

T/SXGT

山西省钢铁行业协会团体标准

T/SXGT XXX—2024

建筑用耐火钢筋应用技术规程

Technical specification for application of fire-resistant steel bars
in reinforced concrete

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

山西省钢铁行业协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类和牌号	2
5 基本规定	2
6 材料	2
6.1 混凝土	2
6.2 耐火钢筋	3
7 结构设计	4
7.1 一般规定	4
7.2 性能指标	4
7.3 保护层厚度	4
7.4 构造与措施	5
8 施工	5
8.1 一般规定	5
8.2 耐火钢筋加工	5
8.3 耐火钢筋连接与安装	5
9 质量与验收	6

前 言

根据山西省土木建筑学会《关于同意团体标准立项的通知》（晋土建标字〔2023〕15号）的要求，由山西省建筑科学研究院集团有限公司、XXXX 会同相关单位成立标准编制组，编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本文件共分 7 章，主要内容包括：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.材料；5.设计；6.施工；7.验收。

本文件由山西省土木建筑学会标准化技术委员会负责管理，由山西省建筑科学研究院集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送至山西省建筑科学研究院集团有限公司（地址：山西省太原市迎泽区山右巷 10 号，邮政编码：030001，邮箱 13593130957@163.com）。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人员：

本文件主要审查人员：

建筑用耐火钢筋应用技术规程

1 范围

本文件规定了采用耐火钢筋混凝土结构的材料、结构设计、施工、质量与验收。
本文件适用于工业建筑、民用建筑领域耐火钢筋混凝土的材料、结构设计、施工、质量与验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 14902 预拌混凝土
GB/T 28900 钢筋混凝土用钢材试验方法
GB/T 37622 钢筋混凝土用热轧耐火钢筋
GB 50009 建筑结构荷载规范
GB 50010 混凝土结构设计规范
GB/T 50011 建筑抗震设计规范
GB50016 建筑设计防火规范
GB 50164 混凝土质量控制标准
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/T 50666 混凝土结构工程施工规范
GB/T 51231 装配式混凝土建筑技术标准
JGJ 1 装配式混凝土结构技术规程
JGJ 18 钢筋焊接及验收工程
JGJ 107 钢筋机械连接技术规程
JGJ/T 219 混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程
JGJ 256 钢筋锚固板应用技术规程
JGJ 355 钢筋套筒灌浆连接应用技术规程
JGJ 366 混凝土结构成型钢筋应用技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

耐火钢筋 steel bar of fire resistant

钢中加入适量的合金元素，如 Mo、Cr、Ni、Nb、V 等，使其具有在 600℃ 时其屈服强度不低于常温屈服强度的 2/3 的耐火性能并按热轧性能交货的钢筋。

[来源:GB/T 37622]

3.2

钢筋混凝土结构 reinforced concrete structure

由配置受力的普通钢筋、钢筋网或钢筋骨架的混凝土制成的结构。

[来源:GB 50010]

3.3

装配式混凝土结构 prefabricated concrete structure

由预制混凝土构件或部件通过焊接、螺栓连接等方式装配而成的混凝土结构。

[来源:GB 50010]

4 分类和牌号

钢筋牌号的构成及其含义见表 1。

表 1 钢筋牌号的构成及其含义

类别	牌号	牌号构成	英文字母含义
热轧光圆 耐火钢筋	HPB300FR	由HPB+屈服强度特征值 +FR构成	HPB-热轧光圆耐火钢筋的英文(hot rolled plain bars)缩写 FR耐火(fire resistant)的英文缩写
热轧带肋 耐火钢筋	HRB400FR	由HRB+屈服强度特征值+ 下R构成	HRB-热轧带肋耐火钢筋的英文(hot rolled ribbed bars)缩写 FR-耐火(fire resistant)的英文缩写
	HRB500F		

注：钢筋按屈服强度特征值分为300级、400级、500级。

5 基本规定

5.1 采用耐火钢筋的混凝土结构工程应确定其结构设计工作年限、结构安全等级和耐火等级、抗震设防类别、结构上的作用和作用组合；应进行结构承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性设计，并应符合工程的功能和结构性能要求。

5.2 混凝土结构用耐火钢筋应具有符合工程结构在承载能力极限状态和正常使用极限状态下需求的强度和延伸率。

5.3 采用耐火钢筋的混凝土结构应根据结构的用途、结构暴露的环境等耐久性需求采取保障混凝土结构耐久性能的措施。

5.4 采用耐火钢筋进行混凝土结构加固、改造时，应考虑既有混凝土结构、结构构件的实际几何尺寸、材料强度、配筋状况、连接构造、既有缺陷、耐久性退化等影响因素进行结构设计，并应考虑既有结构与新设混凝土结构、既有结构构件与新设混凝土结构构件、既有混凝土与后浇混凝土组合构件的协同工作效应。

6 材料

6.1 混凝土

6.1.1 混凝土原材料应符合现行国家标准《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 附录 B 的有关规定。

6.1.2 采用 500MPa 及以上等级耐火钢筋的钢筋混凝土结构构件混凝土强度等级不应低于 C30。

6.1.3 混凝土结构中的耐火钢筋应设置混凝土保护层，混凝土保护层厚度应符合下列规定：

6.1.3.1 满足耐火钢筋与混凝土共同工作性能要求；

6.1.3.2 满足混凝土构件的耐久性能及防火性能要求；

6.1.3.3 不应小于普通钢筋的公称直径，且不应小于 15mm。

6.2 耐火钢筋

6.2.1 耐火钢筋的化学成分和碳当量（熔炼分析）及检验方法应符合表 2 的规定。

表 2 耐火钢筋的化学成分和碳当量（熔炼分析）及检验方法

牌号	化学成分（质量分数）/%								碳当量 Ceq/%		检验方法
	C ≤	Si ≤	Mn ≤	P、S ≤	Cr ≤	Mo	V ≤	Nb ≤			
HPB300FR	0.22	0.55	1.50	0.035	0.75	0.20~ 0.60	0.04	0.04	焊接	机械连接	《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》GB/T 37622
HRB400FR		0.80	1.60				≤ 0.55	≤ 0.65			
HRB500FR											

注：碳当量Ceq（%）计算公式为： $Ceq=C+Mn/6+(Cr+V+Mo)/5+(Ni+Cu)/15$ 。

6.2.2 耐火钢筋的力学性能及检验方法应符合表 3 的规定。

表 3 耐火钢筋的力学性能及检验方法

牌号	室温						600℃	检验方法
	下屈服强度 Rd/MPa	抗拉强度 Rm/MPa	断后伸长率 A/%	最大力总延伸率 Agt/%	Rom/RoeL	RoeL/ReL	屈服强度 Rpo.2/MPa	
	不小于					不大于	不小于	
HPB300FR	300	420	25	10.0	—	—	200	《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》GB/T 37622
HRB400FR	400	540	16	9.0	1.25	1.30	270	
HRB500FR	500	630	15	9.0	1.25	1.30	340	

注：Rom为钢筋实测抗拉强度，RoeL为钢筋实测下屈服强度。

6.2.3 耐火钢筋应进行弯曲试验，弯曲压头直径弯曲 180° 后，受弯部位表面不应产生裂纹或者发生断裂。耐火钢筋的弯曲压头直径及检验方法应符合表 4 的规定。

表 4 耐火钢筋的弯曲压头直径及检验方法

牌号	公称直径d/mm	弯曲压头直径/mm	检验方法
HPB300FR	6~22	d	《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》 GB/T 37622
HRB400FR	6~25	4d	
HRB500FR	28~40	5d	
HRB400FR	>40~50	6d	
HRB500FR	6~25	6d	
HRB400FR	28~40	7d	
HRB500FR	>40~50	8d	

- 6.2.4 热轧带肋耐火钢筋反向弯曲性能应符合下列规定：
- 6.2.4.1 热轧带肋耐火钢筋可用反向弯曲试验代替弯曲试验；
- 6.2.4.2 热轧带肋耐火钢筋反向弯曲试验的弯曲压头直径比弯曲试验相应增加一个钢筋公称直径。
- 6.2.5 耐火钢筋的强度标准值应具有不小于 95%的保证率。耐火钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、抗拉强度设计值、抗压强度设计值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。
- 6.2.6 耐火钢筋可根据需方要求进行疲劳试验，疲劳试验应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢材试验方法》GB/T28900 的有关规定；耐火钢筋的疲劳应力幅限值应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。
- 6.2.7 耐火钢筋的焊接、机械连接工艺及接头应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定。

7 结构设计

7.1 一般规定

- 7.1.1 耐火钢筋混凝土结构承载力极限状态的划分应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 的有关规定。
- 7.1.2 耐火钢筋混凝土结构设计应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。
- 7.1.3 本规范采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行设计。
- 7.1.4 耐火钢筋混凝土结构上的直接作用（荷载）应根据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009 及相关标准确定；地震作用应根据现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011 确定；间接作用和偶然作用应根据有关的标准或具体情况确定。
- 7.1.5 耐火钢筋混凝土结构或构件在设计耐火极限内，承重构件或结构的承载能力不应小于按标准确定的作用效应组合。
- 7.1.6 耐火钢筋的耐火时间应根据建筑的使用场景和耐火等级要求进行设定，并通过耐火试验验证其实际耐火时间、热膨胀、蠕变等特性。
- 7.1.7 耐火钢筋混凝土结构在设计阶段应明确定期检测。
- 7.1.8 耐火钢筋的耐火等级不应低于相应建筑的耐火等级，并应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 和其他现行国家相关标准的有关规定。

7.2 性能指标

- 7.2.1 耐火钢筋应具有高耐火性和优良的力学性能，其耐火性能、力学性能和化学成分应符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》GB/T37622 的有关规定。
- 7.2.2 有抗震要求的建筑，耐火钢筋应具备良好的抗震性能。设计过程中需根据建筑所在地的地震烈度、结构形式等因素选定可满足抗震、变形及耗能性能等级的耐火性钢筋。
- 7.2.3 设计指标中应明确耐火钢筋的可焊接性能，以确保焊接接头在受力、耐火等方面与原钢筋具有相同的性能。
- 7.2.4 设计指标中应对耐火钢筋的耐候性能进行规定。
- 7.2.5 耐火钢筋的抗腐蚀、抗疲劳、抗化学侵蚀等特殊性能设计指标应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。

7.3 保护层厚度

- 7.3.1 耐火钢筋应明确其表面耐火层性能与厚度。常用的耐火层材料包括无机防火涂料、陶瓷纤维等。设计过程中应对耐火层的厚度、施工方法等进行明确规定，确保耐火钢筋的有效耐火时间。
- 7.3.2 耐火钢筋的保护层最小厚度与相应的混凝土强度等级和耐火等级应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 中 4.2 的有关规定，且耐火钢筋的保护层厚度不应小于钢筋的公称直径。
- 7.3.3 明确要求耐久性的钢筋混凝土建筑，其耐火钢筋的选用原则和质量要求应符合现行国家标准《混

混凝土结构耐久性设计标准》GB/T50476 的有关规定。

7.4 构造与措施

- 7.4.1 耐火钢筋钢筋混凝土结构的构造应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB50010 的有关规定。
- 7.4.2 施工缝、伸缩缝、沉降缝等接缝部位使用耐火钢筋时，宜根据设计要求避开不利的环境作用。
- 7.4.3 当构件中配有不同种类的耐火钢筋时，每种耐火钢筋应采用各自的强度设计值。
- 7.4.4 当进行耐火钢筋代换时，应符合设计要求的构件耐火极限、构件承载力、最大力下的总伸长率、裂缝宽度验算以及抗震规定，且应满足最小配筋率、钢筋间距、保护层厚度、钢筋锚固长度、接头面积百分率及搭接长度等构造要求。

8 施工

8.1 一般规定

- 8.1.1 耐火钢筋用于混凝土结构时，施工应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的有关规定；耐火钢筋用于装配式混凝土结构时，施工应符合现行国家标准《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231 和现行行业标准《装配式混凝土结构技术规程》JGJ1 的有关规定。
- 8.1.2 耐火钢筋混凝土结构施工宜采用预拌混凝土，预拌混凝土的物理性能应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T14902 的有关规定。
- 8.1.3 耐火钢筋宜采用专业化生产的成型钢筋，成型钢筋的应用应符合现行行业标准《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ366 的有关规定。
- 8.1.4 耐火钢筋连接方式应根据设计要求和施工条件选用，当设计无具体要求时，宜采用机械连接、钢筋套筒灌浆连接和绑扎搭接；当采用焊接连接时，应进行焊接工艺评定，防止产生过热或冷裂纹。
- 8.1.5 耐火钢筋安装时，受力钢筋的牌号、规格和数量应符合设计要求。当耐火钢筋的牌号或规格需作变更时，应办理设计变更手续。

8.2 耐火钢筋加工

- 8.2.1 耐火钢筋加工前应将表面清理干净，不得使用表面有裂纹、毛刺和影响性能的机械损伤及外形尺寸偏差的钢筋。
- 8.2.2 耐火钢筋加工过程中不得对耐火钢筋进行加热处理。
- 8.2.3 耐火钢筋应采用机械设备进行调直，调直设备不应具有延伸功能，调直后的耐蚀钢筋应平直，不应有局部弯折，表面不应有明显擦伤。
- 8.2.4 耐火钢筋弯折的弯弧内直径、弯钩角度和弯折后平直段长度应符合设计要求及现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的有关规定。
- 8.2.5 当耐火钢筋采用机械锚固措施时，钢筋锚固端的加工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定；采用钢筋锚固板时，钢筋锚固板的加工应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 的有关规定。

8.3 耐火钢筋连接与安装

- 8.3.1 耐火钢筋的连接应符合本规程第 4 章的规定，并应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB50666 的有关规定。
- 8.3.2 耐火钢筋之间或耐火钢筋与普通钢筋连接推荐使用机械连接，现场施工时不宜采用焊接方式连接，工厂或预制场中可采用焊接连接，焊接工艺应由供需双方协商经试验确定。
- 8.3.3 当耐火钢筋采用机械连接或半灌浆套筒连接时，钢筋机械连接端的加工和安装应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定。
- 8.3.4 当耐火钢筋采用套筒灌浆连接时，钢筋机械连接端的加工和安装应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 的有关规定。
- 8.3.5 当耐火钢筋采用锚固板锚固时，钢筋锚固端的加工和安装应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ256 的有关规定。

8.3.6 耐火钢筋安装应采用间隔件固定钢筋的位置，钢筋间隔件应符合现行行业标准《混凝土结构用钢筋间隔件应用技术规程》JGJ/T219的有关规定。

9 质量与验收

9.1 耐火钢筋混凝土的质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204和《混凝土质量控制标准》GB50164的有关规定。

9.2 耐火钢筋或成型耐火钢筋、混凝土原材料、预拌混凝土进场时，应检查质量证明文件。

9.3 耐火钢筋或成型耐火钢筋的耐火性能应符合本规程及现行国家标准《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》GB/T37622的有关规定。

检查数量:全数检查;

检验方法:检查型式检验报告及金相组织试验报告。

9.4 耐火钢筋机械连接、焊接连接应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107和《钢筋焊接及验收规程》JGJ18进行接头加工检验、安装前检验和安装现场检验。

9.5 对耐火钢筋接头有疲劳性能要求时应按现行国家标准《钢筋混凝土用热轧耐火钢筋》GB/T37622进行接头疲劳性能检验。

9.6 成型耐火钢筋的外观质量和尺寸偏差应符合现行行业标准《混凝土结构成型钢筋应用技术规程》JGJ366的有关规定。