

机械工人活叶学习材料 452

鋼 的 热 冲 挤

徐立正編著



机械工业出版社

内容提要 冲挤是一种先进的加工方法，以前多采用来加工软金属，但很少用来加工难溶解的金属，如钢类金属和合金。本书是介绍对钢零件的冲挤方法。书中既简要地叙述了有关冲挤法的一般原理，对于冲挤工艺，如冲挤步骤、毛料尺寸计算、毛料加热和冲挤压力，对于模具的设计、制造、安装、使用和修理等，也作了介绍。

本书可作为压力加工工人学习之用。

編著者：徐立正

NO. 3191

1960年3月第一版 1960年3月第一版第一次印刷

787×1092 1/32 字数 43 千字 印张 1¹⁴/16 0,001—9,150 册

机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)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 T15033·2099
定 价 (9) 0.21 元

一 談談鋼零件的冲挤法

鋼零件的冲挤法和压挤法类似，可分为順冲挤（图1甲）、反冲挤（图1乙、丙），以及順反联合冲挤（图1丁）三种。順冲挤法是使金屬的流动方向与凸模的运动方向相同的冲挤，也就是順冲挤的变形区域是通过里面的凹模，而金屬按凸模运动的方向流动。反冲挤法是使金屬的流动方向与凸模的运动方向相反的冲挤，也就是反冲挤的变形区域是通过凸模的周圍，而金屬按凸模运动的相反方向流动。在反冲挤中，还有一种二端反冲挤（图1丙），这种二端冲挤法是在上下二个凸模的冲挤下，使金屬沿着二个凸模的相反方向流动的一种冲挤。順反联合冲挤是順冲挤和反冲挤結合使用的冲挤方法。

上述几种冲挤方法是分两种情况进行加工的：一种是敞开的冲挤（图2甲），另一种是封閉的冲挤（图2乙）。敞开的冲挤是当模具冲入金屬时，金屬可以自由地流动，这样虽增加了冲挤件的直徑，但縮短了冲挤件的长度。这种敞开的冲挤方法，在鍛制生产中采用較多。封閉冲挤时，金屬不能自由的流动，只限于在模具中按規定的方向流动，这样是不改变其直徑，而增加其长度的封閉冲挤。这种冲挤方法，适合于冲压方面。而这里談的也就是封閉冲挤。

用冲挤法制成的冲挤件見图3。

冲挤在两种状态进行下加工：一种是金屬在冷态下以高速进行冲挤，叫做冷挤；另一种是金屬在热态下以低速进行冲挤，叫做热挤。采用冷冲挤法冲挤軟金屬时，冲挤件之本身温度升高（产

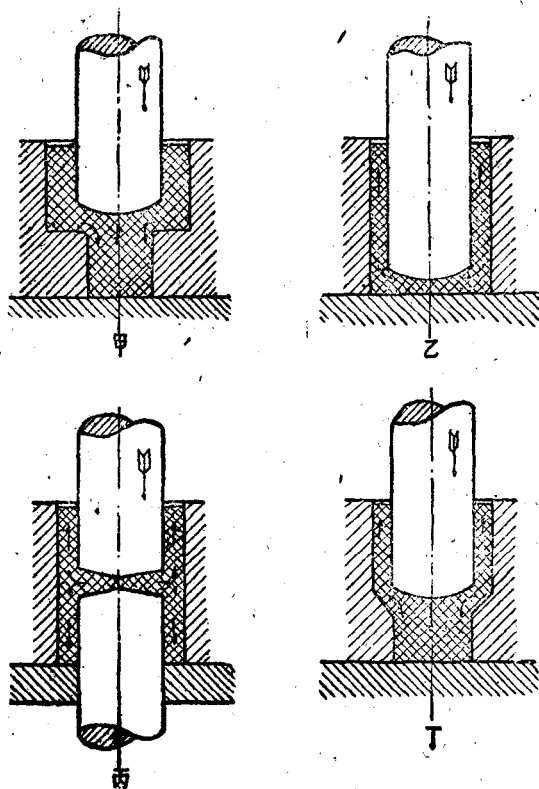


图 1 冲挤的方法:

甲—顺冲挤; 乙—反冲挤; 丙—二端反冲挤; 丁—顺反联合冲挤。

生高热有助于金属的流动)。这是由于在冷态冲挤时, 凸模与冲挤套筒和冲挤件发生摩擦而产生热之故, 在这种冷挤情况下, 除了冲挤件本身温度升高产生高热外, 凸模和冲挤套筒的温度也有升高, 但其温度并不比冲挤件高。钢零件的热态冲挤与软金属的冷态冲挤在冲挤过程中的温度变化情况是相反的, 热态冲挤在冲挤

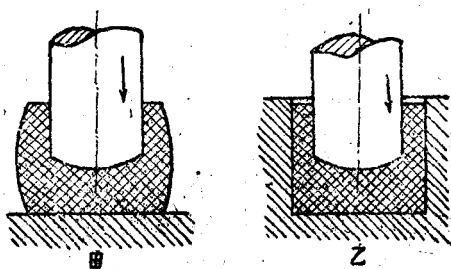


图2 冲挤的种类:
甲—敞开的冲挤; 乙—封闭的冲挤。

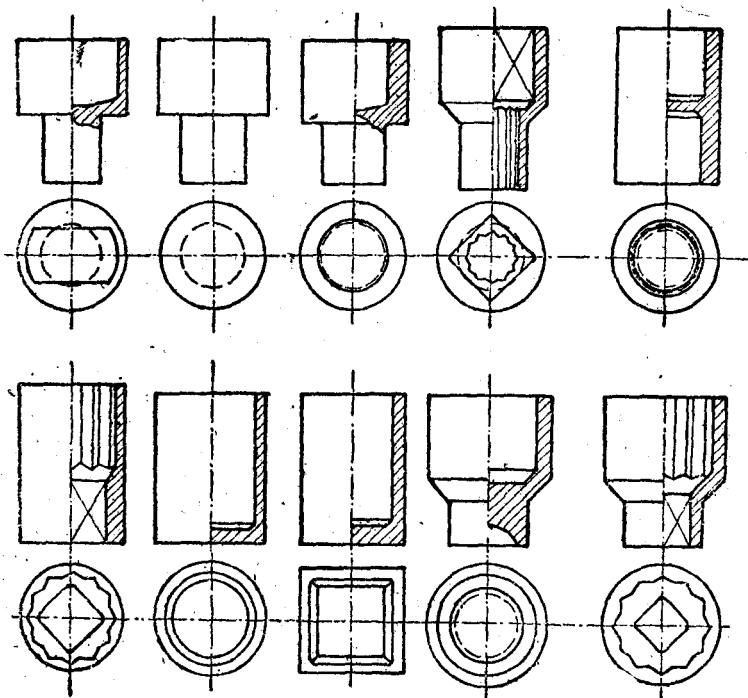


图3 各种冲挤方法所得的零件。

过程中，冲挤件的溫度逐渐下降，这是因为凸模和冲挤套筒吸热以及冲挤件受到時間空气等因素的影响，虽然冲挤件和凸模及冲挤套筒，在冲挤时也由于摩擦而产生热，但升高的和降低的热量，并不是恰好抵消的。例如每当一只冲挤件在冲挤完成后，它的溫度下降是显著的，一般的从加热炉内取出到冲挤完成时下降 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。由于冲挤件的溫度在冲挤过程中下降，因此冲挤件与各部的摩擦系数是在逐渐增加的，特别是冲挤套筒受到强烈的摩擦，因而很快地就会磨损，另外因为上面的情况，所以冲挤件的表层和冲挤件的中心溫度也是不同的，表层的溫度降低得多，中心的溫度較高，在冲挤过程中，由于溫度下降，摩擦力增加，因而在冲挤时所需的力也是逐渐增加的。

冲挤时金屬在凸模的动力作用下，当产生的力超过金屬屈服点时，金屬就开始流动（此一瞬間的金屬已变成流动体）。当流动着的金屬填满凹模之間間隙时，就形成了規定形状的冲挤件。

在冲挤过程中，冲挤件本身的硬度和强度都是增大的（强度极限增大，延伸率降低），因此当冲挤件完成冲挤后，就应进行适当的退火，假如采用简单的退火方法是不能达到目的，应该是把冲挤件装入鑄鉄容器内，用碳末子掩盖，密封后加热到一定溫度，一般保温 4 小时到 6 小时（就冲挤件大小而定），然后在空气或在加热炉上冷却，这样才能改变上述情况。

例如采用反冲挤法时，冲挤件上部分的金屬冷作硬化較弱，因为这部分金屬，在冲挤时被下部的各层金屬机械向上挤高之故，所以上部金屬比下部金屬的冷作硬化弱些，下部的金屬硬化較强。由于上述情况，所以冲挤件的各部金屬顆粒組織松密不均匀，硬化也有不均，而且延伸率降低。当然，采用其他冲挤方法冲挤时，得到的結果虽然与反冲挤所得到的結果不完全一致，但除了

硬化強弱的位置不同外，其餘的後果則大同小異。

如果採用了沖擠方法，它有着以下幾點優點：

- 1) 可以得到比較正確的成品；
- 2) 沖擠有着很高的生產率（如果沖擠小件時在8小時內，可製造出1300~1800只零件）；
- 3) 採用沖擠與其他加工方法比較，沖擠對節約金屬有着很大作用；
- 4) 由於沖擠能得到正確的成品，因此能減少下道的加工餘量，可以節省工時；
- 5) 工具能很快的更換（在同一台機床上，可生產出各種不同的產品）；
- 6) 由於沖擠生產率高，可縮短制件生產周期。

二 沖擠工藝

1 沖擠方法 根據鋼零件的形狀、構造、尺寸情況，才能選擇正確的沖擠方法，以及沖擠所需的機器設備和模具。但首先應進行小批試制，以避免在實際生產中遇到由於估計不足而發生的毛病，例如：沖擠毛料的尺寸選擇不當，或者凸模的尺寸不適當等情況。小批試制應在500~1000只之間。試制後之沖擠零件應經過各項檢驗鑑定合格後，才得大批投入生產。

一、順沖擠工藝進行步驟——首先把沖擠毛料送入加熱爐中加熱，加熱溫度應按鋼的化學成分以及沖擠毛料的大小來決定。這種溫度一定要在沖擠溫度範圍內（表1）。

當沖擠毛料加熱到所需的溫度時，即用手鉗或其他工具把沖擠毛料送至裝料台，然後沖擠工把沖擠毛料裝入沖擠套筒內，急速移至沖擠機床上的模具中進行沖擠。一次沖程結束後，即完成

表 1 鋼的热冲挤温度范围

合金种类	化学成分的特性	温 度 (°C)	
		始 冲	終 冲
碳素鋼	碳 0.3%以下	1200~1150	900~950
	碳 0.3%~0.5%	1150~1100	900~950
	碳 0.5%~0.9%	1100~1050	900~950
	碳 0.9%~1.5%	1050~1000	900~950
合金鋼	低合金鋼	1100	925~950
	中合金鋼	1100~1150	950~975
	高合金鋼	1150	975~1000

注: 1) 表中的始冲温度在实际生产时可略为提高, 因为考虑到在冲挤时 只要不超过过烧温度而造成废品就可。温度愈高愈利于冲挤。2) 表中之始冲和終冲范围是比较大的, 但这并不说明冲挤工作可以缓慢进行。

了一个冲挤件。假如下道工序尚需其他热加工, 则应急速进行。

順冲挤过程分为三个阶段:

第一阶段在凸模和冲挤件接触时, 当凸模在动力作用下, 产生的力超过金屬屈服点时, 金屬开始流动, 此时由于冲挤本身温度下降, 摩擦力的增大, 因而压力数值是在不断增加着的, 一直到冲挤結束 (图 4 甲)。那时金屬順着凸模所使压力的方向, 通过冲挤套筒的模口流动。

第二阶段为金屬开始流动一直到流动的金屬挤滿冲挤套筒中的模膛为止, 这一阶段中的最后时刻即是冲挤过程中之最大压力数值 (图 4 乙)。假如冲挤毛料的尺寸选择得过长时, 会引起冲挤料的过剩, 金屬流动由于受阻, 因而压力急剧上升, 以致影响模具的使用寿命并损坏机器。如果冲挤套筒的硬度甚高, 内壁又光

滑，則会引起金屬的相反方向的流动。这样虽无很大影响，但压力的增加和冲挤件本身长度超过要求尺寸，也是不良的情况。假如毛料过短，形成流动的金屬就不能填满模腔，造成高度尺寸不足的廢品。

第三阶段即是第二阶段的結束到退料为止。当第二阶段結束后，凸模由于冲挤件的溫度下降，而使金屬收縮，但凸模因受熱溫度上升而膨脹，因此冲挤件已紧固凸模。在凸模上升过程中，冲挤件也随着上升，直到和退料板接触，其所需的拉力急增，当冲挤件退出凸模后，冲挤工作結束（图4丙）。剩下的是使冲挤件退出冲挤套筒。

在冲挤过程中为了充分利用热量，冲挤工作应迅速进行，否則会因受時間等因素的影响而使冲挤件溫度下降，这样，就会引起增加压力，或因溫度过低不宜冲挤而产生不合要求的冲挤件。冲挤过程的持續時間很短（冲挤件离加热炉到冲挤結束），要在5~10

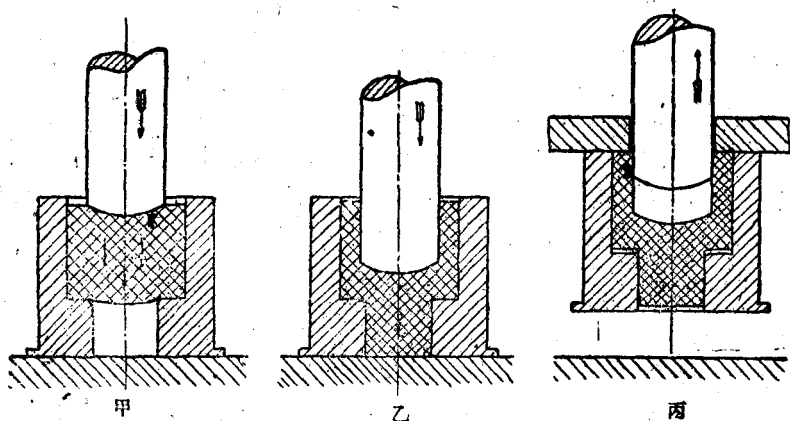


图4 順冲挤过程示意图:

甲—凸模接触毛料金屬开始流动；乙—凸模完成冲挤到下死点；
丙—凸模退出冲挤件。

秒之間完成。冲床的导滑块冲击次数，每分钟在60~100次之間。

二、反冲挤工艺进行步骤

1) 反冲挤的金属流动方向和順冲挤相反，它是沿着凸模的运动相反方向流动的，即是沿着凸模的周圍流动。

采用反冲挤法能制成圓形、正方形、矩形以及其他空心件的零件。但是它的壁厚和反挤軟金属有不同之处。冷挤軟金属时，壁厚能达到0.08~1.5毫米。但在鋼零件的热冲挤中，其壁厚应在2毫米以上，因为在热挤时，被挤起之壁过薄，会得到不均匀的壁，金属冷却很快，影响順利退料，同时因壁过薄，使冲挤件壁上部口的高低不平，形成斜口（如图5），影响机械加工。壁上部斜口的产生原因，主要由于：冲挤件壁过薄、加热时温度不均匀（以致金属得到不同程度的流动）和模具中的間隙不正常的緣故。

反冲挤过程：把已加热的冲挤毛料装入冲挤套筒后，即移至模具中进行冲挤（凸模和冲挤套筒之間の間隙，即是零件的壁厚，在决定其間隙时，应考虑金属的热脹冷縮因素）。当凸模对毛料施加压力后，金属即逆着凸模运动方向流动，一次行程结束后，即完成一只冲挤零件。

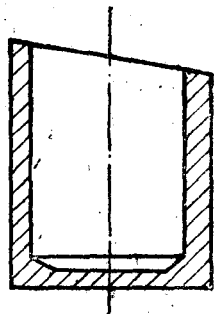


图5 端面不平整的反冲挤件。

反冲挤过程分为三个阶段：

第一阶段和順冲挤相同（图6甲）。这

一过程是使金属开始流动的阶段。金属在凸模和冲挤套筒の間隙中向上流动，这一瞬間的压力直升，假如此时凸模和冲挤套筒的中心不正确，则会形成間隙的不均，使下一阶段挤起的壁不均，以及壁之上部口高低不平。

第二阶段为凸模繼續运动，在压力作用下，迫使金属在規定

的环状间隙中流动（图6乙）。此时压力并无很大增加，但并不是保持不变，因冲挤温度逐渐下降，摩擦力在增加，因而压力同样在增加着的。在冷挤软金属时，压力值保持不变。但热冲挤钢料却不同。在这一阶段中，假使选择冲挤套筒内孔的锥度过大，会

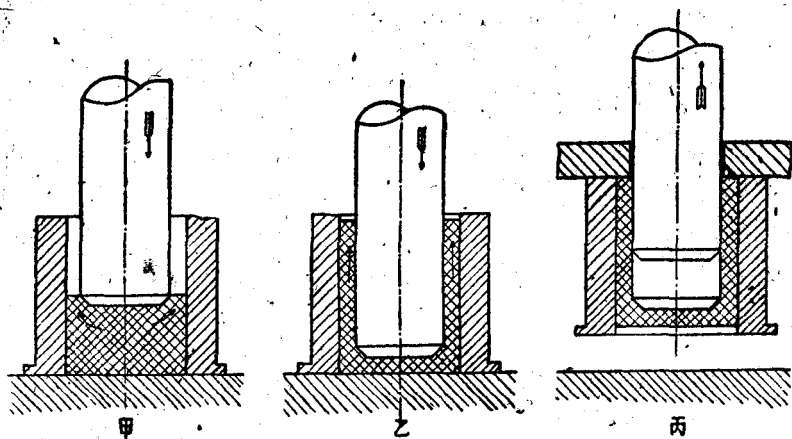


图6 反冲挤过程示意图:

甲—凸模接触毛坯，金属开始流动；乙—凸模完成冲挤到下死点；
丙—凸模退出冲挤件。

形成被挤起的金属旋转上升（如图7）。这一阶段的最后，也是冲挤过程中压力最大的时刻。在冷挤软金属时，冲挤件的底部可达到0.3毫米的厚度，钢零件的热冲挤，则不可能做到，因冲挤件本身温度下降，特别在改变其厚度时，温度显著下降，因此底部的金属厚度愈薄，则温度愈下降，压力愈大。通常，底部厚度不得小于3毫米。在3~6毫米的底部厚度时，采用如图8甲的模具式样（以防止冲挤套筒随着金属流动而上升，产生金属向冲挤套筒外流动，影响退料）。在6毫米以上底部厚度的冲挤件，采用如图8乙的模具式样。

第三阶段是冲压力变为零再转为拉力的过程，一直到退料结束（如图6丙）。这阶段和顺冲挤一样，凸模承受另一种力的过程，这种力虽不大于冲压所需之力，但它往往由于冲挤件温度下降而紧固凸模和冲挤件上部口之高低不平，致使退料时有折断凸模的可能。另外退料板安装得高低不平时，也会引起凸模的折断。

在反冲挤中，导滑块冲击次数每分钟在40~65次之间。冲挤工作也应该迅速进行，以便利用其较高的温度冲挤。在反冲挤中，随着冲挤件的底部厚度减少，需要增加压力，因此压力和底部的厚度是成反比例增加的。

2) 二端反冲挤是使金属沿着二个凸模运动的相反方向流动，这种冲挤能制造二端空心的零件。它被挤起之壁应比上述的反冲挤的壁厚一些。这样能减少冲挤件上端口部的斜口现象。从实际生产中得出，壁厚的上端口部倾斜比壁薄的少。这

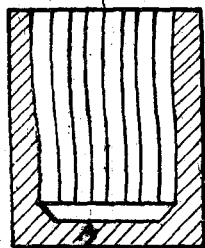


图7 由于冲挤套筒内壁锥度过大，形成弯曲上挤的反冲挤件。

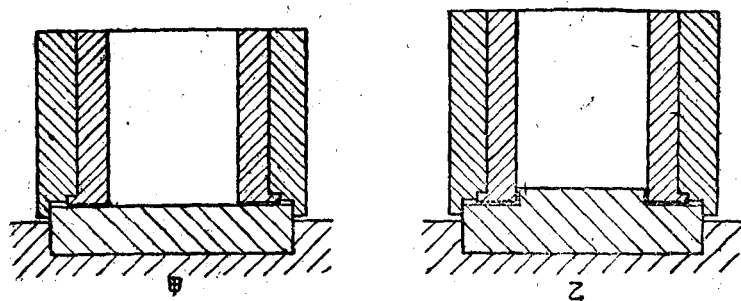


图8 反冲挤套筒形成:

甲—死带在8毫米以上的模具形式；乙—死带在4~8毫米的模具形式。

种冲挤方法的死带在二个空心部分的中間，其厚度也应在 3 毫米以上。

二端反冲挤过程分为四个阶段：

第一阶段为在冲挤套筒內装进冲挤毛料，并放至模具中进行冲挤，开始下降凸模，当上下凸模产生的压力与反压力超过金属屈服点时，冲挤毛料二端开始流动的过程如图 9 甲。此时压力也是由零直升至所需的压力值。

第二阶段由于上凸模下降，下凸模頂住，迫使金属流动（如图 9 乙）。一般上凸模断面积要大于下凸模的断面积。上凸模挤进冲挤毛料的深度比下凸模为浅，上凸模继续下降，迫使冲挤件下端挤满下半部間隙，致使下半部的空心部分达到要求之尺寸，在下部流动的金属填满了冲挤套筒的下部間隙时，金属的流动受阻，便形成下阶段的向上反挤。

第三阶段为金属向上反挤到挤满的过程。这一阶段的完成，即是冲挤件达到要求尺寸的过程（如图 9 丙）。第三阶段和第二阶段的金属流动，并不绝对第二阶段填满冲挤套筒的下部間隙后，形成第三阶段的向上反挤的，而是几乎同时进行的。不过下部流动的金属，首先填满下部間隙，随着凸模的继续下降，上部的流动金属继续上挤，达到整个冲挤件的高度尺寸。

第四阶段是完成冲挤后进行退料的过程（如图 9 丁）。首先由緩冲器把托板和紧固下凸模的冲挤件退出，这一退出冲挤件过程，除了緩冲器的作用外，同时由于冲挤件也紧固上凸模之故，因此在凸模上升的拉力，有助于下凸模退出冲挤件。在整个退料过程中，下凸模的退料比上凸模退料较为复杂，因在冲挤过程中，下部之金属挤足模膛，对下凸模的紧固程度较大。而上凸模因冲挤件在环形內自由上挤，所以对上凸模的紧固程度较小，容易退

料。可是也有其他不利的因素，例如冲挤件温度不均，上下凸模位置不同心时，会形成冲挤件壁厚不均和挤起的金属斜口，而影响正常的退料。冲挤件退出上下二凸模之后，剩下的是把冲挤件退出冲挤套筒。

三、顺反联合冲挤工艺进行步骤——这种冲挤是顺冲挤与反

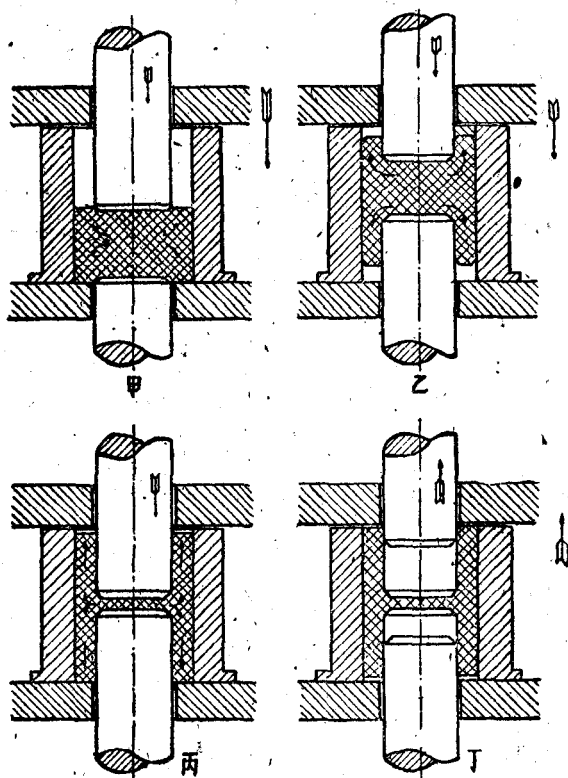


图9 二端反冲挤示意图:

甲—凸模接触毛料金属开始流动；乙—流动的金属下挤；丙—流动的金属上挤；丁—上下凸模退出冲挤件。

冲挤結合使用的冲挤方法，可制造形状比較复杂的零件，如椭圆形、多角形、具有各种形状凸起的及其他的空心零件。

联合冲挤时所需的压力比前二种方法要大45%~60%。金屬的流动，首先填满冲挤套筒底部之模膛（順挤过程）。当凸模继续下降时，由于金屬流动在順挤方向受阻，迫使金屬向相反方向流动（反挤过程）。但这二种流动情况并不是绝对的。

联合冲挤过程分为四个阶段：

第一阶段是凸模把冲挤毛料推至冲挤套筒内的适当位置后，凸模接触冲挤毛料时，压力急增，金屬即开始流动（如图10甲）。

第二阶段是凸模继续冲挤毛料，并把这部分挤出的金屬，充填到冲挤套筒的底部間隙中，直到流动的金屬填满間隙为止。那时压力是逐渐增大，当流动的金屬填满間隙时，压力則直升（如图10乙）。

这一阶段的完成，底部凸起部分基本上已經飽滿，但空心部分的高度尚还不足，以及空心部分不够深，因而凸模需要继续下降，即形成下一阶段的反挤。

第三阶段为反挤过程，也是冲挤結束的过程（如图10丙）。当順挤轉为反挤时，压力直升急增后，即轉为逐渐上升的状态。这一阶段的压力比前阶段順挤时大。

这一过程是使冲挤件达到要求尺寸的阶段。因此凸模挤入金屬的深度影响着空心壁的高度。同时，如果冲挤套筒直径过大或是磨損，則会形成冲挤件的直径增大，以致造成整个冲挤件的高度不够的現象。

第四阶段即为退料（如图10丁）。这一阶段与前所述的順挤与反冲挤的最后阶段相同。每当完成一只冲挤件后，溫度下降达250°C以下，因此冲挤件紧固凸模的程度是比較牢固的，假如由

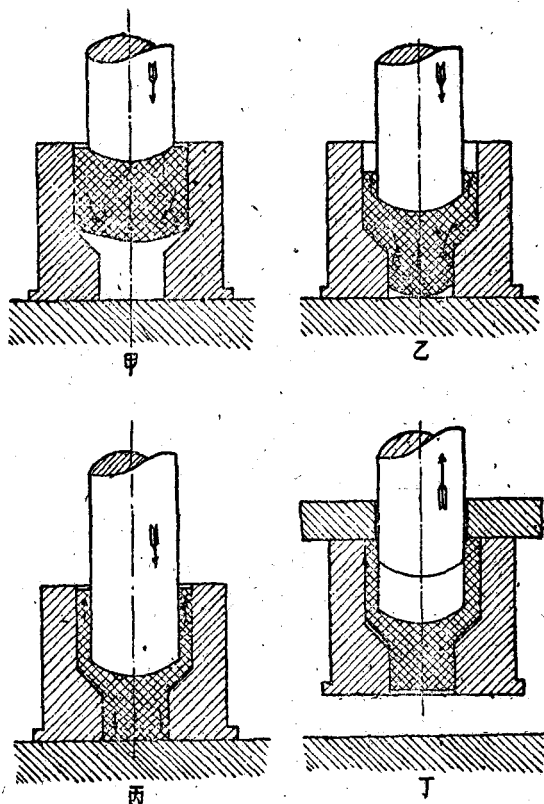


图10 顺反联合冲挤示意图:

甲—凸模接触毛料，金属开始流动；乙—流动的金属下挤；
丙—流动的金属上挤；丁—凸模退出冲挤件。

于凸模部分在导滑块上安装不紧时，则有被冲挤件拉脱导滑块的情况发生，这样，要使凸模退出冲挤件就较困难了。

2 毛料尺寸的計算 在进行热冲挤时，需要正确的計算毛料尺寸，这一計算方法，简单的說：就是毛料的体积要等于完工

后的零件的体积。在軟金屬冷冲挤时，毛料需放大些，作为附加的廢料体积。在热冲挤中，毛料加热到冲挤完成的过程中，要适当地附加金屬的燒蝕量。燒蝕量的决定，应根据加热次数，冲挤工艺以及加热炉等的因素作为依据。冲挤件毛料与冲挤成品的比較見图 11 甲乙。

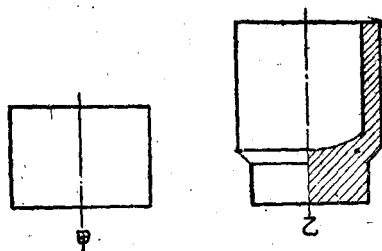


图11 冲挤件与毛料:

甲—冲挤毛料；乙—冲挤后所得的冲挤件。

冲挤毛料直径的选择，
应比完成冲挤件的直径小
0.5~0.75 毫米。

在計算冲挤毛料时，首先应确定冲挤毛料的直径，然后計算其厚度，再加上燒蝕量即可。毛料厚度可用下式計算：

$$h = \frac{V}{F} (1 + x),$$

式中： h ——毛料的厚度（毫米）；

V ——要求达到冲挤件的体积（毫米³）；

F ——毛料的截面积（毫米²）；

x ——燒蝕量（%）。

在鋼零件的热冲挤中，不必要求过于整齐和光洁的毛料，即使能得到以上要求，在加热时，也难保証原来的状态，因此采用的圓鋼料即可。圓鋼料的直径在50毫米以下的，可允許最大橢圓度在0.5~1毫米，直径在50毫米以上的，可允許最大橢圓度在1~1.25毫米。同时毛料的长度公差在0.5~0.75毫米之間。但这个长度的控制，應該采用上公差。料长的虽然影响机械加工，但不致于因料短而产生廢品。毛料尺寸如果在以上的公差範圍內，則冲挤后的产品，能达到要求的尺寸。