

WL- 型微电脑硫化测温仪的研制

游永和

(北京橡胶工业研究设计院 100039)

摘要 WL- 型微电脑硫化测温仪是一种高性能、多功能的智能仪器,采用微电脑控制,配有热电偶以及各种传感器,能对 0~15 点温度自动巡回采集、检测、数字显示、打印记录及硫化效应与时间成积分关系的等效硫化时间的计算。具有数据储存、段点保护、测试精度高、操作简单等优点。

关键词 等效硫化,等效硫化时间,测温

为了确定最佳硫化工艺条件,我们 1994 年研制出 WL- 型微电脑硫化测温仪。它能自动、精确地测出并记录任意时刻各个部位橡胶硫化温度,并实时计算等效硫化时间。5 年来经国内外 20 个厂家使用表明,性能稳定可靠,精度高,操作简单,抗干扰性强。现将其研制及功能特点做一介绍。

1 设计思想

1.1 硫化过程中测量温度的必要性

橡胶制品硫化是化学分子交联反应过程,需要一定温度与时间才能完成。由于硫化时间与硫化温度是相互制约的,因此两者间的内在联系是靠等效硫化时间与等效硫化效应的方法来确定的。众所周知,影响硫化效应的重要因素之一是温度,它直接影响硫化速度和产品质量。温度高,硫化速度快、生产效率高,反之硫化速度慢、生产效率低。橡胶制品的硫化是靠热传导进行的,由于橡胶导热性差,橡胶厚制品(以轮胎为例)在硫化时各个部位升温速度也不相同,温度总是由外层(模具)和内层(胶囊)经一定的时间才能传到中心层。这类制品中心层与外层之间的温差较大,形成温度的滞后损失,滞后时间决

定导热速率,而胶料的导热系数因配方而异。故在相同的硫化时间所取得的各部位各层次硫化效应就不相等。因此要在不同的硫化条件下使各层胶料都能达到最佳硫化,就必须进行实际测温。

1.2 测定轮胎各部位温度的方法

测定轮胎各部位各层次实际温度和等效硫化时间,在测试部位埋置热电偶传感器即可,即将两根不同导体的两端接成闭合回路(见图 1)。由于两端(热端和冷端)温度不同(热端的温度用 θ 表示,冷端的温度用 θ_0 表示),因而在回路中形成热电势。热电势的大小与热电偶两端温差及热电偶的材料有关,而与热电极的长度和直径无关。

热电势 E_t 的大小与热电偶两端温差成一定函数关系,可表示为:

$$E_t(\theta, \theta_0) = f(\theta) - f(\theta_0) \quad (1)$$

从式(1)可看出, θ 与 θ_0 相差越大,则热电势 E_t 越大,温度也越高。当 $\theta = \theta_0$ 时, $E_t = 0$,当 $\theta_0 = 0$ 时, E_t 仅与热端温度 θ 有关,一旦冷端 $\theta_0 \neq 0$ 时, E_t 值随环境温度 θ_0 波动,因此采用 AD590 作为冷端自动补偿,这

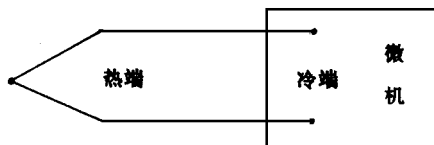


图 1 测温闭合回路

作者简介 游永和,男,58 岁。工程师。于上海机械学院学习自动化仪表专业。主要从事测试仪器研究工作。曾获得化工部科技进步三等奖。已发表论文 2 篇。

样热电偶热端所产生的热电势与冷端电势无关,从而达到冷端温度补偿的目的。把热电偶的热电势 E_t 值放大,再把模拟量转换成数字量送入微机系统处理,同时显示、记录并打印热电偶埋置热端温度值。

1.3 等效硫化时间的数学模型

橡胶厚制品(如轮胎)在不等温硫化中,各层胶料硫化程度采用“等效硫化”的概念:在恒温 θ_1 时在 t_1 时间(min)内所能达到的硫化程度与在恒温 θ_2 时 t_2 时间(min)内所能达到的硫化程度相同,则称两者为“等效硫化”。把在不同硫化温度下达到的相同硫化效果的时间称为“等效硫化时间”。

轮胎硫化过程中的温度是一条升温曲线。而将整个不等温过程中硫化效应换算成等温硫化效应可用两种方法表示:

(1) 根据范特霍夫的方法,硫化温度与时间的关系可由下式表示:

$$\frac{t_1}{t_2} = k^{\frac{\theta_1 - \theta_2}{10}} \quad (2)$$

式中 k 为硫化温度系数($k=2$)。

考虑到温度是瞬时上升曲线,硫化效应则瞬时累加:

$$E_v = \int_s^t K(\theta) \frac{\theta_1 - \theta_2}{10} dt \quad (3)$$

式中 t_s ——硫化起始时间,min;

t_m ——硫化终止时间,min;

E_v ——硫化效应。

因此等效硫化时间 t_g 为:

$$t_g = \int_s^t K(\theta) \frac{\theta_1 - \theta_2}{10} dt \quad (4)$$

(2) 根据阿累尼乌斯提出化学反应速度常数与温度之间的经验公式,可以导出硫化速度 v ,将 v 对时间积分,即可得到以等效硫化时间来表征的硫化程度:

$$v = \exp\left[\frac{E}{R}\left(\frac{1}{\theta_0} - \frac{1}{\theta}\right)\right] \quad (5)$$

$$t_g = \int_s^t v dt$$

$$= \int_s^t \exp\left[\frac{E}{R}\left(\frac{1}{\theta_0} - \frac{1}{\theta}\right)\right] dt \quad (6)$$

$$t_g = \sum_{i=1}^N v \Delta t \quad (7)$$

式中 E ——化学反应活化能;
 R ——气体常数;
 v ——硫化反应速度;
 θ_0 ——硫化基准温度;
 θ ——硫化温度。

试验表明阿累尼乌斯公式的计算结果比范特霍夫公式更精确。

2 硬件设计

整个系统结构如图2所示。

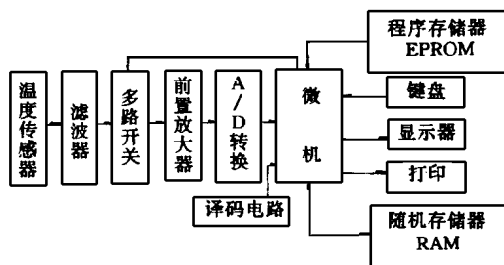


图2 测温系统设置图

该系统主要由温度传感器、滤波器、多路采样开关、前置放大器、A/D转换器、键盘、显示器、打印机及微机等组成。微机有CPU、程序存储器 EPROM2764、随机存储器 KAM6264、地址锁存器 74LS373、地址译码器 74LS138 等部分。该系统在软件配合下实现如下功能:数据采集、数据处理和快速变换运算、显示数据、键盘输入和打印结果。

2.1 数据采集

测温的多路热电偶电势信号经滤波器到多路采样开关切换选择后输入,同时采集 AD590 冷端补偿温度,再经过前置放大器放大后送给 A/D 转换单元。而微机单元的工作过程是由固化在 EPROM 存储器中的程序进行控制的,通过键盘设定输入的参数存在 RAM 中,工作时 CPU 在 EPROM 和 RAM

存储的程序控制下选择输入通道并进行热电偶冷端补偿和各种有关数据处理,最后送显示单元显示和打印机打印输出。

2.2 数据处理

工作程序固化于存储器 EPROM2764 中,数模转换 12 位双积分 CL7109,通过输入功能键确定每路功能,该仪器自动将采集到的数据送入微机进行数字滤波后再进行处理及运算。该系统预先设定等效硫化时间数学计算模型,而且还具有人工设定功能。

2.3 显示、键盘输入和打印

键盘和显示器采用可编程接口芯片 8279 实现,这样大大减轻单片机管理键盘和显示器的负担,减少了占用 CPU 的时间,从而使单片机更能集中管理测量控制和数据处理。该仪器具有 6 位 LED 显示器。显示器的第 1,2 位显示热电偶埋置轮胎部位序号,后四位显示检测温度结果。

键盘是人为干预机器工作下达完成某种功能命令的通道,它由 22 个键组成,其中有复位键 RST、路数键、定时打印时间间隔设置键、立即打印键、运行键、结束键和 10 个数字键,可以完成参数设置及仪器功能的任务。

打印机接口由自成系统的 TPup-A40 微型打印机、主板总线及 5V 电源组成。可按 CPU 指令定时打印,也可手动实时打印。

3 软件设计

该系统软件用 MCS-51 汇编语言编程,整个软件采用模块结构程序设计方式。软件部分有主程序(初始化、键盘查询)、定时中断服务程序、测温和运算服务程序及其它子程序。该软件主要完成以下功能:参数设定、时间设定、运行、控制模拟开关切换及数模转换、控制数据存储和处理、温度显示及打印等功能。系统程序框图如图 3 所示。

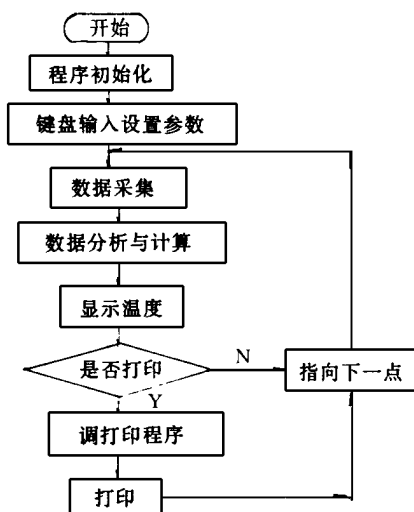


图 3 软件程序框图

4 结语

本文介绍的 WL- 型微电脑硫化测温仪有以下特点:

(1) 有段点保护。该系统运行中一旦断电或强干扰引起程序跑飞,经复位后数据不会丢失。

(2) 除本系统固化软件外,另有一套等效硫化时间计算程序,专供技术人员调试配方使用。例如,轮胎测温后有某部位“过硫”或“欠硫”时,则配方需作改进。借用上一次测温值送入计算机,就可输出该点各时刻等效硫化时间,这样减少了不必要的重复试验。

(3) 该机适应轮胎生产比较恶劣的现场环境,抗干扰能力强。

该产品从 1994 年投产以来已在 20 个厂家使用。实际应用表明,该机能及时、准确地采集轮胎各个部位硫化温度值,可对所采集的数据进行分析、运算,精度高,性能稳定可靠,操作方便,售价低,深受用户欢迎。

收稿日期 1998-04-16

启事 本刊编辑部尚存有少量《第十届全国轮胎技术研讨会论文集》,有需要者请速与编辑部张川同志联系。