

V3.3 版 TC-USB 快速硫化测温仪

朱 博,陈宝珍

(北京橡胶工业研究设计院,北京 100143)

摘要:介绍 V3.3 版 TC-USB 快速硫化测温仪的技术指标、功能特点及实际应用。V3.3 版 TC-USB 快速硫化测温仪主机采用美国原装高精度专用测温模块,通过连接至计算机 USB 口的数据线供电,隔离了现场来自电源系统的干扰,稳定性和可靠性较高;硫化测温软件适用于各种轮胎(包括巨型轮胎)、胶管及橡胶制品的硫化测温及硫化程度分析,在测温过程中可实时显示 20 通道(40 种胶料)的温度及曲线,并同步计算各胶料的等效硫化时间、硫化程度和硫化程度百分比,测温时间长达 500 h。软件可实现测温过程后台录制并具备后台分析功能,可进行试验建模和减时硫化分析。

关键词:硫化测温仪;热电偶;无电源测试;减时硫化分析

中图分类号:TQ330.4+6/+92 **文献标志码:**B **文章编号:**1006-8171(2014)04-0240-05

轮胎的构成材料多样,结构复杂,且橡胶导热性不佳,因此轮胎硫化是一个非稳态的传热过程。轮胎内部存在温度变化和分布,硫化程度不一致。因此,组成轮胎各部件胶料的硫化曲线特性时间 t_{90} 不能直接作为轮胎的硫化时间。确定合适的轮胎硫化条件以及验证目前的硫化条件是否为最佳,是技术人员必须解决的问题。

国内外常用的方法有热电偶测温法、气泡点测温法以及两种方法结合。气泡点测温法适用于轿车轮胎和小型载重轮胎,需要多次硫化解剖分析,局限性较大,且浪费严重。热电偶测温法适用于各种轮胎及橡胶制品,仪器自动完成温度测试及数据的技术分析,被国内外厂家广泛采用。

我院对硫化测温仪的研究和开发时间较长,有一套完整实用的硫化测温技术。由我院研发的 V3.3 版 TC-USB 硫化测温仪已广泛应用于双钱集团股份有限公司、山东玲珑轮胎股份有限公司、泰丰轮胎股份有限公司等国内各大轮胎厂,并远销我国台湾和泰国等地,获得用户一致好评。

1 仪器概况

V3.3 版 TC-USB 快速硫化测温仪采用最先

作者简介:朱博(1980—),男,四川容县人,北京橡胶工业研究设计院工程师,学士,主要从事设备软件的开发与设计工作。

进的美国原装高精度测温模块,与计算机 USB 口连接进行温度采集,对各种型号的热电偶均适用,设备如图 1 所示。试验开始后软件自动进入屏幕录制状态,计算机以每秒 2~3 次的采样速度读取各点温度值并绘制高清时间-温度曲线,在测温过程中实时显示 20 通道(40 种胶料)的温度及曲线,并同步计算各胶料的等效硫化时间、硫化程度和硫化程度百分比,温度及计算结果以 10 s 为周期存入数据库,测温时间长达 500 h。整个试验过程结束后自动生成视频文件,方便用户进行全程回放。



图 1 V3.3 版 TC-USB 硫化测温仪

2 热电偶的选择和处理

2.1 热电偶的工作原理

热电偶工作原理为:2 种不同成分的导体两端焊接后形成回路,测量端即工作端俗称热端,接线端子端俗称冷端,当热端和冷端存在温差时,回

路中产生电流,接入显示仪表,仪表上就会指示与产生的热电动势对应的温度值,电动势随温度升高而增大。该热电动势的大小只与热电偶的材料和两端点的温度有关,与热电偶偶丝的粗细和长短无关。利用热电偶的特性,将具有耐高温绝缘层的热电偶导线埋置于轮胎中要测试的部位,热电偶的导线经过一段同温层引出并接入测温模块中,测温模块根据用户所使用的热电偶型号自动将热电动势转换为温度值,计算机通过 USB 口采集各点的温度值,根据用户输入的每个测温点胶料的参数进行计算、显示并保存。热电偶工作原理如图 2 所示。

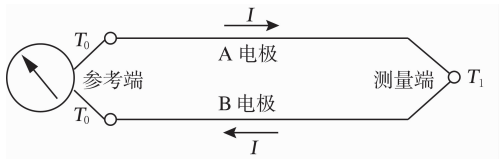


图 2 热电偶工作原理示意

2.2 热电偶的选择

根据热电偶偶丝材质,热电偶主要分为 K、E、S、B、T 和 J 型,其中 T 型热电偶测温范围最适合轮胎测温,且精度较高,尤其是在 100~200℃之间测温精度最高,所以 V3.3 版 TC-USB 快速硫化测温仪标配的热电偶线为精密级 T 型热电偶线。

2.3 热电偶的处理

使用万用表对每根导线进行测试以确保线路可正常连通。将导线一端的两股线头点焊或紧紧扭结在一起,并埋入轮胎内,焊接或扭结的目的是保证导线能够准确传递轮胎内部的温度。导线另一端连接测温仪接线盒。导线两端裸露的线头不宜过长(5~7 mm),以免影响测温结果的准确性甚至引起短路。

选用耐高温和粘性好的白色胶布为每根导线编号,方便辨识。

3 主要性能指标

测温范围	室温~250℃
测温点数	20 点 (也可在 1~20 之间任选)
测温允差	±0.5℃

(使用 T 型热电偶且温度在 0~125℃时)

分辨率	22 位
线性度	0.05%满量程

测温热电偶冷端不需冰点,温度补偿可随室温变化自动实现;温度采样、数据保存和计算的时间间隔为 10 s;测温结束后时间-温度值存入硬盘,以使用户查验、比对和利用;试验时间无限制,可以对任何规格的轮胎和橡胶制品进行测温试验;可同时显示 20 个测温点当前时刻的温度值和时间-温度曲线图,对处于 2 层不同胶料之间的测温点(界面点),可同时显示并分别计算该 2 种胶料的等效硫化时间、硫化程度及硫化程度百分比,并可打印多种报表和曲线。

4 主要功能

本软件除主要的试验功能外,还具有物料及规格数据管理、数据打印、试验建模和试验回放功能,另外还有 EXCEL 表格转换器和计算活化能等小工具供用户使用。

4.1 物料管理

用户在试验前把各种胶料在不同温度下的 t_{90} 输入到物料库,各种轮胎规格的埋线点输入到配方库,以缩短试验准备时间,使试验环境更接近正常生产环境。物料管理界面如图 3 所示。

4.2 输入参数

在输入参数界面输入通道数、试验时间和报警温度,选择测温仪使用的热电偶类型和等效硫化时间的计算公式,系统默认为 T 型热电偶和使用阿累尼乌斯方程计算。

4.3 试验

测试中显示屏显示出各点温度值及温升曲线,分别显示 2 种胶料的等效硫化时间、硫化程度及硫化程度百分比,并自动将数据存盘。出现通道温度异常会有红色闪烁框提示。

硫化机启模时点击“启模”按钮,软件自动记录启模点数据并保存。

在巨型工程机械轮胎硫化过程中,需要剪断测温线进行巨型轮胎的吊装或者搬运时,可暂停试验。恢复测温时,只需点击“继续试验”,系统自动从上次暂停点继续试验。测温仪试验界面如图 4 所示。



图 3 物料管理界面

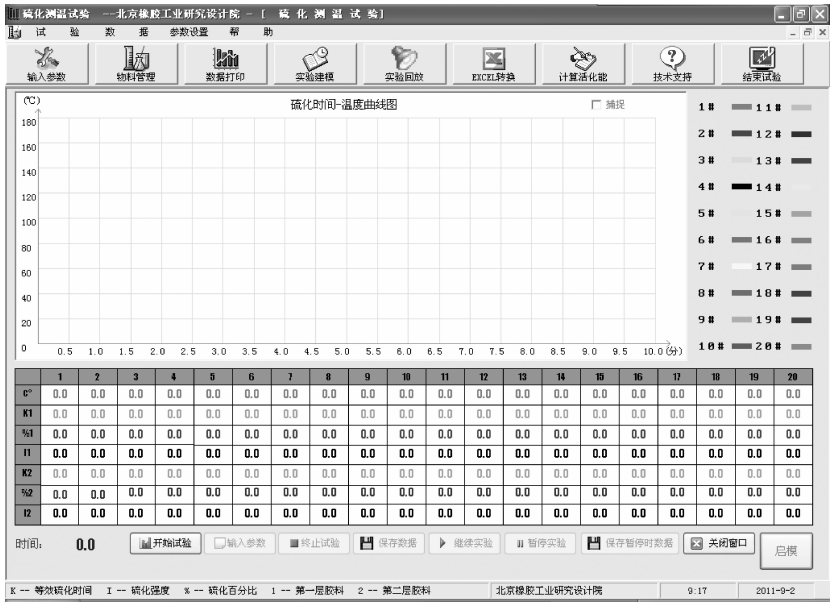


图 4 测温仪试验界面

4.4 试验数据统计与打印

测试完毕可将试验数据存盘并打印出各次试验的相关数据,也可选择打印硫化程度百分比数据表、硫化程度 100%数据表、硫化程度 120%数据表、硫化最高温度表和启模点数据。数据查询条件选择界面如图 5 所示。

硫化程度 100%数据查询选择界面如图 6 所示。软件自动将达到 100%硫化程度的通道按照到达时间先后顺序排列。方便用户进行横向和纵向的对比。实际生产中,一般要求轮胎硫化程度最低的部位达到 120%,因此软件把硫化程度达

到 100%和 120%的数据都加入数据统计中,方便用户查看。

软件可打印单通道或多个通道组合的曲线图,方便比对。



图 5 数据查询条件选择界面

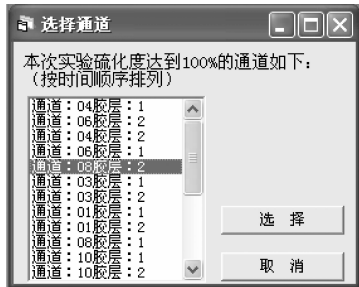


图 6 硫化程度 100% 数据查询选择界面

本软件有 3 种温度曲线显示方式: 所有通道曲线显示、任意选择通道曲线显示和所有通道曲线试验过程高清图显示。前两种显示方式都可以勾选捕捉和放大曲线进行细致分析和观察。坐标点精度为每 10 s 一点。第 3 种显示方式是将试

验曲线以高清方式显示, 完全呈现试验曲线, 坐标点精度为每秒 2~3 点。在第 3 种显示方式下可以勾选放大曲线, 但是不能进行捕捉操作。在对上下模位置点进行对比分析时勾选图像放大可以清晰地看到曲线的细微区别, 类似 Windows XP 系统的放大镜功能。使用捕捉功能, 清晰地显示任意一点的时间/温度。这 2 项辅助功能可有效地帮助用户对曲线进行细致分析。时间-温度曲线如图 7 所示。

4.5 试验建模

本测温仪还具有试验建模功能, 可通过修改试验条件重新计算任意一次的试验结果。选择数据源后, 试验分析界面如图 8 所示。在界面中可

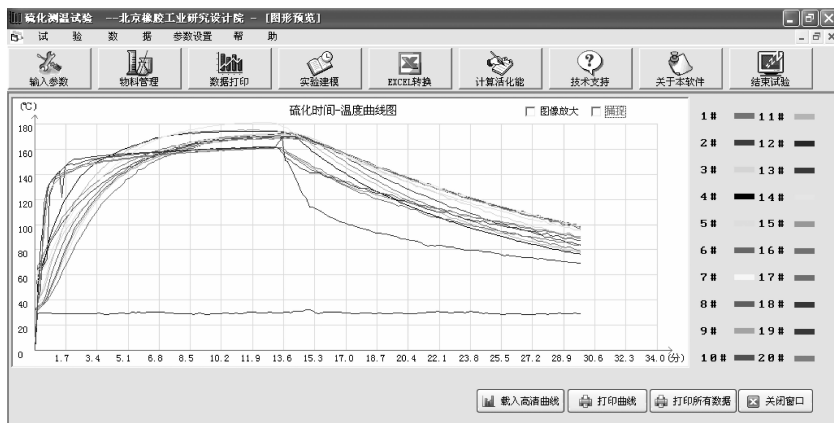


图 7 时间-温度曲线



图 8 试验分析界面

以修改与试验相关的所有参数,包括埋线点胶料种类、胶料 t_{90} 、计算公式和试验结束时间。根据新输入的参数,采用数据源的时间/温度数据,重新计算最终试验结果。

试验结果的计算有实际分析和模拟分析2种。实际分析的结果表示试验进行到输入的时间停止后得到各通道最后计算结果(包括等效硫化时间、硫化程度、硫化程度百分比)。模拟分析主要应用于减少硫化时间模拟计算,分为2种情况:第1种是输入时间点在后模后,即数据源对应的试验点已经进入后硫化阶段,最后计算的结果不模拟加入后硫化效应,与实际分析得到的结果一致;第2种是输入时间点在后模前,模拟分析加入了计算机模拟的后硫化效应,该试验结果更加贴近减少硫化时间后的实际结果。后硫化效应在整个硫化过程中占有很大比重,在计算硫化程度时应考虑后硫化效应。通过模拟分析进行模拟减时硫化计算,再配合气泡点测温法进行实际分析,大大提高了制定和优化硫化工艺的速度,减少了轮胎和能源浪费。

4.6 曲线拟合

可选择任意通道的温升曲线进行重新拟合,方便用户比对各检测点的温升情况。

4.7 试验回放

本软件具有试验过程全程录制功能,可以全程录制试验过程,包括数据显示、鼠标轨迹、人员及其他计算机操作。如果需要查看已经录制的试验视频,点击工具栏中“实验回放”即可。

视频的后台录制可随试验的启动和暂停实现录制和暂停录制,可以保证整个试验过程的精确录制。

在试验回放界面右侧视频文件列表中选择需要查看的试验录像,即可播放试验录屏画面,画面

下方设有时间进度条可以拖动,方便用户查看任意时刻的试验状态。

视频文件采用高压压缩比算法进行录制,1 h 视频文件大小约为 18 MB,因此观看试验回放时建议采用全屏播放方式。本软件生成的视频文件支持所有的视频播放器,通用方便。

4.8 其他

(1)无外接电源测试。由于温度采集模块能耗较低,且与计算机之间通过 USB 口连接,因此可通过计算机为模块供电,无需外接电源,使用方便。

(2)低噪声测试。温度采集模块采用光隔离和低功耗设计,且无需连接现场电源,因此现场干扰不会进入系统,从而有效保证了系统安全和测试过程低噪声。

(3)异常温度处理。当热电偶导线在合模时被压断或脱开时,本测温点的温度会表现为异常,测温仪自动做出相应的异常温度处理,并有报警提示。

(4)计算机异常处理。当计算机出现异常死机、断电和软件非法操作导致试验过程异常中断后,可通过手动设置进行测温数据的恢复,减小损失。

5 结语

进行硫化测温的主要目的为测试并记录硫化过程中轮胎各部位温度的真实状况及胶料的硫化程度;验证上、下胎里及上、下模具的温差。V3.3 版 TC-USB 快速硫化测温仪已被各大轮胎企业普遍采用,使配方工程师能准确全面地把握轮胎真实的硫化程度,在制定硫化体系,改善硫化工艺和工况时为技术人员提供了强有力的依据。

第7届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文

橡胶组合物及充气轮胎

中图分类号:TQ336.1;U463.341 文献标志码:D

由住友橡胶工业株式会社申请的专利(公开号 CN 103492473A,公开日期 2014-01-01)“橡胶组合物及充气轮胎”,涉及的胶料配方中含有橡胶、合计用量为30~150份的氮吸附比表面

积分别为 $100 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 以下和 $180 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 以上的二氧化硅,以及5份以上的至少一端被特定化合物改性而成的共轭二烯系聚合物。采用该胶料的充气轮胎的湿地抓着性能、耐磨性能及操纵稳定性良好,油耗低。

(本刊编辑部 马 晓)