

机械工业技术学

湖北财经学院工业技术教研室编

1 9 8 4

目 录

绪 言	(1)
一、机械的种类	(1)
二、机械的生产过程	(1)
三、机械制造厂的生产结构	(2)
四、机械制造工业在国民经济中的地位	(2)
五、我国机械制造工业的发展概况	(3)
第一篇 金属热加工	(4)
第一章 金属材料与热处理	(4)
第一节 金属材料的性能	(4)
一、金属材料的机械性能	(4)
二、金属材料的工艺性能	(6)
第二节 钢	(7)
一、钢和生铁的区别	(7)
二、钢的分类	(7)
三、钢铁的牌号	(8)
四、碳素钢	(8)
五、合金钢	(10)
六、铸 钢	(12)
七、钢 材	(12)
第三节 生 铁	(13)
一、白生铁	(13)
二、灰生铁和灰铸铁	(13)
三、球墨铸铁	(14)
四、可锻铸铁	(14)
五、合金铸铁	(14)
六、铁合金	(14)
第四节 有色金属及其合金	(14)
一、铜及铜合金	(15)
二、铝及铝合金	(15)
三、锡基和铅基轴承合金	(16)
四、硬质合金	(16)
第五节 钢的热处理	(16)

一、热处理的概念和意义	(16)
二、钢的热处理方法	(17)
三、热处理炉	(19)
第二章 铸造生产	(22)
第一节 概述	(22)
一、铸造的实质	(22)
二、砂型铸造的工艺流程	(22)
三、铸造在机械制造业中的地位及其特点	(22)
第二节 模型和芯盒的制造	(23)
一、模型和芯盒的种类	(23)
二、制造模型和芯盒的材料	(23)
三、制模要点	(24)
第三节 造型材料	(24)
一、造型材料应具备的性能	(24)
二、造型材料的组成	(25)
三、造型材料的种类	(25)
四、造型材料的制备	(26)
第四节 造型	(27)
一、手工造型	(27)
二、机器造型	(30)
三、型芯的制造	(31)
四、浇注系统、冒口、气口和冷铁	(31)
五、砂型和型芯的烘干	(32)
第五节 铸铁的熔炼	(32)
一、冲天炉的炉料	(32)
二、冲天炉的构造	(33)
三、冲天炉的操作过程	(34)
第六节 浇注、落砂与清理	(34)
一、浇注	(34)
二、铸件落砂	(35)
三、铸件清理	(35)
第七节 铸件缺陷及其生成原因	(36)
一、气孔	(36)
二、缩孔和缩松	(36)
三、渣眼	(36)
四、砂眼	(36)
五、铁豆	(36)
六、裂纹	(37)
七、粘砂	(37)

八、冷隔和浇不足	(37)
第八节 铸造生产流水线的概念	(37)
第九节 特种铸造	(38)
一、金属型铸造	(38)
二、压力铸造	(39)
三、离心铸造	(39)
四、熔模精密铸造	(40)
第三章 金属压力加工	(41)
第一节 概述	(41)
第二节 压力加工对金属组织和性能的影响	(42)
一、冷变形	(42)
二、热变形	(43)
第三节 金属的加热	(43)
一、钢在加热时产生的现象	(43)
二、加热设备	(44)
第四节 自由锻造	(45)
一、关于锻造的一般概念	(45)
二、自由锻造设备	(46)
三、自由锻造工序	(50)
四、锻造工艺规程的编制	(51)
第五节 模型锻造	(54)
一、胎模锻造	(54)
二、模型锻造的锻模	(54)
三、模锻设备	(55)
四、模锻的工艺过程	(56)
第六节 冷冲压	(57)
一、冷冲压的概念和特点	(57)
二、冷冲压的基本工序	(57)
三、冷冲压设备	(59)
第七节 其它冷压加工	(59)
一、冷 镦	(59)
二、滚压螺纹	(59)
第四章 金属的焊接与切割	(60)
第一节 概述	(60)
第二节 电弧焊	(61)
一、电弧焊的原理和特点	(61)
二、手工电弧焊的设备和工具	(61)
三、手工电弧焊所用的电焊条	(62)
四、手工电弧焊工艺	(63)

五、自动电弧焊	(64)
六、气体保护电弧焊	(65)
第三节 电渣焊	(65)
✓ 第四节 接触焊	(66)
一、接触焊的原理和特点	(66)
二、接触焊的种类	(66)
第五节 气焊	(67)
一、气焊的概念及特点	(67)
二、气焊所用的气体及氧乙炔火焰	(67)
三、气焊条与气焊粉	(68)
四、气焊设备	(69)
✓ 第六节 金属的切割	(70)
一、氧气切割	(70)
二、等离子弧切割	(71)
第二篇 金属切削加工	(72)
第一章 金属切削加工的基础知识	(73)
第一节 切削加工的运动分析和机床种类	(73)
一、零件表面的形成和切削运动	(73)
二、切削运动和切削加工方式	(74)
三、金属切削机床的分类和型号	(75)
第二节 金属切削过程和切削刀具	(77)
一、切削用量三要素	(77)
二、刀具的几何形状	(79)
三、金属切削过程中的几个重要现象	(80)
四、刀具材料	(82)
第三节 量具及其应用	(83)
一、量具的分类	(83)
二、常用通用量具	(83)
三、极限验规	(86)
第四节 夹具的概念	(86)
第二章 车削加工	(88)
第一节 普通车床的构造	(88)
第二节 车床的主要工作及所用刀具和附件	(89)
一、外圆面的加工	(89)
二、车端面、切槽和切断	(91)
三、内圆面的加工	(92)
四、圆锥面的加工	(93)
五、成形面的加工	(94)
六、车螺纹	(94)

第三节 其他车床类机床	(95)
一、立式车床	(95)
二、多刀车床	(95)
三、六角车床	(96)
四、自动和半自动车床	(66)
第三章 钻削加工和镗削加工	(97)
第一节 钻头与钻削过程	(97)
一、麻花钻的构造	(97)
二、钻削时的切削用量及其选择	(98)
第二节 钻床	(98)
一、立式钻床	(98)
二、摇臂钻床	(99)
三、多轴钻床	(99)
第三节 钻床的主要工作及所用刀具和附件	(100)
一、钻孔	(100)
二、扩孔	(100)
三、铰孔	(101)
第四节 镗床及其工作	(101)
一、镗床及镗孔刀具	(101)
二、镗床所能完成的工作	(102)
第四章 刨削、插削和拉削加工	(104)
第一节 刨刀与插刀及其切削过程	(104)
第二节 刨床类机床	(105)
一、牛头刨床	(105)
二、龙门刨床	(106)
三、插床	(106)
第三节 刨床的主要工作	(107)
一、刨平面	(107)
二、刨垂直面及斜面	(107)
三、刨槽	(107)
第四节 拉削加工简介	(108)
第五章 铣削加工	(110)
第一节 铣刀的结构及刀齿几何形状	(110)
第二节 铣削过程	(110)
一、铣削要素	(111)
二、铣削基本时间及铣削用量的选择	(111)
第三节 铣床	(112)
一、卧式铣床	(112)
二、立式铣床	(113)

三、龙门铣床	(113)
第四节 铣床的主要工作及所用刀具和附件	(113)
一、铣平面	(114)
二、铣沟槽	(115)
三、铣成形面	(116)
四、利用分度头铣工件	(117)
第五节 齿轮加工概述	(120)
一、园柱齿轮加工	(120)
二、园柱齿轮精加工的概念	(121)
第六章 磨削加工	(122)
第一节 砂轮的组成及其选择	(122)
一、磨料	(122)
二、粒度	(123)
三、结合剂	(123)
四、砂轮硬度	(123)
五、砂轮组织	(123)
六、砂轮形状	(124)
七、砂轮规格的表示方法	(124)
第二节 磨削过程	(124)
一、磨削用量	(125)
二、切削热和冷却液	(125)
三、基本时间	(125)
第三节 磨床及其工作	(125)
一、外园磨床及其工作	(125)
二、内园磨床及其工作	(126)
三、平面磨床及其工作	(127)
第四节 光整加工的概念	(128)
一、研磨	(128)
二、珩磨	(129)
三、超级光磨	(129)
四、抛光	(130)
第七章 金属切削机床的专用化和机械加工的自动化	(131)
第一节 金属切削机床的专用化和专用机床	(131)
第二节 组合机床	(132)
第三节 金属切削机床自动化的意义	(134)
第四节 典型自动化机床的工作原理及其特点	(135)
一、仿形机床	(135)
二、自动车床和半自动车床	(137)
三、数字程序控制机床	(138)
第五节 切削加工自动线	(139)
一、自动机床	(139)
二、传送装置	(140)
三、自动操纵装置	(140)
附表	(141)
编后记	(167)

绪 言

恩格斯说：“劳动创造了人本身”。又说：“劳动是从制造工具开始的”。人类从开始制造简陋的生产工具到制造和使用各种复杂的机械，经历了一个很长的历史发展过程。在资本主义社会里，机械作为资本，成为资产阶级剥削和压迫无产阶级的工具。在社会主义社会里，机械则成为人民进行阶级斗争、生产斗争和科学实验的不可缺少的手段，社会主义制度的优越性，又为机械制造工业提供了无限广阔的发展前途。

一、机械的种类

机械按其功能可分为三类：

1. 产生机械能的机械 它可将其它种类的能转变为机械能，称为原动机，例如蒸汽机、柴油机、电动机等。
2. 转变机械能的机械 和前者相反，它可将机械能转变为其它种类的能，称为变换机，例如发电机、空气压缩机等。
3. 利用机械能的机械 它用来改变原材料或工件的性质、状态、形状和位置等，称为工作机，例如各种机床、锻锤、农业机械、采矿机械、纺织机械、运输机械等等。

二、机械的生产过程

1. 机械的设计 在着手制造机械之前，首先必须进行设计。设计就是根据机械担负的任务和对机械性能的要求，确定机械的结构和型式、零件的形状、尺寸和相互关系以及所用的原材料等。好的设计不仅要保证机械的质量，还要达到易于制造、节约材料和制造费用低等要求。

设计的意图主要是用图样来表示的，因此在设计的同时应当绘制零件工作图和装配图，并编制技术文件，作为机械制造的根据。

2. 生产准备工作 制造机械以前必须进行各项生产准备工作，生产准备工作包括思想的准备和物质技术条件的准备两方面。思想准备方面要使全体工人、技术人员和管理人员了解所制造的机械对祖国经济建设的关系，以及这种机械的性能、作用、制造方法和工艺过程等，以便充分发挥工人的积极性和创造性。物质技术条件的准备包括生产技术的准备、生产组织的准备、生产设备的准备和原材料的准备等。

3. 制造零件毛坯 现代机械对精度的要求较高，零件结构亦较复杂，为了便于制造以及得到一定的精度和光洁度，一般是先制成零件的近似形状，称为毛坯。制造毛坯的主要方法有以下几种：

(1) 铸造 铸造是将熔融的金属注入一定形状的铸型中，待液体金属凝固后，即可获得与铸型空腔的形状相同的毛坯。

(2) 锻造 锻造是将加热至塑性状态的金属施以锤击或压延，使其得到一定形状和尺

寸的毛坯。

(3) 焊接 焊接是将两块金属的接头部分加热，在施加压力或填充金属的条件下，使两块金属结合成一体。

机械厂除用以上几种方法制造毛坯外，还可直接用轧材（型材、板材和管材等）作为毛坯。

4. 切削加工 切削加工是用刀具从毛坯的表面上切去多余的金属层，使零件获得图纸规定的形状和尺寸以及表面光洁度。由于现代技术的进步，某些零件可以利用精密铸造、精密模锻等方法可以一步制成零件成品，不需进行切削加工。

5. 热处理 热处理是利用加热和冷却来改变金属的组织性能的方法。它可在切削加工前后或在切削加工过程中进行。

6. 装配 装配是将零件按照一定的技术要求组合成为部件和整个机械的过程。

7. 检验 为了保证产品的质量，必须进行检验。检验工作应贯彻于生产过程的始终，包括对原材料、工具、半成品以及成品等的检验。

三、机械制造厂的生产结构

根据生产任务的不同，机械制造厂设有若干车间。一般有以下几种类型：

1. 基本生产车间 凡直接从事制造主要产品的车间称为基本生产车间。它主要包括：

- (1) 铸造车间；
- (2) 锻压车间；
- (3) 金属结构车间（或铆焊车间等）；
- (4) 加工车间；
- (5) 热处理车间；
- (6) 装配车间等。

2. 辅助车间 是为基本生产服务的车间。它主要包括：

- (1) 模型车间 制备铸造车间所需的木模。
- (2) 工具车间 制备加工车间所需的刀具、夹具、量具以及锻压车间所需的模具和工具等。

(3) 机修车间 负责全厂机械设备的维修和技术设备的改造。

(4) 动力车间 如变电站、锅炉房、压缩空气站等。

我国现有的机械厂多为大而全、小而全的万能厂，它阻碍生产技术的进步，不利于劳动生产率的提高，因此，组织专业化生产是现代机械工业发展的必然趋势。

四、机械制造工业在国民经济中的地位

我国发展国民经济的总方针是“以农业为基础，工业为主导”，而机械制造工业在各种工业部门当中占着非常重要的地位。列宁曾经指出：“如果没有整个工业在大机器生产基础上的改造，社会主义就成为一纸空文。”毛主席指出：“中国只有在社会经济制度方面彻底地完成社会主义改造，又在技术方面，在一切能够使用机器操作的部门和地方，统统使用机器操作，才能使社会经济面貌全部改观。”国民经济的各部门，不论是农业、轻工业、重工业、国防工业、交通运输业等都要由机械制造工业提供各种各样的、高效率的机械，以便使

它们的劳动生产率迅速提高，产品的数量和质量不断增长，劳动条件得以改善。因此可以说机械制造业是社会主义建设高速度发展的重要条件。

五、我国机械制造业的发展概况

我国的机械制造业具有悠久的历史，远在公元前1700年左右，我国劳动人民就能铸造各种铜器，公元前400年左右已普遍应用铁器，公元前260年左右已能制造木质齿轮，并制成利用水力加工谷物的机械，公元1668年，创造了用马匹带动切削刀具的铣削工艺以及利用磨石进行磨光的磨削工艺等，这些发明和创造表明了我国劳动人民的勤劳和智慧。

但是，由于我国长期处于封建统治下，尤其是解放前的近百年里帝国主义的侵略和反动政府的统治，许多创造与发明都得不到发展，生产水平处于极端落后的状态。旧中国没有真正的机械制造业，仅有的一些小型机械厂设备陈旧，技术落后，只能从事于配件制造、装配和修理工作，几乎所有的机器设备都要依赖进口。

解放后，在党的领导下，我国的机械制造业获得了飞跃的发展，取得了巨大的成就。解放前那种殖民地性的修配工业面貌早已改观，代之而起的是遍及全国各地、布局比较合理的独立的机械制造业。我们已经从修配发展到制造，从仿造发展到自行设计，从制造单机发展到制造成套设备。现在我们已经能够完全依靠自己的力量设计和制造一些具有世界先进水平的、大型的、精密的机械设备，如2516立方米的大型高炉设备、大型发电设备、远洋巨轮、万吨水压机、8米滚齿机、中型微震造型自动线等，人造地球卫星和科学实验卫星的发射标志着我国在导弹、无线电等尖端技术方面已取得重大成果。可以预见，我国的机械制造业今后一定会取得更伟大的成就。

第一篇 金属热加工

第一章 金属材料与热处理

金属材料是机械制造工业的基本材料，因此，它在工业中占有非常重要的地位。现代的各种机器设备、船舶、飞机、桥梁、铁路、枪炮、坦克等都需要大量的金属材料，近年来得到迅速发展的宇宙航行、原子能等尖端工业更需要许多具有特殊性能的金属材料。

金属材料之所以得到这样广泛的应用，是因为它具有优良的机械性能，可以承受拉、压、弯、冲击等外力作用而不易破坏；具有良好的工艺性能，可以应用轧、锻、铸、焊、切削等加工工艺；还具有一定的物理、化学性能，如导电、导热、耐腐蚀等。

第一节 金属材料的性能

金属材料的性能分为机械性能、工艺性能、物理性能和化学性能，它们是正确选用材料和进行各种加工工艺的重要技术资料。下面介绍的是几种主要的机械性能和工艺性能。

一、金属材料的机械性能

金属材料的机械性能是指金属材料受力作用后的反应。

1.弹性 金属材料受外力作用时发生变形，外力除去后能完全恢复原来形状的性能，称为弹性。材料能保持弹性变形的最大应力（应力即材料单位面积上所受的力）称为弹性极限。

2.塑性 金属材料受外力作用时，在不破裂的情况下产生变形，外力除去后仍能保持新形状的性能，称为塑性。塑性的大小常用金属材料在拉伸试验时测得的延伸率来表示。

$$\delta = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中

δ ——延伸率；

L_0 ——试样原长度（毫米）；

L ——试样拉断后的长度（毫米）。

拉伸试验是在拉力试验机上进行的。试样制成规定的园棒形（见图1—1），将试样两端夹紧在试验机的夹头上，然后逐渐加力拉伸，直到拉断为止。将拉断的试样对合，即可量出 L 。

3.强度 金属材料在外力作用下，抵抗变形及破裂的能力称为强度。由于作用的外力形式不同，可分为抗拉强度、抗压强度和抗弯强度等。



图1—1 拉伸试样

工业上应用最多的是抗拉强度，以及与抗拉强度有关的屈服强度。

抗拉强度与屈服限度也是在拉伸试验中测得的。当试样夹持在试验机上以后，拉力不断增加，试样逐渐伸长，当拉力达到某一值时，虽然拉力没有继续增加，而试样却继续伸长，这种现象叫做材料的“屈服”，这时试样单位截面积上所承受的拉力就叫做屈服强度（或称屈服点）。只有塑性好的材料才有明显的屈服强度。

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F_0}$$

式中

σ_s ——屈服强度（公斤/毫米²）；

P_s ——试样屈服时的拉力（公斤）；

F_0 ——试样原横截面积（毫米²）。

试样发生屈服以后，再继续增加拉力，试样继续伸长，当拉力达到某一最大值时，试样局部的截面缩小，产生缩颈，最终被拉断。试样出现缩颈时，单位截面积上所承受的拉力，叫做材料的抗拉强度。

$$\sigma_b = \frac{P_b}{F_0}$$

式中

σ_b ——抗拉强度（公斤/毫米²）

P_b ——试样所能承受的最大拉力（公斤）；

F_0 ——试样原横截面积（毫米²）。

4. 硬度 金属材料抵抗比它更硬的物体压入的能力称为硬度。表示硬度的标准有几种，常用的有布氏硬度和洛氏硬度。

布氏硬度是在布氏硬度试验机上测得的。试验时，用一定直径的淬火钢球，以一定的压力压入被试金属的表面内（见图1—2），结果，在金属表面上压出一个印痕，按印痕每单位面积上所受的均匀压力，作为布氏硬度值。硬度值愈大，表示材料愈硬。

$$HB = \frac{P}{F}$$

式中

HB——布氏硬度（公斤/毫米²，实际应用上都不注单位）；

P——压力（公斤）；

F——印痕球面积（毫米²）。

洛氏硬度是在洛氏硬度试验机上测得的。试验时，用一锥形金刚石或小钢球，以一定压力压入金属表面（图1—3），根据压入深度来计算硬度值，硬度值可直接从试验机的指示器中读出。硬度值愈大，表示材料愈硬。

洛氏硬度有三种，符号是HRA、HRB和HRC，其区别在于压陷器和所加压力大小的不同，工厂中常用的是HRC。

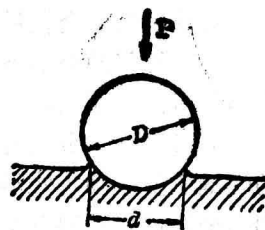


图1—2 布氏硬度试验示意图

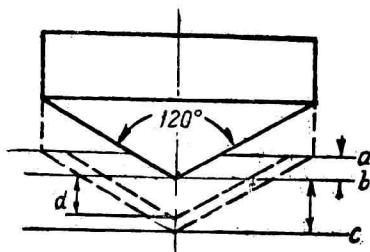


图1—3 洛氏硬度试验示意图

5. 韧性 金属材料抵抗冲击性外力而不致破裂的能力称为韧性。与韧性相反的性质，就是脆性。

韧性的大小是用冲击试验来确定的。试验时，将试样放在试验机的两个支承上，将摆锤抬起H的高度，摆锤由此落下时将试样冲断，并升起至h的高度（见图1—4），按照试样单位截面积上所消耗的冲击功可计算出冲击值。

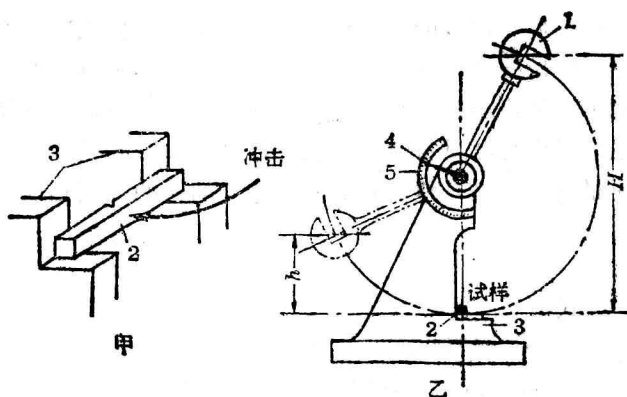


图1—4 冲击试验示意图

1. 摆锤 2. 试样 3. 支承 4. 指针 5. 刻度盘

$$a_k = \frac{A_K}{F_0}$$

式中

a_k ——冲击值（公斤·公尺/厘米²）；

A_K ——冲断试样所消耗的功（公斤·公尺）；

F_0 ——试样缺口处的横截面积（厘米²）。

二、金属材料的工艺性能

金属材料在加工过程中所表现的性能叫做工艺性能。

1. 铸造性 金属材料是否容易铸造出优质铸件的性能叫铸造性。它和流动性、收缩性、偏析等有关。金属在液态时的流动性好、收缩小、偏析（金属的化学成分不均匀性）小则铸造性好。灰生铁具有良好的铸造性，钢则较差。

2. 锻压性 金属材料承受压力加工的能力叫做锻压性。它与金属材料的塑性有直接的关系。锻压性好的金属不但塑性好，锻压时所需的外力也较小。钢在高温加热后一般均具有优良的锻压性，而生铁则不能锻压。

3. 可焊性 金属材料是否容易焊接的性能叫做可焊性。可焊性好的金属焊后能得到满意的焊缝质量，接头处不易产生气孔、裂纹、夹渣等缺陷。低碳钢具有优良的可焊性，铸铁和铝合金的可焊性则较差。

4. 切削性 切削性是指金属材料是否容易被切削工具进行切削加工的性能。切削性好的材料在进行加工时，消耗的动力小、刀具寿命长，加工的零件表面光洁。灰生铁、铜合金和铝合金等有较好的切削性，高碳钢与高合金钢的切削性则较差。

第二节 鋼

一、鋼和生鐵的區別

工業用金屬可分為兩大類——黑色金屬和有色金屬。黑色金屬主要包括生鐵與鋼，是工業上應用最廣的金屬材料，在全部金屬產品中，約有94%是黑色金屬。

生鐵是由鐵礦石、焦炭和石灰石在高爐中冶煉而成的，而鋼是將生鐵（或廢鋼）在煉鋼爐（轉爐、平爐或電爐）中再進行熔煉，氧化部分雜質而得到的。鋼和生鐵基本上都是元素鐵和碳組成的合金，其中還含有少量的硅、錳、磷、硫等元素，有時為了改善其性能，還加入一種或幾種合金元素，如鉻、鎳、鈷、鈦等。

鋼和生鐵在化學成分上的主要區別是：生鐵的含碳量比鋼多，含碳量在2%以下的稱為鋼（實際應用上鋼的含碳量為0.05~1.4%），含碳量在2%以上的稱為生鐵（實際應用上生鐵的含碳量為2.2~4.5%）。此外，生鐵中硅、錳、磷、硫的含量也比鋼多。由於化學成分的區別，致使鋼和生鐵的性能也有很大的區別，鋼的機械性能優於生鐵，它的抗拉強度、彈性、塑性、韌性等都比生鐵好，在工藝性能方面，鋼可以進行軋制、鍛造等壓力加工，而生鐵不能承受壓力加工，但鋼的鑄造性能遠不如生鐵。

二、鋼 的 分 類

常用的幾種分類方法如下：

1. 按冶煉方法分類 按照冶煉方法和設備的不同，可分為平爐鋼、轉爐鋼和電爐鋼三大類，每一類按照爐襯材料的不同，又分為鹼性和酸性兩類。平爐鋼大都是用鹼性平爐冶煉的，酸性平爐用得很少。轉爐鋼可分為底吹、側吹和頂吹轉爐鋼，我國大量生產的是鹼性側吹轉爐鋼和頂吹轉爐鋼。電爐鋼分為電弧爐鋼、感應電爐鋼和電渣爐鋼等，我國大量生產的主要是鹼性電弧爐鋼。

2. 按化學成分分類 按化學成分可以把鋼分為碳素鋼和合金鋼兩大類。碳素鋼中除含鐵與碳外，還含有少量的硅、錳、磷、硫等元素，但硅的含量小於0.5%，錳的含量一般小於1%。合金鋼中除含有上述元素外，還含有某些有意加入的合金元素，如鉻、鎳、鈷、鈦、鎳等。硅和錳本是鋼中的常存元素，但當硅的含量大於0.5%或錳的含量一般大於1%時，也稱為合金鋼。

根據含碳量的不同，碳素鋼可分為低碳鋼、中碳鋼和高碳鋼三類。含碳量小於0.25%的稱為低碳鋼，含碳量在0.25~0.6%之間的稱為中碳鋼，含碳量大於0.6%的稱為高碳鋼。

合金鋼根據鋼中合金元素總含量的不同，可分為低合金鋼、中合金鋼和高合金鋼。低合金鋼的合金元素總含量小於3%，中合金鋼的合金元素總含量為3~10%，高合金鋼的合金元素總含量大於10%。

3. 按用途分類 按照用途的不同，可分為結構鋼、工具鋼和特殊鋼。結構鋼用於製造各種建築結構和機械零件，如橋梁、廠房結構、船舶、齒輪和軸類零件等，這類鋼的含碳量一般不超過0.6%。結構鋼中有碳素結構鋼和合金結構鋼之分。工具鋼用於製造各種切削刀具、量具和模具，這類鋼的含碳量一般較高。工具鋼中有碳素工具鋼和合金工具鋼之分。特殊鋼是具有特殊的物理、化學或機械性能的鋼，如不銹鋼、耐熱鋼、耐磨鋼等，這類鋼大都屬於

高合金钢。

4.按质量分类 按照钢中所含有害杂质的多少,可分为普通钢、优质钢和高级优质钢。普通钢所含的硫和磷等有害杂质较多,但价格较低,主要用作建筑结构和要求不高的零件。优质钢所含的硫和磷等有害杂质较少,多用于制造机械零件和工具。高级优质钢中的硫和磷等有害杂质极少($S < 0.02\%$, $P < 0.03\%$),但价格高,用于制造重要的零件和工具。

5.按脱氧程度分类 按照炼钢时脱氧程度的不同,可分为镇静钢、沸腾钢和半镇静钢。镇静钢是用锰铁、硅铁和铝进行了较彻底的脱氧,因此浇注后钢液在钢锭模内能平静地凝固,故称为镇静钢。铸出的钢锭致密紧实,但头部有缩孔,在轧制或锻造时必须切去,使钢的收得率低,且脱氧剂消耗量大,因而成本较高。沸腾钢只用脱氧能力较弱的锰铁进行不完全脱氧,当钢液注入钢锭模后由于产生大量气体,造成沸腾现象,故称为沸腾钢。一部分气泡残留于钢锭中,抵销了钢锭冷凝时的收缩,因此头部无缩孔,钢的收得率高,但质量较差。半镇静钢的脱氧程度介于镇静钢和沸腾钢之间。

三、钢 铁 的 牌 号

解放前,我国由于钢铁工业落后,没有自己的钢铁标准,大都是沿用外国的编号,极其混乱。解放后自1952年起,我国颁布了自己的钢铁标准,后几经修改,至1964年国家科学技术委员会实施了“钢铁产品牌号表示方法”的国家标准(G B 221—63,这套牌号表示方法,已在我国的生产、设计、供销、教学与科研等方面广泛地使用。

“G B”是“国标”二字汉语拼音(Guo Biao)的缩写。这套“G B”的钢铁产品牌号表示方法,是汉字牌号和汉语拼音字母牌号并用的,汉字牌号易于识别和记忆,汉语拼音字母牌号便于书写和标记。

“G B” 221—63表示方法的原则是:

- 1.牌号中的化学元素采用汉字或国际化学符号来表示,例如“碳”或“C”、“锰”或“Mn”等(参看附表1)。
- 2.产品用途、冶炼方法和浇注方法,其汉字牌号和汉语拼音字母牌号的表示方法一般采用缩写,如沸腾钢采用“沸”或“F”(参看附表2)。

附表3举例说明了各种钢铁产品牌号的表示方法,至于各种钢铁的具体牌号将在以下分述之。

四、碳 素 钢

1.碳素钢中所含杂质对钢性能的影响

(1) 碳 碳的含量对钢的影响很大,含碳量愈多,钢的强度和硬度愈高,塑性和韧性愈低,锻压性与可焊性亦降低,但含碳量超过0.8%时,硬度继续增高,而强度反而降低了。

(2) 硅 硅能增加钢的强度和弹性,但在碳素钢中硅的含量很少,故对钢的性能不起显著影响。

(3) 锰 锰能减少硫在钢中的有害作用,并能增加钢的强度和硬度。在碳素钢中锰的含量也不多,对钢的性能亦无显著影响。

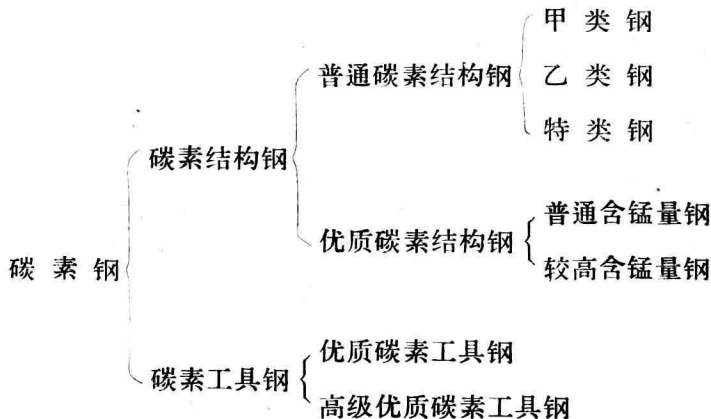
(4) 硫 硫是冶炼时从矿石和燃料中带来的有害杂质,它使钢在热压力加工时极易破裂,即热脆,硫还降低钢的塑性,耐磨性及耐腐蚀性等,因此硫的含量应加以严格的限制。

但是，“事物都是一分为二的”。硫可以改善切削加工性，因它使切屑变脆易断，加工的表面光洁度较高。对于某些强度要求不高的零件，为了改善其切削性能，可采用含硫量较高的易切结构钢。

(5) 磷 磷是冶炼时矿石中带来的有害杂质，它使钢在常温尤其在低温下的塑性和韧性降低，即冷脆，所以磷的含量也要严格限制。

2. 碳素钢的分类、用途和牌号

碳素钢的种类很多，一般可按下表分类：



(1) 普通碳素结构钢 这类钢是在转炉及碱性平炉中炼成的，属于低碳钢和中碳钢，所含硫及磷等有害杂质较多，因此质量较差，用于制造建筑结构及一些机械性能要求不太高的零件，按照冶金厂交货时保证的条件不同，可分为甲、乙、特三类，

甲类钢是按机械性能供应的钢，即保证机械性能指标在一定的范围内，但不保证碳、硅、锰的化学成分，这类钢在应用过程中不需经压力加工或热处理，因此钢的化学成分对用户来讲意义不大。甲类钢的牌号用钢类、冶炼方法和数字来表示，钢类用“甲”或“A”表示，冶炼方法：侧吹碱性转炉用“碱”或“J”表示，侧吹酸性转炉用“酸”或“S”表示，顶吹转炉用“顶”或“D”表示，平炉钢的冶炼方法省略不写。数字自1至7共七种，数字愈大表示钢的强度愈高而塑性较低。例如“甲₁”或“A₁”表示甲类1号平炉钢，“甲碱2”或“AJ2”表示甲类2号侧吹碱性转炉钢，“甲酸5”或“AS5”表示甲类5号侧吹酸性转炉钢。沸腾钢在钢号末尾加“沸”或“F”，半镇静钢在钢号末尾加“半”或“b”，镇静钢不加字尾，例如“甲碱3沸”或“AJ3F”等（参看附表4）。

乙类钢是按化学成分供应的钢，不保证机械性能。它们在机械厂应用时往往要经过锻造或热处理，热加工后，钢的性能可能发生变化，因此最初的机械性能对用户来讲意义不大，但在进行热加工时，为了制定加工工艺，必须了解其化学成分。乙类钢的牌号冠以“乙”或“B”，其余的表示方法与甲类钢同，例如“乙₁”或“B₁”、“乙酸3沸”或“BS3F”等（参看附表5）。

特类钢在钢厂交货时既保证化学成分，又保证机械性能，因此质量较好。特类钢的牌号冠以“特”或“C”，其余和甲类钢的表示方法相同，例如“特4”或“C4”、“特碱5”或“CJ5”等。特类钢的化学成分见附表5，机械性能见附表4。

(2) 优质碳素结构钢 这类钢多由平炉或电炉炼成，需要同时保证化学成分和机械性

能，同时钢中的硫、磷含量较低，多用作较重要的机械零件和结构。根据含锰量的不同，这类钢分为普通含锰量钢和较高含锰量钢两组，后者的强度及淬透性较高（淬透性是指淬火后得到的淬硬层的厚度），但塑性较低。

优质碳素结构钢的牌号仅用两位数字表示，这两位数字表示钢中平均含碳量的万分数，例如平均含碳量为0.10%、0.45%的钢，其钢号就相应为“10”、“45”。凡为较高含锰量的，在钢号后加“锰”或“Mn”字，例如“50锰”或“50Mn”等。附表6示这类钢的牌号和成分，附表7示其机械性能。

（3）碳素工具钢 这类钢属于高碳钢，具有较高的硬度和耐磨性，用于制造切削刀具、量具和模具。由于对工具钢的要求较高，这类钢没有普通质量的，而分为优质和高级优质两类。

碳素工具钢的牌号用“碳”或“T”字和数字表示，该数字表示钢中平均含碳量的千分数，例如平均含碳量为0.8%的碳素工具钢，其相应钢号为“碳8”或“T8”。含锰量较高者，在钢号后标出“锰”或“Mn”字，例如“碳8锰”或“T8Mn”。凡为高级优质碳素工具钢的，在钢号后加注“高”或“A”字，例如“碳8高”、“碳8锰高”或“T8A”、“T8MnA”。碳素工具钢的牌号、性能及用途见附表8。

五、合金钢

1. 合金元素对钢性能的影响 合金钢中常加的合金元素有：锰（Mn）、硅（Si）、铬（Cr）、镍（Ni）、钨（W）、钼（Mo）、钒（V）、钛（Ti）、铝（Al）、硼（B）等，加入合金元素的目的是为了改善钢的机械性能、热处理性能、物理和化学性能等，加入不同的合金元素与加入量不同，对性能的影响是不同的。下面是几种常用的合金元素对钢性能的影响：

锰 锰的资源比较丰富，而且便宜。锰能提高钢的强度和淬透性，在含量不很高时，钢有足够的韧性，因此可用来代替贵重的镍。当含锰量在11~14%时便成为高锰耐磨钢，有很高的强度和耐磨性，用来制造铁路道岔、拖拉机履带、碎石机颊板等。

硅 硅也是一种价廉的合金元素，它能提高钢的强度、硬度和弹性，因此硅钢多用来作各种重要的弹簧。硅能增加钢的电阻和导磁性，因此硅钢在电器工业中也被广泛应用。

铬 铬能提高钢的强度和硬度，在含量不超过1%时，还提高钢的韧性，铬还能提高钢的淬透性。含铬量 $\geq 13\%$ 的钢便成为不锈钢，具有防锈、耐酸的能力。在各种用途的合金钢中，不少钢种都含有数量不同的铬。

镍 镍的价格较高，是炼制高质量合金钢的重要合金元素之一，应尽量节约使用。镍使钢具有很高的强度、塑性和韧性，镍与铬配合可成为铬镍不锈钢。

钨 是一种贵重的合金元素，钨在钢中形成非常耐磨的、稳定的碳化物，提高工具钢的寿命和热硬性，所以高速钢中含有大量的钨。

2. 合金钢的牌号 合金钢的牌号用合金元素的化学符号（或汉字名称）和数字来表示。牌号最前面的数字表示平均含碳量，合金结构钢标以两位数字，表示平均含碳量的万分数。合金工具钢的平均含碳量 $\geq 1\%$ 时不予标出，平均含碳量 $< 1\%$ 时标以一位数字，表示平均含碳量的千分数。各元素后面的数字一般表示该元素平均含量的百分数，当平均含量小于1.5%时，数字不予标出。在钢号末尾加“高”或“A”字的为高级优质钢。为了注明一些特殊钢