

## 问题：

1. “弧极系数”具体是怎么定义的？
2. 通过 FLUX，能不能直接读取“计算弧极系数”？



地址: 北京市海淀区复兴路65号电信实业大厦812室  
邮箱: [info@tianyuantech.com](mailto:info@tianyuantech.com)  
电话: (+8610) 68221702/21/12/29  
传真: (+8610) 68221709

地址: 上海市漕溪路222号上海航天大厦1003室  
网站: [www.tianyuantech.com](http://www.tianyuantech.com)  
电话: (+8621) 34618956/57  
传真: (+8621) 34618958

## 计算极弧系数 $\alpha_p'$ 的确定

### 1. $\alpha_p'$ 的物理意义

$$\Phi = l_{ef} \cdot \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} B(x) dx = B_\delta \alpha_p' \tau l_{ef}$$

$$\textcircled{1} \quad \alpha_p' = \frac{\frac{1}{\tau} \int_{-\frac{\tau}{2}}^{\frac{\tau}{2}} B(x) dx}{B_\delta} = \frac{B_{\delta av}}{B_\delta}$$

$$F_s = \frac{1}{\alpha_p'} = \frac{B_\delta}{B_{\delta av}} \quad \text{波幅系数}$$

$$\textcircled{2} \quad \alpha_p' = \frac{b_p'}{\tau} \quad \text{表示极弧计算长度与极距之比}$$

### 2. $\alpha_p'$ 大小的决定

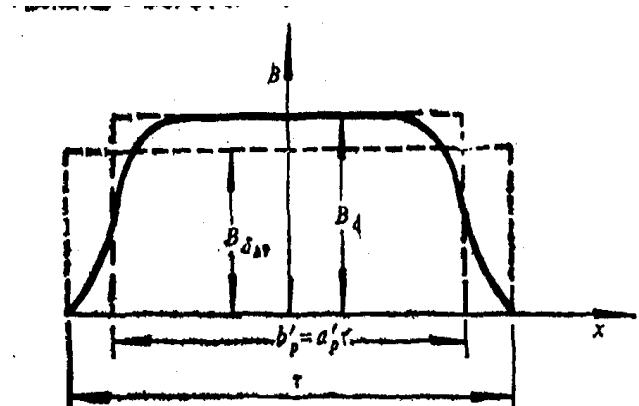
$\alpha_p'$  计算极弧系数的大小决定气隙磁密  $B(x)$  形状，因而它决定于励磁磁势分布曲线的形状、气隙的均匀程度及磁路饱和程度。

如： $F_\delta$  是正弦分布， $\delta$  均匀，磁路不饱和

$$\text{则 } B(x) \text{ 是正弦, } \alpha_p' = \frac{2}{\pi} = 0.637$$

磁路越饱和， $B(x)$  越平， $B_{\delta av}$  越大， $\alpha_p'$  越大

极弧系数一般用于基于磁路计算的电机电磁设计方法中，计算气隙有效磁通。对于有限元模型也可通过处理得到该系数以作定性分析。由极弧系数的定义可知，该参数可以由 FLUX 对仿真模型一极下的气隙磁场磁密径向分量积分取平均，并除以其基波幅值得到。下面顺便给出几种常见电机的极弧系数计算方法，在 FLUX 中可以参考各方法进行处理。



直流电机沿电枢圆周方向的气隙磁密分布  $B(x)$

## (一) 直流电机 $\alpha'_p$ 的确定

1. 均匀气隙:  $\alpha'_p = \frac{b_p'}{\tau}$

而  $b_p' = \hat{b}_p + 2\delta$        $\hat{b}_p$  -- 极弧实际长度

$2\delta$  -- 计及极靴尖处的边缘效应

$$\therefore \alpha'_p = \frac{\hat{b}_p + 2\delta}{\tau}$$

## 2. 不均匀气隙

### ① 削角极弧

$$b_p' = \hat{b}_p \quad (\text{两侧边缘效应削弱})$$

$$\alpha'_p = \frac{b_p'}{\tau} = \frac{\hat{b}_p'}{\tau}$$

### ② 偏心气隙极弧

$$\frac{\delta_{\max}}{\delta} < 3 \text{ 时} \quad b_p' = \hat{b}_p$$

但计算  $F_\delta$  时要用:

$$\delta_{eq} = 0.75\delta + 0.25\delta_{\max} \quad (\text{等效气隙长})$$

$$\alpha'_p = \frac{\hat{b}_p}{\tau}$$

## (二) 异步电机 $\alpha'_p$ 的确定

一般异步电机气隙较小, 由于磁路钢部分的饱和, 气隙磁场已不是正弦波, 而是比较扁平形状。此时  $B_{\delta av}$  比正弦分布大,  $\alpha'_p > 0.637$ 。 $\alpha'_p$  决定定子齿及转子齿的饱和程度。齿部越饱和, 气隙磁场波形愈平,  $\alpha'_p$  愈大, 因异步机由下面决定。

### 1. 确定饱和系数

$$K_s = \frac{F_\delta + F_{t1} + F_{t2}}{F_\delta}$$

$$\text{初选 } K'_s = 1.15 - 1.45 \rightarrow F_\delta, F_{t1}, F_{t2} \rightarrow K_s \rightarrow (K'_s - K_s) < 1\%$$

2. 由  $\alpha_p'$  与  $K_s$  关系曲线找到  $\alpha_p'$

$$K_s \rightarrow \alpha_p'$$

$$\alpha_p' = f(K_s) \quad K_s \uparrow, \text{磁路越饱和, } B_{\delta av} \text{越大, } \alpha_p' \text{越大}$$

$$K_{NM} = f(K_s) \quad B(x) \text{正弦分布, } K_{NM} = 1.11, K_s \uparrow, B_{\delta av} \uparrow$$

### (三) 凸极同步电机的 $\alpha_p'$

凸极同步电机采用集中励磁绕组, 励磁磁势在空间分布是矩形。如略去钢中磁位降,  $F_\delta$  的空间分布也为矩形。一般力图使  $B(x)$  为正弦分布, 气隙本应做成正弦分布。

$$B(x) = B_{\delta 1} \cos \frac{\pi}{\tau} x = \mu_0 H(x) = \mu_0 \frac{F_\delta}{\delta(x)}$$

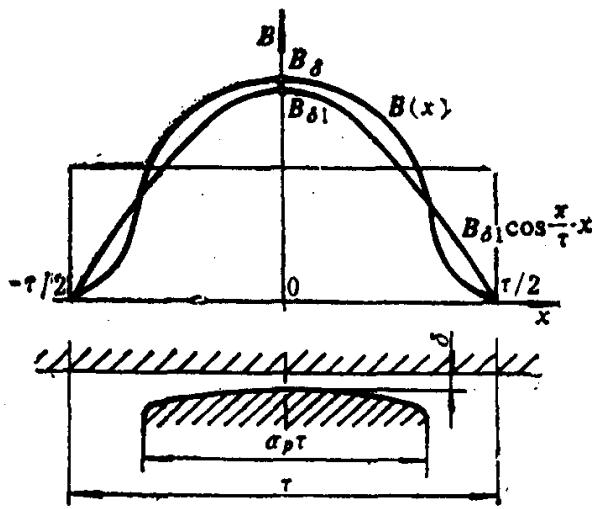
$$B_{\delta 1} \approx B_\delta = \frac{\mu_0 F_\delta}{\delta}$$

$$\therefore \delta(x) = \frac{\delta}{\cos \frac{\pi}{\tau} x}$$

一般: 当  $x = \frac{\hat{b}_p}{2}$ ,  $\delta(x) = \delta_{\max}$

$$\delta_{\max} = \frac{\delta}{\cos \frac{\pi \hat{b}_p}{2\tau} x} \approx 1.5\delta$$

(一般选取  $\hat{b}_p \approx (0.55 \sim 0.75)\tau$ )



凸极同步气隙磁密分布

参考：陈世坤《电机设计》