

Q195 Q215 Q235 Q255 Q275

用途: 构件, 不重要的零件

使用状态: 供应态

## 2. 优质碳素结构钢

08 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65

构件 渗碳件 轴类 弹簧

仪表外壳

活塞销

轴、曲轴、连杆

负荷不大、尺寸较小的弹簧

使用状态: 各种热处理

一般机床主轴  
机床齿轮

## 3. 碳素工具钢

T7 T8 T9 T10 T11 T12 T13

锤子 剃刀冲头 刨刀 丝锥 钻头 铣刀

用途: 各种工具

使用状态: 各种热处理

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网



## 4. 低合金高强度钢

Q 345 (新)

16Mn (旧)

↓  
最低屈服强度

用途: 重要构件, 如桥梁, 船舶, 高压容器, 输油管, 输气管  
性能要求: 高强度, 较好塑性, 焊接性良好, 抗大气腐蚀

成分: 碳:  $\leq 0.2\%$  易压力加工, 焊接

合金元素:

Mn

Ti

V

Nb

↓  
强化铁素体↓  
细化晶粒, 抗大气腐蚀

热处理: 一般不进行热处理

有时焊后正火

特殊 (如高压容器) 调质处理

## 5. 合金渗碳钢

20CrMnTi

用途: 渗碳钢件

性能要求: 使零件表硬心韧, 抗冲击, 耐磨损

成分: 碳  $0.1 \sim 0.25\%$ 

合金: Cr, Ni, Mn, B 提高淬透性, 强化

Ti, V, Mo, W 细化奥氏体晶粒

热处理: 渗碳, 淬火 + 低温回火

工艺举例: 20CrMnTi 制 汽车变速齿轮

下料 → 锻造 → 正火 → 机加工 → 渗碳 → 淬火

→ 低温回火 → 精磨 → 喷丸 → 成品

组织 { 表层: 高碳 M<sub>2</sub>S + 粒状碳化物 + A<sub>2</sub>心部: 低碳 M<sub>2</sub>S + F

性能: 表硬, 心韧





## 6. 合金调质钢 40Cr 38CrMoAl 40CrNiMoA

用途: 重要零件 如: 轴, 齿轮, 机床主轴.

性能要求: 良好的综合力学性能

成分: 碳: 0.3~0.5%

Cr, Ni, Mn, Si, B 提高淬透性、力学性能

Mo 防止第二类回火脆性

V 细化晶粒

热处理: 淬火 + 高温回火

工艺举例: 40Cr 制 汽车连杆螺栓

下料 → 锻造 → 退火 → 机加工 → 调质 → 精加工 → 成品

组织: S<sub>回</sub>

性能: 良好的综合力学性能

40Cr 制 内燃机曲轴

下料 → 锻造 → 退火 → 机加工 → 调质 → 半精加工

→ 轴颈处感应淬火 + 低温回火 → 精磨 → 成品

组织: } 表层: 中碳 M<sub>回</sub> + A<sub>残</sub>  
          | 心部: S<sub>回</sub>

性能: 表硬、心韧

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网



## 7. 合金弹簧钢 60Si2Mn

用途：弹簧、板簧

性能：高弹性极限、屈服强度、较高疲劳强度、足够塑性韧性

成分：碳 0.45~0.70%

Si Mn Cr V Nb Mo W 提高淬透性和回火抗力

强化铁素体 提高弹性极限和屈服强度

热处理：淬火 + 中温回火 T<sub>回</sub>

工艺 冷成型小型弹簧 (截面 < 10mm)

冷拉 (冷轧) 钢丝或 淬火 + 中温回火钢丝 → 冷卷 (冷冲压) 成型

→ 去应力退火 → 成品

热成型大型弹簧 (截面 > 10mm)

扁钢 (圆钢) 下料 → 加热压弯 (卷绕) 成形

→ 淬火 + 中温回火 → 喷丸 → 成品

## 8. 轴承钢 GCr15

用途：滚动轴承的滚珠、滚柱和套圈等

性能：高硬度、高耐磨、一定韧性、耐蚀性

成分：碳 0.95~1.05%

Cr, 0.35~1.95%, 提高淬透性, 形成合金渗碳体 (Fe<sub>3</sub>C)

以提高接触疲劳强度和耐磨性

热处理：球化退火, 淬火 + 低温回火

资料由研友提供, 材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网





## 9 高碳低合金刃具钢 $9SiCr$

用途 低速切削刃具 如 丝锥、板牙、绞刀、刮刀、拉刀、铣刀、车刀、钻头

性能

成分：高碳

$Si$   $Cr$   $Mn$   
↑淬透性 ↑回火抗力

强化  $M$

$W$   $V$   
形成碳化物 细化组织

↓脆性

热处理：球化退火



淬火 + 低温回火



组织：球状珠光体

$M$ 回 + 粒状碳化物 +  $A$ 残

## 10 高碳高合金刃具钢 (高速钢) $W18Cr4V$ (18-4-1) $W6Mo5Cr4V2$

16-5-4-2

用途：高速切削刃具、车刀、刨刀、铣刀、钻头

性能

成分 高碳 0.7% ~ 0.9%

$Cr$   
↑淬透性、  
↑回火抗力

$W$   $Mo$   
↑回火抗力  
↑红硬性

$V$   
形成  $VC$   
↑红硬性、细化组织

热处理：球化退火，淬火 + 高温回火

工艺

下料 → 锻造 → 球化退火 → 机加工 → 淬火 + 高温回火 → 精磨 → 成品  
反复锻造：细化碳化物，提高强度、韧性、耐磨性。

多次高温回火：↓ $A$ 残，二次硬化，↑红硬性。

组织：球化退火后：球状珠光体

淬火后： $M$  + 粒状碳化物 +  $A$ 残多

回火后： $M$ 回 + 粒状碳化物 +  $A$ 残少



## 11 冷模具钢 Cr12MoV

用途：冷拉模、冷锻模、冷挤压模

性能：高硬度、高耐磨、足够强、韧性。

成分：高碳 1.45% ~ 1.70% 形成碳化物，↑硬度。

Cr

Mo

✓

↑淬透性、↑耐磨性

↑淬透性、↑回火稳定性

细化组织、↓脆性

热处理：球化退火、淬火+低温回火

## 12 热模具钢 5CrNiMo

用途：热锻模、热轧辊、热挤压模

性能：高淬透性、高硬度、高耐磨、足够的强、韧性。

高回火稳定性、高热疲劳抗力、高导热

成分：中碳：0.5 ~ 0.6% 良好的强度韧性、导热性

Cr

Ni

Mo

↑淬透性

↑强韧性

防裂 = 高回火脆性

↑回火稳定性

细化组织

热处理：退火、淬火+高温回火





### 13 马氏体不锈钢 (热轧空冷后基本上是M)

1Cr13 2Cr13

结构钢

汽轮机叶片

热处理: 高温淬火

高温回火

组织

S回

3Cr13 4Cr13

工具钢

医疗器械, 刀具

高温淬火

低温回火

M回

性能: 满意的力学性能, 中等耐蚀性.

### 14 铁素体不锈钢 (正火后基本上是F)

1Cr17 1Cr28

用途: 硝酸 磷酸工业用结构件

热处理: 退火或正火态下使用

组织: F

性能: 满意的耐蚀性



## 15. 奥氏体不锈钢 (奥氏体状态下使用)

1Cr18Ni9

1Cr18Ni9Ti

性能: 耐蚀性、力学性能<sup>均</sup>较好, 无磁性.

Cr

Ni

Ti

↓

扩大 $\gamma$ 相区

形成 $TiC$

提高电极电位

形成致密氧化膜

热处理:

固溶处理: 获得单相A, 防晶间腐蚀

去应力退火: 在冷变形、焊接后,  $\downarrow$ 内应力

组织:

加热后

缓冷:  $A + F + (Cr, Ti)_2C_6$

快冷 (固溶处理): A

## 16. 耐磨钢 ZGM13 (高锰钢)

用途: 坦克履带板, 破碎机牙板, 铁路道岔, 冲击钻头

性能: 抗冲击磨损

成分:  $W_{C} = 0.9 \sim 1.5\%$

$W_{Mn} = 11 \sim 14\%$

热处理: 水韧处理 (固溶处理)

$1060 \sim 1100^{\circ}C$  水冷, A



## 17. 灰铸铁

组织:  $F + G_{片}$   $P + G_{片}$   $F + P + G_{片}$ 

工艺: 铁水 + 墨化剂 浇注

性能: 强度较低, 韧性较差

应用: 承压件, 如: 床身、机架、箱体、缸体、壳体

## 18. 可锻铸铁

组织:  $F + G_{团絮}$   $P + G_{团絮}$ 

工艺: 先浇注成白口, 后石墨化退火

性能: 韧性较好, 但不可锻造

应用: 薄壁零件, 如: 轮毂, 减速器壳

## 19. 球墨铸铁

组织:  $F + G_{球}$   $P + G_{球}$   $F + P + G_{球}$ 

工艺: 铁水 + 墨化剂 + 球化剂 浇注

性能: 强度高, 韧性好, 可与钢媲美

应用: 可代替钢, 制作曲轴、轧辊

## 20. 蠕墨铸铁

组织:  $F + G_{蠕虫}$   $P + G_{蠕虫}$   $F + P + G_{蠕虫}$ 

工艺: 铁水 + 蠕化剂 + 墨化剂 浇注

性能: 优于灰铸铁

应用: 热循环载荷下工作的零件, 如: 钢锭模,

玻璃模具, 气缸盖, 排气管, 制动片,

柴油机气缸

21. 铸造铝合金:  $ZL102$  (Al-Si 铸造合金)

力学性能不如变形铝合金, 铸造性好, 成本低

适合形状复杂的零构件, 箱体、壳体, 内燃机活塞



## 22. 聚四氟乙烯 (F-4, 塑料王) (热塑性)

优点: 优异的耐蚀 耐老化及电绝缘性能.

小摩擦系数 耐热 ( $260^{\circ}\text{C}$ ) 耐寒 ( $-195^{\circ}\text{C}$ )

缺点: 低强度, 硬度

应用: 小负荷耐腐蚀零部件. 减摩

## 23. 氧化铝陶瓷 (三晶相 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) (特种陶瓷)

性能: 高硬度. 高强度. 高耐磨 良好高温性能.

耐蚀 绝缘 高脆, 低抗热震性.

用途: 内燃机活塞的绝缘体

## 24. 玻璃纤维增强塑料 (玻璃钢) (塑料基复合材料)

应用: 直升机机身 汽车车身

赛艇艇身...





## 典型零件选材及工艺路线

### 选材方法:

#### 1. 根据材料的使用性能选材

##### ① 分析零件工作条件

{ 受力情况: 载荷类型、大小、分布等  
 { 工作环境: 温度 介质  
 { 特殊性能要求: 电磁、热

##### ② 进行失效分析, 确定零件的主要性能

#### 2. 根据材料的工艺性能选材

#### 3. 根据材料的经济性选材

## 齿轮

#### 1. 工作条件

① 传递转矩时齿根部承受较大的交变弯曲应力

② 齿面受接触应力, 磨损

③ 换挡等承受冲击力

#### 2. 失效方式

① 断齿

② 齿面损伤

#### 3. 性能要求

① 高弯曲疲劳强度 防齿疲劳断裂

② 足够高齿心强度、韧性, 防过载断裂

③ 足够高齿面接触疲劳强度、硬度、耐磨

④ 较好的工艺性能



## △ 机床齿轮

一般选 40 或 45 钢 齿面硬度 52 HRC 齿心 220~250 HBW  
要求较高用中碳低合金钢 (40Cr, 40MnB, 45Mn2)  
齿面硬度 58 HRC 心部强度、韧性也提高。

### 工艺路线

下料 → 锻造 → 正火 → 粗加工 → 调质 → 半精加工 →  
高频感应加热表面淬火 + 低温回火 → 精磨 → 成品

正火：使组织均匀化，消除锻造应力，调整硬度以利切削

调质：获得综合力学性能 提高齿心强度韧性 减小淬火变形

表面淬火：提高表面硬度耐磨性，提高齿面接触疲劳强度。

低温回火：不降低表面硬度情况下消除淬应力，防止产生磨削  
裂纹和提高轮齿抗冲击能力

## △ 汽车拖拉机齿轮 (工作条件比机床恶劣)

选合金渗碳钢 (20CrMnTi, 20CrMnMo, 20MnVB)

表面硬度 58~62 HRC 心部硬度 35~45 HRC

表面淬火 下料 → 锻造 → 正火 → 机械加工 → 渗碳：淬火 + 低温回火  
→ 喷丸 → 磨加工 → 成品

正火 淬火 低温回火 同上。

渗碳：提高齿面碳的质量分数

喷丸：提高齿面硬度 1~3 HRC

增加表面残余压应力，从而提高接触疲劳强度

资料由研友提供，材料人考研整理

材料人网 [www.cailiaoren.com](http://www.cailiaoren.com) 学院官方唯一 QQ: 2794882380

材料资讯、实验耗材及测试、考研、就业尽在材料人网





## 轴

### 1. 工作条件

- ① 承受交变扭转载荷、交变弯曲载荷或拉压载荷
- ② 颈部、花键等处承受摩擦和磨损
- ③ 特殊条件下受温度或介质作用

### 2. 失效方式

疲劳断裂、轴颈处磨损 有时发生冲击过载断裂  
个别情况下发生塑性变形或腐蚀失效

### 3. 性能要求

- ① 高疲劳强度
- ② 优良的综合力学性能
- ③ 局部承受摩擦的部位具有高硬度和耐磨性
- ④ 特殊条件下工作的轴应有特殊性能, 如蠕变抗力, 耐腐蚀性.

## △ 机床主轴

大多选 ~~45~~ 45 钢 载荷大时用 40Cr

### 工艺路线

下料 → 锻造 → 正火 → 粗加工 → 调质 → 半精加工 → 局部表面淬火  
+ 低温回火 → 精磨 → 成品

正火: 细化组织, 调整硬度以利切削

调质: 获得 ~~良好~~ <sup>良好</sup> 综合力学性能和疲劳强度

局部表面淬火及低温回火可获得局部高硬度和耐磨性