

建筑安装工人
中级技术培训教材

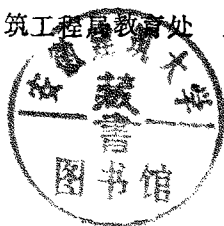
钢筋 混凝土 工艺 学

江苏省建筑工程局教育处
主 编
上海科学技术出版社

建筑安装工人中级技术培训教材

钢筋混凝土工艺学

江苏省建筑工程局教育处 主编



上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书根据城乡建设环境保护部中级工应知、应会的要求,参照国内有关施工、设计规范和建筑施工手册,介绍了钢筋的种类、性能及加工工艺;阐述了混凝土组成材料和配合比及搅拌、运输、浇筑、养护等;对特种混凝土、预应力混凝土和钢筋混凝土的冬、雨季施工等也作了介绍,同时讨论了大模板、滑模、升板的施工工艺。

本书可供中级以上的钢筋混凝土技术工人作培训教材,亦可作为同水平读者的参考读物。

建筑安装工人中级技术培训教材

钢筋混凝土工艺学

江苏省建筑工程局教育处 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷三厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 9.5 字数 208,000

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数: 1—29,500

ISBN7-5323-0040-4/TU·10

定价: 2.30元

教材审定领导小组成员

组 长 盛 超 陈锡澜

副组长 浦联馥

成 员 杨延余 熊杰民

庄宪成 郑金来

史湛华

前 言

为了确保“七五”期末形成一支以具有中级技术水平的工人为主体的技术等级结构比较合理,有较高文化、技术素质的工人队伍,抓紧、抓好工人中级技术培训这个重点,保证工人中级技术培训质量,我们会同省建筑职工教育研究会组织苏州、无锡、常州、南京、南通、扬州等市建工系统的工程技术干部、专职教育干部和专业课教师,根据城乡建设环境保护部颁布的《建筑安装工人中级技术理论教学计划 and 教学大纲》,结合江苏建筑业的实际,吸取兄弟省市经验,编写了《建筑识图和制图》、《建筑测量》、《建筑力学》、《建筑机械》、《建筑电工》、《木工工艺学》、《瓦工工艺学》、《钢筋混凝土工艺学》、《油漆油毡工艺学》和《装饰工艺学》等十本书。经江苏省建工系统工人中级技术培训教材审定领导小组邀集了近七十名高、中级工程技术人员和有丰富实践经验的工人,对上述诸书逐一审定,这套教材可作为建筑安装企业土建类各主要工种工人中级(四、五、六级)技术培训理论教学的教材或自学用书,并作为全省建工系统工人中级技术培训理论考试命题的依据。

在组织编写这套教材时,我们既考虑了建筑安装企业各主要工种应具备的基础理论知识和专业技能,又考虑了各工种之间的相互衔接和配套;既考虑了学习对象目前的实际情况,又考虑了建筑业今后的发展趋势。力求做到文字通俗易

懂,概念明确清楚,侧重实践环节,尽可能采用国家颁布的新标准、新规范、新符号及法定计量单位,努力使教材具有针对性、系统性、先进性、实用性。但由于时间仓促、经验不足,这套教材难免有错误或不妥之处,请读者批评、指正。

在编写这套教材的过程中,得到了全省各市建筑主管部门的大力支持,在此表示感谢。

本书由南通市建筑技工学校黄锡琪同志主编,江苏省建工局高级工程师熊杰民同志和苏州建筑职工大学张鼎同志主审,镇江市第二建筑公司顾网、泰州市建委夏树钊、江苏省第二建筑公司郭学敏和徐州市第三建筑公司李家善等同志参加审稿。

江苏省建筑工程局教育处

一九八六年十月

目 录

第一章 基本概念	1
第二章 材料	4
第一节 钢筋	4
第二节 混凝土	16
第三章 钢筋工程	37
第一节 钢筋配料单	37
第二节 钢筋下料长度计算	39
第三节 钢筋加工	46
第四节 钢筋代换	71
第四章 混凝土工程	77
第一节 准备工作	77
第二节 拌制	78
第三节 运输	83
第四节 泵送混凝土	90
第五节 浇筑	93
第六节 养护	125
第七节 拆模	130
第八节 质量检验	132
第九节 质量缺陷的修整	136
第十节 配合比设计	138
第五章 预应力混凝土施工	150

第一节	基本概念	150
第二节	预应力筋	153
第三节	预应力锚夹具	158
第四节	张拉机具	168
第五节	施加预应力	174
第六节	先张法	180
第七节	后张法	195
第六章	大模板、滑升模板、升板施工工艺	211
第一节	大模板施工工艺	211
第二节	滑升模板施工工艺	230
第三节	升板法施工工艺	241
第七章	特种混凝土施工	247
第一节	防水混凝土	247
第二节	耐酸混凝土	256
第三节	耐热混凝土	261
第四节	微膨胀混凝土	264
第五节	沥青混凝土	267
第八章	混凝土冬期施工	272
第一节	早期冻害及允许受冻临界强度	272
第二节	施工用外加剂	274
第三节	混凝土配制和搅拌	278
第四节	养护	282

第一章 基本概念

混凝土是一种人造石材,它由胶结料(水泥)、粗骨料(石子)、细骨料(黄砂)、水和外加剂,按一定比例拌制均匀,在模板中浇捣成型、经养护而成。

混凝土不仅克服了天然石料加工成型的困难,而且具有和天然石料相似的各种优点,能承受很大的压力。但抵抗拉力的能力却很差,大约为抗压能力的 $1/10$, 混凝土这种受拉时易发生断裂的缺陷,大大限制了它的使用范围。

在建筑物中,例如梁、板等构件,在荷载作用下系处于受弯状态,此时这类构件上部受压、下部受拉,如用混凝土做这类构件,就必然由于下部受不起拉力以致使梁、板的下部分产生裂缝而破损,如图 1-1 所示。

针对混凝土抗拉强度较低的情况,人们设法在构件受拉区配置适当数量的钢筋,让这种抗拉性能很好的材料去帮助混凝土承受拉力,这样就使混凝土和钢筋在受弯构件中各自发挥作用,分担两种不同的内力,从而使构件既能受压,也

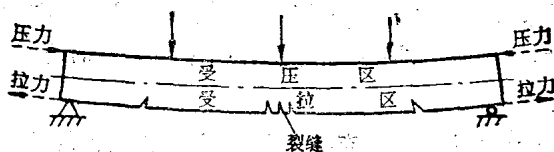


图 1-1 混凝土梁或板受力示意图

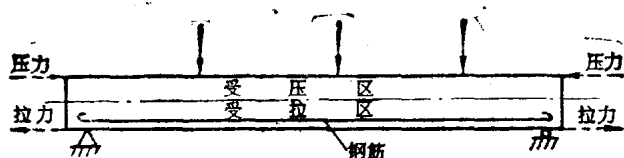


图 1-2 钢筋混凝土梁或板受力示意图

能受拉（图 1-2）。这种配有钢筋的混凝土，叫做钢筋混凝土。

钢筋和混凝土是性质不同的两种材料，如混凝土受拉时的极限伸长率只有 0.00015 左右，当超过这个限度时，混凝土就会出现裂缝；而与它共同工作的钢筋，以梁为例，在外力作用下，其截面上单位面积所产生的内力还很小，只有 30N/mm^2 左右，虽然梁未断裂，可是混凝土已出现裂缝，时间长了钢筋就会生锈。这就使钢筋混凝土结构的应用范围受到限制，不宜用于防水、防渗要求高的结构以及承受大吨位荷载作用和大跨度的结构等。为了解决这个矛盾，采用预加应力的办法，在制作钢筋混凝土构件时预先给混凝土施加一个压力，即在混凝土的受拉区内，布置钢筋进行张拉。利用钢筋的回缩力使混凝土先受压力压紧，来限制混凝土伸长，这时混凝土就产生一定的压缩变形。当构件受力后，受拉区混凝土的拉伸变形首先与压缩变形抵消，随着外力的增加，混凝土才被继续拉伸，这就延缓了裂缝的出现，从而充分发挥了钢筋的受力作用，用这种方法制成的构件，就是预应力钢筋混凝土构件。这种预先加压应力的钢筋混凝土，叫做预应力钢筋混凝土，简称预应力混凝土。

预应力混凝土可以充分发挥钢筋和混凝土的特性，因此可以有效地利用高强度钢筋和高标号混凝土，从而达到减小

构件截面、减轻自重和节约材料的目的。

由于预应力混凝土具有抗裂性，可以进一步防止钢筋锈蚀，从而加强了构件的耐久性；同时由于预应力构件都有反拱，能抵消使用荷载下的挠度，也就加强了构件的刚度。但预应力混凝土构件的生产，需要一定的设备和场地，具有工序多、施工周期长等缺点。随着生产技术的不断发展，通过构件标准化，施工机械化，生产工厂化等措施，上述缺点可逐步得到改善。

思考题

1. 建筑物的梁、板等构件为什么在受拉区配置适量的钢筋？
2. 什么叫预应力混凝土？它有什么优缺点？

第二章 材 料

第一节 钢 筋

一、钢筋的分类

钢筋的种类很多，建筑用钢筋一般按化学成分、轧制外形、加工方法、机械性能、供应形式和直径大小等进行分类。

钢筋按化学成分可分为碳素钢和合金钢两类，而建筑上常用的是普通碳素钢中的低碳钢和普通低合金钢。

碳素钢的化学成分主要是铁、碳、硅、锰、硫、磷等元素，其中硅的含量不大于0.5%，锰的含量不大于0.8%，而碳是其中主要元素，它对钢的性能起着决定性的作用，含碳越多，钢的强度和硬度就越大，而塑性和韧性就越低，耐腐蚀性和焊接性就越差。

碳素钢钢筋中的含碳量一般为0.04~1.7%，按其含碳的多少又可分为：

低碳钢钢筋：含碳量低于0.25%，如3号光圆钢筋。

中碳钢钢筋：含碳量为0.25~0.7%，如5号螺纹钢筋。

高碳钢钢筋：含碳量为0.70~1.4%，如预应力混凝土用的高强钢丝、钢绞线。

合金钢除了含碳素钢的各种元素外，还含有一定数量的其他合金元素，如含有镍、铬、钼等者称合金钢。如果钢中并没有其他合金元素，而其中硅的含量大于0.5%，或锰的含量

大于0.8%，且加有小量的钒、钛等合金元素，也叫合金钢（一般称低合金钢）。普通低合金钢钢筋是在低碳钢和中碳钢的成分中加入少量的合金元素，获得强度高和性能好的钢种，具有耐腐蚀、耐磨、易加工和焊接性能好的特点，其主要品种有20 锰硅、25 锰硅、40 硅 2 锰钒、45 硅锰钒、45 硅 2 锰钛等。

钢筋按轧制外形可分为光面圆钢筋、螺纹钢（螺旋纹和人字纹）、精轧螺纹钢。

钢筋按加工方法可分为：热轧钢筋、冷拉钢筋、冷拔钢丝、热处理钢筋。

热轧钢筋系用普通碳素钢或低碳合金钢钢筋，加热至白炽状态后，用机械轧制而成，其表面可轧成光面、人字纹和螺旋纹等。

冷拉钢筋是利用钢材冷拉时效的作用，将各种热轧钢筋进行冷拉以提高其抗拉强度。冷拉时的控制方式有控制应力、控制伸长率两种。冷拉应力的数值要恰当，如太高，强度虽提高得多，但塑性差；如太低，塑性虽好，但强度提高少。一般应事先经计算而定。

冷拔钢丝是把钢筋强制拉过小于其直径的硬质合金模，使其截面变小而长度增长，这种钢丝和冷拉钢筋不同，它不仅受纵向拉力，而且同时还受到径向挤压力，因此冷拔钢丝的抗拉强度要比冷拉钢筋大得多，但由于冷拔时其内部组织变化较大，因此钢筋变得更脆了。冷拔钢丝的直径一般在5mm以内。

热处理钢筋的强度高于冷加工钢筋的强度，但这种钢筋的生产工艺复杂，成本高，目前仅用于重要的预应力混凝土结构上。

钢筋按机械性能(屈服点和抗拉强度)可分为五个级别。

I级钢筋用符号 ϕ 表示,如碳素钢的3号钢是热轧光面钢筋,其屈服强度为 240N/mm^2 ,抗拉强度为 380N/mm^2 。

II级钢筋用符号 ϕ 表示,如20锰硅(原16锰)钢筋,其屈服强度为 340N/mm^2 ,抗拉强度为 520N/mm^2 。

III级钢筋用符号 ϕ 表示,如25锰硅等,其屈服强度为 380N/mm^2 ,抗拉强度为 580N/mm^2 。

IV级钢筋用符号 ϕ 表示,如40硅2锰钒,45硅锰钒、45硅2锰钛等三个钢种,其屈服强度为 550N/mm^2 ,抗拉强度为 850N/mm^2 。

V级钢筋为热处理钢筋和冷拔钢丝等。属于硬钢,V级钢筋的屈服强度为 1350N/mm^2 ,抗拉强度为 1500N/mm^2 。

此外,目前我国建筑工程上经常用有5号螺纹钢,虽未列入上述等级内,但我国现行的设计规范仍允许使用它,5号钢用符号 ϕ 表示,其屈服强度为 280N/mm^2 ,抗拉强度为 500N/mm^2 。

钢筋按供应形式可分为盘圆钢筋(直径在 $6\sim 10\text{mm}$)和直条钢筋(长度 $6\sim 12\text{m}$)。

钢筋按直径大小可分为钢丝(直径 $3\sim 5\text{mm}$)、细钢筋(直径 $6\sim 10\text{mm}$)、中粗钢筋(直径 $12\sim 20\text{mm}$)和粗钢筋(直径大于 20mm)。

钢筋按在结构中的不同作用还可分类。

受拉钢筋:配置在钢筋混凝土构件的受拉区。如在建筑工程中常见的简支梁(板),受拉钢筋放在梁(板)的下部;而挑梁(悬臂梁)或雨篷(悬臂板)由于受力情况不同,受拉钢筋应放在其上部;对于钢筋混凝土屋架,受拉钢筋就要放置在屋架下弦杆和受拉腹杆中。

弯起钢筋：受拉钢筋的一种特殊形式，主要承受梁类构件在梁端部附近出现的斜向拉力。

受压钢筋：一般配置在钢筋混凝土受压构件中，如柱、桩、屋架的受压腹杆内。此外，在截面高度受到限制的梁类构件的受压区，也设置受压钢筋，协助混凝土共同承受压力。

分布钢筋：配置在单向板或墙板结构中。它的作用是固定受力钢筋位置，把作用在构件上的集中荷载均匀地传递给受力钢筋，而且还能抵抗混凝土硬化过程中的收缩和温度变化时板面出现的拉力。

箍筋(钢箍)：梁、柱等构件的钢筋骨架，都要借助箍筋来固定受力钢筋的位置，并通过绑扎(或焊接)使钢筋骨架成型，同时，箍筋自身也承受部分剪力。箍筋的形式有开口式和闭口式两种，工程中常用的是闭口式。

单个箍筋称为双肢箍；当构件截面较宽，需两个箍筋合在一起使用时，则称四肢箍(图 2-1)。在焊接骨架中，各肢箍都是独立的，因此就有单肢箍和三肢箍。圆形截面构件使用螺旋箍筋。

架立钢筋：架立钢筋只用于梁类构件，它的作用是使钢筋骨架成型，使受力钢筋和箍筋保持位置正确。当梁的高度小于 150mm，且没有设置箍筋时，可不用架立钢筋。

各种钢筋在构件中的配置见图 2-2。

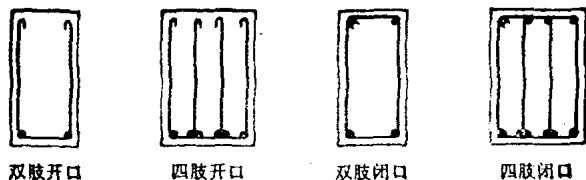


图 2-1 箍筋构造

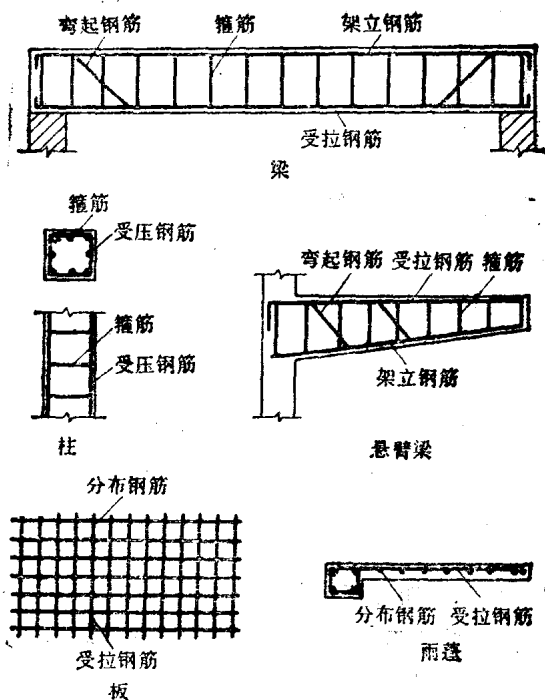


图 2-2 构件中钢筋配置

二、钢筋的机械性能

表示钢筋机械性能有很多指标，一般用屈服强度、抗拉强度、伸长率和冷弯等几个指标来控制。下面以Ⅰ级钢筋（低碳钢）的拉伸试验和冷弯试验为例，讨论钢材的几个主要机械性能。

（一）拉伸试验

将钢材按标准尺寸加工成试件，然后装在试验机上。按试件直径 5 倍或 10 倍长度做出标距，装上弯形仪，开动机器，

此时试件因受到拉力 P 的作用而伸长，拉力值可从示力盘上读出，试件的伸长可以从变形仪上读出。初拉时，拉力加大一点，变形也增大一点，这时的拉力 P 和伸长值 Δl 有一一对应关系，当拉力加大到一定值时，试件被拉断。而试验机上有特殊装置，可以同时描述拉伸过程中 P 和 Δl 对应关系的曲线，这一曲线叫做钢筋的拉伸图(图 2-3)。图中纵坐标表示拉力 P ，横坐标表示伸长 Δl 。

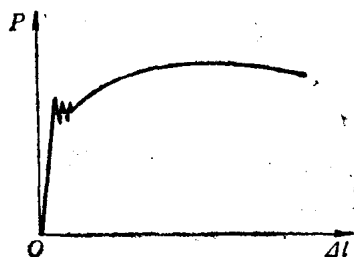


图 2-3 钢筋的拉伸图

如果我们把图 2-3 上的纵坐标改为试件单位面积上的拉力，即应力

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

横坐标改为试件标距 L 段单位长度上的伸长值，即得应变

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{L}$$

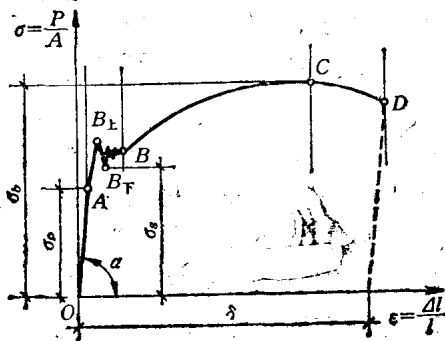


图 2-4 钢筋的应力-应变图

将测得应力和应变绘成坐标图形，称为应力-应变图(图 2-4)。从而得出钢材在拉伸过程中的几项指标。

1. 比例极限和弹性模量

从应力-应变图中可以看出，在 OA 范围内，拉力增加，变