

# 碳纤维布加固技术

## 一、碳纤维布加固技术简介

碳纤维布加固修复混凝土构造技术是采用配套粘结树脂将碳纤维布粘贴于混凝土表面，使碳纤维片材承受拉应力，并与混凝土变形协调，共同受力，到达提高构件承载能力的目的，起到构造补强和抗震加固的作用。广泛合用于建筑梁、板、柱、墙等的加固，以及桥梁、隧道、烟囱、筒仓等其他土木工程的加固补强。

## 二、碳纤维片材加固技术特点

1. 高强高效；碳纤维布拉伸强度一般均超过3000MPa，拉伸弹性模量超过 $2.1 \times 10^5$ MPa，与钢筋的弹性模量相近，适合于混凝土构造的加固修复。
2. 轻质；碳纤维材料轻质、柔软、易粘贴，比重只有钢铁的1/4，厚度不小于0.5mm。故可以在基本不增长原构造自重及截面尺寸的状况下，发挥强大的补强效果。
3. 施工便捷；不需大型机具，没有湿作业，无需动火，无需现场固定设施，

施工占用场地少，施工工效高。

## 三、合用范围

1. 合用于房屋建筑、铁路工程、公路工程、港口工程和水利水电等工程中混凝土构造的加固。尤其适合于曲面及节点等复杂形式的构造加固。
2. 梁板受拉受弯加固；柱的抗震加固；构件抗剪加固。
3. 采用碳纤维加固的混凝土构造，长期使用的环境温度不应高于60°C。处在特殊环境(腐蚀、放射、高温等)下的混凝土构造进行加固时，尚应遵守国家现行有关原则的规定，并采用对应的防护措施。
4. 施工宜在环境温度为5°C以上的条件下进行，并应符合配套树脂胶规定的施工使用温度。当环境温度低于5°C时，应采用合用于低温环境的配套树脂或采用升温措施。
5. 被加固混凝土构造构件的现场实测混凝土强度等级不应低于C15。且混凝土表面的正拉粘结强度不得低于1.5MPa。

#### 四、材料技术原则

### 1. 碳纤维片材的重要力学性能指标

表4.4.2-1碳纤维复合材安全性及适配性检验合格指标

项目	单向织物(布)		条形板	
	高强度 I级	高强度 II级	高强度 I级	高强度 II级
抗拉强度标准值 $f_a$ (MPa)	$\geq 3400$	$\geq 3000$	$\geq 2400$	$\geq 2000$
受拉弹性模量 $E$ (MPa)	$\geq 2.4 \times 10^4$	$\geq 2.1 \times 10^4$	$1.6 \times 10^4$	$\geq 1.4 \times 10^4$
伸长率 (%)	$\geq 1.7$	$\geq 1.5$	$\geq 1.7$	$\geq 1.5$
弯曲强度 $f_o$ (MPa)	$\geq 700$	$\geq 600$		
层间剪切强度 (MPa)	$\geq 45$	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 40$
仰贴条件下纤维复合材与混凝土正拉粘结强度 (MPa)	$\geq \max\{2.5, f_n\}$ , 且为混凝土内聚破坏			
纤维体积含量 (%)			$\geq 65$	$\geq 55$
单位面积质量 ( $g/m^2$ )	200、250、300	200、250、300	—	—

注: 1  $f_a$  为原构件混凝土的抗拉强度标准值, 应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的规定采用。

2 L形板的安全性及适配性检验合格指标按高强度 II 级条形预成型板(条形板)采用。

### 2. 底胶的性能指标

表4.5.4-1底胶的主要性能指标

性能项目	性能要求
------	------

钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	当与A级胶匹配: $\geq 14$	当与B级胶匹配: $\geq 10$
与混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	$\geq \max\{2.5, f\}$ , 且为混凝土内聚破坏	
不挥发物含量(固体含量) (%)	$\geq 99$	
混和后初粘度(23℃时) ( $mPa \cdot s$ )	$\leq 6000$	

### 3. 修补(找平)胶的性能指标



表4.5.4-2修补胶的主要性能指标

性能项目	性能要求
胶体抗拉强度 (MPa)	≥30
胶体抗弯强度 (MPa)	≥40, 且不得呈脆性(碎裂状)破坏
与混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	≥max(2.5.f), 且为混凝土内聚破坏

注：表中的性能指标均为平均值； **4. 浸渍**

注：1表中括号(一)表示B级胶不用于粘贴预成型板；

2 表中的性能指标，除标有强度标准值外，均为平均值；

3  $f_a$ 为被加固构件混凝土的抗拉强度标准值，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 当预成型板为仰面或立面粘贴时，其所使用胶粘剂的下垂度(40°C时)不应大于3m。

### 树脂胶和粘结树脂的性能指标

表4.5.3碳纤维复合材料浸渍/粘接用胶粘剂安全性检验合格指标

性能项目		性能要求		试验方法标准
		A级胶	B级胶	
胶体性能	抗拉强度 (MPa)	≥40	≥30	GB/T 2568
	受拉弹性模量 (MPa)	≥2.5×10 <sup>3</sup>	≥1.5×10 <sup>2</sup>	
	伸长率 (%)	≥1.5		
	抗弯强度 (MPa)	≥50	≥40	GB/T 2570
		且不得呈脆性(碎裂状)破坏		
	抗压强度 (MPa)	≥70		GB/T 2569
粘接能力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥14	≥10	GB/T 7124
	钢-钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥20	≥15(一)	GJB 94
	与混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	≥max{2.5, $f_u$ }, 且为混凝土内聚破坏		本规范附录F
不挥发物含量(固体含量) (%)		≥99		GB/T 2793

5. 底胶和修补胶应于浸渍、粘结胶粘剂相适配，性能应分别符合上表(即规范中所示表格)规定。粘贴纤维和混凝土的胶结剂按其工艺的不一样可分为两种类型：一类由配套的底胶、修补胶和浸渍粘结胶构成；另一类为免底涂，浸渍粘结和修补兼用的单一胶剂；可根据工程需要任选一种类型，但厂商应出具免底胶的证书，使用单位应留档备查。

6. 碳纤维配套树脂胶的抗老化性能应满足规范规定。

7. 施工时应考虑环境湿度对树脂固化的不利影响。

## 五、施工工艺流程

放线定位 → 混凝土表面处理 → 配制并涂刷底层树脂 → 配制找平材料  
 并对不平整处修复处理 → 配制浸渍树脂或粘贴树脂 → 粘贴碳纤维片材  
 → 表面防护

重要工艺示意图



使用罗拉滚压使树脂

工 事 而 此

## 六、施工操作要点

## 1. 施工前准备

(1). 应认真阅读设计施工图。

(2). 应根据施工现场和被加固构件的实际状况，拟订施工方案和施工计

划。

(3). 应对所使用的碳纤维片材、配套树脂、机具等做好施工前的准备工作。

(4). 按设计图纸在加固部位精确放线定位。

## 2. 混凝土表面处理

(1). 将被加固构件表面的剥落、疏松、蜂窝、腐蚀等劣化混凝土清除，露出混凝土构造层，并将表面修复平整。

(2). 应按设计规定对裂缝进行灌缝或封闭处理。

(3). 被粘贴混凝土表面应打磨平整，除去表层浮浆、油污等杂质，直至完全露出混凝土构造新面。转角粘贴处，混凝土表面应进行导角处理，打磨成圆弧状，圆弧半径梁应不小于20mm，柱应不小于25mm。





(4). 表面打磨后, 应用强力吹风机或吸尘器将混凝土表面粉尘彻底清理干净并保持干燥。

### 3. 碳纤维布(板)剪裁

(1). 严格按设计规定的尺寸裁剪碳纤维布(板);

(2). 严禁斜切碳纤维布(板), 并防出现拉丝现象;

(3). 剪裁成型的碳纤维布(板)注意保护洁净不受污染。

### 4. 配置并涂刷底层胶

(1). 严格按产品生产厂提供的工艺规定配制底层胶。

(2). 应用滚筒刷将底层树脂均匀涂抹于混凝土表面。应在底胶表面指触干燥后尽快进行下一道工序的施工。

### 5. 找平处理

(1). 严格按产品生产厂提供的工艺规定配制找平材料。

(2). 混凝土表面修补应选用丙酮将表面浮尘擦去, 表面凹陷处用找平材

料弥补平整，有段差或转角部位，应抹成平滑曲面，不应有棱有角。

(3). 转角处应用找平材料修复为光滑的圆弧，半径为不不小于20mm。

(4). 用刀头宽度 $\geq 100\text{mm}$ 的刮刀对凹坑实行填塞修补、找平，找平程度

按眼观目测无明显的刮板或刮刀痕迹纹路平滑为准。

(5). 应在找平材料表面指触干燥后尽快进行下一道工序施工。

## 6. 配制并涂刷浸渍树脂或粘贴树脂

(1). 配制粘结剂前应仔细阅读生产厂提供的使用说明书。

(2). 应根据现场实际环境温度和粘贴面积确定树脂的每次拌和量，以防失效挥霍。

(3). 严格按重量比计量使用配制。

(4). 按厂家配合比和工艺规定进行配制，且应有专人负责。在搅拌用容器内及搅拌器上不得有油污和杂质。搅拌应顺时针一种方向搅拌，直至色泽均匀，无气泡产生，并应防止灰尘等杂质混入。

(5). 调制好的粘结剂应按规定在控制使用时间内使用完毕。



(6). 粘贴碳纤维前应对混凝土表面再次擦拭，保证粘贴面无粉尘。

(7). 将按产品生产厂提供的工艺规定配置的浸渍树脂，均匀涂抹于粘贴

部位。混凝土表面涂刷构造胶时，必须做到涂刷稳、准、匀的规定，即：

稳，涂刷用力适度，尽量不流不坠不掉；准，涂刷不出控制线；匀，涂

刷范围内薄厚较一致。

## 7. 粘贴碳纤维布

(1). 将碳纤维布用手轻压贴于需粘贴的位置，碳纤维布粘贴时，同样要

稳、准、匀，规定做到放卷用力适度，使碳纤维布不皱、不折、展延平滑

顺畅。采用专用的滚筒顺纤维方向滚压，滚压时必须从一端向另一端滚压，

不宜在一种部位反复滚压揉搓，滚压中让胶渗透纤维布，做到浸润饱满，

挤出气泡，使浸渍树脂充足浸透碳纤维布，滚压时不得损伤碳纤维布。碳

纤维布需要搭接时，必须满足规范规定 $\geq 100\text{mm}$ 。

(2). 多层粘贴时应反复上述环节，并宜在纤维表面的浸渍树脂指触干燥

后尽快进行下一层粘贴。

(3). 应在最终一层碳纤维布的表面均匀涂抹浸渍树脂。

## 8. 粘贴碳纤维板

(1). 应按设计规定的尺寸裁剪碳纤维板，并按产品生产厂提供的工艺规定配置粘结树脂。

(2). 应将碳纤维板表面擦拭洁净至无粉尘。当须粘贴两层时，底层碳纤维板的表面均应擦拭洁净。

(3). 擦拭洁净的碳纤维板应立即涂刷粘结树脂，树脂层应呈突起状，平均厚度不应不小于2mm。

(4). 应将涂有粘结树脂的碳纤维板用手轻压于须粘结的位置。用橡皮滚筒顺纤维方向平稳压实，使树脂从两边挤出，保证密实无空洞。当平行粘贴多条碳纤维板时，两条板带之间的空隙不应不小于5mm。

(5). 须粘贴两层碳纤维板时，应持续粘贴。当不能立即粘贴时，再开始粘贴前应对底层碳纤维板重新进行清理。

## 9. 表面防护

当需要做表面防护时，应按有关原则的规定处理，并保证防护材料与碳纤维片材之间有可靠的粘结。

## 七、施工检查和质量验收

1. 在施工之前，应确认纤维片材及配套胶的产品合格证、产品质量出厂检查汇报。

2. 按规定进行各工序隐蔽工程的检查及验收。如出现质量问题，应立即返工。

3. 碳纤维片材的实际粘贴面积不应少于设计面积，位置偏差不应不小于10mm。

4. 碳纤维片材与混凝土之间的粘结质量用小锤敲击或用手压碳纤维片材表面的措施来检查，总有效面积不低于95%。当碳纤维布的空鼓面积不小于10000mm<sup>2</sup>(即10cm<sup>2</sup>)时，可采用针管注胶的方式进行补救。空鼓面积不小于10000mm<sup>2</sup>时，宜将空鼓处的碳纤维片材切除，重新搭接贴上等量

的碳纤维片材，搭接长度应不小于100mm。

5. 大面积粘贴前需做样板，待有关方面验证后，再大面积施工。为了保证碳纤维布与构件之间的粘结质量，基底处理首先检查要加围的部位自身与是否有空鼓现象，再进行表面检查，最终对不符合规定的部位采用对应的措施。

6. 严格控制施工现场的温度和湿度，冬季施工要有可靠的技术措施保证。

7. 必要时可按规范规定对施工质量进行现场抽样检查。

8. 必要时可对碳纤维片材和配套树脂类粘贴材料进行现场取样检查。

3. 碳纤维片材配套树脂的原材料应密封储存，远离火源，防止阳光直接照射。

## 八、安全施工措施

1. 碳纤维片材为导电材料，施工碳纤维片材时应远离电器设备及电源，或采用可靠防护措施。

2. 施工过程中应防止碳纤维片材的弯折。





4. 树脂的配置和使用场所应保持通风良好。 5. 现场施工

人员应采用对应劳动保护措施。

## 九、根据国家规范及原则

《碳纤维片材加固混凝土构造技术规程》CECS 146:2023 《混凝土构

造加固设计规范》 GB50367-2023

附件一：

[粘碳纤维片材施工方案参照范本]

# XXXXX 构造加固方案

## 一、工程概况

.....

## 二、编制根据

1. 工程设计图纸

2. 《建筑构造荷载规范》 (GB50009-2023)

3. 《混凝土构造加固设计规范》 (GB50367-2023)

4. 《碳纤维片材加固混凝土构造技术规程》 (CECS146:2023)

5. 《建筑工程施工质量验收统一原则》 (GB50300-2023)

等等

(1) 基底打磨处理;

(2) 涂刷底层树脂(其作用是渗透至混凝土内部以提高混凝土与碳纤维之

### 三、加固方案

#### 1、加固范围

本次构造加固范围包括.....

#### 2、加固材料

本次构造加固所采用的碳纤维片材为.....重要材料的性能如下表所示

碳纤维片材的重要性能指标(表格略)、配套树脂的性能指标(表格略)

#### 3、施工工艺及规定

##### 3.1 粘贴碳纤维布施工次序



间的粘接性)；

(3) 用整平材料修复、弥补构造基面上不平整及缺陷部位；

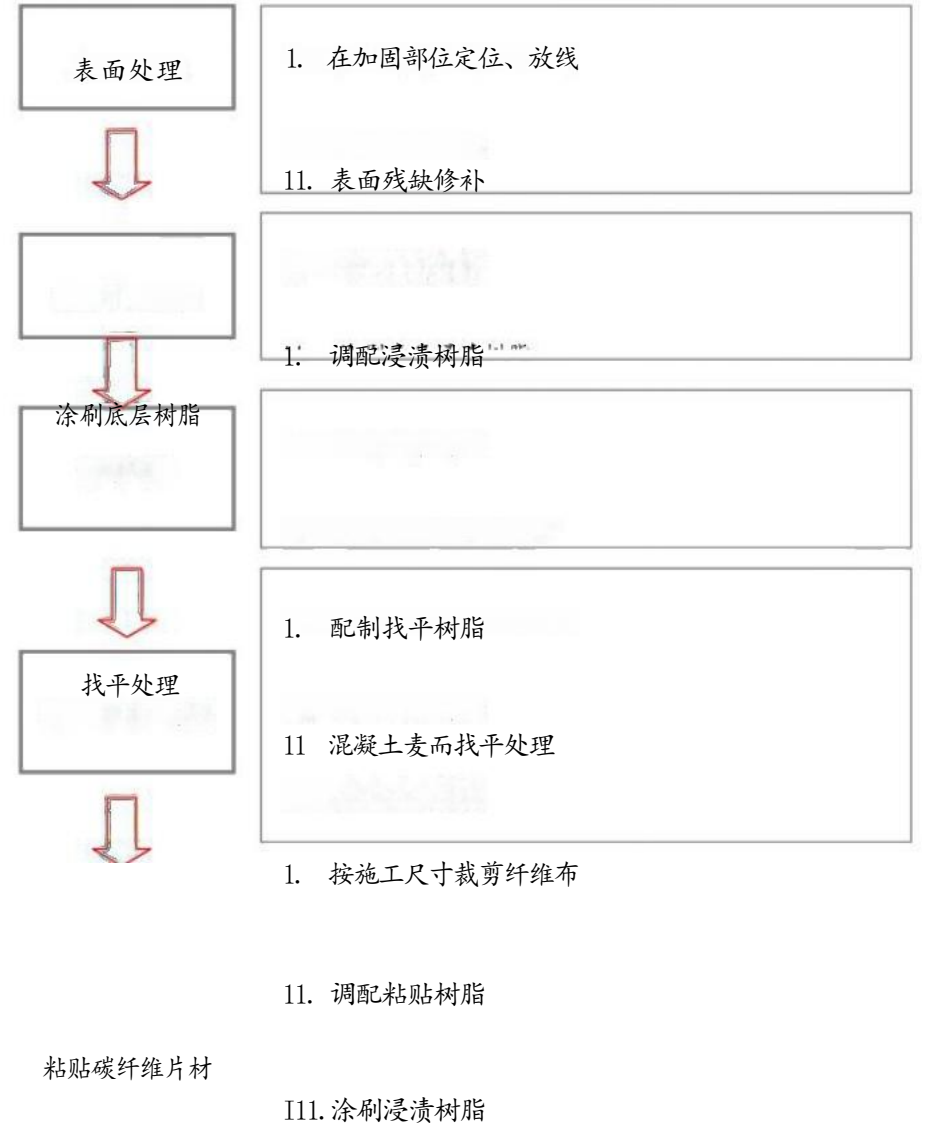
(4) 涂刷粘贴树脂，随即即开始粘贴碳纤维布；多层粘贴反复本环节；

(5) 涂刷上层粘贴树脂；

### 3.2 施工工艺流程图

工艺框图

施工内容



(3)、碳纤维片材实际粘贴面积应不少于设计量，位置偏差应不小于10mm。

### 3.3检查与验收

(1)、在开始施工之前，应确认碳纤维片材及配套树脂粘结材料的产品合格证、产品质量出厂检查汇报，各项性能指标应符合《碳纤维片材加固修复混凝土构造技术规程》规定的规定。

(2)、采用碳纤维片材及配套树脂类粘结材料对混凝土构造进行加固修复时，应严格进行各工序隐蔽工程检查与验收。



(4)、碳纤维片材与混凝土之间的粘结质量可用小锤轻轻敲击或手压碳纤维片材表面的措施来检查，总有效粘贴面积不应低于95%。当碳纤维布的空鼓面积不小于10000mm<sup>2</sup>时，可采用针管注胶的方式进行补救。空鼓面积不小于10000mm<sup>2</sup>时，宜将空鼓处的碳纤维片材切除，重新搭接贴上等量的碳纤维片材，拱接长度不不小于100mm。

### 3.4施工注意事项

(1)碳纤维粘贴胶的一次搅拌量应满足本次施工的使用量，不可超过，如超过使用时间则应将粘贴胶废弃，不容许再次使用。一般在室温条件下粘贴胶的有效时间为1小时。

(2)施工过程中应防止碳纤维片材沿碳纤维丝的垂直方向的弯折。

(3)施工中注意将树脂及胶体放置在通风良好的地方，并保证不要与其他不明液体的接触，防止发生化学反应致使树脂或胶体的失效。

### 3.5质量保证措施

考虑到本次工程的实际状况，施工过程应注意如下要点：（随工程不一样做

篇幅增减)

(1)界面处理的好坏直接影响到碳纤维的加固效果，因此对于粘贴部位的混凝土表面必须反复打磨平整，清除混凝土表面的劣化部分并于涂刷底层树脂前用吹风机清理干净；

(2)碳纤维布现场裁剪，分段粘贴的方式，在碳纤维布的搭接部位做好标志，保证碳纤维布之间的搭接长度应不少于100mm；

(3)粘贴过程中要用罗拉沿纤维方向反复滚压，挤出气泡使树脂充足浸渍碳纤维，要注意环境温度变化对树脂固化的影响，气温不低于5°C可正常施工，如气温低于5°C应采用必要的升温保温措施。

#### 四、安全及文明施工

略

附件二：

参见《混凝土构造加固设计规范》(GB50367-2023)

《碳纤维片材加固混凝土构造技术规程》(CECS146:2023)

附件三：

[部分施工资料记录]

1. 《分项/分部工程施工报验表》(C5-1)
2. 《隐蔽工程检查记录》(B2-7)
3. 《预检记录》(C5-1)
4. 《施工测量放线报验表》(B2-2)
5. 《不合格处置记录》(B2-18)
6. 《施工试验记录》(C6-1)



[碳纤维施工质量现场检查措施]

### 三、合用范围

## 外部粘钢加固技术

### 一、粘钢加固技术简介

粘贴钢板加固技术是在砼构件表面用建筑构造胶粘钢板，依托构造胶良好的正粘结力和抗剪切性能，使钢板与砼牢固的形成一体，以到达加固补强的作用。合用于承受静力作用的一般受弯及受拉构件。

### 二、粘钢加固技术特点

- 1、施工迅速；在保证粘钢加固构造质量的前提下，可迅速完毕施工任务，在不停产不影响使用的状况下大大节省施工时间。
- 2、施工便捷；加固用的钢板，一般以Q235 钢或Q345 钢为宜，钢板厚度一般以2~6mm, 该加固法基本上不影响构件的外观。
- 3、养护时间短，完全固化后即可正常受力工作。



1. 一般承受静力作用受弯及受拉构件及剪力墙的开洞加固。

2. 粘贴在混凝土构件表面上的钢板，其外表面应进行防锈蚀处理，表面防锈蚀材料对钢板及胶结剂应无害。

3. 采用粘贴钢板加固钢筋混凝土构造，长期使用的环境温度不应高于 $60^{\circ}\text{C}$ 。处在特殊环境(腐蚀、放射、高温等)下的混凝土构造进行加固时，除应按国家现行有关原则的规定采用对应的防护措施外，尚应采用耐环境原因作用的胶结剂，并按专门的工艺规定进行粘贴。

4. 当被加固构件的表面有防火规定时，应按现行国标《建筑防火设计规范》GB50016规定的耐火等级及耐火极限规定，对构件进行防护。

5. 被加固混凝土构造构件的现场实测混凝土强度等级不应低于C15。且混凝土表面的正拉粘结强度不得低于 $1.5\text{MPa}$ 。

6. 采用粘贴钢板对钢筋混凝土构造进行加固时，应采用措施卸除作用在构造上的活荷载。

#### 四、材料技术原则

1. 钢板、扁钢

(1). 应采用Q235 或 Q345 钢材；对重要构造的焊接构件，若采用Q235

级钢，应选用Q235-B 级钢；

(2). 钢材质量应分别符合现行国标《碳素构造钢》GB/T700 和《低合金高强度构造钢》GB/T1591 的规定。

(3). 不得使用无出厂合格证、无标志或未经进场检查的钢材。

2. 粘结剂的重要力学性能指标

4.5.5 粘贴钢板或外粘型钢的胶粘剂必须采用专门配制的改性环氧树脂胶粘剂，其安全性检验指标必须符合表4.5.5的规定。

表4.5.5粘钢及外粘型钢用胶粘剂安全性检验合格指标

性能项目		性能要求		试验方法标准
		A级胶	B级胶	
胶 体 性 能	抗拉强度 (MPa)	≥30	≥25	GB/T 2568
	受拉弹性模量 (MPa)	≥4.0×10 <sup>2</sup>	≥3.0×10 <sup>2</sup>	
	伸长率 (%)	≥1.3		
	抗弯强度 (MPa)	≥45	≥35	GB/T 2570
		且不得呈脆性(碎裂状)破坏		
	抗压强度 (MPa)	≥65		GB/T 2569
粘 接 能 力	钢-钢拉伸抗剪强度标准值 (MPa)	≥15	≥12	GB/T 7124
	钢-钢不均匀扯离强度 (kN/m)	≥16	≥12	GJB 94
	钢-钢粘接抗拉强度 (MPa)	≥33	≥25	GB/T 6329
	与混凝土的正拉粘结强度 (MPa)	≥max {2.5, fu}, 且为混凝土内聚破坏		本规范附录F
不挥发物含量(固体含量) (%)		≥99		GB/2793

注：表中括号内的受拉弹性模量指标仅用于灌注粘钢型胶结剂。

表引自《混凝土构造加固设计规范》

4.5.7 钢筋混凝土承重结构加固用的胶粘剂，其钢-钢粘接抗剪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98%相对湿度的环境条件下按本规范附录L规定的方法进行；老化时间：重要构件不得少于90d；一般构件不得少于60d。经湿热老化后的试件，应在常温条件下进行钢-钢拉伸抗剪试验，其强度降低的百分率(%)应符合下列要求：

- 1 A级胶不得大于10%；
- 2 B级胶不得大于15%。

4.5.8 混凝土结构加固用的胶粘剂必须通过毒性检验。对完全固化的胶粘剂，其检验结果应符合实际无毒卫生等级的要求。

4.5.9在承重结构用的胶粘剂中严禁使用乙二胺作改性环氧树脂固化剂；严禁掺加挥发性有害溶剂和非反应性稀释剂。



注：~4.5.9引自《混凝土构造加固设计规范》

## 1. 施工前准备

- (1). 应认真阅读设计施工图。

## 五、施工工艺流程

放线定位 → 粘贴面表面处理 → 卸荷 → 配制胶粘剂 → 涂胶和粘贴钢板

→ 固定及加压 → 固化 → 卸支撑检查 → 表面防护(防火防锈处理)

## 六、施工操作要点



(2). 应根据施工现场和被加固构件的实际状况，拟订施工方案和施工计划

。

(3). 应对所使用的钢板、粘结剂、机具等做好施工前的准备工作。

(4). 按设计图纸在加固部位精确放线定位。

## 2. 粘贴面表面处理

对于混凝土构件结合面，应根据构件表面的新旧程度，坚实程度，干湿程度

，分别按如下状况处理：

(1). 对原混凝土构件的粘合面，混凝土面应凿除粉饰层，油垢、污物，然后用角磨机打磨除去1-2mm 厚表层，较大凹陷处用找平胶修补平整，打磨完毕用压缩空气吹净浮尘，最终用棉布沾丙酮拭净表面，待粘贴面完全干燥后备用。

(2). 对表面已碳化的旧混凝土构件的粘合面，直接对粘合面进行打磨，去掉1~2mm 厚表层，用压缩空气除去粉尘或用清水冲洗洁净，待完全干燥后用脱脂棉沾丙酮擦拭表面即可。



(3). 对于新混凝土粘合面，先用钢丝刷将松散浮渣刷去，再用硬毛刷沾洗涤剂洗刷表面，或用清水冲洗，待完全干后即可。

(4). 对于湿度较大的混凝土构件或龄期在3个月内的混凝土构件，因一般树脂类胶粘剂在潮湿的基层上粘结强度会大幅度减少，故除满足上述规定外，尚须进行人工干燥处理。

(5). 对于露筋的混凝土表面，需用钢丝刷将钢筋表面的锈蚀除去，再剔除松动的混凝土，用清水冲洗润湿，用高强树脂砂浆修补。

(6). 对于自身空鼓的混凝土构件，应将空鼓处剔除，用清水冲洗润湿，用高强树脂砂浆修补混凝土。

(7). 钢板粘贴面应用角磨机进行粗糙、除锈处理，直至打磨出现光泽，打磨粗糙度越大越好，打磨纹路应与钢板受力方向垂直，使用前若洁净仅用干布擦拭即可。否则可用棉布沾丙酮拭净表面，待完全干燥后备用。

(8). 在混凝土构件上和钢板表面配钻膨胀螺栓孔(由设计图纸确定)。

### 3. 卸荷

为减轻和消除后粘钢板的应力，应变滞后现象，粘钢板前宜对构件适量进行卸荷，卸荷方式如下：

(1). 对老建筑采用拆除原有的吊顶。墙面装饰、地面面层。设备等措施，以到达卸静荷的目的。

(2). 对某些不能卸静荷的构件，可采用千斤顶顶升的方式卸荷，顶升吨位由计算确定。

(3). 卸除加固构件所承受的活荷载如人员、办公机具宜临时移去，并尽量减小施工临时荷载。

### 4. 配制胶粘剂

(1). 建筑构造胶为A、B两组份，取洁净容器(塑料或金属盆，不得有油污、水、杂质)和称重衡器按说明书配合比混合，并用搅拌器搅拌约5-10分钟至色泽均匀为止。搅拌时最佳沿同一方向搅拌，尽量防止混入空气形成气泡，配置场所宜通风良好。

(2). 调制好的粘结剂应在初凝前使用完毕。

## 5. 涂胶和粘贴钢板

(1). 胶粘剂配制好后，用腻子刀涂抹在已处理好钢板面上和混凝土表面，胶断面宜成三角形，中间厚3毫米左右，边缘厚1毫米左右，然后将钢板粘贴在混凝土表面预定位置，若是立面粘贴，为防止流淌，可加一层脱蜡玻璃丝布。

(2). 为使胶能充足浸润、渗透、扩散、粘附于结合面，宜先用少许胶在结合面来回刮抹数遍，再添抹至所需厚度。

## 6. 固定及加压

钢板粘好后，应立即用特制U形夹具夹紧或用支撑顶撑或用膨胀螺栓等固定，并合适加压，以使胶液刚从钢板边缘挤出为度。膨胀螺栓一般兼作钢板的永久附加锚固措施，其埋设孔洞与钢板一道于涂胶前配钻。

## 7. 固化

(1). 粘结剂在常温下(20℃)固化，24小时即可拆除夹具或支撑，3天可受力使用。冬季施工时，固化时间应延长，并做合适的保温及升温处理。



(2). 对粘贴到位的构件做好标示工作, 提醒其他人员防止在构造胶固化时间内对粘贴钢材扰动。

## 8. 卸支撑检查

(1). 加固构件的粘钢质量采用无损检查, 外观检查钢板边缘溢胶状况, 检查时可用小锤轻击粘贴钢板, 从音响判断粘贴效果, 也可采用超生仪检测。若锚固区有效粘结面积少于90%, 非锚固区有效粘结面积少于70%, 应剥离钢板, 重新粘贴。

(2). 对重要构件也可采用载荷检查, 一般采用分级加载至正常荷载的原则值, 检测成果较直观、可靠, 但费用较高, 耗时也较长。需要千斤顶或配重(常用沙袋、砖块)、百分表、裂缝显微镜、衡器。

## 9. 表面防护

一般采用刷防锈漆、钢板网抹灰或喷防火涂料的措施进行保护以防止钢材的腐蚀。

## 七、施工检查和质量验收

1. 在施工之前，应确认钢材及构造胶的产品合格证、产品质量出厂检查汇报；各项技术指标应到达规范规定的数值。

2. 配制和使用场所，必须保持通风良好。

2. 按规定进行各工序隐蔽工程的检查及验收。如出现质量问题应立即返工。

3. 加固构件的粘钢质量采用无损检查，外观检查钢板边缘溢胶状况。检查时可用小锤轻击粘贴钢板，从音响判断粘贴效果，也可采用超生仪检测。

若锚固区有效粘结面积少于90%，非锚固区有效粘结面积少于70%，应剥离钢板，重新粘贴。

4. 对重要构件也可采用荷载试验，一般采用分级加载至正常荷载的原则值，检测成果较直观、可靠，但费用较高，耗时也较长。需要千斤顶或配重（常用沙袋、砖块）、百分表、裂缝显微镜、衡器。

5. 大面积粘贴前需做样板，待有关方面验证后，再大面积施工。

## 八、安全施工措施

1. 配制粘结剂用的原料应密封贮存，远离火源，防止阳光直射。



3. 工作场所应配置多种必要的灭火器必备救护。

4. 现场施工人员应采用对应劳动保护措施，操作人员应穿工作服，戴防护口罩和手套。

## 九、根据国家规范及原则

《混凝土构造加固技术规程》 CECS 25:90

《混凝土构造加固设计规范》 GB50367-2023



## 外包钢加固技术

### 一、外包钢加固技术简介

外包钢加固技术是在混凝土柱或梁的四角或两角包以型钢(一般为角钢),内部灌注粘结剂的一种加固措施。采用外包钢加固,构件的截面尺寸增长不多,但混凝土构件的承载力可大幅度提高。

外包钢加固分为湿式和干式两种措施,把型钢与原柱间留有一定的间隔,并在其间灌注乳胶水泥砂浆或环氧树脂粘结剂或环氧砂浆,使型钢架和原构件能整体工作共同受力的加固措施称为湿式外包钢加固法。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/117054141010010002>