

水利水电工程施工工人丛书



钢筋工

33

水利电力出版社

水利水电工程施工工人丛书

钢 筋 工

武汉水利电力学院 水利施工及
建筑材料 教研室編

水 利 电 力 出 版 社

内 容 提 要

本书介绍了水利水电工程中钢筋工的基本知识和施工的经验,内容包括钢筋的作用、品种和性能,钢筋的加工与焊接,钢筋的外场施工,钢筋的冷处理,预应力钢筋等。

本书可供水利水电工地的钢筋工和有关技术干部阅读参考,也可作为培训水利工程施工工人和水利院校有关专业的工农兵学员的讲义。

水利水电工程施工工人丛书

钢 筋 工

水利施工及教研室编
武汉水利电力学院 建筑材料

水利电力出版社出版

(北京德胜门外六铺炕)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

1974年10月北京第一版

1974年10月北京第一次印刷

印数 00001—45250 册 每册 0.17 元

书号 15143·3117

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

前 言

在毛主席革命路线的指引下，无产阶级文化大革命以来，我们遵照伟大领袖毛主席有关教育革命的教导，走出校门，深入工地，“向生产者学习，向工人学习”，接受工人阶级再教育。在深入三大革命实践斗争中，提高了我们执行毛主席革命路线的自觉性。为了学习总结工农兵在三大革命运动中的丰富实践经验，我们广泛听取了具有生产实践经验的同志，特别是工人师傅对水利水电工程施工的意见，并收集了这方面的资料。

当前，批林批孔运动正在深入发展，革命生产形势一派大好，为了适应广大工农兵抓革命，促生产的需要，满足他们为革命学习技术的迫切要求，我们编写了《水利水电工程施工工人丛书》。这套丛书中除了介绍水利水电工程主要工种施工的一般知识外，也适当编写了一些基础理论及有关计算的内容。

本丛书主要是在330水利工地、101水利工地及湖北排子河工地编写和修改的。这些工地的领导、工人和技术人员给了我们大力支持和具体帮助。我院施工专业及水工建筑专业的工农兵学员也提出不少好的意见。这次正式出版前，又得到有关水电工程局寄来许多宝贵的建议，在此表示致谢。由于我们路线觉悟不高，施工经验不足，理论水平有限，因此丛书中的缺点、错误及不妥之处肯定不少，热诚地希望读者提出批评、指正。

编 者

1974年2月

目 录

前 言

第一章 钢筋的作用、品种和性能	1
第一节 钢筋的作用.....	1
第二节 钢筋的品种.....	4
第三节 钢筋的性能.....	7
第二章 钢筋的加工与焊接	12
第一节 钢筋加工厂.....	13
第二节 钢筋加工单与配料.....	15
第三节 钢筋的手工加工.....	22
第四节 钢筋的机械加工与焊接.....	31
第三章 钢筋的外场施工	39
第一节 施工准备工作.....	39
第二节 钢筋的现场安装.....	42
第四章 钢筋的冷处理	47
第一节 钢筋冷处理原理.....	48
第二节 钢筋的冷拉.....	49
第三节 冷压和冷拔.....	52
第四节 钢丝网.....	56
第五章 预应力钢筋	57
第一节 预应力钢筋混凝土.....	57
第二节 预应力钢筋混凝土对钢筋的要求.....	60
第三节 预应力钢筋混凝土生产方法.....	62
第四节 预应力施工中的技术问题.....	68

第一章 钢筋的作用、品种和性能

第一节 钢筋的作用

混凝土中没有放置钢筋的，叫做“纯混凝土”；含有一定数量钢筋的，就叫做“钢筋混凝土”。

那么，为什么有的混凝土中有钢筋，有的又没有呢？换句话说，在混凝土中埋入钢筋起什么作用呢？

毛主席教导我们：“离开具体的分析，就不能认识任何矛盾的特性。”让我们来具体地分析钢筋的作用，我们知道混凝土的受力特性是：抗压能力比抗拉能力一般要大10~15倍左右。但工程结构中有很多的构件是要承受拉力的，举一个简单的例子就清楚了：我们拿一块学生用的普通橡皮，在橡皮中间划上两条平行线，然后把橡皮两端搁起来（如图1），

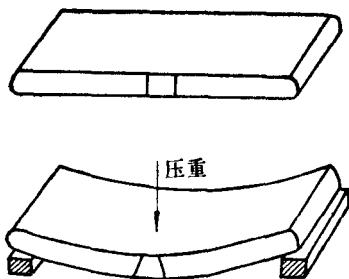


图 1 橡皮受力前后的情况

上面给一个集中压重，橡皮就向下弯曲，这时用肉眼就可以看到橡皮上两条平行线不平行了，线的下端间距扩大了，而线的上端间距反而缩小了，这就说明橡皮上部受了压力，把它压缩了，而下部受了拉力，把它拉长了。

拿一根高1米、断面为 20×20 厘米的正方形混凝土柱来说，直立的时候可以承受压力60吨，如果放倒象图1的橡皮那样，就受不到1吨的力了。因为只要它下面的拉力超过了混凝土本身的抗拉强度，就要开裂破坏。而这时上部受到的压力却远远没有达到足以使混凝土破坏的程度。针对这种情况，想个什么办法呢？劳动人民在长期实践中总结了经验，采取了对策，这就是在混凝土的受拉部位埋入钢筋，当混凝土凝固后与钢筋的粘着力足以形成整体，使钢筋可以承受拉力。因为钢筋承受拉力的能力比混凝土要大几百倍。在一定程度上来说，钢筋混凝土的实质就是充分利用混凝土的抗压强度和钢筋的抗拉强度来共同工作。

但是，在钢筋混凝土结构中的钢筋也不完全是承受拉力的，它同样可以受压以减小混凝土的断面积。另外，在板内还有传布荷载的分布钢筋，在梁内保持受力钢筋位置不变的架立钢筋；保持受力钢筋位置，联结梁的受拉区和受压区，使其能共同工作，且本身也承受一定的斜向拉力的钢箍等。图2中，举了一个简支的钢筋混凝土梁的例子，在图上可以看到各种形状的受力钢筋、架立钢筋和钢箍。

除了埋入混凝土的钢筋外，钢筋也可以焊成钢筋结构单独工作。在水利枢纽施工的临时结构中，钢筋焊接的柱、桁架梁、屋架等，大量用来代替木排架和屋架，也可以代替钢筋混凝土排架，对施工临时结构来说，这样做也是经济合理的。

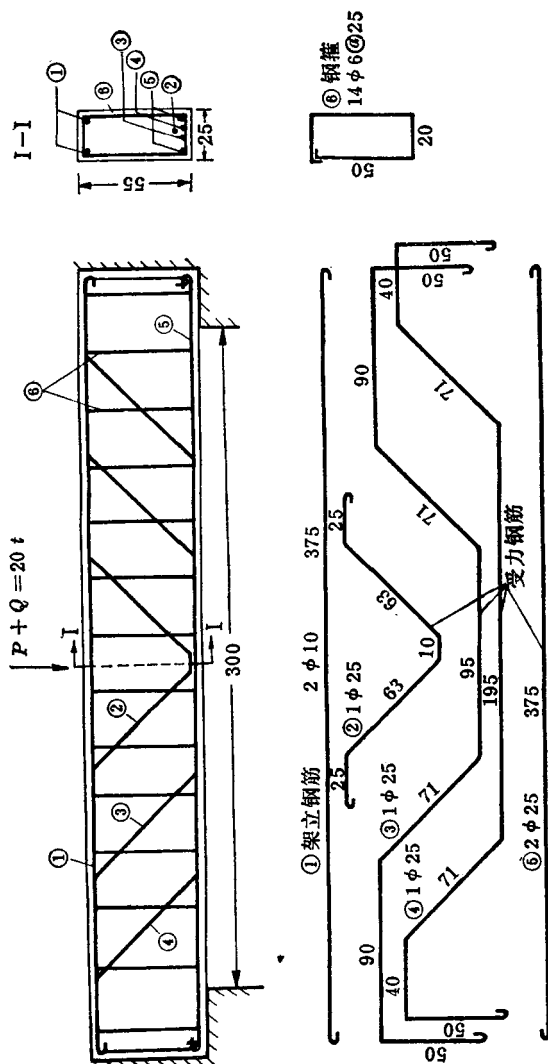


图 2 钢筋混凝土梁的受力钢筋、架立钢筋和钢筋
(单位: 钢筋长度——厘米; 钢筋直径——毫米)

第二节 钢筋的品种

国产钢筋分成许多钢号。普通碳钢有 A_0 、 $A_1 \sim A_7$ 八个钢号●。1958年以前，我国水利工程所用的钢筋主要是 A_3 、 A_5 、 A_2 及 A_0 等钢号。以后逐渐采用优质钢。1960~1962年间，苏修妄图以停止卖给我国优质钢材来破坏我国的社会主义建设，卡我们的脖子。“中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。”帝修反的封锁难不倒中国人民，在六十年代初期就生产了多种我国特有的低合金钢材，现在工地常用的16锰(16Mn)、25锰硅(25MnSi)、44锰二硅(44Mn₂Si)等●，就是这些钢种中的一部分。这些低合金钢具有强度高、塑性好、焊接性能好等特点，不仅具有普通碳钢的一些优点，而且强度比普通碳钢高得多。1吨低合金钢可以当作1.3吨甚至2吨普通碳钢用，而其价格只比普通碳钢贵3~5%。由于有了新钢种，在受力钢筋中过去常用的5号螺纹钢(A_5)在钢铁生产中已经不发展了。

钢号有很多种，每种的化学成分和机械性能都不同。运到工地的钢筋，首先就要把钢号区别清楚，分别堆放，以免混淆

● 普通碳钢是指钢中含有少量碳素的钢。一般钢中铁的成分占98%，普通碳钢中含碳量0.06~1.7%，还有些杂质。低碳钢含碳 $\leq 0.25\%$ ，质软，塑性好，易于锻铸加工，但强度低，也不能淬火和退火。含碳量0.25~0.6%为中碳钢，0.6%以上为高碳钢。含碳越高，强度越大，质地也变得脆硬，能淬火、退火。我国用符号A表示普通碳钢，分八个钢号，钢号越高，表示含碳量越少。另外，有时用我国拼音字的第一个字母表示钢的其它性质，如用“J”表示碱性，“S”表示酸性，“F”表示沸腾钢等。

● 低合金钢是在炼钢时加入少量锰、硅、钒等元素。这些元素和世界各国统一用英文字母表示，如：锰—Mn，硅—Si，钒—V，钛—Ti等。25MnSi表示钢中含有锰和硅两种元素，而含碳量的平均值约为0.25%。

错用。那么怎样把钢号识别清楚呢？做到这一点也不难，因为：

1. 运到工地的大批钢筋，一般多有出厂证明书。证明所供应钢筋的钢种、化学成分和机械性能。

2. 如果找不到证明书，则可以检查钢筋末端面的涂色标志。钢筋出厂时，在钢筋末端面上按统一规定涂有不能洗去的颜色，可资识别。例如，在一般工地，当前常遇到的几种钢筋的涂色标志是： A_2 —黄色； A_3 —红色；16Mn—绿色；25MnSi—白色。

3. 在扎成小捆的钢筋上，每捆还挂有两个 50×20 （或 50×25 ）毫米的小铁牌，上面印有钢号。

如果既无证明书，也找不到明确的标志，那就要通过试验来确定钢筋的机械性能了。

钢筋最主要的尺寸是它的直径，以毫米表示，习惯上称为“几个圆”，就表示其直径是多少毫米。工地上常用的钢筋直径为6~40毫米。

现在常用的钢筋按其外形分为两种：

1. 圆钢筋 截面为圆形，表面光滑，加工方便。习惯上也称圆铁、圆光筋。过去常用的 A_3 、 A_2 、 A_0 号钢筋都是圆钢筋。10毫米以下的圆钢筋，工厂盘成圈形成卷交货，称为盘条、盘圆。10毫米以上的钢筋是直条，10~25毫米的每根长5~10米，25~50毫米的每根长4~9米。钢筋用车辆运至工地时，为运送方便，常将10~40毫米的钢筋弯折成U形。圆钢筋和混凝土结合力较差，多用作架立钢筋、分布钢筋和钢筋箍，但也可用作受力钢筋。

2. 螺纹钢筋 截面为圆形，但表面有螺纹，以增加和混凝土的结合力。螺纹的形状不一，有螺旋形、人字形、交叉形等。过去用的5号钢筋，现在用的16锰、25锰硅等都是热轧

螺旋钢筋。它因强度高，和混凝土结合好，主要用于钢筋混凝土中作为受力钢筋。

螺旋钢筋的直径是指它的当量直径。工人师傅习惯的量法是用卡尺一边卡钢筋内圆，另一边卡螺旋的外缘量得。

钢筋不同直径的截面面积、每米重量、周边长度和弯钩长度列如表 1。

表 1 钢筋的截面面积、每米重量、周边长度和一个弯钩长度

直 径 (毫米)	截 面 面 积 (厘米 ²)	每 米 重 量 (公斤)	周 边 长 度 (厘米)	一个弯钩长度 (厘米) (约 $6.25d$)
2.5	0.049	0.039	0.79	
3	0.071	0.056	0.94	
4	0.126	0.099	1.26	3
5	0.196	0.154	1.57	4
6	0.283	0.222	1.89	4
8	0.503	0.395	2.51	5
9	0.636	0.499	2.83	6
10	0.785	0.617	3.14	7
12	1.131	0.888	3.77	8
14	1.539	1.208	4.40	9
16	2.011	1.578	5.03	11
18	2.545	1.998	5.65	12
20	3.142	2.466	6.28	13
22	3.801	2.984	6.91	14
25	4.909	3.853	7.85	16
28	6.158	4.834	8.80	18
32	8.042	6.313	10.05	21
34	9.079	7.130	10.70	22
36	10.180	7.990	11.31	24
40	12.560	9.865	12.60	26

运到工地的钢筋，要按不同钢号、直径、形状分别堆存，并立标志牌以资识别。最好堆放在仓库内，不得已露天堆放时，应用垫木垫高，并加遮盖，以防雨水，减少锈蚀。

第三节 钢筋 的 性 能

不同类型的钢筋具有不同的性能。影响钢筋性能的主要是钢筋的化学成分，表示钢筋性能的是几个物理性能指标。

一、钢筋的化学成分

钢筋的化学成分主要是铁，其次是碳、锰、硅、硫、磷等等。

钢筋含铁量占98%左右。含碳量占0.06~0.6%属于低碳钢筋和中碳钢筋。含碳量超过1.7%就是生铁了，它又硬又脆。含碳量低于0.06%以下的，就成为熟铁，性软、塑性好，但强度低。在钢中含碳量越高，强度越高，塑性越差。

硅能提高钢的弹性及硬度。硅、锰在钢中能提高钢的强度及改善钢的焊接性能，但含量有一定限度，过多反而会使钢筋的焊接性能变差。硅、锰在钢中还能起脱氧作用，使钢在浇入钢锭模后，不发生显著的气泡，增加钢的密度。

硫、磷在钢中都是有害的杂质（在普通钢中）。硫使钢在高温状态下裂缝，使钢热脆。磷使钢在低温（零下）状态容易裂缝，使钢冷脆。所以钢中硫、磷含量越少越好，硫、磷含量高的材料不能焊接。热轧钢的化学成分见表2所列。

二、钢筋的物理性能

要合理地使用钢筋，就要摸清钢筋的性能。从钢筋的作

表 2 热轧钢筋的化学成分

钢 号			化 学 成 分 %						
牌 号	代 号	号	C (碳)	Si (硅)	Mn (锰)	V (钒)	Ti(钛)	P (磷)	S (硫)
3 号钢	A ₃ , A _{J3} , AD ₃		0.14~0.22	0.12~0.30	0.40~0.65			≤0.045	≤0.055
16 锰	16Mn		0.15~0.24	0.40~0.70	1.20~1.60			≤0.050	≤0.050
25 锰硅	25MnSi		0.20~0.30	0.60~1.00	1.20~1.60			≤0.050	≤0.050
44 锰 ₂ 硅	44Mn ₂ Si		0.42~0.52	1.10~1.40	1.40~1.70			≤0.050	≤0.050
45 硅 ₂ 钛	45Si ₂ Ti		0.40~0.48	1.40~1.80	0.80~1.10		≤0.06	≤0.045	≤0.045
45 锰硅钒	45MnSiV		0.40~0.52	1.10~1.50	1.00~1.40	0.05~0.12		≤0.045	≤0.045

用和施工的需要出发，我们所要摸清的钢筋性能主要是指它的强度、弹性、塑性和焊接性能。

1. 强度 钢筋的强度就是指钢筋每平方毫米或平方厘米面积上能够承受多少力。钢筋的设计强度，是依据钢筋本身的屈服强度（流限）和极限强度（极限）规定出来的。那么，什么是流限？什么是极限？

把一段钢筋车成试验杆，放在拉力试验机上加拉，如图 3 a 所示。钢筋在受拉直至拉断的过程中，应力和应变的关系分成三个变化阶段。在第一阶段，试件受拉伸长的长度和所加拉力的大小成正比。如果取消拉力，试件又回缩到原来的长度。因此，这种变形称为弹性变形，这个阶段称为弹性阶段。这种弹性是金属材料的宝贵性质。

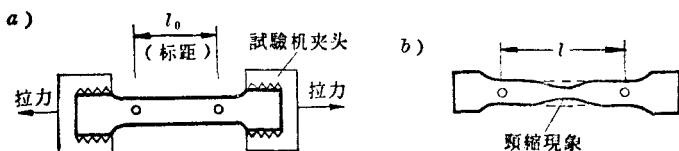


图 3 钢筋试件加拉

第二阶段是应力超过了弹性限度，拉力继续增加，变形的发展开始增大，这个阶段的变形包括弹性变形和永久变形两部分。永久变形是指取消拉力后回不到原来形状的尺寸，它被永远地拉长了。随着拉力的增加，永久变形部分更加剧烈，直至虽然外力不再增加，但试件的变形仍在继续发展着，这就是应力达到了钢材的“屈服点”。屈服点是钢筋物理性能中的重要一环，这时钢筋所承受的拉力强度就称为“屈服强度”，也叫做“流限”。一般在钢筋混凝土中钢材的允许应力要比钢材的流限低，因为一旦达到流限，钢筋就会产

生过大的变形。

但是，钢材屈服变形后，内部结构因晶体排列位置的重新调整，又生出抵抗外力作用的性质。这时，要使变形继续增长，就要再增加拉力，这就是第三阶段。一直拉到钢筋最弱的截面处产生“颈缩现象”（如图3 b所示），由于截面的缩小，不需再加拉力而试件即被拉断为止。到拉断时试件单位面积上承受的拉力，称为“极限强度”。一般钢筋的流限为极限的35~80%，钢号越低，比值也越低，换句话说，能够利用的强度也越低。

可以把以上三个阶段应力和应变的关系用图表示出来，如图4所示。图中 a 点的应力称弹性极限或比例极限， b 点为流限， bc 称为“流幅”， d 点为极限强度。

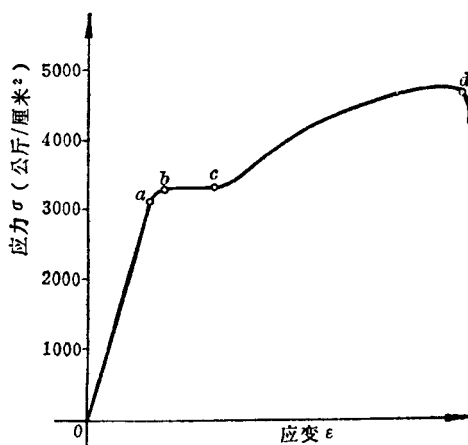


图4 钢筋受拉时的应力、应变关系图

按照规定，钢筋按其机械强度分为五级，如表3所列。

表 3 热轧钢筋按机械性能分级表

级 别	流限/极限(公斤/毫米 ²)	流限与极限比值	说 明
I	24/38	0.63	软 钢
II	34/52	0.655	软 钢
III	40/60	0.667	软 钢
IV	60/90	0.667	软 钢
V	145/160	0.878	硬 钢

注：表中的流限、极限仅作为检验值，不作为设计依据。

常用钢筋中普通碳钢 3 号钢属于 I 级；16 锰钢属于 II 级；25 锰硅钢属于 III 级；44 锰二硅和 45 锰硅钒钢属于 IV 级。

2. 塑性 钢筋的塑性也就是上面所说的受力后产生永久变形的特性，它是反映钢筋受力后适应几何形状和尺寸改变能力的指标。在选择钢材时，一般用伸长率或延伸率表示钢筋的塑性：

伸长率 = $\frac{l-l_0}{l_0} \times 100\%$ (l , l_0 见图 3 所示)。

例如，一根钢筋试件标距长 10 厘米，拉断时的长度是 12 厘米，则

$$\text{伸长率} = \frac{12-10}{10} \times 100\% = 20\%。$$

当试件在拉力机上进行试验时，试件直径和标距（见图 3）有个比例。如标距为直径的 5 倍，则所求得的伸长率用 $\delta_5\%$ 表示。当标距为直径的 10 倍时，则所求得的伸长率以 $\delta_{10}\%$ 表示。

另外，在钢筋加工时，常进行“冷弯”试验，用一定的弯曲角度、弯曲直径来冷弯钢筋，以不发生裂纹、鳞落和断裂来作为评定塑性指标。