

美标金属防火门门框干法填充工艺探讨

魏颖新 蔡文超

中建国际装饰工程有限公司 江苏苏州 215000

摘 要: 本文分析了埃及某建筑装修项目美标金属防火门门框灌浆工艺的缺点, 尝试利用岩棉填充的方式解决该问题。通过防火、隔音性能的比较以及软件模拟计算安装稳定性, 论证了岩棉填充工艺的可行性。并实际项目现场工效, 岩棉填充工艺人工成本仅为灌浆工艺的5%左右。对比了两种做法的特点, 并就美标和国标之间金属防火门填充规范工艺的差异进行了一定分析。

关键词: 金属防火门; 门框安装; 美标; 国标

1. 研究背景

防火金属门是建筑装修非常常见的材料, 以其耐用性、安全性和美观性而广受欢迎。在金属门的安装过程中, 填充与门框之间的缝隙是一个重要环节, 直接影响到门的性能和使用寿命。国内的常规做法是使用浆料进行灌注填充, 根据国标《防火卷帘、防火门、防火窗施工及验收规范 GB50877-2014》5.3.8规定: 钢制防火门门框内应充填水泥砂浆。

但是在埃及地区的工程实践中发现, 当地建筑企业虽然也有灌浆工艺, 但是技术、工艺、设备并不成熟, 暴漏并扩大了灌浆的问题为了解决以上问题, 笔者尝试取消灌浆工艺而使用干法填充工艺。首先根据美标 ANSI/SDI A250.11-2012-Recommended Erection Instructions for Steel Frames 2.3.3 以及美标 ANSI/SDI A250.8-2023-Specifications for Standard Steel Doors and Frames (SDI-100) 4.2.2 都提到: Steel frames, including fire-rated frames, do not require grouting. Grouting is not recommended for frames installed in drywall. 两者都明确了钢制门框以及防火防止门不要求灌浆, 安装在干墙上的金属门框不推荐灌浆。美标与国标在灌浆的要求上有不小差异, 这一差异为本研究取消灌浆工艺提供了理论基础。为了解决上灌浆的缺点, 提高工程效益, 笔者研究海内外施工经验后认为采用防火岩棉进行门框填充可能是美标金属门一种更为优势的选择。针对项目实际需求, 从防火隔音以及安装稳定性方面证明该工艺能够满足项目要求。

2. 防火 & 隔音性能

美标 UL (Underwriters laboratories Inc.) 实验室是美标防火门的权威实验室, 实验室参与制定了美标防火门

实验标准, 我们发现 UL Listed and labelled fire window and fire door frame are not required to be fully grouted to maintain the fire rating. The anchoring provided with the frames will be sufficient for maintaining the fire rating if the frame. 即美标防火实验时门框即没有进行灌浆填充, 其它增加门框内防火岩棉不会影响其产品的防火性能参数。

防火岩棉与混凝土相比, 具有良好的吸声性能, 可以有效吸收声波, 减少声波的反射, 具有较低的声传播速度, 可以更好地阻隔声波的传播根据实验可知, 常见的 50mm 厚防火岩棉的隔音系数可达到 $R_w=45\text{dB}$, 而 100mm 厚的混凝土墙的隔音系数在 $R_w=40\text{dB}$ 左右。因此在门框这一空间内, 填充满防火岩棉的隔音效果将比灌浆更好, 更能达到理想的效果。

3. 安装稳定性验算

取消灌浆后, 门框本身的稳定性降低, 安装的稳定性计算是非常重要的课题, 我们利用 SolidWorks 软件进行模拟, 计算常规固定方式下的设定门洞尺寸为 $3\text{m} \times 3\text{m}$ 的双扇对开门, 使用套管式胀栓 $\text{M}8 \times 75\text{mm}$, 整体使用螺栓 13 个。考虑该门受正常重力荷载下的情况。以大尺寸门扇为最不利荷载工况来研究。对各项材料尺寸建模及参数如下表 1 所示:

验算每个固定螺栓构建的稳定性。最大安全系数 FOS 及最下 FOS 分别分 5.12 和 3.28。均小于最小安全系数。经过计算得知发现: 默认 FOS 为 2, 螺栓整体 FOS 为 3.5, 所有的固定螺栓安全, 该固定方式可以保证金属门安装的稳定性。

4. 工艺比较分析

对比两种工艺, 防火岩棉填充具有以下优点:

表1 金属门模型各参数

模型名称	屈服强度 N/m ²	拉伸强度 N/m ²	弹性模量 N/m ²	泊松比	密度 Kg/m ³	剪切模量 N/m ²	热膨胀系数/K
1023 碳钢	2.82e+8	4.25e+08	2.05e+11	0.29	7858	8e+10	1.2e-05
AISI 304	2.06e+08	5.17017e+08	1.9e+11	0.29	8000	7.5e+10	1.8e-05
镀锌钢	2.03e+08	3.56901e+08	2e+11	0.29	7870	/	/
WallConcrete	2.5e+07	2.5e+07	2e+09	0.394	1020	3.189e+08	
GraCast Iron	1.52e+08	5.72165e+08	6.62e+10	0.27	200	5e+10	1.2e-05

4.1 缩减安装成本

火岩棉填充相比于灌浆浆料，安装工艺更加简单快捷。大大缩短了安装时间，也降低了对工人技能的要求，降低用人成本。而且防火岩棉填充无需等待浆料凝固，可以快速完成安装，避免了灌浆引起的二次污染，缩短了该工程的工作周期，这对于需要快速投入使用的工程非常有优势。本项目运用新工艺后每樘门门框填充工作项人工成本仅为灌浆的5%左右。

4.2 优异的隔热隔音性能

防火岩棉材料本身具有出色的隔热和隔音性能，填充后可以有效提升金属门的保温隔热效果，提高室内的舒适度。

4.3 简易的施工质量控制

防火岩棉填充操作简单，可以更好地控制填充的均匀性和密实度。而灌浆则需要控制浆料的配比和灌注工艺，难度更大。湿法填充可能导致金属门的锈蚀，影响门的整体质量。而且防火岩棉填充的金属门在使用过程中发生变形或损坏时，可以很方便地进行局部校正，修补。

5. 中美金属门差异分析

同样的钢质防火门但是美标与国标规范要求有所不同，笔者认为原因如下：

5.1 实验标准不同

门框中充填水泥砂浆（或混凝土）可以在火灾时的高温下可以保证门框不变形，从而保证防火门整体的稳定性。但现行国标防火门规范与美标实验相比少了抗喷

水冲击性能的要求。会使金属门迅速降温，一定程度上缓解了防火门受到高温影响导致的变形，失稳。

5.2 主要房屋构造不同

美国许多房屋的主体结构采用木质框架，轻钢龙骨等，包括墙体框架、屋顶框架和楼层框架等。这些场景下是不适宜使用水泥砂浆或混凝土来填充门框和墙之间的缝隙。因此，美标的钢制防火门规范要求以不填充为要求就更加的合理。

总结

本文基于钢制防火门门框灌浆的劣势，论证了采用岩棉干法进行填充的可行性及优缺点。通过改进该工艺，可有效节省成本，产生一定的经济效益，并对美标及国标灌浆工艺规定的差异尝试做出解释。

参考文献

- [1]《防火门 GB12955-2008》
- [2]《建筑设计防火规范 GB50016-2014》
- [3]ANSI/SDI A250.11-2012- Recommended Erection Instructions for Steel Frames
- [4]ANSI/SDI A250.8-2023- Specifications for Standard Steel Doors and Frames (SDI-100)
- [5]《防火卷帘、防火门、防火窗施工及验收规范 GB50877-2014》
- [6]《高层民用建筑设计防火规范 GB50045-95》