

幕墙工程手册

赵西安 编著

中国建筑工业出版社

前 言

进入 90 年代,玻璃幕墙和铝合金幕墙在我国广泛应用,幕墙工程已形成一个新的产业。据不完全统计,目前全国每年已生产幕墙 $5 \times 10^6 \text{m}^2$ 以上。

玻璃和铝合金幕墙作为现代科技的象征和建筑发展水平的一个标志,以其独特的色彩与光影、多变的造型吸引了业主和建筑师;同时也使大量厂商进入幕墙市场。由于过去我国没有自己的技术标准,设计和施工的幕墙往往由厂商独立进行,处于缺乏管理和无序状态;而设计单位的建筑师和结构师又没有深入到幕墙设计中进行技术把关,因而一些幕墙工程存在着不符合技术要求的不可靠因素。有鉴于此,本书系统叙述了幕墙工程的有关内容,供幕墙设计、制作、施工和监理人员使用,同时也作为业主和管理部门监督幕墙工程参考。

本书内容包括幕墙一般介绍,材料,建筑设计,结构设计,节点构造,性能试验,制作安装,监理验收,招标、投标和合同。为便于使用,本书力求结合我国工程实际,尽量列举工程实例和工程实用资料。除重点玻璃幕墙外,本书还包括了部分铝合金幕墙和石板幕墙的内容。

目前国内尚少系统介绍幕墙工程图书资料,在本书编写过程中,引用了一些兄弟单位和厂家的技术资料,在此表示深深的谢意。这些主要单位和厂商有:

中国建筑材料科学研究院玻璃所	香港远东铝质工程公司
郑州中原应用技术研究所	香港力基铝业工程有限公司
北京市建筑设计研究院	香港金龙工程公司
深圳金粤铝制品有限公司	中山市格兰特安全玻璃有限公司
深圳方大集团股份有限公司	广东顺德超艺镀膜玻璃有限公司
中山市盛兴幕墙有限公司	广东珠海晶艺玻璃有限公司
江门市恒辉镀膜玻璃有限公司	广东珠海兴业安全玻璃有限公司
武汉凌云装饰工程总公司	广东珠海龙庆蜂窝板材有限公司
广州市房地产开发监理公司	

幕墙工程是建筑业中的新课题,牵涉到多行业、多学科,而且正在迅速发展,故此本书中的错误和不足之处,敬请同行指正。

赵西安
于中国建筑科学研究院
1996 年 9 月

(京)新登字 035 号

近年来我国玻璃幕墙在建筑中广泛应用,技术水平不断提高。幕墙作为围护结构要承受风力、地震作用和温度作用,其安全与质量是首要因素,而且还要满足建筑艺术和使用功能,因此材料、制作、施工、监理都要有严格的技术要求。本书系统地叙述了幕墙工程的设计、施工和监理,还介绍了工程招标、投标和合同等问题。

本书结合工程,符合我国标准,可供幕墙设计单位、制作和施工厂家、质量监督部门和材料生产厂家使用,业主和管理部门也可作为参考。

幕 墙 工 程 手 册

赵西安 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

北京市顺义县燕华印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 30% 字数: 778 千字

1996 年 11 月第一版 1996 年 11 月第一次印刷

印数: 1—5100 册 定价: 45.00 元

ISBN 7-112-02951-1

TU·2252 (8067)

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)

目 录

第一章 概述	1
第一节 玻璃幕墙的发展	1
第二节 玻璃幕墙的分类	7
第三节 加强玻璃幕墙安全与质量的管理	13
第四节 保证玻璃幕墙工程质量与安全的主要技术措施	16
第二章 材料	17
第一节 总则	17
第二节 铝合金材料	19
第三节 钢材	36
第四节 玻璃	39
第五节 聚碳酸酯片与丙烯酸片	71
第六节 建筑密封胶和结构密封胶	75
第七节 其它材料	97
第八节 彩色钢板	99
第三章 幕墙的建筑设计	106
第一节 幕墙的建筑艺术魅力	106
第二节 幕墙的墙面设计	119
第三节 幕墙建筑设计应提交的图纸	140
第四节 幕墙性能的分级标准和选择	154
第五节 幕墙设计的安全要求	158
第六节 擦窗机	160
第四章 幕墙的结构设计	165
第一节 幕墙结构设计的基本要求	165
第二节 结构设计基本参数	178
第三节 玻璃的应力计算	186
第四节 横梁和立柱的设计	200
第五节 全玻璃幕墙的设计	217
第六节 结构胶的计算	219
第七节 幕墙与主体结构的连接	223
第八节 冷弯彩板型材幕墙设计	233
第九节 幕墙计算例	236
第五章 幕墙节点设计	245

第一节	节点构造概述	245
第二节	全玻璃幕墙构造	263
第三节	工程应用实例	269
第六章	玻璃幕墙的性能试验	313
第一节	概述	313
第二节	试验设备和试验方法	315
第三节	试验程序安排	318
第四节	试件设计	321
第五节	试验报告	325
第七章	幕墙的制作和安装施工	330
第一节	铝型材和玻璃的加工	330
第二节	明框幕墙板材的制作	336
第三节	隐框玻璃幕墙构件的制作	340
第四节	铝板幕墙构件制作和安装	344
第五节	石板幕墙的加工安装	355
第六节	幕墙的施工安装准备	364
第七节	幕墙安装施工	375
第八节	幕墙施工安装中的检查	389
第八章	幕墙工程监理和工程验收	391
第一节	监理一般要求	391
第二节	各阶段监理要点	393
第三节	监理计划	404
第四节	幕墙监理收费	409
第五节	幕墙工程验收	410
第九章	幕墙工程的招标、投标和合同	417
第一节	招标	417
第二节	投标	441
第三节	合同	448
附录一	矩形板的弯矩和位移系数	464
附录二	《建筑结构荷载规范》修订风荷载部分条文(方案)	480
附录三	参考文献	484

第一章 概述

第一节 玻璃幕墙的发展

玻璃幕墙是近代科学技术发展的产物，是现代主义高层建筑时代（1950~1980）的显著特征。最初具有代表性的“玻璃盒子”是 50 年代初建成的纽约利华大厦（图 1.1）和纽约联合国大厦（图 1.2）。此后几十年间，玻璃、铝合金和钢材，被认为是现代高技术发展在建筑上的标记，被建筑师广泛采用。*

60~70 年代，国外高层建筑采用玻璃幕墙迅速增多，许多著名的建筑都以玻璃幕墙为外部装修。如世界上一些有名的建筑：芝加哥西尔斯大厦（110 层，442m 高，图 1.3）和芝加哥汉·考克大厦（100 层，344m 高，图 1.4）。都采用了明框玻璃幕墙。

香港地区是玻璃幕墙最集中的城市之一。著名的中国银行大厦（72 层，结构高度 316m，建筑高度 356m），采用蓝灰色明框玻璃幕墙（图 1.5）。

玻璃幕墙可以在建筑物体型上产生丰富的变化，实现奇特的建筑效果，如香港奔达中心大厦（图 1.6）的雕塑效果。

最近，朝鲜平壤柳京大厦（101 层，305m 高）采用 10 万 m² 的隐框玻璃幕墙。该幕墙面积堪称世界最大，难度很高，由我国山东雄狮集团中标承建。

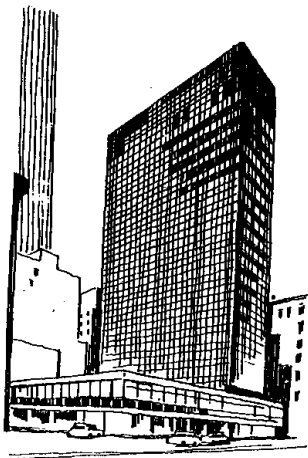


图 1.1 纽约利华大厦

* 本章部分建筑透视图引自乐嘉龙等编著《中外著名建筑 1000 例》

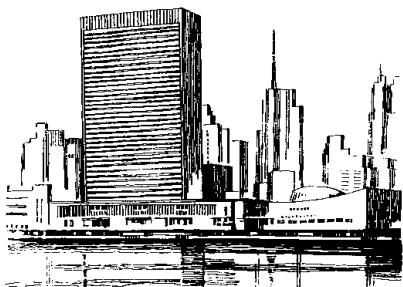


图 1-2 纽约联合国大厦

我国第一幢采用玻璃幕墙的星级饭店——北京长城饭店于 1985 年建成，采用银色镀膜玻璃。此后，深圳国际贸易中心、深圳发展中心、北京京广大厦、北京国际贸易中心、上海瑞金大厦、上海国际贸易中心等大面积采用玻璃幕墙的工程陆续建成，而且应用越来越广泛（图 1.7～图 1.11）。

目前，国内已建成的最高的建筑深圳地王大厦（81 层，结构高度 325m，建筑高度 360m），采用了绿色双中空镀膜玻璃幕墙，窗下为铝墙板，横框竖隐（图 1.12）。

广州中天广场大厦（80 层，320m 高）则采用蓝色双中空镀膜玻璃幕墙，横框竖隐。

我国大陆已建成的最高建筑物中，采用幕墙的见表 1-1。在表中的建筑物中，除京城大厦采用钢筋混凝土预制幕墙板外，其余多为玻璃幕墙或玻璃幕墙加铝板幕墙。

与传统的外墙比较，玻璃幕墙具有以下的特点：

（一）能产生较好的建筑艺术效果；

（二）墙体自重较轻，通常为 $0.3 \sim 0.5 \text{ kN/m}^2$ ，只是砖墙的 $1/10 \sim 1/12$ ，混凝土预制板墙面的 $1/7$ ，从而降低主体结构 and 基础的造价；

（三）材料单一，施工方便，工期较短；

（四）维护方便，可以更换幕墙构件；

（五）能较好地适应旧建筑立面更新的需要，所以目前常用于已建工程的改造。

但是，玻璃幕墙造价较高（目前约 $1000 \sim 3000 \text{ 元/m}^2$ ）；抗风、抗震性能较弱；能耗较大；对周围环境有可能形成光污染。因而要经过方案可行性论证，合理使用。

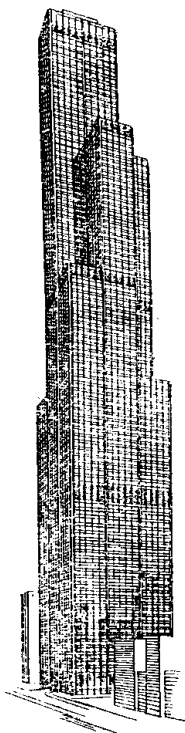


图 1.3 芝加哥西尔斯大厦

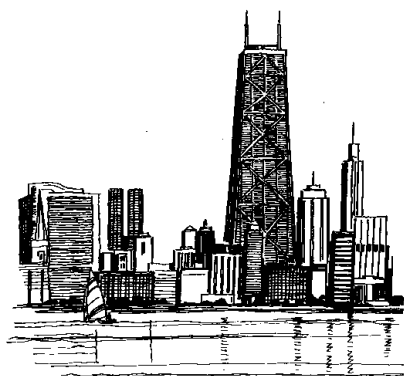


图 1.4 芝加哥汉·考克大厦

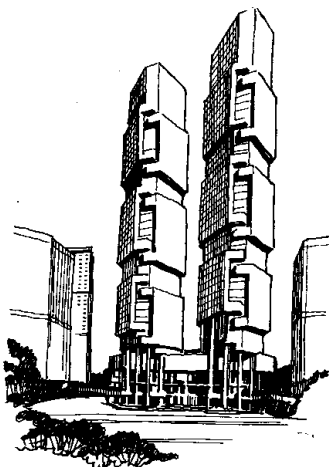
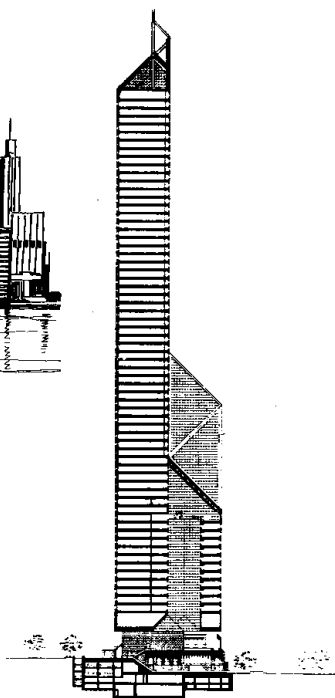
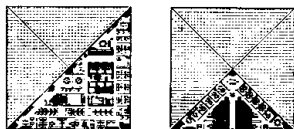


图 1.6 香港奔达中心大厦



(a) 剖面



(b) 平面

图 1.5 香港中国银行大厦

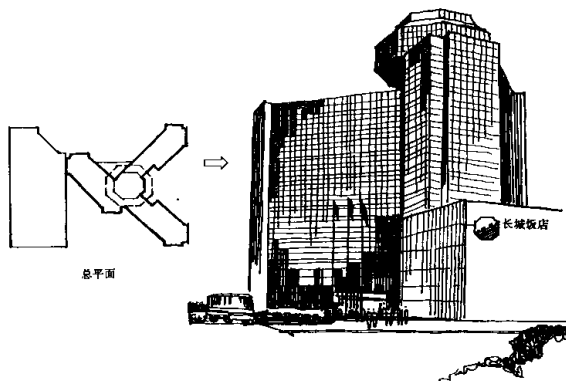


图 1.7 北京长城饭店



图 1.8 深圳国际贸易中心

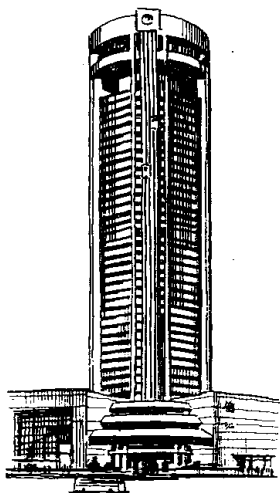


图 1.9 上海新锦江饭店

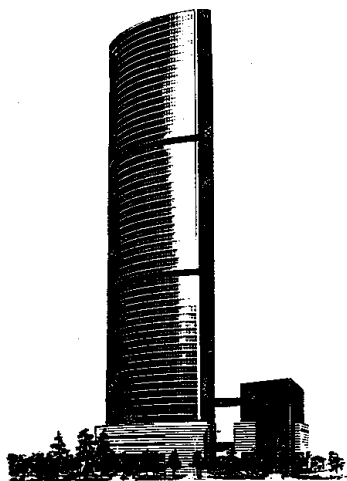


图 1.11 北京京广中心大厦

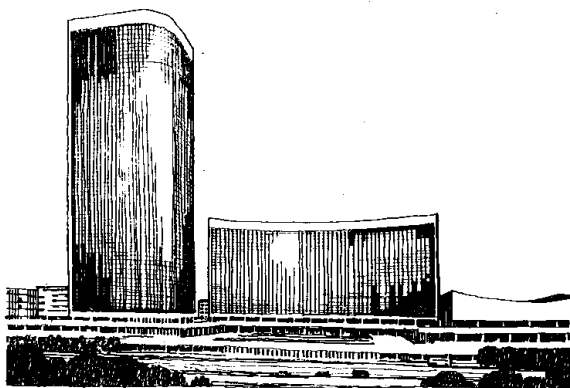


图 1.10 北京国际贸易中心和中国大饭店

我国大陆已建成最高的采用幕墙的建筑物 (1995 年底)

表 1.1

建筑物名称	地点	层数	高度 (m)	主体结构	幕 墙
地王商业大厦	深圳	81	325	S+RC	绿色镀膜中空, 横框竖隐, 部分铝墙板
中天广场大厦	广州	80	320	RC	蓝灰色镀膜中空, 横框竖隐, 部分铝墙板
京广中心	北京	57	208	S	银灰色镀膜中空, 明框
广东国际大厦	广州	63	200	RC	铝墙板加茶色带状窗
大都会大厦	广州	52	190	RC	金黄色横框竖隐幕墙
京城大厦	北京	52	183	S	钢筋混凝土预制板幕墙
发展中心大厦	深圳	43	165	S+RC	蓝色镀膜全隐框, 顶部铝墙板加水平带状窗
国际贸易大厦	深圳	50	160	RC	铝墙板加竖向带状窗
新金桥大厦	上海	42	160	S	蓝灰色镀膜横框竖隐
国际贸易大厦	北京	39	155	S	茶色玻璃, 明框
新锦江大酒店	上海	46	153	S	铝墙板加明框银灰色镀膜玻璃
国际贸易中心	广州	38	146	RC	银蓝镀膜横框竖隐
静安希尔顿酒店	上海	43	140	S+RC	铝墙板
国际贸易中心	上海	37	134	S	蓝灰色镀膜明框
世界贸易中心	广州	36	120	RC	银灰色镀膜明框

注: S 钢结构, RC—钢筋混凝土结构

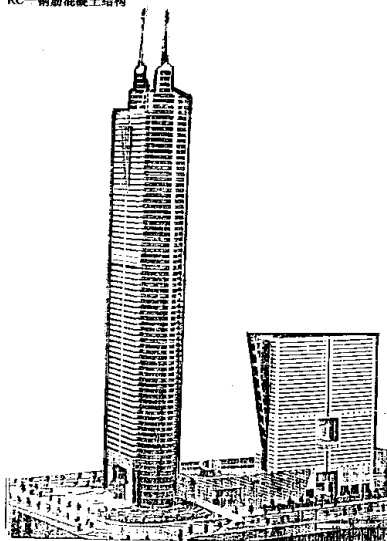


图 1.12 深圳地王商业大厦

第二节 玻璃幕墙的分类

幕墙结构的主要部分示意如图 1.13。由玻璃或金属板构成的幕墙构件连接在横梁上，横梁连接到立柱上，立柱悬挂在主体结构上。为在温度变化和主体结构侧移时，立柱有变形的余地，立柱上下由活动接头连接，使立柱各段可以上下相对移动。

幕墙按材料可分为玻璃幕墙、铝板幕墙、钢板幕墙、混凝土幕墙、塑料板幕墙和石材幕墙等，本节只涉及玻璃幕墙的设计。

玻璃幕墙最通常的分类方式是：

- (1) 明框玻璃幕墙；
- (2) 隐框玻璃幕墙；
- (3) 半隐框玻璃幕墙。

此外，还有全玻璃幕墙。

(一) 明框玻璃幕墙

明框玻璃幕墙的玻璃板镶嵌在铝框内，成为四边有铝框的幕墙构件。幕墙构件镶嵌在横梁上，形成横梁、立柱均外露，铝框分格明显的立面（图 1.14）。

明框玻璃幕墙是最传统的形式，应用最广泛，工作性能可靠。相对于隐框玻璃幕墙，容易满足施工技术水平要求。

明框玻璃幕墙构件的玻璃与铝框之间必须留有空隙，以满足温度变化和主体结构位移所必须的活动空间。空隙用弹性材料（如橡胶条）充填，必要时用硅酮密封胶（简称耐候胶）予以密封（图 1.15）。

(二) 隐框玻璃幕墙

隐框玻璃幕墙是将玻璃用硅酮结构密封胶（简称结构胶）粘结在铝框上，大多数情况下，不再加金属连接件。因此，铝框全部隐蔽在玻璃后面，形成大面积全玻璃镜面（图 1.16）。

在某些工程中，垂直玻璃幕墙采用带金属连接件的隐框幕墙。金属扣件可作为安全措施，但容易因产生集中应力使玻璃破裂（图 1.17）。

由图 1.18 的节点大样可见，玻璃与铝框之间完全靠结构胶粘结。结构胶要承受玻璃的自重、玻璃所承受的风荷载和地震作用，还有温度变化的影响，因此，结构胶是隐框幕墙安全性的关键环节。

结构胶必须能有效地粘结所有与之接触的材料（玻璃、铝材、耐候胶、垫块等），这称

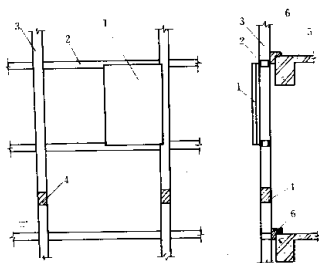


图 1.13 幕墙组成示意图

1—幕墙构件；2—横梁；3—立柱；4—主柱活动接头；
5—主体结构；6—立柱悬挂点

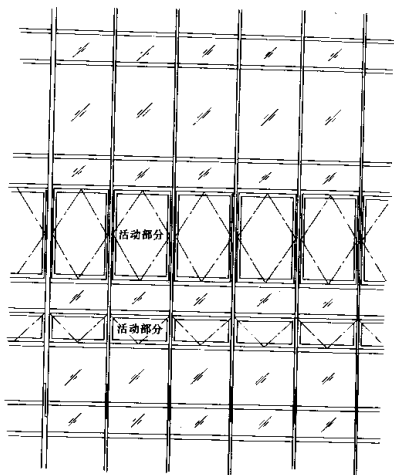


图 1.14 明框玻璃幕墙

之为相容性。在选用结构胶的厂家和牌号时，必须用已选定的幕墙材料进行相容性试验，确认其适用性之后，才能在工程中应用。

当挑檐下部等部位采用隐框倒挂玻璃顶时（图 1.19），应设金属扣件。

（三）半隐框玻璃幕墙

半隐框玻璃幕墙是将玻璃两对边嵌在铝框内，两对边用结构胶粘结在铝框上，形成半隐框玻璃幕墙。立柱外露、横梁隐蔽的为竖框横隐幕墙（图 1.20b）；横梁外露，立柱隐蔽的称为竖隐横框（图 20a）。

半隐框幕墙的明框部分节点示意图 1.21、图 1.22。

幕墙用的双层中空玻璃由两片玻璃用硅酮结构胶粘合而成（图 1.23）。

（四）全玻璃幕墙

为游览观光需要，在建筑物底层、顶层及旋转餐厅的外墙，使用玻璃板，而且支承结构都采用玻璃肋，称之为全玻璃幕墙（图 1.24）。

高度不超过 4.5m 的全玻璃幕墙，可以直接以下部为支承；超过 4.5m 的全玻璃幕墙，宜在上部悬挂。

肋玻璃通过结构硅酮胶与面玻璃粘合，其具体构造见图 1.25。

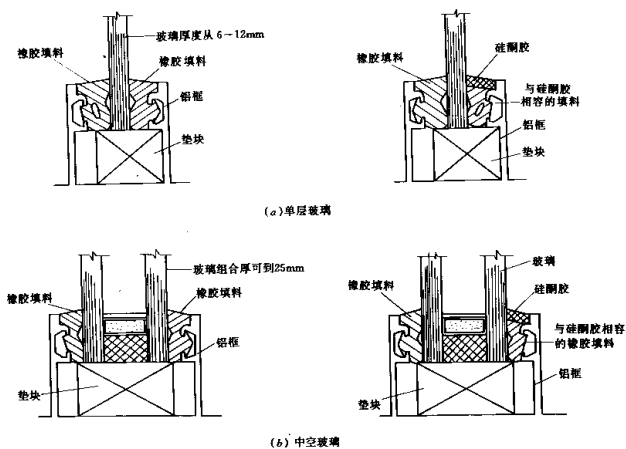


图 1.15 明框玻璃幕墙构件大样

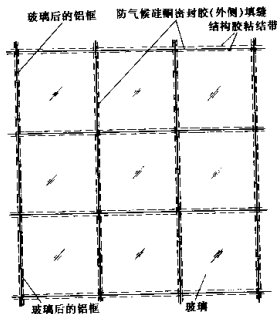


图 1.16 隐框玻璃幕墙

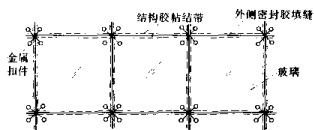


图 1.17 带金属扣件的隐框玻璃幕墙

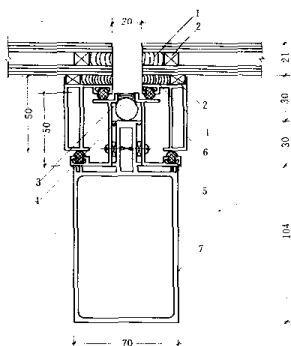


图 1.18 隐框幕墙节点大样示例

1—结构胶；2—垫块；3—耐候胶；4—泡沫棒；5—胶条；6—铝框；7—立柱

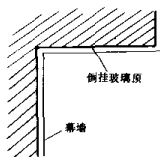


图 1.19 水平倒挂玻璃顶

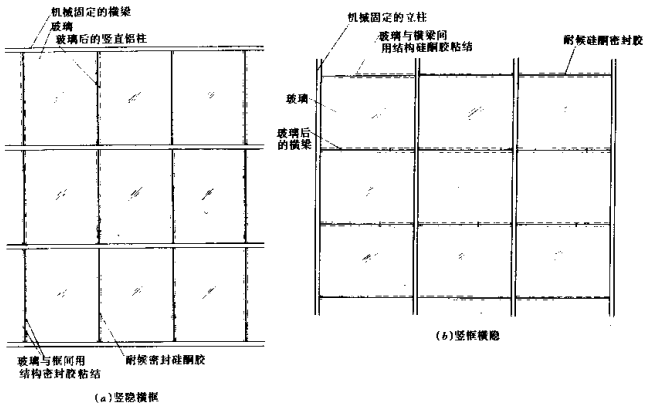


图 1.20 半隐框玻璃幕墙示意图

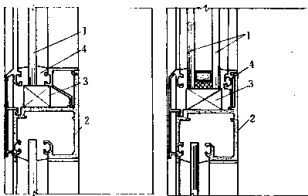


图 1.21 明横框节点示意图

1—玻璃；2—横梁；3—垫块；4—丙烯酸胶

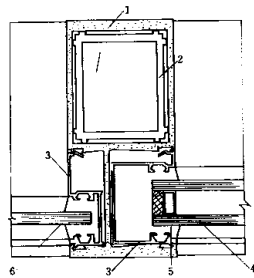


图 1.22 明竖框节点示意图

1—立柱；2—芯柱（伸入立柱 200）；3—扣件；
4—双层玻璃；5—丙烯酸胶；6—玻璃

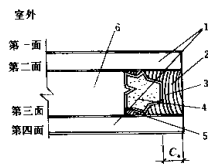


图 1.23 中空玻璃构造示意

1—玻璃；2—结构硅酮密封胶；3—铝合金隔离框；

4—干燥剂；5—丁基胶；6—干燥空气层

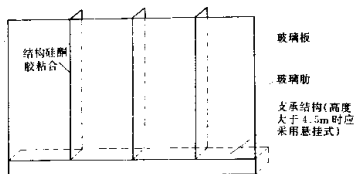
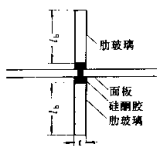
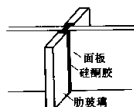


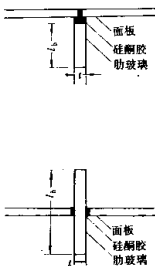
图 1.24 全玻璃幕墙



(a) 双肋



(b) 单肋



(c) 通肋

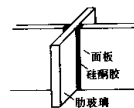


图 1.25 全玻璃幕墙的构造