

陕西省工程建设标准

既有建筑幕墙可靠性评价技术规程

Technical Specification for Reliability Appraisal of Curtain Wall

(征求意见稿)

《既有建筑幕墙可靠性评价技术规程》编制组

2023年4月

前言

根据陕西省住房和城乡建设厅、陕西省市场监督管理局《关于下达 2020 年度工程建设标准制修订计划的通知》陕建标发[2020]4 号文件要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结了各地建筑幕墙的运维现状及使用的实践经验，结合建筑幕墙工程质量检测评价过程中的工作经验，并参考我国其他省市相关标准，在广泛征集意见的基础上，制订本规程。

本规程共分 6 章，主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.检查与检验；5.可靠性评价与适修性评估；6.评价报告。

本规程由陕西省住房和城乡建设厅负责归口管理，由陕西省建设标准设计站负责日常管理，由陕西省建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请反馈给陕西省建筑科学研究院有限公司（地址：西安市环城西路北段 272 号，邮政编码：710082，电话：029-88644594，邮箱：22274661@qq.com），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：陕西省建筑科学研究院有限公司

西安天幕实业有限公司

本标准参编单位：陕西省建筑工程质量检测中心有限公司

四川省建筑设计研究院有限公司

中国建筑西南设计研究院有限公司

陕西建工第九建设集团有限公司

陕西省建筑设计研究院（集团）有限公司

中国建筑西北建筑设计研究院有限公司

陕西省建筑设备安装质量检测中心

陕西中立检测鉴定有限公司

西安飞机装饰装修工程股份公司

陕西科胜幕墙装饰工程有限公司

西安高科幕墙门窗有限公司

陕西省建设教育与城市建设档案管理中心

陕西海西亚装饰工程有限公司

广州市白云化工实业有限公司

四川南玻节能玻璃有限公司

广州安德信幕墙有限公司

本规程主要起草人：贾忠奎 戴 军 王传礼 王 勤

黄沛增 姚广顺 袁 江 蒋青峰

殷兵利 高 仓 代建波 刘晓亮

张永超 王文欢 杨越峰 戴梦轩

张冠琦 李秉洁 刘晓亮 薛 宇

代建波 刘维维 李 林 兰 元

刘力林 赵永雄 黄成龙 吕 刚

本标准主要审查人：

目次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	4
3 基本规定	5
3.1 一般规定	5
3.2 评价程序及工作内容	7
3.3 可靠性评价标准	9
3.4 抽样规定	12
4 检查与检验	14
4.1 一般规定	14
4.2 资料核查	16
4.3 幕墙材料检验	18
4.4 构造检查和结构变形测量	21
4.5 面板连接验算	24
4.6 支承结构验算	26
4.7 幕墙与主体结构的连接验算	28
5 可靠性评价与适修性评估	29
5.1 构件可靠性评价	29
5.2 幕墙子单元可靠性评价	34
5.3 评估单元可靠性评价	35
5.4 适修性评估	36
6 评价报告	38
本规程用词说明	39
引用标准名录	40

1 总则

1.0.1 为科学、合理的评价既有建筑幕墙工程的可靠性，加强对既有建筑幕墙的安全技术管理，制定本规程。

条文说明：为加强对全省既有建筑幕墙安全管理维护工作，确保建筑幕墙的安全使用，有效预防城市灾害，制订本规程。

1.0.2 本规程适用于陕西省既有建筑幕墙工程的可靠性评价，已施工完成的建筑幕墙、与幕墙构造做法相似的采光顶和金属屋面工程，可参考执行。

1.0.3 既有建筑幕墙的可靠性评价，除应符合本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

条文说明：进行既有建筑幕墙可靠性评价时，应符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB55021、《建筑结构荷载规范》GB50009、《建筑抗震设计规范》GB50011等主要规范。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 既有建筑幕墙 existing building curtain wall

已建成投入使用的建筑幕墙。

条文说明：建筑幕墙指由面板与支承结构体系组成，具有规定的承载能力、变形能力和适应主体结构位移能力，不承担主体结构所受作用的建筑外围护墙体结构或装饰性结构。

建筑幕墙一般由结构框架支承体系、填衬材料、面板及连接体系所组成，是建筑物外围护墙的一种密封形式，安装在主体结构的外部，距主体有一定距离。幕墙承受的一切荷载（自重、风荷载、地震荷载和温度应力等）通过连接件或吊挂件传递给主体结构。

建筑幕墙包括玻璃幕墙、石材幕墙、金属板幕墙、人造板材幕墙（如微晶玻璃板、瓷板、陶板等）、其他面板材料幕墙；也包括明框幕墙、隐框幕墙、半隐框幕墙、单元式幕墙、点支式幕墙、全玻璃幕墙等各种幕墙。

其装饰效果好，通透感强，安装施工速度快，在现代多层建筑、高层建筑及超高层建筑中得到广泛的应用。

2.1.2 可靠性评价 appraisal of reliability/reliability evaluating

对既有建筑幕墙的固定部分（如面板、与面板连接、充填材料、支承系统）和可开启部分的构件、配件、附件、连接件等的材料外观、性能、变形、支承连接安全性、使用功能等所进行的检查、检测、检验、分析、验算和评价等一系列活动。

条文说明：工程结构的可靠性包括三方面内容，即安全性、适用性和耐久性。耐久性评定时，应给出既有结构的相应耐久年数。中国建筑幕墙的工程应用起步于上世纪 80 年代初期，国内没有相关的建筑幕墙材料，所有铝型材、镀膜玻璃、门窗配件等材料都是从国外进口，国内只负责安装。门窗、幕墙没有国内的行业规范和标准，技术质量和水平较低，以引进、仿制为主，幕墙耐久性方面的研究工作尚不足。因此，本规程中，暂不涉及耐久性评定的内容。

因建筑幕墙为主体围护结构立面上的附着物，对其适用性、安全性而言，本规程则使用“可靠性评价”的称法来表示其安全可靠评价。

2.1.3 检查 investigation

通过查阅档案、文件、现场勘察和询问等手段进行的信息收集活动。

2.1.4 检测 testing

对结构的状况或性能所进行的检查、现场测量和取样试验等工作。

2.1.5 检验 inspect

对结构状况或性能所进行的现场检测和验证等工作。

2.1.6 评价 assessment

根据检查、检验、检测和分析验算结果，对既有建筑幕墙结构的可靠性进行的评价。

2.1.7 评估单元 inspection lot

按同一的生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

条文说明：由于建筑幕墙是一种外墙的围护结构形式，参考《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292关于评估单元、子单元、构件的定义及围护系统评定原则，结合建筑幕墙种类、结构和构造特点、按照附录B单个构件划分不满足现场幕墙检验中对构件的划分等情况，并且幕墙外立面的面板损伤脱落就直接导致严重的安全性能失效问题，因此参考《玻璃幕墙粘结可靠性检测评估技术标准》JGJ/T413-2019制定术语命名，采用“评估单元、子单元、构件”三个层次来规范建筑幕墙可靠性评价的工作内容。

2.1.8 子单元 testing unit

评估单元内可按结构、构造、连接和使用功能等类型的细分单元，由单个面板、面板所用的全部粘结材料、相互间的粘结方式和连接固定材料，立柱横梁或索杆支承用材料及连接固定方式，支承系统与主体的连接材料及固定方式等构成。

条文说明：对于幕墙装饰类部件（如装饰铝板等）、遮阳类部件（如百叶）、附着于幕墙表面的广告牌等附件，可将装饰类、遮阳类、广告牌类幕墙附件进行拆分，分别归属于面板子单元、支承结构子单元进行可靠性评价。

2.1.9 构件 member

在既有幕墙的一个子单元内可单独进行检测的最小鉴定对象，它可以是单件、组合件或一个部件，是幕墙结构的基本组成部分。如单块面板、单根杆件、面板副框等，可以是单个构件（含连接）或单个的构造部位。

条文说明：支承结构进行构件细分时，有时可将未受节点真正打断的连续构件划分为一个构件，如跨越多个板块单位的单根钢管、索网和张拉索杆中的通常单索等。

2.1.10 主要构件 dominant member

其自身失效将导致其他构件失效，并危及建筑幕墙系统安全的构件。

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

构件之间、构件或支承结构与建筑物主体结构之间的固定做法，如胶接、卡槽连接、焊接、螺栓连接、预埋件、销栓连接、点式驳接、球铰连接、弹簧支座等。

2.1.13 构件（构造）检查项目 inspection items of members or construction

针对影响构件（构造）可靠性的因素所确定的检查、检测或验算项目。

2.1.14 适修性评估 evaluation of maintainability of curtain wall

对于残损的或承载能力不足的既有建筑幕墙结构，采取的适于修缮措施所应具备的技术可行性与经济合理性的总称。

2.2 符号

D_f ——构件弯曲最大挠度值；

$d_{f,lim}$ ——构件允许挠度限值；

a 、 b 、 c 、 d ——构件可靠性等级；

a_u 、 b_u 、 c_u 、 d_u ——子单元可靠性等级；

A_u 、 B_u 、 C_u 、 D_u ——评估单元可靠性等级；

A'_r 、 B'_r 、 C'_r 、 D'_r ——子单元适修性等级；

A_r 、 B_r 、 C_r 、 D_r ——评估单元适修性等级。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 既有建筑幕墙存在下列情况之一时，相关责任主体或管理部门应委托具有资质的检验机构进行可靠性评价。

1 超过质保期的在正常使用过程中，发现存在较为严重的质量缺陷或出现较严重的腐蚀、损伤、变形时；

2 达到或超过设计使用年限，或未按国家相关标准进行设计、建造、验收而需要对其可靠性进行评价的；

3 其它原因需要评价的。

条文说明：本规程的制定主要针对超过质保期、或达到或超过设计使用年限的建筑幕墙,或未按国家相关标准进行设计、建造、验收而需要对其可靠性进行评价的建筑幕墙。

幕墙检测专业性强，故在此要求承担既有建筑幕墙可靠性评价的机构应具备建筑幕墙工程检测资质。承担既有建筑幕墙可靠性评价的评价机构应具有独立法人资格，并经国家认可机构或省级以上建设行政主管部门认可，具备建设行政主管部门颁发的建筑幕墙工程检测资质。

1 使用中发现较严重缺陷是指出现如面板破碎、松动或脱落的、面板连接变形或断裂的，支承系统产生严重变形的，面板开启部分坠落的，活动杆件或配件脱落影响安全使用等异常现象又原因不明的情况。

2 设计无特别指明时，既有建筑幕墙正常设计使用周期通常可按 25 年取值。未按国家相关标准进行设计、建造或验收的建筑幕墙主要指如下情况：

在建设部《玻璃幕墙设计、制作、施工安装的若干技术规定》（建设 776 号文附件）发布前，即 1995 年以前建成的玻璃幕墙。《金属与石材幕墙工程技术规范》（JGJ133-2001）实施前，即 2001 年 6 月以前建成的金属与石材幕墙。未按《建筑装饰装修工程质量验收规范》（GB50210-2001）进行工程验收的玻璃幕墙和金属与石材幕墙。未经有资质单位进行设计、施工的建筑幕墙。工程技术资料、质量保证资料不齐全或使用时间较长的未进行工程验收的建筑幕墙。

3 其它原因是指既有建筑幕墙在年久失修且仍需继续使用，幕墙需要大修或改造前的，主体支承结构发生重大变动的，在幕墙遭受强风、地震和火灾等灾害导致幕墙损坏的、遭受超设计许可的意外荷载，使用过程中发现可能影响安全的不利状况，使用单位有可靠性评价需求的。

3.1.2 既有建筑幕墙达到或接近使用年限时，应每隔五年进行可靠性评价；若幕墙工程中存在施加预拉力的拉杆或拉索结构的，应每三年检查一次。

条文说明：《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102 中规定：

1) 在幕墙工程竣工验收后一年时，应对幕墙工程进行一次全面的检查，此后每五年应检查一次；

2) 施加预拉力的拉杆或拉索结构的幕墙工程在工程竣工验收后六个月时，必须对该工程进行一次全面的预拉力检查和调整，此后每三年应检查一次；

3) 幕墙工程使用十年后应对该工程不同部位的结构硅酮密封胶进行粘接性能的抽样检查; 此后每三年宜检查一次。

《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133 中规定:

1) 幕墙在正常使用时, 使用单位应每隔 5 年进行一次全面检查, 应对板材、密封条、密封胶、硅酮结构密封胶等进行检查。

3.1.3 评价过程应注意现场安全, 制定严密的安全措施。

1 做好检测人员安全防护。

2 现场安全及防护。

3 应符合现行行业标准《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ80 和现行国家标准《高处作业吊篮》GB/T 19155 的规定。

4 选择在适宜的气象条件下进行。

条文说明: 有吊篮、室外高处作业或高处作业车要求的安全防护及气象条件, 工作环境温度 -20°C ~ 40°C , 登高平台在工作处阵风风速不大于 8.3m/s (相当于 5 级风力)。在天气恶劣的情况下 (如大风、光线过暗、大雾、打雷或下雨等) 不得从事高处作业。

3.2 评价程序及工作内容

3.2.1 既有建筑幕墙的可靠性评价，工作程序宜按图 3.2.1 规定的进行，评价工作目的、范围和内容，应结合委托方提出的原因和要求，经初步调查后确定。

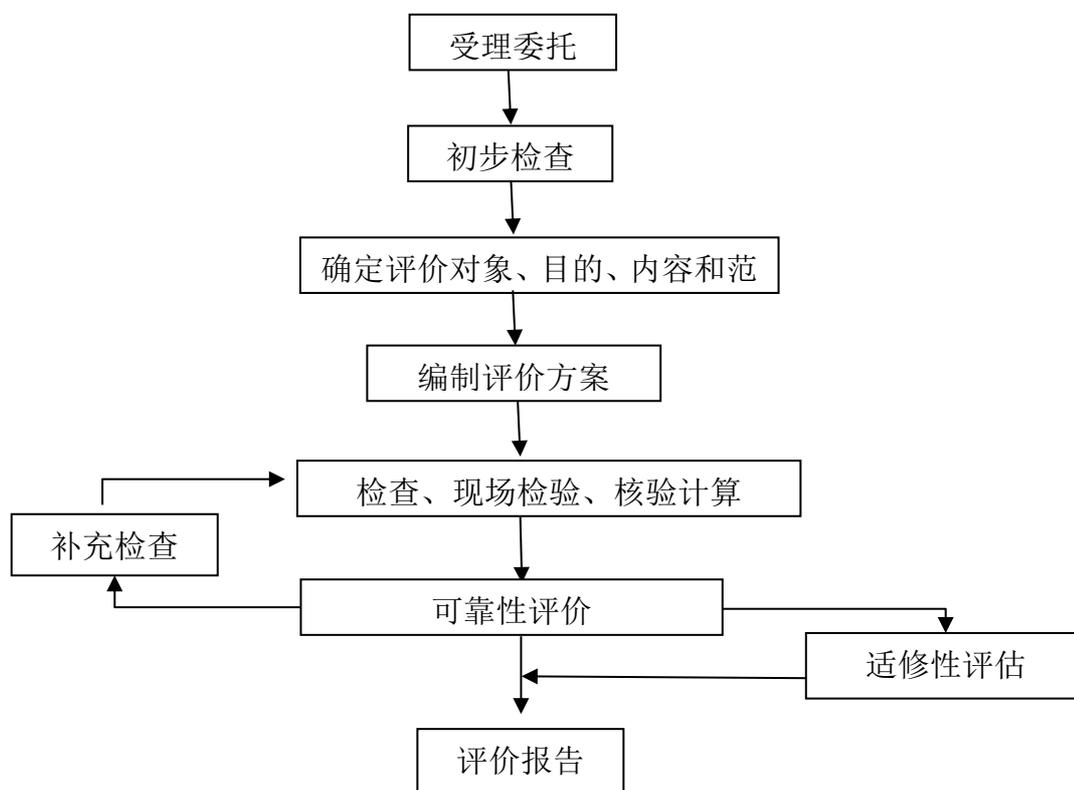


图 3.2.1 可靠性评价工作程序

条文说明：本工作程序是依据我省既有建筑幕墙可靠性评价工作实践经验，并参考有关国家行业和地方标准确定的工作程序，评价单位宜根据工作实际对工作流程选择采用。

一般情况下，建筑幕墙可靠性评价工作目的，包含委托方提出的评价的原因，是指可靠性评价工作完成后，依据评价结果对评价对象进行修缮、拆除，以及其他目的的行为。

1 受理委托。了解委托方提出的幕墙评价原因和要求，收集已有工程资料（包括维修和加固改造资料）。确定建筑幕墙的目标使用年限，应根据该建筑幕墙的使用史、当前安全状况和今后维护使用计划，由委托方和评价机构共同商定。对需要采取加固措施的既有建筑幕墙，其目标使用年限应按现行相关结构加固设计规范的规定确定；

2 现场检查。建筑幕墙评价的目的、范围和内容，应根据委托方提出的评价原因和要求，经初步检查后确定。按资料检查幕墙实际使用条件和内外环境，查看使用中发现问题，听取有关人员的意见。必要时可进行资料或相关情况的补充检查；

3 制订方案。综合分析收集的技术资料和现场检查情况，确定评价目的、范围和内容，制订详细的检查、评价方案；签订检测合同。与委托方协商确定幕墙评价方案，明确需委托方配合的有关工作，签订评

价合同；

4 检测检验。检查幕墙结构体系、构件及其连接构造节点，进行必要的材料检测和现场试验；核实验算。进行幕墙结构体系受力分析，验算构件的承载能力；

5 评价定级。对检查、检测和验算结果进行全面分析后综合评价建筑幕墙评估单元的可靠性等级；必要时可对其进行适修性评估。

6 评价报告。确定评价结论，提出处理建议，编制评价报告。

3.2.2 既有建筑幕墙可靠性评价前，应对该工程已有资料进行核查和收集，并根据核查结果制定相应的评价方案，明确需由委托方完成的准备和配合的工作。

条文说明：评价方案的内容有项目概况、编制依据、现场检查与检测的工作内容、现场检查与现场检测的方法和仪器设备、工作进度计划、需要委托方完成的准备工作、技术质量及安全保护措施等要点。

3.2.3 检查宜包括下列工作内容：

- 1 工程概况，查阅设计资料，工程质量保证资料等；
- 2 查询建筑物历史，建筑幕墙维护记录；
- 3 现场检查，并听取相关人员意见。

条文说明：本小节内容参见现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB50292之3.2.3，详细内容见4.2.2条之条文说明。

工程概况应包括包括开工时间、结构形式、建设单位、设计单位、施工单位、监理单位等。已有工程资料。

查询建筑物历史，包括原始施工、历次修缮、加固、改造、用途变更、使用条件改变以及受灾等情况。

3.2.4 检验和核验应包括下列工作内容：

- 1 基本情况检查：幕墙体系、构造、主要节点和可开启部分安装质量；
- 2 使用现状检查：面板、连接构件损坏、锈蚀、变形和五金件故障程度等；
- 3 材料的检测：支承材料、面板材料、硅酮胶及石材胶、五金件及其他配件等；
- 4 结构和构造检测：幕墙构造和构造连接、保温、防雷、防火等；
- 5 结构承载力核验：幕墙面板与连接、支承连接、幕墙与主体结构连接。

3.3 可靠性评价标准

3.3.1 建筑幕墙可靠性评价，应按构件、子单元和评估单元划分 3 个层次。每一层次分为 4 个可靠性等级，按表 3.3.1 规定采用。

1 根据各构件、构造各检查项目评定结果，确定构件等级；

2 检查项目可分为控制项和一般项。控制项指能显著影响建筑幕墙安全的项目，一般项指暂时不会带来严重安全后果的但随时间变化逐渐对幕墙关键安全或承力材料（或承载构件）产生显著不利影响，带有一定滞后性作用的项目。

3 根据各种构件、构造部位及各种使用功能的评定结果，确定子单元等级；

4 根据各子单元的评定结果，确定评估单元等级。

表 3.3.1 可靠性评价的层次、等级划分及内容

层次	一	二	三	
层名	构件	子单元	评估单元	
评价对象	单个构件（含连接）、构造	每种构件集（含连接）、构造集	所检幕墙系统	
可靠性等级	<i>a、b、c、d</i>	<i>a_u、b_u、c_u、d_u</i>	<i>A_u、B_u、C_u、D_u</i>	
检查 检验 核验 项目	控制项	幕墙与主体结构的连接	每种构件集评级、幕墙与主体结构的连接评级	评估单元可靠性评级
		幕墙支承结构	每种构件集评级、幕墙支承结构评级	
		幕墙面板系统	每种构件集评级、幕墙面板系统	
		各构造连接件及配件	每种构件集评级、各构造连接件及配件	
		可开启构造	每种构件集评级、可开启构造评级	
	一般项	-	防火构造评级	
		-	防雷构造评级	
		-	排水构造评级	

条文说明：根据幕墙为立面附着构筑物的特点，可靠性评价的核心内容为安全使用性能。建筑幕墙附着在主体结构外侧，无论是支承系统还是面板系统在使用过程面板出现开裂、破碎极易导致高空坠落物，造成对周围的人和物的严重损害，因此将其安全性、使用性和耐久性的评价参数和项目根据建筑幕墙自身特点进行简化和合并，分为控制项和一般项进行可靠性评价。

宜重点关注并选取人员密集区域的构件，包括面板及连接（含相关构造）、支承构件及连接（含相关构造）、开启窗构造、防火构造、防雷构造。控制项包括如面板碎裂、连接脱开，活动部分主要连接件失效、主体连接和承载体系严重变形有导致倾覆可能的部位、材料或构配件，一般项包括面板褪色或污染，密封胶缝脱开，框材或杆件表面锈蚀，排水、防渗系统等环境劣化项目。

3.3.2 构件的划分应符合下列规定：

- 1 柱式构件：一层、一根为一构件；
- 2 梁式构件：一跨、一根为一构件；当为连续梁时，可取一整根为一构件；
- 3 索、杆：两个节点间仅承受拉力或压力的一根索、杆为一构件；
- 4 面板：一块为一构件；
- 5 结构胶：一条为一构件；
- 6 配件及连接件：一个为一构件；
- 7 单个构件应包括构件本身及其连接、节点。

3.3.3 建筑幕墙可靠性评价的各层次分级标准，应按表 3.3.3 的规定采用。

表 3.3.3 可靠性性分级标准

层次	评价对象	等级	分级标准	处理要求
构件	单个构件 (含连接) 构造	a	可靠性符合本规程对 a 级的要求，具有正常的承载能力和使用功能	不必采取措施
		b	可靠性略低于本规程对 a 级的要求，尚不显著影响承载能力和使用功能	可不采取措施
		c	可靠性不符合本规程对 a 级的要求，显著影响承载能力和使用功能	应采取措施
		d	可靠性极不符合本规程对 a 级的要求，已严重影响安全	必须及时或立即采取措施
子单元	每种构件 (含连接)、构造、每种使用功能	a_u	可靠性符合本规程对 A 级的要求，不影响整体的承载能力和使用功能	可不采取措施
		b_u	可靠性略低于本规程对 A 级的要求，但尚不显著影响整体的承载能力和使用功能	可能有个别或极少数构件、构造应采取措施
		c_u	可靠性不符合本规程对 A 级的要求，显著影响整体的承载能力和使用功能	应采取措施，且可能有极少数构件、构造必须立即采取措施
		d_u	可靠性极不符合本规程对 A 级的要求，已严重影响安全	必须立即采取措施
评估单元	幕墙结构整体	A_u	可靠性符合本规程对 I 级的要求，不影响整体的承载能力和使用功能	可不采取措施
		B_u	可靠性略低于本规程对 I 级的要求，尚不显著影响整体的承载能力和使用功能	可能有极少数构件、构造应在安全性或使用性方面采取措施
		C_u	可靠性不符合本规程对 I 级的要求，显著影响整体的承载能力和使用功能	应采取措施，且可能有极少数构件、构造必须立即采取措施
		D_u	可靠性极不符合本规程对 I 级的要求，已严重影响安全	必须立即采取措施

注：本规程 a 级、 a_u 级、 A_u 级的具体分级界限以及对其它各级超出该界限的允许程度，由本规程第 5 章作出规定。

- 1 符合国家现行标准及设计计算书的可靠性规定。
- 2 略低于国家现行标准或设计计算书的可靠性规定，但不影响安全。

3 不符合国家现行标准或设计计算书的可靠性规定，影响安全。

4 极不符合国家现行标准或设计计算书的可靠性规定，已严重影响安全。

条文说明：对建筑幕墙的可靠性等级的划分，统一各类建筑幕墙各层次评级标准的分级原则，同时，本规程中有些不能用具体数量指标界定的分级标准，也需要依靠本标准表 5.1.4 规定其等级含义。

表 3.3.3 中，既不以原设计、施工规范为依据，也不以现行设计、施工规范为依据，而是以是否符合本规程的要求及其符合或不符合的程度，作为划分不同等级的依据，理由如下：

1 由于既有建筑幕墙绝大多数在评价并采取措施后还要继续使用，因而不论从保证其下一目标使用期所需的可靠度或是从标准规范的适用性和合法性来说，均不宜直接采用已废止的原规范作为评价依据。原设计规范只能作为参考性指导文件使用。

2 以现行设计、施工标准规范作为既有建筑幕墙可靠性评价的唯一依据欠妥，因现行设计、施工规范是以新建工程为对象制定的，不完全能考虑既有建筑幕墙所遇到的各种问题。

3 本规程的评价指标来源于以下内容和要求：

- 1) 现行设计、施工规范中的有关规定；
- 2) 原设计、施工规范中尚行之有效，但由于某种原因已被现行规范删去的有关规定；
- 3) 根据既有建筑幕墙的特点和工作条件，必须由本标准作出的专门规定。

3.4 抽样规定

3.4.1 评估单元的划分应符合下列规定：

- 1 每幅幕墙应单独划分评估单元；
- 2 宜区分立面建筑幕墙和采光顶；
- 3 不宜跨越不同建筑物；
- 4 可兼顾支承结构体系、面板支承方式、面板材料类型、建筑幕墙分布部位等因素。

条文说明：建筑幕墙按照面板、形态、结构和类型的不同标准划分的类型较多，按照面板材料型分类，常见的有玻璃幕墙、金属幕墙、石材幕墙、人造板幕墙、混凝土幕墙、塑料幕墙和组合面板幕墙等；按面板支承形式分框支承幕墙（按施工方法又分构件式幕墙、单元式幕墙、半单元式幕墙）、肋支承幕墙和点支承幕墙；按照连续性分为层间幕墙、封闭式幕墙和开放式幕墙；按结构形式分为有框和无框幕墙两类，有框幕墙可分为全明框、半隐框和全隐框幕墙。无框幕墙有全玻幕墙（坐落式全玻幕墙和吊挂式全玻幕墙）、钢构件玻璃幕墙和点支式玻璃幕墙；按立面形状分平面、折面、曲面幕墙，此外按照幕墙围护体系可分为单层和双层幕墙。

对既有建筑幕墙可靠性评价时，可按照不同类型幕墙的特点结合本条规定，按共性合理的划分评估单元。

3.4.2 评价对象可为整幢建筑的幕墙或所划分的相对独立的单元，也可为其中某一构件、某一子单元。当同一结构形式的幕墙划分为多个评估单元时，宜按每个评估单元分别进行评价。当同一建筑存在不同结构形式幕墙单独划分评估单元时，应按每个评估单元分别进行评价。

条文说明：当同一结构形式的幕墙面积较大而划分为多个评估单元时，为便于后续工作开展，宜按每个评估单元分别进行评价。当同一建筑存在不同结构形式的幕墙单元时，因结构形式不同，细分的评价标准亦存在区别，故应按每个评估单元分别进行评价。

3.4.3 根据检测项目特点选择的抽样方案，应符合下列规定：

1 对结构、构件材料的性能，当档案资料完整、齐全时，可仅进行校核性检测；符合原设计要求时，可采用原设计资料给出的结果；当缺少资料或有怀疑时，应进行详细检测。详细检测可按照本规程 4.3 和现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 的规定进行，必要时可加大抽样量。

2 对结构和构件的几何尺寸、节点与连接、防火、防雷，当图纸资料完整时，可仅进行现场抽样复核；当缺少资料或资料基本齐全但有质疑时，可按本规程 4.4 和现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T 139 的规定进行抽样检测。

3 对结构、构件的变形，应在普查的基础上，对整体结构和其中有明显变形的构件进行检测。

4 对结构、构件的外观缺陷、损伤和腐蚀，宜进行普查并记录。

3.4.4 抽样应优先选择在最不利关键部位处如临街、风口、日照强烈和发生过安全事故等部位，以及重点结构部位如面板支承结构出现质量问题或松动等薄弱等部位。当发现抽样部位有重大安全隐患，关键部位开裂、可见局部脱开和坠落的，应适当增加评估单元内的检验数量。

条文说明：关键部位是指临街、风口、日照强烈、楼梯间出入口等与安全密切相关的部位。

3.3.5 抽取构件检测时应防止因取样造成幕墙的次生损坏，必要时采取加固措施。

4 检查与检验

4.1 一般规定

4.1.1 既有建筑幕墙可靠性评价时，应对涉及的建筑物使用条件、使用环境和结构现状进行资料检查，必要时进行相关检验；检查的内容、范围和技术要求应满足既有建筑幕墙可靠性评价的需要，应现场检查幕墙整体牢固性。

4.1.2 资料检查和检验工作的深度，应能满足既有建筑幕墙可靠性评价及相关工作的需要；当发现不足，应进行补充检查和检验，以满足评价的质量要求。

4.1.3 当既有建筑幕墙的施工图纸、资料缺失或与实际工程不相符时，应对幕墙的构造、节点体系、连接材料强度、整体结构和尺寸等进行检测，并应对复杂工程绘制幕墙工程节点构造现状图。

4.1.4 检验时应考虑现场天气因素的影响，对现场检测环境进行记录。实体检测区域应具有防止可能发生倾覆和坠落的保障措施，应设立安全警戒标识，依据现场情况施相应安全监督管理措施。

条文说明：现场检验时应避开有害天气，检验时应对环境气温、风力、风向、日照和降水等环境因素做记录。

现场检验应保证检验人员安全和检测场地周围安全，防止检测部位出现高空坠物等。

4.1.5 现场检验包括现场外观检查、材料检测、结构和构造检测，检验过程应关注控制项指标包括面板开裂、脱片情况，面板固定件、连接件、粘结失效情况，金属连接、五金件松动和变形情况，支承结构变形情况，锚固或埋件牢固情况，材料严重腐蚀使用性能失效情况等。

4.1.6 现场实体检测工作完成后，检测方应告知委托方对检测过程中所形成的损坏部位及时进行修复以免造成危害。

条文说明：损坏是指检测过程中必须发生的，如幕墙面板与连接结构的切割、剥离等造成局部损坏。

4.1.7 如有下列情况时，应根据资料核查、材料检测、结构和构造检测的结果，应对既有建筑幕墙结构承载力进行复核算：

- 1 资料核查结果与实际不符的、无有效施工资料和设计图的；
- 2 材料检测性能衰减较明显的，且预计对幕墙面板、连接、支承等会造成显著影响的，现场材料检测结果最低值小于原设计标准值的；
- 3 主要构件有明显变形和破损的；
- 4 关键承力构配件锈蚀严重、影响其安全性的；

5 其他情况必须复核算时。

4.1.8 进行幕墙构件复核算应结合工程实际的荷载、作用和材料性能，应符合下列规定：

1 无设计文件时宜符合现行标准要求，采用现场的检测结果宜按照原设计取值；

2 材料的弹性模量、泊松比及线膨胀系数等物理性能指标，核查确认材料品种后宜按现行设计标准的规定采用；

3 若验算结果与观察或检测结果不符时，应核验设计和施工可能存在的问题。

4 不能直接计算的构件节点和连接，可根据现场检查、实际使用状况判断其工作性能和承载能力。

条文说明：既有建筑幕墙构件承载能力可通过验算、检测数据和试验结果等方法加以重新确定。

采用验算方法进行幕墙的实际承载能力确定时，要充分考虑各种材料在使用后发生的性能变化和结构位移对整体幕墙性能和承载能力的影响，如连接部位材料性退老化引致不可修复的支承结构连接失效；材料的腐蚀、锈蚀使材料的有效受力截面面积减少；幕墙在常年外力和内在效应的作用下或施工误差产生位移而改变了原来幕墙的设计计算模型等。

无设计文件时，通过对幕墙材料的核查、测试确认其材质品种和牌号的，可按相关现行幕墙技术标准材料、构配件的力学和物理性能的规定数值采用。幕墙构件可靠性评价宜以检查、检测结果为基本依据，其评价结论是作为对幕墙构件进行维修处理或功能改造的主要依据。

对于使用年限较长或难以得出正确的承载能力计算结果时，并且又不便进行荷载试验时，可采用现场检查使用效果、凭借经验来判断构件的工作性能和承载能力。

4.2 资料核查

4.2.1 既有建筑幕墙可靠性评价宜按表 4.2.1 中所列内容进行资料核查。

表 4.2.1 既有建筑幕墙可靠性评价资料收集内容

资料分类	核查资料内容
设计文件	竣工图或施工图及设计变更文件；结构计算书；其他设计文件
质量保证资料	工程质量检查记录；验收记录；材料质量证明书；检测报告
使用维护记录	使用环境；荷载作用；使用历史；使用现状

条文说明：验收记录包括隐蔽工程验收记录、幕墙工程竣工验收记录等，竣工验收文件应有设计单位、建设单位、监理单位、施工单位等联合签署的施工质量保证资料。

4.2.2 设计文件主要检查竣工图纸，必要时包括相关计算书等支撑文件。无竣工图或竣工图缺损的、检查竣工图与现场不一致的，以现场检查检测结果为可靠性评价依据。

条文说明：幕墙竣工图检查要点为设计总说明及设计图。设计总说明检查内容包括工程概况，幕墙设计时采用的标准和规范，幕墙主要功能要求及指标，幕墙材料要求及说明，幕墙清洁及维修装置的要求等。设计图检查包括主体结构图，幕墙平面图，幕墙的立面分格图和幕墙局部立面图，幕墙节点图，预埋件位置图和预埋件的布置图、局部大样图、组件图等。

工程概况包括幕墙所在地区地理位置、总建筑面积、幕墙总面积、工程总标高、幕墙总标高、各类幕墙面积、特殊功能要求等，幕墙设计时采用的标准和规范等。

幕墙主要功能要求及指标包括幕墙抗风压性能、水密性能、气密性能、平面内变形性能、防火性能、防雷性能。幕墙材料包括各种材料（铝型材、面板材料、钢材、结构胶、耐候胶、五金件等）牌号、颜色、规格、表面处理和性能参数等。

设计施工图纸的设计内容检查中主体结构图，表述幕墙在主体结构上的位置、形状；幕墙平面图表述沿建筑物周边幕墙布置、水平尺寸、幕墙类型及轴向位置编号；幕墙的立面分格图包括建筑物的各个立面，幕墙立面划分的网络，各分格尺寸、分格的竖向标高，水平间距，可开启部分形式及位置；幕墙局部立面图；幕墙节点图包括幕墙与主体连接节点图，立柱、横梁主节点图，预埋件或后置埋件节点图，立柱和横梁连接节点图，开启扇连接节点图，不同类型幕墙转接节点图，平面和立面、转角、阴角、阳角节点图，压顶、封边、封底等封口节点图，节能保温、防雷、防火节点图，沉降缝、伸缩缝和抗震缝节点图，防水、排水单元式幕墙十字接缝节点图，其它特殊节点图等。

4.2.3 计算书设计参数和计算项目的核查，主要包括荷载计算、主受力杆件和节点、预埋件或后置埋件、面板、结构胶、胶缝宽度等内容。

条文说明：计算书设计参数检查包括基本风压，基本雪压，抗震设防烈度，地面粗糙度，重要性系数，所处气候划分区域，年温度差，设计使用年限，建筑类型等参数内容。

荷载计算包括风荷载、雪荷载、地震、自重等荷载组合计算等。

4.2.3 应核查建筑幕墙用材料、构配件的质量证明资料及复检报告，施工检查和隐蔽工程验收记录。

条文说明：作为既有建筑幕墙检验和评价初始状态的重要依据，幕墙结构形式不同，所含工程质量保证材料亦不相同。核查质量保证文件中的材料品种与现场是否一致，核对材料理化性能参数、力学性能等与设计文件的符合情况；主要构件材料的加工制作偏差、腐蚀（锈蚀）以及损坏等设计要求。

检查（铝合金、钢材等）金属型材的规格型号、壁厚、表面处理等，幕墙面板品种、规格、表面处理等，密封胶条、结构密封胶和建筑密封胶规格品种、有效期，锚固件、钢索、连接件、五金配件的规格型号、材质、表面处理等，防火、防雷材料的规格品种等。

复检报告包括硅酮结构胶、耐候胶相容性和剥离粘结性试验报告，结构胶相容性试验报告，型材检测报告，锚固件拉拔试验报告等。

施工质量记录检查包括结构胶与玻璃粘结的打胶记录，立柱安装轴线偏差、标高偏差，横向构件水平标高偏差，单元式玻璃幕墙两组件对插件接缝搭接长度，点支承玻璃幕墙爪件高低差，幕墙垂直度，幕墙水平度，张拉杆索体系预拉力张拉记录等。

隐蔽工程验收记录包括锚固件、预埋件或后置埋件尺寸、位置及偏差、防腐处理情况，立柱与主体结构连接节点中螺栓规格尺寸、转接件规格尺寸及防腐处理、转接件与埋件焊接及防腐处理，立柱伸缩缝尺寸及打胶封堵情况，隐框建筑幕墙玻璃板块组件压板规格、压板间距，保温、防火和防雷构造和节点，幕墙四周、幕墙与主体结构之间间隙节点的处理，压顶、封口的构造，幕墙伸缩缝、沉降缝、防震缝及墙面转角节点的构造。

4.2.4 既有建筑幕墙的使用资料检查，应对使用环境条件、使用历史情况、荷载作用以及工作现状进行检查。幕墙工作现状检查宜按先整体、后局部的方法进行，对检查中发现问题的部位应标记并重点核查。

条文说明：幕墙的使用环境检查包括地面粗糙度类别、周边建筑分布情况，区域温度、雨、风、雪等相关资料，使用环境类别检查。

幕墙的荷载作用检查包括现有恒载作用，可能作用的活载、偶然作用（周边地基开挖、爆破等），曾经发生的包括地震作用在内的特殊强烈作用。

幕墙的使用历史检查包括以往的使用维修改造情况记录，质量事故现场、照片，工程加固记录，周边用户的反馈意见。

幕墙工作现状检查整体观察可包括有无整体性松动、起鼓、错动、整体性变形等，有无面板脱落现象，幕墙面板材料组成、面板支承方式、支承结构形式。局部观察可包括材料锈蚀情况，连接工作状态，开启扇开启情况，室内有无渗漏痕迹。

4.3 幕墙材料检验

4.3.1 既有建筑幕墙主要材料包括：铝合金型材、钢材，面板材料，粘接密封材料，连接片，五金件及附件，保温、防火材料等。

4.3.2 幕墙工程使用的铝合金型材，宜现场对规格、壁厚、膜厚、韦氏硬度和表面质量进行检验，检测方法按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 2.2 节内容执行。

4.3.3 幕墙工程使用的钢材，宜现场对规格、壁厚、膜厚和表面质量进行检验，检测方法按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 2.3 节内容执行。

4.3.4 幕墙工程使用的金属型材表面腐蚀（锈蚀）及外观质量，主要检查下列内容：

1 受力构配件螺栓连接处、与主体结构连接处和防雷连接点等处铝合金型材或板材与其它金属接触部位是否有双金属腐蚀情况；

2 主要受力部位的金属型材是否存在变形、损坏现象；

3 金属材料表面防腐处理层是否存在损坏及基材锈蚀。

条文说明：铝合金型材和钢型材是框架式幕墙的主要受力构件，其表面处理层是否完好，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。

4.3.5 根据幕墙面板材料，主要检测以下内容：

1 玻璃面板，应包括品种、规格、厚度、外观质量、应力和边缘处理、开裂变形等；

2 石材、人造面板，应包括品种、厚度、外观质量、边缘处理、开裂变形、卡槽损伤、粉化分层及必要的物理性能；

3 金属面板及复合面板，应包括品种、厚度、表面防腐层厚度、外观质量、边缘处理、翘屈变形、锚固失效、面板耳板和加劲肋等必要的物理性能；

条文说明：天然石材面板材料多种多样，其物理性质各不相同，与干挂胶、密封胶的粘结性能，污染能力也不同。所以检测过程中应重点分析石材类型，有针对性做其物理性能。近年来，随着材料科学的发展，大量新型面板材料在幕墙上应用，一些材料并无相关标准，使用中面板材料与密封胶粘结不良等。

当幕墙面板出现较大数量的质量缺陷时，还应对面板材料进行较全面的物理性能试验测试。

既有建筑幕墙石材、人造面板样品必要的物理性能检测，石材的吸水率应根据《天然饰面石材试验方法第 3 部分：体积密度、真密度、真气孔率、吸水率试验方法》GB/T9966.3 检测，抗弯强度应根据《天然饰面石材试验方法第 2 部分：干燥水饱和和弯曲强度试验方法》GB/T9966.2 检测；微晶玻璃的抗弯强度应根据《天然饰面石材试验方法第 2 部分：干燥、水饱和和弯曲强度试验方法》GB/T9966.2 检测；陶板的吸水率应根据《陶瓷砖试验方法第 3 部分：吸水率、显气孔率、表观相对密度和容重的测定》GB/T3810.3 检测，抗弯强度应根据《陶瓷砖试验方法第 4 部分：断裂模数和破坏强度的测定》GB/T3810.4 检测，抗冲击性能

应根据《陶瓷砖试验方法第5部分：用恢复系数确定砖的抗冲击性》GB/T3810.5检测；玻璃纤维增强GRC水泥板的吸水率应根据《纤维水泥制品试验方法》GB/T7019检测，抗弯强度应根据《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T15231检测，抗冲击性能应根据《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》GB/T15231检测。高压热固化木纤维板（千思板）的吸水率、抗弯强度、抗冲击性能应根据《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T7657检测。

幕墙复合面板样品必要的物理性能检测，铝合金面板与夹芯层的剥离强度按《夹层结构滚筒剥离强度试验方法》GB/T1457测试，超薄型石材蜂窝板的剪切强度按《胶接铝蜂窝夹层结构和芯子平面剪切试验方法》GJB130.6检测，超薄型石材蜂窝板的粘结强度按《胶接铝蜂窝夹层结构平面拉伸试验方法》GJB130.4检测，超薄型石材蜂窝板的螺栓拉拔力按《人造板及饰面人造板理化性能试验方法》GB/T17657检测，复合面板的防火级别按《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624检测。

4.3.6 幕墙工程使用的玻璃的厚度、外观质量、边缘处理、边长和应力的检验，检测方法按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139第2.4节内容执行。玻璃表面划痕、中空玻璃构造和露点，检测方法按现行行业标准《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T324第3.1节相关内容执行。应检查夹层玻璃是否有分层、起泡、脱胶现象。

条文说明：玻璃面板出现异常破裂情况时，应综合采用适当的检查和检测方法，分析玻璃破裂的可能原因。玻璃面板外观质量主要检查表面是否有明显的划伤、损伤、霉变等现象，中空玻璃是否有起雾、结露和霉变等现象，夹层玻璃是否有分层、起泡、脱胶现象，镀膜玻璃膜层是否有氧化、脱膜现象。

实际工程中玻璃面板的破碎现象有很多原因，如设计使用不合理造成的玻璃热炸裂和破损，玻璃生产运输搬运和安装时造成的缺陷，以及玻璃自身存在的硫化镍等杂质引起的自爆和风携碎物撞击等，情况十分复杂。玻璃面板如有明显的划伤和损伤会影响玻璃构件的使用安全，而中空玻璃的起雾、结露和霉变，夹层玻璃的分层、起泡、脱胶以及镀膜玻璃膜层的氧化、脱膜等现象，说明玻璃的热工和光学性能以及外观装饰效果已经发生很大变化，将会影响玻璃幕墙的正常使用。

4.3.7 幕墙石材面板的外观、尺寸、厚度等，检测方法按现行行业标准《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T324第3.1.4款执行。幕墙人造板面板的外观、厚度等，检测方法按现行行业标准《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T324第3.1.6款执行。

条文说明：当幕墙采用石材、人造面板出现异常破裂情况时，应对石材或人造面板破裂的状况综合分析，以确定采用检查、检测的方法、分析原因，采用目视观察，石材、人造面板的外观质量应观察板材是否有裂纹、缺棱、掉角、锈斑和表面风化现象，板材挂接部位有无缺损。

4.3.8 幕墙金属板及金属复合板的外观、涂层厚度、板材厚度、涂层附着力、锈蚀等，检测方法按现行行业标准《建筑幕墙工程检测方法标准》JGJ/T324第3.1.5款执行。

条文说明：幕墙金属面板的外观质量采用目视观察的方法，金属面板是否有涂层脱落、压折、油痕、裂纹、裂边、腐蚀穿通气孔、起皮、毛刺等缺陷，目视观察金属复合面板外观质量，是否存在裂纹、边缘缺棱、缺角、锈斑等缺陷和表面的风化侵蚀现象，并记录缺陷数量。

4.3.9 硅酮结构密封胶质量、胶缝厚度及宽度、外观质量、邵氏硬度、剥离粘结强度等，检测方法按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 2.5 节内容执行。

条文说明：当粘结性试验报告显示需采用底漆时，应检查硅酮结构密封胶底漆处理施工记录。

硅酮结构密封胶的外观质量从幕墙外侧检查时，观察玻璃与硅酮结构密封胶粘结面有无粘结不连续的缺陷，粘结面处外观是否均匀饱满，从幕墙内侧检查时，硅酮结构密封胶与相邻粘结材料处有无变（褪）色、化学析出物等现象以及潮湿、漏水现象，检查硅酮结构密封胶是否存在粉化、发粘等情况，粘结面是否存在与基材不粘结现象，检查硅酮结构密封胶的硬度，如果硬度检测结果离散性较大，应加大样品抽检数量。当硅酮结构密封胶的邵氏硬度超过 GB16776《硅酮结构密封胶》规定范围时，应依据《玻璃幕墙粘结可靠性检测评估技术标准》JGJ/T413 进行硅酮结构密封胶的拉伸粘结强度检测。

外观检查建筑密封胶是否存在开裂、粉化、脱胶的情况，石材密封胶是否存在污染周围石材的情况。检查橡胶密封材料是否有良好的弹性和抗老化性能，是否保持弹性，是否发生脆性断裂。检查开启窗周边缝隙所采用橡胶条是否出现收缩、开裂、断裂和硬化失去弹性等情。检查干挂石材幕墙挂件粘结处干挂胶种类、是否存在石材破坏、挂钩脱出等现象。

实际石材幕墙工程情况中存在不少云石胶代替干挂胶使用，云石胶在幕墙中的作用为临时固定，其粘结强度、耐久性存在重要缺陷。

4.3.10 五金件及其他配件的外观质量的检验，宜观察检查和手动试验的方法检查外观质量和使用功能，转接件和连接件应检查外观质量，紧固件应检查品种、规格等。其质量检查应包括以下内容：

1 滑撑应平直，无任何零件断裂、脱落，无明显变形，连接铆钉端部无可视裂纹。其尺寸及允许偏差，启闭力检测方法按现行行业标准《建筑幕墙用平推窗滑撑》JC/T433 第 6.2 节、第 6.3 节内容执行。

2 滑撑、限位器的铰接处是否松动，转动和滑动的连接处是否灵活，是否有卡阻现象；

3 锁具及其他配件是否有损伤、开关灵活，多点连动锁的配件其连动性是否一致。

4 转接件、连接件和其他配件镀层是否有锈蚀、脱落等明显缺陷。

4.4 构造检查和结构变形测量

4.4.1 当设计文件、质量保证资料等不齐全，或幕墙结构和构造与设计文件不符时：

- 1 应测绘幕墙的典型立面分格、与主体结构的连接方式和主要构造节点等；
- 2 对隐蔽部分，应打开遮蔽物进行检验。

条文说明：既有建筑幕墙已经投入使用，关键部位或节点已被装饰材料遮蔽，须核查施工过程中隐蔽验收资料，现场核查其质量现状。

由于早期的幕墙设计、施工管理等，其构造和结构等设计文件可能与现行标准要求不一致，因此，宜将幕墙原设计的、或实际的结构和构造与现行标准要求进行比较，为其可靠性评价提供依据。

4.4.2 幕墙构造节点的检查宜包括下列部位：

- 1 预埋件、后置埋件、植筋等锚固与连接件节点等；
- 2 连接件与支承结构的连接节点等；
- 3 支承结构的连接节点；
- 4 幕墙面板与支承结构的连接节点等；
- 5 变形缝及墙面转角处连接节点等；
- 6 开启部分构造节点；
- 7 全玻璃幕墙的玻璃与吊夹具连接节点等；
- 8 拉杆(索)连接节点；
- 9 点支承装置的节点和配件；
- 10 幕墙四周与主体结构连接节点等。

条文说明：玻璃幕墙主要结构和构造节点的检测要求和方法，按照现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 规定执行，其他的建筑幕墙可参照执行。检验内容应包含查建筑幕墙面板外观性能、面板连接系统构造、支承系统构件以及开启装置的相关活动构配件，建筑幕墙与建筑主体直接连接的结构构件、间接连接的重要构配件的外观质量。

4.4.3 幕墙节点与连接，应根据幕墙类型确定检查、检测项目。

1 面板组件的紧固件、连接件等，按现行行业标准《建筑幕墙工检测方法标准》JGJ/T324 第 3.2.4、3.2.5、3.2.7 节和现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 5.2.1、5.2.2、5.2.5~5.2.14 执行。

2 锚栓可在幕墙渗漏、连接部位、底部、破损等关键部位进行外观目测检查，承载力按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 5.2.3、5.2.4 执行。埋件和连接件现场检验，按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 6.2.3、6.2.4 执行。

3 当幕墙使用超过十年或有需要时，应按照现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 附录 B 规定对硅酮结构密封胶粘结情况和力学性能进行检验。

4 幕墙内排水构造，参照现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 5.2.15、5.2.16 执行。

5 幕墙吊夹具连接，拉杆、拉索结构节点，点支承装置，按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 5.2.17~5.2.22 执行。

6 玻璃幕墙安装质量，按照现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 第 6 章执行。

条文说明：检查建筑幕墙面板、面板连接系统、支承系统的重要构件以及活动构配件的外观质量。是否存在明显的污染、破裂、破损及变形等现象，记录缺陷位置，并应绘制缺陷部位、范围、程度、形态分布图。

预埋件与幕墙连接节点是幕墙受力最大的节点，直接影响幕墙的整体安全。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，往往使用后锚固螺栓进行连接。后锚固螺栓的规格、数量以及是否出现松动是现场检测的重点，必要时可进行现场连接承载能力检验。采用焊接连接的，焊缝表面、焊缝与钢材之间是否有裂纹；是否有未满焊、锈蚀、腐蚀等现象是现场检测的重点。预埋件与幕墙连接节点包括预埋件与主体结构的连接、转接件与预埋件的连接以及立柱与转接件的连接三个方面，预埋件、转接件、螺栓等规格尺寸，连接是否牢固可靠，是否出现松动、变形、破损、锈蚀等现象。必要时对隐蔽部位进行局部破损检查，检查埋件附近混凝土外观是否出现开裂、混凝土掉渣等现象并记录缺陷位置。必要时应绘制缺陷部位、范围、程度、形态分布图。

预埋件与幕墙连接节点、锚栓连接节点、立柱连接节点、横梁与立柱连接节点、变形缝连接节点、拉杆（索）结构节点，应符合设计要求及《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 与相关标准的规定，锚栓连接承载能力检验按《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145 规定进行。

检查幕墙开启扇的面板、开启扇松动现象、开启扇与固定框之间连接、开启顺畅性和开启声音，上悬开启扇应检查其防脱钩装置。对安全有影响时可采用相应的方法对开启扇进行抗风压性能检测。

检测幕墙整体垂直度、胶缝直线度、横梁水平度、相邻面板之间接缝高低差等。幕墙整体及构件的变形影响幕墙结构受力情况，过大的变形会影响幕墙整体性能，垂直度、平面度、直线度、水平度偏差均应在《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139、《建筑幕墙》GBT21086、《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB50210 的规定范围内，对偏差超标的构件应及时提出整改。

4.4.4 应对幕墙面板装配质量进行检查，包括面板拼接胶缝宽度、组件的固定件如压码、挂件、背栓等型材壁厚、粘结材料厚度，主体结构抗震缝、伸缩缝和沉降缝。

条文说明：检查面板组件的固定压码规格、数量、材质等，手动测试固定压码是否稳固，检查挂件及背栓连接是否牢固，检查密封材料的密封性能是否完好，对密封性能有怀疑的材料易老化区域可做现场淋

水试验判断其密封性能。

《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ/T133 第 4.3、4.4 节规定幕墙构造应符合的设计要求，现场检查应注意对泄水孔、温度变形缝、面板连接固定方式、连接件型材厚度、双金属接触腐蚀防护、主体结构

4.4.5 建筑幕墙保温、防火、防雷检查，参照现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 或《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ/T133 的有关规定执行。

条文说明：应根据幕墙种类选用保温、防火、防雷检查项目。

4.4.6 幕墙支承结构的整体及局部变形的检测，应按现行行业标准《玻璃幕墙工程质量检验标准》JGJ/T139 的有关规定执行。

条文说明：幕墙主要受力杆件平面外偏差的检测，目的是检查否存在节点松动、滑移等缺陷。尤其是当幕墙与主体结构的连接采用膨胀螺栓、化学螺栓等非预埋形式固定时，膨胀螺栓、化学螺栓的抗拔性能受施工工艺、混凝土收缩徐变、温度等影响会出现退化，经长期正负风压作用还可能出现松弛、滑移现象。因此有必要定期对主要受力杆件的平面外偏差进行检测，当发现平面外偏差过大时应暴露局部隐蔽节点和构造，进行详细、全面的检查和检测。

结构或构件的实际变形情况是对其使用状态较直观的反映，当超载、节点连接失效或安装偏差过大导致构件附加应力增大时都可能出现明显变形。虽然结构或构件的最后破坏可能不是直接由变形所引起，但不少的工程实例表明，确是因为首先观察到变形的异常发展并及时采取了措施，才避免了结构或构件的破坏。因此，通过对结构或构件变形的检测，以评估其是否适于继续承载，是有其实用价值的。

4.4.7 幕墙开启部分应检查五金件的匹配性，固定和开关灵活性以及使用过程中变形、损坏情况，应检查开启部分面板牢固性和密封性。

条文说明：在实际工程检查中发现幕墙开启部位容易出现面板损坏、脱落，滑撑变形、脱落，锁具破损失效，密封失效等问题，提别提出开启扇构造及材料检测。

4.5 面板连接验算

4.5.1 玻璃面板连接，应按照现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102的规定方法验算：

1 按面板框支承、点支承和玻璃肋支承等支承形式，进行面板的最大应力和挠度的验算；

2 进行面板支承锚固连接承载能力验算，应符合下列规定：

1) 采用螺纹紧固件锚固的框支承玻璃面板，应进行螺纹连接承载能力验算。面板锚固连接件（如压块、压板等）应进行受弯和受剪能力验算；

2) 隐框、半隐框支承面板和玻璃肋支承全玻幕墙，应核验硅酮结构密封胶的厚度和宽度。

3) 点支承面板的固定连接应进行点支承装置承载能力验算，必要时应进行点支承装置承载能力的抽样检测。

条文说明：玻璃面板是直接承受风荷载，保证幕墙各项物理性能的基本构件，在进行可靠性评价时，应根据面板的实际支承条件，根据现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102的要求，对面板的承载能力和固定连接承载能力进行验算。

《建筑用硅酮结构密封胶》GB/T16776规定硅酮结构密封的拉伸粘结强度0.6MPa的指标，是产品性能的最低要求，而实际上企业生产的结构胶强度都比产品标准的规定指标高出不少，因此既有建筑幕墙结构胶的拉伸强度实测值就有可能高于0.6MPa。考虑到行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102规定的硅酮结构胶的强度设计值，是按新胶0.6MPa的强度标准值确定的，所以本规程规定即使既有建筑幕墙结构胶的强度实测值高于0.6MPa，也应按0.6MPa采用，以确保胶的可靠性。

点支承玻璃幕墙的点支承装置部件，如原设计或施工文件无承载能力数据可依据，需进行点支承装置承载能力的抽样实测，为验算提供依据。

4.5.2 金属类面板及连接验算应符合下列规定：

1 面板及连接承载能力的验算，应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133有关规定；

2 按不同的面板支承形式，进行面板中肋和边肋最大应力和挠度的验算；

3 采用螺纹紧固件锚固的面板，应进行螺纹连接承载能力验算；

4 采用挂钩固定的面板，应进行挂钩的受剪和承压承载能力验算。

条文说明：金属面板是直接承受风荷载，保证幕墙各项物理性能的基本构件，在进行可靠性评价时，应根据面板的实际支承条件，根据现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133的要求，对面板的承载能力和连接强度进行验算。

4.5.3 石材、人造板材类面板及连接验算应符合下列规定：

1 面板及连接承载能力的验算，应符合现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133 的有关规定；

2 按不同的面板支承形式，进行面板最大应力的验算；

3 采用钢销式、短挂件、通长挂件连接形式的面板应对连接槽口的剪切应力进行验算；

4 面板连接所采用的钢销、铝合金挂件、不锈钢螺栓等应进行抗弯及抗剪强度的验算；

5 采用背栓式锚固连接的面板，应进行背栓连接承载能力验算，必要时应进行背栓连接承载能力的抽样检测。

条文说明：石材面板是直接承受风荷载，保证幕墙各项物理性能的基本构件，在进行可靠性评价时，应根据面板的实际支承条件，根据现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133 的要求，对面板的承载能力和连接强度进行验算。由于现行行业标准《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133 中，没有关于背栓式锚固连接的石材面板的承载力验算规定，因此，必要时应在幕墙上抽样，进行背栓连接的承载能力检测，抽样数量应不少于 5 个。

4.6 支承结构验算

4.6.1 幕墙立柱、横梁支承结构承载力验算应采用适合的计算模型，构件参数应根据现场材料锈蚀、腐蚀、风化、局部缺陷、残损以及施工偏差的影响采用必要的实测值。当立柱安装构造受压变形时，应进行立柱偏心受压承载力验算。当横梁受力存在较大偏心时，应进行横梁受扭承载力复核。

条文说明：幕墙结构计算书中，对结构构件承载能力进行验算时，所采用的结构分析方法应符合相关国家和行业工程技术规范的规定，力学计算模型和计算公式，应符合工程实际实际受力与构造状况。

既有建筑幕墙的构件在使用过程中，不可避免的会受到环境和其他因素的影响，要充分考虑环境和施工偏差所带来的各种影响，采用必要的实测值作为构件的计算参数。

构件式和单元式幕墙的主要受力杆件立柱、横梁应根据实际支承条件，采用合适的计算模型，依据现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017和《铝合金结构设计规范》GB50429有关规定进行构件截面承载力和稳定性验算。

4.6.2 支承构件自重的标准值，应根据构件的实际尺寸，按材料或构件重力密度标准值计算确定。当遇到下列情况之一时，材料和构件的自重标准值应按现场取样称量确定：

- 1 现行荷载规范尚无规定时；
- 2 发现规定值与实际情况不一致时。

条文说明：幕墙构件的自重标准值，是经常作用的永久荷载，是对既有建筑幕墙进行结构计算分析时的基础荷载之一，在进行幕墙承受的荷载和作用效应组合时，所有的基本组合工况中都必须包括构件的自重作用。本条规定了确定幕墙构件自重标准值的原则和方法。

4.6.3 支承构件材料强度的标准值，应按下列原则确定：

1 若原设计文件有效，根据现场材料检测结果最低值大于原设计标准值，且结构无严重的性能退化或设计、施工偏差时，可采用原设计标准值；

2 若检测表明实际情况不符合上款的要求，应按检测结果的最低值确定相关材料的强度标准值。

条文说明：幕墙构件材料强度的标准值，是进行结构计算分析时的基本参数，是保证幕墙安全的基础，本条规定了确定幕墙构件材料强度标准值的原则和方法。由于既有建筑幕墙的构件材料抽样数量有限，为确保材料强度取值的可靠，本条规定现场检测的材料强度标准值取其最低值。

4.6.4 幕墙支承杆件体系、索杆体系，应验算在各种受力状况下体系的强度、整体稳定性和局部稳定性。应验算索杆体系中拉杆、拉索的预应力以保证索杆体系在各种受力状况下体系的强度和结构刚度要求。

条文说明：近年来，点支承玻璃幕墙在大型公用建筑中应用越来越广泛，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)二类，现行国家、行业标准中杆件体系的计算较为成熟，点支承玻璃幕墙中的相关计算内容应遵照执行相关国家、行业标准。索杆体系按构造方式分为自平衡形式、非自平衡形式。自平衡形式是指拉索、拉杆的预应力不传递到主体结构上，由索杆体系中刚性杆件平衡。非自平衡形式是指拉索、拉杆的预应力传递到主体结构上，由主体结构平衡。

4.6.5 采用钢或铝合金支承结构体系的杆件之间、杆件与主体结构锚固件之间的连接计算和构造要求，应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB50017、《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB50018和《铝合金结构设计规范》GB50429的有关规定。

4.6.6 点支承幕墙的张拉杆索支承体系应按考虑几何非线性的有限元方法，验算在各种受力状况下的拉杆强度、整体稳定，并验算拉索的张拉力是否能保证索桁架必要的结构刚度、整体稳定性、在各种受力状况下的承载能力。

条文说明：张拉杆索支承体系的拉杆和拉索只承受拉力，不承受压力，而风荷载和地震作用又处于两个不同方向，所以，张拉杆索支承体系应在两个正交方向都形成稳定的结构体系除主要受力方向外，其正交方向应布置平衡或稳定拉索或拉杆或采用双向受力体系，采用计算机软件进行内力位移分析更接近实际情况。由于所用的拉索或拉杆的截面较小，内力较大，这类结构的位移较大，在采用计算机软件进行内力位移分析时，应考虑其几何非线性的影响。

4.6.7 非自平衡形式的杆索体系应计算其对主体结构的附加作用力，并将张拉索杆体系对主体结构的附加作用力提交委托方进行建筑结构验算。

条文说明：张拉杆索体系只有在施加预应力之后，才能形成稳定不变的受力体系。因此，一般张拉杆索支承体系都会使主体结构承受附加的作用力，其中，以非自平衡形式的杆索体系对主体结构产生的附加作用力最为明显，在主体结构设计时必须加以考虑。在进行可靠性评价时，应将张拉索杆体系对主体结构的附加作用力提交原建筑设计单位进行结构验算，确保幕墙的使用安全。

4.6.8 全玻幕墙和点支承全玻幕墙支承玻璃肋及其连接的承载能力、稳定性和构造要求，应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102的有关规定。

条文说明：全玻幕墙的玻璃肋由整块玻璃构成，点支承全玻幕墙的支承玻璃肋由金属件连接，并在金属板上设置支承点。玻璃肋承受玻璃面板传递的风荷载和地震作用，类似楼盖结构的支承梁，因此，对玻璃肋截面尺寸和构造都有特定的要求，以保证其必要的刚度和承载能力。现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ102中，对全玻幕墙和点支承全玻幕墙支承玻璃肋及其连接的承载能力、挠度、稳定性和构造均有明确要求，应按照其规定进行验算、评定。

4.7 幕墙与主体结构的连接验算

4.7.1 主体结构或结构构件，应能够承受幕墙传递的荷载和作用。连接件和主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

4.7.2 与幕墙构架连接的主体结构构件的受力验算，应考虑其可能受到的扭转作用。

4.7.3 幕墙构架与主体结构采用后加锚栓连接时，其锚栓的选用和受力计算应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ145的有关规定，不同类型幕墙的构造应符合现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102、《金属与石材幕墙工程技术规范》JGJ133和《人造板材幕墙工程技术规范》JGJ336的有关规定。

5 可靠性评价与适修性评估

5.1 构件可靠性评价

5.1.1 应根据设计文件和竣工验收资料，结合现场检查验证情况对幕墙构件进行可靠性评价，按照控制项指标和一般项指标对幕墙构件的表观缺陷检查、使用功能缺陷检查、安全连接和承载力检测与核验进行核查项目的评价。

条文说明：通过核对现场实际状况与设计文件和竣工验收资料的差异，对幕墙构件连接构造和其他各种功能构造的可靠性进行综合评定，核查建造中是否存在未按设计图纸施工、或在使用过程中更改原幕墙构件连接构造和其他各种功能、构造的情况。

5.1.2 应根据构件及构造的不同种类，按本章第章 5.1.4 条至 5.1.5 条的规定，分别评定每一受检构件、构造的等级，并取其中最低一级作为该构件、构造的可靠性等级。

条文说明：由于是对幕墙构件的可靠性进行评价，因而其安全性能等级的评定结果应取每一受检构件、构造的最低一级作为该构件、构造的可靠性等级。

5.1.4 既有建筑幕墙构件单个构件及连接（面板及连接和支承构件及连接）、构造（构件及连接构造、开启窗构造、防火构造、防雷构造）应按照表 5.1.4 的规定进行可靠性评价。

表 5.1.4 构件检查、检测、验算结果的可靠性评价

评价项目		a 级	b 级	c 级	d 级
外观缺陷	玻璃面板外观缺陷	玻璃表面无发霉；镀膜玻璃无脱膜、变色、斑纹、膜面损伤；中空玻璃密封完好无起雾、结露；夹层玻璃无脱胶、气泡，无中间层杂质等不透明缺陷	玻璃表面有轻微发霉；镀膜玻璃有轻微脱膜、变色、斑纹、膜面损伤；中空玻璃密封基本完好，有轻微起雾；夹层玻璃边缘有轻微脱胶、气泡，有少量中间层杂质等不透明缺陷	玻璃表面有发霉；镀膜玻璃有脱膜、变色、斑纹、膜面损伤；中空玻璃密封失效；夹层玻璃有少量严重脱胶、气泡，有大量中间层杂质等不透明缺陷，面板有明显划痕、开裂	玻璃表面严重发霉，镀膜玻璃有严重脱膜、变色、斑纹、膜面损伤；中空玻璃进水，夹层玻璃可见大量严重脱胶缺陷，面板破损或脱开
	金属面板的腐蚀及外观缺陷	面板表面处理层完好无腐蚀，基本保持原有光泽，表面平整，无明显损伤	面板表面处理层基本完好有轻微的腐蚀或锈蚀，外观色泽无明显变化，表面有轻微的鼓凸、凹陷或损伤	面板有明显的腐蚀或锈蚀导致表面处理层有明显的脱落，或可见大面积出现麻面状腐（锈）蚀，或外观色泽有显著变化、边角处有比较严重腐蚀或锈蚀、表面有严重的鼓凸、凹陷或损伤	面板腐蚀或锈蚀，表面处理层脱落，大面积麻面腐（锈）蚀，外观显著变色，边角处有严重腐蚀或锈蚀，表面严重凸、凹缺陷或损伤或脱开
	石材面板的腐蚀及外观缺陷	面板未受风化侵蚀或其它腐蚀，表面防护处理层完好，基本保持石材原有光泽，卡槽无损伤	面板局部有轻微的锈斑、污斑，表面防护处理层基本完好，局部有轻度失光或褪色，卡槽无损伤	面板有明显的风化侵蚀或腐蚀，表面防护处理层已失效，有明显的锈斑、污斑或失光、粉化、褪色，个别卡槽损伤，有轻微损伤	面板严重风化剥蚀，表面防护处理层已失效，普遍出现锈斑、污斑或失光、粉化、褪色，卡槽损伤严重，有损伤或脱开
	铝合金构件及连接件腐蚀，变形	膜（涂）层完好，无腐蚀现象	膜（涂）层脱落（包括起鼓）面积 $\geq 10\%$ ；易蚀部位的表面上有少量点蚀	膜（涂）层脱落（包括起鼓）面积大于 10% ；易蚀部位可见到密布腐蚀点	膜（涂）层起鼓脱落；表面密布腐蚀点，厚度剥蚀较严重
	钢构件及连接件锈蚀，变形	面漆及底漆完好，漆膜尚有光泽	面漆脱落或起鼓面积 $\geq 15\%$ （普通钢结构）， $\geq 10\%$ （薄壁型钢和轻钢结构）。底漆基本完好，但边角处有锈蚀，易锈部位的表面上可见到少量点蚀	面漆脱落面积（包括起鼓面积），对普通钢结构 $> 15\%$ ；对薄壁型钢和轻钢结构 $> 10\%$ 。底漆锈蚀面积正在扩大，易锈部位可见到麻面状锈蚀，可见轻微变形	面漆、底漆锈蚀起鼓脱落，面积 $> 15\%$ ，厚度剥蚀、变形较严重
	承载构件及连的腐蚀、锈蚀，变形	表面处理层完好无腐蚀或锈蚀	表面处理层基本完好有局部轻微腐蚀或锈蚀	表面处理层不完整有局部明显腐蚀或锈蚀，可见轻微变形	表面处理层已破坏，有严重腐蚀或锈蚀，厚度剥蚀、变形较严重
使用功能缺陷	防水构造合理，排水系统通畅，密封完好，无雨水渗漏部位，现场淋水试验无渗漏	防水构造稍有缺陷，但密封基本完好，有个别雨水渗漏部位，现场淋水试验无渗漏	防水构造不当，有设计、施工缺陷，或密封失效，有明显雨水渗漏部位，现场淋水试验有渗漏	/	

评价项目		a 级	b 级	c 级	d 级
	可开启部分	开启扇平正，无下坠变形，启闭顺畅，密封件、滑撑及五金配件完好，密封良好，使用功能正常	开启扇有轻微变形，启闭不够顺畅，密封件、滑撑及五金配件有局部缺陷，密封稍差，尚不显著影响其使用功能	开启扇下坠变形，启闭障碍，密封件、滑撑及五金配件老化和缺损、脱落，密封性不符合使用要求，显著影响使用功能	/
	密封材料耐久性	面板接缝密封胶缝、构件镶嵌密封胶条、防火密封胶缝等粘接、密封情况良好，材料耐久性可满足目标使用年限要求	接缝密封胶、密封胶条、防火密封胶等略有材料变硬性能下降现象，但密封情况尚好，尚不显著影响其使用功能。隔声良好	密封胶脱胶、开裂或起泡现象，密封胶条脱落、老化、变色、变硬等，材料耐久性不能满足目标使用年限要求，隔声缺陷	/
安全承载力	受弯构件变形挠度验算结果	验算合格，计算值不大于现行标准规定限值	验算不合格，计算值小于现行标准规定限值，但大于原设计值	验算不合格，计算值大于现行标准规定限值，但不大于该限值的1.2倍	验算不合格，计算值大于现行标准规定限值的1.2倍
	偏心受弯构件变形挠度检测结果	构件无明显扭转位移，符合设计要求	构件有明显可见扭转位移，但尚不显著影响使用功能	构件显著的扭转位移，不符合设计要求	验算不合格，计算值大于现行标准规定限值的1.2倍
	面板及连接验算 $R/(\gamma_0 S)$	≥ 1.0	≥ 0.90 ，且 < 1.0	≥ 0.85 ，且 < 0.90	< 0.85
	支承系统承载力的验算 $R/(\gamma_0 S)$	≥ 1.0	≥ 0.95 ，且 < 1.0	≥ 0.90 ，且 < 0.95	< 0.90
	与主体结构链接	预埋件或锚盘安装质量、锚固件数量和承载力均符合现行标准规定	预埋件或锚盘安装质量、锚固件数量和承载力均低于现行标准规定但符合原设计	预埋件或锚盘安装质量、锚固件数量和承载力有一项或更多的低于原设计要求	预埋件或锚盘安装质量、锚固件数量和承载力均低于原设计要求
玻璃幕墙面板与硅酮结构胶连接硅酮结构胶剥离试验粘结性能	拉伸粘结强度和硬度满足 GB16776 要求；粘结良好，剥离粘结破坏面积 $< 5\%$	硬度不满足 GB16776 要求；拉伸粘结强度满足 GB16776 要求；粘结良好，剥离粘结破坏面积 $< 5\%$	硬度满足 GB16776 要求；拉伸粘结强度虽然不满足 GB16776 要求，但是经过承载力验算，仍具有 3 倍安全系数，可以满足幕墙受力需求；粘结良好，剥离粘结破坏面积 $< 5\%$	硬度不满足 GB16776 要，拉伸粘结强度不满足 GB16776 要求，且经过承载力验算，无法满足幕墙受力需求；或粘结不好，剥离粘结破坏面积 $> 5\%$ ；或结构胶存在发粘或粉化的情况	
构造和连接安全性	面板及连接构造 支承构件、连接构造 开启窗构造 防火、防雷构造	构造连接方式正确，功能可靠，符合现行标准、规范和设计要求，无缺陷	构造连接方式正确，功能可靠，符合现行标准、规范和设计要求，仅有局部表面缺陷	构造连接方式有缺陷，不能完全符合现行标准、规范和设计要求，局部存在构造隐患	构造连接方式不当，有严重缺陷，不符合现行标准、规范和设计要求，工作异常，存在构造隐患或失效

注 1：评价项目黑体字的为控制项，其他为一般项。

注 2：表中 R 和 S 分别构件的抗力和作用效应，应按国家和行业现行有关标准、规范的要求确定； γ_0 为结构重要性系数，应按验算所依据的标准规范确定。

注 3：控制项严重缺陷，包括钢结构构件施工过程中遗留的焊缝夹渣、气泡、咬边、烧穿、漏焊、未焊透、变形以及焊脚尺寸不足；锚栓、铆钉或螺栓漏锚、漏铆、漏栓、错位，锚栓松动、锚栓、铆钉、螺栓产生变形、滑移或其它损坏；开启窗连接配件松动且连接失效；结构性装配的结构胶开裂或脱落；预应力系统预应力不足、结构松弛等。

条文说明：构件的变形验算项目的规定限值是依据现行标准规范要求和工程实际的总结，能满足标准要求可评为 a 级；超出其规定限值且不定影响安全使用性能的，可评为 b 级。

幕墙支承结构偏心受弯构件的扭转变形较大时，不仅会影响构件的正常使用功能，甚至会造成安全隐患，本规程将显著影响幕墙正常使用功能的明显扭转变形作为划分 b 、 c 级的界限。

铝合金构件及连接件和钢构件及连接件是幕墙体系中受力和传力的关键环节，其腐蚀情况和防腐措施影响幕墙结构正常使用的耐久性。

幕墙构件及连接中钢制预埋件、转接件、室外钢结构件和焊接部位等腐蚀、锈蚀较严重的不适于继续使用。在幕墙构件中关注结构胶、隔热铝合金型材的隔热条和点支承装置中承坐的衬套等受力非金属材料的老化情况。非金属材料老化的评定可通过现场实物的检查评定，也可现场取样送实验室检验。

建筑外围护与装饰功能主要靠幕墙面板的使用功能来实现。经长时间的使用，幕墙面板受到的各种腐（锈）蚀、风化污损、失光褪色、凹凸变形，以及镀膜玻璃膜面损伤、中空玻璃密封失效、夹层玻璃脱胶起泡等，直接影响到幕墙的采光、保温、遮阳隔热等建筑物理功能和建筑外观装饰效果。

按各类建筑幕墙的共同性确定的基本使用功能。对于有特殊使用要求的建筑幕墙使用性的专门评价，需按其实际情况另行确定使用功能项目。

既有建筑幕墙的使用功能是否能满足其在评价后的目标使用年限，取决于其性能构造设计、建造质量和材料附件的耐久性。幕墙使用功能需尽可能按现行相关标准、规范进行试验检测，进行必要的局部拆开构造检查，以及专业的现场观察、手试综合判断。

防雨水渗漏功能评定时的现场淋水试验，可按照《建筑幕墙》GB/T21086 的现场淋水试验方法进行。

隔声功能的现场检测，可按照《声学建筑和建筑构件隔声测量第 5 部分：外墙构件和外墙空气声隔声的现场测量》GB/T19889.5 的有关规定进行。

开启窗使用功能和密封材料耐久性的评价，主要通过检测人员的目测观察和手试等人工方法检查进行。

结构的荷载试验按下列原则分级：

1 当评价结果符合本标准根据现行标准规范规定和具有建筑物必需考虑的问题（如性能退化、环境条件改变等）所提出的可靠性要求时，可评为 a 级；

2 当评价结果遇到下列情况之一时，可降为 b 级：

1) 尚符合本标准的安全性要求，但有不影响安全使用的构件细小位移或变形、密封胶缝开裂等，经评价人员认定，不宜评为 a 级者。

2) 虽略不符合本标准的可靠性要求，但符合原标准规范的要求的，应评为 b 级。

3 当评价结果不符合本标准对 *a* 级的可靠性要求，且不能降为 *b* 级的条款时，应评为 *c* 级。

4 当评价结果极不符合本标准对 *a* 级的可靠性要求，且评价对象的承载能力已处于临近破坏的状态，须立即采取应急措施加以处理，否则将产生严重的安全问题的应评为 *d* 级。

玻璃幕墙面板结构胶粘结的承载能力是结构胶的强度和基材粘结性的综合体现。因此，在进行结构胶强度的承载能力验算评定等级后，还应按综合效果评定其结构性装配的可靠性。

幕墙构件连接构造和其他各种功能构造的可靠性评价分级原则，主要依照构造连接方法的正确和可靠性、与现行标准规范的相符及是否存在隐患来确定。

由于我省一些幕墙建造时间早于国家或行业标准规范的发布时间，存在一些既有建筑幕墙项目与标准规范不相符情况，可根据幕墙的实际使用情况，如承受过最大荷载的作用和现有幕墙各构件连接构造和其他各种功能构造的完好状况，与现行标准规范在风荷载、挠度变形、位移量、结构松动等的要求对比分析，以此进行可靠性评价分级。

5.1.5 幕墙构件经现场检查，如面板、构件及连接产生裂缝、连接部位松动并丧失承载能力、或脱落时的，应评定为 *d* 级。

条文说明：对于现场通过目测、手感或适当辅助工具检查后发现存在不应有、且无法通过简单的方法可修复、并降低幕墙构件及连接承载能力的裂缝、松动应定为 *d* 级。

5.2 子单元可靠性评价

5.2.1 建筑幕墙构件和构造子单元可靠性评价，应按本规程第表 3.3.1 条规定的构件和构造的构件类别，划分为若干个子单元，应根据其每一受检构件和构造的评定结果，按表 5.2.1 的规定评级。

表 5.2.1 每种构件和构造可靠性等级的评定

构件类别	a_u 级	b_u 级	c_u 级	d_u 级
支承构件及连接： 1) 承载能力 2) 连接构造 3) 金属构件腐蚀和锈蚀 4) 构件变形 5) 腐蚀和锈蚀	不含 c 级和 d 级，可含 b 级，但一个子单元的含量不多于 20%	不含 d 级，可含 c 级，但一个子单元 c 级的含量不多于 10%	可含 d 级，但一个子单元的 d 级含量不多于 5%	d 级的含量多于 c 级的规定数
面板及连接： 1) 承载能力 2) 连接构造 3) 面板挠度 4) 腐蚀和锈蚀 开启窗构造 防火构造 防雷构造	不含 c 级和 d 级，可含 b 级，但一个子单元 b 级的含量不多于 30%	不含 d 级，可含 c 级，但一个子单元 c 级的含量不多于 20%	可含 d 级，但一个子单元的 d 级含量不多于 10%	d 级的含量多于 c 级的规定数

条文说明：建筑幕墙安全性评价的第二层次，是对按本规程第 3.3.1 条规定划分的不同子单元中每一构件及构造的构件的可靠性等级结果，按本章表 5.2.1 的规定进行归纳评级。考虑到幕墙支承构件是幕墙的主要受力构件，它的使用性会影响到以它为承托的面板等其它构件，因此对其使用性评价的标准比其它构件的评级标准更严一些。

5.3 评估单元可靠性评价

5.3.1 建筑幕墙评估单元的可靠性评价，应按本规程第 3.3.1 节层次划分逐层进行。应给出幕墙各层次的可靠性等级，分别列出所检构件、子单元、评估单元的可靠性等级。

条文说明：建筑幕墙每一层次的评价，均分别取得了被评价对象的可靠性等级，以确切地描述了被评价构件（构造）和结构体系可靠性的实际状况。

5.3.2 建筑幕墙评估单元可靠性的评定，按下列原则确定：

表 5.3.2 评估单元可靠性等级的评定

构件类别	A_u 级	B_u 级	C_u 级	D_u 级
评估单元	不含 c_u 、 d_u 级，可含 b_u 级，但一个评估单元的含量不多于 20%，无质量安全事故	不含 d_u 级，可含 c_u 级，但评估单元 c_u 级的含量不多于 10%，有较轻微质量缺陷	可含 d_u 级，但一个子单元的 d_u 级含量不多于 5%，发生过较轻微质量安全事故	d_u 级的含量多于 5%，发生过较严重质量安全事故

条文说明：从建筑幕墙可靠性定义和构造特点出发，以安全可靠使用的原则进行评级。

5.4 适修性评估

5.4.1 在既有建筑幕墙可靠性评价中，若委托方要求对 C_u 级或 D_u 级评估单元或 c_u 级和 d_u 级子单元（或其中某种构件或构造）的处理提出建议时，宜对其适修性进行评估。

条文说明：建筑幕墙的适修性评估，是属于对可靠性评价后如何采取应对措施的处理依据。通过对幕墙特性、修复难度与经济效益等作综合分析，是指导委托方对幕墙缺陷采取措施的重要依据。当委托方提出适修性评估要求时，宜进行幕墙的适修性评估。

5.4.2 建筑幕墙适修性评估，应按子单元和评估单元 2 个层次进行。每一层次的适修性等级分为四级，应分别按表 5.4.2 的规定采用。

表 5.4.2 建筑幕墙适修性评估分级

等级	子单元适修性评估	等级	评估单元适修性评估
A_r	构件易加固或易更换，所涉及的相关构造问题易处理，适修性好，修后可恢复原功能	A_r	易修，或易改造，修后能恢复原功能，或改造后的功能可达到现行标准的要求，所需总费用低，适修性好，宜予修复或改造
B_r	构件稍难加固或稍难更换，所涉及的相关构造问题尚可处理。适修性尚好，修后尚能恢复或接近恢复原功能	B_r	稍难修或稍难改造，修后能恢复或接近恢复原功能，或改造后的功能尚可达到现行标准的要求，所需总费用较低，适修性尚好，应予修复或改造
C_r	构件难加固，亦难更换，或所涉及的相关构造问题较难处理。适修性差，修复后对原功能有一定影响	C_r	难修，或难改造，修后或改造后需降低使用功能，有一定利用价值。适修性差，是否修复或改造，取决于使用要求
D_r	构件很难加固，或很难更换，或所涉及的相关构造问题很难处理。适修性极差，只能从安全性出发采取必要的措施，可能损害建筑幕墙的局部使用功能	D_r	该幕墙评估单元已严重残损，或修后功能极差，已无利用价值，或所需总费用接近、甚至超过新建的造价。适修性很差，宜予拆除、重建

条文说明：所谓适修性是指一种能反映残损幕墙适修程度与修复价值的技术与经济综合特性，宜在评价报告中明确幕墙的适修性。可参考原则为：

修复或改造所需总费用远远低于新建的造价，可定为 A_r 或 I_r 级；

修复或改造所需总费用不到新建造价的 60%，可定为 B_r 或 II_r 级；

修复或改造所需总费用为新建造价的 60% 以上，低于新建造价的，可定为 C_r 或 III_r 级；

修复或改造所需总费用接近、甚至超过新建造价的，可定为 D_r 或 IV_r 级。

5.4.4 适修性评估可按下列处理原则提出具体建议：

1 对评为 A_r 、 B_r 的子单元（或其中某种构件或构造）， A_r 、 B_r 的评估单元，应予以修复使用；

2 对评为 C_r 的评估单元或 C_r 的子单元（或其中某种构件或构造），应分别作出修复与拆换两方案，供下一步技术经济论证采用；

3 对评为 D_r 的评估单元和 D_r 的子单元（或其中某种构件或构造），宜考虑拆换或重建。

条文说明：建筑幕墙多种多样，影响建筑幕墙适修性的因素很多，必需结合实际情况和有关数据进行认真的研究和多方案的比较分析，才能作出具有实用意义的适修性评估。因此，本条内容只是作了原则性的规定。

6 评价报告

6.0.1 建筑幕墙可靠性评价报告应包括下列内容：

- 1 建筑物和建筑幕墙概况；
- 2 评价的目的、范围和内容；
- 3 评价依据；
- 4 抽样和检验内容；
- 5 检查、分析、核验等评价的结果；
- 6 结论与建议；
- 7 附件。

条文说明：本规程未对评价报告的格式做具体规定，使用本规程的人员可根据具体情况自行设计，但应包括本条规定的这七项内容，以保证评价报告的质量。

6.0.2 评价报告中，应对构件 c 、 d 级构件及子单元 c_u 、 d_u 级检查项目的数量、所处位置逐一作出详细说明。当幕墙的构造复杂或缺陷较多时，尚应绘制 c 、 d 级构件及 c_u 、 d_u 级检查项目的分布图。若在可靠性评价中发现 c 级构件或 c_u 级检查项目已严重影响建筑幕墙的可靠性时，也应按上述要求，在评价报告中作出说明。

条文说明：在建筑幕墙的可靠性评价中，根据被评为 c 、 d 级构件和 c_u 、 d_u 级的检查项目，不仅用以说明该评价对象在承载能力上存在着安全问题，而且是作为对其进行处理的主要依据。因此，在评价报告中需逐一作出详细说明，具体提出需要采取哪些措施的建议，并向委托方进行交底，以便有关问题得到及时而正确的处理。

对于在幕墙的使用性评价中评定的 c_u 、 d_u 级检查项目，也应按与幕墙安全性评价中的 c 、 d 级和 c_u 、 d_u 级检查项目同样的原则处理，在评价报告中作出详细说明。

6.0.3 应对建筑幕墙评估单元或子单元评定等级，应对所含的 c 、 d 级构件（含连接）及 c_u 、 d_u 级检查项目采取技术措施。

6.0.4 经检验核验后，应出具评价报告，必要时宜提出针对问题区域加强观察和保护的措施，幕墙相关责任主体或管理部门应对既有幕墙加强观察和保护，发现问题后应立即采取必要的安全防护措施，尽快修缮以确保幕墙的继续安全使用。

6.0.5 既有建筑幕墙可靠性评价报告中，宜提出下一次可靠性评价时间。

本规程用词说明

1 为便于在执行本技术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 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

- 《建筑用硅酮密封胶》 GB16776
- 《建筑结构荷载规范》 GB50009
- 《混凝土结构设计规范》 GB50010
- 《建筑抗震设计规范》 GB50011
- 《建筑防火设计规范》 GB50016
- 《钢结构设计标准》 GB50017
- 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB50018
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057
- 《工程结构可靠性设计统一标准》 GB50153
- 《钢结构工程施工质量验收标准》 GB50205
- 《建筑装饰装修工程质量验收标准》 GB50210
- 《民用建筑可靠性鉴定标准》 GB50292
- 《铝合金结构设计规范》 GB50429
- 《建筑节能工程施工质量验收标准》 GB50411
- 《钢结构焊接规范》 GB50661
- 《天然石材试验方法 第1部分：干燥、水饱和、冻融循环后压缩强度试验》 GB/T 9966.1
- 《天然石材试验方法 第2部分：干燥、水饱和、冻融循环后弯曲强度试验》 GB/T 9966.2
- 《建筑幕墙》 GB/T21086
- 《建筑幕墙术语》 GB/T34327
- 《干挂饰面石材及其金属挂件 第一部分：干挂饰面石材》 JC830.1
- 《干挂饰面石材及其金属挂件 第一部分：金属挂件》 JC830.2
- 《建筑幕墙用平推窗滑撑》 JC/T433
- 《建筑玻璃应用技术规程》 JG/T113
- 《建筑玻璃点支承装置》 JG/T138
- 《吊挂式玻璃幕墙支承装置》 JG139
- 《小单元建筑幕墙》 JG/T216
- 《建筑门窗、幕墙中空玻璃性能现场检测方法》 JG/T454
- 《建筑幕墙用硅酮结构密封胶》 JG/T475
- 《玻璃幕墙工程技术规范》 JGJ102
- 《金属与石材幕墙工程技术规范》 JGJ133
- 《玻璃幕墙工程质量检验标准》 JGJ/T139
- 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ145

《建筑陶瓷薄版应用技术规程》 JGJ/T172
《采光顶与金属屋面工程技术规程》 JGJ255
《索结构技术规程》 JGJ257
《点挂外墙板装饰工程技术规程》 JGJ321
《建筑幕墙工程检测方法标准》 JGJ/T324
《人造板材幕墙工程技术规范》 JGJ336
《建筑瓷板装饰工程技术规程》 CECS: 110
《点支式玻璃幕墙工程技术规范》 CECS: 127
《建筑幕墙工程技术标准》 DBJ61/T161