

前 言

为适应国际技术法规与技术标准通行规则，2016 年以来，住房和城乡建设部陆续印发《深化工程建设标准化工作改革的意见》等文件，提出政府制定强制性标准、社会团体制定自愿采用性标准的长远目标，明确了逐步用全文强制性工程建设规范取代现行标准中分散的强制性条文的改革任务，逐步形成由法律、行政法规、部门规章中的技术性规定与全文强制性工程建设规范构成的“技术法规”体系。

关于规范种类。强制性工程建设规范体系覆盖工程建设领域各类建设工程项目，分为工程项目类规范（简称项目规范）和通用技术类规范（简称通用规范）两种类型。项目规范以建设工程项目整体为对象，以项目的规模、布局、功能、性能和关键技术措施等五大要素为主要内容。通用规范以实现建设工程项目功能性能要求的各专业通用技术为对象，以勘察、设计、施工、维修、养护等通用技术要求为主要内容。在全文强制性工程建设规范体系中，项目规范为主干，通用规范是对各类项目共性的、通用的专业性关键技术措施的规定。

关于五大要素指标。强制性工程建设规范中各项要素是保障城乡基础设施建设体系化和效率提升的基本规定，是支撑城乡建设高质量发展的基本要求。项目的规模要求主要规定了建设工程项目应具备完整的生产或服务能力，应与经济社会发展水平相适应。项目的布局要求主要规定了产业布局、建设工程项目选址、总体设计、总平面布置以及与规模相协调的统筹性技术要求，应考虑供给能力合理分布，提高相关设施建设的整体水平。项目的功能要求主要规定项目构成和用途，明确项目的基本组成单元，是项目发挥预期作用的保障。项目的性能要求主要规定建设工程

项目建设水平或技术水平的高低程度，体现建设工程项目的适用性，明确项目质量、安全、节能、环保、宜居环境和可持续发展等方面应达到的基本水平。关键技术措施是实现建设项目功能、性能要求的基本技术规定，是落实城乡建设安全、绿色、韧性、智慧、宜居、公平、有效率等发展目标的基本保障。

关于规范实施。强制性工程建设规范具有强制约束力，是保障人民生命财产安全、人身健康、工程安全、生态环境安全、公众权益和公众利益，以及促进能源资源节约利用、满足经济社会管理等方面的控制性底线要求，工程建设项目的勘察、设计、施工、验收、维修、养护、拆除等建设活动全过程中必须严格执行，其中，对于既有建筑改造项目（指不改变现有使用功能），当条件不具备、执行现行规范确有困难时，应不低于原建造时的标准。与强制性工程建设规范配套的推荐性工程建设标准是经过实践检验的、保障达到强制性规范要求的成熟技术措施，一般情况下也应当执行。在满足强制性工程建设规范规定的项目功能、性能要求和关键技术措施的前提下，可合理选用相关团体标准、企业标准，使项目功能、性能更加优化或达到更高水平。推荐性工程建设标准、团体标准、企业标准要与强制性工程建设规范协调配套，各项技术要求不得低于强制性工程建设规范的相关技术水平。

强制性工程建设规范实施后，现行相关工程建设国家标准、行业标准中的强制性条文同时废止。现行工程建设地方标准中的强制性条文应及时修订，且不得低于强制性工程建设规范的规定。现行工程建设标准（包括强制性标准和推荐性标准）中有关规定与强制性工程建设规范的规定不一致的，以强制性工程建设规范的规定为准。

目 次

| | | |
|-----|-------------|----|
| 1 | 总则 | 1 |
| 2 | 基本规定 | 2 |
| 3 | 调查、检测与监测 | 4 |
| 3.1 | 一般规定 | 4 |
| 3.2 | 场地和地基基础 | 4 |
| 3.3 | 主体结构 | 5 |
| 4 | 既有建筑安全性鉴定 | 6 |
| 4.1 | 一般规定 | 6 |
| 4.2 | 构件层次安全性鉴定 | 7 |
| 4.3 | 子系统层次安全性鉴定 | 9 |
| 4.4 | 鉴定系统层次安全性鉴定 | 10 |
| 5 | 既有建筑抗震鉴定 | 11 |
| 5.1 | 一般规定 | 11 |
| 5.2 | 场地与地基基础 | 11 |
| 5.3 | 主体结构抗震能力验算 | 12 |
| 5.4 | 主体结构抗震措施鉴定 | 13 |
| 6 | 既有建筑加固 | 15 |
| 6.1 | 一般规定 | 15 |
| 6.2 | 材料 | 16 |
| 6.3 | 地基基础加固 | 17 |
| 6.4 | 主体结构整体加固 | 18 |
| 6.5 | 混凝土构件加固 | 19 |
| 6.6 | 钢构件加固 | 22 |
| 6.7 | 砌体构件加固 | 24 |

| | |
|------------------------|----|
| 6.8 木构件加固····· | 26 |
| 6.9 结构锚固技术····· | 27 |
| 附录 A 纤维复合材安全性能指标····· | 28 |
| 附录 B 结构加固用胶安全性能指标····· | 30 |

1 总 则

1.0.1 为保障既有建筑质量、安全，保证人民群众生命财产安全和人身健康，防止并减少既有建筑加固、改造和更新活动中的工程事故，提高既有建筑安全水平，制定本规范。

1.0.2 既有建筑的检测、鉴定和加固必须执行本规范。

1.0.3 既有建筑的鉴定与加固，应遵循先检测、鉴定，后加固设计、施工与验收的原则。

1.0.4 工程建设所采用的技术方法和措施是否符合本规范要求，由相关责任主体判定。其中，创新性的技术方法和措施，应进行论证并符合本规范中有关性能的要求。

2 基本规定

- 2.0.1** 既有建筑应定期进行安全性检查，并应依据检查结果，及时采取相应措施。
- 2.0.2** 既有建筑在下列情况下应进行鉴定：
- 1 达到设计工作年限需要继续使用；
 - 2 改建、扩建、移位以及建筑用途或使用环境改变前；
 - 3 原设计未考虑抗震设防或抗震设防要求提高；
 - 4 遭受灾害或事故后；
 - 5 存在较严重的质量缺陷或损伤、疲劳、变形、振动影响、毗邻工程施工影响；
 - 6 日常使用中发生安全隐患；
 - 7 有要求需进行质量评价时。
- 2.0.3** 既有建筑在下列情况下应进行加固：
- 1 经安全性鉴定确认需要提高结构构件的安全性；
 - 2 经抗震鉴定确认需要加强整体性、改善构件的受力状况、提高综合抗震能力。
- 2.0.4** 既有建筑的鉴定与加固应符合下列规定：
- 1 既有建筑的鉴定应同时进行安全性鉴定和抗震鉴定；
 - 2 既有建筑的加固应进行承载能力加固和抗震能力加固，且应以修复建筑物安全使用功能、延长其工作年限为目标；
 - 3 既有建筑应满足防倒塌的整体牢固性，以及紧急状态时人员从建筑中撤离等安全性应急功能要求。
- 2.0.5** 既有建筑的加固必须采用质量合格，符合安全、卫生、环保要求的材料、产品和设备。
- 2.0.6** 既有建筑的加固必须按规定的程序进行加固设计；不得

将鉴定报告直接用于施工。

2.0.7 既有建筑的加固施工必须进行加固工程的施工质量检验和竣工验收；合格后方允许投入使用。

3 调查、检测与监测

3.1 一般规定

3.1.1 既有建筑鉴定与加固前，应查阅工程图纸、搜集资料，并应对建筑物使用条件、使用环境、结构现状等进行现场调查、检测，必要时应进行监测。其工作的范围、内容、深度和技术要求，应满足鉴定与加固工作的需要。

3.1.2 当既有建筑的工程图纸和资料不全或已失真时，应进行现场详细核查和检测。

3.1.3 既有建筑鉴定、加固前的结构调查、检测与监测，应符合下列规定：

- 1 应采用适合结构现状和现场作业的检测和监测方法；
- 2 当既有建筑结构取样量受条件限制时，应作为个案通过专门研究进行处理；
- 3 既有建筑结构构件的材料性能检测结果和变形、损伤的检测、监测结果，应能为结构鉴定提供可靠的依据。检测、监测结果未经综合分析，不得直接作出鉴定结论；
- 4 应采取措施保障现场检测、监测作业安全，并应制定应急处理处置预案；
- 5 检测、监测结束后，应及时对其所造成的结构构件局部破损进行修复。

3.2 场地和地基基础

3.2.1 既有建筑群所在场地的调查、检测与监测，应收集该场地内建筑群的历次灾害、场地的工程地质和地震地质的有关资料，并应对边坡场地的稳定性等性能进行勘察。

3.2.2 既有建筑地基基础现状的调查、检测与监测，应符合下

列规定：

- 1 收集原始岩土工程勘察报告及有关地基基础设计的图纸资料；
- 2 检查地基变形在主体结构及建筑周边的反应；
- 3 当变形、损伤有发展时，应进行检测和监测；
- 4 当需通过现场检测确定地基的岩土性能或地基承载力时，应对场地、地基岩土进行近位勘察。

3.3 主体结构

3.3.1 主体结构现状的调查、检测与监测，应包括下列内容：

- 1 结构体系及其结构布置；
- 2 结构构件及其连接；
- 3 结构缺陷、损伤和腐蚀；
- 4 结构位移和变形；
- 5 影响建筑安全的非结构构件。

3.3.2 对钢筋混凝土结构构件和砌体结构构件，应检查整体倾斜、局部外闪、构件酥裂、老化、构造连接损伤、结构构件的材质与强度。

3.3.3 对钢结构构件和木结构构件，应检查材料性能、构件及节点、连接的变形、裂缝、损伤、缺陷，尚应重点检查下列部位钢材的腐蚀或木材的腐朽、虫蛀的状况：

- 1 埋入地下或淹没水中的接近地面或水面的部位；
- 2 易积水或遭水蒸气侵袭部位；
- 3 受干湿交替作用的节点、连接部位；
- 4 易积灰的潮湿部位和难喷刷涂层的间隙部位；
- 5 钢索节点和锚塞部位。

4 既有建筑安全性鉴定

4.1 一般规定

4.1.1 既有建筑的安全性鉴定，应按构件、子系统和鉴定系统三个层次，每一层次划分为四个安全性等级。各层次的评级标准应符合表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 安全性鉴定评级标准

| 层次 | 鉴定对象 | 等级 | 分级标准 | 处理要求 |
|----|--------------------------|----------------|-------------------------------------------|-----------------|
| 一 | 构件的 鉴定项目 | a _u | 安全性符合本规范及现行规范与标准的要求，且能正常工作 | 不必采取措施 |
| | | b _u | 安全性略低于本规范对 a _u 级的要求，尚不明显影响正常工作 | 仅需采取维护措施 |
| | | c _u | 安全性不符合本规范对 a _u 级的要求，已影响正常工作 | 应采取的措施 |
| | | d _u | 安全性极不符合本规范对 a _u 级的要求，已严重影响正常工作 | 必须立即采取措施 |
| 二 | 子系统 或其子项 的鉴定 项目 | A _u | 安全性符合本规范及现行规范与标准的要求，且整体工作正常 | 可能有个别一般构件应采取的措施 |
| | | B _u | 安全性略低于本规范对 A _u 级的要求，尚不明显影响整体工作 | 可能有极少数构件应采取的措施 |

续表 4.1.1

| 层次 | 鉴定对象 | 等级 | 分级标准 | 处理要求 |
|----|--------------|-----------------|----------------------------------------------|---------------------------|
| 二 | 子系统或其子项的鉴定项目 | C _u | 安全性不符合本规范对 A _u 级的要求, 已影响整体工作 | 应采取的措施, 且可能有极少数构件必须立即采取措施 |
| | | D _u | 安全性极不符合本规范对 A _u 级的要求, 已严重影响整体工作 | 必须立即采取措施 |
| 三 | 鉴定系统 | A _{su} | 安全性符合本规范及现行规范与标准的要求, 且系统的工作正常 | 可能有极少数一般构件应采取的措施 |
| | | B _{su} | 安全性略低于本规范对 A _{su} 级的要求, 尚不明显影响系统的工作 | 可能有极少数构件应采取的措施 |
| | | C _{su} | 安全性不符合本规范对 A _{su} 级的要求, 已影响系统的工作 | 应采取的措施, 且可能有极少数构件必须立即采取措施 |
| | | D _{su} | 安全性极不符合本规范对 A _{su} 级的要求, 已严重影响系统的工作 | 必须立即采取措施 |

4.1.2 当仅对既有建筑的局部进行安全性鉴定时, 应根据结构体系的构成情况和实际需要, 仅进行至某一层次。

4.2 构件层次安全性鉴定

4.2.1 主体结构承重构件的安全性鉴定, 应按承载能力、构造与连接、不适于继续承载的变形和损伤(含腐蚀损伤)四个鉴定项目, 分别评定每一项目等级, 并应取其中最低一级作为该构件的安全性等级。

4.2.2 既有建筑承重结构、构件的承载能力验算, 应符合下列

规定：

1 当为鉴定原结构、构件在剩余设计工作年限内的安全性时，应按不低于原建造时的荷载规范和设计规范进行验算；如原结构、构件出现过与永久荷载和可变荷载相关的较大变形或损伤，则相关性能指标应按现行规范与标准的规定进行验算。

2 当为结构加固、改变用途或延长工作年限的目的而鉴定原结构、构件的安全性时，应在调查结构上实际作用的荷载及拟新增荷载的基础上，按现行规范与标准的规定进行验算。

3 采用的计算模型，应符合结构的实际受力和构造状况；结构上的作用（荷载）应经现场调查或检测核算；材料强度的标准值，应根据构件的实际状况、设计文件与现场检测综合确定；应计入由温度和变形产生的附加内力；结构或构件的几何参数应取实测值，并应计入相关不利影响。

4.2.3 当构件的安全性按承载能力鉴定项目评定时，应按其抗力（ R ）与作用效应（ S ）乘以重要性系数（ γ_0 ）之比（ $R/\gamma_0 S$ ）对每一验算子项分别评级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.2.4 当构件的安全性按构造与连接鉴定项目评定时，应按构件构造、构件节点与连接、预埋件或后锚固件等子项分别评定等级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.2.5 当构件的安全性按不适于继续承载的变形鉴定项目评定时，应综合分析构件类别、构件重要性、材料类型，对挠度、侧向弯曲的矢高、平面外位移、平面内位移等子项分别评级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.2.6 当混凝土结构构件按不适于继续承载的损伤鉴定项目评定时，应综合分析具体环境、构件种类、构件重要性、材料类型，对弯曲裂缝、剪切裂缝、受拉裂缝和受压裂缝、温度或收缩等作用引起的非受力裂缝、腐蚀损伤等子项分别评级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.2.7 当钢结构构件按不适于继续承载的损伤鉴定项目评定时，

应对裂纹或断裂、钢部件残损、钢结构锈蚀或腐蚀损伤等子项分别评级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.2.8 当砌体结构构件按不适于继续承载的损伤鉴定项目评定时，应对裂缝、残损等子项分别评级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.2.9 当木构件按不适于继续承载的损伤鉴定项目评定时，应对裂缝、生物损害等子项分别评级，并应取其中最低一级作为该鉴定项目等级。

4.3 子系统层次安全性鉴定

4.3.1 既有建筑第二层次子系统的安全性鉴定评级，应按场地与地基基础和主体结构划分为两个子系统分别进行评定。当仅要求对其中一个子系统进行鉴定时，该子系统与另一子系统的交叉部位也应进行检查；当发现问题时应进行分析，提出处理建议。

4.3.2 既有建筑所在的场地类别应经调查核实，并按核实的结果进行鉴定。

4.3.3 对建造在斜坡场地上的既有建筑鉴定时，应依据其历史资料和实地勘察结果进行稳定性评价。

4.3.4 既有建筑的地基基础安全性鉴定，应首选依据地基变形和主体结构反应的观测结果进行鉴定评级的方法；并应符合下列规定：

1 当地基变形和主体结构反应观测资料不足或怀疑结构存在的问题由地基基础承载力不足所致时，应按地基基础承载力的勘察和检测资料进行鉴定评级；

2 对有大面积地面荷载或软弱地基上的既有建筑，尚应评价地面荷载、相邻建筑以及循环工作荷载引起的附加沉降或桩基侧移对建筑物安全使用的影响。

4.3.5 当地基基础的安全性按地基变形观测结果和建筑物现状的检测结果鉴定时，应结合沉降量、沉降差、沉降速率、沉降裂缝（变形或位移）、使用状况、发展趋势等进行综合分析并评定

等级。

4.3.6 当地基基础的安全性需要按承载力项目鉴定时，应根据地基和基础的检测、验算及近位勘察结果，结合现行规范规定的地基基础承载力要求和建筑物损伤状况进行综合分析并评定等级。

4.3.7 当地基基础的安全性按斜坡场地稳定性项目鉴定时，应结合滑动迹象、滑动史等进行综合分析并评定等级。

4.3.8 地基基础的安全性等级，应依据本规范第 4.3.5 条～第 4.3.7 条的鉴定结果按其中最低等级确定。

4.3.9 当场地、地基下的水位、水质或土压力有较大改变时，应对此类变化对基础产生的不利影响进行评价，并应提出处理建议。

4.3.10 既有建筑的主体结构安全性，应依据其结构承载功能、结构整体牢固性、结构存在的不适于继续承载的侧向位移进行综合评定。

4.4 鉴定系统层次安全性鉴定

4.4.1 既有建筑第三层次鉴定系统的安全性鉴定评级，应根据地基基础和主体结构的安全性等级，以及与整幢建筑有关的其他安全问题进行评定。

4.4.2 鉴定系统的安全性等级，应根据地基基础和主体结构的评定结果按其中较低等级确定。

4.4.3 对下列任一情况，应直接评为 D_{su} 级：

- 1 建筑物处于有危房的建筑群中，且直接受其威胁；
- 2 建筑物朝一方向倾斜，且速度开始变快。

5 既有建筑抗震鉴定

5.1 一般规定

5.1.1 既有建筑的抗震鉴定，应首先确定抗震设防烈度、抗震设防类别以及后续工作年限。

5.1.2 既有建筑的抗震鉴定，应根据后续工作年限采用相应的鉴定方法。后续工作年限的选择，不应低于剩余设计工作年限。

5.1.3 既有建筑的抗震鉴定，根据后续工作年限应分为三类：后续工作年限为 30 年以内（含 30 年）的建筑，简称 A 类建筑；后续工作年限为 30 年以上 40 年以内（含 40 年）的建筑，简称 B 类建筑；后续工作年限为 40 年以上 50 年以内（含 50 年）的建筑，简称 C 类建筑。

5.1.4 A 类和 B 类建筑的抗震鉴定，应允许采用折减的地震作用进行抗震承载力和变形验算，应允许采用现行标准调低的要求进行抗震措施的核查，但不应低于原建造时的抗震设计要求；C 类建筑，应按现行标准的要求进行抗震鉴定；当限于技术条件，难以按现行标准执行时，允许调低其后续工作年限，并按 B 类建筑的要求从严进行处理。

5.2 场地与地基基础

5.2.1 对建造于危险地段的既有建筑，应结合规划进行更新（迁离）；暂时不能更新的，应经专门研究采取应急的安全措施。

5.2.2 设防烈度为 7 度～9 度时，建筑场地为条状突出山嘴、高耸孤立山丘、非岩石和强风化岩石陡坡、河岸和边坡的边缘等不利地段，应对其地震稳定性、地基滑移及对建筑的可能危害进行评估；非岩石和强风化岩石斜坡的坡度及建筑场地与坡脚的高差均较大时，应评估局部地形导致其地震影响增大的后果。

5.2.3 建筑场地有液化侧向扩展时，应判明液化后土体流滑与开裂的危险。

5.2.4 对存在软弱土、饱和砂土或饱和粉土的地基基础，应依据其设防烈度、设防类别、场地类别、建筑现状和基础类型，进行地震液化、震陷及抗震承载力的鉴定。对于静载下已出现严重缺陷的地基基础，应同时审核其静载下的承载力。

5.3 主体结构抗震能力验算

5.3.1 对既有建筑主体结构的抗震能力进行验算时，应通过现场详细调查、检查、检测或监测取得主体结构的有关参数，应根据后续工作年限，按照设防烈度、场地类别、设计地震分组、结构自振周期以及阻尼比确定地震影响系数，应允许采用现行标准调低的要求调整构件的组合内力设计值。

5.3.2 采用现行规范规定的方法进行抗震承载力验算时，A类建筑的水平地震影响系数最大值应不低于现行标准相应值的0.80倍，或承载力抗震调整系数不低于现行标准相应值的0.85倍；B类建筑的水平地震影响系数最大值应不低于现行标准相应值的0.90倍。同时，上述参数不应低于原建造时抗震设计要求的相应值。

5.3.3 对于A类和B类建筑中规则的多层砌体房屋和多层钢筋混凝土房屋，当采用以楼层综合抗震能力指数表达的简化方法进行抗震能力验算时，应符合下列规定，且不应低于原建造时的抗震要求：

1 多层砌体房屋的楼层综合抗震能力指数应符合下式规定：

$$\beta_{ci} = \phi_1 \phi_2 A_i / (A_{bi} \xi_{oi} \lambda) \geq 1.0 \quad (5.3.3-1)$$

式中： β_{ci} ——第*i*楼层的纵向或横向墙体综合抗震能力指数；

ϕ_1 、 ϕ_2 ——分别为体系影响系数和局部影响系数；

A_i ——第*i*楼层纵向或横向抗震墙在层高1/2处净截面积的总面积，不包括高宽比大于4的墙段截面积；

A_{bi} ——第*i*楼层建筑平面面积；

ξ_{0i} ——第 i 楼层纵向或横向抗震墙按 7 度设防计算的最小面积率；

λ ——烈度影响系数，A 类：6、7、8、9 度时，应分别按 0.7、1.0、1.5 和 2.5 采用，设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 时，应分别按 1.25 和 2.0 采用；B 类：6、7、8、9 度时应分别按 0.7、1.0、2.0 和 4.0 采用，设计基本地震加速度为 0.15g 和 0.30g 时应分别按 1.5 和 3.0 采用。当场地处于不利地段时，尚应乘以增大系数。

2 多层钢筋混凝土房屋的楼层综合抗震能力指数应符合下式规定：

$$\beta = \psi_1 \psi_2 \xi_y \geq 1.0 \quad (5.3.3-2)$$

$$\xi_y = V_y / V_e \quad (5.3.3-3)$$

式中： β ——平面结构楼层综合抗震能力指数；

ψ_1 、 ψ_2 ——分别为体系影响系数和局部影响系数；

ξ_y ——楼层屈服强度系数；

V_y ——楼层现有受剪承载力；

V_e ——楼层的弹性地震剪力，当场地处于不利地段时，尚应乘以增大系数。

5.4 主体结构抗震措施鉴定

5.4.1 既有建筑抗震措施鉴定，应根据后续工作年限，按照建筑结构类型、所在场地的抗震设防烈度和场地类别、建筑抗震设防类别确定其主要构造要求及核查的重点和薄弱环节。

5.4.2 主体结构抗震鉴定时，应依据其所在场地、地基和基础的有利和不利因素，对抗震要求作如下调整：

1 在各类场地中，当建筑物有全地下室、箱基、筏基和桩基时，应允许利用其有利作用，从宽调整主体结构的抗震鉴定要求；

2 对密集的建筑，包括防震缝两侧的建筑，应从严调整相

关部位的抗震鉴定要求；

3 IV类场地、复杂地形、严重不均匀土层上的建筑以及同一主体结构子系统存在不同类型基础时，应从严调整抗震鉴定要求；

4 建筑场地为Ⅲ、Ⅳ类时，对设计基本地震加速度为0.15g和0.30g的地区，各类建筑的抗震构造措施要求应分别按抗震设防烈度8度（0.20g）和9度（0.40g）采用。

5.4.3 当主体结构抗震鉴定发现建筑的平立面、质量、刚度分布或墙体抗侧力构件的布置在平面内明显不对称时，应进行地震扭转效应不利影响的分析；当结构竖向构件上下不连续或刚度沿高度分布有突变时，应查明薄弱部位并按相应的要求鉴定。

5.4.4 核查结构体系时，应查明其破坏时可能导致整个体系丧失抗震能力的部件或构件；当房屋有错层或不同类型结构体系相连时，应提高其相应部位的抗震鉴定要求。

5.4.5 主体结构的抗震措施鉴定，应根据规定的后续工作年限、设防烈度与设防类别，对下列构造子项进行检查与评定：

- 1 房屋高度和层数；
- 2 结构体系和结构布置；
- 3 结构的规则性；
- 4 结构构件材料的实际强度；
- 5 竖向构件的轴压比；
- 6 结构构件配筋构造；
- 7 构件及其节点、连接的构造；
- 8 非结构构件与承重结构连接的构造；
- 9 局部易损、易倒塌、易掉落部位连接的可靠性。

6 既有建筑加固

6.1 一般规定

6.1.1 既有建筑经技术鉴定或设计确认需要加固时，应依据鉴定结果和委托方的要求进行整体结构、局部结构或构件的加固设计和施工。

6.1.2 加固设计应明确结构加固后的用途、使用环境和加固设计工作年限。在加固设计工作年限内，未经技术鉴定或设计许可，不得改变加固后结构的用途和使用环境。

6.1.3 加固既有建筑主体结构时，应按下列规定进行设计计算：

1 结构上的作用应经调查、检测核实，其设计值应符合现行标准的规定；

2 加固设计计算时，结构构件的尺寸应根据鉴定报告结果综合确定，并应计入实际荷载偏心、结构构件变形造成的附加内力；

3 原结构、构件的材料强度等级和力学性能标准值，应结合原设计文件和现场检测综合取值；

4 加固材料性能的标准值应具有按规定置信水平确定的95%的强度保证率；

5 验算结构、构件承载力时，应计入应变滞后的影响，以及加固部分与原结构共同工作程度；

6 当加固后改变传力路线或使结构质量增大时，应对相关结构、构件及建筑物地基基础进行验算。

6.1.4 既有建筑的加固设计，应与实际施工方法相结合，采取有效措施保证新增构件和部件与原结构连接可靠，新增截面与原截面连接牢固，形成整体共同工作，并应避免对地基基础及未加固部分的结构、构件造成不利影响。

6.1.5 加固前应按设计的规定卸除或部分卸除作用在结构上的荷载。

6.1.6 对高温、高湿、低温、冻融、化学腐蚀、振动、收缩应力、温度应力、地基不均匀沉降等影响因素引起的原结构损坏，应在加固设计中提出有效的防治对策，并按设计规定的顺序进行治理和加固。

6.1.7 对加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的结构，应在加固设计文件中提出相应的临时性安全措施。

6.1.8 增大截面法、置换混凝土法、粘贴钢板法、粘贴碳纤维复合材法加固混凝土构件时，被加固的混凝土结构构件，其现场实测混凝土强度推定值不得低于 13.0MPa；采用胶粘加固时，混凝土表面的正拉粘结强度平均值不得低于 1.5MPa，且不得用于素混凝土构件以及纵向受力钢筋一侧配筋率小于 0.2% 的构件。

6.1.9 采用结构胶粘结加固结构构件时，应对原结构构件进行验算；加固后正截面受弯承载力应符合现行标准的规定，并应验算其受剪承载力。

6.2 材 料

6.2.1 结构加固用的混凝土，应符合下列规定：

1 混凝土强度等级应高于原结构、构件的强度等级，且不低于最低强度等级要求；

2 加固工程使用的混凝土应在施工前试配，经检验其性能符合设计要求后方允许使用。

6.2.2 结构加固新增的钢构件和钢筋，应选用较低强度等级的牌号；当采用高强度级别牌号时，应考虑二次受力的不利影响。

6.2.3 结构加固用的植筋应采用带肋钢筋或全螺纹螺杆，不得采用光圆钢筋；锚栓应采用有锁键效应的后扩底机械锚栓，或栓体有倒锥或全螺纹的胶粘型锚栓。

6.2.4 加固用型钢、钢板外表面应进行防锈蚀处理，表面防锈

蚀涂层应对钢板及胶粘剂无害。

6.2.5 当被加固构件的表面有防火要求时，其防护层效能应符合耐火等级及耐火极限要求。

6.2.6 结构加固用的纤维应为连续纤维，碳纤维应优先选用聚丙烯腈基不大于 15K 的小丝束纤维；芳纶纤维应选用饱和吸水率不大于 4.5% 的对位芳香族聚酰胺长丝纤维；结构加固严禁使用高碱玻璃纤维、中碱玻璃纤维和采用预浸法生产的纤维织物。

6.2.7 加固用结构胶，其性能应满足被加固构件长期所处的环境和环境温湿度的要求。

6.2.8 凡涉及工程安全的加固材料应通过安全性能的检验和鉴定。纤维复合材和结构胶安全性能的合格标准应符合本规范附录 A 和附录 B 的规定。

6.3 地基基础加固

6.3.1 既有建筑地基基础的加固设计应符合下列规定：

1 应进行地基承载力、地基变形、基础承载力验算；

2 既有建筑地基基础加固后或增加荷载后，建筑物相邻基础的沉降量、沉降差、局部倾斜和整体倾斜的允许值应严格控制，保证建筑结构安全和正常使用；

3 受较大水平荷载或位于斜坡上的既有建筑地基基础加固，以及邻近新建建筑、深基坑开挖、新建地下工程基础埋深大于既有建筑基础埋深并对既有建筑产生影响时，尚应进行地基稳定性验算；

4 对液化地基、软土地基或明显不均匀地基上的建筑，应采取相应的针对性措施。

6.3.2 建筑物的托换加固、纠倾加固、移位加固应设置现场监测系统，实时控制纠倾变位、移位变位和结构的变形。

6.3.3 既有建筑地基基础加固工程，应对其在施工和使用期间进行沉降观测直至沉降达到稳定为止。

6.4 主体结构整体加固

6.4.1 结构的整体加固方案应根据结构类型,从结构体系、抗震构造措施、抗震承载力及易倒易损构件等方面综合考虑后确定。

6.4.2 结构加固后的承载能力验算和结构抗震能力验算应符合下列规定:

1 应对永久荷载与可变荷载下的承载能力进行验算。

2 对地震作用下的结构抗震能力验算,应按下列规定进行,且不应低于原建造时的抗震要求:

1) 当采用楼层综合抗震能力指数进行结构抗震验算时,体系影响系数和局部影响系数应根据房屋加固后的状态取值,加固后楼层综合抗震能力指数应不小于 1.0,并应防止出现新的综合抗震能力指数突变的楼层。

2) 对于 A 类和 B 类建筑,多层砌体房屋加固后的楼层综合抗震能力指数应符合下式规定:

$$\beta_s = \eta \psi_{1s} \psi_{2s} \beta_0 \quad (6.4.2-1)$$

式中: β_s ——加固后楼层的综合抗震能力指数;

η ——加固增强系数;

β_0 ——楼层原有的抗震能力指数;

ψ_{1s} 、 ψ_{2s} ——分别为加固后体系影响系数和局部影响系数。

3) 对于 A 类和 B 类建筑,多层钢筋混凝土房屋加固后的楼层综合抗震能力指数应按本规范第 5.3.1 条~第 5.3.3 条的规定计算,但楼层的受剪承载力、楼层弹性地震剪力、体系影响系数和局部影响系数均应按加固后的情况确定。

4) 对其他既有建筑结构,其抗震加固后的抗震承载力应符合下式规定,并应防止加固后出现新的层间受剪承载力突变的楼层。

$$S \leq \psi_{1s} \psi_{2s} R_s / \gamma_{R_s} \quad (6.4.2-2)$$

式中： S ——加固后结构构件内力组合的设计值；

ψ_{1s} 、 ψ_{2s} ——分别为加固后体系影响系数和局部影响系数；

R_s ——加固后计入应变滞后等的构件承载力设计值；

γ_{Rs} ——抗震加固的承载力调整系数。

6.5 混凝土构件加固

I 增大截面法

6.5.1 当采用增大截面法加固受弯和受压构件时，被加固构件的界面处理及其粘结质量应满足按整体截面计算的要求。

6.5.2 钢筋混凝土构件增大截面加固的构造应符合下列规定：

1 新增混凝土层的最小厚度，板不应小于 40mm；梁、柱不应小于 60mm；

2 加固用的钢筋，应采用热轧带肋钢筋；

3 新增受力钢筋与原受力钢筋的净间距不应小于 25mm，并应采用短筋或箍筋与原钢筋焊接；

4 当截面受拉区一侧加固时，应设置 U 形箍筋，并应焊在原箍筋上，单面（双面）焊的焊缝长度应为箍筋直径的 10 倍（5 倍）；

5 当用混凝土围套加固时，应设置环形箍筋或加锚式箍筋；

6 当受构造条件限制而采用植筋方式埋设 U 形箍时，应采用锚固型结构胶种植；

7 新增纵向钢筋应采取可靠的锚固措施。

II 置换混凝土法

6.5.3 采用置换法局部加固受压区混凝土强度偏低或有严重缺陷的混凝土构件，当加固梁式构件时，应对原构件进行支顶；当加固柱、墙等构件时，应对原结构、构件在施工全过程的承载状态进行验算、监测和控制；应采取措施保证置换混凝土的协同工作；混凝土结构构件置换部分的界面处理及粘结质量，应满足

按整体截面计算的要求。

6.5.4 置换混凝土的构造应符合下列规定：

- 1 混凝土的置换深度应满足本规范第 6.5.2 条的规定；
- 2 置换长度应按混凝土强度和缺陷的检测及验算结果确定，但对非全长置换的情况，其两端应分别延伸不小于 100mm 的长度。

III 外包型钢法

6.5.5 当采用外包型钢法加固钢筋混凝土实腹柱或梁时，应符合下列规定：

- 1 干式外包钢加固后的钢架与原柱所承担的外力，应按各自截面刚度比例进行分配；
- 2 湿式外包钢加固后的承载力和截面刚度应按整截面共同工作确定。

6.5.6 湿式外包钢的构造，应符合下列规定：

- 1 加固用型钢两端应采取可靠的锚固措施；
- 2 沿梁、柱轴线方向应采用缀板与角钢焊接，缀板间距不应大于 20 倍单根角钢截面的最小回转半径，且不应大于 500mm；在节点区，其间距应加密；
- 3 加固排架柱时，应将加固的角钢与原柱顶部的承压钢板相互焊接。对二阶柱，上下柱交接处及牛腿处的连接构造应加强；
- 4 外粘角钢加固梁、柱的施工，应将原构件截面的棱角打磨成圆角；
- 5 施工过程中应采取措施保证结构胶不受焊接高温影响。外粘型钢的角钢端部 600mm 范围内胶缝厚度应控制在 3mm~5mm。

IV 粘贴钢板法

6.5.7 当采用粘贴钢板法加固受弯、大偏心受压和受拉构件时，

应将钢板受力方式设计成仅承受轴向应力作用。

6.5.8 粘贴钢板加固的构造应符合下列规定：

1 粘钢加固的钢板宽度不应大于 100mm。采用手工涂胶和压力注胶粘贴的钢板厚度分别不应大于 5mm 和 10mm。

2 对钢筋混凝土受弯构件进行正截面加固时，均应在钢板的端部、截断处及集中荷载作用点的两侧，对梁设置 U 形钢箍板；对板应设置横向钢压条进行锚固。

3 被加固梁粘贴的纵向受力钢板，应延伸至支座边缘，并设置 U 形箍。U 形箍的宽度，对端箍不应小于钢板宽度的 $2/3$ ；对中间箍不应小于钢板宽度的 $1/2$ ，且不应小于 40mm。U 形箍的厚度不应小于加固钢板的 $1/2$ ，且不小于 4mm。加固板时，应将 U 形箍改为钢压条，垂直于受力钢板方向布置；钢压条应从支座边缘向中央至少设置 3 条，其宽度和厚度应分别不小于加固钢板的 $3/5$ 和 $1/2$ 。

V 粘贴纤维复合材法

6.5.9 当采用粘贴纤维复合材加固的钢筋混凝土受弯、轴心受压或大偏心受压构件时，应符合下列规定：

1 应将纤维受力方式设计成仅承受拉应力作用；

2 不得将纤维复合材直接暴露阳光或有害介质中，其表面应进行防护处理。表面防护材料应对纤维及胶粘剂无害，且应与胶粘剂有可靠的粘结及相互协调的变形性能。

6.5.10 纤维复合材受弯加固的构造应符合下列规定：

1 对钢筋混凝土受弯构件正弯矩区进行正截面加固时，其受拉面沿轴向粘贴的纤维复合材应延伸至支座边缘，且应在纤维复合材的端部（包括截断处）及集中荷载作用点的两侧，设置纤维复合材的 U 形箍（对梁）或横向压条（对板）；

2 当纤维复合材延伸至支座边缘仍不满足延伸长度的规定时，应采取机械措施进行锚固；

3 当采用纤维复合材对受弯构件负弯矩区进行正截面承载

力加固时，应采取措施保证可靠传力和有效锚固。

6.5.11 当采用纤维复合材料对钢筋混凝土梁或柱的斜截面承载力进行加固时，其构造应符合下列规定：

- 1 应选用环形箍或端部采用有效锚固措施的 U 形箍；
- 2 箍的纤维受力方向应与构件轴向垂直；
- 3 当采用纤维复合材料条带为箍时，其净间距不应大于 100mm；
- 4 当梁的高度 $h \geq 600\text{mm}$ 时，尚应在梁的腰部增设一道纵向腰压带。

6.5.12 当采用纤维复合材料的环向围束对钢筋混凝土柱进行正截面加固或提高延性的抗震加固时，其构造应符合下列规定：

- 1 环向围束的纤维织物层数不应少于 3 层；
- 2 环向围束应沿被加固构件的长度方向连续布置；
- 3 当采用纤维复合材料加固钢筋混凝土柱时，柱的两端应增设锚固措施。

6.6 钢构件加固

I 增大截面法

6.6.1 当采用焊接连接、高强度螺栓连接或铆钉连接的增大截面法加固钢结构构件时，应符合下列规定：

1 完全卸荷状态下，应保证原构件的缺陷和损伤已得到有效补强，原构件钢材强度设计值已根据安全性鉴定报告确定；当采用焊接方法加固时，其新老构件之间的可焊性已得到确认。

2 负荷状态下，应核查原构件最大名义应力，对承受特重级、重级动力荷载或振动作用的结构构件，焊接加固后应对其剩余疲劳寿命进行评定；当处于低温下工作时，尚应对其低温冷脆风险进行评定。当评定结果确认有较大风险时，不得进行负荷状态下的加固。

6.6.2 钢构件增大截面加固的构造，应符合下列规定：

1 应采取措施保证加固件与原构件能够共同工作，板件应无明显变形，板件应有良好的稳定性，并避免产生不利的附加应力；

2 负荷状态下进行钢结构加固时，应避免加固件截面的变形或削弱对安全产生显著影响。

II 粘贴钢板法

6.6.3 当采用粘贴钢板对钢结构受弯、受拉、受压或受剪的实腹式构件进行加固时，应符合下列规定：

1 粘贴钢板加固的钢构件，表面应采取喷砂方法进行处理；

2 粘贴在钢构件表面上的钢板，其最外层表面及每层钢板的周边均应进行防腐蚀处理；钢板表面处理用的清洁剂和防腐蚀材料不应应对钢板及结构胶的工作性能和耐久性产生不利影响。

6.6.4 钢构件粘贴钢板加固构造，应符合下列规定：

1 当工字形钢梁的腹板局部稳定验算不满足要求时，应采用在腹板两侧粘贴 T 形钢件或角钢的方法进行增强，其 T 形钢件的粘贴宽度不应小于板厚的 25 倍。

2 在受弯构件受拉边或受压边表面上进行粘钢加固时，粘贴钢板的宽度不应超过加固构件的宽度；其受拉面沿构件轴向连续粘贴的加固钢板应延伸至支座边缘，且应在钢板端部及集中荷载作用点的两侧设置不少于 2M12 的连接螺栓；对受压边的粘钢加固，尚应在跨中位置设置不少于 2M12 的连接螺栓。

3 采用手工涂胶粘贴的单层钢板厚度不应大于 5mm，采用压力注胶粘贴的钢板厚度不应大于 10mm。

III 外包钢筋混凝土法

6.6.5 当采用外包钢筋混凝土法加固受压、受弯或偏心受压的型钢构件时，应对原型钢构件进行清理，并应铲除原有的涂装层。

6.6.6 外包钢筋混凝土加固构造，应符合下列规定：

1 采用外包钢筋混凝土加固法时，混凝土强度等级不应低于 C30；外包钢筋混凝土的厚度不应小于 100mm。

2 外包钢筋混凝土内纵向受力钢筋的两端应有可靠连接和锚固。

3 采用外包钢筋混凝土加固时，对过渡层、过渡段及钢构件与混凝土间传力较大部位，应在原构件上设置抗剪连接件。

IV 钢管构件内填混凝土加固法

6.6.7 当采用内填混凝土加固法加固轴心受压和偏心受压的圆形或方形截面钢管构件时，应符合下列规定：

1 圆形钢管的外直径不应小于 200mm；钢管壁厚不应小于 4mm；

2 方形钢管的截面边长不应小于 200mm；钢管壁厚不应小于 6mm；

3 矩形截面钢管的高宽比 h/b 不应大于 2；

4 被加固钢管构件应无显著缺陷或损伤；当有显著缺陷或损伤时，应在加固前修复。

6.6.8 钢管构件内填混凝土加固构造，应符合下列规定：

1 混凝土强度等级不应低于 C30，且不应高于 C80。当采用普通混凝土时，应减小混凝土收缩的不利影响。

2 混凝土浇筑完毕后应将浇筑孔和排气孔补焊封闭。

6.7 砌体构件加固

I 钢筋混凝土面层法

6.7.1 当采用钢筋混凝土面层加固砌体构件时，原砌体与后浇混凝土面层之间应做界面处理。

6.7.2 砌体构件外加混凝土面层加固的构造，应符合下列规定：

1 钢筋混凝土面层的截面厚度不应小于 60mm；当采用喷射混凝土施工时，不应小于 50mm。

- 2 混凝土强度等级不应低于 C25。
- 3 竖向受力钢筋直径不应小于 12mm，纵向钢筋的上下端均应锚固。

4 当采用围套式的钢筋混凝土面层加固砌体柱时，应采用封闭式箍筋。柱的两端各 500mm 范围内，箍筋应加密，其间距应取为 100mm。若加固后的构件截面高度 $h \geq 500\text{mm}$ ，尚应在截面两侧加设竖向构造钢筋，并应设置拉结钢筋。

5 当采用两对面增设钢筋混凝土面层加固带壁柱墙或窗间墙时，应沿砌体高度每隔 250mm 交替设置不等肢 U 形箍和等肢 U 形箍。不等肢 U 形箍在穿过墙上预钻孔后，应弯折焊成封闭箍。预钻孔内用结构胶填实。对带壁柱墙，尚应在其拐角部位增设竖向构造钢筋与 U 形箍筋焊牢。

II 钢筋网水泥砂浆面层法

6.7.3 当采用钢筋网水泥砂浆面层加固砌体构件时，应符合下列规定：

1 对于受压构件，原砌筑砂浆的强度等级不应低于 M2.5；对砌块砌体，其原砌筑砂浆强度等级不应低于 M2.5。

2 块材严重风化的砌体，不应采用钢筋网水泥砂浆面层进行加固。

6.7.4 钢筋网水泥砂浆面层的构造，应符合下列规定：

1 当采用钢筋网水泥砂浆面层加固砌体承重构件时，其面层厚度，对室内正常湿度环境，应为 35mm~45mm；对于露天或潮湿环境，应为 45mm~50mm。

2 加固用的水泥砂浆强度及钢筋网保护层厚度应符合下列要求：

- 1) 加固受压构件用的水泥砂浆，其强度等级不应低于 M15；加固受剪构件用的水泥砂浆，其强度等级不应低于 M10。
- 2) 受力钢筋的砂浆保护层厚度，对墙不应小于 20mm，

对柱不应小于 30mm；受力钢筋距砌体表面的距离不应小于 5mm。

3 当加固柱或壁柱时，其构造应符合下列规定：

- 1) 竖向受力钢筋直径不应小于 10mm；受压钢筋一侧的配筋率不应小于 0.2%；受拉钢筋的配筋率不应小于 0.15%。
- 2) 柱的箍筋应采用闭合式，其直径不应小于 6mm，间距不应大于 150mm。柱的两端各 500mm 范围内，箍筋间距应为 100mm。
- 3) 在壁柱中，不穿墙的 U 形筋应焊在壁柱角隅处的竖向构造筋上，其间距与柱的箍筋相同；穿墙的箍筋，在穿墙后应形成闭合箍；其直径应为 8mm~10mm，每隔 500mm~600mm 替换一支不穿墙的 U 形箍筋。
- 4) 箍筋与竖向钢筋的连接应为焊接。

4 加固墙体时，应采用点焊方格钢筋网，网中竖向受力钢筋直径不应小于 8mm；水平分布钢筋的直径应为 6mm；网格尺寸不应大于 300mm。当采用双面钢筋网水泥砂浆时，钢筋网应采用穿通墙体的 S 形钢筋拉结；其竖向间距和水平间距均不应大于 500mm。

5 钢筋网四周应与楼板、梁、柱或墙体可靠连接。

6.8 木构件加固

6.8.1 当采用木材置换法加固时，应采用与原构件相近的木材，新旧连接除结合面处采用胶接外，置换连接段尚应增设钢板箍或纤维复合材环向围束封闭箍进行约束。

6.8.2 当采用粘贴纤维复合材加固时，应采用碳纤维、芳纶纤维或玻璃纤维复合材，并应符合下列规定：

1 加固木梁或受拉构件时，纤维复合材应在受拉面沿轴向粘贴并延伸至支座边缘，其端部和节点两侧应粘贴封闭箍或 U 形箍；

2 加固木柱时，应采用由连续纤维箍成的环向围束；其构造应符合本规范第 6.5.12 条的规定。

6.8.3 当采用型钢置换加固木桁架端节点时，新增型钢应伸入支承端，并与原木构件采用螺栓连接形成整体。

6.9 结构锚固技术

6.9.1 当结构加固采用植筋技术进行锚固时，应符合下列规定：

1 当采用种植全螺纹螺杆技术等植筋技术，新增构件为悬挑结构构件时，其原构件混凝土强度等级不得低于 C25；当新增构件为其他结构构件时，其原构件混凝土强度等级不得低于 C20。

2 采用植筋或全螺纹螺杆锚固时，其锚固部位的原构件混凝土不应有局部缺陷。

3 植筋不得用于素混凝土构件，包括纵向受力钢筋一侧配筋率小于 0.2% 的构件。素混凝土构件及低配筋率构件的锚固应采用锚栓，并应采用开裂混凝土的模式进行设计。

6.9.2 当混凝土构件加固采用锚栓技术进行锚固时，应符合下列规定：

1 混凝土强度等级不应低于 C25。

2 承重结构用的机械锚栓，应采用有锁键效应的后扩底锚栓；承重结构用的胶粘型锚栓，应采用倒锥形锚栓或全螺纹锚栓；不得使用膨胀锚栓作为承重结构的连接件。

3 承重结构用的锚栓，其公称直径不得小于 12mm；按构造要求确定的锚固深度 h_{ef} 不应小于 60mm，且不应小于混凝土保护层厚度。

4 锚栓的最小埋深应符合现行标准的规定。

5 锚栓防腐标准应高于被固定物的防腐蚀要求。

附录 A 纤维复合材安全性能指标

A.0.1 结构加固用碳纤维复合材的安全性能指标应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1 碳纤维复合材安全性能指标

| 检验项目 | | 合格指标 | | | | |
|--------------------------------|------|---------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | 单向织物 | | | 条形板 | |
| | | 高强 I 级 | 高强 II 级 | 高强 III 级 | 高强 I 级 | 高强 II 级 |
| 抗拉强度 (MPa) | 标准值 | ≥ 3400 | ≥ 3000 | — | ≥ 2400 | ≥ 2000 |
| | 平均值 | — | — | ≥ 3000 | — | — |
| 受拉弹性模量 (MPa) | | $\geq 2.3 \times 10^5$ | $\geq 2.0 \times 10^5$ | $\geq 2.0 \times 10^5$ | $\geq 1.6 \times 10^5$ | $\geq 1.4 \times 10^5$ |
| 伸长率 (%) | | ≥ 1.6 | ≥ 1.5 | ≥ 1.3 | ≥ 1.6 | ≥ 1.4 |
| 弯曲强度 (MPa) | | ≥ 700 | ≥ 600 | ≥ 500 | — | — |
| 层间剪切强度 (MPa) | | ≥ 45 | ≥ 35 | ≥ 30 | ≥ 50 | ≥ 40 |
| 纤维复合材与基材 正拉粘结强度 (MPa) | | 对混凝土和砌体材料： ≥ 2.5 ，且为基材内聚破坏； 对钢材： ≥ 3.5 ，且不得为粘附破坏 | | | | |
| 单位面积 质量 (g/m ²) | 人工粘贴 | ≤ 300 | | | — | |
| | 真空灌注 | ≤ 450 | | | — | |
| 纤维体积含量 (%) | | — | | | ≥ 65 | ≥ 55 |

注：表中指标，除注明标准值外，均为平均值。

A.0.2 结构加固用芳纶纤维复合材的安全性能指标应符合表 A.0.2 的规定。

表 A.0.2 芳纶纤维复合材料安全性能指标

| 检验项目 | | 合格指标 | | | |
|--------------------------------|------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | | 单向织物 | | 条形板 | |
| | | 高强度Ⅰ级 | 高强度Ⅱ级 | 高强度Ⅰ级 | 高强度Ⅱ级 |
| 抗拉强度 (MPa) | 标准值 | ≥ 2100 | ≥ 1800 | ≥ 1200 | ≥ 800 |
| | 平均值 | ≥ 2300 | ≥ 2000 | ≥ 1700 | ≥ 1200 |
| 受拉弹性模量 (MPa) | | ≥ 1.1 × 10 ⁵ | ≥ 8.0 × 10 ⁴ | ≥ 7.0 × 10 ⁴ | ≥ 6.0 × 10 ⁴ |
| 伸长率 (%) | | ≥ 2.2 | ≥ 2.6 | ≥ 2.5 | ≥ 3.0 |
| 弯曲强度 (MPa) | | ≥ 400 | ≥ 300 | — | — |
| 层间剪切强度 (MPa) | | ≥ 40 | ≥ 30 | ≥ 45 | ≥ 35 |
| 纤维复合材料与基材 正拉粘结强度 (MPa) | | ≥ 2.5, 且为混凝土内聚破坏 | | | |
| 单位面积 质量 (g/m ²) | 人工粘贴 | ≤ 450 | | — | |
| | 真空灌注 | ≤ 650 | | — | |
| 纤维体积含量 (%) | | — | | ≥ 60 | ≥ 50 |

注：表中指标，除注明标准值外，均为平均值。

A.0.3 结构加固用玻璃纤维复合材料的安全性能指标应符合表 A.0.3的规定。

表 A.0.3 玻璃纤维复合材料安全性能指标

| 检验项目 | | 合格指标 | |
|-------------------------------|------|-------------------------|-------------------------|
| | | 高强度 S 玻璃纤维 | 无碱 E 玻璃纤维 |
| 抗拉强度标准值 (MPa) | | ≥ 2200 | ≥ 1500 |
| 受拉弹性模量 (MPa) | | ≥ 1.0 × 10 ⁵ | ≥ 7.2 × 10 ⁴ |
| 伸长率 (%) | | ≥ 2.5 | ≥ 3.8 |
| 弯曲强度 (MPa) | | ≥ 600 | ≥ 500 |
| 层间剪切强度 (MPa) | | ≥ 40 | ≥ 35 |
| 纤维复合材料与混凝土正拉粘结强度 (MPa) | | ≥ 2.5, 且为混凝土内聚破坏 | |
| 单位面积质量 (g/m ²) | 人工粘贴 | ≤ 450 | ≤ 600 |
| | 真空灌注 | ≤ 550 | ≤ 750 |

注：表中指标，除注明标准值外，均为平均值。

附录 B 结构加固用胶安全性能指标

B.0.1 既有建筑粘结加固应使用经过改性的结构胶。加固用的结构胶，按其最高使用温度应分为以下三类：

- 1 I类适用的温度范围为 $-45^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 II类适用的温度范围为 $-45^{\circ}\text{C}\sim 95^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 III类适用的温度范围为 $-45^{\circ}\text{C}\sim 125^{\circ}\text{C}$ 。

对I类结构胶，还应分为A级胶和B级胶；前者用于重要构件；后者用于一般构件。

B.0.2 以混凝土为基材，室温固化型的结构胶，其安全性能指标应包括粘结能力指标、长期工作安全性能指标和耐介质侵蚀能力指标，且应分别符合表B.0.2-1、表B.0.2-2、表B.0.2-3、表B.0.2-4和表B.0.6的规定。

表 B.0.2-1 以混凝土为基材，粘贴钢材用结构胶粘结能力指标

| 检验项目 | | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | I类胶 | | II类胶 | III类胶 |
| | | | A级 | B级 | | |
| 钢对钢拉伸 抗剪强度 (MPa) | 标准值 | (23 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ (50 ± 5)%RH | ≥ 15 | ≥ 12 | ≥ 18 | |
| | 平均值 | (60 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 、10min | ≥ 17 | ≥ 14 | — | — |
| | | (95 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 、10min | — | — | ≥ 17 | — |
| | | (150 ± 3) $^{\circ}\text{C}$ 、10min | — | — | — | ≥ 14 |
| | | (-45 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 、30min | ≥ 17 | ≥ 14 | ≥ 20 | |
| 钢对钢对接粘结抗 拉强度(MPa) | 在(23 ± 2) $^{\circ}\text{C}$ 、(50 ± 5)%RH条件下，按所执行试验方法标准规定的加荷速度测试 | ≥ 33 | ≥ 27 | ≥ 33 | ≥ 38 | |
| 钢对钢T冲击 剥离长度(mm) | | ≤ 25 | ≤ 40 | ≤ 15 | | |
| 钢对C45混凝土正 拉粘结强度(MPa) | | ≥ 2.5 ，且为混凝土内聚破坏 | | | | |

续表 B. 0. 2-1

| 检验项目 | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|-----------|-----------------------------------|--------|-----|-------|--------|
| | | I 类胶 | | II 类胶 | III 类胶 |
| | | A 级 | B 级 | | |
| 热变形温度(°C) | 固化、养护 21d, 到期使用 0.45MPa 的弯曲应力进行测试 | ≥65 | ≥60 | ≥100 | ≥130 |
| 不挥发物含量(%) | (105±2)°C、(180±5)min | ≥99 | | | |

注：表中各项指标，除注有标准值外，均为平均值。

表 B. 0. 2-2 以混凝土为基材，粘贴纤维复合材用结构胶粘结能力指标

| 检验项目 | | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|---------------------------|----------------------------------------------|-----------------------|--------|------|-------|--------|
| | | | I 类胶 | | II 类胶 | III 类胶 |
| | | | A 级 | B 级 | | |
| 钢对钢拉伸 抗剪强度 (MPa) | 标准值 | (23±2)°C (50±5)%RH | ≥14 | ≥10 | ≥16 | |
| | 平均值 | (60±2)°C、10min | ≥16 | ≥12 | — | — |
| | | (95±2)°C、10min | — | — | ≥15 | — |
| | | (125±3)°C、10min | — | — | — | ≥13 |
| | | (-45±2)°C、30min | ≥16 | ≥12 | ≥18 | |
| 钢对钢对接粘结 抗拉强度(MPa) | 在 (23±2)°C、(50±5)%RH 条件下，按所执行试验方法标准规定的加荷速度测试 | ≥40 | ≥32 | ≥40 | ≥43 | |
| 钢对钢 T 冲击 剥离长度(mm) | | ≤25 | ≤35 | ≤20 | | |
| 钢对 C45 混凝土正 拉粘结强度(MPa) | | ≥2.5，且为混凝土 内聚破坏 | | | | |
| 热变形温度(°C) | 使用 0.45MPa 的弯曲应力进行测试 | ≥65 | ≥60 | ≥100 | ≥130 | |
| 不挥发物含量(%) | (105±2)°C、(180±5)min | ≥99 | | | | |

注：表中各项指标，除注有标准值外，均为平均值。

表 B.0.2-3 以混凝土为基材，锚固用结构胶基本性能指标

| 检验项目 | | 检验条件 | | 检验合格指标 | | | |
|-------------------------------------------|----------------------|-------------------|-----|--------|------|-------|--------|
| | | | | I 类胶 | | II 类胶 | III 类胶 |
| | | | | A 级 | B 级 | | |
| 钢对钢拉伸 抗剪强度 (MPa) | 标准值 | (23±2)℃、(50±5)%RH | | ≥10 | ≥8 | ≥12 | |
| | 平均值 | (60±2)℃、10min | | ≥11 | ≥9 | — | — |
| | | (95±2)℃、10min | | — | — | ≥11 | — |
| | | (125±3)℃、10min | | — | — | — | ≥10 |
| | | (−45±2)℃、30min | | ≥12 | ≥10 | ≥13 | |
| 约束拉拔条件下带肋钢筋 (或全螺纹)与混凝土 粘结抗拔强度 (MPa) | 在 (23±2)℃、(50±5)%RH | C30、φ25、 l=150 | ≥11 | ≥8.5 | ≥11 | ≥12 | |
| | | C60、φ25、 l=125 | ≥17 | ≥14 | ≥17 | ≥18 | |
| 钢对钢 T 冲击剥离长度 (mm) | 在 (23±2)℃、(50±5)%RH | | ≤25 | ≤40 | ≤20 | | |
| 热变形温度 (℃) | 使用 0.45MPa 的弯曲应力进行测试 | | ≥65 | ≥60 | ≥100 | ≥130 | |
| 不挥发物含量 (%) | (105±2)℃、(180±5) min | | ≥99 | | | | |

注：表中各项指标，除注有标准值外，均为平均值。

表 B.0.2-4 锚固用快固型结构胶粘结能力指标

| 检验项目 | | 性能要求 |
|---------------------------------|------------------|-------|
| 钢对钢（钢套筒法）拉伸抗剪强度标准值 | | ≥16.0 |
| 钢对钢（钢片单剪法）拉伸抗剪强度平均值 | | ≥6.5 |
| 约束拉拔条件下带肋钢筋与 混凝土粘结抗剪强度 (MPa) | C30 φ25 埋深 150mm | ≥12.0 |
| | C60 φ25 埋深 125mm | ≥18.0 |
| 经 90d 湿热老化后的钢套筒粘结抗剪强度降低率 (%) | | <15 |
| 经低周反复拉力作用后的试件粘结抗剪强度降低率 (%) | | ≤50 |

注：1 快固型结构锚固胶无 A 级和 B 级之分；

2 当快固结构胶用于锚栓连接时，不需做钢片单剪法的抗剪强度检验。

B. 0.3 以钢为基材，粘贴钢加固件和碳纤维复合材的室温固化型结构胶，其安全性能指标应包括粘结能力指标、长期工作安全性能指标和耐介质侵蚀能力指标，且应符合表 B. 0. 3-1、表 B. 0. 3-2和表 B. 0. 6的规定。

表 B. 0. 3-1 以钢为基材，粘贴钢加固件的结构胶粘结能力指标

| 检验项目 | | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|--------|------|------|-------|
| | | | I类胶 | | II类胶 | III类胶 |
| | | | AAA级 | AA级 | | |
| 钢对钢拉伸 抗剪强度 (MPa) | 标准值 | 试件粘合后养护 7d，到期立即在：(23±2)℃，(50±5)%RH 条件下测试 | ≥18 | ≥15 | ≥18 | |
| | 平均值 | (95±2)℃；10min | — | — | ≥16 | — |
| | | (125±3)℃；10min | — | — | — | ≥14 |
| | | (-45±2)℃；30min | ≥20 | ≥17 | ≥20 | |
| 钢对钢对接接头 抗拉强度(MPa) | | ≥40 | ≥33 | ≥35 | ≥38 | |
| 钢对钢 T 冲击 剥离长度(mm) | 试件粘合后养护 7d，到期立即在：(23±2)℃，(50±5)%RH 条件下测试 | ≤10 | ≤20 | ≤6 | | |
| 钢对钢不均匀 扯离强度(kN/m) | | ≥30 | ≥25 | ≥35 | | |
| 热变形温度(℃) | 使用 0.45MPa 的弯曲应力进行测试 | ≥65 | ≥100 | ≥130 | | |

注：表中各项指标，除标有标准值外，均为平均值。

表 B.0.3-2 以钢为基材，粘贴碳纤维复合材的结构胶粘结能力指标

| 检验项目 | | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|-----------|-----------|
| | | | I类胶 | | II类胶 | III类胶 |
| | | | AAA级 | AA级 | | |
| 钢对钢拉伸 抗剪强度 (MPa) | 标准值 | 试件粘合后养护 7d，到期立即在： $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ， $(50 \pm 5)\% \text{RH}$ 条件下测试 | ≥ 17 | ≥ 14 | ≥ 17 | |
| | 平均值 | $(95 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；10min | — | — | ≥ 15 | — |
| | | $(125 \pm 3)^\circ\text{C}$ ；10min | — | — | — | ≥ 12 |
| | | $(-45 \pm 2)^\circ\text{C}$ ；30min | ≥ 19 | ≥ 16 | ≥ 19 | |
| 钢对钢对接接头 抗拉强度(MPa) | 试件粘合后养护 7d，到期立即在： $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ， $(50 \pm 5)\% \text{RH}$ 条件下测试 | ≥ 45 | ≥ 40 | ≥ 45 | ≥ 38 | |
| 钢对钢 T 冲击 剥离长度(mm) | | ≤ 10 | ≤ 20 | ≤ 6 | | |
| 钢对钢不均匀 扯离强度(kN/m) | | ≥ 30 | ≥ 25 | ≥ 35 | | |
| 热变形温度($^\circ\text{C}$) | 使用 0.45MPa 的弯曲应力进行测试 | ≥ 65 | ≥ 100 | ≥ 130 | | |

注：表中各项指标，除标有标准值外，均为平均值。

B.0.4 以砌体为基材的结构加固用胶，其安全性能指标的确定应符合下列规定：

1 以钢筋混凝土为面层的组合砌体构件，其加固用结构胶的安全性能指标应按以混凝土为基材的结构胶的规定采用；

2 以素砌体为基材，粘贴钢板、纤维复合材及种植带肋钢筋、全螺纹螺杆和化学锚栓用的结构胶，其安全性能指标应分别按以混凝土为基材相应用途的 B 级胶的规定采用。

B.0.5 以木材为基材，粘结木材或钢材的结构加固用胶，其安全性能指标的确定应符合下列规定：

1 木材与木材粘结的安全性能指标，应符合表 B.0.5 的规定；

2 木材与钢材粘结的安全性能指标，应按钢结构加固用胶安全性能合格标准采用。

表 B.0.5 木材与木材粘结室温固化型结构胶安全性能指标

| 检验的性能 | | | 合格指标 | |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------|--------|
| | | | 红松等软木松 | 栎木或水曲柳 |
| 粘结性能 | 胶缝顺木纹方向抗剪强度(MPa) | 干试件 | ≥6.0 | ≥8.0 |
| | | 湿试件 | ≥4.0 | ≥5.5 |
| | 木材对木材横纹正拉粘结强度 f_t^{\perp} (MPa) | | $f_t^{\perp} \geq f_{t,90}$ ， 且为木纹横纹撕裂破坏 | |
| 长期性能 | 以 20℃水浸泡 48h→-20℃冷冻 9h→室温置放 15h→70℃热烘 10h 为一循环；经 8 个循环后，测定胶缝顺纹抗剪破坏形式 | | 沿木材剪坏的面积不得少于剪面面积的 75% | |

B.0.6 结构加固用胶(不包括木结构用胶)的长期工作安全性能应符合表 B.0.6 的规定；其耐介质侵蚀能力指标应符合现行专门标准的规定。

表 B.0.6 加固用结构胶长期工作安全性能鉴定标准

| 检验项目 | | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|-------|---------|------------------------------------------|---------------------------|-----|-------|--------|
| | | | I 类胶 | | II 类胶 | III 类胶 |
| | | | A 级 | B 级 | | |
| 耐环境作用 | 耐湿热老化能力 | 在 50℃、95%RH 环境中老化 90d 后，冷却至室温进行钢对钢拉伸抗剪试验 | 与室温下短期试验结果相比，其抗剪强度降低率(%)： | | | |
| | | | ≤12 | ≤18 | ≤10 | ≤12 |

续表 B.0.6

| 检验项目 | | 检验条件 | 检验合格指标 | | | |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----|------|-------|
| | | | I类胶 | | II类胶 | III类胶 |
| | | | A级 | B级 | | |
| 耐环境作用 | 耐热老化能力 | 在下列温度环境中老化 30d(90d)后,以同温度进行钢对钢拉伸抗剪试验 | 与同温度 10min 短期试验结果相比,其抗剪强度降低率: | | | |
| | | (95±2)℃ | — | ≤5 | — | |
| | | (150±3)℃ | — | — | ≤5 | |
| | 耐冻融能力 | 在-25℃⇌35℃冻融循环温度下,每次循环 8h,经 50 次循环后,在室温下进行钢对钢拉伸抗剪试验 | 与室温下,短期试验结果相比,其抗剪强度降低率不大于 5% | | | |
| 耐应力作用的能力 | 耐长期应力作用能力 | 在(23±2)℃、(50±5)%RH 环境中承受 4.0MPa(5.0MPa)剪应力持续作用 210d | 钢对钢拉伸抗剪试件不破坏,且蠕变的变形值小于 0.4mm | | | |
| | 耐疲劳应力作用能力 | 在室温下,以频率为 5Hz、应力比为 5 : 1.5(5 : 1)、最大应力为 4.0MPa(5.0MPa)的疲劳荷载下进行钢对钢拉伸抗剪试验 | 经 2×10 ⁶ (5×10 ⁶)次等幅正弦波疲劳荷载作用后,试件不破坏 | | | |

注:表中括号内数值用于钢结构加固。