

doi:10.3969/j.issn.1674-7100.2012.04.009

二次冷轧镀锡薄钢板食品饮料罐的制造与应用分析

但锡安

(奥瑞金包装股份有限公司, 北京 101407)

摘 要: 对 DR 材三片罐的制造难点进行了简单介绍。同时, 从 DR 材性能, 薄材的印涂实现, 焊接、薄材成型、封口技术的创新, 精确液氮加注及高温反压杀菌技术几个方面, 分析了 DR 材三片罐制造与应用中的技术创新。这些技术的创新使得 DR 材三片罐在食品饮料金属包装方面的应用达到了节约资源和能源的目的, 体现了食品饮料金属包装的发展方向。最后, 探讨了 DR 材三片罐批量化应用中存在的问题并提出相应建议。

关键词: 二次冷轧镀锡薄钢板; 食品罐; 饮料罐; 缩颈成型; 微型卷封; 液氮加注

中图分类号: TB489; TG96

文献标志码: A

文章编号: 1674-7100(2012)04-0042-05

The Manufacturing and Application of Double Reduced Material in Metal Food/Beverage Cans

Dan Xi'an

(O. R. G. Packaging Co., Ltd, Beijing 101407, China)

Abstract : The difficulty in manufacturing double reduced tin-plate can is briefly introduced while the technical developments in DR can including material performance, seal coat realization, welding, forming, the innovation in the sealing technology, accurate liquid nitrogen charging, high temperature back pressure sterilization are analyzed. All of these technical innovations in double cold reduced tinplate (referred as DR material) in food and beverage packaging could save resources and energy and reflect the development direction of food and beverage metal packaging. The problems and suggestions in mass production by using DR can are discussed as well.

Key words: double reduced tin-plate; food cans; beverage cans; can-body necking; mini-seaming; liquid nitrogen filling

1 背景知识

冷轧镀锡薄钢板俗称马口铁, 传统的一次冷轧镀锡薄钢板又被称为 SR (single reduced tin-plate) 材, 是我国食品饮料三片罐生产中普遍采用的原材料, 板材厚度为 0.20 mm 及以上。二次冷轧镀锡薄钢板被称为 DR

(double reduced tin-plate) 材, 板材厚 0.10~0.15 mm, 通过二次轧制, 板材可变得更薄, 因此, 应用在食品饮料三片罐上能够节省钢材、降低成本、减少碳排放, 实现资源节约与环境友好的目的。以 250 mL 691# 罐为例, 按 2009 年国内三片罐消费统计量的 189 亿只核算, 可得如表 1 所示的节材减量化效益结果^[1]。

收稿日期: 2012-09-06

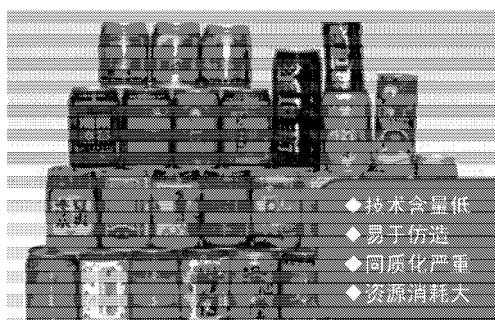
基金项目: 国家高技术研究发展 863 计划基金资助项目 (2011AA100804)

作者简介: 但锡安 (1982-), 男, 湖北赤壁人, 奥瑞金包装股份有限公司技术中心工艺工程师, 主要研究方向为金属包装产品开发, E-mail: danxian1982@163.com

表 1 DR 材三片罐节材减量化效益
Table 1 Benefit of the three piece DR can from
lightweighting

250 mL 691# 罐厚度/mm	钢材使用量/ 万 t	钢材节约量/ 万 t	节材比率/ %
0.20	58.66	—	—
0.15	43.98	14.68	25.03
0.12	35.17	23.49	40.04

目前,欧洲制作三片罐的材料厚0.13~0.20 mm。法国在该材料的研究和应用上取得了较大成功,已成熟使用厚度为0.12 mm的二次冷轧镀锡薄钢板。国内目前用于饮料包装的三片罐一般采用0.19 mm及以上厚度SR钢板,食品罐采用0.14~0.17 mm DR钢板。从整个金属制罐行业的产业链来看,欧洲走在了最前端。特别是在产品制造的关键装备上,如在印刷方面,德国高宝公司(Koenig & Bauer)的新型六色印刷机已可印刷厚0.12 mm的板材;焊接方面,瑞士Soudronic公司的焊机已可焊接厚0.10 mm的板材。制罐设备技术的进步,为金属包装材料的减薄化、减量化创造了良好的基础,也极大地降低了金属包装行业发展对资源、环境造成的压力,达到了节能、减量、环保的目的,体现了今后食品和饮料金属包装的发展方向。



a) 传统三片罐



- ◆具有传统三片饮料罐产品的性能优点;
- ◆产品减量化节材减排、成本低;
- ◆采用滚筋设计/液氮加注技术,最大程度减少了产品在流通和货架环节产生瘪罐;
- ◆一系列创新技术:薄材成型、抽型卷封、三片罐热罐装液氮加注、充气产品高温杀菌等技术,有极强的防伪功能。

b) DR 材三片罐

图 1 传统三片罐与 DR 材三片罐产品对比

Fig. 1 The comparison between conventional and DR material three piece can

奥瑞金包装股份有限公司是中国首家使用 DR 材并实现三片罐大批量生产的制罐企业,为中国制罐业的发展做出了突出的贡献,带动了整个制罐行业的发展。公司自 2000 年着手二次冷轧铁薄壁罐研究,2003 年成功将厚度为 0.15 mm 的 DR 材制罐技术应用在出口番茄酱的包装上。经过多年的 DR 材制罐研发项目组的不断努力,DR 材食品饮料罐项目已有了突破性进展:2011 年成功研发出 0.15 mm 厚 DR 材饮料罐,并已批量生产并应用;0.14 mm 厚 DR 材 7# 食品罐也已批量生产并应用;研发中的 0.12 mm 厚 DR 材 539#, 7# 食品罐和 6# 饮料罐也进入小批量试制阶段,并购置了具世界先进水平的三片罐全自动生产线,具备了批量生产条件;建立了国内第一间液氮加注实罐灌装实验室和批量应用实验基地;解决了薄壁饮料罐充气产品高温杀菌的工艺难题。通过多年的制罐研发和生产实践,公司积累了丰富的应用 DR 材制罐经验,并形成了完善的技术体系。因此,本文拟结合本公司生产研发三片罐的实际情况,对 DR 材食品饮料三片罐(后面简称三片罐)的制造与应用进行分析,为同类生产企业提供理论上的借鉴与参考。

2 DR 材三片罐的制造难点

采用超薄钢板制造超薄罐在理论上可行,在产业化批量应用上则具有巨大的挑战性,究其原因主要有如下几点:

1) 由于板材变薄,其硬度相应提高,制罐时的焊接特性发生相应改变,以现有的焊接机械,将造成制罐质量不稳定;

2) 超薄钢板材料特性的改变,会导致制罐时的胀型、缩颈、翻边局部变形不均匀,可能产生变形部位材料起皱,焊缝处开裂等现象,尤其是异型罐,可能造成产品密封性能不良;

3) 由于材料变薄,材料特性将相应改变,制罐时的二重卷封成形更为困难,可能会有严重的褶皱产生,影响罐装的密闭性能。因此,必须采用微型卷封技术。同样,封口滚轮的沟槽形状与尺寸与现有设备使用的滚轮存在较大差距,封口机的卷封参数也需要改变。因此,由于制罐板材变薄而引起的生产线设备的研发也极为重要。

综上所述,采用减薄后的薄材进行制罐,需要对现有设备进行研发与改进,改变传统制罐工艺,这也正是国外发达国家对我国的技术限制和差距所在。因此,科研工作者们需要借鉴国外先进技术,结合国内实际情况,自主设计和开发。

3 DR 材三片罐制造与应用技术创新

要实现 DR 材食品三片罐的批量化精密生产, 需解决的关键技术包括: DR 材性能研究, 薄材的印涂实现, 焊接、薄材成型、封口技术的创新, 精确液氮加注及高温反压杀菌技术。

3.1 DR 材的性能研究

DR 材的延展性、强度等力学性能直接关系到罐身的焊接、缩颈、翻边成型和罐的封口等问题。为了弥补因材料减薄而造成的罐体强度的损失, 需重新设计罐体外形, 对材料的延展性、强度的指标及稳定性提出了更严格的要求。前期试验证明, 薄材的特性对制罐工艺影响非常大: 不同特性的材料, 哪怕是微小的差别, 生产的产品废品率差别也非常高。确定这些关键指标能确保下游生产的顺利进行, 同时也是 DR 材应用于饮料罐批量精密生产的关键。

3.2 薄材的印涂实现

材料更薄化后, 首先, 在涂布、印刷过程中, 胶辊压力大小会影响基材的正常传送; 其次, 基材在烘干传送过程中, 因烘房的风力而引起的抖动效果更加明显, 会引起划伤、擦伤等质量问题^[2]。由于材料更薄, 材质更软, 在实际涂布、印刷时, 热风循环引起的材料抖动更容易引起材料的褶皱问题。在实验过程中, 研究人员发现, 材料越薄, 涂布、印刷出来的产品附着力越差, 这主要是因为传统的涂料及烘烤工艺已不能满足薄材的印涂, 涂料体系和涂印工艺都需进行调整。在进行多次试验后, 发现调整涂布烘烤运转速度, 使用涂料固化率低的涂料, 并适当降低烘烤温度, 可解决这一问题。在设备实现上, 上海宝印配置的国内最先进的两台德国 KBA 高速六色印刷机, 通过对材料的多次改进实验, 已完全具备印刷 0.12~0.15 mm 厚 DR 材的能力。

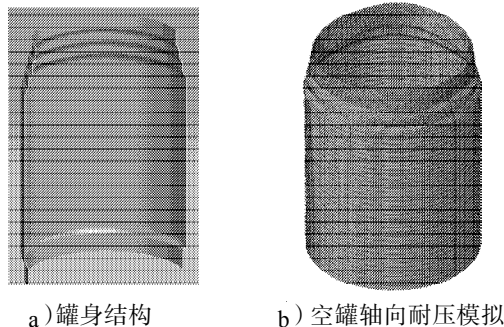
3.3 焊接技术的创新

DR 材的减薄化, 对焊接、缩颈、封口等工艺技术提出了新的要求, 与传统的一次冷轧镀锡薄钢板三片罐生产不同, 新技术要求对整条生产线的关键生产工序重新规划。焊接电流、焊接频率等均需重新调整, 焊接质量的好坏是直接影响后续薄材成型的关键点之一, 生产过程中应严格控制焊接时的焊缝厚度、达接量、焊缝两端的拖尾, 以保证焊缝强度。

3.4 薄材成型技术的创新

由于 DR 材具有脆而硬的物理特性, 这使得胀型、滚筋、缩颈、翻边等加工成型工艺变得更加难以实现^[2]。如何通过改变产品结构形式或通过加工设备、模具的修正满足批量生产的要求, 也是 DR 材

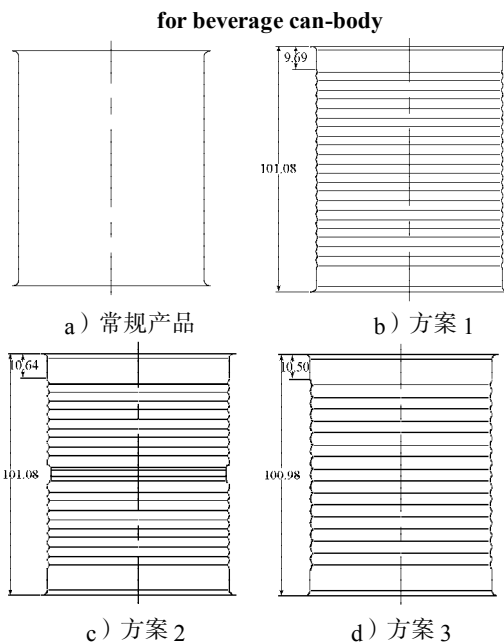
成功应用于食品罐生产的关键之一。在产品开发过程中, 为了减少物理试验的次数, 缩短产品的开发周期, 降低研发成本, 同时提高产品性能, 一般采用三维 CAD 软件对产品结构进行参数设计^[3]。包括采用 CAD 进行罐身、底盖结构设计、验证成型, 如图 2~6 所示。结构参数设计完成后, 应用有限元技术验证产品的结构强度是否满足设计要求。



a) 罐身结构 b) 空罐轴向耐压模拟

图 2 饮料罐罐身设计及仿真模拟

Fig. 2 The system of simulation and design



a) 常规产品 b) 方案 1 c) 方案 2 d) 方案 3

图 3 食品罐罐身设计

Fig. 3 Food can-body design

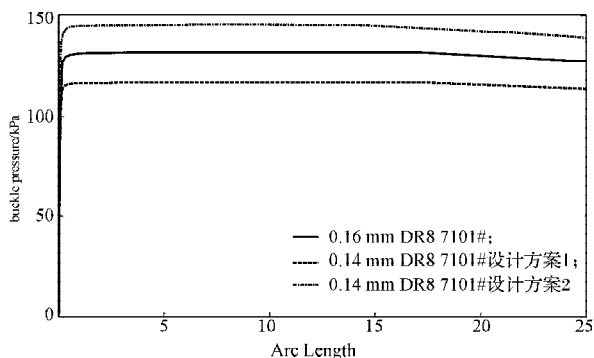


图 4 食品罐罐身设计强度曲线图

Fig. 4 Intensity curve of food can-body design

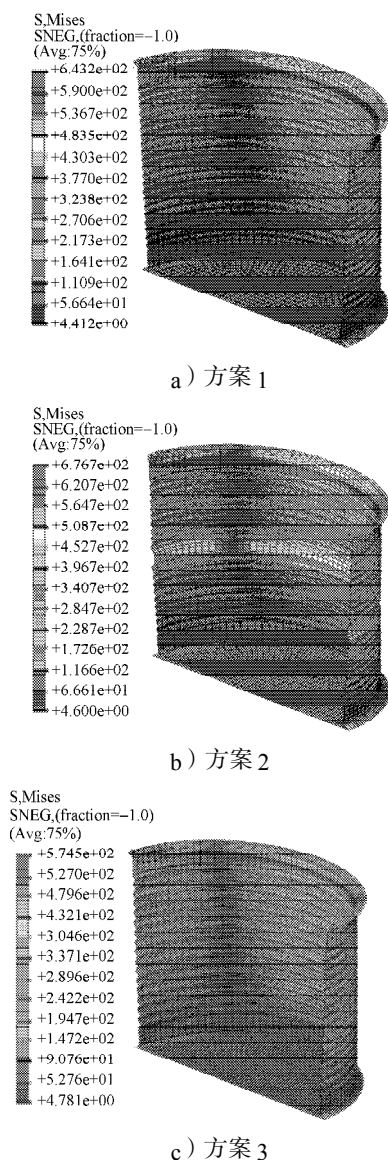


图5 食品罐罐身仿真模拟图

Fig. 5 The system of simulation for food can-body

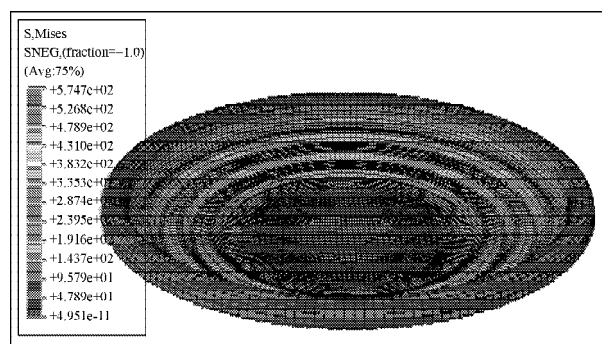


图6 底盖仿真模拟图

Fig. 6 The system of simulation for bottom end

3.5 封口技术的创新

封口技术的创新主要指采用特殊的微型卷封技术。封口质量是评判三片空罐合格性的重要指标,即应能满足空罐灌装、杀菌、储存的各项要求。二次

冷轧(主要为DR-8)薄板材料,由于板材硬度提高,厚度变薄,罐径较小,均使其在头道卷封时卷边的早期失稳敏感性增加,从而造成较大的皱纹度。奥瑞金包装在应用DR材制罐时,采用罗尔槽线更窄的卷封滚轮,在应用0.12 mm厚DR材时需开发槽线更窄的头道和二道滚轮,同时结合二片罐的微型卷封技术,以满足实罐的密封性能要求。在罐径一定的条件下,这些问题可通过调整罐盖尺寸、罐身翻边尺寸及卷封模具进行弥补、解决。另外,还可通过提高封口机精度及其精密调整来弥补,甚至消除缺陷。目前,国内外微型卷封的开发应用,大大推广了二次冷轧铁在金属罐上的使用。微型卷封技术的应用,不仅降低了制罐成本,且节省材料,减少资源消耗,为实现资源可持续发展提供条件。

食品罐DR材料二重卷封结构尺寸标准在欧洲轻金属包装制造商联合会(european secretariat of manufacturers of light metal packages, SEFEL)标准中已有规定。在此基础上,通过有限元分析和多次设计、优化和验证,设计的卷封参考结构尺寸如图7所示。

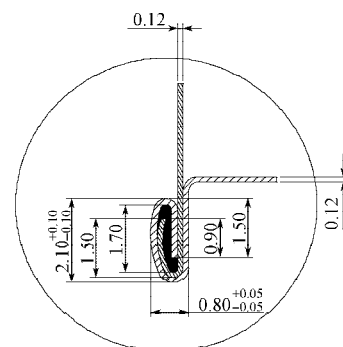


图7 微型卷封结构尺寸

Fig. 7 Mini-seaming dimensions

3.6 精确液氮加注及高温反压杀菌技术

DR材饮料罐采用精确液氮加注技术,即将液氮精确并且及时地加注到容器顶部空间,使得液氮(-196℃)在罐体中变成氮气,体积迅速膨胀(1 g液氮可变成850 mL氮气),液氮加注后需要在很短的时间内封盖。最终形成一个期望内压值的DR材饮料罐(见图8)。

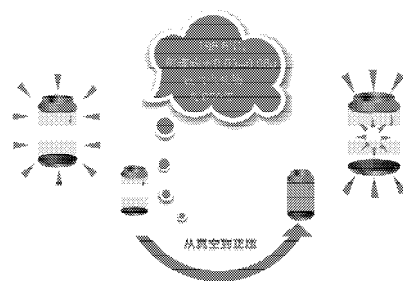


图8 饮料罐注氮示意图

Fig. 8 The overview of filling liquid nitrogen

这种正压DR材充氮饮料罐能增加DR材的罐体强度,最大程度地减少产品在物流和货架环节中产生瘪罐现象;罐体内氮气与氧气的置换,能延长产

品的保质期,也保证了产品内容物的风味和颜色。

DR 材三片饮料罐罐体强度大于两片饮料罐,采用精确液氮加注技术后,能应用于需二次高温杀菌的饮料产品上,如果汁、牛奶、咖啡、植物蛋白类饮料等。产品在 105~128 °C 恒温杀菌 8~60 min 工艺要求下,罐内压力可达 5 Bar 甚至更高。因此,在此高温杀菌过程中需要采取反压技术。反压为 1.5~4.0 Bar,杀菌设备必须采用内循环淋水式杀菌,并采用多通道压力控制,精确控制罐内杀菌压力。

4 DR 材三片罐批量化应用的问题与建议

目前,我国三片罐行业集中度相对较高,排名前八的大型三片罐制造企业已占据我国三片罐市场的 60% 以上,因此,技术推广的难度相对较小。同时,新技术的推广不但能够节约材料、降低成本,同时也能够淘汰落后的产能,进一步提高产业集中度,从而有利于我国三片罐产业向更高的层次迈进。

但是 0.12~0.15 mm 厚 DR 材在食品饮料罐上的研发及应用过程中,需要开发单位投入大量的人力、物力、财力,也需要上下游相关的协作单位提供一定的支持。如在原材料、设备、产品应用和市场推广等方面,面临如下问题:

1) 现有设备改造和新设备采购投资大,技术实现的首要条件是依靠拥有领先地位的三片罐设备,设备采购费用较贵。

2) 研发的产品如果没有一定数量的饮料企业应用,则投资回收期比较长,这是新技术推广的最大障碍。

3) 食品饮料企业和消费者的认同,需要客户投入一定的设备购买和更新费用,也需要加大新产品的宣传和推进。

4) 其他产品的替代风险。

因此,DR 材在食品饮料罐上的开发及应用中,要保持与上下游单位的有效沟通,应与原材料供应商、设备供应商、饮料生产商保持紧密的联系,随时掌握他们的发展动态。对于上游国内供应商应适时通报项目进展情况,以使之对该项目保持积极的态度。对下游食品制造商,应加强宣传工作,积极进行新项目的推介工作,使下游客户了解该项目的

优势以及所能带来的收益;并提出与下游饮料制造商进行风险共担的策略,即利用新技术对成本降低的收益来弥补新灌装线设备投入的成本。总之,应与下游三片食品罐客户以多种可能的方式合作,从而快速打开市场,规避风险。

5 结语

我国目前正处在工业化、城市化发展的中期阶段,是资源、能源需求量较大的阶段,因而需要建设节约型社会,实现社会的可持续发展战略。国家正通过调整产业结构,加大能源资源和环境能力建设,强化重点领域节能改革,大力推进资源综合利用等一系列举措,缓解资源与环境日益紧张的现状。而作为资源消耗型的金属包装行业,更应该改变生产方式,树立科学生产观,响应国家实施资源节约型、环境友好型和可持续发展战略,向质量更轻,物料更省、更环保的方向发展,这也是三片罐金属包装行业的正确发展方向。DR 材应用于马口铁三片罐生产,对整个金属包装行业具有深远的意义。

参考文献:

- [1] 鲁浩.二次冷轧镀锡薄钢板在食品饮料罐上的应用[J].中国包装工业,2010(12): 20-21.
Lu Hao. The Use DR Material Tinplate on Food and Beverage Can[J]. China Packaging Industry, 2010(12): 20-21.
- [2] 杨波.薄壁三片罐在饮料行业的应用[J].中国包装工业,2012(7): 17-18.
Yang Bo. The Application of Thin Walled Three Piece of Tank in Beverage Industry[J]. China Packaging Industry, 2012(7): 17-18.
- [3] 黄晶,倪俊义.CAD/CAE技术在金属饮料罐设计中的应用[J].包装学报,2011,3(4): 12-14.
Huang Jing, Ni Junyi. The Application of CAD/CAE in Design of Metal Beverage Cans[J]. Packaging Journal, 2011, 3(4): 12-14.
- [4] 中国罐头行业协会科技工作委员会.马口铁食品三片工艺技术[M].北京:中国轻工业出版社,2008.
Canned Industry Association of China Science and Technology Committee. The Technology of Tin Food Three Piece Can[M]. Beijing: China Light Industry Press, 2008.

(责任编辑:廖友媛)

