

模块1 冲压工艺

冲压工艺是一种先进的金属板成形方法，在汽车制造业中占有重要地位，是车身制造的三大基本工艺之一，也是车身制造的第一道工艺。据统计，汽车上有60%~70%的零件是冲压件，因此冲压技术对汽车的产品质量、生产效率和生产成本有重要影响。

学习本模块可以了解车身零部件加工、制造过程，掌握冲压件加工方法，了解冲压加工设备及工具。

项目 1



学习目标

冲压工艺概述



- ① 理解冲压工艺特点及类型；
- ② 准确识别车身上主要部件所用材料；
- ③ 了解车身材料对冲压性能的影响，并能选择优良的冲压材料；
- ④ 熟悉冲压设备的结构与原理，并能根据参数选择合适的冲压设备（职业技能鉴定点）。

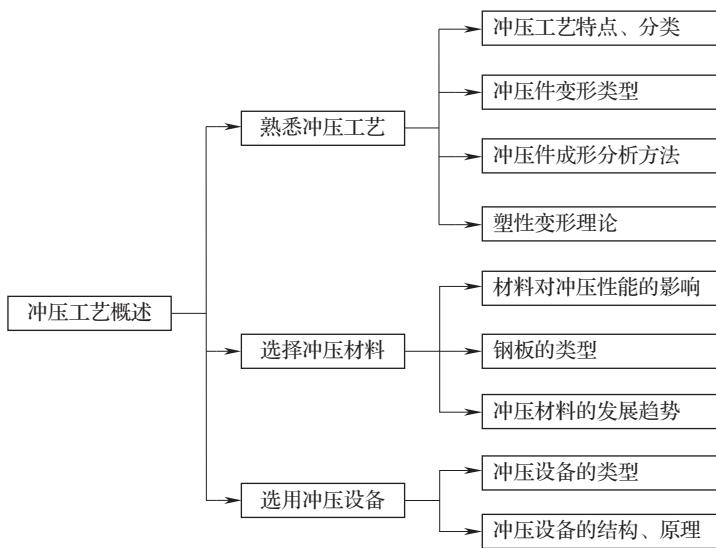


项目导入

现代汽车车身金属零部件大多需要通过冲压加工成形，但是不同形状的零件，加工成形方法也各不相同，因此，我们必须了解和清楚冲压加工各种工艺方法的特点及作用，才能够正确设计零部件的生产工艺，加工出合格的冲压件。通过本项目的学习，我们能够初步了解各种冲压加工方法的作用、类型及特点。



思维导图



任务1.1 熟悉冲压工艺



任务准备

1. 分小组实施任务准备，一般4~6人为1小组，设组长1名；
2. 各小组课前查找有关冲压工艺的图文资料。



任务要求

1. 了解冲压工艺特点及类型；
2. 能够正确分析冲压件的变形。



一、冲压工艺特点

冲压是在常温下，利用冲压设备上模具对板料施加压力，使板料在模具内产生分离或变形，成为一定形状、尺寸和性能的零件的金属加工方法。冲压加工通常是在室温状态下进行（不用加热，显然处于再结晶温度以下），故也称为冷冲压。

冲压加工方法与其他加工方法如金属切削加工等相比较，具有下述优点。

(1) 工艺设备操作简便，生产率高，便于实现机械化与自动化。

(2) 冲压可以获得其他加工方法不能制造或难以制造的形状复杂的零件。

(3) 废料较少，用料经济，表面质量好，可以获得强度高、刚度大、质量小的零件，在大批大量生产中能显著降低成本。

(4) 由于模具多为单件生产，精度要求高，制造周期长；因此模具制造费用高，不宜用于单件小批量的零件生产。

因此，冲压生产是一种优质、高产、低消耗和低成本加工方法。

材料、模具和冲压设备是冲压工艺的三大要素。为了获得质优价廉的冲压件，必须具备优质的板料、先进的模具和性能优良的冲压设备。此外，还应根据板料的成形特点和变形规律，制定合理的工艺程序并适时对模具或冲压设备进行技术改进。

冲压工艺在汽车车身制造工艺中占有重要的地位。轿车所有覆盖件、骨架，卡车的驾驶室、货箱板车架等都是采用冲压方法制作的。汽车车身的大型覆盖件形状复杂，结构尺寸大，表面质量要求高，用冲压加工方法来制作这些零件的优点是用其他加工方法不能比拟的。

目前，世界各国都在不断研制各种冲压性能良好的板料，研制出了高效率、高精度和高寿命的大型复杂模具，使冲压生产与模具工业进入了一个崭新阶段。在先进的工业国家，冲压生产与模具工业受到了高度的重视，例如，美国和日本，模具工业的年产值已超过机床行业，成为重要的产业部门。

二、冲压工序分类

为适应制件形状、尺寸、内外在质量、批量的不同，冲压工序的种类有很多。冲压工艺的基本工序可以分为分离工序与成形工序两大类。分离工序的共同目的是将坯料/工序件/半成品沿一定的轮廓相互分离；成形工序的共同目的是在材料不产生破坏的前提下使坯料/工序件/半成品发生塑性变形，成为所需制件。各工序简介见表 1-1-1 和表 1-1-2。

冲压生产除了基本工序外，还会涉及其他工序，如接合工序（铆接等）、装配工序、修饰包装工序等，由于篇幅所限，本书不展开讲述。



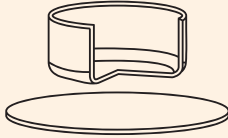
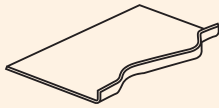
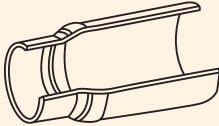
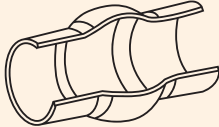
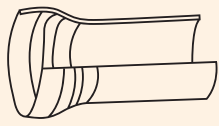
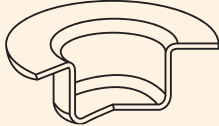
表 1-1-1 冲压工艺中的分离工序

工序名称	示意图	说 明
落料		分离轮廓为封闭曲线，轮廓内为制件，轮廓外为废料，用于加工各种形状的平板形制件
冲孔		分离轮廓为封闭曲线，轮廓内为废料，轮廓外为制件，用于在制件上加工各种形状的孔，落料与冲孔统称为冲裁
切断（剪切）		分离轮廓为不封闭曲/直线，用于将板料裁切成长条或加工成形状简单的平板形制件
修边（切边）		在工序件，半成品的曲/平面上沿内/外轮廓修切，以获得规则整齐的棱边、光洁的剪切面和较高的尺寸精度
剖切		将整体成形得到的工序件/半成品切开成数个制件，多用于不对称制件组成成形之后的分离
切口		将制件沿不封闭的轮廓部分地分离，并使部分板料产生弯曲变形

表 1-1-2 冲压工艺中的成形工序

工序名称	示意图	说 明
弯曲（压弯）		将坯料，型材/工序件，半成品沿直线压弯成具有一定曲率和角度的制件

续表

工序名称	示意图	说 明
拉深		变形区在一拉一压的应力作用下, 使板料(浅的空心坯)成形为空心件(深的空心件), 而壁厚基本不变。用于将板料外缘全部/部分转移到制件侧壁, 使板料成形为开口空心制件
翻边		沿封闭/不封闭的轮廓曲线将板料的平面/曲面边缘部分翻成竖直边缘
缩口		将空心/管状工序件或半成品的某个端部的径向尺寸减小
胀形		使板料/空心工序件, 半成品的局部变薄, 从而使其表面积增大
扩口		将空心/管状工序件或半成品的某个端部的径向尺寸扩大
整形		对坯料, 工序件/半成品的局部、整体施加法向接触压力, 以提高制件尺寸精度, 获得清晰的过渡形状

三、冲压件变形类型

冲压件工序的类型虽然很多, 但从板料的变形角度看, 可以概括为两种基本类型。

(1) 压缩型。压应变的绝对值最大, 板料压缩, 厚度增厚。当作用在板料变形区的压应力的绝对值最大时, 在这个方向上的变形一定是压缩变形, 板料的成形主要是靠压缩变形和厚度实现的。压应力成分越多, 数值越大, 材料的缩短与厚度的增加越严重。压缩类变形的极限是材料在压应力作用下的失稳起皱。如拉深时凸缘起皱就属于压缩型, 如图 1-1-1 所示。

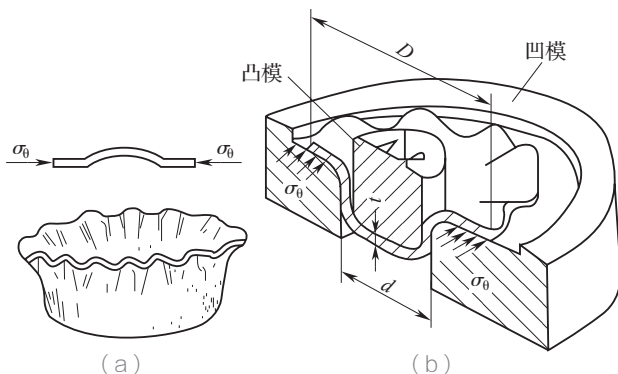


图 1-1-1 拉深时凸缘起皱

(2) 伸长型。拉应变的绝对值最大，板料伸长，厚度减薄。工件上某点叠加拉应力分力越多，数值越大，材料的伸长和减薄也越严重。这类变形称为伸长类变形，如翻孔、胀形、内凹外缘翻边。伸长类变形的极限是材料在拉应力作用下失稳破裂，如拉深时筒壁破裂，如图 1-1-2 所示。

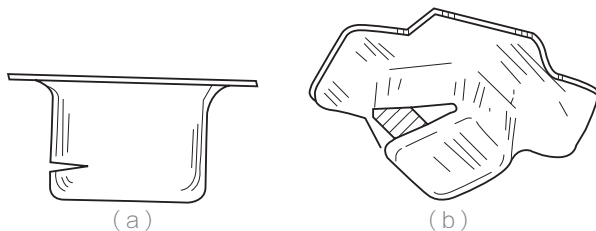


图 1-1-2 拉深时筒壁破裂

四、冲压件成形分析方法

复杂冲压件的成形，其板料变形往往是几个基本成形工序综合作用的结果。图 1-1-3 所示为车身翼子板，周边相当于翻边，而腹板上兼有拉深、冲孔性质。因此在分析一个具体的冲压件时，一方面，必须将不同变形性质的部分明确区分，利用翻边、弯曲、拉深和胀形等基本工序，作为分析零件变形特点的主要依据；另一方面，还必须注意它们之间的叠加关系，不能将具有多种变形性质的部分，作为某一个单纯的基本成形工序孤立地看待。



图 1-1-3 车身翼子板

五、塑性变形理论

金属塑性变形理论是车身冲压件压力加工的基础理论，掌握塑性变形的基本知识，可正确判断应力应变状态，分析工件成形，合理设计工艺；也有助于分析产品质量问题，改进工艺。

金属塑性变形的基本理论包括变形板料内各点的应力状态、应变状态以及产生塑性变形时各应力之间及应力应变之间的关系等。

1. 塑性变形概念

材料的变形分为弹性变形和塑性变形。外力去除后能恢复原状态的变形称为弹性变形，不能恢复原状态的变形称为塑性变形。金属材料是一种兼具弹、塑性的材料，在变形力作用下，既能产生弹性变形，又能从弹性变形发展到塑性变形。当塑性变形发展到一定程度时，材料就会发生破坏。

小提示

从微观看，固体金属由晶体组成，原子在晶体所占的空间内有序排列。在没有外力作用时，金属中原子处于稳定的平衡状态，金属物体具有一定的形状与尺寸。若施加外力，会破坏原平衡状态，造成原子排列畸变（图1-1-4），引起金属形状与尺寸的变化。

若除去外力，金属中原子立即恢复到原来稳定平衡的位置，原子排列畸变消失，金属完全恢复了自己的原始形状和尺寸，这样的变形称为弹性变形，如图1-1-4（b）所示。

继续增加外力，原子排列的畸变程度增加，移动距离大于受力前的原子间距离，晶体中一部分原子相对于另一部分产生较大的错动，如图1-1-4（c）所示。外力除去以后，原子间的距离虽然仍可恢复原状，但错动的原子不能再回到原始位置，如图1-1-4（d）所示，金属的形状和尺寸也发生了永久改变。这种在外力作用下产生不可恢复的永久变形称为塑性变形。因此，在塑性变形条件下，总变形既包括塑性变形，也包括弹性变形。

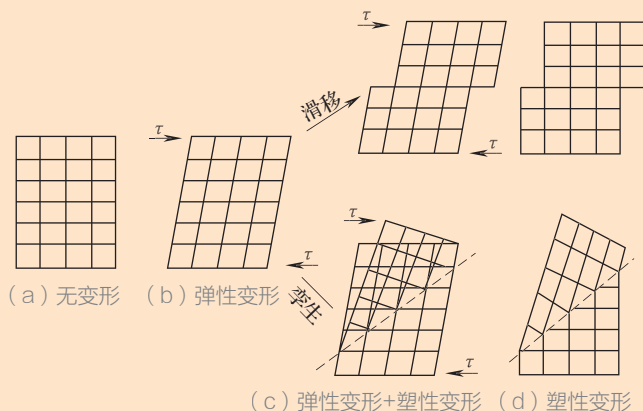


图 1-1-4 单晶体变形

2. 塑性变形的基本形式

(1) 单晶体塑性变形。单晶体的塑性变形主要通过滑移和孪生两种方式进行。



滑移是晶体一部分沿一定的晶面相对于另一部分做相对移动。孪生是晶体一部分相对另一部分，对应于一定的晶面（孪晶面），绕一定方向发生转动的结果。如图 1-1-4 所示。

金属的临界孪生剪切应力比临界滑移剪切应力大得多，只有在滑移过程受阻时，晶体才发生孪生。孪生后由于晶体转至新位向，有利于滑移，使金属的变形能力提高。滑移和孪生两者往往交替进行。

(2) 多晶体塑性变形。多晶体塑性变形包括晶内变形和晶间变形两种情况，如图 1-1-5 所示。金属都是多晶体，其由大小、形状、位向都不完全相同的晶粒组成。

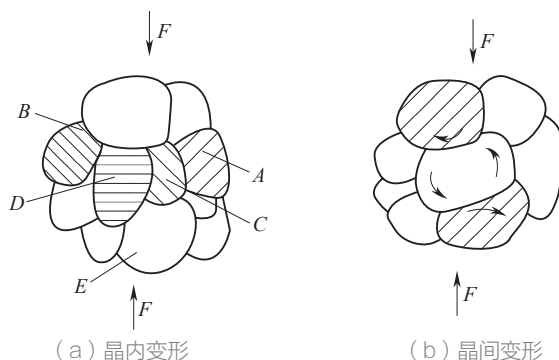


图 1-1-5 多晶体的塑性变形

单就一个晶粒来说，其晶内塑性变形方式与单晶体相同。多晶体在受到外力作用时，各晶粒的变形先后、变形量均不一致。

多晶体塑性变形后会引发纤维组织晶粒沿最大变形方向伸长，形成纤维状的晶粒组织，即纤维组织。

3. 板料冲压成形性能

(1) 板料成形极限。板料对冲压成形工艺的适应能力称为板料冲压成形性能。板料在成形过程中可能出现两种失稳现象：一种是拉伸失稳，即板料在拉应力作用下局部出现缩颈或断裂；另一种是压缩失稳，即板料在压应力作用下出现起皱。板料在失稳之前可以达到的最大变形程度称为成形极限。成形极限分为总体成形极限和局部成形极限。

总体成形极限反映板料失稳前尺寸可以达到的最大变形程度，如极限拉伸系数、极限胀形高度和极限翻边（孔）系数等。这些极限系数通常作为规则形状板料零件工艺设计的重要依据。

局部成形极限则反映板料失稳前局部尺寸可以达到的最大变形程度，如复杂零件成形时，局部极限应变属于局部成形极限，由于复杂零件变形的不均匀性，板料各处变形差异很大，因此必须用局部成形极限来描述板料各点变形程度。成形极限越高，说明板料冲压性能越好。

(2) 冲压成形性能。材料的性能对冲压成形性能具有重要影响，尤其对复杂和精密成形零件的影响尤为显著。板料冲压成形性能包括抗破裂性、贴模性和定形

性等。

① 抗破裂性。由于板料抗破裂性差，会导致零件严重损坏，难以修复而无法使用，因而目前冲压生产中，主要是用抗破裂性作为评价冲压成形的指标。

② 贴模性。板料的贴模性是指板料在冲压成形中取得与模具形状一致的能力。成形中产生起皱、塌陷和鼓包等缺陷，均会降低贴模性。

③ 定形性。定形性是指零件脱模后保持在模内既得形式的能力。影响定形性的主要因素是回弹，造成零件脱模后有较大的形状和尺寸误差。



巩固提升

1. 各小组通过搜集资料，了解冲压工艺的特点与类型。
2. 针对汽车车身，分析不同冲压工艺在车身冲压加工中的实际作用。
3. 研究不同冲压工艺的基本加工过程。
4. 理解和分析冲压成形性能的主要内容。

任务1.2 选择冲压材料



任务准备

1. 分组实施任务准备，一般4~6人为1组，设组长1名；
2. 提供常见的各种牌号钢板、铝合金等金属材料。



任务要求

1. 能够熟悉车身常用材料冲压性能的优缺点；
2. 根据车身不同位置结构，能够选择合适的车身冲压材料。



相关知识

汽车车身冲压件（覆盖件）的材料除了要保证足够的强度和刚性以满足车身的性能外，还要求必须满足冲压工艺的要求。冲压用材料的质量是冲压工艺中一个非常重要的因素，它直接影响冲压工艺过程设计、冲压件的质量和产品的使用寿命，还关系到冲压件的成本和组织均衡生产。因此，一方面应提高冲压件的结构工艺性来改善冲压过程的变形条件，以降低对材料的质量要求；另一方面应选择具有适当冲压成形性能的材料，以适应冲压过程的变形要求，保证制件质量。



小提示



冲压件有两类：一类是形状复杂但受力不大，如汽车驾驶室覆盖件和一些机器的外壳，只要求钢板有良好的冲压性能和表面质量，多采用冷轧深冲低碳薄钢板；另一类零件形状比较复杂而且受力较大，如汽车车架，要求钢板既有良好的冲压性能又有一定的强度，多选用冲压性能好的热轧低合金（或碳素）厚钢板。

冲压性能好的板料应是便于加工、容易得到高质量的冲压件，生产效率高（一次冲压工序的极限变形程度和总的极限变形程度大）、模具磨损小等。

一、冲压加工对冲压件材料性能的要求

在冲压件的工艺分析中，除对冲压件的形状、尺寸和精度进行工艺性审查外，还应审查冲压材料是否符合冲压加工的工艺要求。冲压加工对冲压材料的要求主要包括材料性能和表面质量及厚度公差两个方面。

（1）冲裁加工。用于冲裁加工的材料，应具有足够的塑性和较低的硬度，这有利于提高冲裁件的断面质量和尺寸精度。软材料（如黄铜）具有良好的冲裁性能，冲裁后可获得断面光洁和倾斜角度很小的工件。硬材料（如高碳钢、低碳钢）冲裁后质量不好。对于脆性材料，在冲裁时易产生撕裂现象。塑性差的材料或厚板进行冲裁时，为了提高材料的塑性，可采取加热冲裁。

（2）弯曲加工。用于弯曲成形的材料，要求具有足够的塑性、较低的屈服强度和较高的弹性模量。塑性高的材料，在弯曲时不易开裂。屈服点较低、弹性模量较高的材料，在弯曲后产生的回弹小，容易得到尺寸准确的弯曲形状。在金属板料中，含碳量小于0.2%的低碳钢、黄铜和铝等塑性好的材料，容易弯曲成形；脆性较大的材料如磷青铜（QSn6.5 ~ 2.5）、弹簧钢（65Mn）等，弯曲时必须具有较大的相对弯曲半径，否则在弯曲过程中易产生开裂。对于脆性很差的材料，为防止弯曲时产生裂纹，也可采用加热弯曲方法。

（3）拉深加工。用于拉深成形的材料，要求具有高的塑性、低的屈服点和大的厚向异性系数，而硬度高的材料则难以进行拉深成形。板料的屈强比 σ_s/σ_b 越小，冲压成形性能越好，一次拉深的极限变形程度大。厚向异性系数 $r > 1$ 时，宽度方向的变形比厚度方向的变形容易。 r 值越大，在拉深过程中越不容易产生变薄和发生破裂，拉深成形性能越好。在金属材料中，碳质量分数小于0.15%的低碳钢、软黄铜（铜质量分数68% ~ 72%）、纯铝及铝合金、奥氏体不锈钢材料，具有较好的拉深性能。

二、板料的质量对冲压性能的影响

影响板料冲压性能的质量指标主要是材料的力学性能（ σ_s 、 σ_s/σ_b 、 δ 、 n 、 r 、 Δr ），此外还有化学成分、金相组织和板料的表面质量和尺寸精度。

1. 力学性能指标及其对冲压性能的影响

(1) 屈服极限 σ_s 。屈服极限 σ_s 小, 材料容易屈服, 则变形抗力小, 产生相同变形所需的变形力就小, 并且屈服极限小, 当压缩变形时, 因易于变形而不易起皱。对弯曲变形而言, 则变形后回弹小, 即贴模性和定形性好。

(2) 屈强比 σ_s/σ_b 。屈强比对板料冲压成形性能有较大的影响。屈强比小, 说明 σ_s 值小而 σ_b 值大, 即容易产生塑性变形而不易破裂, 也就是说, 从开始产生屈服至拉裂有较大的变形区间。尤其是对压缩类变形中的拉深变形而言, 屈强比具有重大影响。当变形抗力小而强度高时, 变形区的材料易于变形而不易起皱, 而传力区的材料有较高强度而不易拉裂, 有利于提高拉深变形的极限变形程度。

(3) 延伸率 δ 。拉伸试验中, 试样拉断时的延伸率称为总延伸率或简称延伸率。而试样开始产生局部集中变形(颈缩)时的延伸率称均匀延伸率 δ 。 δ 表示板料产生均匀的或稳定的塑性变形能力。

一般情况下, 板料的成形都是在板料的均匀变形范围内进行的, 即板料的拉应力大于或等于屈服极限, 而小于或等于强度极限。因此, δ 对于冲压成形性能有更直接、实际的意义。 δ 值越高, 板料的冲压成形性能越好。复杂曲面的车身覆盖拉延件要求板料具有较高的均匀延伸率。

(4) 硬化指数(应变刚指数) n 。常用金属材料在常温下的塑性变形过程中会出现硬化效应, 使材料机械性能的强度指标 (σ_s , σ_b) 随变形程度的加大而增加, 同时塑性指标(延伸率 δ 和断面收缩率 Z) 下降。

小知识

断面收缩率是材料的塑性指标之一。材料受拉力断裂时断面缩小, 断面缩小的面积与原面积之比值叫断面收缩率, 标准 JB/T 6396—2006《大型合金结构钢锻件 技术条件》中用 Z 表示, 单位为 %。



断面收缩率计算公式为

$$Z = \frac{A_0 - A_1}{A_0}$$

式中 A_0 ——试件原始截面积;

A_1 ——试件拉断后颈缩处的截面积。

应变硬化指数 n 又称为 n 值, 也称为应变刚性指数 n , 它表示在塑性变形中材料的硬化程度。在伸长类变形中, n 值大的材料, 由于加工硬化严重, 变形抗力增长大, 从而使变形趋于均匀, 变薄减小, 厚度变化均匀, 表面质量好, 极限变形程度增大, 零件不易产生裂纹, 所以其冲压成形性能好。在具有复杂曲面的车身覆盖件的深拉深工序中, 当板料毛坯中间部分的胀形成分较大时, n 值对冲压性能的这种影响尤为显著。

(5) 厚向异性系数 r 。由于钢板结晶和板材轧制时出现纤维组织等因素, 板料的塑性会因方向不同而出现差异, 这种现象称板料各向异性。各向异性包括厚度方



向各向异性和板平面各向异性。而厚度方向的各向异性用厚向异性系数表示（厚向异性系数是指单向拉伸试样宽度应变和厚度应变的比值）。

根据各向异性板料的塑性理论可知：板料成形时，板料变形不仅与板料所处的应力状态有关，而且与厚向异性系数 r 有关。 r 值越大，板材抵抗变薄的能力越强。

厚向异性系数可以说明在同样受力条件下板料厚度的变形能力。 $r > 1$ 时，板料宽度方向比厚度方向容易产生变形，即板料不易变薄或增厚。在拉深变形中，加大 r 值，毛坯切向易于收缩而不易起皱，有利于提高变形程度和保证产品质量。同样，材料 r 值大，板料受拉时，厚度不易变薄，因而也不易产生拉裂现象。

（6）板平面各向异性系数 Δr 。板材经轧制后，在板平面也出现各向异性，因此，沿不同的方向，其力学性能均不同，冲压成形性能就受到影响，尤其在沿轧制 45° 方向与轧制方向形成明显的差异。

由于板平面各向异性系数会增加冲压成形工序的材料消耗等，影响冲压件质量，生产中应尽量降低 Δr 值。

2. 化学成分和金相组织对冲压性能的影响

材料的化学成分与冲压性能有密切关系。一般来说，钢中的碳、硅、磷、硫的质量分数增加，都会使材料的塑性降低，脆性增加，导致冲压性能变差，其中碳质量分数对材料的塑性影响最大。碳质量分数不超过 $0.05\% \sim 0.15\%$ 的低碳钢板具有良好的塑性，车身覆盖件多采用这种塑性较好的低碳优质钢板。硅质量分数在 0.37% 以下的钢，硅对塑性影响不大，但超过这一数值，即使碳质量分数很低也会使钢板变得又硬又脆。硫在钢中与锰或钢相结合后，以硫化物的形态出现，严重影响钢板的热轧性能，促使条状组织产生，也使钢板的塑性降低。

钢板金相组织的晶粒大小也直接影响冲压性能。晶粒大小不均最易引起裂纹。粗大的晶粒在冲压成形时，会在制件表面留下粗糙的“橘皮”，影响制件表面质量。过小的晶粒会使钢板的塑性降低。由于在变形中的硬化作用，更会使材料的硬度、强度增加，容易造成冲压件开裂、回弹、扭曲或起皱等。

3. 板料的尺寸精度和表面质量对冲压性能的影响

板料的尺寸精度对冲压性能影响最大的是板料的厚度公差。板厚公差的大小是钢板轧制精度的主要指标。一定的冲压模具凸、凹模间隙适应于一定的毛坯厚度。厚度超差则影响产品质量。板料过薄则回弹难以控制，或出现“压不实”现象；板料过厚会拉伤制件表面，缩短模具寿命，甚至损坏模具或设备。特别是在同一张钢板上厚度不均，偏差过大，不利因素就更难消除。

板料的表面质量也是影响冲压性的因素之一。一般对板料的表面状况有如下要求。

（1）表面光洁。表面不应有气泡、缩孔、划痕、麻点、裂纹、结疤、分层等缺陷。否则，在冲压成形过程中，缺陷部位可能因应力集中而引起破裂。

（2）表面平整。如果板料表面瓢曲不平，在剪切或冲压时容易因定位不稳而出现废品；在冲裁过程中会因板料变形展开而损坏模具；在拉深时可能使压料不均匀而影响材料的流向，从而引起开裂或起皱。

(3) 表面无锈。如果板料表面有锈, 不仅对冲压不利, 损伤模具, 而且还影响后续的焊装、涂装工序的正常进行, 也影响工件质量。

三、冲压用钢板的类型

1. 按钢的品质分类

按钢的品质分, 常用的冲压用钢板有普通碳素钢、优质碳素结构钢以及汽车专用的具有较高冲压性能的低合金高强度钢板。

汽车冲压中应用较多的优质碳素结构钢板的牌号如下:

沸腾钢——05F、08F、10F、15F、20F;

半镇静钢——08b;

镇静钢: 08、10、15、20、30 等。

汽车专用钢板主要有 09Mn、16Mn、06Ti、10Ti 等。这类钢板主要用来冲制汽车的受力零件, 如车架。

2. 按钢板的拉深级别分类

(1) 厚度为 4 ~ 12 mm 的热轧钢板的拉深级别分为三级: S——深拉深级; P——普通拉深级; W——冷弯成形级, 见表 1-1-3。

(2) 厚度小于 4 mm 的热轧和冷轧薄钢板的拉深级别分为三级: Z——最深拉深级; S——深拉深级; P——普通拉深级, 见表 1-1-3。

表 1-1-3 热轧钢板的拉深级别代号

厚度 /mm	最深拉深级	深拉深级	普通拉深级	冷弯拉深级
4 ~ 12	—	S	P	W
<4	Z	S	P	

(3) 厚度小于 2 mm 的深冲压用冷轧薄钢板和钢带一般用于冲压汽车车身的复杂覆盖件, 其拉深级别分为三级: ZF——冲制拉深最复杂的零件; HF——冲制拉深很复杂的零件; F——冲制拉深复杂的零件, 见表 1-1-4。

表 1-1-4 冷轧钢板的拉深级别代号

厚度 /mm	冲制拉深最复杂零件	冲制拉深很复杂零件	冲制拉深复杂零件
<2	ZF	HF	F

上述三类钢板的拉深级别从高到低的排列顺序为 ZF、HF、F、Z、S、P、W。

3. 按钢板的表面质量分类

钢板的表面质量分为四组: I——特别高级的精整表面; II——高级的精整表面; III——较高级的精整表面; IV——普通的精整表面。

4. 按钢板轧制尺寸辅度(厚度公差)分类

钢板的尺寸精度或厚度公差如下:

A——高级精度; B——较高级精度; C——般精度。

深冲压用冷轧薄钢板分为 A、B 两级; 优质钢板分为 A、B、C 三级; 普通钢板



分为 B、C 两级。

钢板的分类除上述几点外，还有按制造方法分为热轧钢板和冷轧钢板；按轧材的形态分为钢板、钢带（卷钢）和扁钢。



交流讨论

下面为一钢板标注示例，讨论说明此标注的含义：

$$\frac{\text{B-1.0-GB 708—2006}}{\text{08F- II -GB 710—2008}}$$

四、钢板的模拟冲压成形性能试验

利用单向拉伸试验获得的材料力学性能参数在相当大的程度上定性地反映钢板的冲压性能，但不能很确切地反映钢板在各种冲压成形方法中的冲压性能，因此，冲压生产中广泛采用冲压成形性能的模拟试验。模拟试验方法的特点是突出实际冲压工序中某一方面或几个方面的变形特点，加以模拟，作为鉴定材料某种冲压性能的指标。

常用的模拟试验方法：① 胀形成形性能试验（杯突试验）；② 扩孔成形性能试验；③ 拉深成形性能试验；④ 弯曲成形性能试验；⑤ 拉深—胀形复合成形性能试验。

下面仅介绍其中的两种试验方法。

（1）冷弯试验。将试样在万能材料试验机上做 180° 冷弯（图 1-1-6）。在达到规定的弯心直径 D 后，若试验没有裂纹、分层等，即可认为冷弯合格。

（2）杯突试验。杯突试验又称顶压试验或胀形试验。试验时，用一规定的球状凸模（或钢球）向夹紧在规定的凹模内的试样施加压力（图 1-1-7），一直到试样开始出现裂纹为止。这时的凸模压入深度就是杯突深度。杯突深度越大，表明冲压性能越好。杯突试验结果反映钢板在胀形类成形中的冲压性能。

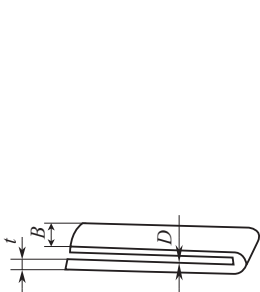


图 1-1-6 冷弯试验

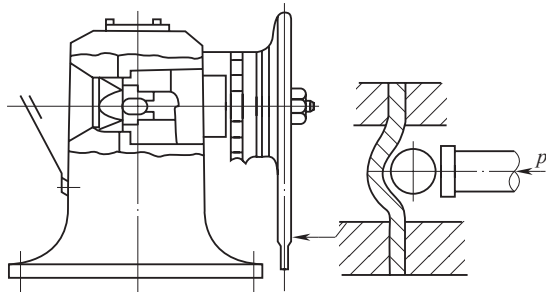


图 1-1-7 杯突试验

五、汽车材料的发展趋势

车身材料主要是低碳金属薄钢板，一般厚度为 $0.6 \sim 2.0 \text{ mm}$ 。随着现代车身技

术的发展, 车身材料要求既有相当的强度, 也要求重量轻。

1. 薄钢板发展趋势

(1) 化学成分。为保证冲压和焊接性能, 碳质量分数要控制在 0.05% ~ 0.15%, 硅质量分数要控制在 0.37% 以下, 低碳钢板具有良好的塑性。

由于采用先进的脱硫、脱气、炉外精炼、真空处理等工艺技术, 薄钢板的化学成分稳定性有所提高, 钢中的有害元素含量明显下降, 这对提高薄钢板的成形性能起到了很大的作用。对低碳薄钢板而言, 有的钢厂已经能根据零件的用途、形状的复杂程度来调整同一牌号钢种的化学成分, 以保证零件成形的合格率。

(2) 力学性能。板料的力学性能发展趋势是屈服强度不断降低及强度变动范围窄, 这样的屈服强度可保证材料具有良好的冲压性能。统计表明, 采用屈服强度 122 ~ 120 MPa 钢板生产的废品率为 0.3%, 而采用屈服强度 130 ~ 165 MPa 钢板生产的废品率为 5%。

(3) 表面质量。在冲压过程中, 材料表面缺陷部位可能因应力集中而破裂。随着汽车用户对车身外观质量、油漆效果的要求越来越严, 对涂漆质量有较大影响的钢板表面粗糙度也引起高度重视。表面粗糙度指标已列入钢板生产标准进行控制。经验表明, 当载货汽车的表面粗糙度 $Ra_{\text{盘}} \leq 1.3 \mu\text{m}$ 时涂漆效果较好。

目前, 中高档轿车白车身一般使用镀锌板, 但是钢厂生产的汽车钢板在轧制过程中的表面粗糙度和清洁度将直接影响镀锌的锌层附着力。

钢板的板厚精度控制也将影响现代化汽车生产线的工作准确性, 因为现代化的汽车生产线是用机器人点焊, 板厚误差大会增加焊接电阻、导致虚焊, 影响点焊质量。所以, 现代化的汽车制造对钢板的要求是十分严格的, 例如, 对宽 1.5 m、长 3 000 m、厚 0.8 mm 的钢板, 厚度公差不能超出 20 μm 。

(4) 防腐性能。为提高车身使用寿命, 车身材料不但要有足够的强度, 还要有一定的防腐性能。金属材料的防锈具有极大的经济价值。试验表明, 镀层钢板具有良好的防锈蚀性能、成形性和涂漆性以及优良的装饰性。镀层钢板主要有镀锌钢板、镀铝钢板、有机涂层板和复合涂层板等。1972 年, 美国汽车行业开始大量采用镀锌钢板。镀锌钢板的镀锌层厚度为 7.5 ~ 10 μm 。双面镀锌板制作的车身, 使用寿命可达 12 年。

(5) 不同性能钢板拼焊。拼焊钢板是将不同厚度和不同性能的钢板剪裁后拼焊起来的一种钢板。使用拼焊钢板可以在汽车外表部位使用涂镀层钢板, 便于更好地发挥其耐蚀性, 在承力或易磨损部位则使用较厚的高强度钢板。汽车构件上采用“拼焊”的部件常有侧面框架、车门内板、车身底板、侧面横挡、挡风玻璃窗框、中立柱、挡泥板、纵梁等。

拼焊钢板的应用, 简化了生产工艺, 降低了模具和焊装夹具的制造成本, 改善了零件性能的稳定性。

2. 采用轻量化材料

减轻汽车自重是节约能源和提高燃料经济性的最根本途径之一。据统计, 汽车每减轻质量 10%, 油耗可降低 6% ~ 8%。所以, 塑料, 铝、镁合金, 金属泡沫材料



等轻量化材料在汽车车身上的应用具有重要意义。

(1) 塑料。塑料是一种高分子材料,用它代替各种昂贵的有色金属和合金材料,不但可以提高汽车造型的美观度与设计的灵活性,还可以降低汽车的能耗。此外,塑料有抗腐蚀、耐磨、隔热、消声、减振等优点。近年来,塑料在汽车上的应用越来越多,目前已由内外装饰件向车身覆盖件和结构件方面发展。近年来塑料在轿车上的使用量约占车身结构质量的 10% ~ 30%。

尼龙具有耐热性和良好的力学性能,其用量越来越大,最适于机罩下部件和内饰件、外部部件,如手动刹车杆、踏板和镜架以及机罩下的摇臂罩、空气吸入系统、冷电路系统。

聚丙烯可以回收再利用,因此汽车工业对聚丙烯的市场需求持续增长。据报道,现在每辆汽车可以用 100 kg 含有聚丙烯的塑料替代 200 ~ 300 kg 其他材料,相应地在 1.5×10^5 km 的平均寿命里程中可以减少燃料消耗 750 L。与钢材相比,使用含有聚丙烯的材料,可使汽车保险杠轻 10.2 kg、发动机罩轻 2.2 kg、燃料箱轻 5 kg。图 1-1-8 所示为汽车塑料保险杠。图 1-1-9 所示为宝马 X5 系列轿车塑料翼子板,减轻了 1.5 kg。



图 1-1-8 塑料保险杠



图 1-1-9 宝马 X5 系列轿车塑料翼子板

(2) 铝、镁合金。车身材料使用铝合金,可以大大降低车重,每使用 1 kg 的铝,可降低汽车质量 2.25 kg。研究表明,一般汽车每减轻 1 kg 的质量,1 L 汽油可使汽车多行驶 0.1 km。这对油耗、性能以及操控性等具有重要的意义。铝合金具有高强度和吸能性好的优点,配合合理的结构设计,可以获得非常高强度的车身。铝由于表面易氧化形成致密而稳定的 Al_2O_3 氧化膜,所以耐蚀性好。

在纯铝或铝合金中加入添加剂后,经过发泡工艺制成泡沫铝,同时兼有金属和气泡特征,如图 1-1-10 所示。用泡沫铝材制造的汽车零件重量只有原钢件质量的 1/2,其刚度却为钢件的 10 倍;其保温绝热性能比铝高 95%;对频率大于 800 Hz 的噪声有很强的消声能力。有试验表明,两辆各自总质量为 2 000 kg、行驶速度为 20 km/h 的轿车相碰撞,只需 3 块 $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 10\text{ cm}$ 的泡沫铝材就能将碰撞能量吸收掉。

镁的相对密度只有 1.7,是铝的 2/3、钢的 1/4,使用镁合金可降低更多质量。如果每辆汽车能使用 70 kg 镁, CO_2 气体的年排放量就能减少 30% 以上。强度高于铝合金和钢,刚度接近铝合金和钢,能够承受一定的负荷;有良好的铸造性和尺寸稳定性,易加工,废品率低,从而降低生产成本;有良好的阻尼系数,减振量大于铝合金和铸铁,用于壳体可以降低噪声,用于座椅、轮圈可以减少振动,能提高汽车的安全性和舒适性,如图 1-1-11 所示。



图 1-1-10 泡沫铝材



图 1-1-11 镁合金车轮圈



巩固提升

1. 各小组分析车身上常用的各种材料，试说出车身上材料的种类。
2. 各小组分析总结，说出车身上常用非金属材料的部位及特点。
3. 各小组讨论分析，说出车身上常用的金属材料的特点。
4. 各小组讨论总结，理清车身上常用金属材料的质量对冲压性能的影响。
5. 各小组讨论，分析汽车冲压材料使用发展趋势。

任务1.3 选用冲压设备



任务准备

1. 分组实施任务准备，一般4~6人为1组，设组长1名；
2. 提供小型冲压设备。



任务要求

1. 了解各种冲压设备的特点；
2. 能够正确选用合适的冲压设备。



相关知识

用于冲压加工的设备与其他机械加工设备比较，有以下明显特点：工作机构只需做简单的往复运动，复杂的冲压工序主要靠模具完成；传动系统灵敏可靠，规律性强，易实现机械化和自动化。



根据传动方式不同, 冲压设备共有曲柄压力机、液压机、气动压力机、电磁压力机 4 类, 其中曲柄压力机应用最广泛, 其实物如图 1-1-12 所示。

一、曲柄压力机

曲柄压力机是一种通用金属成形机床, 图 1-1-13 所示为一种典型的曲柄压力机传动原理与结构。

1. 组成

曲柄压力机由下列几部分组成。

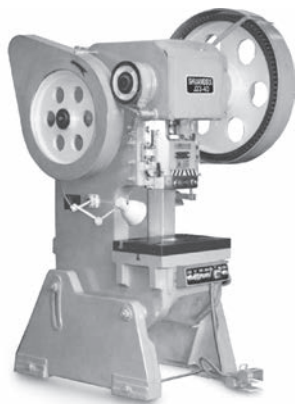


图 1-1-12 曲柄压力机实物图

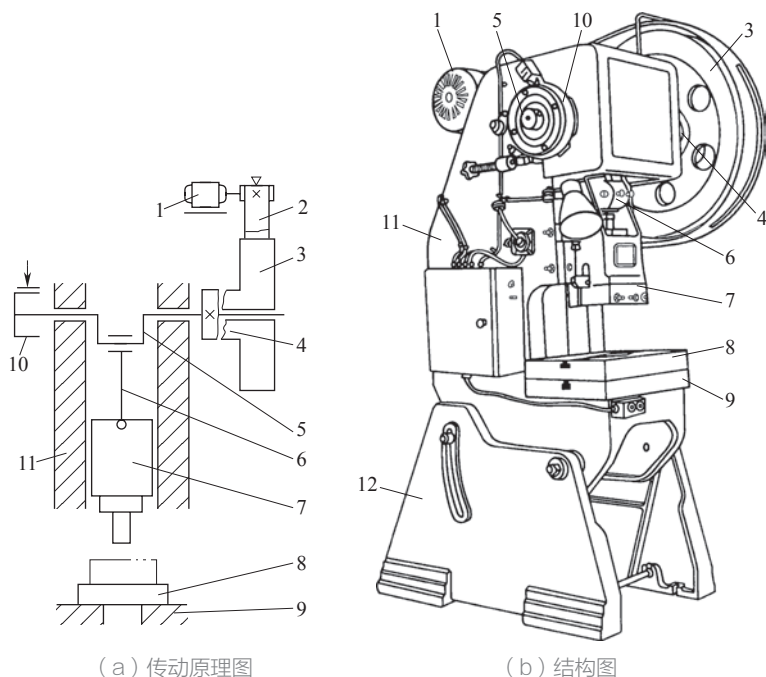


图 1-1-13 开式可倾曲柄压力机 (J23-16)

1—电动机; 2—皮带; 3—飞轮; 4—离合器; 5—曲轴; 6—连杆; 7—滑块;

8—工作台垫板; 9—工作台; 10—制动器; 11—机身; 12—机座

(1) 机身。机身 11 是压力机的骨架, 承受全部冲击力, 并将压力机所有的零部件连接起来, 保证全机所要求的精度、强度和刚度。机身上固定有工作台垫板 8, 用于安装下模。

(2) 工作机构。即为曲柄连杆机构, 由曲轴 5、连杆 6、滑块 7 等组成。电动机 1 通过皮带把能量传给飞轮 3, 通过离合器 4 传给曲轴, 并经连杆把曲轴的旋转运动变成滑块的上下往复运动。上模固定滑块上。

(3) 操纵系统。由离合器 4、制动器 10、电器检测控制装置等组成, 现代化设备上还装备了工业控制计算机。离合器是用来根据工艺操作需要连接或中断能源系统与工作机构联系的装置。制动器是在当离合器分离时, 使滑块停止在所需的位置

上。离合器的离、合，即压力机的开、停是通过操纵系统控制的。

(4) 传动系统。包括由大、小皮带轮及皮带组成的带轮传动机构（大中型压力机还设有传动轴和大、小齿轮组成的齿轮传动机构）等。其作用是减速增力，将电动机的运动和能量传递给工作机构。

(5) 能源系统。指电动机与飞轮（带轮）。一般冲压加工的有效工作时间都很短，就是说曲柄压力机在一个工作循环中，只在较短的时间内承受高峰负荷，而在较长的时间内是无负荷空转，为了降低电动机功率并使其负荷均匀、运行平稳，在压力机上装有转动惯量很大的飞轮，压力机空载时飞轮储存电动机提供的能量，压力机工作时飞轮释放能量。

除上述基本部分外，还有一些辅助装置，如气路系统、润滑系统、保险装置、快速换模装置、气垫及计数装置等。

2. 类型

曲柄压力机的结构类型主要有以下几种。

(1) 按机身结构分。按照压力机的机身结构，可以分为开式压力机（俗称冲床）和闭式压力机两种。图 1-1-13 所示为开式机身压力机实物图，图 1-1-14 所示为闭式机身单点压力机实物图（偏心齿轮式），图 1-1-15 为闭式机身单点压力机结构。

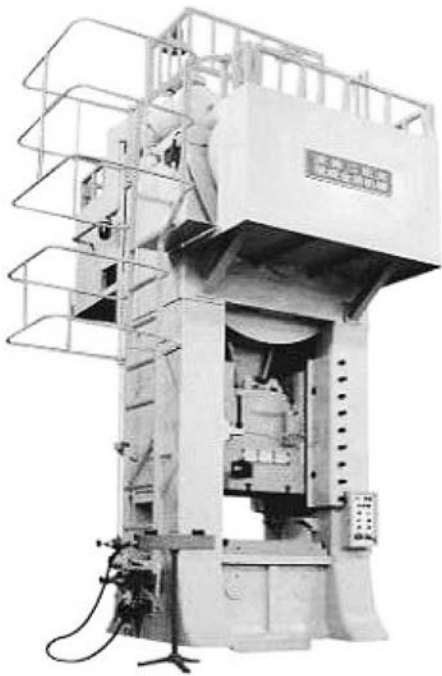


图 1-1-14 闭式机身单点压力机实物图

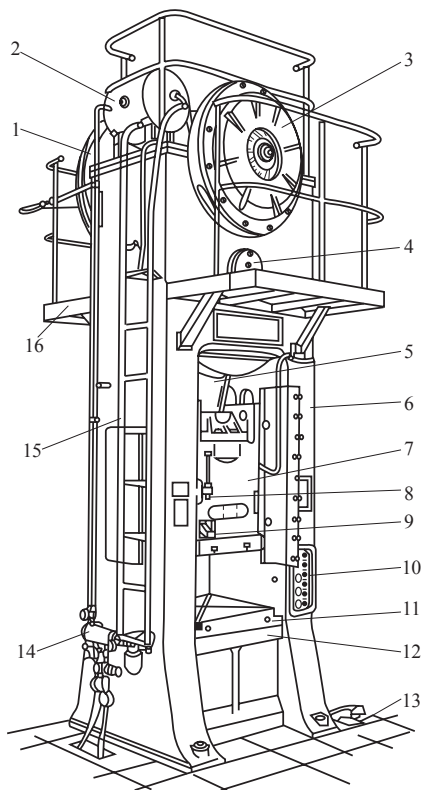


图 1-1-15 闭式机身单点压力机 (JC31-160)

1—飞轮；2—离合器储气筒；3—制动器；4—芯轴；
5—连杆；6—机身；7—滑块；8—撞杆；9—退料杆；
10—控制面板；11—工作台垫板；12—工作台；13—脚踏开关；
14—压缩空气控制阀等；15—扶梯；16—维修台



开式压力机机身前面、左面和右面3个方向是敞开的，操纵和安装模具都很方便。但是由于机身呈C字形，刚性较差。当冲压力较大时，机身易变形，影响模具寿命。因此只适用于中、小型压力机。开式机身有两种形式，一种是曲轴横置，双柱机身，其中的可倾式机身，可视需要后倾（ $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ），使制件及废料在自重作用下自动滑到压力机后面，便于自动化；另一种是曲轴（曲拐轴）纵置，单柱或双柱机身，由于在曲拐轴上设置了偏心套，通过调整偏心套的相对转角，使得单柱压力机的滑块行程可在一定范围内调节。有的小型单柱压力机的工作台可升降。

闭式压力机机身两侧封闭，只能前后送料，操作不如开式压力机方便，但是机床刚性好，能承受较大的压力，适用于精度要求较高和大吨位的压力机。

(2) 按连杆的数目分。按照压力机上连杆的数目，可分为单点、双点和四点压力机。单点压力机有一根连杆，双点和四点压力机分别有2根和4根连杆。单点压力机对压力中心偏移较敏感；多点压力机工作台面较宽大，便于安装大型模具或多副模具，且抗偏载能力较强。

(3) 按滑块数目分。根据压力机上滑块的数目，可分为单动压力机、双动压力机和三动压力机。单动压力机只有一个滑块。双动及三动压力机一般用于复杂制件的拉深。其中上传动双动压力机外滑块用于安装压边圈，内滑块用于安装拉深凸模。下传动双动拉深压力机的两个滑块分别设在工作台的上方和下方。

(4) 按传动方式分。压力机的传动系统可置于工作台之上（图1-1-14、图1-1-15和图1-1-16），也可置于工作台之下（图1-1-17）。前者称为上传动，后者称为下传动。下传动的压力机重心低，运动平稳，能减少振动和噪声，机身的受力情况也得到改善。但压力机平面尺寸较大，总高度又和上传动差不多，故重量大，造价高。且传动部分的修理也不方便，故现有通用压力机一般为上传动。

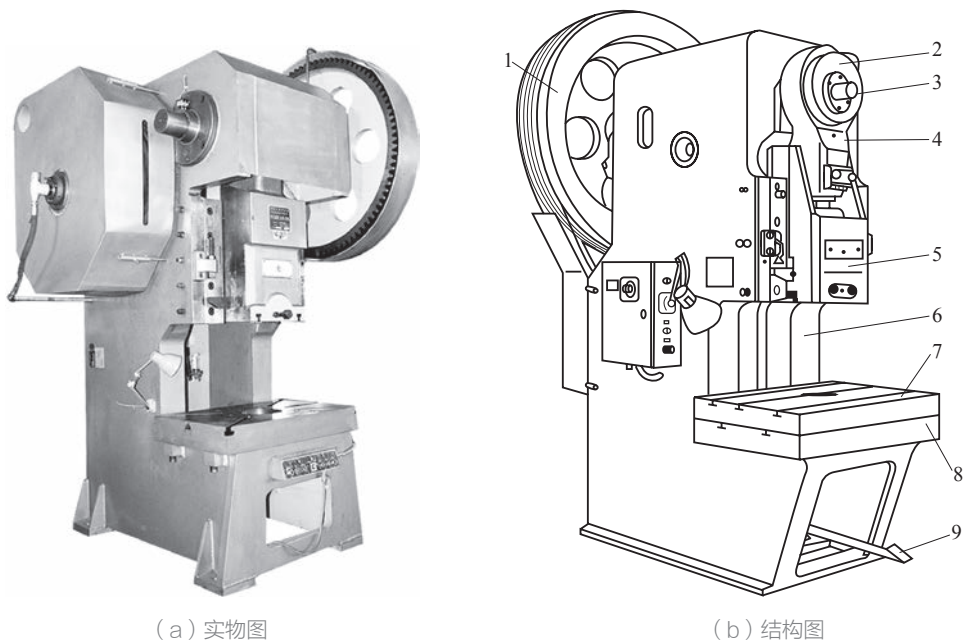


图 1-1-16 开式固定台压力机 (JB21-100B)

1—飞轮；2—偏心套；3—曲拐轴；4—连杆；5—滑块；6—机身；7—工作台垫板；8—工作台；9—操纵踏板

下传动压力机的工艺特点是，拉深行程长，可用于较大、较高零件的拉深，在搪瓷行业应用广泛。

(5) 按工作性质和用途分。按工作性质和用途不同，压力机可分为普通压力机、多工位自动压力机、高速压力机、数控冲模回转头压力机、剪板机、联合冲剪机等。

3. 技术参数

压力机的主要技术参数是反映一台压力机的工艺能力，所能加工零件的尺寸范围以及有关生产率等的指标。这些参数也是模具设计中选择冲压设备、确定模具结构的重要依据。

(1) 公称压力（标称压力）。滑块下行时所提供的工作压力由压力机主要构件的强度所决定。由曲柄连杆机构的工作原理可知，滑块的压力在全行程中不是一个常数，而是随曲轴转角的大小而变化的，其规律可用图 1-1-18 所示的许用负荷图表示，图中阴影线以下是安全区。由图可知，曲轴旋转到离下死点还有约 30° 转角之后（直至下死点位置），许用压力达到最大值 F_{\max} 。图中还标示出了压力角所对应的滑块位移点，为使用方便，制造厂提供的资料一般已换算为滑块行程。



图 1-1-17 下传动机械剪板机

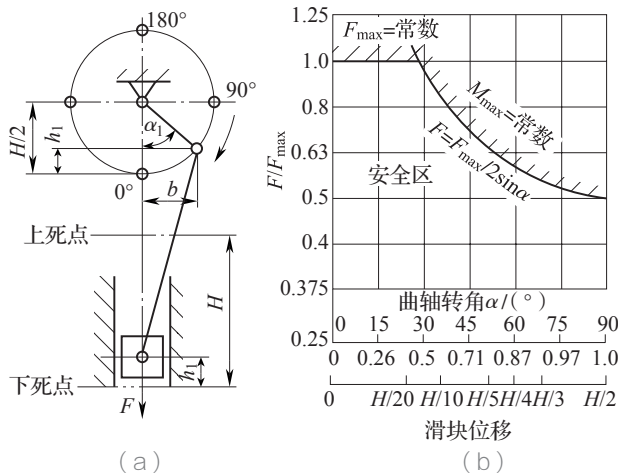


图 1-1-18 曲柄压力机的许用负荷图

公称压力就是指滑块下死点前某一特定距离（此特定距离称为公称压力行程）内，滑块所容许承受的最大作用力。

公称压力是表示压力机规格的主参数。我国的压力机公称压力已经系列化了。例如，63 kN，100 kN，160 kN，250 kN，400 kN，630 kN，800 kN，1 000 kN，1 250 kN，1 600 kN 等（表 1-1-5 ~ 表 1-1-7）。

冲压工艺所需的行程—力范围必须处于压力机许用负荷图的安全区之内，为拉



深等受力行程长的工序选择设备时尤其要注意这一点。

(2) 滑块行程。滑块行程是指滑块从上死点到下死点所经过的距离, 其值为曲柄半径的 2 倍。除曲拐轴压力机外, 一般压力机的行程是不可调的。滑块行程应能保证毛坯能顺利放入模具, 制件能从模具内顺利取出。

(3) 滑块行程次数。滑块行程次数是指滑块每分钟所完成的上下循环次数。滑块行程次数的多少, 关系到生产率的高低。一般压力机的滑块行程次数都是固定的。

(4) 装模高度。装模高度是指滑块在下死点时, 滑块底平面到工作台上的垫板上平面的距离。当装模高度调节装置将滑块调整到最上位置时, 装模高度达最大值, 称为最大装模高度。装模高度调节装置所能调节的距离称为装模高度调节量。冲模的闭合高度应在压力机的最大与最小装模高度之间。

有些资料用封闭高度表示压力机安装模具的空间高度, 它与装模高度之差是工作台垫板的厚度。

(5) 工作台面及滑块底面尺寸。工作台面及滑块底面尺寸是指压力机装模空间的平面尺寸。为便于安装固定模具用的螺钉和压板, 模具下模座的最大尺寸每边至少应比工作台面小 50 ~ 70 mm。

(6) 漏料孔尺寸。当制件或废料需要穿过工作台漏料孔下落, 或模具底部需要安装弹顶装置时, 下落件或弹顶装置的外形尺寸必须小于工作台中间的漏料孔尺寸。

(7) 模柄孔尺寸。滑块内安装模柄用孔的直径和模柄直径应一致, 模柄的高度应小于模柄孔的深度。

(8) 电动机的功率。必须保证压力机的电动机功率大于冲压时所需要的功率。

GB/T 14347—2009 规定了开式曲柄压力机基本参数。表 1-1-5 ~ 表 1-1-7 所列常用曲柄压力机的主要技术参数 (具体参数以设备使用说明书为准)。

表 1-1-5 部分开式压力机主要技术参数

技术参数	J23 系列开式可倾压力机								J21 系列开式固定台压力机				
	63	100	160	250	350	400	630	800	630	1000	1250	1600	2500
公称压力 /kN													
公称压力行程 /mm			2	3	5	3	4	9					
滑块行程长度 /mm	35	45	65	80	80	100	110	130	120	140	140	160	180
滑块行程次数 / (次/min)	170	145	90	70	50	60	60	45	55	38	38	40	30
最大装模高度 /mm	170	180	160	195	220	220	250	280	255	320	320	380	340
装模高度调节量 /mm	30	35	50	50	60	60	70	90	90	100	100	120	120
主电动机功率 /kW	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3	5.5	7.5	7.5	7.5	11	15	22

表 1-1-6 部分 J31 系列闭式单点压力机主要技术参数

技术参数	数 值							
	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
公称压力 /kN	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
公称压力行程 /mm	6.5	10	8.0	10	10	10.5	13	13
滑块行程长度 /mm	130	150	160	200	200	300	250	550
滑块行程次数 / (次/min)	35	40	32	32	28	25	25	12
最大装模高度 /mm	380	360	385	450	460	500	530	1000
装模高度调节量 /mm	100	150	140	180	160	200	160	200
主电动机功率 /kW	11	11	11	18.5	22	30	30	55

表 1-1-7 部分 J44 系列下传动双动拉深压力机主要技术参数

技术参数	数 值			
	400	550	800	1000
拉深滑块公称压力 /kN	400	550	800	1000
压边滑块公称压力 /kN	400	550	800	1000
拉深滑块行程长度 /mm	410	560	750	740
滑块行程次数 / (次/min)	11	9	6	8
最大坯料直径 /mm	600	780	1100	1200
最大拉深深度 /mm	230	280	450	460
最大拉深直径 /mm	400	550	700	700
主电动机功率 /kW	11	15	30	40

二、薄板拉深液压机

液压机根据帕斯卡原理制成，以液体（大型机用水—乳化液、中小型机用油）为介质传递能量。液压机一般由液压系统和本体两部分组成。液压缸、相关容器、管道和各种阀、泵是液压系统的主要构件；本体的结构类型有梁柱式（典型结构为三梁四柱）、框架式、单臂式等，部分大型液压机的工作台可移出，以便安装大型模具。

1. 液压机优点

(1) 结构上易于实现很大的作用力、较大的工作空间及较长的行程，因此适应性强，便于压制大型制件或较长较高的制件。

(2) 在行程的任何位置均可产生设定的压力，可以在下转换点长时间保压，这对许多工艺来说是十分需要的。

(3) 可以用简单的方法（各种压力控制阀）在一个工作循环中调压或限压，而不至于超载，有利于保护模具和设备。

(4) 滑块（动梁）的总行程可以在一定范围内任意改变，滑块行程的下转换点



可以根据压力或行程的位置来控制或改变。

(5) 滑块速度可在一定范围内调节, 从而适应不同工艺过程对滑块速度的不同要求。

(6) 与曲柄压力机相比, 液压机工作平稳, 振动和噪声较小, 对环境影响小。

2. 液压机缺点

(1) 快速性不如曲柄压力机。

(2) 突然卸载(如冲裁、剪切等)会产生振动, 故在完成冲裁作业时, 应留有较大的余地, 且尽量在靠近上死点处工作。

(3) 调整、维修较曲柄压力机困难。

液压机与曲柄压力机的工艺特点比较见表 1-1-8。

表 1-1-8 曲柄压力机与液压机工艺特点比较

项 目	曲柄压力机	液压机
工作速度	节拍快(50~200次/min), 不可调	慢, 可调
压力变化	与行程相关, 达到公称压力的行程短	整个行程都可达到设定压力
压力大小调节	难, 不准确	可方便地调节
冲击作用	有冲击作用, 振动、噪声较大	无冲击作用, 工作平稳
保压作用	不能实现	可实现
过载的可能性	存在	不存在
行程终端位置	固定, 一般不可调	不固定, 可调, 试模方便
工作空间	行程不能太长, 空间较小	行程长, 空间大
维修难度	较容易	较麻烦(泄漏)
工艺适应性	广泛	不适合冲裁、剪切等工艺

图 1-1-19 所示为双动薄板拉深液压机实物图, 其结构特征是含有分别驱动的内外两个动梁(拉深滑块与压边滑块)。图 1-1-20(a) 所示为双动薄板拉深液压机工作过程: 压边滑块先与毛坯接触并压紧, 拉深滑块继续下行, 进行拉深; 拉深完成后, 拉深滑块先回程, 上行一段距离后, 压边滑块再回程, 直到二者都回到初始位置。此时顶出缸上行顶出制件后再回到原位。

一方面, 拉深滑块与压边滑块的动作可按设定要求互相协调配合; 另一方面, 对压边滑块上多个压边缸的压力进行分别调节, 就可以使得周边不同位置具有不同的压边力。这样的特点, 可用来满足形状复杂而又不对称的制件(如大型覆盖件)和深桶形制件等的拉深工艺要求。此外, 双动液压机也可用于单动,

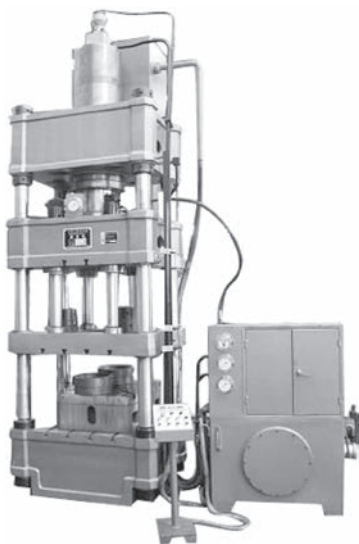


图 1-1-19 双动薄板拉深液压机

完成某些不需双动动作的冲压工艺。

拉深液压机一般设有液压垫，其作用力通过顶杆（穿过工作台）作用在模具上，既可以用来顶出，又可以用来压边。单动液压机使用倒装拉深模具，就是利用液压垫来压边，从而完成拉深作业（图 1-1-20（b））。

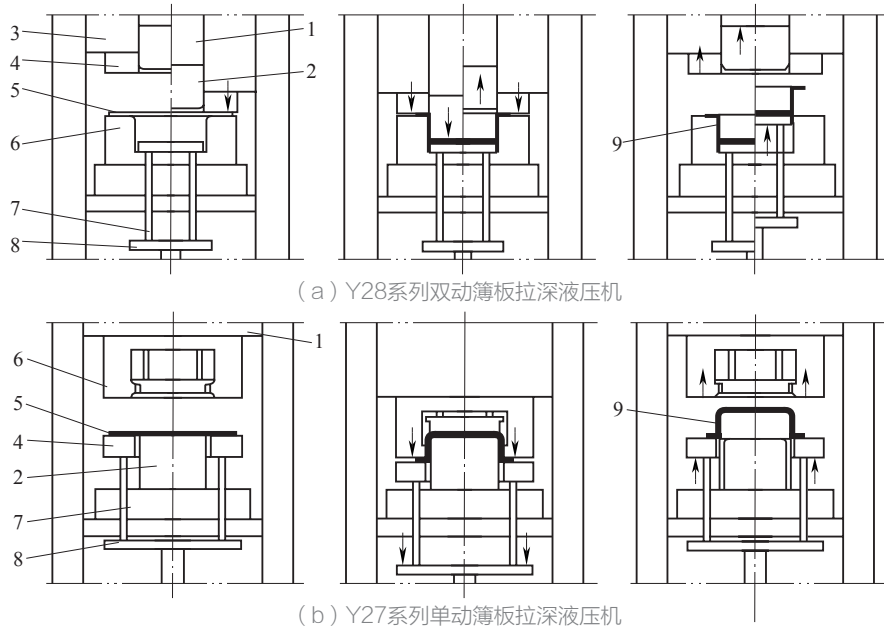


图 1-1-20 薄板拉深液压机动作过程示意图

1—拉深滑块；2—凸模；3—压边滑块；4—压边圈；5—坯料；6—凹模；7—顶杆；8—液压垫；9—制件

JB/T 8493—1996 规定了双动薄板拉深液压机基本参数。表 1-1-9 列出了部分薄板拉深液压机的主要技术参数。

表 1-1-9 部分薄板拉深液压机主要技术参数

技术参数	Y27 系列单动薄板拉深液压机				Y28 系列双动薄板拉深液压机			
	2000	3150	4000	5000	1800	3150	6300	8000
公称压力 /kN					1800	3150	6300	8000
拉深压力 /kN					1000	2000	4000	5000
压边压力 /kN					800	3150	2300	3000
液压垫压力 /kN	400	630	630	1600	315	630	1000	1250
拉深滑块行程长度 /mm	710	800	900	900	710	800	1100	1100
压边滑块行程长度 /mm					350	350	1000	1000
液压垫行程长度 /mm	200	300	150	300		300	300	350
拉深滑块开口高度 /mm	1120	1140	1250	1500	1460	1500	1800	2110
压边滑块开口高度 /mm							1700	2000
电动机功率 /kW	15	22	37	60	22	44	110	160

注：据合肥锻压机床股份有限公司资料整理。



小提示

除前述常用冲压设备外，还有其他冲压设备。如液压板料折弯机（图1-1-21）、数控冲模回转头压力机（图1-1-22）、联合冲剪机（图1-1-23）、卷板机（图1-1-24）、液压剪板机（图1-1-25）等。



图 1-1-21 液压板料折弯机



图 1-1-22 数控冲模回转头压力机

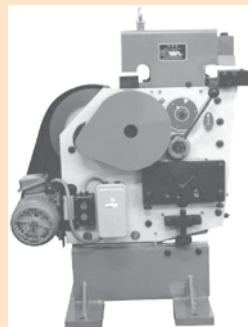


图 1-1-23 联合冲剪机

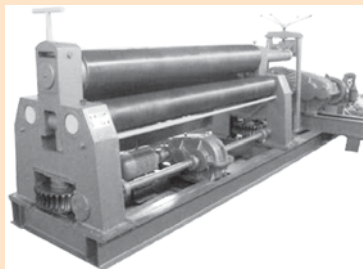


图 1-1-24 卷板机

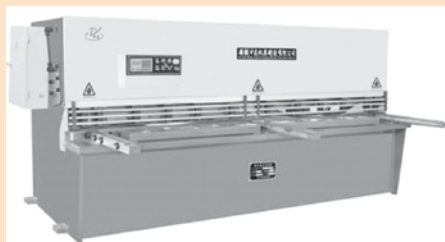


图 1-1-25 液压剪板机



巩固提升

1. 各小组通过搜集资料，了解冲压设备的类型。
2. 分析不同冲压设备的结构组成。
3. 分析不同冲压设备的应用范围。
4. 根据实际情况，各小组选择合适参数的冲压设备，并说出选择依据。



项目小结

冲压工艺概述	熟悉冲压工艺	<ol style="list-style-type: none"> 1. 冲压工艺包括分离工序和成形工序，在加工一般车身冲压件时，通常都包含这两类工序，而基本工序包括冲裁、弯曲、拉深和局部成形工艺； 2. 车身上的零部件在加工时，需要根据部件结构分析成形方法，制定冲压工艺
	选择冲压材料	<ol style="list-style-type: none"> 1. 车身上的材料各有不同，不同位置，所用材料也各不相同，冲压性能也各不相同； 2. 车身冲压常用板料主要是钢板，还有铝合金等材料。随车汽车轻量化发展趋势，车身冲压材料不断出现了新型材料，包括镁合金，还有碳纤维等非金属材料
	选用冲压设备	<ol style="list-style-type: none"> 1. 冲压加工过程中需要冲压设备即压力机； 2. 选择压力机要注意压力机的适用类型及设备参数的选择



项目评价

评价项目	评分标准	分数	学生自评	小组互评	小计
团队合作	团队和谐，有分工，有合作，积极参与，有责任心，自觉履行各项职责	10			
完成过程	分析具体问题，主动动手、积极思考，自主学习，带动团队	60			
创新点	介绍有创新点	10			
任务方案	完整、合理	10			
完成情况	按时圆满完成	10			
	总分	100			
教师评价					



职业技能鉴定指导

1. 职业道德

(1) 遵守有关法律、法规和规定。



(2) 爱岗敬业，忠于职守，自觉履行各项职责。

(3) 认真负责，严于律己。

2. 技能要求

(1) 能够根据不同的冲压工艺正确选用冲压设备。

(2) 掌握操作冲压设备的方法。

3. 模拟试题

(1) 曲柄压力机结构包括_____、_____、_____、_____、_____。

(2) 曲柄压力机的主要参数主要包括_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____、_____。

(3) 压力机的装模高度如何调整？