

# 微电机新型过热过电流自保结构中的 高分子 PTC 元件

刘金根

朱少为

(电子与信息工程系) (湖南湘潭船舶厂)

**摘 要** 研制了一种高分子 PTC 元件,并利用这种高分子 PTC 元件设计制作出了微电机的新型自保结构<sup>19</sup>.

**关键词** 高分子 PTC 元件;微电机;过热过电流自保结构

**分类号** TM 563

## 0 引 言

当今科学技术的高速发展,使得微电机广泛地应用于自动控制、远距离测量、计算机、小型机械、家用电器等现代工业、现代科学技术和现代军事装备之中<sup>19</sup>连续工作的微电机,有时环境温度相当高,通风系统一旦受阻,其内部的温度就会不断升高,导致线圈绝缘性能下降、匝间(或相间)短路<sup>19</sup>另外,微电机在启动或连续运转过程中,由于转子堵转、过载、断相、短路和机械故障等内部或外部原因,也会使微电机线圈中的电流增大,温度升高<sup>19</sup>由此而烧毁微电机,造成供电电路短路、甚至火灾等现象,带来严重的经济损失<sup>19</sup>所以世界各国都在积极的探讨微电机的保护措施<sup>19</sup>.

目前国内已有的微电机保护措施,一般电路复杂、灵敏度低、经不起振动、不能耐大的电压波动和电流波动、对电磁干扰敏感<sup>19</sup>为改变这一状态本文利用高分子 PTC 元件,设计制作出了微电机的过热过电流自保新结构<sup>19</sup>.

安装了这种新型自保结构的微电机,实测数据与理论设计数据吻合较好,不降低微电机的机械电学指标<sup>19</sup>.

## 1 微电机的传统保护措施

微电机的传统保护措施通常由信息检测、信息处理、保护动作执行三部分组成<sup>19</sup>其中,信息检测主要有外测法和内测法两种形式<sup>19</sup>.

外测法的检测对象是电压或电流<sup>19</sup>它将运转中的微电机视为一个独立单元,从外部检测其

电流或电压的变化<sup>19</sup>。当检测到超过规定值的电压或电流时,将信号放大,带动断电器,切断电源,保护微电机<sup>19</sup>。例如,传统的热继电器保护装置,把检测到的电信号转换为温度信号,当被保护微电机因故障而造成电流增加时,该热继电器的温度就会超过极限湿度,继电器开始动作,从而保护了微电机<sup>19</sup>。这种保护方式对短路、欠压、过载能起到保护作用,但对断相保护不够理想<sup>19</sup>。外测法不直接检测运转中的微电机的内部温度,保护不可靠<sup>19</sup>。

内测法的检测对象是温度,它是从微电机的内部检测运转中的绕组温度<sup>19</sup>。内测法虽然可以有效地检测微电机的过热现象,但对于微电机电路中的电流超过规定范围而引起温度快速增加反应迟钝,对微电机的保护也不可靠<sup>19</sup>。

突变型高分子正温度系数热敏电阻(Positive Temperature Coefficient, 缩写为 PTC) 元件,具有在某个特定温度下电阻值几乎保持不变,而在到达该温度后电阻值迅速增加几个数量级的特点,有可能满足微电机过热过电流防护的需要<sup>19</sup>。事实证明,陶瓷 PTC 元件虽有阻值跳变快、居里点可调整、额定工作电压高等优点;但也有性脆易碎、工艺复杂、室温电阻率较高等缺点,难于满足微电机几十到几百毫安量级的过热过电流防护的需要<sup>19</sup>。为此我们研制了一种同时可满足对微电机过热过电流进行信息检测、信息处理、保护动作执行三种动作、具有人工防护智能的高分子 PTC 元件<sup>19</sup>。

## 2 高分子 PTC 元件的性能

图 1 是高分子 PTC 元件的温度—电阻特性<sup>19</sup>。从中可以看出,在温度不太高,即在  $t_{p1}$  温度以下时,电阻值随温度变化不大;当温度升高到  $t_{p1}$  后,电阻值随温度升高,按指数规律迅速增大,这种现象就称为 PTC 效应,其变化的幅度称为 PTC 强度;当温度升到  $t_{p2}$  时,电阻值不再随温度而升高,PTC 效应消失<sup>19</sup>。当高分子 PTC 元件用于微电机的新型过热过电流保护元件时,微电机的正常工作状态,对应着高分子 PTC 元件处于  $t_{p1}$  以下的低温低阻态,新型过热过电流保护元件的串入不影响微电机的正常工作;因为微电机的过热而使与之紧靠在一起的高分子 PTC 元件的温度升高时<sup>19</sup>。或者因为微电机的过电流而使得与之串联的高分子 PTC 元件通过焦耳效应而使温度升高时,高分子 PTC 元件处于  $t_{p1} \sim t_{p2}$  区间内的高温高阻态,高分子 PTC 元件的串入可以切断微电机的电源,保护微电机<sup>19</sup>。温度  $t_{p1}$  和  $t_{p2}$  是由 PTC 元件中高分子成分的软化温度决定的,改变高分子材料的成分可以改变温度  $t_{p1}$  和  $t_{p2}$  的大小<sup>19</sup>。

图 2 是对一个室温电阻值为  $16\ \Omega$  的高分子 PTC 元件,加上一个超常电流或超常电压时的电流—时间曲线<sup>19</sup>。 $t=0$  时,电流最大,称为起始电流  $I_0$ ;随着时间的增加,焦耳热使其本身温度升高,电阻值增大,电流减小,单位时间产生的焦耳热也随之减少<sup>19</sup>。焦耳热与其向周围环境发散的熱量平衡时,电流稳定下来,称为稳态电流  $I_e$ ,其值大小除了取决于高分子 PTC 元件本身外,还与传热因素有关<sup>19</sup>。同样

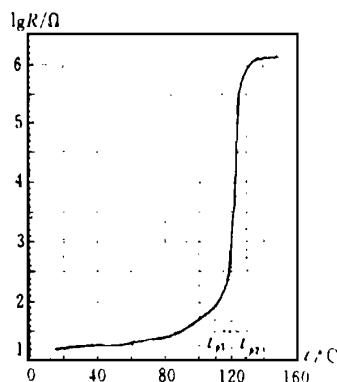


图 1 高分子 PTC 元件的温度—电阻特性

的高分子材料、同样的传热因素,电压越高,电流越大,达到稳定状态需要的时间越短<sup>19</sup>。

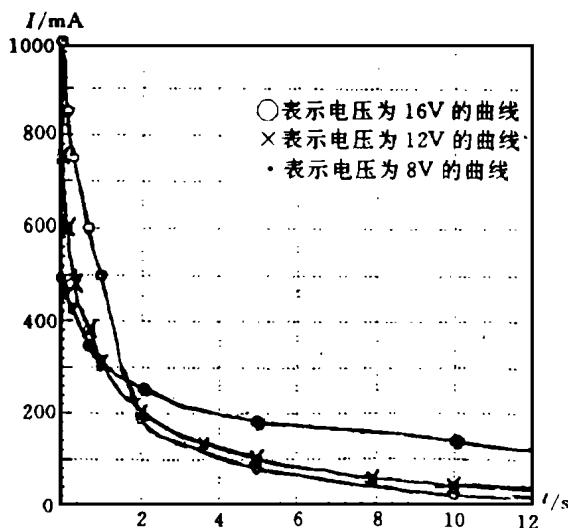


图2 高分子 PTC 元件的电流—时间特性曲线

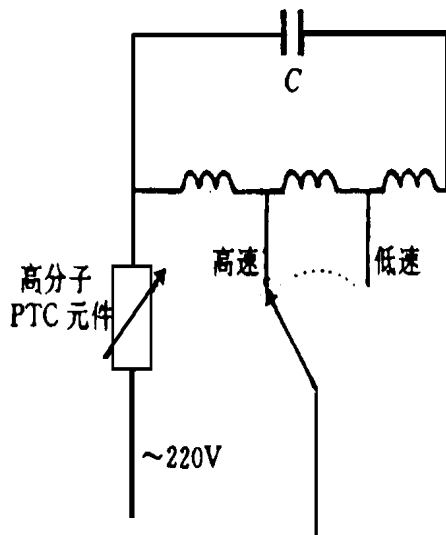


图3 高分子 PTC 元件在 KFD-6 型微电机中构成自保结构电原理图

### 3 高分子 PTC 元件在微电机中构成自保结构

图3是将冷阻为  $16\ \Omega$  冷阻定义为高分子 PTC 元件在  $25^\circ\text{C}$  时的电阻值) 高分子 PTC 元件串联于 KFD-6 型微电机的主电路中, 构成自保结构的电原理图<sup>19</sup>。其位置是紧靠绕组, 固定在微电机机壳内部<sup>19</sup>。

图4绘出了 KFD-6 型微电机在有高分子 PTC 元件保护和无保护结构情况下的实测运行曲线<sup>19</sup>。从中可以看出, 微电机在正常温度和正常电压下启动时, 高分子 PTC 元件的电阻值较小虽对微电机略有影响, 但几乎可以忽略<sup>19</sup>。随着微电机启动后阻抗的迅速增加, 它们的差别很快消失<sup>19</sup>。另外, 微电机的起动时间比高分子 PTC 元件的动作时间要短很多, 微电机的起动电流对高分子 PTC 元件

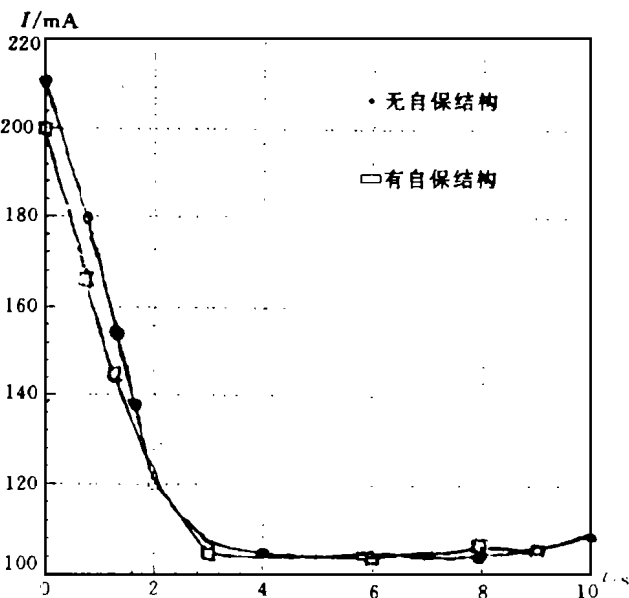


图4 KFD-6 型微电机改造前后的启动与运行特性

的正常工作不构成影响<sup>19</sup>。

图 5 是用高分子 PTC 元件改造后的 KFD-6 型微电机堵转实验结果<sup>19</sup>。堵转开始后电流迅速增加,此时高分子 PTC 元件的电阻在过载电流的作用下按指数迅速增加,高分子 PTC 元件的动作特性特别好,5s 后微电机电路中的电流几乎降为 0,从而保护了微电机<sup>19</sup>。

## 4 结果与讨论

将高分子 PTC 元件应用于微电机中,构成自保结构的实验结果表明:

- (1) 在正常情况下不影响微电机的正常工作<sup>19</sup>。
- (2) 能够从过热和过电流两个方面来保护微电机<sup>19</sup>。
- (3) 集过热过电流保护器的信息检测、信息处理、保护动作执行于一身,具有人工智能保护器的特征<sup>19</sup>。

(4) 实验过程中也发现高分子 PTC 元件作为微电机的过电流保护比陶瓷 PTC 元件具有许多优点<sup>19</sup>如:高分子 PTC 元件 PTC 强度大,动作特性快,比陶瓷 PTC 元件切断电源快;高分子 PTC 元件在电路保护过程中本身发热小,不会对周围的环境产生影响,而陶瓷 PTC 在电路保护过程中会产生大量的热量,本身的温度也很高,会对周围的电路或器件产生不良的影响<sup>19</sup>。

(5) 其缺点在于高分子 PTC 元件电阻率开始快速增加的温度无法调整<sup>19</sup>我们这次试做的高分子 PTC 元件的软化温度约为 165℃、老化温度约为 185℃,而电机的最高允许温升标准是 A 级 105℃、E 级 120℃、B 级 130℃、F 级 155℃、H 级 180℃<sup>19</sup>因此,此高分子 PTC 元件可用于 A 级、E 级和 B 级微电机的保护,无法满足 F 级和 H 级微电机的保护<sup>19</sup>。要想满足 F 级和 H 级微电机保护的需要,在高分子 PTC 元件中应当使用软化温度和老化温度更高的高分子成分<sup>19</sup>。

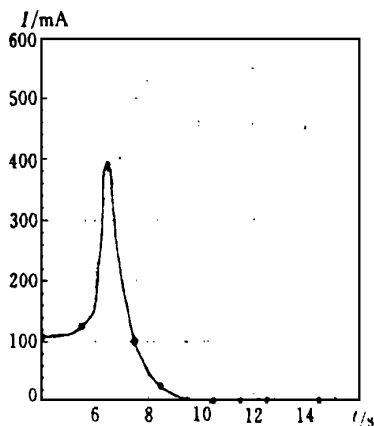


图 5 用高分子 PTC 元件改造后的微电机堵转曲线

## 参 考 文 献

- 1 西安电力机械制造公司编辑委员会. 微电机. 西安:陕西科学技术出版社, 1991
- 2 朱家祯, 罗小海, 朱岗. 电动机保护器综述. 电世界, 1995, (8): 2
- 3 丁小斌等. 聚合物 PTC 材料的研究与应用. 电子元件与材料, 1995, (6): 20~24
- 4 连理枝. 电动机保护型断路器使用中的三个问题. 电世界, 1995, (1)
- 5 叶照明. 浅析小功率电机用热保护器的合理选配. 微特电机. 1995, (1): 39~41

## The Polymer PTC Elements in a New Type of Overload Self - Protective Structure of Micromotor

Liu Jingen

Zhu Shaowei

( Electronic and Information Engineering Department ) ( Xiangtan Ship Factory , Hunan )

**Abstract** The polymer PTC elements are studied and used to make a new type of self - protective structure of micromotor

**Key words** polmer PTC elements ; micromotor ; overload self - protection

---

( 上接第 30 页 )

## A Method of Constructing Compactly Supported Wavelets on Non - Translation Invariant Domain

Li Wenshun<sup>1</sup>

Li Jiegu<sup>2</sup>

( <sup>1</sup> Electronic and Information Engineering Department

<sup>2</sup> Institute of Image Processing & Pattern Recognition , Shanghai Jiaotong University )

**Abstract** We make a multiresolution analysis of an example of constructing compactly supported wavelets on non-translation invariant domain . Then we propose the explanation and proof for the process of constructing wavelet on real line segment domain in the hope that its concept may be applied to other non-translation invariant topological domains .

**Key words** multiresolution analysis ; scaling space ; compact support ; triangular mesh