

YKK高压电动机冷却器通风计算

周 凤

(宁夏鑫瑞特电机机械制造有限公司, 宁夏 银川 750200)

摘 要 电机额定负载时产生的热量, 经过通风散热。本文介绍了 YKK 高压电动机需要的通风系统的风量、风阻和风压的计算, 从而为风扇设计提供了依据。

关键词 热量 风量 摩擦风阻 风压

近代电动机都采用较高的电磁负荷, 以提高材料的利用率, 因此必须对电动机进行冷却, 以提高其散热能力。绝大多数异步电动机都是以空气为冷却介质的冷却系统, 我们称之为电动机的通风。YKK 高压电动机是封闭式电机, 采用带冷却器的外风扇轴向通风系统。该通风系统的设计对电动机的温升影响很大, 下面就该通风系统的计算做一介绍:

1 电动机额定负载时散发的热量

电动机运行时产生的损耗包括两部分, 第一部分在电动机中转变为热量, 需通过通风散发, 这一部分损耗包括定转子绕组的损耗、铁心的损耗和杂散损耗; 第二部分损耗不在电动机中转变为热量, 主要是内外风扇的机械损耗。需要通风冷却散发的热量可由公式(1)比较准确的计算出来:

$$\sum p = P_N \left(\frac{1-\eta}{\eta} \right) - p_a \quad W \quad (1)$$

式中: P_N ——电动机的额定功率, W;

η ——电动机的效率;

p_a ——不在电动机中转变为热量的损耗, 该损耗可看作是电动机的机械损耗, 在电动机电磁设计时做了计算。

2 通风散热需要的风量

电动机冷却器通风散热需要的风量与电动机的功率、损耗转速、绝缘等级、冷却器的结构等因素有关, 可由公式(2)进行初步的计算:

$$Q_A = \frac{\sum P}{C_{pp} Q_A} \quad m^3/s \quad (2)$$

式中: $\sum P$ ——需通风散发的热量;

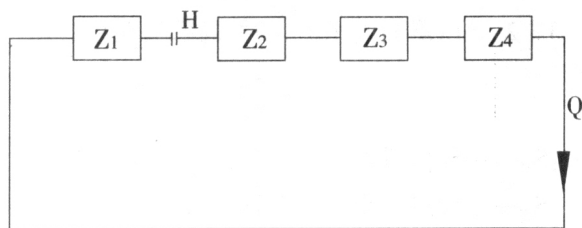
Q_A ——冷却空气有效温升, 该值根据经验选取, 一般可取绕组温升的 1/5 ~ 1/4;

C_{pp} ——空气定压比热容 WS/m^3 , 该值与空气的温度、压力有关, 在 10 ~ 70 (一个大气压) 时约为 1000 ~ 1200 WS/m^3

3 风路风阻的计算

3.1 等值风路图

YKK 高压电动机的外风扇轴向通风冷却系统包括风扇、进风窗、导风罩和由若干冷却管组成的冷却器, 其等效风路图表示为图 1。



Z_1 : 进风窗风阻

Z_2 : 导风罩风阻

Z_3 : 冷却管入口和出口风阻

Z_4 : 冷却管摩擦风阻

H : 风压

Q : 风量

图 1

3.2 进风窗风阻计算

3.2.1 当进风窗采用铁丝网时的局部损耗系数为:
 $\xi_1=0.20$; 当进风窗采用钢板冲制孔时, 因孔壁增厚, 通风的损耗系数加大, 酌情取 $\xi_1=0.4 \sim 0.6$ 。

3.2.2 进风窗风阻

$$Z_1 = \frac{\gamma}{2g} \frac{\zeta_{11}}{(S_{11})^2} \quad \text{Ns}^2/\text{m}^3 \quad (3)$$

式中: γ ——空气密度, 当 1 个大气压, 50 时 $\gamma=12 \text{ N/m}^3$;

g ——重力加速度, $g=9.81 \text{ m/s}^2$;

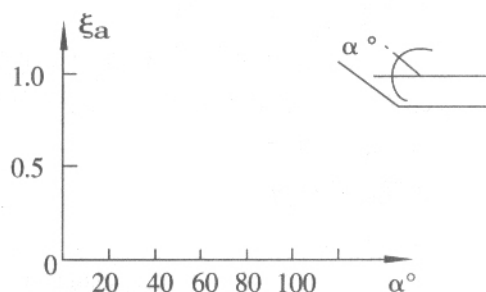
S_{11} ——进风孔的截面积 m^2 (注: 应尽量增大 S_{11})。

3.3 导风罩风阻计算

3.3.1 导风罩弯曲时的局部损失系数

$$\zeta_{21} = \frac{2g}{\gamma} \xi \quad (4)$$

式中: ξ ——空气的动阻力系数, 按图 2 查取, 当转角为 90° 圆弧过渡时, 取 $\xi=0.34$ 。



α : 导风罩弯曲的角度

图 2

3.3.2 导风罩截面积扩大时, 局部损耗系数

$$\zeta_n = (1 - \frac{S_{21}}{S_{22}})^2 \quad (5)$$

式中: S_{21} ——导风罩直立段面积, m^2 ;

S_{22} ——导风罩出风口截面积, m^2 (注: S_{22} 应尽量小)。

3.3.3 导风罩风阻

$$Z_2 = \frac{\gamma}{2g} \frac{\zeta_{21} + \zeta_{22}}{(S_{21})^2} \quad \text{Ns}^2/\text{m}^3 \quad (6)$$

3.4 冷却管入口和出口风阻计算

3.4.1 冷却管数量 N 的确定

$$N = \frac{Q_A}{\frac{\pi}{4} d^2 v} \quad (7)$$

式中: d ——通风管内径, m ;

v ——通风管出口风速, 一般 $v=8 \sim 16 \text{ m/s}$ 。

3.4.2 冷却管入口局部损耗系数

$$\zeta_{31} = \frac{1}{2} (1 - \frac{S_{31}}{S_{22}}) \quad (8)$$

式中: S_{31} ——N 个冷却管内孔截面积合计。

3.4.3 冷却管出口局部损耗系数

$$\xi_2 = 1 \quad (9)$$

3.4.4 冷却管入口、出口风阻

$$Z_3 = \frac{\gamma}{2g} \frac{\zeta_{31} + \zeta_{32}}{(S_{31})^2} \quad \text{Ns}^2/\text{m}^3 \quad (10)$$

3.5 冷却管磨擦风阻计算

3.5.1 单个冷却管磨擦损耗系数

$$\zeta_{41} = \lambda \frac{L}{d} \quad (11)$$

式中: λ ——磨擦系数;

$$\lambda = 0.0125 + \frac{1.1}{1000d} \quad (12)$$

L ——冷却管长度, m ;

d ——冷却管内径, m 。

3.5.2 单个冷却管磨擦风阻

$$Z_{41} = \frac{\gamma}{2g} \frac{\zeta_{41}}{(\frac{\pi}{4} d^2)^2} \quad \text{Ns}^2/\text{m}^3 \quad (13)$$

3.5.3 N 个冷却管磨擦风阻

N 个冷却管合成的风阻是单个冷却管风阻的并联

$$Z_4 = \frac{1}{(\frac{1}{\sqrt{Z_{41}}} N)^2} \quad \text{Ns}^2/\text{m}^3 \quad (14)$$

3.6 风路风阻合计

$$Z_N = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 \quad \text{Ns}^2/\text{m}^3 \quad (15)$$

4 风压计算

冷却空气损失风压, 即工作点风压:

$$H = Z_N Q_A \quad \text{N/m}^2 \quad (16)$$

电动机轴向通风系统需要的风压、风量确定后, 就可进行冷却风扇的设计。

(收稿日期: 2006-07-14)