

# 既有建筑鉴定与加固通用规范

(征求意见稿)

# 目 次

1	总 则	1
2	基本规定	2
3	调查、检查与检测	3
3.1	一般规定	3
3.2	场地和地基基础	3
3.3	上部结构	4
3.4	结构抗震	5
4	既有建筑安全性鉴定	9
4.1	一般规定	9
4.2	构件层次安全性鉴定	10
I	承载能力鉴定	10
II	构造与连接鉴定	12
III	不适于继续承载的变形鉴定	13
IV	不适于继续承载的损伤鉴定	14
4.3	子系统层次安全性鉴定	16
I	场地与地基基础	16
II	上部结构	19
5	既有建筑加固	23
5.1	一般规定	23
5.2	材 料	26
5.3	地基基础加固	28
5.4	混凝土结构加固	29
I	增大截面法	29
II	置换混凝土法	30
III	外包型钢法	31
IV	粘贴钢板法	32
V	外加预应力法	33
VI	粘贴纤维复合材法	36
VII	其他三种加固法	39

5.5 钢结构加固.....	39
I 增大截面法.....	39
II 粘贴钢板法.....	41
III 外包钢筋混凝土法.....	42
IV 其他四种加固法.....	42
5.6 砌体结构加固.....	43
I 外加钢筋混凝土面层法.....	43
II 外加钢筋网水泥砂浆面层法.....	44
III 其他四种加固法.....	44
5.7 木结构加固.....	45
5.8 结构锚固技术.....	46
附录 A 上部结构抗震构造主要要求及限值.....	49
附录 B 纤维复合材安全性能鉴定标准.....	65
附录 C 结构加固用胶安全性能鉴定标准.....	67
附：起草说明.....	75

# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家技术经济政策，保障人身健康和生命财产安全、国家安全、生态环境安全，满足经济社会管理基本需要，依据有关法律、法规，制定本规范。

**1.0.2** 既有建筑的检测、鉴定和加固必须遵守本规范。

**1.0.3** 既有建筑安全问题的治理，应遵循先检测、鉴定，后加固设计、施工的原则；并做到保护环境和节约资源。

**1.0.4** 本规范的规定为既有建筑鉴定与加固通用的基本要求。当既有建筑鉴定与加固的设计方法、材料、构件、技术措施、施工质量控制与验收检验内容(方法)等与本规范的规定不一致时，经合规性判定，能够保障既有建筑安全可靠，并正常使用，应允许使用。

**1.0.5** 既有建筑鉴定与加固，除应遵守本规范外，尚应遵守国家现行有关规范的规定。

## 2 基本规定

**2.0.1** 既有建筑应遵循现行有关法规的规定，定期进行安全性检查与鉴定，并依据检查、鉴定结果，及时采取必要的加固或修缮措施处理。

**2.0.2** 既有建筑的鉴定与加固应符合下列规定：

1 鉴定与加固均应考虑地震作用的影响，且应依据现行《建筑与市政工程抗震通用规范》的规定，确定其抗震设防类别和抗震设防烈度。

2 鉴定应是在永久荷载和可变荷载(以下统称为荷载)作用下，同时考虑地震作用影响的安全性鉴定。

3 加固应包含结构、构件和地基基础承受荷载作用的承载能力加固和承受地震作用的抗震能力加固。当建筑产权人有要求时，还应包括承受环境作用的建筑物耐久性加固或修复。

4 鉴定与加固应以修复建筑物安全使用功能、延长其使用寿命为目标；不得随意拆除尚处于设计工作年限内的建筑。

**2.0.3** 既有建筑的鉴定与加固，不论其范围大小，均应考虑并满足下列应急功能的要求：

- 1 防倒塌的整体牢固性；
- 2 紧急状态人员设备从建筑中撤离的安全性；
- 3 防火设施工作性能的可靠性。

**2.0.4** 既有建筑的加固和施工应符合下列规定：

1 必须采用质量合格，符合安全、卫生、环保要求的材料、产品和服务；

2 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；

3 必须进行加固工程的竣工验收；合格后方允许投入使用。

## 3 调查、检查与检测

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 既有建筑鉴定时，应对建筑物使用条件、使用环境、结构现状进行现场调查与检测。其工作的范围、内容、深度和技术要求，应满足鉴定工作的需要。

**3.1.2** 当既有建筑的工程图纸、资料不全或已失真时，应进行现场详细核查和补测。

**3.1.3** 既有建筑鉴定、加固前的现场调查，应包括下列内容和要求：

1 搜集该建筑物的勘察报告、设计图纸、工程采用的产品的质量证书、施工控制和竣工验收文件，以及历次修缮、加固、改造的资料；

2 调查建筑现状与原始资料符合程度；施工质量和维护状况；查清结构存在的静载缺陷和震害损伤；

3 勘查建筑周边环境变迁及建筑使用条件改变的情况。

**3.1.4** 既有建筑鉴定、加固前的结构检查与检测，应符合下列规定：

1 应采用适合现场作业的检测方法标准；

2 当既有建筑结构取样量受条件限制时，允许作为个案，采用经专家论证通过的样本量进行取样；

3 既有建筑结构构件的材料性能和变形、损伤的检测结果，应能为结构鉴定提供可靠的依据。检测结果未经综合分析，不得直接作出鉴定结论；

4 对现场检测作业的安全问题，应有处理的预案，并应采取防范措施；

5 检测结束后，应立即对检测造成的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与检测，应符合下列规定：

1 当怀疑该场地对既有建筑承载或抗震不利时，应搜集该场地

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；当资料不全或失真时应进行补充调查；

2 对建造在山坡上的既有建筑，尚应对边坡场地的稳定性进行勘查。

**3.2.2** 既有建筑地基基础现状的调查与检测，应符合下列规定：

1 搜集原始岩土工程勘察报告及有关基础设计的图纸资料；

2 调查结构上的实际荷载、沉降观测记录、上部结构倾斜、扭曲和裂损情况、基础腐蚀、损伤情况、地下工程和管线的受损状态，以及邻近建筑沉降或深基坑开挖对既有建筑的影响；

3 当资料不全或变形、损伤有发展时，应重新进行沉降观测和结构构件的变形、损伤检测；

4 当需通过现场检测确定地基的岩土性能标准值或地基承载力特征值时，应对场地、地基岩土进行近位勘察；

5 当发现地下水或土壤中有腐蚀性介质时，应检测其含量和作用途径。

### **3.3 上部结构**

**3.3.1** 上部结构现状的调查与检测，应包括下列项目和内容：

1 结构体系及其整体牢固性的调查，应包括建筑高度和层数、结构平面布置、竖向和水平向承重构件布置；结构抗侧力作用体系、抗侧力构件平面布置的对称性、竖向抗侧力构件的连续性；房屋有无错层、结构间的连系构造；屋盖类型及构造；对砌体结构还应包括圈梁和构造柱体系。

2 结构构件及其连接的调查，应包括结构构件的材料实际强度及延性；几何参数；预埋件、紧固件与构件连接；构件间的拉结、锚固；对混凝土结构还应包括短柱、深梁的承载性能；对砌体结构还应包括局部承压与局部尺寸；对钢结构还应包括构件的长细比。

3 结构缺陷、损伤和腐蚀的调查，应包括材料和施工缺陷、施工偏差、构件及其连接、节点的裂缝（裂纹）或其他损伤以及腐蚀；对砌体构件，还应包括砌筑质量、砌体风化、酥碱和砂浆粉化；对

木结构还应包括木材的腐朽和虫蛀。

4 结构位移和变形的调查，应包括结构顶点和层间位移；受弯构件的挠度与侧向弯曲；墙、柱的侧倾。

**3.3.2** 结构、构件的材料性能、几何尺寸、变形、缺陷和损伤的调查，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，允许仅进行校核性检测；符合原设计要求时，允许采用原设计资料给出的结果；当缺少资料或有怀疑时，应进行现场详细检测。

2 对结构、构件的几何尺寸，当图纸资料完整时，允许仅进行现场抽样复核；当缺少资料或资料失真时，应按国家现行有关检测标准的规定进行现场检测。

3 对结构、构件的变形，应在目测普查的基础上，对整体结构中有明显变形的构件进行检测。

4 对结构、构件的缺陷、损伤和腐蚀，应进行全面检测，并应详细记录缺陷、损伤和腐蚀部位、范围、程度和形态。

5 对钢筋混凝土构件、钢构件、配筋砌体构件和木构件，尚应重点检查下列部位的钢筋、钢材和木材的腐蚀、腐朽和虫蛀的状况：

- 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、锚塞部位。

6 当需对结构动力特性和动力反应进行测试时，应根据结构特点和检测目的选择适用的检测方法标准；检测仪器应布置于质量集中、刚度突变、损伤严重以及能够反应结构动力特性的部位。

## **3.4 结构抗震**

**3.4.1** 钢筋混凝土房屋的抗震鉴定，应依据其设防烈度重点检查下



列薄弱部位：

1 6度时，应检查局部易掉落伤人的构件、部件以及楼梯间非结构构件的连接构造。

2 7度时，除应按第1款检查外，尚应检查梁柱节点的连接方式、框架跨数及不同结构体系之间的连接构造。

3 8、9度时，除应按第1、2款检查外，尚应检查梁、柱的配筋，材料实际强度等级，各构件间的连接，结构体型的规则性，短柱分布，使用荷载的大小和分布等。

**3.4.2** 单层钢结构房屋抗震鉴定时，应重点检查影响房屋整体性、抗震承载力和易倒塌伤人的下列关键部位：

1 应检查钢柱、钢屋架或屋面钢梁、支撑等构件的材料性能、连接、构件截面尺寸、锈蚀、连接节点和柱脚节点、各类支撑的设置、焊缝质量、大型屋面板连接的可靠性、屋盖中支承长度较小构件连接的可靠性，并注意出入口等处的高大山墙山尖部分、出入口等处的女儿墙、高低跨封墙等构件的拉结构造。

2 对8度区，尚应检查柱间支撑的有关连接部位构造，并注意平面不规则、围护墙体布置不对称和相连房屋建筑导致质量、刚度不均匀造成扭转的影响。

**3.4.3** 多层砌体房屋应重点检查房屋的高度和层数、抗震墙的厚度和间距、墙体实际达到的砂浆强度等级和砌筑质量、墙体交接处的连接以及女儿墙、楼梯间和出屋面烟囱等易引起倒塌伤人的部位；7~9度时，尚应检查墙体布置的规则性，检查楼、屋盖处的圈梁，检查楼、屋盖与墙体的连接构造等。

**3.4.4** 现有内框架和底层框架砖房抗震鉴定时，对房屋的高度和层数、横墙的厚度和间距、墙体的砂浆强度等级和砌筑质量应重点检查；并应根据结构类型和设防烈度重点检查下列薄弱部位：

1 底层框架和底层内框架砖房的底层楼盖类型及底层与第二层的侧移刚度比、结构平面质量和刚度分布及墙体（包括填充墙）等抗侧力构件布置的均匀对称性。

2 多层内框架砖房的屋盖类型和纵向窗间墙宽度。

3 7~9度设防时,尚应检查框架的配筋和圈梁及其他连接构造。

**3.4.5** 单层钢筋混凝土柱厂房抗震鉴定时,下列关键薄弱环节应重点检查:

1 6度时,应检查钢筋混凝土天窗架的形式和整体性,排架柱的选型,并注意出入口等处的高大山墙山尖部分的拉结。

2 7度时,除按上述要求检查外,尚应检查屋盖中支承长度较小构件连接的可靠性,并注意出入口等处的女儿墙、高低跨封墙等构件的拉结构造。

3 8度时,除按上述要求检查外,尚应检查各支撑系统的完整性、大型屋面板连接的可靠性、高低跨牛腿(柱肩)和各种柱变形受约束部位的构造,并注意圈梁、抗风柱的拉结构造及平面不规则、墙体布置不匀称等和相连建筑物、构筑物导致质量不均匀、刚度不协调的影响。

4 9度时,除按上述要求检查外,尚应检查柱间支撑的有关连接部位和高低跨柱列上柱的构造。

**3.4.6** 单层砖柱厂房和空旷房屋抗震鉴定时,影响房屋整体性、抗震能力和易倒塌伤人的下列关键薄弱部位应重点检查:

1 6度时,应检查女儿墙、门脸和出屋面小烟囱和山墙山尖,单层砖柱厂房尚应检查变截面和不等高排架柱的上柱。

2 7度时,除按第1款检查外,应检查舞台口大梁上的砖墙、承重山墙,单层砖柱厂房7度时尚应检查与排架刚性连接但不到顶的砌体隔墙、封檐墙。

3 8度时,除按第1、2款检查外,尚应检查承重柱(墙垛)、舞台口横墙、屋盖支撑及其连接、圈梁、较重装饰物的连接及相连附属房屋的影响。

4 9度时,除按第1~3款检查外,尚应检查屋盖的类型等。

**3.4.7** 木结构房屋抗震鉴定时,应重点检查承重木构架、楼盖和屋盖的施工质量和连接、墙体与木构架的连接,8、9度时IV类场地的房屋应适当提高抗震构造措施的鉴定要求。

**3.4.8** 生土房屋、石墙房屋抗震鉴定时,应重点检查墙体的布置、

施工质量和连接，楼盖、屋盖的整体性及出屋面小烟囱等易倒塌伤人的部位。

## 4 既有建筑安全性鉴定

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 既有建筑安全性的基本鉴定，应按构件、子系统和鉴定系统三个层次，每一层次划分四个安全等级；从第一层次开始，逐层对规定的项目进行安全性的鉴定评级。各层次的评级标准应符合下列规定：

**1** 第一层次（构件的鉴定项目）：

$a_u$ 级 安全性符合本规范的要求；能安全使用，不必采取措施。

$b_u$ 级 安全性略低于本规范的要求；尚不影响安全使用；允许不采取措施

$c_u$ 级 安全性不符合本规范的要求；影响安全使用；应采取措  
施。

$d_u$ 级 安全性极不符合本规范的要求；已严重影响安全使用；  
必须立即采取措施。

**2** 第二层次（子系统的鉴定项目或其子项）：

$A_u$ 级 安全性符合本规范的要求；整体工作正常；可能有个别  
一般构件或其子项应采取适当措施。

$B_u$ 级 安全性略低于本规范的要求；尚不明显影响整体工作；  
可能有极少数构件或其子项应采取措

$C_u$ 级 安全性不符合本规范的要求；影响整体工作安全；应采  
取措施，且可能有极少数构件或其子项必须立即采取措  
施。

$D_u$ 级 安全性极不符合本规范的要求；已严重影响整体工作安  
全；必须立即采取措施。

**3** 第三层次（鉴定系统）：

$A_{su}$ 级 安全性符合本规范的要求；整体工作正常；在原定的设  
计工作年限内能继续安全使用；可能有极少数一般构件

(或子项)应采取适当措施。

$B_{su}$ 级 安全性略低于本规范的要求;尚不明显影响整体工作;在原定的设计工作年限内尚能继续安全使用;可能有极少数构件应采取适当措施。

$C_{su}$ 级 安全性不符合本规范的要求;影响整体工作;在原定的设计工作年限内不能继续安全使用;应采取适当措施,且可能有极少数构件必须立即采取适当措施。

$D_{su}$ 级 安全性极不符合本规范的要求;已严重影响整体工作;必须立即采取适当措施。

**4.1.2** 当既有建筑按本规范进行安全性鉴定时,尚应执行下列规定:

1 对剩余耐久年限不足 30 年的老旧建筑,其抗震要求,允许适当放宽;具体放宽的尺度,允许按现行有关建筑抗震鉴定标准规定的 A 类建筑执行。

2 对剩余耐久年限达到或不止 50 年的既有建筑,应按现行《建筑与市政工程抗震通用规范》进行抗震鉴定,但当产权人书面声明仅需再使用约 40 年时,仍允许按本规范的抗震要求进行鉴定。

注:结构剩余耐久年限,允许按现行建筑可靠性鉴定标准进行评估。

## 4.2 构件层次安全性鉴定

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

注:场地与地基基础不设构件层次,直接从子系统层次开始鉴定。

### 1 承载能力鉴定

**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,应按建造当时的荷载规范和设计规范进行验算;

2 当为结构加固、改变用途或延长使用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进行验算。

3 既有建筑承重结构、构件承载能力验算采用的计算模型和参数，应符合下列规定：

- 1) 结构分析与结构、构件校核所采用的计算模型，应符合结构的实际受力和构造状况。
- 2) 结构上的作用（荷载）应经现场调查或检测核算。当按现行规范进行加固设计时，允许对雪荷载、风荷载的荷载分项系数，按目标使用期予以适当折减。
- 3) 材料强度的标准值，应根据构件的实际状况和现场取得的检测数据按下列原则确定：
  - a) 当材料的种类和性能符合原设计要求和抗震要求时，允许按原设计标准值采用；
  - b) 当材料的种类和性能与原设计或抗震要求不符，或材料性能已显著退化时，应根据实测数据采用推定的标准值。
- 4) 当混凝土结构表面温度长期高于  $60^{\circ}\text{C}$ ，钢结构表面温度长期高于  $150^{\circ}\text{C}$  时，应计入由温度产生的附加内力。
- 5) 结构或构件的几何参数应取实测值，并计入结构实际的变形、施工偏差以及缺陷、损伤、腐蚀、腐朽、虫蛀、风化等造成的附加内力的影响。

**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  $S$  之比  $R/\gamma_0 S$  分别评定每一验算子项的等级，并取其中最低一级作为该构件的承载能力等级：

- 1  $a_u$  级  $R/\gamma_0 S \geq 1.0$ （式中  $\gamma_0$  为重要性系数）；
- 2  $b_u$  级  $R/\gamma_0 S$ ，对主要构件和一般构件，分别不应小于 0.95 和 0.90；
- 3  $c_u$  级  $R/\gamma_0 S$ ，对主要构件和一般构件，分别不应小于 0.90 和 0.85；
- 4  $d_u$  级  $R/\gamma_0 S$ ，对主要构件和一般构件，分别不应小于 0.90

和 0.85。

**4.2.4** 在验算承载能力过程中，当遇到涉及安全的问题或情况时，应按下列规定直接处理：

**1 混凝土结构：**

当构件出现受压或斜压裂缝时，应视其实际严重程度，评为  $c_u$  级或  $d_u$  级；

**2 钢结构：**

当构件存在裂纹、脆性断裂、疲劳开裂时，应视其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级；

**3 砌体结构：**

当砌体存在不止一条沿块材贯穿的竖向裂缝时，应直接评为  $d_u$  级；

**4 木结构：**

当构件存在严重受潮或腐朽、虫蛀迹象时，不必进行承载能力验算，而应纳入生物损害鉴定子项目评定。

## II 构造与连接鉴定

**4.2.5** 当构件的安全性按构造与连接鉴定项目评定时，应按下列规定评定每一子项的等级，并取其中最低一级作为该构件的构造与连接等级：

**1 构件构造子项**

- 1) 当构件构造合理，符合现行相关结构通用规范的要求时，应依据其实际完好程度评为  $a_u$  级或  $b_u$  级；
- 2) 当构件构造不当或有明显缺陷，不符合现行相关结构通用规范的要求时，应依据其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级。

**2 构件节点、连接子项**

- 1) 当构件节点、连接方式正确，符合现行相关结构通用规范的要求；无缺陷，或仅有局部表面缺陷时，应依据其实际完好程度评为  $a_u$  级或  $b_u$  级；
- 2) 当构件节点、连接方式不当，构造有明显缺陷，已导致节点、

连接发生变形、滑移、剪坏、拉脱、撕裂时，应依据其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级。

### 3 预埋件或后锚固件子项

- 1) 当构件的预埋件或后锚固件构造合理；设计、计算符合现行有关结构通用规范的要求；外观质量正常时，应依据其实际完好程度评为  $a_u$  级或  $b_u$  级；
- 2) 当构件的预埋件或后锚固件的构造有明显缺陷，已导致其出现变形、松动、拔出或伤残时，应依据其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级。

## III 不适于继续承载的变形鉴定

**4.2.6** 当承重构件的安全性按不适于继续承载的变形（或位移）鉴定项目评定时，对超出下列程度的变形或位移子项，应依据其实际严重程度将本鉴定项目评为  $c_u$  级或  $d_u$  级；当一个鉴定项目含有两子项时，应取其中较低一级为鉴定项目等级：

- 1 各类结构主要受弯构件（含桁架）的实测挠度大于  $l_0/200$ （ $l_0$  为计算跨度）；
- 2 各类结构一般受弯构件的实测挠度大于  $l_0/150$ ；
- 3 混凝土、钢和木结构的独立梁，其实测的侧向弯曲矢高分别大于  $l_0/400$ ， $l_0/350$ ， $l_0/250$ ；
- 4 各类结构桁架顶点实测的平面外位移（侧倾）大于  $h_T/100$ （ $h_T$  为桁架高度）；
- 5 混凝土、钢、砌体和木结构的承重柱，其实测的平面内位移（倾斜）分别大于  $h_c/100$ ， $h_c/150$ ， $h_c/142$  和  $h_c/150$ （ $h_c$  为柱顶高度）；
- 6 混凝土和砌体结构的承重墙，其实测的平面内位移（倾斜）



分别大于  $\frac{h_w}{100}$  和  $\frac{h_w}{140}$  ( $h_w$  为墙顶高度)；

7 各类结构的墙柱，其实测的平面外位移大于  $\frac{h}{350}$  ( $h$  为墙或柱的顶点高度)。

#### IV 不适于继续承载的损伤鉴定

**4.2.7** 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，对超出下列程度损伤的子项，应依据其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级，且应取各子项中最低一级作为该鉴定项目等级：

##### 1 裂缝子项

- 1) 室内正常环境下，钢筋混凝土主要构件和一般构件的受力裂缝宽度分别大于 0.50mm 和 0.70mm；预应力混凝土主要构件和一般构件的受力裂缝宽度分别大于 0.20mm 和 0.30mm；
- 2) 高湿度环境下，钢筋混凝土构件和预应力构件的受力裂缝宽度分别大于 0.40mm 和 0.10mm；
- 3) 任何环境下，各类构件出现剪切裂缝或受压裂缝；
- 4) 任何环境下，各类构件出现温度、收缩引起的非受力裂缝，其宽度已超过本款第 1)、2) 项规定的弯曲裂缝宽度的 1.5 倍。

##### 2 腐蚀损伤子项

- 1) 主筋锈蚀或腐蚀，导致混凝土产生沿主筋方向开裂、保护层脱落或掉角；
- 2) 混凝土表层有严重的化学介质腐蚀损伤。

**4.2.8** 当钢结构构件按不适于承载的损伤鉴定项目评定时，对超出下列程度的损伤子项，应依据其实际严重程度将本鉴定项目评为  $c_u$  级或  $d_u$  级；当一个鉴定项目含有两子项时，应取其较低一级作为该鉴定项目等级。

##### 1 裂纹或断裂子项

- 1) 钢构件受力节点板、连接板、铸件、锚具、锚塞空心球壳、

螺栓球、焊缝等出现裂纹；

- 2) 钢构件发生脆性断裂；钢索发生超过总根数 5% 的断丝；钢支座节点的锚栓发生断裂。

## 2 钢部件残损子项

- 1) 摩擦型高强螺栓连接的摩擦面发生翘曲；
- 2) 索节点发生滑移；螺栓球节点的螺栓出现脱丝或筒松动；橡胶支座相对梁、柱顶面发生滑移，或橡胶板发生挤压变形。

## 3 钢结构锈蚀、腐蚀损伤子项

- 1) 钢构件防护涂层已大面积破损；
- 2) 钢构件截面锈蚀的平均深度大于  $0.1t$  ( $t$  为原截面厚度)。

**4.2.9** 当砌体构件按不适于继续承载的损伤鉴定项目评定时，对超出下列程度的损伤子项，应依据其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级；且应取各子项中最低一级作为鉴定项目等级。

### 1 裂缝子项

- 1) 桁架、主梁支座下的墙、柱端部或中部出现贯穿块材（砖、砌块）的多条竖向裂缝；
- 2) 承重外墙变截面处出现水平裂缝或斜裂缝；
- 3) 承重墙的墙身开裂严重，最大裂缝宽度已大于 5mm；或出现 X 型震害裂缝；
- 4) 纵横墙连接处出现通长的竖向裂缝或裂隙；
- 5) 独立柱的柱身出现宽度大于 1.5mm 的裂缝，或有断裂、错位现象；
- 6) 筒拱、拱、壳的拱面、壳面出现沿拱顶母线或对角线的裂缝。

### 2 残损子项

承重墙、柱表面风化、剥落、砂浆粉化严重，有效截面削弱达 15% 以上。

**4.2.10** 当木构件按不适于继续承载的损伤鉴定项目评定时，对超出下列程度的损伤子项，应依据其实际严重程度评为  $c_u$  级或  $d_u$  级；且应取各子项中最低一级作为该鉴定项目等级。

### 1 裂缝子项

1) 木构件受剪面或其上下各 50mm 范围内出现沿剪面方向开展的裂缝或劈裂；

2) 木构件存在下列程度斜纹理或已出现斜裂：

对受拉构件  $\rho > 10\%$  ( $\rho$  为斜率)；

对受弯和偏压构件  $\rho > 15\%$ ；

对受压构件  $\rho > 20\%$ ；

## 2 生物损害子项

1) 木构件表层腐朽，其腐朽面积已大于原截面面积的 10%；或有心腐；或发现有新鲜蛀孔；

2) 虽未发现木构件腐朽，但存在下列腐朽、虫蛀的隐患：

a) 木构件或其端部被封入潮湿的墙内；

b) 木构件为未经防腐、防虫处理的规格材；

c) 木构件为易腐朽、虫蛀的树种木材制成。

## 4.3 子系统层次安全性鉴定

**4.3.1** 既有建筑安全性的第二层次子系统鉴定评级，应按场地与地基基础和上部结构划分为两个子系统，分别依据本章的规定进行评定。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；当发现问题时应在鉴定报告中提出处理意见。

### I 场地与地基基础

**4.3.2** 既有建筑所在的场地类别应经调查核实，并按核实的类别且不低于 II 类的要求进行鉴定。

**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** 既有建筑鉴定时，允许依据其所在场地、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，对有全地下室、箱基、筏基和桩基的既有建

筑，允许适当降低上部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，应提高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上部结构子系统存在不同类型基础时，应提高抗震鉴定要求。

4 建筑场地为III、IV类时，对设计基本地震加速度  $0.15g$  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。

**4.3.5** 既有建筑的地基基础安全性鉴定，应符合下列规定：

1 应首选依据地基变形和上部结构反应的观测结果进行鉴定评级的方法；

2 当地基变形观测资料不足或结构存在的问题疑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；

3 对有大面积地面荷载或软弱地基上的工业建筑，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。

**4.3.6** 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鉴定时，应按下列规定评定等级：

$A_u$ 级：地基变形小于现行《建筑地基基础通用规范》规定的允许值；建筑物使用状况良好；无沉降裂缝、变形或位移；吊车等机械设备运行正常。

$B_u$ 级：地基变形不大于现行《建筑地基基础通用规范》规定的允许值；沉降速率小于  $0.05\text{mm/d}$ ；半年内的沉降量小于  $5\text{mm}$ ；建筑物有轻微沉降裂缝出现，但无进一步发展趋势；沉降对吊车等机械设备的正常运行尚无显著的影响。

$C_u$ 级：地基变形大于现行《建筑地基基础通用规范》规定的允许值；沉降速率大于  $0.05\text{mm/d}$ ；建、构筑物的沉降裂缝有进一步发展趋势；沉降已影响到吊车等机械设备的正常运行，但尚有调整余地。

$D_u$ 级：地基变形大于现行《建筑地基基础通用规范》规定的允许值；沉降速率远大于 0.05mm/d；建筑物的沉降裂缝发展显著；沉降已使吊车等机械设备不能正常运行。

**4.3.7** 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，按下列规定评定等级：

$A_u$ 级：地基基础的承载力满足现行《建筑地基基础通用规范》规定的要求，建筑物完好无损。

$B_u$ 级：地基基础的承载力略低于现行《建筑地基基础通用规范》规定的要求，建筑物可能局部有轻微损伤。

$C_u$ 级：地基基础的承载力不满足现行《建筑地基基础通用规范》规定的要求，建筑物有开裂损伤。

$D_u$ 级：地基基础的承载力不满足现行《建筑地基基础通用规范》规定的要求，建筑物有严重开裂损伤。

**4.3.8** 当地基基础的安全性按斜坡场地稳定性项目鉴定时，应按下列规定评级：

1  $A_u$ 级：建筑场地地基稳定，无滑动迹象及滑动史。

2  $B_u$ 级：建筑场地地基在历史上曾有过局部滑动，经治理后已停止滑动，且近期鉴定表明，在一般情况下，不会再滑动。

3  $C_u$ 级：建筑场地地基在历史上发生过滑动，目前虽已停止滑动，但当触动诱发因素时，今后仍有可能再滑动。

4  $D_u$ 级：建筑场地地基在历史上发生过滑动，目前又有滑动或有滑动迹象。

**4.3.9** 对存在软弱土、饱和砂土或饱和粉土的地基基础，尚应依据其烈度、场地类别、建筑现状和基础类型，进行地震液化、震陷及抗震能力的两级鉴定。鉴定时，应符合下列规定：

1 第一级鉴定允许按现行有关抗震鉴定标准的规定进行；对符合第一级鉴定要求时，应评为该地基符合抗震要求；当需评定安全性等级时，应依据其实际完好程度定为  $A_u$ 级或  $B_u$ 级。

2 第二级鉴定应符合下列要求：

1) 对饱和土液化的第二级判别，应按现行《建筑与市政工程

抗震通用规范》的规定，采用标准贯入试验判别法。判别时，允许计入地基附加应力对土体抗液化强度的影响。存在液化土时，应确定液化指数和液化等级。

2) 对软弱土地基及 8、9 度时 III、IV 类场地上的高层建筑和高耸结构，应进行地基和基础的抗震能力验算。

对第二级的鉴定结果，当确认不存在液化土，且抗震能力验算通过时，应评该地基基础为  $B_u$  级，允许不采取抗液化措施。当确认存在液化土时，应评该地基基础为  $C_u$  级，并要求及时采取抗液化措施。

**4.3.10** 地基基础的安全性等级，应依据本标准第 4.3.6 条~第 4.3.9 条的鉴定结果按其中最低等级确定。

**4.3.11** 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。

## II 上部结构

**4.3.12** 上部结构（子系统）的安全性鉴定，应依据其结构承载功能、结构抗地震作用能力（以下简称抗震能力）验算、结构抗震构造措施和结构是否存在不适于继续承载的侧向位移的鉴定结果分别评定等级，并以其中最低一级作为上部结构安全性等级。

**4.3.13** 当有条件采用较精确的方法鉴定上部结构承载功能的等级时，应在详细调查的基础上，根据结构体系的类型及其空间作用程度，按国家现行有关标准规定的结构分析方法和结构实际构造确定合理的计算模型，并应通过对结构作用效应分析和抗力分析，结合工程经验进行鉴定评级。

**4.3.14** 当上部承重结构是由平面结构或可视为平面结构组成的体系时，其承载功能等级允许按现行有关建筑可靠性鉴定标准规定的方法进行鉴定评级。

**4.3.15** 当上部结构抗震能力采用计算分析方法进行鉴定时，应符合下列规定：

1 计算分析应在现场详细调查、检测取得上部结构有关参数的

基础上进行。

2 对规则的多层砌体房屋和多层钢筋混凝土房屋，允许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。

3 对其他既有建筑，应采用现行《建筑与市政工程抗震通用规范》规定的方法进行抗震能力验算。

**4.3.16** 多层砌体房屋的楼层综合抗震能力指数应按下列式计算：

$$\beta_{ci} = \psi_1 \psi_2 A_i / (A_{bi} \xi_{0i} \lambda) \geq 1.0 \quad (4.3.16)$$

式中  $\beta_{ci}$ — 第  $i$  楼层的纵向或横向墙体综合抗震能力指数；

$\psi_1$ 、 $\psi_2$ — 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 的墙段截面面积；

$A_{bi}$ — 第  $i$  楼层建筑平面面积；

$\xi_{0i}$ — 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；

$\lambda$ — 烈度影响系数，当场地处于不利地段时，尚应乘以增大系数。

**4.3.17** 多层钢筋混凝土房屋的楼层综合抗震能力指数应按下列式计算：

$$\beta = \psi_1 \psi_2 \xi_y \geq 1.0 \quad (4.3.17-1)$$

$$\xi_y = V_y / V_e \quad (4.3.17-2)$$

式中  $\beta$ — 平面结构楼层综合抗震能力指数；

$\psi_1$ 、 $\psi_2$ — 分别为体系影响系数和局部影响系数；

$\xi_y$ — 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。

**4.3.18** 在抗震能力验算过程中所采用的计算公式和计算参数，应符合下列规定：

1 凡本规范未给出的计算公式和计算参数值，均允许按现行有关抗震鉴定标准的规定采用。

2 当按现行《建筑与市政工程抗震通用规范》规定的方法验算时，该规范规定的参数尚应作如下调整：

- 1) 对既有建筑，当设计地震分组为第一、二组，场地类别为Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ时，其场地特征周期（ $S$ ）分别取 0.30、0.40、0.65；当设计地震分组为第三组，场地类别为Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ时，其场地特征周期（ $S$ ）分别取 0.40、0.55、0.85。
- 2) 对老旧建筑，抗震能力调整系数尚应乘以 0.85 予以放宽。

**4.3.19** 当上部结构的安全性按抗震构造项目进行鉴定时，应按下列规定进行：

1 应按本规范附录 A 的规定进行核查；当本规范未作规定或规定的子项目不全时，允许按现行有关建筑抗震鉴定标准（以下简称现行标准）的规定进行核查。

2 对下列抗震构造子项目应分别进行核查：

- 1) 结构体系和结构布置；
- 2) 抗侧力构件或支撑体系布置；
- 3) 承重柱的轴压比；
- 4) 楼层侧移刚度比；
- 5) 构件及其节点、连接的构造；
- 6) 填充墙与主体结构的连接构造；
- 7) 易震坏部位的防倒塌构造；
- 8) 构件材料实际的强度等级或核定的品牌号；
- 9) 地基基础与上部结构的适应情况。

3 应依据本条第 2 款各子项的核查结果，对抗震构造项目按下列规定进行评级：

- 1) 当与被鉴定结构相应的各子项均符合抗震要求及规定的限值时，应评为  $A_u$  级；
- 2) 当仅有个别子项的构造略不符合要求，或检测值超过限值不足 10%，且地基基础与上部结构尚适应时，允许评为  $B_u$  级；



- 3) 当有一个子项的构造明显不符合要求，或有一项检测结果超过限值 10%~20%，但地基基础与上部结构尚适应时，应评为  $C_u$  级；
- 4) 当有不止一个子项严重不符合要求，或有一个子项检测结果超过限值 20%以上时，应评为  $D_u$  级。

## 5 既有建筑加固

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 既有建筑经安全性鉴定确认需要加固时，应依据鉴定结论进行加固设计和施工。

**5.1.2** 既有建筑加固后的安全等级，应根据结构破坏后果的严重性、结构重要性和结构设计工作年限确定。

**5.1.3** 既有建筑地基基础加固设计与施工应符合下列规定：

1 应根据地基基础及上部结构的安全性鉴定结论，确定地基基础加固的内容、范围和适用的技术；

2 既有建筑地基基础的加固设计应符合下列规定：

1) 应验算地基承载力；

2) 应计算地基变形；

3) 应验算基础抗弯、抗剪、抗冲切承载力；

4) 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。

3 纠倾加固、移位加固、托换加固的全过程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；

4 应对建筑物在施工期间及观察使用期间进行沉降监测，直至沉降达到稳定为止。

**5.1.4** 加固既有建筑上部结构加固设计和计算应符合下列规定：

1 结构上的作用应经调查、检测核实，其设计值应符合现行《工程结构设计通用规范》和《建筑与市政工程抗震通用规范》的规定；

2 结构、构件的尺寸，对原有部分应根据鉴定报告采用原设计值或实测值；对新增部分，应采用加固设计文件给出的设计值；但均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，应按下列规定取值：

1) 当原设计文件有效，且不怀疑结构有严重性能退化时，允许采用原设计标准值；

2) 当结构安全性鉴定认为应重新进行现场检测时，应采用检测结果推定的标准值；

**4** 加固材料的性能和质量，应符合本规范的规定；其性能的标准值应按国家现行有关工程结构加固材料安全性鉴定技术标准确定；其性能的设计值应按本规范相关节的规定采用；

**5** 验算结构、构件承载力时，应考虑原结构在加固时的实际受力状况，包括加固部分应变滞后的影响，以及加固部分与原结构共同工作程度；

**6** 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** 抗震设防区结构、构件的加固，除应满足承载力要求外，尚应验算其抗震能力；且不应存在因局部加强或刚度突变而形成的新薄弱部位。框架结构尚应避免加固后形成短梁、短柱或强梁弱柱。

**5.1.5** 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，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。

**5.1.6** 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。

**5.1.7** 上部结构的加固设计，应综合考虑其技术经济效果，避免不必要的拆除或更换。

**5.1.8** 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，并要求施工单位应严格执行。

**5.1.9** 设计应明确结构加固后的用途和使用环境。

**5.1.10** 结构加固后的承载能力验算和抗震能力验算，应符合下列

规定：

1 对永久荷载与可变荷载下的构件加固后承载能力验算，允许按现行有关结构加固设计标准规定的计算公式执行。

2 对地震作用下的结构抗震能力验算，应按下列要求进行：

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达到抗震鉴定结论要求。

2) 多层砌体房屋加固后的楼层综合抗震能力指数，应按下列式计算：

$$\beta_s = \eta \psi_1 \psi_2 \beta_0 \quad (5.1.10-1)$$

式中  $\beta_s$ — 加固后楼层的综合抗震能力指数；

$\eta$ — 加固增强系数；

$\beta_0$ — 楼层原有的抗震能力指数，按本规范第 4.3.16 条规定的有关方法计算；

$\psi_1$ 、 $\psi_2$ — 分别为体系影响系数和局部影响系数，应根据房屋加固后的状况取值。

3) 多层钢筋混凝土房屋加固后的楼层综合抗震能力指数允许按本规范第 4.3.17 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验算应按下列式计算：

$$S \leq \psi_{1s} \psi_{2s} R_s / \gamma_{R_s} \quad (5.1.10-2)$$

式中  $S$ — 加固后结构构件内力（轴向力、剪力、弯矩等）组合的设计值；

$\psi_{1s}$ 、 $\psi_{2s}$ — 分别为体系影响系数和局部影响系数，应根据房屋加固后的状况取值。

$R_s$ — 加固后计入应变滞后等的构件承载力设计值；

$\gamma_{R_s}$ — 抗震加固的承载力调整系数。

## 5.2 材 料

**5.2.1** 结构加固用的混凝土，应符合下列规定：

- 1 混凝土强度等级应比原结构、构件高一级，且不低于 C20 级；
- 2 当采用商品混凝土时，其所掺加的粉煤灰应为 I 级灰，且烧失量应不大于 5%；
- 3 当在混凝土中掺加聚合物、减缩剂、微膨胀剂、钢纤维、合成纤维进行改性时，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；
- 4 混凝土强度设计值，应按《混凝土结构通用规范》的规定执行。

**5.2.2** 结构加固用的钢材、钢筋及焊接材料，应符合下列规定：

- 1 新增的钢构件和钢筋，应选用低强度等级的牌号；当采用高强度级别牌号时，其加固设计必须要求对原结构、构件采取足够的卸载措施；
- 2 结构加固焊接用的焊条，应选用小直径低氢型焊条；
- 3 结构外加预应力用的预应力筋，应采用 1860 级低松弛无粘结钢绞线；
- 4 钢材和钢筋以及其焊接材料的设计强度，应分别按《钢结构通用规范》和《混凝土结构通用规范》采用；

**5** 结构加固用的钢丝绳和后锚固件，应符合下列规定：

- 1) 钢丝绳应采用直径小于 4.5mm 的 6×7+IWS 钢丝绳或 1×19 钢绞线；
- 2) 植筋应采用带肋钢筋或全螺纹螺杆，不得采用光圆钢筋；
- 3) 锚栓应采用有锁键效应的后扩底机械锚栓，或栓体有特殊倒锥或全螺纹的胶粘型锚栓；

**5.2.3** 结构加固用的纤维应为连续纤维，其品种和质量应符合下列规定：

- 1 结构加固用的碳纤维，应选用聚丙烯腈基不大于 15K 的小丝束纤维；

2 结构加固用的芳纶纤维，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；

3 结构加固用的玻璃纤维，应选用高强度玻璃纤维、耐碱玻璃纤维或碱金属氧化物含量低于 0.8%的无碱玻璃纤维(E 玻璃纤维)；严禁使用高碱的玻璃纤维(A 玻璃纤维)和中碱的玻璃纤维(C 玻璃纤维)。

4 结构加固工程，严禁采用预浸法生产的纤维织物。

5.2.4 结构加固用的纤维复合材应通过安全性能的检验和鉴定。其安全性能的合格标准应符合本规范附录 B 的规定。

5.2.5 纤维复合材抗拉强度标准值，应根据置信水平为 0.99、保证率为 0.95 的要求确定。经安全性能鉴定合格的纤维复合材，其抗拉强度标准值应按表 5.2.5 采用。

**表 5.2.5 纤维复合材抗拉强度标准值**

品种	等级或代号	抗拉强度标准值(MPa)	
		单向织物(布)	条形板
碳纤维复合材	高强度 I 级	3400	2400
	高强度 II 级	3000	2000
	高强度 III 级	1800	—
芳纶纤维复合材	高强度 I 级	2100	1200
	高强度 II 级	1800	800
玻璃纤维复合材	高强玻璃纤维	2200	—
	无碱玻璃纤维、耐碱玻璃纤维	1500	—

5.2.6 不同品种纤维复合材的抗拉强度设计值，应分别按表 5.2.6-1、5.2.6-2 及表 5.2.6-3 采用。

**表 5.2.6-1 纤维复合材抗拉强度设计值(MPa)**

强度等级 结构类别	单向织物(布)			条形板	
	高强度 I 级	高强度 II 级	高强度 III 级	高强度 I 级	高强度 II 级
重要构件	1600	1400	—	1150	1000
一般构件	2300	2000	1200	1600	1400

注：L 形板按高强度 II 级条形板的设计值采用。

**表 5.2.6-2 芳纶纤维复合材料抗拉强度设计值(MPa)**

强度等级 结构类别	单向织物(布)		条形板	
	高强度 I 级	高强度 II 级	高强度 I 级	高强度 II 级
重要构件	960	800	560	480
一般构件	1200	1000	700	600

**表 5.2.6-3 玻璃纤维复合材料抗拉强度设计值(MPa)**

纤维品种	强度等级	单向织物(布)	
		重要构件	一般构件
高强玻璃纤维		500	700
无碱玻璃纤维、耐碱玻璃纤维		350	500

**5.2.7** 结构加固用的胶粘剂（简称结构胶），应采用改性环氧树脂类结构胶。对结构锚固胶，尚允许采用改性乙烯基酯类结构胶。当采用结构胶作为承重构件的粘接剂时，应通过安全性能的检验与鉴定。其安全性能的合格标准应符合本规范附录 C 的规定。

**5.2.8** 结构胶粘接抗剪强度的标准值，应根据置信水平为 0.90、保证值为 0.95 的要求确定。经安全性能鉴定合格的结构胶，其粘接抗剪强度标准值应按本规范附录 C 的规定采用。

### 5.3 地基基础加固

**5.3.1** 地基基础加固或增加原设计荷载时，应按现行《建筑地基基础通用规范》的规定进行地基承载力计算和地基变形计算。

**5.3.2** 地基基础加固或增加原设计荷载后，建筑物相邻柱基础的沉降差值、局部倾斜值和整体倾斜值的允许值，应符合现行《建筑地基基础通用规范》有关规定。

**5.3.3** 建筑物纠倾加固设计应符合下列规定：

1 应对建筑物的倾斜原因分析，对选择的纠倾方案进行论证，并对上部结构进行安全评估；当评估认为其安全性不满足纠倾要求时，应予以加固；

2 纠倾加固不应对上部结构、管线及周边建筑物造成损伤或破坏，并应采取有效措施予以预防；

3 应确定各控制点每次纠倾的纠倾增量和纠倾速率；对迫降速率应按不大于 5mm/d 进行控制；对顶升纠倾的每次顶升量应不超过 10mm；

4 应制定处理异常情况的应急预案；当纠倾过程出现问题时，应及时进行技术处理；

5 纠倾达到设计值时，应立即进行与结构的连接和必要的加固。

**5.3.4** 采用托换技术进行地基基础加固时，其设计应符合下列规定：

1 本方法适用于下列情况的地基基础加固：

1) 地基不均匀变形，软土地基沉陷，地震、地下洞穴和采空区的土体移动所引起的建筑物倾斜、开裂；

2) 新建地铁、地下工程临近或穿越，或邻近建筑的深基坑开挖、降水所引起的既有建筑裂损；

3) 建筑功能改变、结构体系改变或基础形式改变。

2 对地基基础，应进行承载力和变形验算；

3 当既有建筑基础沉降、倾斜、变形、开裂超过现行《建筑地基基础通用规范》规定的控制指标时，应进行地基基础加固设计；

4 托换加固设计，应根据工程的结构类型、基础形式、荷载情况以及场地地基情况，分别采用整体托换、局部托换或托换与加强建筑物整体刚度相结合的设计方案；

5 托换加固的计算和构造设计，允许按现行有关既有建筑地基基础加固技术标准的规定进行。

## **5.4 混凝土结构加固**

### **I 增大截面法**

**5.4.1** 当采用增大截面法加固受弯和受压构件时，应符合下列基本要求：

1 原构件混凝土强度应不低于 C13（旧标号 150 号）；

2 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；



3 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；

**5.4.2** 钢筋混凝土构件增大截面加固的基本构造及设计对施工的要求，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，采用现浇混凝土、自密实混凝土或灌浆料施工时，不应小于 60mm，采用喷射混凝土施工时，不应小于 50mm。

2 加固用的钢筋，应采用热轧带肋钢筋。板的受力钢筋直径不应小于 8mm；梁的受力钢筋直径不应小于 12mm；柱的受力钢筋直径不应小于 14mm；加锚式箍筋直径不应小于 8mm；U 形箍直径应与原箍筋直径相同；分布筋直径不应小于 8mm。

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，单面焊的焊缝长度应为箍筋直径的 10 倍，双面焊的焊缝长度应为箍筋直径的 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需采用植筋方式埋设 U 形箍时，应采用锚固型结构胶种植，不得采用未改性的环氧类胶粘剂或不饱和聚酯类的胶粘剂种植，也不得采用无机锚固剂（包括水泥基灌浆料）种植。

7 梁的新增纵向受力钢筋，其两端应予锚固；柱的新增纵向受力钢筋的下端应伸入基础并应满足锚固要求；上端应穿过楼板与上层柱脚连接或在屋面板处弯折锚固或采用机械措施锚固。

## II 置换混凝土法

**5.4.3** 当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时，应符合下列基本要求：

1 采用本方法加固梁式构件时，应对原构件予以支顶。当采用本方法加固柱、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；置换界面处的混凝土不应出现拉应力，当控制有困难，应采取支顶措施进行卸荷。

2 采用本方法加固混凝土构件时，其非置换部分的原构件混凝土强度等级，按现场检测结果不应低于该混凝土结构建造时设计规定的强度等级。

3 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。

**5.4.4** 置换混凝土的基本构造及设计对施工要求，应符合下列规定：

1 置换用混凝土的强度等级应比原构件混凝土提高一级，且不应低于 C25。

2 混凝土的置换深度，板不应小于 40mm；梁、柱，采用人工浇筑时，不应小于 60mm，采用喷射法施工时，不应小于 50mm。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。

3 梁的置换部分应位于构件截面受压区内，沿整个宽度剔除，或沿部分宽度对称剔除，但不得仅剔除截面的一隅。

### III 外包型钢法

**5.4.5** 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 对不允许使用粘贴加固的工程，应采用无粘结外包型钢（以下简称干式外包钢）加固法；对允许使用粘贴加固的工程，应优先选用有粘结外包型钢（以下简称粘式外包钢）法。

2 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；其钢架计算与构造，应符合现行《钢结构通用规范》的规定；其制作和安装允许按现行有关结构加固施工标准执行。

3 粘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。

4 外包型钢法加固前的卸载，应符合设计要求。

**5.4.6** 粘式外包钢的基本构造及设计对施工要求，应符合下列规定：

1 外粘的钢材应选用角钢；角钢的厚度不应小于 5mm，角钢的边长，对梁不应小于 50mm；对柱不应小于 75mm。沿梁、柱轴线方向应每隔一定距离用钢制的缀板与角钢焊接。缀板截面不应小于 40mm×4mm，其间距不应大于 20r（r 为单根角钢截面的最小回转半径），且不应大于 500mm；在节点区，其间距应适当加密。

2 外包型钢的连接和锚固：对柱，其角钢下端应锚固于基础；中间应穿过各层楼板，上端应伸至加固层的上一层楼板底或屋面板底；当相邻两层柱的尺寸不同时，应将上下柱外粘型钢交汇于楼面，并利用其内外间隔嵌入厚度不小于 10mm 的钢板焊成水平钢框，与上下柱角钢及上柱钢箍相互焊接固定。对梁，其角钢应与柱角钢相互焊接，并加焊钢带或钢筋条，使柱两侧的梁相互连接。

3 当采用外粘型钢加固排架柱时，应将加固的型钢与原柱顶部的承压钢板相互焊接。对于二阶柱，上下柱交接处及牛腿处的连接构造应予加强。

4 外粘型钢加固梁、柱的施工，应将原构件截面的棱角打磨成半径 r 不小于 7mm 的圆角。外粘型钢的注胶应在型钢构架焊接完成后进行。外粘型钢的胶缝厚度应控制在 3mm~5mm；局部允许有长度不大于 300mm、厚度不大于 8mm 的胶缝，但不得出现在角钢端部 600mm 范围内。

5 采用外包型钢加固钢筋混凝土构件时，型钢表面应做防锈蚀涂装。

#### IV 粘贴钢板法

5.4.7 当采用粘贴钢板法加固受弯、大偏心受压和受拉构件时，应符合下列基本要求：

1 被加固的混凝土结构构件，其现场实测混凝土强度等级不得低于 C15，且混凝土表面的正拉粘结强度不得低于 1.5MPa。

2 粘贴钢板加固钢筋混凝土结构构件时，应将钢板受力方式设计成仅承受轴向应力作用。

3 粘贴在混凝土构件表面上的钢板，其外表面应进行防锈蚀处

理。表面防锈蚀材料对钢板及胶粘剂应无害。

4 粘贴钢板用的结构胶，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。

5 粘贴钢板加固前，应按设计要求卸除或部分卸除结构上的活荷载。

6 本方法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%的构件加固。

**5.4.8 粘贴钢板加固的基本构造及设计对施工要求，应符合下列规定：**

1 粘钢加固的钢板宽度不应大于 100mm。采用手工涂胶粘贴的钢板厚度不应大于 5mm；采用压力注胶粘结的钢板厚度不应大于 10mm，且应按外粘型钢加固法的焊接节点构造进行设计。

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（包括截断处）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 型箍。U 型箍的宽度，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，且不应小于 40mm。U 型箍的厚度应不小于加固钢板的 1/2，且不小于 4mm。被加固板应将 U 型箍改为钢压条，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。

4 被加固梁负弯矩区的支座处，当需要采取加强的锚固措施时，允许按现行有关加固设计标准提供的方法进行设计。

## **V 外加预应力法**

**5.4.9 当采用体外预应力法加固钢筋混凝土构件时，应符合下列基本要求：**

1 对梁式构件应选用无粘结钢绞线为预应力拉杆的加固法；对柱和其他受压构件，应选用以角钢为预应力撑杆的加固法。

2 体外预应力加固法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%的构件的加固。

3 采用体外预应力加固法对钢筋混凝土构件进行加固时，其原构件的混凝土强度等级不应低于 C15。

4 采用体外预应力法加固混凝土结构时，其新增的预应力拉杆、锚具、垫板、撑杆、缀板以及各种紧固件等均应进行防锈蚀处理。

5 采用本方法加固的混凝土结构，其长期使用的环境温度不应高于 60℃。

6 当被加固构件的表面有防火要求时，应按现行《建筑防火通用规范》规定的耐火等级及耐火极限要求，对预应力杆件及其连接进行防护。

7 采用体外预应力法对钢筋混凝土结构进行加固时，无需采取卸载措施。

**5.4.10** 体外预应力加固的基本构造及设计对施工要求，应符合下列规定：

1 无粘结钢绞线的构造与施工要点：

- 1) 钢绞线应成对布置在梁的两侧；其外形应为设计所要求的折线形；钢绞线形心至梁侧面的距离应取为 40mm。
- 2) 钢绞线跨中水平段的支承点，应设在梁底以上的位置；仅当纵向张拉的应力不足，需依靠横向张拉补足时，方允许设在梁的底部。
- 3) 当梁端部斜截面受剪承载力不足时，应采用粘贴钢板或碳纤维 U 形箍进行加固。
- 4) 端部锚固构造应采用圆套筒夹片式单孔锚具。
- 5) 钢绞线的张拉应力控制值，对纵向张拉，应取  $0.70f_{ptk}$ ；当连续梁的跨数较多时，应取  $0.75f_{ptk}$ ；对横向张拉，钢绞线的张拉应力值应取  $0.60f_{ptk}$ ； $f_{ptk}$  为钢绞线抗拉强度标准值。

2 预应力撑杆的构造与施工要点：

- 1) 预应力撑杆用的角钢，其截面不应小于  $50\text{mm} \times 50\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。角钢肢之间用缀板连接；缀板的厚度不得小于 6mm，

其宽度不得小于 80mm；相邻缀板的间距应保证单个角钢的长细比不大于 40。

- 2) 角钢肢端部的传力构造，应采用焊在杆肢上的顶板与承压角钢顶紧，通过抵承传力。承压角钢应嵌入被加固柱的柱头混凝土内，且不应少于 25mm。传力顶板应用厚度不小于 16mm 的钢板制作，其与角钢肢焊接的板面及与承压角钢抵承的面均应刨平。承压角钢截面不得小于 100mm×75mm×12mm(图 5.4.10-1)。

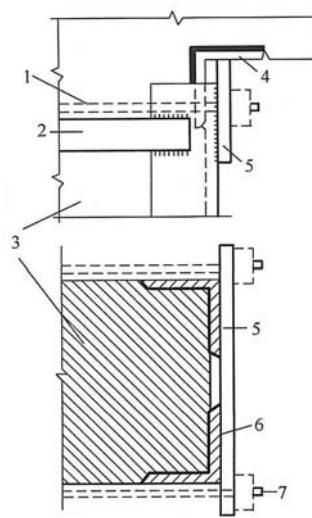


图 5.4.10-1 撑杆端传力构造

- 1- 安装用螺杆；2-箍板；3-原柱；  
4-承压角钢，用结构胶加锚栓粘锚；  
5-传力顶板；6-角钢撑杆；7-安装用螺杆

- 3) 预应力撑杆应采用全螺杆施加预应力，并依靠撑杆上切口进行复位（图 5.4.10-2）

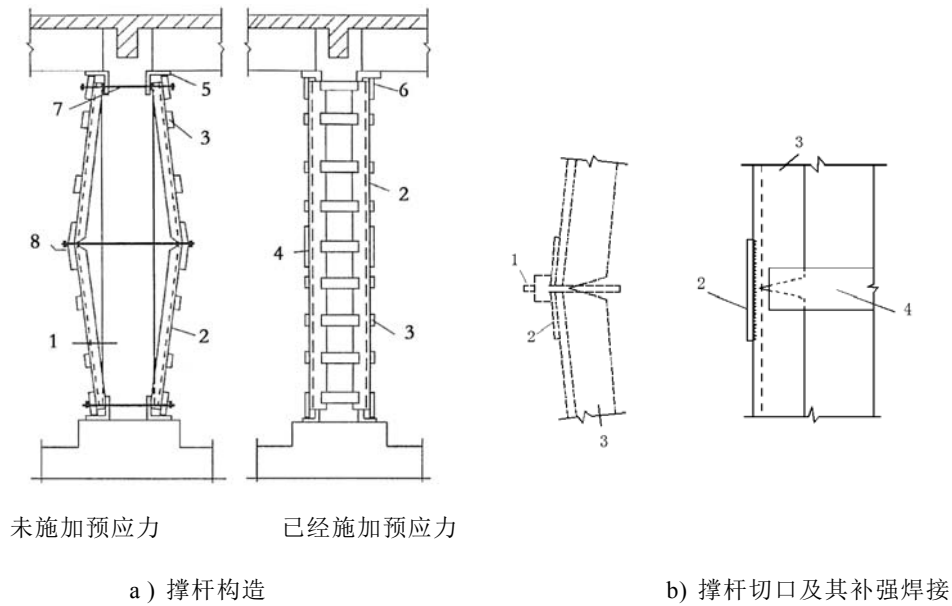


图 5.4.10-2 预应力撑杆示意图

- |                           |                   |
|---------------------------|-------------------|
| 1-被加固柱；2-角钢撑杆；3-箍板；4-加宽箍板 | 1-拉筋螺栓；2-补强焊接的钢板； |
| 5-传力角钢； 6-传力顶板； 7-安装螺栓；   | 3-角钢撑杆； 4-剖口出箍板   |
| 8-工具式拉紧螺杆                 |                   |

**3** 以上两种预应力加固方法的其他构造细节，允许按现行有关加固设计标准进行设计。

## VI 粘贴纤维复合材料法

**5.4.11** 当采用粘贴纤维复合材料加固的钢筋混凝土受弯、轴心受压或大偏心受压构件时，应符合下列基本要求：

**1** 被加固的混凝土结构构件，其现场实测混凝土强度等级不得低于 C15，且混凝土表面的正拉粘结强度不得低于 1.5MPa。

**2** 外贴纤维复合材料加固钢筋混凝土结构构件时，应将纤维受力方式设计成仅承受拉应力作用。

**3** 粘贴在混凝土构件表面上的纤维复合材料，不得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强度及相互协调的变形性能。

**4** 采用本方法加固的混凝土结构，其长期使用的环境温度不应高于 60℃；处于特殊环境（如高温、高湿、介质侵蚀、放射等）

的混凝土结构采用本方法加固时，除应按国家现行有关标准的规定采取相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的结构胶，并按专门的工艺要求进行粘贴。

**5** 采用纤维复合材对钢筋混凝土结构进行加固时，应采取措  
施卸除或大部分卸除作用在结构上的荷载。

**6** 当被加固构件的表面有防火要求时，应按现行《建筑防火技  
术规范》规定的耐火等级及耐火极限要求，对纤维复合材进行防护。

**7** 本方法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%的构件加固。

**5.4.12** 纤维复合材受弯加固的基本构造及设计对施工要求，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，应采取下列锚固措施：

**1)** 对梁，应在延伸长度范围内均匀设置不少于三道 U 形箍  
锚固，其中一道应设置在延伸长度端部。U 形箍应采用  
纤维复合材制作；U 形箍的粘贴高度应为梁的截面高度；  
当梁有翼缘或有现浇楼板时，应伸至其底面。U 形箍的  
宽度，对端箍不应小于加固纤维复合材宽度的 2/3，且  
不应小于 150mm；对中间箍不应小于加固纤维复合材条带  
宽度的 1/2，且不应小于 100mm。U 形箍的厚度不应小于  
受弯加固纤维复合材厚度的 1/2。

**2)** 对板，应在延伸长度范围内通长设置垂直于受力纤维方  
向的压条。压条采用纤维复合材制作。压条除应在延伸  
长度端部布置一道外，尚应在延伸长度范围内再均匀布  
置 1 道~2 道。压条的宽度不应小于受弯加固纤维复合  
材条带宽度的 3/5，压条的厚度不应小于受弯加固纤维复



合材厚度的 1/2。

3) 当纤维复合材延伸至支座边缘，遇到下列情况，应将端箍（或端部压条）改为钢板制作、传力可靠的机械锚固措施：

- a) 当可延伸长度小于计算长度的一半以上时；
- b) 加固用的纤维复合材为预成型板材时。

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，应采取下列构造措施：

- 1) 支座处无障碍时，纤维复合材应在负弯矩包络图范围内连续粘贴；其延伸长度的截断点应位于正弯矩区，且距正负弯矩转换点不应小于 1m。
- 2) 支座处虽有障碍，但梁上有现浇板，且允许绕过柱位时，应在梁侧 4 倍板厚( $h_b$ )范围内，将纤维复合材粘贴于板面上。
- 3) 在框架顶层梁柱的端节点处，纤维复合材只能贴至柱边缘而无法延伸时，应采用结构胶加贴 L 形碳纤维板或 L 形钢板进行粘结与锚固。

**5.4.13** 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，其基本构造及设计对施工要求，应符合下列规定：

1 应选用环形箍或端部自锁式 U 形箍；当仅按构造需要设箍时，允许采用一般 U 形箍；

2 U 形箍的纤维受力方向应与构件轴向垂直；

3 当环形箍、端部自锁式 U 形箍或一般 U 形箍采用纤维复合材条带时，其净间距  $S_{f,n}$  不应大于现行国家标准《混凝土结构通用规范》规定的最大箍筋间距的 0.70 倍，且不应大于梁高的 0.25 倍；

4 当 U 形箍的上端无自锁装置，应粘贴纵向压条予以锚固；

5 当梁的高度  $h$  大于等于 600mm 时，应在梁的腰部增设一道纵向腰压带。

**5.4.14** 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：

1 环向围束的纤维织物层数，对圆形截面不应少于 2 层；对正方形和矩形截面柱不应少于 3 层；且围束的层数不限。

2 环向围束上下层之间的搭接宽度不应小于 50mm，纤维织物环向截断点的延伸长度不应小于 200mm，且各条带搭接位置应相互错开。

3 当采用纤维复合材加固大偏心受压的钢筋混凝土柱时，其构造应符合下列规定：

- 1) 柱的两端应增设钢套箍式的机械锚固措施；
- 2) 柱上端有楼板时，纤维复合材应穿过楼板，并应有足够的延伸长度。

## VII 其他三种加固法

5.4.15 当钢筋混凝土构件采用下列方法进行加固时，应按国家现行相关结构加固设计标准的规定进行承载能力计算和构造设计：

- 1 预应力碳纤维复合板加固法；
- 2 预张紧钢丝绳网片-聚合物改性水泥砂浆面层加固法；
- 3 绕丝加固法。

## 5.5 钢结构加固

### I 增大截面法

5.5.1 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，采用增大截面法加固钢构件，其设计、计算应按现行《钢结构通用规范》的规定进行，但应符合下列条件：

- 1) 原构件的缺陷和损伤已得到有效补强；
- 2) 原构件钢材强度设计值已根据安全性鉴定报告确定；
- 3) 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，钢构件增大截面加固应符合下列条件：

- 1) 当为焊接加固时, 应核查原构件最大名义应力  $\sigma_{\text{omax}}$ , 且应满足本规范对各类结构规定的  $\sigma_{\text{omax}}/f_y$  的下列限值:
  - a) 对承受特重级动力荷载作用的 I 类结构为[0.20];
  - b) 对承受重级动力荷载或振动作用的 II 类结构为[0.40];
  - c) 对承受间接动力荷载或仅承受静力荷载的 III 类结构为 [0.65];
  - d) 对承受静力荷载且允许按塑性设计的 IV 类结构为[0.80]。

注: 核查  $\sigma_{\text{omax}}$  采用的计算公式应符合本规范第 5.1.10 条的规定。

- 2) 当为高强度螺栓摩擦型连接或铆钉连接加固时, 其  $\sigma_{\text{omax}}$  与  $f_y$  比值的限值为[0.85]。

**3** 焊接加固后的 I、II 类构件, 应对其剩余疲劳寿命进行专门的评定; 当处于低温下工作时, 尚应对其低温冷脆风险进行专门评定。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。

**5.5.2** 钢构件增大截面加固的基本构造及设计对施工要求, 应符合下列规定:

**1** 设计采取的构造措施应保证加固件与原构件能够共同工作, 且截面应无明显变形; 板件应有良好的稳定性。

**2** 当采用增大截面法加固开口截面时, 应将加固后截面密封。若加固后截面不密封, 板件间应留出不小于 150mm 的操作空间, 用于日后检查及防锈维护。

**3** 负荷状态下进行钢结构加固时, 应制定详细的加固工艺过程和技术条件; 其所采用的工艺应保证加固件的截面不致因焊接加热、附加钻、扩孔洞等所引起的变形或削弱而对安全产生显著影响。

**4** 采用螺栓或铆钉连接方法增大钢结构构件截面时, 加固与被加固板件应相互压紧, 并应从加固件端部向中间逐次做孔和安装、拧紧螺栓或铆钉, 以避免加固过程中对截面造成过大削弱。

**5** 增大截面法加固有两个以上构件的超静定结构时, 应首先将加固与被加固构件全部压紧并点焊定位。然后从受力最大构件开始依次连续地进行加固连接施工。

## II 粘贴钢板法

**5.5.3** 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对钢板及结构胶的工作性能和耐久性应无害。

3 采用本方法加固的钢结构，其长期使用的环境温度不应高于 $60^{\circ}\text{C}$ ；处于特殊环境（如高温、高湿、介质侵蚀、放射等）的钢结构采用本方法加固时，除应按国家现行有关标准的规定采取相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的结构胶，并按专门的工艺要求进行粘贴。

4 应在加固前采取措施卸除或大部分卸除作用在结构上的活荷载。

5 采用粘贴钢板加固的钢结构，应满足现行《建筑防火通用规范》规定的耐火等级及耐火极限的要求，并应对胶层和钢板进行防护。

**5.5.4** 钢构件粘贴钢板加固的基本构造及设计对施工要求，应符合下列规定：

1 当工字型钢梁的腹板局部稳定验算不满足现行相关设计标准的要求时，应采用在腹板两侧粘贴 T 型钢件或角钢的方法进行增强，其 T 型钢件的粘贴宽度不小于板厚的 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，作为粘钢端部的机械锚固措施；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。

4 加固件的布置不应采用引起截面形心轴偏移形式，不可避免时，应在加固计算中考虑形心轴偏移的影响。

### III 外包钢筋混凝土法

5.5.5 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，应符合下列规定：

- 1 本方法仅用于型钢原构件尺寸偏小或需增加负荷的情况加固；
- 2 加固前的卸载应符合设计要求；
- 3 加固前应对原型钢构件进行清理，并铲除原有的涂装层。

5.5.6 外包钢筋混凝土加固的基本构造，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的连接和锚固。

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。

4 钢筋混凝土部分的其他基本构造尚应符合现行《混凝土结构通用规范》的规定。

### IV 其他四种加固法

5.5.7 对下列四种钢构件加固法，其截面承载能力的计算和构造设计，允许按现行相关结构加固设计标准的规定进行：

- 1 改变结构体系加固法；
- 2 钢管构件内填混凝土加固法；
- 3 钢结构预应力加固法；
- 4 幕墙加固。

## 5.6 砌体结构加固

### I 外加钢筋混凝土面层法

**5.6.1** 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的界面应在加固前进行处理，且允许按现行有关建筑结构加固施工标准的规定进行处理。

**5.6.2** 砌体构件外加混凝土面层加固的基本构造及设计对施工要求，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；当用喷射混凝土施工时，不应小于 50mm。

**2** 当采用 HRB335 级钢筋时，加固用的混凝土不应低于 C20 级；当采用 HRB400 级钢筋，或当受有振动作用时，混凝土强度等级不应低于 C25 级。

**3** 加固用的竖向受力钢筋，应使用 HRB335 级或 HRB400 级钢筋。竖向受力钢筋直径不应小于 12mm，其净间距不应小于 30mm。纵向钢筋的上下端均应锚固；上端应锚入有配筋的混凝土梁垫、梁、板或牛腿内；下端应锚入基础内。纵向钢筋的接头应为焊接。

**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；箍筋直径不应小于 6mm。箍筋的间距不应大于 150mm。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 型箍和等肢 U 型箍。不等肢 U 型箍在穿过墙上预钻孔后，应弯折成封闭式箍筋，并在封口处焊牢。U 型筋直径为 6mm；预钻孔的直径应取 U 型筋直径的 2 倍；穿筋时应采用植筋专用的结构胶将孔洞填实。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 外加钢筋网水泥砂浆面层法

**5.6.3** 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 当采用钢筋网水泥砂浆面层加固法加固砌体构件时，其原砌体的砌筑砂浆强度等级应符合下列规定：

- 1) 受压构件：原砌筑砂浆的强度等级不应低于 M2.5；
- 2) 受剪构件：对砖砌体，其原砌筑砂浆强度等级不应低于 M1；但若为低层建筑，允许不低于 M0.4。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（酥碱）的砌体，不应采用钢筋网水泥砂浆面层进行加固。

**5.6.4** 钢筋网水泥砂浆面层的基本构造及设计对施工要求，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 钢筋网用的水泥砂浆及其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 结构加固用的钢筋，应采用 HRB335 级或 HRB400 级钢筋。

4 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，其净间距不应小于 30mm；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，箍筋应加密，

其间距应取为 100mm。

3) 在壁柱中，应设两种箍筋；一种为不穿墙的 U 形筋，但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；另一种为穿墙箍筋，加工时应先做成不等肢 U 形箍，待穿墙后再弯成闭合式箍，其直径应为 8mm~10mm，每隔 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。

5 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，钢筋网应采用穿透墙体的 S 形或 Z 形钢筋拉结；拉结钢筋应采用梅花状布置，其竖向间距和水平间距均不应大于 500mm。

6 钢筋网四周应与楼板、大梁、柱或墙体可靠连接。墙、柱加固增设的竖向受力钢筋，其上端应锚固在楼层构件、圈梁或配筋的混凝土垫块中；其伸入地下一端应锚固在基础内。

## 5.7 木结构加固

5.7.1 当采用粘贴纤维复合材法加固木梁时，应采用碳纤维或芳纶纤维织物粘贴，其基本构造应符合本规范第 5.4.12 条的规定。

5.7.2 当采用粘贴纤维复合材加固木柱时，应采用由连续纤维箍成的环向围束法；其基本构造应符合本规范第 5.4.14 条的规定。

5.7.3 当采用粘钢法加固木梁或大偏心受压木柱时，应采用 Q235 钢板粘贴。其基本构造应符合本规范第 5.4.8 条的规定。

5.7.4 当采用槽钢串杆加固木桁架端节点时，应将原构件入墙的腐朽部分切除，改用槽钢接长，并采用串杆和螺栓连接传力。串杆应按图 5.7.4 焊在槽钢上。



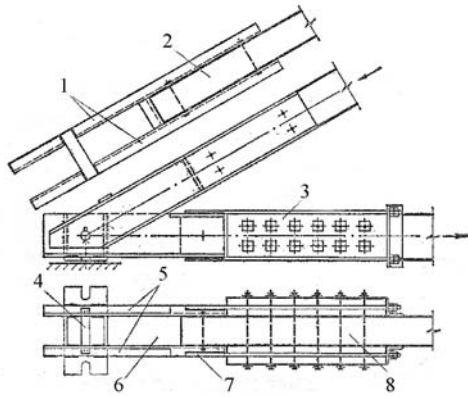


图 5.7.4 木桁架端节点加固示意图

1-新加槽钢 2-原有上弦 3-新加木夹板 4-销轴 5-下弦槽钢 6-上弦槽钢未表示出  
7-串杆焊接在槽钢翼缘上 8-原有下弦

## 5.8 结构锚固技术

5.8.1 当结构加固采用植筋技术进行锚固时，应符合下列规定：

1 采用植筋技术，包括种植全螺纹螺杆技术时，原构件的混凝土强度等级应符合下列规定：

- 1) 当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；
- 2) 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 采用植筋或种植全螺纹螺杆锚固时，其锚固部位的原构件混凝土不得有局部缺陷。若有局部缺陷，应先进行补强或加固处理后再植筋。

3 植筋用的胶粘剂应采用改性环氧类结构胶粘剂或改性乙烯基酯类结构胶粘剂。当植筋的直径大于 22mm 时，尚应采用 A 级胶。

4 植筋用结构胶粘剂的粘结抗剪强度设计值  $f_{bd}$  应按表 5.8.1 的规定值采用。当基材混凝土强度等级大于 C30，且采用快固型胶粘剂时，其粘结抗剪强度设计值  $f_{bd}$  应乘以调整系数 0.8。

表 5.8.1 粘结抗剪强度设计值  $f_{bd}$

胶粘剂等级	构造条件	基材混凝土的强度等级
-------	------	------------

		C20	C25	C30	C40	>C40
A 级胶或 B 级胶	$S_1 \geq 5d$ ; $S_2 \geq 2.5d$	2.3	2.7	3.7	4.0	4.5
A 级胶	$S_1 \geq 6d$ ; $S_2 \geq 3.0d$	2.3	2.7	4.0	4.5	5.0
	$S_1 \geq 7d$ ; $S_2 \geq 3.5d$	2.3	2.7	4.5	5.0	5.5

注： 1 当使用表中的  $f_{bd}$  值时，其构件的混凝土保护层厚度，不应低于现行《混凝土结构通用规范》的规定值；

2  $S_1$  为植筋间距； $S_2$  为植筋边距；

3 表中  $f_{bd}$  值仅适用于带肋钢筋或全螺纹螺杆的粘结锚固。

**5** 采用植筋或全螺纹的螺杆锚固的混凝土结构，其长期使用的环境温度不应高于  $60^\circ\text{C}$ ；处于特殊环境（如高温、高湿、介质腐蚀等）的混凝土结构采用锚固技术时，除应按国家现行有关标准的规定采取相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的结构胶。

**6** 植筋不得用于素混凝土构件，包括纵向受力钢筋-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改用锚栓。

7 植筋用于筏板基础接柱时，其抗拉拔构造应经专门研究。

**5.8.2** 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** 混凝土结构采用锚栓时，其混凝土强度等级：对重要构件不应低于 C25 级；对一般构件不应低于 C20 级。

**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。这类锚栓按其构造方式的不同，又分为自扩底、模扩底和胶粘-模扩底三种；承重结构用的胶粘型锚栓，应采用胶粘型特殊倒锥形锚栓或胶粘型特殊全螺纹锚栓。

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

**4** 在抗震设防区的承重结构中采用锚栓时，其最小埋深及最小边距和间距应分别符合表 5.8.2-1、5.8.2-2 和表 5.8.2-3 的规定。

**表 5.8.2-1 考虑地震作用时后扩底锚栓的埋深规定**

锚栓直径 (mm)	12	16	20	24
有效锚固深度 $h_{ef}$ (mm)	$\geq 80$	$\geq 100$	$\geq 150$	$\geq 180$

**表 5.8.2-2 考虑地震作用时胶粘型锚栓的埋深规定**

锚栓直径 (mm)	12	16	20	24
有效锚固深度 $h_{ef}$ (mm)	$\geq 100$	$\geq 125$	$\geq 170$	$\geq 200$

**5** 锚栓的最小边距  $c_{min}$ 、临界边距  $c_{cr,N}$  和群锚最小间距  $s_{min}$ 、临界间距  $s_{cr,N}$  应符合表 5.8.2-3 的规定。

**表 5.8.2-3 锚栓的边距和间距**

$c_{min}$	$c_{cr,N}$	$s_{min}$	$s_{cr,N}$
$\geq 0.8h_{ef}$	$\geq 1.5h_{ef}$	$\geq 1.0h_{ef}$	$\geq 3.0h_{ef}$

**6** 锚栓防腐蚀标准应高于被固定物的防腐蚀要求。

## 附录 A 上部结构抗震构造主要要求及限值

### A.1 多高层混凝土结构

**A.1.1** 多高层混凝土结构的抗震构造鉴定，应按表 A.1.1-1 及表 A.1.1-2 的规定核查该房屋的高度和抗震等级。

表 A.1.1-1 现浇钢筋混凝土房屋适用的最大高度 (m)

结构类型	烈度			
	6 度	7 度	8 度	9 度
框架结构	同非抗震 设计	55	45	25
框架-抗震墙结构		120	100	50
抗震墙结构		120	100	60
框支抗震墙结构	120	100	80	不应采用

注：房屋高度指室外地面到主要屋面板板顶的高度，不包括局部突出屋顶部分

表 A.1.1-2 钢筋混凝土结构的抗震等级

结构类型		烈度								
		6 度		7 度		8 度			9 度	
框 架 结 构	房屋高度 (m)	≤ 25	>25	≤ 35	>35	≤ 35	>35	≤ 25		>25
	框 架	四	三	三	二	二	一		一	
框 架 - 抗 震 墙 结 构	房屋高度 (m)	≤ 50	>50	≤ 60	>60	<50	50~80	>80	≤ 25	>25
	框 架	四	三	三	二	三	二	一	二	一
	抗 震 墙	三		二		二	一		一	
抗 震 墙 结 构	房屋高度 (m)	≤ 60	>60	≤ 80	>80	<35	35~80	>80	≤ 25	>25
	一般抗震墙	四	三	三	二	三	二	一	二	一
	有框支层的落地抗震墙底部加强部位	三	二	二		二	一	不应采用	不应采用	
	框支层框架	三	二	二	一	二	一			

**A.1.2** 既有混凝土结构房屋的结构布置应符合下列规定：

- 1 框架应双向布置；乙类设防时不应为单跨框架结构。框架柱

(包括框架-抗震墙的柱和框支柱)的轴压比应符合表 A.1.2 的规定。

表 A.1.2 轴压比限值

类别	抗震等级		
	一	二	三
框架柱	0.7	0.8	0.9
框架-抗震墙柱	0.9	0.9	0.95
框支柱	0.6	0.7	0.8

2 框架-抗震墙房屋的抗震墙应双向设置，纵横向相连接；当房屋较长时，纵向抗震墙不应设在端开间。

3 抗震墙房屋的结构布置应符合下列要求：

- 1) 较长的抗震墙应分成较均匀的若干墙段；
- 2) 一、二抗震墙和三级抗震墙的加强部分，其各墙肢应有翼墙、端柱或暗柱等边缘构件；
- 3) 抗震墙墙板厚度不应小于 160mm，且不应小于层高的 1/20；在墙板周边应有梁或暗梁与端柱组成的边框。

**A.1.3** 既有混凝土结构的楼层侧移刚度比，应符合表 A.1.3 的要求；对框架结构尚应核查其抗侧力构件布置是否合理，规则。

表 A.1.3 不同结构抗震侧移刚度比的要求

结构类型	侧移刚度比要求
多层混凝土框架结构	第 2 层与底层的侧移刚度比：7 度区不应大于 3；8、9 度区，不应大于 2
框支-抗震墙结构	框支层与相邻非框支层的侧移刚度比不应小于 0.5
地下室顶板作为上部结构的嵌固部位	结构地上一层与地下一层的侧移刚度比不应小于 0.5
框架-剪力墙、板柱-剪力墙结构、抗震墙结构、框架-核心筒结构、筒中筒结构	楼层与其相邻上层的侧移刚度比不应小于 0.9，当本层层高大于相邻上层层高 1.5 时，该比值不应小于 1.1 倍；对结构底部嵌固层，该比值不应小于 1.5

**A.1.4** 框架柱和抗震墙的配筋与构造的核查，允许按现行有关建筑抗震鉴定标准的规定执行。

**A.1.5** 各类墙柱实际达到的混凝土强度等级不应低于 C20；一级框架柱和连接节点不应低于 C30。

**A.1.6** 抗侧力的粘土砖填充墙构造应符合下列要求：

1 二级且层数不超过五层、三级且层数不超过八层和四级的框架结构，允许计入粘土砖填充墙的抗侧力作用；

2 填充墙的布置应符合框架-抗震墙结构中对抗震墙的设置要求；

3 填充墙应嵌砌在框架平面内并与梁柱紧密结合；墙厚不应小于 240mm；砂浆强度等级不应低于 M5；同时应核实该填充墙的施工是否符合先砌墙后浇框架的构造要求。

## **A.2 单层混凝土结构厂房**

**A.2.1** 单层混凝土结构房屋的结构体系和结构布置应符合下列规定：

1 单层混凝土结构体系应由钢筋混凝土柱、大型屋面板与屋架、屋面梁构成的无檩体系或槽板、槽瓦与檩条、屋架构成的有檩体系。

2 单层混凝土结构房屋的结构布置应符合下列要求：

1) 房屋角部不应有贴建房屋；体型复杂的房屋应设防震缝；

2) 6~8 度时突出屋面的天窗应采用钢天窗架或矩形截面杆件的钢筋混凝土天窗架；9 度时，应为下沉式天窗或突出屋面钢天窗架。天窗屋盖与端壁板应为轻型板材；天窗架应从房屋端部第三柱间开始设置。天窗的端部不应为砖墙承重。

3) 房屋跨度大于 24m，或 8 度 III、IV 类场地和 9 度时，屋架应为钢屋架；柱距为 12m，允许为预应力混凝土托架。端部应有屋架；不应用山墙承重。

4) 砖围护墙应为外贴式，不应为一侧有墙另一侧敞开或一侧外贴而另一侧嵌贴，但单跨厂房允许两侧均为嵌贴式。

**A.2.2** 屋盖及柱间的支撑体系布置和构造的核查，允许按现行有关建筑抗震鉴定标准的规定执行。

**A.2.3** 结构构件现有的连接构造应符合下列规定，不符合时应采取相应的加强措施：

1 有檩屋盖的檩条与屋架（屋面梁）应焊牢；双脊檩应在跨度1/3处相互拉结；槽瓦、瓦楞铁、石棉瓦等与檩条的连接件不应漏缺或锈蚀。

2 大型屋面板应与屋架（屋面梁）焊牢，靠柱列的屋面板与屋架（屋面梁）的连接焊缝长度不应小于80mm；6、7度时，有天窗厂房单元的端开间，或8、9度各开间，垂直屋架方向两侧相邻的大型屋面板的顶面应彼此焊牢；8、9度时，大型屋面板端头底面的预埋件应采用角钢，并与主筋焊牢。

3 突出屋面天窗架的侧板与天窗立柱应用螺栓连接。

4 屋架（屋面梁）与柱子的连接，8度时应为螺栓，9度时应为钢板铰或螺栓；屋架（屋面梁）端部支承垫板的厚度不应小于16mm；柱顶预埋件应为直锚筋。有柱间支撑的柱子，柱顶预埋件还应有抗剪钢板；柱间支撑与柱连接节点预埋件的锚件，8度Ⅲ、Ⅳ类场地和9度时，应为角钢加端板。

5 山墙抗风柱与屋架（屋面梁）上弦应有螺栓连接；当抗风柱与屋架下弦相连接时，连接点应设在下弦横向支撑节点处。

**A.2.4** 围护墙现有的连接构造应符合下列规定：

1 纵墙、山墙、高低跨封墙和纵横跨交接处的悬墙，沿柱高每隔不大于500mm均应与柱（包括抗风柱）、屋架（包括屋面梁）端部、屋面板和天沟板有拉结。高低跨房屋的高跨封墙不应直接砌在低跨屋面上。

2 围护墙的圈梁应符合下列规定：

1) 梯形屋架端部上弦和柱顶标高处应有现浇钢筋混凝土圈梁各一道；

2) 8、9度时，应按上密下疏的原则沿墙高每隔4m左右有圈梁一道。沿山墙顶应有卧梁并应与屋架端部上弦高度处的圈梁

连接，不等高房屋的高低跨封墙和纵横跨交接处的悬墙，圈梁的竖向间距不应大于 3m。

3) 圈梁应闭合。

4) 圈梁与屋架或柱应有铁件连接；山墙卧梁与屋面梁、顶部圈梁与柱以及变形缝处与柱顶、屋架均应有拉结。

3 墙梁应采用现浇；当采用预制墙梁时，预制墙梁与柱应有可靠连接，梁底与其下的墙顶应有拉结；厂房转角处相邻的墙梁，应相互连接。

4 位于出入口、高低跨交接处和披屋上部的女儿墙应有防震措施。

**A.2.5 砌体内隔墙的构造应符合下列规定：**

1 独立隔墙的砌筑砂浆，实际达到的强度等级不应低于 M2.5。

2 到顶的内隔墙与屋架（屋面梁）下弦之间不应有拉结，但墙体应有稳定措施。

3 隔墙应与柱柔性连接或脱开，并应有稳定措施，顶部应有现浇钢筋混凝土压顶梁。

### A.3 多层和高层钢结构

**A.3.1** 多高层钢结构的抗震构造鉴定，应按表 A.3.1-1~表 A.3.1-3 的规定核查该房屋的高度、宽度和抗震等级。

表 A.3.1-1 钢结构房屋适用的最大高度 (m)

结构类型	6、7 度 (0.10g)	7 度 (0.15g)	8 度		9 度 (0.40g)
			(0.20g)	(0.30g)	
框架	120	90	90	70	50
框架-中心支撑	220	200	180	150	120
框架-偏心支撑（延性墙板）	250	220	200	180	160



表 A.3.1-2 钢结构民用房屋适用的最大高宽比

烈度	6、7 度	8 度	9 度
最大高宽比	6.5	6.0	5.5

表 A.3.1-3 丙类钢结构房屋的抗震等级

房屋高度	烈度			
	6	7	8	9
≤ 50m	四	三	二	一
> 50m	四	三	二	一

**A.3.2** 一、二级的钢结构房屋，应设置偏心支撑、带竖缝钢筋混凝土抗震墙板、内藏钢支撑钢筋混凝土墙板或消能支撑。采用框架结构时，甲、乙类建筑和高层的丙类建筑不应采用单跨框架。

**A.3.3** 采用框架-支撑结构的钢结构房屋应符合下列规定：

1 支撑框架在两个方向的布置均应基本对称。

2 三、四级且高度不大于 50m 的钢结构应选用中心支撑、偏心支撑或消能支撑。

3 中心支撑框架应采用交叉支撑、人字支撑或单斜杆支撑，不应采用 K 形支撑。支撑的轴线偏离梁柱轴线交点时的偏心距不应超过支撑杆件宽度。当中心支撑采用只能受拉的单斜杆体系时，应同时设置不同倾斜方向的两组斜杆，且每组中不同方向单斜杆的截面面积在水平方向的投影面积之差不应大于 10%。

4 偏心支撑框架的每根支撑应至少有一端与框架梁连接，并在支撑与梁交点和柱之间或同一跨内另一支撑与梁交点之间形成消能梁段。

5 采用消能支撑时，应选用人字支撑或成对布置的单斜杆支撑，不应采用 K 形或 X 形支撑。支撑与柱的夹角应在 35° ~55° 之间。

**A.3.4** 钢结构房屋的楼盖应按下列规定核查：

1 8、9 度时，应为压型钢板现浇钢筋混凝土组合楼板或现浇钢筋混凝土楼板，且应与钢梁连接牢固。

2 对转换层或楼板有大洞口的情况，应设置水平支撑。

**A.3.5** 钢结构房屋的地下室设置，应符合下列要求：

1 超过 50m 的房屋应设置地下室。

2 设置地下室时，框架-支撑（抗震墙板）结构中竖向连续布置的支撑（抗震墙板）应延伸至基础；钢框架柱应至少延伸至地下一层；其竖向荷载应直接传至基础。

**A.3.6** 框架柱的长细比，一级不应大于  $60\sqrt{235/f_{ay}}$ ，二级不应大于  $80\sqrt{235/f_{ay}}$ ，三级不应大于  $100\sqrt{235/f_{ay}}$ ，四级不应大于  $120\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

**A.3.7** 框架柱板件宽厚比，应符合表 A.3.7 的规定。

表 A.3.7 框架柱板件宽厚比限值

板件名称		一级	二级	三级	四级
柱	工字形截面翼缘外伸部分	10	11	12	13
	工字形截面腹板	43	45	48	52
	箱型截面壁板	33	36	38	40

注：表列数值适用于 Q235 钢，采用其他牌号钢材时，应乘以  $\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

**A.3.8** 梁柱构件的侧向支承应符合下列要求：

1 梁柱构件受压翼缘应根据需要设置侧向支承。

2 梁柱构件在出现塑性铰的截面，上下翼缘均应设置侧向支承。

3 相邻两侧向支承点间的构件长细比，应符合现行《钢结构通用规范》的规定。

**A.3.9** 梁与柱的连接构造应符合下列要求：

1 梁与柱的连接应采用柱贯通型。

2 柱在两个互相垂直的方向都与梁刚接时应为箱形截面，并在梁翼缘连接处设置隔板。

3 框架梁采用悬臂梁段与柱刚性连接时，应为全焊接。

4 下列焊接应为全熔透坡口焊缝：

1) 箱形柱翼缘与柱腹板；

2) 工字形柱翼缘与加劲肋；

3) 上下柱的对接接头。

**A.3.10** 中心支撑的杆件长细比和板件宽厚比限值应符合下列规定：

1 支撑杆件的长细比，按压杆设计时，不应大于  $120\sqrt{235/f_{ay}}$ ；一、二、三级中心支撑不得采用拉杆设计，四级采用拉杆设计时，其长细比不应大于 180。

2 支撑杆件的板件宽厚比，不应大于表 A.3.10 规定的限值。

表 A.3.10 钢结构中心支撑板件宽厚比限值

板件名称	一级	二级	三级	四级
翼缘外伸部分	8	9	10	13
工字形截面腹板	25	26	27	33
箱形截面壁板	18	20	25	30
圆管外径与壁厚比	38	40	40	42

注：表列数值适用于 Q235 钢，采用其他牌号钢材应乘以  $\sqrt{235/f_{ay}}$ ，圆管应乘以  $235/f_{ay}$ 。

**A.3.11** 中心支撑节点的构造应符合下列要求：

1 一、二、三级，支撑应采用 H 形钢制作，两端与框架采用刚接构造，梁柱与支撑连接处应设置加劲肋；一级和二级采用焊接工字形截面的支撑时，其翼缘与腹板的连接应采用全熔透连续焊接。

2 梁与 V 形支撑或人字支撑相交处，应设置侧向支承。

3 当一、二级支撑和框架采用节点板连接时，支撑端部至节点板最近嵌固点（节点板与框架构件连接焊缝的端部）在沿支撑杆件轴线方向的距离，不应小于节点板厚度的 2 倍。

**A.3.12** 偏心支撑框架消能梁段的钢材屈服强度不应大于 345MPa。消能梁段及与消能梁段同一跨内的非消能梁段，其板件的宽厚比不应大于表 A.3.12 规定的限值。

表 A. 3. 12 偏心支撑框架梁的板件厚度比限值

板件名称		宽厚比限值
翼缘外伸部分		8
腹板	当 $N/Af \leq 0.14$ 时	$90[1-1.65N/(Af)]$
	当 $N/Af > 0.14$ 时	$33[2.3-N/(Af)]$

注：表列数据适用于 Q235 钢，当材料为其他钢号时应乘以以  $\sqrt{235/f_{ay}}$ ， $N/(Af)$  为梁轴压比。

**A.3.13** 偏心支撑框架的支撑杆件长细比不应大于  $120\sqrt{235/f_{ay}}$ 。

**A.3.14** 消能梁段的构造应符合下列要求：

1 当  $N > 0.16Af$  时，消能梁段的长度应符合下列规定：

当  $\rho(A_w/A) < 0.3$  时

$$a < 1.6M_{lp}/V_l \quad (\text{A.3.14-1})$$

当  $\rho(A_w/A) \geq 0.3$  时

$$a \leq [1.15 - 0.5\rho(A_w/A)]1.6M_{lp}/V_l \quad (\text{A.3.14-2})$$

$$\rho = N/V \quad (\text{A.3.14-3})$$

式中：a——消能梁段的长度；

$\rho$ ——消能梁段轴向力设计值与剪力设计值之比。

- 2 消能梁段的腹板不得贴焊补强板，也不得开洞。
- 3 消能梁段与支撑连接处，应在其腹板两侧配制加劲肋。
- 4 消能梁段应在其腹板上设置中间加劲肋。

**A.3.15** 消能梁段与柱的连接应符合下列要求：

1 消能梁段与柱连接时，其长度不得大于  $1.6M_{lp}/V_l$ 。

2 消能梁段翼缘与柱翼缘之间应采用坡口全熔透对接焊缝连接。

3 消能梁段与柱腹板连接时，消能梁段翼缘与横向加劲板间应采用坡口全熔透焊缝。

**A.3.16** 消能梁段两端上下翼缘和非消能梁段上下翼缘均应设置侧向支撑。

## A.4 单层钢结构厂房

**A.4.1** 单层钢结构的结构布置应符合下列规定：

1 房屋角部不应有贴建房屋，房屋体型复杂的房屋，应有防震缝；防震缝宽度，一般情况下应为 50~90mm，纵横向交接处应为 100~150mm。

2 突出屋面天窗的端部不应为砖墙承重，房屋两端和中部不应为无屋架的砖墙承重。

3 工作平台应与排架柱脱开或柔性连接。

4 砌体围护墙应为外贴式并与柱可靠拉结，不应为一侧有墙另一侧敞口或一侧外贴而另一侧嵌砌。

5 仅一端有山墙房屋的敞开端和不等高房屋高跨的边柱列等存在扭转效应时，其内力增大部位的构造鉴定要求应适当提高。

6 在同一结构单元内，不应为不同的结构形式。

7 房屋横向抗侧力体系应为钢架或屋架与柱有固结的框架；房屋纵向抗侧力体系应为柱间支撑。

**A.4.2** 屋盖和柱间的支撑布置和构造的核查，允许按现行有关建筑抗震鉴定标准的规定执行。

**A.4.3** 钢柱长细比不应超过表 A.4.3 的规定。

表 A.4.3 钢柱的最大长细比

钢材牌号	$\rho < 0.2$	$\rho \geq 0.2$
Q235	120	150 (1- $\rho$ )
Q345	100	120 (1- $\rho$ )

注： $\rho$  是指钢柱组合轴压力设计值与按屈服强度计算的承载力之比。

**A.4.4** 房屋构件连接构造应符合下列规定：

1 构件在可能产生塑性铰的最大应力区内，不应有焊接接头。

2 屋盖横梁与柱顶铰接时，应为螺栓连接；刚接框架的屋架上弦与柱相连的连接板，不应出现塑性变形。

3 钢柱柱脚应有保证传递柱身承载力的措施，应为插入式或埋入式柱脚。

4 焊接构件不应为交叉焊接。

5 房屋结构构件的连接构造应符合下列规定：

- 1) 檩条、大型屋面板应与屋架（屋面梁）焊牢；压型钢板应与檩条连接牢固；槽瓦、瓦楞铁、石棉瓦等应与檩条拉结。
- 2) 天窗架与屋架，屋架、托架与柱子，屋盖支撑与屋架，柱间支撑与排架柱之间应有连接；8度时柱间支撑与柱连接节点的预埋件应有可靠锚固。天窗侧板与天窗立柱应采用螺栓连接。
- 3) 屋架（屋面梁）与柱子的连接，8度时应采用螺栓；有柱间支撑的柱，柱顶预埋件还应有抗剪钢板。柱间支撑与柱连接节点预埋件的锚件，8度Ⅲ、Ⅳ类场地时，应采用角钢加端板。
- 4) 山墙抗风柱与屋架（屋面梁）上弦应有可靠连接；当抗风柱与屋架下弦相连接时，连接点应设在下弦横向支撑节点处。

**A.4.5** 围护墙的构造应符合下列规定：

1 7、8度时，钢筋混凝土墙板与厂房柱或屋架间的连接应为柔性连接。

2 纵墙、山墙、高低跨封墙和纵横跨交接处的悬墙，沿柱高每隔10皮砖均应有 $2\phi 6$ 钢筋与柱（包括抗风柱）、屋架（包括屋面梁）端部、屋面板和天沟板可靠拉结。高低跨厂房的高跨封墙不应直接砌在低跨屋面上。

3 砖围护墙的圈梁应符合下列要求：

- 1) 7、8度时，梯形屋架端部上弦和柱顶标高处应有现浇钢筋混凝土圈梁各一道，但屋架端部高度不大于900mm时允许合并设置。
- 2) 8度时，沿墙高每隔4~6m应有圈梁一道。沿山墙顶应有卧梁并应与屋架端部上弦高度处的圈梁连接。
- 3) 圈梁与屋架或柱应连接牢固；山墙卧梁与屋面板应有拉结。
- 4) 预制墙梁与柱应有可靠连接，梁底与其下的墙顶应有拉结。

**A.4.6** 砌体内隔墙的构造应符合下列规定：

- 1 独立隔墙的砌筑砂浆，实际达到的强度等级不应低于 M2.5。
- 2 到顶的内隔墙与屋架（屋面梁）下弦之间不应有拉结，但墙体应有稳定措施。

## A.5 多层砌体结构

**A.5.1** 既有多层砌体建筑的结构体系和结构布置，应符合下列规定：

1 多层砌体房屋实际的层数和总高度不应超过表 A.5.1-1 规定的限值；对乙类设防及横墙较少的房屋总高度，应比表 A.5.1-1 的规定降低 3m，层数相应减少一层；各层横墙很少的房屋，还应再减少一层。

表 A.5.1-1 多层砌体房屋的层数和总高度限值 (m)

砌体类别	最小 墙厚 (mm)	烈度							
		6		7		8		9	
		高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
普通砖	240	24	八	21	七	18	六	12	四
多孔砖	240	21	七	21	七	18	六	12	四
	190	21	七	18	六	15	五	不得采用	
混凝土小砌块	190	21	七	18	六	15	五		
混凝土中砌块	200	18	六	15	五	9	三		
粉煤灰中砌块	240	18	六	15	五	9	三		

2 房屋抗震横墙的最大间距，不应超过表 A.5.1-2 的要求。

表 A.5.1-2 多层砌体房屋的抗震横墙最大间距 (m)

楼盖、 屋盖类别	普通砖、多孔砖房屋				中砌块房屋			小砌块房屋		
	6度	7度	8度	9度	6度	7度	8度	6度	7度	8度
现浇和装配 整体式钢筋 混凝土	18	18	15	11	13	13	10	15	15	11
装配式钢筋 混凝土	15	15	11	7	10	10	7	11	11	7
木	11	11	7	4	不得采用					

**A.5.2** 既有砌体房屋在下列部位应有钢筋混凝土构造柱或芯柱：

1 砖砌体房屋的钢筋混凝土构造柱应按表 A.5.2-1 的要求核查，粉煤灰中砌块房屋应根据增加一层后的层数，按表 A.5.2-1 的要求核查；

表 A.5.2-1 多层砌体房屋的抗震横墙最大间距 (m)

房屋层数				设置部位	
6 度	7 度	8 度	9 度		
四、五	三、四	二、三	一	外墙四角，错层部位横墙与外纵墙交接处，较大洞口两侧，大房间内外墙交接处	7、8 度时，楼梯间、电梯间四角
六~八	五、六	四	二		隔开间横墙（轴线）与外墙交接处，山墙与内纵墙交接处；7~9 度时，楼梯间、电梯间四角
一	七	五、六	三、四		内墙（轴线）与外墙交接处，内墙的局部较小墙垛处；7~9 度时，楼梯间、电梯间四角；9 度时内纵墙与横墙（轴线）交接处

3 混凝土中砌块房屋的钢筋混凝土芯柱应按表 A.5.2-3 的要求核查；

表 A.5.2-2 混凝土中砌块房屋芯柱设置要求

烈度	设置部位
6、7 度	外墙四角，楼梯间四角，大房间内外墙交接处，山墙与内纵墙交接处，隔开间横墙（轴线）与外纵墙交接处
8 度	外墙四角，楼梯间四角，横墙（轴线）与纵墙交接处，横墙门洞两侧，大房间内外墙交接处

**A.5.3 钢筋混凝土圈梁的布置应闭合，且应符合下列要求：**

1 装配式钢筋混凝土楼盖、屋盖或木楼盖、屋盖的砖房，横墙承重时，现浇钢筋混凝土圈梁设置应符合表 A.5.3 的规定；纵墙承重时每层均应有圈梁。

2 砌块房屋采用装配式钢筋混凝土楼盖时，每层均应有圈梁，圈梁的间距应按表 A.5.3 提高一度的要求核查。



表 A.5.3 多层砌体房屋现浇钢筋混凝土圈梁的设置要求

墙类和配筋量		烈度		
		6、7度	8度	9度
墙类	外墙和内纵墙	屋盖处及隔层楼盖处应有	屋盖处及每层楼盖处均应有	屋盖处及每层楼盖处均应有
	内横墙	屋盖处及隔层楼盖处处应有；屋盖处间距不应大于7m；楼盖处间距不应大于15m；构造柱对应部位	屋盖处及每层楼盖处均应有；屋盖处沿所有横墙，且间距不应大于7m；楼盖处间距不应大于7m；构造柱对应部位	屋盖处及每层楼盖处均应有；各层所有横墙应有

**A.5.4 砌体房屋的连接构造应符合下列要求：**

1 楼盖、屋盖的钢筋混凝土梁或屋架应与墙、柱（包括构造柱、芯柱）或圈梁连接，梁与砖柱的连接不应削弱柱截面，各层独立砖柱顶部应在两个方向均有连接。

2 坡屋顶房屋的屋架应与顶层圈梁有连接，檩条或屋面板应与墙及屋架有连接，房屋出入口和人流通道处的檐口瓦应与屋面构件锚固。

**A.5.5 房屋中易引起局部倒塌的部件及其连接，应分别符合下列规定：**

1 后砌的非承重砌体隔墙应沿墙高每隔 500mm 有钢筋与承重墙或柱拉结，并每边伸入墙内不应小于 500mm；8 度和 9 度时长度大于 5.0m 的后砌非承重砌体隔墙的强顶，尚应与楼板或梁有拉结。

2 下列非结构构件的构造不符合要求时，位于出入口或人流通道处应加固或采取相应措施：

- 1) 预制阳台应与圈梁和楼板的现浇板带有可靠连接；
- 2) 钢筋混凝土预制挑檐应有锚固；
- 3) 附墙烟囱及出屋面的烟囱应有竖向钢筋。

3 门窗洞处不应为无筋砖过梁；过梁支承长度，6~8 度时不应小于 240mm，9 度时不应小于 360mm。

## A.6 底层框架结构

**A.6.1** 既有建筑底层框架砖房的结构体系和结构布置应符合下列基本要求：

1 房屋实际的最大高度和层数不应超过表 A.6.1-1 的限值。

表 A.6.1-1 B 类内框架和底层框架砖房最大高度 (m) 和层数限值

房屋类别	6 度		7 度		8 度		9 度	
	高度	层数	高度	层数	高度	层数	高度	层数
底层框架砖房	19	六	19	六	16	五	11	三

2 房屋抗震横墙的最大间距应符合表 A.6.1-2 的规定。

表 A.6.1-2 B 类内框架和底层框架砖房抗震横墙的最大间距 (m)

房屋类别		烈度			
		6 度	7 度	8 度	9 度
底层框架砖房	上部各层	同表 A.3.1-2 砖房部分			
	底层	25	21	18	15

3 底层框架砖房的底层和第二层，应符合下列要求：

- 1) 在纵横两个方向均应有一定数量的抗震墙，每个方向第二层与底层侧向刚度的比值，7 度时不应大于 3.0，8、9 度时不应大于 2.0，且不应小于 1.0；抗震墙 8、9 度时应为钢筋混凝土墙，6、7 度时允许为嵌砌在框架间的砌体墙；当底层的墙体在平面布置不对称时，应考虑扭转的不利影响。
- 2) 底层框架不应为单跨；其轴压比，7、8、9 度时分别不应大于 0.9、0.8、0.7。

**A.6.2** 底层框架的砖抗震墙厚度不应小于 240mm，砖实际达到的强度等级不应低于 MU7.5；砌筑砂浆实际达到的强度等级，6、7 度时不应低于 M2.5，8、9 度时不应低于 M5；框架梁、柱实际达到的强度等级不应低于 C20，9 度时不应低于 C30。

**A.6.3** 房屋按整体牢固性要求采取的连接构造，应符合下列规定：

1 底层框架砖房的上部，应根据房屋的高度和层数按多层砖房

的要求核查钢筋混凝土构造柱设置。

**2** 底层框架砖房的底层楼盖和屋盖，应有现浇或装配整体式钢筋混凝土板，采用装配式钢筋混凝土楼盖、屋盖各楼层，均应有现浇钢筋混凝土圈梁。

## 附录 B 纤维复合材安全性能鉴定标准

**B.0.1** 结构加固用的纤维复合材，其安全性能指标应分别符合表 B.0.1-1、表 B.0.1-2 和表 B.0.1-3 的要求。

表 B.0.1-1 碳纤维复合材安全性能鉴定标准

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	—	—
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； 对钢基材：≥ 3.5，且不得为粘附破坏				
单位面积	人工粘贴	≤ 300			—	
质量(g/m <sup>2</sup> )	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。

表 B.0.1-2 芳纶纤维复合材安全性能鉴定标准

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
弯曲强度(MPa)		≥ 400	≥ 300	—	—
层间剪切强度(MPa)		≥ 40	≥ 30	≥ 45	≥ 35
纤维复合材与基材 正拉粘结强度(MPa)		≥ 2.5，且为混凝土内聚破坏			
单位面积	人工粘贴	≤ 450		—	
质量(g/m <sup>2</sup> )	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。

表 B.0.1-3 玻璃纤维复合材安全性能鉴定标准

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
弯曲强度(MPa)		≥600	≥500
层间剪切强度(MPa)		≥40	≥35
纤维复合材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 <sup>2</sup> )	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 C 结构加固用胶安全性能鉴定标准

**C.0.1** 既有建筑粘接加固应使用经过改性的结构胶粘剂（简称结构胶，以下同）。加固用的结构胶，按其最高使用温度分为以下三类：

- 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。

**C.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基本性能指标、长期工作安全性能指标和耐介质侵蚀能力指标。其基本性能鉴定标准应分别符合表 C.0.2-1、表 C.0.2-2、表 C.0.2-3 和表 C.0.2-4 的规定。其长期工作安全性鉴定标准和耐介质侵蚀能力鉴定标准应分别符合表 C.0.6-1 和表 C.0.6-2 的规定。

C.0.2-1 以混凝土为基材，粘贴钢材用结构胶基本性能鉴定标准

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		
粘 结 能 力	钢对钢拉 伸抗剪强 度(MPa)	标准值	(23±2)℃ (50±5)%RH	≥15	≥12	≥18	
		平均值	(60±2)℃、10min	≥17	≥14	—	—
			(95±2)℃、10min	—	—	≥17	—
			(125±3)℃、10min	—	—	—	≥14
			(-45±2)℃、30min	≥17	≥14	≥20	
	钢对钢对接粘结 抗拉强度(MPa)	在(23±2)℃、 (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						
热变形温度 (℃)			固化、养护 21d， 到期使用 0.45MPa 弯 曲应力的 B 法测定	≥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 C.0.2-2 以混凝土为基材，粘贴纤维复合材用结构胶基本性能鉴定标准

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			
粘 结 能 力	钢对钢 拉伸抗 剪强度 (MPa)	标准值	(23±2)℃ (50±5)%RH	≥14	≥10	≥16	
		平均值	(60±2)℃、10min	≥16	≥12	—	—
	(95±2)℃、10min		—	—	≥15	—	
	(125±3)℃、10min		—	—	—	≥13	
	(-45±2)℃、30min		≥16	≥12	≥18		
	钢对钢对接粘结 抗拉强度(MPa)	在 (23±2)℃、 (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 (℃)		使用 0.45MPa 弯曲 应力的 B 法	≥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 C.0.2-3 以混凝土为基材，锚固用结构胶基本性能鉴定标准

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		
粘 结 能 力	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 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)			≤25	≤40	≤20		
热变形温度 (℃)	使用 0.45MPa 弯曲应 力的 B 法		≥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 C.0.2-4 锚固用快固型结构胶基本性能鉴定标准

检验项目			性能要求
粘 结 能 力	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 检验抗剪强度标准值时，试件数量不应少于 15 个；

3 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。

**C.0.3** 以钢为基材，粘接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基本性能指标、长期工作安全性能指标和耐介质侵蚀能力指标，其基本性能鉴定标准应符合表 C.0.3-1 和表 C.0.3-2 的规定；其长期工作性能鉴定标准和耐介质侵蚀能力鉴定标准，应分别符合表 C.0.6-1 和表 C.0.6-2 的规定。

表 C.0.3-1 以钢为基材，粘贴钢加固件的结构胶基本性能鉴定标准

检 验 项 目			检 验 条 件	检 验 合 格 指 标			
				I 类胶		II 类胶	III类胶
				AAA 级	AA 级		
粘 结 能 力	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)		试件粘合后养护	≥40	≥33	≥35	≥38
	钢对钢 T 冲击剥 离长度 (mm)		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)		5)%RH条件下测试	≥30	≥25	≥35	
热变形温度 (℃)			使用 0.45MPa 弯 曲应力的 B 法	≥65		≥100	≥130

注：表中各项指标，除标有标准值外，均为平均值。

表 C.0.3-2 以钢为基材，粘贴纤维复合材的结构胶基本性能鉴定标准

检验项目			检验条件	检验合格指标			
				I类胶		II类胶	III类胶
				AAA级	AA级		
粘 结 能 力	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	≥17	≥14	≥17	
		平均值	(95±2)℃;10min	—	—	≥15	—
			(125±3)℃;10min	—	—	—	≥12
			(-45±2)℃;30min	≥19	≥16	≥19	
	钢对钢对接接头 抗拉强度(MPa)	试件粘合后养护	≥45	≥40	≥45	≥38	
	钢对钢 T 冲击剥 离长度 (mm)	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)	5)%RH条件下测试	≥30	≥25	≥35		
热变形温度(℃)			使用 0.45MPa 弯 曲应力的 B 法	≥65		≥100	≥130

注：表中各项指标，除标有标准值外，均为平均值。

**C.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。

**C.0.5** 以木材为基材，粘接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 木材与木材粘接的安全性能鉴定标准，应符合表 C.0.5 的规定；

2 木材与钢材粘接的安全性能指标，应按钢结构加固用胶安全性能合格标准采用。

表 C.0.5 木材与木材粘结室温固化型结构胶安全性能鉴定标准

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
性 能	木材对木材横纹正拉粘结强度 $f_t^b$ (MPa)		$f_t^b \geq f_{t,90}$ ，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%	

**C.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的鉴定标准应符合表 C.0.6 的规定。

表 C.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
	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:			
		(60±2)℃	≤ 5	—	—	—
		(95±2)℃	—	—	≤ 5	—
		(125±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 (5.0 MPa) 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 40Hz、应力比为 5:1.5 (5:1)、最大应力为 4.0MPa (5.0 MPa) 的疲劳荷载下进行钢对钢拉伸抗剪试验	经 2×10 <sup>6</sup> (5×10 <sup>6</sup> ) 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。

## 附：起草说明

### 一、起草单位

#### （一）起草单位

四川省建筑科学研究院、中国建筑科学研究院、中冶建筑研究总院有限公司、清华大学、同济大学、武汉大学、哈尔滨工业大学、重庆大学、湖南大学、合肥工业大学、太原理工大学、山东建筑大学、南方科技大学、中国人民解放军后勤工程学院、北京建筑大学、上海市房地产科学研究院、山东省建筑科学研究院、福建省建筑科学研究院、上海市建筑科学研究院、中国建筑西南设计研究院有限公司、中国科学院大连化学物理研究所、中国建筑标准设计研究院有限公司、慧鱼（太仓）建筑锚栓有限公司、喜利得（上海）有限公司、广西建工集团第五建筑工程有限责任公司、北京筑福建筑科学研究院有限责任公司、江苏东南特种技术工程有限公司、北京市建筑工程研究院有限责任公司、北京发研工程技术有限公司、北京三茂建筑工程检测鉴定有限公司、深圳市清华苑工程结构鉴定有限公司、法施达（大连）工程材料有限公司、湖南固特邦土木技术发展有限公司、机械工业勘察设计研究院、广州华特建筑设计事务所

### 二、术语

#### 1、调查

通过查阅档案、文件，现场勘查和询问等手段进行的信息收集活动。

#### 2、检测

对结构的状况或性能所进行的现场测量和取样试验等工作。

#### 3、安全性鉴定

对民用建筑的结构承载力和结构整体稳定性所进行的调查、检测、验算、分析和评定等一系列活动。

#### 4、结构加固

对可靠性不足或业主要求提高可靠度的承重结构、构件及其相关部分采取增强、局部更换或调整其内力等措施，使其具有现行设计规范及业主所要求的安全性、耐久性和适用性。

#### 5、加固设计工作年限

加固设计规定的结构、构件加固后无需重新进行检测、鉴定即可按其预定目的使用的时间。

### 三、条文说明

为便于政府有关管理部门和建设、设计、施工、科研等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，规范起草组按照条、款顺序编制了本规范的条文说明。但本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

**1.0.1** 本条规定了制定本规范的目的和要求，根据《住房和城乡建设部分技术规范研编工作要求》（建标标函[2016]156号），在总结实践经验和科研成果的基础上，制定了本标准。该规范是控制性底线要求，是政府依法行政、依法履职的技术依据。

**1.0.2** 本条规定了本规范的适用范围，与其他相关规范相对应，以便于配套使用。

**1.0.3** 本条规定了既有建筑加固工程的基本原则，并针对为保障安全、质量、卫生、环保和维护公共利益所必需达到的最低指标和要求作出统一的规定。

**1.0.4** 本条主要是对本规范在实施中与法律、法规及其他相关规范配套使用的关系作出规定。

**2.0.1** 既有建筑应定期进行安全性检查与评定，以排除其中存在的安全隐患。单独进行安全性检查与评定，不论在工作量或所使用的手段上，均与系统地进行可靠性鉴定有较大差别，显然在这种情况下，可以收到提高工效和节约费用的良好效果。

**2.0.2** 由于目前全国均为抗震设防区，故在进行可靠性鉴定时，均

应与抗震鉴定结合进行，且鉴定后采取的处理措施也应与抗震加固措施一并提出。随意拆除尚处在设计工作年限内的建筑物，势必会突破保障安全、质量、卫生、环保和维护公共利益所必需达到的最低指标和要求。

**2.0.3** 众多的工程实践经验表明，承重结构的加固效果，除了与其所采用的方法有关外，还与该建筑物现状有着密切的关系。一般而言，结构经局部加固后，虽然能提高被加固构件的安全性，但这并不意味着该承重结构的整体承载便一定是安全的。因为就整个结构而言，其安全性还取决于原结构方案及其布置是否合理，构件之间的连接、拉结是否系统而可靠，其原有的构造措施是否得当与有效等等；而这些就是结构整体稳固性（robustness）的内涵；其所起到的综合作用就是使结构具有足够的延性和冗余度。因此，本规范要求专业技术人员在承担结构加固设计时，应对该承重结构的整体稳固性进行检查与评估，以确定是否需作相应的加强。此外，应保证既有建筑在紧急状态和灾害作用（如火灾）下的可靠性，以使人员从既有建筑中安全撤离。

**2.0.4** 本条规定了既有基础结构加固时的基本原则，包括：材料、产品与设备的底线要求，加固设计、施工与竣工验收的程序、要求和依据，以及使用不符合现行工程建设强制性标准规定的新技术、新工艺和新材料的原则等。

既有基础结构的加固设计，系以委托方提供的结构用途、使用条件和使用环境为依据进行的。倘若加固后任意改变其用途、使用条件或使用环境，将显著影响结构加固部分的安全性及耐久性。因此，改变前必须经技术鉴定或设计许可，否则其后果将很严重。

**3.1.1** 本条引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 4.1.1 条和 4.1.2 条。

本条规定了民用建筑可靠性鉴定前期工作项目，并着重指出：



不论鉴定范围大小，均应对受鉴定建筑物整体稳固性的现状进行调查。这是对我国唐山大地震和 5.12 汶川强震血的教训的总结。因为通过一般检测和鉴定，虽然能够查明这结构每一构件是否安全，但这并不意味着可以据以判断该承重结构体系的整体承载是否安全。因为就结构体系而言，其整体的安全性还在很大程度上取决于原结构方案及其布置是否合理，构件之间的连接、拉结和锚固是否系统而可靠，其原有的构造措施是否得当与有效等等；而这些就是结构整体稳固性（robustness）的内涵；其所起到的综合作用就是使结构具有足够的延性和冗余度，以防止因偶然作用而导致的局部破坏发展成为整个结构的倒塌，甚至连续倒塌。因此，本标准要求专业技术人员在承担结构的安全性鉴定时，应对该承重结构的整体稳固性进行调查与评估，以确定是否需作相应的加强。

**3.1.2** 本条引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 4.1.3 条。

结构鉴定与加固应有相应的资料作为依据。当结构存在资料缺失或失真现象时，应对其核实和补测作为依据，保证结构鉴定与加固的可行性。

**3.1.3** 本条引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 3.2.3 条。

条文中规定的初步调查和详细调查的工作内容较为系统，但不要求全面执行，故采用了“可根据实际需要选定”的措词。至于每一调查项目需做哪些具体检查工作，还需根据实际所遇到的问题进行研究，才能使鉴定人员所制定的检测、试验工作大纲具有良好的针对性。另外，需要说明的是：“详细调查”一词在本标准中是作为概括性的泛指词使用的，它包括了访问、查档、验算、检验和现场检查实测等涵义。

**3.1.4** 本条部分引自《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344-2004 第 3.2.9 条。

在建筑结构检测中，当采用局部破损方法检测时，在检测工作

完成后应进行结构构件受损部位的修补工作，在修补中宜采用高于构件原设计强度等级的材料。

**3.2.1** 本条规定了场地调查与检测时的规定，包括：抗震不利、资料不全及边坡场地的基本规定。

**3.2.2** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 4.3.2 条。

当需通过现场检测确定地基承载力时，可按现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 和现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的方法进行确定。

**3.3.1** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 4.3.3 条。

本条提出了上部结构现状的调查与检测的项目、方法和要求，可供鉴定工作者执行本标准时使用。

**3.3.2** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 4.3.4 条和 4.3.6 条。

本条提出了上部结构现状的调查与检测的项目、方法和要求，可供鉴定工作者执行本标准时使用。

**3.4.1** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 6.1.2 条。

根据震害总结，6、7 度时主体结构完好，以女儿墙、填充墙的损坏为主，吸取汶川地震教训，强调了楼梯间的填充墙；8、9 度时主体结构有破坏且不规则结构等加重震害。据此，本条提出了不同烈度下的主要薄弱环节，作为检查重点。

**3.4.2** 震害表明，装配式结构的整体性和连接的可靠性是影响其抗震性能的重要因素。

**3.4.3** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 5.1.2 条。

本条明确了鉴定时重点检查的主要项目。地震时不同烈度下多层砌体房屋的破坏部位变化不大而程度有显著差别，其检查重点基

本上可不按烈度划分。

**3.4.4** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 7.1.2 条。

根据震害经验，内框架和底层框架房屋抗震鉴定的内容与钢筋混凝土、砌体房屋有所不同，但均从结构体系合理性、材料强度、梁柱墙体等构件自身的构造和连接的整体性、易损易倒的非结构构件的局部连接构造等方面和构件承载力加以综合评定。本条同样明确规定了鉴定的项目，使这类结构房屋的鉴定工作规范化。

**3.4.5** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 8.1.2 条。

震害表明，装配式结构的整体性和连接的可靠性是影响其抗震性能的重要因素。

**3.4.6** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 9.1.2 条。

这类房屋的震害特征不同于多层砖房。根据其震害规律，提出了不同烈度下的薄弱部位，作为检查的重点。

**3.4.7** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 10.1.2 条和第 10.1.3 条。

木结构房屋要检查所处的场地条件，主要依据日本的统计资料：不利地段，冲积层厚度大于 30m、回填土厚度大于 4m 及地表水、地下水容易积集或地下水位高的场地，都能加重震害。同时，木结构房屋可不进行抗震承载力验算。

**3.4.8** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 10.2.2 条和第 10.3.2 条。

**4.1.1** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 3.2.5 条和第 3.3.1 条。

《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 3.2.5 条采用的结构可靠性鉴定方法，其另一要点是：根据分级模式设计的评定程序，将复杂的建筑结构体系分为相对简单的若干层次，然后分层分项进行检查，逐层逐步进行综合，以取得能满足实用要求的可靠

性鉴定结论。为此，根据民用建筑的特点，在分析结构失效过程逻辑关系的基础上，本标准将被鉴定的建筑物划分为构件（含连接）、子单元和鉴定单元三个层次，对安全性和可靠性鉴定分别划分为四个等级；对使用性鉴定划分为三个等级。然后根据每一层次各检查项目的检查评定结果确定其安全性、使用性和可靠性的等级，至于其具体的鉴定评级标准，则由本标准的各有关章节分别给出。这里需要说明的是：

**1** 关于鉴定“应从第一层开始，逐层进行”的规定，系就该模式的构成及其一般程序而言，对有些问题，如地基的鉴定评级等，由于不能细分为构件，故允许直接从第二层开始。

**2** “检查项目”的检查评定结果最为重要，它不仅是各层次、各组成部分鉴定评级依据，而且还是处理所查出问题的主要依据。至于子单元（包括其中的每种构件集）和鉴定单元的评定结果，由于经过了综合，只能作为对被鉴定建筑物进行科学管理和宏观决策的依据；如据以制定维修计划、决定建筑群维修重点和顺序、使业主对建筑物所处的状态有概念性的认识等等，而不能据以处理具体问题。这在执行本标准时应加以注意。

**3** 根据详细调查结果，以评级的方法来划分结构或其构件的完好和损坏程度，是当前国内外评估建筑结构安全性、使用性和可靠性最常用的方法，且多采取文字（言词）与界限值相结合方式划分等级界限，然而值得注意的是，由于分级和界限性质的不同，各国标准、指南或手册中所划分的等级，其内涵将有较大差别，不能随意等同对待，本标准采用的虽然也是同样形式的分级方法，但其内涵由于考虑了与结构失效概率（或对应的可靠指标）相联系，与现行设计、施工规范相接轨，并与处理对策的分档相协调，因而更具有科学性和合理性，也更切合实用的要求。

**4** 国内外实践经验表明，分级的档数宜适中，不宜过多或过

少。因为级别过多或过少，均难以恰当地给出有意义的分级界限，故一般多根据鉴定的种类和问题的性质，划分为三至五级，个别有六级，但以分为四级居多。本标准根据专家论证结果，对安全性和可靠性鉴定分为四级；对使用性鉴定为三级；其所以少分一个等级，是因为考虑到使用性鉴定不存在类似“危及安全”这一档；不可能作出“必须立即采取措施”的结论。

**4.1.2** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 1.0.4 条和第 1.0.5 条。

鉴于现有建筑需要鉴定和加固的数量很大，情况又十分复杂，如结构类型不同、建筑年代不同、设计时所采用的设计规范、地震动区划图的版本不同、施工质量不同、使用者的维护不同、投资方不同，导致彼此的抗震能力有很大的不同，需要根据实际情况区别对待和处理，使之在现有的经济技术条件下分别达到最大可能达到的抗震设防要求。

**4.2.1** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 构件安全性鉴定评级章节。

**4.2.2** 本条根据规范验收会议专家所提意见修改。

**4.2.3** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 构件安全性鉴定评级章节。

构件承载能力验算分级标准，是根据《建筑结构可靠度设计统一标准》的可靠性分析原理和本标准统一制定的分级原则确定的，其优点是能与《建筑结构可靠度设计统一标准》规定的两种质量界限挂钩，并与设计采用的目标可靠指标接轨

**4.2.4** 本条第 1 款引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 第 6.2.2 条，第 2 款引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 5.3.2 条，第 3 款引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 5.4.5 条，第 4 款引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015

第 5.5.6 条。

**4.2.5** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 构件安全性鉴定评级章节。

大量的工程鉴定经验表明，即使结构构件的承载能力验算结果符合标准对安全性的要求，但若构造不当，其所造成的问题仍然可导致构件或其连接的工作恶化，以致最终危及结构承载的安全。因此，有必要设置此重要的检查项目，对结构构造的安全性进行检查与评定。

**4.2.6** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 构件安全性鉴定评级章节。

**4.2.7** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 第 6.2.5 条，《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 5.2.5 条。

**4.2.8** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 第 6.3.8 条，《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 5.3.5 条~第 5.3.10 条。

当构件的锈蚀已达一定深度，则其所造成的问题将不仅仅是单纯的截面削弱，还会引起钢材更深处的晶间断裂或穿透，这相当于增加了应力集中的作用，显然要比单层的截面减少更为严重。

另外，由于实际锈蚀的不均匀性，受锈蚀构件可能产生受力偏心，而显著影响其承载力。因此，锈蚀为钢结构构件安全性鉴定的一个重要子项。

**4.2.9** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 第 6.4.5 条、第 6.4.6 条，《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 5.4.5 条。

考虑到砌体结构的特性，当承重能力严重不足时，相应部位便会出现受力性裂缝。这种裂缝即使很小，也具有同样的危害性。因此，本规范作出本条规定。

**4.2.10** 本条引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第

5.5.5 条和第 5.5.6 条。

随着木纹倾斜角度的增大，木材的强度将很快下降，如果伴有裂缝，则强度将更低。因此，在木结构构件的安全性鉴定中应考虑斜纹及斜裂缝对其承载能力的严重影响。

**4.3.1** 本条引自《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144-2008 第 7.1.1 条，《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.1.1 条。

本条规定了建筑物子系统的划分，该划分方案，概念清晰，可操作性强，便于问题的处理。

**4.3.3** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.2 条。

**4.3.4** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 3.0.6 条，本条要求针对既有建筑存在的有利和不利因素，对有关的鉴定要求可予以适当调整：

对建在 IV 类场地、复杂地形、不均匀地基上的建筑以及同一建筑单元存在不同类型基础时，应考虑地震影响复杂和地基整体性不足等的不利影响。这类建筑要求上部结构的整体性更强一些，或抗震承载力有较大富余，一般可根据建筑实际情况，将部分抗震构造措施的鉴定要求按提高一度考虑，例如增加地基梁尺寸、配筋和增加圈梁数量、配筋等的鉴定要求。

对有全地下室、箱基、筏基和桩基的建筑可放宽对上部结构的部分构造措施要求，如圈梁设置可按降低一度考虑，支撑系统和其他连接的鉴定要求，可在一度范围内降低，但构造措施不得全面降低。

对密集建筑群中的建筑，例如市内繁华商业区的沿街建筑，房屋之间的距离小于 8m 或小于建筑高度一半的居民住宅等，根据实际情况对较高的建筑的相关部分，以及防震缝两侧的房屋局部区域，构造措施按提高一度考虑。

对建造于 7 度（0.15g）和 8 度（0.30g）设防区的既有建筑，当场地类别为 III、IV 类时，与现行设计规范协调，也要求分别按 8

度和 9 度的构造措施进行鉴定。

**4.3.5** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.2 条。

在已建成建筑物的地基安全性鉴定中，虽然一般多认为采用按地基变形鉴定的方法较为可行，但在有些情况下，它并不能取代按地基承载力鉴定的方法。况且，多年来国内外的研究与实践也表明，若能根据建筑物的实际条件及地基土的种类，合理地选用或平行地使用原位测试方法、原状土室内物理力学性质试验方法和近位勘探方法等进行地基承载力检验，并对检验结果进行综合评价，同样可以使地基安全性鉴定取得可信的结论。为此，本条从以上所述的两种方法出发，对地基安全性鉴定的基本要求作出了规定。

**4.3.6** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.3 条。

当地基发生较大的沉降和差异沉降时，其上部结构必然会有明显的反应，如建筑物下陷、开裂和侧倾等。通过对这些宏观现象的检查、实测和分析，可以判断地基的承载状态，并据以作出安全性评估。在一般情况下，当检查上部结构未发现沉降裂缝，或沉降观测表明，沉降差小于现行设计规范允许值，且已停止发展时，显然可以认为该地基处于安全状态，并可据以划分  $A_u$  级的界线。若检查上部结构发现砌体有轻微沉降裂缝，但未发现有发展的迹象，或沉降观测表明，沉降差已在现行规范允许范围内，且沉降速度已趋向终止时，则仍可认为该地基是安全的。并可据以划分  $B_u$  级的界线，在明确了  $A_u$  级与  $B_u$  级的评定标准后，对划分  $C_u$  级与  $D_u$  级的界线就比较容易了，因为就两者均属于需采取加固措施而言， $C_u$  级与  $D_u$  级并无实质性的差别，只是在采取加固措施的时间和紧迫性上有所不同。因此，可根据差异沉降发展速度或上部结构反应的严重程度来作出是否必须立即采取措施的判断，从而也就划分了



$C_u$  级与  $D_u$  级的界线。

另外，需要指出的是，已建成建筑物的地基变形与其建成后所经历的时间长短有着密切关系，对砂土地基，可认为在建筑物完工后，其最终沉降量便已基本完成；对低压缩性粘土地基，在建筑物完工时，其最终沉降量才完成不到 50%；至于高压缩性粘土或其它特殊性土，其所需的沉降持续时间则更长。为此，本条指出：本评定标准仅适用于建成已 2 年以上建筑物的地基。若为新建房屋或建造在高压缩性粘性土地基上的建筑物，则尚应根据当地经验，进一步考虑时间因素对检查和观测结论的影响。

**4.3.7** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.4 条。

尽管在不少民用建筑中没有保存或仅保存很不完整的工程地质勘察档案，且在现场很难进行地基荷载试验，但征求意见表明，多数鉴定人员仍期望本标准做出根据地基承载力进行安全性鉴定的规定。为此，考虑到多年来国内外在近位勘探、原位测试和原状土室内试验等方面做了不少的工作，并在实际工程中积累了很多综合使用这些方法的经验，显著地提高了对地基承载力进行评价的可信性与可靠性。因而本条作出了按地基承载力评定地基安全性等级的规定。但执行中应注意三点，一是在没有十分必要的情况下，不可轻易开挖有残损的建筑物基槽，以防上部结构进一步恶化；二是根据上述各项检测结果，对地基承载力进行综合评价时，宜按稳健估计原则取值；三是若地基安全性已作过评定，便不宜再按本条进行重复评定。

**4.3.8** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.5 条。

建造于山区或坡地上的房屋，除需鉴定其地基承载是否安全外，尚需对其斜坡场地稳定性进行评价。此时，调查的对象应为整

个场区；一方面要取得工程地质勘察报告，另一方面还要注意场区的环境状况，如近期山洪排泄有无变化，坡地树林有无形成“醉林”的态势（即向坡地一面倾斜），附近有无新增的工程设施等等。必要时，还要邀请工程地质专家参与评定，以期作出准确可靠的鉴定结论。

**4.3.9** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 3.0.3 条，是对抗震鉴定方法的规定，相比《建筑抗震鉴定标准》增加了 C 类建筑的抗震鉴定要求。

对于后续使用年限 30 年的 A 类建筑，第一级鉴定的工作量较少，容易掌握又确保安全。其中的有些项目不合格时，可在第二级鉴定中进一步判断，有些项目不合格则必须处理。第二级鉴定是在第一级鉴定的基础上进行的，当结构的承载力较高时，可适当放宽某些构造要求；或者，当抗震构造良好时，如砌体房屋有圈梁和构造柱形成约束，其承载力的要求可酌情降低。

对于后续使用年限 40 年的 B 类建筑，两级鉴定的工作量相对较多，同样要综合考虑抗震构造和承载力的情况。

对于后续使用年限 50 年的 C 类建筑，鉴定方面与 B 类建筑基本相同，但对构件的抗震承载力要求有所提高。

这种鉴定方法，将抗震构造要求和抗震承载力验算要求更紧密地联合在一起，具体体现了结构抗震能力是承载能力和变形能力两个因素的有机结合。

**4.3.10** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.7 条。

评定地基基础安全性等级所依据的各检查项目之间，并无主次之分，故应按其中最低一个等级确定其级别。

**4.3.11** 本条部分引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.2.6 条。

地下水位变化包括水位变动和冲刷；水质变化包括 pH 值改变、溶解物成分及浓度改变等，其中尤应注意  $\text{CO}_2$ 、 $\text{NH}_4^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、

CI-等对地下构件的侵蚀作用。当有地下墙时，尚应检查土压和水压的变化及墙体出现的裂缝大小和所在位置。

**4.3.12** 本条引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.3.1 条。

结构子单元的安全性鉴定评级，是在《工程结构设计通用规范》定义的承载能力极限状态基础上，参照国内外有关标准和工程鉴定经验确定的。

**4.3.13** 本条引自《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292-2015 第 7.3.2 条。

在进行可靠性鉴定中，对结构构件的承载能力进行验算，是一项十分重要的工作。为力求得到科学而合理的结果，应有符合实际受力情况的计算模型，以及必要的数据和资料收集。

**4.3.14** 本条为新增指引性条文。

**4.3.16、4.3.17** 本条由《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 5.2.14 条、第 6.2.1 条合并而成。

对于简单规则的多层砌体房屋和钢筋混凝土房屋，采用楼层综合抗震能力指数方法进行第二级鉴定，概念清晰，简单实用。应注意的是，烈度影响系数的取值应以 A、B、C 类建筑地震作用折减系数不同而不同；楼层的弹性地震力应按本标准 5.2.19 的规定计算，取地震作用标准值；地震作用效应的增大系数应与正在研编的《建筑与市政工程抗震设计技术规范》协调；一般情况下当楼层综合抗震能力指数不小于 1.0 时，可判定为满足抗震鉴定要求，但对 B、C 类多层钢筋混凝土房屋应提高衡量标准。

**4.3.18** 本条引自《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 3.0.5 条。但对结构构件内力设计值中只对计算地震作用时反应谱进行了说明，有关荷载、作用分项系数、组合值系数以及地震作用效应调整系数应与相关的其他正在研编的全文强制性技术规范协调，在此不作规定。

**4.3.19** 本条是通过《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009 第 5~11

章的总结新增的条文。

**5.1.1** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.1 条。

混凝土结构是否需要加固，应经结构可靠性鉴定确认。我国已发布的现行国家标准《工业厂房可靠性鉴定标准》GB 50144 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292，是通过实测、验算并辅以专家评估才作出可靠性鉴定的结论，因而较为客观、稳健，可以作为混凝土结构加固设计的基本依据；但须指出的是混凝土结构加固设计所面临的不确定因素远比新建工程多而复杂，况且还要考虑业主的种种要求；因而本条作出了：“应按本规范的规定和业主要求进行加固设计”的规定。

此外，众多的工程实践经验表明，承重结构的加固效果，除了与其所采用的方法有关外，还与该建筑物现状有着密切的关系。一般而言，结构经局部加固后，虽然能提高被加固构件的安全性，但这并不意味着该承重结构的整体承载便一定是安全的。因为就整个结构而言，其安全性还取决于原结构方案及其布置是否合理，构件之间的连接、拉结是否系统而可靠，其原有的构造措施是否得当与有效等等；而这些就是结构整体稳固性（robustness）的内涵；其所起到的综合作用就是使结构具有足够的延性和冗余度。因此，本规范要求专业技术人员在承担结构加固设计时，应对该承重结构的整体稳固性进行检查与评估，以确定是否需作相应的加强。

**5.1.2** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.2 条。

被加固的混凝土结构、构件，其加固前的服役时间各不相同，其加固后的结构使用功能又可能有所改变，因此不能直接沿用原设计的安全等级作为加固后的安全等级，而应根据委托方对该结构下一目标使用期的要求，以及该房屋加固后的用途和重要性重新进行定位，故有必要由委托方与设计单位共同商定。

**5.1.3** 本条引自《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2012

第 3.0.4 条、第 3.0.8 条、第 3.0.9 条和第 3.0.11 条。

既有建筑地基基础加固设计，应满足地基承载力、变形和稳定性要求。既有建筑在荷载作用下地基土已固结压密，再加荷时的荷载分担、基底反力分布与直接加荷的天然地基不同，应按新老地基基础的共同作用分析结果进行地基基础加固设计。

根据现行国家标准《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 的要求，既有建筑加固后的地基基础设计工作年限应满足加固后的建筑物设计工作年限。

纠倾加固、位移加固、托换加固施工过程中可能对结构产生损伤或产生安全隐患，必须设置现场监测系统，监测纠倾变位、位移变位和结构的变形，根据监测结果及时调整设计和施工方案，必要时启动应急预案，保证工程按照设计完成。

**5.1.4** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.2.2 条和第 3.2.3 条。

本规定对混凝土结构的加固验算作了详细而明确的规定。这里仅指出一点，即：其中大部分计算参数已在该结构加固前可靠性鉴定中通过实测或验算予以确定。因此，在进行结构加固设计时，宜尽可能加以引用，这样不仅节约时间和费用，而且在被加固结构日后万一出现问题时，也便于分清责任。

对抗震设防区的结构、构件单纯进行承载力加固，未必对抗震有利。因为局部的加强或刚度的突变，会形成新的薄弱部位，或导致地震作用效应的增大，故必须在从事承载力加固的同时，考虑其抗震能力是否需要加强；同理，在从事抗震加固的同时，也应考虑其承载力是否需要提高。倘若忽略了这个问题，将会因原结构、构件承载力的不足，而使抗震加固无效。两者相辅相成，在结构、构件加固问题上，必须全面考虑周到，决不可就事论事，片面地采取加固措施，以致留下安全隐患。

**5.1.5** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.3 条。

在当前的结构加固设计领域中，经验不足的设计人员占较大比重，致使加固工程出现“顾此失彼”的失误案例时有发生，故有必要加以提示。

**5.1.6** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.4 条。

由高温、高湿、冻融、冷脆、腐蚀、振动、温度应力、收缩应力、地基不均匀沉降等原因造成的结构损坏，在加固时，应采取有效的治理对策，从源头上消除或限制其有害的作用。与此同时，尚应正确把握处理的时机，使之不致对加固后的结构重新造成损坏。就一般概念而言，通常应先治理后加固，但也有一些防治措施可能需在加固后采取。因此，在加固设计时，应合理地安排好治理与加固的工作顺序，以使这些有害因素不致于复萌。这样才能保证加固后结构的安全和正常使用。

**5.1.7** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.5 条。

结构的加固设计，应在保证结构可靠性的前提下，尽可能保留原有的结构构件，避免不必要的拆除或更换，同时，尽可能减小拆除或更换对剩余原结构的影响。

**5.1.8** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.6 条。

既有建筑的加固施工，一般来说，具有技术要求高、施工难度大、场地条件差、不安全因素多、风险大等特点。施工中除了应有专人负责质量控制外，还应有专门的紧急预案措施，当出现异常情况时，应果断采用紧急预案，以免发生安全事故。

**5.1.9** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 3.1.8 条。

混凝土结构的加固设计，系以委托方提供的结构用途、使用条件和使用环境为依据进行的。倘若加固后任意改变其用途、使用条件或使用环境，将显著影响结构加固部分的安全性及耐久性。因此，改变前必须经技术鉴定或设计许可，否则其后果将很严重。

**5.1.10** 本条部分引自《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116—2009 第 5.1.4 条，是对多层砌体房屋加固后楼层综合抗震能力指数计算方法的规定。

抗震加固和抗震鉴定一样，可采用加固后的综合抗震能力指数作为衡量多层砌体房屋抗震能力的指标，与鉴定不同的是，要按不同的加固方法考虑相应的加固增强系数，并按加固后的情况取体系影响系数  $\psi_1$  和局部影响系数  $\psi_2$ 。

**5.2.1** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.1.1~4.1.3 条。

结构加固用的混凝土，其强度等级之所以要比原结构、构件提高一级，且不得低于 C20，除了是为了保证新旧混凝土界面以及它与新加钢筋或其他加固材料之间能有足够的粘结强度外，还因为局部新增的混凝土，其体积一般较小，浇筑空间有限，施工条件远不及全构件新浇的混凝土。调查和试验表明，在小空间模板内浇筑的混凝土均匀性较差，其现场取芯确定的混凝土强度可能要比正常浇注的混凝土低 10%以上，故有必要适当提高其强度等级。

随着商品混凝土和高强混凝土的大量进入建设工程市场，CECS 25:90 规范关于“加固用的混凝土中不应掺入粉煤灰”的规定经常受到质询，纷纷要求规范采取积极的措施予以解决。为此，研编组对制订该规范第 2.2.7 条的背景情况进行了调查，并从中了解到主要是由于上世纪 80 年代工程上所使用的粉煤灰，其质量较差，烧失量过大，致使掺有粉煤灰的混凝土，其收缩率可能达到难以与原构件混凝土相适应的程度，从而影响了结构加固的质量。因此作出了禁用的规定。此次修编制规范，对结构加固用的混凝土如何掺加粉煤灰作了专题的分析研究，其结论表明：只要使用的是 I 级灰，且限制其烧失量在 5%范围内，便不致对加固后的结构产生明显的不良影响。据此，制定了本条文的规定。

为了使建筑物地下室和结构基础加固使用的混凝土具有微膨胀的性能，应寻求膨胀作用发生在水泥水化过程的膨胀剂，才能抵消混凝土在硬化过程中产生的收缩而起到预压应力的作用。为此，当购买微膨胀水泥或微膨胀剂产品时，应要求厂商提供该产品在水泥水化过程中的膨胀率及其与水泥的配合比；与此同时，还应要求厂商说明其使用的后期是否会发生回缩问题，并提供不回缩或回缩率极小的书面保证，因为膨胀剂能否起到长期的施压作用，直接涉及加固结构的安全。

**5.2.2** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.2.6 条和 16.1.5 条。

近几年来有关焊接信息的反馈情况表明，在混凝土结构加固工程中，一般对钢筋焊接较为熟悉，需要解释的问题很少；而对钢板、扁钢、型钢等的焊接，仍有很多设计人员对现行钢结构设计规范理解不深，以致在施工图中，对焊缝质量所提出的要求，往往与施工人员有争执。最近修订的国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 已基本解决了这个问题，因此，在混凝土结构加固设计中，当涉及型钢和钢板焊接问题时，应先熟悉该规范的规定及其条文说明，将有助于做好钢材焊缝的设计。

对于在地震区采用锚栓的限制性规定，是参照国外有关规程、指南、手册对锚栓适用范围的划分，经咨询专家和设计人员的意见后作出了较为稳健的规定。例如：有些指南和手册规定这三种机械锚栓可用于 6~8 度区；而本规范则规定：对 8 度区仅允许用于 I、II、III 类场地，原因是这两种锚栓在我国应用时间尚不长，缺乏震害资料，还是以稳健为妥。

**5.2.3** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.3.1 条。

对结构加固用的纤维复合材，本规范选择了以碳纤维、芳纶纤维和玻璃纤维制作，现分别说明如下：



1 碳纤维按其主原料分为三类，即聚丙烯腈（PAN）基碳纤维、沥青（PITCH）基碳纤维和粘胶（RAYON）基碳纤维。从结构加固性能要求来考量，只有 PAN 基碳纤维最符合承重结构的安全性和耐久性要求；粘胶基碳纤维的性能和质量差，不能用于承重结构的加固；沥青基碳纤维只有中、高模量的长丝，可用于需要高刚性材料的加固场合，但在通常的建筑结构加固中很少遇到这类用途，况且在国内尚无实际使用经验，因此，本规范规定：必须选用聚丙烯腈基（PAN 基）碳纤维。另外，应指出的是最近市场新推出的玄武岩纤维，由于其强度和弹性模量很低，不能用以替代碳纤维作为结构加固材料。因此，在选材时，切勿听信不实的宣传。

当采用聚丙烯腈基碳纤维时，还必须采用 15K 或 15K 以下的小丝束；严禁使用大丝束纤维；其所以作出这样严格的规定，主要是因为小丝束的抗拉强度十分稳定，离散性很小，其变异系数均在 5% 以下，容易在生产使用过程中，对其性能和质量进行有效的控制；而大丝束则不然，其变异系数高达 15%~18%，且在试验和试用中所表现出的可靠性较差，故不能作为承重结构加固材料使用。

另外，应指出的是，K 数大于 15，但不大于 24 的碳纤维，虽仍属小丝束的范围，但由于我国工程结构使用碳纤维的时间还很短，所积累的成功经验均是从 12K 和 15K 碳纤维的试验和工程中取得的；对大于 15K 的小丝束碳纤维所积累的试验数据和工程使用经验均嫌不足。因此，在此次修订的本标准中，仅允许使用 15K 及 15K 以下的碳纤维。这一点应提请加固设计单位注意。

2 对芳纶纤维在承重结构工程中的应用，必须选用对位芳香族聚酰胺长丝纤维；同时，还必须采用线密度不小于 3160dtex（分特）的制品；才能确保工程安全。

芳纶纤维韧性好，又耐冲击、耐疲劳。因而常用于有这方面要求的结构加固。另外，还用于与碳纤维混杂编织，以减少碳纤维脆

性的影响。芳纶纤维的缺点是吸水率较大，耐光老化性能较差。为此，应采取必要的防护措施。

**3** 对玻璃纤维在结构加固工程中的应用，必须选用高强度的 S 玻璃纤维、耐碱的 AR 玻璃纤维或含碱量低于 0.8% 的 E 玻璃纤维（也称无碱玻璃纤维）。至于 A 玻璃纤维和 C 玻璃纤维，由于其含碱量（K、Na）高，强度低，尤其是在湿态环境中强度下降更为严重，因而应严禁在结构加固中使用。

**4** 预浸料由于贮存期短，且要求低温冷藏，在现场施工条件下很难做到，常常因此而导致预浸料提前变质、硬化。若勉强加以利用，将严重影响结构加固工程的安全和质量，故作出严禁使用这种材料的规定。

**5.2.4** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 8.2.4 条、第 8.3.4 条和第 8.4.2 条。

**5.2.5** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.3.3 条。

表中的指标是根据全国建筑物鉴定与加固标准技术委员会 10 多年来对进入我国建设工程市场各种品牌和型号纤维复合材的抽检结果，并参照国外有关规程和指南制定的。就每一品种和型号而言，其抗拉强度标准值，均具有 95% 的强度保证率和 99% 的置信水平。在这基础上，通过加权方法给出了规范的取值，因而具有较好的包容性和可靠性。其中，需要指出的是 III 级碳纤维复合材，由于其强度离散性很大，不适宜采用一般统计方法确定其标准值，因而改用稳健估计方法进行取值。

**5.2.6** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.3.4 条。

#### （1）碳纤维复合材

表 6.2.6-1 的指标为其强度标准值除以分项系数的数值，经取整后确定的。考虑到纤维复合材的延性较差，对一般结构，取为 1.5；对重要结构，还需乘以重要性系数 1.4，以确保安全。另外，

应说明的是：按本规范确定的抗拉强度设计值，与欧美等国按拉应变设计值 与弹性模量设计值 乘积确定的设计应力值相当。

## （2）芳纶纤维复合材和玻璃纤维复合材

由于弹性模量较低，其安全度设计模式的研究尚不充分，故目前尚只能参照国外标准的经验取值方法进行确定，因而较为偏于安全。

**5.2.7** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 3.0.1 条。

工程结构加固的可靠性，虽然取决于设计、材料、施工、工艺、监理、检验等诸多因素的质量，但实际工程的统计数据表明，因加固材料性能不符合使用要求所造成的安全问题占有很大的比重，其后果甚至是及其严重的。因此，必须在加固材料进入加固现场前，便对它进行系统的安全性检验与鉴定，以确定其性能和质量是否能达到安全使用的要求。

**5.2.8** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 3.0.5 条及附录 B。

这是根据相关国家标准并参照国际标准、欧洲标准、美国标准和乌克兰国家标准制定的。

**5.3.1** 本条引自《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2012 第 5.1.1 条。

进行结构加固的工程或改变上部结构功能时对地基的验算是必要的，需进行地基基础加固的工程均应进行地基计算。既有建筑因勘察、设计、施工或使用不当，增加荷载，早上邻近新建建筑、深基坑开挖、新建地下工程或自然灾害等影响可能产生对建筑物稳定性的不利影响，应进行稳定性的计算既有建筑地基基础几个或增加荷载时，尚应对基础的抗冲、剪、弯能力进行验算。

**5.3.2** 本条引自《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2012 第 5.3.1 条。

加固后既有建筑的地基变形控制重要的是差异沉降和倾斜两项指标，国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2011表中给出砌体承重结构基础的局部倾斜、工业与民用建筑相邻柱基的沉降差、桥式吊车轨面的倾斜、多层和高层建筑的整体现斜、高耸结构基础的倾斜值是保证建筑物正常使用和结构安全的数值，工程实际应严格控制。既有建筑加固后的建筑物整体沉降控制，对于有相邻基础连接或地下管线连接时应视工程情况控制，可采取临时工程措施。

**5.3.3** 本条引自《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2012第 7.2.2 条。

迫降纠偏与建筑物特征、地质情况、采用的迫降方法等有关，因此迫降纠倾的设计应围绕几个主要环节进行：选择合理的纠倾方法；编制详细的施工工艺；确定各个部位迫降量；设置监控系统；制定实施计划

纠倾加固施工过程中可能出现危机安全的情况，设计师应有应急语言。过量纠倾可能会产生足够的再次损伤，应该防止其出现，设计时必须制定防止过量纠倾的技术措施。

**5.3.4** 本条引自《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123-2012第 8.1.1 条；第 8.1.3 条；第 8.1.4 条；第 8.1.5 条；第 8.1.6 条；第 8.1.7 条。

移位所涉及的建筑结构及地基基础问题专业技术性强,要求在位移方案确定前先通过搜集资料、补充计算验算、、补充勘察等取得有关资料。

建筑物移位时对原结构有一定影响，在移位过程中建筑物将处于运动状态和受力不稳定状态，相对于移位前有许多不利因素，因此应对移位的建筑物进行必要的安全评估。评估的主要内容为建筑物的结构整体性、抵抗竖向及水平变形的能力。

建筑移位将改变原地基基础的受力状态，经盐酸后若不能满足移位过程或移位后的要求，则应进行地基基础加固。

**5.4.1** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 5.1.2 条、第 5.1.3 条及第 5.1.5 条。

调查表明，在实际工程中虽曾遇到混凝土强度等级低达 C7.5 的柱子也在用增大截面法进行加固，但从其加固效果来看，新旧混凝土界面的粘结强度很难得到保证。若采用植入剪切—摩擦筋来改善结合面的粘结抗剪和抗拉能力，也会因基材强度过低而无法提供足够的锚固力。因此，作出了原构件的混凝土强度等级不应低于 C13 的规定。另外，应指出的是：当遇到混凝土强度等级低，或是密实性差，甚至还有蜂窝、空洞等缺陷时，不应直接采用增大截面法进行加固，而应先置换有局部缺陷或密实性太差的混凝土，然后再进行加固；若置换有困难，或有受力裂缝等损伤时，也可不考虑原柱的承载作用，完全由新增的钢筋和混凝土承重。

**5.4.2** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 5.5.3~5.5.6 条。

本条主要是根据结构加固工程的实践经验和有关的研究资料作出的规定；其目的是保证原构件与新增混凝土的可靠连接，使之能够协同工作，以保证力的可靠传递，从而收到良好的加固效果。

另外，应指出的是纯环氧树脂配制的砂浆，由于未经改性，很快便开始变脆，而且耐久性很差，故不应在承重结构植筋中使用。至于所谓的无机锚固剂，由于粘结性能极差，几乎全靠膨胀剂起摩阻作用传力，不能保证后锚固件的安全工作，故也应予以禁用。

**5.4.3** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 6.1.1~6.1.4 条。

置换混凝土加固法适用于承重结构受压区混凝土强度偏低或有局部严重缺陷的加固。因此，常用于新建工程混凝土质量不合格

的返工处理，也用于既有混凝土结构受火灾烧损、介质腐蚀以及地震、强风和人为破坏后的修复。但应注意的是，这种加固方法能否在承重结构中安全使用，其关键在于新浇混凝土与被加固构件原混凝土的界面处理效果是否能达到可采用两者协同工作假设的程度。国内外大量试验表明：新建工程的混凝土置换，由于被置换构件的混凝土尚具有一定活性，且其置换部位的混凝土表面处理已显露出坚实的结构层，因而可使新浇混凝土的胶体能在微膨胀剂的预压应力促进下渗入其中，并在水泥水化过程中粘合成一体。在这种情况下，采用两者协同工作的假设，不会有安全问题。然而，应注意的是这一协同工作假设不能沿用于既有结构的旧混凝土，因为它已完全失去活性，此时新旧混凝土界面的粘合必须依靠具有良好渗透性和粘结能力的结构界面胶才能保证新旧混凝土协同工作；也正因此，在工程中选用界面胶时，必须十分谨慎，一定要选用优质、可信的产品，并要求厂商出具质量保证书，以保证工程使用的安全。

当采用本方法加固受弯构件时，为了确保置换混凝土施工全过程中原结构、构件的安全，必须采取有效的支顶措施，使置换工作在完全卸荷的状态下进行。这样做还有助于加固后结构更有效地承受荷载。对柱、墙等承重构件完全支顶有困难时，允许通过验算和监测进行全过程控制。其验算的内容和监测指标应由设计单位确定，但应包括相关结构、构件受力情况的验算与监控。

对原构件非置换部分混凝土强度等级的最低要求，之所以应按其建造时规范的规定进行确定，是基于以下两点考虑：

1 按原规范设计的构件，不能随意否定其安全性。

2 如果非置换部分的混凝土强度等级低于建造时所执行规范的规定时也应进行置换。

**5.4.4** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第6.3.1~6.3.3条。

为考虑新旧混凝土协调工作，并避免在局部置换的部位产生“销栓效应”，故要求新置换的混凝土强度等级不宜过高，一般以提高一级为宜。另外，为保证置换混凝土的密实性，对置换范围应有最小尺寸的要求。

考虑到置换部分的混凝土强度等级要比原构件混凝土高 1~2 级，在这种情况下，对梁的混凝土置换，若不对称地剔除被置换混凝土，可能造成梁截面受力不均匀或传力偏心，因此，规定不允许仅剔除截面的一隅。

**5.4.5** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 8.1.1~8.1.5 条。

外包型钢（一般为角钢或扁钢）加固法，是一种既可靠，又能大幅度提高原结构承载能力和抗震能力的加固技术。当采用结构胶粘合混凝土构件与型钢构架时，称为有粘结外包型钢加固法，也称外粘型钢加固法，或湿式外包钢加固法，属复合构件范畴；当不使用结构胶，或仅用水泥砂浆堵塞混凝土与型钢间缝隙时，称为无粘结外包型钢加固法，也称干式外包钢加固法。这种加固方法，属组合构件范畴；由于型钢与原构件间无有效的连结，因而其所受的外力，只能按原柱和型钢的各自刚度进行分配，而不能视为复合构件受力，以致很费钢材，仅在不宜使用胶粘的场合使用。

近几年来，不少新建工程的加固，为了做到不致因加固而影响其设计工作年限，往往选择了使用干式外包钢法，从而使已淘汰多年的干式外包钢加固法，又有了市场需求。因此，经研究决定将此方法重新纳入本规范，但考虑到这种加固方法主要是按钢结构设计规范的规定进行设计、计算，为了避免重复和不必要的矛盾，故仅在本条中作出原则性规定。征求设计单位意见表明，有了这五款规定，即可满足设计人员计算的需求。

当工程允许使用结构胶粘结混凝土与型钢时，宜选用有粘结外

包型钢加固法。因为两者粘结后能形成共同工作的复合截面构件，不仅节约钢材，而且将获得更大的承载力。因此，比干式外包钢更能得到良好的技术经济效益。

**5.4.6** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 8.3.1~8.3.5 条。

为加强型钢肢之间的连系，以提高钢骨架的整体性与共同工作能力，应沿梁、柱轴线每隔一定距离，用箍板或缀板与型钢焊接。型钢肢在缀板焊接前，应先用工具式卡具勒紧，使角钢肢紧贴于混凝土表面，以消除过大间隙引起的变形。

为保证力的可靠传递，外粘型钢必须通长、连续设置，中间不得断开；若型钢长度受限制，应通过焊接方法接长；型钢的上下两端应与结构顶层（或上一层）构件和底部基础可靠地锚固。

加固完成后，之所以还需在型钢表面喷抹高强度水泥砂浆保护层，主要是为了防腐蚀和防火，但若型钢表面积较大，很可能难以保证抹灰质量。此时，可在构件表面先加设钢丝网或点粘一层豆石，然后再抹灰，便不会发生脱落和开裂。

**5.4.7** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 9.1.1~9.1.6 条。

根据粘贴钢板加固混凝土构件的受力特性，规定了这种方法仅适用于钢筋混凝土受弯、受拉和大偏心受压构件的加固。

同时还指出：本方法不适用于素混凝土构件（包括纵向受力钢筋配筋率不符合现行设计规范 GB 50010 最小配筋率构造要求的构件）的加固。

在实际工程中，有时会遇到原结构的混凝土强度低于现行设计规范规定的最低强度等级的情况。如果原结构混凝土强度过低，它与钢板的粘结强度也必然很低。此时，极易发生呈脆性的剥离破坏。故本条规定了被加固结构、构件的混凝土强度最低等级，以及钢板



与混凝土表面粘接应达到的最低正拉粘结强度。

粘钢的承重构件最忌在复杂的应力状态下工作，故本条强调了应将钢板受力方式设计成仅承受轴向应力作用。

对粘贴在混凝土表面的钢板之所以要进行防护处理，主要是考虑加固的钢板一般较薄，容易因锈蚀而显著削弱截面，或引起粘合面剥离破坏，其后果必然影响使用安全。

本条规定了长期使用的环境温度不应高于  $60^{\circ}\text{C}$ ，是按常温条件下使用的普通型树脂的性能确定的。当采用与钢板匹配的耐高温树脂为胶粘剂时，可不受此规定限制，但应受现行钢结构设计规范有关规定的限制。在特殊环境下（如振动、高湿、介质侵蚀、放射等）采用粘贴钢板加固法时，除应符合相应的国家现行有关标准的规定采取专门的粘贴工艺和相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的胶粘剂。

采用粘贴钢板加固时，应采取措施卸除或大部卸除活荷载。其目的是减少二次受力的影响，也就是降低钢板的滞后应变，使得加固后的钢板能充分发挥强度。

**5.4.8** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 9.6.1~9.6.5 条。

在汲取国外采用厚钢板粘贴的工程实践经验基础上，还组织一些加固公司进行了工程试用，允许使用较厚（包括总厚度较厚）的钢板，但为了防止钢板与混凝土粘接的劈裂破坏，应要求其端部与梁柱节点的连接构造必须符合外粘型钢焊接及注胶方法的规定。由此可见，它与外粘型钢（一般指扁钢）的构造要求无甚差别，但仍按习惯列于本节中。

在受弯构件受拉区粘贴钢板，其板端一段由于边缘效应，往往会在胶层与混凝土粘合面之间产生较大的剪应力峰值和法向正应力的集中，成为粘钢的最薄弱部位。若锚固不当或粘贴不规范，均

易导致脆性剥离或过早剪坏。为此，研编组研究认为有必要采取如本条所规定的加强锚固措施。

本条采取的锚固措施，是根据国内科研单位和高等院校的试验结果，以及规范研编组所总结的工程经验，经讨论、验证后确定的。因此，可供设计使用。

另有两点需说明：

**1** 对支座处虽有障碍，但梁上有现浇板，允许绕过柱位在梁侧粘贴钢板的情况，之所以还需规定应紧贴柱边在梁侧 4 倍板厚范围内粘贴钢板，是因为试验表明，在这样条件下，较能充分发挥钢板的作用；如果远离该位置，钢板的作用将会降低。

**2** 当梁上无现浇板，或负弯矩区的支座处需采取机械锚固措施加强时，其构造问题最难处理。为了解决这个问题，研编组曾向设计单位征集了不少锚固方案，但未获得满意结果。

**5.4.9** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 7.1.1~7.1.6 条。

我国的预应力结构设计规范之所以规定预应力混凝土构件的混凝土强度不得低于 C40，主要是针对预制构件而言。在预应力技术应用的初期，主要是应用于预制构件，如桥梁、吊车梁、屋面梁、屋架下弦杆这类预应力预制构件。对于这种平时以承受自重为主的预应力预制构件，必须考虑二个问题：一是施加预应力时构件截面要能够承受较大的预压应力；二是要避免构件因预压应力过大而产生过大的由混凝土徐变产生的预应力损失。因此，预应力预制构件的混凝土强度要求不宜低于 C40，且不应低于 C30 是有道理的。

但对于需要作预应力加固处理的既有混凝土构件，一般都已作为承重构件使用过一段时间。这类构件平时已承受了较大的荷载，加固所施加的预应力不会产生较大的预压应力；相反它会同时减小混凝土截面受压边缘的最大压应力和受拉边缘的最大拉应力。因此

它反而可以降低对混凝土强度的要求，只要求两端锚固区的局部承压强度能满足规范要求即可。在这种情况下，即使原构件局压强度不足，也只需要作局部的处理。

至于原混凝土强度等级低于 C20 的构件是否适宜采用预应力加固法的问题，应按本条用语“不宜”的概念来理解，并作为个案处理较为稳妥。

根据预应力杆件及其零配件的受力性能作出的防护规定。由于这些规定直接涉及加固结构的安全，应得到严格的遵守。

**5.4.10** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 7.5.1~7.5.4 条、第 7.7.1 条、第 7.7.2 条。

不论从构造需要出发，还是为了保证受力均匀和安全可靠，均应将钢绞线成对布置在梁的两侧，并以采用纵向张拉法为主。因为纵向张拉的预应力较易准确控制，且力值不受限制。尽管如此，横向张拉法仍有其用途。以连续梁为例，当连续跨的跨数超过两跨（一端张拉）或四跨（两端张拉）时，仍需依靠横向张拉补足预应力。

另外，应指出的是钢绞线跨中水平段支承点的布置，与所采用的张拉方式有关。对纵向张拉而言，以布置在梁底以上的位置为佳。因为不论从外观、构造和受力来看，都比较容易处理得好。但若需要依靠横向张拉来补足预应力，或是采用纵向张拉有困难时，其跨中水平段的支承点，就必需布置在梁的底部，因为只有这样，才能进行横向张拉。

本条给出了中间连续节点支承构造方式和端部锚固节点构造方式的几个示例。可根据实际情况选用。

预应力钢绞线节点的做法关系到加固的可靠性和经济成本。本规范提供的端部锚固方法和中间连续节点的做法是经过大量的工程实践，被证明为行之有效的方法。不过在具体施工中，对于混凝土强度等级不高的构件，其细部做法必须考究。例如端部的支承面

处，必须平整；当钻孔使混凝土面受到损坏时，必须提前一天用快速堵漏剂修补、抹平；在钢销棍和钢吊棍的支承面处，有必要设置钢管垫，以使应力分布均匀。

**5.4.11** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 10.1.1~10.1.7 条。

根据粘贴纤维复合材的受力特性，本条规定了这种方法仅适用于钢筋混凝土受弯、受拉、轴心受压和大偏心受压构件的加固；不推荐用于小偏心受压构件的加固。因为纤维增强复合材仅适合于承受拉应力作用，而且小偏心受压构件的纵向受拉钢筋达不到屈服强度，采用粘贴纤维复合材将造成材料的极大浪费。因此，对小偏心受压构件，应建议采用其它合适的方法加固。

同时，本条还指出：本方法不适用于素混凝土构件（包括配筋率不符合现行设计规范 GB 50010 最小配筋率构造要求的构件）的加固。

在实际工程中，经常会遇到原结构的混凝土强度低于现行设计规范规定的最低强度等级的情况。如果原结构混凝土强度过低，它与纤维复合材的粘结强度也必然会很低，易发生呈脆性的剥离破坏。此时，纤维复合材不能充分发挥作用，因此本条规定了被加固结构、构件的混凝土强度等级，以及混凝土与纤维复合材正拉粘结强度的最低要求。

**5.4.12** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 10.9.1~10.9.3 条。

本条对受弯构件正弯矩区正截面承载力加固的构造规定，是根据国内科研单位和高等院校的试验研究结果和规范研编组总结工程实践经验，经讨论、筛选后提出的。因此，可供当前的加固设计参考使用。

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，其端部在梁柱节点处的锚固构造最难处理。为了解决这个问题，研编组曾通过各种渠道收集了国内外各种设计方案和部分试验数据，但均未得到满意的构造方式。本条是在归纳上述设计优缺点的基础上逐步形成的。其优点是具有较强的锚固能力，可有效地防止纤维复合材剥离，但应注意的是，其所用的锚栓强度等级及数量应经计算确定。当受弯构件顶部有现浇楼板或翼缘时，箍板须穿过楼板或翼缘才能发挥其使用。最初的工程试用觉得很麻烦，经学习瑞士安装经验，采用半重叠钻孔法形成扁形孔安装（插进）钢箍板后，施工就变得十分简单。为了进一步提高箍板的锚固能力，还可采取先给箍板刷胶然后安装的工艺。另外，应注意的是安装箍板完毕应立即注胶封闭扁形孔，使它与混凝土粘接牢固，同时也解决了楼板可能渗水等问题。

**5.4.13** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 10.9.6 条。对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的基本构造进行了规定，对加固效果具有重要意义，因此列为强条。

**5.4.14** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 10.9.7、10.9.10 条。本条是参照美国 ACI 440 指南、欧洲 CEB-FIP（fib）指南和我国台湾工业技术研究院的设计型录以及研编组的试验资料制定的。对保证加固质量具有重要作用，因此设为强条。

**5.4.15** 在《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 中对预应力碳纤维板加固法、预张紧钢丝绳网片-聚合物砂浆面层加固法、绕丝加固法等有相关规定。预应力碳纤维板加固法仅推荐用于截面偏小或配筋不足的钢筋混凝土构件的加固，也就是说被加固构件的质量基本上是完好的，能够正常工作的。因此，当构件有严重损伤或缺陷时，不应选用这种加固方法。

预张紧钢丝绳网-聚合物砂浆面层加固法在我国应用时间还不

长，现有试验数据的积累，只有受弯构件较为充分，可以用于制定标准，至于其他受力种类的构件还有待于继续做工作。

绕丝加固法的优点，主要是能够显著地提高钢筋混凝土构件的斜截面承载力，另外由于绕丝引起的约束混凝土作用，还能提高轴心受压构件的正截面承载力。不过从实用的角度来说，绕丝的效果虽然可靠（特别是机械绕丝），但对受压构件使用阶段的承载力提高的增量不大，因此，在工程上仅用于提高钢筋混凝土柱位移延性的加固。由于这项用途已得到有关院校的试验验证，因而据以对其适用范围作出规定。

**5.5.1** 本条引自《钢结构加固设计标准》（报批稿）第 6.1.4、6.1.6、6.1.7 条。

考虑到原构件钢材有硬化、韧性降低、疲劳和断裂的可能，故应根据其所受荷载性质（静力、动力或多次反复）、环境状况（温度、湿度等）和结构的连接方法（焊接或螺栓、铆钉连接），即结构的设计工作条件，选择截面以控制其最大名义应变范围（弹性、部分塑性或塑性发展），以保证结构的耐久、安全和节约，并依此划分了构件的工作类别，其中 I 类结构的使用条件最不利于结构的工作。

本条针对四类不同设计工作条件结构，分别给出了负荷下焊接加固时的初始最大名义应力的限制水平。根据清华大学近期完成的负荷下焊接加固钢梁的试验研究和有限元分析，发现可以保证承受初始应力比为 0.673 的构件在负荷下焊接加固的安全性；同时汲取了近期实际工程应用的经验，故对 IV 类构件在过去规范基础上可将应力比限值提高到 0.65。

**5.5.2** 本条引自《钢结构加固设计标准》（报批稿）第 6.5.1~6.5.3 条。

负荷下加固钢构件时，常需进行焊接，开、扩螺栓孔洞。此时必须制定合理的施工工艺，保证构件在施工过程中有足够的承载

力，以免加固施工中的工程事故发生。对加固后不便于检查质量、并影响结构承载能力的施工过程中的结构状况，尚应详细记录并作为隐蔽工程进行验收，以保证加固效果。

该条特别强调了对有二个以上构件组成的静不定结构（框架、连续梁等）进行加固时，应先点焊定位，使结构初成整体，再从受力刚度最大的构件开始，逐次焊接，以便结构能较自由变形，减少焊接残余应力。

### 5.5.3 本条引自《钢结构加固设计标准》（报批稿）第 7.1.1~7.1.6 条。

本方法是作为钢结构传统增大截面加固方法的补充。由于考虑到胶粘结构的可靠性和耐久性，本方法在当前主要应用于现场不适宜焊接以及要求加固周期比较短的钢结构加固工程。

钢结构构件的表面处理方法，对粘钢的粘接强度有显著影响。根据 ISO 有关标准的推荐，在保证结构胶粘接性能和质量的前提下，对碳钢而言喷砂是钢构件表面糙化处理的首选方法，它可以保证钢板与原加固构件表面的粘合更牢固。

对粘贴在钢结构表面的钢板之所以要进行防护处理，主要是考虑加固的钢板一般较薄，容易因锈蚀而显著削弱截面，或引起粘合面剥离破坏，其后果必然影响使用安全。钢结构构件表面、粘贴钢板表面的防锈蚀和清洁处理，是影响结构胶力学性能和耐久性能的重要方面。严禁采用与结构胶粘剂发生化学反应或影响结构胶性能的清洁剂和防锈蚀材料。结构胶的供应商应提供结构胶粘剂配套使用的清洁剂和防锈蚀材料。

本条规定了长期使用的环境温度不应高于 60℃，是按常温条件下使用结构胶的性能确定的。当采用与钢板匹配的耐高温结构胶时，可不受此规定限制，但应受现行钢结构设计规范有关规定的限制。在特殊环境下（如高温、高湿、介质侵蚀、放射等）采用粘贴钢板加固法时，除应遵守相应的国家现行有关标准的规定采取专门

的粘贴工艺和相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的结构胶，并由专业部门做相应的检测和认证后方可使用。

采用粘贴钢板加固时，应采取措施卸除或大部分卸除作用在结构上的活荷载。其目的是减少二次受力的影响，也就是降低钢板的滞后应变，使得加固新增的钢板能充分发挥强度。

粘贴钢板的结构胶一般是可燃的，故应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定的耐火等级和耐火极限要求以及相关规范的防火构造规定进行防护。

**5.5.4** 本条引自《钢结构加固设计标准》（报批稿）第 7.5.1~7.5.4 条。

当工字型钢梁的腹板局部稳定不满足规范要求可采用在腹板两侧粘贴 T 型钢部件进行加固，T 型钢部件的厚度不应小于 6mm。对 T 型钢部件粘贴宽度的要求是为了保证腹板与 T 型钢翼缘板间有足够的胶粘面积，以满足可靠连接；并通过分区构造提高被加固钢构件腹板的局部稳定承载力。分区腹板的局部稳定验算公式和构造要求应满足《钢结构设计规范》（GB 50017）的相关规定。

在受弯构件的粘钢加固中，从构造方面要求粘贴钢板的宽度不应超过加固构件的宽度；从受力合理性角度，要求其受拉面的加固板须沿构件轴向连续粘贴，并延长至支座边缘，且应配合必要的锚固连接螺栓。为了避免削弱截面强度，对于受拉边的跨中不增设连接螺栓；对于受压边跨中增设连接螺栓，可有效提升构件整体性。

由于胶体变形能力和抗剪强度的局限性，不适宜粘贴厚型钢板；考虑到加固增量、施工工艺以及施工方便程度等方面的因素，对粘贴钢板的总厚度做了适当的限制。

将粘贴钢板端部削成 45° 斜坡角，可以有效缓解加固端由于截面突变造成的应力集中，使得纵向剪力的传递平缓一些。

**5.5.5** 本条引自《钢结构加固设计标准》（报批稿）第 8.1.1 条。

外包钢筋混凝土加固法虽适用于加固各类压弯和偏压型钢构



件，但它由于湿作业工作量大、养护期长、占用建筑空间较多，故一般仅用于需要大幅度提高承载能力的实腹式型钢构件加固。

**5.5.6** 本条引自《钢结构加固设计标准》（报批稿）第 8.3.1~8.3.4 条。

外包钢筋混凝土厚度的规定是保证型钢结构构件耐火性、耐久性，并保证钢构件不产生局部压屈的重要条件。同时还需要考虑施工方便，能使混凝土浇注密实。因此外包钢筋混凝土厚度不宜太小。

为保证力的可靠传递，纵向受力钢筋两端应有可靠地连接和锚固，柱下端应深入基础并应满足锚固要求；其上端应穿过楼板与上层节点连接或在屋面板处封顶锚固。此外为保证外包混凝土与型钢构件的共同工作，防止外包混凝土过早剥落而导致承载力降低，因此构件中应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求配置箍筋；同时在端部塑性较区的箍筋宜采用焊接封闭箍筋，并且尚应加密配置。

采用外包钢筋混凝土加固钢构件的截面设计是按叠加原理，在计算中并未要求钢构件与混凝土共同作用，一般不需要设抗剪连接件。对过渡层、过渡段、型钢构件与混凝土间传力较大部位，为保证型钢构件与外包混凝土间的传力可靠和共同受力，仍宜设置抗剪连接件。由于目前抗剪连接件通常采用栓钉，因此本标准中关于抗剪连接件的设置，均按采用栓钉确定。

**5.5.7** 在《钢结构加固设计标准》（送审稿）中对改变结构体系加固法、钢管构件内填混凝土加固法、钢结构预应力加固法等有关规定。这三种方法是对本规范第 6.4.18~6.4.23 条的四种加固方法的补充。

**5.6.1** 本条引自《砌体结构加固设计规范》GB 50702-2011 第 5.1.1 条、第 5.1.2 条、第 5.1.3 条及第 5.1.4 条。

本条规定主要是为保证加固施工时后浇混凝土的灌注质量，以及必需的混凝土保护层厚度而作出的，调查和施工经验均表明，如

果后浇混凝土的截面厚度小于 60mm,则浇捣比较困难且不易密实;当采用喷射混凝土法施工时,其质量易控制,故厚度可适当减小。

结构加固用的混凝土,其强度等级不应低于 C20(或 C25),主要是为了保证新浇混凝土与原砖砌体构件界面以及它与新加受力钢筋或其他加固材料之间能有足够的粘结强度,使之能达到整体共同受力。上条已提及,因加固所需的后浇混凝土,其厚度一般较小,浇灌空间有限,施工条件较差。调查和试验均表明,在小空间模板内浇灌的混凝土均匀性较差,其现场取芯确定的混凝土抗压强度可能要比正常浇灌的混凝土低 10%左右,因此有必要适当提高其强度等级。

应指出的是,目前使用的膨胀剂均存在着回缩的问题,不能起到应有的作用。这将直接涉及加固结构的安全,故作此规定。

**5.6.2** 本条引自《砌体结构加固设计规范》GB 50702-2011 第 5.5.1~5.5.6 条。

本条主要是根据结构加固工程的实践经验和有关的研究资料作出的规定,其目的是保证原构件与新增混凝土的可靠连接,使之能够协同工作,以保证力的可靠传递,从而收到良好的加固效果。

**5.6.3** 本条引自《砌体结构加固设计规范》GB 50702-2011 第 6.1.1~6.1.3 条。

本条明确规定了钢筋网水泥砂浆面层加固法的适用范围及加固墙体的基本要求。为了使钢筋网水泥砂浆面层加固法加固有效,除了应注意提高砌体受压承载力外,还应要求原砌体构件的砌筑砂浆强度等级不宜低于 M2.5;当加固墙体受剪承载力时,除应要求原砌体构件的砌筑砂浆强度等级不应低于 M1 外,还在构造规定中强调了以下几点:①钢筋网与墙面应有间隙及锚固;②钢筋网应与原构件周边牢固连接;③砂浆面层厚度不应大于 50mm。工程实践经验表明,只有采取了这些措施,才能保证加固工程的安全。

**5.6.4** 本条引自《砌体结构加固设计规范》GB 50702-2011 第 6.5.1~6.5.6 条。

本条规定了钢筋网水泥砂浆面层加固法对砂浆强度等级、钢筋的强度等级及钢筋的构造要求。为保证加固发挥最大效果，规定了受压构件加固用的砂浆强度等级不应低于 M15 和受剪构件加固用的砂浆强度等级不应低于 M10。与此同时，还强调了以下几点：

- 1 钢筋的保护层厚度和距离墙面的间隙；
- 2 钢筋与墙面的锚固；
- 3 钢筋与周边构件的连接。

试验及实际工程检测表明，钢筋网竖筋紧靠墙面会导致钢筋与墙面无粘结，从而造成加固失效。试验表明，采用 5mm 的间隙，两者可有较强的粘结。钢筋网的保护层厚度应满足规定，以保护钢筋，提高面层加固的耐久性。

**B.0.1** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 8.2.4 条、第 8.3.4 条和第 8.4.2 条。

碳纤维复合材的安全性鉴定标准是参照日、美、德、法等过有关标准的基础上，经验证和调整制定的。试用表明较为稳健、可靠，对次品检出能力较强，能满足工程结构选材的要求。

由于芳纶纤维复合材在我国工程结构使用的时间较短，所积累的经验不多，对他的安全性鉴定，必须保持积极慎重的态度。因而表 6.2.4-2 所给出的检验项目和指标均是参照国外公司的标准，经验证性实验和调整制定的。但评估认为：通过上述安全性鉴定的芳纶复合材可以在混凝土结构加固中安全使用。

迄今在工程结构中，对玻璃纤维复合材仅推荐用于混凝土结构和砌体结构的加固，故未给出以钢为基材的检验项目和指标。

**B.0.2** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.3.6 条。

一种纤维与一种胶粘剂的配伍通过了安全性及适配性的检验，并不等于它与其他胶粘剂的配伍，也具有同等的安全性及适配性。故必须重新检验，但检验项目可以适当减少。

**C.0.1** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728-2011 第 4.1.2 条。

**C.0.2** 本条引自《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 4.4.5 条和《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728-2011 第 4.2.2 条。

以混凝土为基材的结构胶，其安全性鉴定包括基本性能鉴定、长期使用性能鉴定和耐侵蚀性介质作用能力的鉴定。现分别说明如下：

### 1 基本性能鉴定

由胶体性能鉴定与粘接性能构成，对该表的构成需要指出两点：

(1) 在基本性能检验中，之所以纳入了胶体性能检验，是因为胶粘剂在承重结构中的应用，虽不以胶体的形式出现，但胶体的性能却与胶的粘接能力有着显著的相关性。例如：胶体拉伸强度高，其粘接强度也高；胶体的弯曲破坏呈韧性，则粘接的韧性也好；等等。尤其是胶体的检验，由于不涉及被粘物的表面处理和粘接方式的影响问题，更能反映胶的质量优劣。与此同时，还可借以判断受检结构胶在选料、配方、固化条件和胶的性能设计与控制上是否存在欠缺和不协调等问题。

(2) 本条表列的粘接性能指标和要求，是参照国外有关标准（包括著名品牌胶的企业标准），经本规范研编组所组织的验证性试验复核与调整后确定的。尤其是 I 类胶，还经过了 GB 50367 近五年的实施，在大量工程实践中，验证了其可靠性。因此，专家论证认为：本条所制定的鉴定标准较为稳健、安全、可信。

### 2 长期使用性能

由耐环境作用能力的鉴定与耐长期应力作用能力的鉴定构成，其中需要指出的是：

(1) 对胶的热老化性能鉴定标准，是参照航空工业部 HB 5398，经使用温度调整和试验验证后制定的。至于热老化时间，则是根据工程结构胶使用时间较长的特点，参照国外名牌耐温胶的检验时间作了较大幅度的延长，即从 200h 提升为 720h。但试验表明，胶的性能变化仍然较为规律，可以按 720h 的强度降低率重新制定合格指标。

(2) 对胶的耐长期应力作用能力的检验，虽由于利用了 Findley 理论和公式，可以在 5000h (210d) 左右完成，但对安全性检验来说，还是嫌时间长了。为此，在表注中给出了可以改做楔子快速检验的条件。该检验方法是我国军用国家标准参照国外著名企业标准提出的。对耐长期应力作用能力较差的结构胶，具有较强的检出能力，已为我国军用标准采用多年。经本规范研编组验证表明该方法可以引用于工程结构。

### 3 耐介质侵蚀性能

在胶的耐介质侵蚀性能的检验中，之所以要做耐弱酸作用，是因为考虑到即使处于一般环境中的胶接构件，也会遇到酸雨、酸雾以及工业区大气污染的作用。另外，应注意的是本项检验结果不能用于有酸性蒸汽的工业建筑。因为它们需要通过耐酸结构胶的专门检验。其鉴定标准应由有关行业另行制定。

**C.0.3** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 4.4.2 条。

钢结构用胶安全性鉴定的标准，系按以下 5 个原则制定的：

1 被粘物——钢材的表面处理应正确、到位，且符合该胶粘剂使用说明书的要求；

2 胶与被粘物表面应具有相容性，且不致腐蚀被粘物，也不致形成弱界面；

3 粘接的破坏形式，应为胶层内聚破坏，不得为粘附破坏；

4 检验指标应首先保证胶接的蠕变满足安全使用要求。在这一前提下，尽可能提高其剥离强度和断裂韧性；

5 钢结构构件的防护措施，应符合现行国家标准《钢结构设计规范》的规定。

**C.0.4** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 4.3.1 和 4.3.2 条。

以钢筋混凝土为面层的组合砌体构件，它的表面特性及其与结构胶的相容性，均与混凝土基材无显著差异。因此，其所用的结构胶的安全性鉴定应按以混凝土为基材的结构胶进行。

传统的概念认为，砌体加固用的结构胶，其性能和质量还可以比混凝土用的 B 级胶再低一个档次，以取得更好的经济效益。但自从弃用第一代未改性的结构胶以来，很多研制的的数据表明，只要选用的改性材料和方法正确，其所配制的砌体用胶，在基本性能和耐久性能的合格指标制订上，很难做到与混凝土用的 B 级胶有显著差别，成本也不可能有很大的下降。因此，本规范规定砌体用胶的安全性鉴定标准按混凝土用的 B 级胶确定，亦即可以直接采用 B 级胶，而无需另行配制砌体结构的专用胶。

**C.0.5** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 4.5.1 和 4.5.2 条。

木材为传统的建筑材料，其粘接所采用的胶粘剂品种很多，但从工程结构的承载能力要求来考虑，本规范的规定仅适用于安全性能良好的少数几种结构胶，如：改性间苯二酚—甲醛树脂胶和改性环氧树脂胶等。因为工程结构对胶接的耐水性、耐久性和韧性的要求十分严格，从而使得众多的木材常用胶难以入选，这一点在选择木材粘接用胶时必须予以高度关注。

粘接木材用的结构胶，其安全性鉴定标准的检验项目虽然较

少，但它是以下列原则为前提制定的：

1 木材的树种应符合结构用材的要求，尤其是它的含脂率、扭斜纹的斜率应得到控制。

2 木材的含水率应符合现行木结构设计规范对胶合木结构用材的要求。

3 粘接用的木材，其表面应经过刨光，以及除油污处理。

4 粘接用的结构胶应能在室温的条件下正常固化。

5 木材的胶接工艺已定型，且已在胶粘剂使用说明书中予以规定。

**C.0.6** 本条引自《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 第 4.2.2 条。