

# 高铝硅玻璃熔样品与量产品盖板应用性能差异性研究

仵小曦 李肖妍 张旭海 牛桃霞 季永忠  
 彩虹集团 ( 邵阳 ) 特种玻璃有限公司 湖南邵阳 422000

**摘 要：**盖板玻璃原材从配方开发到规模化生产一般要经过小试、中试再到量产化，旨在实现高效、安全、稳定的生产过程，确保产品达到最优设计性能。为了探究高铝硅玻璃熔样品和量产品在保护盖板应用性能方面的差异，本文从材料内应力、化学强化增强应力（CS/DOL）、抗弯强度（4PB）、抗冲击强度（落球）和抗跌落性能（模拟整机跌落）几个方面分别对比了 NAS 玻璃和 LAS 玻璃熔样品和量产品的差异。结果表明：量产品的内应力状态优于熔样品，NAS 和 LAS 玻璃熔样品的 CS 均高于量产品，DOL 均低于量产品。因为 LAS 玻璃离子交换深度（DOL）较大，玻璃表面至 DOL 深度处有压应力保护，可以抑制微裂纹扩展，玻璃不易破碎，因此 LAS 玻璃整机跌落性能明显优于 NAS 玻璃。  
**关键词：**高铝硅玻璃；量产品；化学强化；内应力；整机跌落性能

## 引言

高铝硅盖板玻璃原材，是用于显示器屏幕保护盖板制造领域的高铝硅酸盐玻璃材料，其具有优异的强度、韧性、耐磨性、耐划性和抗压性<sup>[1]</sup>。随着电子产品的普及和安全应用的需求，对玻璃材料的要求越来越高。目前市面上的 NAS 玻璃，主要用于中低端智能产品，具有较高的强度和一定的抗划伤能力。但由于其强化深度为 40 μm 左右，抑制玻璃表面微裂纹延伸的能力相对偏弱，易造成盖板破裂等失效现象的发生，限制了其在高端产品中的应用。LAS 玻璃主要用于中高档智能产品，具有更高的抗冲击、抗划伤和抗跌落性能。LAS 玻璃经过两步离子交换增强，能够在玻璃表面产生更大的压应力总量和更高的强度，提升产品的抗跌落性能 10 倍以上<sup>[2-3]</sup>。

盖板玻璃原材从研发到规模化生产一般要经过小试、中试再到量产化，旨在实现高效、安全、稳定的生产过程，确保产品达到最优的设计性能。本文系统性的对比研究了 NAS 和 LAS 玻璃熔样品和量产品的差异，其中包括：材料内应力<sup>[4-5]</sup>、化学强化增强应力（CS/DOL）、抗弯强度（4PB）、抗冲击强度（落球）和抗跌落性能（模拟整机跌落）。本文的研究为盖板玻璃原材从实验室熔样走向量产化打下坚实基础并提供一定的数据支撑。

## 1. 实验

### 1.1 实验样品和条件

本文所用熔样品采用浇铸法制样，量产品为溢流下拉

法制得，试样为 NAS 和 LAS 盖板玻璃。玻璃成分如表 1 所示。

表 1 高铝盖板玻璃成分

| 氧化物         | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Li <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | MgO | B <sub>2</sub> O <sub>3</sub> |
|-------------|------------------|--------------------------------|-------------------|-------------------|-----|-------------------------------|
| NAS 摩尔分数 /% | 67               | 12                             | /                 | 15                | 4   | 2                             |
| LAS 摩尔分数 /% | 64.5             | 16                             | 7                 | 11                | 1   | 0.5                           |

### 1.2 实验测试

#### ①材料内应力

使用 Exicor 双折射应力仪测试原材玻璃片不同位置的内应力。

#### ② CS/DOL

使用 FSM-6000LE 测试化学强化后的玻璃表面压应力（CS）和离子交换层深度（DOL）。

#### ③抗弯强度（4PB）

设备：四杆弯曲测试仪

测试标准：上压杆间距 20mm，下压杆间距 40mm，下压速度 10mm/min，压杆直径 6mm。

#### ④抗冲击强度（落球）

设备：全自动落球试验机

测试标准：落球治具（治具规格边部支撑宽度 2mm），65g 钢球，中心点一次，落点距边缘 12mm，起始高度 250mm（0.15J），若样品不破裂，每次升高 100mm，进行极限测试。

#### ⑤抗跌落性能（模拟整机跌落）

设备：整机跌落试验机

测试标准: 180g 钢板, 自由跌落, 起始高度 200mm, 若样品不破裂, 每次升高 100mm, 进行极限测试。

## 2. 结果与讨论

### 2.1 熔样品和量产品玻璃原材内应力对比

玻璃生产的成型方式对内应力影响至关重要, 为了更直观的反映熔样品和量产品的内应力分布及数据差异, 用厚度为 0.7mm 的玻璃样片进行内应力检测, 如图 1 和 2 所示, 双折射应力仪下玻璃样品不同位置的测量数值及颜色, 可直观反映出玻璃原材内部应力品质状态。

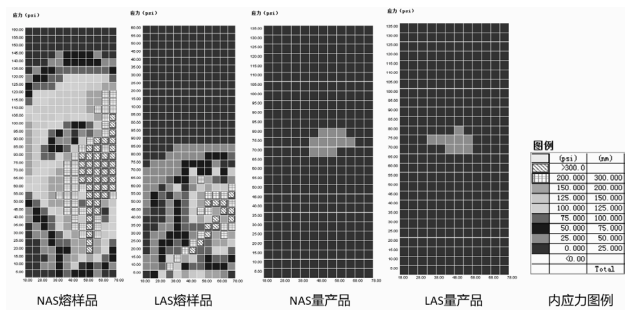
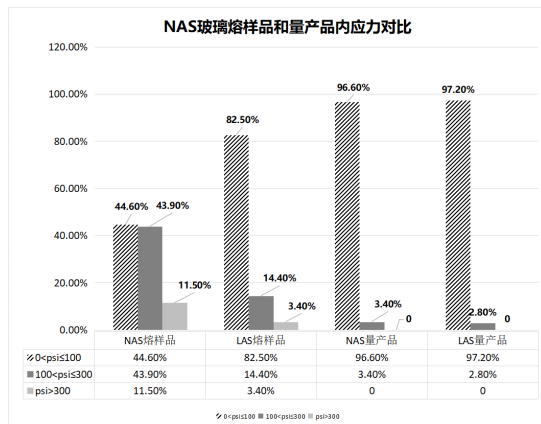


图 1 熔样品和量产品的内应力对比图



层 DOL; 而熔样品的离子交换更易于在玻璃表面形成渗入积聚, 形成更大的表面压应力 CS。

### 2.3 熔样品和量产品玻璃单体性能对比

为了对比熔样品和量产品的抗弯性能和抗冲击性能, 分别测试了熔样品和量产品盖板玻璃试样的 4PB 和落球。

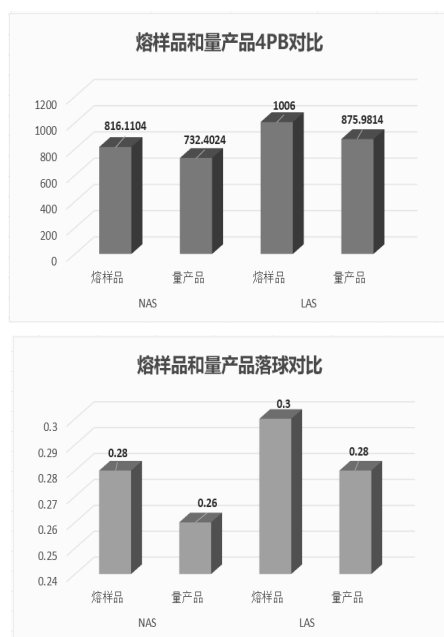


图 5 熔样品和量产品单体性能对比

NAS 和 LAS 玻璃的单体性能如图 5 所示, 熔样品的 4PB 值较量产品高 83~130MPa, 落球值较量产品高 0.02J, 一方面因为熔样品玻璃结构致密, 本征结构相对较强; 另一方面因为熔样品表面压应力较大, 抵抗风险能力更强, 故熔样品较量产品玻璃经过化学强化后, 在抗弯强度、抗冲击能力的单体性能方面表现更为优异。

### 2.4 熔样品和量产品玻璃整机跌落性能对比

为了对比熔样品和量产品的抗跌落性能, 分别测试了熔样品和量产品在 180 目砂纸下的整机跌落性能, 如图 6 所示。

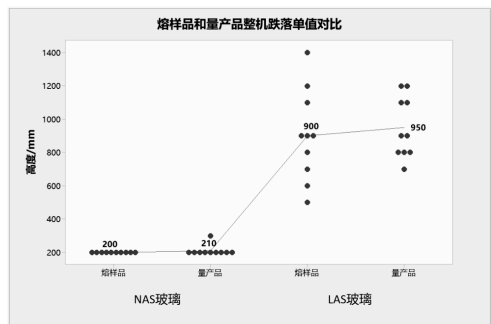


图 6 熔样品和量产品整机跌落性能对比

由图 6 可以看出, 180 目砂纸下, NAS 玻璃起跌高度破碎, LAS 玻璃整机跌落性能明显优于 NAS 玻璃, 因为 LAS 玻璃离子交换深度 (DOL) 较大, 玻璃表面至 DOL 深度处有压应力保护, 可以有效抑制微裂纹扩展, 玻璃不易破碎。与量产品相比, LAS 玻璃熔样品整机跌落离散型更大, 这与熔样品材料本身的内应力不均匀有直接关系, 即熔样品本身内应力的差异造成了不同试样之间大的性能离散度。

## 3. 结论

本文分别从材料内应力、CS、DOL、4PB、落球和整机跌落性能几个方面对比分析了 NAS 和 LAS 玻璃熔样品和量产品的差异, 研究表明: 量产品内应力状态优于熔样品, NAS 和 LAS 熔样品的 CS 均高于量产品, DOL 均低于量产品, LAS 玻璃整机跌落性能明显优于 NAS 玻璃, 因为 LAS 玻璃离子交换深度 (DOL) 较大, 玻璃表面至 DOL 深度处有压应力保护, 可以抑制微裂纹扩展, 玻璃不易破碎。同时, 由于熔样品内应力分布的不均匀, 在评估整机跌落等抗破坏性能时, 应侧重于试样可达到的最大能力评价, 要充分考虑数据离散型对评估结果造成的影响。

## 参考文献:

- [1] 王志安, 任璇璇, 仵小曦, 等. 高强度透明微晶盖板玻璃研究与开发 [J]. 玻璃, 2023, 50(7):19-26.
- [2] 王衍行, 李现梓, 韩韬, 等. 锂铝硅玻璃的研究进展 [J]. 硅酸盐通报, 2022, 41(6):2143-2152.
- [3] 周阳, 鲁建伟, 刘胜涛, 等. 高铝硅玻璃二次化学钢化增强工艺研究 [J]. 玻璃搪瓷与眼镜, 2023, 51(4):1-6.
- [4] 林巍. 硼硅酸盐玻璃退火与其内应力关系的研究 [C]. 2011 年全球玻璃科学技术年会, 2011.
- [5] 姬森浩, 史月, 郭鹤飞, 等. 关于钢化玻璃破裂形式的研究 [C]. 北京力学学会第 21 届学术年会暨北京振动工程学会第 22 届学术年会论文集, 2015.
- [6] 赵彦钊, 殷海荣. 玻璃工艺学 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2006.

## 作者简介:

仵小曦 (1974—), 男, 汉族, 本科, 研究方向为主要从事电子玻璃应用研究。