

# 电机温升估算公式的推导和应用

于文军 刘 芬 章平谊

摘 要 为预先较准确地估算电机温升,提供了估算公式及应用方法。

关键词 电机温升 发热时间常数

## 1 问题的提出

众所周知,对已制成的电机来说,电机的额定容量主要取决于电机的温升。为了从实验中确定电机的最后温升就得将电机在额定负载下运转相当长的时间(约等于5~6倍电机的发热时间常数)很耗费人力和设备。如果能预先较准确地估算出电机的温升,就可以通过一些方法(如提高负载或堵转加温等),在短时间内将电机的温升提高到所估算值,然后再进行温升试验,这样就可以缩短试验时间,减少人力和设备的损耗。因此,在电机温升试验前如何较准确地估算出被试电机的温升值,是确保温升试验过程实现节能降耗的关键。以下介绍的是电机温升估算公式的推导过程及实用公式。

## 2 电机温升估算公式的推导

由均质物体发热的理论可知,最终温升只决定于物体每秒钟发出的热量以及从它的表面散出的热量,在稳定的状态下可将电机视为均质物体,其温升与时间的变化关系如下。

$$\theta = \theta_{\infty}(1 - e^{-\frac{t}{T}}) + \theta_0 e^{-\frac{t}{T}} \quad (1)$$

式中  $\theta$ —时间  $t$  时物体的温升

$\theta_{\infty}$ —时间; $t = \infty$  时物体的稳定温升

$\theta_0$ —时间; $t = 0$  时物体的原有温升

$T$ —物体的发热时间常数,单位为秒

$t$ —电机温升试验时间

假定电机在额定负载状态下连续运行,在  $t_1$  时刻,测得电机温升(相对于冷态)为  $\theta_1$ ;  $t_2$  时刻( $t_2 = 2t_1$ ),测得电机温升(相对于冷态)为  $\theta_2$ 。

将  $t_1$ 、 $\theta_1$ 、 $t_2$ 、 $\theta_2$  分别对应代入(1)式并整理后得出。

$$\theta_1 - \theta_0 e^{-\frac{t_1}{T}} = \theta_{\infty}(1 - e^{-\frac{t_1}{T}}) \quad (2)$$

$$\theta_2 - \theta_0 e^{-\frac{2t_1}{T}} = \theta_{\infty}(1 - e^{-\frac{2t_1}{T}}) \quad (3)$$

(3) ÷ (2) 得:

$$\frac{\theta_2 - \theta_0 e^{-\frac{2t_1}{T}}}{\theta_1 - \theta_0 e^{-\frac{t_1}{T}}} = 1 + e^{-\frac{t_1}{T}} \quad (4)$$

整理(4)得出:

$$e^{-\frac{t_1}{T}} = \frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_1 - \theta_0} \quad (5)$$

解方程(5)得出:

$$T = - \frac{t_1}{\ln \left( \frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_1 - \theta_0} \right)} \quad (6)$$

收稿日期:1999-05-16。

于文军 男,1963年生;佳木斯电机厂生产部副部长。

将式(2) 中  $T$  用式(6) 代替并整理后得出

$$\theta_{\infty} = \frac{\theta_1^2 - \theta_0 \theta_2}{2\theta_1 - \theta_2 - \theta_0} \tag{7}$$

式(7) 即为电机稳定温升的估算公式。

3 实测例证

首先叙述公式(7) 的实用过程

(1) 在电机负载试验后, 马上进行电机的温升试验。在电机运行前, 应首先测取电机定子绕组的电阻, 确定此时电机(相对于冷态) 的温升  $\theta_0$ 。

(2) 电机以额定负载运行, 在  $t_1$  时刻和  $t_2 = 2t_1$  时刻分别测取电机定子绕组的电阻, 确定此时电机的温升(相对于冷态)  $\theta_1$  和  $\theta_2$ 。

(3) 将所确定的  $\theta_0$ 、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$  代入公式(7), 并计算电机稳态温升  $\theta_{\infty}$ 。

(4) 提高电机的负载, 在较短的时间内将电机的温升提高到估算值后, 再使电机在额定负载下运转直到温升稳定, 并测出电机的实际温升。

现以一台 YB160 - 2 型电机为例, 验证一下公式(7) 的实用性。

按项(1) ~ (4) 过程, 测得该电机的参数如表 1 所示。

表 1

| $\theta$ (温升) |       | $t$ (时间 min) |
|---------------|-------|--------------|
| $\theta_0$    | 41℃   | $t_0 = 0$    |
| $\theta_1$    | 46.5℃ | $t_1 = 10$   |
| $\theta_2$    | 49.5℃ | $t_2 = 20$   |

将表 1 中数据代入公式(7) 得出电机温升的估算值  $\theta_{\infty} = 53.2^{\circ}\text{C}$  而电机的实测温升为  $58^{\circ}\text{C}$ , 说明公式(7) 基本实用。

4 结束语

在文章结束之前, 笔者对公式(7) 的特点及局限性做如下总结, 敬请读者注意:

(1) 通过实际验算, 可以发现, 即使  $t_2 \neq 2t_1$  时, 仍可用公式(7) 来估算电机温升。如果  $t_2 > 2t_1$  时, 则用式(7) 估算的温升值大于精确值; 如果  $t_2 < 2t_1$  则用式(7) 估算的温升值小于精确值。

(2) 公式(7) 适用于估算连续工作制下的异步电动机的温升, 不适用于断续工作制下的异步电动机。

(3) 若  $t_1$  和  $t_2$  过短, 也会使温升估算值出现偏差。

参考文献

汤蕴璆 《电机学与机电能量转换》 哈尔滨电子学院

Derivation and Application of Estimate Formula  
of Electric Motor Temperature Rise

Yu Wenjun Liu Fen Zhang Pingyi

**Abstract** This paper provides estimate pormula and method of application for more correct estimate of electric motor temperature rise in advance.

**Key Words** electric motor temperature rise, heating time constant.