

钢筋工程知识树丛书

钢筋连接技术

高崇云 主编

凤凰出版传媒集团 | 凤凰空间
▲江苏人民出版社 | IFENGSPACE

图书在版编目 (CIP) 数据

钢筋连接技术 / 高崇云 主编. —南京: 江苏人民出版社, 2011. 7

(钢筋工程知识树丛书)

ISBN 978-7-214-07106-4

I. ①钢… II. ①高… III. ①钢筋混凝土—钢筋—连接技术—基本知识 IV. ①TU755. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 085750 号

钢筋连接技术

高崇云 主编

责任编辑: 封秀敏 刘 焱

责任监印: 马 琳

出 版: 江苏人民出版社 (南京湖南路 1 号 A 楼 邮编: 210009)

发 行: 天津凤凰空间文化传媒有限公司

销售电话: 022-87893668

网 址: <http://www.ifengspace.cn>

集团地址: 凤凰出版传媒集团 (南京湖南路 1 号 A 楼 邮编: 210009)

经 销: 全国新华书店

印 刷: 北京亚通印刷有限责任公司

开 本: 710 mm×1000 mm 1/16

印 张: 11

字 数: 215 千字

版 次: 2011 年 7 月第 1 版

印 次: 2011 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-214-07106-4

定 价: 28.00 元

(本书若有印装质量问题, 请向发行公司调换)

前 言

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。钢筋连接技术分为钢筋绑扎搭接、钢筋焊接和钢筋机械连接。钢筋绑扎搭接是传统技术,仍在一定条件下使用。钢筋焊接技术在钢筋混凝土工程中应用较多。钢筋机械连接技术是新型钢筋连接工艺,被称为继绑扎、电焊之后的“第三代钢筋接头”,具有接头强度高于钢筋冷挤压母材、速度比电焊快5倍、无污染、节省钢材20%等优点,因而钢筋机械连接技术的应用得到迅猛发展。钢筋套筒挤压连接和锥螺纹套筒连接技术被建设部列为建筑业重点推广的10项新技术之一,纳入国家重点推广项目。近年来,在许多大型工程项目中都得到了应用。

本书结合“知识树”和“提纲式”的两大编写方式,运用最简单、最直接的手法进行编写,非常便于读者自学,并有利于读者抓住章节重点,理清知识脉络。

1.“知识树”(即:章为干、节为枝、知识点为叶子。)是借助了“树”的主干、枝干、树叶的层次性,强调的是把孤立的知识联系起来,表现出知识点的相互联系和相互作用,形成完整的知识系统。

2.“提纲式”的编写方式强调的是各节内容的相对独立,每节均可独立学习使用,不管从哪一节开始阅读都能很好地理解。

两种编写方式相结合,既有“点”,又有“面”。“点”,可以突出重点,体现深度;“面”,可以顾及全局,体现广度。点面结合,可以既有深度又有广度地反映知识体系,使读者全面、快速地学习。

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

编者

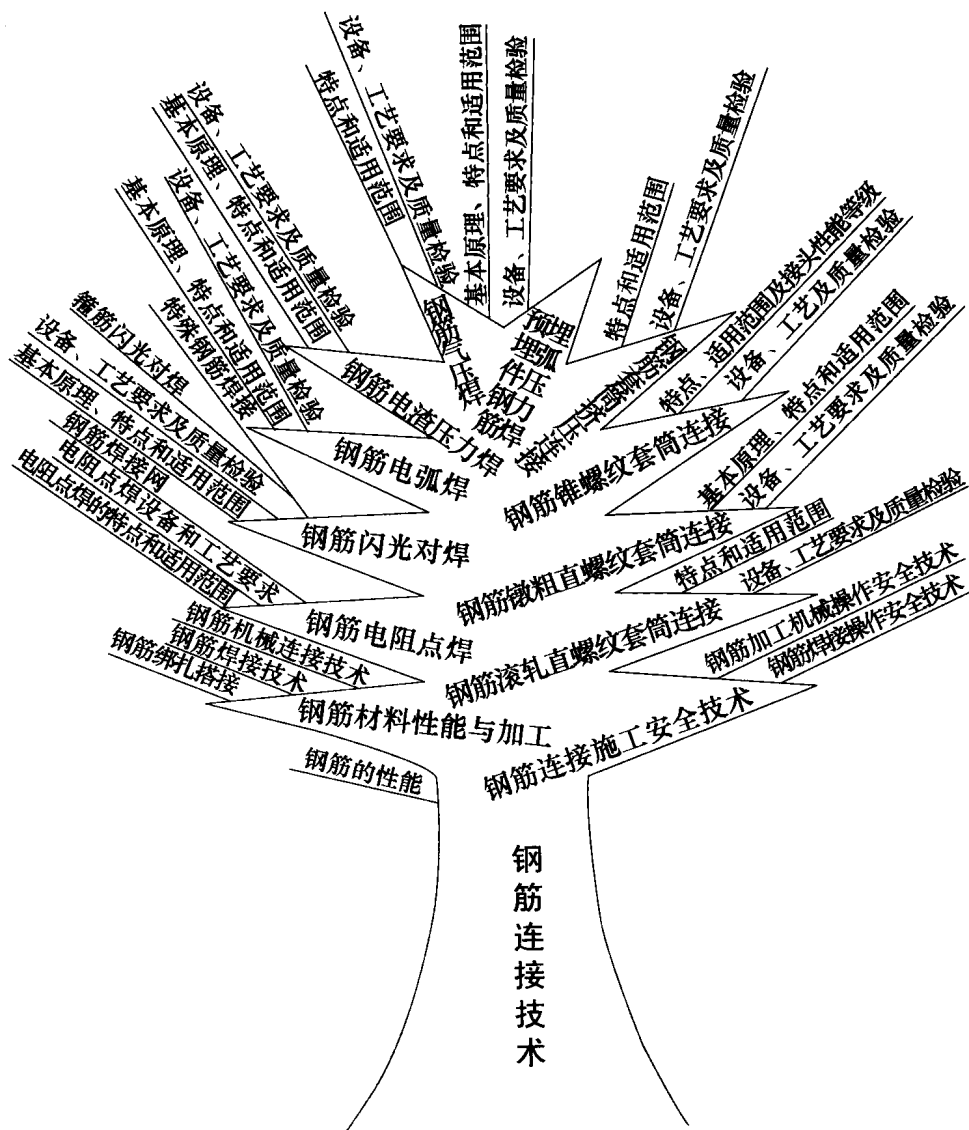
2011年6月

目 录

本书知识结构树	1
第一章 钢筋材料性能与加工	3
本章知识体系	3
分支一 钢筋的性能	4
分支二 钢筋绑扎搭接	14
分支三 钢筋焊接技术	20
分支四 钢筋机械连接技术	26
第二章 钢筋电阻点焊	30
本章知识体系	30
分支一 电阻点焊的特点和适用范围	30
分支二 电阻点焊设备和工艺要求	31
分支三 钢筋焊接网	37
第三章 钢筋闪光对焊	44
本章知识体系	44
分支一 基本原理、特点和适用范围	44
分支二 设备、工艺要求及质量检验	49
分支三 箍筋闪光对焊	59
分支四 特殊钢筋焊接	64
第四章 钢筋电弧焊	66
本章知识体系	66
分支一 基本原理、特点和适用范围	66
分支二 设备、工艺要求及质量检验	70
第五章 钢筋电渣压力焊	83
本章知识体系	83
分支一 基本原理、特点和适用范围	83
分支二 设备、工艺要求及质量检验	85
第六章 钢筋气压焊	93
本章知识体系	93
分支一 特点和适用范围	93

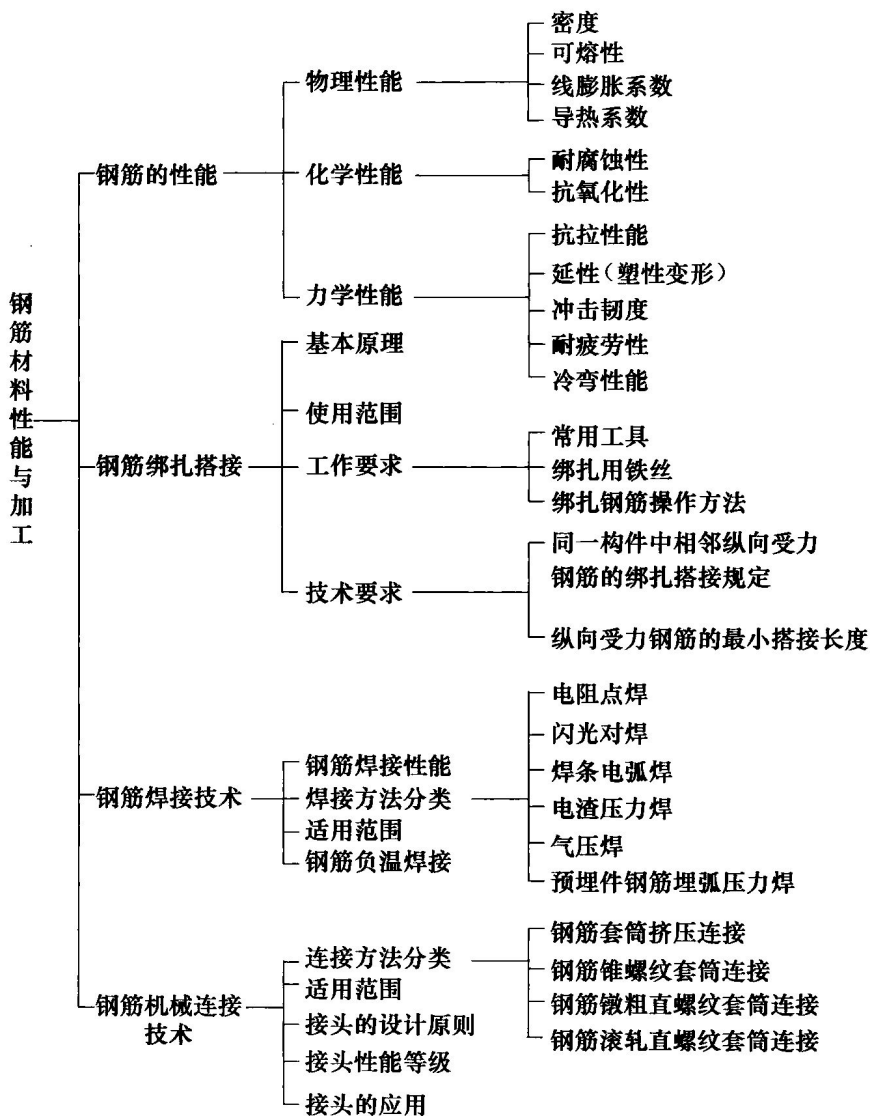
分支二 设备、工艺要求及质量检验	94
第七章 预埋件钢筋埋弧压力焊	101
本章知识体系	101
分支一 基本原理、特点和适用范围	101
分支二 设备、工艺要求及质量检验	103
第八章 钢筋套筒挤压连接	110
本章知识体系	110
分支一 特点和适用范围	110
分支二 设备、工艺要求及质量检验	112
第九章 钢筋锥螺纹套筒连接	125
本章知识体系	125
分支一 特点、适用范围及接头性能等级	125
分支二 设备、工艺及质量检验	126
第十章 钢筋镦粗直螺纹套筒连接	137
本章知识体系	137
分支一 基本原理、特点和适用范围	137
分支二 设备、工艺要求及质量检验	140
第十一章 钢筋滚轧直螺纹套筒连接	152
本章知识体系	152
分支一 特点和适用范围	152
分支二 设备、工艺要求及质量检验	154
第十二章 钢筋连接施工安全技术	160
本章知识体系	160
分支一 钢筋加工机械操作安全技术	160
分支二 钢筋焊接操作安全技术	163
参考文献	168

本书知识结构树



第一章 钢筋材料性能与加工

本章知识体系



分支一 钢筋的性能

【要 点】

钢材是钢锭、钢坯通过压力加工制成所需要的各种形状、尺寸和性能的材料。本分支主要介绍钢材的物理性能、化学性能和力学性能。

【解 释】

◆ 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. 可溶性

钢材常温时为固体,当其温度升高到一定程度时,就能熔化成液体,这就是钢筋的可溶性。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,伸长的长度与原来长度的比值,称为钢材的热膨胀系数,单位为 $\text{mm}/(\text{mm}\cdot^\circ\text{C})$ 。

4. 导热系数

导热系数用来表示钢材的导热能力。工业上用的导热系数,是以两面温差 1°C 、厚 1 cm 的钢材,在 1 s 内每平方米面积上由一面向另一面传导的热量来表示的,单位为 $\text{cal}/(\text{cm}^2\cdot\text{s}\cdot^\circ\text{C})$ 。

◆ 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,就称为耐腐蚀性。

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。

◆ 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能。

1. 抗拉性能

一般是以钢筋在拉力作用下产生的应力-应变图来表示钢筋的抗拉性能。

热轧钢筋具有低碳钢的性质,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 点时,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。

冷轧带肋钢筋的应力-应变图,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。

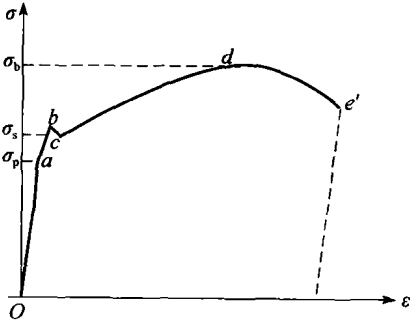


图 1-1 热轧钢筋的应力-应变图

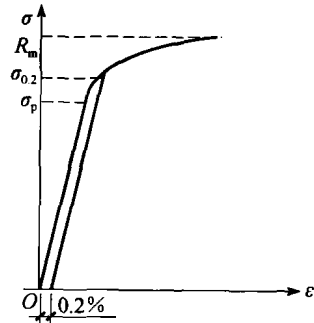


图 1-2 冷轧带肋钢筋的应力-应变图

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过大的变形和裂纹。对普通混凝土结构,设计强度限值为 360 MPa。

2. 延性(塑性变形)

由受拉时的应力-应变图,可对钢材延性(塑性变形)性能进行分析。钢筋的延性必须满足一定的要求,才能防止钢筋在加工时弯曲处出现毛刺、裂纹、翘曲现象及构件在受荷过程中可能出现的脆裂破坏。

钢筋材质是影响延性的主要因素。热轧低碳钢筋强度低、延性好。随着加入合金元素和碳当量的增大,使钢筋强度提高,延性减小。对钢筋进行热处理和冷加工同样可提高强度,降低延性。

钢筋的延性通常用拉伸试验测得的断后伸长率和截面收缩率表示。

(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。钢丝的标距取 100 倍直径长,则用 δ_{100} 表示。钢绞线标距取 200 倍直径

长, 则用 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, 钢筋的塑性越好。

(2) 断面收缩率

其计算公式为:

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

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功作为钢材的冲击韧度值。

其计算公式为:

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

钢材的冲击韧度值是衡量钢材质量的一项指标, 冲击韧度值越大, 钢材的冲击韧度就越好。

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脆性断裂, 此现象叫做疲劳破坏。

疲劳破坏的危险应力用疲劳极限(σ_r)来表示, 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) $^{\circ}\text{C}$ 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。钢筋弯折或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, 强度较高的稍差, 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, 弯心直径对试件厚度或直径的

比值越小,表示钢筋的冷弯性能越好,如图 1-3 所示。

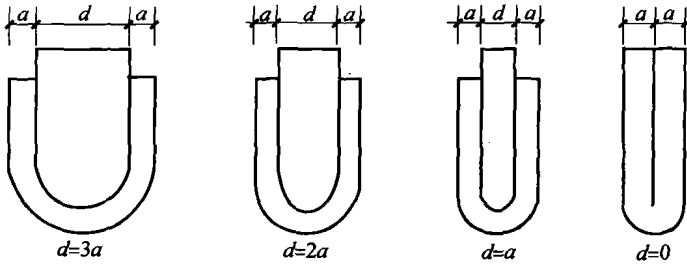


图 1-3 钢筋冷弯示意图

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毛刺、裂纹、裂断及起层,就可认为冷弯性能合格。

【相关知识】

◆ 钢筋的加工与成形

1. 钢筋调直

(1) 人工调直

直径在 12 mm 以下的钢筋可以在工作台上用锤子敲直,也可以采用绞磨拉直。直径在 12 mm 以上的粗钢筋,一般情况下,仅出现一些慢弯,常用人工在工作台上调直。调直工作台的两端都有底盘,底盘上有几种扳柱。调直钢筋时,将其放在底盘扳柱间,把有弯的地方对着扳柱,然后用手扳动或用扳子扳动钢筋,就可使钢筋调直,如图 1-4 所示。

(2) 机械调直

1) 机具设备。

① 钢筋调直机。GT3-8 型钢筋调直机如图 1-5 所示。钢筋调直机的技术性能见表 1-1。

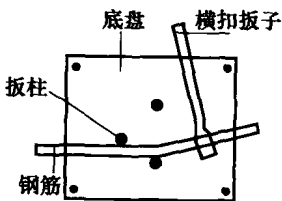


图 1-4 粗钢筋人工调直

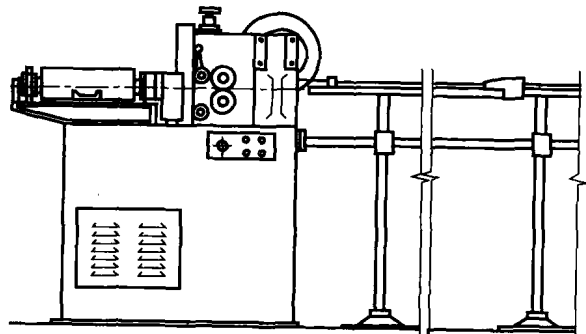


图 1-5 GT3-8 型钢筋调直机

表 1-1 钢筋调直机技术性能

机械型号	钢筋直径/mm	调直速度/(m/min)	断料长度/mm	电动机功率/kW	外形尺寸/mm (长×宽×高)	机重/kg
GT3-8	3~8	40,65	300~6500	9.25	1854×741×1400	1280
GT6-12	6~12	36,54,72	300~6500	12.6	1770×535×1457	1230

注:表中所列的钢筋调直机断料长度误差均 ≤ 3 mm。

② 卷扬机拉直设备。卷扬机拉直设备如图 1-6 所示。两端采用地锚承载力。冷拉滑轮组回程采用荷重架,标尺量伸长。该法设备简单,常用于施工现场或小型构件厂。

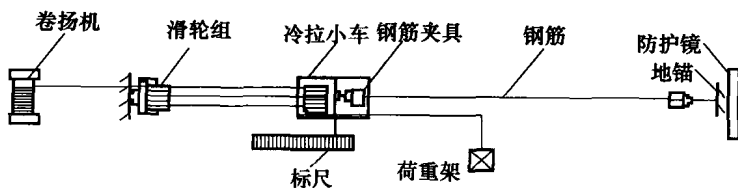


图 1-6 卷扬机拉直设备布置

2) 工艺要求。

① 采用钢筋调直机调直冷拔钢丝和细钢筋,应该根据钢筋的直径选用调直模和传送压辊,且要正确掌握调直模的偏移量和压辊的压紧程度。

调直模的偏移量应根据其磨损程度及钢筋品种通过试验确定。调直筒两端的调直模一定要在调直前后导孔的轴心线上,这是钢筋能否调直的关键。若发现钢筋调得不直就要从以上两方面查找原因,并及时调整调直模的偏移量,如图 1-7 所示。

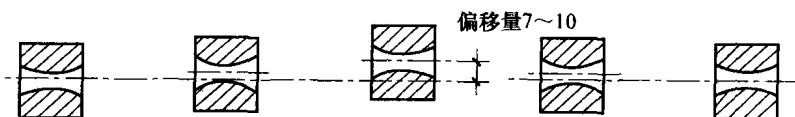


图 1-7 调直模的安装

② 用卷扬机拉直钢筋时,应注意控制冷拉率。HPB235 级钢筋不宜大于 4%; HRB335、HRB400 级钢筋及不准采用冷拉钢筋的结构,不宜大于 1%。用调直机调直粗钢筋,表面伤痕不应使截面积减少 5% 以上。

③ 调直后的钢筋应平直,无局部曲折。冷拔低碳钢丝表面不得有明显擦伤。冷拔低碳钢丝经调直机调直后,其抗拉强度往往要降低 10%~15%,使用前要加强检查,按调直后的抗拉强度选用。

④ 已调直的钢筋应按级别、直径、长短、根数分扎成小扎，分区整齐堆放。

2. 钢筋除锈

钢筋的油渍、漆污和用锤敲击时能剥落的浮皮、铁锈等应在使用前清除干净。焊接前，应清除焊点处的水锈。

钢筋除锈主要通过两个途径：一为在钢筋加工的某一工序同时解决钢筋除锈；二为机械方法除锈。除此以外，还有人工除锈和酸洗除锈工艺等。

(1) 调直中除锈

直径在 12 mm 以下的钢筋在轧制过程中都卷成圆盘状，以便于运输、存放和使用。盘圆钢筋在使用前，必须经过一道放圈、调直工序。故直径在 12 mm 以下的钢筋在采用机械调直或冷拔过程中一般都可将钢筋表面的锈斑除去，这种方法最合理、最经济。

(2) 电动除锈机除锈

电动除锈机如图 1-8 所示。圆盘钢丝刷有成品供应，也可用废钢丝绳头拆开编成，其直径为 20~30 cm、厚度为 5~15 cm、转速为 1000 r/min 左右，电动机功率为 1.0~1.5 kW。应装设排尘罩和排尘管道，以减少除锈时灰尘飞扬。

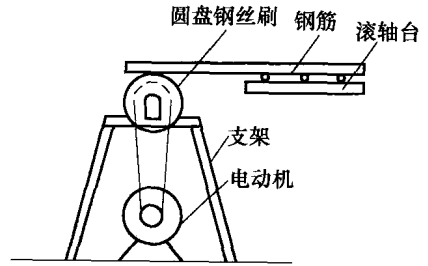


图 1-8 电动除锈机

(3) 人工除锈

1) 钢丝刷除锈。刷时用力不宜过猛，否则钢丝会打卷失去作用。此方法效率低，仅适用于少量钢筋或钢筋上只有个别局部锈痕的。

2) 砂盘除锈。方法比较简单。砂盘高度约为 90 cm，长 5~6 m，盘内存放干燥的粗砂和小石子。钢筋除锈时，把生锈的钢筋穿入砂盘中来回抽拉即可把锈除掉。

(4) 酸洗除锈

钢筋需进行冷拔加工时，用酸洗除锈。酸洗液可用硫酸或盐酸配制，浸洗时间为 10~30 min。取出后再放入碱性溶液中，中和残存于钢筋表面的酸液，最后用清水反复冲洗、晾干。为了防止再氧化生锈，应立即进行下道工序。

硫酸溶液的配合比(体积比)：硫酸(合成浓度 65.9%)：水=1：10

盐酸溶液的配合比(体积比)：盐酸(合成浓度 30.24%)：水=1：4

碱性溶液可用石灰肥皂浆，其配比为：石灰水 100 kg；动物油 15~20 kg；肥皂粉 3~4 kg；水 350~400 kg。

除锈过程中，若发现钢筋表面的氧化铁皮脱落现象严重并已损伤钢筋截面，或在除锈后钢筋表面有严重的麻坑、斑点伤及截面，应降级使用或剔除不用。

3. 钢筋切断

钢筋切断是钢筋加工过程中具有相当比重的一道工序,因为任何出厂钢筋的长度都是不可能恰好与工程需要相符的,都要经过一道切断或接长的工序。

(1) 机具设备

1) 钢筋切断机。钢筋切断机的技术性能见表 1-2。GQ40 型钢筋切断机和 DYQ32B 电动液压切断机如图 1-9 和图 1-10 所示。

表 1-2 钢筋切断机技术性能

机械型号	钢筋直径/mm	切断次数/(次/min)	切断力/kN	工作压力/MPa	电动机功率/kW	外形尺寸/mm (长×宽×高)	重量/kg
GQ40	6~40	40	—	—	3.0	1150×430×750	600
GQ40B	6~40	40	—	—	3.0	1200×490×570	450
GQ50	6~50	30	—	—	5.5	1600×690×915	950
DYQ32B	6~32	—	320	45.5	3.0	900×340×380	145

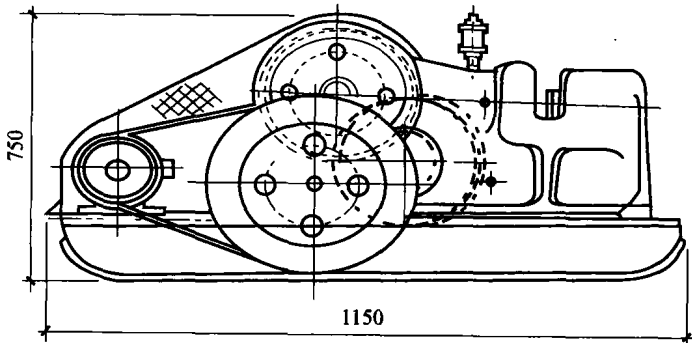


图 1-9 GQ40 型钢筋切断机

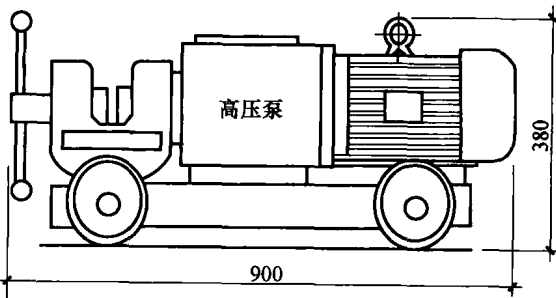


图 1-10 DYQ32B 电动液压切断机

2) 手动液压切断器。手动液压切断器体积小,重量轻,操作简单,便于携带,如图 1-11 所示。

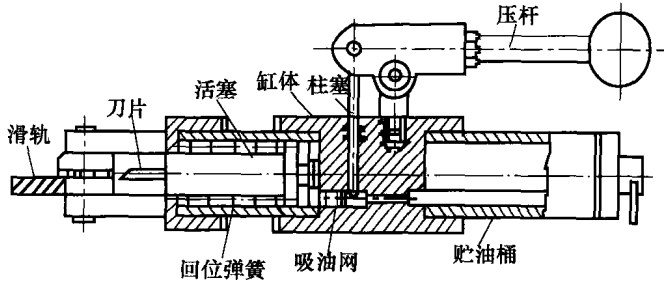


图 1-11 手动液压切断器

(2) 钢筋切断的准备工作

- 1) 根据钢筋配料单检查核对钢筋种类、直径、尺寸、根数是否正确。
- 2) 根据原材料长度,将同规格的钢筋按不同长度进行长短搭配,统筹排料,先截长料,后截短料,尽量减少短头,降低损耗。

3) 断料时,应尽量避免用短尺量长料,防止在量料中产生累计误差。应在工作台上标出尺寸刻度线并设置控制断料尺寸用的挡板。

(3) 钢筋切断的工艺要求

1) 钢筋切断机的刀片,应由工具钢热处理制成。安装刀片时,螺钉要紧固,刀口要密合(间隙不大于 0.5 mm)。固定刀片与冲切刀片刀口的距离:对直径 ≤ 20 mm 的钢筋宜重叠 1~2 mm;对直径 > 20 mm 的钢筋宜留 5 mm 左右。

2) 使用前应加足润滑油,检查电气设备有无异常,经空车试运转正常后,才能投入使用。

3) 被切钢筋应先矫直后切断。断料时,必须将被切钢筋握紧,防止钢筋末端摆动或弹出伤人。在切断过程中,若发现钢筋有劈裂、缩头或严重的弯头等必须切除;若发现钢筋的硬度与该钢种有较大的出入,及时向有关人员反映,并查明情况。

4) 机器运转时,不得进行任何修理、校正或取下防护罩,不得触及运转部位。禁止切断规定范围外的材料、烧红的钢筋及超过刀刃硬度的材料。

5) 手动液压切断器应及时检查油位和电动机的旋转方向是否正常。接着松开放油阀,空载运转 2 min,排掉缸体内空气,然后拧紧,即可进行剪切工作。

6) 手动液压切断器使用前应将放油阀按顺时针方向旋紧。切断完毕,立即按逆时针方向旋开。准备工作完成后,拔出柱销,拉开滑轮轨,将钢筋放在滑轮圆槽中,合上滑轨,即可剪切。工作中,手要持稳切断器,并戴好绝缘手套。