

中华人民共和国国家标准

# 砌体结构加固技术规范

(征求意见稿)

2008.7 北京

# 目 次

1	总则	1
2	术语、符号	
2.1	术语（暂缺）	
2.2	符号（暂缺）	
3	基本规定	2
3.1	一般规定	2
3.2	设计计算原则	3
3.3	加固方法及配合使用的技术	5
4	材料	6
4.1	砌体材料	6
4.2	混凝土原材料	6
4.3	钢材及焊接材料	7
4.4	纤维和纤维复合材	9
4.5	结构胶粘剂	11
4.6	聚合物砂浆及复合水泥砂浆	11
4.7	砌体裂缝修补材料	13
5	外加钢筋混凝土面层加固法	15
5.1	一般规定	15
5.2	计算方法	16
5.3	构造规定	19
6	外加钢筋网片水泥砂浆面层加固法	22
6.1	一般规定	22
6.2	计算方法	22
6.3	构造规定	23
7	外包型钢加固法	25
7.1	一般规定	25
7.2	计算方法	25

7.3	构造规定	26
8	外加预应力撑杆加固法	28
8.1	一般规定	28
8.2	计算方法	28
8.3	构造规定	31
9	粘贴纤维复合材加固法	32
9.1	设计规定	32
9.2	受压构件正截面加固计算	32
9.3	构造规定	34
10	增设砌体扶壁柱加固法	35
10.1	计算方法	35
10.2	构造规定	35
11	砌体结构的构造性加固	38
11.1	增设圈梁加固	38
11.2	增设构造柱加固	40
11.3	增设梁垫加固	40
11.4	砌体局部拆砌	41
12	砌体裂缝修补方法	42
12.1	一般规定	42
12.2	填缝法修补砌体裂缝	43
12.3	压浆法	44
12.4	外加网片法	46
12.5	置换法	46
附录 A	已有建筑物结构荷载标准值的确定	48
	本规范用词说明	50

# 1 总则

1.0.1 为了使砌体结构的加固做到技术可靠、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于房屋和一般构筑物砌体结构的加固设计。

1.0.3 砌体结构加固前，应根据不同建筑种类分别按现行国家标准《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 和《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292 等进行可靠性鉴定。当与抗震加固结合进行时，尚应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 或《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 等进行抗震能力鉴定。

注：国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-95 及原国家标准《建筑抗震设计规范》GBJ 11-89 的适用范围应按住房和城乡建设部发布的《地震灾后建筑鉴定加固技术指南》确定。

1.0.4 砌体结构的加固设计，除应遵守本规范的规定外，尚应符合下列现行国家标准和指南的要求：

- 1 《砌体结构设计规范》GB 50003；
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010；
- 3 《钢结构设计规范》GB 50017；
- 4 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367；
- 5 住房和城乡建设部发布的《地震灾后建筑鉴定加固技术指南》。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

3.1.1 砌体结构经可靠性鉴定确认需要加固时，应根据鉴定结论和委托方提出的要求，由有资格的专业技术人员按本规范的规定和业主要求进行加固设计。加固设计的范围，可按整幢建筑物或其中某独立区段确定，也可按指定的结构、构件或连接确定，但均应考虑该结构的整体性。

3.1.2 在加固设计中，若发现原砌体结构无圈梁和构造柱，或涉及结构整体牢固性部位无拉结、锚固和必要的支撑，或这些构造措施设置的数量不足，或设置不当，均应在本次的加固设计中，予以补足或加以改造。否则，加固设计无效。

3.1.3 加固后砌体结构的安全等级，应根据结构破坏后果的严重性、结构的重要性和加固设计使用年限，由委托方与设计方按实际情况共同商定。

3.1.4 砌体结构的加固设计，应与实际施工方法紧密结合，采取有效措施，保证新增构件及部件与原结构连接可靠，新增截面与原截面粘结牢固，形成整体共同工作；并应避免对未加固部分，以及相关的结构、构件和地基基础造成不利的影晌。

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

3.1.6 砌体结构的加固设计，应综合考虑其技术经济效果，既应避免加固适修性很差的结构，也应避免不必要的拆除或更换。

注：适修性很差的结构，指其加固总费用达到新建结构总造价 70% 以上的结构，但不包括文物建筑和其他有历史价值或艺术价值的建筑。

3.1.7 对加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的砌体结构，应在加固设计文件中提出有效的临时性安全措施，并明确要求施工单位必须严格执行。

3.1.8 砌体结构的加固设计使用年限，应按下列原则确定：

- 1 结构加固后的使用年限，应由业主和设计单位共同商定；
  - 2 一般情况下，宜按 30 年考虑；到期后，若重新进行的可靠性鉴定认为该结构工作正常，仍可继续延长其使用年限；
  - 3 对使用胶粘方法或掺有聚合物加固的结构、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。
- 3.1.9 未经技术鉴定或设计许可，不得改变加固后砌体结构的用途和使用环境。

## 3.2 设计计算原则

3.2.1 砌体结构加固设计采用的结构分析方法，在一般情况下，应采用线弹性分析方法计算结构的作用效应，并应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的有关规定。

3.2.2 加固砌体结构时，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，并按本规范附录 A 的规定和要求确定其标准值或代表值，若此项工作已在可靠性鉴定中完成，宜加以引用。

- 2 被加固结构、构件的作用效应，应按下列要求确定：

- 1) 结构的计算图形，应符合其实际受力和构造状况；

- 2) 作用效应组合和组合值系数以及作用的分项系数，应按现行国家标准《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、温度作用等造成的附加内力。

- 3 结构、构件的尺寸，对原有部分应采用实测值；对新增部分，可采用加固设计文件给出的名义值。

- 4 原结构、构件的砌体抗压强度和受力钢筋抗拉强度标准值应按下列规定取值：

- 1) 当原设计文件有效，且不怀疑结构有严重的性能退化时，可采用原设计  
的标准值；

2) 当结构可靠性鉴定认为应重新进行现场检测时,应采用检测结果推定的标准值。

5 加固材料的性能和质量,应符合本标准规范第4章的规定;其性能的标准值应按本规范第3.2.3条确定;其性能的设计值应按本规范各相关章节的规定采用。

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

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

8 地震区结构、构件的加固,除应满足承载力要求外,尚应复核其抗震能力;不应存在因局部加强或刚度突变而形成的新薄弱部位;同时,还应考虑结构刚度增大而导致地震作用效应增大的影响。

注:本规范的各种加固方法,一般情况下可用于结构的抗震加固,但具体采用时,尚应在设计、计算和构造上执行现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116、住房和城乡建设部发布的《地震灾后建筑鉴定加固技术指南》的规定和要求。

3.2.3 加固材料性能的标准值 ( $f_k$ ),应根据抽样检验结果按下式确定:

$$f_k = m_f - k \cdot s \quad (3.2.3)$$

式中  $m_f$  ——按  $n$  个试件算得的材料强度平均值;

$s$  ——按  $n$  个试件算得的材料强度标准差;

$k$  ——与  $\alpha$ 、 $c$  和  $n$  有关的材料强度标准值计算系数,由表 3.2.3 查得;

$\alpha$  ——正态概率分布的下分位数;根据材料强度标准值所要求的 95% 保证率,应取  $\alpha = 0.05$ ;

$c$  ——检测加固材料性能所取的置信水平(置信度),一般对钢材,可取  $c = 0.90$ ;对混凝土和木材,可取  $c = 0.75$ ;对砌体,可取  $c = 0.60$ ;对其他材料,由本规范有关章节作出规定。

表 3.2.3 材料强度标准值计算系数  $k$  值

$n$	$\alpha = 0.05$ 时的 $k$ 值				$n$	$\alpha = 0.05$ 时的 $k$ 值			
	$c=0.99$	$c=0.90$	$c=0.75$	$c=0.60$		$c=0.99$	$c=0.90$	$c=0.75$	$c=0.60$
4	—	3.957	2.680	2.102	15	3.102	2.329	1.991	1.790
5	—	3.400	2.463	2.005	20	2.807	2.208	1.933	1.764
6	5.409	3.092	2.336	1.947	25	2.632	2.132	1.895	1.748
7	4.730	2.894	2.250	1.908	30	2.516	2.080	1.869	1.736
10	3.739	2.568	2.103	1.841	50	2.296	1.965	1.811	1.712

3.2.4 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（如改性混凝土、聚合物砂浆等）的加固方法时，其加固设计除应按本规范的规定进行外，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（不含地震作用）标准值与永久荷载标准值之比值不大于 1 时，取  $n=1.2$ ；当该比值等于或大于 2 时，取  $n=1.5$ ；其间按线性内插法确定。

### 3.3 加固方法及配合使用的技术

3.3.1 砌体结构的加固可分为直接加固与间接加固两类，设计时，可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。

3.3.2 直接加固宜根据工程的实际情况选用外加面层加固法、外包型钢加固法、外加预应力撑杆加固法、外粘纤维复合材加固法和外加扶壁柱加固法等。

3.3.3 间接加固宜根据工程的实际情况采用改变结构计算图形的加固方法（如增设支点或在排架结构中重点加强某一柱列的刚度等）。

3.3.4 与结构加固方法配合使用的技术应采用符合本规范要求的裂缝修补技术和锚固技术。



## 4 材料

### 4.1 砌体材料

4.1.1 砌体结构加固用的块材，应采用与原构件同品种块材；块材质量不应低于一等品，其强度等级应按原设计的块材等级确定，且不应低于 MU10。

4.1.2 砌体结构加固用的水泥砂浆，若设计为普通水泥砂浆，其强度等级不应低于 M15；若设计为聚合物水泥砂浆或水泥复合砂浆，其强度等级不应低于 M30，但也不宜高于 M50。

4.1.3 砌体结构加固用的砌筑砂浆，宜采用水泥石灰混合砂浆；但对防潮层、地下室以及其他潮湿部位，应采用水泥砂浆。在任何情况下，均不得采用收缩性大的砌筑砂浆，如掺有粉煤灰的砂浆。

加固用的砌筑砂浆，其抗压强度等级应比原砌体使用的砂浆抗压强度等级提高一级，且不得低于 M10。

4.1.4 配制结构加固用的砂浆，其水泥的质量和强度等级应符合本规范 4.2 节的规定。

4.1.5 配制结构加固用的砂浆，其细骨料应采用中砂，其细度模数不宜小于 2.5；其质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

4.1.6 砂浆拌合用水应采用饮用水或水质符合现行行业标准《混凝土拌合用水标准》JGJ 63 规定的天然洁净水。

4.1.7 砂浆掺用的外加剂，其性能和质量应符合现行国家标准《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定。

### 4.2 混凝土原材料

4.2.1 砌体结构加固用的水泥，应采用强度等级不低于 32.5 级的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥；也可采用矿渣硅酸盐水泥或火山灰质硅酸盐水泥，但其强度等级不应低于 42.5 级；必要时，还可采用快硬硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥。

注：1 当被加固结构有耐腐蚀、耐高温要求时，应采用相应的特种水泥。

2 配制聚合物砂浆和复合砂浆用的水泥，其强度等级不应低于 42.5 级，且应符合其产品说明书的规定。

4.2.2 水泥的性能和质量应分别符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 和《快硬硅酸盐水泥》GB 199 的规定。

4.2.3 砌体结构加固工程中，严禁使用过期水泥、受潮水泥以及无出厂合格证和未经进场检验合格的水泥。

4.2.4 配制结构加固用的混凝土，其骨料的品种和质量应符合下列要求：

1 粗骨料应选用坚硬、耐久性好的碎石或卵石。其最大粒径：对现场拌合混凝土，不宜大于 20mm；对喷射混凝土，不宜大于 12mm；对短纤维混凝土，不宜大于 10mm；粗骨料的质量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量检验方法及标准》JGJ 52 的规定；不得使用含有活性二氧化硅石料制成的粗骨料；

2 细骨料应选用中、粗砂，其细度模数不宜小于 2.5；细骨料的质量及含泥量应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量检验方法及标准》JGJ 52 的规定。

4.2.5 混凝土拌合用水应采用饮用水或水质符合现行行业标准《混凝土拌合用水标准》JGJ 63 规定的天然洁净水。

4.2.6 砌体结构加固用的混凝土，可使用商品混凝土，但其所掺的粉煤灰应是 I 级灰，且其烧失量不应大于 5%。

4.2.7 当结构加固材料选用聚合物混凝土、微膨胀混凝土、钢纤维混凝土、合成短纤维混凝土或喷射混凝土时，应在施工前进行试配，经检验其性能符合设计要求后方可使用。

### 4.3 钢材及焊接材料

4.3.1 砌体结构加固用的钢筋，其品种、性能和质量应符合下列要求：

- 1 应选用 HPB235 级（Q235 级）的热轧钢筋或 HRB335 级热轧带肋钢筋；
- 2 钢筋的质量应分别符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》GB 13013、《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》GB 1499 和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014 的规定；
- 3 钢筋的性能设计值应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定采用；
- 4 不得使用无出厂合格证、无标志或未经进场检验的钢筋以及再生钢筋（也称改制钢筋）。

注：若条件许可，地震区砌体结构加固用的钢筋宜优先选用热轧带肋钢筋。

4.3.2 砌体结构加固用的钢板、型钢、扁钢、钢管和钢丝绳（钢绞线），其品种、质量和性能应符合下列要求：

- 1 应采用 Q235（3 号钢）或 Q345（16Mn 钢）钢材；对重要结构的焊接构件，若采用 Q235 级钢，应选用 Q235-B 级钢；对钢丝绳，应采用硫、磷含量均不大于 0.03% 的优质碳素结构钢制丝；
- 2 钢材质量应分别符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定；
- 3 钢材的性能设计值应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定采用；
- 4 不得使用无出厂合格证、无标志或未经进场检验的钢材。

4.3.3 当砌体结构锚固件和拉结件采用后锚固的植筋时，应使用热轧带肋钢筋，不得使用光圆钢筋。植筋用的钢筋，其质量应符合本规范第 4.3.1 条的规定。

4.3.4 当锚固件为钢螺杆时，应采用全螺纹的螺杆，不得采用锚入部位无螺纹的螺杆。螺杆的钢材等级应为 Q235 级；其质量应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定。

4.3.5 当砌体结构的锚固件为砌体专用的锚栓时，其钢材的性能指标必须符合表 4.3.5 的规定。

表 4.3.5 碳素钢砌体锚栓的钢材抗拉性能指标

性能等级		4.8	5.8
锚栓钢材 性能指标	抗拉强度标准值 $f_{uk}$ (MPa)	400	500
	屈服强度标准值 $f_{yk}$ 或 $f_{s,0.2k}$ (MPa)	320	400
	伸长率 $\delta_5$ (%)	14	10

注：性能等级 4.8 表示： $f_{stk}=400\text{MPa}$ ； $f_{yk}/f_{stk}=0.8$ 。

4.3.6 砌体结构加固用的焊接材料，其型号和质量应符合下列要求：

- 1 焊条型号应与被焊接钢材的强度相适应；
- 2 焊条的质量应符合现行国家标准《碳钢焊条》GB/T 5117 和《低合金焊条》GB/T 5118 的规定；
- 3 焊接工艺应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 或《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 的规定；
- 4 焊缝连接的设计原则及计算指标应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的规定。

## 4.4 纤维和纤维复合材

4.4.1 纤维复合材用的纤维必须为连续纤维，其品种和性能必须符合下列要求：

- 1 承重结构加固用的碳纤维，应选用聚丙烯腈基（PAN 基）12k 或 12k 以下的小丝束纤维，严禁使用大丝束纤维；当有可靠工程经验时，允许试用 15k 碳纤维。
- 2 承重结构加固用的玻璃纤维，应选用高强度的 S 玻璃纤维或含碱量低于 0.8% 的玻璃纤维，严禁使用 A 玻璃纤维或 C 玻璃纤维。
- 3 当被加固结构有防腐蚀要求时，可用玄武岩纤维替代 E 玻璃纤维。

4.4.2 结构加固用的纤维复合材的安全性能指标必须符合表 4.4.2 - 1 或表 4.4.2 - 2 的要求。纤维复合材的抗拉强度标准值应根据置信水平  $c=0.99$ 、保证率为 95% 的要求按本规范第 3.2.3 条确定。

表 4.4.2 - 1 碳纤维复合材安全性能指标

项 目	类 别	单向织物（布）		试验方法 标准
		高强度 I 级	高强度 II 级	
抗拉强度标准值 $f_{f,k}$ (MPa)		$\geq 3400$	$\geq 3000$	GB/T 3354
受拉弹性模量 $E_f$ (MPa)		$\geq 2.4 \times 10^5$	$\geq 2.1 \times 10^5$	
伸长率 (%)		$\geq 1.7$	$\geq 1.5$	
弯曲强度 $f_{fb}$ (MPa)		$\geq 700$	$\geq 600$	GB/T 3356
层间剪切强度 (MPa)		$\geq 45$	$\geq 35$	GB 50367
竖向粘贴条件下纤维复合材与砖或砌块的正拉粘结强度 (MPa)		$\geq 2.0$ , 且为 MU25 砖或 MU15 砌块内聚破坏		GB 50367
单位面积质量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )		$\leq 300$	$\leq 300$	GB/T 9914.3

注：15k 碳纤维织物的性能指标按高强度 II 级的规定值采用。

表 4.4.2 - 2 玻璃纤维单向织物复合材安全性能指标

项目 类别	抗拉强度标准值 (MPa)	受拉弹性模量 (MPa)	伸长率 (%)	弯曲强度 (MPa)	竖向粘贴条件下纤维复合材与砖或砌块的正拉粘结强度(MPa)	层间剪切强度 (MPa)	单位面积质量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
S 玻璃纤维	$\geq 2200$	$\geq 1.0 \times 10^5$	$\geq 2.5$	$\geq 600$	$\geq 2.0$ , 且为 MU25 砖或 MU15 砌块内聚破坏	$\leq 40$	$\leq 450$
E 玻璃纤维	$\geq 1500$	$\geq 7.2 \times 10^4$	$\geq 2.0$	$\geq 500$		$\leq 35$	$\leq 450$

注：1 玄武岩单向织物复合材的安全性能指标应达到 E 玻璃纤维的标准方允许采用。

2 试验方法标准同表 4.4.2 - 1。

4.4.3 当采用短纤维作为增强砂浆和混凝土抗裂性能的掺合料时，其品种和性能指标应符合现行工程建设标准化协会标准《纤维混凝土结构技术规程》CECS 38 的规定。

4.4.4 对符合本规范第 4.4.2 条安全性能指标要求的纤维复合材，当与其改性环氧树脂胶粘剂配套使用时，必须按下列项目重新做适配性检验，且检验结果

必须符合本规范表 4.4.2 - 1 或表 4.4.2 - 2 的规定。

- 1 抗拉强度标准值；
- 2 竖向粘贴条件下纤维复合材与砖或砌块正拉粘结强度；
- 3 层间剪切强度。

4.4.5 当进行材料性能检验和加固设计时，纤维织物截面面积应按纤维的净截面面积计算。净截面面积取纤维织物的计算厚度乘以宽度。纤维织物的计算厚度应按其单位面积质量除以纤维密度确定。

4.4.6 承重结构的现场粘贴加固，严禁使用单位面积质量大于  $300\text{g}/\text{m}^2$  的碳纤维织物或预浸法生产的碳纤维织物。

## 4.5 结构胶粘剂

4.5.1 砌体加固工程用的结构胶粘剂，一般采用 B 级胶。使用前，必须进行安全性能检验。检验时，其粘结抗剪强度标准值应根据置信水平  $c=0.90$ 、保证率为 95% 的要求确定。

4.5.2 浸渍、粘结纤维复合材的胶粘剂及粘贴钢板、型钢的胶粘剂必须采用专门配制的改性环氧树脂胶粘剂，其安全性能指标必须符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 规定的对 B 级胶的要求。承重结构加固工程中不得使用不饱和聚酯树脂、醇酸树脂等胶粘剂。

4.5.3 种植后锚固件（植筋、锚栓及拉结筋等）的胶粘剂，必须采用专门配制的改性环氧树脂胶粘剂或改性乙烯基酯类胶粘剂（包括改性氨基甲酸酯胶粘剂），其安全性能指标必须符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 规定的对 B 级胶的要求，且不得使用水泥基锚固剂（也称水泥卷或水泥基砂浆）。

种植锚固件的结构胶粘剂，其填料必须在工厂制胶时添加，严禁在施工现场掺入。

## 4.6 聚合物砂浆及复合水泥砂浆

4.6.1 结构用的聚合物砂浆及复合水泥砂浆，其品种的选用应符合下列规定：

- 1 对重要构件，应采用改性环氧类聚合物砂浆；
- 2 对一般构件，可采用改性环氧类聚合物砂浆或改性丙烯酸酯共聚物乳液配制的聚合物砂浆；
- 3 当有可靠的工程经验时，可使用复合水泥砂浆；
- 4 不得使用主成分不明的聚合物砂浆和复合水泥砂浆。

4.6.2 砌体结构用的聚合物砂浆及复合水泥砂浆分为Ⅱ级和Ⅲ级，应分别按下列规定采用：

1 墙的加固：

1) 当原墙的砖强度等级不低于 MU15、砌块强度等级不低于 MU10 及砂浆强度等级不低于 M15 时，应采用Ⅱ级砂浆；

2) 当原墙块体和砂浆的强度等级有一个低于第一款规定时，可采用Ⅱ级或Ⅲ级砂浆。

2 柱的加固：

均应采用Ⅱ级砂浆。

4.6.3 Ⅱ级、Ⅲ级聚合物砂浆及复合水泥砂浆的安全性能应分别符合表 4.6.3 的规定：

表 4.6.3 结构用聚合物砂浆及复合水泥砂浆安全性能指标

检验项目 聚合物砂浆等级	劈裂抗拉强度 (MPa)	与砖或砌块的正拉粘结强度 (MPa)	抗折强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)	钢套筒粘接抗剪强度标准值 (MPa)
Ⅱ级	≥5.5	≥2.0，且为 MU25 砖或 MU15 砌块材料内聚破坏	≥10	≥45	≥9
Ⅲ级	≥4.5		≥8	≥35	≥7
试验方法标准	GB 50367	GB 50367	GB 50367	JGJ 70	GB 50367

注：1 检验应在浇注的试件达到 28d 养护期时立即进行，若因故需推迟检验日期，除应征得有关各方同意外，尚不应超过 3d。

2 表中的性能指标除标有强度标准值外，均为平均值。

4.6.4 砌体结构加固用的聚合物砂浆及复合水泥砂浆，其粘接剪切性能必须经

湿热老化检验合格。湿热老化检验应在 50℃温度和 95%相对湿度环境条件下，采用钢套筒粘接剪切试件，按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 规定的方法进行；老化试验持续的时间：不得少于 60d。老化结束后，在常温条件下进行的剪切破坏试验，其平均强度降低的百分率（%）均应符合下列规定：

- 1 II级砂浆不得大于 15%；
- 2 III级砂浆不得大于 20%。

4.6.5 寒冷地区加固砌体结构使用的聚合物砂浆，应具有耐冻融性能检验合格的证书。冻融环境温度应为 -25℃~35℃，循环次数不应少于 50 次；每次循环应为 8h；试验结束后，钢套筒粘接剪切试件在常温条件下测得的平均强度降低百分率均不应大于 10%。

4.6.6 配制聚合物砂浆用的聚合物原料，必须进行毒性检验。其完全固化物的检验结果应达到实际无毒的卫生等级。

## 4.7 砌体裂缝修补材料

4.7.1 砌体裂缝修补胶的安全性能指标应符合表 4.7.1 的规定。

表 4.7.1 裂缝修补胶（注射剂）安全性能指标

检 验 项 目		性 能 指 标	试验方法标准
钢-钢拉伸抗剪强度标准值（MPa）		≥10	GB/T 7124
胶 体 性 能	抗拉强度（MPa）	≥20	GB/T 2568
	受拉弹性模量（MPa）	≥1500	GB/T 2568
	抗压强度（MPa）	≥50	GB/T 2569
	抗弯强度（MPa）	≥30，且不得呈脆性 （碎裂状）破坏	GB/T 2570
不挥发物含量（%）		≥99	GB/T 14683
可灌注性		在产品使用说明书规定的压力下能注入宽度为 0.3mm 的裂缝	现场试灌注固化后取芯样检查



4.7.2 砌体裂缝修补用聚合物水泥注浆料的安全性能指标应符合表 4.7.2 的规定。

表 4.7.2 修补裂缝用聚合物水泥注浆料安全性能指标

检 验 项 目		性能或质量指标	试验方法标准
浆体性能	劈裂抗拉强度 (MPa)	$\geq 5$	GB 50367
	抗压强度 (MPa)	$\geq 40$	GB/T 2569
	抗折强度 (MPa)	$\geq 10$	GB 50367
注浆料与 MU25 砖材或 MU15 砌块材料的正拉粘结强度 (MPa)		$\geq 2.0$ , 且为块材内聚破坏	GB 50367

4.7.3 砌体裂缝修补用环氧树脂注浆料的安全性能指标应符合表 4.7.3 - 1 和表 4.7.3 - 2 的规定。

表 4.7.3 - 1 改性环氧树脂类注浆料浆液性能

项 目	浆 液 性 能		试验方法标准
	低粘度型		
浆液密度, $\text{g}/\text{cm}^3$	1.00	1.00	GB/T 13354
初始粘度, $\text{mPa} \cdot \text{s}$	$\leq 100$	$\leq 200$	GB/T 2794
适用期 (25℃下测定值), min	$\geq 40$	$\geq 30$	GB/T 7123.2

表 4.7.3 - 2 改性环氧树脂类注浆料固化物性能

项 目	28d 固化物性能		试验方法标准
	A 级	B 级	
抗压强度, MPa	$\geq 60$	$\geq 50$	GB/T 2569
拉伸剪切强度, MPa	$\geq 8.0$	$\geq 8.0$	GB/T 7124
抗拉强度, MPa	$\geq 15$	$\geq 10$	GB/T 2568
与砖或砌块正拉粘结强度, MPa	$\geq 2.5$ , 且为 MU25 砖或 MU15 砌块内聚破坏		GB 50367
抗渗压力, MPa	$\geq 1.2$	$\geq 1.0$	GB/T 18445
渗透压力比, %	$\geq 400$	$\geq 300$	

## 5 外加钢筋混凝土面层加固法

### 5.1 一般规定

5.1.1 采用钢筋混凝土外加面层加固砌体构件时，对柱宜采用围套加固的形式（图 5.1.1, a）；对承重墙和带壁柱墙，宜采用有拉结的双侧加固形式（图 5.1.1, b、c）。

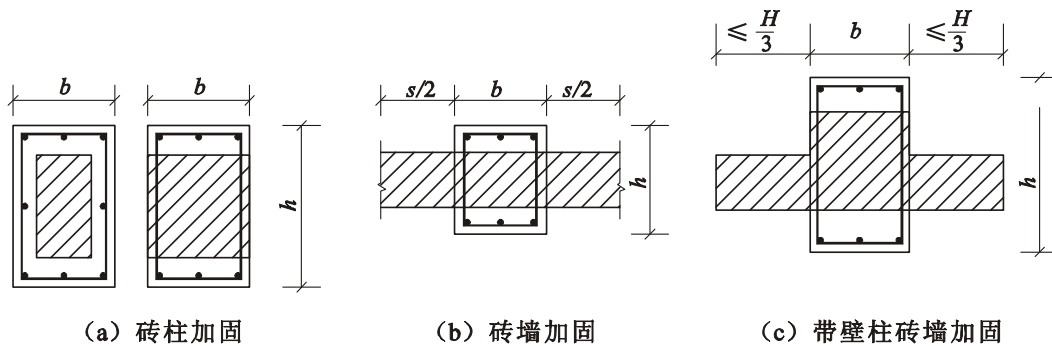


图 5.1.1 钢筋混凝土外加层的加固形式

5.1.2 砌体结构的加固设计，应核算原构件的应力水平  $\beta_m$ 。应力水平  $\beta_m$  可按下列式确定：

$$\beta_m = S/R \quad (5.1.2)$$

式中  $S$ ——根据可靠性鉴定结果确定的原构件实际作用效应（内力）；

$R$ ——原构件承载能力设计值。

当按上式确定的原构件应力水平  $\beta_m > 0.80$  时，应在加固前进行卸载，使  $\beta_m$  值小于此限值。

5.1.3 加固后的砌体柱，其计算截面可按宽度为  $b$  的矩形截面采用，如图 5.1.1 (a) 所示。加固后的砌体墙，其计算截面的宽度取为  $b+s$ ，如图 5.1.1 (b) 所示； $b$  为新增混凝土的宽度； $s$  为新增混凝土的间距；加固后的带壁柱砌体墙，其计算截面的宽度取窗间墙宽；但当窗间墙宽大于  $b + \frac{2}{3}H$  ( $H$  为墙高) 时，仍取  $b + \frac{2}{3}H$  作为计算截面的宽度，如图 5.1.1 (c) 所示。

5.1.4 当原砌体与后浇混凝土面层之间的界面处理及其粘结质量符合本规范的

要求时，可按整体截面计算。

注：加固构件的界面不允许有尘土、污垢、油渍等的污染，也不允许采取降低承载力的做法来考虑其污染的影响。

## 5.2 计算方法

5.2.1 采用钢筋混凝土外加固砌体构件时，其加固后承载力的计算，应遵守现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003、《混凝土结构设计规范》GB 50010 和本规范的有关规定。

5.2.2 采用钢筋混凝土外加面层加固轴心受压的砌体构件时，其正截面受压承载力可按式(5.2.2)验算：

$$N \leq \varphi_{\text{com}} (fA + \alpha_c f_c A_c + \alpha_s f'_s A'_s) \quad (5.2.2)$$

式中  $N$ ——构件加固后的轴心压力设计值；

$\varphi_{\text{com}}$ ——轴心受压构件的稳定系数，可根据加固后截面的高厚比及配筋率，按表 5.2.2 采用；

$f$ ——原构件砌体抗压强度设计值；

$A$ ——原构件截面面积；

$\alpha_c$ ——混凝土强度利用系数，对砖砌体，取  $\alpha_c=0.9$ ；对混凝土小型空心砌块砌体，取  $\alpha_c=0.75$ ；

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值；

$A_c$ ——新加混凝土层的截面面积；

$\alpha_s$ ——钢筋强度利用系数，对砖砌体，取  $\alpha_s=1.0$ ；对混凝土小型空心砌块砌体，取  $\alpha_s=0.9$ ；

$f'_s$ ——新增纵向钢筋抗压强度设计值；

$A'_s$ ——新增纵向钢筋截面面积。

表 5.2.2 轴心受压构件稳定系数  $\varphi_{com}$

高厚比 $\beta$	配筋率 $\rho$ (%)				
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
8	0.93	0.95	0.97	0.99	1.00
10	0.90	0.92	0.94	0.96	0.98
12	0.85	0.88	0.91	0.93	0.95
14	0.80	0.83	0.86	0.89	0.92
16	0.75	0.78	0.81	0.84	0.87
18	0.70	0.73	0.76	0.79	0.81
20	0.65	0.68	0.71	0.73	0.75

5.2.3 当采用钢筋混凝土外加面层加固偏心受压的砌体构件（图 5.2.3）时，其正截面承载能力可按下列公式计算：

$$N \leq fA' + \alpha_c f_c A'_c + \alpha_s f_y A'_s - \sigma_s A_s \quad (5.2.3 - 1)$$

$$N \cdot e_N \leq f S_s + \alpha_c f_c S_{c,s} + \alpha_s f'_y A'_s (h_0 - a') \quad (5.2.3 - 2)$$

此时，距轴向力  $N$  较远一侧的钢筋应力  $\sigma_s$ ，应根据截面受压区相对高度  $\xi$ ，按下列规定确定：

当  $\xi \leq \xi_b$ （即大偏心受压）时

$$\sigma_s = f_y \quad (5.2.3 - 3)$$

当  $\xi > \xi_b$ （即小偏心受压）时

$$\sigma_s = 650 - 800 \xi \quad (5.2.3 - 4)$$

$$\xi = x/h_0 \quad (5.2.3 - 5)$$

其中截面受压区高度  $x$ ，可由下式解得：

$$f S_N + \alpha_c f_c S_{c,N} + \alpha_s f'_y A'_s e'_N - \sigma_s A_s e_N = 0 \quad (5.2.3 - 6)$$

$$e'_N = e + e_i - (h/2 - a') \quad (5.2.3 - 7)$$

$$e_N = e + e_i - (h/2 - a) \quad (5.2.3 - 8)$$

$$e_i = \frac{\beta^2 h}{2200} (h/2 - a) \quad (5.2.3 - 9)$$

式中  $A'$  ——砌体受压区的截面面积；

$\alpha_c$  ——偏心受压构件混凝土强度利用系数，对砖砌体，取  $\alpha_c=0.9$ ；对混凝土小型空心砌块砌体，取  $\alpha_c=0.70$ ；

$A'_c$  ——混凝土外加面层受压区的截面面积；

$\alpha_s$  ——偏心受压构件钢筋强度利用系数，对砖砌体，取  $\alpha_s=1.0$ ；对混凝土小型空心砌块砌体，取  $\alpha_s=0.95$ ；

$e_N$  ——钢筋  $A_s$  的重心至轴向力  $N$  作用点的距离；

$S_s$  ——砌体受压区的截面面积对钢筋  $A_s$  重心的面积距；

$S_{c,s}$  ——混凝土外加面层受压区的截面面积对钢筋  $A_s$  重心的面积距；

$\xi_b$  ——加固后截面受压区相对高度的界限值，对 I 级钢筋配筋，取 0.55；  
对 II 级钢筋配筋，取 0.425；

$S_N$  ——砌体受压区的截面面积对轴向力  $N$  作用点的面积距；

$S_{c,N}$  ——混凝土外加面层受压区的截面面积对轴向力  $N$  作用点的面积距；

$e'_N$  ——钢筋  $A'_s$  的重心至轴向力  $N$  作用点的距离；

$e$  ——轴向力对加固后截面的初始偏心距，按荷载设计值计算，当  $e < 0.05h$  时，取  $e=0.05h$ ；

$e_i$  ——加固后的构件在轴向力作用下的附加偏心距；

$\beta$  ——加固后的构件高厚比；

$h$  ——加固后的截面高度；

$h_o$  ——加固后的截面有效高度；

$\alpha$  和  $\alpha'$  ——分别为钢筋  $A_s$  和  $A'_s$  的截面重心至截面较近边的距离；

$A_s$  ——距轴向力  $N$  较远一侧钢筋的截面面积；

$A'_s$  ——距轴向力  $N$  较近一侧钢筋的截面面积。

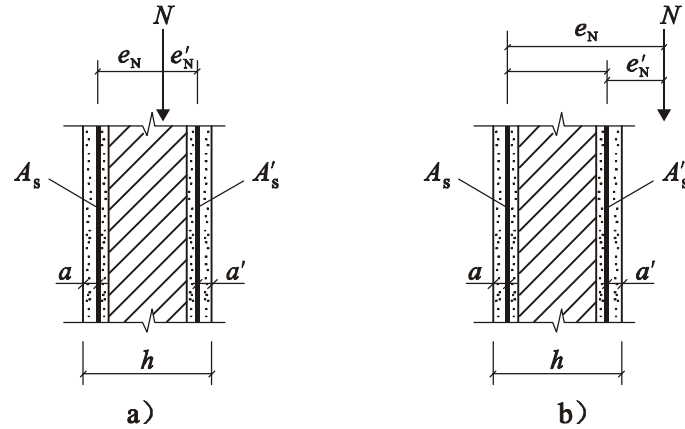


图 5.2.3 加固后的偏心受压构件

a) 小偏心受压; b) 大偏心受压

### 5.3 构造规定

5.3.1 钢筋混凝土外加面层的截面厚度不应小于 60mm; 当用喷射混凝土施工时, 不应小于 50mm。

5.3.2 加固用的混凝土, 其强度等级不应低于 C20; 当采用 HRB335 级钢筋或受有振动作用时, 混凝土强度等级不应低于 C25。

在配制加固墙、柱等上部结构用的混凝土时, 不应采用膨胀剂; 必要时, 可掺入适量减缩剂。

5.3.3 加固用的纵向受力钢筋, 可采用直径为 12~25mm 的 HPB235 级或 HRB335 级钢筋; 当需加设纵向构造钢筋时, 可采用直径不小于 12mm 的同级钢筋。纵向钢筋的净间距不应小于 30mm。

纵向钢筋的上下端均应有可靠的锚固; 上端应锚入有配筋的混凝土梁垫、梁、板或牛腿内; 下端应锚入基础内。纵向钢筋的接头应为焊接。

5.3.4 当采用围套式的钢筋混凝土外加面层加固砌体柱时, 应采用封闭式箍筋; 箍筋直径不应小于 6mm。箍筋的间距不应大于 150mm。柱的两端各 500mm 范围内, 箍筋应加密, 其间距可取为 100mm。若加固后的构件截面高度  $h \geq 500\text{mm}$ , 尚应在截面两侧加设纵向构造钢筋 (图 5.3.4), 并通过在原砌体上钻孔, 相应设置拉结钢筋作为箍筋。

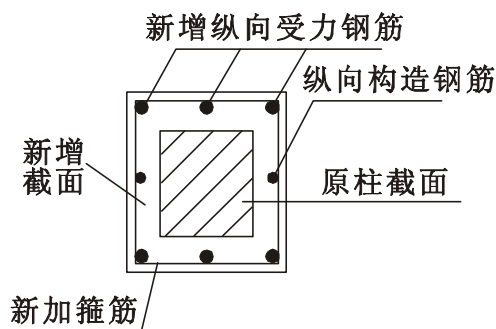


图 5.3.4 围套式外加层的构造

5.3.5 当采用两对边增设钢筋混凝土外加层加固带壁柱墙或窗间墙（图 5.3.5）时，应沿砌体高度每隔 250mm 交替设置不等肢 U 型箍和等肢 U 型箍。不等肢 U 型箍在穿过墙上预钻孔后，应弯折成封闭式箍筋，并在封口处焊牢。U 型筋直径为 6mm；预钻孔的直径可取 U 型筋直径的 2 倍；穿筋时应采用植筋专用的结构胶将孔洞填实。对带壁柱墙，尚应在其拐角部位增设纵向构造钢筋与 U 形箍筋焊牢。

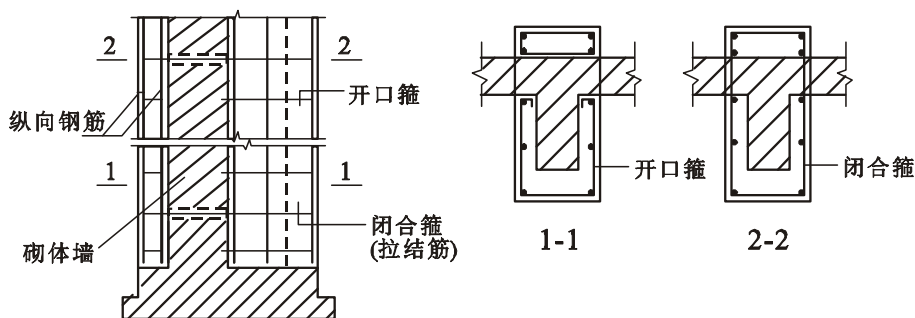


图 5.3.5 - 1 带壁柱墙的加固构造

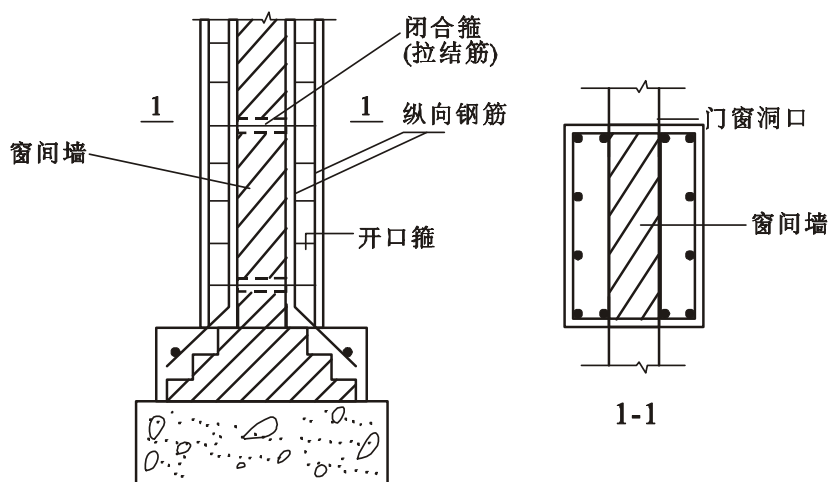


图 5.3.5 - 2 窗间墙的加固构造

5.3.6 当砌体构件截面任一边的纵向钢筋多于 3 根时，应通过预钻孔增设复合箍筋或拉结钢筋，并采用植筋专用结构胶将孔洞填实。

5.3.7 钢筋混凝土外加面层的构造，除应遵守本节的规定外，尚应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的要求（包括抗震设计要求）。



## 6 外加钢筋网片水泥砂浆面层加固法

### 6.1 一般规定

6.1.1 外加钢筋网片水泥砂浆面层加固法适用于各类砌体墙、柱的加固。一般情况下，新增的外加面层，其钢筋网片在墙上的固定，宜采用穿墙的 S 形钢筋或不穿墙的 U 形钢筋拉结的夹板形式（图 6.1.1）；对独立柱和窗间墙宜采用围套形式；对非承重墙，也可采用仅在墙的内侧增设以种植异形销钉或尼龙锚栓拉结钢筋网片的形式。

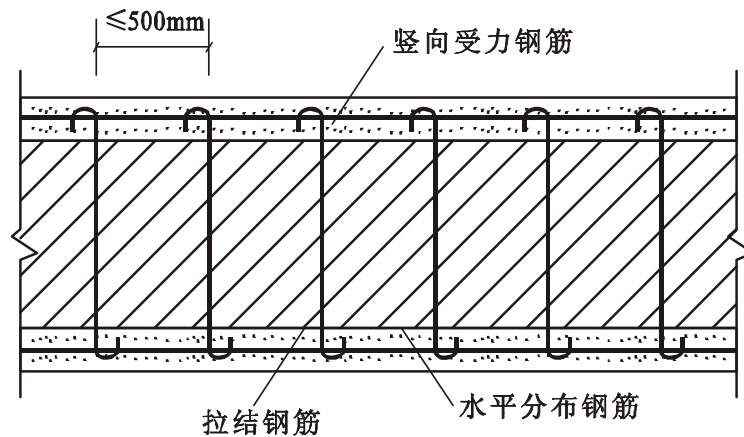


图 6.1.1 钢筋网片水泥砂浆面层

6.1.2 当采用外加钢筋网片水泥砂浆面层加固砌体构件时，原构件的应力水平  $\beta_m > 0.85$ ，应在加固前采取措施卸载，使  $\beta_m$  小于此限值。

6.1.3 块材严重风化（酥碱）的砌体，不应采用钢筋网水泥砂浆进行加固。

### 6.2 计算方法

6.2.1 当采用外加钢筋网片水泥砂浆面层加固轴心受压砌体构件时，其加固后正截面承载力的验算，可按本规范第 5.2 节规定的方法进行，但计算公式中的混凝土强度指标及  $\alpha_c$  和  $\alpha_s$  两个参数，应按下列规定予以更改：

1 应取同强度等级（C15~C50）混凝土轴心抗压强度设计值的 70%，作为 M15~M50 水泥砂浆轴心抗压强度设计值；

2 水泥砂浆的强度利用系数 $\alpha_c$ ，对砖砌体，取 $\alpha_c=0.85$ ；对混凝土空心小型砌块砌体，取 $\alpha_c=0.75$ ；

3 钢筋的强度利用系数 $\alpha_s$ 取等于 0.9。

6.2.2 当采外加钢筋网片水泥砂浆面层加固偏心受压砌体构件时，其加固后正截面承载力的验算，可按本规定第 5.2 节规定的方法进行，但其计算公式中的混凝土强度指标及 $\alpha_c$ 和 $\alpha_s$ 两个参数，应按下列规定予以更改：

1 将同强度等级（C15~C50）混凝土轴心抗压强度设计值乘以 0.7，作为 M15~M50 水泥砂浆轴心抗压强度设计值；

2 水泥砂浆的强度利用系数 $\alpha_c$ ，对砖砌体，取 $\alpha_c=0.9$ ；对混凝土小型空心砌块砌体，取 $\alpha_c=0.8$ ；

3 钢筋的强度利用系数 $\alpha_s$ 取等于 0.9。

6.2.3 根据加固计算结果确定的钢筋网片水泥砂浆面层厚度大于 50mm 时，宜改用钢筋混凝土面层，并重新进行设计。

## 6.3 构造规定

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

6.3.2 加固用的水泥砂浆，其强度等级，对于轴心受压构件不应低于 M10；对于偏心受压构件，不应低于 M15。

6.3.3 加固用的钢筋，宜采用 HPB235 级钢筋；也可采用 HRB335 级钢筋。

6.3.4 当加固柱和墙的壁柱时，竖向受力钢筋直径宜取 12mm，其净间距不应小于 30mm；受压钢筋一侧的配筋率不应小于 0.2%；受拉钢筋的配筋率不应小于 0.15%。柱的箍筋应采用封闭式，其直径不应小于 6mm，间距不应大于 150mm。柱的两端各 500mm 范围内，箍筋应加密，其间距可取为 100mm。在墙的壁柱中，应设两种箍筋；一种为不穿墙的 U 型筋，但应焊在墙柱角偶处的竖向构造筋上，其间距与柱的箍筋相同；另一种为穿墙箍筋，加工时，宜先做成不等肢

U型箍，待穿墙后再弯成封闭式箍，其直径宜为8mm~10mm，每隔600mm替换一支不穿墙的箍筋。

箍筋与竖向钢筋的连结应为焊接。

6.3.5 当加固墙体时，宜采用点焊方格钢筋网片，网片中竖向受力钢筋直径不应小于8mm；水平分布钢筋的直径宜为6mm；网格尺寸不应大于500mm。当钢筋网片水泥砂浆面层采用夹板墙形式时，应在网格结点处设置穿墙的拉结钢筋，其直径可取8mm。拉结筋应与钢筋网片焊牢。拉结钢筋的间距宜为钢筋网格间距的整倍数，并呈梅花状布置。

6.3.6 钢筋网片四周应与楼板、大梁、柱或墙体连接。墙、柱加固增设的竖向受力钢筋，其上端应锚固在楼层构件、圈梁或配筋的混凝土垫块中；其伸入地下一端应锚固在基础内。锚固可采用植筋方式。

6.3.7 当原构件为多孔砖砌体或混凝土小砌块砌体时，应采用专门的机具和结构胶埋设穿墙的箍筋或拉结筋。若无此条件，应先在钻好的孔洞（直径不小于30mm）中，以压力灌浆法注入结构用灌浆料填实内部空隙，然后再植入钢筋。

混凝土小砌块砌体不得采用单侧外加面层。

6.3.8 竖向受力钢筋的保护层厚度、钢筋的搭接长度和锚固长度应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的要求确定。

6.3.9 钢筋网的横向钢筋遇有门窗洞时，对单面加固情形，宜将钢筋弯入洞口侧面并沿周边锚固；对双面加固情形，宜将两侧的横向钢筋在洞口处闭合，且尚应在钢筋网折角处设置加固竖筋。

## 7 外包型钢加固法

### 7.1 一般规定

7.1.1 当采用外包型钢加固矩形截面砌体柱时，宜选用以角钢为四肢的组合构件，以缀板围束砌体的钢构架加固方式（图 7.1.1）。

7.1.2 加固设计时，应核算原砌体构件的应力水平  $\beta_m$ ；若  $\beta_m > 0.7$ ，应在加固前采取措施卸载，使  $\beta_m$  低于此限值。

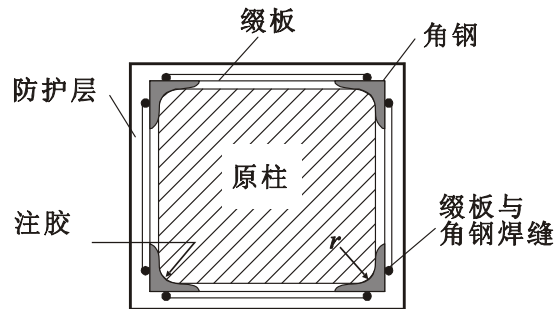


图 7.1.1 外包型钢加固

### 7.2 计算方法

7.2.1 当采用外包型钢加固砌体承重柱时，其加固后承受的轴向压力设计值  $N$  和弯矩设计值  $M$ ，应按刚度比分配给原柱和钢构架：

1 原柱承受的轴向力设计值  $N_m$  和弯矩设计值  $M_m$ ：

$$N_m = \frac{\alpha_m E_m A_m}{\alpha_m E_m A_m + E_a A_a} N \quad (7.2.1 - 1)$$

$$M_m = \frac{\alpha_m E_m I_m}{\alpha_m E_m I_m + \eta E_a I_a} M \quad (7.2.1 - 2)$$

2 钢构架承受的轴向力设计值  $N_a$  和弯矩设计值  $M_a$ ：

$$N_a = N - N_m \quad (7.1.2 - 3)$$

$$M_a = M - M_m \quad (7.1.2 - 4)$$

式中  $\alpha_m$ ——原砌体刚度降低系数，对完好原柱，取  $\alpha_m = 1.0$ ；对基本完好原柱，取  $\alpha_m = 0.9$ ；对已有风化迹象的原柱，经剔除风化层并修补后，

取  $\alpha_m=0.7$ 。若原柱有竖向裂缝, 或有其他严重缺陷, 则取  $\alpha_m=0$ , 即不考虑原柱的作用; 全部荷载由角钢组成的格构式钢柱承担;

$E_m$  和  $E_a$ ——分别为原砌体和新增型钢的弹性模量;

$A_m$  和  $A_a$ ——分别为原砌体截面面积和新增型钢的全截面面积;

$I_m$ ——原砌体截面惯性矩;

$I_a$ ——钢构架的截面惯性矩; 计算时, 可忽略各分肢角钢自身截面的惯性矩, 即:  $I_a=0.5A_a \cdot a^2$  ( $a$  为计算方向两侧型钢截面形心间的距离);

$\eta$ ——协同工作系数, 可取  $\eta=0.9$ 。

7.2.2 当采用外包型钢加固轴心受压砌体构件时, 其加固后原柱和外增钢构架的承载力应按下列规定验算:

1 原柱的承载力, 应根据其所承受的轴向压力值  $N_m$ , 按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的有关规定验算。验算时, 其砌体抗压强度设计值, 应根据可靠性鉴定结果确定。

若验算结果不符合使用要求, 应加大钢构架截面, 并重新进行外力分配和截面验算。

2 钢构架的承载力, 应根据其所承受的轴向压力设计值  $N_a$ , 按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定进行设计计算。计算时, 型钢的抗压强度设计值, 对仅承受静力荷载或间接承受动力作用的结构, 应分别乘以强度折减系数 0.95 和 0.90。对直接承受动力荷载或振动作用的结构, 应乘以强度折减系数 0.85。

3 外包型钢砌体加固后的承载力为钢构架承载力和原柱承载力之和。不论角钢肢与砌体柱接触面处涂布或灌注任何粘结材料, 均不考虑其粘结作用对计算承载力的提高。

7.2.3 当采用外包型钢加固偏心受压砌体构件时, 可参照本规范第 7.2.1 条及第 7.2.2 条的规定, 分别按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 和《钢结构设计规范》GB 50017 进行原柱和钢构架的承载力验算。

## 7.3 构造规定

7.3.1 当采用外包型钢加固砌体承重柱时, 钢构架应采用 Q235 钢 (3 号钢) 制

作；钢构架中的受力角钢和扁钢缀板的最小截面尺寸应分别为  $L60 \times 6$  和  $60\text{mm} \times 6\text{mm}$ 。

7.3.2 钢构架的四肢角钢，应采用封闭式缀板作为横向连接件，以焊接固定。缀板的间距不应大于  $500\text{mm}$ 。

7.3.3 为使角钢及其缀板紧贴砌体柱表面，应采用聚合物砂浆粘贴角钢及缀板，也可采用注浆料进行压注。

7.3.4 钢构架两端应有可靠的连接和锚固（图 7.3.4）；其下端应锚固于基础内；上端应抵紧在该加固柱上部（上层）构件的底面，并与预设的、锚固于梁、板、柱帽或梁垫的短角钢相焊接。

在钢构架（从地面标高向上量起）的  $2h$  和上端的  $1.5h$ （ $h$  为原柱截面高度）节点区内，缀板的间距不应大于  $250\text{mm}$ 。与此同时，还应在柱顶部位设置角钢箍予以加强。

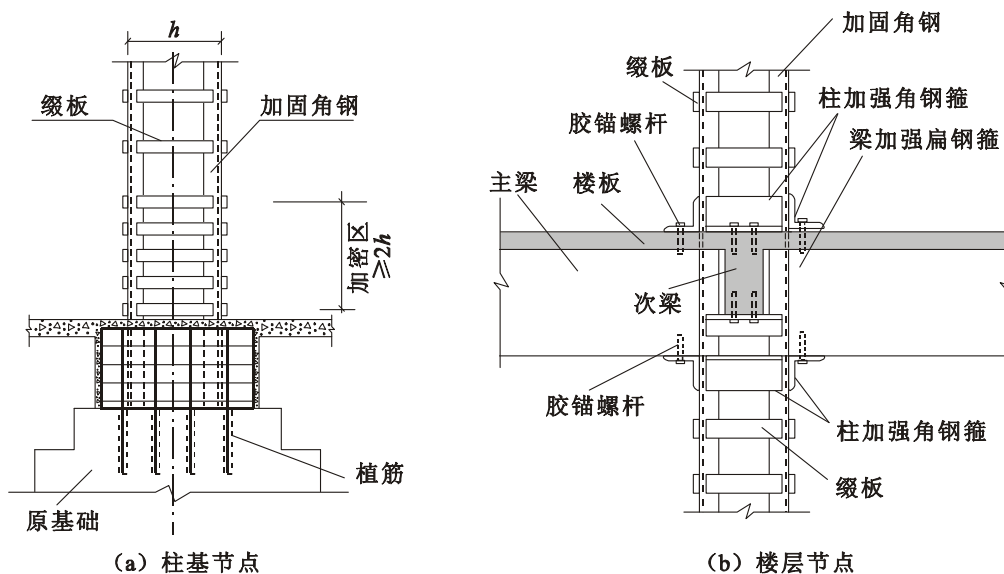


图 7.3.4 钢框架构造

7.3.5 在多层砌体结构中，若不止一层承重柱需增设钢构架加固，其角钢应通过开洞连续穿过各层现浇楼板；若为预制楼板，宜局部改为现浇，使角钢保持通畅。

7.3.6 采用外包型钢加固砌体柱时，型钢表面宜抹厚度不小于  $25\text{mm}$  的  $1:3$  水泥砂浆作保护层。

## 8 外加预应力撑杆加固法

### 8.1 一般规定

8.1.1 当原砌体柱应力较高或变形较大而外加荷载又难以卸除时，可采用外加预应力撑杆进行加固。

8.1.2 当采用外加预应力撑杆加固砌体柱时，宜选用两对角钢组成的双侧预应力撑杆的加固方式（图 8.1.1）。

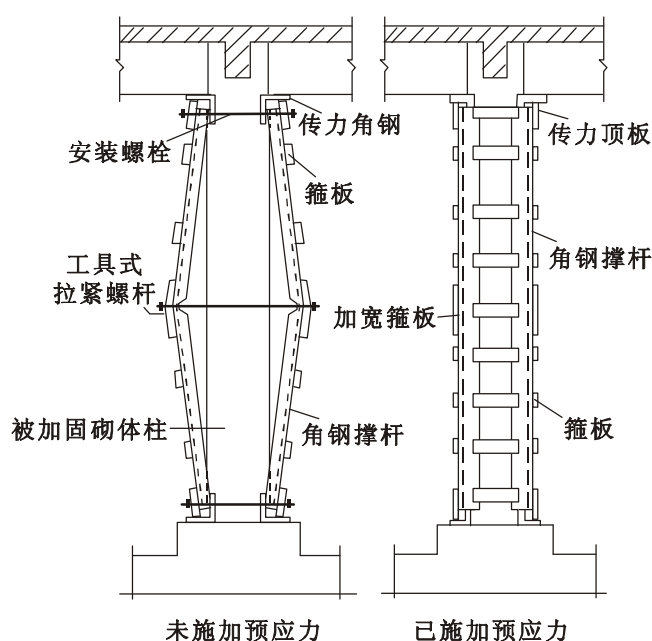


图 8.1.1 预应力撑杆加固方式

8.1.3 当按本规范的要求施加预应力时，可不考虑原柱应力水平对加固效果的影响。

### 8.2 计算方法

8.2.1 当采用预应力撑杆加固轴心受压砌体柱时，应按下列步骤进行设计计算：

#### 1 内力计算

- (1) 确定砌体柱加固后需承受的轴向压力设计值  $N$ ；
- (2) 根据原柱可靠性鉴定结果确定其轴心受压承载力  $N_0$ ；

(3) 计算需由撑杆承受的轴向压力设计值  $N_1$ :

$$N_1 = N - N_0 \quad (8.2.1 - 1)$$

## 2 截面计算

预应力撑杆的总截面面积, 应按下式计算:

$$N_1 \leq \varphi_a f'_{py} A'_p \quad (8.2.1 - 2)$$

式中  $\varphi_a$ ——撑杆构架的稳定系数;

$f'_{py}$ ——撑杆角钢的抗压强度设计值;

$A'_p$ ——撑杆的总截面面积。

## 3 承载能力的验算

预应力撑杆加固后的砌体柱轴心受压承载力  $N$ , 可按下式计算:

$$N \leq \varphi_0 (A_m f + A'_p f'_{py}) \quad (8.2.1 - 3)$$

式中  $\varphi_0$ ——原柱轴心受压的稳定系数, 应按现行国家标准《砌体结构设计规范》

GB 50003 的规定值采用;

$A_m$ ——原柱的截面面积;

$f$ ——砌体轴心抗压强度设计值。

若验算结果不满足设计要求, 可加大撑杆截面面积, 再重新验算。

## 4 缀板计算

缀板可按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 进行计算; 其尺寸和间距尚应保证在施工期间受压肢 (单根角钢) 不致失稳。

## 5 确定预加压应力值

施工时的预加压应力值  $\sigma'_p$  应按下列公式确定:

$$\sigma'_p \leq \varphi_1 f'_{py} \quad (8.2.1 - 4)$$

$$0.4 f'_{py} \leq \sigma'_p \leq 0.7 f'_{py} \quad (8.2.1 - 5)$$

式中  $\varphi_1$ ——用横向张拉法时, 压杆肢的稳定系数, 其计算长度取压杆肢全长的 1/2。

## 6 计算施工的张拉控制量 $\Delta H$

当用横向张拉法 (图 8.2.1) 安装撑杆时, 其横向张拉控制量  $\Delta H$ , 可按下



式确定：

$$\Delta H = 0.5L\sqrt{2\sigma'_p / \eta E_a} + \delta \quad (8.2.1 - 6)$$

式中  $L$ ——撑杆的竖向全长；

$\eta$ ——经验系数，取  $\eta = 0.9$ ；

$E_a$ ——撑杆钢材的弹性模量；

$\delta$ ——撑杆端顶板与上部混凝土构件间的压缩量，一般取  $\delta$  为  $5 \sim 7\text{mm}$ 。

实际弯折撑杆肢时，取撑杆肢矢高为  $\Delta H + 3 \sim 5\text{mm}$ ，但施工中只收紧  $\Delta H$ ，以使撑杆处于预压状态。

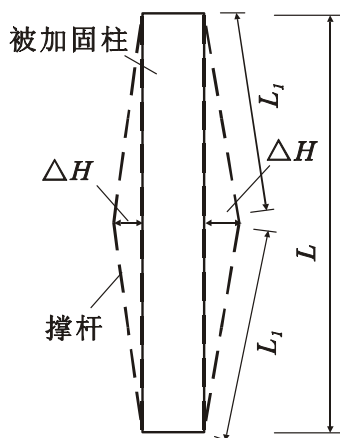


图 8.2.1 预应力撑杆肢横向张拉量

8.2.2 当采用预应力撑杆加固偏心受压砌体柱时，应按下列步骤进行设计计算：

1 偏心受压荷载计算：

确定该柱加固后需承受的最大偏心荷载——轴向压力  $N$  和弯矩  $M$  的设计值；

确定撑杆肢承载力，可先试用两根较小的角钢作撑杆肢，其有效承载力取为  $0.9A'_{p1}f'_{py1}$ （其中  $A'_{p1}$  为受压一侧角钢的总截面面积）；

根据静力平衡条件，原砌体柱一侧加固后需承受的偏心受压荷载为：

$$N_{o1} = N - 0.9f'_{py}A'_{p1} \quad (8.2.2 - 1)$$

$$M_{o1} = M - 0.9f'_{py}A'_{p1}a/2 \quad (8.2.2 - 2)$$

式中  $a$  为两侧角钢形心之间的距离。

2 偏心受压柱加固后承载力验算：

按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 验算原砌体柱在  $N_{01}$  和  $M_{01}$  作用下的承载力。

当原砌体柱的承载力不满足上述验算要求时，可加大角钢截面面积，并重新进行验算。

### 3 缀板计算：

缀板的设计应符合现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 的要求，并应保证撑杆肢的角钢在施工中不致失稳。

### 4 确定施工时预加压应力值 $\sigma'_p$ ：

施工时，宜取撑杆的预加压应力值  $\sigma'_p$  为  $50\sim 80\text{N/mm}^2$ 。

### 5 计算横向张拉量 $\Delta H$ ：

横向张拉量的计算和要求，按本规范公式（8.2.1 - 6）确定。

6 按受压荷载较大一侧计算出需要的角钢截面后，柱的另一侧也用同规格角钢组成压杆肢，使撑杆的两侧的截面对称。

8.2.3 角钢撑杆加固的预顶力应控制在柱各阶段所受竖向恒荷载标准值的 0.9 倍以内，以免原砌体柱被顶裂。

## 8.3 构造规定

8.3.1 预应力撑杆用的角钢，其截面尺寸不应小于  $60\text{mm}\times 60\text{mm}\times 6\text{mm}$ 。压杆肢的两根角钢应用钢缀板连接，形成槽形截面，缀板截面尺寸不应小于  $80\text{mm}\times 6\text{mm}$ 。缀板间距应保证单肢角钢的长细比不大于 40。

8.3.2 撑杆肢上端的传力构造及预应力撑杆横向张拉的构造，可参照现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 进行设计。

## 9 粘贴纤维复合材加固法

### 9.1 设计规定

9.1.1 本方法适用于轴心受压砖柱的加固。

9.1.2 被加固的轴心受压砖柱，其现场实测砖强度等级不得低于 MU7.5，砂浆强度不得低于 0.4MPa。

9.1.3 粘贴在砌体表面上的纤维复合材，其表面应进行防护处理。表面防护材料应对纤维及胶粘剂无害。

9.1.4 采用本方法加固的砌体结构，其长期使用的环境温度不应高于 60℃；处于特殊环境（如高温、高湿、介质侵蚀、放射等）的混凝土结构采用本方法加固时，除应按国家现行有关标准的规定采取相应的防护措施外，尚应采用耐环境因素作用的胶粘剂，并按专门的工艺要求施工。

9.1.5 当被加固构件的表面有防火要求时，应按现行国家标准《建筑防火设计规范》GBJ 16 规定的耐火等级及耐火极限要求，对胶粘剂和钢板进行防护。

### 9.2 受压构件正截面加固计算

9.2.1 轴心受压构件可采用沿全长无间隔地环向连续粘贴纤维织物的方法（简称环向围束法）进行加固。

9.2.2 采用环向围束加固轴心受压构件仅适用于下列情况：

1 长细比  $l/d \leq 12$  的圆形截面柱；

2 长细比  $l/b \leq 14$ 、截面高宽比  $h/b \leq 1.5$ ，且截面棱角经过圆化打磨的正方形或矩形截面柱。

9.2.3 采用环向围束的轴心受压构件，其正截面承载力应符合下列规定：

$$N \leq 0.8 (f + 4\sigma_1) A_{\text{cor}} \quad (9.2.3 - 1)$$

$$\sigma_1 = 0.5 \beta_c k_c \rho_f E_f \varepsilon_{fe} \quad (9.2.3 - 2)$$

式中  $N$ ——轴向压力设计值；

$f$ ——原砌体抗压强度设计值；

$A_{cor}$ ——环向围束内砌体柱截面积；

$\sigma_1$ ——有效约束应力；

$E_f$ ——纤维复合材料的弹性模量设计值：

对高强度 I 级碳纤维单向织物： $E_f=2.3 \times 10^5 \text{MPa}$ ，

对高强度 II 级碳纤维单向织物： $E_f=2.0 \times 10^5 \text{MPa}$ ，

对 S 玻璃纤维单向织物： $E_f=0.7 \times 10^5 \text{MPa}$ ，

对 E 玻璃纤维单向织物： $E_f=0.5 \times 10^5 \text{MPa}$ ；

$\varepsilon_{fe}$ ——纤维复合材料的有效拉应变设计值，取 0.0045；

$k_c$ ——环向围束的有效约束系数，按本规范第 9.2.4 条的规定采用；

$\rho_f$ ——环向围束体积比，按本规范第 9.2.4 条的规定采用。

9.2.4 环向围束的计算系数  $k_c$  和  $\rho_f$ ，应按下列规定确定：

1 有效约束系数  $k_c$  值的确定：

1) 圆形截面柱： $k_c=0.95$

2) 正方形和矩形截面柱，应按下式计算：

$$k_c = 1 - \frac{(b-2r)^2 + (h-2r)^2}{3A_{cor}} \quad (9.2.4-1)$$

式中  $b$ ——正方形截面边长和或矩形截面宽度；

$h$ ——矩形截面长度；

$r$ ——截面棱角的圆化半径（倒角半径）。

2 环向围束体积比  $\rho_f$  值的确定：

对圆形截面柱：

$$\rho_f = 4n_f t_f / D \quad (9.2.4-2)$$

对正方形和矩形截面柱：

$$\rho_f = 2n_f t_f (b+h) / A_{cor} \quad (9.2.4-3)$$

式中  $n_f$ ——纤维复合材料的层数；

$t_f$ ——纤维复合材料的单层厚度。

### 9.3 构造规定

9.3.1 环向围束的纤维织物层数，对圆形截面不应少于 2 层，对于正方形和矩形截面柱不应少于 3 层。

9.3.2 环向围束上下层之间宜相互错开粘贴；若采用搭接方式粘贴时，其搭接宽度不应小于 50mm，且搭接位置应相互错开，纤维织物环向截断点的延伸长度不应小于 200mm。

9.3.3 当采用环向围束加固正方形和矩形截面构件时，其截面棱角应在粘贴前加以圆化（倒角）处理；柱的圆化半径，对碳纤维不应小于 25mm，对玻璃纤维不应小于 20mm。

## 10 增设砌体扶壁柱加固

### 10.1 计算方法

10.1.1 增设砌体扶壁柱加固墙体时，其承载力和高厚比的验算应按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定进行。当扶壁柱的构造及其与原墙的连接符合本规范规定时，可按整体截面计算。

10.1.2 当增设砌体扶壁柱用以提高墙体的稳定性时，其高厚比可按下式计算：

$$\beta = H_0/h_T \quad (10.1.2)$$

式中  $H_0$ ——墙体的计算高度；

$h_T$ ——带壁柱墙截面的折算厚度，按加固后的截面计算。

10.1.3 当增设砌体扶壁柱加固受压构件时，其承载力可按下式计算：

$$N \leq \varphi (f_0 A_0 + \alpha_m f A) \quad (10.1.3)$$

式中  $N$ ——构件加固后由荷载设计值产生的轴向力；

$\varphi$ ——高厚比  $\beta$  和轴向力的偏心距对受压构件承载力的影响系数，采用加固后的截面，按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定确定；

$f$  和  $f_0$ ——分别为原砌体和新增砌体的抗压强度设计值；

$A_0$ ——原构件的截面面积；

$A$ ——构件新增砌体的截面面积；

$\alpha_m$ ——加固部分砌体与原构件协同工作时，加固部分砌体的强度折减系数，当原砌体构件的应力水平  $\beta_m \leq 0.5$  时，取  $\alpha_m = 0.90$ ；当  $0.5 < \beta_m \leq 0.7$  时，取  $\alpha_m = 0.80$ ；当  $0.7 < \beta_m \leq 0.8$  时，取  $\alpha_m = 0.70$ ；当  $\beta_m > 0.8$  时，应在加固前采取措施卸荷。

### 10.2 构造规定

10.2.1 新增设扶壁柱的截面宽度不应小于 240mm，其厚度不应小于 120mm(图 10.2.1)。当用角钢-螺栓拉结时，应沿墙的全高和内外的周边，增设水泥砂浆或细石混凝土防护层（见图 10.2.3 中的虚线部分）。

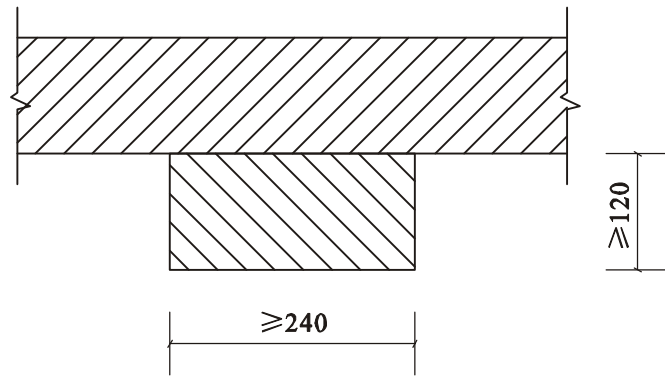


图 10.2.1 增设扶壁柱的截面尺寸

当增设扶壁柱以提高受压构件的承载力时，应沿墙体两侧增设扶壁柱。

10.2.2 加固用的块材强度等级应比原结构的设计块材强度等级提高一级，不得低于 MU15；并应选用整砖（砌块）砌筑。加固用的砂浆强度等级，不应低于原结构设计的砂浆强度等级，且不应低于 M5。

10.2.3 增设扶壁柱处，沿墙高应设置以  $2\Phi 12$  带螺纹、螺帽的钢筋与双角钢组成的套箍，将扶壁柱与原墙拉结；套箍的间距不应大于 500mm（图 10.2.3）。

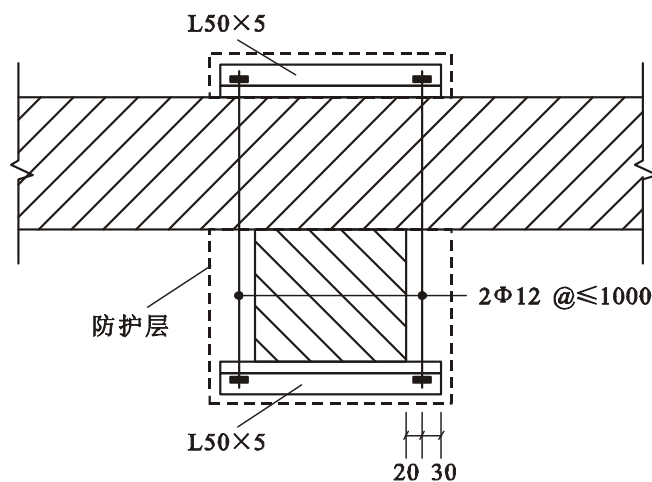


图 10.2.3 砌体墙与扶壁柱间的套箍拉结

10.2.4 在原墙体需增设扶壁柱的部位，应沿墙高，每隔 300mm 凿去一皮砖块，形成水平槽口（图 10.2.4）。砌筑扶壁柱时，槽口处的原墙体与新增扶壁柱之间，应上下错缝，内外搭砌。砖砌体接槎时，必须将接槎处的表面清理干净，浇水湿润，用干捻砂浆将灰缝填实。

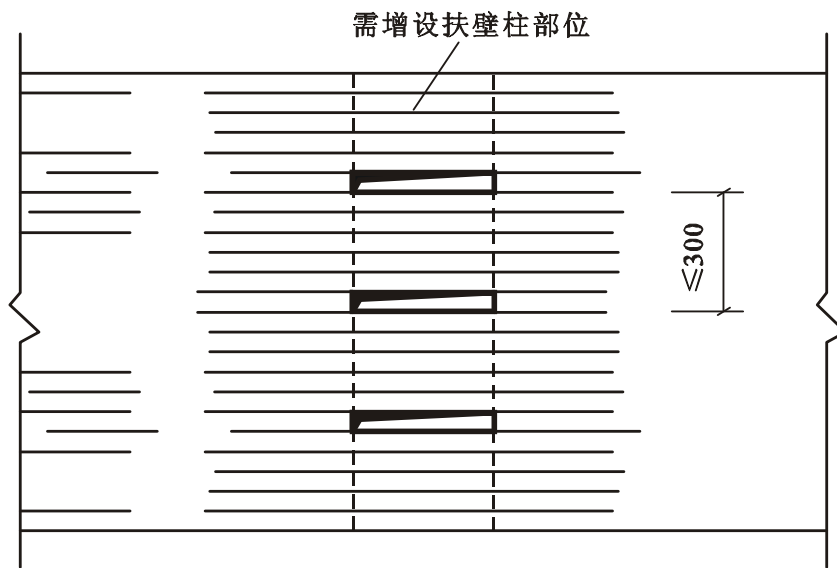


图 10.2.4 水平槽口

10.2.5 扶壁柱应设基础，其埋深应与原墙基础相同。



## 11 砌体结构的构造性加固

### 11.1 增设圈梁加固

11.1.1 当圈梁设置不符合现行设计规范要求，或纵横墙交接处咬槎有明显缺陷，或房屋的整体性较差时，应增设圈梁进行加固。

11.1.2 外墙增设的圈梁应采用现浇钢筋混凝土外加圈梁。在特殊情况下，亦可采用型钢圈梁。

内墙圈梁可用双根或单根钢拉杆代替，钢拉杆设置间距应适当加密。

11.1.3 增设的圈梁宜连续地设在楼、屋盖标高的同一水平面上，并形成封闭式构造。当圈梁被门窗洞口截断时，应有局部加强措施。变形缝处两侧的圈梁应分别闭合。

增设的外加圈梁应紧贴楼（屋）盖设置。钢拉杆应靠近楼（屋）盖和墙面。

11.1.4 外加钢筋混凝土圈梁的截面尺寸可采用  $120\text{mm} \times 180\text{mm}$ （垂直墙面尺寸  $\times$  平行墙面尺寸），配筋不得小于  $4\phi 12$ ；箍筋一般用  $\phi 6@200$ ；当圈梁与外加柱相连接时，在柱边两侧各  $500\text{mm}$  长度区段内，箍筋间距应加密至  $\phi 6@100$ 。

11.1.5 横墙承重房屋的内墙，可用单根钢拉杆代替圈梁；纵墙承重和纵横墙承重的房屋，钢拉杆宜在横墙两侧各设一根。钢拉杆直径应根据房屋进深尺寸和加固要求等条件确定，但不应小于  $\phi 16$ ；其方形垫板尺寸宜为  $200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 15\text{mm}$ 。

无横墙的开间，其外加圈梁应与进深梁或现浇钢筋混凝土楼盖可靠连接。

11.1.6 每道内纵墙均应用单根拉杆与外山墙拉结，钢拉杆直径可视墙厚、房屋进深和加固要求等条件确定，但不小于  $\phi 16$ ；钢拉杆长度不应小于两开间。

11.1.7 当采用结构胶植筋时，原砌体的块材强度等级不应低于 **MU7.5**，砂浆的强度等级不应低于 **M2.5**。

11.1.8 外加钢筋混凝土圈梁与砌体墙的连接，宜选用锚固型结构胶或聚合物砂浆锚筋，亦可选用化学锚栓或钢筋混凝土销键。

11.1.9 锚筋仅适用于实心砖砌体与外加钢筋混凝土圈梁之间的连接，且原砌体砖的强度等级不得低于 **MU7.5**，原砂浆的强度等级不应低于 **M2.5**。

锚筋的直径不应小于  $\phi 14$ ；当锚筋的根部有弯钩，且弯钩长度不小于  $2.5d$  时，锚筋埋深可取  $L_s \geq 10d$ ，且不小于  $120\text{mm}$ 。当锚筋采用锚固型结构胶植筋，且根部无弯钩时，应取  $L_s \geq 15d$ 。锚筋孔应采用电钻成孔，孔径  $D=d+4\text{mm}$ ，孔深  $l_d=l_s+10$ （mm）。

植筋前，其孔洞的处理和含水率要求应符合产品说明书的规定。

锚筋的间距为  $300\text{mm}$ 。

11.1.10 当外加钢筋混凝土圈梁用螺杆与墙体连接时，螺杆的一端应作直角弯钩埋入圈梁，埋入长度为  $30d$ （ $d$  为锚杆的直径），另一端用螺帽拧紧。螺杆的直径与间距可按本规范第 11.1.9 条确定。

11.1.11 当外加钢筋混凝土圈梁采用钢筋混凝土销键与墙体连接时，销键高度与圈梁相同，宽度为  $120\text{mm}$ ，入墙深度不小于  $180\text{mm}$ ，配筋量应不小于  $4\phi 8$ ，间距宜为  $1\sim 2\text{mm}$ ，外墙圈梁的销键宜设置在孔口两侧，销键凿洞时应防止损伤墙体。

11.1.12 外加钢筋混凝土圈梁的混凝土强度等级不应低于  $\text{C}20$ ，圈梁在转角处应设  $2\phi 12$  斜筋。

钢筋混凝土外加圈梁的顶面应做泛水，底面应做滴水沟。

11.1.13 外加钢筋混凝土圈梁的钢筋外保护层厚度不小于  $25\text{mm}$ ，受力钢筋接头位置应相互错开，其搭接长度为  $40d$ （ $d$  为纵向钢筋直径）。任一搭接区段内，有搭接接头的钢筋截面面积不应大于总面积的  $25\%$ ；有焊接接头的纵向钢筋截面面积不应大于同一截面钢筋总面积的  $50\%$ 。

11.1.14 钢拉杆与外加钢筋混凝土圈梁可采用下列方法之一进行连接。

- 1 钢拉杆埋入圈梁，埋入长度为  $30d$ （ $d$  为钢拉杆直径），端头作弯钩；
- 2 钢拉杆通过钢管穿过圈梁，然后用螺栓拧紧；
- 3 钢拉杆端头焊垫板埋入圈梁，垫板与墙面间的间隙不小于  $80\text{mm}$ 。

当采用第 1 种或第 3 种连接方法时，钢拉杆应待混凝土达到强度后，再用花篮螺栓拧紧。

11.1.15 型钢圈梁的规格应不小于  $\text{L}8$  或  $\text{L}75\times 6$ ，并应每隔  $1\sim 1.5\text{m}$ ，与墙体用普通螺栓拉结，螺栓直径不应小于  $\phi 12$ ，圈梁与墙面之间的间隙可用干硬性水泥砂浆塞严。

型钢圈梁的接头应为焊接。

11.1.16 钢拉杆和型钢圈梁均应除锈，刷防锈漆，调和漆二道。

11.1.17 设置外加圈梁的外墙体，其饰面层及酥碱表面应凿掉；并按加固的要求进行修补；墙体裂缝应按其性质采取修补或加固措施。

## 11.2 增设构造柱加固

11.2.1 当无构造柱或构造柱设置不符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的要求时，应增设现浇钢筋混凝土构造柱进行加固。

11.2.2 构造柱的材料、构造及设置部位应符合现行行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 关于外加柱设计和构造的规定。

11.2.3 增设的构造柱应与墙体、圈梁、拉杆等连接成整体，若所在位置与圈梁连接不便，也应采取措施与现浇混凝土楼、屋盖可靠连接。

## 11.3 增设梁垫加固

11.3.1 当大梁下原砌体（或原梁垫）被局部压碎，或大梁下墙体出现局部竖向裂缝时，应增设（或更换）梁垫进行加固。

11.3.2 增设梁垫宜采用现浇或预制的钢筋混凝土梁垫，其混凝土强度等级，现浇时不低于 C20；预制时不低于 C25。梁垫尺寸应按现行设计规范的要求，经计算确定，但梁垫厚度不应小于 180mm；梁垫的配筋应按抗弯条件计算配置。当按构造配筋时，其用量不应少于梁垫体积的 0.5%。

11.3.3 增设梁垫宜采用“托梁”的方法进行施工。“托梁”支顶牢固后，按梁垫尺寸和安装要求拆除梁下被压碎或有局部竖向裂缝的砌体，并采用强度等级比原砌筑砂浆高一级的水泥砂浆和整砖补砌完整后，再浇注或安置梁垫；待梁垫混凝土达到设计要求强度后，方能拆除托梁的支柱或支撑。

11.3.4 拆除梁下砌体时，应轻敲细打，逐块拆除，不得影响不拆除砌体的整体性和强度，拆除完毕后，应清除碎渣和清洗浮灰，并待砌体充分湿润后，再坐浆安设梁垫。

11.3.5 当安装预制钢筋混凝土梁垫时，应先铺设 10mm 厚不低于 M10 的水泥

混合砂浆，并注意与大梁紧密接触。如梁垫安装后与大梁底未达到紧密接触时，可用钢板填塞紧密。

11.3.6 托梁柱或支撑的支承处应牢固。当支承在地面上时，应采取措施分布所承担的荷载，以防止支承点沉降；当支承在楼面上时，应逐层支顶和采取分布荷载措施，以防止造成楼面的破坏和局部损伤。

## 11.4 砌体局部拆砌

11.4.1 当墙体局部破裂但在查清其破裂原因后尚未影响承重及安全时，可将破裂墙体局部拆除，并按提高砂浆强度等级一级的要求采用整砖填砌。

11.4.2 拆砌墙体时，应根据墙体破裂情况分段进行，拆砌前应对支承在墙体上的楼盖（或屋盖）进行可靠的支顶。

11.4.3 分段拆砌墙体时，应先砌部分留槎，并埋设水平钢筋与后砌部分拉结。拉结作法可采用每五匹砖设 $3\Phi 4$ 拉结钢筋，钢筋长度 $1.2\text{m}$ ，每端压入 $600\text{mm}$ 。

11.4.4 局部拆砌墙体时，新旧墙交接处不得凿水平槎或直槎，应做成踏步槎接缝，缝间设置拉结钢筋以增强新旧墙的整体性。当采用钢筋扒钉进行拉结时，扒钉可用 $\Phi 6$ 钢筋弯成，长度应超过接缝（槎）两侧各 $240\text{mm}$ ，两端弯成长 $100\text{mm}$ 的直弯钩，并钉入砖缝，扒钉间距取 $300\text{mm}$ 。

如遇拆砌墙体位于转角处或纵横墙交接处时，应采取相应的可靠措施进行拉结锚固。

拆砌的最上一匹砖与上面的原砖墙相接处的水平灰缝，应用高强砂浆或细石混凝土填塞密实。

11.4.5 局部拆砌墙体时，在新旧墙或先后段接缝处，施工时应将接槎剔干净，用水充分湿润，且砌筑时灰缝应饱满。

## 12 砌体裂缝修补方法

### 12.1 一般规定

12.1.1 本章的规定适用于修补影响砌体结构、构件正常使用性的裂缝，对承载能力不足引起的裂缝，尚应按本规范规定的方法进行加固。

12.1.2 应根据裂缝的种类、性质及出现部位进行修补设计，以选择适宜的修补材料、修补方法和修补时间。

12.1.3 砌体结构的裂缝按其性状可分为以下两类：

#### 1 静止裂缝

由过去事件引起、且不再变化的裂缝。其特点是裂缝宽度和长度稳定，修补时选用的材料和方法仅与裂缝粗细有关，而与材料的刚性或柔性无关。

#### 2 活动裂缝

裂缝宽度不能保持稳定、易随着正常使用的结构荷载或砌体湿热的变化而时开时合的裂缝。当无法完全消除其产生原因时，修补这类裂缝宜使用有足够柔韧性的材料，或无粘结的覆盖材料。

12.1.4 常用于裂缝修补的材料主要有以下 4 类：

#### 1 水泥类材料

结构用聚合物水泥砂浆和复合水泥砂浆等。

#### 2 钢材

包括钢筋、钢丝网、钢板网、钢条等。

#### 3 密封、嵌缝材料

包括有机硅密封胶、聚氨酯密封胶、聚硫密封胶、改性环氧类树脂、丙烯酸类密封胶以及其它聚合物材料等。

#### 4 纤维织物

包括耐碱玻璃纤维、高强玄武岩纤维等制成的织物。

12.1.5 常用的裂缝修补方法有：填缝法、压浆法、外加网片法和置换法等。根据工程的需要，这些方法尚可组合使用。

12.1.6 砌体裂缝好修补后，其墙面抹灰工程应符合现行行业标准《建筑装饰工程施工及验收规范》JGJ 734 的规定。在抹灰层砂浆或细石混凝土中加入短纤维可进一步减少和限制裂缝的出现，但所用的纤维及其施工方法应参照中国工程建设标准化协会标准《纤维混凝土结构技术规程》CECS 38 的规定执行。

## 12.2 填缝法修补砌体裂缝

12.2.1 填缝法适用于处理砌体中宽度大于 0.5mm 的裂缝。当用于处理活动裂缝时，应填柔性密封材料。

12.2.2 修复裂缝前，首先应剔凿干净裂缝表面的抹灰层，然后沿裂缝开凿 U 形槽。对凿槽的深度和宽度，应符合下列要求：

1 当为静止裂缝时，槽深不宜小于 15mm，槽宽不宜小于 20mm。

2 当为活动裂缝时，槽深宜适当加大，且应凿成光滑的平底，以利于铺设隔离层；槽宽宜按裂缝预计张开量  $t$  加以放大，通常可取为  $(15\text{mm}+5t)$ 。另外，槽内两侧壁应凿毛。

3 当为钢筋锈蚀引起的裂缝时，应凿至钢筋锈蚀部分完全露出为止，钢筋底部混凝土凿除的深度，以能使除锈工作彻底进行。

12.2.3 对静止裂缝，可采用改性环氧砂浆、氨基甲酸乙酯胶泥或改性环氧胶泥等作为充填材料，其充填构造见图 12.2.3 (a)。

对活动裂缝，可采用丙烯酸树脂、氨基甲酸乙酯、氯化橡胶或可挠性环氧树脂等为充填用的弹性密封材料（或密封剂），并可采用聚乙烯片、蜡纸或油毡片等为隔离层，其充填构造见图 12.2.3 (b)。

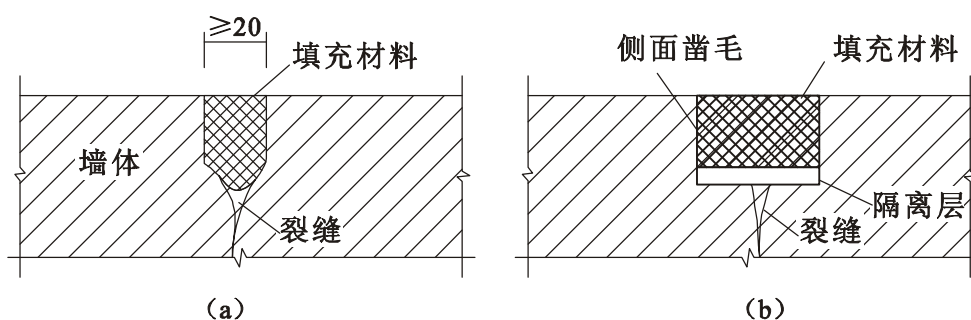


图 12.2.3 填充法裂缝补图

12.2.4 对锈蚀裂缝，应在已除锈的钢筋表面上，先涂刷防锈液或防锈涂料，待干燥后再充填封闭裂缝材料。

对活动裂缝，其隔离层应干铺，不得与槽底有任何粘结。其弹性密封材料的充填，应先在槽内两侧表面上涂刷一层粘结剂，以使充填材料能起到既密封又能适应变形的作用。

12.2.5 修补裂缝应符合以下要求：

- 1 充填封闭裂缝材料前，应先将槽内两侧凿毛的表面浮尘清除干净。
- 2 采用水泥基修补材料填补裂缝，应先将裂缝及周边砌体表面润湿。

采用有机材料不得湿润砌体表面，应先将槽内两侧面上涂刷一层树脂基液，待固化后即可充填所选用的材料。

- 3 充填封闭材料应采用搓压的方法填入裂缝中，并应修复平整。

## 12.3 压浆法

12.3.1 压浆法即压力注浆法，适用于处理裂缝宽度大于 0.5mm，深度较深的裂缝。

12.3.2 压浆的材料有：无收缩水泥基灌浆料、环氧基灌浆料等。

12.3.3 压浆工艺应按下列框图规定的流程（图 12.3.3）进行。

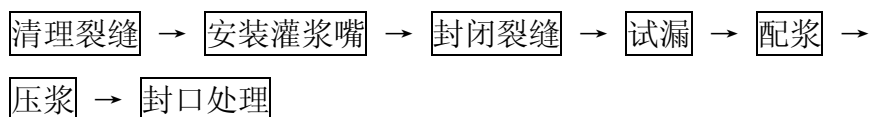


图 12.3.3 压浆工艺流程

12.3.4 施工操作要点：

- 1 清理裂缝

砌体裂缝两侧不少于 100mm 范围内的抹灰层剔凿掉，油污、浮尘清除干净；用钢丝刷、毛刷等工具，清除裂缝表面的灰尘、白灰、浮渣及松软层等污物；用高压气尽量清除缝隙中的颗粒和灰尘。

- 2 灌浆嘴安装

- 1) 灌浆嘴位置

当裂缝宽度在 2mm 以内时，灌浆嘴间距可取 200~250mm；当裂缝宽度在 2~5mm 时，可取 350mm；当裂缝宽度大于 5mm 时，可取 450mm，且应设在裂缝端部和裂缝较大处。

## 2) 钻眼

按标准位置钻深度 30~40mm 的孔眼，孔径宜略大于灌浆嘴的外径。钻好后应清除孔中的粉屑。

## 3) 固定灌浆嘴

在孔眼用水冲洗干净后，先涂刷一道水泥浆，然后用 M10 的水泥砂浆或环氧树脂砂浆将灌浆嘴固定，裂缝较细或墙厚超过 240mm 时墙应两侧均安放灌浆嘴。

## 3 封闭裂缝

在已清理干净的裂缝两侧，先用水浇湿砌体表面，再用纯水泥浆涂刷一道，然后用 M10 水泥砂浆封闭，封闭宽度约为 200mm。

## 4 试漏

待水泥砂浆达到一定强度后，应进行压气试漏。对封闭不严的漏气处应进行修补。

## 5 配浆

根据浆液的凝固时间及进浆强度，确定每次配浆数量。浆液稠度过大，或者出现初凝情况，应停止使用。

## 6 压浆

1) 压浆前应先灌水，此时空气压缩机的压力控制在 0.2~0.3MPa。

2) 然后将配好的浆液倒入储浆罐，打开喷枪阀门灌浆，直至邻近灌浆嘴（或排气嘴）溢浆为止。

3) 压浆顺序应自下而上，边灌边用塞子堵住已灌浆的嘴，灌浆完毕且已初凝后，即可拆除灌浆嘴，并用砂浆抹平孔眼。

12.3.5 在压浆时应严格控制压力，防止损坏边角部位和小截面的砌体，必要时，应作临时性支护。



## 12.4 外加网片法

12.4.1 外加网片法适用于增强砌体抗裂性能，限制裂缝开展，修复风化、剥蚀砌体。

12.4.2 外加网片所用的材料包括：钢筋网、钢丝网、复合纤维织物网等。当采用钢筋网时，其钢筋直径不宜大于 4mm。当采用无纺布替代纤维复合材料修补裂缝时，仅允许用于非承重构件的静止细裂缝的封闭性修补上。

12.4.3 网片覆盖面积除应按裂缝或风化、剥蚀部分的面积确定外，尚应考虑网片的锚固长度。一般情况下，网片短边尺寸不应小于 500mm。网片的层数：对钢筋和钢丝网片，一般为单层；对复合纤维材料，一般为 1~2 层；设计时可根据实际情况确定。

12.4.4 外加网片的施工应符合国家现行有关标准的规定。

## 12.5 置换法

12.5.1 置换法适用于砌体受力不大，砌体块材和砂浆强度不高的部位，以及风化、剥蚀砌体，见图 12.5.1。

12.5.2 置换用的砌体块材可以是原砌体材料，也可以是其它材料，如配筋混凝土实心砌块等。

12.5.3 置换砌体施工应满足以下要求：

- 1 把需要置换部分及周边砌体表面抹灰层剔除，然后沿着灰缝将置换砌体凿掉。在凿打过程中，应避免扰动不置换部分的砌体。

- 2 仔细把粘在砌体上的砂浆剔除干净，清除浮尘后充分润湿墙体。

- 3 修复过程中应保证填补砌体材料与原有砌体可靠嵌固。

- 4 砌体修补完成后，再做抹灰砂浆。

12.5.4 施工时应采取安全措施，以防发生意外。

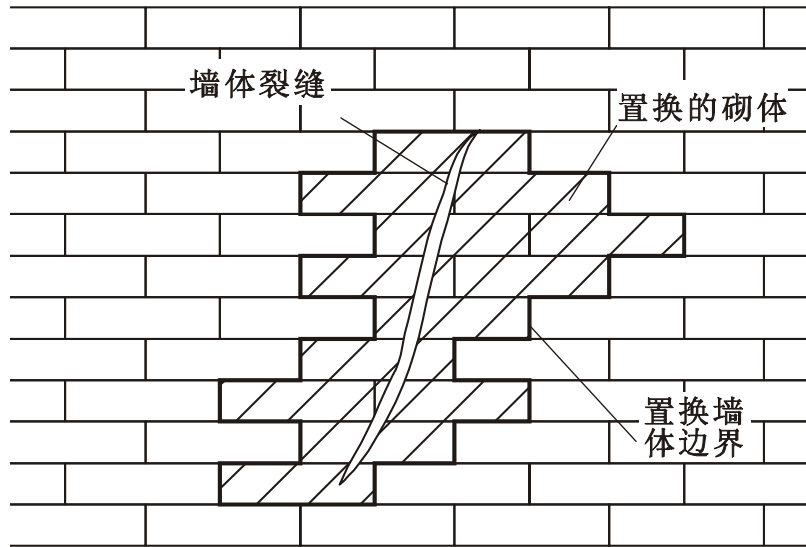


图 12.5.1 置换法处理裂缝图

## 附录 A 已有建筑物结构荷载标准值的确定

A.0.1 对已有结构上的荷载标准值取值，除应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》（GB 50009）的规定外，尚应遵守本附录的规定。

A.0.2 结构和构件自重的标准值，应根据构件和连接的实测尺寸，按材料或构件单位自重的标准值计算确定。对难以实测的某些连接构造的尺寸，允许按结构详图估算。

A.0.3 常用材料和构件的单位自重标准值，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。当该规范的规定值有上、下限时，应按下列规定采用：

- 1 当荷载效应对结构不利时，取上限值；
- 2 当荷载效应对结构有利（如验算倾覆、抗滑移、抗浮起等）时，取下限值。

A.0.4 当遇到下列情况之一时，材料和构件的自重标准值应按现场抽样称量确定：

- 1 现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 尚无规定；
- 2 自重变异较大的材料或构件，如现场制作的保温材料、混凝土薄壁构件等；
- 3 有理由怀疑材料或构件自重的原设计采用值与实际情况有显著出入。

A.0.5 现场抽样检测材料或构件自重的试样数量，不应少于 5 个。当按检测的结果确定材料或构件自重的标准值时，应按下列规定进行计算：

- 1 当其效应对结构不利时

$$g_{k,\text{sup}} = m_g + \frac{t}{\sqrt{n}} s_g \quad (\text{A.0.5 - 1})$$

式中  $g_{k,\text{sup}}$ ——材料或构件自重的标准值；

$m_g$ ——试样称量结果的平均值；

$s_g$ ——试样称量结果的标准差；

$n$ ——试样数量；

$t$ ——考虑抽样数量影响的计算系数，按表 A.0.5 采用。

2 当其效应对结构有利时

$$g_{k,\text{sup}} = m_g - \frac{t}{\sqrt{n}} s_g \quad (\text{A.0.5} - 2)$$

表 A.0.5 计算系数  $t$  值

$n$	$t$ 值	$n$	$t$ 值	$n$	$t$ 值	$n$	$t$ 值
5	2.13	8	1.89	15	1.76	30	1.70
6	2.02	9	1.86	20	1.73	40	1.68
7	1.94	10	1.80	25	1.71	$\geq 60$	1.67

A.0.6 对非结构的构、配件，或对支座沉降有影响的构件，若其自重效应对结构有利时，应取其自重标准值  $g_{k,\text{sup}}=0$ 。

A.0.7 当房屋结构进行加固验算时，对不上人的屋面，应计入加固工程的施工荷载，其取值应符合下列规定：

1 当估算的荷载低于现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的屋面均布活荷载或集中荷载时，应按该规范采用。

2 当估算的荷载高于现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定值时，应按实际估算值采用。

当施工荷载过大时，宜采取措施予以降低。

A.0.8 对加固改造设计的验算，其基本雪压值、基本风压值和楼面活荷载的标准值，除应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用外，尚应按下一目标使用年限，乘以本附录表 A.0.8 的修正系数  $\psi_a$  予以修正。

下一目标使用年限，应由委托方和鉴定方共同商定。

表 A.0.8 基本雪压、基本风压及楼面活荷载的修正系数  $\psi_a$

下一目标使用年限	$10a$	$20a$	$30\sim 50a$
雪荷载或风荷载	0.85	0.95	1.0
楼面活荷载	0.85	0.90	1.0

注：1 对表中未列出的中间值，可按线性内插法确定，当  $a < 10$  时，应按  $a = 10$  取  $\psi_a$  值。

2 符号  $a$  为年。

## 本规范用词说明

一、为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

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做的用词：

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做的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

二、条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。