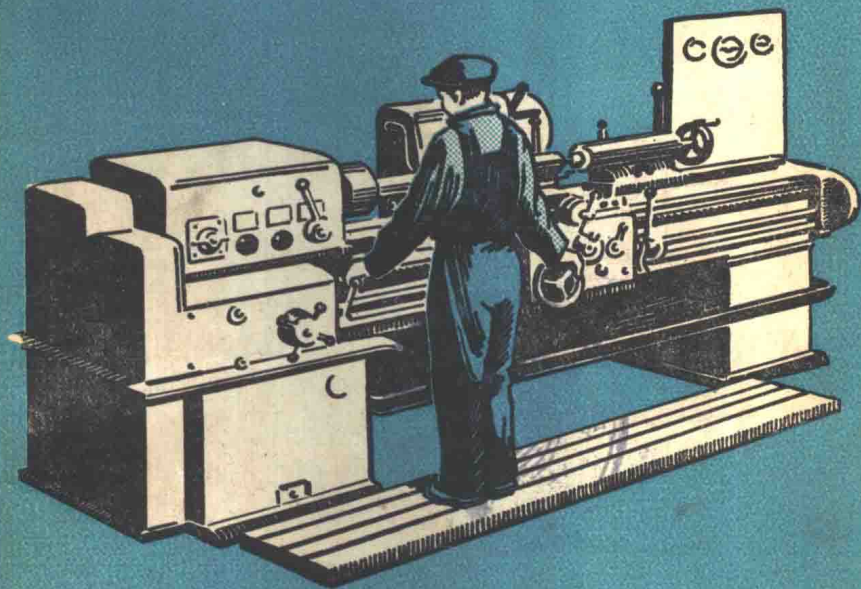


金属切削加工

中国人民大学工业技术学教研室编



科学技术出版社

金屬切削加工

中国人民大学工業技术学教研室編

科学技术出版社

1959年·北京

本書提要

本書是編者在培訓冷加工工人的教學實踐後，總結了培訓的經驗編寫的。書中除對金屬切削原理作了簡單的介紹外，並對車、鑽、銑、鉋、磨、鉗等工種的工藝過程、操作技能，作了比較詳細的介紹。

總號：1514

金屬切削加工

編者：中國人民大學工業技術學教研室

出版者：科學技術出版社

（北京市西四門外柳條園）

北京市書刊出版業營業許可證出字第099號

發行者：新華書店

印刷者：工人出版社印刷廠

開本：850×1168 1/32 印張：10 1/4
1959年11月第1版 字數：260,000
1959年11月第1次印刷 印數：15,055

統一書號：15051·253

定價：（9）1元2角

目次

序	1
緒論	3
第一节 机器的制造过程	3
第二节 金属材料及鋼的热处理	4
第三节 鍛造及模压	8
第四节 鑄造	15
第一章 毛坯的种类和預加工	25
第一节 毛坯的种类和用途	25
第二节 加工余量	26
第三节 辗压件的預加工	27
第四节 划綫工作	29
第一章討論題和作業題	32
第二章 金屬切削过程的理論基础	33
第一节 切削加工的种类和切削时的运动	33
第二节 被加工工件表面名称	34
第三节 刀具切削部分名称	35
第四节 刀具切削部分的材料	39
第五节 車工切削用量的基本定义	41
第六节 切屑形成过程和切屑种类	42
第七节 切削热和冷却	44
第八节 切削力	50
第九节 刀具磨損	54
第十节 刀具耐用度	56
第十一节 刀具角度的合理数值	62
第十二节 切削时的功率	71
第十三节 基本時間和單件時間	73
第十四节 車工切削用量的选择	76
第二章討論題和作業題	83
第三章 公差及技術測量	85
第一节 公差和配合	85
第二节 加工精度	90

第三节	技术测量	92
第 四 章	金属切削机床的驱动及主要机构	100
第一节	金属切削机床的分类	100
第二节	我国机床的型号	102
第三节	机床的驱动种类	102
第四节	机床上使用的传动方法及其比较	105
第五节	几种典型的传动机构	113
第四章	讨论题和作业题	116
第 五 章	车床工作	118
第一节	普通车床(螺纹车床)与皮带车床(简易车床)	119
第二节	车床的附件	130
第三节	车刀的主要类型	134
第四节	车削前机床的准备工作及毛坯和刀具的安装原则	138
第五节	车床的主要工作	139
第六节	其他车床及其工作	172
第五章	讨论题和作业题	178
第 六 章	鑽床工作	181
第一节	鑽头	181
第二节	扩孔鑽头和铰刀	183
第三节	鑽孔、扩孔和铰孔的切削用量	185
第四节	鑽床类机床	186
第五节	鑽床附件	189
第六节	孔的加工方法	191
第六章	讨论题和作业题	200
第 七 章	銑床工作	202
第一节	銑刀的主要类型	202
第二节	銑削用量	202
第三节	銑床类机床	207
第四节	銑床附件	211
第五节	銑床的主要工作	214
第七章	讨论题和作业题	223
第 八 章	鉋床和插床工作	224
第一节	鉋刀	225
第二节	鉋工和插工的切削用量	226
第三节	鉋床类机床	227

第四节 砂轮的主要工作	234
第八章 討論題和作業題	239
第九章 磨床工作	240
第一节 砂轮	240
第二节 砂轮的选择	244
第三节 圓周磨工的切削用量	245
第四节 磨床类机床及其工作	246
第五节 研磨	250
第六节 砂轮的安全工作	252
第七节 車刀的修磨(磨銳)	252
第九章 討論題和作業題	255
第十章 机械加工夾具	256
第一节 零件的定位安裝法	256
第二节 基準的概念及基準的选择	257
第三节 零件定位的六点定律	260
第四节 夾具	264
第十章 討論題和作業題	268
第十一章 典型零件的加工	270
第一节 工艺过程的基本知識	270
第二节 怎样編制工艺規程	272
第三节 典型零件加工的工艺过程	281
第十一章 討論題和作業題	297
第十二章 裝配、裝配鉗工	298
第一节 裝配的基本定义	298
第二节 裝配系統圖表	300
第三节 裝配的組織形式	302
第四节 裝配鉗工	305
第十二章 討論題和作業題	310
第十三章 提高劳动生产率的几个途徑	311
第一节 縮短基本時間	311
第二节 縮短輔助時間	317
第十三章 討論題和作業題	327
附 表	

序

党中央提出了建設社会主义的总路綫以后，全国各地立即形成了一个波瀾壯闊的建設高潮。这个高潮也促进了机械工業大發展的激流。毛主席在1958年9月8日的最高国务會議上指示說：“在工業方面，必須首先抓紧鋼鐵工業和机械工業。因为这是实现我国工業化、农业机械化和加强国防力量的基础。”所以党号召高速度發展机械工業，不仅是为了要滿足当前的需要，还要滿足全国国民經济更大躍進的需要。为了完成这个重大的历史任务，必須坚决貫徹党的鼓足干劲、力爭上游、多快好省地建設社会主义总路綫，繼續实行工業和农业并举、重工業和輕工業并举、中央工業和地方工業并举、大型企業和中小型企業并举、土法生产和洋法生产并举的一整套“兩条腿走路”的方針；必須全面规划，各級办厂，使各种机械工業星罗棋布地在全国各地生長起来。

在大躍進中，全国各县、人民公社都办起机械工厂了。这些迅速發展起来的工厂，缺少大量的机械工人，而需要最多的特别是冷加工方面的工人。为了补充提高人民公社所办的各种机械工厂的技术力量和技术水平，迅速培养訓練大量的机械技术工人，是十分必要的。

我們于1958年7、8月間，在天津專区举办的机械訓練班中担任过教学工作，机械專業學員共七百余人，學習了“認圖”、“金屬切削加工”兩門課程。學員大部分是农村青年，經過45天短期學習，基本上获得了三級技工的理論知識。現在这些學員都正在天津專区各县工厂中工作着。經過調查，他們基本上都能比較順利地在生产中应用着既得的知識。

我們在进行教学过程中深刻体会到，如果有一本比較适合培养地方工人的教材，將會大大地促进培訓效果。

因此我們根据自己的实践，大胆地、敢想敢干地作了这个嘗試，編寫了这本教材。这本书是按照初級技工水平应具备的理論

知識和操作知識而編写的。同時在書中也對金屬切削加工中各工種的工作都作了介紹。按照地方工業中各工種的不同比重，以車、銑、鉋工為重點，並對於如何提高勞動生產率、技術革命的途徑及工藝規程知識作了原則性、概念性的介紹。

這本書是在很短的時間內写成的，缺點一定很多，我們衷心地等待着來自各方面的批評和指教。

編 者

1958年12月

本書編写者：常捷 李健松 毛鳳茂 丁柏齡 貝聿倩 刘怀生
陶元璋 吳慕嫻 吳道民

校閱者：吳泰明

緒論

第一节 机器的制造过程

制造一部机器的过程是比较复杂的，当設計好并准备了原材料以后，还要經過几百道甚至几千道手續或步驟才能制成机器。这一节介紹的是机器制造过程中的主要步驟：

一、設計制圖

国家分配的产品制造任务，一般都有圖紙，如果没有圖紙的話，工厂就要自己进行設計。在設計的同时，須先繪制供給裝配用的总圖，也要在总圖上注出裝配时所必要的尺寸和說明。总圖繪制好后，再繪制分圖。分圖就是工作圖。工作圖上注明有尺寸和有助于加工的尺寸公差、表面光潔度以及其他技术要求等。工人就是依据工作圖上所注的尺寸和多种符号来进行零件加工的。

二、生产准备

按照所設計的圖紙，准备材料、設備和工具以及調配劳动力等。

三、制造毛坯

在机器制造厂中，制造毛坯的方法主要的是两种：

(一)鑄造——將熔化的金屬，澆注到預先制好的鑄型內，金屬凝固后，便成了一个与鑄型形狀相同的毛坯。这就是鑄造。

(二)鍛造——將加热变軟的金屬，用錘子鍛打成要求形狀和尺寸的毛坯。这就是鍛造。

四、金屬切削加工

經過鑄造或鍛造后，所制成的毛坯，大多是半成品。凡是精确度与光潔度要求較高的工件，就必须經過切削加工。切削加工是在金屬的表面切去一定厚度的金屬層，使毛坯具有一定形狀、尺寸和光潔度的零件。金屬切削加工最基本的方法有車、銑、鑽、鉋、磨等。

五、热处理

热处理是用加热和冷却，使金属改变性质的方法。它和上述几种方法根本不同，因为它不是改变金属的形状和尺寸，而是改变金属的性质。

铸造或锻造后的毛坯进行热处理，可以使毛坯容易切削；切削以后经过热处理，可以提高零件的性能。

六、装配

这是机器制造最后的一道工序。零件在金属切削加工车间加工好后，经过检查合格就可以装成产品。产品装成后，还要检验它的精度、性能和运转情况。

这些主要过程可用下图来表示：

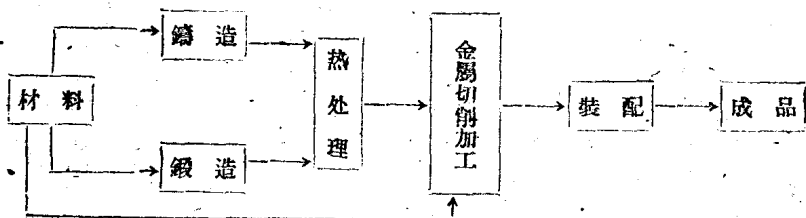


图 0-1 机器的制造过程

在机器制造过程中，也有很多零件是直接材料经过切削加工而制成的，不必经过铸造或锻造。

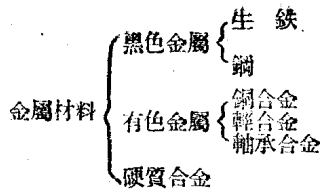
铸造、锻造和热处理等加工方法，都是加热后才能加工的方法，因此叫做热加工；金属切削加工，基本上是不用加热进行加工的方法，所以叫做冷加工。

本书主要是介绍金属切削加工方面的知识，但是作为一个优良的切削加工工人，对于热加工方面也应具备一定的常识，因此我们在下面对热加工也作一些简单的介绍。

第二节 金属材料及钢的热处理

一、金属的分类和机械性质

一般的机械制造工业中，常用的金属材料有以下几类：



金屬的機械性質，是受外力以后所反映出来的性能。下面介紹几种主要的机械性能：

(一) 硬度：用一个較硬的物体压入金屬材料后，金屬材料变形的大小。表示硬度的标准有很多种，一般常用的有兩種，即布氏硬度标准和洛氏硬度标准。布氏硬度測量法是把一个鋼球在一定的压力下压入金屬材料的表面，造成印坑，然后測量印坑直徑大小，来計算硬度的大小。如灰口鑄鉄（一般鑄件用的鉄）的布氏硬度約为 150—200 度，用符号 $H_B=150-200$ 表示。洛氏硬度的測量法和布氏法一样，不过它是用一圓錐形金鋼石或鋼珠压入金屬材料的表面，造成印坑，由洛氏硬度試驗机的硬度表中看出硬度大小。压入时用的压力分 100 公斤和 150 公斤兩種，前者叫洛氏 B 硬度，符号为 H_{RB} ；后者叫洛氏 C 硬度，符号为 H_{RC} 。例如硬質合金的洛氏 C 硬度为 88.5 度，就用符号 $H_{RC}=88.5$ ，或簡写 $R_C=88.5$ 来表示。一般布氏法适用于表示軟金屬材料的硬度；洛氏法适用于表示硬金屬材料的硬度。在布氏与洛氏硬度間有一定的关系，可以互相換算。

(二) 强度：金屬受了很大力量后，就会断裂，这个使金屬材料断裂力量的大小，就說明金屬材料的强度的大小。强度因外力作用方向的不同分为抗拉强度、抗压强度和抗剪强度。强度的單位是公斤/平方公厘或公斤/平方公分。例如灰口鑄鉄的抗拉强度是 10—30 公斤/平方公厘，意思是灰口鑄鉄每平方公厘受拉力 10—30 公斤就会断裂。

(三) 塑性：金屬受了力量后一定会变成新的形狀，当力量取消后金屬又能很好的保持着新形狀的性能，就称为塑性。例如可以將鋼打成任意的形狀，就是因为鋼有很好的塑性。許多金屬

在加热后才有好的塑性，如鋼和銅。

(四) 韌性：金屬抵抗冲击力量的性能称为韌性。韌性單位是公斤·公尺/平方公分。韌性和強度的不同点是：韌性是說明金屬承受动的力量性質的，而強度是說明金屬承受靜的力量性質的。

二、黑色金屬

黑色金屬在金屬材料中占有重要的地位，鋼和生鐵就是黑色金屬，它們都是鐵和碳合成的合金，但是含碳的数量不同。含碳量在1.7%以上，就是鐵；在1.7%以下，就是鋼。因此我們說含碳量1.7%是鋼和鐵的分界点。

生鐵在机器制造業上用得最廣，因为它具有成本低、鑄造性能好、能制造形狀复杂的零件、承受压力和耐磨等好的优点。但是機械性能比鋼差得多。近年来我国工人与技術人員們不断地研究提高鐵的性能，生产高級鑄鐵来代替鋼，以降低成本。如球墨鑄鐵的应用及应用范围的扩大，就获得了良好的效果。同时，在很多情况下，球墨鑄鐵也可以代替有色金屬。

鋼又分普通碳鋼和合金鋼两种：普通碳鋼有低碳鋼、中碳鋼、高碳鋼三种。低碳鋼含碳量是在0.30%以下，成本低，常用来作型钢或鋼皮，制成螺釘、鉚釘及管子等；中碳鋼含碳量为0.30—0.85%，含杂质較少，用来制造汽車、农业机械或机床中的机械零件；高碳鋼含碳量在0.6—1.4%之間，用来作切削工具。合金鋼是在普通鋼中有意加入一种或数种合金元素而成的。合金元素有鎳、鉻、鉬、錳、鎢等。合金鋼的機械性質比普通鋼要高，用来制造飞机、汽車、机床中的重要零件等。由于合金元素貴而缺少，所以应想出一切办法采用代用材料，不要輕易采用。

三、有色金屬

机械制造中常用的有色金屬有銅合金、鋁合金、軸承合金。由于有色金屬产量很少，所以只限于用在非常必要的地方。

四、硬質合金（見第二章）

五、鋼的热处理方法

(一) 热处理的概念、目的和分类，

热处理是利用对金屬的加热和冷却而使其改变性質的工艺方法。

热处理的目的是：第一，提高金屬的机械性能，如强度、硬度和韌性等，充分發揮金屬的潛在力量，这样就可能節約金屬材料；第二，扩大金屬的使用范围。因为热处理的結果，不仅可以提高金屬已有的性能，并且还能使金屬获得新的性能。

鋼的热处理在机械制造工業上用得最多，一般分为單純热处理和化学热处理两种。

(二) 單純热处理：这种热处理的結果，只改变金屬的性質，而不改变金屬的成分。它包括：退火、淬火和回火三种方法。这种热处理的方法有三个基本阶段：

第一阶段——加热，把金屬加热到一定溫度；

第二阶段——保温，在加热溫度下保持一定時間；

第三阶段——冷却，从加热溫度以一定的速度冷却下来。

1. 退火：退火是把金屬加热到退火溫度，在这个溫度保持若干時間，然后緩慢而均匀地冷却下来的热处理方法。它的特征是緩慢而均匀的冷却。

退火的主要目的是：降低硬度使材料容易切削加工（对鍛造后硬化的鋼件）；去除內应力（鑄件和鍛件因加热或冷却不均和鍛打在內部組織上絞的勁）。內应力不消除淨，容易变形甚至产生裂紋。

这里必需指出：一种叫做正火（又叫正常化）的热处理方法，它和退火的区别只是冷却方法不同。正火在空气中冷却，退火是跟爐子一起緩慢地冷却。正火后鋼的机械性能与退火以后比較，它的强度要高，韌性要低。正火是一种最經濟的热处理方法，所以几乎完全代替了一般的低碳鋼和中碳鋼的退火。大型零件不应采用正火，因在空气中冷却較快，防止可能引起較大的內应力。

2. 淬火：淬火是把金屬加热到淬火溫度，在这个溫度保持若干時間，然后在冷却剂中急速地冷却下来的热处理方法。它的特征是急速地冷却。我們常用的冷却剂是水和油，水能保証急速的

冷却，油的冷却能力比水要低3—4倍。但使用油冷的零件韧性较高。

淬火的目的是使鋼获得一种具有很高硬度的組織。

3.回火：回火是把已經淬过火的零件加热到回火溫度，然后快速或緩慢地（在空气或油中）冷却下来的热处理方法。回火的特征是加热溫度不高，一般在 650°C 以下。回火是热处理的最終过程。通常一切淬火零件都要經過回火。

回火的目的是：第一，减弱或消除淬火后零件內的內应力；第二，减低淬火后零件的硬度和增加它的韧性到所希望的程度。

（三）化学热处理：引起鋼表面層化学成分变化的热处理方法，就叫做化学热处理，滲碳就是其中的一种。滲碳法是將零件表面增加含碳成分的方法。滲碳的目的是使低碳鋼零件有硬而耐磨的表面，同时有軟韧的中心，这是由于滲碳后經過淬火达到的。在滲碳層中，正常的最高含碳量为1—1.2%。

滲碳方法是使零件和滲碳剂接触（一同放在封閉的鉄箱中），并加热到 $900—950^{\circ}\text{C}$ 之間，使碳尽可能極快地滲入鋼內。滲碳剂可以用固体的，如60%木炭和40%碳酸鋁。

第三节 鍛造及模压

一、鍛造及模压的本質和特征

鍛造及模压是获得毛坯的重要方法之一。它是利用金屬的塑性，在外力的作用下，使金屬变形而获得毛坯所要求的新形狀。鍛造及模压的基本方法有無型鍛造、模鍛和冲压。

無型鍛造是用錘头連續打击，或在压力机上慢慢施加压力的方法，使金屬变形。如圖0-2甲所示。

模鍛是利用錘击或压力使金屬在模型中（俗称胎模）成型的方法（圖0-2丙）。圖中1为上模，2为下模，3为模腔。

冲压是用冲头和冲模使金屬变形的的方法（圖0-2乙）。

現在鍛造及模压在机械制造工業和国防工業以及各种生产中，都起着巨大的作用。例如飞机按其重量來說，有85%以上

是鍛造模壓件，所以常有人將飞机比作是“飛着的鍛件”。汽車、坦克、火車以及其他，使用鍛件也不少。生活中所使用的勺子、杯子、鋼精鍋等也都是沖壓件。

鍛造和模壓工藝的特徵，也就是它們廣泛地應用的原因，在於以下三點：

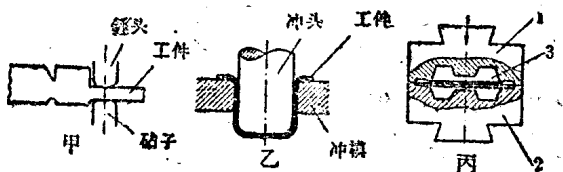


圖 0-2 鍛造及模壓方法

(一) 和鑄造比較來說，鍛造和模壓制出的毛坯，性質是一致的。鑄造由於一系列主觀上的因素如收縮孔、縮松、砂皮、冷金屬等，往往使在一組鑄件中，發生性質不一致的產品，為消除這些缺陷而採取專門的措施，就會使鑄件的成本增高。而鍛壓就可以保證零件性質的一致性，因而也就不需要再採取特別的措施了。

(二) 鍛造及模壓能充分利用金屬的機械性質。

從冶金廠來的鋼錠，內部組織不均、晶粒粗大、機械性質較差。經過鍛打，就可使晶粒細小，消除了原來內部組織不均勻的現象，並且可以得到晶粒被打成一條一條的纖維狀結構，從而提高零件的機械性質。

(三) 和切削加工比較來說，鍛造能節約金屬消耗，保持高度的勞動生產率，用模鍛和沖壓所獲得的毛坯，精確度和光潔度較高，如果精度要求不太高，經鍛打成後，就可以不需切削加工而直接進行裝配。如沖壓件就是這樣。所以模鍛的發展方向是代替切削加工。同時，用模鍛來製造零件，比切削來說，還可大大的減少原材料的切削損耗，從用條鋼來切削零件就可很明顯地看出這點。

二、鍛造及模壓的工藝過程

(一) 鍛造及模壓所用的主要金屬材料及加熱設備

鍛造及模壓所用的金屬材料是鋼和有色金屬。有色金屬中常用的是銅合金，和以鋁為基礎、以鎂為基礎的鋁鎂合金。有色金

屬在机器制造厂中用的較少。

鋼是鍛壓車間里的主要原材料，有鋼錠、型鋼兩種。大型鍛件用鋼錠，重量以吨計，有的可達百吨（如船用曲軸、錨、汽輪机圓盤、高压鍋爐体等）；中型鍛件（重量由几百公斤至凡吨）可用不同截面的輓壓型鋼（自冶金厂买来）制成（如火車軸、連杆等）；小型鍛件使用各种不同截面的型鋼（圓的、方的、扁的等）。

鋼的鍛造必須首先加热，使鋼具有較高的塑性。鋼的加热溫度，一般是在 $800-1,200^{\circ}\text{C}$ 之間，不能太高也不能过低，溫度过高，鋼易燒爛；溫度过低則塑性低，容易打出裂紋。

加热的設備，通常是用手鍛爐和反射爐。

手鍛爐：就是鉄匠用的打鉄爐，用鼓風机或風箱鼓風，它适用于手工鍛造。目前，地方工業大多采用手鍛爐。手鍛爐的特点是鋼与煤炭直接接触，因而在加热过程中会改变鋼的成分，燒損金屬也多（变成氧化皮），所以鍛件的質量不高。另外手鍛爐的热效率很低，大約只有3—5%的热用于加热鍛件，其余的热都跑掉了。但是手鍛爐修建容易，成本很低，适合鍛造小件，所以一般單件及小量生产工厂、地方工厂、修理工厂仍可采用。

反射爐：反射爐又叫火焰爐，适用于大中型工厂，鍛件多、

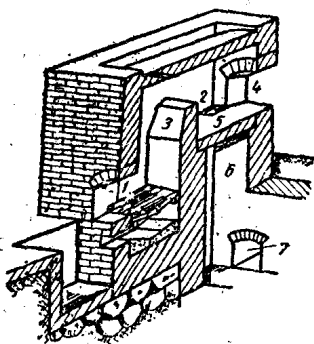


圖 0-3 反射爐：

1. 燃燒室；2. 材料加热室；
3. 火牆；4. 加料口；5. 烟
- 口；6. 烟室；7. 烟道

鍛件多的小型工厂也可采用。反射爐的特点是鍛件不与燃料接触，而是利用火焰所产生的热流加热。所以从加热方法上看，就比手鍛爐好得多。反射爐的种类很多，机械厂常見的是單室爐（圖 0-3），它的热效率为 6—16%。

（二）無型鍛造工艺

無型鍛造适用于單件和小批生产。大批生产时，大都采用模鍛。無型鍛造分手工鍛造和机器鍛

造兩種。手鍛在鉄砧（圖 0-4 甲）上進行。鍛打時工人用鉗（圖 0-4 丁）夾着鍛件，以大錘（圖 0-4 乙）打擊，並且以手錘（圖 0-4 丙）配合。

機器鍛造常用的設備是杠杆錘、彈簧錘、空氣錘和夾板錘。

杠杆錘如圖 0-5 所示，偏心輪①旋轉時，裝在軸②上的杠杆③便得到振動運動，使杠杆另一端的錘頭④進行打擊。這種錘頭重量可達 250 公斤，用于小件鍛造或鋼板的拔長等工作。

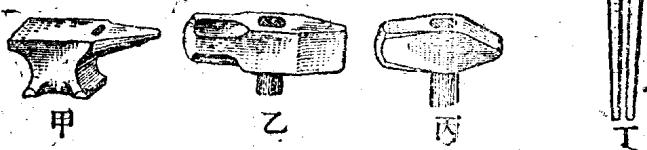


圖 0-4 手鍛工具

彈簧錘如圖 0-6 所示。電動機帶動偏心輪①，偏心輪帶動連杆②，連杆帶動彈簧③，彈簧③帶動錘頭④打擊鍛件。彈簧錘落下部分（錘頭加錘杆）重量在 25—200 公斤之間。

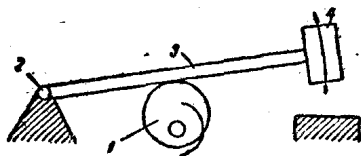


圖 0-5 杠杆錘示意圖

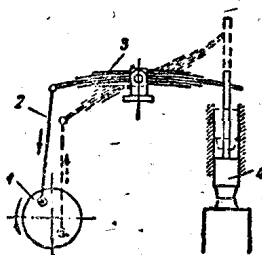


圖 0-6 彈簧錘

空氣錘如圖 0-7 所示。由電動機帶動工作。錘頭的動作情況是：電動機開動時，通過減速齒輪⑦、曲柄軸⑤的轉動，帶動活塞④上下運動，使壓縮氣缸③內上部和下部的空氣壓縮。這時壓縮空氣通過空氣分配裝置⑥到達工作氣缸①；如果上下空氣分配裝置的孔都开着，則錘頭連續打擊。空氣分配裝置也可以使錘頭停在上部，還可以使錘頭一下一下地打擊鍛件，即所謂單次打擊。