



浙江大学电气工程学院

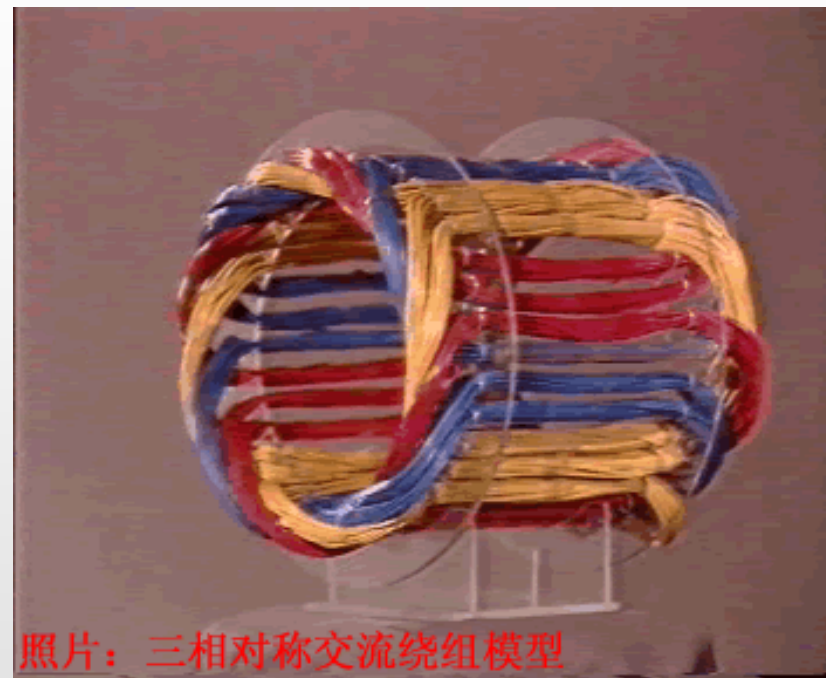
电机与拖动

主讲：卢琴芬

2

交流电机的电枢绕组

- 1 三相交流绕组的分类
- 2 交流绕组的基本量
- 3 60度相带
- 4 三相交流绕组的基本要求



照片：三相对称交流绕组模型

1、按槽内元件边的层数可分为单层绕组单双层混合和双层绕组。

2、单层绕组按联接方式不同可分为等元件、链式、交叉式和同心式绕组等。

3、双层绕组可分为双层迭绕组和双层波绕组。



单层绕组电气性能稍差，但制造方便，常用于10KW以下的电机中。

4、按相数分为单相、两相和三相绕组

5、按每极每相槽数分为整数槽绕组和分数槽绕组

1、线圈：由单匝或多匝串联而成，是组成交流绕组的基本单元。

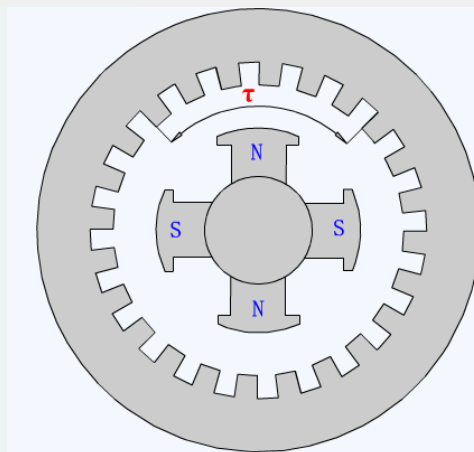
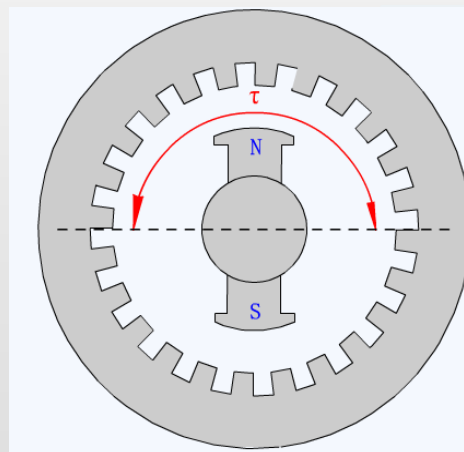


2、极距：相邻两磁极轴线之间的距离。它可用定子槽数或定子内圆弧长来表示。

$$\tau = \frac{z_1}{2p}$$

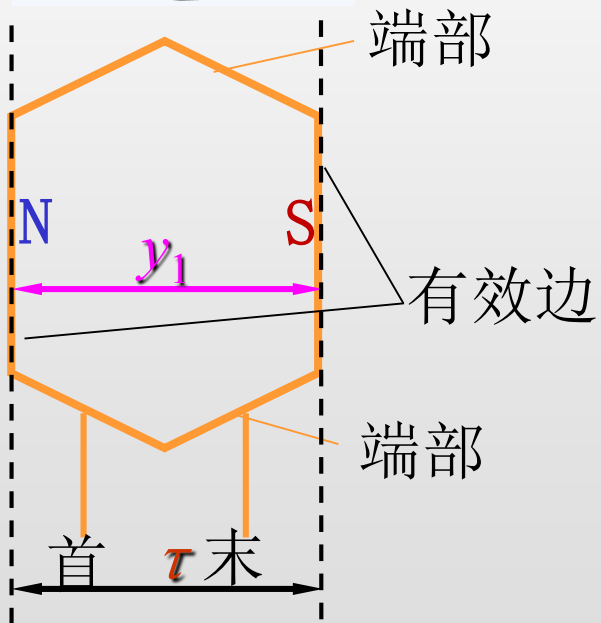
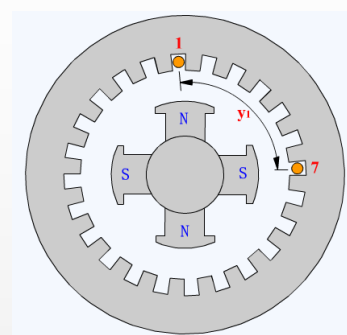
$$\tau = \frac{\pi D}{2p}$$

$$\tau = 180^\circ (\text{电角度})$$

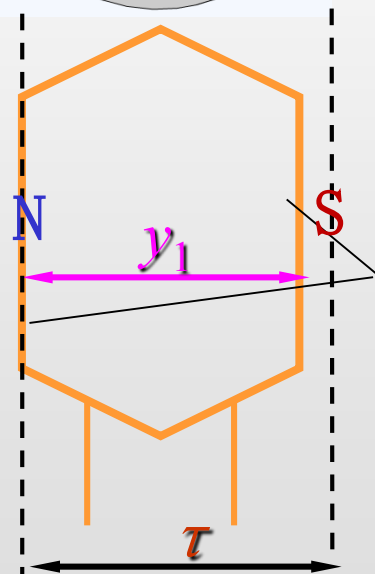
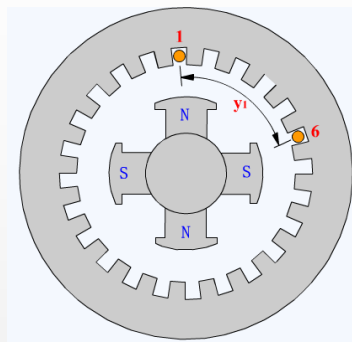


交流电机的电枢绕组

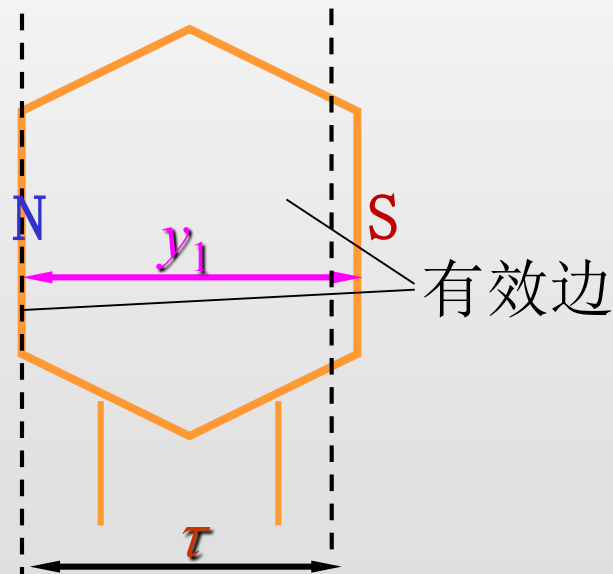
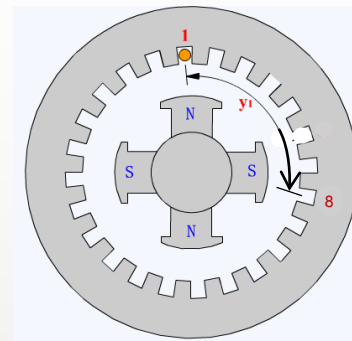
3、线圈节距 y_1 : 线圈的两个有效边所跨的距离, 用槽数表示。



$y_1 = \tau$ 整距绕组



$y_1 < \tau$ 短距绕组



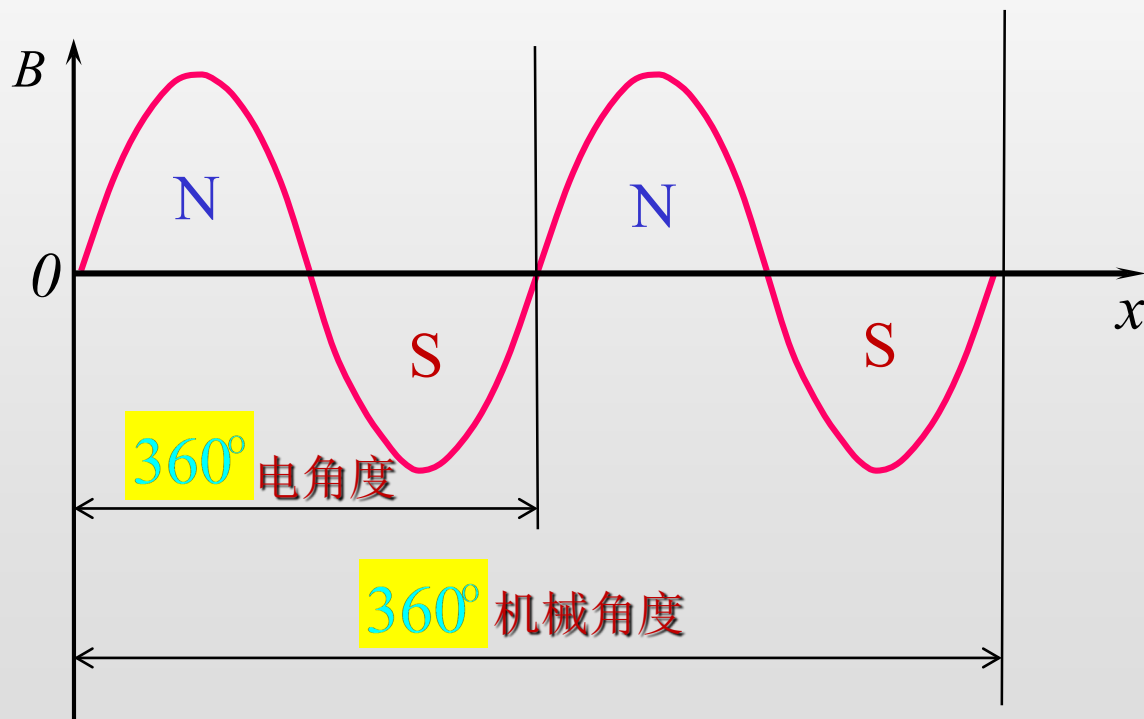
$y_1 > \tau$ 长距绕组

交流电机的电枢绕组

4、机械角度：电机圆周从几何上量度为360度

5、电角度：磁场变化一周，相当于360度电角度

电角度 = $p \times$ 机械角度



机械角速度 (Ω)

$$\Omega = \frac{2\pi n}{60}$$

电角速度 (ω)

$$\omega = p\Omega = \frac{2\pi p n}{60}$$

6、槽距角 α ：相邻两槽之间的电角度

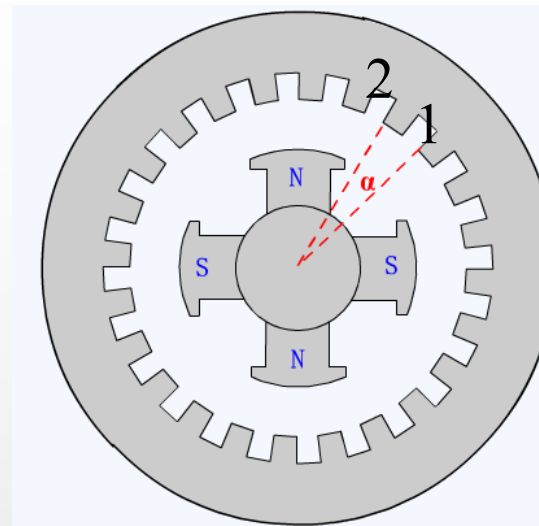
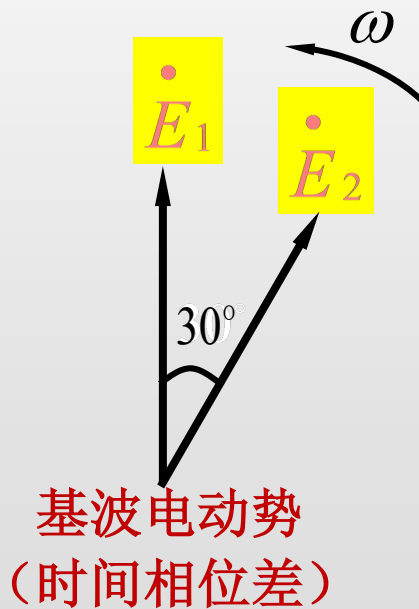
$$\alpha = p \times 360 / z_1$$

空间相位差和时间相位差：

$$\alpha = \frac{p \cdot 360}{Z} = 30^\circ$$

$$\alpha = \frac{2 \times 360^\circ}{24} = 30^\circ$$

槽距角
(空间相位差)



$$p = 2$$

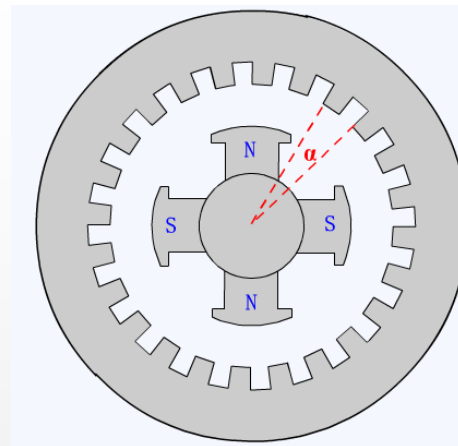
$$Z = 24$$

$$\alpha = \frac{p \cdot 360}{Z} = 30^\circ$$

7、每极每相槽数 q :

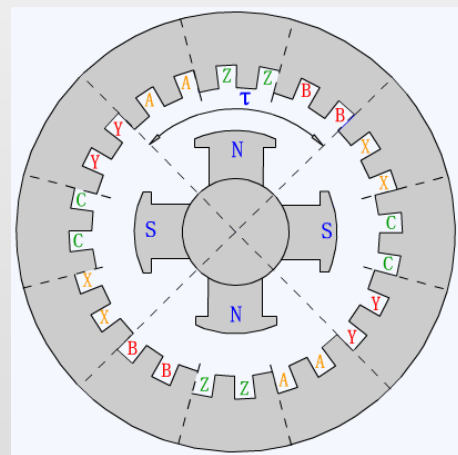
每个极下每相所占有的槽数

$$q = z_1 / (2m_1p)$$



$$q = 2$$

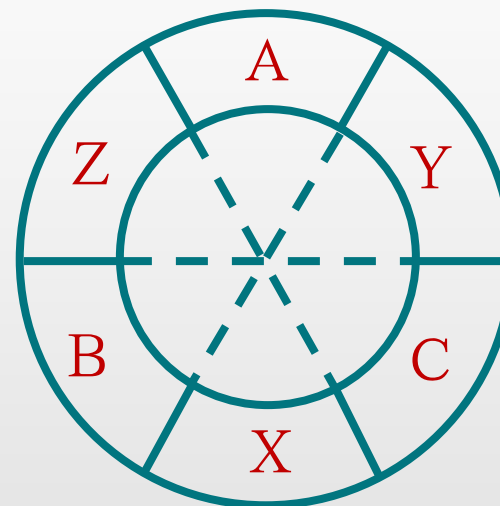
8、相带：同一相绕组在一个极距内所连续占有的宽度（用电角度表示）



$$60^\circ$$

- 1、同一相绕组在一个极距内所连续占有的宽度（用电角度表示）称为相带。对于三相绕组，一个极距内等分成三个区域，每个区域分别为一相绕组所占据
- 2、三相感应电动机中，每相占有60度，称为60度相带。次序为：A、Z、B、X、C、Y（或 U_1 、 W_2 、 V_1 、 U_2 、 W_1 、 V_2 ）

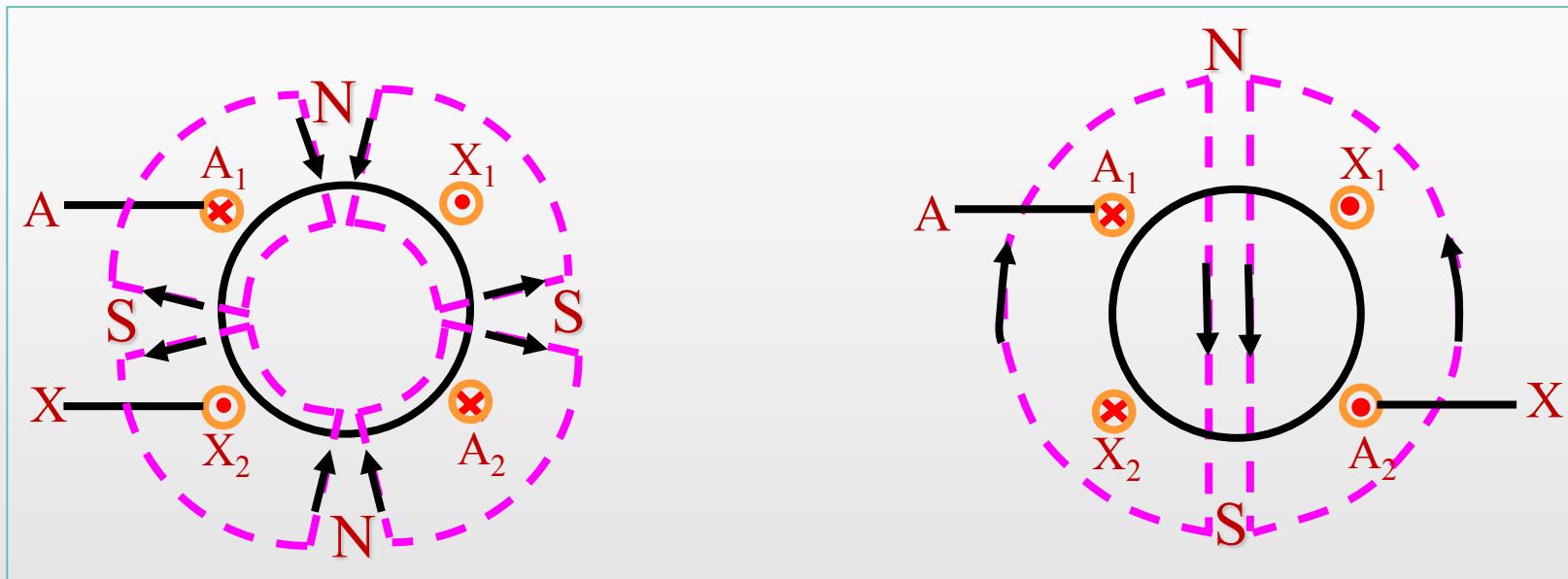
q的含义也可以理解为：一个相带占几个槽



在某一相带内，放置某相的导体

对三相交流绕组的基本要求

1、交流绕组通过电流后，必须形成规定的极对数。

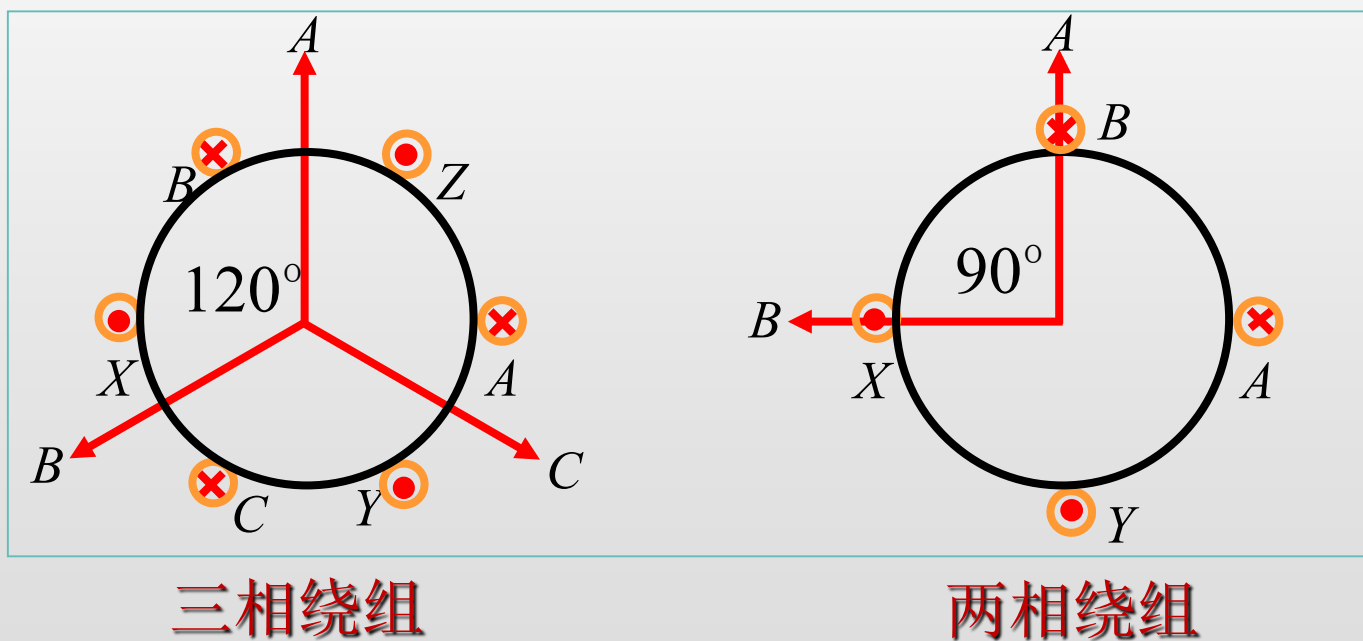


$$2p = 4$$

$$2p = 2$$

2、多相绕组必须对称

不仅要求匝数、跨距、线径及圆周上的分布情况相同，而且空间对称（即 m 相绕组的轴线在空间上互差 $360/m$ 。

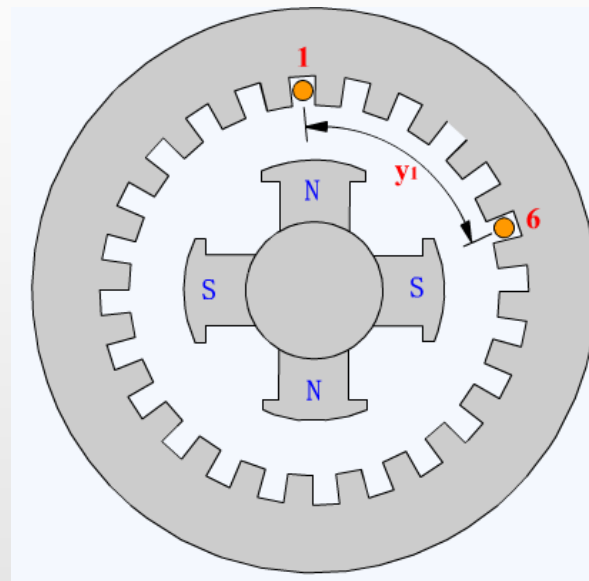


对三相交流绕组的基本要求

3、交流绕组通过交流所建立的磁场在空间的分布为正弦分布。且旋转磁场在交流绕组的感应电动势随时间按正弦规律变化。采用分布绕组和短距绕组。

4、在一定数目的导体下，能够获得最大的电动势和磁动势。

5、用铜少、绝缘性能可靠、制造维修方便。



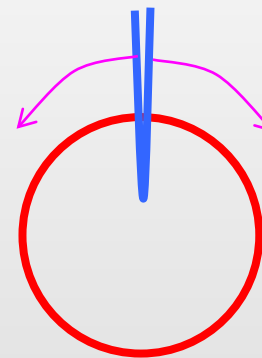
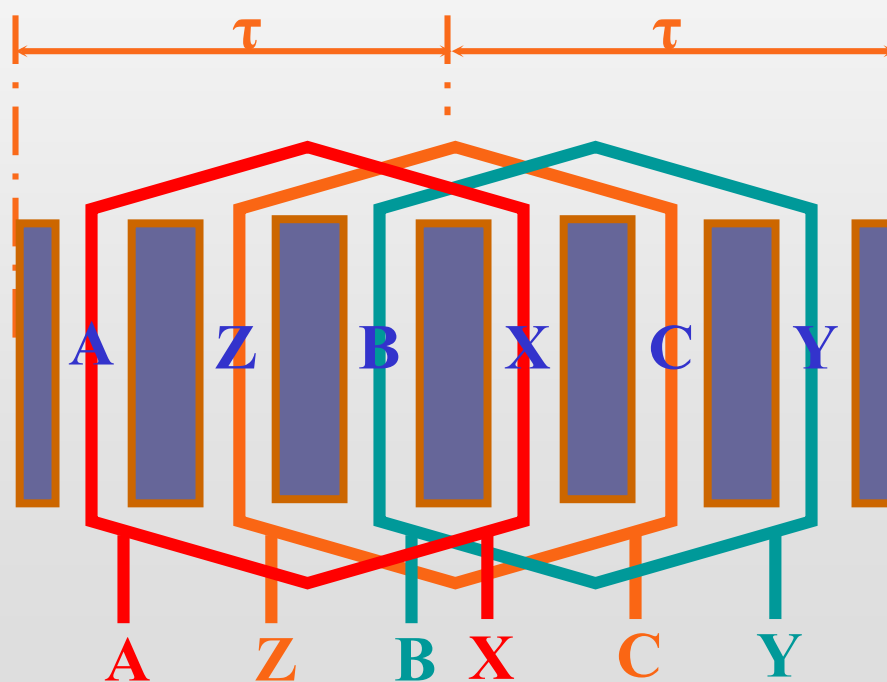
三相单层绕组

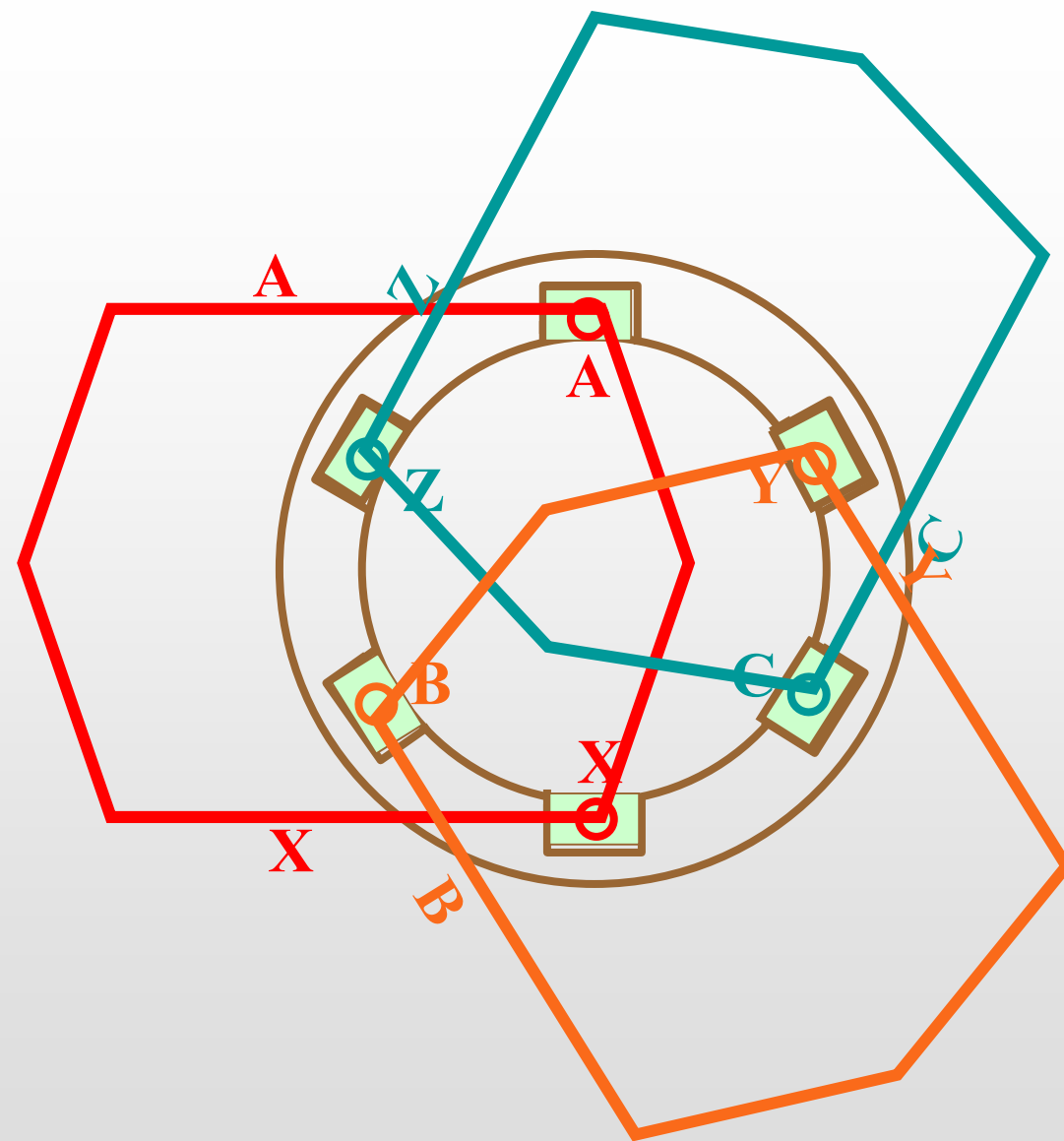
优点：每槽只有一个线圈边，嵌线方便，槽利用率高。

缺点：性能较差

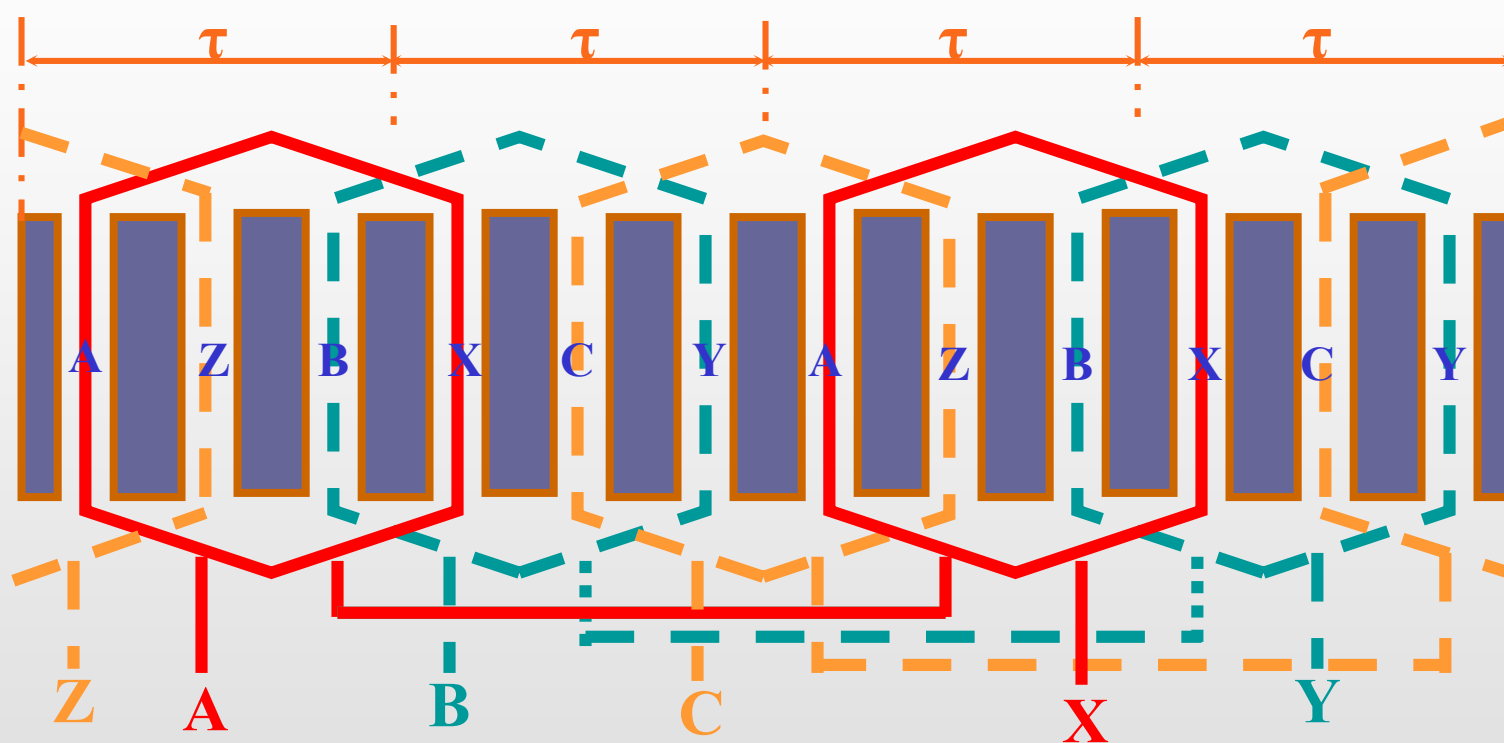
1、 $2p=2$ ， $q=1$

定子上槽数
为 $Z_1=2mpq$
 $=6$ ， $\tau=3$





2、 $2p=4$, $q=1$ 时单层绕组展开图

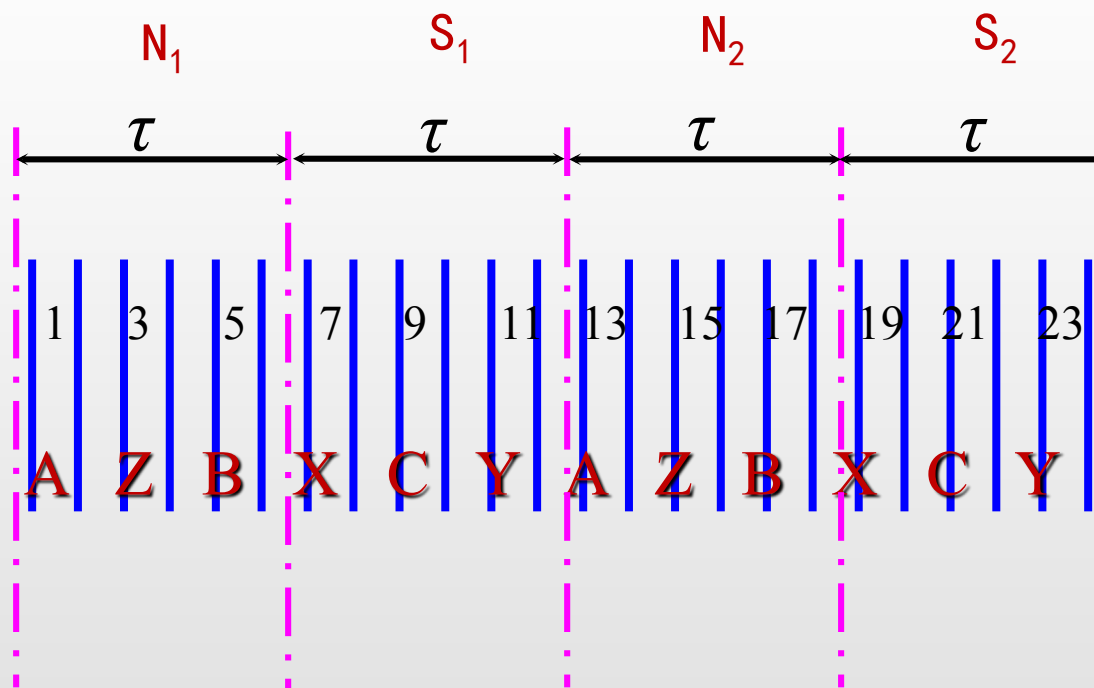


A、B、C三相绕组互差120度，
完全对称，以后只要画出一相。

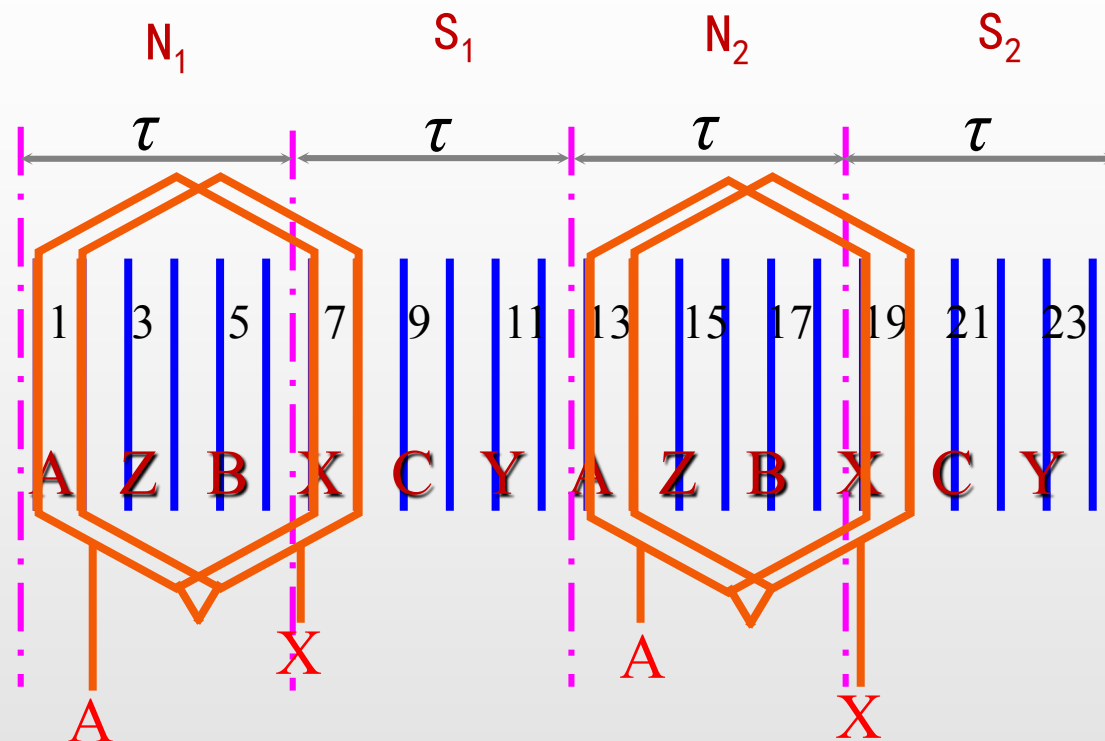
3、 $2p=4$, $q=2$ 时单层绕组展开图

第一步:

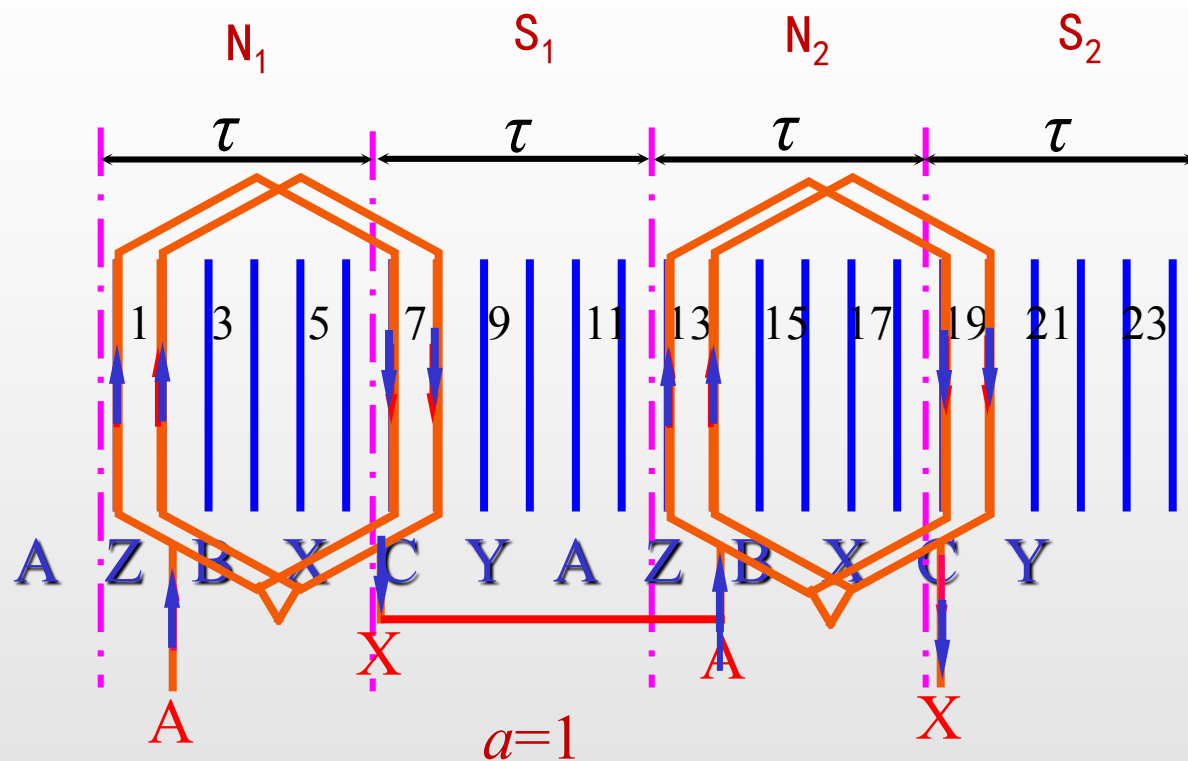
按照 $2p=4$,
 $q=2$ 画出24
个槽并编
号且划分
相带。



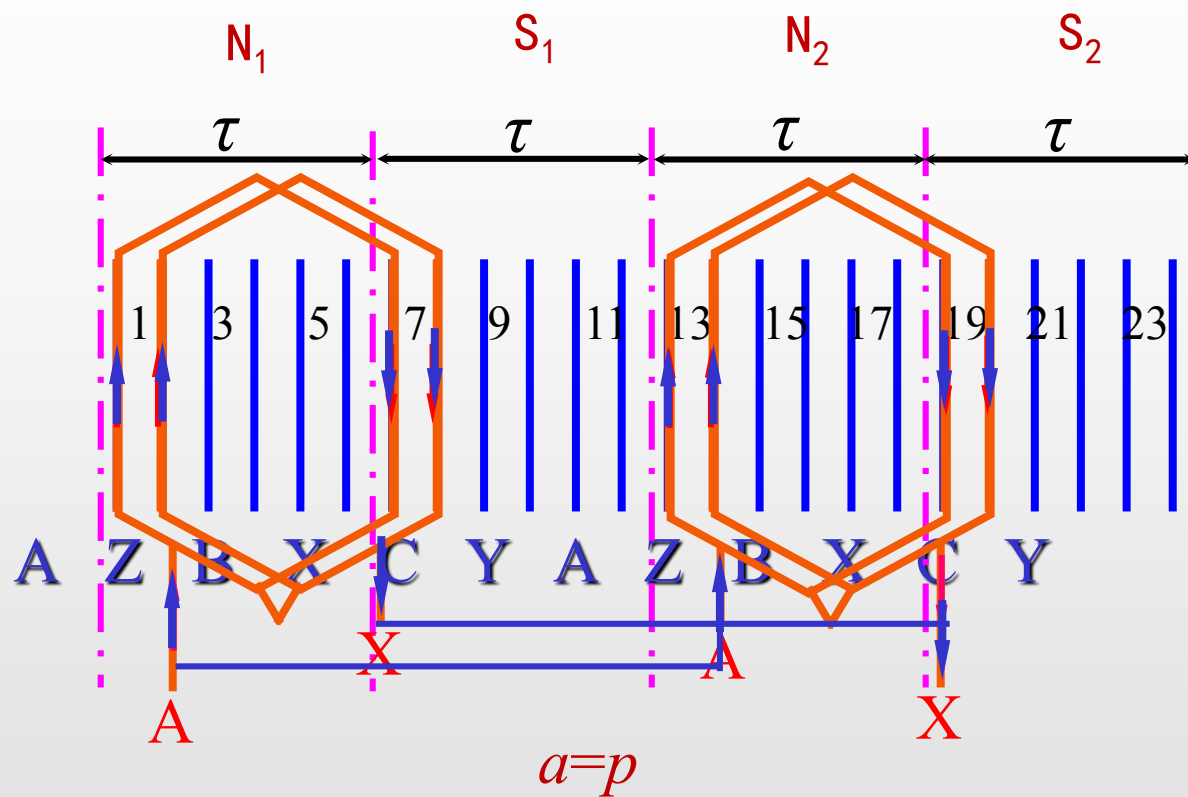
第二步：
标出A、X
相带中的
导体，并
连成相应
的线圈组。



第三步：
将同一相
的线圈组
按一定的
要求连成
一相绕组。



第三步：
将同一相
的线圈组
按一定的
要求连成
一相绕组。

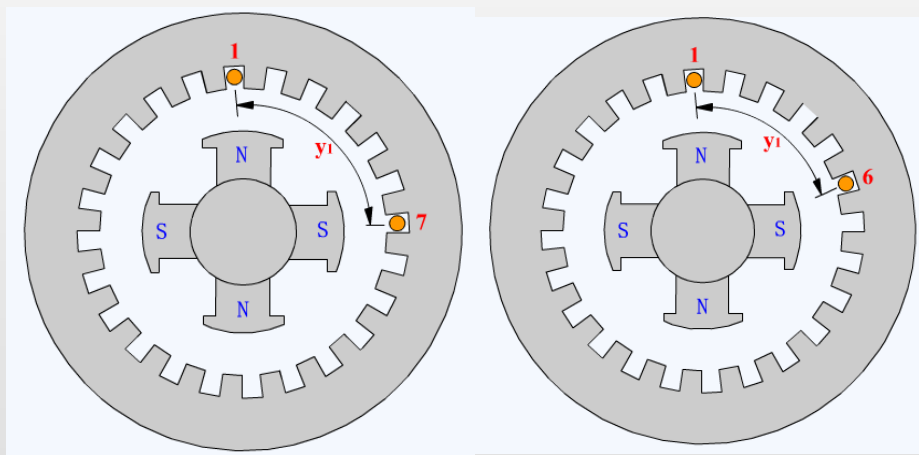


三相双层绕组

每槽内有两个线圈边，分上下两层，分属不同的线圈。

三相绕组的总线圈数 = 槽数

与单层绕组相比，选择合适的短距，从而改善电磁性能

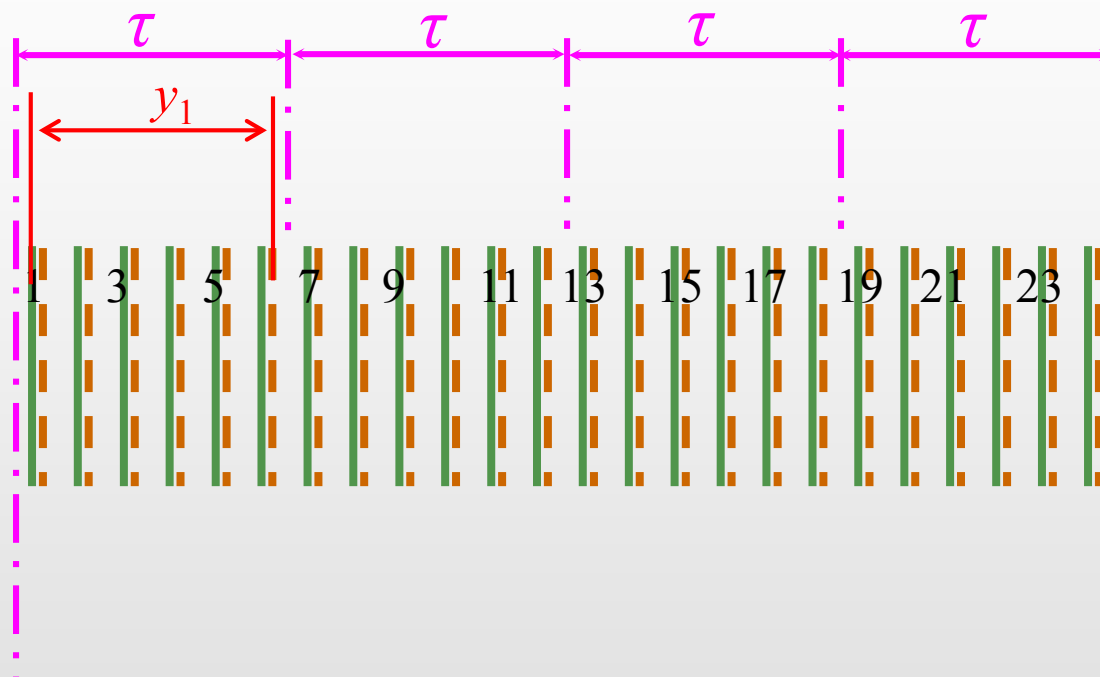
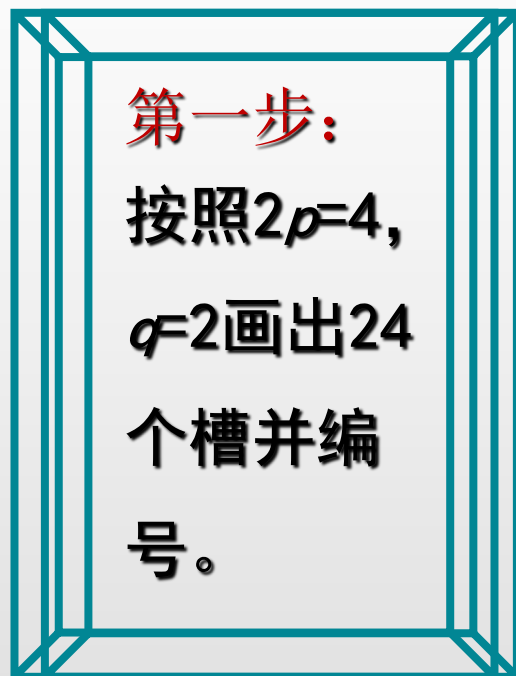


$$\tau = \frac{Z_1}{2p} = \frac{24}{4} = 6 \quad [\text{槽}]$$

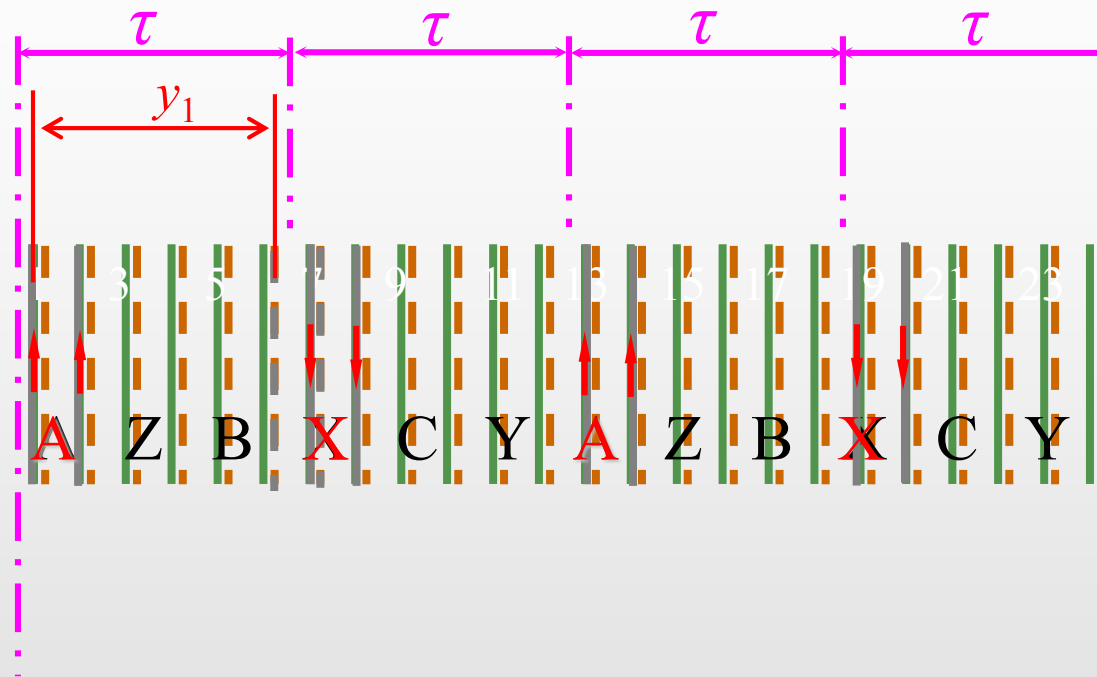
$$q = \frac{Z_1}{2mp} = \frac{24}{4 \times 3} = 2 [\text{槽}]$$

$$y_1 = \frac{5}{6} \tau = \frac{5}{6} \times 6 = 5 \quad [\text{槽}]$$

$Z_1=24$, $2p=4$, $q=2$ 时双层叠绕组展开图（以A相为例）

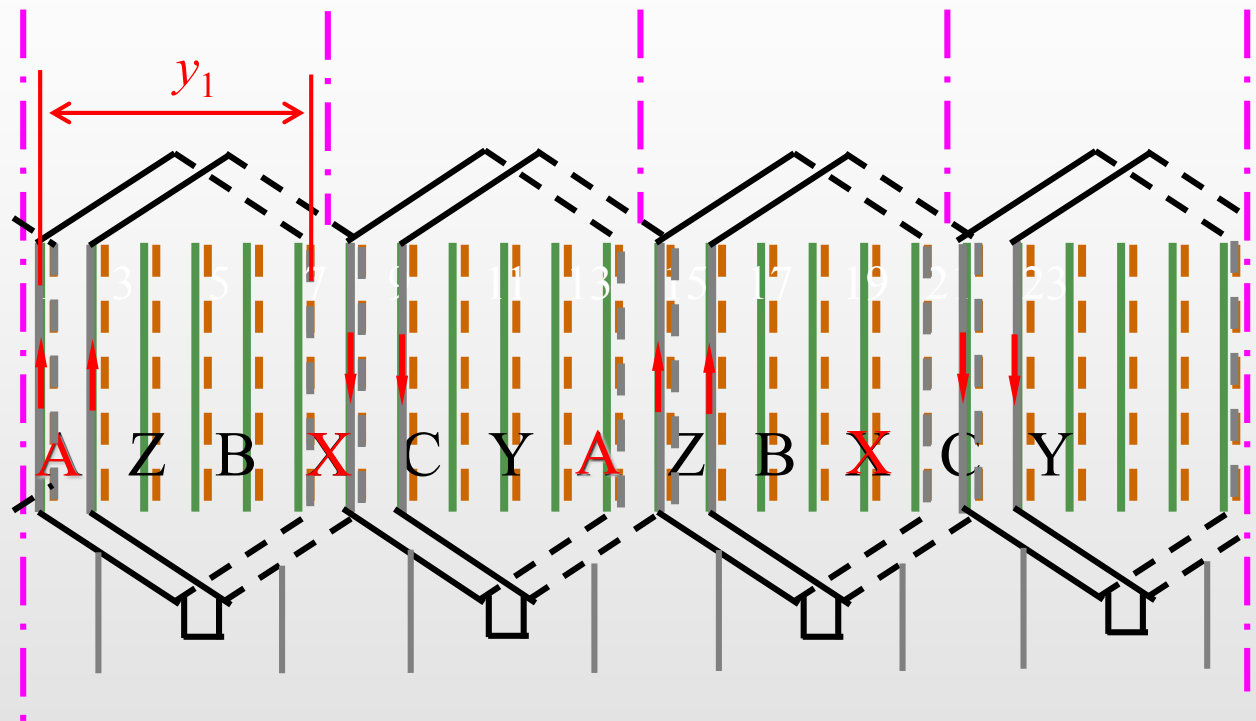


第二步：
划分每槽上层边的相带，
标出上层边属于A相的导体。



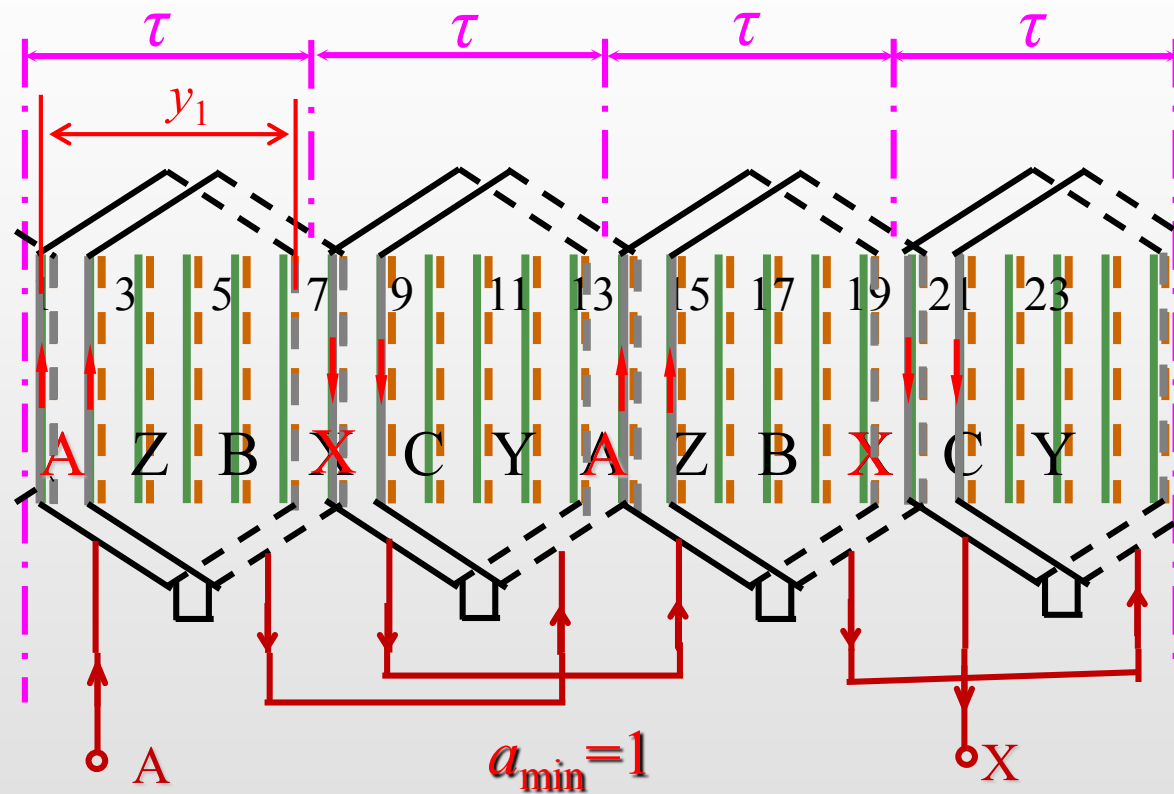
第三步：

将同一相带中的 q 个线圈依次串联成一个线圈组。



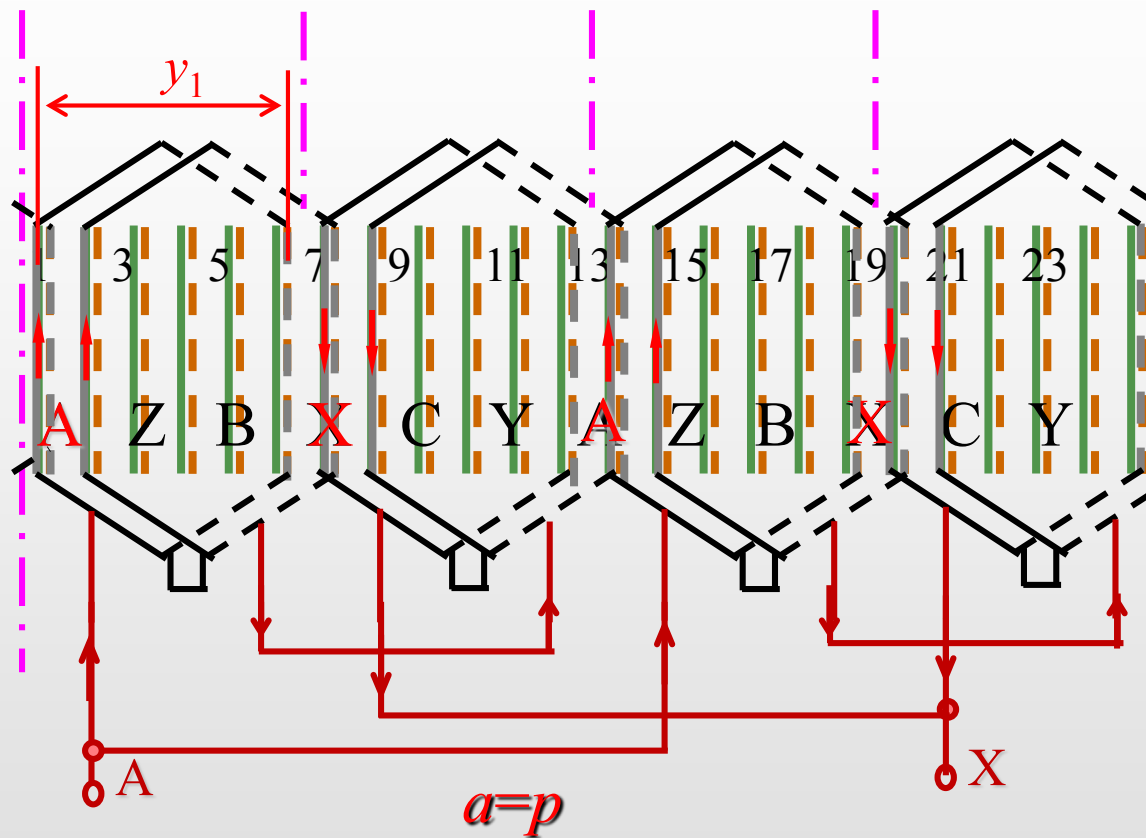
第四步：

将 $2p$ 个线圈组按一定的规律连接成一相绕组。



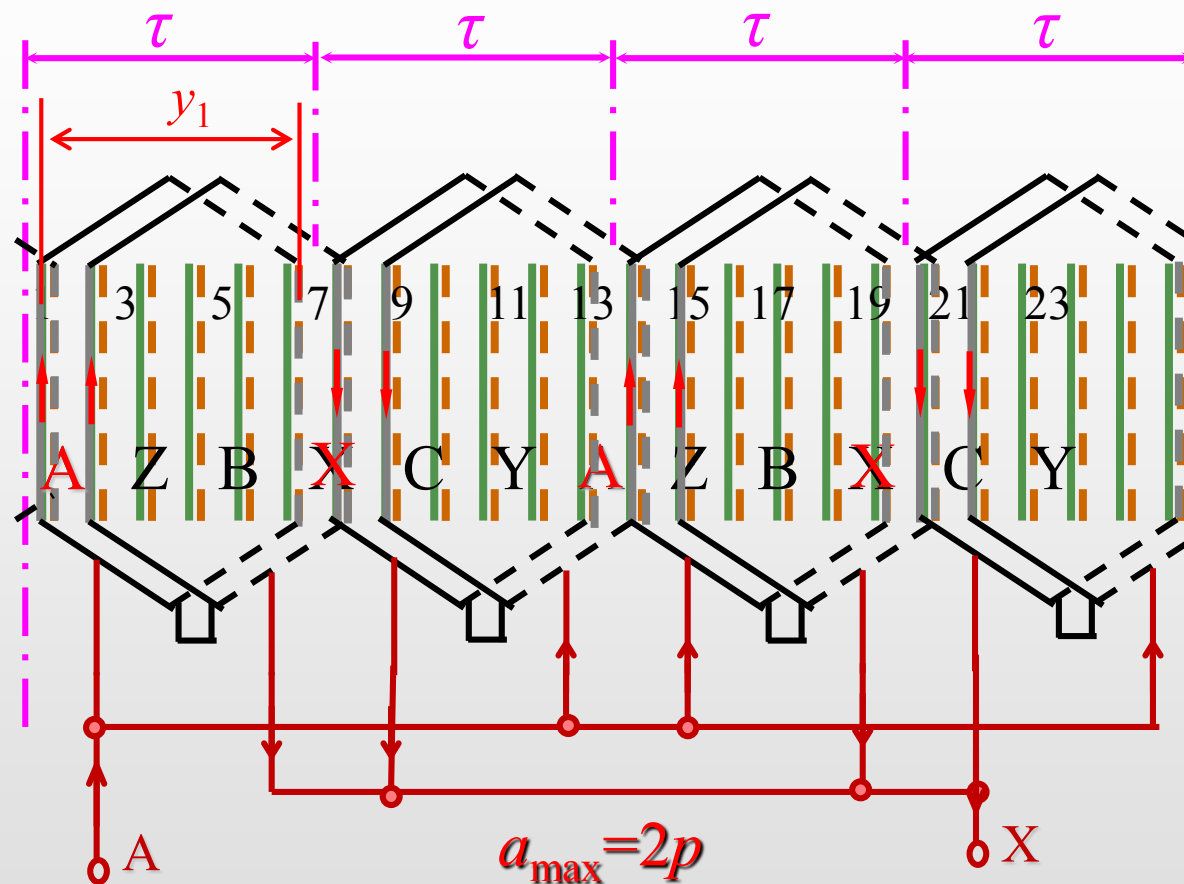
第四步：

将 $2p$ 个线圈组按一定的规律连接成一相绕组。



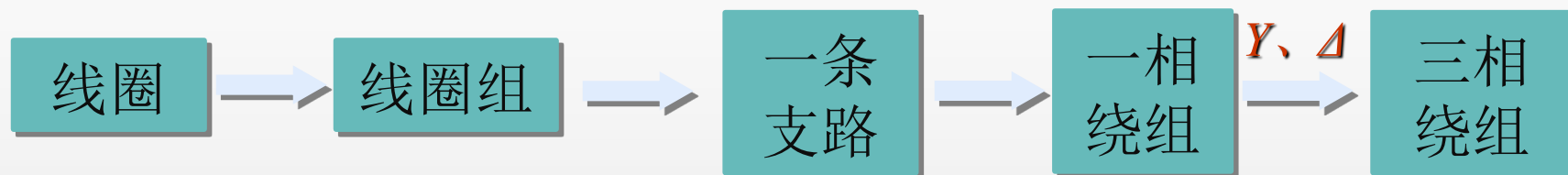
第四步:

将 $2p$ 个线圈组按一定的规律连接成一相绕组。



绕组小结

1、三相绕组绕制规律



2、单层、双层绕组比较

	每相线圈组数	每相线圈数	节距	支路数
单层	p	pq	$y_1 = \tau$	$a_{\max} = p$
双层	$2p$	$2pq$	$\begin{cases} y_1 = \tau \\ y_1 < \tau \end{cases}$	$a_{\max} = 2p$



浙江大学电气工程学院

T H A N K S

主讲：浙江大学卢琴芬