

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2010年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2010〕43号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规范。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 材料；4. 加固设计；5. 加固施工；6. 检验及验收。

本规范由住房和城乡建设部负责管理，由武汉大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送武汉大学土木建筑工程学院（地址：湖北省武汉市武昌区东湖南路8号，邮编：430072）。

本规范主编单位：武汉大学

武汉建工集团股份有限公司

本规范参编单位：武汉理工大学

武汉科技大学

武汉市建设工程设计审查办公室

中信建筑设计研究总院有限公司

中南建筑设计院股份有限公司

武大巨成结构股份有限公司

湖北建科结构加固检测设计有限公司

武汉大筑建筑科技有限公司

江苏鼎达建筑新技术有限公司

中建三局第二建设工程有限责任公司

本规范主要起草人员：徐礼华 谷倩 王爱勋 杨 墨

温四清 田 水 卢亦焱 李文祥

符晶华	刘卫国	李 霆	高作平
翟新民	陈新安	李 杉	任生元
胡晓斌	张凯萍	熊仁阶	彭少民
祝亦霖			

本规范主要审查人员：

张昌叙	叶列平	高连玉	顾祥林
杜彦良	冯大斌	吴 体	尤天直
李 荣	冯广胜	郑 利	徐福泉
周朝阳	刘琼祥	赵顺波	张旭东

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	材料	5
3.1	一般规定	5
3.2	纤维片材	5
3.3	找平材料及粘结材料	8
3.4	表面防护材料	9
4	加固设计	10
4.1	一般规定	10
4.2	砌体平面内受剪加固	10
4.3	砌体抗震加固	13
4.4	构造规定	13
5	加固施工	16
5.1	一般规定	16
5.2	施工	16
5.3	施工安全	18
6	检验及验收	19
6.1	原材料的检验	19
6.2	现场施工质量检验和验收	21
附录 A	粘结材料粘合纤维片材与烧结黏土砖的正拉粘结强度试验室测定方法及评定标准	23
附录 B	粘贴纤维片材加固砌体结构施工质量现场检验方法及评定标准	28

本规范用词说明	32
引用标准名录	33

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Materials	5
3.1	General Requirements	5
3.2	Fiber Laminates	5
3.3	Leveling and Bonding Materials	8
3.4	Surface Protection Materials	9
4	Design of Strengthening	10
4.1	General Requirements	10
4.2	In-plane Shear Strengthening of Masonry	10
4.3	Seismic Strengthening of Masonry	13
4.4	Detailing Requirements	13
5	Strengthening Construction	16
5.1	General Requirements	16
5.2	Construction	16
5.3	Construction Safety	18
6	Inspection and Acceptance	19
6.1	Inspection for Materials	19
6.2	Inspection and Acceptance for Construction Quality	21
Appendix A	Laboratory Testing Methods and Evaluation Criteria for Normal Bonding Tensile Strength between FRP Laminates and Fired Clay Bricks	23

AppendixB	In-situ Inspection Methods and Evaluation	
	Criteria for Construction Quality of Masonry	
	Structures Strengthened with Externally	
	Bonded FRP Laminates	28
Explanation of Wording in This Code		32
List of Quoted Standards		33

1 总 则

1.0.1 为使纤维片材加固砌体结构做到安全适用、技术先进、经济合理、质量可靠，编制本规范。

1.0.2 本规范适用于纤维片材加固砌体结构的设计、施工及验收。

1.0.3 砌体结构加固前，应按现行国家标准《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292、《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144 对房屋建筑进行可靠性鉴定。当有抗震设防要求时，尚应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 进行抗震能力鉴定。

1.0.4 采用纤维片材进行砌体结构加固的设计、施工及验收时，除应符合本规范的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 纤维布 fiber sheet

高性能纤维的一种制品形式，包括单向、双向或多向等纤维织物。按所用纤维的种类分为碳纤维布、玻璃纤维布、芳纶布和玄武岩纤维布等。本规范无特殊说明时指单向纤维布。

2.1.2 纤维板 fiber reinforced polymer plate

连续纤维单向或多向排列，并在工厂经树脂浸渍固化的板状制品。

2.1.3 纤维片材 fiber reinforced polymer laminate

纤维布与纤维板的统称。按纤维材料的种类分为碳纤维片材、芳纶片材、玻璃纤维片材和玄武岩纤维片材等。

2.1.4 碳纤维片材 carbon fiber reinforced polymer laminate

碳纤维布和碳纤维板的总称。

2.1.5 芳纶片材 aramid fiber reinforced polymer laminate

芳纶布和芳纶板的总称。

2.1.6 玻璃纤维片材 glass fiber reinforced polymer laminate

玻璃纤维布和玻璃纤维板的总称。

2.1.7 玄武岩纤维片材 basalt fiber reinforced polymer laminate

玄武岩纤维布和玄武岩纤维板的总称。

2.1.8 修复材料 repair material

用于修补砌体结构局部缺陷的材料。

2.1.9 找平材料 putty filler

粘贴加固时用于砌体表面找平处理的材料。

2.1.10 粘结材料 bonding material

用于将纤维片材粘贴在砌体结构上的材料。

2.1.11 防护材料 protective material

用于使加固修复砌体结构的纤维片材及树脂免受外界不利环境侵蚀的材料。

2.1.12 底胶 primer

用于基底处理的树脂胶。

2.1.13 浸渍胶 saturating glue

用于粘贴并浸透纤维布的树脂胶。

2.1.14 粘结胶 adhesive

用于粘贴纤维板的树脂胶。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

E_f ——纤维片材的弹性模量；

f_f ——纤维片材的抗拉强度设计值；

f_{fk} ——纤维片材的抗拉强度标准值；

f_{tN} ——正拉粘结强度。

2.2.2 作用效应及承载力

V ——砌体墙平面内剪力设计值或考虑地震作用组合的砌体墙剪力设计值；

V_f ——粘贴纤维片材加固后砌体墙截面受剪承载力的提高值；

V_{fE} ——粘贴纤维片材加固后砌体墙截面抗震受剪承载力的提高值；

V_m ——未加固砌体墙截面受剪承载力；

V_{mE} ——未加固砌体墙截面抗震受剪承载力。

2.2.3 几何参数

A_f ——水平向纤维片材的截面面积；

A_{fi} ——穿过墙体计算斜截面的第 i 条斜向纤维片材的截面面积；

H ——砌体墙的高度；

L ——砌体墙的长度；

s_f ——水平向粘贴纤维片材条带的竖向间距；

θ ——斜向纤维片材与水平方向的夹角。

2.2.4 计算系数及其他

n ——穿过墙体计算斜截面的斜向纤维片材条带数；

γ_e ——纤维片材的环境影响系数；

γ_f ——纤维片材的材料分项系数；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数；

ζ_h ——水平向粘贴纤维片材的效能系数；

ζ_θ ——斜向粘贴纤维片材的效能系数；

λ ——墙体高宽比。

3 材 料

3.1 一 般 规 定

3.1.1 采用粘贴纤维片材对砌体结构进行加固时所用材料，应包括纤维片材、粘结材料和表面防护材料。

3.1.2 纤维片材、粘结材料的性能指标应分别符合本规范第 3.2、3.3 节的相关规定。

3.1.3 表面防护材料的性能指标应符合现行国家标准《建筑防腐工程施工规范》GB 50212 规定。

3.1.4 纤维片材、粘结材料应具有产品合格证和质检机构的产品性能检测报告。

3.1.5 砌体块体、砂浆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，且不怀疑材料性能有显著退化时，可采用原设计的标准值；

2 当原设计文件无效或怀疑材料性能有显著退化时，应采用现场检测确定的标准值。

3.2 纤 维 片 材

3.2.1 纤维片材的品种和性能应符合下列规定：

1 砌体结构加固用的碳纤维片材，应选用由聚丙烯腈基（PAN 基）12K 或 12K 以下的小丝束纤维编织的碳纤维片材，严禁使用大丝束纤维编织的碳纤维片材；当有可靠工程经验时，可使用 15K 纤维编织的碳纤维片材。

2 砌体结构加固用的玻璃纤维片材，应选用高强度的 S 玻璃纤维片材或碱金属氧化物含量低于 0.8% 的 E 玻璃纤维片材，严禁使用 A 玻璃纤维片材和 C 玻璃纤维片材。

3 当被加固砌体结构有防腐蚀要求时,应采用碳纤维片材或玄武岩纤维片材,不宜采用E玻璃纤维片材。

3.2.2 纤维片材的力学性能指标应满足表 3.2.2 的规定。纤维片材抗拉强度标准值应按保证率 95%的要求确定,弹性模量和伸长率应取平均值。

表 3.2.2 纤维片材的力学性能指标

纤维片材类型		抗拉强度标准值 f_{fk} (MPa)	弹性模量 E_f (MPa)	伸长率 (%)
碳纤维布	高强度Ⅰ级	≥ 2500	$\geq 2.1 \times 10^5$	≥ 1.3
	高强度Ⅱ级	≥ 3000	$\geq 2.1 \times 10^5$	≥ 1.4
	高强度Ⅲ级	≥ 3500	$\geq 2.3 \times 10^5$	≥ 1.5
碳纤维条形板	高强度Ⅰ级	≥ 2000	$\geq 1.4 \times 10^5$	≥ 1.4
	高强度Ⅱ级	≥ 2400	$\geq 1.6 \times 10^5$	≥ 1.6
芳纶布	高强度Ⅰ级	≥ 1500	$\geq 8.0 \times 10^4$	≥ 2.0
	高强度Ⅱ级	≥ 1800	$\geq 1.1 \times 10^5$	≥ 2.4
芳纶条形板	高强度Ⅰ级	≥ 800	$\geq 6.0 \times 10^4$	≥ 2.4
	高强度Ⅱ级	≥ 1200	$\geq 6.5 \times 10^4$	≥ 2.8
S玻璃纤维布		≥ 2200	$\geq 1.0 \times 10^5$	≥ 2.5
E玻璃纤维布		≥ 1500	$\geq 7.2 \times 10^4$	≥ 1.8
玄武岩纤维布		≥ 2000	$\geq 9.0 \times 10^4$	≥ 2.0

3.2.3 纤维片材的抗拉强度设计值应按下式确定:

$$f_f = \frac{f_{fk}}{\gamma_f \gamma_e} \quad (3.2.3)$$

式中: f_f ——纤维片材的抗拉强度设计值 (MPa);

f_{fk} ——纤维片材的抗拉强度标准值 (MPa);

γ_f ——纤维片材的材料分项系数,纤维布取 1.40,纤维条形板取 1.25;

γ_e ——纤维片材的环境影响系数,应按表 3.2.3 取值;对临时性砌体结构,可取 1.00。

表 3.2.3 纤维片材的环境影响系数

环境条件	纤维片材类型	γ_e
室内环境	碳纤维	1.00
	玄武岩纤维	1.00
	芳纶	1.20
	玻璃纤维	1.25
一般室外环境	碳纤维	1.10
	玄武岩纤维	1.20
	芳纶	1.30
	玻璃纤维	1.40
海洋环境 侵蚀性环境	碳纤维	1.20
	玄武岩纤维	1.20
	芳纶	1.50
	玻璃纤维	1.60 (强碱环境中取 2.00)

3.2.4 当进行材料性能检验和加固设计时，纤维片材截面面积应按下列方法确定：

1 纤维布截面面积应取纤维净截面面积；净截面面积取纤维布的计算厚度乘以宽度；纤维布的计算厚度按其单位面积质量除以纤维密度确定。纤维密度应由厂商提供，并应出具独立检验或鉴定机构的抽样检测证明文件。

2 单向纤维板截面面积应取其实测厚度乘以宽度。

3.2.5 用于砌体结构加固的纤维布的单位面积质量应符合表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 不同品种纤维布单位面积质量上限值 (g/m^2)

纤维布类型 施工方法	碳纤维布	芳纶布	S 玻璃 纤维布	E 玻璃 纤维布	玄武岩 纤维布
手工涂粘	300	450	450	600	300

3.3 找平材料及粘结材料

3.3.1 采用纤维片材加固砌体结构时,宜采用底胶、粘结胶和浸渍胶作为粘结材料。当表面不平整时,应采用找平材料进行表面找平处理。根据工程实际情况,也可采用免底涂胶粘剂。

3.3.2 找平材料宜采用聚合物改性水泥砂浆,其力学性能指标的平均值应符合表 3.3.2 规定。

表 3.3.2 聚合物改性水泥砂浆性能指标

性能项目	性能指标	试验方法
劈裂抗拉强度 (MPa)	≥ 4.5	《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550
抗折强度 (MPa)	≥ 8	《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550
抗压强度 (MPa)	≥ 45	《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
钢-烧结黏土砖正拉粘结强度 (MPa)	≥ 1.8 , 且为 MU20 块体内聚破坏	本规范附录 A

3.3.3 底胶、粘结胶和浸渍胶应采用专门配制的改性环氧树脂胶粘剂,其性能指标应符合表 3.3.3 的规定,钢-钢拉伸剪切强度标准值按保证率为 95%的要求确定。砌体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。底胶应与浸渍胶、粘结胶相适配。

表 3.3.3 底胶、浸渍胶和粘结胶性能指标

性能项目	性能指标	试验方法
钢-钢拉伸剪切强度标准值 (MPa)	≥ 10	《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定 (刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124
钢-烧结黏土砖正拉粘结强度 (MPa)	≥ 1.8 , 且为 MU20 块体内聚破坏	本规范附录 A
不挥发物含量 (固体含量) (%)	≥ 99	《胶粘剂不挥发物含量的测定》GB/T 2793

3.3.4 对符合本规范第 3.2.2 条力学性能指标要求的纤维片材，应与配套胶粘剂进行适配性检验；当与其他改性环氧树脂胶粘剂使用时，必须重新做适配性检验。适配性检验应按本规范附录 A 及现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的有关规定进行。

3.3.5 底胶、粘结胶和浸渍胶的长期使用性能应符合现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的有关规定。

3.4 表面防护材料

3.4.1 对加固修复后的砌体结构表面应进行防护处理，防护材料应与纤维片材可靠粘结。

3.4.2 当被加固砌体结构的表面有防火要求时，应按现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 规定的耐火等级及耐火极限要求进行防护。

3.4.3 当被加固砌体结构处于其他特殊环境时，应根据具体环境情况选择有效的防护材料与处理方法。

4 加固设计

4.1 一般规定

4.1.1 采用粘贴纤维片材加固砌体结构时，应根据现有结构的实际结构性态及后续使用要求，按现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 的有关规定确定结构的加固设计使用年限。

4.1.2 采用粘贴纤维片材加固砌体结构时，应符合下列规定：

1 加固设计应考虑加固对被加固墙体的其他受力性能以及对结构其他部位可能产生的影响；

2 加固设计时应使纤维片材沿纤维方向承受拉力作用；

3 被加固砌体结构实测的块体抗压强度平均值不宜低于 7.5MPa。

4.1.3 采用纤维片材加固的砌体结构，其长期使用的环境温度不应高于 60℃。

4.1.4 采用粘贴纤维片材对砌体结构进行抗震加固设计时，应按现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223 确定其抗震设防类别及其抗震设防标准。

4.1.5 抗震设防区砌体结构的加固设计，除应进行构件截面抗震承载力验算外，尚应采取抗震加固构造措施。

4.1.6 对已出现裂缝的砌体，当砌体裂缝宽度大于 0.5mm 时，应先采用填缝法或压浆法进行修复后，再按本章规定进行加固设计。

4.2 砌体平面内受剪加固

4.2.1 采用纤维片材对砌体墙进行平面内受剪加固时，应符合下列规定：

1 纤维片材条带在砌体墙面上宜等间距布置，条带宽度不

应小于 100mm 且不应大于 200mm，跨过墙体计算斜截面的纤维片材条带数一般不宜少于 3 条；

2 宜采用斜向交叉粘贴方式，也可根据工程实际情况选用水平向或混合交叉粘贴方式（图 4.2.1）。

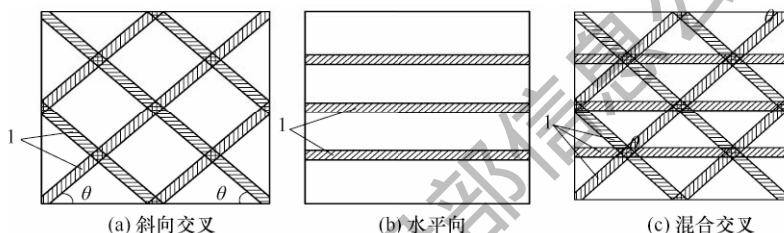


图 4.2.1 纤维片材平面内受剪加固砌体墙的粘贴方式

1—纤维片材

4.2.2 在砌体墙表面粘贴纤维片材进行平面内受剪加固时，墙体截面受剪承载力应按下列公式计算：

$$V \leq V_m + V_f \quad (4.2.2-1)$$

1 斜向交叉粘贴加固

$$V_f = \zeta_\theta f_f \sum_{i=1}^n A_{fi} \cos \theta \quad (4.2.2-2)$$

2 水平向粘贴加固

$$V_f = \zeta_h f_f \frac{A_f L}{s_f} \quad (4.2.2-3)$$

3 混合交叉粘贴加固

$$V_f = \zeta_\theta f_f \sum_{i=1}^n A_{fi} \cos \theta + \zeta_h f_f \frac{A_f L}{s_f} \quad (4.2.2-4)$$

式中：V——砌体墙平面内剪力设计值（N）；

V_m ——未加固砌体墙截面受剪承载力（N），以本规范第 3.1.5 条确定的材料强度值，按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的相应计算公式计算；

V_f ——粘贴纤维片材加固后砌体墙截面受剪承载力的提高值（N），当 V_f 大于 $0.4V_m$ 时，取 $0.4V_m$ ；

A_{fi} ——单面粘贴时为穿过墙体计算斜截面的第 i 条斜向纤维片材的截面面积 (mm^2)，双面粘贴时取单面粘贴时的两倍；

A_f ——单面粘贴时为单条水平向纤维片材的截面面积 (mm^2)，双面粘贴时取单面粘贴时的两倍；

f_f ——纤维片材的抗拉强度设计值 (MPa)；

L ——砌体墙的长度 (mm)；

n ——穿过墙体计算斜截面的斜向纤维片材条带数；

s_f ——水平向粘贴纤维片材条带的竖向间距 (mm)；

θ ——斜向纤维片材与水平方向的夹角，其值宜控制在 $30^\circ \sim 60^\circ$ ；

ζ_h ——水平向粘贴纤维片材的效能系数，按表 4.2.2-1 取值，其中 λ 为墙体高宽比， $\lambda = H/L$ ， H 为砌体墙的高度，当 λ 小于 0.4 时，按 $\lambda = 0.4$ 取值，当 λ 大于 1.2 时，按 $\lambda = 1.2$ 取值；

ζ_θ ——斜向粘贴纤维片材的效能系数，按表 4.2.2-2 取值，当 λ 小于 0.4 时，按 $\lambda = 0.4$ 取值，当 λ 大于 1.2 时，按 $\lambda = 1.2$ 取值。

表 4.2.2-1 水平向粘贴纤维片材的效能系数 ζ_h

λ	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
ζ_h	0.137	0.116	0.095	0.084	0.074

表 4.2.2-2 斜向粘贴纤维片材的效能系数 ζ_θ

$\lambda \backslash n$	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
1	0.173	0.179	0.185	0.190	0.196
2	0.163	0.168	0.174	0.179	0.185
3	0.152	0.158	0.163	0.169	0.174
4	0.142	0.147	0.153	0.158	0.164
5	0.131	0.137	0.142	0.148	0.153
6	0.121	0.126	0.132	0.137	0.143

4.2.3 对于开有门窗洞口的砌体墙，应按门窗洞口划分墙段，并应对各墙段分别进行平面内受剪加固设计和计算。

4.3 砌体抗震加固

4.3.1 粘贴纤维片材加固砌体墙的截面抗震受剪承载力应按下列公式验算：

$$V \leq V_{mE} + V_{fE} \quad (4.3.1-1)$$

$$V_{fE} = \frac{V_f}{\gamma_{RE}} \quad (4.3.1-2)$$

式中：V ——考虑地震作用组合的砌体墙平面内剪力设计值 (N)；

V_{mE} ——未加固砌体墙的截面抗震受剪承载力 (N)，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定计算；

V_{fE} ——粘贴纤维片材加固后砌体墙抗震受剪承载力的提高值 (N)，当 V_{fE} 大于 $0.4V_{mE}$ 时，取 $0.4V_{mE}$ ；

V_f ——粘贴纤维片材加固后砌体墙截面受剪承载力的提高值 (N)，按本规范第 4.2.2 条规定计算；

γ_{RE} ——承载力抗震调整系数，两端均有构造柱、芯柱的砌体抗震墙按 0.90 采用，其他砌体抗震墙按 1.00 采用，自承重砌体墙按 0.75 采用。

4.3.2 采用粘贴纤维片材方式进行抗震设防区砌体结构房屋加固时，除应满足截面抗震承载力要求外，尚应采取相应抗震措施加强砌体结构的整体性。

4.4 构造规定

4.4.1 粘贴纤维片材加固砌体墙宜采用双面单层粘贴加固方式，当墙体一面不能采用粘贴纤维片材加固时，可采用单面单层粘贴加固方式。

4.4.2 纤维片材在外墙面应跨楼层连续粘贴，当遇到洞口时，

应粘贴至洞口边缘处锚固。

4.4.3 沿纤维片材条带方向应采取可靠锚固措施，锚固构造可按现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 和《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608 中的相关规定采用。

4.4.4 纤维片材端部绕过砌体墙阳角粘贴时，砌体墙转角处外表面的曲率半径，对碳纤维片材不应小于 20mm，对其他纤维片材不应小于 25mm（图 4.4.4a、b）；纤维片材端部粘贴至砌体墙阴角处，与墙体另一侧同一位置处粘贴的纤维片材宜采用对穿螺栓锚固（图 4.4.4b、c）；T 形墙端外侧的纤维片材宜连续粘贴（图 4.4.4c）。

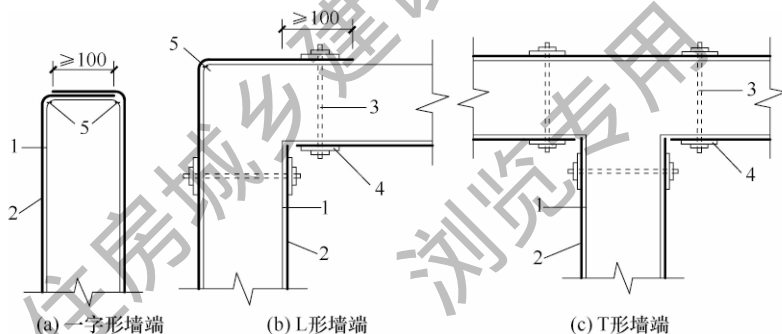


图 4.4.4 纤维片材端部的锚固构造

1—砌体墙外表面；2—纤维片材；3—M10 对穿螺栓；4—5mm 厚钢板；
5—砌体墙转角处曲率半径

4.4.5 采用粘贴纤维片材加固砌体结构房屋底层墙体时，下端宜粘贴至±0.000 标高下 500mm 或基础圈梁处。

4.4.6 当砌体墙高宽比大于 0.8 时，宜在砌体墙两端沿墙高增贴竖向纤维片材，并应延伸至墙体顶部和底部；纤维片材端部应采取可靠锚固措施，保证纤维片材的上下连续性。

4.4.7 纤维片材宜采用连续条带，中间不宜断开；当采用搭接方式接长纤维片材时，不应在墙体对角线斜截面附近区域搭接，

且同一面上相邻条带的搭接接头宜互相错开，搭接接头不应出现在砌体墙两面的同一部位；纤维片材的搭接长度不应小于 200mm。

4.4.8 对于开有门、窗洞口的砌体墙，除应对洞口两边墙段进行加固设计和计算外，宜对门洞上角、窗洞四角斜向粘贴 45°纤维片材，纤维片材宽度不应小于 100mm，长度不应小于 400mm；并宜沿洞口边粘贴纤维片材（图 4.4.8）。

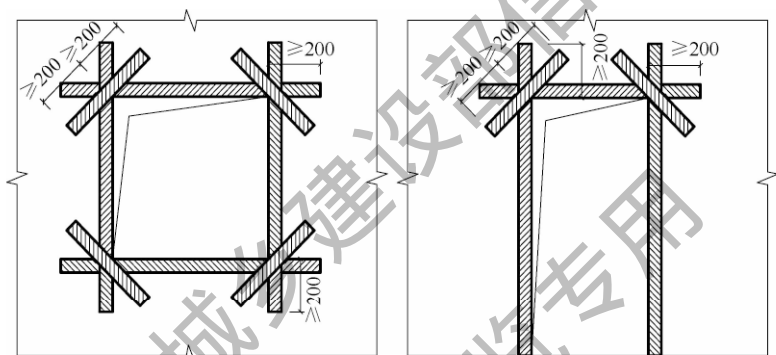


图 4.4.8 纤维片材加固洞口粘贴形式

5 加固施工

5.1 一般规定

5.1.1 施工应遵循下列工序进行：

- 1 施工准备；
- 2 砌体表面处理；
- 3 找平；
- 4 涂刷底胶；
- 5 涂刷粘结胶或浸渍胶；
- 6 粘贴纤维片材；
- 7 表面防护。

5.1.2 胶粘剂配制时应按产品使用说明中规定的配比称量，用搅拌器均匀搅拌至色泽均匀。搅拌用容器内及搅拌器上不得有油污及杂质。

5.1.3 施工温度应符合配套胶粘剂的使用规定。

5.1.4 施工时的环境湿度不宜大于70%。

5.1.5 粘贴纤维片材时，应按配套胶粘剂的使用要求控制施工时间。

5.1.6 施工过程中应避免纤维片材的弯折。

5.2 施 工

5.2.1 应选用符合本规范第3.2.2条和第3.3.3条规定的纤维片材和粘结材料，配备相应的施工机具。

5.2.2 加固施工前宜卸除作用在结构上的活荷载。

5.2.3 砌体粘贴表面处理应符合下列规定：

1 应凿除被加固砌体结构的抹灰层，当砌体粘贴表面出现风化、疏松和腐蚀等劣化现象时，应予清除；

2 被加固砌体存在裂缝、孔洞等缺陷时，应按设计进行灌缝或封闭处理；

3 砌体粘贴表面应清理干净并保持干燥。

5.2.4 砌体粘贴表面找平应符合下列规定：

1 应按本规范第 3.3.2 条规定的性能指标要求配备找平材料；

2 采用找平材料对砌体灰缝、表面凹陷部位填补平整，且不应有棱角。

5.2.5 涂刷底胶应符合下列规定：

1 应按产品使用说明配制底胶，其性能指标应符合本规范第 3.3.3 条的规定；

2 应在找平材料表面干燥后涂刷底胶；

3 应采用滚筒刷或毛刷将底胶均匀涂抹于砌体表面。底胶表面指触干燥后，应立即粘贴纤维片材。

5.2.6 粘贴纤维布应按下列步骤和要求进行：

1 应按设计尺寸裁剪纤维布；

2 应配制并在加固部位均匀涂抹浸渍胶；

3 粘贴纤维布时，应采用专用滚筒顺纤维方向多次滚压，挤出气泡，使浸渍胶充分浸透，滚压应按顺序从一个方向滚压或由中间向两边滚压，且不得损伤纤维；

4 当粘贴多层纤维布时，应重复步骤 1~3，且在纤维布表面浸渍胶指触干燥后立即进行下一层的粘贴；

5 在最后一层纤维布的表面均匀涂抹浸渍胶，不得有漏涂或不饱满之处。

5.2.7 粘贴纤维板应按下列步骤和要求进行：

1 应按设计尺寸裁剪纤维板；

2 当采用表面未经粗糙化处理的纤维板时，应将纤维板粘贴面进行粗糙化处理；

3 应配制并涂抹纤维板粘结胶；应将纤维板粘贴面擦拭干净，并立即涂抹配制好的纤维板粘结胶，胶层应呈凸起状，最小

厚度不宜小于 2mm；

4 应将涂有粘结胶的纤维板轻压粘于设计粘贴位置，采用橡皮滚筒顺纤维方向均匀滚压，应保证密实；

5 当粘贴两层纤维板时，应采用连续粘贴方式。底层纤维板的两面均应粗糙并擦拭干净。当不能立即粘贴下一层纤维板时，在开始粘贴纤维板前应对底层纤维板重新进行清理。

5.2.8 在粘贴纤维片材完成且加固粘结材料完全固化后应进行表面防护，表面防护施工应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 的有关规定，且应保证防护材料与纤维片材可靠粘结。

5.3 施 工 安 全

5.3.1 纤维片材配套胶粘剂的原料应密封储存，远离火源，避免阳光直接照射。

5.3.2 胶粘剂配制和使用场所应保持通风良好。

5.3.3 现场施工人员应采取劳动保护措施。

5.3.4 当加固施工采用碳纤维片材时，应远离电气设备及电源或采取可靠的防护措施。

6 检验及验收

6.1 原材料的检验

6.1.1 纤维片材进场时，应对其产品合格证、出厂检验报告等进行检查。同时应对下列项目进行取样复检，结果应符合本规范第 3.2 节的规定：

- 1 纤维片材的抗拉强度标准值、弹性模量和伸长率；
- 2 纤维布的单位面积质量。

6.1.2 纤维片材抗拉强度应按现行国家标准《定向纤维增强聚合物基复合材料拉伸性能试验方法》GB/T 3354 测定，按进场批次，其复检试样数量每批不应少于 15 个。

6.1.3 纤维布单位面积质量应按现行国家标准《增强制品试验方法 第 3 部分：单位面积质量的测定》GB/T 9914.3 进行测定，每批抽取 6 个试样进行复检，且其偏差应为 $\pm 3\%$ 。

6.1.4 当纤维片材尚未与配套胶粘剂进行适配性检验时，应取样按本规范第 3.3.4 条规定进行补检。

6.1.5 纤维片材的外观应符合现行国家标准《结构加固修复用碳纤维片材》GB/T 21490、《结构加固修复用玻璃纤维片材》GB/T 26744、《结构加固修复用玄武岩纤维复合材料》GB/T 26745 和《结构加固修复用芳纶布》GB/T 21491 的规定。

6.1.6 按进场批次，每批抽取 6 个试样检查纤维片材的尺寸偏差。纤维片材的尺寸偏差应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 纤维材料尺寸偏差允许值

项目	长度 (%)	宽度 (%)	厚度 (mm)
纤维布	± 1.5	± 0.5	—
纤维板	± 1.0	± 0.5	± 0.05

6.1.7 胶粘剂进场时，应对其产品合格证、出厂检验报告等进行检查，同时每批胶粘剂抽样按下列项目进行复检，结果应符合本规范第 3.3.3 条和第 3.3.5 条的规定：

- 1 钢-钢拉伸剪切强度；
- 2 钢-烧结黏土砖正拉粘结强度；
- 3 耐湿热老化性能。

6.1.8 胶粘剂力学性能复检应符合下列规定：

- 1 钢-钢拉伸剪切强度应按现行国家标准《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）》GB/T 7124 测定；
- 2 钢-烧结黏土砖正拉粘结强度应按本规范附录 A 测定。

6.1.9 胶粘剂耐湿热老化性能复检应符合下列规定：

- 1 对进入加固市场前未做过验证性试验的产品，应将取样送检测机构补检，试验方法及评定标准应符合国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 - 2010 附录 H 及现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的规定；

- 2 对已通过检测机构验证性试验的产品，进场复检应按国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 - 2010 附录 J 的规定进行快速检测与评定；

- 3 当胶粘剂的快速复检不合格时，可重新采用国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 - 2010 附录 H 规定的试验方法，以加倍试样数量再进行复检。当复检合格，可改评为符合耐老化性能要求的胶粘剂。

- 4 不得使用仅具有湿热老化性能快速复检报告的胶粘剂。

6.1.10 加固工程中，严禁使用下列情况的胶粘剂产品：

- 1 过期或出厂日期不明；
- 2 包装破损、批号涂毁、缺少中文标志、无产品使用说明书；
- 3 掺有挥发性溶剂或非反应性稀释剂；
- 4 固化剂主要成分不明或固化剂主要成分为乙二胺；

5 游离甲醛含量超标。

6.1.11 胶粘剂的主要工艺性能指标应符合表 6.1.11 的规定。胶粘剂进场时，应取样复检其混合后初黏度或触变指数。

表 6.1.11 胶粘剂工艺性能要求

胶粘剂类别 及其用途		工艺性能指标				
		混合后初黏度 (mPa·s)	触变指数	在各季节试验温度下 测定的适用期 (min)		
				春秋用 (23℃)	夏用 (30℃)	冬用 (10℃)
适用于 涂刷	底胶	≤600	—	≥60	≥30	60~180
	浸渍胶	—	≥3.0	≥90	≥60	90~240
	粘结胶	—	≥4.0	≥50	≥40	50~180
试验方法标准		《塑料 环氧树脂 黏度测定方法》 GB/T 22314	《建筑结构加固 工程施工质量 验收规范》 GB 50550-2010 附录 L	《多组分胶粘剂可 操作时间的测定》 GB/T 7123.1		

注：表中的指标，除已注明外，均应在 (23±0.5)℃ 试验温度条件下测定。

6.1.12 胶粘剂的外观质量应无结块、分层或沉淀。当在拌胶过程中发现有上述现象，应停止使用。

6.2 现场施工质量的检验和验收

6.2.1 采用纤维片材和配套胶对砌体结构进行加固时，应按本规范第 5 章的相关规定执行，并按隐蔽工程的要求，对各工序进行检验及验收。当施工质量不满足要求时，应立即采取补救措施或返工。

6.2.2 纤维片材的实际粘贴面积不应少于设计面积；粘贴片材的位置偏差不应大于 10mm。

6.2.3 纤维片材与砌体结构之间的粘结质量，可用小锤轻敲或

手压纤维片材表面的方法进行检查，总有效粘结面积不应低于纤维片材总面积的 95%。当纤维片材的单个空鼓面积不大于 10000mm^2 时，可采用针管注胶的方法进行修补；当单个空鼓面积大于 10000mm^2 时，应将空鼓部位纤维片材切除，重新搭接并粘贴等量的纤维片材，搭接长度不应小于 200mm；纤维片材端部锚固区严禁出现空鼓。

6.2.4 验收时，应按本规范附录 B 对加固施工质量进行现场抽样检验及评定。

6.2.5 纤维片材加固砌体结构工程施工质量不合格时，应由施工单位返工，并重新进行检验和验收。

附录 A 粘结材料粘合纤维片材与烧结黏土砖的正拉粘结强度试验室测定方法及评定标准

A.1 适用范围及试验环境

A.1.1 本方法适用于试验室条件下,采用配套胶粘剂粘合纤维片材与烧结黏土砖试块,或采用配套胶粘剂粘合纤维片材与聚合物改性水泥砂浆找平层的烧结黏土砖试块,在均匀拉应力作用下的正拉粘结强度测定及评定。

A.1.2 试验环境应保持:温度 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(60\pm 15)\%$ 。

A.2 试验设备和试样

A.2.1 试验机力值的示值误差不得大于 1%,试样预估破坏荷载应大于试验机全量程的 20%且小于试验机全量程的 80%。试验时所用的夹具应能使试样对中、固定,并应能使拉力平稳增加。

A.2.2 试验所用机具应采用钢材加工而成(图 A.2.2)。

A.2.3 试验宜采用烧结黏土砖制作试块,经切割、打磨加工,使试块尺寸为 $70\text{mm}\times 70\text{mm}\times 40\text{mm}$ 。烧结黏土砖的强度等级不应低于 MU20。试块使用前应切缝,平面尺寸应为 $40\text{mm}\times 40\text{mm}$,缝深应为 $4\text{mm}\sim 5\text{mm}$,缝宽应为 $1\text{mm}\sim 2\text{mm}$,并应位于试块上表面中心(图 A.2.3)。

A.2.4 试样应为钢标准块、纤维片材、配套胶粘剂、聚合物改性水泥砂浆、试块相互粘合而成的组合件,并应符合下列规定:

1 第一种试样:在试块上表面中心粘贴尺寸为 $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ 的纤维片材,然后采用高强、快固化的取样胶粘剂,将钢标准块与试块粘结(图 A.2.4a)。

2 第二种试样:采用 2 块钢制可拆卸模具,在试块上表面

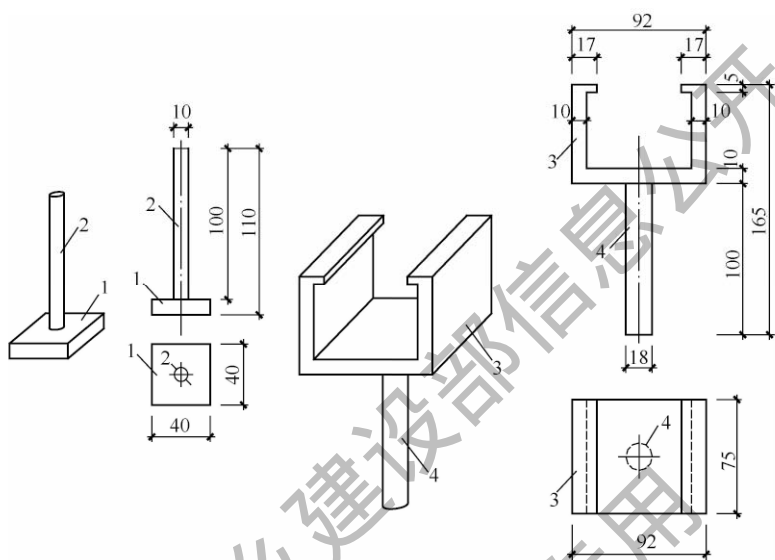


图 A.2.2 试验机具尺寸示意

1—钢标准块；2—钢标准块传力螺杆；3—钢夹具；4—钢夹具传力螺杆

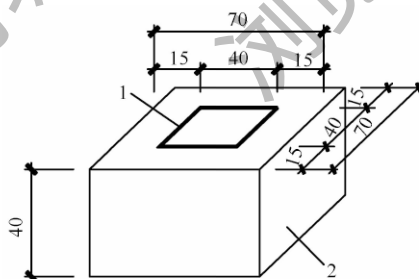


图 A.2.3 块体试块尺寸

1—预切缝；2—块体试块

中心 40mm×40mm 范围内浇筑 20mm 厚聚合物改性水泥砂浆进行找平 (图 A.2.4c)，待其 28d 硬化后再粘贴尺寸为 40mm×40mm 的纤维片材，然后采用高强、快固化的取样胶粘剂，将钢标准块与试块粘结 (图 A.2.4b)。

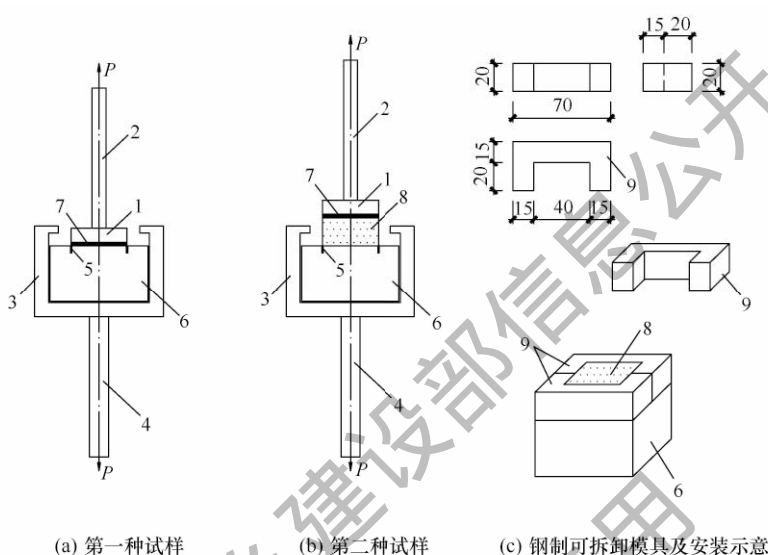


图 A.2.4 试样组成示意图

1—钢标准块；2—钢标准块传力螺杆；3—钢夹具；4—钢夹具传力螺杆；
5—预切缝；6—块体试块；7—配套胶粘剂及纤维片材；8—聚合物改性
水泥砂浆找平层；9—单块钢制可拆卸模具

A.2.5 取样胶粘剂的制备和固化，应按相应的胶粘剂产品技术条件或施工工艺说明书进行。

A.2.6 每组试样数量应为 5 个。

A.3 试验步骤

A.3.1 试验前应将制备好的试样置入拉力试验机的夹具并中对。

A.3.2 加载速度应为 1500N/min~2000N/min，观察并记录试样破坏时的荷载值和破坏形式。

A.4 试验结果

A.4.1 正拉粘结强度应按下式计算：

$$f_{\text{tN}} = \frac{P}{A} \quad (\text{A. 4. 1})$$

式中: f_{tN} ——正拉粘结强度 (MPa);

P ——试样破坏时的荷载值 (N);

A ——钢标准块的粘结面面积 (mm^2)。

A. 4. 2 试样破坏形式应按下列规定划分:

1 内聚破坏: 分为烧结黏土砖内聚破坏和受检胶粘剂或找平材料的内聚破坏;

2 粘附破坏: 分为胶层与烧结黏土砖之间的粘附破坏、找平材料与烧结黏土砖之间的粘附破坏、胶层与纤维片材之间的粘附破坏或胶层与钢标准块之间的粘附破坏;

3 混合破坏: 粘合面出现两种或两种以上的破坏形式。

A. 4. 3 试样破坏形式的正常性判别应符合下列规定:

1 当破坏形式为烧结黏土砖内聚破坏, 或虽出现两种或两种以上的破坏形式, 但烧结黏土砖内聚破坏形式的破坏面积占粘合面面积 85% 以上, 均可判为正常破坏;

2 当破坏形式为胶层与纤维片材或烧结黏土砖之间的粘附破坏、找平材料与砌体之间的粘附破坏、胶层或找平材料内聚破坏或烧结黏土砖内聚破坏面积少于 85% 的混合破坏, 均应判为不正常破坏;

3 钢标准块与取样胶粘剂之间的粘附破坏, 属检验技术问题, 应重新粘贴, 不参与破坏形式正常性评定。

A. 4. 4 组试验结果的合格评定, 应符合下列规定:

1 当一组内每一试样的破坏形式均属正常时, 应舍去组内最大值和最小值, 以中间三个值的平均值作为该组试验结果的正拉粘结强度推定值, 当该推定值不低于本规范表 3. 3. 2 ~ 表 3. 3. 3 中的相应指标时, 可评定该组试样正拉粘结强度检验结果合格;

2 当一组内仅有一个试样的破坏形式不正常, 允许以加倍数量的试样重做一组试验, 当试验结果全数达到要求, 仍可评为

合格。

A. 4. 5 批试验结果的合格评定，应符合下列规定：

1 当批内的每一组均为试验合格组，该批粘结材料的正拉粘结强度符合安全使用的要求；

2 当批内试样少于 20 组，且有一组或一组以上为不合格组，该批粘结材料的正拉粘结强度不符合安全使用要求；

3 当批内试样不少于 20 组，且仅有一组被评为试验不合格组，仍可评定该批粘结材料的正拉粘结强度符合安全使用要求。

A. 4. 6 试验报告应包括下列内容：

1 胶粘剂、聚合物改性水泥砂浆的品种、型号、批号和来源；

2 取样规则及数量；

3 制备试样的工艺条件；

4 试样的编号和数量；

5 试验时环境的温度、湿度；

6 拉力试验机的型号、量程及检定日期；

7 加荷方式及加荷速度；

8 试样的破坏荷载、破坏形式及正拉粘结强度测定值；

9 试验中出现的偏差和异常现象；

10 试验日期、试验人员及审核人员。

附录 B 粘贴纤维片材加固砌体结构施工质量 现场检验方法及评定标准

B.1 适用范围及试验设备

B.1.1 本方法适用于纤维片材加固砌体结构施工质量的现场检验及合格评定。

B.1.2 粘结强度检测仪应符合现行行业标准《数显式粘结强度检测仪》JG 3056 的规定，且应每年检定一次。当发现异常时，应随时维修，并重新检定。

B.2 现场检验

B.2.1 现场检验应在已完成纤维片材粘贴并固化 7d 的砌体结构表面上进行，当采用聚合物改性水泥砂浆找平时，应在聚合物改性水泥砂浆龄期达到 28d 后进行。取样应符合下列规定：

1 应以同种类、同规格的砌体墙构件为一检验批。不论粘贴的层数，每批按实际粘贴的表面积均匀划分为若干区，每区 100m^2 ，不足 100m^2 按 100m^2 计，且每一楼层不得少于 1 区；以每区为一检验组，每组 3 个检验点，且应分布在不同的纤维片材条带上。

2 现场检验的布点应在胶粘剂固化并满足表面防护施工要求之日进行。当推迟布点日期时，不得超过 3d。

3 布点时，应由检测人员在每一检验点处，粘贴钢标准块以构成检验用的试样。钢标准块的间距不应小于 500mm，且有一块应粘贴在加固构件的端部。

B.2.2 现场检验应按下列步骤进行（图 B.2.2）：

1 应从被测加固表面向砌体基体内部切割预切缝，切入砌体深度 10mm~15mm，宽度约 4mm~5mm。预切缝形状为直径

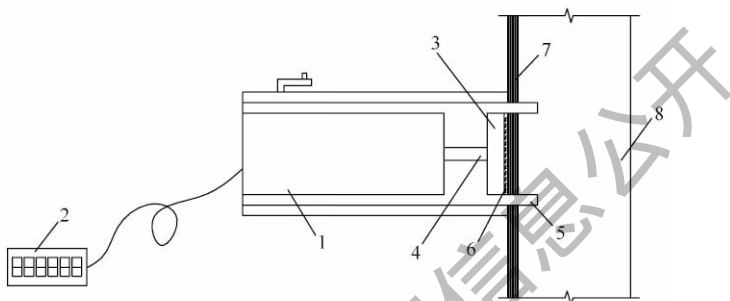


图 B.2.2 纤维片材粘结质量现场检验示意

1—纤维片材粘结强度检测仪；2—读数表；3—钢标准块；4—纤维片材粘结强度检测仪传力杆；5—预切缝；6—快固化高强胶粘剂（取样胶粘剂）；7—纤维片材及配套胶粘剂；8—砌体

50mm 的圆形或边长 40mm×40mm 的正方形。

2 应清除预切缝范围内加固表面的污渍并保持干燥。

3 应采用高强、快固化的取样胶粘剂粘贴钢标准块。取样胶粘剂的正拉粘结强度应大于粘贴纤维片材胶粘剂的正拉粘结强度。钢标准块粘贴后应立即固定，在胶粘剂固化过程中，不得受到任何扰动。

4 应将带有可调整垂直度螺旋脚的粘结强度检测仪连接到钢标准块；调整粘结强度测定仪的螺旋脚，以确保粘结强度检测仪的轴线与钢标准块的轴线重合。

5 应以 1500N/min~2000N/min 匀速加载，记录破坏时的荷载值，并观察破坏形式。

B.3 试验结果

B.3.1 正拉粘结强度应按下式计算：

$$f_{tN} = \frac{P}{A} \quad (B.3.1)$$

式中： f_{tN} ——正拉粘结强度（MPa）；

P ——试样破坏时的荷载值（N）；

A——钢标准块的粘结面面积 (mm^2)。

B.3.2 试样破坏形式应按下列规定划分：

- 1 内聚破坏：分为砌体内聚破坏和受检胶粘剂的内聚破坏；
- 2 粘附破坏：分为胶层与砌体之间的粘附破坏及胶层与纤维片材或钢标准块之间的粘附破坏；
- 3 混合破坏：粘合面出现两种或两种以上的破坏形式。

B.3.3 试样破坏形式的正常性判别，应符合下列规定：

- 1 当破坏形式为砌体内聚破坏，或虽出现两种或两种以上的破坏形式，但砌体内聚破坏形式的破坏面积占粘合面面积85%以上，均可判为正常破坏；
- 2 当破坏形式为粘附破坏、胶层内聚破坏或砌体内聚破坏面积少于85%的混合破坏，均应判为不正常破坏；
- 3 钢标准块与取样胶粘剂之间的粘附破坏，属检验技术问题，应重新粘贴，不参与破坏形式正常性评定。

B.3.4 每组试验结果应包括破坏形式、3个试样的正拉粘结强度值和该组正拉粘结强度的试验平均值。

B.3.5 纤维片材粘贴施工质量组检验结果的合格评定，应符合下列规定：

- 1 当组内每一试样的破坏形式为正常破坏且正拉粘结强度不小于1.0MPa，应评定该组为检验合格组；
- 2 当组内仅一个试样达不到要求，允许以加倍数量的试样重新做一组检验，当检验结果全数达到要求，仍可评定该组为检验合格组；
- 3 当重做试验中，仍有一个或一个以上试样达不到要求，应评定该组为检验不合格组。

B.3.6 纤维片材粘贴施工质量批检验结果的合格评定，应符合下列规定：

- 1 当检验批内各组均为检验合格组时，应评定该检验批纤维片材与砌体粘贴的施工质量合格；
- 2 当检验批由少于20个检验组组成，且有一组或一组以上

为检验不合格组，应评定该检验批纤维片材与砌体的粘贴施工质量不合格；

3 当检验批由不少于 20 个检验组组成，且仅有一组因个别试样粘结强度低而被评为检验不合格组，仍可评定该检验批纤维片材与砌体的粘贴施工质量合格。

B.3.7 试验报告应包括下列内容：

- 1 建设单位、委托单位、施工单位和检验单位的名称；
- 2 制备试样的工艺条件；
- 3 工程名称、取样部位、试样的数量和编号；
- 4 试验时环境的温度、湿度；
- 5 粘结强度检测仪的型号、量程、加载速度；
- 6 试样的破坏荷载值、破坏形式、粘结强度及评定结果；
- 7 检验过程中出现的偏差和异常现象；
- 8 检验日期、试验人员及审核人员。

本规范用词说明

1 为了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：
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：
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：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 2 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 3 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 4 《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
- 5 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144
- 6 《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212
- 7 《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223
- 8 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292
- 9 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550
- 10 《纤维增强复合材料建设工程应用技术规范》GB 50608
- 11 《砌体结构加固设计规范》GB 50702
- 12 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728
- 13 《胶粘剂不挥发物含量的测定》GB/T 2793
- 14 《定向纤维增强聚合物基复合材料拉伸性能试验方法》
GB/T 3354
- 15 《多组分胶粘剂可操作时间的测定》GB/T 7123.1
- 16 《胶粘剂 拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》
GB/T 7124
- 17 《增强制品试验方法 第3部分：单位面积质量的测定》
GB/T 9914.3
- 18 《结构加固修复用碳纤维片材》GB/T 21490
- 19 《结构加固修复用芳纶布》GB/T 21491
- 20 《塑料 环氧树脂 黏度测定方法》GB/T 22314
- 21 《结构加固修复用玻璃纤维片材》GB/T 26744
- 22 《结构加固修复用玄武岩纤维复合材料》GB/T 26745

23 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

24 《数显式粘结强度检测仪》JG 3056

住房和城乡建设部信息公开
浏览专用