

交流旋转电机的绕组

交流绕组的概述

一、绕组的分类方法：

(1) 按槽内层数分，可分为单层和双层绕组。

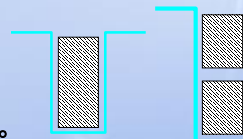
单层绕组又可分为等元件式、链式、交叉式和同心式绕组；

双层绕组又可分为叠绕组和波绕组。

(2) 按相数分，可分为单相、两相、三相及多相绕组。

(3) 按绕组是否集中，可分为集中绕组和分布绕组。

(4) 按每极每相槽数，可分为整数槽和分数槽绕组。



1

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

二、绕组的基本术语：

1、元件

❖ **元件**：线圈是构成绕组的元件。绕组就是线圈按一定规律的排列和连接。线圈有多匝线圈和单匝线圈。与线圈相关的概念有：

❖ **有效边、端部、线圈节距等。**



单匝线圈

多匝线圈

多匝线圈简图

2

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出

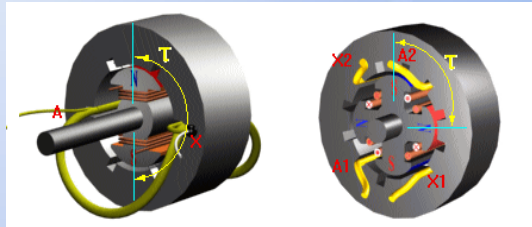
交流旋转电机的绕组

2、极距 τ

两个相邻磁极轴线之间沿定子铁心内表面的距离。可用

每极对应的定子槽数表示: $\tau = \frac{Z}{2p}$

也可用每极对应的定子内圆弧长表示: $\tau = \frac{\pi D}{2p}$



3

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

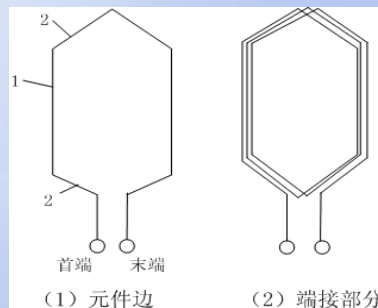
退 出

交流旋转电机的绕组

3、线圈节距 y

一个线圈的两个有效边之间所跨的距离称为线圈的节距。
一般用槽数表示。

$y = \tau$: 整距绕组 $y > \tau$: 长距绕组 $y < \tau$: 短距绕组



(1) 元件边

(2) 端接部分

4

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

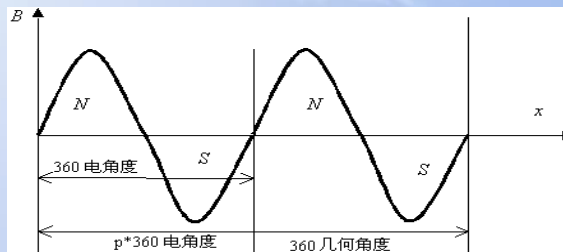
4、电角度与机械角度

电角度：一对磁极（N、S）所占的角度为 360° 电角度

机械角度：电机定子内圆周在几何上分为 360°

$$\text{电角度} = P \times \text{机械角度}$$

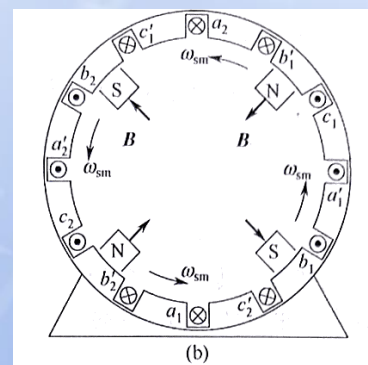
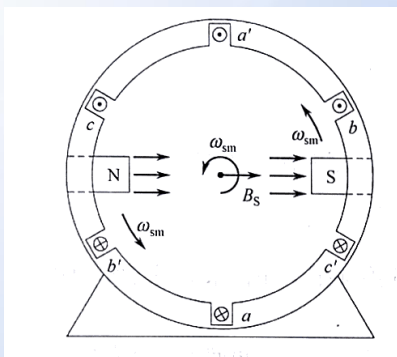
若电机只有一对主磁极，电角度和机械角度相等



5

主 页 目 录 上一 页 下一 页 后 退 退 出

交流旋转电机的绕组



6

主 页 目 录 上一 页 下一 页 后 退 退 出

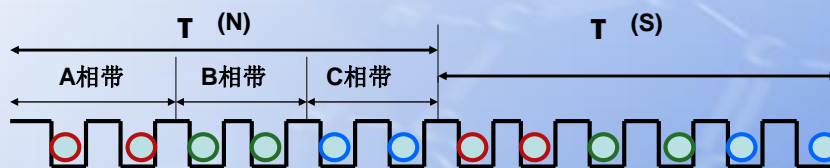
交流旋转电机的绕组

5、每极每相槽数 q

每一个极面下每相所占的槽数为: $q = \frac{Z}{2pm}$

Z 为槽数,
 p 为极对数,
 m 为相数

$q=1$ 称集中绕组, $q \neq 1$ 称为分布绕组; q 为整数称整数槽绕组, q 为分数称分数槽绕组。普遍采用的是整数槽分布绕组。



$$z=12, p=1, m=3, q=2$$

7

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

退 出

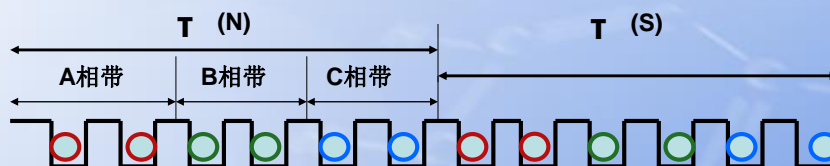
交流旋转电机的绕组

6、槽距角 α

每一个槽所占的电角度: $\alpha = \frac{P \times 360^\circ}{Z}$

7、相带 每极每相所占的电角度称为相带。一般相带为:

$$\frac{\tau}{m} = \frac{180^\circ}{3} = 60^\circ$$



也可以这样计算: $q=2, \alpha=30^\circ$ 则相带为: $2 \times 30^\circ = 60^\circ$

每极三相占电角度: $3 \times 60^\circ = 180^\circ = \tau$

8

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

三、交流绕组的构成原则

☒ 对称原则：三相绕组在电机的圆周空间互相错开120电角度，各相的匝数、线径和绕组形式均相同。

☒ 电势相加原则：一个支路从首端到末端的各个线圈边的感应电势方向应该同向。

☒ 电势星形图原则是分析交流绕组的有效工具。

把电枢上各槽内导体按正弦规律变化的电动势分别用相量来表示。画出所有槽内导体电动势相量图，这些相量构成一个辐射星形图，即是电动势星形图。

9

主 页

目 录

上一页

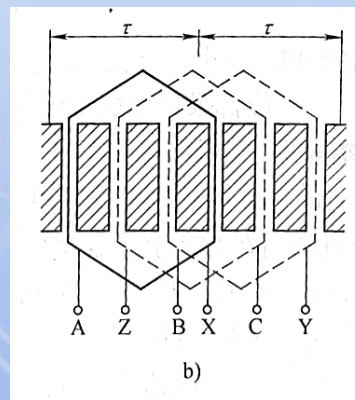
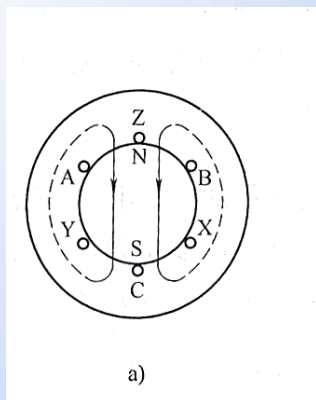
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

$$2n_p = 2, z = 6$$



10

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

$$2n_p = 4, z = 12$$

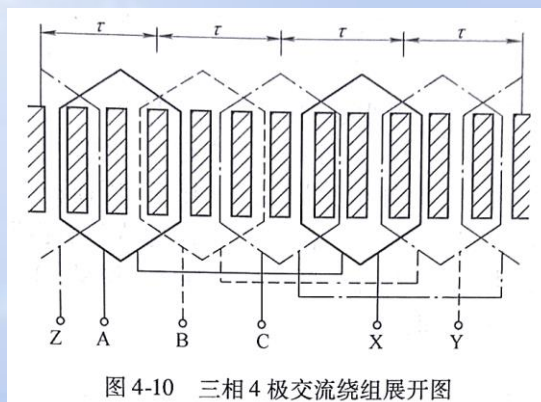


图 4-10 三相 4 极交流绕组展开图

11

主 页

目 录

上一页

下一页

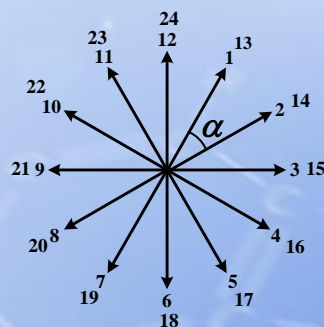
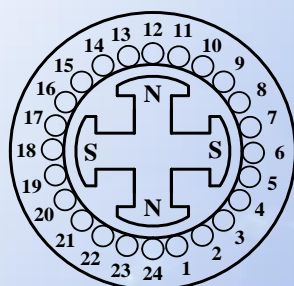
后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

电势星形图的画法:

例1: 图中一台三相同步发电机定子槽内导体沿圆周分布情况, 已知极数 $2p=4$, 槽数 $Z=24$, 试绘出槽电动势星形图, 并按 60° 相带法分相。



所谓分相, 就是在星形图上划分各相所属槽号。分相的原则是使每相电动势最大, 且三相电动势对称。

12

主 页

目 录

上一页

下一页

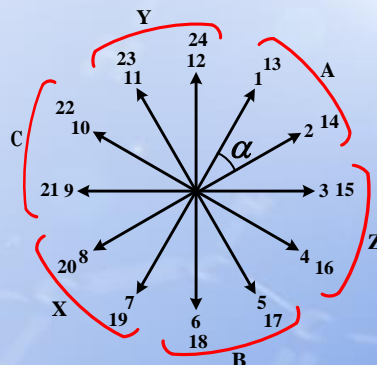
后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

60° 相带法

以A相为例，由于 $q = 2$ ，A相在每个极下应占有两个槽。在第一对极距范围内，如果在N1极下将1、2两个槽划归A相，在旁边标以字母A，如图所示，**为了使每相合成电动势最大**，则应把S1极下的7、8两个槽也划归A相，标以字母X。类似地把第二对极距范围内的13、14和19、20等四个槽也划归A相。



同理，**为了使三相绕组对称**，应将距A相120°处的5、6、11、12和17、18、23、24划归B相。而将距A相240°处的3、4、9、10和15、16、21、22划归C相。

13

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

四、交流绕组展开图

1、三相单层绕组及其展开图

例2：一台电机的绕组为三相**单层等距式**绕组，极对数 $p=2$ ，槽数 $Z=24$ ，每相并联支路数 $a=1$ ，试绘出其绕组展开图。

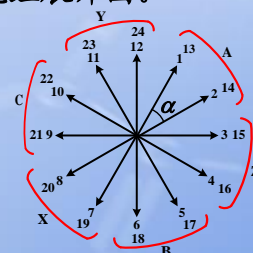
步骤：

(1) 参数计算：

极距、节距、曹距角、每极每相槽数

(2) 画槽电动势星行图分极分相：

各个相带的槽号分配表：



第一对极区	相带	A	Z	B	X	C	Y
	槽号	1、2	3、4	5、6	7、8	9、10	11、12
第二对极区	相带	A	Z	B	X	C	Y
	槽号	13、14	15、16	17、18	19、20	21、22	23、24

14

出

交流旋转电机的绕组

(3) 绘绕组展开图:

①画槽并标槽号;

②分相;

③连线圈和线圈组;

●将一对极域内属于同一相的某两个线圈边按规定节距的大小连成一个**线圈**，共 q 个;

●将一对极域内属于同一相的 q 个线圈连成一个**线圈组**，共 p 个。

④连相绕组: 将同一相的 p 个线圈组根据所需并联支路数连成一个**相绕组**。

⑤同样的方法连出B相和C相。

⑥连三相绕组: 将三个连接好的单相绕组按星行接或三角形接连成一个完整的三相绕组。

注意: 连线圈、线圈组及串、并联时依据电势相加的原则。

15

主 页

目 录

上一页

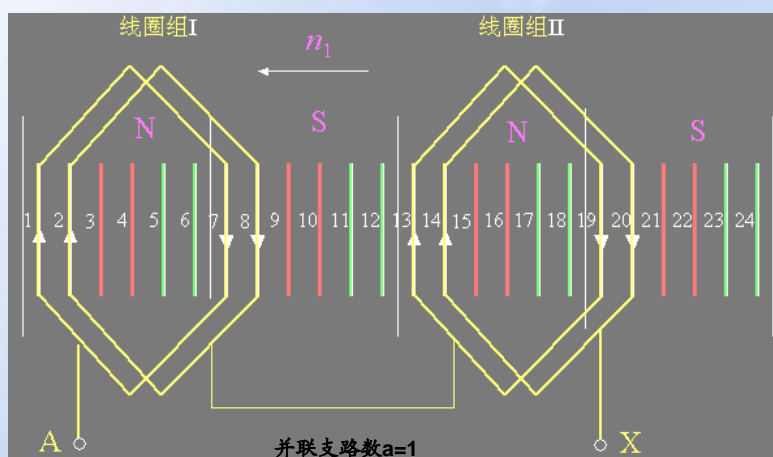
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

1、三相单层整距式绕组展开图



16

主 页

目 录

上一页

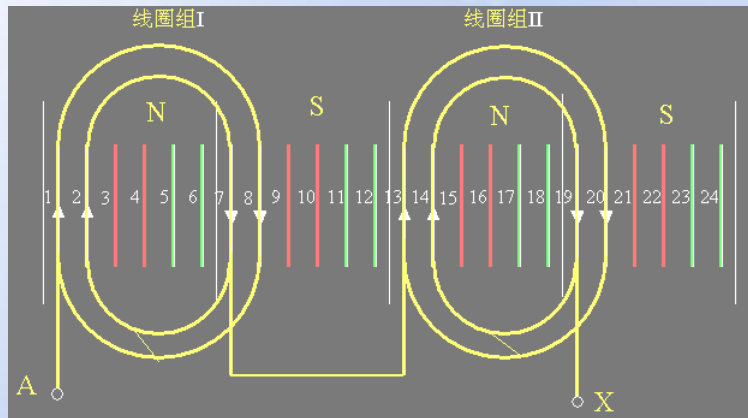
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

2、三相单层同心式绕组展开图



17

主 页

目 录

上一页

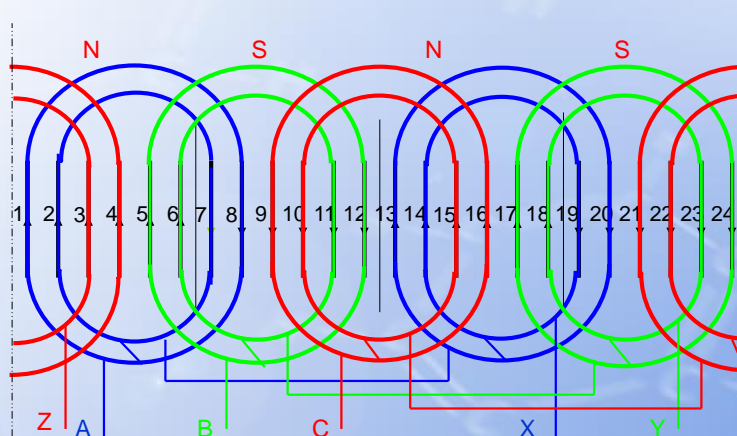
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

2、三相单层同心式绕组展开图



18

主 页

目 录

上一页

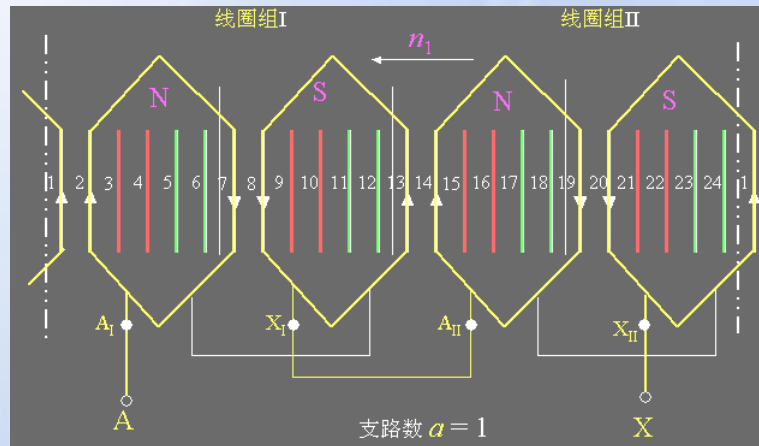
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

3、三相单层交叉链式绕组1



19

主 页

目 录

上一页

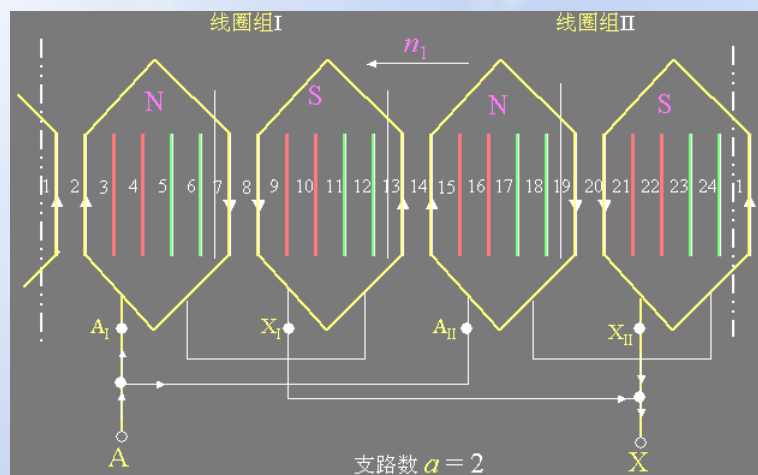
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

3、三相单层交叉链式绕组2



20

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

综上所述，三相单层叠绕组具有如下特点：

1. 每个槽内放置一个线圈边，线圈总数是槽数的一半；
2. 每相线圈组数等于极数 p ；
3. 并联支路数 a 最小为1，最大为 p ；

绕组最大并联支路数 = 极对数 = 线圈组数

单层绕组优缺点：

优点：线圈数少，嵌线方便，无层间绝缘，槽的利用率高。

缺点：是磁通势和电动势的波形较差，影响电动机的性能，一般用于功率在10KW以下的小型电机。

21

主 页

目 录

上一页

下一页

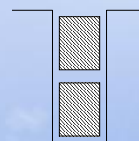
后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

2、三相双层绕组及其展开图

双层绕组：是在每个槽中放置上下两个元件边，中间用绝缘层隔开。每个元件的两个边总是一个处于槽的上层，一个处于槽的下层。采用双层绕组时，总槽数与绕组元件数相等。



双层绕组又可分为：叠绕组和波绕组。

(1) 叠绕组——相邻两个串联线圈中，后一个线圈叠加在前一个线圈上

(2) 波绕组——两个相连接的线圈成波浪式前进

22

主 页

目 录

上一页

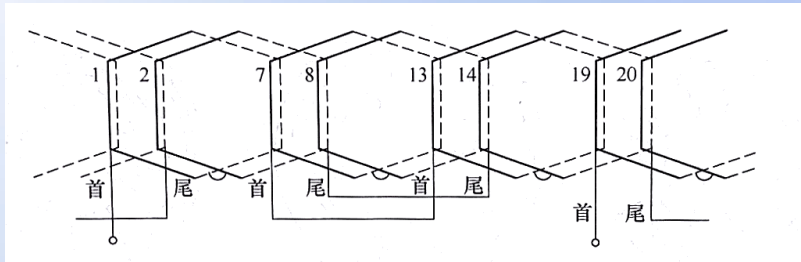
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

双层, $Z=24$, $2p=4$, 整距



23

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

例3: 现以一台三相**双层短距叠绕组**电机, 极数 $2p=4$, 槽数 $Z=36$, 支路数 $a=1$ 为例, 试绘出其绕组展开图。

1、参数计算:

极距: $\tau = \frac{Q_1}{2p} = \frac{36}{4} = 9$

绕组节距: $y_1 = 8$

每极每相槽数: $q = \frac{Q_1}{2pm} = \frac{36}{2 \times 2 \times 3} = 3$

槽距角: $\alpha = \frac{60^\circ}{q} = 20^\circ$

24

主 页

目 录

上一 页

下一 页

后 退

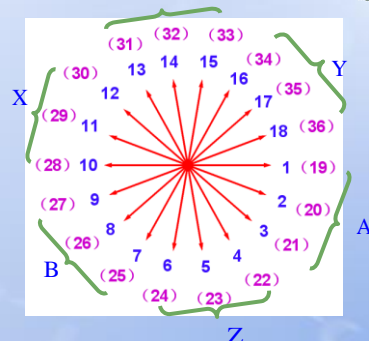
退 出

交流旋转电机的绕组

2、分极分相：

(1) 画基波电动势星形相量图

(2) 按60°相带法分相



各个相带的槽号分配表：

相带 槽号	A	Z	B	X	C	Y
第一对极	1, 2, 3	4, 5, 6	7, 8, 9	10,11,12	13,14,15	16,17,18
第二对极	19,20,21	22,23,24	25,26,27	28,29,30	31,32,33	34,35,36

25

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

(3) 绘绕组展开图：

①画槽并标槽号；②分相；

③连线圈和线圈组；

●将**同一极**域内属于同一相的某两个线圈边按规定节距的大小连成一个线圈，共 q 个；

●将**同一极**域内属于同一相的 q 个线圈连成一个线圈组，共 **$2p$** 个。

④连相绕组：将属于同一相的 **$2p$** 个线圈组根据所需并联支路数连成一个相绕组。

⑤同样的方法连出B相和C相。

⑥连三相绕组：将三个连接好的单相绕组按星行接或三角形接连成一个完整的三相绕组。

注意：连线圈、线圈组及串、并联时依据电势相加的原则。

26

主 页

目 录

上一页

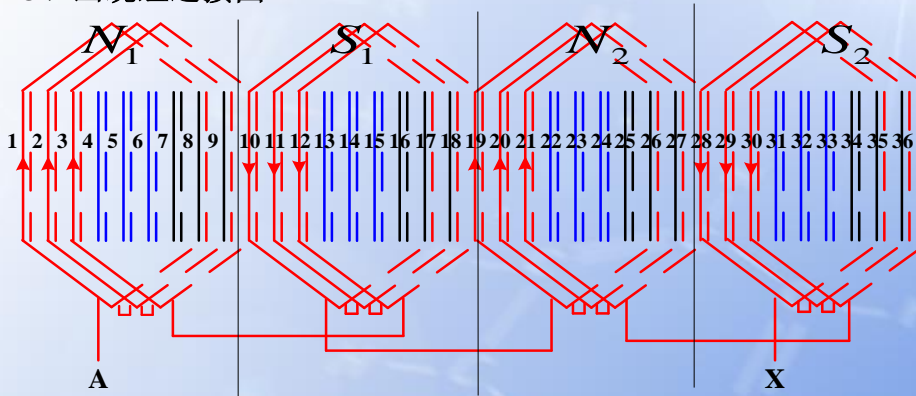
下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

3、画绕组连接图



27

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出

交流旋转电机的绕组

综上所述，三相双层叠绕组特点：

- (1) 每个槽内放置上下两个线圈边，线圈个数等于定子槽数；
- (2) 每相线圈数组数等于极数 $2p$ ；
- (3) 并联支路数 a 最小为1，最大为 $2p$ ；
- (4) 每相绕组的电动势等于每条支路的电动势

绕组最大并联支路数 = 极数 = 线圈组数

三相双层绕组的优缺点：

优点：双层绕组的节距可以改变，可以选择合适的节距来改善电动势或磁动势的波形，技术性能优于单层绕组。一般稍大容量的电机均采用双层绕组。

缺点：极间连线较长，在极数较多时费铜线。

28

主 页

目 录

上一页

下一页

后 退

退 出