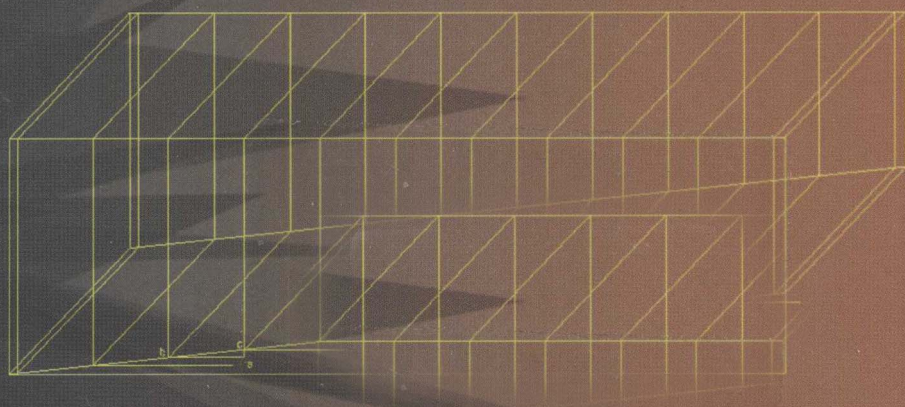




钢筋连接 操作细节

上官子昌 主编

GANGJIN LIANJIE
CAOZUO XIJIE



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



钢筋连接操作细节

上官子昌 主编



机械工业出版社

本书内容主要包括：钢筋分类及性能、钢筋检验规则、钢筋加工、钢筋连接施工安全技术、钢筋焊接术语及一般规定、钢筋电阻点焊、钢筋闪光对焊、钢筋电弧焊、钢筋电渣焊、钢筋氧乙炔焊、预埋件钢筋埋弧焊、钢筋机械连接术语及一般规定、钢筋套筒挤压连接、钢筋锥螺纹套筒连接、钢筋镦粗直螺纹套筒连接和钢筋滚轧直螺纹套筒连接。

本书依据最新的规范标准编写，内容紧紧围绕建筑施工企业的钢筋工程而展开，内容通俗易懂、新颖全面，具有很强的针对性和实用性。

本书可供广大施工技术人员使用和参考。

图书在版编目（CIP）数据

钢筋连接操作细节/上官子昌主编. —北京：机械工业出版社，2011.9

ISBN 978-7-111-35628-8

I. ①钢… II. ①上… III. ①钢筋混凝土—钢筋—连接技术 IV. ①TU755.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 164252 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：肖耀祖 责任编辑：肖耀祖 陈将浪

版式设计：张世琴 责任校对：张玉琴

封面设计：路恩中 责任印制：乔 宇

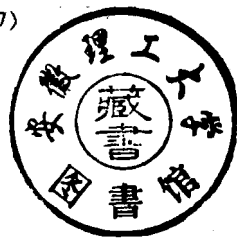
三河市国英印务有限公司印刷

2011 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·10.5 印张·254 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-35628 8

定价：32.00 元



凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心：(010) 88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203

封面防伪标均为盗版

本书编写人员

主 编 上官子昌

参 编 王 晗 卢俊文 李艳红 王伟艳
孙明月 白雅君 梁吟含 宋 伟
蒋 薇 马宇航 王晓峰 张 霞
李 林 郭宝来 靳海波 杨卓伊
田志伟

前 言

使人疲惫不堪的不是远方的高山，而是鞋里的一粒沙子。许多事情的成败，往往是由于在细节上没有尽心尽力而造成的。我们应该始终把握工作细节，而且在做事的细节中，认真求实、埋头苦干，从而使工作走上成功之路。

随着建筑业的发展，高层建筑、大跨度、特种结构日益增多，建筑钢筋的应用向大直径、密集布置、高强度方向发展。钢筋连接是钢筋混凝土结构施工的关键技术，直接影响工程质量。

本书内容主要包括：钢筋分类及性能、钢筋检验规则、钢筋加工、钢筋连接施工安全技术、钢筋焊接术语及一般规定、钢筋电阻点焊、钢筋闪光对焊、钢筋电弧焊、钢筋电渣焊、钢筋氧乙炔焊、预埋件钢筋埋弧焊、钢筋机械连接术语及一般规定、钢筋套筒挤压连接、钢筋锥螺纹套筒连接、钢筋墩粗直螺纹套筒连接和钢筋滚轧直螺纹套筒连接。其主要内容都是以细节中的要点进行详细阐述，表现形式新颖，易于理解，便于执行，方便读者带着问题去查阅和学习。本书通俗易懂，操作性、实用性强，可供钢筋工程现场管理、施工人员，以及相关专业大中专及职业院校的师生学习和参考。

本书涉及内容广泛，虽经全体编写人员精心编写、反复修改，疏漏和不当之处在所难免，欢迎广大读者予以指正，在此谨表谢意。

编 者

目 录

前言

第1章 钢筋连接基本知识 1

第1节 钢筋分类及性能 1

细节：钢筋分类 1

细节：物理性能 2

细节：化学性能 2

细节：力学性能 3

细节：热轧带肋钢筋 5

细节：热轧光圆钢筋 11

细节：低碳钢热轧圆盘条 14

细节：余热处理钢筋 15

细节：冷轧带肋钢筋 17

细节：冷轧扭钢筋 20

细节：冷拔低碳钢丝 24

细节：预应力混凝土用钢丝 25

细节：预应力混凝土用钢棒 30

细节：预应力混凝土用钢绞线 33

细节：钢筋焊接网 38

第2节 钢筋的检验规则 41

细节：热轧带肋钢筋检验规则 41

细节：冷轧带肋钢筋检验规则 42

细节：冷轧扭钢筋检验规则 43

细节：冷拔低碳钢丝检验规则 43

细节：预应力混凝土用钢丝检验规则 44

细节：预应力混凝土用钢棒检验规则 45

细节：预应力混凝土用钢绞线检验规则 45

第3节 钢筋加工 46

细节：钢筋调直 46

细节：钢筋除锈 47

细节：钢筋切断 48

细节：钢筋墩粗 50

细节：钢筋弯曲成形 50

第4节 钢筋连接施工安全技术 52

细节：钢筋加工机械操作一般规定 52

细节：钢筋调直切断机安全操作技术 53

细节：钢筋弯曲机安全操作技术 53

细节：钢筋切断机安全操作技术 53

细节：预应力钢筋拉伸设备安全

操作技术 54

细节：钢筋冷拉、张拉安全操作技术 54

细节：钢筋焊接与切割管理人员、监督人员和操作人员的责任 54

细节：钢筋焊接与切割工作区域及人员的防护 55

细节：钢筋焊接与切割封闭空间内的安全要求 56

细节：钢筋焊接与切割消防措施 57

细节：钢筋电焊安全操作技术 58

细节：直流电焊机安全操作技术 59

细节：交流电焊机安全操作技术 59

细节：钢筋气焊安全操作技术 59

细节：气瓶的管理与使用 60

细节：点焊机安全操作技术 61

细节：对焊机安全操作技术 61

第2章 钢筋焊接 62

第1节 钢筋焊接术语及一般规定 62

细节：术语 62

细节：钢筋焊接一般规定 63

第2节 钢筋电阻点焊 66

细节：钢筋电阻点焊基本原理 66

细节：钢筋电阻点焊特点 66

细节：钢筋电阻点焊设备 66

细节：钢筋电阻点焊工艺要求 68

细节：钢筋点焊缺陷及消除措施 71

细节：钢筋焊接网 71

细节：钢筋焊接网质量检验 72

细节：GWC 钢筋焊接网生产线设备 72

第3节 钢筋闪光对焊 74

细节：钢筋闪光对焊基本原理 74

细节：钢筋闪光对焊特点 77

细节：获得优质接头的条件 77

细节：钢筋闪光对焊设备 78

细节：钢筋闪光对焊工艺要求 82

细节：接头质量检验 84

细节：钢筋闪光对焊缺陷及消除措施	85	细节：术语	118
细节：箍筋闪光对焊特点	86	细节：钢筋机械连接接头的设计原则和性能等级	118
细节：箍筋闪光对焊设备	87	细节：接头的应用	120
细节：箍筋闪光对焊工艺	89	细节：接头的型式检验	120
细节：特殊钢筋焊接	89	细节：施工现场接头的加工与安装	122
第4节 钢筋电弧焊	90	细节：施工现场接头的检验与验收	123
细节：钢筋电弧焊基本原理	90	第2节 钢筋套筒挤压连接	124
细节：钢筋电弧焊特点	93	细节：钢筋套筒挤压连接基本原理	124
细节：钢筋电弧焊设备和材料	93	细节：钢筋套筒挤压连接特点	124
细节：钢筋电弧焊工艺要求	96	细节：钢筋套筒挤压连接适用范围	124
细节：接头质量检验	100	细节：钢筋套筒挤压连接性能等级与应用范围	124
细节：交流弧焊电源常见故障及消除方法	101	细节：钢筋套筒挤压连接设备	125
第5节 钢筋电渣焊	102	细节：钢筋套筒挤压连接设备操作与保养	127
细节：钢筋电渣焊基本原理	102	细节：钢筋套筒挤压连接设备常见故障	128
细节：钢筋电渣焊特点	102	细节：钢筋套筒挤压连接工艺	129
细节：钢筋电渣焊设备和材料	102	细节：钢筋套筒挤压连接接头质量检验	131
细节：钢筋电渣焊工艺要求	103	细节：钢筋套筒挤压连接异常现象及消除措施	132
细节：钢筋电渣焊接头质量检验	106	第3节 钢筋锥螺纹套筒连接	133
细节：钢筋电渣焊接头焊接缺陷与防治措施	106	细节：钢筋锥螺纹套筒连接基本原理	133
第6节 钢筋氧乙炔焊	107	细节：钢筋锥螺纹套筒连接特点	133
细节：钢筋氧乙炔焊基本原理	107	细节：钢筋锥螺纹套筒连接适用范围	133
细节：钢筋氧乙炔焊特点	107	细节：钢筋锥螺纹套筒连接接头性能等级	133
细节：钢筋氧乙炔焊设备和材料	107	细节：钢筋锥螺纹套筒连接接头位置	134
细节：钢筋氧乙炔焊工艺要求	108	细节：钢筋锥螺纹套筒连接材料及设备	134
细节：钢筋氧乙炔焊接头质量检验	109	细节：钢筋锥螺纹套筒连接工艺	139
细节：钢筋氧乙炔焊焊接缺陷和探伤	110	细节：钢筋锥螺纹套筒连接接头质量检验	140
细节：钢筋氧乙炔焊焊接缺陷及消除措施	110	细节：钢筋锥螺纹套筒连接外观检查不合格接头的处理方法	141
第7节 预埋件钢筋埋弧焊	112	第4节 钢筋镦粗直螺纹套筒连接	141
细节：预埋件钢筋埋弧焊基本原理	112	细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接基本原理	141
细节：预埋件钢筋埋弧焊特点	112	细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接特点	142
细节：预埋件钢筋埋弧焊设备	113	细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接适用	
细节：预埋件钢筋埋弧焊工艺要求	115		
细节：预埋件钢筋埋弧焊接头质量检验	116		
细节：预埋件钢筋埋弧焊焊接缺陷及消除措施	117		
第3章 钢筋机械连接	118		
第1节 钢筋机械连接术语及一般规定	118		

范围	142
细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接接头的	
分类	142
细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接材料	
要求	144
细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接设备	145
细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接工艺	148
细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接接头的	
施工现场检验	151
细节：钢筋镦粗直螺纹套筒连接丝头	
加工现场检验	152
细节：套筒的标志、包装、运输和	
储存	152

第 5 节 钢筋滚轧直螺纹套筒连接 ...	153
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接特点	153
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接适用	
范围	153
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接材料	153
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接设备	154
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接工艺	154
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接质量	
检验	155
细节：钢筋滚轧直螺纹套筒连接常见问题及	
处理措施	156
参考文献	158

第 1 章 钢筋连接基本知识

第 1 节 钢筋分类及性能

细节：钢筋分类

混凝土结构中常用的钢材有钢筋和钢丝两类，其中钢丝又包括钢绞线。钢材直径在 6mm 以上的称为钢筋，在 5mm 以下的称为钢丝。

1. 按化学成分划分

按化学成分，钢筋可分为普通碳素钢及合金钢。普通碳素钢的分类如下：

(1) 普通碳素钢。普通碳素钢可以分为高碳钢、中碳钢和低碳钢，具体又分为：

1) 高碳钢，碳的质量分数在 0.6% ~ 1.4%。

2) 中碳钢，碳的质量分数在 0.25% ~ 0.6%。

3) 低碳钢，碳的质量分数少于 0.25%。

随着含碳量的增加，其强度、硬度提高，但塑性、韧性降低。建筑中常用普通低碳钢。

(2) 合金钢。在普通碳素钢中加入某些合金元素（如锰、钛、硅、钒）而冶炼成的钢称为合金钢。虽然有些钢材的含碳量较高，但由于加入了合金元素，不但强度有所提高，而且其他性能也得到了改善。建筑中常用低合金钢的分类如下：

1) 高合金钢，合金元素质量分数在 10% 以上。

2) 中合金钢，合金元素质量分数在 3.5% ~ 10%。

3) 低合金钢，合金元素质量分数少于 3.5%。

2. 按钢筋外形划分

按钢筋外形可分为光圆钢筋、螺纹钢筋和精轧螺纹钢筋等。

(1) 光圆钢筋。截面为圆形，表面无刻纹，使用时需加弯钩。

(2) 螺纹钢筋。表面轧制成螺旋纹、人字纹，以增大与混凝土的粘接力。

(3) 精轧螺纹钢筋。是在整根钢筋上轧有外螺纹的大直径、高强度、高尺寸精度的直条钢筋。

此外，还有刻痕钢丝和压波钢线等。

3. 按屈服强度特征值划分

钢筋按屈服强度可分为 HPB235 级、HRB335 级、HRB400 级及 HRB500 级钢筋、RRB400 级钢筋，其中 HPB235 级 ~ HRB500 级为热轧钢筋，RRB400 级钢筋为余热处理钢筋。

4. 按生产工艺划分

按钢筋的生产工艺，混凝土结构用的普通钢筋可分为两类：热轧钢筋和冷加工钢筋（冷轧带肋钢筋、冷轧扭钢筋、冷拔螺旋钢筋）。冷拉钢筋与冷拔低碳钢丝已逐渐淘汰。余

热处理钢筋属于热轧钢筋。

5. 按供货方式划分

按钢筋的供货方式可分为盘圆钢筋（直径 $\leq 10\text{mm}$ ）和直条钢筋（长度 $6\sim 12\text{m}$ ，根据需求方的要求，也可按其他规格采取定尺供应）。

细节：物理性能

1. 密度

单位体积钢材的重量（现称质量）为密度，单位为 g/cm^3 。不同钢材的密度也稍有不同。钢筋的密度按 $7.85\text{g}/\text{cm}^3$ 计算。

2. 可熔性

钢材在常温时为固体，当其温度升高到一定程度就能熔化成液体，这就是钢筋的可熔性。钢材开始熔化的温度叫熔点。纯铁的熔点为 1534°C 。

3. 线膨胀系数

钢材加热时膨胀的能力，称为热膨胀性。常用线膨胀系数来表示受热膨胀的程度。钢材温度上升 1°C 时，其伸长的长度与原来长度的比值，称为钢材的线膨胀系数，单位为 $\text{mm}/(\text{mm}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

4. 热导率

热导率是当温度垂直梯度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$ 时，单位时间内通过单位水平截面积所传递的热量，单位为 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

细节：化学性能

1. 耐腐蚀性

腐蚀是指钢材在介质的侵蚀作用下被破坏的现象。钢材抵抗各种介质（如大气、水蒸气、酸、碱、盐等）侵蚀的能力，称为耐腐蚀性。

2. 抗氧化性

钢材在高温下不被氧化而能稳定工作的能力称为抗氧化性。

3. 钢筋中合金元素的影响

在钢材中，除铁元素外，还存在很多其他元素，钢筋中合金元素的影响见表1-1。

表 1-1 钢筋中合金元素的影响

合金元素	影 响
碳 (C)	碳与铁形成化合物渗碳体，分子式 Fe_3C ，性硬而脆。随着钢中含碳量的增加，钢中渗碳体的量也增多，钢的硬度、强度也相应提高，而塑性、韧性则下降，变脆，并影响到钢材的焊接性
硅 (Si)	硅是强脱氧剂，当硅的质量分数小于1%时，能使钢的强度和硬度增加；但当硅的质量分数超过2%时，会降低钢的塑性和韧性，并影响到钢材的焊接性
锰 (Mn)	锰既是一种良好的脱氧剂，又是一种很好的脱硫剂。锰能提高钢的强度和硬度；但如果含量过高，则会降低钢的塑性和韧性
钒 (V)	钒是良好的脱氧剂，能除去钢中的氧，钒能形成碳化物（碳化钒），可提高钢的强度和淬透性

(续)

合金元素	影 响
钛 (Ti)	钛与碳形成稳定的碳化物，能提高钢的强度和韧性，还能改善钢的焊接性
铌 (Nb)	铌作为微合金元素，在钢中形成稳定的化合物碳化铌 (NbC)、氮化铌 (NbN)，或它们的固溶体 Nb (CN)，弥散析出，可以阻止奥氏体晶粒粗化，从而细化铁素体晶粒，提高钢的强度
硫 (S)	硫是一种有害杂质。硫几乎不溶于钢，它与铁生成低熔点的硫化铁 (FeS)，导致钢的热脆性。焊接时，容易产生焊缝热裂纹，并在热影响区出现液化裂纹，影响到钢材的焊接性。硫以薄膜的形式存在于晶界，使钢的塑性和韧性下降
磷 (P)	磷是一种有害杂质。磷使钢的塑性和韧性下降，提高钢的脆性转变温度，导致钢的冷脆性。磷还影响到钢的焊接性，使焊缝和热影响区产生冷裂纹

细节：力学性能

钢筋的力学性能是指钢筋在外力作用下所表现出的各种物理性质。

1. 抗拉性能

一般是以钢筋在拉力作用下的应力 - 应变曲线来表示钢筋的抗拉性能。热轧钢筋具有低碳钢性质，有明显的屈服点，其应力 - 应变关系如图 1 - 1 所示。

如图 1 - 1 所示，在应力达到 a 点之前，应力与应变成正比，呈弹性工作状态， a 点的应力值 σ_p 称为比例极限；在应力超过 a 点之后，应力与应变不成比例，有塑性变形；当应力达到 b 点，钢筋到达了屈服阶段，应力值保持在某一数值附近上下波动而应变继续增加，取该阶段最低点 c 点的应力值称为屈服点 σ_s ；超过屈服阶段后，应力与应变又呈上升状态，直至最高点 d ，称为强化阶段， d 点的应力值称为抗拉强度（强度极限） σ_b ；从最高点 d 至断裂点 e' ，钢筋产生颈缩现象，荷载下降，伸长增大，很快被拉断。

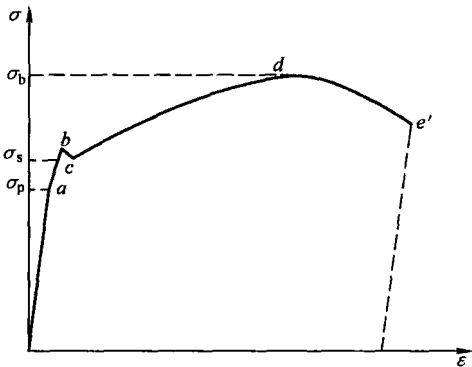


图 1 - 1 热轧钢筋的应力 - 应变曲线

冷轧带肋钢筋的应力 - 应变曲线呈高碳钢性质，无明显屈服点。一般将对应于塑性应变为 0.2% 时的应力定为屈服强度，并以 $\sigma_{0.2}$ 表示，如图 1 - 2 所示。

钢筋并非强度越高越好，高强度钢筋在高应力下容易引起构件产生过大的变形和裂纹。对普通混凝土结构，钢筋的设计强度限值为 360MPa。

2. 延性（塑性变形）

可由受拉时的应力 - 应变曲线对钢材的延性（塑性变形）进行分析。钢筋的延性必须在满足一定要求的情况下，才能防止钢筋在加工时于弯曲处出现飞边、裂纹和翘曲现象，以及构件在受荷过程中可能出现的脆裂破坏。

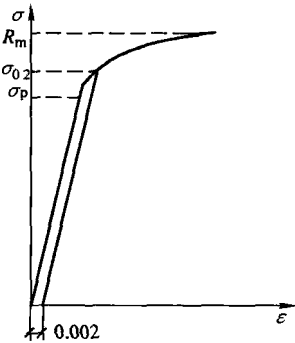


图 1 - 2 冷轧带肋钢筋的应力 - 应变曲线

钢筋的材质是影响其延性的主要因素。热轧低碳钢筋强度低、延性好,随着合金元素和碳的含量提高,使钢筋的强度提高,延性降低。对钢筋进行热处理和冷加工同样可提高其强度,并降低其延性。

钢筋的延性通常用拉伸试验测得的断后伸长率和断面收缩率表示。

(1) 断后伸长率。断后伸长率用 δ 表示,其计算公式为

$$\delta = (\text{标距长度内总伸长值} \div \text{标距长度 } L) \times 100\% \quad (1-1)$$

由于试件标距的长度不同,所以断后伸长率的表示方法也不一样。一般热轧钢筋的标距取10倍钢筋直径长和5倍钢筋直径长,其断后伸长率用 δ_{10} 和 δ_5 表示。同理,钢丝的标距取100倍直径长,其断后伸长率用 δ_{100} 表示;钢绞线的标距取200倍直径长,其断后伸长率用 δ_{200} 来表示。

断后伸长率是衡量钢筋(钢丝)塑性性能的重要指标,断后伸长率越大,钢筋的塑性就越好。

(2) 断面收缩率。断面收缩率的计算公式为

$$\text{断面收缩率} = (\text{试件的原始截面面积} - \text{试件拉断后断口颈缩处的横截面面积}) \div \text{试件的原始截面面积} \times 100\% \quad (1-2)$$

3. 冲击韧度

冲击韧度是指钢材抵抗冲击荷载的能力,其指标是通过标准试件的弯曲冲击韧度试验确定的。

试验是用摆锤打击刻槽的试件,于刻槽处将其打断。以试件单位截面面积上打断时所消耗的能量作为钢材的冲击韧度值,计算公式为

$$\text{冲击韧度值} = \frac{\text{冲断试件所消耗的能量}}{\text{试件断口处的截面面积}} \quad (1-3)$$

钢材的冲击韧度是衡量钢材质量的一项指标,冲击韧度越大,钢材的冲击韧性就越好。

4. 耐疲劳性

构件在交变荷载的反复作用下,钢筋在应力远小于抗拉强度时会发生突然的脆性断裂,此现象称为疲劳破坏。

疲劳破坏的危险应力用疲劳极限(σ_r)表示,是指在疲劳试验中,试件在交变荷载的反复作用下,在规定的周期基数内不发生断裂所能承受的最大应力。

钢筋的疲劳极限与其抗拉强度有关,正常情况下,抗拉强度高,疲劳极限也较高。由于疲劳裂纹是在应力集中处形成和发展的,所以钢筋的疲劳极限不仅与其内部组织有关,还与其表面质量有关。

测定钢筋的疲劳极限时,应当根据结构使用条件确定所采用的应力循环类型、应力比值(最小应力与最大应力之比)和循环基数。通常采用的是承受大小改变的拉应力大循环,非预应力筋的应力比值通常为0.1~0.8,循环基数通常为200万次或400万次以上,预应力筋的应力比值通常为0.7~0.85。

5. 冷弯性能

冷弯性能是指钢筋在常温(20 ± 3)℃条件下承受弯曲变形的能力。钢筋冷弯是衡量钢筋的塑性指标。钢筋弯折、做弯钩时应避免钢筋产生裂纹和折断。低强度的热轧钢筋冷弯性能较好,有较高强度的热轧钢筋的冷弯性能稍差,冷加工钢筋的冷弯性能最差。

冷弯性能指标通过冷弯试验确定,用弯曲角度(α)以及弯心直径(d)对试件的厚度或直径(a)的比值表示。弯曲角度越大,则弯心直径对试件厚度或直径的比值就越小,表示钢筋的冷弯性能也就越好,如图1-3所示。

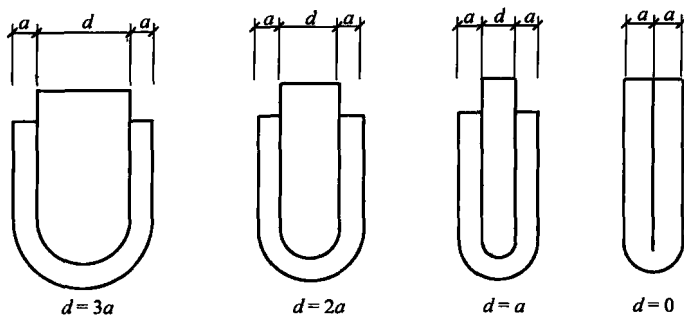


图1-3 钢筋冷弯示意图

按规定的弯曲角度和弯心直径进行试验,试件的弯曲处不产生飞边、裂纹、裂断及起层,就可认为试件的冷弯性能合格。

细节：热轧带肋钢筋

1. 术语

热轧带肋钢筋的相关术语定义见表1-2。

表1-2 热轧带肋钢筋的相关术语

术 语	定 义
普通热轧钢筋	按热轧状态交货的钢筋。其金相组织主要是铁素体和珠光体,不得有影响使用性能的其他组织(如基圆上出现的回火马氏体组织)存在
细晶粒热轧钢筋	在热轧过程中,通过控轧工艺和控冷工艺形成的细晶粒钢筋。其金相组织主要是铁素体加珠光体,不得有影响使用性能的其他组织(如基圆上出现的回火马氏体组织)存在,晶粒度不粗于9级
带肋钢筋	横截面通常为圆形,且表面带肋的混凝土结构用钢材
纵肋	平行于钢筋轴线的均匀连续肋
横肋	与钢筋轴线不平行的其他肋
月牙肋钢筋	横肋的纵截面呈月牙形,且与纵肋不相交的钢筋
公称直径	与钢筋的公称横截面面积相等的圆的直径
相对肋面积	横肋在与钢筋轴线垂直平面上的投影面积与钢筋公称周长和横肋间距的乘积之比
肋高	测量从肋的最高点到芯部表面垂直于钢筋轴线的距离
肋间距	平行钢筋轴线测量的两相邻横肋中心间的距离
特征值	在无限多次的检验中,与某一规定概率所对应的分位值

2. 分类及牌号

钢筋按屈服强度特征值分为335级、400级和500级。钢筋牌号的构成及其含义见表1-3。

表 1-3 钢筋牌号的构成及其含义

类 别	牌 号	牌号构成
普通热轧钢筋	HRB335	由 HRB + 屈服强度特征值构成
	HRB400	
	HRB500	
细晶粒热轧钢筋	HRBF335	由 HRBF + 屈服强度特征值构成
	HRBF400	
	HRBF500	

注：1. HRB——热轧带肋钢筋的英文（Hot rolled RibbedBars）缩写。
2. HRBF——在热轧带肋钢筋的英文缩写后加“细”的英文（Fine）首位字母。

3. 尺寸要求

钢筋的公称直径范围为 6 ~ 50mm，钢筋的公称横截面面积与理论质量见表 1-4。

表 1-4 钢筋的公称横截面面积与理论质量

公称直径/mm	公称横截面面积/mm ²	理论质量/（kg/m）
6	28. 27	0. 222
8	50. 27	0. 395
10	78. 54	0. 617
12	113. 1	0. 888
14	153. 9	1. 21
16	201. 1	1. 58
18	254. 5	2. 00
20	314. 2	2. 47
22	380. 1	2. 98
25	490. 9	3. 85
28	615. 8	4. 83
32	804. 2	6. 31
36	1018	7. 99
40	1257	9. 87
50	1964	15. 42

4. 带肋钢筋的表面形状及尺寸允许偏差

（1）带肋钢筋、横肋的设计原则应符合下列规定。

1）横肋与钢筋轴线的夹角 β 不应小于 45°，当该夹角不大于 70°时，钢筋相对两面上横肋的方向应相反。

2）横肋的公称间距不得大于钢筋公称直径的 0.7 倍。

3) 横肋侧面与钢筋表面的夹角 α 不得小于 45° 。

4) 钢筋相邻两面上横肋末端之间的间隙（包括纵肋宽度）总和不应大于钢筋公称周长的 20%。

5) 当钢筋公称直径不大于 12mm 时，相对肋面积不应小于 0.055；公称直径为 14mm 和 16mm 时，相对肋面积不应小于 0.060；公称直径大于 16mm 时，相对肋面积不应小于 0.065。

(2) 带肋钢筋通常带有纵肋，也可不带纵肋。

(3) 带肋钢筋采用月牙肋表面形状时，其形状如图 1-4 所示。不带纵肋的月牙肋钢筋内径尺寸应符合表 1-5 的规定。钢筋的实际质量与理论质量的偏差符合表 1-6 的规定时，钢筋的内径偏差可不作交货条件。

(4) 不带纵肋的月牙肋钢筋，其内径尺寸可按表 1-5 的规定进行适当调整，但质量的允许偏差仍应符合表 1-6 的规定。

表 1-5 不带纵肋的月牙肋钢筋内径尺寸

(单位: mm)

公称 直径	内径 d		横肋高 h		纵肋高 h_1 (不大于)	横肋 宽 b	纵肋 宽 a	间距 l		横肋末端最大 间隙 (公称周 长的 10% 弦长)
	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	4.0		1.8
8	7.7	± 0.4	0.8	$+0.4$ -0.3	1.1	0.5	1.5	5.5	± 0.5	2.5
10	9.6		1.0	± 0.4	1.3	0.6	1.5	7.0		3.1
12	11.5	± 0.4	1.2	$+0.4$ -0.5	1.6	0.7	1.5	8.0		3.7
14	13.4		1.4		1.8	0.8	1.8	9.0		4.3
16	15.4		1.5	± 0.5	1.9	0.9	1.8	10.0		5.0
18	17.3		1.6		2.0	1.0	2.0	10.0		5.6
20	19.3	± 0.5	1.7	± 0.6	2.1	1.2	2.0	10.0	± 0.8	6.2
22	21.3		1.9		2.4	1.3	2.5	10.5		6.8
25	24.2		2.1		2.6	1.5	2.5	12.5		7.7
28	27.2	± 0.6	2.2	$+0.8$ -0.7	2.7	1.7	3.0	12.5	± 1.0	8.6
32	31.0		2.4		3.0	1.9	3.0	14.0		9.9
36	35.0		2.6	$+1.0$ -0.8	3.2	2.1	3.5	15.0		11.1
40	38.7	± 0.7	2.9	± 1.1	3.5	2.2	3.5	15.0		12.4
50	48.5	± 0.8	3.2	± 1.2	3.8	2.5	4.0	16.0	—	15.5

注: 1. 纵肋斜角 θ 为 $0^\circ \sim 30^\circ$ 。

2. 尺寸 a 、 b 为参考数据。

月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状如图 1-4 所示。

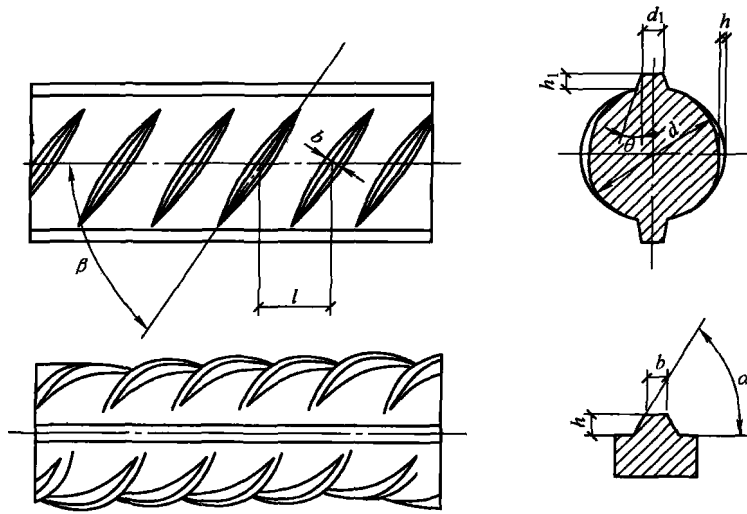


图 1-4 月牙肋钢筋（带纵肋）表面及截面形状

d ——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 l ——横肋间距 b ——横肋顶宽

5. 长度及允许偏差

(1) 长度

1) 钢筋通常按定尺长度交货，具体交货长度应在合同中注明。

2) 钢筋可以按盘卷交货，每盘应是一条钢筋，允许每批有 5% 的盘数（不足两盘时可有 2 盘）由两条钢筋组成。其盘重及盘径由供需双方协商确定。

(2) 长度允许偏差：钢筋按定尺交货时的长度的允许偏差为 $\pm 25\text{mm}$ 。当要求最小长度时，其偏差为 $+50\text{mm}$ ；当要求最大长度时，其偏差为 -50mm 。

6. 弯曲度和端部

直条钢筋的弯曲度应不影响正常使用，总弯曲度不大于钢筋总长度的 0.4%。钢筋端部应剪切正直，局部变形应不影响使用。

7. 质量及允许偏差

(1) 钢筋既可按理论质量交货，也可按实际质量交货。按理论质量交货时，理论质量为钢筋长度乘以表 1-4 中钢筋的每米理论质量。

(2) 钢筋实际质量与理论质量的允许偏差应符合表 1-6 的规定。

表 1-6 钢筋实际质量与理论质量的允许偏差

公称直径/mm	实际质量与理论质量的偏差/%
6 ~ 12	± 7
14 ~ 20	± 5
22 ~ 50	± 4

8. 技术要求

(1) 牌号和化学成分

1) 钢筋牌号、化学成分和碳当量（熔炼分析）应符合表 1-7 的规定。根据需要，在钢中还可以加入 V、Nb、Ti 等元素。

表 1-7 钢筋牌号、化学成分和碳当量

牌 号	化学成分, (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Ceq
HRB335 HRBF335	0.25	0.80	1.60	0.045	0.045	0.52
HRB400 HRBF400						0.54
HRB500 HRBF500						0.55

2) 碳当量 Ceq (%) 值可按式 (1-4) 计算

$$Ceq = C + Mn/6 + (Cr + V + Mo)/5 + (Cu + Ni)/15 \quad (1-4)$$

3) 钢中氮的质量分数应不大于 0.012%，供货方如能保证钢中氮的质量分数满足要求，可不进行分析。钢中如有足够的氮结合元素，含氮量的限制可适当放宽。

4) 钢筋的成品碳当量 Ceq 的允许偏差为 +0.03%。

(2) 交货形式。钢筋通常按直条交货，直径不大于 12mm 的钢筋也可按盘卷交货。

(3) 力学性能

1) 钢筋的屈服强度 R_{EL} 、抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 和最大力总伸长率 A_{gt} 等力学性能特征应符合表 1-8 的规定。表 1-8 中所列的各力学性能特征值，可作为交货检验的最小保证值。

表 1-8 钢筋的屈服强度 R_{EL} 、抗拉强度 R_m 、断后伸长率 A 和最大力总伸长率 A_{gt} 等力学性能特征

牌 号	R_{EL}/MPa	R_m/MPa	$A (%)$	$A_{gt} (%)$
	不小于			
HRB335 HRBF335	335	455	17	7.5
HRB400 HRBF400	400	540	16	
HRB500 HRBF500	500	630	15	

2) 直径在 28~40mm 的各牌号钢筋的断后伸长率 A 可降低 1%；直径大于 40mm 的各牌号钢筋的断后伸长率 A 可降低 2%。

3) 用于有较高要求的抗震结构的钢筋，其适用牌号为在表 1-3 中已有牌号后加 E（例