

玻璃与不同材料结合在白酒瓶包装中的应用研究

杨多兵, 雷志伟, 李相垚, 梁盛华*
(宜宾五粮液股份有限公司, 四川 宜宾 644007)

摘要: **目的** 为解决玻璃与不同材料结合时存在的可靠性差、工艺复杂等问题, 探究玻璃与不同材料结合在白酒包装中的应用, 提出一种材料-玻璃模内成型技术。**方法** 选取足银、黄铜、304 不锈钢、铂金等多种材料与玻璃进行模内结合实验, 探求不同材料与玻璃的结合特性。**结果** 足银、铂金等材料符合玻璃模内成型的要求, 具备可行性; 黄铜、304 不锈钢金属表面存在氧化问题, 但通过打磨抛光或做旧效果处理可实现应用。**结论** 通过不同材料与玻璃进行模内成型实验, 选取了足银、铂金等符合玻璃模内成型实验要求的材料, 验证了该方法的可行性。

关键词: 白酒玻璃瓶; 外观设计; 模内成型; 表面检测

中图分类号: TB333

文献标志码: A

文章编号: 1001-3563(2025)07-0072-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2025.07.009

Application of Glass Combined with Different Materials in Liquor Bottle Packaging

YANG Duobing, LEI Zhiwei, LI Xiangyao, LIANG Shenghua*
(YibinWuliangye Co., Ltd., Sichuan Yibin 644007, China)

ABSTRACT: The work aims to propose a glass-material in-mold forming technology to address the issues of poor reliability and complex processes associated with the traditional combination of glass and different materials, and explore the application of glass combined with various materials in liquor packaging more deeply. Multiple materials such as fine silver, brass, 304 stainless steel, and platinum were selected to conduct in-mold forming experiments with glass, aiming to explore the bonding characteristics between different materials and glass. The materials like fine silver and platinum met the requirements of glass in-mold forming experiments and were feasible. Although brass and 304 stainless steel had oxidation problems on their metal surfaces, they could be applied after polishing or distressing treatment. Through the in-mold forming experiment of different materials and glass, the materials that meet the requirements of glass in-mold forming experiment, such as fine silver and platinum, are selected, and the feasibility of this method is also verified.

KEY WORDS: liquor glass bottle; appearance design; in-mold forming; surface inspection

玻璃瓶凭借其良好的密封性、出色的物理性能和化学稳定性、较强的可装饰性等诸多特点, 在白酒包装行业得到了广泛应用^[1]。为增强产品竞争力、提升品牌形象, 白酒玻璃瓶的造型设计和表面装饰工艺受到了产品设计者的广泛关注。常见的白酒玻璃瓶造型包括圆柱形、方形以及制作工艺更为复杂的异形等^[2]。除了形态各异的造型, 白酒玻璃瓶的表面装饰工艺也呈现出多元化和多样化的发展态势, 常见的表面处理

工艺有喷涂、电镀、印刷、蒙砂等, 常见的装饰工艺有烤花、彩绘、雕刻、描金、烫金等^[3-5]。尽管这些造型和工艺极大地丰富了酒瓶包装的外观, 但由于已沿用多年, 易使人形成视觉审美疲劳, 因此急需在包装设计上有所创新^[6]。为此, 研究者们一方面探索新型材料在白酒包装上的应用, 如新型陶瓷、树脂塑料等; 另一方面, 探求不同材料与玻璃的结合, 而非局限于采用单一的玻璃材质^[7]。玻璃与不同材料在白酒

玻璃瓶包装中的创新结合应用具有多方面的重要意义^[8]: 结合不同材料的白酒瓶在视觉和触觉上的多样性, 可以增添产品的独特性, 极大地提高酒瓶的观赏性与收藏价值; 多材料的结合为设计师提供了更大的瓶型设计自由度, 这使得设计师不再局限于传统的瓶身造型, 更有利于创造出富有创意和多样化的瓶身造型; 通过玻璃与不同材料的结合, 品牌可以传达出高品质、创新的理念, 增强产品在市场上的竞争力。

现阶段, 玻璃与其他材料的结合主要采用胶水黏接^[9]、焊接^[10]和封接^[11]3 种方式。其中, 胶水黏接是指采用环氧树脂或聚氨酯等胶黏剂将玻璃与不同材料进行黏接, 如纸张、金属、塑料、陶瓷等, 具有适用范围广、成本低和易实施等特点; 焊接主要是指将玻璃与金属材料通过特殊的焊接工艺进行连接, 其主要适用于特定的金属与玻璃结合, 常用于航空航天、化工、电子等领域; 玻璃封接是指采用封接玻璃材料将同种或不同种材料进行连接并密封, 常用于电连接器等电子元件。上述 3 种方法运用于白酒玻璃瓶与材料连接时都具有很大局限性, 主要体现在以下几点: 胶水黏接的强度有限, 且随着时间推移或受环境影响, 易发生老化、降解、性能下降等现象, 导致黏结强度进一步降低, 造成脱落风险; 焊接和封接 2 种方式工艺相对复杂, 成本较高, 适用面小, 不适用于白酒包装行业。

针对上述问题, 本文对玻璃与不同材料的结合方法展开深入研究, 提出一种玻璃与不同材料模内成型结合的技术, 以解决成型材料件与玻璃瓶的结合问题, 推动包装行业创新, 促进玻璃制造行业和酒类包装行业长远健康发展。

1 模内成型技术介绍

模内成型技术^[12]是指将已成型的零件(如金属、塑料等嵌件)放置在注塑模具中固定, 然后通过注塑工艺将熔融状态下的成型材质注入模具内, 使预放入零件与成型材质结合成一体, 并固化成型的技术。模内成型技术广泛应用于汽车、医疗、电子产业和连接器等各行业, 图 1 为金属与塑料模内成型产品。

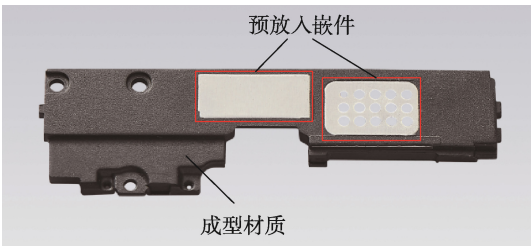


图 1 金属与塑料模内成型
Fig.1 In-mold forming of metal and plastic

基于玻璃在熔融状态下具有的流动性良好和易于成型等特点, 本文以注塑行业模内成型技术为基

础, 对玻璃基材特性、模内成型材料物性、材料-玻璃模内成型技术展开深入研究, 通过选取不同材料与玻璃进行模内成型实验, 探求最佳成型结合材料。该技术通过将不同材料件预先放置在模具中, 然后注入玻璃熔体, 经过吹制、冷却、退火等步骤, 形成连接件结构, 从而使玻璃和不同材料件在模具内紧密结合。

2 实验

2.1 相关材料的选择

实验所采用的玻璃为高硼硅玻璃, 这种材质的玻璃因物理和化学性质稳定、设计灵活度高等一系列优点而被广泛应用于白酒包装容器。高硼硅玻璃的基本成分包含氧化钠(Na_2O)、氧化硼(B_2O_3)、二氧化硅(SiO_2)等, 玻璃成分中硼、硅含量较高, 其中硼含量为 12.5%~13.5%、硅含量为 78%~80%。高硼硅玻璃软化温度为 820 °C, 线性热膨胀系数为 $3.3\times 10^{-6}/\text{K}$, 仅为普通玻璃的 1/3, 这种特性减少了温度梯度应力造成的影响, 使得高硼硅玻璃具备更强的抗断裂性能。

与玻璃进行模内成型结合实验的材料应满足以下几点基本条件: 热膨胀系数与高硼硅玻璃的热膨胀系数接近, 以降低内应力, 减少开裂和其他风险; 熔点应高于高硼硅玻璃的软化温度, 避免其与高温玻璃接触时发生材料熔化的现象; 具备良好的可塑性和延展性, 方便加工成复杂形状; 外观具有一定装饰性。基于以上条件, 对不同种材料的特性进行分析, 选取如表 1 所示的材料进行玻璃模内成型技术研究。

表 1 玻璃模内成型材料选取
Tab.1 Selection of forming materials for glass molds

材料	材料特性	制造方法
高硼硅玻璃	软化温度为 820 °C, 物理化学性质稳定	高温二次热接制作复杂造型产品
足银	熔点 961 °C, 质软富有延展性	铸造成型复杂造型产品
黄铜	熔点 1 193 °C, 色泽、质感优异	铸造成型复杂造型产品
不锈钢	熔点 1 400 °C, 抗氧化性强	冲压成型、焊接制备产品
镀层金属	熔点>1 400 °C, 抗氧化和抗腐蚀能力强	304 不锈钢基材外部镀钛、镀铬、镀镍以及做旧工艺处理
铂金	熔点 1 773.5 °C、化学性质极其稳定、具备金属属性	铸造成型复杂造型的产品

2.2 流程与内容

材料-玻璃模内成型实验流程如图 2 所示, 进行吹制、封接、退火操作后, 根据《玻璃容器 白酒瓶质

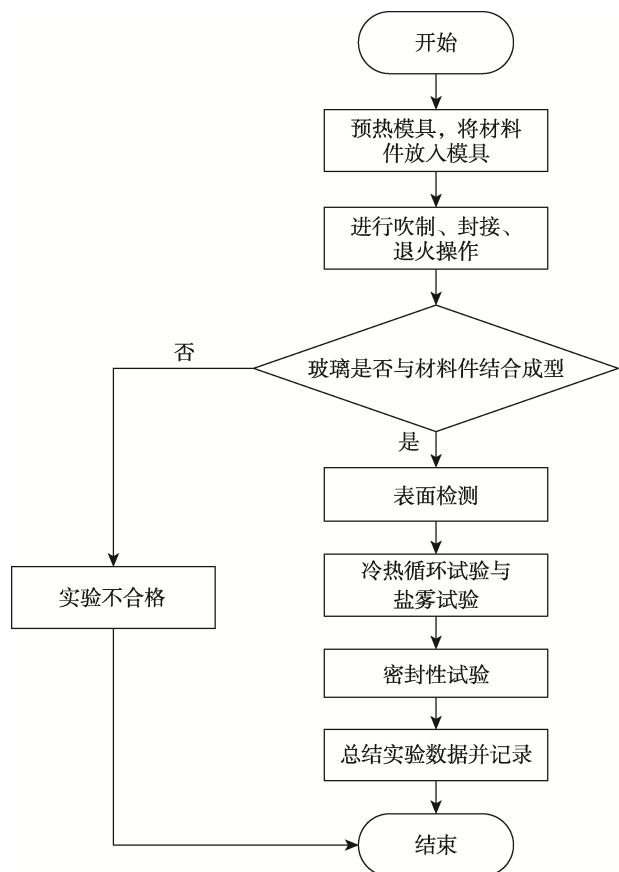


图2 模内成型实验流程

Fig.2 Process diagram of in-mold forming experiment

量要求》(GB/T 24694—2021)相关要求,对模内成型件进行表面检测、冷热循环试验、盐雾试验、密封性试验等检测^[13-15],以验证成型件是否符合要求。其中,表面检测主要检测产品外观质量是否符合规定,产品尺寸、公差、壁厚是否符合要求,有无氧化、变形、破损、气泡、结石等现象发生;冷热循环试验通过模拟运输和储存过程中可能存在的高低温现象,以检测产品在极端条件下是否存在潜在的质量缺陷;盐雾试验通过人工模拟盐雾环境条件来检测产品的耐腐蚀性能;密封性试验主要测试产品是否存在密封不到位现象,有无漏液情况发生。

3 不同材料与玻璃模内成型实验

3.1 足银-玻璃模内成型

足银是指含银量千分数 ≥ 990 的银,其熔点为 $961\text{ }^{\circ}\text{C}$,热膨胀系数为 $19\times 10^{-6}/\text{K}$ 。足银化学性质稳定,活性低,质地柔软且富有延展性,通过铸造工艺可用于制作造型复杂的产品,对于丰富白酒玻璃瓶外观造型和提升白酒玻璃瓶质感具有重要意义。为验证玻璃与足银材料件在高温下的结合性能,本文分别选取表面磨砂效果999足银银环和表面抛光效果999足银银环与玻璃进行模内成型实验,模内成型实验过程如图3所示。

在实验前,先对模具进行烤灰与加热操作,以便玻璃瓶更好地脱模,保证玻璃成型表面质量。然后在模具中嵌入足银材料,对足银-玻璃进行吹制成型。在吹制成型过程中,足银与软化的高硼硅玻璃结合紧密,经过退火处理后成型件未出现开裂、炸碎等现象。对产品进行表面检测,产品完好无破损,无氧化、结石、气泡等现象产生,产品尺寸、壁厚均符合要求。随后对成型件进行冷热循环试验,具体试验流程为将产品放入低温试验箱($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$)内,4 h后立即放入高温试验箱($50\text{ }^{\circ}\text{C}$)内,再过4 h后取出放至室温,循环5个周期后,检测产品有无缺陷;再对成型件进行中性盐雾试验(Neutral Salt Spray Test, NSS),具体试验流程为将成型件悬挂在试验箱内,将含有 $(5\pm 0.5)\%$ 氯化钠、pH为6.5~7.2的盐水通过喷雾装置进行喷雾,让盐雾沉降对待测成型件上,48 h后检测产品腐蚀率是否符合要求;密封性试验流程为将成型件与适配瓶盖进行封装后,正放30 min,再将其倒置让液体漫过瓶塞内盖,静置8 h,检查是否出现渗漏现象。经冷热循环试验、盐雾试验和密封性试验验证,足银-玻璃模内成型件均完好无变化。足银-玻璃模内成型件如图4所示。

3.2 黄铜-玻璃模内成型

黄铜因其独特的色泽和质感、良好的可塑性、适中的硬度等优点被广泛应用于工艺装饰品行业,因此,

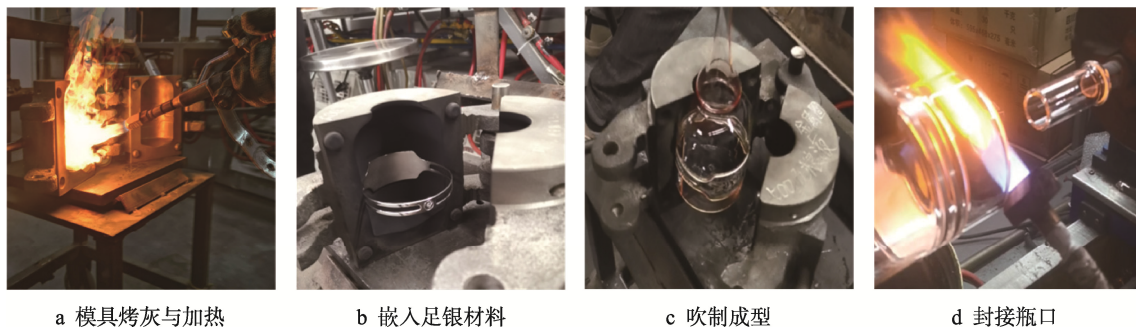


图3 足银-玻璃模内成型实验

Fig.3 In-mold forming experiment of fine silver and glass

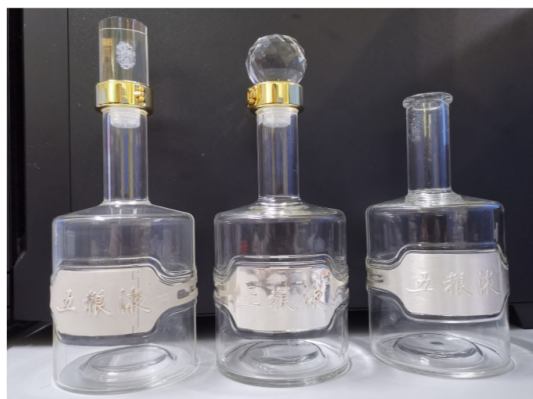


图 4 足银-玻璃模内成型件

Fig.4 In-mold formed part of fine silver and glass

本文选取黄铜与玻璃进行模内成型实验。实验所用黄铜材料为 H68 铜锌合金, 其热膨胀系数为 $17.5 \times 10^{-6}/K$, 熔点为 $1\ 193\ ^\circ C$, 退火温度为 $520 \sim 650\ ^\circ C$, 可采用失蜡铸造加工工艺制作复杂多变的造型。黄铜-玻璃模内成型实验如图 5 所示。



图 5 黄铜-玻璃模内成型实验

Fig.5 In-mold experiment of brass and glass

经吹制、封接、退火等操作后, 对黄铜-玻璃成型件的表面进行检测, 发现部分成型件存在结合不紧密、表面有黑色物质析出等现象, 如图 6a、6b 所示。针对上述现象进行分析, 其中吹制后瓶体出现的结合不紧密问题, 主要是由于黄铜件的形状复杂且与玻璃接触表面不平整, 黄铜件与玻璃间存在贴合空腔间隙,

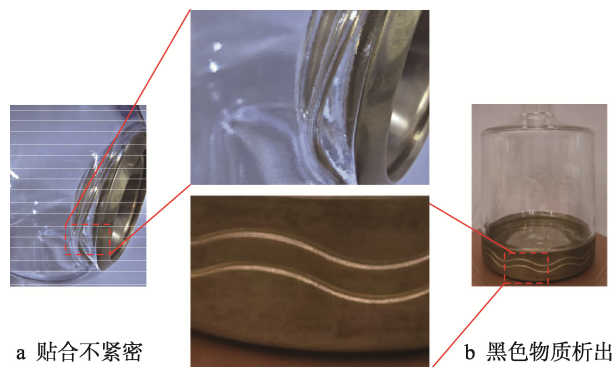


图 6 黄铜-玻璃成型件缺陷

Fig.6 Defects in formed parts of brass and glass

吹制时空腔气体未及时排出; 在退火冷却后, 由于热胀冷缩效应, 两者的间隙进一步扩大。通过优化模具排气槽与更换形状平整的黄铜件进行试验后, 结合不紧密问题得到有效解决。针对表面有黑色物质产生的问题, 经检测分析, 黑色物质为氧化铜。氧化铜的形成源于黄铜-玻璃模内成型过程中, 高硼硅玻璃软化温度在 $800 \sim 1\ 000\ ^\circ C$, 当软化玻璃与黄铜在模具内接触时, 黄铜局部因高温加速了氧化过程, 随后的退火过程中, 持续的高温进一步促进氧化反应的发生, 导致部分区域表面形成不均匀的黑色氧化铜。经过打磨抛光处理后, 黄铜表面的氧化铜被有效去除。此外, 对其余表面检测合格的成型件进行冷热循环试验、盐雾试验、密封性试验测试, 试验结果均符合相关性能要求。

3.3 304 不锈钢-玻璃模内成型

304 不锈钢中铬元素含量较高, 具有耐高温、耐腐蚀、韧性高等特性, 且具有独特的金属美观性。304 不锈钢熔点为 $1\ 400\ ^\circ C$, 热膨胀系数为 $15 \times 10^{-6}/K$, 可采用冲压成型、焊接等工艺制备所需零件。304 不锈钢-玻璃模内成型实验如图 7 所示。

在 304 不锈钢与玻璃结合成型过程中, 表面存在轻微氧化退色的现象, 经退火处理后 ($580\ ^\circ C$, $3.5\ h$) 表面发生严重的氧化变色。氧化成型件经打磨抛光后, 依次进行冷热循环试验、盐雾试验、密封性试验验证, 试验结果均符合要求。进一步分析表明, 304 不锈钢具有一定的抗氧化能力, 当温度 $< 900\ ^\circ C$ 时, 其氧化过程极为缓慢, 而当温度 $> 900\ ^\circ C$ 时, 高温会使不锈钢表面的原子活性增强, 催化了氧化反应, 氧化速度开始加快。因此, 在 304 不锈钢与高硼硅玻璃持续接触过程中, 温度超过不锈钢的临界氧化温度, 出现轻微氧化变色现象。此外, 持续的高温退火处理, 使得表面氧化膜遭到进一步破坏, 进而导致更严重的氧化现象发生。

3.4 镀层金属-玻璃模内成型

在基材外部镀上金属镀层能够有效增强基材的表面性质与性能, 且金属镀层的外观呈现各自金属光

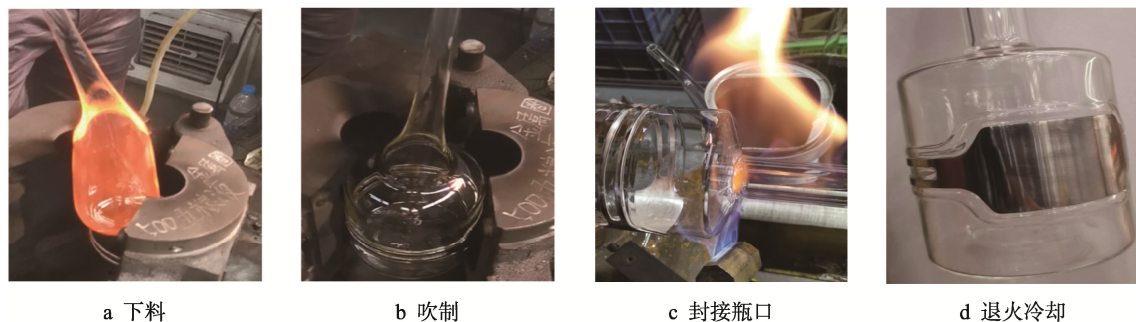


图 7 不锈钢-玻璃模内成型实验

Fig.7 In-mold forming experiment of stainless steel and glass

泽,具备一定的装饰性。本文在 304 不锈钢基础上分别进行镀钛、镀铬、镀镍以及做旧工艺处理,并与玻璃进行模内成型实验,镀层的厚度为 0.03~0.06 mm。3 种镀层金属均具有良好的耐热性、抗氧化性和抗腐蚀性,其中钛的熔点为 1 800 °C,铬的熔点为 1 756 °C,镍的熔点为 1 455 °C。各种镀层金属圈如图 8 所示。

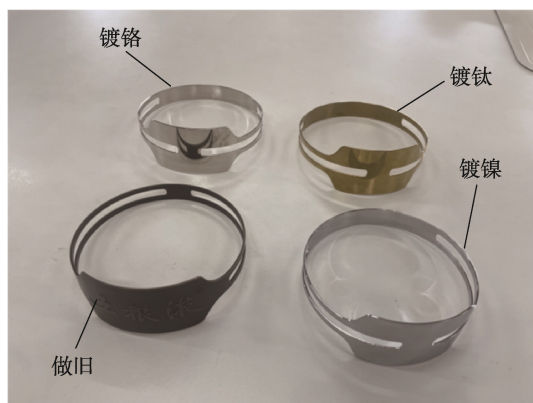


图 8 各种镀层材料金属圈

Fig.8 Various coating materials for metal rings

镀层金属-玻璃模内成型实验结果如图 9 所示,从图中可以看出,3 种镀层金属和做旧处理在吹制成型和退火过程中均发生了严重的氧化现象,表面变色严重,呈现出与初始状态不同的色泽。进一步分析表明,长时间高温接触下,厚度为 0.03~0.06 mm 的镀层金属容易被氧化穿透,使基底暴露在氧气中,进而引发氧化反应,影响镀层的性能。在进行二次实验时,分别通过增加金属镀层厚度和改用药水处理法完成做旧件的做旧工艺,产品依旧无法耐高温,表面的镀层再次发生氧化反应。

3.5 铂金-玻璃模内成型

铂金作为天然形成的白色贵金属,具有极强的装饰性和收藏价值。铂金的熔点高达 1 773.5 °C,高温下表现出极其稳定的特性。铂金的化学性质稳定,抗腐蚀能力强,不溶于强酸强碱,在空气中也不会发生氧化反应。同时,铂金具有良好的延展性和可锻造性,

适合制作复杂精细的产品。铂金-玻璃模内成型实验结果如图 10 所示。

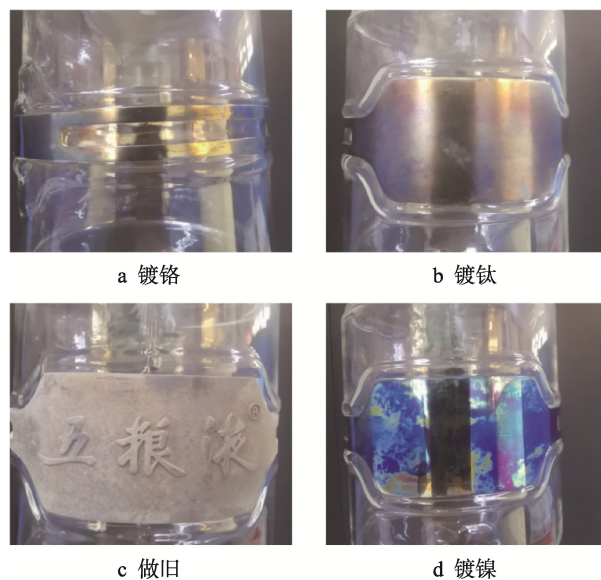


图 9 镀层金属-玻璃模内成型实验图

Fig.9 Experimental diagram of in-mold forming of plated metal and glass

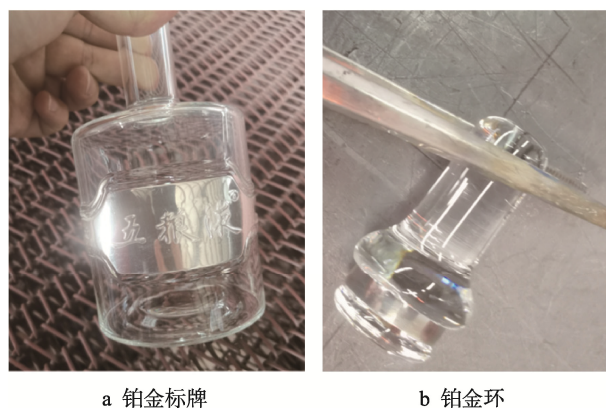


图 10 铂金-玻璃模内成型实验结果

Fig.10 Experimental results of in-mold forming of platinum and glass

在铂金-玻璃模内成型实验中,铂金与玻璃紧密结合,呈现出良好的成型效果。退火处理后的成型件

经冷热循环试验、盐雾试验、密封性试验等一系列检测后,其表面未发生变化,各项实验数据均符合相应指标要求,成型件的各项性能完好。

4 实验分析

选取了足银、黄铜、304 不锈钢、镀层金属、铂金等多种材料与玻璃结合进行模内成型实验,不同材料成型的温度变化曲线如图 11 所示。从图中可以看出,足银的熔点为 961 °C,而实际过程中测量得到的高硼硅玻璃的软化温度为 821~1 000 °C,因此足银-玻璃模内成型过程中要控制玻璃软化温度,避免生成黑色氧化银。其余材料的熔化温度远高于高硼硅玻璃的软化温度和退火温度,不必考虑材料熔融问题,但成型和退火过程中持续的高温接触易导致某些金属材料件发生氧化反应,需要在成型后对这些金属-玻璃模内成型件进行进一步的打磨抛光处理。

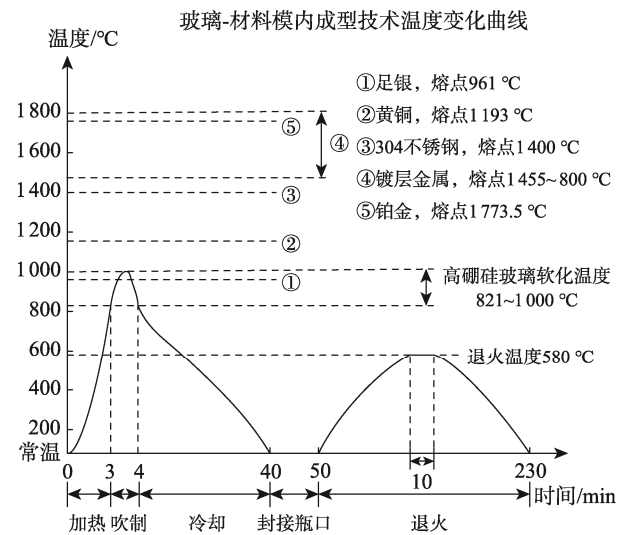


图 11 不同材料成型温度变化曲线
Fig.11 Temperature variation curves of different materials during forming

表 2 为不同材料与玻璃结合成型实验的统计结果,从表 2 的实验结果可以发现:1)足银-玻璃、铂金-玻璃模内成型的成型件在一系列试验中均测试合格,且 2 种产品易于锻造,具备一定收藏价值,适合进一步加工多样的造型,制作具有高收藏价值与高艺术价值的白酒包装。2)部分金属在吹制、退火、冷热循环试验等方面均测试合格,但表面存在氧化现象。实验表明,部分金属与软化玻璃接触过程中,高温催化了氧化反应,导致表面出现氧化现象。在金属表面加入镀层后,持续的高温仍会将镀层破坏,金属依旧发生氧化现象。后续将针对金属氧化现象进行进一步研究,如考虑成型前在金属表面镀覆新型耐高温涂层和在成型过程中加入惰性气体等,以解决金属氧化问题。

表 2 不同材料与玻璃模内成型实验结果
Tab.2 Experimental results of in-mold forming of different materials and glass

编号	材质	实验内容						是否合格	备注
		吹制	退火	表面检测	冷热循环试验	盐雾试验	密封性试验		
1	足银	√	√	√	√	√	√	√	无
2	黄铜	√	√	×	√	√	√	×	轻微氧化
3	304 不锈钢	√	√	×	√	√	√	×	严重氧化
4	镀钛、铬、镍	√	√	×	√	√	√	×	严重氧化
5	铂金	√	√	√	√	√	√	√	无

5 结语

针对现有玻璃与不同材料结合方式在白酒玻璃瓶包装中的局限性,本文对材料-玻璃模内成型技术进行了深入研究,探讨了不同材料与玻璃的结合特性、材料特性、模具优化与改进等。通过模内成型的方式将不同材料与玻璃紧密结合,为白酒玻璃瓶的外观造型设计提供了更广阔的空间,并推动了包装行业、玻璃制造业的创新发展。实验结果表明,足银、铂金等材料符合玻璃模内成型的要求,具备可行性,未来可进一步开发多样化的造型产品;黄铜、304 不锈钢及镀层金属表面存在氧化问题,影响了白酒玻璃瓶的外观,但通过打磨抛光或做旧处理可实现应用,因此可作为预备材料,待解决氧化问题后进行进一步开发。未来的研究将继续探索多种金属与玻璃进行模内结合的方式,进一步丰富白酒玻璃瓶造型的多样性。

参考文献:

[1] 欧杰. 中国白酒包装容器的演变及特点[J]. 农产品加工, 2021(22): 80-82.
OU J. Evolution and Characteristics of Chinese Baijiu Packaging Container[J]. Farm Products Processing, 2021(22): 80-82.

[2] 赵晓玉. 基于用户体验的白酒包装设计研究[D]. 自贡: 四川轻化工大学, 2020.
ZHAO X Y. Research on Liquor Packaging Design Based on User Experience[D]. Zigong: Sichuan University of Science & Engineering, 2020.

[3] 李杏红. 谈白酒产品包装材料的检验与模式创新[J]. 酿酒, 2024, 51(3): 122-124.
LI X H. Inspection and Mode Innovation of Packaging Materials for Baijiu Products[J]. Liquor Making, 2024,

- 51(3): 122-124.
- [4] 李茂春, 李秋涛, 安明哲. 玻璃酒瓶涂装发展及其影响分析[J]. 食品与发酵科技, 2019, 55(5): 83-87.
LI M C, LI Q T, AN M Z. Development and Influence Analysis of Glass Bottle Coating[J]. Food and Fermentation Sciences & Technology, 2019, 55(5): 83-87.
- [5] 武绍山, 李昌盛. 浅析玻璃酒瓶喷涂烤花的工艺要求[J]. 玻璃, 2021, 48(2): 42-45.
WU S S, LI C S. Analysis on the Process Requirements of Sprayed and Baked Pattern on Glass Bottle Used as Wine or Spirit Container[J]. Glass, 2021, 48(2): 42-45.
- [6] 郭智. 白酒包装的现状与发展分析[J]. 食品安全导刊, 2022(26): 140-142.
GUO Z. Analysis of the Present Situation and Development of Baijiu Packaging[J]. China Food Safety Magazine, 2022(26): 140-142.
- [7] 时晓霞. 消费升级下的酒瓶创新设计[J]. 包装工程, 2023, 44(S1): 386-391.
SHI X X. Innovative Design of Wine Bottle under Consumption Upgrading[J]. Packaging Engineering, 2023, 44(增刊 1): 386-391.
- [8] 罗彬菲, 黄静, 张玉萍. 从造型语义看川酒酒瓶设计[J]. 包装工程, 2016, 37(16): 133-137.
LUO B F, HUANG J, ZHANG Y P. Sichuan Liquor Bottle Design from Modeling Semantically[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(16): 133-137.
- [9] 刘志杰, 庄玉伟, 刘昊芑, 等. 玻璃瓶用标签粘合剂的制备与性能研究[J]. 河南科学, 2023, 41(9): 1274-1278.
LIU Z J, ZHUANG Y W, LIU H P, et al. Study on the Preparation and Performance of Label Adhesives for Glass Bottles[J]. Henan Science, 2023, 41(9): 1274-1278.
- [10] 徐兴文, 刘会霞, 谭文胜, 等. 钛合金与高硼硅玻璃激光焊接工艺参数建模与优化[J]. 热加工工艺, 2019, 48(1): 228-234.
XU X W, LIU H X, TAN W S, et al. Process Parameters Modeling and Optimization of Laser Welding of Titanium Alloy and High Borosilicate Glass[J]. Hot Working Technology, 2019, 48(1): 228-234.
- [11] 李深厚, 姜晶, 王丛笑, 等. 真空玻璃封接技术的研究现状及发展[J]. 硅酸盐通报, 2022, 41(11): 3893-3900.
LI S H, LOU J, WANG C X, et al. Research Status and Development of Sealing Technology in Vacuum Glass[J]. Bulletin of the Chinese Ceramic Society, 2022, 41(11): 3893-3900.
- [12] 刘毅, 赵南阳, 许忠斌, 等. 注塑成型模内电子技术的研究现状及发展趋势[J]. 塑料工业, 2023, 51(10): 15-20.
LIU Y, ZHAO N Y, XU Z B, et al. Research Progress and Development Trend in In-Mold Electronics Technology[J]. China Plastics Industry, 2023, 51(10): 15-20.
- [13] 李亚, 饶微, 孙莉. 白酒瓶瓶口渗漏原因分析及对策[J]. 酿酒, 2023, 50(6): 104-106.
LI Y, RAO W, SUN L. Analysis of Causes of Bottle Leakage and Countermeasures[J]. Liquor Making, 2023, 50(6): 104-106.
- [14] 刘霖. 白酒包装质量检验分析[J]. 绿色包装, 2021(7): 49-52.
LIU L. Quality Inspection and Analysis of Liquor Package[J]. Green Packaging, 2021(7): 49-52.
- [15] 李子豪. 基于玻璃白酒瓶理化性能指标的检测[J]. 玻璃, 2024, 51(1): 28-35.
LI Z H. Test of Physicochemical Properties of Liquor Glass Bottles[J]. Glass, 2024, 51(1): 28-35.