

塑钢门窗耐火完整性整体解决方案

来源:2018 转型发展高峰论坛 作者:凑珍 曾超 徐小勇 李娜 日期:2018-9-14



摘要：近年来，时有建筑火灾引起重大伤亡事故的事件发生，作为建筑的“眼睛”，建筑门窗的耐火完整性能日益受到大家的重视。本文从整体上分析了实现建筑门窗耐火完整性各部件(尤其是五金)设计思路，希望对专注于这一行业和企业同行们有一定的帮助。

关键词：耐火完整性、型材、五金、耐火材料、胶条

本篇文章内容由[中国幕墙网]编辑部整理发布：

一 引言

国家经济的不断发展，城市化进程加快，人口聚集性明显，随之带来的建筑越来越高，使得高层建筑对防火（词条“防火”由行业大百科提供）的要求也很高。再者节能要求的提升，建筑广泛需要采用外墙保温（词条“外墙保温”由行业大百科提供），这也对建筑防火（词条“建筑防火”由行业大百科提供）提出了更高的要求，建筑门窗是建筑物不可或缺的外围结构，一定数量上的火灾也因建筑门窗耐火性能的不齐备而导致灾情趋于严重。

二 国家现行标准规定以及在编标准新规定

1、现行国家标准规定

为了解决高层建筑的消防安全并同时兼顾建筑节能要求，国家强制性标准 GB 50016-2014《建筑设计防火规范》中对建筑外墙上的建筑外窗提出了耐火完整性的要求。相关章节具体要求如下：

5.5.32 建筑高度大于 54m 的住宅建筑，每户应有一间房间符合下列规定：

1. 应靠外墙设置，并应设置可开启外窗;

2. 内、外墙体的耐火极限（词条“耐火极限”由行业大百科提供）不应低于 1.00h，该房间的门（词条“门”由行业大百科提供）宜采用乙级防火门，外窗的耐火完整性不宜低于 1.00h。

6.2.5 当上、下层开口之间设置实体墙确有困难时，可设置防火玻璃墙，但高层建筑的防火玻璃墙的耐火完整性不应低于 1.00h，多层建筑的防火玻璃墙的耐火完整性不应低于 0.5h。外窗的耐火完整性不应低于防火玻璃墙的耐火完整性要求。

6.7.7 除本规范第 6.7.3 条规定的情况外，当建筑的外墙外保温系统按本节规定采用燃烧性能为 B1、B2 级的保温材料时，应符合下列规定：

1、除采用 B1 级保温材料且建筑高度不大于 24m 的公共建筑或采用 B1 级保温材料且建筑高度不大于 27m 的住宅建筑外，建筑外墙上门、窗的耐火完性不应低于 0.50h。

2、最新标准动态

现在暂无完全适用的、现行的建筑外窗耐火完整性检测判定标准。目前国家标准《建筑门窗耐火完整性试验方法及判定要求》正在报批中。充分考虑受火面的问题(室内侧受火还是室外侧受火)，因此确定了两条温度-时间曲线，其中 I 型曲线适用模拟室外侧受火，II 型曲线适用于模拟室内侧受火。

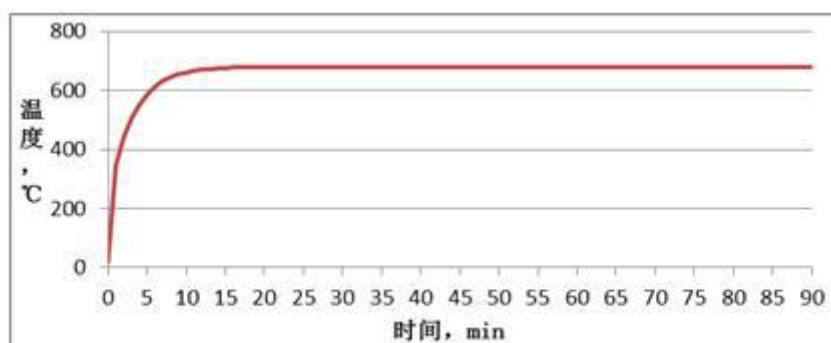


图 1 I 型温度时间曲线（受火面在室外）

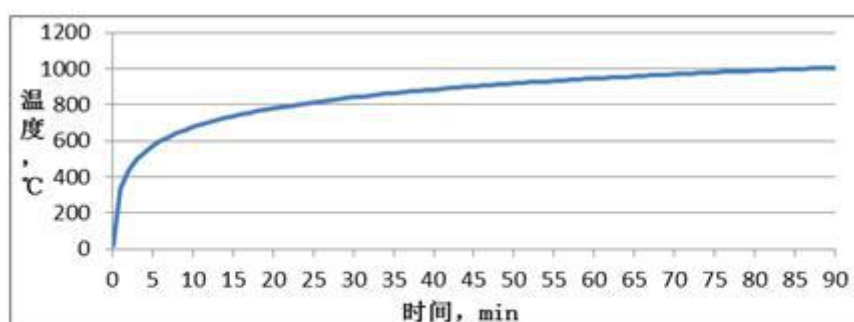


图 2 II 型温度时间曲线（受火面在室内）

三 耐火门窗整体解决方案

从前面的报批标准的判定标准中，我们了解到对于门窗整体的耐火完整性是有很严格的要求的。面对上述挑战，现有的建筑外窗要满足耐火完整性性能要求，有哪些困难？如何解决？

要谈门窗耐火完整性，首先需了解门窗制作主材与燃烧相关的知识。

门窗主材主要指：型材（词条“型材”由行业大百科提供）、玻璃、密封材料、五金

火形成的三要素：可燃物、达到燃点的温度、助燃氧气

下面以一樘建筑外窗为例，来认识下门窗中的各类主材。

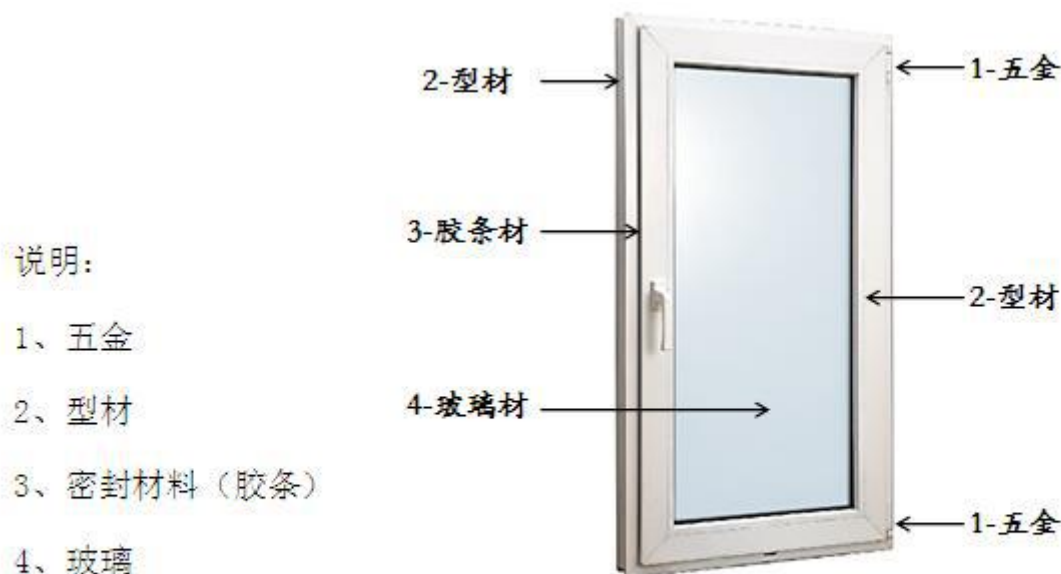


图 3 窗上各类主材示意图

门窗各主材实现耐火完整性所面临的问题

序号	问题点	解决方向
1	PVC 型材耐高温性弱	型材+耐火材料
2	PVC 型材腔体多，空间大，热传递速度快	
3	胶条耐高温性弱	胶条
4	五金耐高温性弱	五金
5	五金与型材连接方式及部位不抗高温	
6	扇/框受高温后，角部强度弱易“散架”	
7	扇受高温后，易产生倾斜、塌陷	耐火材料
8	玻璃垫块及支撑件耐高温性弱	
9	玻璃耐高温性	玻璃、耐火材料

上述九个问题，可通过解析“四大类”门窗主材来分析具体的耐火完整性的解决方案

1.型材方面

面临的问题：PVC 型材耐高温性弱、PVC 型材腔体多，空间大，热传递速度快。

PVC 型材为聚合物，其氧指数为 38%以上，而空气中的氧气占比约为 20%，所以型材可以称之为难燃材料。但由于型材的维卡软化点 $\geq 75^{\circ}\text{C}$ ，远远低于可燃烧的温度。PVC 型材维卡软化点低，腔体空间大，热传导速度快，一受火后迅速变形(见下图)失去完整性，所以需要延长型材软化、变形时间，提升其阻燃等级。



图 4 型材受火变形示意图

解决思路：解决型材易软化变形的问题可通过在腔体内增加相应的耐火材料：

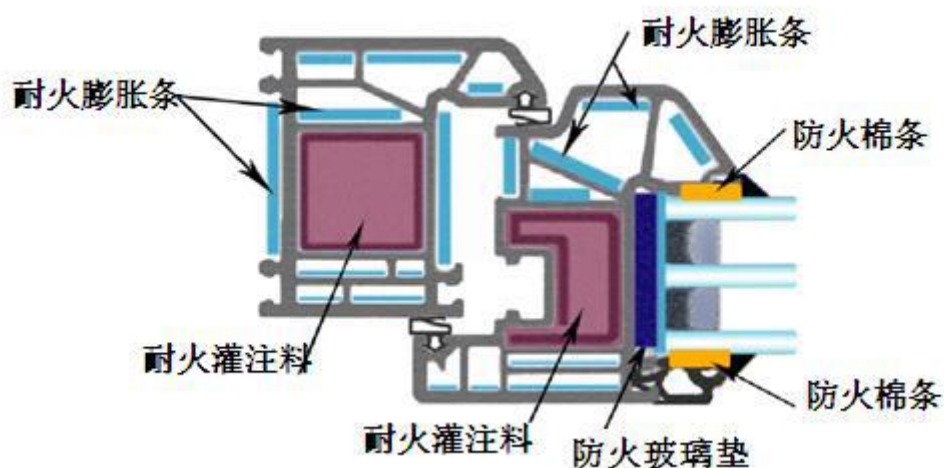


图 5 型材耐火解决方案示意图

下面针对这几类耐火材料的特性做简单说明：

1.1 耐火膨胀条



图 6 耐火膨胀条产品图

耐火膨胀条是以可膨胀石墨、耐火矿物原料为基础研发的一种新型防火产品。其遇火后可膨胀到原体积的 20 倍到 60 倍，形成致密的防火保护层，有效地实现防火防烟。 其特点如下：

1. 无公害：产品自然状态下无气味，遇火后无毒烟气体排放;

2. 膨胀快：起始膨胀温度约 180℃，随着温度的上升 2-3 分钟 可完成膨胀;
3. 聚合高：膨胀条过火后，有较高的聚合度不会灰化，不易 被空气或火的压力吹散。

1.2 耐火灌注料

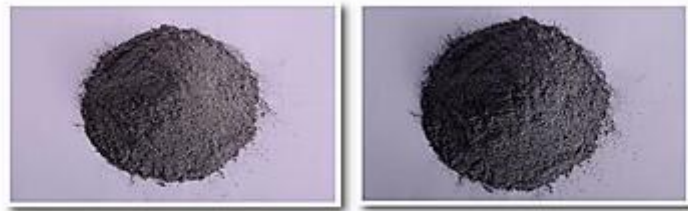


图 7 耐火灌注料原料图

耐火灌注料由无机非金属化合物经过特定的设备磨制而成。产品与水本身并无化学反应，遇水变稠，成流体状，能很好地吸收热量并耐火烧，烧后成固块状，有一定的强度，对整个框架（词条“框架”由行业大百科提供）起支撑作用，且具有以下特点：

1. 吸热：高温变成糊状，可大量吸收热量;
2. 耐火：可长时间耐火烧(二个小时以上);
3. 强度：遇火**固化**后能提高型材的整体机械强度。

1.3 防火棉条



图 8 防火棉条产品图

防火棉条是由多种无机耐火材料与陶瓷纤维通过专用的设备制成的带状材料，具有自粘性，便于安装。且具有以下特点：

1. 耐火：可耐火 1200℃ 以上;其特点如下：
2. 隔热：产品是热的不良导体，可阻止热量传递;
3. 防烟：棉条为致密材料，可阻止烟气进到屋内;
4. 隔音：棉条本身具有隔音性能。

2 密封方面

面临的问题：胶条耐高温性弱

统计显示，火灾产生的伤亡中 67%是被烟雾窒息，33%是烧伤，门窗中密封结构是实现室内、外气密性的重要构造。密封胶条多为有机聚合物，可通过调整配方来实现其难燃、离火自熄、遇火膨胀的性能，从而达到耐火的作用。在耐火完整性功能实现时密封结构是要将受火面产生的热与烟阻隔在外。主要的实现方案见下图

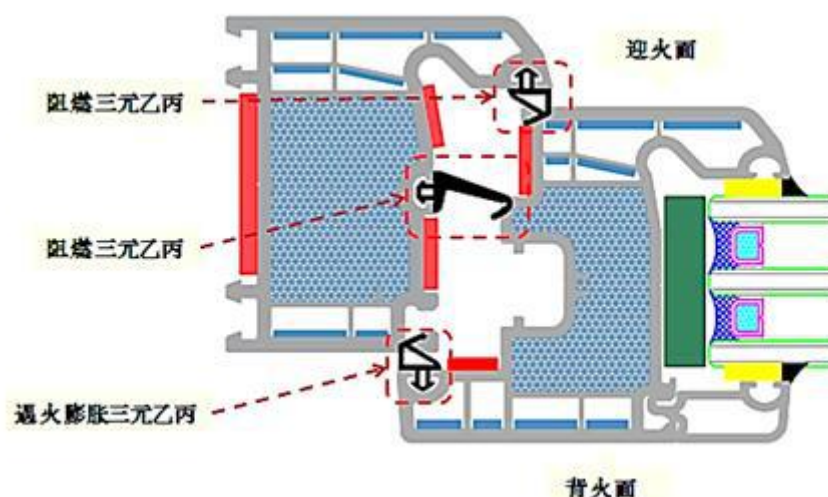


图 9 密封胶条耐火解决方案示意图

表 2 三元乙丙材料特性及用途分析一览表

序号	材质	特性	应用
1	阻燃三元乙丙	离火即熄、阻燃等级达到（FV-0 级），具备 60 分钟的耐火完整性、耐候性佳、优越的回弹性和抗压缩变形性	用于门窗幕墙通道的迎火面
2	阻燃发泡三元乙丙	离火即熄、阻燃等级能达到（FV-0 级），具备 60 分钟的耐火完整性耐候性良好、手感柔软，压缩后变形量较大	用于门窗幕墙通道的迎火面
3	遇火膨胀三元乙丙	遇火后密封条体积膨胀至原体积的 3 到 5 倍，阻燃等级达到（FV-0 级），具备 60 分钟的耐火完整性，耐候性佳、良好的回弹性和抗压缩变形性	用于门窗幕墙通道的背火面

此外，在安装工艺上也推荐使用“胶角”的方式(图 10)及整框密封的方式(图 11)

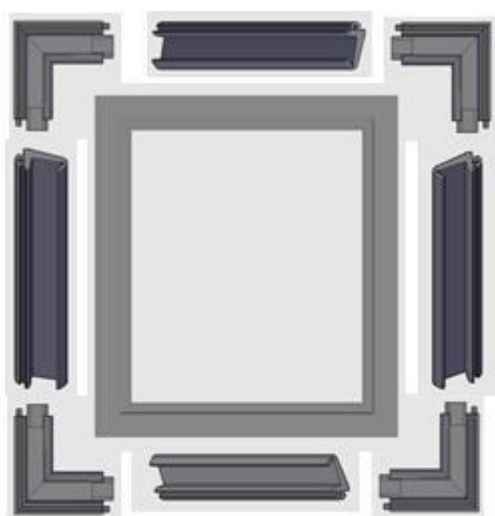


图 10 胶角安装示意图



图 11 整框密封安装示意图

3 五金方面

面临的问题：①五金耐高温性弱 ②五金与型材连接方式及部位不抗高温

③扇/框受高温后，角部强度弱易“散架” ④扇受高温后，易产生倾斜、塌陷

结合第 1 章中展示的试验温度曲线(I 型、II 型)，得出建筑门窗要实现耐火完整性，需在一定时间范围内承受 600°C - 800°C (受火面在室外)、 800°C - 1000°C (受火面在室内)的高温。目前五金常用的材料为：锌、铝合金、碳素结构钢、不锈钢、工程塑料(多为外壳类的装饰件)各类材料的熔点对比如下(图 12)



图 12 五金主用材质熔点对比图

由以上内容得出目前常用的锌、铝合金材质制成的五金耐高温性是相对较弱的，特别是受火面在室内时，重要的受力和连接五金(如合页)就务必要采用熔点较高的钢制材料制成的五金件。另外当耐火完整性要求时间较长时，即使受火面在室外，长时间的热传递,五金会逐渐升温，会对安装在室内侧的五金造成影响，所以当耐火完整性要求时间较长时，重要的受力和连接五金(如合页)也要采用熔点较高的钢制材料制成的五金件。

②五金与型材连接方式及部位不抗高温

现有五金大部分都是直接与型材配合固定（词条“固定”由行业大百科提供）或者穿过型材连接钢装的。（如图 13-图 15）当遇到高温时，型材发生软化，五金与型材的连接部位产生分离、失去连接性和完整性。

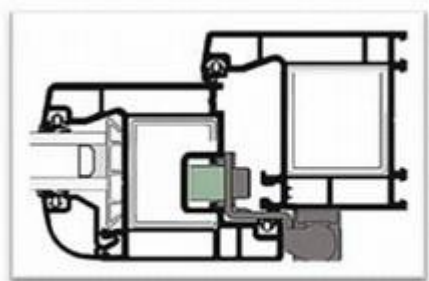


图 13 五金与型材配合

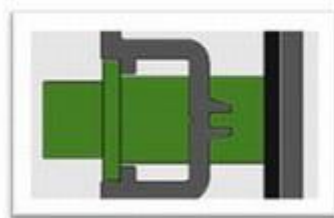


图 14 扇上五金与型材配合

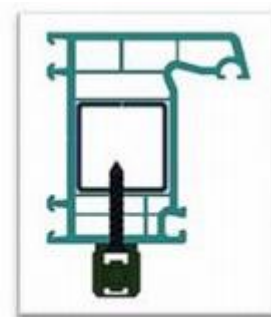


图 15 框上五金与型材配合

通过五金支撑件将五金与钢衬“穿过”型材，直接相连，来解决连接部位不耐高温的问题。（如图 16-图 18）

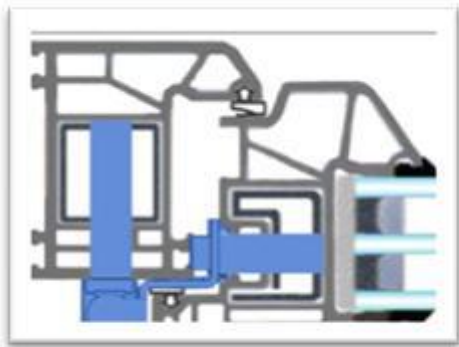


图 16 五金与型材配合



图 17 钢制扇上支撑件

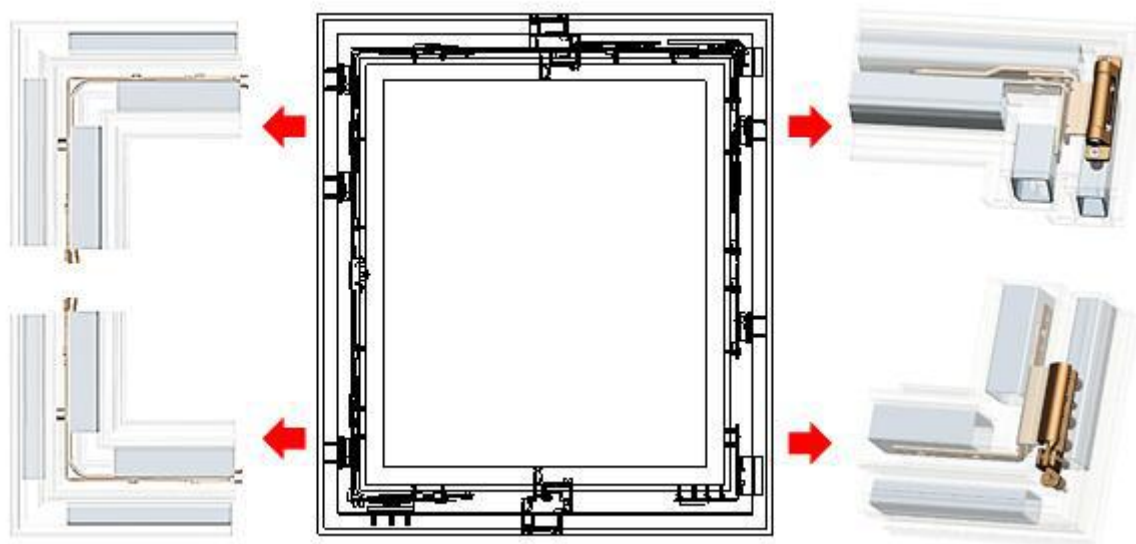


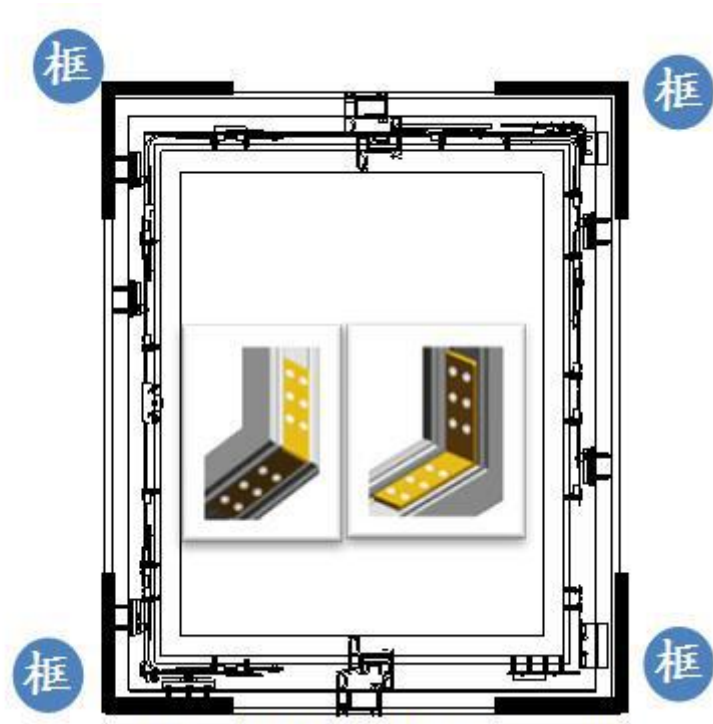
图 18 钢制框上支撑件

③扇/框受高温后，角部强度弱易“散架”

传统塑钢门窗虽型材中穿入了钢衬，但由于角部通常采用型材焊接工艺，所以角部是没钢衬支撑的。一旦遭遇火情型材角部位置易产生相对运动甚至开焊，从而成为窜火/烟的薄弱处。可有两种解决方案：

a.通过合页等角部五金安装部位的延长式设计，并加入钢制支撑五金件，在安装五金的同时，将两个方向的钢衬连接在一起，促使整扇形成一个可靠的框架，保证框架的整体稳定性。示意图如下





b.通过在扇和框的角部安装“L”形五金，将两个方向的钢衬连接在一起，促使整扇形成一个可靠的框架，保证框架的整体稳定性。框上的方案示意参考图 19，扇上的方案示意图如

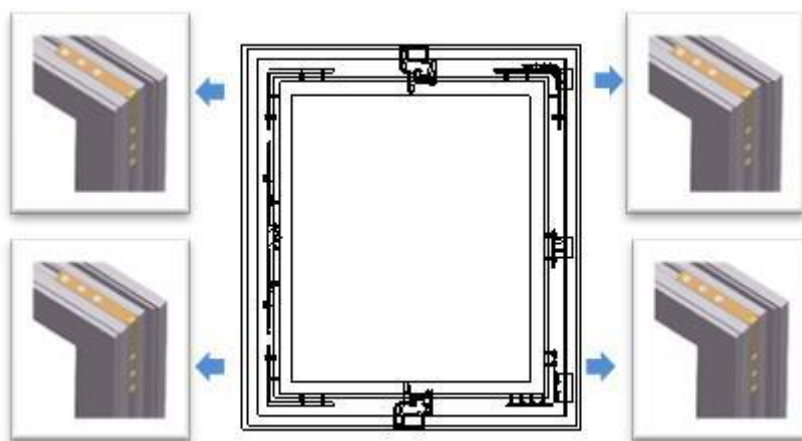


图 20 钢衬整体连接方案 b 示意图

④扇受高温后，易产生倾斜、塌陷

门窗在正常状态下，扇与框之间有完整的密封构造系统。制作具有耐火完整性的外窗时，扇与框利用

五金将钢装连接成为一个整体 能保持形成一个相对稳定的框架 ,且型材腔体内安装不同规格的耐火材料。

在遭遇火情时框、扇之间的位置由于受热不均 ,型材产生型变、偏移 ,从而可能导致窗扇倾斜 ,造成扇与框搭接不均 ,影响密封性能 ,直接窜烟、窜火。

通过防盗式锁点与 “卡扣式” 锁座的配合 ,可一定程度上防止窗扇的倾斜。(如图 21)

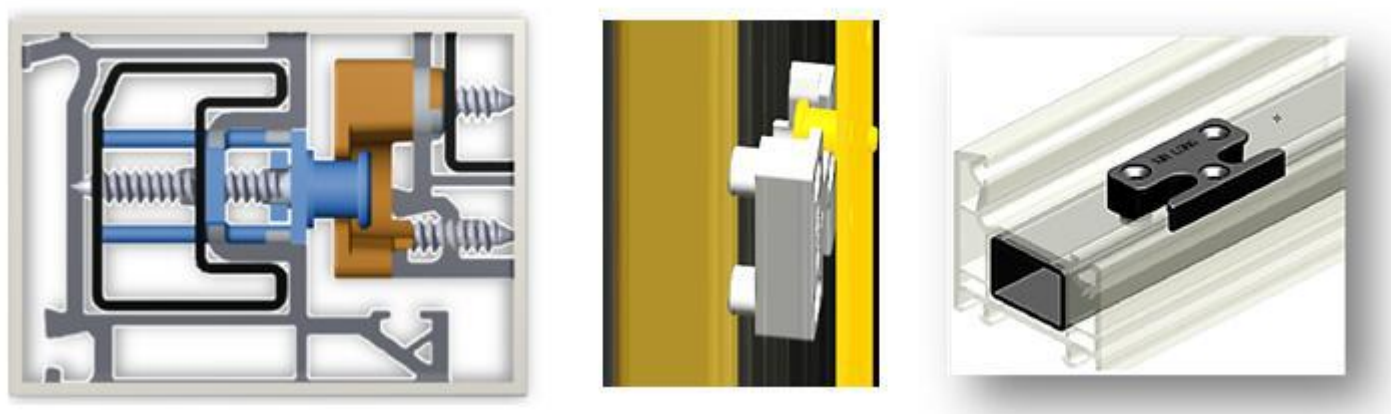


图 21 防盗式锁点与 “卡扣式” 锁座配合示意图

4 玻璃方面

面临的问题：玻璃耐高温性、玻璃垫块及支撑件耐高温性弱

玻璃属于比较成熟的产品，为保证整体耐火完整性，玻璃可选用市场上的防火玻璃。

不过玻璃安装上门窗型材上，缺少不了垫块，常规材料的垫块无法满足耐火要求，因此需要选用专用的耐火玻璃垫块，以保持玻璃在门窗型材中的安装稳固性。其产品示意图如下：



图 22 耐火玻璃垫块产品示意图

该类玻璃垫块是由多种无机耐火材料通过特定的设备制成，能有效地支撑玻璃并防止玻璃因快速受热而炸裂，其特点如下：

1. 耐高温：可耐 1200℃ 以上的高温；
2. 不粉化：高温条件下仍可保持整体强度，不软化不脱层；
3. 防腐蚀：可在酸碱环境中使用。

通过上述的耐火材料的组合使用，可以使型材达到 0.5、1H 的耐火等级。

四 小结

通过上文的分析，耐火门窗主材设计关键如下：

1. 须选用高熔点材料制成的五金
2. 耐火五金的结构必须是与钢衬有效连接的
3. 耐火五金的锁点与锁座必须是卡扣式的有效配合

4.整窗的钢衬须组成一个可靠的整体

5.型材各腔室和与玻璃的空间处需采用耐火材料做好填充，通过耐火材料 的性能来阻隔和延缓火势和高温

6.采用耐火胶条将框、扇间的间隙要充份做好密封和阻隔

7.玻璃与型材间相确认相对稳固、可靠。

本文只是从设计层面进行了一些探讨，合格的耐火完整性门窗的研发，还设计到五金的安装、工艺设计等方方面面，因此具体的还是要以最终实验结果为评估依据。

参 考 文 献

[1] GB 50016-2014 《建筑设计防火规范》

[2] 《建筑门窗耐火完整性试验方法及判定要求》(报批稿)

作者：

万凑珍 曾超 广东坚朗五金制品股份有限公司

徐小勇 莱法特防火材料河北有限公司

李娜 宁波新安东密封保温系统有限公司