

冶金工人技术丛书

鍛造工人教材

本溪鋼鐵公司 編

冶金工业出版社

冶金工人技術叢書

鍛造工人教材

本溪鋼鐵公司 編

冶金工業出版社

出版者的話

党中央提出了技术革命和文化革命的号召，广大工人同志掀起了学习技术的热潮。各地大量兴办中小型冶金企业，要培训大量的技术工人；这些企业的领导干部和业务工作人员，也要求学习一些技术知识。为了适应这些需要，本社出版了这套冶金工人技术丛书。

我们在编写这套丛书时，文字力求通俗，容易理解，凡是具有高小程度的工人都能看懂。工人技术学校或培训班可以用来作为教材，未参加技术学校学习的工人和冶金工业中的工作人员可以用来自学。希望阅读的同志们多提意见，以便在试用一些时间后再版时加以修正。

这本书的内容，着重介绍钢的基本知识、锻造工具、锻造用机械、锻造操作和锻造的基本原理。本书是为钢厂锻造车间的生产工人而编写的。它对其它厂矿的锻造工人也都适用。

鍛 造

本溪鋼鐵公司 編

1958年10月第一版 1960年1月北京第3次印刷 2,005册 (累計12,905册)

787×1092 • 1/32 • 114,000字 • 印張 $5\frac{16}{32}$ • 定價 0.49元

冶金工业出版社印刷厂印

新华书店发行

书号 1069

冶金工业出版社出版 (地址:北京市灯市口甲 35号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 003 号

目 录

第一章 緒 論	1
一、鍛造生产在国民經济中的重要作用	1
二、鍛造生产过程	2
第二章 鋼的基本知識	5
一、鋼和鉄的区分	5
二、鋼的牌号說明	5
三、鋼的分类	7
四、鋼的性能及其檢驗	13
五、各种元素对鋼的性能的影响	18
六、鋼錠与鋼坯	21
七、鍛鋼材	27
八、鋼料的保管	28
第三章 鍛造工具	32
一、基本工具	32
二、輔助工具	43
三、度量工具	47
四、光学高溫計	49
第四章 鍛造用机械	52
一、机械鍛造概說	52
二、蒸汽空气錘	53
三、空气錘	78
四、水压机	81
五、鍛造用机械設備的使用、維護与选择	87
第五章 关于鍛造变形的一些知識	92
一、鋼的晶粒結構	92
二、塑性变形	93
三、鍛造变形区的大小	97

四、鍛造的两种主要變形	99
五、鍛造对鋼的机械性能的影响	101
第六章 鍛造操作	103
一、鍛粗	106
二、拔长	109
三、冲孔	115
四、切割	117
五、弯曲	119
六、扭轉	(2)
七、鍛接	121
第七章 下料計算	123
一、下料計算的目的	123
二、鍛件淨重的計算	124
三、常用体积的計算法	125
四、余块、余量和公差	130
五、鍛造的損失	132
六、下料重量或体积的計算	134
第八章 優質碳素鋼和合金鋼的鍛造	138
一、鍛造前鋼錠和鋼坯的準備	138
二、鍛造前的加热	142
三、鍛造溫度和鍛后的冷却	143
四、優質碳素鋼和合金鋼的鍛造	152
五、鍛鋼件的热处理	158
六、鍛鋼材的某些缺陷	160
七、成品的技术检查与驗收	166
第九章 安全技术	168
一、入场应遵守的規則	168
二、外伤及其防止方法	168
三、劳动保护	172

第一章 緒 論

一、鍛造生产在国民經济中的重要作用

鍛造是金屬加工中最通行的一种压力加工方法。它是用打击或施加压力的方法，促使金屬变形的。

鍛造分冷鍛与热鍛两种，热鍛就是把加热了的鋼料（鋼錠和鋼坯）变成需要的形状，并且也具有改善鋼料质量的重要作用。冷鍛又叫冷作，仅在特殊情况下使用。日常所謂鍛造系指热鍛而言。

鍛造生产在鋼鐵生产和机械制造业中，占有重要的地位。很多优质鋼的鋼錠，都要經過鍛造开坯，然后送往軋鋼厂軋成优质鋼材，或繼續鍛造成各种机械零件。

一般机械零件的生产，虽主要依靠鑄造，可是由于工业的发展，对材料的要求逐步提高了，在很多机件中，鑄造产品已不能满足目前技术上的复杂要求。因此，需要承受大力作用、抗振抗压、或要求減輕重量而縮小体积的机件，都須采用鍛造方法来制造。如现代汽車上鍛压零件占80%，機車上占80%，以及在各种机床、机器和拖拉机上，鍛压零件都占很大比重。因之鍛制品已成为各种机器結構不可缺少的重要部分。在鍛造生产中，不断的多方面研究改善工艺过程，以提高产量和质量，減少耗量，使鍛件的形状尽量接近成品形状，这些已成为我們当前的重大使命了。

鍛造有手鍛和机器鍛造两种方式。

手鍛只能制造小鍛件，同时生产率不高。所以手鍛主要

是用在小型的修理场内。

机器鍛造由于它的生产量大，能鍛造大型的鍛件，在机械制造中，被广泛的采用。机器鍛造的方法，分为无型鍛造和模型鍛造两种。无型鍛造，可以制造从小到大任何重量的鍛件，在制造沉重的鍛件时，无型鍛造是目前唯一可能的方法。

制造較小重量的鍛件，除无型鍛造外，可用模型鍛造。模型鍛造，可能制造形状非常复杂的零件，模型鍛造的生产率高，尺寸准确。模型鍛造一般能鍛70公斤以下的鍛件，重达几百公斤的鍛件，现在已能制造。在很多情形下，也采用无型鍛造与模型鍛造联合生产的方法。

我国目前已进入了大规模的社会主义經濟建設时期，在党的建設社会主义总路綫的光輝照耀下，全国人民一致为实现国家社会主义工业化而努力。我們知道，现代的机器都是以鋼鉄作为主要材料。要发展机械工业，离开鋼鉄是发展不起来的。所以，鋼鉄的生产，在很大程度上可以决定整个国民經济的生产設備能否扩大和扩大的程度。因此，我們工作在鋼鉄工业崗位上，，需要我們担負着鍛造出更多更好的优质鍛鋼件，供应各經濟部門对机械装备的需要。我們必須提高文化技术水平，必須学习苏联的先进經驗，必須提高我们的生产技术操作和理論水平，才能最大程度的改进我們的生产，进一步發揮鍛造生产在发展鋼鉄工业和机械工业中应有的积极作用。

二、鍛造生产过程

鍛造車間的生产过程，主要是：把原料(鋼錠和鋼坯)运送到車間，装入加热爐内进行加热，在热状态下鍛造成成品。

1. 运 輸

根据原料調拨单，将标准原料合格品（鋼錠或鋼坯）运送到車間里，經驗收后，分品种按地区整齐堆存，准备加热。

2. 加 熱

依据生产工作命令单，按装爐順序，装入指定的加热爐中。装爐时应詳細校对原料，严防品种与数量上的混乱，在各种品种間隔的地方放置標記（耐火砖等），并将实物記入原始記錄中。原料經加热后出爐，送到鍛造机上进行鍛造。

3. 鍛 造

原料送到砧子上后，用鉗子夹住，按施工程序，鍛成指定规格，依需要的长短切断之。鍛完后根据不同品种，进行保温或自然冷却。

4. 精 整

精整操作分三种

1) 整正 将鍛后的产品，按品种和规格整理堆放。

2) 酸洗 把鋼放入酸洗槽中浸泡，然后洗刷掉复盖于鋼表面的铁皮，以便于表面检查。

3) 除瑕 鋼經表面检查出来的毛病，如髮裂等，用风鑽或砂輪除磨，清除它的疵病。

5. 退火、正常化和高温回火

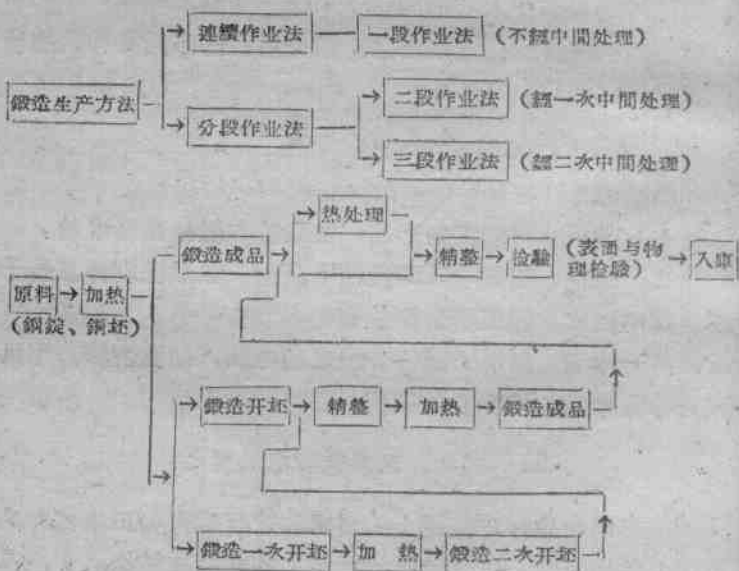
依照鋼的品种和使用上的要求，进行退火、正常化和高温回火的热处理，以改善鋼的性能和内部組織結構。

6. 檢 查

根据技术条件，入庫前的成品，須依技术要求，进行表面尺寸檢驗和物理檢驗，經判定合格后入庫，方为成品。

以上这些生产工序，不是每种鋼都相同的。实际鍛造生产中，由原料到成品也不是一火（加热一次）就能够鍛完的，一般都需要几火或更多的火数才能鍛成。这样一来，根据实际的可能性，有的是采取連續作业法，也有的是采取分段作业法。連續作业法就是中間不进行冷却与除磨手續，直接鍛至成品；分段作业法，就是根据具体情况分段，各段經過中間冷却和必要的精整、除磨手續，最后鍛出成品。

鍛造車間生产过程系統簡示如下：



第二章 鋼的基本知識

一、鋼和鐵的区分

黑色金屬是以鐵为基础同时含有碳、矽、錳、磷、硫和其它元素的复杂合金。碳对于黑色金屬的性質有很大影响。因此黑色金屬主要根据含碳量的多少，来区分生鉄和鋼。

生鉄是含碳 1.7 % 以上的鉄碳合金。此外还含有矽、錳、磷、硫及其他杂质。生鉄有灰生鉄（断面呈灰色）和白生鉄（断面呈暗白色）两种。生鉄性脆，不能进行压力加工，因而限制了它的使用范围。但生鉄較鋼便宜，易于冶炼，具有优良的鑄造性能，因而在机械制造中使用仍广。生鉄的冶炼在我国有着悠久的历史，至少在 4—5 世紀以前，就已能制造生鉄了，但欧洲到中世紀才能制造生鉄。

鋼的含碳量在 0.035~1.70% 之間。最近苏联科学家确定鋼的含碳量范围扩大到 2 %。其中还含有少量的矽、錳、磷、硫等杂质。鋼中除含碳以外，不含有其他合金元素的叫做碳素鋼。此外在鋼内特地加入一种或几种特殊元素，如鉻、鎳、錳、鈮、鉍、鋁等，或含矽 > 0.5%、含錳 > 1.0% 的鋼，叫做合金鋼，或叫特殊鋼。

二、鋼的牌號說明

炼鋼爐炼出的鋼，要标明鋼种及爐別。其目的是为了能

更好的区别鋼的化学成分，检查与分析生产技术过程的原始根据，以便改善生产中的缺陷。

每一种鋼都有它自己的牌号，也就是所謂的鋼号。鋼号由文字与数字組成。数字通常是表明鋼中主要化学成分的平均含量，文字（注音符號）代表鋼中所含主要元素。

表 1

名称	铬	镍	钼	钨	钒	铝	钛	硅	锰	高速鋼	滚珠鋼	碳工 具鋼	高合金 鋼	平爐鋼	轉爐鋼
中国 符号	力	廿	一	×	兀	口	万	丁	厶	厶	千	云	中	文无	7无
苏联 符号	X	H	M	B	Φ	Ю	T	G	Г	P	Ш	У	A	МСТ	БСТ

碳素結構鋼只用两位数字标明，如03、10、15、25等，

这些数字表示鋼的平均含碳量，以百分数的 $\frac{1}{100}$ 为单位。如

25即表示平均含碳0.25%。合金結構鋼的鋼号，在数字后面加上元素符号，如15力、15力兀、50力口中等，含碳量表示方法和碳素結構鋼同，15力表示含碳0.15%的铬鋼。工具鋼

平均含碳量是以一位数字，即以百分数的 $\frac{1}{10}$ 为单位表示。

如云8、云8厶4、6力廿一等，云8表示含碳0.8%，6力廿一表示含碳0.6%的铬镍钼鋼。合金工具鋼平均含碳量超过1%时，则不写出含碳量的数字，如X₁、X₂等。其他鋼种，如高速工具鋼、不銹鋼、耐热鋼等的含碳量多不写出，只在成分中含碳量有差别时，才将平均含碳量写在前面表示，如1力₁₈、2力₁₈等，表示含铬量相同，含碳量为0.1%或

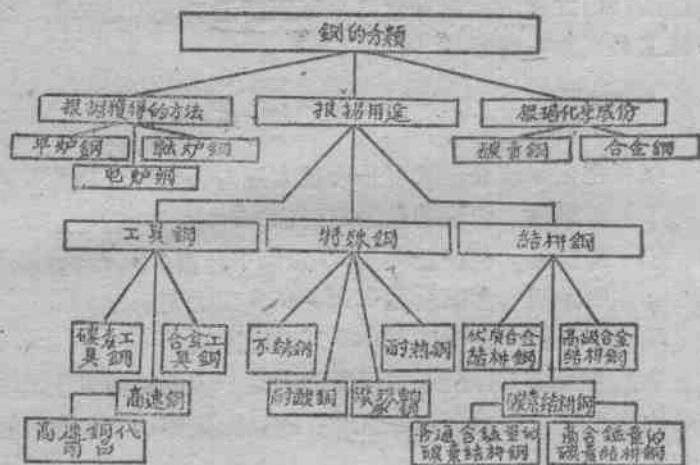
0.2%。另外，合金鋼元素符号右下方的数字，是以百分数表示这个元素的平均含量，如上述 $\times_1$ 、 $\times_2$ 表示含錳1%或2%。

三、鋼 的 分 类

鋼的种类，主要根据鋼的获得方法、鋼的化学成分和鋼的用途来分，如表2所示。

鋼的分类

表2



1. 根据获得方法分类

根据不同的冶炼爐可以把鋼分成三种。

1) 轉爐鋼 这种鋼是在一种叫做轉爐(貝氏爐)的專門熔爐中冶炼出来的鋼，因此也叫做貝氏鋼。它是用高压空气吹炼鉄水，用氧化作用，促使鉄中碳素及其他杂质发生高

热，将铁水变成钢水。

2) 平爐鋼 这种鋼是在一种專門的平爐中冶炼出来的。用煤气作热源，并进行氧化和精炼操作，这种爐也叫做馬丁爐。它的质量很好，可以制造机器上的重要零件及鋼板、鋼軌等。平爐生产都与高爐（炼铁爐）生产联結，生产量大，較經濟，为一般用鋼的主要生产方法。

3) 电爐鋼 这种鋼是在电爐中使用电热冶炼出来的。鋼液不和燃料的火焰接触，清除杂质較易，温度也容易准确地控制，因之它的质量非常高，可以制造质量优越的鋼，如高速工具鋼和不銹鋼等。

2. 根据化学成分分类

鋼根据化学成分，又可分为碳素鋼与合金鋼两种。

1) 碳素鋼 依含碳量的高低称为：

- ① 低碳鋼 含碳量在 0.25 % 以下的鋼。
- ② 中碳鋼 含碳量在 0.25~0.6 % 之間的鋼。
- ③ 高碳鋼 含碳量在 0.6 % 以上的鋼。

2) 合金鋼 合金鋼按照所加入的一种或两种以上的元素名称来称呼，如镍鋼、镍鉻鋼、镍鉻鉬鋼等。又依含合金元素的高低称为：

- ① 低合金鋼 含合金元素在 2 % 以下的鋼。
- ② 中合金鋼 含合金元素在 2~5 % 之間的鋼。
- ③ 高合金鋼 含合金元素在 6 % 以上的鋼。

3. 根据鋼的用途分类

鋼根据用途分为結構鋼、工具鋼和特种鋼三种。

1) 結構鋼 結構鋼是用以制造機器零件、机床、桥梁、枪炮、坦克、輪船、各种重要齒輪及其它結構用零件等。結構鋼共分两种：

① 碳素結構鋼 不含有特殊元素，含碳量在0.7%以下的鋼，叫做碳素結構鋼。因为它除鉄以外只含有一种主要元素（碳）。碳素結構鋼的鋼号如表3及表4。

表 3

普通碳素鋼

类别	鋼 号	类 别	鋼 号	类 别	鋼 号
甲 类	无0	乙 类	无0	乙 类	无0
	无1		无1		无1
	无2		无2		无2
	无3		无3		无3
	无4		无4		无4
	无5		无5		无5
	无6		无6		无6
	无7		无7		无7

甲类：按机械性質供应的鋼

乙类：按化学成分供应的鋼

② 合金結構鋼 含有特殊元素，一般在規定含量范围内（矽0.6~1.5%、錳0.8~2.0%、鎳0.5~5%、鉻0.3~1.5%、鎢0.3~1.2%、鉬0.2~1.2%、鈮0.15~0.25%、鈦0.8%以下、鋁0.3~1.2%）的鋼为合金結構鋼。合金結構鋼具有更高的强度和韌性，可以减少零件的重量，輕便而耐用。现将一般常见的合金結構鋼列于表5。

優質碳素結構鋼

鋼 組	鋼 號	鋼 組	鋼 號
普 通 低 合 金 優 質 碳 素 結 構 鋼	08	高 錳 優 質 碳 素 結 構 鋼	15/
	10		20/
	15		30/
	20		40/
	25		50/
	30		60/
	35		65/
	40		70/
	45		30/2
	50		35/2
	55		40/2
	60		45/2
	65		
	70		

2) 工具鋼 用以制造各種精密工具，車刀、鑽頭、螺絲攻、銑刀、銼刀、鍛模、量具等。工具鋼亦分為兩種。

① 碳素工具鋼 碳素工具鋼含碳0.7~1.3%。碳素工具鋼沒有合金工具鋼耐用，因其淬硬性較小，耐熱性較低。一般的碳素工具鋼的鋼號如表6。

② 合金工具鋼 鋼內含有較高的合金元素，鋼的物理性能很強，在淬火後硬化較深，做為切削工具時有較高的耐

用性。常见的鋼号如表7。

表 5

常见的几种合金結構鋼

鋼 組	鋼 号		鋼 組	鋼 号	
	优 質 鋼	高級优質鋼		优 質 鋼	高級优質鋼
鉻 鋼	15力	15力H	鉻錳鋼	15力/L	15力/L H
	20力	20力H		20力/L	20力/L H
	30力	30力H	鎳 鋼	25力	25力H
鉻鈹鋼	15力Г	15力ГH		30力	30力H
鉍 鋼	20—	20—H	鉍鉍鋼	20力—	
	30—	30—H		40力—	40力—H
鉻鉍鋼	30力—	30力—H	鉻錳鋼	20力力	20力力H
	35力—	35力—H		12力力 ₂	12力力 ₂ H
鉻矽鋼	33力Г	33力ГH		12力 ₂ 力 ₄	12力 ₂ 力 ₄ H

表 6

碳素工具鋼

鋼 号		鋼 号	
优 質 鋼	高級优質鋼	优 質 鋼	高級优質鋼
太7	太7H	太10	太10H
太8	太8H	太10/L	太10/L H
太8/L	太8/L H	太12	太12H
太9	太9H	太13	太13H

③ 高速工具鋼 鋼內含有高的合金元素，此种鋼用作制造生产率高、耐磨性强、在高温度（600℃）的工作条件下能保持其切削性能的工具。常见的鋼号有 T18 与 T9。

表 7

常见的合金工具钢

钢 组	钢 号	钢 组	钢 号
铬	力	铬 钢	$\times 1$
	9 力		$\times 2$
	7 力 ₃	铬 钨 钢	3 力 $\times 8$
	8 力 ₃		力 $\times 5$
	力 09		5 力 $\times 1$
铜	力 05	铬 镍 钢	6 力 $\times 1$

3) 具有特种物理与化学性能的钢 凡在特殊工作条件下能具有特殊性质的(耐磨、耐氧化、耐高温等)钢,叫做特种钢。

① 弹簧钢 适用于制造各种机械及铁路运输机车上的扁形、缓冲与螺旋弹簧的优质碳素钢及合金钢。它的钢号有 75、65_T、60_T、60_T4、50 力 $\angle$ 、65_T $\times 4$ 等。

② 滚珠钢 具有高的耐磨性,用于制造滚珠与滚柱轴承。含碳 0.95~1.10%,并含有铬。它的钢号有 力₆、力₉、力₁₂、力₁₅、力_{15T} $\angle$ 等。

③ 高合金不锈钢、耐热钢及高电阻合金钢。这种钢根据在工业上的主要用途可以分为三组。

第一组 不锈钢及耐酸钢 在空气中能抵抗腐蚀作用的钢称为不锈钢。它用于制造涡轮机叶、医疗器材、各种阀门及其他抵抗空气腐蚀的零件。在各种浸蚀性强烈的介质中能抵抗腐蚀作用的钢称为耐酸钢。它用于制造食具、家庭日常用具和酸类工业设备以及酸性矿井水中的设备。