

ICS 81.040.20

CCS P74

JC

中华人民共和国建材行业标准

JC/T XXXX—20XX

建筑用真空玻璃应用技术规范

Technical specification for the application of vacuum insulating glass in building

(征求意见稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言	III
1 总则	1
2 术语	2
3 材料	3
3.1 原材料	3
3.2 安装材料	3
4 设计	4
4.1 一般规定	4
4.2 结构设计	4
4.3 热工设计	7
4.4 门窗设计	7
4.5 幕墙设计	7
4.6 采光顶设计	8
4.7 安全设计	8
5 施工	9
5.1 一般规定	9
5.2 安装施工	9
5.3 施工安全	9
6 检验与验收	10
6.1 一般规定	10
6.2 主控项目	10
6.3 一般项目	10
附录 A 真空玻璃介绍	11
附录 B 典型真空玻璃隔声量参考表	13
附录 C 典型真空玻璃热工性能参考表	14
附录 D 典型真空玻璃外窗热工性能参考表	15
本规范用词说明	17
引用标准名录	18

Contents

Preface	III
1 General provisions.....	1
2 Terminology	2
3 Materials.....	3
3.1 Raw materials.....	3
3.2 Installation materials	3
4 Design.....	4
4.1 General provisions.....	4
4.2 Structural design.....	4
4.3 Thermal design.....	7
4.4 Door and window design.....	7
4.5 Curtain wall design.....	7
4.6 Lighting roof design	8
4.7 Safety design	8
5 Construction	9
5.1 General provisions.....	9
5.2 Installation and construction	9
5.3 Construction safety.....	9
6 Inspection and acceptance	10
6.1 General provisions.....	10
6.2 Main control items	10
6.3 General items.....	10
Appendix A Introduction to vacuum glass	11
Appendix B Reference table of typical vacuum glass sound insulation	13
Appendix C Reference table for the thermal properties of typical vacuum glass.....	14
Appendix D Reference table for thermal properties of typical vacuum glass exterior windows..	15
The terms used in this specification are explained.....	17
Cite the list of standards	18

前言

根据工业和信息化部《关于印发2024年第六批行业标准制修订计划的通知》（工信厅科函〔2024〕503号）的要求，本规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范的主要技术内容是：1总则；2术语；3材料；4设计；5施工；6检验与验收。

本规范的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规范的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规范由中国建筑材料联合会负责管理，由建筑材料工业技术情报研究所负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至建筑材料工业技术情报研究所（地址：北京市朝阳区管庄东里甲1号北楼，邮政编码：100024）。

本规范主编单位：

本规范参编单位：

本规范主要起草人：

本规范主要审查人：

1 总则

- 1.0.1**为规范真空玻璃在建筑物工程中的应用，保障工程质量，制定本规范。
- 1.0.2**本规范适用于真空玻璃在新建、扩建、改建建筑中的设计、施工、检验与验收。
- 1.0.3**真空玻璃的应用除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 真空玻璃 vacuum insulating glass

两片或两片以上玻璃以支撑物隔开，周边密封，在玻璃间形成真空腔的玻璃制品。

注：真空玻璃介绍参见附录A。

2.0.2 支撑物 pillar

在真空玻璃腔体内起支撑作用的材料。

2.0.3 支承块 setting block

位于玻璃或其他面板的底边与镶嵌槽之间传递重力作用的弹性材料块。

2.0.4 定位块 locating block

分别位于玻璃或其他面板边部前、后两面与镶嵌槽之间,以调整玻璃或其他面板与镶嵌槽前后间隙的弹性材料块。

2.0.5 真空复合中空玻璃 vacuum composite insulating glass

由真空玻璃与至少一片玻璃形成有中空空腔的玻璃制品。

2.0.6 真空复合夹层玻璃 vacuum composite laminated glass

由真空玻璃与至少一片玻璃粘结制成的玻璃制品。

3 材料

3.1 原材料

3.1.1 真空玻璃应符合现行国家标准《真空玻璃》GB/T 38586 的规定。

3.1.2 真空复合中空玻璃应符合现行国家标准《中空玻璃》GB/T 11944 的规定。

3.1.3 真空复合夹层玻璃中的夹层玻璃部分应符合现行国家标准《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB 15763.3、《建筑用安全玻璃安全技术条件》GB 46030 的规定。

3.1.4 真空玻璃用玻璃基片应符合现行国家标准《平板玻璃》GB 11614、《超白浮法玻璃》JC/T 2128、《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》GB/T 18915.1、《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2、《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB/T 15763.2、《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB/T 15763.3、《建筑用安全玻璃 第4部分：均质钢化玻璃》GB/T 15763.4 和《半钢化玻璃》GB 17841 等相关标准的规定。

3.1.5 组成真空玻璃的各单片玻璃厚度相差不应大于 2mm。

3.1.6 真空玻璃的边缘密封材料宜使用低熔点玻璃粉或低熔点金属材料。

3.1.7 支撑物材质宜为玻璃、陶瓷或金属材料。

3.1.8 真空玻璃吸气剂材料宜使用蒸散型吸气剂或非蒸散型吸气剂。

3.2 安装材料

3.2.1 支承块宜采用挤压成型 PVC 或邵氏硬度为 80A~90A 的氯丁橡胶等材料制成。

3.2.2 定位块宜采用有弹性的非吸附性材料制成。

3.2.3 密封胶条应符合国家现行标准《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498 和《建筑门窗复合密封条》JG/T 386 的有关规定。

3.2.4 密封胶应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776、《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683 标准的规定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 真空玻璃设计应包括结构设计、热工设计等，并根据门窗、幕墙、采光顶等不同部位进行设计。

4.1.2 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃应用于门窗、幕墙、采光顶的设计时，应根据其周围环境以及建筑物的自身特点、使用功能、防火要求、建筑高度、体形系数等因素按现行相关标准要求进行确定，并应符合相关标准的规定。

4.1.3 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃应用于建筑工程时，设计文件中应有相关设计说明、施工图、设计计算书等。设计文件中应明确门窗、幕墙和采光顶的抗风压性能、气密性能、水密性能、隔声性能、保温性能等物理性能指标。

4.2 结构设计

4.2.1 短期荷载作用下，真空玻璃用单片平板玻璃、半钢化玻璃和钢化玻璃强度设计值可按表 4.2.1-1 取值；长期荷载作用下，真空玻璃用单片平板玻璃、半钢化玻璃和钢化玻璃强度设计值可按表 4.2.1-2 取值。

表 4.2.1-1 短期荷载作用下真空玻璃用单片玻璃强度设计值 f_g (N/mm²)

种类	厚度 (mm)	中部强度	边缘强度	端面强度
平板玻璃	4~12	28	22	20
半钢化玻璃	4~12	56	44	40
钢化玻璃	4~12	84	67	59

表 4.2.1-2 长期荷载作用下真空玻璃用单片玻璃强度设计值 f_g (N/mm²)

种类	厚度 (mm)	中部强度	边缘强度	端面强度
平板玻璃	4~12	9	7	6
半钢化玻璃	4~12	28	22	20
钢化玻璃	4~12	42	34	30

4.2.2 玻璃材料力学性能可按表 4.2.2 选用。

表 4.2.2 玻璃材料力学性能

项目	指标
弹性模量 E (N/mm ²)	0.72×10^5
泊松比 ν	0.20
线膨胀系数 α (1/°C)	1.00×10^{-5}
重力密度 γ_g (kN/m ³)	25.6

4.2.3 真空玻璃外表面在长期荷载作用下支撑物处永久拉应力可按表 4.2.3 取值。

表 4.2.3 真空玻璃外表面在长期荷载作用下支撑物处永久拉应力取值

支撑物间距 (mm)	单片玻璃厚度 (mm)	支撑物半径 (mm)	永久应力 δ_v (N/mm ²)
30	3	0.3	21.0
	4	0.3	10.9
	5	0.3	6.5
	6	0.3	4.3

	8	0.3	2.2
35	3	0.3	29.7
	4	0.3	15.5
	5	0.3	9.3
	6	0.3	6.1
	8	0.3	3.1
40	4	0.3	21.0
	5	0.3	12.6
	6	0.3	8.3
	8	0.3	4.3
45	4	0.3	27.5
	5	0.3	16.6
	6	0.3	10.9
	8	0.3	5.6
50	5	0.3	21.0
	6	0.3	13.9
	8	0.3	7.2
55	5	0.3	26.1
	6	0.3	17.3
	8	0.3	8.9

4.2.4 真空玻璃在风荷载下的应力和挠度计算，宜将真空玻璃视为单片玻璃，且单片玻璃厚度应取真空玻璃的等效厚度。

4.2.5 真空玻璃的等效厚度计算公式如下：

$$t_{ev} = \lambda_e \times t_a \quad (4.2.5)$$

式中： t_e ——真空玻璃的等效厚度（mm）；

λ_e ——等效厚度系数，按 0.8 取值；

t_a ——真空玻璃的两片单片玻璃厚度之和（mm）。

4.2.6 真空复合中空玻璃刚度计算时，应先计算真空玻璃等效厚度，再按以下公式计算中空玻璃的等效厚度：

$$t_{ei} = 0.95 \sqrt[3]{t_{ev}^3 + t_3^3} \quad (4.2.6)$$

式中： t_{ei} ——真空复合中空玻璃的等效厚度（mm）。

t_3 ——单片玻璃的厚度（mm）。

4.2.7 真空复合夹层玻璃刚度计算时，应先计算真空玻璃等效厚度，再按以下公式计算夹层玻璃的等效厚度：

$$t_{el} = \sqrt[3]{t_{ev}^3 + t_4^3} \quad (4.2.7)$$

式中： t_{el} ——真空复合夹层玻璃的等效厚度（mm）。

t_4 ——单片玻璃的厚度（mm）。

4.2.8 玻璃的刚度 D 可按照以下公式计算：

$$D = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)} \quad (4.2.8)$$

式中：\$D\$——玻璃的刚度；
 \$E\$——玻璃的弹性模量；
 \$t\$——等效厚度；
 \$\nu\$——泊松比。

真空玻璃在复合结构中可参考此公式，通过等效厚度法进行刚度叠加。

4.2.9 真空玻璃的单片玻璃面板最大应力设计值，应分别计算短期荷载和长期荷载作用下的效应值，并按下式进行校核：

$$\frac{\sigma_{短}}{f_{短}} + \frac{\sigma_{长}}{f_{长}} \leq 1 \quad (4.2.9)$$

\$\sigma_{短}\$——玻璃在短期荷载作用下的应力值 (N/mm²)；

\$\sigma_{长}\$——玻璃在长期荷载作用下支撑物处永久拉应力值 (N/mm²)，按表 4.2.3 取值；

\$f_{短}\$——玻璃在短期荷载作用下的强度设计值 (N/mm²)；

\$f_{长}\$——玻璃在长期荷载作用下的强度设计值 (N/mm²)。

4.2.10 框支承的单片玻璃在风荷载作用下的跨中挠度可按几何非线性的有限元方法计算，也可按照以下公式计算：

$$d_f = \frac{\mu w_k a^4}{D} \eta \quad (4.2.10-1)$$

$$d_f = \frac{\mu w_k b^4}{D} \eta \quad (4.2.10-2)$$

式中：\$d_f\$——在风荷载标准值作用下挠度最大值(mm)；
 \$w_k\$——垂直于玻璃幕墙平面的风荷载标准值(N/mm²)；
 \$\mu\$——挠度系数，可由玻璃板短边与长边边长之比 \$a/b\$，按照表 4.2.10-1 取值；
 \$a\$——矩形玻璃板材短边边长(mm)；
 \$b\$——矩形玻璃板材长边边长(mm)；
 \$\eta\$——折减系数，按照表 4.2.10-2 取值。

表 4.2.10-1 四边支承玻璃板的挠度系数\$\mu\$

\$a/b\$	0.00	0.20	0.25	0.33	0.50
\$\mu\$	0.01302	0.01297	0.01282	0.01223	0.01013
\$a/b\$	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75
\$\mu\$	0.00940	0.00867	0.00796	0.00727	0.00663
\$a/b\$	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00
\$\mu\$	0.00603	0.00547	0.00496	0.00449	0.00406

表 4.2.10-2 玻璃折减系数\$\eta\$

\$\theta\$	\$\leq 5.0\$	10.0	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0
\$\eta\$	1.00	0.96	0.92	0.84	0.78	0.73	0.68

θ	120.0	150.0	200.0	250.0	300.0	350.0	≥ 400.0
η	0.65	0.61	0.57	0.54	0.52	0.51	0.50

4.2.11 框支承的单片玻璃在风荷载作用下玻璃截面最大应力值可按几何非线性的有限元方法计算，也可按照以下公式计算：

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k a^2}{t^2} \eta \quad (4.2.11-1)$$

$$\sigma_{wk} = \frac{6mw_k b^2}{t^2} \eta \quad (4.2.11-2)$$

式中： σ_{wk} ——风荷载作用下玻璃截面的最大应力标准值（N/mm²）；

m ——弯矩系数，由玻璃面板短边与长边边长之比 a/b ，按照表 4.2.11 取值。

表 4.2.11 四边支承玻璃板的弯矩系数 m

a/b	0.00	0.25	0.33	0.40	0.50	0.55	0.60	0.65
m	0.1250	0.1230	0.1180	0.1115	0.1000	0.0934	0.0868	0.0804
a/b	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.0	
m	0.0742	0.0683	0.0628	0.0576	0.0528	0.0483	0.0442	

4.2.12 真空玻璃的单片玻璃面板在风荷载标准值作用下，四边支承玻璃面板的最大挠度不宜大于玻璃短边边长的 1/60。

4.2.13 真空玻璃、真空复合中空、真空复合夹层玻璃的计权隔声量可参考附录 B《典型真空玻璃隔声量参考表》。

4.3 热工设计

4.3.1 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃应用于门窗、幕墙和采光顶的热工性能应符合现行国家标准《建筑外门窗保温性能检测方法》GB/T 8484 和现行行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151、《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 等相关标准的规定。

4.3.2 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃门窗幕墙和采光顶的热工性能计算应按照现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ 151 的规定计算，典型真空玻璃热工性能可参考附录 C《典型真空玻璃热工性能参考表》。

4.3.3 对于不同型材，典型真空玻璃外窗热工性能参考值如附录 D《典型真空玻璃外窗热工性能参考表》所示。

4.4 门窗设计

4.4.1 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃应用于门窗工程时，其设计应符合现行行业标准《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214、《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103 等相关标准的规定。

4.4.2 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃的嵌入深度尺寸不宜小于 15mm；有特殊要求的高性能门窗，玻璃周边与框之间的缝隙宜采用保温材料进行有效填充。

4.5 幕墙设计

4.5.1 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃应用于幕墙工程时，其设计应符合现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 和现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 等相关标准的规定。

4.5.2 框支承玻璃幕墙真空玻璃的等效的厚度不应小于 6mm。

4.5.3 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃用于隐框构造时，硅酮结构密封胶的粘结宽度和厚度，应按《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 进行设计计算。

4.5.4 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃用于幕墙时宜采用明框或半隐框幕墙系统。玻璃周边与框架缝隙之间宜设置柔性保温材料填充。

4.6 采光顶设计

4.6.1 真空玻璃应用于采光顶工程时，其设计应符合现行行业标准《建筑玻璃采光顶技术要求》JG/T 231、《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255 等相关标准的规定。

4.6.2 真空玻璃应用在采光顶时应复合夹层玻璃使用，且夹层玻璃在室内侧。上人屋面真空玻璃不宜在室外侧。

4.7 安全设计

4.7.1 两片均为钢化玻璃的真空玻璃最大许用面积应符合表 4.7.1 的规定。当构成真空玻璃的两片玻璃厚度不同时，以较薄厚度玻璃的最大许用面积取值。

表 4.7.1 钢化真空玻璃最大许用面积

玻璃种类	玻璃规格 (mm)	最大许用面积 (m ²)
钢化真空玻璃	3+V+3	2.0
	4+V+4	3.0
	5+V+5	4.0
	6+V+6	5.0
	8+V+8	6.0

4.7.2 真空复合夹层玻璃最大许用面积应先计算真空玻璃等效厚度后，再根据现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 中夹层玻璃许用面积的规定进行确定。

4.7.3 真空复合中空玻璃最大许用面积应先计算真空玻璃等效厚度后，再根据现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 中钢化玻璃许用面积的规定进行确定。

4.7.4 安装在易于受到人体或物体碰撞部位的玻璃应采取适当的防护措施。对于碰撞后可能发生高处人体或玻璃坠落的情况必须采用可靠的护栏。

4.7.5 需要采用安全玻璃的部位的真空气玻璃及复合产品应符合《建筑用安全玻璃安全技术条件》GB 4630 的规定。

4.7.6 开启门扇、固定门以及落地窗的玻璃，应符合现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 中的防止人体冲击安全的规定。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃在门窗、幕墙、采光顶施工时，应符合现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214、《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103、《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255等相关标准的规定。

5.1.2真空玻璃在安装、贮存和运输时不应水平叠放。

5.1.3真空玻璃在安装施工时，还应符合下列要求：

- 1 真空玻璃产品及配套件的材料品种、规格、外观和性能应符合设计要求；
- 2 成品真空玻璃的建筑物理性能及其他性能应符合设计要求，并应有完备的质量控制资料；
- 3 真空玻璃施工时应合理安排施工工序，并采取保护玻璃产品的措施。

5.1.4真空玻璃施工操作人员应培训合格，施工前应进行技术交底。

5.1.5真空玻璃搬运前需检查包装完好性及玻璃无破损、密封胶无裂纹，选用吸盘、专用搬运架等工具搬运。

5.2 安装施工

5.2.1真空玻璃产品应按品种、规格堆放在专用架子或垫木上。

5.2.2真空玻璃安装应符合下列规定：

- 1 安装前应将表面尘土和污物擦拭干净；
- 2 真空玻璃安装就位时，应初步定位，进行调整后再正式固定。

5.2.3真空玻璃安装固定后应清除表面污物，注胶处应清洗干净。

5.3 施工安全

5.3.1真空玻璃安装施工应严格按照现行国家标准《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870和现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80等安全生产、高空作业相关的法规及标准执行。

5.3.2真空玻璃安装施工用的施工机具在使用前应检验安全保护装置的可靠性；手持电动工具应检验绝缘性能的可靠性。

5.3.3真空玻璃安装施工应在作业下方设竖向安全平网，当与其他安装工序交叉作业时，作业面间应设防护措施，保证安全施工。

5.3.4密封材料施工中严禁烟火，以防发生火情。

5.3.5安装施工中应保护真空玻璃产品，安装施工中造成的污染应及时清除。安装施工注胶后养护期间应防止结构胶固化不良或表面污染。

6 检验与验收

6.1 一般规定

6.1.1 当真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃用于门窗、幕墙、采光顶等工程时，应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210 和《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411 等相关标准的规定。

6.1.2 工程验收时应核查下列文件和记录：

- 1 真空玻璃工程的施工图、设计说明及其他设计文件；
- 2 真空玻璃及配套材料的产品合格证书、检测报告、复验报告和进场验收记录等质量证明文件。

6.2 主控项目

6.2.1 真空玻璃的品种、规格、尺寸、性能、质量应符合设计要求。

检验方法：观察；尺量检查；检查型式检验报告、出厂检验报告、出厂合格证书；检查进场复验报告；

6.2.2 真空玻璃、真空复合中空玻璃、真空复合夹层玻璃进场前，应对玻璃的太阳得热系数、可见光透射比、可见光反射比和玻璃的露点进行复检，提供第三方检测机构复检报告。

检验方法：核查复验报告。

6.2.3 真空玻璃的传热系数应采用热流计法测试，样品规格为 300mm×300mm。对于真空复合中空玻璃可先用热流计法测量出真空玻璃的传热系数，再依据现行国家标准《中空玻璃稳态 U 值（传热系数）的计算及测定》GB/T 22476 中的计算方法计算出真空复合中空玻璃的传热系数值。提供检测机构的检验报告。

检验方法：核查检验报告。

6.2.4 安装完成后的真空玻璃应牢固，不得有裂纹、损伤和松动。

检验方法：观察；轻敲检查。

6.3 一般项目

6.3.1 玻璃表面应洁净无污渍，整幅玻璃应色泽均匀。

检验方法：观察。

6.3.2 封边后的熔封接缝应均匀、平直。

检验方法：观察。

6.3.3 边部加工应磨边、倒角，不应有裂纹等缺陷。

检验方法：观察。

附录 A 真空玻璃介绍

典型的真空玻璃是将两片平板玻璃以支撑物隔开，周边（采用低熔点玻璃焊料或金属焊料）封接，在玻璃间形成真空腔的玻璃制品。真空腔内的真空压力应不超过 0.1Pa ，由于要承受外界大气压力，需在两层玻璃之间设置支撑物来使玻璃之间保持间隔形成真空层。支撑物的排列形式和间距可根据玻璃的厚度，支撑物的种类、材料、形状、尺寸以及相关受力情况、力学参数来决定。通常情况下，为了减小支撑物“热桥”形成的传热并同时提高视觉效果，支撑物直径一般在 $0.3\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 之间，高度在 $0.1\text{mm}\sim 0.5\text{mm}$ 之间，间距一般在 $20\text{mm}\sim 60\text{mm}$ 之间。为了长期保持真空腔内的真空压力，真空腔内应放置吸气剂。具有排气口的真空玻璃产品其排气口位置是薄弱之处，应采取封接封口片、粘贴保护帽、保护胶等措施加以防护。

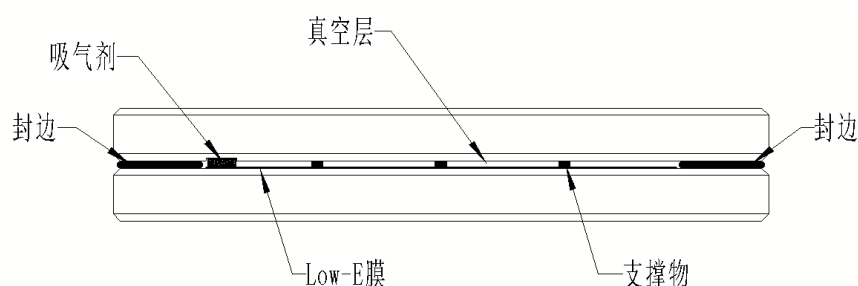


图 A.1 真空玻璃结构图

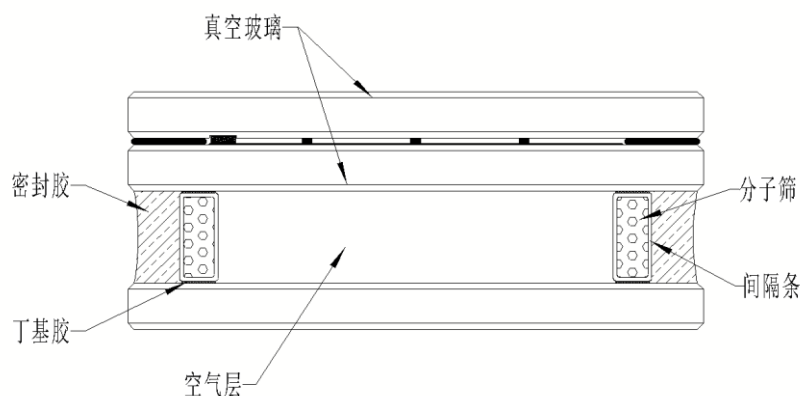


图 A.2 真空复合中空玻璃结构图

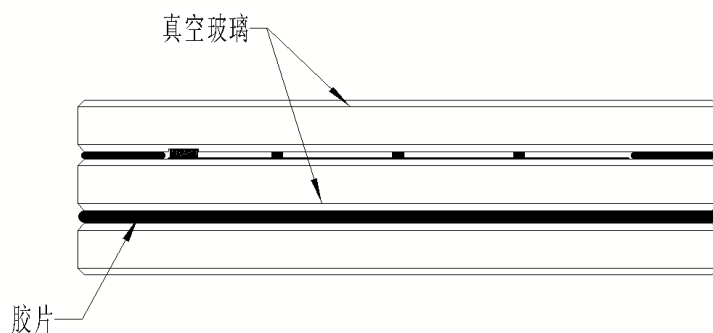


图 A.3 真空复合夹层玻璃结构图

真空玻璃空腔内气体很少，腔体内气体对流传热很小，因此传热系数较低。为了进一步提高真空玻璃的隔热保温性能，可以在真空玻璃基片中至少采用一片低辐射镀膜玻璃，这样会减少真空玻璃的辐射传热，从而进一步降低真空玻璃的传热系数。

真空玻璃由于真空腔的存在，有效地阻隔了声音的传递，隔音效果很好。同时，真空玻璃还具有防结露效果好、传热系数不受放置角度影响、寿命长等特点。

附录 B 典型真空玻璃隔声量参考表

表 B 典型真空玻璃隔声量

真空玻璃规格 mm	计权隔声量 R_w dB
4+V+4	35~36
5+V+5	36~38
6+V+6	37~39
4+12A+4+V+4	36~39
5+12A+5+V+5	37~40
6+12A+6+V+6	38~41
4+1.52PVB+4+V+4	37~40
5+1.52PVB+5+V+5	37~41
6+1.52PVB+6+V+6	38~42

注：1、附录中符号：A-空气；V-真空；

2、支撑物传声对真空玻璃隔声量有显著影响，支撑物间距越大，相应隔声量越大；

3、根据 INSUL 计算及经验数据，粉红噪声修正值 C 一般为（-3~0）dB，真空玻璃及真空复合 PVB 夹层玻璃交通噪声修正值 C_{tr} 一般为（-3~-1）dB,真空复合中空玻璃交通噪声修正值 C_{tr} 一般为（-7~-4）dB；

4、本附录所列隔声量数值仅供隔声设计时参考选用，实际隔声性能应以检测值为准。

附录 C 典型真空玻璃热工性能参考表

表 C 典型真空玻璃热工性能

真空玻璃规格 (mm)	传热系数[W/(m ² ·K)]
6 单银 Low-E+V+6	0.5~0.7
6 双银 Low-E+V+6	0.4~0.6
6 三银 Low-E+V+6	0.3~0.5
6+12A+6 单银 Low-E+V+6	0.45~0.65
6+12A+6 双银 Low-E+V+6	0.4~0.55
6+12A+6 三银 Low-E+V+6	0.25~0.40
6+1.52PVB+6 单银 Low-E+V+6	0.5~0.7
6+1.52PVB+6 双银 Low-E+V+6	0.4~0.6
6+1.52PVB+6 三银 Low-E+V+6	0.3~0.5

- 注：1、附录中符号：A-空气；Ar-氩气；V-真空，其中 Ar 填充量不应小于 85%；
- 2、本表参数是由 WINDOW 软件参照中国 JGJ 151 计算得出；
- 3、基片厚度对真空玻璃传热性能影响较小，当玻璃基片厚度为 4mm、5mm、8mm、10mm，支撑物间距在 40~55mm 时，玻璃的传热系数可参照上表基片为 6mm 时的数值；
- 4、基本厚度为 3mm 的真空玻璃支撑物间距因玻璃较薄且厂家钢化工艺等的不同而不同，传热系数应根据实际情况进行计算确认；
- 5、真空玻璃根据 Low-E 膜系的不同 SHGC 值在 0.2~0.65 之间，太阳红外热能总透射比 gIR 值在 0.01~0.50 之间；
- 6、本附录所列热工性能数值仅供节能设计时参考选用，实际热工性能应以检测值为准。

附录 D 典型真空玻璃外窗热工性能参考表

D.0.1 本附录中外窗搭配的真空复合中空玻璃间隔条为暖边隔热条。

D.0.2 本附录中的热工性能数据是由 MQMC 热工模拟软件参照行业标准《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151 标准模拟得出。

D.0.3 本附录所列热工性能数值仅供节能设计时参考选用，实际热工性能应以检测值为准。

D.0.4 常用真空玻璃的建筑外窗热工性能见表 D.0.5~D.0.9。

表 D.0.5 断桥隔热铝合金窗热工性能

序号	系列	隔热条宽度	玻璃配置	传热系数 K W/(m ² ·K)	太阳得热系数 SHGC
1	65	20mm	5+0.3V+5Low-E	1.2~1.5	0.26~0.53
2	65	20mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	1.1~1.3	0.25~0.48
3	75	34mm	5+0.3V+5Low-E	1.0~1.2	0.26~0.53
4	75	34mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.9~1.1	0.25~0.48
5	85	44mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.8~1.0	0.24~0.47
6	95	54mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.7~0.9	0.24~0.40

注：本表所列断桥隔热铝合金窗为 1500mm×1500mm 标准窗，框窗比为 0.25~0.30。

表 D.0.6 塑料窗热工性能

序号	系列	腔体数量	玻璃配置	传热系数 K W/(m ² ·K)	太阳得热系数 SHGC
1	65	5 腔	5+0.3V+5Low-E	1.1~1.3	0.24~0.50
2	65	5 腔	5+12A+5+0.3V+5Low-E	1.0~1.1	0.23~0.45
3	70	6 腔	5+0.3V+5Low-E	0.9~1.1	0.24~0.50
4	70	6 腔	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.8~1.0	0.23~0.45
5	92	7 腔	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.6~0.8	0.22~0.44

注：本表所列塑料窗为 1500mm×1500mm 标准窗，框窗比为 0.30~0.35。

表 D.0.7 铝包木窗热工性能

序号	系列	玻璃配置	传热系数 K W/(m ² ·K)	太阳得热系数 SHGC
1	86	5+12A+5Low-E	1.8~2.1	0.35~0.53
2	86	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.8~1.0	0.23~0.46
3	120	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.7~0.9	0.22~0.45

注：本表所列铝包木窗为 1500mm×1500mm 标准窗，框窗比为 0.30~0.35。

表 D.0.8 玻纤增强聚氨酯窗热工性能

序号	系列	玻璃配置	传热系数 K W/(m ² ·K)	太阳得热系数 SHGC
1	65	5+0.3V+5Low-E	1.1~1.3	0.24~0.50
2	65	5+12A+5+0.3V+5Low-E	1.0~1.1	0.23~0.45

注：本表所列玻纤增强聚氨酯窗为 1500mm×1500mm 标准窗，框窗比为 0.30~0.35。

表 D.0.9 玻纤增强聚氨酯隔热铝合金窗热工性能

序号	系列	玻纤增强聚氨酯宽度	玻璃配置	传热系数 K $W/(m^2 \cdot K)$	太阳得热系数 SHGC
1	65	30mm	5+0.3V+5Low-E	1.2~1.6	0.26~0.53
2	65	30mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	1.1~1.4	0.25~0.48
3	75	40mm	5+0.3V+5Low-E	1.0~1.3	0.26~0.53
4	75	40mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.9~1.1	0.25~0.48
5	85	50mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.8~1.1	0.24~0.47
6	95	60mm	5+12A+5+0.3V+5Low-E	0.7~0.9	0.24~0.40

注：本表所列玻纤增强聚氨酯隔热铝合金窗为 1500mm×1500mm 标准窗，框窗比为 0.25~0.30。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 规范中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB 50210
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870
《建筑外门窗保温性能检测方法》GB/T 8484
《平板玻璃》GB 11614
《中空玻璃》GB/T 11944
《硅酮和改性硅酮建筑密封胶》GB/T 14683
《建筑用安全玻璃 第2部分：钢化玻璃》GB/T 15763.2
《建筑用安全玻璃 第3部分：夹层玻璃》GB/T 15763.3
《建筑用安全玻璃 第4部分：均质钢化玻璃》GB/T 15763.4
《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776
《半钢化玻璃》GB 17841
《镀膜玻璃 第1部分：阳光控制镀膜玻璃》GB/T 18915.1
《镀膜玻璃 第2部分：低辐射镀膜玻璃》GB/T 18915.2
《建筑幕墙》GB/T 21086
《中空玻璃稳态U值（传热系数）的计算及测定》GB/T 22476
《建筑门窗、幕墙用密封胶条》GB/T 24498
《真空玻璃》GB/T 38586
《建筑用安全玻璃安全技术条件》GB 46030
《塑料门窗工程技术规程》JGJ 103
《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113
《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
《铝合金门窗工程技术规范》JGJ 214
《采光顶与金属屋面技术规程》JGJ 255
《建筑玻璃采光顶技术要求》JG/T 231
《建筑门窗复合密封条》JG/T 386
《超白浮法玻璃》JC/T 2128

中华人民共和国行业标准
建筑用真空玻璃应用技术规范

JC/T XXXX-202X

条 文 说 明

目 次

1 总则	3
3 材料	4
3.1 原材料	4
3.2 安装材料	4
4 设计	5
4.1 一般规定	5
4.2 结构设计	5
4.3 热工设计	5
4.4 门窗设计	5
4.5 幕墙设计	5
4.6 采光顶设计	6
4.7 安全设计	6
5 施工	7
5.1 一般规定	7
5.2 安装施工	7
5.3 施工安全	7
6 检验与验收	8
6.1 一般规定	8
6.2 主控项目	8
6.3 一般项目	8

1 总则

1.0.1 随着真空玻璃在建筑工程中的应用日益广泛，实践中逐渐出现设计参数不统一、材料选用不符合性能要求、施工工艺不规范等问题，不仅影响建筑节能效果，还可能引发玻璃破损、坠落等安全隐患。因此，为规范真空玻璃应用、保障工程质量，同时强调技术先进、适用可靠、经济合理的平衡，避免因技术落后导致性能不足，又反对过度设计造成的成本浪费，确保技术要求与工程实际需求、经济承受能力相匹配，为真空玻璃在新建、扩建、改建建筑中的规模化、标准化应用提供清晰依据。

3 材料

3.1 原材料

3.1.3 真空复合夹层玻璃的夹层部分引用《建筑用安全玻璃 第 3 部分：夹层玻璃》GB/T 15763.3 和《建筑用安全玻璃安全技术条件》GB 46030，该规定明确复合产品的安全性能底线，确保其在破碎后能粘结碎片，避免坠落风险，适配高安全需求场景。

3.1.5 厚度差过大会导致玻璃在荷载作用下应力集中，或在温度变化时产生错位形变，进而破坏边缘密封结构，影响真空腔的密封性与使用寿命。

3.1.7 玻璃、陶瓷或金属材料这类材质具有低热导率、高热稳定性与低放气率的特性。支撑物需长期承受大气压差，避免影响节能性能，稳定的物理性能可防止自身变形或释放气体，维持真空腔的真空度。

3.1.8 蒸散型吸气剂能高效吸收 O_2 、 N_2 等气体，非蒸散型可吸附 H_2 、 CO 和 N_2 等微量气体，共同清除真空腔内残留或渗透的气体，长期维持高真空状态。

3.2 安装材料

3.2.1 PVC 材质强度高、耐候性好，能稳定传递玻璃重力。氯丁橡胶的弹性可缓冲安装与使用中的振动、变形，80A~90A 的硬度范围可避免过软导致承载力不足或过硬无法吸收形变而损伤玻璃边缘。

3.2.2 定位块要求弹性非吸附性材料，弹性特性便于安装时微调玻璃位置，适配玻璃与镶嵌槽的间隙，缓解温度变化带来的位移应力；非吸附性可防止材料吸收空气中的水汽、灰尘，避免污染玻璃或影响密封效果，确保定位精准且不破坏真空玻璃的性能。

3.2.3 该条款规定确保胶条的耐候性、弹性恢复性与粘结力达标，避免因胶条老化、密封不严导致漏风漏水，进而破坏真空玻璃的节能与密封性能。

3.2.4 硅酮结构密封胶兼具粘结强度与抗老化性，适用于承重部位的密封。改性硅酮密封胶适配不同材质的相容性需求，避免密封胶与玻璃、型材发生化学反应，确保长期密封效果稳定。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 门窗需平衡气密与保温，幕墙需抗风压与防渗漏，采光顶需防坠落与排水，分类设计可避免“通用化”导致的性能短板，确保设计针对性，同时为后续专项设计搭建框架。

4.1.2 要求结合建筑环境、功能、防火等因素选型，严寒地区需复合中空玻璃强化保温，高层需复合夹层玻璃提升安全，防火部位需适配防火玻璃。若脱离实际选型，易出现节能不达标或安全风险，衔接现行标准可确保选型合规，避免设计与工程需求脱节。

4.2 结构设计

4.2.1 真空玻璃因本身存在大气压差下的长期应力及风压的短期应力，真空玻璃用单片玻璃强度设计值应根据荷载性质选取单片玻璃强度设计值，该设计值来源于行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113。

4.2.2 本条款与行业标准《玻璃幕墙工程技术规程》JGJ 102 的规定协调一致。

4.2.3 真空玻璃真空腔与外界大气存在 1atm 的压差，因而真空玻璃要承受约 10t/m^2 的大气压力。由支撑物的存在，真空玻璃外表面在支撑物处会形成永久的拉应力。表 4.2.3 给出了不同支撑物间距、不同玻璃厚度、支撑物半径为 0.3mm 时的永久拉应力值。由于支撑物半径和形状对永久应力影响非常小，即使支撑物半径和形状不同时，也可参考取值。

4.3 热工设计

4.3.1 条款明确真空玻璃及两类复合玻璃用于门窗、幕墙、采光顶时，热工性能需符合相关标准，以确保融入建筑整体节能体系，避免玻璃达标但建筑能耗超支；执行时需匹配项目气候区热工要求，验收需提供合规检测报告。

4.3.2 条款规定真空玻璃及复合玻璃热工计算需遵循相关标准，可参考附录 C 典型数据。需用专业软件计算，输入参数需按厂家实际值填写，精确设计需结合项目参数核算。

4.3.3 条款指出不同型材真空玻璃外窗热工值可查附录 D，外窗热工由玻璃与窗框共同决定，避免仅关注玻璃忽略窗框影响。附录 D 基于规范模拟得出，为选型提供参考，实际需结合型材规格与项目要求验证。

4.4 门窗设计

4.4.1 门窗有成熟的型材适配、密封构造体系，衔接标准可避免真空玻璃与门窗型材、安装工艺脱节，比如铝合金门窗的隔热条规格、塑料门窗的腔体结构，需与真空玻璃厚度、嵌入深度匹配，确保整体性能协同。

4.4.2 嵌入深度不足易导致玻璃固定不稳，缝隙未填充则热量易通过边框传导，削弱节能效果。填充保温材料可阻断热传递，同时增强玻璃安装稳固性，避免因振动、变形导致密封失效，确保真空玻璃的节能优势充分发挥。

4.5 幕墙设计

4.5.1 幕墙需承受强风、地震等荷载，且密封、抗渗要求严苛，采用相关标准能确保真空玻璃与幕墙的龙骨结构、密封体系适配。

4.5.2 幕墙玻璃面积大，等效厚度不足会导致刚度不够，风荷载下变形超标，引发密封开裂、真空失效。隐框构造需计算结构胶参数，因结构胶是玻璃承重关键，粘结宽度、厚度不足易致玻璃坠落。推荐明框、

半隐框并填充保温材料，既降低隐框的粘结风险，又减少边部热桥，平衡安全与节能。

4.6 采光顶设计

4.6.1 采光顶属高空部位，需承受雨雪荷载、防渗漏与防坠落。明确采光顶的荷载计算、排水坡度等要求，可确保真空玻璃与采光顶的支撑结构、排水系统适配，避免因设计疏漏导致积水或结构变形。

4.6.2 强制采光顶用真空复合夹层玻璃且夹层在室内，核心是防坠落。采光顶受冲击破碎时，夹层可粘结碎片，室内侧放置能进一步降低碎片坠落风险。上人屋面限制室外侧使用，是因上人场景碰撞概率高，室外侧玻璃破损易引发坠落事故，通过构造设计避免该问题。

4.7 安全设计

4.7.1 规定钢化真空玻璃最大许用面积，因面积过大易导致荷载作用下应力集中、变形开裂，按厚度划分限值，可直接把控结构安全底线。复合产品许用面积需结合等效厚度并与 JGJ 113 协调一致，是因复合结构刚度与单一真空玻璃不同，需按现有安全玻璃标准核算，避免按经验取值导致风险。

4.7.4 要求易碰撞部位设防护、高处防坠落，针对落地窗、高层幕墙等场景：易碰撞部位设护栏或防撞条，可防碰撞致玻璃破碎或人员受伤。高处设护栏，可防玻璃碎片或人员坠落，覆盖不同场景安全需求。

4.7.5-4.7.6 安全玻璃是防破碎坠落的核心，开启门、落地窗易与人接触，需满足防冲击要求，满足相关标准可确保安全设计无死角。

5 施工

5.1 一般规定

5.1.1 要真空玻璃安装需适配门窗、幕墙的成熟施工体系。比如 JGJ 102 规定幕墙玻璃安装的定位偏差，JGJ 113 明确玻璃搬运防护要求，按照这些标准规定可避免真空玻璃施工与常规工艺脱节，确保安装合规。

5.1.2 禁止真空玻璃水平叠放，因水平叠放时下方玻璃承受上方重量，易导致支撑物移位、玻璃受压开裂，竖直立放或靠专用架可保护玻璃结构，避免运输、贮存阶段的损耗，保障后续安装质量。

5.1.4 要求施工人员培训合格并技术交底，因真空玻璃安装工艺特殊，未经培训人员易失误。交底可明确设计难点与验收标准，确保操作统一，减少人为误差。

5.1.5 规定搬运前检查包装与玻璃状态，选用专用工具，是为避免搬运损伤：包装破损可能导致玻璃受潮，密封胶裂纹会破坏真空度；吸盘、专用架可防止玻璃边角磕碰，确保搬运过程中产品完好。

5.2 安装施工

5.2.1 要求真空玻璃放专用架或垫木上，专用架可防止型材弯曲、玻璃倾倒，垫木能防潮、防划伤，避免安装前产品变形、腐蚀或划伤，为后续安装奠定基础，减少返工。

5.2.2 规定安装前擦净玻璃、先定位调整再固定，是因灰尘油污会影响密封胶粘结，导致密封失效；先定位调整可避免固定后偏差无法修正，防止玻璃与型材干涉、密封不良，确保安装精准度，保障长期使用性能。

5.2.3 要求安装后清除污物、清洗注胶处，是为避免污物影响密封胶粘结强度，注胶处洁净可确保胶层均匀、无气泡，防止后期因胶层缺陷导致漏风漏水，保障密封效果。

5.3 施工安全

5.3.2 规定施工机具检查安全装置、手持工具检查绝缘，因机具安全装置失效易致机械伤害，潮湿环境下手持工具绝缘不良易触电；使用前专项检查可排除故障，尤其潮湿天气施工需更严格，避免安全事故。

5.3.3 要求高空作业设安全网、交叉作业设防护，高空作业下方网可承接坠落工具或玻璃碎片，交叉作业防护层可防止上下作业面人员受伤，适配多工序同步施工场景，减少坠落物伤人风险。

5.3.4 禁止密封材料施工时烟火，因密封胶含溶剂油等易燃成分，遇明火易燃烧；配备防火措施可防范火灾，确保施工消防安全，避免因材料特性引发事故。

5.3.5 要求保护玻璃、及时清理污染、养护密封胶，是因施工污染可能腐蚀玻璃或密封层，密封胶养护期淋雨或极端温度会导致固化不良，影响粘结性能；保护措施可确保安装后产品性能达标，避免后期返工。

6 检验与验收

6.1 一般规定

6.1.2 规定验收需核查设计文件、材料质量证明，文件是质量追溯依据，无施工图可能导致安装位置错误，无复验报告可能使用不合格玻璃。核查这些资料可，确保验收有章可循，避免质量隐患。

6.2 主控项目

6.2.1 材料合格是工程质量基础，因此要求真空玻璃品种、规格、性能符合设计，真空玻璃类型使用错误会缺失安全防护，尺寸偏差会导致安装困难，性能不达标则直接影响节能效果，通过观察、尺量及核查报告，可从源头把控材料质量。

6.2.2 规定进场复验太阳得热系数、露点等，因运输、贮存可能造成玻璃隐性损伤，厂家报告可能与实际不符。第三方复验可验证材料真实性能，避免不合格玻璃流入工程，确保节能与密封性能达标。

6.2.3 真空玻璃的传热系数应采用热流计法测试，样品规格为 300mm×300mm。对于真空复合中空玻璃，其传热系数可先通过热流计法测出其中真空玻璃部分的传热系数，再依据现行国家标准《中空玻璃稳态 U 值（传热系数）的计算及测定》GB/T 22476 规定的方法进行计算。

6.2.4 因玻璃松动易致坠落，要求安装牢固、无裂纹损伤，裂纹会持续扩大破坏真空层，轻敲检查可判断安装是否空鼓，观察可发现显性损伤，确保安装安全与产品性能稳定，避免安全隐患与后期性能劣化。

6.3 一般项目

6.3.1 要求玻璃表面洁净、色泽均匀，既保障建筑外观，也隐含对密封性能的验证，表面污渍可能掩盖密封缺陷，色泽不均可能提示玻璃基片质量问题，目测检查可快速排查外观与隐性质量问题。

6.3.2 规定熔封接缝均匀平直，因接缝不均易隐藏局部密封薄弱点，长期使用中可能优先开裂、渗入水汽，影响真空度。平直的接缝是密封质量的直观体现，通过观察可初步判断密封工艺是否合格，避免因接缝缺陷导致的长期性能风险。

6.3.3 要求边部磨边倒角、无裂纹，是为避免尖锐边角划伤施工人员，同时防止边部裂纹在荷载、温度变化下扩大，引发玻璃整体破损。磨边倒角可提升使用安全性，无裂纹则保障玻璃结构完整性，辅助主控项目形成完整质量验收体系。