

建筑幕墙防火设计与施工

梁曙光

2010.12



中南建筑幕墙设计研究院

ZHONG NAN CURTAIN WALLS DESIGN & RESEARCH INSTITUTE

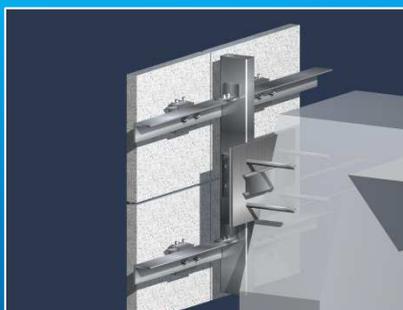
❖ 序:

•今年以来，全国各地事故不断。5月31日，江苏南通市一在建高楼幕墙着火引发火灾；9月9日，长春住宅楼电焊引燃外墙材料；乌鲁木齐的26层高楼着火；青海31层商住楼外墙保温材料着火……从之前的建筑物火灾事故中不难看出，高层建筑着火，多是因为外墙易燃材料引起的。

2006年我国生产（使用）了5732万 m^2 建筑幕墙，当年建筑幕墙产量（使用量）占全世界8000万 m^2 的70%左右，到2006年底止我国共安装了约3.07亿 m^2 建筑幕墙，占世界总量4.9亿 m^2 的一半还多。我国已成长出一批大型幕墙企业，有十几家年产量已超过100万 m^2 ，有的幕墙企业年产量还达到了1000万 m^2

年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
当年产量	1600	2200	*3036	*4064	*5298	*5732	6200	6700	7500	8300
累积产量	10402	12602	15638	19702	25000	30732	36932	43632	51132	59432

❖ 1. 建筑幕墙的定义:



• 定义:

由支承结构体系与面板组成的、可相对主体结构有一定位移能力、不承担主体结构所受作用的建筑外围护结构或装饰性结构。

• 两个必要条件:

- 1) 有支承结构体系与面板
- 2) 相对主体有一定的位移能力且不承担 主体结构所受作用



条形窗或条形幕墙窗不是幕墙

❖ 2. 建筑幕墙的分类:

▶ 根据面板和龙骨材料，可分为:

- ◆ **玻璃幕墙**（明框、隐框、半隐框、全玻、点支承、双层幕墙、光伏幕墙等）
- ◆ **金属幕墙**（单层铝板、铝复合板、蜂窝铝板、铜板、钢板、钛锌板幕墙等）
- ◆ **石材幕墙**（天然花岗岩、砂岩、洞石等）
- ◆ **人造板幕墙**（瓷板、千思板、陶土板幕墙等）

❖ 2. 建筑幕墙的分类:

工程案例



半隐框（横双层）玻璃幕墙断面结构

❖ 2. 建筑幕墙的分类:

● 幕墙防火问题

随着外墙保温材料的推广建筑幕墙防火问题日益突出，从央视大火到近期的上海“1115”大火，均由外墙保温材料引发。

央视大火：燃烧主要集中在外墙钛锌合金下面的保温层，据调查，该大楼使用的外墙保温材料挤塑聚苯板为“帮凶”。



❖ 2. 建筑幕墙的分类:



- **上海“1115”大火：**电工违规操作失火，起火点在10~12层之间，引燃外墙保温层聚氨酯、脚手架上毛竹片、尼龙织网

❖ 2. 建筑幕墙的分类:



济南奥体中心：2008年7月27日17时30分，正在施工的荷花外形的球类体育馆顶部发生火灾。



2008年11月11日11时30分，济南奥体中心正在施工的体育馆顶部再次发生火灾。

❖ 2. 建筑幕墙的分类:

2009年4月1日，济南奥体中心立面幕墙施工时第三次失火。

•事故原因认定均是工作人员违章作业，电焊操作引燃填充于钢板中间的保温材料所致。



❖ 2. 建筑幕墙的分类:



岭南大厦：2009年1月17日1时，即将封顶的岭南大厦发生火灾。现场起火原因初步判断为切割火花引起易燃品着火所致，无人员伤亡，但大楼只剩骨架



❖ 2. 建筑幕墙的分类:



中南汇泉国际广场：2010年6月30日15时，在南通有“第一高楼”之称的超高层建筑，在进行外部装修时，大楼西南角幕墙的保温层由于电焊引起火灾，从33层分别蔓延至40层和14层。

❖ 3. 幕墙防火材料的分类:

- 根据GB 8624《建筑材料燃烧性能分级方法》分为:

1997标准

级别	名称
A	不燃材料
B1	难燃材料
B2	可燃材料
B3	易燃材料

2006标准

级别	名称
A1、A2	不燃材料
B、C	难燃材料
D、E	可燃材料
F	易燃材料

由于相应的行业标准大都没有修订，所以大多习惯上还是采用老标准的分法:

❖ 3. 幕墙防火材料的分类:

● 目前常用的幕墙保温材料燃烧性能等级:

- 1) A级: 憎水岩棉、玻璃棉、泡沫玻璃、陶瓷纤维。
- 2) B1级: 改性酚醛泡沫板
- 3) B2级: 挤塑聚苯板 (XPS)、膨胀聚苯板 (EPS)、胶粉聚苯颗粒、硬泡聚氨酯



❖ 3. 幕墙防火材料的分类:

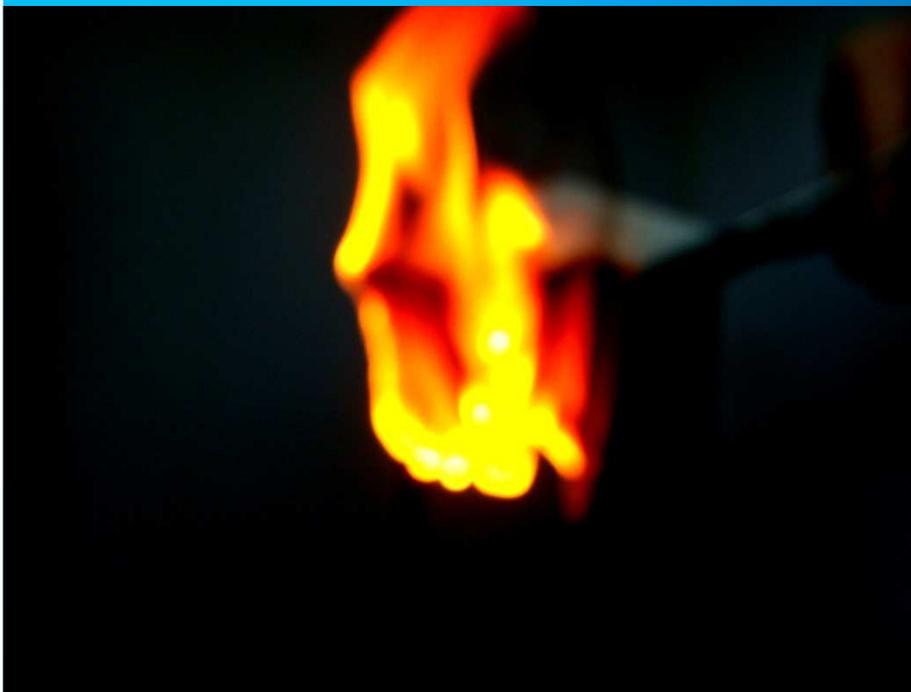
- 几种保温材料燃烧状态的对比:

2 聚氨酯板遇火熊熊燃烧

1 XPS一点就着，火焰迅猛



❖ 3. 幕墙防火材料的分类:

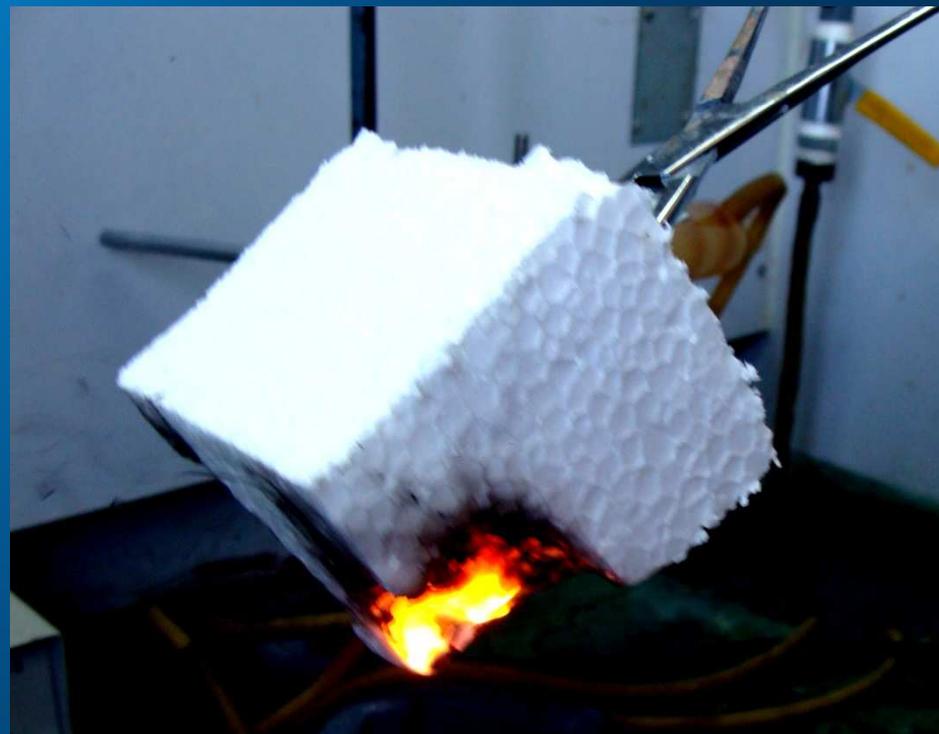


火焰迅速窜高，燃烧猛烈。一块小板瞬间即逝，变为浓烈黑烟

•熔化物掉到地上，还继续燃烧，使火灾不断扩大，四处蔓延

❖ 3. 幕墙防火材料的分类:

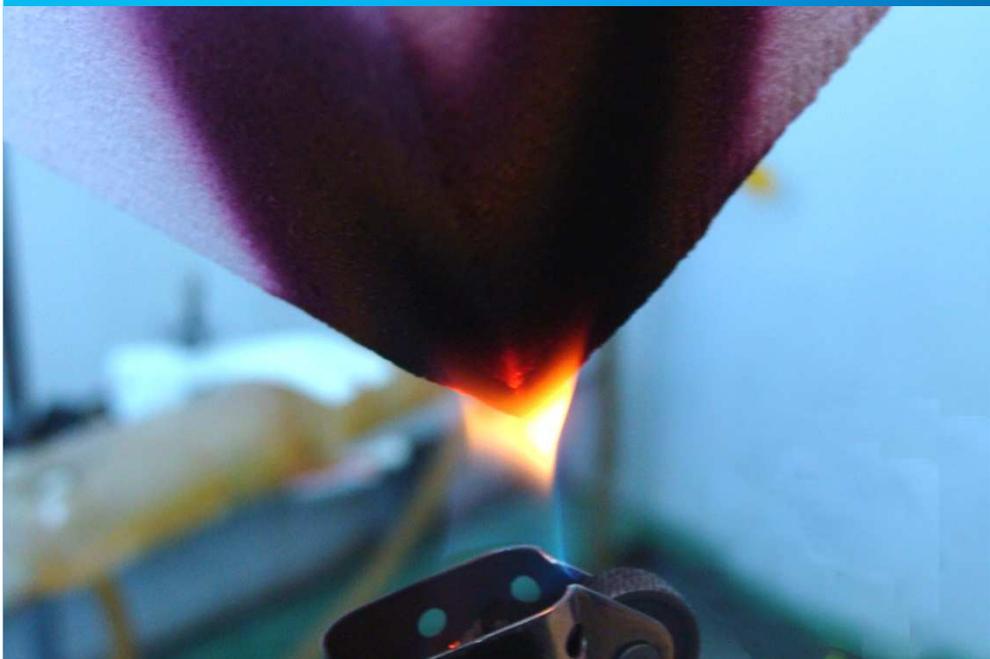
3 EPS燃烧时体积消失



熔化物质掉落，继续引火

❖ 3. 幕墙防火材料的分类:

4 酚醛泡沫板火点不着，只会碳化



酚醛俗称电木，是难燃材料。发泡后具有良好的保温性能。改性后有良好的阻燃性，燃后表面形成一层碳膜而自行熄灭。

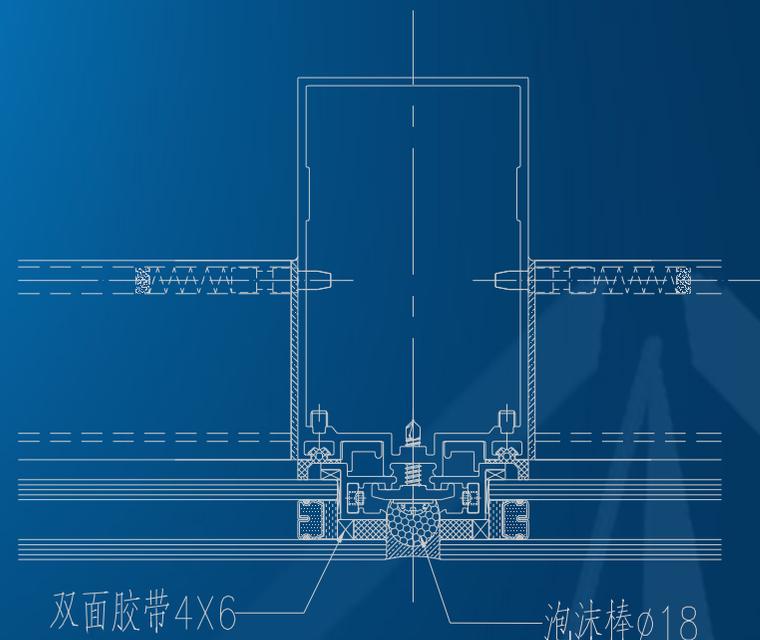


❖ 4. 幕墙防火材料的选用:

- 幕墙宜采用不燃性材料或难燃性材料；防火密封构造应采用防火密封材料。

除填充棒和双面胶带等少量辅材外，幕墙材料均应采用不燃或难燃材料；

另外防烟封堵在幕墙施工中往往被忽视，应在可能造成烟雾漫延的缝隙处打防火密封胶。



- 幕墙保温材料的防火要求应遵守《民用建筑外保温系统及外墙装饰防火暂行规定》公通字[2009]46号（以下简称46号文）。

其中第五条规定 幕墙式建筑应符合下列规定：

❖ 4. 幕墙防火材料的选用:

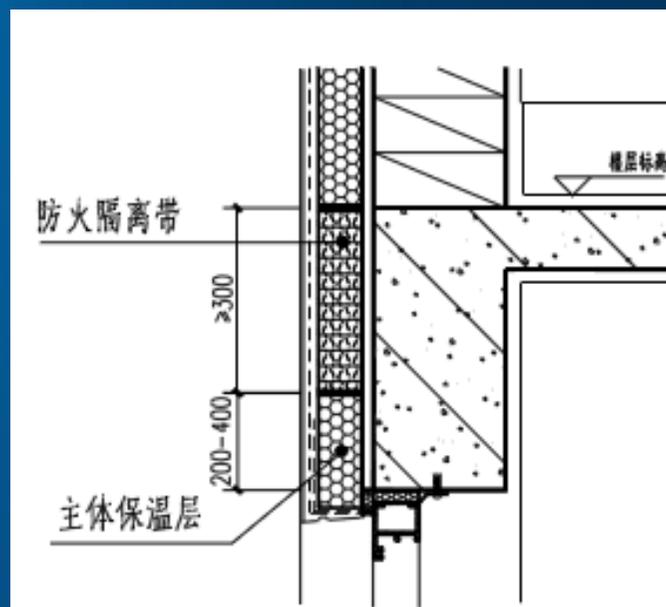
(一) 建筑高度大于等于24m时, 保温材料的燃烧性能应为A级。

(二) 建筑高度小于24m时, 保温材料的燃烧性能应为A级或B1级。其中, 当采用B1级保温材料时, 每层应设置水平防火隔离带。防火隔离带应沿楼板位置设置宽度不小于300mm的A级保温材料。防火隔离带与墙面应进行全面积粘贴。

(三) 保温材料应采用不燃材料作防护层。防护层应将保温材料完全覆盖。防护层厚度不应小于3mm。

(四) 采用金属、石材等非透明幕墙结构的建筑, 应设置基层墙体, 其耐火极限应符合现行防火规范关于外墙耐火极限的有关规定; 玻璃幕墙的窗间墙、窗槛墙、裙墙的耐火极限和防火构造应符合现行防火规范关于建筑幕墙的有关规定。

(五) 基层墙体内部空腔及建筑幕墙与基层墙体、窗间墙、窗槛墙及裙墙之间的空间, 应在每层楼板处采用防火封堵材料封堵。



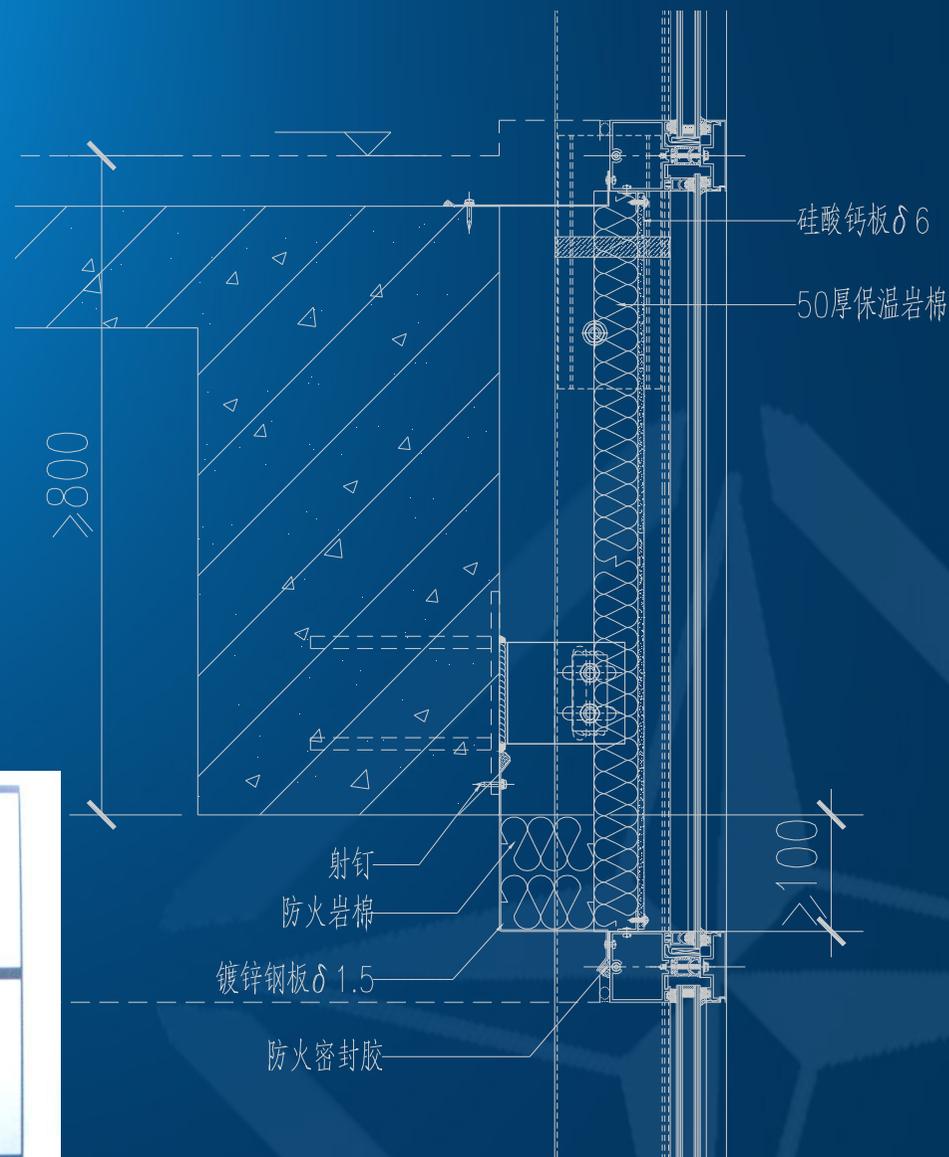
❖ 5. 幕墙的防火设计要点

● 层间防火、防烟封堵。

无窗槛墙的幕墙，应在每层楼板外沿设置耐火极限不低于1.0h、高度不低于0.8m的不燃烧实体墙或防火玻璃墙。

幕墙与各层楼板当采用岩棉或矿棉封堵时，其厚度不小于100mm，且需用不小于1.5mm的镀锌钢板承托。

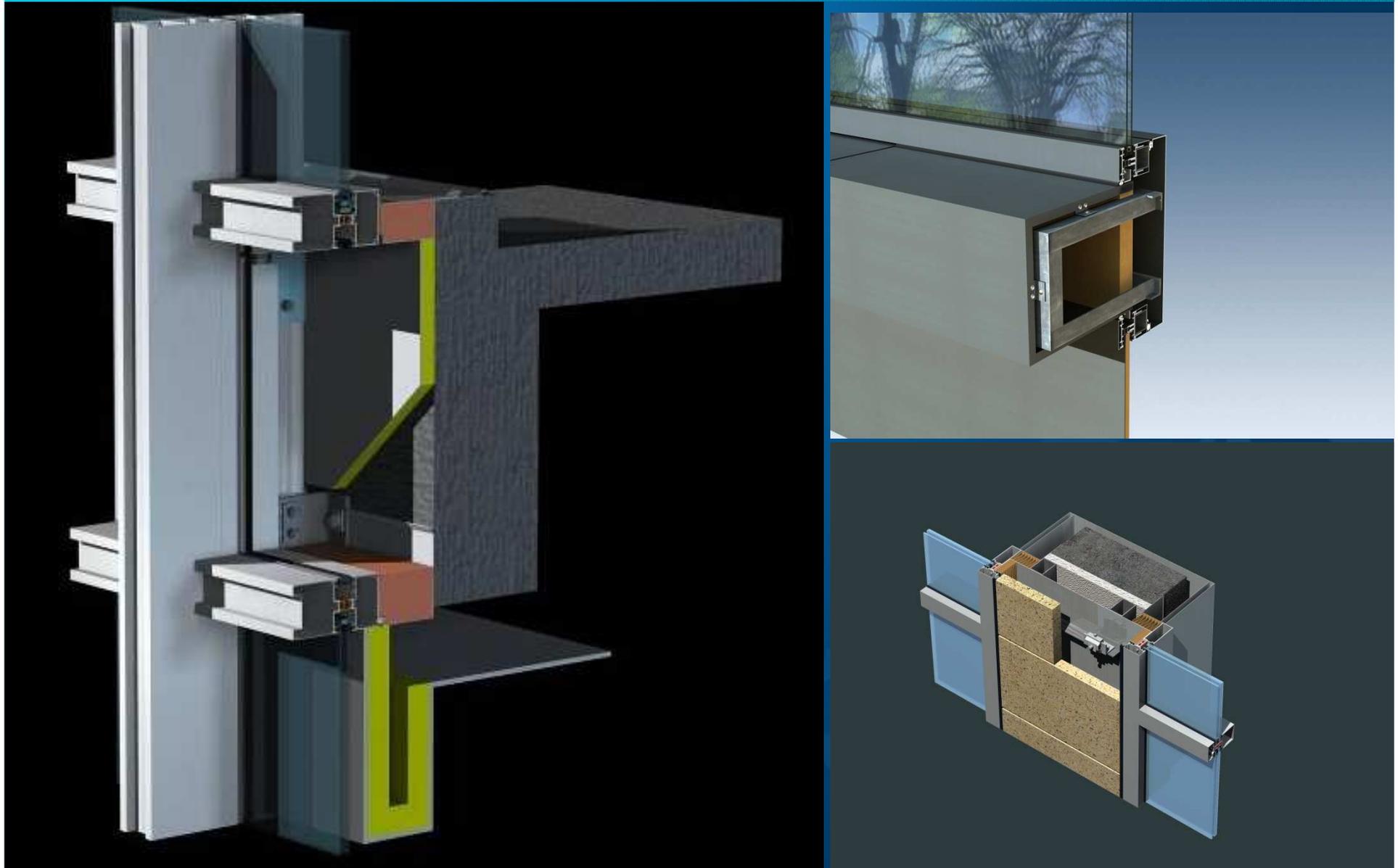
对可能造成烟雾漫延的缝隙处打防火密封胶。



❖ 5. 幕墙的防火设计要点



❖ 5. 幕墙的防火设计要点



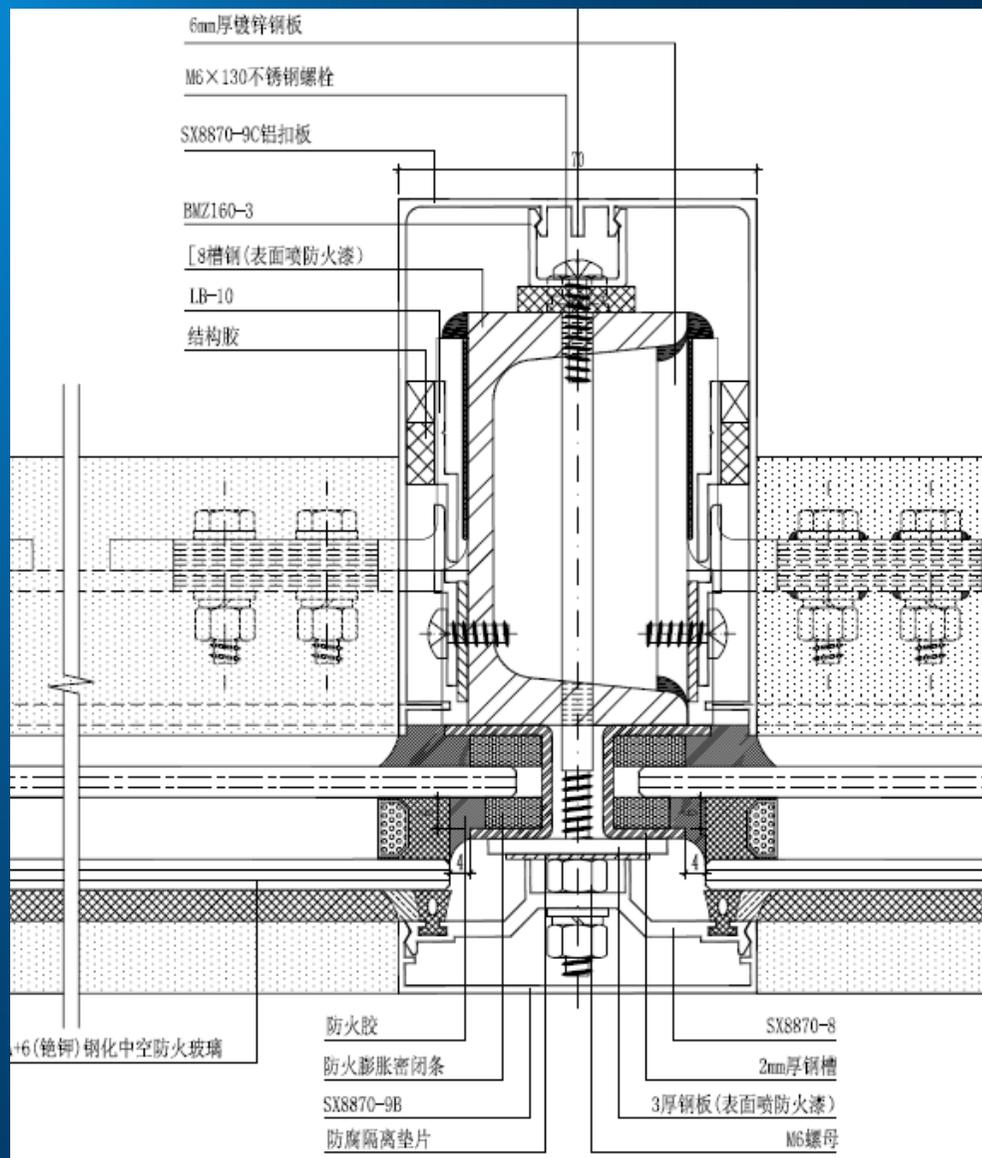
❖ 5. 幕墙的防火设计要点

● 防火分区的幕墙设计。

在建筑水平防火分区的防火墙两侧设置幕墙时，距离防火墙两侧各1m的部位不应门窗洞口；

当必须设置玻璃幕墙时，玻璃幕墙的耐火极限不应低于0.9h。一般应采用铯钾防火玻璃和带经防火涂料处理的钢龙骨外包铝合金形式。

目前常见的普通铝龙骨加铯钾防火玻璃不能达到防火要求。



❖ 5. 幕墙的防火设计要点

防火分区隔断与主体结构的后连接

化学锚栓的使用温度：

正常使用 不高于 70 度

短时间升温 不高于 120 度

因此，用于防火隔断与主体结构连接的后加锚栓不宜采用化学锚栓。宜采用后扩底锚栓。



● 消防排烟。

采用自然排烟的部位：

除建筑高度超过50m的一类公共建筑和建筑高度超过100m的居住建筑外，靠外墙的防烟楼梯间及其前室、消防电梯间前室和合用前室，宜采用自然排烟方式。

规范规定的适宜采用自然排烟的部位是不多的，如建筑设计已明确采用自然排烟的话，**开窗面积**应符合下列规定：

- 1) 防烟楼梯间及其前室、消防电梯间前室和合用前室可开启面积不应小于 2m^2 ，合用前室不应小于 2m^2
- 2) 靠外墙的防烟楼梯间每五层内可开启外窗总面积之和不应小于 2m^2
- 3) 需要排烟的房间可开启外窗面积不应小于该房间面积的2%。

❖ 5. 幕墙的防火设计要点

4) 长度不超过60m的内走道可开启外窗面积不应小于走道面积的2%。

5) 净空高度小于12m的中庭可开启的天窗可高侧窗的面积不应小于该中庭地面积的5%。

排烟窗设置位置:

应设置在房间的外墙上方或屋顶上, 并应有方便开启的装置。自然排烟口距该防烟分区最远点的水平距离不应超过30m。

开窗面积的确定:

当开窗角大于 70° 时, 其面积应按窗的面积计算。

当开窗角小于 70° 时, 其面积应按窗的水平投影面积计算。

当采用侧拉窗时, 其面积应按开启的最大窗口面积计算。

当采用百叶窗时, 其面积应按窗的有效面积计算。

❖ 5. 幕墙的防火设计要点

● 夹层玻璃幕墙

夹层玻璃虽然是安全玻璃，可是如果整座建筑都用夹层玻璃，又没有设置足够的疏散通道和充分的自动室内消防设施，就会变成可怕的安全隐患。

依靠外部消防的公共场所和低层办公、住宅建筑如果全用夹层玻璃，一旦发生火灾，消防人员无法击碎玻璃，难以施救；必须部分采用非夹层的钢化玻璃作为紧急出口，作出明显标记（图示三角标识）

敲碎钢化玻璃的有效办法采用尖锐的器物敲击玻璃边角部。



❖ 7. 外墙外保温做法示例

A级不燃保温材料外墙外保温做法示例:

编号	做法名称	燃烧性能	主要构造	特点	容重 (Kg/m ³)	导热系数 [W/(m·K)]	修正系数 <i>a</i>
外墙 A-1	粘贴岩棉水泥板复合板,薄抹灰	A级不燃材料	聚合物砂浆粘贴岩棉水泥板复合板,抹抗裂砂浆。	岩棉水泥板复合板正背面为4mm~5mm厚水泥板,防火、防水,中间为岩棉,岩棉板侧面封玻纤布,抹防水涂料使岩棉完全封严,不受潮,板缝需处理。	100~160 (岩棉)	0.045 (岩棉)	1.2
外墙 A-2	粘贴或钉挂泡沫玻璃板薄抹灰	A级不燃材料	聚合物砂浆粘贴或钢件钉挂泡沫玻璃板,外加钢丝网,抹抗裂砂浆。	泡沫玻璃为无机不燃材料,闭孔结构,吸水率低,导热系数较高,防火性能好,破损率高,价格较高,板缝需处理。	160	0.06	1.2
外墙 A-3	粘贴陶瓷纤维板薄抹灰	A级不燃材料	聚合物砂浆粘贴陶瓷纤维板,加钢筋和钢板网锚固,抹抗裂砂浆。	陶瓷纤维板为A级不燃材料,防火性能好,导热系数较低,表面做憎水处理后吸水率低,易粘结,价格较高,板缝需处理。	160	0.032	1.2

❖ 7. 外墙外保温做法示例

外墙 A-4	粘贴或钉挂岩棉防火板复合板	A级 不燃材料	密封岩棉保温板：正背面为2mm~3mm厚玻镁防火板，防火、防水，中间为岩棉，板侧边密封，以防水，使岩棉完全封严，不受潮。	岩棉密封，确保不受潮，且防火，现场施工方便，板缝需处理。	100~160 (岩棉)	0.045 (岩棉)	1.2
外墙 A-5	挂钉带防火板面的岩棉捆绑板	A级 不燃材料	带防火板面的岩棉保温捆绑板：正面为2mm~3mm厚玻镁防火板，背面为岩棉，用包装带先捆绑，可防止岩棉下坠。	构造简单，正面防火板防火且防水，价格较低，板缝需处理。	100~160 (岩棉)	0.045 (岩棉)	1.2
外墙 A-6	粘贴或钉挂玻璃棉防火板复合板	A级 不燃材料	密封玻璃棉保温板：正背面为2mm~3mm厚玻镁防火板，防火、防水，中间为玻璃棉，板侧边密	玻璃棉密封，确保不受潮，且防火，现场施工方便，板缝需处理。	100~160 (玻璃棉)	0.045 (玻璃棉)	1.2

❖ 7. 外墙外保温做法示例

B1级或A级等效不燃保温材料外墙外保温做法示例:

编号	做法名称	燃烧性能	主要构造	特点	容重 (Kg/m ³)	导热系数 [W/(m·K)]	修正系数 a
外墙 B1-1	粘贴改性酚醛保温板,薄抹灰	B1级难燃材料热固型	用聚合物砂浆粘贴改性酚醛保温板,一布二浆。	改性酚醛保温板, B1级难燃材料,闭孔结构,吸水率低,导热系数较低,防火、保温性能好,价格较高。	70	0.027	1.2
外墙 B1-2	粘贴石墨EPS保温板,薄抹灰	B1级难燃材料热固型	用聚合物砂浆粘贴石墨EPS保温板,一布二浆	石墨EPS保温板, B1级难燃材料,吸水率,导热系数,防火、保温性能均优于EPS板,施工方法与EPS薄抹灰相同。价格高于EPS板。	30	0.033	1.2
外墙 B1-3	粘贴改性酚醛板裹覆保温浆料,再加薄抹灰	与A级保温材料等效	聚合物砂浆粘贴改性酚醛板,裹覆保温浆料,一布二浆	改性酚醛板为热固型 B1级材料,闭孔结构,吸水率低,防火性能好,裹覆保温浆料后,防火性能更提高	70 (酚醛板)	0.027	1.2
					180~250 (保温浆料)	0.07	1.0
外墙 B1-4	喷涂硬泡聚氨酯(PU)裹覆保温浆料,再加薄抹灰	与A级保温材料等效	聚合物砂浆粘贴硬泡聚氨酯板,裹覆保温浆料,一布二浆	硬泡聚氨酯板为热固型 B2级材料,闭孔结构,吸水率低,保温、防火性能好,采用现场喷涂,与墙体间无空腔,裹覆保温浆料后,防火性能提高	35 (PU)	0.025	1.2
					180~250 (保温浆料)	0.07	1.0

❖ 7. 外墙外保温做法示例

外墙 B1-5	满粘石墨 EPS 板裹覆保温浆料,再加薄抹灰	与 A 级保温材料等效	聚合物砂浆满粘石墨 EPS 板,裹覆保温浆料,一布二浆	石墨 EPS 保温板, B1 级难燃材料,吸水率,强度,防火、保温性能均优于 EPS 板,裹覆保温浆料后,防火性能更提高。价格高于 EPS 板。	30 (EPS 板)	0.033	1.2
					180~250 (保温浆料)	0.07	1.0
外墙 B1-6	喷涂硬泡聚氨酯 (PU) 裹覆憎水膨珠保温砂浆,再加薄抹灰	与 A 级保温材料等效	DEA 砂浆粘贴硬泡聚氨酯板,裹覆憎水膨珠保温砂浆,一布二浆。	硬泡聚氨酯板为热固型 B2 级材料,闭孔结构,吸水率低,保温、防火性能好,采用现场喷涂,与墙体间无空腔,裹覆憎水膨珠保温砂浆后,防火性能更提高。	35 (PU)	0.025	1.2
					180~250 (保温砂浆)	0.12	1.0
外墙 B1-7	粘贴改性酚醛板裹覆憎水膨珠保温砂,再加薄抹灰	与 A 级保温材料等效	聚合物砂浆粘贴改性酚醛板,裹覆憎水膨珠保温砂浆,一布二浆	改性酚醛板为热固型 B1 级材料,闭孔结构,吸水率低,防火性能好,裹覆憎水膨珠保温砂浆后,防火性能更提高。	70 (酚醛板)	0.027	1.2
					180~250 (保温砂浆)	0.12	1.0
外墙 B1-8	大模内置 (无网) EPS 模块厚抹灰	B2 级可燃材料热塑型,覆盖防火保护层,可不设置防火隔离带	用 EPS 模块做外模与混凝土浇注在一起用不小于 20mm 厚保温浆料或抗裂砂浆覆盖。	用 EPS 模块 (两面都有燕尾槽) 做外模与混凝土浇注在一起,整体性好,无空腔构造,用不小于 20mm 厚保温浆料或抗裂砂浆覆盖在 EPS 模块外,可提高防火性。	30~35 (EPS 模块)	0.033	1.0
					180~250 (保温砂浆)	0.12	1.0

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

● 防火安全管理：

5.1.3 外保温工程施工现场的防火安全由总承包和分包单位共同负责。总承包单位对外保温工程施工现场的防火安全负全责，并制定管理制度，各分包单位具体落实，分包单位负责分包范围内外保温工程施工现场的防火安全，并接受总承包单位的监督管理。

5.1.4 施工单位应落实外保温工程施工防火安全责任制，确定外保温工程施工单位现场负责人，具体负责施工现场的防火安全工作，配备或指定防火工作人员，负责外保温施工期间的日常防火安全技术管理工作。

5.1.5 外保温施工单位应根据外保温工程和保温材料特点编制施工方案，方案中应有具体的防火安全技术措施和施工现场火灾事故应急预案。方案中应避免外保温工程施工与有明火的工序交叉作业。

5.1.6 施工单位应在施工现场合理有效地配置灭火器材与设施，作业前应对相关施工人员进行有关的防火安全教育培训，并要求掌握外保温工程施工过程中防、灭火知识和技能。

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

● 材料堆放:

5.3.1 当可燃类保温材料储存在库房中时，库房应由不燃性材料搭设而成，并有专人看管。

当可燃类保温材料露天堆放时，堆放场应符合以下要求：

- 1 堆放场四周应由不燃性材料围挡；
- 2 堆放场应为禁火区域，其周围 10m 范围内及上空不得有明火作业，并应有显著标识；
- 3 堆放场附近不得放置易燃、易爆等危险物品；
- 4 堆放场应配备种类适宜的灭火器、砂箱或其它灭火器具；
- 5 堆放场内材料的存放量不应超过 3 天的工程需用量，并应采用不燃性材料完全覆盖。

5.3.2 外保温施工作业现场保温材料临时堆放，应符合 5.3.1 条 1、2、3 款要求。严禁在施工建筑物内堆存保温材料。

5.3.3 对未进行防火界面处理的可燃保温材料应集中存放并进行防火覆盖。施工现场严禁保温材料长期露天裸露。

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

- 保温材料现场堆放发生的火灾案例：



上海汤臣一品建筑工地发生火灾



青岛某建筑工地聚苯板码放现场烧损后情况



北京当代万国城施工现场着火图示



哈尔滨爱建路火灾烧损状态和火灾外景

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

● 施工准备:

5.4.1 外保温工程施工现场为禁火区域，应远离火源、严禁吸烟。如附近有明火作业，必须严格执行动火审批制度。

5.4.2 外保温工程施工作业工位，应结合工程需要配备相适应的消防器材，指定专人维护、管理、定期更新，应确保完整有效。

5.4.3 施工现场使用的电气设备必须符合防火要求；电缆、电线等带电线路应与可燃类保温材料堆放区保持安全距离。

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

● 防火施工要点:

5.5.1 外保温工程施工作业时，其防火构造的施工应与保温层的施工同步进行。

5.5.2 保温工程的施工应分区段进行，各区段应保持一定的防火间距，并宜尽早安排覆盖层（抹面层或界面层）的施工。保温层施工时，没有保护面层的保温层不应超过三层楼高，裸露不宜超过 2 天。

5.5.3 外保温工程施工区域动用电气焊、砂轮等明火时，必须确认明火作业涉及区域内没有裸露的可燃类保温材料，并设专门动火监护人和灭火器材。严禁在已安装的保温材料上进行电气焊接和其他明火作业。

5.5.4 幕墙的支撑构件和空调机等设施的支撑构件，其电焊等工序应在保温材料铺设前进行。确需在保温材料铺设后进行的，应在电焊部位的周围采用防火毯等防火保护措施。

5.5.5 聚氨酯等保温材料进行现场发泡作业时，应避开高温环境，施工工具及服装等应采取防静电措施。

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

5.5.7 施工用照明等发热设备靠近可燃类保温材料时，应采取可靠的防火保护措施。电气线路不应穿过可燃外保温材料。确需穿过时，应采取穿管(不燃材料)防火保护等措施。

5.5.8 现浇混凝土大模内置外墙外保温工程施工，若保温板未事先作好防护面层，应在外墙混凝土拆模后及时对保温层表面进行防护处理。

5.5.9 外保温施工期间如遇公休日及节假日，需对已安装的裸露保温墙面进行防火覆盖处理，并将作业区域内剩余保温材料按 4.3 中条款要求堆放管理。放假前应对外保温工程进行检查，确保无裸露外保温墙面和板材堆放。

5.5.10 施工期间，施工单位应加强保温材料的堆放管理，随时清理遗留在施工现场的废弃保温材料。

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

● 成品防火保护:

5.6.1 外保温工程完工后与外墙相毗邻的竖井、凹槽、平台等，不应堆放可燃物。

5.6.2 外保温工程完工后，火源、热源等火灾危险源与外墙应保持一定的安全距离，并应加强对火源、热源的管理。

5.6.3 外保温工程附近不宜进行焊接、钻孔等明火施工作业。确需明火施工作业的，应采取可靠的防火保护措施。

5.6.4 施工所用照明、电热器等设备的发热部位靠近可燃类保温材料或导线穿越 B1 级以下(含 B1 级)的保温材料时，应采取有效隔热措施予以分隔。

❖ 8. 建筑幕墙防火施工要点

- 保温材料施工上墙时发生的火灾案例：



北京大学奥运乒乓球馆火灾现场



哈尔滨某建筑火灾



乌鲁木齐供水高层综合楼火灾



江北第一大盘鲁能领秀城7号公馆着火



北京上第MOMA半年内两次火灾

最后，非常荣幸能和各位专家和领导进行学习和交流！

谢谢！