

# PVA 水溶性薄膜材料在包装领域的应用分析

庞传远, 柯胜海

(湖南工业大学, 株洲 412007)

**摘要:** **目的** 为了完善 PVA 水溶性薄膜材料在包装领域的设计应用理论, 推动 PVA 水溶性薄膜材料与包装设计行业的深度融合, 促进包装产业向绿色、环保方向转型。**方法** 以 PVA 水溶性薄膜材料为研究对象, 结合各领域相关的包装案例, 总结水溶性薄膜材料的功能优势, 归纳水溶性薄膜材料包装的主要特色, 并对水溶性薄膜材料包装和传统销售包装在设计理念上的区别进行比较研究。**结果** 通过不断拓展 PVA 水溶性薄膜材料在包装领域的应用, 在提高使用者安全、保护生态环境及提高使用效率等方面具有显著的成效。**结论** PVA 水溶性薄膜材料以其独特优势, 在包装行业具有非常广阔的应用前景, 具体应用时应重点注意水溶性薄膜材料包装的使用安全、防护安全和可视化等方面。

**关键词:** 聚乙烯醇; 水溶性薄膜; 应用; 绿色包装; 设计理念

**中图分类号:** TB484.9 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2019)01-0112-05

**DOI:** 10.19554/j.cnki.1001-3563.2019.01.017

## Application of PVA Water-soluble Film Materials in Packaging Areas

PANG Chuan-yuan, KE Sheng-hai

(Hunan University of Technology, Zhuzhou 412007, China)

**ABSTRACT:** The work aims to improve the design and application theory of PVA water-soluble film materials in the packaging field, promote the deep integration of PVA water-soluble film materials and packaging design industry, and promote the transformation of packaging industry to green and environmental protection. With PVA water-soluble film materials as the study object, combined with the relevant packaging cases in various fields, the functional superiority of water-soluble film materials was summarized, the main features of packaging made of water-soluble film materials were generalized, and the differences in design concepts between packaging made of water-soluble film materials and the traditionally sold one were compared. The application of PVA water-soluble film materials in the field of packaging had been continuously expanded, and had achieved remarkable results in improving user safety, protecting the ecological environment and improving the use efficiency. PVA water-soluble film materials have broad application prospects in the packaging industry due to their unique advantages. However, in the specific application, more attention should be paid to the water-soluble film packaging, such as use safety, protection safety and visualization.

**KEY WORDS:** PVA; water-soluble film; application; green packaging; design concept

自改革开放以来,我国包装行业在不到 40 年的时间里,迅速发展为具有鲜明特征的完整工业体系<sup>[1]</sup>,

我国各行各业对塑料薄膜的市场需求不断上升,塑料包装及其塑料包装产品在市场上所占的份额越来越

收稿日期: 2018-07-07

基金项目: 国家哲学社会科学基金艺术学青年项目 (14CG127); 湖南省社科基金重点项目 (17ZDB008); 湖南省教育厅重点项目 (16A060); 湖北省教育厅人文社科青年项目 (18Q111)

作者简介: 庞传远 (1994—), 男, 湖南工业大学硕士硕士生, 主攻智能包装设计。

通信作者: 柯胜海 (1981—), 男, 在读博士, 湖南工业大学副教授, 主要研究方向为智能与创新包装设计。

大,特别是复合塑料软包装,已经广泛地应用于食品、医药、化工等领域。虽然塑料薄膜批量化的大规模生产减少了成本,为用户的购买和使用提供了方便,但其对环境的破坏力也不容忽视,大量的白色污染地带不断地出现,越来越多的环境压力迫使工业界考虑他们选择的包装可能对最终用户及其周围环境产生的影响。自1924年德国科学家Hermann和Haenel博士发现了这种PVA(聚乙烯醇)高分子化合物至今<sup>[2]</sup>,其具有的可生物降解的特性和良好的材料性能,能够有效解决包装使用过程产生的浪费和污染问题,引发世界各国对PVA材料及其衍生物进行诸多探索。PVA水溶性薄膜材料的性能正是在这不断地探索过程中被不断改良,并形成了许多优秀的设计成果,因而受到越来越多的关注<sup>[3-5]</sup>。

## 1 PVA 水溶性薄膜材料的分类、原理及特点

PVA 水溶性薄膜材料是指经特殊工艺处理加工的新型膜状环保包装材料,可在水的作用下,迅速自行变性、分解、降解为低分子化合物。它不是单指一种材料,而是一类材料的统称,这类材料具有一种共性,就是水溶性能较好,并且可以通过控制外部条件对水溶速度加以调节。水溶性薄膜材料的主要原料是不同醇解度的PVA,利用PVA的成膜性、水溶性及降解性,添加各种助剂制作而成(如表面活性剂、增塑剂、防粘剂等)<sup>[6-7]</sup>,具有良好的水溶性,抗静电性,气体选择透过性,力学性能,热封性能,耐化学性及印刷性能等<sup>[8-10]</sup>。从外观上看,PVA 水溶性薄膜与日常所接触普通塑料薄膜相差无几,但两者在性能上却相差甚远,普通塑料薄膜废弃后产生的白色垃圾,是一种很难降解的永久污染源,而水溶性薄膜则恰恰相反,它是一种可降解、无污染的环保材料。

随着水溶性薄膜材料的生产技术逐渐成熟,其水溶性、生物降解性以及机械物理性能得到了很大的优化,材料的种类也在不断的细化。在应用上,PVA 水溶性薄膜材料所具有的水溶特性,为材料的应用提供了巨大优势。目前市场上常见的PVA 水溶性薄膜材料主要是以材料的溶解温度进行分类,有高温型和低温型2种。一般情况下,水溶性薄膜的水溶性与其厚度和温度有关,可以按照厚度与温度的不同,调节水溶的时间,在应用时可以有目的性的进行选择<sup>[11]</sup>。

## 2 PVA 水溶性薄膜材料在包装领域的具体设计与实践

随着水溶性薄膜材料研发成本的降低,其在包装领域的应用也在不断地拓展,在提高使用者安全,保

护生态环境及提高使用效率等方面具有显著的成效,下面就结合具体案例分别对不同领域产品包装中水溶性薄膜材料的具体设计应用进行分析阐释。

### 2.1 在医疗用品包装领域的设计应用

在医疗用品包装领域,水溶性薄膜材料主要起到隔离的功能作用,多用于医疗器械的洗涤用包装,以医院场所为例。众所周知,医院是救死扶伤的地方,但也是容易发生病原传播的地方。但是由于医疗资源有限,病患诊察和治疗使用的医疗器械和衣物等用品必须经过清洗、消毒后才能进行下一次的使用。在这类用品的收集、运输、存储、清洗和消毒灭菌过程中,往往难以保证医护人员不接触带菌、受污染的用品和衣物,不仅医护人员自身安全具有安全隐患,还有可能会造成病菌扩散甚至导致医院内部患者的二次病菌感染,因此有一个隔离性质的包装袋就尤为必要。水溶性薄膜材料具有可溶的特点并且无毒,制成包装可以很好地用于医护用品的洗涤,同时增加了包装使用的便捷性。

### 2.2 在日化用品包装领域的设计应用

水溶性薄膜材料在日化用品领域的应用,主要集中在易对人体产生潜在性危害的日化产品包装上,如具有刺激性气味或腐蚀性特点的洗涤剂。利用材料的水溶特性,结合使用环境对水溶性薄膜包装的造型结构及使用方式进行设计,使包装满足保护产品本身安全的基本要求,同时避免这类产品在使用过程中与人体的直接接触。日常使用的固体马桶清洁剂的包装,采用的就是水溶性薄膜材料,见图1。马桶清洁剂本身具有刺激性,会对皮肤造成伤害,因此,要避免小孩以及湿手直接接触产品。应用水溶性薄膜材料包装后,避免清洁剂与使用者皮肤的直接接触,使用时可直接将包装有水溶性薄膜的马桶清洁剂放置于厕所水箱中,外包装会快速在水中发生溶解,使用非常的便捷。另外,还可利用水溶性薄膜材料制成一种定量型的包装,供特殊的情境使用,见图2。图2所示的定量型包装专为机洗设计,常温下无水环境不溶解不



图1 马桶清洁剂包装  
Fig.1 Toilet cleaner package



图2 定量型洗衣液包装  
Fig.2 Quantitative laundry detergent package

渗漏,额定容量可以清洁一桶衣服,包装遇水即溶无残留。这种定量式洗衣液包装巧妙地将水溶性薄膜材料与洗衣液结合起来,解决了在机洗时洗衣液投放量的问题。还可以根据家庭人口的不同对这种定量型水溶性洗衣液薄膜包装进行定制设计,以满足不同人群的洗衣需要,避免日常机洗过程中洗衣液的浪费。

### 2.3 在农用物资包装领域的设计应用

水溶性薄膜材料在农用物资包装领域的设计应用是利用水溶性薄膜良好的延展性、可塑性和水溶性,对包装进行针对性的造型设计,主要用于种子包装和农药包装上。目的是积极推动农田增产、绿化造林及沙漠改造,提高种子的种植效率和存活率,同时减少农药在使用过程中对环境带来的破坏。水溶性薄膜在种子包装上的应用主要是针对洋葱头、胡萝卜、花草种子和植物种子等不能用机器批量播种的蔬菜和花卉种子,制成具有定量间距的种子包装带,见图3。用于解决这类种子在大面积种植过程中,存在的效率低与费时费力的问题<sup>[12]</sup>。将种子包装带平铺在地上,用土覆盖,待雨水或湿气将水溶性薄膜制成的包装带溶掉后,种子吸收土壤中的养分发芽生长,提高了播种的效率和精度。在种子带的设计上,可以根据不同种子的生长需要进行间距定制设计,即最佳的生长空间,省去了以后间苗的时间,还可以将农药、营养素等作为种子袋的一部分,以促进种子的生长。

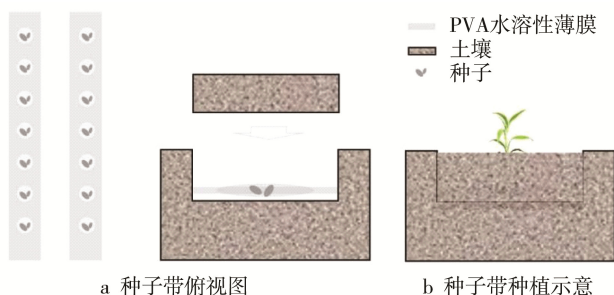


图3 PVA水溶性薄膜种子带种植示意  
Fig.3 Schematic diagram of seed planting by PVA water-soluble film

在农药包装方面,目前市场上多采用玻璃、AL(铝箔)、PE塑料(聚乙烯)、PET塑料(聚对苯二甲酸乙二醇酯)、CPP薄膜(流延聚丙烯薄膜)等材料制成,这类材料在自然环境中很难降解。多数人在农药配制后,会习惯性的将农药包装袋直接在水边丢弃,这种情况在农村体现的尤为明显。一旦包装袋上残留的农药进入水中,导致水源被污染,不仅会造成水中鱼虾受害,而且会对下水洗澡的人造成中毒和皮肤过敏的不良影响。除此之外,以玻璃和塑料为主的农药包装还有可能划伤田间作业人员和牲畜,具有一定的安全隐患。对水溶性薄膜材料来说,材料本身具有良好的水溶性及机械强度,是一种制作内包装衬袋的优质材料。使用时直接将农药带着水溶性薄膜衬袋投入喷雾器中,可代替传统农药包装使用<sup>[13]</sup>。这种包装的优势在于解决了传统农药包装农药残留以及减少包装废弃物丢弃的难题,既保护了生态环境,同时也可以避免人体部位直接接触农药产品和减少刺激性气味的吸入,对人身安全具有一定的保护作用。

### 2.4 在其他包装领域的设计应用

除了以上所阐述的应用领域外,水溶性薄膜材料在其他包装领域也有着重要的应用,如食品领域、建筑行业、电子电器行业等。在食品领域,水溶性薄膜材料可以制成抗菌包装膜使用<sup>[14-15]</sup>。在建筑行业,对于一些粉尘类产品,如水泥、水泥添加剂(硅粉等),腻子粉等,在使用时容易发生粉尘飞扬,对人体呼吸道和生态环境有害,可用水溶性薄膜材料制成包装袋,在使用时可避免粉尘飞扬。在电子电器行业,对于一些容易产生静电的电子元件,可以利用水溶性薄膜材料包装防静电的特点对电子元件进行保护,既安全又环保。

## 3 包装用水溶性薄膜材料的主要特色分析

### 3.1 便捷性

定量型包装是水溶性薄膜材料在包装上的一个非常实用的便捷性应用之一,利用材料水溶的特性,并且溶解条件易得,可以减少用户的部分行为操作,为消费者带来方便、高效的使用体验。但需要注意的是,在定量型包装设计中更要注意把握“度”,即用量刚刚好的原则。既满足了消费者的使用需求,又不会因产品的过量使用对物品或人身带来安全隐患,同时也避免了资源浪费。

### 3.2 安全性

水溶性薄膜材料的安全性主要体现在保护使用者安全,是指水溶性薄膜材料包装可以将一些特殊的

商品与使用者进行隔离,在保证包装行使正常功能的同时,对使用者进行保护。另外,水溶性薄膜可以结合其他材料,制成包装具有抗菌、防静电等功能,以保护产品安全。

### 3.3 生态性

较之传统的塑料薄膜,水溶性薄膜材料的优势在于其能水溶、可自行降解等特性。在包装的生命周期中,尤其在包装废弃过程中不会对环境带来负面的影响,可有效地解决目前由包装所引发的污染和资源浪费的问题,对于我国包装产业的转型升级具有积极的推动作用。

## 4 水溶性薄膜材料包装设计与传统包装设计的比较

在现代设计理念中,设计是以目的为基础的,它主张把社会的、人类的、经济的、技术的、艺术的、心理的诸要素综合起来,满足人类生活和精神的需要<sup>[16]</sup>。水溶性薄膜材料包装设计作为现代包装设计的一部分,仍是以目的为基础,但传统的包装设计有所差异,主要体现在以下3点。

### 4.1 由单向设计转变为双向设计

传统的以视觉印刷为主的销售包装,在设计程式上往往是商品对于包装有需求,然后再进行具有针对性的调研和设计,并采用恰当的包装材料满足包装的市场需求、社会需求以及环境需求等,是一种以需求为导向的单向设计。水溶性薄膜包装的设计程式,是一种以技术为导向的双向设计,这种设计理念也同样适用于其他材料,即在材料研发过程中,以材料的特性为基础,探索与之相匹配的包装市场需求所在,然后再进行具体的包装设计。同时,通过具体的包装设计实践,反过来去验证材料的可行性与市场性。对于设计人员来说,如何在以这种技术为导向的双向设计方式下更好地进行包装设计并服务于市场,就要求研究人员需要对技术的特点及原理有着很好的认知,并在设计应用过程中举一反三,在包装设计中发挥其最大的价值。

### 4.2 由包装本体设计转变为生态可持续设计

随着科学技术和社会意识形态的更新和变化,包装的基础功能属性逐渐得到了满足。为了能在千篇一律的包装中脱颖而出,商家和企业将注意力转移到包装上,再加上我国包装产业体量巨大,导致包装所带来的资源浪费及环境污染等负面影响变得非常突出,因此,包装设计逐渐趋向于智能化、轻量化和可持续性。水溶性材料的出现,如水溶性薄膜、水溶性油墨等材料,其自身具有的环保性能对于包装安全与环保

具有极大的意义,加快包装设计重心向生态可持续设计转移。

### 4.3 由简单功能设计转变为复合功能设计

根据 GB/T 4122.1—1996 中对包装定义的介绍,包装的主要目的是为了保护产品、方便贮运、促进销售。然而伴随着社会的消费升级,消费需求变得更加细分化,故而近年来结合新材料、新技术、新结构的智能包装迅速增长,包装的功能也在逐渐的精细化。水溶性薄膜材料作为一种新型包装材料,除了实现包装的基础功能属性外,在包装上的应用还起到隔离、定量、提高使用效率的功能。另外,在包装上使用水溶性薄膜材料的同时,再辅以其他的材料或技术,如变色材料、发光材料、感应技术等,其功能属性可能会进一步的被拓展,并应用于更多的领域。

## 5 结语

通过以上的分析和阐述可以看出,水溶性薄膜材料最大的特性就是在水中或者潮湿的环境中可以完全降解。这个特性既赋予了材料巨大的优势,同时也为材料的应用赋予了一定的局限性,因此,在对水溶性薄膜材料进行包装应用时有很多极富挑战的需求需要满足,如安全性、耐用性、便捷性、环境适应性以及使用人群的接受程度等,这些都对水溶性薄膜材料在包装上的实际应用提出了很高的要求。在具体应用时,应着重注意以下3点。

1) 包装的使用安全。使用安全主要包括接触安全与食用安全,在水溶性薄膜材料包装的使用过程中,特别是作为刺激性产品包装时,应根据人的行为习惯,在包装使用过程的设计上避免产品与人的直接接触。在食用安全方面,世界卫生组织国际癌症研究机构于2017年10月27日公布了一份致癌物清单,其中将PVA列为3类致癌物(对人类致癌性可疑),因此,在进行包装设计时,需要考虑在PVA水溶性薄膜材料包装使用过程中被误食的可能。

2) 包装的防护安全。由于水溶性薄膜材料的特性,包装在运输及存储过程中遇到水或潮湿的环境会发生溶解的行为,造成包装的破损,会威胁到商品的安全,因此在设计之前应详尽的分析包装在生产、运输、储存、使用等各个环节所面临的潜在性破坏因素,如环境温度、湿度、PH值、压强、光照等,以保护商品的安全。除此之外,在应用水溶性薄膜材料进行包装设计时要充分考虑包装物与被包装物的关系,确保水溶性薄膜材料与内包装物接触时不发生反应,使材料与内包装物相适应。

3) 包装的可视化。对于包装来说,在具有恰到好处的结构形态与功能外,同时还要具有好的视觉体验,不仅可以促进销售,还能为包装锦上添花,无形



之中拉近与人之间的距离,水溶性薄膜材料包装亦是如此。水溶性材料的溶解是一个动态的过程,如果能在实现包装功能的同时,采用一些结构,如镂空、层叠等,并巧妙地搭配恰当的颜色和图案来设计包装视觉的变化,可以很好地提高包装的亲合力,才会在市场竞争中脱颖而出。

#### 参考文献:

- [1] 朱和平. 包装行业需要“绿色治理”[N]. 人民日报, 2018-02-06.  
ZHU He-ping. The Packaging Industry Needs "Green Governance"[N]. People's Daily, 2018-02-06.
- [2] SAKURADA Y, SUEOKA A, KAWAHASHI M. Blood Purification Device Using Membranes Derived from Poly(vinyl alcohol), and Copolymer of Ethylene and Vinyl Alcohol[J]. Polymer Journal, 1987, 19(5): 501—513.
- [3] 何京. 水溶性塑料包装薄膜的性能及应用前景[J]. 包装工程, 2004, 25(2): 28.  
HE Jing. The Performance of the Soluble Plastic Packaging Film and Application Prospects[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(2): 28.
- [4] 孙义明, 周建刚, 彭少贤, 等. 薄膜用聚乙烯醇改性的研究现状及进展[J]. 包装工程, 2004, 25(3): 4—6.  
SUN Yi-ming, ZHOU Jian-gang, PENG Shao-xian, et al. The Recent Situation and Progress of Study on PVA Used for Films[J]. Packaging Engineering, 2004, 25(3): 4—6.
- [5] SHAHBAZI M, RAJABZADEH G, RAFA A, et al. The Physico-mechanical and Structural Characteristics of Blend Film of Poly (Vinyl Alcohol) with Biodegradable Polymers as Affected by Disorder-to-order Conformational Transition[J]. Food Hydrocolloids, 2016, 60: 393—404.
- [6] ISMAIL H, ZAABA N F. Effect of Additives on Properties of Polyvinyl Alcohol (PVA)/Tapioca Starch Biodegradable Films[J]. Polymer-plastics Technology and Engineering, 2011, 50(12): 1214—1219.
- [7] KANATT S R, RAO M S, CHAWLA S P, et al. Active Chitosan-polyvinyl Alcohol Films with Natural Extracts[J]. Food Hydrocolloids, 2012, 29(2): 290—297.
- [8] THOMAS D, CEBE P. Self-nucleation and Crystallization of Polyvinyl Alcohol[J]. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2017, 127(1): 885—894.
- [9] HALIMA N B. Poly (Vinyl Alcohol): Review of Its Promising Applications and Insights into Biodegradation[J]. RSC Advances, 2016, 6(46): 39823—39832.
- [10] LI Y, TIAN H, JIA Q, et al. Development of Polyvinyl Alcohol/Intercalated MMT Composite Foams Fabricated by Melt Extrusion[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2015, 132(43): 42706—42713.
- [11] 陈默, 王志伟, 胡长鹰, 等. 湿度对聚乙烯醇膜阻隔性能的影响[J]. 高分子材料科学与工程, 2009, 25(8): 61—63.  
CHEN Mo, WANG Zhi-wei, HU Chang-ying, et al. Effect of Humidity on the Barrier Properties of Polyvinyl Alcohol Films[J]. Polymeric Materials Science and Engineering, 2009, 25(8): 61—63.
- [12] DEPRISCO N, IMMIRZI B, MALINCONICO M, et al. Preparation, Physico-chemical Characterization, and Optical Analysis of Polyvinyl Alcohol-based Films Suitable for Protected Cultivation[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2002, 86(3): 622—632.
- [13] 杨涛. 用水溶性 PVA(聚乙烯醇)内袋包装形式解决农药包装危害的设想[J]. 塑料包装, 2015, 25(3): 22—25.  
YANG Tao. Using Water-soluble PVA Bag Packaging is Solutions for the Harm of Pesticide Packaging[J]. Plastics Packaging, 2015, 25(3): 22—25.
- [14] HU D Y, WANG L J. Physical and Antibacterial Properties of Polyvinyl Alcohol Films Reinforced with Quaternized Cellulose[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2016, 133(25): 90—98.
- [15] 蒋硕, 杨福馨, 张燕, 等. 改性抗菌聚乙烯醇包装薄膜的性能研究[J]. 食品与机械, 2014(3): 114—117.  
JIANG Shuo, YANG Fu-xin, ZHANG Yan, et al. Research on Antibacterial Properties of Antibacterial Modified Polyvinyl Alcohol Packaging Films[J]. Food & Machinery, 2014, 30: 114—117.
- [16] 朱和平. 现代包装设计理论及应用研究[M]. 北京: 人民出版社, 2008.  
ZHU He-ping. Design Theory of Modern Packaging and Study of Application[M]. Beijing: People's Publishing House, 2008.