

# 多维技术赋能易腐水果智能包装设计研究

刘文良<sup>1,2</sup>, 马雪寒<sup>1</sup>, 熊梅伶<sup>1\*</sup>

(1. 湖南工业大学 包装设计艺术学院, 湖南 株洲 412007;

2. 湖南省包装设计艺术研究基地, 湖南 株洲 412007)

**摘要:** **目的** 寻求易腐水果包装智能设计的创新策略, 在更好保护水果的同时延长易腐水果的保鲜期, 提升易腐水果的附加值。**方法** 调研当今市场上樱桃、草莓、猕猴桃、杨梅等易腐水果包装的弊病, 明确设计的新方向, 以安全为出发点, 以新型技术为着力点, 结合实例探索易腐水果包装智能设计的策略与方法。**结果** 将生物基 PH 响应智能膜运用其中, 可以实时监测水果状态。通过创新的包装结构, 在盒中设置多孔外壁有效防止了水果因大量乙烯释放造成的腐烂现象的发生。可折叠性的包装结构更加保证了水果在流通环节中的新鲜度, 数字化信息技术的渗透使得防伪技术更好甄别产品真假。**结论** 易腐水果对包装有着相对特殊的要求, 宜于从安全性、环保性、人文性角度进行考量, 通过功能性包装材料运用、智慧型包装结构创意以及数字化技术赋能等方法与技术, 实现包装智能化, 为水果保鲜、护形、溯源、防伪等提供帮助, 构建多重安全屏障。在强化特定水果品牌意识的同时提升大众的购物体验和健康消费幸福感指数。

**关键词:** 易腐水果包装; 智能设计; 安全; 健康; 品牌

中图分类号: TB482

文献标志码: A

文章编号: 1001-3563(2024)05-0074-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.05.009

## Intelligent Packaging Design of Perishable Fruits Enabled by Multi-dimensional Technology

LIU Wenliang<sup>1,2</sup>, MA Xuehan<sup>1</sup>, XIONG Meiling<sup>1\*</sup>

(1. College of Packaging Design and Art, Hunan University of Technology, Hunan Zhuzhou 412007, China;

2. Hunan Province Packaging Design Art Research Base, Hunan Zhuzhou 412007, China)

**ABSTRACT:** The work aims to seek innovative strategies for intelligent design of perishable fruit packaging, so as to extend the shelf life of perishable fruits while providing better protection and enhance the added value of perishable fruits. The drawbacks of perishable fruit packaging such as cherries, strawberries, kiwis and prunes in today's market were investigated to clarify new directions for design. Taking safety as the starting point and new technologies as the focus, the strategies and methods for the intelligent design of perishable fruit packaging were explored with examples. The application of a bio-based PH-responsive smart film allowed real-time monitoring of fruit status. Through the innovative packaging structure, the porous outer wall in the box effectively prevented the fruit from rotting due to the release of large amounts of ethylene. The foldable packaging structure ensured the freshness of the fruits in the distribution process, and the digital information technology penetration made the anti-counterfeiting technology better to identify the authenticity of the products. The perishable fruit has relatively special requirements for packaging, and it is advisable to consider

收稿日期: 2023-06-25

基金项目: 湖南省社会科学基金项目 (22JD042); 湖南省研究生科研创新项目资助 (CX20231113)

\*通信作者

perishable fruit packaging design from the perspectives of safety, environmental protection and humanity. Through the use of functional packaging materials, intelligent packaging structure creativity and digital information technology empowerment and other methods and technologies, the packaging intelligence can be realized to help preserve freshness, protect the shape, traceability and anti-counterfeiting of fruit, build multiple safety barriers for perishable fruit, and enhance the shopping experience and health consumption happiness index of the public while strengthening the brand awareness of specific fruits.

**KEY WORDS:** perishable fruit packaging; intelligent design; safety; health; brand

乡村振兴战略为中国农村改革与发展开启了新时代,实现乡村振兴,需要推动乡村产业壮大兴旺。新鲜水果是农村重要的产业依托,樱桃、草莓、猕猴桃、葡萄、杨梅等水果营养价值高,但是由于自身糖量较高、含水量较大,且成熟期一般都是集中在高温多雨的夏季,采摘完毕若未及时进行保鲜防腐,就很容易变质甚至腐败。水果保鲜效果如何,受到包装材料、包裹方式处理以及运输过程中的冷藏方式、销售过程中的货架时间等因素的直接影响。易腐水果很多属于价值更高的水果,对包装的要求也更严,既有更高的保鲜要求,也有更高的审美要求,甚至还有更高的精神文化要求。易腐水果包装设计,可以利用抗菌、显色等功能性包装材料以及光电、温敏、气敏等性质的辅助包装材料,设计科学合理的包装结构,借助新型印刷电子技术和信息技术,实现包装的智能化效用,确保水果本身的保鲜保质,同时也为消费者提供更加人性化的服务。

## 1 水果包装智能设计的研究现状

国内外已有相关研究主要聚焦于水果包装的保鲜技术与包装材料层面。智能包装是一个由材料科学、计算机科学、微电子学、现代控制理论、人工智能等多元学科交叉而产生的新型应用领域<sup>[1]</sup>。我国目前智能包装存在的问题主要受到技术研发、成本、消费者接受能力等因素的影响,而对水果的智能包装设计而言,当下更多的措施倾向于选用一些保鲜技术来延长水果的新鲜时间,易腐水果智能包装设计相对滞后。首先,目前国内市场上的水果包装同质化现象较为严重,易腐水果的包装除了具备其他水果基本的包装与视觉展示功能之外,一般都是在包装盒内部加入冰袋、运用吸塑托盘或采用在泡沫箱里放入有孔的篮子、整体抽真空等形式防止运输过程中的晃动来达到保鲜保形的目的。其次,国内市场对智能包装的认识还不够全面,需求也较少,将智能包装运用于易腐水果包装中的应用推广的进程极为缓慢;再次,易腐水果智能包装需要整个产业链紧密合作,从采摘、运输到销售都需要彼此之间完整的“协作”,而国内还比较缺乏紧密合作的产业链合作模式;最后,智能化的包装技术需要一整套的规范与标准,对其技术、安全、管理等都需要制定体系,而这也正是国内智能化包装

所欠缺的。

随着数字信息技术与智能材料的不断发展以及人们对生活品质要求的不断提高,智能化的水果包装越来越受到人们欢迎,虽国内关于易腐水果的智能包装相对滞后,但也有一些相关的研究与应用。国内一些企业也在研发一些抗菌、保鲜、防霉的新型材料;同时,国内高校与科研机构也在探索使用人工智能技术对包装的结构、尺寸进行优化,以发挥最大的水果包装智能化效用。

国外在易腐水果智能包装设计的研究中已经取得了一些进展,主要集中在智能感知技术、智能包装材料和智能结构3个方面。在智能感知技术中,利用传感器和智能控制技术,对水果的温度、湿度、气体成分等进行实时监测和控制;在智能包装材料中,采用纳米、生物可降解等新型材料,可以发挥抗菌、防霉、抗氧化等功效;在智能结构方面,利用计算机辅助设计和人工智能技术,对包装结构、尺寸等进行优化设计,以提高包装的保护性能和易用性。但国外易腐水果智能包装设计中也有其不足之处,如技术成本相对过高、技术应用存在的局限性、信息安全不能保证等方面均有瑕疵。

目前易腐水果的包装设计大都是通过保鲜技术或低温冷藏的方式来对水果的呼吸作用进行一定程度的控制来延长其新鲜时间。目前,保鲜包装技术主要有气调包装技术、活性包装技术、智能包装技术3种。气调包装技术主要有自发包装技术和充气包装技术;活性包装技术主要包括控湿、防雾、抗菌包装技术、O<sub>2</sub>吸收包装技术、O<sub>2</sub>释放包装技术等;智能包装技术主要包括指示标签技术、射频识别技术、传感器技术。尽管已经拥有这些比较先进的技术,但目前并没有广泛用于易腐水果的包装。一方面是成本问题,另一方面则是尚未找到水果包装与技术的最佳契合点。

## 2 易腐水果智能包装设计的考量依据

为易腐水果设计智能化包装,其前提就是要考虑这种包装需要解决什么样的问题,也就是通过智能化设计,要能够满足易腐水果包装哪些方面的功能性需求。这里主要从安全性、环保性、人文性等3个方面来考量易腐水果智能包装设计的依据(图1)。

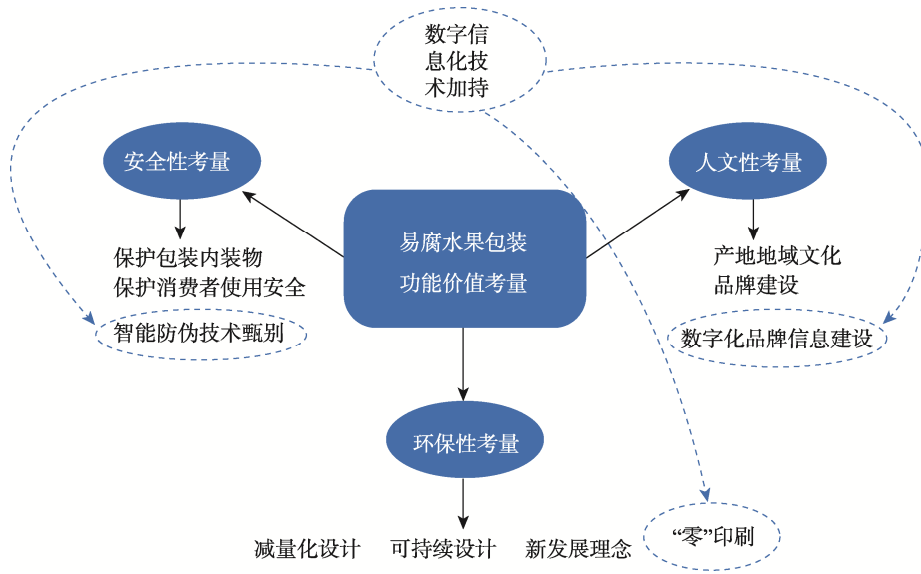


图1 易腐水果包装功能价值考量  
Fig.1 Consideration of packaging function value of perishable fruit

### 2.1 安全性考量

材料使用、结构处置、信息传达等都可能对食品包装安全产生重要影响<sup>[2]</sup>。易腐水果包装设计的安全性可以从水果本身安全、消费者使用安全、智能防伪安全等角度进行考量。首先，从保护内装物来说，水果从采摘到运输再到消费者的手中，经过了几个环节的流通，不免会受到碰撞与挤压。虽现有的水果包装可能采用开窗或透明塑料膜的形式来供消费者“检验”，但终究只可以看到表面。水果包装尤其是易腐水果包装设计，应充分考虑其存储环境的安全以及运输过程中的安全。在存储安全方面，在确保产品保质期内不变质的基础上还要考虑如何延长产品的保质期，使得内部环境有益于水果的呼吸作用，从而达到水果保鲜保质的效果。在运输安全方面，要加强流通环节中的风险管控，能够随时溯源水果来源与追踪水果去向，更精准地实现对水果的全方位监测与管控；其次，从消费者使用安全角度，在包装的开启方式上要更多地考虑是否符合方便、易拿取、不划伤人体等安全、便捷的因素，同时还可以从心理安全的角度进行考量，带给消费者更加愉悦的消费体验；再次，从甄别产品真假角度，目前高档水果市场上冒牌货大有存在，尤其是拥有国家地理标志名号的水果，比如赣南脐橙、丹东草莓、鲜蔷薇樱桃等，严重扰乱市场秩序与欺瞒消费者，亟须对包装进行防伪升级。将包装与溯源型视频进行结合，通过视频可视化的形式展示水果的采摘及配送流程，可以提高消费者对品牌的忠实度、好感度以及信任度，并加以智能防伪技术的渗融、包装结构一次性破坏的构造、无障碍设计以及适度障碍设计相结合的形式来实现水果包装的安全性。

### 2.2 环保性考量

绿色包装体现在水果包装设计中更多的是包装减量化设计，在包装结构、包装材料、包装装潢等方面都可以实现。印刷油墨等传统的印刷模式也已经威胁到环境的发展，在数字信息化技术的加持下完全可以实现零印刷。通过包装的减量化可以减少包装废弃物对环境的破坏，规避资源的过度使用与浪费的风险。采用可生物降解的包装材料对生态环境的可持续发展大有裨益。由新加坡南洋理工大学和美国哈佛大学公共卫生学院的研究团队研发的“智能”食品包装材料，不仅可以杀死对人类有害的微生物，还能将新鲜水果的保质期延长2~3 d。此外，在包装中加入一种天然抗菌化合物混合物，包装中的纤维在受到额外湿度的影响下会释放出天然抗菌化合物，来杀死新鲜水果表面的细菌。我国易腐水果主要集中在南方地区，南方水果含水量高，呼吸作用强，运输到北方地区需要花费3~5 d的时间，其腐烂的可能性也就越大。在包装的结构以及材料上，可以尽可能地选用当地的植物茎叶、根藤等透气性天然环保材料，将这些材料运用特殊的编织工艺制作成水果包装，在提高视觉舒适度时也弘扬了当地的地域文化，更符合现代人的审美与价值追求，符合减量化设计与绿色生态设计的理念。当然，用当地天然植物材料制作外销水果包装要特别注意生态安全，有必要经过沸煮、熏蒸等相应的灭虫灭菌灭害处理。因为这些天然材料植物纤维丰富，很容易寄生各种病虫害，极有可能造成“生物入侵”的后果。

### 2.3 人文性考量

产地地域文化在水果品牌建设中扮演着极其重

要的角色,在水果包装设计中加入产地地域相关元素,提炼其相关视觉符号,不仅可以在包装的视觉设计上增强对消费者的吸引力,还可以弘扬当地地域文化,真正做到助力乡村振兴。当下随着 5G 技术的普及,数字化设备、数字化展示已经成为重要存在与机遇<sup>[3]</sup>,将水果产品地域文化信息与数字化技术结合,是实现数字乡村振兴的一个重要切口。包装作为一种“无声的广告”,在传播品牌的过程中有着举足轻重的作用,不论是销售包装、运输包装还是展示包装,视觉效果美观、地域文化表现浓厚的包装总是更容易受到消费者青睐,获得更好的市场地位,从而带来更多的市场收益。目前我国很多水果被冠以“国家地理标志”的称号,而这些品牌基本上都与一定的地域文化相关联,会在无形中增加产品的附加值与消费者对品牌的好感度。果园采摘经济的出现得益于果园的宣传、果园当地地域文化的深入挖掘。采摘过程中水果篮子或环保包装袋在符合人性化设计、便捷性设计、人体工程学的基础上,设计出水果插画信息、产地信息、历史典故等地域文化信息也很有必要。利用智能信息技术与移动设备,通过智能扫码的形式视觉呈现果园相关信息与果树信息,比如当地的人文景观、自然风貌、文化特征、地域特色等内容,也不失为一种极佳的体验方式。

### 3 易腐水果包装智能化设计的方法

实现易腐水果包装的安全性、可靠性、高能性,可以有很多的设计角度,智能设计是其中非常重要的一个切入口。改善易腐水果现有的包装设计,可以从包装材料、包装结构、包装防伪以及数字信息化技术等方面进行探索。

#### 3.1 功能性包装材料的运用

目前市场上易腐水果包装多是采用瓦楞纸材料,在包装箱上进行简单的挖孔来实现水果包装环境内部与外界空气的交换,其可回收再次利用的价值较低。如若在运输过程中所耗费的时间较长,则会造成水果大面积腐烂,将智能材料运用于易腐水果包装中不仅可以实时监测果品的状态还可以及时做出有效处理(表 1)。可食用包装膜作为一种安全、绿色、无污染的包装材料,在食品领域有着巨大的发展潜力。

表 1 功能性包装材料在水果新鲜度检测包装上的应用  
Tab.1 Application of functional packaging materials in fruit freshness testing packaging

序号	功能性包装材料	材料监测
1	pH 生物基响应智能膜	变色提醒
2	新鲜度指示剂	乙烯释放浓度
3	活性包装抑菌材料	无机 Ag 纳米抗菌剂

食品包装中,食品营养物质的代谢和新物质生成必然导致系统内 pH 值发生相应的变化。利用这一规律,pH 型指示卡也就可以直接利用包装环境内部 pH 值的变化来指示食品的新鲜度<sup>[4]</sup>。生物基 pH 响应智能膜具有快速准确、成本低廉、可视性强的优点,用于水果包装中监测水果的品质具有很强的实用性。将 pH 响应智能膜黏附在包装上,当食品开始腐败后,挥发性气体就慢慢地被包装上的响应膜所吸附,进而水解生成  $H^+$  或  $OH^-$ , 由此促使响应膜的 pH 发生改变<sup>[5]</sup>(图 2)。其中,pH 智能膜响应天然指示剂中花青素指示剂,不但能够监测水果的状态,而且它本身也具有防腐、抗菌、保鲜的功能。天然花青素主要来源于自然界中鲜艳的植物的花、果、叶,主要有芍药、牵牛花、天竺葵色素等,材料来源广泛且成本低廉。Ran 等<sup>[6]</sup>使用溴百里香酚蓝和甲基红制备基于大豆分离蛋白的 pH 响应智能膜,用于水果包装上,当响应膜从绿色变为蓝色的时候,就意味着水果已经开始腐败了。利用数字化技术,消费者可以通过移动终端设备扫描水果包装上的特定码获取水果的产地、种类、采摘时间、保存建议、水果品质以及新鲜度等相关水果信息。此外,生物基 pH 响应智能膜与数字化信息技术结合,可以追溯到水果的整个生命周期,包括种植、施肥、农药使用情况等信息,以此增强消费者对产品的信任度,提高水果的产品附加值和市场竞争力。

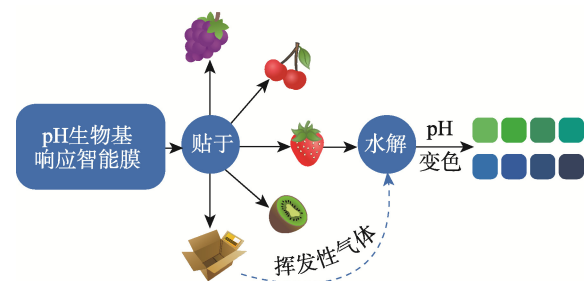


图 2 pH 智能膜响应流程  
Fig.2 pH smart film response flow diagram

新鲜度是检验水果品质的重要指标,而对呼吸跃变型以及更年期水果(乙烯释放快的水果)来说,采摘后呼吸作用大,乙烯应答迅速,导致短时间内容易出现大量水分流失的问题。新鲜度指示剂的功能与作用,主要是借助指示敏感材料与食品腐败过程中特定产物的化学反应,并将反应结果转换成消费者能够直接观察和判断的信号<sup>[7]</sup>。通过新鲜度指示剂标签的颜色显现,消费者可以判断水果是否变质,商家也可以借此对产品进行针对性处理。采用食品新鲜度指示剂,只需通过指示剂可见的颜色变化,无须破坏包装即可达到指示食品品质好坏的目的<sup>[8]</sup>,应用起来方便且科学。目前,乙烯敏感型指示剂主要应用于检测水果新鲜度。水果在自然成熟的过程中释放出的乙烯量与水果自身成熟度成正比,通过检测水果排放出的气

体来判断水果成熟与否。国外一家企业开发了一款 Stixfresh 神奇贴纸来提高水果新鲜度, Stixfresh 标签可以使得保鲜效果长达 14 d。此标签贴纸的涂层由蜂蜡和电离氯化钠组成, 包装材料中的化合物在水果四周会形成保护层, 通过减缓水果的成熟过程来提高水果的新鲜度, 并且可以使得多种易腐水果的新鲜度提高 50% (图 3)。选用可食用的涂膜, 添加安全无毒的抑菌防腐剂来增强其杀菌能力, 从而达到延长保鲜时间与抑制细菌滋生的目的。



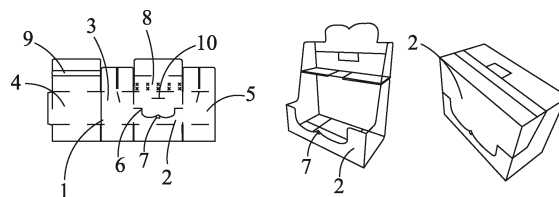
图 3 贴纸标签提高水果新鲜度在芒果包装上的应用  
Fig.3 Application of sticker labels to improve fruit freshness in mango packaging

目前, 气调保鲜包装技术、活性包装技术、智能微孔包装技术、低温冷藏、涂抹保鲜等方式可用来推迟水果的腐败时间, 保证其新鲜程度。以亚热带水果杨梅为例, 其成熟期处于高温多雨的夏季, 采摘之后极易变质, 这就要求杨梅包装既要做到保鲜又要达到抗菌、抑菌的效果。无机 Ag 纳米抗菌剂是一种长效抗菌杀菌剂, 可以直接添加到塑料制品中, 也可与水果直接接触, 选用此材料制作杨梅的包装盒, 可有效避免或防止细菌滋生导致的杨梅腐烂问题。在包装的印刷方式上, 将智能油墨、智能涂料、智能胶黏剂等辅助包装材料融入其中。利用敏感度指示装置, 对水果内部进行智能化管理, 也可以有选择性地运用湿度指示卡、时间-温度指示卡、泄漏指示卡对其温度、湿度、内部封闭程度进行实时监测。由于易腐水果呼吸作用强, 乙烯释放大, 在包装的外盒顶部, 可附加乙烯敏感型变色标签, 对包装盒内部的乙烯浓度进行实时监测。除此之外, 可以通过材料防伪与技术防伪保证产品流通中的防盗与防伪效果。在材料防伪中使用激光标签防伪技术, 因激光防伪模压复制技术完成的防伪标签很难被复制, 很适合应用于高档水果智能包装设计之中。在技术防伪中, 利用二维码、NFC 技术对水果进行智能识别, 结合特殊算法进行防伪验证, 通过移动终端设备来实现, 操作性简单便利。对二维码的印刷则可以采用水溶性油墨材料来进行, 较传统印刷油墨在使用上更加安全环保, 更符合当下生态与绿色设计的理念。还可与其他材料进行融合, 实现智能包装防伪、警示提醒的功效。

### 3.2 智能包装结构的设计

易腐水果由于自身的性能与特殊的储存需求, 在

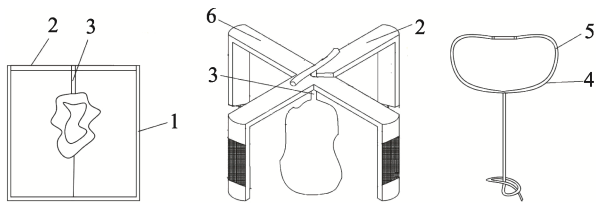
包装上可优化改善包装结构, 做到量化的同时又具有透气性且起到保鲜抑菌的作用。假冒水果品牌的现象经常发生, 特别是一些标有国家地理标志的知名水果。一些品牌水果的包装盒、包装箱成为不法商贩造假的重要来源。包装除了前述材料防伪技术之外, 也可以通过结构智能的方式实现, 将防伪启智能包装结构置于水果包装中就是一种比较有效的手段。张君红等<sup>[9]</sup>发明的防伪启包装展示盒(图 4), 具备展示与防伪启 2 种功能, 开启后的箱体将不能恢复到原来的状态, 展开的箱体使产品摆放层次感较强。该包装盒主要包括瓦楞件的板片 1, 在板片中有正面部分 2、左面部分 3、背面部分 4、右面部分 5。其中, 在 2、3、5 中设有撕裂线 6, 2 与 6 有相互配接的撕裂口 7, 在 2 的上部有黏合区 8, 在 4 的上部设有启封撕裂线 9, 2、3、4、5 黏合成一个箱体, 在 2 中设有插口 10, 且 10 的宽度为 86 mm, 结构紧凑, 综合使用性能出色, 在包装的防伪启以及在防止水果“互换”方面有较好的应用价值。



1.板片; 2.正面部分; 3.左面部分; 4.背面部分; 5.右面部分;  
6.撕裂线; 7.撕裂口; 8.黏合区; 9.撕裂线; 10.插口。

图 4 防伪启包装展示盒  
Fig.4 Anti-theft packaging display box

出于对运输安全与物流包装的考虑, 目前市场上购买的水果多装在塑料袋内或包装盒内, 而杨梅、草莓、葡萄等易腐水果本身易软, 在运输过程中可能会因路途颠簸发生碰撞导致水果受损, 或者在包装袋内由于自身可承重能力较弱易与外界物接触导致水果磕坏。吴浩喆<sup>[10]</sup>发明的一种水果包装结构(图 5), 较好地解决了易腐水果在运输过程中受损的问题。该设计发明的水果包装结构, 通过内包装使得水果能够悬空, 避免与外包装或其他接触物接触。在内包装中, 包装盒内设有支撑装置 2 和限位装置 3, 支撑装置 2 与包装盒 1 相连, 限位装置连接在支撑装置下并处于悬吊状态, 防护装置 4 可以连接水果与外包装盒使水果悬空于空间内且不与包装盒发生接触, 防护装置 4 与 3 个环绕水果的气囊 5 贴合在包装盒的内壁上。支撑架 6 上面设有卡接水果的果柄及其连接枝条的卡接槽, 果柄与连接水果的枝条构成限位装置。卡接槽与外包装结构之间的距离大于水果的果柄到水果底端的长度, 从而使水果无论如何晃动均不会触碰到外包装结构, 也不存在有水果磕碰、损伤的现象发生。



1. 包装盒; 2. 支撑装置; 3. 限位装置; 4. 防护装置;  
5. 气囊; 6. 支撑架。

图 5 水果包装结构

Fig.5 Fruit packaging structure

此外, 还可以选用特殊的形状, 增加水果与包装的接触面积, 利用波浪状、凸起或凹陷来提高保鲜的效果。充分利用易腐水果之间不同的特性与形状, 在内部结构设置可调节开口, 通过控制开口大小和位置来调节包装内部环境, 对水果进行实时监测与管控。包装的阻隔性能是基本要求, 主要充当保护层或屏障层作用, 一定程度上防止污染物、气体、光线和水分等接触食品<sup>[11]</sup>。为了解决易腐水果包装中的湿度与温度带来的水果腐烂问题, 笔者设计了一款外包装盒可调节开口的结构来实现通风散热, 如图 6 所示。利用一纸成型在内部结构中设置 4 个分割挡板且 4 个挡板可往上、往下或平放, 按照运输需求、销售需求可以调节。运输过程中可以将挡板置于包装结构内部, 销售过程中可以将挡板置于包装结构外部。内部底端挡板稍低于整体包装盒结构的高度, 包装盒底部设置直径小于顶部的通风孔, 以便于更好的通风, 减少湿度、温度对水果品质的影响。在包装盒内部嵌入内衬, 以满足包装盒两侧的盛装与通风需求, 另有插舌与外包装顶部相插, 稳定牢固, 无需黏胶剂等粘贴产品, 契合减量化设计理念。此外, 包装盒内部的分割挡板还可以用作于不同的水果礼品包装, 实现多重功效, 更具人性化与情感化。如果将缓冲结构、便捷结构与传感器技术进行有机结合, 便能得到预警功能增强的智能包装。

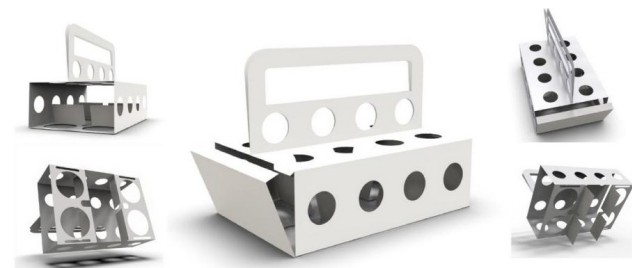


图 6 水果包装可调节开口箱体设计

Fig.6 Adjustable opening box design of fruit packaging

### 3.3 数字信息技术的应用

在数字技术的加持下, 信息型智能包装通过电子信息与通信技术的有效结合, 将相关产品信息通过包装表面添加特定码(条形码、二维码、RFID 标签等)的形式进行展示, 对产品的全过程进行实时管理与监

测。杨梅、樱桃、草莓、葡萄、猕猴桃、荔枝等水果送到消费者手中时, 经常出现由于包裹形式不当、冷藏方式不佳而导致腐烂等问题。如果能够对包装内部环境进行实时跟踪监控, 就可以将不安全因素控制在有限的范围之内<sup>[12]</sup>。随着物联网以及 5G 数字信息技术的发展, 智能包装在数字信息技术的加持下, 无疑会给易腐水果包装设计带来更大的发展空间与利用价值。气体传感器对监测水果的新鲜度有一定的作用, 通过水果成熟过程中释放的各种气体进行监测以针对性地给出解决方案。外部包装材料受损与内部水果微生物的代谢作用将会使包装系统内部的气体发生较大变化, 使用气体传感器可以直观地看到标签颜色的变化, 以此提醒消费者是否购买或商家进行降价处理。Mahajan 等<sup>[13]</sup>开发一种基于传感器的呼吸计, 借助电化学传感器和红外传感器, 可以连续地测量草莓中氧气的含量。充分利用 5G 条件下的数字信息技术, 结合内置芯片与感应监测等非侵入性水果产品自身的装置或设备, 可以实时监控水果在包装箱内的状态, 并通过一些传感设备将内部环境的信息传输给跟踪系统或监管系统, 且能及时对水果做出处理。

在易腐水果包装视觉展示上加入 RFID 智能标签, 可以赋予智能包装更多的可操作性、可预警监测性、可交互性。RFID 由于其芯片不可复制, 在防伪包装中具有良好的优势, 而且还可以用来对产品进行全程监控, 实现从端到端(从核心原材料到产品使用寿命结束及再利用)的追踪溯源<sup>[14]</sup>。当下市场上广为使用的是将产品信息通过油墨或喷绘的方式直接印刷于瓦楞纸材料上, 视觉上较为普通, 同时也造成了环境污染问题, 二次使用价值较弱。有了数字信息的加持, 可实现“零”印刷, 以数字展示形式实现包装数字化, 减少包装的印刷成本, 实现包装的减量化与绿色化。通过 VR 虚拟现实、AR 增强现实、MR 混合现实等多媒体展示技术, 可以增强消费者与包装的互动性, 强化对品牌的认知力。

在包装的外纸箱上, 可以将水果基本信息通过智能元器件存储到存储器中, 只需要通过二维码或智能标签的形式进行呈现。消费者可以通过智能终端设备对二维码进行扫描, 通过界面操作指示进行产品整个生命周期的溯源展示与信息反馈。在界面设计中可以充分体现我国水果的地域特征, 通过插画进行整体视觉的呈现。我国是一个传统文化极其浓厚的国家, 中华优秀传统文化源远流长, 水墨画、拓印工艺等艺术形式作为优秀的传统文化亟需当下设计师深入挖掘与创新。智能包装设计应该成为传承优秀传统文化的一种手段, 而不是消亡民族文化的工具, 应充分考虑消费者的文化与价值取向, 充分挖掘和体现文化的传承性与延续性。可以将水果的外部形态、表面肌理、内部构造等进行深度研究与挖掘, 用水墨拓印的形式将水果的肌理表现出来, 在呈现水果基本信息的基础上创新视觉表现形式。

在水果的包装设计上融入信息技术、5G技术、数字化技术等来实现包装与消费者、果农、零售商之间的信息交互。在信息技术的加持下,充分调动多用户、多感官、多模态之间的交流互动,能够给消费者带来全新的包装体验,给易腐水果创造更好的销售机会。

## 4 结语

易腐水果对包装有着相对特殊的要求,利用现有的技术与材料,融入智能设计的理念与方法,可以有效改善易腐水果包装设计的尴尬现状。智能包装可以为农产品赋予更高层面的价值<sup>[15]</sup>,通过智能包装材料的运用、智能包装结构的优化、智能防伪材料以及数字信息技术的优化配置与处理,延长水果保鲜保质生命周期,方便果农、商家、消费者之间的互动。同时还可以一定程度上赋予包装地域性元素,强化品牌意识,确保果农增收,加大消费者对易腐水果包装设计的好感度,进一步促进农业农村产业的发展,为乡村振兴战略的实施与推进作出贡献。

### 参考文献:

- [1] 刘文良. 基于安全策略的药品智能包装设计[J]. 装饰, 2015(11): 96-97.  
LIU W L. Intelligent Design of Drug Packaging Based on Safety Policy[J]. Art & Design, 2015(11): 96-97.
- [2] 邓巧云, 聂济世, 徐丽, 等. 绿色包装与智能包装结合探析[J]. 包装学报, 2021, 13(2): 74-80.  
DENG Q Y, NIE J S, XU L, et al. Discussion on the Combination of Intelligent Packaging and Green Packaging[J]. Packaging Journal, 2021, 13(2): 74-80.
- [3] 刘文良, 马雪寒, 韩雪. 全媒体语境下传统报业转型升级亟需走出四大误区[J]. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2023, 28(4): 66-72.  
LIU W L, MA X H, HAN X. Traditional Newspaper Industry Urgently Needs to Get out of the Four Misunderstandings of Transformation and Upgrading in the Omnimedia Context[J]. Journal of Hunan University of Technology(Social Science Edition), 2023, 28(4): 66-72.
- [4] 赵彬. 食品新鲜度智能指示卡的研究进展[J]. 包装工程, 2021, 42(3): 128-135.  
ZHAO B. Research Progress of Intelligent Indicator for Food Freshness[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(3): 128-135.
- [5] 张朋, 陈启杰, 游娜, 等. 生物基 pH 响应智能膜在食品工业中的应用研究进展[J]. 食品与发酵工业, 2023, 49(10): 323-328.  
ZHANG P, CHEN Q J, YOU N, et al. Research Progress in Application of Bio-Based PH-Responsive Intelligent Film in Food Industry[J]. Food and Fermentation Industries, 2023, 49(10): 323-328.
- [6] RAN R M, WANG L Y, SU Y H, et al. Preparation of PH-Indicator Films Based on Soy Protein Isolate/Bromothymol Blue and Methyl Red for Monitoring Fresh-Cut Apple Freshness[J]. Journal of Food Science, 2021, 86(10): 4594-4610.
- [7] 韩晓雪, 司军, 武俊峰, 等. 食品智能包装新鲜度指示剂研究进展[J]. 食品安全质量检测学报, 2023, 14(7): 173-181.  
HAN X X, SI J, WU J F, et al. Research Progress on Freshness Indicators for Food Intelligent Packaging[J]. Journal of Food Safety & Quality, 2023, 14(7): 173-181.
- [8] 黄少云. 新鲜度指示型智能包装的研究进展与展望[J]. 今日印刷, 2019(9): 71-74.  
HUANG S Y. Research Progress and Prospect of Freshness-Indicating Intelligent Packaging[J]. Print Today, 2019(9): 71-74.
- [9] 张君红, 胡力萌, 方美珊, 等. 防窃启包装展示盒: 中国, 205221317U[P]. 2016-05-11.  
ZHANG J, HU L M, FANG M S, et al. Thief -Proof Packaging Display Box that Opens: China, 205221317U[P]. 2016-05-11.
- [10] 吴浩喆. 一种水果包装结构: 中国, 114803087A[P]. 2022-07-29.  
WU H Z. Fruit Packaging Structure: China, 114803087A[P]. 2022-07-29.
- [11] LI H, HE Y Q, YANG J, et al. Fabrication of Food-Safe Superhydrophobic Cellulose Paper with Improved Moisture and Air Barrier Properties[J]. Carbohydrate Polymers, 2019, 211: 22-30.
- [12] 刘文良, 陈翹楚, 胡泽艺. 5G 赋能包装设计创新路径研究[J]. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2020, 25(3): 1-7.  
LIU W L, CHEN Q C, HU Z Y. Research on the Innovation Path of Packaging Design under 5G Technology[J]. Journal of Hunan University of Technology (Social Science Edition), 2020, 25(3): 1-7.
- [13] MAHAJAN P, LUCA A, EDELENBOS M. Development of a Small and Flexible Sensor-Based Respirometer for Real- Time Determination of Respiration Rate, Respiratory Quotient and Low O<sub>2</sub> Limit of Fresh Produce[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2016, 121: 347-353.
- [14] 何青萍. 预警型智能包装在食品安全中的应用和设计[J]. 包装工程, 2022, 43(1): 167-176.  
HE Q P. Application and Design of Early Warning Intelligent Packaging in Food Safety[J]. Packaging Engineering, 2022, 43(1): 167-176.
- [15] 郭蕊蕊, 姜媛媛, 周艳. 乡村振兴视域下农产品交互式智能包装设计研究[J]. 包装工程, 2023, 44(24): 522-527.  
GUO R R, JIANG Y Y, ZHOU Y. Design of Interactive Intelligent Packaging for Agricultural Products in the Context of Rural Revitalization[J]. Packaging Engineering, 2023, 44(24): 522-527.