



中华人民共和国国家标准

GB/T 39041—2020

钢筋混凝土用碳素钢-纤维增强复合材料复合钢筋

Carbon steel-fiber reinforced plastic clad bars for reinforcement concrete

2020-07-21 发布

2021-02-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：中冶建筑研究总院有限公司、江苏省镇鑫钢铁集团有限公司、冶金工业信息标准研究院、南通市产品质量监督检验所、北京玻璃钢院复合材料有限公司、中冶检测认证有限公司。

本标准主要起草人：朱建国、吕尚霖、吴建中、王玉婕、陈建豪、胡秀东、李晓滨、林滔、刘宝石、凌晨、杨勇新、刘爱华。



钢筋混凝土用碳素钢-纤维增强复合材料复合钢筋

1 范围

本标准规定了钢筋混凝土用碳素钢-纤维增强复合材料复合钢筋(以下简称复合钢筋)的术语和定义、分类牌号、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于钢筋混凝土用碳素钢-纤维增强复合材料复合的光圆和带肋钢筋。

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/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法

GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法

GB/T 223.12 钢铁及合金化学分析方法 碳酸钠分离-二苯碳酰二肼光度法测定铬量

GB/T 223.14 钢铁及合金化学分析方法 钼试剂萃取光度法测定钒含量

GB/T 223.19 钢铁及合金化学分析方法 新亚铜灵-三氯甲烷萃取光度法测定铜量

GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法

GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法

GB/T 223.37 钢铁及合金化学分析方法 蒸馏分离-靛酚蓝光度法测定氮量

GB/T 223.40 钢铁及合金 铌含量的测定 氯磺酚 S 分光光度法

GB/T 223.59 钢铁及合金 磷含量的测定 铋磷钼蓝分光光度法和铋磷钼蓝分光光度法

GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量

GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法

GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋

GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋

GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)

GB/T 8923.1 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级

GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求

GB/T 20018 金属与非金属覆盖层 覆盖层厚度测量 β 射线背散射方法

GB/T 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)

GB/T 20124 钢铁 氮含量的测定 惰性气体熔融热导法(常规方法)

GB/T 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 25826—2010 钢筋混凝土用环氧涂层钢筋

GB/T 26743 结构工程用纤维增强复合材料筋

GB/T 28900 钢筋混凝土用钢材试验方法

JGJ 18 钢筋焊接及验收规程

JGJ 107 钢筋机械连接技术规程

YB/T 081 冶金技术标准的数值修约与检测数值的判定

3 术语和定义

GB/T 1499.1、GB/T 1499.2 和 GB/T 26743 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢筋混凝土用碳素钢-纤维增强复合材料复合钢筋 carbon steel-fiber reinforced plastic clad bars

采用模压成型、粘结、高压喷射、高温处理等工艺进行复合，表层为纤维增强复合材料，芯部为热轧钢筋的复合钢筋。

3.2

基材 base metal

复合钢筋基材主要为用于承受结构强度的热轧钢筋，分光圆钢筋和带肋钢筋两种。

3.3

覆层 cladding

复合钢筋覆层为纤维增强复合材料层。

3.4

复合界面 compound contact interface

复合钢筋基材与纤维增强复合材料覆层之间的分界面。

4 分类牌号

4.1 复合钢筋按屈服强度特征值分为 300、400、500 级。

4.2 复合钢筋按表面形状分为光圆复合钢筋(P)、带肋复合钢筋(R)。

4.3 复合钢筋牌号的构成和含义见表 1。复合钢筋按覆层增强纤维种类代号、表面形状、强度级别、公称直径进行标记，标注方法如图 1 所示。

表 1 复合钢筋牌号的构成和含义

类别	牌号示例	牌号构成及含义	覆层牌号
热轧光圆-纤维增强 复合材料复合钢筋	HPB300FC	由 HPB+屈服强度特征值+FC (HPB——热轧光圆复合钢筋的英文缩写， F——纤维增强材料英文 fiber reinforced plastics 的首字母， C——复合英文 clad 的首字母)	CFRP(碳纤维复合材料， 用 C 表示)、GFRP(玻璃纤 维复合材料，用 G 表示)、 AFRP(芳纶纤维复合 材料，用 A 表示)、 BFRP(玄武岩纤维复合 材料，用 B 表示)

表 1 (续)

类别	牌号示例	牌号构成及含义	覆层牌号
热轧带肋-纤维增强复合材料复合钢筋	HRB400FC HRB400FCE	由 HRB+屈服强度特征值+FC (HRB——热轧带肋复合钢筋的英文缩写, F——纤维增强材料英文缩写 FRP 的首字母, C——复合英文缩写 clad 的首字母, E——抗震英文 anti-Earthquake 的首字母)	CFRP(碳纤维复合材料,用 C 表示)、GFRP(玻璃纤维复合材料,用 G 表示)、AFRP(芳纶纤维复合材料,用 A 表示)、BFRP(玄武岩纤维复合材料,用 B 表示)
	HRB500FC HRB500FCE	由 HRB+屈服强度特征值+FC (HRB——热轧带肋复合钢筋的英文缩写, F——纤维增强材料英文缩写 FRP 的首字母, C——复合英文缩写 clad 的首字母, E——抗震英文 anti-earthquake 的首字母)	
复合材料类别首字母写在 FC 之前,根据需方要求也可以选用其他覆层牌号,其质量应符合相应标准。			

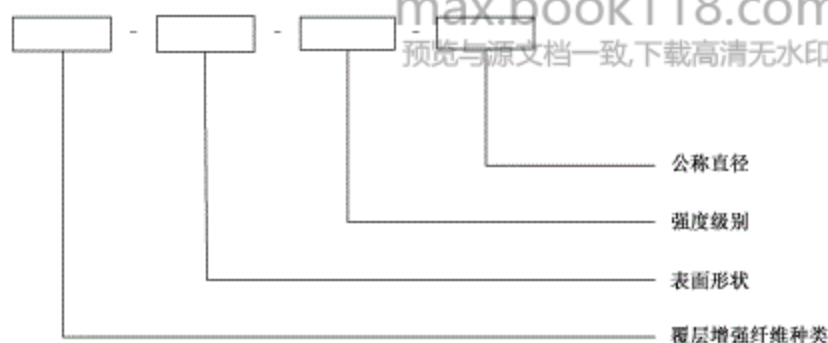


图 1 复合钢筋标注方法

示例: 公称直径为 12 mm, 基材钢筋为 400 MPa 热轧带肋复合钢筋, 覆层为碳纤维复合材料筋标记为:
C R-4-12

4.4 订货内容

按本标准订货的合同至少应包括下列内容:

- 本标准编号;
- 产品名称;
- 复合钢筋牌号(包括覆层牌号);
- 复合钢筋公称直径、长度(或盘径)及重量(或数量、或盘重);
- 特殊要求。

5 尺寸、外形、重量及允许偏差

5.1 公称直径范围及推荐直径

热轧光圆 纤维增强复合材料复合钢筋的公称直径范围为 6 mm~22 mm; 热轧带肋 纤维增强复合材料复合钢筋的公称直径范围为 6 mm~50 mm; 推荐的复合钢筋公称直径为 6 mm、8 mm、10 mm、

12 mm、14 mm、16 mm、18 mm、20 mm、22 mm、25 mm、28 mm、32 mm、36 mm、40 mm 和 50 mm。

5.2 尺寸、外形及允许偏差

热轧光圆-纤维增强复合材料复合钢筋基材的尺寸、外形及允许偏差,应符合 GB/T 1499.1 的规定。
热轧带肋-纤维增强复合材料复合钢筋基材的尺寸、外形及允许偏差,应符合 GB/T 1499.2 的规定。特殊要求由供需双方协商。

5.3 覆层厚度

覆层厚度尺寸范围为 0.07 mm~1.0 mm。

5.4 重量

重量按实际重量交货。

6 技术要求

6.1 材料

6.1.1 复合钢筋基材化学成分及碳当量应符合 GB/T 1499.1 和 GB/T 1499.2 的相关规定。

6.1.2 复合钢筋的基材的化学成分应在质量证明书中注明。

6.1.3 用于制作复合钢筋的钢筋基材,应避免油、脂或漆等的污染。复合前应目测确认钢筋不带锐边、毛刺或其他影响覆层质量的表面缺陷。复合钢筋在覆层之前,钢筋应进行净化处理,其质量应符合表 2 的规定。

表 2 钢筋表面净化质量技术指标

项目	技术指标
平均粗糙度/ μm	40~100
氯化物附着	不应有
氧化铁皮残余量/%	≤ 5
除锈等级	$\geq \text{Sa}2\frac{1}{2}$
除锈等级采用 GB/T 8923.1 规定的目视评定除锈等级。	

6.1.4 复合钢筋基材的成品化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

6.1.5 经双方协商确定覆层材料,并在合同中注明。

6.1.6 覆层技术指标应符合表 3 的规定。



表 3 复合钢筋覆层技术指标

项目	技术指标
阴极剥离(23 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 168 h)/mm	剥离半径 ≤ 2
耐盐雾性(35 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 800 h)/mm	剥离半径 ≤ 3
抗氯化物渗透性(23 $^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, 45 d)/mol/L	$< 1 \times 10^{-4}$
当对涂层耐久性有较高要求时,试验周期为 45 d。	

6.2 力学性能

6.2.1 复合钢筋的下屈服强度 R_{eL} 、抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 、最大力总延伸率 A_{gt} 等力学性能特征值应符合表 4 的规定。表 4 中所列各力学性能特征值,除 R_{eL}/R_{eL} 可作为交货检验的最大保证值外,其他力学特征值可作为交货检验的最小保证值。

6.2.2 直径 28 mm~40 mm 各牌号复合钢筋的断后伸长率 A 可降低 1%;直径大于 40 mm 各牌号复合钢筋的断后伸长率 A 可降低 2%。

表 4 复合钢筋力学性能

牌号	下屈服强度 R_{eL}/MPa	抗拉强度 R_m/MPa	断后伸长率 $A/\%$	最大力下总延伸率 $A_{gt}/\%$	R_m/R_{eL}	R_{eL}/R_{eL}
	不小于					不大于
HPB300FC	300	420	25	10.0	—	—
HRB400FC	400	540	16	7.5	—	—
HRB400FCE			—	9.0	1.25	1.30
HRB500FC	500	630	15	7.5	—	—
HRB500FCE			—	9.0	1.25	1.30

注: R_m 为复合钢筋实测抗拉强度值; R_{eL} 为复合钢筋实测屈服强度值。

6.2.3 对于没有明显屈服强度的复合钢筋,下屈服强度特征值 R_{eL} 应采用规定塑性延伸强度值 $R_{p0.2}$ 。

6.2.4 根据供需双方协议,伸长率类型可从 A 或 A_{gt} 中选定。如伸长率类型未经协议确定,则伸长率采用 A ,仲裁检验时采用 A_{gt} 。

6.3 疲劳性能

如需方要求,经供需双方协议,可进行疲劳性能试验。疲劳试验的技术要求和试验方法由供需双方协商确定。

6.4 复合界面复合性能

6.4.1 表面包覆性能

纤维增强复合材料覆层应完全包覆热轧钢筋基材,除断面外复合钢筋基体表面不得存在未包覆部位,且包覆厚度符合 5.3 的规定。

6.4.2 复合界面结合性能

复合钢筋经切断等处理后,其断面覆层与基材复合界面不得出现明显脱层。

6.5 连接性能

6.5.1 复合钢筋在连接前应先将连接部分的表面覆盖层去掉,连接后的位置用环氧树脂密封。复合钢筋的焊接、机械连接工艺及接头的质量检验与验收可参考 JGJ 18、JGJ 107 等相关标准的要求。

6.5.2 复合钢筋也可使用其他连接方式,经试验确定,试验的技术要求和试验方法由供需双方协商确定。

6.5.3 HRB500FC、HRB500FCE 复合钢筋的焊接工艺应经试验确定。

6.6 表面质量

复合钢筋表面不应有影响使用性能的缺陷,带肋复合钢筋表面凸块不应超过横肋的高度。

7 试验方法

7.1 尺寸测量及覆层厚度

7.1.1 带肋复合钢筋横肋高度的测量采用测量同一截面两侧横肋中心高度平均值的方法,即测取复合钢筋最大外径,减去该处内径,所得数值的一半为该处肋高,应精确到 0.1 mm。当需要计算相对肋面积时,应增加测量横肋四分之一处高度。

7.1.2 带肋复合钢筋横肋间距采用测量平均肋距的方法进行测量。即测取复合钢筋一面上第 1 个与第 11 个横肋的中心距离,该数值除以 10 即为横肋间距,应精确到 0.1 mm。

7.1.3 覆层厚度的检验,可按照 GB/T 20018 的方法对覆层厚度进行测量。每个厚度记录值为 3 个相邻间厚度测量值的平均值。应在钢筋相对的两侧进行测量,且沿钢筋的每一侧至少应取得 5 个间隔大致均匀的厚度记录值(每个试样最少 10 个记录值)。

7.2 氧化铁皮残余量

氧化铁皮残余量应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.2.1 进行。

7.3 平均粗糙度

平均粗糙度应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.2.2 进行。

7.4 氯化物附着

氯化物附着应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.2.3 进行。

7.5 除锈等级

除锈等级应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.2.4 进行。

7.6 抗化学腐蚀性

抗化学腐蚀性应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.3.1 进行。

7.7 阴极剥离

阴极剥离应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.3.2 进行。

7.8 盐雾试验

盐雾试验应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.3.3 进行。

7.9 抗氯化物渗透性

抗氯化物渗透性应按照 GB/T 25826—2010 中的 A.3.4 进行。

7.10 数值修约

检验结果的数值修约与判定应符合 YB/T 081 的规定。

8 检验规则

8.1 组批规则

复合钢筋应按批验收。每批应由同一规格、同一种材料、同一生产工艺,稳定连续生产的 500 根组成。不足 500 根时,按一批计算。

8.2 检验项目和取样数量

8.2.1 过程控制检验

每批复合钢筋的检验项目,取样方法和试验方法应符合表 5 的规定。

表 5 过程检验项目

序号	检验项目	检验数量/(次/批)	取样及试验方法
1	氧化铁皮残余量	3	GB/T 25826—2010 中的 A.2.1
2	平均粗糙度	3	GB/T 25826—2010 中的 A.2.2
3	氯化物附着	3	GB/T 25826—2010 中的 A.2.3
4	目视评定除锈等级	3	GB/T 25826—2010 中的 A.2.4

8.2.2 交货检验

复合钢筋交货时的检验项目,取样方法和试验方法应符合表 6 的规定。

表 6 交货检验项目

序号	检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
1	基材钢筋化学成分 (熔炼分析)	1	GB/T 222	GB/T 223.5、GB/T 223.11、 GB/T 223.12、GB/T 223.14、 GB/T 223.19、GB/T 223.23、 GB/T 223.26、GB/T 223.37、 GB/T 223.40、GB/T 223.59、 GB/T 223.63、GB/T 223.85、 GB/T 223.86、GB/T 4336、 GB/T 20123、GB/T 20124、 GB/T 20125
2	拉伸	2	任选两根复合钢筋切取	GB/T 28900
3	疲劳试验	供需双方协议		
4	外形尺寸	逐支	—	7.1
5	表面质量	逐支	—	目视
6	覆层厚度	逐支	—	GB/T 20018 及 7.1
7	覆层结合性	逐支	—	目视
对化学分析和拉伸试验结果有争议时,仲裁试验分别按 GB/T 223.5、GB/T 223.11、GB/T 223.12、GB/T 223.14、 GB/T 223.19、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.37、GB/T 223.40、GB/T 223.59、GB/T 223.63、GB/T 223.85、 GB/T 223.86、GB/T 228.1 进行。				

8.2.3 型式试验

型式试验仅在原料、生产工艺、设备有重大变化及新产品生产、停产后复产时进行检验。

型式试验项目包括抗化学腐蚀性、阴极剥离、盐雾试验、抗氯化物渗透性。

8.3 复验与判定

复合钢筋的复验与判定应符合 GB/T 17505 的规定。

9 包装、标志和质量证明书

9.1 复合钢筋标志应符合下列规定：

- a) 直径不大于 10 mm 的复合钢筋或覆层厚度小于 0.5 mm 的复合钢筋，可不轧制标志，可采用挂牌方法。
- b) 标志应清晰明了，标志的尺寸由供方按复合钢筋直径大小做适当规定，带肋复合钢筋表面与标志相交的横肋可以取消。

9.2 产品应用结实、柔软的包装材料包装。复合钢筋之间应绑扎紧密，防止相互撞击和摩擦。

9.3 复合钢筋应贮存在室内干燥通风处，防油污染，避免火种，隔离热源和化学腐蚀物品。

9.4 除上述规定外，复合钢筋的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2101 的有关规定。