

# §4 合金钢

一、合金元素的作用

二、分类

三、编号方法

四、性能与用途

# 一、合金元素的作用

合金钢中常用的合金元素有锰、硅、钛、镍、钼、钨、钒、钴、铝、稀土等。

①**提高钢的强度**。合金元素一方面能溶入铁素体内强化基体，另一方面还能形成一些弥散分布的合金碳化物起到弥散强化作用，同时还能阻碍晶粒生长，细化晶粒，使合金钢的强度升高。

②**提高钢的淬透性**。合金元素溶入奥氏体后，使奥氏体的稳定性升高，淬火的临界冷却速度减小，显著地提高了钢的淬透性。

③**满足材料的一些特殊性能**。如参加合金元素形成单相组织，在外表形成致密的氧化膜等来形成不锈钢。

# 二、分类

## 1) 按用途分

——合金结构钢、合金工具钢和特殊性能钢。

## 2) 按合金元素总含量分

——低合金钢、中合金钢和高合金钢。

<5%

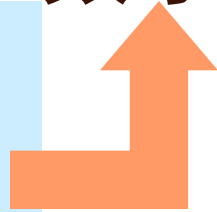
5%~10%

>10%

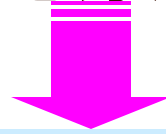
# 三、编号方法

“数字+化学元素符号+数字”

钢的平均  
含碳量



钢中的主要合金元素



1、结构钢以万分之一为单位的数字〔两位数〕

2、工具钢和特殊性能钢以千分之一为单位的数字〔一位数〕

工具钢的碳含量超过1%时，碳含量不标出。高速钢例外，不管含碳量多少都不标

特殊性能钢的碳含量小于0.08%时，标为0；碳含量小于0.03%时，标为00。

平均百分含量少于1.5%时不标出

平均含量为1.5%  
~2.49%、2.5%  
~3.49、……，  
时，相应地标以  
2、3、……。

# 合金结构钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
合金结构钢	<p>60 Si2Mn</p> <p>平均<math>\omega_{\text{Mn}}</math> 1.5 %</p> <p>平均<math>\omega_{\text{Si}}</math> 2 %</p> <p>平均<math>\omega_{\text{C}}</math> 0.6 %</p> <p>GCr15</p> <p>平均<math>\omega_{\text{Cr}}</math>为1.5 %</p>	<p>数字+化学元素符号+数字，前面的数字表示钢的平均<math>\omega_{\text{C}}</math>，以万分之几表示；后面的数字表示合金元素的含量，以平均该合金元素的质量分数的百分之几表示，质量分数少于1.5%时，一般不标明含量。</p> <p>若为高级优质钢，则在钢号的最后加“A”字；滚动轴承钢的钢号前面加“G”，<math>\omega_{\text{Cr}}</math>用千分之几表示</p>

# 合金工具钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
合金工具钢	<p>5CrMnMo</p> <p>平均<math>\omega_C</math>为 0.5%</p> <p>平均<math>\omega_{Cr}</math>、 <math>\omega_{Mn}</math>、 <math>\omega_{Mo}</math>小于 1.5%</p>	<p>平均<math>\omega_C</math>为<math>&lt;1.0\%</math>时以千分之几表示，<math>\geq 1.0\%</math>时不标出；</p> <p>高速钢例外，其平均含量<math>&lt;1.0\%</math>时也不标出；</p> <p>合金元素含量的表示方法与合金结构钢相同</p>

# 特殊性能钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
特殊性能钢	<p>2Cr13</p> <p>平均<math>\omega_c</math>为 0.2%</p> <p>平均<math>\omega_{Cr}</math>为 13%</p> <p>0Cr18Ni9Ti</p>	<p>平均<math>\omega_c</math>以千分之几表示，但当平均<math>\omega_c \leq 0.03\%</math>及<math>\leq 0.08\%</math>时，钢号前分别冠以 00及 0表示；</p> <p>合金元素含量的表示方法与合金结构钢相同</p>

# 例

## 40Cr钢 合金结构钢

——平均含碳量为0.40%，主要合金元素为Cr，其含量在1.5%以下。

## 5CrMnMo钢 合金工具钢

——平均含碳量为0.5%，含有Cr、Mn、Mo。三种主要合金元素，含量都少于1.5%。

## CrWMn钢 合金工具钢

——平均含碳量大于1.0%，含有Cr、W、Mn合金元素，含量少于1.5%。



# 四、性能与用途

1. 合金结构钢
2. 合金工具钢
3. 特殊性能钢

# 1. 合金结构钢

- 1) 低合金结构钢
- 2) 合金渗碳钢
- 3) 合金调质钢
- 4) 合金弹簧钢
- 5) 滚动轴承钢

# 1) 低合金结构钢

- 低合金结构钢的含碳量  $< 0.2\%$ ，含合金元素量  $< 5\%$ ，一般在3%以下。
- 与含碳量相同的碳素钢相比，具有较高的强度，可大幅度减轻结构重量，节约钢材；并有一定的耐蚀性，同时保持了较好的塑性、韧性和焊接性等。
- 多用于制造桥梁、车辆、船舶、锅炉、高压容器、油罐、油管等。
- 常用的钢号有16Mn、15MnMo、14MnNb等。

## 2) 合金渗碳钢

- 合金渗碳钢含碳量一般为0.10%~0.25%，常参加Cr、Mn、Ti、B等合金元素。
- 渗碳钢经过外表渗碳后，再经过淬火与低温回火可获得“外表硬心部韧”的优良性能。
- 主要用以制造承受强烈摩擦、磨损和冲击载荷的机械零件，如汽车、拖拉机变速齿轮、内燃机的凸轮、活塞销等。
- 常用的钢号为20CrMnTi、20Cr等。

# 3) 合金调质钢

- 含碳量一般为0.30%~0.50%，常参加Cr、Si、Mn、Ni等合金元素。
- 经调质处理后具有良好的综合机械性能，即强度高，塑性、韧性好。
- 广泛用于制造各种重要机器零件，如齿轮、连杆、轴及螺栓等。

常用的钢号有40Cr、35CrMo等。

## 4) 合金弹簧钢

一般含碳量为 0.45%~0.75%，常参加Si、Mn、Cr、V等合金元素。

弹簧钢经淬火加中温回火后，具有较高的弹性极限、疲劳强度、屈服强度以及韧性。

主要用于制造各种弹簧等弹性零件。

常用的合金弹簧钢有 60Si2Mn、50CrVA等。

# 5) 滚动轴承钢

一般含碳量为0.95%~1.10%，Cr是根本元素，含量在0.10%~1.65%，目的是提高淬透性。

滚动轴承钢主要用来制造各种滚动轴承元件〔滚珠、滚柱、滚针、轴承套等〕以及其他各种耐磨零件。

常用的轴承钢为GCr9、GCr15等。

## 2. 合金工具钢

合金工具钢应具有高硬度、高红硬性、足够的韧性以及小的变形量等。因此工具钢的含碳量及含合金元素量都较高。



# 1) 合金刀具钢

· 刀具钢用来制造各种切削刀具，如车刀、铣刀、铰刀等。按化学成分不同，刀具钢又分为以下两种。

· ①低合金刀具钢。含碳量较高，一般在0.85%~1.50%之间，参加Si、Cr、Mn等合金元素，保证刀具在 250℃~300℃切削时仍保持高的硬度。可用作复杂形状的刀具，如丝锥、板牙、铰刀等。常用的低合金刀具钢有9SiCr、CrWMn等。

· ②高速钢〔俗称锋钢〕含碳量高，含有大量的碳化物形成元素，如W、Mo、V、Cr等，当切削温度高达600℃时，硬度无明显下降，仍保持良好的切削性能，可以进行高速切削。常用的牌号有W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2等。

## 2) 合金模具钢

· 模具钢按工件条件不同分为冷作模具钢和热作模具钢。

· ①冷作模具钢主要用于制造冷冲模、冷挤模、拉丝模等。尺寸小的冷作模可采用9Mn2V、CrWMn等。尺寸较大的可采用Cr12、Cr12MoV等。

· ②热作模具钢主要用于制造热锻模和热压模。常用的热锻模具钢有5CrMnMo、5CrNiMo等。

### 3) 合金量具钢

量具钢是用作制造各种测量工具的钢种，如量规、块规。

常用的钢种有CrMn、CrWMn、GCr15等。

# 3. 特殊性能钢

- 1) 不锈钢
- 2) 耐热钢
- 3) 耐磨钢

# 1) 不锈钢

——在腐蚀介质中具有抗腐蚀性能的钢。

其成分上的特点是低碳，并参加大量Cr、Ni等合金元素，使钢获得单相组织，具有较高的电极电位，形成致密氧化膜，以阻止或减缓化学和电化学腐蚀的进程。

按组织分：铁素体型、马氏体型和奥氏体型。

# 不锈钢

典型的铁素体不锈钢是1Cr17 钢，单相铁素体组织，耐腐蚀性能好，塑性好，强度低。主要用于制作化工设备的容器、管道等。

典型的马氏体不锈钢为 1Cr13、2Cr13、3Cr13等，主要用来制作汽轮机叶片、阀体、刀片等。

典型的奥氏体不锈钢是0Cr19Ni9等的镍铬不锈钢，室温下具有单相奥氏体组织。它具有优良的力学性能、耐腐蚀性能和良好的冷变形性能，是目前应用最广的不锈钢。主要用于食品设备、化工设备的零部件、耐酸容器、管道、原子能工业等。

## 2) 耐热钢

耐热钢具有高温抗氧化性，同时又具有较高的高温强度以提高蠕变抗力。

常用的有：

〔1〕耐热钢有珠光体耐热钢，典型钢号15CrMo、12MnMo等，用作锅炉材料、过热器管道等；

〔2〕马氏体耐热钢，典型钢号1Cr13Mo、4Cr9Si2等，多用于制造汽轮机叶片、发动机排气阀等；

〔3〕奥氏体耐热钢，典型钢号为0Cr19Ni9，工作温度可高于 650℃，可用于锅炉和汽轮机过热管道、内燃机重负荷排气阀等。

# 3) 耐磨钢

耐磨钢通常指高锰钢，牌号为ZGMn13，它广泛应用于要求既耐磨又耐剧烈冲击的一些零件，如破碎机齿板、大型球磨机衬板、挖掘机铲齿、坦克和拖拉机履带及铁轨道岔、防弹钢板等。



# 各类钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
碳素结构钢	Q235—A·F 质量为A级的沸腾钢； 屈服点 235 MPa	“Q”为“屈”字的汉语拼音字首，后面的数字为屈服点；A、B、C、D表示质量等级，从左至右质量依次提高；F、b、Z、TZ依次表示沸腾钢、半镇静钢、镇静钢、特殊镇静钢
优质碳素结构钢	45 平均 $\omega_C$ 为 0.45% 65Mn 较高含锰量 平均 $\omega_C$ 为0.65%	两位数字表示钢的平均含碳量，以万分之几表示，化学元素符号Mn表示钢的含锰量较高

# 各类钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
一般工程用铸造碳钢	ZG200—400 碳素铸钢 抗拉强度为400MPa 屈服点为200 MPa	“ZG”代表铸钢。 其后面第一组数字为屈服点(MPa)； 第二组数字为抗拉强度 (MPa)
合金结构钢	60 Si2Mn 平均 $\omega_{Mn}$ 1.5% 平均 $\omega_{Si}$ 2 % 平均 $\omega_C$ 0.6 % GCr15SiMn 平均 $\omega_{Cr}$ 为1.5%	数字+化学元素符号+数字，前面的数字表示钢的平均 $\omega_C$ ，以万分之几表示；后面的数字表示合金元素的含量，以平均该合金元素的质量分数的百分之几表示，质量分数少于1.5%时，一般不标明含量。若为高级优质钢，则在钢号的最后加“A”字；滚动轴承钢的钢号前面加“G”， $\omega_{Cr}$ 用千分之几表示

# 各类钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
碳素工具钢	T8 平均 $\omega_{\text{C}}$ 0.8% T8A 高级优质 平均 $\omega_{\text{C}}$ 0.8%	“T”为“碳”字的汉语拼音字首，后面的数字表示钢的平均碳的质量分数，以千分之几表示； “A”表示高级优质钢
合金工具钢	5CrMnMo 平均 $\omega_{\text{C}}$ 为 0.5% 平均 $\omega_{\text{Cr}}$ 、 $\omega_{\text{Mn}}$ 、 $\omega_{\text{Mo}}$ 小于 1.5%	平均 $\omega_{\text{C}}$ 为 <1.0%时以千分之几表示， $\geq 1.0\%$ 时不标出； 高速钢例外，其平均含量 <1.0%时也不标出； 合金元素含量的表示方法与合金结构钢相同

# 各类钢的编号方法

分类	典型牌号	编号说明
特殊性能钢	2Cr13 平均 $\omega_{\text{C}}$ 为0.2% 平均 $\omega_{\text{Cr}}$ 为13%	平均 $\omega_{\text{C}}$ 以千分之几表示，但当平均 $\omega_{\text{C}} \leq 0.03\%$ 及 $\leq 0.08\%$ 时，钢号前分别冠以 00及 0表示； 合金元素含量的表示方法与合金结构钢相同

# § 5 铸铁

## §5.1 铸铁的分类

## §5.2 铸铁的编号、性能与用途

# 简介

· 铸铁是含碳量大于2.11%，含杂质比钢多的铁碳合金。铸铁常用的化学成分范围为：C2.5%~4.0%、Si1.0%~3.5%、Mn0.5%~1.5%、P<0.2%、S<0.15%，其余为 Fe。

· 铸铁具有许多优良的性能，且生产方法简便，本钱低廉。因此，目前铸铁仍是最重要的机械结构材料之一，用于制作机床床身，主轴箱、尾架、减速机箱盖、箱座、内燃机气缸体、缸套、活塞环、凸轮轴、曲轴等零件。在各类机械中，铸铁件约占机器总重量的15%~90%。

## §5.1 分类

白口铸铁：金属化合物 $e_3C$

灰铸铁  
可锻铸铁  
球墨铸铁  
蠕墨铸铁

游离态石墨

白口铸铁——碳几乎全部以渗碳体的形式存在，断口呈银白色。除有时用来制造一些形状简单而不需要刀具加工的机件和工具〔如铁锅、犁铧等〕外，很少直接使用。

## §5.2 铸铁的编号、性能与用途

- 一、灰铸铁
- 二、球墨铸铁
- 三、可锻铸铁
- 四、蠕墨铸铁



# 一、灰铸铁

片状石墨

断口呈灰暗色

石墨的力学性能极差，使铸铁的抗拉强度比钢低很多，伸长率接近于零



铸铁中石墨含量愈多，愈粗大，力学性能愈差

因为石墨存在，又使铸铁具有一些优点：

〔1〕减振性比钢好

〔2〕石墨能起润滑作用，提高了耐磨性和切削加工性

〔3〕有良好的铸造性能，收缩小，不易产生铸造缺陷

它的熔化过程简单、本钱低，所以是用得最广的铸造合金

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/958107077125007005>