



T/CECS_{xxx}-202_x

中国工程建设标准化协会标准

装配式玻璃墙建筑应用技术规程

Technical specification for prefabricated glass wall
(征求意见稿)

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

装配式玻璃墙建筑应用技术规程

Technical specification for prefabricated glass wall

T/CECS xxx—202x

主编单位：华东建筑设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202x 年 xx 月 xx 日

中国计划出版社

202x 年 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2019 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2019]22 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程共分 8 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、材料、设计、加工制作、安装施工、工程验收、维护保养等。

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

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由华东建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。使用过程中如有意见或建议，请寄送至华东建筑设计研究院有限公司（地址：上海市汉口路 151 号，邮政编码：200002）。

主编单位：华东建筑设计研究院有限公司

参编单位：苏州金螳螂幕墙有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

英海特工程咨询（北京）有限公司上海分公司

阿法建筑设计咨询(上海)有限公司

上海建瓴工程咨询有限公司

国家安全玻璃及石英玻璃质量监督检验中心

中国南玻集团玻璃有限公司

天津北玻玻璃工业技术有限公司

苏州市建设工程质量检测中心有限公司

创羿（上海）建筑工程咨询有限公司

深圳市三鑫科技发展有限公司

杭州之江有机硅化工有限公司

皓晶控股集团股份有限公司

广东坚朗五金制品股份有限公司

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总则	1
2 术语	2
3 材料	3
3.1 一般规定.....	3
3.2 玻璃.....	3
3.3 夹层玻璃中间层材料.....	4
3.4 结构胶、密封胶及粘结材料.....	5
3.5 金属结构连接件.....	5
3.6 其他材料.....	6
4 设计	8
4.1 一般规定.....	8
4.2 荷载和作用.....	8
4.3 玻璃面板设计.....	11
4.4 玻璃墙支承结构设计.....	15
4.5 组合件设计.....	18
4.6 构造设计.....	19
5 加工制作	22
5.1 一般规定.....	22
5.2 玻璃加工制作.....	22
5.3 组合件加工.....	24
6 安装施工	25
6.1 一般规定.....	25
6.2 施工准备.....	25
6.3 安装施工.....	26
7 工程验收	28
7.1 一般规定.....	28
7.2 玻璃墙工程.....	29
8 维护保养	33
8.1 一般规定.....	33
8.2 检查与维护.....	34

8.3 保养和清洗.....	34
附录 A 玻璃肋稳定性验算	36
附录 B 组合件抗拉承载力测试	40
本规程用词说明	41
引用标准名录.....	42
条文说明	

Contents

1 General Provisions	1
2 Terms	2
3 Materials.....	3
3.1 General requirements	3
3.2 Glass	3
3.3 Interlayer material.....	4
3.4 Structural sealant, weather sealant and adhesive	5
3.5 Metal connection and fixing.....	5
3.6 Others.....	6
4 Design.....	8
4.1 General requirements	8
4.2 Loads	8
4.3 Glass panel design	11
4.4 Supporting structure design.....	15
4.5 Composite members design.....	18
4.6 Detailing	19
5 Manufacture and fabrication.....	22
5.1 General requirements	22
5.2 Processing of glass.....	22
5.3 Fabrication of composite members	24
6 Erection and Construction	25
6.1 General requirements	25
6.2 Construction preparation.....	25
6.3 Erection and construction	26
7 Acceptance inspection	28
7.1 General requirements	28
7.2 Glass wall inspection	29
8 Maintenance	33
8.1 General requirements	33
8.2 Inspection and repairing	34
8.3 Maintenance and cleaning	34
Appendix A Buckling check for glass fins.....	36

Appendix B Loading Test for composite members	40
Explanation of Wording in This Specification	41
List of Quoted Standards	42
Addition: Explanation of Provisions	

1 总则

1.1.1 为规范玻璃墙在建筑工程中的应用，做到技术先进、安全可靠、经济合理、美观适用，提高玻璃墙的技术应用水平，制定本规程。

条文说明：为解决目前建筑行业大板块玻璃应用的局限性，满足建筑效果需求，为建筑设计创新和发展提供有价值的技术支撑，确保建筑玻璃墙即超大玻璃结构在工程中更安全、可靠、经济、合理的应用，制定本应用技术规程。

1.1.2 本规程适用于非地震区及抗震设防烈度不大于 8 度地区的玻璃墙工程的设计、制作、施工、验收和维护保养，且单块玻璃面积不大于 50 m^2 、单块玻璃高度不大于 18m，玻璃墙应用高度不大于 50m。

条文说明：本条给出了规程适用范围，超出限制条件的玻璃墙存在一定安全风险需专项技术论证。玻璃墙应用高度为玻璃墙最高处至地面距离。处于裙楼屋面上的玻璃墙，当玻璃墙距离裙楼屋面边缘的距离大于玻璃墙高度时，应用高度为玻璃墙最高点至裙楼屋面的距离。

1.1.3 玻璃墙的设计、加工制作、安装施工及维护保养应实行全过程质量控制。

1.1.4 玻璃墙设计使用年限不小于 25 年，其不易拆换的支承结构的设计使用年限不小于 50 年。

1.1.5 玻璃墙工程材料、设计、制作、施工、验收和维护保养，除应符合本规程规定外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.1.1 玻璃墙 glass wall

由玻璃面板与支承结构组成，相对于主体结构有一定位移能力，除向主体结构传递自身所受荷载外，不承担主体结构所受作用的建筑玻璃外围护体系。玻璃墙可分为构件支承玻璃墙和全玻璃墙，其中全玻璃墙又分为无肋玻璃墙和有肋玻璃墙。

2.1.2 组合件 composite members

将金属件通过夹胶方法预埋在玻璃构件内的玻璃与金属组合构件。

2.1.3 预埋金属件 Embedded metal

通过夹胶方法预埋在玻璃构件内的金属件。

2.1.4 支承结构 supporting structure

支承玻璃墙的结构体系，通过连接件与主体结构连接。

3 材料

3.1 一般规定

- 3.1.1 玻璃墙用材料应符合国家、行业现行有关标准的规定，尚无相应标准材料应符合设计要求，并经专项技术论证。
- 3.1.2 玻璃墙用材料应满足结构安全性、防火、耐久性及节能环保要求。
- 3.1.3 玻璃墙应选用耐候性材料。除不锈钢外，钢材的外露表面应进行表面热浸镀锌处理、无机富锌涂料处理或采取其他有效的防腐措施；铝合金材料宜进行表面阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂或氟碳漆喷涂处理。
- 3.1.4 中间层材料、硅酮结构胶等相互接触的材料均应符合相容性要求。
- 3.1.5 玻璃墙用材料应具有产品合格证、质保书及相关性能检测报告。进口材料应符合国家商检规定。

3.2 玻璃

- 3.2.1 用平板玻璃进行深加工制备玻璃墙面板与支承结构时，平板玻璃外观质量应达到现行国家标准《平板玻璃》GB 11614 中规定的一等品或其以上等级要求。
- 3.2.2 玻璃的外观质量和性能应符合国家、行业现行标准的有关规定。
- 条文说明：国家、行业现行标准主要有《平板玻璃》GB 11614、《中空玻璃》GB/T 11944、《建筑用安全玻璃第 1 部分：防火玻璃》GB 15763.1、《建筑用安全玻璃第 2 部分：钢化玻璃》GB 15763.2、《建筑用安全玻璃第 3 部分：夹层玻璃》GB 15763.3、《建筑用安全玻璃第 4 部分：均质钢化玻璃》GB 15763.4、《半钢化玻璃》GB/T 17841、《镀膜玻璃》GB/T 18915.1~2、《着色玻璃》GB/T 18701、《贴膜玻璃》JC 846、《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》JGT 455、《釉面钢化玻璃与釉面半钢化玻璃》JC/T 1006、《超白浮法玻璃》JC/T 2128 等。
- 3.2.3 用于玻璃墙的半钢化或钢化玻璃，应选用优质浮法玻璃加工，宜采用超白玻璃原片。钢化玻璃应进行均质处理。
- 3.2.4 玻璃的强度设计值应按表 3.2.4 的规定采用。

表 3.2.4 玻璃强度设计值 f_g (N/mm²)

种类	厚度 (mm)	短期荷载			长期荷载		
		中部强度	边缘强度	端面强度	中部强度	边缘强度	端面强度
半钢化玻璃	8~12	56	44	40	28	22	20
	15~19	48	38	34	24	19	17

	22~25	40	32	28	20	16	14
钢化玻璃	8~12	84	67	59	42	34	30
	15~19	72	58	51	36	29	26
	22~25	59	47	42	30	24	21

3.2.5 玻璃的厚度偏差要求：8mm~12mm 厚玻璃，允许偏差 $\pm 0.3\text{mm}$ ；15mm 及以上厚玻璃，允许偏差 $\pm 0.4\text{mm}$ 。

3.2.6 钢化玻璃表面应力不应小于 90MPa，不宜大于 115MPa，半钢化玻璃表面应力 24MPa~60MPa。同片应力差不应大于 10MPa。

3.2.7 玻璃墙采用夹层玻璃时，除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/T 15763.3 的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 夹层玻璃应采用干法加工合成；
- 2 夹层玻璃单片厚度不应小于 8mm，任意两片玻璃厚度差不宜大于 3mm；
- 3 夹层玻璃单片玻璃厚度不宜小于 10mm；
- 4 由两片玻璃组成的夹层玻璃，厚度允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ ，多片夹层玻璃整体厚度允许偏差 $\pm 1.0\text{mm}$ 。

条文说明：夹层玻璃中间层宜采用聚乙烯醇缩丁醛（PVB）或离子性中间层，当采用改进增强型乙烯-醋酸乙烯共聚物（EVA）中间层时，应进行专门技术论证。

3.2.8 玻璃墙采用中空玻璃时，应符合现行国家标准《中空玻璃》GB/T 11944 的有关规定。中空玻璃中空层厚度不应小于 12mm，中空玻璃总厚度允许偏差 $\pm 1.5\text{mm}$ 。

条文说明：中空玻璃的第一道密封应采用丁基热熔密封胶，其性能应符合现行行业标准《中空玻璃用丁基热熔密封胶》JC/T 914 的规定，第二道密封胶应采用硅酮结构密封胶，其性能应符合现行国家标准《中空玻璃用硅酮结构密封胶》GB 24266 的规定。间隔框可连续折弯，可以使用热塑性间隔胶条。

3.3 夹层玻璃中间层材料

3.3.1 聚乙烯醇缩丁醛中间层材料应符合国家现行标准《夹层玻璃用聚乙烯醇缩丁醛中间膜》GB/T 32020、《夹层玻璃用聚乙烯醇缩丁醛（PVB）胶片》JC/T 2166 的规定。

3.3.2 用于玻璃墙的夹层玻璃制品，可采用离子性中间层或 PVB 中间层材料。离子性中间层厚度不应小于 0.89mm，PVB 中间层厚度不应小于 0.76mm。

3.3.3 采用 PVB 中间层的夹层玻璃边缘不宜与外界环境接触。

条文说明：外露中间层可使用化学封边剂或金属护边等方式保护，相接触的材料不应使中间层产生有害影响。因外观要求不做边缘保护的室外外露离子性中间层，应提供设计使用年限内的

质量保证，并按照幕墙使用维护要求定期检查。

3.3.4 对承载能力、变形性能要求较高以及玻璃板块面积较大的玻璃墙，其夹层玻璃宜采用离子性中间层材料。

3.3.5 离子性中间层材料的弹性模量、剪切模量、拉伸强度、撕裂强度、粘结强度等基本性能应考虑温度、作用时间的影响，并满足设计要求。

条文说明：夹层玻璃中间层材料的剪切模量可由胶片生产厂家提供，并经检测机构认证。

3.3.6 中间层材料的拉伸性能的测量应符合现行国家标准《塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则》GB/T1040.1、《塑料 拉伸性能的测定 第3部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T1040.3的规定。中间层材料剪切模量的测量应符合现行国家标准《夹层玻璃中间层材料剪切模量的测量方法》GB/T 32061的规定。

3.4 结构胶、密封胶及粘结材料

3.4.1 玻璃墙用硅酮结构密封胶的性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776、《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T475的规定。

3.4.2 玻璃墙用接缝密封采用硅酮建筑密封胶时，其性能应符合国家现行标准《硅酮建筑密封胶》GB/T14683、《幕墙玻璃接缝用密封胶》JC/T882的规定。

3.4.3 玻璃墙用建筑密封胶和结构密封胶，应进行与其相接触材料的相容性试验以及与其相粘接材料的剥离粘接性试验；对结构密封胶，尚应进行邵氏硬度、标准条件下拉伸粘接性能试验。

3.4.4 玻璃与金属粘结应采用中性结构密封胶，采用镀膜玻璃时，不应采用酸性结构密封胶。

3.4.5 与金属、镀膜玻璃、夹层玻璃、中空玻璃以及中性硅酮结构密封胶接触的建筑密封胶，应使用与相接触材料相容的中性硅酮耐候密封胶。

3.4.6 结构密封胶和耐候密封胶应在有效期内使用，不应密封材料作为结构粘结材料使用。

3.4.7 同一玻璃墙工程宜采用同一品牌的结构密封胶和建筑密封胶。

3.4.8 与结构密封胶粘接的基材采用底漆时，应进行相容性试验和剥离粘接性试验。

3.4.9 结构密封胶生产商应提供其结构胶拉伸试验的应力应变曲线。

3.4.10 用于玻璃与金属构件粘结的环氧树脂胶粘剂或其他胶粘剂，应进行环境温度应力计算或试验验证。

3.4.11 用于固定玻璃与U槽的填充胶抗压强度不小于 30N/mm^2 ，弹性模量不小于 1000N/mm^2 。

3.4.12 不应使用不饱和聚酯树脂和醇酸树脂作为胶粘剂。

3.5 金属结构连接件

3.5.1 金属结构连接件宜选用碳素结构钢、低合金高强度结构钢或不锈钢材质，所选钢材应符合国家现行标准的规定。

3.5.2 现场施工导致金属构件防腐涂层损伤时，应采用有效的修补措施。

3.5.3 连接件中不同金属材料间的接触面间应设置绝缘隔离垫片，隔离垫片的材质应符合工程使用年限的耐久性要求。

3.5.4 不锈钢材质的连接件在与碳素结构钢、低合金高强度结构钢连接时，应采用机械连接方式连接。除临时定位采取的点焊外，不宜采用焊接。

3.5.5 奥氏体不锈钢材质的连接件在施工时需要与同一材质的构件焊接时，其碳含量应小于0.03%。所选焊条应与材质相匹配，应符合现行国家标准《不锈钢焊条》GB/T 983 的规定。

3.5.6 玻璃墙中用于支承与连接的五金件、附件及紧固件应符合国家、行业现行标准的有关规定。

条文说明：国家、行业现行标准主要有《紧固件螺栓和螺钉》GB/T 5277、《紧固件机械性能螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.1、《紧固件机械性能螺母粗牙螺纹》GB/T3098.2、《紧固件机械性能螺母、细牙螺纹》GB/T3098.4、《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉、螺柱》GB/T3098.6、《紧固件机械性能不锈钢螺母》GB/T3098.15、《螺栓或螺钉和平垫圈组合件》GB/T9074.1、《栓接结构用紧固件》GB/T18230.1、《建筑门窗五金件通用要求》JG/T 212 等。

3.5.7 点支承玻璃幕墙的支承装置应符合现行国家标准《建筑幕墙用点支承装置》GB/T37266 的规定，对耐腐蚀性要求较高时，材质宜选用奥氏体-铁素体类不锈钢。

3.5.8 点支承玻璃用锚具的技术要求应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T14370、《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ85 及《建筑幕墙用钢索压管接头》JG/T201 的有关规定。

3.5.9 肋支承玻璃幕墙用的玻璃吊夹应符合现行行业标准《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》JG/T139 的规定。

3.5.10 肋支承玻璃幕墙的玻璃肋采用金属夹板连接时，金属夹板宜选用不锈钢材质，金属夹板与玻璃间应有非金属垫片（包含胶粘层），其节点承载力可由整体计算和局部模型试验确定。

3.5.11 玻璃预埋金属件材料应选用与玻璃膨胀系数相近的材料。当采用钛合金做金属预埋件时，宜采用 TC4 牌号钛合金，应符合现行国家标准《钛及钛合金牌号和化学成分》GB/T3620.1 的规定。

3.6 其他材料

3.6.1 用于不同金属接触面设置的隔离垫片，宜采用尼龙、聚氯乙烯（PVC）等制品。

3.6.2 支承玻璃的橡胶垫块邵氏硬度 A 宜为85±5。

条文说明：邵氏硬度分为 A 和 D 两种，幕墙经常采用的是 A。

4 设计

4.1 一般规定

4.1.1 玻璃墙设计宜在建筑方案设计阶段介入，与相关专业配合，预留技术条件，出具概念设计文件。

4.1.2 玻璃墙结构设计的基准期为 50 年。

4.1.3 玻璃墙应能承受永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用及撞击等效应的组合影响。

4.1.4 玻璃墙面板应使用夹层玻璃或夹层中空玻璃，玻璃肋宜采用等厚夹层玻璃。

4.1.5 玻璃墙系统应结构稳定、传力明确，并应具有足够的承载力、刚度、稳定性以及与主体结构变形协调能力，应满足承载力极限状态和正常使用极限状态的要求。

4.1.6 玻璃墙构件及连接应有足够的强度、刚度及相对变形能力，有防止平面外失稳、局部节点连接失效的措施。

4.1.7 玻璃墙设计应考虑必要的结构安全冗余度。偶然事件下玻璃构件破碎不应影响其他构件的稳固性，不应引起玻璃墙连续倒塌；玻璃构件不应脱离其支承结构，可利用夹层玻璃破碎后的剩余承载力，通过结构胶粘结、固定件夹持、穿孔固定等方式防止塌落；防塌落设计时，结构胶可使用短期荷载作用下的强度设计值。

条文说明：玻璃墙应避免构件意外破碎影响相邻构件使危害扩大，此时可按偶然设计状态校核相关构件及结构的承载力；还应避免意外破碎的玻璃自身倒塌引发危险，需要在构造上确保玻璃板块“碎而不落”。

4.1.8 计算跨度大于 6m 的玻璃墙面板及玻璃肋，尚应考虑在任意一片玻璃破碎后剩余玻璃组片仍满足承载力极限状态设计的作用效应组合下的强度要求，荷载分项系数可取 1.0。

4.1.9 玻璃板块应设计成可更换形式，且宜为外部更换方式。

4.1.10 不设防护设施的玻璃墙应进行防撞击试验。

4.1.11 玻璃墙的结构设计尚应符合现行国家和行业标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB50068、《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑抗震设计规范》GB50011 和《建筑玻璃应用技术规程》JGJ113 的相关规定。本规程未涉及的内容，可参照行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102。

4.2 荷载和作用

4.2.1 玻璃墙结构设计可按弹性方法分别计算极限承载力阶段和正常使用阶段的作用效应，并按各效应组合中的最不利组合进行设计。计算模型应与实际情况相符合。

4.2.2 玻璃墙结构设计时应考虑永久荷载、可变荷载、冲击荷载、支承结构的变形或沉降、施工荷载、安装荷载、检修荷载及地震作用、温度作用等。

4.2.3 玻璃墙结构设计时，其承载能力极限状态应根据荷载效应的组合按下式进行设计：

1 持久设计状况、短暂设计状况

$$\gamma_0 S_d \leq R_d$$

2 地震设计状况

$$S_E \leq R_d / \gamma_{RE}$$

式中：

S_d —— 荷载效应组合设计值；

S_E —— 地震作用和其它荷载效应组合设计值；

R_d —— 玻璃墙构件强度设计值；

γ_0 —— 结构重要性系数，取值不应小于 1.0；

γ_{RE} —— 构件承载力抗震调整系数，取 1.0。

4.2.4 正常使用极限状态下玻璃墙结构构件的挠度验算应符合下式规定：

$$d_f \leq d_{f,lim}$$

式中：

d_f —— 构件在荷载作用下产生的挠度值（mm）；

$d_{f,lim}$ —— 构件的挠度限值（mm）。

4.2.5 作用在玻璃墙结构上的风荷载标准值应按下式计算：

$$w_k = \beta_{gz} \mu_z \mu_{sl} w_0$$

式中：

w_k —— 作用在玻璃墙上的风荷载标准值（kN/m²），当风荷载标准值的计算结果小于 1.0kN/m² 时，应按 1.0kN/m² 取值；

w_0 —— 基本风压（kN/m²），按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 采用；

β_{gz} —— 高度 z 处的阵风系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 采用；

μ_z —— 风压高度变化系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 采用；

μ_{sl} —— 风荷载局部体型系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 采用或根据风洞试验结果确定，应考虑群体建筑的相互干扰增大系数。

条文说明：全玻璃墙承受的风荷载应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 的规定或按风洞实验的结果取用，且不进行荷载的折减。

4.2.6 玻璃墙转角区域至少提供下列不同情况的荷载分析：

二边均承受 100%正风压；

二边均承受 100%负风压；

一边承受 100%正/负风压，另一边则未承受任何风压荷载；

一边承受 100%正风压，另一边则承受 100%负风压。

如有风洞试验报告，应选取风洞试验报告和规范取值中较大的一个。

4.2.7 玻璃墙的地震作用，可根据其连接构造、所处部位的高度和特征，采用等效侧力法或时程分析方法计算。

条文说明：较准确的幕墙地震力分析方法是将幕墙质点建在主体结构模型中进行振型分解或时程分析，以准确反映地震力。但该方法较为复杂，通常情况可采用 4.2.9，4.2.10 的方法计算幕墙地震作用。

4.2.8 对垂直于玻璃墙玻璃平面上作用的分布水平地震作用标准值可按下式计算：

$$q_{Ek} = \beta_E \alpha_{max} G_k / A$$

式中：

q_{Ek} —— 垂直于玻璃墙玻璃平面的分布水平地震作用标准值（kN/m²）；

G_k —— 玻璃墙的永久荷载标准值（kN）；

A —— 玻璃墙的面积（m²）；

α_{max} —— 水平地震影响系数最大值；

β_E —— 动力放大系数，取 5.0。

4.2.9 对平行于玻璃墙玻璃平面的集中水平地震作用标准值可按下式计算：

$$P_{Ek} = \beta_E \alpha_{max} G_k$$

式中：

P_{Ek} —— 平行于玻璃墙玻璃平面的集中水平地震作用标准值（kN）；

4.2.10 玻璃墙结构设计时，玻璃墙构件按承载力极限状态设计的作用效应组合，应符合下列规定：

1 持久设计状况、短暂设计状况

$$S_d = \gamma_G S_{Gk} + \psi_w \gamma_w S_{wk} + \psi_T \gamma_T S_{Tk}$$

2 地震设计状况

$$S_E = \gamma_G S_{Gk} + \psi_E \gamma_E S_{Ek} + \psi_w \gamma_w S_{wk}$$

式中：

S_d —— 作用效应组合设计值；

S_E —— 地震作用和其它荷载效应组合设计值；

S_{Gk} —— 永久荷载效应标准值；

S_{wk} —— 风荷载效应标准值；

S_{Ek} —— 地震作用效应标准值;

S_{Tk} —— 温度作用效应的标准值, 对变形不受约束的支承结构及构件, 取 0;

γ_G 、 γ_w 、 γ_E 、 γ_T —— 永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用分项系数;

ψ_E 、 ψ_w 、 ψ_T —— 地震作用、风荷载、温度作用的组合值系数。

条文说明: 玻璃墙结构设计时, 应同时考虑施工安装工况。

4.2.11 玻璃墙构件的承载力设计时, 作用分项系数应按下列规定取值:

- 1 一般情况下, 永久荷载、风荷载、地震作用、温度作用的分项系数应分别取 1.3、1.5、1.4 和 1.5;
- 2 当永久荷载的作用效应对构件承载力有利时, 其分项系数的取值应不大于 1.0; 当风荷载、温度作用等可变荷载作用效应对构件承载力有利时, 其分项系数取 0。

4.2.12 可变作用的组合值系数应按下列规定采用:

- 1 持久设计状况、短暂设计状况时, 风荷载效应起控制作用时, 风荷载组合值系数应取 1.0, 温度荷载组合值系数应取 0.6; 温度荷载效应起控制作用时, 风荷载组合值系数应取 0.6, 温度荷载组合值系数应取 1.0; 永久荷载效应起控制作用时, 风荷载组合值系数和温度荷载组合值系数均应取 0.6;
- 2 地震设计状况时, 风荷载效应起控制作用时, 地震作用组合值系数应取 0.5, 风荷载组合值系数应取 1.0; 地震作用效应起控制作用时, 地震作用组合值系数应取 1.0, 风荷载组合值系数应取 0.2。

4.2.13 正常使用极限状态下玻璃墙结构构件的挠度验算时, 仅考虑永久荷载、风荷载、温度作用。永久荷载分项系数、风荷载分项系数、温度作用分项系数均应取 1.0, 且可不考虑作用效应组合。

4.2.14 玻璃墙的主要受力构件以及连接件、锚固件所承受的地震作用标准值, 应包括所支承的玻璃墙构件及自身重力荷载标准值产生的地震作用标准值。

4.2.15 当温度作用对玻璃墙面板和支承结构有影响时, 宜进行温度作用效应计算。玻璃墙的温度应力计算中, 年温度变化值 Δt 应按实际情况采用。当无可靠资料时, 可取 80℃。

4.3 玻璃面板设计

4.3.1 玻璃面板可采用四边支承、对边支承或点支承等方式固定, 玻璃的固定连接应安全可靠, 能承受面板所受荷载及作用并将其传至支承结构。

4.3.2 玻璃面板应按无地震作用组合和有地震作用组合的最不利情况设计, 玻璃应力不大于对应部位的玻璃强度设计值。

4.3.3 玻璃承重位置应校核玻璃局部应力，最大应力设计值不应超过长期荷载作用下的玻璃端面强度设计值。应考虑受力不均引起的应力放大效应，必要时宜采用有限元分析。

4.3.4 底部支承的玻璃墙面板应进行稳定性验算。

4.3.5 底部支承的玻璃面板计算时，应同时考虑面内及面外荷载作用的影响，承受面内荷载的玻璃面板应考虑初始缺陷引起的的屈曲影响。

4.3.6 玻璃面板初始缺陷幅值可按下式计算

$$e_0 = \Delta 1 + \Delta 2$$

式中：

e_0 —— 初始缺陷幅值；

$\Delta 1$ —— 玻璃的初始缺陷（mm），可取沿高度方向玻璃弓形弯曲的 2 倍，且小于面板高度的 3/1000；

$\Delta 2$ —— 安装等偏差，可取 5mm。

条文说明：玻璃的初始缺陷包括几何初始缺陷及材料初始缺陷，几何初始缺陷可取玻璃在弓形缺陷下的弯曲度。钢化及半钢化玻璃的材料初始缺陷主要为不均匀的内部应力，可使用玻璃的几何初始缺陷作为材料初始缺陷的等效偏心。因此本条规定玻璃面板的初始缺陷可取 2 倍的几何初始缺陷，即 2 倍的弓形弯曲度。如用于玻璃墙的钢化及半钢化玻璃弓形弯曲度要求为 $1.5La/1000$ ，则用于屈曲分析的初始缺陷可取 $2 \times 1.5La/1000 + 5\text{mm}$ ，即 $3La/1000 + 5\text{mm}$ 。

4.3.7 对玻璃面板的计算宜采用非线性有限元方法或非线性二阶理论计算。非线性有限元方法计算时，对玻璃面板强度、变形及稳定性分析时可采用板壳单元建模。在进行玻璃面板局部关键部位应力分析时，应采用实体单元建模，并选取最大正应力作为玻璃局部应力的取值。

条文说明：使用有限元软件对玻璃面板整体分析，用有限元模型模拟离子性中间层材料，考虑离子性中间层材料带来提高玻璃面板抗风效应。局部关键部位包括点式玻璃固定处，玻璃承重垫块等应力分布较复杂的局部位置。

4.3.8 风荷载标准值作用下，玻璃面板挠度限值 $d_{f,lim}$ 应符合下列规定：

当 $l \leq 6\text{m}$ 时， $d_{f,lim} = l/60$ ；

当 $l \geq 18\text{m}$ 时， $d_{f,lim} = l/120$ ；

当 $6\text{m} < l < 18\text{m}$ 时， $d_{f,lim}$ 按线性插值确定。

其中 l ：四边支承时，为玻璃面板短边尺寸；三边支承时，为 b 与 $2a$ 的较小者，其中 b 为自由边的对边长度， a 为两侧边长；对边支承时，为玻璃面板自由边长度；悬臂时，为悬臂长度的两倍；点式支承时，为较大的支点距离。

条文说明：当使用中空玻璃时，还应注意其弯曲变形不得导致中空层密封失效。

4.3.9 底部支承的玻璃面板由自重引起的面外屈曲变形不应大于 $3l_a/1000$, 其中 l_a 为玻璃面板长边尺寸。

4.3.10 PVB 夹层玻璃等效厚度按下式确定:

$$T_e = \sqrt[3]{\sum t_i^3}$$

式中:

T_e —— 夹层玻璃等效厚度;

t_i —— 各单片玻璃厚度。

条文说明: PVB 中间层材料刚度较小, 计算夹层玻璃在荷载作用下强度及变形时可不考虑其有利影响。但当 PVB 中间层剪力传递作用对玻璃影响不利时, 例如玻璃面板受冷弯或支座位移, 则应考虑其剪力传递作用, 可参照离子性中间层夹层玻璃计算公式确定等效厚度, 计算时选用 PVB 中间层材料参数。

4.3.11 两片离子性中间层夹层玻璃可按下列方法确定等效厚度, 再按等效厚度校核面内荷载屈曲影响下的强度及挠度。

$$T_e = \min(T_{e1}, t_{e,w}, t_{1e,\sigma}, t_{2e,\sigma})$$

T_e —— 两片夹层玻璃等效厚度;

T_{e1} —— 两片玻璃单片总厚度, 不考虑中间层厚度;

$t_{e,w}$ —— 按挠度等效的总厚度, 按下式:

$$t_{e,w} = \sqrt[3]{t_1^3 + t_2^3 + 12 \Gamma I_s}$$

按应力等效的内外片厚度 $t_{1e,\sigma}$ 、 $t_{2e,\sigma}$ 可按下列公式计算;

$$t_{1e,\sigma} = \sqrt{\frac{t_{e,w}^3}{t_1 + 2 \Gamma t_{s,2}}}$$

$$t_{2e,\sigma} = \sqrt{\frac{t_{e,w}^3}{t_2 + 2 \Gamma t_{s,1}}}$$

$$I_s = t_1 t_{s,2}^2 + t_2 t_{s,1}^2$$

$$t_{s,1} = \frac{t_s t_1}{t_1 + t_2}$$

$$t_{s,2} = \frac{t_s t_2}{t_1 + t_2}$$

$$t_s = 0.5(t_1 + t_2) + t_v$$

$$\Gamma = \frac{1}{1 + 9.6 \frac{E I_s t_v}{G t_s^2 b^2}}$$

式中：

- I' —— 夹层玻璃中间层的剪力传递系数；
 G —— 与温度、持荷时间相关的夹层玻璃中间层的剪切模量 (N/mm²)；
 t_1 、 t_2 、 t_v —— 分别为双片夹层玻璃中第 1 片、第 2 片和中间层的厚度 (mm)；
 $t_{1e,\sigma}$ 、 $t_{2e,\sigma}$ —— 分别为双片夹层玻璃中第 1 片、第 2 片计算强度时的等效厚度 (mm)；
 b —— 夹层玻璃的短边长度 (mm)；
 E —— 玻璃的弹性模量 (N/mm²)。

条文说明：应考虑温度对玻璃墙体系的影响，中间层材料的剪切模量对玻璃整体力学性能非常关键，其取值与温度及持荷时间有关：对风荷载起主要控制作用的竖直玻璃，剪切模量可按持荷时间 3s 选取。中间层材料的剪切模量应按实际使用条件下的最不利温度取值。当中间层材料的剪力传递作用对玻璃影响有利时，对白玻、超白玻璃可取 60℃。对有色、彩釉、非透明夹层等玻璃，或背后有阴影盒、窗帘，以及临近灯光等热源时，可通过试验模拟真实温度，并不应低于 60℃。当中间层剪力传递作用对玻璃影响不利时，如玻璃面板受冷弯或支座位移，且该工况起控制作用时，应按较低温度取值。

4.3.12 对多片离子性中间层夹层玻璃可按下列方法确定等效厚度，再按等效厚度校核在玻璃面板面内荷载屈曲影响下的强度及挠度。

$$T_e = \min(T_{e1}, T_{e2})$$

式中：

- T_e —— 多片离子性中间层夹层玻璃等效厚度；
 T_{e1} —— 各玻璃单片总厚度，不考虑中间层厚度；
 T_{e2} —— 按两片离子性中间层夹层玻璃厚度等效公式多次组合计算的多片等效厚度，取不同组合顺序的最小值。

条文说明：也可采用有限元整体建模分析。将各玻璃单片及离子性中间层按各自材料特性及几何特性并考虑初始缺陷后建模整体进行有限元分析。

4.3.13 对 PVB 夹层玻璃，可将面外风荷载及地震作用按各片刚度分配到各单片，再校核各单片在自身面内荷载屈曲影响下的强度及挠度。

$$Q_i = \frac{t_i^3 Q}{\sum t_i^3}$$

式中：

- Q_i —— 第 i 片玻璃分配的风荷载或地震作用；
 Q —— 夹层玻璃总的的风荷载或地震作用；

t_i —— 第 i 片玻璃厚度。

4.3.14 夹层中空玻璃按等效刚度分配面外荷载至中空层内外两侧玻璃，中空层室外侧玻璃分配的荷载应放大 1.1 倍。再按本规程有关条款分别校核各 PVB 或离子性中间层夹层玻璃在面内荷载屈曲影响下的强度及挠度。

4.3.15 玻璃面板不应全部采用结构胶固定，并应考虑结构胶失效后的剩余机械连接使玻璃面板不脱落，可采用重现期为 5 年的风荷载校核机械连接的承载力。

条文说明：当结构胶失效后，剩余的机械连接能将玻璃固定不脱落，就不会产生危害。玻璃墙要求对结构胶每 5 年检查一次，因此风荷载取 5 年重现期是合适的，5 年重现期的基准风压可按式确定（ $R=5$ ）： $x_R = x_{10} + (x_{100} - x_{10})(\ln R / \ln 10 - 1)$ 。

4.3.16 安装在易于受到人体或物体撞击部位的玻璃面板应采用保护措施，并在易于发生碰撞的部位设置警示标志、护栏等防撞设施。

4.3.17 玻璃面板未设置防护栏杆时，应分别按下列两种工况校核冲击强度。冲击荷载应与风荷载频遇值组合，可不考虑分项系数。可能受到人体冲击的中空玻璃任一侧玻璃，均需单独验算冲击强度。

工况一：2.0kN 集中冲击荷载标准值，冲击系数可取 1.5，作用于 1.5m 高度以下最不利位置。

工况二：2.0kN/m 水平线荷载标准值，冲击系数可取 1.5，作用于 1.5m 高度以下最不利位置。

条文说明：对人体撞击按偶然设计状态校核承载力，偶然荷载设计值取标准值不再考虑分项系数。不能满足时，应按 4.3.16 条要求设置有效的防撞设施。

4.4 玻璃墙支承结构设计

4.4.1 玻璃墙支承结构包括无肋的全玻璃幕墙，有肋的全玻璃幕墙以及框支承的玻璃墙等。其中无肋的全玻璃幕墙的面玻璃需要按支承结构设计。玻璃墙支承结构计算内容应包含强度、挠度、局部及整体稳定性、连接构造、适应主体结构变形等计算。

4.4.2 支承玻璃墙的主体结构构件的刚度和挠度应满足玻璃墙使用要求。

4.4.3 玻璃墙设计时，应综合考虑支承构件的承载力和变形能力，并与主体结构的变形设计相协调。当主体结构变形较大时，应优先考虑利用连接节点构造消减主体结构的变形影响。支承玻璃墙的主体结构水平受力构件，在竖向可变荷载标准值作用下，最大挠度不应大于其跨度的 1/500，且不宜大于 20mm。

4.4.4 玻璃墙可采用螺栓承力的吊挂系统，也可采用座式系统。当采用吊挂系统时，同一块玻璃应吊挂在同一结构构件上，吊夹的受力应均匀。当玻璃墙上方主体结构竖向变形无法满足玻璃墙底部收口构造时或无法承担玻璃墙的自重时，可将玻璃面板以及支承结构设计为座式系统。当采

用座式设计时，需要分析底部主体结构在活荷载产生的竖向变形对玻璃面板的变形和接缝产生的影响。

条文说明：当玻璃面板较大，无法通过构造按照平面内转动的原理吸收主体结构变形时，可以考虑采用单点支承的方式支承玻璃板块的自重，通过玻璃之间的上下位移来吸收主体结构的竖向变形。

4.4.5 玻璃墙的水平受力构件，在自重荷载作用下，构件最大挠度不应大于 3mm；在水平荷载标准值作用下，构件最大挠度不应大于其跨度的 1/250，且跨距 $\leq 4500\text{mm}$ 时，绝对挠度 $\leq 20\text{mm}$ ，跨距 $> 4500\text{mm}$ 时，绝对挠度 $\leq 30\text{mm}$ 。

4.4.6 在风荷载标准值作用下，无肋全玻璃墙的玻璃面板变形应符合 4.3.8 中的相关规定。有肋全玻璃幕墙的玻璃肋和框支承玻璃墙的竖向构件挠度限值 $d_{f,lim}$ 应符合下列规定：

当 $l \leq 10\text{m}$ 时， $d_{f,lim} = l/250$ ； $> 10\text{m}$ 时，按不大于 40mm 控制。

悬臂时跨度取其悬挑长度的 2 倍。

4.4.7 玻璃墙体系进行屈曲分析时应考虑面板和支承体系的初始缺陷。面板的初始缺陷取值见 4.3.6 条，玻璃肋或支承金属构件初始缺陷可按下列式计算：

$$e_0 = D1 + D2$$

式中：

e_0 —— 初始缺陷幅值；

$D1$ —— 玻璃肋或金属框架面外的弯曲度（mm）；

对于玻璃肋可取玻璃肋长度的 3/1000

对于金属立柱可取立柱长度的 1/1000

$D2$ —— 安装等偏差，可取 5mm。

4.4.8 玻璃肋支承的全玻璃墙应进行整体稳定性验算以及玻璃肋的侧向稳定性验算。玻璃肋的稳定性可采用有限元方法进行计算，或按照附录 A 中所规定的方法进行计算。

4.4.9 玻璃墙钢结构应进行安装施工阶段和成形使用阶段的整体稳定性分析。轴压、压弯、受弯构件应作稳定性分析。竖向分层或连续悬挂系统，立柱应验算仅在水平荷载作用下的受弯稳定性。跨度较大、截面狭薄或承受弯扭荷载的简支梁，支承处应有防止其端部截面扭转失稳的构造措施。

4.4.10 框支承玻璃墙的受拉构件长细比不应大于 350。在永久荷载与风荷载组合作用下受压时，其长细比不宜大于 250。正常受压构件的长细比不应大于 150，当杆件的内力不大于承载能力 50% 时，其长细比可不大于 200。

4.4.11 支承体系宜采用有限元建模分析。对于复杂的和跨度较大的玻璃体系应采用有限元进行整体和关键部位的局部分析。

条文说明：当玻璃的变形比较小时，即玻璃的变形小于其厚度时，可以采用线性分析方法，以

简化分析和缩短运算时间。但是当玻璃的变形较大，或涉及到材料及支承边界条件的非线性变化时则需要采用有限元非线性的分析。建议无肋玻璃墙高度大于 6m、有肋玻璃墙高度大于 10m 时，应进行有限元的全局与局部分析。

4.4.12 在进行整体的稳定性和挠度有限元分析时，可采用板壳单元进行玻璃部分的建模，玻璃计算厚度可采用等效厚度。在进行关键部位的应力和应变分析时，应采用实体单元进行建模，并将玻璃、夹层片、结构胶、玻璃孔及槽口的填充胶、金属连接件和紧固件等主要材料模拟在有限元模型中。

条文说明：在采用二维板壳单元进行玻璃建模时，因为玻璃的等效厚度往往低于玻璃实际的厚度，在这种情况下需要考虑玻璃实际的自重荷载而不是玻璃等效厚度的自重。在对夹层片进行有限元模拟时，需要考虑在不同的温度工况下夹层片不同的弹性模量与剪切模量。在对玻璃孔中的螺杆和填充材料进行有限元模拟时，通常填充材料与螺杆之间不能传递拉应力，或者螺杆外侧通过柔性的套筒与玻璃孔边接触，在这种情况下需要采用仅传递压应力接触单元模拟，否则螺杆与填充材料同时传递拉应力和压应力则会导致偏不安全的计算结果。

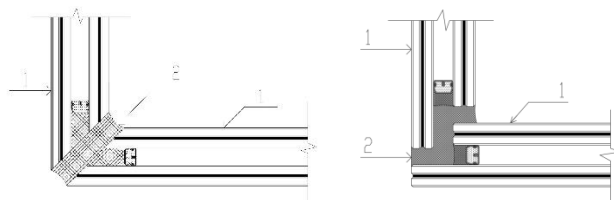
4.4.13 无肋玻璃墙面板的入槽深度小于 2 倍的玻璃厚度时，不应考虑槽对玻璃的嵌固作用。当入槽深度大于等于 2 倍的玻璃厚度时，并且玻璃与槽之间填充了弹性模量大于 1000N/mm^2 的填充胶时，可适当考虑槽对玻璃的嵌固作用，并通过有限元分析或理论计算确定嵌固效应的影响。针对中空玻璃内外片均入槽并采用嵌固的设计时，在内外片玻璃之间除中空玻璃结构胶之外，还应填充专用的填充胶，并对槽口位置的内外片玻璃因弯矩产生的应力集中进行分析。

4.4.14 当玻璃面板承受平面内的水平力作用时，玻璃槽需要考虑承受因水平力引起的剪力，应对槽口内的填充材料以及钢槽与主体结构之间的连接进行计算。

条文说明：当槽口内的填充材料不能与玻璃有效粘接时，需要再增加结构胶或其它措施提供玻璃与钢槽的剪切力。

4.4.15 转角位置的玻璃墙可按玻璃面板互为支承的方式进行设计（图 4.4.15）。结构胶的受力应考虑双向受力，同时，在玻璃墙上下端部应采取侧向支承措施。当面板为中空玻璃时，在转角处可采用内外错片的构造，由内外片玻璃通过结构胶分别互相传力。

条文说明：若面板是中空玻璃，当外片的刚度与内片相比足够大时（如外片的等效厚度是内片的 2 倍，其刚度为内片的 8 倍）可设计成外片可完全承担风荷载的设计。



1—玻璃面板，2—结构胶

图 4.4.15 面板互为玻璃肋的结构体系示意

4.4.16 抗风计算时,夹层玻璃肋的截面厚度可取各单片玻璃厚度之和。稳定性计算时,夹层玻璃肋的截面厚度应按等效厚度计算。

4.4.17 玻璃肋不宜采用分段拼接形式。玻璃肋需要考虑在其中一片玻璃失效的情况下整个全玻璃墙体系仍能承受设计荷载。在此工况下可不进行全玻璃墙挠度的验算。如玻璃肋是采用分段拼接的,则需要考虑玻璃肋其中一片玻璃失效后连接件的受力分析,以及整个体系的稳定性。

条文说明:当考虑夹层玻璃肋其中的一片玻璃失效后进行整体稳定性分析时,玻璃肋的初始缺陷在 4.4.7 条的基础上还应考虑其中一片玻璃刚度消失后造成原截面形心与实际情况下的偏差。

4.4.18 玻璃肋与玻璃面板之间采用结构胶粘接时需要考虑因主体结构位移而引起的结构胶剪切变形,并复核结构胶的变位承受能力。当仅靠结构胶的变形无法满足主体结构变形要求时,应通过可滑动或可转动的支座来吸收变形。玻璃面板应与玻璃肋协同变形,玻璃肋与玻璃面板的固定不应使结构胶承受因自重或结构竖向变形引起的剪力。

条文说明:当玻璃面板与主体结构的连接构造不能完全吸收主体结构的位移时,应考虑玻璃面板平面内的转动引起的玻璃面板之间胶缝或面板与玻璃肋之间的接缝因玻璃面板的转动引起的结构胶剪切变形,并按照结构胶在短期荷载作用下的强度校核结构胶宽度,上述结构胶计算应与其它荷载工况组合后分析。需要注意的是,高性能结构胶因为其弹性模量较高,有可能在上述位移情况下产生较高的应力。

4.4.19 玻璃肋的端部连接应考虑直接将荷载传递至主体结构,而不应通过面玻璃间接将荷载传递至槽口和主体结构。

4.5 组合件设计

4.5.1 预埋金属件的玻璃不应少于三片玻璃夹胶而成,所有玻璃均需钢化。

4.5.2 夹层玻璃采用预埋金属件时,金属件的上下面和周边均应设置离子性中间层,并应通过试验验证承载力及可靠性。

4.5.3 承受集中荷载的组合件中单片玻璃的厚度不宜小于 10mm,与金属件对应的玻璃片厚度同金属件。用于粘接玻璃与金属件的中间层材料应采用离子性中间层,中间层厚度不应小于 1.52mm。金属件的宽度不宜小于 60mm,在夹层玻璃内的埋置深度不宜小于 30mm,金属件边部与玻璃相邻角部边缘的距离不宜小于夹层玻璃厚度的 5 倍。

条文说明:当金属件边部与玻璃相邻角部边缘的距离小于夹层玻璃厚度的 5 倍时,其承载力应单独测试。

4.5.4 与预埋金属件对应的玻璃槽口的转角应倒圆角,圆弧半径 R 不应小于 0.5 倍单片厚度玻璃,不宜小于 10mm。

4.5.5 组合件不应使玻璃面板面外受弯。组合件的整体分析如强度、挠度及稳定等，同常规玻璃，见其它章节。局部应力分析计算时，厚度应扣除预埋金属件对应的玻璃片厚度。

4.5.6 预埋金属件不应传递永久荷载。

4.5.7 预埋金属件承受弯矩时，应在不同温度下进行材料的力学测试以确定构件的承载力。

条文说明：预埋夹层玻璃中的金属件在承受轴向力时，主要通过金属表面和端部与离子性中间层和玻璃之间的粘结力承受荷载。当金属构件受弯矩作用时，会在夹层玻璃中间产生应力集中现象，模拟计算不一定能反应实际的破坏，建议通过试验来确定构件的承载力。

4.5.8 预埋金属件的承载力设计值不应大于其极限承载力的 50%。

4.5.9 夹层玻璃任意一片玻璃破坏后，预埋金属件应能满足在重现期 5 年的风荷载作用下的承载力极限要求。（这个要求比较难通过计算来验证，特别是当与预埋金属相接触的玻璃破碎时）

4.6 构造设计

4.6.1 玻璃墙的连接构造应有足够的强度、刚度和相对变形能力，并应满足更换维护时不损坏相邻构件及结构的要求。

4.6.2 玻璃墙面板与支承构件不宜分别固定在有相对变形或位移的不同结构构件上，否则应校核面板与支承构件的连接能满足变形要求。

4.6.3 玻璃板块之间的接缝宽度应满足玻璃及胶的变形要求，并不宜小于 15/12mm。相邻面板面外变形不一致的接缝应采用结构胶密封，结构胶需满足强度及变形能力要求，结构胶室外侧应注耐候密封胶。

4.6.4 玻璃墙的连接固定不应使结构胶、夹胶层及中空层结构承受长期剪切作用。

4.6.5 玻璃不得与硬质材料直接接触，面板及玻璃肋边缘距周边收口硬质材料间空隙不应小于 8mm。

4.6.6 采用入槽方式固定的玻璃板块，其固定槽宜采用内外分体式设计，并宜采用螺栓固定，便于玻璃安装与更换。

4.6.7 底部承重的玻璃板块可采用邵氏硬度 A 为 80~90 的硬质橡胶垫块支承，垫块数量不应少于 2 个，垫块宜设置于玻璃跨度 1/4 处，与玻璃接触宽度不小于玻璃总厚度，厚度不应小于 5mm，长度不应小于 100mm；10 米以上高度的底部支承面板宜在垫块与玻璃之间使用成形后固化材料填充；垫块及填充材料应校核挤压强度，玻璃应校核接触面局部应力。

条文说明：垫块材料宜采用的硬橡胶块，也可采用通过实验并满足设计要求的其它材料。10m 以上高度的底部支承面板自重较大，宜在垫块与玻璃之间使用成形后固化材料填充，可以有效消除玻璃合片叠差的影响。

4.6.8 高度大于 6 米的底部承重玻璃面板，承重边宜使用工厂制作的金属槽做边缘保护。

- 4.6.9 顶部悬挂的玻璃墙系统宜采用玻璃开孔方式承重，玻璃下端应设置橡胶垫块保护，玻璃与垫块预留空隙应满足变形要求；底部支承的玻璃墙系统，玻璃顶部预留空隙应满足变形要求。玻璃与固定槽口配合尺寸均应满足 4.6.11 条要求。
- 4.6.10 无竖向构件支承的通高玻璃面板，其顶底入槽深度不宜小于玻璃面板公称厚度，并应满足 4.6.11 条要求。
- 4.6.11 玻璃墙玻璃与槽口设计配合尺寸在最不利变形情况下应符合表 4.6.11 的要求。

表 4.6.11 玻璃与槽口最不利变形下配合尺寸（mm）

部位	a	b	c
配合尺寸	≥ 6	0.5 倍玻璃墙公称厚度，且 ≥ 20	≥ 5

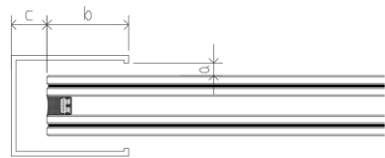


图 4.6.11 玻璃与槽口配合尺寸示意

条文说明：玻璃墙玻璃与槽口设计配合尺寸在最不利变形情况下应考虑变形包括温度伸缩、支承结构位移、加工及安装偏差、玻璃弯曲引起的尺寸变化，玻璃运动引起的变形等。

4.6.12 采用点式夹具固定中空玻璃时，宜在夹具区域对中空玻璃间隔条进行加强；为避免夹具对玻璃的转动约束引起的应力集中，可在夹具与玻璃之间采用厚度不小于 5mm 弹性橡胶垫片，或采用内嵌有万向头的夹具。

条文说明：需要注意的是，本条构造要求在减少应力集中的同时会导致玻璃变形增大。

4.6.13 采用摩擦型夹板连接夹层玻璃时，玻璃应开大孔，并应在开孔周围采用等厚的纯铝垫圈替换夹胶中间层材料，其外径不应小于 60mm，内径与玻璃开孔一致。

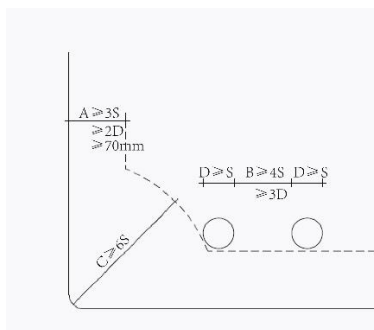
4.6.14 摩擦型夹板单个螺栓产生的摩擦力可由下式计算

$$F = 2\mu T$$

式中：

- μ —— 摩擦系数，由抗滑移试验确定；
- T —— 螺栓的预紧力。

4.6.15 玻璃孔壁受力时，孔边与板边的距离不应小于玻璃制品中单片玻璃公称厚度的 3 倍及孔径的 2 倍，且不小于 70mm。相邻两孔孔边距离不应小于玻璃制品中单片玻璃公称厚度的 4 倍及孔径的 3 倍。孔边距离玻璃角部不应小于玻璃制品中单片玻璃公称厚度的 6 倍（图 4.6.15）；孔内玻璃叠差不宜大于 1mm，不应大于 1.5mm。



A—孔边距玻璃边缘的距离，B—相邻两孔孔边距离，C—孔边距玻璃角部距离，D 孔直径，S—玻璃厚度

图 4.6.15 玻璃开孔许用位置示意图

条文说明：钢化及半钢化玻璃开孔尚应满足《建筑用安全玻璃 第二部分：钢化玻璃》GB 15763.2 及《半钢化玻璃》GB/T 17841 的相关要求。

4.6.16 玻璃孔壁受力时，孔内金属杆件与玻璃孔壁不应刚性接触，金属杆件与玻璃孔壁间的空隙宜采用专用填充胶，填充胶厚度不宜小于 5mm，也可使用尼龙套管隔离。应验算孔内填充隔离材料的抗挤压强度，并通过有限元分析玻璃孔壁应力。

条文说明：在对玻璃开孔位置进行局部的有限元分析时，需要注意螺杆与玻璃孔之间的填充材料的属性设计，对于不能抗拉的填充材料应采用接触单元来模拟，仅将压应力传递至玻璃孔边。

4.6.17 玻璃孔内固定可预置铝合金或不锈钢螺栓套管，套管与玻璃孔壁间隙不应小于 5mm，宜采用专用填充胶填充；套筒内径与螺栓外径差不应大于 0.5mm。

4.6.18 玻璃孔内螺栓或销轴直径不应小于 10mm，并应校核在沿玻璃厚度方向分布的均布荷载作用下的强度及变形，螺栓或销轴弯曲变形不应大于玻璃厚度的 1/500 及 1mm。

5 加工制作

5.1 一般规定

- 5.1.1 玻璃生产用材料包括玻璃、玻璃釉料和中间层材料等。材料应有产品合格证，进口材料应有相关证明。各种材料的质量均应符合相应产品的国家标准或行业标准的要求，尚无相应标准的材料应符合设计要求。
- 5.1.2 玻璃所采用的原材料在运输、贮存和生产过程中应采取有效措施防止损坏、变质和污染。
- 5.1.3 玻璃加工设备、机具应符合加工精度要求，量具应对其进行标定。
- 5.1.4 玻璃钢化后不应再进行切割、磨边、喷砂、钻孔等加工操作。
- 5.1.5 加工过程中的玻璃面板和玻璃肋应做结构受力分析，并满足强度要求。加工等操作过程，不宜使中空层结构单独受力，不应损害玻璃面板物理性能。
- 5.1.6 玻璃板波形弯曲：玻璃板厚度为 8mm~12mm 时，每 300mm 长度波形弯曲不应大于 0.12mm；玻璃板厚度为 15mm 时，每 300mm 长度波形弯曲不应大于 0.08mm。
- 5.1.7 玻璃板弓形弯曲不应大于 1.0%。

5.2 玻璃加工制作

- 5.2.1 玻璃加工时应应对边部进行处理，边部质量符合相应产品的国家或行业标准。
- 5.2.2 玻璃磨边应细磨，可视裸露边宜采用精磨或抛光镜面。不允许出现任何可能导致应力集中和断裂的边缘缺陷。

条文说明：室内侧边缘要求抛光镜面

- 5.2.3 玻璃孔边、角部、槽口边均要求磨边和倒棱，孔边宜精磨，孔边缘不应有裂痕和缺角。玻璃边缘及角部倒棱宽度均不应小于 1mm。

条文说明：倒角 2mm×2mm，建议方边板为斜边，平行四边形板为圆形。

- 5.2.4 开孔开槽玻璃，应采用钢化玻璃。开孔开槽后应立即进行清洗，经洗涤后的玻璃表面不允许产生划伤、破角、水渍或残留水珠等缺陷。
- 5.2.5 玻璃开槽角部应为弧形倒角，倒角半径应大于单层玻璃厚度。
- 5.2.6 夹层玻璃合片时，应严格控制温度、湿度和环境洁净度。
- 5.2.7 夹胶层不允许出现分层或气泡。离子性中间层应采用热封刀切 V 口处理。
- 5.2.8 夹层玻璃每批次的首片和最后一块应做沸水检测试验。
- 5.2.9 玻璃板块边长公差应符合表 5.2.9 的规定：

表 5.2.9 玻璃板块边长公差（mm）

边长 L	$L \leq 1000$	$1000 < L \leq 3000$	$3000 < L \leq 6000$
允许公差	$\pm 1\text{mm}$	$\pm 2\text{mm}$	$\pm 2.5\text{mm}$
边长 L	$6000 < L \leq 10000$	$10000 < L \leq 14000$	$L > 14000$
允许公差	$\pm 3\text{mm}$	$\pm 4\text{mm}$	$\pm 5\text{mm}$

5.2.10 玻璃板块对角线公差应符合表 5.2.10 的规定：

表 5.2.10 玻璃板块对角线公差（mm）

对角线长 D	$D \leq 1000$	$1000 < D \leq 3000$	$3000 < D \leq 5000$
允许公差	$\pm 0.5\text{mm}$	$\pm 1.0\text{mm}$	$\pm 1.5\text{mm}$
对角线长 D	$5000 < D \leq 10000$	$10000 < D \leq 14000$	$D > 14000$
允许公差	$\pm 2.0\text{mm}$	$\pm 3.0\text{mm}$	$\pm 4.0\text{mm}$

5.2.11 孔洞及切割尺寸公差应符合表 5.2.11 的规定：

表 5.2.11 孔洞及切割尺寸公差（mm）

位置	允许公差
孔边距	$\pm 1.0\text{mm}$
孔直径	$\pm 1.0\text{mm}$
孔中心位置	$\pm 0.5\text{mm}$
孔与玻璃平面垂直度	$\pm 12'$
槽口尺寸	$\pm 1.0\text{mm}$
槽口位置距基准点（定位公差）	$\pm 1.0\text{mm}$
铣口半径距槽口（圆弧公差）	$\pm 1.0\text{mm}$

5.2.12 总厚度不大于 20mm 的双层夹层玻璃，其总厚度偏差不应大于 $\pm 0.5\text{mm}$ ；总厚度大于 20mm 的双夹层玻璃或三层及以上的夹层玻璃，其总厚度偏差由供需双方商定。

5.2.13 夹层玻璃裸露相邻边叠差公差为 $\pm 1.0\text{mm}$ ；裸露边长 $\leq 10\text{m}$ 时，整体边公差为 $\pm 1.2\text{mm}$ ，裸露边长 $\leq 14\text{m}$ ，总体边公差为 $\pm 1.8\text{mm}$ 。

5.2.14 夹层玻璃非裸露边叠差应符合表 5.2.14 的规定：

表 5.2.14 夹层玻璃非裸露边允许叠差（mm）

边长 L	$L \leq 2000$	$2000 < L \leq 4000$	$L > 4000$
相邻边公差	± 1.0	± 1.5	± 2.0
整体边公差	± 2.0	± 3.0	± 4.0

5.2.15 所有槽口及孔需打磨边缘，孔内处理要光滑，孔边叠差不宜大于 1mm，不应大于 1.5mm。

5.2.16 中空层两侧玻璃叠差应符合表 5.2.16 的规定：

表 5.2.16 中空玻璃允许叠差 (mm)

边长 L	$L \leq 2000$	$2000 < L \leq 4000$	$L > 4000$
允许公差	± 1.0	± 1.5	± 2.0

5.3 组合件加工

5.3.1 组合件的加工应符合下列要求:

- 1 组合件表面应平滑光洁、光泽一致, 不应有毛边、踏边、毛刺, 以及锈蚀等;
- 2 组合件中的螺纹基本尺寸应符合GB/T 196的规定, 螺纹直径和螺距应符合GB/T 193的规定, 螺纹公差等级不宜低于GB/T 197-2018的7H/6G, 螺纹配合应灵活可靠, 并应有良好的互换性;
- 3 组合件中未注尺寸公差的线性和角度公差宜不低于GB/T 1804-2000中M级, 形状和位置公差宜不低于GB/T 1184-1996中K级。

5.3.2 金属件组装

- 1 金属件加工尺寸允许偏差 $\pm 0.1\text{mm}$;
- 2 金属件表面粗糙度不能低于 $0.8\mu\text{m}$;
- 3 金属件夹胶定位允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$;
- 4 金属件外侧边与玻璃边允许 0.5mm 的偏差;
- 5 离子性中间层夹层玻璃与预埋金属件连接的连接强度应满足设计要求。

5.3.3 玻璃板穿孔系统组装

- 1 吊夹螺杆位置应位于分子筛以外;
- 2 用填充胶填充密实, 且在工厂完成。

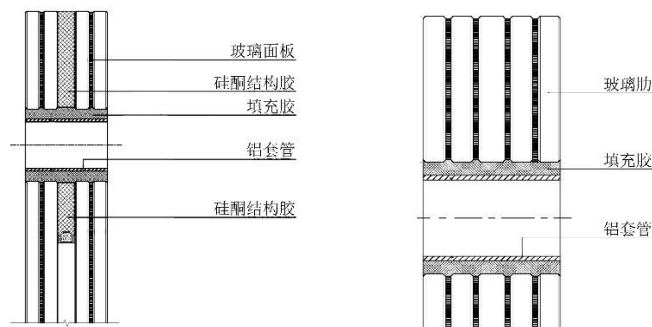


图 5.3.3 玻璃面板、玻璃肋穿孔系统组装示例

6 安装施工

6.1 一般规定

- 6.1.1 安装玻璃墙的主体结构，应符合结构施工质量验收标准及幕墙安装施工的要求。
- 6.1.2 进场的玻璃墙构件、组件及附件的材料品种、规格、色泽和性能应符合设计要求。玻璃墙构件、组件安装前应进行检验。
- 6.1.3 玻璃面板的角部应加护角保护。
- 6.1.4 玻璃的包装及运输，宜采用全封闭木箱包装。玻璃之间采用软木垫隔离，玻璃与木材之间使用泡沫材料隔离，纤维板和纸板固定在木箱上。
- 6.1.5 运输、吊装过程中的玻璃面板和玻璃肋应做结构受力分析，并满足强度要求。运输、吊装等操作过程，不宜使中空层结构单独受力，不应损害玻璃面板物理性能。
- 6.1.6 玻璃墙的安装施工应按现行国家标准《建筑施工组织设计规范》GB/T50502 的有关规定单独编制施工组织设计。
- 6.1.7 玻璃墙工程的施工测量应符合下列规定：
- 1 玻璃墙分格轴线的测量应与主体结构测量相配合，应调整、分配、消化偏差；
 - 2 应定期对玻璃墙的安装定位基准进行校核；
 - 3 高层建筑玻璃墙的测量应在风力不大于 4 级时进行。
- 6.1.8 玻璃墙整个施工周期中，应对半成品、成品进行保护；在构件、组件存放、搬运、吊装时不应受到碰撞、损坏和污染。
- 6.1.9 进行焊接作业时，应采取保护措施防止烧伤构件表面。施焊后应对焊接部位进行处理。

6.2 施工准备

- 6.2.1 玻璃墙板块吊装、玻璃墙支承结构吊装应编制安全专项施工方案，跨度超过 8m 或面积超过 3000m² 的玻璃墙工程的施工方案、超常规吊装风险大的施工方案，应经过专项论证通过后方可实施。
- 6.2.2 施工单位应对从事玻璃墙吊装作业及相关人员进行安全培训与交底，应识别预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的作业风险并应制订防控措施。
- 6.2.3 玻璃墙安装施工之前，安装施工单位应会同土建承包单位检查现场，确认玻璃墙安装施工条件。
- 6.2.4 安装作业开始前，应对安装作业区进行围蔽，并做出明显的标识、拉警戒线，与安装作业无关的人员不应进入。

6.2.5 玻璃墙构件、组件宜贮存在干燥、通风处，不应与酸、碱、盐等腐蚀性物质接触，并防止雨水侵入。玻璃堆放应采用专用支架或包装箱，应依照玻璃墙安装顺序排列存放，在室外存放时应采取防雨措施。

6.2.6 检查预埋件和固定在主体结构上的连接件，其位置偏差应符合设计要求。预埋件及连接件不满足设计要求时，应制定后埋或补强方案，隐蔽验收合格后方可进行下一步施工。

6.2.7 玻璃面板板块的吊装准备应符合下列规定：

- 1 板块的吊装机具应进行专门设计，吊装机具的承载能力应大于板块吊装施工中各种荷载和作用组合的设计值；
- 2 应对吊装机具安装位置的主体结构承载能力进行校核；吊装机具应与主体结构可靠连接，并采取限位、防止脱轨、防倾覆设施；
- 3 应采取减小板块在垂直运输和吊装过程中摆动的措施；
- 4 吊装机具上宜设置防止板块坠落的保护设施、行程开关；
- 5 吊装机具运行应匀速且可控，并应有安全保护措施。

6.3 安装施工

6.3.1 在施工现场存放玻璃面板板块应符合下列规定：

- 1 宜设置专用存放场地，露天存放时应采取防水和遮阳措施；
- 2 玻璃面板板块宜存放在专用周转架上；
- 3 玻璃面板板块应按照安装顺序先后排列放置；
- 4 玻璃面板板块不应直接叠层堆放。

6.3.2 玻璃面板板块起吊和就位应符合下列规定：

- 1 玻璃面板板块上的吊点和挂点应符合设计要求，吊点不应少于 2 个；
- 2 起吊玻璃面板板块的重量不应超过吊具起重量和接料平台的承载能力，并进行试吊。玻璃面板板块试吊高度宜距地面 0.5m，应检查吊钩、吊绳、吊装设备及吊装现场安全后，可进行起吊板块上升 6m、下降 5.5m 重复三次试验，安全无异常后，方可进行正式吊装；
- 3 起吊玻璃面板板块时，应使各吊点均匀受力，起吊过程应保持板块平稳；
- 4 吊装升降和平移过程中玻璃面板板块不应摆动、撞击其他物体；
- 5 玻璃面板板块就位时，应先挂到主体结构的挂点上再进行其他工序，板块未固定前不应拆除吊具。
- 6 吊装玻璃的辅助胎架平整度不应低于玻璃平整度，玻璃板块在起吊就位过程中宜保持竖直状态。

- 6.3.3 玻璃面板板块安装应符合下列规定：
- 1 玻璃面板板块就位后，应对安装偏差进行调整、校正并进行固定；
 - 2 玻璃面板板块固定后，应清洁玻璃面板板块嵌入槽口，并应按设计要求对玻璃面板板块接口进行防水密封处理；
 - 3 应按设计要求安装防雷装置、保温层、防火层。防火层应平整，拼接处不留缝隙。
- 6.3.4 施工中暂停安装时，应对玻璃面板板块对插入槽口等部位采取保护措施。
- 6.3.5 玻璃墙安装前，应清洁镶嵌槽；中途暂停施工时，槽口应采取保护措施。
- 6.3.6 玻璃采用机械吸盘安装时，应采取安全措施。
- 6.3.7 玻璃墙安装施工应符合下列规定：
- 1 玻璃面板与玻璃肋间应设置临时支撑，临时支撑的间距应经计算确定，结构胶固化后，拆除临时支撑固定点并进行临时支撑固定点位置补胶；
 - 2 较大厚度和宽度的结构胶宜分多次注胶完成，前次注胶固化后可进行后次注胶。
- 6.3.8 玻璃墙安装过程中，应检测和调整面板、玻璃肋的水平和垂直偏差。
- 6.3.9 玻璃墙玻璃两边嵌入槽口深度及预留空隙应符合设计，并满足下列要求。
- 1 玻璃幕墙的周边收口槽壁与玻璃面板或玻璃肋的空隙均不应小于 8mm；吊挂玻璃下端与下槽底垫块之间的空隙应满足玻璃伸长变形的要求，且不应小于 25mm，玻璃入槽深度不小于设计要求，且不小于 35mm。
 - 2 玻璃肋下端传力部位应检查夹层玻璃受力端面的平整度，应采取措施保证玻璃肋端面受力的均匀性。当受力端面不平整度大于 1mm 时，应采用填充胶（厚度大于 3mm）等措施将局部垫平，再接触受力垫块，避免个别玻璃端面承担全部荷载的情况发生。
 - 3 玻璃肋入槽两侧需设置垫片顶死，避免松动以及减少玻璃肋的扭转失稳的风险。
 - 4 玻璃吊夹具与夹板配合紧密不松动，夹具不应与玻璃直接接触。
- 6.3.10 玻璃墙接缝密封注胶前，应将板缝空腔清理干净，并应保持干燥。应按设计要求填塞背衬材料。
- 6.3.11 现场注胶应符合下列规定：
- 1 现场注胶宜采用双组分结构胶；
 - 2 打胶时应建立临时封闭打胶作业空间，满足打胶环境要求。不应在雨天、风力 5 级以上或夜间现场注密封胶；
 - 3 应使用注胶机连续注胶。
- 6.3.12 框支承玻璃墙的硅酮结构密封胶注胶前应取得合格的相容性检验报告，必要时应加涂底胶；双组份硅酮结构密封胶尚应进行混匀性蝴蝶试验和拉断试验。

7 工程验收

7.1 一般规定

7.1.1 玻璃墙工程验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210 的有关规定。

7.1.2 所有连接到主结构上或整个在玻璃墙中的玻璃墙连接构件，均需要确保精准的轴线和轮廓面对位并符合如下公差要求：

检查项目	公差要求
接缝直线度	轴线偏差 $\pm 2\text{mm}$
接缝厚度	理论厚度 $\pm 2\text{mm}$
表面平整度	裸露面 $\pm 2\text{mm}$ 及 $1/1000$ 玻璃长度
相邻高差	相邻板块 $\pm 1\text{mm}$
锚栓	3 向 $\pm 2\text{mm}$ （安装在结构混凝土上）
螺栓	所有方向 $\pm 1\text{mm}$
型材拉弯	半径 $\pm 5\text{mm}$

7.1.3 结构胶实际宽度与设计宽度的正公差小于 2mm 。

7.1.4 玻璃墙工程应进行材料进场检验、施工中间验收、竣工验收。

条文说明：

玻璃墙工程竣工验收时应检查下列文件和记录：

- 1 玻璃墙工程的施工图、结构计算书、热工性能计算书、设计变更文件、设计说明及其他设计文件；
- 2 建筑设计单位对玻璃墙工程设计图纸的确认文件；
- 3 玻璃墙工程所用材料、构件、组件、紧固件及其他附件的产品合格证书、性能检验报告、进场验收记录和复验报告；均质钢化玻璃均质加工过程记录；
- 4 玻璃墙工程所用硅酮结构胶的抽查合格证明；国家批准的检测机构出具的硅酮结构胶相容性和剥离粘结性检验报告；
- 5 后置埋件和槽式预埋件的现场拉拔力检验报告；
- 6 封闭式幕墙的气密性能、水密性能、抗风压性能及层间变形性能检验报告；
- 7 玻璃墙与主体结构防雷接地点之间的电阻检测记录；
- 8 隐蔽工程验收记录；
- 9 玻璃墙构件、组件和面板的加工制作检验记录；

10 玻璃墙安装施工记录，底部支承玻璃就位后弯曲度记录。

玻璃墙工程材料进场检验内容：

- 1 玻璃墙用结构胶的邵氏硬度、标准条件拉伸粘结强度、相容性试验、剥离粘结性试验；
- 2 中空玻璃的密封性能；
- 3 防火、保温材料的燃烧性能；
- 4 铝材、钢材主受力杆件的抗拉强度；
- 5 后置埋件和槽式预埋件的现场拉拔力。

玻璃墙工程在施工中应对下列隐蔽工程项目进行验收：

- 1 埋件、锚栓及连接件；
- 2 构件的连接节点；
- 3 玻璃墙四周、玻璃墙内表面与主体结构之间的封堵；
- 4 伸缩缝、沉降缝、防震缝及墙面转角节点；
- 5 有框玻璃板块的固定；
- 6 玻璃墙防雷连接节点；
- 7 玻璃墙防火、隔烟节点；
- 8 玻璃墙的封口节点。

7.1.5 各分项工程的检验批应按下列规定划分：

- 1 相同设计、材料、工艺和施工条件的玻璃墙工程每 500m^2 应划分为一个检验批，不足 500m^2 也应划分为一个检验批；
- 2 同一单位工程不连续的玻璃墙工程应单独划分检验批；
- 3 对于异形或有特殊要求的玻璃墙，检验批的划分应根据玻璃墙的结构、工艺特点及玻璃墙工程规模，由监理单位、建设单位和施工单位协商确定。

7.1.6 检查数量应符合下列规定：

- 1 每个检验批每 100m^2 应至少抽查一处，检验批少于 100m^2 时抽查一处，每处不应小于 10m^2 。
- 2 对于异型或有特殊要求的玻璃墙工程，应根据玻璃墙的结构和工艺特点，由监理单位（或建设单位）和施工单位协商确定。

7.1.7 玻璃墙采用的中性硅酮结构密封胶性能应符合现行国家标准《建筑用硅酮结构密封胶》GB16776 的有关规定；硅酮结构密封胶应在有效期内使用。

7.2 玻璃墙工程

7.2.1 玻璃墙工程所用材料、构件和组件应符合设计要求和国家现行标准《建筑幕墙》GB/T21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 的有关规定。

条文说明：检验方法：检查材料、构件、组件的产品合格证书、性能检验报告、进场验收记录和材料的复验报告。

7.2.2 玻璃墙的造型和立面分格应符合设计要求。

条文说明：检验方法：观察；尺量检查。

7.2.3 主体结构的预埋件和后置埋件位置、数量、规格尺寸及后置埋件、槽式预埋件的拉拔力应符合设计要求。

条文说明：检验方法：检查进场验收记录、隐蔽工程验收记录；检查后置埋件和槽式预埋件的现场拉拔检验报告。

7.2.4 玻璃墙构架与主体结构埋件的连接、构件之间的连接、玻璃面板的安装应符合设计要求，安装应牢固。

条文说明：检验方法：手扳检查；扭矩扳手检查；检查隐蔽工程验收记录。

7.2.5 吊挂在主体结构上的玻璃墙吊夹具应符合设计要求，玻璃与玻璃，玻璃与玻璃肋之间的缝隙和填嵌应符合设计要求。

条文说明：检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

7.2.6 玻璃墙节点、各种变形缝、墙角的连接点应符合设计要求。

条文说明：检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

7.2.7 玻璃墙的防火、保温、防潮材料的设置应符合设计要求，填充应密实、均匀、厚度一致。

条文说明：检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录。

7.2.8 金属框架和连接件的防腐处理应符合设计要求。

条文说明：检验方法：检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

7.2.9 玻璃墙的金属构架应与主体结构防雷装置可靠接通，并应符合设计要求。

条文说明：检验方法：观察；检查隐蔽工程验收记录和施工记录。

7.2.10 玻璃墙表面应平整、洁净；整幅玻璃的色泽应均匀一致；不应有污染和镀膜损坏。

条文说明：检验方法：观察。

7.2.11 每平方米玻璃的表面质量要求和检验方法应符合表 7.2.11 的规定。

表 7.2.11 每平方米玻璃的表面质量要求和检验方法

项次	项目	质量要求
1	明显划伤和长度>100mm 的轻微划伤	不允许
2	长度≤100mm 的轻微划伤	≤8 条
3	擦伤总面积	≤500mm ²

条文说明：检验方法：可采用观察及钢直尺。

7.2.12 一个分格铝合金型材的表面质量要求和检验方法应符合表 7.2.12 的规定。

表 7.2.12 一个分格铝合金型材的表面质量要求和检验方法

项次	项目	质量要求
1	明显划伤和长度>100mm 的轻微划伤	不允许
2	长度≤100mm 的轻微划伤	≤2 条
3	擦伤总面积	≤500mm ²

条文说明：检验方法：可采用观察及钢直尺。

7.2.13 玻璃墙的外露框或压条应横平竖直，颜色、规格应符合设计要求，压条安装应牢固；玻璃墙的分格玻璃拼缝应横平竖直、均匀一致。

条文说明：检验方法：观察；手扳检查；检查进场验收记录。

7.2.14 玻璃墙板缝注胶应饱满、密实、连续、深浅一致、宽窄均匀、光滑顺直、无气泡，胶缝的宽度和厚度应符合设计要求。

条文说明：检验方法：观察；尺量检查；检查施工记录。

7.2.15 玻璃墙隐蔽节点的遮封装修应牢固、整齐、美观。

条文说明：检验方法：观察；手扳检查。

7.2.16 玻璃墙安装的允许偏差应符合表 7.2.16 的规定。

表 7.2.16 玻璃墙安装的允许偏差

项次	项目		允许偏差 (mm)
1	玻璃墙垂直度		6
2	玻璃墙横向构件水平度	玻璃墙幅宽≤35m	5
		玻璃墙幅宽>35m	7
3	玻璃墙分格对角线长度差	对角线长度≤2m	3
		对角线长度>2m	4
4	构件直线度		2
5	构件水平度	构件长度≤2m	2
		构件长度>2m	3
6	接缝	接缝直线度	2.5
		接缝高低差	1
		接缝宽度（与设计值比较）	±1
7	相邻构件板角错位		1
8	阳角方正		±2
9	玻璃面板与肋板夹角与设计值偏差		≤1°

条文说明：对高度大于 6 米的玻璃面板，玻璃墙垂直度偏差数值可不包括玻璃弓形弯曲。检验方法：幕墙垂直度采用经纬仪；幕墙水平度采用水平仪；直线度、平整度采用靠尺和塞尺；阳角方正采用直角检测尺；夹角采用量角器；对角线长度采用钢卷尺；其余可采用钢直尺等。

8 维护保养

8.1 一般规定

8.1.1 玻璃墙工程竣工验收时, 承建方应向业主提供《玻璃墙使用维护说明书》, 说明书包括下列内容:

- 1 玻璃墙的设计依据、主要性能参数及设计使用年限。
- 2 承建方的保修责任。
- 3 使用注意事项。
- 4 环境条件变化对玻璃墙的影响。
- 5 日常与定期的维护、保养要求。
- 6 玻璃墙的主要结构特点及易损零部件更换方法。
- 7 备品、备件清单及主要易损件的名称、规格。

8.1.2 承建方在玻璃墙交付使用前, 应为业主日常维护使用作培训。

8.1.3 玻璃墙保修期由合同约定, 但应不少于 2 年。防渗漏保修期为 5 年。

8.1.4 玻璃墙交付使用后, 业主应根据《玻璃墙使用维护说明书》的相关要求制定玻璃墙的维护、保养计划与制度。

8.1.5 玻璃墙外表面的检查、清洗、保养与维护工作不应在 4 级以上风力和雨雪天进行。

8.1.6 玻璃墙外表面的检查、清洗、保养与维护使用的作业机具设备应安全可靠、保养良好、功能正常、操作方便。每次使用前应检查安全装置, 确保设备和人员安全。

8.1.7 玻璃墙外表面检查、清洗、保养与维护的高空作业, 应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80 的相关规定。

8.1.8 玻璃墙在人流较多、容易受到撞击的部位应设置明显的警示标志。

8.1.9 不应在玻璃墙构件上附加玻璃墙设计以外的其他设施及荷载。

8.1.10 进行室内装修时, 不应破坏和改变玻璃墙与主体的连接构造、防火封堵和防雷连接。室内装修材料不应与玻璃墙的玻璃面板硬接触。

8.1.11 不应紧靠玻璃设置暖气、电热炉等发热装置。灯具应与玻璃有一定距离并宜采用发热量较低的产品。

8.1.12 承建方在玻璃墙交付使用前, 应进行必要的玻璃成品保护措施:

- 1 玻璃内外侧宜有静电吸附膜贴附, 静电吸附膜应贴附完整, 不应有脱落, 掉角等现象。
- 2 在有可能因其他工种施工碰撞的区域, 应采用必要的防护措施。
- 3 对于离地 1m 高的位置宜采取硬质防护加强措施。

8.2 检查与维护

8.2.1 定期检查和维修规定：

- 1 玻璃墙工程竣工验收后一年时，应对玻璃墙进行一次全面检查，此后每五年检查一次。玻璃墙使用十年后应进行检查和维护，以后每三年宜检查一次。检查项目应包括：
 - 1) 玻璃墙有无变形、错位、松动。如发现上述情况，应进一步检查该部位对应的隐蔽构造。
 - 2) 底部承压玻璃弯曲度检查。
 - 3) 玻璃墙的主要承力构件、连接件和连接螺栓等是否损坏、连接是否可靠、有无锈蚀等。
 - 4) 面板、外露构件有无松动和损坏。
 - 5) 密封胶和结构胶有无老化、脱胶、开裂、起泡，与接触材料是否相容。
 - 6) 玻璃墙有无渗漏，排水系统是否通畅。
- 2 对第 1 款检查项目中不符合要求的应及时维修或更换。维修与更换应符合原设计和本规范相应要求，并按规定项目检测验收。

8.2.2 当玻璃墙达到或超过设计使用年限时，应委托专业机构对玻璃墙做安全性鉴定，并按照安全性鉴定报告的处理意见执行。

8.2.3 发现有玻璃面板存在开裂、自爆、松脱、坠落伤害事故风险的，应立即通知物业管理及相关部门采取必要的临时防护措施。

8.2.4 玻璃墙更换玻璃板块之前应制定专项安全施工方案，技术难度大、安全风险高的维修作业应经过专家论证。

8.2.5 在台风预警发布后应对玻璃墙进行防台检查。连续高温或连续低温天气情况下，对使用钢化玻璃的玻璃墙应加强巡查，采取防护措施。

8.2.6 当遭遇抗震设防烈度及以上地震、火灾等灾害或突发事件后，应对受损部位及事发现场立即采取安全防护措施，委托具有相应技术能力的专业机构按定期安全检查的程序对受损部位及事发现场进行检查评定，提出处理意见并及时处理。

8.3 保养和清洗

8.3.1 玻璃墙日常保养规定：

- 1 保持玻璃墙表面整洁，避免锐器及腐蚀性气体或液体接触玻璃墙表面。
- 2 保持玻璃墙排水系统通畅，如有堵塞应及时疏导。
- 3 密封胶及胶条脱落或损坏应及时修补更换。

- 4 玻璃墙构件或附件的螺栓、螺钉松动或锈蚀时，应及时拧紧或更换。
 - 5 玻璃墙构件锈蚀时，应及时除锈补漆或采取其他防锈措施。
 - 6 发现玻璃墙渗漏时，应及时修理。
- 8.3.2 业主应根据玻璃墙表面保洁需要，确定清洗次数，每年不少于一次。
- 8.3.3 玻璃墙清洗应按《玻璃墙使用维护说明书》的规定选用清洗液，不应使用强腐蚀性清洗液。
- 8.3.4 清洗过程中不应撞击和损伤玻璃墙。人工挂绳清洗时，应在玻璃墙顶部采取保护措施。

附录 A 玻璃肋稳定性验算

A.0.1 玻璃肋弹性临界屈曲弯矩应大于玻璃肋承受弯矩荷载设计值的 1.14 倍，不满足时需修改玻璃肋设计。

A.0.2 有连续侧向约束的玻璃肋稳定性计算

与玻璃面板通过结构胶连接的玻璃肋，可视为连续侧向约束的形式，其弹性屈曲稳定性计算如下：

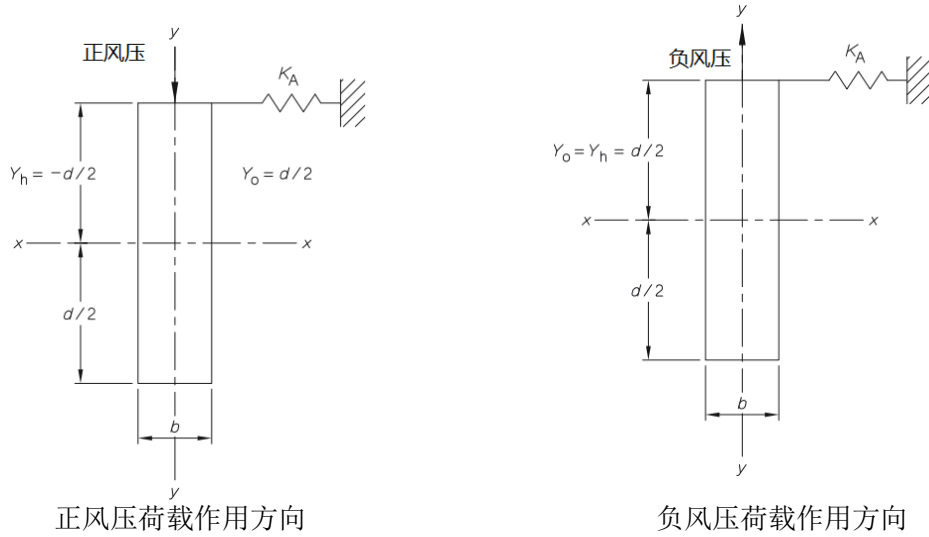


图 A.0.2 不同荷载作用方向玻璃肋稳定计算

在侧向约束的作用下，玻璃肋的屈曲临界弯矩 M_{CR} 为：

$$M_{CR} = \frac{\left(\frac{\pi}{L_{ay}}\right)^2 \cdot (EI)_y \cdot \left(\frac{d^2}{12} + y_o^2\right) + (GJ)}{2y_o + y_h}$$

式中：

- M_{CR} —— 屈曲临界弯矩 (Nmm)；
- L_{ay} —— 有效的防失稳刚性扭转约束的间距，可取玻璃的计算跨度；
- y_h —— 荷载作用点与玻璃肋中性轴距离 (mm)；
- $(EI)_y$ —— 玻璃肋绕弱轴方向抗弯刚度 (Nmm²)；
- GJ —— 玻璃肋抗扭刚度 (Nmm²)；其中，G 为玻璃的剪切模量，取 30000MPa；
J 为玻璃肋抗扭惯性矩 (mm⁴)， $J = db^3(1 - 0.63b/d)/3$ ，b 为玻璃肋截面的等效厚度；
- d —— 玻璃肋截面高度；
- y_h —— 荷载作用点与玻璃肋中性轴距离 (mm)，根据不同的荷载作用方向 y_h 取

值应考虑正负号。

A.0.3 无侧向约束的玻璃肋稳定性计算

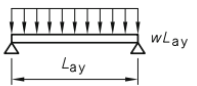
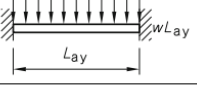
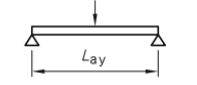
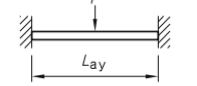
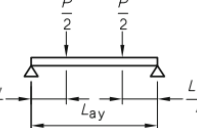
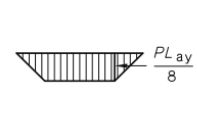
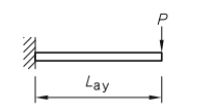
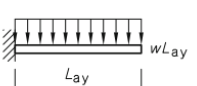
在荷载作用下，玻璃面板对玻璃肋的稳定不起作用时，玻璃肋视为无侧向约束，其弹性屈曲稳定性计算如下：

$$M_{CR} = \left(\frac{g_2}{L_{ay}}\right) \cdot \sqrt{(EI)_y(GJ)} \cdot \left[1 - g_3\left(\frac{y_h}{L_{ay}}\right) \sqrt{\frac{(EI)_y}{(GJ)}}\right]$$

式中：

- M_{CR} —— 弹性临界屈曲弯矩（Nmm）；
 L_{ay} —— 有效的防失稳刚性约束的间距，通常取玻璃肋的跨度；
 y_h —— 荷载作用点与玻璃肋中性轴距离（mm）；
 $(EI)_y$ —— 玻璃肋绕弱轴方向抗弯刚度（Nmm²）；
 GJ —— 玻璃肋抗扭刚度（Nmm²）；
 g_2 、 g_3 —— 屈曲系数。

无侧向约束时玻璃肋屈曲系数

荷载	弯矩 (M)	端部y-y轴方向抗扭约束的状态	屈曲系数	
			g_2	g_3
		自由 固定	3.6 6.1	1.4 1.8
		自由 固定	4.1 5.4	4.9 5.2
		自由 固定	4.2 6.7	1.7 2.6
		自由 固定	5.3 6.5	4.5 5.3
		自由 固定	3.3 —	1.3 —
		固定	4.0	2.0
		固定	6.4	2.0

注：

1 表中 g_2 和 g_3 的取值假定玻璃肋仅在顶底有侧向约束；

2 “自由”约束和“固定”约束情况是指在约束点位置绕 y-y 轴旋转的可能性，当玻璃肋的两端的约束有效抗扭刚度大于 20GJ/L 时，其约束条件视为固定状态，其它条件视为自由状态，其中 GJ 是玻璃肋截面的扭转刚度，L 是玻璃肋的长度。

A.0.4 中部有间隔侧向约束玻璃肋的稳定性计算

玻璃肋通过拉杆或其它有效的连接方式，对玻璃肋提供间隔的侧向约束时，可视为中部有间隔侧向约束玻璃肋，其屈曲临界弯矩 M_{CR} 计算如下：

$$M_{CR} = \left(\frac{g_1}{L_{ay}}\right) \cdot \sqrt{(EI)_y(GJ)}$$

式中：

- M_{CR} —— 屈曲临界弯矩 (Nmm)；
- g_1 —— 长细比系数；
- L_{ay} —— 有效的防侧向失稳的屈曲约束的间距；
- y_h —— 荷载作用点与玻璃肋中性轴距离 (mm)；
- $(EI)_y$ —— 玻璃肋绕弱轴方向抗弯刚度 (Nmm²)；
- GJ —— 玻璃肋抗扭刚度 (Nmm²)；其中，G 为玻璃的剪切模量，取 30000MPa；
J 为玻璃肋抗扭惯性矩 (mm⁴)， $J = db^3(1 - 0.63b/d)/3$ ，d 和 b 为玻璃肋截面的高度和厚度。

带有间隔侧向约束的玻璃肋的长细比系数

弯矩系数(β)*	长细比系数(g_1)	
	自由约束情况**	固定约束情况
1.0	3.1	6.3
0.5	4.1	8.2
0.0	5.5	11.1
-0.5	7.3	14.0
-1.0	8.0	14.0

注：

* 弯矩系数 β 见下图。

**防失稳的约束应防止玻璃肋绕 z 轴旋转。“自由”约束和“固定”约束情况是指在约束点位置绕 y-y 轴旋转的可能性。

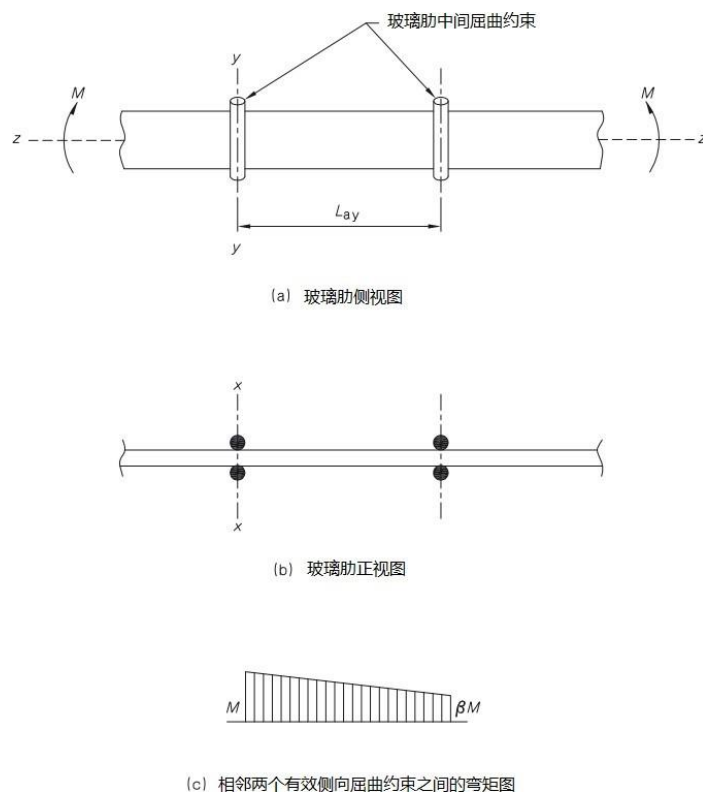


图 A.0.4 间隔的玻璃肋侧向约束

A.0.5 防失稳约束力的计算

玻璃肋有一系列防止侧向失稳约束时，侧向约束所受力的设计值 P_R 可按以下公式计算：

$$P_R = \frac{0.1M_a}{d(n+1)} g_4$$

式中：

- M_a —— 作用在玻璃肋上的弯矩；
- g_4 —— 取 $(m+1)/2$ 和 5 之间的较小值， m 为由该防侧向失稳约束连接的玻璃肋数量；
- d —— 玻璃肋截面高度；
- n —— 玻璃肋上侧向约束的数量。

条文说明：本条玻璃肋的稳定性验算方法参照澳大利亚规范 AS 1288-2006(A2)附录 C

附录 B 组合件抗拉承载力测试

B.0.1 测试构件的金属件尺寸、玻璃肋断面尺寸、中间层厚度等均需严格按照设计要求选用及加工。

B.0.2 玻璃、金属件、转接件、框架以及测试腔体均应设置测温点。测试环境温度应采用荷载规范取夏季最高气温，或采用玻璃肋工作环境最高的温度，允许温差 $\pm 0.25^{\circ}\text{C}$ 。

B.0.3 加载步长 3kN，步长持续时间 5min，即依次加载 3、6、9、12、15kN……直至离子性中间层或玻璃，金属件破坏，加载速度 $\leq 0.01\text{mm/min}$ 。

B.0.4 记录每次加载荷载时玻璃边的相对变形，并绘制出拉力与玻璃边相对变形的曲线图；做三组测试，绘制三组曲线图。

B.0.5 应仔细记录第一种破坏形式对应的荷载与位移。然后继续测试直至整个构件被拉坏，并记录最大承载力。

组合件的破坏形式主要有：玻璃开裂、金属件破坏、金属件与中间层的粘结界面破坏、玻璃与中间层的粘结界面破坏等。以上任何一种破坏形式先行达到，均视为组合件破坏，此时的承载力为极限承载力。

B.0.6 记录不同破坏形式出现的先后次序，位置及荷载位移曲线图上的对应数值。不应出现脆性破坏的形式，荷载位移曲线显示脆性破坏的形式时应重新设计节点，并重新测试。

B.0.7 位移应扣除最初的间隙压缩以及玻璃垫块的压缩变形等附加变形，附加变形应单独测量。

B.0.8 测试结构的设计应避免起始点远离金属件位置的破坏，如玻璃支承位置。

B.0.9 宜采用 10.9 级以上螺钉，避免螺杆破坏的试验结果。

B.0.10 人为击碎夹层玻璃的内片或外片，以测试任意一片玻璃破坏后的残余承载力。

B.0.11 预埋金属件残余极限承载力取测试结果的最大承载力，即荷载位移曲线图上的最高点。

本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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，在条件允许时首先这样做的：
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 条文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

1. 《建筑结构荷载规范》GB 50009
2. 《建筑抗震设计规范》GB 50011
3. 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
4. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
5. 《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210
6. 《建筑施工组织设计规范》GB/T 50502
7. 《塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分：总则》GB/T 1040.1
8. 《塑料 拉伸性能的测定 第 3 部分：薄膜和薄片的试验条件》GB/T 1040.3
9. 《紧固件 螺栓和螺钉》GB/T 5277
10. 《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
11. 《紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹》GB/T 3098.2
12. 《紧固件机械性能 螺母、细牙螺纹》GB/T 3098.4
13. 《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉、螺柱》GB/T 3098.6
14. 《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15
15. 《螺栓或螺钉和平垫圈组合件》GB/T 9074.1
16. 《平板玻璃》GB 11614
17. 《中空玻璃》GB/T 11944
18. 《建筑用安全玻璃 第 1 部分：防火玻璃》GB 15763.1
19. 《建筑用安全玻璃 第 2 部分：钢化玻璃》GB 15763.2
20. 《建筑用安全玻璃 第 3 部分：夹层玻璃》GB 15763.3
21. 《建筑用安全玻璃 第 4 部分：均质钢化玻璃》GB 15763.4
22. 《半钢化玻璃》GB/T 17841
23. 《着色玻璃》GB/T 18701
24. 《镀膜玻璃》GB/T 18915.1~2
25. 《贴膜玻璃》JC 846
26. 《建筑门窗幕墙用钢化玻璃》JGT 455

27. 《釉面钢化玻璃与釉面半钢化玻璃》 JC/T 1006
28. 《超白浮法玻璃》 JC/T 2128
29. 《中空玻璃用丁基热熔密封胶》 JC/T 914
30. 《中空玻璃用硅酮结构密封胶》 GB 24266
31. 《夹层玻璃用聚乙烯醇缩丁醛中间膜》 GB/T 32020
32. 《夹层玻璃用聚乙烯醇缩丁醛(PVB)胶片》 JC/T 2166
33. 《夹层玻璃中间层材料剪切模量的测量方法》 GB/T 32061
34. 《建筑用硅酮结构密封胶》 GB 16776
35. 《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》 JG/T 475
36. 《硅酮建筑密封胶》 GB/T 14683
37. 《幕墙玻璃接缝用密封胶》 JC/T 882
38. 《不锈钢焊条》 GB/T 983
39. 《栓接结构用紧固件》 GB/T 18230.1
40. 《建筑门窗五金件 通用要求》 JG/T 212
41. 《建筑幕墙用点支承装置》 GB/T 37266
42. 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》 GB/T 14370
43. 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》 JGJ 85
44. 《建筑幕墙用钢索压管接头》 JG/T 201
45. 《吊挂式玻璃幕墙用吊夹》 JG/T 139
46. 《钛及钛合金牌号和化学成分》 GB/T 3620.1
47. 《玻璃幕墙工程技术规范》 JGJ 102
48. 《建筑玻璃应用技术规程》 JGJ 113
49. 《建筑幕墙》 GB/T 21086
50. 《建筑施工高处作业安全技术规范》 JGJ 80