



玻璃幕墙设计与施工

BOLI MUQIANG SHEJI YU SHIGONG

罗 忆
张 芹 编著
刘忠伟

中国建筑工业出版社

玻璃幕墙设计与施工

罗忆 张芹 刘忠伟 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

玻璃幕墙设计与施工/罗忆, 张芹, 刘忠伟编著.

北京: 中国建筑工业出版社, 2005

ISBN 7-112-07311-1

I. 玻... II. ①罗... ②张... ③刘... III. ①玻璃—幕墙—结构设计②玻璃—幕墙—工程施工
IV. TU227②TU767

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 026235 号

本书内容全面、新颖, 不仅包括玻璃幕墙的结构设计和节点设计, 同时还包括玻璃幕墙的光学设计、热工设计、隔声、防噪设计及结露点计算, 给出了不同类型玻璃幕墙的设计原理、造型构造、结构计算、制作技术和安装技术, 所选用的工程实例具有代表性, 可供参考, 是从事玻璃幕墙设计、施工、预算、监理等工程技术人员及大专院校有关专业师生重要的参考书。

责任编辑: 唐 旭

责任设计: 刘向阳

责任校对: 王雪竹 赵明霞

玻璃幕墙设计与施工

罗忆 张芹 刘忠伟 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

新华书店经销

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 17 $\frac{3}{4}$ 插页: 2 字数: 562 千字

2005 年 7 月第一版 2005 年 7 月第一次印刷

印数: 1—3500 册 定价: 58.00 元

ISBN 7-112-07311-1

(13265)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.china-abp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>



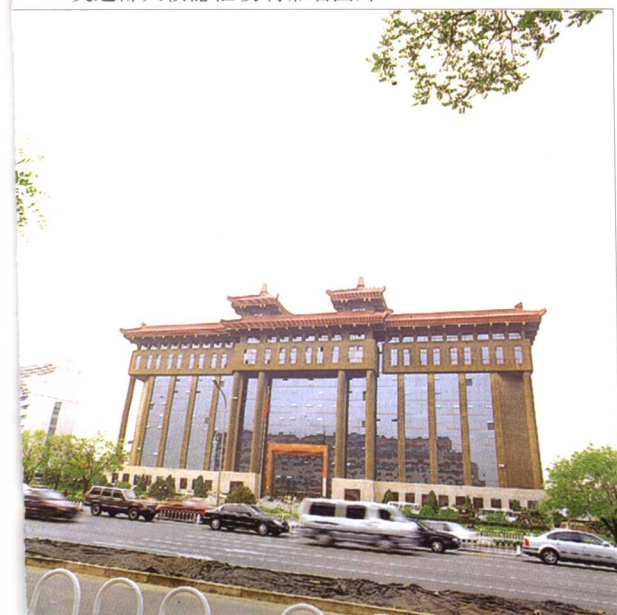
明框玻璃幕墙



香港中银大厦



交通部大楼隐框玻璃幕墙图片



中国妇女活动中心



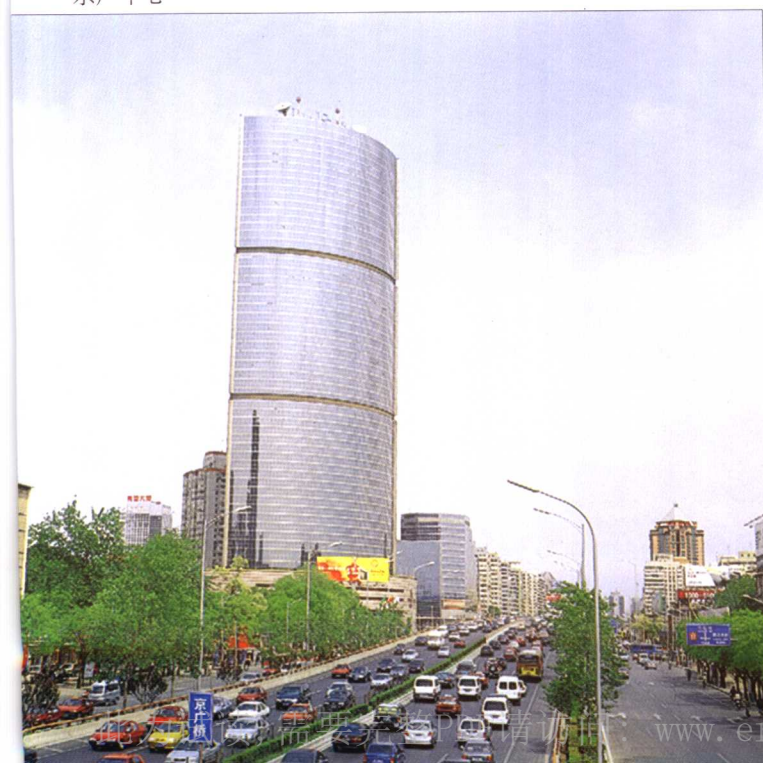


横隐竖框玻璃幕墙



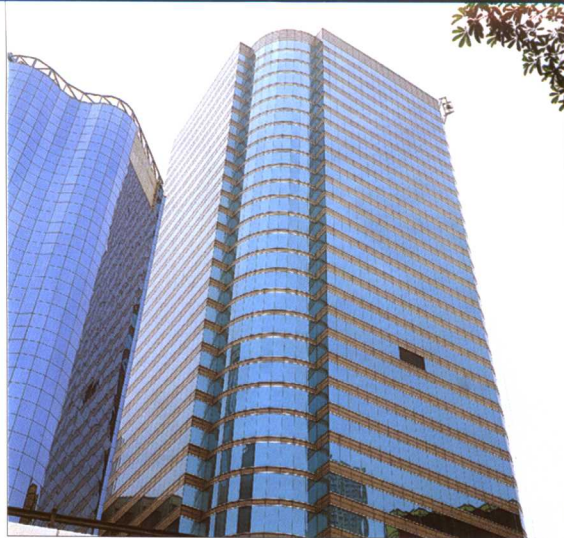
北京长城饭店

京广中心



北京国际贸易中心





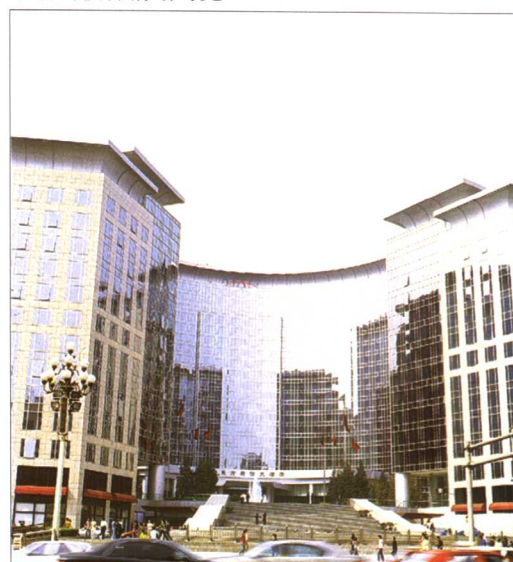
尖沙咀某幕墙



幕墙内楼梯清晰可见



半透明性



北京东方君悦酒店

中港城

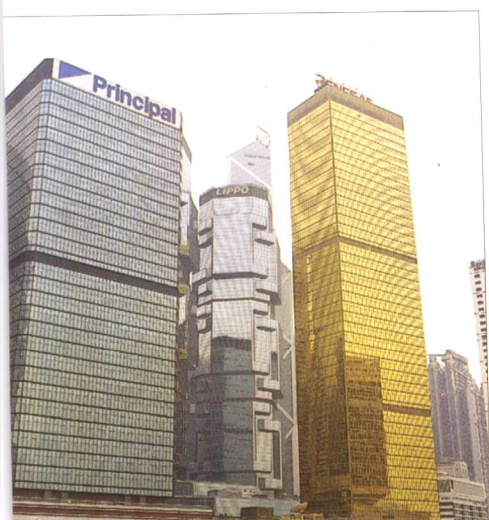


北京东三环写字楼





有框玻璃幕墙



半隐玻璃幕墙



全隐玻璃幕墙



香港中环楼群



光污染实例

前 言

我国的玻璃幕墙自诞生、发展至今已 10 余年，我们从事玻璃幕墙行业也 10 余年。10 余年的工程实践经验、10 余年的学习体会，总想找机会把它总结、提高，写成文字与同行交流，这也算是学者们的共同嗜好吧。

我国的玻璃幕墙发展可分为两个阶段：第一阶段是 20 世纪 90 年代的 10 年，这是我国玻璃幕墙发展的起步阶段，其发展重点是玻璃幕墙的结构体系设计和幕墙节点设计，这是玻璃幕墙的基础，本书的第二章和第三章就是叙述结构设计和节点设计的原理与方法，可供从事玻璃幕墙设计的技术人员参考，特别是节点设计一章，以点支式玻璃幕墙的节点设计为主线，详细介绍了玻璃幕墙节点设计，是我们的“真知灼见”。

进入 21 世纪，玻璃幕墙的发展也进入了第二阶段，即它的提高阶段。人们开始关注玻璃幕墙的使用功能，如为配合国家的建筑节能政策，玻璃幕墙的热工性能被提到重要位置考虑，为此我们撰写了玻璃幕墙热工性能设计一章。由于玻璃板比其他围护材料薄，为改善玻璃幕墙的室内环境，我们撰写了玻璃幕墙隔声、防噪设计一章。为解决玻璃幕墙的室内结露，我们撰写了玻璃幕墙结露点计算一章。就是对大家熟悉的玻璃幕墙的光学性能也进行了理性的思考，从玻璃幕墙透光性、透明性、半透明性、折射性、反射性、多色性、光亮性等多方面进行综合评价，摒弃不合理反射性的应用——“光污染”。可以说，本书对玻璃幕墙的光、热、声、结露给出了全面的设计计算方法。

第八章和第九章分别叙述了玻璃幕墙的制作与安装，是我们工程实际经验的总结，可供幕墙公司参考使用。

玻璃幕墙在我国正处于快速发展时期，对其存在的问题，在第十章中叙述了我们的看法，权作引玉之砖吧。

本书由罗忆、张芹和刘忠伟共同执笔完成，参加编写的还有李国星、白飞、卢凯、朱正林、周小丽和卞慧勤等同志，本书图片由罗忆和魏晓强提供。

玻璃幕墙工程层出不穷、难题不断，涉及多领域、多学科，限于作者的学识水平和见识，不足和错漏之处难免，敬请同行指正。

目 录

第一章 玻璃幕墙分类与发展	1	第一节 传热学基础	173
第一节 明框玻璃幕墙	1	第二节 玻璃幕墙热工性能表征方法	175
第二节 全隐玻璃幕墙	2	第三节 玻璃传热系数计算方法	175
第三节 半隐玻璃幕墙	3	第四节 玻璃阳光遮蔽系数测量与计算方法	179
第四节 全玻玻璃幕墙	4	第五节 玻璃幕墙热工设计准则	184
第五节 点支式玻璃幕墙	6	第六节 玻璃门窗热工性能计算	184
第六节 玻璃幕墙在我国的发展	9	第七节 双层通道幕墙的温室效应	193
第二章 幕墙结构设计原理和方法	14	第八节 工程应用实例	194
第一节 结构设计原理	14	第六章 玻璃幕墙隔声、防噪设计	200
第二节 风荷载	20	第一节 隔声、防噪声学基础	200
第三节 雪荷载	28	第二节 玻璃幕墙隔声、防噪性能计算方法	201
第四节 地震作用	31	第三节 玻璃幕墙隔声、防噪设计方法	208
第五节 自重和活荷载	46	第四节 工程应用实例	208
第六节 温度变化	47	第七章 玻璃幕墙结露点的计算	209
第七节 设计计算方法	49	第一节 水蒸气结露基础	209
第八节 构件设计计算	58	第二节 玻璃幕墙室内侧表面温度的计算	211
第九节 连接设计	103	第三节 玻璃幕墙结露点计算	211
第三章 玻璃幕墙节点设计	129	第八章 玻璃幕墙制作加工	213
第一节 节点设计的基本准则	129	第一节 幕墙制作加工的准备工作	213
第二节 点支式玻璃幕墙的节点设计	131	第二节 幕墙加工制作方法及技术保证措施	216
第三节 有框幕墙的节点	153	第九章 玻璃幕墙的安装	227
第四节 工程应用实例	157	第一节 有框玻璃幕墙的安装	227
第四章 玻璃幕墙的光学设计	163	第二节 穹顶玻璃幕墙的安装	235
第一节 玻璃幕墙的透光性	163	第三节 点支式玻璃幕墙的安装	237
第二节 玻璃幕墙的透明性	163	第十章 玻璃幕墙存在的问题与对策	241
第三节 玻璃的半透明性	164	第一节 经济问题	241
第四节 玻璃幕墙的折射性	164	第二节 使用新工艺容易出现缺陷及隐患	241
第五节 玻璃幕墙的反射性	165	第十一章 工程设计实例	243
第六节 玻璃幕墙的多色性	166	第一节 工程基本条件	243
第七节 玻璃幕墙的光亮性	166	第二节 设计依据	243
第八节 幕墙玻璃的形状多样性	167	第三节 单元式玻璃幕墙设计计算	247
第九节 玻璃幕墙安装结构的多样性	167	第四节 石材幕墙设计计算	259
第十节 光学设计基础	168	第五节 穹顶玻璃幕墙	269
第十一节 玻璃幕墙光学性能计算方法	170	第六节 四点支撑点支式雨篷	274
第十二节 玻璃幕墙光学性能设计准则	170	第七节 六点支撑点支式雨篷	276
第十三节 工程应用实例	171	参考文献	280
第五章 玻璃幕墙热工设计	173		

第一章 玻璃幕墙分类与发展

建筑幕墙可分为混凝土幕墙、钢板幕墙、铝板幕墙、石材幕墙、塑料幕墙和玻璃幕墙,其中玻璃幕墙最引人注目。玻璃幕墙又分为明框玻璃幕墙、全隐玻璃幕墙、半隐玻璃幕墙、全玻玻璃幕墙和点支式玻璃幕墙。

第一节 明框玻璃幕墙

明框玻璃幕墙属于元件式幕墙,将玻璃板用铝框镶嵌,形成四边有铝框的幕墙元件,将幕墙元件镶嵌在横梁上,幕墙成为四边铝框明显,横梁和立柱均在室内可见的幕墙。明框玻璃幕墙不仅应用量大面广、性能稳定可靠、应用最早,还因为明框玻璃幕墙在形式上脱胎于玻璃窗,易于被人们接受。施工简单,形式传统,所以明框玻璃幕墙至今仍被人们所钟爱。

明框玻璃幕墙的玻璃与铝框之间的安装方式有三种,即干式安装、湿式安装和混合安装。干式安装是将密封条嵌入槽壁与玻璃的空隙,并将玻璃固定。型材断面形状不同,密封条的形式也不同。湿法安装是在槽壁与玻璃之间的空隙内注入密封胶填充。待密封胶固化以后将玻璃板固定,同时缝隙也被密封起来。混合安装是玻璃的一侧空隙采用密封条嵌入,另一侧空隙采用密封胶注入缝隙固定。湿式安装的优点是气密性和水密性明显好于干式安装,如硅酮密封胶作为密封胶使用,其耐久性能好,寿命将明显地长于密封条。

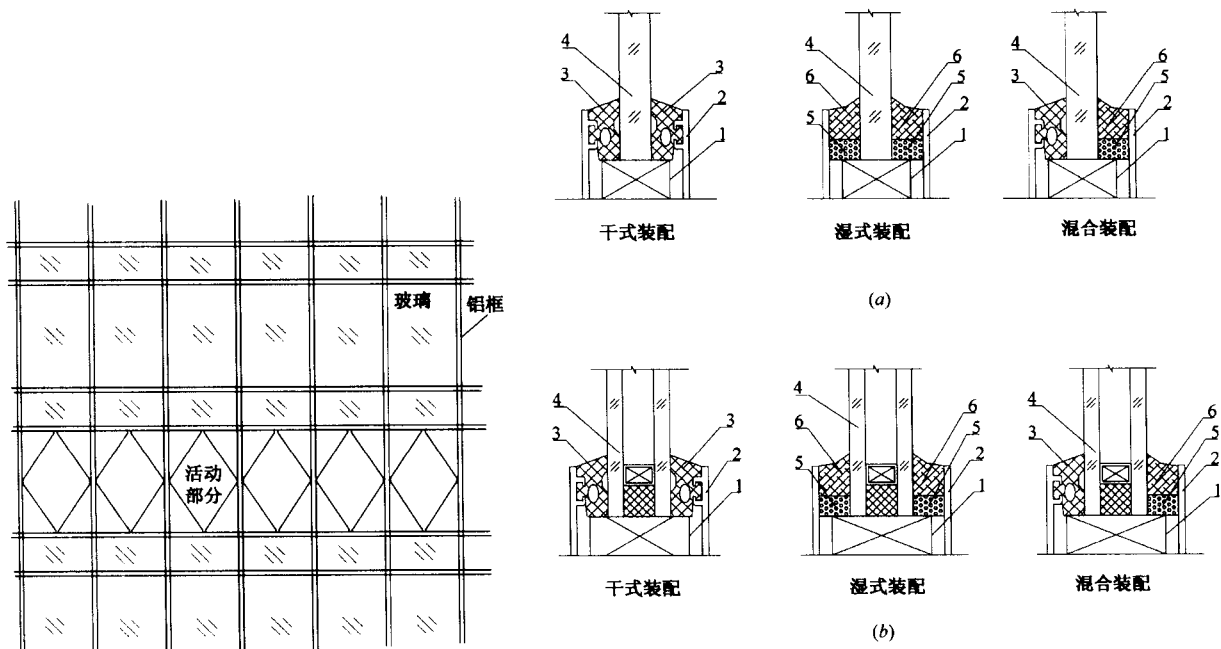


图 1-1 明框玻璃幕墙立面图

图 1-2 三种安装方式示意图

(a) 单层玻璃; (b) 中空玻璃

1—垫块; 2—铝框; 3—橡胶填料; 4—玻璃;
5—与硅酮胶相容的填料; 6—硅酮胶



(a)



(b)

图 1-3 明框玻璃幕墙

第二节 全隐玻璃幕墙

隐框玻璃幕墙的玻璃是采用硅酮结构密封胶粘结在铝框上，一般情况下，不需再加金属连接件。铝框全部被玻璃遮挡，形成大面积全玻璃墙面。在有些工程上，为增加隐框玻璃幕墙的安全性，在垂直玻璃幕墙上采用金属连接件固定玻璃，如北京的希尔顿饭店。结构胶是连接玻璃与铝框的关键所在，两者全靠结构胶连接。因此在隐框玻璃幕墙应用的初期，有许多专家学者认为，隐框玻璃幕墙是悬在人们头上的定时炸弹。其实只要结构胶满足相容性，即结构胶必须有效地粘结与之接触的所有材料，如玻璃、铝框、垫块等，则连接是可靠的，因此进行相容性试验是应用结构胶的前提。

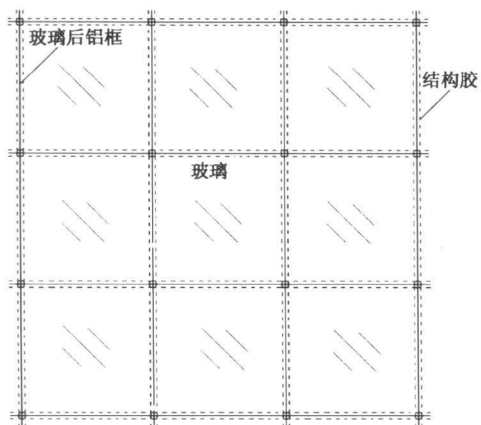


图 1-4 隐框玻璃幕墙立面图

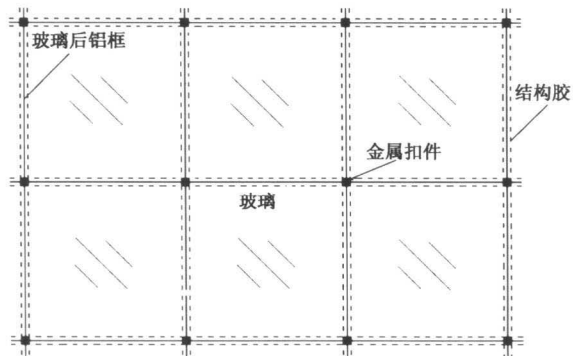
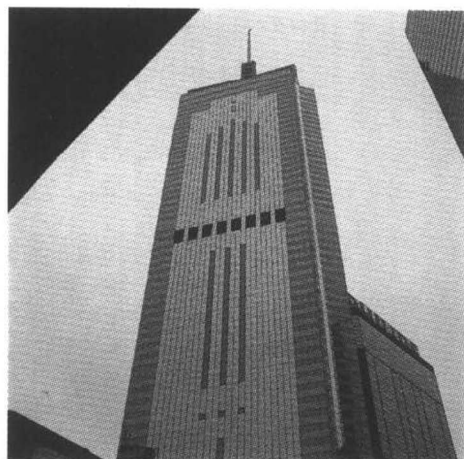


图 1-5 带金属扣件的隐框玻璃幕墙立面图



(a)



(b)

图 1-6 隐框玻璃幕墙图片

(a) 香港中银大厦；(b) 交通部大楼

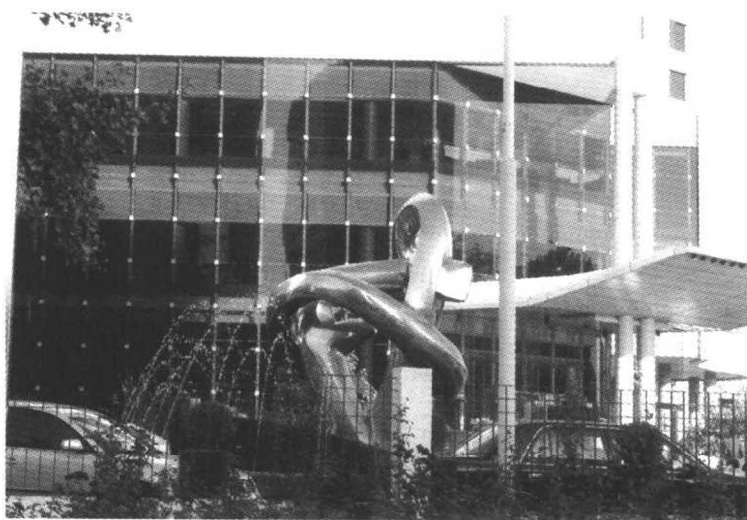


图 1-7 北京希尔顿饭店

第三节 半隐玻璃幕墙

相对于明框玻璃幕墙来说，幕墙元件的玻璃板其中两对边镶嵌在铝框内，另外两对边采用结构胶直接粘结在铝框上，构成半隐框玻璃幕墙。立柱隐蔽，横梁外露的玻璃幕墙称之为竖隐横框玻璃幕墙。横梁隐蔽，立柱外露的玻璃幕墙称之为横隐竖框玻璃幕墙。

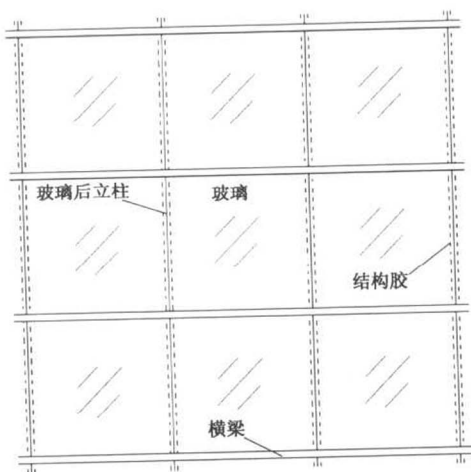


图 1-8 竖隐横框玻璃幕墙立面图



图 1-10 横隐竖框玻璃幕墙立面图



图 1-9 中国妇女活动中心



图 1-11 横隐竖框玻璃幕墙

第四节 全玻璃幕墙

在建筑物首层大堂、顶层和旋转餐厅，为增加玻璃幕墙的通透性，不仅仅玻璃面板，包括支撑结构都采用玻璃肋，这类幕墙称之为全玻璃幕墙。根据玻璃肋与玻璃面板的相对位置，全玻璃幕墙可分为后置式、骑缝式、平齐式和突出式四种。

全玻璃幕墙一般只用于一个楼层，如首层、顶层等，如今也有跨层使用的。如用于一个楼层，玻璃面板和玻璃肋上下端用镶嵌槽夹持。如楼层较低，例如 4~5m，玻璃面板和玻璃肋由下端支撑，其上部与镶嵌槽底应留有足够的伸缩间隙。当玻璃高度超过 5m，由于自重，玻璃会发生变形，压应力增加，

危险性很大，而且施工中微调整也很困难。若采用上端悬挂，则上述缺点可消除。玻璃板下端与镶嵌槽之间应留有足够的伸缩间隙。安装方式最好不采用干式安装，而采用湿式或混合式安装。玻璃外侧应采用湿式安装，以保证气密性和水密性。判断是否需要把玻璃悬挂起来，应根据下列原则：

厚度 10mm，高度 4m 以上；

厚度 12mm，高度 5m 以上；

厚度 15mm，高度 6m 以上；

厚度 19mm，高度 7m 以上。

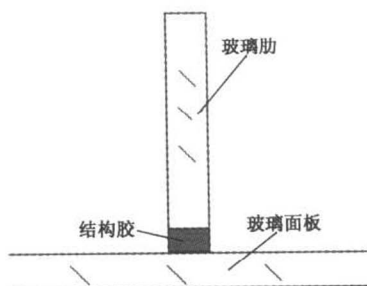


图 1-12 后置式

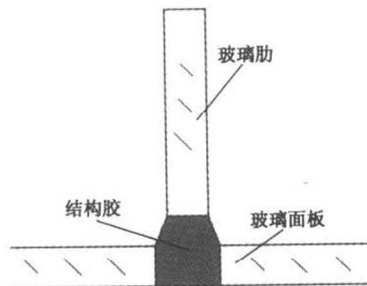


图 1-13 骑缝式

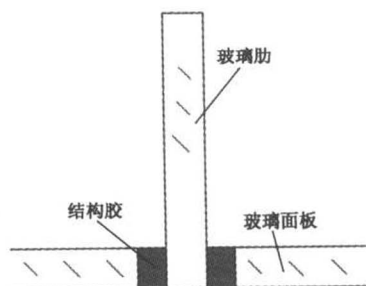


图 1-14 平齐式

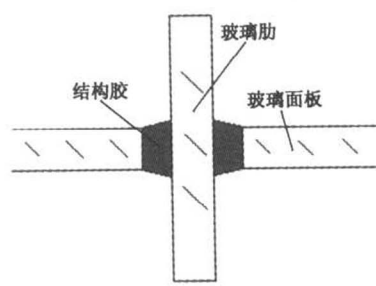


图 1-15 突出式

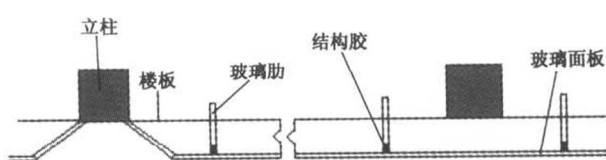


图 1-16 突出墙面式

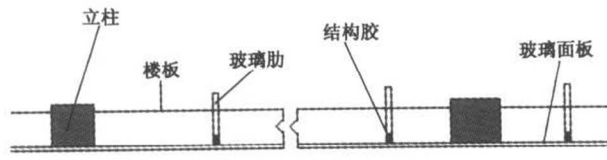


图 1-17 平齐墙面式

当全玻璃幕墙跨层使用时，有三种平面布置方式，即突出墙面式、平齐墙面式和内嵌墙面式。

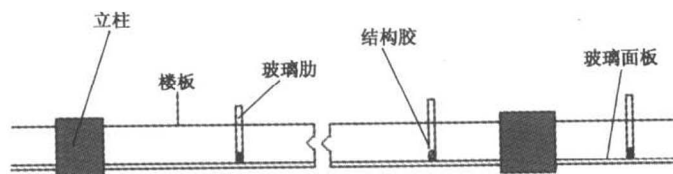


图 1-18 内嵌墙面式

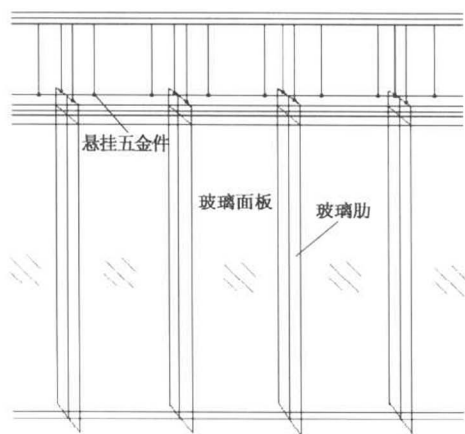


图 1-19 玻璃面板和玻璃肋由上部结构悬挂

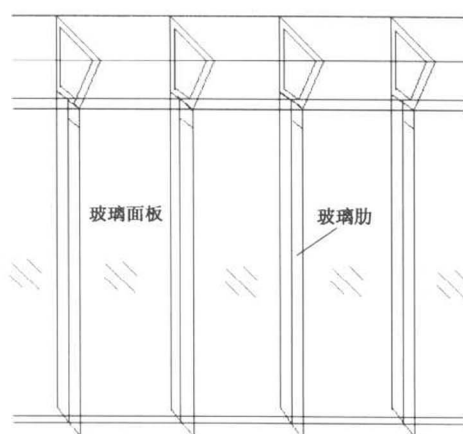


图 1-20 玻璃面板和玻璃肋由底部支撑

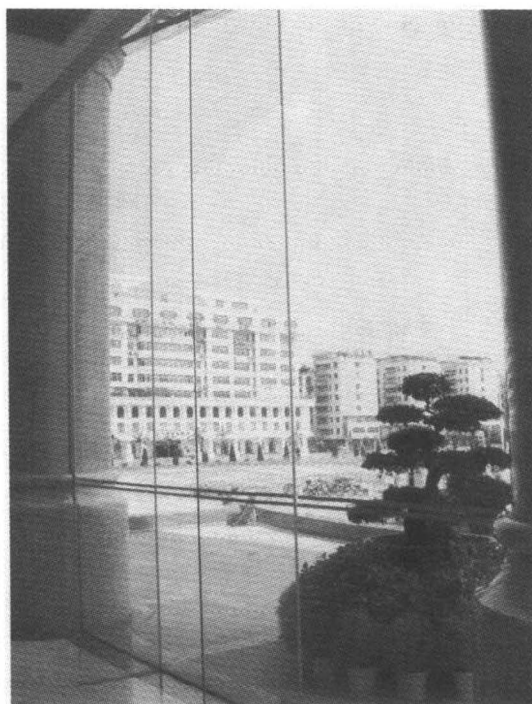


图 1-21 全玻玻璃幕墙

第五节 点支式玻璃幕墙

由玻璃面板、点支撑装置和支撑结构构成的玻璃幕墙称为点支式玻璃幕墙。根据支撑结构点支式玻璃幕墙可分为工形截面钢架、格构式钢架、柱式钢桁架、鱼腹式钢架、空腹弓形钢架、单拉杆弓形钢架、双拉杆梭形钢架、拉杆（索）形式一和拉杆（索）形式二，见图 1-22。

1. 上述 9 种结构可分为三类

(1) 金属支撑结构点支式玻璃幕墙：这是最早的点支式玻璃幕墙结构，也是采用最多的结构类型。

采用金属材料作为结构支撑系统，由金属紧固件和连接件将玻璃固定安全可靠，可最大限度地利用金属结构的灵活多变，以适应建筑造型的需要。透过玻璃，人们可以看到支撑玻璃的整个结构系统，金属结构的坚固结实和玻璃晶莹剔透形成完美的组合，体现了“力”与“美”、“虚”与“实”的效果，见图 1-23。

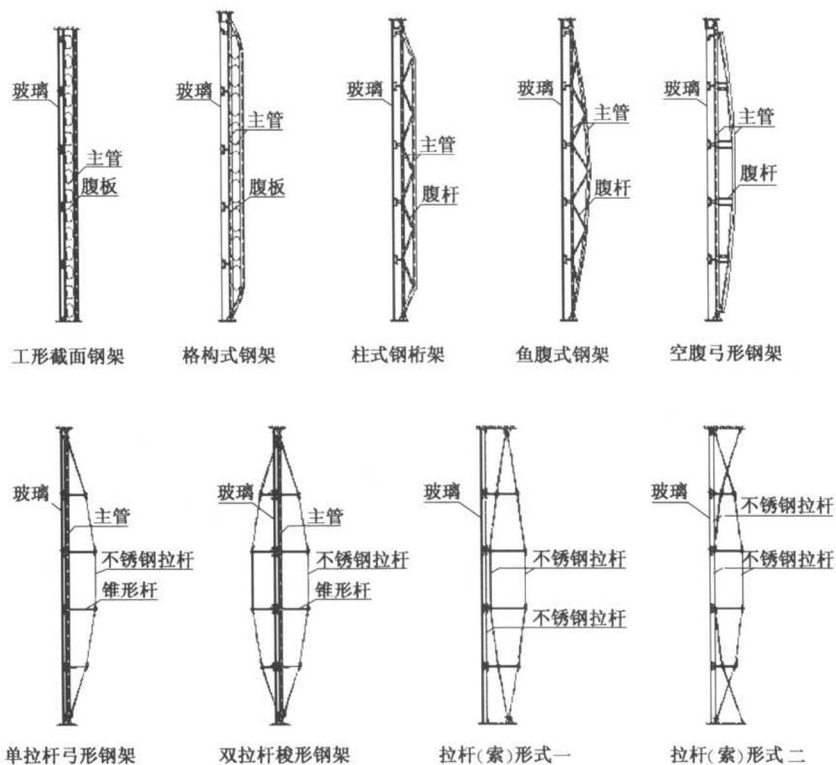


图 1-22 支撑结构分类

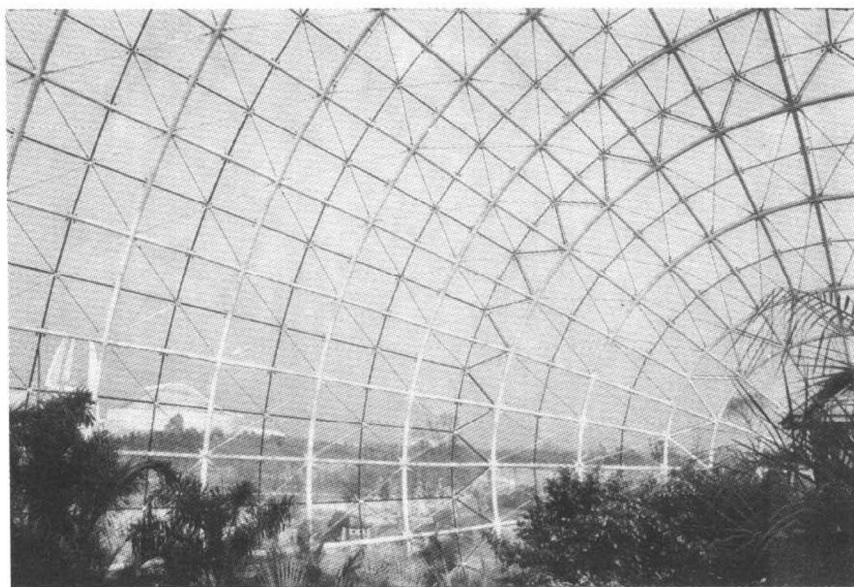


图 1-23 金属支撑结构

(2) 点支式全玻璃幕墙：支撑结构是玻璃板，称其为玻璃肋。采用金属紧固件和连接件将玻璃面板和玻璃肋相连接，形成玻璃幕墙。由玻璃面板和玻璃肋构成的全玻璃幕墙视野开阔、结构简单，使人耳目一新。最大限度地消除了建筑物室内外的感觉，见图 1-24。

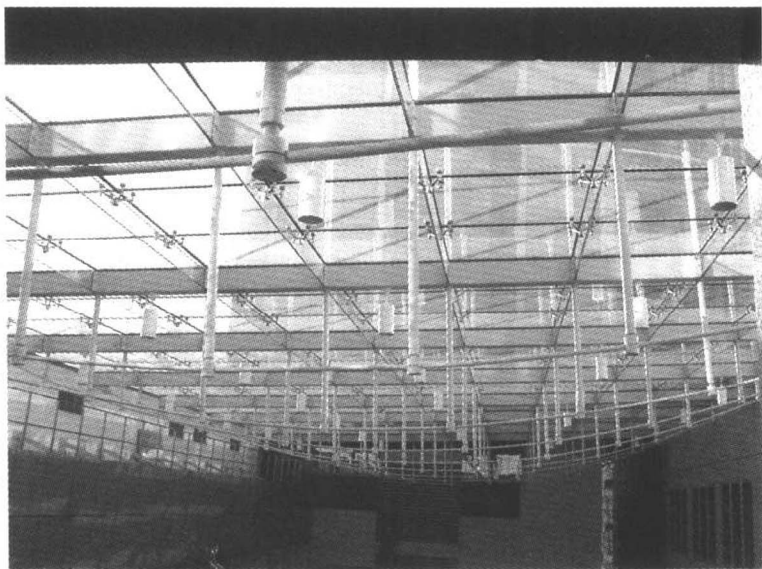


图 1-24 点支式全玻璃支撑结构

(3) 杆（索）式玻璃幕墙：支撑结构是不锈钢拉杆或拉索，玻璃由金属紧固件和金属连接件与拉杆或拉索连接。在此类玻璃幕墙的结构中，充分体现了机械加工的精度，每个构件都十分的细巧精致，本身就构成了一种结构美，见图 1-25。

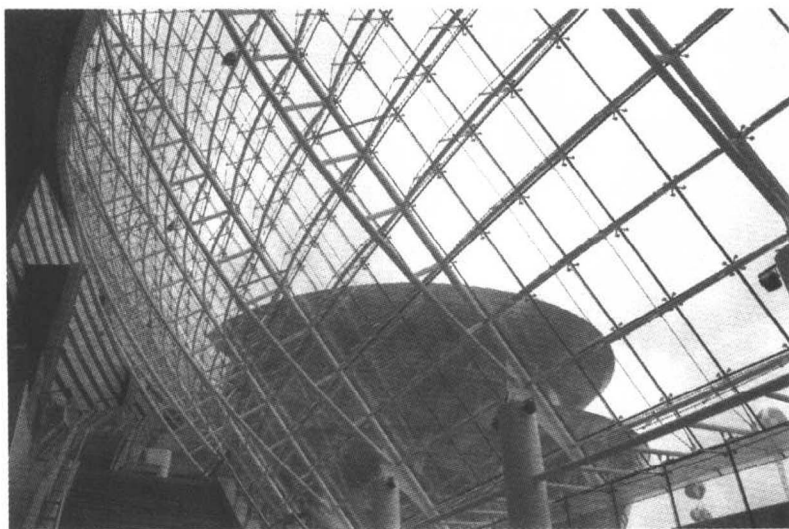


图 1-25 杆（索）式支撑结构

点支式玻璃幕墙是一门新兴技术，它体现的是建筑物内外的流通和融合，改变了过去用玻璃来表现窗户、幕墙、天顶的传统做法，强调的是玻璃的透明性。透过玻璃，人们可以清晰地看到支撑玻璃幕墙