

模鍛及模具設計

上 冊

布留哈諾夫、烈別耳斯基合著

机械工業出版社

模 鍛 及 模 具 設 計

上 冊

布留哈諾夫，烈別耳斯基合著

王樹良、馮桐笙譯

王 樹 良 校

出版者的話

本書論述鍛模設計及有关的模鍛工艺过程問題。本書系根据許多机械制造厂鍛压車間的先进經驗資料及在模鍛方面的許多文献資料和作者本人經驗的總結編写而成。

本書供鍛压車間和設計機構的設計師和工艺师应用，也可供高等工業学校的学生参考。

本書譯本分三册出版，上册包括原書的緒論及第一篇（錘上模鍛），中册包括第二篇（曲柄鍛压机上模鍛）、第三篇（修切毛边）及第四篇（平鍛机上模鍛），下册包括第五篇（特种模鍛）、第六篇（模具的制造和使用）及第七篇（工艺方案的选择），还将从烈別耳斯基、布留哈諾夫早先所著的「热模鍛用模具的設計和計算」一書中摘录部分有用的資料。

原序、緒論、第一篇第一、二、三章为王树良譯，第一篇第四、五、六章为馮桐笙譯。

苏联 А. Н. Брюханов, А. В. Ребельский 著 'Горячая штамповка
(Конструирование и расчет штампов)' (МАШГИЗ 1952 年第一版)

* * *

NO. 1737

1953 年 7 月第一版 1958 年 8 月第一版第一次印刷

787×1092¹/₁₈ 字數 258 千字 印張 11⁴/₉ 0,001— 3,100 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工業出版社印刷厂印刷 新华書店發行

北京市書刊出版業營業許可証出字第 008 号

定价 (10) 1.30 元

目 次

本書所用符号	5
原序	7
緒 論	9
1 鍛壓生產在工業中的地位及其製件的特點	9
2 金屬的塑性變形和鍛壓生產工藝的基本問題	16
3 基本變形型式	11
4 生產鍛件的基本方法	13
5 鍛壓車間內的全套工序	18
6 模具的分類	20
7 模具的標準和規範	21

第一篇 錘上模鍛

第一章 錘上模鍛的過程	23
1 錘上模鍛過程的實質	23
2 鍛件的分類	25
3 鍛件的基本規格	28
4 毛邊和毛邊槽尺寸的確定	29
5 模鍛錘落重的確定	35
6 安裝空間的規格和模具的固緊	41
第二章 鍛件圖的制訂	49
1 一般指示	49
2 分模	49
3 余量和公差	51
4 模鍛斜度	58
5 分模綫	62
6 圓角半徑	64
7 孔壓凹和沖穿前連皮	66
8 制訂鍛件圖的規則	68
9 制訂鍛件圖舉例	73
第三章 模鍛工步的選擇和坯料尺寸的確定	75
1 鍛錘用模型槽和模鍛工步的分類	75
2 計算坯料及其截面圖	82
3 第一類制坯型槽的採用範圍圖	90
4 多件模鍛	90
5 切斷型槽(切刀)的應用	93
6 前四類鍛件模鍛工步的選擇	94
7 前四類鍛件坯料尺寸的確定	106
8 第五類鍛件模鍛工步的選擇和坯料尺寸的確定	109

第四章 鍛錘用模型槽的設計和計算	114
1 概論	114
2 終鍛型槽	114
3 初鍛和制坯-初鍛型槽	116
4 鉗口	120
5 成形型槽	122
6 彎曲型槽	124
7 卡壓型槽	127
8 滾壓型槽	128
9 拔長型槽	136
10 切斷型槽 (切刀)	140
11 鐵粗坯和壓扁坯	141
第五章 鍛錘用模的結構元件和設計	143
1 型槽的安排	143
2 偏移力的平衡和鎖扣	148
3 鑲塊	153
4 壁厚和型槽間距	154
5 模具 (模塊) 的輪廓尺寸	156
6 檢驗角, 模具各處尺寸的確定和圖紙的制訂	158
第六章 鍛錘用模的設計和計算舉例	161
1 具有直軸的鍛件 (第一類)	161
2 具有彎軸的鍛件 (第二類)	172
3 具有枝芽的鍛件 (第三類)	180
4 具有丫叉的鍛件 (第四類)	183
5 曲軸的模鍛	189
6 平面圖為圓形的鍛件 (第五類)	200
7 履帶式機器走動部分履帶環和履帶節類型鍛件的模鍛	202

本書所用符号

$\Gamma, \text{г.}$	克
KГ, кг	仟克, 公斤
T	吨
MM, мм	毫米, 公厘
CM, см	厘米, 公分
$M, м$	米, 公尺
$\text{KГ/MM}^2, \text{кг/мм}^2$	仟克/毫米 ² , 公斤/公厘 ²
KГM, кгм	仟克米, 公斤公尺
AT	大气压
$A_{\max}$	A 之最大值
A_{cp}	A 之平均值
$A_{\min}$	A 之最小值
$A[B]C$	ABC 或 AC
$[1]$	参考文献编号 1
(不)	不用制坯工序
(卡)	卡压
(开滚)	开口滚压
(闭滚)	闭合滚压
(拔)	拔长
(鍛)	鍛粗
(压)	压扁
(成)	成形
(弯)	弯曲
(初)	初鍛
(終)	終鍛
(切)	切断

原 序

随着社会主义机械制造业的发展，鍛〔造模〕压生产变成越来越重要了。在现代的金属加工工业中进行成批和大量生产，如若没有高度发展的鍛压生产，将是难以想像的事。因此，改善鍛件、模鍛工艺过程和模具的设计方法，就具有非常重要的意义。

本书以及本书作者另一本旧作《热模鍛用模具的设计和计算》第一卷（Машгиз，1947）[●]，就是解决上述课题的一种尝试。

与设计他种工具不同，模具的设计并不是先制订工艺过程所能确定的，因为工艺过程只有在模具设计作好以后才算完备，从而模具设计便要包括设计和工艺两方面的工作。在设计模具的过程中，必须对鍛件结构、模鍛工步、坯料尺寸等作出决定，最后还须确定模鍛所需设备的型号和大小，并使在主要设备上进行的模鍛工序与其他鍛工工序取得协调。因此，在设计工艺过程时，模具的设计和计算是一项基本步骤。因此，除了鍛模设计师应该是良好的工艺师，能够掌握所设计出来的鍛件和模具外，鍛工车间的工艺师也应该熟悉模具的设计。所以热模鍛工艺过程的设计师和鍛模的设计师，在实质上都应是工艺师兼设计师。

本书的材料是很多机械制造厂鍛工车间中大量模鍛件的记录及其制造工艺特点的研究，以及作者本人在汽车拖拉机厂、坦克厂和飞机厂中的经验。编写本书时，还曾采用由作者编制的主管机关和工厂的一些指导资料和鍛模标准（其中有苏联汽车拖拉机工业部的），同时也利用了早先出版的一些文献。

设计工艺过程和模具所需的资料，是按照鍛件在各种模鍛设备上的操作来分篇排列的。在每一篇内说明一种模鍛型式，材料按照设计工艺过程和模具的工作顺序叙述，如同：

- a) 工艺过程的实质及其适用范围；
- б) 鍛件图及制造该鍛件时的技术条件的制订；
- в) 机械设备的尺寸和吨位的确定；
- г) 模鍛工步的选择；
- д) 原坯料型式和尺寸的确定；
- е) 模具及其部件、元件和零件的设计。

在緒論中闡明鍛压生产的一般問題，并使基本概念和术语的意义明确。

在本书的第六篇内，简要地叙述了模具的制造和制造时的技术条件，但只以模具设计师所需要的范围有限。

在最后一篇即第七篇内，列出一些基本指示和技术经济分析，以便考虑生产的

● 該書的材料業經重寫并加以精簡，收列在本書內。

性質和可能性來合理地選定製造鍛件的工藝方案。

布留哈諾夫 (А. Н. Брюханов) 所寫的部分為：緒論；第一篇的第一章第 6 節；第二章及第五章；第二篇；第三篇的第一章第 4 節及第二章；第五篇；第六篇；第七篇的第二章。

烈別耳斯基 (А. В. Ребельский) 所寫的部分為：第一篇的第一、三、四、六各章；第二篇的第一章第 6 節；第三篇；第四篇；第六篇的第一章；第七篇的第一章。

在水壓機上模鍛時的一些專門問題，在本書中只是順便提到一些。由於這種型式的模鍛具有一定特點，而且關於這一方面的問題已另有專門文獻 [50, 51]，所以這種生產鍛件的方法在本書內未曾加以說明。

現有的設計模鍛工藝過程和模具的方法是多種多樣的，這一點使作者的工作大為複雜。除了在各別問題上需要把各種不同的觀點協調起來外，作者還應找出其中最合理的解決方案，並根據現有的資料制訂一個統一的設計合理的模鍛過程的方法。

由於第一次在這樣廣闊的範圍內進行編寫，不可能沒有錯誤和缺點，如蒙指出，作者將不勝銘感。

作者應向下列各位在工廠、設計機構和研究院工作的同志表示衷心的感謝：巴卡柯 (В. А. Бабенко)，鮑爾茨 (М. Г. Борц)，布留哈諾娃 (В. Н. Брюханова)，格盧什柯夫 (В. Н. Глушков)，叶爾莫拉也夫 (Е. Н. Ермолаев)，庫尼察 (Н. С. Куница)，馬辛 (В. А. Массен)，米洛斯拉夫斯基 (И. Л. Милославский)，巴甫洛夫 (С. П. Павлов)，托姆列諾夫 (А. Д. Томленов)，赫爾然諾夫斯基 (С. Н. Хржановский) 及雅柯符列夫 (В. Г. Яковлев)，這些同志曾在與作者共同工作的時期內給予作者不少幫助，並供給了作者許多有價值的資料。

作者還要向全蘇科學技術工程學會 (ВНИТО) 鍛壓組的幫助表示深切的感謝，特別要感謝斯托羅惹夫 (М. В. Сторожев) 和奧赫利緬柯 (Я. М. Охрименко) 兩位，因為他們提供了不少有益的和重要的指示。

緒 論

1 鍛壓生產在工業中的地位及其制件的特點

金屬壓力加工過程的本質，首先為借施加在坯料上的力的作用來改變原〔始〕坯料的形狀，而金屬在遵照一定的條件變形時須能不致破裂，即能進行塑性變形。

在現代的金屬加工工業中（其中包括機械製造業），壓力加工是製造和加工機械零件和其他金屬制件的主要方法之一。同時，所應用的壓力加工方法又有很多種不同的型式。

在單件和小批生產中，廣泛採用手工的或機械的自由鍛造（後者在鍛造設備上進行）。自由鍛造的產品就稱為鍛件。和其他壓力加工方法比較，自由鍛造的生產率要算最小。由於工具的消耗量比較小，而在自由鍛造時所用的工具又多半是可以通用的，利用這種工具可以製出很多種的鍛件，因此在現代的單件和小批生產中，自由鍛造在經濟上還是有利的。

在模壓設備上進行中批、大批和大量生產，則需用到固緊在這種設備上的稱為模具的專用工具。和自由鍛造比較，模壓具有很高的生產率，能使制件得到更精密的尺寸、更光和平的表面。通常，模壓件不需在所有各面進行最後的切削加工，而板片模壓件可以完全不再加工。

根據原材料的形狀、模具結構的類型和工藝方法，模壓可分為板片模壓（熱壓和冷壓）和體積模壓（熱壓和冷壓）。板片模壓主要在壓力機車間進行；熱模壓的材料是厚的軋制鋼板，而冷模壓則用薄板。體積模壓主要是在鍛造車間和冷鍛車間進行；體積模壓用的材料多半是條型軋材。●●

用壓力加工方法製成的制件具有清晰的纖維狀目見組織。例如體積熱模壓所用的原材料——條型軋材，就具有清晰的纖維狀組織，纖維的方向順着軋材的縱直方向。

制件在各方向的強度隨着該方向與制件內纖維方向的相對關係而不同。順着纖維方向，鋼料具有最高的延伸率、壓縮率和衝擊韌性。而在其他方向切下的試樣，其軸綫與纖維方向所成的角度越大，上述各項數值就越小，特別是衝擊韌性。

由條型軋材橫截面上中心部分和外表部分求得的機械性能是不相同的。在軋軋

● 除了這一種分類方法以外，還有一種常見的分類方法，是先將模壓分為熱壓和冷壓兩大類，然後再進一步按照原材料的形狀來分類。

● 在我們，板片模壓習慣上稱為沖壓（其中分為冷沖、熱沖，但通常多為冷沖）；體積模壓習慣上稱為模鍛（其中分為熱模鍛、冷模鍛，但通常多為熱模鍛）。本書主要討論體積模壓，為順從習慣起見，在很多地方也就改稱為模鍛。——譯者

时，質量最差的鋼錠中心部分仍留在軋成的条料的中心，而鋼錠上質量最好的筒狀層則处在軋材的外表。

在用軋材模压鍛件时，金屬的纖維狀組織还是保留的，只是坯料内部的纖維排列有所改变而已。

为了增加机械零件的使用寿命，在模压零件內的纖維方向，以及材料中心部分和外表部分的配置，最好能与每一零件使用时的負荷情况相适应。这点可由正确地制訂模压工艺規程和巧妙地設計模具来做到。

在所制零件的形狀复杂程度方面，鍛压生产虽然不及鑄造生产，但前者在产品的强度方面較为优越，并且在大批和大量生产制件时生产率較高。鑄件只有在采用新的鑄造方法（压力鑄造和离心鑄造）时，才能获得近似模压零件的强度。

因此，承受重負荷的机械零件都是鍛造或模压出来的，机械本身承受的負荷越重，那么在該机械內的鍛件或模压件也就越多。

在制成零件的表面光潔度和尺寸精密度方面，鍛压生产虽然不及切削加工，但前者的特点是具有高生产率、高强度和較低的产品成本。

由于鍛压生产的發展，将会制出形狀更为复杂、尺寸精密、表面光潔的强固制件。由于能够大量生产强固而又便宜的零件，所以鍛压生产是最进步的生产方法之一，这种方法正在逐漸替代其他的金屬加工方法，首先是切削加工方法。采用較完善的模压方法可以减少以后机械加工的劳动量。从苏联工業在几个五年計劃內的實踐中，可以举出很多例子是用精密模压、精压和冷压印的方法完全替代切削加工而制出零件的。

随着鍛压技术的进展，机械制造工厂的鍛压車間开始从只供尚待最后加工的坯料的备料車間，轉变到能制出完全完工的或近似完工的即可进行机械裝配的零件的車間。同时在个别情况下，如精压、压印和冷作强化等压力加工工序，是在切削加工工序之后施行的，即已变成最后精整加工的工序了。

2 金屬的塑性变形和鍛压生产工艺的基本問題

压力加工之所以能提高金屬制件的机械性能，除了上面所述的改善品質的原因外，还因为塑性变形过程同时会破碎金屬的顆粒。在热压加工时，这种破碎作用是与顆粒的自然成長过程相抑制的，而金屬顆粒的成長在冷的金屬內是不会發生的。并不是在各种情况下顆粒的成長都是同样地为变形过程中的顆粒破碎过程所抑制着的。在多数情况下，將顆粒破碎至所需大小的过程可在制件以后进行热处理时完成。

热压加工所以比冷压加工优越，首先是因为在鍛造溫度时进行变形，比冷变形时的变形阻力要小得多，而金屬的塑性又高得多。

塑性不單有賴于变形金屬的性質（即化学成分、相态、顆粒大小等），还有賴于变形的条件，如溫度、变形速度、变形程度以及金屬的应力分布状态。改变这些

条件可以增大或减小金屬的塑性。例如在閉合模內模压时，金屬的各边受到不均匀的压力，这种情况对于高塑性是極其有利的。

研究塑性变形的物理实質，并将金屬的应力分布状态和机械性能联系起来进行分析計算，就是金屬压力加工理論（塑性变形理論）所要承担的任务。

本書用來說明在鍛工車間內进行体积热模压时工艺上最主要的問題，以及在使用热模压方法制造鍛件时可能碰到的冷压加工工序。本書的任务是要闡明体积热模压工艺上的基本問題，不論是在制訂模压工艺規程方面，或是在模具設計方面，总之是要保証采用这种高生产率的方法时能够得到質量高超同时价錢又便宜的制件。

至于加热工艺和加热設備，主要鍛压设备的布置，以及在車間或其各別工段內的生产組織等問題，在本書內仅談到与模压方法及模具結構直接有影响的部份。热压加工对于金屬机械性能的影响，在本書內也不詳为研究，因为这些問題在金屬学的有关篇幅內会加以闡明的。

一直到現在，压力加工理論还未能完全用定律表示出来。因此，著者未能从其中引用足够的原始材料来作为各种实际規程的理論基础。在多数情况下，在將生产实践的数据加以总结时，只能以邏輯的推論作为依据，并且不得不制訂些經驗的公式和圖表。

3 基本变形型式

塑性变形时金屬流动的方向取決于最小阻力定律，即变形物体的各点如有可能向不同的方向移动时，每一質点总是循着阻力最小的方向移动。

讓我們以在平砧塊上鍛造时的最簡單的例子来观察这一个現象。坯料为一方块，如图1a所示。不管坯料是以一次或几次打击来加以鍛压，它总是向着四个自由边的方向流动。而与砧塊接触的金屬，由于表面摩擦阻力的关系，仍保持与砧塊接触，因此就牽制住了鄰近的各層，而形成金屬移动較少的地区。这就促使坯料中間各層更厉害地向四边外移。在对角綫的方向，由于坯料的变形阻力較大，外移的程度不及向四个自由边的方向来得厉害。結果得到桶形的鍛件（圖1 6）。

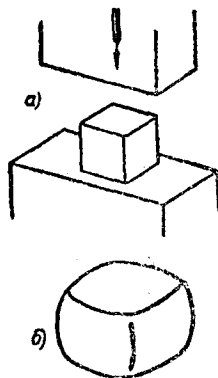


圖1 在平砧塊上鍛造的立方形坯料：

a—鍛前；b—鍛后。

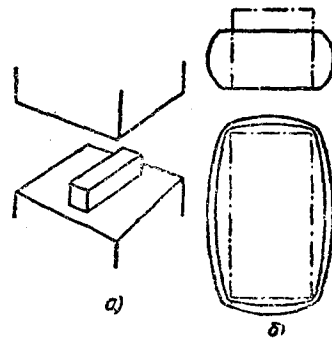


圖2 在平砧塊上鍛造的正平行六面体：

a—压前；b—压后。

在拉長截面为方形的条料时，它的四周各边会向内弯曲，致使方形截面逐漸变为四角星的形状。

在压扁一个平行六面体时 (圖 2 a), 由于長軸方向的表面阻力和变形阻力較大, 鍛件变成圖 2 b 所示的形狀, 即金屬在橫斷長軸方向的流动要比順長軸方向来得强些。

借最小阻力定律, 我們可以調节金屬流动的方向和程度, 方法是在砧塊上設置直立的或傾斜的壁来阻止材料自由流动; 也可以采用不平的 (不平行的) 上下砧塊, 即在各种閉合或半閉合型槽的模具內所常遇到的情形。此时不單可使材料向四边流动, 还可使材料向砧塊方向流动, 即所謂压入法。但是要知, 即使机械設備具有較大的速度, 变形物体深度方向的塑性变形傳播速度还是相当小的; 并且由于变形金屬慣性的关系, 因此在錘上模鍛时, 在上型槽內压入的程度总要比在下型槽內来得强些。

鍛造和体积模压时可能有六种基本变形型式: 拉長, 鍛粗, 压入, 冲孔, 弯曲和扭轉。通常变形过程是由上述六种型式中的两种或几种組合而成。

1. 拉長 (圖 3 a) 进行鍛造和模压操作时, 拉長常和他种变形型式組合在一起。例如在某些弯曲型槽內进行弯曲, 需將放在型槽凸出部分之間的坯料的兩端夾紧时, 坯料在夾紧点之間的部分除了鍛粗●和弯曲外, 同时还被拉長。

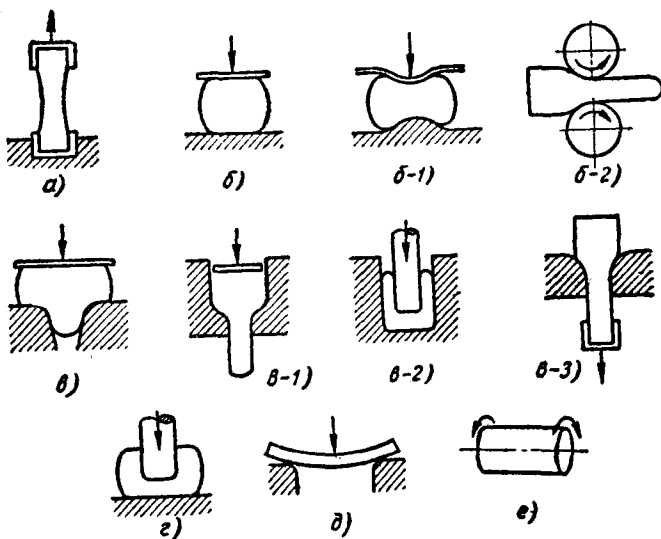


圖 3 变形的各种型式:

a—拉長; б—鍛粗; б-1—在型砧塊上鍛压; б-2—軋軋; в—压入; в-1—順挤压; в-2—反挤压; в-3—拉絲; г—冲孔; д—弯曲; е—扭轉。

2. 鍛粗 (圖 3 б) 鍛粗的特征是变形物体的橫截面增大, 而高度則减小。在鍛粗时, 由于接触表面上的阻力, 使各橫截面不能相等地增大。与接触表面最接近的各層形成金屬移动較少的地区; 結果圓柱体在鍛粗后便变成桶形。当坯料并非在整个長度上, 而仅是在中間部分, 或有时仅在一端进行鍛粗时, 該过程就叫做鍛头 (或局部鍛粗)。

拔長 (延伸) 本名称用来称呼使坯料增長、同时橫截面减小的那种工序; 进行本工序时, 用依次加压 (同时不断翻轉坯料) 的方法, 逐部分逐部分地將坯料鍛压。

具有長軸綫的坯料不在端頭上進行鍛壓時，就稱為壓扁（圖2）。採用型砧塊（圖3 6-1）來代替平砧塊，可使拔長的程度提高。採用狹窄的型砧塊，可使金屬順着或橫斷坯料的軸綫進行擴展。

使變形物體增長的連續鍛壓稱為輾軋，這是借摩阻力將坯料拉入兩個轉軋之間的槽或孔型內來進行的（圖3 6-2）；而輾軋則是輾軋的另一種型式。

3. 壓入（圖3 6） 本名稱用來稱呼強制金屬流入空腔內，而空腔的橫截面尺寸比變形物體的相應尺寸為小的那種工序。由閉合的空腔流入開口的空腔稱為擠壓。在順〔向〕擠壓時（圖3 6-1），金屬的流動方向與模具移動而加壓在金屬上的方向一致。而在反〔向〕擠壓時（圖3 6-2），金屬的流動與加壓在金屬上的模具方向相反；此時常同時進行壓入和沖孔。

拉絲過程在外貌上與壓入過程相似，是將材料用拉拔的方法使它穿過實體凹模的孔眼（圖3 6-3）或空心的物體。

4. 沖孔（圖3 4） 本名稱是指用適當的工具在實體上壓出凹孔的過程。在閉合的空腔內沖孔，可與反擠壓同時進行。

5. 彎曲（圖3 5） 彎曲的變形特徵表現在坯料的軸綫彎曲，這現象不但在彎曲工序可以看到，就是在其他工序也可看到。

6. 扭轉（圖3 6） 本名稱意即變形物體的一部分相對於在同一軸綫上的另一部分轉過一個角度。與他種變形過程組合在一起的情況是比較少的，但在有些情況下，例如扭出曲軸的曲拐時，卻是一種基本的變形型式。

4 生產鍛件的基本方法

在現廠生產的條件下，製造鍛件的方法在一定程度上取決於：有什麼樣的鍛壓設備，設備的布置及負荷情況如何，有什麼樣的工具供應部門，其製造必需數量的模具的能力怎樣，以及其他一些因素。在設計和組織新的生產時，這些問題是很容易解決的。但在上述兩種情況下，都可以下面所說的作為準則，即在現代的鍛壓生產技術情況下，最合理的鍛件生產方法如下：

單件生產時	自由鍛造
小批生產時	{ 應用模具的自由鍛造 用預鍛過的坯料在承墊模內模鍛
中批和大批生產時	{ 用預鍛過的坯料在模鍛錘上模鍛 多槽模鍛
大量生產時	{ 將制坯或完成工序分出的多槽模鍛 聯合模鍛

自由鍛造 小鍛件的自由鍛造可用手工方法或在落〔下部分〕重〔量〕為50 k至1 T的空氣錘上進行。中等鍛件的自由鍛造可在落重為0.5~5 T的蒸汽〔空氣〕自由鍛錘上進行。而重鍛件則在壓力為600~10000 T的鍛造水压机上進行〔57〕。

(固紧)在鍛錘上來保證上下型槽相合。打击时被击下的氧化皮在兩次打击之間被吹除。

單〔型〕槽模鍛時最合理的設備類型要算摩擦錘，以落重為 $0.5 \sim 2 T$ 的夾板〔摩擦〕錘最為適用。用單槽模鍛法鍛造重型鍛件時，可用別種設備，例如蒸汽〔空氣〕無砧座錘。

多〔型〕槽模鍛 這種方法是坯料從原始的軋制形狀變為完成的鍛件，全部在一付多槽模具內進行。多槽模鍛主要採用下列設備：

- 1) 落重為 $0.5 \sim 15 T$ 的蒸汽〔空氣〕模鍛錘●〔26, 28, 30〕;
- 2) 壓力為 $500 \sim 8000 T$ 的曲柄〔熱模〕鍛壓〔力〕機;
- 3) 壓力為 $50 \sim 3000 T$ 的平鍛機〔29〕。

圖6所示為多槽錘鍛模的例子。圖上有一汽車發動機連杆的下模，旁邊放着一個修過毛邊的連杆鍛件。

在這個模具內製造出來的連杆，是由直徑為 45 mm 的軋成坯料模鍛出來的。它先後在拔長、滾壓、初鍛和終鍛各型槽內加工，然後送到修邊壓〔力〕機上在修邊模內修去毛邊。

圖7所示為汽車發動機分配軸（凸輪軸）在曲柄鍛壓機上模鍛時的多槽鍛模的例子。右邊的是下模，左邊的是上模，而下邊是按工步排列的模鍛中的坯料。在這個模具內製造出來的軸，是由直徑為 48 mm 的坯料模鍛出來的。它先後在軋軋、初鍛和終鍛各型槽中加工，然後正像在鍛錘上模鍛後那樣，送到修邊壓機上去修切毛邊。

圖8所示為平鍛機所用多槽模具的例子。圖中為一付圓錐齒輪用的模具：左邊的是組成的凸模座，上面裝着四個凸模；中間的是右凹模（固定凹模）；右邊的是左凹模（活動凹模）；下邊是模鍛過程中的坯料。旁邊還放着完成的鍛件和它的縱剖面的磨片原形圖。在模具內可以看到（由上至下）：集聚型槽，初成型型槽，終成型型槽，和沖出穿透孔（穿孔）同時並使鍛件從棒料上分離用的型槽。在每一型槽中出來的各工步的坯料，則自左至右順序排列；在其中較右的地方可以見到鍛件分離過後的棒料和沖孔時的損耗。

將制坯或完成工序分出的多槽模鍛 比起一般的多槽模鍛來，這是一種更完善的方法，因為它能保證獲得更完善的鍛件，使設備的負荷更為合理，節約金屬，並能提高工藝過程的其他經濟指標。這時，使鍛件具有完成形狀的基本工序，還是在

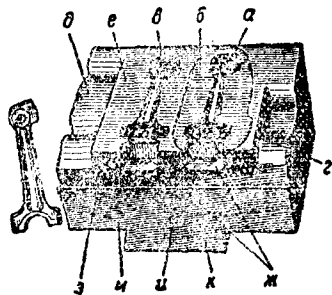


圖6 錘用連杆模：

a —設有毛邊槽 δ 的終鍛型槽；
 b —初鍛型槽；制坯型槽； c —拔長型槽和 d —滾壓型槽； e —分模面上的支撐平面； mc —鉗口； z —檢驗角的前面； m —模塊的不加工面； u —前起模孔； k —將模具固定在鍛錘上用的燕尾。

● 多槽模鍛時不主張採用摩擦錘，因為這種鍛錘速度低，不能調節打击的速度和力量，同時這種鍛錘的落重常限止在 $2 T$ 以內。

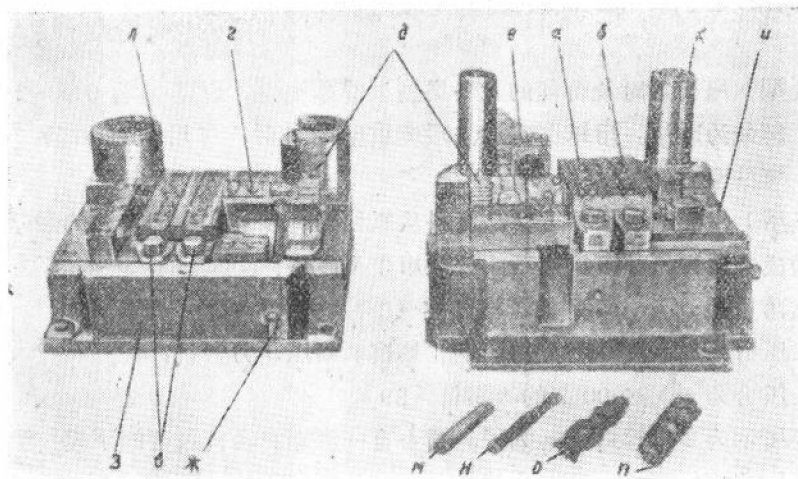


圖 7 在曲柄鍛压机上模鍛分配軸用的模具：

a —鑄入的初鍛型槽； b —鑄入的終鍛型槽； B —固緊初鍛和終鍛二型槽鑲塊用的零件； z —軋軋型槽； d —軋軋型槽上零件和下零件啮合用的扇形齒輪； e —軋軋型槽回程用的氣動機構； $ж$ —軋軋型槽回程用的彈簧機構； $з$ —模座； u —模架； K —導柱； A —導向套筒； m —原坯料； n —軋軋后的坯料； o —經過初鍛型槽后的坯料； n —經過終鍛型槽后的鍛件。

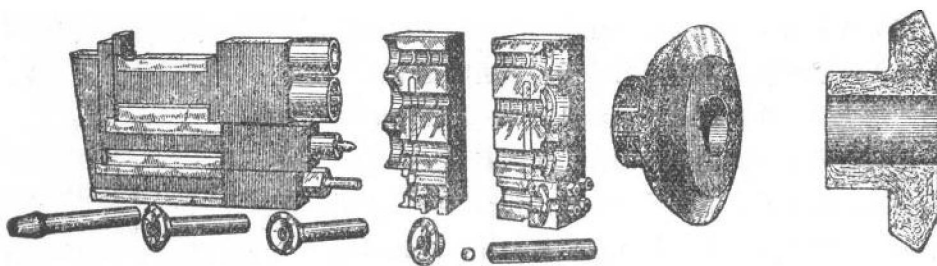


圖 8 在平鍛机上模鍛圓錐齒輪用的模具。

上述那些模鍛設備，即在蒸汽模鍛錘[●]、曲柄鍛压机或平鍛机上进行的，而制坯工序則在更适合于此目的的设备上进行。

用周期〔截面〕軋材来代替普通軋材时，制坯工序完全可以取消。制坯工序还可下列各种过程来代替：在鍛造軋軋机上軋軋；在鍛錘或曲柄鍛压机上模鍛前，先在平鍛机上鍛出坯料；以及鍛件在曲柄鍛压机上模鍛前，先在模鍛錘上將坯料模鍛。此外，还可能有什么方案。

完成工序通常移到修边压机（在修去毛边后）[●]、平弯机、鍛造軋軋机、扭轉机或其他設備上进行。

因此，在这种情况下，主要設備还是模鍛錘、曲柄鍛压机和平鍛机。这三种模

● 对于需要鍛錘的落重大于 15 T 的重型鍛件，在將制坯工序分出进行模鍛时，建議采用蒸汽無砧座錘，其能力約相当于落重为 15~40 T 甚至更大的有砧座模鍛錘。

● 修边压机上有偏滑枕，可用来做切断工作，如切去錯夾头或两个連在一起的鍛件的接头；此外还可用来做弯曲工作，如本書圖 186 所举的例子。——譯者