

钢筋及预应力机械

GANGJIN JI YUYINGLI JIXIE
YINGYONG JISHU

应 用 技 术

田 奇 马志奇 编 著
童占荣 王 进

中国建材工业出版社

钢筋及预应力机械应用技术

田 奇 马志奇
童占荣 王 进 编著

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋及预应力机械应用技术 / 田奇等编著. —北京:
中国建材工业出版社, 2004.4
ISBN 7-80159-598-X

I. 钢... II. 田... III. ①钢筋—建筑机械②预
应力—建筑机械 IV. TU6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 021704 号

内 容 简 介

本书主要介绍了我国生产的各种钢筋机械与设备、预应力机械与设备、预应力锚具等建筑机械的构造、操作应用技术及管理方面的知识。全书共分 11 章, 除力求反映当今国内各类有关产品外, 对部分国外新型钢筋机械产品也做了介绍。

本书主要针对建筑施工单位的技术人员、管理人员及现场操作人员编写而成, 理论联系实际, 实用性较强。

钢筋及预应力机械应用技术

田 奇 马志奇
童占荣 王 进 编著

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

印 张: 17.5

字 数: 440 千字

版 次: 2004 年 5 月第 1 版

印 次: 2004 年 5 月第 1 次

印 数: 1~3000 册

书 号: ISBN 7-80159-598-X/TU·315

定 价: 30.00 元

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 68345931

前 言

随着我国基本建设规模的不断扩大，钢筋混凝土施工作业已在工程建设中发挥着重要作用。钢筋加工机械是提高混凝土质量，改善施工条件，提高施工进度的重要保证，已越来越被建筑界重视。

为使钢筋机械、预应力钢筋机械、锚具的生产企业职工及建筑施工一线的实际操作人员全面了解相关机械的工作原理、主要构造、操作要领和安全知识，我们收集整理有关资料编写出此书。

本书较系统地介绍了钢筋机械、预应力钢筋机械的发展概况、型号分类、主要构造、安装拆卸、使用维护和安全管理的知识；同时也介绍了国内外部分新型产品的结构与技术。全书分为 11 章，包括：概论、钢筋的种类及机械性能、钢筋强化机械、钢筋切断机械、钢筋调直机械、钢筋弯曲机械、钢筋镦头机械、钢筋连接机械、预应力机械、栓焊机械、钢筋网片生产线。在编写过程中我们得到了生产单位、科研院校的大力支持，对此表示衷心的感谢。

本书由陕西省长安大学工程机械学院的田奇博士担任主编，马志奇副教授担任副主编，由田奇、马志奇、童占荣、王进、田太明、张卫东、高强同志共同编写。由于我们的水平有限，编写时间仓促，而钢筋机械种类繁多，因此收集的资料不一定全面，加之新产品更新迅速，难免有许多不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 3 月

目 录

第一章 概 述	(1)
第一节 钢筋及预应力机械在建筑施工中的应用	(1)
第二节 钢筋及预应力机械的类型、技术参数与产品型号	(1)
一、钢筋及预应力机械的类型	(1)
二、钢筋及预应力机械的技术参数	(2)
三、钢筋及预应力机械的产品型号	(2)
第三节 钢筋及预应力机械的现状和发展趋势	(3)
一、钢筋及预应力机械的现状	(3)
二、钢筋及预应力机械的发展趋势	(4)
第二章 钢筋的种类及机械性能	(5)
第一节 热轧钢筋	(5)
第二节 强化钢筋	(10)
一、冷拉钢筋	(11)
二、冷拔低碳钢丝	(11)
三、冷轧带肋钢筋	(11)
四、冷轧扭钢筋	(13)
第三节 预应力混凝土用钢筋	(14)
一、碳素钢丝(高强钢丝)	(14)
二、钢绞线	(15)
三、精轧螺纹钢	(16)
四、热处理钢筋	(17)
第四节 钢筋焊接网	(18)
第三章 钢筋强化机械	(21)
第一节 钢筋冷拉机	(21)
一、钢筋冷拉原理	(21)
二、钢筋冷拉控制	(21)
三、钢筋冷拉机	(23)
四、钢筋冷拉机的使用与维护要点	(28)
第二节 钢筋冷拔机	(28)
一、钢筋冷拔的原理	(28)

二、钢筋冷拔控制	(29)
三、钢筋轧头机	(29)
四、钢筋拔丝机	(30)
五、钢筋拔丝机的主要技术性能	(35)
六、钢筋冷拔机的使用和维护要点	(35)
第三节 冷轧带肋钢筋成型机	(36)
一、钢筋冷轧带肋的原理	(36)
二、冷轧带肋钢筋生产工艺	(36)
三、冷轧带肋钢筋成型机	(37)
四、冷轧带肋钢筋生产线	(38)
第四节 钢筋冷轧扭机	(39)
一、钢筋冷轧扭机的原理	(39)
二、钢筋冷轧扭机的构造	(39)
三、钢筋冷轧扭机的使用和维护要点	(40)
第四章 钢筋切断机械	(41)
第一节 手工钢筋切断机具	(41)
一、手工切断主要工具	(41)
二、手工钢筋切断的操作要点	(41)
第二节 机械式钢筋切断机	(42)
一、GJ5-40 型曲柄连杆式钢筋切断机	(42)
二、QJ40-1 型凸轮式钢筋切断机	(43)
三、GQ40L 型立式偏心轴钢筋切断机	(43)
四、机械式钢筋切断机的使用和调整	(44)
五、机械式钢筋切断机的操作要点	(45)
六、机械式钢筋切断机常见故障及排除方法	(46)
第三节 液压式钢筋切断机	(47)
一、结构及工作原理	(47)
二、电动式液压钢筋切断机的使用和维护要点	(49)
第四节 钢筋切断机械生产准备及应用计算	(51)
一、生产准备	(51)
二、应用计算	(52)
第五章 钢筋调直机械	(53)
第一节 钢筋调直机的分类与调直剪切原理	(53)
一、钢筋调直机的分类	(53)
二、钢筋调直机的调直剪切原理	(53)
第二节 钢筋调直机工作原理与基本构造	(53)
一、孔模式钢筋调直机	(53)
二、斜辊式钢筋调直机	(57)

三、数控钢筋调直机	(58)
第三节 钢筋调直机使用与维护	(58)
一、一般使用要求	(58)
二、操作使用方法	(58)
三、调直机的调整	(59)
四、维护保养及检修	(60)
五、主要零件的规格及加工要求	(61)
六、应用计算	(62)
第四节 带肋钢筋调直机	(63)
一、LGT/12 冷轧带肋钢筋调直机	(63)
二、CHC5/14 型钢筋矫直切断机	(66)
第六章 钢筋弯曲机械	(68)
第一节 手工钢筋弯曲机具	(68)
第二节 机械式钢筋弯曲机	(69)
一、GJB7-40 型蜗轮蜗杆式钢筋弯曲机	(70)
二、GW-40 型齿轮式钢筋弯曲机	(74)
第三节 液压钢筋弯曲切断机	(76)
一、结构及工作原理	(76)
二、使用与维护	(77)
第四节 钢筋弯箍机	(77)
一、结构及工作原理	(77)
二、技术性能	(79)
三、使用与维护	(79)
第五节 钢筋弯曲机械应用参数计算	(79)
第七章 钢筋镦头机械	(81)
第一节 手动冷镦机	(82)
一、手动冷镦机的构造和工作原理	(82)
二、手动冷镦机的使用要点	(82)
第二节 电动冷镦机	(83)
一、电动冷镦机的构造和工作原理	(83)
二、电动钢丝冷镦机的使用要点	(83)
第三节 液压冷镦机	(83)
一、液压冷镦机的构造和工作原理	(84)
二、液压钢丝冷镦机的使用要点	(85)
三、液压钢丝冷镦机的维护要点	(86)
四、液压钢丝冷镦机故障排除	(86)
第四节 热镦头机	(86)
一、电热镦头机	(86)

二、对焊机热镦设备	(87)
三、电热高强钢筋镦头机	(87)
第八章 钢筋连接机械	(89)
第一节 钢筋绑扎机	(89)
一、主要结构和工作原理	(89)
二、主要技术参数	(90)
三、主要特点	(91)
第二节 钢筋焊接机械	(91)
一、钢筋点焊机	(92)
二、钢筋对焊机	(98)
三、钢筋电渣压力焊机	(104)
四、钢筋气压焊机	(105)
第三节 钢筋机械连接设备	(107)
一、钢筋挤压连接设备	(107)
二、钢筋螺纹连接设备	(108)
第九章 预应力机械	(111)
第一节 预应力钢筋混凝土概述	(111)
一、预应力钢筋混凝土的特点	(111)
二、预应力混凝土的分类	(111)
三、预应力的施加方法	(112)
第二节 预应力锚固体体系	(114)
一、锚具	(115)
二、夹具	(150)
三、连接器	(155)
四、锚具与夹具的使用技术	(159)
第三节 预应力张拉机械	(159)
一、液压式强拉机	(159)
二、机械式张拉机	(179)
三、电热张拉装置	(183)
四、预应力结构数控张拉技术	(183)
五、张拉设备的选用	(184)
六、张拉机械使用和维护	(185)
第四节 预应力辅助机械	(187)
一、钢绞线固定端锚具组装机具	(187)
二、卷管机	(188)
三、穿索机	(189)
四、压浆机	(192)

第十章 栓焊机械	(194)
第一节 栓焊种类.....	(195)
一、电弧式栓焊.....	(195)
二、电容放电式栓焊.....	(200)
第二节 栓焊焊接施工.....	(201)
一、施焊前的准备工作.....	(201)
二、焊接工艺参数的确定及工艺试验.....	(203)
三、施焊与检查.....	(204)
四、栓焊施工中的注意事项.....	(205)
第十一章 钢筋网片生产线	(210)
第一节 钢筋焊接网的分类及钢筋网成型机型号表示方法.....	(210)
一、钢筋焊接网的分类.....	(210)
二、钢筋网成型机型号表示方法.....	(211)
第二节 GWC 3300 型钢筋网焊接设备	(211)
一、特点及性能.....	(211)
二、构造.....	(213)
三、焊接工艺.....	(219)
四、钢筋网的焊接检验.....	(223)
附 录	(225)
附录一 建筑机械使用安全技术规程.....	(225)
附录二 钢筋机械连接通用技术规程.....	(236)
附录三 带肋钢筋套筒挤压连接技术规程.....	(244)
附录四 带肋钢筋挤压连接技术及验收规程.....	(251)
附录五 钢筋锥螺纹接头技术规程.....	(262)
参考资料	(269)

第一章 概 述

21 世纪是一个技术创新的时代，随着我国经济建设的高速发展，钢筋混凝土结构与设计概念得到不断创新，高性能材料的开发应用使预应力混凝土技术获得高速而广泛的发展，在钢筋混凝土中，钢筋是不可缺少的构架材料，而钢筋的加工与成型直接影响到钢筋混凝土结构的强度、造价、工程质量以及施工进度。所以，钢筋加工机械是建筑施工中不可缺少的机械设备。

第一节 钢筋及预应力机械在建筑施工中的应用

在土木工程中，钢筋混凝土与预应力钢筋混凝土是主要的建筑构件，担当着极其重要的承载作用，其中混凝土承受压力，钢筋承担拉力。钢筋混凝土构件的形状千差万别，从钢材生产厂家购置的各种类型钢筋，根据生产工艺与运输需要，送达施工现场时，其形状也是各异。为了满足工程的需要，必须先使用各种钢筋机械对钢筋进行预处理及加工。为了保证钢筋与混凝土的结合状况良好，必须对锈蚀的钢筋进行表面除锈、对不规则弯曲的钢筋进行拉伸与调直；为了节约钢材，降低成本，减少不必要的钢材浪费，可以采用钢筋的冷拔工艺处理，以提高钢筋的抗拉强度。在施工过程中，根据设计要求进行钢筋配置时，由于钢筋配置的部位不同，钢筋的形状、大小与粗细存在着极大差异，必须对钢筋进行弯曲、切断，对于大型结构与构件使用的钢筋为节约钢材还要进行连接，连接的方式有焊接、绑扎与压接等方法。为了提高构件的抗拉与抗压强度、节约钢材，需要对构件实施预应力处理，对钢筋或钢绞线实施拉伸。在预应力处理方法中，有先张法与后张法之分。

随着社会与经济的高速发展，在土木工程与建筑施工中，不同类型的钢筋机械与设备的广泛应用，对提高工程质量、确保工程进度，发挥着重要作用。

第二节 钢筋及预应力机械的类型、技术参数与产品型号

一、钢筋及预应力机械的类型

钢筋及预应力机械是土木与建筑工程建设中重要的机械设备，钢筋及预应力机械可分为：

1. 钢筋强化机械：各种钢筋除锈机械、钢筋冷拉机械、测力装置、夹具、钢筋冷拔机械、钢筋轧头机、冷轧带肋钢筋成型机、钢筋冷轧扭机等；
2. 钢筋切断机械：机械式钢筋切断机、液压式钢筋切断机、手动钢筋切断机等；
3. 钢筋调直机械：孔模式、斜辊式、数控钢筋调直切断机等；
4. 钢筋弯曲机械：机械式钢筋弯曲机、液压钢筋弯曲切断机、钢筋弯箍机等；
5. 钢筋镦头机械：手动冷镦机、电动钢丝冷镦机、电热镦头机、钢筋镦头机械等；
6. 钢筋连接机械：钢筋绑扎机械及工具、各种钢筋焊接机、钢筋机械连接设备的挤压

连接设备、螺纹连接设备等；

7. 钢筋预应力机械：预应力张拉锚具和夹具、预应力张拉机械、挤压机、压花机、卷管机、穿束机、压浆机等；

8. 钢筋加工生产线，冷轧带肋钢筋生产线，钢筋焊接网片自动成型生产线等。

二、钢筋及预应力机械的技术参数

钢筋及预应力机械的技术参数是表征机械性能、工作能力的物理量，主要包括：

- 1. 尺寸参数：有工作尺寸、整机外形尺寸和工作装置尺寸等；
- 2. 质量参数：有整机质量、主要部件质量、结构质量、作业质量等；
- 3. 功率参数：有动力装置功率、力（力矩）和速度、液压和气动装置的压力量和功率等；
- 4. 经济指标参数：有作业周期、生产率等。

钢筋及预应力机械的基本参数是其主要技术性能指标，基本参数中最重要的参数又称为主参数。钢筋及预应力机械的主参数是建筑机械产品代号的重要组成部分，可以直接地反映出机械的性能与级别。因此，为了促进建筑机械的发展，我国对各类建筑机械制定了基本参数系列标准。

三、钢筋及预应力机械的产品型号

产品型号是建筑机械产品名称、结构型式和主参数的代号，是供设计、制造、使用和管理等有关部门应用。

建筑机械的产品型号的组成是按照我国行业标准JG/T 5093—1997规定，由产品的组、型、特性代号和主参数代号以及更新、变型代号组成，产品型号编制方法可查阅行业标准JG/T 5093—1997。如：钢筋调直切断机 GTS 4/8，表示调直切断钢筋公称直径为 4~8 数控钢筋调直切断机。

钢筋及预应力机械型号分类及表示方法见表 1-1。

表 1-1 钢筋及预应力机械型号分类及表示方法

类	型	特 性	代 号	代号含义	主 参 数	
					名 称	单 位
钢筋强化机械 G（钢）	钢筋冷拉机 L（拉）	—	GL	钢筋冷拉机	钢筋最大公称直径	mm
	钢筋冷拔机 B（拔）	W（卧） L（立） C（串）	GBW GBL GBC	卧式钢筋冷拔机 立式钢筋冷拔机 串联式钢筋冷拔机		
	钢筋轧扭机 U（扭）	—	GU	钢筋轧扭机		
	钢筋切断机 Q（切）	S（手） — L（立）	GQS GQ GQL	手动钢筋切断机 卧式钢筋切断机 立式钢筋切断机		

续表

类	型	特 性	代 号	代号含义	主 参 数	
					名 称	单 位
钢筋强 工机械 G (钢)	钢筋调直机 T (调)	—	GT	钢筋调直机	钢筋最小直径 × 最大直径	mm × mm
		Y (液)	GTU	液压钢筋切断机		
		S (数)	GTS	数控钢筋调直机		
		J (机)	GTJ	机械钢筋调直机		
	钢筋弯曲机 W (弯)	—	GW	钢筋弯曲机	钢筋最大公称直径	mm
		S (手)	GWS	手持电动钢筋弯曲机		
	钢筋镦头机 D (镦)	K (控)	GWK	数控钢筋弯曲机		
		S (手)	GDS	手动钢筋镦头机		
		G (固)	GDG	固定钢筋镦头机		
钢筋焊 接机械 G (钢)	钢筋点焊机 H (焊)	—	GH	钢筋点焊机	公称容量	kVA
	钢筋平焊机 PH (平焊)	—	GPH	钢筋平焊机		
	钢筋对焊机 DH (对焊)	—	GDH	钢筋对焊机		
钢筋挤压 连接机械 G (钢)	钢筋挤压连接机 J (挤)	—	GJ	钢筋挤压连接机	钢筋最大 公称直径	mm
钢筋螺纹 连接机械 G (钢)	钢筋锥螺纹成型机	—	—	钢筋锥螺纹成型机		
	钢筋直螺纹成型机	—	—	钢筋直螺纹成型机		
预应力 机械 Y (预)	预应力千斤顶 D (顶)	L (拉)	YDL	拉杆式预应力千斤顶	张拉力/最大行程	kN/mm
		C (穿)	YDC	穿心式预应力千斤顶		
		Z (锥)	YDZ	锥锚式预应力千斤顶		
		T (台)	YDT	台座式预应力千斤顶		
	预应力液压泵 B (泵)	S (手)	YBS	手动液压泵	公称压力	kPa
		Z (轴)	YZB	轴向式电动液压泵	公称流量/公称压力	$L \cdot m^{-1}/kPa$
		J (径)	YZB	径向式电动液压泵		
	预应力张拉机 L (拉)	S (手)	YLS	手动钢筋张拉机	张拉力	kN
		D (电)	YLD	电动钢筋张拉机		

第三节 钢筋及预应力机械的现状和发展趋势

一、钢筋及预应力机械的现状

随着社会经济与科学技术的发展与进步,钢筋及预应力钢筋混凝土结构在工业与民用建筑工程中日益得到广泛的应用,在现代化建筑施工中越来越占有重要地位,并且反映出一个国家建筑机械化的先进程度。由于我国目前还是一个发展中国家,与先进国家存在着一定差距,因此大部分钢筋工程还是依靠手工操作,劳动强度大,材料消耗量多,现场运输工作量

大，这也是钢筋混凝土工程的特殊性。

钢筋混凝土工程是由钢筋、模板及混凝土等多个工种配合来完成，目前我国城乡的混凝土部分的生产基本达到机械化程度，而其中钢筋工程的机械化施工程度相对存在一定的差距，大部分钢筋加工与现场绑扎工作依然依靠手工操作，大大落后于其他工作的机械化程度，成为钢筋混凝土工程的瓶颈之一。

所以，应用钢筋及预应力工程机械，采用预制构件，实行工厂化、机械化施工可以大大提高施工速度，保证施工质量，降低人工与材料的成本，减轻劳动强度，提高劳动生产率。

二、钢筋及预应力机械的发展趋势

随着施工技术的进步，钢筋及预应力机械正在逐渐的改变面貌，由传统的手工、半自动操作向高技术、智能化方向发展。

钢筋及预应力钢筋工程机械化与建筑施工有着更为密切的关系。根据建筑业生产设备的流动特性，钢筋及预应力机械必须具备良好的机动性，才能快速地在不同施工场地之间转移，最大限度地发挥设备的利用率和生产率。

此外，钢筋及预应力机械也需要向机—电—液一体化方向发展，可以大大提高钢筋及预应力机械的可靠性，实用性。特别是液压传动可以使钢筋及预应力机械得到极大的增力比值，使其具有体积减小、能量大、结构简单及操作方便等优点。应用液压式钢筋切断机、挤压式钢筋连接机能够满足施工作业条件多样化的要求，大幅度地提高机械的利用率、节约投资及降低人工成本，采用电—液控制能够大大地降低操作人员的劳动强度。而钢筋加工线、手持式钢筋绑扎机与焊接机器人等的使用能大大地提高工作效率，改善工作环境。

第二章 钢筋的种类及机械性能

钢筋混凝土结构及预应力钢筋混凝土结构中常用的钢材有钢筋和钢丝（包括钢绞线）两类。根据钢筋使用的部位与结构的要求，钢筋的种类、材质及性能存在极大的差异，因此在加工与生产过程中，程序及要求是不同的。所以必须对此有所了解与认识。这里将简单地土木工程中使用的钢筋及预应力钢筋混凝土的钢丝、热轧钢筋与冷轧、带肋与螺纹钢筋的种类与机械性能等方面进行介绍，作为钢筋及预应力机械在使用过程中的基础知识。

第一节 热轧钢筋

钢筋按强度不同，分为五级。I~IV级为热轧钢筋，V级钢筋系IV级钢筋进行热处理后制成。钢筋级别越高，其强度及硬度越高，但塑性则逐级降低。I级钢筋外表为光圆，II、III级钢筋表面为人字纹或螺纹，IV级钢筋外表分光圆和螺纹两种。为便于运输，通常圆盘条直径在6~14 mm，大于14 mm的钢筋一般轧成6~12 m一根（或将12 m长的钢筋弯折成6 m长），光圆钢筋直径在8~20 mm，带肋钢筋直径在8~40 mm。带肋钢筋分为月牙肋和等高肋两种，月牙肋钢筋用于II、III级带肋钢筋，其横肋的纵截面呈月牙形，且与纵肋不相交，如图2-1所示。等高肋钢筋用于IV级带肋钢筋，其横肋的纵截面高度相等，且与纵肋相交，如图2-2所示。带肋钢筋的横肋与钢筋轴线夹角 β 不应小于 45° ，当该夹角不大于 70° 时，钢筋相对面上横肋的方向应相反。横肋的间距 l 不得大于钢筋公称直径的0.7倍。横肋侧面与钢筋表面的夹角 α 不得小于 45° 。钢筋相对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%。热轧钢筋的直径、横截面面积与重量在表2-1中示出，热轧光圆钢筋与带肋钢筋的直径、横截面面积和重量及月牙肋钢筋（II、III级）的尺寸和允许偏差在表2-2和表2-3中示出。表2-2中的纵肋斜角 θ 为 0° ~ 30° ，尺寸 a 、 b 为参考数据。重量允许偏差值：直径6~12 mm为 $\pm 7\%$ ，14~20 mm为 $\pm 5\%$ ，22~40 mm为 $\pm 4\%$ ，在钢筋混凝土工程中推荐使用的钢筋直径为8 mm、10 mm、12 mm、16 mm、20 mm、25 mm、32 mm、40 mm。

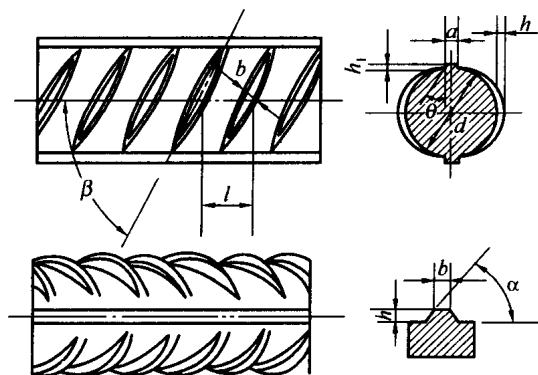


图 2-1 月牙肋钢筋表面及截面形状

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； a —纵肋顶宽； l —横肋间距； b —横肋顶宽

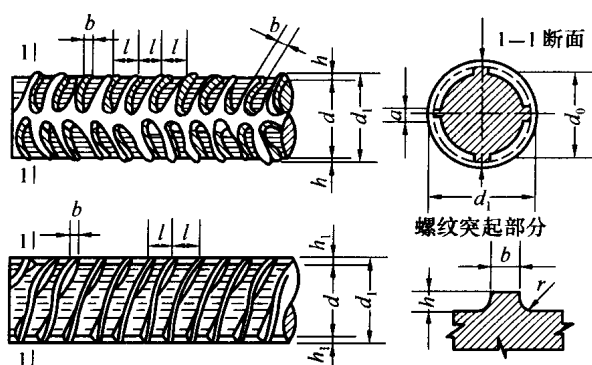


图 2-2 等高肋钢筋表面及截面形状

d —钢筋内径； α —纵肋宽度； h —横肋高度； b —横肋顶宽； h_1 —纵肋高度； l —横肋间距； r —横肋根部圆弧半径

表 2-1 热轧光圆钢筋与带肋钢筋的直径、横截面面积和重量

公称直径 (mm)	公称横截面面积 (mm ²)	公称重量 (kg/m)	公称直径 (mm)	公称横截面面积 (mm ²)	公称重量 (kg/m)
6	28.3	0.222	20	314.2	2.47
6.5	33.2	0.260	22	380.1	2.98
8	50.27	0.395	25	490.9	3.85
10	78.54	0.617	28	615.8	4.83
12	113.1	0.888	32	804.2	6.31
14	153.9	1.21	36	1018	7.99
16	201.1	1.58	40	1257	9.87
18	254.5	2.00	—	—	—

表 2-2 月牙肋钢筋 (Ⅱ、Ⅲ级) 的尺寸和允许偏差

mm

公称直径	内径 d		横肋高 h		纵肋高 h_1		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			公称尺寸	允许偏差	
8	7.7	±0.4	0.8	+0.4 -0.2	0.8	±0.5	0.5	1.5	5.5	±0.5	2.5
10	9.6		1.0	+0.4 -0.3	1.0		0.6	1.5	7.0		3.1
12	11.5		1.2	±0.4	1.2		0.7	1.5	8.0		3.7
16	15.4		1.5		1.5		0.9	1.8	10.0		5.0
20	19.3	±0.5	1.7	+0.5 ±0.6	1.7	±0.8	1.2	2.0	10.0	±0.8	6.2
25	24.2		2.1		2.1		1.5	2.5	12.5		7.7
32	31.0	±0.6	2.4	+0.8 -0.7	2.4	±1.1	1.9	3.0	14.0	±1.0	9.9
40	8.7	±0.7	2.9	±1.1	2.9		2.2	3.5	15.0		12.4

表 2-3 螺旋形、人字形钢筋的外形尺寸及允许偏差

mm

直径	内径 d		外径 d_1		横肋高 h		纵肋高 h_1	
	标准尺寸	允许偏差	标准尺寸	允许偏差	标准尺寸	允许偏差	标准尺寸	允许偏差
8	7.5	±0.4	9.0	+1.3 -1.0	0.75	+0.50 -0.25	0.75	+0.50 -0.25
10	9.3		11.3	+2.5 -1.5	1.00	+1.0 -0.5	1.00	+1.0 -0.5
12	11.0		13.0		1.00		1.00	
14	13.0		15.5		1.25		1.25	
16	15.0		17.5		1.25		1.25	
18	17.0		20.0		1.50		1.50	
20	19.0	±0.45	22.0	+3.5 -2.2	1.50	+1.5 -0.75	1.50	+1.5 -0.75
22	21.0		24.0		1.50		1.50	
25	24.0		27.0		1.50		1.50	
28	26.5	±0.55	30.5		2.00		2.00	
32	30.5		34.5		2.00		2.00	
36	34.5		39.5		2.50		2.50	
40	38.5		43.5		2.50		2.50	

对于普通热轧钢筋牌号和化学成分（熔炼分析），应符合表 2-4 的规定，其中铬、镍、铜的残余含量应小于 0.3%，总含量小于 0.60%。在需方同意的条件下，并且供方如能保证铜的残余含量小于 0.35% 时，可不作分析。此外，采用转炉生产的钢材的含氮量应小于 0.008%，采用吹氧复合吹炼工艺冶炼的钢，含氮量小于 0.012%。力学性能和工艺性能应符合表 2-5 的规定。在有抗震要求的框架结构应优先选用较高质量热轧带肋钢筋，这样可以保证强度要求的前提下降低冲击韧性，使钢筋留有足够的强度储备和变形能力，对提高抗震结构的可靠度起到良好作用。

表 2-4 热轧钢筋的化学成分

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	牌 号	化 学 成 分 (%)							
				C	Si	Mn	V	Ti	Nb	P	S
				≤							
光圆	I	R235	Q235	0.14~0.22	0.12~0.30	0.30~0.65	—	—	—	0.045	0.050
月牙肋	II	RL335	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	—	—	—	0.045	0.045
			20MnNb (b)	0.17~0.25	≤0.17	1.00~1.50	—	—	0.05	0.045	0.045
	III	RL400	20MnSiV	0.17~0.25	0.20~0.80	1.20~1.60	0.04~0.12	—	—	0.045	0.045
			20MnTi	0.17~0.25	0.17~0.37	1.20~1.60	—	0.02~0.05	—	0.045	0.045
			25MnSi	0.20~0.30	0.60~1.00	1.20~1.60	—	—	—	0.045	0.045
等高肋	IV	RL540	40Si2MnV	0.36~0.46	1.40~1.80	0.70~1.00	0.08~0.15	—	—	0.045	0.045
			45SiMnV	0.40~0.50	1.10~1.50	1.00~1.40	0.05~0.12	—	—	0.045	0.045
			45Si2MnTi	0.40~0.48	1.40~1.80	0.80~1.20	—	0.02~0.08	—	0.045	0.045

表 2-5 热轧钢筋的力学性能与工艺性能

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	公称直径 (mm)	屈服点 σ_s (N/mm ²)	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	伸长率 δ (%)	冷 弯		符号
				≥			弯曲角度	弯心直径	
光圆	I	R235	8~20	235	370	25	180°	d	φ
月牙肋	II	RL335	8~25 28~40	335	510 490	16	180° 180°	3d 4d	—
	III	RL400	8~25 28~40	400	570	14	90° 90°	3d 4d	—
等高肋	IV	RL540	10~25 28~32	540	835	10	90° 90°	5d 6d	—

现有屈服强度为 370 MPa 的Ⅲ级钢筋，由于成分和生产工艺的限制，与Ⅱ级钢筋相比，其强度级差仅为 35 MPa，综合性能中的焊接性能较差，不能充分满足使用要求。近年来研制的 400 MPa 级的Ⅲ级钢筋，经过工程的应用与检验，已经具备了良好的性能，并且适应冶金厂的大规模与生产的要求，并于 1991 年纳入国家标准。为区别微合金化（热轧）钢筋和轧后余热处理钢筋，将其分别纳入了两个标准，即《钢筋混凝土用热轧钢筋》（GB 1499—91）和《钢筋混凝土用余热处理钢筋》（GB 13014—91）。在使用中称该钢筋为 400 MPaⅢ级钢筋或 KL400 级钢筋。

400 MPaⅢ级钢筋的化学成分基本与Ⅱ级 20MnSi 钢筋的成分相同，焊接性能大致与 20MnSi 相当，具有良好的塑韧性。其强度的提高则是采用添加微量合金元素 V 或 Ti 所形成的微合金化钢种，或以钢筋热轧后进行余热处理的生产工艺来实现。其牌号和化学成分在表

2-6 中示出, 力学性能在表 2-7 中示出, 强度标准值和设计值在表 2-8 中示出。

表 2-6 钢筋牌号和化学成分

钢筋牌号	化学成分 (%)						备 注
	C	S	Mn	V	Ti	P、S	
20MnSiV	0.17~0.25	0.20~0.80	1.20~1.60	0.04~0.12	—	≤0.05	微合金
20MnTi	0.17~0.25	0.17~0.37	1.20~1.60	—	0.02~0.05	≤0.05	化工艺
K20MnSi	0.17~0.25	0.20~0.80	1.20~1.60	—	—	≤0.05	轧后余热 处理技术

表 2-7 400 MPaⅢ级钢筋的力学性能

表面 形 格	钢筋牌号	强度 等级 代号	公称直径 (mm)	屈服点 σ_s (N/mm ²)	抗拉强度 σ_b (N/mm ²)	伸长率 δ_s (%)	抗拉强度 /屈服点 σ_b/σ_s	冷 弯	反弯正弯 45°反弯 23°
月 牙 肋	20MnTi	RL00	8~25	400~540	≥590	≥14	≥1.25	90°, d=3a	d=4a
	20MnSiV		23~40					90°, d=4a	d=5a
	K20MnSi	KL400	8~25	≥440	≥600	≥14	—	90°, d=3a	—
			28~40					90°, d=4a	—

表 2-8 钢筋强度标准值和设计值

钢筋种类	强度标准值 f_{yk} 或 f_{pyk} (N/mm ²)	强度设计值 (N/mm ²)	
		f_y 或 f_{py}	f'_y 或 f'_{py}
热轧钢筋余 热处理钢筋	400	360	360
冷拉钢筋	530	440	360

400 MPaⅢ级钢筋可以采用电阻点焊、闪光对焊、帮条电弧焊和搭接电弧焊等方法进行焊接, 而且可采用Ⅱ级 20MnSi 钢筋常用的焊接工艺参数施焊。

在预应力钢筋的使用过程中, 钢筋的锚固长度应比Ⅱ级钢筋增加 5 d, 搭接长度和延伸长度也应做相应增加, 以保证钢筋锚固的安全可靠。当采用增加锚固长度有困难时, 可采用适当的机械锚固措施加以解决, 如采用在钢筋端部弯钩、贴焊锚筋、端头焊锚板、镦头等措施, 锚固长度可按直筋锚固长度乘以折减系数 α , α 取值在表 2-9 中示出。

表 2-9 锚固长度折减系数

机械锚固形式	直 径	弯 钩	贴焊锚筋	镦 头	焊锚板
α	1.00	0.65	0.65	0.75	0.75

同时, 在机械锚固措施的锚固长度范围内, 混凝土保护层厚度应不小于钢筋直径, 箍筋直径不小于锚筋直径的 1/4, 箍筋间距不大于锚筋直径的 5 倍。当采用弯钩或贴焊筋时, 锚头方向宜偏向构件截面内部。如在锚固区处于支垫范围内时, 最好将锚头平置, 而且受压区钢筋的锚固, 不宜采用弯钩和贴焊筋锚固形式。

在土木工程中, 用于钢筋混凝土的热轧钢筋种类, 根据国家颁布的标准有《普通低碳热