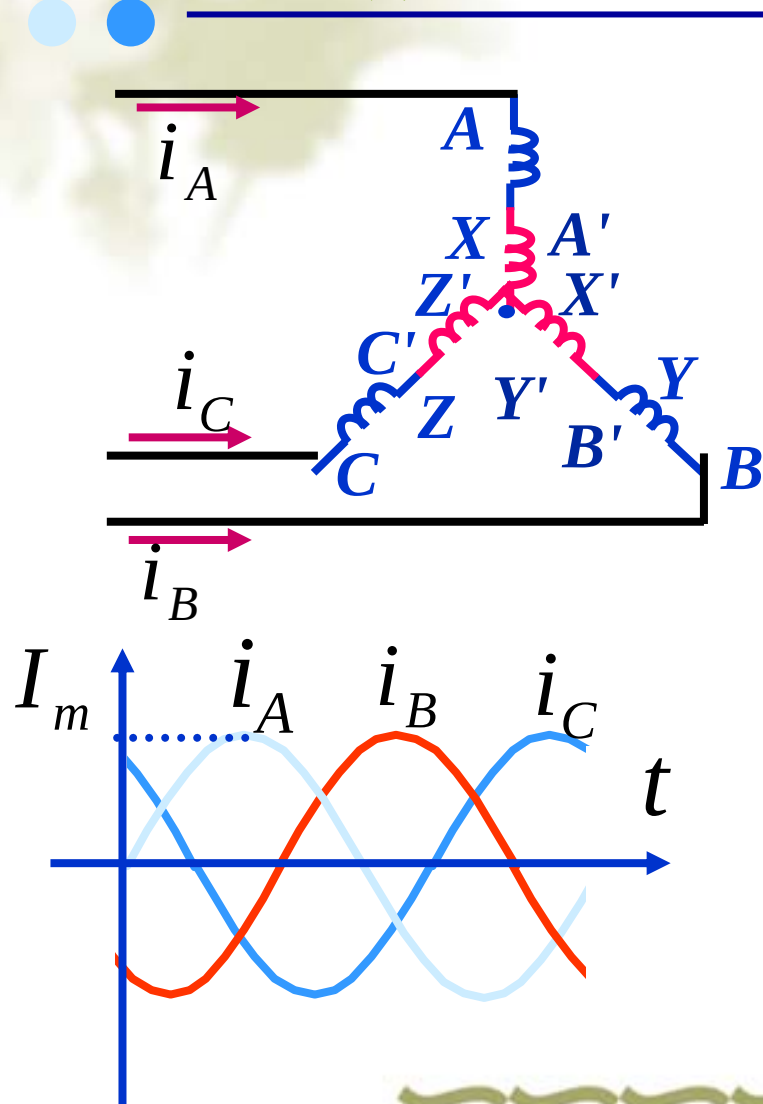




三相异步电动机 的工作原理

SHAANXI POLYTECHNIC INSTITUTE

1、检修前准备



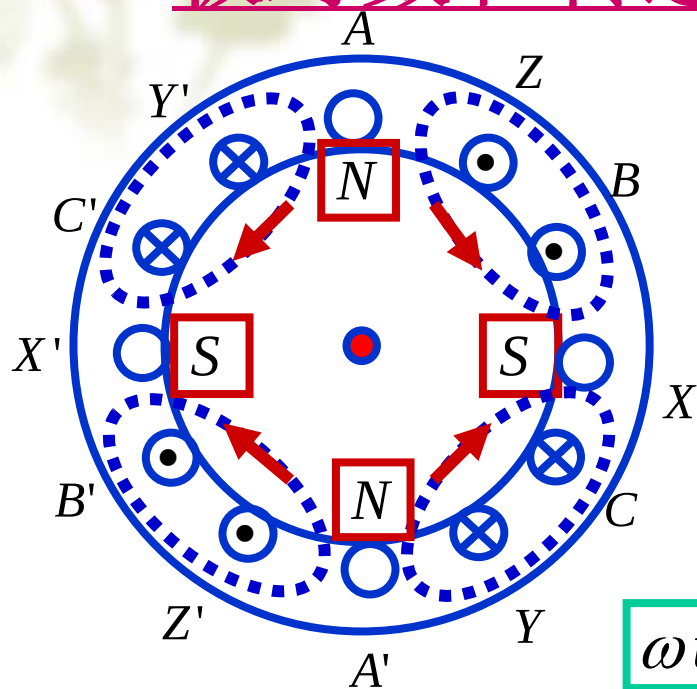
极对数

$$p = 2$$

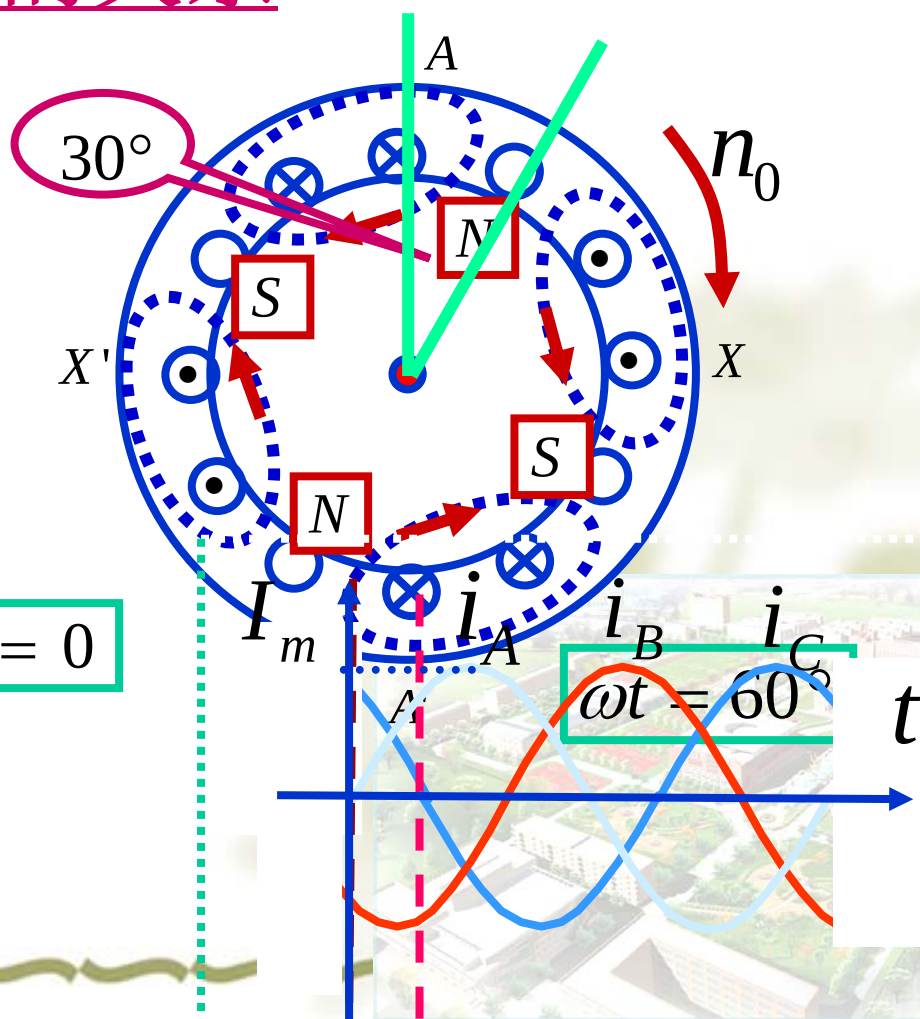
三相异步电动机 的工作原理

1、检修前准备

极对数和转速的关系



$$n_0 = \frac{60f}{p} \text{ (转/分)}$$



三相异步电动机的工作原理

1、检修前准备

三相异步电动机的同步转速

$$n_0 = \frac{60 f}{p} \text{ (转 / 分)}$$

极对数	每个电流周期 磁场转过的空间角度	同步转速 n_0 ($f = 50 \text{ Hz}$)
$p = 1$	360°	3000 (转/分)
$p = 2$	180°	1500 (转/分)
$p = 3$	120°	1000 (转/分)

三相异步电动机 转矩与机械特性

1、检修前准备

- ❖ 电磁转矩 T 是三相异步电动机最重要的物理量之一，机械特性是电动机的主要特性。对电动机进行分析往往离不开这两方面内容。

一、转矩公式

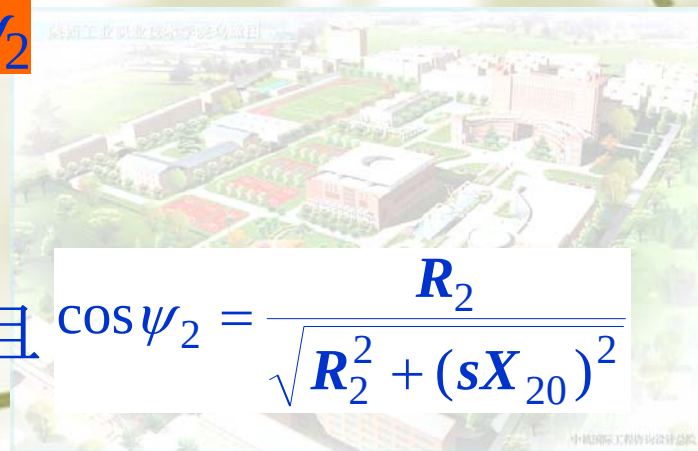
异步电动机的转矩是由旋转磁场每磁极的磁通 Φ 与转子电流 I_2 相互作用产生的。它应与电磁功率成正比，因而与转子的功率因数有关。于是

$$T \propto \Phi I_2 \cos \psi_2 = K_T \Phi I_2 \cos \psi_2$$

$$\ominus \Phi = \frac{E_1}{4.44 f_1 N_1} \approx \frac{U_1}{4.44 f_1 N_1} \propto U_1$$

$$\text{及 } I_2 = \frac{s E_{20}}{\sqrt{R_2^2 + (s X_{20})^2}} = \frac{s (4.44 f_1 N_2 \Phi)}{\sqrt{R_2^2 + X_2^2}}$$

$$\text{且 } \cos \psi_2 = \frac{R_2}{\sqrt{R_2^2 + (s X_{20})^2}}$$



三相异步电动机 转矩与机械特性

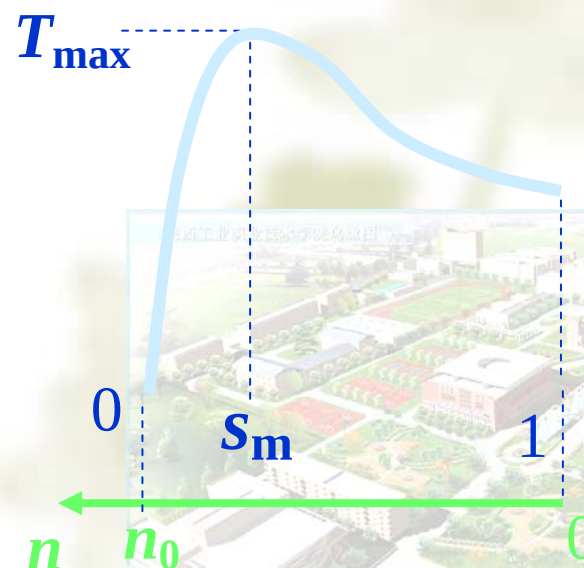
1、检修前准备

则转矩公式可表示
为

$$T = K \frac{s R_2 U_1^2}{R_2^2 + (s X_{20})^2}$$

转矩还与定子的相电
 U_1 的平方成正比。电
源电压的变动对转矩
的影响很大

转矩特性 $T = T(s)$ 曲线如图所示，
当 s 很小时， T 与 s 成正比；当 s 很大
时， T 与 s 成反比(以双曲线为渐近
线)，并且有最大转矩 $T_{\max}$ 存在。



三相异步电动机 转矩与机械特性

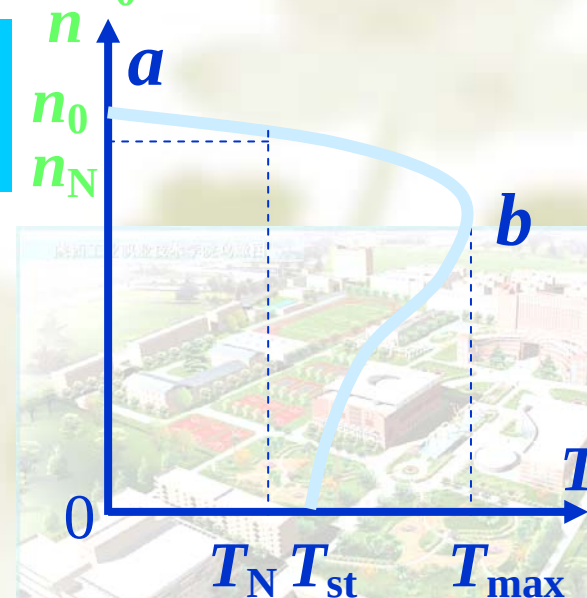
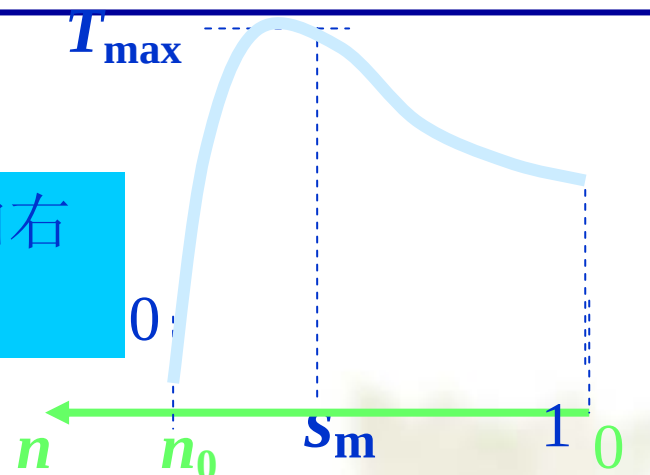
1、检修前准备

二、机械特性曲线

转矩与转差率的关系曲线 $T = f(s)$ 如右侧上图所示，

转速与转矩的关系曲线 $n = f(T)$ 如右侧下图所示。

实际上，下图是通过上图右旋 90° 得到的。



三相异步电动机 转矩与机械特性

1、检修前准备

- ❖ 研究机械特性是分析为了分析电动机的运行性能。在机械特性曲线上，要讨论三个转矩。

1. 额定转矩 T_N

$$T = T_2 + T_0 \approx T_2 = \frac{P_2}{2n\pi/60}$$

在电动机匀速转动时，其转矩 T 必须与阻力转矩 T_C 平衡，而阻力转矩包括负载转矩 T_2 和空载损耗转矩 T_0 。一般 T_0 很小，常可忽略

P_2 是电动机的输出功率 (单位 W)， T 的单位是 $(N \cdot m)$ 。 n 的单位是 (r/min) 。功率单位用千瓦，则

$$T = 9550 \frac{P_2}{n}$$

三相异步电动机 转矩与机械特性

1、检修前准备

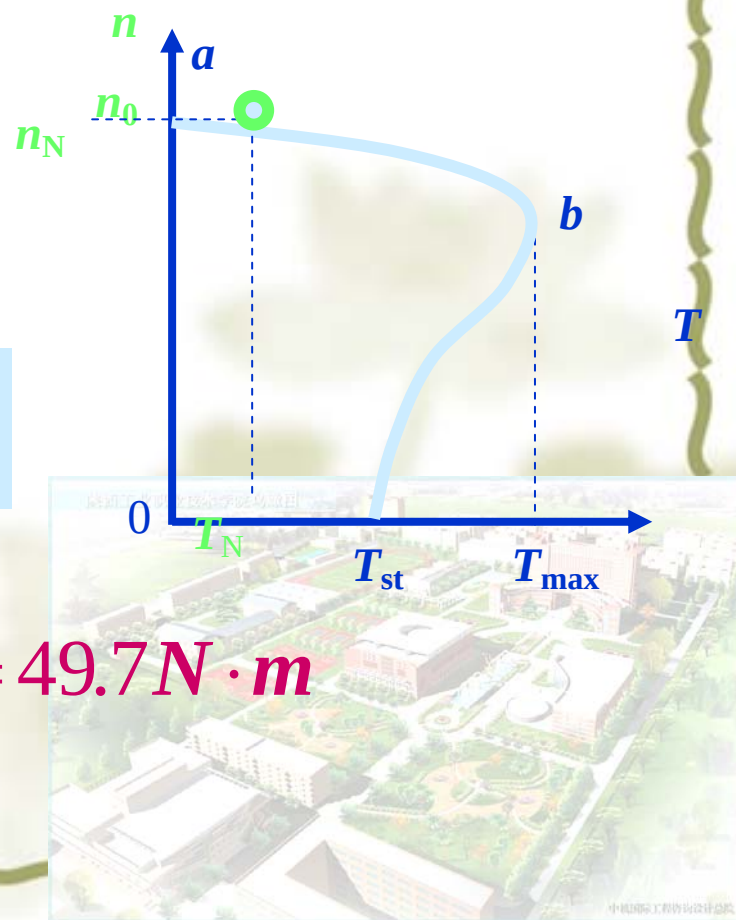
❖ 额定转矩是电动机在额定负载时的转矩。

可从电动机铭牌上
额定功率和额定转速
等数据求得

例

某台电动机， $P_{2N}=7.5\text{kW}$ ，额定转速 $n_N=1440\text{ r/min}$ ，则额定转矩为

$$T_N = 9550 \frac{P_{2N}}{n_N} = 9550 \times \frac{7.5}{1440} = 49.7 \text{ N} \cdot \text{m}$$



三相异步电动机 转矩与机械特性

1、检修前准备

2、最大转矩 T_{max}

在机械特性曲线的
最大值，称为
最大转矩或临
界转矩。

此时对应的转差率为 s_m (可由 $dT/ds = 0$ 求得)，即令

$$\frac{dT}{ds} = \frac{d}{ds} \left[\frac{KsR_2 U_1^2}{R_2^2 + (sX_{20})^2} \right] = 0$$

$$s_m = \frac{R_2}{X_{20}}$$

$$T_{max} = K \frac{U_1^2}{2 X_{20}}$$

可见， $T_{max} \propto U_1^2$ ，且与转子电阻 R_2 无关，而 R_2 越大 s_m 也越大



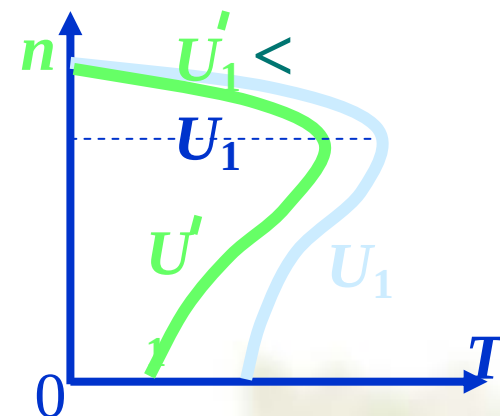
三相异步电动机 转矩与机械特性

1、检修前准备

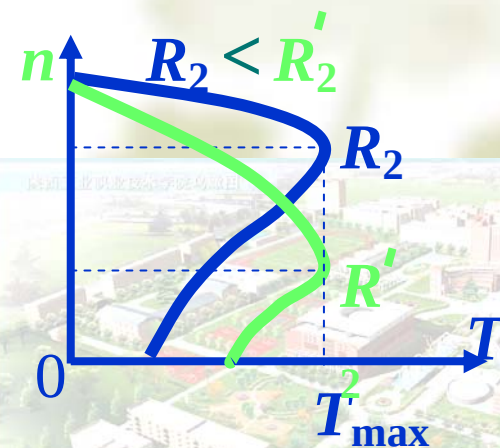
3、启动转矩 T_{st}

$$T_{st} = K \frac{R_2 U_1^2}{R_2^2 + X_{20}^2}$$

可见，启动转矩与 U_1 及 R_2 有关，当电源电压降低时启动转矩会减小；当适当增加转子绕组的电阻会使启动转矩有所增加。可有上式证明当 $R_2 = X_{20}$ 时， $T_{st} = T_{max}$ ，及 $s_m = 1$ 。



U_1 对转矩的影响



R_2 对转矩的影响

三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

三相异步电动机			
型号	Y100L-2	编号	
3 Kw	380V	6.4	A
2880 r/min	防护等级 IP44	LW	dB(A)
接法 Y	工作制 S1	50Hz	Kg
产品标准 ZBK 22007-88	B 级绝缘	200 年	月
石家庄荣昌机电设备有限公司			



三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

- ❖ 要正确使用电动机，必须要看懂铭牌。今以Y132M-4型电动机为例，来说明铭牌上各个数据的意义。

三相异步电动机

型号	Y132M-4	功率	7.5KW	频率	50Hz
电压	380V	电流	15.4A	接法	△
转速	1440r/min	绝缘等级	B	工作方	连续
年 月 编号			××电机厂		

此外，还有功率因数0.85，效率87%。



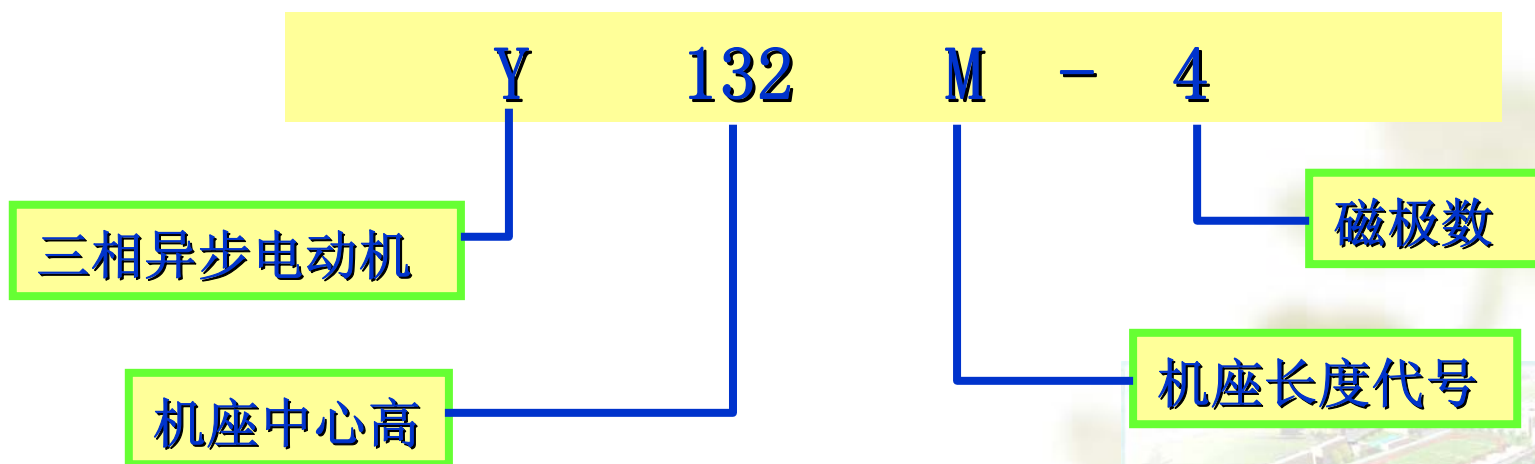


三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

1、型号

型号说明:



(S-短机座; M-中机座; L-长机座)





SXPI

三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

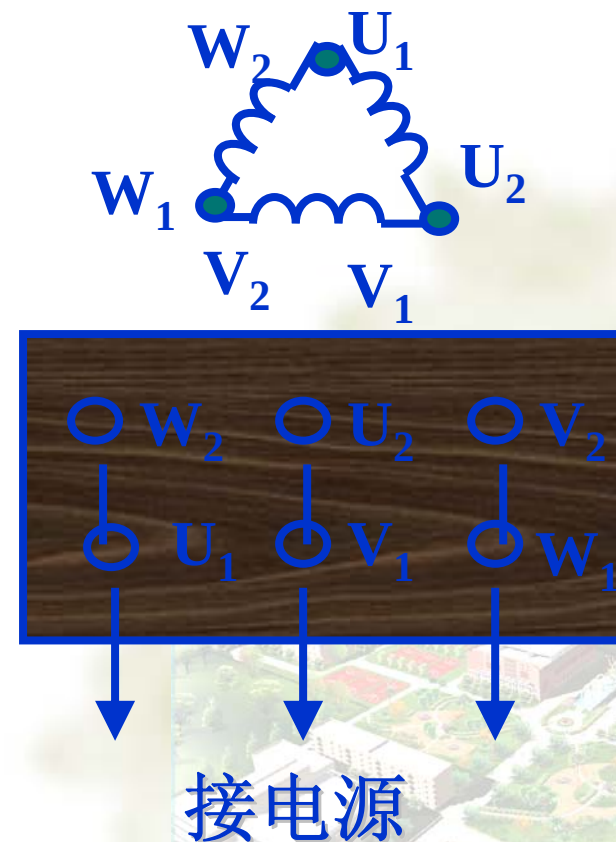
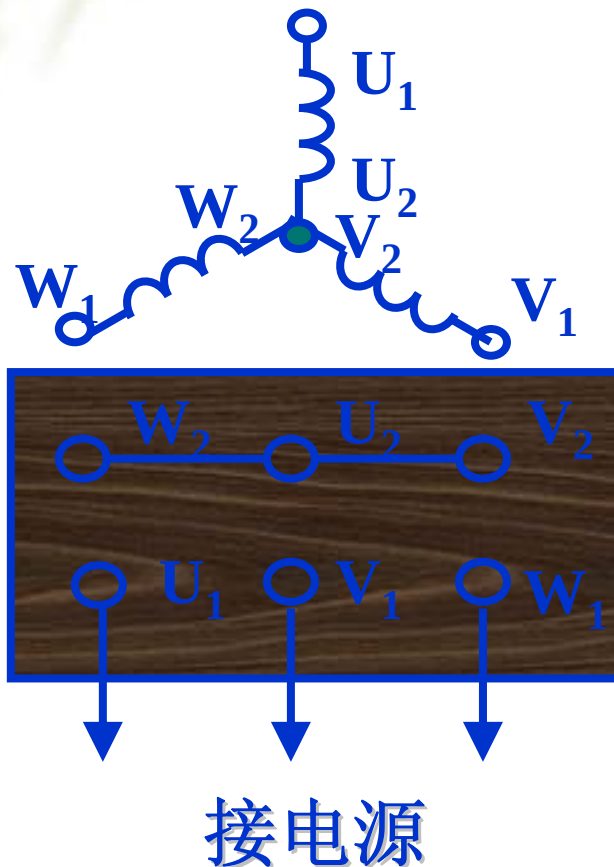
异步电动机产品名称代号

产品名称	新代号	汉字意义	老代号
异步电动机	Y	异	J、JO
绕线式异步电动机	YR	异绕	JR、JRO
防爆型异步电动机	YB	异爆	JB、JB0
高起动转矩异步电动机	YQ	异起	JQ、JQ0

三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

2、接法





SXPI

三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

3、电压

电动机在额定运行时
定子绕组上应加的线
电压。

4、电流

电动机在额定运行时
定子绕组上的线电流

5、功率 与效率

电动机在额定运行时
轴上输出的机械功率
值。效率就是输出功
率与输入功率的比值





SXPI

三相电动机的铭牌数据

1、检修前准备

6、转速

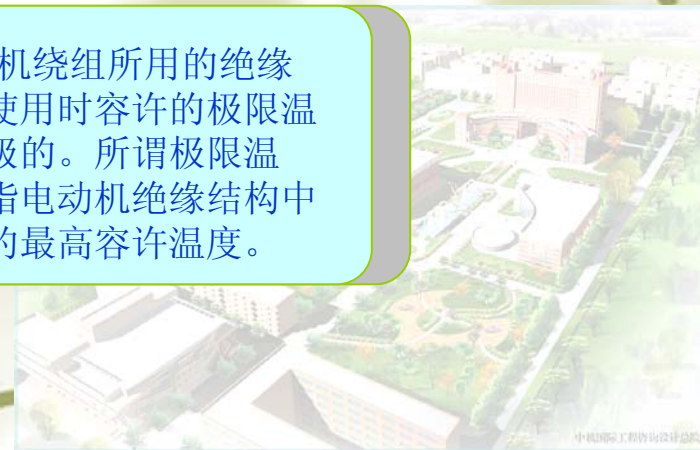
•由于生产机械对转速的要求不同，需要生产不同磁极数的异步电动机，因此有不同的转速等级。

7、功率因数

因为电动机是电感性负载，定子相电流比相电压滞后一个 φ 角。 $\cos \varphi$ 就是功率因数。

8、绝缘等级

•按电动机绕组所用的绝缘材料在使用时容许的极限温度来分级的。所谓极限温度，是指电动机绝缘结构中最热点的最高容许温度。





SXPI

三相异步电机修前检测方法

1、检修前准备

检查及实验的项目

检查

定子绕组的测定

实验

直接电阻的测定

绝缘电阻的测定



三相异步电机修前检测方法

1、检修前准备

定子绕组的测定

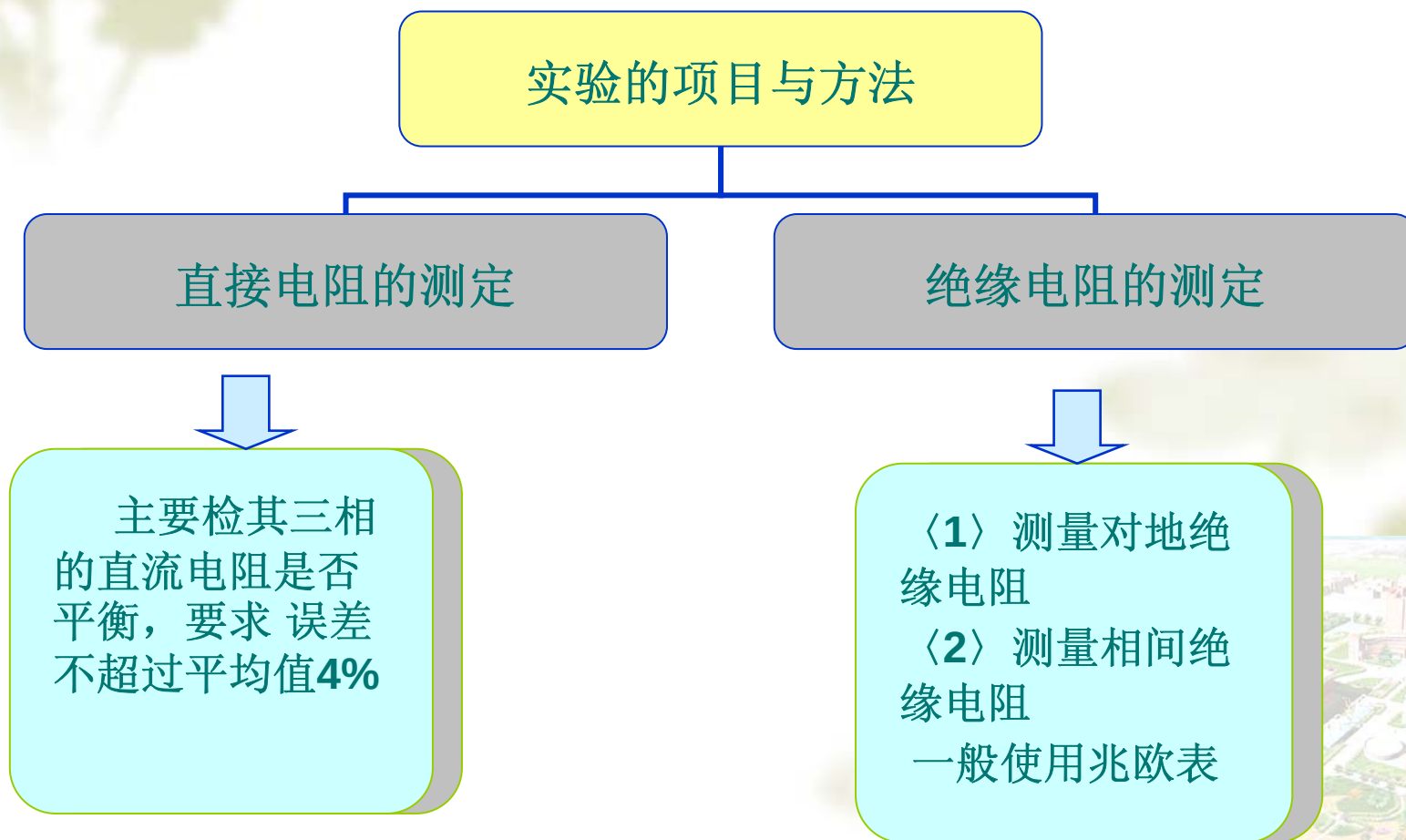
绕组是否有接地	绕组是否有短路	绕组是否有断路	绕组是否有接错或嵌反
(1) 观察法 (2) 灯泡检查法 (3) 万用表或兆欧表法;	(1) 万用表及兆欧表法 (2) 电流表法; (3) 电阻检查法; (4) 短路侦察器法; (5) 匝间绝缘试验仪检查法	(1) 万用表或兆欧表法 (2) 灯泡检查法 (3) 电压表法	(1) 滚珠检查法; (2) 指南针检查法; (3) 干电池检查法



SXPI

三相异步电机修前检测方法

1、检修前准备



学习子情境2: 电机修理

电机维修工具与测量仪表

三相异步电机故障分类

定子绕组故障检修

转子绕组故障检修

机械部分故障检修



维修工具

1-手工工具

榔头
打板
划线板
压线板
刮线刀
清槽刀

2-量具

塞尺
钢板尺
半径量规
游标卡尺
外径千分尺



2、电机修理

测量仪表

1-常用仪表

兆欧表
万用表
钳形电流表
转速表

2-常用仪器

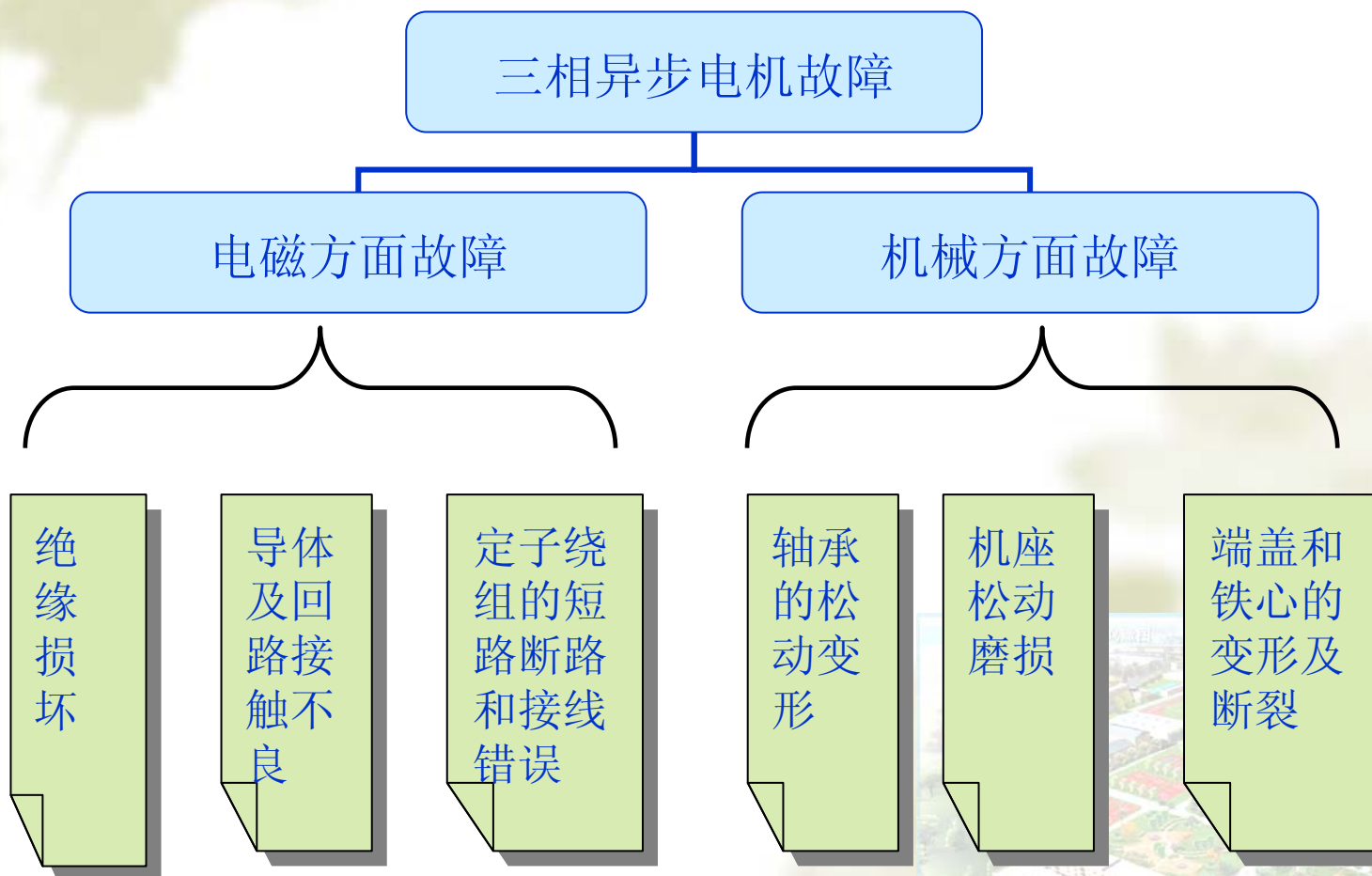
短路侦查器
轴承故障测试仪器
单臂电桥
双臂电桥
直流高压实验仪
交流耐压试验仪



SXPI

三相异步电机故障分类

2、电机修理



定子绕组故障检修

故障原因

电动机的老化、受潮、腐蚀性气体的侵入

机械力、电磁力的冲击

电动机在运行中长期过载、过电压、欠电压、两相运转等



定子绕组故障检修

电动机定子绕组的常见故障

- 1、绕组受潮、绝缘电阻偏低
- 2、绕组接地故障
- 3、绕组短路故障
- 4、绕组断路故障
- 5、绕组接错故障
- 6、极相组嵌反或接反
- 7、绕组首尾端接错



定子绕组故障检修

1、绕组受潮、绝缘电阻偏低

原因：

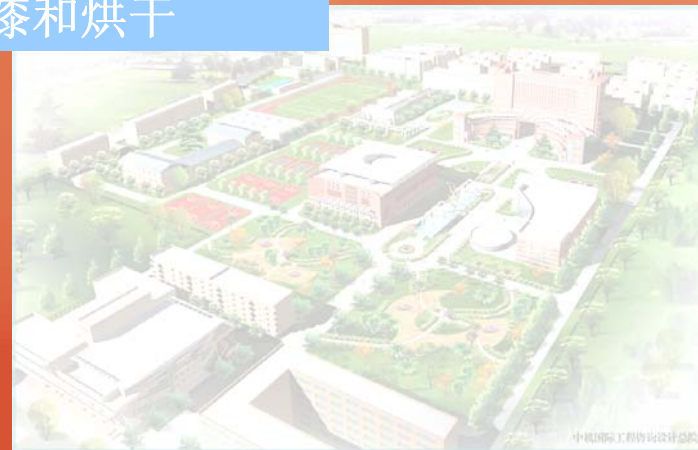


电动机长期停用或贮存，受周围的潮湿空气、雨水、腐蚀性气体及油污等侵入，使绕组表面吸附一层导电物质，导致绝缘电阻降低

修理方法：



干燥处理，然后进行一次浸漆和烘干



定子绕组故障检修

2、绕组接地故障

检测方法:



把各相绕组的线端连接片拆开，逐相检查是否有接地处，用测电笔通电动机外壳，如果测电笔的氖灯发亮，则说明绕组有接地处

修理方法:

将绕组包扎好，涂上绝缘漆烘干

接地处发生在两头碰触端盖，则可用绝缘物衬在端盖上

更换部分接地绕组



定子绕组故障检修

3、绕组短路故障

检测方法:

观察法: 仔细观察绕组有无烧坏的痕迹和有无浓厚的焦味

测量法: 用电压表测量每个极向绕组两端的电压, 如读数较小, 则说明有短路线圈存在

电阻法: 用电桥或万用表分别测量各相绕组的直流电阻, 电阻值小的为短路相

修理方法:

将短路处绝缘重新处理

将短路线圈废弃跨接

重新更换绕组



定子绕组故障检修

4、绕组断路故障

检测方法:

用万用表的电阻档，表笔分别接触电动机引线端子板上三相绕组，即可查出短路绕组的断路相

修理方法:

如发生在定子槽外部的导线接头处，将导线重新接好焊牢

如发生在定子槽内，需把线圈拆除，重新绕制



定子绕组故障检修

5、绕组接错故障

检测方法:

将电动机转子抽出，在定子绕组内通入三相低压交流电源，用一个钢球放入电动机的铁心内，如果钢球能沿定子内腔旋转，表明绕组接线正确，若钢球被吸引住不动，则说明绕组接线错误

修理方法:

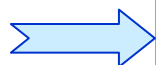
知道绕组接线有误后，可将定子绕组的连接线拆开，按照接线图重新接好后焊牢即可



定子绕组故障检修

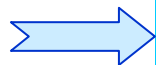
6、极相组嵌反或接反

检测方法:



电动机不能启动或者转速明显减慢,同时,三相电流增大而不平衡,电动机有异常声音、振动和局部发热。

修理方法:



细心核对每个极相组的首尾端放置一致,同一个极相组的几个线圈间的连接必须按顺序嵌放,如果有嵌反或接反的现象,必须重新连接



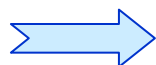


SXPI

定子绕组故障检修

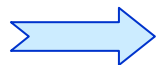
7、绕相首尾接错

检测方法:



首先将三相绕组任意连接，然后将万用表旋转至“mA”档，两笔分别与绕组并联后的两个端点连接。转动转子，如指针往返摆动，则说明三相绕组的首尾端接错

修理方法:



知道绕组首尾接错后，可将定子绕组的连接线拆开，调整方向重新接好后焊牢即可



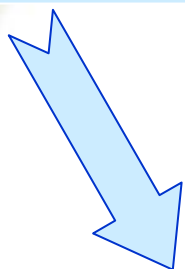


SXPI

转子绕组故障检修

2、电机修理

故障原因



转子材料或制造质量不佳

运行启动频繁，操作不当

急速的正反转造成剧烈冲击





SXPI

转子绕组故障检修

2、电机修理

转子绕组故障

笼型转子故障

1、断条原因

绕线型转子故障

2、转子绝缘下降

3、转子并接头铜套开焊

4、滑环故障

转子绕组故障检修

2、电机修理

1、断条原因故障检修

检测方法

表面检查法：仔细观察铁心表面，若有裂纹或者过热变色即是断条处，常在槽口附近

铁粉显示法：在转子端环两端通入电流，将铁粉末撒在转子上，如转子铁心表面的铁粉整齐地按槽的方向排列则说明槽笼条没有断裂，反之断裂。

电流检测法：定子绕组通入三相低压电源，在某一相中串入电流表，用手将转子慢慢转动，若断裂，指针将会发生较大的周期性变化。

转子绕组故障检修

1、断条原因故障检修

修理方法

(1) 如果断裂发生在端环或者槽外以及其他明显部位时，可将裂纹凿出“V”形槽，用气焊进行修补。

(2) 铜制笼的个别笼条，可把断条的端环两端开一缺口，凿去一边端环部分，把断条处敲出，换上一条与原来截面相同的新笼条，并要长出断环15~20mm，将伸出部分敲弯紧贴在短路环上，然后用气焊焊牢，用车床车光，校正平衡即可。

(3) 如果是铸铝笼条断条时，也可将断条钻掉，把槽清理干净，做一根与槽形状相同的铝条打入槽内，再用铝焊粉把铝条与端环用气焊焊即可。

(4) 若转子笼条断裂较多，则应全部更换。先车去两头端环，用夹具将铁心夹紧，以防铁心松散。



SXPI

转子绕组故障检修

2、电机修理

2、转子绝缘下降

加强电刷架的日常维护与定期清扫工作

干燥处理

3、转子并接头铜套开焊

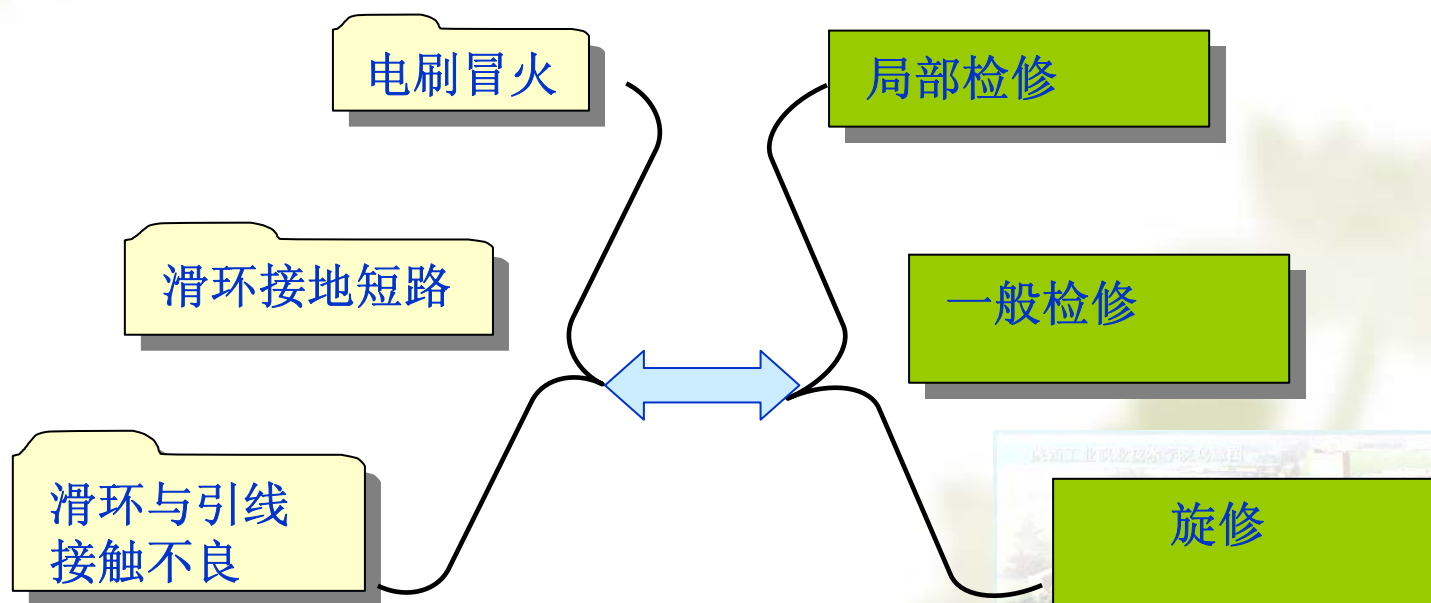
重新焊接开焊铜套

局部或全部更换绕组



转子绕组故障检修

4、滑环故障检修



机械部分故障检修

2、电机修理

故障
分类



铁心故障的检修

轴承故障的检修

机座和端盖的故障修理



机械部分故障检修

铁心故障的检修

现 象	修 理
1、齿部向外胀开	按铁心的尺寸做两块钢圆盘，在铁心两端用双手螺杆夹紧，使其恢复原状
2、齿根烧断	将断齿凿掉，清除毛刺后，填以绝缘胶。
3、铁心松动	在机壳上另加定位螺钉，将铁心固定或用电焊焊牢
4、铁心烧伤	用小铲子修理铁“瘤”，然后将碎屑清扫干净，再涂上一层绝缘漆即可



2、电机修理

轴承故障的检修

现 象	原 因 分 析
1、明显的滚动及振动声	轴承间隙过大
2、声音发哑	润滑油有杂质
3、不规则的撞击声	滚珠或轴承圈有破裂现象
4、轴承有尖叫声，并夹有滚动声	严重缺油



学习子情境3：修试、试验、维护

三相异步电机启动中的注意事项

三相异步电机的一般试验

三相电机运行中的监视与维护



三相异步电机启动中的注意事项

3、修试、维护、试验

电动机运行时必须提醒在场人员注意，防止旋转物切向飞出，伤及人员及设备

接通电源之前就应作好切断电源的准备，当电动机出现不能启动、启动缓慢、强烈振动、电刷火花大、声音异常时立刻切断电源

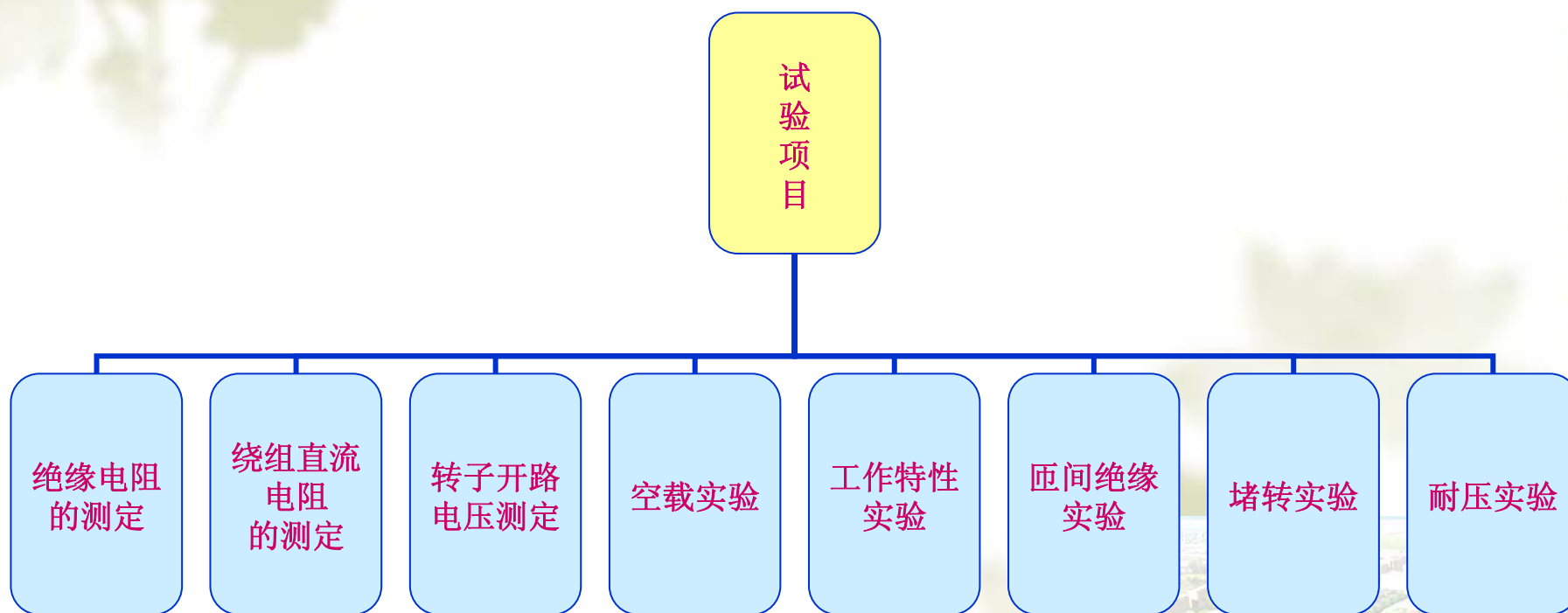
笼型电动机采用全压启动时次数不宜过于频繁。绕线型转子电动机在接通电源前应检查启动器的操作手柄是不是已经在“零位”。



三相异步电机 的一般试验

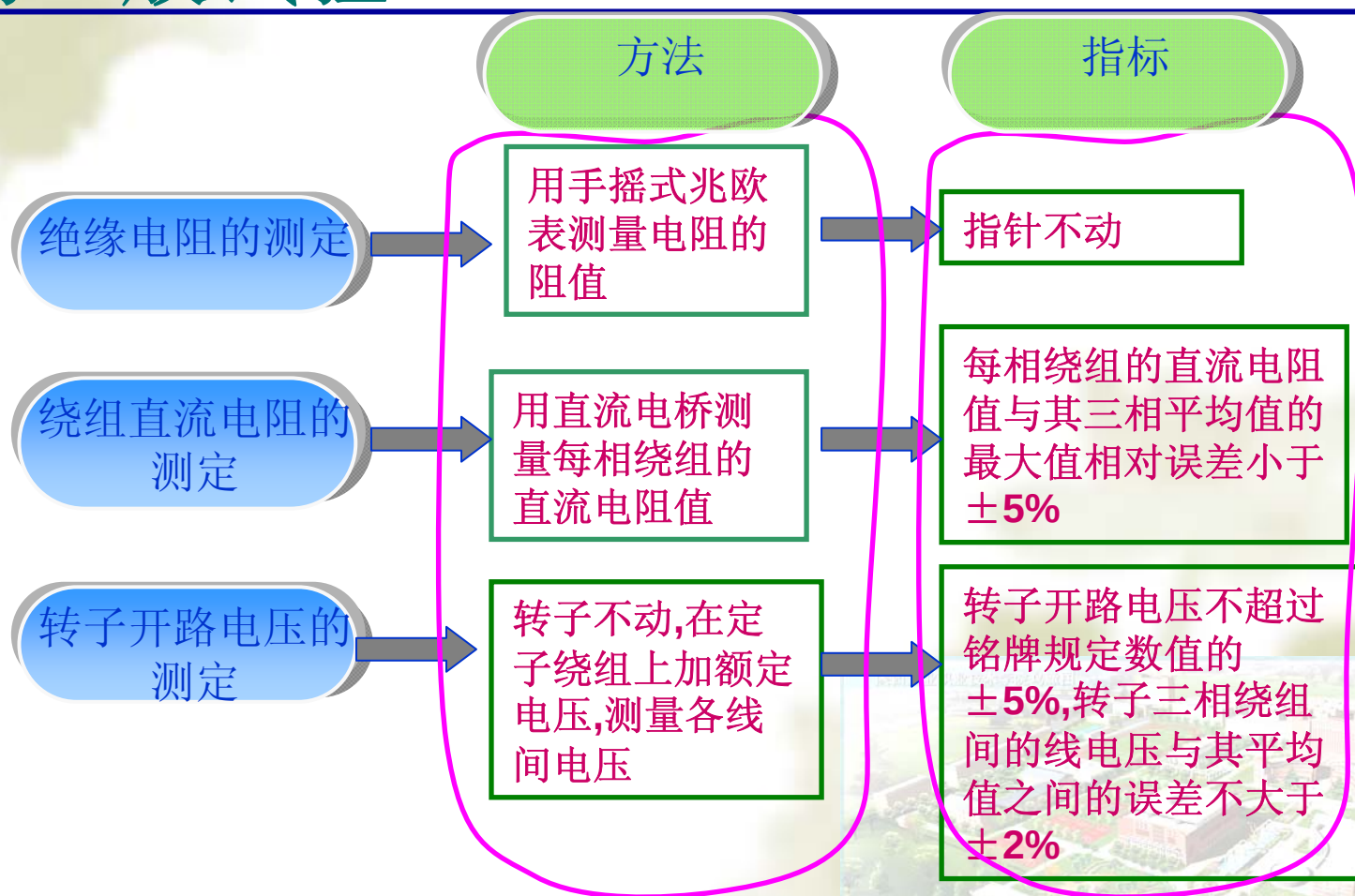
SHAANXI POLYTECHNIC INSTITUTE

3、修试、维护、试验



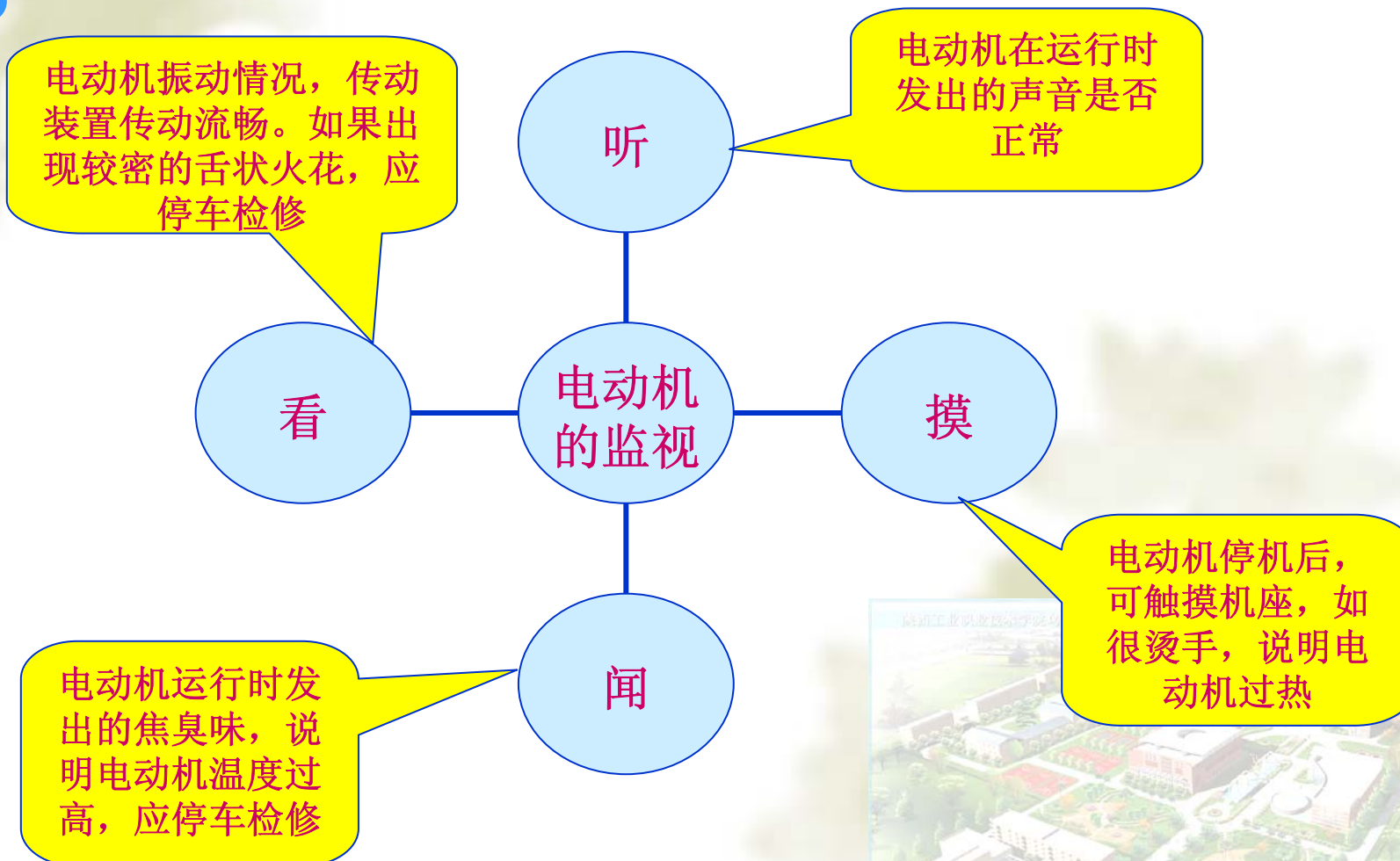
三相异步电机 的一般试验

3、修试、维护、试验



三相电机运行中的 监视与维护

3、修试、维护、试验



三相电机运行中的 监视与维护

3、修试、维护、试验

电动机的维护

(1)保持电动机清洁,定期清扫,检查接线端连接是否可靠,更换轴承润滑脂肪.对容易受到水滴、油污及杂物落到的电动机要加做电动机罩

(2)定期测量电动机绝缘,特别是电动机受潮时,如发现电动机绝缘电阻过低,要及时进行干燥处理,检查合格后才能运行.

(3)定期检查控制电路的刀闸,主触点是否磨损、接触不良.

(4)对绕线型转子电动机要经常注意电刷和滑环之间的火花,如火花过大,要即使作好清洁工作,甚至更换电刷.