

信息技术在印刷包装防伪上的应用研究进展

刘丽, 杨文杰, 汪雅婷, 刘丹飞, 钟云飞

(湖南工业大学 包装与材料工程学院, 株洲 412007)

摘要: **目的** 综述了信息技术在印刷包装防伪上的应用研究进展。**方法** 根据现有文献介绍信息技术在印刷包装防伪上的应用研究进展, 重点介绍与智能标签、网络通信技术、数字图像处理技术结合的印刷包装防伪机理与应用案例; 分析无线射频识别系统与防伪结合的应用研究; 然后介绍移动互联网、通信技术在印刷包装防伪中的应用研究; 最后介绍基于图像处理技术的印刷包装防伪应用, 拓展信息技术在印刷包装防伪上的应用领域。**结果** 随着现代科技的高速发展、市场的需求和人们防伪意识的增强, 防伪技术的改进成为必然的选择。与印刷包装结合的新型防伪技术也将不断朝着智能化、大众化前进。**结论** 随着高端智能信息技术的快速发展, 信息防伪的应用潜力巨大, 信息防伪在印刷包装上的应用前景非常可观。

关键词: 信息技术; 智能标签; 网络通信; 数字图像处理; 防伪; 包装印刷

中图分类号: TS896; TS895 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)09-0216-08

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.09.034

Application and Research Progress of Information Technology in Printing and Packaging Anti-counterfeiting

LIU Li, YANG Wen-jie, WANG Ya-ting, LIU Dan-fei, ZHONG Yun-fei

(School of Packaging and Materials Engineering, Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

ABSTRACT: This paper aims to summarize the application and research progress of information technology in printing and packaging anti-counterfeiting. The application and research progress of information technology in printing and packaging anti-counterfeiting was introduced in details according to existing literatures. The printing and packaging anti-counterfeiting mechanism and application cases combined with intelligent label, network communication technology and digital image processing technology were introduced emphatically. The application of the combination of radio frequency identification system and anti-counterfeiting was analyzed. Then it introduced the application research of anti-counterfeit printing and packaging based on mobile Internet and communication technology. Finally, the application of printing packaging anti-counterfeiting based on image processing technology was introduced, and the application field of information technology in printing and packaging anti-counterfeiting was expanded. With the rapid development of modern science & technology, the enhancement of market demand, and people's awareness of anti-counterfeiting, the improvement of anti-counterfeiting technology has become an inevitable choice. New anti-counterfeiting technology com-

收稿日期: 2019-01-17

基金项目: 湖南省自然科学基金 (2016JJ6034); 湖南省普通高校产业化培育项目 (15CY003); 湖南省高等学校产学研示范基地 (2014-117); 全国大学生创新创业培训项目 (第 40 号批准书 [2017]); 湖南省大学生项目研究与创新实验计划 (批准书第 205 号 [2017]); 湖南工业大学生研究性学习与创新实验计划 (批准号 1 [2017])

作者简介: 刘丽 (1996—), 女, 本科生, 专业为印刷工程。

通信作者: 钟云飞 (1975—), 男, 湖南工业大学教授、硕导, 主要研究方向为图形图像处理与模式识别、版权保护。

bined with printing and packaging will continue to be intelligent and popular. With the rapid development of advanced intelligent information technology, the application potential of information anti-counterfeiting is huge and the application prospect of information anti-counterfeiting inprinting and packaging is very considerable.

KEY WORDS: information technology; intelligent label; network communication; digital image processing; anti-counterfeiting; packaging and printing

20 世纪 90 年代以来，随着经济全球化的发展，电子计算机的普及应用和与现代通信技术的有机结合，我国的电子信息技术行业得到了外界冲击，并进一步发展普及。进入 21 世纪后，人们的防伪意识越来越强烈，而传统的防伪方式弊端初显，伪冒产品事件层出不穷，给商家造成了经济和信誉上的双重损失。人们开始将新型的信息技术应用到防伪中来，它对于提高产品的安全性，以及在溯源方面可以起到很好的作用，为商家和消费者带来了福音。

1 基于信息技术的防伪方法

信息防伪技术是将防伪与数字图像处理技术、网络通信技术、智能标签等结合，见图 1，通过一定的途径来获取产品的信息，从而来辨别产品的真假。以电码防伪为开端，近年来开发了许多的新型的信息防伪技术，如与 RFID 结合的多项新型防伪技术、数码防伪技术、智能包装防伪技术、智能材料防伪技术、纹理防伪技术、基于手机移动端的防伪技术等。信息防伪拉近了消费者与商品生产厂家之间的距离，也建立了自己的防伪体系，商品在售出后可跟踪可查询，可举报可投诉，建立了全方位、即时社会化防伪打假网络^[1]。

信息技术防伪的出现，使得防伪的功能得到了延伸，可与其他防伪方式进行有机结合，实现双重、多重的防伪。在产品的追踪与溯源方面渐渐完善，满足了商家对产品防伪的需求，能最大程度上避免商家经济损失^[2]。

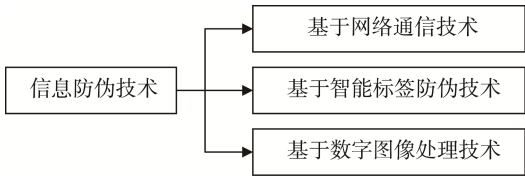


图 1 信息防伪技术的分类
Fig.1 Classification of information anti-counterfeiting technology

2 基于信息技术的防伪方法的研究进展

信息防伪技术可以在不影响产品质量的条件下，结合高新技术手段传达产品中或产品结构中存在的隐含信息或缺乏信息，从而说明产品的真伪情况，用于防伪识别的信息大多都是不可见的。

2.1 智能标签防伪技术

智能标签通常称为无线射频识别(RFID)标签^[3-8]，通过无线电信号之间的感应，识别特定目标并读写相关数据。射频识别标签由微芯片与微型天线组成，将产品的相关信息存储在芯片内，天线用于发射信号，每个标签都具有独一的编码。标签进入感应磁场接收解读器发出的射频信号，通过识别感应获得一定的能量，从而激发芯片中的存储信息。解读器对传递的信息进行解码，然后送至中央信息处理系统对数据进一步处理，见图 2。如椭圆曲线密码(ECC)处理器适用于被动超高频(UHF)射频识别(RFID)标签，可用于钞票认证和防伪^[9]。

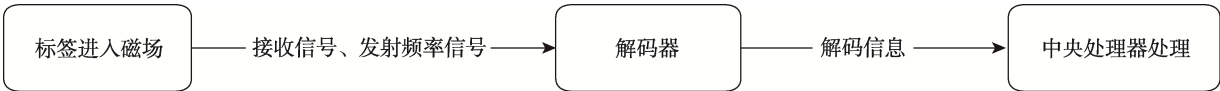


图 2 RFID 标签防伪原理
Fig.2 Anti-counterfeiting principle of RFID tag

2.1.1 基于 RFID 标签的防伪技术

温州沸鼎智能科技有限公司研制的防转移功能的无线射频标签^[10]，将智能标签与全铝易碎防伪相结合，使用特制易碎纸对双面天线线圈采用高精度铝蚀刻，使其具有了一撕即毁的功能，实现了真正的一物一码，避免了标签被重复利用。通过瓶盖的独特结构^[11]来与 RFID 标签进行结合互补，从技术上实现了

彻底防伪。有一种将 RFID 射频识别技术和数字水印技术相结合的防伪技术^[12]，借鉴了分布式 RFID 技术^[13]，将解密算法和签名算法结合应用，加强了对电子标签信息的完整性保护，防止被篡改和信息泄露，并通过校验标签反馈防伪算法数据，实现标签的物理防伪^[14]。

在 RFID 技术发展的同时，NFC 技术也获得了快

速的发展。NFC 技术是一种高频无线通信技术,可以与移动端设备^[15]进行一定距离的信息传递。将两者结合,可以把 RFID 作信息存储,置于对象商品中,把内置 NFC 的移动端设备对 RFID 的阅读器来获取信息,最后借助服务端相关应用和算法来识别商品的真假^[16]。IC 卡芯片方和数据库服务器 DBS 方可实施双向动态更新,同时加入区块链技术,使得 IC 标签克隆和数据库泄密无法实现^[17],通过观察子帧中的时隙状态,读取器估计标签数量,并快速调整帧长度以匹配待办事项的数量,提高了标签数量估计的准确性^[18]。

2.1.2 RFID 标签防伪的应用

在商品防伪^[19]中,对商品的标签进行发行处理,具有一物一码的特性,可以通过网络化的扫描方式进行验证,见图 3。RFID 具有通用简单、易于识别,安全程度高、不易仿制等特点。生活中假票据事件屡有发生,在票务方面^[20]进行防伪较为迫切,同时也十分方便。采用 RFID 电子门票,既能提高效率,也能起到防伪的作用。

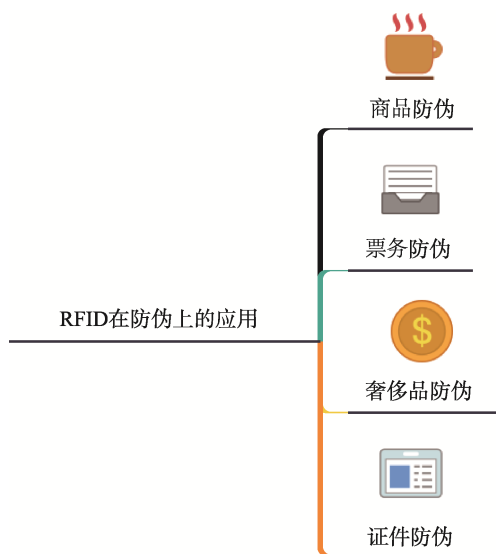


图3 RFID技术在防伪上的应用

Fig.3 Application of RFID technology in anti-counterfeiting

2.2 基于网络通信的信息防伪技术

2.2.1 基本介绍

基于网络通信的信息防伪技术,主要是由通信移动端、中心数据库结合各种识别技术、遥感技术等信息技术和防伪技术有机的结合实现的防伪技术系统,整个系统的工作原理见图 4。

与先进网络通信技术结合的信息防伪有最显著的 2 个优点:可以将有用、准确、及时的信息提供给任何时间、任何地点的任何客户;可以无接触、远距离的传递和交流信息,可以在传递中识别,提高了识别效率,方便快捷^[21]。

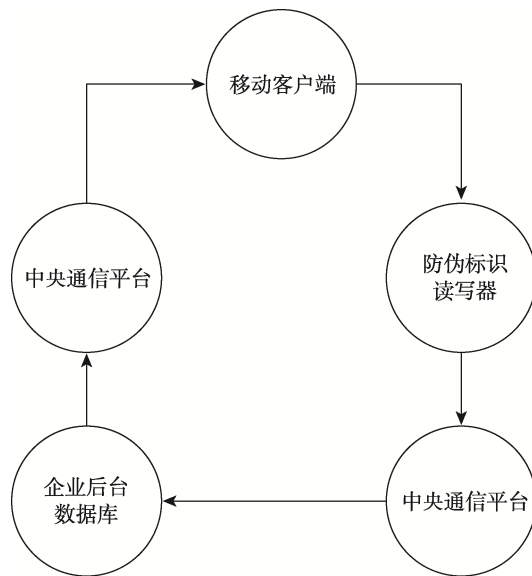


图4 通信防伪基本流程

Fig.4 Basic flow chart of communication anti-counterfeiting

2.2.2 研究及应用情况

互联网云平台灵活、可扩展的在线服务,为防伪带来了巨大的好处,在达到防伪功能时,也考虑到了成本收益与利润效益的问题^[22]。例如:采用先进的近场通信技术和智能卡应用程序,通过对个人识别的图像元数据隐写在数字图像中,由智能手机在线或离线时都能使用小程序安全的验证编码防伪^[23]。还有通过对定位的地理位置与时间信息进行处理得到防伪信息,与原防伪标识中的数据进行了对比,在防伪检测与后续的处理上都实现了一步到位,能及时将信息传递给执法机构^[24]。用具有清晰纹理的包装材料制成防伪标识物并对每一枚标识物材料的特殊记号进行编号与建档、存入防伪数据库中,可通过互联网、传真、电话查询编号以便辨别真伪^[25]。

2.2.2.1 在农牧业中的研究应用

在农牧业中更注重的是一个防伪溯源的问题。以往的溯源系统应用模式太过单一且应用成本太高,缺乏对农业产品的监督、销售、各种数据分析等系统的联系与合并,而采用互联网应用开发技术实现了电脑端与移动端之间的兼容,以及用防伪码辅助移动端的无插件视频播放建立的高效的防伪溯源渠道^[26]。产品丢失事件常有发生,为解决这一问题,基于移动端进行开发^[27]借助日益兴起的物联网技术,特别是结合 GPS 定位系统对海参进行定位,当海参养殖到一定大小时,即可通过与 GPS 定位系统相链接的移动端对其进行捞捕。还有学者研究了一种定位芯片远程防伪鉴定系统与方法,能够通过特定的定位芯片对各方进行监管,实现实时有效的检测并达到防伪的目的^[28]。

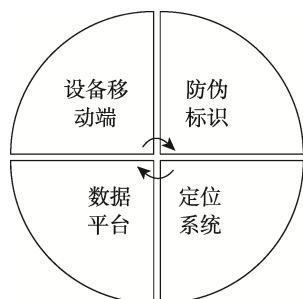


图5 溯源基本流程

Fig.5 Basic traceability process

2.2.2.2 在物流、虚拟货币、药品中的研究应用

在口岸管理的监管上主要是通过 NFC 手机进入查验程序,对比集装箱上 NFC 电子铅封的合法性,若是已获批供港鲜活农产品时施行免验实现快速通关^[29]。在我国公路物流运输中使用近场通信 NFC 信息记录器与多个移动终端(包括防伪信息监控器、收费设备与认证服务器)通过移动通信网络的信息的交互来完成数据的传输与认证,在一定程度上完成了对货物商品的防伪检测^[30],由此产生了使用 NFC 手机对标签进行读写后将数据通过通信网络传回给手机移动端进行防伪验证,此类方法都在一定程度上提高了防伪等级,也利于物流的管理,但是没有针对窜货与物品丢失的问题采取措施^[31]。

除食品外,药品防伪^[32]与虚拟货币防伪是不可避免的。针对假药对公众健康造成的不良影响,研究了基于移动环境的近场通信技术,采用广泛接受的实数或随机模型进行安全分析、Internet 安全协议和应用程序自动验证工具进行的正式安全验证与使用了广泛接受的 NS2 仿真对其进行了评估,最后实现了检验药品真实性的功能^[33]。而在虚拟货币方面针对优惠券类的真假验证提出了一种基于智能手机通讯移动功能的安全系统,主要过程为忠诚度积分的获取、赎回与使用,整个系统保证了不可否认性、完整性和防伪^[34]。

2.3 基于数字图像处理的信息防伪技术

2.3.1 定义及分类

随着互联网络高速发展、个人计算机的普及,基于数字图像处理的信息防伪技术逐渐发展起来。基于数字图像处理的信息防伪的技术手段也愈加多样化^[35],包括加密数码、分形防伪加密^[36-37]、数字半色调、加密二维码、生物特征识别等。

2.3.2 数字半色调技术

数字半色调技术是利用控制网点的形态特征来表现连续调的图像的一种计算机信息防伪技术。使用某种算法改变对应网点的特征来将信息隐藏起来达到防伪^[38]。基本原理是将一幅连续色调的图像 $f(x, y) \rightarrow h(x, y)$,其中 $h(x, y)$ 为半色调加网后图像,

以下为某种半色调加网的算法,二值化后的图像在人眼的识别下与原图像 $f(x, y)$ 近似,半色调的阈值处理公式如下:

$$h(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{if } f(i, j) > T(i, j) \\ 0 & \text{if } f(i, j) \leq T(i, j) \end{cases}$$

若像素点的灰度值大于等于阈值 T 时,取白色;若像素点灰度值小于 T 时则取黑色见图 6。

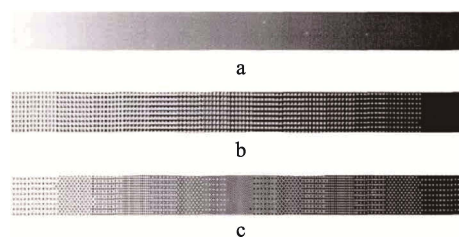


图6 连续调图像和半色调图像

Fig.6 Continuous tone and halftone images

图 6a 是连续调的灰度渐变图,图 6b、c 则分别是用不同的半色调加网算法得到的不同的半色调图像^[39]。

在通过用网点调整实现加密的有采用网目调防伪信息嵌入图像中并提取特征图像来实现防伪,主要是不影响印刷品质量^[40]。在半色调技术上还有利用 Hough 变换、倾斜角计算、透视变换公式等方法先对防伪图像进行几何校正,然后采用数学形态学方法对校正后的图像进行修正^[41-43]。此外还有针对彩色莫尔纹防伪参数^[44-46]的防伪方法与利用改进后的阈值矩阵对要加载隐藏信息的色版进行微结构加网,完成各色版的半色调处理,将隐藏信息嵌入加网的色版中,利用参数匹配的解锁工具完成信息的提取,并评价信息的隐藏和提取效果^[47]。

2.3.3 混沌数码防伪技术

混沌系统具有良好的随机特性、不可预测性、以及对参数的敏感性等特点。盛苏英等^[48]研究了一种基于混沌密码的数码防伪技术,解决了数码防伪技术在某些方面长期存在的一些技术难题。基于混沌密码技术的数码防伪技术是一种使用混沌加密算法生成商品防伪码和验证码,并提出一种支持多种查询方式多次查询验证的“双向验证”算法的新型防伪技术。形成且优化了“双标双码、双向验证”防伪工作机制见图 7;同时构建了一套既可现场识别又可通过电话、短信、网络等查询验证的全方位数码防伪系统,实现了智能防伪鉴别。

2.3.4 加密二维码技术

近几年来二维码^[49]得到了广泛的普及,被应用于各行各业。单单仅靠一个普通的二维码很难起到很



图 7 混沌数码防伪工作机制

Fig.7 Chaotic digital anti-counterfeiting working mechanism diagram

好的防伪效果。在传统的二维码基础上提出了个性化 QR 二维码, 在 QR 二维码中通过离散小波变换的水印信道中嵌入防伪水印来实现印刷 QR 图像中的图像正确提取, 使其具有防伪功能, 同时又不失美观。运用两步紫外诱导聚合的方法把呈周期性排列的平面和具有垂直纹理的正方形嵌入到 DM 型的 CLC 中^[50]。利用二维码图案的聚合物稳定 CLC 图形, 增强了难以伪造和被复制的防伪特性。除了这种基于随机生成矩阵结合二维码加密的防伪系统^[51], 还有很多类似的加密二维码技术, 比如: 基于商密算法二维码^[52]等。此外, 也可以利用二维密码安全系统来达到加密的效果, 只要通过防伪系统或者是手机软件即可查询。还有利用 GPU 在多线程并行计算中的优势, 采用多线程技术对分解后的小数进行处理, 最终合并运算结果, 生成相应的防伪二维码图案能有效地提升防伪二

维码系统的运行效率^[53-54]。

2.3.5 基于生物特征识别的技术

随着造假者制假能力的增强, 单纯的依靠消费者自身鉴别产品的真伪十分困难。针对上述问题, 唐俊龙等^[55]对生物指纹的特征识别进行研究设计了新型防伪系统, 见图 8, 该系统通过 FPC011F3 指纹传感器录入模块、标签检测模块(摄像头、光源和采集腔)、主处理器、LCD 显示模块、按键控制、电源模块、Flash 存储模块等, 实现了指纹录入、防伪标签的信息采集和指纹图像处理^[56]、特征提取、模板存储和指纹匹配等指纹识别^[57]算法程序设计。同类技术还有通过对随机分布的纳米线浇铸在透明的 PET 薄膜表面, 由此产生的以纳米线的随机位置及其荧光颜色为特征的不可重复的图案提供了适合于防伪的独特条形码。

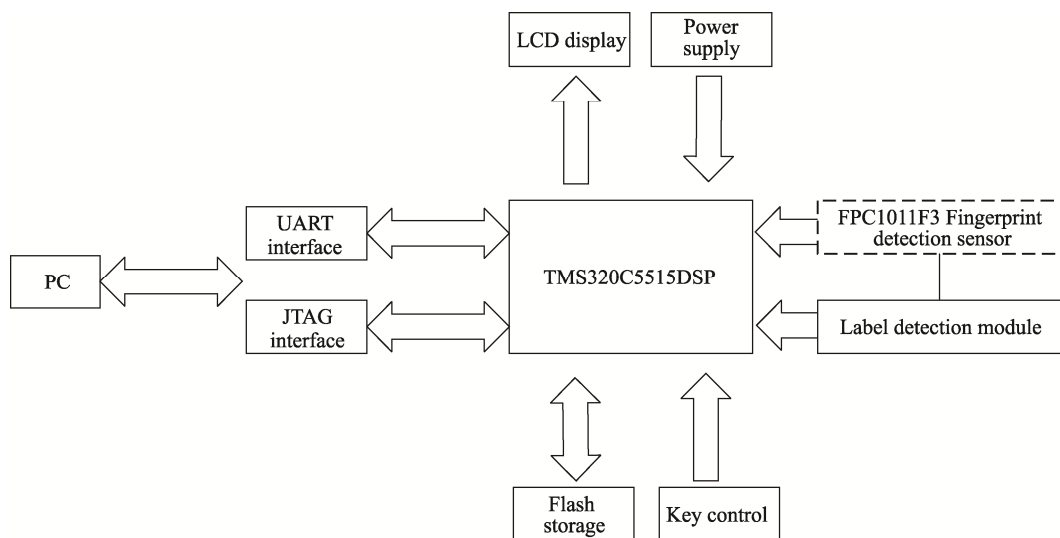


图 8 防伪检测系统结构

Fig.8 Block diagram of anti-counterfeiting detection system

3 结语

信息技术防伪作为现代型科技型的防伪技术, 服务性便利性更强, 加强了商品与买家之间的互动, 因其仿冒的成本较高、技术难度也相对较大, 因此整个信息防伪系统具备难仿冒性且在技术方面具有兼容

性, 如数字图像处理技术、网络通信技术, 其次还可以与传统防伪技术之间进行互补, 让防伪体系更全面。随着现代科技的不断进步, 计算机运算能力越来越强, 信息技术的进一步完善, 信息防伪技术方面研究的成本也会随之降低, 信息防伪技术一定会成为未来防伪世界的主流。

参考文献:

- [1] 刘红, 董华. 信息防伪技术分析[J]. 中国包装, 2002(2): 47—48.
LIU Hong, DONG Hua. Analysis of Information Counterfeiting Technology[J]. China Packaging, 2002(2): 47—48.
- [2] ZHONG Y, CHEN R, HU D, et al. Laptop Cushion Packaging Structure Design Based on Green Theory[J]. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2016, 369: 531—539.
- [3] LAZZARO P D, BOLLANTI S, FLORA F, et al. Invisible Marking System by Extreme Ultraviolet Radiation: the New Frontier for Anti-counterfeiting Tags[J]. Journal of Instrumentation, 2016, 11(7): C07002.
- [4] 何飞, 马纪丰, 梁浩, 等. 基于 RFID 技术的酒类溯源防伪系统研究与应用[J]. 现代电子技术, 2015, 38(8): 99—102.
HE Fei, MA Ji-feng, LIANG Hao, et al. Research and Application of Liquor Tracing and Anti-counterfeiting System Based on RFID Technology[J]. Modern Electronics, 2015, 38(8): 99—102.
- [5] 于欢. 基于 RFID 技术在产品防伪中的应用[D]. 呼和浩特: 内蒙古工业大学, 2013.
YU Huan. Application of RFID Technology in Product Anti-counterfeiting[D]. Hohhot: Inner Mongolia University of Technology, 2013.
- [6] BAI L Q, XUE N, ZHAO Y, et al. Dual-mode Emission of Single-layered Graphene Quantum Dots in Confined nanospace: Anti-counterfeiting and Sensor Applications[J]. Nano Research, 2017, 11(4): 2034—2045.
- [7] TAO S, ZHONG Y F. Research and Development of Green Packaging Structure Design[J]. Advanced Science Letters, 2012, 10: 225—228.
- [8] 谢勇, 刘林, 王凯丽, 等. 包装用智能标签的应用及研究进展[J]. 包装工程, 2017, 38(19): 121—127.
XIE Yong, LIU Lin, WANG Kai-li, et al. Application and Research Progress of Smart Tags for Packaging[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(19): 121—127.
- [9] YANG Wen-jie, LIU Li, ZHONG Yun-fei, et al. Research Progress of Anti-counterfeiting Based on Information Technology[C]. Proceedings of the 21st IAPRI World Conference on Packaging. Zhuhai, 2018: 52—58.
- [10] TAN X, DONG M, WU C, et al. An Energy-Efficient ECC Processor of UHF RFID Tag for Banknote Anti-Counterfeiting[J]. IEEE Access, 2017, 5(99): 3044—3054.
- [11] 徐良衡, 杨凯, 高芸, 等. 具有防转移功能的无线射频识别标签及其制备方法: 中国, 102982364.A [P]. 2013-03-20.
XU Liang-heng, YANG Kai, GAO Yun, et al. Radio Frequency Identification Tag with Anti-transfer Function and Its Preparation Method: China, 102982364.A[P]. 2013-03-20.
- [12] 巩坤, 赵俊江. 一种 RFID 防伪瓶盖: 中国, 201647320.U[P]. 2010-11-24.
GONG Kun, ZHAO Jun-jiang. An Anti-counterfeiting Bottle Cap of Rfid: China, 201647320.U[P]. 2010-11-24.
- [13] 钟云飞, 刘爱平, 陈龙. 网印 RFID 标签包装防伪技术[J]. 包装工程, 2007, 28(12): 60—63.
ZHONG Yun-fei, LIU Ai-ping, CHEN Long. RFID Tag Anti-counterfeiting of Packaging by Screen Printing[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(12): 60—63.
- [14] FANG J, LIANG Y, WANG R, et al. Research on Process Parameters of Screen Printed RFID Tags[J]. Applied Sciences in Graphic Communication and Packaging, 2018, 477: 393-399.
- [15] 吴鹏飞, 邹波, 赵太飞. 基于 RFID 的艺术品数字包装防伪系统设计[J]. 包装工程, 2017, 38(3): 165—169.
WU Peng-fei, ZOU Bo, ZHAO Tai-fei. Design of Art Digital Packaging Anti-counterfeiting System Based on RFID[J]. Packaging Engineering, 2017, 38(3): 165—169.
- [16] 蒋欣辰. 基于 Android 平台的 NFC 服务框架的设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2014.
JIANG Xin-chen. Design and Implementation of NFC Service Framework Based on Android Platform[D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2014.
- [17] 蒋辉, 孙林娟, 张新荣. 基于 RFID 与 NFC 技术的防伪认证系统的应用[J]. 计算机应用与软件, 2017, 34(9): 317—321.
JIANG Hui, SUN Lin-juan, ZHANG Xin-rong. Research and Application of Anti-counterfeiting Authentication System Based on RFID and NFC[J]. Computer Applications and Software, 2017, 34(9): 317—321.
- [18] 陈新林, 王政铭. 一种基于区块链和 NFC 芯片的动态信息防伪技术[J]. 物联网技术, 2018(3): 67—69.
CHEN Xin-lin, WANG Zheng-ming. A Dynamic Information Security Technology Based on Block Chain and NFC Chip[J]. Internet of things Technology, 2018(3): 67—69.
- [19] CHEN Y, SU J, YI W. An Efficient and Easy-to-implement Tag Identification Algorithm for UHF RFID Systems[J]. IEEE Communications Letters, 2017, 21(7): 1509—1512.
- [20] 杨建伟. 商品防伪追溯与查询系统的设计与实现[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.
YANG Jian-wei. Design and Implementation of Commodity Anti-counterfeiting Traceability and Query System[D]. Harbin: Harbin University of Technology, 2014.
- [21] BAO Xian-jing, ZHONG Yun-fei, SU Peng-cheng, et al. Applications of Personalized QR Code on Packaging Design[J]. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2017, 417: 249—255.

- [22] 包贤敬, 苏鹏程, 钟云飞, 等. 个性化 QR 二维码在包装设计上的应用研究[J]. 湖南包装, 2016, 31(2): 53—56.
BAO Xian-jing, SU Peng-cheng, ZHONG Yun-fei, et al. Research on the Application of Personalized QR Code in Packaging Design[J]. Hunan packing, 2016, 31(2): 53—56.
- [23] 钟云飞, 游诗英. 数字印前包装防伪技术[J]. 包装工程, 2006, 27(3): 82—84.
ZHONG Yun-fei, You Shi-ying. Anti-counterfeit of Packaging in Digital Preprinting Process[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(3): 82—84.
- [24] WEI H L, CHOU C M, WANG S W. An NFC Anti-Counterfeiting Framework for ID Verification and Image Protection[J]. Mobile Networks & Applications, 2016, 21(4): 646—655.
- [25] 张少林, 肖正强. 一种基于移动通信终端的考勤方法及装置: 中国, CN103903310.A[P]. 2014-07-02.
ZHANG Shao-lin, XIAO Zheng-qiang. A Method and Device for Attendance Based on Mobile Communication Terminal: China, CN103903310.A[P]. 2014-07-02.
- [26] 傅蔚斌. 基于移动终端纹理防伪标签自动识别系统的设计和实现[D]. 海口: 海南大学, 2016.
FU Wei-bin. Design and Implementation of Automatic Recognition System for Texture Anti-counterfeiting Tags Based on Mobile Terminal[D]. Haikou: Hainan University, 2016.
- [27] 高铭萱. 基于移动互联的农产品溯源系统设计与实现[D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2017.
GAO Ming-xuan. Design and Implementation of Traceability System for Agricultural Products Based on Mobile Interconnection[D]. Harbin: Heilongjiang University, 2017.
- [28] 周兴国, 魏志强, 李臻, 等. 基于移动端的水产品防伪溯源系统的实现[J]. 农业网络信息, 2016(9): 48—51.
ZHOU Xing-guo, WEI Zhi-qiang, Zhen Li, et al. The Realization of Anti-counterfeiting and Traceability System for Aquatic Products Based on Mobile[J]. Agricultural Network Information, 2016(9): 48—51.
- [29] 杨嵩岩. 一种安全可靠的定位芯片远程防伪鉴定系统及方法: 中国, 103763382. B[P]. 2014-04-30.
YANG Song-yan. A Safe and Reliable Positioning Chip Identification System and Method for Remote Security: China, 103763382. B[P]. 2014-04-30.
- [30] 包先雨, 徐胜林, 郭云, 等. 基于 NFC 的智能防伪电子铅封系统研究[J]. 现代电子技术, 2014, 37(11): 107—110.
BAO Xian-yu, XU Sheng-lin, GUO Yun, et al. Research on Intelligent Anti-counterfeit Electronic Lead Seal System Based on NFC[J]. Modern Electronics, 2014, 37(11): 107—110.
- [31] 张宇, 邢娜, 徐秋茹. 基于 NFC 技术的冷链物流智能防伪的设计[J]. 自动化技术与应用, 2017, 36(4): 42—45.
ZHANG Yu, XING Na, XU Qiu-ru. Design of Intelligent Anti-counterfeiting for Cold Chain Logistics Based on NFC Technology[J]. Automation Technology and Applications, 2017, 36(4): 42—45.
- [32] 刘德发, 钟云飞, 王琼, 等. 基于移动设备的无须显现层的光栅防伪技术研究[J]. 湖南包装, 2016, 31(2): 49—52.
LIU De-fa, ZHONG Yun-fei, WANG Qiong, et al. Research on Anti-counterfeiting Technology of grating based on Mobile device without showing layer[J]. Hunan packing, 2016, 31(2): 49—52.
- [33] 石岩. 药品包装上的防伪识别标志及智能防伪技术[J]. 包装工程, 2018, 39(11): 1—5.
SHI Yan. Anti-counterfeiting Identification Mark and Intelligent Anti-counterfeiting Technology on Drug Packaging[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(11): 1—5.
- [34] WAZID M, DAS A K, KHAN M K, et al. Secure Authentication Scheme for Medicine Anti-counterfeiting System in IoT Environment[J]. IEEE Internet of Things Journal, 2017, 4(5): 1634—1646.
- [35] YANG Wen-jie, LIU Li, ZHONG Yun-fei, et al. Design and Development of Alcohol Packaging Anti-counterfeiting System Based on Augmented Reality Technology[C]. Proceedings of the 9th China Printing and Packaging Conference 2018. Jinan, 2018: 218—219.
- [36] 钟云飞. 分形艺术在包装上的应用研究[J]. 包装工程, 2003, 24(2): 67—69.
ZHONG Yun-fei. Study of Application of Fractal Art in Package[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(2): 67—69.
- [37] 钟云飞, 胡垚坚, 朱志勇, 等. 一种基于分形的光栅防伪技术: 中国, 201410055049.7[P]. 2017-07-11.
ZHONG Yun-fei, HU Yao-jian, ZHU Zhi-yong, et al. A Fractal based Anti-counterfeiting Technology of grating: China, 201410055049.7[P]. 2017-07-11.
- [38] 黄福莹, 唐振华, 覃团发. 一种基于双随机相位加密的全息水印算法[J]. 现代电子技术, 2018, 41(12): 32—35.
HUANG Fu-ying, TANG Zhen-hua, QIN Tuan-fa. A Holographic Watermarking Algorithm Based on Double Random Phase Encryption[J]. Modern Electronic Technology, 2018, 41(12): 32—35.
- [39] 王娟. 基于网屏编码的信息隐藏系统研究[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2018.
WANG Juan. Research on Information Hiding System Based on Network Screen Coding[D]. Shenyang: Shenyang University of Aeronautics and Astronautics, 2018.
- [40] 钟云飞, 谷祥华, 包贤敬, 等. 基于相位调制的多通道半色调信息隐藏技术[J]. 包装工程, 2016, 37(15):

- 12—17.
ZHONG Yun-fei, GU Xiang-hua, BAO Xian-jing, et al. Multi-channel Halftone Information Hiding Technology Based on Phase Modulation[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(15): 12—17.
- [41] 王振蓉, 唐万有. 基于网目调信息嵌入与提取的防伪方法研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2014, 6(3): 37—43.
WANG Zhen-rong, TANG Wan-you. Research on Anti-counterfeiting Methods Based on Mesh Information Embedding and Extracting[J]. Study on Printing and Packaging in China, 2014, 6(3): 37—43.
- [42] HU Yao-jian, LIU Juan, WANG Ruo-jing, et al. Screening Algorithm Based on the Color Halftone Fluorescent Printing and Its Application in Packaging Design[J]. Journal of Applied Packaging Research, 2018, 10(1): 1—9.
- [43] 钟云飞. 数字水印技术在包装防伪上的应用研究[J]. 包装工程, 2005, 26(2): 60—62.
ZHONG Yun-fei. Application of Digital Watermark in Packaging Forge-proof[J]. Packaging Engineering, 2005, 26(2): 60—62.
- [44] 钟云飞, 朱志勇, 刘春燕. 彩色印刷品莫尔纹防伪技术研究[J]. 光学技术, 2014, 40(2): 128—132.
ZHONG Yun-fei, ZHU Zhi-yong, LIU Chun-yan. Research on Anti-counterfeiting Technology of Moire in Color Printing[J]. Optical Technology, 2014, 40(2): 128—132.
- [45] 钟云飞, 胡垚坚, 刘春燕. 基于莫尔纹的印刷防伪技术研究[J]. 中国印刷与包装研究, 2010, 2(S1): 166—166.
ZHONG Yun-fei, HU Yao-jian, LIU Chun-yan. Study on Moiré Pattern-Based Printing Anti-counterfeiting Technology[J]. Study on Printing and Packaging in China, 2010, 2(S1): 166—166.
- [46] 周涛, 钟云飞, 付芦静. 加网参数和类型不确定的小波变换逆半调研究[J]. 包装工程, 2012, 33(23): 101—104.
ZHOU Tao, ZHONG Yun-fei, FU Lu-jing. Study on Inverse Halftoning of Wavelet Transform with Parameter and Type Uncertainty of Screening[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23): 101—104.
- [47] 任龙飞, 郭凌华, 王崑, 等. 微结构网点的半色调信息隐藏技术[J]. 中国图象图形学报, 2016, 21(8): 1004—1009.
REN Long-fei, GUO Ling-hua, WANG Ying, et al. Halftone Information Hiding Technology for Microstructure Dot[J]. Chinese Journal of Image and Graphics, 2016, 21(8): 1004—1009.
- [48] 盛苏英, 陈轶. 混沌数码防伪技术研究与应用[J]. 微电子学与计算机, 2012, 29(8): 169—174.
SHENG Su-ying, CHEN Yi. Research and Application of Chaotic Digital Anti-counterfeiting Technology[J]. Microelectronics and Computers, 2012, 29(8): 169—174.
- [49] XIE R, HONG C, ZHU S, et al. Anti-counterfeiting Digital Watermarking Algorithm for Printed QR Barcode[J]. Neurocomputing, 2015, 167: 625—635.
- [50] LI W S, SHEN Y, CHEN Z J, et al. Demonstration of Patterned Polymer-stabilized Cholesteric Liquid Crystal Textures for Anti-counterfeiting Two-dimensional Barcodes[J]. Applied Optics, 2017, 56(3): 601—601.
- [51] WANG F, SUN T, XU B, et al. Anti-counterfeiting Patterns Encrypted with Multi-Mode Luminescent Nanotagants[J]. Nanoscale, 2017, 9(8): 2701—2701.
- [52] 陶小伟, 包贤敬, 钟云飞. 基于无色荧光油墨的彩色印刷图像防伪技术研究[J]. 广东印刷, 2015(6): 45—48.
TAO Xiao-wei, BAO Xian-jing, ZHONG Yun-fei. Research on Anti-counterfeiting Technology of Color Printing Image Based on Colorless Fluorescent Ink[J]. Guangdong Printing, 2015(6): 45—48.
- [53] PENG X, ZHONG Y. Multi-level Fingerprint Continuous Classification for Large-scale Fingerprint Database Using Fractal Analysis[J]. Int J Biometrics, 2015, 8(2): 115—133.
- [54] ZHONG Y, WANG R, FU L, et al. Color Printing Image Quality Evaluation Method Based on Full Quaternion Matrix[J]. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2017, 417: 205—212.
- [55] 唐俊龙, 陈希贤, 龚磊, 等. 基于指纹生物特征识别的新型防伪系统设计[J]. 测控技术, 2017, 36(8): 11—14.
TANG Jun-long, CHEN Xi-xian, GONG Lei, et al. Design of A New Anti-counterfeiting System Based on Fingerprint Biometrics[J]. Measurement and Control Technology, 2017, 36(8): 11—14.
- [56] KIM J, YUN J M, JUNG J, et al. Anti-counterfeit Nanoscale Fingerprints Based on Randomly Distributed Nanowires[J]. Nanotechnology, 2014, 25(15): 155303—155303.
- [57] ZHONG Y, PENG X. SIFT-Based Low-Quality Fingerprint LSH Retrieval and Recognition Method[J]. International Journal of Signal Processing, Image Processing and Pattern Recognition, 2015, 8(8): 263—272.