

## 正确认识幕墙钢化玻璃自爆现象

由于近年来新建建筑在设计时的玻璃板面尺寸越来越大以及各种玻璃幕墙的日益增多，愈建愈高。各种玻璃在安装后产生破裂“自爆”的现象时有发生。



有的建筑的手脚手架尚未开始拆除，玻璃就开始连续的发生“自爆”，并且出现伤人事件的发生。造成媒体、业主等各方面均认为是玻璃的质量问题。

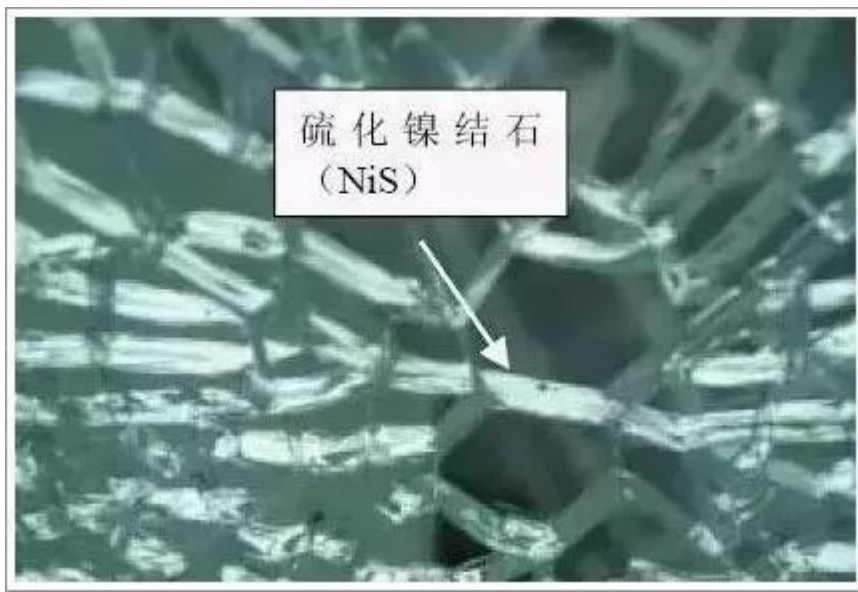
“自爆”只是大量钢化玻璃中的个别现象。但是许多单独事例汇集在一起，就成为社会和媒体热炒的题材。



其实，事实并非如此的。出现玻璃破损现象的因素较多，同样在国外也出现玻璃“自爆”的“玻璃雨”现象。其他建筑的外墙材料也经常发生脱落现象。瓷砖脱落，大理石脱落等现象也是层出不穷的，就在2012年的1月5日上午10许上海发生外墙材料水泥碎块的脱落，造成4辆机动车1辆助动车受损和一名人员的受伤。

玻璃的“自爆”现象是不分国籍和是否为发达国家的。在欧洲、北美和全球各地均有时有发生。包括著名设计大师的作品也难免出现玻璃的“自爆”现象的发生，北美的某栋建筑在1974~1978五年间，“自爆”55块。“自爆”率达到0.5%。澳大利亚曾对八栋幕墙进行过12年跟踪观察，在总共17760块钢化玻璃中，306块自爆，自爆率为1.72%。

就目前的科学技术还无法完全可以预测何时、那片玻璃将出现“自爆”现象。因为玻璃的破损过程，不像金属材料有个屈服现象的发生。而是，发生突然的破损。因此，无法预测“自爆”的发生。但是，可以通过对钢化玻璃进行“均质”，可以降低钢化玻璃“自爆”现象的发生。



所谓的钢化玻璃“自爆”主要是由于玻璃中存在的微小的硫化镍、单质多晶硅、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等杂质。在外应力的连续作用下，超出玻璃的许用应力，而产生的具有“蝴蝶斑”状态的破损。

在国家标准《平板玻璃》GB11614-2009中5.5.3条款中，优等品的点状缺陷最小尺寸为0.3mm。实际上，微缺陷的尺寸基本均在0.1mm以下。也就是说：平板玻璃的产品质量是合格的。



由于，微缺陷的存在，此部位的玻璃强度一定是在整块玻璃板中最低的数值，因此，在受到外应力连续不断的作用时，最终玻璃就会从最薄弱的部位开始破裂，出现所谓的“自爆”的“蝴蝶斑”现象。

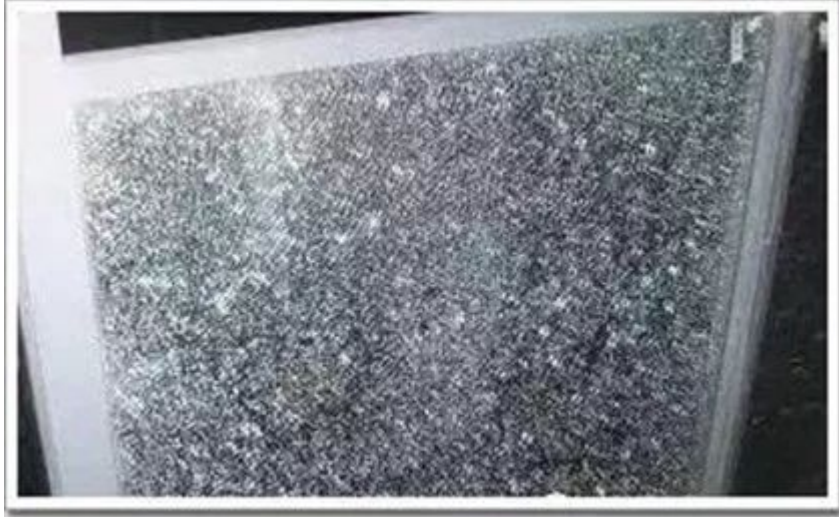
玻璃由于是非晶体结构，所以其抗压能力非常强大，而抗弯曲、抗折和抗扭曲的能力非常弱。其表面抗压理论强度值可以达到  $1200\text{kg}/\text{cm}^2$ ，可是由于生产过程中造成玻璃表面的缺陷。

因此在 JGJ113-2009《建筑玻璃应用技术规程》中确定玻璃强度的数值还是比较低的。钢化玻璃的强度比普通玻璃强度高 3~5 倍。半钢化玻璃的强度比普通玻璃的强度高 1~2 倍。玻璃由于其晶体结构的原因，所以其抗压强度大，而抗弯和抗折的强度低。因此，当外界作用于玻璃表层的张应力超过玻璃强度允许范围时，玻璃就会破损。

引起玻璃破损的原因主要有：设计方面的原因；生产环节的原因；运输领域的原因；安装时产生的原因；建筑物沉降的原因；人为的原因；天灾的原因；玻璃原片的质量问题；玻璃的“自爆”原因等。

## 1 设计的原因

玻璃的几何形状，如三角形和圆形以及挖角、钻孔均会造成玻璃的强度下降。玻璃的设计强度低于许用强度值，造成玻璃破损。玻璃结构设计不合理，造成玻璃局部应力过大而产生的破损，如：三角形，凸凹形，挖孔等结构，会造成玻璃的局部应力集中。因此，不建议采用此类的几何形状。



普通平板玻璃设计时未考虑玻璃的热炸裂现象。玻璃特别是吸热玻璃与热反射玻璃在受到阳光照射时，玻璃表面会形成不均匀的温度场，从而在玻璃中形成热应力，当这种热应力超过玻璃的强度允许范围时，就会发生热炸裂，热炸裂呈现为曲线状态。

设计时玻璃厚度偏薄或尺寸偏大，玻璃在受到风荷载即风压的作用后，风压的作用力超过玻璃的强度允许范围时，玻璃发生破损。

还有就是玻璃的挠度问题。在 JGJ113 中规定，不大于短边的  $1/60$ ，玻璃就不会产生弯曲的破损，但是，如果玻璃的板面大，玻璃厚度薄，挠度变形过大，就有可能，让玻璃的边部与金属框架相碰。因此产生玻璃的“自爆”现象的发生。

浙江某项目的采光顶：钢化夹层玻璃整体脱落。事后分析的原因；金属结构设计不合理，玻璃挠度变形大。

从现场看：点支五金爪件变形严重，致使内层钢化玻璃破损，玻璃加工企业将玻璃补片运到现场。安装公司迟迟没有更换，一个月后，由于变形加剧，致使外片钢化玻璃也产生“自爆”。最后，导致整块钢化夹层玻璃脱落，造成多名孩子受伤。

同样，此项目，玻璃板面尺寸过大，挠度变形严重，也是造成钢化玻璃“自爆”的原因。

## 2 玻璃生产时的原因



玻璃在生产时，如果在玻璃表面和边部产生了大的划伤、大的爆边、大的缺角等现象，就会造成玻璃局部的强度值急剧下降。从而会使玻璃产生“自爆”的现象。



同样，运输、搬运时如果对玻璃表面或边部产生严重的划伤，爆边，磨伤等缺陷，也会使玻璃产生“自爆”的破损。

到底多大的爆边会引起玻璃的“自爆”?按照国家标准《建筑用安全玻璃 第二部分:钢化玻璃》GB15763.2-2005中,表6钢化玻璃的外观质量,要求。

但是,首都机场T3航站楼有片玻璃的爆边现象严重,使用至今尚未发生“自爆”的破损现象。也就是说,国家标准除了考虑玻璃的强度值,也考虑了玻璃的外观质量。

### 3 安装时的问题

玻璃在安装时,由于玻璃的误差范围、建筑物的误差范围的不同,会引起玻璃扭曲变形,产生额外的安装应力,从而引起玻璃破损。

此照片就是局部应力过大,产生的玻璃破损现象。



由于玻璃垫块的硬度以及部位、数量的选用不当,也会引起玻璃边部的应力集中或过大,造成玻璃破损。或没有使用垫块,致使玻璃直接与金属框架接触,造成玻璃的破损。

某项目因为钢化玻璃“自爆”率超过20%,引起甲乙双方的纠纷。事实是:设计的结构不合理以及安装时的变形,致使铝合金型材产生较大变形,从而造成玻璃的“自爆”。

同样此项目,“自爆”率比较高,安装人员承认部分部位没有使用垫块,所以产生钢化玻璃的“自爆”现象。所以,此项目的钢化玻璃“自爆”部位,均在玻璃下部2个角的位置。

### 4 结论

1. 钢化玻璃由于生产工艺的原因,所以,具有“自爆”的倾向和可能性;为了减轻“自爆”的发生。可以采取:a.选用优质的浮法玻璃原片;b.钢化的应力值不要太高;c.采用均质/引爆/热浸的方式。

2. 钢化玻璃的“自爆”现象,就目前的科学技术,还无法确定何时、那片玻璃会发生“自爆”。



3. 钢化玻璃的“自爆”现象受多方面影响。除玻璃本体质量外。结构的设计、玻璃的加工、运输、搬运、安装、恶劣的气候、使用的环境等均对玻璃的“自爆”有密切影响。因此，必须根据实际情况加以判断。不能简单的认为玻璃“自爆”了，就是玻璃的质量问题。

4. 钢化玻璃的“自爆”现象属于小概率事件，无需对此大惊小怪。并对钢化玻璃采取封杀的态度。在强度满足设计要求时，可以采用夹层玻璃或半钢化玻璃的配置。

5. 钢化玻璃的“自爆”率问题。国外某加工企业承诺均质后的“自爆”率为 0.5%。我国的玻璃行业在多年的经验基础上，普遍认为钢化玻璃的“自爆”率为：0.3%。

6. 关于钢化玻璃的“自爆”，不管是国外的产品标准，还是中国的标准，均承认钢化玻璃存在“自爆”的现象，但是，均未认为“自爆”现象是钢化玻璃的产品质量问题。

7. 对于玻璃的破裂现象，不要称为“自爆”。而应称之为：破损。因为引起“自爆”的原因很多。

(来源：中国幕墙网)