

# 模鍛先進工藝

論文集



机械工业出版社

# 模 鍛 先 進 工 艺

## 論 文 集

俞云煥 何光远 譯

机 械 工 业 出 版 社

1 9 5 9

## 目 录

1. 模鍛工艺發展的主要方向 ..... 工程师 М.Т. 促克尔曼 3
2. 新型模鍛車間及其發展方向 ..... 工程师 В.Н. 格魯士柯夫 24
3. 模鍛的先进方法及其在生产中应用的道路  
..... 技术科学副博士, 副教授 А.В. 列別爾斯基 34
4. 模鍛工艺的技术改进 ..... 工程师 И.М. 琴 52
5. 模鍛过程的机械化和自动化 ..... 工程师 А.М. 滿苏洛夫 73
6. 設計机器零件之模鍛毛坯时的工艺前提  
..... 技术科学副博士 В.В. 高庫 88
7. 提高模鍛件精度的途徑 ..... С.И. 克留契尼可夫 100
8. 在机械鍛压机上模鍛工艺过程的特点  
..... 技术科学副博士, 副教授 А.Н. 勃留哈諾夫 114
9. 关于确定机械鍛压机上模鍛所需的公称力  
..... 技术科学副博士 Е.И. 席明諾夫 125
10. 坯料和鍛件現代清理方法的比較 ..... 工程师 И.Ф. 高拉波夫 132
11. 选择模鍛工艺过程方案的观点  
..... 技术科学副博士, 副教授 А.Н. 勃留哈諾夫 141

## 模鍛工艺發展的主要方向

工程师 M.T. 促克尔曼

为了說明模型鍛造的主要發展方向，必須將工艺及生产組織兩方面的問題綜合探討。因為在本書其它几篇文章中对模鍛的实际問題將有更多的說明，因此这里只对綜合問題的一部分加以論述。

### 新 型 坯 料

首先應該指出，黑色冶金企业的軋鋼車間到如今还不能生产足够的高精度的型鋼，但对于帶有負公差的高精度的型鋼的需要量确是日益增多的。

最近五年內采用周期型鋼鍛造汽車前軸一直是很成功的，它可节省10—15%的鋼材。而且已經決定將周期型鋼推广到曲軸、連杆、凸輪軸等鍛件的模鍛。

在黑色冶金的产品一覽表中有数种国家标准的周期型鋼。某些机器制造企业为了滿足自己的需要亦正在單獨地研究周期型鋼的生产。采用此种型鋼不仅可以节省金屬，同时还可提高模鍛生产率25—50%，节省模具鋼15—20%及节省燃料等。

周期型鋼及各种迴轉体零件（軸承滾珠及粉碎机鋼球等）的橫軋及螺旋軋制已在几家工厂內采用。

在机械制造工业部中央設計所及A.И.切里柯夫教授共同設計的滾軋机上已經很順利的軋制出一批“莫斯科人”及“吉姆12”汽車的半軸、凸輪軸、前門蝶紋等毛坯。

高尔基莫洛托夫汽車厂在A.Ф.巴林工程师所設計的傾斜螺旋式滾軋机上軋制了連杆毛坯，用了这种毛坯可节省金屬8—12%，提高生产率两倍。

用橫向周期滾軋法制造鍛件或者是为下一步模鍛工序制造毛坯，大約可以节省金屬 20—25%，并提高鍛件質量及生产率<sup>⊖</sup>。

用鋼材及輕金屬合金材料軋制的成型制件，可以代替焊接及鑄合的結構，有时还可采用这种軋制件代替模鍛件。

用成型軋制件代替模鍛件制造嘎斯-51 型汽車門折頁，可节省金屬 25%，提高生产率 10 倍。

## 准 备 工 序

在模鍛車間使用的型鋼和其它类型的坯料，應該事先合理的剪切成單件的或成倍数的坯料。

除掉一般采用的鋸床或剪床下料以外，用切料模切料的办法

也很通用。为了减少料头損失，烏拉尔車輻厂在中小型剪床上切料时采用了接合套筒，这种接合套筒的簡圖如圖 1 所示。

在大型剪床上可用减小压紧器至刀片之間的距离  $H$  的办法增加压紧器的寬度。

很多工厂早已开始采用在臥式或立式水压机及曲柄压床（冷折压床）上的冷折法制坯。

近几年来，各模鍛車間毛坯工部的工作人員已經非常注意合理的剪切坯料。

剪切时剩下帶有牌号一端的料头，按牌号分別保存于專用箱內，然后利用这些料头鍛成需要的截面，或者是鍛造其他零件。

現在对于形状复杂需用金屬較多的鍛件，已經比較广泛的采

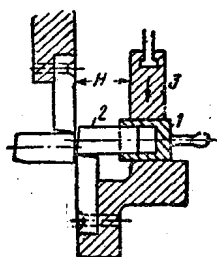


圖 1 在中小型剪床上采用接合套筒的示意图

1—接合套筒；2—被剪切的棒料；3—压紧器。

⊖ 見阿尼西符洛夫“模鍛生产先进工艺学”中的“周期型鋼的橫軋和螺旋軋制”，Машгиз，1953年版；格拉罗夫斯基“模鍛生产先进工艺学”中的“变截面大型型材在螺旋軋槽內的橫向軋制”，Машгиз，1952年版；巴林“模鍛生产中金屬的節約”中的“周期型鋼軋制中節約金屬的方法”，Машгиз，1953年版。

用了根据模子磨損程度剪切不同重量的毛坯的办法。对于鍛粗件，則采用按重量下料的办法。

### 現代毛坯加热法

模鍛加热时，因产生氧化皮（火耗）而引起的金屬損失率平均为 3%，有时达 5%。除此之外，在毛坯或鍛件表面上有脫碳現象存在。

为了减少金屬的火耗率，应采用下列方法：1）采用快速加热法，这种加热法可以大大地减少金屬表面的氧化；2）在保护气体內加热，用这种方法可以使金屬表面完全不受氧化。

众所周知，当加热速度很快的时候，在金屬內部会产生热应力，但在大多数情况下，这种热应力还不能达到危險值。因此，在快速加热方面还是有潜力可以挖掘的。快速加热的特点是爐温比毛坯加热温度高出很多。在这种情况下，爐温应是自动調节的，毛坯經爐膛的时间亦应严格控制。

中央机器制造与工艺科学研究院加热爐实验室的研究結果証明，在火焰爐內用快速加热法可以使加热時間縮短数倍，甚至接近高頻率电加热的时间。

快速加热的优点在于加热時間显著縮短，加热爐体积及造价减少，金屬火耗率降低，表面脫碳减少，因此加工余量就减少了并节约了金屬。因为氧化皮减少了；鍛模的使用寿命将相应的提高，机械化的有节奏的快速加热可以簡易的插入流水綫生产中。

应该按照数个先进厂的范例，广泛地采用發热量不同的气体燃料，因为气体燃料比重油或煤有众所周知的优点。

对于小、中、大型的各种鍛工加热爐利用煤粉加热的經驗亦应广泛采用。利用这种燃料加热的主要优点是可以得到較高的爐温、較高的导热系数（甚至比用重油加热都高），可以提高加热爐的生产率，减少金屬的火耗及燃料的單位消耗量。制造煤粉不必采用分組的塊煤，使用小塊煤較為有利，因为这样可以减少粉

碎煤塊而消耗的電能。

采用電加熱可以得到更高的加熱速度。在現行生產中有六種電加熱方法。

表1是根據 M.Γ. 羅津斯基的數據所編制的, 表內列出了電加熱的種類及相應的合適的坯料直徑, 并列出了單位電位消耗量及各種電加熱的效果。

表1 各種電加熱毛坯的工業應用及其效果

| 加熱種類       | 電流來源     | 電流頻率<br>(赫芝)         | 建議採用的毛坯<br>截面 (公厘)                  |           | 單位電能<br>消耗量<br>( 瓦 時<br>/公斤) | 熱量利用<br>率 (%<br>近似值) |
|------------|----------|----------------------|-------------------------------------|-----------|------------------------------|----------------------|
|            |          |                      | 最 小                                 | 最 大       |                              |                      |
| 接觸加熱       | 工業綫路     | 50                   | 5(10)                               | 50(75)    | 0.3—0.4                      | 68                   |
| 工業頻率的電感應加熱 | 工業綫路     | 50                   | 120                                 | 400       | 0.4—0.5                      | 54                   |
| 提高頻率的電感應加熱 | 高周波發電機   | 2500<br>8000         | 40<br>25                            | 120<br>60 | 0.45—0.55                    | 44                   |
| 高頻率的電感應加熱  | 真空管振蕩發生器 | 2 000 000<br>500 000 | 5<br>4                              | 20<br>15  | 0.60—0.70                    | 37                   |
| 在電解液中的加熱   | 直流發電機組   |                      | 10<br>或者長度在50以下                     | 60        | 1.0—1.65                     | 20                   |
| 在電阻爐中的加熱   | 工業綫路     |                      | 鋼5—20或高于此<br>值, 有色金屬20—<br>100或高于此值 |           | 1.0—9.00                     | 與裝爐量<br>及工作計<br>划有關  |

機械化加熱爐的廣泛采用是模鍛生產中加熱技術的先進方向, 特別在使用大型鍛壓設備進行大規模生產時更是如此。

在很多工廠中, 對於較長的坯料進行加熱時采用在爐底下面進行預熱的推料爐, 對於較短的棒料, 餅及方料等進行加熱時采用立式迴轉爐; 各種類型的盤狀迴轉爐, 帶有活動爐底的加熱爐及鏈帶傳送的端部加熱的縫隙爐亦廣泛的采用。

所有這些加熱爐一般都裝有空氣預熱器、各種類型的裝卸毛坯的機構及較為經濟的噴嘴 (射入式的并吸入空氣)。

有些鍛工加熱爐的空氣預熱器是由生鐵鑄成的，這種預熱器在列寧格勒某些工廠中的使用壽命超過了五年。

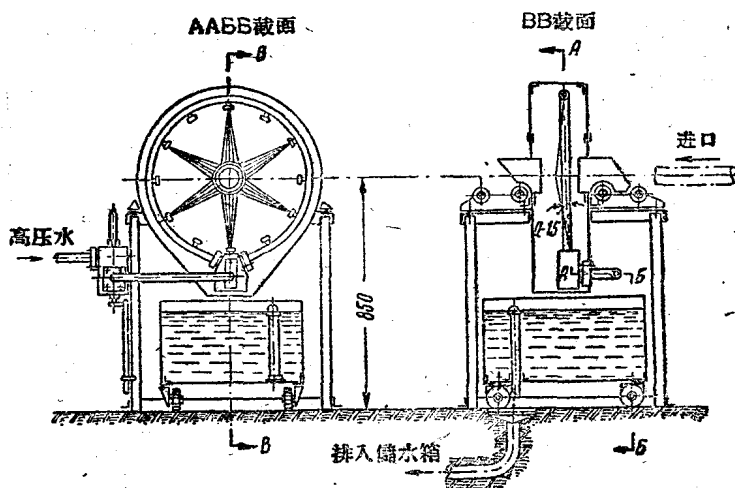


圖 2 用高压水去氧化皮的裝置

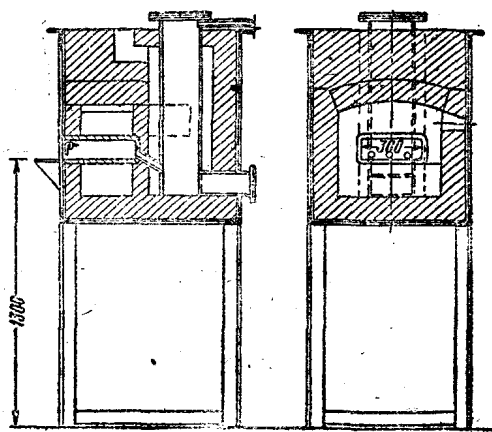


圖 3 保护气体加熱爐

从上面談的可以知道，毛坯加熱的主要發展方向是在火焰爐及電加熱設備中的快速加熱。這種加熱方法的最大优点是减少因

产生氧化皮而带来的金属损失（损失率由 3—3.5% 降低至 0.5—0.7%）。但遗憾的是快速加热至今仍未被广泛采用。

因为氧化皮而带来的害处是众所周知的（表面缺陷，降低锻模寿命，使模锻后的清理工序成为必须等等）。已经加热的坯料通过特殊的高压水装置（100—150 大气压）即可清除氧化皮，这种清除氧化皮的方法是最完善的。圖 2 为高压水去氧化皮装置的簡圖。

高尔基莫洛托夫汽車厂及其他采用高压水清除氧化皮的工厂的经验证明，这种方法是应该推广至其他锻工車間的。

在保护气体內对毛坯进行加热的方法已经应用在極小的范围內。圖 3 所示为用保护气体对較小毛坯进行加热的加热爐。制造对中、大型毛坯用保护气体加热的设备是当前的任务，使用这种加热设备可以推行新的模锻方法，因为有时这种新型模锻方法是不能采用电加热的。

### 模鍛件的工艺性及节约金属的主要方法

零件结构的工艺性与生产的特点及批量有关。模鍛件工艺性的主要指标是：用較少的机械切削加工或不需机械加工而制造这种零件的可能性。

用模鍛制造的零件坯料的形状应该尽可能做到接近成品零件的形状。这里同时应考虑到零件的技术条件及其制造的經濟性。

对于很多模鍛件进行分析的结果，使我们有可能制定对模鍛工艺的某些要求。这些要求的主要項目有：

- 1) 凡是可以不加工的模鍛件表面，尽可能的不加工；
- 2) 在最大限度內对新鍛件及已掌握的鍛件在形状上統一；
- 3) 在設計左右两种零件时，应尽可能考虑此两种零件由一种鍛件制成；
- 4) 应该避免零件結構上某些容易引起錯模的部分；
- 5) 对于形状复杂的零件应考虑分部模鍛，然后将这些部分

焊接起来；

6) 如果合理，应考虑数个零件同时鍛造，这样可以减少联接件的数量。

在模鍛方面節約金屬的方法是很多的，这些方法在各种机械制造厂中已广泛的应用，关于这方面的經驗交流亦很广泛。我們所有的模鍛車間，節約金屬及降低材料消耗的显著范例是不少的。烏拉尔車輛厂制定工艺、技术組織措施及群众性的政治运动節約鋼材的計劃就是一例。下面即將說明这些計劃的内容。

### 工 艺 措 施

1. 重新确定毛坯重量，特別是对某些金屬利用率很低的零件。

2. 在工作中試驗新的毛坯尺寸，减小飞边、鉗子夹头及夹紧部分，以达到减少材料消耗之目的。

3. 最大限度的减少鋼材的牌号及尺寸規格，爭取得到定長、成倍数及最小公差的鋼材。

4. 用鑄件（鑄鋼及可鍛鑄鉄件）代替鍛件，縮減軋鋼的需要量。

5. 为了減輕零件的重量，改善零件的工艺性，应重新研究零件的設計。

6. 减小出模角，采用冲孔工序及压印工序，用模鍛代替自由鍛，用平鍛机鍛代替錘模鍛等方法减少加工余量、敷料及公差。

7. 采用多件模鍛、两种不同鍛件同时鍛造、挤压及冲孔等工序。

8. 对于某些零件进行精密模鍛，并采用电加热。

9. 减少金屬的火耗損失率，采用对燃燒过程能自动調节的加热爐及噴嘴。对某些零件采用无氧化加热法。

### 技术組織措施

1. 决定某些零件按公称尺寸或負公差下料。
2. 对某些重要的坯料进行重量檢查。
3. 修复或使用已报廢的零件，减少金屬損失。
4. 組織利用廢料的生产。
5. 用下列方法减少模具鋼的耗損：
  - 1) 模子翻新时减少刨去層的厚度，以达到增加翻新次数的目的；
  - 2) 按負公差制造鍛模的完成鍛型槽，提高鍛模使用寿命；
  - 3) 采用鑲塊模，只用合金鋼制造鑲塊；
  - 4) 用碳鋼制造切边凹模，用合金鋼焊条堆焊刃口；
  - 5) 用电火花制造鍛模，提高模具寿命；
  - 6) 对于簡單鍛件采用鑄模等。
6. 对模座进行淬火处理，对錘杆进行精磨及拋光，采用緩冲垫板等。这样可以提高設備零件的寿命，减少鋼材消耗。
7. 保証車間有节奏的生产，改善生产准备工作。

### 群众性的政治鼓动措施

1. 开展工人、工長及工艺人員的社会主义竞赛，为全面的節約金屬而斗争。
2. 組織每一个工人在每一个生产的零件上减少鋼材消耗。
3. 改进合理化建議和發明創造方面的工作，与先进工厂展开經驗交流。
4. 用报告、座談、講演、展覽、去先进工厂參觀等方法將節約金屬的問題广泛化。
5. 对于所有節約金屬措施的执行情况在党的技术會議上进行总结。表揚在節約金屬方面有成績的同志。

## 模鍛的各類過程

模鍛工藝的可能性是各種各樣的，而主要決定於所採用的鍛壓設備。因此，下面將簡述在各種設備上進行模鍛的一些工藝問題。

一、很多工廠在雙作用及單作用的空氣-蒸汽錘上，用多型槽鍛模進行模鍛是很成功的。採用下列措施會更進一步改善這種模鍛過程：

1. 在鍛模的預備（輾光、拔長）型槽內合理的分配金屬，使其與鍛件各截面之面積及各部分的體積相適應。這不僅與鍛模型槽的設計有關，而且與調整時型槽的修整及合理的確定毛坯尺寸有關。這樣可以減少飛邊的金屬消耗。

2. 採用調頭鍛造的方法，取消鉗子夾頭；如果某些鍛件必須使用鉗子夾頭時，則可採用加長的鉗子夾頭，以後利用剩餘的鉗子夾頭鍛造其他的零件。

圖4所示為利用吉斯-150汽車曲軸的鉗子夾頭鍛造突緣——第二軸的實例。結果每車可以節約8公斤鋼材。

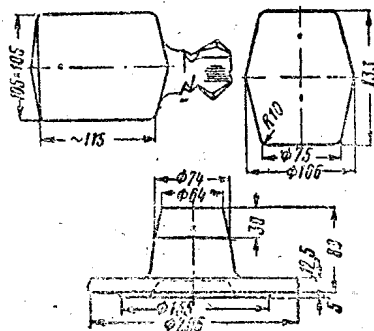


圖4 突緣——第二軸的鍛造實例

3. 合理的選擇毛坯，對鍛模進行潤滑或冷卻，採用如圖5所示之機械或氣動頂料裝置（特別是對於較深的鍛件，如襯套及帶有大頭的杆狀鍛件），以達到減少出模角或採用雙出模角的目的。

4. 採用在兩個平面上的兩次鍛造，中間切邊一次，這樣可以得到帶有凹穴的鍛件。

5. 采用多件及双件鍛造,可以同时得到两个或更多的鍛件。

6. 在重型鍛錘上对大型鍛件进行分部模鍛。

二、在无底座鍛錘上的模鍛。在苏联克勞門諾市古比雪夫机器制造厂已經采用了无底座鍛錘对重量較小的鍛件进行模鍛。

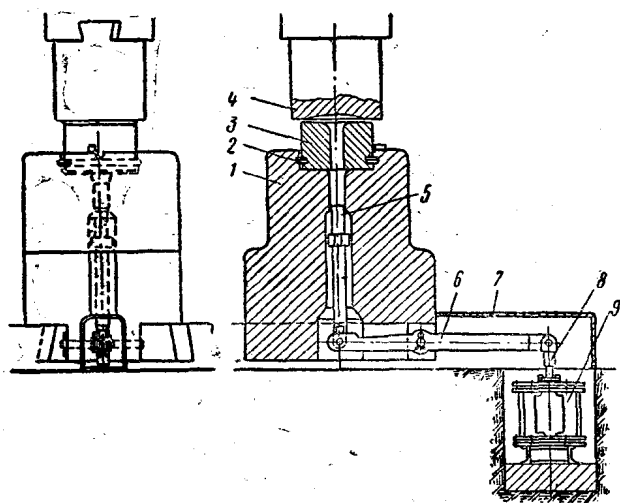


圖 5 頂料裝置

1—枕座；2—緊固裝置；3—下模；4—上模；5—頂料裝置；6—杠杆；

7—護罩；8—汽缸杆；9—汽缸。

重型的无底座模鍛錘在苏联暂时还没有采用。

为了模鍛特別重的鍛件,需要制造大型的模鍛錘,但一般有底座模鍛錘的落下部分的重量最大也不能超过25—35吨(底座重量为500—760吨)。所以制造結構較完善的打击能量为150000公斤/公尺的无底座鍛錘已成为不可推辞的任务。这种无底座鍛錘的每一个錘头的重量为150吨,在現有鑄造生产的条件下,澆鑄这样的錘头是没有困难的。这样大的无底座鍛錘等于落下部分为75吨的有底座模鍛錘,等于压力为75000吨的模鍛水压机。这种无底座鍛錘的重量,也即其价值,比同等能量的水压机及有底座鍛錘低6.8倍。

三、在平鍛機上的模鍛。用這種模鍛設備進行鍛鍛，對帶有粗大部分和側旁突出部分之鍛件，以及各類帶有通孔或凹穴之鍛件的成形鍛造的優點是眾所周知的。

採用下列措施，可以改進在平鍛機上進行模鍛的工藝：

1. 將模鍛錘上模鍛的鍛件改在平鍛機上模鍛（這樣的例子是很多的，特別是當車間內有6—7½、8及9吋大型平鍛機時）。

2. 採用高爾基第一軸承廠在封閉凹模和沖頭內模鍛的經驗，該廠用此種方法代替了以前採用的凹模。根據A.B.阿布拉莫夫工程師的數據可知，因為機械加工余量減少了3—5%，並大大的減少了帶有飛刺的鍛件及減少了25—30%的耗損，所有這些的結果，

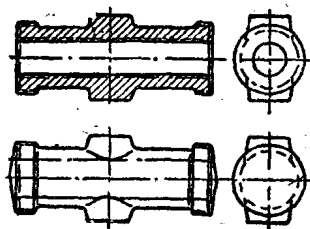


圖 6 帶有單側突出部分及粗大部分的鍛件

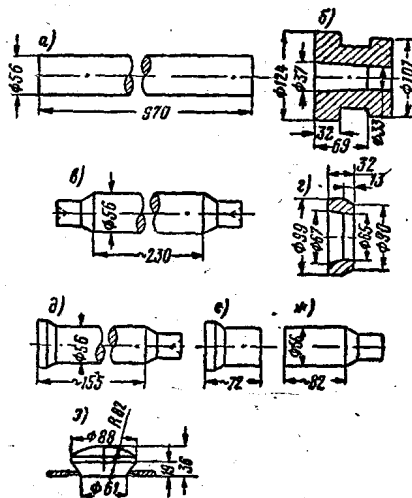


圖 7 合理利用夾鉗部分

使金屬消耗定額降低了10—20%。

用這種模鍛方法同時可以提高鍛工車間的生產率，而在半自動車床上的切削加工生產率亦可提高11—16%。

3. 對於帶有單側突出部分和粗大部分之鍛件的模鍛，深沖孔、雙面沖孔及沖壓凹穴（圖6）。

4. 將鍛鍛及擠壓兩工序組合起來，採用滾鍛、純擠壓及其

他工序，扩大平鍛机模鍛的可能性。

5. 采用滑动凹模及冲头，保证金属的聚集。

6. 合理的利用夹紧部分。И.Л.米洛斯拉夫斯基工程师所写莫斯科汽车厂利用夹紧部分的实例是很有意思的(圖7)。用直径为56公厘、长度为790公厘的毛坯(圖7a)的两端在六吋平鍛机上鍛鍛两个鍛件(圖7б)，剩余夹紧部分(圖7в)，其一端的尖端在平鍛模的剪切型槽内切掉。然后在四吋平鍛机上用此夹钳部分鍛鍛两个其他的鍛件(圖7г—е)。这次剩余的夹紧部分(圖7ж)已經不能在平鍛机上进行鍛鍛，而用特殊剪切模切成两个毛坯，放在模鍛锤上鍛成小的鍛件(圖7з)。

这样合理利用的结果，只有很少的夹紧部分耗损掉。

如果这些夹紧部分不能直接利用，则将其三点对焊(电焊)后繼續利用鍛打鍛件。

7. 在平鍛模的夹紧部分做成波紋状。

根据Ю.С.留鲍夫諾夫的材料可知，在契良宾斯克拖拉机厂用圆滑的波紋形代替一般夹紧形状的结果，使坯料直径由75公厘

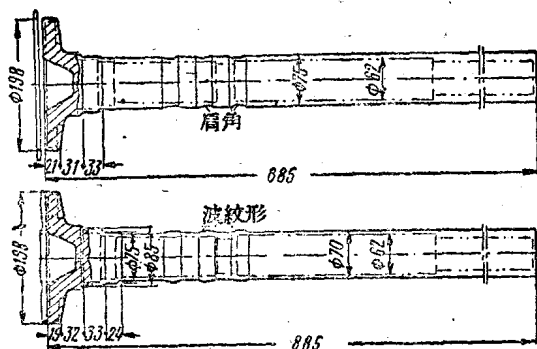


圖8 采用合理的鍛件形状，使每台拖拉机节约4公斤鋼材

减至70公厘，使杆部的加工余量由13减至8公厘(圖8)。进行这样的更改，可以使每台拖拉机节省4公斤鋼材。

四、在机械鍛压机上的模鍛。在机械鍛压机上进行模鍛的生

产率比在模鍛錘上鍛造的生产率高 50 % 或更多。

因减少出模角、敷料、飞边及取消鉗子夹头的結果，在机械鍛压机上鍛造时的金屬比在鍛錘上鍛造时的消耗低 15% 或更低一些。而下一步的切削加工量大为减少，故鍛件的重量較鍛錘上鍛造的类似鍛件輕 10—15%。

这里将簡述使用机械鍛压机鍛造的某些重要的工艺措施，例如：

1. 使用在机械鍛压机上鍛造出来的成型毛坯，或者是由滾鍛机及橫軋机制造的成型毛坯及周期型钢。

2. 采用挤压模鍛，例如轉向节的挤压（在第一工步挤压尾部，第二工步挤压头部）、气閥的挤压（第一工步挤压杆部，第二工步挤压头部）及透平叶片的挤压等。

3. 对于某些鍛件采用在相互垂直的两个分模面上連續鍛造两次，中間切边一次的鍛造方法。

4. 采用在封閉模內的模鍛，并在压床上增添新的机构及仪表，以測工作时的負荷。

5. 实行无飞边及精密模鍛，在封閉鍛模內設計儲料倉，以儲存多余的金屬。

利用封閉鍛模在模鍛錘上进行无飞边模鍛，特别是对于齒輪及襯套等形状簡單的零件，已經得到了广泛的采用。但用此法在鍛錘上进行模鍛时，鍛模的使用寿命比一般模鍛差不多要低一倍。因为切料的重量不准，鍛件在高度方向的公差較一般模鍛件为高。因此，无飞边模鍛仍需进一步研究。

五、在水压机上的模鍛。在水压机上用封閉模进行模鍛是最为合适的。因为水压机具有頂料装置，而且可以采用組合凹模，所以可使变形金屬在各向皆呈压应力状态，从而提高了变形金屬的塑性。这是水压机具有的突出的优点。

下面将簡述在水压机上进行模鍛时的一些問題。

1. 利用在凹模內对毛坯进行冲孔和在环內或滾子內进行延

伸的办法，在大批生产中、小型鍛件时，应特別注意减少壁厚差的要求。

关于加热質量、毛坯定位及模鍛工具等問題仍需繼續进行研究。

“淺冲孔”及在环內、滾子內或者是在心棒上的偏軋“長延伸”等規則仍需繼續掌握与推广。

2. 复杂形状的模鍛件的种类应大大地增加。改装現有水压

机，会在这方面有所帮助。但是还必须制造改进結構的水压机，装有移动毛坯或鍛件的夹具及測定压力

和挤压行程的仪表。

3. 必須發展对于管子及定形截面的零件的挤压，而对于塑性較低的鋼材及輕金屬合金只有在新型的模鍛水压机上才有挤压的可能（圖9）。

4. 應該考虑到利用臥式水压机在封閉模內挤压低塑性鋼及鋁鎂合金的各种不同截面的型材及零件的可能性，以代替以前采用的鍛粗、穿孔及扩孔等工序。

六、在滾鍛机及特殊机器上的模鍛。虽然在中央机械制造与工艺科学研究院进行的多种多样的研究結果，都証明滾鍛机的使用范围可以大为推广，但暂时仍未得到广

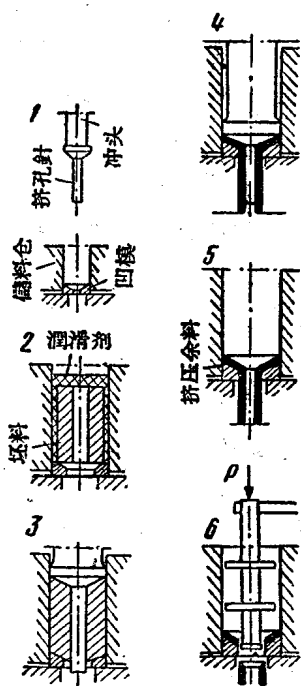


圖9 具有定型截面的零件的挤压

泛的采用。在滾鍛机上可以合理的对各种鍛件（刺刀，劍身，飞机螺旋桨，風鎚的铁針，鎌刀及各种彈簧板等）进行延伸工序。

用一次加热，先在滾鍛机上制坯，然后移在模鍛錘、曲柄鍛