

备案号：JXXXXX-2021

浙江省工程建设标准

DB

DB33/T XXXX-2021

既有玻璃幕墙安全性评估技术规程

Technical specification for safety assessment
of existing glass curtain wall

(报批稿)

2021-XX-XX 发布

2021-XX-XX 实施

浙江省住房和城乡建设厅 发布

前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅《关于印发 2013 年度浙江省建筑节能及相关工程建设地方标准制修订计划的通知》(建设发〔2014〕103 号)的要求,浙江省建筑科学设计研究院有限公司、浙江大合检测有限公司和浙江省建设工程质量检验站有限公司会同参编单位制订本规程。

编制组经广泛调查研究,认真总结我省近年来既有玻璃幕墙安全检验评估的实践经验,参考国内其他省市既有玻璃幕墙安全性评估的有关技术规定,在广泛征求意见的基础上,经多次讨论修改,最终经审查定稿。

本规程共分为 8 章和 1 个附录,主要内容包括:总则、术语和符号、基本规定、构件及材料性能检测、构造与节点的检查检测、结构承载能力验算、检验评估、评估报告。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理,浙江省建筑科学设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议,请将意见和有关资料寄送浙江省建筑科学设计研究院有限公司(地址:杭州市文二路 28 号;邮编:310012),以供今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人:

主编单位: 浙江省建筑科学设计研究院有限公司
浙江大合检测有限公司
浙江省建设工程质量检验站有限公司

参编单位: 浙江省建筑装饰行业协会
浙江中南幕墙科技股份有限公司
广州市白云化工实业有限公司

浙江省建科建筑设计院有限公司
杭州市房屋安全和更新事务中心
浙江宝业幕墙装饰有限公司
浙江亚厦幕墙有限公司
浙江建工幕墙装饰有限公司
浙江省武林建筑装饰集团有限公司
浙江新世纪工程检测有限公司
嘉善县住房与城乡建设局
浙江经典建筑装饰有限公司

主要起草人： 樊 葳 贾华琴 秦晓玲 方 浩 潘国平
杨以晨 黄秀峰 张冠琦 蔡阳军 王志华
嵇赛克 姚华明 杨 旦 凌一军 陈 伟
徐增建 胡 晨 黄 刚 朱志雄 吴春林
俞 捷 王建德 蒋鹏飞 陈文杰 李得万
主要审查人： 王洪涛 李志飏 游劲秋 周海伟 程勤功
金 睿 白启安

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和符号	(2)
2.1	术 语	(2)
2.2	符 号	(3)
3	基本规定	(4)
3.1	一般规定	(4)
3.2	评估内容及程序	(4)
3.3	抽 样	(5)
4	构件及材料性能检测	(7)
4.1	一般规定	(7)
4.2	金属型材	(7)
4.3	拉索和拉杆	(8)
4.4	玻 璃	(8)
4.5	硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶	(9)
4.6	紧固件、五金件及其他配件	(10)
5	构造与节点的检查检测	(12)
5.1	一般规定	(12)
5.2	构造的检查	(12)
5.3	构造的检测	(14)
6	结构承载能力验算	(16)
6.1	一般规定	(16)
6.2	玻璃面板及连接验算	(16)

6.3	玻璃幕墙的主要受力构件·····	(17)
6.4	点支承玻璃幕墙的支承结构·····	(17)
6.5	全玻幕墙的支承结构·····	(17)
6.6	玻璃幕墙结构胶·····	(18)
6.7	玻璃幕墙的连接·····	(18)
6.8	玻璃幕墙埋件·····	(18)
7	检验评估·····	(19)
7.1	一般规定·····	(19)
7.2	构件及材料性能评估·····	(19)
7.3	结构承载能力验算评估·····	(20)
7.4	构造与节点评估·····	(21)
7.5	评估单元评价·····	(22)
8	评估报告·····	(23)
附录 A	结构密封胶粘接装配失效评估·····	(24)
本标准用词说明	·····	(26)
引用标准名录	·····	(27)
条文说明	·····	(29)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbols	(3)
3	Basic requirements	(4)
3.1	General requirements	(4)
3.2	Contents and procedure of assessment	(4)
3.3	Sampling	(5)
4	Test to performance of component and materials	(7)
4.1	General requirements	(7)
4.2	Metal materials	(7)
4.3	Guyand tie rod	(8)
4.4	Glass	(8)
4.5	Structural silicone sealant and weather proofing silicone sealant	(9)
4.6	Fastener and hardware accessories	(10)
5	Check and test to detailing	(12)
5.1	General requirements	(12)
5.2	Check of detailing	(12)
5.3	test of detailing	(14)
6	Calculations of structure	(16)
6.1	General requirements	(16)
6.2	Calculations of panels and connection	(16)

6.3	Main strengthening component of curtain wall	(17)
6.4	Supporting structure of point-supported curtain wall	(17)
6.5	Supporting structure of full glass curtain wall	(17)
6.6	Structural sealant of glass curtain wall	(18)
6.7	Connection of glass curtain wall	(18)
6.8	Embedment of glass curtain wall	(18)
7	Assessment and safety evaluation	(19)
7.1	General requirements	(19)
7.2	Grading of component and materials	(19)
7.3	Grading of structure	(20)
7.4	Grading of detailing	(21)
7.5	Grading of unit	(22)
8	Report	(23)
Appendix A Evaluating failure of structural sealant glazing		(24)
Explanation of wording in this standard		(26)
List of quoted standards		(27)
Addition: Explanation of provisions		(29)

1 总 则

1.0.1 为规范既有玻璃幕墙的检验和评估,加强对既有玻璃幕墙的安全技术管理,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于浙江省既有玻璃幕墙安全性能的检验与评估。

1.0.3 既有玻璃幕墙安全性评估除应符合本规程外,尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 既有玻璃幕墙 existing glass curtain wall

已竣工验收交付使用且面板材料为玻璃的建筑幕墙。

2.1.2 安全性评估 safety assessment

通过核查资料及检验、检测结果对既有玻璃幕墙各类构造体系可能存在的安全隐患进行分析判断,对其使用安全作出综合评价的活动。

2.1.3 检验 inspect

对既有玻璃幕墙材料、节点构造、结构承载能力所进行的检测、检查和验证等工作。

2.1.4 检测 testing

对幕墙状况或性能所进行的现场测量和取样试验活动。

2.1.5 调查 investigation

对幕墙工程信息、文件资料、使用维护情况等进行的核查。

2.1.6 杆件体系 rigid component system

由刚性构件组成的支承结构体系。

2.1.7 索杆体系 cable and rigid component system

由拉索、拉杆和刚性构件组成的支承结构体系。

2.1.8 评估单元 assessment unit

根据被评估玻璃幕墙的类型、构造特点和分布情况,将建筑物的玻璃幕墙划分成一个或若干个可以独立进行评估的单元。

2.1.9 子单元 sub-unit

评估单元中可以进一步细分的评价单元,分为构件及材料性能、构造节点和结构承载力三个子单元。

2.1.10 构件 member

既有玻璃幕墙中可单独进行评估的最基本对象，可以是单件或组合件，是幕墙结构的基本组成单位。

2.1.11 构造 construction

幕墙结构中为达到某种功能要求而采取的构件连接、组合等细部结构形式。

2.1.12 连接 connection

将两种分离的构件组合成一个复杂组件的方式或构件与主体结构结合的方式。

2.1.13 退化 deterioration

材料自身性能变化、环境影响、使用损耗、疲劳等原因使性能降低的过程。

2.2 符 号

f ——构件材料强度设计值；

σ ——荷载作用产生的构件截面最大应力设计值；

d_f ——构件在荷载标准值作用下产生的挠度值；

$d_{f, \text{lim}}$ ——构件允许挠度限值；

a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u ——子单元评估项目的安全性等级；

A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u ——评估单元的安全性等级。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 既有玻璃幕墙在正常使用条件下，宜定期开展安全性评估。其中使用满 10 年应进行一次安全性评估，以后每隔 5 年进行一次，达到设计使用年限后每隔 3 年进行一次。拉索幕墙竣工后六个月应进行预应力检查，以后应每隔 3 年进行一次检查调整。

3.1.2 有下列情况之一的玻璃幕墙应进行安全性评估：

- 1 玻璃幕墙使用过程中出现影响使用或安全隐患的状况；
- 2 当遭遇地震、火灾，强风袭击等不可抗力因素或侵蚀后出现幕墙损坏情况时；

- 3 玻璃面板及装饰构件发生坠落事故；

- 4 支承幕墙的建筑物主体结构发生重大变动或出现受损状况；

- 5 业主单位有安全性评估要求；

- 6 超过设计使用年限仍继续使用的；

- 7 其他原因。

3.1.3 应优先选用对建筑物主体结构、幕墙结构无损伤的检测方法。

3.2 评估内容及程序

3.2.1 安全性评估主要包含下列内容：

- 1 幕墙概要性调查；

- 2 玻璃幕墙构件及材料性能的检测；

- 3 玻璃幕墙节点构造的检查；

- 4 玻璃幕墙的结构及连接承载能力验算；

- 5 安全性评估；

- 6 处理措施及建议。

3.2.2 幕墙安全性评估应按下列步骤依次进行：

- 1 接受委托，明确评估对象、范围以及评估的工作内容；
- 2 开展概要性调查，收集设计、施工、竣工验收和幕墙使用、维修情况等相关资料；
- 3 分析收集的技术资料和现场调查情况，制定评估方案；
- 4 确定抽样检测部位，开展现场检查工作；
- 5 对现场取样的材料进行检测；
- 6 进行幕墙结构体系受力分析，验算构件的承载能力；
- 7 对检查、检测、验算的数据资料进行评估，确定评估等级；
- 8 出具评估结论，提出处理建议，编制并提交报告。

3.2.3 概要性调查应包括下列内容：

- 1 建设单位、设计单位、施工单位、开竣工时间，工程结构形式等工程信息；
- 2 幕墙工程竣工图纸、结构计算书、设计变更记录等设计文件；
- 3 试验报告、材料质量保证书、材料复验报告、隐蔽工程验收记录、工程质量检查记录等工程验收资料；
- 4 使用和维修、改造等维护记录；
- 5 按资料核对实物、调查玻璃幕墙实际使用情况、环境和已发现的问题等。
- 6 委托单位提出评估的目的、范围和内容及特殊要求。

3.3 抽 样

3.3.1 评估工作开始前，应根据评估对象划分评估单元，不同评估单元应分别进行评估，并给出结论建议。评估单元宜按下列原则划分：

- 1 幕墙类型及支承体系相同；
- 2 在空间上具备一定的连续性；
- 3 应区分立面幕墙和采光顶；

- 4 施工工艺基本相同；
 - 5 所处环境条件相近。
- 3.3.2** 玻璃幕墙材料宜根据检测对象的特点按下列抽样原则确定：
- 1 对受力构件的外形尺寸及主要壁厚进行复测时,检测样本数每个评估单元不宜少于 6 个；
 - 2 对不随时间发生明显性能退化的受力构件,宜进行材料力学性能检测,检测样本数每个评估单元不宜少于 3 个；
 - 3 对随时间而发生性能退化、且会降低结构安全性能的受力构件,应进行材料力学性能、连接受力性能的检测,检测样本数每个评估单元不应少于构件总数的 0.5%且不少于 6 个。
- 3.3.3** 玻璃幕墙不同结构、节点和构造的检查数量应按实际情况每个评估单元分别抽取 3 处-5 处。检查部位应具有代表性并具备检查操作的可实施性。
- 3.3.4** 含预应力索的柔性幕墙支承结构应进行预应力测量,且宜进行全数检测。

4 构件及材料性能

4.1 一般规定

4.1.1 玻璃幕墙的主要材料包括：金属型材、拉索和拉杆、玻璃、硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶、紧固件、五金件及其他配件。

4.1.2 玻璃幕墙主要材料的调查应包括下列内容：

1 材料质量保证资料，包括产品合格证书、质量保证书、性能检测报告、进场验收记录和复验报告等。

2 实际使用主要材料的表观质量等情况。

3 实际使用主要材料的品种、规格、力学性能和其他理化性能等参数。

4.1.3 玻璃幕墙主要材料的检测项目，应符合国家现行标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 及其他相关标准的要求。

4.2 金属型材

4.2.1 金属型材的检测应包括外形尺寸、壁厚、表面处理层厚度、腐蚀及外观质量，铝合金型材的检测还宜包括韦氏硬度。

4.2.2 当所用金属型材无产品合格证书及检验报告或材料型号、牌号不明时，还应对型材取样，进行力学性能试验。

4.2.3 金属型材构件宜在下列部位进行检测或取样检测：

1 型材强度具有代表性的部位；

2 对型材力学性能存在怀疑的部位；

3 对幕墙安全性和使用性影响较小的部位；

4 便于取样工具操作的部位。

4.2.4 金属型材外形尺寸应采用分度值为 1mm 的量具检测，壁厚应采用分辨率不低于 0.05mm 的游标卡尺或分辨率不低

于 0.1mm 的金属测厚仪检测。

4.2.5 金属型材表面涂层厚度应采用分辨率不低于 0.5 μm 的膜厚检测仪检测。

4.2.6 金属型材表面腐蚀及外观质量应主要检查下列内容：

1 金属型材表面防腐涂层的损坏情况和基材腐蚀情况，必要时应采用超声测厚法对腐蚀深度进行测量；

2 金属型材截面主要受力部位的变形、损坏情况。

4.2.7 铝合金型材韦氏硬度应采用符合现行行业标准《铝合金韦氏硬度试验方法》YS/T 420 规定的钳式手提韦氏硬度计检测。

4.3 拉索和拉杆

4.3.1 拉索的检查检测应包括外观质量和张拉力，拉杆的检查应包括外观质量和使用状况。

4.3.2 拉索外观质量的检查，应主要采用目视观察和手试的方法，检查拉索的锈蚀、刻痕、松弛以及钢绞线断丝现象。

4.3.3 拉索的张拉力宜采用张拉仪法或液压法进行检测，也可采用频率测定法等非破损测量方法进行。检测前应对测试装置进行标定，设备精度应达到检测值的 5%。

4.3.4 拉杆外观质量的检查，应主要采用目视观察和手试的方法，检查拉杆的锈蚀、松动、变形情况。

4.4 玻璃

4.4.1 玻璃应复核品种规格与设计资料是否一致；玻璃的检测应包括外形尺寸、外观质量、表面应力、边缘处理和中空玻璃合片密封质量。

4.4.2 玻璃品种的检查应以质量保证资料为依据，同时结合肉眼观察。当质量保证资料不齐全、发现或怀疑玻璃品种与设计不相符时，宜采用无损检测方法确定。

4.4.3 玻璃厚度应采用分辨率不低于 0.02mm 的游标卡尺或分辨率不低于 0.1mm 的玻璃测厚仪检测。

4.4.4 玻璃外观质量应主要检查下列内容：

- 1 玻璃表面明显的划伤、损伤、霉变等现象；
- 2 中空玻璃起雾、结露、霉变和内外片错位等现象；
- 3 夹层玻璃分层、起泡、脱胶现象；
- 4 镀膜玻璃膜层氧化、脱膜现象。

4.4.5 玻璃表面应力的检测应采用下列方法：

- 1 采用偏振片检测玻璃是否经钢化处理；
- 2 采用表面应力检测仪测量玻璃表面应力值是否符合钢化玻璃或半钢化玻璃产品标准要求。

4.4.6 玻璃边缘处理情况的检查，应主要采用目视观察和手试的方法，检查玻璃的磨边、倒棱、倒角质量。

4.4.7 幕墙玻璃出现异常破裂时，应结合玻璃破碎的纹路，分析玻璃破裂的可能原因。当钢化玻璃自爆数量较多且判断是玻璃自身杂质缺陷引起的自爆时，可进一步采用光弹扫描法进行检测。

4.5 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶

4.5.1 硅酮结构密封胶的质量保证资料应包括相容性、剥离粘结性试验报告等，相应检测报告应由具有资质的机构出具。

4.5.2 硅酮结构密封胶的检测应包括外观质量、粘结宽度及厚度、注胶质量、粘结质量、邵氏硬度和粘结性能。

4.5.3 硅酮结构密封胶应根据现场使用环境选取性能易退化部位进行取样检测，当检测结果显示结构胶性能已退化时，应另取具有代表性的部位进行取样检测，以全面评价结构胶性能。

4.5.4 硅酮结构密封胶的外观质量检查应包括下列内容：

- 1 玻璃与硅酮结构密封胶粘结面的粘结是否连续，粘结面处玻璃外观是否均匀一致；

- 2 硅酮结构密封胶是否有变色、褪色、化学析出物、粉化、开裂、发粘等现象。

4.5.5 硅酮结构密封胶的粘接宽度及厚度、注胶质量、粘结质量应按下列方法检测：

1 胶缝粘接宽度及厚度应采用分辨率不低于0.05mm的游标卡尺检测；

2 切开胶缝体横截面，检查注胶饱满度、密实性、颜色均匀性；

3 粘结质量应按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139附录B规定的硅酮结构胶粘结情况及力学性能现场检验法对结构胶两面粘结的基材进行手拉剥离试验。

4.5.6 硅酮结构密封胶邵氏硬度的检测应按现行国家标准《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》GB/T 531.1进行，试样尺寸可以根据实际情况适当减小。

4.5.7 当硅酮结构密封胶的粘接质量或邵氏硬度不能达到规范要求时，应进行粘接性能检测，粘接性能检测应按现行行业标准《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T 324中附录C的规定执行。

4.5.8 隐框、半隐框幕墙的中空玻璃合片密封胶的检查检测应包括下列内容：

1 丁基胶是否有错位、胶体发粘流淌、化学物质析出等现象；

2 二道密封胶是否采用硅酮结构密封胶；

3 硅酮结构密封胶的检查检测内容应按本节相关条文进行。

4.5.9 硅酮建筑密封胶的检查检测应主要包括下列内容：

1 外观质量应主要检查密封胶表面光滑度，是否有开裂、起鼓、粉化、硬化、变色等现象；

2 粘结质量的检测可采用手拉试验方法检查密封胶与基材的粘结情况。

4.6 紧固件、五金件及其他配件

4.6.1 紧固件、五金件及其他配件的检查应主要包括品种规格、外观质量、表面腐蚀及使用功能。

4.6.2 五金件及其他附配件应具备正常使用功能,检查应包括下列内容:

- 1 五金件、配件的缺失、损坏和明显变形现象;
- 2 紧固件的缺失、松动、脱落现象;
- 3 窗用五金件启闭应灵活、无卡阻现象。

4.6.3 后置埋件的检查应主要包括埋板的尺寸规格、表面腐蚀,锚栓的品种、规格、数量、锚固状态。

5 节点构造的检查检测

5.1 一般规定

5.1.1 构造应核查下列内容:

- 1 玻璃幕墙工程的竣工图、计算书及设计变更文件;
- 2 隐蔽验收记录:
 - 1) 预埋件和后置埋件;
 - 2) 构件与主体结构及构件之间的连接节点;
 - 3) 变形缝及墙面转角处节点;
 - 4) 幕墙防雷节点;
 - 5) 幕墙防火节点。

3 构造与设计文件与相关标准的相符情况。

5.1.2 当设计文件、竣工资料等技术资料不齐全或幕墙构造与设计文件不相符时, 应进行承载力验算, 必要时应补充绘制与主体结构的连接方式和主要构造节点。

5.1.3 隐蔽部位宜采用无损或局部破损的方法进行抽样检查和检测, 必要时可打开隐蔽部分进行检查和检测。

5.1.4 玻璃幕墙节点构造的检查应按国家现行标准《建筑幕墙》GB/T 21086、《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102、《玻璃幕墙工程质量检验标准》JCJ/T139、《建筑装饰装修工程质量验收标准》GB50210、《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T324、《建筑设计防火规范》GB50016 等相关标准进行。

5.2 构造的检查

5.2.1 幕墙构造检查检测内容主要包括各类连接节点构造和特殊部位的节点构造。

- 5.2.2 幕墙与主体结构的连接检查应包括下列内容：
 - 1 预埋件与后置埋件埋板的尺寸、厚度及外观；后置埋件的锚栓品种、规格、数量、植入深度及外观。
 - 2 转接件的规格尺寸及与锚板的焊接质量、防腐处理。
 - 3 转接件与受力构件的连接质量，螺栓规格、数量及外观。
- 5.2.3 横梁与立柱的连接检查应包括下列内容：
 - 1 连接的形式、规格、数量；
 - 2 横梁变形和连接可靠性。
- 5.2.4 面板与框架的连接检查应包括下列内容：
 - 1 隐框幕墙压板的规格、数量、间距；
 - 2 明框幕墙压板的规格及连接方式；
 - 3 固定压板的紧固件品种、规格及外观；
 - 4 玻璃面板的托板位置、数量、规格及连接方式；
 - 5 明框幕墙的玻璃嵌入深度；
 - 6 挂接式板块的嵌入深度及限位措施。
- 5.2.5 开启窗构造检查应包括下列内容：
 - 1 五金件的规格、数量、外观及连接质量；
 - 2 托板位置、数量、规格及连接方式；
 - 3 挂钩式开启扇的防脱措施；
 - 4 开启扇与开启框的密封程度；
 - 5 开启角度及距离；
 - 6 中空玻璃采用大小片构造时的硅酮结构密封胶位置。
- 5.2.6 防火构造检查应包括下列内容：
 - 1 防火层的构造尺寸；
 - 2 防火层的安装、铺设质量；
 - 3 防火层与周边构件的防火密封质量。
- 5.2.7 防雷构造检查应包括下列内容：
 - 1 接地电阻；
 - 2 防雷连接件的品种、规格、数量。

- 5.2.8** 全玻璃幕墙构造检查应包括下列内容：
- 1 玻璃与吊夹具连接；
 - 2 玻璃肋的品种、规格；
 - 3 玻璃面板的高度和厚度；
 - 4 结构胶的品种、尺寸及注胶质量；
 - 5 玻璃肋夹具的连接质量；
 - 6 吊挂式玻璃底端与垫块的间隙；
 - 7 吊挂式玻璃的水平传力结构。
- 5.2.9** 点支承玻璃幕墙构造检查应包括下列内容：
- 1 开孔位置与开孔质量；
 - 2 驳接件外观及连接质量；
 - 3 拉索张拉力检测及索具调节器工作状态；
 - 4 拉杆（索）支承体系与主体结构的连接质量；
 - 5 玻璃肋夹具的连接质量；
 - 6 转接件与支承体系连接质量。
- 5.2.10** 其他应检查的部位还包括下列内容：
- 1 变形缝的构造；
 - 2 立柱伸缩构造；
 - 3 幕墙的压顶构造。

5.3 构造的检测

5.3.1 幕墙节点构造无法检查或检查人员凭借经验难以得出幕墙安全性能结论的，可以根据现场情况选择幕墙板块或构件进行现场性能检测。

5.3.2 幕墙单元及支承构件的抗风压变形性能可采用静压箱抗风压性能现场检测方法进行，幕墙面板及其安装连接构造的抗风压性能可采用等效静载法检测。

5.3.3 幕墙出现渗水痕迹的部位可通过现场淋水试验检查渗漏情况。

5.3.4 幕墙面板及框架的连接性能,可按现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 附录 F 中幕墙耐撞击性能试验方法进行检测。

5.3.5 隐框、半隐框幕墙玻璃板块出现结构胶退化现象时,面板的粘结可靠性可采用推出法、吸盘法、外箱法等无损检测方法进行。

6 结构承载力验算

6.1 一般规定

- 6.1.1** 结构承载力验算应按实际情况确定，并应符合下列规定：
- 1 当原设计和施工的技术档案图纸资料齐全且与幕墙现状一致时，可只进行部分结构的抽检验证；
 - 2 当幕墙无设计或施工技术档案及图纸资料缺失、不全时，应进行实际结构的测绘验证。
- 6.1.2** 根据设计文件或实际测量数据，按照现行国家、行业及地方标准验算玻璃幕墙单元受力节点及构件的承载能力，对最不利或存在缺陷的部位应重点复核。
- 6.1.3** 玻璃幕墙材料的强度设计值应按下列情况确定：
- 1 材料无严重的性能退化，可采用材料强度设计值。
 - 2 当材料有严重的腐蚀、老化、过火等导致性能退化时，应按检测结果确定。
 - 3 当材料选用与原设计不符时，应按实际材料确定其强度设计值。
- 6.1.4** 玻璃幕墙的构件和节点验算应按实际状态确定，规格、尺寸应采用实测值，受力计算模型应与实际状态一致。

6.2 玻璃面板及连接验算

- 6.2.1** 在风载荷和地震作用下，玻璃面板最大应力和挠度应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102的要求。区分框支承、点支承和玻璃肋支承等不同的面板支承形式，进行玻璃面板截面的最大应力和挠度的验算。
- 6.2.2** 玻璃面板的支承连接承载力验算，应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102的要求，并应符合下列规定：

1 框支承玻璃幕墙应根据现场实际情况对固定面板的压块、压板进行抗弯、抗剪能力验算，对固定压板、压块的紧固件应进行抗拉、抗剪强度验算。

2 点支承玻璃面板的固定连接应进行点支承装置承载力验算。

6.3 玻璃幕墙的主要受力构件

6.3.1 玻璃幕墙的受力杆件应根据实际支承条件，进行结构承载力验算。

6.3.2 玻璃幕墙受拉杆件因安装构造而产生压应力时，应进行立柱截面的偏心受压承载力验算。

6.3.3 单元式幕墙的受力杆件，可根据单元体的实际情况按独立承受各自荷载和（或）组合按照刚度分配荷载进行结构承载力验算。

6.4 点支承玻璃幕墙的支承结构

6.4.1 杆件体系应验算在各种受力状况下的杆件强度、刚度。

6.4.2 索杆体系应验算在各种受力状况下的拉杆强度、刚度、整体稳定性、局部稳定性，并验算拉杆、拉索的张拉力，该张拉力应保证索杆体系在各种受力状况下的强度、整体稳定性和结构刚度。

6.4.3 当采用玻璃肋驳接点支承结构时，应进行整体稳定性、局部稳定性验算。玻璃肋开孔应进行孔边应力分析验算。

6.5 全玻璃幕墙的支承结构

6.5.1 全玻璃幕墙的玻璃肋应按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102的要求进行验算或按有限元的方法进行验算。超过标准规定高度的玻璃肋还应进行平面外稳定验算。

6.5.2 全玻璃幕墙应根据面板约束形式分别按对边简支板或多点支承板进行验算。

6.6 玻璃幕墙结构胶

6.6.1 用于隐框、半隐框玻璃幕墙的中空玻璃硅酮结构密封胶及用于粘结附框的硅酮结构密封胶，应根据现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 分别验算。

6.6.2 玻璃肋支承硅酮结构密封胶应根据现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 进行应力验算。

6.7 玻璃幕墙的连接

6.7.1 玻璃幕墙的连接应根据实际情况进行验算，重点复核立柱与主体结构的连接。

6.7.2 采用钢或铝合金支承结构体系的杆件之间及杆件与主体结构锚固件之间的连接计算，应分别符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

6.8 后置埋件

6.8.1 对于玻璃幕墙的后置埋件应根据实际情况按照现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 进行验算。

7 安全性评估

7.1 一般规定

7.1.1 既有玻璃幕墙安全性评估,应先对构件及材料、节点构造、结构承载力三个子单元分别评定等级,再对玻璃幕墙评估单元的安全性能等级进行综合评定。

7.1.2 单种构件材料或节点构造应按抽样要求逐一检查检测,并记录结果。根据其对幕墙整体安全性能的影响,综合评价该构件材料、节点构造的性能等级。

7.1.3 检验评估等级为 C_u 级、 D_u 级的玻璃幕墙应在评估报告中提出整改建议。

7.2 构件及材料性能评估

7.2.1 既有玻璃幕墙构件及材料性能应按表 7.2.1 评定等级。

表 7.2.1 既有玻璃幕墙构件及材料性能等级评定

构件类别	a_u 级	b_u 级	c_u 级	d_u 级
金属型材	表面涂层完好,构件基本无缺陷。	表面涂层基本完好,型材主体有局部轻微腐蚀,腐蚀深度对型材强度基本无影响。	主要受力构件截面平均腐蚀深度不大于壁厚 10%。	主要受力构件截面平均腐蚀深度大于壁厚 10%。
玻璃	1 玻璃为安全玻璃; 2 外观无明显变化; 3 玻璃无破损。	1 玻璃为安全玻璃; 2 外观无明显变化; 3 玻璃局部存在缺陷或有个别破损。	1 玻璃为安全玻璃; 2 隐框、半隐框中空玻璃局部出现起雾、结露等失效现象; 3 玻璃有局部破损。	1 玻璃为非安全玻璃; 2 隐框、半隐框中空玻璃出现大面积起雾、结露等失效现象; 3 玻璃有较多破损。

续表 7.2.1

构件类别	a_u 级	b_u 级	c_u 级	d_u 级
硅酮结构胶	1 外观无异常； 2 注胶质量好； 3 邵氏硬度符合标准要求； 4 手拉剥离试验结构胶内聚破坏。	1 外观无异常； 2 注胶质量一般； 3 邵氏硬度超标不大于 5%； 4 现场拉拔试验结构胶内聚破坏； 5 拉伸粘结强度符合标准要求。	1 出现少量粉化、龟裂现象； 2 注胶质量较差； 3 邵氏硬度超标不大于 15%； 4 现场拉拔试验显示界面破坏且面积不大于 20%； 5 拉伸粘结强度符合标准要求。	1 出现较多粉化、龟裂现象； 2 注胶质量差； 3 邵氏硬度超标大于 15%； 4 现场拉拔试验显示界面破坏面积大于 20%； 5 拉伸粘结强度不符合标准要求； 6 隐框、半隐框中空玻璃二道密封胶非结构胶。
五金件及紧固件	1 五金件、配件无缺失、损坏和明显变形的现象，能够保证使用功能； 2 安装连接的紧固件无缺失、松动、锈蚀的现象。	1 五金件、配件无缺失、损坏和明显变形的现象，能够保证使用功能； 2 安装连接的紧固件无缺失、松动但存在一定的锈蚀现象。	1 五金件、配件有缺失、损坏和变形的现象，基本能够保证使用功能； 2 安装连接的紧固件有缺失、松动、锈蚀现象，但仍为有效连接。	1 五金件、配件大量缺失、损坏，存在明显变形现象，造成窗扇不能关闭； 2 安装连接的紧固件缺失、松动或有严重锈蚀，造成连接失效。
拉杆拉索	拉杆、拉索无锈蚀、刻痕、松弛以及钢绞线断丝现象。	拉杆、拉索有轻微锈蚀、刻痕，索杆无松弛以及钢绞线断丝现象。	拉杆、拉索有严重锈蚀、刻痕，出现索杆松弛、钢绞线断丝现象，但对结构安全无明显影响。	索杆松弛、钢绞线出现断丝，对结构安全造成影响。

7.2.2 玻璃幕墙含有多种构件及材料的,其构件及材料性能评定等级取其中最低一级作为评估等级。

7.3 结构承载力验算评估

7.3.1 玻璃幕墙主要结构构件、连接节点的承载力验算应按表 7.3.1 评定等级。

表 7.3.1 结构构件、连接节点的承载力验算等级评定

验算项目	a_u 级	b_u 级	c_u 级	d_u 级
结构构件或节点 (f/σ)	≥ 1.00	< 1.00 , 且 ≥ 0.90	< 0.9 , 且 ≥ 0.85	< 0.85

7.3.2 玻璃幕墙主要结构构件的变形挠度验算应按表 7.3.2 评定等级。

表 7.3.2 结构构件变形挠度验算等级评定

验算项目	a_u 级	b_u 级	c_u 级	d_u 级
主要结构构件 ($d_{f,lim}/d_f$)	≥ 0.95	< 0.95 , 且 ≥ 0.90	< 0.90 , 且 ≥ 0.85	< 0.85

7.3.3 经现场检查检测,结构构件产生裂缝或连接节点变位松动已丧失承载能力时,直接定为 d_u 级。

7.4 节点构造评估

7.4.1 玻璃幕墙主要节点构造的等级应按表 7.4.1 评定。

表 7.4.1 玻璃幕墙节点构造等级评定

检查项目	a_u 级	b_u 级	c_u 级	d_u 级
结构连接构造 开启扇构造 防火构造 防雷构造 其他构造	构造方式正确,符合现行规范和设计要求,连接可靠,工作无异常,无缺陷。	基本满足 a_u 级的要求,仅存在局部缺陷,但不致引起连接不安全。	构造、连接方式有缺陷,不能完全符合现行规范和设计要求,出现变形、松动现象,局部存在构造隐患。	构造方式有严重缺陷,不符合现行规范和设计要求,导致工作异常。构件、节点出现明显变形、滑移、局部损坏现象,存在结构、构造隐患或失效。

7.4.2 玻璃幕墙应评定其不同节点构造的安全性能等级,并取其最低一级作为节点构造的评定等级。

7.4.3 构造与节点通过性能检测方法检测其安全性时,应按下列规定评定等级:

1 当检测试验合格时,根据检测后构造节点完好程度,定为 a_u 级或 b_u 级;

2 当检测试验不合格时,根据其破坏严重程度,定为 c_u 级或 d_u 级。

7.5 评估结论

7.5.1 玻璃幕墙评估单元安全性能等级的综合评定应按表 7.5.1 进行:

表 7.5.1 玻璃幕墙安全性能等级的综合评定

等级	分级标准	子单元安全等级
A_u 级	安全性能符合规范要求,不影响玻璃幕墙的继续使用。	承载力验算为 a_u 级,结构构件变形挠度验算、构件及材料性能和节点构造不低于 b_u 级。
B_u 级	安全性能略低,尚不显著影响玻璃幕墙的继续使用。	承载力验算不低于 b_u 级,结构构件变形挠度验算、构件及材料性能和节点构造不低于 c_u 级。
C_u 级	安全性能不足,已显著影响玻璃幕墙的继续使用。	承载力为 c_u 级。
D_u 级	安全性不符合规范要求,已严重影响玻璃幕墙的继续使用。	任一子项为 d_u 级。

7.5.2 既有玻璃幕墙应按不同评估单元分别表述安全性能等级。

8 评估报告

8.0.1 评估报告应包括下列信息：

- 1 幕墙工程概况；
- 2 评估的目的、范围、内容；
- 3 评估依据；
- 4 检查检测部位、过程及发现的问题（包括照片影像资料等）；
- 5 子单元评级结果；
- 6 幕墙安全性等级评定；
- 7 附件（检测报告、验算计算书等）。

8.0.2 评估报告中应对含有 c_u 级、 d_u 级构件及材料、节点构造的分布位置、存在问题逐一做出详细说明并提出整改建议。

8.0.3 当玻璃幕墙的结构构件、连接节点的承载力经验算为 c_u 级、 d_u 级时，应明确其计算工况及在玻璃幕墙中所处部位。

8.0.4 对玻璃幕墙（评估单元）或其组成部分（子单元）所评估的等级，仅作为技术管理或制定维修计划的依据，即使所评等级较高，也应对其中所含的 c_u 级和 d_u 级部位及问题采取措施。

8.0.5 对于既有玻璃幕墙在安全性评估过程中发现的问题，根据其严重程度和具体情况选择下列处理措施，具体要求及方法可按附录 A 选用。

- 1 临时措施；
- 2 简单维修；
- 3 更换材料或构件；
- 4 加固构件或节点；
- 5 局部拆除或更换结构。

附录 A 维修与处理措施

A. 0. 1 本附录适用于对既有玻璃幕墙评估过程中发现的问题采取维修、加固、更换、拆除、防控等安全措施。

A. 0. 2 既有玻璃幕墙的维修与处理方案应包含评估报告分析存在的问题并符合现行幕墙及相关规范；所选材料品种、外观效果应尽可能与原幕墙保持一致，同时满足安全使用要求。

A. 0. 3 既有玻璃幕墙维修加固设计应符合下列规定：

- 1 应考虑新增构件的应力滞后效应；
- 2 宜减少对建筑主体结构和原幕墙结构的破坏；
- 3 宜考虑幕墙加固对主体结构的影响。

A. 0. 4 面板构件的维修、加固可选用下列方法：

- 1 替换面板；
- 2 改善支承条件；
- 3 减少承受荷载；
- 4 表面增强处理。

A. 0. 5 幕墙支承结构的维修、加固可选用下列方法：

- 1 新增或替换构件；
- 2 增加构件承载能力；
- 3 增加支点；
- 4 增设杆件；
- 5 减小承受荷载。

A. 0. 6 连接的维修、加固可选用下列方法：

- 1 局部或全部替换硅酮建筑密封胶、硅酮结构密封胶；
- 2 将原隐框幕墙改为明框幕墙；
- 3 增加连接的数量；

4 加固或更换连接件。

A.0.7 既有玻璃幕墙的加固应进行隐蔽验收及加固完成后的验收工作。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样不可的用词：

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用词：

正面词采用“应”，反面词用“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用词：

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用词，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”“应按……执行”。

引用标准名录

- 《建筑幕墙》GB/T 21086
- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《钢结构设计标准》GB 50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018
- 《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210
- 《铝合金结构设计规范》GB 50429
- 《硫化橡胶或热塑性橡胶 压入硬度试验方法 第1部分：邵氏硬度计法（邵尔硬度）》GB/T 531.1
- 《无损检测 接触式超声脉冲回波法测厚方法》GB/T 11344
- 《建筑用硅酮结构密封胶》GB 16776
- 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
- 《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139
- 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
- 《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T 324
- 《玻璃幕墙粘结可靠性检测评估技术标准》JGJ/T 413
- 《建筑门窗、幕墙中空玻璃性能现场检测方法》JG/T 454
- 《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》JG/T 475
- 《铝合金韦氏硬度试验方法》YS/T 420

浙江省工程建设标准

既有玻璃幕墙安全性评估技术规程

DBxx/xxxx - 2021

条文说明

目 次

1	总 则	(33)
3	基本规定	(34)
3.1	一般规定	(34)
3.2	评估内容及程序	(34)
3.3	抽 样	(35)
4	构件及材料性能检测	(37)
4.1	一般规定	(37)
4.2	金属型材	(37)
4.3	拉索和拉杆	(38)
4.4	玻 璃	(38)
4.5	硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶	(38)
4.6	紧固件、五金件及其他配件	(40)
5	构造与节点的检查检测	(41)
5.1	一般规定	(41)
5.2	构造的检查	(41)
5.2	构造的检测	(42)
6	结构承载能力验算	(44)
6.1	一般规定	(44)
6.2	玻璃面板及连接验算	(44)
6.3	玻璃幕墙的主要受力构件	(44)
6.4	点支承玻璃幕墙的支承结构	(45)
6.5	全玻璃幕墙的支承结构	(45)

6.6	玻璃幕墙结构胶	(45)
6.7	玻璃幕墙的连接	(45)
6.8	玻璃幕墙埋件	(45)
7	安全评估	(47)
7.1	一般规定	(47)
7.2	构件及材料性能评估	(47)
7.3	结构承载能力验算评估	(48)
7.4	构造与节点评估	(48)
7.5	评估单元评价	(48)
8	评估报告	(49)

1 总 则

1.0.1 上世纪 90 年代初起，玻璃幕墙在建筑工程中开始大量应用。我省是幕墙大省，目前已有大量既有玻璃幕墙存在，有些使用已超过设计年限。在对全省部分幕墙检查的过程中，发现早期建造的幕墙存在不符合技术规范的现象，同时使用过程中缺乏必要的维护保养，由此存在安全隐患。浙江省属夏热冬冷且台风暴雨多发地区，气候环境多变，年久失修存在隐患的玻璃幕墙成为城市公共安全新的隐患，有必要建立玻璃幕墙在安全性能方面的检验评估技术手段，为开展玻璃幕墙的维修与加固改造工作建立基础。二〇〇六年十二月，中华人民共和国建设部建质〔2006〕291 号文发布了《既有建筑幕墙安全维护管理办法》；二〇一三年四月，浙江省住房和城乡建设厅〔2013〕2 号文发布了《建筑幕墙安全技术要求》；二〇一五年三月，住房和城乡建设部、国家安全监管总局建标联合发布的〔2015〕38 号文《关于进一步加强玻璃幕墙安全防护工作的通知》；二〇一七年九月，浙江省人大常委会审议通过的《浙江省房屋使用安全管理条例》均提出对玻璃幕墙进行定期检查和评估的要求。为此，根据建设行政主管部门的要求，在广泛调查研究、总结实践经验的基础上制定了本规程。

1.0.2 本规程对已竣工交付验收使用的玻璃幕墙安全性能进行评估，不适用于对在建工程进行评判。新建、改和扩建玻璃幕墙工程应按现行国家、行业的标准、规范进行检测。现行国家标准《建筑幕墙》GB/T 21086 附录 B 规定了采光顶的技术要求，因此采用类似玻璃幕墙做法的采光顶可按本规程执行。

1.0.3 影响到玻璃幕墙安全性能的因素较多,本规程检验评估的主要目的是核查既有玻璃幕墙与现行标准规范的符合性以及不符合性严重程度的判断。对于玻璃幕墙涉及的具体材料、设计、施工等因素,遇到本规程未涉及到的应按现行标准规范要求执行。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 玻璃幕墙在使用过程中，随着材料性能的逐渐老化，荷载的长期作用、构件疲劳程度的加剧和功能衰减，10 年以上的玻璃幕墙发生安全事故的概率要远大于 10 年内的，幕墙的安全性能将受到影响，需要定期对玻璃幕墙进行安全检查。建设部《既有建筑幕墙安全维护管理办法》建质【2006】291 号文件规定“建筑幕墙工程自竣工验收交付使用后，原则上每十年进行一次安全性检查”。省人大常委会通过的《浙江省房屋使用安全管理条例》也明确指出使用建筑幕墙的房屋，房屋使用安全责任人应当按照设计文件或者房屋使用说明书载明的检测时限进行幕墙安全性检测；设计文件和房屋使用说明书未载明检测时限的，应当自建设工程竣工验收合格之日起十年内进行幕墙安全性检测，首次检测后应当每五年进行一次幕墙安全性检测。《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 也有明确的周期规定。25 年后的超期使用幕墙，缩短检查周期，是继续使用玻璃幕墙的安全保证。拉索幕墙随着时间推移会产生预拉力损失现象，为保证此类幕墙的性能稳定和使用安全，应按时对预拉力进行检查调整。

3.1.2 幕墙结构通常附着在建筑物主体结构上，当幕墙相关联的建筑物主体结构发生重大变动时，通常会影响幕墙的安全性，因此应进行安全性检查。

业主单位有安全性检查要求主要指业主单位出于对自身专业技术技能不足的担心以及对幕墙安全使用的关注，而提出的检查要求。

3.2 评估内容及程序

3.2.1 幕墙概要性调查包括：工程概况调查、幕墙工程技术资料复核、幕墙使用情况调查等。安全性评估可对玻璃幕墙进行全面的综合评估，也可根据委托单位要求选择其中部分内容进行局部评估。

3.2.2 评估程序执行时，可根据工程实际情况进行具体安排。如遇特殊情况，可进行必要调整或补充。

3.2.3 概要性调查及收集的资料用于评估时应遵从下列原则：对于设计文件、工程验收资料齐全的玻璃幕墙，应以技术资料的核查、现场相符情况核查为主；对于设计文件、工程验收资料不齐全的玻璃幕墙，在已有的技术资料基础上，以现场检查、检测为主。

3.3 抽 样

3.3.1 不同类型的幕墙宜分别进行评估。独立的单一型式的幕墙在功能和受力特点上相近，将其单独作为一个评估单元时，能保证评估结论具有更为明确的针对性。

为实现建筑设计意图，常常可以见到在某一幕墙区域内建筑师选用了多种幕墙面板材料、多种面板支承方式或不同支承结构。为保证评估单元在空间上的连续性，也允许一个评估单元内可含有不同幕墙面板材料、不同面板支承方式、不同支承结构体系等情况。

经过改扩建的幕墙项目，即使相同的幕墙类型也应考虑不同施工工艺对幕墙评估结论的影响。

评估人员判断幕墙使用环境条件对结论有影响时，可单独划分评估单元。环境影响因素有多种：包括与朝向相关的日照、雨淋程度，局部幕墙使用环境与周边幕墙存在不同的室内外温差以及湿度、腐蚀情况的差别。

3.3.2 对于既有幕墙,虽然增加幕墙构件样本数量可以提高检测数值的准确性,但有时为确保既有幕墙的结构安全无法做到较大数量的抽样检测。因此本规程从保证检测结果平均值应具有可以接受的最低精度出发,规定现场抽检构件材料的最低数量为3个。同时,抽样人员应根据设计及工程验收资料的齐全性、可信性,判断是否增加抽样数量。

不随时间而发生明显性能退化的构件指:铝型材、钢材、玻璃、螺栓、预埋件等;随时间发生性能退化的构件指:硅酮结构密封胶、硅酮建筑密封胶、化学锚栓等材料。不随时间发生明显性能退化的构件,能够提供施工阶段的材料复试报告且数据完备、可以置信的;也可直接采用复试报告中的力学、物理性能指标进行评估。

3.3.3 对于多层建筑检查部位数量至少3-5处;对于高层建筑宜适当增加抽样数。对硅酮结构密封节点检查时,应取幕墙的较不利位置,如受光照影响较多的建筑物立面抽样。

在保证各检查对象抽样数量的前提下,宜尽可能减少对室内人员的影响;当能反应幕墙现状时,宜优先选择容易到达、人员易于开展检查工作的部位。

4 构件及材料性能

4.1 一般规定

4.1.2 玻璃幕墙主要材料的调查应以检查材料质量保证资料为基础。当幕墙主要结构材料的设计文件及质量保证资料等不齐全,发现或怀疑实际使用的材料与质量保证资料、现行标准规范、设计文件不相符时,则应通过一定数量比例的现场检测或现场取样回实验室进行检测,确定幕墙材料性能参数。现场和实验室检测的目的是为结构承载力验算提供所需的材料品种、几何特征参数、强度标准值等实际参数。

4.1.3 现行的建筑幕墙产品标准、工程技术规范和检测标准中都有关于幕墙结构材料及附件的要求,但由于这些标准规范主要是针对新建工程的要求,对既有幕墙材料的性能及检测方法不一定都适合,因此,本标准的提法是按现行标准规范的方法进行既有幕墙材料的检测。

4.2 金属型材

4.2.1 构件材料的几何参数采用实测值时应考虑其锈蚀、腐蚀及实际损坏等情况以及加工制作偏差等影响,以便为构件的承载力验算提供符合实际的材料性能值。

4.2.2 铝合金建筑型材由于具体的合金牌号和供应(处理)状态不同,其力学性能差异较大,需验明实际使用的铝合金型材的材质和力学性能,以确定幕墙主要受力杆件承载力验算所需的材料力学性能参数。

4.2.3 检测或取样检测的部位应具有代表性,同时也要兼顾对幕墙安全性和使用性的影响,以及取样操作的可实现性,必要时可采取加固措施。

4.2.4 型材壁厚尺寸是结构承载力验算的重要参数之一,应重点检测型材截面主要受力部位的厚度。

4.2.5 型材表面涂层主要起到一定的防腐、防划(擦)伤作用,同时兼具美观作用。

4.2.6 铝合金型材和钢型材是框架式幕墙的主要受力构件,其表面涂层是否完好,基材是否产生腐蚀和锈蚀,以及变形和损坏问题等均涉及幕墙的结构安全,是现场检测的重要内容。重点应检查现场电焊后防锈处理部位、双金属接触部位和防雷连接点。超声测厚法可按《无损检测 接触式超声脉冲回波法测厚方法》GB/T11344 进行。

4.3 拉索和拉杆

4.3.1 张拉索杆结构的承载能力与索杆的张紧与否有很大关联,索杆张力缺失或张力过低,可能会引起支承结构的受力失效。因此,对张拉索杆支承结构而言,索力测试是非常重要的一个项目。

4.3.3 拉索张拉力的检测可按《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T 324 进行。

4.4 玻 璃

4.4.4 玻璃如有明显的划伤和损伤会影响玻璃构件的强度及使用安全。中空玻璃、夹层玻璃、镀膜玻璃出现以上现象,说明其自身的密封、粘结性能已失效,在影响幕墙热工、光学性能的同时,也降低了玻璃的承载能力。

4.4.5 现场检测确定幕墙玻璃面板采用的品种是钢化玻璃、半钢化玻璃或是普通浮法玻璃时,如工程留有备用的玻璃板块,可进行对比检测确定。表面应力现场检测可按现行行业标准《建筑门窗、幕墙中空玻璃性能现场检测方法》JG/T 454 进行。

4.4.6 玻璃在裁切时,其刀口部位会产生很多大小不等的锯齿状凹凸,引起边缘应力分布不均匀,玻璃安装后由于受各种作用的影响,容易产生应力集中,导致玻璃破碎。

4.4.7 实际工程中玻璃的破碎现象有很多原因，除了人为与物体撞击外，设计使用不合理造成的玻璃热炸裂和破损，玻璃的镶嵌固定产生强迫应力以及玻璃自身存在的硫化镍等杂质均会引起自爆。当玻璃自爆的数量明显出现异常时，应根据幕墙玻璃的质量、安装使用环境等情况做具体分析，由于硫化镍相变等杂质缺陷造成的自爆，采用光弹扫描法找出缺陷玻璃，可以有效降低自爆风险。

4.5 硅酮结构密封胶和硅酮建筑密封胶

4.5.3 取样检测应根据现场情况，长期在紫外线直射环境下或直接暴露在外的结构胶部位应重点检测。如这些最不利部位结构胶性能合格，可以视为结构胶能够继续使用，当检测性能不合格时，则应选取其他有代表性的幕墙部位检测，以判断其他部位结构胶的性能。幕墙结构胶的取样检测，应考虑在使用性影响较小的部位取样，并保证取样后的幕墙安全性能不受影响。

4.5.4 硅酮结构密封胶是影响隐框玻璃幕墙安全的重要材料，为了确定既有玻璃幕墙工程中结构胶的安全性，外观质量检测除了《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 规定以外，参考《结构密封胶使用工艺指南》ASTMC1401 的要求增加了检查硅酮结构密封胶与粘结材料之间外观质量检查内容。

4.5.5 硅酮结构密封胶的混合和注胶对环境温度、环境湿度均有严格的要求，同时还应保持环境通风、无尘。因此，除全玻幕墙外，均应在环境符合要求的车间施工。如果检查时发现硅酮结构密封胶的颜色不均匀，则说明施工时没有均匀混合，或在环境不符合要求的场所施工，对硅酮结构密封胶的力学性能均可产生不良影响。

硅酮结构密封胶与玻璃或铝材之间的粘结性是确定粘结面质量的关键因素。采用破坏性的手拉剥离试验，可以通过剥离面破坏情况判断结构胶的粘结质量，同时通过手试检查胶体的弹性，判断胶体硬化程度。

4.5.6 随着硅酮结构密封胶的老化，其邵氏硬度值会变大。因此检测结构胶的邵氏硬度，可初步判断其老化情况。但由于硅酮结构密封胶种类很多，其初始邵氏硬度、硬度发展趋势均不同，故邵氏硬度值应根据现场情况结合《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/T 475 做出综合判断。

4.5.7 硅酮结构密封胶粘结性能的检测应优先采用现场拉拔法，对中空玻璃硅酮结构密封胶粘接性能的检测可采用重新粘接法。这两种检测方法均是原位取样检测的方法，对原有硅酮结构胶进行破坏性检测；因此试验完成后，应采用强度及弹性模量高于被检试样的结构胶修复被检板块，保证幕墙安全。

4.5.8 中空玻璃的合片密封胶有两道，第一道一般采用丁基热熔密封胶，丁基胶的变位能力较弱，受力后易失效，影响中空玻璃的使用安全性能。隐框、半隐框幕墙应使用硅酮结构密封胶作为中空玻璃二道密封胶，明框玻璃幕墙的开启窗是检查重点。

4.5.9 硅酮建筑密封胶的作用主要是保证幕墙的气密性能和水密性能。密封胶失效会导致幕墙漏气、漏水，甚至会影响隐框玻璃幕墙硅酮结构密封胶的粘结性能和理化性能。接缝密封胶失效，通常表现为粘结失效或密封胶外观出现变化，既有幕墙接缝密封胶的目视观察主要是检查幕墙面板接缝密封胶本身的老化和性能退化情况，手试主要检查与基材粘结情况和密封胶变硬脆化现象。

4.6 紧固件、五金件及其他配件

4.6.1 幕墙所用紧固件、五金件和配件，主要用于幕墙构件的连接组装和安装锚固等关键的受力环节，对幕墙的安全可靠性至关重要，其材质除不锈钢外，均要求进行表面防腐蚀处理。五金件中所用的非金属材料对金属件的绝缘防护和五金件的功能实现起着重要的作用，也影响到幕墙的安全可靠性，需认真检查。

4.6.3 锚固状态包括锚孔周边混凝土是否存在裂缝等缺陷、锚栓植入深度、锚栓是否松动以及锚栓孔距结构边距等内容，必要时应检测锚栓的锚固承载力。

5 构造与节点的检查检测

5.1 一般规定

5.1.1 由于既有幕墙设计施工的时间原因,年限较长的既有幕墙其构造与现行的国家、行业标准规范可能存在不一致的情况,因此对既有玻璃幕墙进行评估时应将其与现行的国家、行业标准规范进行比较,得出不符合之处,为评估提供依据。

5.1.2 一般情况下,在检测阶段补充绘制与主体结构连接方式和主要构造节点是比较困难的,可采取同壁厚的矩形截面等简化的方法。

5.1.3 使用中的既有玻璃幕墙检查检测过程应尽量减少对幕墙及其周边装饰装修的破坏,无损或局部破损检查可采用带光源的综合观察镜进行(如内窥镜、笔式深孔镜等),以对幕墙节点构造的影响降至最小。

5.2 构造的检查

5.2.3 本条所说的横梁变形主要是指横梁由于玻璃面板自重引起的扭转变形。

5.2.4 隐框幕墙的压板和明框幕墙的玻璃嵌入量是影响玻璃板块承载能力的重要因素,而工程上往往也是设计施工容易忽视的部位。压板作为玻璃板块的连接组件,一旦出现变形、损坏或松动,将会影响固定玻璃的整体安全性能。

5.2.5 目前玻璃幕墙开启扇脱落事故的主要构造型式就是挂钩式开启扇,因此对挂钩式开启扇的防脱措施应重点检查,主要检查开启扇的限位风撑是否完好、开启角度是否符合设计及规范要求,挂钩的限位块是否缺失、变形。

幕墙开启扇中空玻璃采用大小片构造时，中空玻璃合片用的硅酮结构密封胶和中空玻璃与窗框之间的建筑硅酮结构密封胶位置应当重合。当两种硅酮结构密封胶位置不重合时，一旦与窗框型材粘接的玻璃破碎，另一片玻璃会失去连接随之脱落。因此评估时应检查中空玻璃硅酮结构密封胶的位置，至少保证中空玻璃有一组对边的两种硅酮结构密封胶位置重合，防止未破损片脱落。

5.2.6 防火层的一个主要作用是发生火灾时防止烟雾从着火处缝隙中窜到其他楼层或房间，造成烟雾危害扩大。因此防火层与周边构件的密封，要求不能出现窜烟的缝隙，在检查过程中应加强观察，也可用手试感觉是否有空气流通，判断该处防火层是否存在间隙。

5.2.7 防雷节点接地电阻可采用接地电阻仪或兆欧表测量。幕墙支承结构作为导电体，形成导电通路，其接地电阻一般不大于 1Ω 。不同金属材料连通处，应检查是否有避免双金属腐蚀的措施。

5.2.8 检查面板的高度和厚度是判定座立式结构构造安全的重要依据；玻璃肋夹具的连接质量主要检查夹具与玻璃肋及玻璃孔的连接；吊挂式玻璃底端与垫块之间应保留适当的间隙。另外吊挂式玻璃的水平传力结构往往容易疏忽，确是目前吊挂式全玻璃幕墙玻璃破损的主要原因，应重点检查。

5.2.9 点支承玻璃幕墙面板在开孔部位会产生较高的应力集中，开孔位置偏差与孔边距过小都会对面板产生产生很大的装配应力。索杆体系点支承玻璃幕墙是通过拉杆（索）将玻璃幕墙的荷载传递到主体结构上，因此拉杆（索）必须受力均匀，主体结构连接处基材不得有裂缝、损坏等现象。

5.2.10 变形缝处的幕墙构造相对复杂，检查时应注意幕墙节点构造与设计是否一致；幕墙在构造变形方向的空间是否足够，连接处应无破损及渗漏。幕墙顶部处理，长期受紫外线直射及雨水侵蚀，因此应检查压顶板是否牢固无松动，是否渗漏等现象。

5.3 构造的检测

5.3.1 对于难以界定安全性能的构造,可以采用现场性能检测进一步确认幕墙的安全性。但现场检测应注意安全,不建议在现场进行承载能力极限状态检测,以免对幕墙造成破坏。

5.3.2 当幕墙缺少设计文件,且工程现场较难测量幕墙构造、截面尺寸时,可采用现场检测的方法对玻璃幕墙板块或构件进行检测,分析其安全性能。静压箱抗风压性能现场检测按《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T 324 第 4.3.3 条进行;等效静载法是利用气囊传递的均布压力模拟实际风荷载对幕墙的作用,可按《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T 324 第 4.3.5 条进行。应注意现场检测一般不需进行极限强度检测,确保检测安全。

5.3.3 雨水长期渗漏除了会造成正常使用障碍外,也会加速金属件的腐蚀和密封件的老化,对于室内侧有渗漏的印迹或金属件出现严重锈蚀的部位,可以进行现场淋水找出渗漏原因,检测按《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 附录 D 进行。

5.3.4 《建筑幕墙》GB/T 21086 明确地将耐撞击性能列为重要性能检测指标之一,其对建筑幕墙性能和安全的影响与重要性不言而喻。通过对幕墙的耐撞击性能试验,可以及时发现问题,检测出幕墙连接的各种缺陷,例如:面板的松动、结构胶的脱胶等,通过针对性改进,最大限度地提高幕墙质量和安全可靠。

5.3.5 推出法、吸盘法、外箱法均为现场无损检测方法,通过模拟风荷载对检测单元被测玻璃面板的作用,检测面板粘结情况;检测方法可按现行行业标准《玻璃幕墙粘结可靠性检测评估技术标准》JGJ/T 413 规定的方法进行。

6 结构承载力验算

6.1 一般规定

6.1.2 结构承载力验算是检查检测工作的重点,应根据实际情况对玻璃幕墙的跨度、间距等进行复核;鉴于在玻璃幕墙抗风压性能检测中经常出现固定压码、五金件变形或损坏等情况,应根据节点和构造,验算荷载传递途径中的受力节点和构造,如玻璃装配件的固定压块、五金件强度等。

6.1.3 玻璃幕墙主要结构材料:铝合金型材、钢材、玻璃、硅酮结构密封胶的设计值在规范中均有规定。经检测,当主要结构材料的品种和强度符合现行有关规范和设计要求时,则可采用规范规定的强度值。对于一些材料发生老化及腐蚀的情况,则应根据实际情况考虑强度的折减,可根据实验确定。

6.1.4 玻璃幕墙检查检测应尽可能依据实际结构和构造,通过抽样掌握材料偏差、施工偏差等因素的不利影响。如型材的壁厚负偏差超过标准允许偏差时,应根据型材实际壁厚按照现行规范验算型材是否满足要求。

6.2 玻璃面板及连接验算

6.2.1 点支承玻璃面板通常为四点支承或六点支承方式,孔边应力是计算时的控制应力,孔边应力决定开孔位置、孔边处理等因素。点支承玻璃的应力和挠度计算除按现行行业标准外也可采用有限元方法计算。

6.2.2 实际工程中,框支承玻璃幕墙常见压块、压板安装不规范现象。压板厚度、规格明显偏小,压块间距过大,连接紧固件采用自攻螺钉等,是造成板块松动的常见问题,因此应根据实际情况进行复核。

点支承装置缺少设计承载力数据时，可通过现场抽样检测为验算提供依据。

6.3 玻璃幕墙的主要受力构件

6.3.2 玻璃幕墙的立柱一般按拉弯杆件设计、安装，但工程应用中某些特殊部位可能按压弯杆件安装，此部分立柱应进行压弯验算。

6.3.3 单元式幕墙常见为插接式构造，宜按照刚度分配荷载方式进行结构承载力验算。

6.4 点支承玻璃幕墙的支承结构

6.4.1~2 点支承玻璃幕墙应用广泛，点支承玻璃幕墙的支承结构主要分为杆件体系（刚性体系）、索杆体系（柔性体系）等。

杆件体系的计算应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017 的有关规定。

索杆体系可分为索桁架、自平衡索桁架、单层平面索网、单层曲面索网、单向竖索等结构形式，索杆体系宜采用几何非线性的有限元方法进行计算分析，并应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 的相关要求。

索杆体系张拉力的实测值应与验算结果进行比较，必要时采取调节张拉力的措施。张拉力进行测量时，应考虑温度的影响。

6.4.3 带孔玻璃的孔边，应力分布复杂，应力集中现象明显，可采用有限元方法进行计算分析，必要时可通过试验验证。

6.5 全玻璃幕墙的支承结构

6.5.1 全玻璃幕墙采用下部支承时，在自重作用下，面板和肋都处于偏心受压状态，容易出现平面外的稳定问题。因此对高度大于 8 米的玻璃肋进行平面外稳定验算，高度大于 12 米的玻璃肋应进行平面外稳定验算。

6.5.2 全玻璃幕墙应根据面板在工程实际中的支承情况进行计算。

6.6 玻璃幕墙结构胶

6.6.1~2 硅酮结构密封胶承受荷载和作用产生的应力大小，关系到幕墙构件的安全，对结构胶的宽度和厚度应按实测值进行承载力验算。

6.7 玻璃幕墙的连接

6.7.2 幕墙支承结构体系杆件之间、杆件与主体结构锚固件之间的连接计算和构造直接关系到幕墙的安全。在现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《铝合金结构设计规范》GB 50429 中已经有明确规定，在进行可靠性评估时，应按照有关规定进行验算。

6.8 后置埋件

6.8.1 幕墙构件与混凝土结构的连接，多数情况是通过预埋件实现。当土建施工中未设预埋件、预埋件漏放、预埋件偏离设计位置太远、设计变更、旧建筑加装幕墙时，往往采用后置锚栓进行连接。在《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 中，对后置锚栓的承载力验算及构造，均有相应的要求，应按照有关规定和要求进行评估、验算。

7 安全性评估

7.1 一般规定

7.1.1 玻璃幕墙的结构体系相对复杂，其材料、构造较多，本规程出于评估程序简便、结果可靠考虑，不将幕墙继续划分更多结构层次，而从三个子单元综合评价幕墙安全性能。其中结构承载力是设计验算项目，构件及材料性能、节点构造是现场检查检测项目。

7.1.2 构件材料和节点构造的安全性评估应根据本章 7.2、7.4 节的规定，对每一种构件、构造按抽样数量要求进行评估。评估时应充分考虑每种构件材料或构造节点存在问题对幕墙整体性能和承载力的影响，不应以其中个别存在现象，降低该构件材料或构造节点的评定等级。

7.1.3 评估单位通过评估活动，对玻璃幕墙实际使用安全情况有全面了解和掌握，因此对评估结果中存在安全性能不足，影响或严重影响继续使用的玻璃幕墙，由评估单位根据自身专业知识，从经济、安全、适用角度提出处理建议，往往具备很大使用价值，也是委托方在完成评估后进行下一步措施的重要依据。

7.2 构件及材料性能评估

7.2.1 构件及材料的实际使用品种及性能退化直接影响幕墙的安全性能。玻璃幕墙的材料经过较长年限的使用，产生腐蚀、退化、失效等现象，有些现象很难通过计算直接评定构件的安全性能，因此通过现场检查、检测发现的情况对构件及材料性能直接做出等级评定。对于玻璃、结构密封胶品种的错误使用，本条进行了从严控制。型材的实际使用规格及壁厚等如未达到设计要求，

应按实测值对构件进行校核验算，并按本章 7.3 节内容进行评级。结构胶出现粉化、龟裂现象后，强度会急剧下降，严重威胁幕墙安全，因此对此类现象应重点关注。

本表中判定为 a_u 级、 b_u 级的子单元，表中本级的条款均应满足，判定为 c_u 级、 d_u 级的子单元只需满足本级中的其中一条。

7.2.2 玻璃幕墙含有多种构件及材料的，只要其中一个构件出现严重问题，如：型材严重锈蚀丧失承载力、结构胶出现脱胶，窗扇连接失效都可能造成幕墙的安全使用隐患。因此取不同构件及材料的最低评定等级作为其子单元评定等级是合适的。

7.3 结构承载力验算评估

7.3.2 结构构件、连接节点是幕墙安全与否的主要因素。一般情况下，有正规完整的设计文件，正规的审图报告显示设计承载力满足工程要求，且检测结果表明材料符合设计要求并无明显偏差、结构构造符合设计及标准要求、构件及节点变形符合规范要求，竣工后未作结构改动，则可认为承载力能继续满足原使用要求，不必再次进行承载力验算。反之则应根据检测的结果按相关规范进行承载力验算。当构件构造复杂时，不容易较准确的测定其截面参数，核算条件不具备时，可采用现场加载的方法对其进行试验，根据试验结果及检测的具体情况评定幕墙的承载力安全等级。

7.3.3 对于现场通过目测、手试或适当辅助工具检查后发现存在的结构构件或连接节点丧失承载能力，如拉索拉杆随建筑物沉降、材料蠕变发生松弛而丧失预拉力等现象，应直接定为 d_u 级。

7.4 节点构造评估

7.4.1 即使结构构件、连接节点的承载力验算结果符合本规程对安全性的要求，但当构造不当时，其造成的问题仍然可导致构件或其他连接的工作恶化，以致最终危及结构安全。因此，有必要设置此检查项目，对节点与构造的安全性进行检查与评定。构造

的检查必须结合实际工作状态进行分析判断，由评估人员根据现场情况做出判断。

7.4.3 对于现场检测判定为 c_u 级或 d_u 级的幕墙，在检测完毕应采取措施加以修补或加固，以免造成安全问题。

7.5 评估结论

7.5.1 玻璃幕墙评估单元安全性能等级以承载力为主要判断依据，结构构件变形、构件及材料性能、节点构造子项要求等级的差异不应超过 1 级。对于任一子项存在 d_u 级时，玻璃幕墙可能存在安全隐患，均应立即采取措施整改，因此该幕墙安全性能等级为 D_u 级。

8 评估报告

8.0.1 本规程对评估报告无具体格式要求,但应包含本条规定的基本信息及主要内容,以保证报告质量。

8.0.2~3 报告的评估等级不仅仅起到安全评级的作用,更是提供给业主作为幕墙进行整改处理的主要依据。部分结构构件、连接节点存在安全问题或幕墙在最不利工况处达不到承载能力要求时,并不代表幕墙所有部位均存在安全隐患,因此在评估报告中做出逐一详细的说明,并提出具体处理措施,可以使相关问题得以及时且有针对性的处理。

8.0.4 玻璃幕墙作为外围护结构相对于主体结构体系,其构件、节点均具有相对的独立性。因此在评级过程中,应尽量避免因局部非关键部位的构件及材料、构造与节点的问题,而降低幕墙的整体评估等级。同样也不能因为幕墙评估单元的评估等级较高,而忽略对个别存在安全隐患的构件或节点的处理。因此,幕墙的处理维修措施应综合考虑安全经济、科学合理的原则。

8.0.5 当既有玻璃幕墙检验评估过程中发现存在严重隐患时,在未采取维修、加固、更换、拆除等措施前,应建议采用粘贴安全膜、设置挑檐或顶棚、拉设警戒线等临时措施防止坠落伤人事故发生。本条的处理措施仅为原则性建议,报告应根据实际情况,提出具体处理措施与建议,供委托方参考。