

# 云南省既有房屋建筑抗震 加固技术导则（试行）

2022-5-23 发布

2022-7-1 实施

---

云南省住房和城乡建设厅



# 云南省住房和城乡建设厅

云建震函〔2022〕35号

## 云南省住房和城乡建设厅 关于印发云南省既有房屋建筑抗震性能 鉴定技术导则（试行）和云南省既有房屋 建筑抗震性能加固技术导则（试行）的通知

各州（市）住房和城乡建设局，各勘察设计单位、施工单位、检测机构，有关单位：

为贯彻落实习近平总书记关于防灾减灾救灾重要论述和《建设工程抗震管理条例》等有关法律法规，贯彻新发展理念，推动高质量发展，进一步规范我省既有房屋抗震鉴定加固工作，促进我省房屋建筑抗震性能鉴定加固行业健康有序发展，云南省住房和城乡建设厅组织编制了《云南省既有房屋建筑抗震性能鉴定技术导则（试行）》《云南省既有房屋建筑抗震性能加固技术导则（试行）》，现印发给你们，请认真遵照执行。



云南省住房和城乡建设厅

2022年5月23日

云南省住房和城乡建设厅办公室

云南省住房和城乡建设厅办公室

2022年5月24日印发

# 云南省既有房屋建筑抗震 加固技术导则（试行）

云南省住房和城乡建设厅  
2022年7月1日实施

## 前 言

根据《中华人民共和国建筑法》《中华人民共和国防震减灾法》《建设工程质量管理条例》《建设工程抗震管理条例》以及《云南省地震易发区房屋设施抗震加固改造实施方案》等有关法律法规和文件精神，统筹安全与发展，推动我省房屋建筑抗震性能鉴定加固健康有序发展，由云南省住房和城乡建设厅组织云南省土木建筑学会特种结构与结构加固专业委员会牵头会同省内有关高等院校、设计单位、审图机构等，在在深入调查研究，认真总结我国、我省近年来房屋建筑抗震加固的实践经验并借鉴现行的有关规范标准和相关技术资料，广泛征求有关各方意见建议的基础上，制订本导则。

本导则共有 12 章，主要内容有：1 总则；2 基本规定；3 场地、地基和基础；4 多层砌体、内框架和底层框架砖房；5 多层及高层钢筋混凝土房屋；6 多层及高层钢结构房屋；7 单层厂房和空旷房屋；8 土、木、石结构房屋；9 烟囱和水塔；10 隔震技术加固；11 消能减震技术加固；12 高延性混凝土技术加固等。

本导则由云南省住房和城乡建设厅负责管理，由编制单位负责具体技术内容的解释。在执行本导则的过程中，请各单位结合工程实践，注意总结经验，收集资料，并将有关意见建议和资料反馈至云南省住房和城乡建设厅抗震防震处（单位地址：昆明市红塔东路 3 号，邮政编码：650228），以供修订时参考。

**主编单位：**云南省土木建筑学会特种结构与结构加固专业委员会

**参编单位：**昆明恒基建设工程施工图审查中心

昆明有色冶金设计研究院股份有限公司

昆明理工大学

云南恒锐建设技术咨询有限公司

云南省设计院集团有限公司

昆明市建筑设计研究院股份有限公司

昆明学院

昆明新正东阳建筑工程设计有限公司

昆明官房建筑设计有限公司

震安科技股份有限公司

昆明中森华创建筑设计有限公司

云南博超建筑设计有限公司  
昆明理工泛亚设计集团有限公司  
上海水石建筑规划设计股份有限公司  
云南省建筑科学研究院有限公司  
云南正元安泰建设工程设计咨询有限公司  
中国有色金属工业昆明勘察设计研究院  
西安建筑科技大学  
云南建筑技术发展中心  
云南邦成工程技术有限公司

**主要起草人员：**王广宇、贺世伟、张龙飞、陈朝晖、陆伟、周宴民、杨飞、董廷顺、许卫宏、李奕生、刘志强、温文露、梁佶、王博、申剑铭、赖正聪、景武斌、刘军、魏昶帆、张九峰、余文正、张敏、武宏亮、褚青青、于夫、李红兵、唐钧、孙柏锋、石伟、姜洋、龚琦、李晓琴、付康维、姚激、马军、袁静、宋进平、李志

**主要审查人员：**孙颖、关世敏、张建、潘文、刘建、钟阳、何喜、秦云、田学渊、和嘉吉

# 目 录

目 录.....	6
1 总 则.....	1
2 基本规定.....	2
3 场地、地基和基础.....	6
3.1 一般规定.....	6
3.2 地基处理及地基基础加固.....	7
4 多层砌体、内框架和底层框架砖房.....	9
4.1 一般规定.....	9
4.2 加固方法.....	11
5 多层及高层钢筋混凝土房屋.....	15
5.1 一般规定.....	15
5.2 加固方法.....	16
5.3 常用加固方法构造示意.....	17
6 多层及高层钢结构房屋.....	22
6.1 一般规定.....	22
6.2 加固方法.....	23
6.3 连接与节点的加固.....	27
7 单层厂房和空旷房屋.....	29
7.1 一般规定.....	29
7.2 单层钢筋混凝土柱厂房.....	30
7.3 单层砖柱厂房和单层空旷房屋.....	30
7.4 单层钢结构厂房.....	31
7.5 非结构构件.....	32
8 土、木、石结构房屋.....	33
8.1 一般规定.....	33
8.2 生土结构房屋.....	34
8.3 木结构房屋.....	36
8.4 石结构房屋.....	39
9 烟囱和水塔.....	41
9.1 烟囱.....	41
9.2 水塔.....	41



10 隔震技术加固 .....	43
10.1 一般规定 .....	43
10.2 隔震加固概念设计 .....	44
10.3 隔震层设计 .....	44
10.4 上部结构设计 .....	45
10.5 下部结构和地基基础设计 .....	46
10.6 隔震加固托换设计 .....	46
10.7 连接构造措施 .....	51
10.8 既有隔震建筑加固 .....	52
11 消能减震技术加固 .....	54
11.1 一般规定 .....	54
11.2 加固方案 .....	54
11.3 消能减震设计计算要点 .....	55
11.4 消能部件连接构造与设计 .....	56
11.5 既有减震建筑加固 .....	61
12 高延性混凝土技术加固 .....	63
12.1 一般规定 .....	63
12.2 加固方法 .....	64



# 1 总 则

**1.0.1** 为贯彻执行国家有关防震减灾的法律法规，坚持以预防为主方针，减轻地震破坏，减少损失，使既有建筑的抗震加固做到抗震安全、经济、合理、有效、实用、制定本导则。

注：抗震安全，指加固后的既有建筑在预期的后续使用年限内能够达到不低于其抗震鉴定的设防目标。

**1.0.2** 本导则适用于抗震设防烈度为 6~9 度地区经抗震鉴定后需要进行抗震加固的既有建筑的设计及施工。

古建筑和行业有特殊要求的建筑，应按专门的规定进行抗震加固的设计及施工。

注：本规程以下“6、7、8、9 度”为“抗震设防烈度为 6、7、8、9 度”的简称。

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

**1.0.4** 既有建筑加固前，应依据其设防烈度、抗震设防类别、后续工作年限和结构类型，按国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 及《云南省既有建筑抗震鉴定技术导则》的相应规定进行抗震鉴定。

**1.0.5** 既有建筑加固时，建筑的抗震设防类别及相应的抗震措施和抗震验算要求，应按国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 及《云南省既有建筑抗震鉴定技术导则》规定执行。

**1.0.6** 既有建筑的抗震加固技术，除应符合本导则的规定外，尚应符合国家有关标准、规范的要求。其中，创新性的技术方法和措施，应进行技术论证。

## 2 基本规定

**2.0.1** 既有建筑抗震加固前，应依据其设防烈度、抗震设防类别、后续工作年限、结构类型和建筑功能，按《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 及《云南省既有建筑抗震鉴定技术导则》的相应规定进行抗震鉴定，未经抗震鉴定及相应抗震加固不得改变建筑功能和使用环境。

**2.0.2** 既有建筑抗震加固，应按《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223、《建筑与市政抗震通用规范》GB 55002 进行分类，抗震措施及抗震验算应满足相应规定，既有建筑的设防烈度、场地类别应按《中国地震动参数区划图》GB 18306 确定。

**2.0.3** 既有建筑抗震加固工作程序应按：资料收集→现场调查及检测→抗震鉴定→抗震加固设计→加固施工图审查→施工方案编制→加固施工→验收等进行实施（图 2.0.3），必要时应进行专项论证。当既有建筑符合《云南省建设工程抗震设防管理条例》相关规定时，除按上述程序实施加固外，建设单位尚应向建设行政主管部门提出抗震设防专项审查报告。

**2.0.4** 既有建筑抗震加固方案设计应根据抗震鉴定结果，综合考虑加固成本、施工难度以及对生产生活的影响，分别采用房屋整体加固、区段加固或构件加固，加强整体性、改善构件的受力状况、提高综合抗震能力，满足抗震鉴定的最低要求。

**2.0.5** 既有建筑抗震加固方案设计应计入场地、地基及基础的影响。

1 既有建筑所处场地的稳定性不满足要求，或抗震加固对邻近边坡的稳定性产生影响时，应先对场地进行综合治理达到稳定要求后方可加固。

2 既有建筑基础不满足要求时，宜减少地基基础的加固工程量，采取减轻自重、提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施，并应计入不利场地的影响。

**2.0.6** 既有建筑的抗震加固方案设计应考虑结构体系的影响。

1 原结构的结构体系明显不合理时，应优先采用改变结构体系的方法进行加固。加固或新增构件的布置，应消除或减少不利因素，宜使加固后结构的质量和刚度分布均匀、对称，防止局部加强导致结构平面不规则或竖向不规则。

2 整体连接性不符合要求时，应采取提高结构变形能力的方法增强整体性。对抗震薄弱部位、易损部位和不同类型结构的连接部位，其承载力或变形能力宜采取比一般部位增强的措施。

3 新增构件与原有构件之间应有可靠连接；新增的抗震墙、柱等竖向构件应

有可靠的基础。

### 2.0.7 既有建筑进行加固方案设计时，局部构件设计应满足下列要求：

1 原结构局部构件承载力、刚度均不满足要求时，应以扩大原构件截面或新增部分构件为基本方法进行加固。

2 原结构局部构件构造不符合要求时，应采取不使薄弱部位转移的局部处理方法，或通过增设构件改变结构体系，使地震作用由新增构件承担，从而保护局部构件。

3 原结构局部构件刚度满足要求而承载力不满足时，应以外包钢构套、粘钢或碳纤维加固为基本方法。

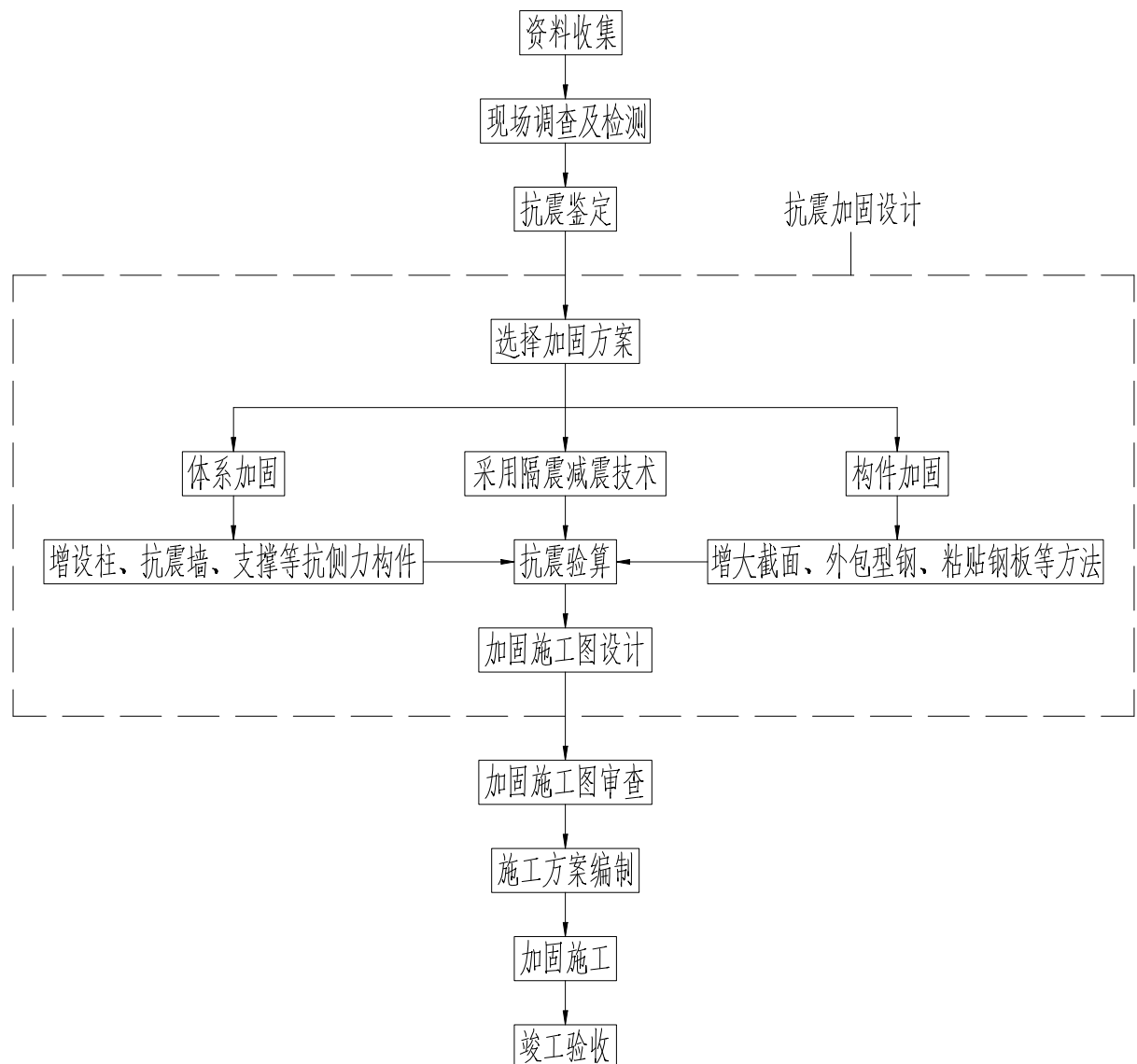


图 2.0.3 抗震加固流程图

**2.0.8** 既有建筑进行加固方案设计时，所用材料应满足下列要求：

1 加固所用材料类型与既有结构相同时，其强度等级不应低于既有结构材料的实际强度等级，并应满足相关规范规定的构造要求；加固采用新技术、新材料时，应结合既有结构具体特点进行技术和经济分析。

2 加固所用的砌体块材、砂浆和混凝土的强度等级，钢筋、钢材的性能指标，应符合国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定，其他各种加固材料和胶粘剂的性能指标应满足国家相关标准、规范的要求，其耐久性尚应满足建筑后续工作年限的要求。

**2.0.9** 既有建筑进行加固方案设计时，非结构构件应满足下列要求：

1 对于不符合鉴定要求的女儿墙、门脸、出屋顶烟囱等易倒塌伤人的非结构构件，应拆除或降低高度，需要保持原高度时应加固。

2 框架结构填充墙体、底框结构填充墙体、多层砌体结构自承重隔墙等构件的连接不符合抗震要求时，应采取措施加强其拉结作用。

**2.0.10** 既有建筑进行加固方案设计时，尚应考虑以下要求：

1 采用消能减震或隔震加固时，应注重提高结构整体抗震性能，同时应注意加固过程中和加固后既有结构构件受力的变化，应降低既有建筑在加固过程中因遭受地震作用而发生倒塌的风险。

2 加固方法应便于施工，应减少对原结构的损伤，并应降低对生产、生活的影响，尽量减少湿作业。

3 抗震加固方案宜结合维修改造，改善建筑使用功能和美观，并应满足防火要求。

**2.0.11** 山地掉层、吊脚类建筑抗震加固处理参照《山地建筑结构设计标准》JGJ/T 472 有关规定执行。

**2.0.12** 既有建筑抗震加固设计时，地震作用和结构抗震验算应符合下列规定：

1 当抗震设防烈度为 6 度时(建造于IV类场地的较高的高层建筑除外)，以及木结构和土石墙房屋，可不进行构件截面抗震验算，但应符合相应的构造要求。

2 加固后结构的分析和构件承载力计算，应满足下列要求：

1) 结构的计算简图，应根据加固后的荷载、地震作用和实际受力状况确定，其中近场影响系数和局部突出地形顶部的地震影响系数的放大值应参照有关规范执行。

2) 当加固后结构刚度和重力荷载代表值的变化分别不超过原来的 10%和 5%时，应允许不计入地震作用变化的影响。

3) 结构构件的计算截面面积，应根据鉴定报告鉴定结果确定，应计入实际荷载偏心、结构构件变形等造成的附加内力。

- 4) 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，加固材料性能标准值应具有按规定置信水平确定的 95% 的强度保证率。
- 5) 验算结构、构件承载力时，并应计入应变滞后的影响，以及加固部分与原结构共同工作程度。
- 6) 当加固后改变传力路线或使结构质量明显增大时应对相关结构、构件及建筑物地基基础进行验算。

3 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大于等于 1.0，并应防止出现新的综合抗震能力指数突变的楼层。采用设计规范方法验算时，也应防止加固后出现新的层间受剪承载力突变的楼层。

**2.0.13** 结构抗震能力验算应符合《建筑与市政抗震通用规范》GB55002、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB5502、《建筑抗震设计规范》GB 500111、《云南省既有建筑抗震鉴定技术导则》的有关规定。

**2.0.14** 抗震加固的施工应满足下列要求：

- 1 应采取措施避免或减少损伤原结构构件。
- 2 应编制专项加固施工方案，确保有效的质量控制措施和相应的质量记录，必要时应对施工过程的结构安全性进行分析；对可能出现的倾斜、开裂或局部倒塌等情况，应预先采取安全支护措施。
- 3 施工过程中发现原结构或相关工程隐蔽部位的构造有严重缺陷时，以及结构构件变形增大、裂缝扩展或增多等异常情况时，应暂停施工，采取必要的支护措施，并会同加固设计单位采取有效处理措施后方可继续施工。

## 3 场地、地基和基础

### 3.1 一般规定

**3.1.1** 本章适用于抗震鉴定要求或因上部结构加固方案需进行加固的地基及基础。

**3.1.2** 无地质资料或既有资料不满足抗震加固设计要求时需补充相应的地勘资料。

**3.1.3** 应根据液化地基的液化等级及建筑物类别等，结合上部结构，综合分析确定液化地基的应对方案。

**3.1.4** 既有建筑地基基础加固设计，应遵循新、旧基础，新增桩和原有桩变形协调原则。新、旧基础的连接应采用可靠的技术措施。

**3.1.5** 既有建筑地基基础的抗震加固设计，尚应符合下列要求：

1 对液化地基、软弱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：如优先采用增强上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施；需同时加固地基基础和上部结构时，应首先对地基基础进行加固处理。

2 位于坡地上的建筑物在抗震加固时，新增结构不宜作支挡结构。

3 既有建筑位于斜坡上或建筑物基础露出地坪时，基础的埋置深度应满足相关要求。基础埋置深度不满足要求时，可在基础附近增设刚性地坪、回填基础周围土体、加大基础底面积、加深基础及增设基础连系梁等加固措施。

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。

5 掉层、吊脚结构的临空桩应视为上部结构构件，其抗震构造措施和承载力验算应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定执行。

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

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

**3.1.6** 当软弱地基或桩基的承载力、变形或稳定性不满足要求时，应对地基、基础（或桩基）进行加固处理。基础加固措施的设计和施工应按现行行业标准《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ123 和《建筑地基处理技术规范》JGJ79 的有关规定执行。

**3.1.7** 当场地或支挡构件不满足整体稳定性要求时，应进行加固处理。



## 3.2 地基处理及地基基础加固

**3.2.1** 地基处理及地基基础加固时应采取可靠措施确保地基及基础的稳定性。

**3.2.2** 既有地基基础抗震加固时，液化地基的抗液化措施，也要经过液化判别，根据地基的液化等级、后续使用年限及抗震设防类别参照表 3.2.2 区别对待。

表 3.2.2 既有地基基础的抗液化措施

后续使用年限分类	设防类别	轻微液化	中等液化	严重液化
A 类	乙类	可不采取措施	可不采取措施	宜部分消除液化沉陷或基础和上部结构处理
	丙类	可不采取措施	可不采取措施	宜基础或上部结构处理或其他经济措施
B 类	乙类	可不采取措施	基础或上部结构处理或其他经济措施	宜全部消除液化沉陷
	丙类	可不采取措施	可不采取措施	宜部分消除液化沉陷或基础和上部结构处理

注：1 甲类建筑的地基抗液化措施应进行专门研究，但不宜低于乙类的相应要求。

2 后续使用年限分类为 C 类的建筑按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的有关规定执行。

**3.2.3** 为消除液化沉降进行地基处理时，应根据具体情况合理选取桩基托换、压重法、覆盖法、排水桩法、旋喷法、注浆法等处理措施。

**3.2.4** 对液化地基、软土地基或明显不均匀地基上的建筑，可采取下列提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施：

- 1 提高建筑的整体性或合理调整荷载。
- 2 加强圈梁与墙体的连接。当可能产生差异沉降或基础埋深不同且未按 1/2 的比例过渡时，应局部加强圈梁。
- 3 用钢筋网砂浆面层等加固砌体墙体。

**3.2.5** 当地基竖向承载力不满足要求时，可作下列处理：

- 1 当基础底面压力设计值超过地基承载力特征值在 10% 以内时，可采用提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施。
- 2 当基础底面压力设计值超过地基承载力特征值 10% 及以上时或建筑已出现不容许的沉降和裂缝时，可采取减少上部荷载或基础补强注浆、扩大基础、加

深基础、锚杆静压桩、树根桩、坑式静压桩、旋喷桩、水泥土搅拌桩、人工挖孔桩托换等加固方法。

**3.2.6** 当柱间支撑的柱基、拱脚等地基或桩基的水平承载力不满足要求时，可采取下列提高水平承载力的措施：

- 1 基础顶面、侧面无刚性地坪时，可增设刚性地坪。
- 2 沿基础顶部增设基础梁，将水平荷载分散到相邻的基础上。
- 3 增设抗侧推挡墙。

**3.2.7** 建筑物的地基最终沉降变形计算值，不应大于地基沉降变形允许值。当大于地基沉降变形允许值时，应进行地基处理、基础加固或采取其他有效措施。建筑地基最终沉降变形量可按下式计算：

$$s=s_0+s_1+s_2 \quad (3.2.7)$$

$s$ —地基最终沉降变形量 (mm)；

$s_0$ —地基基础加固前或增加荷载前，已完成的地基沉降变形量 (mm)，可由沉降观测资料确定或根据工程经验估算；

$s_1$ —地基基础加固或增加荷载后产生的地基变形量 (mm)，应按现行《建筑地基基础设计规范》计算确定；

$s_2$ —原建筑物尚未完成的地基变形量 (mm)，可由沉降观测结果推算，或根据地方经验估算；当原建筑物基础沉降已稳定时，此值可取零。

## 4 多层砌体、内框架和底层框架砖房

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本章适用于砖墙体和砌块墙体承重以及内框架、底层框架与砖墙混合承重的多层房屋，其适用的最大高度和层数应符合现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的有关规定。

**4.1.2** 房屋的抗震加固应符合下列要求：

1 砌体房屋的同一楼层中，自承重墙体加固后的抗震能力不应超过承重墙体加固后的抗震能力。

2 砌体房屋对非刚性结构体系的房屋，应选用有利于消除不利因素的抗震加固方案；当采用加固柱或墙垛、增设支撑或支架等保持非刚性结构体系的加固措施时，应控制层间位移和提高其变形能力。

3 砌体房屋当选用区段加固的方案时，砌体房屋应对楼梯间的墙体采取加强措施。

4 砌体房屋加固后房屋的层间受剪承载力沿高度应比较均匀，防止相邻楼层的层间受剪承载力相差较大而导致出现薄弱层。

5 砌体房屋同一楼层中，墙段受力宜均匀，防止个别构件失效后导致结构发生严重破坏。

6 底层框架房屋加固后，框架层与相邻上部砌体层的刚度比，应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相应规定。

7 内框架和底层框架砌体房屋加固部位的框架应防止形成短柱或强梁弱柱。

8 采用综合抗震能力指数验算时，楼层屈服强度系数、加固增强系数、加固后的体系影响系数和局部影响系数应根据房屋加固后的状态计算和取值。

**4.1.3** 对 A 类和 B 类建筑中规则的房屋，加固后的楼层综合抗震能力指数，应符合下式规定：

$$\beta_s = \eta \psi_{1s} \psi_{2s} \beta_0 \quad (4.1.3-1)$$

表 4.1.3 综合抗震能力指数参数表

$\beta_s$	加固后楼层的综合抗震能力指数；
$\eta$	加固增强系数，可按《建筑抗震加固技术规程》JGJ116 相关规定计算确定；
$\beta_0$	楼层原有的抗震能力指数；应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 规定的有关方法计算；
$\psi_{1s}$ 、 $\psi_{2s}$	分别为加固后体系影响系数和局部影响系数；应根据房屋加固后的状况，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 的有关规定取值。

4.1.4 墙体加固后，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的规定只选择从属面积较大或竖向应力较小的墙段进行抗震承载力验算时，截面抗震受剪承载力可按下列公式验算：

$$\text{不计入构造影响时} \quad V \leq \eta V_{R0} \quad (4.1.4-1)$$

$$\text{计入构造影响时} \quad V \leq \psi_{1s} \psi_{2s} \eta V_{R0} \quad (4.1.4-2)$$

表 4.1.4 墙段剪力计算参数表

$V$	墙段的剪力设计值；
$\eta$	墙段的加固增强系数，可按《建筑抗震加固技术规程》JGJ116 相关规定计算确定；
$V_{R0}$	墙段原有的受剪承载力设计值，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 对砌体墙的有关规定计算；但其中的材料性能设计指标、承载力抗震调整系数，应按本导则第 2 章相关规定取值。

4.1.5 对 A 类和 B 类建筑中不规则的房屋，其抗震加固后的抗震承载力应符合下式规定，并应防止加固后出现新的层间受剪承载力突变的楼层。

$$S \leq \psi_{1s} \psi_{2s} R_s / \gamma_{R_s} \quad (4.1.5-1)$$

表 4.1.5 构件内力组合参数表

$S$	加固后结构构件内力组合的设计值；
$\psi_{1s}$ 、 $\psi_{2s}$	分别为加固后体系影响系数和局部影响系数；应根据房屋加固后的状况，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 的有关规定取值。
$R_s$	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。

4.1.6 当既有的 A 类、B 类底层框架砖房的层数和总高度超过现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 规定的层数和高度限值，但未超过现行国家标准《建

筑抗震设计规范》GB50011 规定的层数和高度限值时，应提高其抗震承载力并采取增设外加构造柱等措施，达到现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 对其承载力与构造柱的相关要求。当其层数超过现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的层数时，应改变结构体系或减少层数。

**4.1.7** 底层框架砖房上部各层砌体部分的加固，应符合砌体房屋加固的有关要求，其上部各层按多层砌体房屋的有关规定进行加固的竖向构件需延续到底层。底层加固时，应计入上部各层加固对底部的影响；框架梁柱的加固，应符合本导则多层及高层钢筋混凝土房屋加固的有关规定。

**4.1.8** 应特别重视预制楼板的连接构造，确保楼盖在地震作用下的整体性和可靠性。

## 4.2 加固方法

**4.2.1** 当既有多层砌体房屋的高度和层数超过规定限值时，应采取下列抗震对策：

1 当既有多层砌体房屋的总高度超过规定的高度而层数不超过规定的限值时，应采取高于一般房屋的承载力且加强墙体约束的有效措施。

2 当既有多层砌体房屋的层数超过规定限值时，应改变结构体系或减少层数；乙类设防的房屋，也可改变用途按丙类设防使用，并满足丙类设防的层数限值要求；当采用改变结构体系的方案时，应在两个方向均匀增设一定数量的钢筋混凝土抗震墙，新增的混凝土墙应计入竖向压应力滞后的影响并宜承担结构的全部地震作用。

3 当丙类设防且横墙较少的多层砌体房屋超出规定限值 1 层和 3m 以内时，应提高墙体承载力且新增构造柱、圈梁等应达到现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 对横墙较少房屋不减少层数和高度的相关要求。

4 多层砌体房屋的总高度、层数或高宽比超过设防烈度的规定限值，但未超过比设防烈度低一度的规定限值时，可采取隔震加固措施，具体加固方法按本导则第十章执行。

5 多层砌体房屋的总高度或层数超过《建筑抗震鉴定标准》GB50023 规定的抗震横墙较少或很少的房屋的总高度或层数时，可增设抗震横墙减小横墙间距。

**4.2.2** 砌体房屋抗震承载力不符合要求时，可采用下列加固方法：

1 拆砌或增设抗震墙：对局部的强度过低或严重破坏的原墙体可采取拆除重砌的办法，重砌和增设抗震墙的结构材料宜采用与原结构相同的砖或砌块，也可采用现浇钢筋混凝土；拆除时，应采取可靠的支撑和防护措施。

2 修补和灌浆：对已开裂的墙体，可采用压力灌浆修补，对砌筑砂浆饱满度差且砌筑砂浆强度等级偏低的墙体，可用满墙灌浆加固。

修补后墙体的刚度和抗震能力，可按原砌筑砂浆强度等级计算；满墙灌浆加固后的墙体，可按原砌筑砂浆强度等级提高一级计算。

3 面层或板墙加固：在墙体的一侧或两侧采用水泥砂浆面层、钢筋网砂浆面层、钢绞线网-聚合物砂浆面层或现浇钢筋混凝土板墙加固。

4 外加柱加固：在墙体交接处增设现浇钢筋混凝土构造柱加固，外加柱应与圈梁、拉杆连成整体，或与现浇钢筋混凝土楼、屋盖可靠连接。

5 包角或镶边加固：在柱、墙角或门窗洞口边用型钢或钢筋混凝土包角或镶边；柱、墙垛还可用现浇钢筋混凝土套加固。

6 支撑或支架加固：对刚度差的房屋，可增设型钢或钢筋混凝土支撑或支架加固。

7 隔震加固：在房屋基础设置隔震层，减小房屋的地震反应。

8 高延性混凝土加固：在墙体喷射高延性混凝土进行加固，具体加固方法按本导则第十二章执行。

#### 4.2.3 砌体房屋的整体性不符合要求时，可采用下列加固方法：

1 当墙体布置在平面内不闭合时，可增设墙段或在开口处增设现浇钢筋混凝土框形成闭合。

2 当纵横墙连接较差时，可采用钢拉杆、长锚杆、外加柱或外加圈梁等加固。

3 楼、屋盖构件支承长度不满足要求时，可增设托梁或采取增强楼、屋盖整体性等措施；对腐蚀变质的构件应更换；对无下弦的人字屋架应增设下弦拉杆。当预制楼板端部的预留拉结钢筋没有相互可靠连接时，应采取措施确保预制板间的连接及楼盖整体性。

4 当构造柱或芯柱设置不符合鉴定要求时，应增设外加柱；当墙体采用双面钢筋网砂浆面层或钢筋混凝土板墙加固，且在墙体交接处增设相互可靠拉结的配筋加强带时，可不另设构造柱。

5 当圈梁设置不符合鉴定要求时，应增设圈梁；外墙圈梁宜采用现浇钢筋混凝土，内墙圈梁可用钢拉杆或在进深梁端加锚杆代替；当采用双面钢筋网砂浆面层或钢筋混凝土板墙加固，且在上下两端增设配筋加强带时，可不另设圈梁。

6 当预制楼、屋盖不满足抗震鉴定要求时，可增设钢筋混凝土现浇层或增设托梁加固楼、屋盖，钢筋混凝土现浇层的厚度不应小于 40mm，钢筋的直径不应小于 6mm，其间距不应大于 300mm；尚应采取措施加强现浇层与原有楼板、墙体的连接。

#### 4.2.4 当具有明显扭转效应的多层砌体房屋抗震能力不满足要求时，可优先在薄

弱部位增砌砖墙、现浇钢筋混凝土墙或采取在原墙加面层的措施；也可采取分割平面单元，减少扭转效应的措施。

**4.2.5** 既有的空斗墙房屋和普通黏土砖砌筑的墙厚不大于 180mm 的房屋需要继续使用时，应采用双面钢筋网砂浆面层加固、板墙加固或高延性混凝土加固。

**4.2.6** 底层框架砖房的底层结构体系、抗震承载力和抗震措施不满足要求时，可选择下列加固方法：

1 横墙间距满足鉴定要求而抗震承载力不满足要求时，宜对原有墙体采用钢筋网砂浆面层、钢绞线网-聚合物砂浆面层、喷射高延性混凝土或板墙等加固，也可增设抗震墙加固。

2 横墙间距超过规定值时，宜在横墙间距内增设抗震墙加固；或对原有墙体采用板墙加固且同时增强楼盖的整体性和加固钢筋混凝土框架、砖柱混合框架；也可在砌体房屋外增设抗侧力结构减小横墙间距。

3 钢筋混凝土柱配筋不满足要求时，可采用增设钢构套、现浇钢筋混凝土套、粘贴纤维布、钢绞线网片-聚合物砂浆面层等方法加固；也可增设抗震墙或钢支撑减少柱承担的地震作用。

4 房屋的框架柱轴压比不满足要求时，可增设钢筋混凝土套加固或按国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的相关规定增设约束箍筋提高体积配箍率。

5 外墙的砖柱（墙垛）承载力不满足要求时，可采用钢筋混凝土外壁柱或内、外壁柱加固；也可增设抗震墙以减少砖柱（墙垛）承担的地震作用。

6 内框架房屋进行抗震加固时，应采用改变结构体系的加固方案，加固后的房屋应根据其新结构体系类别满足本导则的相应要求。

7 房屋底层为单跨框架时，应增设框架柱形成双跨；当底层刚度较弱或有明显扭转效应时，可在底层增设钢筋混凝土抗震墙或翼墙加固；当过渡层刚度、承载力不满足鉴定要求时，可对过渡层的原有墙体采用钢筋网砂浆面层、钢绞线网-聚合物砂浆面层加固或采用钢筋混凝土墙替换底部为钢筋混凝土墙的部分砌体墙等方法加固。

8 房屋底层与相邻上层刚度比不满足要求时，宜在底层增设钢筋混凝土抗震墙或钢支撑加固，也可采用消能减震方法进行加固。

**4.2.7** 底层框架砌体房屋整体性不满足要求时，应选择下列加固方法：

1 房屋的底层楼盖为装配式混凝土楼板时，可增设钢筋混凝土现浇层加固。

2 圈梁布置不符合鉴定要求时，应增设圈梁；外墙圈梁宜采用现浇钢筋混凝土，内墙圈梁可用钢拉杆或在进深梁端加锚杆代替；当墙体采用双面钢筋网砂浆面层或板墙进行加固且在上下两端增设配筋加强带时，可不另设圈梁。

3 当构造柱设置不符合鉴定要求时，应增设外加柱；当墙体采用双面钢筋网

砂浆面层或板墙进行加固且在对应位置增设相互可靠拉结的配筋加强带时,可不另设外加柱。

**4** 外墙四角或内、外墙交接处的连接不符合鉴定要求时,可增设钢筋混凝土外加柱加固。

**5** 楼、屋盖构件的支承长度不满足要求时,可增设托梁或采取增强楼、屋盖整体性的措施。

**4.2.8** 房屋易倒塌部位不符合要求时,可采用下列加固方法:

**1** 窗间墙宽度过小或抗震能力不满足要求时,可增设钢筋混凝土窗框或采用钢筋网砂浆面层、板墙等加固。

**2** 支承大梁等的墙段抗震能力不满足要求时,可增设砌体柱、组合柱、钢筋混凝土柱或采用钢筋网砂浆面层、板墙加固。

**3** 支承悬挑构件的墙体不符合鉴定要求时,宜在悬挑构件端部增设钢筋混凝土柱或砌体组合柱加固,并对悬挑构件进行复核。

**4** 隔墙无拉结或拉结不牢,可采用镶边、埋设钢夹套、锚筋或钢拉杆加固;当隔墙过长、过高时,可采用钢筋网砂浆面层进行加固。

**5** 出屋面的楼梯间、电梯间和水箱间不符合鉴定要求时,可采用面层或外加柱加固,其上部应与屋盖构件有可靠连接,下部应与主体结构的加固措施相连。

**6** 出屋面的烟囱、无拉结女儿墙、门脸等超过规定的高度时,宜拆除、降低高度或采用型钢、钢拉杆加固。

**7** 悬挑构件的锚固长度不满足要求时,可加拉杆、斜撑或采取减少悬挑长度的措施。



## 5 多层及高层钢筋混凝土房屋

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 本章适用于多层及高层现浇及装配整体式钢筋混凝土框架（包括填充墙框架）、框架-抗震墙结构以及抗震墙结构的抗震加固，其适用的最大高度和层数应符合《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 及《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的有关规定。

钢筋混凝土结构房屋的抗震等级，B 类房屋应符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 及《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的有关规定，C 类房屋应符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 及《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定。

**5.1.2** 钢筋混凝土房屋的抗震加固应符合下列要求：

1 抗震加固时应根据房屋的实际情况选择加固方案，分别采用主要提高结构构件抗震承载力、主要增强结构变形能力或改变框架结构体系的方案。

2 加固后的框架应避免形成短柱、短梁或强梁弱柱。

3 采用综合抗震能力指数验算时，加固后楼层屈服强度系数、体系影响系数和局部影响系数应根据房屋加固后的状态计算和取值。

**5.1.3** 钢筋混凝土房屋加固后，对于 A 类和 B 类建筑中规则的多层钢筋混凝土房屋，当采用楼层综合抗震能力指数表达的简化方法进行抗震验算时，应采用国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 规定的计算公式；构件加固后的抗震承载力应根据其加固方法按《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 及《建筑抗震加固技术规程》JGJ116 相关规定计算。

**5.1.4** 钢筋混凝土房屋加固后，当按《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009 第 3.0.4 条的规定采用国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 规定的方法进行抗震承载力验算时，可按国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 及《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的规定计入构造的影响；构件加固后的抗震承载力应根据其加固方法按《建筑抗震加固技术规程》JGJ116 第 6 章的规定计算。

## 5.2 加固方法

**5.2.1** 钢筋混凝土房屋的结构体系和抗震承载力不满足要求时，可选择下列加固方法：

1 框架结构宜优先采用消能减震技术或隔震技术加固，也可采取增设抗震墙、支撑等抗侧力构件的措施，增强结构整体抗震性能。新增抗震墙、支撑宜优先设置在楼梯间四周，以减小楼梯构件地震反应。

2 单向框架应加固，或改为双向框架，或采取加强楼、屋盖整体性且同时增设抗震墙、抗震支撑等抗侧力构件的措施。

3 单跨框架不符合鉴定要求时，应在不大于框架-抗震墙结构的抗震墙最大间距且不大于 24m 的间距内增设抗震墙、翼墙、抗震支撑等抗侧力构件或将对轴线的单跨框架改为多跨框架。仅作为通道使用的高度不超过 24m 的单跨多层乙类框架结构，也可按竖向构件中震弹性的要求进行抗震承载力验算。

4 框架梁柱配筋不符合鉴定要求时，可采用外包型钢、增大截面或粘贴钢板、碳纤维布、钢绞线网-聚合物砂浆面层等加固。

5 框架柱轴压比不符合鉴定要求时，优先采用增大截面加固法。

6 房屋刚度较弱、明显不均匀或有明显的扭转效应时，可增设钢筋混凝土抗震墙或翼墙加固，也可设置支撑加固。

7 当框架梁柱实际受弯承载力的关系不符合鉴定要求时，可采用外包型钢、增大截面或粘贴钢板等加固框架柱，也可通过罕遇地震下的弹塑性变形验算确定对策。

8 钢筋混凝土抗震墙配筋不符合鉴定要求时，可加厚原有墙体或增设端柱、墙体等，也可采用粘贴钢板加固。

9 当楼梯构件不符合鉴定要求时，可粘贴钢板、碳纤维布、钢绞线网-聚合物砂浆面层等加固。

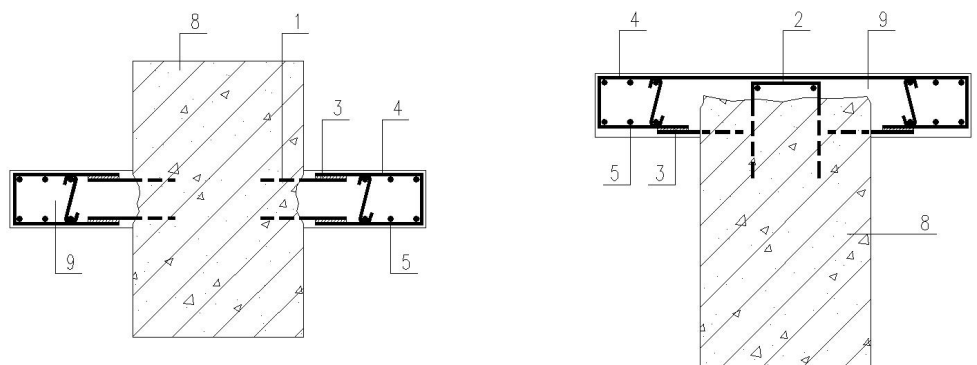
**5.2.2** 钢筋混凝土构件有局部损伤时，可采用细石混凝土修复；出现裂缝时，可灌注水泥基灌浆料等补强。

**5.2.3** 填充墙体与框架柱连接不符合鉴定要求时，可增设拉筋连接；填充墙体与框架梁连接不符合鉴定要求时，可在墙顶增设钢夹套等与梁拉结；楼梯间的填充墙不符合鉴定要求，可采用钢筋网砂浆面层加固。

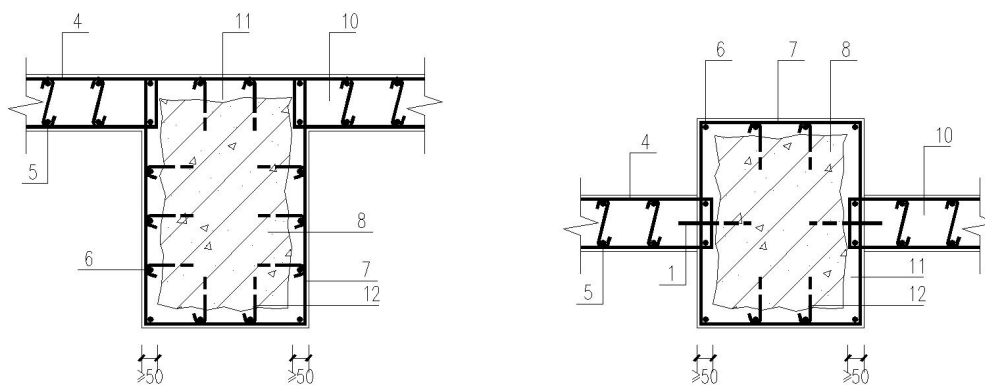
**5.2.4** 女儿墙等易倒塌部位不符合鉴定要求时，可按本导则第 4 章第 4.2.8 条的有关规定选择加固方法。

### 5.3 常用加固方法构造示意

#### I 增设抗震墙或翼墙



(a) 钢筋连接

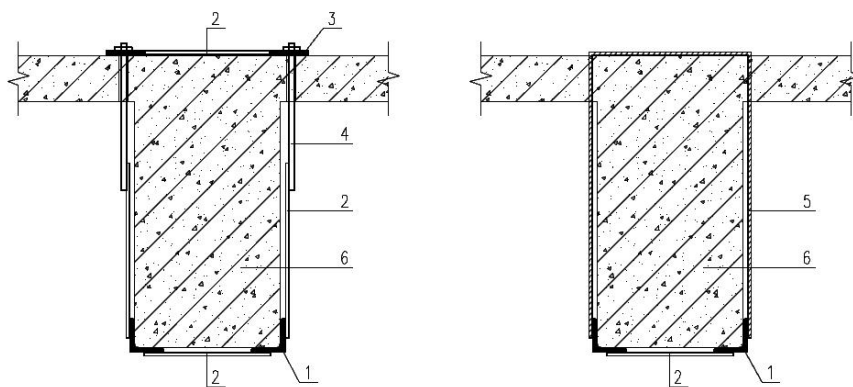


(b) 增大截面连接

- 1-锚筋；2-U型锚筋；3-焊缝；4-墙体水平筋；5-墙体竖向筋；6-新增柱纵向筋；  
7-新增柱箍筋；8-原柱；9-翼墙；10-抗震墙；11-现浇钢筋混凝土套；12-新增拉锚筋

图 5.3-1 增设墙与原框架柱连接示意图

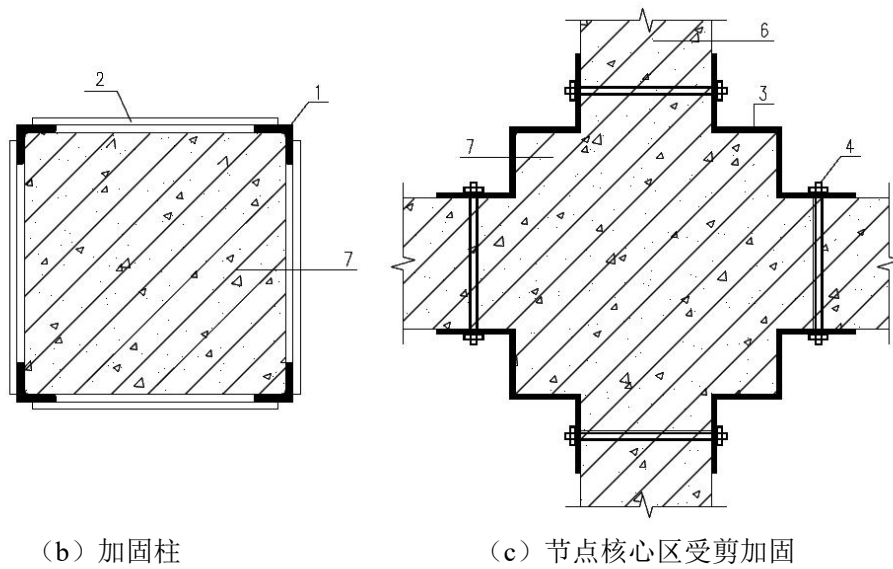
#### II 外包型钢加固



穿螺杆焊接缀板构造

“IP”形钢缀板构造

(a) 加固梁



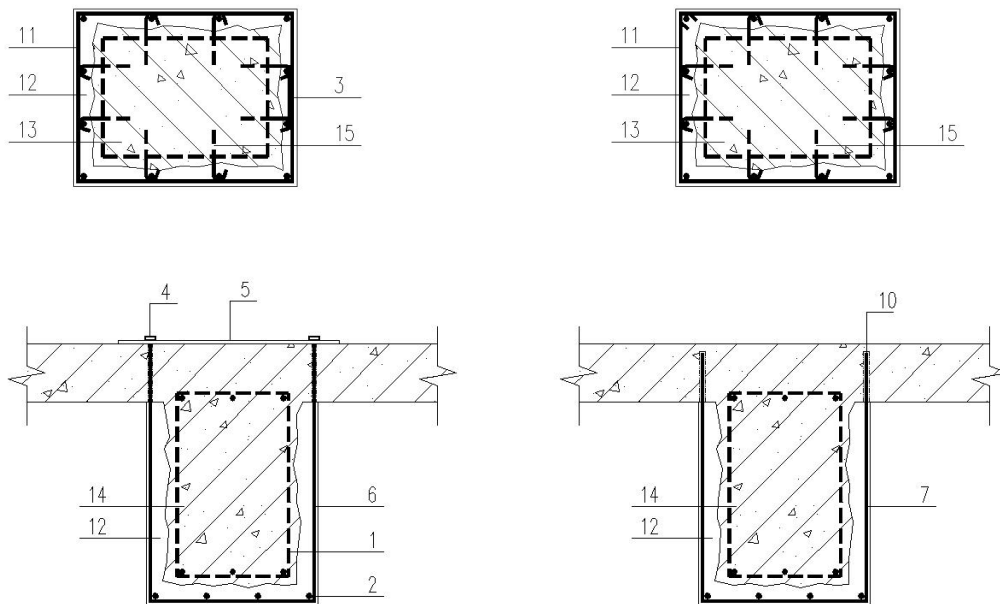
(b) 加固柱

(c) 节点核心区受剪加固

1-角钢；2-钢缀板；3-钢板；4-螺杆；5-“II”形钢缀板；6-原梁；7-原柱

图 5.3-2 外包型钢加固示意图

### III 增大截面加固



(a) 环形箍筋，胶锚式箍筋构造



(b) U 型箍筋构造

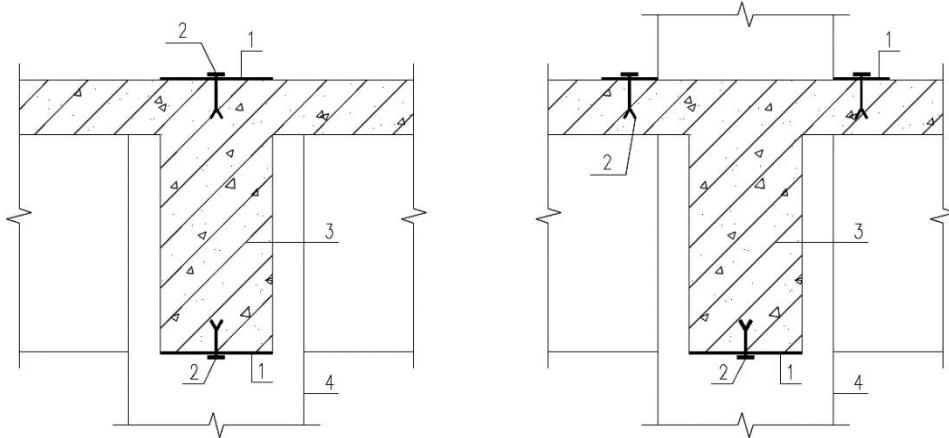
1-原钢筋；2-新增受力钢筋；3-焊缝长度 $\geq 10d$ (单面) $\geq 5d$ (双面)；4-螺栓(螺帽拧紧后加电焊)；

5-钢板；6-夹锚式箍筋；7-胶锚式箍筋；8-新增 U 型箍筋；9-焊于原箍筋；

10-孔中用结构胶锚固；11-新增箍筋；12-新增混凝土；13-原柱；14-原梁；15-新增拉锚筋

图 5.3-3 增大截面加固配置钢筋构造示意图

#### IV 粘贴钢板加固

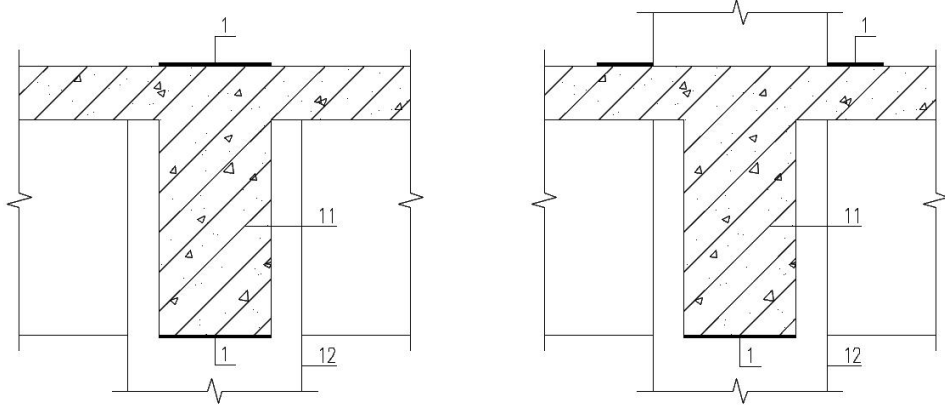


梁受弯加固

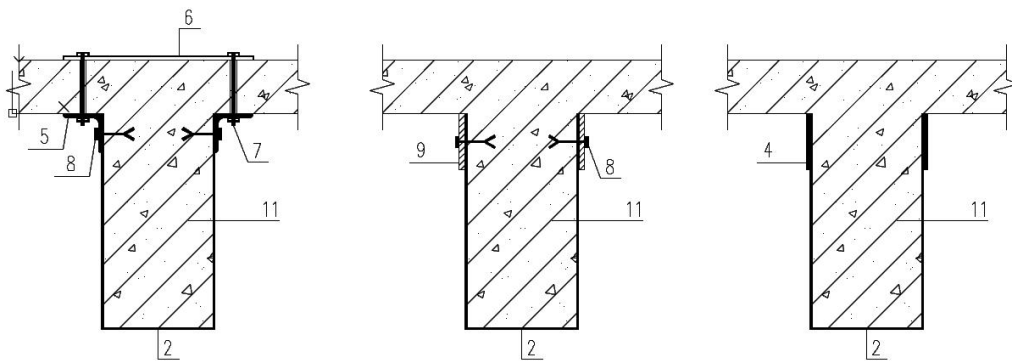
1-钢板；2-锚栓；3-原梁；4-原柱

图 5.3-4 粘贴钢板加固示意图

## V 粘贴纤维布加固



(a) 梁受弯加固

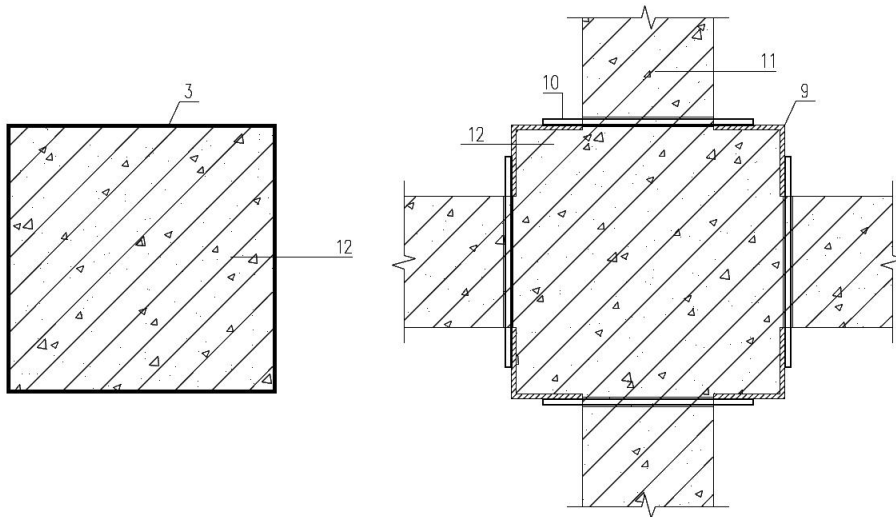


加锚封闭箍构造

钢板锚 U 形箍构造

一般 U 形箍构造

(b) 梁受剪加固



一般位置

梁高范围

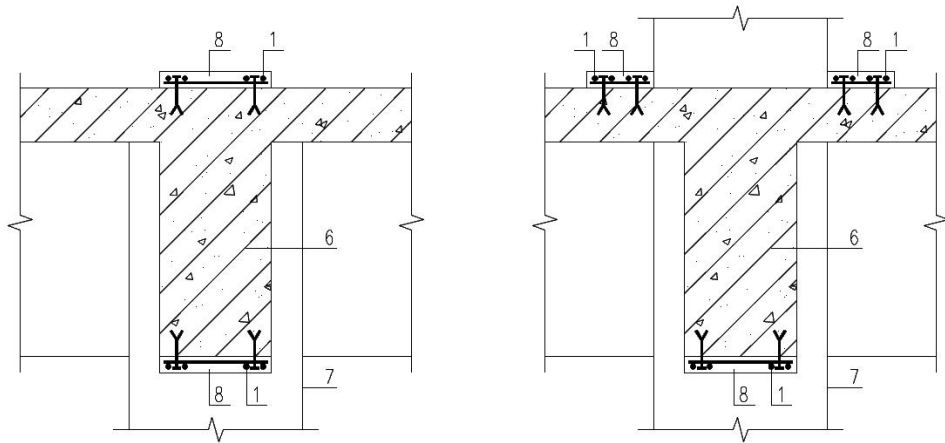
(c) 柱受剪加固

1-纵向纤维布; 2-U 形纤维布; 3-环向围束纤维布; 4-纤维布压条; 5-角钢; 6-钢箍板;

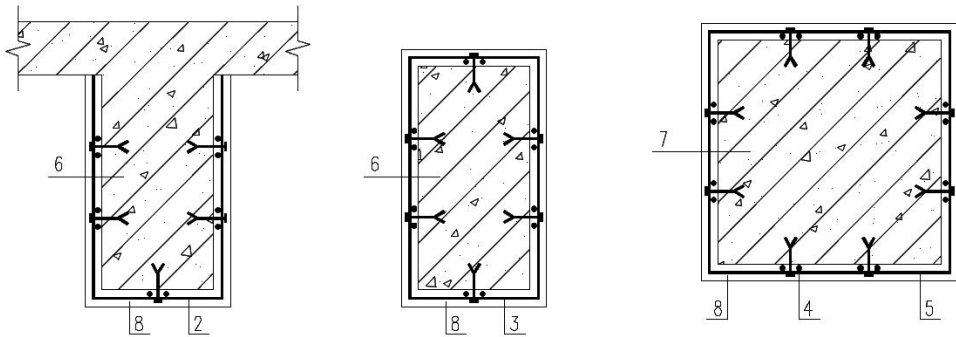
7-穿板螺杆; 8-锚栓; 9-钢板; 10-梁区等代螺杆箍筋; 11-原梁; 12-原柱

图 5.3-5 粘贴纤维布加固示意图

## VI 钢绞线网-聚合物砂浆面层加固



(a) 梁受弯加固



(b) 梁受剪加固

(c) 柱受剪加固

1-水平钢绞线网；2-U形围套钢绞线网；3-四面围套钢绞线网；4-纵向钢绞线网；

5-环向钢绞线网；6-原梁；7-原柱；8-聚合物砂浆

图 5.3-6 钢绞线网片聚合物砂浆加固梁柱构造示意图

## 6 多层及高层钢结构房屋

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本章适用于多层和高层钢结构房屋结构的一般加固及抗震加固。钢结构加固前，应按《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《云南省既有建筑抗震鉴定技术导则》、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 进行鉴定；也可参照《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144、《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292、《构筑物抗震鉴定标准》GB 50117 等标准进行鉴定。

**6.1.2** 钢结构加固选用的钢材、连接材料应满足《钢结构设计标准》GB 50017 的相关要求。承重结构所用的钢材应具有屈服强度、抗拉强度、断后伸长率和硫、磷含量的合格保证，对焊接结构尚应具有碳当量的合格保证。焊接承重结构以及重要的非焊接承重结构采用的钢材应具有冷弯试验的合格保证；对直接承受动力荷载或需验算疲劳的构件所用钢材尚应具有冲击韧性的合格保证。

1 加固件的钢号应与原构件的钢号相同或相当；其质量应符合《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591、《建筑结构用钢板》GB/T 19879 的有关规定；其韧性、塑性及焊接性能应能与原构件钢材相匹配；不得使用无出厂合格保证、无标志的钢材；表面原始锈蚀等级为 D 级的钢材不应用作结构钢。

2 处于外露环境，且对耐腐蚀有特殊要求或处于侵蚀性介质环境中的承重结构，可采用 Q235NH、Q355NH 和 Q415NH 牌号的耐候结构钢，其质量应符合国家标准《耐候结构钢》GB/T 4171 的规定。

3 手工焊接所用的焊条应符合国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 的规定，所选用的焊条型号应与主体金属力学性能相适应；自动焊或半自动焊用焊丝应符合国家标准《熔化焊用钢丝》GB/T 14957、《气体保护电弧焊用碳钢、低合金钢焊丝》GB/T 8110 及《非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝》GB/T 10045、《热强钢药芯焊丝》GB/T 17493 的规定；埋弧焊用焊丝和焊剂应符合国家标准《埋弧焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 5293、《埋弧焊用热强钢实心焊丝、药芯焊丝和焊丝-焊剂组合分类要求》GB/T 12470 的规定。

4 钢结构连接用 4.6 级及 4.8 级普通螺栓应为 C 级螺栓；5.6 级及 8.8 级普通螺栓应为 A 级或 B 级螺栓；其性能和质量应符合国家标准《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定。C 级螺栓与 A 级、B 级螺栓的规格及尺



寸应分别符合国家标准《六角头螺栓 C级》GB/T 5780 与《六角头螺栓》GB/T 5782 的规定。钢结构用大六角高强度螺栓应符合国家标准《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228、《钢结构用高强度大六角螺母》GB/T 1229 的规定。钢结构用扭剪型高强度螺栓应符合国家标准《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》GB/T 3632 的规定。螺栓球网架用高强度螺栓应符合国家标准《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939 的规定。

5 加固钢结构用圆柱头焊钉、栓钉应以 ML15 钢或 ML15AL 钢制作，焊钉或栓钉的屈服强度不应小于  $360\text{N/mm}^2$ ，抗拉强度不应小于  $400\text{N/mm}^2$ 。焊钉或栓钉连接件的材料及焊接用瓷环应符合国家标准《电弧螺柱焊用圆柱头焊钉》GB/T 10433 的规定。加固钢结构用锚栓应采用优质碳素结构钢制成，其质量和性能等级应符合国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699 和《紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.1 的规定。

**6.1.3** 钢结构加固后的结构或结构构件，应满足《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的要求。

**6.1.4** 钢结构局部缺陷和损伤的修缮，应满足《钢结构加固设计标准》GB 51367 的要求。

**6.1.5** 钢结构的后续工作年限，除应符合第 2.0.8 条要求外，尚应符合以下要求：

1 当结构的加固材料中使用结构胶粘剂或其他聚合物成分时，其后续工作年限宜按 30 年考虑；当后续工作年限为 50 年时，其所使用的胶和聚合物的粘结性能，应通过耐长期应力作用能力的检验。

2 对使用胶粘方法或掺有聚合物材料加固的结构、构件，尚应定期检查其工作状态；检查的时间间隔可由设计单位确定，但第一次检查时间不应迟于 10 年。

## 6.2 加固方法

**6.2.1** 钢结构加固设计可采用线弹性分析方法计算结构的作用效应。

**6.2.2** 加固钢结构时，应按下列规定进行承载能力极限状态和正常使用极限状态的设计、验算。

1 结构上的作用，应经调查或检测核实，并按《钢结构加固设计标准》GB 51367 附录 A 的规定确定其标准值或代表值，当此项工作已在鉴定中完成时，应加以引用。

2 被加固结构、构件的作用效应，应按国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 确定，并应考虑由于实际荷载偏心、结构变形、温度作用造成的附加内力。

**6.2.3** 为防止结构加固部分意外失效而导致的坍塌，在使用胶粘剂或掺有聚合物的加固方法时，其加固设计除应按《钢结构加固设计标准》GB 51367 的规定进行外，尚应对原结构进行验算。验算时，应要求原结构、构件能承担  $n$  倍恒载标准值的作用。当可变荷载标准值与永久荷载标准值之比不大于 1 时， $n$  应取 1.2；当该比值等于或大于 2 时， $n$  应取 1.5；其间应按线性内插法确定。

**6.2.4** 钢结构加固设计时，应根据实际条件和使用要求选择适宜的加固方法及配合使用的技术。可选用增大截面加固法、粘贴钢板加固法和组合加固法等直接加固法，或选用改变结构体系加固法、预应力加固法等间接加固法；也可采用直接加固和间接加固等相结合的综合加固法。

**6.2.5** 钢结构加固的连接方法宜采用焊缝连接、摩擦型高强螺栓连接；亦可采用焊缝与摩擦型高强螺栓的混合连接等。

**6.2.6** 采用改变结构体系加固法时，应符合以下要求：

1 改变结构体系的加固设计时，应考虑结构、构件、节点、支座中的内力重分布与二次受力。

2 采用调整内力的方法加固结构时，应在加固设计图中规定调整应力或位移的限值及允许偏差，并应规定其监测部位及检验方法。

3 采用增设支点的方法改变结构体系时，应根据被加固结构的构造特点和工作条件，选用刚性支点加固法或弹性支点加固法。

**6.2.7** 采用增大截面加固法时，应符合以下要求：

1 采用焊接连接、螺栓连接和粘贴钢板的增大截面法加固，应考虑原构件受力情况及存在的缺陷和损伤；在施工可行、传力可靠的前提下进行。

2 受拉构件的截面加固可采用图 6.2.7-1 所示加固形式。

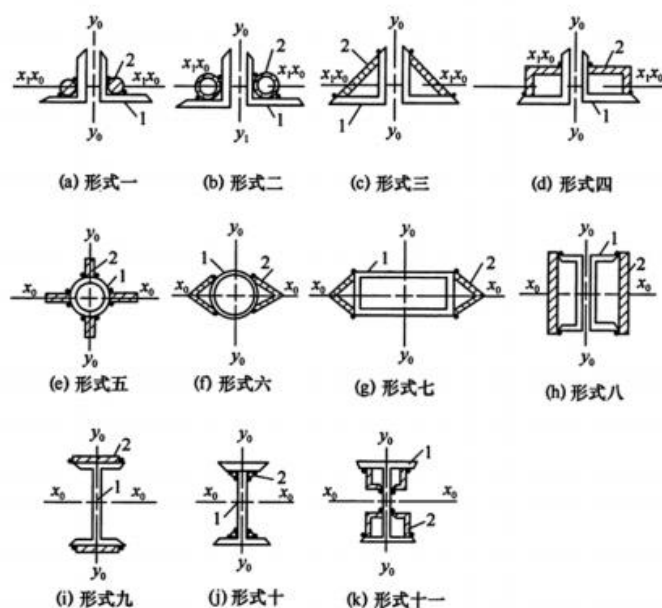


图 6.2.7-1 受拉构件的截面加固形式

1-原截面；2-增加截面

3 受压构件的截面加固可采用图 6.2.7-2 所示加固形式。

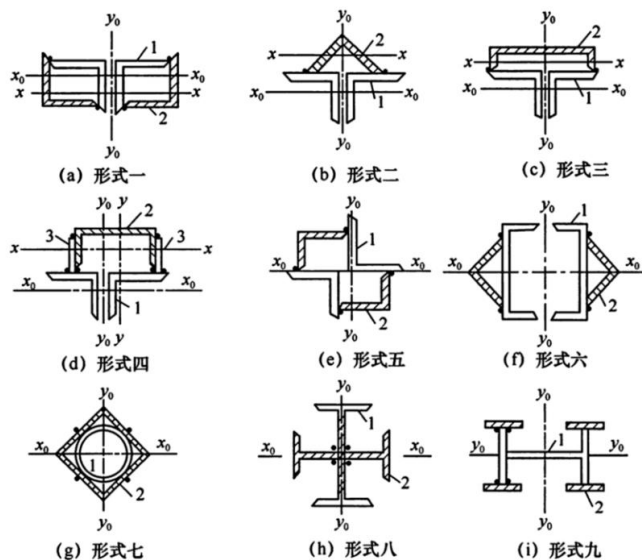


图 6.2.7-2 受压构件的截面加固形式

1-原截面；2-增加截面；3-辅助板件

4 受弯构件的截面加固可采用图 6.2.7-3 所示加固形式。

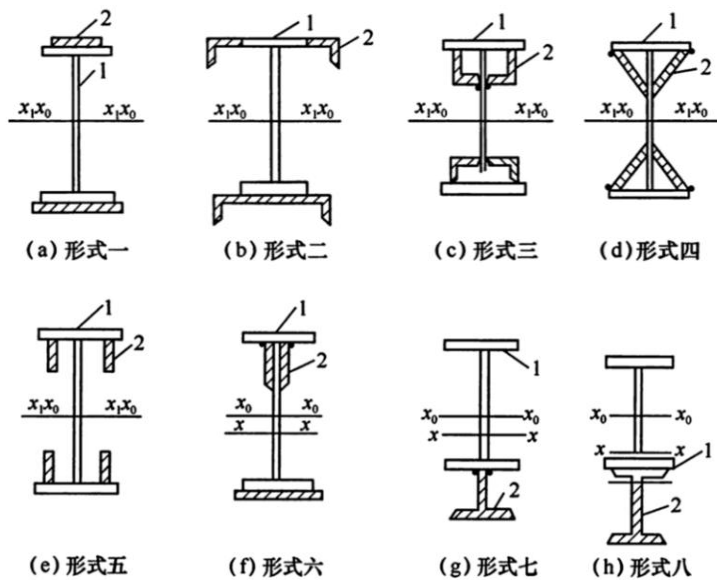


图 6.2.7-3 受弯构件的截面加固形式

1-原截面；2-增加截面

5 弯矩不变号偏心受力构件的截面加固可参照图 6.2.7-4a~图 6.2.7-4e 所示不对称加固形式。若弯矩可能变号，应采用图 6.2.7-4f 所示对称加固形式。

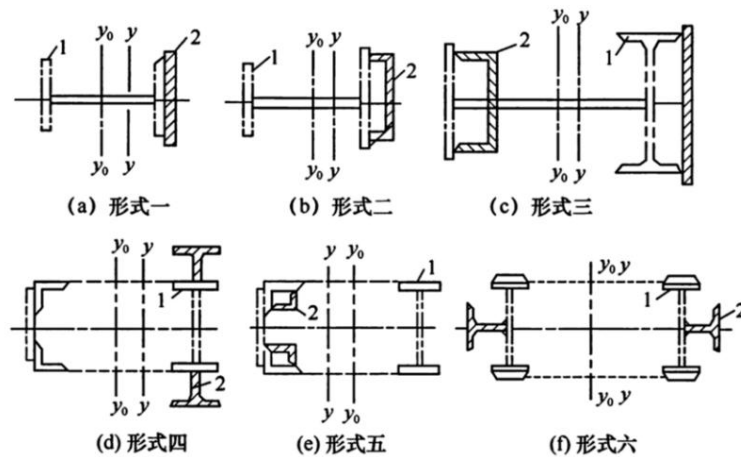


图 6.2.7-4 弯矩不变号偏心受力构件的截面加固形式

1-原截面；2-增加截面

6 采用增大截面法加固钢结构构件时，其构造设计应符合下列规定：

- 1) 对轴心受力、偏心受力构件和非简支受弯构件，其加固件应与原构件支座或节点有可靠的连接和锚固；
- 2) 加固件的布置不宜采用导致截面形心偏移的构造方式；
- 3) 加固件的切断位置，应以最大限度减小应力集中为原则，并应保证未被加固处的截面在设计荷载作用下仍处于弹性工作阶段。

7 完全卸荷状态下，采用增大截面法加固钢构件的设计、计算可按《钢结构设计标准》GB 50017 的规定进行，并应符合下列条件：

- 1) 原构件的缺陷和损伤应已得到有效补强；
- 2) 原构件钢材强度设计值应根据可靠性鉴定报告确定；
- 3) 当采用焊接方法加固时，其新老构件之间的可焊性应已得到确认。

8 负荷状态下，采用增大截面法加固钢构件的设计、计算应按《钢结构加固设计标准》GB 51367 相关规定进行。钢构件增大截面加固应符合下列条件：

- 1) 当采用焊接加固时，原构件最大名义应力 $\sigma_{0\max}$ 满足规范对各类结构规定的 $\sigma_{0\max}/f_y$ 的限值；
- 2) 当采用螺栓连接加固时，原构件最大名义拉应力 $\sigma_{0\max}$ 不应大于 $0.85f_y$ 。

6.2.8 采用粘贴钢板加固法时，应符合以下要求：

- 1 可用于钢结构受弯、受拉、受剪实腹式构件的加固以及受压构件的加固。
- 2 受弯构件采用粘钢加固后，其受弯承载力以及受剪承载力的提高幅度，均不应超过 30%。

6.2.9 钢结构加固还可按照《钢结构加固设计标准》GB 51367 的相关规定，采用外包钢筋混凝土加固法、钢管构件内填混凝土加固法、预应力加固法等方法。

## 6.3 连接与节点的加固

**6.3.1** 钢结构连接的加固方法，可依据原结构的连接方法和实际情况选用焊接或高强度螺栓连接的方法。在同一受力部位连接的加固中，不宜采用焊缝与普通螺栓共同受力的刚度相差较大的混合连接方法，可采用焊缝和摩擦型高强螺栓在一定条件下共同受力的并用连接。

**6.3.2** 负荷下连接的加固，当采用端焊缝或螺栓加固而需要拆除原有连接时，或需要增加孔数、扩大螺栓孔径时，应采取合理的施工工艺和安全措施，并核算结构、构件及其连接在负荷下加固过程中是否具有施工所要求的承载力。

**6.3.3** 焊接连接的加固应符合以下要求：

1 焊缝连接的加固，可优先采用增加焊缝长度，也可采用增加焊缝有效厚度或两者同时增加的方法。如仍不能满足要求时，可采用附加连接板的方法，附加连接板可用角焊缝与基本构件相连，亦可用附加节点板与原节点板对接，并应进行连接的受力分析，应使焊缝及其附加板件、节点板能承受荷载作用效应组合。

2 加固新增的角焊缝，其长度和焊脚尺寸，或熔焊层的厚度，应由连接处结构加固前后设计受力改变的差值，并考虑原有连接实际可能的承载力计算确定。计算时应对应焊缝的受力重新进行复核并考虑加固前后焊缝的共同工作、受力状态的改变。

3 负荷下用焊接加固结构时，不宜采用长度垂直于受力方向的横向焊缝。

**6.3.4** 螺栓连接的加固应符合以下要求：

1 更换螺栓或新增加固连接件时，宜采用适宜直径的高强度螺栓连接。当负荷下进行结构加固，需要拆除结构原有受力螺栓、增加孔数、扩大螺栓孔径时，除应验算结构原有和新增连接件的承载力外，还应校核板件的净截面面积的强度。

2 用高强度螺栓更换有缺损的螺栓时，可选用直径比原孔小 1mm~3mm 的高强度螺栓，且其承载力应满足加固设计计算的要求。

3 用焊缝连接加固螺栓连接时，连接构造不符合焊缝与原有连接件的共同受力条件时，应按焊缝承受全部作用力进行设计计算，且不宜拆除原有连接件。

**6.3.5** 抗剪螺栓群采用焊缝加固的栓焊并用连接接头的设计应符合以下要求：

1 栓焊并用的连接加固（图 6.3.5），应符合下列规定：

- 1) 平行于受力方向的侧焊缝起弧点距连接板近端不应小于角焊缝焊脚尺寸  $h_f$ ，且与最近的螺栓距离不应小于 1.5 倍的螺栓公称直径  $d_0$ ；
- 2) 侧焊缝末端应连续绕角焊缝长度不小于  $2h_f$ 。连接板边缘与焊件边缘距离不应小于 30mm。

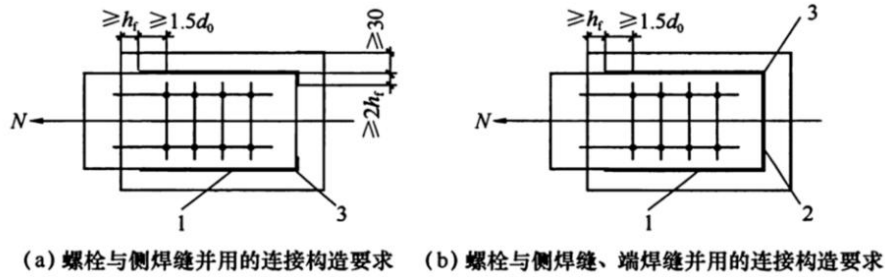


图 6.3.5 栓焊并用的连接接头要求

1-侧焊缝；2-端焊缝；3-连续绕焊

2 摩擦型高强度螺栓与焊缝并用的连接，当其连接的承载力比值在 0.5~3.0 范围内时，可按共同工作的假定进行加固计算；否则不应考虑承载力较小连接的作用。

3 施工时必须先紧固高强度摩擦型螺栓，后实施焊接，并应在设计文件中作出规定。在焊接 24h 后还应应对摩擦型高强度螺栓进行补拧，补拧扭矩应为施工终拧扭矩值。焊缝形式应为角焊缝。

4 在原有摩擦型高强度螺栓连接接头上新增角焊缝进行加固补强时，摩擦型高强度螺栓连接和角焊缝焊接连接应分别承担加固焊接补强前的荷载和加固焊接后新增的荷载。

5 高强度摩擦型螺栓连接不得设计成仅与端焊缝并用的连接。

6.3.6 连接节点的加固及加固件的连接设计计算应满足《钢结构加固设计标准》GB51367 相关规定。

6.3.7 连接节点的加固构造应符合以下要求：

1 焊缝连接加固时，新增焊缝宜布置在应力集中最小、远离原构件的变截面以及缺口、加劲肋的截面处；应使焊缝对称于作用力，并避免使之交叉；新增的对接焊缝与原构件加劲肋、角焊缝、变截面等之间的距离不宜小于 100mm；各焊缝之间的距离不应小于被加固板件厚度的 4.5 倍。

2 用盖板加固有动力荷载作用的构件时，盖板端应采用平缓过渡的构造措施，并应减少应力集中和焊接残余应力。

3 高强度螺栓摩擦型连接的板件连接接触面处理应按设计要求和国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的规定进行。当不能满足要求时，应进行摩擦面的抗滑移系数试验，并应复核加固连接的设计计算。

## 7 单层厂房和空旷房屋

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本章适用于装配式单层钢筋混凝土柱厂房和混合排架厂房，砖柱（墙垛）承重的单层厂房和砖墙承重的单层空旷房屋，钢柱、钢屋架或钢屋面梁承重的单层厂房。

- 注：1. 钢筋混凝土柱厂房包括由屋面板、三角钢架、双梁和牛腿柱组成的锯齿形厂房；  
2. 混合排架厂房指边柱列为砖柱、中柱列为钢筋混凝土柱的厂房；  
3. 砖柱（墙垛）承重的单层厂房包括仓库、泵房等，单层空旷房屋指剧场、礼堂、食堂等；  
4. 钢柱、钢屋架或钢屋面梁承重的单层厂房的横向抗侧力体系括刚接框架、排架、门式刚架等；纵向抗侧力体系包括柱间支撑、刚接框架；

**7.1.2** 厂房的加固，应着重提高其整体性和连接的可靠性，避免形成新的抗震薄弱环节；增设支撑等构件时，应注意原有节点和原有构件内力的变化；对一端有山墙和体型复杂的厂房，宜采取减少厂房扭转效应的措施。

单层砖柱厂房和单层空旷房屋的抗震加固方案，应有利于砖柱（墙垛）抗震承载力的提高、屋盖整体性的加强和结构布置上不利因素的消除。

当既有的 A、B 类单层空旷房屋的大厅超出砌体墙承重的适用范围时，宜改变结构体系或提高构件承载力且加强墙体的约束达到国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 的相应要求。

钢结构厂房的加固，应注重提高结构整体性、构件稳定性和连接可靠性。宜优先采用增设耗能支撑、钢支撑等改变结构受力体系、提高结构整体抗震性能的方法。

**7.1.3** 厂房加固后，可按实际情况进行纵、横向的抗震计算。对 A 类、B 类建筑按照鉴定结果和《建筑抗震加固技术规程》JGJ116 的规定，考虑抗震加固承载力调整系数。

**7.1.4** 单层砖柱厂房附属房屋应根据其结构类型按本导则相应章节的有关要求加固，但其与车间或大厅相连的部位，尚应符合本章的要求并应计入相互间的不利影响。

**7.1.5** 当对厂房增设钢平台等附属设施和荷载时，应结合加固方案综合考虑，避免改变原结构的传力途径。

**7.1.6** 混合排架厂房中，应优先采用钢筋混凝土柱或钢柱对砖柱进行置换，也可采用增设钢筋混凝土套的方法；混凝土柱部分的加固应符合本章第2节的有关规定。

**7.1.7** 当设备振动影响厂房正常使用需进行加固时，可采用调整配重或结构刚度等改变结构固有频率的方法，也可采用脱开、隔振等方法。

**7.1.8** 对有中级和重级工作制吊车的厂房进行加固时，尚应注重在吊车水平荷载作用下厂房横向及纵向抗侧刚度的加固。有多台吊车时，应考虑多台吊车的不利影响。

## 7.2 单层钢筋混凝土柱厂房

**7.2.1** 厂房的屋盖支撑(水平支撑、垂直支撑等)布置或柱间支撑布置不符合鉴定要求时，应增设支撑。6、7度时也可采用钢筋混凝土窗框代替天窗架竖向支撑。

对柱间支撑进行抗震加固时，应采取能保证支撑内力有效传递至基础的措施，可采用增设压梁等方法。

**7.2.2** 当厂房刚度不满足要求时，可采用增设支撑、钢筋混凝土套等加固方法。

**7.2.3** 厂房构件抗震承载力不满足要求时，可采用下列加固方法：

1 天窗架立柱的抗震承载力不满足要求时，可加固立柱或增设支撑并加强连接节点。

2 排架柱和屋架的混凝土构件的配筋或截面尺寸不满足要求时，可采用增设钢构套、钢筋混凝土套、粘贴钢板、粘贴纤维复合材、加强柱间支撑系统且加固相应柱等加固方法。

**7.2.4** 厂房构件连接不满足鉴定要求，可采用下列加固方法：

1 下柱柱间支撑的下节点构造不满足鉴定要求时，可在下柱根部增设局部的现浇钢筋混凝土套加固，但不应使柱形成新的薄弱部位。

2 构件的支承长度不满足要求或连接不牢固时，可增设支托或采取加强连接的措施。

3 墙体与屋架、钢筋混凝土柱连接不满足鉴定要求时，可增设拉筋或圈梁加固。

## 7.3 单层砖柱厂房和单层空旷房屋

**7.3.1** 砖柱（墙垛）抗震承载力不满足要求时，可选择下列加固方法：

1 7度时或既有抗震承载力高于鉴定要求的抗震承载力70%以上的轻屋盖房屋，可采用钢构套加固。



2 设防分类为乙类的，或 8、9 度区的重屋盖房屋，可采用钢筋混凝土壁柱或钢筋混凝土套加固。

3 除本条 1 与 2 款外的情况，可采用钢筋网砂浆面层、高延性混凝土面层加固。

4 独立砖柱房屋的纵向，尚可增设到顶的柱间抗震墙或钢筋混凝土门窗框加固。

**7.3.2** 房屋的整体性连接不符合鉴定要求时，可选择下列加固方法：

1 屋盖支撑(水平支撑、垂直支撑等)布置不满足鉴定要求时，应增设支撑。

2 构件的支承长度不能满足要求或连接不牢固时，可增设支托或采取加强连接的措施。

3 墙体交接处连接不牢固或圈梁布置不满足鉴定要求时，可增设圈梁加固。

4 大厅与前后厅、附属房屋的连接不满足鉴定要求时，可增设圈梁加固。

5 舞台口大梁的支撑部位不满足鉴定要求时，可增设钢筋混凝土壁柱、钢筋网砂浆面层、高延性混凝土面层的组合柱等加固。

## 7.4 单层钢结构厂房

**7.4.1** 厂房的屋盖支撑(水平支撑、垂直支撑等)布置或柱间支撑布置不符合鉴定要求时，应增设支撑。

**7.4.2** 当柱厂房刚度不满足要求时，可采用增设支撑、增大钢柱截面等加固方法。

**7.4.3** 厂房构件抗震承载力不能满足要求时，可采用下列加固方法：

1 改变结构受力体系。可采用改变传力途径、节点性质和边界条件，增设附加杆件和支撑，施加预应力，加强空间协同工作等措施。

2 天窗架立柱的抗震承载力不满足要求时，可加固立柱或增设支撑并加强连接节点。

3 格构柱、屋架、支撑系统可采用增大截面、粘贴钢板、施加预应力、更换构件等方法。

4 其他钢构件的加固方法可选用第 6 章相关内容。

**7.4.4** 当构件的长细比不满足要求时，可采用减小构件计算长度、增大截面、构件更换等方法。当构件的宽厚比不满足抗震鉴定要求时，可采用增大截面、粘贴钢板、增设加劲肋等方法。

**7.4.5** 厂房构件、连接不满足鉴定要求，可采用下列加固方法：

1 焊缝可采用增加长度、有效厚度或两者同时增加的方法。

2 螺栓和铆钉连接应优先采用适宜直径的高强螺栓替换，或新增高强螺栓、变单剪为双剪等方法。

3 端板连接节点承载力不足时，可采用侧面角焊缝加固或围焊加固。

4 柱脚底板厚度不足时可采用增设柱脚加劲肋、将其改为外包式柱脚等方法。

5 柱脚锚固不足时可采用增设附加锚栓、将其改为外包式柱脚等方法进行加固。

6 裂纹的修复应优先采用焊接方法，也可采用嵌板、附加盖板的方法。

## 7.5 非结构构件

7.5.1 对屋面板不满足鉴定要求或损坏严重的，可采用更换屋盖系统、增加现浇混凝土叠合层、局部更换屋面板等方法或增加防坠落措施。

7.5.2 女儿墙超过规定的高度时，应拆矮或采用角钢、钢筋混凝土压梁和立柱加固。

7.5.3 柱间的隔墙、工作平台不满足鉴定要求时，可采取剔缝脱开、改为柔性连接、拆除或根据计算加固排架柱和节点的措施。

7.5.4 当采用悬挂石棉瓦等较重的围护构件且损坏严重的，可采用更换轻质围护构件或其他防坠落的措施。

7.5.5 局部的结构构件或非结构构件不满足鉴定要求时，可选择下列加固方法：

1 舞台的后墙平面外稳定性不符合鉴定要求时，可增设扶壁柱、构造柱、圈梁等构件增强其稳定性。

2 悬挑式挑台的锚固不符合鉴定要求时，宜增设壁柱减少悬挑长度或增设拉杆等加固。

3 高大的山墙尖不满足鉴定要求时，可采用轻质隔墙替换。

4 舞台口大梁上部的墙体、女儿墙、封檐墙不满足鉴定要求时，可按本导则第 7.5.2 条的相关规定处理。

5 抗风柱不满足鉴定要求时，可根据具体情况按本章排架柱的加固方法提高其承载力或对其与山墙、屋架的连接进行处理。

6 檩条、墙面板、屋面板、天沟板等构件的支承长度不能满足要求或连接不牢固时，可增设支托或采取加强连接的措施。

## 8 土、木、石结构房屋

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 本节适用于抗震设防烈度为 6、7、8 和 9 度地区既有单层或两层生土结构、木结构和石结构的居住和生产用房。

**8.1.2** 依据鉴定结果对房屋进行加固时，应结合结构的整体可靠性，并兼顾节约资源、保护环境、延续建筑风格特点以及当地施工水平综合确定加固方案。

**8.1.3** 抗震加固措施应根据鉴定结果，针对既有房屋在抗震方面存在的问题，分别采取提高房屋抗震承载力、加强房屋整体性、加强局部易倒塌部位稳定性及连接等方法进行抗震加固。

**8.1.4** 木结构、生土结构和石结构房屋抗震加固时，除相关规范特别规定外，可不进行抗震验算。

**8.1.5** 高烈度地区生土结构和石结构不应采用硬山搁檩屋盖。

**8.1.6** 抗震加固方案应符合下列规定：

1 对房屋的加固应遵循“因地制宜、就地取材、简单有效、经济实用”的原则，加固方法应便于施工，并应减少对住户生产、生活的影响。

2 对原结构体系不合理的房屋(如木构架和生土墙或者砌体墙共同承重的情况等)，当为单层和低烈度地区的房屋时，宜结合加固方案，消除或减轻原结构体系在抗震方面的不利因素；当为 8 度或 9 度地区的房屋时，应改正为合理的结构体系(如在原承重墙处增设木构架或者钢构架取代墙体承重，使其变为围护墙，新增的木构架或者钢构架应支承在单独设置的木柱或者钢柱上)。

3 加固所用的砌体块材、砂浆和混凝土的强度等级，钢筋、铁丝、钢材等材料的性能指标，除应符合本导则的相应要求外，尚应满足国家有关标准的要求。加固所用材料的强度等级和耐久性均不应低于原结构材料。

**8.1.7** 房屋中的局部易倒塌部位不满足要求时，宜选择下列加固方法：

1 窗间墙宽度过小时，可增设窗框或采用钢丝网水泥砂浆面层等加固。

2 生土结构以及石结构房屋中支承大梁、屋架等的墙段有竖向裂缝时，可增设壁柱或采用外加配筋砂浆带、钢筋网砂浆面层加固，加固前应采用 M10 水泥砂浆灌缝修补开裂部位。

3 生土结构以及石结构房屋中跨度大于 4.8m 的屋架或大梁支承处未设壁柱时，应加设壁柱或采取其它加强措施。

4 对无拉结或拉结不牢的隔墙,可在隔墙端部和顶部采用锚固的木夹板、铁件、锚筋等与屋架下弦和梁柱加强连接;当隔墙过长、过高时,可采用钢丝网砂浆面层加固或增设墙垛。

5 屋檐外挑梁上砌体应拆除。

6 生土围护墙的山尖墙应换成灰条墙、木板墙等轻质墙。

**8.1.8** 对生土外墙,当土墙底部基础砖墙、石墙砌筑高度不满足要求或土墙直接置于基础上时,可采取水泥砂浆面层局部抹面加固,加固高度不应小于室外地坪上 1000mm 或者室内地坪上 700mm 的较大值。

**8.1.9** 当围护墙或内隔墙墙体存在明显开裂、松散、剥落、强度等级低等严重质量问题时,应根据墙体类别按本导则有关规定选择加固方法。当采用瓦屋面时,应采取座浆、挂瓦条等防滑落措施。

**8.1.10** 当生土结构和石结构房屋由于门、窗洞口过大过多削弱房屋的连续性及墙体强度时,应采用局部堵砌或全部封堵的方法,砌筑方法及洞口尺寸要求按《镇(乡)村建筑抗震技术规程》JGJ161 执行。

**8.1.11** 当房屋出现不均匀沉降裂缝或倾斜,但不严重且无继续发展趋势时,可通过提高上部结构整体性的方式加强房屋抵抗不均匀沉降的能力,具体措施如下:

1 加强圈梁与墙体的连接。对未设地圈梁的房屋可增设地圈梁或者增设墙根配筋砂浆带的方法。当基础埋深不同且未按 1:2 的放坡比例过渡时,应局部增设地圈梁。

2 用钢筋网砂浆面层等加固墙体。

## 8.2 生土结构房屋

**8.2.1** 本节适用于 6 度~8 度地区的生土结构房屋,包括土坯墙、灰土墙、夯土墙承重的一、二层木楼盖、木屋盖房屋的抗震加固。同时,本节中生土墙体的加固方式也适用于木结构房屋中生土围护墙和内隔墙的加固。9 度区不应采用生土结构房屋。

**8.2.2** 房屋的总高度超过规定值且山墙高厚比大于 10 时,应设置扶壁墙垛加固;扶壁墙垛截面尺寸厚×宽不宜小于 250mm×370mm。

**8.2.3** 生土结构房屋横墙间距超出最大间距限值时,可在开间或屋架处增设砖柱并采用外加配筋砂浆带拉结,也可在纵墙上增设扶壁墙垛等措施加固墙体,条件许可时可增设横墙。

**8.2.4** 当墙体厚度较薄,不满足相应的稳定性要求时,可采用双面钢丝(筋)网水泥砂浆面层加固。当墙体为非承重墙时,还应加强和木柱、屋架的连接措施。

**8.2.5** 承重墙体明显开裂、存在严重质量问题时，应选择下列加固方法：

1 墙体已开裂，但裂缝宽度较小，经鉴定不会继续发展时，可采用灌浆或塞浆修补裂缝。

2 当生土墙体强度偏低或松散、剥落严重导致抗震承载能力不满足要求时，可在墙体的一侧或两侧采用水泥砂浆面层或钢丝网水泥砂浆面层加固；面层加固也可与灌浆结合用于裂缝墙体的修复补强。

3 当墙体因风化、雨水侵蚀、碱蚀等造成墙体截面有效面积削弱 1/4 以上，或墙体发生明显外倾且倾斜率大于 1%，或墙体出现斜裂缝且裂缝宽度超过 5mm、长度超过墙体高度的 1/3 时等情况时，该墙体应予以拆除重砌。

**8.2.6** 纵横墙交接处、山墙与纵墙交接处整体性连接不满足要求时，应选择下列加固方法：

1 可在纵横墙交接处或山墙与纵墙转角处增设砖柱或混凝土柱加固，并在加固柱之间采用水平配筋砂浆带做拉结。

2 当在房屋的四角及纵横墙交接处设置木柱时，木柱与原有圈梁或楼、屋盖构件设置可靠拉结措施，并且木柱与墙体应设置可靠拉结措施。

3 墙体外闪或内外墙连接不可靠时，可采用增设钢拉杆方法加固。

**8.2.7** 当房屋圈梁的设置和构造不满足要求时，应增设圈梁；外墙圈梁可采用外加配筋砂浆带，内墙圈梁可采用钢拉杆代替；当墙体采用双面钢丝网砂浆面层加固，且在上端增设加强筋时，可不另设圈梁。

**8.2.8** 楼、屋盖的整体性连接不满足要求时，应选择下列加固方法：

1 木屋盖、木楼盖各构件之间加强整体性连接的措施详本章 8.3 的有关规定；当楼、屋盖构件与墙体无可靠连接措施，可设置墙揽加强构件与墙体的连接。

2 当屋盖结构的整体性不足时，可在端开间设置竖向剪刀撑进行加固；屋檐高度处可增设纵向通长水平系杆加强横墙之间的连接；水平系杆与屋架下弦、横墙、山墙通过墙揽连接牢固。

3 当屋盖构件支承长度不满足要求时，可采用在其下增设支托或夹板并用扒钉连接的方法进行加固。

4 当山墙上搁置檩条处无垫木或垫梁时，可采用在山墙内外两侧增设方木的方法进行加固。

5 对无下弦的人字屋架应增设下弦拉杆。

**8.2.9** 生土结构房屋采用挑檐木的应予拆除，直接由椽子伸出作挑檐；檩条端头应采用垫块、托木等方法与墙体连接。

## 8.3 木结构房屋

**8.3.1** 本节适用于 6、7、8 和 9 度木柱木屋架结构、木柱木梁结构、穿斗木构架的单层或者两层既有房屋的加固，以及生土结构和石结构房屋中的木构件的加固。

**8.3.2** 9 度时，高度超过 3.3 米或者层数超过 1 层的木结构房屋应拆除。

**8.3.3** 房屋的整体性连接和抗震构造措施不满足要求时，应选择下列加固方法：

1 木柱下未设柱脚石，或柱脚石与木柱无可靠连接时，可根据柱脚现状分别采取更换柱脚、墩接（混凝土墩、石墩或砖墩）、增强连接等方法进行加固。

2 柱脚石埋深不满足要求时，可在柱脚石周边增砌或现浇混凝土维护柱墩。

3 木柱接头处不满足要求时，应采用铁件扁铁围箍或对接 U 形箍加固。

4 三角形木屋架未设置纵向水平系杆时，应在屋檐高度、木屋架的跨中位置设置纵向水平支撑，支撑应采用螺栓与屋架下弦杆连接牢固；设防烈度 8 度时，楼面应增设水平支撑。

5 三角形木屋架或木柱木梁房屋未设置斜撑时，应增设斜撑。

6 穿斗木构架或三角形木屋架未设置竖向剪刀撑，且无可代替竖向剪刀撑的满铺木望板时，应增设剪刀撑或角部斜撑。

7 穿斗木构架的穿枋在柱中不连续时，应采用铁件和螺栓加固；当榫槽截面占柱截面大于 1/3 时，应采用钢板条、扁钢箍、贴木板等措施加固。

8 木楼、屋盖节点间连接不符合鉴定要求时，可根据不符合情况分别采取增设扒钉、三角木、小斜撑、铁件、木夹板加固等措施。

9 木构件出现腐朽、疵病、严重开裂现象时，应及时更换或增设构件加固；更换的构件的截面尺寸应不小于原构件的尺寸；增设的构件应与原构件可靠连接；木构件裂缝时可采用铁箍或铁丝绑扎加固。

10 墙体与承重木构架的连接不满足鉴定要求时，应采取加强连接措施，可采用铁丝、木牵梁、墙揽等与木构架进行拉结。对于砖砌围护墙应设置砖壁柱，砖壁柱间距不宜超过 5 米，并且在悬墙的端部应设置砖壁柱。

11 内隔墙墙顶与木梁或屋架下弦应每隔 1000mm 采用木夹板或铁件连接，屋面檩条应采用铁扒钉等与木构架相连。

**8.3.4** 木结构主要加固节点做法如下：

1 木柱与柱脚石应有可靠连接。当木柱下未设柱脚石且木柱柱脚腐朽时，可更换柱脚并在柱脚下增设混凝土墩（图 8.3.4-1）；当柱脚石与木柱柱脚无可靠连接时，可采用外包配筋混凝土的方式进行连接（图 8.3.4-2）。木柱两对侧的连接

铁件总长不小于 600mm，连接螺栓距离混凝土面的距离不小于 100mm，混凝土等级不小于 C20。

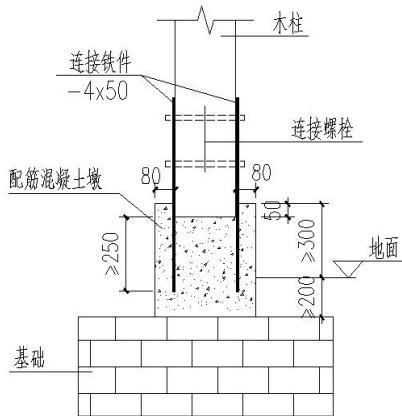


图 8.3.4-1

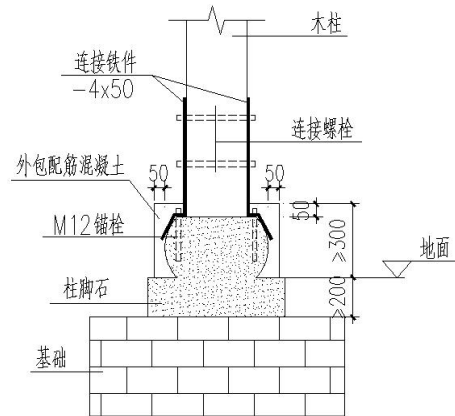


图 8.3.4-2

2 木柱、木梁节点部位应有可靠的连接，设防烈度为 6 度以及 7 度时可按照图 8.3.4-3 做法连接，设防烈度为 8 度以及 9 度时可按照图 8.3.4-4 做法连接。

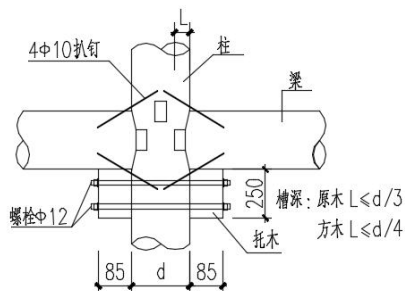


图 8.3.4-3

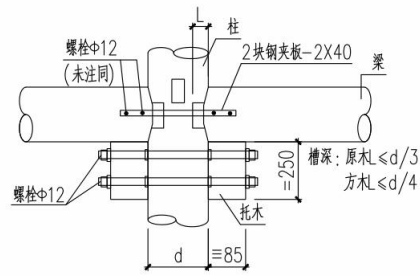


图 8.3.4-4

3 屋盖房架处（中柱（屋脊处）纵向柱列）增设纵向支撑时，在 6 度和 7 度区，可在端开间设置剪刀型支撑（图 8.3.8-5）；在 8 度和 9 度区时，各跨纵向柱之间均应设置剪刀型支撑。

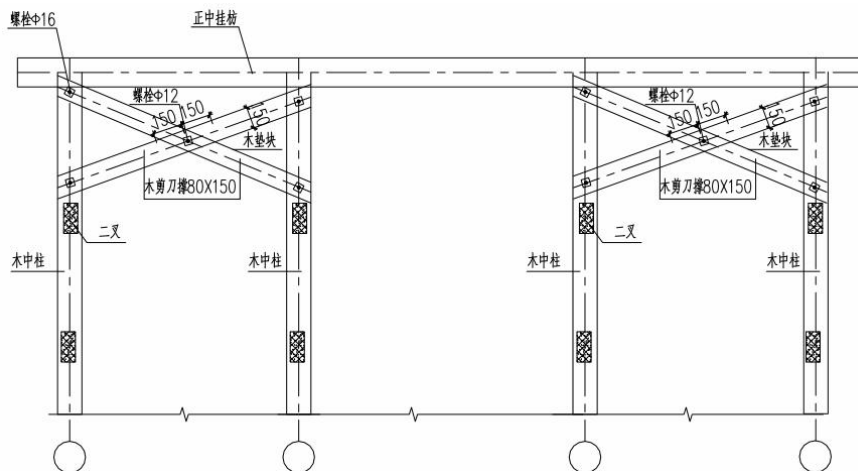


图 8.3.4-5 纵向木剪刀大样图

4 设防烈度 8 度和 9 度时，楼面应增设水平支撑（图 8.3.8-6），支撑于屋面梁底及楼面梁底。

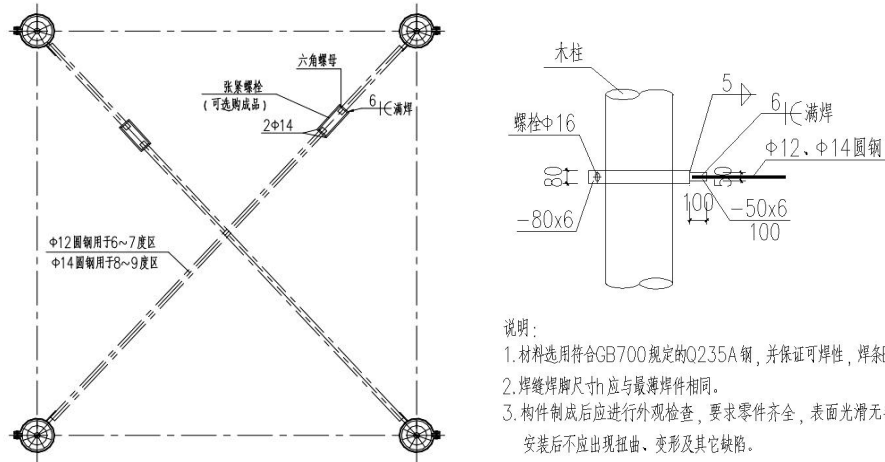


图 8.3.4-6 木穿斗结构屋面水平支撑大样

5 围护墙和木柱之间应有可靠拉结，主要拉结做法如下：

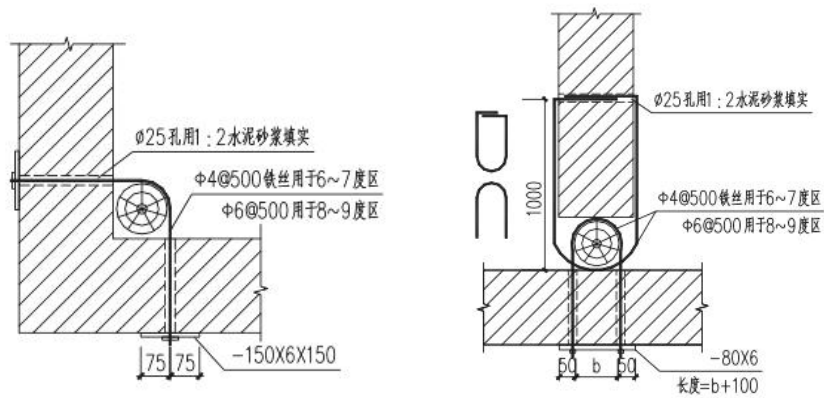


图 8.3.4-7 砖墙与木柱拉结大样

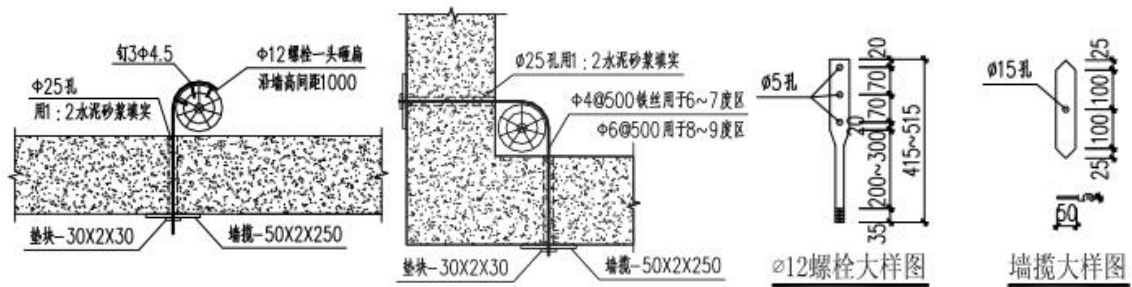


图 8.3.4-8 土墙与木柱拉结大样

8.3.5 采用增设剪刀撑、纵向水平系杆、屋面水平支撑、斜撑、墙揽等抗震措施时，应符合现行行业标准《镇（乡）村建筑抗震技术规程》JGJ 161 中的相关规定。



## 8.4 石结构房屋

**8.4.1** 本节适用于 6、7、8 和 9 度地区石砌墙体承重的单层或两层房屋抗震加固。

**8.4.2** 房屋抗震承载力不满足要求，或承重墙体明显开裂、存在严重质量问题时，宜选择下列加固方法：

1 对采用泥浆砌筑的、现状及质量较差的毛石墙体，以及乱毛石及鹅卵石砌筑墙体可拆除重砌；横墙间距过大导致抗震承载力不满足要求时可新增砌抗震墙，新增墙体应均匀布置，砌筑砂浆应采用水泥砂浆或混合砂浆。

2 当墙体砌筑砂浆强度等级偏低导致抗震承载能力不满足要求时，可在墙体的两侧采用钢筋混凝土面层或钢筋网水泥砂浆面层加固，仅单侧加固时须采用钢筋混凝土面层加固；面层加固也可与压力灌浆结合用于有裂缝墙体的修复补强。

3 对出现裂缝的石墙体，可根据裂缝开展宽度采用局部抹灰、压力灌浆、拆砌等方法进行修复，宜结合加固措施一并处理。

4 对砂浆饱满度偏低的干砌、甩浆砌筑料石墙体，可采用灰缝灌浆加固法对墙体进行加固。

**8.4.3** 房屋的整体性连接和抗震构造措施不满足要求时，应选择下列加固方法：

1 木屋盖、木楼盖各构件之间加强整体性连接的措施详本章 8.3 的有关规定；当楼、屋盖构件与墙体无可靠连接措施，可设置墙揽加强构件与墙体的连接。

2 当墙体布置在平面内不闭合时，可增设墙段或在开口处增设现浇钢筋混凝土框形成闭合。

3 当纵横墙连接较差时，可采用钢拉杆、长锚杆、外加柱或外加圈梁等加固。

4 楼、屋盖构件支承长度不满足要求时，可增设支托、加强连接或采取增强楼、屋盖整体性等的措施；对腐蚀变质的构件应更换；对无下弦的人字屋架应增设下弦拉杆。

5 当构造柱设置不符合要求时，应增设外加构造柱；当墙体采用双面钢筋网水泥砂浆面层或钢筋混凝土面层加固，且在墙体交接处增设相互可靠拉结的配筋加强带时，可不另设构造柱。

6 当圈梁设置不符合要求，或纵横墙交接处咬搓有明显缺陷，或房屋的整体性较差时，应增设圈梁；当采用双面钢筋网砂浆面层或钢筋混凝土面层加固，且在上下两端增设配筋加强带时，可不另设圈梁。

**8.4.4** 当采用独立石柱承重时，可采用配筋混凝土围套或外包角钢加固。

**8.4.5** 当采用石板承重时，可在板底加设型钢支撑加固；石板楼、屋盖宜整体置换为现浇钢筋混凝土楼板，也可在板底增设托梁加固。严禁采用悬挑踏步板式楼梯，应优先置换为钢筋混凝土、钢结构等其他材料种类的楼梯。

**8.4.6** 石梁应置换为钢筋混凝土构件或钢构件，或采用外加面层、外包型钢加固以提高其延性；对石梁、石柱节点应采取加强连接的措施；当悬挑构件的锚固长度不满足要求时，可加拉杆、增设型钢支撑或采取减少悬挑长度的措施。

**8.4.7** 由几根细料石围合拼装成的门、窗框，可采用角钢镶边加固。

**8.4.8** 拼装的石栏杆可采用角钢、扁钢、铁扒锔增强各部件间的拉结，栏杆顶部和底部的通长水平料石可采用角钢镶边加固，并与柱、墙等竖向承重构件可靠连接。

## 9 烟囱和水塔

### 9.1 烟囱

**9.1.1** 本节适用于普通类型的独立砖烟囱和钢筋混凝土烟囱，其高度应符合国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 的有关规定。

**9.1.2** 砖烟囱不符合抗震鉴定要求时，可采用钢筋网砂浆面层或扁钢构套加固；钢筋混凝土烟囱不符合抗震鉴定要求时，可采用现浇或喷射钢筋混凝土套加固。

**9.1.3** 对烟囱进行抗震加固时，烟囱的  $h/2$  至  $2h/3$  高度范围应有针对性措施及加强措施。

**9.1.4** 地震时有倒塌伤人危险且无加固价值的烟囱应拆除。

### 9.2 水塔

**9.2.1** 本节适用于砖和钢筋混凝土的筒壁式和支架式独立水塔，其容积和高度应符合国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 的有关规定。

**9.2.2** 水塔不符合抗震鉴定要求时，可选择下列加固方法：

1 容积小于  $50\text{m}^3$  的砖石筒壁水塔，当为 7 度时和 8 度 I、II 类场地时，可采用扁钢构套加固；容积不小于  $50\text{m}^3$  的 A 类砖石筒壁水塔，当为 7 度时和 8 度 I、II 类场地时，可采用外加钢筋混凝土圈梁和柱或钢筋网砂浆面层加固，当为 8 度 III、IV 类场地和 9 度时，可采用钢筋混凝土套加固。

2 砖支柱水塔，当为 A 类且 7 度时和 8 度 I、II 类场地时，当为 B 类且 6 度和 7 度 I、II 类场地时，高度不超过 12m 的可采用钢筋网砂浆面层加固。

3 钢筋混凝土支架水塔，当为 8 度 III、IV 类场地和 9 度时，可采用钢构套或钢筋混凝土套加固。

4 当为 7 度 III、IV 类场地和 8 度时的倒锥壳水塔及 9 度 III、IV 类场地的钢筋混凝土筒壁水塔，可采用钢筋混凝土内、外套筒加固，套筒应与基础锚固并应与原筒壁紧密连成一体。

5 水塔基础倾斜，应纠偏复位；对整体式基础尚应加大其面积，对单独基础尚应改为条形基础或增设系梁加强其整体性。

**9.2.3** 按本节规定加固水塔时，抗震验算应符合下列规定：

1 对于 A 类水塔，遇下列情况之一时应进行抗震验算：

1) 当为 8 度Ⅲ、Ⅳ类场地和 9 度时, 采用钢筋混凝土套或钢构套加固的砖石筒壁水塔和钢筋混凝土支架水塔。

2) 当为 7 度Ⅲ、Ⅳ类场地和 8 度时, 采用钢筋混凝土套筒加固的倒锥壳水塔。

3) 当为 9 度Ⅲ、Ⅳ类场地采用钢筋混凝土内、外套筒加固的钢筋混凝土筒壁水塔。

**2** 对于 B 类水塔, 遇下列情况之一时应进行抗震验算:

1) 7 度和 8 度 I、II 类场地时, 采用钢筋混凝土套或钢构套加固的砖石筒壁水塔。

2) 8 度Ⅲ、Ⅳ类场地和 9 度时, 采用钢筋混凝土内、外套筒加固的钢筋混凝土筒壁水塔。

**3** 水塔加固的抗震承载力验算方法和材料强度, 可按国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 的有关规定执行, 但加固的承载力调整系数应符合《建筑抗震加固技术规程》JGJ116-2009 第 3.0.4 条的规定, 混凝土和钢筋的强度应乘以折减系数 0.85, 钢材强度应乘以折减系数 0.70。

**9.2.4** 地震时有倒塌伤人危险且无加固价值的水塔应拆除。

## 10 隔震技术加固

### 10.1 一般规定

**10.1.1** 本章适用于经鉴定不满足抗震设防要求的既有建筑的隔震加固设计。

**10.1.2** 采用隔震加固的既有建筑,应按《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的相关规定计算其水平及竖向地震作用。小震配筋和大震验算可采用分部或整体设计法。

**10.1.3** 既有建筑经隔震加固,应符合《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 和云南省《既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》关于承载能力、变形及抗震措施的要求。有特殊要求的,可提出更高的性能设计目标。

**10.1.4** 隔震加固设计应符合下列各项规定:

1 隔震加固建筑的地基基础应稳定可靠,必要时应先行处理;

2 隔震加固时宜增设独立隔震层,当条件不具备时,可利用原结构层进行设计,但应视情况进行结构刚度和承载力的加强;

3 应重视隔震构造设计,保证隔震功能正常发挥。

**10.1.5** 隔震支座底面宜布置在相同标高位置;当隔震层的隔震装置处于不同标高时,应采取有效措施保证隔震装置共同工作,且罕遇地震作用下,不同标高的相邻隔震层的层间位移角不应大于 1/1000。

**10.1.6** 隔震层中隔震支座及相关装置的设计工作年限不应低于既有建筑结构的后续工作年限。

**10.1.7** 隔震层设置在有建筑功能及耐火要求的使用空间中时,防火措施不应妨碍隔震支座的变形。耐火等级按《建筑设计防火规范》GB 50016 上部结构承重墙和柱的一级要求采用。检测方法应符合《建筑构件耐火试验方法 第 7 部分:柱的特殊要求》GB/T 9978.7 的相关规定。

**10.1.8** 隔震支座外露的预埋件应有可靠的防锈措施。隔震支座外露的金属部件表面应进行防腐处理。

**10.1.9** 对于大型公共建筑、高度超过 80m 或高宽比大于 4 的隔震建筑和有特殊要求的建筑,应按相关规定设置建筑结构的震害反应观测系统,建筑设计应留有观测仪器和线路的位置。除前述规定以外的隔震建筑工程宜设置建筑物震害反应观测系统。建筑监测系统宜与建筑地震观测系统和机电智能化系统统筹设置。

## 10.2 隔震加固概念设计

### 10.2.1 隔震层的布置应符合下列规定：

1 隔震层宜设置在结构的底部或中下部，隔震支座的规格、数量和分布应根据竖向承载力、侧向刚度和阻尼的要求计算确定。

2 罕遇地震作用下，隔震支座的扭转位移比应不大于 5%。

3 隔震层刚度中心与质量中心宜重合，设防烈度地震作用下的偏心率不应大于 3%。

4 同一支承处采用多个隔震支座时，其间的净距不应小于安装和更换所需的尺寸。

10.2.2 既有建筑隔震加固后宜计入加固后仍存在的构造影响，并应符合《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 的规定。

10.2.3 既有建筑周边存在邻近建筑时，其净距应符合本导则第 10.3.2 条和云南省《既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的规定；不符合时可通过局部切割、平移或设置消能阻尼限位装置等方式解决。

10.2.4 上部结构的竖向荷载应通过隔震层有效地传递给下部结构及基础，应满足下列规定：

1 对于承重墙体、填充墙体及带有构造柱的墙体托换，可选择钢筋混凝土单梁或双夹梁托换。

2 对于框架柱结构，当采用托换结构时，可选择钢筋混凝土托换节点，并与原框架柱通过植筋、后浇混凝土等措施有效传递剪力，或采用型钢混凝土托换节点。托换梁或节点应与隔震层楼板形成整体。相关托换方法可参考本导则第 10.6 节。

10.2.5 既有建筑经隔震加固后抗倾覆验算应符合下列规定：

1 隔震建筑应进行结构整体抗倾覆验算和隔震支座拉压承载能力验算。

2 结构整体抗倾覆验算时，应按罕遇地震作用计算倾覆力矩，并按上部结构重力代表值计算抗倾覆力矩，抗倾覆力矩与倾覆力矩之比不应小于 1.1。

3 隔震层在罕遇地震作用下应保持稳定，不宜出现不可恢复的变形。

10.2.6 隔震支座和阻尼装置与建筑结构之间的连接件，应能传递罕遇地震下隔震支座和阻尼装置产生的最大水平剪力和弯矩，遵循强连接、弱构件的原则。

## 10.3 隔震层设计

### 10.3.1 隔震层设计应符合下列规定：

1 阻尼装置、抗风装置和抗拉装置可与隔震橡胶支座联合使用，亦可单独设置，必要时可设置限位装置。阻尼装置和抗风装置单独设置时，可采用在结构中

心位置或在结构单侧均匀、对称布置的方案。

2 同一隔震层选用多种类型、规格的隔震装置时，每个隔震装置的承载力和水平变形能力应能充分发挥，所有隔震装置的竖向变形应保持基本一致。

3 当隔震层采用隔震支座和阻尼器时，应使隔震层在地震后基本恢复原位，隔震层在罕遇地震作用下的水平最大位移所对应的恢复力，不宜小于隔震层屈服力与摩阻力之和的 1.2 倍。

**10.3.2** 隔震支座的压应力、徐变性能和水平位移限值应符合《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的规定。

**10.3.3** 隔震层的水平等效刚度、水平等效阻尼比和抗风承载力验算应符合《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的规定。

**10.3.4** 隔震橡胶支座在罕遇地震的水平 and 竖向地震同时作用下，拉应力不应大于 1MPa。其他不能承受竖向拉力的支座宜保持受压状态。

**10.3.5** 隔震层的下支墩应有足够的稳定性，其截面最小尺寸不应小于支座法兰板尺寸，悬臂柱下支墩高度与其截面短边长度之比不宜大于 1.5，当超过时应整体分析以考虑其影响。

**10.3.6** 隔震支座与上部结构及下部结构的连接应可靠，应使隔震支座在达到极限破坏状态时仍不产生连接的破坏。隔震支座连接预埋件和连接螺栓的验算应取支座在轴向力、水平剪力和弯矩共同作用下的受力状态。

## 10.4 上部结构设计

**10.4.1** 隔震加固后，上部结构截面抗震验算可按照《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》对抗震结构的相关规定进行。

**10.4.2** 上部结构的抗震变形验算应符合《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的有关规定。

**10.4.3** 既有建筑隔震后，上部结构的抗震措施，应符合下列规定：

1 隔震结构底部剪力比大于 0.5 时隔震结构应按本地区设防烈度规定采取相应的抗震措施，并应符合《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的相关规定。

2 隔震结构底部剪力比不大于 0.5 且大于 0.25 时，上部结构可适当降低按原设防烈度采取的抗震措施，但烈度降低不得超过 1 度。下部结构应仍按原设防烈度采取相应的抗震措施。

3 隔震结构底部剪力比不大于 0.25 时，上部结构可适当降低按原设防烈度采取的抗震措施，但烈度降低不得超过 2 度。下部结构应仍按原设防烈度采取相应的抗震措施。

4 与抵抗竖向地震作用有关的抗震构造措施不应降低。

**10.4.4** 当原基础埋深较浅不便于隔震层设置时,可采用变截面梁或增设支点的方式,减小梁高以便于隔震支座的设置。

**10.4.5** 隔震层楼板宜在同一标高,当存在错层时,应加强错层部位的构造措施。多栋单体整体隔震时,连接两个单体的隔震层应做局部加强。

**10.4.6** 隔震加固后,上部结构仍需要进行部分加固的,按本导则相应结构类型有关规定执行。

## 10.5 下部结构和地基基础设计

**10.5.1** 下部结构的承载力验算应考虑上部结构传递的轴力、弯矩、水平剪力,以及由隔震层水平变形产生的附加弯矩。

**10.5.2** 隔震层支墩、支柱及相连构件应采用在罕遇地震作用下隔震支座底部的竖向力、水平力和弯矩进行承载力验算,且应按抗剪弹性、抗弯不屈服考虑。

**10.5.3** 隔震层以下的地下室,或塔楼底盘结构中直接支撑隔震塔楼的部分及其相邻一跨的相关构件,应满足设防烈度地震作用下的抗震承载力要求。层间位移角限值应符合《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》和《建筑隔震设计标准》GB/T 51408 的相关规定。

**10.5.4** 隔震加固时,应考虑上部结构及隔震层的荷载变化,以及传力途径的改变,并对原有地基基础仍应按本地区抗震设防烈度进行承载力复核。当地基基础承载力不满足《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的规定时,应按照本导则和《既有建筑地基基础加固技术规范》JGJ 123 对其进行加固处理。

## 10.6 隔震加固托换设计

**10.6.1** 应保证既有结构的竖向荷载通过隔震层有效地传递给下部结构及基础,上部结构的荷载须经有效托换后,方可实施结构分离。结构分离时应分区、分段实施避免过大的振动,并控制差异沉降。

**10.6.2** 托换结构体系应满足上部结构水平或竖向荷载的分布和传递,应进行承载力、刚度和稳定性的综合设计。

**10.6.3** 对于承重墙体、填充墙体及带有构造柱的墙体托换,可选择钢筋混凝土单梁或双夹梁托换,双夹梁墙体托换及隔震支座安装宜符合图 10.6.3-1,双夹梁构造柱托换及隔震支座安装宜符合图 10.6.3-2,单梁墙体托换及隔震支座安装宜符合图 10.6.3-3,单梁构造柱下隔震支座安装宜符合图 10.6.3-4。基础所受荷载由线荷载转变为集中荷载,其下的原基础须进行加固。



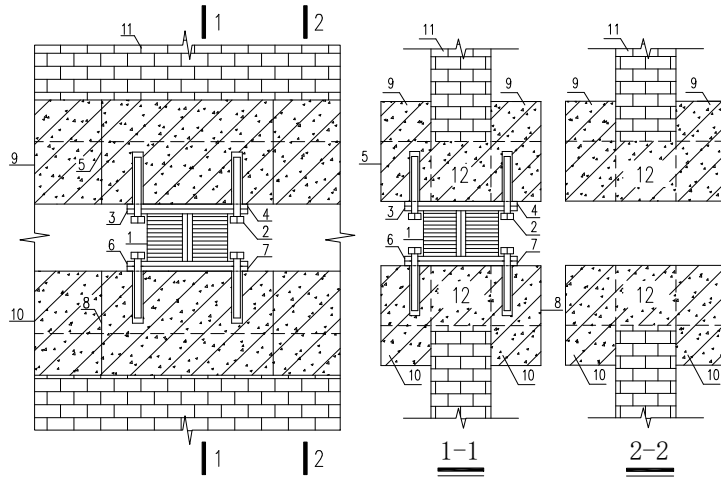


图 10.6.3-1 双夹梁墙体托换及隔震支座安装示意图

1—隔震支座；2—连接螺栓；3—连接板（上）；4—预埋钢板（上）；5—上支墩；6—连接板（下）；7—预埋钢板（下）；8—下支墩；9—上托换梁；10—下托换梁；11—原墙体；12—销键梁

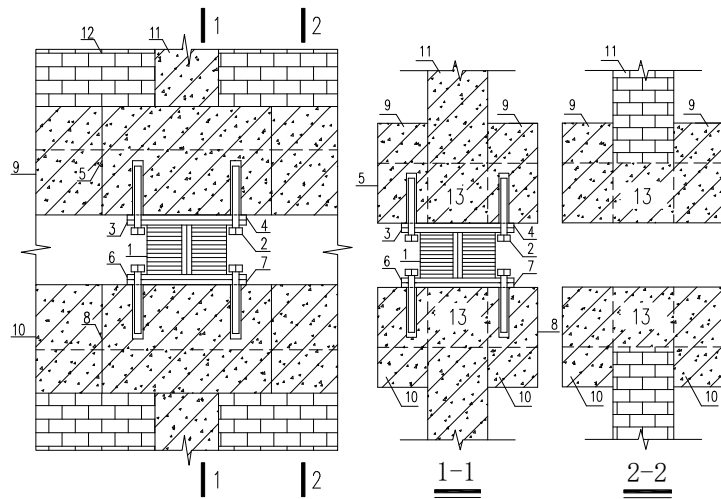


图 10.6.3-2 双夹梁构造柱托换及隔震支座安装示意图

1—隔震支座；2—连接螺栓；3—连接板（上）；4—预埋钢板（上）；5—上支墩；6—连接板（下）；7—预埋钢板（下）；8—下支墩；9—上托换梁；10—下托换梁；11—原构造柱；12—原墙体；13—销键梁

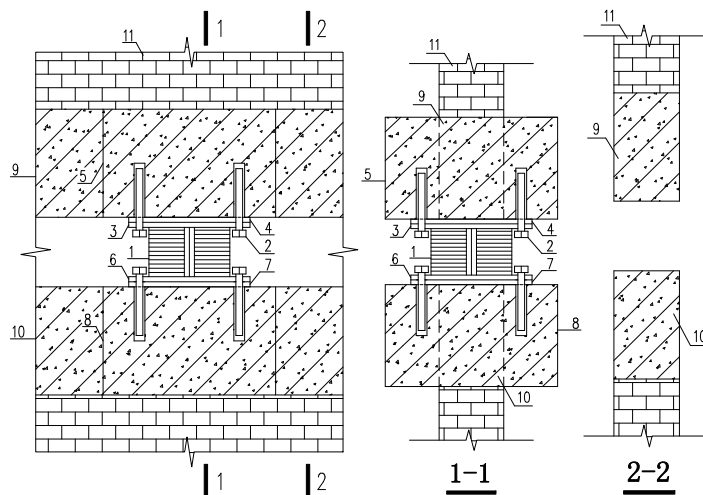


图 10.6.3-3 单梁墙体托换及隔震支座安装示意图

1—隔震支座；2—连接螺栓；3—连接板（上）；4—预埋钢板（上）；5—上支墩；6—连接板（下）；7—预埋钢板（下）；8—下支墩；9—上托换梁；10—下托换梁；11—原墙体

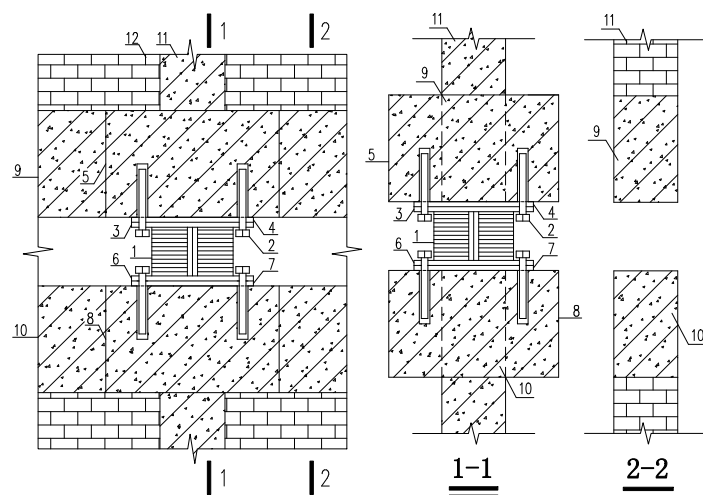


图 10.6.3-4 单梁构造柱下隔震支座安装示意图

1—隔震支座；2—连接螺栓；3—连接板（上）；4—预埋钢板（上）；5—上支墩；6—连接板（下）；7—预埋钢板（下）；8—下支墩；9—上托换梁；10—下托换梁；11—原构造柱；12—原墙体

**10.6.4** 对于框架柱的荷载托换，可选择钢筋混凝土托换节点或型钢混凝土托换节点，并通过植筋、后浇混凝土等措施确保原框架柱剪力的有效传递。

**1** 钢筋混凝土框架柱托换及隔震支座安装宜符合图 10.6.4-1，托换梁或节点应与隔震层楼板形成整体。

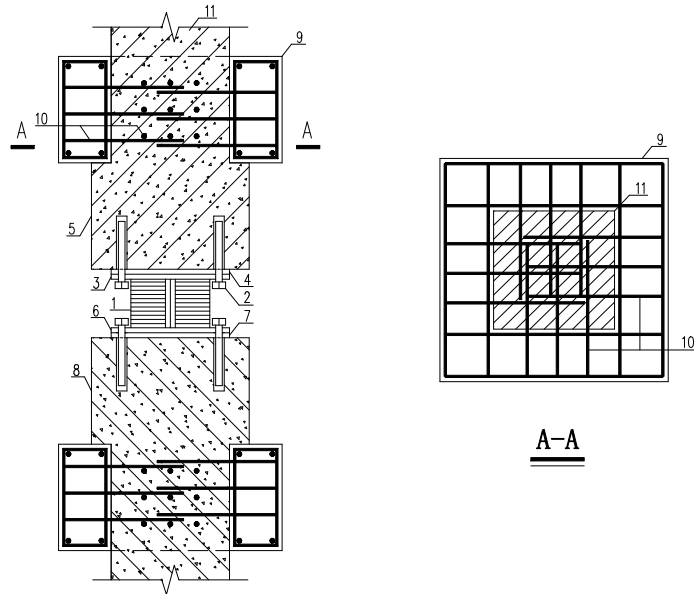


图 10.6.4-1 钢筋混凝土框架柱托换及隔震支座安装示意图

1—隔震支座；2—连接螺栓；3—连接板（上）；4—预埋钢板（上）；5—上支墩；6—连接板（下）；7—预埋钢板（下）；8—下支墩；9—包柱梁；10—所植钢筋；11—原框架柱

2 型钢混凝土框架柱托换及隔震支座安装宜符合图 10.6.4-2, 托换梁或节点应与隔震层楼板形成整体。

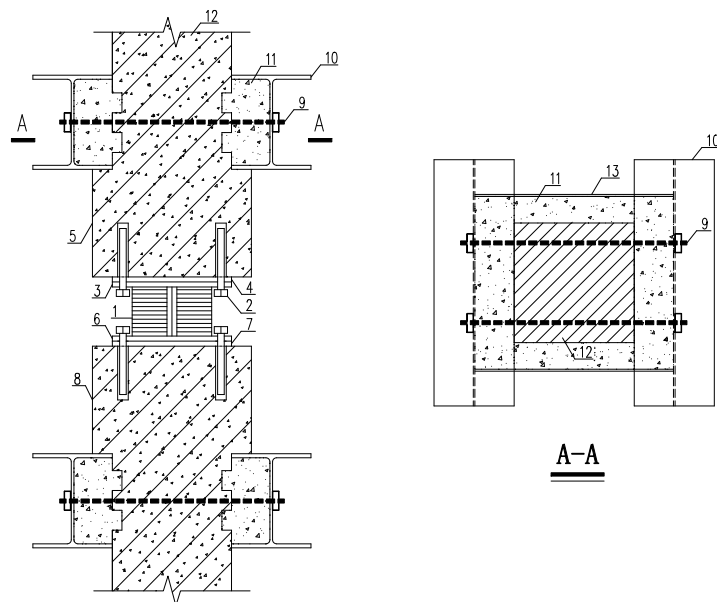


图 10.6.4-2 型钢混凝土框架柱托换及隔震支座安装示意图

1—隔震支座；2—连接螺栓；3—连接板（上）；4—预埋钢板（上）；5—上支墩；6—连接板（下）；7—预埋钢板（下）；8—下支墩；9—抗剪棒；10—型钢；11—混凝土；12—原框架柱；13—连接型钢

3 当采用单梁托换时，梁宽宜大于柱宽，梁内纵筋不应截断；

**10.6.5** 框架柱节点四周托换梁结构的抗剪和抗弯验算按钢筋混凝土深梁计算。托换结构应满足局部抗压和抗冲切要求。

**10.6.6** 对超过原结构层层高的隔震层，可采用变截面梁或增设支点的方式以减小隔震层截面高度。变截面梁托换宜符合图 10.6.6-1，梁跨中增设支点的宜符合图 10.6.6-2。

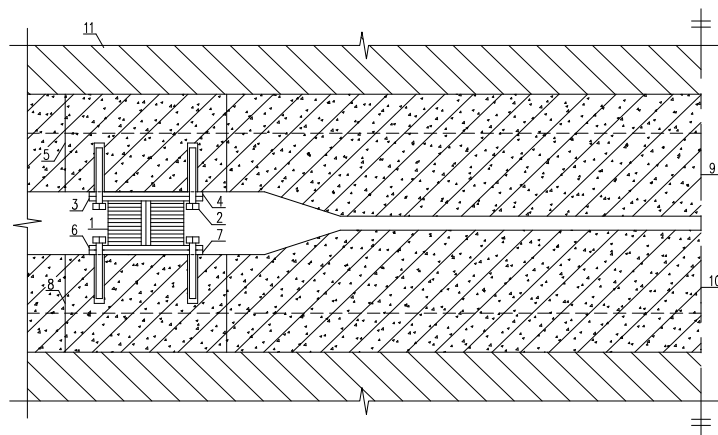


图 10.6.6-1 变截面梁托换示意图

1-隔震支座；2-连接螺栓；3-连接板（上）；4-预埋钢板（上）；5-上支墩；6-连接板（下）；7-预埋钢板（下）；8-下支墩；9-上托换变截面梁；10-下托换变截面梁；11-原上部结构

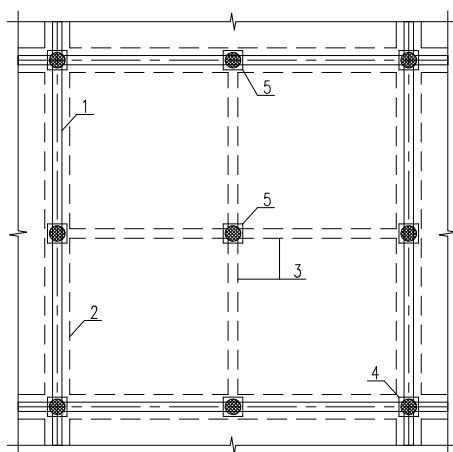


图 10.6.6-2 梁跨中增设支点示意图

1-上部结构；2-托换梁；3-隔震层梁；4-隔震支座；5-增设支点处的隔震支座

2-

**10.6.7** 托换结构的托换梁应彼此相接，必要时增设连梁或斜向支撑，形成稳定的平面桁架体系。

## 10.7 连接构造措施

### 10.7.1 隔震支座与结构的连接，应符合下列要求：

1 隔震支座与上部结构、下部结构之间的连接应可靠，应使隔震支座在达到极限破坏状态时仍不产生连接的破坏。

2 预埋件的锚固钢筋应与钢板牢固连接，锚固钢筋的锚固长度宜大于 20 倍锚固钢筋直径，且不应小于 250mm。考虑地震作用的预埋件和植筋的锚固长度应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定。

3 设置隔震支座的柱头应有防止局部受压破坏的构造措施。

### 10.7.2 隔离缝应符合下列规定：

1 上部结构与周围固定物之间应设置完全贯通的竖向隔离缝以避免罕遇地震作用下可能的阻挡和碰撞，隔离缝宽度不应小于隔震支座在罕遇地震作用下最大水平位移的 1.2 倍，且不应小于 300mm。对相邻隔震结构之间的隔离缝，缝宽取最大水平位移值之和，且不应小于 600mm。

2 上部结构与下部结构或室外地面之间应设置完全贯通的水平隔离缝，缝高不宜小于 50mm，并应采用柔性材料填塞，进行密封处理；当设置水平隔离缝确有困难时，应设置可靠的水平滑动垫层。

3 采用悬吊式方案穿越隔震层的电梯井时，在电梯井底部可设置隔震支座，亦可直接悬空，电梯井与下部结构之间的隔离缝宽度不应小于所在结构与周围固定物的隔离缝宽度。

4 隔离缝顶部、悬吊式电梯井出入口与下部结构之间，应设置滑动盖板，滑动盖板应满足罕遇地震作用下的滑动要求。

10.7.3 当现有条件限制时，应允许根据实际位移允许值反算隔震效果，并据此进行结构核算及采取相应的加固措施。

### 10.7.4 隔震层的构造还应符合下列规定：

1 穿越隔震层的楼梯、扶手、门厅入口、踏步、电梯、地下室坡道、车道入口及其他固定设施，应避免地震作用下可能的阻挡和碰撞，做断开或可变形的构造措施。

2 利用构件钢筋作避雷针时，应采用柔性导线连接隔震层上部结构和下部结构的钢筋，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度的 1.4 倍。

3 穿过隔震层和跨越隔离缝的竖向管线、管道应符合下列规定：

- 1) 一般管线在隔震层处应采用建筑隔震柔性连接系统，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度；
- 2) 重要管道、污水管道、可能泄露有害介质或可燃介质的管道，在隔震

层处应采用建筑隔震柔性连接系统，其预留的水平变形量不应小于隔离缝宽度的 1.4 倍；

- 3) 管线接头部分重量较大时，宜设置不阻碍隔震层位移的支撑；
- 4) 给水、消防系统、空调水等压力管道采用柔性连接系统时，宜采取增设阻尼等防冲击措施。

4 隔震层应留有便于观测和更换隔震支座的空间，并宜设置必要的照明、通风及消防设施。

5 隔震层应设置进入检查口，进入检查口的尺寸应便于人员进入，且符合运输隔震支座、连接部件及其他施工器械的规定。柔性连接系统的连接方式应便于检修和更换。

6 隔震建筑应设置标识，标识内容应包括隔震装置的型号、规格、维护要求，以及隔离缝的维护要求。

## 10.8 既有隔震建筑加固

**10.8.1** 既有隔震建筑在下列情况下，应进行相应的检测、评估、鉴定、加固工作：

- 1 既有隔震建筑在使用中发现原结构质量出现问题的。
- 2 既有隔震建筑遭受灾害或事故影响的。
- 3 因客观条件变化，既有隔震建筑需要复核或提升其抗震能力的。
- 4 因使用或改造不当，造成隔震构造部分失效，影响功能发挥的。

**10.8.2** 既有隔震建筑的加固应包括上部结构的加固、隔震装置(可能包括消能器)的处置、隔震构造措施的完善恢复等工作内容。

**10.8.3** 既有隔震建筑的加固应遵循“整体计算、措施保障、实施方便、保证安全”的原则。当对结构抗震能力有新要求时，既有隔震建筑根据整体核算结果，可仅针对竖向地震作用影响进行加固，或同时对竖向和水平地震作用影响进行加固。

**10.8.4** 既有隔震建筑的加固，条件适合时，可选择在隔震层增设消能器，提高结构整体阻尼，降低地震反应，减少上部结构加固工作量。

**10.8.5** 当需要对上部结构进行加固时，应综合考虑对结构整体隔震性能的影响，优先选择不改变原结构体系、对整体结构特性影响小的方案，以利于降低加固工作量和实施难度。

**10.8.6** 既有隔震建筑当需要更换隔震支座时，应符合下列规定：

1 应制订专项施工方案，控制顶升对相关结构的影响，必要时进行预加固，保证实施安全。

2 视情况应允许采用可靠的限位式安装方式。

3 既有隔震建筑当需要更换隔震支座种类时，应按结构计算结果对上下支墩进行复核及加固，并核实隔震构造位移条件是否满足要求。

**10.8.7** 既有隔震建筑当需要更换穿越隔震层的管线柔性接头和装置时，其变形能力和工作条件应根据设计核算结果重新设定。

**10.8.8** 既有隔震建筑的结构加固工作应同时补充或完善隔震专项标识、制订房屋使用说明书和隔震专项维护计划书。

**10.8.9** 地震高烈度设防区、地震重点监视防御区的既有隔震建筑加固工程应设置地震反应观测装置。

**10.8.10** 既有隔震建筑加固完成后，应参照新建项目，进行隔震工程专项验收。

## 11 消能减震技术加固

### 11.1 一般规定

**11.1.1** 本章适用于经鉴定不满足抗震设防要求既有建筑的减震加固设计。

**11.1.2** 消能减震加固技术是通过在既有建筑的某些部位附加消能器，增加结构振动阻尼及刚度，消耗输入主体结构的地震能量，减轻结构受到的地震作用和减小结构的变形，达到提高结构抗震性能目的；当在既有建筑内部不便于设置消能器时，可采用附加框架设置消能器进行加固。

**11.1.3** 当结构加固采用抗震性能化设计时，应根据既有建筑设防目标的实际需求，分别确定消能器、连接消能器部件和附加框架的性能目标。

**11.1.4** 房屋的消能减震加固设计，除应符合本章的规定外，尚应符合国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《建筑消能减震技术规程》JGJ 297、《云南省建筑消能减震设计与审查技术导则》和《消能减震加固技术规程》TCECS 547等关于消能减震设计的相关规定。

### 11.2 加固方案

**11.2.1** 既有建筑采用消能减震技术进行抗震加固设计时应符合下列规定：

1 消能减震加固方案应根据抗震鉴定结果综合分析后确定，宜减少对原结构构件的加固量。

2 不规则建筑加固后的结构刚度宜分布均匀。

3 单跨框架结构可采用屈曲约束支撑加固方案。

4 原结构采用预制楼板时应加强楼、屋盖整体性。

**11.2.2** 确定消能减震加固方案时，消能部件的布置应符合下列规定：

1 消能部件宜根据需要沿结构主轴方向设置，形成均匀合理的受力体系。

2 消能部件宜设置在层间相对变形或速度较大的位置。

3 房屋刚度不足、明显不均匀或有明显扭转效应时，可增设位移相关型消能器加固。

4 结构构件的承载力不足或抗震构造措施不满足要求且房屋刚度足够时，可增设速度相关型消能器加固。

5 采用金属消能器时，宜沿结构上下连续布置，当受建筑方案影响无法连续布置时，宜在邻跨布置。



6 消能部件的设置，应便于检查、维护和替换。

**11.2.3** 消能器子结构的性能应满足罕遇地震下极限承载力和极限变形的要求。

**11.2.4** 屈曲约束支撑（BRB）与柱夹角宜控制在 $35^{\circ}$ ~ $55^{\circ}$ 。

### 11.3 消能减震设计计算要点

**11.3.1** 设计原则应符合下列规定：

1 当消能器设置在洞口周边时，应考虑开洞对消能减震效率的影响，采用能模拟其实际受力状态的计算模型模拟计算。

2 在温度或10年一遇标准风荷载作用下，摩擦消能器不应进入滑动状态，金属消能器和屈曲约束支撑不应产生屈服。

3 当位移型消能器在多遇地震作用下不屈服时，其屈服承载力应高于其按基本组合所得的内力。对屈曲约束支撑（BRB），多遇地震作用下不宜屈服耗能。

4 当消能器采用中间柱型连接方式时，与消能器相连的悬臂墙应采用平面单元进行模拟。

5 采用屈曲约束支撑和普通钢支撑—混凝土框架组成抗侧力体系的结构时，如果房屋高度不超过《建筑抗震设计规范》GB50011规定的钢筋混凝土框架结构最大适用高度，支撑框架按刚度分配的多遇地震倾覆力矩可按设计需要确定；如果抗震设防烈度为6~8度且房屋高度超过钢筋混凝土框架结构最大适用高度但小于钢筋混凝土框架结构和框架抗震墙结构二者最大适用高度的平均值，底层的支撑框架按刚度分配的多遇地震倾覆力矩应大于结构总地震倾覆力矩的50%。当结构中含有在罕遇地震下可能屈服的普通钢支撑时，则应按含与不含该部分普通钢支撑两种模型进行多遇地震作用的计算，并宜取二者的较大值。

6 采用黏滞消能器的结构，多遇地震作用下当存在消能器位移小于 $0.1U_0$ （ $U_0$ 为消能器设计位移）的耗能时，应当对消能阻尼器对应位移下的性能进行实测验证或不考虑阻尼器平均位移小于 $0.1U_0$ 位移所对应附加阻尼比的影响。

7 消能子结构中梁、柱、墙等构件宜按重要构件设计，并应考虑罕遇地震作用效应和其它荷载作用标准值的效应，其值应小于构件极限承载力。

8 消能子结构的材料强度可采用《建筑抗震设计规范》GB50011附录M规定的限值。

9 消能子结构的竖向构件应在两个方向均满足其强度要求，且消能子结构下方至少一层对应的竖向构件也应满足其强度要求。

10 消能器的设计指标应根据罕遇地震作用下的计算结果确定，并应满足《建筑

消能阻尼器》JG/T 209相关要求。

**11** 减震设计成果中应提出消能器检验方法。消能器的检验方法应满足《建筑消能阻尼器》JG/T 209相关要求。

**11.3.2** 减震计算应符合下列规定：

**1** 当采用不同的计算软件对消能减震结构进行设计时，各计算模型应保持一致。

**2** 消能部件附加给结构的有效阻尼比可按《建筑消能减震技术规程》JGJ 297计算。在计算结构总应变能时，宜采用楼层水平地震作用标准值与对应楼层平均总位移（楼层质心位移）的乘积的一半，并应同时给出层间位移供校核；楼层中未屈服的消能器的剪力应计入楼层水平地震作用标准值。可采用累计能量比较法等其他可靠的方法进行校核。

**3** 有斜交抗侧力构件的结构，当相交角度大于 $15^{\circ}$ 时，应分别计算各抗侧力构件方向的水平地震作用。在计算等效阻尼比时，结构总应变能和消能器耗能应按地震输入方向与垂直方向的总和计算。

**4** 减震结构在进行主体结构设计时，实际采用的附加阻尼比不宜高于计算值的80%，当采用销轴等存在间隙的方式连接阻尼器时附加阻尼比尚应进一步折减。

**5** 在计算屈曲约束支撑（BRB）的刚度时，应考虑相连节点板与BRB产品本体的串联刚度。

**6** 减震结构应进行罕遇地震作用下的弹塑性时程分析。弹塑性时程分析应包含结构损伤情况、弹塑性层间位移角、消能器出力和变形、消能器滞回曲线、消能器耗能占比等内容。应给出设置和未设置消能器的典型立面的弹塑性发展过程，且应满足“强柱弱梁”的要求；应给出结构顶点弹性位移与弹塑性位移的对比情况。

## 11.4 消能部件连接构造与设计

**11.4.1** 外墙处的消能器及其支承构件应避免外部温度、腐蚀对减震装置的影响，优先置于围护墙体内侧。

**11.4.2** 消能器与非结构构件之间应采取合理的构造设计，保证消能部件和消能器的有效变形空间。

**11.4.3** 采用屈曲约束支撑（BRB）加固时，底层需采取措施确保屈曲约束支撑（BRB）直接传力到基础。

**11.4.4** 消能器的设计位移和设计速度应取罕遇地震下消能器两端的相对位移或两端相对速度；消能器设计阻尼力为罕遇地震时消能器的阻尼力；消能器的极限速度为消能器设计速度的1.2倍。

**11.4.5** 与消能器相连的支撑、节点板或连接板构件（包括连接高强螺栓或焊缝）、

化学锚栓、预埋锚栓等进行强度、稳定性校核，作用力取值应为消能器在设计位移或设计速度下对应阻尼力的 1.2 倍。

**11.4.6** 连接消能器部件的构造措施应符合国家现行标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《钢结构设计规范》GB 50017、《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 等的规定。

**11.4.7** 节点板在抗拉、抗剪作用下的强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{N}{\sum \eta_i A_i} \leq f_y \quad (11.4.7-1)$$

$$\eta_i = \frac{1}{\sqrt{1 + 2 \cos^2 \alpha_i}} \quad (11.4.7-2)$$

式中：  $N$  ——消能器作用于节点板上的力，按本规程第 11.4.4 条取值；

$A_i$  ——第  $i$  破坏面的截面面积， $A_i = l_i t$ ；当为螺栓连接时，应取净截面面积 ( $\text{mm}^2$ )；

$\eta_i$  ——第  $i$  段的拉剪折算系数；

$f_y$  ——钢材的抗拉强度设计值 ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )；

$\alpha_i$  ——第  $i$  段破坏线与拉力轴线的夹角；

$t$  ——板件厚度；

$l_i$  ——第  $i$  段破坏段的长度 ( $\text{mm}$ )；应取板件中最危险的破坏线的长度 (图

11.4.7)

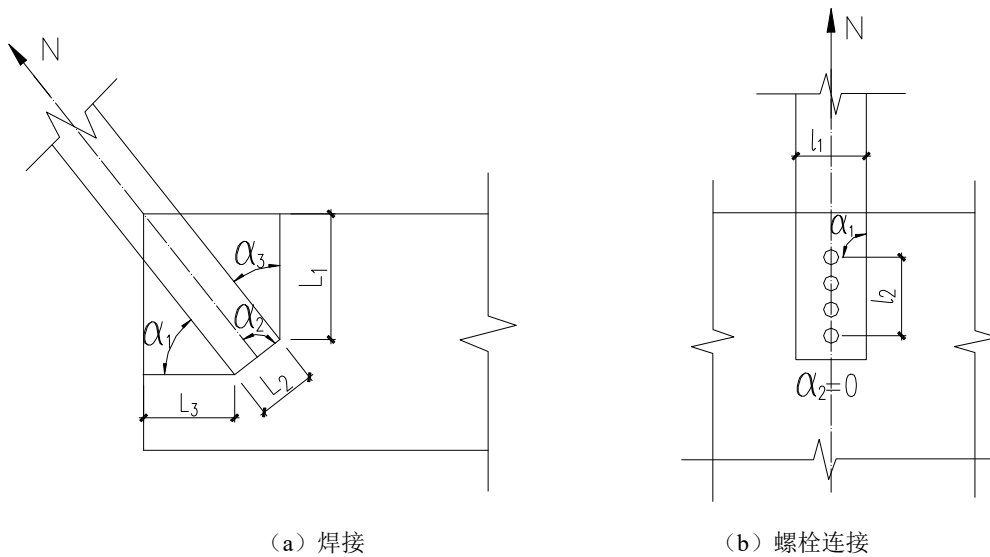


图 11.4.7 节点板的拉、剪撕裂

11.4.8 消能部件与混凝土梁柱节点直接相连接时应进行节点强度验算，梁柱宜采用钢板全围抱或 U 形围抱的方法加固（图 11.4.8）。

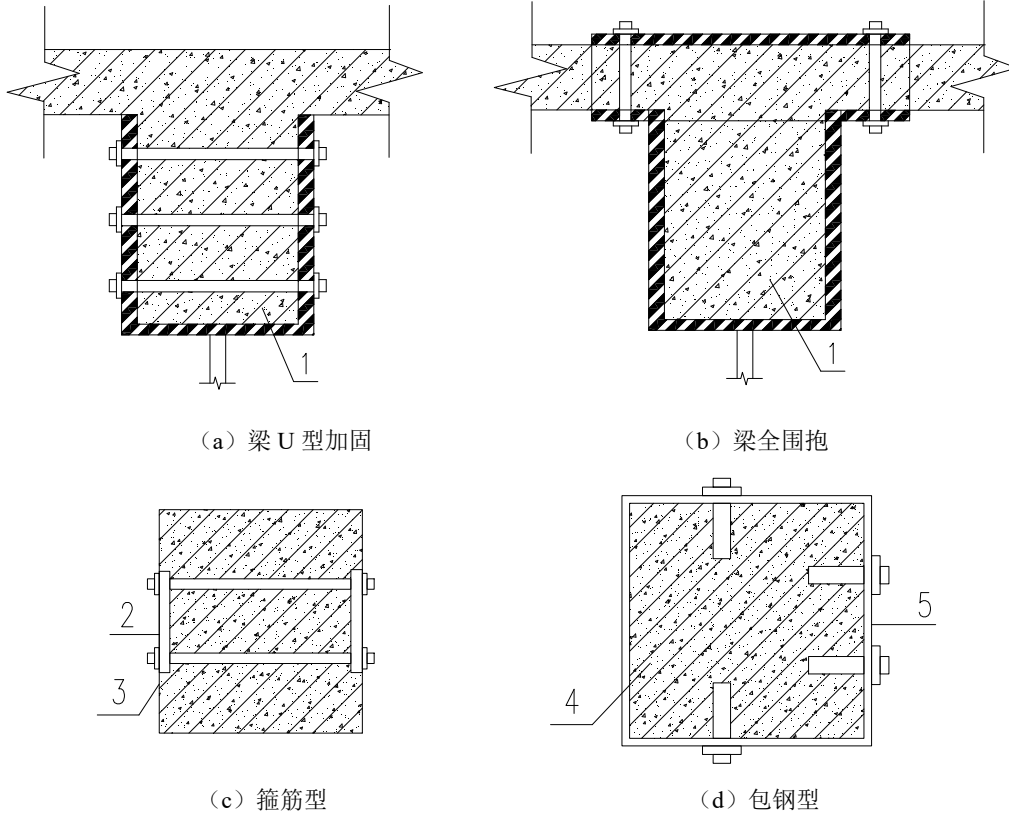


图 11.4.8-1 梁柱加固方法

1—混凝土梁；2—锚板；3—锚筋；4—混凝土柱；5—外包钢

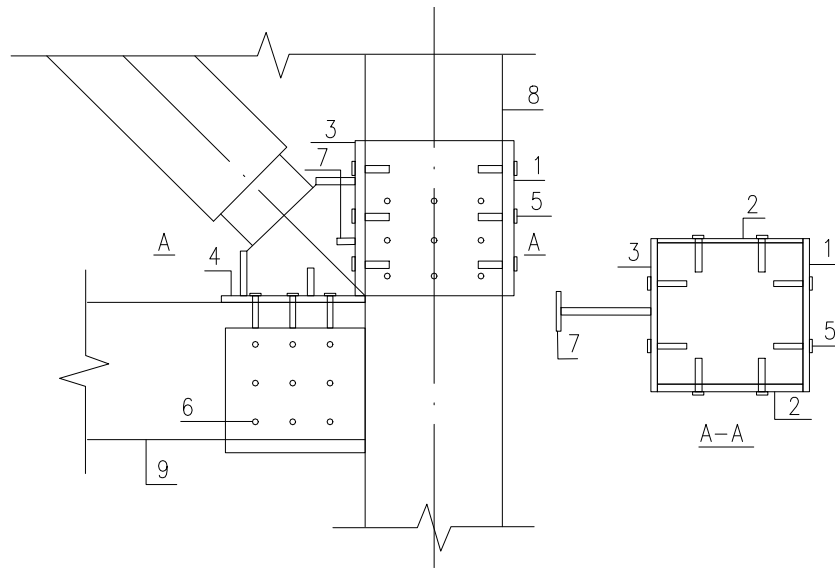


图 11.4.8-2 柱外包式加固与连接示意

1—背板；2—侧板；3—柱锚板；4—梁锚板；5—锚栓；6—对穿螺杆；7—

**11.4.9** 采用钢筋混凝土墙支撑与主体结构连接时，可采用图 11.4.9 的化学植筋连接方式：

1 新增钢筋混凝土支撑墙中的竖向钢筋采用化学植筋锚入原结构混凝土梁内，化学植筋应满足现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367和现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145中的相关规定。

2 消能器通过混凝土墙中的预埋锚栓和预埋钢板与墙支撑连接，而消能器与预埋钢板间采用焊接连接。

3 与消能部件相连的原结构混凝土梁可采用钢筋混凝土加大截面等方法加固。加大截面加固应满足现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367中的相关规定。

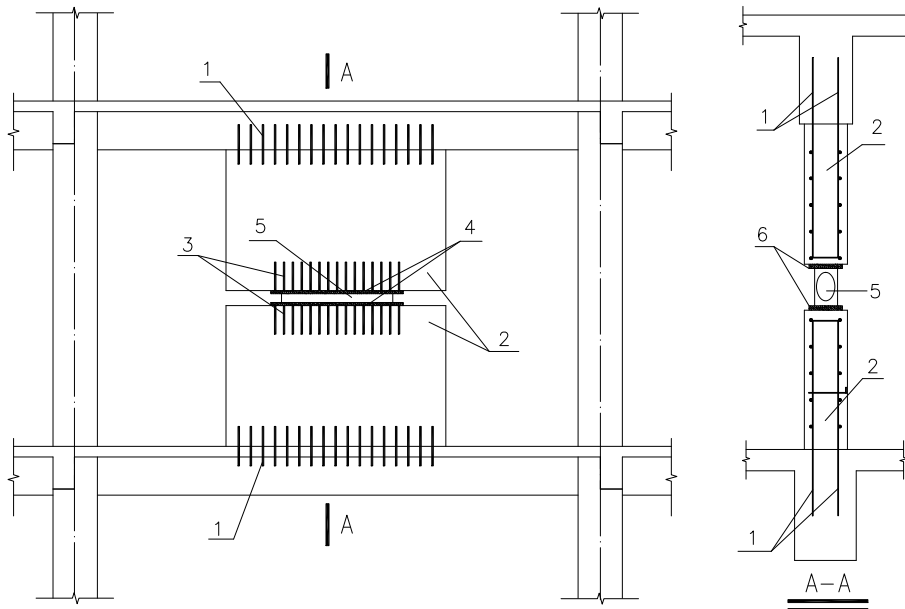


图 11.4.9 采用钢筋混凝土墙支撑连接

1—化学植筋；2—混凝土墙；3—预埋锚栓；4—预埋钢板；

5—阻尼器；6—焊接

**11.4.10** 消能部件与混凝土框架采用钢框嵌套式连接时，应符合下列规定：

1 钢框可嵌入混凝土框架中，消能部件可通过节点板与钢框连接。

2 可由栓钉和锚筋承担全部钢框传至混凝土框架的内力。

3 钢框可采用H型钢或槽形钢，混凝土过渡区内应配置纵筋和箍筋，锚筋应按现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145的有关要求设计。

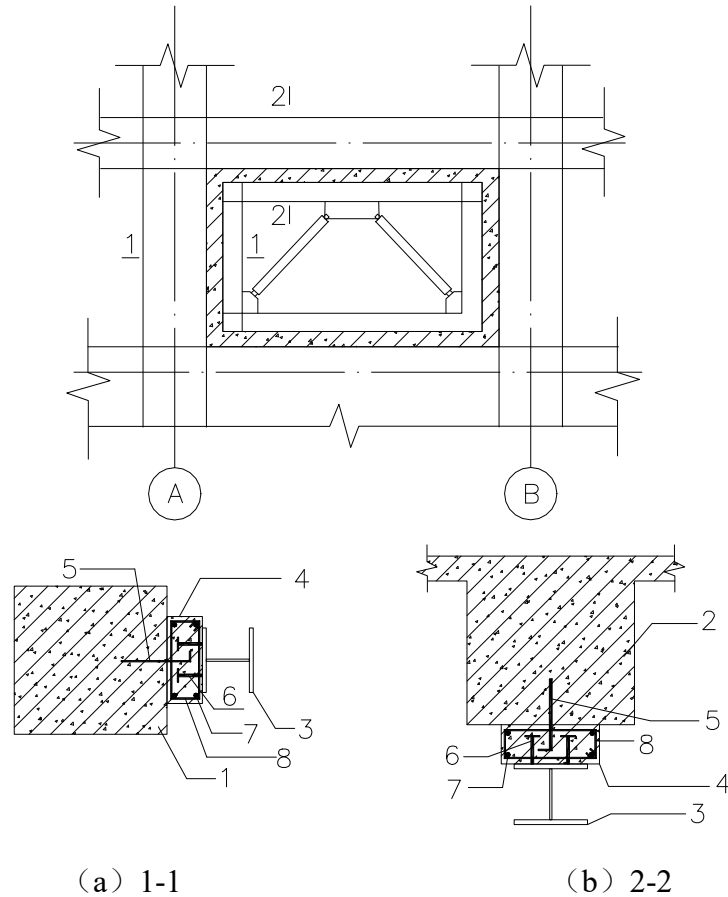


图 11.4.10 内框架加固方法

1—柱；2—梁；3—钢框；4—混凝土过渡区；5—锚栓；6—栓钉；  
7—纵筋；8—箍筋

**11.4.11** 消能部件与混凝土框架采用附加框架连接时，应符合下列规定：

- 1 附加框架宜采用钢框架或现浇混凝土框架。
- 2 现浇混凝土附加框架与既有结构可采用贯穿螺栓连接或采用后锚固抗剪键连接，与附加框架相连的既有结构构件表面应凿毛。抗剪键锚筋应在附加框架内设置拉结弯钩或其他可靠的拉结措施。
- 3 后锚固抗剪键可采用后锚固扩底型机械锚栓或化学锚栓，或后锚固锚栓加钢筋混凝土抗剪键等形式。
- 4 附加框架采用现浇钢筋混凝土时，其抗震构造应满足相同抗震等级的新建钢筋混凝土框架的要求，箍筋宜通高或全跨加密。
- 5 附加框架采用钢结构时，钢框架与既有结构构件采用后锚固抗剪键连接，并应采取防锈措施。
- 6 附加框架宜上下连通设置，宜设置基础，或与既有建筑基础连为整体。
- 7 后锚固抗剪键的施工应计入附加框架自重变形的影响。
- 8 附加框架施工宜在既有结构构件或节点加固完成后进行。

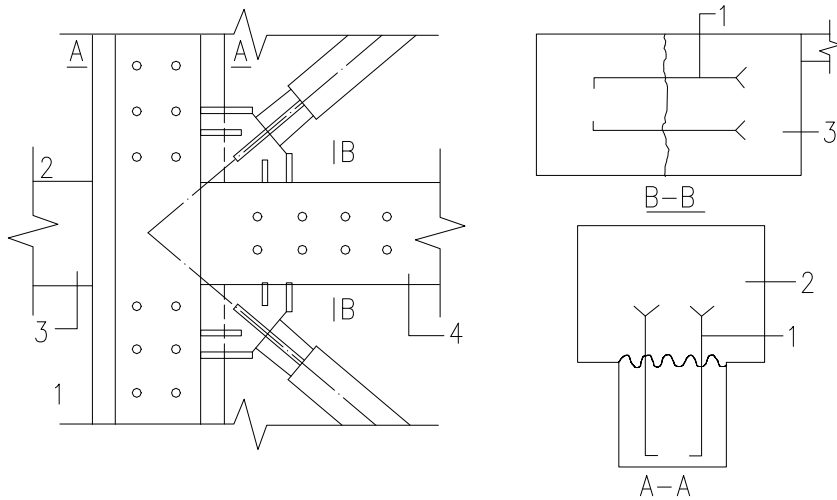


图 11.4.11-1 附加混凝土框架后锚固抗剪键连接示意

1—后锚固抗剪键；2—既有框架柱；3—既有框架梁；4—附加框架梁

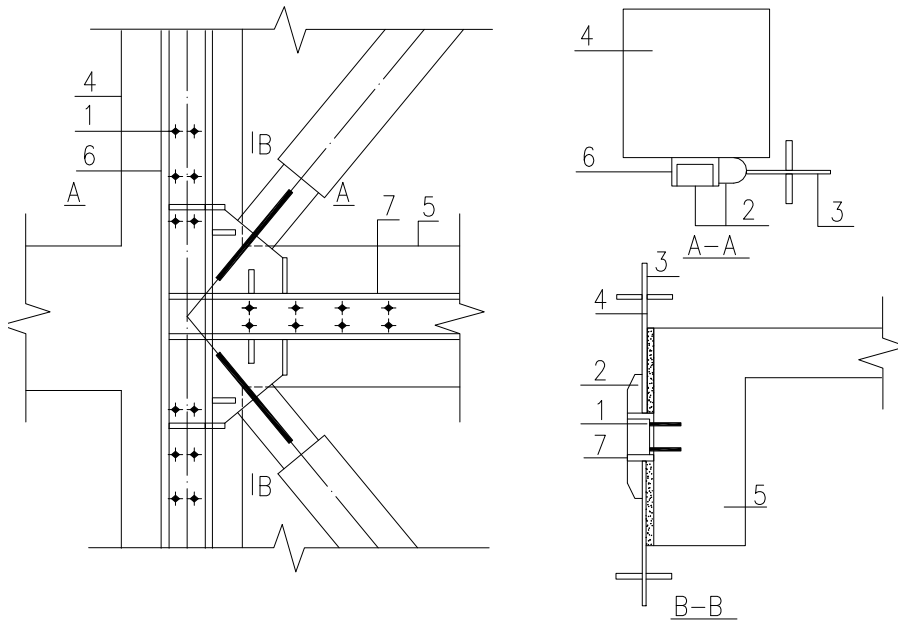


图 11.4.11-2 附加钢框架后锚固抗剪键连接示意

1—后锚固抗剪键；2—加劲肋；3—节点板；4—既有框架柱；

5—既有框架梁；6—附加框架柱；7—附加框架梁

## 11.5 既有减震建筑加固

**11.5.1** 既有减震建筑在下列情况下，应进行相应的检测、评估、鉴定、加固工作：

- 1 既有减震建筑在使用中发现原结构质量出现问题的。
- 2 既有减震建筑遭受灾害或事故影响的。
- 3 因客观条件变化，既有减震建筑需要复核或提升其抗震能力的。
- 4 因使用或改造不当，造成减震构造部分失效，影响功能发挥的。

**11.5.2** 既有减震建筑的加固应包括上部结构及消能子结构的加固、消能器的处置、减震构造措施的完善恢复等工作内容。

**11.5.3** 既有减震建筑的加固应遵循“整体计算、措施保障、实施方便、保证安全”的原则。

**11.5.4** 既有减震建筑的加固，条件适合时，可选择在底部增加隔震层，采用减震加隔震的方式降低地震反应，减少上部结构加固工作量。

**11.5.5** 当需要对上部结构进行加固时，应综合考虑对结构整体减震性能的影响，优先选择不改变原结构体系、对整体结构特性影响小的方案，以利于降低加固工作量和实施难度。

**11.5.6** 既有减震建筑当需要更换消能器时，应符合下列规定：

1 既有减震建筑需要更换消能器时，当其类型、参数、性能与原设计不符时，应按结构计算结果对上部结构及消能子结构进行加固。

2 当消能器承担竖向荷载时，应制订专项施工方案。

3 更换消能器后应完善恢复原减震构造措施。

**11.5.7** 既有减震建筑的结构加固工作应同时补充或完善减震专项标识、制订房屋使用说明书和减震专项维护计划书。

**11.5.8** 既有减震建筑加固完成后，应参照新建项目，进行减震工程专项验收。



## 12 高延性混凝土技术加固

### 12.1 一般规定

**12.1.1** 本导则适用于砌体结构房屋的抗震加固，包括砌体构件抗震承载力加固及抗震构造加固。

**12.1.2** 高延性混凝土加固的砌体结构，原砌体实际的砌筑砂浆抗压强度测试推定值不宜小于 0.4MPa。

**12.1.3** 加固砌体结构用的高延性混凝土材料主要力学性能应符合下表 12.1.3 的规定，同时应满足设计要求。

表 12.1.3 高延性混凝土的主要力学性能指标

指标类别	检验方法	试件尺寸	标准养护龄期	性能指标		
				I 类	II 类	III 类
等效弯曲韧性 (kJ/m <sup>3</sup> )	T/YEDA 01-2019 附录 A	40mm×40mm×160mm	60d	≥160.0	≥120.0	≥80.0
等效弯曲强度 (N/mm <sup>2</sup> )			60d	≥11.0	≥10.0	≥9.0
抗折强度 (N/mm <sup>2</sup> )	GB/T 17671	40mm×40mm×160mm	60d	≥12.0		
立方体抗压强度 (N/mm <sup>2</sup> )	GB/T 50081	100mm×100mm×100mm	60d	≥50.0		

注：面层加固时应采用 I 类或 II 类高延性混凝土，条带加固时可采用 III 类高延性混凝土。

**12.1.4** 设计应根据加固构件部位及其所处环境确定高延性混凝土的耐久性能要求，相应的耐久性能除应满足表 12.1.4 的要求外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476 的规定。

表 12.1.4 高延性混凝土的主要耐久性能指标

指标类别	检验方法	指标要求
抗冻性能 (快冻法)	GB/T 50082	≥F300
抗水渗透性能 (逐级加压法)		≥P12
抗氯离子渗透性能-氯离子迁移系数 $D_{RCM}$ (/10 <sup>-12</sup> m <sup>2</sup> /s)		$D_{RCM} < 2.5$
抗硫酸盐侵蚀性能		≥KS90
抗碳化性能-碳化 28d 的碳化深度 $d$ (mm)		$d \leq 2.0$

**12.1.5** 高延性混凝土加固砌体结构可分为高延性混凝土面层加固法、配筋高延性混凝土面层加固法、高延性混凝土条带加固法、高延性混凝土-砌体组合圈梁及组合构造柱加固法。各种方法的适用条件如下：

1 高延性混凝土面层加固法和配筋高延性混凝土面层加固法可用于砌体结构构件的抗震承载力加固。

2 高延性混凝土-砌体组合圈梁、组合构造柱加固法用于原砌体结构构造柱、圈梁设置不满足要求时的抗震构造加固。

3 高延性混凝土条带加固法适用于农村一、二层砌体结构房屋的抗震构造加固。采用高延性混凝土条带加固法加固的农村房屋，其抗震设防目标应符合现行行业标准《镇（乡）村建筑抗震技术规程》JGJ 161 的有关规定。

4 对于砌体填充墙，也可采用高延性混凝土面层或高延性混凝土条带加固法进行构造加固。

## 12.2 加固方法

**12.2.1** 高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层加固砌体结构的抗震验算应符合下列规定：

1 高延性混凝土加固砌体结构可根据建筑物抗震鉴定的不同类别，采用抗震承载力验算法或者采用综合抗震能力指数法进行抗震验算。

2 高延性混凝土加固砌体结构的抗震验算，应将原构件和高延性混凝土加固层的抗震承载力进行叠加，采用加固增强系数来计算抗震受剪承载力或综合抗震能力指数，并应考虑加固面层的强度利用系数影响。

3 高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层加固砌体墙的抗震受剪承载力按下式验算：

$$V_E \leq V_{R0} + \frac{V_d}{\gamma_{RE}} \quad (12.2.1-1)$$

$$V_d = 0.7\alpha_d f_{dt} b h + V_s \quad (12.2.1-2)$$

式中： $V_E$ ——砌体地震剪力设计值；

$V_{R0}$ ——原砌体截面抗震受剪承载力，按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 计算；

$V_d$ ——高延性混凝土加固后提高的受剪承载力，按式 12.2.1-2 计算；

$\gamma_{RE}$ ——承载力抗震调整系数，取  $\gamma_{RE}$  为 0.85。

$f_{dt}$ ——高延性混凝土轴心抗拉强度设计值， $f_{dt}$  取  $3.8\text{N/mm}^2$ ；

$\alpha_d$ ——高延性混凝土强度利用系数，取  $\alpha_d = 0.66$ ；

$b$ ——高延性混凝土面层厚度（双面加固时，取其厚度之和）；

$h$ ——采用面层加固的墙体水平方向长度；

- $V_s$ ——采用配筋面层加固后，水平钢筋承担的剪力；
- $\alpha_s$ ——钢筋强度利用系数，取  $\alpha_s = 0.9$ ；
- $f_{yh}$ ——水平向钢筋的强度设计值；
- $A_{sh}$ ——配置在同一截面内的水平向钢筋全部截面面积；
- $s$ ——水平向钢筋的间距。

4 高延性混凝土加固后的砌体结构楼层和墙段综合抗震能力指数应按下列公式计算：

$$\beta_s = \eta \psi_1 \psi_2 \beta_0 \quad (12.2.1-3)$$

式中： $\beta_s$ ——加固后楼层或墙段的综合抗震能力指数；

$\eta$ ——加固增强系数，可按云南省《高延性混凝土加固技术导则》T/YEDA 01 第 5.5.3 条规定计算；

$\beta_0$ ——楼层或墙段原有的抗震能力指数，应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 和《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的有关规定计算；

$\psi_1$ 、 $\psi_2$ ——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，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 和《云南省既有房屋建筑抗震鉴定技术导则》的有关规定取值。

5 高延性混凝土加固砌体结构的抗震能力验算，除应符合上述规定外，尚应符合现行云南省《高延性混凝土加固技术导则》T/YEDA 01 的有关规定。

6 高延性混凝土加固采用综合抗震能力指数法验算时，有关构件支承长度的影响系数应作相应改变，有关墙体局部尺寸的影响系数应取 1.0。

7 采用高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层加固砌体结构，应力求刚度分布均匀，避免过大扭转，并应根据构件加固后的刚度重新进行剪力分配。

**12.2.2** 高延性混凝土加固砌体结构的设计尚应符合下列规定：

1 高延性混凝土面层加固时，加固面层的厚度不应小于 10mm；当面层厚度大于 30mm 时，应在面层内增设钢筋网，形成配筋高延性混凝土面层。

2 钢筋网的网格间距不宜大于 300mm×300mm，钢筋直径不应小于 6mm；钢筋网应采用直径 6mm 的 L 形锚筋或 S 形拉结筋与墙体可靠连接，L 形锚筋和 S 形拉结筋宜梅花状布置、间距分别不大于 600mm 和 900mm。

3 高延性混凝土面层加固砌体结构，当原砌筑砂浆抗压强度推定值低于 1.0MPa 时，宜将原墙体的砌筑砂浆剔除 10mm~15mm 深，并采用高延性混凝土进行嵌缝处理。

4 高延性混凝土面层遇有门窗洞时，宜将面层延伸至洞口侧边。配筋高延性

混凝土面层遇有门窗洞时，单面加固宜将钢筋弯入洞口侧边锚固，双面加固宜将两侧的钢筋在洞口处闭合。

5 底层的高延性混凝土面层，在室外宜伸入地面以下 200mm 或伸至地圈梁顶面。底层的配筋高延性混凝土面层，在室外地面下宜加厚并伸入地面以下 500mm。

6 对独立承重砖柱和高宽比大于 4 的承重窗间墙，宜采用高延性混凝土面层或配筋面层四面围套加固。

12.2.3 当圈梁和构造柱布置数量或具体设置不满足要求时，可在相应部位采用高延性混凝土-砌体组合圈梁和高延性混凝土-砌体组合构造柱对房屋进行抗震构造加固（图 12.2.3），并应符合下列规定：

- 1 组合圈梁高度不小于 350mm，面层厚度不应小于 40mm；
- 2 高延性混凝土-砌体组合构造柱的面层厚度不应小于 40mm，且配筋面层在墙体拐角处应加宽不小于 150mm；
- 3 组合圈梁的纵筋和箍筋直径不小于 10mm 和 6mm；组合构造柱的纵筋和箍筋直径不小于 12mm 和 8mm；箍筋间距不宜大于 300mm。

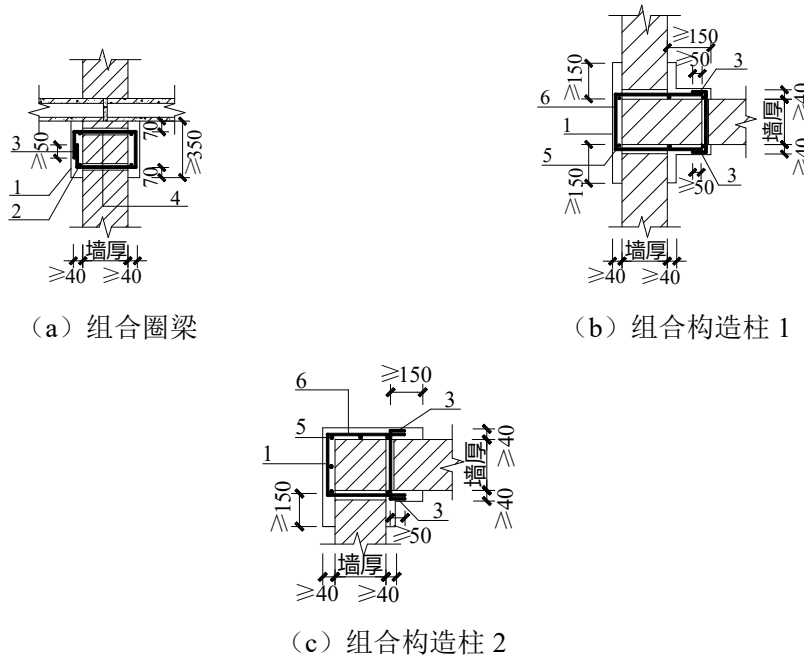


图 12.2.3 高延性混凝土-砌体组合圈梁及组合构造柱做法示意图

- 1—高延性混凝土；2—组合圈梁纵筋；3—双面搭接焊；4—组合圈梁闭合箍筋；5—组合构造柱纵筋；  
6—组合构造柱闭合箍筋

12.2.4 采用高延性混凝土条带加固砌体结构农村房屋，应同时设置竖向和水平条带，且水平条带宜闭合，条带布置及高延性混凝土条带的厚度和宽度应符合现行云南省《高延性混凝土加固技术导则》T/YEDA 01 的有关规定。