

DB21

辽宁省地方标准

DB21/T3696—2023

J xxxx—2023

高强钢丝布聚合物砂浆加固技术规程

Technical specification for strengthening of building structures with high strength
steel wire cloth and polymer mortar

2023—02—28 发布

2023—03—28 实施

辽宁省住房和城乡建设厅
辽宁省市场监督管理局

联合发布

辽宁省地方标准

高强钢丝布聚合物砂浆加固技术规程

Technical specification for strengthening of building structures with high strength
steel wire cloth and polymer mortar

DB21/T 3695—2023

备案号 J XXXX—2023

主编单位：中国建筑东北设计研究院有限公司

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

实施日期：2023 年 3 月 28 日

2023 沈阳

前 言

根据辽宁省住房和城乡建设厅《关于印发〈2021 年度辽宁省第二批工程建设地方标准（导则）编制/修订计划〉的通知》（辽住建科〔2021〕33 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结工程实际经验，参考现行国家、行业和辽宁省地方相关标准，在征求有关教学、科研、生产、设计、施工、检测等单位意见的基础上，结合我省实际情况，经反复讨论、修改、审查定稿。

本规程共分 7 章和 2 个附录，主要技术内容包括：总则、术语和符号、基本规定、材料、设计、施工、验收和附录 A、附录 B。

本规程由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，由中国建筑东北设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。

本标准发布实施后，任何单位和个人如有问题和意见建议，均可通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

辽宁省住房和城乡建设厅地址：沈阳市和平区太原北街 2 号；联系电话：024-23447652。

中国建筑东北设计研究院有限公司地址：辽宁省沈阳市和平区光荣街 65 号；邮政编码：110005；
联系电话：024-62123865；邮箱：153165295@ qq. com。

本 规 程 主 编 单 位：中国建筑东北设计研究院有限公司

本 规 程 参 编 单 位：中国建筑业协会混凝土分会

混凝土杂志编辑部

卡本科技集团股份有限公司

哈尔滨工业大学

航天建筑设计研究院有限公司沈阳分公司

辽宁省建设科学研究院有限责任公司

北方测盟科技有限公司

辽宁中测建筑科技有限公司

沈阳嘉特安固工程技术有限公司

北京元辰工程技术有限公司

辽宁安高共创新材料科技发展有限公司

辽宁省交通高等专科学校

沈阳市建设工程质量检测中心有限公司

沈阳建科特种建筑工程有限公司

中建北方建设投资有限公司

中国建筑一局（集团）有限公司
空军沈阳工程设计室
联勤保障部队第四工程代建管理办公室
营口市城乡建设与公用事业中心
沈阳城市建设学院
沈阳众邦建筑加固工程有限公司
大连固斯特加固工程有限公司
北京兴电国际工程管理有限公司

本规程主要编制人员：王 全 郑孝党 陈 勇 罗仕刚 陈 鹏 赵 爽 张 彤 王玉彤
汤 飞 许小海 魏新鹏 赵 阳 王海涛 谢新宇 滕毓晨 段忠东
李 波 阎 东 王东辉 徐向军 张金良 金宇龙 陈国斌 宁迎福
蔡守兵 乔俊岩 刘鹏珠 孙 雨 吴 伟 郭世钰 刘 成 赵同峰
李 磊 宋东辉 管洪海 曹庆波 韩小杰 滕叙辉 陈 刚 赵明明
王小萌 刘庆东 张信龙 董庆丰 周 凤 乔 博 霍延威 佟旭阳
赵忠亮 刘子伟 孙海浩 尉中华 徐 改 刘智弘 于忠诚 袁小玲
谭龙华 潘启波 武俊利 鲁振刚 施传清 任 明
本规程主要审查人员：李庆钢 张巨松 张玉书 陈德龙 杨 奎 于永彬 杜 鹏

目 次

1	总则	9
2	术语和符号	10
2.1	术语	10
2.2	符号	11
3	基本规定	13
4	材料	14
4.1	一般规定	14
4.2	高强钢丝、钢丝束、钢丝布、玻璃纤维	14
4.3	聚合物砂浆	15
4.4	界面胶	16
4.5	其他	17
5	设计	18
5.1	一般规定	18
5.2	受弯构件正截面加固计算	20
5.3	受剪构件斜截面加固计算	22
5.4	构造要求	24
6	施工	28
6.1	一般规定	28
6.2	施工准备	29
6.3	基层处理	29
6.4	界面胶施工	30
6.5	聚合物砂浆制备	30
6.6	聚合物砂浆和高强钢丝布施工	31
6.7	养护和防护	32
6.8	季节性施工	32
6.9	安全文明施工	33
6.10	环境保护措施	33

7 验收	35
7.1 一般规定	35
7.2 界面处理分项工程	36
7.3 聚合物砂浆施工分项工程	36
7.4 高强钢丝布铺贴分项工程	39
7.5 工程资料	40
附录 A 高强钢丝布与聚合物砂浆握裹强度试验方法	41
附录 B 质量验收记录	45
本规程用词说明	50
引用标准名录	51
附：条文说明	53

Content

1	General Provisions	9
2	Terms and Symbols	10
2.1	Terms	10
2.2	Symbols	11
3	Basic Requirements	13
4	Material	14
4.1	General Requirements	14
4.2	High Strength Steel Wire, Steel Wire Beam, Steel Wire Cloth, Glass Fibre	14
4.3	Polymer Mortar	15
4.4	Interface Adhesive	16
4.5	Other	17
5	Design	18
5.1	General Requirements	18
5.2	Calculation of the Positive Section Reinforcement of the Bent Member	20
5.3	Calculation of the Inclined Section Reinforcement of the Bent Member	22
5.4	Detailing Requirement	24
6	Construction	28
6.1	General Requirements	28
6.2	Construction Preparation	29
6.3	Basic Level Processing	29
6.4	Interface Adhesive Construction	30
6.5	Preparation of Polymer Mortar	30
6.6	Polymer Mortar and High Strength Steel Wire Cloth Construction	31
6.7	Maintenance And Protection	32
6.8	Seasonal Construction	32
6.9	Safe and Civilized Construction	33
6.10	Environmental Protection Measures	33
7	Acceptance	35

7.1	General Requirements.....	35
7.2	Interface Processing Sub-project.....	36
7.3	Polymer Mortar Construction Sub-Project.....	36
7.4	High Strength Steel Wire Cloth Paste Sub-project.....	39
7.5	Engineering Data	40
Appendix A	Test Method For Bond Strength of High Strength Steel Wire Cloth and Polymer Mortar.....	41
Appendix B	Quality Acceptance Record.....	45
	Explanation of Wording in This Specification.....	50
	List of Quoted Standards.....	51
	Addition: Explanation of Provisions.....	53

1 总 则

- 1.0.1 为使高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的设计、施工做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于辽宁省行政区域内采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土梁、板等受弯受剪构件的设计、施工及验收。
- 1.0.3 采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件，应遵循先检测、鉴定，后加固设计、施工与验收的原则。
- 1.0.4 采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的设计、施工及验收，除应符合本规程外，尚应符合现行国家、行业标准、辽宁省地方标准的有关规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件 reinforced concrete construction member with high strength steel wire cloth and polymer mortar

通过聚合物砂浆喷抹将高强钢丝布结合于原构件表面,形成具有一定加固层厚度的整体性复合截面具有提高构件承载力及刚度的混凝土加固构件。

2.1.2 高强钢丝 high strength steel wire

一种由优质碳素结构钢经拉拔、热处理和镀锌等步骤制备的具有较高抗拉强度的丝状材料。

2.1.3 高强钢丝束 high strength steel wire bundle

由多根高强钢丝捻合而成的一束呈螺旋状结构的细状钢绞线。

2.1.4 结构加固用高强钢丝-玻璃纤维布 high strength steel wire-glass fibre cloth for strengthening structure

由高强钢丝束和与之垂直设置的耐碱玻璃纤维束或含碱量低于 0.8% 的无碱玻璃纤维束复合而成的加固材料。本规程简称: 高强钢丝布。

2.1.5 单位宽度高强钢丝束数量 number of high-strength steel wire bundles per unit width

所检宽幅内的高强钢丝束的数量折算成单位宽度的钢丝束数量。

2.1.6 单位面积高强钢丝布质量 mass of high-strength steel wire beam per unit area

所检面积内的高强钢丝布包括高强钢丝束和玻璃纤维束的质量,折算成单位面积的质量。

2.1.7 结构加固用聚合物砂浆 polymer mortar for strengthening structure

以高分子聚合物为增强粘结性能的改性材料配制而成的,与高强钢丝有较好的握裹强度且与混凝土有较高的粘结强度的结构加固用聚合物水泥基材料。本规程简称: 聚合物砂浆。

2.1.8 高强钢丝与聚合物砂浆握裹强度 grip strength of high-strength steel wire and polymer mortar

指聚合物砂浆抵抗高强钢丝布滑移能力的物理量,以高强钢丝布与聚合物砂浆相对滑动前的最大荷载除以握裹面积来表示,一般情况下,握裹强度是指沿钢丝束与聚合物砂浆接触面上的剪应力,亦即是粘结应力。

2.1.8 结构加固用界面胶 interface treating agent for strengthening structure

结构加固工程中，为改善新旧混凝土或旧混凝土与新增面层的粘结能力而使用的胶粘剂，也称结构加固用混凝土界面胶。本规程简称：界面胶。

2.2 符号

2.2.1 材料性能

E_{rw} —— 高强钢丝的弹性模量；

E_c —— 混凝土弹性模量；

E_s —— 钢筋弹性模量；

f_c —— 混凝土轴心抗压强度设计值；

f_{tk} —— 混凝土抗拉强度标准值；

f_y 、 f'_y —— 钢筋的抗拉、抗压强度设计值；

f_{rw} —— 高强钢丝布的抗拉强度设计值；

ε_{cu} —— 混凝土极限压应变。

2.2.2 作用和作用效应

M —— 构件加固后的正截面受弯承载力设计值；

M_{ok} —— 加固前受弯构件验算截面上原作用的弯矩标准值；

V —— 构件斜截面加固后的剪力设计值；

V_{bw} —— 加固后受弯构件的斜截面受剪承载力设计值的提高值；

V_{b0} —— 加固前受弯构件的斜截面受剪承载力设计值；

σ_{rw} —— 高强钢丝布的拉应力；

ε_{rw} —— 高强钢丝布的拉应变；

ε_i —— 高强钢丝布的滞后应变

2.2.3 几何参数

A_s 、 A'_s —— 受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积；

A_{rw} —— 受拉区高强钢丝布的截面面积；

b 、 h —— 加固前矩形截面的宽度、高度；

h_0 —— 加固前的截面有效高度；

h_w —— 截面的腹板高度；

h_{rw} —— 梁侧面配置的高强钢丝箍筋的竖向高度；

s_{rw} —— 受剪高强钢丝的间距。

2.2.4 计算系数及其他

α_1 —— 受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心抗压强度设计值的比值；

ψ_{rw} —— 受弯加固时高强钢丝布的强度利用系数；

ζ —— 受压边缘混凝土压应变综合系数；

ψ —— 受拉钢筋拉应变不均匀系数；

η —— 内力臂系数；

β_c —— 混凝土强度影响系数；

ψ_{vb} —— 抗剪强度折减系数。

3 基本规定

3.0.1 混凝土构件经可靠性鉴定或设计复核确认需要加固，且决定采用高强钢丝布聚合物砂浆方法加固时，应依据技术鉴定结论和委托方提出的要求按本规程进行加固设计、施工。

3.0.2 加固后混凝土结构的安全等级，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。

3.0.3 采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的设计应按本规范和现行国家标准的规定进行加固设计；不得将鉴定报告直接作为设计文件用于施工。

3.0.4 采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件必须采用质量合格，符合安全、环保要求的材料、产品和设备，凡涉及工程结构安全的工程结构加固材料应通过安全性技术鉴定。

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

3.0.6 当采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件时，施工单位应严格按照加固设计进行施工，施工时应采取确保质量和安全的有效措施。

3.0.7 加固设计使用年限，应按下列原则确定：

- 1 加固后的后继使用年限，应由抗震鉴定确定；
- 2 使用年限到期后，当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 对采用高强钢丝布聚合物砂浆加固的混凝土构件，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，但自加固竣工验收合格后第一次检查的时间间隔不应超过 10 年。

3.0.8 采用高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的设计应明确结构加固后的用途和使用环境；在加固设计使用年限内未经技术鉴定或设计许可，不得改变加固结构的用途和使用环境。

4 材料

4.1 一般规定

- 4.1.1 加固材料的品种、规格、技术性能除应符合本规程的规定和设计要求外，尚应符合现行国家标准的规定。
- 4.1.2 加固材料的性能指标应经有资质的检测机构检测，合格后方可使用。
- 4.1.3 加固材料组成部分与原构件混凝土之间应相容。
- 4.1.4 应采用节能、节材、利废、性能稳定且对人体无危害和对环境无污染的材料，不得使用国家明令淘汰、限制使用的材料。

4.2 高强钢丝、钢丝束、钢丝布、玻璃纤维

4.2.1 高强钢丝的技术要求

- 1 外观：钢丝镀层应均匀；检测方法：目测观察。
- 2 直径：钢丝直径 $\geq 0.36\text{mm}$ ；检测方法：游标卡尺测量。
- 3 高强钢丝的性能指标应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 高强钢丝的性能指标

检测项目	要求	检测方法
单位面积上的锌层质量 (g/m^2)	≥ 5	GB/T 1839
抗拉强度 (MPa)	≥ 3000	GB/T 228.1

4.2.2 高强钢丝束的性能指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 高强钢丝束的性能指标

检验项目	要求	检测方法
高强钢丝束抗拉强度 (MPa)	≥ 2800	GB/T 228.1

高强钢丝束受拉弹性模量 (GPa)	≥ 190	GB/T 228.1
高强钢丝束伸长率 (%)	≥ 2.0	GB/T 228.1

4.2.3 高强钢丝布的技术要求

- 1 类型：高强钢丝布按单位面积高强钢丝束的质量分为 G600、G1200、G2000 三种类型。
- 2 外观：无破损、无死折、无散束，间距均匀，表面干净无锈迹、油脂、油漆等污物；检测方法：目测观察。
- 3 尺寸和允许偏差：钢丝布长度定制，高强钢丝布宽度为 300mm，允许偏差 $\pm 1\%$ ；检测方法：钢直尺或直尺测量。
- 4 高强钢丝布的性能指标应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 高强钢丝布的性能指标

检验项目		要求	检测方法
单位宽度高强钢丝束数量 (束/米)	G600	≥ 150	计数
	G1200	≥ 295	
	G2000	≥ 445	
单位面积高强钢丝布质量 (g/m^2)	G600	≥ 600	GB/T 9914.3
	G1200	≥ 1200	
	G2000	≥ 2000	

4.2.4 玻璃纤维的技术要求

耐碱玻璃纤维的质量应符合《水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维》GB/T 38143 的规定，无碱玻璃纤维的质量应符合《无碱玻璃纤维纱》JC/T 169 的规定。

4.3 聚合物砂浆

4.3.1 外观

单组分粉状产品应均匀、无结块。

双组分产品其液料组分经搅拌后应呈均匀状态、无沉淀，粉状组分应均匀、无结块。

4.3.2 聚合物砂浆的性能指标

聚合物砂浆的性能指标应符合表 4.3.2 的规定。

表 4.3.2 聚合物砂浆的性能指标

检验项目			要求	检测方法
基 本 性 能	28d 劈裂抗拉强度 (MPa)		≥ 7	GB 50728 附录 E
	28d 抗折强度 (MPa)		≥ 12	GB 50728 附录 S
	抗压强度 (MPa)	7d	≥ 40	GB/T 17671
		28d	≥ 55	
	收缩率 (%)		≤ 0.1	JGJ/T 70
	正拉粘结强度		$\geq 2.5\text{MPa}$, 且为混凝土内聚破坏	GB 50728 附录 G
	高强钢丝布与聚合物砂浆 握裹强度 (MPa)	28d	≥ 3.00	本规程附录 A
	燃烧性能		A 级	GB 8624 GB/T 5464 GB/T 14402
耐环境作用 能力	耐湿热老化能力 (%)		≤ 10	GB 50728 附录 J
	耐冻融性能 (%)		≤ 5	GB 50550 附录 R
	耐水性能 (MPa)		≥ 1.5 , 且为基材内聚破坏	GB 50728 附录 G

注：聚合物砂浆的检测条件按现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 中 7.2 的规定。

4.3.3 配制聚合物砂浆用的聚合物乳液，其挥发性有机化合物和游离甲醛含量应符合表 4.3.3 的规定。

表 4.3.3 挥发性有机化合物和游离甲醛限值

项目	要求	检测方法
挥发性有机化合物 (VOC) (g/L)	≤ 350	GB18583
游离甲醛 (g/kg)	≤ 1.0	

4.4 界面胶

4.4.1 界面胶宜采用改性环氧类，应无分层离析、无杂质及结絮现象。

4.4.2 界面胶的性能指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 界面胶性能指标

项目	要求	检测方法
钢对钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥ 15	GB/T 7124

钢对干态混凝土正拉粘结强度 (MPa)	≥ 2.5 , 且为混凝土内聚破坏	GB 50728 附录 G
钢对湿态混凝土正拉粘结强度 (MPa)	≥ 1.8 , 且为混凝土内聚破坏	
无约束线性收缩率 (%)	≤ 0.4	GB 50728 附录 P
耐湿热老化性能 (抗剪强度降低率)	$\leq 18\%$	GB 50728 附录 J

注：界面胶的检测条件按现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 中 4.7 的规定。

4.4.3 界面胶的挥发性有机化合物和游离甲醛含量应符合本规程表 4.3.3 的规定。

4.5 其他

4.5.1 聚合物砂浆拌和水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4.5.2 钢板、钢筋、锚栓、焊接、防护等材料应符合相应的现行国家标准、行业标准的规定。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 混凝土构件加固设计应符合现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367、《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022、《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153 及《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068 的规定。

5.1.2 混凝土构件加固设计应进行承载力极限状态设计计算，应通过构造措施满足正常使用极限状态和耐久性要求。

5.1.3 承载力极限状态计算采用以概率理论为基础的极限状态设计法与分项系数表达式进行计算。

5.1.4 结构上的作用，应经调查或检测核实，并按现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 附录 A 的规定和要求确定其标准值或代表值。

5.1.5 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 作用组合的效应设计值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。

5.1.6 加固构件的尺寸，对原有部分应根据鉴定报告采用原设计值或实测值；对新增部分，可采用加固设计文件给出的名义值。

5.1.7 原结构、构件的混凝土强度等级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；

3 当原构件混凝土强度等级的检测受实际条件限制而无法取芯时，可采用回弹法检测，但其强度换算值应按《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 附录 B 的规定进行龄期修正，且仅可用于结构的加固设计。

5.1.8 加固材料的性能和质量，应符合本规程第 4 章的规定。

5.1.9 高强钢丝束应取置信水平 0.95、保证率为 95%的极限抗拉强度作为抗拉强度标准值，极限拉应变应取其抗拉强度标准值除以弹性模量，高强钢丝束抗拉强度设计值见表 5.1.9，弹性模量为 1.9×10^5 MPa。

5.1.9 高强钢丝束抗拉强度设计值 (MPa)

重要构件	一般构件
1400	2000

5.1.10 采用高强钢丝布聚合物砂浆对钢筋混凝土构件进行加固时,加固后构件的承载力提高幅度应满足下列要求:

- 1 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力提高幅度不宜超过 40%;
- 2 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力提高幅度不宜超过 60%。

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

5.1.12 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。

5.1.13 采用高强钢丝布聚合物砂浆进行结构加固时,应卸除作用在结构上的活荷载,并应考虑二次受力的影响。

5.1.14 对加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的混凝土构件,应在加固设计文件中提出相应的临时性安全措施,并明确要求施工单位应严格执行。

5.1.15 受弯构件加固后的相对界限受压区高度 $\xi_{b,rw}$,应按下式计算,即按构件加固前控制值的 0.85 倍采用:

$$\xi_{b,rw} = 0.85\xi_b \quad (5.1.15)$$

式中: ξ_b ——构件加固前的相对界限受压区高度,按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定计算。

5.1.16 考虑地震作用效应组合的结构构件,应将其截面承载力除以承载力抗震调整系数 γ_{RE} , γ_{RE} 应按现行行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 的规定取值。

5.1.17 抗震设防区结构构件的加固,除应满足承载力要求外,尚应复核其抗震能力,应在设计、计算和构造上满足国家现行标准《建筑抗震设计规范》GB 50011、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 和《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 的要求。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。

5.2 受弯构件正截面加固计算

5.2.1 采用高强钢丝布聚合物砂浆对钢筋混凝土梁、板进行受弯加固时的承载力计算，除应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对受弯构件正截面承载力计算的基本假定外，尚应符合下列规定：

- 1 构件达到受弯承载力极限状态时，高强钢丝的拉应变 ε_{rw} 应按截面应变保持平面的假定确定，但不应超过高强钢丝的极限拉应变 ε_{rwu} 。
- 2 当考虑二次受力影响时，应按截面应变保持平面的假定计算加固前受拉区边缘混凝土的初始应变 ε_i 。
- 3 高强钢丝束的拉应力 σ_{rw} 可近似按下式确定：

$$\sigma_{rw} = E_{rw} \cdot \varepsilon_{rw} \quad (5.2.1)$$

式中： E_{rw} ——高强钢丝的弹性模量（MPa）；

ε_{rw} ——高强钢丝束的拉应变。

5.2.2 在矩形截面受弯加固时，其正截面受弯承载力应按下列公式计算（图 5.2.2）：

$$M \leq \alpha_1 f_c b x (h - \frac{x}{2}) + f_y' A_s' (h - \alpha_s') - f_y A_s (h - h_0) \quad (5.2.2-1)$$

$$\alpha_1 f_c b x + f_y' A_s' = f_y A_s + \psi_{rw} f_{rw} A_{rw} \quad (5.2.2-2)$$

$$\psi_{rw} = \frac{(0.8 \varepsilon_{cu} h / x) - \varepsilon_{cu} - \varepsilon_i}{f_{rw} / E_{rw}} \quad (5.2.2-3)$$

$$2\alpha_s' \leq x \leq \xi_{b,rw} h_0 \quad (5.2.2-4)$$

式中： M ——构件加固后的正截面受弯承载力设计值（N·mm）；

A_s 、 A_s' ——受拉区、受压区纵向普通钢筋的截面面积（mm²）；

A_{rw} ——受拉区高强钢丝束的截面面积（mm²），为单个高强钢丝的横截面面积乘以每束包含高强钢丝的个数；

f_y 、 f_y' ——钢筋的抗拉、抗压强度设计值（N/mm²）；

f_c ——混凝土轴心抗压强度设计值 (N/mm^2);

f_{rw} ——高强钢丝束的抗拉强度设计值 (N/mm^2);

E_{rw} ——高强钢丝的弹性模量 (N/mm^2);

x ——等效矩形应力图形的混凝土受压区高度 (mm);

α_1 ——系数, 按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 确定;

ϵ_{cu} ——混凝土极限压应变, 取 $\epsilon_{cu} = 0.0033$;

ϵ_i ——考虑二次受力影响时, 高强钢丝布的滞后应变, 应按本规程第 5.2.4 条的规定计算; 若不考虑二次受力影响, 取 $\epsilon_i = 0$;

ψ_{rw} ——受弯加固时高强钢丝束的强度利用系数; 当按公式 (5.2.2-3) 计算的 ψ_{rw} 大于 1.0 时, 取 ψ_{rw} 等于 1.0;

b 、 h ——加固前矩形截面的宽度、高度 (mm);

h_0 ——加固前的截面有效高度 (mm);

a'_s ——受压区纵向普通钢筋合力点至截面受压区边缘的距离 (mm)。

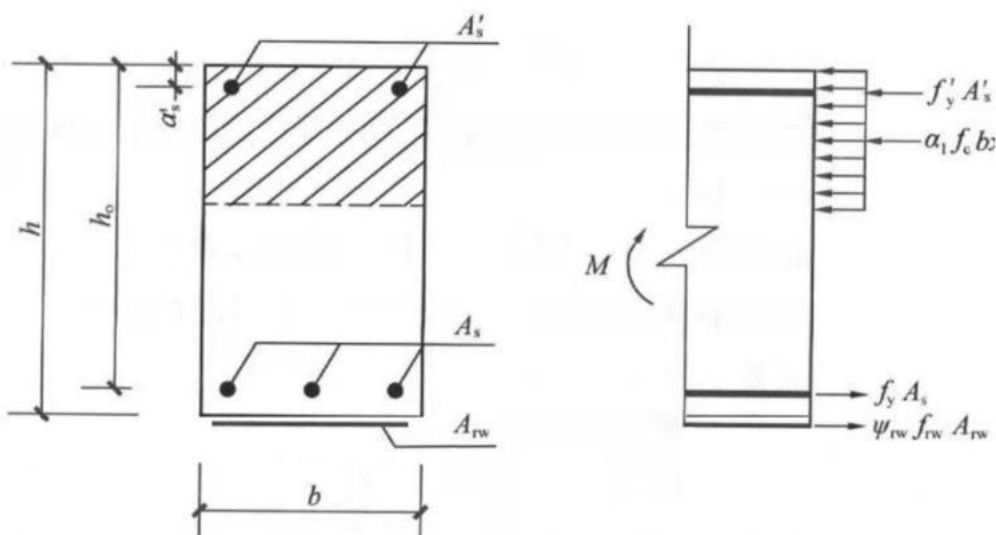


图 5.2.2 受弯构件正截面承载力计算

5.2.3 对翼缘位于受压区的 T 形截面受弯构件, 当在其受拉区采用高强钢丝布聚合物砂浆进行受弯加固时, 应按本规程第 5.2.2 条的原则和现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中 T 形截面构件受弯承载力的计算方法计算和验算。

5.2.4 当考虑二次受力影响时，高强钢丝布的滞后应变 ε_i 应按下式计算：

$$\varepsilon_i = \frac{\alpha_f M_{0k}}{E_s A_s h_0} \tag{5.2.4}$$

式中： M_{0k} ——加固前受弯构件验算截面上原作用的弯矩标准值；

α_f ——综合考虑受弯构件裂缝截面内力臂变化、钢筋拉应变不均匀以及钢筋排列影响等的计算系数，应按表 5.2.4 采用。

表 5.2.4 计算系数 α_f 值

ρ_{te}	≤ 0.007	0.010	0.020	0.030	0.040	≥ 0.060
单排钢筋	0.65	0.85	1.10	1.15	1.20	1.25
双排钢筋	0.70	0.95	1.20	1.25	1.30	1.35

注：1 ρ_{te} 为混凝土有效受拉截面的纵向受拉钢筋配筋率，即 $\rho_{te} = A_s / A_{te}$ ， A_{te} 为有效受拉混凝土截面面积，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的规定计算。

2 当原构件钢筋应力 $\sigma_{s0} \leq 150MPa$ ，且 $\rho_{te} \leq 0.05$ 时，表中 α_f 值可乘以调整系数 0.9。

5.2.5 过火构件可按本规程执行，并符合现行相关标准的规定。

5.3 受剪构件斜截面加固计算

5.3.1 采用高强钢丝布聚合物砂浆对构件的斜截面受剪承载力进行加固时，应设置成垂直于构件轴线方向的环形箍或其他有效的 U 形箍（图 5.3.1）。

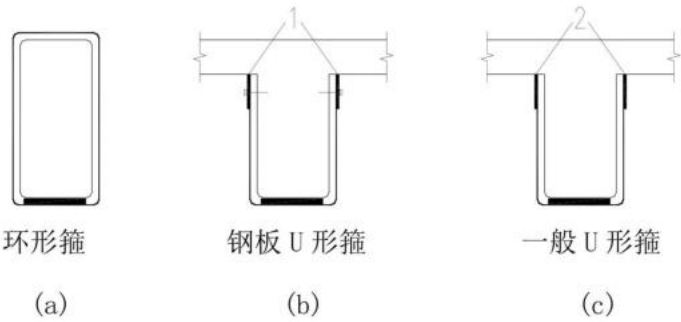


图 5.3.1-1 构造方式

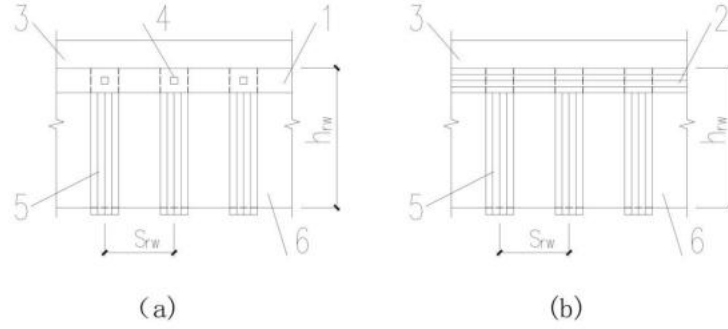


图 5.3.1-2 U 形箍及纵向钢丝布布置方式

图 5.3.1 高强钢丝布聚合物砂浆抗剪箍及其粘贴方式

1—钢板压条；2—高强钢丝布压条；3—板；4—锚栓加胶粘锚固；5—U 形箍；6—梁

5.3.2 受弯构件加固后的斜截面应符合下列规定：

当 $h_w/b \leq 4$ 时

$$V \leq 0.25\beta_c f_c b h_0 \quad (5.3.2-1)$$

当 $h_w/b \geq 6$ 时

$$V \leq 0.20\beta_c f_c b h_0 \quad (5.3.2-1)$$

当 $4 < h_w/b < 6$ 时，按线性内插值法确定。

式中：V——构件斜截面加固后的剪力设计值（kN）；

β_c ——混凝土强度影响系数，按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定值采用；

f_c ——构件混凝土轴心抗压强度设计值（MPa）；

B ——矩形截面的宽度、T 形或 I 形截面的腹板宽度（mm）；

h_0 ——截面有效高度（mm）；

h_w ——截面的腹板高度（mm），对矩形截面，取有效高度；对 T 形截面，取有效高度减去翼缘高度；对 I 形截面，取腹板净高。

5.3.3 采用高强钢丝布聚合物砂浆对钢筋混凝土梁进行受剪加固时，其斜截面承载力应按下列公式计算：

$$V \leq V_{b0} + V_{bw} \quad (5.3.3-1)$$

$$V_{bw} = \psi_{vb} f_{rwv} \frac{h_{rw}}{s_{rw}} A_{rwv} \quad (5.3.3-2)$$

式中： V —— 加固后梁的斜截面受剪设计值（N）；

V_{b0} ——加固前梁的斜截面受剪承载力设计值（N），按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定进行计算；

V_{bw} ——加固后梁的斜截面受剪承载力设计值的提高值（N）；

ψ_{vb} ——抗剪强度折减系数，按表 5.3.3 的规定采用；

f_{rwv} ——受剪加固时高强钢丝的抗拉强度设计值（MPa），按本规程第 5.2.3 规定的强度设计值乘以调整系数 0.50 确定；当为框架梁或悬挑构件时，调整系数取为 0.25；

A_{rwv} ——配置在同一截面处构成环形箍或 U 形箍的高强钢丝布的全部截面面积（mm²）；

h_{rw} ——梁侧面配置的高强钢丝箍筋的竖向高度（mm），对于环形箍 h_{rw} 取为 h ；

s_{rw} ——受剪高强钢丝束的间距（图 5.3.1-2）（mm）。

表 5.3.3 抗剪强度折减系数 ψ_{vb}

高强钢丝箍筋构造		环形箍	U 形箍
受力条件	均布荷载或剪跨比 $\lambda \geq 3$	1.00	0.85
	$\lambda \leq 1.5$	0.65	0.55

注：当 λ 为中间值时，按线性内插法确定 ψ_{vb} 值。

5.4 构造要求

5.4.1 高强钢丝布的聚合物砂浆保护面层的厚度不应小于 15mm。

5.4.2 高强钢丝布的铺设计，应符合下列规定：

- 1 梁、板构件的受拉区粘贴高强钢丝布进行受弯加固，高强钢丝方向应与加固部位的受拉方向一致；
- 2 采用环形箍或 U 形箍对梁构件进行受剪加固，高强钢丝方向宜与构件轴垂直；
- 3 当高强钢丝布需要接长时，沿长度方向的搭接长度应符合设计规定，并错位搭接；若施工图未注明，应取搭接长度不小于 200mm，且不应位于最大弯矩区。

5.4.3 对钢筋混凝土受弯构件正弯矩区进行正截面加固时，高强钢丝布应延伸至支座边缘，且应在高强钢丝布的端部（包括截断处）及集中荷载作用点的两侧，设置 U 形箍（对梁）或横向压条（对板）。

5.4.4 对钢筋混凝土受弯构件负弯矩区进行正截面承载力加固时，应采取下列构造措施：

1 支座处无障碍时，高强钢丝布应在负弯矩包络图范围内连续设置，截断位置距支座边缘的延伸长度应根据负弯矩分布确定，且对板不小于 1/4 跨度，对梁不小于 1/3 跨度。

2 支座处虽有障碍，但梁上有现浇板，且允许绕过柱位时，宜在梁侧 4 倍受压翼缘高度的范围内布置，当有可靠依据和经验时，此限制可适当放宽。

3 在框架顶层梁柱的端节点处，高强钢丝布只能贴至柱边缘而无法延伸时，应采用结构胶加贴 L 形钢板进行粘结与锚固（图 5.4.4-1）。L 形钢板的总截面面积应按下式进行计算：

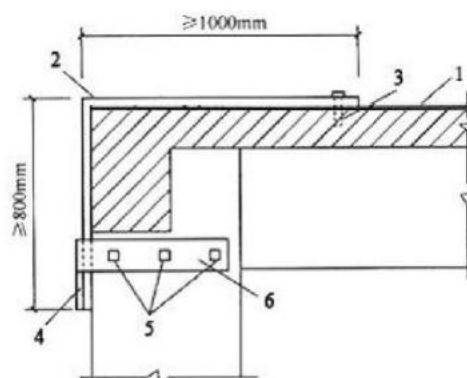


图 5.4.4-1 柱顶加贴 L 形钢板锚固构造

1-高强钢丝布；2-粘贴 L 形钢板；3-M12 锚栓；4-加焊顶板(预焊)；

5-d>M14 的 6.8 级锚栓；6-胶粘于柱上的 U 形钢板箍

$$A_{a,1} = 1.2\psi_{rw}f_{rw}A_{rw}/f_y \quad (5.4.4)$$

式中： $A_{a,1}$ ——支座处需粘贴的 L 形钢板截面面积；

ψ_{rw} ——高强钢丝束的强度利用系数，按本规程 5.2.1 条采用；

f_{rw} ——高强钢丝束的抗拉强度设计值，按本规程第 5.1.9 条采用；

A_{rw} ——支座处实际粘贴的高强钢丝束截面面积；

f_y ——L 形钢板抗拉强度设计值。

L 形钢板总宽度不宜小于 0.9 倍梁宽，且宜由多条 L 形钢板组成。

4 当梁上无现浇板，或负弯矩区的支座处需采取加强的锚固措施时，可采取胶粘 L 形钢板（图 5.4.4-2）的构造方式。但柱中箍板的锚栓等级、直径及数量应经计算确定。当梁上有现浇板，也可采

取这种构造方式进行锚固，其 U 形钢箍板穿过楼板处，应采用半叠钻孔法，在板上钻出扁形孔以插入箍板，再用结构胶予以封固。

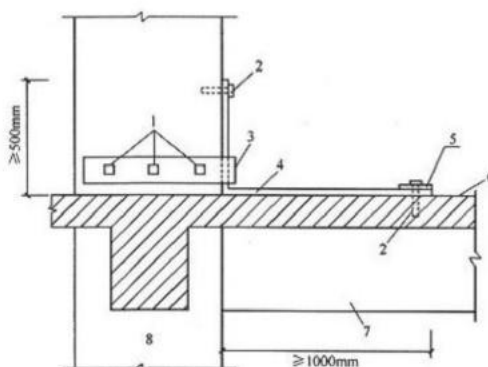


图 5.4.4-2 柱中部加贴 L 形钢板及 U 形钢板箍的锚固构造示例

1— $d \geq M22$ 的 6.8 级锚栓；2—M12 锚栓；3—U 形钢箍板，胶粘于柱上；4—粘贴 L 形钢板；5—横向钢压条，锚固于楼板上；

6—加固粘贴的高强钢丝束；7—梁；8—柱

5.4.5 采用高强钢丝布聚合物砂浆对钢筋混凝土梁的斜截面承载力进行加固时，其构造应符合下列规定：

1 高强钢丝布的受力方向应与构件轴向垂直；

2 宜选用环形箍；当仅按构造需要设箍时，也可采用一般 U 形箍；

3 当环形箍、一般 U 形箍采用高强钢丝布时，其净间距 $S_{rw,n}$ (图 5.4.5) 不应大于现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 规定的最大箍筋间距的 0.70 倍，且不应大于梁高的 0.25 倍；

4 U 形箍的粘贴高度应为梁的截面高度，当梁有翼缘或有楼板时，应伸至其底面。U 形箍的宽度，对端箍不应小于加固高强钢丝布宽度的 $2/3$ ，且不应小于 150mm；对中间箍不应小于加固高强钢丝布宽度的 $1/2$ ，且不应小于 100mm；

5 当梁的高度 h 大于等于 600mm 时，应在梁的腰部增设一道纵向腰压带 (图 5.4.5)。

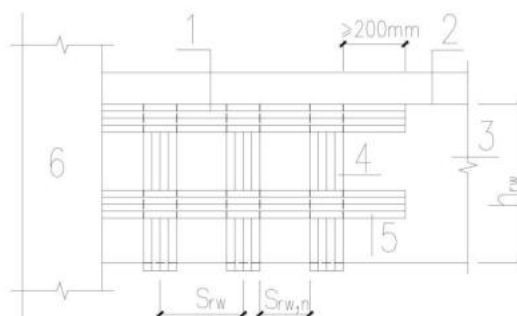
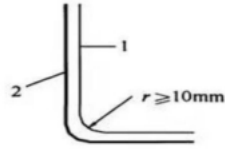


图 5.4.5 纵向腰压带

1—纵向压条；2—板；3—梁；4—U 形箍；5—纵向腰压条；6—柱； S_{rw} —U 形箍的中心间距； $S_{rw,n}$ —U 形箍的净间距； h_{rw}

—梁侧面粘贴的条带竖向高度

5.4.6 当高强钢丝布绕过加固构件转角处时，转角处构件外表面宜倒角处理（图 5.4.6），圆角处理时半径不应小于 10mm。



1—构件外表面；2—高强钢丝布

图 5.4.6 构件转角构造示意

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的施工除应按本规程规定执行外，尚应按现行国家标准《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022、《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 和《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105 的规定执行。

6.1.2 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的施工单位应具有相应资质和施工经验，施工单位技术人员应仔细阅读设计文件，进行现场踏勘，并根据施工现场和被加固构件的实际情况编制专项施工方案，经审查批准后组织实施。

6.1.3 施工人员应经过安全质量技术交底，并应经培训掌握操作要领，按设计文件和审批后的专项施工方案进行施工。

6.1.4 所用加固材料应符合设计要求和有关规定，其合格证和相关的检测报告等资料齐全有效，并进行进场复验，经复验合格后方能使用。

6.1.5 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件施工工艺步骤如下：

施工准备→原构件混凝土基层处理验收→放线定位→基层清理→界面胶施工→聚合物砂浆制备→涂抹底层聚合物砂浆→铺设高强钢丝布→涂抹面层聚合物砂浆→刮平压光→养护→表面处理和防护→检查验收。

6.1.6 施工环境温度应符合界面胶和聚合物砂浆产品使用说明书的规定；若未作规定，最低施工温度按不低于 15℃，最高施工温度按不高于 35℃ 进行控制。

6.1.7 应在施工现场加固构件旁采用相同材料和施工工艺制作施工样板，并进行实体见证检验，且其检验结果应满足表 6.1.6 的规定：

6.1.6 正拉粘结强度及其破坏形式

检验项目	原构件实测混凝土强度等级	检测合格指标
正拉粘结强度及其破坏形式	C15~C30	混凝土内聚破坏
	C35 以上	≥2.5MPa，且为混凝土内聚破坏

6.1.8 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件施工必须遵守现行的建筑施工安全技术规定，制定施工

环境保护计划，落实责任人，并组织实施。

6.1.9 加固施工完成后，未经技术鉴定或设计许可，严禁对加固区进行破坏性施工。

6.2 施工准备

6.2.1 施工前应对所使用的高强钢丝布、聚合物砂浆、界面胶等材料进行进场验收；加固使用的机具应满足施工需要，且性能应稳定可靠，施工前对施工机具做好准备与检查工作。

6.2.2 施工前应熟悉设计文件，应有加固设计施工图和施工技术措施，并根据施工内容和现场实际情况编制施工应急预案。

6.2.3 结构加固工程施工前应对原结构、构件进行清理，拆迁原结构上影响施工的管道和线路以及其他障碍；在相关各专业工种交接时，应进行交接检验，并应经监理工程师检查认可。

6.2.4 施工前按设计要求卸除原结构上的荷载及搭设安全支撑及工作平台，严禁在加固施工部位集中堆放超出设计施工荷载限值的材料及施工机具等。

6.2.5 脚手架应符合施工规定，验收合格后方可使用，采用移动式脚手架应有可靠的安全装置。

6.2.6 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件施工前，应按图纸现场放线定位，确定加固范围，并对结构构件加固区做好标识措施。

6.3 基层处理

6.3.1 应清除原构件表面的尘土、浮浆、污垢、油渍、原有涂装、抹灰层或其他饰面层等有影响粘结的材料，应剔除其风化、剥落、疏松、起砂、蜂窝、麻面、腐蚀、凸出物等缺陷。

6.3.2 对松散、剥落等缺陷较大的部位清除后用聚合物砂浆进行修补，经修补后的基面应适时进行喷水养护，养护时间不得少于 24h。

6.3.3 应检查并修补原构件的裂缝，修补方法应按设计单位确定的方案。

6.3.4 当发现原构件露筋部分已经出现锈蚀时，应进行除锈处理。

6.3.5 当工程量不大时，可采用人工清理；当工程量很大或对界面处理的均匀性要求很高时，宜采用高压水射流进行清理，高压水射流的作业应按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 C 的规定执行。

6.3.6 若原构件表面处于潮湿或渗水状态，修补前应先进行疏水、止水和干燥处理。

6.3.7 原构件表面的含水率，应符合界面胶和聚合物砂浆施工的要求。

6.4 界面胶施工

6.4.1 界面胶品种、规格、质量应符合设计要求，涂使用前先查看产品的品种、保质期及状态，界面胶应在有效使用期内使用，不得受冻、曝晒，应无分层离析、无杂质及结絮现象。

6.4.2 界面胶施工应在基面处理验收完毕，且基面含水率符合施工要求后进行。

6.4.3 界面胶制备应按其产品说明要求进行，必须搅拌均匀，不得出现结块现象；应随用随搅，并在可操作时间内用完。

6.4.4 界面胶施工可采用喷涂、辊涂、涂刷工艺将界面胶满涂于基体表面，界面胶的每平方米用量为0.2~0.3kg，涂抹应均匀，防止漏涂。

6.5 聚合物砂浆制备

6.5.1 聚合物砂浆的制备应符合下列规定：

- 1 应按产品说明要求加水或其他组分拌和，不得添加其他组分；
- 2 各组分按质量计量，水也可按体积计量，计量允许偏差：水为 1%，其他为 2%；
- 3 不得使用过期、受潮结块的干混料，不同生产厂、不同品种的聚合物砂浆不得混合使用。
- 4 聚合物砂浆的性能应符合本规程规定和设计要求，稠度宜为 70~90mm。

6.5.2 聚合物砂浆的拌制应符合下列规定：

- 1 应采用机械搅拌，严禁人工搅拌；
 - 2 应使用专用容器，专人操作；
 - 3 宜先将水或液体组分放入干净搅拌容器中，后加入干粉料；
 - 4 搅拌不宜少于 3min，使浆料均匀并具有一定的黏稠度，搅拌后静置超过 1 分钟并在施工前重新搅拌 10 秒左右即可使用；
 - 5 一次搅拌的聚合物砂浆不宜过多，拌好的砂浆宜在30min以内用完；
 - 6 搅拌好的浆料不得分层、泌水，变稠或快凝结的浆料不得二次加水。
- 6.5.3 聚合物砂浆应在使用地点取样检，每一工作班不宜少于二次；如有疑问及时检测，检测应由具有相应资格的施工技术人员和工程监理人员共同负责取样送检。

6.6 聚合物砂浆和高强钢丝布施工

I 涂抹底层聚合物砂浆

6.6.1 应在界面剂指触干燥前抹底层聚合物砂浆，底层聚合物的涂抹厚度约为 5mm；要确保涂抹后砂浆的平整度，使用刮板进行刮平及拉压实处理。

6.6.2 聚合物砂浆施工宜采用机械喷涂抹灰，也可采用人工抹灰。

6.6.3 采用机械喷涂抹灰应符合下列规定：

1 喷涂设备的选择应根据施工要求确定，其产品质量应符合现行行业标准《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105 的规定。

2 喷涂顺序和路线宜先远后近、先上后下、先里后外；喷枪移动轨迹应规则有序，不宜交叉重叠，要保证厚度均匀，不产生流淌、虚喷空洞等情况，机喷后要及时采用人工或机器将喷涂面抹平。

3 喷涂过程中应加强对成品的保护，对各部位喷溅粘附的砂浆应及时清除干净。

6.6.4 采用人工抹灰时，底层聚合物砂浆施工时应使用铁抹子压实，使聚合物砂浆与被加固构件基层结合紧密；严禁出现漏底的现象。

6.6.5 同一构件加固时，聚合物砂浆抹灰应连续作业，不应有施工缝。

II 铺设高强钢丝布

6.6.6 高强钢丝布需铺设在未表干的底层聚合物砂浆上，高强钢丝布的钢丝方向需按照设计的方向进行布置，钢丝布沿受力方向上的搭接长度不小于200mm，并错位搭接。

6.6.7 粘贴时，避免钢丝布在弯矩和受力较大处搭接。

6.6.8 当对高强钢丝布铺设造成影响时，应采取固定高强钢丝布的措施，避免高强钢丝布和聚合物砂浆脱落。

6.6.9 高强钢丝布需用泥抹按压入砂浆层中，使钢丝束处于拉紧的状态，并确保摊铺完成后高强钢丝布表面的平整度。

III 涂抹面层聚合物砂浆

6.6.10 高强钢丝布铺设完毕后，待底层聚合物砂浆初凝后，即可进行面层聚合物砂浆的拌制和涂抹施工，面层喷涂或抹灰层厚度不应小于 15mm。

6.6.11 聚合物砂浆抹灰时应注意对已经铺设好的高强钢丝布加强保护，不得使其变形、移位、脱落。

6.6.12 涂抹浆料要求均匀密实，使前后砂浆层结合紧密；需保证底层和面层聚合物砂浆在同一天进行施工；如果面层聚合物砂浆未能在 24 小时施工，底层聚合物砂浆需涂抹一层界面剂后再进行施工。

6.6.13 已达到设计厚度的表面抹平、压实、压光，如发现有砂浆厚度不满足要求的情况，需要进行局部修补。

6.6.14 确保涂抹完成后，聚合物砂浆面层的外观质量不应有严重缺陷，对已经出现的严重缺陷及影响结构性能和使用功能的尺寸偏差，应由施工单位提出技术处理方案，经业主（监理）和设计单位共同认可后予以实施；对已经出现的一般缺陷，应由施工单位按技术处理方案进行处理；并对处理后的部位应重新检查、验收。

6.7 养护和防护

6.7.1 聚合物砂浆抹灰完成后，应按预定的施工技术方案及时采取有效的养护措施，指派专人进行保湿养护，并做好养护记录。

6.7.2 养护措施应符合下列规定：

- 1 室内施工后，宜将门窗关闭，室外要采取措施加强养护；
- 2 应在面层砂浆完毕后在砂浆凝固后，喷水雾对聚合物砂浆进行保湿养护，浇水次数应能保持聚合物砂浆处于湿润状态；
- 3 采用塑料布覆盖养护的聚合物砂浆，其敞露的全部表面应覆盖完全严密，并应保持塑料布内表面有凝结水；
- 4 当日平均气温低于 5℃时，不得浇水养护，应采用其他加温加湿方法养护；
- 5 当聚合物砂浆表面不便浇水或使用塑料布时，充分湿润后涂刷养护剂养护。

6.7.3 加固完成的构件在养护期内不得有外力扰动，养护期正常温度下为 7 天后，当环境温度低于 15℃时适当延长，之后进行表面的外装修或涂装处理。

6.8 季节性施工

6.8.1 雨期施工时，室外和露天构件聚合物砂浆抹灰应采取防雨措施。

6.8.2 冬期施工时，应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104 的要求和本规范有关章节的补充规定；界面胶、聚合物砂浆施工的环境、基层、材料温度不应低于 5℃，当施工环境温度低于 5℃时，应停止施工或采取有效的保温措施后进行，现场应设置有效的测温装置并随时进行测温。

6.8.3 大风天气时，室外和没有封闭的室内不应进行聚合物砂浆抹灰施工，对已经施工好的构件应加

强养护。

6.8.4 高温天气时，室外不宜进行聚合物砂浆抹灰施工，必须施工时应采取有效措施，防止阳光直接曝晒。

6.9 安全文明施工

6.9.1 应根据现行行业标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 等制定施工安全措施，并设专人监管。

6.9.2 文明施工检查评定应符合现行国家标准《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720 和现行行业标准《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 的规定。

6.9.3 加固工程搭设的安全支护体系和工作平台，应定时进行安全检查并确认其牢固性；施工脚手架应符合现行国家标准《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210 的相关规定，使用前应检查验收合格。

6.9.4 加固施工过程中应做好安全防护工作，及时给作业人员配置并确保能够正确使用安全防护用品；进入施工现场的作业人员必须戴好安全帽，高处、临空作业人员必须系安全带并应穿防滑鞋。

6.9.5 施工现场的楼梯口、电梯井口、作业临边区域等应做好围挡封闭并设置安全警示和引导标志。

6.9.6 施工用电检查评定应符合现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194 和现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的规定。

6.9.7 高强钢丝为导电材料，施工时应采取可靠防护措施；特殊场所应使用 36V 及以下安全电压，手持照明灯应使用 36V 以下电源供电。

6.9.8 建立健全安全防火责任和规章制度，明确消防安全责任人、管理人以及各施工岗位、区域消防安全责任制度。

6.10 环境保护措施

6.10.1 进场材料应分类存放，并符合产品储存要求和环保规定。

6.10.2 加固工程施工中，应采取有效措施控制施工现场的粉尘、废气、废弃物、噪声、振动。

6.10.3 施工现场应采取防止泥浆、废水、污水、化学品等污染环境措施。

6.10.4 建筑垃圾应及时分拣外运，盛装聚合物砂浆粉料的袋子和盛装乳液的桶使用后，应统一回收按

固体废弃物处理。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 既有建筑高强钢丝布聚合物砂浆加固砼构件工程的施工质量按单位工程进行验收，新建建筑高强钢丝布聚合物砂浆加固砼构件工程的施工质量宜按子分部工程验收，可划分为界面处理、高强钢丝布粘贴和聚合物砂浆施工三个分项工程。

7.1.2 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件工程应按现行国家标准《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022、《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 和《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的相关规定以及本规程进行质量验收。

7.1.3 构件加固工程检验批的划分与检验应符合下列规定：

1 相同材料、工艺和施工条件的加固板工程，每 300m²划分为一个检验批，不足 300m²也划分为一个检验批；

2 相同材料、工艺和施工条件的加固梁工程，每 10 个独立梁划分为一个检验批，不足 10 个独立梁也划分为一个检验批；

3 检查项目、检测方法见本规程第 7.2 节和第 7.3 节；

4 检查数量：板每个检验批应至少抽查 10%，并不应少于 3 个块板，梁每个检验批不应少于 3 个独立加固构件，不足 3 个独立构件时应全数检查。

7.1.4 应对下列部位进行隐蔽工程验收：

1 基层处理的质量；

2 涂刷界面胶的质量；

3 高强钢丝布的规格、型号以及铺设方式；

4 底层聚合物砂浆层的厚度；

5 加固构件上的孔洞、槽盒等周边的处理和预埋件的规格、数量、位置。

7.1.5 检验批应按主控项目和一般项目检验，应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验合格；

2 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除有专门要求外，其抽检的合格点率应不低于 80%，且不得有严重缺陷；

- 3 应具有完整的施工操作依据、质量验收记录及质量证明文件；
 - 4 对验收合格的检验批，宜作出合格标志。
- 7.1.6 检验批、分项工程、子分部工程的质量验收可按本规程附录 B 记录。

7.2 界面处理分项工程

I 主控项目

7.2.1 原结构、构件的混凝土表面应按本规程第 6.3 节的要求进行清理，修整后尚应清除松动的骨料和粉尘，并应用清洁的压力水清洗洁净。若混凝土有裂缝，还应用结构加固用的裂缝修补胶进行修补。

检查数量：全数检查。

检验方法：会同监理人员观察；并检查施工记录。

7.2.2 界面胶进场时，应对其品种、型号、包装、出厂日期、产品合格证、出厂检验报告等进行检查和见证抽样复验，界面胶的质量应符合本规程第 4.4 节的规定，并在有效使用期内。

检查数量：按进场的批次及现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的规定确定。

检测方法：观察和检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

7.2.3 界面剂涂刷质量应符合本规程第 6.4 节的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：现场检查；检查施工记录。

II 一般项目

7.2.4 原构件表面的含水率，应符合界面胶施工的要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：含水率测定仪检测，并检查施工记录。

7.3 聚合物砂浆施工分项工程

I 主控项目

7.3.1 聚合物砂浆进场时，应对其品种、型号、包装、标志、出厂日期、出厂检验合格报告等进行检查，聚合物砂浆应在有效使用期内；在结构加固工程中不得使用不符合本规程要求的聚合物砂浆。

检查数量：全数检查。

检测方法：观察和检查产品说明书、合格证、出厂检验合格报告。

7.3.2 聚合物砂浆进场后应从现场材料中取样，并对聚合物砂浆的劈裂抗拉强度、抗折强度及聚合物

砂浆与和正拉粘结强度进行见证取样复验，其指标应符合本规程的规定。

检测数量：按进场的批次及现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 规定确定。

检验方法：检查进场复验报告。

7.3.3 聚合物砂浆的制备应符合本规程和产品使用说明的规定。

检查数量：每工作班检查二次。

检验方法：观察聚合物砂浆的配制作业并检查施工记录和计量器具。

7.3.4 聚合物砂浆抹灰施工应控制每层抹灰厚度，聚合物砂浆保护层厚度应符合本规程或设计要求，面层厚度仅允许有 5mm 正偏差。

检查数量：按检验批检查。

检验方法：现场检查；检查施工记录。

7.3.5 聚合物砂浆抹灰层与基层之间和各聚合物砂浆层之间必须粘结牢固无空鼓、不脱层；聚合物砂浆与原构件混凝土之间有效粘结面积不应小于该构件总粘结面面积的 95%；否则应清除后重做，并重新检查验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：敲击法或其他有效的探测法；检查施工记录。

7.3.6 现场施工样板聚合物砂浆层与基材的正拉粘结强度实体检测，应符合本规程第 6.1.6 条和下列规定：

1 加固前应按现行《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 T 的规定，对原构件混凝土强度等级进行现场检测与推定；

2 若检测结果介于 C20-C45 之间，允许按换算的强度等级以线性插值法确定其合格指标；

3 本规程 6.1.6 条给出的是单个试件合格指标；检验批质量的合格评定，应按《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 U 的合格评定标准进行；

4 若不合格，应清除后重做，并重新检查、验收。

检查数量：按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 U 的取样规则确定。

检验方法：现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 U。

7.3.7 聚合物砂浆面层的外观质量不应有严重缺陷及影响结构性能和使用功能的尺寸偏差。严重缺陷的检查与评定应按表 7.3.7 进行；尺寸偏差的检查与评定应按设计单位在施工图上对重要尺寸允许偏差所作的规定进行。

对已经出现的严重缺陷及影响结构性能和使用功能的尺寸偏差，应由施工单位提出技术处理方案，经业主（监理）和设计单位共同认可后予以实施。对经处理的部位应重新检查、验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，当检查缺陷的深度时应凿开检查或超声探测，并检查技术处理方案及返修记录。

表 7.3.7 聚合物砂浆面层外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
高强钢丝布 裸露	高强钢丝布未被砂浆包裹而外露	受力高强钢丝布外露	按构造要求设置的高强钢丝布有少量外露
疏松	砂浆局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
夹杂异物	砂浆中夹有异物	构件主要受力部位夹有异物	其他部位夹有少量异物
孔洞	砂浆中存在深度和长度均超过砂浆保护层厚度的孔洞	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
硬化（固化） 不良	水泥或聚合物失效，致使面层不硬化	任何部位不硬化（或者不固化）	不属一般缺陷
裂缝	缝隙从砂浆表面延伸至内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	仅有表面细裂缝
连接部位缺陷	构件端部连接处砂浆层分离或锚固件与砂浆层之间松动、脱落	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有轻微影响或不影响传力性能的缺陷
表面缺陷	表面不平整、缺棱掉角、翘曲不 齐、麻面、掉皮	有影响使用功能的缺陷	仅有影响观感的缺陷

II 一般项目

7.3.8 聚合物砂浆抹灰完成后，应按现行有关标准或产品使用说明书规定的养护方法和时间指派专人进行养护进行保湿养护。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查养护记录。

7.3.9 聚合物砂浆面层的喷抹质量不宜有一般缺陷。一般缺陷的检查与评定应按表 7.3.7 进行。

对已经出现的一般缺陷，应由施工单位按技术处理方案进行处理，并重新检查、验收。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查技术处理方案及施工记录。

7.3.10 聚合物砂浆面层表面平整度允许偏差不大于 0.3%。

检查数量：全数检查。

检验方法：用 2m 靠尺及塞尺检查。

7.4 高强钢丝布铺贴分项工程

I 主控项目

7.4.1 高强钢丝布进场时应对其品种、型号、包装、标志、出厂日期、出厂检验合格报告等进行检查，并中抽样并对其进行抗拉强度标准值进行见证复验，其指标应符合本规程的规定和设计要求。

检测数量：按进场的批次及现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 和本规程规定确定。

检验方法：检查材料的产品合格证，出厂检测报告和进场复验报告。

7.4.2 高强钢丝布的安装方向和部位应正确、固定牢固，表面平整、顺直。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

II 一般项目

7.4.3 高强钢丝布应无破损、无散束，高强钢丝和玻璃纤维间距应均匀，表面不得残有油脂、油漆等污物，产品规格符合设计要求。

检查数量：进场时和使用前全数检查。

检验方法：观察、检查材料质量验收记录。

7.4.4 高强钢丝布沿受力方向上搭接尺寸允许偏差为+10mm，-5mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、钢尺测量。

7.5 工程资料

7.5.1 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件工程按子分部工程进行施工质量验收，并提供下列竣工验收文件和记录：

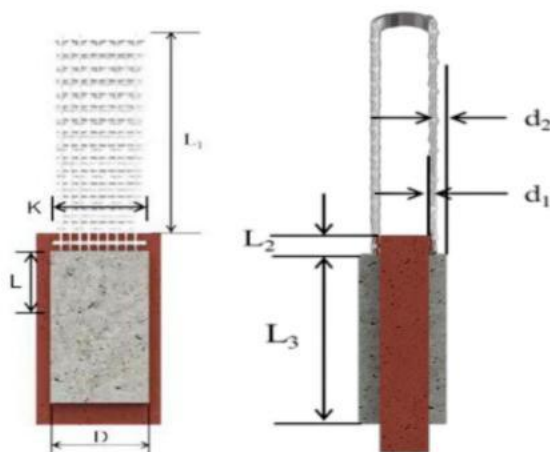
- 1 设计文件及设计变更文件；
- 2 高强钢丝布产品合格证、出厂检测报告和进场复验报告；
- 3 施工记录；
- 4 隐蔽工程验收记录；
- 5 聚合物砂浆粉料（乳液）出厂合格证、产品说明书、出厂检测报告和进场复验报告；
- 6 检验批质量评定记录；
- 7 分项工程验收记录；
- 8 工程重大质量问题的处理方案和验收记录；
- 9 其他必要的文件和记录。

7.5.2 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件工程子分部工程全部资料验收合格后，应将所有验收文件存档备案。

附录 A 高强钢丝布与聚合物砂浆握裹强度试验方法

A.0.1 试样型式和尺寸应符合下列规定：

测试高强钢丝布与聚合物砂浆的握裹强度试样型式和尺寸见图 A.0.1 和表 A.0.1。



（注：深色为混凝土砖块，浅色为聚合物砂浆）

图 A.0.1 试样型式及尺寸

表 A.0.1 试样尺寸

符号	名称	尺寸/数量
L1	单侧外部高强钢丝布长度	$290 \pm 10\text{mm}$
L2	锚固端部与混凝土块端部距离	$20 \pm 5\text{mm}$
L3	聚合物砂浆涂抹长度	$150 \pm 5\text{mm}$
D	聚合物砂浆涂抹宽度	$60 \pm 5\text{mm}$
L	高强钢丝束锚固长度	$70 \pm 1\text{mm}$
K	锚固范围内高强钢丝束数量	10 ± 1 束
d1	底层聚合物砂浆厚度	$5 \pm 2\text{mm}$
d2	面层聚合物砂浆厚度	$15 \pm 2\text{mm}$

A.0.2 试样制备应符合下列规定：

1 原材料准备：

高强钢丝布：具体尺寸应符合图 A.0.1 的规定；

聚合物砂浆：性能需满足本标准 4.3.2 规定；

界面胶：性能需满足本标准 4.4.2 规定；

混凝土块：推荐尺寸 20cm×10cm×6cm，尺寸偏差±0.5cm，抗压强度等级为 C40-C45。

2 打磨混凝土砖块表面并清理：用角磨机将混凝土砖块表面打磨粗糙并用毛刷或吹风机将表面灰尘等杂物清理干净；

3 涂抹界面胶：在清理干净的混凝土砖块表面涂抹配制好的界面胶，界面胶的推荐用量为 $0.2 \sim 0.3 \text{ kg/m}^2$ ；

4 涂抹底层聚合物砂浆：在界面胶凝固之前，将搅拌好的聚合物砂浆均匀涂抹在混凝土块表面，涂抹宽度、厚度及距混凝土砖块各边缘尺寸如图 A.0.1 所示；

5 铺设高强钢丝布：将裁剪好的高强钢丝布铺设于底层聚合物砂浆表面，确保高强钢丝布在聚合物砂浆位置的锚固长度符合表 A.0.1；

6 涂抹面层聚合物砂浆：涂抹宽度、厚度及距混凝土砖块各边缘尺寸如图 A.0.1 所示；

7 待聚合物砂浆凝固后，按照上述步骤 1-6 制备试样另一侧；

8 完成制样后按照现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 中规定的养护条件下养护 28d 进行测试。

A.0.3 试样的数量每组试样不得少于 5 个，并保证同批次有 5 个有效试样。

A.0.4 试验设备应符合下列规定：

1 试验机应符合现行国家标准《金属材料拉伸试验第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 的规定；

2 试样测试使用的工装及安装方法如图 A.0.4 所示，工装与试验机相连时，要确保试样受拉时对中，工装各部分名称及尺寸见表 A.0.4 所示。

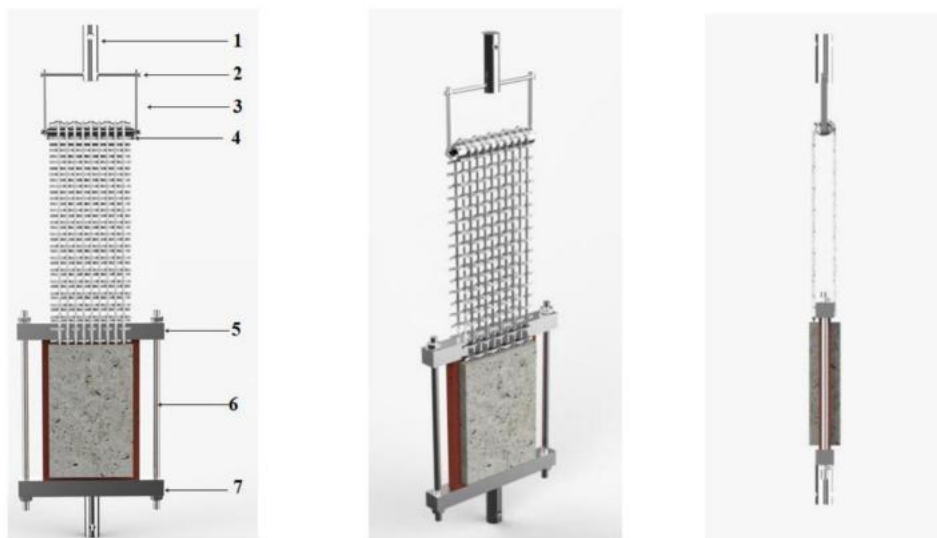


图 A.0.4 工装及试样安装示意图

表 A.0.4 工装各部分名称及尺寸

编号	名 称	尺 寸
1	上部连接杆	具体尺寸根据所选试验机而定
2	上部螺杆	推荐使用 M24, 8.8 级螺杆, 长度根据实际情况而定
3	上部挡板	推荐使用 150mm×60mm×20mm, 材质 45 [#] 钢
4	辊轴	辊轴直径 $R = \text{混凝土砖块厚度} + 2 \times d_1$, d_1 见表 1, 材质 45 [#] 钢, 表面光滑
5	下部上挡板	挡板宽度略小于混凝土砖厚度, 推荐使用 220mm×50mm×30mm, 材质 45 [#] 钢
6	下部螺杆	推荐使用 M24, 8.8 级螺杆, 长度根据实际情况而定
7	下部下挡板与连接杆	下部下挡板与连接杆为一体, 尺寸和材质与上部挡板、上部连接杆相同

A.0.5 方法原理: 通过悬挂端和夹持端进行固定, 在悬挂端施加张力, 在高强钢丝布与聚合物砂浆锚固段形成剪切力, 测试材料的破坏载荷及与聚合物砂浆的界面剪切强度。

A.0.6 试验条件应符合下列规定:

- 1 试验环境条件按现行国家标准《金属材料拉伸试验第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1 中的规定;
- 2 加载速度推荐使用 2mm/min, 且不得大于 2mm/min。

A.0.7 试验步骤应按下列规定进行:

- 1 试验前, 试样需经外观检查, 如有缺陷和不符合尺寸及制备要求的, 应予作废;
- 2 试样状态调节按照现行国家标准《金属材料拉伸试验第 1 部分: 室温试验方法》GB/T 228.1 中的规定;
- 3 将合格的试样进行编号;
- 4 安装试样, 使试样的中心线与上下工装的对准中心线一致;
- 5 加载速度按照 A.0.6 的规定;
- 6 同批次有效试样不足 5 个时, 应重新试验;
- 7 测定时连续加载, 直至高强钢丝束从聚合物砂浆层拔出, 并记录高强钢丝布与聚合物砂浆相对滑动前的最大荷载;
- 8 当破坏形式为高强钢丝束断裂破坏、聚合物砂浆内聚破坏、聚合物砂浆与混凝土块界面剥离、混凝土块内聚破坏时, 此试样测试结果无效。

A.0.8 高强钢丝布与聚合物砂浆的握裹强度按下式计算:

$$\sigma = \frac{F}{2A} \quad (\text{A.0.8-1})$$

$$A = K \times S \quad (\text{A.0.8-2})$$

$$S = \pi \times d \times L$$

(A.0.8-3)

式中:

σ ——高强钢丝布与聚合物砂浆的握裹强度 (MPa);

F ——高强钢丝布与聚合物砂浆相对滑动前的最大荷载 (N);

A ——K 股高强钢丝束的锚固面积 (mm^2);

K ——锚固范围内高强钢丝束数 (束);

S ——单股钢丝束的锚固面积 (mm^2);

d ——单股钢丝束的测量直径 (mm);

L ——高强钢丝束锚固长度 (mm)。

A. 0. 9 高强钢丝布与聚合物砂浆的握裹强度取 5 个有效试件的计算平均值, 计算结果精确至 0. 01MPa。

附录 B 质量验收记录

B.0.1 质量验收可分别按表 B.0.1-1、表 B.0.1-2 和表 B.0.1-3 记录。

表 B.0.1-1 界面处理检验批质量验收记录

单位(子单位)工程名称					
分部(子分部)工程名称					验收部位
施工单位				项目经理	
分包单位				分包项目经理	
施工执行标准编号					
施工质量验收规定				施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收结论
主控项目	1	原结构、构件的混凝土表面清理、修整、修补	第 7.2.1 条		
	2	界面胶的品种和性能	第 7.2.2 条		
	3	界面剂涂刷施工	第 7.2.3 条		
一般项目	4	原构件表面的含水率	第 7.2.4 条		
施工单位检查 评定结果		专业工长(施工员)			施工班班长
		项目专业质量检查员：_____ 日期：_____			
监理(建设单位)验收结论		专业监理工程师：_____ (建设单位项目专业技术负责人) _____ 日期：_____			

表 B.0.1-2 聚合物砂浆施工检验批质量验收记录

单位(子单位)工程名称					
分部(子分部)工程名称				验收部位	
施工单位				项目经理	
分包单位				分包项目经理	
施工执行标准编号					
施工质量验收规定				施工单位检查评定记录	监理(建设)单位验收结论
主控项目	1	聚合物砂浆的品种、型号、包装、出厂日期、出厂检验合格报告等	第 7.3.1 条		
	2	聚合物砂浆的见证取样复验	第 7.3.2 条		
	3	聚合物砂浆的制备	第 7.3.4 条		
	4	聚合物砂浆的分层厚度	第 7.3.5 条		
	5	聚合物砂浆层的粘结质量、有效粘结面积	第 7.3.6 条		
	6	聚合物砂浆与基材现场施工样板的正拉粘结强度实体检测	第 7.3.7 条		
	7	聚合物砂浆面层的严重缺陷及影响结构性能和使用功能的尺寸偏差及处理	第 7.3.8 条		
一般项目	8	聚合物砂浆的养护	第 7.3.9 条		
	9	聚合物砂浆面层的一般缺陷及处理	第 7.3.10 条		
	10	聚合物砂浆面层的平整度	第 7.3.11 条		
施工单位检查 评定结果		专业工长(施工员)		施工班班长	
		项目专业质量检查员：日期：			
监理(建设单位)验收结论		专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)日期：			

表 B.0.1-3 高强钢丝布铺贴检验批质量验收记录

单位(子单位)工程名称											
分部(子分部)工程名称				验收部位							
施工单位						项目经理					
分包单位						分包项目经理					
施工执行标准编号											
施工质量验收规定				施工单位检查评定记录					监理(建设) 单位验收结论		
主控 项目	1	高强钢丝布的规格、型号和性能	第 7.4.1 条								
	2	高强钢丝布的铺设方向和部位	第 7.4.2 条								
一般 项目	3	高强钢丝布的外观质量	第 7.4.3 条								
	4	高强钢丝布搭接尺寸允许偏差	+10mm -5mm								
施工单位检查 评定结果		专业工长(施工员)					施工班班长				
		项目专业质量检查员： 日期：									
监理(建设单 位)验收结论		专业监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人) 日期：									

B.0.2 分项工程质量验收可按表 B.0.2 记录。

表 B.0.2 分项工程质量验收记录

工程名称			结构类型		检验批数	
施工单位			项目经理		项目技术 负责人	
分包单位			分包单位 负责人		分包项目 经理	
序 号	检验批部位、区段		施工单位检查评定结果		监理(建设)单位验收结论	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
检 查 结 论	项目专业技术负责人 年 月 日		验 收 结 论	监理工程师 (建设单位项目专业技术负责人) 年 月 日		

B.0.3 子分部工程质量验收可按表 B.0.3 记录。

表 B.0.3 子分部工程质量验收记录

工程名称		结构类型		层数	
施工单位		技术部门负责人		质量部门负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包技术负责人	
序号	分项工程名称	检验批数	施工单位检查评定	验收意见	
1	界面处理分项工程				
2	聚合物砂浆施工分项工程				
3	高强钢丝布铺贴分项工程				
4					
5					
质量控制资料					
观感质量验收					
验收单位	分包单位	项目经理： 年 月 日			
	施工单位	项目经理： 年 月 日			
	设计单位	项目负责人： 年 月 日			
	监理单位	总监理工程师： 年 月 日			
	建设单位	项目经理(建设单位项目专业负责人)： 年 月 日			

本规程用词说明

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

- 《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB 8624
- 《室内装饰装修材料胶粘剂中有害物质限量》GB 18583
- 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 《建筑抗震设计规范》GB 50011
- 《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
- 《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068
- 《工业建筑可靠性鉴定标准》GB 50144
- 《工程结构可靠性设计统一标准》GB 50153
- 《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 《民用建筑可靠性鉴定标准》GB 50292
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
- 《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550
- 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB 50720
- 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728
- 《建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210
- 《混凝土结构通用规范》GB 55008
- 《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021
- 《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022
- 《金属材料拉伸试验第1部分:室温试验方法》GB/T 228.1
- 《钢产品镀锌层质量试验方法》GB/T 1839
- 《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
- 《建筑材料不燃性试验方法》GB/T 5464
- 《胶粘剂拉伸剪切强度的测定(刚性材料对刚性材料)》GB/T 7124

《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

《建筑材料及制品的燃烧性能燃烧热值的测定》GB/T 14402

《水泥胶砂强度试验(ISO法)》GB/T 17671

《水泥混凝土和砂浆用耐碱玻璃纤维》GB/T 38143

《工程结构设计通用符号标准》GB/T 50132

《建筑机械使用安全技术规程》JGJ 33

《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46

《建筑施工安全检查标准》JGJ 59

《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116

《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105

《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220

《无碱玻璃纤维纱》JC/T 169

辽 宁 省 地 方 标 准

高强钢丝布聚合物砂浆加固技术规程

Technical specification for strengthening of building structures with high strength
steel wire cloth and polymer mortar

条文说明

编制说明

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

目 次

1	总则	57
2	术语和符号	59
2.1	术语	59
2.2	符号	59
3	基本规定	60
4	材料	61
4.1	一般规定	61
4.2	高强钢丝、钢丝束、钢丝布、玻璃纤维	61
4.3	聚合物砂浆	61
4.4	界面胶	61
5	设计	63
5.1	一般规定	63
5.2	受弯构件正截面加固计算	63
5.3	受剪构件斜截面加固计算	63
5.4	构造要求	63
6	施工	65
6.1	一般规定	65
6.2	施工准备	65
6.3	基层处理	65
6.4	界面胶施工	66
6.5	聚合物砂浆制备	66
6.6	聚合物砂浆和高强钢丝布施工	66
6.7	养护和防护	67
6.8	季节性施工	67
6.9	安全文明施工	68
6.10	环境保护措施	68
7	验收	69

7.1	一般规定	69
7.2	界面处理分项工程	69
7.3	聚合物砂浆施工分项工程	69
7.4	高强钢丝布铺贴分项工程	70
7.5	工程资料	70

1 总 则

1.0.1 本条规定了制定本规范的目的和要求。

现在城市发展进入城市更新的重要时期，要求强化历史文化保护，塑造城市风貌，由大规模增量建设转为存量提质改造和增量结构调整并重，这将加快推进城市基础设施的改造；混凝土构件由于年限、所处的使用环境或灾害的影响等一系列因素使其性能出现了退化并严重危及结构安全，或由于要改变原建筑物的用途，或原有建筑物不能满足现有的规范要求，这都需要进行修复加固，并且对加固改造后建筑结构的承载能力和耐久性要求也会越来越高。

目前，高强钢丝布聚合物修复砂浆面层加固技术经欧美多所大学及独立权威机构研究测试，以及通过国内的试验研究、实际应用，证明其技术可靠，施工便利，性能优越，已逐步成为替代传统钢板加固和复合纤维加固的新型加固技术，符合节约资源和可持续发展的方针政策，编制组在该技术总结科研成果和实践经验的基础上，为使高强钢丝布聚合物修复砂浆加固混凝土构件应用规范化，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，获得更好的经济效益和社会效益，制定本规程。

1.0.2 本条给出了本规程的适用范围。本规程适用的范围是高强钢丝布聚合物修复砂浆加固工业与民用房屋建筑和及其构筑物混凝土构件的设计、施工和验收。混凝土构件因设计失误、施工错误、材料质量不符合要求、荷载增加、使用功能改变以及因遭受长期混凝土碳化、火灾、水灾、风灾、地震等灾害使结构和构件遭到损坏，均可采用高强钢丝布聚合物修复砂浆进行加固处理。

1.0.3 本条规定了既有建筑加固工程的基本原则，通过先检测、鉴定评定结构及其构件的可靠度，为高强钢丝布聚合物修复砂浆加固混凝土构件的设计和施工提供基本依据；并针对为保障安全、质量、卫生、环保和维护公共利益所必需达到的最低指标和要求作出统一的规定。

1.0.4 本条明确了本标准与其他相关标准的关系，这种关系遵守协调一致，相互补充的原则。与本规程有关的和难以详尽的技术要求，以及对于本标准未提及的与混凝土构件加固设计、施工、验收有关的其他内容，尚应按照现行有关国家、行业标准的规定执行。《混凝土结构通用规范》GB 55008、《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《既有建筑维护与改造通用规范》GB 55022 均自 2022 年 4 月 1 日起实施，为强制性工程建设规范，全部条文必须严格执行，现行工程建设标准相关强制性条文同时废止；现行工程建设标准中有关规定与以上强制性工程建设规范不一致的，以以上强制性工程建设规范的规定为准。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1~2.1.10 本规范采用的术语及其涵义，是根据下列原则确定的：

- 1 凡现行工程建设国家标准已作规定的，一律加以引用，不再另行给出定义；
- 2 凡现行工程建设国家标准尚未规定的，由本规范参照国际标准和国外先进标准给出其定义；
- 3 当现行工程建设国家标准虽已有该术语，但定义不准确或概括的内容不全时，由本规范完善其定义。

2.2 符 号

2.2.1~2.2.4 本规范采用的符号及其意义，尽可能与现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 相一致，以便于在加固设计、计算中引用其公式，只有在遇到公式中必须给出加固设计专用的符号时，才另行制定，即使这样，在制定过程中仍然遵循了下列原则：

- 1 对主体符号及其上、下标的选取，应符合现行国家标准《工程结构设计通用符号标准》（GB/T 50132）的符号用字及其构成规则；
- 2 当必须采用通用符号，但又必须与新建工程使用的该符号有所区别时，可在符号的释义中加上定语。

3 基本规定

3.0.1 可靠性鉴定按现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《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 进行结构可靠性鉴定。当与结构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 和《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 进行抗震能力鉴定。在承担结构加固设计时，还应对该承重结构的整体牢固性进行检查与评估。

3.0.4 本条规定了高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件时的基本原则，包括：材料、产品与设备的底线要求，凡涉及工程结构安全的工程结构加固材料应通过安全鉴定亦为《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的强制性条款。

3.0.5-3.0.7 引用了现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的相关条款。

3.0.8 高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件的设计是基于结构用途和使用环境为依据进行的，若加固后任意改变其用途或使用环境，将显著影响结构加固部分的安全性及耐久性。因此，改变前必须经技术鉴定或设计许可，否则其后果将很严重。本条也为《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 强制性条文，必须严格执行。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 本条强调加固材料除应符合现行国家标准的规定外，尚应符合本规程的规定和设计要求，这是保证高强钢丝片聚合物砂浆面层加固混凝土构件质量的前提条件。

4.1.2 本条为加固用材料的一般要求，所用材料应符合设计要求和本规程及国家现行产品标准的规定是保证工程质量的前提条件，所以需要经有资质的检测机构检测合格后方可使用。涉及结构安全、使用功能的材料应进行现场见证取样复验合格后才能使用，使用不合格的产品进行混凝土构件加固，会产生严重后果。

4.1.4 本条中强调了材料的环保要求，符合可持续发展的国家大政方针。

4.2 高强钢丝、钢丝束、钢丝布、玻璃纤维

本节给出了高强钢丝、钢丝束、钢丝布的技术要求及检测方法，主要是高强钢丝束的技术指标，高强钢丝布单位面积质量为加固用高强钢丝-玻璃纤维布中高强钢丝束和玻璃纤维的单位面积质量，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，其中玻璃纤维也为高强钢丝-玻璃纤维布中的主要组成，应选用耐碱玻璃纤维或无碱玻璃纤维，质量应符合相应标准的规定。

4.3 聚合物砂浆

4.3.2 聚合物砂浆的主要技术性能指标按照现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 的规定并参考现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 的有关规定执行，并增加了高强钢丝布与聚合物砂浆握裹强度和收缩率性能指标，这两个技术指标也是本规程加固材料的关键指标。

4.4 界面胶

4.4.2 界面胶的各项技术性能指标及检验方法按照现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728 和《胶粘剂拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）》GB/T 7124 的规定执行。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.4~5.1.8 规定对混凝土结构加固验算作了详细而明确的规定。大部分计算参数已在该结构加固前可靠性鉴定中通过实测或验算予以确定。因此,在进行结构加固设计时,宜尽可能加以引用,这样不仅节约时间和费用,而且在被加固结构日后万一出现问题时,也便于分清责任。

5.1.10 本条规定钢筋混凝土构件采用高强钢丝布聚合物砂浆加固时,其正截面承载力的提高幅度不宜超过 40%,斜截面承载力的提高幅度不宜超过 60%。其目的是为了控制加固后构件的裂缝宽度和变形,也是为了强调“强剪弱弯”设计原则的重要性。

5.1.12 一般情况下,对结构(构件)的加固是局部的。加固后结构体系可能有所改变,因此加固设计中应进行相关构件验算。

5.1.13 研究证明,当加固前构件计算所受的初始弯矩小于其受弯承载力的 20%时,初始弯矩的作用不大,即可以忽略二次受力的影响。

5.1.15 本条规定了受弯构件加固后的相对界限受压区高度的控制值 $\xi_{b,rw}$,是为了避免因加固量过大而导致超筋性质的脆性破坏。对于所有构件,均采用构件加固前控制值的 0.85 倍,满足此条要求,实际上已经确定了“最大加固量”。

5.2 受弯构件正截面加固计算

5.2.1 根据试验研究表明,在受弯构件的受拉面设置高强钢丝布聚合物砂浆进行受弯加固时,截面应变分布仍可采用平截面假定。高强钢丝布从开始承受荷载至拉断,可近似表现为线弹性。

5.2.2 本规程的受弯构件正截面计算公式与以前发布的国内外同类标准相比大致接近,用一组公式代替多组公式,在计算结果无显著差异的前提下,可使设计人员应用更为方便,条理也更为清晰。

公式(5.2.2-1)是截面上的力矩平衡公式;对力矩中心取受拉区边缘,其目的是使此式中不同时出现两个未知量;公式(4.2.2-2)是截面上的轴向力平衡公式;公式(5.2.2-3)是根据应变平截面假定推导得到的 ψ_{rw} 计算公式。公式(5.2.2-4)是公式(4.2.2-1)~(4.2.2-3)的适用条件, $x \leq \xi_{b,rw} h_0$ 是为了控制“最大加固量”,防止出现“超筋”而采取的保证安全的措施,需在加固设计中得到执行。

5.2.3 对翼缘位于受压区的 T 形截面梁，其正弯矩区进行受弯加固时，不仅应考虑 T 形截面的有利作用，而且还须符合有关翼缘计算宽度取值的限制性规定。故本条要求应按现行规范 GB 50010 和本规程的规定进行计算。

5.2.4 滞后应变的计算，在考虑了钢筋的应变不均匀系数、内力臂变化和钢筋排列影响的基础上，还依据工程经验作了适当调整，同时，在表达方式上，为了避开繁琐的计算，并力求设计使用提供方便，故对 α_f 的取值，采取了按配筋率和钢筋排数的不同以查表的方式确定。

5.2.5 过火梁加固前须进行检测，钢筋力学性能无明显变化且混凝土烧伤深度未达到核心区的梁可按本规程规定进行受弯加固设计，并符合现行相关标准的规定。

5.3 受剪构件斜截面加固计算

5.3.1 根据实际经验，本条对受弯构件斜截面加固的高强钢丝布布置方向作了统一的规定，并且在构造上只允许采用环形箍、自锁式 U 形箍、加锚 U 形箍和一般 U 形箍，不允许仅在侧面粘贴条带受剪，因为试验表明，这种粘贴方式受力不可靠。

5.3.2 本条的规定与国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 完全一致。

5.3.3 高强钢丝布聚合物砂浆的受剪承载力是根据加固后构件达到最大受剪承载力时高强钢丝布的应变发挥程度确定的。公式 (5.3.3) 是根据现有试验资料和工程实践经验，按被加固构件的不同剪跨比和不同形状箍的方式，给出了抗剪强度的折减系数。

5.4 构造要求

5.4.1 规定了聚合物砂浆面层的最小厚度，满足高强钢丝布最小保护层厚度的要求，保证高强钢丝布的耐久性，避免其锈蚀后加固失效。

5.4.2 本条强调高强钢丝布不承受压力，只能考虑其抗拉作用，因而要求高强钢丝方向应与加固部位的受拉方向一致，高强钢丝布聚合物砂浆进行受剪加固时，高强钢丝方向宜与构件轴垂直。

5.4.3、5.4.4 本规程对受弯构件正截面承载力加固的构造规定，参考现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 对于粘贴纤维复合材加固法的相关规定，并总结工程实践经验，经讨论、筛选后提出，因此，可供当前的加固设计参考使用。

5.4.5 高强钢丝布弯折时会导致应力集中使钢绞线局部受损，影响强度发挥。根据试验研究结果，当

转角处的曲率半径不小于 10mm，可缓解应力集中，使钢绞线抗拉强度不受显著影响。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.2、6.1.3 施工单位技术人员要参加相关单位组织的设计交底，熟悉图纸；要了解现场实际情况，如现场复核被加固构件的实际尺寸，并结合施工情况提出施工建议，需针对该加固技术的特点和施工条件，认真做好专项施工方案的编制。

6.1.6 为验证材料质量以及操作人员技术水平，在现场采用拟投入施工的材料和工艺进行样板施工。

现场检测聚合物砂浆与被加固构件的正拉粘结强度是体现聚合物砂浆与原混凝土界面粘结能力的重要指标，反映了实际被加固构件和聚合物砂浆之间的粘结能力，直接影响到加固计算中的平截面假定，与试验室测定聚合物砂浆的正拉粘结强度有一些区别，聚合物砂浆性能检测时，必须满足正拉粘结强度不小于 2.5MPa，而现场检测与原构件混凝土强度有直接关系，原混凝土构件强度较高时，可能会满足正拉粘结强度不小于 2.5MPa；但原混凝土构件较低时（但不小于 15MPa），通常会内聚破坏，即混凝土内部本体发生破坏。现场检测的试验方法参照现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 中粘结材料粘合加固材与基材的正拉粘结强度现场测定方法。如果该项指标不合格，会从根本上造成加固失效，危及结构安全，因此聚合物砂浆的现场正拉粘结强度见证检验必须于现场施工样板上进行。

6.1.8 如在加固后对加固区域进行开孔等破坏性作业，会切断部分或钢丝网布，会引起应力突变，造成加固失效的后果，危及结构安全。

6.2 施工准备

6.2.1 做好材料的进场检验和验收，并确保机具能够满足施工的需要，同时要求其性能可靠，保障正常施工。

6.2.6 现对加固构件进行放线定位，确定加固范围，一方面为保证加固构件和部位的正确性，另一方面有利于高强钢丝布的下料。

6.3 基层处理

6.3.1 被加固混凝土表面应确保涂抹面无浮尘、疏松物及油污，以清除不利与聚合物砂浆结合的因素。

6.3.2 对旧混凝土表面进行凿毛处理需凿掉 3-4mm 的混凝土面层，露出里面的骨料，并将表面清理干净，以增加砂浆与基材件的粘结强度，对特别坚硬的基材可利用电锤凿磨。试验证明原混凝土构件表面凿毛处理对提高表面粘结力非常有效。

6.3.6 水清洗原混凝土表面，可充分去除灰尘、杂物和松散层，

6.3.8 待加固混凝土表面含水率应符合所用界面胶和聚合物砂浆的施工要求，有利于界面胶和聚合物砂浆的充分固化，使之达到设计强度。

6.4 界面胶施工

6.4.1 本条强调了界面胶的储存要求，不应使用过期失效，受冻和曝晒及变质的界面胶粘剂。

6.4.3 界面剂因材料、组分不同，因此应按厂家的产品说明要求进行配制施工，界面剂要随用随搅，可根据固化时间、作业面积确定每次搅拌用量。

6.4.4 给出了界面剂每平方米的用量，并确保涂界面剂的质量。

6.5 聚合物砂浆制备

6.5.1 严格控制砂浆水灰比，是保证砂浆质量的关键。水太多造成浆料流淌，不能大量的粘挂到基材上，反之，水太少会造成涂抹性能差等问题。

6.5.2 聚合物砂浆浆料的均匀度与搅拌时间有关，砂浆搅拌时间在3分钟以上，可充分均匀，严禁人工搅拌或简单搅拌后即施工，搅拌时间太短造成砂浆混合不均匀、黏度低、浆料流挂等问题。应根据施工进度进行制备，以免制备的砂浆存放时间过长。已搅拌好的浆料或变稠或快凝结的浆料二次加水会影响砂浆的各项性能，必须杜绝。

6.6 聚合物砂浆和高强钢丝布施工

I 涂抹底层聚合物砂浆

6.6.1 本条规定抹底层聚合物砂浆的最佳时间、厚度和抹灰要求，底层抹灰表面拉毛，是为增加与下层抹灰的结合力。

6.6.3 聚合物砂浆施工采用机械喷涂抹灰时，要遵守现行行业标准《机械喷涂抹灰施工规程》JGJ/T 105的规定。喷涂顺序和路线的确定会影响喷涂效率，只有合理选择才能事半功倍。

6.6.4 在有条件的加固部位，聚合物砂浆抹灰范围比设计抹灰范围适当外扩，有利于加固效果。

II 铺设高强钢丝布

6.6.6 高强钢丝布铺设时注意的钢丝线方向，钢丝布沿受力方向上的搭接长度不小于200mm。

6.6.9 本条强调钢丝张拉后保持直线，尽量充分发挥钢丝线较高的抗拉强度。当加固设计单位对张拉应力有明确要求时，施工单位须在施工过程中采取有效控制措施，使张拉效果满足设计要求。

III 涂抹面层聚合物砂浆

6.6.10 本条规定的面层抹灰的最小厚度，考虑到应符合高强钢丝防护和防火的要求。

6.6.12 两砂浆层的结合对加固的效果很重要，宜连续施工，间断时需要涂界面剂后再施工。

6.7 养护和防护

6.7.1 对施工完成的聚合物砂浆加固面层进行保湿养护，对水泥基材料是必须的。

6.7.2 本条给出了各条件下的养护措施。

6.8 季节性施工

6.8.4 高温天气是指气象部门发布高温警告信号，预报日最高气温达到35℃以上的天气。

6.9 安全文明施工

6.9.4 安全防护用品如绝缘手套、绝缘鞋、口罩、护目镜、手套等需要施工作业人员正确使用。

6.9.7 考虑到高强钢丝为导电材料，并容易忽视，施工时应采取可靠防护措施；

6.10 环境保护措施

6.10.2 对需要基层打磨的构件，在打磨时应对基层面进行浇水湿润，以及在聚合物砂浆粉料投料搅拌时，应减少扬尘或避免扬尘，为操作工人提供防护用品，防止职业健康危害。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 按材料和工艺相同的检验批进行评定，划分了界面处理、高强钢丝布粘贴和聚合物砂浆施工三个分项工程。

7.1.2 规定了高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件工程质量验收的依据。

7.2 界面处理分项工程

7.2.1 原构件加固部位的清理、整修、修补，是保证混凝土加固质量的重要一环，监理单位应给予足够的重视。

7.2.2、7.2.3 涂刷结构加固用界面胶是为了进一步提高基层与聚合物砂浆层间的粘结强度，增强其整体工作性能，为此提出了对界面胶（剂）界面胶的质量和喷涂质量的检查要求。

7.3 聚合物砂浆分项工程

7.3.1、7.3.2 聚合物砂浆检验按照现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367和《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550的规定进行。

7.3.3 聚合物砂浆的配制，除应保证每一组分的称量准确外，尚应保证其搅拌的混合质量。这个工序看来简易，但若有任何差错，其后果是很严重的。因此，要求会同监理人员旁站观察，并对计量器具进行验校和检测。

7.3.4 本规程加固层聚合物砂浆至少分喷、抹，为此，对每层抹灰厚度加以控制。其之所以不允许聚合物砂浆面层厚度有负偏差，是因为这类外加面层本身就很薄，倘若还允许有负偏差，便很难控制其施工质量。

7.3.7 聚合物砂浆面层的喷抹质量，其检验标准参照现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550的施工缺陷检查规定进行制定。

7.4 高强钢丝布铺贴分项工程

7.4.2 高强钢丝布的安装方向和部位应正确，并固定牢固，表面平整、顺直，应按隐蔽工程的要求进行检查和验收。因为在喷抹聚合物砂浆后便无法对其安装质量进行检查。

7.5 工程资料

7.5.1 给出了高强钢丝布聚合物砂浆加固混凝土构件施工质量验收时应提供的文件和记录，结构工程子分部验收时应具有的全部资料。