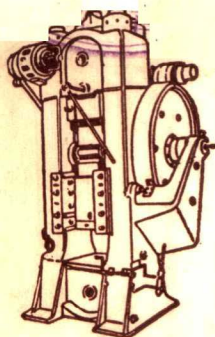


苏联冲压工叢書

冷冲挤法

法沃尔斯基著



机械工业出版社

苏联 В. Е. Фаворский 著 'Холодная штамповка выдавли-
ванием' (Машгиз 1955 年第一版)

*

*

*

著者: 法沃尔斯基 译者: 王祖诚

NO. 1343

1958 年 5 月第一版 1958 年 5 月第一版第一次印刷

787×1092 $1/32$ 字数 28 千字 印张 $1\frac{4}{16}$ 0,001—2,500 册

机械工业出版社(北京东交民巷 27 号)出版

机械工业出版社印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业

许可证出字第 008 号

统一书号 T15033·936

定价 (9) 0.17 元

出版者的話

[冲压工叢書] 叙述苏联冷冲压工艺方面的最新成就，闡明先进工厂的經驗以及發展冲压生产的新方向。这套叢書的目的是促进冷冲压先进工艺方面的广泛运用和交流先进的生产經驗。

本叢書共分十一册：1. 提高冲压生产率的方法；2. 大尺寸零件的冲裁；3. 提高冲裁、弯曲零件的精确度；4. 压延新方法；5. 复杂形状零件的压延；6. 立体冷压法；7. 冷冲挤法；8. 非金属材料冲压；9. 自动冲床上的冲压；10. 冲压生产的机械化和自动化；11. 电磁冲床。

本書叙述冷冲挤工艺的基本知識，以及冷冲挤模子的構造和使用。可供冲压車間技术員、工艺員和工長閱讀，也可供冲床工作为参考書。

目 次

一 冷冲挤过程概述	3
1 使用范围	3
2 所用材料	4
二 冷冲挤工艺	5
3 冷冲挤方法	5
4 毛料的尺寸及其备料工作	14
5 冷冲挤所須力的計算和設備的選擇	19
三 冷冲挤冲模的構造	25
6 正冲挤冲模	25
7 反冲挤冲模	28
8 复合冲挤冲模	30
9 冲模工作部分的間隙和公差	32
10 冲模工作部分的材料	35
四 冲模的安裝、使用和寿命	36
11 冲模的安裝	36
12 冲模的修理	37
13 冲模的寿命	38

一 冷冲挤过程概述

1 使用范围

冷冲挤过程主要是利用金属和合金的塑性并借金属各面的压缩向外挤入冲模的通腔以使毛料形状改变。

零件的冷冲挤在许多情况下代替了深压延和变薄压延的过程。同这些过程比较起来，冷冲挤具有这样的优点，即零件可从毛料只经过一次工序就能够制成并大大的减少了原材料的消耗量。

由冷冲挤所得的工件外廓尺寸决定于冲床设备的功率。目前可以用这种方法制造壁厚从 0.05 到 10 公厘和直径从 3 到 100 公厘范围以内的零件。大于所规定尺寸的零件可用深压延法得到。

零件制造方法的选择决定于它的直径同高度之比。如果比值大于 1:3 时，用冷冲挤法就比较有利，因为零件用深压延制造时须要好几道工序。

希望通过增加或减小毛料尺寸来改变制造零件的高度时，采用冷冲挤法就更加有利。下面可以看到，如果要求不改变外径而取得壁较厚的零件时，那末只要用直径较小的凸模来代替就可以了。

但在选择制造零件的方法时必须考虑到，把冷冲挤同压延法比较，冷冲挤要求功率更大的冲床，并因此而增加了工具的磨损。

目前用冷冲挤法来制造牙膏软管、蓄电池的极壳、电容器的外壳、无线电屏、柱脚、修正电容器、电热仪表的外壳、蒸馏器

中过濾器的水冷管、活門和許多其他的零件。

冷冲挤过程不但可以用于大量和大批生产，通常也可以用于小批生产。

零件直徑的大小主要决定于設備的功率，而長度主要决定于凸模的強度。

零件制造准确度决定于設備狀況、工具（凸模和凹模）的准确度、冲模安裝的准确度，以及冲挤速度。

2 所用材料

冷冲挤对材料所提出的要求是具有高度的塑性和輕微的冷作硬化性能。不是所有的金屬和合金都具有冷冲挤所必备的性 能。可以料到，將來从我們的現代化冶金工業那里能够得到塑性更高的材料。这将大大的扩大冷冲挤的使用可能性。

目前在冷冲挤方面使用純鋁〔牌号 A00, AB1, AB2〕、紫銅〔牌号 M1, M2 和 M3〕、鋅〔牌号 U0, U1 和 U2〕和一些硬鋁类的鋁合金〔Д16〕以及黃銅类的銅-鋅合金〔Л62 和 Л68〕。

純金屬用来制造形狀复杂和薄壁的制件，而合金用来制造形狀簡單和壁較厚的制件。金屬愈純，冷冲挤过程进行得就愈好，能量消耗愈少，所得到的制件質量愈高。

特为指出的是有可能用冲挤法来制造由双金屬材料和鍍复材料制造的制件；这时成品表面留有鍍复的保护層。

制造牙膏軟管时系用鍍錫的鉛。这时錫層平均仅占軟管壁厚的 2.5%，即相当于 0.005 公厘左右的数值。

根据一些作者的資料：用电解法鍍銅的鋁使用冲挤法施工可得到良好的結果。

在冷冲挤过程中金屬的物理-机械性質改变了——金屬發生

冷作硬化。各种材料冷作硬化的程度也不同。例如黃銅和硬鋁大些。鋁和紫銅能够进行进一步的压力加工而不损坏，而黃銅和硬鋁就要求專門的热处理，以回復其原有的塑性。

必須着重指出，有可能用低碳鋼——08号、10号、15号等来冲挤零件。試驗指出，有可能得到剖面上各处壁厚不同的制件，还可能得到壁的連接处具有小圓弧(0.5 公厘和0.5 公厘以下)半徑的制件。

鋼料塑性不够是限制使用的因素，而工具的寿命又常經受不住高的單位压力。

二 冷冲挤工艺

3 冷冲挤方法

由于零件的形狀和構造不同，可分別采用下列不同的冷冲挤方法：1) 正冲挤法；2) 反冲挤法和3) 复合冲挤法。

1) 正冲挤法的特点是金屬的流动系朝着压力的作用方向(圖1)。

冲挤工序的进行步驟如下：把毛料放入凹模中，模的下部开有孔，它的大小等于所制造的零件外尺寸。凸模工作部分相应于零件的內尺寸。凸模和凹模下部的徑向間隙等于零件的壁厚。金屬在冲击作用下进入塑性状态，并流入凸模和凹模之間の間隙內。当必須去掉剩余材料时，就用專門的凸模在同一凹模內进行(圖2)。留在凹模內的廢料應該除去。

通常用这种方法制造各种形狀的套筒，圓柱形的、正方形的、矩形的、橢圓形的、沿長度截面有变化的、各截面不同心的、錐

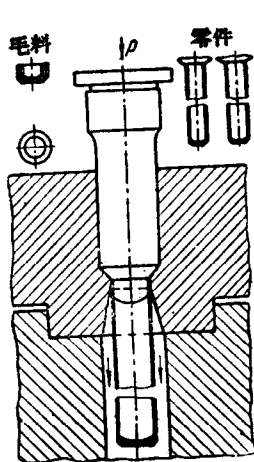


圖 1 正冲挤法。

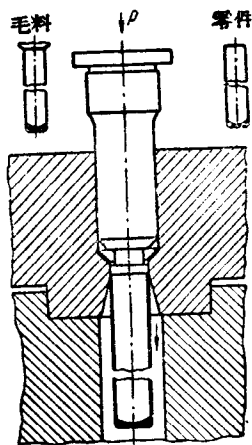


圖 2 冲挤后管子进行裁边。

形的和直径从 3 到 100 公厘各种不同剖面形状的大型的管状半成品(圖 3)。

正冷冲挤过程中金属的变化表现为四个阶段。

第 I 阶段——当凸模开始同凹模接触以后(圖 4 甲)，到毛料

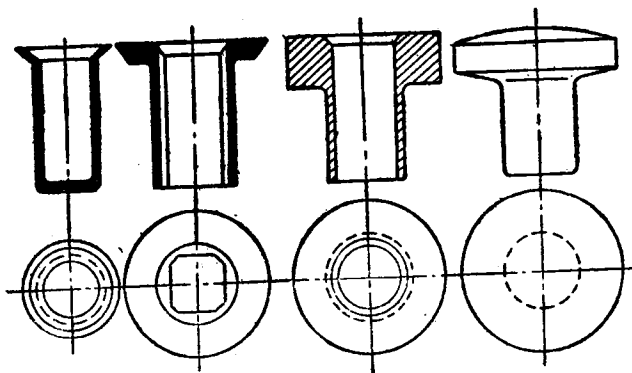


圖 3 用正冲挤法所得的零件。

被挤塞滿凹模和凸模間的容積內為止(圖4乙); 这时压力急剧增長。

在冲挤过程的这一阶段中所有位于凹模和凸模間的金屬体积受到冷作硬化, 同时克服了內部抵抗力和工具周圍的摩擦力; 变形区域集中于凹模出口孔附近。随着塑性变形容积的扩大, 同凸模相鄰的金屬質点發生向間隙移动的运动, 开始朝向压力的作用方向流动。这时在全部時間內压力的数值一直在增長着。

第II阶段——凸模繼續进行运动, 迫使金屬流入凹模和凸模間的环狀間隙內。当毛料厚度减小到 $2/3$ 时, 冲挤力变成常数(圖4丙)。

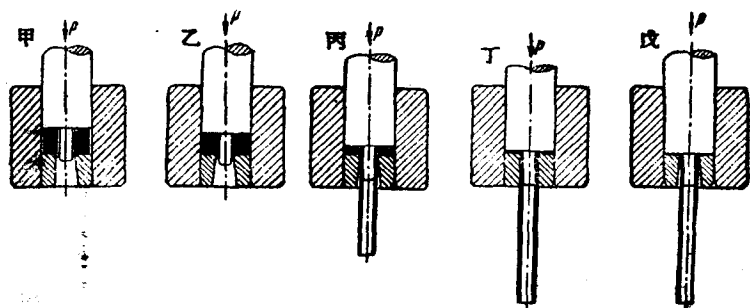


圖4 正冲挤过程示意图:

甲—冲挤前的毛料; 乙—在冲挤过程第I阶段中的毛料; 丙—在冲挤过程第II阶段中的毛料; 丁—第III阶段中的毛料和戊—在冲挤过程第IV阶段中的毛料。

在过程的第II阶段中金屬質点在全部時間內都处于运动状态中, 重新分布, 渐渐从一个区域轉到接近于凹模孔的区域, 并开始快速的流入环狀間隙。同凹模相連的金屬質点仍然不动(死帶)。在克服金屬同凹模筒形部分之間的摩擦力以后, 沿着毛料厚度轉移的变形区域大小和形状保持不变。在这阶段中压力的数值也是

常数。

第Ⅲ阶段——金屬繼續被挤入环狀間隙內(圖4丁)；这时压力一直下降到毛料厚度同冲挤零件的壁厚差不多时为止。

在冲挤过程的这一阶段中随着凸模和凹模的接近，变形区域收縮而接近于殘余毛料的接触表面層。压力的降低是由于死帶的不动金屬層發生运动，引起了大量的放热，因而減低了金屬沿凹模的摩擦力。

第Ⅳ阶段——同凸模相鄰的金屬層繼續被挤入間隙內(圖4戊)。当殘余毛料厚度变得小于冲挤零件的壁厚时，压力急剧的增長。

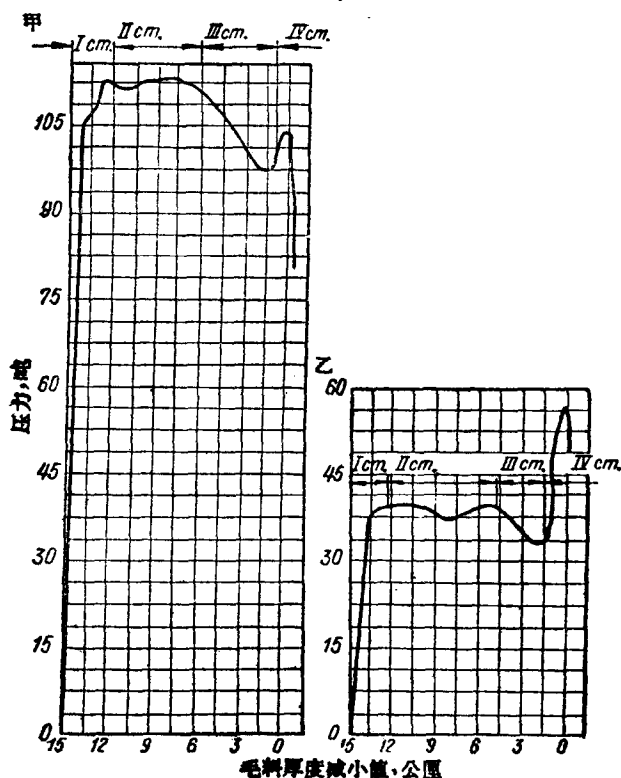
过程的这一最后阶段的特点是变形区域分布在全部的毛料厚度里，也就是同凸模和凹模相連接的金屬層全部發生了变形。这时好像有两个体积——金屬內層体积和金屬外層体积，由于塑性不同它們流动得也不一致。表面層比內層流动慢得多。因而引起了外摩擦系数的增加，因此压力也增加了。

在阿姆斯列尔(Амслер)液压冲床上冲挤紫銅(牌号M1)管和鋁(牌号A0)管所得的压力曲綫如圖5所示。它表現了在冲挤的各个阶段中压力变化的情况。

从第Ⅲ阶段中最小压力到第Ⅳ阶段中压力增加的过渡点表示冷冲挤过程已到終結的时候。把过程繼續进行下去会引起金屬冷作硬化的增長，增加工具磨損，这样不但可能引起工具的損坏，而且会招致冲床的損坏。

制造空心零件时，正冲挤法常常同反冲挤法、压延和变薄压延联合使用。冲压是在Π形床架的普通曲軸冲床上进行的。

所用的毛料可以是墊塊、厚壁空心零件和实心的厚零件——視制件的要求而定。为了利用冲挤过程中發生的热量，工作應該



I cm.—第I阶段；II cm.—第II阶段；III cm.—第III阶段；IV cm.—第IV阶段。

圖5 正冲挤法所得的压力曲线：

甲—牌号 M1 的紫铜；乙—牌号 A0 的铝。

迅速的进行。金属流经凹模的速度将近 600~700 公尺/分，而在高速冲床（每分钟 200~300 次冲击）上制作较小的工件时可达到 1000~1200 公尺/分。冲挤过程的持续时间很短（1/15~1/60 秒），由于这样热才来不及传给工具。毛料厚度同空心零件壁厚间之比大约从 25:1 到 4:1。

2) 反冲挤法的特点是金屬朝着同作用压力相反的方向流动(圖 6)。

用这种方法可以制造圓形、正方形、矩形、橢圓形以及其他形狀的空心零件(圖 7)，它的直径从 8~100 公厘，壁厚从 0.08 公厘到 1.5 公厘，高度小于 300 公厘。冲挤直径小的制件时，它

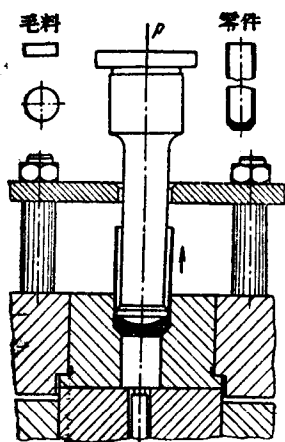


圖 6 反冲挤法。

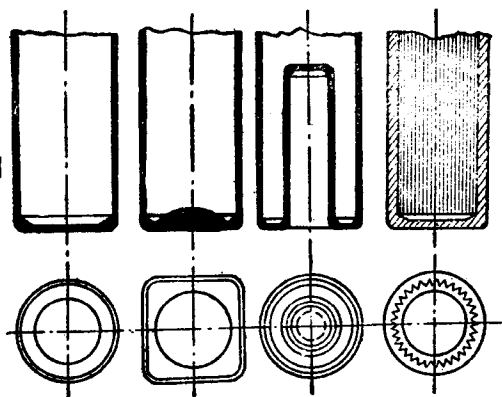


圖 7 反冲挤法所得到的零件。

的高度同直径的比值不应该超过 6~8。反冲挤的价值是可以使零件底部厚度大于壁厚。此外，还可以得到带有凸起、棱角而沿周边均称的制件。

冲挤工序的进行程序如下：在凹模底上放置板状毛料(圖 8 甲)。在凸模和凹模間具有等于空心件壁厚的間隙。在凸模对毛料冲击的作用下，金屬向上流入間隙。由于下面所述方法的结果，被冲挤的零件留在凸模上，并利用卸料器或經過凸模吹入的压缩空气使制件在凸模的回程中脱下来。

用反冲挤法时金属的变化同用正冲挤法时稍稍有些不一样。

第 I 阶段——凸模压缩毛料到全部充满凸模和凹模间的容积为止(圖 8 乙); 这时压力急增。

冷冲挤的这一过程同正冲挤时一样, 在凸模和凹模之间的所有金属体积都产生了冷作硬化, 同时克服了内部抵抗力和同工具接触的摩擦力。变形区域集中于凸模的圆柱形凸肩附近。

集中在间隙中的金属的塑性变形再扩展时, 开始朝着作用压力相反的方向流动; 这一阶段全部时间内的压力一直在增加。

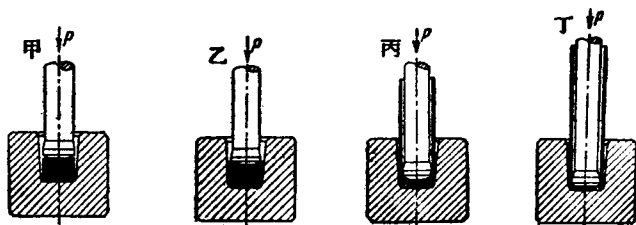


圖 8 反冲挤过程:

甲—冲挤前的毛料; 乙—在冲挤过程第 I 阶段中的毛料; 丙—第 II 阶段中的毛料和丁—第 III 阶段中的毛料。

第 II 阶段——凸模继续运动, 迫使金属向上流入凹模和凸模间的环状间隙内。当毛料厚度减小到 $2/3$ 时压力变成常数(圖 8 丙)。

在第 II 阶段中, 凸模附近的金属内层流入环状间隙最多, 它比金属外层流得要快得多。塑性变形区域主要集中于凸模的圆弧半径部分, 而在凸模凸肩的圆柱形部分就发生了滑动(没有塑性变形), 它的特点是具有较小的摩擦系数。

因为沿毛料厚度转移的变形区域的大小和形状在全部时间内是常数, 因而冲挤力的数值也不变。

第 III 阶段——金属继续挤入环状间隙内(圖 8 丁); 压力一直

减小到残余毛料的厚度同制件壁厚差不多时为止。

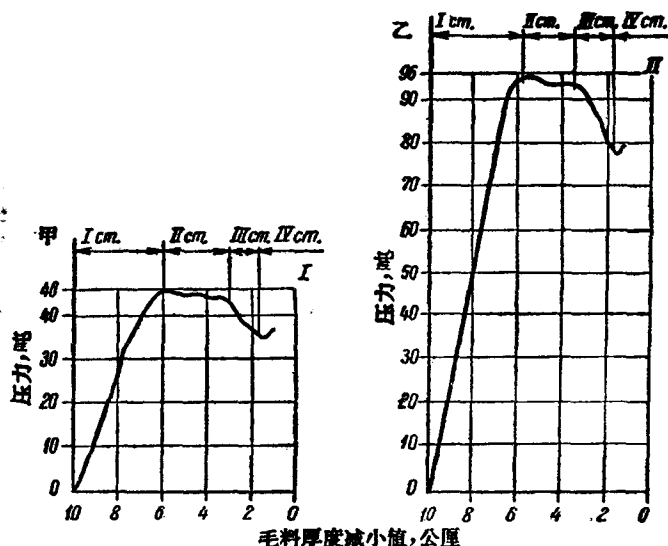
在过程的这一阶段中發生大量放热，并由于变形区域縮小的关系，因而使冲挤力降低了。

第IV阶段——凸模附近的金屬層繼續被挤入間隙中，并使毛料厚度变得小于制件的壁厚；这时压力急剧增長起来。

在过程的这个最后阶段中，随着金屬接触層（直接同凸模和凹模相連的金屬）的接近，看出金屬流动方向急剧的改变，摩擦力也增加了，这就引起了冲挤力的增加。

在实验条件下所得的压力曲线（圖9）同正冲挤法所得的相应曲线相似。

反冲挤应用專用的大馬力曲軸式和曲軸摆臂式冲床，这种冲



I cm.—第I阶段；II cm.—第II阶段；III cm.—第III阶段；IV cm.—第IV阶段。

圖9 反冲挤法的压力曲线：

甲—牌号A0的鋁；乙—牌号M1的紫銅。样品尺寸： $D=20$ 公厘； $s=2$ 公厘。

床每分鐘內衝擊達 40~90 次。同正沖擠法一樣，工作應該進行得快，以便利用沖擠過程中所產生的熱量。

反沖擠所須要的压力要比正沖擠大得多。此外，隨着制件壁厚的減小，所須压力將同厚度成反比例的增加。

3) 复合沖擠法是以上所述兩種方法的組合。金屬同時順着压力的作用方向和逆着作用方向流動(圖10)。這種方法用來制造形狀复杂的、圓形的、橢圓形的、多角形的、具有各種形狀凸起的以及其他許多形式的空心零件(圖11)。用這種方法可以制造有螺紋頸口的零件。

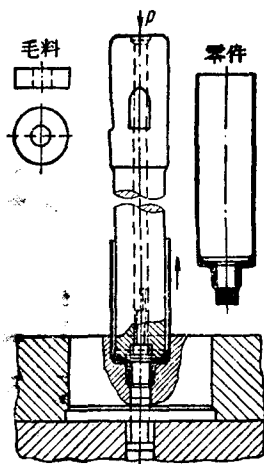


圖10 复合沖擠法。

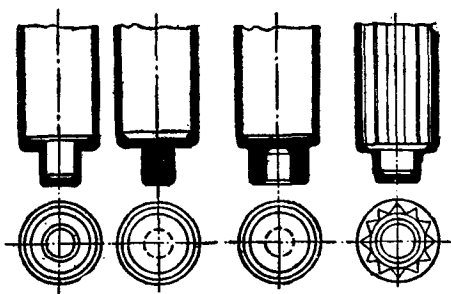


圖11 应用复合沖擠法所得到的零件。

零件的壁厚決定于凹模和凸模中的間隙。假使沿全部周边都保持同樣間隙的話，那末在這情況下可以得到均勻的壁厚。在零件的厚度和底的形狀方面有着很大的選擇自由。底的厚度選擇同制造零件的壁厚無關，並可以在 0.3 公厘到几公厘的範圍內變動。選擇底部的形狀時應該考慮到過程的特點。急劇的和尖的轉折部

分都是不允許的，因這將使金屬均勻流動發生困難并加速工具這些部分的磨損。但在某些場合下，却故意違背了這些原則，這可以在下面所舉的例子中看到。

由冷沖擠法制造的零件尺寸和所達到的準確度列于表 1 及表 2 中。

表 1 用正沖擠法時零件的尺寸和它的準確度

編 號	名 稱	尺寸, 公厘				制造准确 度, 公厘
		鉛, 錫, 鋅和鋁		硬鋁, 紫 銅和黃銅		
		最小	最大	最小	最大	
1	圓柱形零件	Ø3	Ø100	Ø5	Ø100	±0.03~0.05
2	矩形零件	2×4	70×80	3×5	70×80	±0.03~0.05
3	壁厚	0.05	≥0.1	0.3	≥1.0	±0.03~0.075
4	凸肩長度	0.2~0.3	≥0.5	等于壁厚	大于壁厚	±0.05~1.0
5	零件長度	等于直径或矩形最小边的 5 倍以上				±0.50~1.0

表 2 用反沖擠法時零件的尺寸和它的準確度

編 號	名 稱	尺 寸，公厘				制造准确 度，公厘
		鉛、錫、鋅和鋁		硬鋁、紫銅和黃銅		
		最小	最大	最小	最大	
1	圓柱形零件	Ø8	Ø80~100	Ø10	Ø30~40	±0.03~0.05
2	矩形零件	5×7	70×80	6×9	20×40	±0.03~0.05
3	壁厚	0.08	≥0.23	0.5	≥1.0	±0.03~0.075
4	底厚	0.25~0.3	≥0.5	等于壁厚	大于壁厚	±0.10~0.2
5	零件長度	等于直径或矩形最小边的 3 倍到10倍				±0.50~1.0

4 毛料的尺寸及其备料工作

冷沖擠所用毛料的尺寸由毛料和成品体积相等的条件来确

定，同时須考虑到裁余边的必要余量。毛料的厚度用以下的公式来表示：

$$h = \frac{V}{F}。$$

式中 V ——成品零件的体积，公厘³；

F ——毛料截面积，公厘²。

正冷冲挤法时，可以把冷作压延或反冷冲挤后所得到的厚壁圆形空心件（圖12甲）以及由棒料上截得或自板料上冲出的垫块（圖12乙）作为毛料。假如制件体积較大，那末用垫块作为毛料更为有利些。当制件的体积小

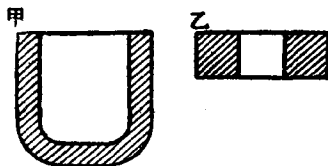


圖12 正冲挤所用的毛料形狀。

时，应该使用空心毛料。

冲挤件和毛料尺寸之间的比值，也就是变形（压缩）程度，对冲挤过程和制件的质量都有影响。变形程度愈大，密度和晶粒的细化程度也就愈大。

变形（压缩）程度用下式表示

$$\varphi = \frac{F-f}{F} \times 100。$$

式中 φ ——变形程度，%；

F ——毛料面积，公厘²；

f ——工件面积，公厘²。

当变形程度增加时，在制件壁厚为一定的情况下，冲挤时所須的压力随着增加。

当制件壁厚减小，而变形程度一定时，則所須的压力也要增加。

像鉛、錫、鋅、鋁和紫銅这类金属能使冷冲挤过程达到等于95%的压缩程度而没有任何损坏；至于Л62和Л68黃銅类銅-鋅