|  |  |
| --- | --- |
| 湖北省住房和城乡建设厅 | 联合发布 |
| 湖北省市场监督管理局 |
|  |  |

ICS 13.020.01

CCS P56

|  |
| --- |
|  |

DB42

湖北省地方标准

DB 42/ TXXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

超高延性纤维混凝土加固砌体结构应用技术规程

Technical Specification for Strengthening Masonry Structure with Ultra-high Ductile Concrete

|  |
| --- |
|  |
| （征求意见稿） |

2022 - XX - XX实施

2022 - XX - XX发布

**目 次**

[前 言 III](#_Toc25196)

[引 言 IV](#_Toc13472)

[1 范围 2](#_Toc21969)

[2 规范性引用文件 2](#_Toc13254)

[3 术语和符号 3](#_Toc31359)

[3.1 术语 3](#_Toc21750)

[3.2 符号 4](#_Toc2134)

[4 基本规定 7](#_Toc31196)

**[5 材料](#_Toc18064)** [7](#_Toc18064)

[5.1原材料 7](#_Toc28689)

[5.2 超高延性混凝土 8](#_Toc10852)

**[6 设计与构造](#_Toc26071)** [11](#_Toc26071)

[6.1 一般规定 11](#_Toc1900)

[6.2砌体受压加固 11](#_Toc11599)

[6.3 砌体抗弯加固 14](#_Toc18541)

[6.4 砌体抗拉加固 16](#_Toc2738)

[6.5 砌体抗剪加固 16](#_Toc6966)

[6.6 砌体抗震加固 17](#_Toc27935)

[6.7 整面加固构造规定 20](#_Toc4277)

[6.8 条带加固构造规定 22](#_Toc12017)

[7 施工 23](#_Toc31346)

[7.1 施工质量控制 23](#_Toc8643)

[7.2 施工工序 24](#_Toc22791)

[7.3 施工注意事项 24](#_Toc2949)

**[8 检验与验收](#_Toc2908)** [25](#_Toc2908)

[8.1 基本规定 25](#_Toc9556)

[8.2 施工质量检验 25](#_Toc11431)

[8.3 竣工验收 28](#_Toc29168)

[附 录 A 30](#_Toc16254)

[附 录 B 32](#_Toc12550)

[附 录 C 33](#_Toc30343)

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口。

本文件共分7章和4个附录。主要内容包括：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 材料；5. 设计与构造；6. 施工；7. 检验与验收；附录。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-68873088，邮箱：mail.hbszjt.net.cn。在执行过程中如有意见和建议，请邮寄湖北工业大学（地址：湖北省武汉市洪山区南李路湖北工业大学土建楼，邮编430068）。

**主编单位：**

湖北工业大学

武汉大学

**参编单位：**

同济大学

中冶南方城市建设工程技术有限公司

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

武汉市政工程设计研究院有限责任公司

湖北省工建集团设计研究院

武汉建工科研设计有限公司

上海同延建筑科技有限公司

杭州敦固建筑特种工程有限公司

武汉众诚建筑工程有限公司

武汉固立达建筑科技有限公司

**本文件主要起草人员：**余江滔、李杉、肖衡林、卢亦焱、张明、常春霞、陈建斌、杨勇、沈江涛、杨斌、石敦敦、王学安、储腾跃、邢琼、谭燕、郑怡、苏瑜

**本文件审查人员：**

引 言

制定本文件的目的是关注湖北城市发展特点，立足湖北省地方特色，为本地区既有砌体房屋的加固改造提供技术先进、便捷可靠的解决方案，推进城市更新改造的健康发展。

近20多年来，以超高延性混凝土（Ultra-high ductile concrete)简称UHDC为主要代表的应变硬化水泥基复合材料得到了较为广泛的研究和应用。目前湖北省尚没有针对这一材料用于砌体房屋加固设计与施工方面系统的规程/标准，不能满足当前工程需要，这也是本文件的编制目的。

为此，本文件的主参编人员进行了系列相关试验，并吸取了超高延性混凝土在砌体加固的结构设计和施工中的最新研究成果和实际工程经验，参考和借鉴了国外先进的标准规范，广泛征求了设计、施工、建设、管理等部门的意见，旨在为超高延性混凝土在砌体房屋加固修补工程的设计和施工中的应用提供指导性和参考性的技术规定。为保证超高延性混凝土加固砌体结构的技术可靠，本文件的编制依据如下原则：

a）足够的结构安全度，满足GB 50068规定的可靠指标要求；

b）基于JC/T 2461的规定，确定材料性能指标；基于GB 50003和GB50702的设计原则，提出相应的计算公式；

c）等同的承载能力水平，即加固后构件承载能力的强度和延性均不低于成熟的、传统的加固方法。加固构件的强度计算公式GB50702“钢筋网水泥砂浆面层加固法”的公式上进行调整，以保证等强度；加固材料的延伸率不低于GB50702对于钢筋网钢筋延伸率的最低要求，从而保证加固具有不低于“钢筋网水泥砂浆面层“的延性；根据GB 1499.3中6.5.1条规定：“焊接网钢筋公称直径不小于6mm 的焊接网用冷轧带肋钢筋，冷轧带肋钢筋的最大力总伸长率应不小于2.5%，钢筋的强屈比应不小于1.05”。因此，本文件规定“延伸率超过3%的超高延性混凝土方可用于砌体的不配筋加固”。如超高延性混凝土的延伸率低于这一水平但不低于1%，可在配筋的情况下进行砌体墙加固。

d) 等同的构造措施。墙体抗震加固的构造措施不低于GB 50003和GB 50011要求。当以条带替代传统构造柱&圈梁体系时，条带的强度和延性均不低于规范对于传统构造柱、圈梁的最低要求。为此，本文件以等强和等延的原则规定了条带的尺寸，并要求“延伸率超过5%的超高延性混凝土方可用于条带的不配筋加固”。

超高延性纤维混凝土加固砌体结构应用技术规程

# 1 范围

本文件规定了超高延性混凝土加固砌体结构的术语及定义、设计基本规定、材料性能指标、设计与构造方法、施工以及检验与验收的技术要求。

本文件适用于湖北省内抗震设防烈度为6~8度、需要采用超高延性混凝土面层加固砌体结构的设计、施工和质量验收。

本文件所述的超高延性混凝土加固砌体结构的设计、施工及质量验收除应符合本文件的规定外，尚应符合国家、行业及湖北省现行有关标准的规定。

# 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 175 通用硅酸盐水泥

GB 199 快硬硅酸盐水泥

GB 1344 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥

GB 1499. 1 钢筋混凝土用钢 第1部分：热轧光圆钢筋

GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋

GB 1499.3 钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网

GB 13014 钢筋混凝土用余热处理钢筋

GB/T 25176 混凝土和砂浆用再生细骨料

GB 50003 砌体结构设计规范

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB50010 混凝土结构设计规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50068 建筑结构可靠性设计统一标准

GB/T 50083 建筑结构设计术语和符号标准

GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB/T 50476 混凝土结构耐久性设计标准

GB 50550 建筑结构加固工程施工质量验收规范

GB50702 砌体结构加固设计规范

GB 50728 工程结构加固材料安全性鉴定技术规范

JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准

JGJ 63 混凝土拌合用水标准

JGJ 95 冷轧带肋钢筋混凝土结构技术标准

JGJ/T 104 建筑工程冬期施工标准

JGJ 114 钢筋焊接网混凝土结构技术标准

JGJ/T 283 自密实混凝土应用技术标准

JGJ/T 363 农村住房危险性鉴定标准

JGJ/T 426 农村危险房屋加固技术标准

JC/T 2461 高延性纤维增强水泥基复合材料力学性能试验方法

# 3 术语和符号

**3.1 术语**

3.1.1 超高延性混凝土Ultra-high ductile concrete (UHDC)

一种由水泥基胶凝材料、矿物掺和料、骨料、外加剂和纤维等原材料组成，按一定比例加水搅拌，硬化后具有一定的抗压强度、抗拉强度且延伸率不低于1%的特种混凝土。

3.1.2 原构件Existing structural member

实施加固前的原有结构构件。

3.1.3 砌体结构加固Strengthening of masonry structures

对可靠性不足或业主要求提高可靠度的砌体结构、构件及其相关部分采取增强、局部更换或调整其内力等措施，使其具有现行设计规范及业主所要求的安全性、耐久性和适用性。

3.1.4 超高延性混凝土面层UHDC overlay

通过人工抹压或喷射超高延性混凝土，在原墙体表面形成的厚度介于10~40mm的薄层。无特殊说明的情况下，面层覆盖整面墙体。

3.1.5 超高延性混凝土条带UHDC stripe

通过人工抹压或喷射超高延性混凝土，在原墙体表面形成、厚度介于10~40mm、宽度介于300~1000mm的带状薄层。

3.1.6 钢筋网Steel grid

用普通钢筋焊接或绑扎形成的网片。

3.1.7 预制装配式楼屋盖整体化加固 Prefabricated floor and roof integral strengthening

在预制楼(屋)盖的表面抹超高延性混凝土薄层，所形成的装配整体式楼屋盖。

3.1.8 实砌墙Solid wall

用砖或砌块不留空洞实砌形成的墙体。

3.1.9 空斗墙 Rowlock wall

用砖侧砌或平、侧交替砌筑成的空心墙体。

3.1.10 超高延性混凝土条带-砌体组合圈梁 Constructional beam made of composited ECCstripe and masonry

用超高延性混凝土薄层贴合在砌体侧面所形成的类似圈梁的构件。

3.1.11 超高延性混凝土条带-砌体组合构造柱 Constructional column made of composited ECCstripe and masonry

用超高延性混凝土薄层贴合在砌体侧面所形成的类似构造柱的构件。

3.1.12 最大力下总延伸率/延伸率 Percentage total extension at the maximal force

最大力时总延伸率（弹性延伸加塑性延伸）与引伸计原始标距之比的百分率为极限拉伸应变，在本文件中简称为延伸率。

**3.2 符号**

3.2.1 材料性能

*E*dc--超高延性混凝土受压弹性模量；

--超高延性混凝土立方体抗压强度标准值；

--超高延性混凝土轴心抗压强度标准值；

--超高延性混凝土轴心抗压强度设计值；

*f*dc,utk --超高延性混凝土极限轴心抗拉强度标准值；

--超高延性混凝土轴心抗拉强度标准值；

--超高延性混凝土轴心抗拉强度设计值；

--超高延性混凝土的最大力下总延伸率；

--钢筋的抗拉强度标准值；

*f*y--钢筋的抗拉强度设计值；

--钢筋抗压强度设计值；

--原构件砌体的轴心抗压强度设计值；

*f*m,t--原构件砌体的轴心抗拉强度设计值。

3.2.2 作用效应

--轴心压力设计值；

*N*t --轴心拉力设计值；

 --剪力设计值；

--考虑地震作用组合的加固后砌体墙抗剪承载力设计值；

--原墙体抗剪承载力；

--面层加固提高的抗剪承载力。

--考虑地震作用组合的原砌体墙抗震受剪承载力设计值。

3.2.3 几何参数

--原构件砌体截面面积；

--超高延性混凝土面层的截面面积；

*A*dc,c--离轴向力*N*作用点较近一侧的砌体偏压侧的超高延性混凝土面层截面面积；

*A*dc,t--离轴向力*N*作用点较远一侧的超高延性混凝土面层截面面积；

*A*dc,t--远离砌体偏压侧的超高延性混凝土面层截面面积；

--加固后砌体墙的截面厚度；

--原砌体墙的截面厚度；

--超高延性混凝土面层厚度；双面加固时，取两侧面层厚度之和；

--受压侧超高延性混凝土面层厚度；

--受拉侧超高延性混凝土面层厚度；

--采用面层加固的墙体水平方向长度；

--受拉钢筋的截面面积；

--受压钢筋的截面面积；

--砌体受压区的截面面积。

3.2.4 计算参数

--轴心受压构件的稳定系数；

--轴心受压构件钢筋强度利用系数；

--超高延性混凝土抗压强度利用系数；

--超高延性混凝土抗剪强度利用系数；

--超高延性混凝土抗拉强度利用系数；

--加固后楼层或墙段的综合抗震能力指数；

--加固增强系数；

--楼层或墙段原有的抗震能力指数；

、--分别为体系影响系数和局部影响系数；

--承载力抗震调整系数。

# **4 基本规定**

4.1 采用超高延性混凝土加固砌体结构的设计使用年限应符合GB 50702和GB 50023等标准的规定。

注：后文中6度、7度、8度抗震设防地区简称为6度、7度、8度地区。

4.2 本文件适用于建筑工程的下列砌体结构加固设计、加固施工和质量验收，特殊条件下或有特殊要求的工程应执行专门的规定：

4.2.1 砖砌体：包括烧结普通砖、烧结多孔砖、蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖、混凝土普通砖、混凝土多孔砖的无筋和配筋砌体；

4.2.2 砌块砌体：包括混凝土砌块、轻集料混凝土砌块的无筋和配筋砌体；

4.2.3 石砌体：包括各种料石和毛石的砌体。

4.3 超高延性混凝土面层加固空斗墙砌体房屋应符合如下规定：

4.3.1 当房屋的抗震设防烈度不高于7度时，可采用超高延性混凝土面层进行空斗砖墙体的加固；

4.3.2 加固对象为一斗一眠承重墙体时，房屋层数不宜超过三层；

4.3.3 加固对象为二斗一眠墙、三斗一眠承重墙体时，房屋层数不宜超过两层。

4.4 超高延性混凝土加固范围可以是整体结构或局部区段，也可为单独的结构构件，但均应考虑结构的整体牢固性。

4.5 采用高延性纤维增强水泥基复合材料面层对砌体结构进行抗震加固时，宜采用双面加固形式以增强墙体的整体性。

4.6 对加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的墙体，应在加固设计文件中提出临时支撑方案并采取相应的措施后，再采用超高延性混凝土加固。

4.7 房屋加固区域的正常使用温度不应超过80°C。

4.8砌体结构采用超高延性混凝土加固后，应定期检查其工作状态。检查周期可由设计单位确定，首次检查的时间间隔不宜超过10年。

4.9 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。

# **5 材料**

**5.1原材料**

5.1.1 水泥的性能和质量应分别符合GB 175的规定。

5.1.2 粗骨料的质量应符合JGJ 52、JGJ/T 281和JGJ/T 283的规定，再生粗骨料应符合GB/T 25177的规定。

5.1.3 细骨料的质量应符合JGJ 52的规定。再生细骨料应符合GB/T 25176的规定。

5.1.4 粉煤灰和矿渣粉等矿物掺合料的性能和质量应分别符合GB/T 1596和GB/T 18046的规定。

5.1.5 外加剂的性能指标应符合GB 50119和GB 8076的规定。

5.1.6 拌合用水应符合JGJ 63的规定。

5.1.7 钢筋的性能和质量应符合GB 1499.1、GB 1499.2和GB 13014的有关规定，抗震加固中宜优选热轧带肋钢筋。

5.1.8 面层加固用钢筋网片的质量应符合GB 1499.3的有关规定，性能设计值应符合JGJ 114的有关规定。

5.1.9 超高延性混凝土的增强短纤维可采用合成纤维或钢纤维，应符合以下要求。

a) 钢纤维长度宜为6mm~25mm，直径宜为0.1mm~0.8mm，长径比宜为30~250，抗拉强度不宜低于1000MPa。

b) 合成纤维应符合GB 18401中C类基本安全技术要求的规定，宜采用长度为6mm~24mm、直径为10μm~100 μm的聚丙烯、聚乙烯醇、芳纶、聚乙烯等纤维，抗拉强度不宜低于1000 MPa。

c) 合成纤维耐碱性能（极限拉力保持率）应符合T/CSTM 00041的规定，且不应低于85%。

**5.2 超高延性混凝土**

5.2.1 标记说明

a) 超高延性混凝土应按下列顺序进行标记：

1） 抗压强度等级代号C；

2） 轴心抗拉强度等级代号T；

3） 延伸率等级代号D；

4） 本文件号。

b) 标记示例如下：

超高性能混凝土抗压强度等级为C30，极限抗拉强度等级为T6，极限延伸率等级为D5，标记为：

C30—T6—D5—DB42/T XXX

5.2.2 超高延性混凝土抗拉强度的等级划分应符合表1的规定。抗拉强度应通过JC/T 2461规定的试验方法确定。

表1 超高延性混凝土抗拉强度等级划分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T9 | T10 |
| 极限抗拉强度标准值 *f*dc,utk/MPa | ≥2 | ≥3 | ≥4 | ≥5 | ≥6 | ≥7 | ≥8 | ≥9 | ≥10 |
| 轴心抗拉强度标准值*f*dc,t /MPa | 1.60 | 2.40 | 3.20 | 4.00 | 4.80 | 5.60 | 6.40 | 7.20 | 8.00 |
| 轴心抗拉强度设计值*f*dc,t /MPa | 1.23 | 1.85 | 2.46 | 3.08 | 3.69 | 4.31 | 4.92 | 5.54 | 6.15 |

注：1）抗拉强度等级对应极限抗拉强度换算所得的具有95%保证率的抗拉强度；2）轴心抗拉强度设计值系指屈服抗拉强度标准值除以材料分项系数得到的抗拉强度。

5.2.3 超高延性混凝土延伸率的等级划分应符合表2的规定。延伸率应通过JC/T 2461规定的试验方法确定。

表2 超高延性混凝土延伸率等级划分

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | D1 | D2 | D3 | D4 | D5 | D6 | D7 | D8 | D9 | D10 |
| 延伸率 *ε*dc,t /% | ≥1 | ≥2 | ≥3 | ≥4 | ≥5 | ≥6 | ≥7 | ≥8 | ≥9 | ≥10 |
| 残余延伸率/延伸率 | ≥1.2 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 | ≥1.1 |

注：1）延伸率系指按照标准方法制作养护的拉伸用试件，在28d龄期用标准试验方法测得的最大力下延伸率的平均值。2）D1~D10代表在单轴拉伸过程中表现出不同程度的延伸率水平。3）残余延伸率系指拉伸试件在达到极限抗拉强度之后，继续加载导致其拉伸强度降至极限抗拉强度85%时对应的延伸率。

5.2.4 超高延性混凝土的抗压强度等级划分应符合表3的规定。抗压强度和弹性模量应通过JC/T 2461规定的试验方法确定。

表3 超高延性混凝土抗压强度等级

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | C25 | C30 | C35 | C40 | C45 | C50 |
| 轴心抗压强度标准值 *f*dc,ck /MPa | 19.4 | 23.2 | 27.1 | 31.0 | 34.8 | 38.7 |
| 轴心抗压强度设计值 *f*dc,c /MPa | 14.9 | 17.9 | 20.8 | 23.8 | 26.8 | 29.8 |
| 弹性模量 *E*dc/GPa | 14.7 | 15.8 | 18.5 | 18.9 | 23.4 | 24.9 |

注：1）高延性纤维增强水泥基复合材料应按立方体抗压强度标准值确定。立方体抗压强度标准值系指按照标准方法制作养护的边长为100×100×100 mm的立方体试件，在28d龄期用标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度。2）轴心抗压强度标准值由立方体抗压强度标准值经计算确定，也可根据表3对应取值。

5.2.5 用于砌体结构加固的超高延性混凝土，其强度等级不得低于C25。

5.2.6 超高延性混凝土加固砌体结构可采用面层不配筋加固或面层配筋加固两种方式。对于面层不配筋加固方式，超高延性混凝土的材料性能应符合本文件的专项规定，且材料的极限延伸率不低于本文件表2中D3等级。

5.2.7 采用超高延性混凝土条带-砌体组合圈梁、超高延性混凝土条带-砌体组合构造柱进行构造性加固且条带不配筋的情况下，超高延性混凝土的抗拉强度等级不应低于表1中T6且延伸率不宜低于本文件表2中D5。

5.2.8高延性纤维增强水泥基复合材料的抗冻、抗水渗透、抗氯离子渗透、抗碳化、抗硫酸盐侵蚀等耐久性能指标宜参照表4取值，并应符合设计要求。

表4 超高延性混凝土的主要耐久性能指标

| 指标类别 | 指标要求 |
| --- | --- |
| 抗冻性能（快冻法） | ≥F200 |
| 抗水渗透性能（逐级加压法） | ≥P8 |
| 抗氯离子渗透性能-氯离子迁移系数DRCM（/10-12m2/s） | DRCM≤2.5 |
| 抗碳化性能-碳化深度（mm） | *d*≤2.0 |

注：1）无配筋要求时，可不作抗氯离子渗透和抗碳化的性能要求。2）应按GB/T 50082的有关规定进行试件制作、养护及性能测试。

5.2.9被加固的砌体结构为界面性能指标应达到表5中A级标准；如被加固房屋为临时性建筑，界面性能指标应达到表5.2.9中B级标准。

表5砌体结构界面基本性能指标

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 检测项目 | 与砌体正拉粘结强度(MPa) | |
| 房屋等级 | A级 | B级 |
| 合格指标 | ≥ 1.5 | ≥0.8 |
| 或为砌块内聚破坏 | |
| 试验方法 | GB50702附录B | |

# 

# **6 设计与构造**

**6.1 一般规定**

6.1.1 本章涉及的承载力计算方法适用于厚度不小于180mm的承重墙体。。

6.1.2 采用高延性纤维增强水泥基复合材料面层进行墙体受压加固时，可采用双面加固或单面加固。内墙面层和外墙内侧面层均应达到楼板的顶部、底部或屋面板底部，外墙外侧面层应在层高处上下贯通。双面加固时，应保证两侧面层材料性能统一。

6.1.3 采用超高延性混凝土面层进行墙体的抗压加固时，宜采用贯穿墙厚的对拉锚栓或锚固钢筋。

6.1.4 采用超高延性混凝土面层进行墙体抗弯加固时，宜采用双面加固的方式；当采用双面加固时，应保证两侧面层材料统一。在配筋加固的情况下，两侧面层内的配筋形式和配筋量应保持一致。

**6.2****砌体受压加固**

6.2.1 采用超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层加固轴心受压墙体时，其加固后正截面承载力应按公式（1）计算：

（1）

式中：

--轴心压力设计值；

--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GB 50003中组合砖砌体构件稳定系数的规定取值；

--原构件砌体的轴心抗压强度设计值；

-- 原构件砌体截面面积；

--新增超高延性混凝土面层的截面面积。双面加固时，取其厚度之和，取；

--超高延性混凝土抗压强度利用系数。实砌墙体受压加固时，取=0.15；空斗墙体受压加固时，取=0.35；

--超高延性混凝土轴心抗压强度设计值；

--受压构件钢筋强度利用系数，对砖砌体，取= 0.8；对混凝土小型空心砌块砌体，取= 0.7（配筋面层的厚度不宜小于30mm）；

--钢筋抗压强度设计值；

--新增受压面层区竖向钢筋截面面积。

6.2.2 采用超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层双面加固偏心受压墙体（图1）时，其正截面受压承载力应按公式（2）、公式（3）进行计算：

（2）

（3）

此时，钢筋的应力，超高延性混凝土的应力（单位为MPa，正值为拉应力，负值为压应力），应根据截面受压区相对高度，按公式（4）-公式（9）确定：

当（即小偏心受压）时

 （4）

 （5）

 （6）

当（即大偏心受压）时

 （7）

 （8）

 （9）

其中截面受压区高度，按公式（10）-公式（13）确定：

 （10）

 （11）

 （12）

 （13）

式中：

*A*dc,c--离轴向力*N*作用点较近一侧的砌体偏压侧的超高延性混凝土面层截面面积，取*A*dc,c=*b*×*t*dc,1；

*A*dc,t--离轴向力*N*作用点较远一侧的超高延性混凝土面层截面面积，取*A*dc,t=*b*×*t*dc,2；

--离轴向力*N*作用点较远一侧钢筋的合力点至轴向力*N*作用点的距离；

--砌体受压区的截面面积对钢筋*A*s重心和受拉超高延性混凝土重心的面积矩；

--超高延性混凝土面层受压区的截面面积对钢筋*A*s重心和受拉超高延性混凝土重心的面积矩；

--加固后截面受压区相对高度的界限值，对HPB300级钢筋，取0.575；对HRB335

级钢筋，取0.550；对 HRB400级钢筋，取0.518；

--砌体受压区的截面面积对轴向力*N*作用点的面积矩；

--超高延性混凝土面层受压区的截面面积对轴向力*N*作用点的面积矩；

--离轴向力N作用点较近一侧钢筋的重心至轴向力*N*作用点的距离；

--轴向力对加固后截面的初始偏心距，按荷载设计值计算，当<0.05时，取=0.05*t*w；

--加固后的构件在轴向力作用下的附加偏心距；

--加固后的构件高厚比；

--超高延性混凝土面层厚度（双面加固时，取其厚度之和，取）；

--加固后砌体墙的截面厚度，取；

--超高延性混凝土面层厚度，（双面加固时，取两侧厚度之和*t*dc=*t*dc,1+*t*dc,2，见图1）。

--受压侧超高延性混凝土面层厚度；

--受拉侧超高延性混凝土面层厚度；

--原砌体墙的截面厚度；

和--分别为离轴向力*N*作用点较远和较近一侧钢筋的合力点至截面外侧边缘距离；

--水平向钢筋的抗拉强度设计值；

--距轴向力*N*较远一侧钢筋的截面面积；

--距轴向力*N*较近一侧钢筋的截面面积。

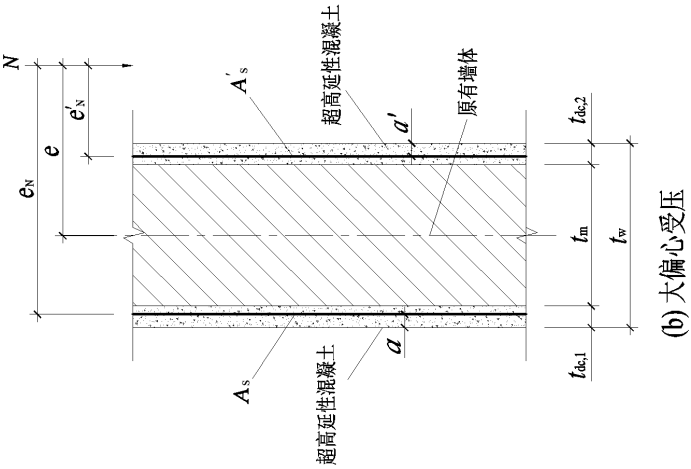
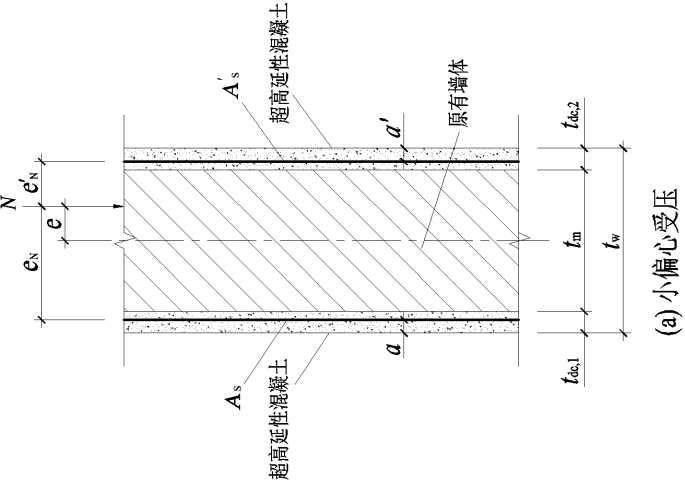


图1 组合砌体偏心受压构件

**6.3 砌体抗弯加固**

6.3.1 正截面承载力应按下列基本假定进行计算：

a) 截面应变保持平面；

b) 不考虑砌体的抗拉强度；

c) 配筋超高延性混凝土面层与面层内钢筋的重心重合；

d) 双面加固时，不考虑受压面层内的钢筋的抗压贡献。

6.3.2 采用超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层进行双面抗弯加固（图2）时，双面加固实砌墙体的抗弯承载力应按公式（14）计算：

（14）

组合墙体的受压区高度*x*应按公式（15）确定：

（15）

如果按公式（15）计算所得*x*≤*t*dc,1，则取*x*=*t*dc,1。

式中：

*f*dc,t --超高延性混凝土抗拉强度设计值；

*α*dc,t--超高延性混凝土抗拉强度利用系数，实砌墙体受弯加固时，*α*dc,t=0.8；

*A*dc,t--超高延性混凝土面层受拉侧的截面面积，取*A*dc,t=*b*×*t*dc,2；

*α*1--系数。矩形应力图的应力值可由轴心抗压强度设计值*f*dc,c乘以系数*α*1确定。当强度等级不超过C50时，*α*1取为1.0，当强度等级为C80时，*α*1取为0.94，其间按线性内插法确定；

-- 砌体墙的水平宽度。

6.3.3 采用超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层进行单面抗弯加固（图3）时，单面加固实砌墙体的抗弯承载力应按公式（16）计算：

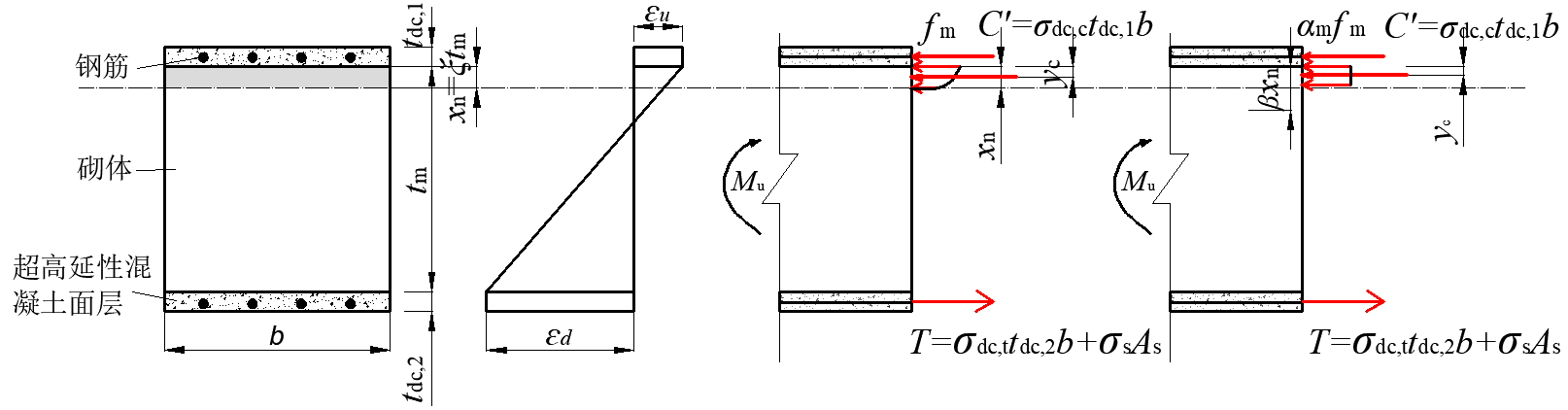
（16）

组合墙体的受压区高度*x*应按下列公式（17）确定：

（17）

式中：

*α*m--系数。受压区砌体的应力图形可简化为等效的矩形应力图，*α*m取为0.8。

图2 双面加固组合砌体抗弯构件

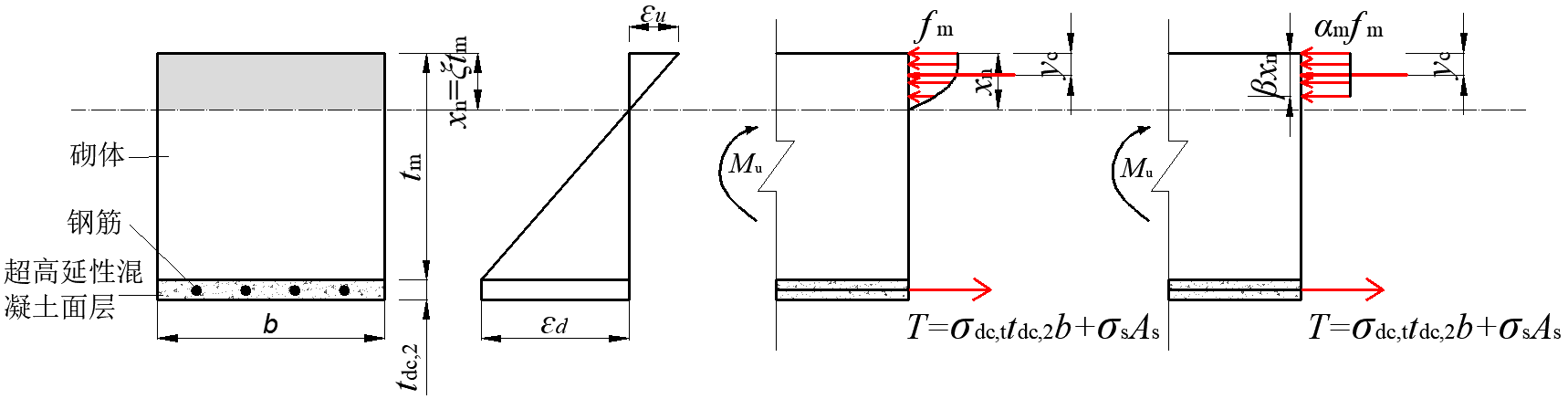


图3 单面加固组合砌体抗弯构件

**6.4 砌体抗拉加固**

6.4.1 轴心抗拉构件的承载力应按公式（18）计算：

*N*t ≤ *ɑ*m,t *f*m,t *A*m *+f*dc,t *A*dc  （18）

式中：

*N*t --轴心拉力设计值；

*f*m,t--砌体轴心抗拉强度设计值，应按GB 50003取值。

*ɑ*m,t--砌体轴心抗拉强度利用系数，*ɑ*m,t取为0.1；

--新增超高延性混凝土面层的截面面积，见本文件6.3.2条。

**6.5** **砌体抗剪加固**

6.5.1 沿平面内水平截面或沿斜截面破坏时，超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层加固的抗剪承载力应按公式（19）计算：

 （19）

式中：

*V*--剪力设计值；

--原砌体受剪承载力，按GB 50003计算；

--面层加固提高的受剪承载力，按6.5.2条确定。

6.5.2 超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层提高的抗剪承载力应按公式（20）计算：

 （20）

式中：

--超高延性混凝土轴心抗拉强度设计值；按本文件6.2.1条规定取值；当有可靠试验资料时，取值可根据试验结果确定；

--超高延性混凝土抗剪强度利用系数。实砌墙体及空斗墙体在抗剪加固时，取为0.49；

--采用面层加固的墙体水平截面长度；

--钢筋强度利用系数，抗剪加固时，取取为0.2（配筋面层的厚度不宜小于30mm）；

--配置在同一截面水平分布钢筋的全面截面面积；

--水平向钢筋的竖向间距。

**6.6 砌体抗震加固**

6.6.1 超高延性混凝土或配筋超高延性混凝土面层加固砌体墙的抗震受剪承载力应符合公式（21）要求：

 （21）

式中：

--考虑地震组合的剪力设计值；

--原墙体截面抗震受剪承载力，按GB 50003相关条文计算；

--超高延性混凝土加固提高的受剪承载力，按本文件6.5.2 条计算；

--承载力抗震调整系数，取为0.85。

6.6.2 加固后楼层和墙段的综合抗震能力指数，应按公式（22）验算：

 （22）

式中：

--加固后楼层或墙段的综合抗震能力指数；

--加固增强系数，可按本文件6.6.4条计算；

--楼层或墙段原有的抗震能力指数，应分别按GB 50023规定的有关方法计算；

、--分别为体系影响系数和局部影响系数，应根据房屋加固后的状况，按GB 50023的有关规定取值。

6.6.3 墙体加固后，按GB 50011的规定只选择从属面积较大或竖向应力较小的墙段进行抗震承载力验算时，截面抗震受剪承载力可按公式（23）或公式（24）验算：

不计入构造影响时  （23）

计入构造影响时  （24）

式中：

-- 墙段原有的抗震受剪承载力，可按GB 50003有关规定计算；其中的材料性能设计指标、承载力抗震调整系数应按JGJ 116的有关规定采用。

6.6.4 面层加固后，楼层和墙段抗震能力的增强系数可按公式（25）和公式（26）计算：

 （25）

 （26）

式中：

--超高延性混凝土加固后第楼层抗震能力的增强系数；

--第楼层第墙段超高延性混凝土面层加固的增强系数；

--基准增强系数，可按本文件6.6.6条进行计算；

--第楼层中验算方向原有抗震墙在 1/2 层高处净截面的面积；

--第楼层中验算方向面层加固的抗震墙墙段在 1/2 层高处净截面的面积；

--第楼层中验算方向上的面层加固抗震墙的道数；

 --加固后墙体厚度（mm），见6.2.2条。

6.6.5 超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层加固采用综合抗震能力指数验算时，有关构件支承长度的影响系数应作相应改变，有关墙体局部尺寸的影响系数应取1.0。

6.6.6 采用超高延性混凝土面层或配筋超高延性混凝土面层加固后，墙体抗震受剪承载力的基准增强系数 按公式（27）计算：

 （27）

注：原墙体在重力荷载代表值作用下的平均竖向压应力时，基准增强系数应乘以0.8进行折减，为原砌体的抗压强度设计值。

6.6.7 面层加固后，墙体侧向刚度的提高系数应按公式（28）、公式（29）和公式（30）计算：

实心墙单面加固  （28）

实心墙双面加固  （29）

空斗墙双面加固  （30）

式中：

--加固后墙体的侧向刚度提高系数；

--刚度的基准提高系数，可按本文件6.6.9条进行计算；

6.6.8 采用超高延性混凝土或配筋超高延性混凝土面层加固后，墙体的侧向刚度应按公式（31）、公式（32）和公式（33）计算：

a) 墙体高宽比小于1时，可只计算剪切变形：

 （31）

b) 墙体高宽比不大于4且不小于1时，应同时计算弯曲和剪切变形：

 （32）

 （33）

c) 墙体高宽比大于4时，墙体的侧向刚度可取0。

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：-- | 采用超高延性混凝土面层加固后墙体的侧向刚度； |
| -- | 砌体的受压弹性模量； |
| -- | 超高延性混凝土面层的受压弹性模量； |
| -- | 砌体的横截面面积； |
| -- | 超高延性混凝土面层的横截面面积，见6.2.1条； |
| -- | 加固砌体的剪切模量，取； |
| -- | 截面剪应力分布不均匀系数，取=1.2； |
| -- | 竖向压应力影响系数，取=1.0； |
| -- | 墙体竖向高度； |
| 、-- | 分别表示采用面层加固后，组合截面惯性矩和组合截面面积。 |

6.6.9 采用超高延性混凝土或配筋超高延性混凝土面层加固后，240mm厚墙体侧向刚度的基准提高系数按公式（34）计算：

 （34）

|  |  |
| --- | --- |
| 式中：-- | 240mm厚墙体加固前的侧向刚度。 |

**6.7 整面加固构造规定**

6.7.1 超高延性混凝土面层加固应符合下列规定：

a) 采用超高延性混凝土面层加固砌体结构时，面层厚度宜为10mm~40mm；在超高延性混凝土面层内增设钢筋网片时，面层厚度应大于30mm，形成“砌体-配筋超高延性混凝土”组合墙体。钢筋网的设置参见GB50702。

b) 超高延性混凝土面层对砌体实心墙进行抗震加固，宜采用双面加固形式。采用双面加固时，每侧面层的厚度不宜小于10mm；采用单面加固时，面层厚度不宜小于15mm。

c) 采用超高延性混凝土面层对空斗墙进行抗震加固时，应采用双面面层进行整墙加固。每侧面层的厚度不宜小于15mm。仅在特定情况下，空斗墙可选用本文件6.8节推荐的双面条带加固。

d) 遇有门窗洞口时，单面加固面层宜弯入洞口侧边锚固，双面加固面层宜从两侧弯入洞口闭合。

6.7.2 加固界面处理及剪切销钉的设置应符合下列规定：

a) 超高延性混凝土面层与砌体墙之间应采用水平灰缝的抠缝等方式进行界面处理，抠缝深度不应小于10mm，相邻水平缝的抠缝间距不宜大于200mm。面层加固时，应采用超高延性混凝土同步填缝和抹面施工。

b) 采用超高延性混凝土面层进行墙体的抗剪承载力加固时，可采用剪切销钉锚固。剪切销钉直径一般为6~8mm，不宜大于10mm。销钉应植在丁砖的实心部位。剪切销钉一端植入被加固构件10~15d。销钉露出被加固构件表面长度（至销钉90度直钩外边）不超过砂浆层厚度减2mm。剪切销钉的间距不宜大于600mm，销钉与构件边缘的距离不宜大于60mm。

6.7.3如房屋的楼屋面为预制板装配式楼屋盖，可采用超高延性混凝土或其它可靠方式将装配式楼（屋）盖整体化，超高延性混凝土现浇层做法参见本文件的附录B。

6.7.4 底层墙体的超高延性混凝土面层应向下延伸至室外地面下不小于500mm或基础顶面进行锚固，如图4所示。



图4 加固面层与基础连接构造

6.7.5 配筋超高延性混凝土面层的构造应符合下列规定：

a) 当采用冷轧带肋钢筋制作钢筋网时，钢筋的选取应满足GB 13788的相关规定。钢筋网的节点可焊接或绑扎。剪切销钉的端部直钩应挂住钢筋网。当被加固构件需承受动力疲劳荷载时，应采用焊接非冷加工钢筋网。钢筋网竖向受力钢筋直径不应小于6mm；水平分布钢筋的直径宜为6mm，网格尺寸不应大于500mm。

b) 采用配筋高延性纤维增强水泥基复合材料加固砌体柱时，箍筋应采用闭合式，直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。加固墙体壁柱时，可设两种箍筋；一种为不穿墙的U形筋，但应焊在墙柱角隅处的竖向构造筋上，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形箍，待穿墙后再弯成闭合式箍，其直径宜为8mm～10mm，每隔600mm替换一支不穿墙的U形箍筋。箍筋与竖向钢筋的连接应为焊接。

c) 采用双面钢筋网高延性纤维增强水泥基复合材料加固墙体时，钢筋网应采用穿通墙体的S形或Z形钢筋拉结。双面加固的穿墙筋的间距宜为900mm；穿墙拉结筋应与墙体两侧的钢筋网片焊接或绑扎拉接；配筋高延性纤维增强水泥基复合材料单面加固墙体时，应设L形锚筋固定，间距不宜大于600mm，锚固长度不宜小于180mm。拉结筋应采用孔内注胶或刷环氧涂层等可靠的防锈措施处理。

d) 高延性纤维增强水泥基复合材料面层的钢筋保护层最小厚度不应低于10mm。

e) 对于局部尺寸小于GB 50011限值的墙体，应采用高延性混凝土进行双面加固。对于墙肢的高宽比大于4的墙体，应采用四面围套加固的形式进行加固，且面层厚度不宜小于20mm。

**6.8** **条带加固构造规定**

**6.8.1** 砌体结构的构造性加固可采用高延性纤维增强水泥基复合材料条带-砌体组合圈梁、构造柱和斜撑，其设置部位应符合GB 50023的要求；农村自建砌体房屋的此类构造性加固应符合JGJ/T 426的要求。条带组合式加固示意图见附录C。

注：本条涉及的农村自建砌体房屋系指：一、二层的预制空心板楼（屋）盖或木楼（屋）盖砌体结构，墙体承重方式包括实心砖墙承重、多孔砖墙承重、混凝土小型空心砌块墙承重、蒸压砖墙承重和空斗砖墙承重房屋。房屋单层层高不超过3.9m，二房屋各层高度不超过3.6m，房屋内纵墙的间距不大于4.2m，外纵墙开间不大于3.9米。

**6.8.2**空斗墙房屋可通过“高延性纤维增强水泥基复合材料的双面条带-砌体组合圈梁、构造柱和斜撑”进行构造性加固。条带组合式加固示意图见附录C。空斗墙房屋不应采用单面条带加固。

**6.8.3** 超高延性混凝土-砌体组合圈梁、构造柱条带及钢筋尺寸宜符合下列规定：

a) 抗震设防烈度为6度时，双面圈梁条带宽度不应小于墙厚，单面圈梁条带宽度不应小于墙厚+120mm。如配筋，则纵向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm，横向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。双面构造柱条带宽度不应小于墙厚，单面构造柱条带宽度不应小于墙厚+240mm。如配筋，则纵向钢筋直径不应小于8mm，间距不应大于150mm，横向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。

b) 抗震设防烈度为7度时，双面圈梁条带宽度不应小于墙厚，单面圈梁条带宽度不应小于墙厚+240mm。如配筋，纵向钢筋直径不应小于8mm，间距不应大于150 mm，横向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。双面构造柱条带宽度不应小于墙厚+240mm，单面构造柱条带宽度不应小于墙厚+700mm。如配筋，则纵向钢筋直径不应小于10mm，间距不应大于150mm，横向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。

c) 抗震设防烈度为8度时，双面圈梁条带宽度不应小于墙厚+120mm，单面条带宽度不应小于墙厚+420mm。如配筋，纵向钢筋直径不应小于10mm，间距不应大于150mm，横向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。双面构造柱条带宽度不应小于墙厚+350mm，单面构造柱条带宽度不应小于墙厚+900mm。如配筋，则纵向钢筋直径不应小于12mm，间距不应大于150mm，横向钢筋直径不应小于6mm，间距不应大于150mm。

d) 在条带不配筋的情况下，条带厚度不应小于20mm；在条带配筋的情况下，条带厚度不应小于40mm。

6.8.4 采用超高延性混凝土圈梁､构造柱条带加固时，应满足下列要求：

a) 圈梁条带宜靠近楼(屋)盖设置并在同一水平标高应闭合。在阳台、楼梯间等圈梁条带标高变换处，圈梁条带应有局部加强措施。

b) 构造柱条带宜由底层设起，沿房屋全高贯通，不得错位；若所在位置与原圈梁（含相应的现浇板等）或圈梁条带连接不便，应采取措施与现浇混凝土楼(屋)盖可靠连接。构造柱条带应与原圈梁（含相应的现浇板等）或圈梁条带连成闭合系统。

c) 采用配筋圈梁、构造柱条带加固时，应采用直径为6mm的Z形或S形钢筋拉结，拉结钢筋宜成梅花状布置，其竖向间距和水平间距均不应大于500mm，且应符合GB 50702的相关规定。

d) 在不便设置锚筋和剪切销钉的情况下，应对高延性纤维增强水泥基复合材料圈梁､构造柱､斜撑条带范围内全部的水平和竖向灰缝进行抠缝处理，抠缝深度不小于15mm；在条带的施工过程中，应采用高延性纤维增强水泥基复合材料同步完成填缝和涂抹工序。

6.8.5 空斗墙可通过“双面-双向斜撑条带”加上“双面圈梁、构造柱条带”的组合加固来提升其抗震构造措施。空斗墙体不应采用单面条带式加固。

6.8.6 宜采用双面超高延性混凝土-砌体组合圈梁、构造柱条带加固。当设防烈度大于7度时，不应采用单面条带加固。

# **7 施工**

**7.1 施工质量控制**

7.1.1结构设计单位应向施工单位进行技术交底；施工单位应根据设计方案编制施工组织设计和施工技术方案，经审查批准后组织实施；

7.1.2施工前，应采用适当的措施对加固对象的结构构件进行必要的保护，具体要求应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550的有关规定；

7.1.3施工前，应按照本文件第8章及国家现行相关标准的规定进行超高延性混凝土材料的质量检验。每道工序完成后均应进行检查验收，并应经监理工程师认可合格后方允许进行下一道工序的施工；

7.1.4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。

**7.2 施工工序**

7.2.1去除原墙体装饰层→水平及竖向抠缝→对穿锚筋或拉结件（仅针对需要安装钢筋网的情况）→清理浮灰→浇水润湿墙面→安装钢筋网（仅针对需要安装钢筋网的情况）→喷涂、涂抹高延性纤维增强水泥基复合材料→保湿养护；

7.2.2原墙面碱蚀严重时，应先清除全部松散部分并用同一型号的超高延性混凝土抹面，已松动的勾缝砂浆应剔除；

7.2.3如需设置穿墙锚筋，在墙面钻孔时，应按设计要求先画线标出锚筋（或穿墙筋）位置，并应采用电钻在砖缝处打孔，穿墙孔直径宜比对穿钢筋大 2mm，锚筋孔直径宜采用锚筋直径的 1.5~2.5倍，锚筋插入孔洞后可采用水泥基灌浆料、水泥砂浆等填实；

7.2.4铺设钢筋网时，竖向钢筋应靠墙面并采用钢筋头支起；

7.2.5喷涂、涂抹施工时，每层厚度不应超过15mm。后一层压抹应在前一层压抹后2h内进行。除最后一层之外，高延性纤维增强水泥基复合材料内层表面收平但不宜收光；

7.2.6面层应浇水养护，防止阳光曝晒。

**7.3 施工注意事项**

7.3.1 施工时，环境温度不宜低于5℃。冬季应采取防冻措施，应符合现行行业标准《建筑工程冬期施工标准》JGJT 104的有关规定。

7.3.2 不宜在雨天进行外墙的加固施工。若雨天施工，应采取防雨措施，在材料凝结前不应受到雨水冲淋。

7.3.3 在高温、大风、干燥的环境进行室内超高延性混凝土施工时，宜封闭门窗。室外施工时，应做好保湿养护措施。

7.3.4 超高延性混凝土应随拌随用，应控制好各层施工的间隔时间，并避免阳光直射。

7.3.5 施工完成后，应在超高延性混凝土终凝后及时对其进行保湿养护，养护时间不应少于7天。

# **8 检验与验收**

**8.1 基本规定**

8.1.1 高延性纤维增强水泥基复合材料加固作为砌体结构加固工程的一个分部工程，应根据其加固材料种类和施工技术特点划分为若干子分部工程；每一子分部工程应按其主要工种、材料和施工工艺划分为若干分项工程；每一分项工程应按其施工过程控制和施工质量验收的需要划分为若干检验批。子分部工程和分项工程的具体划分应符合现行国家标准《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标准的规定。

8.1.2 本章适用于超高延性混凝土子分部的施工质量检验与验收。其他子分部工程，如模板、钢筋、预应力、普通混凝土、现浇结构和装配式结构等，应按照现行国家标准《[混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/70535/1651683.shtml" \t "http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/70535/_self)和《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550等标准的规定进行施工质量检验与验收。

8.1.3 建筑结构加固工程检验批的质量检验，应按根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的抽样原则及本规范所规定的抽样方案执行。

8.1.4 检验批中，凡涉及结构安全的加固材料、施工工艺、施工过程留置的试件、结构重要部位的加固施工质量等项目，均须进行现场见证取样检测或结构构件实体见证检验。任何未经见证的此类项目，其检测或检验报告，不得作为施工质量验收依据。

8.1.5 检验批合格质量标准应符合下列规定：

a) 主控项目的质量经抽样检验合格；

b) 一般项目的质量经抽样检验合格；当采用计数检验时，除本规范另有专门规定外，其抽检的合格点率应不低于80％，且不得有严重缺陷；

c) 具有完整的施工操作依据、质量检查记录及质量证明文件。

8.1.6 分项工程的质量验收，应在其所含检验批均验收合格的基础上，按本规范规定的检验项目，对各检验批中每项质量验收记录及其合格证明文件进行检查。复验不合格的材料和产品不得使用；施工单位或生产厂家自行抽样、送检的委托检验报告无效。

**8.2 施工质量检验**

I 主控项目

8.2.1 超高延性混凝土的原料（主要包括成品干混料和纤维）时，应按下列规定进行检查和复验：

a) 应检查产品使用说明书、出厂检验报告（或产品合格证）、产品性能检验报告或型式检验报告等质量证明文件。检验报告应包含本文件5.2节规定及设计文件要求的所有力学性能、设计文件要求的耐久性能检验项目，检验结果应满足本文件的相关规定和设计文件要求。

b) 应根据本文件的规定项目，对材料进行进场复检。进场复检应包含本文件中第5.2节规定的所有力学性能，以标准养护28天的试块性能指标作为评定依据，每批抽取不少于三组试样，每组试样3个试块。

c) 超高延性混凝土的抗压和抗拉强度应按照现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107中关于“混凝土强度的检验评定”的相关条文进行评定。

8.2.2 进场复检以成品干混料和纤维共100t为一个检验批，不足100t也按一个检验批计，且应该是同一厂家、同一生产批次。每批见证取样不应少于一次。

8.2.3 超高延性混凝土加固砌体结构的施工质量验收包括面层表观质量、面层厚度、钢筋保护层厚度、超高延性混凝土与砌体的粘结强度等，同时尚应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550及其它有关规范、标准的规定。

8.2.4 当设计需要设置钢筋网或拉结筋时，其制作和安装的施工要求应符合现行标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550的有关规定。

8.2.5 超高延性混凝土或配筋超高延性混凝土面层，其外观质量不应有严重缺陷。对硬化后超高延性混凝土或配筋超高延性混凝土面层的严重缺陷应按表6进行检查和评定。对已出现的问题应由施工单位提出处理方案，经业主（监理单位）和设计单位共同认可后进行处理。

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6 高延性混凝土面层外观质量缺陷

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | 现象 | 严重缺陷 | 一般缺陷 |
| 疏松 | 超高延性混凝土局部不密实 | 构件主要受力部位有疏松 | 其他部位有少量疏松 |
| 夹杂异物 | 超高延性混凝土中夹有异物 | 构件主要受力部位夹有异物 | 其他部位夹有少量异物 |
| 孔洞 | 超高延性混凝土中存在深度和长度均超过面层厚度的孔洞 | 构件主要受力部位有孔洞 | 其他部位有少量孔洞 |
| 硬化（或固化）不良 | 超高延性混凝土失效，致使面层不硬化（或不固化） | 任何部位不硬化（或不固化） | （不属一般缺陷） |
| 裂缝 | 缝隙从超高延性混凝土表面延伸至内部 | 构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能（宽度超过0.1mm）的裂缝 | 仅有表面细裂纹 |
| 连接部位缺陷 | 构件端部连接处超高延性混凝土层分离或锚固件与超高延性混凝土层之间松动、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 |
| 表观缺陷 | 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 |
| 露筋 | 钢筋网未被超高延性混凝土包裏而外露 | 受力钢筋外露 | 按构造要求设置的钢筋有少量外露 |

8.2.6 超高延性混凝土与基材界面粘结的有效粘结面积占受检表面积的百分率不小于90%。

a) 检查数量：全数检查。

b) 检验方法：敲击法、超声法或其他有效的探测法。

8.2.7 超高延性混凝土与基材界面的正拉粘结强度，应符合本文件的合格指标的要求。若不合格，应揭去重做，并重新检查、验收。

a) 检查数量：按每一种类、每一规格被加固构件，任意抽取3个已喷抹面层7d的构件表面粘贴钢标准块，以备28d时作现场正拉粘结强度检验。

b) 检验方法：按《砌体结构加固设计规范》GB 50702附录B的规定执行。

8.2.8 超高延性混凝土或配筋超高延性混凝土面层厚度不应小于设计要求，且不允许出现负偏差，抽样合格率不应小于90%。

8.2.9 采用配筋超高延性混凝土面层加固砌体结构时，应对钢筋的保护层厚度进行检测。钢筋网保护层厚度不允许出现负偏差。

II 一般项目

8.2.10 超高延性混凝土面层外观质量不宜有一般缺陷。对已出现的一般缺陷，应由施工单位按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

8.2.11 在满足加固面层厚度要求的前提下，宜对面层表面平整度进行检测，按检测的允许偏差为±8mm进行合格判定，抽样合格率不应小于85%。

**8.3 竣工验收**

8.3.1 竣工验收程序和组织应符合下列规定：

a) 检验批应由监理工程师组织施工单位项目专业质量检查员、专业工长进行验收；

b) 子分部工程应由专业监理工程师组织施工单位专业负责人进行验收；

c) 各子分部工程竣工验收完成后，施工单位应向建设单位提交分部工程验收报告，建设单位收到报告后，应指派其加固工程负责人组织施工（含分包单位）、设计、监理等单位负责人进行分部工程竣工验收；

d) 分部工程竣工验收合格后，建设单位应负责办理有关建档和备案等事宜；

e) 若参加竣工验收各方对加固工程的安全和质量有异议，应请当地工程质量监督机构协调处理。

8.3.2 超高延性混凝土加固砌体工程的施工质量应按下列要求进行竣工验收：

a) 加固工程施工质量应符合本文件和相关专业验收标准的规定，以及加固设计文件的要求：

b) 参与加固工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格；

c) 加固工程质量的验收应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行；

d) 隐蔽工程应在隐蔽前已由施工单位通知有关单位进行了验收，并已形成验收文件；

e) 涉及结构安全的检验项目，已按规定进行了见证取样检测，其检测报告的有效性已得到监理人员检查认可；

6 加固工程的观感质量应由验收人员进行现场检查。其检查结果的综合结论已得到验收组成员共同确认。

8.3.3 超高延性混凝土加固砌体子分部工程竣工验收时，应提供下列文件和记录：

a) 设计变更文件；

b) 原材料、产品出厂检验合格证和涉及安全的原材料、产品的进场见证抽样复验报告；

c) 结构加固各工序应检项目的现场检查记录和检验报告；

d) 施工过程质量控制记录；

e) 隐蔽工程验收记录；

f) 加固工程质量问题的处理方案和验收记录；

g) 其他必要的文件和记录。

8.3.4子分部工程合格质量标准应符合下列规定：

a) 子分部工程所含的各分项工程，其质量验收合格；

b) 质量控制资料完整；

c) 涉及安全的见证检验项目，其抽检结果符合本文件合格质量标准的要求；

d) 观感质量经验收组成员共同确认合格。

8.3.5 超高延性混凝土加固砌体工程施工质量不合格时，应由施工单位返工重做，并重新检查、验收。若通过返工后仍不能满足安全使用要求的加固工程，严禁验收。

附 录 A

(规范性)

超高延性混凝土本构关系

A.1 超高延性混凝土的抗压强度标准值及抗拉强度标准值可按下列公式计算：



式中： *f*dc,cuk、*f*dc,cu为超高延性混凝土的立方体抗压强度标准值、平均值；

*f*dc,tuk、*f*dc,tu为超高延性混凝土的轴心抗拉强度标准值、平均值；

*δ*dc,c、*δ*dc,t为超高延性混凝土的抗压强度变异系数和抗拉强度变异系数，宜根据试验统计确定。*f*dc,cu、*f*dc,tu应通过现行《高延性纤维增强水泥基复合材料力学性能试验方法》JC/T 2461规定的试验方法确定。

A.2 超高延性混凝土的单轴受拉应力-应变曲线（图A.2）可按下列公式确定：



式中： *E*dc为超高延性混凝土的受压弹性模量；

*f*dc,t为超高延性混凝土的抗拉强度设计值；

*ε*dc,t为超高延性混凝土的抗拉峰值强度对应的延伸率。



图A.2 单轴受拉的应力-应变曲线

A.3 超高延性混凝土的单轴受压应力-应变曲线（图A.3）可按下列公式确定：



式中：*f*dc,c为超高延性混凝土的抗压强度设计值；*ε*dc,p为超高延性混凝土的抗压峰值强度对应的应变；*ε*dc,cu为超高延性混凝土的抗压极限应变。



图A.3 单轴受压的应力-应变曲线

附 录 B

（资料性）

预制装配式楼屋盖整体化构造加固

B.1 将预应力空心板表面的粉刷层清理干净，并充分洒水润湿并进行适当的界面处理；

B.2 应采用呈梅花形布置的L形锚筋、锚栓，通过钻孔并采用胶粘剂锚入预制板缝内，锚固深度不小于80～100mm；

B.3 在预应力空心板的板顶摊铺或在板底压抹高延性纤维增强水泥基复合材料面层，面层厚度不宜小于15mm；

B.4 高延性纤维增强水泥基复合材料施工后，应在7~24h内喷水雾养护，24h后可用无压力淋水养护至达到设计要求。

附 录 C

（资料性）

超高延性混凝土薄层条带与砖砌体组合形成的圈梁、构造柱、斜撑



图C.1 超高延性混凝土与砌体组合条带加固体系



图C.2 组合构造柱大样 图C.3 组合圈梁大样

本文件用词说明

1. 为便于在执行本导则条文时区别对待，对于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”。

ICS 13.020.01

CCS P56

|  |
| --- |
|  |

DB42

湖北省地方标准

DB 42/ TXXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

超高延性纤维混凝土加固砌体结构应用技术规程

Technical Specification for Strengthening Masonry Structure with Ultra-high Ductile Concrete

|  |
| --- |
|  |
| 条文说明 |

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |

# 3 术语和符号

3.1 术语

3.1.1 超高延性混凝土Ultra-high ductile concrete (UHDC)

超高延性混凝土，国内又称高延性纤维增强水泥基复合材料（Engineered Cementitious Composites，ECC)或超高韧性混凝土，系指一类由水泥基胶凝材料、矿物掺和料、骨料、外加剂和纤维等原材料组成，按一定比例加水搅拌，硬化后具有一定的抗压强度、抗拉强度和高延伸率的特种混凝土。其高延伸率源于材料的应变强化能力，即在拉伸荷载下材料会出现多缝开裂且其拉伸强度随变形增大而增加的能力。在最大拉力时，材料的总拉伸变形量（弹性延伸加塑性延伸）与引伸计原始标距之比的百分率即为极限拉伸应变，简称为延伸率。

超高延性混凝土的延伸率一般介于3%~10%之间，极限拉应变对应的最大裂缝宽度不大于0.15mm，同时极限拉伸强度介于2MPa~15MPa之间，抗压强度介于20MPa~100MPa之间。工程中，一些高性能混凝土或纤维混凝土也可以实现应变硬化，但其延伸率通常小于这一范围，为了与之区别，本文件主要涉及的材料被称为高延性纤维增强水泥基复合材料。



**图7 水泥基材料典型单轴拉伸应力-应变曲线**

关于开裂强度、开裂应变、应变硬化、抗拉强度、延伸率等的定义，均基于材料的轴心拉伸应力-应变曲线。一般来说，水泥基材料的单轴拉伸行为存在应变软化或应变硬化两种现象。对于普通混凝土材料，当拉应力超过开裂强度后，拉应力随应变增大迅速下降，呈现应变软化的现象，如图7中的（1）、（2）曲线。对于应变强化型材料，当拉应力超过开裂强度后，拉应力随应变增大仍可不断增大，从而呈现多缝开裂和应变硬化的现象，同时带来了较高的延伸率，如图7中的（3）曲线。

# 4 基本规定

4.1.1现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011规定，湖北省地震区划的设防烈度为6度~7度，考虑特殊设防类和重点设防类建筑可能需要提高设防烈度，因此本文件的抗震设防烈度包括了6度、7度和8度。

如果涉及优秀历史建筑和历史风貌区既有建筑的改造及修缮，应该结合本文件提出的加固方法，尽可能保护和保留原有的历史风貌，同时避免破坏相邻建筑和影响周边街区。相关的设计与施工应该符合国家有关规定。

4.1.2 本条参考了现行行业标准《[农村危险房屋加固技术标准》JGJ/T426](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/126554/3763753.shtml" \t "http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/126554/_self)之中“1.0.2 本文件适用于农村自建二层以下(包括二层)房屋结构的加固设计与施工。不适用于构筑物及处于高温、高湿、腐蚀等特殊环境条件下农村房屋的加固”。由于目前关于三斗一眠以上乃至全空斗墙体的试验和研究成果有限，这类砌体房屋及墙体暂且不列入考虑范围。

4.1.7 国内外的研究表明：高延性纤维增强水泥基复合材料在经历100°C的温度后，其各项力学性能指标基本不受影响。出于保守考虑，规定为正常使用温度不应超过80°C。

4.1.8本条规定基于现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702中关于砌体结构的加固设计使用年限的相关规定：“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。”

# **5 材料**

5.1 原材料

5.1.2 常规的超高延性混凝土基体内不含粗骨料。随着材料制备技术的进步，工程界已经证明适当掺入粗骨料仍可以配制出这类材料。本文件的原则是，满足本文件第5章各项性能要求的应变强化型水泥基复合材料，均可依据本文件进行设计、施工和验收。因此本文件仍引入关于粗骨料的相关规定。

5.1.9 超高延性混凝土的增强短纤维可采用合成纤维或钢纤维。从目前来看，超高延性混凝土需要掺加短纤维作为增韧材料。标准中推荐的几种合成纤维和钢纤维均是成熟的超高延性混凝土增韧纤维。随着制备技术的发展与进步，不排除其他方式同样可以配制出这类材料。原则上，只要满足本文件第5章各项性能要求的应变强化型水泥基复合材料，均可引用本文件，因此本文件不强制要求纤维的种类或尺寸。

混凝土的碱性环境要求纤维具有足够的耐碱性能。在高碱性环境下的极限拉力保持率是指纤维在氢氧化钠碱溶液中，以规定的温度、浓度和时间浸泡处理，然后测试其断裂强度，从而得到浸后断裂强度与原试样的断裂强度之比的百分率。

5.2 超高延性混凝土

5.2.1本文件不规定高延性纤维增强水泥基复合材料的抗压强度与抗拉强度之间的定量关系，这一点与《混凝土结构设计规范》GB50010 等规范的常用规定不同。其原因如下：

a) 纤维掺入对于高延性纤维增强水泥基复合材料的抗压强度影响轻微，但对于其抗拉强度有明显的增强作用。这一增强作用受到纤维种类、掺量以及水泥基材的密实度等多个因素影响。本文件编制组收集了多方面的资料，认为高延性纤维增强水泥基复合材料的抗压强度与抗拉强度之间不存在固定的比例，因此不应以抗压强度去推算抗拉强度，反之亦然；

b) 从本文件的应用场景来看，高延性纤维增强水泥基复合材料的抗拉强度重要性更高于抗压强度，这与普通混凝土相反。原因如下，加固的面层厚度较小，而墙体的高度一般介于2~4米，因此，面层的高厚比一般在100以上。墙体受压达到极限抗压承载力时，面层往往被压屈而非压碎，因此抗压强度的利用率较低。这也是本文件不强调高抗压强度的原因。相比而言，墙体的抗剪、抗弯和抗拉加固与材料的抗拉强度密切相关，抗拉强度利用率远高于抗压强度利用率。因此，抗拉强度以及延伸率必须得到保证。

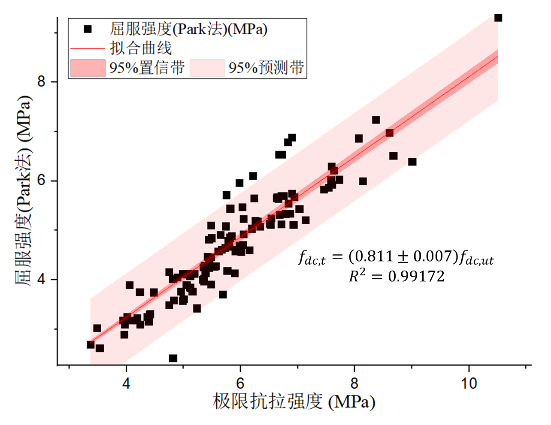
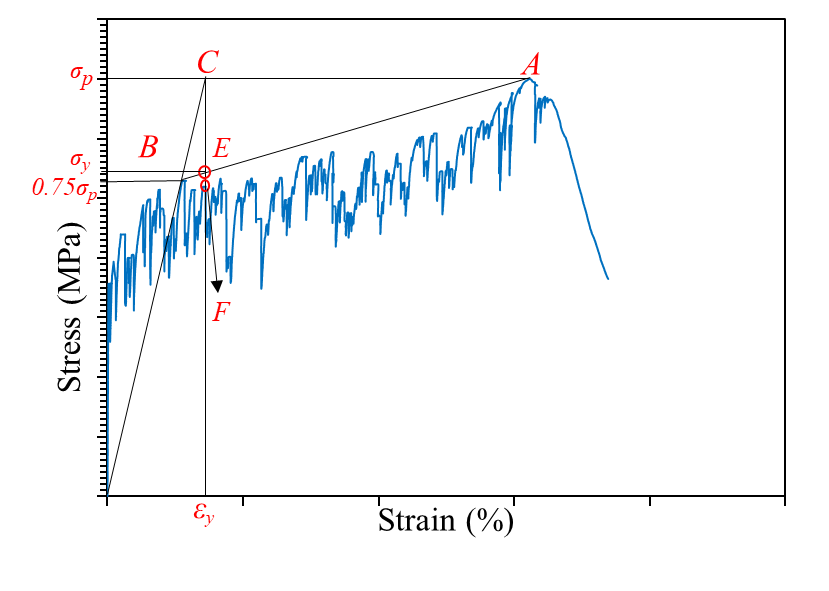
c) 按Park的屈服点算法，从轴心抗拉强度标准值到轴心抗拉强度标准值之间存在约1.25倍的关系，另依据《混凝土结构设计规范》GB50010中关于钢筋的条文“钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25”，在此统一取1.25。Park法的计算步骤如下：

1）找到直拉试件应力-应变曲线上的峰值应力点A和第一个0.75倍峰值应力点B，连线；作点A和点B与y轴的水平线；

2）连接原点和点B并延伸，与过A点的水平线相交与C点；

3）过C点做垂直于x轴的直线，该直线与AB线交于E点，与应力应变曲线交于F点；

4）取靠近F点所在波峰的峰值为抗拉屈服强度值，该波峰对应的应变即为屈服应变。



按照现行行业标准《高延性纤维增强水泥基复合材料力学性能试验方法》JC/T 2461的规定，编制组共制作5种不同配合比的试件，共计完成19组、数百次轴向拉伸实验，分别得到其抗拉强度*fdc,ut*并使用Park法得到的屈服强度*fdc,t*，对二者进行回归分析，拟合得到材料轴心抗拉强度值*fdc,ut*与抗拉屈服强度值*fdc,t*的关系：

由此可得，高延性纤维增强水泥基复合材料的轴心抗拉强度标准值约为抗拉屈服强度标准值的1.25倍。这一数值与《混凝土结构设计规范》GB50010中关于钢筋的条文“钢筋的抗拉强度实测值与屈服强度实测值的比值不应小于1.25”非常统一。

d) 标准值与设计值之比值，即高延性纤维增强水泥基复合材料的材料分项系数取1.3。规范应用的试验资料为江苏、上海等地区的高延性纤维增强水泥基复合材料强度试验数据，其中立方体抗压试件共38组222个，棱柱体轴心抗压试件共35组105个，轴心拉伸试件共19组，涵盖C30-C50共5个等级。分别获得不同强度等级的立方体抗压强度*f*dc,cu，棱柱体轴心抗压强度*f*dc,c，轴心抗拉强度*fdc,ut*与抗拉屈服强度*fdc,t*，经过统计分析得到相应的强度均值、强度变异系数及95%保证率下的强度标准值，再依照下述步骤，参照普通混凝土，通过对轴压构件与轴拉构件的分析，分别采用一次二阶矩理论计算得到高延性纤维增强水泥基复合材料的抗拉材料抗力分项系数与抗压强度分项系数：确定轴拉、轴压构件的承载力极限状态，建立功能函数和设计表达式，并按照现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068确定荷载分项系数。

1）通过试验结果与计算结果，结合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010与现行行业标准《钢纤维混凝土》JG/T472，确定高延性纤维增强水泥基复合材料轴拉、轴压构件的几何参数不确定性*X*A与计算模式不确定性*X*P。通过得到的材料强度试验数据与统计分析结果，利用材料强度标准值*f*k与强度变异系数确定高延性纤维增强水泥基复合材料的材料抗力不确定性*X*M。

2）将上述不确定性变量与强度均值带入承载力计算公式，得到抗力均值*R*m与抗力变异系数，进而得到抗力标准值*R*k。

3）选定荷载比，并利用设计表达式和荷载分项系数得到恒载标准值与活载标准值及相应的荷载均值。

4）根据现行国家标准《建筑结构可靠性设计统一标准》GB 50068，高延性纤维增强水泥基复合材料轴拉、轴压构件属延性破坏，破坏类型二级，故确定目标可靠度指标为3.2。

5）保持目标可靠度不变，使用一次二阶矩理论的验算点法迭代计算得到构件的材料强度设计值*f*d。则该荷载比下该类构件的材料抗力分项系数。

6）改变荷载比，计算得到多个材料抗力分项系数，利用最小二乘法得到该类构件的最优材料抗力分项系数*γ*m。

依照上述步骤，计算得到多个抗压强度、抗拉强度等级下的材料抗力分项系数，最终遴选得到高延性纤维增强水泥基复合材料抗拉强度分项系数，高延性纤维增强水泥基复合材料抗压强度分项系数。综合考虑高延性纤维增强水泥基复合材料的各类使用工况与安全性，最终确定高延性纤维增强水泥基复合材料材料抗力分项系数为1.3。

由此，可以得到材料轴心抗拉强度标准值与设计值间的关系：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | C30 | C35 | | C40 | | C45 | | C50 |
| 轴心抗压强度变异系数*δ*c | 7.95% | 11.43% | | 15.05% | | 12.07% | | 15.46% |
| 项目 | T4 | | T5 | | T6 | | T7 | |
| 轴心抗拉强度变异系数*δ*t | 16.64% | | 16.42% | | 14.73% | | 17.37% | |

5.2.4 参考《混凝土结构设计规范》GB 50010关于混凝土轴心抗压强度标准值的取值依据*f*ck=0.88*α*c1*α*c2*f*cu,k，并结合试验数据分析结果，棱柱体抗压强度与立方体抗压强度的比值*ɑ*c1取0.88，C80以下材料脆性折减系数*α*c2，此处取1.0。因此，其轴心抗压强度标准值*f*dc,ck=0.88\*0.88\*1.0\**f*dc,cuk=0.78\**f*dc,cuk。

参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010中混凝土的抗压强度设计值计算方法，并结合试验数据分析结果，计算超高延性混凝土轴心抗压强度设计值*f*dc,c=*f*dc,ck/1.3。

5.2.5 参照现行国家标准《混凝土结构通用规范》GB55008关于配筋混凝土的强度等级不低于C25”的要求。

5.2.6本文件要求超高延性混凝土面层加固具有不低于现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702中关于“钢筋网水泥砂浆面层加固法”的可靠度。据现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702中第4.3.2条规定：“砌体结构加固用的钢筋网，其质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB 1499. 3的有关规定；其性能设计值应按现行行业标准《钢筋焊接网混凝土结构技术规程》JGJ 114的有关规定采用”。根据现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB 1499.3的6.5.1条规定：“焊接网钢筋公称直径不小于6mm 的焊接网用冷轧带肋钢筋，冷轧带肋钢筋的最大力总伸长率应不小于2.5%，钢筋的强屈比应不小于1.05”。鉴于此，本文件对于无筋状态下超高延性混凝土加固的拉伸应变能力进行了具体的规定，即不低于CD3。对于配筋加固情况，本文件要求材料延伸率不低于1%。

5.2.7 对于超高延性混凝土条带-砌体组合圈梁、超高延性混凝土条带-砌体组合构造柱进行构造性加固且条带不配筋的情况，鉴于超高延性混凝土与砌体组合形成圈梁、构造柱和斜撑的加固效果仍不如整面加固，因此本条规定了超高延性混凝土的强度等级和延伸率，特别要求超高延性混凝土拉伸应变能力不低《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014中关于最大力延伸率的要求，即不低于CD5。

5.2.9本条参考《砌体结构加固设计规范》GB 50702关于聚合物改性水泥砂浆的相关规定。

# 6 设计与构造

6.1 一般规定

6.1.3 为了保证墙体受压加固的整体性和对称稳定性，宜采用双面加固。对于偏心受压或砂浆强度较低的墙体，应进行双面加固。加固后超高延性混凝土面层可与原墙体共同承担竖向荷载，此外，超高延性混凝土面层具有约束墙体平面内变形的作用，延缓墙体平面内的开裂，但是对墙体厚度方向的约束作用非常有限。增设穿墙厚的对拉锚栓或锚固钢筋具有如下两个目的，a）约束墙体厚度方向上的开裂；b）减少砌体在压力下出现较大的竖向变形，延缓面层出现压屈。试验证明，在极限状态下，经过面层加固的墙体仍会出现厚度方向的压裂。对此，对拉锚栓或锚固钢筋具有墙厚方向的约束作用，从而提升了墙体的抗压承载力。

6.1.4 为了保证墙体抗弯承载力的对称性和墙体的整体性，宜采用双面加固。如采用单侧加固，超高延性混凝土面层处于受拉侧时，可有效提升墙体的抗弯性能；当面层处于受压侧时，对于墙体的抗弯性能提升很小，可以忽略不计。

6.2 受压加固计算

6.2.1 由于加固面层的厚度一般介于10~40mm，而墙体的高度一般介于2~4米，因此，面层的高厚比一般在100以上。墙体受压达到极限抗压承载力时，面层往往被压屈而非压碎。根据多个试验数据的拟合结果，超高延性混凝土的抗压强度的利用率较低，实砌墙体的超高延性混凝土强度利用系数取0.15，空斗墙强度利用系数取0.35。

本文件规定，配筋面层的厚度不宜小于30mm。这一厚度已经与钢筋网水泥砂浆面层的最小厚度接近。受剪的极限状态下，超高延性混凝土表现出远高于普通水泥砂浆的变形能力，能与钢筋更好地共同工作，但是鉴于试验数据仍不充足，轴心受压构件钢筋强度利用系数αs参照《砌体结构加固设计规范》GB50702中关于“钢筋网水泥砂浆面层加固法”的相关规定取值。

6.3 砌体抗弯加固

6.3.1 采用超高延性混凝土面层加固墙体，可以提升墙体的抗弯性能。本节提供了双侧和单侧面层加固的计算公式。参照现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003以及现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010的原则，提出正截面承载力计算基本假定1和2，即截面应变保持平面；不考虑砌体的抗拉强度。由于超高延性混凝土的面层厚度较薄，一般介于10~40mm，在配筋情况下厚度为30~40mm，考虑保护层厚度以及钢筋直径等因素，可以认为“在配筋的情况下，钢筋与超高延性混凝土面层的重心重合”。

关于第4条假定的解释如下：

1. 超高延性混凝土属于水泥基材料，其抗压强度远高于其抗拉强度；
2. 在不考虑砌体的抗拉强度贡献且对称配筋的情况下，基于力平衡的原则，受压侧超高延性混凝土的压力之和应与受拉侧超高延性混凝土的拉力之和相等，因此受压区高度不大于受压面层厚度。
3. 针对以上情况，可以认为受压侧钢筋不会进入屈服状态。出于保守考虑，计算中忽略受压钢筋的贡献。
4. 由于超高延性混凝土面层的厚度较薄，在受压区没有超出面层厚度且双面加固的情况下，可不考虑超筋类型的破坏。

基于以上原因，建立了6.3.2和6.3.3条计算方法。

6.5 砌体抗剪加固

6.5.1 本文件规定，配筋面层的厚度不宜小于30mm。这一厚度已经与钢筋网水泥砂浆面层的最小厚度接近。剪切极限状态下，超高延性混凝土表现出远高于普通水泥砂浆的变形能力，能与钢筋更好地共同工作。但是，鉴于试验数据仍不充足，受剪构件的钢筋强度利用系数*α*s宜保守取值，参照《砌体结构加固设计规范》GB50702中关于“钢筋网水泥砂浆面层加固法”的相关规定，取*α*s = 0.2。

6.7 整面加固构造规定

6.7.1 设计人员根据其设计需求选择采用配钢筋网和不配钢筋网的两类面层加固方式。对于承载力严重不足或承载力提高幅度需求较大时，可以在面层中配置钢筋，形成配筋的超高延性混凝土面层。为了确保加固面层的耐久性，本文件规定配筋超高延性混凝土面层的厚度不应低于30mm，且必须满足本文件要求的保护层厚度。

6.7.3根据《[农村危房改造基本安全技术导则》（2018年](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/123172/3728668.shtml" \t "http://s.jianbiaoku.com/sou/_blank" \o "农村危房改造基本安全技术导则2018年)）第十四条：传统预制钢筋混凝土楼板（空心板或槽型板）宜限制使用，使用时应采取措施保证可靠支承和连接。8度及以上地区禁止使用。因此，本文件提出了通过超高延性混凝土超高延性混凝土现浇层将装配式楼（屋）盖整体化的建议做法。

6.7.4根据设计需求，即可采用超高延性混凝土进行整个建筑物加固，也可仅针对某一楼层或某些指定构件加固。因此，加固发生在某一楼层时，不需要自上而下延伸至基础。加固底层的墙体时，面层应在室外地面以下宜加厚并向下延伸不少于500mm。

6.7.5 配筋超高延性混凝土面层的构造应符合下列规定：

本条参照《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021中第6.7.4条关于加固砌体柱和壁柱的相关规定。由于超高延性混凝土的裂缝宽度一般不超过0.1mm，因此适当放宽对于最小保护层厚度的限值。

6.8 条带加固构造规定

6.8.1 超高延性混凝土-砌体组合圈梁和高延性混凝土-砌体组合构造柱可替代传统的圈梁、构造柱和斜撑，解决其抗震构造措施不足的问题。必须指出，构造措施的加固主要用于提升房屋的整体性能，不能简单地认为这类方法可以显著提升墙体或房屋的承载能力。根据本文件6.2节~6.6节所列举方法计算，承载力不足的构件和房屋仍应采取有效措施进行承载力层面的加固。湖北省地震区划的设防烈度为6度~7度，考虑特殊设防类和重点设防类建筑可能需要提高设防烈度，因此，加固对象的抗震设防烈度包括了6度、7度和8度。

《[农村危房改造基本安全技术导则》（2018年](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/123172/3728668.shtml" \t "http://s.jianbiaoku.com/sou/_blank" \o "农村危房改造基本安全技术导则2018年)）第四条危房改造必须保证改造后农房正常使用安全与基本使用功能。当遭受相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时，不致造成农房倒塌或发生危及生命的严重破坏。因此，加固对象的设防烈度扩展到6~7度。

本条涉及的农村自建砌体房屋系指：一、二层的预制空心板楼（屋）盖或木楼（屋）盖砌体结构，墙体承重方式包括实心砖墙承重、多孔砖墙承重、混凝土小型空心砌块墙承重、蒸压砖墙承重和空斗砖墙承重房屋。此类房屋的单层层高不超过3.9m，二房屋各层高度不超过3.6m，房屋内纵墙的间距不大于4.2m，外纵墙开间不大于3.9米。

6.8.3 参考《[建筑抗震鉴定标准》GB 50023](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/288/859250.shtml" \t "http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/288/_self)和《农村危险房屋加固技术标准》JGJ/T 426-2018中关于圈梁、构造柱的纵筋配筋量的要求，以等强度、等延性代替的原则规定了超高延性混凝土-砌体组合圈梁、构造柱条带的尺寸与配筋。

# 8 检验与验收

8.2 施工质量检验

8.2.1 超高延性混凝土的原料（主要包括成品干混料和纤维）时，应按下列规定进行检查和复验：在质量检验中，超高延性混凝土的抗压和抗拉强度分别按照《混凝土强度检验评定标准》GB/T50107中第5章中关于“混凝土强度的检验评定”的两种方法进行评定。

8.2.2 检验批参考《[建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB 5055](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12340/816977.shtml" \t "http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12340/_self)0，第4.1.1条。

8.2.3 参考《[建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB5055](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12340/816977.shtml" \t "http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12340/_self)0第12章“钢丝绳网片外加聚合物砂浆面层工程”的相关规定。

8.2.4参考《[建筑结构加固工程施工质量验收规范》 GB5055](http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12340/816977.shtml" \t "http://www.jianbiaoku.com/webarbs/book/12340/_self)0第12章“钢丝绳网片外加聚合物砂浆面层工程”的相关规定。

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**