

江苏省装饰装修行业协会(商会)



江苏省装饰装修行业学习交流读本

# 幕墙工程质量通病防治指南

顾问：纪迅 毛家泉

主编：王有党

副主编：刘瑗 高枫

编委：王有党 刘瑗 高枫 沈维先 陶仁寿 陈沪



# 精益求精 提高工程质量

## (代前言)

质量是什么？内涵丰富且与时俱进。用于建筑装饰工程，指的是工程的优劣程度。用管理大师的话讲，是符合规定要求和满足用户需要的程度。也就是说，优秀的工程质量，要满足两个条件，一是符合技术规范 and 标准，二是用户满意。优秀的工程质量，是企业的立业之基、形象之标、竞争力之本。同时，提高工程质量是企业担当的社会责任、历史责任和民生幸福的责任。

《江苏省建筑装饰工程质量通病防治指南》，分装饰和幕墙两个分册。主要内容是辑纳近两年对我省企业申报的国优、省优装饰奖工程复查中，专家对工程项目指出的主要质量问题，依据相关规范和标准，以图文并茂的形式，从工程施工技术的角度，为一线技术人员、管理人员和操作人员提供生动直观的技术参照，提升规范化施工水平，使技术规范 and 标准在工程项目中落到实处，减少乃至杜绝同类问题重复发生。

书中收录的质量问题，看起来大都是小问题，与整个项目相比，可谓白玉微瑕。但是，千里之堤，毁于蚁穴，忽略细节就是放松标

准，有时候 1% 的失误会带来 100% 的失败。而且，多项工程出现类似的问题，有的问题屡禁不绝，就成为“通病”。长此以往，贻患无穷，必须高度重视，加快防治，务求实效。

工程质量体现的是企业的品质。企业管理团队和员工质量意识的强弱、综合素质的高低、质量管理的好差，是工程质量优劣的最重要的原因。因此，工程质量的提升，不仅仅是技术层面，而是企业管理创新、科技进步、素质提升形成的合力。一是企业管理团队特别是主要负责人，要有强烈的质量责任意识、规范意识和现代企业质量管理能力，以完善的质量管理全面提升工程质量；二是要舍得在科技创新上多投入，特别是用现代信息技术和施工科技等先进生产力武装，以科技创新促进工程质量；三是要在人才建设，特别是在一线管理骨干和技术工人培育上下功夫，弘扬精益求精的“工匠精神”，培育出大批能工巧将，以终端管理者和操作者的素质提升确保工程质量。通过这些努力，使企业不仅有雄韬伟略的决策者和管理者，而且有严谨踏实的执行者，不仅能够推动管理制度和技术规范创新完善，而且能够在工程项目中不折不扣的执行，从而形成高效的抓工程质量的动力和压力传导机制，把工程质量建立在更加科学可靠的基础之上。

江苏建筑装饰行业位居全国同行业第一方阵，工程质量在业内和社会有较高的认可度，江苏是历年来获全国建筑工程装饰奖数量最多的省份之一。许多企业在质量建设方面创造了成熟的经验，值

得赞誉和推广。但是，质量的提升是循环往复的渐进过程，有赖于不断更替的从业人员综合素质的不断提升和新问题的不断解决。质量的认同是水涨船高的动态过程，必须适应江苏新的发展阶段，提高空间品质和文化品位的新要求，满足用户日益提高的新需求。工程质量，只有更好，没有最好；只有新起点，没有最终点。江苏建筑装饰企业必须精益求精，以工程质量不断提升的新形象、新业绩，更好地担当历史责任，赢得未来市场。

由于诸多原因，本书不尽完善之处在所难免，望各会员单位在实践中提出宝贵意见，以期不断完善。

江苏省装饰装修行业协会（商会）会长

Handwritten signature in black ink, reading '王有是' (Wang Youwei).

2015年12月12日



# 目 录

<b>第1章 装饰装修优质工程概述</b> .....	1
1.1 关于中国建筑工程装饰奖 .....	1
1.2 关于江苏省优质工程“扬子杯” .....	10
<b>第2章 原件审查</b> .....	12
2.1 检查的内容与方法 .....	12
2.2 常见问题及解决方法 .....	13
<b>第3章 竣工图纸</b> .....	17
3.1 检查的内容与方法 .....	17
3.2 竣工图的理解与编制 .....	18
3.3 设计说明常见问题及解决办法 .....	21
3.4 竣工图纸不全或有漏项 .....	30
3.5 竣工图与现场实际情况不符 .....	31
3.6 幕墙防火设计常见问题及解决办法 .....	32
3.7 石材幕墙常见问题及解决办法 .....	60
3.8 玻璃幕墙常见问题及解决办法 .....	90
3.9 金属幕墙常见问题及解决办法 .....	132
3.10 竣工图编制其它易出问题 .....	136
3.11 竣工图编制建议 .....	136
3.12 幕墙工程存在安全隐患的条件 .....	138

<b>第4章 计算书</b> .....	140
4.1 审查内容及复查方法 .....	140
4.2 结构计算书常见问题及解决办法 .....	141
4.3 热工计算书常见问题及解决办法 .....	148
<b>第5章 工程质量管理资料</b> .....	151
5.1 审查内容 .....	151
5.2 复查方法 .....	153
5.3 资料编制与理解 .....	154
5.4 资料中存在的问题及解决办法 .....	154
<b>第6章 工程现场检查</b> .....	168
6.1 审查内容及复查方法 .....	168
6.2 常见问题及解决方法 .....	169
<b>第7章 复查工程资料的完整性</b> .....	206
7.1 幕墙物理性能等级 .....	206
7.2 结构胶的宽度与厚度 .....	207
7.3 后补化学锚栓的拉拔力值 .....	207
7.4 铝合金型材的材质 .....	208
7.5 质量管理资料出现云石胶质保资料 .....	209
7.6 焊缝等级及形式和长度 .....	209
7.7 铝材及钢型材规格型号 .....	209
<b>第8章 新材料、新工艺的采用</b> .....	211
8.1 加分的内容及判定依据 .....	211

# 第 1 章 装饰装修优质工程概述

对于我省的建筑装饰装修企业来说，企业作为申报主体的省级及以上的优质工程包括江苏省建筑装饰优质工程（2015 年奖项名称统一调整为“扬子杯”）全国建筑工程装饰奖（2015 年名称调整为“中国建筑工程装饰奖”）。除二者申报条件稍有差别外，复查细则等基本相同。

## 1.1 关于中国建筑工程装饰奖

### 1.1.1 奖项简介

“中国建筑工程装饰奖”是根据建设部建办[2001]38 号文和建设部办公厅 2002 年 7 月 9 日的批复指示精神，由中国建筑装饰协会主办的评选活动，此奖项作为建设部批准设立的中国建筑装饰行业的最高荣誉奖。“中国建筑工程装饰奖”（以下简称装饰奖）每年评选一次，两年一次颁奖（图 1-1）。



a. 获奖牌匾



b. 奖杯



c. 获奖证书

图 1-1 “中国建筑工程装饰奖”奖牌(杯)与证书

获奖的建筑装饰工程应当是设计与施工完美结合，符合环境污染控制规范要求，设计创意和施工工艺达到国内先进水平的建筑幕墙精品，包括新建、改建、扩建的各类公共建筑幕墙工程。装饰奖由该建筑幕墙工程项目的主要承建单位申报，并经工程所在地省、自治区、直辖市建筑装饰协会或委托单位推荐。装饰奖的评选工作由中国建筑装饰协会组织实施。各地区根据分配的申报名额进行推荐，同一申报单位申报的建筑装饰工程项目在全国范围内不得超过三个，在同一省、自治区、直辖市内不得超过两个。

### 1.1.2 奖项概述

“中国建筑工程装饰奖”是从 2001 年起每年进行评选，在社会各界已经产生了巨大的影响，已经得到了社会各界的广泛认同。此项工作得到了全国建筑装饰行业各级地方建筑装饰协会、各建筑装饰和幕墙企业、各建筑装饰材料生产企业及新闻媒体的大力关注。各地方已把创“中国建筑工程装饰奖”工程作为施工的质量目标，

作为优质工程的象征，有力地推动了建筑装饰行业设计和施工水平的提高，同时也为规范施工企业在企业管理、施工管理、技术资料档案管理、质量保证体系管理等方面起到了有力的推动作用。

### 1.1.3 评选范围

各类建筑幕墙工程作为建筑装饰工程的一个重要组成部分，单独申报。幕墙种类可包括构件式建筑幕墙、单元式建筑幕墙、点支式玻璃幕墙等，要求建筑幕墙工程面积不低于 10000 平方米，造价不低于 1000 万元。

申报的建筑幕墙工程在当地应确属优秀，达到国内先进水平，并有相当独特的创意，在国内具有很高的知名度。工程面积或造价达不到上述要求的建筑幕墙工程，经省、自治区、直辖市或委托单位向中国建筑装饰协会申述申报理由后，方可申报，但总数不得超过全国总名额的 5%。

特别指出，存在下列情况的，不列入评选范围：

- 1、中国企业在境外施工的工程暂不列入评选范围；
- 2、竣工后被隐蔽或无法进行现场复查的工程；
- 3、工程有质量隐患的；
- 4、未通过质量和消防验收的工程；
- 5、已经参加过“装饰奖”评选而未被评选上的工程；
- 6、工程竣工投入使用不到一年的工程。

### 1.1.4 奖项申报

各施工企业所申报的“中国建筑工程装饰奖”建筑幕墙工程，应当是设计与施工的完美结合，不仅要符合国家及工程所在地的各项规范要求、备案手续完善，而且设计创意和施工工艺也应是达到

先进水平的资源节约型和环境友好型的幕墙工程精品。新锐创优企业需要虚心学习和不断实践，以使创优活动取得良好效果；老牌申报企业也需要不断的总结和创新，以便不断提高企业技术实力。总之，各施工企业应该通过工程创优活动，促进企业管理水平和施工过程控制能力的提高，为社会贡献更多更好的幕墙精品工程。

### 1.1.4.1 申报条件

申报“中国建筑工程装饰奖”的建筑幕墙工程项目应符合下列条件：

- 1、符合国家和建设部颁布的有关标准、规范要求，设计合理，使用功能完善；
- 2、通过有关部门、项目法人或投资单位组织的全面验收；
- 3、已经交付使用一年以上，未出现质量问题和隐患。
- 4、已经在建设行政质检主管部门备案。

承建单位应为该建筑幕墙工程的承建单位，所申报部分应为承建单位独立承建的。承建单位应具有建设行政主管部门颁发的相应工程施工和设计的资质证书，应与有关单位签订有效建筑施工合同。承建单位在当地应有良好的信誉，无不良社会反映，本年内无因施工和设计出现的工程质量和安全事故。

### 1.1.4.2 申报程序

“中国建筑工程装饰奖”的申报程序：

- 1、各省、自治区、直辖市建筑装饰协会或委托单位负责“中国建筑工程装饰奖”的申报、初评和推荐工作。中国建筑装饰协会不直接受理申报。

- 2、根据评选范围和申报条件，由申报单位向工程所在地的省、

自治区、直辖市建筑装饰协会或委托单位领取申报表，并向其申报。

3、省、自治区、直辖市建筑装饰协会或委托单位应对申报“全国建筑工程装饰奖”的有关资料进行认真初评，优中选优，并在当地公示 15 日后，如无异议，出具正式推荐文件，报送中国建筑装饰协会，并附所有申报资料。

4、省、自治区、直辖市建筑装饰协会或委托单位推荐工程项目时应做排序，并在文件中说明排序意见。

#### 1.1.4.3 申报资料

“中国建筑工程装饰奖”申报资料主要包括以下内容：

1、申报资料总目录（注明各种资料的份数）。

2、《中国建筑工程装饰奖申报表》一式两份。

3、承建单位的营业执照、资质证书复印件各一份，加盖本单位公章。

4、建筑幕墙工程施工合同书复印件一份（合同的主要部分），加盖本单位公章。

5、工程竣工验收和消防验收的证明文件复印件一份，加盖本单位公章。

6、设计说明书，主要部位的平、立、剖面图，以及相应的设计修改证明文件。

7、与申报工程设计和施工有关的其它证明文件和材料。

#### 1.1.5 评审

“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”的评审依据是中国建筑装饰协会颁发的《中国建筑工程装饰奖评选办法》。

“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”的评审分为五个阶段：

初评、推荐、资料审查、工程现场复查和终评。初评、推荐两个阶段由各省、自治区、直辖市、解放军建筑装饰协会或委托单位进行，并对推荐工程的所有资料真实性负责。资料审查、工程现场复查、终评一般由中国建筑装饰协会委托中国建筑装饰协会幕墙工程委员会负责组织实施，终评的结果报中国建筑装饰协会会长办公会通过并公示结束后，每两年由中国建筑装饰协会负责组织颁奖。

### 1.1.5.1 初评

江苏省“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”的初评工作，由江苏省装饰装修行业协会负责，一般由江苏省装饰装修行业协会幕墙工程委员会负责组织实施。

江苏省“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”所申报的工程项目，除必须满足《中国建筑工程装饰奖评选办法》，还必须满足曾获得上年度江苏省优质工程奖的条件。

江苏省装饰装修行业协会的初评一般分为两个工作步骤：

1、组织我省参加过“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”工程现场复查的专家对各施工企业所申报工程项目的资料进行初步审查，缺一般性资料的，补充完善；缺否决项材料的，取消当年度“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”申报资格。

2、江苏省装饰装修行业协会组织专家对各施工企业所申报工程项目进行现场工程复查。重点检查工程观感质量、体量、幕墙种类与类型等。

### 1.1.5.2 推荐

初评工作结束后，江苏省装饰装修行业协会将对本年度所有符合申报条件的工程项目进行网上公示，公示结束后，上报中国建筑

装饰协会幕墙工程委员会，完成推荐工作。

### 1.1.5.3 资料审查

在中国建筑装饰协会幕墙工程委员会收到全国“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”申报材料后，一般会在北京组织专家进行资料审查工作。资料审查一般对工程申报材料进行否定项实质性审查，审查的内容见表 1-1。

表 1-1：中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）申报资料审查否定项

内 容	备 注
1、缺消防报告	
2、缺工程验收合格备案证书	
3、缺四性试验报告（抗风压、水密性、气密性和平面变形性）	
4、缺相容性试验报告	
5、使用不合格结构胶和过期结构胶	
6、缺锚固栓拉拔试验报告	
7、计算书严重错误或设计强度不够，没有热工计算书	
8、没有竣工图纸、图纸签字手续不全、图纸不完整	
9、工程未交付使用、无业主意见	
10、工程无隐蔽工程记录和检测报告，工程存在严重质量隐患	

申报的工程项目违反上表中任何一条，将取消当年度“中国建

筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”申报资格。

### 1.1.5.4 工程现场复查

这是“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”评审最重要的阶段，对资料审查合格的工程进行现场复查。

#### (1) 复查组织机构

工程现场复查由中国建筑装饰协会幕墙工程委员会负责组织，复查组一般由4人组成，其中领队（或联络员）1名，专家3名，3人专家组中有1人为复查专家组组长。专家的来源为中国建筑装饰协会专家委员会中的幕墙技术类专家，幕墙工程委员抽取后报中装协批准后实施。复查专家组组长在满足上述条件和要求的同时，一般其还是中装协幕墙工程委员会专家组成员。

#### (2) 复查依据

工程现场复查的依据是中国建筑装饰协会颁发的《中国建筑工程装饰奖评选办法》的附件——《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》（以下简称“复查实施细则”）。复查实施细则共3大项（8类46条，其中否决项14条）：

第1项，对指定资料的原件进行查验；

第2项，对竣工资料的合规性进行审核。竣工资料主要包括：

- 1、竣工图纸；
- 2、设计计算书，包括结构计算书和热工计算书；
- 3、幕墙主要材料的选用及质量要求；
- 4、幕墙物理性能检测及材料的复验；
- 5、板块加工；
- 6、组装质量；

7、幕墙节点及连接质量；

8、工程采取的新材料、新工艺、获得专利等进行合规性审核。

第3项，对工程现场进行检查。工程现场检查的分值在《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》虽然比重较小，但幕墙工程项目的观感质量、是否存在安全隐患等会直接呈现在复查专家组面前，对专家组的影响不可忽视。

工程现场复查存在的问题主要集中在第2项和第3项。

工程现场复查结束后，复查专家组和申报企业的技术及施工管理人员会有一个交流的环节，就复查中建筑幕墙工程竣工图纸、结构与热工计算书、质量管理资料、工程现场检查四个大的方面进行点评。对于专家在复查过程中遗漏、漏看的资料或文件，申报单位可以现场补充、提供，复查专家组不做记录。

交流和点评结束后，复查专家组、中装协领队（或联络员）、地方协会代表、申报企业代表、建设单位代表会签“20XX年中国建筑工程装饰奖（幕墙工程）复查记事表”后，工程现场复查环节全部结束。

### 1.1.5.5 终评

在全国所有申报“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”的幕墙工程现场复查结束后，中国建筑装饰协会幕墙工程委员会会组织专家对本年度申报的所有建筑幕墙工程项目进行终评。

一般来说，参加终评会的有中国建筑装饰协会的领导、中装协幕墙工程委员会秘书长等，终评的专家组由本年度工程现场复查的专家组组长组成。

终评会上，各工程现场复查的专家组组长会对检查的工程进行一个总结，重点介绍本组当中排名靠前及靠后的工程项目，靠前的工程项目有何优点、亮点，是否推荐为本年度建筑幕墙精品工程；靠后的工程项目本小组是否推荐？如不推荐，违反的否决项条款和存在的安全隐患要清楚写明，与会所有专家要签字同意。

在2014、2015年的终评会上，中装协幕墙工程委员会在以往的基础上又增加了复评的环节，复评专家组从参加终评会的专家中产生，一般由5人组成，其主要是对在终评会上产生异议的工程项目进行最终的审查与评审，使得最终的评审结果更客观、公平、公正。

### 1.2 关于江苏省优质工程“扬子杯”

江苏省建筑装饰优质工程是为了满足中国建筑装饰协会于2001年开展的“全国建筑工程装饰奖”评选而产生的，其前身为江苏省建筑装饰优质工程——“紫金杯”。2015年依据江苏省住房和城乡建设厅颁发的“省住房和城乡建设厅关于印发《江苏省优质工程“扬子杯”评选办法》的通知（苏建规字[2015]2号）”相关文件精神，将江苏省建筑装饰优质工程奖项名称统一为“江苏省优质工程——扬子杯（装饰专业工程）”，下分为三个专业工程：建筑装饰工程、建筑幕墙工程、建筑装饰智能化系统工程。

江苏省优质工程——扬子杯（建筑幕墙工程）的申报程序、评分细则、复查程序等基本延续了“江苏省建筑装饰优质工程——紫金杯”的全套程序与办法，个别处依据江苏省建筑幕墙行业特点和实际情况进行了调整。

#### 1.2.1 申报条件

依据《省住房和城乡建设厅关于印发〈江苏省优质工程“扬子杯”

评选办法》的通知（苏建规字[2015] 2 号）》、《省住房城乡建设厅关于组织开展 2014、2015 年度江苏省优质工程“扬子杯”申报工作的通知（苏建质安〔2015〕401 号）》相关文件精神，江苏省优质工程——扬子杯（建筑幕墙工程）申报条件为：

- a. 前一年度 9 月 30 日以前竣工并已投入使用的装饰专业工程项目；
- b. 幕墙工程造价 1000 万以上的玻璃、石材、金属幕墙工程。

## 第2章 原件审查

依据《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》，复查专家组首先对申报“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”的施工企业资质和所申报工程项目的实质性资料进行原件核查核验。

### 2.1 检查的内容与方法

#### 2.1.1 检查内容

对于申报的施工企业，检查的主要内容如下：

- 1、企业营业执照；
- 2、企业设计资质证书；
- 3、企业施工资质证书；
- 4、申报幕墙工程项目的项目经理资质证书。

对于申报的幕墙工程项目，检查的主要内容如下：

- 5、与建设单位签订的工程合同；
- 6、竣工验收证明；
- 7、消防验收证明；
- 8、工程验收合格备案证书；
- 9、工程结算报告；
- 10、用户意见。

#### 2.1.2 检查方法

企业营业执照及资质证书和申报的建筑幕墙工程相关资料原件或盖有存档单位印章的复印件。

原件审查一般由复查专家组组长或负责审查“工程质量管理资

料”的相关专家负责。

## 2.2 常见问题及解决方法

原件审查部分是整个工程现场复查的前奏，是对企业和拟申报幕墙工程具备“合法身份”的审查，在《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》虽然不占分值，但均为否决项。但在实际复查中，该部分由于申报施工企业疏忽或重视程度不够，往往在原件提供上及消防报告和竣工验收证明等方面出现问题，应引起高度的重视。

### 2.2.1 原件提供不全或没有提供

在实际工程复查中，施工单位往往除竣工图纸和计算书外，原件不提供或提供不全，给出的解释理由主要有以下几点：

- 1、原件忘带；
- 2、原件由于工程投标需要，今天不在公司；
- 3、原件已存公司档案室，负责人刚好外出；
- 4、原件已归入城市建设档案室，无法提供；
- 5、在工程申报阶段已经向省装饰装修协会提供并核查过，本次没有或不知道要提供；

.....

**解决办法：**无论何种理由和解释，都不能取代原件缺失的事实，在向复查组提供资料的同时必须同时提供原件被查。若确实由于企业经营和生产需要，当专家组到达工程所在地时，可提前提供专家审查，或在专家组离开本地前提供给专家组审查。

### 2.2.2 何种资料没有原件的概念不清

按照《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》

第 1 项的要求，原件审查包括十项内容。由于幕墙工程申报企业大多为专业承包单位，消防验收证明、工程验收合格备案证书无法提供原件，对这两项所谓原件，指的是由建设单位（或总承包单位）提供的复印件并加盖业主公章。

**解决办法：**加强学习，正确理解消防和质检部门的管理规定；与建设单位加强沟通和联系，注意工程消防和质检资料的搜集和整理。

### 2.2.3 对消防验收证明理解不清

消防验收证明是“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”工程复查重要的资料和证明性文件，是工程评比中否决项之一。

幕墙申报企业并不能提供消防验收证明原件，提供的原件，即指由建设单位提供的复印件并加盖业主公章。同时我们也要注意，不同的省、市并不是所有的工程项目都提供书面的消防验收证明，有些省、市只对抽查到的工程项目提供书面的消防验收证明，其它工程项目符合条件验收合格的，会在其官方网站上公示。碰上这种情况，申报企业并不能以“业主无消防验收证明”来解释和推脱。

**解决办法：**申报企业登陆消防管理部门官方网站对相关内容下载或截屏，打印后注明网址并加盖企业公章（若能加盖消防管理部门公章最好）。

### 2.2.4 对竣工验收证明理解不清

竣工验收证明和竣工验收报告是不同的。竣工验收证明的全称应该是“建设工程竣工验收备案证明书”，是由工程所在地的建设工程质量监督管理部门（或建设行政主管部门）向建设单位发放的建设工程整体竣工合格证明书。竣工验收报告实质上是“专项工程质

量验收记录”，是建筑幕墙工程单（专）项工程质量验收记录，也称四方（或六方）质量验收记录，是由建设单位、监理单位、总承包单位、建筑设计单位、建筑幕墙工程专业设计单位、建筑幕墙工程专业施工单位作为工程验收单位共同签字盖章的建筑幕墙工程专项工程质量验收记录，一式多份。

**解决办法：**竣工验收证明申报单位无法向复查组提供原件，但必须提供经建设单位盖章的复印件，工程复查时，向建设单位索要；竣工验收报告是针对建筑幕墙工程的、向幕墙施工单位发放的六方专项工程质量验收记录，必须提供原件。

### 2.2.5 关于结算报告

建筑幕墙工程的结算在实际操作当中，确实存在结算拖延、滞后的现象，有的在工程竣工及投入使用后甚至会拖延 3 年以上，这就导致了在工程现场复查时，提供不出工程结算报告。在工程复查时，存在的问题主要由以下几点：

- 1、提供不出结算报告；
- 2、以送审报告代替结算报告。

**解决办法：**工程未完成审计结算的，到建设单位开具证明材料，明确工程名称、合同金额、工程量、送审时间、结算进度等。

### 2.2.6 关于用户意见

用户意见出现的问题主要是在工程申报阶段时在建设单位开具了书面的用户意见，而在复查组进行工程现场复查时，没有到业主处重新开具，对复查专家组的解释，往往是“在申报材料中已经提供了”。

**解决办法：**在复查组进行工程现场复查前，重新到业主处开具

用户意见。

### 2.2.7 关于其它原件的说明

复查专家组在实际工程现场复查时，往往会要求施工单位提供幕墙工程物理性能检测报告、石材抗弯强度检测等各种检测报告的原件，包括各种材料的复试报告和材料的产品合格证等。依据《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》，此部分材料并没有要求仅提供复印件即可，复查专家组为了更加清晰、严谨和负责，会要求申报单位提供或补充提供原件。

## 第3章 竣工图纸

工程竣工图纸作为建筑实物的反映，必须与建筑实物相对应，同时又必须满足制图及一些相关规定的要求。幕墙工程竣工图的编制深度不但至少应满足施工图设计文件的编制要求[可参照《建筑工程设计文件编制深度规定》（2008年版）的规定执行]，还应该满足国家相关部委《编制基本建设工程竣工图的几项暂行规定》和《建设工程文件归档整理规范（GB/T50328）》的相关规定。

### 3.1 检查的内容与方法

#### 3.1.1 检查内容

工程竣工图纸包括设计说明和竣工图纸两个部分。

设计说明检查的内容包括：

- 1、设计依据；
- 2、设计标准；
- 3、幕墙类型；
- 4、幕墙物理性能；
- 5、节能性能；
- 6、所用材料的牌号；
- 7、规格（包括节能、保温材料）；
- 8、标准和设计要求；
- 9、五金附件标准；
- 10、加工制作技术要求等；

竣工图纸检查的内容包括：

11、工程所有幕墙的节点目录、材料目录，平面、立面、剖面图，主要节点图（包括防火、防雷节点、封口节点等）、构件图等；

12、幕墙设计应符合相关规范要求，幕墙节能工程的设计要求等；

13、图纸应正确完整、清晰统一，审批手续齐全并盖有竣工图章；

14、开启扇与横梁的剖面图，开启扇与左右立柱横剖面图，开启扇与上下横梁横剖面图，预埋件图，型材截面图；

15、立柱横梁连接节点，插芯安装节点，立柱与主体结构上下安装节点及封修节点，内外阴阳转角节点，沉降缝节点，预埋件与主体结构连接节点等。

#### 3.1.2 检查方法

复查专家组会指派一名专家检查竣工图纸的设计说明和竣工图纸。

#### 3.2 竣工图的理解与编制

竣工图是“中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）”工程复查时重要的检查资料，包括设计说明和竣工图纸两大部分。在工程复查时，常出现施工图与竣工图概念不清、设计说明不规范和不完善、节点构造不科学合理等问题，一些错误的、违反规范规定的构造和做法普遍存在，必须在竣工图编制时予以纠正。

##### 3.2.1 正确理解施工图与竣工图的区别

竣工图与施工图是有一定区别的，施工图是由设计单位出图、一般经过施工图审查中心审查的图纸，是幕墙工程施工作业的指导书；竣工图是施工过程中因为业主修改等原因会出不少设计变更，

工程完成后由施工单位按竣工图要求负责编制，监理单位负责审核，送档案管理部门存档。竣工图是幕墙工程实物的反映，是完成了幕墙施工后建筑幕墙工程所达到的结果反映，是幕墙工程维修、更换、改建等重要的依据。

(1)、理解误区一：施工图不能代表竣工图

**解决办法：**按照国家相关部委《编制基本建设工程竣工图的几项暂行规定》中相关条文，对于施工图和竣工图的互相替换规定如下：

a. 按施工图施工没有变动的，由竣工图编制单位在施工图上加盖并签署竣工图章；

b. 一般性图纸变更及符合杠改或划改要求的变更的，可在原图上（必须是新图）更改，加盖并签署竣工图章。

(2)、理解误区二：竣工图必须全部重新出图编制

**解决办法：**按照国家相关部委《编制基本建设工程竣工图的几项暂行规定》中相关条文，对于竣工图是否必须全部重新出图编制规定如下：

a. 重复使用的标准图、通用图可不编入竣工图中，但应在图纸目录中列出图号，指明该图所在位置并在编制说明中注明。

(3)、理解误区三：竣工图签章规范性

**解决办法：**按照国家相关部委《编制基本建设工程竣工图的几项暂行规定》中相关条文，对于竣工图签章要求如下：

a. 竣工图必须经监理工程师审核会签确认，并在扉页上加盖施工单位公章；

b. 所有竣工图应由编制单位逐张加盖并签署竣工图章。竣工图章的内容填写应齐全、清楚，不得代签；

c. 竣工图章应使用红色印泥，盖在标题栏附近空白处。

#### 3.2.2 竣工图编制深度与方法不当

有的幕墙工程竣工图整套图纸字体大小不一、图面布置混乱、不规范；设计图纸不全面、有漏项，设计深度不符合要求。有的竣工图图面字体小而密或重叠，无法看清和识别相应内容；

竣工图目录编制完全延续了施工图的编制方法，不能清晰反映图纸内容和数量，丢失、缺页也无法一目了然。

**解决办法：**按照国家相关部委《编制基本建设工程竣工图的几项暂行规定》中相关条文，对于竣工图编制与编排规定如下：

a. 竣工图采用 A3 纸，图幅的短边不得加长，长边加长的长度应为 210mm 的整倍数，并折叠成 A4 纸装订，规格必须符合国家标准，用纸优良。

所以对于整套幕墙工程竣工图纸应按图纸打印的比例统一字体的大小，严格按照现行建筑制图标准要求对图面的布置、标注的方法加以统一和规范；图纸编排应至少应包括：目录、设计说明、平面图、立面图、剖面图、局部平面图、局部大样图、局部剖面图、节点构造详图、埋件布置图、埋件加工大样图、必要的构件加工图、部件组装图、型材断面图等。

b. 每页文件材料必须用阿拉伯数字编号：单面书印的文件材料标注在右下角；双面书印的文件材料正面标注在右下角，背面标注在左下角；标注页号应与卷内目录的页号相对应。

整套幕墙工程竣工图纸目录内名称内容尽可能把图纸内容表述，页码可以采用“共 xx 页 第 xx 页”的方式编写，以利于图纸的检查、传递、存档和管理。

### 3.3 设计说明常见问题与解决办法

设计说明部分施工图和竣工图不分，简单、机械套用施工图的设计说明，且冗长、不简练；应该说明及描述的部分没有相关内容，与竣工图纸内相关工程项目无关内容描述的很多。施工图纸的设计说明是提出具体设计依据、要求和加工、施工时的注意事项；竣工图纸的设计说明是本工程达到了何种要求、如何完成及完成后的维修、保养如何。侧重点不同，导致二者的本质和实质内容概念的不一样。

竣工图纸的设计说明是整套竣工图纸的纲领性文件，必须加以重视。

#### 3.3.1 缺少防火与节能设计专项说明

随着国家对建筑防火与节能的重视，仅有幕墙工程竣工图的设计说明还远远达不到要求，必须在竣工图设计说明后增加“建筑幕墙防火专项设计说明”和“建筑节能专项设计说明”，明确幕墙防火构造做法、幕墙材料防火等级和幕墙的建筑节能、保温等是否满足主体建筑设计要求。

**解决办法：**对于“建筑幕墙防火专项设计说明”，应明确层间防火构造、不同防火分区间相邻幕墙的构造等，对于幕墙防火材料的等级、达到的要求加以说明；

对于“建筑节能专项设计说明”首先应列出主体建筑设计单位对整个建筑不同朝向、不同立面的热工要求，然后依据热工计算书的计算结果给出不同立面、不同幕墙类型的热工值，加权平均后是否满足建筑设计要求。最后给出幕墙工程的节能措施设计、节能材料的选择和其自身的物理性能等。

### 3.3.2 工程基本情况描述不全

工程概况描述不全面，项目基本建设情况、主体工程的结构形式、工程总体建设规模内容的缺失；一些自然条件遗漏，如：建筑物（幕墙）的高度、地理位置、基本风压、抗震烈度、地震加速度、基本雪压等信息。

建筑幕墙的设计使用年限、建筑结构安全等级、建筑防火（耐火）等级、建筑节能等级等信息不全。

### 3.3.3 引用过期或废止规范

依然引用过期或废止的规范。由于近几年是各种规范出台、更新较快的时期，设计说明中设计依据所采用的规范不注意及时更新，导致仍按老的或废除的规范来实施，不能保证规范的时效性和有效性；

引用规范不具有针对性。在说明中应列出与本工程相关的一些规范标准，无关的规范标准应剔除，保证引用规范标准具有针对性。如项目由玻璃幕墙、石材幕墙组成，没有采用点支式玻璃幕墙，但规范中却引用了《微晶玻璃》JC/T872、《不锈钢钢绞线》GB/T25821等。

**解决办法：**不能在规范的采用上追求“多和全”，一些与工程项目无关的规范应该杜绝出现在设计文件当中，选择的规范应具有针对性。尤其在引用推荐性标准、行业协会标准时，如果招标文件、合同中没有引用和载入，施工企业完全没必要以此来约束自己。建议做法为，在设计说明中取消各种规范的罗列，而用一句话加以代之“本XXX幕墙工程在设计、施工、材料选用各阶段直至工程竣工验收均满足现行相关规范要求”。

### 3.3.4 将协会标准作为设计依据

在设计说明的设计依据中将标准化协会编制的技术规程作为工程设计和验收标准，如中国工程建设标准化协会编制的《点支式玻璃幕墙技术规程（CECS127：2001）》、上海市工程建设标准化办公室编制的地方性《CEC 超薄型石材蜂窝板应用技术规程（DBJ/CT031-2005）》等，由于这些规程不是出自国家和地方行政管理部门或其委托编制部门颁布，其在设计、工程施工和验收中不具有任何约束作用。

**解决办法：**对于工程确需采用该技术规程的，应在工程设计前提出，得到建设单位书面认可或同意后方作为工程设计、施工和验收的依据。

### 3.3.5 新材料、新技术未特别说明

在有些幕墙工程中，有些采用了超出现行规范规定可以使用的材料、有些幕墙的面板材料现行幕墙行业规范没有具体规定的，还有些工程项目虽然具有建筑幕墙一些基本特征但实质上是饰面工程的，在设计说明中没有专项、具体说明。

例1：《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133-2001）》没有列入非花岗岩石材幕墙，但许多工程已经建成投入使用（图3-1）。

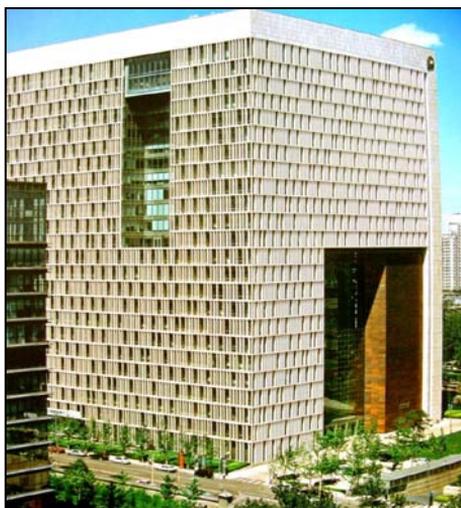


图 3-1 洞石在工程中的应用（上起：北京新保利、河北博物馆）

例 2：现行国家及行业规范并没有列入 GRC 板幕墙，但近几年尤其异性曲面带各种表面处理的 GRC 板幕墙在国内得到了大量的应用（图 3-2）。



图 3-2 镀铜 GRC 板在工程中的应用（邯郸文化艺术中心）

例 3：最近在江苏、山东、福建等省份出现了一种新的石材（或瓷板、陶板）安装方式——无龙骨背栓式干挂饰面工程（图 3-3）。

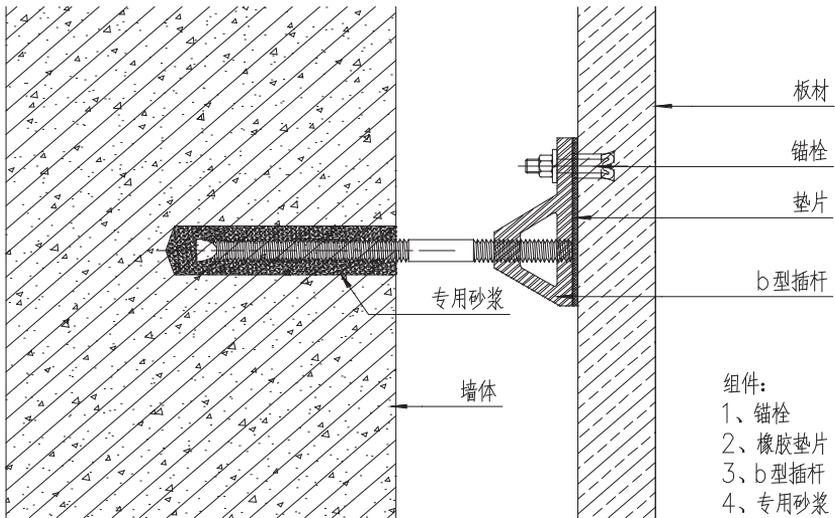


图 3-3 无龙骨背栓式干挂饰面工程构造示意

这些连接安装的新技术，有的获得了省建设厅科技发展中心的推广、有的获得了国家级施工工法（福建二建建设集团和福建省建筑科学研究院的“饰面板嵌入式植筋与八字背槽式挂件组合挂贴施工工法”获得 2011 年国家住建部二级工法）。

依据《建筑幕墙（GB/T21086-2007）》的定义，建筑幕墙是由面板与支承结构体系（支承装置与支承结构）组成的、可相对主体结构有一定位移能力或自身有一定变形能力、不承担主体结构所受作用的建筑外维护墙。由此，必须具备以下特征才能称之为幕墙：

- a. 具有面板和支承面板的结构体系（支承装置与支承结构）；
- b. 相对与主体结构有一定位移能力或自身有一定变形能力；

c. 不承担主体结构所受作用。

该种连接构造形式，由于缺少“具有面板和支承面板的结构体系（支承装置与支承结构）”，即面板支撑龙骨，所以不能界定为建筑幕墙。

**解决办法：**对于非花岗岩类石材幕墙，如洞石、砂岩用作建筑幕墙面板的，必须在设计说明当中明确设计、生产加工、施工安装的依据，尤其对非花岗岩类石材面板的强度取值、非花岗岩类石材面板强度加强构造措施等加以明确说明。

对于镀铜 GRC 板等新型幕墙面板材料，必须在设计说明当中明确设计、生产加工、施工安装的依据，尤其对镀铜 GRC 板的强度取值、镀铜 GRC 板背负钢架及支撑龙骨的构造措施等加以明确说明。

对于具有建筑幕墙一些特点的饰面工程，应该在设计说明当中加以明确和区分，同时指出其在设计、施工过程中所要遵循的规范。

综上，对于在幕墙工程当中采用的一些新材料、新技术，应该在设计和施工前，与建设单位、设计单位、监理单位等共同编制本工程专用的设计和施工规范，待通过专家论证并在质监部门登记备案后，可作为该项工程设计和施工、验收的依据。

### 3.3.6 幕墙物理性能指标上问题多发

在多数幕墙施工企业，幕墙结构计算、设计及负责幕墙性能检测的人员不同，导致在设计说明中幕墙物理性能方面是问题多发区，突出表现在：

(1)、幕墙物理性能不全面，如仅对抗风压、雨水渗漏、空气渗漏提出要求，忽略平面变形性能；

(2)、在设计说明中没有对幕墙物理性能检测在实际工程中所选

取的部位进行明确；或所选取的部位不具代表性；

(3)、幕墙物理性能指标等级取值与判定没按计算书计算结果来判定；

(4)、依然按照已经废止的规范来进行幕墙物理性能分级；

(5)、幕墙物理性能检测报告上检测结果与设计说明当中所要求达到的性能等级不符。

**解决办法：**必须明确，幕墙的物理性能指标尤其抗风压、雨水渗透是由计算书中最不利出的风压值来确定的，设计说明中幕墙物理性能检测部位、物理性能值必须以此为依据。实际检测中，检测结果必须满足设计要求。

#### 3.3.7 对幕墙工程所使用材料信息描述不全

设计说明中幕墙工程材料的选择和使用部分未对工程所使用的主要材料进行说明或说明的信息不全（包括材料的品牌、型号、色号、材质、相应的技术指标等），主要材料包括面板材料、骨架材料、粘结密封材料（包括结构胶、密封胶、胶条等）、五金件、连接材料（受力螺栓、后锚固埋件等）、保温材料、防火材料等。

工程没有明确面板材料的产地、型号、规格、色号、材质等信息，对工程在使用过程中的维护、破损更换带来困难，尤其是镀膜玻璃，产地、色号多，其配置和参数的不同不仅影响节能指标，也影响立面效果；对工程所使用的结构胶、密封胶未有明确生产厂家、牌号等，在使用过程中的维护、破损更换时采用了不同品牌的胶体导致不相容，而产生安全隐患和功能性障碍（影响密封性能）。

**解决办法：**竣工图是施工单位与建设单位进行竣工决算的依据，也是使用单位进行幕墙维护和保养的重要资料。因此，幕墙施工结

束后，必须将施工过程中材料使用信息全面落实到竣工图编制中去。

### 3.3.8 技术指标和参数未作说明

在设计说明中，牵涉幕墙工程实际施工中经常采用的施工措施的技术指标和参数没有说明或图示，主要表现在：

(1)、幕墙工程采用后置埋件的，后置埋件中膨胀螺栓及化学锚栓的抗拉拔力设计值或测试值未作说明；

(2)、石材幕墙采用背栓式构造，对石材背栓的抗拉拔力设计值或测试值未作说明；

(3)、对结构胶的规格未作说明（结构胶未标注厚度和宽度、隐框或半隐框中空玻璃结构胶未标注胶深度），或图纸中结构胶的厚度与宽度与计算书中计算结果不符；

(4)、对焊缝的相关规格要求未作说明（受力焊缝未标注高度和长度）；

(5)、计算书中要求铝型材采用 6063A-T5 或 6063A-T6 的，不同材质铝型材使用位置未做说明要求；

(6)、面板固定压板、开启窗边框与幕墙骨架固定螺丝间距未作要求；

(7)、工程中采用了索、杆结构支撑体系，但在设计说明中没有给出相应索、杆预张力值，也没有给出施工张拉时预张力的误差范围。

### 3.3.9 墙角和大面铝型材材质未划分

在有些幕墙工程的结构计算中，能够按照《建筑结构荷载规范（GB50009-2012）》墙角区和大面区分别进行取值、计算，并明确所用材质要求，如大面区采用 6063A-T5 型材，墙角区采用 6063A-T6

型材。但在设计说明中和竣工图中，未对工程中使用不同材质铝型材的部位进行详细的说明和描述。

### 3.3.10 幕墙加工制作要求缺项

对于幕墙单元板块、幕墙开启扇、玻璃副框等部件加工、制作要求在设计说明当中没有体现或技术参数要求不够详尽；埋件加工时选用钢筋等级出现原则错误、焊缝形式与等级没有明确说明；龙骨等焊接后焊缝的二次防腐设计要求不明；设计对幕墙安装施工的要求说明不全面或遗漏、指导性不强。

尤其对于背栓式干挂石材幕墙，《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133-2001）》并没有此种技术形式相关条文的规定，但目前在国内及行业内已经普遍大面积使用。因此，必须在设计说明中对石材板块的钻孔尺寸及允许偏差、设计上要求的最小背栓拉拔力设计值等有具体明确的规定。

### 3.3.11 防雷设计说明不详细或缺失

缺少防雷设计的相应内容，或者防雷设计说明不具体，幕墙自身的防雷系统（防直击雷和防侧雷）介绍不完全，仅仅说明上下立柱连接的导线及与“幕墙防雷系统与主体结构防雷系统可靠连接”一句话概括，采用石材收边的女儿墙顶防雷设计交待不清；幕墙防雷没有相应的作法要求、材料要求、达到相应等级的要求等。

## 3.4 竣工图纸不全或有漏项

竣工图常见问题主要出在细部构造节点图上，由于有些单位幕墙平面、立面设计与节点设计分别由不同设计人员完成，还存在二者不对应的情况。

竣工图纸不全，未能反映幕墙工程全部施工内容；或竣工图虽能

反映全部施工内容，但在防火防雷节点或隐蔽工程节点上内容缺失。主要表现在：

(1)、实际工程有多个雨棚，竣工图中仅有其中一个或没有；汽车坡道棚顶竣工图纸缺失现象较多；

(2)、一些必要的剖面图缺失；

(3)、遗漏避直击雷节点图；

(4)、遗漏不同类型幕墙间防火封堵节点；

(5)、缺少变形缝处节点；

(6)、缺防火分区位置处幕墙节点；

(7)、缺少铝合金型材断面图、重要零配件加工图；

(8)、缺少组件图和挂件图。如铝板、人造板、石材板块部件图、单元幕墙组件图等。

### 3.5 竣工图与现场实际情况不符

幕墙施工单位在竣工图编制时直接用施工图代替，施工过程中的一些变更、工程增量、工程材料信息等没有反映到竣工图当中去，导致竣工图与实际工程现场情况不符，主要表现在：

(1)、工程质量管理资料中报验了大量的锚板和锚栓，工程实际采用的是后置埋件，但在竣工图中却依然是预埋件；

(2)、实际工程中采用多个雨棚，但在竣工图中仅编制一个或没有。尤其是汽车坡道雨棚在工程结算报告中包含此部分工程量，但在竣工图中没有得到反映；

(3)、竣工图中石材幕墙采用开放式构造，但由于防水处理不好，工程现场进行了打胶处理；竣工图中开放石材采用“镀锌钢板+防水卷材”作防水构造，但出于施工方便和经济因素考虑，施工现场实际采

用的是铝塑板做为防水材料；

(4)、石材幕墙支撑龙骨采用螺栓连接，施工现场实际采用的是焊接；

(5)、竣工图中隐框开启扇玻璃下口带不小于 100mm 长的托边，铝型材壁厚不小于 2mm，而现场实际无托边或托边的铝合金材料仅为不到 1mm 的铝皮；

(6)、竣工图中开启扇采用挂钩式，但没设限位装置或虽设限位装置，但现场检查未设；或现场将开启窗更改为链条式；

(7)、大堂入口大跨度玻璃幕墙支撑钢结构，竣工图中采用的是铰接形式，但在实际工程中采用的却是两端固接形式；

(8)、规范要求防火层防火封堵材料(如岩棉或矿棉)应经国家认可的专业机构进行测试合格后方可应用于实际幕墙，安装厚度不应小于 100mm，下面应有 1.5mm 的镀锌钢板承托；

(9)、在点支承幕墙结构设计要求：单根型钢或钢管作为支承时，端部与主体结构的连接构造应能适应主体结构的位移。在检查时发现有的工程，两端上下连接座与钢管采用焊接的方法，无法适应主体结构的位移。

### 3.6 幕墙防火设计常见问题及解决办法

最新《建筑设计防火规范》(GB50016-2014)已经于 2014 年发布，于 2015 年 5 月 1 日起正式实施。建筑幕墙的防火设计主要为防火分区左右两侧幕墙防火设计、层间防火、防烟封堵等部分。

#### 3.6.1 防火分区左右两侧幕墙未做防火设计

在大型公共建筑及商业综合体项目中，同一楼层面积过大，应用防火隔断分为若干防火分区（图 3-4）。

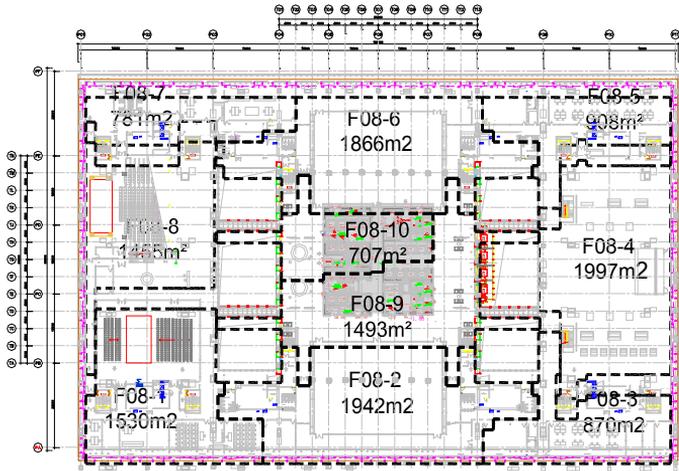


图 3-4 某工程平面防火分区示意

在防火隔断与室外幕墙交接位置，防火隔断左右两侧各 1.0 米宽度内的幕墙应设不燃烧墙体，实体墙、防火材料构成的不燃烧墙体、单片防火玻璃等可计入这 1.0 米。

在实际工程中，由于幕墙设计人员对《建筑设计防火规范（GB50016）》理解不深，此处未做防火设计；或虽然做了防火设计，但简单的采用防火玻璃，其支撑龙骨、密封材料等未进行防火设计考虑。

**解决办法：**防火分区左右两侧幕墙各 1.0 米范围内，必须进行防火设计，按照建筑设计要求达到相应的防火等级。

室内防火隔墙（防火分区）到楼面边缘处与幕墙相交，两侧应有耐火极限不低于 1.0 小时，宽度不小于 1.0m 的竖向耐火带。可计入这竖向耐火带宽度的部件有：实体混凝土墙或砌体墙；玻璃幕墙

的防火玻璃面板；石材幕墙的天然石板、微晶玻璃面板。

如图 3-5，防火隔断左右两侧各 1.0 米宽度内为实体混凝土墙或砌体墙，外幕墙采用石材幕墙或金属板幕墙，满足防火设计要求。

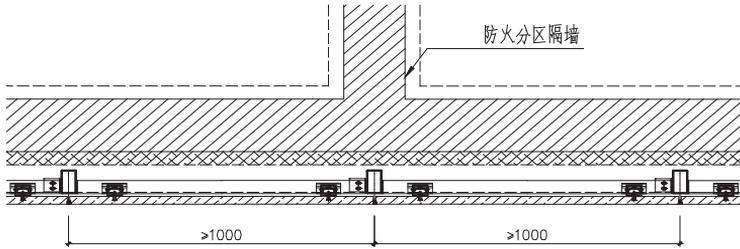


图 3-5 防火分区处幕墙构造做法 (1)

如图 3-6，防火隔断左右两侧各 1.0 米宽度内的幕墙虽然采用玻璃幕墙，但竖向设置了单片防火玻璃，满足防火设计要求。

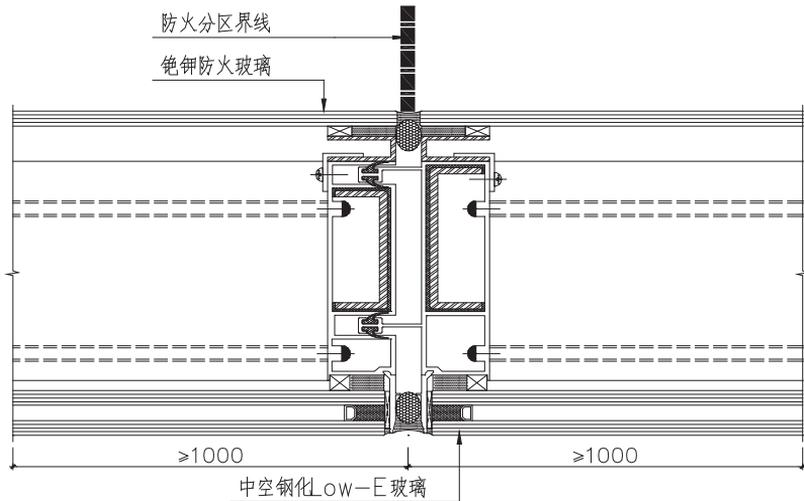


图 3-6 防火分区处幕墙构造做法 (2)

防火分区左右两侧是铝合金玻璃幕墙的，除室内片玻璃采用防火玻璃外，其支撑龙骨必须采用耐火极限更好的钢龙骨，可外扣铝合金装饰型材。打胶处，应先打密封胶，然后再其外在打注防火胶（图 3-7）。

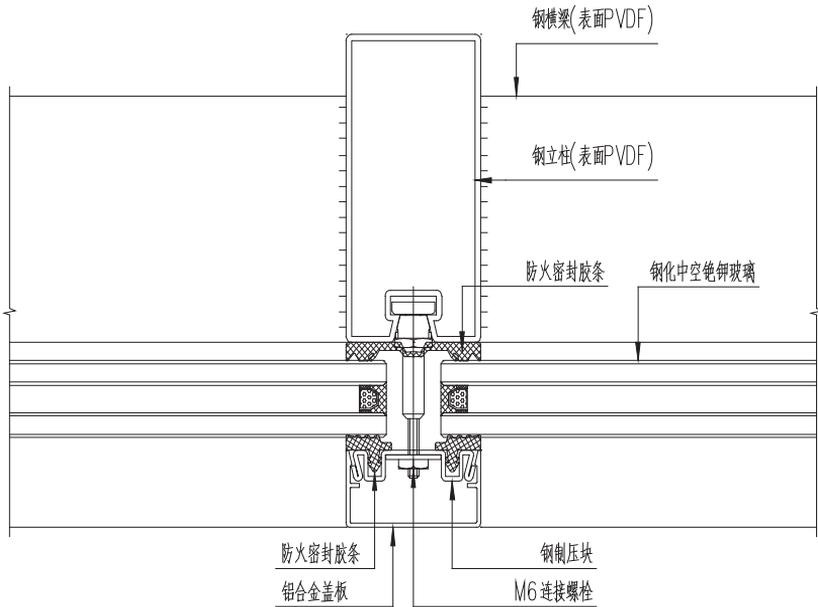


图 3-7 防火分区处玻璃幕墙构造做法

### 3.6.2 层间防火设计有缺陷

多层建筑每层是一个防火分区，为防止火灾从一个防火分区向另一个分区蔓延，层间必须防火分隔，层间防火带可以避免火从下一楼层向上一楼层蔓延（图 3-8）。

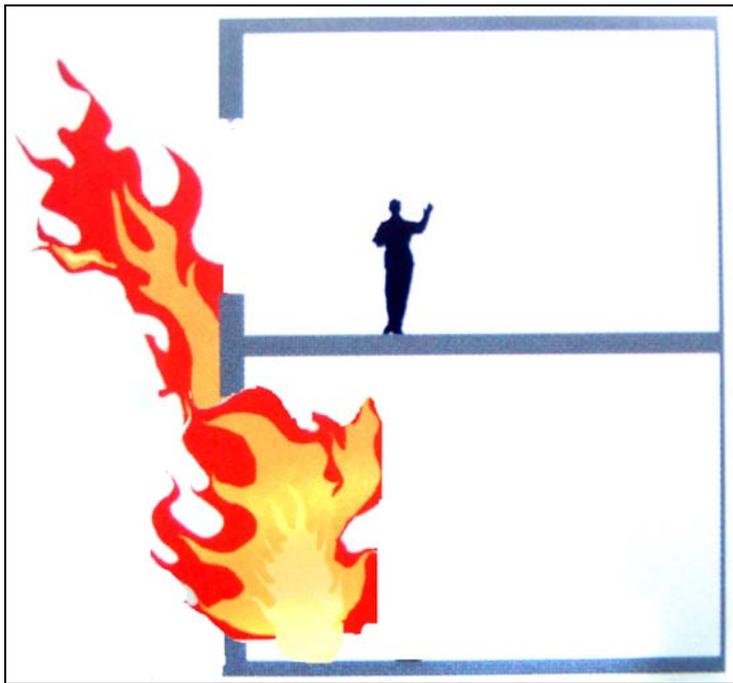


图 3-8 层间防火带示意图

楼面外缘应有耐火时间不低于 1.0 小时、高度不小于 800mm 的水平耐火带。水平耐火带的位置可在楼面标高之上、跨越楼面标高或在楼面标高之下。

可以计入这个耐火带高度的部件有：不燃烧的实体裙墙、楼面边缘的钢筋混凝土梁板、由耐火材料组成的防火裙墙、防火玻璃板等(图 3-9~图 3-11)。

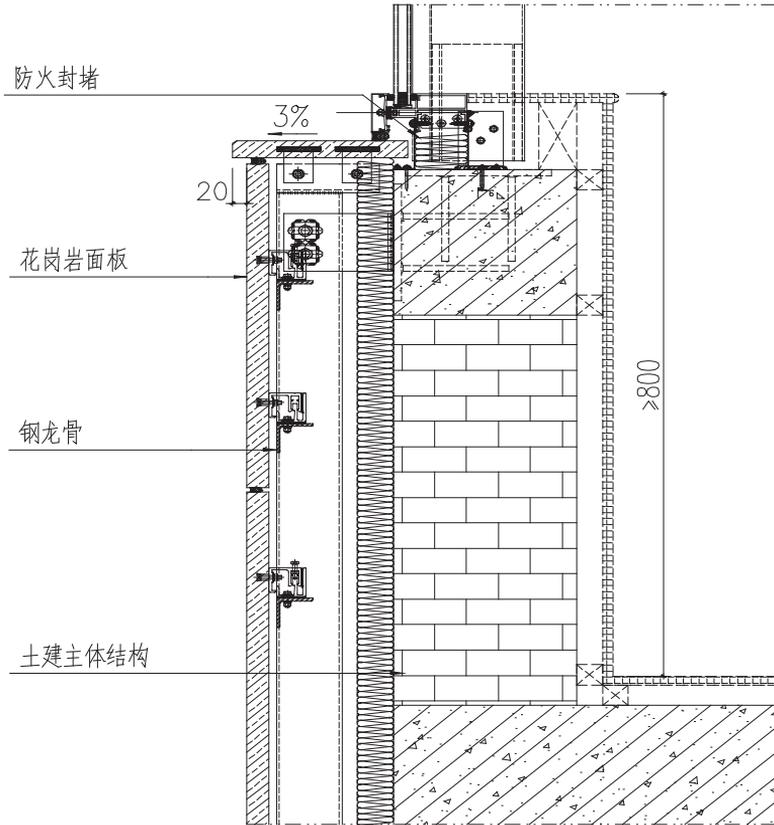


图 3-9 层间防火构造处理(1)- 不燃烧的实体裙墙

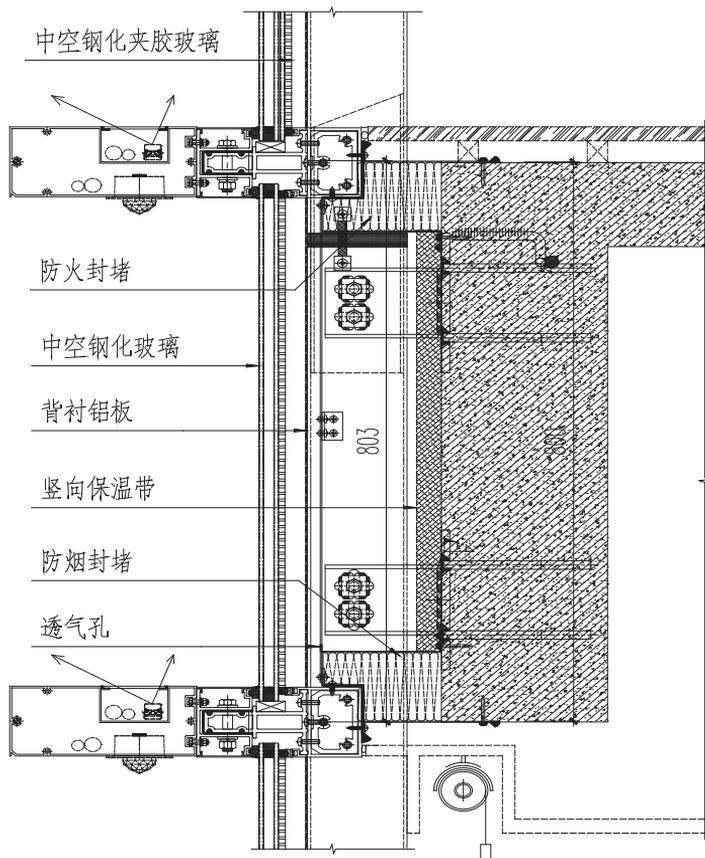


图 3-10 层间防火构造处理(2)-楼面边缘的钢筋混凝土梁板

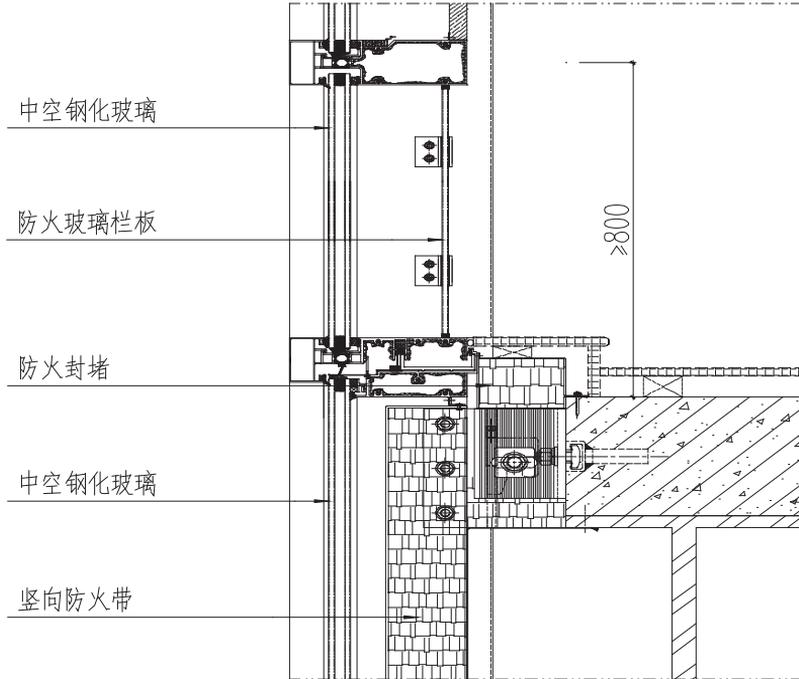


图 3-11 层间防火构造处理 (3) - 由耐火材料组成的防火裙墙、  
防火玻璃板

但在实际层间防火设计中，由于概念理解不清，常犯错误如下：

(1)、混凝土梁高度不够

当多层建筑层间混凝土梁高度小于 800mm 时，未采取构造措施使层间防火高度满足规范要求（图 3-12）。

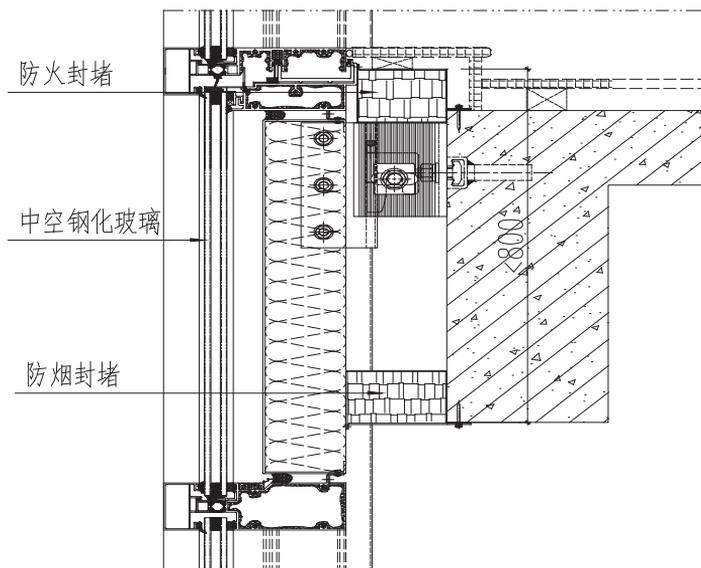


图 3-12 层间防火高度不够

**解决办法：**应在混凝土梁的外侧设计采用由防火材料组成的防火墙，其高度应大于或等于 800mm（图 3-13）。

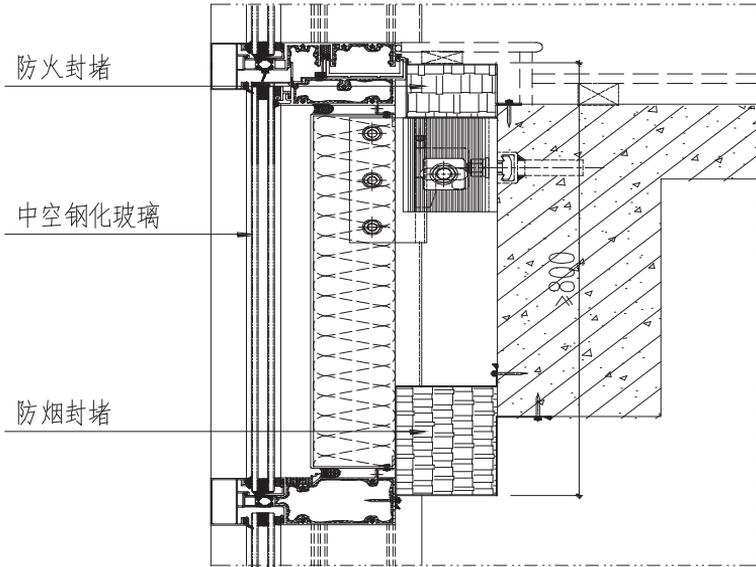


图 3-13 混凝土梁高度不够层间防火构造处理

(2)、混凝土梁距幕墙太远

当多层建筑层间混凝土梁外侧距离玻璃幕墙尺寸太大时 ( $\geq 500\text{mm}$ )，虽然混凝土梁的高度大于或等于 800，但不应计入层间防火 800mm 高度 (图 3-14)。

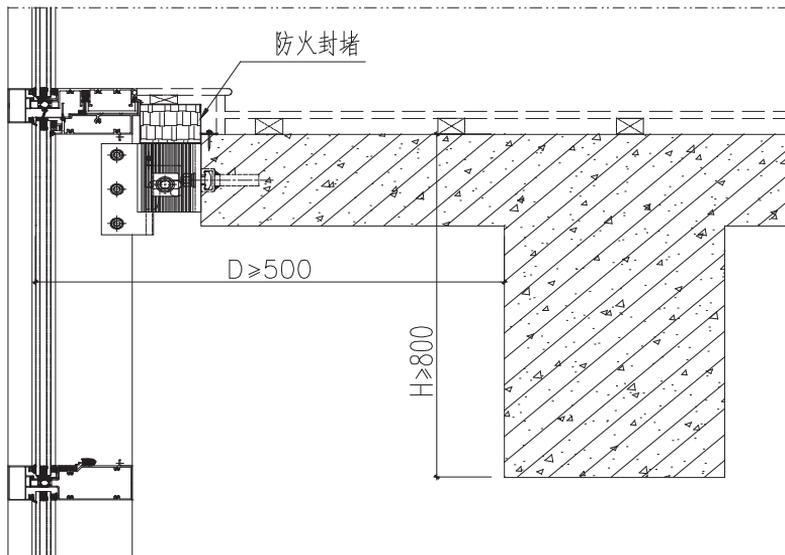


图 3-14 混凝土梁远离幕墙

**解决办法：**应在混凝土梁的外侧、幕墙内侧设置高度不小于800mm 高的竖向耐火带，竖向保温层应改为防火墙，保温棉改为防火棉（图 3-15）。

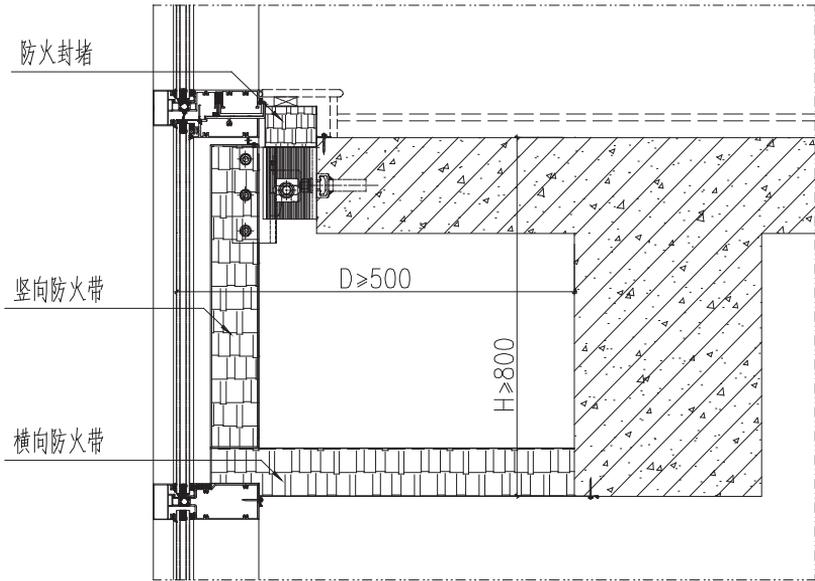


图 3-15 混凝土梁远离幕墙层间防火构造示意

### (3)、层间未设置 800mm 高不燃烧墙体

在多层建筑一些悬挑混凝土楼板的结构中，忽略了层间防火设计要求，未设置不小于 800mm 高的竖向层间耐火带（图 3-16）。

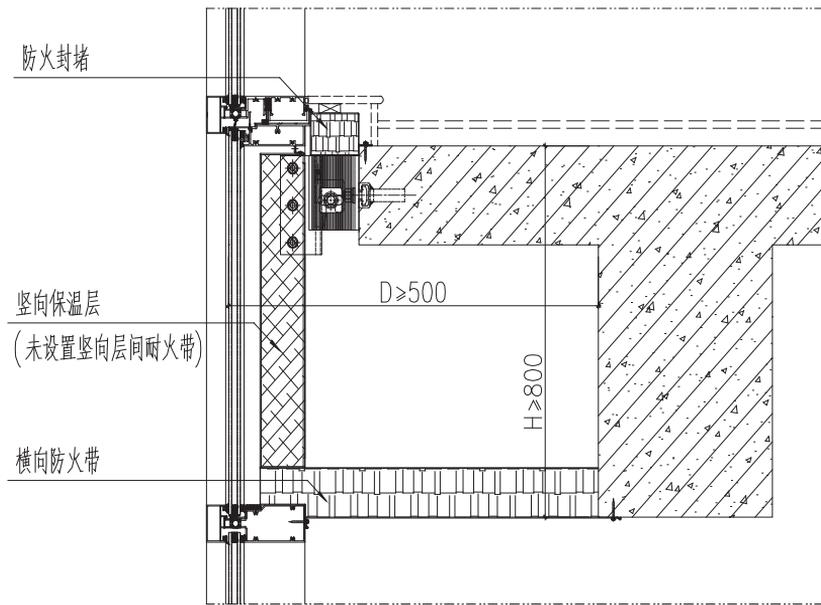


图 3-16 层间未设防火带

**解决办法:** 对于在悬挑混凝土楼板的结构中, 必须增设 $\geq 800\text{mm}$ 高由防火棉组成不燃烧墙体 (图 3-17)。

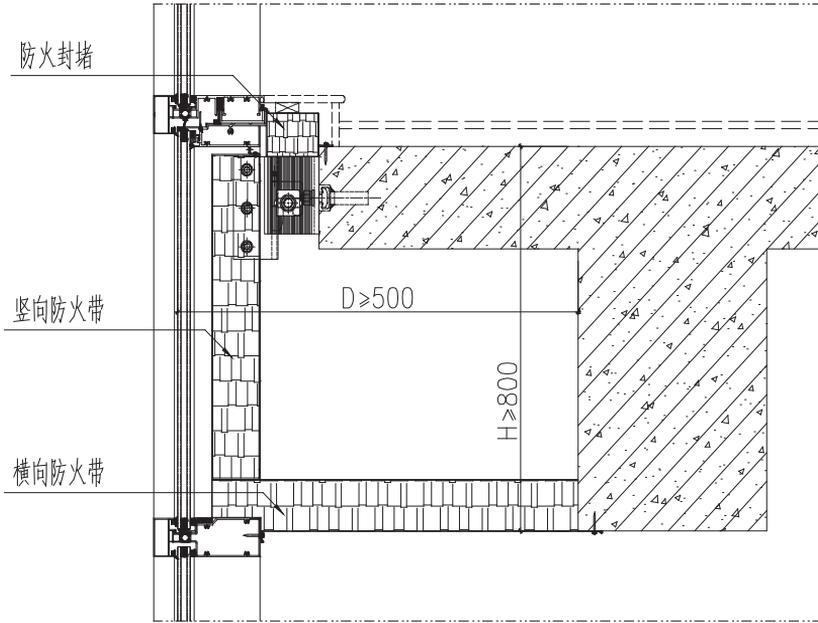


图 3-17 层间不燃烧墙体的设计

对于“钢结构+混凝土”的层间楼面，可通过在玻璃幕墙立柱上加装钢化夹胶防火玻璃来充当不燃烧墙体（图 3-18）。

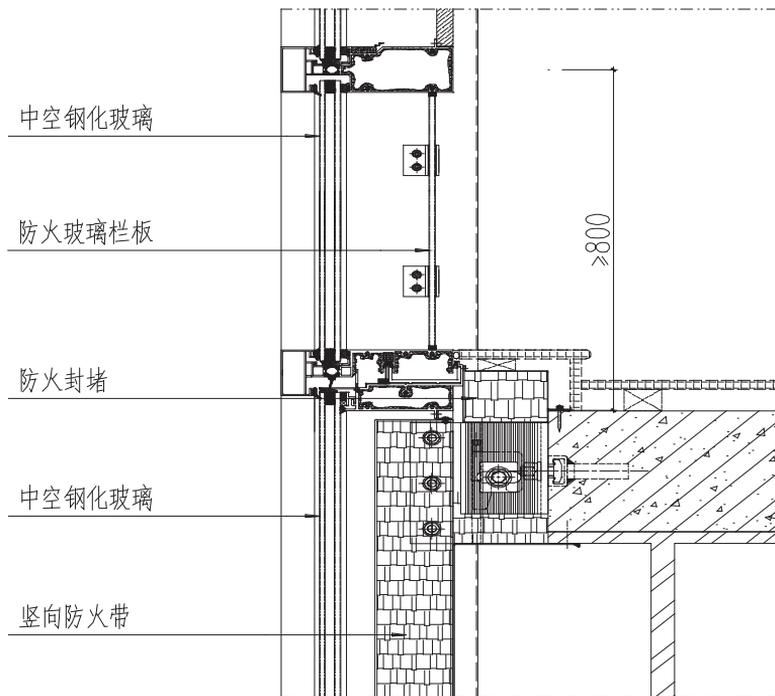


图 3-18 “钢结构+混凝土”结构层间防火构造示意

### 3.6.3 层间防烟设计不到位

为防止下层的烟雾窜入上层,在楼层间位置幕墙与楼面结构之间要作防烟封堵。防烟封堵要求密实,不透烟,可用岩棉、防火板、单片防火玻璃等,只要达到不透烟的目的就可以了。最常用的做法是 100 毫米厚的防火岩棉,用 1.5mm 厚镀锌钢板板或防火板承托。防烟封堵可做一道或两道,位置不限(图 3-19)。

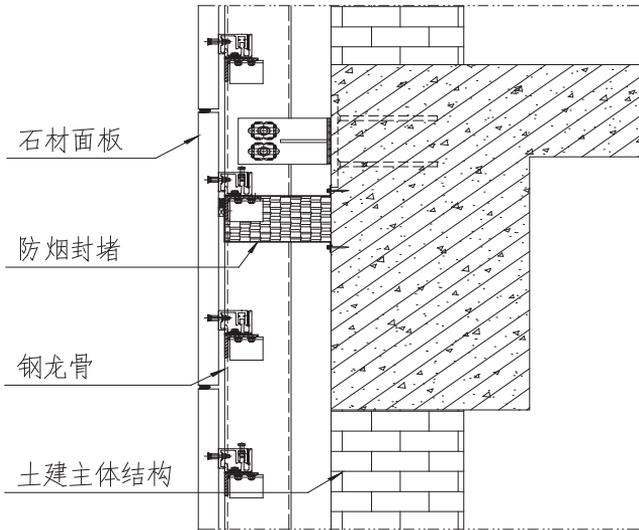


图 3-19 层间防烟封堵构造示意

#### (1)、防火棉设计不到位

在层间防烟(火)设计中,依然采用防火时限不达标的聚苯保温板做封堵、或防火棉置于聚苯保温板上,当出现火灾时,聚苯保温板烧出大口,防烟封堵失去作用,极易造成安全隐患(图 3-20)。

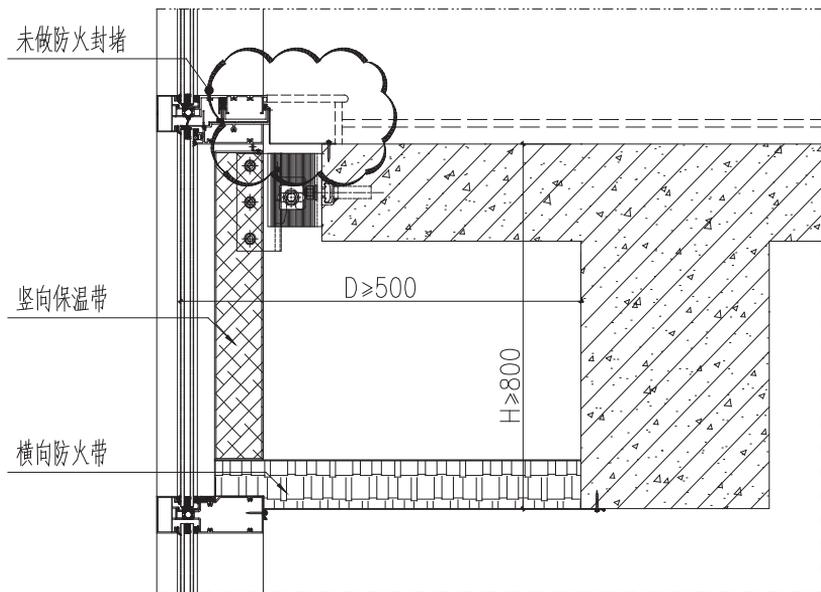


图 3-20 防烟封堵设计——防火棉不连续

**解决办法：**层间防火（烟）构造处理所用材料，必须采用满足《建筑设计防火规范》（GB50016）和《玻璃幕墙工程技术规范》（JGJ103）等相关国家及行业标准要求；同时，防火棉必须连续，不留空档和缝隙（图 3-21）。

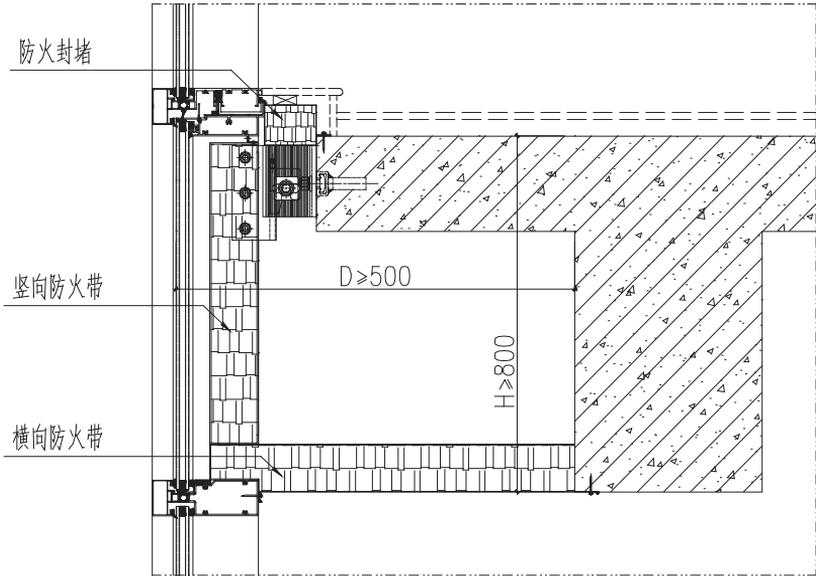


图 3-21 防烟封堵设计——防火棉连续铺设

### (2)、层间防烟不封闭

在层间防烟设计中，防火棉虽然设置两道，但收在幕墙背后的保温棉上，层间未形成封闭的空间，反而形成烟雾上升通道，防烟设计形同虚设（图 3-22）。

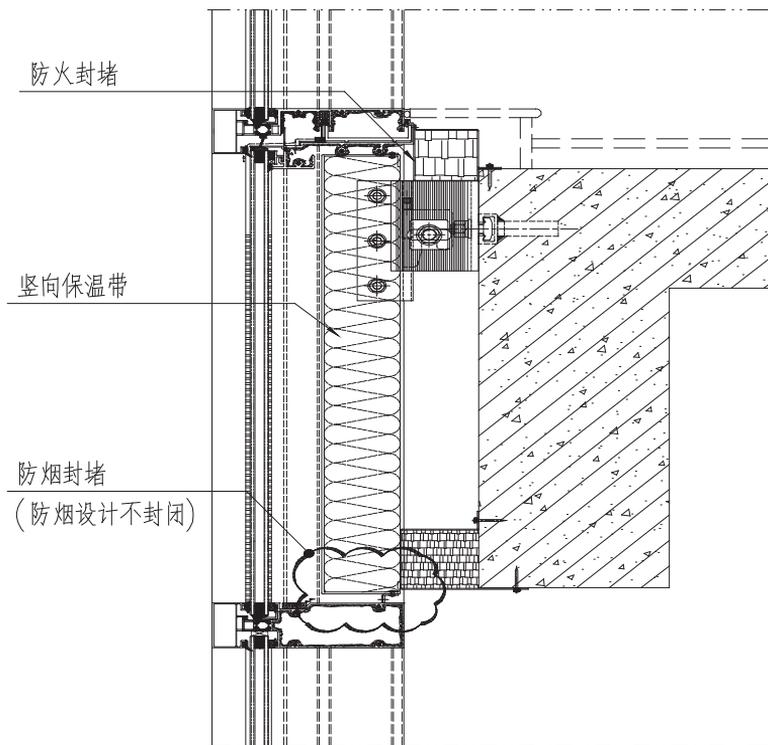


图 3-22 防烟封堵设计——防烟设计不封闭

**解决办法：**当采用岩棉或矿棉封堵时，应填充密实，填充厚度应不小于 100mm；楼层之间的水平防烟带应采用镀锌钢板承托，钢板厚度应不小于 1.5mm。承托板与主体结构、幕墙构部件以及承托板之间的接缝处应灌注防火密封胶。也可采用压缩矿棉加防火喷涂密封漆的方式（图 3-23）。

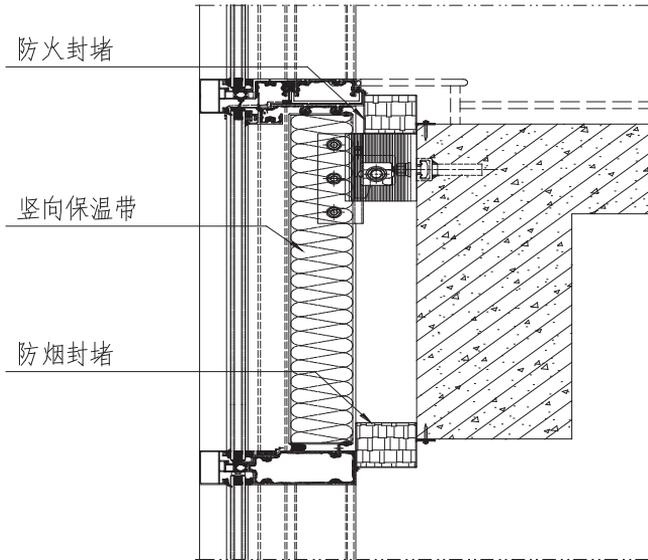


图 3-23 层间防火（烟）封堵

### 3.6.4 实体墙上防烟设计不到位

在无主体结构实体墙的部位，幕墙与周边防火分隔构件间的缝隙、与楼板或隔墙外沿间的缝隙等，应进行防火封堵设计；在有主体结构实体墙的部位，与实体墙面洞口边缘间的缝隙以及与实体墙周边的缝隙等，应进行防火封堵设计。

铝板幕墙或石材幕墙等非可燃面板的建筑幕墙工程的后面如为实体墙，可以不每层做层间防烟封堵，但门窗洞口周边要做防烟封堵，通常用 100 毫米厚的防火岩棉，洞口封堵的目的是防止幕墙后面的烟通过洞口周边的空隙窜入室内。

#### (1)、门窗边缘未做防烟封堵

实体墙面不设层间防烟封堵时，门窗洞口边缘应加封堵。门窗洞口边不加封堵，烟会窜入室内（图3-24）。

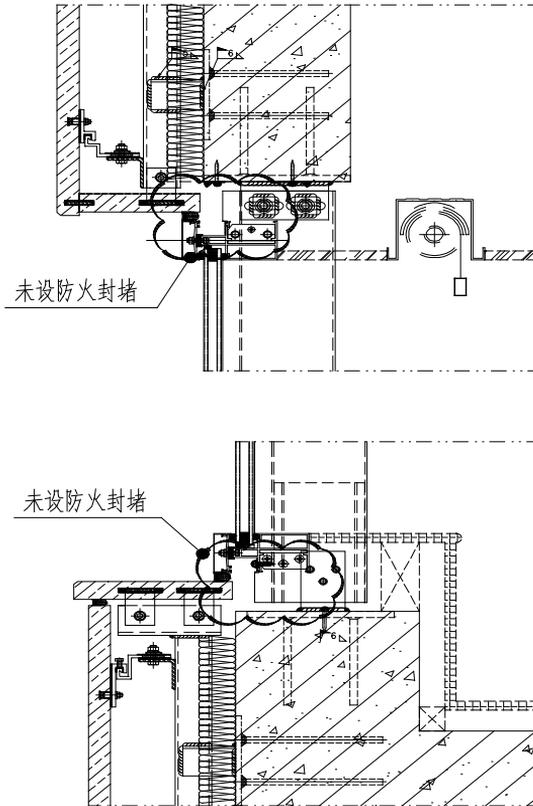


图3-24 实体墙上防烟设计——门窗洞口未做防烟封堵

**解决办法：**与实体墙面洞口边缘间的缝隙以及与实体墙周边的缝隙等进行防火封堵，应采用岩棉或矿棉封堵，1.5mm厚镀锌钢板承托，并与实体墙或幕墙支撑龙骨具有可靠的连接（图3-25）。

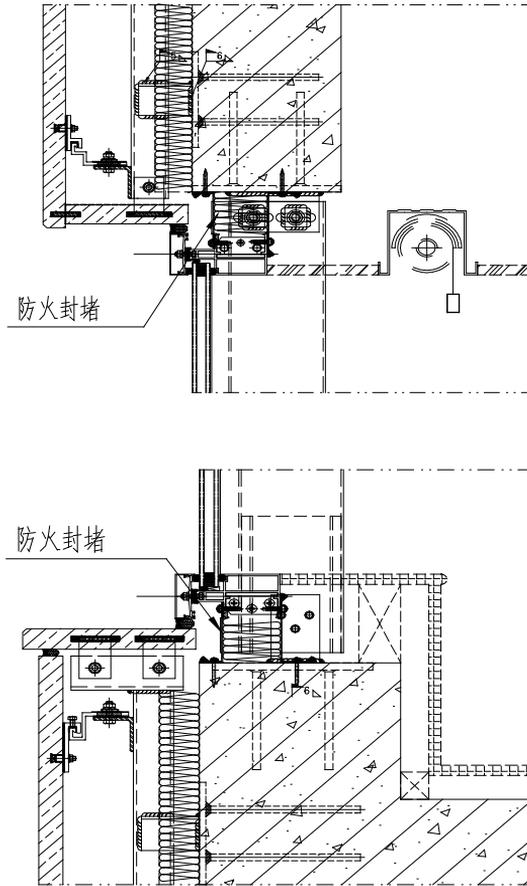


图 3-25 门窗洞口边缘防火封堵设计

(2)、不同类型幕墙接口处未做防烟封堵

在实际建设工程项目中，金属与石材幕墙等作为非透明幕墙往往在实体墙的外侧采用，一般层间不做防火封堵设计。若玻璃幕墙

与其接口处不做防烟封堵，发生火灾时，金属与石材幕墙和实体墙间的空隙由于“烟囱效应”会成为烟的竖向通道，存在安全隐患。因此，在同一建筑立面上存在不同的幕墙类型，尤其是玻璃幕墙与石材幕墙、金属幕墙等收口位置，应进行有效的防烟封堵，封堵应密实（图 3-26）。

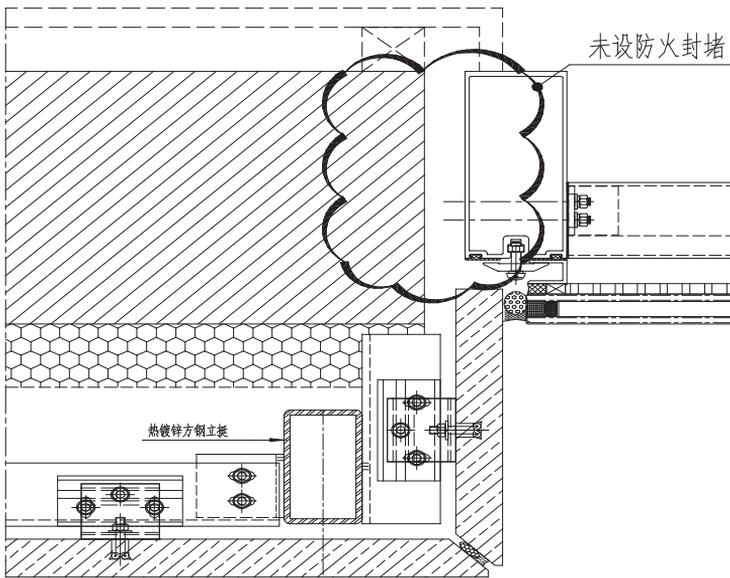


图 3-26 实体墙上防烟设计---不同幕墙交接处未做防烟封堵

**解决办法：**玻璃幕墙与其它非透明幕墙接口处应进行防火封堵设计，应采用岩棉或矿棉封堵，1.5mm 厚镀锌钢板承托，并与实体墙或幕墙支撑龙骨具有可靠的连接（图 3-27）。

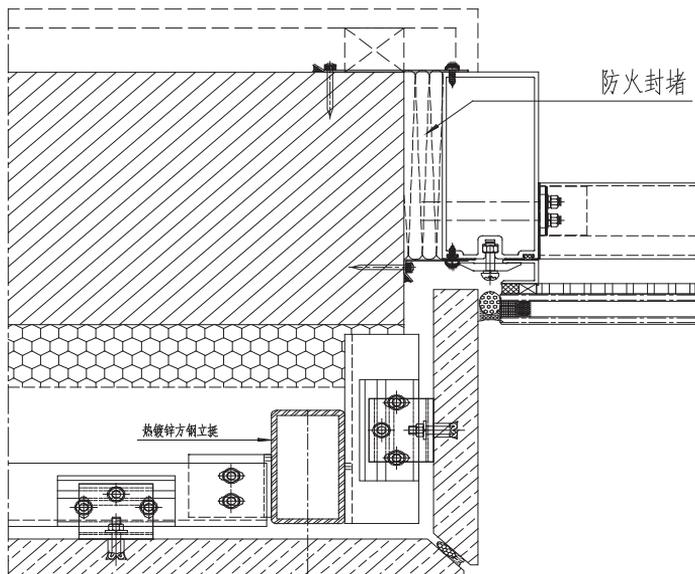


图 3-27 实体墙上防烟设计——不同幕墙交接处防烟封堵设计

### 3.6.5 层间防火设计其它问题

#### (1)、不能把层间 800mm 高空隙全堵死

用防火岩棉做层间防烟封堵，可以只做一道，也可以在楼面梁上下各做一道，每道的厚度为 100mm，岩棉要充填密实，不能透烟。

充填密实不是把板后面的空间全部填满。而是在 100mm 的厚度（高度）范围内不留空隙，不透烟。如果把板后空间全堵死，没有了空气层，容易结露，降低保温性能。如果前面是玻璃板，阳光下特别容易积聚热量，使玻璃破裂（图 3-28）。

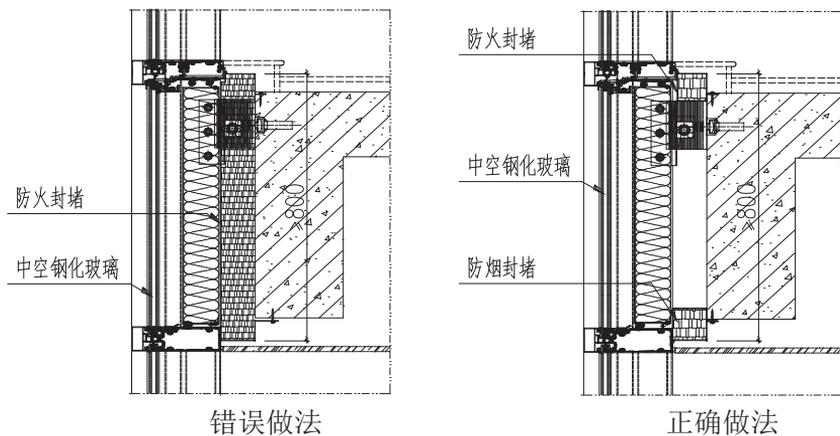


图 3-28 混凝土梁层间封堵做法

(2)、玻璃后面的保温层要通风

玻璃与保温层之间至少要有 50mm 的距离，上方和背面要开通风小孔，要防止阳光照射下空腔内温度太高致使玻璃破裂（图 3-29）。

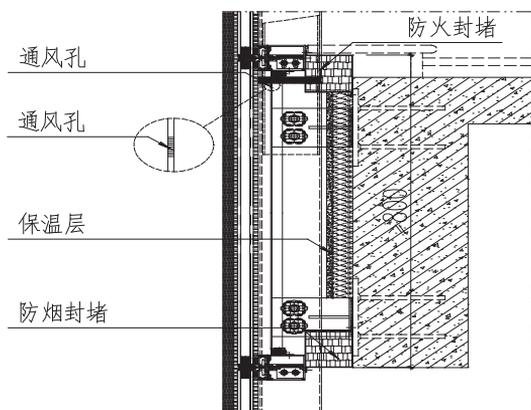


图 3-29 混凝土梁层间封堵通风口设置

### (3)、堵塞有危险的竖向孔道

在有些建筑中，由于立面造型的需要，外立面会采用尺寸较大的铝板或石材装饰线条。凹凸造型的装饰线条若不进行防烟封堵，形成通风管道，为挤塑板等燃烧提供源源不断的氧气，扩大火灾（图 3-30）。



图 3-30 建筑立面上的竖向装饰线条

因此，对有可能促使火灾蔓延、能在火灾燃烧中提供空气的竖向空间，要采用防火材料予以适当分隔，变为较小的空间。一般情况下，每三层、不超过 20 米设置一道防烟封堵较为适宜（图 3-31）。

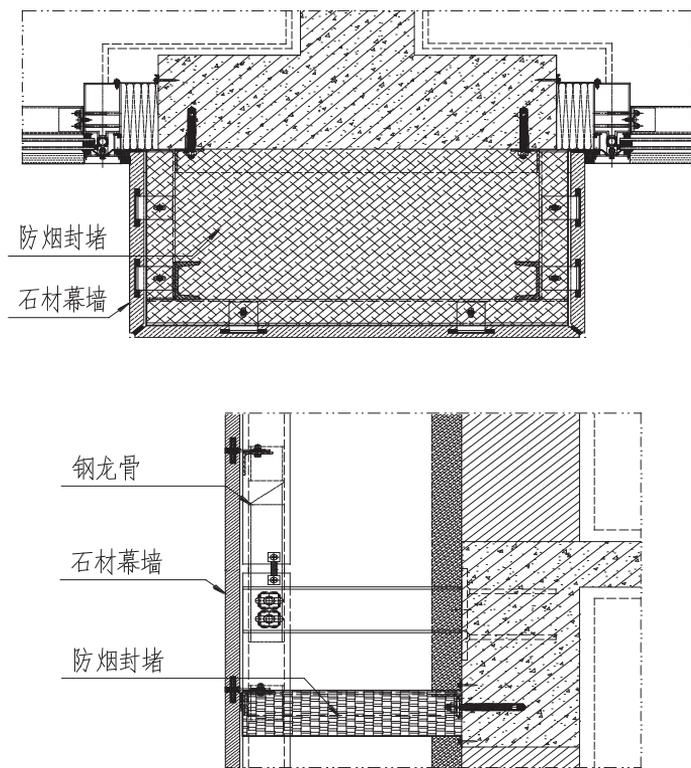


图 3-31 竖向装饰线条的防烟封堵

### 3.6.6 大型金属屋面欠缺防火设计

大型公共建筑的金属屋面或金属幕墙往往面积很大，保温层又连续满铺。如果采用挤塑板这样可能引火的材料，一旦着火，将迅速扩大火灾范围，“星星之火，可以燎原。”在幕墙及金属屋面设计时，必须采取措施加以防范（图 3-31）：

(1)、建议大面积连续满铺的保温层应进行防火分区设计。可参照建筑平面防火分区来进行；建筑平面上没有进行防火分区的，应采用钢板、防火板划分成 1000~2000 平方米的防火分区。



a. 首都机场 T3 航站楼,  
30 万平方米

b. 重庆机场 T3A 航站楼,  
26 万平方米

图 3-31 大型金属屋面工程

(2)、金属屋面各构造层次应尽可能采用防火性能较好的材料。

### 3.6.7 防火隔断后置埋件使用化学锚栓

在大型公共空间尤其是展览中心建筑项目中,由于建筑防火设计的需要,在展厅内需设置防火隔断。当单层面积大于 2000 平方米时,应采用防火墙将楼层平面划分为 2000 平方米以下的防火分区。如需要透明的隔断,可采用玻璃防火墙(图 3-32)。



图 3-32 某会展中心玻璃防火隔断

防火玻璃分隔墙的耐火极限包括防火玻璃及其支承框架在内的全部装置，不能只以单一的防火玻璃板块考虑。玻璃防火墙应采用单片防火玻璃，用带防火保护层的钢结构支承，并用防火密封胶加以密封。

若玻璃防火墙支撑钢框架与混凝土连接采用后置埋件，则不宜采用化学锚栓。这是受化学锚栓的使用温度所限制：

正常使用下：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。宜采用机械后扩底锚栓。

### 3.7 石材幕墙常见问题及解决办法

石材幕墙按照面板材料来进行分类，可以分为花岗石幕墙、大理石幕墙、石灰石幕墙、砂岩幕墙等形式。

石材幕墙是建筑幕墙工程当中应用比较普遍的一种幕墙形式，《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133-2001）》颁布至今已经近 15 年了，

有些条文已经不适应当今石材幕墙工程技术的发展，由于新修订的《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133）》至今未颁布实施，导致石材幕墙在设计过程中存在问题，有些问题还存在安全隐患。

### 3.7.1 石材幕墙采用非花岗岩面板设计不当

近几年来，非花岗岩类石材幕墙在国内一些工程项目上得到了应用，并且有不断向更高高度、更大体量发展的趋势。如图 3-33，天津地铁大厦，采用米黄洞石，高度达 175 米；广州白云会议中心，采用红砂岩，石材面积逾 30000 平方米。



天津地铁大厦



广州白云会议中心

图 3-33 非花岗岩类石材幕墙应用

在《建筑幕墙（GB/T21086-2007）》中，已经允许部分非花岗岩类石材面板应用到石材幕墙工程当中去：“7.2.1.1 幕墙用石材宜选用花岗石，可选用大理石、石灰石、石英砂岩等”；同时对其弯曲强度、吸水率、厚度、单块面积等做出了详细规定（表 3-1）。

表 3-1: 石材面板弯曲强度、吸水率、厚度和单块面积要求

项目	天然花岗石	天然大理石	其他石材	
(干燥及水饱和) 弯曲强度标准值/MPa	≥8.0	≥7.0	≥8.0	$8.0 \geq f$ ≥4.0
吸水率/%	≤0.6	≤0.5	≤5	≤5
最小厚度/mm	≥25	≥35	≥35	≥40
单块面积/m <sup>2</sup>	不宜大于 1.5	不宜大于 1.5	不宜大于 1.5	不宜大于 1.0

在新修订的《金属与石材幕墙工程设计规范（JGJ133）》中，非花岗岩类石材面板用于石材幕墙已经被列入，基本规定如下：

- a. 当采用非花岗岩石材时，幕墙高度不宜超过 150m；
- b. 材质疏松或带有孔洞的石材面板、抗弯强度试验平均值  $f_m$  小于  $8N/mm^2$  的石材面板，宜采取背面增强措施，并宜采用封闭式注胶板缝。

在工程检查中，非花岗岩类石材幕墙普遍存在设计依据不够、石材面板厚度不够、竣工图中石材面板加强措施不够等现象。

**解决办法：**非花岗岩类石材面板应用到石材幕墙当中，必须熟悉其所属种类、材料特点，从而在设计文件中提出其最低使用条件和使用过程中的加强措施等。

(1)、非花岗岩类石材的种类

非花岗岩类石材的种类主要包括以下几种形式:

大理石——包括大理岩、石灰岩、白云岩;

板石——只用砂岩、凝灰岩;

洞石——石灰岩、砂岩、凝灰岩中含有许多孔洞的石材。

上述石材中,大理岩的材质相对较好,用于幕墙问题不大。石灰岩的材性分散,要区别对待,但通过目前国内工程的检查,建筑师和业主偏喜欢用砂岩和洞石。

#### (2)、石灰石、砂岩(洞石)材性特点

石灰石、砂岩(洞石)材料特点如下:

- a. 材质疏松,软弱。有时夹杂松软的条纹、矿脉。容易破损、开裂;
- b. 强度一般较低,强度分布分散,不同产地或矿山、不同开采点、甚至同一开采点不同荒石开出的板材强度相差甚远,品质较难控制;
- c. 吸水率高,甚至可大于6%,有些还遇水软化;
- d. 孔隙率高,抗冻融性能差;
- e. 耐久性差,容易被腐蚀和风化。

#### (3)、石灰石、砂岩(洞石)最低使用条件

a. 受弯强度试验值:

平均不小于  $5\text{N/mm}^2$ ;

单个值不小于  $4\text{N/mm}^2$ 。

b. 无折断,无裂缝,无掉渣,无软弱部分和软弱条纹,无大孔、通孔;

c. 冻融系数不宜小于0.8;

d. 经防水处理后,吸水率不大于1%。

#### (4)、石灰石、砂岩（洞石）加强措施

严把石材质量关：a. 选用矿山之前，要进行考察和材性试验，确保石材符合规定；b. 供货过程每批进行抗弯强度试验；c. 每块板材检查无破损、开裂方可上墙；d. 开孔、开槽等必须用机械进行；e. 表面防水应按规定工艺严格执行。

注意石板分格尺寸：a. 石板尺寸不宜过大，一般控制在 $0.3-0.8\text{m}^2$ 之内；b. 尽量避免长条板，长宽比控制在3:1以下，否则宜用长边支承，增加横梁或立柱，或采用密封拼接的方法。

采取多道安全防范措施：a. 槽口内灌注环氧胶粘剂（符合标准JC 887的要求）；b. 石板背面加粘玻璃纤维织物（图3-34）；c. 采用注胶式板缝；d. 幕墙底下设绿化、水池等隔离带。



图 3-34 石板背面加粘玻璃纤维织物

强度低的石材宜采用背部连接：a. 边部开槽连接时，槽口处剩下的厚度太小，如果石材强度低，很容易崩坏；b. 试验表明：对同一种石材面板，短槽连接承载力小于背栓、背槽和背卡的承载力，建议非花岗岩石材幕墙尽量采用背槽式或背栓式连接（图3-35）。

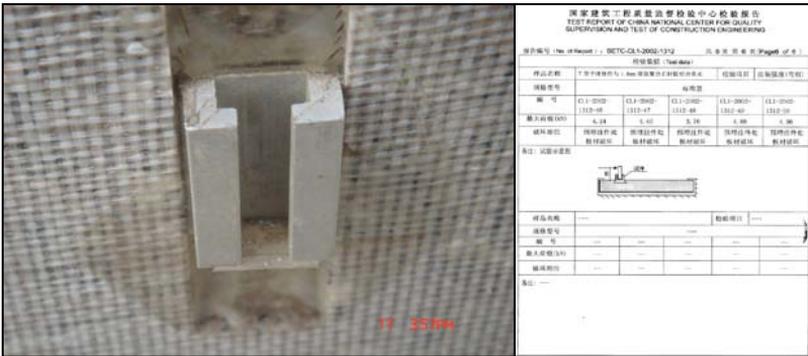
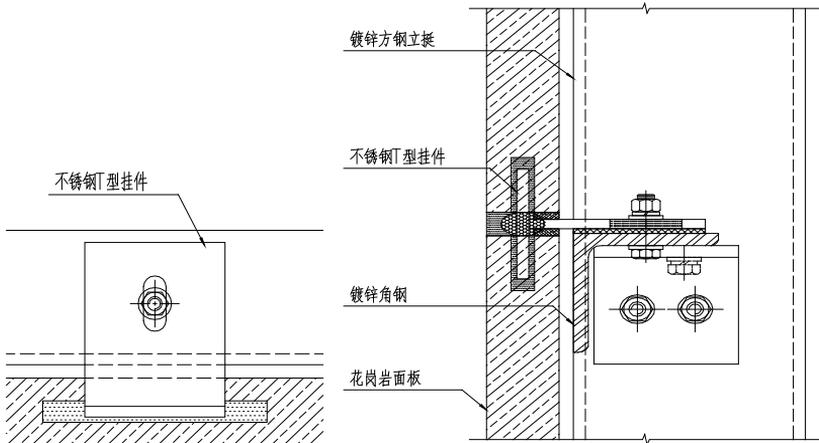


图 3-35 非花岗岩石材背槽式连接

### 3.7.2 石材面板连接构造设计不当

石材面板连接构造设计不当主要表现在石材面板的连接构造上，由于价格、施工方便等多种因素，销钉式、T 型挂件和蝴蝶形挂件在市场上占有率还比较高，在有些地区应用还比较普遍（图 3-36）。



a. T 型挂件

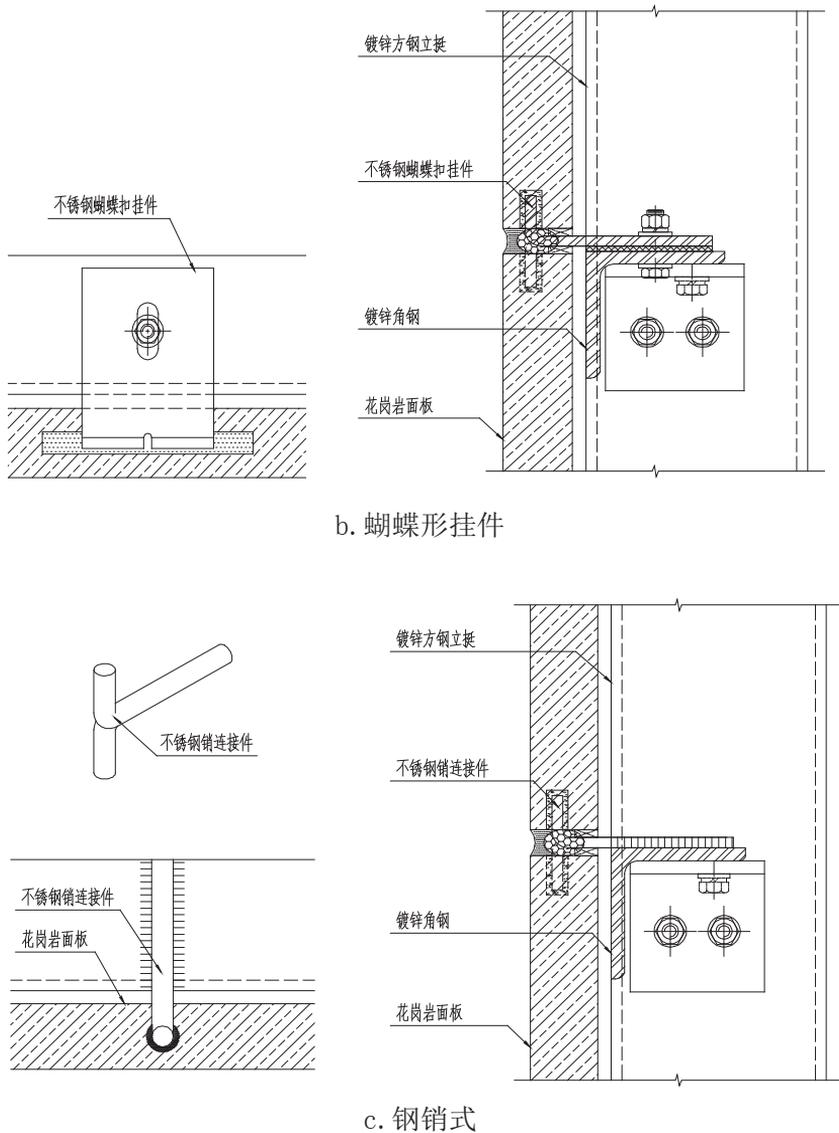


图 3-36 石材幕墙面板连接构造形式

(1)、关于销针式挂件

在近几年的工程检查中，石材幕墙采用钢销式连接依然存在。

依据国家发展和改革委员会于 2005 年颁布的《干挂饰面石材及其金属挂件（JC830.1~830.2-2005）》，在“前言”部分就已经取消了销针式挂件：“取消了原销针式挂件，以 T 型插板和背栓作为主要的金属挂件”。在 2007 年颁布实施的《建筑幕墙（GB/T21086-2007）》进一步加以明确，相关条文为：“5.3.5.3 石材连接用挂件执行标准参见本标准附录 A，应符合其中 JC830.2 的规定”。

在新修订的《金属与石材幕墙工程设计规范（JGJ133）》中，也同样在“前言”部分取消了钢销式石材幕墙的相关内容。新修订的《金属与石材幕墙工程设计规范（JGJ133）》的主要技术内容是：

a、修改了石材幕墙的适用范围，同时补充了高度大于 200m 或体形、风荷载环境复杂的建筑幕墙，宜进行风洞试验确定风荷载；

b、取消了有关温度作用和作用效应的有关计算要求，同时加强了有关构造要求；

c、取消了钢销式石材幕墙的相关内容；

d、补充完善了幕墙结构风荷载、地震作用以及作用效应组合等内容；

e、增加了螺栓连接等面板背部连接方式的设计、加工和安装等要求；

f、增加了非花岗岩天然石材幕墙的有关要求；

g、根据工程建设标准强制性条文的有关要求，较大幅度地调整了强制性条文的内容。

(2)、关于 T 型挂件和蝴蝶形挂件

虽然北京市已经将 T 型挂件和蝴蝶形挂件列为强制淘汰产品，严禁使用，但由于 T 型挂件和蝴蝶形挂件价格便宜、施工完成后平整度好，在全国的市场上还有较大的占有率。采用 T 型挂件和蝴蝶形挂件的石材幕墙，安装完成后形成大片、连续不可错动的墙面，不但维修更换困难，而且抗风、尤其抗震性能较差。在振动台抗震实验和 2008 年汶川地震中，采用该种连接构造的石材幕墙均存在构造上的缺陷。

石材幕墙不应采用 T 型挂件和蝴蝶形挂件这种连接方式，其原因因为：

a、抗震性能不好。每一个挂件同时连接上下两块面板，地震时两块面板可能产生不同的振动，彼此牵扯、相互影响，由于槽口石材面板很薄，容易破坏；

b、维修更换困难。石材破损后，更换新面板时无法直接插入，必须移动多块面板才能腾出足够宽度的空隙，新面板才能装入；

c、当挂件刚度不够时，石材面板重量可能层层下传，影响下层石材的安全。

#### 3.7.3 石材幕墙采用倒插式挂件

石材幕墙采用倒插式挂件构造做法，在层间梁外包石材、与地面收口的底面石材、女儿墙收口石材上采用比较普遍（图 3-37）。

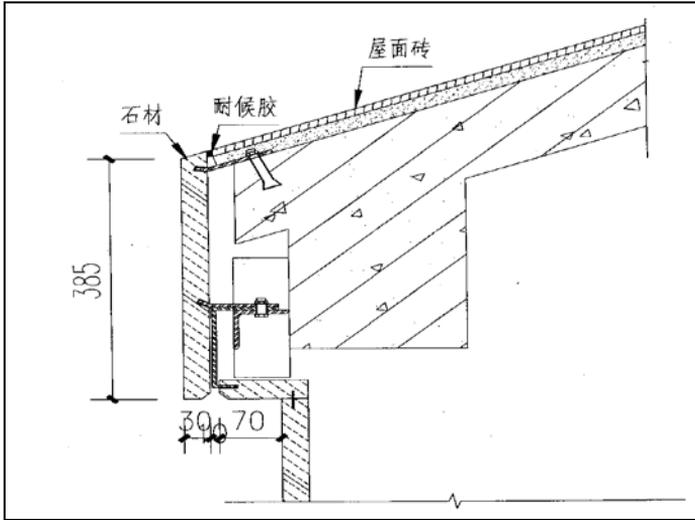


图 3-37 石材幕墙面板采用背插式挂件连接构造

单个石材板块无论是采用相向还是相反的跨间短槽倒插式挂件，其连接均不可靠，应避免使用（图 3-38）。



图 3-38 采用背插式挂件石材面板脱落

这是因为：

a. 倒插式挂件入槽深度很浅，施工稍有偏差，挂件就可能未近槽或未完全进槽，易脱出槽口外；

b. 采用倒插式挂件在石材面板上斜向开槽易形成尖角，石材尖角容易破损；

c. 倒插式挂件同向安装，竖向地震作用时石材面板向上跳动，容易脱出。

#### 3.7.4 倒挂石材面板连接构造设计不当

倒挂石材在石材幕墙工程中都或多或少的存在，主要存在于石材吊顶、门窗洞口的上口石材收边、与地面倾斜面大于75度采用石材幕墙的墙面、梁底反包石材、横向装饰线条的下口石材面板等（图3-39）。

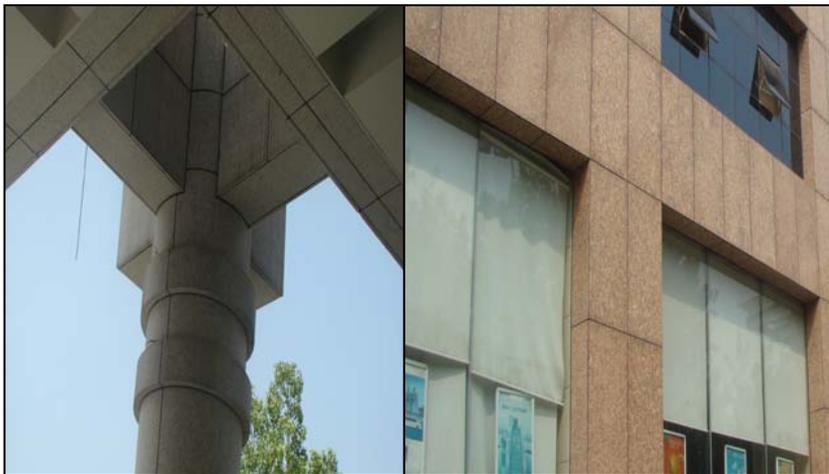


图3-39 工程采用倒挂石材示意（反包梁底、洞口上收边）

虽然依据现行《金属与石材幕墙工程设计规范（JGJ133-2001）》没有对倒挂石材做出具体的规定，但在近几年的工程现场复查时，复查专家对倒挂石材的增强措施的要求越来越高。

**解决办法：**在新修订的《金属与石材幕墙工程设计规范（JGJ133）》中，对倒挂石材规定是：“倒挂石材面板宜采用背栓连接，并宜设置穿透型金属挂件或金属边框，面板背面应进行增强整体性的表面处理(图 3-38)。”

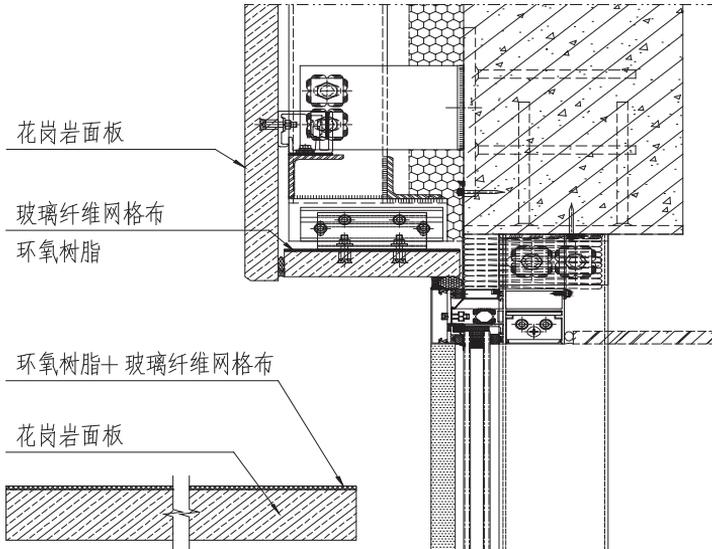


图 3-38 倒挂石材的构造做法

如果考虑经济因素的影响，可以考虑将石材面板更换为仿石材喷涂铝单板，从根本上解决存在的安全隐患。

### 3.7.5 石材面防震缝及伸缩缝的处理不当

为了适应主体结构在防震缝及伸缩缝的变形，石材面板及其支撑结构在防震缝及伸缩缝位置必须断开，形成独立的支撑结构体系；石材面板原则上不能横跨伸缩缝，石材幕墙支撑体系及石材面板必须能适应主体结构的变形。如图3-40，伸缩缝处石材幕墙支撑龙骨虽然断开自成体系，但石材面板在此处简单打胶处理的设计很不合理，石材面板易损坏。

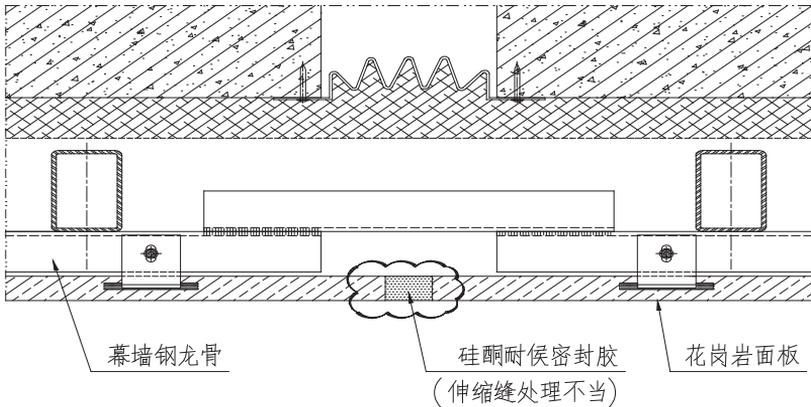


图3-40 石材面板变形缝不合理构造

**解决办法：**石材属于天然脆性材料，其伸缩缝处支撑体系和面板必须具有适应主体结构的变形能力。不但要进行防渗防漏设计，具有保温要求的，还要进行节能构造设计。正确的石材幕墙在防震缝及伸缩缝处构造设计如图3-41所示。

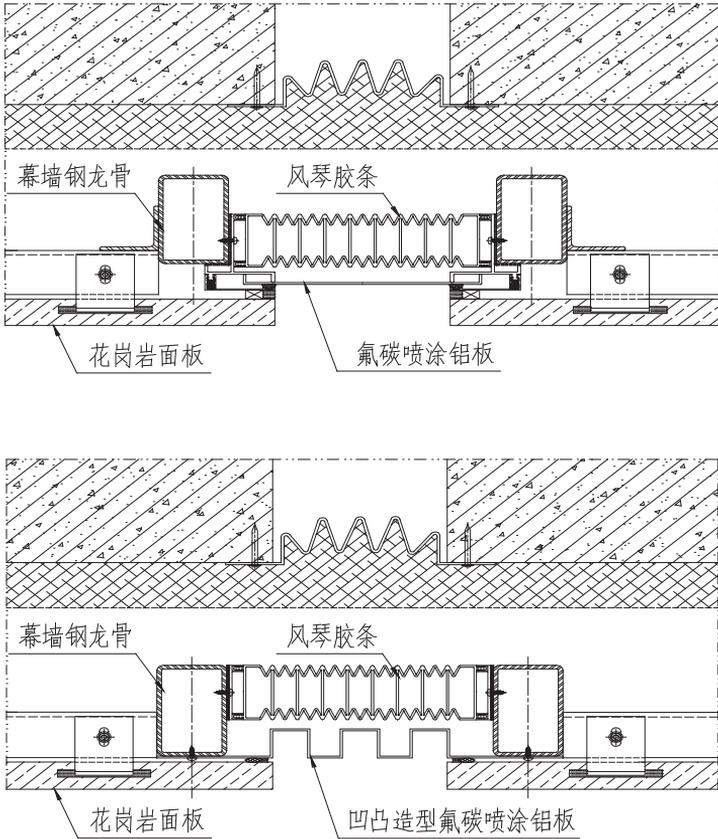


图 3-41 石材幕墙在变形缝处构造

### 3.7.6 石材面板或拐角石材采用粘结构造设计

石材幕墙面板尤其大面石材不能采用粘结，必须采用机械连接，确保其耐久性和可靠性。石材幕墙的阴阳拐角处、石材幕墙竖向装饰线条、门窗洞口上下左右收口处的石材面板，由于石材板块较小，往往采用背

石条（块）粘结、钢销连接构造形式（图3-42），构造设计安全性不高，存在安全隐患。

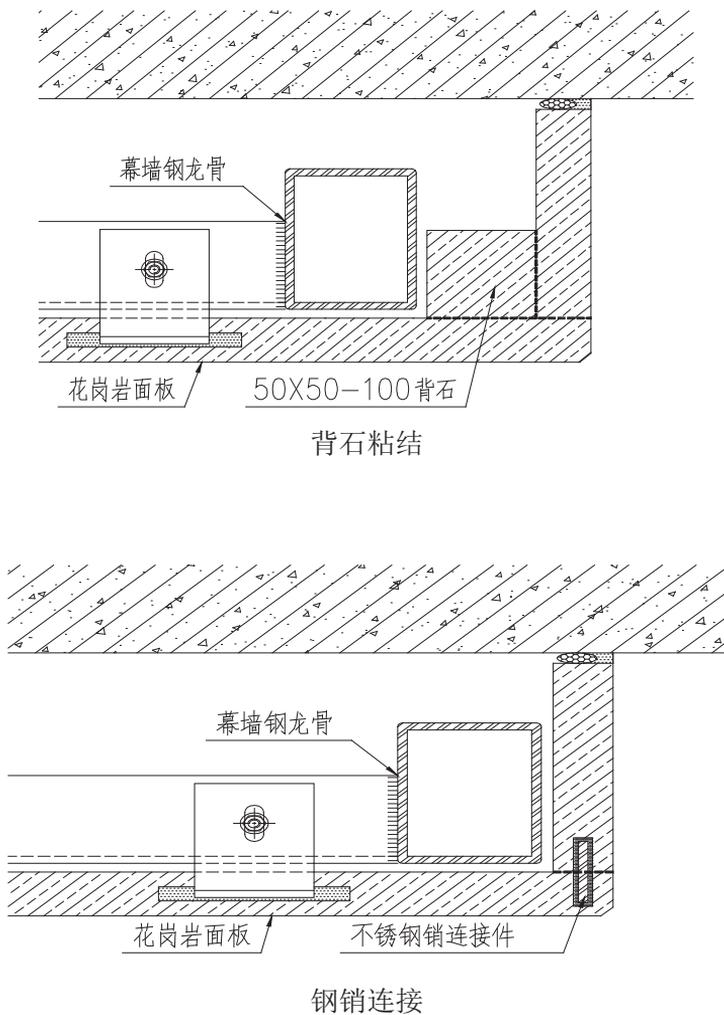
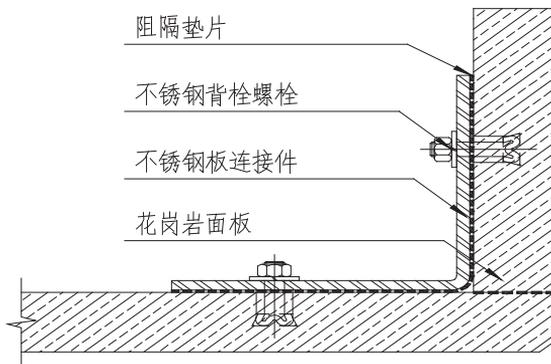
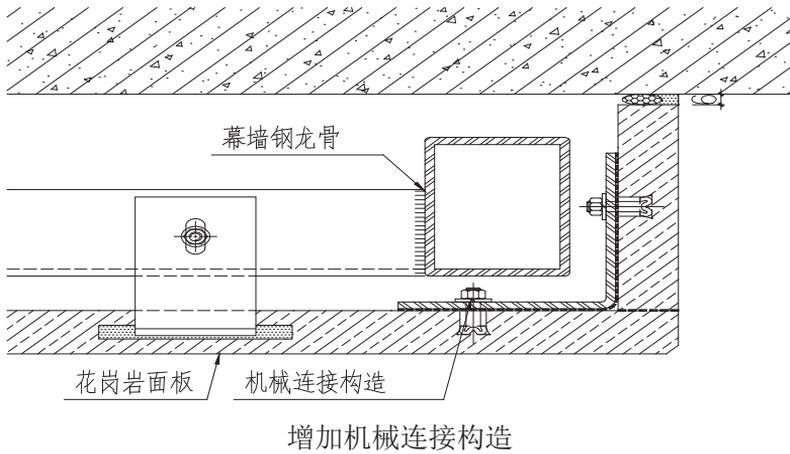


图3-42 附加小板块石材不当处理方式

**解决办法：**石材幕墙拐角位置处附加小板块石材面板必须采用机械连接方式进行加强处理，或增加机械连接构造，或采用“折角钢板+背栓”处理方式，使小板块石材与大面石材面板具有可靠的机械连接（图 3-43）。



与大面板石材具有可靠机械连接

图 3-43 拐角石材加强示意

### 3.7.7 石材面板不宜悬挑太长

由于石材属于天然脆性材料，石材面板悬挑太长，会增加石材面板破损的风险。尤其是背栓式石材或背槽式石材幕墙，面板边外伸太长，超出背栓（槽）支撑距离的 10%，会承受额外附加荷载，容易损坏（图 3-44）。

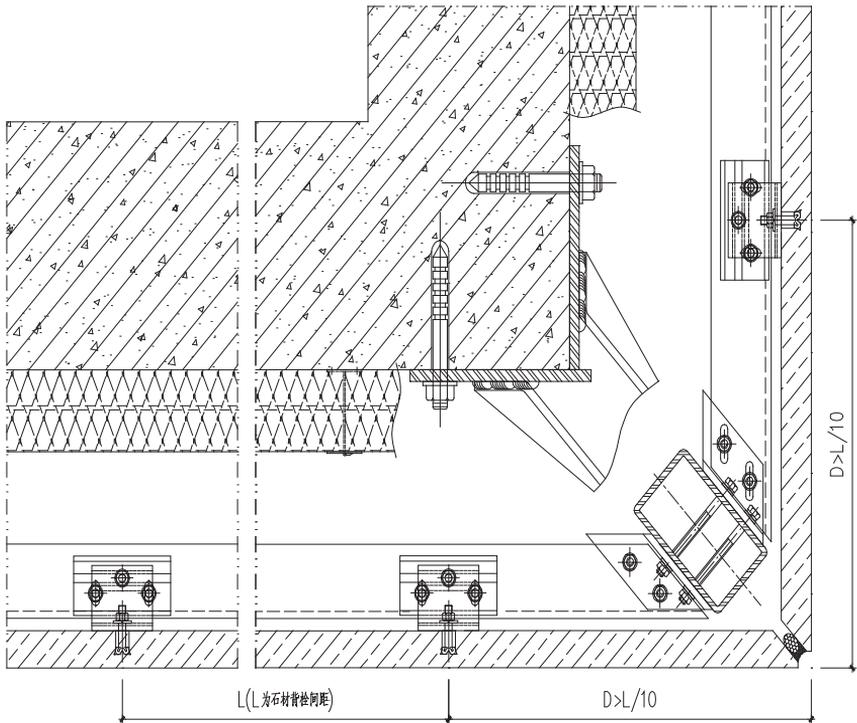


图 3-44 石材面板悬挑过长

**解决办法:** 石板面板外悬挑长度应控制其不超过 100mm 为宜，其外悬挑长度 D 宜按以下进行控制（图 3-45）： $D \leq L/10$ （L 为背栓间

距离)。

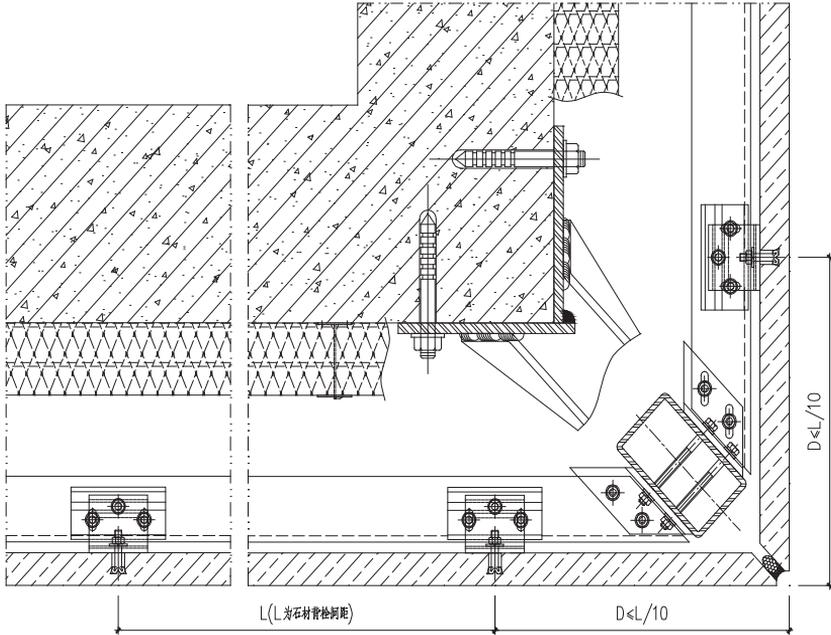


图 3-45 石材面板悬挑长度控制示意图

### 3.7.8 石材幕墙胶缝不宜太小

对于非背栓（槽）式干挂石材幕墙来说，胶缝宽度不宜小于 8 毫米，胶封太小，石材面板自身变形受限，易导致石材面板破损（图 3-46）。

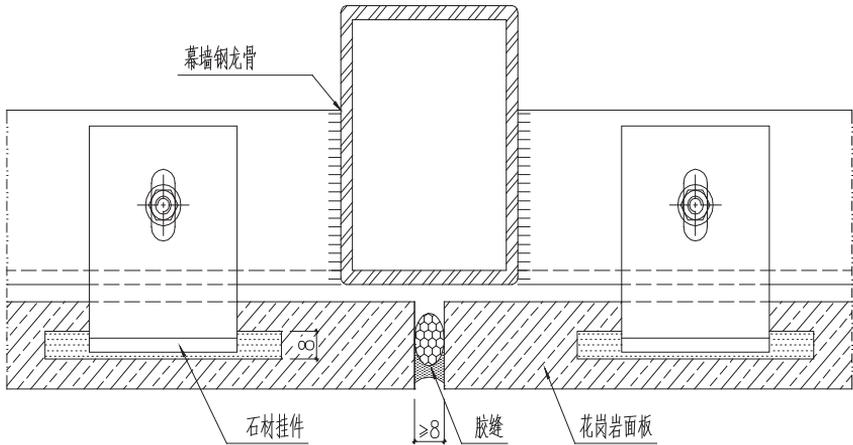


图 3-46 石材幕墙胶缝不宜过小

**解决办法:**石材幕墙在施工安装过程中,干挂件厚度多为 4~5mm,石材面板之间的胶缝由于安装过程中螺母、垫片等的调整,造成累积荷载。这种硬性接触,将在振动、温差变化的情况下造成石材面板得破损。所以,石材面板的胶缝宽度不宜小于 8 毫米。

### 3.7.9 石材面板强度 8MPa 以下无加强构造

在石材幕墙当中,采用了非花岗岩类石材面板,石材抗弯强度 $\leq$ 8MPa,或虽然采用花岗岩类石材面板,但由于板材厚度等原因其抗弯强度 $\leq$ 8MPa,存在安全隐患。

**解决办法:**依据国家标准《建筑幕墙 (GB/T21086-2007)》中规定:弯曲强度小于 8MPa 的石材面板,应采取附加构造措施保证面板的可靠性。对于非花岗岩类或强度小于 8MPa 的花岗岩类石材面板,其经常采用的附加构造增强措施是在石材面板后加背胶的形式 (图 3-47)。

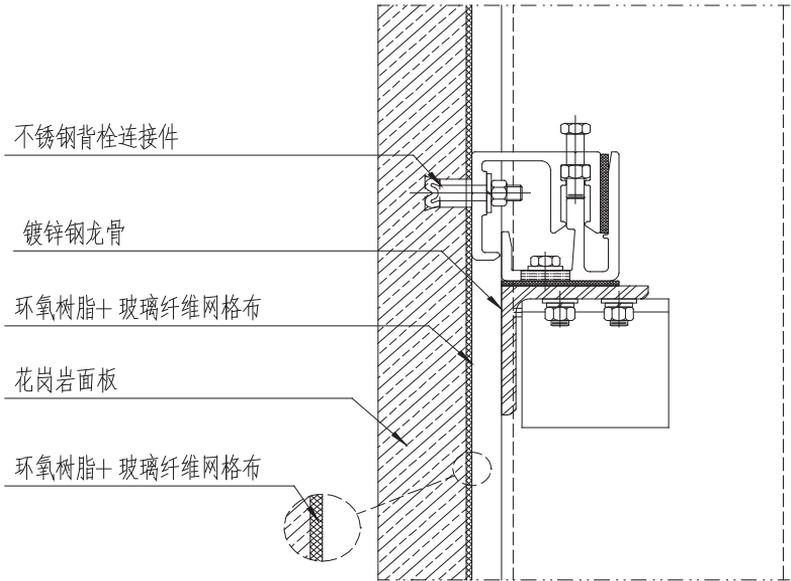


图 3-47 石材面板抗弯强度增强措施

### 3.7.10 石材面板厚度和许用面积设计选用不当

在石材幕墙当中,对于石材面板厚度,采用了天然花岗岩类石材面板,石材最小厚度 $<25\text{mm}$ ;采用非花岗岩类天然大理石石材面板,石材最小厚度 $<35\text{mm}$ ;石材面板厚度过薄,存在安全隐患。个别石材板块的面积,受建筑设计或经济性等因素影响,面积 $\geq 1.5$ 平方米,石材面板面积过大,同样存在安全隐患。

**解决办法:**依据国家标准《建筑幕墙 GB/T21086-2007》中的相关规定,对于石材幕墙面板厚度和许用面积等均有严格规定(表3-2)

表 3-2 石材幕墙面板厚度和许用面积一览表

	天然花岗石	天然大理石	其它石材	
弯曲强度标准值 (MPa)	$\geq 8.0$	$\geq 7.0$	$\geq 8.0$	$8.0 \geq f \geq 4.0$
吸水率	$\leq 0.6\%$	$\leq 0.5\%$	$\leq 5\%$	$\leq 5\%$
最小厚度 (mm)	$\geq 25$	$\geq 35$	$\geq 35$	$\geq 40$
单块面积 (m <sup>2</sup> )	不宜大于 1.5	不宜大于 1.5	不宜大于 1.5	不宜大于 1.5

### 3.7.11 石材幕墙设计当中尽量避免错缝或使用朝天缝

朝天缝，曝露在室外，面向天空的石材胶缝，在铝合金玻璃窗下石材收口或女儿墙顶部石材收口位置比较常见，由于经常受阳光曝晒、污染等因素影响，胶缝极易失效，影响石材幕墙的物理性能（图 3-48）。

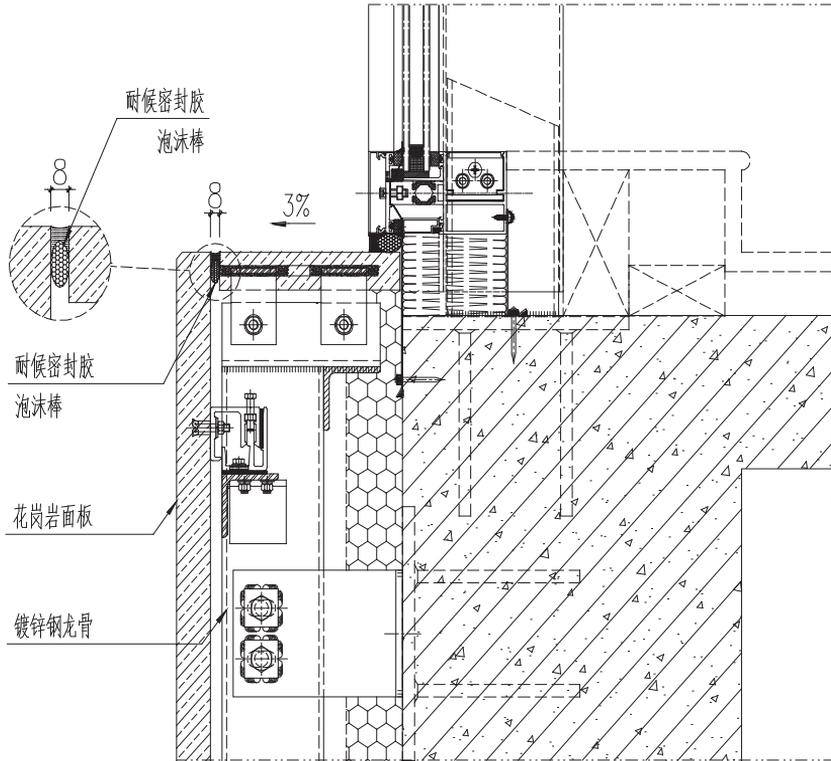


图 3-48 石材幕墙上的朝天缝

错缝在石材幕墙设计当中应用较多，尤其在非花岗岩类石材幕墙的设计当中，错缝的应用受建筑设计影响较大。错缝设计由于对石材面板的几何尺寸要求较高，受加工误差、连接构造方式、支撑龙骨或主体结构变形等影响极易导致面板破损（图 3-49）。

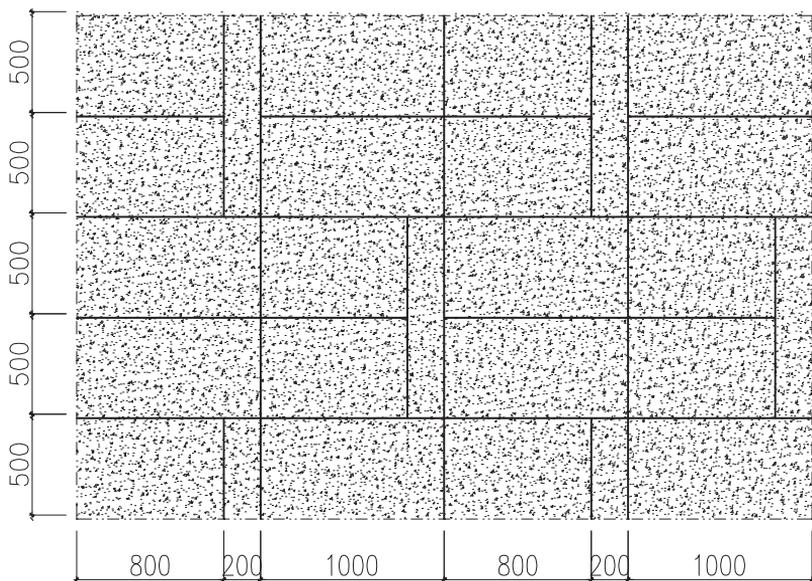


图 3-49 石材幕墙上的错缝设计

**解决办法：**除非建筑师或业主强烈要求，在石材幕墙设计中应杜绝使用朝天缝。对于女儿墙收口石材或铝合金窗下收口石材，石材面板应该伸出 15~20mm 左右，兼做滴水线，将胶缝压在收口石材面板下，确保密封性能（图 3-50）。

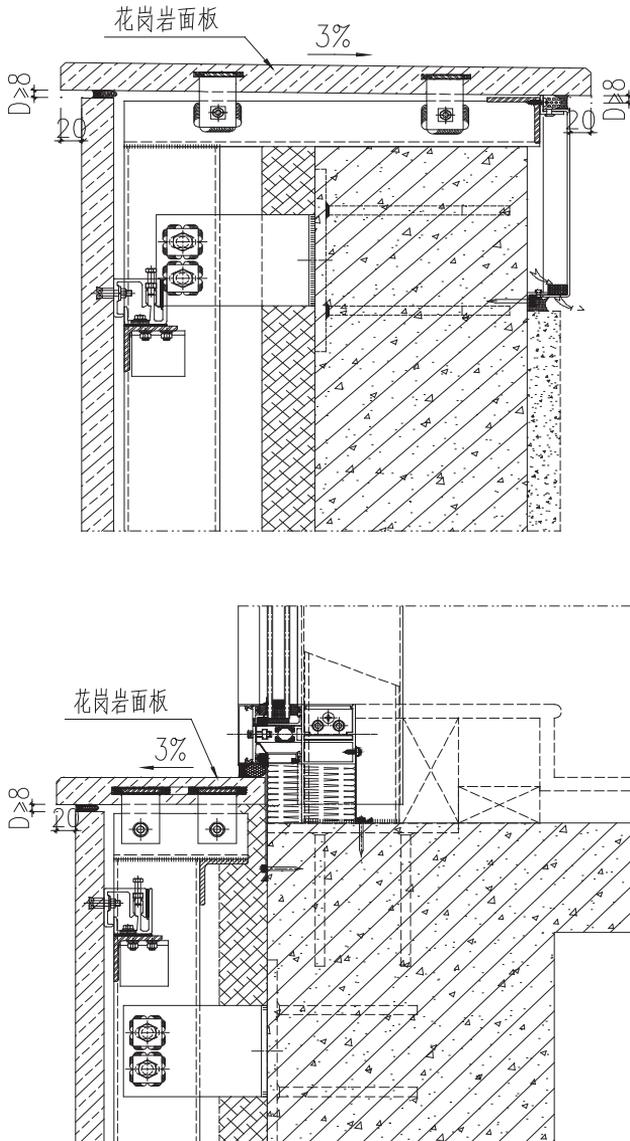


图 3-50 女儿墙及铝合金窗收口石材正确构造做法

对于在石材幕墙设计当中一定要采用错缝设计的，一定在构造和细部设计上采取措施防范石材面板的破损：a. 加大石材幕墙立柱与横梁的刚度，减小变形，避免龙骨变形对石材面板的影响；b. 石材幕墙支撑龙骨与主体结构采用柔性连接，横梁与立柱采用栓接，提高石材幕墙适应变形的能力；c. 石材面板与龙骨采用背栓（槽）的连接方式，保证胶缝宽度不受其它挂件的影响，增加石材面板位移的空间。

#### 3.7.12 分离式挂件使用不当

分离式挂件（也称 SE 挂件）是比较成熟的挂接系统，由托件、S 型挂件、E 型挂件及螺栓组件组成（图 3-51）。其受力和传递的基本原则为：下部两个 S 型挂件承受石材面板的重力荷载和水平荷载；上部两个 F 型挂件仅承受石材面板所受的水平荷载，不承受其重力荷载。

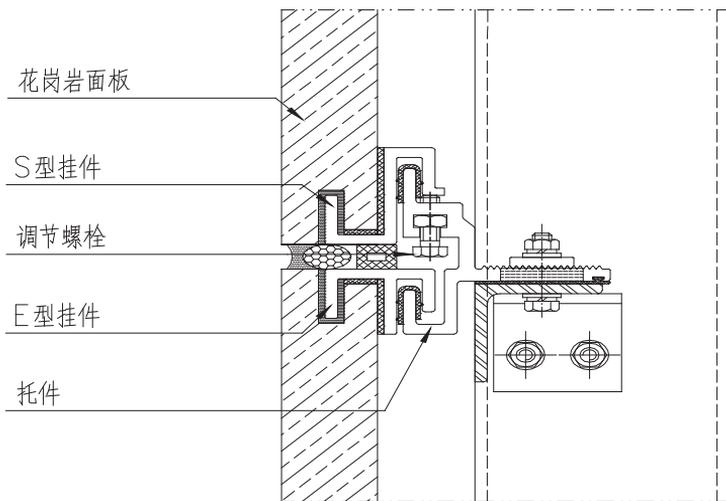


图 3-51 分离式挂件（SE 挂件）构造示意图

**解决办法：**分离式挂件（SE 挂件）受力和传递荷载路径设计不好，仍然会出问题，主要问题及解决措施有：

a. 采用分离式挂件（SE 挂件）的石材幕墙，设计时应该留有足够的缝隙，即使石材面板发生沉降，E 型挂件依然不承受重力荷载。

b. 分离式干挂件托件与横梁间距离不能太大，否则由于托件刚度不够，石材安装上去后易导致托件翘曲变形；托件与横梁连接螺栓只有一个螺帽，在反复受荷状态下容易造成松动，存在安全隐患（图 3-52）。



图 3-52 托件与横梁间距离太大

减小分离式干挂件托件与横梁间距离、增加托件的刚度、连接螺栓上增加一个紧固螺帽，是解决此类问题的有力措施。

c. 分离式干挂件及其与石材面板配合间隙不能太大，也不能太小（图 3-53）。如果横梁施工安装误差较大，会导致托件安装的水平高度偏差，导致配合间隙不好，影响挂件间及其与面板合理的受力组合，存在安全隐患。



图 3-53 挂件及其与面板配合间隙误差大

确保幕墙支撑龙骨的施工安装精度、合理设计并控制挂件间配

合间隙是保证分离式干挂件及其与石材面板具有合理受力性能的根本措施。

d. 分离式干挂件中 S 型挂件、E 型挂件与石材面板应具有可靠连接，不能缺失，任一挂件缺失，都会改变石材面板受载条件，存在安全隐患。

如图 3-54，石材的下口竟然没有 S 型挂件，底部就依靠石材缝隙内的硬质垫块拖住上面这块石材，虽然缺少一个挂件，但改变了石材面板的受荷条件，此种情况在设计和施工过程当中应该严格避免。



图 3-54 石材面板挂件缺失

### 3.7.13 石材幕墙采用短横梁

短横梁，也叫半横梁，可以节省材料用量，经济性能较好，尤其对于板块分格比较小的轻质板材，如陶板、瓷板等，在背栓式干挂石材幕墙中，也有采用的工程实例(图3-55)。

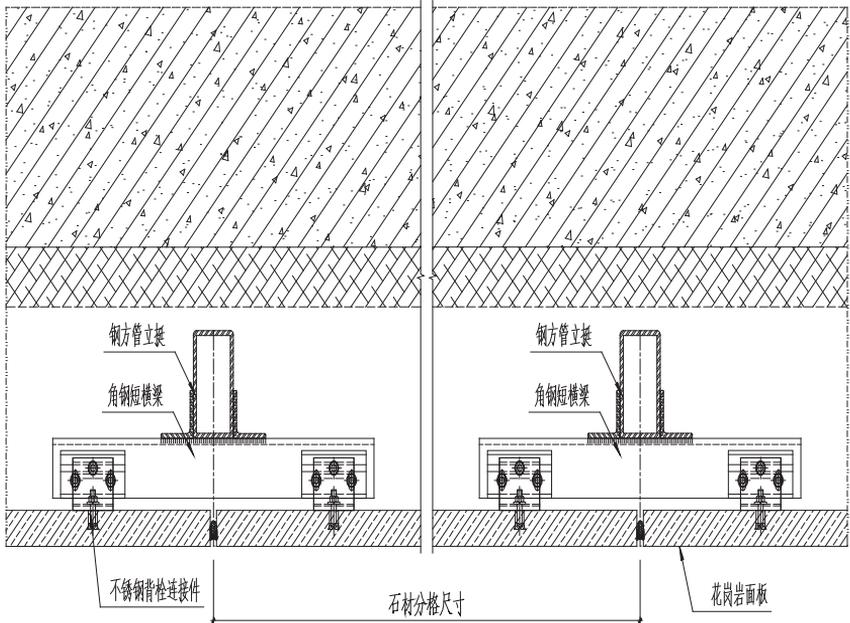


图 3-55 短横梁背栓式干挂石材幕墙

由于横梁不连续，会影响支撑龙骨整体刚度；由于横梁悬挑，会存在间隙调整困难，平面度差等问题，不值得在石材幕墙中推荐使用；尤其对错缝石材幕墙，应该禁止使用。

### 3.7.14 石材幕墙竣工图中存在的其它问题

在石材幕墙的竣工图中存在的其它问题还有：

(1)、绝大多数工程项目没有石材幕墙龙骨布置图；

(2)、保温层设计不连续，形成冷桥；

(3)、石材幕墙与铝合金窗洞口防火防烟封堵未进行设计，或在  
该处铝合金门窗与主体混凝土结构间封堵与土建单位划分不清；

(4)、石材幕墙龙骨间焊接焊缝长度与高度未作说明、重要受力  
构件尤其悬挑构件未做重点要求与说明等。

### 3.7.15 石材幕墙支撑结构的连接

在新修订的《金属与石材幕墙工程设计规范（JGJ133）》中，对  
于立柱与主体结构、立柱与横梁等的连接方式等作了新的调整，将  
钢立柱与钢横梁间允许焊接明确下来，相关条文如下：

(1).横梁可通过连接件、螺栓或螺钉与立柱连接；钢横梁可采用  
焊接与钢立柱连接。连接件和焊缝应能承受横梁传递的剪力和扭矩，  
其厚度不宜小于 3mm；连接件与立柱之间的连接螺栓或螺钉应满足  
抗拉、抗剪、抗弯、抗扭承载力要求。

(2).横梁连续多跨设置时，每段连梁长度不宜大于 10m；相邻两  
段横梁之间应留空隙，空隙宽度不宜小于 10mm。

(3).立柱布置和设计应符合下列规定：

a. 立柱上、下端均宜与主体结构铰接，宜采用上端悬挂方式；  
螺栓连接时，其上端支承点宜采用圆孔，下端支承点宜采用长圆孔；

b. 当立柱的支承点可能产生较大位移时，应采用与该位移相适  
应的支承装置；

c. 每段立柱的长度不宜大于 12m。多、高层建筑中，通长跨层  
布置立柱时，每层与主体结构的连接支承点不宜少于一个。当主体

结构允许时，宜加密立柱的连接支承点；

d. 上、下立柱之间不互相连接时，应留空隙，空隙宽度不宜小于 15mm。

(4).上、下立柱之间互相连接时，连接方式应与柱子计算简图一致，并应符合下列要求：

a. 采用铝合金闭口截面型材的立柱，宜设置长度不小于 250mm 的芯柱连接。芯柱一端与立柱应紧密滑动配合，另一端与立柱宜采用机械连接方式固定；

b. 采用开口截面型材的立柱，可采用型材或板材连接。连接件一端应与立柱固定连接，另一端的连接方式不应限制立柱的轴向位移；

c. 采用闭口截面钢型材的立柱，可采用本条第 1 款或第 2 款的连接方式；

d. 两立柱接头部位应留空隙，空隙宽度不宜小于 15mm。

### 3.8 玻璃幕墙常见问题及解决办法

由于玻璃具备透明、高强、装饰、耐久的性能，而其他建筑材料不可能同时具备这四种功能，而且 500 米以上的建筑只能选择玻璃幕墙，玻璃因而成为一种无可替代的幕墙材料，所以一直以来，玻璃幕墙在我国被广泛使用。

#### 3.8.1 玻璃幕墙安全事故及法规约束

我国玻璃幕墙行业从改革开放后的 1983 年开始起步以来，在上世纪 90 年代中期形成高潮，玻璃幕墙的市场使用量以年均 500 万 $m^2$  的速度增长，多年来发展十分迅速。截至 2012 年，中国已有的玻璃幕墙已占全球总量的 85%。然而，玻璃幕墙被广泛使用的同时，其

带来的安全事故却频频发生：

**事件一，上海：**2011年7月26日，上海市普陀区长城大厦发生了幕墙玻璃爆裂散落事故，碎玻璃纷纷扬扬洒落下来，附近路人受惊不小。据了解，发生爆裂的玻璃位于长城大厦曹杨路一侧，玻璃是从29楼掉下来的，面积大约一平方米。附近一家餐饮店店主说，当时店里还有顾客在吃饭，突然一阵玻璃雨随风飘落，一部分碎玻璃还洒进了店里，食客们扔下碗筷就跑。时代金融中心、国金中心等上海多个高楼的玻璃幕墙接连爆裂坠落，10天内上海第3起同类事件再次上演。



图3-56 上海长城大厦

**事件二，杭州：**2011年7月8日的上午，杭州发生了著名的“朱依依事件”。朱依依在途经杭州庆春东路的滨江庆春发展大厦时，意外突然来临。一大块幕墙玻璃从21层楼的高空坠下，不幸地切中了朱依依的左小腿，被送往当地的医院紧急救治，由于玻璃伤及了左小腿的大动脉导致肌肉坏死，她只能选择做截肢手术。滨江庆春发展大厦于2006年开始投入使用，其采用的是明框玻璃幕墙，钢化玻璃被铝合金框架固定。而在此之前，经历了5年风吹雨

蚀的玻璃幕墙，一直未曾出现意外。

**事件三，南京：**2011年8月7日的上午，南京户部街天之都大厦外墙玻璃破碎，砸毁了停在楼下的一辆轿车，这幢大楼的玻璃幕墙已经多次发生局部坠落事故。2012年10月29日，南京最高建筑——紫峰大厦副楼的云峰大厦27层高处，一块玻璃破碎掉落，破碎的钢化玻璃触及多名过路市民，这是继去年12月26日该大厦6楼幕墙一块玻璃发生碎裂掉落，又一次玻璃破碎掉落事件。这次高度更高，面积更大，危险性更大。

由于玻璃幕墙玻璃破裂和脱落时有发生，引起了地方和建设行政主管部门的高度重视，各地相继出台了相关法律法规。

**上海：**玻璃幕墙的强制性地方标准规范随之在上海首先推出。2012年2月1日，全国首家玻璃幕墙地方法规——《上海市建筑玻璃幕墙管理办法》正式实施，明确规定两类建筑物禁止采用玻璃幕墙：一是在T型路口正对直线路段的建筑物上；二是住宅、医院门诊急诊楼和病房楼、中小学校教学楼、幼儿园、养老院的二层以上建筑物上。

**深圳：**于2014年8月1日起正式颁布的《深圳市建筑设计规范》，其第五章明确规定，以下三种类别的建筑部位禁用玻璃幕墙，包括住宅、医院（门诊、急诊楼和病房楼）、中小学校教学楼、托儿所、幼儿园、养老院的新建和改扩建工程以及立面改造工程等二层以上部位；建筑物与中小学校的教学楼、托儿所、幼儿园、养老院等毗邻一侧的二层以上部位；处在T型路口正对直线路段处的建筑物。

**江苏：**江苏省住房和城乡建设厅于2012年6月8日颁布了《关

于加强我省建筑幕墙管理的通知（苏建函科〔2012〕386号）》，通知中对加强建筑幕墙安全进行了以下明确：

严禁采用全隐框玻璃幕墙设计；明框和半隐框玻璃幕墙外片玻璃应采用夹层玻璃、均质钢化玻璃或超白玻璃；外开启扇应有防玻璃脱落的构造措施。对石材幕墙应限制其应用高度，严禁建筑外墙石材采用湿贴工艺，无立柱干挂石材高度不得高于30米。

**国家相关部委：**住建部和国家安监总局于2015年3月4日颁布了《关于进一步加强玻璃幕墙安全防护工作的通知（建标〔2015〕38号）》，其中进一步强化新建玻璃幕墙安全防护措施：合理控制玻璃幕墙的类型、形状和面积；新建住宅、党政机关办公楼、医院门诊急诊楼和病房楼、中小学校、托儿所、幼儿园、老年人建筑，不得在二层及以上采用玻璃幕墙；人员密集、流动性大的商业中心，交通枢纽，公共文化体育设施等场所，临近道路、广场及下部为出入口、人员通道的建筑，严禁采用全隐框玻璃幕墙；玻璃幕墙宜采用夹层玻璃、均质钢化玻璃或超白玻璃。

### 3.8.2 钢化玻璃存在自爆率

玻璃自爆的原因主要是玻璃自身的质量问题，也和环境 and 施工技术措施等有关，行业内有“钢化玻璃允许存在千分之三自爆率”的说法，因此即便是合格的钢化玻璃，仍存在千分之三的自爆概率。

**解决办法：**这一说法是错误的，目前没有任何国家相关标准或行政法规、规范性文件对钢化玻璃的自爆率有明确的规定。

钢化玻璃自爆产生的原因主要有四个方面：

首先是玻璃本身存在缺陷。玻璃中含有硫化镍及其他颗粒杂质，

温度发生变化后产生膨胀，从而导致玻璃自爆；

第二是受环境温度的影响，环境温度过高或玻璃面板内外温差过大都容易导致玻璃产生自爆；

第三是施工安装造成的附加应力。玻璃幕墙在安装过程中玻璃幕墙的打胶、玻璃附框与龙骨间的的契合等工序施工不当导致幕墙玻璃存在外部压力也容易导致玻璃产生自爆或破裂。

第四是其它因素。瞬间过大风压、玻璃幕墙人为使用或维护不当、钢化过度等也容易导致玻璃产生自爆或破损。

#### 3.8.3 使用隐框玻璃幕墙的安全措施

近年来，在我省一些申报省优、国优的建筑幕墙工程中，依然有采用隐框玻璃幕墙的工程项目，或者局部建筑立面上的幕墙窗等采用了隐框构造（图 3-57）。





图 3-57 工程项目（局部）采用隐框玻璃幕墙

江苏省住房和城乡建设厅在 2012 年 6 月颁发了《关于加强我省建筑幕墙管理的通知（苏建函科（2012）386 号）》，文件明确严格禁止隐框玻璃幕墙在我省的使用。

在该文件中，其它与建筑幕墙安全相关的规定还有：“明框和半隐框玻璃幕墙外片玻璃应采用夹层玻璃、均质钢化玻璃或超白玻璃；外开启扇应有防玻璃脱落的构造措施。对石材幕墙应限制其应用高度，严禁建筑外墙石材采用湿贴工艺，无立柱干挂石材高度不得高于 30 米。各地施工图设计审查机构应依据国家和我省有关建筑幕墙的技术标准、规程和有关规定，对建筑幕墙进行专项设计审查，对玻璃幕墙应重点审查其构成材料（型材、玻璃、石材、金属板材、人造板材、建筑密封材料等），结构设计、节点构造设计，以及抗风压、气密、水密、平面位移、抗震、保温（热工性能）、隔声、防火、防雷等性

能。对在城市闹市区或者在人流密集区采用玻璃幕墙的,应进行环境影响评价,并应限制其幕墙面积,同时还应考虑有效遮挡措施或者设计建立绿化隔离带。从严控制建造异型、大板块玻璃幕墙建筑,确实因城市建设需要采用超高超大超限建筑幕墙的,必须通过由当地省辖市建设主管部门组织的技术方案论证。未通过施工图设计审查机构审查通过的建筑幕墙工程不得进行施工。”

该文件对新型幕墙工程项目也作了如下规定:

“对新型建筑幕墙,如无国家标准的,应按规定由省级建设主管部门组织专家论证,并完善相关产品标准和施工技术规程。”

住房和城乡建设部和国家安监总局于2015年3月4日颁布了《关于进一步加强玻璃幕墙安全防护工作的通知(建标〔2015〕38号)》,进一步明确了在公共建筑领域严格禁止采用隐框玻璃幕墙。

如确实由于建筑效果及功能需要采用隐框玻璃幕墙,应采取以下构造措施并报省级建设行政主管部门审批后方可实施:

1). 控制隐框幕墙使用高度。由于隐框玻璃幕墙完全靠硅酮结构胶粘结,没有金属构件固定,影响安全的因素很多,因此必须限制其使用高度。在新修订的《玻璃幕墙工程技术规范(JGJ102)》中,对隐框玻璃幕墙使用高度作了明确规定:“建筑高度大于100m时,不宜采用隐框玻璃幕墙,否则应在面板和支承结构之间采取除硅酮结构胶以外的防面板脱落的构造措施。”

2). 控制玻璃板块的尺寸。隐框玻璃幕墙玻璃板块太大,对幕墙的安全非常不利。为保证使用安全和设计使用的合理性,一般情况下隐框玻璃幕墙玻璃板块的面积不宜超过 $2\text{m}^2$ ,超过 $4\text{m}^2$ 的大板块,使用一定要慎重。

3). 隐框玻璃板块底部应加托条。结构密封胶不宜长期受力, 隐框玻璃板块底部必须加托条承受玻璃自重。对于隐框玻璃幕墙采用中空玻璃的, 托条必须托住中空玻璃的外片玻璃。隐框玻璃板块底部不加托条, 将使结构较受长期荷载, 万一结构失效, 玻璃板块就会脱落。

4). 隐框玻璃板块加外露金属构件。为加强隐框玻璃幕墙的安全性, 应设置外露的金属固定件。倒挂、倾斜的隐框玻璃幕墙必须设置金属固定件。

5). 倒挂及倾斜玻璃幕墙严禁采用隐框形式。倒挂及倾斜的隐框玻璃幕墙玻璃板块的自重, 要由结构胶承受结构胶处于长期受力状态, 这是非常不安全的。在新修订的《玻璃幕墙工程技术规范(JGJ102)》中, 对此作了明确规定: “外倾或倒挂的玻璃幕墙不应采用隐框玻璃幕墙。”

#### 3.8.4 玻璃幕墙防雷设计

在建筑幕墙的防雷设计中, 幕墙整体自身防雷体系设计不清晰、防雷设计无针对性, 仅仅按标准图样一套了事、也无防直击雷的相应构造节点。

幕墙的防雷设计是幕墙设计重要一环, 必须引起足够的重视(图3-58)。



图 3-58 高层建筑雷击示意

(1). 幕墙防雷设计的基本要求

幕墙不必单独设置接闪器和单独接地，但必须与主体结构防雷系统可靠连接。立柱要与主体均压环连接，连接扁钢不小于  $5\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，圆钢直径不小于  $12\text{mm}$ （图 3-59）。



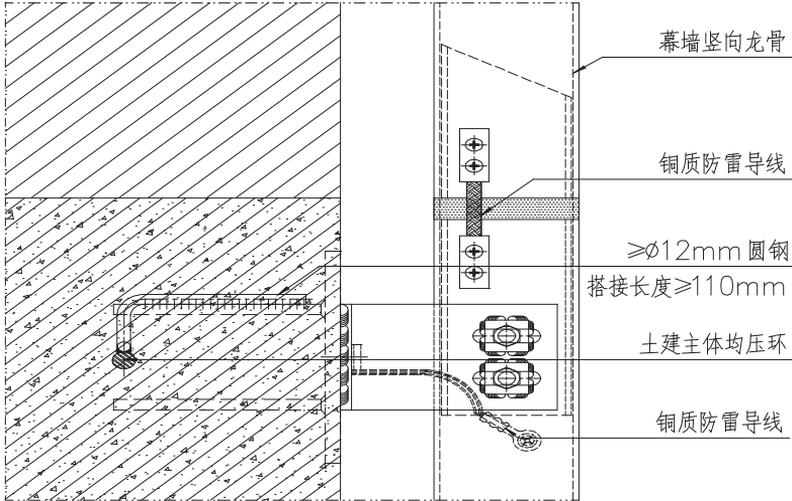


图 3-59 立柱通过引线连接均压环

立柱每隔 10m 应连通一根，上下柱连接铜线截面积不宜小于  $25\text{mm}^2$ ；铝线截面积不宜小于  $30\text{mm}^2$ 。

雷电电压超过几万伏，伴随强大的雷击电流，金属构件间的绝缘垫片和隐框玻璃的胶缝都会击穿导电，不必另行采取特殊的导电措施。

防雷系统安装完毕后，可以用摇表测量一下横梁的对地电阻，一般不会大于 1 欧姆。主体结构接地电阻要求不大于 5 欧姆，实际上远小于这数值。

兼作接闪器的女儿墙压顶板宜用 3mm 厚的铝板，截面积不小于  $50\text{mm}^2$ （图 3-60）。

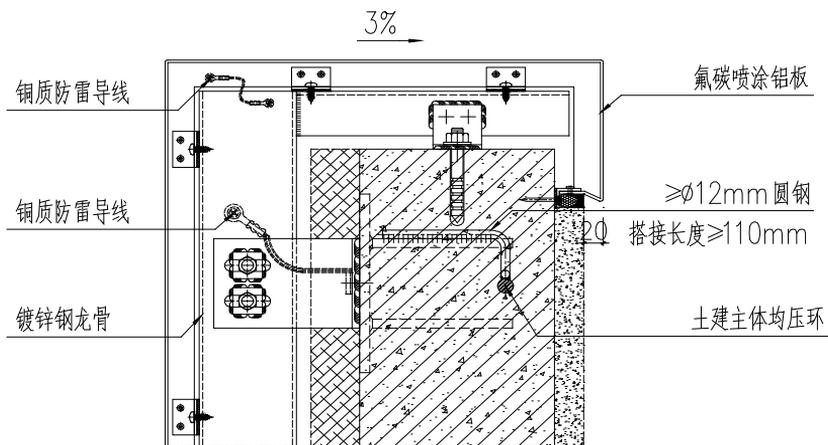


图 3-60 铝盖板兼作接闪器（用引线连接到均压环）

### 3.8.5 玻璃雨棚和采光顶坡度设计不够

在幕墙工程现场复查时，很多玻璃雨棚存在以下共性问题）：积灰、积水、雨棚玻璃破损（图 3-61）。



a. 积灰

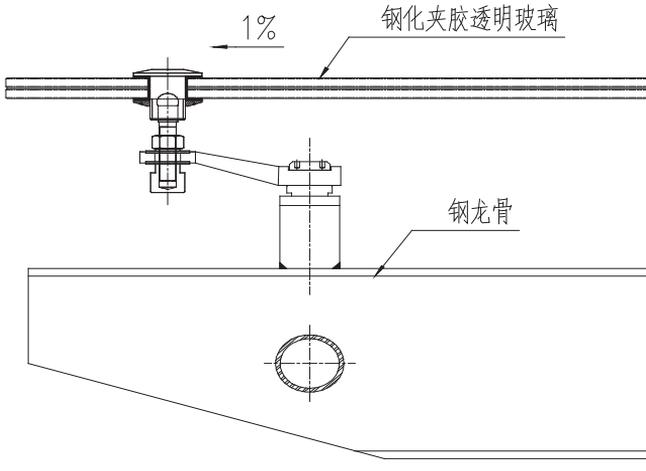
b. 积水

c. 玻璃破损

图 3-61 雨棚常见问题示意

分析其产生的原因，有以下几种：

a. 在《采光顶与金属屋面技术规程（JGJ255-2012）》出台前，《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》对玻璃允许挠度规定为  $1/60$ ，如果水平采光顶和雨篷的坡度小于 3%，玻璃板的积水无法排出，灰尘会沉积在玻璃板的中心部分地区，如同锅底（图 3-62）。



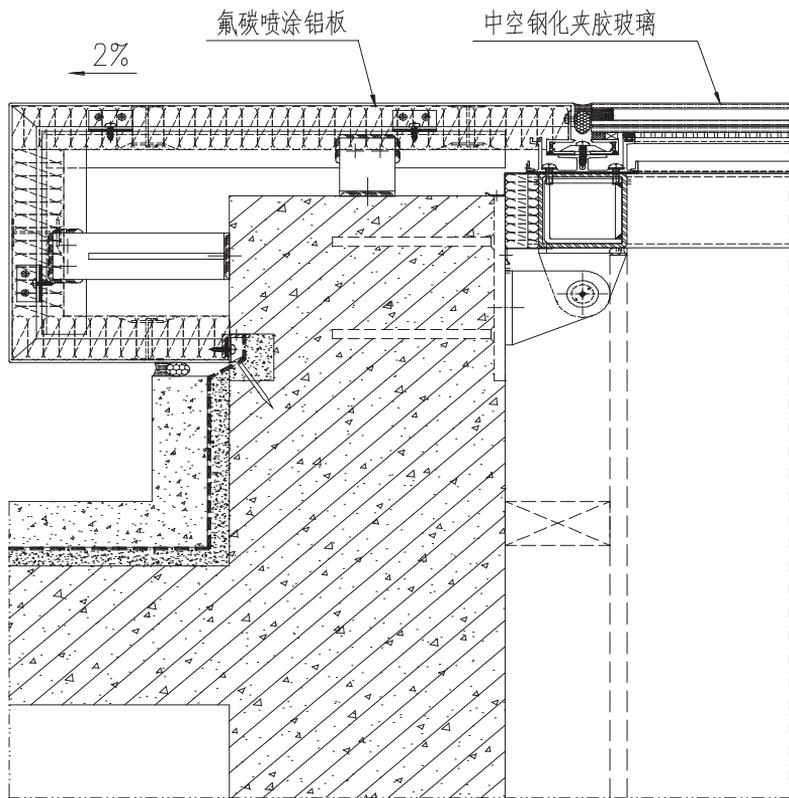


图 3-62 雨棚和天棚排水坡度不够

b. 所谓“水平”的玻璃顶或雨棚，依据《采光顶与金属屋面技术规程（JGJ255-2012）》中 4.3.6 条的规定，至少坡度为 3%；建议更大一些。

**解决办法：**雨篷和天棚的设计，应该满足以下要求：

a. 支撑结构体系的刚度要大，支承构件的变形应满足《采光顶与金属屋面技术规程（JGJ255-2012）》第 4.2.2 条的规定；

b. 面板玻璃的刚度要大，依据《采光顶与金属屋面技术规程（JGJ255-2012）》第 4.2.2 条，采光顶玻璃面板挠度不超过长边的 1/120；

c. 面板玻璃的分格尺寸不宜过大，依据《采光顶与金属屋面技术规程（JGJ255-2012）》第 3.4.6 条，采光顶玻璃面板面积不宜大于 2.5 平方米，长边边长不宜大于 2 米。

### 3.8.6 夹胶中空玻璃的朝向易出错误

在竣工图审查过程中，经常出现夹胶中空玻璃中夹胶玻璃的朝向问题，单片夹胶玻璃和双夹胶中空玻璃不存在朝向问题；一片为夹胶玻璃，一片为单片玻璃的中空玻璃就有一个如何安装较为合理的问题。

夹胶面的朝向放置，总的原则是保障人员最大限度的安全(图 3-63)：

a. 采光顶：夹胶玻璃放在下面（依据《采光顶与金属屋面技术规程（JGJ255-2012）》第 3.4.5 条，当采光顶玻璃最高点到地面或楼面距离大于 3 米时，应采用夹胶玻璃或夹胶中空玻璃，且夹胶层位于下侧）；

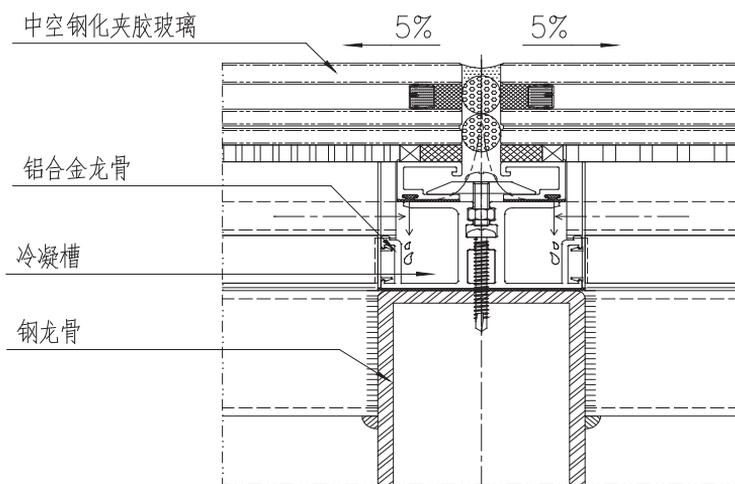
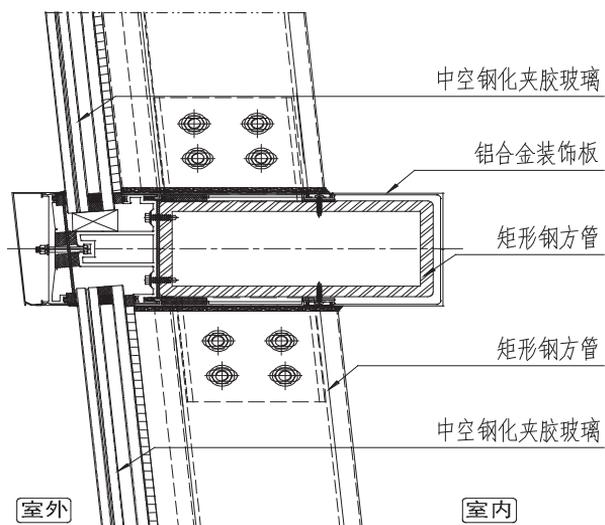


图 3-63 夹胶玻璃朝向问题

b. 斜幕墙，夹层玻璃放在朝地面一侧。 a. 向室内倾斜幕墙，夹胶玻璃放置在室内； b. 向室外倾斜幕墙，夹胶玻璃放置在室外；

c. 竖向玻璃幕墙，夹层玻璃放在室外一侧，可以防止玻璃破碎后高空落下伤及行人。单片玻璃放在室内一侧，由于层高较小，玻璃即使破损，对室内人员伤害较小。这样布置较为安全。

欧洲有些厂家采用夹层玻璃在内的布置方式。但我国玻璃幕墙高度大，玻璃破碎对室外行人的危险远大于对室内人员的危险，因此不建议采用这种布置方式。

### 3.8.7 中空玻璃大小片问题

在竣工图和工程现场复查当中，中空玻璃大小片问题普遍存在，按照行业的认知和共识，以下情况均被认同为中空玻璃存在大小片现象：

a. 中空玻璃外片、内片大小不一致（图 3-64）；

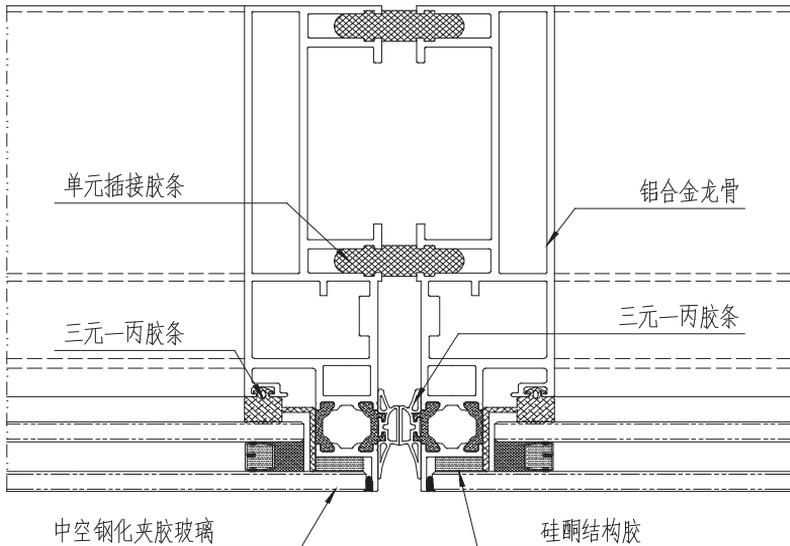




图 3-64 中空玻璃大小片

中空玻璃采用大小片构造，在一些应用中具有优势，尤其可以为型材的设计提供更多的选取空间。

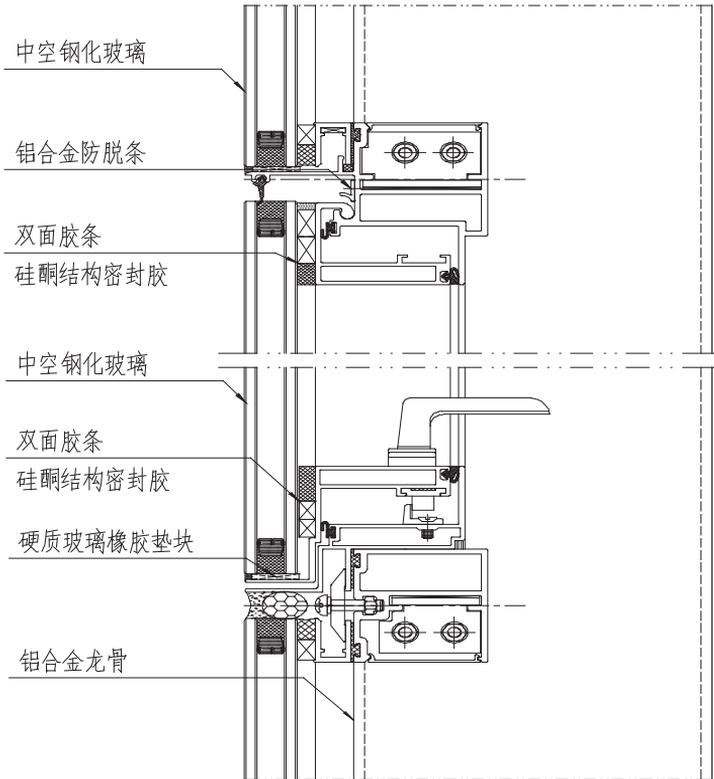
中空玻璃采用大小片构造存在很多不足：

- (1) 不宜采用机械注胶；
- (2) 可能导致传力途径不合理，甚至可能导致玻璃间发生相对位移，最终导致中空玻璃漏气失效；
- (3) 中空部位在绝大多数情况下不使用结构胶。

关于中空玻璃大小片的计算，在内、外片荷载分配方面存在一些争议，设计时应多加注意，不采用以减少安全隐患。

b. 开启扇铝副框与中空玻璃内片玻璃间结构较与中空玻璃结构胶不贯通、不连续，俗称“大盖帽”。

“大盖帽”是大小片中空玻璃的极端形式，在一些开启扇的设计中常有采用，这种设计大片玻璃一旦破裂会导致小片玻璃失去连接而脱落（图 3-65）。



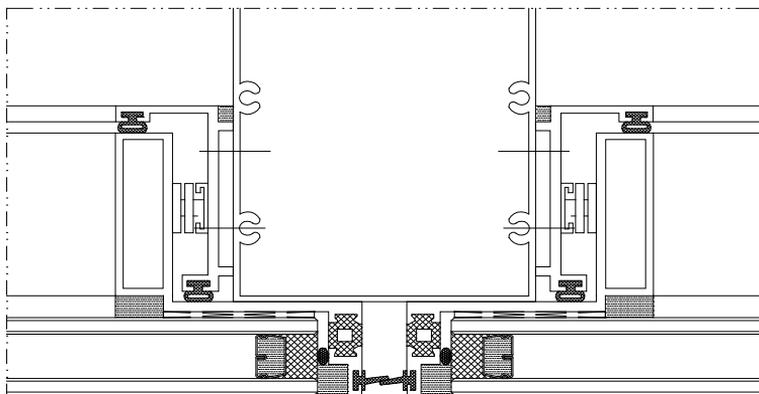


图 3-65 开启扇铝副框与中空玻璃结构胶不连贯（大盖帽）

**解决办法：**杜绝采用玻璃大小片设计；幕墙开启扇铝合金副框结构胶应与中空玻璃结构胶至少应该保证对边两条连通（图 3-66）。

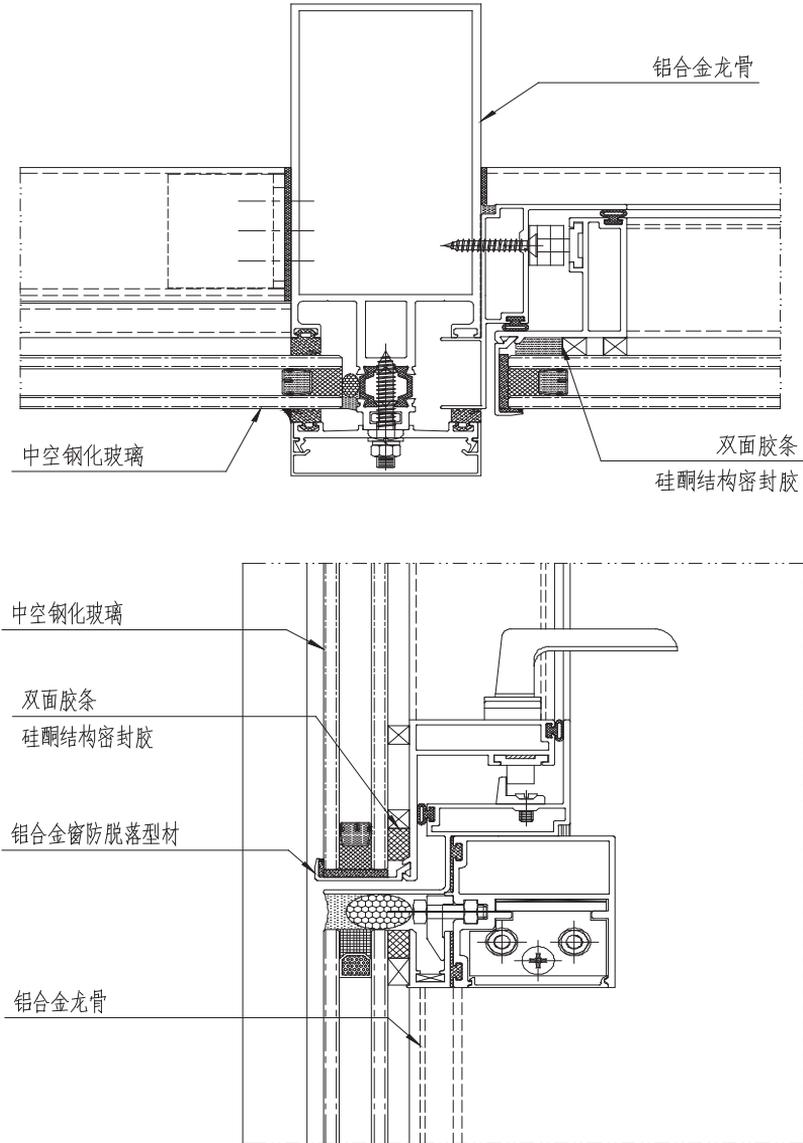


图 3-66 中空玻璃与开启扇间结构胶贯通

### 3.8.8 隐框玻璃未设拖条

在玻璃幕墙施工图、竣工图和工程现场复查当中，隐框玻璃幕墙、隐框开启窗玻璃底部未设托条普遍存在（图3-67）。

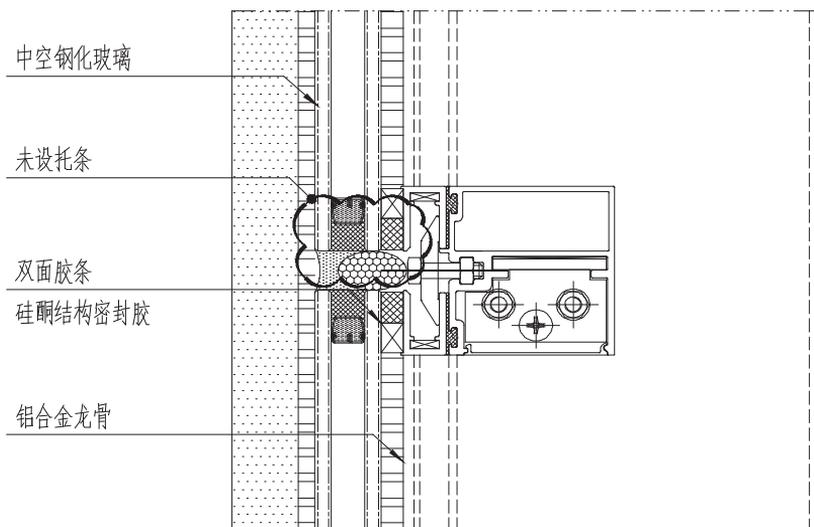
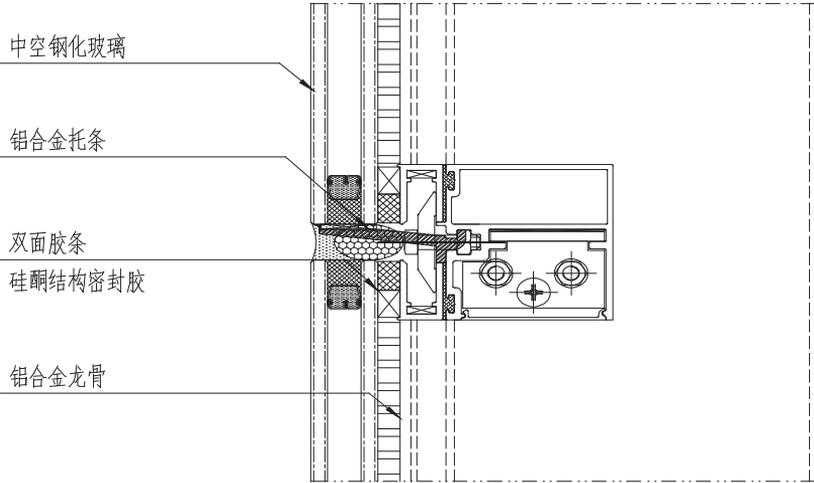
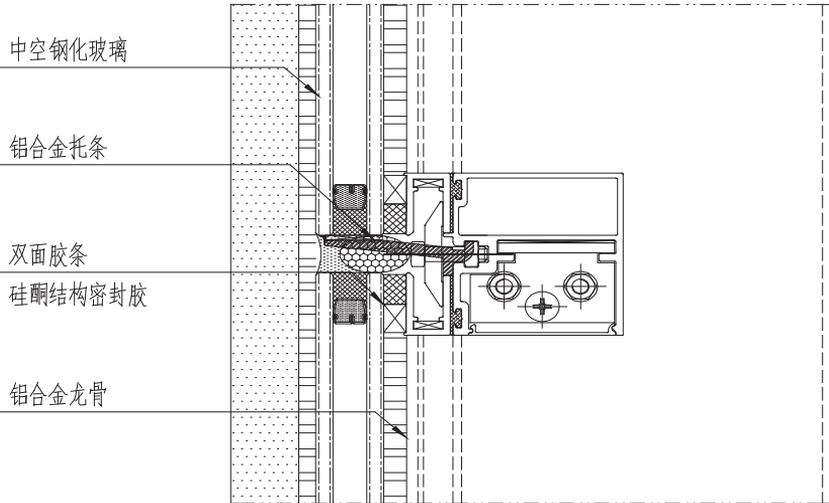


图3-67 隐框玻璃未设拖条

**解决办法：**在新修订的《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》当中，对此作了更加详细的规定：“隐框或横向半隐框玻璃幕墙，每块玻璃的下端应设置不少于两个铝合金或不锈钢托条，托条和玻璃面板水平支承构件之间应可靠连接。托条应能承受该分格玻璃的重力荷载设计值。托条长度不应小于100mm、厚度不应小于2mm。托条上宜设置衬垫。中空玻璃的托条应托住外片玻璃。”（图3-68）



a、隐框玻璃幕墙



b、横向半隐框玻璃幕墙

图 3-68 隐框、横向半隐框玻璃幕墙应设拖条

特别指出：隐框玻璃应设托板承受玻璃自重，但托条的设置，并不能减少或忽略结构胶的作用，结构胶的设计和选用必须满足要求。

### 3.8.9 玻璃采光顶二次防水和冷凝水设计不当

有些工程项目的隐框玻璃采光顶，依然按照玻璃幕墙的作法进行玻璃采光顶的设计，导致玻璃采光顶若密封胶出现问题，极易产生渗漏。同时，对室内外温差考虑不周，未进行防冷凝水设计（图3-69）。

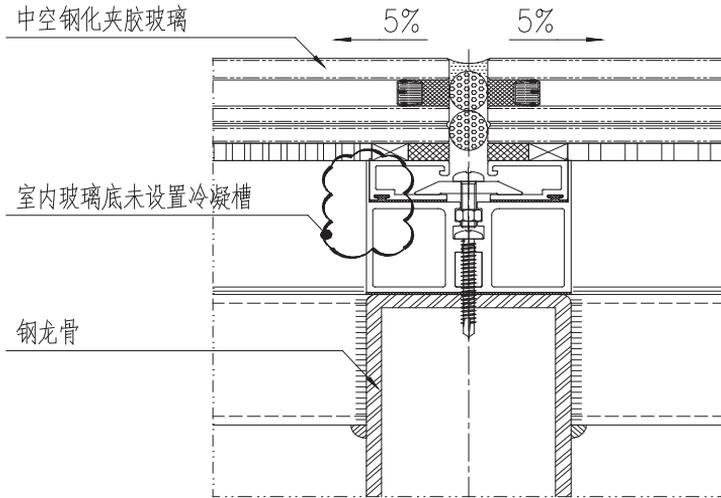


图 3-69 采光顶防水与防冷凝水设计不当

**解决办法：**采光顶的防水设计，不能一“堵”了之，应该采取“排、堵、疏”相结合的办法（图3-70）。

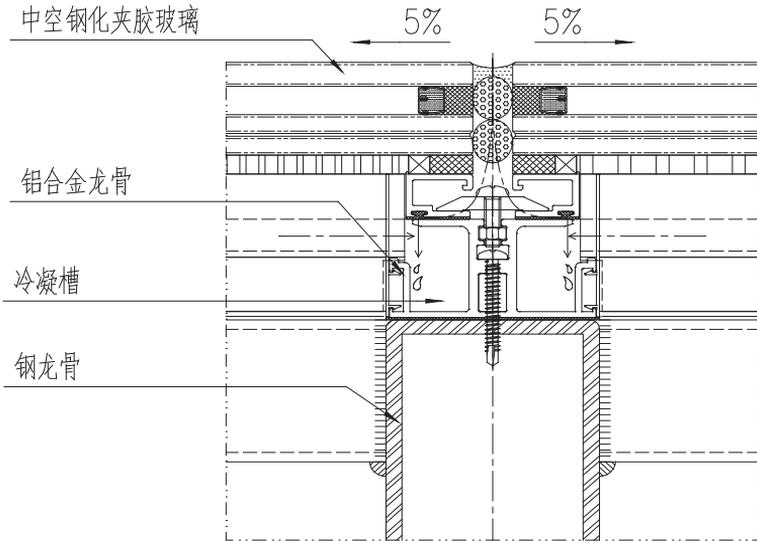


图 3-70 玻璃采光顶正确的构造设计

排：加强采光顶支撑结构和玻璃面板的刚度，适当提高采光顶排水坡度（ $\geq 5\%$ ），将雨水绝大部分排出去；

堵：在采光顶玻璃胶缝进行打胶密封，条件允许，进行二次注胶密封处理；

疏：在玻璃副框型材构造设计上上下功夫，将渗漏的雨水或室内形成的冷凝水通过导水槽有组织排出。

### 3.8.10 伸缩缝构造设计不当

幕墙在主体结构伸缩缝处的构造处理不当也是竣工图设计与编制当中容易出问题的地方，幕墙面板不应跨越防震缝和伸缩缝，要

防止缝两侧幕墙面板在主体结构变形或地震中相碰撞，否则极易造成幕墙面板破损（图 3-71）。

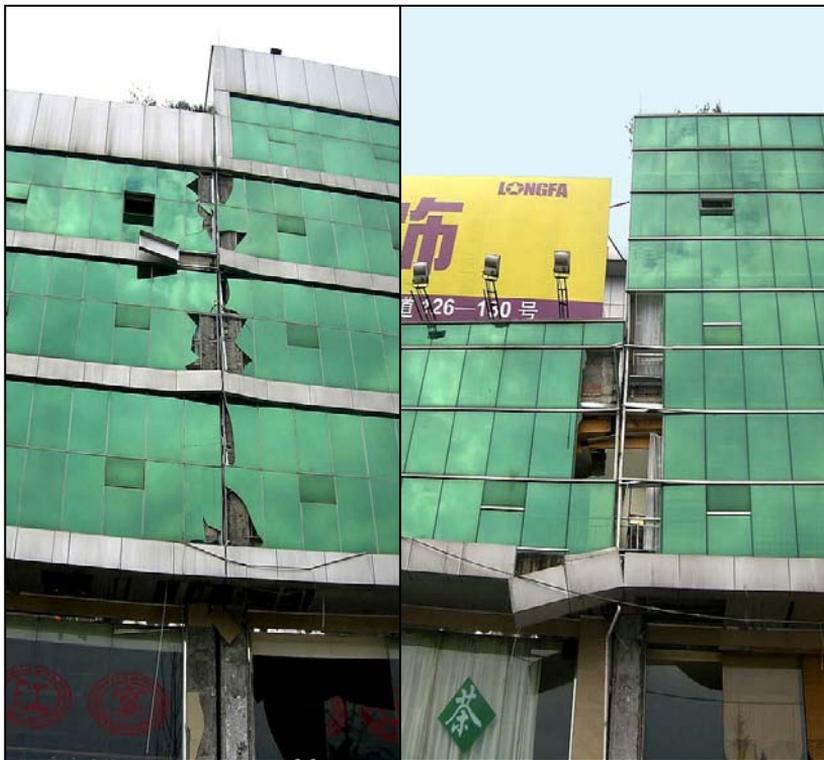


图 3-71 幕墙面板在伸缩缝处破损示意

**解决办法：**应该正确进行幕墙变形缝处的设计，在伸缩缝处出幕墙设计应该秉承两个基本原则：一是幕墙支承结构在伸缩缝左右两侧应该完全断开，结构独立；二是幕墙面板不应该横跨伸缩缝（图 3-72）。



图 3-72 幕墙伸缩缝构造示意

首都机场 T3 航站楼幕墙玻璃横跨了伸缩缝，但进行了特殊的构造设计：玻璃跨防震缝时设两道风琴板，托玻璃的跨缝梁由两边桁架分别用滑动托板支承，托板伸入梁的侧槽，并设长圆孔（图 3-73）。

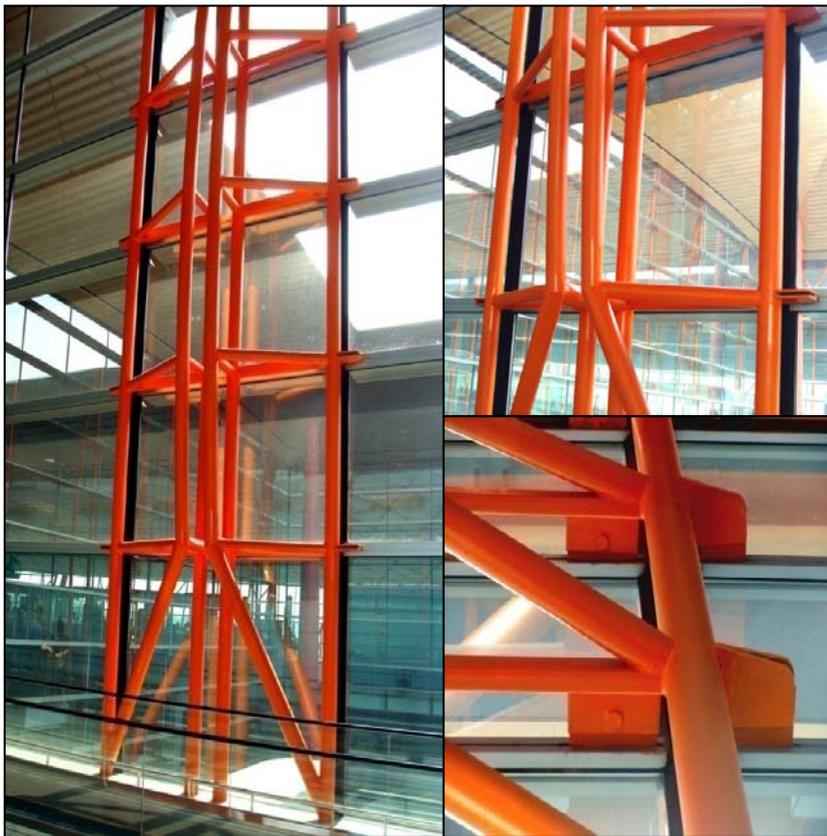


图 3-73 玻璃横跨伸缩缝处构造设计

金属屋面在主体结构伸缩缝处的设计即要考虑金属屋面如何适应主体结构变形，还要考虑金属屋面的防水设计（图 3-74）。

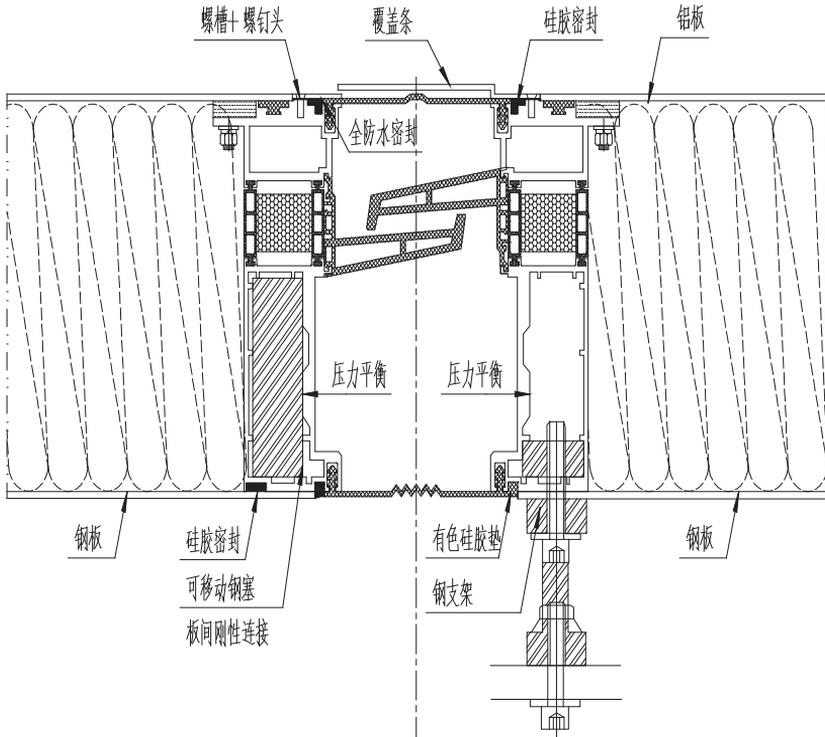


图 3-74 金属屋面伸缩缝处构造设计

### 3.8.11 幕墙开启窗设计易出错误

幕墙开启窗设计不当是竣工图编制易出问题的高发区，要特别注意开启扇的设计，否则极易成为空中炸弹(图 3-75)。



图 3-75 幕墙开启扇脱落示意

幕墙开启窗设计不当主要表现在以下几个方面：

- (1). 挂钩式开启窗未设限位装置（图 3-76）。

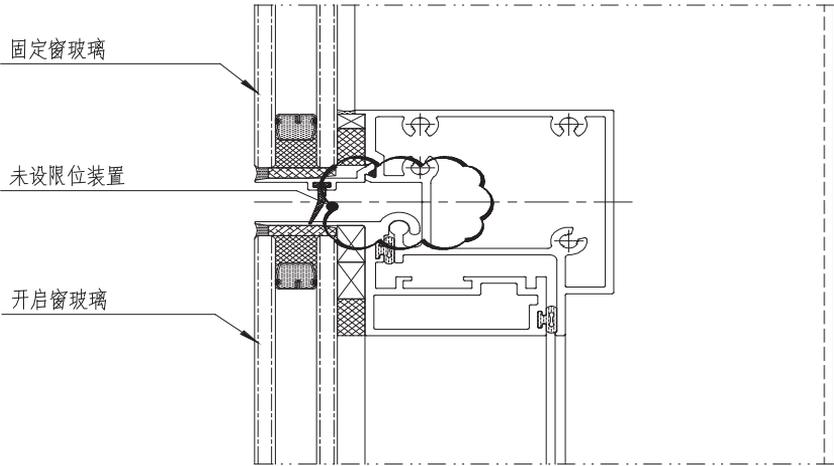


图 3-76 挂钩式开启窗未设限位装置

(2). 挂钩式开启窗挂勾入槽深度不够 (图 3-77)。

开启扇挂钩入槽要足够深, 而且还要有限位装置。

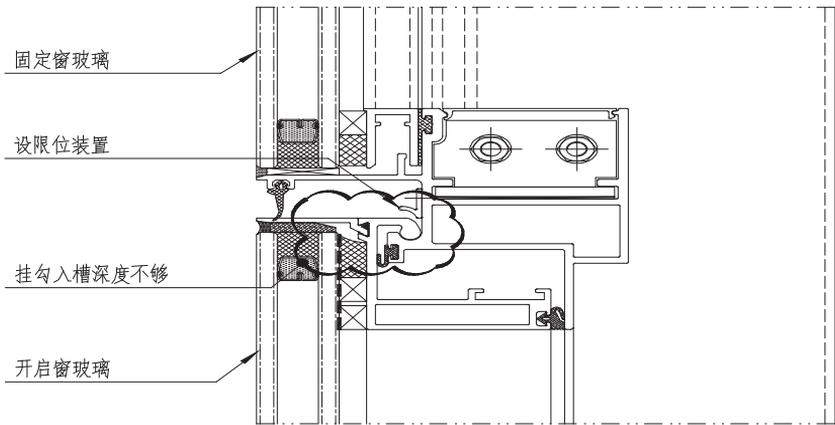


图 3-77 挂勾入槽深度不够

**解决办法：**

挂钩式开启窗应设限位装置和左右定位块，且开启扇挂钩入槽要足够深，挂钩铝型材的厚度要满足强度要求（图 3-78）。

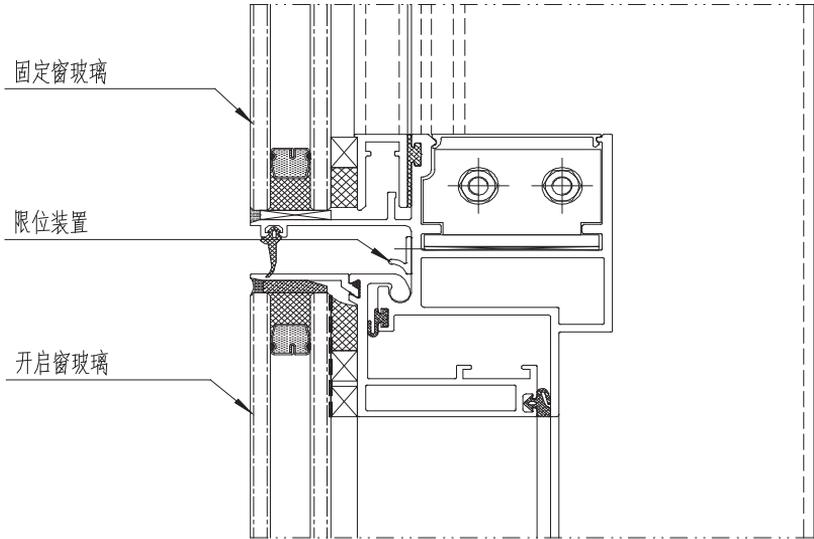


图 3-78 挂钩式开启窗正确构造做法

**3.8.12 玻璃直接粘结在钢龙骨上**

对于跨度较大、楼层较高的建筑工程项目，考虑到受强度限制等因素，其铝合金玻璃幕墙支撑龙骨往往采用钢龙骨，或采用钢龙骨支撑、铝合金型材外包装饰的做法（俗称“铝包钢”）。

有些采用钢龙骨支撑的铝合金玻璃幕墙设计中，玻璃通过单面贴压接在钢龙骨的表面上，玻璃自重全部由单面贴与钢龙骨间粘结力来承担，极易导致玻璃与钢龙骨直接接触，导致玻璃面板破损（图

3-79)。

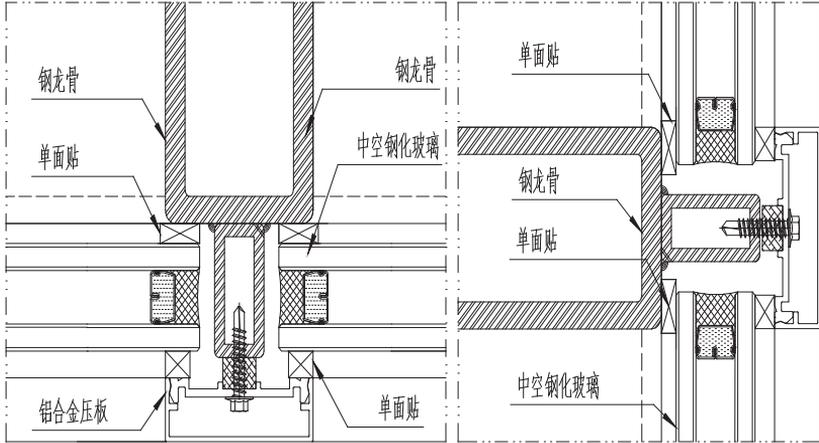


图 3-79 钢龙骨玻璃幕墙错误构造做法

### 解决办法:

采用钢龙骨支撑的铝合金玻璃幕墙，应该采用正确的支撑结构设计和合理的幕墙玻璃与支撑结构间的构造设计。

#### (1)、关于支撑龙骨

对于入口大堂、大跨度空间采用的钢龙骨，应按《钢结构设计规范（GB50017）》进行设计，钢龙骨与主体结构应采用铰接，幕墙自身重量应该通过支撑钢结构落在主体结构上（图 3-80）。

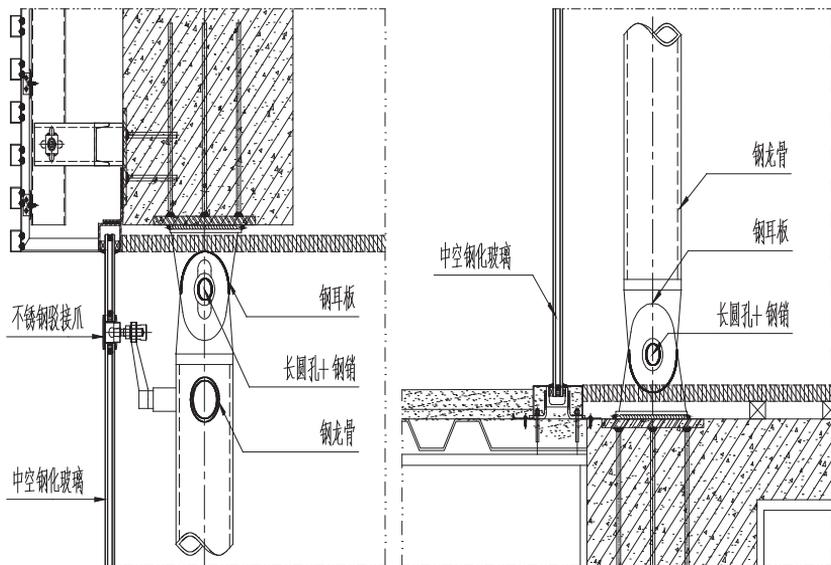


图 3-80 大跨度空间钢龙骨顶、底部构造设计

对于层高较高的建筑采用钢龙骨的，可以采用类似铝合金型材的构造做法，层间幕墙重量悬挂在主体结构上（图 3-81）。

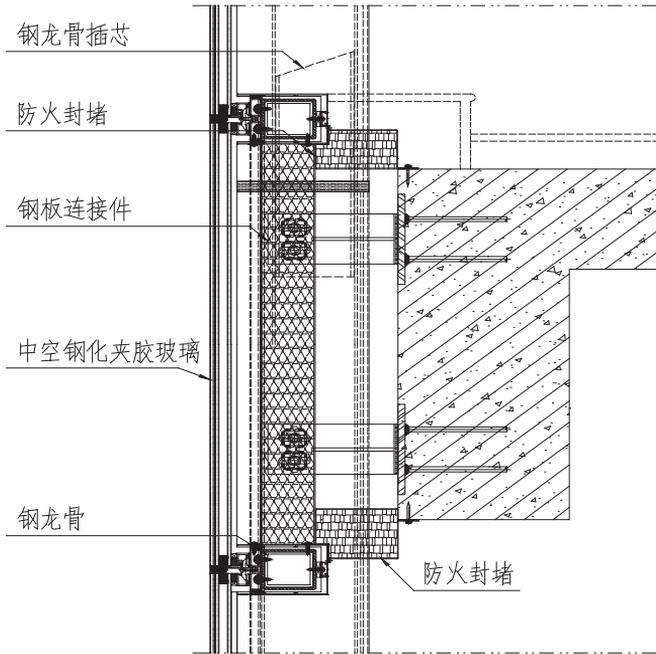


图 3-81 层高较高钢龙骨支撑构造做法

## (2)、关于玻璃与支撑龙骨间节点构造

由于玻璃是脆性材料，不能与钢材直接接触，必须在二者间采用柔性构造，钢龙骨前设置通长铝合金垫条、玻璃加铝合金附框的构造措施不但可保证幕墙玻璃的安全，而且可保证玻璃幕墙工程的安全（图 3-82）。

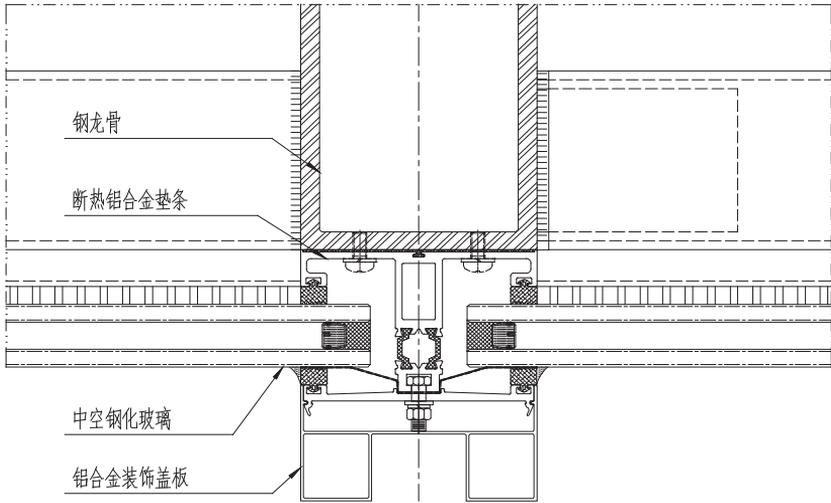


图 3-82 幕墙玻璃与钢龙骨支撑合理构造做法

采用钢龙骨支撑的玻璃幕墙、“铝包钢”玻璃幕墙必须在铝型材、铝角片间安装绝缘垫片。为了保证板块平整，在钢龙骨与玻璃板块之间因焊接变形产生的缝隙必须用绝缘垫片垫实，室内侧的缝隙应打胶装饰。

### 3.8.13 明框玻璃幕墙压块不连续或过窄

在明框玻璃幕墙设计中，外装饰盖通常采用压盖压接，一方面便于实现等压腔，另一方面可以与扣盖实现卡接。但在设计或图纸没有明确要求的情况下，实际施工过程中，往往采用不连续的压盖（短压盖），虽然可以降低成本，但会出现等压腔无法形成等问题，同时由于施工安装方法不当容易使玻璃面板局部受荷载较大，导致玻璃不平，这也是有些工程项目玻璃凸凹不平、易出映像的原因之一（图 3-83）。



图 3-83 明框玻璃幕墙采用短压块

**解决办法：**

外装饰盖采用的压盖应该通长、连续，以保证玻璃安装的平整度。在施工图纸设计或设计说明编写中应加以明确。

**3.8.14 六点支撑玻璃节点设计不佳**

在点支式幕墙设计当中，若玻璃板块分格过大或长宽比过大，往往采用六点支撑构造。六点支撑玻璃在使用过程中容易产生玻璃破损，除强迫安装、给玻璃施加额外荷载因素之外，玻璃开孔设计不当也是产生玻璃破损的因素（图 3-84）。



图 3-84 六点支撑玻璃破损

**解决办法:** 六点支撑玻璃开孔设计应该按照其受力特征来进行。在点支式玻璃幕墙中, 四点驳接玻璃面板上面两孔承受玻璃自重并抵抗水平荷载, 玻璃通过驳接头悬挂在驳接爪上, 驳接爪开长圆孔; 底部两孔不承受玻璃自重, 只抵抗水平荷载, 玻璃通过驳接头与驳接爪连接, 驳接爪开大圆孔 (图 3-85)。

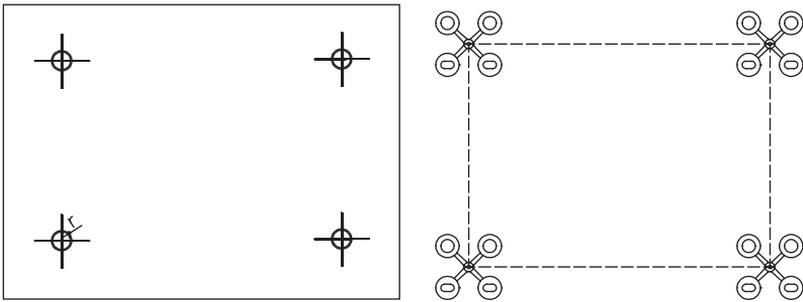


图 3-85 四点驳接玻璃开孔及受力原理图

六点驳接玻璃开孔设计应与四点驳接玻璃基本相同, 区分在于六点驳接玻璃面板放置的方向:

a. 对于竖向放置的六点驳接玻璃 (图 3-86), 其玻璃开孔与受力与四点驳接玻璃相同, 最顶部两孔承受玻璃自重并抵抗水平荷载, 玻璃通过驳接头悬挂在驳接爪上, 驳接爪开长圆孔; 中部和底部四个孔不承受玻璃自重, 只抵抗水平荷载, 玻璃通过驳接头与驳接爪连接, 驳接爪开大圆孔。

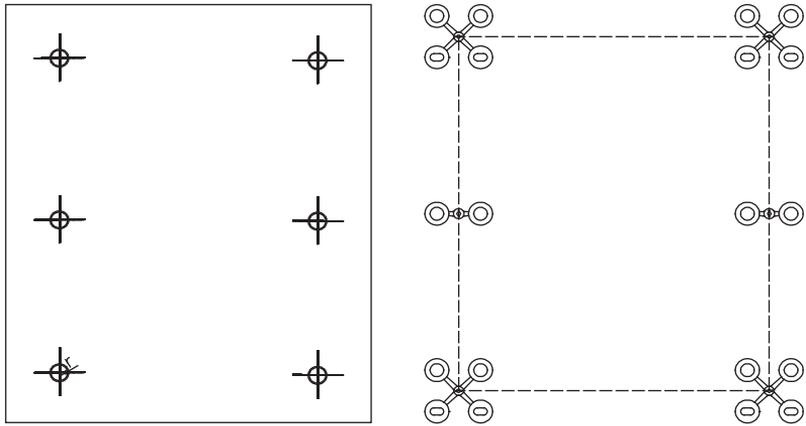


图 3-86 六点驳接玻璃开孔及受力原理图（竖向放置）

b. 对于水平放置的六点驳接玻璃（图 3-87），顶部边部两孔承受玻璃自重并抵抗水平荷载，玻璃通过驳接头悬挂在驳接爪上，驳接爪开长圆孔；其余四个孔不承受玻璃自重，只抵抗水平荷载，玻璃通过驳接头与驳接爪连接，驳接爪开大圆孔。

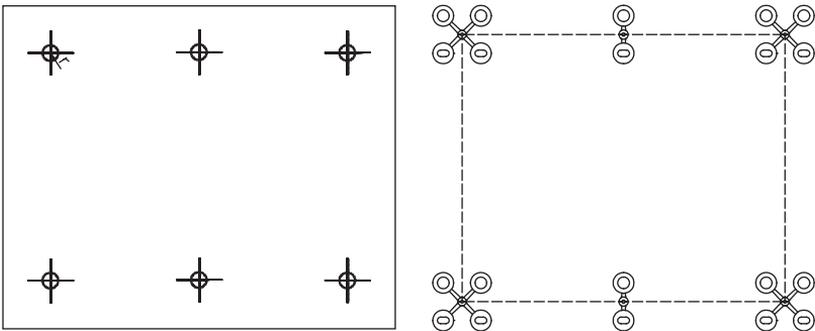


图 3-87 六点驳接玻璃开孔及受力原理图（水平放置）

#### 3.8.15 钢化夹胶玻璃使用不当

虽然住房和城乡建设部和国家安监总局在《关于进一步加强玻璃幕墙安全防护工作的通知（建标〔2015〕38号）》中进一步强化了新建玻璃幕墙安全防护措施，要求“玻璃幕墙宜采用夹层玻璃、均质钢化玻璃或超白玻璃”，但夹胶玻璃若使用不当，同样会出安全事故。

目前，国内夹胶玻璃大多采用PVB胶片作为中间层，这种胶片比较柔软，强度低，一旦钢化夹胶玻璃内外片同时破损就失去后期强度，整片玻璃板块会发生大的平面外变形，下垂或外突。变形过大，玻璃板块就会从框中拔出，或沿副框边缘撕开，很容易整块脱落（图3-88）。



图 3-88 钢化夹胶玻璃破损脱落

#### **解决办法：**

1. 有条件的工程项目，应采用离子性中间膜（SGP膜），其特点是玻璃破损后留有充分的剩余承载力，不会整块坠落。在新修订的

《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》中，已经写入：“玻璃幕墙采用夹层玻璃时，宜采用干法加工合成，其夹片宜采用聚乙烯醇缩丁醛（PVB）胶片或离子性中间层胶片；外露的PVB夹层玻璃边缘应进行封边处理。”

2. 千方百计采取一切构造措施，减少钢化夹胶玻璃内外片同时破损的风险，如增加夹胶玻璃入槽深度、在扣条或装饰盖板内增加金属扣件等。

### 3.8.16 肋点玻璃肋未使用钢化夹胶玻璃

部分工程项目采用玻璃肋板支撑全玻璃幕墙，但其玻璃肋未采用钢化夹胶玻璃(图 3-89)。



图 3-89 玻璃肋采用单片玻璃

在《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102-2003）》中第 4.4.3 条规定：采用玻璃肋支承的点支承玻璃幕墙，其玻璃肋应采用钢化夹胶

玻璃。在其修订稿中又作出了以下调整：

1. 玻璃幕墙的面板，除夹层玻璃外应选用超白钢化玻璃、均质钢化玻璃及其制品；
2. 全玻璃幕墙的玻璃肋宜采用夹层玻璃；
3. 全玻璃幕墙的开孔玻璃肋应采用钢化夹层玻璃。

### 3.8.17 中空玻璃二道密封胶选择不当

中空玻璃二道密封胶选择不当主要表现在二道密封胶选择类型不当和其宽度取值不当两个方面（图 3-90）。

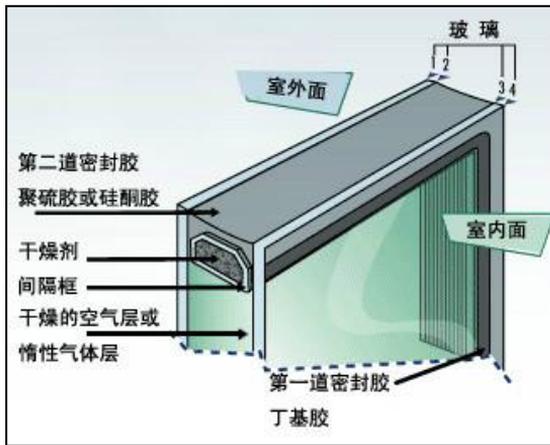


图 3-90 中空玻璃结构图

#### 1. 二道密封胶选择类型不当

明框玻璃幕墙的中空玻璃四周有金属边框承受风荷载、地震力和玻璃自重，中空玻璃内外片玻璃间二道密封胶不受力，可以使用聚硫胶，以提高中空玻璃密封性能（图 3-91）。

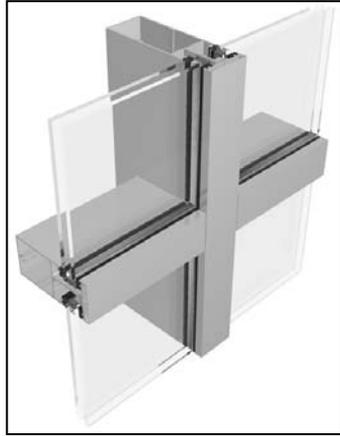


图 3-91 明框玻璃幕墙节点构造

隐框、半隐框玻璃幕墙面板所采用的中空玻璃，所承受的风荷载、地震力和玻璃自重都需要通过二道密封胶来传递到支承结构上去，因此必须采用硅酮结构胶（图 3-92）。



图 3-92 隐框玻璃幕墙节点构造

点支承玻璃幕墙采用不锈钢驳接爪连接的中空玻璃，虽然在支承点中空玻璃内外片有金属圆环外涂丁基胶密封，但由于玻璃加工及中空玻璃合片误差影响，实际上仅有一片玻璃（内片或外片）支承在驳接头上，也要采用硅酮结构密封胶作为中空玻璃的二道密封(图 3-93)。

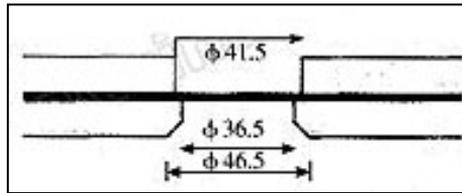


图 3-93 玻璃开孔图

#### 2. 二道密封胶宽度取值不当

中空玻璃采用硅酮结构密封胶作为受力的二道密封胶时，其宽度应该由计算确定。但在幕墙工程设计过程中，其往往容易被设计人员忽视，留下安全隐患。同时，有些玻璃深加工厂家在生产过程中随意决定二道密封胶的宽度，这是很不安全的。风力有大小，玻璃尺寸不同，厚度不同，胶缝受力也不尽相同。

二道密封胶的宽度要由隐框、半隐框幕墙中空玻璃的尺寸、所承受的荷载，通过计算确定。其宽度应该留有余量，应该能承受外片玻璃的自重，并且应该满足相关行业标准最小宽度的要求（不得小于7mm）。

#### 3.9 金属幕墙常见问题及解决办法

金属幕墙包括金属板幕墙和金属复合板幕墙，金属板幕墙按面板材料包括铝板幕墙、彩色钢板幕墙、搪瓷钢板幕墙、不锈钢板幕墙、锌合金板幕墙、钛合金板幕墙、铜合金板幕墙等；金属复合板幕墙包括铝塑复合板幕墙、铝蜂窝复合板幕墙、钛锌复合板幕墙、

金属保温板幕墙、铝瓦楞复合板幕墙等。

### 3.9.1 铝板幕墙细部构造易出错误

铝板幕墙中铝板面板在设计时由于交待不清或要求不够明确，铝板虽然由专业厂家加工，但容易在细节上出现错误，导致铝板幕墙问题迭出。

#### (1)、加强筋设置或构造不合理

在有些铝板幕墙工程当中，由于未设置加强筋或加强筋设置不当、加强筋与铝板未采用可靠连接导致，导致铝板幕墙表面在温度作用下凹凸不平，严重影响建筑美观（图 3-94）。



图 3-94 加强筋设置不当导致铝板幕墙表面凹凸不平

**解决办法：**加强筋的布置应该考虑铝板的长宽比，加强筋应该与铝板的折边连通，一般加强筋的间距不能小于 300mm，加强筋与铝板应该采用铝焊接或螺钉连接。

### (2)、铝板四周铝角码连接螺钉的孔边距

铝板折边太窄，螺钉孔太靠边，受力时容易撕开；采用拉铆钉连接的铝板，由于连接构造设计不当，在外部荷载作用下，铝板极易脱落（图 3-95）。



图 3-95 铝板构造不当易造成铝板脱落

**解决办法：**铝板折边上螺钉孔中心到板边缘的距离不应小于钉孔直径的 1.5 倍，增加铝板折边螺钉孔位置的抗剪切能力（图 3-96）。

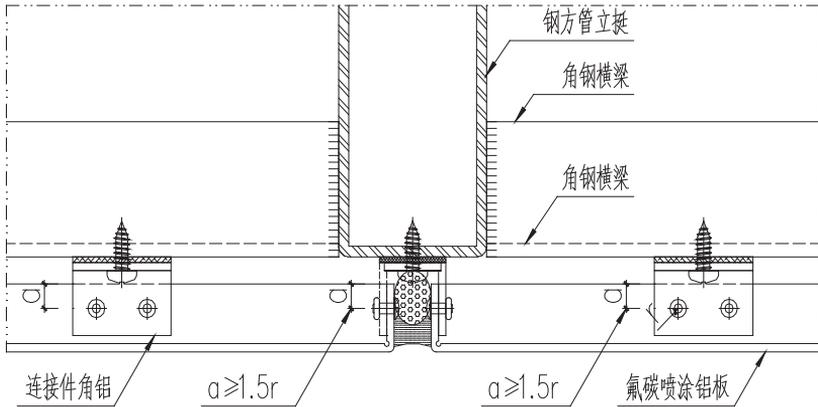


图 3-96 铝板细部构造示意图

铝板的固定不能采用拉铆钉，只能选用机制螺丝。

### (3)、铝板幕墙其它注意事项

a. 铝板背后衬保温棉应用不锈钢丝进行绑扎，或采用铝条或不锈钢条进行绑扎，严禁采用塑料螺钉加胶粘结的现象。否则，阳光下胶融化后容易使保温棉脱落；

b. 在建筑幕墙设计文件中应明确铝板的厚度、材质、表面处理工艺和方式；

d. 考虑铝板折边位置处的美观，铝板折边时允许刨槽处理，对于 2.5mm 以上的铝单板，其刨槽深度应  $\leq 1\text{mm}$ （图 3-97）；

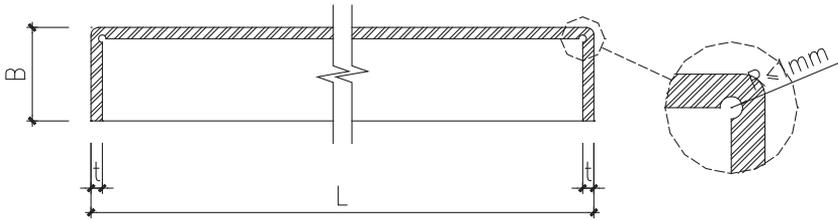


图 3-97 铝单板折边处刨槽深度示意图

c. 铝板的选材应充分考虑铝板的合金成分和表面处理方式。

### 3.10 竣工图编制其它易出问题

在竣工图编制过程中，容易出现的其他问题如下：

1、防火封堵设计不合理，同一板块跨两个防火分区；或者防火层上口无遮盖；

2、设计构造节点不合理、不全面，如交口交接部位、横立挺连接方式、收口收边等的不合理易漏水、渗水等；

3、节点设计与规范标准不符，上下立柱的连接插芯长度为 200mm，（而 JGJ102—2003 规定为长度不小于 250mm）等；

4、竣工图上缺少与设计计算有关的尺寸，如：隐框玻璃幕墙的板块注胶宽度、注胶厚度，缺少构件规格、紧固件规格标准，幕墙与结构间的尺寸标注等等。

### 3.11 竣工图编制建议

竣工图应包括建筑幕墙工程施工合同范围内及工程施工过程中新增加的工程内容，不应缺项。竣工图的编制应包括设计说明（包括附录的建筑幕墙防火设计专项说明及建筑幕墙节能设计专项说

明)和图纸两大部分。

### 3.11.1 设计说明编制建议

1、设计依据(包括:工程合同或协议、主体建筑设计建施、施工图;工程效果图、设计方案等);

2、采用标准(包括:国家和行业建筑幕墙相关标准、规范;建筑及结构标准规范;主要材料及附件标准等);

3、幕墙工程类型(包括:工程所有的幕墙类型;工程的特点等);

4、主要性能参数(包括:幕墙设计使用年限、幕墙物理性能指标:抗风压性能、水密性能、气密性能、节能等指标及设计单位和业主提出的其它技术要求);

5、设计说明中在其相关的项目中列出标准、规范要求的强制性条文技术要求(如:对硅酮结构密封胶的采购和使用要求;石材密封胶的抗污染性检测所用石材的特性要求、后置埋件的使用注意点要求等)。

6、工程采用的主要幕墙材料牌号、规格、材质、适用标准、性能技术指标等(如:框架材料,面板材料,硅酮结构密封胶和耐候密封胶,石材用耐候胶和干挂胶,胶条及填充材料、紧固件等);

7、主要五金附件(窗锁、撑杆、主要受力螺杆、螺栓,包括后锚固栓等);

8、加工制作、施工安装技术要求等。

按照国家及行业现行规范、地方规程及企业标准进行说明。

9、防火防雷设计应对本工程具有针对性;

10、幕墙工程所相关的维护保养要求等。

11、防火设计专篇内容应完整、正确;

12、节能设计专篇内容应完整、正确；

### 3.11.2 竣工图纸编制建议

幕墙的竣工图纸至少应该包括：平面图、立面图、剖面图、局部大样图、节点构造详图、型材断面图、其它必要的构件图和部件组装图。

1、建筑幕墙竣工图绘图采用的标准：平面分格、立面分格和剖面图采用建筑制图标准，而节点图、构件图则采用机械制图标准绘制。

2、竣工图应包括工程所有幕墙类型图纸，包括所有雨棚、装饰等合同；

3、提供的竣工图应齐全、完整、清晰，审批签字齐全；竣工图应加盖单位竣工专用图章；图纸更改应有标识，不得随意涂改；

4、幕墙节点设计应符合标准、规范要求。

节点应包含所有幕墙类型节点详图，包括但不限于：横剖与纵剖节点图、转角节点、收边收口节点、开启窗节点、预埋件安装；转接件焊接与安装、立柱与转接件连接、板块安装防雷节点、女儿墙收口、防火节点和各封口节点、变形缝与沉降缝的节点处理、特殊结构、节点处理等；

5、根据竣工图纸目录和编号进行汇总整理成册，注意图面清晰、视图完整。图纸不得缺项、少页及标识不清。

### 3.12 幕墙工程存在安全隐患的条件

中国建筑装饰协会幕墙工程委员会在2015年6月7日出台了《中国建筑工程装饰奖（幕墙类）复查纪录规范化指导意见》，该指导意见给出了工程复查时从节点构造角度判定幕墙工程存在安全隐

患的因素：

- 1). 玻璃幕墙整体采用大小片；
- 2). 北京地区石材面板采用 T 型挂件；
- 3). 石材幕墙整体采用背挑挂件；
- 4). 隐框玻璃开启扇结构胶不对齐；
- 5). 玻璃幕墙层间没有防火封堵；
- 6). 非透明幕墙层间没有防火封堵；
- 7). 采光顶、雨棚排水坡度不够，有漏雨隐患；
- 8). 没有防雷节点；
- 9). 石材幕墙檐口造型、倒挂石材等节点存在安全隐患。

## 第4章 计算书

幕墙设计与施工以安全、可靠为基本前提，离开了切实合理的结构设计，幕墙的存在也就失去了意义。同时，国家要求积极响应节能减排，幕墙作为建筑围护结构，其热工设计和施工的结果直接影响着整个建筑的使用能耗。通过大量创优工程检查和竣工图纸、计算书审查工作，发现我国幕墙设计与施工单位技术水平与政策贯彻力良莠不齐，很多单位在幕墙（包括门窗、采光顶、钢结构等）结构和热工计算方面存在各种各样的问题，影响到围护结构的安全性、经济性和使用性能。

### 4.1 审查内容及复查方法

建筑幕墙计算书包括建筑幕墙结构计算书和建筑幕墙节能设计与热工计算书两部分。

#### 4.1.1 建筑幕墙结构计算书

1、正确、合理选择设计计算参数（风荷载、地震作用、自重等计算参数）计算和作用效应组合计算；

2、正确选择计算单元，正确清晰的受力分析；

3、正确合理的材料力学特性取值；

4、工程所有的幕墙类型都应有计算；

5、计算项目应齐全、完整不缺项（面板强度、挠度计算，结构胶宽度、厚度计算，所有连接件都应进行强度计算，预埋板及锚筋面积（弯、拉）的计算，焊缝长度、高度、宽度计算），并有明确的结论，满足工程设计要求。

#### 4.1.2 建筑幕墙节能设计与热工计算书

1、正确、合理选择设计计算参数，如气候分区、朝向、窗墙面积比、透明和非透明幕墙，建筑幕墙热工性能满足建筑节能设计指标要求；

2、建筑幕墙热工计算符合 JGJ/T 151-2008 的规定，玻璃幕墙应具有玻璃光学热工性能、节点传热二维有限元计算、单元幅面及各朝向幕墙幅面计算结果；

3、寒冷和严寒地区应进行结露性能评价计算；

4、正确选择热工计算单元；

5、正确合理的材料热工参数取值；

6、工程所有的幕墙类型都应有计算；

7、计算项目应齐全、完整不缺项并有明确的结论满足工程设计要求；

8、根据窗墙比、外墙种类、各单元热工计算结果进行计算汇总，得出结论是否与建筑节能要求相符合；

#### 4.1.3 计算书复查方法

复查专家组通过审查以下资料对计算书整体性、完整性、正确性、合理性进行复查：

1、竣工图纸、结构和热工计算书；

2、工程使用材料；

3、工程现场。

### 4.2 结构计算书常见问题及解决办法

#### 4.2.1 引用过期或废止规范

幕墙工程的竣工图、计算书引用了废止或过期的规范，对相关

条文的要求响应不足；结构计算没有采用最新版本，导致计算结果有偏差。

**解决办法：**定期通过行业协会、专业网站等渠道查询、更新幕墙设计相关的标准、规范、规程，通过购买、下载等途径获得所需的规范，并组织学习宣贯。

汇总公司不同幕墙工程施工图审查意见，作为设计人员日常工作的参考资料。

### 4.2.2 计算软件版本问题

目前，幕墙的结构体系包括幕墙面板都通过计算软件来进行。利用软件来进行计算，方便、快捷。每个幕墙工程都有其特殊性，计算机假定和计算的边界条件都会存在着差别，应根据工程实际情况进行调整和补充。如对于石材幕墙立柱的计算校核，既可以按照简支梁来进行计算，也可以假定连续梁来进行计算，也可以将石材幕墙的立柱和横梁整体建模采用 SAP2000 或 ANSYS 进行有限元分析。不同的假定，不同的计算模型，得到的计算结果是有差别的。

幕墙设计计算软件同其它应用软件一样存在使用盗版软件、教学版的情况，同时计算软件种类和版本较多，有的未注明软件版本号，有的软件未经过权威部门的认证。采用未经认证的计算机软件或盗版软件，计算结果的可靠性得不到保证，结构设计结果可能存在安全隐患。

**解决办法：**在计算书中采用何种计算软件，必须在计算依据中详细说明，切忌盲目直接引用。推广、监督使用经权威部门认证的正版结构设计软件，并定期组织软件使用培训和问题解答。

### 4.2.3 计算书完整性与准确性问题

计算书的完整性和准确性不够，主要体现在以下几个方面：

1、计算总说明不完整，计算系统不完整，缺少一些工程量较少的幕墙系统的计算；

2、缺少雨棚、采光顶、金属屋面或其它特殊造型部位的钢结构计算，在采用软件进行钢结构或拉索计算时对荷载考虑不全、交代不清、荷载未组合或组合错误，但往往这些部位受力较复杂且结构安全性更加重要；

3、缺少一些横梁、较大装饰条、加强筋等构件的结构计算；

4、缺少一些部位的结构胶计算，或结构胶计算时未考虑永久荷载计算；

5、遗漏预埋件和后置埋件、锚栓的计算；

6、遗漏转接件、螺栓、螺钉、焊缝等连接计算；

7、遗漏角码、驳接爪、驳接头、背栓等配件计算；

8、遗漏压弯构件的稳定性计算；

9、遗漏单元式幕墙挂钩、挂座或挂轴以及板块吊挂点的结构计算；

10、石材面板未按照有效厚度进行计算；

11、墙角区、墙面区未按荷载规范准确区分，有的缺少墙角区的计算；

12、对设计变更、增项没有及时变更计算和补充计算；

13、设计与施工不是同一单位时，对原计算书中的遗漏、错误和变更没有及时进行改正和补充；

14、个别工程只对板块、横梁立柱强度和刚度等大项进行了计

算，忽略了对连接件、连接螺栓的计算，如缺少连接角码计算、后置膨胀螺栓计算、雨棚斜拉杆计算、预埋件连接板计算等；

15、未能提供工程所有幕墙类型完整的计算。工程中同一幕墙类型由于所处标高、位置不同，其受荷载情况也不尽相同，计算单元的选取未按最不利位置处进行选取；

16、在采用 SAP2000 或 ANSYS 进行有限元分析或其他结构软件进行计算时，对施加的荷载不进行详细的说明和前期详细计算，导致校核时对突然出现荷载值不能判断正确与否。

**解决办法：**设计部门出图前加强内部校对、审核把关，可参照国优工程评审标准，针对具体工程列出完整的计算系统和计算项，对计算项逐项进行计算并审核，有变更或增项时及时变更补充计算。

### 4.2.4 工程符合性问题

计算书针对性不够，有些工程可能会采用同一系列的幕墙系统，楼层高度又接近，有些设计人员直接套用以前工程的计算书，与工程实际不符；

有些工程计算部位、跨度、分割尺寸等计算值未选取最不利工况进行计算；

有些工程计算书中构件、面板、结构胶等与设计图纸中采用的规格尺寸及其它参数不符（图 4-1）。

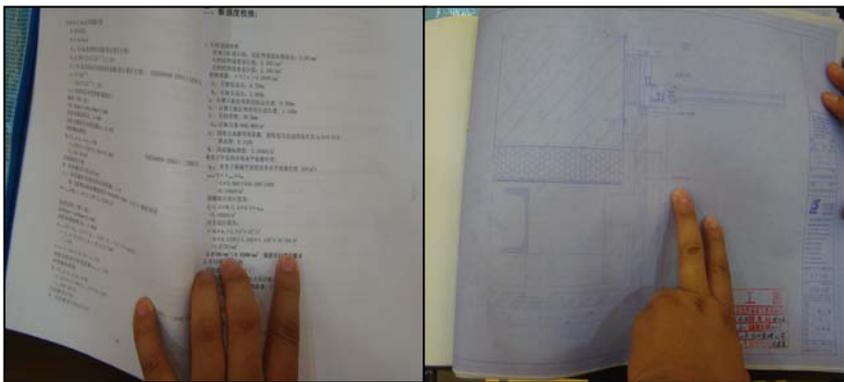


图 4-1 计算书中石材厚度与图纸不符

**解决办法：**设计部门出图和出计算书前加强内部校对、审核把关，要求计算书相应章节前注明计算对应的幕墙安装部位和图纸编号，并仔细核对计算参数是否与图纸符合。

#### 4.2.5 参数取值问题

(1). 风荷载体型系数取值不准确。有的幕墙工程全按大面取值，未考虑墙角边、檐口等部位的风荷载体型系数；有的项目不区分大面和墙角边的风荷载体型系数，又全部按墙角边的最大风荷载体型系数取值；有的虽然也计算了墙角边、檐口等部位，但在计算书中未对具体部位作具体说明。

(2). 工程所在地地面粗糙度类别、设计使用年限、基本风压、基本雪荷载、抗震设防烈度、材料牌号、钢化玻璃强度、石材牌号和强度、铝板牌号和强度、结构胶变位能力、螺钉与螺钉强度、各

种材料重力密度与弹性模量、泊松比、线膨胀系数、焊缝强度、材料局部承压强度等设计计算参数存在取值不正确或不合理等问题，直接影响结构设计的正确性。

(3). 结构胶计算时，计算永久荷载作用时的结构胶宽度，忽略了规范中要求重力荷载为设计值，未乘分项系数 1.35。

**解决办法：**认真查阅相关规范、幕墙施工图纸和工程主体结构施工图总说明，结合工程实际情况，选用正确的设计参数，出图和出计算书前加强内部校对、审核把关。

### 4.2.6 力学计算模型问题

力学模型问题包括计算书构件选用力学模型与工程实际不符，或者模型选用不合理，造成幕墙设计存在安全隐患或材料浪费。例如：

(1). 对于铝合金隐框和明框玻璃幕墙，其玻璃面板可以依据《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》按四边简支来进行计算；

(2). 对于采用驳接头式的点支式玻璃幕墙，其玻璃面板可以依据《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》按四点支撑来进行计算；

(3). 对于国家体育馆玻璃幕墙面板玻璃的计算（图 4-2），根据面板玻璃的构造，立柱间两块玻璃，相交处为自由边，横梁和立柱作为三个简支边。不能按照四边简支来进行计算，应该按照三边简支来进行计算；



图 4-2 三边简支板幕墙工程实例

(4). 对于首都机场 T3 航站楼幕墙玻璃, 玻璃上下入槽, 水平相邻玻璃间没有支撑条件, 隐藏一根竖向拉杆承重。是典型两对边支承的面板, 按对边简支板计算, 也可以近似按筒支梁计算(图 4-3)。

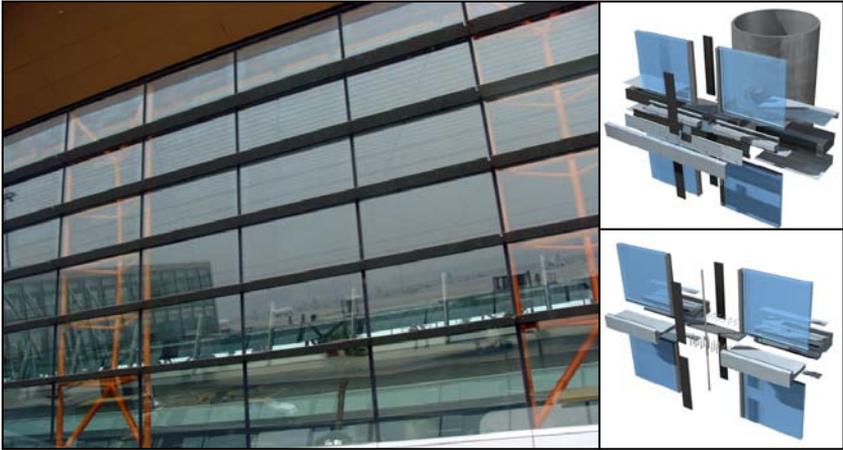


图 4-3 对边简支板幕墙工程实例



图 4-4 四点嵌固板幕墙工程实例

(5). 对于采用梅花夹、矩形夹板的点支式玻璃幕墙，其玻璃面板不能按照四点支撑计算，必须按照四点嵌固来进行计算(图 4-4)。

**解决办法：**设计部门出图前加强内部校对、审核把关。

#### 4.3 热工计算书常见问题及解决办法

目前，在建筑幕墙国优工程项目的热工性能计算中，计算依据主要采用的是广东省建筑科学研究院编写的《建筑门窗玻璃幕墙热工性能计算规程（JGJ/T151-2008）》，热工计算通常采用“粤建科®MQMC”来进行（图 4-5）。



图 4-5 门窗幕墙热工计算依据

#### 4.3.1 计算书完整性问题

计算书不完整，主要包括：

- 1、热工计算总说明不完整；
- 2、未对建筑所有朝向进行热工计算，同一朝向幕墙总和热工性能指标未能与建筑设计要求进行对比，没有明确计算对比及结论；
- 3、缺少幕墙的窗墙比；
- 4、未进行加权平均汇总；
- 5、未考虑玻璃幕墙尤其明框幕墙节点热工损失；

6、缺少一些幕墙类型的系统传热系数、遮阳系数计算；

7、缺少采光顶热工计算；

8、忽略了非透明幕墙的热工计算，或对全玻幕墙、点式玻璃的热工没有计算；

9、缺少幕墙与采光顶结露计算。

**解决办法：**设计部门出计算书前加强内部校对、审核把关，可参照国优工程评审标准，列出完整的计算项，逐项计算并进行加权平均汇总。

### 4.3.2 工程符合性问题

计算书针对性不够，未根据工程实际区分透明幕墙和非透明幕墙；未根据工程实际计算各立面窗墙比；玻璃等材料参数与实际不符；热工计算单元选择不正确。

**解决办法：**设计部门出计算书前加强内部校对、审核把关，仔细核对计算参数是否与图纸及工程实际符合。

### 4.3.3 参数取值问题

工程所在地气候分区、朝向、非矩形平面建筑物立面划分象限角度、窗墙面积比、材料的热工参数等设计参数存在取值不正确或不合理等问题，直接影响热工计算的正确性。

**解决办法：**认真查阅相关规范、幕墙施工图纸和工程主体建筑施工图总说明，选用正确的设计计算参数，出计算书前加强内部校对、审核把关。

# 第5章 工程质量管理资料

建筑工程的安全和质量是建筑物的根本，工程质量资料作为记载施工情况的第一手资料，真实反映了施工过程中的各方面情况，可以为施工单位提供分析总结施工过程的依据，有效促进企业管理水平和施工水平的提高，但实际工程质量管理资料中存在资料不齐、检测项目不全、签字不规范等诸多问题。

依据《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》，工程质量管理资料包括幕墙主要材料选用及其质量要求、幕墙性能检测及材料的复验、板块加工与组装质量、幕墙节点及连接质量四个部分。

## 5.1 审查内容

### 5.1.1 幕墙主要材料选用及其质量要求

1、工程所用材料都应有合格证，其中重要材料，如：受力型材（铝型材、钢材）、面板（玻璃、铝板、石材等），受力构件和紧固件（转接件、预埋件、受力螺栓、化学螺栓等），密封胶条等应提供质量保证资料或性能检测报告；

2、硅酮结构胶、耐候密封胶应按国家、行业有关要求采购、使用；供应厂家提供合格证和性能检测报告等；

3、一个工程应采用同一品牌的硅酮结构密封胶和硅酮耐候密封胶配套使用；

4、幕墙节能工程使用的保温隔热材料，其导热系数、密度、燃烧性能应符合设计要求。幕墙玻璃的传热系数、遮阳系数、可见光

透射比、中空玻璃露点应符合设计要求；隔热型材的抗拉强度、抗剪强度符合标准要求；透光、半透光遮阳材料的太阳光透射比、太阳光反射比应符合设计要求；

5、幕墙用材料应进行入库检查，没有合格证或未经检验合格的材料不得使用；重要材料使用前应进行复验。

6、进口材料，五金附件等应有商检报告。

### 5.1.2 幕墙性能检测及材料的复验

1、幕墙建筑物理性能检测报告

2、材料复验

1) .主要受力型材（铝型材、钢材）及面板（铝板、铝塑板）材料的复验报告；

2) .主要受力螺栓、化学螺栓力学性能检验报告等；

3) .连接件、预埋件的焊缝质量检测报告；

4) .石材的抗弯强度检验报告；

5) .后置埋件现场拉拔力检测报告等。

3、硅酮结构胶、耐候密封胶的相容性、粘结性试验报告；

4、隐框、半隐框板块的实物剥离试验；

5、淋水试验记录；

6、防雷检测报告。

### 5.1.3 板块加工与组装质量

1、每批、每种规格的单元板块组件出厂应有合格证和检验记录；

2、每批、每种规格的隐框、半隐框玻璃板块应有合格证和检验记录。

### 5.1.4 幕墙节点及连接质量

- 1、幕墙各连接牢固、可靠，隐蔽工程符合图纸要求；
- 2、隐蔽工程记录真实、齐全，并经监理签字认可（隐蔽工程包括：预埋件或后置螺栓连接；构件与主体结构连接；立柱与横梁的连接；伸缩缝、沉降缝、抗震缝、上下和侧面封口节点；防雷节点及防火、隔烟节点、板块的固定和单元式幕墙封口等）；
- 3、安装质量检查记录：
  - 1) . 铝合金框架构件安装质量记录；隐框（半隐）玻璃幕墙记录；点支承幕墙安装质量记录；金属、石材幕墙安装质量记录等；
  - 2) . 点支承幕墙张拉杆索体系预拉力张拉记录；
  - 3) . 幕墙质量自评表；
  - 4) . 幕墙的观感检查记录。

## 5.2 复查方法

### 5.2.1 幕墙主要材料选用及其质量要求

- 1、支承材料、面板材料、胶及胶条、五金附件等合格证及质量保证资料或性能检测报告。
- 2、保温材料的质量资料和复验报告。
- 3、玻璃光学热工性能检测报告；透光、半透光遮阳材料光学性能检测报告；中空玻璃露点检测报告。
- 4、隔热型材力学性能检测报告。
- 5、硅酮结构胶、耐候密封胶供应厂家、胶的牌号、批号、质保书等。
- 6、主要材料（铝型材、钢材、玻璃、铝板、石材、转接件、预埋件、受力螺栓、化学螺栓、硅酮结构胶、耐候密封胶）复验报告。
- 7、材料验收记录等。

### 5.2.2 幕墙性能检测及材料的复验

- 1、材料等的复验、试验报告；
- 2、胶的性能检测报告和相容性、粘结性报告，胶 10 年质量保证证书等；
- 3、现场检验记录。

### 5.2.3 板块加工与组装质量

- 1、出厂合格证和检验记录；
- 2、查打胶记录（温度、湿度、双组份胶的拉断、蝴蝶试验记录）。

### 5.2.4 幕墙节点及连接质量

- 1、竣工图纸；
- 2、热工计算报告；
- 3、隐蔽工程记录。

## 5.3 资料编制与理解

复查组对于一个幕墙工程项目的复查可能最多会持续一天左右时间，而一个项目的工程质量管理资料内容多，为了能节省专家检查时间，也更好体现工程质量管理资料整理质量，工程质量管理资料建议按照《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》中第 4、5、6、7 条内容进行整理和编制。

## 5.4 资料中存在的问题及解决办法

### 5.4.1 幕墙主要材料选用及质量要求

#### (1)、后置锚栓拉拔试验欠缺

对于施工现场的后置锚栓拉拔试验，有的工程使用多种规格和种类的后置锚栓，但只对其中一种规格的锚栓做了拉拔试验，尤其是雨棚后置锚栓的检测多被遗漏。另外，由于同种规格的后置锚栓

较多，拉拔检测数量不够。

**解决办法：**在项目施工过程中应按《混凝土结构后锚固技术规程》(JGJ145-2013)中 A2.2 条(同规格、同型号，基本相同部位的锚栓组成一个检验批，抽取数量按每批锚栓总数的 1%，且不少于 3 组)的规定进行拉拔。对于受力薄弱部位及安全要求更高的也应拉拔试验，如雨蓬等部位。施工现场的后置锚栓各种规格都必须进行拉拔检测，避免不合格的锚栓蒙混过关。

#### (2)、膨胀螺栓拉拔力达不到设计值

有的幕墙工程选用的膨胀螺栓的拉拔检测值达不到设计值的两倍以上要求，导致工程存在安全隐患。

**解决办法：**明确设计值与检测值之间的相互关系，按要求对工程膨胀螺栓进行拉拔检测，确实达不到设计值的两倍以上要求时，分析原因，如是膨胀螺栓质量达不到要求，更换膨胀螺栓，膨胀螺栓的拉拔检测值必须达到设计值的两倍以上要求，避免工程存在安全隐患。

#### (3)、部分背栓石材幕墙的背栓未进行拉拔试验

部分幕墙工程项目采用背栓式干挂石材幕墙，但背栓与石材面板的连接未进行拉拔试验。

**解决办法：**石材幕墙的背栓拉拔试验检测石材与背栓之间的安全性。将材料送检测中心进行背栓拉拔试验，提供的结构计算书锚栓群中最不利锚栓的受力值作为检测值。以便证实背栓与石材连接即使在长期荷载作用下是否可靠性。

#### (4)、铝型材膜厚级别未达规范要求

有的幕墙工程采用阳极氧化铝型材，但其材质证明文件中膜厚

级别却标示 AA10 级。

**解决办法：**学习并理解《玻璃幕墙工程技术规范(JGJ102)》中 3.2.2 及《建筑幕墙》(GB/T21086)中 5.3.2.1 的规范要求：阳极氧化铝型材的膜厚级应不低于 AA15 级。采购合同中明确规范要求，进场铝型材阳极氧化膜厚及材质证明文件中膜厚级达到规范要求。

### (5)、材料进货与材质证明不符

有的进货记录为氟碳喷涂型材，材质证明却提供的是粉末喷涂。

**解决办法：**加强对有关人员的业务素质培训和质量意识教育，认真核对进场材料和相关材质证明资料与工程技术要求材料是否相符。

### (6)、双面胶条规格与结构胶宽度和厚度不符

进场报验资料中双面胶条的质量证明文件，没有标示规格，或有些公司进货记录的双面胶条规格不能满足结构胶设计厚度或宽度的要求。

如图纸中结构胶设计规格 20mm×10mm，但双面胶条进货规格为 8mm×4mm。通过数据上的矛盾，我们基本可以得出结论：若双面胶条规格正确，则工程现场的结构胶宽度与厚度不满足设计要求，存在安全隐患；若结构胶现场尺寸符合设计要求，则双面胶条进场报验资料、质量证明文件等不真实、可靠。

**解决办法：**质量部门认真学习并理解《玻璃幕墙工程技术规范(JGJ102)》中关于硅酮结构密封胶的粘接宽度应符合规范第 5.6.3 或 5.6.4 条的规定，同时应明确双面胶条是控制玻璃与框的间距，控制打胶宽度，结构胶的宽度与高度直接影响到玻璃幕墙的结构安全。按施工图和结构计算书所需双面胶条的规格、材质要求采购，质量部门核对采购的双面胶条规格型号并按要求记录，记录内容齐全。

(7)、多种品牌胶在同一工程使用

同一工程使用了两种以上的胶，发现个别项目存在两种甚至两种以上结构胶或耐候胶的合格证和质量保证书。有些工程项目采用进口硅酮结构密封胶，但未提供商检报告。

**解决办法：**认真学习并理解《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133）》规范中3.5.2强制性条文，还需了解施工现场使用两种以上胶会造成管理上的混乱，出现质量问题时难以分清责任，也无法进行统一的相容性试验。在工程施工过程中，硅酮结构密封胶和密封胶必须相容性试验，同时结构胶还需邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能进行复验，石材专用胶需做相容性和污染性检测，检验不合格的产品不得使用。进口硅酮结构密封胶商检报告是胶的质量检验合格证明，必须提供。

(8)、底漆资料缺失

有的幕墙工程项目相容性试验报告说明涂底漆相容，而材料进货记录和加工记录均未见底漆资料。

**解决办法：**通过相容性及粘结性试验结果确定是否使用底涂，正确使用底涂有助于原本不易粘合的表面产生强而持续的密封粘合。注胶时按要求使用与硅酮结构密封胶相应的底漆。材料进货记录和加工记录中应记录材料品名、型号、生产厂家、有效期等内容。

(9)、工程采用酸性胶

部分工程采用酸性胶，应采用中性胶。

**解决办法：**正确理解《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》规范中3.1.4、3.1.5强制性条文，并应了解框支承幕墙骨架中的铝合金材料会与酸性硅酮密封胶发生化学反应，使结构胶与铝合金表面发

生粘结破坏，镀膜玻璃表面镀膜层也会与酸性硅酮结构密封胶反应，发生粘结破坏。加强内部管理，使用中性硅酮结构密封胶。

### (10)、进口胶未有质保年限

部分幕墙工程采用进口胶，质保书上未有或注明质保年限，同时也未有其他文件证明其质保年限。

**解决办法：**施工单位应按照进口胶生产厂家的操作规程要求使用胶，工程竣工前让胶生产厂家出具年限质保书，并及时整理到竣工资料里面。保证报验资料的完整性及施工单位的合法权益。

### (11)、石材幕墙应用云石胶在资料中体现

依据《金属与石材幕墙工程技术规范(JGJ133)》相关规定及《中国建筑工程装饰奖(建筑幕墙类)工程复查实施细则》，均对此有较为严格的规定。但有些石材幕墙干挂胶仍使用云石胶，且将云石胶资料归集在工程质量管理资料中。

**解决办法：**施工单位不能因小失大，应认识到云石胶其耐气候老化性能差，受气温影响比较大，粘接性差，怕潮湿、不耐高温、易风化，剪切力不够，使用寿命短，没有安全保障。干挂石材幕墙杜绝使用云石胶，而使用石材环氧树脂干挂结构胶。

### (12)、肋支承全玻幕墙未使用夹胶玻璃肋

采用肋支承的点支承玻璃幕墙，玻璃肋未使用钢化夹胶玻璃。

**解决办法：**点支承玻璃幕墙主要用于通道口等人流量大的部位，如采用单片钢化玻璃，一旦自爆，难以及时采取抢救措施，点支承全玻幕墙的驳接玻璃肋在连接处会产生高的应力，应采用夹层钢化玻璃。玻璃肋高度大于8m时，应考虑玻璃肋的整体稳定问题；高度大于12m时，应采取措施对玻璃肋支撑或拉结，防止侧向失稳。

#### 5.4.2 幕墙性能检测及材料的复试

##### (1)、不是所有幕墙类型都做性能检测

有的幕墙工程项目包含多种幕墙类型，但并非所有的幕墙类型均做幕墙性能检测报告；或有些幕墙工程项目一般都会提供一种有框玻璃幕墙的检测报告，或增加一种石材或铝板幕墙的检测报告，常遗漏点式幕墙的检测报告；个别幕墙工程项目会遗漏平面内变形性能的检测。

**解决办法：**建筑幕墙的性能直接影响到建筑物的美观、安全、节能、环保等诸多方面。幕墙的气密、水密、抗风压和平面内变形性能是关键指标，体现了幕墙的质量水平。缺项检测，幕墙的物理性能指标就不能掌握，并存在安全隐患，因此这些重要项目是必须检测的。

##### (2)、个别的幕墙试件与工程实际不符

主要包括以下几个方面：幕墙试件不含开启窗；进行物理检测的幕墙试件与工程实际不符；进行物理检测的幕墙试件在工程上未按最不利位置进行选区，幕墙物理性能检测报告不具有代表性。

**解决办法：**施工单位在检测时担心开启窗影响幕墙四性检测的效果，但未考虑到开启窗其实是整个幕墙体系中薄弱部分，往往在幕墙四性检测中气密性、水密性能达不到设计要求的部分。检测的试件中应与工程实际相符，在工程最不利位置进行选取，以保证工程功能安全要求。

##### (3)、幕墙性能检测结果不满足要求

幕墙物理检测性能结果不满足设计要求。如某工程幕墙抗风压性能等级 1 级，而计算书风荷载标准值计算结果为 1567Pa，设计要

求达到2级。

**解决办法：**组织学习《建筑幕墙》GB21086-2007规范中5.1.1.1条文要求。同时认真核对计算值与检测值，计算书中风荷载标准值1567Pa（达到2级要求），这是本工程抗风压性能要求的最低值。达不到设计标准值，工程将存在严重的安全隐患。如真达不到设计值，建议采用增加辅助支点或在梁中间段加芯套等方法，使工程达到设计要求。

### 5.4.3 主要材料复检报告

#### (1)、复验报告材质与设计要求不符

有的复验报告牌号与设计图样要求的不符，在工程复查时这种现象比较普遍。如在设计文件表明使用了6063-T5、6063-T6两种型材，但只提供了一种型材的复验报告。有的隔热型材复验报告未进行纵向抗剪和横向抗拉试验。进货记录为粉末喷涂材料，复验报告又提供的阳极氧化。

**解决办法：**理解《铝合金建筑型材第1部分基材》(GB5237)中4.5.2条的6063-T5、6063-T6两者生产工艺不同、拉伸性能、规定非比例延伸强度值、韦氏硬度(《玻璃幕墙工程质量检验标准J139》)(中2.2.6条的数值相差很大，直接影响工程结构安全。施工过程中6063-T5、6063-T6两种型材必须都检测，并且检测值必须达到工程设计值。《玻璃幕墙工程技术规范JGJ102》)(中3.2.3条要求隔热型材纵向抗剪和横向抗拉强度必须满足设计要求，同时《建筑节能工程施工质量验收规范(GB50411)》中5.2.3条也要求检测。因而结构安全和节能要求，在工程施工过程中必须竖向抗剪和横向抗拉强度检测并满足设计要求。进货记录与复验报告不

同这应该人员责任性不强和业务水平不专，因此必须加强相关方面知识培训，内部校对、审核把关等方面。

(2)、预埋件未进行力学性能检测

平板预埋件的复验报告中，锚筋与平板焊接的焊缝未进行力学性能检测。

**解决办法：**施工部门应理解锚筋与平板焊接质量直接影响到工程整体结构安全，所以在施工前应对锚筋与平板焊接的焊缝进行力学性能检测，达到设计要求方可进行下道工序施工。

(3)、玻璃复验报告不全

工程使用了多种玻璃，但只提供了一种或部分玻璃的复验报告。

**解决办法：**玻璃复试是为了检测玻璃是否达到设计及规范要求，能否满足工程需要，缺项或不检测，将无法真实体现工程的要求，因而在施工前应对工程所需使用玻璃的传热、遮阳、可见光透射比、中空玻璃露点送法定检测机构检测，检测合格方可使用。

(4)、石材抗弯强度不满足规范要求

由于工程质监人员、工程申报资料人员工作不细致，石材抗弯检测报告中强度低于 8.0MPa，不满足《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133）》相关要求（图 5-1）。

序号	检测项目	单位	标准值	实测值
1	干燥压缩强度	MPa	≥100.0	134.2
4	干燥弯曲强度	MPa	≥8.0	5.2

检测单位  
 检测人员  
 检测日期

石材抗弯强度低于

图 5-1 石材抗弯强度不够

**解决办法：**认真学习《天然花岗岩建筑板材》GB/T18601-2009 和《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133-2001 中 3.2.2 强制性条文，石材应在安装上墙前送法定检测机构进行弯曲强度性能检测，满足规范要求后上墙安装。

(5)、钢材镀锌层厚度不够

金属与石材幕墙钢龙骨镀锌层厚度不能满足《金属覆盖层 钢铁制件热镀锌层技术要求及试验方法（GB/T13912）》的要求。

**解决办法：**组织相关部门学习并执行《金属覆盖层 钢铁制件热镀锌层技术要求及试验方法（GB/T13912）》规范要求，并认识到钢材镀锌主要将耐蚀性良好的金属锌覆盖在耐蚀性较差的钢材表面，将钢材与腐蚀介质隔离开来，以达到控制腐蚀的目的，镀锌层厚度直接影响钢材表面防腐能力。镀锌层厚度必须达到相应的厚度，以保证工程质量（图 5-2）。

分类		最低局部锌层厚度	平均锌层厚度 $\mu\text{m}$
非离心件 (常规构件)	6mm $\leq$ 厚度	70	85
	3mm $\leq$ 厚度 $<$ 6mm	55	70
	1.5mm $\leq$ 厚度 $<$ 3mm	45	55
	厚度 $\leq$ 1.5mm	35	45

图 5-2 镀锌层厚度要求

(6)、淋水试验参数不全

幕墙工程现场淋水试验参数不全，没有按 JGJ/T139-2001 附录 C 幕墙现场淋水检验方法的规定，对喷水水嘴离幕墙的距离、喷水检验区域的面积、喷水量和喷水持续时间进行定量描述。

**解决办法：**淋水试验记录参照 JGJ/T139-2001 附录 C 幕墙现场淋水检验方法中对喷水水嘴离幕墙的距离不应小于 530MM、每个检验区域喷淋面积应为 1800mm\*1800mm、喷水量不应小于 4L/m<sup>2</sup>.min 和喷淋时间持续 5min，在室内应观察有无渗漏现象发生的数据进行记录，并保证记录完整。

#### 5.4.4 板块加工与组装质量

(1)、记录中没有板块规格

板块加工与组装质量记录中没有板块编号、规格等信息。

**解决办法：**应理解板块加工规格众多，记录中没有板块规格无法证明所有板块是否合格，无法做到质报资料的可追溯性。在板块加工记录中认真填写好板块规格、执行标准规范、生产时间等相关重要参数。

(2)、未标示结构胶批号、有效期或清洗剂

板块加工与组装质量记录中未标示结构胶批号、有效期或清洗剂。

**解决办法：**学习理解《硅酮结构密封胶使用管理暂行办法》规定：玻璃幕墙同一组单元构件，只准用同一牌号和同一批号的结构胶。和《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ 102）》强制性条文：硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶必须在有效期内使用。注胶记录应记录结构胶型号规格、生产厂家、生产批号、有效期及清洗剂型号规格、生产厂家、生产时间等重要数据。

(3)、“相容性实验报告”滞后于打胶记录

“相容性实验报告”和打胶记录时间先后产生矛盾，有的“相容性实验报告”滞后于打胶记录。

**解决办法：**学习理解《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102-2003 中 3.6.2 强制性条文。硅酮结构密封胶在使用前，应经国家认可的检测机构进行与其相接触材料的相容性和剥离粘结性试验，并对邵氏硬度、标准状态拉伸粘结性能进行复验。检验合格的产品方可使用。

(4)、结构胶注胶宽度或厚度小于图纸或计算要求

工程现场幕墙上结构胶注胶宽度或厚度与竣工图纸、结构计算书中数据不一致，现场结构胶注胶宽度或厚度不满足结构计算书中相关要求。

**解决办法：**认真学习《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ 102）》中 5.6.3、5.6.4、5.6.5 条规定规定。并应认识到结构胶的宽度与高度直接影响到玻璃幕墙的结构安全。注胶前认真查阅图纸或计算书所要求的结构胶注胶的宽度和厚度，并在结构胶注胶时达到所规定的要求。

(5)、未进行实物剥离试验

玻璃板块在安装前，结构胶未进行实物剥离试验，结构胶安全性无从验证，存在安全隐患。

**解决办法：**玻璃板块实物剥离试验为了检测硅酮结构胶与铝型材、玻璃之间粘结强度。因此在玻璃板块达到一定保养时间后进行实物剥离试验，检验粘结强度是否达到规范要求并做好记录。

(6)、注胶和固化养护过程缺少控制

未对注胶和固化养护过程进行有效控制，所有幕墙板块在不同阶段、不同时间养护记录中温度、湿度数据一致，板块养护记录中温度、湿度不在 GB50210-2001 规范中 9.1.8 条范围内。

**解决办法：**组织相关人员认真学习《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133-2001 中的 6.1.3 条强制性条文和《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210-2001 规范中 9.1.8 条，做好注胶和固化养护过程进行有效控制，注胶时在温度 15℃以上 30℃以下、相对湿度 50%以上、且洁净、通风的室内进行，固化养护在温度 20℃、湿度 50%以上的干净室内进行。并按要求做好记录。

(7)、使用材料与检验记录不符

突出表现在使用单组份结构胶，如使用了 JS6000 单组份结构胶，但却又提供了蝴蝶试验和拉断试验记录。

**解决办法：**学习并理解《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ 102）》中 11.1.2 条规定。混匀性（蝴蝶）试验：用来检查双组份结构胶的基料和固化剂是否充分混合均匀的试验方法，拉断试验：用来检查双组份结构胶的基料和固化剂配合比和确定可工作时间的试验方法。认真区分单组份和双组份硅酮结构胶、区别单、双组份硅酮结构密封胶所需做的试验。

(8)、石材防水质保资料缺失

由于石材的六面防水一般由石材供应商在工厂加工时完成，导致部分工程石材防水未提供防水材料质保资料。

**解决办法：**要认识到石材为天然产品，内部含有各种天然化学物质，一定的条件发生化学变化而使石材的表面受到破坏，大大影响石材的装饰效果。此外，石材也极易受外界物质污染，如果不对其表面进行适合的防护，外界的脏物是极易侵入到石材的外表面及内部而使石材变得丑陋不堪，从而大大降低石材的观赏价值及装饰效果。因而在石材安装前做好石材防水，同时及时收集整理相

关的石材防水材料的合格证、质保书及第三方检测报告。

### 5.4.5 幕墙节点及连接质量

#### (1)、隐蔽工程验收缺项

幕墙节点及连接质量隐蔽工程验收缺项，一般易遗漏变形缝、上下和侧面封口节点、墙面转角节点、板块的固定的隐蔽验收记录。

**解决办法：**为确保玻璃幕墙的质量与安全，结合玻璃幕墙施工的特点，应加强施工过程中的隐蔽工程验收。应特别注意做好《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210-2001 规范中 9.1.4 的要求内容：预埋件（或后置埋件）、构件的连接节点、变形缝及墙面转角处的构造节点、幕墙防雷装置、幕墙防火构造，另外有防水要求的还有幕墙防水构造等。

#### (2)、遗漏雨篷的隐蔽工程验收记录

由于雨篷对整体建筑幕墙工程来说属于附属构件，易遗漏雨篷的隐蔽工程验收记录。

**解决办法：**有时认为雨篷面积少，没必要做隐蔽验收。应考虑到雨篷是设在建筑物出入口或顶部阳台上方用来挡雨、挡风、防高空落物砸伤的一种建筑装配，比一般幕墙要求更高。也应按《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210-2001 规范中 9.1.4 相关内容做好雨篷的隐蔽工程验收记录。

### 5.4.6 安装质量检查记录

#### (1)、未见索杆预应力张拉记录

几乎所有的采用索杆结构支撑体系的建筑幕墙工程均没有提供索杆预应力张拉记录，或虽有索杆预应力张拉记录，但其记录数据存在实质性错误或记录数据与计算书及图纸数据要求不符。

**解决办法：**学习并理解《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》中 11.1.2 条规定。应认识到张拉索杆是点支承幕墙的承力部件，其索杆张拉记录事关点支承幕墙的施工质量，也是保证点支承幕墙结构安全需要，因而在张拉过程记录好包括千斤顶型号、张拉力设计值、拉索型号、张拉力实值、张拉时间等数据，并形成点支承幕墙索杆预应力张拉记录表格。

## 第 6 章 工程现场检查

幕墙工程现场检查是整个工程复查重要的环节，工程观感质量如何、细节节点的处理、幕墙面板安装的平整度等会给复查专家组留下非常直观的印象，必须引起申报施工单位的高度重视。

### 6.1 审查内容及复查方法

#### 6.1.1 审查内容

- 1、幕墙的外观质量符合要求；
- 2、面板平整；胶缝、装饰线条横平竖直；
- 3、面板无污染、破损；五金附件无锈蚀；
- 4、开启窗门密封性好、开启灵活等；
- 5、工程质量无安全隐患等。

#### 6.1.2 复查方法

幕墙工程现场检查，复查专家组会同中装协领队（联络员）、省装饰装修行业协会等对幕墙工程现场进行检查，在工程现场检查环节，会完成复查专家组与建设单位代表交流的环节。

##### （1）. 现场检查的程序范围

首先，复查专家组首先在室外绕受检工程一周，检查幕墙外观质量及幕墙与地面收口情况；然后复查专家移步到室内，在一楼大堂对幕墙室内观感质量进行检查。

其次，复查专家组到建筑的屋面，检查幕墙在女儿墙顶部收口情况和幕墙女儿墙顶部防雷处理情况；

第三，复查专家组一般随机抽查 2~3 个标准层间，检查幕墙室

内观感、开启窗细部处理、玻璃幕墙副框与铝合金立柱的施工安装误差等。

对于之前审查工程竣工图出现的交待不清的地方，如伸缩缝处的处理、防火分区幕墙位置处节点处理、采光顶、复杂结构等地方，复查专家组会重点察看。

### (2) . 与建设单位交流

复查专家组与建设单位的交流是在受检施工单位回避的情况下进行的，可采取复查专家组集体与业主交流的模式，也可以由复查专家组组长指派一名专家与业主单独交流。

复查专家组一般会与业主交流三个问题：

- 1、幕墙工程在施工阶段有无发生过安全、质量事故？
- 2、幕墙工程在交付使用后有无发生过雨水渗漏、板块脱落等事故？
- 3、施工单位在接到建设单位售后服务指令后，回应及服务是否及时？服务是否令业主满意。

因此，对于受检企业来说，做好检查前建筑幕墙的清洁工作，提前安排好检查路线，技术、施工管理、资料员提前到位，会取得不错的结果。

## 6.2 常见问题及解决方法

建筑幕墙工程的现场检查，主要以幕墙的观感检查为主，复查专家组采用远观近看、室内室外、地面墙上、手摸尺量等方式进行。

### 6.2.1 幕墙的远观质量不好

绝大多数建筑幕墙工程远观质量都能达到要求，但也有一些工程项目，在远处目视观察时，尤其在阳光作用下，幕墙表面污染严

重、板面不平整、装饰线条不直现象明显，应该特别引起受检单位的重视（图6-1）。



a. 铝板表面不平整

b. 石材装饰线条不直

图 6-1 幕墙工程观感质量

**解决办法：**对于受检的幕墙工程，专家组来之前应该进行清洗；对于存在观感缺陷的幕墙工程，应该事先进行整改和调整。

### 6.2.2 石材幕墙常见问题

石材幕墙是建筑幕墙工程经常采用的幕墙形式之一，具有良好的装饰装修效果。经过多年众多工程项目的检查，石材幕墙也是幕墙工程通病多发的幕墙形式之一。

#### (1)、石材幕墙依然使用云石胶

云石胶的基料是不饱和树脂，配以固化剂，组成双组分胶粘剂。其特点是凝胶快，固化时间短，粘接强度较高。在常温下经过调整配方，可在几秒钟内凝胶，5分钟左右完全固化。云石胶由于其耐水性及

耐久性不太好，并且固化时产生收缩，所以相关施工规范规定，云石胶一般不作为结构胶使用，而只常用于快速定位或石材修补(图 6-2)。



图 6-2 石材幕墙应用云石胶

依据《中国建筑工程装饰奖(建筑幕墙类)工程复查实施细则》，对在石材幕墙工程中应用云石胶的规定为：“石材幕墙中仍使用云石胶，每发现一处扣 5 分”。

**解决办法：**AB 干挂胶的基料为环氧树脂，配以固化剂，组成 AB 双组分胶粘剂，通常情况下 AB 干挂胶在低温下（10℃以下），固化缓慢，若要提高固化速度则成本较高。AB 干挂胶完全固化后具有较好的强度和耐久性，其耐久性大大优于云石胶，但成本高于云石胶。

#### (2)、石材幕墙与地面收口不密实

造成石材幕墙与地面不密实的原因有很多，地面不均匀沉降、底部石材板块破损、石材幕墙底部土壤回填不密实等均是造成的原因之一。

依据《中国建筑工程装饰奖(建筑幕墙类)工程复查实施细则》，对幕墙与地面收口不密实有非常明确的扣分项，规定为：“幕墙周边

土封口不严实，不平整，发现一项每扣3分”，而幕墙与地面收口不密实又多发在石材幕墙，必须引起重视（图6-3）。



图 6-3 石材幕墙与地面收口不密实

**解决办法:**对于地面沉降引起的非幕墙自身原因导致的不密实，施工单位应该向使用单位书面反映，复查专家组不会将其作为扣分的依据；对于绿化回填不到位引起的，施工单位应该在专家组

复查前，自行回填修复。

(3)、石材幕墙面板污染严重

石材幕墙表面污染严重主要表现在（图 6-4）：

- 1、石材面板六面防水未做，表面花痕严重；
- 2、石材幕墙未用石材专用密封胶，石材接缝处硅油渗入污染严重；
- 3、石材幕墙应用了云石胶，表面未清除，痕迹明显；
- 4、为减少已安装完成的石材面板色差，施工现场对石材表面进行处理时方法不当导致石材表面色彩不一；
- 5、石材面板施工安装时选材不当，色差明显；
- 6、石材幕墙底部受绿化带土壤污泥污染严重。

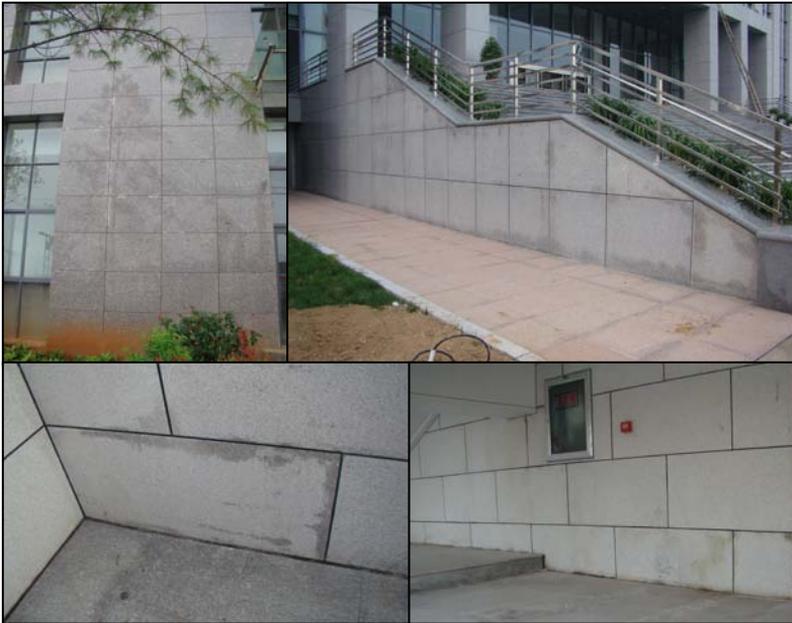


图 6-4 石材幕墙表面污染

**解决办法:**建筑幕墙石材面板应优先选择质地良好、吸水率低的花岗岩,依据《金属与石材幕墙工程技术规范(JGJ133)》相关规定:“幕墙石材面板宜进行表面防护处理。石材面板的吸水率大于 1% 时,应进行表面防护处理,处理后的含水率不应大于 1%”。石材面板在施工安装前一定要在工厂加工时完成六面防水保护;石材打胶密封时选用石材专用密封胶,且应做石材胶防污染试验;杜绝使用云石胶,选择 AB 胶;石材在加工前做好原矿石的选择,施工安装前做好石材面板的选择等等。

### (4)、女儿墙处石材幕墙未完全收口

女儿墙石材未完全收口,主要表现在女儿墙屋顶侧石材面板底部与墙体封口不严;有些幕墙工程项目女儿墙只安装上盖板,侧面石材未进行安装;有些女儿墙顶部石材上未进行防雷设计和处理(图 6-5)。

造成女儿墙处石材幕墙未完全收口的主要原因是施工遗漏,幕墙竣工验收时未进行详细检查。



图 6-5 女儿墙处石材幕墙未完全收口

(5)、石材板块松动或移位

石材板块松动、移位和脱落主要体现在石材幕墙三个位置：

a. 石材面板挂件位置处开裂

石材幕墙面板破损多数是在开槽处沿槽的底部开裂，主要原因槽口中心线不与板厚中心线吻合，槽口向内或向外偏移使石材强度降低，在温差或震动作用下导致石材损坏（图 6-6）。



图 6-6 石材面板开裂（1）

石材幕墙面板开裂其系统大部分采用的是不锈钢 T 型挂件，挂钩现场安装，没有安装基准；石材上的槽口大部分是手工在现场加工的，因此很难控制槽口的大小并位于板厚的中心位置，导致槽口的边缘厚度不均，加上树脂胶的渗透性很强在挂件位置出现胶迹，由于树脂胶强度较高并具有很大的刚性，在建筑变位及温差作用下产生局部石材损坏，因此在部份发达城市已限制该幕墙系统的使用（图 6-7）。



图 6-7 石材面板开裂（2）

**解决办法：**应对石材的开槽工序放到加工厂完成，使得挂钩槽位于板厚的中心位置并且具有有效的边缘强度。

b. 转角部位的石材连接松动或变位

转角部位的石材连接松动、变位及角部开裂多发生在门窗洞口的收边、石材装饰线条拼接部位（图 6-8）。



图 6-8 石材面板移位或脱落

探究其产生的原因，多半是由于施工未按图施工、转角石材加工粗糙、转角构造设计不合理，有的部位只胶接或钢销连接，经不起耐久性的考验。

**解决办法：**设计应通过严格的审图控制，并应深化到位；角部石材面板拼接板应通过有效的机械连接，增加连接角码、背栓、内部连接榫等；加强对角部连接的检查，严格控制隐蔽工程内容的检查；严格执行按图施工的要求；角部拼接的板块应在加工厂内由机械设备完成加工。

c. 开放式背栓干挂石材未加限位装置

背栓式干挂石材未加限位止动钉，且由于是开放式背栓干挂石材幕墙导致石材面板的松动、移位。

究其产生的原因，是石材幕墙干挂系统设计的问题。当背栓式干挂石材幕墙密缝处理时，这种系统问题尚小，通过泡沫填充条和打注耐候胶的处理，基本上可以固定、限制住石材板块的移动；但是在开放式背栓干挂石材幕墙的情况下，就是系统设计的问题，在地震荷载甚至自重作用下，都将导致石材板动移动。

**解决办法：**幕墙设计人员应根据所在的环境条件设计对应的石材幕墙系统，可以通过设计手段解决石材板块移动的问题。

#### (6)、石材挂件材质选用不当

目前，石材幕墙挂件采用通过脱磁处理的比较普遍。

不少工程项目中，采用材质为“不锈铁”的干挂件代替国标 304 不锈钢或 7075 铝合金挂件，这三种材质干挂件的抗拉强度分别为：国标 304 不锈钢 530~620MPa、7075 铝合金挂件 540~560MPa，而“不锈铁”仅为 160~180MPa，其强度仅为前者 1/3 左右，必然会留下安全隐患。

### 6.2.3 幕墙开启扇常见问题

几乎没有任何一个幕墙工程的开启窗不存在问题。不但是玻璃幕墙质量通病，更是创优工程检查的重灾区。

#### (1)、幕墙开启扇玻璃存在大小片

开启扇中空玻璃大小片表现在两点：一是中空玻璃内、外片大小存在差别；二是开启扇铝合金副框和中空玻璃结构胶没有贯通，若中空玻璃内片玻璃破损，则外片玻璃有脱落的危险（如图 6-9）。



图 6-8 开启扇玻璃大小片

幕墙开启扇玻璃存在大小片的主要原因是设计问题，必须在设计源头加以杜绝。对于开启扇铝合金副框和中空玻璃结构胶没有贯通的问题，复查专家组底线要求为：至少开启扇对边铝合金副框和中空玻璃结构胶要贯通，确保安全。

#### (2)、挂钩式开启扇未加限位装置

挂钩式开启扇未加限位装置现象在个别工程中出现，在大风、暴雨及地震情况下存在较大的危险因素。未加限位装置的挂钩式开启扇，有脱落的危险（图 6-9）。



图 6-9 挂钩式开启扇脱落

如图 6-10，某医院幕墙工程项目采用挂钩式开启窗，开启扇最大  $1.4\text{m} \times 1.6\text{m}$ ，重  $80\text{kg}$ ， $8\text{mm}+12\text{A}+8\text{mm}$ ，钢化玻璃，全部重量在挂钩上，下部窗撑只作定位之用。吊挂活动扇的铝横梁壁厚  $2.0\text{mm}$ ，自攻钉只咬住 1~2 圈螺纹，拔出后导致开启扇脱落。



图 6-10 挂钩式开启扇脱落

**解决办法：**挂钩式开启扇要加限位装置，确保挂钩入槽深度，挂槽与窗框连接应安全可靠，确保安全。

### (3)、开启扇未加底部托条

通过本次复查，开启扇未加底部托条尤其是隐框玻璃幕墙开启扇未加底部托条现象在多个工程中出现过，存在较大的危险因素（图 6-11）。



图 6-11 隐框开启扇底部未设托条

开启扇未加底部托条产生的原因主要是设计人员在设计上没有要求或虽有要求，但施工安装人员未按图施（加）工。

**解决办法：**通过施工图审查严格审图控制，工厂加工制作时加强工艺检查力度，建立专项检查项目。

#### (4)、开启扇滑撑等出现锈迹

由于选材不当，开启扇的滑撑等配件个别工程项目出现了锈蚀现象，影响了幕墙开启扇正常使用，还可能存在安全隐患(图 6-12)。



图 6-12 开启扇配件锈蚀

**解决办法：**注重开启扇的选材，尤其注重材质。

#### (5)、开启扇未加风撑或滑撑脱落

开启扇未加风撑或滑撑脱落现象在个别工程中出现，在大风、暴雨及地震情况下存在较大的危险因素，容易造成开启扇脱落。尤其是学校、医院、城市综合体等工程项目，由于人流量密集，更存在较大的风险（图 6-13）。



图 6-13 开启扇未加风撑或滑撑脱落

**解决办法：**正常尺寸的开启扇必须设置风撑，注重开启扇开启角度设计和为防止开启扇脱落提供安全保障。

(6)、开启扇密封胶条不交圈、老化

开启扇、框密封胶条不连续、不交圈或密封胶条老化变硬是开启窗常见问题，会严重影响开启窗的水密性能和正常使用(图6-14)。



图 6-14 开启扇密封胶条不交圈

密封胶条的老化主要是橡胶条质量问题；密封胶条不连续、不交圈主要是穿胶条没有释放橡胶条的缩量，缺乏端部连接固定。

**解决办法：**采用与设计要求匹配的橡胶条，如：三元乙丙、硅橡胶，严禁采用PVC条；穿条时应将橡胶条自然状态放长1%的缩量，接角拼接时的剪口要平齐，并要进行橡胶条端部固定。

(7)、扇框与固定框之间间隙较大

扇框与固定框之间间隙大，一是影响美观；二是影响开启扇的水密性（图6-15）。



图6-15 扇框与固定框之间间隙较大

扇框与固定框之间间隙较大产生的主要原因是设计的系统缺陷、配料差和加工误差所引起的。

**解决办法：**通过做试样进行评估，对开启窗的扣率、搭接量、窗框与扇框的间隙、配件及开启功能进行评估，合格后再进行批量生产。严格控制加工误差。

(8)、开启窗不均匀下沉或左右移动

开启窗不均匀下沉、左右移动，引起开启不灵活周边搭接量不一致。

产生的原因主要是开启窗左右滑撑安装位置不正确；连接螺钉松动；挂钩式开启窗在锁点的压力下使得开启扇产生移动，又没有设置限位装置。

**解决办法：**左右滑撑位置应通过试样后，制作专用的模板进行孔位加工，使得滑撑具有正确、对称的连接位置并将连接螺钉带胶拧入（避免在工地现场开孔连接）。挂钩式开启窗应增加开启扇左右限位装置。

(9)、开启框开角间隙大

幕墙开启扇开启框开角间隙大，不但透光，可能还会导致开启窗的水密性能下降（图 6-16）。



图 6-16 开启框开角间隙大

产生的原因主要是开启框组角工艺不到位；开启框与窗洞口间隙太大，当侧向螺钉拧入后导致边框弯曲角部拉开；角部注胶不到位。

**解决办法：**严格控制开启框的组角工艺控制，对组角部位应进行注胶密封；侧向连接时应采用适当厚度的垫块进行填充，保持边框平直。

#### (10)、开启窗锁点不到位

开启窗锁点不到位，会导致开启和关闭不符合要求。

产生的原因主要是锁扣松动、位置不正确，与锁点、执手工位的位置不匹配；锁点强度低产生断裂；

**解决办法：**锁扣的安装位应根据试样制作模板，连接螺钉采用结构胶进行带胶拧入，既保证了连接强度又保证了密封性。制作模

板时应根据执手工位的正确位置传递到锁扣的位置。使得窗扇在关闭时与密封橡胶条的适度吻合。尽量不要采用螺钉连接的活动锁点，应采用铆接的边传动杆。欧标槽口的锁扣的固定最好先由紧定螺钉挤出印子，然后用电钻钻一个口子，最后拧入。

### 6.2.4 焊缝未焊满

在有些工程项目中，焊缝未焊满，存在安全隐患（图 6-17）。主要表现的部位：

- 1、隐蔽工程中幕墙连接件与后置埋件仅进行点焊，未焊满；
- 2、点式玻璃幕墙固定支座与立柱的焊接未焊满；
- 3、幕墙支撑钢龙骨立柱、横梁对接位置；
- 4、封闭型型钢龙骨的盖板等。



图 6-17 焊缝未焊满

焊缝未焊满产生的主要原因是现场施工和质量控制等问题，且在工程竣工验收时把关不严所致。

**解决办法：**加强质量监管。

### 6.2.5 幕墙底部收口脏乱差

幕墙底部收口脏乱差，不仅体现在幕墙底部收口与地面不密实上，还包括两种幕墙接口处处理不当、不牢靠，外力可掀开；全玻璃幕墙玻璃肋底部收口未入槽；幕墙底部不但收口不密实，垃圾成堆等等（图 6-18）。



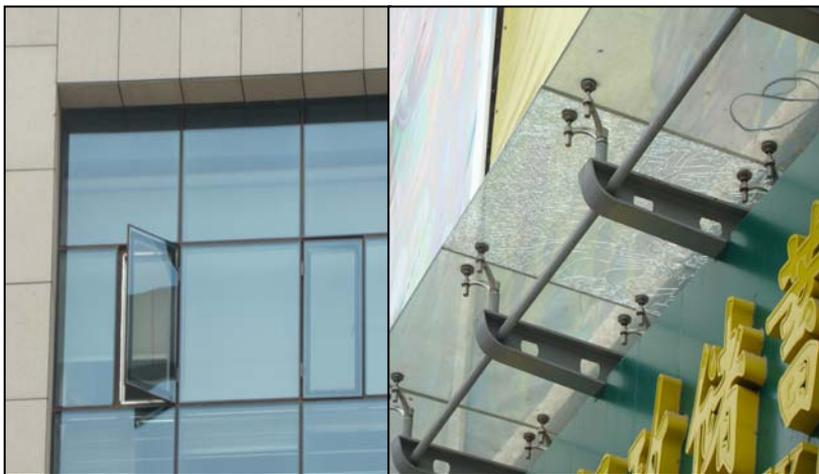
图 6-18 幕墙底部收口脏乱差

产生的原因：施工监管不到位；施工期间成品及半成品保护工作不到位；工程后期维护和保养欠缺。

**解决办法：**加强质量监管和工程后期使用、维护的保养。

### 6.2.6 幕墙玻璃未钢化或破损

钢化玻璃和夹胶玻璃是安全玻璃，这是行业共识。但在工程检查中，还有个别项目未使用安全玻璃，浮法玻璃依然在工程中使用；夹胶玻璃中某片玻璃未进行钢化处理或玻璃钢化度不够（图6-19）。



a. 开启窗玻璃未钢化

b. 玻璃未钢化或钢化度不够

图 6-19 玻璃未钢化或钢化度不够

同时，幕墙玻璃破损现象在个别工程中比较突出，有些是由玻璃自爆引起、有些是外力所致，更换不及时（图6-20）。



图 6-20 幕墙玻璃破损

**解决办法：**加强材料使用监管和工程后期维护和保养。

### 6.2.7 玻璃雨棚常见问题

#### (1)、雨棚玻璃破损

由于玻璃雨棚及采光顶采用点支式构造比较普遍，玻璃极易破损。玻璃破损是雨棚常见问题之一，非常普遍（图 6-21）。



图 6-21 雨棚玻璃破损

产生雨棚玻璃破损的原因主要有玻璃自爆和外力两种原因。

**解决办法：**尽量避免采用容易使玻璃产生自爆的构造；增加玻璃和支承结构的刚度；减小玻璃的分格尺寸；做好雨棚的后期维护。

### (2)、雨棚拉杆锈蚀

个别工程项目的玻璃雨篷的吊杆构件出现了锈蚀现象，点玻璃幕墙连接杆件的防锈与防腐等影响了使用安全（图 6-22）。



图 6-22 雨棚拉杆锈蚀

应加强雨棚钢结构的二次防腐处理。

### 6.2.8 玻璃幕墙常见问题

玻璃幕墙常见问题主要包含在幕墙构件工厂加工和施工现场安装两个阶段。

#### (1)、横梁与立柱未设胶垫或未注胶

玻璃幕墙铝合金横梁与立柱间未衬胶垫，或横梁与立柱间未打注密封胶，导致横梁与立柱间安装间隙大，有污染，影响室内观感

(图 6-23)。



图 6-23 横梁与立柱未设胶垫或未注胶

产生原因：质量监督不到位。

**解决办法：**加强监督检查。

#### (2)、横梁与立柱间密封胶的霉变

将霉变产生的原因归结于密封胶是不够全面的。在胶的质量得到保证的前提下，往往由于胶垫、连接螺栓和胶的相互关系而导致密封胶出现霉变（图 6-24）。



图 6-24 密封胶霉变

**解决办法：**注重幕墙辅材的选择，避免密封胶与连接螺栓等直接接触；横梁与立柱间密封胶尽可能采用黑颜色密封胶。

### (3)、横梁的扭曲

玻璃板块分格较大的地方出现横梁扭曲的现象较多，归结于玻璃板块太重是不全面的，通过计算的横梁的扭曲与设计无关，不影响幕墙安全，往往是由施工引起的（图6-25）。



图6-25 铝合金横梁扭曲

横梁扭曲主要原因一是立柱间两侧的对穿连接角码安装孔加工不准确，不能对穿时现场任意扩孔，螺栓与孔之间间隙较大；二是连接角码厚度与横梁型材槽口尺寸不配套，两者之间间隙较大。当玻璃重力荷载较大时使横梁向前下方转动，或角码安装不对称迫使横梁扭曲。

**解决办法：**连接角码厚度与横梁型材槽口相适配，保证钻孔的加工精度。角码应能承受横梁的剪力，角码的厚度不应小于3mm；

横梁在大面积施工前应试装，测定玻璃重力作用下横梁的侧翻量，角码靠玻璃面的安装孔可以根据试装的侧翻量适当抬高，使玻璃安装后横梁刚好水平；横竖龙骨连接角码应采用 2 个不锈钢对穿螺栓另加一课不锈钢自攻钉三点固定。

#### (4)、副框与横梁、立柱误差过大

这是普遍的现象，几乎在每个工程中均存在此现象。引起的因素主要有加工、制作安装等，表现在副框与横梁、立柱平整度不好或空隙过大等（图 6-26）。



图 6-26 副框与横梁、立柱误差过大

**解决办法：**加强幕墙副框加工和施工现场安装的质量控制。

#### (5)、装饰线条不平整

水平装饰线条在拼接处存在高差，在拼接处和拐角处由于温度变形影响导致不平整及密封胶撕裂；竖向装饰线条垂直度偏差较大，不光滑柔顺（图 6-27）。



图 6-27 装饰线条平整度欠缺

铝合金装饰线条一般较长，横跨几个玻璃分格，受温度作用伸缩明显，必须在接口处或拐角处进行特殊处理，保证平直度，且使其能够适应温度变形。

### 6.2.9 幕墙胶缝常见问题

#### (1)、胶缝错位

部分工程的幕墙面板安装时未对缝，打胶后出现胶缝错位现象影响观感质量，特别是点玻幕墙，若有一块面板未对缝，将导致上下左右整幢幕墙胶缝错位，在工期紧张的时候很难再进行对缝调整（图 6-28）。



图 6-28 胶缝错位

幕墙胶缝错位产生的主要原因是幕墙面板的精度达不到要求，误差分配不理想；安装幕墙板块时超出允许误差以及累积误差而导致板块错位，胶缝粗细不一致。

**解决办法：**要严格控制幕墙板块的精度要求，使得板块的精度满足设计要求，对不合格的板块拒绝安装；隐框板块安装时应弹线校对，保证十字缝处胶缝均匀；工期紧张只是借口，不能作为降低质量标准的依据。

#### (2)、胶缝龟裂起泡

个别参评项目硅酮耐候密封胶多处出现变硬龟裂和起泡现象，影响密封胶的正常使用功能。

胶缝龟裂起泡的主要原因是胶的质量较差；胶的变形性能达不

到要求；胶缝未清洗干净影响了粘结性；填充条与注胶截面不均匀；打胶厚度过薄或过厚；保护胶缝美纹纸贴得不整齐及注胶技术不佳等。

**解决办法：**采用中装协推荐的牌胶，以保证胶的质量；注胶前应清理注胶位，并应根据胶的相容性要求对注胶面进行清洗处理，以保证注胶截面的附着力，控制填充泡沫条的直线度，使得注胶厚度均匀；提高注胶操作人员的注胶技艺，使得注胶美观、密实。

### (3)、面板沉降胶缝撕裂

由于石材面板挂件失效等原因，石材面板移位或沉降，导致石材密封胶撕裂失效，影响石材幕墙的密封性能（图 6-29）。



图 6-29 胶缝撕裂

### (4)、注胶不柔顺饱满或未打胶

幕墙胶缝不柔顺饱满、个别位置未打胶或漏打胶，几乎在每个工程项目中都不同程度的存在。幕墙胶缝不柔顺饱满有些露在室外，影响立面观感；有些隐于开启窗等内部，给使用者易造成心理的负担与压力。幕墙立面局部位置不打胶或漏打胶，对幕墙的雨水渗漏性能会带来极大的隐患（图 6-30）。



图 6-30 注胶不柔顺饱满或未打胶

### 6.2.10 工程尚未整体竣工或存在二次改建

工程复查时，个别工程由于建设单位和使用单位的不同，存在对已完成幕墙二次改建情况，多存在于对一层幕墙的改建，或对主入口的改建；有的工程幕墙工程已经完成，整体工程也通过竣工验收，但广场道路、绿化尚未完成（图 6-31）。



图 6-31 工程尚未整体竣工或存在二次改建

幕墙工程的二次改建对幕墙工程整体安全会带来极大的隐患，一般来说幕墙改建工程尽量安排原幕墙施工单位来进行。对于原幕墙施工单位，当业主或使用单位对幕墙进行改、扩建时，应向业主发送安全建议书，指导业主进行二次改、扩建，确保幕墙工程安全。

### 6.2.11 幕墙工程中存在的其它问题

#### (1)、石材幕墙边角崩边

石材幕墙面板边、角部位如果在运输过程中或在施工安装过程

中保护不好，极易造成石材面板的崩边、缺角，影响幕墙观感（图6-32）。



图 6-32 石材幕墙边角崩边

**解决办法：**首先在石材面板的运输、安装过程中注意成品的保护；其次发现崩边、缺角的石材应该及时挑出，切割等二次加工后用于面板分格较小的石材面板。

#### (2)、幕墙工程未做保洁

幕墙工程虽以完工，但幕墙的室内与室外未进行清洗，积灰积尘严重，极大影响建筑幕墙的室内外观感，是幕墙工程现场复查的大忌（图6-33）。



图 6-33 幕墙工程未做保洁

### (3)、挂件锈蚀

挂件锈蚀突出表现在金属与石材幕墙上，特别是对于采用钢龙骨支撑的建筑幕墙工程（图 6-34）。主要表现在以下几个方面：

- 1、挂件材质选用不当；
- 2、连接螺栓材质选用不当；
- 3、龙骨焊接后未进行二次防腐。



图 6-34 挂件锈蚀

**解决办法：**注重材料材质的选择；在施工过程中加强监督和质量控制。

(4)、幕墙分格不对缝且面板不平

如图 6-35，幕墙分格不对缝且面板不平的现象在个别工程上时有发生，极大影响建筑效果，应坚决避免。



图 6-35 幕墙分格不对缝且面板不平

产生不对缝的原因很多，可能是设计源头上的问题，也可能是施工过程中造成的，必须加强设计和施工过程中的控制。

(5)、夹胶玻璃脱胶

夹胶玻璃如果设计选用不当或使用位置不对，极易发生开胶、脱胶及起泡等现象。夹胶玻璃脱胶主要是受夹胶合片工艺和环境温度变化的影响，如果胶片与玻璃的宽厚比选择不当，也容易造成脱胶（图 6-36）。



图 6-36 夹胶玻璃脱胶

**解决办法：**中空结构胶和夹胶片应加密封，夹层玻璃边缘应加密封，不能外露。密封可以打注中性密封胶，也可用铝槽或不锈钢槽封边（图 6-37）。

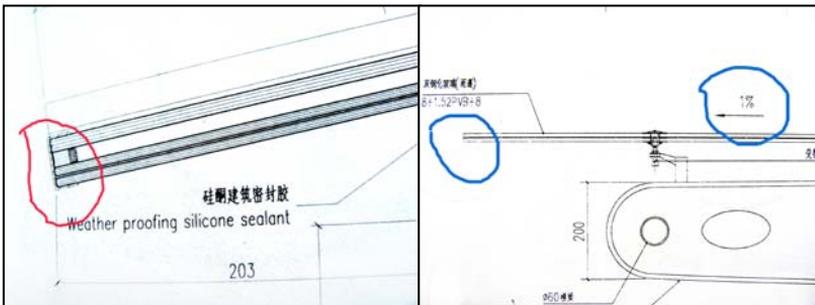


图 6-37 夹胶玻璃封边示意

(6)、明框幕墙外装饰条误差较大

明框幕墙外装饰条(扣盖)阶差明显,倾斜或存在高差(图6-38)。



图 6-38 明框幕墙外装饰条误差较大

产生的主要原因是幕墙骨架或压板安装精度不够,大装饰条没有采取定位纠偏安装措施;小装饰条扣盖对接部位没有内压板。

**解决办法:**严格控制幕墙骨架的安装精度,特别是横梁的连接,在玻璃板块自重荷载作用下确保不倾斜;大装饰条应采取定位纠偏安装措施确保线条平直;在扣盖对接的部位增加压板,使得扣盖在同一条安装基准线上对接。

## 第7章 复查工程资料的完整性

无论是江苏省优质工程——“扬子杯”的检查，还是国家优质工程——“中国建筑工程装饰奖”的检查，都包括原件检查、计算书（结构和热工）、竣工图纸、质量管理资料、工程现场、业主交流等几个部分。由于申报单位在资料准备上的疏忽或不够仔细，导致工程资料前后不一致、数据相互矛盾，有的会误导和影响复查专家对工程是否存在质量和安全隐患的判定。

### 7.1 幕墙物理性能等级

判定一个幕墙工程的幕墙物理性能等级，尤其幕墙的抗风压性能、雨水渗漏性能的主要依据是该幕墙工程所承受的风荷载标准值，风荷载标准值的取值、计算来源于幕墙工程的结构计算书。

依据幕墙工程结构计算书给出最不利位置风荷载标准值，设计人员在设计说明中给出明确的幕墙物理性能等级要求。质量管理资料当中的幕墙物理性能检测报告检测结果应该等于或高于设计所要求得性能等级。

在工程复查时，幕墙物理性能等级常见问题有：

1. 设计说明中所要求的幕墙物理性能等级对应的风荷载标准值小于结构计算书中计算结果，要求等级偏低；
2. 幕墙物理性能检测报告检测结果小于设计说明中所要求的幕墙物理性能等级要求，不满足设计要求；
3. 设计说明中判定幕墙物理性能等级的风荷载标准值未按结构计算书中最不利位置进行选取。

**解决办法：**工程资料准备完毕后应加强检查，对于判定幕墙物理性能等级及所对应的风荷载标准值，前后应一致，相互呼应，三者的关系应为：检测报告 $\geq$ 设计说明 $\geq$ 幕墙结构计算书。

## 7.2 结构胶的宽度与厚度

结构胶的宽度、厚度在计算书、图纸、打胶记录中前后不一致、相互矛盾是幕墙工程复查时最为常见的质量通病之一。

和幕墙工程单项竣工验收不同，幕墙工程优质工程检查时按照《江苏省建筑装饰优质工程（扬子杯）复查细则（建筑幕墙类）》和《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》，对幕墙板块加工、组装质量有详细的要求和评判标准，其中就包括：“隐框、半隐框玻璃板块每批次的打胶记录（应记录结构胶的牌号、批号、生产日期、有效期、净化剂、打胶日期、操作者和温度、湿度、双组份胶的拉断、蝴蝶试验记录、养护记录等）”。

**解决办法：**在幕墙优质工程检查时，能够体现结构胶宽度、厚度的主要在幕墙结构计算书、图纸和板块加工时打胶记录上。三者必须统一，且图纸及打胶记录中结构胶的宽度、厚度应该严于幕墙结构计算书的要求。

如果打胶记录中结构胶的宽度、厚度小于图纸和计算书中的数据，极易导致复查专家判定该工程项目存在安全隐患，必须引起大家的重视和注意。

## 7.3 后补化学锚栓的拉拔力值

后补化学锚栓的设计允许拉拔力值在计算书、图纸、现场拉拔试验中前后不一致、相互矛盾也是幕墙工程复查时最为常见的质量通病之一。

后补化学锚栓的设计允许拉拔力值应该在幕墙工程最不利位置通过计算得出，并在图纸设计说明当中给出明确的数值，并在施工现场通过拉拔试验来加以保证。其基本关系为：现场拉拔试验数据 $\geq$ 图纸要求拉拔力值 $\geq$ 结构计算得出拉拔力值。

在工程复查时，后补化学锚栓的拉拔力值常见问题有：

1. 现场拉拔试验数据、图纸要求拉拔力值、结构计算得出拉拔力值数据不统一，数据间逻辑关系错误，不能印证采用后补化学锚栓的安全性；

2. 图纸和结构计算书中没有对后补化学锚栓的设计允许拉拔力值进行说明或计算，现场拉拔试验得出的数据无法判定其正确、合理性；

3. 图纸、计算书、现场拉拔试验中后补化学锚栓的规格型号不一致，三者间的数据无法互相验证。

### 7.4 铝合金型材的材质

在《建筑结构荷载规范（GB50009-2012）》颁布实施后，对幕墙工程的墙角区、大面区的结构计算分别提出了要求，设计人员从便捷、经济角度考虑，往往在结构计算和图纸中注明铝合金型材的材质墙角区、大面区分别按照 6063-T6、6063-T5 来选取，但在工程质量资料复查时，没有铝合金型材 6063-T6 材质相关质量管理资料，极易导致专家误认为在墙角区的铝型材没有采用强度更高的 6063-T6 材质的铝合金型材，依据《江苏省建筑装饰优质工程（扬子杯）复查细则（建筑幕墙类）》和《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》中“主要材料质量严重不符合标准、规范和设计要求和提供的主要材料质量证明资料与工程所用材料不

符”两项规定，判定该幕墙工程存在安全隐患。

**解决办法：**工程资料准备完毕后应加强检查，尤其对幕墙工程主要材料的准备和检查尤其重要。

### 7.5 质量管理资料出现云石胶质保资料

按照《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133）》行业标准和幕墙优质工程评选要求，石材幕墙严禁使用云石胶。但在工程现场，多处能看见应用云石胶的痕迹，更有甚者，在质量管理资料中出现了云石胶的相关资料，不但与图纸相互矛盾，也违反了行业标准要求，应该引起资料员的注意。

### 7.6 焊缝等级及形式和长度

焊缝的长度和高度是由设计和计算所确定的，焊缝等级是由幕墙支承结构的重要程度所决定的。一般的建筑幕墙，焊缝等级不高，设计往往要求达到Ⅲ级焊缝即可，不要求探伤。对于大跨度、索结构幕墙，对结构要求较高的往往要求达到Ⅰ、Ⅱ级焊缝要求，必须对焊缝进行探伤检测。

在幕墙工程复查时，焊缝等级及形式和长度常见问题有：

1. 图纸中未标注焊缝长度和高度；
2. 图纸中标注的焊缝形式、长度和高度与结构计算书相矛盾，无法判定实际工程中焊缝的安全性；
3. 计算书或图纸中要求达到Ⅰ、Ⅱ级焊缝，但在工程管理资料中没有焊缝的探伤检测报告，无法判断焊缝等级是否达到设计要求。

### 7.7 铝材及钢型材规格型号

依据《金属与石材幕墙工程技术规范（JGJ133）》行业标准，对幕墙工程尤其金属与石材幕墙用钢型材立柱、横梁的最小壁厚均进

行了规定：钢型材截面主要受力部分的厚度不应小于 3.5mm。

依据《玻璃幕墙工程技术规范（JGJ102）》行业标准，对玻璃幕墙工程用钢型材立柱、横梁的最小壁厚均进行了规定：立柱钢型材截面主要受力部分的厚度不应小于 3.0mm，横梁钢型材截面主要受力部分的厚度不应小于 2.5mm。

在幕墙工程复查时，依据申报单位提供的质量管理资料，钢型材的壁厚小于图纸要求的厚度，小于结构计算书中钢型材的最小壁厚，同时也满足不了相关行业标准的要求。复查专家据此可以判定工程存在安全隐患，会对工程创优带来不利影响。

## 第 8 章 新材料、新工艺的采用

依据《中国建筑工程装饰奖（建筑幕墙类）工程复查实施细则》，为鼓励新技术、新材料、新工艺在建筑幕墙工程中的应用，申报的幕墙工程在采取新材料、新工艺、获得专利等方面有 20 分的加分项。

### 8.1 加分的内容及判定依据

#### 8.1.1 加分内容

1、新材料、新工艺、获得专利等；

2、幕墙竣工图是由持有建筑装饰协会颁发建筑幕墙专业设计师证的人员设计并签字的工程。

#### 8.1.2 判定依据

对于受检的幕墙工程是否存在加分项目，复查专家组是有依据可遵循的。

##### (1)、竣工图签字人员是否持证

对照竣工图签字栏、竣工图章签字栏的设计与编制人员，由受检单位提供由中国建筑装饰协会颁发的幕墙设计人员“建筑幕墙专业设计师”证书进行查验，并登陆“中国幕墙工程网”进行网上查询（图 8-1）。

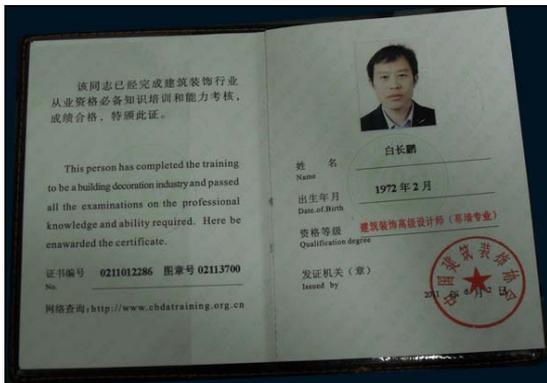


图 8-1 “建筑幕墙专业设计师”证书

(2)、新材料、新工艺判断依据

1. 所采用的新材料、新技术是否在住房和城乡建设部“建筑业十项新技术”之内。依据住建部“建筑业十项新技术”的相关规定，下列属于该加分范围之内：

a. 第 3.6 项，索结构预应力施工技术；据此判断，幕墙工程中采用索、杆支撑结构体系的幕墙工程，属于该加分范畴之内(图 8-2)；



图 8-2 采用索结构支撑体系的幕墙工程

b. 第 7.4 项，外墙自保温体系施工技术；幕墙工程中保温系统采用该项施工技术的，属于该加分范畴之内；

外墙自保温体系在建设单位工程发包时将其包含在幕墙工程中的机会较少，除非工程量不大，或在总承包单位已经退场的情况下；或者幕墙工程中包含外墙保温系统，采用了与外墙自保温体系相关的保温材料，如现浇外墙复合保温板等（图 8-3）。



图 8-3 外墙自保温体系——外墙复合保温板

c. 第 7.5 项，粘贴式外墙外保温隔热系统施工技术；幕墙工程中保温系统采用该项施工技术的，属于该加分范畴之内；

粘贴式外墙外保温隔热系统施工技术，包括粘贴聚苯乙烯泡沫塑料板外保温系统（图 8-4）和粘贴岩棉（矿棉）板外保温系统。

粘贴保温板外保温系统施工技术是指将燃烧性能符合要求的聚苯乙烯泡沫塑料板粘贴于外墙外表面，在保温板表面涂抹抹面胶浆并铺设增强网，然后做饰面层的施工技术。聚苯板与基层墙体的连接有粘结和粘锚结合两种方式。保温板为模塑聚苯板（EPS 板）或挤塑聚苯板（XPS 板）。



图 8-4 幕墙工程采用粘贴保温板外保温系统

外墙外保温岩棉（矿棉）施工技术是指用胶粘剂将岩（矿）棉板粘贴于外墙外表面，并用专用岩棉锚栓将其锚固在基层墙体，然后在岩（矿）棉板表面抹聚合物砂浆并铺设增强网，然后做饰面层，其特点是防火性能好（图 8-5）。



图 8-5 幕墙工程采用外墙外保温岩棉（矿棉）系统

d. 第 7.9 项, 铝合金窗断桥技术; 幕墙工程中铝合金玻璃幕墙、铝合金门窗采用断桥隔热型材的, 属于该加分范畴之内 (图 8-6);

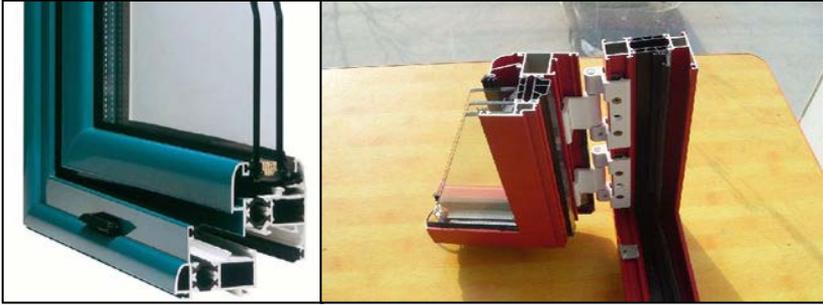


图 8-6 断桥隔热铝合金窗

e. 第 7.10 项, 太阳能与建筑一体化应用技术; 幕墙工程中有光伏幕墙的, 属于该加分范畴之内 (图 8-7);



图 8-7 光伏幕墙

f. 第 7.12 项, 建筑外遮阳技术; 依据国家建筑标准设计图集《建筑外遮阳(06J506)》为判断依据幕墙工程中采用建筑外遮阳的, 属于该加分范畴之内 (图 8-8)。



图 8-8 幕墙工程采用建筑外遮阳技术建筑外遮阳技术

g. 所采用的新材料、新技术是否获得了专利证书。若幕墙工程某种节点构造、功能设计等获得了实用新型、发明专利证书，属于该加分范畴之内。

h. 所采用的新材料、新技术是否获得了省级及以上的施工工法奖励。若幕墙工程某项施工工法获得了省级及以上奖励，属于该加分范畴之内（图 8-9）。



图 8-9 幕墙工程专利和工法证书

2. 依据江苏省住房和城乡建设厅于 2011 年颁布的“关于印发《江苏省建筑业 10 项新技术（2011）》的通知（苏建质安 2011 第 457 号）”文件的相关规定，下列属于新材料、新工艺加分范围之内：

a. 第 3 项，建筑幕墙应用新技术；包括新型板材外墙施工技术（包括陶土板幕墙施工技术、金属幕墙施工技术、水泥纤维外墙装饰板施工技术）、光电幕墙施工技术、双层动态节能幕墙施工技术、单元式幕墙应用技术、后切式背栓连接干挂石材幕墙应用技术。其中金属幕墙施工技术又包括铝板幕墙、铝塑板幕墙、铝瓦楞板幕墙、钛板幕墙、彩钢板幕墙、铜板幕墙、钛锌板幕墙、铝镁锰板幕墙等。幕墙工程中包含上述内容的，属于该加分范畴之内（图 8-10）；



a. 常州大剧院（陶土板、单索幕墙）



b. 邯郸文化艺术中心（镀铜水泥纤维外墙装饰板）



c. 南京银城广场（双层幕墙）

d. 南京金融城（单元式幕墙）



e. 金属屋面用铝镁锰合金板

f. 幕墙用钛锌板

图 8-10 幕墙工程采用的新材料及新技术

就我省的实际情况来说，在金属幕墙中采用了铝瓦楞板、钛板、铜板、钛锌板、铝镁锰板作为幕墙面板材料的，一般将其采用了新材料，给予加分。

b. 第 4.1 项，后切式（背栓式）板材磨孔机械施工技术；幕墙

工程中采用背栓连接的，包括石材、陶板、瓷板等，属于该加分范畴之内；

c. 第 7 项，建筑保温新技术；建筑幕墙中的保温系统采用埃特板外墙保温施工技术的，或者外墙及保温系统采用保温装饰板、预制构件保温装饰一体化的（图 8-11），属于采用新材料、新技术加分范畴之内。



图 8-11 南京紫东国际创意园 A1-A3 栋外立面幕墙  
（复合玻璃纤维增强混凝土板）

值得特别说明的是，预制构件保温装饰一体化施工技术是我省特有的一种新型集外幕墙装饰、保温一体的，在工厂整体进行生产预制的复合玻璃纤维增强混凝土板，单个板块面积可达 20 平方米，颜色可按不同建筑需要进行调制。该项技术由南京奥捷墙体材料有限公司和南京环达装饰工程有限公司进行研发，目前已经在南京保障房、南京紫东国际创意园 A1-A3 栋外立面幕墙上得到了广泛的应用。

目前，由南京奥捷墙体材料有限公司和江苏省建科院编制的《复合玻璃纤维增强混凝土板幕墙应用技术规程（苏 JG/T055-2013）》已经颁布实施，是我国第一个 GRC 板幕墙地方性规程。

## 后 记

江苏省装饰装修行业协会(商会)组织省内在工程创优活动中做得比较好的企业,以及多次参加全国和省建筑工程装饰奖复查的专家,对近两年来我省在建筑工程装饰奖复查中发现的主要问题和质量通病进行汇总分析,提出解决办法,帮助全省建筑装饰(幕墙)企业进一步提高创优水平和工程质量,进而推动行业的健康发展。

本书共分八章,其中第一、二、七、八章由江苏合发集团有限责任公司刘长龙负责编写;第三章由江苏百力幕墙装饰工程有限公司周振华负责编写;第四章由南京金中建幕墙装饰有限公司张继昭负责编写;第五章由江苏合发集团有限责任公司周立波和苏州柯利达装饰股份有限公司吴德炫负责编写;第六章由苏州金螳螂幕墙有限公司梁秉业负责编写。全书由刘长龙负责统稿。

本书在编写过程中,得到无锡王兴幕墙装饰有限公司、江苏省装饰幕墙工程有限公司等企业及中国建筑装饰协会幕墙工程委员会邱建辉秘书长及行业专家王德勤、范玉玲、刘忠伟、夏立友、张云龙、崔培溪、顾晓冬的指导并提出修改意见及建议,在此一并鸣谢!

编 者

2015年12月12日