

ICS xx. xxx

CCS x xx

团 体 标 准

T/JSCTS ×××—××××

水运工程 660MPa 级带肋钢筋 混凝土结构技术规范

Technical specification for reinforced concrete structures with 660MPa
ribbed bars of Port and Waterway Engineering

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

江苏省综合交通运输学会 发布

目 次

前 言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	2
5 材料	2
6 结构设计	3
7 构造规定	4
8 抗震设计	6
9 耐久性设计	6
10 施工及质量验收	6
附录 A（规范性） 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构技术条件	8

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由南京水科院瑞迪科技集团有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：南京水科院瑞迪科技集团有限公司、江苏天舜金属材料集团有限公司、东南大学、南京港（集团）有限公司、河海大学、华设设计集团股份有限公司、水利部 交通运输部 国家能源局南京水利科学研究院。

本文件主要起草人：

水运工程 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构技术规范

1 范围

本文件规定了水运工程 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构基本规定、材料、结构设计、构造规定、抗震设计、耐久性设计、施工及质量验收等技术要求。

本文件适用于水运工程中采用 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构的设计、施工和质量验收，不适用于轻骨料混凝土和其他特种混凝土结构。

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 50010	混凝土结构设计标准
GB 55008	混凝土结构通用规范
GB 50666	混凝土结构工程施工规范
GB 1499.2	钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋
JTS 146	水运工程抗震设计规范
JTS 151	水运工程混凝土结构设计规范
JTS 153	水运工程结构耐久性设计标准
JTS 202	水运工程混凝土施工规范
JTS 202-1	水运工程大体积混凝土温度裂缝控制技术规程
JTS 202-2	水运工程混凝土质量控制标准
JTS 257	水运工程质量检验标准
SL 191	水工混凝土结构设计规范
SL 677	水工混凝土施工规范
JG/T 163	钢筋机械连接用套筒
JGJ 18	钢筋焊接及验收规程
JGJ 107	钢筋机械连接技术规程
JGJ 256	钢筋锚固板应用技术规程
JGJ/T 27	钢筋焊接接头试验方法标准
GB/T 50152	混凝土结构试验方法标准
GB/T 228	金属材料拉伸试验
GB/T 28900	钢筋混凝土用钢材试验方法
GB/T 20066	钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
GB/T 223	钢铁及合金化学分析方法
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 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 多元素的测定 电感耦合等离子体发射光谱法
GB/T 232	金属材料 弯曲试验方法
GB/T 13298	金属显微组织检验方法
GB/T 222	钢的成品化学成分允许偏差
GB/T 17505	钢及钢产品交货一般技术要求
GB/T 2101	型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

660MPa 级带肋钢筋 660MPa ribbed bar

具有 660MPa 抗拉屈服强度标准值的带肋钢筋。

3.2

660MPa 级带肋钢筋混凝土结构 660MPa ribbed bar reinforced concrete structure

以 660MPa 级带肋钢筋作为受力钢筋的混凝土结构。

4 基本规定

4.1 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构的设计内容、设计方法、构造规定、承载能力极限状态计算、正常使用极限状态验算、耐久性设计均应符合 GB/T 50010、JTS 151、JTS 146、SL 191、JTS 153 等的有关规定。

4.2 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构的施工及验收应满足 JTS 202、JTS 202-1、JTS 202-2、JTS 257 等的有关规定。

4.3 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构构件设计的裂缝控制等级，应根据使用要求按 JTS 151 划分为 3 级。裂缝控制等级、最大裂缝宽度限值应根据结构的工作条件按 JTS 151 表 3.3.4 的规定取用。

其中，船闸工程中 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构所处的环境，应根据使用要求按 SL 191 划分为 5 个环境类别，最大裂缝宽度限值应根据结构的工作条件按 SL 191 表 3.2.7 的规定取用。

5 材料

5.1 混凝土

5.1.1 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构，淡水环境混凝土强度等级应不低于 C30、海水环境混凝土强度等级应不低于 C35。

5.1.2 混凝土的强度标准值、强度设计值及相关技术性能指标应符合 JTS 151 的规定。

5.2 钢筋

5.2.1 660MPa 级带肋钢筋的技术要求应符合附录 A 的规定。

5.2.2 660MPa 级带肋钢筋的强度标准值应具有不小于 95% 的保证率。

5.2.3 660MPa 级带肋钢筋的强度标准值 f_{yk} 、极限强度标准值 f_{stk} 、弹性模量 E_s 和最大力总延伸率限值 δ_{gt} 应符合表 1 的规定。

表 1 660MPa 级带肋钢筋的屈服强度标准值、极限强度标准值、弹性模量和最大力总延伸率限值

钢筋型号	钢筋公称直径 $d(\text{mm})$	f_{yk} (MPa)	f_{stk} (MPa)	E_s (MPa)	δ_{gt} (%)
T6E/G	6~40	660	825	2.0×10^5	≥ 7.5
T6E/G					≥ 9.0
注：1. 符号下标带“yk”者为屈服强度标准值；“stk”者为极限强度标准值； 2. T6E/G为抗震钢筋。					

5.2.4 660MPa 级带肋钢筋的抗拉强度设计值 f_y 为 570MPa、抗压强度设计值 f_y' 为 570MPa，并应符合下列规定：

- a) 对轴心受压构件，当采用 660MPa 级带肋钢筋时，钢筋的抗压强度设计值应取 400MPa；
- b) 横向钢筋的抗拉强度设计值（ f_{yv} ）应按抗拉强度设计值 f_y 采用；当用作受剪、受扭、受冲切承载力计算时，应取 360MPa。

5.2.5 当 660MPa 级带肋钢筋代换其他型号钢筋时，除应符合设计要求的构件承载力、裂缝宽度验算及抗震规定外，尚应满足第 7 节混凝土保护层、钢筋锚固长度、钢筋连接及纵向受力钢筋的最小配筋率等构造要求。

6 结构设计

6.1 一般规定

660MPa 级带肋钢筋混凝土结构，按承载能力极限状态计算和正常使用极限状态验算的结构效应分析，应符合 GB/T 50010、JTS 151 的规定，其中船闸工程还应符合 SL 191 的规定。

6.2 设计计算

6.2.1 承载能力极限状态计算

660MPa 级带肋钢筋混凝土结构，在按承载能力极限状态计算时，结构构件计算截面上的荷载效应组合设计值应按持久组合和短暂组合分别计算。

其中，船闸工程中 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构，按承载能力极限状态计算时，结构构件计算截面上的荷载效应组合设计值应按基本组合和偶然组合分别计算。

6.2.2 正常使用极限状态验算

在使用阶段，允许出现裂缝的 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构，应验算作用的准永久组

合下裂缝宽度；当有必要考虑作用的频遇组合时，可采用频遇组合值代替准永久组合值，最大裂缝宽度不应超过 JTS 151 表 3.3.4 规定的限值。

其中，船闸工程中 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构正常使用极限状态验算时，应根据使用要求按照荷载效应标准组合进行抗裂验算或裂缝宽度控制验算。构件正截面的最大裂缝宽度不应超过 SL 191 表 3.2.7 规定的限值。

660MPa 级带肋钢筋混凝土结构的受弯构件挠度验算，应符合 JTS 151 第 6.5 节的规定。其中船闸工程中 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构的受弯构件挠度验算，应符合 SL 191 第 7.3 节的规定。

7 构造规定

7.1 混凝土保护层

660MPa 级带肋钢筋混凝土结构受力钢筋的混凝土保护层最小厚度应按 JTS 151 表 7.2.1 的规定取用。

其中，船闸工程中 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构，纵向受力钢筋的混凝土保护层厚度不应小于钢筋直径及 SL 191 表 9.2.1 所列的数值，同时也不应小于粗骨料最大粒径的 1.25 倍。

7.2 钢筋锚固长度

7.2.1 当 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构计算中充分利用钢筋的抗拉强度时，受拉钢筋的锚固应符合下列要求：

$$l_a = 0.14 \frac{f_y}{f_t} d \quad (1)$$

式中： l_a ——受拉钢筋的基本锚固长度(mm)；

f_y ——钢筋的抗拉强度设计值(MPa)；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值(MPa)，按 JTS151 的相关规定取用；当混凝土强度等级高于 C60 时，按 C60 取值；

d ——锚固钢筋的直径(mm)。

7.2.2 计算的锚固长度应按规定进行修正，具体按 JTS 151 第 7.3 节的规定执行，其中船闸工程按 SL 191 第 9.3 节的规定执行。

7.2.3 660MPa 级带肋钢筋末端可采用机械锚固形式，主要有末端带弯钩、末端与钢板穿孔塞焊、末端与短钢筋双面贴焊等。当钢筋机械锚固采用末端带弯钩时，具体技术要求按表 2 执行，弯钩形式和构造要求宜按图 1 采用，其余锚固形式按 JTS 151 第 7.3.4 节的规定执行。

表 2 钢筋末端带弯钩技术要求

锚固形式	技术要求
90°弯钩	末端90°弯钩，当钢筋直径为28mm以下时弯钩内径不应小于6d，当钢筋直径为28mm及以上时弯钩内径不应小于7d，弯后直段长度为12d
135°弯钩	末端135°弯钩，当钢筋直径为28mm以下时弯钩内径不应小于6d，当钢筋直径为28mm及以上时弯钩内径不应小于7d，弯后直段长度为5d

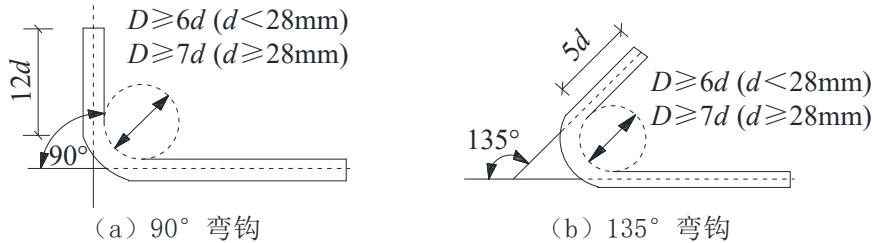


图 1 钢筋末端带弯钩形式示意图

7.3 钢筋连接

7.3.1 钢筋的连接宜采用机械连接，也可采用焊接或绑扎搭接，并应符合下列要求。

- a) 混凝土结构中受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处。在同一根受力钢筋上宜少设接头。在结构的重要构件、关键传力部位和直接承受动力荷载结构构件中，纵向受力钢筋不宜设置连接接头。
- b) 绑扎搭接连接宜用于直径不大于 20mm 的纵向受拉钢筋以及直径不大于 22mm 的纵向受压钢筋的连接；机械连接和单面搭接电弧焊接宜用于直径不小于 14mm 的受力钢筋的连接。

7.3.2 660MPa 级带肋钢筋机械连接应采用直螺纹套筒连接方式，并应符合下列要求。

- a) 套筒应符合 JG/T 163 的规定。直螺纹套筒宜采用 45 号优质碳素圆钢或低合金高强度结构钢，45 号钢应经过强化处理，其屈服强度不宜低于 660MPa，抗拉强度不应大于 800MPa，断后伸长率不宜小于 14%；不得采用淬火等热处理工艺提高强度。
- b) 套筒原材料也可选用经接头型式检验证明符合 JGJ 107 等相关标准中接头性能规定的其他钢材，其外观及力学性能应符合现行国家标准的规定，套筒实测受拉承载力不应小于 660MPa 带肋钢筋受拉承载力标准值的 1.1 倍。
- c) 钢筋机械连接接头的类型和性能等级应根据混凝土结构中钢筋的强度和延性、接头面积百分率等要求选用。套筒的尺寸应根据被连接钢筋的直径及套筒的力学性能，按 JG/T 163 的规定确定。
- d) 钢筋套筒灌浆连接接头的实测极限抗拉强度不应小于连接钢筋的抗拉强度标准值，且接头破坏应位于套筒外的连接钢筋。
- e) 纵向受力钢筋的机械连接接头宜相互错开。机械连接接头性能及接头面积百分率应符合 JGJ 107 的相关规定。机械连接套筒的保护层厚度、横向净间距、套筒处箍筋

的间距应满足 GB/T 50010、JTS 151 规定。

7.3.3 纵向受力钢筋的焊接接头应相互错开，且仅允许采用单面搭接焊接连接，当采用电弧焊接时应使用满足 JGJ 18 规定的 E5015/E5016 系列电焊条，焊接操作时焊条起弧和收弧点必须紧靠两根连接钢筋的端部，在距离 10d 处的另一根钢筋的起弧和收弧点的焊接熔池不得破坏钢筋基圆，并控制焊接熔池稳定性。钢筋焊接接头连接区段的长度为 35d 且不小于 500mm，d 为连接钢筋的较小直径，凡接头中点位于该连接区段长度内的焊接接头均属于同一连接区段。位于同一连接区段纵向受力钢筋的焊接接头面积百分率，纵向受拉钢筋接头不应大于 50%。

7.3.4 660MPa 级带肋钢筋绑扎搭接相关要求应符合 JTS 151、SL 191 规定，其中轴心受拉、小偏心受拉杆件及承受振动的构件纵向受力钢筋不得采用绑扎搭接。

7.4 纵向受力钢筋的最小配筋率

7.4.1 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构构件中纵向受力钢筋的最小配筋率(ρ_{\min})按 JTS 151 第 7.5 条执行，配筋率不应小于表 7.5.1、表 8.5.13 中数值。

其中船闸工程中 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构构件纵向受力钢筋的最小配筋率(ρ_{\min})按 SL 191 第 9.5 条执行，配筋率不应小于表 9.5.1 中 HRB400 钢筋对应的数值。

8 抗震设计

8.1 需抗震设防的 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构应符合 JTS 146、JTS 151、SL 191 的有关规定。

8.2 抗震设计所采用的钢筋强度标准值、设计值和弹性模量应符合表 1 的规定。

9 耐久性设计

9.1 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构除应满足强度和限裂要求外，尚应根据所在部位的工作条件、设计使用年限、环境条件等情况进行耐久性设计。

9.2 耐久性设计须符合 JTS 151、SL 191、JTS 153 有关规定。

10 施工及质量验收

10.1 施工

10.1.1 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构工程施工应符合 JTS 202、JTS 202-1、JTS 202-2 的规定。

10.1.2 公称直径 10mm 及以下的盘卷钢筋应采用无延伸功能的机械设备调直。

10.1.3 纵向受拉钢筋末端应采用弯钩型式，并符合第 7.2 条要求。

10.1.4 纵向受力钢筋的连接方式应符合 GB 50666、JTS 202 的规定及设计要求。

纵向受力钢筋的连接接头宜设置在受力较小处，接头末端至钢筋弯起点的距离不应小于

10d(d 为钢筋的公称直径)。

同一跨度或同一节间内的同一纵向受力钢筋不宜设置两个或两个以上接头。

有抗震要求的框架柱、梁，不宜在端部的箍筋加密区内设置纵向钢筋接头。

10.1.5 受力钢筋的机械连接应按 JGJ 107 的规定进行钢筋连接施工。采用钢筋锚固板锚固时，应按 JGJ 256 中相关规定执行。

10.1.6 当采用焊接连接时，在钢筋工程焊接开工之前，应制定焊接工艺并进行验证。各类焊接方法的具体要求和适用范围按 JGJ 18 中相关规定执行。焊接过程中，如果钢筋型号、直径发生变更，应再次进行焊接工艺试验。工艺试验使用的材料、设备、辅料及作业条件均应与实施施工一致。

10.1.7 当采用绑扎搭接时，应按 JTS 202 中相关规定执行，其中船闸工程还需符合 SL 677 的相关规定。

10.2 质量验收

10.2.1 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构的质量验收应符合 JTS 257 的规定。660MPa 级带肋钢筋的机械连接、焊接连接、绑扎搭接的质量验收应符合 JGJ 107、JGJ 18 的相关规定。

10.2.2 钢筋材料质量验收应符合下列要求：

- a) 钢筋应有出厂质量证明书或检验报告单，钢筋表面或每捆（盘）钢筋均应有标志，并确认为订货钢筋的型号。
- b) 钢筋进场时，应按规定抽取试件做屈服强度、抗拉强度、伸长率、弯曲性能和重量偏差检验，检验结果应符合附录 A 及其他相关标准的规定。
- c) 成型钢筋进场时，应抽取试件做屈服强度、抗拉强度、伸长率和重量偏差检验，检验结果应符合国家现行相关标准的规定。当有施工单位或监理单位的代表驻厂监督生产过程并提供原材钢筋力学性能第三方检验报告时，可仅进行重量偏差检验。

10.2.3 钢筋工程质量验收应符合下列要求：

- a) 钢筋连接的外观质量、力学性能、弯曲性能应符合国家现行有关标准的规定。
- b) 钢筋机械连接及钢筋锚固板施工前，应提供型式检验报告，并按 JGJ 107、JGJ 256 的要求进行施工现场抽样检验，合格后方可用于工程。
- c) 对机械连接接头应按 JGJ 107 的要求和检验批规定，对螺纹接头进行检验拧紧扭矩检验，对套筒挤压接头进行检查压痕处直径或挤压后套筒长度和钢筋插入套筒长度检验，当验收批挤压接头的外观尺寸检验不合格时，可从上述外观尺寸检验不合格的接头中取样进行极限抗拉强度检验。
- d) 钢筋焊接接头力学性能检验时，应在接头外观质量检查合格后随机切取试件进行试验。试验方法应按 JGJ/T 27 有关规定执行。

10.2.4 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构其余材料、工程的质量验收应符合 JTS 257 的有关规定。

附录 A

(规范性)

660MPa 级带肋钢筋混凝土结构技术条件

A.1 钢筋的主要技术要求

A.1.1 钢筋的型号和化学成分应满足下列要求：

a) 钢的型号、化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合表 A.1 的规定。根据需要，钢中还可加入 V、Cr、Mo 等元素。

表 A.1 钢筋型号的构成及其含义

钢筋型号	化学成分(不大于, %)					
	C	Si	Mn	P	S	C _{eq}
T6/E/G T6E/E/G	0.28	0.8	1.60	0.035	0.035	0.58

b) 碳当量 C_{eq} 值（百分比）可按下列式计算：

$$\text{碳当量 } C_{eq} \text{ 值} = \text{C 含量} + \frac{\text{Mn 含量}}{6} + \frac{\text{Cr 含量} + \text{V 含量} + \text{Mo 含量}}{5} + \frac{\text{Cu 含量} + \text{Ni 含量}}{15} \quad (\text{A.1})$$

c) 钢中铜的各残余含量不应大于 0.30%，且总量不应大于 0.60%。经需方同意，铜的残余含量可不大于 0.35%。

d) 钢的氮含量不应大于 0.012%。供方若能保证，可不做分析。钢中若有足够数量的氮结合元素，含氮量的限制可适当放宽。

e) 钢筋的化学成分允许偏差应符合 GB/T222 的规定。碳当量 C_{eq} 的允许偏差为+0.03%。

f) 钢中的 V、Cr 等含量按不同规格钢筋配置，提供钢筋型式检验，需方合同中不体现。

A.1.2 钢筋的力学性能应满足下列要求：

a) 交货状态的力学性能特性值应符合表 A.2 的规定。

表 A.2 交货状态的力学性能特性值

牌 号	R _{eL} (MPa)	R _m (MPa)	A (%)	A _{gt} (%)	R _m ⁰ /R _{eL} ⁰	R _{eL} ⁰ /R _{eL}
T6/E/G	≥660	≥820	15	≥7.5	—	—
T6E/E/G				≥9.0	≥1.25	≤1.30

b) 有较高要求的抗震结构，适用型号为在表 A.2 中已有型号上加“E”的钢筋。该类钢筋除应满足下列要求外，其他要求与相应型号钢筋相同：

(1) 钢筋实测抗拉强度与实测屈服强度之比 R_m⁰/R_{eL}⁰ 不小于 1.25；

(2) 钢筋实测屈服强度与表 A.2 规定的屈服强度特征值之比 R_{eL}⁰/R_{eL} 不大于 1.30；

(3) 钢筋的最大力下总伸长率 A_{gt} 不小于 9%。

注：R_m⁰ 为钢筋实测抗拉强度；R_{eL}⁰ 为钢筋实测屈服强度；A 为钢筋标准中热处理钢筋的断后伸长率，即钢筋拉断后在拼接断口两旁 5 倍直径的长度范围内量测所得的伸长率。

c) 对于没有明显屈服强度的钢筋，其屈服强度特性值 R_{eL} 应采用规定非比例伸长应力 R_{p0.2}。

A.1.3 工艺性能应满足下列要求：

a) 弯曲性能应符合表 A.3 的规定。按表 A.3 规定的弯曲压头直径弯曲 180°后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

表 A.3 弯曲性能

型号	公称直径d(mm)	弯曲压头直径(mm)
T6/E/G T6E/E/G	6~25	6d
	28~50	7d

b) 反向弯曲性能应满足下列要求：

(1) 根据需方要求，钢筋可进行反向弯曲性能试验；

(2) 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直径；

(3) 反向弯曲试验为先正向弯曲 90°，再反向弯曲 20°。经反向弯曲试验后，钢筋受弯曲部位表面不得产生裂纹。

A.1.4 钢筋机械连接的质量检验与验收应符合行业相关标准的规定。

a) 公称直径不小于 14mm 的受力钢筋机械连接推荐采用剥肋滚丝直螺纹套筒连接。

b) 钢筋机械连接接头应根据极限抗拉强度、残余变形、最大力下总伸长率以及高应力和大变形条件下反复拉压性能分 I 级、II 级、III 级三个等级。

c) I 级、II 级、III 级钢筋机械连接接头应能经受规定的高应力和大变形反复拉压循环，且在经历拉压循环后，其实测极限抗拉强度应符合表 A.4 的规定。

d) I 级、II 级、III 级钢筋机械连接接头变形性能应符合 JGJ 107 中表 3.0.7 的规定。

表 A.4 接头的实测极限抗拉强度

接头等级	I级	II级	III级
接头实测极限抗拉强度 f_{mst}^0	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$ 钢筋拉断；或 $f_{mst}^0 \geq 1.10f_{stk}$ 连接破坏	$f_{mst}^0 \geq f_{stk}$	$f_{mst}^0 \geq 1.25f_{yk}$

注:1 表中 f_{stk} 为钢筋极限抗拉强度标准值， f_{yk} 为钢筋屈服强度标准值；

2 连接件破坏指断于套筒、套筒纵向开裂或钢筋从套筒中拔出以及其他形式的连接组件破坏。

A.1.5 660MPa 级带肋钢筋的外形如图 A.1 所示，尺寸、重量允许偏差及表面质量应符合 GB1499.2 的规定，外形应符合表 A.5 的规定。

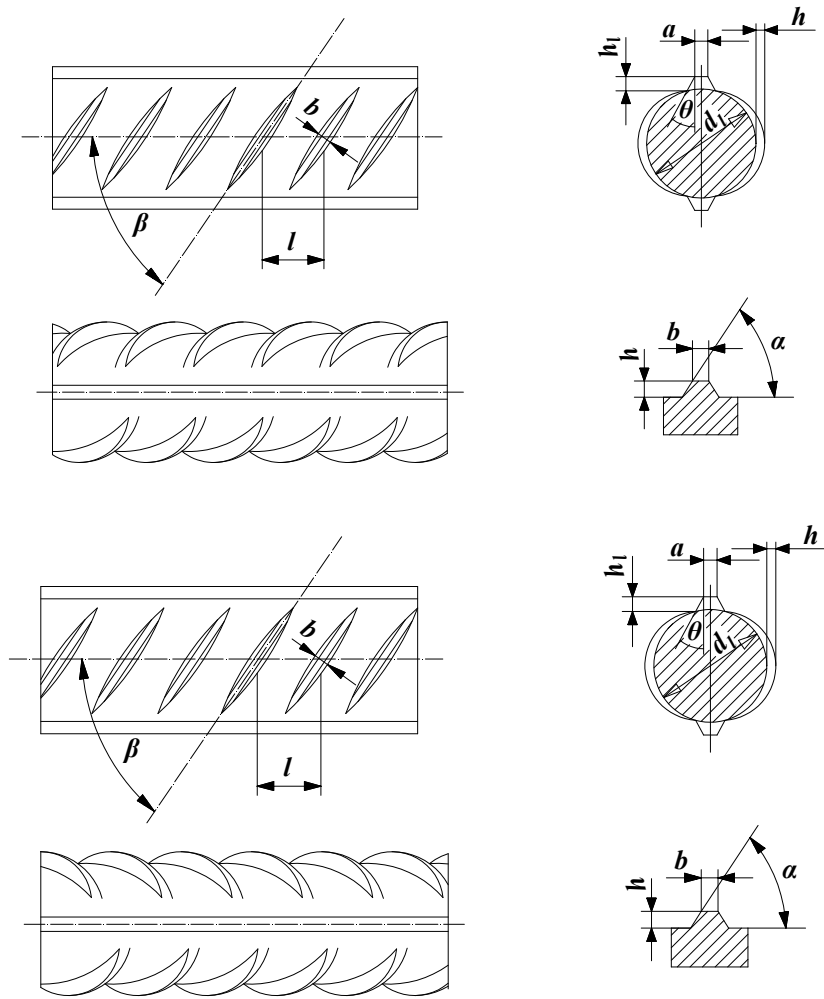


图 A.1 660MPa 级带肋钢筋表面及截面形状

d_1 — 钢筋内径； α — 横肋斜角； h — 横肋高度； β — 横肋与轴线夹角； h_1 — 纵肋高度； θ — 纵肋斜角； a — 纵肋顶宽； l — 横肋间距； b — 横肋顶宽

表 A.5 660MPa 级带肋钢筋外形

公称直径 d (mm)	内径 d_i (mm)		横肋高 h (mm)		纵肋高 h (不大于) (mm)	横肋宽 b (mm)	纵肋宽 a (mm)	间距 l (mm)		横肋末端最大间隙 (公称周长的10%弦长) (mm)
	公称尺寸	允许偏差	公称尺寸	允许偏差				公称尺寸	允许偏差	
6	5.8	±0.3	0.6	±0.3	0.8	0.4	1.0	6.0	±0.5	1.8
8	7.7	±0.4	0.8	+0.4 -0.3	1.1	0.5	1.5	8.3		2.5
10	9.6		1.0	±0.4	1.3	0.6	1.5	10.5		3.1
12	11.5		1.2	+0.4 -0.5	1.6	0.7	1.5	12.0		3.7
14	13.5		1.4		1.8	0.8	1.8	13.5		4.3
16	15.5		1.5		1.9	0.9	1.8	15.0		5.0
18	17.4		1.6	±0.5	2.0	1.0	2.0	15.0		5.6
20	19.4	1.7	2.1		1.2	2.0	15.0	6.2		
22	21.4	±0.5	1.9	±0.6	2.4	1.3	2.5	15.8	±0.8	6.8
25	24.3		2.1		2.6	1.5	2.5	18.8		7.7
28	27.3	2.2	2.7		1.7	3.0	18.8	±1.0	8.6	
32	31.1	±0.6	2.4	+0.8 -0.7	3.0	1.9	3.0		21.0	9.9
36	35.1		2.6	+1.0 -0.8	3.2	2.1	3.5		22.5	11.1
40	38.9	±0.7	2.9	±1.1	3.5	2.2	3.5	22.5	12.4	

注：1. 纵肋斜角 θ 为 $0^\circ\sim 30^\circ$ 。
2. 尺寸 a 、 b 为参考数据。
3. 基于对月牙纹带肋钢筋与混凝土粘结锚固破坏特征的分析，在GB 1499.2的基础上增大了660MPa钢筋的横肋间距 l ，对应不同公称直径的钢筋，其横肋间距 l 增大约0.3~0.5倍。

A.1.6 660MPa 级带肋钢筋芯部和边部的金相组织均为铁素体加珠光体，不得有影响使用性能的其他组织，其奥氏体晶粒度、铁素体最低含量、铁素体晶粒尺寸应满足不同规格钢筋的要求。

A.1.7 660MPa 级带肋钢筋抗腐蚀能力按供需双方要求。

A.2 应用技术条件及检验项目

A.2.1 为确保混凝土结构用钢筋的质量，正确评价 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构和构件的性能，应采用 GB/T 50152 规定的试验方法进行相关的实验室试验。实验室试验应根据试验目的不同采取相应的标准试验方法，660MPa 级带肋钢筋混凝土结构和构件应进行下列实验室试验：

- 梁式粘结锚固性能试验、拉式粘结锚固性能试验；
- 梁构件正截面受弯性能试验、斜截面受剪性能试验；
- 柱构件轴心受压性能试验、偏心受压性能试验；
- 柱构件抗震性能试验。

实验室试验结果应符合相关国家强制性标准的要求，以保证钢筋在工程结构中的安全应用。

A.2.2 应对 660MPa 级带肋钢筋混凝土结构进行原位加载试验，通过试验对计算模型或设计参数进行复核、验证或研究结构性能和设计方法。原位加载试验应符合下列规定：

a) 进行原位加载试验的工程建筑面积不低于 6000m²，原位加载试验宜采用短期静力加载试验的方式进行结构性能检验；

- b) 原位加载试验应对受检结构的柱、梁、板等构件的钢筋应力、挠度、裂缝宽度等进行量测；
c) 原位加载试验应分为使用状态试验和承载力试验。

原位加载试验结果应满足相关国家强制性标准的要求，并经省级及以上人民政府有关部门组织的建设工程技术专家委员会审定。

A.2.3 每批钢筋的检验项目、取样方法和试验方法应符合表 A.6 的规定。

表 A.6 取样方法和试验方法

检验项目	取样数量	取样方法	试验方法
化学成分(熔炼分析)	1	GB/T 20066	GB/T 223、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 20125
拉伸	2	任选两根钢筋切取	GB/T 28900、GB/T 228、GB 1499.2
弯曲、反向弯曲	2	任选两根钢筋切取	GB/T 28900、GB/T 232、GB 1499.2
金相组织	2	不同根(盘)钢筋切取	GB/T 13298、GB 1499.2
疲劳试验	供需双方协议		
连接性能	GB 55008、JGJ 107、JGJ 163		
尺寸	逐支	—	GB 1499.2
表面	逐支	—	目视
重量偏差	GB 1499.2		
注： 疲劳性能、晶粒度、金相组织、连接性能仅在原料、生产工艺、设备有重大变化及新产品生产时需进行型式试验。热处理带肋钢筋初次应用需提供金相组织与连接性能的检测报告。初次应用660MPa级带肋钢筋应通过建设行政主管部门组织的建设领域新技术推广项目的评估、认定，提供产品鉴定报告等相关技术资料。			

A.3 试验方法

A.3.1 拉伸、弯曲、反向弯曲试验应满足下列要求：

- a) 拉伸、弯曲、反向弯曲试验试样不允许进行车削加工。
b) 计算钢筋强度用截面面积采用公称横截面面积。
c) 最大力下的总伸长率 A_{gt} 的检验，按表 A6 的规定采用 GB/T 228 的相关试验方法。
d) 反向弯曲试验时，经正向弯曲后的试样，应在 100℃ 温度下保温不少于 30min，经自然冷却后再反向弯曲。当供方能保证钢筋经人工时效后的反向弯曲性能时，正向弯曲后的试样亦可在室温下直接进行反向弯曲。

A.3.2 尺寸测量应满足下列要求：

- a) 内径的测量应精确到 0.1mm。
b) 纵肋、横肋高度的测量采用测量同一截面两侧纵肋、横肋中心高度平均值的方法，即测取钢筋最大外径，减去该处内径，所得数值的一半为该处肋高，应精确到 0.1mm。
c) 横肋间距采用测量平均肋距的方法进行测量，即测取钢筋一面上第 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 0.1mm。

A.3.3 重量偏差的测量应满足下列要求：

- a) 测量钢筋重量偏差时，试样应从不同根钢筋上随机截取，试样数量不少于 5 支，每支试样长度不小于 500mm。长度应逐支测量，应精确到 1mm。测量试样总重量时，应精确到 1g。

b) 钢筋实际重量与公称重量的偏差(%)应按下式计算:

$$\text{重量偏差} = (\text{试样实际总重量} - (\text{试样总长度} \times \text{公称重量})) / (\text{试样总长度} \times \text{公称重量}) \times 100 \quad (\text{A.2})$$

A.3.4 检验结果的数值修约与判定应符合 YB/T081 的要求。

A.4 检验规则

A.4.1 钢筋的检验分为特征值检验和交货检验。

A.4.2 特性值检验应满足下列要求:

a) 特征值检验适用于下列情况:

- 1) 供方对产品质量控制的检验;
- 2) 需方提出要求, 经供需双方协议一致的检验;
- 3) 第三方产品认证及仲裁检验。

b) 特征值检验应按 GB 1499.2 的规定进行。

A.4.3 交货检验应满足下列要求:

a) 交货检验适用于钢筋验收批的检验。

b) 组批规则应满足下列要求:

1) 钢筋应按批进行检查和验收, 每批由同一型号、同一炉号(或同一轧批号)、同一规格的钢筋组成。每批重量不大于 60t; 超过 60t 的部分, 每增加 40t(或不足 40t 的余数), 增加一个拉伸试验试样和一个弯曲试验试样;

2) 允许由同一型号、同一冶炼方法、同一浇注方法的不同炉批号组成混合批, 但各炉批号含碳量之差不大于 0.02%, 含锰量之差不大于 0.15%; 混合批的重量不大于 60t。

(3) 钢筋检验项目和取样数量应符合表 A.2.1 和本条第 2 款第 1 项的规定。

(4) 各检验项目的检验结果应符合第 A.1 节的相关规定。

(5) 钢筋的复验与判定应符合 GB/T17505 的规定。

A.5 订货内容

A.5.1 按本附录订货的合同至少应包括下列内容:

- a) 本附录编号。
- b) 产品名称。
- c) 钢筋型号。
- d) 钢筋公称直径、长度(或盘径)及重量(或数量、盘重)。
- e) 特殊要求。

A.6 包装、标志和质量证明书

A.6.1 660MPa 级带肋钢筋的表面标志应符合下列规定:

a) 660MPa 级带肋钢筋应在表面轧上型号符号、生产企业行政区划代码前 2 位和公称直径毫米数字, 可轧上经注册的厂名或商标代替行政区划代码前 2 位。

b) 钢筋型号标志应以英文字母加阿拉伯数字表示, T6/E/G 以“6H”表示, 抗震钢筋以加“E”表示。

c) 标志应清晰明了, 标志的尺寸应由供方按钢筋直径大小作适当规定, 与标志相交的横肋可取消。

A.6.2 钢筋的包装、吊牌和质量证明书上可赋包含产品信息的条形码、二维码。

T/JSCTS XXX-XXXX

A.6.3 钢筋的包装、标志和质量证明书应符合 GB/T 2101 的有关规定。
