

中华人民共和国行业标准

# 建筑抗震加固技术规程

Technical Specification for Seismic  
Strengthening of Building

**JGJ 116—98**

1 9 9 8 北 京

筑资讯网  
[www.sinoaec.com](http://www.sinoaec.com)

中华人民共和国行业标准

# 建筑抗震加固技术规程

**Technical Specification for Seismic  
Strengthening of Building**

**JGJ 116—98**

主编单位：中国建筑科学研究院

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1999年3月1日

1998 北京

# 关于发布行业标准 《建筑抗震加固技术规程》的通知

建标 [1998] 169 号

根据原城乡建设环境保护部《关于印发 1984 年全国城乡建设科技发展计划的通知》（[84] 城科学第 153 号）要求，由中国建筑科学研究院主编的《建筑抗震加固技术规程》，经审查，批准为强制性行业标准，编号 JGJ 116—98，自 1999 年 3 月 1 日起施行。

本标准由建设部建筑工程标准技术归口单位中国建筑科学研究院归口管理，由中国建筑科学研究院负责具体解释。

本标准由建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版。

中华人民共和国建设部

1998 年 9 月 14 日

# 目 次

1	总则	1
2	术语、符号	2
3	基本规定	4
4	地基和基础	7
5	多层砌体房屋	9
5.1	一般规定	9
5.2	加固方法	10
5.3	加固设计及施工	11
6	多层钢筋混凝土房屋	22
6.1	一般规定	22
6.2	加固方法	22
6.3	加固设计及施工	23
7	内框架和底层框架砖房	30
7.1	一般规定	30
7.2	加固方法	30
7.3	加固设计及施工	31
8	单层钢筋混凝土柱厂房	35
8.1	一般规定	35
8.2	加固方法	35
8.3	加固设计及施工	36
9	单层砖柱厂房和空旷房屋	43
9.1	一般规定	43
9.2	加固方法	43
9.3	加固设计及施工	44
10	木结构和土石墙房屋	49
10.1	木结构房屋	49
10.2	土石墙房屋	51
11	烟囱和水塔	53

11.1 烟囱.....	53
11.2 水塔.....	55
附录 A 本规程用词说明 .....	58
附加说明 .....	59

# 1 总 则

1.0.1 为了贯彻地震工作以预防为主方针,减轻地震破坏,减少损失,使现有建筑的抗震加固做到经济、合理、有效、实用,制定本规程。

按本规程进行加固的建筑,在遭遇到相当于抗震设防烈度的地震影响时,一般不致倒塌伤人或砸坏重要生产设备,经修理后仍可继续使用。

1.0.2 本规程适用于抗震设防烈度为6~9度地区因抗震能力不符合设防要求而需要加固的现有建筑进行抗震加固的设计及施工。一般情况下,抗震设防烈度可采用地震基本烈度。

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“6、7、8、9度”为“抗震设防烈度为6、7、8、9度”的简称。

1.0.3 现有建筑的抗震加固,应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023的有关要求采取相应对策。

1.0.4 抗震加固时,建筑的重要性类别及相应的抗震验算和构造分类,应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95第

1.0.3条的有关规定采用。

1.0.5 现有建筑抗震加固的设计及施工,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 2 术 语、符 号

### 2.1 术 语

#### 2.1.1 抗震加固 **seismic strengthening of building**

使现有建筑达到规定的抗震设防要求而进行的设计及施工。

#### 2.1.2 综合抗震能力 **compound seismic capability**

整个建筑结构综合考虑其构造和承载力等因素所具有的抵抗地震作用的能力。

#### 2.1.3 面层加固法 **masonry strengthening with plaster splitly**

在砌体墙表面增抹一定厚度的水泥砂浆或钢筋、水泥砂浆的加固方法。

#### 2.1.4 板墙加固法 **masonry strengthening with concrete splitly**

在砌体墙表面浇注或喷射钢筋混凝土的加固方法。

#### 2.1.5 外加柱加固法 **masonry strengthening with tie column**

在砌体墙交接处增设钢筋混凝土构造柱的加固方法。

#### 2.1.6 壁柱加固法 **brick column strengthening with concrete column**

在砌体墙垛（柱）侧面增设钢筋混凝土柱的加固方法。

#### 2.1.7 混凝土套加固法 **structure member strengthening with**

#### R. C

在原有的钢筋混凝土梁柱或砌体柱外包一定厚度的钢筋混凝土的加固方法。

#### 2.1.8 钢构套加固法 **structure member strengthening with steel frame**

在原有的钢筋混凝土梁柱或砌体柱外包角钢、扁钢等制成的构架的加固方法。

## 2.2 主要符号

### 2.2.1 作用和作用效应

$N_G$  —— 对应于重力荷载代表值的轴向压力；

$V_G$  —— 加固后楼层的弹性地震剪力；

$S$  —— 加固后结构构件地震基本组合的作用效应设计值；

### 2.2.2 材料性能和抗力

$M_y$  —— 加固后构件现有受弯承载力；

$V_y$  —— 加固后构件或楼层现有受剪承载力；

$R$  —— 加固后结构构件承载力设计值；

$K$  —— 加固后结构构件刚度；

$f_0$ 、 $f_{k0}$  —— 原材料的强度设计值、标准值；

$f$ 、 $f_k$  —— 加固材料的强度设计值、标准值；

### 2.2.3 几何参数

$A_s$  —— 实有钢筋截面面积；

$A_{wo}$  —— 原抗震墙截面面积；

$A_w$  —— 加固后抗震墙截面面积；

$b$  —— 加固后构件截面宽度；

$h$  —— 加固后构件截面高度；

$l$  —— 加固后构件长度、屋架跨度；

### 2.2.4 计算系数

$\beta_0$  —— 原综合抗震承载力指数；

$\beta_s$  —— 加固后的综合抗震承载力指数；

$\gamma_{Rs}$  —— 抗震加固的承载力调整系数；

$\eta$  —— 加固后抗震能力的增强系数；

$\xi_y$  —— 加固后楼层屈服强度系数；

$\psi_1$  —— 加固后结构构造的体系影响系数；

$\psi_2$  —— 加固后结构构造的局部影响系数。



## 3 基本规定

**3.0.1** 现有建筑抗震加固前,应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》**GB50023** 进行抗震鉴定。抗震加固设计应符合下列要求:

**3.0.1.1** 加固方案应根据抗震鉴定结果综合确定,可包括整体房屋加固、区段加固或构件加固,并宜结合维修改造改善使用功能,注意美观;

**3.0.1.2** 加固方法应便于施工,并应减少对生产、生活的影响。

**3.0.2** 抗震加固的结构布置和连接构造应符合下列要求:

**3.0.2.1** 加固的总体布局,应优先采用增强结构整体抗震性能的方案,应有利于消除不利抗震的因素,改善构件的受力状况;宜减少地基基础的加固工程量,多采取提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施;尚宜考虑场地的影响。

**3.0.2.2** 加固或新增构件的布置,宜使加固后结构质量和刚度分布较均匀、对称,应避免局部加强导致结构刚度或强度突变。

**3.0.2.3** 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。

**3.0.2.4** 增设的构件与原有构件之间应有可靠连接,增设的抗震墙、柱等竖向构件应有可靠的基础。

**3.0.2.5** 女儿墙、门脸、出屋顶烟囱等易倒塌伤人的非结构构件,不符合鉴定要求时,宜拆除或拆矮,当需保留时,应加固。

**3.0.3** 抗震加固时的结构抗震验算,应符合下列要求:

**3.0.3.1** 当抗震设防烈度为 6 度时,可不进行抗震验算。

**3.0.3.2** 抗震加固时的结构抗震验算,应采用本规程中的楼层综合抗震能力指数进行验算,加固后楼层综合抗震能力指数不应小于 1.0。

**3.0.3.3** 当本规程中未给出计算楼层综合抗震能力指数的参数时,可采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》**GBJ11**的方法进行验算,当采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》**GBJ11**的方法进行抗震验算时,其“承载力抗震调整系数”应采用“抗震加固的承载力调整系数”替代。抗震加固的承载力调整系数的取值,可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》**GBJ11**的承载力抗震调整系数的**0.85**倍采用,但对钢构套加固的构件仍按原构件的规定值采用。

**3.0.3.4** 加固后结构的分析和构件承载力计算,尚应符合下列要求:

(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;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,可不计入地震作用变化的影响;

(2)结构构件的计算截面面积,应采用实际有效的截面面积;

(3)结构构件承载力验算时,应计入实际荷载偏心、结构构件变形等造成的附加内力。并应计入加固后的实际受力程度、新增部分的应变滞后和新旧部分协同工作的程度对承载力的影响。

**3.0.4** 抗震加固所用的材料应符合下列要求:

**3.0.4.1** 粘土砖的强度等级不应低于**MU7.5**;粉煤灰中型实心砌块和混凝土中型空心砌块的强度等级不应低于**MU10**,混凝土小型空心砌块的强度等级不应低于**MU5**;砌体的砂浆强度等级不应低于**M2.5**。

**3.0.4.2** 钢筋混凝土的混凝土的强度等级不应低于**C20**,钢筋宜采用**I级**或**II级**钢。

**3.0.4.3** 钢材的型钢宜采用**Q235**钢。

**3.0.4.4** 加固所用材料的强度等级不应低于原构件材料的强度等级。

**3.0.5** 抗震加固的施工应符合下列要求:

**3.0.5.1** 施工时应采取避免或减少损伤原结构的措施。

**3.0.5.2** 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,应暂停施工,在会同加固设计单位采取有效措施处理后  
方可继续施工。

**3.0.5.3** 当可能出现倾斜、开裂或倒塌等不安全因素时,施工  
前应采取安全措施。

## 4 地基和基础

4.0.1 本章适用于存在软弱土、液化土、明显不均匀土层的抗震不利地段上的建筑地基和基础。不利地段应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11 划分。

4.0.2 抗震加固时，天然地基承载力可计入建筑长期压密的影响，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 第 4.2.6.1 款规定的方法进行验算，其中，基础底面压力设计值应按加固后的情况计算，而地基土长期压密提高系数仍按加固前取值。

4.0.3 当地基竖向承载力不能满足要求时，可作下列处理：

4.0.3.1 当基础底面压力设计值超过地基承载力设计值不足 10% 时，可采用提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施。

4.0.3.2 当基础底面压力设计值超过地基承载力设计值 10% 及以上或建筑已出现不容许的沉降和裂缝时，可采取放大基础底面积、加固地基或减少荷载的措施。

4.0.4 当地基或桩基的水平承载力不能满足要求时，可作下列处理：

4.0.4.1 基础旁无刚性地坪时，可增设刚性地坪。

4.0.4.2 可增设基础梁，将水平荷载分散到相邻的基础上。

4.0.5 液化地基的液化等级为严重时，对液化敏感的乙类和丙类建筑宜采取消除液化沉降或加固上部结构的措施。

4.0.6 为消除液化沉降进行地基处理时，可选用下列措施：

4.0.6.1 桩基托换：将基础荷载通过桩传到非液化土上，桩端（不包括桩尖）伸入非液化土中的长度应按计算确定，且不宜小于 0.5m。

4.0.6.2 压重法：对地面标高无严格要求的建筑，可在建筑周围堆土或重物，增加覆盖压力。

**4.0.6.3 覆盖法:**将建筑的地坪和外侧排水坡改为配筋混凝土整体地坪。地坪应与基础或墙体锚固,地坪下应设厚度为**300mm**的砂砾或碎石排水层;室外地坪宽度宜为**4~5m**。

**4.0.6.4 排水桩法:**在基础外侧设碎石排水桩,在室内设整体地坪。排水桩不宜少于两排,桩距基础外缘的净距不应小于**1.5m**。

**4.0.6.5 旋喷法:**穿过基础或紧贴基础打孔,制作旋喷桩,桩长应穿过液化层并支承在非液化土层上。

**4.0.7 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:**

**4.0.7.1 提高建筑的整体性或合理调整荷载。**

**4.0.7.2 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。**

**4.0.7.3 用钢筋网砂浆面层加固墙体。**

## 5 多层砌体房屋

### 5.1 一般规定

5.1.1 本章适用于砖墙体和砌块墙体承重的多层房屋,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》GB50023—95 第 5 章的规定。

5.1.2 房屋的抗震加固应符合下列要求:

5.1.2.1 加固后的楼层综合抗震能力指数不应小于 1.0,且不宜超过下一楼层综合抗震能力指数的 20%;当超过时应同时增强下一楼层的抗震能力。

5.1.2.2 自承重墙体加固后的抗震能力不应超过同一楼层中承重墙体加固后的抗震能力。

5.1.2.3 对非刚性结构体系的房屋,选用抗震加固方案时应特别慎重,当采用加固柱或墙垛,增设支撑或支架等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。

5.1.3 加固后的楼层和墙段的综合抗震能力指数可按下列公式验算:

$$\beta_s = \eta \psi_1 \psi_2 \beta_0 \quad (5.1.3)$$

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,可按本规程第 5.3 节规定确定;

$\beta_0$  ——楼层或墙段原有的抗震能力指数,应分别按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 规定的有关方法计算;

$\psi_1$ 、 $\psi_2$  ——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》GB50023—95 第 5.3.3 条的规定取值。

## 5.2 加固方法

5.2.1 房屋抗震承载力不能满足要求时,可选择下列加固方法:

5.2.1.1 拆砌或增设抗震墙:对强度过低的原墙体可拆除重砌;重砌和增设抗震墙的材料可采用砖或砌块,也可采用现浇钢筋混凝土。

5.2.1.2 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或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。

5.2.1.3 面层或板墙加固:在墙体的一侧或两侧采用水泥砂浆面层、钢筋网砂浆面层或现浇钢筋混凝土板墙加固。

5.2.1.4 外加柱加固:在墙体交接处采用现浇钢筋混凝土构造柱加固,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。

5.2.1.5 包角或镶边加固:在柱、墙角或门窗洞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。

5.2.1.6 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的支撑或支架加固。

5.2.2 房屋的整体性不能满足要求时,可选择下列加固方法:

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

5.2.2.2 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。

5.2.2.3 楼、屋盖构件支承长度不能满足要求时,可增设托梁或采取增强楼、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。

5.2.2.4 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。

**5.2.3 对房屋中易倒塌的部位,可选择下列加固方法:**

**5.2.3.1 承重窗间墙宽度过小或抗震能力不能满足要求时,可增设钢筋混凝土窗框或采用面层、板墙等加固。**

**5.2.3.2 隔墙无拉结或拉结不牢,可采用镶边、埋设铁夹套、锚筋或钢拉杆加固。**

**5.2.3.3 支承大梁等的墙段抗震能力不能满足要求时,可增设砌体柱、钢筋混凝土柱或采用面层、板墙加固。**

**5.2.3.4 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。**

**5.2.3.5 出屋面的烟囱、无拉结女儿墙超过规定的高度时,宜拆矮或采用型钢、钢拉杆加固。**

**5.2.3.6 悬挑构件的锚固长度不能满足要求时,可加拉杆或采取减少悬挑长度的措施。**

**5.2.4 当具有明显扭转效应的多层砌体房屋抗震能力不能满足要求时,可优先在薄弱部位增砌砖墙或现浇钢筋混凝土墙,或在原墙加面层;亦可采取分割平面单元,减少扭转效应的措施。**

### 5.3 加固设计及施工

**5.3.1 采用水泥砂浆面层和钢筋网砂浆面层加固墙体时应符合下列要求:**

**5.3.1.1 面层的材料和构造应符合下列要求:**

(1) 面层的砂浆强度等级,宜采用 **M10**;

(2) 水泥砂浆面层的厚度宜为 **20mm**;钢筋网砂浆面层的厚度宜为 **35mm**,钢筋外保护层厚度不应小于 **10mm**,钢筋网片与墙面的空隙不宜小于 **5mm**;

(3) 钢筋网的钢筋直径宜为  $\phi 4$  或  $\phi 6$ ;网格尺寸实心墙宜为 **300mm×300mm**,空斗墙宜为 **200mm×200mm**;



(4) 单面加面层的钢筋网应采用 $\phi 6$ 的L形锚筋,用水泥砂浆固定在墙体上;双面加面层的钢筋网应采用 $\phi 6$ 的S形穿墙筋连接;L形锚筋的间距宜为600mm,S形穿墙筋的间距宜为900mm,并且呈梅花状布置;

(5) 钢筋网四周应与楼板或大梁、柱或墙体连接,可采用锚筋、插入短筋、拉结筋等连接方法;

(6) 当钢筋网的横向钢筋遇有门窗洞口时,单面加固宜将钢筋弯入窗洞侧边锚固;双面加固宜将两侧横向钢筋在洞口闭合。

5.3.1.2 面层加固后,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可取1.0,楼层抗震能力的增强系数可按下列公式计算:

$$\eta_{P_i} = 1 + \frac{\sum_{j=1}^n (\eta_{P_{ij}} - 1) A_{i,j}}{A_{i0}} \quad (5.3.1-1)$$

$$\eta_{P_{ij}} = \frac{240}{t_{w0}} \left[ \eta_0 + 0.075 \left( \frac{t_{w0}}{240} - 1 \right) / f_{vE} \right] \quad (5.3.1-2)$$

式中  $\eta_{P_i}$  —— 面层加固的第*i*楼层抗震能力的增强系数;

$\eta_{P_{ij}}$  —— 第*i*楼层中*j*墙段的增强系数;

$\eta_0$  —— 基准增强系数,粘土砖实心墙体可按表5.3.1-1采用,空斗墙体应双面加固,可取表中数值的1.3倍;

*n* —— 第*i*楼层中验算方向上的面层加固的抗震墙道数;

$t_{w0}$  —— 原墙体厚度;

$f_{vE}$  —— 原墙体的抗震抗剪强度设计值。

面层加固的基准增强系数

表 5.3.1-1

面层厚度 (mm)	面层砂浆 强度等级	钢筋网		单面加固			双面加固		
				原墙体砂浆强度等级					
		直径 (mm)	间距 (mm)	M0.4	M1.0	M2.5	M0.4	M1.0	M2.5
20	M10	无筋	—	1.46	1.04	—	2.08	1.46	1.13
30		6	300	2.06	1.35	—	2.97	2.05	1.52
40		6	300	2.16	1.51	1.16	3.12	2.15	1.65

5.3.1.3 加固后粘土砖墙体刚度的提高系数应按下列公式计算：

(1) 单面加固实心砖墙：

$$\eta_k = \frac{240}{t_{w0}} \eta_{k0} - 0.75 \left( \frac{240}{t_{w0}} - 1 \right) \quad (5.3.1-3)$$

(2) 双面加固实心砖墙：

$$\eta_k = \frac{240}{t_{w0}} \eta_{k0} - \left( \frac{240}{t_{w0}} - 1 \right) \quad (5.3.1-4)$$

(3) 双面加固空斗墙：

$$\eta_k = 1.67(\eta_{k0} - 0.4) \quad (5.3.1-5)$$

式中  $\eta_k$  ——加固后墙体的刚度提高系数；

$\eta_{k0}$  ——刚度的基准提高系数，可按表 5.3.1-2 采用。

面层加固墙体刚度的基准提高系数

表 5.3.1-2

面层 厚度 (mm)	面层砂浆 强度等级	单面加固			双面加固		
		原墙体砌筑砂浆强度等级					
		M0.4	M1.0	M2.5	M0.4	M1.0	M2.5
20	M10	1.39	1.12	—	2.71	1.98	1.70
30		1.71	1.30	—	3.57	2.47	2.06
40		2.03	1.49	1.29	4.43	2.96	2.41

5.3.1.4 面层加固施工应符合下列要求：

(1) 水泥砂浆或钢筋网砂浆面层宜按下列顺序施工：原墙面清底、钻孔并用水冲刷，铺设钢筋网并安设锚筋，浇水湿润墙面，抹水泥砂浆并养护、墙面装饰；

(2) 原墙面碱蚀严重时，应先清除松散部分，并用 1:3 水泥砂浆抹面，已松动的勾缝砂浆应剔除；

(3) 在墙面钻孔时，应按设计要求先划线标出锚筋(或穿墙筋)位置，并用电钻打孔。穿墙孔直径宜比“S”形筋大 2mm，锚筋孔直径宜为锚筋直径的 2~2.5 倍，其孔深宜为 100~120mm，锚筋插入孔洞后，应采用水泥砂浆填实；

(4) 铺设钢筋网时,竖向钢筋应靠墙面并采用钢筋头支起;

(5) 抹水泥砂浆时,应先在墙面刷水泥浆一道,再分层抹灰,每层厚度不应超过 15mm;

(6) 面层应浇水养护,防止阳光暴晒,冬季应采取防冻措施。

5.3.2 采用现浇钢筋混凝土板墙加固墙体时应符合下列要求:

5.3.2.1 板墙的材料和构造应符合下列要求:

(1) 混凝土的强度等级不应低于 C20,钢筋宜采用 I 级或 II 级钢;

(2) 板墙厚度宜为 60~100mm;

(3) 板墙可配置单排钢筋网片,竖向钢筋可采用 $\phi 12$ ,横向钢筋可采用 $\phi 6$ ,间距宜为 150~200mm;

(4) 板墙应与楼、屋盖可靠连接,可每隔 1m 设置穿过楼板与竖向筋等面积的短筋,其两端应分别锚入上下层的板墙内,且锚固长度不应小于 40 倍短筋直径;

(5) 板墙应与两端的原有墙体可靠连接,可沿墙体高度每隔 0.7~1.0m 设 2 根 $\phi 12$ 的拉结钢筋,其一端锚入板墙内的长度不宜小于 0.5m,另一端应锚固在端部的原有墙体内;

(6) 单面板墙宜采用直径为 8mm,L 形锚筋与原砌体墙连接;双面板墙宜采用直径为 8mm 的 S 形穿墙筋与原墙体连接;锚筋在砌体内的锚固深度不宜小于 120mm;锚筋的间距宜为 600mm,穿墙筋的间距宜为 900mm,并宜呈梅花状布置;

(7) 板墙应有基础,基础埋深宜与原有基础相同。

5.3.2.2 板墙加固后,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可取 1.0;楼层抗震能力的增强系数可按本规程公式(5.3.1-1)计算;其中,板墙加固墙段的增强系数,当原有墙体砌筑砂浆强度等级为 M2.5 或 M5 时可取 2.5;砌筑砂浆强度等级为 M7.5 时可取 2.0;砌筑砂浆强度等级为 M10 时可取 1.8。

5.3.3 当增设砌体抗震墙加固房屋时,应符合下列要求:

5.3.3.1 抗震墙的材料和构造应符合下列要求:

(1) 砌筑砂浆的强度等级应比原墙体的砂浆强度等级高一级,且不应低于 M2.5;

(2) 墙厚不应小于 190mm;

(3) 墙体中沿墙体高度每隔 0.7~1.0m 可设置与墙等宽的细石混凝土现浇带,其纵向钢筋可采用 3 $\phi$ 6,横向系筋可采用 $\phi$ 6,其间距宜为 200mm;当墙厚为 240mm 或 370mm 时,可沿墙体高度每隔 300~700mm 设置一层焊接钢筋网片,钢筋网片的纵向钢筋可采用 3 $\phi$ 4,横向系筋可采用 $\phi$ 4,其间距宜为 150mm;

(4) 墙顶应设置与墙等宽的现浇钢筋混凝土压顶梁,并与楼、屋盖的梁(板)可靠连接,可每隔 500~700mm 设置 $\phi$ 12 的锚筋或 M12 的胀管螺栓连接;压顶梁高不应小于 120mm,纵筋可采用 4 $\phi$ 12,箍筋可采用 $\phi$ 6,其间距宜为 150mm;

(5) 抗震墙应与原有墙体可靠连接,可沿墙体高度每隔 500~600mm 设置 2 根直径为 6mm 且长度不小于 1m 的钢筋与原有墙体用螺栓或锚筋连接;当墙体内有混凝土带或钢筋网片时,可在相应位置处加 2 根直径 12mm 拉筋,锚入混凝土带内长度不宜小于 500mm,另一端锚在原墙体或外加柱内,亦可在新砌墙与原墙间加现浇钢筋混凝土内柱,柱顶与压顶梁连接,柱与原墙应采用锚筋、销键或螺栓连接;

(6) 抗震墙应设基础,基础埋深宜与相邻抗震墙相同,宽度不应小于计算确定的宽度的 1.15 倍。

5.3.3.2 加固后,横墙间距的体系影响系数应作相应改变;楼层抗震能力的增强系数可按下式计算:

$$\eta_{wi} = 1 + \frac{\sum_{j=1}^n n_{ij} \cdot A_{ij}}{A_{i0}} \quad (5.3.3)$$

式中  $\eta_{wi}$ ——增设墙体后第  $i$  楼层抗震能力的增强系数;

$A_{i0}$ ——第  $i$  楼层中验算方向上的原有抗震墙在 1/2 层高处

净截面的总面积；

$A_{ij}$ ——第  $i$  楼层中验算方向上增设的抗震墙  $j$  墙段在  $1/2$  层高处的净截面面积；

$\eta_{ij}$ ——第  $i$  楼层第  $j$  墙段的增强系数，对粘土砖墙，无筋时取  $1.0$ ；有混凝土带时取  $1.12$ ；有钢筋网片时， $240\text{mm}$  厚的墙取  $1.10$ ， $370\text{mm}$  厚的墙取  $1.08$ ；

$n$ ——第  $i$  楼层中验算方向增设的抗震墙道数。

**5.3.3.3** 砌体抗震墙中配筋的细石混凝土带，可在砌到设计标高时浇筑，当混凝土终凝后方可在其上砌砖。

**5.3.4** 当增设现浇钢筋混凝土抗震增加固房屋时应符合下列要求：

**5.3.4.1** 原墙体的砌筑砂浆强度等级不应低于 **M2.5**，现浇混凝土墙的厚度可为  $120\sim 150\text{mm}$ ，混凝土强度等级宜采用 **C20**；可采用构造配筋；抗震墙应设基础；混凝土墙与原墙、柱和梁板均应有可靠连接。

**5.3.4.2** 加固后，横墙间距的影响系数应作相应改变；楼层抗震能力的增强系数可按本规程公式(5.3.3)计算，其中，增设墙段的厚度可按  $240\text{mm}$  计算，增强系数可取为 **2.8**。

**5.3.5** 当外加钢筋混凝土柱加固房屋时，应符合下列要求：

**5.3.5.1** 外加柱的设置应符合下列要求：

(1) 外加柱应在房屋四角、楼梯间和不规则平面的转角处设置，并可根据房屋的现状在内外墙交接处隔开间或每开间设置；

(2) 外加柱宜在平面内对称布置，应由底层设起，并应沿房屋高度贯通，不得错位；

(3) 外加柱应与圈梁或钢拉杆连成闭合系统；内墙圈梁可用墙（梁）两侧的钢拉杆代替，拉杆直径不应小于 **14mm**，外加柱必须与现浇钢筋混凝土楼、屋盖或原有圈梁可靠连接；

(4) 当采用外加柱增强墙体的抗震能力时，钢拉杆不宜小于  $2\phi 6$  的钢筋，其在圈梁内的锚固长度应符合受拉钢筋的要求；

(5) 内廊房屋的内廊在外加柱的轴线处无连系梁时，应在内

廊两侧的内纵墙加柱,或在内廊的楼、屋盖板下增设现浇钢筋混凝土梁或组合钢梁;钢筋混凝土梁的截面高度不应小于层高的  $1/10$ ,梁两端应与原有的梁板可靠连接。

5.3.5.2 外加柱的材料和构造应符合下列要求:

(1) 柱的混凝土强度等级不应低于 C20;

(2) 柱截面可采用  $240\text{mm} \times 180\text{mm}$  或  $300\text{mm} \times 150\text{mm}$ ;扁柱的截面面积不宜小于  $36000\text{mm}^2$ ,宽度不宜大于  $700\text{mm}$ ,厚度可采用  $70\text{mm}$ ;外墙转角可采用边长为  $600\text{mm}$  的 L 形等边角柱,厚度不应小于  $120\text{mm}$ ;

(3) 纵向钢筋不宜少于  $4\phi 12$ ,转角处纵向钢筋可采用  $12\phi 12$ ,并宜双排布置;箍筋可采用  $\phi 6$ ,其间距宜为  $150 \sim 200\text{mm}$ ;在楼、屋盖上下各  $500\text{mm}$  范围内的箍筋间距不应大于  $100\text{mm}$ ;

(4) 外加柱应与墙体可靠连接,宜在楼层  $1/3$  和  $2/3$  层高处同时设置拉结钢筋和销键与墙体连接,亦可沿墙体高度每隔  $500\text{mm}$  设置胀管螺栓、压浆锚杆或锚筋与墙体连接;在室外地坪标高和外墙基础的大方角处应设销键,压浆锚杆或锚筋与墙体连接;

(5) 外加柱应做基础,埋深宜与外墙基础相同,当埋深超过  $1.5\text{m}$  时,可采用  $1.5\text{m}$ ,但不得小于冻结深度。

5.3.5.3 加固后,墙体连接的构造影响系数和有关墙垛局部尺寸的影响系数应取  $1.0$ ,楼层抗震能力的增强系数应按下列公式计算:

$$\eta_{\alpha i} = 1 + \frac{\sum_{j=1}^n (\eta_{\alpha ij} - 1) A_{ij0}}{A_{i0}} \quad (5.3.5)$$

式中  $\eta_{\alpha i}$ ——外加柱加固后第  $i$  楼层抗震能力的增强系数;

$\eta_{\alpha ij}$ ——第  $i$  楼层第  $j$  墙段外加柱加固的增强系数;对粘土砖墙可按表 5.3.5 采用;

$n$ ——第  $i$  楼层中验算防方向有外加柱的抗震墙道数。

外加柱加固粘土砖墙的增强系数

表 5.3.5

砌筑砂浆 强度等级	外加柱在加固墙体的位置			
	一 端	两 端		窗间墙中部
		墙体无洞	墙体有一洞	
$\leq M2.5$	1.1	1.3	1.2	1.2
$\geq M5$	1.0	1.1	1.1	1.1

#### 5.3.5.4 拉结钢筋、销键、压浆锚杆和锚筋应符合下列要求：

(1) 拉结钢筋可采用 2 根直径为 12mm 的钢筋，长度不应小于 1.5m，应紧贴横墙布置；其一端应锚在外加柱内，另一端应锚入横墙的孔洞内；孔洞尺寸宜采用 120mm×120mm，拉结钢筋的锚固长度不应小于其直径的 15 倍，并用混凝土填实；

(2) 销键截面宜为 240mm×180mm，入墙深度可为 180mm，销键应配 4 $\phi$ 18 钢筋和 2 $\phi$ 6 箍筋，销键与外加柱必须同时浇灌；

(3) 压浆锚杆可用一根 $\phi$ 14 的钢筋，在柱与横墙内锚固长度均不应小于锚杆直径的 35 倍锚浆可采用水玻璃砂浆，锚杆应先在墙面固定后，再浇灌外加柱混凝土，墙体锚孔压浆前应用压力水将孔洞冲刷干净；

(4) 锚筋适用于砌筑砂浆强度等级不低于 M2.5 的实心砖墙体，并可采用 $\phi$ 12 钢筋；锚孔直径可取 25mm，锚入深度可采用 150~200mm。

#### 5.3.6 当增设圈梁、钢拉杆加固房屋时，应符合下列要求：

##### 5.3.6.1 圈梁的布置、材料和构造应符合下列要求：

(1) 增设的圈梁宜在楼、屋盖标高的同一平面内闭合；在阳台、楼梯间等圈梁标高变换处，应有局部加强措施；变形缝两侧的圈梁应分别闭合；

(2) 圈梁应现浇；其混凝土强度等级不应低于 C20，钢筋可采用 I 级或 II 级钢。圈梁截面高度不应小于 180mm，宽度不应小于 120mm；7、8 度时层数不超过三层的房屋，顶层可采用型钢圈梁，当采用槽钢时不应小于 L 8，当采用角钢时不应小于 L 75×6；

(3) 圈梁的纵向钢筋，7、8、9 度时可分别采用 4 $\phi$ 8、4 $\phi$ 10 和 4 $\phi$ 12；箍筋可采用 $\phi$ 6，其间距宜为 200mm；外加柱和钢拉杆锚固点

两侧各 500mm 范围内的箍筋应加密。

**5.3.6.2** 增设的圈梁应与墙体可靠连接；钢筋混凝土圈梁可采用销键、螺栓、锚筋或胀管螺栓连接；型钢圈梁宜采用螺栓连接。采用的销键、螺栓、锚筋和胀管螺栓应符合下列要求：

(1) 销键的高度宜与圈梁相同，宽度和锚入墙内的深度均不应小于 180mm，主筋可采用  $4\phi 8$ ，箍筋可采用  $\phi 6$ 。销键宜设在窗口两侧，其水平间距可采用 1~2m；

(2) 螺栓和锚筋的直径不应小于 12mm，锚入圈梁内的垫板尺寸可采用  $60\text{mm}\times 60\text{mm}\times 6\text{mm}$ ，螺栓间距可采用 1~1.2m；

(3) 对砌筑砂浆强度等级不低于 M2.5 的墙体，可采用 M10~M16 的胀管螺栓。

**5.3.6.3** 加固后，圈梁布置和构造的体系影响系数应取 1.0。

**5.3.6.4** 代替内墙圈梁的钢拉杆应符合下列要求：

(1) 当每开间均有横墙时应至少隔开间采用 2 根直径为 12mm 的钢筋，多开间有横墙时在横墙两侧的钢拉杆直径不应小于 14mm；

(2) 沿内纵墙端部布置的钢拉杆长度不得小于两开间；沿横墙布置的钢拉杆两端应锚入外加柱、圈梁内或与原墙体锚固，但不得直接锚固在外廊柱头上；单面走廊的钢拉杆在走廊两侧墙体上都应锚固；

(3) 钢拉杆在增设圈梁内锚固时，可采用弯钩，其长度不得小于拉杆直径的 35 倍；或加焊  $80\text{mm}\times 80\text{mm}\times 8\text{mm}$  的垫板埋入圈梁内，其垫板与墙面的间隙不应小于 50mm；

(4) 钢拉杆在原墙体锚固时，应采用钢垫板，拉杆端部应加焊相应的螺栓。钢拉杆方形垫板的尺寸可按表 5.3.6-1 采用。

**5.3.6.5** 用于增强纵、横墙连接的圈梁、钢拉杆，尚应符合下列要求：

(1) 圈梁应现浇；7、8 度且砌筑砂浆强度等级为 M0.4 时，圈梁截面高度不应小于 200mm，宽度不应小于 180mm；



钢拉杆方形垫板尺寸(边长×厚度,mm)

表 5.3.6-1

钢拉杆 直径	原墙体厚度 (mm)					
	370			180~240		
	墙体砂浆强度等级					
	M0.4	M1.0	M2.5	M0.4	M1.0	M2.5
∅12	200×10	100×10	100×14	200×10	150×10	100×12
∅14	—	150×12	100×14	—	250×10	100×12
∅16	—	200×15	100×14	—	350×14	200×14
∅18	—	200×15	150×16	—	—	250×15
∅20	—	300×17	200×19	—	—	350×17

(2) 当层高为 3m、承重横墙间距不大于 3.6m,且每开间外墙  
面洞口不小于 1.2m×1.5m 时,增设圈梁的纵向钢筋可按表  
5.3.6-2 采用。钢拉杆的直径可按表 5.3.6-3 采用。单根拉杆直径  
过大时,可采用双拉杆,但其总有效截面面积应大于单根拉杆有效  
截面面积的 1.25 倍;

(3) 房屋为纵墙或纵横墙承重时,无横墙处可不设置钢拉杆,  
但增设的圈梁应与楼、屋盖可靠连接。

增强纵横墙连接的钢筋混凝土圈梁的纵向钢筋

表 5.3.6-2

总 层 数	圈梁 设置 楼层	砌体砂浆 强度等级	墙体厚度 (mm)								
			370				240				
			烈 度								
			6	7	8	9	6	7	8	9	
6	5~6	M1,M2.5 M0.4	4∅8	4∅10 4∅12	4∅12 4∅14	—	4∅8	4∅8 4∅10	4∅10 4∅12	—	
	1~4	M1,M2.5 M0.4		4∅8 4∅10	4∅12	—		4∅8	4∅10	—	
5	4~5	M1,M2.5 M0.4		4∅10 4∅12	4∅12	—		4∅8	4∅12	—	
	1~3	M1,M2.5 M0.4		4∅8 4∅10	4∅10	—		4∅8	4∅10	—	
4	3~4	M1,M2.5 M0.4		4∅8	4∅10 4∅12	4∅14		—	4∅8	4∅10	4∅12
	1~2	M1,M2.5 M0.4		4∅8	4∅10	4∅12		—	4∅8	4∅10	4∅12
3	1~3	—		4∅8	4∅10	4∅12		—	4∅8	4∅10	4∅12

增强纵横墙连接的钢拉杆直径

表 5.3.6-3

总层数	钢拉杆设置楼层	烈 度										
		6	7	8				9				
		每层隔开间			隔层每开间			每层每开间				
		墙 体 厚 度 (mm)										
≤370	≤240	370	≤240	370	≤240	370	≤240	370	≤240	370		
6	1~6	∅12	∅12	∅16	—	—	—	—	—	—	—	
5	4~5 1~3		∅12	∅16	—	—	∅14	∅16	∅12	∅16	∅12	—
4	3~4 1~2		∅12	∅16	∅16	∅20	∅14	∅16	∅12	∅14	∅16	∅20
3	1~3		∅12	∅14	∅16	∅20	∅12	∅14	∅12	∅14	∅16	∅20
2	1~2		∅12	∅14	∅16	∅20	∅12	∅14	∅12	∅14	∅16	∅18
1	1		∅12	∅14	∅16	∅18	—	—	∅12	∅12	∅14	∅16

#### 5.3.6.6 圈梁和钢拉杆的施工应符合下列要求：

(1)增设圈梁处的墙面有酥碱、油污或饰面层时，应清除干净；圈梁与墙体连接的孔洞应用水冲洗干净；混凝土浇筑前，应浇水润湿墙面和木模板；锚筋和胀管螺栓应可靠锚固；

(2)圈梁的混凝土宜连续浇筑，不得在距钢拉杆(或横墙)1m以内留施工缝，圈梁顶面应做泛水，其底面应做滴水槽；

(3)钢拉杆应张紧，不得弯曲和下垂；外露铁件应涂刷防锈漆。

## 6 多层钢筋混凝土房屋

### 6.1 一般规定

6.1.1 本章主要适用于不超过 10 层的现浇及装配整体式钢筋混凝土框架(包括填充墙框架)和框架-抗震墙结构。

6.1.2 房屋的抗震加固应符合下列要求:

6.1.2.1 加固后楼层综合抗震能力指数不应小于 1.0,且不宜超过下一楼层综合抗震能力指数的 20%;超过时应同时增强下一楼层的抗震能力。

6.1.2.2 抗震加固时可根据房屋的实际情况,分别采用主要提高框架抗震承载力、主要增强框架变形能力或改变结构体系而不加固框架的方案。

6.1.2.3 加固后的框架应避免形成短柱、短梁或强梁弱柱。

6.1.3 加固后楼层综合抗震能力指数可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GBJ11—89 第 6.3.2 条规定的方法计算,但其中的楼层屈服强度系数、体系影响系数和局部影响系数,应根据加固后的实际情况计算和取值。

6.1.4 加固后当按本规程第 3.0.3.3 款的规定采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11—89 的方法进行抗震承载力验算时,地震作用效应宜按三级抗震等级调整,并考虑构造的影响;加固后构件的抗震承载力应按本章确定。

### 6.2 加固方法

6.2.1 房屋抗震承载力不能满足要求时,可选择下列加固方法:

6.2.1.1 单向框架宜加固为双向框架,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。

6.2.1.2 框架梁柱配筋不符合鉴定要求时,可采用钢构套、现浇钢筋混凝土套加固,或贴钢板加固。

6.2.1.3 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。

6.2.2 当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,可灌注环氧树脂浆等补强。

6.2.3 当墙体与框架柱连接不良时,可增设拉筋连接;当墙体与框架梁连接不良时,可在墙顶增设钢夹套与梁拉结。

6.2.4 女儿墙等易倒塌部位不符合鉴定要求时,可按本规程第5.2.3条的有关规定选择加固方法。

### 6.3 加固设计及施工

6.3.1 增设钢筋混凝土抗震墙或翼墙加固房屋时,应符合下列要求:

6.3.1.1 抗震墙宜设置在框架的轴线位置,翼墙宜在柱两侧对称布置。

6.3.1.2 抗震墙或翼墙墙体的材料和构造应符合下列要求:

(1)混凝土强度等级不应低于 C20,且不应低于原框架柱混凝土的强度等级;

(2)墙厚不宜小于 140mm;竖向和横向分布钢筋的最小配筋率,均不应小于 0.15%;钢筋宜双排布置且两排钢筋之间的拉结筋间距不应大于 700mm;

(3)墙与原有框架可采用锚筋或现浇钢筋混凝土套(图 6.3.1)连接;锚筋可采用直径为 10mm 或 12mm 的钢筋,与梁柱边的距离不应小于 30mm,与梁柱轴线的间距不应大于 300mm。钢筋的一端应采用高强胶锚入梁柱的钻孔内,且埋深不应小于锚筋直径的 10 倍,另一端宜与墙体的分布钢筋焊接;现浇钢筋混凝土套与柱的连接应符合本规程第 6.3.3 条的有关规定,且厚度不宜小于 50mm。

6.3.1.3 增设抗震墙后可按框架-抗震墙结构进行抗震分析,

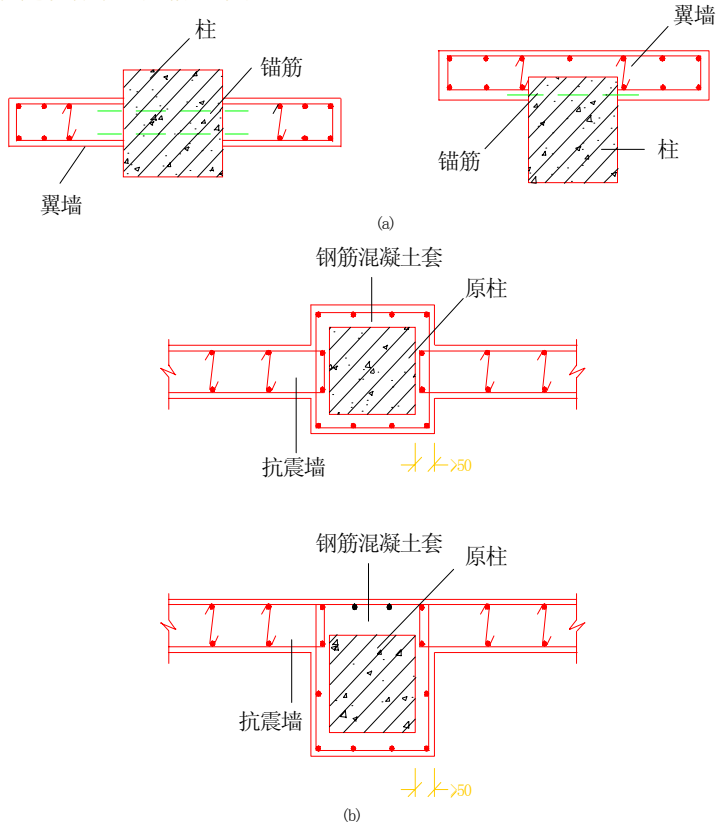


图 6.3.1 锚筋或现浇钢筋混凝土套连接

(a)锚筋连接；(b)钢筋混凝土套连接

翼墙与柱形成的构件可按整体偏心受压构件计算；增设的混凝土和钢筋的强度均应乘以折减系数 0.85。加固后抗震墙之间楼、屋盖长宽比的局部影响系数应作相应改变。

#### 6.3.1.4 抗震墙或翼墙的施工应符合下列要求：

(1) 原有的梁柱表面应凿毛，浇筑混凝土前应清洗并保持湿润，浇筑后应加强养护；

(2) 锚筋应除锈，锚孔应采用钻孔成形，不得用手凿，孔内应采用压缩空气吹净并用水冲洗，浆液应饱满并使锚筋固定牢靠。

6.3.2 当用钢构套加固框架时,应符合下列要求:

6.3.2.1 钢构套加固梁时,应在梁的阳角外贴角钢(图 6.3.2a),角钢应与穿过梁板的 C 型钢缀板和梁底钢缀板焊接;角钢两端应与柱连接。

6.3.2.2 钢构套加固柱时,应在柱四角外贴角钢(图 6.3.2b),角钢应与外围的钢缀板焊接;角钢到楼板处应凿洞穿过上下焊接;顶层的角钢应与屋面板可靠连接,底层的角钢应与基础锚固。

6.3.2.3 钢构套的构造应符合下列要求:

(1) 角钢不宜小于  $L 50 \times 6$ , 钢缀板截面不宜小于  $40\text{mm} \times 4\text{mm}$ , 其间距不应大于单肢角钢的截面回转半径的 40 倍, 且不应大于  $400\text{mm}$ ;

(2) 钢构套与梁柱混凝土之间应采用粘结料粘结。

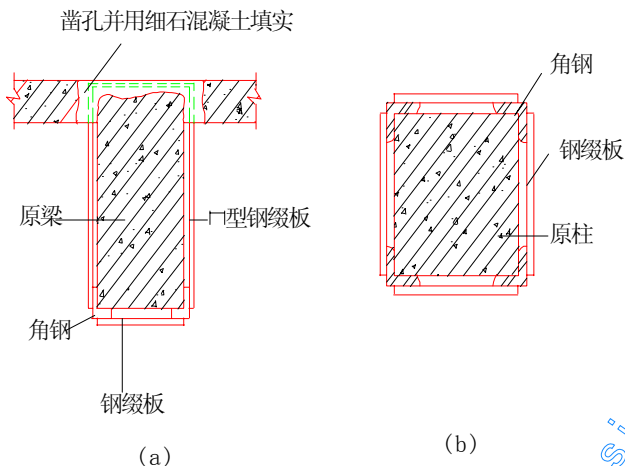


图 6.3.2 钢构套加固

(a) 加固梁; (b) 加固柱

6.3.2.4 加固后,梁柱箍筋构造的体系影响系数可取 1.0,梁柱的抗震验算应符合下列要求:

(1) 梁加固后,角钢可按纵向钢筋,钢缀板可按箍筋进行计算,其材料强度应乘以折减系数 0.8;

(2) 柱加固后的初始刚度可按下式计算:

$$K=K_0+0.8E_aI_a \quad (6.3.2-1)$$

式中  $K$  ——加固后的初始刚度;

$K_0$  ——原柱截面的弯曲刚度;

$E_a$  ——角钢的弹性模量;

$I_a$  ——外包角钢对柱截面形心的惯性矩。

(3) 柱加固后的现有正截面受弯承载力可按下列公式计算:

$$M_y=M_{y0}+0.7A_a f_{ay} h \quad (6.3.2-2)$$

式中  $M_{y0}$  ——原柱现有正截面受弯承载力,可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 附录 B 第 B.0.3 条的规定确定;

$A_a$  ——柱一侧外包角钢的截面面积;

$f_{ay}$  ——角钢抗拉屈服强度;

$h$  ——验算方向柱截面高度。

(4) 柱加固后的现有斜截面受剪承载力可按下列公式计算:

$$V_y=V_{y0}+0.7f_{ay} \frac{A_a}{s} h \quad (6.3.2-3)$$

式中  $V_y$  ——柱加固后的现有斜截面受剪承载力;

$V_{y0}$  ——原柱现有斜截面受剪承载力,可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023 附录 B 第 B.0.2 条确定;

$A_a$  ——同一柱截面内扁钢缀板的截面面积;

$f_{ay}$  ——扁钢抗拉屈服强度;

$s$  ——扁钢缀板的间距。

#### 6.3.2.5 钢构套的施工应符合下列要求:

(1) 原有的梁柱表面应清洗干净,缺陷应修补,角部应磨出小圆角;

(2) 楼板凿洞时,应避免损伤原有钢筋;

(3) 构架的角钢宜粘贴于原构件,并应采用夹具在两个方向夹紧,缀板应待粘结料凝固后分段焊接;

(4) 钢材表面应涂刷防锈漆,或在构架外围抹 25mm 厚的 1:3 水泥砂浆保护层。

6.3.3 当采用钢筋混凝土套加固梁柱时,应符合下列要求:

6.3.3.1 采用钢筋混凝土套加固梁时,应将新增纵向钢筋设在梁底面和梁上部(图 6.3.3a),并应在纵向钢筋外围设置箍筋。采用钢筋混凝土套加固柱时,应在柱周围增设纵向钢筋(图 6.3.3b),并应在纵向钢筋外围设置封闭箍筋。

图 6.3.3 钢筋混凝土套加固

(a)加固梁; (b)加固柱

6.3.3.2 钢筋混凝土套的材料和构造应符合下列要求:

(1) 宜采用细石混凝土,强度等级不应低于 C20,且不应低于



原构件混凝土的强度等级；纵向钢筋宜采用Ⅱ级钢，箍筋可采用Ⅰ级钢；

(2) 柱套的纵向钢筋遇到楼板时，应凿洞穿过上下连接，其根部应伸入基础并满足锚固要求，其顶部应在屋面板处封顶锚固；梁套的纵向钢筋应与柱可靠连接；

(3) 箍筋直径不宜小于8mm，间距不宜大于200mm，靠近梁柱节点处应适当加密；柱套的箍筋应封闭，梁套的箍筋应有一半穿过楼板后弯折封闭。

**6.3.3.3** 加固后的梁柱可作为整体构件进行抗震验算，其承载力可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95附录B规定的方法确定，但新增的混凝土和钢筋的强度应乘以折减系数0.85。加固后，梁柱箍筋、轴压比等的体系影响系数要取1.0。

**6.3.3.4** 钢筋混凝土套的施工应符合下列要求：

(1) 原有的梁柱表面应凿毛并清理浮渣，缺陷应修补；

(2) 楼板凿洞时，应避免损伤原有钢筋；

(3) 浇筑混凝土前应用水清洗并保持湿润，浇筑后应加强养护。

**6.3.4** 粘贴钢板加固梁柱时应符合下列要求：

**6.3.4.1** 原构件的混凝土强度等级不应低于C13；粘贴钢板应采用粘结强度高且耐久的粘结剂；钢板可采用Q235或18Mn钢，厚度宜为2~6mm。

**6.3.4.2** 粘贴钢板在需要加固的范围以外的锚固长度，受拉时不应小于钢板厚度的200倍，且不应小于600mm；受压时不应小于钢板厚度的150倍，且不应小于500mm。

**6.3.4.3** 粘贴钢板与原构件宜采用胀管螺栓连接。

**6.3.4.4** 粘贴钢板的施工应符合专门的规定。

**6.3.5** 混凝土构件局部损伤和裂缝等缺陷的修补应符合下列要求：

**6.3.5.1** 修补采用的细石混凝土，强度等级宜比原构件混凝土的强度等级高一级，且不应低于C20；修补前，损伤处松散的混凝土

土和杂物应剔除,钢筋应除锈,并采取使新、旧混凝土可靠结合。

**6.3.5.2 压力灌浆**的环氧树脂浆液或环氧树脂砂浆应进行试配,其可灌性和固化性应满足设计、施工要求;灌浆前应对裂缝进行处理之

后埋设灌浆嘴;灌浆时,可根据裂缝的范围和大小选用单孔灌浆或分区群孔灌浆,并应采取使浆液饱满密实。

**6.3.6 砌体墙与框架连接的加固应符合下列要求:**

**6.3.6.1 墙与柱的连接**可增设拉筋加强(图 6.3.6-1);拉筋直径可采用 6mm,其长度不应小于 600mm;沿柱高的间距不宜大于 600mm;拉筋的一端应用环氧树脂砂浆锚入柱的斜孔内,或与锚入柱内的胀管螺栓焊接;拉筋的另一端弯折后锚入墙体的灰缝内,并用 1:3 水泥砂浆将墙面抹平。

**6.3.6.2 墙与梁的连接**,可按上款的方法增设拉筋加强墙与梁连接;也可采用墙顶增设钢夹套加强墙与梁的连接(6.3.6-2),钢夹套的角钢不应小于 63×6,螺栓不宜少于 2 根,其直径不应小于 12mm,沿梁轴线方向的间距不宜大

于 1.0m。

**6.3.6.3 加固后墙体连接的局部影响系数**可取 1.0。

**6.3.6.4 拉筋的锚孔和螺栓孔**应采用钻孔成形,不得用手凿;钢夹套的钢材表面应涂刷防锈漆。

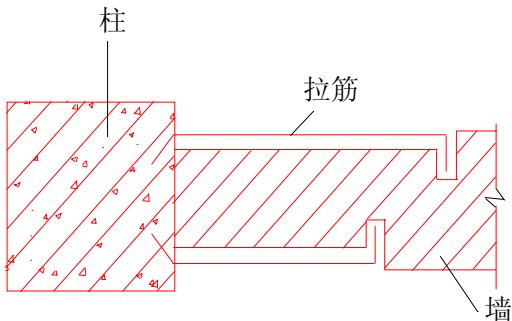


图 6.3.6-1 拉筋连接

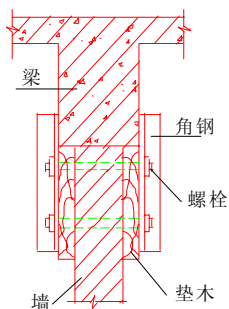


图 6.3.6-2 钢夹套连接

## 7 内框架和底层框架砖房

### 7.1 一般规定

7.1.1 本章适用于内框架、底层框架与粘土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》GB50023的有关规定。

7.1.2 内框架和底层框架砖房的抗震加固应符合下列要求:

7.1.2.1 加固后楼层综合抗震能力指数不应小于1.0,且不宜大于下一楼层综合抗震能力指数的20%。

7.1.2.2 加固后的框架不得形成短柱或强梁弱柱。

7.1.3 加固后楼层综合抗震能力指数可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023第7.3.2条和第7.3.3条规定的方法计算,但加固后的墙体应根据其加固方法乘以本规程第5.3节相应规定的增强系数。楼层屈服强度系数、体系影响系数和局部影响系数,应根据加固后的实际情况计算和取值。

当按本规程第3.0.3.3款的规定采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11规定的方法进行抗震承载力验算时,应计入构造的影响,加固后构件的抗震承载力应按本章确定。

7.1.4 底层框架、底层内框架砖房上部各层的加固,应符合本规程第5章的有关规定,其竖向构件的加固应延续到底层;底层加固时,应计入上部各层加固后对底层的影响。框架梁柱的加固,应符合本规程第6章的有关规定。

### 7.2 加固方法

7.2.1 当底层框架、底层内框架砖房的底层和多层内框架砖房抗震承载力不能满足要求时,可选择下列加固方法:

7.2.1.1 横墙间距符合鉴定要求但抗震承载力不能满足要求时,宜对原有墙体采用钢筋网砂浆面层或板墙加固;亦可增设砖或钢筋混凝土抗震墙加固。

7.2.1.2 横墙间距超过规定值时,宜在横墙间距内增设砖或钢筋混凝土抗震墙加固;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;也可在砖房外增设抗侧力结构。

7.2.1.3 钢筋混凝土柱配筋不能满足要求时,可增设钢构套架、现浇钢筋混凝土套加固;尚可增设抗震墙减少柱承担的地震作用。

7.2.1.4 外墙的砖柱(墙垛)承载力不能满足要求时,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。

7.2.2 砖房整体性不良时,可选择下列加固方法:

7.2.2.1 当底屋框架、底层内框架砖房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。

7.2.2.2 圈梁布置不符合鉴定要求时,宜增设圈梁;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。

7.2.2.3 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。

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

7.2.3 砖房易倒塌部位不符合鉴定要求时,可按本规程第5.2.3条的有关规定选择加固方法。

### 7.3 加固设计及施工

7.3.1 增设钢筋网砂浆面层、板墙和抗震墙加固房屋时应符合下列要求:

7.3.1.1 钢筋网砂浆面层、板墙、砖抗震墙和钢筋混凝土抗震

墙的材料、构造和施工应分别符合本规程第 5.3.1 条至第 5.3.4 条的有关规定。

**7.3.1.2** 底层框架、底层内框架砖房的底层和多层内框架砖房各层的地震剪力宜全部由该方向的抗震墙承担；加固后墙段的抗震承载力的增强系数和有关的体系影响系数、局部影响系数，可分别按本规程第 5.3.1.2 款、第 5.3.2.2 款、第 5.3.3.2 款和第 5.3.4.2 款的规定采用。应根据不同的加固方法分别取值。当采用钢筋网砂浆面层加固时，应按本规程第 5.3.1.2 款规定取值；当采用板墙加固时，应按本规程第 5.3.2.2 款的规定取值；当采用抗震墙加固时，应按本规程第 5.3.3.2 款的规定取值。

**7.3.2** 增设钢筋混凝土壁柱加固内框架房屋的砖柱（墙垛）时应符合下列要求：

**7.3.2.1** 壁柱应从底层设起，沿砖柱（墙垛）全高贯通。

**7.3.2.2** 壁柱的材料和构造应符合下列要求：

(1) 混凝土强度等级不应低于 C20；纵向钢筋宜采用 II 级钢，箍筋可采用 I 级钢；

(2) 壁柱的截面面积不应小于  $36000\text{mm}^2$ ，截面宽度不宜大于 700mm，截面高度不宜小于 70mm；内壁柱的截面宽度应大于相连的梁宽，且比梁两侧各宽出的尺寸不应小于 70mm；

(3) 壁柱的纵向钢筋不应少于  $4\phi 12$ ，并宜双向对称布置；箍筋直径可采用 6mm，其间距宜为 200mm，在楼、屋盖标高上下各 500mm 范围内，箍筋间距不应大于 100mm；内外壁柱间沿柱高度每隔 600mm，应拉通一道箍筋；

(4) 壁柱在楼、屋盖处应与圈梁或楼、屋盖拉结；内壁柱应有 50% 的纵向钢筋穿过楼板，另 50% 的纵向钢筋可采用插筋相连，插筋上下端的锚固长度不应小于插筋直径的 40 倍；

(5) 外壁柱与砖柱（墙垛）的连接，可按本规程第 5.3.5.2 款的有关规定采用；

(6) 壁柱应做基础，埋深宜与外墙基础相同，当外墙基础埋深超过 1.5m 时，壁柱基础可采用 1.5m，但不得小于冻结深度。

7.3.2.3 采用壁柱加固后,形成的组合砖柱(墙垛)的抗震验算应符合下列要求:

(1) 当横墙间距符合鉴定要求时,加固后组合砖柱承担的地震剪力可取楼层地震剪力按各抗侧力构件的有效侧移刚度分配的值;有效侧移刚度的取值,对加固后的组合砖柱不折减,对钢筋混凝土抗震墙可取实际值 40%,砖抗震墙可取实际值 30%;

(2) 横墙间距超过规定值时,加固后的组合砖柱承担的地震剪力可按下式计算:

$$V_{\alpha j} = \frac{\eta K_{\alpha j}}{\sum K_{\alpha j}} (V_i - V_{\alpha i}) \quad (7.3.2-1)$$

$$\eta = 1.6L / (L + B) \quad (7.3.2-2)$$

式中  $V_{\alpha j}$ ——第  $i$  层第  $j$  柱承担的地震剪力设计值;

$K_{\alpha j}$ ——第  $i$  层第  $j$  柱的侧移刚度;

$V_i$ ——第  $i$  层的层间地震剪力设计值,应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11 的规定确定;

$V_{\alpha i}$ ——第  $i$  层所有抗震墙现有受剪承载力之和;可按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 附录 B 的规定确定;

$\eta$ ——楼、屋盖平面内变形影响的地震剪力增大系数,当  $\eta \leq 1.0$  时,取  $\eta = 1.0$ ;

$L$ ——抗震横墙间距;

$B$ ——房屋宽度。

(3) 加固后的组合砖柱(墙垛),可采用梁柱铰接的计算简图,并可按钢筋混凝土壁柱与砖柱(墙垛)共同工作按组合构件验算其抗震承载力。验算时钢筋和混凝土的强度宜乘以折减系数 0.85。加固后有关的体系影响系数和局部尺寸的影响系数可取 1.0。

7.3.3 增设钢筋混凝土现浇层加固楼盖时,现浇层的厚度不应小于 40mm,钢筋直径不应小于 6mm,其间距不应大于 300mm,应有 50%的钢筋穿过墙体,另 50%的钢筋可采用插筋相连,插筋两端

锚固长度不应小于插筋直径的 40 倍。

**7.3.4** 外加柱和圈梁的设计及施工,应符合本规程第 5.3.5 条和 5.3.6 条的规定。

**7.3.5** 钢构套、现浇钢筋混凝土套加固钢筋混凝土柱的设计及施工,应符合本规程第 6.3.2 条和第 6.3.3 条的规定;加固后钢筋混凝土柱承担的地震剪力,可按本规程第 7.3.2.3 款的有关规定计算或取值。

## 8 单层钢筋混凝土柱厂房

### 8.1 一般规定

8.1.1 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。

注：①钢筋混凝土柱厂房包括由屋面板、三角刚架、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。

8.1.2 厂房的加固,应着重提高其整体性和连接的可靠性;增设支撑等构件时,应避免有关节点应力的加大和地震作用在原有构件间的重分配;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。

8.1.3 厂房加固后,可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11—89的规定进行纵、横向的抗震分析,并可采用本章规定的方法进行构件的抗震承载力验算。

8.1.4 混合排架厂房砖柱部分的加固,应符合本规程第9章的有关规定。

### 8.2 加固方法

8.2.1 厂房的屋盖支撑布置或柱间支撑布置不符合鉴定要求时,应增设支撑,也可采用钢筋混凝土窗框代替天窗架竖向支撑。

8.2.2 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:

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

8.2.2.2 屋架的混凝土构件不符合鉴定要求时,可增设钢构套



加固。

**8.2.2.3** 排架柱箍筋或截面尺寸不能满足要求时,可增设钢构套加固。

**8.2.2.4** 排架柱纵向钢筋不能满足要求时,可增设钢构套加固或采取加强柱间支撑系统且加固相应柱的措施。

**8.2.3** 厂房构件连接不符合鉴定要求,可采用下列加固方法:

**8.2.3.1** 下柱柱间支撑的下节点构造不符合鉴定要求时,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。

**8.2.3.2** 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。

**8.2.3.3** 墙体与屋架、钢筋混凝土柱连接不符合鉴定要求时,可增设拉筋或圈梁加固。

**8.2.4** 女儿墙超过规定的高度时,宜拆矮或采用角钢、钢筋混凝土竖杆加固。

**8.2.5** 柱间的隔墙、工作平台不符合鉴定要求时,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。

### 8.3 加固设计及施工

**8.3.1** 钢筋混凝土Ⅱ型天窗架T形截面立柱的加固,应符合下列要求:

**8.3.1.1** 当为6、7度时,应加固竖向支撑的节点预埋件。

**8.3.1.2** 当为8度且为Ⅰ、Ⅱ类场地时,应加固竖向支撑的立柱。

**8.3.1.3** 当为8度且为Ⅲ、Ⅳ类场地或9度时,应加固所有立柱。

**8.3.2** 增设屋盖支撑时,宜符合下列要求:

**8.3.2.1** 原有上弦横向支撑设在厂房单元两端的第二开间时,可在抗风柱柱顶与原有横向支撑节点间增设水平压杆。

**8.3.2.2** 增设的竖向支撑与原有的支撑宜采用同一形式,当原

来无支撑时,宜采用“W”形支撑,且各杆应按压杆设计;支撑节点的高度差超过3m时,宜采用“X”形支撑。

8.3.2.3 屋架和天窗支撑杆件的长细比,压杆不宜大于200,当为6、7度时拉杆不宜大于350,当为8、9度时拉杆不宜大于300。

8.3.3 增设钢构套加固排架柱时,应符合下列要求:

8.3.3.1 上柱柱顶的钢构套(图8.3.3-1)长度不应小于

600mm,且不应小于柱截面高度;角钢不应小于 63×6,钢缀板截面尺寸可按表8.3.3-1采用。

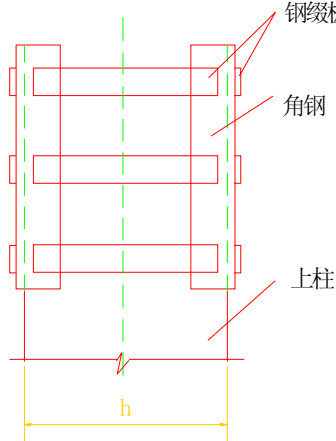


图 8.3.3-1 柱顶加固

钢缀板截面尺寸(mm)

表 8.3.3-1

烈度和场地	7度Ⅲ、Ⅳ类场地 8度Ⅰ、Ⅱ类场地	8度Ⅲ、Ⅳ类场地 9度Ⅰ、Ⅱ类场地	9度Ⅲ、Ⅳ类场地
钢缀板	-50×6	-60×6	-70×6

8.3.3.2 有吊车的阶形柱上柱底部的钢构套(图8.3.3-2),钢构套上端应超过吊车梁顶面,且超过值不应小于柱截面宽度;其角钢和钢缀板可按表8.3.3-2采用。

角钢和钢缀板(mm)

表 8.3.3-2

烈度和场地	8度Ⅲ、Ⅳ类场地 9度Ⅰ、Ⅱ类场地	9度Ⅲ、Ⅳ类场地
角 钢	└ 75×8	└ 100×10
钢缀板	-60×6	-70×6

8.3.3.3 不等高厂房排架柱支承低跨屋盖牛腿的钢构套(图

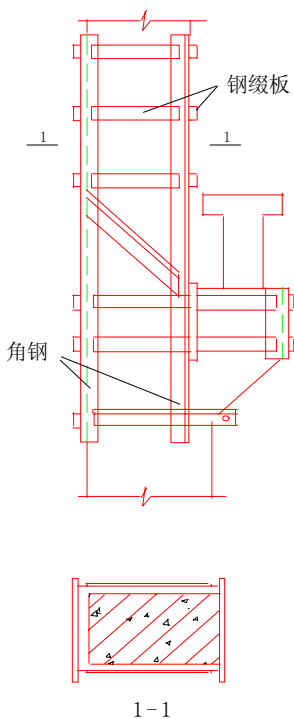
8.3.3-3),其杆件应符合下列要求:

(1) 厂房跨度不大于 24m 且屋面荷载不大于  $3.5\text{kN/m}^2$  时,钢缀板、钢拉杆和钢横梁的截面可按表 8.3.3-3 采用:

钢构套杆件截面(mm)

表 8.3.3-3

烈度和场地		7 度 III、IV 类场地	8 度 III、IV 类场地	9 度 III、IV 类场地
		8 度 I、II 类场地	9 度 I、II 类场地	
钢缀板		-60×6	-70×6	-80×6
钢拉杆		∅16	∅20	∅25
钢横梁	柱宽 400mm	└ 75×6	└ 90×8	└ 110×10
	柱宽 500mm	└ 90×6	└ 110×8	└ 125×10



1-1

(2) 在不符合上一项的条件下,且为 8、9 度时,钢缀板、钢拉杆的截面可按下列公式计算,钢横梁截面面积可按钢拉杆截面面积的 5 倍选用;

$$N_t \leq \frac{1}{\gamma_{RS}} \frac{0.75nA_a f_a h_2}{h_1} \quad (8.3.3-1)$$

$$N_t = N_E + N_G a / h_0 - 0.85 f_{y0} A_{s0} \quad (8.3.3-2)$$

式中  $N_t$ ——钢拉杆(钢缀板)承受的水平拉力设计值;

$N_E$ ——地震作用在柱牛腿上引起的水平拉力设计值;

$N_G$ ——柱牛腿上重力荷载代表值产生的压力设计值;

$n$ ——钢拉杆(钢缀板)根数;

$A_a$ ——一根钢拉杆(钢缀板)截面面积;

$f_a$ ——钢拉杆(钢缀板)抗拉

图 8.3.3-2 上柱底部加固

强度设计值,应按现行国家标准《钢结构设计规范》

GBJ17 采用;

$h_1$ ——柱牛腿竖向截面受压区  $0.15h$  高度处至水平力的距离;

$h_2$ ——柱牛腿竖向截面受压区  $0.15h$  高度处至钢拉杆(钢缀板)截面重心的距离;

$A_{s0}$ ——柱牛腿原有的受拉钢筋截面面积;

$a$ ——压力作用点至下柱近侧边缘的距离;

$\gamma_{RS}$ ——抗震加固的承载力调整系数,可采用  $0.85$ ;

$f_{y0}$ ——柱牛腿原有受拉钢筋的抗拉强度设计值。

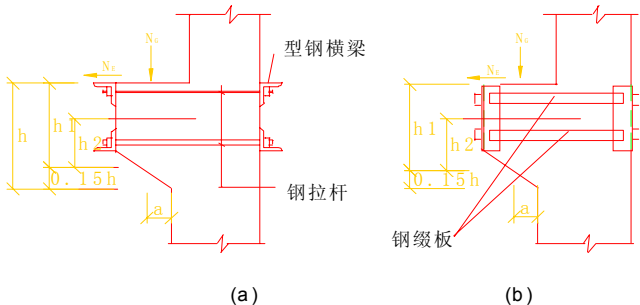


图 8.3.3-3 柱牛腿加固

8.3.3.4 高低跨上柱底部的钢构套应符合下列要求:

(1) 上柱底部和牛腿的钢构套应连成整体(图 8.3.3-4);

(2) 钢构套的角钢和上柱钢缀板的截面可按表 8.3.3-4 采用;

上柱的钢缀根和角钢截面 (mm)

表 8.3.3-4

烈度和场地	7 度Ⅲ、Ⅳ类场地 8 度Ⅰ、Ⅱ类场地	8 度Ⅲ、Ⅳ类场地 9 度Ⅰ、Ⅱ类场地	9 度Ⅲ、Ⅳ类场地
角 钢	└ 63×6	└ 88×8	└ 110×12
上柱钢缀板	-60×6	-100×8	-120×10

(3) 牛腿钢缀板的截面应按本规程第 8.3.3.3 款的规定确定。

8.3.3.5 钢构套加固的施工,应符合本规程第 6.3.2.5 款的规定。

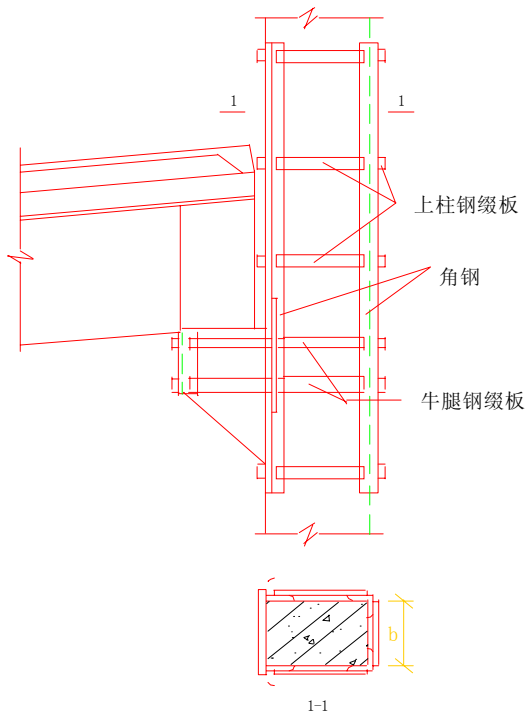


图 8.3.3-4 高低跨上柱底部加固

8.3.4 增设钢筋混凝土套加固下柱支撑的下节点时(图 8.3.4), 应符合下列要求:

8.3.4.1 混凝土宜采用细石混凝土,其强度等级不应低于原柱混凝土的强度等级;厚度不宜小于 60mm 且不宜大于 100mm, 应与基础可靠连接;纵向钢筋直径不应小于 12mm,箍筋应封闭,其直径不宜小于 8mm,间距不宜大于 100mm。

8.3.4.2 加固后柱根沿厂房纵向的抗震受剪承载力可按整体构件进行截面抗震验算,但应乘以 0.85 的折减系数。

8.3.4.3 施工时,原柱加固部位的混凝土表面应凿毛、清除酥

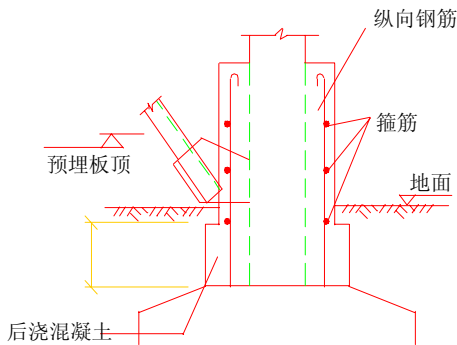


图 8.3.4 柱根部加固

松杂质、灌注混凝土前应清洗并保持湿润。

8.3.5 增设柱间支撑时,应符合下列要求:

8.3.5.1 增设的柱间支撑应采用型钢;上柱支撑的长细比,当为 8 度时不应大于 250,当为 9 度时不应大于 200;下柱支撑的长细比,当为 8 度时不应大于 200,当为 9 度时不应大于 150。

8.3.5.2 柱间支撑在交叉点应设置节点板,斜杆与该节点板应焊接;支撑与柱连接的端节点板厚度,当为 8 度时不宜小于 8mm,当为 9 度时不宜小于 10mm。

8.3.6 封檐墙、女儿墙的加固,应符合下列要求:

8.3.6.1 竖向角钢或钢筋混凝土竖杆应设置在厂房排架柱位置处的墙外(图 8.3.6)。

8.3.6.2 钢材可采用 Q235,混凝土强度等级可采用 C20,钢筋宜采用 I 级钢。

8.6.6.3 无拉结高度不超过 1.5m 时,竖向角钢可按表 8.3.6-1 采用,钢筋混凝土竖杆可按表 8.3.6-2 采用。

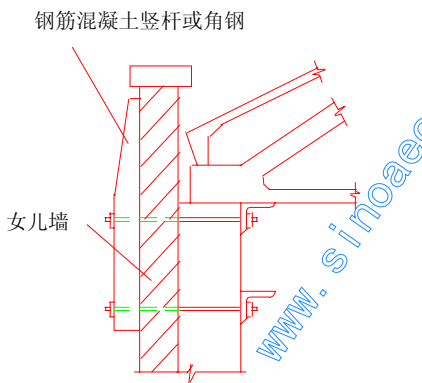


图 8.3.6 女儿墙加固

8.3.6.4 竖向角钢或钢筋混凝土竖杆应与柱顶或屋架节点可靠连接,出入口上部的女儿墙尚应在角钢或竖杆的上端设置联系角钢。

竖 向 角 钢(mm)

表 8.3.6-1

无拉结 高度 $h$ (mm)	烈度和场地类别			
	7度 I、II类场地	7度 III、IV类场地 8度 I、II类场地	8度 III、IV类场地 9度 I、II类场地	9度 III、IV类场地
$h \leq 1000$	2 63×6	2 63×6	2 90×6	2 100×10
$1000 < h \leq 1500$	2 75×6	2 90×8	2 100×10	2 125×12

钢筋混凝土竖杆截面和配筋(mm)

表 8.3.6-2

无拉结高度 $h$ (mm)		烈度和场地类别	
		7度 I、II类场地	7度 III、IV类场地 8度 I、II类场地
$h \leq 1000$	截面(宽×高)	120×120	120×120
	配筋	4 $\phi$ 10	4 $\phi$ 10
$1000 < h \leq 1500$	截面(宽×高)	120×120	120×150
	配筋	4 $\phi$ 10	4 $\phi$ 10

无拉结高度 $h$ (mm)		烈度和场地类别	
		8度 III、IV类场地 9度 I、II类场地	9度 III、IV类场地
$h \leq 1000$	截面(宽×高)	120×150	120×200
	配筋	4 $\phi$ 14	4 $\phi$ 16
$1000 < h \leq 1500$	截面(宽×高)	120×200	120×250
	配筋	4 $\phi$ 16	4 $\phi$ 16

## 9 单层砖柱厂房和空旷房屋

### 9.1 一般规定

9.1.1 本章适用于粘土砖柱(墙垛)承重的单层厂房和空旷房屋。

注:单层厂房包括仓库等,单层空旷房屋指影剧院、礼堂、食堂等。

9.1.2 单层砖柱厂房和空旷房屋抗震加固时,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。

9.1.3 厂房加固后,可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11的规定进行纵、横向的抗震分析,并可采用本章规定的方法进行构件的抗震验算。

9.1.4 混合排架房屋的钢筋混凝土部分,应按本规程第8章的有关要求加固;附属房屋应根据其结构类型按本规程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考虑相互间的不利影响。

### 9.2 加固方法

9.2.1 砖柱(墙垛)抗震承载力不能满足要求时,可采用下列加固方法:

9.2.1.1 一般情况下,可采用钢筋砂浆面层加固。

9.2.1.2 当为7度时或抗震承载力低于要求并相差在30%以内的轻屋盖房屋,可采用钢构套加固。

9.2.1.3 当为8、9度时,重屋盖房屋或延性、耐久性要求高的房屋,可采用钢筋混凝土壁柱或钢筋混凝土套加固。

9.2.1.4 独立砖柱房屋的纵向,尚可增设到顶的柱间抗震墙加固。



9.2.2 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:

9.2.2.1 屋盖支撑布置不符合鉴定要求时,应增设支撑。

9.2.2.2 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。

9.2.2.3 墙体交接处连接不牢固或圈梁布置不符合鉴定要求时,可增设圈梁加固。

9.2.3 局部的结构构件或非结构构件不符合鉴定要求时,可选择下列加固方法:

9.2.3.1 舞台的后墙不符合鉴定要求,可增设壁柱、工作平台、天桥等构件增强其稳定性;

9.2.3.2 高大的山墙山尖不符合鉴定要求时,可采用轻质隔墙替换。

9.2.3.3 砌体隔墙不符合鉴定要求时,可将砌体隔墙与承重构件间改为柔性连接。

9.2.3.4 女儿墙、封檐墙不符合鉴定要求时,可按本规程第8.2.4条的规定处理。

### 9.3 加固设计及施工

9.3.1 增设钢筋砂浆面层加固砖柱(墙垛)时,应符合下列要求:

9.3.1.1 面层的材料和构造应符合下列要求(图9.3.1):

(1) 水泥砂浆的强度等级宜采用 M10,钢筋宜采用 I 级钢;

(2) 面层应在柱两侧对称布置,厚度可采用 35~45mm;

(3) 纵向钢筋直径不宜小于 8mm,间距不应小于 50mm,保护层厚度不应小于 20mm,钢筋与砌体表面的空隙不宜小于 5mm;钢筋的上端应与柱顶的垫块连接,下端应锚固在基础内;

(4) 水平钢筋的直径不宜小于 4mm;间距不应大于 400mm,在距柱顶和柱脚的 500mm 范围内,间距应适当加密;

(5) 柱两侧面层沿柱高应每隔 600mm 采用直径为 6mm 的封闭箍筋拉结;

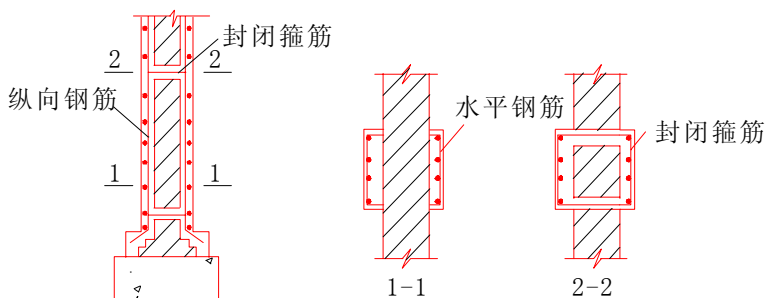


图 9.3.1 钢筋砂浆面层加固墙垛

(6) 面层宜深入地坪下 500mm。

9.3.1.2 面层加固后,可按组合砖柱进行抗震验算,并应符合下列要求:

(1) 7、8 度每侧纵向钢筋分别不少于  $3\phi 8$ 、 $3\phi 10$ ,且配筋率不小于 0.1%时,轻屋盖房屋的组合砖柱可不进行抗震承载力验算;

(2) 加固后,柱顶在单位水平力作用下的位移可按下式计算:

$$u = \frac{H_0^3}{3(E_m I_m + E_c I_c + E_s I_s)} \quad (9.3.1)$$

式中  $u$ ——组合砖柱柱顶在单位水平力作用下的位移(mm/N);

$H_0^3$ ——组合砖柱的计算高度(mm),可按现行国家标准《砌体结构设计规范》GBJ3 的规定采用,但当为 9 度时均应按弹性方案取值;当为 8 度时可按弹性或刚弹性方案取值;

$I_m$ ——砖砌体的横截面面积(不包括翼缘墙体)对组合砖柱折算截面形心轴的惯性矩 ( $\text{mm}^4$ );

$E_m$ ——砖砌体的弹性模量( $\text{N}/\text{mm}^2$ ),应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GBJ3 采用;

$I_c$ ——混凝土或砂浆面层的横截面面积对组合砖柱折算截面形心轴的惯性矩 ( $\text{mm}^4$ );

- $E_c$ ——混凝土或砂浆面层的弹性模量( $N/mm^2$ ),混凝土的弹性模量应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GBJ10 采用,砂浆弹性模量可按表 9.3.1-1 采用;
- $I_s$ ——纵向钢筋的横截面面积对组合砖柱折算截面形心轴的惯性矩( $mm^4$ );
- $E_s$ ——纵向钢筋的弹性模量( $N/mm^2$ ),应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GBJ10 采用。

砂浆弹性模量( $N/mm^2$ )

表 9.3.1-1

砂浆强度等级	M7.5	M10	M15
弹性模量	7400	9300	12000

(3)加固后形成的组合砖柱,当按不计人翼缘的影响时,计算的排架基本周期,宜乘以表 9.3.1-2 的折减系数;

基本周期的折减系数

表 9.3.1-2

屋架类型	翼缘宽度小于 腹板宽度 5 倍	翼缘宽度等于或 大于腹板宽度 5 倍
钢筋混凝土、组合屋架木、	0.9	0.8
钢木、轻钢屋架	1.0	0.9

(4)组合砖柱抗震承载力验算,可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ11—89 的方法进行。其中,增设的面层砂浆和钢筋的强度应乘以折减系数 0.85。

9.3.1.3 钢筋砂浆面层的施工,应符合本规程第 5.3.1.4 款的有关要求。

9.3.2 增设钢筋混凝土壁柱或钢筋混凝土套加固砖柱(墙垛)时,应符合下列要求:

9.3.2.1 采用钢筋混凝土壁柱加固砖墙时,应在砖墙两面相对位置设置,同时内外壁柱间应采用钢筋混凝土腹杆拉结(图 9.3.2-1)。采用钢筋混凝土套加固砖柱(墙垛)时,应在砖柱(墙垛)周围增设钢筋混凝土套(图 9.3.2-2),套遇到砖墙时,应设钢筋混凝土腹杆拉结。

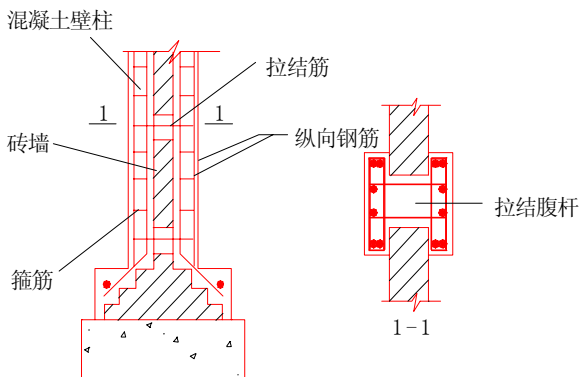


图 9.3.2-1 混凝土壁柱加固砖墙

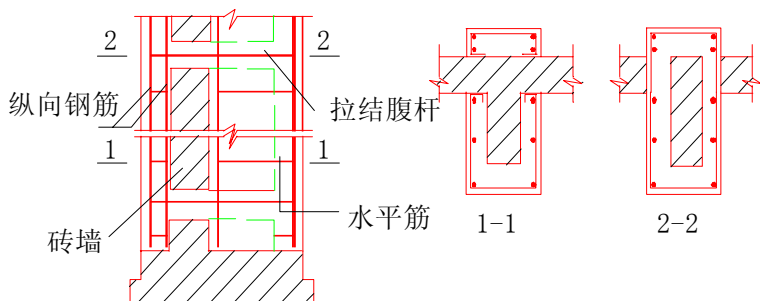


图 9.3.2-2 钢筋混凝土外套加固砖柱(墙垛)

### 9.3.2.2 壁柱和套的材料和构造应符合下列要求：

(1) 混凝土宜采用细石混凝土，强度等级不应低于 C20；钢筋宜采用 I 级或 II 级钢；

(2) 壁柱应在柱两侧对称布置；壁柱或套的厚度宜为 60~120mm；

(3) 纵向钢筋宜对称配置，配筋率不应小于 0.2%，保护层厚度不应小于 25mm，钢筋与砌体表面的净距不应小于 5mm；钢筋的上端应与柱顶的垫块连接，下端应锚固在基础内；

(4) 箍筋的直径不宜小于  $4\text{mm}$ ，且不应小于纵向钢筋直径的  $0.2$  倍，间距不应大于  $400\text{mm}$  且不应小于纵向钢筋直径的  $20$  倍，在距柱顶和柱脚的  $500\text{mm}$  范围内，其间距应加密；当柱一侧的纵向钢筋多于  $4$  根时，应设置复合箍筋或拉结筋；

(5) 钢筋混凝土拉结腹杆沿柱高度的间距不宜大于壁柱最小厚度的  $12$  倍，配筋量不宜少于两侧壁柱纵向钢筋总面积的  $25\%$ ；

(6) 壁柱或套应设基础。基础的横截面面积不得小于壁柱截面面积的一倍，其埋深宜与原基础相同，并应与原基础可靠连接。当有较厚的刚性地坪时，埋深可浅于原基础，但不宜小于室外地面下  $500\text{mm}$ 。

**9.3.2.3** 采用壁柱或套加固后，可按组合砖柱进行抗震验算，并应符合本规程第 **9.3.1.2** 款的要求，但增设的混凝土和钢筋的强度应乘以折减系数  $0.85$ 。

**9.3.3** 增设钢构套加固砖柱(墙垛)，应符合下列要求：

**9.3.3.1** 钢构套的材料和构造应符合下列要求：

(1) 纵向角钢不应小于  $56\times 5$ ，并应紧贴砖砌体，下端应伸入刚性地坪下  $200\text{mm}$ ，上端应与柱顶垫块连接；

(2) 横向缀板或系杆的间距不应大于纵向单肢角钢的最小截面回转半径的  $40$  倍，在柱上下端和变截面处，间距应加密；缀板截面不应小于  $35\text{mm}\times 5\text{mm}$ ，系杆直径不应小于  $16\text{mm}$ 。

**9.3.3.2**  $7$  度时或抗震承载力低于要求但相差不大于  $30\%$  的轻屋盖房屋，增设钢构套加固后，砖柱(墙垛)可不进行抗震承载力验算。

**9.3.3.3** 钢构套加固砖柱(墙垛)的施工，应符合本规程第 **7.3.5** 条的有关规定。

**9.3.4** 采用外加圈梁加固单层砖柱厂房和空旷房屋时，其设计与施工应符合本规程第 **5.3.6** 条的规定。女儿墙、封檐墙的加固应符合本规程第 **8.3.6** 条的规定。

## 10 木结构和土石墙房屋

### 10.1 木结构房屋

10.1.1 本节适用于中、小型木结构房屋,其构架的类型和房屋的层数,应符合现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 第 10.1 节的有关规定。

10.1.2 木结构房屋的抗震加固,应提高木构架的抗震能力;可根据实际情况,采取减轻屋盖重力、加固木构架、加强构件连接、增设柱间支撑、增砌砖抗震墙等措施。增设的柱间支撑或抗震墙在平面内应均匀布置。

10.1.3 木结构房屋加固时,可不进行抗震验算。

10.1.4 木构架的加固应符合下列要求:

10.1.4.1 旧式木骨架的构造形式不合理时,应增设防倾倒的杆件。

10.1.4.2 穿斗木骨架柁柱连接未采用银锭榫和穿枋时,应采用铁件和附木加固;榫槽截面占柱截面大于  $1/3$  时,可采用钢板条、扁铁箍、贴木板或铅丝绑扎等加固。

10.1.4.3 康房底层柱间应采用斜撑或剪刀撑加固,且不宜少于两对。

10.1.4.4 木构架倾斜度超过柱径的  $1/3$  且有明显拔榫时,应先打伞拨正,后用铁件加固;也可在柱间增设砖抗震墙并加强节点的连接。

10.1.4.5 当为 9 度且明柱的柱脚与柱基础无连接时,宜采用铁件加固。

10.1.5 木构件加固应符合下列要求:

10.1.5.1 木构件截面不符合鉴定标准要求或明显下垂时,应

增设构件加固,增设构件应与原有构件可靠连接。

10.1.5.2 木构件腐朽、疵病、严重开裂且丧失承载能力时,应更换或增设,构件加固,增设构件的截面尺寸宜符合现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 附录 C 的规定且应与原构件可靠连接;木构件裂缝时可采用铁箍加固。

10.1.5.3 当木柱柱脚腐朽时,可采用下列方法加固:

(1)腐朽高度大于 300mm 时,可采用拍巴掌榫墩接;墩接区段内可用两道 8 号铅丝捆扎,每道不应少于 4 匝;当为 8、9 度时,明柱在墩接接头处应采用铁件或扒钉连接;

(2)腐朽高度不大于 300mm 时,应采用整砖墩接;砖墩的砂浆强度等级不应低于 M2.5。

10.1.6 墙体的加固应符合下列要求:

10.1.6.1 墙体空臆、酥碱、歪闪或有明显裂缝时,应拆除重砌。当为 8 度时,砖墙的砌筑砂浆强度等级不应低于 M1.0;当为 9 度时,砌筑砂浆强度等级不应低于 M2.5。

10.1.6.2 增砌的隔墙应符合下列要求:

(1)高度不大于 3.0m,长度不大于 5.0m 的隔墙,可采用 120mm 砖墙,砌筑砂浆的强度等级宜采用 M1.0;

(2)高度大于 3.0m,长度大于 5.0m 的隔墙,应采用 240mm 砖墙,砌筑砂浆强度等级不应低于 M0.4;

(3)当为 9 度时,沿墙体高度应每隔 1.0m,设一道长 700mm 的 2 $\phi$ 6 钢筋与柱拉结;

(4)当为 8、9 度时,墙顶应与柁(梁)连接;

(5)增砌的隔墙应有基础。

10.1.6.3 增设的轻质隔墙,上下层宜在同一轴线上,墙底应设置底梁并与柱脚连接,墙顶应与梁或屋架连接,隔墙的龙骨之间宜设置剪刀撑或斜撑。

10.1.6.4 柁、梁上增设的隔墙,应采用轻质隔墙;原有的砖、土坯山花应拆除,更换为轻质墙。

10.1.7 无锚固的女儿墙、门脸、出屋顶小烟囱,可拆除、拆矮或采

取加固措施。

## 10.2 土石墙房屋

10.2.1 本节适用于6、7度时村镇土石墙承重房屋，其墙体的类型和房屋的层数，应符合现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95第10.2节的有关规定。

10.2.2 土石墙房屋的加固，可根据实际情况采取加固墙体、加强墙体连接、减轻屋盖重力等措施。

10.2.3 土石墙承重房屋加固时，可不进行抗震验算。

10.2.4 墙体加固时应符合下列要求：

10.2.4.1 墙体严重酥碱、空鼓、歪闪，应拆除重砌；

10.2.4.2 前后檐墙外闪或内外墙无咬砌时，宜采用打樯(图10.2.4)或增设扶墙垛等方法加固；

10.2.4.3 横墙间距超过规定时，宜增砌横墙并与檐墙拉结，或采取增强整体性的其它措施；

10.2.4.4 防潮碱草已腐烂时，宜更换。

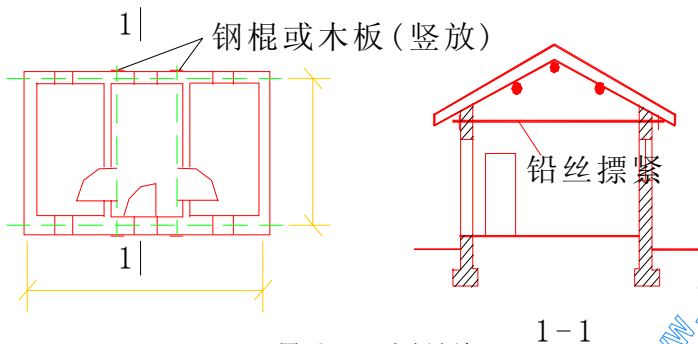


图10.2.4 打樯方法

10.2.5 屋盖木构件的加固应符合下列要求：

10.2.5.1 木构件截面不符合鉴定标准要求或明显下垂时，应增设构件加固，增设的构件应与原有的构件可靠连接；

10.2.5.2 木构件腐朽、疵病、严重开裂而丧失承载能力时，应更换或增设构件加固，新增构件的截面尺寸应符合现行国家标准



《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 附录 C 的要求,且应与原有的构件可靠连接;木构件的裂缝可采用铁箍加固。

10.2.5.3 木构件支承长度不能满足要求时,应增设支托或夹板、扒钉连接;

10.2.5.4 尽端三花山墙与排山柁无拉结时,宜采用扒墙钉拉结(图 10.2.5)。

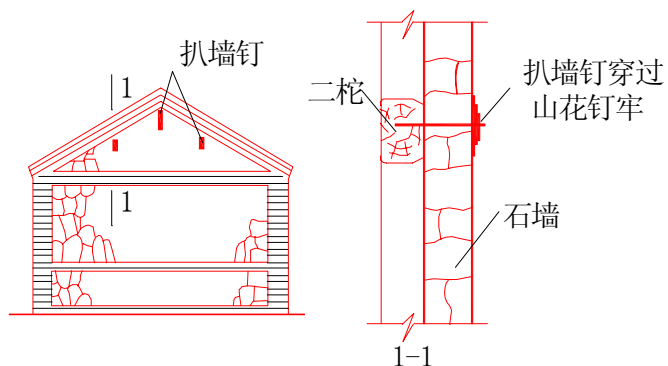


图 10.2.5 扒墙钉

10.2.6 屋顶草泥过厚时,宜结合维修减薄。

10.2.7 房屋易损部位的加固应符合下列要求:

10.2.7.1 对柁眼(山花)的土坯和砖砌体,应拆除或改用苇箔、秫秸箔墙等材料;

10.2.7.2 当出屋顶烟囱不符合鉴定要求时,在出入口或临街处时应拆除、拆矮或采取加固措施。

# 11 烟 囱 和 水 塔

## 11.1 烟 囱

11.1.1 本节适用于普通类型的独立砖烟囱和钢筋混凝土烟囱。

11.1.2 砖烟囱不符合鉴定要求时,可采用钢筋砂浆面层或扁钢构套加固;钢筋混凝土烟囱不符合鉴定要求时,可采用现浇或喷射钢筋混凝土套加固。

11.1.3 烟囱加固时,砖烟囱高度不大于 **50m** 和钢筋混凝土烟囱高度不大于 **100m** 可不进行抗震验算。

11.1.4 钢筋砂浆面层加固砖烟囱时,应符合下列要求:

11.1.4.1 水泥砂浆的强度等级可采用 **M7.5** 或 **M10**。

11.1.4.2 面层厚度可为 **40~60mm**,顶部应设钢筋混凝土圈梁。

11.1.4.3 面层的竖向和环向钢筋应按表 11.1.4 采用,当为 **6** 度时可按 **7** 度选用,但竖向钢筋直径可减小 **2mm**,环向钢筋间距可采用 **300mm**。

11.1.4.4 竖向钢筋的端部应设弯钩,下端应锚固在基础或深入地面 **500mm** 以下的圈梁内,上端应锚固在顶部的圈梁内;

11.1.4.5 面层的施工宜符合本规程第 5.3.1.4 款的有关规定。

11.1.5 采用扁钢构套加固砖烟囱时,应符合下列要求:

11.1.5.1 烟囱的砖强度等级不宜低于 **MU7.5**,砂浆强度等级不宜低于 **M2.5**。

11.1.5.2 竖向和环向扁钢可按表 11.1.5 采用,当为 **6** 度时可按 **7** 度选用,但竖向扁钢厚度可减小 **2mm**。

11.1.5.3 竖向扁钢应紧贴砖筒壁,且每隔 **1.0m** 应采用钢筋

与筒壁锚拉,下端应锚固在基础或深入地面 500mm 以下的圈梁内;环向扁钢应与竖向扁钢焊牢。

钢筋砂浆面层的竖向和环向钢筋

表 11.1.4

烟囱高度 (m)	烈 度 (度)	场地类别 (类)	竖向钢筋(mm)		环向钢筋(mm)					
			直 径	间 距	直 径	间 距				
30	7	I ~ IV	∅8	300	∅6	250				
	8	I ~ IV	∅14							
	9	I、II	∅14							
40	7	I ~ IV	∅10	300			∅6	250		
	8	I ~ IV	∅14							
	9	I、II	∅14							
50	7	I ~ IV	∅12	300					∅6	250
	8	I ~ IV	∅16							
	9	I、II	∅16							

注:本表适用于砖强度等级为 MU10、砂浆强度等级为 M5 的砖烟囱。

#### 11.1.5.4 扁钢构套应采取防腐措施。

#### 11.1.6 钢筋混凝土套加固钢筋混凝土烟囱时,应符合下列要求:

11.1.6.1 混凝土的强度等级不应低于 C20。

11.1.6.2 套的厚度,当浇注施工时不应小于 120mm,当喷射施工时不宜小于 80mm。

11.1.6.3 竖向钢筋直径不宜小于 12mm,其下端应锚入基础内;环向钢筋直径不应小于 8mm,其间距不应大于 250mm。

11.1.6.4 套的施工宜符合本规程第 6.3.3.4 款的有关规定。

扁钢构套的竖向和环向扁钢

表 11.1.5

烟囱高度 (m)	烈 度	场地类别	竖向钢筋		环向钢筋(mm)	
			根 数	规格(mm)	规 格	间 距
30	7	I ~ IV	8	-60×8	-30×6	2000
	8	I ~ IV	8	-80×8		
	9	I、II	8	-80×8		
40	7	I ~ IV	8	-60×8	-60×6	2000
	8	I ~ IV	8	-80×8		
	9	I、II	8	-80×8		
50	7	I ~ IV	8	-60×8	-60×6	1500
	8	I ~ IV	8	-80×8		
	9	I、II	8	-80×10		

注:本表适用于砖强度等级为 MU10,砂浆强度等级为 M5 的砖烟囱。

#### 11.1.7 地震时有倒塌伤人危险且无加固价值的烟囱应拆除。

## 11.2 水塔

11.2.1 本节适用于砖和钢筋混凝土筒壁式和支架式独立水塔,其容积和高度应符合现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB50023—95 第 11.2 节的有关规定。

11.2.2 水塔不符合鉴定要求时,可选择下列加固方法:

11.2.2.1 容量不大于  $50\text{m}^3$  的砖石筒壁水塔,7 度或 8 度 I、II 类场地时可采用扁钢构套加固,容量等于或大于  $50\text{m}^3$  的砖石筒壁水塔,当为 7 度或 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砂浆面层加固,当为 8 度 III、IV 类场地或 9 度时可采用钢筋混凝土套加固。

11.2.2.2 砖支柱水塔,当为 7 度或 8 度 I、II 类场地且高度不超过 12m 时可采用钢筋砂浆面层加固。

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

11.2.2.4 7 度 III、IV 类场地或 8 度时的倒锥壳水塔或 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。

11.2.2.5 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。

11.2.3 按本节规定加固水塔时,遇到下列情况应进行抗震验算。

(1) 当为 8 度 III、IV 类场地或 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 类场地或 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。

11.2.4 采用扁钢构套加固水塔砖筒壁时,应符合下列要求:

11.2.4.1 扁钢的厚度不应小于 5mm。

11.2.4.2 竖向扁钢不应少于 8 根,并应紧贴筒壁,下端应与基

础锚固；环向扁钢间距不应大于 **1.5m**，并应与竖向扁钢焊牢。

**11.2.4.3** 扁钢构套应采取防腐措施。

**11.2.5** 外加钢筋混凝土圈梁和柱加固水塔砖筒壁时，应符合下列要求：

**11.2.5.1** 外加柱不应少于 **4** 根，截面不应小于 **300mm×300mm**，并应与基础锚固；外加圈梁可沿筒壁高度每隔 **4~5m** 设置一道，截面不应小于 **300mm×400mm**。

**11.2.5.2** 外加圈梁、柱的主筋不应少于 **4 $\phi$ 16**，箍筋不应小于  $\phi$ **8**，间距不应大于 **200mm**；梁柱节点附近的箍筋应加密。

**11.2.6** 采用钢筋砂浆面层加固水塔的砖筒壁或砖支柱时，应符合下列要求：

**11.2.6.1** 砂浆的强度等级不应低于 **M10**，面层的厚度宜为 **40~60mm**。

**11.2.6.2** 加固砖筒壁的纵向和环向钢筋直径均不应小于 **8mm**，间距不应大于 **250mm**。

**11.2.6.3** 加固砖柱的面层应四周设置，每边不应少于 **3 $\phi$ 10** 的竖向钢筋，箍筋直径不应小于 **6mm**，间距不应大于 **250mm**。

**11.2.6.4** 加固的纵向钢筋应与基础锚固。

**11.2.7** 采用钢筋混凝土套加固水塔的砖筒壁或钢筋混凝土支架时，应符合下列要求：

**11.2.7.1** 套的厚度不宜小于 **120mm**，并应与基础锚固。

**11.2.7.2** 宜采用细石混凝土，强度等级不应低于 **C20**。

**11.2.7.3** 加固砖筒壁的竖向钢筋直径不应小于 **12mm**，间距不应大于 **250mm**；环向钢筋直径不应小于 **8mm**，间距不应大于 **300mm**。

**11.2.7.4** 加固混凝土支架时，不应少于 **4 $\phi$ 12** 的纵向钢筋，箍筋直径不应小于 **8mm**，间距不应大于 **200mm**。

**11.2.8** 角钢构套加固钢筋混凝土水塔支架的设计及施工，应符合本规程第 **6.3.2** 条的有关规定，并应喷或抹水泥砂浆保护层。

**11.2.9** 地震时有倒塌伤人危险且无加固价值的水塔应拆除。

## 附录 A 本规程用词说明

**A.0.1** 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

(1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格,在正常情况下均应这样的

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”

(3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样的

正面词采用“宜”或“可”,反面词采用“不宜”。

**A.0.2** 条文中指定必须按其它有关标准、规范执行的写法为“应符合……的规定”。

## 本规程主编单位、参加单位和 主要起草人名单

**主 编 单 位:**中国建筑科学研究院

**参 加 单 位:**机械部设计研究院、同济大学、国家地震局工程力学研究所、北京市房地产科学技术研究所、冶金部建筑科学研究总院、清华大学、四川省建筑科学研究、铁道部专业设计院、上海建筑材料工业学院、陕西省建筑科学研究院、辽宁省建筑科学研究所、江苏省建筑科学研究院、西安冶金建筑学院

**主 要 起 草 人:**李德虎 李毅弘 魏 珺 王骏孙 杨玉成  
戴国莹 徐 建 刘惠珊 张良铎 谢玉玮  
朱伯龙 吴明舜 宋绍先 柏傲冬 高云学  
霍自正 楼永林 徐善藩 那向谦 刘昌茂  
王清敏