

单元三 机械工程材料

- 1 熟悉常见金属材料的分类、标识及应用
- 2 了解钢的热处理常识
- 3 认识其他常用工程材料

- 单元导入：
- 通过理论学习和相关实验实训，熟悉钢铁材料及常用有色金属材料、分类、牌号表示、主要性能及应用；了解工程塑料和复合材料的特性、分类及应用；熟悉钢的热处理方法及应用场合，学会分析和选择简单的热处理工艺；并能根据材料的主要力学性能指标，合理选择生产需要的工程材料；能根据被加工对象的材料性能及加工要求，选用相应的刀具材料。

任务一 熟悉常见金属材料的分类、标识及应用

任务导入：通过学习，使学习者熟悉常用铸铁的分类、牌号、性能和应用；掌握常用碳钢的牌号、性能和应用；了解合金钢的分类、牌号、性能和应用。

任务实施:

阅读材料一，完成思考题：

历史证明，材料是社会进步的_____，是人类进步的里程碑，例如“石器时代”、“铜器时代”、“铁器时代”等，都是以特征性的_____作为时代的标志。



阅读材料一：材料常识

材料是用于制造各类有用物件的物质。我们每天都在和各种工程材料打交道；我们使用的各种产品是由各种工程材料制成的，产品的品质质量往往与材料密切相关；只有熟悉材料的品种、性能、特点，才能够制造出合格的高质量的产品，提高经济效益，合理降低成本，同时保证安全高效率的生产。



图 3-1 越王勾践剑



(a) 6000 年前的石器工具..... (b) 古埃及的陶器取水罐↵



(c) 三星堆出土的青铜器..... (d) 秦陵地下宫出土的兵器↵

图3-2古代材料的应用

机械工程材料是用于制造各类机械零件、构件的材料和在机械制造过程中所应用的工艺材料。钢铁是机械工程材料的主要材料，提高钢铁等金属材料的使用性能和加工工艺性能是工程界研究的主要内容。

阅读材料二，完成思考题：

金属材料的力学性能包括强度、塑性、硬度、冲击韧度及疲劳强度等，它们分别用什么符号表示？你还知道它们的物理性能和化学性能都有哪些？



阅读材料二：工程材料的分类及力学性能

工程材料种类繁多，分类方法也较多，常用的分类方法如图3-3所示。

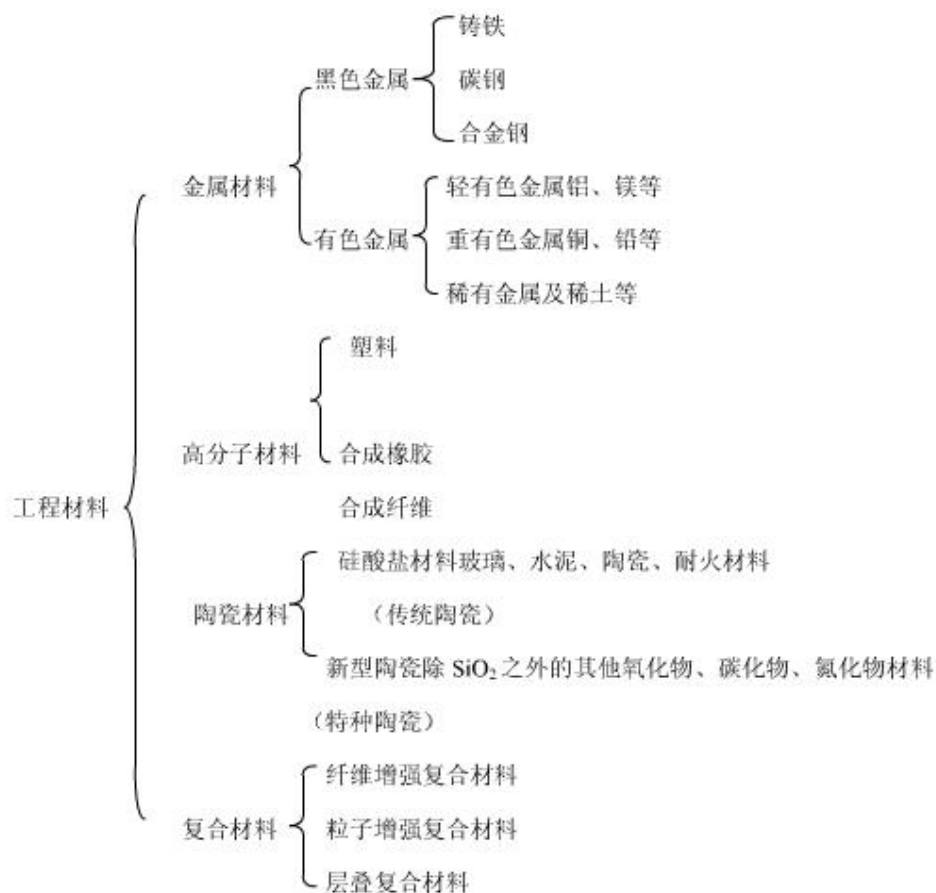


图3-3 工程材料的分类

- 金属材料的选择与应用主要是依据金属材料的力学性能，金属材料的力学性能是指金属在力或能的作用下，材料所表现出来的性能。力学性能包括强度、塑性、硬度、冲击韧度及疲劳强度等，力学性能对各种加工工艺也有密切关系。力学性能的主要指标及其含义见表3—1。

力学性能	性能指标符号	名称	单位	含义
应力	σ_b σ_s	抗拉强度 屈服点	MPa MPa	试样拉断前所能承受的最大应力 拉伸过程中，载荷不增加（保持恒定）试样仍能继续伸长时的应力
塑性	δ ψ	断后伸长率 断面收缩率		标距的伸长量与原始标距的百分比 缩颈处横截面积的缩减量与原始横截面积的百分比
硬度	HBW HR+标尺 HV	布氏硬度值 洛氏硬度值 维氏硬度值		球形压痕单位面积上所承受的平均压力 用洛氏硬度相应A、B、C、D、E、F、G、H、K、N、T标尺测得的对应硬度值 正四棱锥形压痕单位表面积上所承受的平均压力
冲击韧度	A_k α_k	冲击功 冲击韧度	J/c m ²	冲击试样缺口处单位横截面积上的冲击吸收功
疲劳强度	σ_{-1}	疲劳极限	MPa	试样承受无数次（或给定次）对称循环应力仍不断裂的最大应力

表3-1 常用的力学性能指标及其含义

阅读材料三，完成思考题：

碳素钢（简称碳钢）是含碳量小于_____的铁碳合金。碳钢中，除含有_____和_____两种元素外，还含有少量的锰、硅、硫、磷等常见杂质元素，它们对钢的性能也有一定影响。其中，和_____是有害元素。



阅读材料三：碳素钢中所含各种元素及其影响

碳素钢（简称碳钢）是含碳量小于2.11%的铁碳合金。碳钢价格低廉，冶炼方便，工艺性能良好，并且在一般情况下能满足使用性能的要求，因而在机械制造、建筑、交通运输及其它工业部门中得到广泛的应用。

碳钢中，除含有铁和碳两种元素外，还含有少量的锰、硅、硫、磷等常见杂质元素，它们对钢的性能也有一定影响。

锰是炼钢时加入锰铁脱氧而残留在钢中的，锰是一种有益元素。硅是炼钢时加入硅铁脱氧残留在钢中的，硅也是有益元素。硫是炼钢是由矿石和燃料带入钢中的，硫是有害元素。磷是炼钢时由矿石带入钢中的，磷是有害元素。

温馨提示：

在硫、磷含量较多时，由于脆性较大，切削易于脆断而形成断裂切屑，改善钢的切削加工性，这是有利的一面。

阅读材料四，完成思考题：

1.主要用于制造各种工程构件和机器零件碳素结构钢，一般属于__碳钢和 ____碳钢；主要用于制造各种刀具、量具、模具的碳素工具钢，一般属于 ____碳钢。

（填低、中、高）

2.圆规、铅笔刀、钢直尺各自用的是哪种钢？



阅读材料四：碳素钢的分类、牌号、性能及应用

- 一、碳素钢的分类
- 碳素钢的分类方法有多种，具体的分类如下：
- 1.按钢中碳的质量分数高低分类：
- （1）低碳钢： $c \leq 0.25\%$ 。
- （2）中碳钢： $c \ 0.25\% \sim 0.60\%$ 。
- （3）高碳钢： $c \geq 0.60\%$ 。

2.按钢中有害元素硫、磷含量的多少划分,即按钢的质量分类:

- (1) 普通碳素钢: $S \leq 0.050\%$, $P \leq 0.045\%$ 。
- (2) 优质碳素钢: $S \leq 0.035\%$, $P \leq 0.035\%$ 。
- (3) 高级优质碳素钢: $S \leq 0.025\%$, $P \leq 0.025\%$

3.按钢的用途分类

(1) 碳素结构钢：用于制造各种机械零件和工程构件，碳的质量分数 c 小于0.70%。

(2) 碳素工具钢：用于制造各种刀具、模具和量具等，碳的质量分数 c 为0.7%以上。

4.按冶炼时脱氧程度的不同分类:

- (1) 沸腾钢 (**F**) : 脱氧程度不完全的钢。
。
- (2) 镇静钢(**Z**): 脱氧程度完全的钢。
- (3) 半镇静钢(**b**): 脱氧程度介于沸腾钢和镇静钢之间的钢。

阅读思考：

你在生活中见到的型材有哪些？具体应用在哪些方面？

- 二、碳素钢的牌号、性能及用途

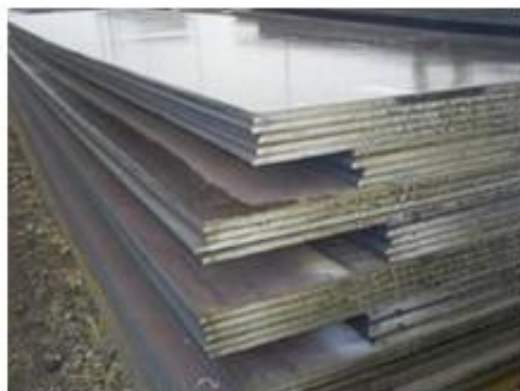
- 1. 碳素结构钢

碳素结构钢中有害杂质相对较多，但价格便宜，大多用于要求不高的机械零件和一般工程构件。通常轧制成钢板或各种型材供应。

- 碳素结构钢的牌号表示方法是由屈服点的字母Q、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法四个部分按顺序组成。其中质量等级分为A、B、C、D四种，A级的硫、磷含量最多，D级的硫、磷含量最少。脱氧方法符号用“F”、“Z”、“b”、“TZ”表示，分别表示沸腾钢、镇静钢、半镇静钢、特殊镇静钢。如Q235-AF表示碳素结构钢中屈服强度为235Mpa的A级沸腾钢，碳素结构钢的牌号、性能及用途见表3-2。

表 3-2 碳素结构钢的牌号、性能及用途

牌号	屈服强度/Mpa	主要用途
Q195	195	用于制作钢丝、钉子、铆钉、垫块、钢管、屋面板及轻负荷的冲压件
Q215	215	
Q235	235	应用最广。用于制作薄板、中板、钢筋、各种型材、一般工程构件、受力不大的机器零件，如小轴、拉杆、螺栓、连杆等
Q255	255	可用于制作承受中等载荷的普通零件，如链轮、拉杆、心轴、键、齿轮、传动轴等
Q275	275	



(a) 碳素结构钢板材..... (b)·····碳素结构钢棒材↵



(c) 铆钉..... (d) 钉子..... (e) · 钢筋↵

图 3-4 碳素结构钢应用实例↵

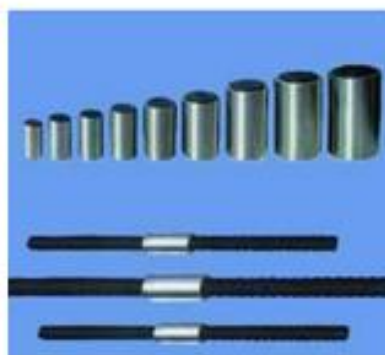
- 2. 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢中有害杂质较少，其强度、塑性、韧性均比碳素结构钢好。主要用于制造较重要的机械零件。

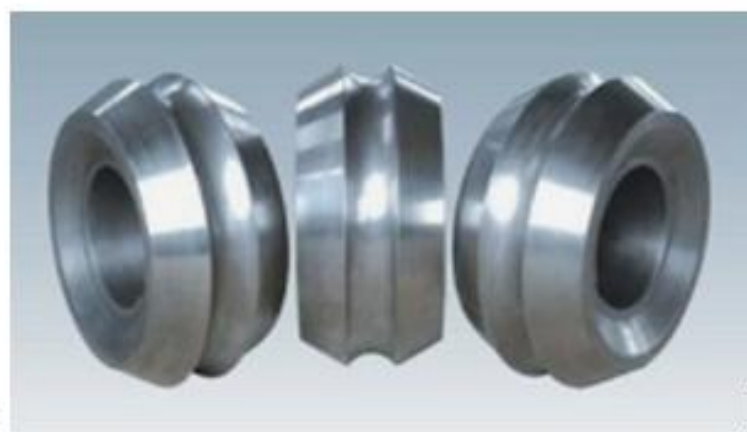
优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示。08、10、45等，数字表示钢中平均碳含量的万分之几。上述表示平均碳的质量分数为0.05%、0.1%、0.45%。

优质碳素结构钢按其含锰量的不同，分为普通含锰量和较高含锰量两组。含锰量较高的一组在牌号数字后加

“Mn”字。是沸腾钢在后加“F”，如15Mn、30Mn、45Mn、10F等。



链轮·····套筒·····连杆↵



盘型凸轮·····轧辊↵

图 3-5 优质碳素结构钢应用实例↵

优质碳素结构钢的牌号、性能及用途见表3-3。

表 3—3 优质碳素结构钢的牌号、性能及用途

牌号	最小抗拉强度/MPa	用途举例
08F	295	塑性好，可制薄板、冷冲压零件
08	325	制造冲压件及焊接件，经渗碳处理后，也可制作轴、活塞销等零件
10	335	
15	375	
20	410	
25	450	
30	490	调质后综合机械性能良好，用于制造齿轮、轴类、套筒、连杆、活塞杆等
35	530	
40	570	
45	600	
50	630	
55	645	淬火、中温回火后，具有较高弹性和屈服强度及一定韧性，主要用于各类弹簧，如螺旋簧、板簧等，也可制造轧辊、凸轮等耐磨件
65	695	
65Mn	735	
70	715	
75	1080	

- ### 3.碳素工具钢

碳素工具钢因含碳含量比较高，硫、磷杂质含量较少，经淬火、低温回火后硬度比较高，耐磨性好，但塑性较低。主要用于制造各种低速切削刀具、量具和模具。如图3-6所示。



..... (a) 钳工工具



(b) 木工工具



(c) 石匠工具



(d) 量规

图 3-6 碳素工具钢应用实例

- 碳素工具钢按质量可分为优质和高级优质两类。为了不与优质碳素结构钢的牌号发生混淆，碳素工具钢的牌号由代号“T”后加数字组成。数字表示钢中平均碳质量分数的千倍。如T8钢，表示平均碳的质量分数为0.8%的优质碳素工具钢。若是高级优质碳素工具钢，则在牌号后加“A”，如T12A，表示平均碳的质量分数为1.2%的高级优质碳素工具钢。

- 4.铸造碳钢

铸造碳钢简称“铸钢”。铸钢中碳的含量一般在0.15%~0.6%范围内。碳含量过高，则钢的塑性差，且铸造时元易产生裂纹。生产中有许多形状复杂、力学性能要求高的机械零件难以用锻压或切削加工的方法制造，通常采用铸钢制造。由于铸造技术的进步，精密铸造的发展，铸钢件在组织、性能、精度等方面都已接近锻钢件，可在不经切削加或只需少量切削加工后使用，能大量节约钢材和成本，因此铸钢得到了广泛应用，如图3-7所示。



(a) 轴承盖



(b) 棘轮棘爪



(c) 联轴器



(d) 制动轮

图 3-7 铸造碳钢应用实例

温馨提示:

铸造碳钢的最大缺点是熔化温度高、流动性差、收缩率大，而且在铸态时晶粒粗大。因此铸钢件均需进行热处理。

- 铸钢的牌号是用“**ZG**”后加两组数字组成，第一组代表屈服强度值，第二组数字代表抗拉强度值。如**ZG230—450**表示屈服强度为**230Mpa**、抗拉强度为**450Mpa**的铸造碳钢，铸钢的牌号、性能及用途见表**3-5**。

表 3—5 铸钢的牌号、性能及用途

牌号	屈服强度 /Mpa	抗拉强度 /Mpa	用途举例
ZG200—400	200	400	用于受力不大、要求韧性较好的各种机械零件，如机座、变速箱壳等
ZG230—450	230	450	用于受力不大，要求韧性较好的各种机械零件，如砧座、外壳、轴承盖、底板、阀体、犁柱等
ZG270—500	270	500	用途广泛。常用作轧钢机机架、轴承座、连杆、箱体、曲拐、缸体等
ZG310—570	310	570	用于受力较大的耐磨零件，如大齿轮、齿轮圈、制动轮、辊子、棘轮等
ZG340—640	340	640	用于承受重载荷、要求耐磨的零件，如起重机齿轮、轧辊、棘轮、联轴器等