

钢材知识

钢材分类

什么是特殊钢？

理论重量计算方法

对钢材性能产生影响的元素

冶金术语

金属材料性能

金属材料的检验

金属型铸造

钢 材 分 类

线 材 ：普线 高线 螺纹钢

型 材 ：工字钢 槽钢 角钢 方钢 重轨 高工钢 H型钢

圆钢 不等边角钢 扁钢 轻轨 齿轮钢 六角钢 耐热钢棒

合结圆钢 合工圆钢 方管 碳工钢 轴承钢 碳结圆钢 不锈

圆钢 轴承圆钢 矩型管 弹簧钢

板 材 ：中厚板 容器板 中板 碳结板 锅炉板 低合金

板 花纹板 冷板 热板 冷卷板 热卷板 镀锌板 电镀锌板

电镀锌卷 锰板 不锈钢板 硅钢片 彩涂板 彩钢瓦楞铁 镀

锌卷板 热轧带钢

管 材 ：焊管 不锈钢管 热镀锌管 冷镀锌管 无缝管  
螺旋管 热轧无缝

类 别	品 种	说 明
<a href="#">型 材</a>	重轨	每米重量大于 30 千克的钢轨（包括起重机轨）
	轻轨	每米重量小于或等于 30 千克的钢轨
	大型型钢	普通钢圆钢、方钢、扁钢、六角钢、工字钢、槽钢、
	中型型钢	等边和不等边角钢及螺纹钢等。
	小型型钢	按尺寸大小分为大、中、小型 。
	线材	直径 5-10 毫米的圆钢和盘条
	冷弯型钢	将钢材或钢带冷弯成型制成的型钢
	优质型材	优质钢圆钢、方钢、扁钢、六角钢等
	其它钢材	包括重轨配件、车轴坯、轮箍等
<a href="#">板 材</a>	薄钢板	厚度等于和小于 4 毫米的钢板
	厚钢板	厚度大于 4 毫米的钢板。  可分为中板( 厚度大于 4mm 小于 20mm )、厚板( 厚度大于 20mm 小于 60mm )、特厚板（厚度大于 60mm )
	钢带	也叫带钢，实际上是长而窄并成卷供应的薄钢板
	电工硅钢薄板	也叫硅钢片或矽钢片
<a href="#">管 材</a>	无缝钢管	用热轧、热轧 ——冷拔或挤压等方法生产的管壁无

		接缝的钢管
	焊接钢管	将钢板或钢带卷曲成型，然后焊接制成的钢管
金属制品	金属制品	包括钢丝、钢丝绳、钢绞线等

## 型 材 分 类

### 一、型材的分类

#### 1．简单断面型钢

- ①方钢——热轧方钢、冷拉方钢；
- ②圆钢——热轧圆钢、锻制圆钢、冷拉圆钢；
- ③线材；
- ④扁钢；
- ⑤弹簧扁钢；
- ⑥角钢——等边角钢、不等边角钢；
- ⑦三角钢；
- ⑧六角钢；
- ⑨弓形钢；
- ⑩椭圆钢。

#### 2．复杂断面型钢

- ①工字钢——普通工字钢、轻型工字钢
- ②槽钢——热轧槽钢（普通槽钢、轻型槽钢）、弯曲槽钢
- ③H型钢（又称宽腿工字钢）
- ④钢轨——重轨、轻轨、起重机钢轨、其他专用钢轨

⑤窗框钢

⑥钢板桩

⑦弯曲型钢——冷弯型钢、热弯型钢

⑧其他

## 二、型钢中大、中、小型的划分

	大 型	中 型	小 型
工字钢	高 $\geq 180\text{mm}$	高 $< 180\text{mm}$	
槽钢	高 $\geq 180\text{mm}$	高 $< 180\text{mm}$	
等边角钢	边宽 $\geq 160\text{mm}$	边宽 50-140mm	边宽 20-45mm
不等边角钢	边宽 $\geq 160\times 100\text{mm}$	边宽 140 $\times$ 90-50 $\times$ 32 mm	边宽 $\leq 45\times 28\text{ mm}$
圆钢	直径 $\geq 90\text{mm}$	直径 38-80mm	直径 10-36 mm
方钢	边宽 $\geq 90\text{mm}$	边宽 50-75 mm	边宽 10-25 mm
扁钢	宽 $\geq 120\text{mm}$	宽 60-100 mm	宽 12-55 mm
螺纹钢		直径 $\geq 40\text{ mm}$	直径 10-36 mm
铆钉钢			直径 10-22 mm
其它	异型钢：履带板、钢异型钢、小农具用复合板桩等		异型钢、农具钢、窗框钢等

## 三、热轧带肋钢筋

### 1．品种规格

热轧带肋钢筋的牌号由 HRB 和牌号的屈服点最小值构成。

H、R、B 分别为热轧 ( Hotrolled )、带肋 ( Ribbed )、钢筋 ( Bars ) 三个词的英文首位字母。热轧带肋钢筋分为 HRB335 ( 老牌号为 20MnSi )、HRB400 ( 老牌号为 20MnSiV、20MnSiNb、20MnTi )、HRB500 三个牌号。

## 2. 含钒Ⅲ级螺纹钢筋

### ①含钒Ⅲ级螺纹钢筋市场前景广阔含钒新Ⅲ级螺纹钢筋

( 20MnSiV、400Mpa ) 在生产过程中加入了钒、铌、钛等合金，与普通Ⅱ级螺纹钢筋相比，具有强度高、韧性好、焊接性能和抗震性能良好的优点。在欧洲等发达国家建筑市场、Ⅲ级螺纹钢筋占整个螺纹钢总量的 80%，如英国、德国、澳大利亚、日本等国家使用高强度含钒Ⅲ级螺纹钢筋已达 80-90%。在我国 1995 年原冶金部和建设部联合发文推广应用，建设部将新Ⅲ级螺纹钢筋技术条件纳入国家标准 GBJ10-89《混凝土结构设计规范》，自 97 年 1 月 1 日起施行，现新Ⅲ级螺纹钢已在高层建筑、大型电站、桥梁、隧道、机场等工程项目中得到了成功的应用，市场前景广阔。建设部要求 2002 年新Ⅲ级钢筋用量要达到螺纹钢总量的 50%， “十五” 末期达到 80%。但由于宣传、推广力度不够，使用量还大大低于老Ⅱ级 335Mpa 普通级螺纹钢筋，因此还需要对新Ⅲ级螺纹钢筋大力进行宣传和推广。

### ②含钒Ⅲ级螺纹钢筋的优点

A、经济：由于强度高，使用新Ⅲ级螺纹钢筋可比Ⅱ级螺纹钢筋节省钢材 10-15%，因此可降低建筑工程的建设成本。

B、强度高、韧性好：采用微合金化处理，屈服点在 400Mpa 以上，抗拉强度 570Mpa 以上，分别比Ⅱ级螺纹钢筋提高 20%。

C、抗震：含钒钢筋具有较高的抗弯度、时效性能，较高的低周疲劳性能，其抗震性能明显优于Ⅱ级螺纹钢筋。

D、易焊接：由于碳含量 $\leq 0.54\%$ ，焊接性能好，适应各种焊接方法，工艺简单方便。

E、施工方便：采用新Ⅲ级螺纹钢筋增大了施工间隙，为施工方便及施工质量提供了保证。

#### 四、热轧 H 型钢

##### 1．热轧 H 型钢的表示方法。

H 型钢分为宽翼缘 H 型钢（HK）、窄翼缘 H 型钢（HZ）和 H 型钢桩（HU）三类。其表示方法为：高度 H×宽度 B×腹板厚度 t<sub>1</sub>×翼板厚度 t<sub>2</sub>，如 H 型钢 Q235、SS400 200×200×8×12 表示为高 200mm 宽 200mm 腹板厚度 8mm，翼板厚度 12mm 的宽翼缘 H 型钢，其牌号为 Q235 或 SS400。

##### 2．热轧 H 型钢的优点 H 型钢是一种新型经济建筑用钢。

H 型钢截面形状经济合理，力学性能好，轧制时截面上各

点延伸较均匀、内应力小，与普通工字钢比较，具有截面模数大、重量轻、节省金属的优点，可使建筑结构减轻30-40%；又因其腿内外侧平行，腿端是直角，拼装组合成构件，可节约焊接、铆接工作量达25%。常用于要求承载能力大，截面稳定性好的大型建筑（如厂房、高层建筑等），以及桥梁、船舶、起重运输机械、设备基础、支架、基础桩等。

## 五、冷弯型钢

冷弯型钢是一种经济的截面轻型薄壁钢材，也称为钢制冷弯型材或冷弯型材。它是以热轧或冷轧带钢为坯料经弯曲成型制成的各种截面形状尺寸的型钢。冷弯型钢具有以下特点：

- 1、截面经济合理，节省材料。冷弯型钢的截面形状可以根据需要设计，结构合理，单位重量的截面系数高于热轧型钢。在同样负荷下，可减轻构件重量，节约材料。冷弯型钢用于建筑结构可比热轧型钢节约金属38-50%，用于农业机械和车辆可节约金属15-60%。方便施工，降低综合费用。
- 2、品种繁多，可以生产用一般热轧方法难以生产的壁厚均匀、截面形状复杂的各种型材和各种不同材质的冷弯型钢。
- 3、产品表面光洁，外观好，尺寸精确，而且长度也可以根据需要灵活调整，全部按定尺或倍尺供应，提高材料的利

用率。

4. 生产中还可与冲孔等工序相配合,以满足不同的需要。

冷弯型钢品种繁多,从截面形状分,有开口的、半闭口和闭口的,主要产品有冷弯槽钢、角钢、Z 型钢、冷弯波形钢板、方管、矩形管,电焊异型钢管、卷帘门等。通常生产的冷弯型钢,厚度在 6mm 以下,宽度在 500mm 以下。产品广泛用于矿山、建筑、农业机械、交通运输、桥梁、石油化工、轻工、电子等工业。

## 板 材 分 类

一、钢板(包括带钢)的分类:

- 1、按厚度分类:(1)薄板(2)中板(3)厚板(4)特厚板
- 2、按生产方法分类:(1)热轧钢板(2)冷轧钢板
- 3、按表面特征分类:(1)镀锌板(热镀锌板、电镀锌板)  
(2)镀锡板(3)复合钢板(4)彩色涂层钢板
- 4、按用途分类:(1)桥梁钢板(2)锅炉钢板(3)造船钢板(4)装甲钢板(5)汽车钢板(6)屋面钢板(7)结构钢板(8)电工钢板(硅钢片)(9)弹簧钢板(10)其他

二、普通及机械结构用钢板中常见的日本牌号

- 1、日本钢材(JIS 系列)的牌号中普通结构钢主要由三部分组成:第一部分表示材质,如:S(Steel)表示钢,F



( Ferrum ) 表示铁；第二部分表示不同的形状、种类、用途，如 P ( Plate ) 表示板，T(Tube)表示管，K ( Kogu ) 表示工具；第三部分表示特征数字，一般为最低抗拉强度。如：SS400——第一个 S 表示钢 ( Steel )，第二个 S 表示“结构” ( Structure )，400 为下限抗拉强度 400MPa，整体表示抗拉强度为 400MPa 的普通结构钢。

2、SPHC——首位 S 位钢 Steel 的缩写，P 为 Plate 的缩写，H 为热 Heat 的缩写，C 商业 Commercial 的缩写，整体表示一般用热轧钢板及钢带。

3、SPHD——表示冲压用热轧钢板及钢带。

4、SPHE——表示深冲用热轧钢板及钢带。

5、SPCC——表示一般用冷轧碳素钢薄板及钢带，相当于中国 Q195-215A 牌号。其中第三个字母 C 为冷 Cold 的缩写。需保证抗拉试验时，在牌号末尾加 T 为 SPCCT。

6、SPCD——表示冲压用冷轧碳素钢薄板及钢带，相当于中国 08Al ( 13237 ) 优质碳素结构钢。

7、SPCE——表示深冲用冷轧碳素钢薄板及钢带，相当于中国 08Al ( 5213 ) 深冲钢。需保证非时效性时，在牌号末尾加 N 为 SPCEN。

冷轧碳素钢薄板及钢带调质代号：退火状态为 A，标准调质为 S，1/8 硬为 8，1/4 硬为 4，1/2 硬为 2，硬为 1。

表面加工代号：无光泽精轧为 D，光亮精轧为 B。如

SPCC-SD 表示标准调质、无光泽精轧的一般用冷轧碳素薄板。再如 SPCCT-SB 表示标准调质、光亮加工，要求保证机械性能的冷轧碳素薄板。

8、JIS 机械结构用钢牌号表示方法为：

S+含碳量+字母代号( C、CK ) ,其中含碳量用中间值 $\times 100$ 表示,字母 C :表示碳 K :表示渗碳用钢。如碳结卷板 S20C 其含碳量为 0.18-0.23%。

三、 我国及日本硅钢片牌号表示方法

1、中国牌号表示方法：

( 1 ) 冷轧无取向硅钢带 ( 片 )

表示方法：DW+铁损值 ( 在频率为 50HZ , 波形为正弦的磁感峰值为 1.5T 的单位重量铁损值。 ) 的 100 倍+厚度值的 100 倍。

如 DW470-50 表示铁损值为 4.7w/kg , 厚度为 0.5mm 的冷轧无取向硅钢，现新型号表示为 50W470。

( 2 ) 冷轧取向硅钢带 ( 片 )

表示方法：DQ+铁损值 ( 在频率为 50HZ , 波形为正弦的磁感峰值为 1.7T 的单位重量铁损值。 ) 的 100 倍+厚度值的 100 倍。有时铁损值后加 G 表示高磁感。

如 DQ133-30 表示铁损值为 1.33 , 厚度为 0.3mm 的冷轧取向硅钢带 ( 片 ) , 现新型号表示为 30Q133。

( 3 ) 热轧硅钢板

热轧硅钢板用 DR 表示,按硅含量的多少分成低硅钢(含硅量 $\leq 2.8\%$ )、高硅钢(含硅量 $> 2.8\%$ )。

表示方法: DR+铁损值(用 50HZ 反复磁化和按正弦形变化的磁感应强度最大值为 1.5T 时的单位重量铁损值)的 100 倍+厚度值的 100 倍。如 DR510-50 表示铁损值为 5.1,厚度为 0.5mm 的热轧硅钢板。

家用电器用热轧硅钢薄板的牌号用 JDR+铁损值+厚度值来表示,如 JDR540-50

## 2、日本牌号表示方法:

### (1) 冷轧无取向硅钢带

由公称厚度(扩大 100 倍的值)+代号 A+铁损保证值(将频率 50HZ,最大磁通密度为 1.5T 时的铁损值扩大 100 倍后的值)。

如 50A470 表示厚度为 0.5mm,铁损保证值为 $\leq 4.7$  的冷轧无取向硅钢带。

### (2) 冷轧取向硅钢带

由公称厚度(扩大 100 倍的值)+代号 G:表示普通材料, P:表示高取向性材料+铁损保证值(将频率 50HZ,最大磁通密度为 1.7T 时的铁损值扩大 100 倍后的值)。

如 30G130 表示厚度为 0.3mm,铁损保证值为 $\leq 1.3$  的冷轧取向硅钢带。

## 四、电镀锡板和热镀锌板:

1、电镀锡板

电镀锡薄钢板和钢带，也称马口铁，这种钢板（带）表面镀了锡，有很好的耐蚀性，且无毒，可用作罐头的包装材料，电缆内外护皮，仪表电讯零件，电筒等小五金。

分 类 方 法	类 别	符 号
按镀锡量	等厚镀锡 E1 、 E2 、 E3 、 E4	
	差厚镀锡 D1 、 D2 、 D3 、 D4 、 D5 、 D6 、 D7	
按硬度等级	T50 、 T52 、 T57 、 T61 、 T65 、 T70	
按表面状况	光面	G
	石纹面	S
	麻面	M
	低铬钝化	L
按钝化方式	化学钝化	H
	阴极电化学钝化	Y
按涂油量	轻涂油	Q
	重涂油	Z
按表面质量	一组	I
	二组	II

等厚镀锡量和差厚镀锡量的规定如下：

符 号	公称镀锡量 g/m 2	最小平均镀锡量 g/m 2
-----	-------------	---------------

E1	5.6(2.8/2.8)	4.9
E2	11.2(5.6/5.6)	10.5
E3	16.8(8.4/8.4)	15.7
E4	22.4(11.2/11.2)	20.2
D1	5.6/2.8	5.05/2.25
D2	8.4/2.8	7.85/2.25
D3	8.4/5.6	7.85/5.05
D4	11.2/2.8	10.1/2.25
D5	11.2/5.6	10.1/5.05
D6	11.2/8.4	10.1/7.85
D7	15.1/5.6	13.4/5.05

## 2、热镀锌板

在薄钢板和钢带表面用连续热镀方法镀上锌，可以防止薄钢板和钢带表面腐蚀生锈。镀锌钢板和钢带广泛用于机械、轻工、建筑、交通、化工、邮电等行业。

分类方法	类 别	符 号
加工性能	普通用途	PT
	机械咬合	JY
	深 冲	SC
	超深冲耐时效	CS
	结 构	JG

	锌	1
		100
		200
		275
		350
		450
		600
	锌	1
	铁	90
	合	120
	金	180
按表面结构	正常锌花	Z
	小 锌 花	X
	光整锌花	GZ
	锌铁合金	XT
按表面质量	I 组	I
	II 组	II
按尺寸精度	高级精度	A
	普通精度	B
按表面处理	铬酸钝化	L
	涂 油	Y

	铬酸钝化加涂油	LY
--	---------	----

## 五、沸腾钢板与镇静钢板

1、沸腾钢板是由普通碳素结构钢沸腾钢热轧成的钢板。沸腾钢是一种脱氧不完全的钢，只用一定量的弱脱氧剂对钢液脱氧，钢液含氧量较高，当钢水注入钢锭模后，碳氧反应产生大量气体，造成钢液沸腾，沸腾钢由此而得名。沸腾钢含碳量低，由于不用硅铁脱氧，钢中含硅量也低

( $\text{Si} < 0.07\%$ )。沸腾钢的外层是在沸腾所造成的钢液剧烈搅动的条件下结晶成的，故表层纯净、致密，表面质量好，有很好的塑性和冲压性能，没有大的集中缩孔，切头少，成材率高，而且沸腾钢生产工艺简单，铁合金消耗少，钢材成本低。沸腾钢板大量用于制造各种冲压件，建筑及工程结构及一些不太重要的机器结构零部件。但沸腾钢心部杂质较多，偏析较严重，组织不致密，力学性能不均匀。同时由于钢中气体含量较多，故韧性低，冷脆和时效敏感性较大，焊接性能也较差。故沸腾钢板不适于制造承受冲击载荷、在低温条件下工作的焊接结构及其他重要结构。

2、镇静钢板是由普通碳素结构钢镇静钢热轧制成的钢板。镇静钢是脱氧完全的钢，钢液在浇注前用锰铁、硅铁和铝等进行充分脱氧，钢液含氧量低(一般为  $0.002-0.003\%$ )，钢液在钢锭模中较平静，不产生沸腾现象，镇静钢由此得名。在正常操作条件下，镇静钢中没有气泡，组织均匀致

密；由于含氧量低，钢中氧化物夹杂较少，纯净度较高，冷脆和时效倾向小；同时，镇静钢偏析较小，性能比较均匀，质量较高。镇静钢的缺点是有集中缩孔，成材率低，价格较高。因此，镇静钢材主要用于低温下承受冲击的构件、焊接结构及其他要求强度较高的构件。低合金钢板都是镇静钢和半镇静钢钢板。由于强度较高，性能优越，能节约大量钢材，减轻结构重量，其应用已越来越广泛。

## 六、优质碳素结构钢板

优质碳素结构钢是含碳小于 0.8% 的碳素钢，这种钢中所含的硫、磷及非金属夹杂物比碳素结构钢少，机械性能较为优良。

优质碳素结构钢按含碳量不同可分为三类：低碳钢（ $C \leq 0.25\%$ ）、中碳钢（ $C$  为  $0.25\%-0.6\%$ ）和高碳钢（ $C > 0.6\%$ ）。

优质碳素结构钢按含锰量不同分为正常含锰量（含锰  $0.25\%-0.8\%$ ）和较高含锰量（含锰  $0.70\%-1.20\%$ ）两组，后者具有较好的力学性能和加工性能。

### 1、优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带

优质碳素结构钢热轧薄钢板和钢带用于汽车、航空工业及其他部门。其钢的牌号为沸腾钢：08F、10F、15F；镇静钢：08、08AL、10、15、20、25、30、35、40、45、50。25 及 25 以下为低碳钢板，30 及 30 以上为中碳钢板。

### 2、优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带



优质碳素结构钢热轧厚钢板和宽钢带用于各种机械结构件。其钢的牌号为低碳钢包括：05F、08F、08、10F、10、15F、15、20F、20、25、20Mn、25Mn 等；中碳钢包括：30、35、40、45、50、55、60、30Mn、40Mn、50Mn、60Mn 等；高碳钢包括：65、70、65Mn 等。

## 七、专用结构钢板

1、压力容器用钢板：用大写 R 在牌号尾表示，其牌号可用屈服点也可用含碳量或含合金元素表示。如：Q345R，Q345 为屈服点。再如：20R、16MnR、15MnVR、15MnVNR、8MnMoNbR、MnNiMoNbR、15CrMoR 等均用含碳量或含合金元素来表示。

2、焊接气瓶用钢板：用大写 HP 在牌号尾表示，其牌号可以用屈服点表示，如：Q295HP、Q345HP；也可用含合金元素来表示，如：16MnREHP。

3、锅炉用钢板：用小写 g 在牌号尾表示。其牌号可用屈服点表示，如：Q390g；也可用含碳量或含合金元素来表示，如 20g、22Mng、15CrMog、16Mng、19Mng、13MnNiCrMoNbg、12Cr1MoVg 等。

4、桥梁用钢板：用小写 q 在牌号尾表示，如 Q420q、16Mnq、14MnNbq 等。

5、汽车大梁用钢板：用大写 L 在牌号尾表示，如 09MnREL、06TiL、08TiL、10TiL、09SiVL、16MnL、16MnREL 等。

## 八、彩色涂层钢板

彩色涂层钢板和钢带是以金属带材为基底，在其表面涂以各类有机涂料的产品，用于建筑、家用电器、钢制家具、交通工具等领域。

## 九、船体用结构钢

造船用钢一般是指船体结构用钢，它指按船级社建造规范要求生产的用于制造船体结构的钢材。常作为专用钢订货、排产、销售，一般包括船板、型钢等。

目前我国几大钢铁企业均有生产，而且可按用户需要生产不同国家规范的船用钢材，如美国、挪威、日本、德国、法国等，其规范如下：

国籍	规范	国籍	规范
中国	CCS	美国	ABS
德国	GL	法国	BV
英国	LR	日本	KDK
挪威	DNV		

### （一）品种规格

船体用结构钢按照其最小屈服点划分强度级别为：一般强度结构钢和高强度结构钢。

中国船级社规范标准的一般强度结构钢分为：A、B、D、E四个质量等级；中国船级社规范标准的高强度结构钢为三

个强度级别、四个质量等级。

## （二）船用钢材交货验收注意事项：

### 1、质量证明的审查：

钢厂交货一定根据用户的要求按合同约定的规范交货并提供原始质量证明书。证明书中，必须具备以下内容：

- （1）规范要求；
- （2）质量记录编号及证明证号；
- （3）炉批号，技术等级；
- （4）化学成分和力学性能；
- （5）船级社认可证明及验船师签字。

### 2、实物审查：

船用钢材的交货，实物物体上应有生产厂标志等。具体有：

- （1）船级社认可标志；
- （2）采用油漆框出或粘贴标记，包括技术参数如：

炉批号、规范标准等级、长宽尺寸等；

- （3）外观光洁平顺，无缺陷。

## 十、宝钢 1550 冷轧产品牌号命名方法

### （一）冲压用冷连轧钢带牌号命名方法

#### 1、一般冲压用钢：BLC

B——宝钢（BAOSTEEL）缩写；L——低碳（Low Carbon）；

C——一般用（Commercial）

## 2、抗时效性低屈服钢：BLD

B——宝钢（BAOSTEEL）缩写；L——低碳（Low Carbon）；

D——冲压用（Drawing）

## 3、非时效性极深冲用钢：BUFD（BUSD）

B——宝钢（BAOSTEEL）缩写；U——超级（Ultra）；

F——成型（Formability）；D——冲压（Drawing）

## 4、非时效性超深冲用钢：BSUFD

B——宝钢（BAOSTEEL）缩写；SU——超高级（Ultra+Super）；

F——成型（Formability）；D——冲压（Drawing）

## （二）冷成型用高强度冷连轧钢带牌号命名方法

B ××× × ×

B——宝钢（BAOSTEEL）缩写；×××——最小屈服点值；

×——一般用V、X、Y、Z表示

V：高强度低合金，屈服点与抗拉强度差值无规定

X：V中屈服点最小值与抗拉强度最小值差别 70MPa

Y：V中屈服点最小值与抗拉强度最小值差别

100MPa

Z：V中屈服点最小值与抗拉强度最小值差别

140MPa

×——氧化物/硫化物夹杂控制（K：镇静、细晶粒；

F：K+硫化物控制；O：K、F外）

例：B240ZK、B340VK

### （三）抗凹陷性冷连轧钢带牌号命名方法

B ××× × ×

B——宝钢（BAOSTEEL）缩写

×××——最小屈服点值

×——强化方式（P：强化；H：烘烤硬化）

×——由1或2表示（1：超低碳；2：低碳）

例：B210P1：深冲压用高强度钢；B250P2：一般加工用含磷高强度钢；B180H1：深冲用烘烤硬化钢。

## 管 材 分 类

### 一、管材的分类

#### 1、按生产方法分类

（1）无缝管——热轧管、冷轧管、冷拔管、挤压管、顶管

#### （2）焊管

（a）按工艺分——电弧焊管、电阻焊管（高频、低频）、气焊管、炉焊管

（b）按焊缝分——直缝焊管、螺旋焊管

#### 2、按断面形状分类

（1）简单断面钢管——圆形钢管、方形钢管、椭圆

形钢管、三角形钢管、六角形钢管、菱形钢管、八角形钢管、半圆形钢圆、其他

(2) 复杂断面钢管——不等边六角形钢管、五瓣梅花形钢管、双凸形钢管、双凹形钢管、瓜子形钢管、圆锥形钢管、波纹形钢管、表壳钢管、其他

(3) 按壁厚分类——薄壁钢管、厚壁钢管

(4) 按用途分类——管道用钢管、热工设备用钢管、机械工业用钢管、石油、地质钻探用钢管、容器钢管、化学工业用钢管、特殊用途钢管、其他

## 二、无缝钢管

是一种具有中空截面、周边没有接缝的长条钢材。钢管具有中空截面，大量用作输送流体的管道，如输送石油、天然气、煤气、水及某些固体物料的管道等。钢管与圆钢等实心钢材相比，在抗弯抗扭强度相同时，重量较轻，是一种经济截面钢材，广泛用于制造结构件和机械零件，如石油钻杆、汽车传动轴、自行车架以及建筑施工中用的钢脚手架等。用钢管制造环形零件，可提高材料利用率，简化制造工序，节约材料和加工工时，如滚动轴承套圈、千斤顶套等，目前已广泛用钢管来制造。钢管还是各种常规武器不可缺少的材料，枪管、炮筒等都要钢管来制造。钢管按横截面积形状的不同可分为圆管和异型管。由于在周长相等的条件下，圆面积最大，用圆形管可以输送更多的流

体。此外，圆环截面在承受内部或外部径向压力时，受力较均匀，因此，绝大多数钢管是圆管。

但是，圆管也有一定的局限性，如在受平面弯曲的条件下，圆管就不如方、矩形管抗弯强度大，一些农机具骨架、钢木家具等就常用方、矩形管。根据不同用途还需有其他截面形状的异型钢管。

1.结构用无缝钢管（GB/T8162）是用于一般结构和机械结构的无缝钢管。

2.流体输送用无缝钢管（GB/T8163）是用于输送水、油、气等流体的一般无缝钢管。

3.低中压锅炉用无缝钢管（GB3087）是用于制造各种结构低中压锅炉过热蒸汽管、沸水管及机车锅炉用过热蒸汽管、大烟管、小烟管和拱砖管用的优质碳素结构钢热轧和冷拔（轧）无缝钢管。

4.高压锅炉用无缝钢管（GB5310）是用于制造高压及其以上压力的水管锅炉受热面用的优质碳素钢、合金钢和不锈钢耐热钢无缝钢管。

5.化肥设备用高压无缝钢管（GB6479）是适用于工作温度为-40~400℃、工作压力为10~30Ma的化工设备和管道的优质碳素结构钢和合金钢无缝钢管。

6.石油裂化用无缝钢管（GB9948）是适用于石油精炼厂的炉管、热交换器和管道无缝钢管。

7.地质钻探用钢管( YB235-70 )是供地质部门进行岩心钻探使用的钢管,按用途可分为钻杆、钻铤、岩心管、套管和沉淀管等。

8.金刚石岩芯钻探用无缝钢管( GB3423 )是用于金刚石岩芯钻探的钻杆、岩心杆、套管的无缝钢管。

9.石油钻探管( YB528-65 )是用于石油钻探两端内加厚或外加厚的无缝钢管。钢管分车丝和不车丝两种,车丝管用接头联结,不车丝管用对焊的方法与工具接头联结。

10.船舶用碳钢无缝钢管( GB5213 )是制造船舶Ⅰ级耐压管系、Ⅱ级耐压管系、锅炉及过热器用的碳素钢无缝钢管。碳素钢无缝钢管管壁工作温度不超过 450℃,合金钢无缝钢管管壁工作温度超过 450℃。

11.汽车半轴套管用无缝钢管( GB3088 )是制造汽车半轴套管及驱动桥桥壳轴管用的优质碳素结构钢和合金结构钢热轧无缝钢管。

12.柴油机用高压油管( GB3093 )是制造柴油机喷射系统高压管用的冷拔无缝钢管。

13.液压和气动缸筒用精密内径无缝钢管( GB8713 )是制造液压和气动缸筒用的具有精密内径尺寸的冷拔或冷轧精密无缝钢管。

14.冷拔或冷轧精密无缝钢管( GB3639 )是用于机械结构、液压设备的尺寸精度高和表面光洁度好的冷拔或冷



轧精密无缝钢管。

选用精密无缝钢管制造机械结构或液压设备等，可以大大节约机械加工工时，提高材料利用率，同时有利于提高产品质量。

15.结构用不锈钢无缝钢管 ( GB/T14975- ) 是广泛用于化工、石油、轻纺、医疗、食品、机械等工业的耐腐蚀管道和结构件及零件的不锈钢制成的热轧 ( 挤、扩 ) 和冷拔 ( 轧 ) 无缝钢管。

16.流体输送用不锈钢无缝钢管 ( GB/T14976 ) 是用于输送流体的不锈钢制成的热轧 ( 挤、扩 ) 和冷拔 ( 轧 ) 无缝钢管。

17.异型无缝钢管是除了圆管以外的其他截面形状的无缝钢管的总称。按钢管截面形状尺寸的不同又可分为等壁厚异型无缝钢管 ( 代号为 D )、不等壁厚异型无缝钢管 ( 代号为 BD )、变直径异型无缝钢管 ( 代号为 BJ )。异型无缝钢管广泛用于各种结构件、工具和机械零部件。和圆管相比，异型管一般都有较大的惯性矩和截面模数，有较大的抗弯抗扭能力，可以大大减轻结构重量，节约钢材。

### 三、焊接钢管

焊接钢管也称焊管，是用钢板或钢带经过卷曲成型后焊接制成的钢管。焊接钢管生产工艺简单，生产效率高，品种规格多，设备资少，但一般强度低于无缝钢管。20 世纪 30

年代以来，随着优质带钢连轧生产的迅速发展以及焊接和检验技术的进步，焊缝质量不断提高，焊接钢管的品种规格日益增多，并在越来越多的领域代替了无缝钢管。焊接钢管按焊缝的形式分为直缝焊管和螺旋焊管。直缝焊管生产工艺简单，生产效率高，成本低，发展较快。螺旋焊管的强度一般比直缝焊管高，能用较窄的坯料生产管径较大的焊管，还可以用同样宽度的坯料生产管径不同的焊管。但是与相同长度的直缝管相比，焊缝长度增加 30~100%，而且生产速度较低。

因此，较小口径的焊管大都采用直缝焊，大口径焊管则大多采用螺旋焊。

1.低压流体输送用焊接钢管（GB/T3092-1993）也称一般焊管，俗称黑管。是用于输送水、煤气、空气、油和取暖蒸汽等一般较低压力流体和其他用途的焊接钢管。钢管按壁厚分为普通钢管和加厚钢管；接管端形式分为不带螺纹钢管（光管）和带螺纹钢管。钢管的规格用公称口径（mm）表示，公称口径是内径的近似值。习惯上常用英寸表示，如 1 1/2 等。低压流体输送用焊接钢管除直接用于输送流体外，还大量用作低压流体输送用镀锌焊接钢管的原管。

2.低压流体输送用镀锌焊接钢管（GB/T3091-2015）也称镀锌电焊钢管，俗称白管。是用于输送水、煤气、空气油及取暖蒸汽、暖水等一般较低压力流体或其他用途的热浸

镀锌焊接（炉焊或电焊）钢管。钢管按壁厚分为普通镀锌钢管和加厚镀锌钢管；接管端形式分为不带螺纹镀锌钢管和带螺纹镀锌钢管。钢管的规格用公称口径（mm）表示，公称口径是内径的近似值。习惯上常用英寸表示，如 11/2 等。

3.普通碳素钢电线套管（GB3640）是工业与民用建筑、安装机器设备等电气安装工程中用于保护电线的钢管。

4.直缝电焊钢管（YB242）是焊缝与钢管纵向平行的钢管。通常分为公制电焊钢管、电焊薄壁管、变压器冷却油管等等。

5.承压流体输送用螺旋缝埋弧焊钢管（SY5036）是以热轧钢带卷作管坯，经常温螺旋成型，用双面埋弧焊法焊接，用于承压流体输送的螺旋缝钢管。钢管承压能力强，焊接性能好，经过各种严格的科学检验和测试，使用安全可靠。钢管口径大，输送效率高，并可节约铺设管线的投资。主要用于输送石油、天然气的管线。

6.承压流体输送用螺旋缝高频焊钢管（SY5038）是以热轧钢带卷作管坯，经常温螺旋成型，采用高频搭接焊法焊接的，用于承压流体输送的螺旋缝高频焊钢管。钢管承压能力强，塑性好，便于焊接和加工成型；经过各种严格和科学检验和测试，使用安全可靠，钢管口径大，输送效率高，并可节省铺设管线的投资。主要用于铺设输送石油、天然

气等的管线。

7.一般低压流体输送用螺旋缝埋弧焊钢管（SY5037）是以热轧钢带卷作管坯，经常温螺旋成型，采用双面自动埋弧焊或单面焊法制成的用于水、煤气、空气和蒸汽等一般低压流体输送用埋弧焊钢管。

8.一般低压流体输送用螺旋缝高频焊钢管（SY5039）是以热轧钢带卷作管坯，经常温螺旋成型，采用高频搭接焊法焊接用于一般低压流体输送用螺旋缝高频焊钢管。

9.桩用螺旋焊缝钢管（SY5040）是以热轧钢带卷作管坯，经常温螺旋成型，采用双面埋弧焊接或高频焊接制成的，用于土木建筑 结构、码头、桥梁等基础桩用钢管。

#### 四、钢塑复合管、大口径涂敷钢管

钢塑复合管以热浸镀锌钢管作基体，经粉末熔融喷涂技术在内壁（需要时外壁亦可）涂敷塑料而成，性能优异。与镀锌管相比，具有抗腐蚀、不生锈、不积垢、光滑流畅、清洁无毒，使用寿命长等优点。据测试，钢塑复合管的使用寿命为镀锌管的三倍以上。与塑料管相比，具有机械强度高，耐压、耐热性好等优点。由于基体是钢管，所以不存在脆化、老化问题。可广泛应用于自来水、煤气、化工产品等流体输送及取暖工程，是镀锌管的升级换代产品。

由于其安装使用方法与传统的镀锌管基本相同，管件形式也完全相同，而且能代替铝塑复合管在大口径自来水输送

上发挥作用，深受用户欢迎，已成为管道市场最具竞争力的新产品之一。

涂敷钢管是在大口径螺旋焊管和高频焊管基础上涂敷塑料而成，最大管口直径达 1200mm，可根据不同的需要涂敷聚氯乙烯（PVC）、聚乙烯（PE）、环氧树脂（EPOZY）等各种不同性能的塑料涂层，附着力好，抗腐蚀性强，能耐强酸、强碱及其它化学腐蚀，无毒、不锈蚀、耐磨、耐冲击、耐渗透性强，管道表面光滑，不粘附任何物质，能降低输送时的阻力，提高流量及输送效率，减少输送压力损失。涂层中无溶剂，无可渗出物质，因而不会污染所输送的介质，从而保证流体的纯洁度和卫生性，在-40℃到+80℃范围可冷热循环交替使用，不老化、不龟裂，因而可以在寒冷地带等苛刻的环境下使用。

大口径涂敷钢管广泛应用于自来水、天然气、石油、化工、医药、通讯、电力、海洋等工程领域。

## 尺 寸 与 重 量

### 一、钢材长度尺寸

钢材长度尺寸是各种钢材的最基本尺寸，是指钢材的长、宽、高、直径、半径、内径、外径以及壁厚等长度。钢材长度的法定计量单位是米（m）、厘米（cm）、毫米（mm）。在现行习惯中，也有用英寸（"）表示的，但它不是法定计量单位。

### 1. 钢材的范围定尺

是节省材料的一种有效措施。范围定尺就是长度或长乘宽不小于某种尺寸，或是长度、长乘宽从多少到多少的尺寸范围内交货。生产单位可以按此尺寸要求进行生产供货。

### 2. 不定尺（通常长度）

凡产品尺寸（长度或宽度），在标准规定范围内，而又不要求固定尺寸的叫不定尺。不定尺长度又叫通常长度（通尺）。按不定尺交货的金属材料，只要在规定长度范围内交货即可。例如，不大于 25mm 的普通圆钢，其通常长度规定为 4-10m，则长度在此范围内的圆钢都可以交货。

### 3. 定尺

按订货要求切成固定尺寸的称为定尺。按定尺长度交货时，所交金属材料必须具有需方在订货合同中指定的长度。例如，合同上注明按定尺长度 5m 交货，则所交货的材料必须都是 5m 长的，短于 5m 或长于 5m 均为不合格。但实际上交货不可能都是 5m 长，因此规定了允许有正偏差，而不允许有负偏差。

### 4. 倍尺

按订货要求的固定尺寸切成整倍数的称为倍尺。按倍尺长度交货时，所交金属材料的长度必须为需方在订货合同中指定的长度（叫单倍尺）的整数倍数（另加锯口）。例如，需方在订货合同中要求单倍尺长度为 2m，那么，切成双

倍尺时长度即为 4m，切成 3 倍尺时即为 6m，并分别加上一个或两个锯口量。锯口量在标准中有规定。倍尺交货时，只允许有正偏差，不允许出现负偏值。

### 5. 短尺

长度小于标准规定的不定尺长度下限，但不小于允许的最短长度的叫短尺。例如，水、煤气输送钢管标准中规定，允许每批有 10% 的（按根数计算）2-4m 长的短尺钢管。4m 即为不定尺长度的下限，允许的最短长度为 2m。

### 6. 窄尺

宽度小于标准规定的不定尺宽度下限，但不小于允许的最窄宽度的叫窄尺。

按窄尺交货时，必须注意有关标准规定的窄尺比例和最窄尺。

## 二、钢材长度尺寸举例

### 1. 型钢的长度尺寸

(1)火车轨的标准长度有 12.5m 和 25m 两种。

(2)圆钢、线材、钢丝尺寸以直径  $d$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(3)方钢尺寸以边长  $a$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(4)六角钢、八角钢尺寸以对边距离  $s$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(5)扁钢的尺寸以宽度  $b$  和厚度  $d$  的毫米 ( mm ) 数

标定。

(6)工字钢、槽钢的尺寸以腰高  $h$ 、腿宽  $b$  和腰厚  $d$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(7)等边角钢的尺寸以相等边宽  $b$  和边厚  $d$  的毫米 ( mm ) 数标定。不等边角钢的尺寸以边宽  $B$ 、 $b$  和边厚  $d$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(8)H 型钢的尺寸以腹板高度  $h$ 、翼板宽度  $b$  和腹板厚度  $t_1$ 、翼板厚度  $t_2$  的毫米 ( mm ) 数标定。

## 2. 钢板、钢带的长度尺寸

(1)一般以钢板的厚度  $d$  的毫米 ( mm ) 数标定。而钢带则以钢带的宽度  $b$  和厚度  $d$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(2)单张钢板有规定的不同尺寸，如热轧钢板有：  
1mm 厚的钢板，有宽度 600×长度 2000 mm ；650×2000 mm ；700×1420 mm ；750×1500 mm ；900×1800 mm ；1000×2000 mm 等。

## 3. 钢管的长度尺寸

(1)一般以钢管的外径  $D$ 、内径和壁厚  $S$  的毫米 ( mm ) 数标定。

(2)每种钢管有规定的不同尺寸，如无缝钢管外径 50mm 的，壁厚有 2.5-10mm 的 15 种；或者说相同壁厚 5mm 的，外径有 32-195mm 的 29 种。又如焊接钢管公称口径 25mm



的壁厚有 3.25mm 的普通钢管和 4mm 的加厚钢管。

### 三、钢材重量

#### 1. 钢材的理论重量

钢材的理论重量是按钢材的公称尺寸和密度（过去称为比重）计算得出的重量称之为理论重量。这与钢材的长度尺寸、截面面积和尺寸允许偏差有直接关系。由于钢材在制造过程中的允许偏差，因此用公式计算的理论重量与实际重量有一定出入，所以只作为估算时的参考。

#### 2. 钢材的实际重量

钢材实际重量是指钢材以实际称量（过磅）所得的重量，称之为实际重量。实际重量要比理论重量准确。

#### 3. 钢材重量的计算方法

(1)毛重 是“净重”的对称，是钢材本身和包装材料合计的总重量。运输企业计算运费时按毛重计算。但钢材购销中是按净重计算。

(2)净重 是“毛重”的对称。钢材毛重减去包装材料重量后的重量，即实际重量，称之为净重。在钢材购销中一般按净重计算。

(3)皮重 钢材包装材料的重量，称之为皮重。

(4)重量吨 按钢材毛重计算运费时使用的重量单位。其法定计量单位为吨( 1000kg ) ,还有长吨( 英制重量单位 1016.16kg )、短吨（美制重量单位 907.18kg ）。

(5)计费重量 亦称“计费吨”或“运费吨”。运输部门收取运费的钢材重量。不同的运输方式，有不同的计算标准和方法。如铁路整车运输，一般以所使用的货车标记载重作为计费重量。公路运输则是结合车辆的载重吨位收取运费。铁路、公路的零担，则以毛重若干公斤为起码计费重量，不足时进整。

#### 四、钢材理论重量计算

钢材理论重量计算的计量单位为公斤（ kg ）。其基本公式为：

$$W \text{ (重量, kg)} = F \text{ (断面积 mm}^2\text{)} \times L \text{ (长度, m)} \times \rho \text{ (密度, g/cm}^3\text{)} \times 1/1000$$

钢的密度为： 7.85g/cm<sup>3</sup> ，  
各种钢材理论重量计算公式如下：

名称（单位）	计算公式	符号意义	计算举例
圆钢 盘条 ( kg/m )	$W = 0.006165 \times d \times d$	d = 直径 mm	直径 100 mm 的圆钢 ,求每 m 重量。每 m 重量 = 0.006165 ×100 <sup>2</sup> =61.65kg
螺纹钢 ( kg/m )	$W = 0.00617 \times d \times d$	d = 断面直径 mm	断面直径为 12 mm 的螺纹钢 ,求每 m 重量。每 m 重量 =0.00617 ×12 <sup>2</sup> =0.89kg
方钢( kg/m )	$W = 0.00785 \times a \times a$	a = 边宽 mm	边宽 20 mm 的方钢 , 求每 m 重量。每 m 重量 = 0.00785 ×20 <sup>2</sup> =3.14kg

扁钢  $W = 0.00785 \times b \times d$   $b =$  边宽 边宽 40 mm , 厚 5mm 的扁钢, 求每 m 重量。每 m 重量 ( kg/m )  $d =$  厚 mm  $= 0.00785 \times 40 \times 5 = 1.57\text{kg}$

六角钢  $W = 0.006798 \times s \times s$   $s =$  对边距离 对边距离 50 mm 的六角钢, 求每 m 重量。每 m 重量 = ( kg/m )  $\times s$  mm  $0.006798 \times 50^2 = 17\text{kg}$

八角钢  $W = 0.0065 \times s \times s$   $s =$  对边距离 对边距离 80 mm 的八角钢, 求每 m 重量。每 m 重量 = ( kg/m )  $s$  mm  $0.0065 \times 80^2 = 41.62\text{kg}$

等边角钢  $W = 0.00785 \times [d \times (2b - d) + 0.215 (R^2 - 2r^2)]$   $b =$  边宽 求 20 mm  $\times$  4mm 等边角钢的每 m 重量。从冶金产品目录中查出 4mm  $\times$  20 mm 等边角钢的 R 为 3.5 , r 为 1.2 , 则每 m 重量  $= 0.00785 \times [4 \times (2 \times 20 - 4) + 0.215 \times (3.5^2 - 2 \times 1.2^2)] = 1.15\text{kg}$  ( kg/m )  $d =$  边厚  $R =$  内弧半径  $r =$  端弧半径

不等边角钢  $W = 0.00785 \times [d \times (B + b - d) + 0.215 (R^2 - 2r^2)]$   $B =$  长边宽 求 30 mm  $\times$  20mm  $\times$  4mm 不等边角钢的每 m 重量。从冶金产品目录中查出 30  $\times$  20  $\times$  4 不等边角钢的 R 为 3.5 , r 为 1.2 , 则每 m 重量 = ( kg/m )  $b =$  短边宽  $d =$  边厚  $R =$  内弧半径  $r =$  端弧半径

$$r = \text{端弧半径} \quad 0.00785 \times [4 \times (30 + 20 - 4) + 0.215 \times (3.52 - 2 \times 1.22)] = 1.46 \text{kg}$$

h = 高 求 80 mm × 43 mm × 5 mm

b = 腿长 的槽钢的每 m 重量。从冶金产

$$W = 0.00785 \times$$

d = 腰厚 品目录中查出该槽钢 t 为 8 ,

$$\text{槽钢} \quad [hd + 2t (b - d) + 0.349 (R^2 - r^2)]$$

t = 平均腿厚 R 为 8 , r 为 4 , 则每 m 重

$$R = \text{内弧半量} = 0.00785 \times [80 \times 5 + 2 \times 8$$

$$\text{径} \times (43 - 5) + 0.349 \times$$

$$r = \text{端弧半径} (82 - 4^2) = 8.04 \text{kg}$$

求 250 mm × 118 mm ×

h = 高

10 mm 的工字钢每 m 重量。

b = 腿长

从金属材料手册中查出该工字

$$W = 0.00785 \times$$

d = 腰厚

钢 t 为 13 , R 为 10 , r 为

$$\text{工字钢} \quad [hd + 2t (b - d) + 0.615 (R^2 - r^2)]$$

t = 平均腿厚

5 , 则每 m 重量 = 0.00785

R = 内弧半

$$\times [250 \times 10 + 2 \times 13 \times (118$$

径

$$- 10) + 0.615 \times (10^2 - 5$$

r = 端弧半径

$$2) = 42.03 \text{kg}$$

厚度 4 mm 的钢板 , 求每 m<sup>2</sup>

钢板

$$W = 7.85 \times d$$

d = 厚

重量。每 m<sup>2</sup> 重量 = 7.85 ×

$$( \text{kg/m}^2 )$$

$$4 = 31.4 \text{kg}$$

钢管 ( 包括无 W = 0.02466 × S D = 外径 外径为 60 mm 壁厚 4 mm 的

缝钢管及焊接 ( D - S ) S= 壁厚 无缝钢管 ,求每 m 重量。每 m  
 钢管 重量 = 0.02466 × 4 × ( 60  
 ( kg/m ) -4 ) = 5.52kg

## 一、黑色金属、钢和有色金属

1、黑色金属是指铁和铁的合金。如钢、生铁合金、铸铁等。

钢和生铁都是以铁为基础，以碳为主要添加元素的合金，统称为铁碳合金。生铁是指把铁矿石放到高炉中冶炼而成的产品，主要用来炼钢和制造铸件。把铸造生铁放在熔铁炉中熔炼，即得到铸铁（液状），把液状铸铁浇铸成铸件，这种铸铁叫铸铁件。

铁合金是由铁与硅、锰、铬、钛等元素组成的合金，铁合金是炼钢的原料之一，在炼钢时做钢的脱氧剂和合金元素添加剂用。

2、把炼钢用生铁放到炼钢炉内按一定工艺熔炼，即得到钢。

钢的产品有钢锭、连铸坯和直接铸成各种钢铸件等。通常所讲的钢，一般是指轧制成各种钢材的钢。钢属于黑色金属但钢不完全等于黑色金属。

3、有色金属又称非铁金属，指除黑色金属外的金属和合金，如铜、锡、铅、锌、铝以及黄铜、青铜、铝合金和轴承合金等。另外在工业上还采用铬、镍、锰、钨、钼、钴、钒、钨、钛等，这些金属主要用作合金附加物，以改善金属的性能，其中钨、钛、钼等多用以生产刀具用的硬质合金。以上这

些有色金属都称为工业用金属，此外还有贵重金属：铂、金、银等和稀有金属，包括放射性的铀、镭等。

## 二、钢的分类

钢是含碳量在 0.04%-2.3%之间的铁碳合金。为了保证其韧性和塑性，含碳量一般不超过 1.7%。钢的主要元素除铁、碳外，还有硅、锰、硫、磷等。钢的分类方法多种多样，其主要方法有如下七种：

### 1、按品质分类

- (1) 普通钢 (  $P \leq 0.045\%$  ,  $S \leq 0.050\%$  )
- (2) 优质钢 (  $P$ 、 $S$  均  $\leq 0.035\%$  )
- (3) 高级优质钢 (  $P \leq 0.035\%$  ,  $S \leq 0.030\%$  )

### 2、按化学成份分类

- (1) 碳素钢：a.低碳钢 (  $C \leq 0.25\%$  ) ； b.中碳钢 (  $C \leq 0.25 \sim 0.60\%$  ) ； c.高碳钢 (  $C \leq 0.60\%$  ) 。
- (2)合金钢：a.低合金钢 ( 合金元素总含量  $\leq 5\%$  ) b.中合金钢 ( 合金元素总含量  $> 5 \sim 10\%$  ) c.高合金钢 ( 合金元素总含量  $> 10\%$  ) 。

### 3、按成形方法分类：

- (1) 锻钢；(2) 铸钢；(3) 热轧钢；(4) 冷拉钢。

### 4、按金相组织分类：

- (1) 退火状态的 a.亚共析钢( 铁素体+珠光体 )b.共析钢( 珠光体 ) c.过共析钢 ( 珠光体+渗碳体 ) d.莱氏体钢 ( 珠光体

+渗体 )。

(2) 正火状态的：a.珠光体钢；b.贝氏体钢；c.马氏体钢；d.奥氏体钢。

(3) 无相变或部分发生相变的

## 5、按用途分类

(1) 建筑及工程用钢：a.普通碳素结构钢；b.低合金结构钢；c.钢筋钢。

(2) 结构钢 a.机械制造用钢：(a)调质结构钢；(b)表面硬化结构钢：包括渗碳钢、氨钢、表面淬火用钢；(c)易切结构钢；(d)冷塑性成形用钢：包括冷冲压用钢、冷镦用钢。 b.弹簧钢 c.轴承钢

(3) 工具钢：a.碳素工具钢；b.合金工具钢；c.高速工具钢。

(4) 特殊性能钢：a.不锈钢耐酸钢 b.耐热钢包括抗氧化钢、热强钢、气阀钢 c.电热合金钢；d.耐磨钢；e.低温用钢；f.电工用钢

(5) 专业用钢——如桥梁用钢、船舶用钢、锅炉用钢、压力容器用钢、农机用钢等。

## 6、综合分类

(1)普通钢 a.碳素结构钢：(a) Q195；(b) Q215(A、B)；(c) Q235(A、B、C)；(d) Q255(A、B)；(e) Q275。 b.低合金结构钢 c.特定用途的普通结构钢

(2)优质钢（包括高级优质钢）

A.结构钢 : (a)优质碳素结构钢 ; (b)合金结构钢 ; (c)弹簧钢 ;  
(d)易切钢 ; (e)轴承钢 ; (f)特定用途优质结构钢。

B.工具钢 : (a)碳素工具钢 ; (b)合金工具钢 ; (c)高速工具钢。

c.特殊性能钢 : (a)不锈钢 ; (b)耐热钢 ; (c)电热合金  
钢 ; (d)电工用钢 ; (e)高锰耐磨钢。

## 7、按冶炼方法分类

(1) 按炉种分 A.平炉钢: (a)酸性平炉钢 ; (b)碱性平炉钢。

B.转炉钢: (a)酸性转炉钢; (b)碱性转炉钢。或 (a)底吹转炉  
钢; (b)侧吹转炉钢 ; (c)顶吹转炉钢。

C.电炉钢: (a)电弧炉钢 ; (b)电渣炉钢 ; (c)感应炉钢 ; (d)真  
空自耗炉钢 ; (e)电子束炉钢。

(2)按脱氧程度和浇注制度分 a.沸腾钢 ; b.半镇静钢 ; 镇静  
钢 ; d.特殊镇静钢。

什么是特殊钢 ?

对特殊钢尚无统一的定义和概念 , 一般认为特殊钢是指具  
有特殊的化学成分 ( 合金化 ) 、采用特殊的工艺生产、具  
备特殊的组织和性能、能够满足特殊需要的钢类。与普通  
钢相比 , 特殊钢具有更高的强度和韧性、物理性能、化学  
性能、生物相容性和工艺性能。

我国与日本、欧盟对特殊钢的定义比较接近 , 将特殊钢分  
成优质碳素钢、合金钢、高合金钢 ( 合金元素大于 10% )  
三大类 , 其中合金钢和高合金钢占特殊钢产量的 70% 。主



要钢种优特殊碳素结构钢、碳素工具钢、碳素弹簧钢、合金弹簧钢、合金结构钢、滚珠轴承钢、合金工具钢、高合金工具钢、高速工具钢、不锈钢、耐热钢，以及高温合金、精密合金、电热合金等。目前世界上有近 2000 个特殊钢牌号、约 50000 个品种规格。特殊钢除了种类繁多之外，在规格上也表现出与普通钢不同的特点。除了板、管、丝、带、棒和异型材之外，还有复合材、表面合金化材、表面处理材、精锻材、精密铸件、粉末冶金制品等。

### 我国钢号表示方法概述

钢的牌号简称钢号，是对每一种具体钢产品所取的名称，是人们了解钢的一种共同语言。我国的钢号表示方法，根据国家标准

《钢铁产品牌号表示方法》（GB221）中规定，采用汉语拼音字母、化学元素符号和阿拉伯数字相结合的方法表示。

即：

①钢号中化学元素采用国际化学符号表示，例如

Si,Mn,Cr.....等。混合稀土元素用“RE”（或“Xt”）表示。

②产品名称、用途、冶炼和浇注方法等，一般采用汉语拼音的缩写字母表示。

③钢中主要化学元素含量（%）采用阿拉伯数字表示。我国钢号表示方法的分类说明

#### 1．碳素结构钢

①由 Q+数字+质量等级符号+脱氧方法符号组成。它的钢号冠以“Q”，代表钢材的屈服点，后面的数字表示屈服点数值，单位是 MPa 例如 Q235 表示屈服点( $\sigma_s$ )为 235 MPa 的碳素结构钢。

②必要时钢号后面可标出表示质量等级和脱氧方法的符号。质量等级符号分别为 A、B、C、D。脱氧方法符号：F 表示沸腾钢；b 表示半镇静钢；Z 表示镇静钢；TZ 表示特殊镇静钢，镇静钢可不标符号，即 Z 和 TZ 都可不标。例如 Q235-AF 表示 A 级沸腾钢。

③专门用途的碳素钢，例如桥梁钢、船用钢等，基本上采用碳素结构钢的表示方法，但在钢号最后附加表示用途的字母。

## 2．优质碳素结构钢

①钢号开头的两位数字表示钢的碳含量，以平均碳含量的万分之几表示，例如平均碳含量为 0.45% 的钢，钢号为“45”，它不是顺序号，所以不能读成 45 号钢。

②锰含量较高的优质碳素结构钢，应将锰元素标出，例如 50Mn。

③沸腾钢、半镇静钢及专门用途的优质碳素结构钢应在钢号最后特别标出，例如平均碳含量为 0.1% 的半镇静钢，其钢号为 10b。

## 3．碳素工具钢

①钢号冠以“T”，以免与其他钢类相混。

②钢号中的数字表示碳含量，以平均碳含量的千分之几表示。例如“T8”表示平均碳含量为0.8%。

③锰含量较高者，在钢号最后标出“Mn”，例如“T8Mn”。

④高级优质碳素工具钢的磷、硫含量，比一般优质碳素工具钢低，在钢号最后加注字母“A”，以示区别，例如“T8MnA”。

#### 4．易切削钢

①钢号冠以“Y”，以区别于优质碳素结构钢。

②字母“Y”后的数字表示碳含量，以平均碳含量的万分之几表示，例如平均碳含量为0.3%的易切削钢，其钢号为“Y30”。

③锰含量较高者，亦在钢号后标出“Mn”，例如“Y40Mn”。

#### 5．合金结构钢

①钢号开头的两位数字表示钢的碳含量，以平均碳含量的万分之几表示，如40Cr。

②钢中主要合金元素，除个别微合金元素外，一般以百分之几表示。当平均合金含量 $<1.5\%$ 时，钢号中一般只标出元素符号，而不标明含量，但在特殊情况下易致混淆者，在元素符号后亦可标以数字“1”，例如钢号“12CrMoV”和“12Cr1MoV”，前者铬含量为0.4-0.6%，后者为0.9-1.2%，其余成分全部相同。当合金元素平均含量 $\geq$

1.5%、 $\geq 2.5\%$ 、 $\geq 3.5\%$ .....时，在元素符号后面应标明含量，可相应表示为 2、3、4.....等。例如 18Cr2Ni4WA。

③钢中的钒 V、钛 Ti、铝 AL、硼 B、稀土 RE 等合金元素，均属微合金元素，虽然含量很低，仍应在钢号中标出。例如 20MnVB 钢中。钒为 0.07-0.12% 硼为 0.001-0.005%。

④高级优质钢应在钢号最后加“A”，以区别于一般优质钢。

⑤专门用途的合金结构钢，钢号冠以（或后缀）代表该钢种用途的符号。例如铆螺专用的 30CrMnSi 钢，钢号表示为 ML30CrMnSi。

## 6．低合金高强度钢

①钢号的表示方法，基本上和合金结构钢相同。

②对专业用低合金高强度钢，应在钢号最后标明。例如 16Mn 钢，用于桥梁的专用钢种为“16Mnq”，汽车大梁的专用钢种为“16MnL”，压力容器的专用钢种为“16MnR”。

## 7．弹簧钢

弹簧钢按化学成分可分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢两类，其钢号表示方法，前者基本上与优质碳素结构钢相同，后者基本上与合金结构钢相同。

## 8．滚动轴承钢

①钢号冠以字母“G”，表示滚动轴承钢类。

②高碳铬轴承钢钢号的碳含量不标出，铬含量以千分之几

表示例如 GCr15。渗碳轴承钢的钢号表示方法，基本上和合金结构钢相同。

## 9. 合金工具钢和高速工具钢

①合金工具钢钢号的平均碳含量 $\geq 1.0\%$ 时，不标出碳含量；当平均碳含量 $< 1.0\%$ 时，以千分之几表示。例如 Cr12、CrWMn、9SiCr、3Cr2W8V。

②钢中合金元素含量的表示方法，基本上与合金结构钢相同。但对铬含量较低的合金工具钢钢号，其铬含量以千分之几表示，并在表示含量的数字前加“0”，以便把它和一般元素含量按百分之几表示的方法区别开来。例如 Cr06。

③高速工具钢的钢号一般不标出碳含量，只标出各种合金元素平均含量的百分之几。例如钨系高速钢的钢号表示为“W18Cr4V”。钢号冠以字母“C”者，表示其碳含量高于未冠“C”的通用钢号。

## 10. 不锈钢和耐热钢

①钢号中碳含量以千分之几表示。例如“2Cr13”钢的平均碳含量为 0.2%；若钢中含碳量 $\leq 0.03\%$ 或 $\leq 0.08\%$ 者，钢号前分别冠以“00”及“0”表示之，例如 00Cr17Ni14Mo2、0Cr18 Ni9 等。

②对钢中主要合金元素以百分之几表示，而钛、铌、锆、氮.....等则按上述合金结构钢对微合金元素的表示方法标出。

## 11 . 焊条钢

它的钢号前冠以字母“H”，以区别于其他钢类。例如不锈钢焊丝为“H2Cr13”，可以区别于不锈钢“2Cr13”。

## 12 . 电工用硅钢

①钢号由字母和数字组成。钢号头部字母 DR 表示电工用热轧硅钢，DW 表示电工用冷轧无取向硅钢，DQ 表示电工用冷轧取向硅钢。

②字母之后的数字表示铁损值（W/kg）的 100 倍。

③钢号尾部加字母“G”者，表示在高频率下检验的；未加“G”者，表示在频率为 50 周波下检验的。

例如钢号 DW470 表示电工用冷轧无取向硅钢产品在 50 赫频率时的最大单位重量铁损值为 4.7W/kg。

## 13 . 电工用纯铁

①它的牌号由字母“DT”和数字组成，“DT”表示电工用纯铁，数字表示不同牌号的顺序号，例如 DT3。

②在数字后面所加的字母表示电磁性能：A——高级、E——特级、C——超级，例如 DT8A。

## 理论重量计算方法

角钢：每米重量= $0.00785 \times (\text{边宽} + \text{边宽} - \text{边厚}) \times \text{边厚}$

圆钢：每米重量= $0.00617 \times \text{直径} \times \text{直径}$  (螺纹钢和圆钢相同)

扁钢：每米重量= $0.00785 \times \text{厚度} \times \text{边宽}$

管材：每米重量= $0.02466 \times \text{壁厚} \times (\text{外径} - \text{壁厚})$

板材：每米重量= $7.85 \times \text{厚度}$

黄铜管：每米重量= $0.02670 \times \text{壁厚} \times (\text{外径} - \text{壁厚})$

紫铜管：每米重量= $0.02796 \times \text{壁厚} \times (\text{外径} - \text{壁厚})$

铝花纹板：每平方米重量= $2.96 \times \text{厚度}$

有色金属比重：紫铜板 8.9 黄铜板 8.5 锌板 7.2 铅板 11.37

有色金属板材的计算公式为：每平方米重量=比重\*厚度

对钢材性能产生影响的元素

钢材的质量及性能是根据需要而确定的，不同的需要，要有不同的元素含量。

( 1 ) 碳；含碳量越高，钢的硬度就越高，但是它的可塑性和韧性就越差。

( 2 ) 硫；是钢中的有害杂物，含硫较高的钢在高温进行压力加工时，容易脆裂，通常叫作热脆性。

( 3 ) 磷；能使钢的可塑性及韧性明显下降，特别的在低温下更为严重，这种现象叫作冷脆性。在优质钢中，硫和磷要严格控制。但从另一方面看，在低碳钢中含有较高的硫和磷，能使其切削易断，对改善钢的可切削性是有利的。

( 4 ) 锰；能提高钢的强度，能削弱和消除硫的不良影响，并能提高钢的淬透性，含锰量很高的高合金钢（高锰钢）具有良好的耐磨性和其它的物理性能。

( 5 ) 硅；它可以提高钢的硬度，但是可塑性和韧性下降，电工用的钢中含有一定量的硅，能改善软磁性能。

( 6 ) 钨；能提高钢的红硬性和热强性，并能提高钢的耐磨性。

( 7 ) 铬；能提高钢的淬透性和耐磨性，能改善钢的抗腐蚀能力和抗氧化作用。

( 8 ) 钒；能细化钢的晶粒组织，提高钢的强度，韧性和耐磨性。当它在高温熔入奥氏体时，可增加钢的淬透性；反之，当它在碳化物形态存在时，就会降低它的淬透性。

( 9 ) 钼；可明显的提高钢的淬透性和热强性，防止回火脆性，提高剩磁和矫顽力。

( 10 ) 钛；能细化钢的晶粒组织，从而提高钢的强度和韧性。在不锈钢中，钛能消除或减轻钢的晶间腐蚀现象。

( 11 ) 镍；能提高钢的强度和韧性，提高淬透性。含量高时，可显著改变钢和合金的一些物理性能，提高钢的抗腐蚀能力。

( 12 ) 硼；当钢中含有微量的 ( 0.001 - 0.005 % ) 硼时，钢的淬透性可以成倍的提高。

( 13 ) 铝；能细化钢的晶粒组织，抑制低碳钢的时效。提高钢在低温下的韧性，还能提高钢的抗氧化性，提高钢的耐磨性和疲劳强度等。

( 14 ) 铜；它的突出作用是改善普通低合金钢的抗大气腐蚀性能，特别是和磷配合使用时更为明显。

冶金术语



### 1 、烧结 sintering

粉末或压坯在低于主要组分熔点的温度下的热处理，目的在于通过颗粒间的冶金结合以提高其强度。

### 2 、填料 packing material

在预烧或烧结过程中为了起分隔和保护作用而将压坯埋入其中的一种材料。

### 3 、预烧 presintering

在低于最终烧结温度的温度下对压坯的加热处理。

### 4 、加压烧结 pressure

在烧结同时施加单轴向压力的烧结工艺。

### 5 、松装烧结 loose-powdersintering, gravity sintering

粉末未经压制直接进行的烧结。

### 6 、液相烧结 liquid-phasesintering

至少具有两种组分的粉末或压坯在形成一种液相的状态下烧结。

### 7 、过烧 oversintering

烧结温度过高和（或）烧结时间过长致使产品最终性能恶化的烧结。

### 8 、欠烧 undersintering

烧结温度过低和（或）烧结时间过短致使产品未达到所需性能的烧结。

### 9 、熔渗 infiltration

用熔点比制品熔点低的金属或合金在熔融状态下充填未烧结的或烧结的制品内的孔隙的工艺方法。

#### 10 、脱蜡 dewaxing,burn-off

用加热排出压坯中的有机添加剂（粘结剂或润滑剂）。

#### 11 、网带炉 meshbeltfurnace

一般由马弗保护的网带将零件实现炉内连续输送的烧结炉。

#### 12 、步进梁式炉 walking-beamfurnace

通过步进梁系统将放置于烧结盘中的零件在炉内进行传送的烧结炉。

#### 13 、推杆式炉 pusherfurnace

将零件装入烧舟中，通过推进系统将零件在炉内进行传送的烧结炉。

#### 14 、烧结颈形成 neckformation

烧结时在颗粒间形成颈状的联结。

#### 15 、起泡 blistering

由于气体剧烈排出，在烧结件表面形成鼓泡的现象。

#### 16 、发汗 sweating

压坯加热处理时液相渗出的现象。

#### 17 、烧结壳 sinterskin

烧结时，烧结件上形成的一种表面层，其性能不同于产品内部。

18 、相对密度 *relativedensity*

多孔体的密度与无孔状态下同一成分材料的密度之比，以百分率表示。

19 、径向压溃密度 *radialcrushingstrength*

通过施加径向压力测定的烧结圆筒试样的破裂强度。

20 、孔隙度 *porosity*

多孔体中所有孔隙的体积与总体积之比。

21 、扩散孔隙 *diffusionporosity*

由于柯肯达尔效应导致的一种组元物质扩散到另一组元中形成的孔隙。

22 、孔径分布 *poresizedistribution*

材料中存在的各级孔径按数量或体积计算的百分率。

23 、表观硬度 *apparenthardness*

在规定条件下测定的烧结材料的硬度，它包括了孔隙的影响。

24 、实体硬度 *solidhardness*

在规定条件下测定的烧结材料的某一相或颗粒或某一区域的硬度，它排除了孔隙的影响。

25 、起泡压力 *bubble-pointpressure*

迫使气体通过液体浸渍的制品产生第一气泡所需的最小的压力。

26 、流体透过性 *fluidpermeability*

在规定条件下测定的在单位时间内液体或气体通过多孔体的数量。

## 金属材料性能

为更合理使用金属材料，充分发挥其作用，必须掌握各种金属材料制成的零、构件在正常工作情况下应具备的性能（使用性能）及其在冷热加工过程中材料应具备的性能（工艺性能）。

材料的使用性能包括物理性能（如比重、熔点、导电性、导热性、热膨胀性、磁性等）、化学性能（耐用腐蚀性、抗氧化性），力学性能也叫机械性能。

材料的工艺性能指材料适应冷、热加工方法的能力。

### （一）、机械性能

机械性能是指金属材料在外力作用下所表现出来的特性。

1、强度：材料在外力（载荷）作用下，抵抗变形和断裂的能力。材料单位面积受载荷称应力。

2、屈服点（ $\sigma_s$ ）：称屈服强度，指材料在拉伸过程中，材料所受应力达到某一临界值时，载荷不再增加变形却继续增加或产生 0.2%L 的永久变形时的应力值，单位用牛顿 / 毫米<sup>2</sup>（ $N/mm^2$ ）表示。

3、抗拉强度（ $\sigma_b$ ）也叫强度极限指材料在拉断前承受最大应力值。单位用牛顿 / 毫米<sup>2</sup>（ $N/mm^2$ ）表示。

4、延伸率（ $\delta$ ）：材料在拉伸断裂后，总伸长与原始标

距长度的百分比。

5、断面收缩率(  $\Psi$  )材料在拉伸断裂后、断面最大缩小面积与原断面积百分比。

6、硬度：指材料抵抗其它更硬物压力其表面的能力，常用硬度按其范围测定布氏硬度( HBS 、 HBW )和洛氏硬度( HKA 、 HKB 、 HRC )

7、冲击韧性(  $A_k$  )：材料抵抗冲击载荷的能力，单位为焦耳 / 厘米<sup>2</sup> ( J/cm<sup>2</sup> ) 。

## (二)、工艺性能

指材料承受各种加工、处理的能力的那些性能。

8、铸造性能：指金属或合金是否适合铸造的一些工艺性能，主要包括流性能、充满铸模能力；收缩性、铸件凝固时体积收缩的能力；偏析指化学成分不均性。

9、焊接性能：指金属材料通过加热或加热和加压焊接方法，把两个或两个以上金属材料焊接到一起，接口处能满足使用目的的特性。

10、顶锻性能：指金属材料能承受顶锻而不破裂的性能。

11、冷弯性能：指金属材料在常温下能承受弯曲而不破裂性能。弯曲程度一般用弯曲角度  $\alpha$  ( 外角 ) 或弯心直径  $d$  对材料厚度  $a$  的比值表示， $a$  愈大或  $d/a$  愈小，则材料的冷弯性愈好。

12 、冲压性能：金属材料承受冲压变形加工而不破裂的能力。在常温进行冲压叫冷冲压。检验方法用杯突试验进行检验。

13 、锻造性能：金属材料在锻压加工中能承受塑性变形而不破裂的能力。

### （三）、化学性能

指金属材料与周围介质接触时抵抗发生化学或电化学反应的性能。

14 、耐腐蚀性：指金属材料抵抗各种介质侵蚀的能力。

15 、抗氧化性：指金属材料在高温下，抵抗产生氧化皮能力。

金属材料的检验 金属材料属于冶金产品，从事金属材料生产、订货、运输、使用、保管和检验必须依据统一的技术标准 -- 冶金产品标准。对从事金属材料的工作人员必须掌握标准的有关内容。

我国冶金产品使用的标准为国家标准（代号为 " 国标 "GB" ）、部标（冶金工业部标准 "YB" 、一机部标准 "JB" 等、）企业标准三级。

### （一）包装检验

根据金属材料的种类、形状、尺寸、精度、防腐而定。

1 . 散装：即无包装、揩锭、块（不怕腐蚀、不贵重）、大型钢材（大型钢、厚钢板、钢轨）、生铁等。

2 . 成捆：指尺寸较小、腐蚀对使用影响不大，如中小型

钢、管钢、线材、薄板等。

3 . 成箱（桶）：指防腐蚀、小、薄产品，如马口铁、硅钢片、镁锭等。

4 . 成轴：指线、钢丝绳、钢绞线等。

对捆箱、轴包装产品应首先检查包装是否完整。

## （二）标志检验

标志是区别材料的材质、规格的标志，主要说明供方名称、牌号、检验批号、规格、尺寸、级别、净重等。标志有；

5 . 涂色：在金属材料的端面，端部涂上各种颜色的油漆，主要用于钢材、生铁、有色原料等。

6 . 打印：在金属材料规定的部位（端面、端部）打钢印或喷漆的方法，说明材料的牌号、规格、标准号等。主要用于中厚板、型材、有色材等。

7 . 挂牌：成捆、成箱、成轴等金属材料在外面挂牌说明其牌号、尺寸、重量、标准号、供方等。

金属材料的标志检验时要认真辨认，在运输、保管等过程中要妥善保管。

## （三）规格尺寸的检验

规格尺寸指金属材料主要部位（长、宽、厚、直径等）的公称尺寸。

8 . 公称尺寸（名义尺寸）：是人们在生产中想得到的理想尺寸，但它与实际尺寸有一定差距。

9 . 尺寸偏差：实际尺寸与公称尺寸之差值叫尺寸偏差。大于公称尺寸叫正偏差，小于公称尺寸叫负偏差。在标准规定范围之内叫允许偏差，超过范围叫尺寸超差，超差属于不合格品。

10 . 精度等级：金属材料的尺寸允许偏差规定了几种范围，并按尺寸允许偏差大小不同划为若干等级叫精度等级，精度等级分普通、较高、高级等。

11 . 交货长度（宽度）：是金属材料交货主要尺寸，指金属材料交货时应具有的长（宽）度规格。

12 . 通常长度（不定尺长度）：对长度不作一定的规定，但必须在一个规定的长度范围内（按品种不同，长度不一样，根据部、厂定）。

13 . 短尺（窄尺）：长度小于规定的通常长度尺寸的下限，但不小于规定的最小允许长度。对一些金属材料，按规定可交一部分 " 短尺 " 。

14 . 定尺长度：所交金属材料长度必须具有需方在订货合同中指定的长度（一般正偏差）。

15 . 倍尺长度：所交金属材料长度必须为需方在订货合同中指定长度的整数倍（加锯口、正偏差）。

规格尺寸的检验要注意测量材料部位和选用适当的测量工具。

#### （四）数量的检验



金属材料数量，一般是指重量（除个别例垫板、鱼尾板以件数计），数量检验方法有：

17 .按实际重量计量：按实际重量计量的金属材料一般应全部过磅检验。对有牢固包装（如箱、合、桶等），在包装上均注明毛重、净重和皮重。如薄钢板、硅钢片、铁合金可进行抽检数量不少于一批的 5% ，如抽检重量与标记重量出入很大，则须全部开箱称重。

18 .按理论换算计量：以材料的公称尺寸（实际尺寸）和比重计算得到的重量，对那些定尺的型板等材都可按理论换算，但在换算时要注意换算公式和材料的实际比重。

#### （五）表面质量检验

表面质量检验主要是对材料、外观、形状、表面缺陷的检验，主要有：

19 .椭圆度：圆形截面的金属材料，在同一截面上各方向直径不等的现象。椭圆度用同一截面上最大与最小的直径差表示，对不同用途材料标准不同。

20 .弯曲、弯曲度：弯曲就是轧制材料。在长度或宽度方向不平直、呈曲线形状的总称。如果把它们的不平程度用数字表示出来，就叫弯曲度。

21 .扭转：条形轧制材料沿纵轴扭成螺旋状。

22 .镰刀弯（侧面弯）：指金属板，带及接近矩形截面的型材沿长度（窄面一侧）的弯曲，一面呈凹入曲线，另一

面对面呈凸出曲线，称为 " 镰刀弯 " 。以凹入高度表示。

23 . 瓢曲度：指在板或带的长度及宽度方向同时出现高低起伏的波浪现象，形成瓢曲形，叫瓢曲度。表示瓢曲程度的数值叫瓢曲度。

24 . 表面裂纹：指金属物体表层的裂纹。

25 . 耳子：由于轧辊配合不当等原因，出现的沿轧制方向延伸的突起，叫作耳子。

26 . 括伤：指材料表面呈直线或弧形沟痕通常可以看到沟底。

27 . 结疤：指不均匀分布在金属材料表面呈舌状，指甲状或鱼鳞状的薄片。

28 . 粘结：金属板、箔、带在迭轧退火时产生的层与层间点、线、面的相互粘连。经掀开后表面留有粘结痕迹，叫粘结。

29 . 氧化铁皮：氧化铁皮是指材料在加热、轧制和冷却过程中，在表面生成的金属氧化物。

30 . 折叠：是金属在热轧过程中（或锻造）形成的一种表面缺陷，表面互相折合的双金属层，呈直线或曲线状重合。

31 . 麻点：指金属材料表面凹凸不平的粗糙面。

32 . 皮下气泡：金属材料的表面呈现无规律分布大小不等、形状不同、周围圆滑的小凸起、破裂的凸泡呈鸡爪形裂口或舌状结疤，叫作气泡。

表面缺陷产生的原因主要上由于生产、运输、装卸、保管等操作不当。根据对使用的影响不同，有的缺陷是根本不允许超过限度。有些缺陷虽然不存在，但不允许超过限度；各种表面缺陷是否允许存在，或者允许存在程度，在的有关标准中均有明确规定。

#### （六）内部质量检验的保证条件

金属材料内部质量的检验依据是根据材质适应不同的要求，保证条件亦不同，在出厂和验收时必须按保证条件进行检验，并符合要求，保证条件分：

33 .基本保证条件：对材料质量最低要求，无论是否提出，都得保证，如化学成份，基本机械性能等。

34 .附加保证条件：指根据需方在订货合同中注明要求，才进行检验，并保证检验结果符合规定的项目。

35 .协议保证条件：供需双方协商并在订货合同中加以保证的项目。

36 .参考条件：双方协商进行检验项目，但仅作参考条件，不作考核。

金属材料内部质量检验主要有机械性能、物理性能、化学性能、工艺性能、化学成分和内部组织检验。机械性能、工艺性能第一部分已介绍，这里只对化学成分和内部组织的检验方法的原理及简单过程做概括介绍。

#### （七）化学成分检验

化学成分是决定金属材料性能和质量的主要因素。因此，标准中对绝大多数金属材料规定了必须保证的化学成分，有的甚至作为主要的质量、品种指标。化学成分可以通过化学的、物理的多种方法来分析鉴定，目前应用最广的是化学分析法和光谱分析法，此外，设备简单、鉴定速度快的火花鉴定法，也是对钢铁成分鉴定的一种实用的简易方法。

37 . 化学分析法：根据化学反应来确定金属的组成成分，这种方法统称为化学分析法。化学分析法分为定性分析和定量分析两种。通过定性分析，可以鉴定出材料含有哪些元素，但不能确定它们的含量；定量分析，是用来准确测定各种元素的含量。实际生产中主要采用定量分析。定量分析的方法为重量分析法和容量分析法。

重量分析法：采用适当的分离手段，使金属中被测定元素与其它成分分离，然后用称重法来测元素含量。

容量分析法：用标准溶液（已知浓度的溶液）与金属中被测元素完全反应，然后根据所消耗标准溶液的体积计算出被测定元素的含量。

38 . 光谱分析法：各种元素在高温、高能量的激发下都能产生自己特有的光谱，根据元素被激发后所产生的特征光谱来确定金属的化学成分及大致含量的方法，称光谱分析法。通常借助于电弧，电火花，激光等外界能源激发试样，

使被测元素发出特征光谱。经分光后与化学元素光谱表对照，做出分析。

39 .火花鉴别法：主要用于钢铁，在砂轮磨削下由于摩擦，高温作用，各种元素、微粒氧化时产生的火花数量、形状、分叉、颜色等不同，来鉴别材料化学成分（组成元素）及大致含量的一种方法。

#### （八）内部质量检验

常见的内部组织缺陷有：

40 .疏松：铸铁或铸件在凝固过程中，由于诸晶枝之间的区域内的熔体最后凝固而收缩以及放出气体，导致产生许多细小孔隙和气体而造成的不致密性。

41 .夹渣：被固态金属基体所包围着的杂质相或异物颗粒。

42 .偏析：合金金属内各个区域化学成分的不均匀分布。

43 .脱碳：钢及铁基合金的材料或制件的表层内的碳全部或部分失掉的现象。

另外，气泡、裂纹、分层、白点等也是常见的内部组织缺陷，对内部组织（晶粒、组织）及内部组织缺陷的检验办法常用有：

44 .宏观检验：利用肉眼或 10 倍以下的低倍放大镜观察金属材料内部组织及缺陷的检验。常用的方法有断口检验、低倍检验、塔形车削发纹检验及硫印试验等。

主要检验气泡、夹渣、分层、裂纹晶粒粗大、白点、偏析、疏松等。

45 . 显微检验：显微检验又叫作高倍检验，是将制备好的试样，按规定的放大倍在相显微镜下进行观察测定，以检验金属材料的组织及缺陷的检验方法。一般检验夹杂物、晶粒度、脱碳层深度、晶间腐蚀等。

46 . 无损检验：无损检验有磁力探伤、萤光探伤和着色探伤。磁力探伤用于检验钢铁等铁磁性材料接近表面裂纹、夹杂、白点、折叠、缩孔、结疤等。萤光探伤和着色探伤用于无磁性材料如有色金属、不锈钢、耐热合金的表面细小裂纹及松孔的检验。

47 . 超声波检验：又叫超声波探伤。利用超声波在同一均匀介质中作直线性传播。但在不同两种物质的界面上，便会出现部分或全部的反射。因此，当超声波迂到材料内部有气孔、裂纹、缩孔、夹杂时，则在金属的交界面上发生反射，异质界面愈大反射能力愈强，反之愈弱。这样，内部缺陷的部位及大小就可以通过探伤仪萤光屏的波形反映出来。常用的超声波探伤有 X 光和射线探伤。

### 金属型铸造

金属型铸造又称硬模铸造，它是将液体金属浇入金属铸型，以获得铸件的一种铸造方法。铸型是用金属制成，可以反复使用多次（几百次到几千次）。

金属型铸造与砂型铸造比较：在技术上与经济上有许多优点。

( 1 ) 金属型生产的铸件，其机械性能比砂型铸件高。同样合金，其抗拉强度平均可提高约 25 %，屈服强度平均提高约 20 %，其抗蚀性能和硬度亦显著提高；

( 2 ) 铸件的精度和表面光洁度比砂型铸件高，而且质量和尺寸稳定；

( 3 ) 铸件的工艺收得率高，液体金属耗量减少，一般可节约 15 ~ 30 %；

( 4 ) 不用砂或者少用砂，一般可节约造型材料 80 ~ 100 %；

此外，金属型铸造的生产效率高；使铸件产生缺陷的原因减少；工序简单，易实现机械化和自动化。金属型铸造虽有很多优点，但也有不足之处。如：

(1) 金属型制造成本高；

(2) 金属型不透气，而且无退让性，易造成铸件浇不足、开裂或铸件白口等缺陷；

(3) 金属型铸造时，铸型的工作温度、合金的浇注温度和浇注速度，铸件在铸型中停留的时间，以及所用的涂料等，对铸件的质量的影响甚为敏感，需要严格控制。

金属型铸造目前所能生产的铸件，在重量和形状方面还有一定的限制，如对黑色金属只能是形状简单的铸件；铸件

的重量不可太大；壁厚也有限制，较小的铸件壁厚无法铸出。因此，在决定采用金属型铸造时，必须综合考虑下列各因素：铸件形状和重量大小必须合适；要有足够的批量；完成生产任务的期限许可。

#### 金属型铸件形成过程的特点

金属型和砂型，在性能上有显著的区别，如砂型有透气性，而金属型则没有；砂型的导热性差，金属型的导热性很好，砂型有退让性，而金属型没有等。金属型的这些特点决定了它在铸件形成过程中有自己的规律。

型腔内气体状态变化对铸件成型的影响：金属在充填时，型腔内的气体必须迅速排出，但金属又无透气性，只要对工艺稍加疏忽，就会给铸件的质量带来不良影响。

铸件凝固过程中热交换的特点：金属液一旦进入型腔，就把热量传给金属型壁。液体金属通过型壁散失热量，进行凝固并产生收缩，而型壁在获得热量，升高温度的同时产生膨胀，结果在铸件与型壁之间形成了“间隙”。在

“铸件—间隙—金属型”系统未到达同一温度之前，可以把铸件视为在“间隙”中冷却，而金属型壁则通过“间隙”被加热。

金属型阻碍收缩对铸件的影响：金属型或金属型芯，在铸件凝固过程甲无退让性，阻碍铸件收缩，这是它的又一特点。



## 金属型铸造工艺

### 1 金属型的预热

未预热的金属型不能进行浇注。这是因为金属型导热性好 / 液体金属冷却快，流动性剧烈降低，容易使铸件出现冷隔、浇不足夹杂、气孔等缺陷。未预热的金属型在浇注时，铸型，将受到强烈的热击，应力倍增，使其极易破坏。因此，金属型在开始工作前，应该先预热，适宜的预热温度（即工作温度），随合金的种类、铸件结构和大小而定，一般通过试验确定。一般情况下，金属型的预热温度不低于 1500℃。

金属型的预热方法有：

- （ 1 ）用喷灯或煤气火焰预热；（ 2 ）采用电阻加热器；
- （ 3 ）采用烘箱加热，其优点是温度均匀，但只适用于小件的金属型；（ 4 ）先将金属型放在炉上烘烤，然后浇注液体金属将金属型烫热。这种方法，只适用于小型铸型，因它要浪费一些金属液，也会降低铸型寿命。

### 2 金属型的浇注

金属型的浇注温度，一般比砂型铸造时高。可根据合金种类、如化学成分、铸件大小和壁厚，通过试验确定。下表中数据可供参考。

各种合金的浇注温度

合金种类	浇注温度	℃	合金种类	浇注温度	℃
------	------	---	------	------	---

铝锡合金 350 ~ 450 黄铜 900 ~ 950

锌合金 450 ~ 480 锡青铜 1100 ~ 1150

铝合金 680 ~ 740 铝青铜 1150 ~ 1300

镁合金 715 ~ 740 铸铁 1300 ~ 1370

由于金属型的激冷和不透气，浇注速度应做到先慢，后快，再慢。在浇注过程中应尽量保证液流平稳。

### 3 铸件的出型和抽芯时间

如果金属型芯在铸件中停留的时间愈长，由于铸件收缩产生的抱紧型芯的力就愈大，因此需要的抽芯力也愈大。金属型芯在铸件中最适宜的停留时间，是当铸件冷却到塑性变形温度范围，并有足够的强度时，这时是抽芯最好的时机。铸件在金属型中停留的时间过长，型壁温度升高，需要更多的冷却时间，也会降低金属型的生产率。

最合适的拔芯与铸件出型时间，一般用试验方法确定。

### 4 金属型工作温度的调节

要保证金属型铸件的质量稳定，生产正常，首先要使金属型在生产过程中温度变化恒定。所以每浇一次，就需要将金属型打开，停放一段时间，待冷至规定温度时再浇。如靠自然冷却，需要时间较长，会降低生产率，因此常用强制冷却的方法。冷却的方式一般有以下几种：

（ 1 ）风冷：即在金属型外围吹风冷却，强化对流散热。

风冷方式的金属型，虽然结构简单，容易制造，成本低，

但冷却效果不十分理想。

( 2 ) 间接水冷：在金属型背面或某一局部，镶铸水套，其冷却效果比风冷好，适于浇注铜件或可锻铸铁件。但对浇注薄壁灰铁铸件或球铁铸件，激烈冷却，会增加铸件的缺陷。

( 3 ) 直接水冷：在金属型的背面或局部直接制出水套，在水套内通水进行冷却，这主要用于浇注钢件或其它合金铸件，铸型要求强烈冷却的部位。因其成本较高，只适用于大批量生产。

如果铸件壁厚薄悬殊，在采用金属型生产时，也常在金属型的一部分采用加温，另一部分采用冷却的方法来调节型壁的温度分布。

## 5 金属型的涂料

在金属型铸造过程中，常需在金属型的工作表面喷刷涂料。涂料的作用是：调节铸件的冷却速度；保护金属型，防止高温金属液对型壁的冲蚀和热击；利用涂料层蓄气排气。

根据不同合金，涂料可能有多种配方，涂料基本由三类物质组成： 1 . 粉状耐火材料（如氧化锌，滑石粉，锆砂粉、硅藻土粉等）； 2 . 粘结剂（常用水玻璃，糖浆或纸浆废液等）； 3 . 溶剂（水）。具体配方可参考有关手册。

涂料应符合下列技术要求：要有一定粘度，便于喷涂，在金属型表面上能形成均匀的薄层；涂料干后不发生龟裂或

脱落，且易于清除；具有高的耐火度；高温时不会产生大量气体；不与合金发生化学反应（特殊要求者除外）等。

## 6 复砂金属型（铁模复砂）

涂料虽然可以降低铸件在金属型中的冷却速度，但采用刷涂料的金属型生产球墨铸铁件（例如曲轴），仍有一定困难，因为铸件的冷速仍然过大，铸件易出现白口。若采用砂型，铸件冷速虽低，但在热节处又易产生缩松或缩孔，在金属型表面复以 4 - 8mm 的砂层，就能铸出满意的球墨铸铁件。

复砂层有效地调节了铸件的冷却速度，一方面使铸铁体不出白口，另一方面又使冷速大于砂型铸造。金属型无溃散性，但很薄的复砂却能适当减少铸件的收缩阻力。此外金属型具有良好的刚性，有效地限制球铁石墨化膨胀，实现了无冒口铸造，消除疏松，提高了铸件的致密度。如金属型的复砂层为树脂砂，一般可用射砂工艺复砂，金属型的温度要求在 180 ~ 200℃ 之间。复砂金属型可用于生产球铁，灰铁或铸钢件，其技术效果显著。

## 7 金属型的寿命

提高金属型寿命的途径为：

- 1 . 选用导热系数大，热膨胀系数小，而且强度较高的材料制造金属型；
- 2 . 合理的涂料工艺，严格遵守工艺规范；

3 . 金属型结构合理，制造毛坯过程中应注意消除残余应力；

4 . 金属型材料的晶粒要细小。

### 金属型铸件的工艺设计

根据金属型铸造工艺的一些特点，为了保证铸件质量，简化金属型结构，充分发挥它的技术经济效益，首先必须对铸件的结构进行分析，并制订合理的铸件工艺。

#### 1 铸件结构的工艺性分析

金属型铸造结构工艺性的好坏，是保证铸件质量，发挥金属型铸造优点的先决条件。合理的铸造构应遵循下列原则：

- 1 ) 铸造结构不应阻碍出型，妨碍收缩；
- 2 ) 厚差不能太大，以免造成各部分温差悬殊，从而引起铸件缩裂和缩松；
- 3 ) 限制金属型铸件的最小壁厚。

另外，对铸件非加工面的精度和光洁度应要求适当。

#### 2 铸件在金属型中的浇注位置

铸件的浇注位置直接关系到型芯和分型面的数量、液体金属的导入位置，冒口的补缩效果，排气的通畅程度以及金属型的复杂程度等。选择浇注位置的原则如下：

- 1 . 保证金属液在充型时流动平稳，排气方便，避免液流卷气和金属被氧化；
2. 有利于顺序凝固，补缩良好，以保证获得组织致密的铸件；

3 . 型芯数目应尽量减少，安放方便、稳定、而且易于出型；

4 . 有利于金属型结构简化，铸件出型方便等。

### 3 铸性分型面的选择

分型面形式一般有垂直、水平和综合分类（垂直、水平混合分型或曲面分型）三种。选择分型面的原则如下：

1 . 为简化金属型结构，提高铸件精度，对形状教简单的铸件最好都布置在半型内，或大部分布置在半型内；

2 . 分型面数目应尽量少，保证铸件外形美观，铸件出型和下芯方便；

3 . 选择的分型面应保证设置浇冒口方便，金属充型时流动平稳，有利于型腔里的气体排出；

4 . 分型面不得选在加工基准面上；

5 , 尽量避免曲面分型，减少拆卸件及活决数量。

### 4 浇铸系统设计

根据金属型铸造的某些特点，在设计浇注系统时须注意以下几点：金属浇注速度大，超过砂型的约 20 %。其次，在液体金属充型时，型腔里的气体要能顺利排除，其流向应尽可能与液流方向一致，顺利的将气体挤向冒口或出气冒口；此外，应注意使液体金属在充型时流动平稳，不产生涡流，不冲击型壁或型芯，更不可产生飞溅。

金属型的浇注系统一般分为顶注式底注式和侧注式三类。

- 1 ) 顶注式，其热分布较合理，有利于顺序凝固，可减少金属液的消耗，但金属液流动不平稳，易进渣，铸件高时，易冲击型腔底部或型芯。若用于浇注铝合金件，一般只适用于铸件高度小于 100 毫米的简单件；
- 2 ) 底注式，金属液流动较平稳，有利于排气，但温度分布不合理，不利于铸件顺利凝固；
- 3 ) 侧注式，兼有上述两者的优点，金属液流动平稳，便于集渣，排气等，但金属液消耗大，浇口清理工作量大。

金属型浇注系统的结构与砂型铸造基本相似，但由于金属型壁不透气，导热能力强，因此要求浇注系统结构，能有利于降低金属液流速，流动平稳，减少其对型壁的冲刷。除应保证型腔内气体有充裕的时间排除外，还保证在充型过程中不得产生喷溅。

当用金属型浇注黑色金属时，由于铸件冷速大，液流的粘度急剧增加，因此多采用封闭式浇口，其各部分截面积比例为： $F_{内} : F_{横} : F_{直} = 1 : 1.15 : 1.25$

## 5 冒口设计

金属型铸造的冒口和砂型铸造时具有同等的作用：即为补缩、集渣和排气。它的设计原则也与砂型用冒口相同。由于金属型冷却速度大，而冒口又常采用保温涂料或砂层，因此金属型的冒口尺寸可比砂型的冒口小。

#### 4.4.6 金属型铸件的工艺参数

由于金属型工艺的特点，其铸件的工艺参数与砂型铸件略有区别。金属型铸件的线收缩率不仅与合金的线收缩有关，还与铸件结构、铸件在金属型中收缩受阻的情况、铸件出型温度，金属型受热后的膨胀及尺寸变化等因素有关，其取值还要考虑在试浇过程中留有修改尺寸的余地。

为取出金属型芯和铸件，在铸件的出芯和出型方向应取适当斜度，对各种不同合金铸件的铸造斜度参阅有关手册。

金属型铸件精度一般比砂型铸件高，所以加工裕量可较小，一般在 0.5 ~ 4mm 之间。

在确定铸件工艺参数之后，就可绘制金属型铸件工艺图，该图与砂型铸件的工艺图基本相同。

#### 金属型的设计

铸件工艺图绘制之后，就可进行金属型设计。设计内容主要包括确定金属型的结构、尺寸、型芯、排气系统和顶杆机构等。

对设计的金属型应力求结构简单，加工方便，选材合理，安全可靠。 . 金属型的结构形式

##### 1 金属型的结构形式

金属型的结构取决于铸件形状、尺寸大小；分型面数量；合金种类和生产批量等条件。按分型面位置，金属型结构有以下几种形式：



- 1 . 整体金属型，铸型无分型面，结构简单，但它只适用于形状简单，无分型面的铸件；
- 2 . 水平分型金属型，它适用于薄壁轮状铸件。
- 3 . 垂直分型金属型，这类金属型便于开设浇冒口和排气系统，开合型方便，容易实现机械化生产；多用于生产简单的小铸件；
- 4 . 综合分型金属型：它由两个或两个以上的分型面组成，甚至由活块组成，一般用于复杂铸件的生产。操作方便，生产中广泛采用。

## 2 金属型主体设计

金属型主体指构成型腔，用于形成铸件外形的部分。主体结构设计与铸件大小，其在型中的浇注位置，分型面以及合金的种类等有关。在设计时应力求使型腔的尺寸准确；便于开设浇注系统和排气系统，铸件出型方便，有足够的强度和刚度等。

## 3 金属型芯的设计

根据铸件的复杂情况和合金的种类可采用不同材料的型芯。一般浇注薄壁复杂件或高熔点合金（如铸钢、铸铁）时，多采用砂芯，而在浇注低熔点合金（如铝、镁合金）时，大多采用金属芯。在同一铸件上也可砂芯和金属芯并用。

## 4 金属型的排气

在设计金属型时就必须有排气设施，其排气的方式有以下几种：

- 1 . 利用分型面或型腔零件的组合面的间隙进行排气。
- 2 . 开排气槽。即在分型面或型腔零件的组合面上，芯座或顶杆表面上做排气槽。
- 3 . 设排气孔。排气孔一般开设在金属型的最高处。
4. 排气塞是金属型常用的排气设施

#### 5 顶出铸件机构设计

金属型腔的凹凸部分，对铸件的收缩会有阻碍，铸件出型时就会有阻力，必须采用顶出机构，方可将铸件顶出。在设计顶出机构时，须注意下面几点：防止顶伤铸件，即防止铸件被顶变形或在铸件表面顶出凹坑；防止顶杆卡死，首先是顶杆与顶杆孔的配合间隙要适当。如果间隙过大易钻入金属，过小则可能造成卡死的现象。根据经验最好采用 D4 / dC4 级配合。

#### 6 金属型的定位、导向及锁紧机构

金属型合型时，要求两半型定位准确，一般采用两种办法，即定位销定位和 “ 止口 ” 定位。对于上下分型，而分型面为圆形时，可采用 “ 止口 ” 定位，而对于矩形分型面大多采用定位销定位。定位销应设在分型面轮廓之内，当金属型本身尺寸较大，而自身的重量也较大时，要保证开合型定位方便，可采导向形式。

## 7 金属型材料的选择

从金属型的破坏原因分析可以看到，制造金属型的材料，应满足下列要求：耐热性和导热性好，反复受热时不变形，不破坏；应具有一定的强度、韧性及耐磨性，机械加工性好。

铸铁是金属型最常用的材料。其加工性能好，价廉，一般工厂均能自制，并且它又耐热、耐磨，是一种较合适的金属型材料。只是在要求高时，才使用碳钢和低合金钢。

采用铝合金制造金属型，在国外已引起注意，铝型表面可进行阳极氧化处理，而获得一层由  $\text{Al}_2\text{O}_3$  及  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  组成的氧化膜，其熔点和硬度都较高，而且耐热、耐磨。据报导这种铝金属型，如采用水冷措施，它不仅可铸造铝件和铜件，同样也可用来浇注黑色金属铸件。

### 名 词 解 释

#### 一、共析钢、亚共析钢、过共析钢

##### 1.共析钢

碳溶解在铁的晶格中形成固溶体，碳溶解到 $\alpha$ ——铁中的固溶体叫铁素体，溶解到 $\gamma$ ——铁中的固溶体叫奥氏体。铁素体与奥氏体都具有良好的塑性。当铁碳合金中的碳不能全部溶入铁素体或奥氏体中时，剩余出来的碳将与铁形成化合物——碳化铁( $\text{Fe}_3\text{C}$ )这种化合物的晶体组织叫渗碳体，它的硬度极高，塑性几乎为零。

从反映钢的组织结构与钢的含碳量和钢的温度之间关系的铁碳平衡状态图上可见，当碳的含量正好等于 0.77% 时，即相当于合金中渗碳体（碳化铁）约占 12%，铁素体约占 88% 时，该合金的相变是在恒温下实现的。即在这种特定比例下的渗碳体和铁素体，在发生相变时，如果消失两者同时消失（加热时），如果出现则两者又同时出现，在这一点上这种组织与纯金属的相变类似。基于这个原因，人们就把这种由特定比例构成的两相组织当作一种组织来看待，并且命名为珠光体，这种钢就叫做共析钢。即含碳量正好是 0.77% 的钢就叫做共析钢，它的组织是珠光体。

## 2. 亚共析钢

常用的结构钢含碳量大都在 0.5% 以下，由于含碳量低于 0.77%，所以组织中的渗碳体量也少于 12%，于是铁素体除去一部分要与渗碳体形成珠光体外，还会有多余的出现，所以这种钢的组织是铁素体+珠光体。碳含量越少，钢组织中珠光体比例也越小，钢的强度也越低，但塑性越好，这类钢统称为亚共析钢。

## 3. 过共析钢

工具用钢的含碳量往往超过 0.77%，这种钢组织中渗碳体的比例超过 12%，所以除与铁素体形成珠光体外，还有多余的渗碳体，于是这类钢的组织是珠光体+渗碳体。这类钢统称为过共析钢。

## 二、有关钢材机械性能的名词

### 1. 屈服点 ( $\sigma_s$ )

钢材或试样在拉伸时，当应力超过弹性极限，即使应力不再增加，而钢材或试样仍继续发生明显的塑性变形，称此现象为屈服，而产生屈服现象时的最小应力值即为屈服点。

设  $P_s$  为屈服点  $s$  处的外力， $F_0$  为试样断面积，则屈服点  $\sigma_s = P_s / F_0$  (MPa)，MPa 称为兆帕等于 N (牛顿) / mm<sup>2</sup>，(MPa = 10<sup>6</sup> Pa，Pa：帕斯卡 = N/m<sup>2</sup>)

### 2. 屈服强度 ( $\sigma_{0.2}$ )

有的金属材料的屈服点极不明显，在测量上有困难，因此为了衡量材料的屈服特性，规定产生永久残余塑性变形等于一定值（一般为原长度的 0.2%）时的应力，称为条件屈服强度或简称屈服强度  $\sigma_{0.2}$ 。

### 3. 抗拉强度 ( $\sigma_b$ )

材料在拉伸过程中，从开始到发生断裂时所达到的最大应力值。它表示钢材抵抗断裂的能力大小。与抗拉强度相应的还有抗压强度、抗弯强度等。

设  $P_b$  为材料被拉断前达到的最大拉力， $F_0$  为试样截面面积，则抗拉强度  $\sigma_b = P_b / F_0$  (MPa)。

### 4. 伸长率 ( $\delta_s$ )

材料在拉断后，其塑性伸长的长度与原试样长度的百分比叫伸长率或延伸率。

## 5. 屈强比 ( $\sigma_s/\sigma_b$ )

钢材的屈服点 ( 屈服强度 ) 与抗拉强度的比值 , 称为屈强比。屈强比越大 , 结构零件的可靠性越高 , 一般碳素钢屈强比为 0.6-0.65 , 低合金结构钢为 0.65-0.75 合金结构钢为 0.84-0.86。

## 6. 硬度

硬度表示材料抵抗硬物体压入其表面的能力。它是金属材料的重要性能指标之一。一般硬度越高 , 耐磨性越好。常用的硬度指标有布氏硬度、洛氏硬度和维氏硬度。

### (1) 布氏硬度 ( HB )

以一定的载荷 ( 一般 3000kg ) 把一定大小 ( 直径一般为 10mm ) 的淬硬钢球压入材料表面 , 保持一段时间 , 去载后 , 负荷与其压痕面积之比值 , 即为布氏硬度值 ( HB ) , 单位为公斤力/mm<sup>2</sup> (N/mm<sup>2</sup>)。

### (2) 洛氏硬度 ( HR )

当 HB>450 或者试样过小时 , 不能采用布氏硬度试验而改用洛氏硬度计量。它是用一个顶角 120° 的金刚石圆锥体或直径为 1.59、3.18mm 的钢球 , 在一定载荷下压入被测材料表面 , 由压痕的深度求出材料的硬度。根据试验材料硬度的不同 , 分三种不同的标度来表示 :

HRA : 是采用 60kg 载荷和钻石锥压入器求得的硬度 , 用于硬度极高的材料 ( 如硬质合金等 ) 。

HRB :是采用 100kg 载荷和直径 1.58mm 淬硬的钢球 ,求得的硬度 ,用于硬度较低的材料 ( 如退火钢、铸铁等 ) 。

HRC :是采用 150kg 载荷和钻石锥压入器求得的硬度 ,用于硬度很高的材料 ( 如淬火钢等 ) 。

### (3)维氏硬度 ( HV )

以 120kg 以内的载荷和顶角为  $136^{\circ}$  的金刚石方形锥压入器压入材料表面 ,用材料压痕凹坑的表面积除以载荷值 ,即为维氏硬度值 ( HV )

## 三、有关钢的热处理的名词

### 1.钢的退火

将钢加热到一定温度并保温一段时间 ,然后使它慢慢冷却 ,称为退火。钢的退火是将钢加热到发生相变或部分相变的温度 ,经过保温后缓慢冷却的热处理方法。退火的目的 ,是为了消除组织缺陷 ,改善组织使成分均匀化以及细化晶粒 ,提高钢的力学性能 ,减少残余应力 ;同时可降低硬度 ,提高塑性和韧性 ,改善切削加工性能。所以退火既为了消除和改善前道工序遗留的组织缺陷和内应力 ,又为后续工序作好准备 ,故退火是属于半成品热处理 ,又称预先热处理。

### 2.钢的正火

正火是将钢加热到临界温度以上 ,使钢全部转变为均匀的奥氏体 ,然后在空气中自然冷却的热处理方法。它能消除

过共析钢的网状渗碳体，对于亚共析钢正火可细化晶格，提高综合力学性能，对要求不高的零件用正火代替退火工艺是比较经济的。

### 3.钢的淬火

淬火是将钢加热到临界温度以上，保温一段时间，然后很快放入淬火剂中，使其温度骤然降低，以大于临界冷却速度的速度急速冷却，而获得以马氏体为主的不平衡组织的热处理方法。淬火能增加钢的强度和硬度，但要减少其塑性。淬火中常用的淬火剂有：水、油、碱水和盐类溶液等。

### 4.钢的回火

将已经淬火的钢重新加热到一定温度，再用一定方法冷却称为回火。其目的是消除淬火产生的内应力，降低硬度和脆性，以取得预期的力学性能。回火分高温回火、中温回火和低温回火三类。回火多与淬火、正火配合使用。

(1)调质处理：淬火后高温回火的热处理方法称为调质处理。高温回火是指在 500-650℃之间进行回火。调质可以使钢的性能，材质得到很大程度的调整，其强度、塑性和韧性都较好，具有良好的综合机械性能。

(2)时效处理：为了消除精密量具或模具、零件在长期使用中尺寸、形状发生变化，常在低温回火后（低温回火温度 150-250℃）精加工前，把工件重新加热到 100-150℃，保持 5-20 小时，这种为稳定精密制件质量的处理，称为时



效。对在低温或动载荷条件下的钢材构件进行时效处理，以消除残余应力，稳定钢材组织和尺寸，尤为重要。

## 5.钢的表面热处理

(1)表面淬火：是将钢件的表面通过快速加热到临界温度以上，但热量还未来得及传到心部之前迅速冷却，这样就可以把表面层被淬在马氏体组织，而心部没有发生相变，这就实现了表面淬硬而心部不变的目的。适用于中碳钢

(2)化学热处理：是指将化学元素的原子，借助高温时原子扩散的能力，把它渗入到工件的表面层去，来改变工件表面层的化学成分和结构，从而达到使钢的表面层具有特定要求的组织和性能的一种热处理工艺。按照渗入元素种类不同，化学热处理可分为渗碳、渗氮、氰化和渗金属法等四种。

渗碳：渗碳是指使碳原子渗入到钢表面层的过程。也是使低碳钢的工件具有高碳钢的表面层，再经过淬火和低温回火，使工件的表面层具有高硬度和耐磨性，而工件的中心部分仍然保持着低碳钢的韧性和塑性。

渗氮：又称氮化，是指向钢的表面层渗入氮原子的过程。其目的是提高表面层的硬度与耐磨性以及提高疲劳强度、抗腐蚀性等。目前生产中多采用气体渗氮法。

氰化：又称碳氮共渗，是指在钢中同时渗入碳原子与氮原子的过程。它使钢表面具有渗碳与渗氮的特性。

渗金属：是指以金属原子渗入钢的表面层的过程。它是使钢的表面层合金化，以使工件表面具有某些合金钢、特殊钢的特性，如耐热、耐磨、抗氧化、耐腐蚀等。生产中常用的有渗铝、渗铬、渗硼、渗硅等。