

马眷荣 罗 忆 刘忠伟 编著

建筑玻璃应用技术



Chemical Industry Press



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

建筑玻璃应用技术

马眷荣 罗 忆 刘忠伟 编著



化学工业出版社
材料科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

建筑玻璃应用技术/马眷荣,罗忆,刘忠伟编著.
北京:化学工业出版社,2004.11
ISBN 7-5025-6117-X

I. 建… II. ①马…②罗…③刘… III. 建筑玻璃
IV. TQ172.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 111016 号

建筑玻璃应用技术

马眷荣 罗 忆 刘忠伟 编著

责任编辑: 窦 臻

文字编辑: 颜克俭

责任校对: 洪雅姝

封面设计: 潘 峰

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
材料科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京云浩印刷有限责任公司印刷

三河市东柳装订厂装订

开本 787mm×1092mm 1/16 印张 35 字数 810 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6117-X/TU·58

定 价: 65.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

建筑玻璃是建筑工程的主要材料之一，以往玻璃在建筑中仅作为围护和采光材料使用。随着科学技术的进步，玻璃已经成为性能非常优异的建筑材料，除了众所周知的围护和采光功能外，建筑玻璃还具有保温、隔热、隔音、防撞击、防火、防盗、电磁屏蔽、色彩装饰、亮度装饰、图案装饰等功能。由于建筑玻璃的品种增加、功能提高，在建筑工程中使用玻璃材料的场合越来越多，玻璃幕墙、玻璃天棚、玻璃地面甚至全玻璃建筑都已经广泛出现，玻璃决不仅仅是门窗材料了，玻璃已经成为很有发展前景和想像空间的“新材料”。

我国是平板玻璃的制造大国，平板玻璃产量超过一千万吨。占世界总产量的30%以上，并且在平板玻璃产品中有近90%是采用先进的浮法工艺生产。利用优质的浮法玻璃可以加工各种深加工玻璃，深加工玻璃在节能、安全、装饰、隔音和一些其他功能方面具有前所未有的优势，为建筑设计师和使用者提供了多种选择。

建筑玻璃有多少品种？这些不同的建筑玻璃具有什么特性？在建筑工程中如何正确地选择和使用建筑玻璃？在本书中作者对上述问题均作出回答。

本书由中国建筑材料科学研究院与晶艺特种玻璃工程集团的工程技术人员合作编写。中国建筑材料科学研究院是《建筑玻璃应用技术规程》的主编单位，晶艺特种玻璃工程集团是具有较长历史从事建筑玻璃工程设计与施工双甲级资质的企业。本书作者根据国内外大量资料和多年的工程实践经验，力求为从事建筑设计、施工、物业管理的技术人员和建筑玻璃制造商提供尽可能全面的相关技术信息，对建筑玻璃的应用技术有全面且实用的了解。由于水平和视野的局限，还有不尽如人意之处，敬请读者提出批评意见。

参加本书编写的人员有马眷荣、罗忆、刘忠伟、付静、欧迎春、臧曙光、周小丽、朱治国。

马眷荣

2004年8月19日写于北京管庄

内 容 提 要

本书是建筑玻璃应用方面的实用技术图书并具有手册类工具书的特点,从建筑玻璃材料、安装材料,框架型材开始,对玻璃的品种、性能、设计方法、工程施工等作了全面介绍,还对玻璃幕墙、建筑门窗和建筑玻璃工程实例作了应用性介绍。本书资料丰富,列有大量图、表、数据等具有较强的可查阅性,对从事建筑玻璃设计和施工的技术人员具有指导作用,对建筑玻璃的制造、检测、物业管理等技术人员具有参考作用。

目 录

第一章 建筑玻璃新概念	1
一、建筑玻璃是一个大家族	1
二、玻璃成为结构材料	2
三、节能日益引起重视	3
四、安全问题成为焦点	6
五、多功能化成为趋势	7
六、玻璃幕墙与幕墙玻璃	9
第二章 建筑玻璃品种与性能	13
第一节 建筑玻璃概述	13
一、玻璃组成	13
二、玻璃的一般性质	13
三、玻璃分类	16
四、建筑玻璃的应用	17
第二节 平板玻璃	18
一、普通平板玻璃	19
二、浮法玻璃	23
第三节 建筑节能玻璃	27
一、中空玻璃	27
二、真空玻璃	31
三、吸热玻璃	35
四、热反射玻璃	37
五、低辐射玻璃	40
六、泡沫玻璃	42
第四节 建筑安全玻璃	49
一、夹层玻璃	49
二、钢化玻璃	52
三、防火玻璃	62
四、防弹玻璃	69
五、防爆玻璃	71
六、防盗玻璃	71
第五节 建筑装饰玻璃	71
一、压花玻璃	71
二、毛玻璃	73
三、蚀刻玻璃	73
四、冰花玻璃	74
五、磨砂玻璃	75

六、磨光玻璃	75
七、喷砂玻璃	75
八、蒙砂玻璃	76
九、凹蒙玻璃	77
十、防眩玻璃	77
十一、丝网印刷玻璃	79
十二、镀膜玻璃	79
十三、贴膜玻璃	79
十四、减反射玻璃	80
十五、釉面玻璃	80
十六、彩绘玻璃	82
十七、雕刻玻璃	82
十八、镶嵌玻璃	83
十九、镭射玻璃	84
二十、七彩变色玻璃	84
二十一、玻璃镜	85
二十二、热熔玻璃	85
二十三、地板玻璃	86
二十四、波形玻璃	86
二十五、水晶玻璃	86
二十六、玻璃墙面砖	86
二十七、玻璃大理石	86
二十八、玻璃马赛克	87
二十九、微晶玻璃	90
第六节 其他功能型建筑玻璃	93
一、夹丝网玻璃	93
二、半钢化玻璃	95
三、电磁屏蔽玻璃	98
四、空心玻璃砖	98
五、槽形玻璃	101
六、电致变色玻璃	103
七、光致变色玻璃	104
八、防紫外线玻璃	105
九、自洁玻璃	105
十、有机玻璃	107
十一、膜材料	108
第七节 建筑玻璃的选择与使用	109
一、热反射玻璃的应用	109
二、吸热玻璃的应用	110
三、中空玻璃与双层窗的比较	110

四、低辐射玻璃的使用	110
五、玻璃如何装配隔声效果最好	111
六、安全玻璃的选择和应用	111
七、安全玻璃的最大许用面积	112
八、易受人体冲击的玻璃应采取什么保护措施	112
九、为什么要慎用吸热玻璃	113
十、热弯玻璃容易出现的问题	113
十一、钢化玻璃的自爆及改善	113
十二、建筑上如何使用化学钢化玻璃	114
十三、钢化玻璃适用于什么建筑部位	114
十四、如何使用中空玻璃	114
十五、夹层玻璃适用于什么建筑部位	115
十六、如何切割夹层玻璃	115
十七、如何改善玻璃幕墙的影像畸变	116
参考文献	116
第三章 玻璃的性能测试方法	117
第一节 玻璃的物理性能测试方法	117
一、玻璃密度的测定	117
二、玻璃热膨胀系数的测定	120
三、玻璃热导率的测试	123
四、玻璃弹性模量、剪切模量和泊松比的试验方法	124
五、玻璃强度的测定	127
六、玻璃硬度的测量	128
第二节 玻璃化学稳定性测试方法	129
一、粉末法	129
二、表面法	131
第三节 特种玻璃的相关性能测试方法	134
一、浮法玻璃的外观检测	134
二、平板玻璃平整度的测试方法	135
三、安全玻璃光学性能的检测	136
四、安全玻璃耐辐照、耐温、耐湿试验方法	137
五、建筑玻璃均布静载模拟风压试验方法	138
六、夹层玻璃的检测方法	141
七、钢化玻璃的检测方法	143
八、半钢化玻璃的检测方法	144
九、防火玻璃的检测方法	145
十、中空玻璃的检测方法	146
十一、镀膜玻璃的检测方法	149
参考文献	151
第四章 建筑玻璃安装材料	152

第一节 安装材料概述	152
第二节 安装块	153
一、支撑块	153
二、定位块	154
三、间距片	155
四、其他安装过渡材料	155
第三节 密封材料	156
一、概述	156
二、硅酮建筑密封胶	161
三、聚硫建筑密封胶	173
四、聚氨酯建筑密封胶	179
五、丙烯酸酯建筑密封胶	185
六、建筑窗用弹性密封剂	188
七、其他密封胶	191
八、半固状密封胶	193
九、定型密封材料	195
参考文献	198
第五章 建筑玻璃抗风压设计	200
第一节 概述	200
第二节 作用在建筑玻璃上的风荷载	200
一、风荷载标准值 w_k 和基本风压 w_0	200
二、风压高度变化系数 μ_z	201
三、风荷载体形系数 μ_s	202
四、阵风系数 β_{gz}	204
第三节 玻璃强度特性	204
一、建筑玻璃的力学性质简述	204
二、建筑玻璃的断裂类型	205
三、玻璃的强度特征	205
四、玻璃破裂的特征	205
五、建筑玻璃的强度设计值	206
第四节 有框玻璃板抗风压强度设计	206
一、国外玻璃抗风压强度设计	206
二、我国建筑玻璃抗风压强度设计	210
第五节 有框玻璃抗风压挠度设计	214
一、国外建筑玻璃抗风压挠度设计	214
二、我国建筑玻璃抗风压挠度设计	215
第六节 点支式玻璃幕墙抗风压设计	216
一、概述	216
二、基本方程和有限元列式	216
三、最大挠度设计法	218

四、最大许用挠度设计值·····	219
第七节 曲面玻璃风荷载设计计算·····	219
一、引言·····	219
二、基本方程·····	219
三、有限元列式·····	223
四、最大拉应力设计法·····	225
第八节 设计举例·····	225
一、风荷载标准值的确定·····	225
二、窗玻璃的选择·····	226
三、有框玻璃幕墙设计计算·····	226
四、点支式玻璃幕墙设计计算·····	227
五、曲面玻璃设计计算·····	228
第六章 建筑玻璃防热炸裂设计·····	229
第一节 概述·····	229
第二节 建筑玻璃热炸裂机理及特点·····	229
一、建筑玻璃温度场分布特点·····	229
二、建筑玻璃应力场分布特点·····	229
三、建筑玻璃的断裂特性·····	230
四、建筑玻璃热炸裂的直接原因·····	230
五、建筑玻璃热炸裂起始点的分布和起始裂纹形态·····	230
六、建筑玻璃热炸裂起始裂纹形态实例·····	230
第三节 建筑玻璃热炸裂的影响因素·····	230
一、玻璃的吸热率·····	230
二、玻璃的板面尺寸·····	231
三、玻璃边部的加工质量·····	231
第四节 热应力的计算·····	231
一、由于玻璃框约束形成的热应力 (σ_1) ·····	231
二、由于玻璃本身温度不均匀造成的热应力·····	232
三、玻璃热应力设计准则·····	233
四、玻璃边缘许用应力值·····	233
五、玻璃板中部 T_c 的计算·····	234
六、边框温度 T_s 的计算·····	235
七、为避免玻璃的热炸裂,在安装时应注意的要点·····	235
八、使用和维护·····	235
九、具体计算时的处理方法·····	235
十、常用部分浮法和吸热玻璃的光学性能·····	235
十一、国内常用部分热反射镀膜玻璃的光学性能·····	238
十二、国内部分城市日照强度、夏季室外最高气温和冬季室外最低气温·····	253
第五节 工程应用举例·····	254
第七章 建筑门窗·····	256

第一节 建筑门窗总述·····	256
一、门窗的功能及其发展·····	256
二、门窗的种类·····	256
三、门、窗及天窗框扇术语及门窗代号·····	259
第二节 木门窗·····	260
一、木门窗材料的种类·····	260
二、普通木门窗·····	261
三、特种木门·····	271
第三节 钢门窗·····	275
一、钢门窗的类型与标记·····	275
二、实腹钢门窗·····	277
第四节 铝合金门窗·····	287
一、铝合金门窗的类型与代号·····	288
二、铝合金门窗的种类和规格·····	289
三、铝合金门窗安装·····	295
第五节 塑料门窗·····	296
一、概述·····	296
二、塑料门的种类和规格·····	302
三、塑料门窗安装·····	306
第六节 彩板门窗·····	307
一、彩板门窗的类型及代号·····	307
二、彩板门窗的种类和规格·····	310
三、彩板门窗安装·····	314
第八章 建筑玻璃安装 ·····	315
第一节 玻璃安装技术的发展·····	315
一、有框架安装结构·····	315
二、无框架安装结构·····	315
第二节 玻璃的安装结构·····	316
一、槽口和凹槽·····	316
二、玻璃·····	317
三、玻璃安装材料·····	317
第三节 确定玻璃的安装结构·····	320
一、选择安装结构的原则·····	320
二、合理地确定安装结构·····	321
三、节能与玻璃的关系·····	321
四、具有节能功能的玻璃种类·····	321
五、根据玻璃性能选择安装结构·····	322
六、防火·····	324
七、抗震·····	325
八、隔声·····	327

九、安全	327
第四节 安装尺寸的确定	328
一、各安装尺寸的定义和作用	328
二、最小安装尺寸和确定尺寸的原则	328
三、放大后的最小安装尺寸	329
四、根据最小安装尺寸确定槽口或凹槽尺寸	330
第五节 安装技术	330
一、有框架结构的安装技术	331
二、无框架结构的安装技术	339
第六节 玻璃的维护与保养	343
一、玻璃施工前的储存和维护	344
二、施工过程	344
三、施工之后的保养和清理	344
四、玻璃使用中的清洗和维护	345
五、单片热反射镀膜玻璃的清洗和保养	346
第九章 玻璃幕墙	347
第一节 前言	347
一、玻璃幕墙的主要功能	350
二、幕墙玻璃存在的问题	350
第二节 材料	351
一、幕墙主要材料及标准	352
二、铝合金型材	354
三、钢材	356
四、玻璃	357
第三节 玻璃幕墙的结构形式	364
一、明框玻璃幕墙结构	364
二、半隐框玻璃幕墙结构	367
三、隐框玻璃幕墙结构	369
四、全玻璃幕墙结构	370
五、点支式玻璃幕墙结构	372
第四节 玻璃幕墙设计	376
一、节点设计的基本准则	376
二、点支式玻璃幕墙的节点设计	378
三、点式幕墙节点设计计算	392
四、有框幕墙的节点	403
第五节 玻璃幕墙制作加工	411
一、幕墙制作加工的准备工作	411
二、幕墙加工制作方法及技术保证措施	414
第六节 玻璃幕墙的安装	426
一、有框玻璃幕墙的安装	426

二、全玻璃幕墙的安装施工·····	440
三、点支式玻璃幕墙的安装·····	446
第七节 玻璃幕墙存在的问题与对策·····	450
一、光污染·····	450
二、其他问题·····	452
第八节 工程实例·····	453
参考文献·····	458
第十章 工程实例 ·····	459
幕墙计算书·····	459
一、设计计算依据·····	460
二、设计荷载确定原则·····	460
三、立柱计算·····	461
四、横梁计算·····	478
五、玻璃计算·····	484
六、板材计算·····	487
七、结构胶胶形计算·····	488
八、横梁与立柱连接计算·····	490
九、立柱与支座连接计算·····	492
十、立柱伸缩缝设计计算·····	493
十一、短槽固定式石材计算·····	494
十二、采光顶计算·····	496
第十章附录一 符号说明·····	501
第十章附录二 材料特性·····	502
附录 建筑玻璃应用技术规程 (JGJ 113—2003) ·····	504
参考文献·····	544

第一章 建筑玻璃新概念

在建筑工业发展的带动下,我国建筑玻璃材料近年也有超常的发展,其中仅平板玻璃产量即超过 1000 万吨,接近全球产量的 30%,位居世界第一。建筑玻璃的品种日益增多,其功能日渐优异,已经完全不是过去概念中的采光围护材料,今天的建筑玻璃还具有节能、安全、装饰、隔音等功能,甚至在一些建筑场合用做结构材料。本章综合国外和国内建筑玻璃的新发展,希望能够勾画出建筑玻璃的一个总体情况和发展趋势。

一、建筑玻璃是一个大家族

以往的概念仅仅视窗玻璃为建筑玻璃,这是由于多年来玻璃只作为采光围护材料用于窗户而已。从 20 世纪 50 年代以来,建筑玻璃开始突破采光的单一功能,发展成为建筑材料的一个较大的类别。建筑玻璃有多种分类方法,针对建筑应用,比较常用的是按功能分类(如图 1-1)。

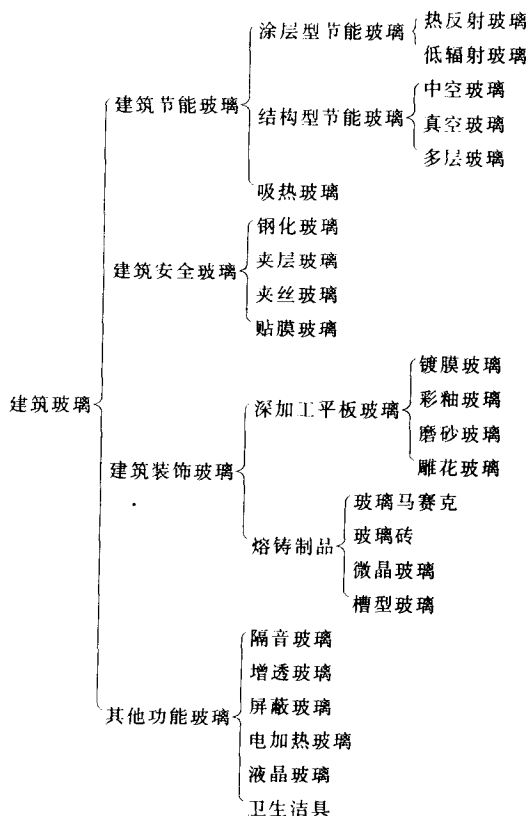


图 1-1 按使用功能对建筑玻璃分类

除了按照使用功能分类外,在材料业界通常按照建筑玻璃的制造方法来分类。可以将建筑玻璃分为平板玻璃、深加工玻璃、熔铸成型玻璃三类。平板玻璃泛指采用引上、浮法、平拉、压延等工艺生产的板玻璃,包括普通平板玻璃、本体着色玻璃、压花玻璃、夹丝玻璃等。深加工玻璃品种最多,包括通过对平板玻璃进行各种物理和化学处理以及结构组合,使之具有新功能的深加工品种,如钢化玻璃、夹层玻璃、中空玻璃、真空玻璃、磨砂玻璃、雕

花玻璃和各种镀膜玻璃等。熔铸成型的建筑玻璃主要品种有玻璃砖、槽型玻璃、玻璃马赛克、微晶玻璃、玻璃面砖等品种。

浮法玻璃是平板玻璃产品的主要品种，其在产品质量和经济性上的优势是引上法和平拉法不可比拟的。我国的浮法玻璃生产规模在近年有了长足的发展，浮法玻璃的产量已经占到平板玻璃总产量的70%以上，以平整度好、透光率高等优点成为建筑玻璃市场的主导产品。浮法玻璃除直接用于门窗和幕墙外，大多数建筑用深加工玻璃也是采用浮法玻璃作为原材料制成，尤其是热反射玻璃、镜面玻璃等镀膜品种必须使用浮法玻璃做原片。

平板玻璃直接用于建筑物是以往多数民宅和工业厂房的普遍做法，随着科学技术的发展作为主要建筑材料之一的建筑玻璃需要满足保温、隔热、隔音、安全等新的功能要求。平板玻璃通过深加工可以大幅度地提高功能性，如用于保温的中空玻璃和真空玻璃、用于隔热的热反射玻璃和低辐射玻璃、兼有隔音和安全作用的夹层玻璃。由于经济发展水平的局限，我国平板玻璃的深加工率在20%左右（参见表1-1），而国外工业发达国家普遍已经超过50%。深加工玻璃提高了建筑玻璃的功能效果，所以平板玻璃的深加工率可以反映建筑工业和建筑玻璃工业的发展水平，提高深加工率是我国玻璃工业发展的一个重要量化指标。

表 1-1 2001 年平板玻璃深加工比率的统计

品 种	用量/万吨	占平板玻璃的比率/%	品 种	用量/万吨	占平板玻璃的比率/%
平板玻璃	843	100	镀膜玻璃	64	7.6
夹层玻璃	10	1.2	其他深加工玻璃	36	4.3
中空玻璃	36	4.3	全部深加工玻璃	185	22.0
钢化玻璃	39	4.6			

建筑玻璃在建筑工程中的应用可以从表1-2得到一个完整概念，按照应用场合的不同分为3类，即幕墙及天棚玻璃、门窗及隔断玻璃、装饰玻璃及其他。随着建筑玻璃品种的增加和质量的提高，在建筑上的应用范围也会日益扩大。

表 1-2 建筑玻璃在建筑工程中的应用

项 目	应用 场合	玻 璃 品 种
幕墙玻璃 天棚玻璃	明框结构 隐框结构 吊挂结构 点接结构	普通玻璃及深加工玻璃 普通玻璃及深加工玻璃 普通玻璃及深加工玻璃 普通玻璃及深加工玻璃
门窗及隔断玻璃	有框门窗 全玻门窗 隔断 栏板	普通玻璃及深加工玻璃 安全玻璃 安全玻璃及玻璃砖、U形玻璃 安全玻璃、玻璃砖
装饰玻璃及其他	墙面 地面 楼梯 水箱 太阳能集热器 光伏电池	装饰玻璃 钢化玻璃、夹层玻璃、微晶玻璃 钢化玻璃、夹层玻璃、微晶玻璃 钢化夹层玻璃 钢化超白玻璃 钢化超白玻璃

二、玻璃成为结构材料

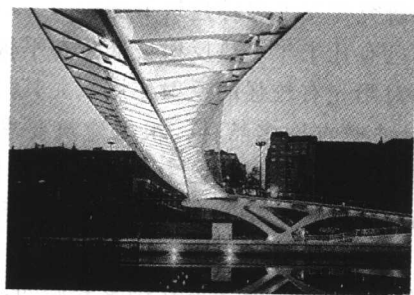
传统意义的建筑玻璃仅承受自重、风压和温度应力3种荷载，由于设计的板面尺寸较

小, 这些荷载所造成的应力一般不超过 $10\sim 20\text{MPa}$ 。随着增强玻璃的问世和增强技术的不断提高, 建筑设计师已将玻璃作为一种结构材料来使用, 使玻璃的采光、围护、装饰等多项功能得到更广泛的结合与应用。

玻璃用做结构件从无框玻璃门和采光屋顶开始, 以后又出现了点支式幕墙和玻璃地面、玻璃楼梯踏板、水箱挡板等。用做结构件的玻璃其承载方式主要有 2 种, 即点支承和边部支承。载荷主要有集中载荷和均布载荷, 又可分为静载荷和活载荷, 前者由自重、水压、雪载等构成, 后者由人体载荷或风载荷构成。

增强技术的发展使玻璃的许用应力不断提高, 目前经过综合增强的玻璃强度能够达到 1000MPa 以上, 可供商业化使用的玻璃能够保证强度在 500MPa 。由于玻璃是典型的脆性材料, 在保证较小破损概率的条件下, 建筑玻璃的强度设计值最高可以用到 84MPa , 这使玻璃能够作为结构材料, 给建筑设计师发挥想像力提供了更多的选择。

过去使玻璃增强的方法主要有两种, 即风钢化 and 化学钢化。风钢化是玻璃物理增强方法的一种, 还有液体钢化和固体微粒钢化也是玻璃物理增强方法。风钢化是普遍应用的玻璃增强方法, 弯曲强度为 $40\sim 80\text{MPa}$ 的普通平板玻璃经过风钢化淬冷处理后其强度可以提高 $3\sim 5$ 倍, 达到 $200\sim 300\text{MPa}$ 。化学钢化是采用大直径离子置换玻璃表层的小直径离子, 大离子嵌入表面后使玻璃表层产生压应力, 通常采用钾离子置换钠钙硅系玻璃中的钠离子或采用钠、钾离子置换锂铝硅系玻璃中的锂离子。化学增强玻璃的强度可以达到普通平板玻璃的 $2\sim 10$ 倍, 薄玻璃的增强效果优于厚玻璃。目前增强效果最好的综合增强方法是将风钢化 and 化学钢化结合起来, 辅之以表面酸处理、表面保护和边部精加工, 能够使平板玻璃的弯曲强度达到 $500\sim 1000\text{MPa}$ 。玻璃增强的工程实例如图 1-2 所示。



(a)



(b)

图 1-2 玻璃增强的工程实例

(a) 玻璃桥面; (b) 玻璃地面

三、节能日益引起重视

建筑采暖和空调所消耗的能源总量越来越大, 目前已占人类商业总能耗的 $5\%\sim 20\%$, 呈纬度越高能耗越大的趋势。建筑物的门窗洞口是节能的薄弱环节, 建筑物在使用过程中所消耗的能源有近一半是通过门窗流失的, 玻璃作为门窗结构的最主要材料, 其节能的性质日益引起重视。从表 1-3 可以看到, 建筑玻璃节能品种的传热系数已经达到或优于常用墙体材

料, 建筑玻璃的节能不存在技术上的困难。

表 1-3 建筑玻璃与墙体材料传热系数对比

普通平板玻璃	3mm	6.84W/(m ² ·K)	低辐射真空玻璃	5+5	1.55W/(m ² ·K)
普通平板玻璃	6mm	6.69W/(m ² ·K)	双低辐射真空玻璃	5+5	1.30W/(m ² ·K)
双层中空玻璃	3+A6+3	3.59W/(m ² ·K)	低辐射中空玻璃	6+A12+6	1.68W/(m ² ·K)
双层中空玻璃	5+A12+5	3.17W/(m ² ·K)	双低辐射中空玻璃	6+A12+6	1.32W/(m ² ·K)
三层中空玻璃	3+A12+3+A12+3	2.11W/(m ² ·K)	混凝土墙体	100 mm	3.26W/(m ² ·K)
普通真空玻璃	5+5	2.60W/(m ² ·K)	黏土砖墙体	270 mm	2.09W/(m ² ·K)

《建筑玻璃应用技术规程》第十一章的热工设计准则规定: 对于夏热冬暖地区, 如长江以南的广大地区, 应选择遮蔽系数小的玻璃, 以尽可能减少强烈日照造成的室内温升, 降低空调负荷, 提高节能指标; 对于严寒和寒冷地区, 如黄河以北的华北、东北、西北等地区, 应选择传热系数小的玻璃, 以降低由于室内外温差造成的采暖能量消耗。表 1-4 是部分国家法规规定的窗户传热系数对比, 我国的窗户传热系数明显偏高, 节能水准与发达国家相比还有很大差距。表 1-5 是德国建筑耗能的不同阶段标准, 这是目前世界范围要求最高的建筑节能标准, 我们可以看到建筑窗户节能尚有大量工作要做。

表 1-4 各国建筑窗户传热系数指标对比 [W/(m²·K)]

中国	热工规范(GB 50176—93)	6.40(北京地区)	加拿大		2.86(北京同纬度)
中国	原节能标准(JGJ 26—86)	6.30(北京地区)	加拿大		2.22(哈尔滨同纬度)
中国	新节能标准(JGJ 26—95)	4.00(北京地区)	丹麦		2.90
中国	新节能标准(JGJ 26—95)	2.50(哈尔滨地区)	德国		1.50
瑞典		2.00(斯德哥尔摩)	日本		2.33(北海道地区)

表 1-5 德国建筑耗能指标 [kW·h/(m²·K)]

第一阶段保温规范	1977~1984 年	200	第三阶段保温规范	1995~2002 年	100
第二阶段保温规范	1984~1995 年	150	现在的节能规范	2002 年以后	70

为满足对建筑玻璃节能的要求, 玻璃业界研究开发了多种建筑节能玻璃。热反射玻璃是节能涂层型玻璃最早开发的品种, 商业化应用已有几十年。热反射玻璃是在平板玻璃表面镀膜单层或多层金属及金属氧化物薄膜, 该薄膜对阳光有较强的反射作用, 尤其是对阳光中红外线的反射具有节能意义(如图 1-3)。热反射玻璃有许多品种, 根据建筑要求可以在色泽和反射率指标进行选择, 在节能的同时还具有镜面装饰效果, 已为众多建筑设计师知晓。在热反射玻璃的设计应用中要注意处理好节能与装饰两种效果的和谐, 避免或减轻光污染和热污染的负面作用。

低辐射玻璃在建筑上的广泛应用是 20 世纪 90 年代在欧美发达国家开始的, 它具有反射远红外线的性能, 可以阻挡高温场向低温场的热流辐射(如图 1-4), 既可以防止夏季热能入室, 也可以防止冬季热能泄露。由于低辐射玻璃所具有的双向节能效果, 无论在寒带、热带或是温带都可以用做节能窗玻璃或幕墙玻璃。采用低辐射玻璃的节能效果明显, 磁控溅射镀膜低辐射膜层的玻璃其辐射率为 0.04~0.15, 在线化学气相沉积工艺制备的玻璃其辐射率为 0.20~0.28(见表 1-6)。在线化学气相沉积工艺制备的低辐射玻璃具有膜层牢固和造价较低的比较优势, 但产品的辐射率偏高, 节能效果略逊于磁控溅射镀膜的低辐射玻璃。采用低辐射玻璃制成中空玻璃后, 传热系数可以达到 1.5~2.0W/(m²·K), 较高水平的低辐射中空玻璃的辐射率可以接近 1W/(m²·K), 如德国莱宝公司做到 1.12W/(m²·K)、丹麦威卢克斯公司做到 1.02W/(m²·K)。