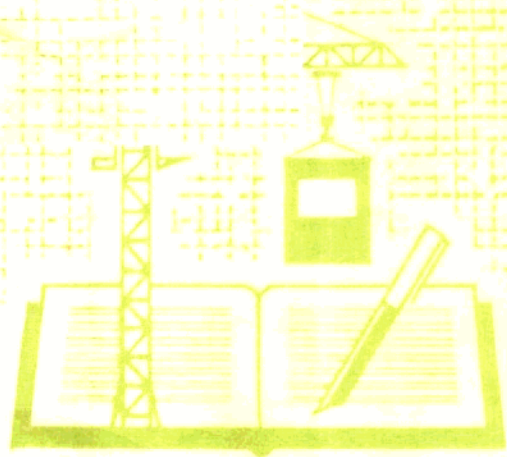


建筑安装技工学校试用教材

钢筋混凝土工艺学

万泰根 王荣扬 编



中国建筑工业出版社

建筑安装技工学校试用教材

钢筋混凝土工艺学

万泰根 王荣扬 编

中国建筑工业出版社

前 言

本书是根据1986年5月建设部南昌会议审定的建筑安装技工学校《钢筋混凝土工艺学教学大纲》，由江西省建筑工程技工学校组织编写的。

本书系统地讲述了钢筋加工工艺、混凝土及预应力钢筋混凝土施工工艺、施工质量与安全操作的一般规定，并介绍了土壤的鉴别和开挖。文字力求通俗易懂，简明扼要，适合工人阅读。

本书由江西省建筑工程技工学校万泰根同志编写第一、二、三篇，王荣扬同志编写第四、五篇。天津市建工局技工学校主审，上海市第七建筑工程公司技工学校、云南省建筑工程技工学校、大连市二建技工学校、北京市第四建筑工程公司技工学校、内蒙古建筑技工学校协审。

本书除作为技工学校教学用书外，还可供土建技工培训及自学用。

由于编者水平所限，书中会有不少缺点以至错误，诚恳希望读者给予批评指正。

目 录

绪 论	1
第一篇 钢筋加工工艺	
第一章 钢筋的基本知识	4
第一节 钢筋分类的基本知识	4
第二节 钢筋的性能	4
第三节 钢筋的检验和保管	8
第四节 钢筋在结构中的作用和分类	9
第五节 进口钢筋性能和使用	11
第二章 钢筋的配料计算与代换	14
第一节 钢筋的配料	14
一、构件中配筋的一般规定	14
二、配筋构造	16
三、几种几何形状的计算	22
四、弯曲钢筋下料长度调整值	25
五、配料计算的图表和计算实例	26
第二节 钢筋的代换	30
一、最小配筋百分率	30
二、钢筋代换的方法	31
三、构件截面有效高度的影响	34
四、代换注意事项	35
第三章 钢筋基本加工方法	37
第一节 钢筋的除锈和调直	37
一、除锈	37
二、钢筋调直	37
第二节 钢筋的冷拉与冷拔	39
一、钢筋冷拉	39
二、钢筋冷拔	41
第三节 钢筋的切断与弯曲	43
一、钢筋的切断	43
二、钢筋的弯曲	44
第四节 钢筋的墩粗	48
第四章 钢筋的焊接	51
第一节 接触点焊	51
第二节 接触对焊	53
第三节 电弧焊	58
第四节 气压焊	60

第五章 钢筋的绑扎与安装	63
第一节 钢筋绑扎前的准备工作及扎丝选用	63
一、绑扎前的准备工作	63
二、扎丝的选用	64
第二节 钢筋网架的绑扎和安装	64
一、钢筋绑扎的常用工具	64
二、钢筋绑扎的操作方法	65
三、预制钢筋网架绑扎与安装	66
第三节 模内钢筋绑扎和安装	69
一、钢筋绑扎的注意事项	69
二、模内钢筋的绑扎和安装	69
第六章 钢筋加工工艺布置	73
第一节 钢筋加工工艺选择的原则	73
第二节 钢筋加工车间工艺布置	74

第二篇 混凝土施工工艺

第一章 混凝土的基本知识	76
第一节 混凝土的力学性能及分类	76
一、混凝土的组成及分类	76
二、混凝土的力学性能	76
三、混凝土的和易性	77
四、混凝土的其他性质	79
第二节 混凝土结构的发展趋势	79
第二章 混凝土组成材料的一般质量要求与配合比的设计	82
第一节 混凝土的组成材料要求	82
一、水泥	82
二、砂石	86
三、混凝土拌合用水	91
第二节 混凝土配合比计算方法与步骤	91
一、计算出要求的试配强度 $R_{配}$	92
二、按 $R_{配}$ 计算出所要求的灰水比值	92
三、求用水量	92
四、求水泥用量	93
五、选用合理的砂率 S_p	94
六、计算砂、石用量	94
七、配合比的确定	95
第三章 混凝土施工工艺	98
第一节 混凝土搅拌与运输	98
一、施工准备工作	98
二、混凝土搅拌	98
三、混凝土运输	99
四、常用混凝土搅拌运输机具	100

第二节 混凝土的浇捣	103
一、混凝土的浇捣	104
二、混凝土施工缝的留设位置	105
三、常用混凝土振捣机械	106
第三节 泵送混凝土	110
一、泵送混凝土的优缺点	111
二、常用的混凝土泵送机械	112
三、泵送混凝土施工工艺应注意的事项	113
第四节 混凝土的养护与拆模	115
一、混凝土的养护	115
二、模板的拆除	117
第五节 混凝土强度的检查	118
一、混凝土的检验	118
二、混凝土强度验收的评定标准	119
第四章 整体结构混凝土的浇捣	120
第一节 基础	120
一、柱基础浇筑	120
二、条形基础	120
三、大块体基础	121
第二节 柱	122
第三节 肋形楼板	124
第四节 楼梯、圈梁和雨棚	125
一、楼梯	125
二、圈梁	126
三、雨棚	126
第五节 特种结构	126
一、长条拱	126
二、薄壳	126
第六节 滑升模板施工	128
第五章 预制构件混凝土的浇捣	131
第一节 预制柱	131
一、模板安装	131
二、混凝土浇筑	132
第二节 预制吊车梁	133
第三节 预制屋架	133
第六章 混凝土的外加剂和掺合料	135
第一节 掺合料	135
第二节 外加剂	137
一、减水剂	137
二、早强剂	138
三、引气剂	139
四、防冻剂	140
五、阻锈剂	140

六、混凝土外加剂应用中的技术问题	140
七、各类混凝土选用外加剂参考表	141
第七章 混凝土冬期施工	143
第一节 温度对混凝土的影响	143
第二节 混凝土冬期施工中应注意的问题	144
第三节 混凝土的养护	144
第八章 特种混凝土	149
第一节 防水混凝土	149
第二节 耐热混凝土	152
第三节 防酸碱混凝土	154
第四节 耐低温混凝土	158
第五节 膨胀混凝土	160
第六节 纤维混凝土	163

第三篇 预应力钢筋混凝土的施工工艺

第一章 预应力钢筋混凝土的基本知识	166
第一节 钢筋混凝土与预应力混凝土的区别	166
第二节 预应力钢筋混凝土的分类	167
第三节 预应力钢筋混凝土对材料的要求	168
第四节 预应力钢筋混凝土的发展前景	168
第二章 钢筋的预应力张拉	170
第一节 钢筋的预应力先张法	170
一、预应力先张法的工作原理、施工程序	170
二、先张法钢筋下料长度的计算	172
三、先张法机具的选择和使用	173
四、先张法施工中注意事项	176
第二节 钢筋的预应力后张法	177
一、预应力后张法的工作原理、施工程序	177
二、施加预应力	179
三、后张法的钢筋下料长度的计算	181
四、锚具和张拉设备的使用与维修	182
五、混凝土孔道灌浆	188
六、后张法施工中注意事项	189
第三章 预应力钢筋混凝土的浇捣	191
第一节 操作步骤	191
第二节 施工中应注意的事项	193

第四篇 地基的鉴别与开挖

第一章 土的分类和鉴别	194
第一节 土的分类	194
一、岩石	194
二、碎石土	195

三、砂土	195
四、粘性土	196
五、人工填土	197
第二节 地基土的现场鉴别	199
一、碎石类土密实度的野外鉴别	200
二、砂土的野外鉴别	200
三、粘性土野外鉴别	200
四、新近沉积粘性土野外鉴别	201
五、特殊土的鉴别	201
第二章 地基的开挖	203
第一节 开挖的方法	203
一、土的工程性质	203
二、开挖前的几项工作	204
三、地基土开挖方法	205
第二节 开挖土方的边坡问题	206
第三节 开挖土方应注意事项	207
一、一般规定	207
二、挖方	208
第四节 验槽及地基处理	209
一、验槽	209
二、地基处理	210
三、人工降低地下水位和流砂处理	211
第五节 填方	212
一、填方的土料要求	212
二、填方的作业要求	213
三、填土压实的质量要求	213
 第五篇 施工质量与安全操作的一般规定	
第一章 混凝土及预应力钢筋混凝土的施工质量要求	216
第一节 钢筋	216
一、钢筋的加工	216
二、钢筋的焊接	217
三、钢筋绑扎与安装	219
第二节 混凝土	221
一、整体式和装配式结构混凝土工程	221
二、预应力混凝土工程	224
第二章 安全操作的一般规定	226
第一节 施工现场的一般安全规定	227
一、一般规定	227
二、高处作业的安全防护和要求	227
第二节 钢筋制作、安装工程安全操作规定	228
一、钢筋制作、绑扎	228
二、钢筋的冷拉和张拉	229

第三节 混凝土工程安全操作规定	229
一、原材料运输和堆放	229
二、混凝土搅拌	229
三、混凝土运输和浇筑	229
四、混凝土养护	230
第四节 钢筋混凝土工程施工机械安全操作规定	230
一、一般规定	230
二、钢筋混凝土工程施工机械安全操作规定	231

绪 论

混凝土是由胶结材料、集料和水，必要时加入化学外加剂和矿物掺合料，按一定的比例混合搅拌，经凝结硬化后配制成的一种具有堆聚结构的复合材料的总称。

混凝土能承受很大的压力，但是它抵抗拉力的能力却很低，大约为抗压强度的1/10。同时它具有抗折强度低，脆性系数大，容易裂缝，自重大等缺点。这些缺点限制了混凝土的使用范围。例如梁板类构件一般受力时是上部受压，下部受拉，用混凝土做这类构件，就会因承受不住拉力而断裂。为了弥补这些缺点，可在构件的受拉区配上抗拉能力很强的钢筋，与混凝土共同受力，并各自发挥其特性，从而使构件既能受压，也能受拉。这种配有钢筋的混凝土叫做钢筋混凝土。

钢筋和混凝土是两种不同性质的材料，它们之所以能共同工作是由于混凝土在硬化过程中产生体积收缩，给钢筋一定的压力，使混凝土与钢筋之间产生了良好的粘结力，两者可靠地结合在一起，从而保证在外荷载的作用下，钢筋与相邻混凝土能够共同变形。另一方面，钢筋与混凝土两种材料的温度线膨胀系数的数值较为接近（钢筋为 1.2×10^{-5} ，混凝土为 $1.0 \sim 1.5 \times 10^{-5}$ ），当温度变化时，不致产生较大的温度应力而破坏两者之间的粘结。

钢筋混凝土在土木建筑工程中所以得到普遍的应用，主要是有着以下优点：

耐久性 在钢筋混凝土结构中，混凝土的强度在相当长阶段内随时间的增加而增长，而且钢筋受混凝土的保护而不锈蚀，所以钢筋混凝土的耐久性是很好的，不象钢结构那样需要经常保养和维修。

耐火性 混凝土热传导性差，钢筋在其保护层包裹下，可经数小时的高温作用，保持其力学性能，不致使钢材很快达到软化的危险温度而造成结构整体破坏。因此钢筋混凝土结构比钢结构或木结构耐火性好。

整体性 钢筋混凝土结构特别是现浇的钢筋混凝土结构，可以浇筑成连续整体。因此结构比较稳固，整体性好。

可塑性 钢筋混凝土可以根据需要浇制成各种形状和尺寸的结构。

就地取材 钢筋混凝土所用的原材料中，砂石占3/4以上。砂石又是地方性材料，一般容易就地取材。在工业废料（例如矿渣、煤炭等）比较多的地方，还可以将工业废料制成人造骨料用于钢筋混凝土结构中，因而成本低、经济性好。

节约钢材 钢筋混凝土结构合理地发挥了材料的性能，在某种情况下可以代替钢结构，从而节约了钢材降低了工程造价。

但是，钢筋混凝土结构也存在一些缺点。首先，钢筋混凝土构件自重大。某些大型构件会给施工安装带来困难；其次构件裂缝出现早。普通钢筋混凝土构件受力后，在钢筋还没有充分发挥作用的情况下，混凝土已超过抗拉强度极限，而开始出现裂缝。这对某些处

于侵蚀性气体（或液体）环境中的构件是不能允许的。随着生产技术的发展，出现了对钢筋混凝土构件预先施加压力，使混凝土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，然后随着外力的增加，混凝土才继续被拉伸。这就延迟了裂缝的出现。通过合理设计，人们能使构件在使用荷载下不出现裂缝。这种预先施加压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各自的特性。因此可以有效地利用高强钢筋和高强度等级混凝土，从而达到减小构件截面，减轻自重和节约材料的目的。另外由于预应力混凝土具有抗裂性，进一步防止钢筋锈蚀，提高了构件的耐久性；同时由于预应力构件都有反拱，能抵消其使用荷载的挠度，加强了构件的刚度。但是，预应力混凝土还存在着要增加设备，增加工序，施工周期长等缺点。随着生产技术的不断发展，施工机械化，生产工厂化水平的进一步提高，上述缺点一定会逐步得到改善的。

二

钢筋混凝土是在19世纪中叶开始得到应用，19世纪末得到较快的发展。目前已成为现代工程建设中应用最广泛的建筑材料之一。

在工程应用方面，钢筋混凝土最初仅在最简单的结构物如拱、板中使用。随着水泥和钢铁工业的发展，混凝土和钢材的质量不断改进，强度逐步提高，例如近年来可做成C100的混凝土，常用的强度等级也在逐步提高，这就为钢筋混凝土进一步扩大应用范围创造了条件。特别是到了70年代，很多国家已把高强度钢筋和高强度混凝土用于大跨、重型、高层结构中或在减轻自重、节约钢材上取得了良好的效果。

预应力混凝土的出现和应用对材料的强度提出了新的更高的要求，而高强度混凝土及钢材的发展反过来又促进了预应力混凝土结构的应用范围不断扩大。它除了改善一般的建筑结构外（例如增大跨度、减小截面等）还应用于高层建筑、地下建筑、桥隧建筑、海洋结构、压力容器、飞机跑道及公路路面等方面。另一方面，例如原子能发电站的耐高温高压的大型压力容器，只能采用预应力混凝土结构修建才能保证安全。

近年来，国外建筑工业化的发展很快，已从采用一般的标准设计走向工业化建筑体系，趋向于做到一种构件多用或仅用较少几种类型的构件（如梁板合一构件、墙柱合一构件等）就能建造成各类房屋。在大力发展装配式钢筋混凝土结构体系的同时，有些国家还采用了工具式模板机械化现浇与预制相结合即装配整体式钢筋混凝土结构体系。

由于轻质、高强混凝土材料的发展以及结构设计理论水平的提高，使得钢筋混凝土结构的应用跨度和高度都不断地增大。目前世界上最高的钢筋混凝土建筑达76层，高262m；预应力轻骨料混凝土建造的飞机库屋盖结构跨度达90m；预应力混凝土箱形截面桥梁跨度可达240m以上；预应力混凝土贮柜直径已达82m；预应力混凝土电视塔的高度达549m。

所有这些显示了近代钢筋混凝土结构设计和施工水平日新月异地迅速发展。

解放以来，我国在落后的国民经济基础上进行了大规模的社会主义建设。随着社会主义建设事业的蓬勃发展，钢筋混凝土在我国各项工程建设中也得到迅速的发展和广泛的应用。

我国在一般民用建筑中已较广泛地采用定型化、标准化的装配式钢筋混凝土构件。近

年来,随着建筑工业化的发展以及墙体改革的推行,正大力发展装配式大板居住建筑。这是一种较新的建筑结构体系。它的施工速度快,机械化程度高,抗震性能较好。目前在北京、南宁等地已大批兴建。

此外,钢筋混凝土高层建筑在我国也有一定的发展。北京、上海、广州等地已先后兴建了一些高层建筑。如20层77.2m高的北京饭店,33层106m高的广州白云宾馆。北京、上海等地还建造了一批高层住宅建筑。如北京前三门10~14层的住宅建筑群,上海曹溪北路16层住宅建筑群,采用了大模板现浇剪力墙——装配式大型壁板体系。

在大跨度的公共建筑中,常采用钢筋混凝土门式刚架,拱、薄壳等结构型式。如广州体育馆采用了现浇钢筋混凝土双铰门式刚架,跨度达49.8m,北京体育学院田径房采用了钢筋混凝土落地拱,跨度46.7m。

在工业建筑中已经广泛地采用了装配式钢筋混凝土及预应力混凝土。随着建筑工业化的发展,国内有些城市在全国通用配件的基础上,选定简化和统一构配件,采用配套的生产工艺和施工机械,使厂房的设计、生产和施工组成为大工业的生产过程,初步建立了适合本地区特点的单层及多层工业厂房建筑体系。单层工业厂房的结构形式除通常采用的桁架(或梁)、柱的线型结构外,还出现了板梁合一、板架合一或板墙合一的板型结构和薄壁空间结构。如预应力V形折板,多功能的单T形及双T形板,预应力马鞍形壳板等。钢筋混凝土离心壳结构是我国近10年来发展起来的一项轻型承重结构。除用于单层厂房柱、屋架外,还用于多层框架结构,露天栈桥和塔架结构。如已建成的成都市80m高钢筋混凝土管结构电视塔。预应力屋架跨度已达60m,预应力混凝土吊车梁的吨位已达400t。此外如烟肉、水塔、水池、冷却塔、造粒塔、贮罐、筒仓等工业构筑物也普遍地采用了钢筋混凝土和预应力混凝土。

新材料、新工艺不断的出现使钢筋混凝土技术得到迅速的发展。如钢材由一般建筑碳素钢发展到适合于预应力结构用的低合金钢新品种;现场施工的混凝土工程采用了升板、滑模、泵送混凝土的新技术。

随着社会主义建设的发展,对钢筋混凝土的应用有着更高的要求,对混凝土品种和数量的需求量越来越大,钢筋混凝土施工及生产机械化程度要求越来越高。钢筋混凝土结构作为我国社会主义建设中应用最广泛的结构之一,大力提高这个领域的科学技术水平和施工水平,对于满足社会主义建设发展的需要,实现四个现代化的宏伟目标具有重要的意义。

习 题 一

1. 什么叫混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土?
2. 钢筋混凝土的优缺点是什么?
3. 试述钢筋混凝土在工业建设中的应用?

第一篇 钢筋加工工艺

第一章 钢筋的基本知识

第一节 钢筋分类的基本知识

钢筋按生产工艺可分为：热轧钢筋、冷拉钢筋、冷拔钢丝、热处理钢筋以及碳素钢丝、刻痕钢丝和钢绞线等。

钢筋按化学成分可分为：碳素钢筋和普通低合金钢筋。碳素钢筋按含碳量多少，又可分为：低碳钢钢筋，它的含碳量低于0.25%，如3号钢；中碳钢钢筋，它的含碳量为0.25%~0.60%，如5号钢；高碳钢钢筋，它的含碳量为0.70%~1.4%，如碳素钢丝。普通低合金钢筋是在低碳钢和中碳钢的成分中加入少量合金元素，获得强度高和综合性能好的钢筋品种，而且还具有耐腐蚀、耐磨、易加工和焊接性能好等特点。其主要品种有：20锰硅、25锰硅、40硅2锰钒、45硅锰、45硅2锰钛。

钢筋按机械性能分为：Ⅰ级钢，其屈服点为235MPa，抗拉强度为372MPa；Ⅱ级钢筋，其屈服点为333MPa，抗拉强度为510MPa；Ⅲ级钢筋，其屈服点为372MPa，抗拉强度为568MPa；Ⅳ级钢筋屈服点为539MPa，抗拉强度为833MPa；Ⅴ级钢筋屈服点为1323MPa，抗拉强度为1470MPa。其中Ⅰ—Ⅳ级为热轧钢筋，Ⅴ级为热处理钢筋（将部分Ⅳ级钢筋经热处理而成的）。

5号钢钢筋已不列为国家正式生产产品，故不在上述等级之内，但在实际工程中仍可使用。

钢筋按轧钢外形可分为：光面圆钢筋，螺纹钢（螺旋纹、人字纹）及精轧螺旋钢筋。

钢筋按供应形式分为：盘圆钢筋，直径6~10mm；直条钢筋长度6~12m。

钢筋按直径大小可分为：钢丝，直径3~5mm；细钢筋，直径6~10mm；中粗钢筋，直径12~20mm；粗钢筋，直径大于20mm。

第二节 钢筋的性能

钢筋的性能是通过钢筋的机械性能和化学成分两个方面表达的。钢筋的选用和质量的检验，要根据钢筋机械性能和化学成分来确定。这两项内容是鉴定钢筋性能的重要标准。

（一）钢筋的机械性能

钢筋的机械性能主要包括屈服点、抗拉强度、伸长率、冷弯等几项指标。

1. 屈服点

屈服点又称屈服强度，是钢筋机械性能中的主要指标。在软钢筋应力到达屈服点后，应变继续增大，使混凝土裂缝开展过大，构件产生过多变形，不能正常使用。所以软钢筋的标准强度以屈服点为准。

硬钢强度高，但塑性小，没有明显的流限。硬钢钢筋在实际使用上取残余应变为0.2%时的应力作为假定的屈服点即条件屈服点，用 $\sigma_{0.2}$ 表示。

2. 抗拉强度

简单地说就是钢筋抵抗拉力破坏作用时的最大能力。应力超过抗拉强度之后，在钢筋薄弱处的截面将显著缩小，产生颈缩现象，钢筋的伸长变形迅速增加，应力随之下降，直到钢筋被拉断为止。

3. 伸长率

把试件断裂的两段拼起来，可量得断裂后的标距长度 L_1 （图1-1），再减去标距原长，就是塑性变形值，此值与原长的比率称为伸长率 δ 即

$$\delta = \frac{L_1 - L}{L} 100\%$$

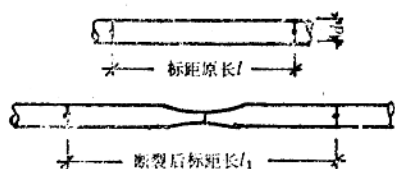


图 1-1 试件拉伸前和断裂后标距的长度

伸长率是衡量钢材塑性的一个指标。 δ 的数值越大，表示钢材的塑性越好。伸长率与标距有关，标距一般取5倍或10倍的试件直径，所以伸长率有 δ_5 和 δ_{10} 两种。

为了使钢筋在断裂前有足够的伸长，保证在钢筋混凝土梁中能给出将破坏的预

告，所以需要根据强度和塑性两个指标选择钢筋品种，以满足使用要求。

4. 冷弯试验

冷弯试验是建筑用钢筋的主要工艺试验，用以测定钢筋在加工过程中承受变形的能力。试验时不考虑应力的大小，而将直径为 d 的钢筋试件，绕直径为 D 的弯心（ D 规定有 $1d$ 、 $3d$ 、 $4d$ 、 $5d$ ）弯成 180° 或 90° 。不同钢种的弯心直径及冷弯角度参见表1-1。然后检验其有无裂纹、鳞落或断裂的现象，以鉴别其质量是否符合要求。

冷弯试验一般在试验机上进行，施工现场也可由人工弯曲进行试验。

各种钢筋的机械性能见表1-1、1-2、1-3、1-4、1-5。

（二）钢筋的化学成分

钢筋中含有多种化学成分，各种化学成分含量的多少对钢筋性能产生了程度不同的影响。这些都反映在机械性能的差异上。在一定的使用条件下（如进口钢筋的焊接）就一定要进行化学分析试验。所以了解各种化学成分在钢筋中的作用，其允许含量的上下限是十分必要的。

下面简要地介绍一下化学成分对钢材性能的影响。

1. 碳 碳是决定钢筋强度的主要因素。提高钢中含碳量，可以增加钢筋的强度和硬度，但塑性和韧性下降，脆性增大，可焊性差。

2. 锰 锰可以提高钢筋的强度和硬度。少量锰可以使钢脱氧去硫，消除热脆性，改善可焊性。含锰量较大时，会促使钢的晶粒粗化和自淬性增大，引起钢的塑性和淬性下降，脆性增大，可焊性变差。

热轧钢筋与冷拉钢筋的机械性能

表 1-1

级 别	钢 号		符 号	直 径 (mm)	屈服点 MPa	抗拉强度 MPa	伸长率(%)		冷 弯		钢筋外形	涂 色 标记
	牌 号	代 号					δ_5	δ_{10}	弯 心 直径	弯 曲 角度		
I	3号钢	A、A ₁ 、A ₂ 、AD ₁	Φ	6~40	235	372	25	21	1d	180°	圆	红
II	20锰硅	20MnSi	Φ	8~25 28~40	333 314	510 490	16 16		3d	180°	人字螺纹	—
III	25锰硅	25MnSi	Φ	8~40	372	568	14		3d	90°	人字螺纹	白
IV	40硅、锰钒 45硅、锰钒 45硅、锰钛	40Si ₂ MnV 45SiMnV 45Si ₂ MnTi	Φ	18~28	510	833	10	8	5d	90°	螺旋纹	黄
	5号钢	A、A ₁ 、A ₂ 、AD ₁	Φ	10~40	274	490	19	15	3d	180°	人字螺纹	绿
	35硅、锰钒 35硅、锰钒 35硅、锰钛	35Si ₂ MnV 35SiMnV 35Si ₂ MnTi		10~28	490	735	12	10	4d	90°	螺旋纹	蓝
	冷拉 I 级	3号钢	Φ	6~12	274	372	—	11	3d	180°		
	冷拉 II 级	20锰硅	Φ	8~25 28~40	412	510 490	—	10	3d	90°		
冷拉 III 级	25锰硅	Φ	8~40	490	568	—	8	5d	90°			
冷拉 IV 级	40硅、锰钒 45硅、锰钒 45硅、锰钛	Φ	10~28	686	833	—	6	5d	90°			
冷拉 5 号	冷拉 5 号钢	Φ	10~40	412	490	—	9	3d	90°			

碳素钢丝的机械性能

表 1-2

钢丝直径 (mm)	符 号	屈 服 点	抗 拉 强 度	伸 长 率 δ_{100} (%)		反 复 弯 曲 次 数 $r=10\text{mm}$	
		MPa	MPa	冷 拉	回 火	冷 拉	回 火
		不 小 于					
2.5	Φ5	1490	1862	2	4	10	8
3.0		1411	1764	2	4	9	6
4.0		1333	1666	3	4	6	5
5.0		1254	1568	3	4	4	4
3.0		1176	1470	2	4	9	6

3. 硅 硅能提高钢筋的强度和硬度，并能使钢脱氧，具有较好的耐热性和耐酸性。含硅量1%以上时，会促使钢的晶粒粗化，引起钢的塑性和韧性下降，脆性增大可焊性变差。

4. 钛 钛可显著提高钢筋的强度，改善塑性、韧性和可焊性。

5. 钒 钒可显著提高钢筋的强度，改善塑性和可焊性。

6. 磷 磷是有害杂质。它在低温下使钢变脆，在高温下又会使钢缺乏塑性和韧性。磷的危害随含磷量的增加而增大。在低碳钢中影响较小。但磷能改进切削加工性能和提高抗蚀性。

刻痕钢丝的机械性能

表 1-3

公称直径 (mm)	符 号	屈 服 点 MPa		抗 拉 强 度 MPa		伸 长 率	反 复 弯 曲 次 数
		I 组	II 组	I 组	II 组	$\delta_{100}(\%)$	$r=15\text{mm}$
		不 小 于					
2.5	ϕ_s	1490	1254	1862	1568	4	4
3.0		1411	1176	1764	1470	4	4
4.0		1333	1098	1666	1372	4	3
5.0		1254	1019	1568	1274	4	3

冷拔低碳钢丝的机械性能

表 1-4

钢 丝 级 别	直 径 (mm)	抗 拉 强 度 MPa		伸 长 率	反 复 弯 曲 次 数
		I 组	II 组	$\delta_{100}(\%)$	$r=15\text{mm}$
		不 小 于			
甲 级	5	637	588	3	4
	4	686	637	2.5	
乙 级	3~5	539		2	4

钢绞线的机械性能

表 1-5

钢绞线公称直径 (mm)	钢绞线的断面积 (mm ²)	破 断 拉 力 (N)		公称抗拉强度	伸 长 率
		整根钢绞线破断拉力	全部钢丝拉力之和	(MPa)	$\delta_{100}(\%)$
		不 小 于			
7.5	35.85	58114	63210	1764	4
9.0	51.98	79674	86632	1666	4
12.0	91.86	132496	144060	1568	4
15.0	142.99	193844	210210	1470	4

热轧钢筋的化学成分

表 1-6

序号	钢 号		化 学 元 素 含 量 (%)						
	牌 号	代 号	碳(C)	硅(Si)	锰(Mn)	钒(V)	钛(Ti)	磷(P)	硫(S)
1	3 号 钢	A ₃ 、AD ₃	0.14~0.22	0.12~0.30	0.40~0.65	—	—	≤0.045	≤0.055
2	20 锰 硅	20MnSi	0.17~0.25	0.40~0.80	1.20~1.60	—	—	≤0.05	≤0.05
3	25 锰 硅	25MnSi	0.20~0.30	0.60~1.00	1.20~1.60	—	—	≤0.05	≤0.05
4	40 硅 2 锰 钒	40Si ₂ MnV	0.38~0.46	1.40~1.80	0.70~1.00	0.08~0.15	—	≤0.045	≤0.045
5	45 硅 锰 钒	45SiMnV	0.40~0.52	1.10~1.50	1.00~1.40	0.05~0.12	—	≤0.045	≤0.045
6	45 硅 2 锰 钛	45Si ₂ MnTi	0.40~0.48	1.40~1.80	0.80~1.20	—	0.02~0.08	≤0.045	≤0.045
7	35 硅 2 锰 钒	35Si ₂ MnV	0.30~0.40	1.40~1.80	0.70~1.00	0.08~0.15	—	≤0.045	≤0.045
8	35 硅 锰 钒	35SiMnV	0.30~0.42	1.10~1.50	1.00~1.40	0.05~0.12	—	≤0.045	≤0.045
9	35 硅 2 锰 钛	35Si ₂ MnTi	0.33~0.40	1.40~1.80	0.80~1.20	—	0.02~0.08	≤0.045	≤0.045
10	5 号 钢	A ₅ 、AD ₅	0.28~0.37	0.15~0.30	0.50~0.8	—	—	≤0.045	≤0.045

7. 硫 硫是极有害的杂质，热脆性大。含硫高的钢材可焊性和耐蚀性将变坏。

在普通低合金钢中，不少钢种虽然含碳量较高，但由于加入了一些其他元素，例如钛、锰、钒等，结果不但强度提高而且质地变软。这就是低合金钢优越的地方。

表1-6、表1-7是我国建筑工程中常用钢筋的钢号及化学成分。

热处理钢筋的化学成分

表 1-7

序号	钢 号		化 学 元 素 含 量 (%)					
	牌 号	代 号	碳(C)	硅(Si)	锰(Mn)	钒(V)	磷(P)	硫(S)
1	40硅 锰	40Si ₂ Mn	0.36~0.45	1.4~1.90	0.80~1.20	—	≤0.045	≤0.045
2	48硅 锰	48Si ₂ Mn	0.40~0.53	1.40~1.90	0.80~1.20	—	≤0.045	≤0.045
3	46锰硅钒	46MnSiV	0.40~0.52	1.10~1.50	1.00~1.40	0.05~0.12	≤0.045	≤0.045

第三节 钢筋的检验和保管

一、钢筋的检验

钢筋进场应具有出厂合格证书或试验报告单，并需分批作机械性能试验。如果在使用中对钢筋发生怀疑(如脆断、焊接性能不良或机械性能显著不正常)，还应进行钢筋的化学成分分析检验或其他专项检验。

1. 热轧钢筋检验

外观检查 热轧钢筋的表面不得有裂纹、结疤和折叠。钢筋表面允许有凸块，但不允许超过螺纹筋的高度。钢筋外形尺寸应符合GB1499-84规定。

机械性能试验 钢筋进场时应分批验收，每批重量不大于60t。在每批钢筋中的两根钢筋上各取一套试样，在每套试样中取一根试件作拉力试验(包括屈服点，抗拉强度和伸长率)，另一根试件作冷弯试验。如有一个试验项目不符合表1-1所规定的数值(拉力试验时，如有一个指标不符合规定，则该试验项目就算不合格)，则另取双倍数量的试件对不合格的项目作第二次试验。如仍有一根试件不合格，则该批钢筋为不合格品。

对热轧钢筋的质量有疑问或类别不明时，在使用前应作拉力和冷弯试验，根据试验结果确定钢筋的类别后才允许使用。抽取试件的数量应根据实际情况确定。这种钢筋不宜在主要承重结构的重要部位上使用。

2. 冷拔低碳钢丝检验

外观检查 应逐盘检验。钢丝表面不得有裂纹和机械损伤。

机械性能试验 甲级钢丝的机械性能应逐盘检验。从每盘钢丝上任一端截取两个试样，分别做拉力和反复弯曲试验，并按其抗拉强度确定该盘钢丝的级别。乙级钢丝的机械性能可分批抽样检验。以同一直径的钢丝5t为一批，从中选取三盘，每盘各截取两个试样，分别做拉力和反复弯曲试验，如果有一个试样不合格，应在未取过试样的钢丝盘中另取双倍数量的试样再做各项试验。如仍有一个试样不合格，则该批钢丝应逐盘试验，合格者方可用。

3. 碳素钢丝和刻痕钢丝检验