

精 冲



天津市科学技术情报所

内 容 提 要

本书搜集了国内外有关精密冲裁的部分资料，并有国营天津电器厂、国营天津实验工厂开展精密冲裁工作的具体经验。书中对精冲原理、精冲零件工艺性及其精度分析、精冲模具结构及设计、精冲设备等方面都进行了较为详细的介绍。

本书可供从事精冲工作或准备开展精冲工作的人员参考；亦可做为工科院校机械系锻压专业及相应的中等专业学校有关师生做为参考书之用。

目 录

精密冲裁	杨友志 (1)
一、概述	(1)
二、精冲原理	(3)
三、精冲模具结构及主要构件	(6)
四、精冲零件的工艺性及其精度分析	(32)
五、精冲模具的设计	(42)
六、适于精冲的材料	(54)
七、精冲模具的制造及寿命	(55)
八、精冲零件实例	(60)
九、精冲设备	(64)

采用齿圈压料精冲工艺的几点体会

..... 国营天津电器厂	(70)
一、对齿圈压料精冲工艺的认识	(70)
二、齿圈压料精冲模具的设计	(82)
三、模具制造	(101)
四、精冲设备的改装	(111)

精密冲裁的应用..... 国营天津实验工厂 (117)

一、机床的改装	(117)
二、模具的设计与制造	(120)
三、精冲零件	(122)
四、精冲的技术经济效益	(123)

精密冲裁

天津市建华仪表厂 杨友志

一、概 述

精密冲裁简称精冲，是冷压加工中的一种精密加工新工艺。精冲在一次冲压工序中即可获得精度高、光洁度好、弯曲变形很小的零件。其精度可达国标(G B)5级以上，裁断面光洁度可达 $\nabla 8$ 左右，一般不需要再进行车、铣、滚齿、拉、钻、铰、磨、修边等机械加工工序即可直接进行装配。因而可以大大地提高劳动生产率和产品质量，是一项具有高度技术经济意义的先进冲压工艺。

瑞士首先对精冲工艺进行了试验研究并用于工业性生产。近十几年来，国外已较为广泛地应用于飞机、汽车、电子、电器、仪器、仪表、钟表、照像机、打字机、纺织机械等各种工业部门。

无产阶级文化大革命以来，我国广大工人、干部和技术人员，遵照毛主席关于“独立自主”和“洋为中用”的教导，积极开展了精冲工艺与设备的试验研究工作，并在许多工业

• 本文承蒙天津大学机械系锻压教研室郭青山、王耀祖同志及国营天津实验工厂工具科肖振汉同志审阅，谨此表示诚挚地谢意

——作者

部门已成功地用于生产。

采用一般冲裁冲制出的零件其裁断面在模具间隙正常的情况下，约有 $\frac{1}{3}$ 是光亮带，其余 $\frac{2}{3}$ 是粗糙的撕裂面，而且其断面锥度较大，零件的弯曲度也大。当对冲件有一定的精度和光洁度要求时，必须再进行如上述的车、铣、滚齿……等机械加工。

用精冲法冲制出的零件其裁断面可以完全是光亮带，而无粗糙的撕裂面产生。其断面的锥度及零件的弯曲度也非常小，虽然它和一般冲裁一样会产生一定的塌角和微小的毛刺，但不会影响其精度与光洁度，一般塌角仅为其断面面积的7%以下，毛刺也很小，很容易用振动筛及机械滚筒去掉。

图1是理想裁断面、一般冲裁裁断面和精冲裁断面的比较。而理想裁断面实际上是不存在的。

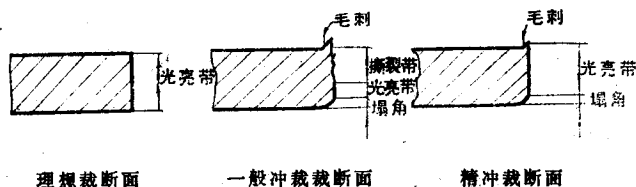


图1 一般冲裁与精冲冲件裁断面的比较

据资料介绍，精冲零件的厚度可由0.2~25mm，材料种类从一般黑色金属、低碳钢（中高碳钢经球化退火处理后也可以精冲）、合金结构钢乃至不锈钢、有色金属、紫铜、黄铜、青铜、铝、铝合金等；零件尺寸小至钟表、照像机零件，大至飞机刹车机构零件、汽车汽化器和变速箱等零件都可以进行精冲。并由于它具有生产率高、质量好的经济效果，所

以必将会在我国的社会主义建设事业中得到广泛的应用。

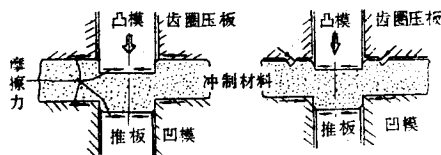
二、精冲原理

实验证明，一般金属材料具有在大的静压力作用下其塑性增大的特性。精冲就是根据金属材料的这种特性，在冲裁过程中，对其施加相当大的静压力，使材料的塑性增大，不致于在模具刃口附近产生断裂纹，因而也不产生粗糙的撕裂面，这样，无撕裂断面的精冲就得以实现了。

在冲裁过程中，如何使材料受到比较大的静压力呢？

假如把模具和材料都浸在高压液体的底部，冲裁加工却又无法进行了。

通常所应用的方法如图2所示：在凸模的周围装有齿圈压板（也称强力压板），简称压板；而在凹模洞口中装有推板（也称顶件器）。处于压板与凹模之间的材料在材料厚度方向加压，再加上凸模和推板也给材料加压。在这种状态下给材料以剪切变形，同时由于材料上下加压面的作用而产生的摩擦力也使其静压效果增大，如图2(a)所示。



(a) 齿圈压板没有齿圈的情况

(b) 齿圈压板具有齿圈的情况

图2 精冲原理

但若使材料剪切变形部分所受的静压力更大，则通常需采用图 2 (b) 所示的方法：在压板上靠近冲裁轮廓的周围制造出齿圈（也称环状刃），它压入材料内，由于齿圈内斜面作用面上的压力使材料受到的静压效果增高。

假如材料厚度较大（通常在 4 mm 以上时），只在压板上制出齿圈还不能使凹模刃口附近材料产生足够大的静压力。因此对厚度在 4 mm 以上的材料进行精冲时，在凹模刃口面上也需制出齿圈才能使精冲获得成功。需要注意的是：凹模刃口面上的齿圈与压板上齿圈的齿尖应该对应重合（亦有相互错开 0.2 mm 的，但不宜错开过多）。

齿圈压板在精冲模具中起着重要作用。压板上齿圈的尺寸、形状和被冲制材料种类、厚度、冲裁轮廓形状等有关，确定的正确与否对精冲的成败影响很大。关于齿圈的形状和尺寸数据，还将在随后的章节中做详细介绍。

图 3 为精冲过程中凸模、齿圈压板、推板动作顺序的示意图：

(1) 冲床滑块在上死点位置，模具处于敞开状态，被冲裁材料送入模具中。接着如图所示，冲床滑块下降，模具上模接近下模。

(2) 模具闭合。凸模、齿圈压板、推板分别施加压力，压板上的齿圈压入材料内使其保持较大的静压力。

(3) 凸模压入材料内，材料在凸模和凹模作用下产生剪切变形。

(4) 凸模完全贯穿到材料的全部厚度，冲裁过程完成。

(5) 冲裁完成后，冲床滑块上升，凸模离开凹模距离

超过材料厚度时，推板将冲裁零件由凹模中推出。凸模、压板随冲床滑块上升，回程途中将条料搭边从凸模上卸下。此时由凹模推出的冲件，也由压缩空气喷咀吹走。下一个动作过程即将开始。

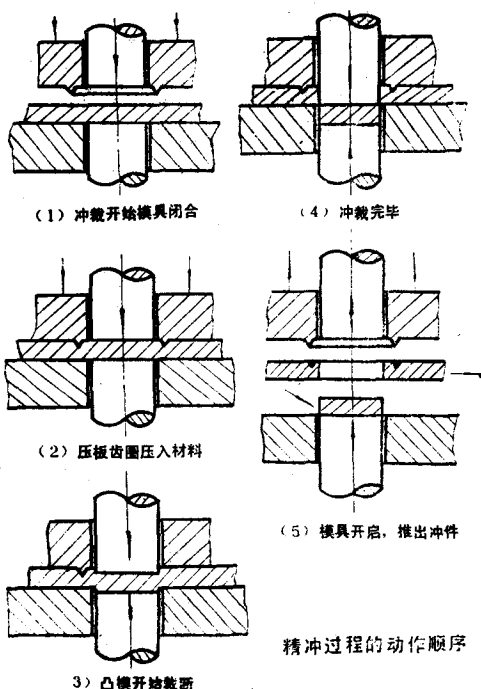


图 8

三、精冲模具结构及主要构件

(一) 模具结构形式

精冲模具在工作中所受的负荷为普通模具的两倍或两倍以上，在此受力状态下还必须保持模具的精度。因此模具结构的刚性必须很大，即在受力时它不能产生很微小的变形，同时必须保证凸凹模之间的间隙和其沿冲裁轮廓的均匀一致。精冲模具的凸、凹模的间隙是很小的，通常为料厚的 $0.1\sim 1\%$ 。这就对精冲模制造提出了高标准严要求，模架及模具结构必须能保证实现这个要求。这样才能冲制出合乎要求的精冲件来。

精冲模的结构形式与普通冲裁复合模形式相似，但它有不同于一般复合模的特点：

①精冲模的结构刚性与强度必须足够大。这样才能保证受力时不会破坏及产生微小变形。

②由于模具间隙很小，凸模相对于凹模的导向与同心要求非常精确。

③齿圈压板的压料力及推板的推力用弹簧元件已经不能满足要求（因弹簧开始工作时产生的压力小，而精冲压料力开始要求很大），而用液压力来代替。液压力可以由机床的上下缸活塞来产生，也可以在模架的上下模板上制出油缸活塞来产生。

④齿圈压板与凸模、推板与凹模要求精度很高的无间隙滑配合（为 $1\sim 2$ 级滑配〔GB〕）。这样可增强模具结构的

一体性以增加其刚度与强度，使其能承受较大的负荷。

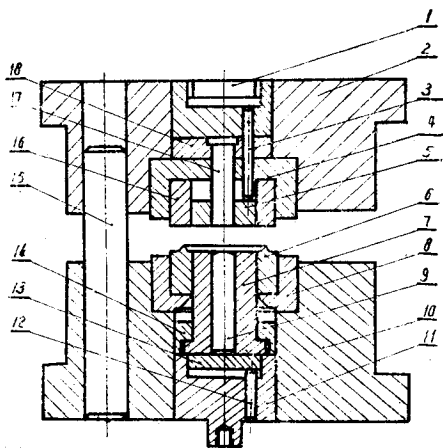
⑤模架的模柄多为浮动式，这样可以避免因冲床精度差而对模具精度产生不良影响，同时在冲裁过程中，模具导向机构不分离（即导柱、导套不脱离开）。

精冲模具结构形式具体有如下两种：

1. 活动凸模式精冲模（如图4所示）

活动凸模式精冲模是它的凹模与齿圈压板均分别固定在上下模座里，凸模靠下模座的内孔及齿圈压板上的孔导向。凸模移动距离等于被冲裁材料的厚度。

一般当凸模的有效长度比凸模外形轮廓尺寸大得很多



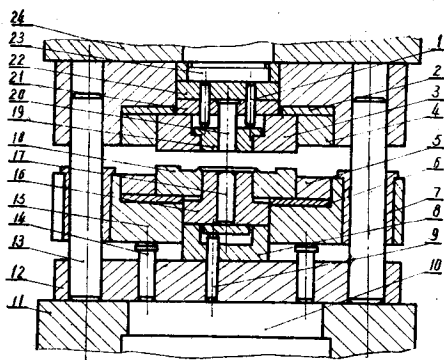
1. 上推力活塞 2. 上模座 3. 推杆 4. 凹模座 5. 推板
6. 齿圈压板 7. 凸凹模 8. 齿圈板座 9. 顶杆 10. 下模座
11. 凸凹模座 12. 推杆 13. 推板 14. 凸凹模固定板 15. 导柱
16. 凹模 17. 凸模 18. 凸模固定板

图4 活动凸模式精冲模

时，为了保证其导向精度而采用这种形式的模具。这种凸模受力状态也较好，所以对于中小型零件，冲床吨位在 200 吨以下，一般采用活动凸模式精冲模的结构形式。

2. 固定凸模式精冲模（如图 5 所示）

这种模具结构是把凸模用螺钉和销钉固定在模座上，凸模借助于齿圈压板导向，因此齿圈压板位置必须准确，它靠模架上的导柱导向。这种结构形式其凸模的稳定性比活动式凸模好。



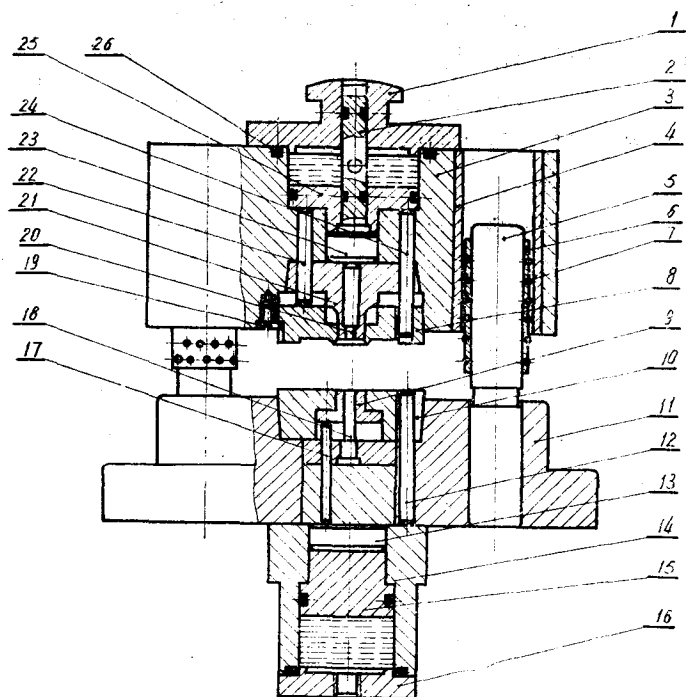
1. 推杆 2. 垫板 3. 凹模 4. 凹模座 5. 齿圈板座 6. 垫板
7. 导套 8. 凸凹模座 9. 推杆 10. 压力活塞 11. 冲床下工作台
12. 底座 13. 导柱 14. 推杆 15. 活动座板 16. 凸凹模 17. 顶杆
18. 齿圈压板 19. 推板 20. 凸模 21. 凸模固定板 22. 垫板
23. 推力活塞 24. 冲床上工作台

图 5 固定凸模式精冲模

它适用于大的、长的、冲裁时会产生侧压力的不对称零件，以及凸模外形轮廓尺寸与凸模有效长度比相差不大的情况。故在 200 吨以上的精冲冲床上均采用固定凸模式精冲模。

从制造的角度来看，固定式精冲模要比活动式精冲模加工难度大一些，因而它的加工成本也要高一些。

3. 在普通冲床(或液压机)上使用的精冲模



1. 模柄 2. 顶杆 3. 上模座 4. 导套 5. 导柱 6. 保持器 7. 滚珠 8. 齿圈压板 9. 推板 10. 凹模 11. 下模座 12. 定位销 13. 垫块 14. 下油缸 15. 下柱塞 16. 端盖 17. 下顶杆 18. 冲孔凸模 19. 限位螺钉 20. 推杆 21. 凸凹模 22. 上顶杆 23. 上垫块 24. 定位销 25. 上柱塞 26. O型密封圈

图6 在普通冲床(或液压机)使用的精冲模(1)

以上介绍的是专用精冲冲床上使用的两种结构型式的模具。但目前我国很多单位无专用精冲设备，而多在普通冲床或压力机(液压机)上进行精冲工作。下面介绍两种这类模具的结构型式：它们多为固定凸模式，凸模固定在上模座或下模座上，而齿圈压板相对于凸模运动。齿圈压板压力及推板推力靠模架内或模架外的液压缸活塞来产生。

图6就是在普通冲床(或液压机)上使用的一种型式的精冲模。其特点是：

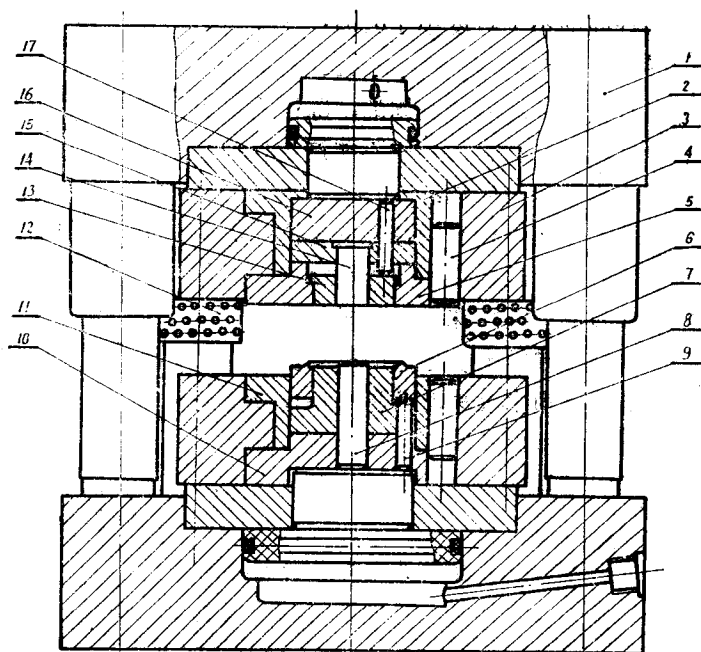
①与冲床联接为一浮动模柄，可以消除冲床本身精度差给模具带来的不良影响。

②上模架内设有产生齿圈压板压力的压力油缸，推力油缸则在下模座的下面。

③凸模固定于上模座的锥形孔内，凹模则固定于下模座的锥形孔内，它们都用定位销使之角向定位。齿圈压板在上模座孔内相对于凸模运动。

④导向采用滚动导向，滚珠套上的滚珠相对于导柱、导套滚动，保证上下模部份准确地同心与精确地相对运动。

图7为另一种结构型式的精冲模。模具有两个模架：外面为一液压模架(上下液压缸均在此模架中)，在它的里面又装有精冲模架。液压模架为滑动导向，而精冲模架为滚动导向。它的优点是结构刚性好，外面的液压模架既起到产生液压动力的作用又起到保证精冲模架强度与刚性的作用；缺点是采用两套模架后，增加了加工周期与模架的成本。



1. 液压模架 2. 上模座圈 3. 精冲模架 4. 定位销 5. 凹模 6. 齿圈压板 7. 凸凹模 8. 推杆 9. 下顶杆 10. 凸凹模座 11. 下模座圈 12. 滚珠球架 13. 推板 14. 凸模 15. 凸模固定板 16. 垫板 17. 上顶杆

图 7 在普通冲床（或液压机）使用的精冲模（2）

（二）模架结构形式

模架是精冲模具的重要组成部份，它必须是非常精密的。模架装配后的精度要达到 1 级以上。其技术要求如下：

上下模座不平行度小于 $300 : 0.02$ ；

导柱对下模座的不垂直度小于 0.01 ；

导柱间的不平行度小于0.01,

导柱、导套不同心度小于0.003。

模架还必须是非常坚固的,除了有足够的强度外,还要求有很大的刚性。在工作中不能产生任何微小变形,否则就会使精冲难以取得成功。

模架的导向结构有滚珠导向与滑动导向两种;按导柱数量又可分为双导柱模架和四导柱模架。

图8为双导柱滚珠导向的模架。

图9为四导柱滑动导向的模架。

1. 滚珠导向中滚珠与导套配合过盈量的确定

根据国外资料及国内一些企业实践来看,以0.02~0.05 mm(双面)过盈量为宜。如果过盈量过大,则工作时其滑动性就不好;过盈量过小,则会因导向性差而影响模具精度。

2. 滑动导向中导套内孔与导柱外径的配合

导套内孔为基制,孔为零级或1级公差;导柱外径为与基孔制孔配合的零级或1级公差滑配合轴(即国标 D_1/d_1)。

3. 滚珠导向与滑动导向的比较

滚珠导向接触面小(点接触),因此它在受大吨位冲裁力及侧向压力时其刚性及稳定性比较差,但是,因它有一定的过盈量,其制造加工要比滑动导向容易。而滑动导向则要求内孔面(导套)与外圆面(导柱)无间隙,完全密合接触,这是很难加工与装配的。

就国内外精冲模架导向结构来看,滚珠导向多于滑动导向。

4. 就导柱数量而论,四导柱模架刚性优于双导柱模架。但从制造角度看,双导柱模架则优于四导柱模架。

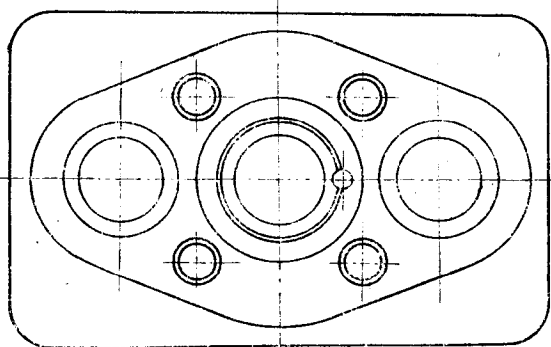
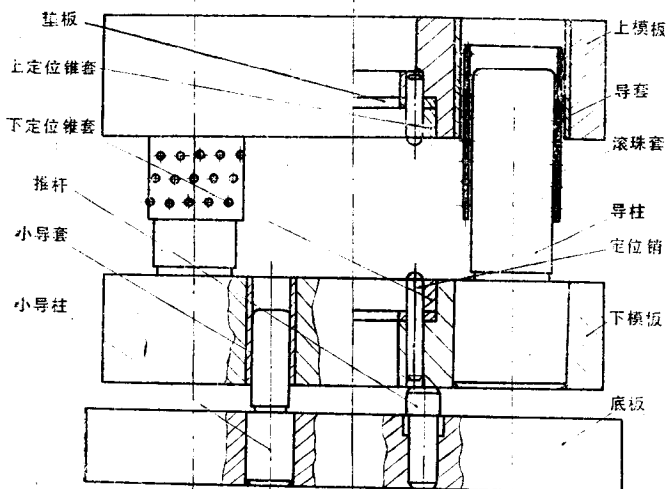


图 8 双导柱滚珠导向的模架

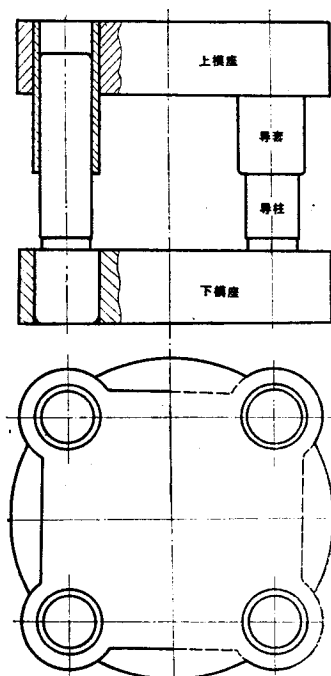


图9 四导柱滑动导向的模架

(三) 齿圈压板的作用及其构造型式

齿圈压板是精冲模具的重要构件之一。它的作用是使被冲裁材料裁断部份的静压力增大。当其静压力不够大时，冲裁过程中材料就不可避免地产生撕裂纹，从而使冲裁断面有撕裂带产生。

图10表示当齿圈压板压力 P 增大时，使裁断面剪切面变大的实验一例。由图可看出，当齿圈压板压力 P 高于某个界