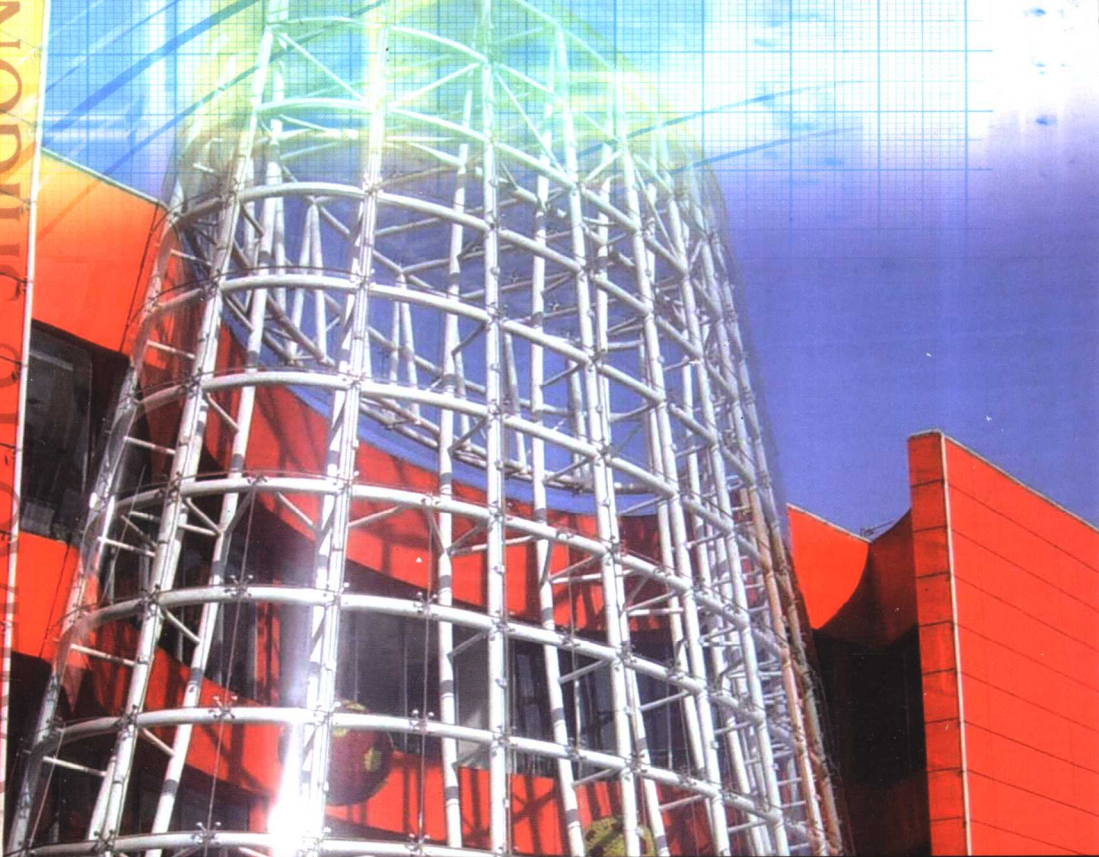


JIANZHU BOLU MUQIAN
BOLU WUMIAN
CAILIAO YU SHIGONG



建筑玻璃幕墙 玻璃屋面 材料与施工

• 阎玉珍 顾宇◎编著

中国建材工业出版社



建筑玻璃幕墙、 玻璃屋面材料与施工

阎玉珍 顾宇 编著



中国建材工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

建筑玻璃幕墙、玻璃屋面材料与施工/阎玉珍,顾宇
编著. —北京:中国建材工业出版社,2007.7

ISBN 978-7-80227-293-4

I. 建… II. ①阎…②顾… III. ①玻璃-幕墙-结构设计
②玻璃-幕墙-工程施工③玻璃-屋顶-结构设计
④玻璃-屋顶-工程施工 IV. TU227 TU231

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 073217 号

内容提要

本书介绍了各种形式的玻璃幕墙、玻璃屋面的结构形式、设计要点、施工要点、节点结构和验收标准;并对其组成材料的品种、规格和性能要求进行了详细介绍。

建筑玻璃幕墙、玻璃屋面材料与施工

阎玉珍 顾宇 编著

出版发行:中国建材工业出版社

地 址:北京市西城区车公庄大街6号

邮 编:100044

经 销:全国各地新华书店

印 刷:北京鑫正大印刷有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:13.25

字 数:324千字

版 次:2007年7月第1版

印 次:2007年7月第1次

书 号:ISBN 978-7-80227-293-4

定 价:25.00元

本社网址: www.jccbs.com.cn

本书如出现印装质量问题,由我社发行部负责调换。联系电话:(010)88386906

前 言

在现代建筑中,采用玻璃材料作为建筑的外墙面已屡见不鲜。目前,由于材料科学的迅速发展,建筑师们有更大的选择余地,设计师们也可以根据需要设计具有特定功能的玻璃,如:热反射膜镀膜玻璃、低辐射膜镀膜玻璃、夹层玻璃、钢化玻璃等。

采用玻璃幕墙作为建筑外墙具有使建筑外观晶莹剔透,且能映出自然及市井的效果,而且施工简便、快速,不需对外墙面进行装饰,擦洗方便,不像以涂料来涂饰的外墙面定期要进行涂饰。

同样,以玻璃作为建筑的屋顶材料,除了具有玻璃幕墙的优点之外,更突出的特点是可以充分利用自然光,抬头仰望,即可一览天空变幻的云彩,闪烁的群星,这对于居住在楼群中的人们来讲,可谓别具趣味。特别是一些大型公共场所,如:体育馆、展览馆、候机厅、候车室、商场等,可以充分利用屋面的玻璃采光,从而节约了大量的能源。

正因如此,本书对玻璃幕墙、玻璃屋面的组成材料、结构设计、风格形式,以及施工、验收等进行了详细的介绍。

在编写过程中,杨春荣、周伟、杨秀玲、金顺兰、周志宏、张伟、赵斌、王晓勇等给予了帮助,在此表示感谢。

由于水平所限,书中可能有遗误之处,敬请读者指正。

作者
2007年6月

目 录

第一章 玻璃幕墙用材料	1
第一节 幕墙用玻璃	1
一、浮法玻璃	2
二、钢化玻璃	5
三、镀膜玻璃.....	10
四、吸热玻璃.....	17
五、夹层玻璃.....	20
六、夹丝玻璃.....	24
七、中空玻璃.....	26
八、各种玻璃的允许使用面积.....	31
第二节 幕墙用铝合金材料、钢材和不锈钢材料	36
一、铝合金材料.....	36
二、钢材.....	42
三、不锈钢材料.....	49
第三节 建筑密封材料、结构密封胶及其他材料	49
一、建筑密封材料.....	49
二、结构密封胶.....	50
三、低发泡间隔双面胶带.....	51
四、填充及保温、隔热材料	52
第二章 玻璃幕墙	64
一、构成材料.....	65
二、结构形式.....	66
第一节 玻璃幕墙的设计	67
一、玻璃幕墙的建筑设计.....	67
二、玻璃幕墙的结构设计.....	69
第二节 玻璃幕墙的施工	82
一、元件式玻璃幕墙.....	82
二、单元式玻璃幕墙.....	99
三、无骨架玻璃幕墙	105
四、挂件式玻璃幕墙	112
五、幕墙构造节点举例	113
第三章 玻璃屋面	150
一、构成材料	150

二、玻璃屋面的设计	151
三、玻璃屋面的施工	153
四、特殊部位的节点结构	153
第四章 施工质量控制与验收	158
一、材料要求	158
二、建筑设计	162
三、结构设计的基本规定	164
四、框支承玻璃幕墙结构设计	171
五、全玻幕墙结构设计	177
六、点支承玻璃幕墙结构设计	179
七、加工制作	181
八、安装施工	190
九、工程验收	195
附录 A 耐候钢强度设计值	200
附录 B 钢结构连接强度设计值	201
附录 C 预埋件设计	203

第一章 玻璃幕墙用材料

由于玻璃幕墙是建筑的外围护结构,所以必须要求其具有长期使用的牢固性、安全性和可靠性。

尽管玻璃幕墙不承受建筑主体结构的荷载,可是因其处于建筑物的外表面,必然要承受除了幕墙本身的自重之外的影响因素,其中有承受风荷载、地震作用和温度变化作用。基于上述原因,故对于玻璃幕墙的结构设计除了要合理、安全、可靠之外,对于组成玻璃幕墙的材料也必须要安全、可靠。只有这样,才能通过玻璃幕墙的合理、安全、可靠的结构设计,采用质量符合设计要求的各种构成玻璃幕墙的材料,经过严格的施工,才能获得预期效果的玻璃幕墙。可以这样说,在建造玻璃幕墙的过程中,设计环节是基础,材料是保证,施工是手段。

构成玻璃幕墙的各种材料有多种:玻璃、铝合金型材(包括板材、带材)、钢型材(包括板材、带材)、不锈钢板材(包括棒材)、结构密封材料、建筑密封材料、保温材料(包括岩棉、矿渣棉、玻璃棉等)和其他一些辅助性材料。对于上述材料都要求符合国家标准或行业标准,若少数某些材料暂时还没有国家标准或行业标准,应按发达国家的同类产品标准来要求,千万不可使用质量低劣的产品,否则会造成重大伤亡。

本章将重点介绍各种玻璃幕墙所采用的各种材料。

第一节 幕墙用玻璃

玻璃在建筑中的应用历史久远。它除了具有采光的功能之外,还具有很强的装饰效果,从保留至今的欧洲各地的教堂中的门窗、屋顶就可见一斑,各种颜色的玻璃烘托出神秘、深邃的气氛。在现代建筑中,玻璃更成为必不可少的建筑材料,仅就门窗而言,即可占建筑围护的30%。它除了提供给室内的自然采光(通过门窗)之外,更是建筑师们影响建筑的风格、色调及烘托气氛与色彩的重要手段。

玻璃是一种抗压强度高、易脆性大的材料,其抗压强度为 $196 \sim 490\text{MPa}$,但抗弯强度仅为抗压强度的 $1/10$;其密度为 250kg/m^3 ;其硬度在摩氏5度以上;其耐酸性很好,但耐碱性稍差;其透光性能优异。玻璃突出的缺点是脆性大、抗拉强度低、耐热性能差(急冷急热温度变化大时易破裂)。

近几十年来,随着科学技术的飞速发展,玻璃已由过去单纯的采光及装饰功能逐步向控制光线、调节热量、控制噪声、防破碎,以及防辐射等具有特殊功能的方向发展,从而为建筑设计师在选择玻璃的品种以适应建筑的使用功能和应用形式等要求提供了可能性。玻璃已从传统的普通平板玻璃发展到质量优异的浮法玻璃,以及以其为原片深加工而成的夹层玻璃、夹丝玻璃、钢化玻璃、热反射玻璃和中空玻璃等具有独特功能的各种玻璃制品,也为建筑师将其应用于建筑的外围护——玻璃幕墙,提供了材料上的保证。

在 20 世纪 90 年代,随着对建筑节能和保护环境的日益重视,人们提出了“建筑物产生能源”的新概念,由此推动了光电技术在玻璃上的开发与应用。目前,光电技术的应用主要体现在玻璃幕墙上,其应用方式是用专用树脂将太阳能电池粘贴于玻璃上,使其嵌装于两片玻璃之间,通过电池来将光能转变为热能,从而节约了建筑能源消耗,而且干净,对环境无任何污染。当前,美国、德国、日本、意大利、印度等均已建成太阳能玻璃屋顶或太阳能玻璃幕墙。世界现有的太阳能屋顶光电系统安装在德国新慕尼黑贸易展览中心。该系统由 7812 块单晶硅组件构成方阵,每块功率为 130W,每年可发电 $10 \times 10^5 \text{ kW} \cdot \text{h}$,并将其与电网相连。我国现已引进皮尔金顿太阳能国际有限公司的光电玻璃幕墙。可以预见,应用于建筑的玻璃幕墙及玻璃屋顶的光电技术将会有较快的发展。

本节将重点介绍在建筑中幕墙及屋顶通常采用的浮法玻璃、钢化玻璃、镀膜玻璃(包括:热反射膜镀膜玻璃,低辐射膜镀膜玻璃、镜面膜镀膜玻璃)、夹层玻璃、夹丝玻璃,以及以上述玻璃为玻璃原片所制成的中空玻璃。

一、浮法玻璃

浮法玻璃与普通平板玻璃的主要区别在于其生产工艺的不同。浮法玻璃是原料在熔窑里经 $1500 \sim 1570^\circ\text{C}$ 高温熔融后,注入熔融的锡金属液面上,使玻璃液靠自身的重力而均匀平摊于锡液上,再经拉引、逐步退火、裁割而成。

浮法玻璃的主要特点是:表面平整光洁,厚度均匀,极小的光学畸变和规格尺寸范围大(厚度可在 $17 \sim 30\text{mm}$;宽度可达 5600mm),其各种性能指标均优于普通平板玻璃,因而被广泛用于加工各种特种玻璃的原片。

浮法玻璃是美国的皮尔金顿和托凯尔斯塔夫在 1940 年首先研制成功,并于 1959 年进行工业生产并取得该项技术的专利权。尔后,浮法玻璃的生产发展迅速。到 2006 年终,世界已有近 300 条浮法玻璃生产线(其中美国有 30 余条),其产量已占世界平板玻璃总产量的 30% 以上。

我国在 1971 年自行研制、设计并于洛阳投入了生产的首条浮法玻璃生产线,在 1981 年获得国家发明创造金质奖。在 1987 年底首次从国外引进浮法玻璃生产线后又相继引进数条生产线,从而使我国浮法玻璃的产量和质量有了较大的飞跃,到 1998 年底,我国已有 62 条浮法玻璃生产线。总熔化能力为 23490t/a ,年生产能力为 12600 万箱,目前产品产量已超出了国内的需求。

浮法玻璃制品现已颁布其国家标准。

(一)特性及构成

1. 特性

浮法玻璃具有表面平整光洁、厚度均匀、极小的光学畸变和规格尺寸范围大等特点,可广泛应用于高级建筑的门窗玻璃,汽车、火车、轮船的门窗挡风玻璃;加工各种特种玻璃的原片玻璃,以及用作生产有机玻璃的模具。

2. 构成

浮法玻璃是以海砂、硅砂、石英砂岩粉、纯碱、白云石等为原料,在熔窑中经过 $1500 \sim 1570^\circ\text{C}$ 高温熔融后,流入熔融的锡金属液面上(使玻璃液依靠其重力平摊于锡液面上),再经拉引、退火、裁割而成。

(二)品种、规格和性能^①

1. 品种

浮法玻璃按其着色来分,可分为两种:无色浮法玻璃和天然轻微着色浮法玻璃。

浮法玻璃按其用途来分,可分为三种:制镜级、汽车级和建筑级。

注:本书中仅介绍建筑级和制镜级浮法玻璃。

2. 规格

浮法玻璃的厚度尺寸有:2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、8mm、10mm、12mm、15mm 和 19mm。

3. 性能指标

(1)厚度偏差

浮法玻璃的厚度尺寸偏差要求,参见表 1-1。

表 1-1 浮法玻璃的厚度尺寸偏差要求(mm)

厚 度	允 许 偏 差	备 注
2,3,4,5,6	± 0.20	每片玻璃薄厚差为:厚度 2mm、3mm 不得大于 0.2mm; 厚度 4.5mm、6mm、8mm、10mm 不得小于 0.3mm
8,10	± 0.30	
12	± 0.40	
15	± 0.60	
19	± 1.00	

(2)长或宽的尺寸偏差

浮法玻璃的长或宽的尺寸偏差要求,参见表 1-2。

表 1-2 浮法玻璃的长或宽尺寸偏差要求(mm)

厚 度	长或宽 < 3000	长或宽 3000 ~ 5000
2,3,4	± 2	—
5,6		± 2
8,10	+2, -3	± 3
12,15	± 3	± 4
19	± 5	± 5

(3)弯曲度

浮法玻璃的弯曲度不应超过 0.2%。

(4)对角线差

浮法玻璃的对角线差应不大于对角线平均长度的 0.2%。

(5)可见光透射比

浮法玻璃的可见光透射比要求,参见表 1-3。

^① 参照《浮法玻璃》GB 11614—1999。

表 1-3 浮法玻璃的可见光透射比要求

项 目	数 据									
厚 度(mm)	2	3	4	5	6	8	10	12	15	19
可见光透射比(%)	89	88	87	86	84	82	81	78	76	72

(6)外观质量

1)建筑级浮法玻璃

建筑级浮法玻璃的外观质量要求,参见表 1-4。

表 1-4 建筑级浮法玻璃外观质量要求

缺 陷 种 类	质 量 要 求			
气 泡	长度及个数允许范围			
	长度, L $0.5\text{mm} \leq L \leq 1.5\text{mm}$	长度, L $1.5\text{mm} < L \leq 3.0\text{mm}$	长度, L $3.0\text{mm} < L \leq 5.0\text{mm}$	长度, L $L > 5.0\text{mm}$
	$5.5 \times S$,个	$1.1 \times S$,个	$0.44 \times S$,个	0,个
夹 杂 物	长度及个数允许范围			
	长度, L $0.5\text{mm} \leq L \leq 1.0\text{mm}$	长度, L $1.0\text{mm} \leq L < 2.0\text{mm}$	长度, L $2.0\text{mm} \leq L < 3.0\text{mm}$	长度, L $L > 3.0\text{mm}$
	$2.2 \times S$,个	$0.44 \times S$,个	$0.22 \times S$,个	0,个
点状缺陷密集度	长度大于 1.5mm 的气泡和长度大于 1.0mm 的夹杂物; 气泡与气泡、夹杂物与夹杂物或气泡与夹杂物的间距应大于 300mm			
线 道	肉眼不应看见			
划 伤	长度和宽度允许范围及条数			
	宽 0.5mm,长 60mm, $3 \times S$,条			
光学变形	入射角:2mm 40°;3mm 45°;4mm 以上 50°			
表面裂纹	肉眼不应看见			
断面缺陷	爆边、凹凸、缺角等不应超过玻璃板的厚度			

注: S 为以平方米为单位的玻璃板面积,保留小数点后两位。气泡、夹杂物的个数及划伤条数允许范围为各系数与 S 相乘所得的数值,应按 GB/T 8170 修约至整数。

2)制镜级浮法玻璃

制镜级浮法玻璃的外观质量要求,参见表 1-5。

表 1-5 制镜级浮法玻璃外观质量要求

缺 陷 种 类	质 量 要 求							
气 泡	2mm 玻璃长度及个数允许范围				3mm、5mm、6mm 玻璃长度及个数允许范围			
	长度, L $0.3\text{mm} \leq L \leq 0.5\text{mm}$	长度, L $0.5\text{mm} < L \leq 1.0\text{mm}$	长度, L $1.0\text{mm} < L \leq 1.5\text{mm}$	长度, L $L > 1.5\text{mm}$	长度, L $0.3\text{mm} \leq L \leq 0.5\text{mm}$	长度, L $0.5\text{mm} < L \leq 1.0\text{mm}$	长度, L $1.0\text{mm} < L \leq 1.5\text{mm}$	长度, L $L > 1.5\text{mm}$
	$2 \times S$,个	$1 \times S$,个	$0.5 \times S$,个	0,个	$3 \times S$,个	$2 \times S$,个	$0.5 \times S$,个	0,个

续表

缺陷种类	质量要求					
夹杂物	2mm 玻璃长度及个数允许范围			3mm、5mm、6mm 玻璃长度及个数允许范围		
	长度, L $0.3\text{mm} \leq L \leq 0.5\text{mm}$	长度, L $0.5\text{mm} < L \leq 1.0\text{mm}$	长度, L $L > 1.0\text{mm}$	长度, L $0.3\text{mm} \leq L \leq 0.5\text{mm}$	长度, L $0.5\text{mm} < L \leq 1.0\text{mm}$	长度, L $L > 1.0\text{mm}$
	$2 \times S$, 个	$0.5 \times S$, 个	0, 个	$1 \times S$, 个	$0.5 \times S$, 个	0, 个
点状缺陷密集度	长度大于 0.5mm 的气泡及夹杂物的间距应大于 300mm					
线道	肉眼不应看见					
划伤	长度和宽度允许范围及条数					
	宽 0.1mm, 长 30mm, $2 \times S$, 条					
光学变形	入射角: 2mm 45° ; 3mm 55° ; 6mm 60°					
表面裂纹	肉眼不应看见					
断面缺陷	爆边、凹凸、缺角等不应超过玻璃板的厚度					

注: S 为以平方米为单位的玻璃板面积, 保留小数点后两位。气泡、夹杂物的个数及划伤条数允许范围为各系数与 S 相乘所得的数值, 应按 GB/T 8170 修约至整数。

二、钢化玻璃

钢化玻璃是一种具有良好的机械性能的玻璃(其机械强度为一般玻璃的 5 倍左右), 而且一旦破碎后, 其碎片的面积较小而不易伤人, 因而具有一定的使用安全性。同时钢化玻璃具有优异的耐热冲击性能(最高使用安全温度为 287°C) 和耐热梯度(可承受 204°C 的温差), 因而钢化玻璃被广泛地应用于高层建筑的门窗、玻璃幕墙、玻璃隔断; 商店的门窗、橱窗, 汽车、火车、船舶的挡风玻璃和工业设备的观察玻璃。国外现已有幅面为 $2500\text{mm} \times 3500\text{mm}$ 的钢化玻璃制品。

由于近些年玻璃幕墙建筑比较流行, 尤其在我国, 玻璃幕墙建筑如雨后春笋般地在各大城市涌现, 其应用技术已日臻成熟。因此, 国家专门制定了“幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃”标准。

钢化玻璃制品现已颁布其国家标准。

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃制品现已颁布其国家标准。

(一) 特性及构成

1. 特性

钢化玻璃具有优良的机械性能, 其机械强度一般为普通玻璃的 5 倍, 而且使用安全(一旦破碎, 其碎片面积较小, 故不易对人造成伤害), 还具有优异的耐热冲击性能和耐热梯度。其缺点是: 不能对其进行切割或钻孔等机械加工。

半钢化玻璃的机械性能, 其机械强度一般为普通玻璃的 2~3 倍, 而且耐热冲击性能也得到显著提高, 但是, 半钢化玻璃一旦破碎, 其碎片状态与普通玻璃相似。

2. 构成

钢化玻璃是采用浮法玻璃、磨光玻璃、普通平板玻璃等在炉中加温, 并控制加温接近软化点时, 采用高速吹风骤冷制成。

半钢化玻璃则是将浮法玻璃、磨光玻璃、普通平板玻璃加热到一定温度(大大低于玻璃软化点温度),然后采用高速吹风使之骤冷制成。

(二)品种、规格和性能

1. 钢化玻璃^①

(1)品种

钢化玻璃按形状来分,可分为两种:平面钢化玻璃和曲面钢化玻璃。

(2)规格

钢化玻璃的规格(长度与宽度)一般由供需双方商定。

(3)性能

1)尺寸偏差

①边长偏差

平面钢化玻璃的边长尺寸偏差要求,参见表 1-6。

表 1-6 平面钢化玻璃的边长尺寸偏差要求(mm)

玻 璃 厚 度	允 许 偏 差		
	$L \leq 1000$	$1000 < L \leq 2000$	$2000 < L \leq 3000$
4 5 6	+1 -2	±3	±4
8 10 12	+2 -3		
15	±4	±4	
19	±5	±5	±6

注:1. 曲面钢化玻璃形状和边长的允许偏差,吻合度由供需双方商定;

2. 平面钢化玻璃的一边长度大于 3000mm 以及异型钢化玻璃制品的尺寸偏差要求,应由供需双方商定。

②厚度偏差

钢化玻璃的厚度偏差要求,参见表 1-7。

表 1-7 钢化玻璃的厚度偏差要求(mm)

厚 度	允许偏差
4.0,5.0,6.0	±0.3
8.0,10.0	±0.6
12.0,15.0	±0.8
19.0	±1.2

③孔径偏差

钢化玻璃的孔径偏差要求,参见表 1-8。

① 参照《钢化玻璃》GB/T 9963—1998。

表 1-8 钢化玻璃的孔径偏差要求 (mm)

公 称 孔 径	允 许 偏 差
4 ~ 50	± 1.0
51 ~ 100	± 2.0
> 100	供需双方商定

注:孔的大小及质量由供需双方商定,但不允许有大于 1mm 的爆边。

④磨边

钢化玻璃的磨边形状与质量要求,则应由供需双方商定。

⑤弯曲度

钢化玻璃的弯曲度要求为:弓形时应不超过 0.5%;波形时应不超过 0.3%。

2) 物理及力学性能

①抗冲击性

取 6 块钢化玻璃试样进行试验,试样破坏数不超过 1 块为合格,多于或等于 3 块为不合格。破坏数为 2 块时,再另取 6 块进行试验,6 块必须全部不被破坏为合格。

②碎片状态

取 4 块钢化玻璃试样进行试验,每块试样在 50mm × 50mm 区域内的碎片数必须超过 40 个。且允许有少量长条形碎片,其长度不超过 75mm,其端部不是刀刃状,延伸至玻璃边缘的长条形碎片与边缘形成的角不大于 45°。

③霰弹袋冲击性能

取 4 块平面钢化玻璃试样进行试验,必须符合下列(A)或(B)中任意一条的规定。

A. 玻璃破碎时,每块试样的最大 10 块碎片质量的总和不得超过相当于试样 65cm² 面积的质量。

B. 霰弹袋下落高度为 1200mm 时,试样不破坏。

④透射比

钢化玻璃的透射比由供需双方商定。

⑤抗风压性能

钢化玻璃的抗风压性能由供需双方商定。

3) 外观质量

钢化玻璃的外观质量要求,参见表 1-9。

表 1-9 钢化玻璃的外观质量要求

项 目	说 明	允许缺陷数	
		优等品	合格品
爆 边	每片玻璃每米边长上允许有长度不超过 10mm,自玻璃边部向玻璃板表面延伸深度不超过 2mm,自板面向玻璃厚度延伸深度不超过厚度三分之一的爆边	不允许	1 个
划 伤	宽度在 0.1mm 以下的轻微划伤,每平方米面积内允许存在条数	长 ≤ 50mm 4	长 ≤ 100mm 4

续表

项 目	说 明	允许缺陷数	
		优等品	合格品
划 伤	宽度大于 0.1mm 的划伤,每平方米面积内允许存在条数	宽 0.1 ~0.5mm 长 ≤50mm 1	宽 0.1 ~1mm 长 ≤100mm 4
夹 钳 印	夹钳印中心与玻璃边缘的距离	玻璃厚度 ≤9.5mm ≤13mm	
		玻璃厚度 ≤9.5mm ≤19mm	
结石、裂纹、缺角	均不允许存在		
液筋(光学变形)、气泡	优等品不得低于 GB 11614 中一等品的规定 合格品不得低于 GB 4871 中一等品的规定		

2. 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃^①

(1) 品种

按热处理的状态来分,可分为两种:幕墙用钢化玻璃和幕墙用半钢化玻璃。

(2) 规格

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的规格(长度与宽度),应由供需双方商定。

(3) 性能

1) 尺寸偏差

① 边长偏差

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的边长尺寸偏差要求,参见表 1-10。

表 1-10 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的边长尺寸偏差要求(mm)

玻 璃 厚 度	允 许 偏 差		
	$L \leq 1000$	$1000 < L \leq 2000$	$2000 < L \leq 3000$
3,4,5,6	+1.0	+1.0	+1.0
	-1.0	-2.0	-1.0
8,10,12	+1.0	+1.0	+2.0
	-2.0	-3.0	-4.0

注:对于边长大于 3000mm 及不规则形状的钢化玻璃或半钢化玻璃制品,其尺寸偏差可由供需双方商定。

② 厚度偏差

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的厚度偏差要求,参见表 1-11。

表 1-11 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的厚度偏差要求(mm)

玻 璃 厚 度	允 许 偏 差	
	钢 化 玻 璃	半 钢 化 玻 璃
3.0,4.0,5.0,6.0	±0.2	±0.2
8.0,10.0	±0.35	±0.35
12.0	±0.4	—

注:同一片玻璃厚薄差不得大于 0.20mm。

① 参照《幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃》GB 17841—1999。

③对角线差

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的对角线偏差要求,参见表 1-12。

表 1-12 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的对角线偏差要求(mm)

玻 璃 厚 度	对 角 线 偏 差 要 求	
	(边长) $L \leq 2000$	$2000 < L \leq 3000$
3.0,4.0,5.0,6.0	≤ 3.0	≤ 4.0
8.0,10.0,12.0	≤ 3.5	≤ 4.5

注:对边长大于 3000mm 及不规则形状的钢化玻璃与半钢化玻璃制品,其对角线差可由供需双方商定。

④弯曲度

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的弯曲度要求,参见表 1-13。

表 1-13 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的弯曲度要求

缺 陷 名 称		最 大 值	
		水 平 法	垂 直 法
弯 曲 度	弓形 (mm/mm)	0.3%	0.5%
	波形 (mm/300mm)	0.2%	0.3%

⑤边部变形量

垂直吊挂法工艺会导致边部变形及吊挂印迹。其吊挂点中心离边缘最大不应超过 20mm,边部变形量应不大于 2mm。

2)物理及力学性能

①抗风化性能

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的抗风化性能要求,可由供需双方商定。以便选定适当的玻璃厚度、面积来满足设计的要求。

②表面应力

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的表面应力要求,参见表 1-14。

表 1-14 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的表面应力要求

玻璃生产工艺	表面应力, σ (MPa)	
	钢化玻璃	半钢化玻璃
水平法或垂直法	$\sigma \geq 95$	$24 < \sigma \leq 69$

注:以制品为试样,取三块试样进行试验,当全部符合表 1-14 中的规定为合格。两块试样不符合时为不合格,当两块试样符合时,再追加三块新试样,如果三块全部符合表 1-14 中的规定则为合格。

③霰弹袋冲击性能

幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃的霰弹冲击性能要求,参见“钢化玻璃”中介绍的相关内容。

3)外观质量

用于幕墙的钢化玻璃与半钢化玻璃制品的浮法玻璃的外观质量要求,参见表 1-9。但是,最终产品的外观质量还要符合表 1-15 中的要求。

表 1-15 幕墙用钢化玻璃与半钢化玻璃最终产品的外观质量要求

项 目		要 求
爆 边		不 允 许
划 伤	宽 $\leq 0.1\text{mm}$, 长 $\leq 100\text{mm}$ 每平方米条数(条)	≤ 6
	$0.1\text{mm} < \text{宽} \leq 0.5\text{mm}$, 长 $\leq 100\text{mm}$ 每平方米条数(条)	≤ 3
裂纹、缺角		不 允 许

三、镀膜玻璃

镀膜玻璃是一种节能玻璃,它是将金属(如:金、银、铜、铝、镍、铬或铁等)、金属氧化物镀在玻璃原片(浮法玻璃或普通平板玻璃)上,或将金属离子迁移到玻璃原片的表面上而制成的。

镀膜玻璃可以控制玻璃的透光率,并提高玻璃对太阳入射光和能量的控制能力,从而取得室内空气温度调节能耗降低的良好效果。据有关资料介绍,使用镀膜玻璃可节约能耗 $1/5 \sim 1/3$ 。此外,由于镀膜玻璃具有金黄色、银色、灰色、青铜色、茶色、蓝色、棕色等各种不同的颜色,因而丰富了建筑门窗等的色彩,并减少了室内眩光。镀膜玻璃还具有单向透视的功能,例如:在白天人们可以在室内看清室外的景象,而室外则看不到室外的景象,起到帷幕的作用。

镀膜玻璃主要包括四大类:热反射膜镀膜玻璃(又称:阳光控制玻璃或遮阳玻璃)、低辐射膜镀膜玻璃(又称:吸热玻璃)、镜面膜镀膜玻璃(又称:镜面玻璃)和导电膜镀膜玻璃。其主要特性、颜色和用途,参见表 1-16。

国外对于镀膜玻璃的研制较早,但投入工业化生产则处于 20 世纪 60 年代,目前发达国家出于建筑节能工作考虑,已广泛地在各种民用建筑中采用镀膜玻璃,其中美国镀膜玻璃的产量已占同期平板玻璃产量的 5% 左右。

我国是在 20 世纪 70 年代中期开始研制和生产镀膜玻璃,目前已建成了十几条生产线。自 80 年代至今相继引进了近 10 条具有世界先进水平的生产线。并已广泛地应用于中、高档民用建筑设施中。可以预见,随着国民经济的发展,建筑节能工作的需要和人民生活水平的提高,镀膜玻璃的生产规模和产量会有较大的发展,终将会在各种民用建筑中普遍采用。

表 1-16 镀膜玻璃的类别特性及用途

类 别	特 性	颜 色	用 途
热反射膜镀膜玻璃(又称:阳光控制玻璃、遮阳玻璃)	具有较高的热反射能而又有良好透光性的镀膜平板玻璃,称为热反射膜镀膜玻璃,又称“阳光控制玻璃”或“遮阳玻璃”。其特点为: 1. 节能:热反射膜镀膜玻璃对太阳光中的可见光及波长为 $0.3 \sim 2.5\mu\text{m}$ 的近红外光有良好的透过性,但对波长为 $3 \sim 12\mu\text{m}$ 的远红外光则具有很高的反射性。因此,这种玻璃对太阳辐射热有较高的反射能力(普通平板玻璃的辐射热反射率为 $7\% \sim 8\%$,热反射镀膜玻璃则可达 30% 以上),可把大部分太阳热反射掉。如用作幕墙或门窗玻璃,则可减少进入室内的热量,节约空调能耗 2. 镜片效应及单向透视性:热反射膜镀膜玻璃具有镜片效应及单向透视特性。从光强一面对玻璃看去,玻璃犹如镜面一般,可将四周景物映射出来,视线却无法透过玻璃,看到光暗一面的东西。但从光弱一面看去,视线却能透过玻璃,对光强一面的景物,一览无余。因此,以这种玻璃作幕墙,可使整个建筑物如水晶宫一样闪闪发光。从室内向外眺望,可以看到室外景象。而从室外向室内观望,则只能看到一片镜面,对室内景物一无所见。这种镜片效应及单向透视特性给建筑设计开拓了广阔的前景,使建筑物更加多姿多彩	有金、银、铜、蓝、棕、灰、金绿等色 有金、银、铜、蓝、棕、灰、金绿等色	1. 适用于温、热带气候区 2. 适于作幕墙玻璃、门窗玻璃、建筑装饰玻璃和家具玻璃 3. 利用热反射膜镀膜玻璃的控光特性,可用以代替窗帘 4. 可作中空玻璃、夹层玻璃、钢化玻璃、镜片玻璃的玻璃原片

续表

类 别	特 性	颜 色	用 途
热反射膜镀膜玻璃(又称:阳光控制玻璃、遮阳玻璃)	3. 控光性:热反射膜镀膜玻璃可有不同的透光率,使用者可以根据需要选用一定透光率的玻璃来调节室内的可见光,以获得室内要求的光照强度,达到光线柔和、舒适的目的		
低辐射膜镀膜玻璃	能吸收大量红外线辐射热能而又保持良好可见光透过率的镀膜平板玻璃,称为“低辐射膜镀膜玻璃”,又称吸热玻璃。其特点为: 1. 保温、节能性:低辐射膜镀膜玻璃一般能透过 89% 的太阳光,使辐射能进入室内而被室内物体吸收,进入后的太阳辐射热有 90% 的远红外热能仍保留在室内,从而降低室内采暖能源及空调能源的消耗,故用于寒冷地区,具有保温、节能效果。该种玻璃的热传输系数小于 $1.6\text{ kW}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 2. 保持物件不褪色性:低辐射膜镀膜玻璃能阻挡紫外光,如用作门窗玻璃,可防止室内陈设、家具、挂画等因受紫外线影响而褪色 3. 防眩性:低辐射膜镀膜玻璃能吸收部分可见光线,故具有防眩作用	灰、茶、蓝、绿、古铜、青铜、粉红、金、棕等色	1. 适用于寒冷地区; 2. 适于作门窗玻璃、橱窗玻璃、博物馆和展览馆窗用玻璃,以及作防眩玻璃; 3. 可用作中空玻璃、钢化玻璃、夹层玻璃的玻璃原片
导电膜镀膜玻璃(又称:“防霜玻璃”)	能在原有透光率降低不大(约 5%)的情况下导电的镀膜平板玻璃,称为导电膜镀膜玻璃,又称“防霜玻璃”。导电膜镀膜玻璃系以喷有导电膜溶液的薄玻璃组成的电加温装置,与未喷导电膜溶液的厚玻璃,中间夹以聚乙烯醇缩丁醛夹层,经热压而成。其特点为: 1. 玻璃表面温度可自动控制; 2. 通电加热后,玻璃表面不凝结冰霜	无色、银色、茶色	1. 适用于严寒地区的门窗玻璃、陈列窗玻璃、瞭望塔窗玻璃及工业建筑特殊门窗的玻璃等; 2. 适用于各种车辆的挡风玻璃
镜面膜镀膜玻璃(又称:镜面玻璃)	镜面膜镀膜玻璃又称“镜面玻璃”,计有硝酸银镀膜镜片、真空镀铝镜片及有色膜镀膜镜片等。其特点为: 1. 尺寸大; 2. 物像不失真; 3. 耐潮湿、耐腐蚀、耐磨损	银色、茶色等	适用作镜面,装修家具,墙面装饰等

(一)热反射膜镀膜玻璃

热反射膜镀膜玻璃又称“遮阳玻璃”或“阳光控制玻璃”,其颜色有金、金黄、银、银灰、古铜、棕、茶、天蓝、茶色等。

热反射膜镀膜玻璃对人射的太阳能具有优异的热反射性能,对人射光具有良好的透光性能,此外,它还具有单向透视性,这些就有利于建筑室内的冬暖夏凉,节约空调能耗。单向透视性又满足了室内私密性的要求,因此,热反射膜镀膜玻璃被广泛用于各种建筑的门、窗和幕墙玻璃。这样,不但使热反射膜镀膜玻璃起到可调节室内温度的帷幕作用,而且从外部来看,还映出周围环境及变幻万千的白云和蓝天,特别是作为建筑的幕墙时,简直是一幅美丽的变化的画卷。

热反射膜镀膜玻璃研制成功迄今已有 30 余年的历史,但是随着科学的发展与技术进步,目前,无论从生产的工艺方法、产品的质量和数量都取得极大的发展和提高。世界上发达国家的各种民用建筑已大量采用热反射膜镀膜玻璃,其中美国该种玻璃产量已占同期平板玻璃产量的 3% 以上。

我国自 20 世纪 70 年代开始研制热反射膜镀膜玻璃,现已研制成功真空离子镀膜法、喷涂法等数种生产热反射膜镀膜生产工艺,并投入生产。自 80 年代初我国又从国外引进先进的设备和技术,生产出达到国外同类产品品质的热反射膜镀膜玻璃,并已应用在各种中、高档建筑中。