



中华人民共和国国家标准

GB/T 29734.4-XXXX

建筑用节能门窗 第4部分：玻璃纤维增强复合材料门窗

Energy-saving windows and doors for buildings—Part 4: Glass fiber reinforced composite material windows and doors

征求意见稿

(本稿完成时间：2023年8月30日)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 分类、代号和标记	2
5 通用要求	4
6 要求	5
7 试验方法	12
8 检验规则	13
9 标志和随行文件	16
10 包装、运输和贮存	17
附 录 A（资料性）常用材料标准清单	18
附 录 B（规范性）型 材	20
附 录 C（资料性）平开窗常用型材传热系数	25

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 29734《建筑用节能门窗》的第4部分。GB/T 29734已经发布了以下部分。

- 第1部分：铝木复合门窗；
- 第2部分：铝塑复合门窗；
- 第3部分：钢塑复合门窗。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华人民共和国住房和城乡建设部提出。

本文件由全国建筑幕墙门窗标准化技术委员会（SAC/TC448）归口。

本文件起草单位：中国建筑金属结构协会、×××××、×××××、×××××、×××××。

本文件主要起草人：×××、×××、×××、×××。

本文件为首次发布。

建筑用节能门窗 第4部分：玻璃纤维增强复合材料门窗

1 范围

本文件规定了玻璃纤维增强复合材料门窗的分类、规格、系列和标记、通用要求、要求、试验方法、检验规则、标志和随行文件、包装、运输和贮存。

本文件适用于由玻璃纤维增强复合材料拉挤型材制作的建筑用节能门窗。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，标注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 3098.21 紧固件机械性能 不锈钢自攻螺钉
- GB/T 5823 建筑门窗术语
- GB/T 5824 建筑门窗洞口尺寸系列
- GB/T 7106 建筑外门窗气密、水密、抗风压性能检测方法
- GB/T 8484 建筑外门窗保温性能检测方法
- GB/T 8485 建筑门窗空气声隔声性能分级及检测方法
- GB/T 9158 建筑门窗力学性能检测方法
- GB/T 11944 中空玻璃
- GB/T 11976 建筑外窗采光性能分级及检测方法
- GB/T 14155 整樘门软重物体撞击试验
- GB/T 14683 硅酮和改性硅酮建筑密封胶
- GB 15763.1 建筑用安全玻璃第1部分：防火玻璃
- GB 15763.2 建筑用安全玻璃第2部分钢化玻璃
- GB 16807 防火膨胀密封件
- GB/T 24267 建筑用阻燃密封胶
- GB/T 24498 建筑门窗、幕墙用密封胶条
- GB/T 29049 整樘门垂直荷载试验
- GB/T 29530 平开门和旋转门抗静扭曲性能的测定
- GB/T 29739 门窗反复启闭耐久性试验方法
- GB/T 31433 建筑幕墙、门窗通用技术条件
- GB/T 30591 建筑门窗洞口尺寸协调要求
- GB/T 32223 建筑门窗五金件通用要求
- GB/T 38586 真空玻璃
- GB/T 38252 建筑门窗耐火完整性试验方法
- GB/T 40405 建筑用纱门窗技术条件
- JC/T 941 门窗用玻璃纤维增强塑料拉挤型材
- JGJ 113 建筑玻璃应用技术规程

JGJ/T 151 建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程
JG/T 255 内置遮阳中空玻璃制品
JG/T 386 建筑门窗复合密封条
JG/T 440 建筑门窗遮阳性能检测方法
JG/T 455 建筑门窗幕墙用钢化玻璃
JC/T 2304 建筑用保温隔热玻璃技术条件
JC/T 2450 被动房透明部分用玻璃
JC/T 2451 硼硅酸盐平板玻璃

3 术语和定义

GB/T 5823界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

玻璃纤维增强复合材料拉挤型材 glass fiber reinforced composite material pultruded profiles

以玻璃纤维为主要增强材料，采用聚合物树脂为基体材料，经拉挤工艺成型的型材。

3.2

玻璃纤维增强复合材料门窗 glass fiber reinforced composite material doors and windows

采用玻璃纤维增强复合材料拉挤型材作为主要受力杆件的建筑用门窗。

3.3

玻璃纤维增强铝合金复合门窗 glass fiber reinforced-aluminum complex doors and windows

采用玻璃纤维增强复合材料拉挤型材为基材，与铝合金型材复合制成的复合型材，作为主要受力杆件的建筑用门窗。

3.4

玻璃纤维增强铝木复合门窗 glass fiber reinforced-aluminum and wood complex doors and windows

采用玻璃纤维增强复合材料拉挤型材为基材，与铝型材和木型材复合制成的复合型材，作为主要受力杆件的建筑用门窗。

4 分类、规格、系列和标记

4.1 分类和代号

4.1.1 按用途分

外门窗（代号W）和内门窗（代号N）。

4.1.2 按型材分

型材分类与代号应符合表1的规定。

表1 型材与代号

材料分类	玻璃纤维增强聚氨酯	玻璃纤维增强不饱和树脂	玻璃纤维增强铝合金	玻璃纤维增强铝木
代号	BJ	BB	BL	BLM

4.1.3 按开启形式分

4.1.3.1 窗开启形式与代号应符合表2的规定。

表2 窗开启形式与代号

开启类别	平开类					推拉类		固定类
开启形式	内平开	外平开	内平开下悬	上悬	下悬	推拉	上下推拉	固定
代号	NP	WP	PX	SX	XX	T	ST	GD
注1: 固定部分与上述各类窗组合时, 均归入该类窗。								
注2: 纱窗代号为S。								

4.1.3.2 门开启形式与代号应符合表3的规定。

表3 门开启形式与代号

开启类别	平开类			推拉平移类				折叠类
开启形式	内平开	外平开	内平开下悬	推拉	推拉下悬	提升推拉	平移推拉	折叠平开
代号	NP	WP	PX	T	TX	TT	PT	ZP
注: 纱门代号为S。								

4.1.4 按节能性能分

外门窗按节能性能分应符合表4的规定。

表4 节能性能分类与代号

类型	普通型 (PT)	节能型 (JN)		低能耗型 (DN)	
		I 型	II 型	I 型	II 型
传热系数 K	$2.0 \leq K < 2.5$	$1.6 \leq K < 2.0$	$1.3 \leq K < 1.6$	$1.1 \leq K < 1.3$	$K < 1.1$
气密性能等级	不低于 6 级	不低于 7 级		不低于 8 级	
外门窗的节能性能应根据气候区域及节能标准要求选用。					

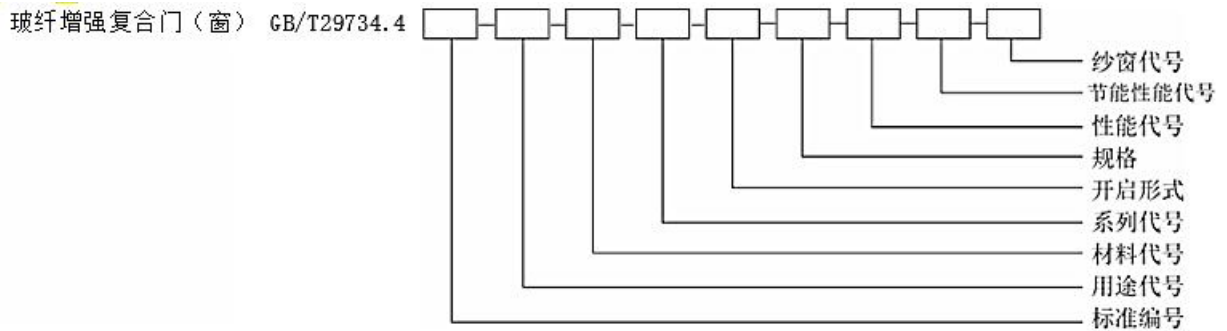
4.2 规格和系列

4.2.1 门、窗规格用洞口标志尺寸表示, 洞口尺寸应符合 GB/T5824 的规定。常用的标准规格门窗洞口标志尺寸系列应符合 GB/T30591 的规定。

4.2.2 门、窗系列按无拼接组合时框的最大厚度公称尺寸确定。

4.3 标记

产品标记由玻纤增强复合门(窗)、本文件顺序号、用途代号、材料代号、系列代号、开启形式、规格、性能代号、节能性能代号、纱窗代号组成。



示例 1: 室外用内开下悬玻璃纤维增强聚氨酯窗, 窗框厚度为 76mm, 规格型号为 150180, 抗风压性能 9 级, 气密性能 8 级, 水密性能 6 级, 保温性能 K 值 1.0, 隔声性能 4 级, 隔热性能 SHGC 值 0.4, 带纱窗。其标记为:

玻纤增强复合窗 GB/T 29734.4 W-BJ76-PX-150180-P₅/q₁8/△P6/K1.0/(R_v+C_v)4/SHGC0.4-DNII-S。

示例 2: 室外用外平开玻璃纤维增强铝合金复合门, 门框厚度为 75mm, 规格型号为 090210, 气密性能 6 级, 水密性能 4 级, 保温性能为 1.5W/(m²·K), 耐火性能为 E60(o)。其标记为:

玻纤增强复合门 GB/T 29734.4 W-BL75-WP-090120-q₆/△P4/K1.5/E60(o)-JNII。

5 通用要求

5.1 一般要求

5.1.1 门、窗用材料及附件应符合相关标准的规定, 常用材料标准清单见附录 A。也可采用性能和质
量不低于附录 A 标准要求的其他材料及附件。门、窗用材料及附件进厂时, 应检查产品合格证、有效
的型式检测报告等随行技术文件。

5.1.2 外开窗的窗扇应配有防坠落装置。

5.1.3 平开类门窗装配时应有防下垂措施。

5.1.4 推拉门、推拉窗应有防门扇、窗扇脱落的装置。

5.1.5 外平开窗用承重五金件应采用滑撑。

5.2 材料

5.2.1 型材

5.2.1.1 型材应符合附录 B 和 JC/T 941 的规定。

5.2.1.2 平开窗常用型材传热系数见附录 C。

5.2.2 玻璃

5.2.2.1 中空玻璃应符合 GB/T 11944 的规定, 真空玻璃应符合 GB/T 38586 的规定, 钢化玻璃应符合
GB 15763.2 及 JG/T 455 的规定。

5.2.2.2 节能型门窗用玻璃应符合 JC/T 2304 的规定。

5.2.2.3 低能耗型门窗用玻璃应符合 JC/T 2450 的规定。

5.2.2.4 玻璃的选用应符合 JGJ113 的规定。

5.2.2.5 节能型、低能耗型门窗用中空玻璃宜采用暖边间隔条。

5.2.2.6 门窗用内置遮阳百叶中空玻璃制品应符合 JG/T 255 的规定。

5.2.2.7 耐火型门窗用玻璃应符合 GB 15763.1 的规定。原片采用硼硅酸盐玻璃时，尚应符合 JC/T2451 的规定。

5.2.3 密封材料

5.2.3.1 密封胶条应符合 GB/T 24498 和 JG/T 386 的规定，且回弹恢复（Dr）不应小于 6 级，材料热老化后回弹恢复（Da）不应小于 5 级，低温脆性温度应达到-40℃。

5.2.3.2 密封毛条应选用平板硅化加片型毛条。推拉门窗框扇间宜采用低摩擦胶条密封。

5.2.3.3 耐火型门窗用防火膨胀密封件应符合 GB 16807 的规定。

5.2.3.4 密封胶应符合 GB/T 14683 的规定，且不应含有烷烃增塑剂。

5.2.3.5 耐火型门窗用密封胶应采用符合 GB/T 24267 规定的阻燃密封胶。

5.2.4 紧固件

5.2.4.1 门窗受力构件间的连接不应采用抽芯铆钉。

5.2.4.2 连接滑撑用紧固件应采用不低于 GB/T 3098.21 中 12Cr13（即 410）材质的不锈钢自攻螺钉。

5.2.5 五金件

5.2.5.1 五金件应符合 GB/T 32223 的规定。

5.2.5.2 耐火型门窗用五金件应满足耐火完整性要求。

5.2.6 纱门窗

纱门窗应符合 GB/T 40405 的规定。

6 要求

6.1 外观质量

门窗构件可见表面应洁净、无污染、平滑，颜色均匀一致。型材表面应无明显的色差、凹凸不平、裂纹、气泡，不应有严重影响外观的擦划伤、碰伤等缺陷。

6.2 门窗装配

6.2.1 门窗应根据刚度和强度计算结果进行校核。

6.2.2 门窗相关尺寸应符合表 5 的规定。

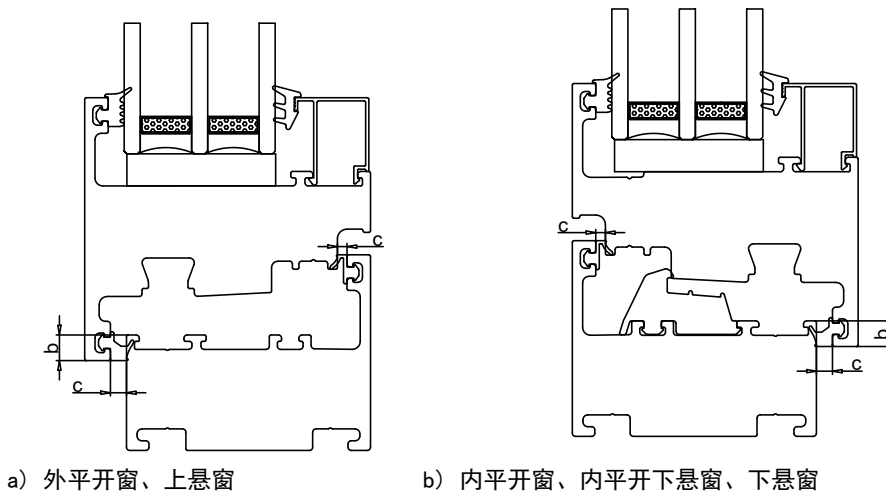
表 5 门窗相关尺寸要求

单位为毫米

项 目		尺寸范围	允许偏差
框、扇外形尺寸	门的宽度和高度	≤2000	±2.0
		>2000	±3.0
	窗的宽度和高度	≤1500	±2.0
		>1500	±3.0
框、扇对角线之差		--	≤3.0
框、扇角部缝隙		--	≤0.3

框、扇相邻构件装配间隙		--	≤ 0.5
相邻构件 同一平面度	框、扇角部联接处		≤ 0.3
	中挺联接处	--	≤ 0.6

6.2.3 窗框、窗扇的配合间隙 c 、搭接量 b (见图 1、图 2)、门框与门扇的配合间隙 c 、搭接量 b (见图 3、图 4) 及允许偏差应符合表 6 的规定。

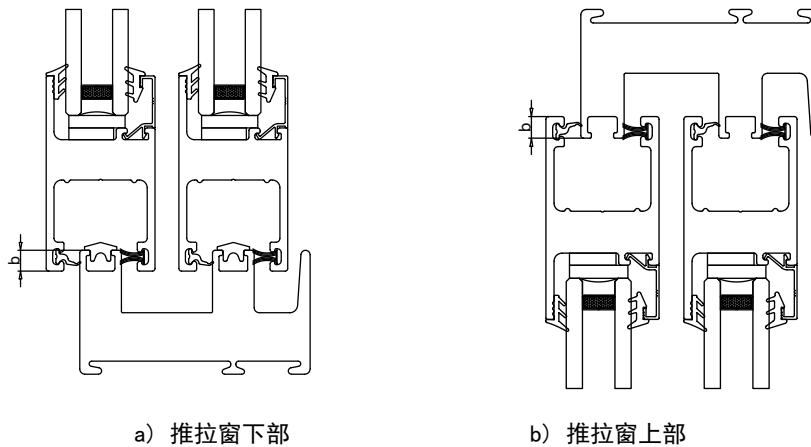


标引符号说明:

b—搭接量;

c—配合间隙。

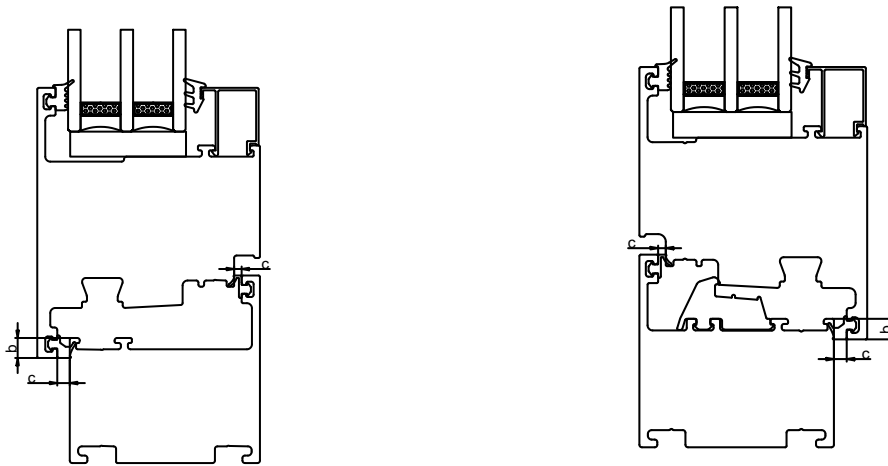
图 1 平开类窗的框、扇配合间隙和搭接量



标引符号说明:

b—搭接量

图 2 推拉窗的框、扇搭接量



a) 外平开门

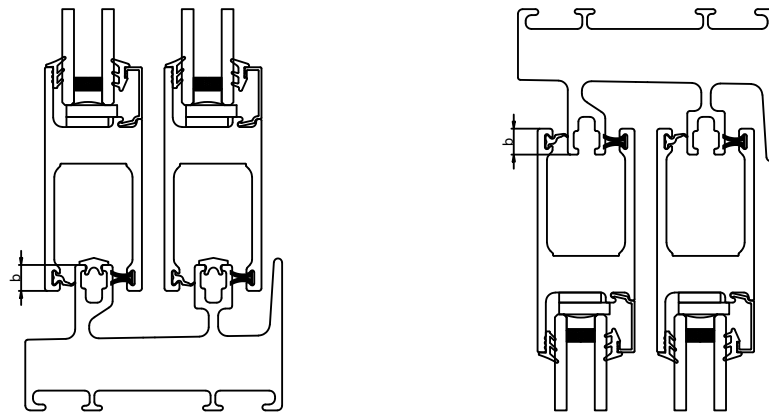
b) 内平开窗、内平开下悬门、推拉下悬门、折叠门

标引符号说明：

b—搭接量；

c—配合间隙。

图3 平开类、折叠类门的框、扇配合间隙和搭接量



a) 推拉门下部

b) 推拉门上部

标引符号说明：

b—搭接量

图4 推拉门的框、扇搭接量

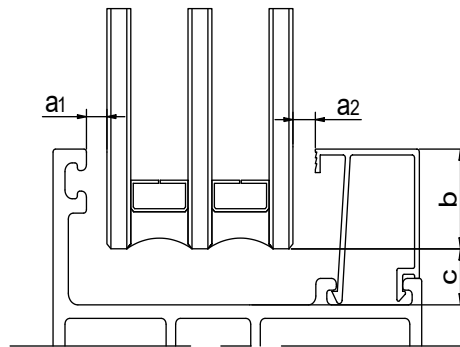
表6 门窗的配合间隙、搭接量设计值及允许偏差

单位为毫米

开启形式	内平开门窗、外平开门窗、内平开下悬门窗、上悬窗、下悬窗、 推拉下悬门、平移推拉门、折叠门	推拉门窗、提升推拉门、 上下推拉窗
配合间隙 c	≥ 4	—
c 的允许偏差	± 0.5	—
搭接量 b	公称值 ≥ 5.5	上下方向实测值 ≥ 6

b 的允许偏差值	±1.0	±2.0
----------	------	------

- 6.2.4 外门窗框、扇、中梃应有排水通道。排水通道不应与装配金属件的腔室连通。
- 6.2.5 门窗框、扇的角部连接处、中梃 T 字联接、十字联接处应采用专用联接件，框扇的端面联接处应采用专用端面密封胶，角部宜采用双组份组角胶。
- 6.2.6 门窗框、扇五金安装处宜采用金属衬连接件，连接强度应满足五金件安装及使用要求。
- 6.2.7 五金配件安装位置应正确，数量应齐全，承受往复运动的配件在结构上应便于更换。五金配件承载能力应与窗扇重量和抗风压要求相匹配。五金配件与型材连接强度应满足物理性能要求和力学性能要求。连接螺钉应全部与框扇内衬联接件可靠连接。节能窗宜采用内平开下悬五金系统，低能耗窗应采用内平开下悬五金系统及隐藏式合页。
- 6.2.8 平开类窗窗扇宽度大于 650mm 时，应加装上下锁点。当平开窗窗扇高度大于 1000 mm 时，窗扇执手侧、合页侧的锁闭点均不应少于三个，锁点间距不应大于 700mm。
- 6.2.9 平开门扇合页不应少于三个，门扇锁闭点不应少于三个。
- 6.2.10 推拉门窗用承重五金件宜采用轴承式滑轮。
- 6.2.11 密封胶条、毛条等装配后应均匀、牢固，接口严密，无脱槽、收缩、虚压等现象。
- 6.2.12 压条应安装在室内侧，压条装配后应牢固。压条角部对接处的间隙不应大于 0.3mm。同一边压条应为一整根，不应拼接使用。
- 6.2.13 中空玻璃安装尺寸（见图 5）应符合表 7 的规定，玻璃安装的其他要求应符合 JGJ113 的规定。



标引符号说明：
 a_1 — 前部余隙；
 a_2 — 后部余隙；
 b — 嵌入深度；
 c — 边缘余隙。

图 5 玻璃的安装尺寸

表 7 中空玻璃的最小安装尺寸

单位为毫米

中空玻璃	前部余隙 a_1 后部余隙 a_2		嵌入深度 b	边缘余隙 c
	密封胶	胶条		
5+A+5	5.0	3.5	15	5.0
6+A+6			15	
8+A+8	7.0	5.0	17	7.0
5+A+5+A+5			17	

两玻中空 A 不应小于 12mm，三玻中空 A 不应小于 9mm。

注：A 为气体层的厚度。

6.3 性能

6.3.1 力学性能

门窗的力学性能应符合 GB/T31433 的规定，并应分别符合表 8、表 9 的规定。

表 8 门的力学性能

项目		内平开	外平开	内平开 下悬	推拉	推拉 下悬	提升 推拉	平移 推拉	折叠 平开
启闭力	活动扇操作力	√	√	√	√	√	√	√	√
	锁闭装置操作力	√	√	√	√	√	√	√	√
抗大力关闭性能		√	√	√	—	—	—	—	—
抗扭曲变形性能		—	—	—	√	√	√	√	—
抗对角线变形性能		—	—	—	√	√	√	√	—
耐垂直荷载性能		√	√	√	—	—	—	—	√
耐撞击性能		√	√	√	√	√	√	√	√
抗静扭曲性能		√	√	√	—	—	—	—	√

注：表中符号“√”表示有要求的项目，符号“—”表示无要求的项目。

表 9 窗的力学性能

项目		内平开	外平开	内平开 下悬	上悬	下悬	推拉	上下 推拉
启闭力	活动扇操作力	√	√	√	√	√	√	√
	锁闭装置操作力	√	√	√	√	√	√	√
抗大力关闭性能		√	√	√	√	√	—	—
开启限位		√	√	√	√	√	—	—
撑挡试验		√	—	—	—	—	—	—
抗扭曲变形性能		—	—	—	—	—	√	√
抗对角线变形性能		—	—	—	—	—	√	√
耐垂直荷载性能		√	√	√	—	—	—	—

注：表中符号“√”表示有要求的项目，符号“—”表示无要求的项目。

6.3.2 反复启闭耐久性

门的反复启闭次数不应少于 100000 次，窗的反复启闭次数不应少于 15000 次。试验后，试件不损坏，门窗仍保持使用功能。

6.3.3 气密性能

6.3.3.1 分级指标采用在标准状态下，压力差为 10Pa 时的单位开启缝长空气渗透量 q_1 和单位面积空气渗透量 q_2 作为分级指标。

6.3.3.2 分级指标绝对值 q_1 和 q_2 的分级应符合表 10 的规定。

表 10 气密性能分级

分级	6	7	8
单位缝长分级指标值 q_1 / [m ³ / (m·h)]	$1.5 \geq q_1 > 1.0$	$1.0 \geq q_1 > 0.5$	$q_1 \leq 0.5$
单位面积分级指标值 q_2 / [m ³ / (m ² ·h)]	$4.5 \geq q_2 > 3.0$	$3.0 \geq q_2 > 1.5$	$q_2 \leq 1.5$
注：以上分级与 GB/T 31433 规定的一致			

6.3.4 水密性能

6.3.4.1 分级指标采用严重渗漏压力差值的前一级压力差值 Δp 作为分级指标。

6.3.4.2 分级指标值 Δp 的分级应符合表 11 的规定。

表 11 水密性能分级

单位为帕

分级	3	4	5	6
分级指标 Δp	$250 \leq \Delta p < 350$	$350 \leq \Delta p < 500$	$500 \leq \Delta p < 700$	$\Delta p \geq 700$
注：以上分级与 GB/T 31433 规定的一致				

6.3.5 抗风压性能

6.3.5.1 分级指标采用定级检测压力差值 P_3 为分级指标。

6.3.5.2 分级指标值 P_3 的分级应符合表 12 的规定。

表 12 抗风压性能分级

单位为千帕

分级	1	2	3	4	5	6	7	8	9
分级指标值 P_3	$1.0 \leq P_3 < 1.5$	$1.5 \leq P_3 < 2.0$	$2.0 \leq P_3 < 2.5$	$2.5 \leq P_3 < 3.0$	$3.0 \leq P_3 < 3.5$	$3.5 \leq P_3 < 4.0$	$4.0 \leq P_3 < 4.5$	$4.5 \leq P_3 < 5.0$	$P_3 \geq 5.0$
第 9 级应在分级后同时注明具体分级指标值									
注：以上分级与 GB/T 31433 规定的一致									

6.3.5.3 外门窗在性能分级指标值 P_3 作用下，主要受力杆件面法线挠度应符合表 13 的规定；风压作用后，不应出现使用功能障碍和损坏。在 $1.5P_3$ 风压作用下不应出现危及人身安全的损坏。

表 13 门窗主要受力杆件面法线挠度要求

单位为毫米

支撑玻璃种类	单层玻璃、夹层玻璃	中空玻璃
相对挠度值	$L/100$	$L/150$
挠度最大值	20	
注： L 为主要受力杆件的支承跨距。		

6.3.6 保温性能

6.3.6.1 门窗的保温性能以传热系数 K 作为分级指标值。

6.3.6.2 分级指标应符合表 14 的规定。

表 14 保温性能分级

单位为瓦每平方米开

分 级	I	II	III	IV
-----	---	----	-----	----

	5	6	7	8	9	10	11	-
分级指标值 K ($W/(m^2 \cdot K)$)	$3.00 \geq K$ >2.50	$2.50 \geq K$ >2.00	$2.00 \geq K$ >1.60	$1.60 \geq K$ >1.30	$1.30 \geq K$ >1.10	$1.10 \geq K$ >0.90	$0.90 \geq K >$ 0.80	$K \leq 0.80$

注：级别表示，如II-7，分级指标值小于 $2.00 W/(m^2 \cdot K)$ ，标注具体数值，如IV-0.60 $W/(m^2 \cdot K)$

6.3.7 隔热性能

门窗隔热性能指标太阳得热系数 SHGC 分级应符合表 15 的规定。有隔热要求的门窗的太阳得热系数 SHGC 值不应大于 0.44。

表 15 隔热性能分级

分级	I			II		III		IV
	1	2	3	4	5	6	7	-
分级指标值 SHGC	$SHGC >$ 0.70	$0.70 \geq SHGC >$ 0.60	$0.60 \geq SHGC >$ 0.50	$0.50 \geq SHGC >$ 0.40	$0.40 \geq SHGC >$ 0.30	$0.30 \geq SHGC >$ 0.20	$0.20 \geq SHGC >$ 0.10	$SHGC \leq 0.10$

注：级别表示，如II-4，III-6，分级指标值小于 0.1，标注具体数值，如IV-0.08

6.3.8 空气声隔声性能

6.3.8.1 外窗以“计权隔声量和交通噪声频谱修正量之和 (R_w+C_{tr})”为分级指标；内窗、内门以“计权隔声量和粉红噪声频谱修正量之和 (R_w+C)”为分级指标。

6.3.8.2 分级指标值应符合表 16 的规定。

表 16 空气声隔声性能分级

单位为分贝

分级	I			II		III		IV	
	1	2	3	4A	4B	5A	5B	6	-
外窗分级指标值 R_w+C_{tr} (dB)	$20 \leq R_w+C_{tr} <$ 25	$25 \leq R_w+C_{tr} <$ 30	$30 \leq R_w+C_{tr} <$ 35	$35 \leq R_w+C_{tr} <$ 38	$38 \leq R_w+C_{tr} <$ 40	$40 \leq R_w+C_{tr} <$ 43	$43 \leq R_w+C_{tr} <$ 45	$R_w+C_{tr}=45$	$R_w+C_{tr} >$ 45
内窗分级指标值 R_w+C_{tr} (dB)	$20 \leq R_w+C <$ <25	$25 \leq R_w+C <$ <30	$30 \leq R_w+C <$ <35	$35 \leq R_w+C <$ <38	$38 \leq R_w+C <$ <40	$40 \leq R_w+C <$ <43	$43 \leq R_w+C <$ <45	$R_w+C=45$	$R_w+C >$ 45

注：级别表示，如II-4A，III-5B，分级指标值大于 45dB 时，标注具体数值，如IV-47dB

6.3.9 采光性能

6.3.9.1 外窗采光性能指标及分级应符合 GB/T11976 的规定。有天然采光要求的外窗，其透光折减系数 T_r 不应小于 0.45；具有辨色要求的门窗，其颜色透射指数 R_a 不应小于 60。

6.3.9.2 有隔热性能要求的外窗，应综合考虑太阳得热系数的要求。

6.3.10 耐火完整性

6.3.10.1 门窗耐火完整性分级应符合 GB/T38252 的规定。

6.3.10.2 耐火型门窗要求室外侧耐火时，耐火完整性不应低于E30（o）；耐火型门窗要求室内侧耐火时，耐火完整性不应低于E30（i）。

6.3.11 抗结露性能

6.3.11.1 超低能耗建筑要求外窗应进行抗结露模拟计算。

6.3.11.2 不同传热系数限值的外窗，其抗结露因子 CRF 限值应符合表 17 的规定。

表17 抗结露因子CRF 限值

传热系数K (W/(m ² · K))	抗结露因子 CRF
K<1.0	≥85
1.0≤K<1.1	≥83
1.1≤K<1.3	≥80
1.3≤K<1.6	≥75
1.6≤K<2.0	≥70

7 试验方法

7.1 外观质量

在自然散射光线下，距试样500mm目测外观项目。用精度为0.02mm的游标卡尺检测门窗可视面刀痕宽度。

7.2 门窗装配

- 7.2.1 用精度为 0.5mm 的量具测量框、扇外形尺寸偏差及对角线之差。
- 7.2.2 用精度为 0.05mm 的塞尺检测框、扇相邻构件的装配间隙和框、扇四周的配合间隙。
- 7.2.3 用精度为 0.02mm 的量具测量相邻构件同一平面度。
- 7.2.4 用精度为 0.5 mm 的量具检测窗框与窗扇四周搭接量。
- 7.2.5 目测检查外门窗框、扇、中挺排水通道。
- 7.2.6 目测检查机械连接的中挺部位联接件的密封。用精度为 0.05 mm 塞尺检测机械连接框、扇、中挺相邻构件装配间隙。
- 7.2.7 目测检查密封条、毛条的装配质量。
- 7.2.8 用精度为 0.02mm 的量具测量玻璃与槽口配合。
- 7.2.9 目测和手动检查轴承式滑轮。
- 7.2.10 目测和手动检查五金配件的安装数量和装配质量。
- 7.2.11 目测检查平开类窗锁闭点。
- 7.2.12 目测检查门扇合页及锁闭点数量。
- 7.2.13 用精度为 0.05 mm 的塞尺检测压条角部的装配间隙。

7.3 性能

7.3.1 力学性能

7.3.1.1 启闭力、抗大力关闭性能、开启限位、撑挡试验、抗扭曲变形性能、抗对角线变形性能按GB/T9158的规定进行试验。

7.3.1.2 门耐垂直荷载性能按GB/T29049的规定进行试验。

7.3.1.3 耐撞击性能按GB/T14155的规定进行试验。

7.3.1.4 抗静扭曲性能按GB/T29530的规定进行试验。

7.3.2 反复启闭耐久性

门窗反复启闭耐久性按 GB/T29739 的规定进行试验。

7.3.3 气密性能、水密性能、抗风压性能

同一试件以气密性能、水密性能、抗风压性能的顺序按 GB/T7106 的规定进行试验。

7.3.4 保温性能

保温性能按 GB/T8484 的规定进行传热系数试验；或按 JGJ/T151 规定，在冬季标准计算条件下计算门窗传热系数。仲裁试验方法为 GB/T8484 规定的实测方法。

7.3.5 隔热性能

太阳得热系数按 JG/T440 规定的光学性能法试验；或按 JG/T440 规定的人工光源法进行试验。仲裁试验方法为光学性能法。

7.3.6 空气声隔声性能

空气声隔声性能按 GB/T8485 的规定进行试验。

7.3.7 采光性能

采光性能按 GB/T11976 的规定进行试验。

7.3.8 耐火完整性

耐火完整性按 GB/T38252 的规定进行试验。

7.3.9 抗结露性能

抗结露性能按 GB/T 8484 的规定进行试验。

8 检验规则

8.1 检验类别和项目

8.1.1 产品检验分材料过程检验、出厂检验和型式检验。

8.1.2 过程检验项目见表 18。

表 18 过程检验项目

项目	要求	试验方法
外形尺寸偏差及对角线之差	6.2.2	7.2.1
排水通道	6.2.4	7.2.5
中梃连接	6.2.5	7.2.6

玻璃安装	6.2.13	7.2.8
------	--------	-------

8.1.3 窗出厂检验和型式检验项目见表 19。

表 19 窗出厂检验和型式检验项目

项目	型式检验			出厂检验			要求	试验方法
	平开类	推拉平移类	固定类	平开类	推拉平移类	固定类		
抗风压性能	√	√	√	-	-	-	6.3.5	7.3.3
水密性能	√	√	√	-	-	-	6.3.4	7.3.3
气密性能	√	√	√	-	-	-	6.3.3	7.3.3
保温性能	√	√	√	-	-	-	6.3.6	7.3.4
隔热性能	△	△	△	-	-	-	6.3.7	7.3.5
空气声隔声性能	√	√	√	-	-	-	6.3.8	7.3.6
采光性能	△	△	△	-	-	-	6.3.9	7.3.7
耐火完整性	△	△	△	-	-	-	6.3.10	7.3.8
反复启闭耐久性	√	√	-	-	-	-	6.3.2	7.3.2
启闭力	√	√	-	√	√	-	6.3.1	7.3.1.1
抗大力关闭性能	√	-	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
开启限位	√	-	-	√	-	-	6.3.1	7.3.1.1
撑挡试验	√	-	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
抗扭曲变形性能	-	√	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
抗对角线变形性能	-	√	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
外观质量	√	√	√	√	√	√	6.1	7.1
相邻构件同一平面度	√	√	√	√	√	√	6.2.2	7.2.3
框、扇配合间隙	√	-	-	√	-	-	6.2.3	7.2.2
框、扇搭接量	√	√	-	√	√	-	6.2.3	7.2.4
轴承式滑轮	-	√	-	-	√	-	6.2.10	7.2.9
五金配件装配	√	√	-	√	√	-	6.2.7	7.2.10
平开类窗锁点	√	-	-	√	-	-	6.2.8	7.2.11
密封条、毛条装配	√	√	√	√	√	√	6.2.11	7.2.7
压条装配	√	√	√	√	√	√	6.2.12	7.2.13

注 1: 表中符号“√”表示需检测的项目, 符号“-”表示不需检测的项目, 符号“△”表示可选项目。
注 2: 内窗无设计要求时不检测。
注 3: 平开下悬、上悬窗、下悬窗不检测撑挡试验。

8.1.4 门出厂检验和型式检验项目见表 20。

表 20 门出厂检验和型式检验项目

项目	型式检验			出厂检验			要求	试验方法
	平开类	推拉平移类	折叠类	平开类	推拉平移类	折叠类		
抗风压性能	√	√	√	-	-	-	6.3.5	7.3.3
水密性能	√	√	√	-	-	-	6.3.4	7.3.3
气密性能	√	√	√	-	-	-	6.3.3	7.3.3
保温性能	√	√	√	-	-	-	6.3.6	7.3.4
隔热性能	△	△	△	-	-	-	6.3.7	7.3.5

空气声隔声性能	√	√	√	-	-	-	6.3.8	7.3.6
采光性能	△	△	△	-	-	-	6.3.9	7.3.7
耐火完整性	△	△	△	-	-	-	6.3.10	7.3.8
反复启闭耐久性	√	√	△	-	-	-	6.3.2	7.3.2
启闭力	√	√	√	√	√	√	6.3.1	7.3.1.1
抗大力关闭性能	√	-	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
抗对角线变形性能	-	√	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
抗扭曲变形性能	-	√	-	-	-	-	6.3.1	7.3.1.1
耐垂直荷载性能	√	-	√	-	-	-	6.3.1	7.3.1.2
耐撞击性能	√	√	√	-	-	-	6.3.1	7.3.1.3
抗静扭曲性能	√	-	√	-	-	-	6.3.1	7.3.1.4
外观质量	√	√	√	√	√	√	6.1	7.1
相邻构件同一平面度	√	√	√	√	√	√	6.2.2	7.2.3
框、扇配合间隙	√	-	-	√	-	-	6.2.3	7.2.2
框、扇搭接量	√	√	-	√	√	-	6.2.3	7.2.4
轴承式滑轮	-	√	-	-	√	-	6.2.10	7.2.9
五金配件装配	√	√	-	√	√	-	6.2.7	7.2.10
门扇合页锁点数量	√	-	-	√	-	-	6.2.8	7.2.12
密封条、毛条装配	√	√	√	√	√	√	6.2.11	7.2.7
压条装配	√	√	√	√	√	√	6.2.12	7.2.13
注1：表中符号“√”表示需检测的项目，符号“-”表示不需检测的项目，符号“△”表示可选项目。 注2：内门无设计要求时不检测。 注3：推拉下悬门、折叠门、提升推拉门反复启闭耐久性由供需双方商定。 注4：无凸出把手的推拉门不检测抗扭曲变形性能。								

8.2 组批与抽样规则

8.2.1 过程检验

6.2.2~6.2.6 和 6.2.11~6.2.13 条为首件检验合格后，抽检数量为 5%。

8.2.2 出厂检验

8.2.3.1 应在过程检验全部符合要求时进行出厂检验。

8.2.3.2 外观质量为全数检验。

8.2.3.3 门窗及框扇装配尺寸偏差检验，每 100 樘为一个检验批，不足 100 樘也为一个检验批。从每个检验批中按不同类型、品种、系列、规格分别随机抽取 5%且不少于 3 樘。

8.2.3 型式检验

从出厂检验合格的检验批中，按表 21 规定的数量随机抽取。

表 21 门、窗性能检验试件分组、数量及试验顺序

试件分组	1			2	3
试验项目及顺序	隔声	采光	1) 气密 2) 水密 3) 抗风压	1) 保温、隔热 2) 耐火	力学性能
试件数量(樘)	3	1	3	1	3

试件合计（槓）	3	1	3
---------	---	---	---

8.3 判定与复检规则

8.3.1 出厂检验

8.3.1.1 外观质量检验全部符合要求时，则判定该批产品外观质量合格。单件产品外观质量不合格时，则判定该单件产品不合格。

8.3.1.2 其他项目检验结果全部符合要求时，则判定该批产品合格。抽检项目中如有一槓不合格，可再从该批产品中抽取双倍数量产品对不合格项目进行重复检验，重复检验结果符合要求时，则判定该批产品合格，否则判定该批产品不合格。

8.3.2 型式检验

8.3.2.1 有下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，当结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每两年进行一次检验；
- d) 产品长期停产后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

8.3.2.2 判定与复检规则应按下列要求进行：

- a) 抽检产品全部符合表 19、表 20 的项目要求，该产品型式检验合格。
- b) 检验项目中若有不合格项时，应从该产品中抽取双倍试件对该不合格项进行重复检验，重复检验结果全部达到要求时，判定该项目合格，否则判定该批产品不合格。

9 标志和随行文件

9.1 标志

9.1.1 产品外包装应注明下列内容：

- a) 产品标记；
- b) 制造商和联系方式；
- c) 商标；
- d) 生产日期。

9.1.2 产品检验合格后应有产品合格证，产品合格证应包括下列主要内容：

- a) 执行标准；
- b) 出厂检验结论；
- c) 检验日期、检验员签名或盖章（可用检验员代号表示）。

9.2 随行文件

9.2.1 产品出厂时应附有产品清单、产品合格证、产品使用说明书等随行文件。

9.2.2 产品使用说明书宜包括下列内容：

- a) 产品说明；
- b) 安装示意；
- c) 使用方法；

- d) 维护保养;
 - e) 注意事项。
- 9.2.3 产品宜有二维码。通过扫描二维码获取的信息应包括下列内容:
- a) 标志;
 - b) 产品使用说明书;
 - c) 制造商和联系方式。

10 包装、运输和贮存

10.1 包装

- 10.1.1 产品表面应有保护措施,应用对门窗不产生污染及无腐蚀性的软质材料包装。
- 10.1.2 包装应牢固,并有防潮措施。

10.2 运输

- 10.2.1 装运产品的运输工具应有防雨措施,并保持清洁。
- 10.2.2 在运输、装卸时,应保证产品不变形、不损伤、表面完好。

10.3 贮存

- 10.3.1 产品应放置在通风、防雨、干燥、清洁、平整的地方。严禁与腐蚀性物质接触。
- 10.3.2 产品贮存环境温度应低于 50℃,距离热源不应小于 1m。
- 10.3.3 产品不应直接接触地面,底部垫高不应小于100mm。产品应立放,立放角不应小于70°,并有防倾倒措施。

附 录 A
(资料性)
常用材料标准清单

A.1 基材

- GB/T 5237.1 铝合金建筑型材第1部分：基材
- GB/T 5237.2 铝合金建筑型材第2部分：阳极氧化型材
- GB/T 5237.3 铝合金建筑型材第3部分：电泳涂漆型材
- GB/T 5237.4 铝合金建筑型材第4部分：喷粉型材
- GB/T 5237.5 铝合金建筑型材第5部分：喷漆型材

A.2 紧固件及五金配件标准

- GB/T 15856.1 十字槽盘头自钻自攻螺钉
- GB/T 15856.2 十字槽沉头自钻自攻螺钉
- GB/T 24601 建筑窗用内平开下悬五金系统
- GB/T 29734.1 建筑用节能门窗第1部分：铝木复合门窗
- JC/T 635 建筑门窗密封毛条技术条件
- JG/T 124 建筑门窗五金件传动机构用执手
- JG/T 125 建筑门窗五金件合页（铰链）
- JG/T 126 建筑门窗五金件传动锁闭器
- JG/T 127 建筑门窗五金件滑撑
- JG/T 128 建筑门窗五金件撑挡
- JG/T 129 建筑门窗五金件滑轮
- JG/T 130 建筑门窗五金件单点锁闭器
- JG/T 213 建筑门窗五金件旋压执手
- JG/T 214 建筑门窗五金件插销
- JG/T 215 建筑门窗五金件多点锁闭器
- JG/T 233 建筑门窗用通风器
- JG/T 308 建筑门用提升推拉五金系统
- JG/T 393 建筑门窗五金件双面执手
- QB/T 2474 弹子插芯门锁
- QB/T 2698 闭门器

A.3 玻璃

- GB 11614 平板玻璃
- GB/T 11944 中空玻璃
- GB 15763.1 建筑用安全玻璃 第1部分：防火玻璃
- GB 15763.2 建筑用安全玻璃第2部分：钢化玻璃
- GB 15763.3 建筑用安全玻璃第3部分：夹层玻璃
- GB/T 18915.1 镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃
- GB/T 18915.2 镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃

A.4 窗纱

JC/T 173 玻璃纤维防虫网布

A.5 密封胶

GB/T 14683 硅酮和改性硅酮建筑密封胶

GB 16776 建筑用硅酮结构密封胶

GB/T 23615.2 铝合金建筑型材用隔热材料第2部分：聚氨酯隔热胶材料

GB 24266 中空玻璃用硅酮结构密封胶

GB/T 24267 建筑用阻燃密封胶

GB/T 24498 建筑门窗、幕墙用密封胶条

GB/T 29755 中空玻璃用弹性密封胶

JC/T 483 聚硫建筑密封胶

JC/T 485 建筑窗用弹性密封胶

JC/T 881 混凝土接缝用建筑密封胶

JC/T1 022 中空玻璃用复合密封胶条

A.6 涂料

GB/T 6739 色漆和清漆铅笔法测定漆膜硬度

附录 B

(规范性)

型材

B.1 分类与代号

B.1.1 按材料分类

表B.1 材料分类

类别	树脂类		复合类	
材料分类	玻璃纤维增强聚氨酯 型材	玻璃纤维增强不饱和 聚酯型材	玻璃纤维增强铝 复合型材	玻璃纤维增强铝木 复合型材
代号	PU	UP	BL	BLM

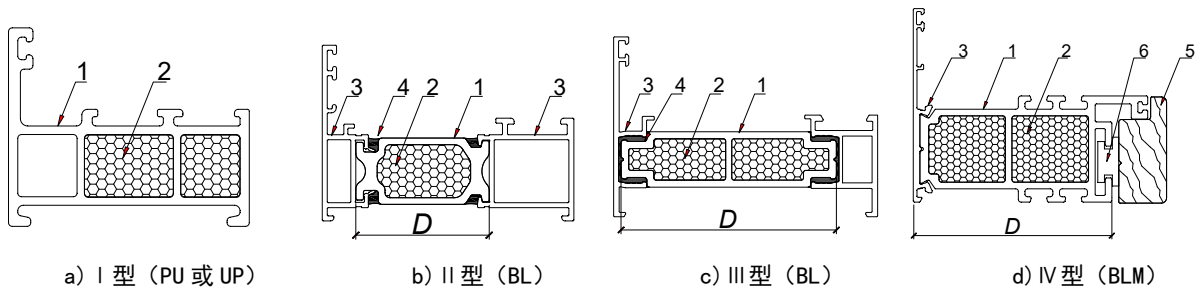
B.1.2 按增强方式分类

表B.2 增强方式分类

增强方式类别	轴向玻纤增强	多维玻纤增强
代号	ZZ	DZ
注 1: 轴向玻纤增强是型材拉挤过程中, 玻璃纤维材料沿拉挤方向通过轴向通长方式均匀分布进行增强。		
注 2: 多维玻纤增强是型材拉挤过程中, 玻璃纤维材料沿拉挤方向通过轴向通长玻纤束和多维玻纤织物相结合的方式 进行增强。		

B.1.3 截面形式

B.1.3.1 树脂类型型材见图 B. 1a); 玻璃纤维增强铝复合型材见图 B. 1b) 和图 B. 1c); 玻璃纤维增强铝木复合型材见图 B. 1d)。



标引符号说明:

- 1 — 玻璃纤维增强复合材料拉挤型材;
- 2 — 隔热填充材料(可选);
- 3 — 铝型材;
- 4 — 聚氨酯隔热胶;
- 5 — 木型材;
- 6 — 木型材固定件;
- D — 基材宽度, 单位为毫米(mm)。

图 B.1 截面形式示意图

B.2 外观质量

B.2.1 一般要求

型材外观质量应符合表B.3的要求。

表 B.3 外观质量要求

类别	指标
基材	型材表面应平整、无裂纹、无纤维外露、无明显气泡及明显扭曲，内筋及功能槽口不应有断裂及明显变形
覆膜型材	装饰表面应平整、无明显凹凸、无气泡、边缘不翘起
涂装型材	装饰表面应无杂质、皱纹、气泡、流挂、漏底
铝、木装饰型材	铝、木装饰面应平整光洁、纹理相近、镶嵌牢固、连接处不应有外溢粘合剂。
铝型材	铝型材夹合部位的表面处理层可有轻微裂纹，其他部位表面处理应符合 GB/T 5237.2~5 的规定。

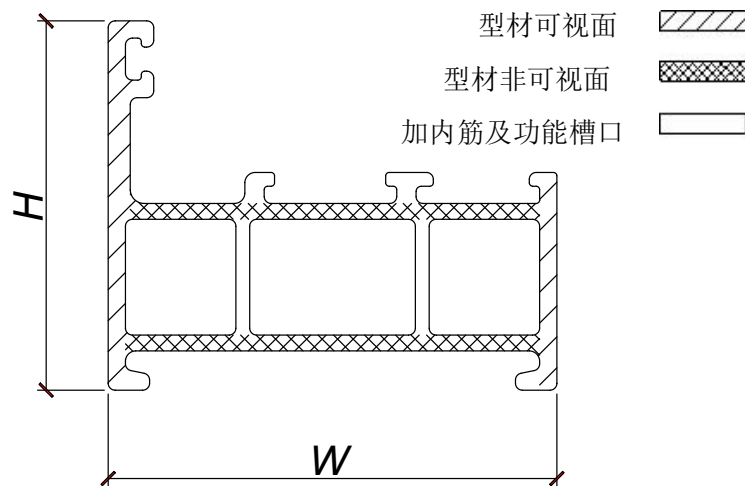
B.2.2 覆膜与涂装型材颜色与色差

单一素色平整装饰面色差（45°） ΔE 应不大于2；铝粉漆、珠光漆、砂纹漆等效果色漆平整装饰面色差（45°） ΔE 应不大于3。

B.3 构造要求

B.3.1 尺寸及构造

型材的横截面尺寸及构造见图B.2。



标引符号说明：

W — 型材宽度，单位为毫米(mm)；

H — 型材高度，单位为毫米(mm)；

图 B.2 型材横截面尺寸及构造示意图

B.3.2 型材直线度

型材直线度(见图 B.3)应符合表 B.2 的要求。

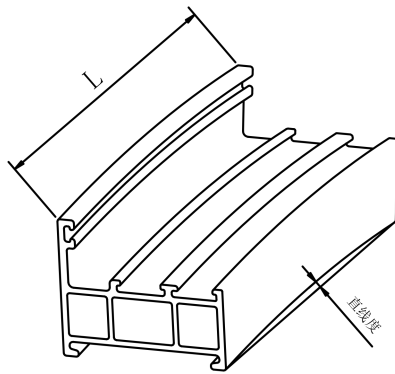


图 B.3 型材直线度示意图

B.3.3 树脂类型材尺寸要求及允许偏差

树脂类型材的尺寸要求及允许偏差应符合表B.4的要求。

表 B.4 型材尺寸要求及允许偏差

项目			允许偏差		
			普通级	高精级	
型材可视面壁厚(mm)			≥2.3	≥2.5	
型材非可视面壁厚(mm)			≥2.0	≥2.2	
加内筋及功能槽口			按设计要求		
允许偏差	型材壁厚尺寸 (mm)	型材腔体壁厚尺寸		±0.3	±0.2
		型材非腔体壁厚尺寸		±0.2	±0.15
	基材截面尺寸 (mm)	型材高度 H	<100	±0.3	±0.2
			≥100	供需双方商定	
	型材宽度 W		±0.3	±0.2	
	扭拧度(mm/m)			≤2.0	≤1.0
	1米长直线度 (mm/m)	门型材		≤2.0	≤1.5
窗型材		≤1.5	≤1.0		
型材长度 (mm)	L≤6.0m 时		≤20mm		

B.3.4 复合类型材尺寸及允许偏差

复合类型材中，玻璃纤维增强复合材料拉挤型材的尺寸及允许偏差应符合表B.2的要求，铝型材的尺寸及允许偏差应符合GB/T 5237.1的规定。

B.3.5 覆膜和涂层厚度

覆膜厚度由供需双方商定，玻璃纤维增强树脂拉挤型材装饰面上涂层厚度应不小于30 μm，铝合金装饰面膜层厚度应符合GB/T5237.4的规定。

B.4 性能

B.4.1 材料性能

B.4.1.1 树脂类型材、玻璃纤维增强复合铝木型的性能应符合表 B.5 的要求；玻璃纤维增强铝复合型材的性能应符合表 B.6 的要求。

表 B.5 树脂类型材及 BLM 型材性能要求

性能	单位	指标要求		
		玻璃纤维增强聚氨酯 (PU) 玻璃纤维增强铝木 (BLM)		玻璃纤维增强不饱和聚酯 (UP)
		轴向玻纤增强	多维玻纤增强	
密度	g/cm ³	≥2.0		≥1.9
纵向拉伸强度	MPa	≥600		≥200
纵向拉伸强度模量	GPa	≥40	≥35	≥17
纵向弯曲强度	MPa	≥600		≥200
纵向弯曲强度模量	GPa	≥30	≥25	≥12
横向弯曲强度	MPa	≥60	≥180	≥50
树脂含量	%	18~25		20~35
螺钉拔出承载力	N/mm	≥600		≥250
巴柯尔硬度	HBa	≥50		≥40
树脂不可溶份含量	%	≥85		≥85
热变形温度	℃	≥200		≥200
沿纤维方向冲击强度	KJ/m ²	≥10		≥10
低温落锤冲击	--	不破裂	不破裂	不破裂

表 B.6 玻璃纤维增强铝复合型材 (BL) 性能要求

序号	性能	参考标准	性能要求	指标值
1	纵向抗剪特征值	GB/T 5237.6	23±2℃	≥24N/mm
			-30±2℃	
			80±2℃	
2	横向抗拉特征值	GB/T 5237.6	23±2℃	≥24N/mm
			-30±2℃	
			80±2℃	
3	高温持久载荷性能	GB/T 5237.6	-30±2℃	横向抗拉特征值 ≥ 24N/mm, 型材变形量 ≤0.6mm
			80±2℃	
4	抗弯性能	GB/T 5237.6	23±2℃	≥20KN·mm
			-30±2℃	
			80±2℃	
5	弹性系数	GB/T 5237.6	23±2℃	■
			-30±2℃	

			80±2℃	
6	蠕变系数	GB/T 5237.6	80±2℃	—
7	热循环疲劳性能	GB/T 5237.6	[-29℃, 60℃]	—

B.4.1.2 复合类型材用铝型材的材质牌号应符合 GB/T5237.1 的规定，表面处理应符合 GB/T 5237.2~GB/T 5237.5 的规定，复合材料用木型材应符合 GB/T29734.1 的规定。

B.4.2 覆膜和喷涂型材耐老化

B.4.2.1 外观变化

老化试验后型材不应出现斑点、气泡、裂痕、裂纹对装饰层外观产生影响的其他缺陷，不应出现装饰层的脱落或分离。

B.4.2.2 颜色与色差

单一颜色表面平整的样本，老化前后的色差 ΔE 不应大于 5。。

B.4.2.3 老化后附着力

B.4.2.3.1 涂装型材附着力应符合 GB/T1766 规定的 2 级。

B.4.2.3.2 覆膜型材的剥离力不应小于 2.0N/mm。

B.4.2.4 粉化

经老化试验以后，涂装型材表面的粉化不应大于 GB/T1766 规定的 2 级。

B.4.3 加热后状态

B.4.3.1 基材装饰面加热后不应出现气泡、裂纹。

B.4.3.2 覆膜型材装饰面加热后，装饰层与基材之间不应出现分离。

B.4.3.3 涂层型材装饰面加热后，装饰层与基材之间不应出现脱落。

B.4.4 表面装饰层附着力

涂装型材附着力应符合 GB/T1766 规定的 1 级。

B.4.5 表面装饰层剥离强度

覆膜型材的剥离力不应小于 2.5N/mm。

B.4.6 涂装型材的涂层硬度

涂装型材的涂层硬度不应小于 GB/T6739 规定的 H 级。

B.4.7 涂层挥发性有机化合物 (VOC) 含量

涂料的挥发性有机化合物 (VOC) 含量不高于 300g/L。

附录 C

(资料性)

平开窗常用型材传热系数

C.1 平开窗常用型材传热系数见表 C.1。

表 C.1 平开窗常用型材传热系数

平开系列 型材类型	型材传热系数 K_t $W/(m^2 \cdot K)$	树脂类型材 PU、 UP 产品系列	玻璃纤维增强铝复合型材 BL		玻璃纤维增强铝木复合型材 BLM	
			产品系列	玻璃纤维增强聚氨酯型材 宽度 W_2 (mm)	产品系列	玻璃纤维增强聚氨酯型材 宽度 W_2 (mm)
普通型	2.5-2.2	--	70	35	--	--
	2.0-2.2	--	75	40	--	--
	1.6-1.8	65	80	45	65	≥ 60
节能型	1.4-1.6	65/70	85	≥ 50	65	≥ 60
低能耗型	1.2-1.4	≥ 70	≥ 90	≥ 55	75	≥ 70
	1.0-1.2	≥ 75	≥ 95	≥ 60	90	≥ 85

注 1: 基材导热系数为 $0.34W/(m \cdot K)$;

注 2: 基材的腔体通过填充保温材料, 传热系数可以降低 $0.1-0.3 W/(m^2 \cdot K)$, 型材传热系数可通过热工软件计算得出。