

浅谈异步电动机的过负荷保护

刘敏,张睿,胡宝,焦坡,张春峰

(许昌继电器研究所,河南 许昌 461000)

摘要: 根据电动机的发热特性,提出以一种比较接近电动机实际发热曲线的热过载反时限方程及实现方法,使电动机充分发挥过载能力的同时免于损坏,提高电力拖动系统的可靠性和生产的连续性。

关键词: 过负荷; 热过载; 反时限

中图分类号: TM343; TM772

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2000)11-0046-02

1 引言

随着社会的发展,科技的进步,机械生产规模的扩大,自动化程度的需求,作为生产中主要动力设备——电动机的容量越来越大,数量越来越多,当电动机发生故障时,除电动机本身烧毁外,还经常波及生产系统,且其本身价格相应较高,因此,对电动机实行有效保护是保证生产系统正常工作的一项重要任务。另外,在运行方式上,由于考虑节能及各种自动化的需求,要求在间歇、变负荷、变速等各种状态下运行,所有这些均对保护装置提出了更高的要求。在异步电动机各种故障中,以过负荷、堵转、断相为主。

2 异步电动机的负荷特性

对于异步电动机,由于工艺原因或机构卡住所造成的过负荷,频繁起动条件或在低电压时必须限制起动时间的自起动周期,都需要装设过负荷保护。为了使过负荷电动机获得有效的保护,应使保护装置的保护特性与电动机的过负荷特性相配合,以便使电动机得到充分利用。但是,电动机的发热过程是很复杂的,而且发热时间常数并不是固定不变的,长期过负荷的发热时间常数比短时过负荷的发热时间常数大,任一过负荷时保护装置的时滞应当由电动机的过负荷特性决定,这就意味着对每一种具体

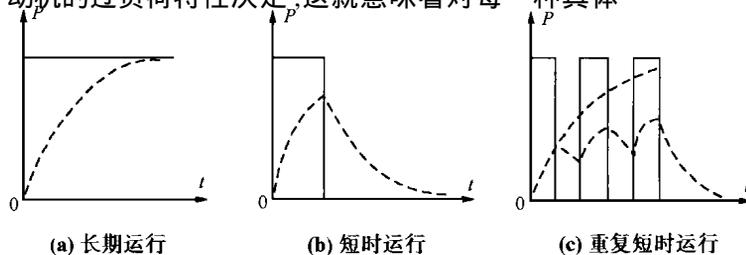


图1 电动机的运行状态

的电动机应该有与其相配合的保护装置。

按照电动机运行时发热状况,可把负荷分为长期运行、短时运行、重复短时运行三种运行状态,其特征及区别可用图1表示。

图中表明三种运行状态下,电动机的发热条件差别很大,以过负荷保护观点看,对于不同负荷状态的保护条件相差悬殊,为了得到可靠的保护,必须针对各种不同负荷状态的具体情况,予以区别对待。这在微机产品出现以前是很难做到的。

3 热过载反时限特性

我国异步电动机的主保护有短路速断保护和过负荷反时限保护,这类保护主要是以电流增大作为故障判别,利用电流来模拟电动机的发热特性,利用电流保护,关键在于其能不能反应电动机的真实温度,而电动机的温度又决定电动机在任一负荷允许运行时间的主要因素。根据对称分量法分析,故障电流可分解为正序、负序、和零序分量,各序电流的不同组合及幅值大小与故障类型之间有很好的对应关系,电动机出现不平衡运行、局部匝间短路会产生负序分量,由于负序电流引起的发热要远大于相同幅值正序电流所导致的发热,所以故障电流应为 $I = \sqrt{I_1^2 + K_2 I_2^2}$, K_2 为负序电流发热等效系数,取值在 $K_2 = (3 \sim 6)$ 之间。由于介入了负序分量,使其不仅能保护电动机的定子绕组,又能对转子保护。

为使过负荷电动机获得有效的保护,应使保护特性与电动机的过负荷特性相配合,因此找到一种比较符合电动机热特性的数学模型是至关重要。其应该具备当电动机小电流过负荷时,允许运行一段时间,充分发挥它的过载能力,在大电流过负荷时快速动作,在重复短时负荷时,有累计过负荷性

质(即记忆特性),并能躲过起动电流。

国内电动机保护,长期以来大多采用以反时限过流为主的组合保护,由于其电流时间响应特性曲线较平,使得电动机容量裕度大,导致电动机效率大幅度下降。根据国际电工委员会(IEC255)和英国标准规范(BS142)的规定,一般采用下面几种标准的反时限特性方程,如:

$$\text{一般反时限: } t = \frac{0.14}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^{0.02} - 1} \quad (1)$$

$$\text{非常反时限: } t = \frac{13.5}{\left(\frac{I}{I_p}\right) - 1} \quad (2)$$

$$\text{极度反时限: } t = \frac{80}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - 1} \quad (3)$$

$$\text{热过载反时限: } t = 35.5 \cdot \ln \frac{I^2 - I_{pre}^2}{I^2 - K \cdot I_p^2} \quad (4)$$

注: ——时间整定常数

I_p ——整定电流

I_{pre} ——故障起动前负荷电流

I ——故障电流

K ——1.05 ~ 1.07

t ——动作时间

比较以上四种反时限特性,很容易发现只有热过载反时限具有记忆故障前电流功能,其电流时间响应特性曲线较陡,比较接近电动机实际发热曲线,有助于电动机工作效率。但在国内产品中反时限特性选择热过载反时限特性的保护却很少。这可能是由于热过载反时限数学模型较为复杂,单片机又没有对数指令,无法直接计算4式,因此必须采用查表法来实现4式。且对数表的给出也有一定的难度。这在一定程度上限制了热过载反时限的应用。

随着计算机技术的飞速发展,16位机、32位机的出现,乘除运算速度很快,主要解决的是对数表格的给出。具体做法如下:

$$\text{化方程: } t = 35.5 \cdot \ln \frac{I^2 - I_{pre}^2}{I^2 - K \cdot I_p^2} = 35.5 \cdot \ln \frac{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - \left(\frac{I_{pre}}{I_p}\right)^2}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - K}$$

$$\frac{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - \left(\frac{I_{pre}}{I_p}\right)^2}{\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - K}$$

$$\left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - K$$

$$\text{令: } I_a = \left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - \left(\frac{I_{pre}}{I_p}\right)^2$$

$$I_b = \left(\frac{I}{I_p}\right)^2 - K$$

$$\frac{I_{pre}}{I_p} < 1 \quad \frac{I_a}{I_b} > 1$$

$$t = 35.5 \cdot \ln \frac{I_a}{I_b} = 35.5 \cdot \frac{\log_2 \frac{I_a}{I_b}}{\log_2 e}$$

$$\text{令: } K = \frac{35.5 \cdot \log_2 \frac{I_a}{I_b}}{\log_2 e}$$

$$\log_2 \frac{I_a}{I_b} = \log_2 A \cdot 2^n = n + \log_2 A$$

A 取 0.5 ~ 1

只需提供 $\log_2 0.5 \sim \log_2 1$ 的对数表格,即可实现4式的计算。

4 结论

本文主要针对电动机的发热特性提出一种比较接近电动机实际发热曲线的热过载反时限方程及实现方法,使其保护特性在小电流过载时,既能发挥电动机的过载能力,又能在小电流时短时动作,也可根据冷热态的变化有不同的动作曲线。具有很强的实用性。如果再结合电动机的断相、堵转、速断等保护,能够构成一种比较完善的综合电动机保护。

参考文献:

- [1] 邵富春. 怎样保护电动机. 中国农业机械出版社, 1982, 4.

收稿日期: 2000-06-14 改回日期: 2000-07-21

作者简介: 刘敏(1968-),女,大学本科,工程师,从事继电保护与测试的研究; 张睿(1976-),女,大学本科,助理,从事继电保护与测试的研究。

Discussion on overload protection of induction motor

LIU Min, ZHANG Rui, HU Bao, JIAO Bo, ZHANG Chun-feng
(Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

Abstract: A thermal overload inverse time equation that is quite close to the real thermal locus of motor and its implementation method are proposed based on the thermal characteristic of motor. This can bring the overload capability of motor into full play and at the meantime it can protect the motor from damage. Therefore, the reliability of the power drawing system and continuity of production can be improved.

Keywords: overload; thermal overload; inverse time