



浙江大学电气工程学院

电机与拖动

主讲：卢琴芬

3

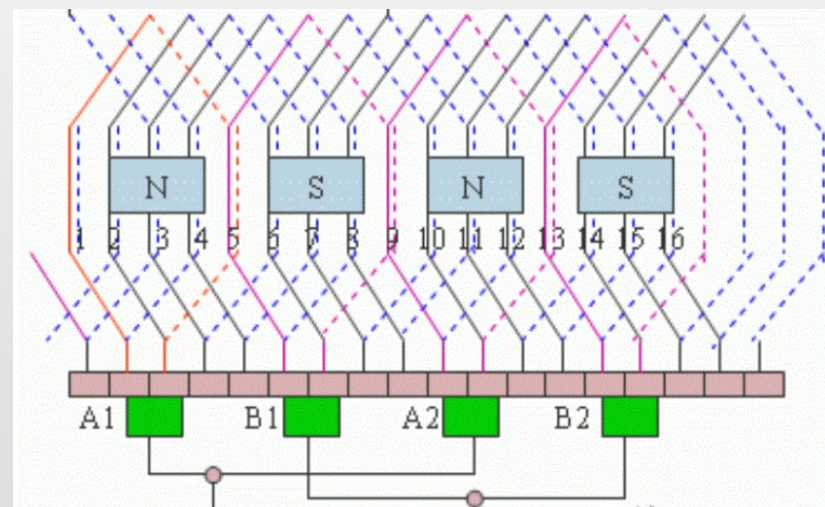
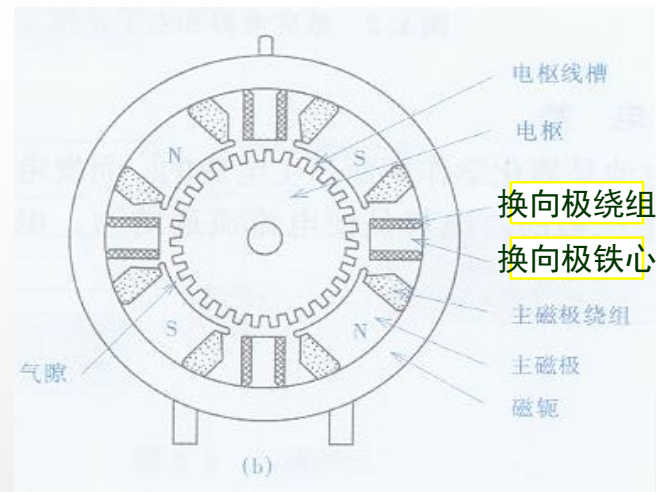
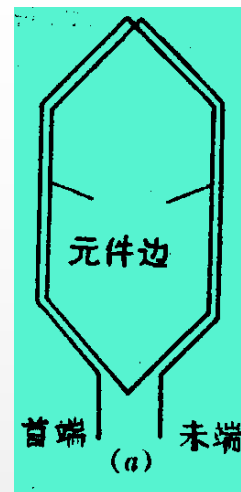
电枢绕组

电枢绕组

直流电机的主要部分之一，作用产生 $e \rightarrow i \rightarrow T$ ，使电机实现能量转换。

要求：在规定的 i 和足够大的 e 和 T 的前提下，所消耗的有效材料（包括导线和绝缘）最省；强度（机械、电气和热的强度）高；运行可靠；结构简单，下线方便等。

型式：按其绕组元件和换向器的联接方式不同，可以分为迭绕组（单迭和复迭）；波绕组（单波绕组和复波绕组）和混合绕组（蛙形绕组）。



迭（叠）绕组

术语介绍

极距

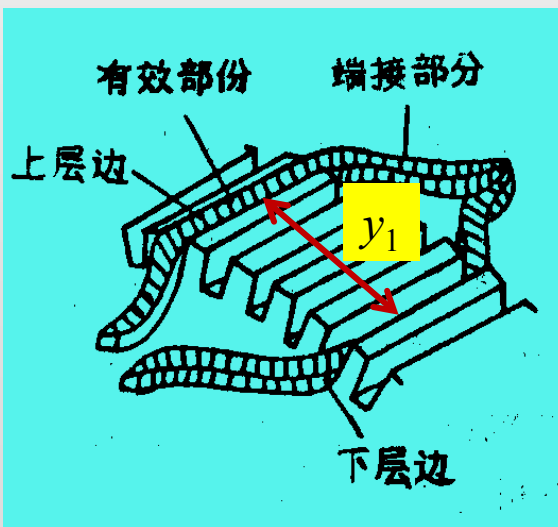
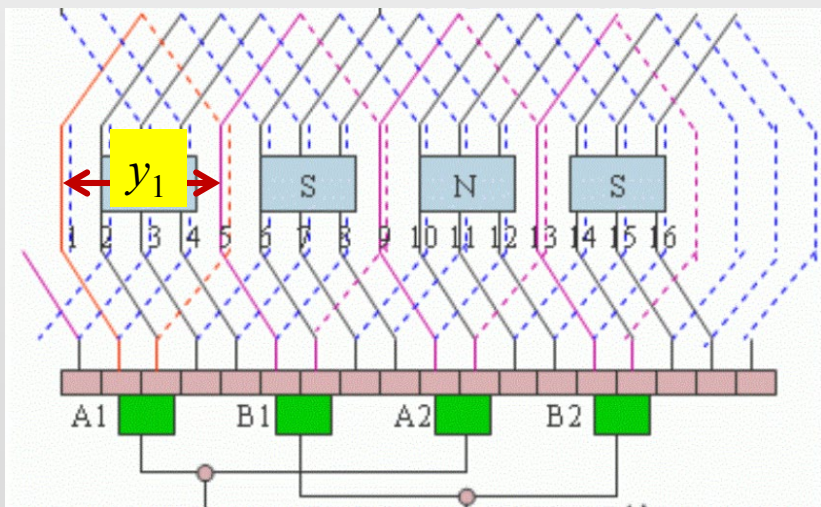
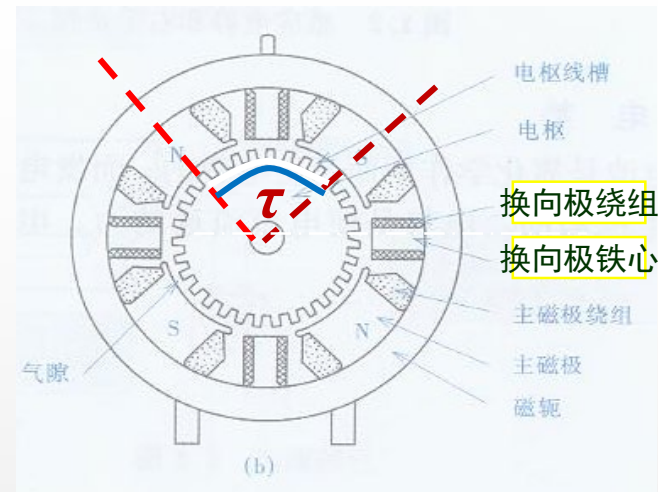
相邻两主磁极轴线之间的距离，用槽数表示

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

Z : 电枢的总槽数,
 p : 主磁极的极对数

跨距 y_1 (第一节距)

同一个元件的两个元件边在电枢表面所跨的距离 (通常用槽数表示)



$$y_1 = \frac{Z}{2p} + \varepsilon = \text{整数}$$

$$\varepsilon = 0, y_1 = \tau$$

整距绕组

$$\varepsilon < 0, y_1 < \tau$$

短距绕组(常采用)

$$\varepsilon > 0, y_1 > \tau$$

长距绕组

合成节距 y

直接相连的两个元件的对应元件边在电枢表面上所跨的距离。
(通常用槽数表示)

换向器节距 y_k

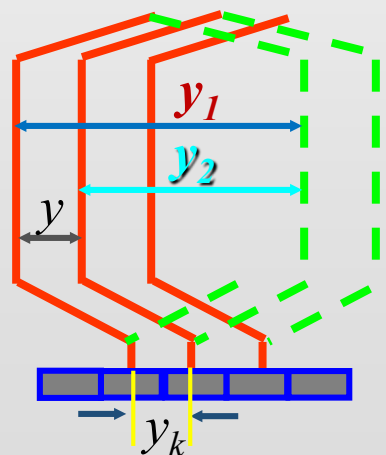
每个元件的首末端所连结的两个换向片在换向器面上的距离。
(通常用所跨的换向片数来表示)

第二节距 y_2

接在同一换向片上的两个线圈中，第一线圈的下层边到第二线圈的上层边跨过的槽数。

迭绕组

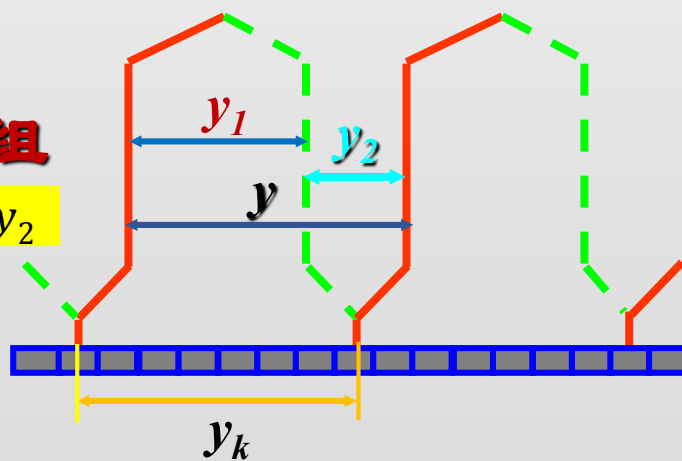
$$y = y_1 - y_2$$



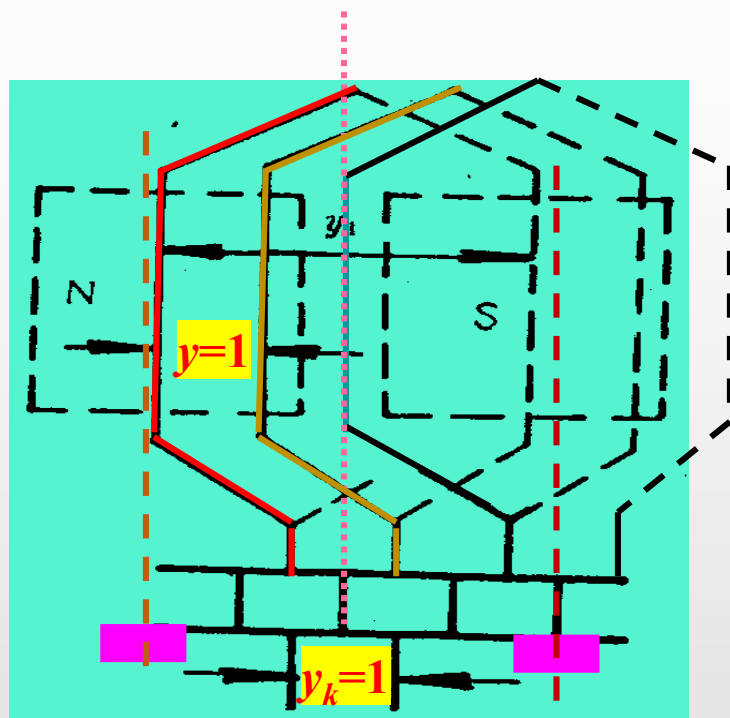
波绕组

$$y = y_1 + y_2$$

$$y = y_k$$



单迭绕组



$$y=1, y_k=1$$

- 电刷的中心线与主磁极轴线对准的换向片上
- 将同一磁极下相邻的元件依次串联起来构成一条回路

$$a = p$$

$$\text{电刷对数} = a = p$$

大电流、小电压

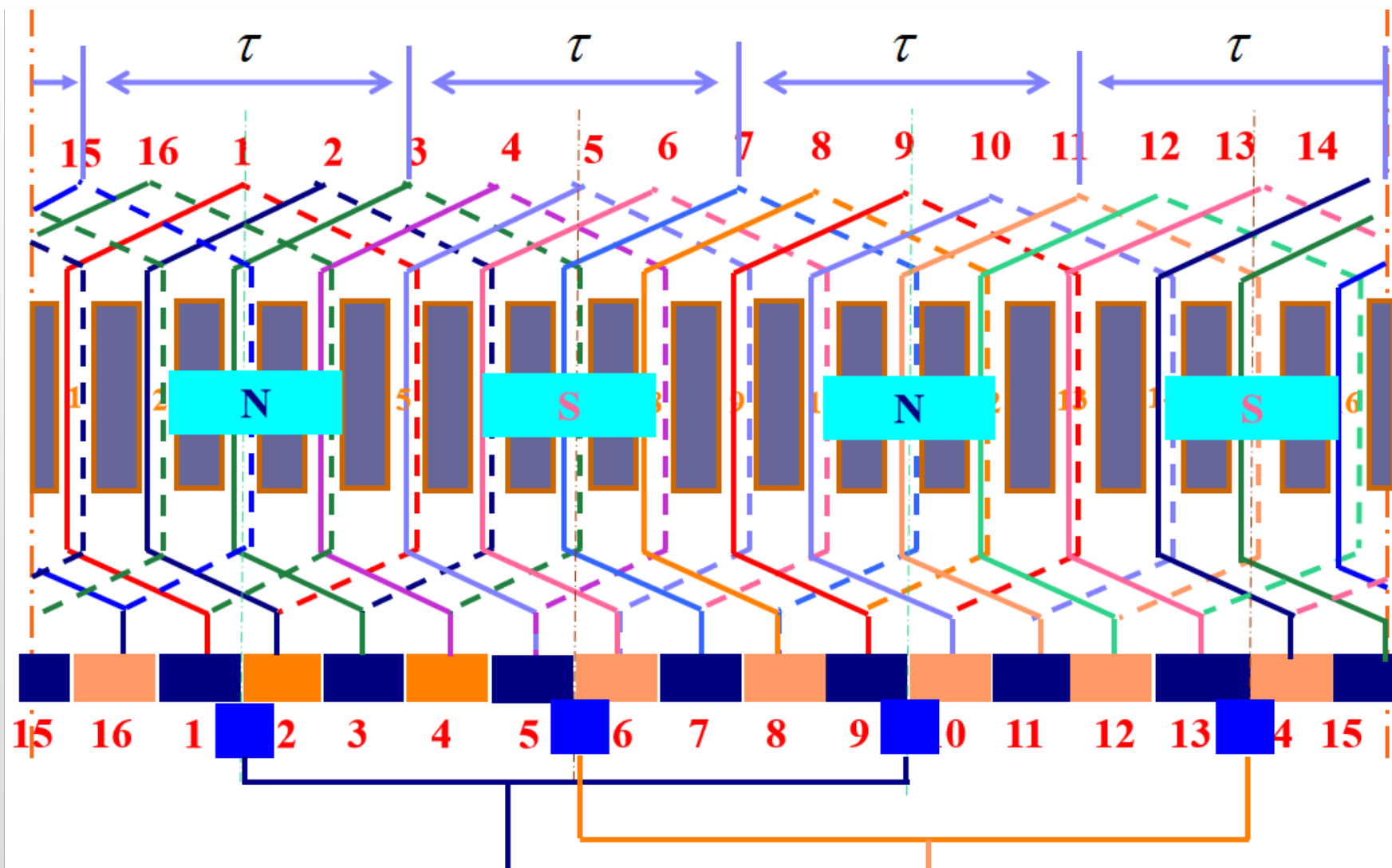
单迭绕组展开示意图

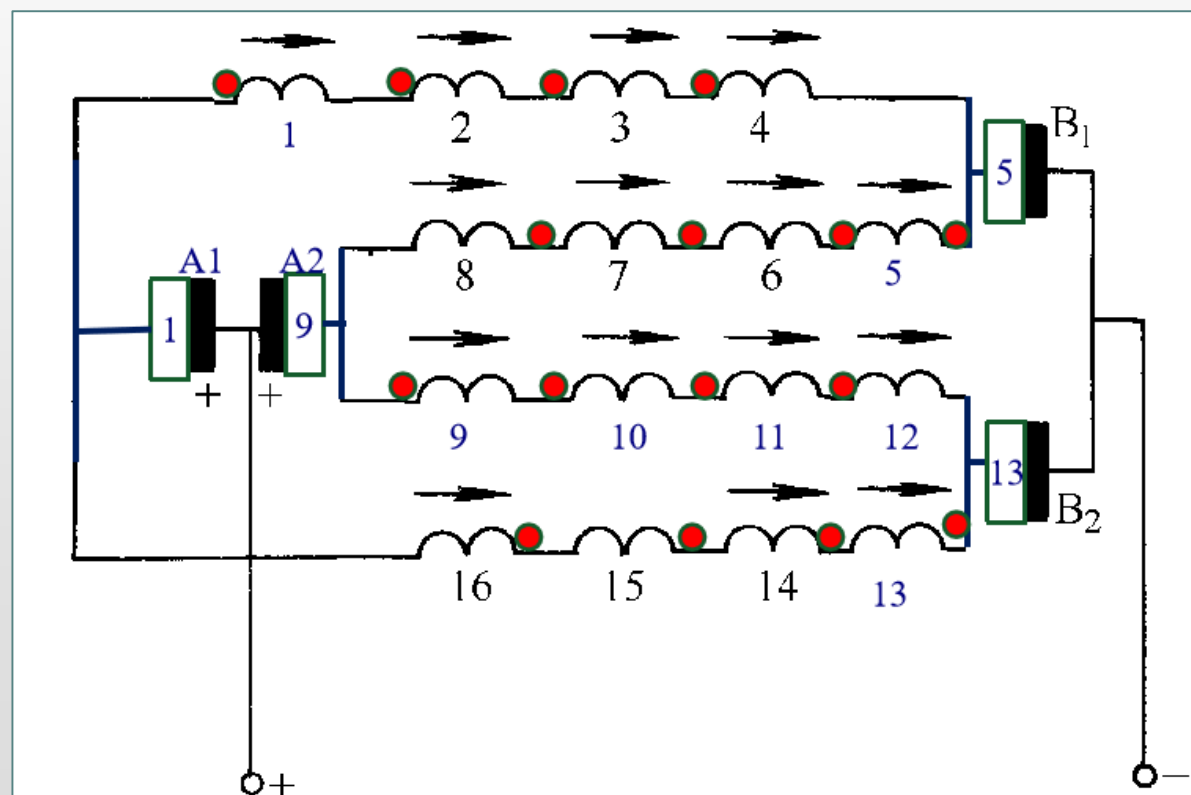
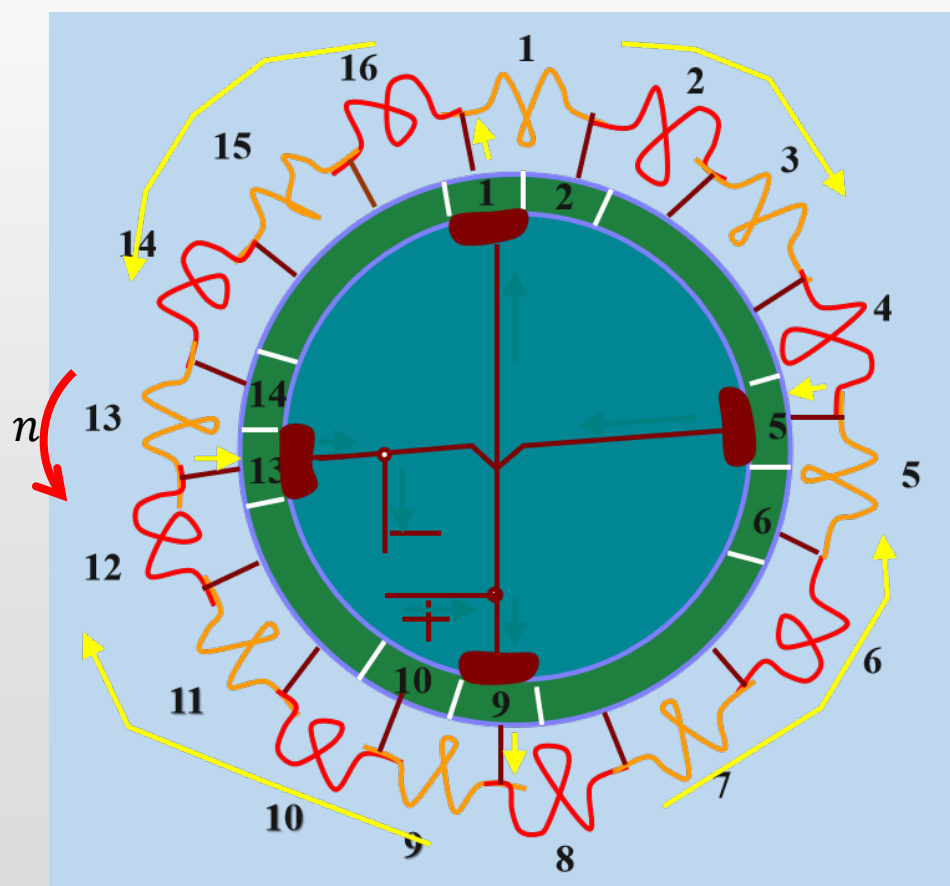
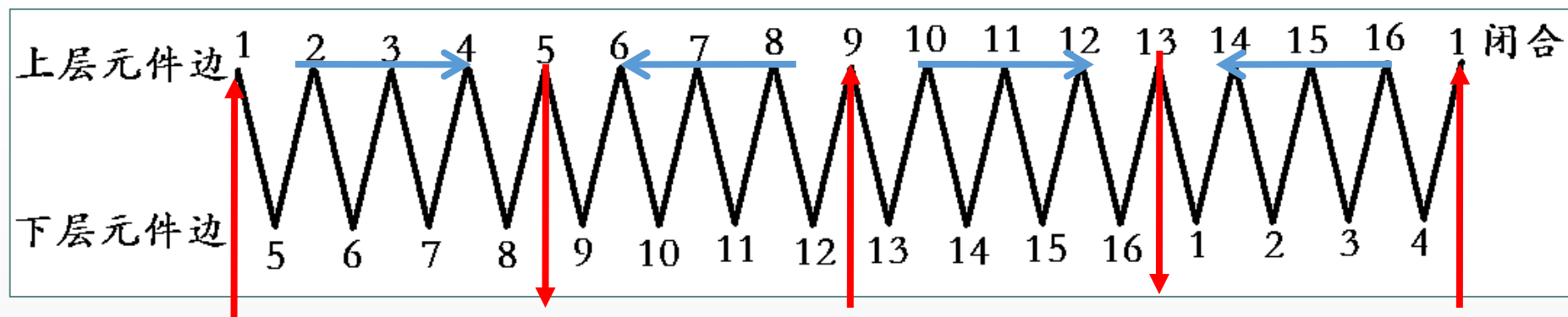
某直流电机的极对数
 $p=2$ ，槽数 Z 、元件数 S
及换向片数 K 为
 $Z=S=K=16$ 。

$$\tau = \frac{Z}{2p} = 4$$

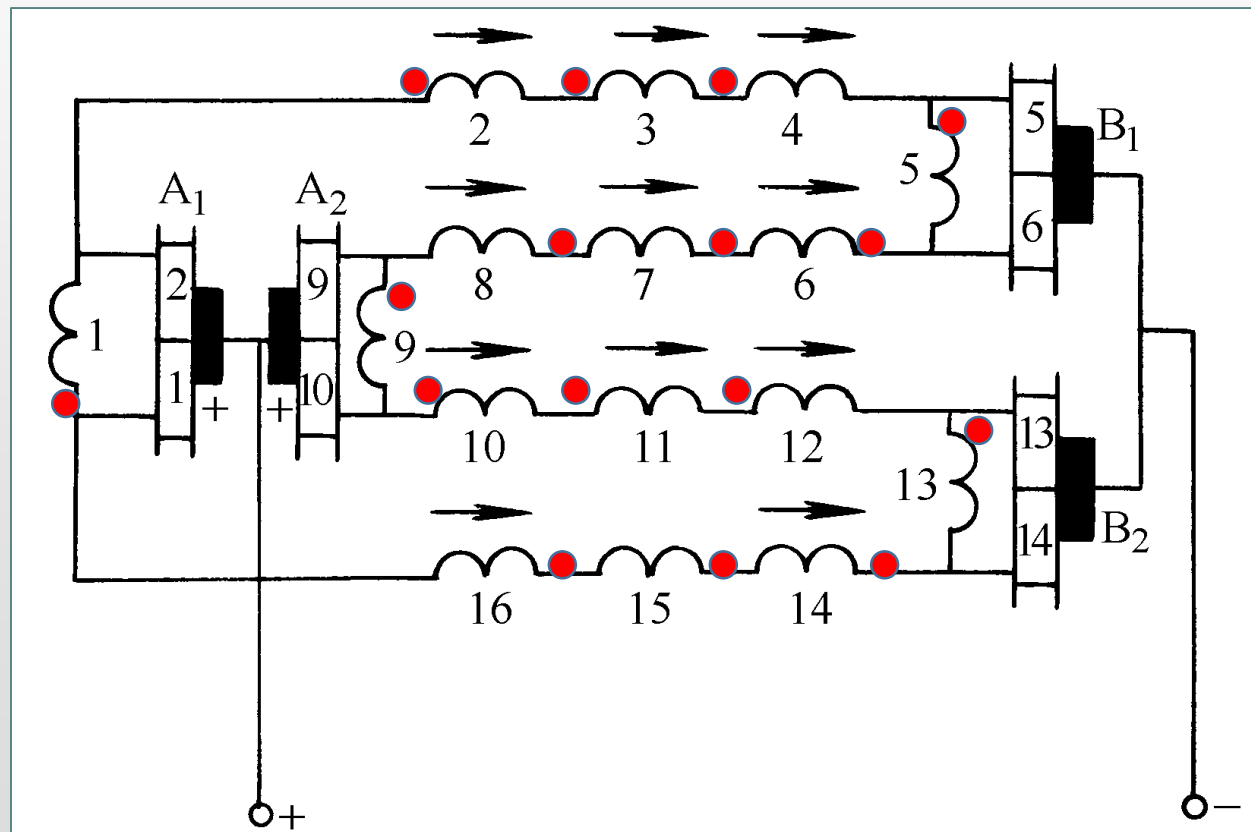
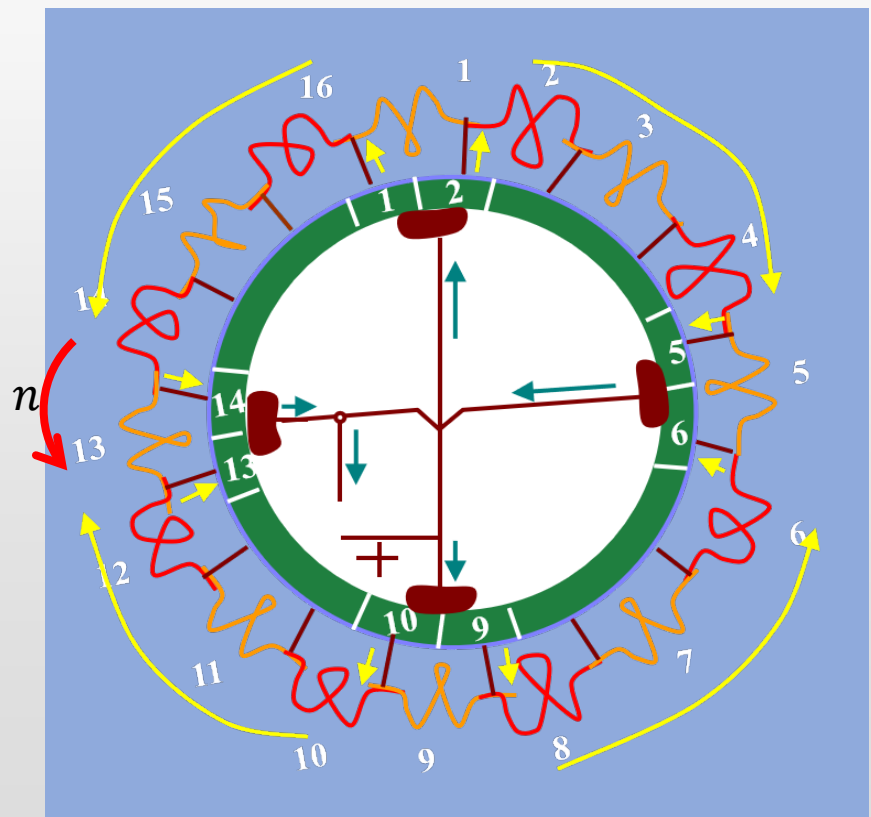
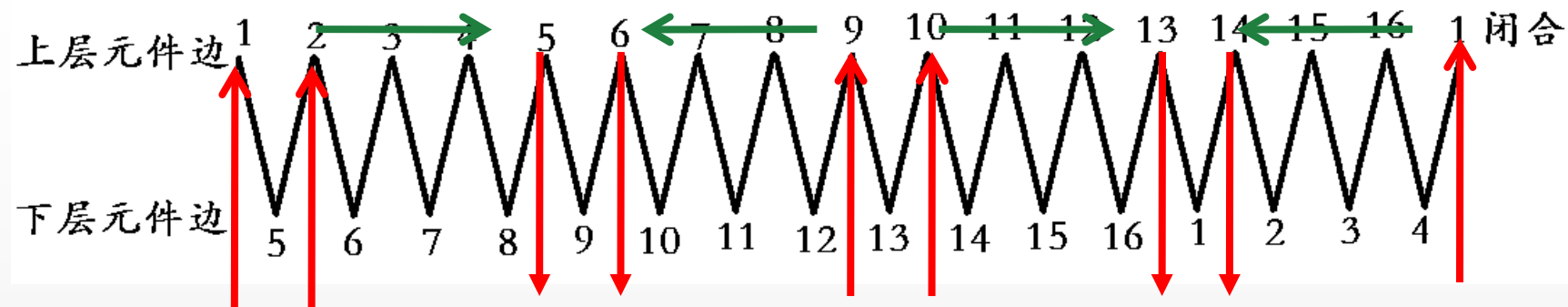
$$y_1 = \tau = 4$$

$$y = y_k = 1$$

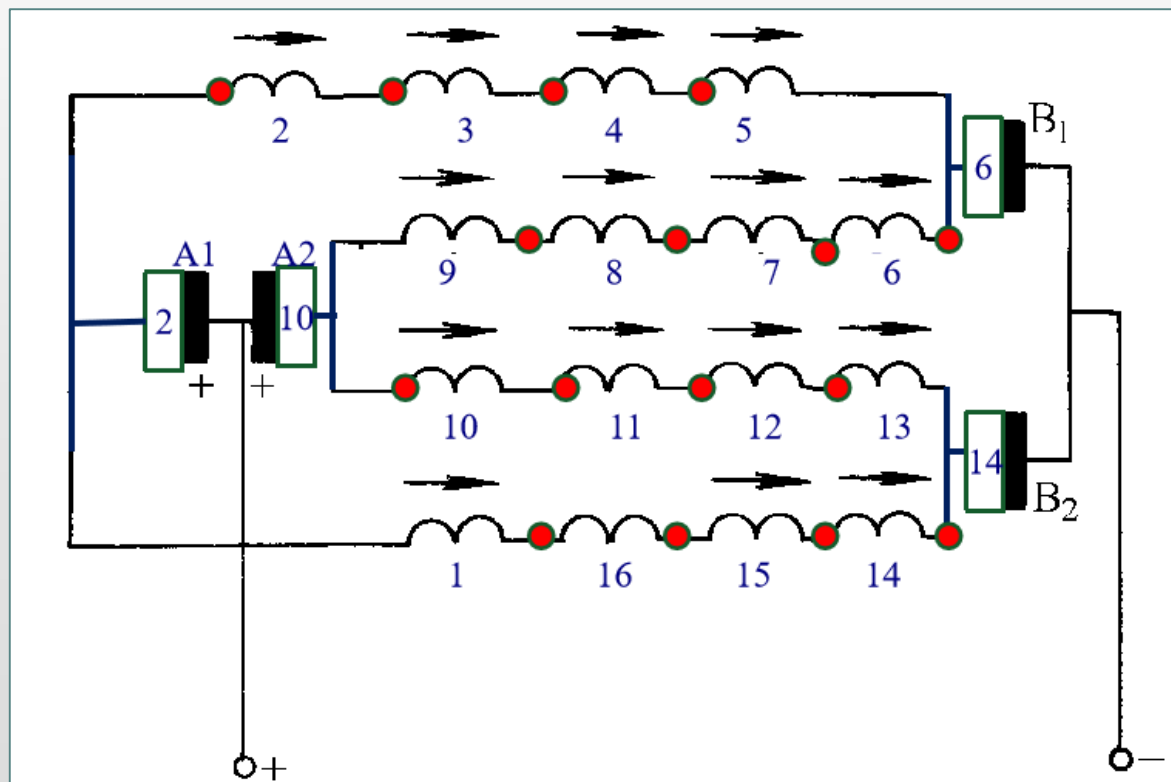
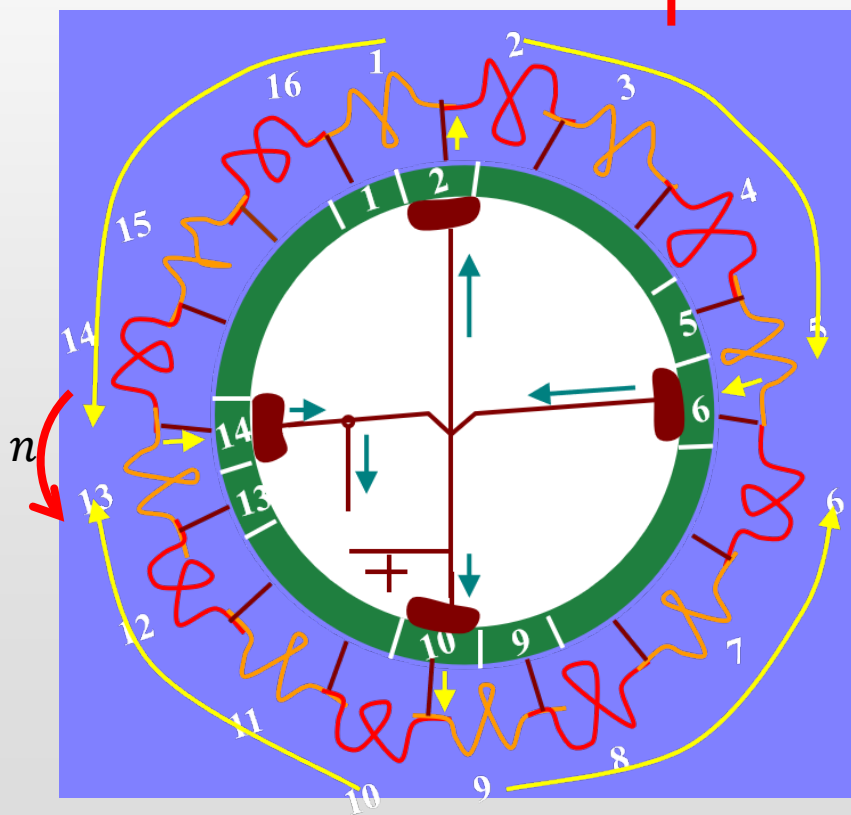
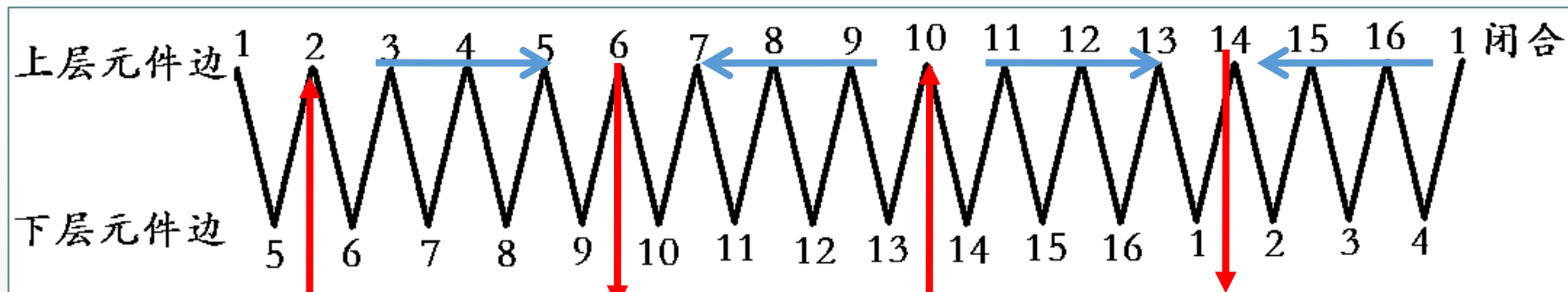


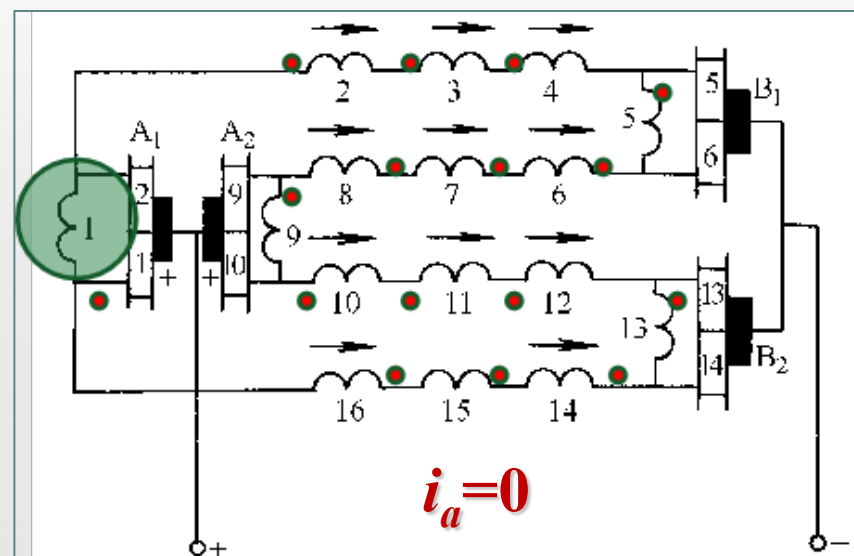
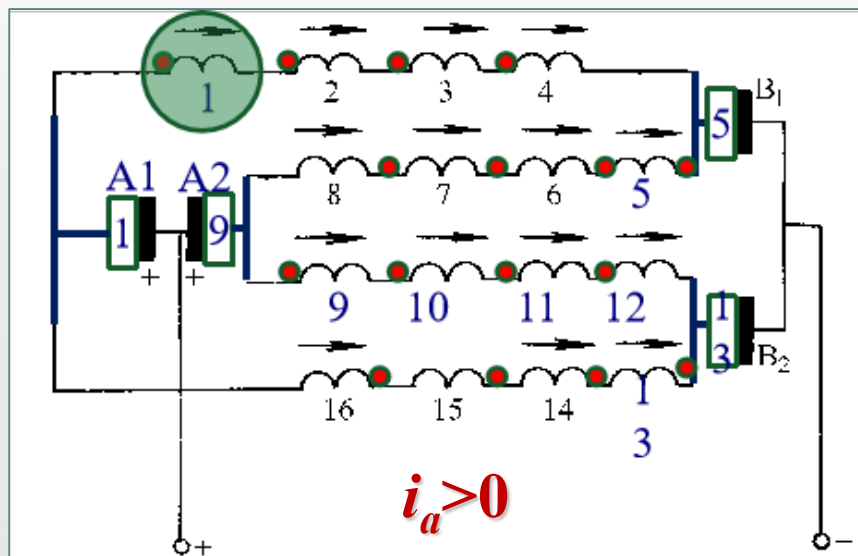


换向过程

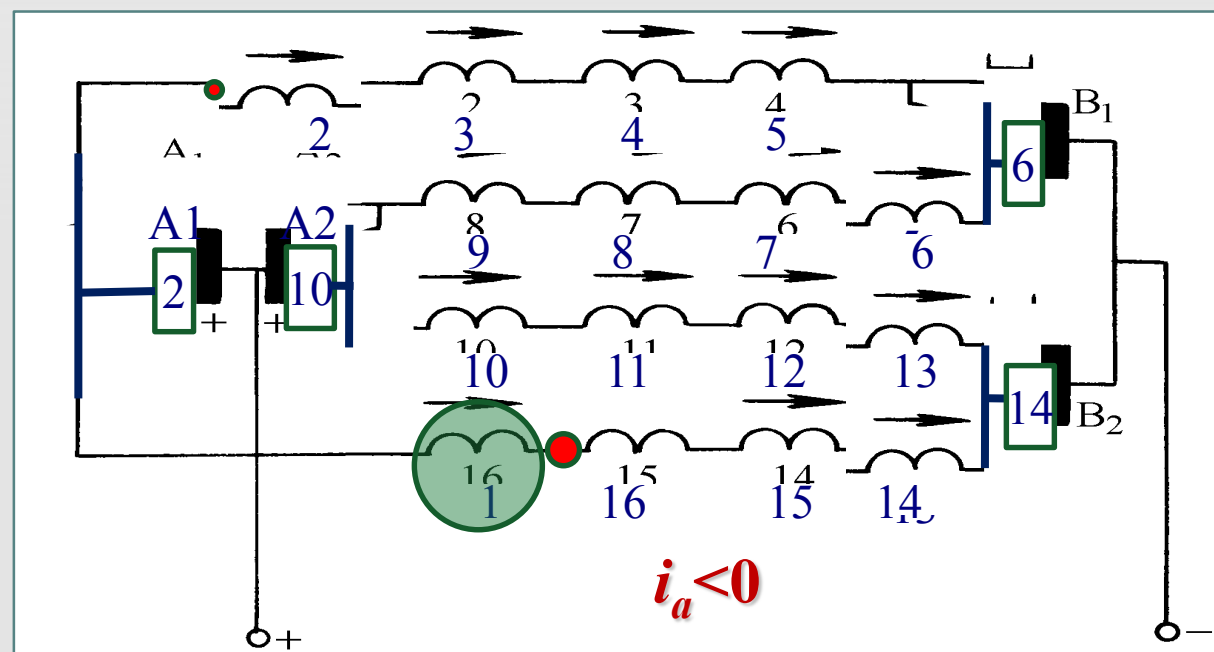


换向结束

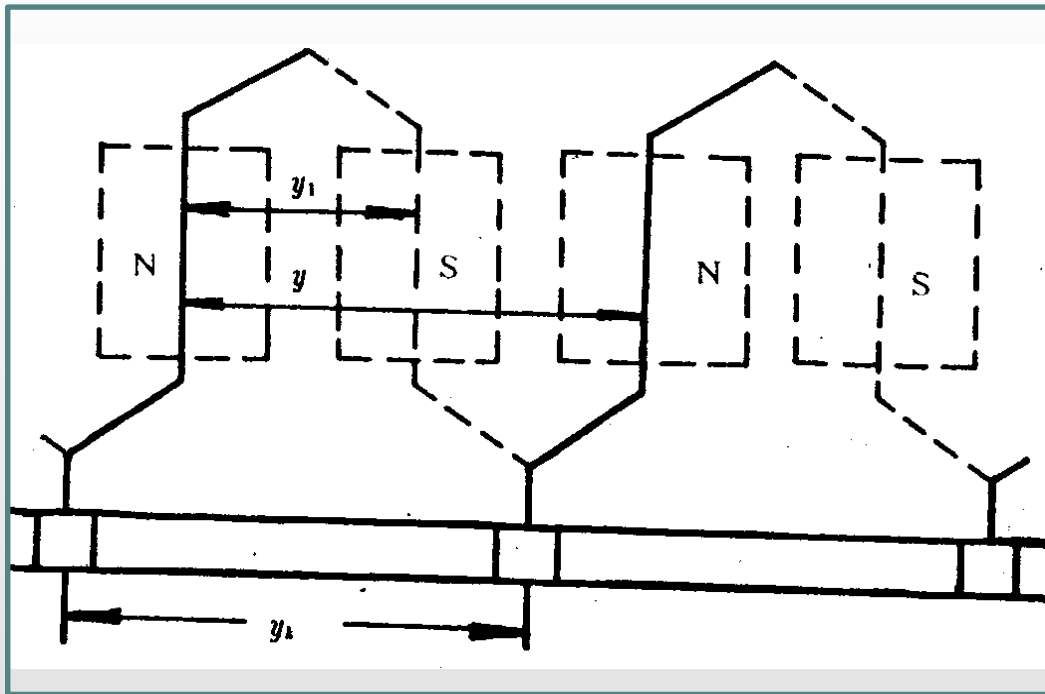




换向元件
1,5,9,13



单波绕组



$$y_k = y = \frac{k-1}{p} = \text{整数}$$

- 将上层边在N极下的全部联接起来
- 将上层边在S极下的全部联接起来

$$a = 1$$

电刷对数 = 1(原理上)

小电流、大电压

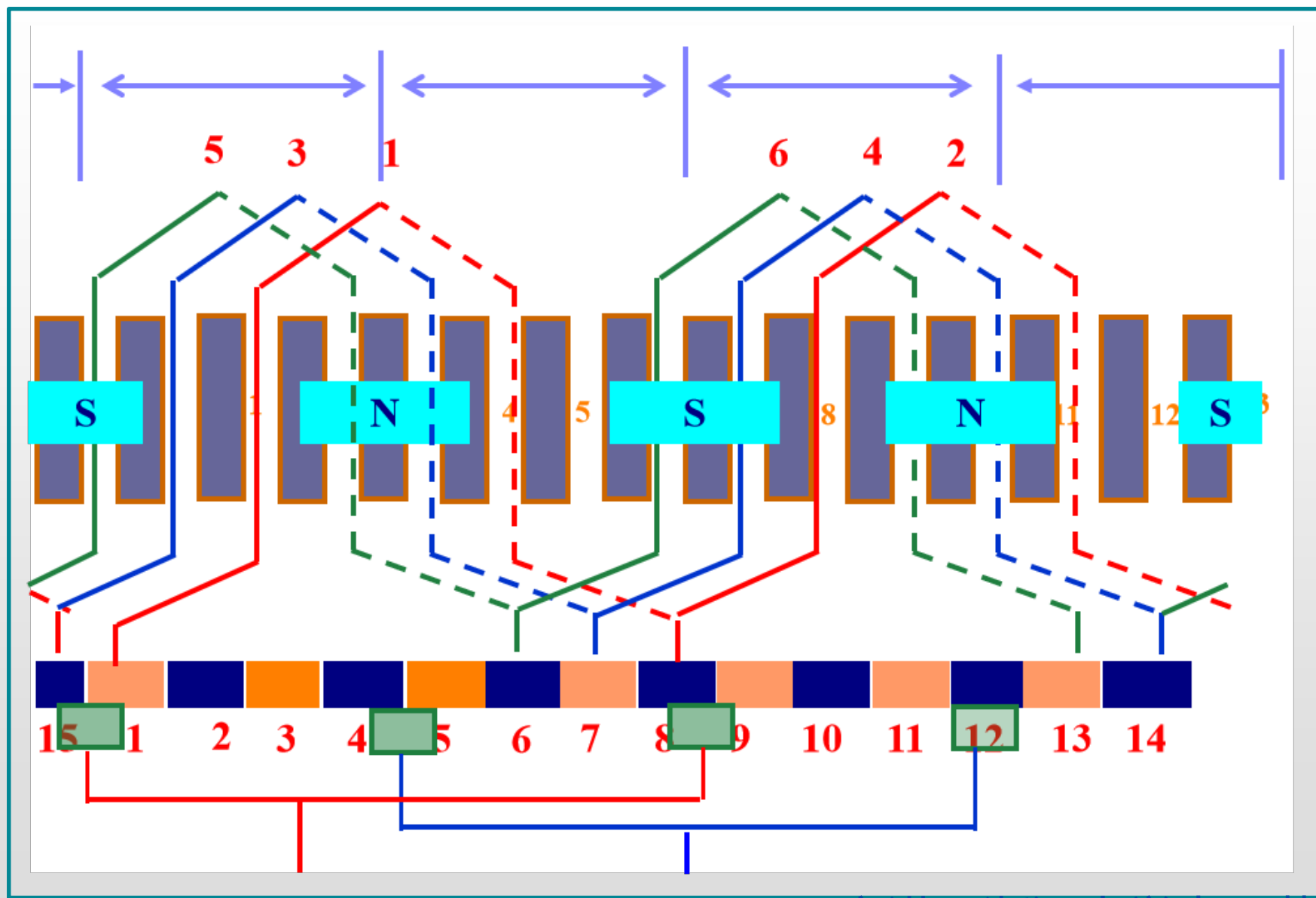
单波绕组展开图

$$p = 2, k = 15$$

$$\tau = \frac{Z}{2p} = \frac{15}{4}$$

$$y_k = y = \frac{15-1}{2} = 7 = \text{整数}$$

$$y_1 = \frac{Z}{2p} + \varepsilon = \frac{15}{4} - \frac{3}{4} = 3$$

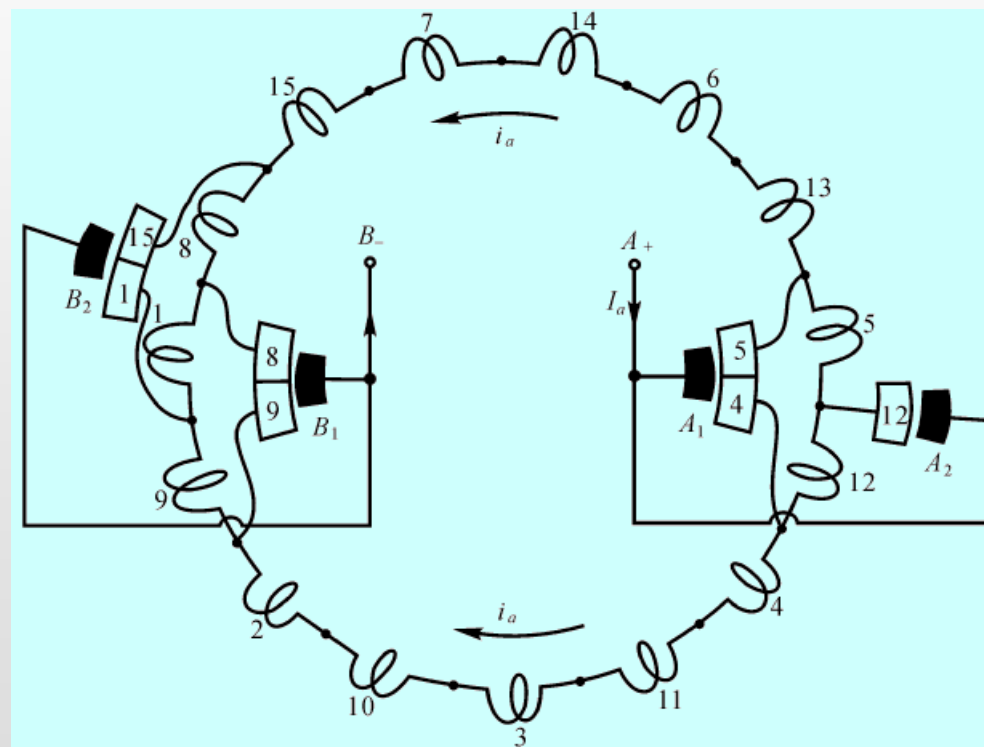


上层边所在槽号: ⁺⁷ 1 8 15 7 14 6 13 5 12 4 11 3 10 2 9 1

下层边所在槽号: ⁺³ ⁺⁴ 12 4 11 3 10 2 9 1 8 15 7 14 6 13 5 12

共2条并联支路，
与极对数 p 无关

$$a = 1$$



单叠绕组和单波绕组对比

单叠绕组

单波绕组

并联支路对数	$a=p$	$a=1$ （与 p 无关）
电枢电流	$I_{\text{电枢}}=2a \times i_{\text{支路}}$	$I_{\text{电枢}}=2i_{\text{支路}}$
电刷放置	元件几何形状对称时电刷应放在 与主极中心线对准位置 ，此时正、负刷间感应电势最大，被电刷短路的元件感应电势最小。	元件几何形状对称时电刷应放在 与主极中心线对准位置 ，此时正、负刷间感应电势最大，被电刷短路的元件感应电势最小。
电刷数	需 $2p$ 个电刷	理论上只需2只，实际仍用 $2p$ 只。 （减小电刷表面电流密度；减少换向器用铜量）
适用场合	较大容量（几百kW），低电压大电流。	普通容量（几十千瓦以下），高电压小电流。



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