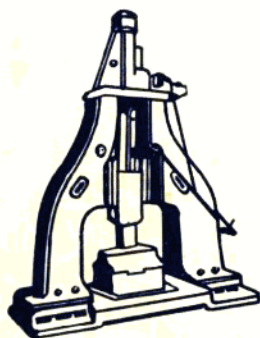


鍛工革新者叢書

鍛工的一般知識

卡姆聶夫著



机械工业出版社

苏联 П. В. Камтев 著 'Общие сведения для кузнецов'
(ЛДНТП и ЛОНИТОМАШ 1954 年第一版)

*

*

*

著者: 卡姆聶夫 譯者: 秦开宗、叶紹英

NO. 1346

1957 年 8 月第一版 1957 年 8 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字数 20 千字 印张 $15/16$ 0,001—3,200 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

統一書号 T15033·607
定 价 (9) 0.13

出版者的話

这套叢書是苏联列宁格勒科学技术推广所和机械制造科学普及协会列宁格勒分会編輯出版的。它循序漸進地敘述了鍛壓生產的理論基礎、工藝和組織問題，並介紹了這方面的新成就。為了幫助我國熟練鍛工和在鍛工車間從事工作的工長、初級技術人員充實和提高同自己工作有關的知識，我們決定把它翻譯出版。

这套叢書包括十九本小冊子：1. [鍛壓生產的發展]；2. [鍛工的一般知識]；3-4. [金屬壓力加工的理論基礎]；5. [金屬在火焰爐中的加熱]；6. [金屬在電加熱設備中的加熱]；7. [錘下自由鍛]；8. [水壓機自由鍛]；9. [曲軸壓床鍛造]；10. [自由鍛的勞動組織和工作地組織。鍛造工序的機械化]；11. [錘上模鍛]；12. [平鍛機上模鍛]；13. [壓床模鍛]；14. [在專用機器上的模壓工作]；15. [模鍛工的勞動組織和工作地組織。模鍛工序的機械化]；16. [鍛模的使用和鍛模業務]；17. [鍛件的質量檢查和預防廢品]；18. [鍛工車間的經濟計劃]；19. [鍛壓生產的安全技術和勞動保護]。

本書敘述有關原材料、鍛壓設備、鍛件質量和鍛件圖的一般知識；自由鍛和模鍛零件生產的金屬消耗以及鍛件結構的工藝性。

目 次

原序	3
1 一般知識和定义	3
关于原材料	3
关于鍛压設備	6
关于鍛件的質量	9
鍛件圖	11
模鍛件的鍛件圖	13
2 鍛造和模鍛零件生产的金屬消耗	18
3 鍛件結構的工艺性	19
自由鍛造时鍛件結構的工艺性	20
模鍛时鍛件結構的工艺性	23

原 序

在这套叢書的本冊中將介紹鍛壓生產部門的一般知識，并簡短地說明一些鍛件工藝性的問題。

把這些問題彙編成單冊的目的是為了避免在叢書中的其他分冊中重複，并使鍛工們的注意力集中在一般的基本原理上，因而易于掌握叢書中所列入的材料。

此外，这本小冊子尽量使大家特別注意利用所有可能的鍛造和模鍛工藝，以保證減少金屬的消耗和其他費用，同时使在整个加工工藝周期中制造零件的劳动量最少。

1 一般知識和定义

关于原材料

在机械制造业和日用品生产中主要是用金屬合金做原材料，很少用純金屬。合金一般具有比純金屬更高的性質。合金的性質同合金的成分、組織和加工方法有关。

以鉄（鋼和生鉄）为基础的黑色合金和以銅（黃銅、青銅）、鋁和鎂为基础的有色金属得到最广泛的应用。

金屬和合金的基本性質是：机械性質——抵抗拉伸、壓縮、扭

轉、彎曲和磨損的能力，硬度和韌性；物理性質——比重、線脹系數和體脹系數、導電率、導熱率、熔點、氧化性等；工藝性——可鍛性、可焊性、流動性、切削性能等。

金屬承受壓力加工發生塑性變形（即在作用力的影響下獲得新的形狀）而不破壞完整性的能力稱為可鍛性。金屬在冷態下和熱態下都具有可鍛性。

鋼在熱態下有很好的可鍛性，它被廣泛地用來製造鍛件^①。

用作鍛壓生產的原毛坯大多數是鑄造的金屬（鋼錠）和鋼材。

鋼錠就是凝固在鋼錠模中的液體合金。

鋼錠除了在結構上不均勻外（圖1），並在橫斷面上和結晶內

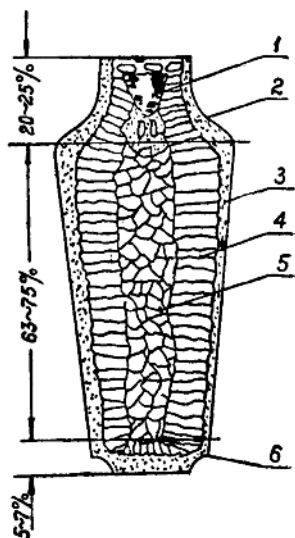


圖1 鋼錠的組織：

- 1—收縮孔；2—鋼錠頭部；3—小顆粒區域；4—拉長顆粒區域；5—中心結晶區域；6—鋼錠底部。

① 以鐵為基體含碳1.7%以下的合金叫做鋼。一般在鋼中除了鐵和碳外，還含有一定的摻合物（錳、硅、硫和磷）和由於種種原因被熔到合金里去的偶然的摻合物（鐵的氧化物、非金屬雜質、氫氣、氮氣等）。在特種鋼中含有高於標準的碳（0.6~1.7%）、錳（>0.9%）、硅（>0.5%）和特殊的摻合物，如鎳、鉻、鎢、鉬、鈮、鈮等。

鋼和所有的金屬都具有結晶組織。關於鋼的組織（結構）可按折斷面的形狀來判斷。

可以用肉眼觀察到的結構叫做宏觀結構。要用很大倍數的顯微鏡來觀察的鋼的組織叫做顯微結構。顯微結構用專門加工過的和研磨過的樣品來研究，這種樣品由金屬要研究的部分中取出，叫做磨片。

部有化学成分的不均匀性。具有很小顆粒的鋼錠表面層是它質量最高的部分。

鋼錠是鍛造大鍛件和優質鋼及工具鋼鍛件的原材料。

通过軋鋼机上旋轉的軋輥而經压力加工的金屬叫做鋼材。

經過这样的变形后，鋼材的机械性質就比鑄造的金屬高。

鋼材用作中小鍛件的毛坯。它可分为：普通鋼材——在整个

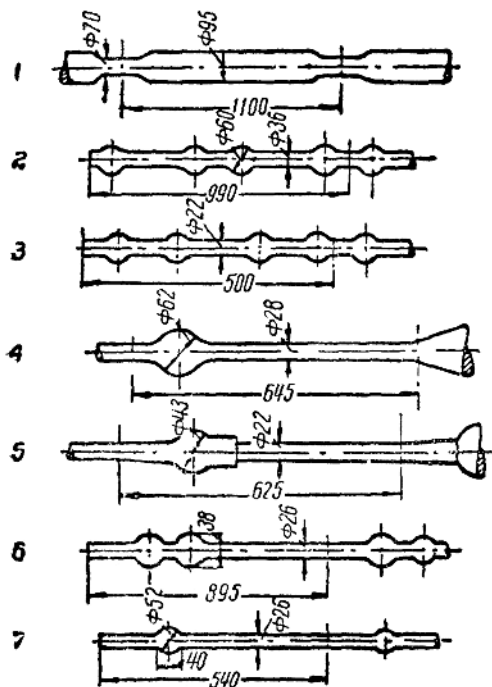


圖 2 模鍛汽車零件用的周期性鋼材的例子：

- 1—曲軸；2—凸輪軸；3—前彈簧吊杆；4—制動踏板；5—變速杆；
6—制動杠杆；7—變換杠杆。

毛坯長度上断面不变；这种鋼材可能是正常品級的或断面尺寸精度提高了的（由ГОСТ規定）；周期性鋼材——断面的形狀和面积是周期性地改变的（圖2）；根据軋压的条件和方法，同样鋼材的断面可以是实心的或空心的。

关于鍛压設備

鍛压机器是基本設備，它的作用原理決定金屬进行变形的性質。

鍛压机器按它的作用原理、类型、用途、結構和尺寸来区别。

每一种机器类型根据作用原理有它的特性工作循环。特性工作循环由下列各时期組成： t_{1x} ——抵鉄（模子）从極端位置（上面或后面）到同被加工金屬接触时的行程； t_p ——工作行程，在这段时间內金屬發生塑性变形； t_{2x} ——抵鉄（模子）回复行程。

机器的一个工作循环時間（在循环中間沒有停歇时）等于：

$$T_{\text{循环}} = t_{1x} + t_p + t_{2x} \text{ 秒}$$

工作行程時間是基本時間； t_p 愈長，鍛压机器就愈近于不間断作用的机器，它的周期性就愈小，而它用来为完成金屬变形的工作時間就愈多（即輔助時間愈少）。因此軋鋼机的生产率大大高于鍛压机器。

我們按不同的 t_p 量来进行鍛压机器的分类[●]。

錘——錘是冲击作用的机器；变形是由于工作行程开始前儲藏在落下部分的能量而引起的；这些能量消耗在鍛造上的時間很短： t_p 等于千分之几秒。落下部分或者在自己重量的作用下（單

● 济明（А. И. Зимин）著「鍛压生产的机器和自动机」一書的第一部——錘、Машиниз, 1953年莫斯科版。

作用錘)或者在自己重量和附加力量的共同作用下(双作用錘)向下运动。打击前(t_p 开始前)落下部分的最大速度可达9公尺/秒。錘的落下部分的吨数叫做它的条件能力。

产生打击能量的螺旋摩擦压力机也列入这一机器类型之中;这种压力机的能力有条件地用 t_p 开始时的压力吨数来表示。

水压机——水压机是静力作用的机器。在 t_p 开始前抵铁速度等于零。在 t_p 的时间內,对于同一个机器,抵铁的速度根据鍛件的尺寸而不同地改变,并在 t_p 中的某一段时间內可以是固定的; t_p 用百分之几或千分之几秒計算,而在某些情况下用几秒計算。抵铁的最大速度可达30公分/秒。

用吨数来表示的公称工作压力有条件地叫做压力机的能力。

曲柄压力机——帶有工具的工作部件(滑塊)的运动由曲柄連杆机构傳來。后者把机器軸上的迴轉运动轉变成傳到滑塊的往复运动。这样,在工作行程时工具运动的速度就严格地按照一定的曲綫改变,而同鍛件的尺寸無关。在剛性联結时,滑塊的运动速度在每一部位上都严格地有一定的特性。对于这种类型的机器, t_p 开始时滑塊的速度是不同的,而其中某些机器可以超过500公分/秒;在 t_p 終了时滑塊的速度等于零。对于同类的机器 t_p 大小差別很大。

属于这种类型的机器有:立式的(曲柄模鍛压力机、精压机、切边机等)和水平式的(平鍛机——鍛鍛机、水平弯曲机等),即那些以曲柄連杆或偏心机构为基础的机器。

曲柄压力机在工作行程 t_p 終了时滑塊上所發出的实际压力(用吨表示)有条件地被叫做它的能力。

除了这些最万能的基本类型的机器以外,在模鍛时还用專用的机器。属于这种机器的有:軋压机(拉延机)、扩孔机、輓鍛机

等；其中每一种机器只能进行一种形式的工序（引伸、扩孔等）。

效率——有效利用功（热、能量）同耗费的总功量之比叫做效率；效率用分数或百分比来表示。效率愈高，损失就愈少。例如锤的打击能量效率指出：能量中的那些部分有效地消耗了（消

表 1 终锻温度下钢的强度极限

[根据勃留哈诺夫 (А. И. Брюханов), 列别尔斯基 (А. В. Реберский) 的资料]

钢的特性	模锻时的 σ_{bt} 值 (公斤/公厘 ²)			热切毛边时的 σ_{bt} 值 (公斤/公厘 ²)
	锤上	曲柄压力机上	平锻机上	
碳结构钢 ($C < 0.25\%$)	5.5	6	7	10
碳结构钢 ($C > 0.25\%$) 低合金结构钢 ($C < 0.25\%$)	6.0	6.5	8	12
低合金结构钢 ($C > 0.25\%$)	6.5	7.0	9	15
高合金结构钢 (3X15, 45XHMA, 硅铬钢等)	7.5	8.0	10	20
合金工具钢 (3X138, 7X3等)	9~10	10~12	12~14	25

注：对于具有很快冷却部分（薄板、壁等）的锻件应该在直行上取更大的数值（如45号钢在锤上模锻时不是6而是6.5等等）。特别应该注意必须严格遵守规定的终锻温度，因为例如当温度自900°C降低到700°C时，强度极限增加了两倍多。在加工有色合金时，也应该利用这些合金牌号中考虑到变形程度和性质的关于 σ_{bt} 的资料。

例如，黄铜（在其他条件相同时）：

当 650°C 时	$\sigma_{bt}=2.5$ 公斤/公厘 ²
当 700°C 时	$\sigma_{bt}=1.7$ 公斤/公厘 ²
当 750°C 时	$\sigma_{bt}=1.3$ 公斤/公厘 ²
当 800°C 时	$\sigma_{bt}=1.0$ 公斤/公厘 ²

耗在金屬變形上)，那些部分浪費了，如消耗在基礎的震動上等。

單位壓力——承受壓力的面積（表面）上每一單位面積上的壓力叫做單位壓力（公斤/公厘²，噸/公尺²）。

例如壓力機在發揮自己的壓力使金屬變形時，根據所採用的工具，在壓力機同樣的壓力下可以造成不同的單位壓力。當通過滾子傳導壓力時，同被加工金屬的接觸表面不大，因此形成很高的單位壓力並產生劇烈的變形。選擇不同大小的工具工作表面，就好像人為地增加了機器的壓力，可以用來控制鍛造過程。

生產上一定的變形所需要的鍛造機器的能力（噸）可按公式來決定（根據機器的類型）。在這些公式中包含有數值 σ_{bt} ——在變形溫度下金屬的強度極限。公式中 σ_{bt} 的數值取在變形終了時相應的溫度上的數值。

在表 1 中示出 σ_{bt} 的大小，其中考慮到容許的終鍛溫度及在不同機器上模鍛時變形速度的熱效應。

關於鍛件的質量

借助於工具和相應的鍛造機器，由於重新分配了基本體積，使毛坯得到一定的新形狀。

這時全部毛坯體積實際上保持不變。金屬的損耗——廢料是所採用的工藝過程不完善的結果。

鍛造和模鍛（以及所有的壓力加工形式）不但改變原毛坯的形狀，也影響到金屬的結構和機械性質。因此，鍛造和模鍛都是複雜的過程。

鋼錠或毛坯的橫斷面積同鍛件橫斷面積的比例叫做變形程度或鍛造比（原金屬在加工時的斷面縮小程度）[●]。

● 關於變形程度詳見叢書的第 3-4 冊。

鍛造比愈大，毛坯的變形就愈大，顆粒就愈小，金屬內部未被氧化的絮狀裂紋的數量也減少了（在很高的鍛造溫度下被熔焊了）。換句話說，就是鍛造金屬的機械性質同變形程度有關。

鋼錠的標準鍛造比為2.5~3.5（根據鍛件的技术條件，鍛造比可以規定得大些或小些）；當用鋼材鍛造時（在軋壓時已經有了一些變形程度）標準鍛造比取在1.3~1.5的範圍內。必須考慮到，鍛造前金屬加熱溫度愈高，鍛造比就應該愈大。

鍛件上不同方向的機械性質是不同的：沿着纖維方向較高，而橫着纖維方向較低。這種不等方向性的現象同加工方法有關；如果只採用引伸，不等方向性最顯著，而鍛粗時就差些。

根據鍛壓比這一概念得出如壓縮、增長、增寬等術語（概念）：它們的大小決定於毛坯在變形時高度、長度和寬度的改變。

當加熱溫度很高時，金屬被劇烈的氧化，並在它的表面形成氧化皮（氧化鐵）。氧化皮或被燒掉的金屬（燒損、廢料）平均達被加熱金屬（一次加熱）重量的2%；氧化皮的形成同爐中的氧氣數量、溫度、金屬在爐中的延續時間、金屬的化學成分和狀態（鋼錠或毛坯）有關。在防止形成氧化皮時，應考慮所有這些因素。

在加熱溫度高於800~850℃的情況下，除了形成氧化皮以外，還發生金屬表面的脫碳。

過熱導致形成大顆粒結構，它降低了金屬的強度，並在鍛造時促進裂紋和髮裂的形成，特別是對於帶棱角的毛坯；過熱的鍛件可以用以後的退火來改正。

過燒不但引起被加熱金屬表面劇烈的氧化，也引起顆粒邊界的氧化，結果金屬完全喪失了強度。過燒是不可改正的廢品。

金屬在加熱時會膨脹（每加熱1℃尺寸的改變叫做綫膨脹）。

金屬在冷却时發生收縮。每一种合金有它自己的收縮量，这是在鍛造或模鍛时應該考慮到的（避免得到尺寸过小的鍛件）。

鍛 件 圖

按照鍛件圖进行鍛造或模鍛所得到的产品叫做鍛件。

为了拟定鍛件圖必須了解：所給的零件圖，鍛件的技术条件，以后加工的工艺过程，生产类型（規模）以及鍛工車間的具体条件。

零件圖單純地表示零件最終加工后的形式（送交装配或用戶）。

除了必須按照圖紙上的要求来完成鍛件外，鍛件还必须滿足技术条件所包括的附加条件。例如技术条件中所指出的：檢查硬度的位置、試驗料头尺寸、鍛件試驗特性、它的机械性質、允許的弯曲度、跳动（摆差）、偏心度、厚度的差別、热处理，允許的表面缺陷和表面光潔度等等。

了解鍛件以后加工的工艺过程，是为了能預定出（主要的）固定的基面，某些需要加大的尺寸，工艺上所特殊要求的凸起部分，加厚部分和光滑平面等等。

生产类型（規模）是選擇鍛件制造方法和制定鍛件圖的一个基本因素。当單件生产时，大多数采用万能工具用自由鍛造来制造鍛件。小批生产时，允許采用鍛模，这样鍛件可以得到更接近于零件的形狀。

在鍛工車間的具体条件下，要考慮到鍛件制造車間的生产技术和工艺技藝。

根据所有这些資料拟制出鍛件圖或者也称为〔鍛工用圖〕。它是鍛工的主要工艺文件。

当自由鍛时，〔鍛件〕或〔鍛件圖〕同零件圖的区别在于 鍛件圖有余量、敷料、圓角半徑和鍛造公差，此外鍛件還可能有〔試樣〕——为机械性能試驗用的端部。

余量——余量是以后切削加工时从鍛件表面去掉的一層金屬。零件去掉余量以后就能得到零件圖和技术条件上所要求的尺寸以及相应的表面加工質量。

公称余量是标在鍛件圖尺寸上的余量数值（当兩面都加工的时候），它允許向大的或小的方向有些偏差。

公差——公差是制造鍛件时实际尺寸同鍛件圖上所指示的尺寸允許的偏差（或者说公差是允許的缺陷或精确程度）。在鍛制以后不再切削加工的精密鍛件时，还設有〔重量公差〕，也就是鍛件的允許重量偏差（用克或公斤表示）。

圖 3 用圖解說明余量、公差和它們之間的关系。

敷料——敷料是为了簡化鍛件的外形，和它的制造工艺的必要性而局部加大的余量（圖 4）。

余量的大小同許多因素

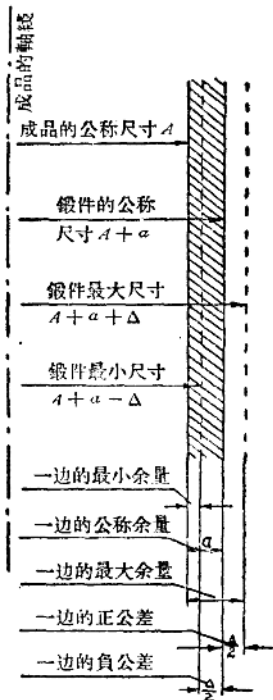


圖 3 帶余量和公差的鍛件尺寸示意圖。

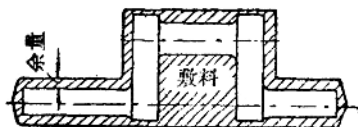


圖 4 帶余量和敷料的鍛件。

有关,不可任意制定,要按在工厂所实行的标准选用。公差的大小首先与余量的大小有关(見圖3),也要按标准来确定。

因此，在鍛件有切削加工的部分就敷設有余量，而鍛造公差則在所有的尺寸上都有，其中也包

为了更好地制出鍛件必須精确地拟定鍛件圖。圖 5 表示一張阶梯軸的鍛件圖，虛線部分是軸的零件形狀，其尺寸标注在括弧中，鍛件尺寸附有公差。

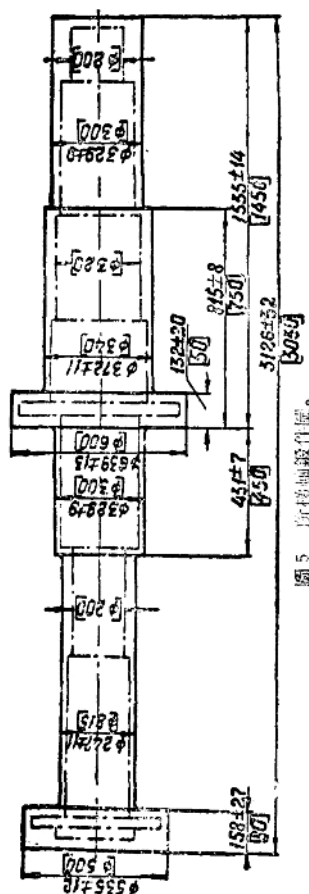
正确标注尺寸是有很大的意义的。圖5是标注阶梯軸尺寸的例子，而圖6是标注兩端帶頭部的鍛件和孔位不對稱的鍛件尺寸的例子。

模鍛件的鍛件圖

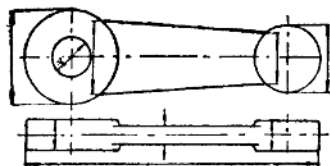
模鍛件的鍛件圖在很大程度上同所選擇的模鍛形式有關。

模鍛可以有兩種方法：

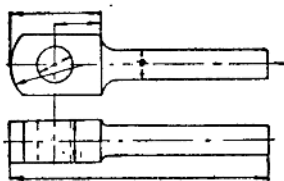
在开口模中模鍛。當金屬填滿模腔后就通過[毛邊橋部]流入[毛邊倉]，這時多余的金屬（鍛件體積除外）就形成了毛邊，也就是這種模鍛方法在工藝上必須有的廢料（毛邊的形成立即圍繞鍛件的四周的



一層很薄金屬層使兩模間形成阻力，促使金屬填滿模腔)，由鍛件上切除毛邊一般是用專門的切邊模。



甲



乙

圖 6 在鍛件圖上標注尺寸的例子：

甲—兩頭帶有頭部的鍛件；

乙—孔的位置不對稱的鍛件。

模的毛邊一般不需要專門的模子。

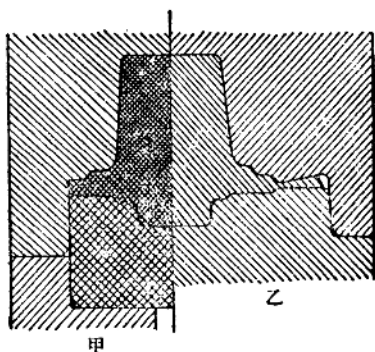
圖 7 是介紹模鍛時毛邊的形式，圖中一半是閉口模另一半是開口模。

當在壓力機（帶有推杆的）和平鍛機上模鍛時採用閉口模是很合適的；在錘上也可採用這種形式的模鍛，但它的效果不好。

模壓也可分為體積的和

在閉口模內模鍛，其時金屬填滿模子工作表面所形成的封閉模腔；這時不形成毛邊，但是可能有很少金屬擠入兩模子的間隙間而形成很小的毛邊。

由此可見，開口模的毛邊是因工藝需要而產生的廢料，為要形成毛邊，就須在模上做出特殊的模腔；而閉口模的毛邊則是由于模子（或機器）不精確所造成的廢料；去掉閉口



甲

乙

圖 7 金屬填滿模腔時開口模和閉口模的組合剖面：

甲—閉口模；乙—開口模。

薄板的兩種。前者原毛坯金屬體積的重新分配是很顯著的，后者原毛坯成片狀或是薄板，它的厚度同壓出后鍛件壁厚的差別比較不顯著。制造空心的或是彎曲很大的鍛件用薄板沖壓是非常先進的。

制定鍛件圖是擬定模鍛工藝過程的基礎。因為鍛件是在模子中成形的，所以它的工作模腔（模膛）必須合乎鍛件圖的形狀，而模膛尺寸應該比鍛件尺寸大，即加上模鍛金屬的收縮量。

為制定模鍛件的鍛件圖必須選擇分模面，制定模鍛斜度，圓角半徑，沖孔夾墊，余量，公差和解決在所選用的模鍛過程和形式中模子設計的特殊問題。因此模鍛件的鍛件圖要比自由鍛鍛件圖複雜得多（見圖8）。

圖8是介紹正確的布置鍛件投影圖和它的剖視和標注尺寸的方法。

當選擇分模面時，必須力求：鍛件能很容易地由模子中取出；模膛的深度最小；能發現模子沿着鍛件外形錯移；模子的結構簡單而有足夠的強度；在切邊凹模上放置同固定鍛件要很方便；分模應該是直線的，否則就需要將鍛件成對地模鍛或者做一「鎖扣」來預防模子的互相錯移；模子的安裝使用要很方便；制坯工序（模膛）的數目最少；按照技術條件和強度要求來布置纖維方向。

為了容易填滿模腔和容易把鍛件從模腔中取出，模鍛斜度是必需的。斜度 α （圖9）用度數表示，根據鍛件每一部分高度 h 同寬度 b 和長度 l 同寬度 b 的比值來決定。

鍛件各斷面上的圓角半徑（外圓角半徑 R 和內圓角半徑 r ）（圖10）根據模膛高度（即深度）同寬度的比值來選擇。圓角半徑應尽可能地取大，因為半徑太小會降低模子的壽命，並形成皺紋、「咬住」等等。