

基金项目:广东省普通高校产品包装与物流重点实验室开放基金(111129A4N11712)
先进纺织材料与制备技术教育部重点实验室优秀青年人才培养基金(18050032241109)

摘要: 综述了物流防损标签的发展现状,分别对碰撞指示标签、倾倒指示标签和温度指示标签的原理、适用范围和选用原则进行了阐述,并着重介绍了目前常用的各类物流防损标签的特点。提出定量研究物流防损标签的精度及其影响因素的关系,构建标签响应值与各激励因素的预测模型,将物联网技术应用于物流防损标签实现对货物的实时监测,是今后研究的重点。

关键词: 物流防损标签、碰撞指示、倾倒指示、温度指示

物流防损标签的发展现状

文/高铭 鄂玉萍(浙江理工大学材料与纺织学院)

一、概述

物流过程包括运输、装卸、搬运、仓储等多个环节,多种物流形式之间的高频度转换以及物流过程中的振动、跌落、倾翻、温度和湿度的急剧变化等,造成产品损伤失效的几率增加,每年由此引发的经济损失已超过千亿元,由于人为操作不当引起的一些高值产品、精密仪器、特殊产品如武器、弹药、古董等的破损失效导致的损失更是不可估量。然而,传统的物流过程无法直接跟踪监测,发生产品破损后很难厘清责任方,这是物流行业目前普遍存在的现象,困扰着生产企业和运输部门。

如今,一些大型、贵重、精密、易损及对温度有要求的货物开始使用物流防损标签来动态跟踪监测物流质量。物流防损标签实质上是粘贴于货物外包装箱或货物外表面上的防损检测传感器,当包装箱或货物遭受到设定范围(如冲击力、倾斜度、容许温度等)以外的损害时,防损检测传感器显示窗口就会发生变化,从而指示产品在运输或存储过程中经受了不当操作。物流防损标签的使用使产品在整个物流过程中始终处于严格的监测控制之中,极大地降低了货运中的人为损坏。

二、物流防损标签的发展现状

物流防损标签可根据不同产品的防护要求设定不同的测量参数值和触发值以达到监控的目的。目前使用的物流防损标签主要有以下几类:

(一)碰撞冲击指示标签

碰撞冲击指示标签是一种粘贴于产品外包装纸箱上的强力胶

贴标签,当指示标签所受外力超出其设定范围时,中间的晶管便会由白色变成红色,且变色后颜色不再改变,广泛用于运输过程货物的监视,起到警示人们对产品轻拿轻放,防止震动的作用。

1.碰撞冲击指示标签的原理

(1)液体型碰撞冲击指示标签

液体型碰撞冲击指示标签一般是利用储液筒内盛装无色或有色液体在超过预定冲击力的作用下,克服液体粘度和张力,突破气液界面进入显示区^[1,2]。如果飞出的液体是带颜色的,则直接指示所受到的冲击或碰撞;如果飞出的无色液体或有色液体在显示区内与显示区原有液体反应或与显示区管壁上的固体物质反应,也可指示物流过程中有冲击碰撞事故的发生。

碰撞冲击指示标签所能承受的最小冲击加速度与液体张力和粘度有关。当液体性质与储液筒内表面一定时,改变储液筒直径可制成不同灵敏度的碰撞冲击指示标签,指示货物所受到的不同碰撞冲击力;当储液筒直径一定时,选取不同张力和粘度的液体也可制成不同灵敏度的碰撞冲击指示标签。

(2)电子型碰撞冲击指示标签

电子型碰撞冲击指示标签是利用电子元件、电子程序等制作的一种标签^[3-5]。该类型指示标签采用模块化结构设计,主要由电源模块、显示模块、控制模块和事件感应模块等构成,能够对物流过程中碰撞冲击事件的发生时间和次数进行记录,并存储于处理器中,同时被记录的信息还可通过显示模块显示或通过数据端口输出。

(3)机械型碰撞冲击指示标签

机械型碰撞冲击指示标签的事件感应部分和信息采集部分与电子型碰撞冲击指示标签类似,不同之处在于其显示部分是利用微型电机驱动具有色条的显示辊^[6]。当信息采集部分采集到报警信号后,向微型电机发出短暂但足以驱动显示辊转动的启动信号,微型电机带动显示辊转动,显示辊上报警的色条转动到对应窗口的位置,从而通过窗口即可以直接观察到信息。

2.碰撞冲击指示标签的适用范围和选用原则

碰撞冲击指示标签能够用于监测和控制货物在运输过程中受到的碰撞与冲击,可用于影印设备、摄影器材、电视、电脑、DV、电子设备、音响设备、电话通信设备、汽车发动机及零部件、玻璃制品、精

产业研发 本栏目责任编辑 蒋嘉

密部件、家具、灯饰、生物制品、化学物品、显影液、航空航天设备、航天通讯、航空网络服务器系统等。

这类指示标签在选用时,需要考虑以下因素:

(1) 货物体积越大,重量越重,应选择敏感度越高的碰撞冲击指示标签;

(2) 包装材料本身强度较高,包装结构比较稳定可靠时,可适当降低碰撞冲击指示标签的敏感度等级;

(3) 货物本身的精密程度越高,应选择敏感度越高的碰撞冲击指示标签;

(4) 产品的关键部位和重量中心也是选择碰撞冲击指示标签时应当考虑的因素;

(5) 碰撞指示标签总是粘贴在货物外包装箱的右上角,货物越重,标签粘贴的位置也应越低。

3. 目前常用的碰撞冲击指示标签产品

(1) MAG 2000大型碰撞指示标签

MAG2000是由ShockWatch公司提供的一种专门用于大型货物、集装箱运输以及航空货运的碰撞指示器^[7],它不但可以显示货物受到过碰撞,还能显示受力方向。MAG2000采用两个已经调谐的高敏感度的磁铁,当标签受到超出承受范围的碰撞后,中间的红色磁片被迫偏离原先位置并指向外力方向,从而显示出碰撞的方向和严重程度。碰撞事件经过确认后,还可使用特制的钥匙打开显示标签的盖子,使被激活的显示标签重置,以便再次使用。



(2) ShockWatch-Label碰撞显示标签

Shockwatch-Label碰撞冲击指示标签的外形是八角形,具有5个敏感度等级^[7],分别用黄、紫、红、橙、绿五种颜色来表示,其中黄色最敏感,绿色最不敏感。每个标签的正面下方标了该标签的激活时的外界冲击力大小。当指示标签所受外力超出其设定范围时,中间的晶管便会由白色变成红色。



图2 Shockwatch-Label碰撞冲击指示标签

(3) DropSpot跌落冲击指示标签

DropSpot跌落冲击指示标签有三种规格,分别用蓝绿色、深蓝色和天蓝色三种颜色来表示10G、15G和25G三个敏感度等级^[7]。当指示标签所受外力超出其设定范围时,上下两个显示区便会由白色变成明亮的红色,指示物流过程中跌落冲击事件的发生。



(4) ShockWatch-Clip微型碰撞指示器

微型碰撞指示标签体积纤小,可直接装在产品上以便更真实地了解产品所经历的物流条件^[7]。与ShockWatch-Label一样,当标签受到的外力超过承受范围时,中间的晶管会由白色变为红色。每个微型碰撞指示标签的正面都标示有该标签所能承受的碰撞力度,以便消费者根据实际需要灵活选取。目前ShockWatch公司提供的微型碰撞指示标签产品的规格如表1所示:

表1 微型碰撞指示标签产品的主要规格

指示标签类型	特征描述	敏感度等级	使用场合
单窗单晶管	变色部分只有一段可见的窗口,可以装在产品上	监视范围接近360°,敏感度范围10~100G	可包埋或粘附在产品上,反映产品所经历的真实物流条件
微型单窗单晶管	变色部分只有一段可见的窗口,尺寸更纤小,适合装在更小型的产品上	监视范围接近360°,敏感度范围10~100G	可包埋或粘附在体型更小的产品上,如移动通讯设备,手持电子产品或军火
双窗单晶管	变色部分有两段可见的窗口,适合对外界碰撞高度敏感的产品	可监视360°范围内的碰撞冲击,敏感度范围10~100G	可包埋或粘附在产品上,如网络设备,医疗设备或电子设备
单窗双晶管	具有两根晶管,变色部分只有一段可见的窗口,适合对外界碰撞高度敏感且尺寸更小的产品	可监视360°范围内的碰撞冲击,敏感度范围10~100G	可包埋或粘附在体型更小的产品上,如移动通讯设备,手持电子产品或标定的机械产品
多敏感度指示标签	变色部分有三段可见的窗口,能够同时指示低/中/高三个水平的碰撞冲击	同时具备25G、50G和75G三个敏感度,每个敏感度等级均可实现360°范围的监视	跌落测试中确定包装的跌落敏感度,为包装工程师,物流分析师,产品设计师,生产工程师提供一种冲击诊断分析工具

(5) Drop N Tell 冲击指示标签

Drop N Tell 冲击指示标签粘贴于货物外包装箱上,将中部横向的银色铁丝取下则标签开始启用。当产品所受的外力超出其设定范围时,标签中部箭头形状的显示区便会由红色变成黑色。每个标

签的正面标示的数字表示该标签的敏感度等级。该类标签提供有六种敏感度等级的产品,分别为5G、10G、15G、25G、50G和100G,用户可以根据实际需求选用。



图4 Drop N Tell 冲击指示标签

(二) 倾倒指示标签

倾倒指示标签适用于在运输过程中要求必须保持直立的货物,如大型精密仪器、头重脚轻的设备、大型玻璃制品等对放置方向有严格要求的货物。倾倒指示标签通常为扁平状盒体,由盒体正板和背板构成,背板外侧是高强度胶贴,正板通常设置透明的观察窗口。

1. 倾倒指示标签的原理

(1) 利用非磁性彩珠倾斜时滚落观察通道指示倾倒事故

这类指示标签在盒体背板上设置容珠槽^[8、9],其截面为倒置的等腰三角形或等腰梯形,容珠槽内放置至少一只非磁性彩珠,背板上通过在不同位置设置的挡板形成彩珠的移动通道。当产品发生倾斜时,容珠槽中的彩珠会沿移动通道流入盒体下部的警示区域以便观察。

为了能够进行多倾斜角度的倾倒监测,可依据不同的角度设置相应的彩珠移动通道^[10],如设置向左和向右的两组通道,每组通道由至少两个倾斜的隔槽和连通各隔槽的通道组成,每组隔槽的倾斜角度向盒体侧壁方向由内向外逐个递增,相邻隔槽之间外隔槽的入口高度大于内隔槽入口高度,当倾斜角度大于第一隔槽时,彩珠滚入其后的隔槽,从而实现多倾斜角度的监视和指示倾斜角度。

(2) 利用带色颜料的移动痕迹指示倾倒事故

这类指示标签用有色粉末颜料代替非磁性彩珠,利用带色粉末颜料的移动痕迹来标示货物的倾斜情况^[11]。当货物偏离垂直方向 $\pm 45^\circ$ 时标签即被激活,有色的粉末粘在箭头部分透明的显示窗上,指示货物曾发生倾斜。

2. 倾倒指示标签的适用范围

倾倒指示标签可以监控整个流通过程中货物是否发生倾斜和倒置,主要用于大型精密部件、冷藏设备、大型电脑系统、头重脚轻的设备、网络信息系统、电子通讯设备、医疗设备、大型玻璃制品等。

3. 目前常用的倾倒指示标签产品

(1) Tiltwatch倾倒指示标签

Tiltwatch倾倒指示标签粘贴在货物外包装箱的某一个平面上,在正常搬运或振动条件下不会被激活,只有当货物与该平面垂直方向偏离 $80^\circ \pm 5\%$ 时标签才会被激活^[7],显示窗由黑色变为红色,显示出货物在运输或仓储中是否被倾斜、横放或倒置。



图5 Tiltwatch倾倒指示标签

(2) Tiltwatch Plus多角度倾倒指示标签

Tiltwatch Plus多角度倾倒指示标签实际上是由三个独立的倾倒指示器集合而成^[7],第一个指示器中非磁性铜珠所在的通道可指示产品向左倾斜的真实角度,第二个指示器中非磁性铜珠所在的通道可指示产品向右倾斜的真实角度,第三个指示器中的非磁性铜珠可指示货物是否被横放或倒置。Tiltwatch Plus标签能够全方位的监测货物在物流过程中的倾斜情况。

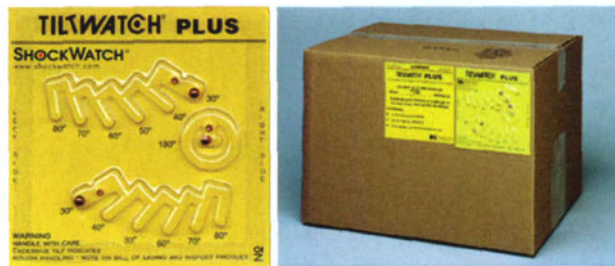


图6 Tiltwatch Plus多角度倾倒指示标签

(3) Tip N Tell倾倒指示标签

Tip N Tell倾倒指示标签是利用带色粉末颜料的移动痕迹来标示货物的倾斜情况。在盒体背板上设置人字形凹槽,凹槽上设有一开口,开口下方的凹槽中装有蓝色颜料,开口上方的盒体正面盖板上设有黏胶。当产品发生左右 45° 倾斜时,蓝色粉末随之倾倒在移动过程中被粘胶粘附在盖板上,留下移动的痕迹,透过盖板的透明材料可以观察到粉末的移动情况。



图7 Tip N Tell倾倒指示标签

3.目前常用的温度指示标签产品

©1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

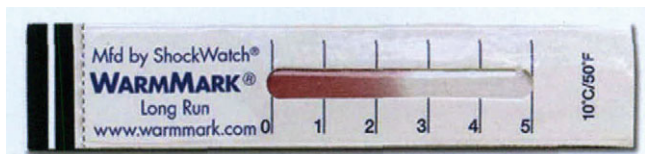


图10 WarmMark-Long Run指示标签

(4) WarmMark-Duo 指示标签

WarmMark-Duo温度指示标签相对于WarmMark-Long Run温度指示标签来说,能够更长时间地监控温度的变化。与WarmMark-Long Run温度指示标签不同的是它具有两个温度水平,当实际温度超过两个温度阈值中较低的温度时,红色就会移动并通过显示窗(时间通道)指示暴露的时间;当温度又重新低于该温度阈值时,红色停止移动;当实际温度超过两个温度阈值中较高的温度时,右侧的指示窗就会变成红色,这种不可逆的记录能够让客户一目了然地了解产品在运输或储放期间是否已经暴露在不适宜的温度下以及暴露在不适宜温度下的时间。

WarmMark-Duo温度指示标签的标准温度阈值为10 和34 ,也可根据客户需要而特别定制。当产品暴露在高于10 低于34 温度环境中3天则左边第一个窗口会变红,8天红色会移动到第二个窗口,14天后三个窗口均变成红色;当温度进一步升高,超过34 时,右侧的圆形显示窗变成红色^[7]。

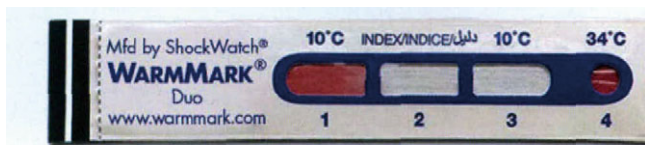


图11 WarmMark-Duo 指示标签

三、物流防损标签的发展趋势

目前市面上的物流防损标签多数为SHOCK WATCH公司生产,该公司的产品在技术上、类型上、精确度上都处于先进水平,并且积累了大量的经验,可根据用户需要进行特殊产品的定制开发,在物流防损标签市场上的竞争优势明显。国内的物流防损标签原理简单、成本低廉,但常会发生正常运输条件下标签被错误激活、标签受到外力冲击时不发生变化、标签粘接牢度不够,易脱落丢失、标签有效时间不长等问题。

因此,采用高度可靠的组件来保证系统的稳定性,进一步研究物流防损标签的精度及其影响因素,提高标签的灵敏度是目前急需解决的问题。对于温度指示标签,构建较为精确的时间-温度-响应值模型,预测冷链物流中商品的货架寿命是目前的研究热点。

一些新型材料也可用于物流防损标签中以提高标签的精度和可靠性,如高分子凝胶材料。高分子凝胶具有很高的智能性,是一种物理性质、化学性质可随外界环境而变化的凝胶,当这种凝胶受到环境刺激时就会随之响应,即当溶液的组成、pH值、离子强度、温度、光强、电场等刺激信号发生变化时,或受到特异的化学物质刺激时,凝胶就会发生突变,呈现相转变行为,因此高分子凝胶用于温度指示标签也将具有一定的应用前景。

随着现代信息技术和物联网的发展,未来的物流防损标签还

参考文献:

- [1]万俊生.碰撞冲击指示器[P].中国.实用新型专利:CN2723989Y, 2005:9
- [2]严少敏.液体型物流监视器[P].中国.发明专利:CN101936753A, 2011:1
- [3]严少敏.一种物流监视器[P].中国.发明专利:CN101958014A, 2011:1
- [4]严少敏.一种物体动态记录及分析系统及其工作方法[P].中国.发明专利:CN102289853A, 2011:1
- [5]张凯临,付圣雪.一种多功能输运状态检测记录装置和检测方法[P].中国.发明专利:CN1696621A, 2005:11
- [6]严少敏.物流监视器[P].中国.实用新型专利:CN201498036U, 2010:6
- [7]ShockWatch. Smart solutions for safe transit [EB/OL]. <http://www.shockwatch.com/monitoring-devices/>. 2012:11
- [8]牛为民.倾斜监视窗[P].中国.实用新型专利:CN 2217782 Y, 1996:1
- [9]严少敏.物体倾斜监视器[P].中国.实用新型专利:CN 20093999 Y, 2007:8
- [10]严少敏.多角度物体倾斜监视器[P].中国.实用新型专利:CN200964250Y, 2007:10
- [11]严少敏.一种物体倾斜监视器[P].中国.实用新型专利:CN 201355249Y, 2009:2
- [12]郑伟洲,卢立新.时间温度指示器在低温流通食品包装上的研究现状及其应用[J].包装工程.2010, 31(23):105-109.
- [13]George Petee Wachtell. Time Temperature Integrating indicator device and method [P].US, 3965741, June 29, 1976:2
- [14]Ronald J.Veitch, Helmut Jakusch, Peter Heilmann. Temperature indicator for deep frozen products [P].US, 5490476, Feb.13, 1996:2
- [15]吕志业,卢立新.碱性脂肪酶时间温度指示器变色效应的研究[J].包装工程.2009:2
- [16]宁鹏,费英,徐幸莲等.碱性脂肪酶型时间-温度指示卡反应体系的研究[J].南京农业大学学报,2009:1
- [17]Sigmund Hoffman.Frozen Food Thawing Indicator [P].US, 2553369, Nov.16, 1948:1
- [18]蔡华伟,任发政,张恒涛,等.淀粉酶型时间-温度指示卡的研制[J].食品科学.2006:11
- [19]卢立新,贾增芹,蔡莹.微生物型低温流通物品时间温度指示器[P].中国.发明专利:CN102507576A, 2012:6
- [20]谷雪莲,杜巍,华泽钊,等.预测牛乳货架期的时间-温度指示器的研制[J].农业工程学报.2005:10
- [21]谷雪莲,刘宝林,华泽钊等.电子式时间-温度指示器检测牛乳货架期的实验研究[J].食品科学.2006:10

作者简介:高铭,浙江理工大学包装工程专业本科生。鄂玉萍,博士,浙江理工大学讲师,主要研究方向为运输包装,包装物流防护,整体包装设计。