

研究进展

腌制蔬菜自动化包装技术研究进展

马风力^{1,2}, 孙志栋¹, 孙志锋²

(1.宁波市农业科学研究院, 宁波 315040; 2.浙江大学, 杭州 310027)

摘要: **目的** 综述腌制蔬菜领域自动化包装技术的研究进展。**方法** 结合腌制技术的特点, 阐述了该领域自动化包装设备的国内外发展现状及计量、封口等关键包装技术, 并展望了自动化创新技术的拓展应用。**结论** 旨在提升相关领域的自动化、信息化、智能化水平, 发扬创新精神, 引导企业转型升级, 促进经济的长远健康发展。

关键词: 腌制蔬菜; 包装设备; 自动化; 创新

中图分类号: TS203; TS205.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2016)11-0105-06

Research Progress in the Automated Packaging Technology of Pickled Vegetable

MA Feng-li^{1,2}, SUN Zhi-dong¹, SUN Zhi-feng²

(1.Ningbo Agricultural Science Research Institute, Ningbo 315040, China; 2.Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

ABSTRACT: The research progress in automated packaging technologies in the field of pickled vegetable was reviewed. Combining with the characteristics of pickling technology, this paper introduced the domestic and foreign development situation of automated packaging equipment and the key pickling technologies such as measuring and sealing. In addition, some expanded applications using innovative automation technologies were prospected. The research achievement has important significance for raising the level of automation, informationization and intelligentization of the related areas, carrying forward the spirit of innovation, guiding the transformation of enterprises and promoting long-term healthy development of the economy.

KEY WORDS: pickled vegetable; packaging equipment; automation; innovation

腌制技术是中国应用最广泛的蔬菜加工方式之一, 腌制品在发酵过程中生成的酒精、有机酸和酯类等物质可以刺激食欲, 其中大量的益生菌能够促进胃蛋白酶的分泌, 加强胃肠的蠕动, 维持肠道内的微生态平衡^[1]。市面上常见的腌制蔬菜有榨菜^[2-3]、泡菜^[4]、萝卜干^[5]、乳黄瓜^[6]、大蒜^[7]等, 这些腌制食品营养丰富、口感清脆、风味独佳且易贮存携带, 倍受消费者青睐^[8]。然而, 随着市场需求的不断增大、劳动力成本的节节攀升以及消费者对食品品质的持续追求, 蔬菜腌制领域的传统生产设备在生产效率、单位成本、食品质量等方面, 已日益不能满足当今市场的需求^[9]。蔬菜腌制领域包装

设备的相关技术始终停滞不前, 自动化、智能化、信息化水平明显不足, 已严重制约了行业的长远健康发展^[10]。因此, 在中国经济转型和产业结构调整的特殊时期, 如何扭转目前国内腌制蔬菜自动化包装设备研发薄弱的态势, 已成为广大企业和研究机构的当务之急。

1 腌制蔬菜自动化包装技术的国内外发展现状

世界范围内的自动化包装机械相比于国内起步较早, 成套设备的研发、设计、制造技术已经相当成熟, 设备品种纷繁众多, 门类齐全。一些老牌制

收稿日期: 2015-11-11

基金项目: 国家农业科技成果转化资金重点项目(2014GB2C220152); 宁波市公益类重大专项(2015C110009)

作者简介: 马风力(1989—), 男, 浙江绍兴人, 浙江大学硕士生, 主攻自动化技术研究。

通讯作者: 孙志栋(1962—), 男, 浙江慈溪人, 教授级高级工程师, 主要研究方向为食品工程。

制造业强国,如美、德、日、意的技术更是一直领跑世界^[11],其产品占据了大部分的国际市场份额,并建立起了相当高的技术门槛。以创新为特色的美国设备,技术尖端,工艺精良,机电融合是其最大的优势;德国设备设计严谨,性能卓越,技术支持堪称完美;日本企业对工匠精神有着孜孜不倦的追求,其产品往往是科技与艺术的融合体,且日本国内微电子技术发达,因此产品的人性化十足,智能性、科技性突出。

中国的自动化包装技术在新中国成立前基本上是一片空白,在改革开放前也只是涉足生产水平较低的烟草加工、酿酒、饮料等行业的包装设备^[12]。经过近 30 年的蓬勃发展,其产值和出口额已跻身世界第 5 位,仅落后于美、德、日、意 4 国^[13],包装工程技术正向全面机械化、自动化和智能化的方向发展^[15-18]。量的提升无法掩盖质的不足,在高端包装技术的科研领域,中国一直处于被动追赶的状态,研发设计能力薄弱,落后技术充斥市场,行业的整体发展水平与发达国家尚存在较大的差距。国内大中型食品饮料生产企业,其先进的自动化包装生产设备几乎全部从国外成套进口,本土产品竞争力严重不足,这在很大程度上打击了国内包装设备生产企业的发展信心。

在蔬菜腌制领域,由于国内劳动力成本的逐年上升以及《中华人民共和国食品安全法》对食品安全生产的要求,为了提高生产效率和达到食品安全生产的卫生质量标准,很多腌制食品生产企业开始采用自动化包装技术取代原先人工操作的机械化包装技术,如榨菜自动化包装机^[22],在技术上大多采用 PLC 实现对设备的控制^[19]。虽然使设备的自动控制性能得到加强^[20],但在生产速度、包装精度、智能程度等方面与国际先进水平相去甚远。

一般的腌制蔬菜包装设备由驱动机构、传动机构、执行机构和控制系统等部分组成^[22-23,28],为了便于分析包装过程的原理,又将包装设备分解为计量与供送机构、包装执行机构、成品输出机构与传动控制系统。计量与供送机构是将包装对象进行分割成型、计量、整理,并输送至预定工位的装置,如榨菜生产过程当中将榨菜切成丝状或块状,经专用的供送系统实现定向排列,并通过旋转充填机完成计量并准确运动至指定包装工位;包装执行机构是指能够进行取袋、撑袋、封口、贴标或容器成型等操作的装置;成品输出机构是将包装成品按照一定的规则卸下,并打包的机构;传动控制系统通常由机、电、光、液、气等多种形式实现传动,并由控

制系统实现自动或半自动的控制。

国外在腌制蔬菜领域特别是榨菜的包装设备并不多见,但一些制造业强国如日本、美国、德国等国家在定量充填包装技术领域的水平依然远超国内。如组合式定量填充包装技术,通过核心部件电脑组合秤的静态称重和组合计算,在满足不规则物料的准确充填的同时,可以得到更高的充填速度和精度(速度最高可达 200 次/min,精度可达 $\pm 0.5\%$ 左右)。

制造业是国民经济的主体,新一轮的科技革命和产业变革正在深刻影响着中国社会的方方面面,在这历史性的关口,中国包装设备生产企业必须把握机遇,迎接挑战,发扬创新精神,不断提升国内自动化包装技术的科技水平。

2 腌制蔬菜包装技术概述

在某种程度上,蔬菜的腌制过程可以简单理解为微生物的发酵过程。在发酵过程当中,微生物将蔬菜中的碳水化合物和蛋白质等有机物分解成多种化合物,从而改变了蔬菜原有的风味。为了满足日常消费者的购买需要,最大限度地延长腌制蔬菜的保存时间,维持色泽、香气、滋味、脆度等感官品质的最佳状态,包装技术非常关键。现阶段,在腌制蔬菜包装领域主要有计量技术、袋装技术、封口技术等。

2.1 计量技术

新鲜蔬菜在经历了挑选、清洗、去皮、切分、腌制、杀菌等前期加工工序之后,紧接着要对腌制蔬菜进行计量。一般的食品计量方式主要分为容积式、称重式和计数式三种^[21]。容积式以体积为计量单位,比较适合于液体或半流体的计量,可以达到很高的计量精度,如饮料的灌装;称重式以质量为计量单位,常常应用于对不规则固体食物的称量;计数式的计量方式应用场景比较特殊,其使用范围受到较大的限制,因此并不常见。

对于腌制蔬菜,一般成品的形态以固体为主,流质为辅,多为丝、条、块、片状,而且对称量的精度要求没有那么苛刻,所以主要采用体积式计量方式,并根据酱腌菜小包装生产特点设计制造了自动化包装设备^[22-23],具体的计量方式有固体物料定量充填技术和流质计量技术,一般通过控制充填物料的流量或时间来实现定量充填,如控制振动给料机的振动时间或螺旋充填机的旋转时间^[24],也可以通

过定制的计量容器来直接量取物料^[22-23],但存在的问题是在体积计量容器移位时容器的底端和上端易于切断丝、条、块、片,使底端和上端原本完整造型的丝、条、块、片变得支离破碎,装袋蔬菜的造型整齐性大大下降。如果是流质,则定量充填的精度受物料的溶解性、吸湿性、颗粒均匀度等性质的影响较大。

2.2 袋装技术

袋装是现代食品的主要包装方式,具有价格低廉、携带方便、快捷高效等特点,无论是对形状不规则的固体食物还是液体饮料,都具有很好的包装效果。对于食品的包装主要采用除氧包装技术,包括真空包装、真空充气包装、封入脱氧剂包装。真空包装也称减压包装,是将包装袋内的空气全部抽空,使袋内保持一个低压低氧的状态,使得微生物难以生存,达到食物的保鲜及防腐效果;真空充气包装主要是对包装袋抽真空后充入一定量和比例的二氧化碳和氮气,人为地创造一个易于贮存的环境^[25-26],对保持食品品质非常有利,从而达到延长保质期的目的^[27];封入脱氧剂包装则是通过化学作用来吸收包装袋中的氧气。由于真空充气包装的方式会使得消费者误以为是食品过期导致的胖袋,所以实际生产中真空包装的方式应用最为普遍。

装袋过程多由半自动化或自动化设备完成,且设计形式以转盘型居多,在旋转的过程当中完成取料和装袋^[22, 28],效率相对较高。

2.3 封口技术

按照封口方式的不同,封口设备分为无封口材料的封口技术、有封口材料的封口技术、有辅助封口材料的封口技术。腌制食品包装领域主要采用铝箔或食品级PE包装袋封口技术,通过电磁感应原理产生高热,使铝箔或PE袋热熔粘合完成封口。这种封口方式效率极高,封口过程绿色环保,符合可持续发展的新观念^[29],是最为通用的封口技术之一。

3 腌制蔬菜自动化包装设备新技术展望

按照《中国制造2025》的战略部署,中国亟需通过智能装备、智能工厂、智能产品来引领制造业的深刻变革,并将新一代信息技术与制造业进行深度融合,形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。将中国从制造业大国转变成制造业

强国,将中国制造打造成“中国智造”,是中国制造业必须肩负的责任。对于腌制蔬菜自动化包装设备领域,目前的技术还处于起步阶段,技术提升的空间巨大。未来的发展趋势应该是将微电子技术、激光技术、生物技术和系统工程融入到传统的机械制造技术中,形成集成化、智能化、网络化、柔性化的包装设备生产线^[30]。可以拓展的创新技术主要包括:嵌入式微处理技术、传感器与机器视觉技术、网络技术、人工智能技术等。

3.1 嵌入式微处理技术

伴随着半导体芯片制造工艺的进一步成熟,嵌入式系统越来越多地进入了人们的视线,其应用领域包括军事、航天、机器人、通讯、消费类电子产品等。如在无人飞行器上基于嵌入式ARM的飞行控制系统的设计和实现^[31],在神州飞船、长征火箭、导弹的制导系统加入了很多的嵌入式系统,在高档汽车中甚至多达几十个嵌入式系统^[32]。嵌入式控制器的引入使得包装设备趋向于模块化、智能化、微型化。并且由于嵌入式芯片的高速计算能力,使得包装设备的各方面性能得到大幅度的提升,功能得到全方面扩展,包装设备完全可以实现制袋、称重、充填、抽真空、封口等工序的整合集成,在满足包装功能的前提下,减少包装材料的消耗,减少加工制造的工序,降低能源消耗^[33]。

3.2 传感器与机器视觉技术

现代食品包装设备集机、电、光、声、磁、生、化为一体^[34],其中必然会涉及到传感器的广泛使用。传感器作为设备的感知元件,是实现自动检测和控制的首要环节。传感器种类繁多,工业现场常用的主要有光电传感器、压力传感器、电磁传感器、温湿度传感器以及视觉传感器等。

视觉是我们人类最强大的感知方式,提供了关于周围环境的海量信息。视觉传感器相当于为机器提供了视觉能力,使得机器可以在不接触对象的状态下,采集到目标的信息并及时反馈回设备。人工视觉系统则为蔬菜的检测提供了强大的工具^[35],这大大提升了包装设备的检测、测量和识别的能力,为包装机械的下料机构自动化控制提供了技术支持^[36]。

3.3 网络技术

网络作为信息传输的载体,已经成为了现代社会发展进步的基石。高速以太网作为网络的核心,

可以广泛应用于局域网或广域网中^[37]。用高速以太网或者无线网络取代传统的现场总线网络,增大了信号的传输距离,在数据传输的稳定性和数据量大小方面也有一定优势^[38-39],从而提高了设备之间的互联能力,为包装设备的分布式控制提供了完整的解决方案。在万物互联的时代,网络切实提高了设备的运作效率,降低了管理和维护成本,还为技术的进步插上了想象的翅膀。

3.4 人工智能技术

人类对机器生物化、拟人化、智能化的想象由来已久,近些年随着人工智能、模式识别、机器学习等前沿技术的长足发展,相较于传统技术,机器的识别和认知能力在预测性和时间复杂度方面都有了显著的提升^[40-41]。人类对机器的想象力也是越发新颖,如故障的自我诊断和修复、人脸识别、语音交互等人工智能开始出现,尤其是语音处理领域的研究相当活跃^[42]。在包装设备中引入人工智能概念,创造出突破性包装技术,也许下一代包装设备技术革命的潮流将由中国来引领。

4 结语

中国作为制造业大国已经全面参与到全球化的激烈竞争之中,发达国家则纷纷提出“再工业化”战略,计划重塑制造业辉煌,因此,在世界包装机械技术飞速提升、市场竞争进一步加剧的时期,机遇与挑战并存^[43-44]。蔬菜腌制自动化包装设备生产企业应该化挑战为机遇,树立起创新驱动的科技理念,优化产业布局,转变发展模式,提高国内食品包装设备的自动化、智能化、信息化水平,把中国的食品包装设备品牌做大做强,使中国最终迈入世界制造强国之列。

参考文献:

- [1] LI H, GAO D, CAO Y, et al. A High γ -aminobutyric Acid-producing *Lactobacillus Brevis* Isolated from Chinese Traditional Paocai[J]. *Annals of Microbiology*, 2008, 58(4):649—653.
- [2] GAO Shi-yang, SUN Zhi-dong, DU Xin-yong, et al. Effect of Inoculating Lactic Acid Bacteria Starter in Low-Salt Pickle Process of Zhacai[J]. *Advance Journal of Food Sciences Technology*, 2012, 4(6):442—444.
- [3] 高世阳, 孙志栋, 杜新勇, 等. 乳酸菌对低盐腌制榨菜理化性质及风味成分的影响[J]. *现代食品科技*, 2013, 29(11):2663—2668.
- [4] GAO Shi-yang, SUN Zhi-dong, DU Xin-yong, et al. Physicochemical Properties and Flavor components of Low-Salt Pickle Inoculated with Lactic Acid Bacteria[J]. *Modern Food Science & Technology*, 2013, 29(11):2663—2668.
- [5] 孙志栋, 胡新星, 梁月荣, 等. 腌制甘蓝亚硝酸盐动态变化及其加工工艺研究[J]. *食品科技*, 2007, 32(9):78—81.
- [6] SUN Zhi-dong, HU Xin-xing, LIANG Yue-rong, et al. Study on Pickling Techniques and Dynamic of Nitrite in the Pickled Cabbage[J]. *Food Science & Technology*, 2007, 32(9):78—81.
- [7] 邹礼根, 吴元锋, 朱丽敏. 萧山萝卜干腌制过程中乳酸菌分离及其特性研究[J]. *中国食品学报*, 2007, 7(2):81—85.
- [8] ZOU Li-gen, WU Yuan-feng, ZHU Li-min. Studies on the Isolation and Characteristics of Lactic Acid Bacteria from Natural Pickled Process of Xiaoshan Dried Radish Slices[J]. *Journal of Chinese Institute of Food Science & Technology*, 2007, 7(2):81—85.
- [9] 周强, 刘蒙佳, 黄月妹. 黄瓜腌制过程中亚硝酸盐含量及 pH 值变化[J]. *江西农业学报*, 2012, 24(6):156—158.
- [10] ZHOU Qiang, LIU Meng-jia, HUANG Yue-mei. Nitrate Content and pH-value Changes in Process of Salting Cucumber[J]. *Acta Agriculturae Jiangxi*, 2012, 24(6):156—158.
- [11] ALFREDO M, FRANCISCO J C, ANTONIO D C, et al. Vitamin Content and Amino Acid Composition of Pickled Garlic Processed with and without Fermentation[J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, 52(24):7324—7330.
- [12] 徐娟娣, 刘东红. 腌制蔬菜风味物质组成及其形成机理研究进展[J]. *食品工业科技*, 2012, 33(11):414—417.
- [13] XU Juan-di, LIU Dong-hong. Research Progress in the Pickles' Flavors and Its Formation Mechanism[J]. *Science & Technology of Food Industry*, 2012, 33(11):414—417.
- [14] 李利军, 卢美欢, 关安生, 等. 陕西酱腌菜生产技术现状及发展对策研究[J]. *中国调味品*, 2009, 34(11):43—46.
- [15] LI Li-jun, LU Mei-huan, GUAN An-sheng, et al. Shaanxi Pickled Vegetables Current Situation and Development Countermeasure study[J]. *China Condiment*, 2009, 34(11):43—46.
- [16] 范双喜, 陈湘宁. 我国叶类蔬菜采后加工现状及展望[J]. *食品科学技术学报*, 2014, 32(5):1—5.
- [17] FANG Shuang-xi, CHEN Xiang-ning. Present Aspects and Prospect of Post-harvest Processing and Preservation of China Leafy Vegetables[J]. *Journal of Food Science and Technology*, 2014, 32(5):1—5.
- [18] 王廷娟. 中国包装机械自动化的现状研究[J]. *硅谷*, 2011(18):6.
- [19] WANG Tin-juan. Research Status of China's Packaging Machinery Automation[J]. *Silicon valley*, 2011(18):6.
- [20] 戴宏民, 戴佩燕, 周均. 中国包装机械发展的成就及问题[J]. *包装学报*, 2012(1):61—65.

- DAI Hong-min, DAI Pei-yang, ZHOU Jun. Achievements and Problems in China's Packaging Machinery Developments[J]. Packaging Journal, 2012(1):61—65.
- [13] 储郭京. 包装机械的发展概况和发展趋势[EB/OL]. [2011-12-21]. <http://wenku.baidu.com/view/3d3dda0eba1a8114431d9ee.html>.
- CHU Guo-jing. The Development of Packaging Machinery: General Situation and Trend of Development [EB/OL]. [2011-12-21]. <http://wenku.baidu.com/view/3d3dda0eba1a8114431d9ee.html>.
- [14] 曹春宝. 我国包装机械业将迎来快速发展期[J]. 中国包装, 2011, 31(12):61—62.
- CHAO Chun-bao. Packaging Machinery in Our Country will Enter a Rapid Development Period[J]. China Packaging, 2011, 31(12):61—62.
- [15] 张莉. 大米保鲜包装的研究进展[J]. 包装工程, 2010, 31(13):114—116.
- ZHANG Li. The Rice Maintains Freshness the Packing Research to Progress[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(13):114—116.
- [16] 李娟, 吴磊. 自然元素在包装设计中的介入[J]. 包装工程, 2012, 33(24):14—16.
- LI Juan, WU Lei. Natural Element in Packing Design Involvement[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(24):14—16.
- [17] 杨阳. 现代包装产业发展向智能化迈进[J]. 中国包装工业, 2012(16):18—20.
- YANG Yang. The Modern Packing Industry Development Makes Great Strides Forward to the Intellectualization[J]. China Packs the Industry, 2012(16):18—20.
- [18] 孙福东, 王明迪. 探索物流包装的增值新视点[J]. 包装工程, 2010, 31(21):113—115.
- SUN Fu-dong, WANG Ming-di. Exploration Physical Distribution Packing Increment New Viewpoint[J]. Packaging Engineering, 2010, 31(21):113—115.
- [19] 陈宝江, 曹泛. 节能、快响应、高精度电液控制系统[J]. 机械工程学报, 2005, 41(5):191—195.
- CHEN Bao-jiang, CAO Fan. Energy Conservation, Quick Response, High Accuracy Battery Solution Control System[J]. Mechanical Engineering Journal, 2005, 41(5):191—195.
- [20] 王世刚, 朱奉春. 卷标包装自动机的研究与开发[J]. 包装工程, 2007, 28(2):1—3.
- WANG Shi-gang, ZHU Feng-chun. Development of Labeling Packaging Automatic[J]. Packaging Engineering, 2007, 28(2):1—3.
- [21] 黄志刚. 食品包装技术及发展趋势[J]. 包装工程, 2003, 24(5):90—91.
- HUANG Zhi-gang. Food Packaging Technology and Developmental Tendency[J]. Packaging Engineering, 2003, 24(5):90—91.
- [22] 姚建才, 孙志栋, 陈权辉. 一种自动化酱腌菜生产系统: 中国, 201310036298.7 [P]. 2013-05-29.
- YAO Jian-cai, SUN Zhi-dong, CHEN Quan-hui. An Automated Pickles Production System: Chinese, 201310036298.7 [P]. 2013-05-29.
- [23] 陈国泰, 王登铨. 小包装酱腌菜自动化生产方法及设
- 备: 中国, 201010244298.2 [P]. 2010-12-15.
- CHEN Guo-tai, WANG Deng-quan. The Automation Production Method and Their Equipments for Small Packing Pickles: Chinese, 201010244298.2 [P]. 2010-12-15.
- [24] 张西良, 毛翠云. 固体物料定量充填技术综述[J]. 包装工程, 2002, 23(5):18—19.
- ZHANG Xi-liang, MAO Cui-yun. Technical Description of Quantifying-Filling for Solid Materials[J]. Packaging Engineering, 2002, 23(5):18—19.
- [25] 苏履端. 换气包装技术与榨菜包装的改进[J]. 株洲工学院学报, 1996(3):21—24.
- SU Lv-duan. Gas-displacement Package Technology and the Improvement on Mustard Tuber Packaging[J]. Journal of Zhuzhou Institute of Technology, 1996(3):21—24.
- [26] FLOROS J D, DOCK L L, HAN J H. Active Packaging Technologies and Application[J]. Food Cosmetics and Drug Packaging, 1997(20):10—17.
- [27] HARLANDER S K. Safety Assessments and Public Concern for Genetically Modified Food Products: The American View[J]. Toxicologic Pathology, 2002, 30(1):132—134.
- [28] 孙志栋, 许金林. 一种全自动计量灌装及包装一体机: 中国, 2014104457459 [P]. 2014-09-03.
- [29] 马蕾. 可持续性包装设计探讨[J]. 包装工程, 2011, 32(4):77—80.
- MA Lei. Discussion on Sustainable Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(4):77—80.
- [30] 侯评梅. 自动化技术将大力拓展我国食品包装机械的未来空间[J]. 自动化博览, 2009, 26(11):32—33.
- HOU Ping-mei. Automation Technology will Vigorously Develop the Future Space of Food Packaging Machinery in Our Country[J]. Automation Panorama, 2009, 26(11):32—33.
- [31] 刘乾, 孙志锋. 基于 ARM 的四旋翼无人飞行器控制系统[J]. 机电工程, 2011, 28(10):1237—1240.
- LIU Qiang, SUN Zhi-feng. Four-rotor Unmanned Aerial Vehicles Control System Based on ARM[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2011, 28(10):1237—1240.
- [32] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2008.
- ZHOU Li-gong. The ARM Embedded System Based Tutorial[M]. Beijing: Beihang University Press, 2008.
- [33] 杨国新, 杨萍. 绿色包装设计探析[J]. 包装工程, 2006, 27(3):17—18.
- YANG Guo-xin, YANG Ping. Discussion on Green Packaging Design[J]. Packaging Engineering, 2006, 27(3):17—18.
- [34] 韩占华, 郭飞. 自动化在包装机械中的应用和展望[J]. 包装与食品机械, 2011, 29(3):49—52.
- HAN Zhan-hua, GUO Fei. Application and Prospects of the Automation in the Packaging Machinery[J]. Packaging & Food Machinery, 2011, 29(3):49—52.
- [35] CUBERO S, ALEIXOS N, MOLTÓ E, et al. Erratum to: Advances in Machine Vision Applications for Automatic Inspection and Quality Evaluation of Fruits and

- Vegetables[J]. Food & Bioprocess Technology, 2011, 4(5): 829—830.
- [36] 黄斌. 基于图像识别的包装机下料控制系统设计[J]. 包装工程, 2012, 33(23):75—79.
HUANG Bin. Design of Feeding Control System of Packaging Machine Based on Image Identification[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(23):75—79.
- [37] 徐成志, 柳平增, 禹朴勇. 嵌入式远程无线控制网络的研究[J]. 泰山学院学报, 2008, 30(6):1—4.
XU Cheng-zhi, LIU Ping-zeng, YU Pu-yong. Study of the Embedded Remote Wireless Control Network[J]. Journal of Taishan University, 2008, 30(6):1—4.
- [38] FETTE I, MELNIKOV A. The WebSocket Protocol[R]. RFC 6455, IETF, 2011.
- [39] 蔡锦达, 蒋振飞. 基于 WebSocket 的印刷包装机械远程监控方法的研究[J]. 包装工程, 2013, 34(15):87—90.
CAI Jin-da, JIANG Zhen-fei. Remote Monitoring and Control Method for Printing and Packaging Machinery Based on WebSocket[J]. Packaging Engineering, 2013, 34(15):87—90.
- [40] JESSE R, BERNHARD P, GEOFF H, et al. Classifier Chains for Multi-label Classification[C]// Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases. Slovenia, 2009:254—269.
- [41] MAJIDABAD S S, SHANDIZ H T. Discrete-time Based Sliding-mode Control of Robot Manipulators[J]. International Journal of Intelligent Computing and Cybernetics, 2012, 53(3):345—352.
- [42] BESACIER L, BARNARD E, KARPOV A, et al. Automatic Speech Recognition for Under-resourced Languages: A Survey[J]. Speech Communication, 2014, 56(8): 85—100.
- [43] 食品和包装机械行业“十二五发展”规划[EB/OL]. [2011-12-21]. <http://china.toocle.com/cbna/item/2010-10-14/5436339.html>.
Food and Packing Machinery Industry “Development Planning 十二五”[EB/OL]. [2011-12-21]. <http://china.toocle.com/cbna/item/2010-10-14/5436339.html>.
- [44] 戴宏民, 王晨宇, 周均. 面向安全卫生壁垒的食品包装机械设计技术[J]. 包装工程, 2012, 33(9):135—138.
DAI Hong-min, WANG Chen-yu, ZHOU Jun. Technology-oriented Barriers to Health and Safety of Food Packing Machinery Design[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(9):135—138.