

T/EJCCSE

团 体 标 准

T/EJCCSEXXXX—2024

公共建筑安全性鉴定与加固技术规范

Technical specification for safety appraisal and reinforcement of public buildings

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	1
5 调查、检测与监测	1
6 安全性鉴定	2
7 加固	4
参考文献	12

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江瑞邦科特检测有限公司提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：浙江瑞邦科特检测有限公司。

本文件主要起草人：XXX。

公共建筑安全性鉴定与加固技术规范

1 范围

本文件规定了公共建筑安全性鉴定与加固的基本规定、调查、检测与监测、安全性鉴定、加固。本文件适用于对公共建筑进行安全性鉴定与加固。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公共建筑 public building

供人们进行各种公共活动的建筑。

[来源：GB/T 51223—2017，2.0.1]

4 基本规定

4.1 既有建筑应定期进行安全性鉴定，并应依据检查结果，及时采取相应措施。

4.2 既有建筑在下列情况下应进行安全性鉴定：

- a) 达到设计工作年限需要继续使用；
- b) 改建、扩建、移位以及建筑用途或使用环境改变前；
- c) 原设计未考虑抗震设防或抗震设防要求提高；
- d) 遭受灾害或事故后；
- e) 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；
- f) 日常使用中发现安全隐患；
- g) 有要求需进行质量评价时。

4.3 既有建筑在下列情况下应进行加固：

- a) 经安全性鉴定确认需要提高结构构件的安全性；
- b) 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。

4.4 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。

4.5 既有建筑的加固应采用质量合格，符合安全、卫生、环保要求的材料、产品和设备。

4.6 既有建筑的加固应按规定的程序进行加固设计，不应将鉴定报告直接用于施工。

4.7 既有建筑的加固施工应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。

5 调查、检测与监测

5.1 一般规定

5.1.1 公共建筑安全性鉴定与加固前，应检查工程图纸、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，应满足安全性鉴定与加固工作的需要。

5.1.2 当公共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。

5.1.3 公共建筑安全性鉴定、加固前的结构调查、检测与监测，应符合下列规定：

- a) 应采用适合结构现状和现场作业的检测和监测方法；
- b) 当公共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；
- c) 公共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，不应直接作出鉴定结论；
- d) 应采取措施保障现场检测、监测作业安全，并应制定应急处理预案；
- e) 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。

5.2 场地和地基基础

5.2.1 公共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。

5.2.2 公共建筑地基基础现状的调查、检测与监测，应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 检查地基变形在主体结构及建筑周边的反应；
- c) 当变形、损伤有发展时，应进行检测和监测；
- d) 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。

5.3 主体结构

5.3.1 主体结构现状的调查、检测与监测，应包括下列内容：

- a) 结构体系及其结构布置；
- b) 结构构件及其连接；
- c) 结构缺陷、损伤和腐蚀；
- d) 结构位移和变形；
- e) 影响建筑安全的非结构构件。

5.3.2 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、构件破裂、老化、构造连接损伤、结构构件的材质与强度。

5.3.3 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：

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

6 安全性鉴定

6.1 构件层次安全性鉴定

6.1.1 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。

6.1.2 公共建筑承重结构、构件的承载能力验算，应符合下列规定：

- a) 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；
- b) 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；
- c) 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。

6.1.3 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。

6.1.4 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。

6.1.5 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。

6.1.6 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。

6.1.7 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。

6.1.8 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。

6.1.9 当木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、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。

6.2 子系统层次安全性鉴定

6.2.1 公共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。

6.2.2 公共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。

6.2.3 对建造在斜坡场地上的公共建筑鉴定时，应依据其历史资料和实地勘察结果进行稳定性评级。

6.2.4 公共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：

- a) 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；

- b) 对有大面积地面荷载或软弱地基上的公共建筑，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。

6.2.5 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。

6.2.6 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。

6.2.7 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。

6.2.8 当地、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。

6.2.9 公共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。

6.3 鉴定系统层次安全性鉴定

6.3.1 公共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。

6.3.2 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。

6.3.3 对下列任一情况，应直接评为 D_{su} 级：

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

7 加固

7.1 一般规定

7.1.1 公共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。

7.1.2 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，不应改变加固后结构的用途和使用环境。

7.1.3 加固公共建筑主体结构时，应按下列规定进行设计计算：

- a) 结构上的作用应经调查、检测核实，并应符合现行标准的规定；
- b) 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；
- c) 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；
- d) 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；
- e) 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；
- f) 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。

7.1.4 公共建筑的加固设计，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。

- 7.1.5 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。
- 7.1.6 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。
- 7.1.7 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。
- 7.1.8 采用增大截面法、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应不低于 13 MPa；采用胶粘加固时，混凝土表面的正拉粘结强度平均值应不低于 1.5 MPa，且不应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。
- 7.1.9 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。

7.2 材料

- 7.2.1 结构加固用的混凝土，应符合下列规定：
- 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；
 - 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。
- 7.2.2 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。
- 7.2.3 结构加固用的植筋应采用带肋钢筋或全螺纹螺杆，不应采用光圆钢筋；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。
- 7.2.4 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。
- 7.2.5 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。
- 7.2.6 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；结构加固不应使用高碱玻璃纤维、中碱玻璃纤维和采用预浸法生产的纤维织物。
- 7.2.7 加固用结构胶，其性能应满足被加固构件长期所处环境的要求。
- 7.2.8 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。

7.3 地基基础加固

- 7.3.1 公共建筑地基基础的加固设计应符合下列规定：
- 应进行地基承载力、地基变形、基础承载力验算；
 - 公共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；
 - 受较大水平荷载或位于斜坡上的公共建筑地基基础加固，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公共建筑基础埋深并对公共建筑产生影响时，尚应进行地基稳定性验算；
 - 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。
- 7.3.2 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。
- 7.3.3 公共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。

7.4 主体结构整体加固

7.4.1 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。

7.4.2 结构加固后的承载力验算和结构抗震能力验算应符合下列规定：

- a) 应对永久荷载与可变荷载下的承载力进行验算；
- b) 对地震作用下的结构抗震能力验算，应按下列规定进行，且应不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公式（1）的规定：

$$\beta_s = \eta \varphi_{1s} \varphi_{2s} \beta_0 \dots\dots\dots (1)$$

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；

φ_{1s} 、 φ_{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，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) 对其他公共建筑结构，其抗震加固后的抗震承载力应符合公式（2）的规定，并应防止加固后出现新的层间受剪承载力突变的楼层。

$$S \leq \varphi_{1s} \varphi_{2s} R_s / \gamma_{R_s} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

S ——加固后结构构件内力组合的设计值；

φ_{1s} 、 φ_{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_{R_s} ——抗震加固的承载力调整系数。

7.5 混凝土构件加固

7.5.1 增大截面法

7.5.1.1 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。

7.5.1.2 钢筋混凝土构件增大截面加固的构造应符合下列规定：

- a) 新增混凝土层的最小厚度，板应不小于 40 mm；梁、柱应不小于 60 mm；
- b) 加固用的钢筋，应采用热轧带肋钢筋；
- c) 新增受力钢筋与原受力钢筋的净间距应不小于 25 mm，并应采用短筋或箍筋与原钢筋焊接；
- d) 当截面受拉区一侧加固时，应设置 U 形筋，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）；
- e) 当用混凝土围套加固时，应设置环形箍筋或加锚式箍筋；

- f) 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;
- g) 新增纵向钢筋应采取可靠的锚固措施。

7.5.2 置换混凝土法

7.5.2.1 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、构件在施工全过程中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。

7.5.2.2 置换混凝土的构造应符合下列规定:

- a) 混凝土的置换深度应满足 7.5.1.2 的规定;
- b) 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 100 mm 的长度。

7.5.3 外包型钢法

7.5.3.1 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:

- a) 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;
- b) 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。

7.5.3.2 湿式外包钢的构造, 应符合下列规定:

- a) 加固用型钢两端应采取可靠的锚固措施;
- b) 沿梁、柱轴线方向应采用缀板与角钢焊接, 缀板间距应不大于 20 倍单根角钢截面的最小回转半径, 且应不大于 500 mm; 在节点区, 其间距应加密;
- c) 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;
- d) 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;
- e) 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 600 mm 范围内胶度应控制在 3 mm~5 mm。

7.5.4 粘贴钢板法

7.5.4.1 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。

7.5.4.2 粘贴钢板加固的构造应符合下列规定:

- a) 粘钢加固的钢板宽度应不大于 100 mm。采用手工涂胶和压力注胶粘贴的钢板厚度分别应不大于 5 mm 和 10 mm;
- b) 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;
- c) 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, 对端箍应不小于钢板宽度的 2/3; 对中间箍应不小于钢板宽度的 1/2, 且应不小于 40 mm。U 形箍的厚度应不小于加固钢板的 1/2, 且不小于 4 mm。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。

7.5.5 粘贴纤维复合材法

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

- a) 应将纤维受力方式设计成仅承受拉应力作用；
- b) 不应将纤维复合材直接暴露在阳光或有害介质中，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。

7.5.5.2 纤维复合材受弯加固的构造应符合下列规定：

- a) 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）；
- b) 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；
- c) 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，应采取保证可靠传力和有效锚固。

7.5.5.3 当采用纤维复合材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：

- a) 应选用环形箍或端部采用有效锚固措施的 U 形箍；
- b) 箍的纤维受力方向应与构件轴向垂直；
- c) 当采用纤维复合材条带为箍时，其净间距应不大于 100 mm；
- d) 当梁的高度 $h \geq 600$ mm 时，尚应在梁的腰部增设一道纵向腰压带。

7.5.5.4 当采用纤维复合材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：

- a) 环向围束的纤维织物层数应不少于 3 层；
- b) 环向围束应沿被加固构件的长度方向连续布置；
- c) 当采用纤维复合材加固钢筋混凝土柱时，柱的两端应增设锚固措施。

7.6 钢构件加固

7.6.1 增大截面法

7.6.1.1 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：

- a) 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；
- b) 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，不应进行负荷状态下的加固。

7.6.1.2 钢构件增大截面加固的构造，应符合下列规定：

- a) 应采取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；
- b) 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。

7.6.2 粘贴钢板法

7.6.2.1 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：

- a) 粘贴钢板加固的钢构件，表面应采取喷砂方法进行处理；
- b) 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影响钢板及结构胶的工作性能和耐久性产生不利影响。

7.6.2.2 钢构件粘贴钢板加固构造，应符合下列规定：

- a) 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 形钢件的粘贴宽度应不小于板厚的 25 倍；
- b) 在受弯构件受拉边或受压边表面上进行粘钢加固时，粘贴钢板的宽度应不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；
- c) 采用手工涂胶粘贴的单层钢板厚度应不大于 5 mm，采用压力注胶粘贴的钢板厚度应不大于 10 mm。

7.6.3 外包钢筋混凝土法

7.6.3.1 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。

7.6.3.2 外包钢筋混凝土加固构造，应符合下列规定：

- a) 采用外包钢筋混凝土加固法时，混凝土强度等级应不低于 C30；外包钢筋混凝土的厚度应不小于 100 mm；
- b) 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；
- c) 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。

7.6.4 钢管构件内填混凝土加固法

7.6.4.1 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：

- a) 圆形钢管的外直径应不小于 200 mm；钢管壁厚应不小于 4 mm；
- b) 方形钢管的截面边长应不小于 200 mm；钢管壁厚应不小于 6 mm；
- c) 矩形截面钢管的高宽比 h/b 应不大于 2；
- d) 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。

7.6.4.2 钢管构件内填混凝土加固构造，应符合下列规定：

- a) 混凝土强度等级应不低于 C30，且应不高于 C80。当采用普通混凝土时，应减小混凝土收缩的不利影响；
- b) 混凝土浇筑完毕后应将浇筑孔和排气孔补焊封闭。

7.7 砌体构件加固

7.7.1 钢筋混凝土面层法

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

7.7.1.2 砌体构件外加混凝土面层加固的构造，应符合下列规定：

- a) 钢筋混凝土面层的截面厚度应不小于 60 mm；当采用喷射混凝土施工时，应不小于 50 mm；
- b) 混凝土强度等级应不低于 C25；
- c) 竖向受力钢筋直径应不小于 12 mm，纵向钢筋的上下端均应锚固；
- d) 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 500 mm 范围内，筋应加密，其间距应取为 100 mm。若加固后的构件截面高度 $h > 500$ mm，尚应在截面两侧加设竖向构造钢筋，并应设置拉结钢筋；
- e) 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 250 mm 交替设置不等肢 U 形和等肢 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。

7.7.2 钢筋网水泥砂浆面层法

7.7.2.1 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：

- a) 对于受压构件，原砌筑砂浆的强度等级应不低于 M2.5；对砌块砌体，其原砌筑砂浆强度等级应不低于 M2.5；
- b) 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。

7.7.2.2 钢筋网水泥砂浆面层的构造，应符合下列规定：

- a) 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 35 mm~45 mm；对于露天或潮湿环境，应为 45 mm~50 mm；
- b) 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，其强度等级应不低于 M15；加固受剪构件用的水泥砂浆，其强度等级应不低于 M10；
 - 2) 受力钢筋的砂浆保护层厚度，对墙应不小于 20 mm，对柱应不小于 30 mm；受力钢筋距砌体表面的距离应不小于 5 mm。
- c) 当加固柱或壁柱时，其构造应符合下列规定：
 - 1) 竖向受力钢筋直径应不小于 10 mm；受压钢筋一侧的配筋率应不小于 0.2%；受拉钢筋的配筋率应不小于 0.15%；
 - 2) 柱的箍筋应采用闭合式，其直径应不小于 6 mm，间距应不大于 150 mm。柱的两端各 500 mm 范围内，筋间距应为 100 mm；
 - 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 8 mm~10 mm，每隔 500 mm~600 mm 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。
- d) 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应不小于 8 mm；水平分布钢筋的直径应为 6 mm；网格尺寸应不大于 300 mm。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应不大于 500 mm；
- e) 钢筋网四周应与楼板、梁、柱或墙体可靠连接。

7.8 木构件加固

7.8.1 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。

7.8.2 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：

- a) 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；
- b) 加固木柱时，应采用由连续纤维箍成的环向围束。

7.8.3 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。

7.9 结构锚固

7.9.1 当结构加固采用植筋技术进行锚固时，应符合下列规定：

- a) 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应不低于 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应不低于 C20；
- b) 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；
- c) 植筋不应用于素混凝土构件，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。

7.9.2 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：

- a) 混凝土强度等级应不低于 C25；
- b) 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；不应使用膨胀锚栓作为承重结构的连接件；
- c) 承重结构用的锚栓，其公称直径应不小于 12 mm；按构造要求确定的锚固深度 h_{ef} 应不小于 60 mm，且应不小于混凝土保护层厚度；
- d) 锚栓的最小埋深应符合现行标准的规定；
- e) 锚栓防腐蚀标准应高于被固定物的防腐蚀要求。

参 考 文 献

- [1] GB/T 51223—2017 公共建筑标识系统技术规范
-