

# 建筑中空玻璃现场复充氩气必要性分析及工艺质量控制要点

杨帆

杨恣信息技术(上海)有限公司

DOI:10.32629/btr.v8i9.4903

**[摘要]** 中空玻璃腔体内部起雾对其性能、寿命及建筑外观均有较大负面影响。门窗幕墙单位在质量失效发生后的常规处理手法是要求玻璃厂家对起雾中空玻璃进行更换,造成了巨大的社会资源浪费现象。本文拟通过对中空玻璃现场复充氩气工艺和质量控制要点进行分析,达到延长玻璃有效使用寿命、减少社会浪费的目的。

**[关键词]** 中空玻璃复充氩气; 质量控制

**中图分类号:** O213.1 **文献标识码:** A

## Analysis of the Necessity and Key Quality Control Points of On-Site Argon Refill in Insulating Glass in Buildings

Fan Yang

Yangzi Information Technology (Shanghai) Co., Ltd.

**[Abstract]** Fogging inside insulating glass cavities has a significant negative impact on their performance, lifespan, and the appearance of buildings. The conventional approach by door, window, and curtain wall units after quality failure occurs is to require glass manufacturers to replace the fogged insulating glass, resulting in a huge waste of social resources. This paper aims to analyze the on-site argon refill process and quality control points of insulating glass to extend the effective service life of the glass and reduce social waste.

**[Key words]** Insulating glass argon refill; quality control

### 引言

中空玻璃作为现代建筑围护结构的关键组成部分,其节能性能、密封性能与使用寿命直接影响建筑整体能耗水平与使用安全。氩气填充是提升中空玻璃隔热、隔音性能,延缓内部构件老化、防止腔体起雾的核心技术手段。在既有建筑使用过程中,受密封老化、气体泄漏、环境应力等因素影响,中空玻璃内部氩气浓度会逐步衰减,导致节能效果下降、玻璃起雾等问题频发。为此,开展建筑中空玻璃现场复充氩气工艺研究,规范充气流程、严控质量节点、保障施工安全,对提升既有中空玻璃使用寿命、恢复节能性能具有重要的工程应用价值。

### 1 中空玻璃及腔体内部起雾现象的概述

中空玻璃(Insulated Glass Unit, IGU)是由两片或多片玻璃通过间隔条(Spacer)隔开,并在边缘用密封胶(Sealant)粘接,形成一个封闭的中空层(Air Space)的结构。中空玻璃的核心功能有隔热保温、隔音降噪、防结露、节能环保、安全性、美观性等。在长期服役过程中,密封胶老化、间隔条失效、分子筛吸湿饱和等问题,会导致外部湿气侵入腔体内部,同时内部惰性气体缓慢泄漏,最终引发腔体内部起雾、结露、发霉等现象。

中空玻璃腔体内部起雾(也称内部结露), (Fogging in

Insulated Glass Unit, IGU)是指在中空玻璃的密闭腔体(即两片玻璃之间的中空层)内出现水汽凝结或雾状物的现象。这种现象通常表现为玻璃内表面出现模糊、水滴或雾气,中空玻璃腔体起雾不仅影响玻璃的透光性与美观度,更会降低中空玻璃的保温、隔热与隔音性能,加剧玻璃内外侧应力不均,严重时会造成玻璃开裂,威胁建筑使用安全。保持腔体内部高浓度氩气与干燥环境,是抑制起雾、延长中空玻璃寿命的关键措施。

### 2 建筑中空玻璃现场复充氩气的必要性

#### 2.1 恢复节能性能

氩气作为惰性气体,导热系数远低于空气,通过现场复充可快速提升中空玻璃隔热、保温与隔音效果,降低建筑空调与采暖能耗。

#### 2.2 延缓腔体起雾失效

氩气密度大于空气,可有效置换腔体内湿气与污浊空气,配合微正压环境,减少外部水汽侵入,缓解玻璃起雾、结露问题。

#### 2.3 延长玻璃使用寿命

合理的氩气填充与压力控制,可降低玻璃内外侧压力差,减少应力集中,避免因压力波动导致的玻璃鼓裂、密封破损。

#### 2.4 降低改造更换成本

现场复充氩气工艺简便、施工高效,相较于整体更换中空玻璃,可大幅节约材料成本、人工成本与工期,具备显著的经济与社会效益。

### 2.5 满足既有建筑节能改造要求

在建筑节能提升工程中,氩气复充是实现中空玻璃性能快速达标的重要技术路径。

## 3 中空玻璃腔体内部起雾的表现形式及其对中空玻璃性能的影响

### 3.1 表现形式

雾气/水珠/冰霜只出现在两层玻璃之间的中空层内,无法从室内/室外任何一侧擦拭干净。时间规律上,当外界温度骤降时,中空层内的水汽达到露点温度,凝结成水珠或雾气。所以在暴雨后,夜间降温时、秋冬季的清晨表现较多;温度升高后可能暂时气化,但会随温度变化而反复发生。其形式主要表现为:

**轻微:** 中空层内出现少量水汽或薄雾,均匀/不均匀雾状白斑、朦胧感,遮挡视线,可能随温度变化而暂时消失。

**局部:** 仅在中空玻璃的某个区域(如边缘或角落)出现雾气,细小水珠、水膜,沿玻璃内表面流淌。

**严重:** 中空层内形成明显的水滴或水膜,伴随大面积积水、结霜甚至结冰,长期存在且无法自行消散,伴随出现水痕残留、污渍或霉斑。

### 3.2 起雾对中空玻璃性能的影响

#### 3.2.1 保温隔热性能下降

中空玻璃的核心功能之一是隔热保温,其原理是通过中空层的气体(如空气、氩气等)减少热传导。如果中空玻璃内部起雾,说明密封失效,中空层内可能进入湿气或水汽。水汽的导热系数远高于干燥气体,导致中空玻璃的隔热性能大幅下降。

#### 3.2.2 隔音性能降低

中空玻璃的隔音效果依赖于中空层的密封性和气体填充。起雾后,中空层内湿气增加,氩气泄漏,改变了声波的传播特性,导致隔音效果减弱。

#### 3.2.3 密封失效的征兆

中空玻璃起雾通常是密封胶老化或破损的标志。密封系统失效后,不仅会导致水汽进入,还可能使中空层内的惰性气体(如氩气)泄漏,进一步降低玻璃的性能。

#### 3.2.4 透光性和美观性受损

起雾会导致玻璃表面模糊,影响透光性,降低室内采光效果。同时,雾气凝结会严重影响玻璃的外观,降低建筑美观性。

#### 3.2.5 长期耐久性问题

如果起雾问题未及时处理,水汽长期滞留会导致以下问题:  
**玻璃内部腐蚀:** 水汽可能腐蚀金属间隔条或玻璃边缘。  
**霉菌滋生:** 潮湿环境可能滋生霉菌,影响室内空气质量。  
**结构强度下降:** 长期潮湿可能影响玻璃的粘接强度。

#### 3.2.6 节能效果丧失

中空玻璃的节能效果依赖于其密封性和中空层的干燥状态。起雾后,节能性能大打折扣,增加建筑的能耗。

## 4 建筑中空玻璃现场复充氩气工艺的质量控制要点

### 4.1 复充氩气工艺前期准备

#### 4.1.1 材料与设备

高纯氩气( $\geq 99.99\%$ )、减压阀、充气针/管、排气针、手动灌装枪、密封胶(丁基+聚硫双道)、氩气浓度检测仪、真空泵(可选)、手电钻( $\phi 3-4\text{mm}$ 钻头)、可挥发性清洁剂、无尘布。

**现场环境:** 需要现场检查符合干燥、无尘、温度 $10-30^{\circ}\text{C}$ ,湿度 $< 50\%$ ,避免大风与阳光直射的阴凉工作场所。在家装环境中,尽量选择北侧房间进行施工;如果家装条件不允许,也要选择人流较少的电梯厅、过道等无阳光直射部位。

**施工时间:** 上门服务前,需要与客户协商选择避开高温、暴雨、雾霾、杨梅天等不利天气;施工时间要尽量选择清晨空气温湿度低的时间;

#### 4.1.2 玻璃检查

在玻璃上标记好充气孔(下)与排气孔(上)。氩气充气要求层流法充气,下进上出(氩气密度大于空气)。

在玻璃充气前,需仔细检查并确认玻璃密封胶的完好、破损、漏气情况以及间隔条变形、分子筛失效情况。可用肥皂水均匀涂抹在玻璃密封胶周围,在玻璃密封胶上钻孔设置充气口,该测试用充气口与后续充气口应一致。对玻璃进行微压充气,仔细观察密封胶表面的肥皂水起泡情况,发现有密封胶漏气部位后,应将破损部位的密封胶小心移除,然后用聚硫胶进行复打修复。修复后,方可进行后续工序。

在充气孔同一侧边钻排气孔,下孔充气、上孔排气,间距 $\geq 100\text{mm}$ ,距角 $\geq 50\text{mm}$ ,穿透间隔条与外玻璃。

**孔位清理:** 吹净胶皮、铝屑与粉尘,防止堵塞气路。

**分子筛清理回收:** 将间隔条腔体内已经失效的分子筛倒出,用橡胶小锤轻敲玻璃面,确保无卡固,间隔条内的分子筛全部清理干净。将回收好的分子筛颗粒装袋回收以备复用。

**玻璃固定:** 在地面铺设好软性地垫和木枋,确保玻璃在竖直或微倾( $15-45^{\circ}$ )放置时稳定不晃动,且不与地面直接接触。

**分子筛准备:** 手动灌装枪密封储料罐内的分子筛,每次加料时要控制总量,随用随取,缩短与外界空气接触时间。

### 4.2 复充氩气核心操作流程

#### 4.2.1 气体置换法(现场常用)



图1 分子筛置换

**置换:** 将手动灌装枪枪头对准铝条的灌装孔(预钻或自动钻), 开启阀门; 利用气体压力将分子筛粉末/颗粒沿管路压入间隔条空腔, 同时可配合轻振确保密实、无空洞; 灌装时, 可以预估灌装量是否饱满, 按照25g/m进行预控灌装总量; 灌装时间控制在20分钟以内, 完成后快速关闭灌装枪, 防止外界潮湿空气倒灌进入料罐与铝条用手动灌装枪将干燥的分子筛。

**连接:** 分子筛置换完成后, 将氩气罐连接充气针插下孔、排气针插上孔, 减压阀调至0.25-0.3MPa(工作压力), 严禁超压。



图2 氩气罐连接

**充气:** 充气过程要缓慢, 要形成层流(1-2L/min), 避免紊流, 利用氩气密度大于空气密度的物理特性, 将低密度的空气从上部排气孔挤出; 待排气口持续出氩气(检测仪 $\geq 90\%$ )时, 再按1.5倍腔体容积持续充满。

**保压:** 封闭排气孔, 稳压5-10kPa(微正压), 观察手动灌装枪上压力表指针无明显下降;

#### 4.2.2 真空置换法(浓度更高)

**抽真空:** 利用真空泵将腔体压力抽至 $-0.08\sim-0.09\text{MPa}$ , 保压10min, 确认无泄漏。

**充氩:** 缓慢充至0.01-0.03MPa, 重复1-2次, 浓度可达95%+。

#### 4.3 压力与流量控制(防裂要点)

**压力:** 用压力表检测并维持玻璃中空腔体内微正压5-15kPa, 严禁超0.05MPa(易鼓裂玻璃)。

**流量:** 控制氩气充气量, 初始时应控制在 $\leq 2\text{L/min}$ , 当后期在排气口已可以检测到氩气时加大充气量 $\leq 5\text{L/min}$ , 并保持层流。

**波动:** 应严格控制氩气出气管口压力表检测显示的压力波动 $< 0.005\text{MPa}$ , 避免充气导致玻璃腔体内侧局部出现应力集中情况。

#### 4.4 密封与检测(质量保障)

**封口:** 应仔细检查和修补破损的双道密封(丁基+硅酮), 在间隔条上开孔并修补后, 对后续密封的丁基胶应再次进行检查,

修补间隔条侧边的丁基胶厚 $\geq 4\text{mm}$ , 间隔条背面的丁基胶厚 $\geq 1\text{mm}$ , 聚硫密封胶胶厚 $\geq 8\text{mm}$ , 并在现场持续固化 $\geq 24\text{h}$ 。

**浓度检测:** 用便携式氩气检测仪检测排气口与腔体,  $\geq 90\%$ 为合格。

**检漏:** 玻璃氩气复充后, 应保压观察、并采用肥皂水在密封胶表面涂刷试漏, 确保密封胶严密无气泡。

#### 4.5 常见问题与预防

**浓度低:** 玻璃间隔条上开的充排气孔孔位不对、流速过快、置换不足; 标准工序应为下进上出、慢充快拔快封、确保足量置换。

**玻璃破裂:** 压力过高、流速过快; 充气时要严控压力、确保慢充。

**漏气:** 充排气孔封口不良或孔位未清理导致漏气; 应对: 应对充排气孔进行彻底清孔、同时确保密封胶施打饱满。

#### 4.6 安全与环保

氩气充气时, 应确保充气环境处在环境开阔, 通风良好的条件空间内, 防止氩气积聚导致的人员窒息事故; 氩气充气前, 应对氩气气瓶进行固定、确保阴凉防晒且远离火源。

对切割处理下来的玻璃废胶需要进行集中回收处理, 并按照有毒有害物质处理要求进行合规排放。

失效分子筛可以集中回收, 洁净后放干燥室,  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$  高温热空气烘烤2小时后, 可以复用。

## 5 结束语

建筑中空玻璃现场复充氩气是一项技术成熟、经济性高、适用性广的既有建筑节能改造技术。通过规范充气流程、严控压力流量、强化密封检测、落实安全环保要求, 可有效恢复中空玻璃节能性能, 抑制腔体起雾, 延长玻璃使用寿命。在实际工程应用中, 应严格遵循工艺标准, 强化过程质量控制, 不断优化施工细节, 从而为建筑节能与绿色改造提供可靠的技术支撑, 推动建筑行业高质量、可持续发展。

#### [参考文献]

[1]程鹏, 邢峰群, 秦灵芳. 中空玻璃密封胶失效原因分析及预防措施[J]. 门窗, 2013(06):36-39.

[2]蔡镛. 中空玻璃作的失效原因分析及预防措施[J]. 江西建材, 2007(04):38-40.

#### 作者简介:

杨帆(1975--), 汉族, 上海人硕士, 副高, 政治面貌: 党员, 研究方向: 住建全产业链技术。