

DIAN SHI ZHONG ZHUAN KE BEI

金属工艺学

杜学钧 编

武汉成人教育学院

说 明

本书是根据一九八二年元月教育部审定的中等专业学校工科机械类专业通用《金属工艺学教学大纲（试行草案）》编写的，主要供广播电视中专工科和经济管理等专业作试用教材，也可供职工中专有关专业使用。

金属工艺学是一门研究金属加工工艺方法的综合技术基础课程，实践性很强。为了便于教学，在学习本课程之前，应组织学生参观机械制造厂金属产品生产过程和实习，使学生对各种金属产品加工工艺方法及其设备，具有一定感性认识。书内打“※”号的部分，可根据专业需要选学。

本书由杜学钧同志编写。彭敬、范家福等同志对本书初稿提出了具体的修改意见，最后由彭敬同志校审。在编写中，得到中南财经大学，华中工学院等院校和工厂有关同志的指导和帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于编写时间仓促，缺乏经验，因此书中难免有缺点和错误，恳切希望广大师生批评指正，以便修订完善。

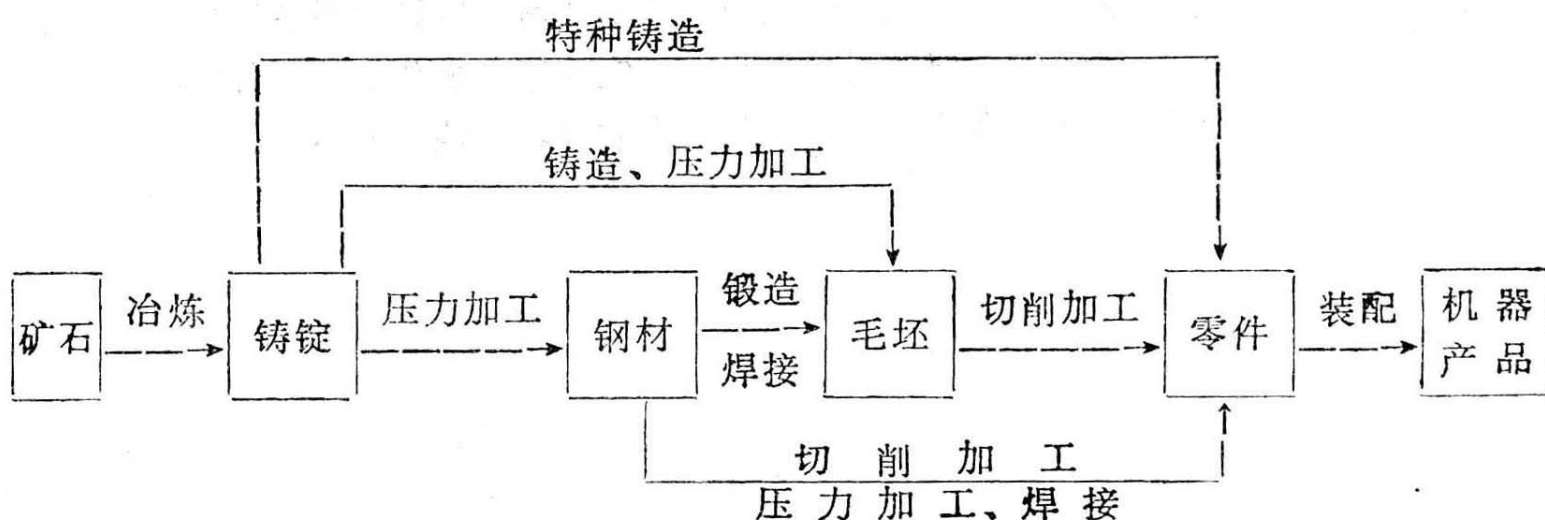
武汉市成人教育学院

一九八六年三月

緒 论

金属工艺学是一门研究金属材料及其加工工艺方法的综合性技术学科。它系统地介绍了机械制造中所用原材料的性能，金属零件加工工艺方法以及相互联系的基础知识。其主要内容包括：机械工程材料、毛坯加工、零件加工、装配及其工艺过程等部分。

机械制造工艺过程一般可用下图表示：



在机械制造过程中，一般是先用铸造、锻压或焊接等工艺方法将金属材料制成毛坯，再经过切削加工制成零件。为了改善材料或零件的某些性能，通常还需要进行热处理和表面处理。最后将各种零件按要求装配在一起，即成为机器。

金属工艺学是在生产实践中发展起来的。我国的金属工艺技术具有悠久的历史，远在公元前二千七百年左右（即黄帝时代），就制造了指南车；到商朝，我国已经进入青铜器的全盛时代；春秋时候，已开始用铸铁作农具；战国时候，制造刀和剑的技术，已经达到了很高的水平。我国明代宋应星所著《天工开物》一书，详细总结了我国历代的冶铁、炼钢、铸钟、锻铁、淬火等各种金属加工方法，是世界上有关金属加工工艺最早的科学著作之一，反映了我国劳动人民在金属加工工艺方面的卓越成就。

但是，由于我国长期处于封建统治，特别是解放前近一百多年的时间里，帝国主义的侵略和封建反动政府的腐败无能，使我国科学技术发展停滞不前，许多的创造发明得不到运用，生产技术水平处于极端落后状态。直到新中国成立之前，还没有自己独立的机械制造业。

解放以来，我国的机械制造业得到了迅速地发展，已经初步形成了产品门类齐全，布局合理的机械工业体系，建立了机械制造、矿山冶金、交通运输、石油化工、电子仪表，宇宙航行等许多现代化工业，为国民经济的进一步高速发展奠定了牢固的基础。与此同时，我国的原子弹、氢弹、导弹的试验成功，人造地球卫星和洲际导弹发射和准确回收，又标志着我国科学技术达到了新的水平。但是，由于我国工业基础薄弱，加之十年动乱的干扰，

目前，我国机械制造业的技术和管理水平与世界上工业发达的国家相比，还有一段差距。因此我们要不断地提高金属工艺技术，改进生产经营管理，努力赶超世界先进水平。

《金属工艺学》是培养工程技术和经济管理人材所必须的一门以工艺为主的综合性的技术基础课。其教学目的和任务是使学生掌握常用金属材料的性能以及机械制造工艺的基础知识，并为学习后继课程和从事生产技术及管理工作打好必要的基础。

学习金属工艺学课程的基本要求是：

1. 基本掌握常用金属材料的牌号、性能、应用范围和一般选用原则；
2. 了解主要加工工艺方法的实质、工艺特点和应用范围；
3. 了解主要加工工艺方法所用的设备和工具的工作原理和使用范围；
4. 初步掌握选择毛坯和零件加工方法的基本知识。

由于《金属工艺学》课程的实践性和应用性很强，为了保证本课程的教学顺利进行，本教材的内容应该在教学实习之后进行讲授。学生通过教学实习，应该熟悉金属材料的主要加工方法及其所用的设备和工具，对主要的工种应具有一定的基本操作技能，并对零件和毛坯的加工工艺过程应有一般的了解。在此基础上进行课堂教学，才能达到本课程预期的教学目的和要求。

《金属工艺学》

目 录

绪论	(1)
第一篇 机械工程材料	(1)
※第一章 钢铁生产概述	(1)
第一节 生铁的冶炼	(1)
一 炼铁的原料	(1)
二 炼铁原理及生产过程	(3)
第二节 钢的冶炼	(4)
一 炼钢的基本原理	(4)
二 炼钢方法	(4)
第三节 常用钢材	(6)
※第二章 金属材料及热处理	(8)
第一节 金属材料的性能	(8)
一 金属材料的机械性能	(8)
二 物理、化学及工艺性能	(12)
第二节 金属的晶体构造与结晶	(13)
一 金属的晶体构造	(13)
二 金属的结晶过程	(14)
三 同素异晶转变	(15)
四 合金的结构	(16)
第三节 铁碳合金	(16)
一 铁碳合金的组织	(16)
二 铁碳合金状态图	(17)
※第四节 钢的热处理	(20)
一 退火	(20)
二 正火	(21)
三 淬火	(21)
四 回火	(22)
五 表面淬火	(22)
六 化学热处理	(23)
第五节 钢的分类和应用	(23)

一 碳素钢.....	(23)
二 合金钢.....	(24)
第六节 铸铁.....	(25)
第七节 有色金属及其合金.....	(28)
一 铜及铜合金.....	(29)
二 铝及铝合金.....	(31)
三 硬质合金.....	(32)
※第八节 金属的表面处理.....	(35)
一 金属保护层.....	(35)
二 化学保护层.....	(36)
※第三章 非金属材料.....	(39)
第一节 工程塑料与橡胶.....	(39)
一 工程塑料.....	(39)
二 橡胶.....	(40)
第二节 工业陶瓷及复合材料.....	(40)
一 工业陶瓷.....	(40)
二 复合材料.....	(41)
第二篇 毛坯生产.....	(42)
第四章 铸造.....	(42)
第一节 砂型铸造.....	(42)
一 制造砂型与型芯.....	(43)
二 铸铁的铸造性能及熔化.....	(47)
三 浇注、落砂和铸件的清理.....	(49)
四 常见的铸件缺陷及产生原因.....	(49)
五 铸造生产流水线.....	(50)
第二节 特种铸造.....	(51)
一 金属型铸造.....	(51)
二 压力铸造.....	(51)
三 离心铸造.....	(52)
四 熔模铸造.....	(52)
※第三节 铸造生产的经济性.....	(53)
一 铸件的复杂程度与相对价格系数.....	(53)
二 铸造生产的技术经济指标.....	(54)
三 降低铸件成本的主要途径.....	(55)
第五章 金属压力加工.....	(57)
第一节 压力加工的基本原理.....	(57)
一 塑性变形.....	(57)
二 塑性变形后金属的组织 and 性能.....	(58)

三 金属的可锻性.....	(58)
第二节 锻造工艺.....	(59)
一 金属的加热.....	(59)
二 自由锻造.....	(60)
三 模型锻造.....	(61)
四 胎模锻造.....	(62)
第三节 锻造设备.....	(63)
一 自由锻造设备.....	(63)
二 模型锻造设备.....	(64)
第四节 冷冲压.....	(65)
一 概述.....	(65)
二 冷冲压的基本工序.....	(66)
第五节 其他锻压方法.....	(68)
一 精密模锻.....	(68)
二 零件的轧制.....	(68)
三 零件的挤压.....	(69)
※第六节 锻压生产的经济性.....	(70)
一 锻件的复杂程度与锻造生产率.....	(70)
二 锻压生产的技术经济指标.....	(70)
第六章 焊接.....	(72)
第一节 手工电弧焊.....	(73)
一 焊接电弧及焊缝的形成.....	(73)
二 手工电弧焊设备.....	(74)
三 电焊条.....	(75)
四 手工电弧焊工艺.....	(75)
第二节 气焊与气割.....	(76)
一 气焊.....	(76)
二 气割.....	(78)
第三节 其他焊接方法.....	(79)
一 埋弧自动焊.....	(79)
二 气体保护焊.....	(80)
三 电渣焊.....	(80)
四 接触焊.....	(81)
五 等离子弧焊.....	(82)
第四节 常用金属的焊接.....	(82)
一 金属材料的可焊性.....	(82)
二 常用钢铁材料的焊接.....	(82)
※第七章 材料与毛坯的经济性.....	(85)

一 毛坯对零件成本的影响	(85)
二 材料与毛坯对零件使用性能的影响	(86)
三 材料与毛坯的功能, 成本和经济效果	(87)
第三篇 金属切削加工	(88)
第八章 金属切削加工的基础知识	(88)
第一节 切削加工的运动分析	(88)
第二节 切削用量与生产率	(89)
第三节 切削刀具	(91)
一 刀具的几何形状	(91)
二 刀具材料	(92)
第四节 切削力和切削热	(93)
一 切削力	(93)
二 切削热	(93)
三 刀具的磨损及耐用度	(93)
※第五节 加工质量及量具	(94)
一 加工质量的概念	(94)
二 常用量具	(95)
第六节 夹具的基本知识	(98)
第七节 金属切削机床的分类及传动方式	(98)
一 金属切削机床的分类	(98)
二 机床的基本传动方式	(102)
第九章 金属切削加工方法	(105)
第一节 车削加工	(105)
一 普通车床	(105)
二 普通车床的附件及其应用	(107)
三 车削基本工艺	(110)
四 其他车床	(114)
第二节 钻削及镗削加工	(116)
一 钻床及其工作	(116)
二 镗床及其工作	(118)
第三节 刨削及拉削加工	(120)
一 刨削加工	(120)
二 拉削加工	(123)
第四节 铣削加工	(124)
一 铣刀及铣削用量	(124)
二 铣床	(125)
三 铣床附件	(126)
四 铣削工艺	(127)

五 齿轮加工.....	(129)
第五节 磨削加工.....	(130)
一 砂轮.....	(131)
二 磨削工艺.....	(132)
三 光整加工.....	(135)
第六节 机床的专用化与自动化.....	(137)
一 专用机床.....	(137)
二 组合机床.....	(137)
三 数控机床.....	(138)
四 切削加工自动生产线.....	(138)
第四篇 机械加工工艺过程及装配.....	(141)
第十章 机械加工工艺过程.....	(141)
第一节 工艺过程的基本知识.....	(141)
一 生产过程与工艺过程.....	(141)
二 生产类型及其工艺特征.....	(142)
三 工艺规程.....	(143)
第二节 工艺过程的制定.....	(144)
第三节 零件表面的加工.....	(146)
一 外圆面的加工.....	(146)
二 孔的加工.....	(147)
三 平面的加工.....	(148)
四 成形面的加工.....	(148)
第四节 典型零件的加工.....	(149)
一 轴类零件的加工.....	(149)
二 套类零件的加工.....	(151)
三 箱体零件的加工.....	(151)
第十一章 装配的基本知识.....	(157)
第一节 连接种类和装配方法.....	(157)
一 连接的种类.....	(157)
二 装配方法.....	(157)
第二节 装配单元系统图.....	(159)
第三节 装配工艺过程.....	(160)
一 装配前的准备工作.....	(160)
二 装配工作.....	(160)
三 装配工作的组织形式.....	(160)

第一篇 机械工程材料

第一章 钢铁生产概述

在现代机械工业生产中,工程材料的品种很多,发展迅速。但是,由于钢铁材料具有优良的机械性能,工作安全可靠,加之资源丰富、冶炼简单、价格低廉、加工方便等特点。因而,钢铁是目前应用最广的工程材料,钢铁生产对国民经济各部门的发展具有极其重要的意义。

钢铁生产包括从铁矿石炼成生铁,再由生铁熔炼成钢。所炼成的钢,绝大多数浇铸成钢锭(或钢坯),再经过压力加工制成各种钢材(如钢板、钢管、型材、钢丝等),钢材可以直接用于基本建设和交通运输等各工业部门,也可经过机械加工制成机械设备,装备国民经济各个部门。

钢铁生产的过程如图1——1所示。

第一节 生铁的冶炼

生铁是铁和碳元素的合金,此外还含有少量的硅、锰、磷、硫等杂质。生铁是用铁矿石、焦炭和石灰石作为原料,按照一定的比例在炼铁高炉中冶炼而成。生铁可分为炼钢生铁和铸造生铁两类。

炼钢生铁是炼钢的原料,占全部生铁产量的80~90%。炼钢生铁的含硅量低于1.5%,其中碳以碳化铁(Fe_3C)的形式存在,性能硬而脆,难以切削加工,其断口呈暗白色,所以又称为白口生铁。

铸造生铁是机械制造过程中,铸造生产的主要原料。铸造生铁的含硅量高于1.5%,其中碳以石墨形式存在,铸造性能好,易于切削加工,其断口呈暗灰色,所以又称为灰口生铁。

一、炼铁的原料

炼铁的原料有铁矿石、焦炭和石灰石。

铁矿石中的铁元素以氧化铁的形式存在(如 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 等),此外还含有大量的非铁氧化物和泥砂,所以铁矿石中的实际含铁量一般在25~70%之间。对铁矿石的要求是:矿石成分稳定,含铁量高,非铁氧化物少,有害杂质少,粒度均匀,还原性好等。

焦炭是将炼焦煤在炼焦炉内高温加热(干馏)而成。焦炭是炼铁的主要燃料,除了提供高炉冶炼的热能外,还能起还原剂和渗碳剂的作用。炼铁用焦炭要求含碳量高,灰分低、含硫量少、强度高、粒度合适而均匀。

石灰石(CaCO_3)在高炉冶炼中,能与铁矿石中的杂质和焦炭中的灰分组成低熔点炉

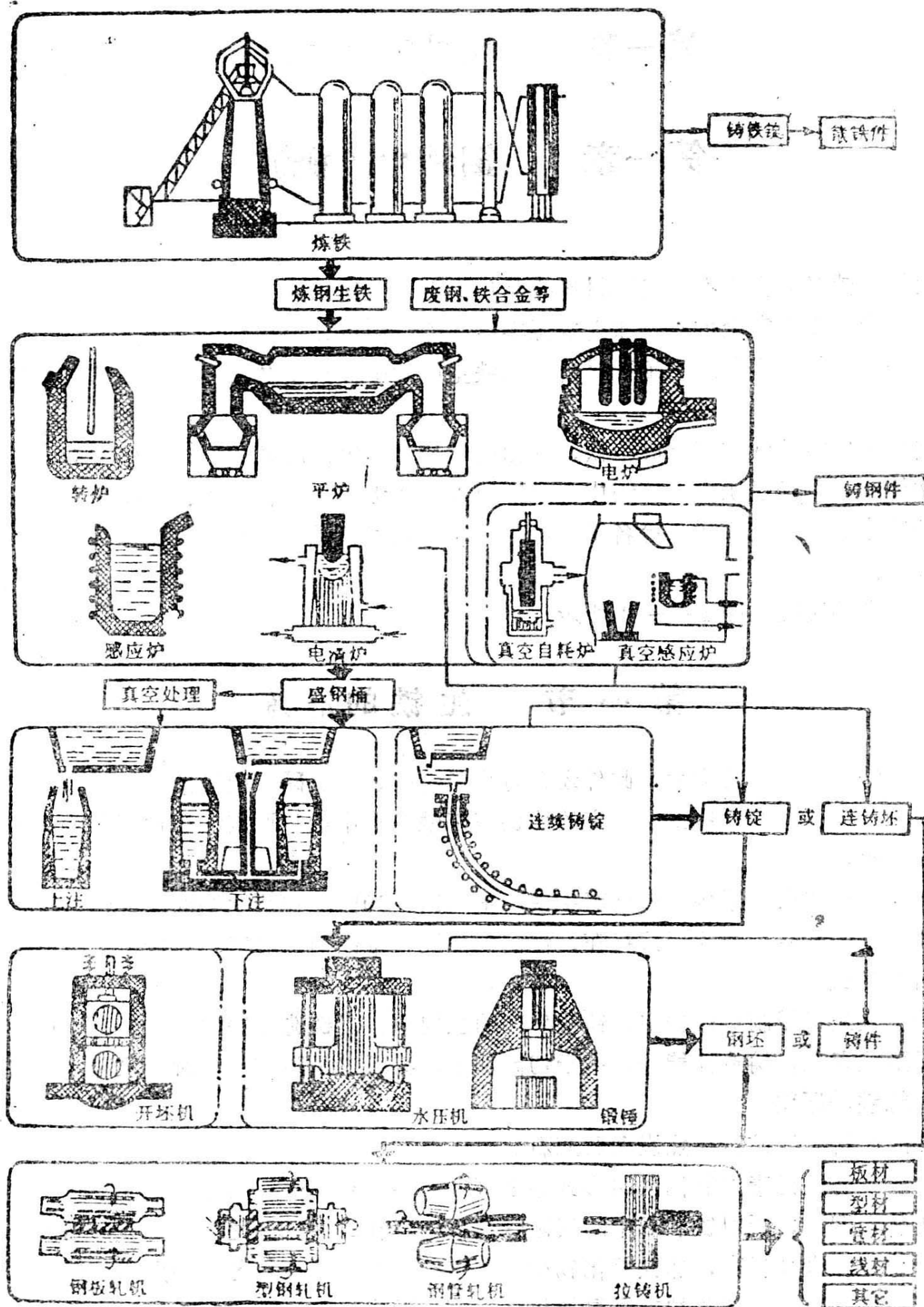


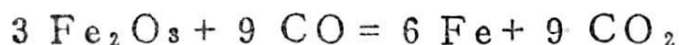
图1—1 钢铁生产过程示意图

渣，以便从铁水中清除，提高生铁质量。对石灰石的要求是：氧化钙的含量高，二氧化硅及氧化铝含量低，块度适宜。

二、炼铁原理及生产过程

1. 炼铁原理

焦炭在 $1000\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 高温热风的助燃下，迅速产生大量的热量，在高炉中，焦炭燃烧生成一氧化碳。铁矿石在 $300\sim 1200^{\circ}\text{C}$ 之间与一氧化碳接触，使铁氧化物还原。



从铁矿石还原出来的铁，最初呈海绵状，称为海绵铁，其质纯，熔点高。海绵铁吸收焦炭中碳素后，生成含碳量达 $3\sim 3.5\%$ ，熔点较低（约 1200°C ）的生铁。

铁矿石中的杂质（如 SiO_2 、 Al_2O_3 等）和焦炭中的灰分熔化温度都很高。为了从铁水中除去这些杂质，就需要加入石灰石，使其降低熔化温度，形成流动性较好，比铁水轻的炉渣，能顺利地与铁水分离，并从渣口排出炉外。

在炉料中还含有硅、锰、磷、硫等元素。其中锰是以二氧化锰（ MnO_2 ）形式存在，在高温中能被一氧化碳和固体碳还原成锰。硅是以二氧化硅（ SiO_2 ）的形式存在，在 1450°C 以上的高温下被固体碳还原成硅。被还原的锰和硅元素均溶于铁水中。磷是有害杂质，以磷酸钙〔 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ 〕的形式存在，也是在 $1200\sim 1500^{\circ}\text{C}$ 的高温下被固体碳还原，还原后的磷几乎全部进入生铁中。硫是以硫化铁（ FeS ）

的形式存在，硫化铁很容易溶于生铁中，降低了生铁质量，所以应该加入较多的石灰石，使硫化铁与氧化钙作用，使硫生成炉渣而被排出。

还原出来的铁经过渗碳，并熔入的硅、锰、磷、硫等元素，最终形成了生铁。

2. 炼铁的过程 炼铁的主要设备是高炉，如图1——2所示。

将铁矿石、焦炭和石灰石按一定比例组成炉料，一批一批地由卷扬机提升到炉顶倒入料斗，然后装入高炉。由于下部焦炭燃烧，矿石和石灰石不断熔化，从而使炉料不断下降，炉腰和炉身中都装有铁矿石、焦炭和石灰石，层层相间，一直装满到炉喉。

从热风炉送来的热风（ $900\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ）由风口吹入高炉下部，使焦炭燃烧生成煤气。炽热的煤气在上升过程中把热量传给炉料，并使铁氧化物还原。煤气则逐步冷却到 $200\sim 400^{\circ}\text{C}$ 以后，从炉顶的煤气管中排出。炉料在下降过程中逐步被加热，随着温度升高，先后进行还原渗碳和造渣，生成的铁水与炉渣积蓄在炉缸里，当达到一定数量时，从出铁口和出渣口定时分别排出炉外。

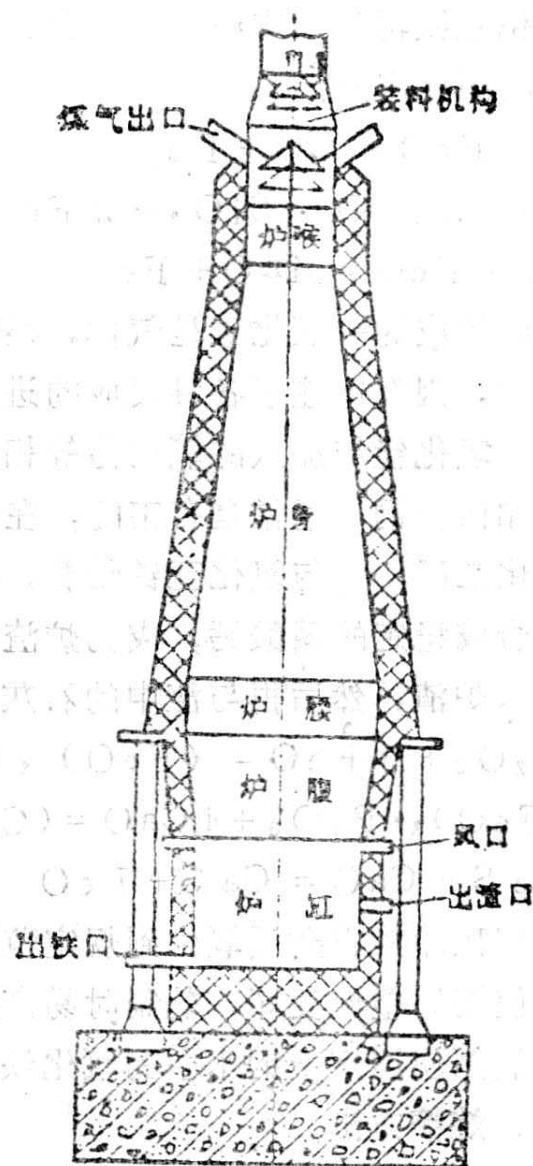


图1—2 高炉炉体结构简图

第二节 钢的冶炼

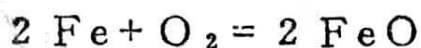
一、炼钢的基本原理

钢是用生铁和废钢在炼钢炉中冶炼成的。生铁虽然硬而耐磨、铸造性能好，但是很脆，并且不易焊接。钢的抗拉强度、弹性、塑性和韧性都比生铁好，并且可以进行轧制、锻压及焊接加工。因此，钢的用途更加广泛。

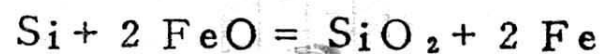
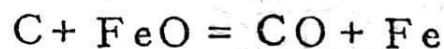
钢和生铁都是铁和碳元素的合金，并且都含有硅、锰、磷、硫等元素。它们的主要区别是含碳量不同。钢的含碳量在2.06%以下（生产中常用钢的含碳量一般在1.4%以下），生铁的含碳量高于2.06%（生产中常用生铁的含碳量一般为2.5~4.0%）。此外，生铁中的硅、锰、磷、硫等杂质的含量也比钢高得多。

炼钢的主要任务就是除去生铁中过多的碳以及硅、锰、磷、硫等杂质，使其含量达到钢的规定范围。炼钢的过程主要是氧化过程，在1700℃左右的高温下，使生铁中多余的碳及硅、锰、磷、硫等元素，通过氧化变成氧化物而除去，最后得到所需成分的钢。由于钢的熔点比生铁高，所以炼钢过程必须进行升温。

在炼钢过程中，通过炼钢炉中的氧，首先与铁生成氧化亚铁。

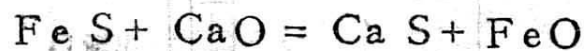
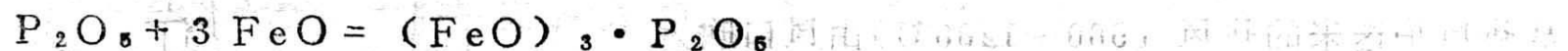


氧化亚铁再与铁水中的碳、硅、锰等元素化合，生成一氧化碳、二氧化硅和氧化锰等，而铁则被还原出来。



反应生成的一氧化碳是气体，很容易从铁水中排出，（在排出时，使铁水沸腾，造成强烈搅拌，因而加速了各种反应的进行，并有利于除去钢中的气体和其他杂质）。生成的二氧化硅、氧化锰与加入的氧化钙等相互作用生成炉渣排出。

磷和硫在钢中通常是有害的，在炼钢过程中应该尽量除去。磷在炼钢过程中被氧化，生成五氧化二磷，它与氧化亚铁结合，生成磷酸亚铁，为保证满意去磷，然后再与所加入的石灰石化合成稳定的磷酸钙，成为炉渣被排除。硫在铁中以硫化铁的形式存在，硫化铁先从铁水中转入炉渣，然后再与渣中的石灰石反应，生成硫化钙成为炉渣被排除。



在使碳和其它杂质氧化到规定范围后，钢水中仍含有大量的氧。氧在钢中是有害的杂质，氧使钢的塑性变坏，轧制时易产生裂纹。因此，必须加入脱氧剂，如锰铁、硅铁和铝等，脱氧剂使溶解于钢水中的氧化铁还原，生成不溶于钢水的氧化物熔渣，然后上浮排除。

二、炼钢方法

根据炼钢设备的不同，可分为转炉，平炉和电炉等三种炼钢方法。如图1——3所示。

1. 转炉炼钢法 转炉炼钢是利用氧气（或空气中的氧）吹入液态生铁中，使铁中的一部

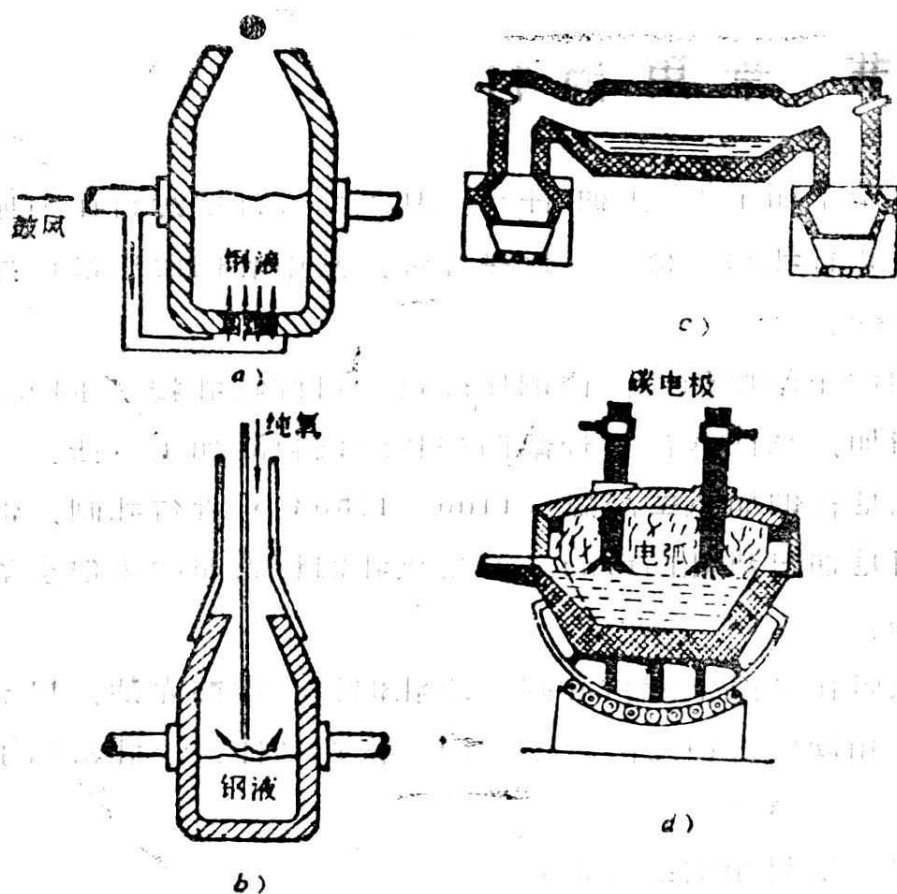


图1—3 各种炼钢方法示意图 a)底吹转炉 b)氧气顶吹炉 c)平炉 d)电炉

分杂质元素氧化除去而得到钢。氧化反应所产生的化学热量，使液体金属的温度迅速提高到炼钢温度，因此转炉炼钢不用其他燃料。

转炉炼钢法按照吹入空气（或氧气）的部位不同，分为顶吹、底吹、侧吹等，目前以氧气顶吹转炉应用最广。按炉衬材料的不同，转炉又分为酸性（炉衬主要成分为二氧化硅）和碱性（炉衬主要成分为白云石或镁砂）两种。我国主要采用碱性炉衬。

氧气顶吹转炉炼钢冶炼时间很短，一般不超过一小时，同时钢中氮、氢含量低，非金属夹杂物较少，钢的质量较高，用这种方法

还有可能生产优质碳素钢和合金钢，再加之投资少，建设速度快，生产费用低，所以应用很广。

2. 平炉炼钢法 平炉炼钢是使用煤气或重油作为燃料，喷入熔炼室进行燃烧，产生大量的热使炉料熔化和升温。靠炉气中的氧和加入的铁矿石使铁水中的杂质氧化除去而得到钢。平炉炼钢所用主要原料是废钢和铁水，生铁约占钢铁料的50~80%。

平炉也分为酸性和碱性两种，一般多用碱性平炉。平炉炼钢的原料来源广泛，可以大量地利用废钢，平炉钢由于是用外来燃料加热、用铁矿石氧化，因此钢液的成分与温度均较容易控制，能用劣质原料炼出多种钢，如各种普通碳素钢，优质碳素钢与低合金钢等，而且每炉的产量大。平炉炼钢的主要缺点是设备复杂，投资大，燃料和动力的需要量大，冶炼时间长（每炉钢冶炼时间一般需4~8小时），不能熔炼高合金钢等。

目前，平炉仍是我国炼钢生产的主要设备，现正在进行技术改造，如广泛采用各种吹氧工艺来强化平炉的冶炼过程，改进炉体结构等，以便充分发挥平炉的生产潜力。

3. 电炉炼钢法 电炉炼钢法是利用电能作热源的炼钢方法。常用的有电弧炉炼钢、感应炉炼钢和电渣炉炼钢等，其中以电弧炉炼钢法应用最广泛。电弧炉炼钢的主要原料是废钢和生铁等，废钢约占80%以上，生铁主要用于提高炉料中的配碳量。电弧炉炼钢用电弧产生热量加热，可使炉内达到很高的温度，并且可以调节电力的大小来准确地控制炉温。由于不用其他燃料，不会由燃料带入杂质，炼钢时能很好地脱氧，碱性电弧炉还能除去大量的磷和硫，所以电炉钢所含的硫、磷、氧和非金属夹杂物很少，钢的质量很高。主要用于生产各种优质合金钢（如合金工具钢、不锈钢、高合金钢、耐热合金钢等），但是电炉炼钢的成本较高。

第三节 常用钢材

由炼钢炉冶炼成的钢锭，除一部分用于加工大型锻件外，其大部分都要经过压力加工制成钢材才能使用。钢材加工的主要方式有轧制、挤压、拉丝等等，其中轧钢应用最广泛，大约有85~90%的钢材是经过轧制而成的。

轧钢是利用钢坯与轧辊接触表面间产生的摩擦力，使钢坯经过一对旋转轧辊之间的间隙，因受压而使其横截面减小，长度增加，从而获得各种截面形状的钢材的加工方法。

轧钢又分为热轧和冷轧两种。热轧是将钢加热至高温（1100~1250℃）进行轧制，钢在高温下塑性好，易于变形。大部分钢材是通过热轧而成的。但是热轧钢材表面产生很多氧化铁皮，使钢材表面粗糙，尺寸不够精确。

冷轧是将钢锭热轧到一定尺寸，然后在常温下进行轧制。冷轧钢材的表面光洁，尺寸较准确，由于加工硬化还能提高钢的强度和硬度，但是降低了钢的塑性和韧性。冷轧常用于轧制薄钢板。

通过压力加工可以生产钢板、钢管、型材和钢丝等钢材。

1. 钢板 钢板按厚度可分为薄板（厚度小于4毫米）和厚板（厚度大于4毫米）。习惯上把20毫米以下的厚板称为中板。钢板以成张供应时，规格用厚度×宽度×长度表示。成卷供应时，规格用厚度×宽度表示。

厚板系热轧制成，薄板有热轧和冷轧两种。薄板还可经镀锌或镀锡处理，以防生锈。钢板的用途很广，例如船舶、汽车、坦克、桥梁、锅炉、冶金设备，以及建筑业、车辆制造业、包装材料等都需要大量钢板。

厚度较薄、宽度较窄、长度很长的钢板称为钢带。钢带也分为热轧和冷轧两种，大多成卷供应，广泛用于制造焊接钢管、垫圈、弹簧片、锯条、刀片等。

2. 钢管 钢管分为无缝钢管和焊接钢管两类，一般多为圆形截面，也有扁圆形，方形或其他异形截面的钢管。

无缝钢管是用钢锭或钢坯经过穿孔，热轧和冷轧等工序制成，无缝钢管比焊接钢管强度高。主要用途是用作输送有一定压力的水、煤气、蒸汽的管道和各种机械零件（如枪管、炮筒及空心轴类零件等）。无缝钢管的规格以外径×壁厚表示。

焊接钢管是将钢带（或钢板）经过卷压成型、焊接、精整等工序制造而成。主要用于输送压力较低的水、煤气、石油的管道等。其规格用“公称口径”表示。

3. 型钢 型钢的品种很多、常用的有圆钢、方钢、扁钢、六角钢、角钢、工字钢、槽钢、钢轨等。直径5~9毫米的圆钢称为线材，通常卷成盘状。

常用型钢的规格表示方法如图1——4所示。

型钢的用途很广，它可以直接用于各种结构上，如船舶、桥梁、房屋建筑、钢筋结构以及各种机器构件等，还可作原材料供给锻造车间制造零件毛坯，或直接供机械加工车间制造零件。

4. 钢丝 钢丝的种类很多，常用的有一般用途钢丝、弹簧钢丝、钢绳钢丝等。其规格以直径表示，在实际工作中常用线规号来表示钢丝的规格，线规号与钢丝直径对照见表

1——1。

一般用途的低碳钢丝是用普通低碳钢热轧圆盘条拉制而成。分为普冷拉钢丝和退火钢丝。冷拉钢丝表面光洁，退火钢丝允许有氧化皮。为了延长钢丝的使用寿命，经镀锌制成镀锌钢丝（俗称“铅丝”）。

弹簧钢丝用于绕制圆弹簧，分为碳素弹簧钢丝和合金弹簧钢丝两类。碳素弹簧钢丝经冷拉而成，用于制造在冷态下绕制成形且不经淬火的弹簧。合金弹簧钢丝绕制成弹簧后，一般须经热处理。

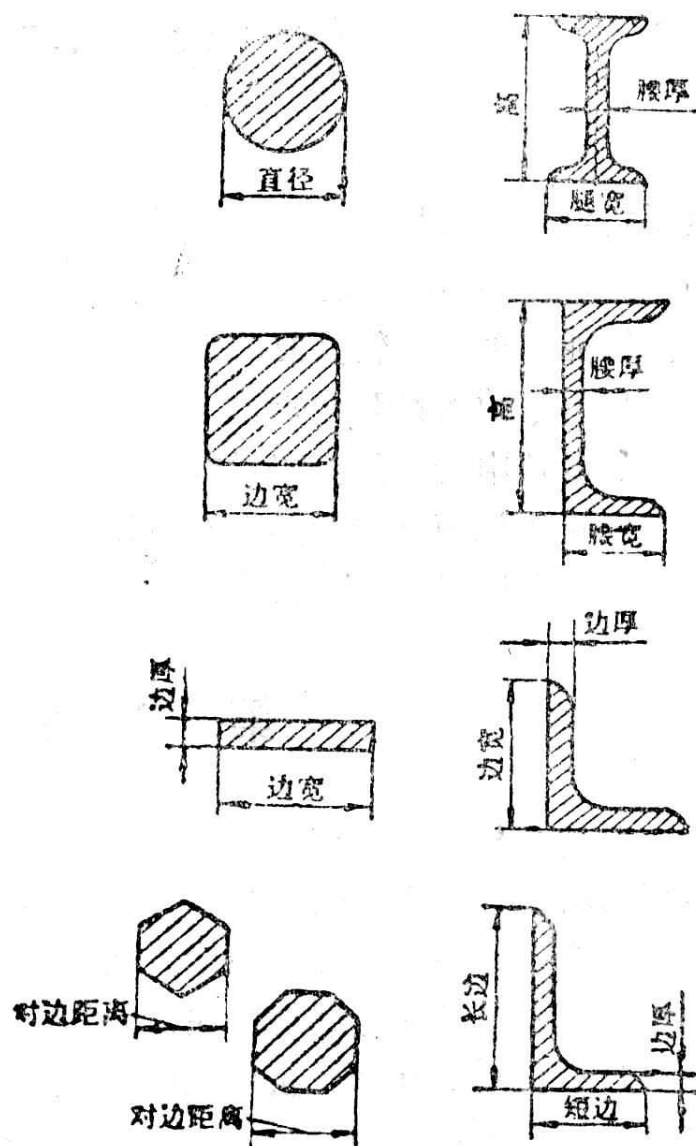


图1—4 型钢的规格表示方法

表1—1 钢丝的线规号

线 规 号	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
直径(mm)	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0	3.5	3.2	2.9	2.6	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7

复习思考题：

1. 炼铁和炼钢的实质是什么？
2. 生铁中含有哪些元素？哪些是有害元素？
3. 炼钢生铁与铸造生铁有什么区别？
4. 冲天炉的主要组成部分有哪些？其作用是什么？
5. 氧气顶吹转炉、平炉、电炉炼钢的特点是什么？
6. 何谓热轧和冷轧？其应用范围如何？
7. 常用的钢材有哪些类型？主要规格如何表示？

第二章 金属材料及热处理

金属材料是制造机器最主要的材料。在国民经济各部门中，金属材料得到广泛的应用，其原因主要是金属材料具有优良的机械性能，可以承受各种外力作用而不易破坏；它具有良好的工艺性能，可以用较简便的工艺方法加工成型；它还具有一定的物理、化学性能，能满足传热、导电、耐腐蚀等要求。

在机器制造中所用的金属材料以合金为主。合金是以一种金属为基础，加入其他金属或非金属，经过熔炼而合成的具有金属特性的材料。常用的合金有铁碳合金、铜合金、铝合金等。合金成分不同，性能也有很大差异。在选用材料时，首先必须熟悉金属材料的各种性能。

第一节 金属材料的性能

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在承受外力作用时所表现出来的特性。金属材料的机械性能主要有：弹性、塑性、强度、硬度、韧性等。这是选用金属材料的主要依据。

1. 强度 强度是指金属材料在外力作用下抵抗变形和断裂的能力。根据外力的性质不同，强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度等，但一般所指的是抗拉强度。

抗拉强度是通过拉伸试验测定的。试验时先将金属试棒（如图2—1所示）固定在拉伸试验机上，然后缓慢加载，试棒先产生弹性变形，接着产生塑性变形，最后则被拉断。低碳钢的拉伸曲线如图2—2所示。

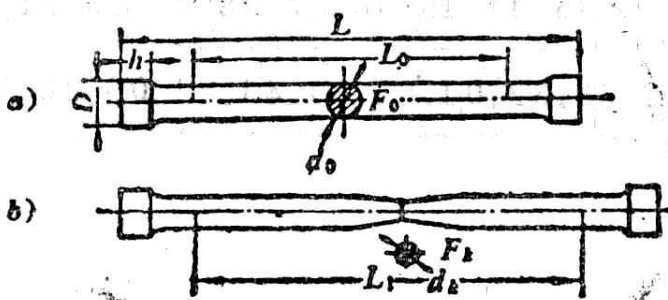


图 2—1 拉伸试棒

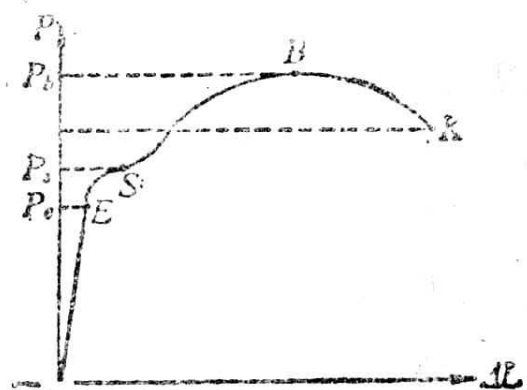


图 2—2 低碳钢的拉伸曲线

由图2—2可知，当载荷未达到E点以前，试棒在外力作用下均匀伸长，伸长量与外力成正比，如除去外力，试棒则恢复原状，这种变形称弹性变形。当外力超过E点继续增加时，试棒除产生弹性变形外，开始产生微量塑性变形，当外力增加到 P_s 时，试棒所承受的载荷虽不增加，而塑性变形继续产生，曲线图上出现水平线段，这种现象称为屈服，S点称为屈服点。屈服现象过后，变形又随外力的增加而逐渐增大，整个试棒发生均匀而明显的塑性变形，当外力达到 P_b 时，试棒开始局部变细，出现“缩颈”现象，此时所加外力开始下