

# Experimental Design of VCI Metal Packaging Rust Prevention Based on Dicyclohexylamine Nitrite

Zifa Huang

Hunan Urban Professional College, Zhuzhou, Hunan, 410137, China

## Abstract

Metal three piece cans are an important form of food packaging and are widely used in the market. However, due to corrosion of its contents, compression deformation during storage and transportation, and coating wear, corrosion of the tank body is inevitable, leading to product quality issues and economic losses. This paper mainly analyzes the current situation and development direction of metal packaging, VCI rust prevention mechanism, and specific rust prevention packaging applications, further exploring metal rust prevention technology to improve the rust prevention performance of metal packaging.

## Keywords

metal three piece can; rust prevention and corrosion inhibitor; rust prevention packaging

# 基于亚硝酸二环己胺的 VCI 金属包装防锈实验设计

黄子发

湖南都市职业学院, 中国·湖南 株洲 410137

## 摘要

金属三片罐使食品包装的一种重要形式, 在市场上被广泛应用。然而, 由于其内容物的腐蚀、储运过程的挤压变形、涂层磨损等原因, 罐体的锈蚀在所难免, 进而导致产品质量问题和经济损失。论文主要从金属包装现状及发展方向, VCI防锈机理和具体的防锈包装应用来进行分析, 进一步探究金属防锈技术, 提高金属包装的防锈性能。

## 关键词

金属三片罐; 防锈缓蚀剂; 防锈包装

## 1 金属包装现状及发展方向

### 1.1 现状

现在包装工业已进入包装多样化的年代。一款优秀的产品包装, 既要让消费者通过印刷的精美文字和图案了解到产品信息, 还要适宜地激发消费者的购买欲望, 同时坚实的包装还能够防止生物、化学和物理等外来因素的损害, 便于贮存和携带。

目前市面上的包装常由金属、玻璃、纸质、塑料、复合材料等材料制作而成, 金属作为四大包装材料之一, 具有阻隔性好、方便携带、重复使用和回收再利用等优点, 受到广大消费者的喜爱, 在生产生活中的运用也举足轻重。在金属包装领域, 马口铁三片罐由于具有机械性能好, 阻隔性能优异, 制造工艺成熟, 生产效率高, 装潢精美和可回收利用等优点, 是目前市场上食品和饮料常见的包装形式之一, 深受包装行业和广大消费者喜爱。

然而金属锈蚀一直是困扰其扩大使用的突出难题。在所包装的食品饮料中, 有些内容物具有偏酸性、含盐量高和含硫蛋白多等特点, 使得其内容物腐蚀性较强, 当马口铁罐内壁涂层出现漏涂、杂质点或划伤等缺陷时, 会导致罐体缺陷部位发生腐蚀甚至穿孔。金属材料的腐蚀问题、氧化问题以及内容物的生化变化等, 会使包装产品内容物逐渐劣化变质, 最终导致食品失去食用价值, 造成产品质量问题和经济损失<sup>[1]</sup>。

### 1.2 发展方向

近几年来, 金属包装行业发展迅速, 金属罐的应用领域在逐渐扩大, 制罐企业间的竞争也日趋激烈。而金属罐未来的发展方向主要集中在生产成本优化、产品差异化这两方面。

#### 1.2.1 发展方向一: 轻量化

制罐材料的减薄, 从成本和能源角度为制罐企业以及金属包装行业注入了活力。依托现代的先进技术, 制罐企业能够在减小金属罐壁厚的同时, 仍然保持金属罐的高性能。从金属罐诞生以来, 世界各国都在轻量化方面进行着不懈的努力, 并不断取得进展。在将来, 随着加工工艺、设备和设

【作者简介】黄子发(1989-), 男, 中国湖南株洲人, 硕士, 副教授, 从事包装材料研究。

计能力等技术水平的不断提高,金属罐包装会有更多更好的发展空间。

### 1.2.2 发展方向二:个性化。

目前,金属包装行业的同质化竞争越来越激烈,这促使制罐企业持续进行技术创新,不断开发差异化产品,以追求市场占有率和效益的最大化。未来,金属罐的个性化创新将主要围绕“视觉、触觉、嗅觉、听觉”几方面做文章。在视觉方面,主要是开发各种异形罐,或采用特殊油墨印刷,在视觉上带给消费者巨大的冲击效果。在触觉方面,可以通过金属浮雕或印刷油墨产生浮雕效果等方式,让消费者在触觉上产生不同的感受。在嗅觉方面,通过采用特殊油墨,使油墨可散发出与内容物类似的香味,让消费者直观感受自己喜欢的味道。在听觉方面,也是通过特殊油墨的应用,使金属罐能发出各种声音,与消费者交流,使消费者产生兴趣<sup>[2]</sup>。

## 2 VCI 防锈机理

### 2.1 缓蚀剂缓蚀机理

气相腐蚀抑制剂(俗称VCI)是一种可以挥发出抑制金属表面锈蚀的物质,一般情况下负载在纸和聚乙烯薄膜内,制成气相防锈纸和气相防锈膜。气相防锈材料能够起到抑制金属腐蚀的作用主要归功于负载在其中的腐蚀抑制剂。气相腐蚀抑制剂在常温下有良好的气化作用,可以持续气化挥发出气相腐蚀抑制剂进而吸附在金属的表面上形成保护膜。从物理化学角度分析,气相腐蚀抑制剂发挥作用是因为缓蚀剂与电解质溶液的作用,从而控制了金属表面腐蚀原电池的电极反应,从而抑制了金属的腐蚀<sup>[3]</sup>。

### 2.2 气相防锈纸作用机理

气相防锈纸即含浸或涂覆气相缓蚀剂的纸,它是靠纸中浸渍或纸面上涂布的一种叫气相缓蚀剂的化学物质,在常温下缓慢地散发出缓蚀气体,这种气体能使空气中的水分、二氧化碳、二氧化硫、硫化氢等腐蚀性介质游移到金属表面,生成一种肉眼看不见的稳定的致密保护膜,起钝化作用,保护金属材料和制品免于锈蚀或降低锈蚀速率。气相防锈纸的种类有很多,常用的缓蚀剂有:亚硝酸二环己胺、苯甲酸钠、辛酸二环乙胺、乌洛托品、尿素和苯甲乙醇胺等<sup>[4]</sup>。

## 3 VCI 防锈缓蚀防锈应用的实验设计

### 3.1 常见的VCI包装材料

#### 3.1.1 气相防锈纸

将气相缓蚀剂进行复配,形成复配溶液涂布在没有被腐蚀的防锈纸上,经过一定加工工序和一定时间的干燥,就制成了气相防锈纸,一般防锈纸上面的涂布量为5~10g/m<sup>2</sup>。

#### 3.1.2 气相防锈薄膜

气相防锈薄膜的制作过程主要是将气相缓蚀剂添加到一些高聚物的母粒中,再经过挤出机加工吹塑,干燥后形成具有防锈性能的防锈包装材料。

#### 3.1.3 气相防锈胶带

将含有腐蚀抑制剂的橡胶粘合剂粘合再在聚酯薄膜或其他材料的其中一面,再将有机硅酮防粘剂涂覆在另一面,最后经过一定时间的烘烤、收缩、切割即制成气相防锈胶带。

#### 3.1.4 其他形式气相防锈包装

①可剥离气相防锈涂料,主要应用于在一些机械零件不方便用其他防护材料进行包装的领域;②气相防锈管,应用于大型的机械设备和各种军用武器装备的零部件中;③气相防锈密水密气包装袋,应用于小型金属制品和零备件;④气相防锈油、气相防锈液等液体防锈包装,作为一种直接接触金属制品的防锈包装形式<sup>[5]</sup>。

### 3.2 设计方案

实验思路:以亚硝酸二环己胺防锈缓蚀剂为主要研究对象,通过与纸包装的复合形成气相防锈纸,对不同配比的气相防锈纸特性进行研究,探讨其防锈性能优劣,将含有不同缓蚀剂的气相防锈包装纸应用于三片罐包装的罐装前材料运输阶段,和罐装后保存阶段进行综合的对比分析。

#### 3.2.1 实验目的

主要是针对硝酸二环己胺这一缓蚀剂,通过与胶黏剂混合,找到其最佳的配比,更好地让纸与纸板形成复合构成包装容器,从而拓展纸包装的防护特性,并通过把金属三片罐作为被测试对象,研究其防锈性能,提高金属三片罐的储运防护效果和延长货品存储时间。

#### 3.2.2 实验研究方法

①文献分析法:在中国知网、万方网、维普网等专业网站上搜索关键词,搜索和分类与三片罐和防锈缓蚀剂的相关文献资料,并进一步分析、借鉴、总结国内外相关研究,从而更好地运用研究理论、明确研究思路。

②调查研究法:通过走访相关企业,以访谈的形式进行的调查研究,收集目前金属罐包装生产过程中出现的生产工艺,储运过程产生的破损问题等,进而为项目研究积累资料。同时邀请企业技术人员一同进行项目研究,通过边试验边改进的思路,把制备的防锈纸包装应用于实际的金属罐装防护过程中。

③试验比较法:确定好亚硝酸二环己胺作为缓蚀剂后,以不同配比与纸包装粘合剂进行复合,进行腐蚀试验,测得其防锈特性曲线。再通过在不同阶段,以不同材料的金属罐进行测试,以期对防锈纸包装进行综合的对比分析。

#### 3.2.3 实验内容

①分析亚硝酸二环己胺作为防锈缓蚀剂加入粘合剂,与包装纸复合形成包装容器后,通过行气相防锈循环实验,得到防锈特性曲线,对防锈纸容器的防锈性能进行评价。

②制备的防锈纸包装应用于生产金属三片罐不同阶段的防锈性能研究。材料运输过程,主要制罐前罐体和罐盖的运输阶段;罐装后储存阶段,食品完成罐装后,将其充填到

具备防锈特性的纸箱中研究其防锈性能。试验过程中，还需要分组分批次进行分析讨论，如采用正常的完备金属材料和有一定伤口的金属材料的防锈特性<sup>[5,6]</sup>。

### 3.2.4 技术路线

本实验的技术路线将就提出问题，分析问题和解决问题三个方面展开，路线如图1所示。

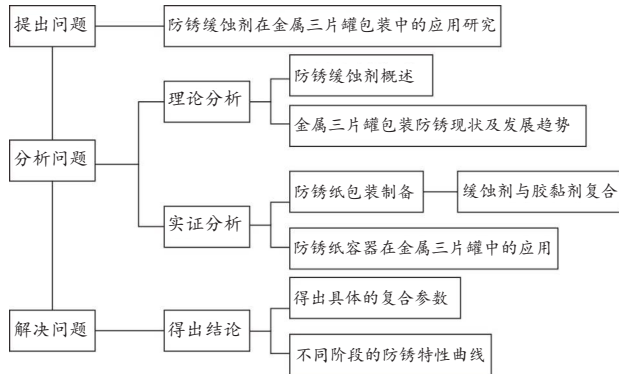


图1 技术路线图

## 4 金属气相防锈研究的趋势

对于金属包装的防锈我们通常会在制作过程中涂布防锈油，阻止内容物对金属内壁的侵蚀，同时保持存储环境的干燥。储运过程中用得比较多的就是瓦楞纸箱和塑料薄膜，因此对于防锈纸和防锈膜的开发应用是当前金属包装防锈

的主要研究对象。气相防锈包装技术是当前防锈的一个重要研究内容，现阶段气相防锈的研发方向主要有高效低毒、通用型两种<sup>[7]</sup>。

中国关于气相防锈纸的研究主要集中在新型环保气相缓蚀剂和多组分气相防锈纸上。单一组分的气相缓蚀剂往往不能满足气相防锈纸的要求，所以关于缓蚀剂的改性和多种缓蚀剂的联用是一个很好的改良趋势，且相对于单一气相缓蚀剂涂覆的气相防锈纸来说，多组分气相缓蚀剂涂覆的气相防锈纸可应用到更多种金属或合金的防锈保护中。与此同时，我们在水性无毒气相缓蚀剂、多组分通用型环保气相防锈纸的研究领域较为突出。鉴于此，无毒、通用的气相防锈纸依然是今后气相防锈材料的研究方向。

### 参考文献

- [1] 王洁琼,宋伟伟,耿泽清,等.马口铁三片罐腐蚀失效原因与应对措施[J].全面腐蚀控制,2017,31(7):59-62+81.
- [2] 郭文渊.食品包装用金属罐的发展[J].上海包装,2016(4):32-35.
- [3] 张明明.气相防锈包装特性的研究[D].天津:天津科技大学,2015.
- [4] 李丹希,刘全校,许文才,等.气相防锈纸研究现状[J].北京印刷学院学报,2014,22(2):37-39.
- [5] 沈萍.工业产品防锈包装现状及发展趋势[J].化工管理,2016(20):56.
- [6] 孙凯.气相防锈塑料薄膜的发展趋势及改进方向[J].塑料包装,2014,24(3):5-8+4.
- [7] 王琦.金属防护包装是绿色产业[J].绿色包装,2018(10):86-89.