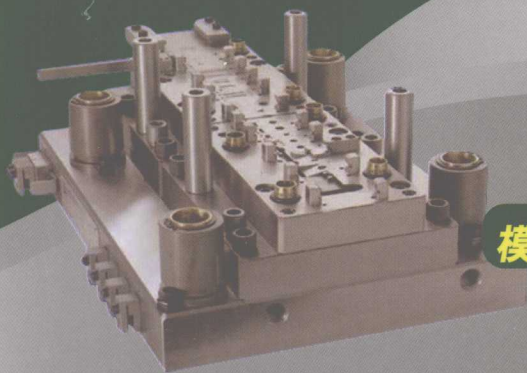


- 国家职业教育推荐教材
- 机械工人模块化学习与训练丛书

冲压模具

制造工

● 支 伟 主编



模块化教学 **必备**

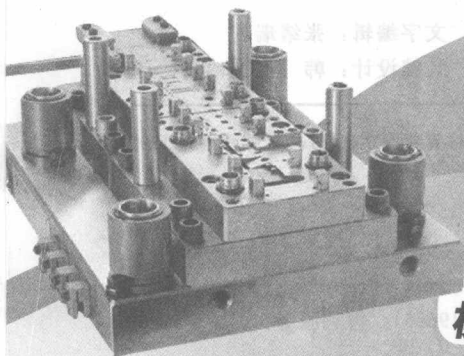


化学工业出版社

- 国家职业教育推荐教材
- 机械工人模块化学习与训练丛书

冲压模具 制造工

● 支伟 主编



模块化教学**必备**



化学工业出版社

· 北京 ·

本书面向冲压模具制造工的岗位要求,按照任务驱动模式编写,内容涉及制件的冷冲压成形工艺及各种常见冲压模具的结构设计、加工与装配、试模与生产等。并重点介绍了冲裁模的结构设计、模具总装工艺及其主要工作零件的设计、计算、加工工艺。全书模块涵盖了冲压模具制造工中级技能的绝大部分知识点和技能点。

本书可作为中职、高职院校的培训教材,也可供企业技术工人提高工作技能参考。

模具设计

冲压模具

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具制造工/支伟主编. —北京:化学工业出版社, 2007.11

(机械工人模块化学学习与训练丛书)

ISBN 978-7-122-01370-5

I. 冲… II. 支… III. 冲模-制模工艺 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 163168 号

责任编辑:张兴辉 黄 澄

文字编辑:张绪瑞

责任校对:郑 捷

装帧设计:韩 飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:北京市兴顺印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张6 字数157千字

2008年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:18.00元

版权所有 违者必究

前言

目前,机械职业教育发展迅速,各职业院校均将机械加工技能型人才的培养作为重点之一。职业院校采取的一般教学模式是:先全面进行基本理论教学,然后集中时间进行技能实训。这种教学模式在职业教育开始阶段取得了比较好的效果,但是也暴露出很多问题,主要是教学中的许多理论知识很难在实际操作中用到,即教学中老师很难对“必需、够用”为度的原则有很好的把握;另外,一般职业院校的学生生源大多都是高中或初中毕业,机械专业基础知识非常贫乏,在有限的教学时间内系统学习所有理论知识很困难,短时间内也很难领悟。针对现有教学模式存在的弊端,一种新的教学模式——模块化教学逐渐被推出,现在已经有许多职业院校采用。

国内职业教育的模块化大多采用德国的“双元制”模式,即以职业实践活动为核心组织必要的知识和技能,该模式具有以下三个主要特点:第一,不以学科为中心来组织教学内容,不强调知识的系统性、完整性,而是从职业活动的实际需要出发来组织教学内容,强调能力本位和知识的“必需、够用”原则;第二,课程结构实行模块化,这种结构不但能及时体现新知识、新技术、新工艺和新方法,更主要的是大大增强教学内容的适用性;第三,教学内容取舍的依据是职业岗位的实际需求,因此绝大多数模块都是以某一能力或技能的形成为主线,把专业知识和专业技能有机地融合为一个整体,每个模块几乎都是以“问题为中心”展开。

模块化教学模式是根据职业教育的每一种专项能力的培养要求来设计教学模块,课程设置、教学大纲和教材是基于对每个工种的

任务和技能的深刻分析，严格按照工作规范，开发出不同的教学模块，每个模块都有明确的学习目标和要求，还包括一个特定技能的详细工作步骤，它强调学以致用，具有较强的教学灵活性。

为了有效促进模块化教学模式在职业院校中的普及推广，化学工业出版社组织国内富有教学和实践经验的专家编写了《机械工人模块化学习与训练丛书》。丛书各分册紧密结合各工种的特点，按照模块化的思路编写。本书为《冲压模具制造工》分册，内容涉及制件的冷冲压成形工艺及各种常见冲压模具的结构设计、加工与装配、试模与生产等，并重点介绍了冲裁模的结构设计，模具总装工艺及其主要工作零件的设计、计算、加工工艺。

本书由江苏省通州职教中心支伟主编，李军、姜志刚、朱新民参与编写。在审稿过程中，得到了常州技师学院沈建峰老师的大力支持和帮助，在此表示感谢！

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目 录

模块一 制件工艺分析	1
1.1 制件形状与精度	1
1.2 制件材料	2
1.3 制件冲压成形工艺分析	4
模块二 冲裁模设计与结构分析	7
2.1 单工序模设计与结构原理	7
2.2 连续模设计与结构分析	10
2.3 复合模结构设计与工作原理	12
2.4 冲压模具的结构选择	14
模块三 冲裁工艺与典型零件的设计	18
3.1 冲裁模合理间隙的确定	18
3.2 冲裁模刃口尺寸的计算	24
3.3 工作零件设计	30
3.4 压力中心计算	33
3.5 冲压力计算	37
3.6 卸料、出件及压料装置	40
3.7 定位零件的设计	42
模块四 冲裁模典型零件的加工	45
4.1 凸模的加工方案与加工	45
4.2 凹模的加工方案与加工	48
4.3 凸凹模的加工方案与加工	63
4.4 工作零件固定板的加工方案与加工	70
4.5 卸料装置的加工方案与加工	75
4.6 导柱导套的加工方案与加工	81
4.7 冲压模座的加工方案与加工	84

模块五 冲裁模典型零件的装配方法	90
5.1 凸模的装配方法 with 要求	90
5.2 凸凹模的装配方法 with 要求	91
5.3 卸料装置的装配方法 with 要求	92
5.4 冲模装入模架的方法 with 要求	95
模块六 拉深模设计	100
6.1 拉深模与冲裁模的关系	100
6.2 拉深模的结构设计	101
6.3 拉深模典型零件设计	106
模块七 拉深模典型零件加工与装配	112
7.1 拉深模凸模零件的加工方法	112
7.2 拉深凹模的加工方法	115
7.3 拉深凸模固定板加工方案	118
7.4 拉深模凹模固定板加工方法	122
7.5 拉深模典型零件装配方法	127
模块八 筋拉深与成形模结构及典型零件加工	135
8.1 筋拉深与成形模结构设计	135
8.2 筋拉深与成形典型零件的设计	136
8.3 筋拉深与成形模具典型零件的加工	138
8.4 筋拉深与成形典型零件的装配	150
8.5 筋拉深成形模的总装配	153
模块九 卷边模结构与典型零件加工	156
9.1 卷边成形模结构设计	156
9.2 卷边成形模典型零件的设计	157
9.3 卷边成形模典型零件的加工工艺	160
9.4 卷边成形模的总装配	168
模块十 调试与生产	175
参考文献	177

1.1 制件形状与精度

本章选择不锈钢电饭锅盖作为制件,进行分析、测量、设计与加工。

$D=22\text{cm}$ 不锈钢电饭锅盖(图 1-1),形状美观,但要求接触底面密封性良好,它所起的作用与人们的日常生活密切相关,因此选择该制件进行测量、分析成形工艺、设计与制造,了解冷冲压制件成形的工艺、模具的设计原理、设计方案和加工方案的优化选择。

(1) 测量用量具

准备相应规格的游标卡尺、深度游标卡尺、万能角度尺、半径规、千分尺、刀口角尺等。

(2) 测量方法

用游标卡尺量取制件外形尺寸;深度游标卡尺量取制件高度尺寸;万能角度尺量取制件表面的斜度值;半径规量取制件各段的过渡半径值;千分尺量取制件材料的厚度尺寸值;刀口角尺量取制件表面平整度。

(3) 绘制件图

根据量取的所有尺寸值绘制件图,并标出各段的尺寸精度和技术要求。

实训教学中为达到举一反三的目的,从节约材料出发,实际加工用制件图可在原来的尺寸规格上按一定比例缩小,实训教学的制件图与尺寸精度见图 1-2。

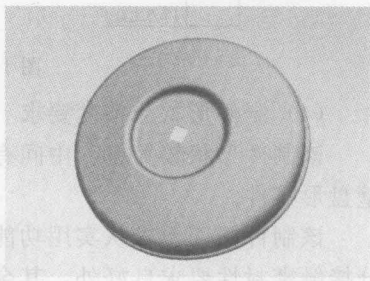


图 1-1 不锈钢电饭锅盖

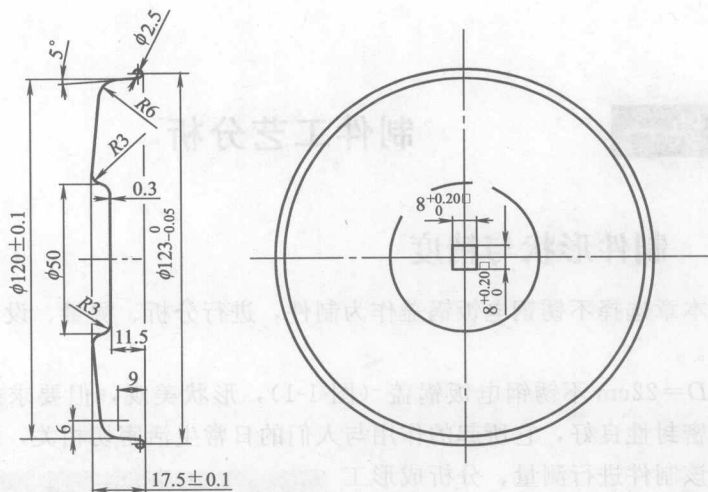


图 1-2 制件

(4) 制件形状与精度要求

该制件形状较简单，中间有一个 $8\text{mm} \times 8\text{mm}$ 方孔，类似一薄壁盘形零件。

该制件精度要求从实用功能来分析，除了加强筋部分与锅口部分接触密封性要求良好外，其余无特殊要求，只要连接圆滑美观即可。为了接触部分密封性良好，必须保证各尺寸段精度，加强筋下表面要达到一定的平面度要求。这是模具设计、结构优化、模具零部件加工和装配过程中都必须围绕的中心，必须保证的基本要求。

该制件形状不复杂，精度要求适中，必须通过落料、冲孔、拉深、弯曲等多道成形工序方能完成，是模具制造专业初学者了解、熟悉冷冲压模具的工作原理与结构，掌握冲压模具设计思路 and 实际加工的较典型制件之一。

1.2 制件材料

(1) 材料的力学性能与冷冲压工艺

材料的力学性能主要包括：抗剪强度 τ 、抗拉强度 σ_b 、屈服强

度 σ_s 、屈强比 σ_s/σ_b 、均匀伸长率 δ 等。

冷冲压所用的材料，不仅要满足产品设计的技术要求，还应满足冲压工艺的要求和冲压成形后的加工要求（如切削加工、电镀、焊接、铆接等）。

冷冲压工艺对材料的基本要求主要如下。

① 冲压成形性能对制件材料的要求。

a. 对于冲裁分离工序，为有利于制件冲裁分离和保证制件质量，延长模具寿命，应选择抗剪强度 τ 较小的材料。

b. 对于成形拉深工序，为有利于冲压成形和保证制件质量，制件材料应选择屈服强度 σ_s 较小的材料， σ_s 越小，材料的屈服强度越低，越容易产生塑性变形，变形后弹性恢复程度越小，对模具的强度要求越小，从而选用的设备压力也越小。

c. 制件材料应选择屈服强度 σ_s 与抗拉强度 σ_b 的比值较小的材料，屈强比 σ_s/σ_b 越小，材料的塑性变形区间越大，塑性变形性能越好。

d. 制件材料应选择均匀伸长率 δ 较大的材料，均匀伸长率较大时，材料有较大的塑性变形量及较好的塑性变形稳定性，在成形过程中不易因局部变形过大而导致开裂。

e. 制件材料应选择板厚方向性系数 γ 较大的材料。当板材的 γ 值较大时，它的拉伸性能较好，板材的极限拉伸系数 m_c 更小。

f. 制件材料应选择板平面方向性系数 $\Delta\gamma$ 较小的材料， $\Delta\gamma$ 值过大，对冲压成形不利。

② 对材料厚度公差的要求。

制件材料的厚度公差应符合国家规定的标准。因为一定的模具刃口间隙适用于一定厚度的材料，材料厚度公差太大，不仅直接影响制件的质量，还会导致模具刃口损坏，甚至可能损坏冲压设备。

③ 对材料表面质量的要求。

制件材料的表面应光洁平整，无分层和机械损伤、无锈斑、氧化皮及其他附着物。表面质量好的材料，冲压时不易破裂，不易擦伤模具，制件表面质量也好。

(2) 制件材料分析

本章选用的制件材料是不锈钢,选用的材料为 1Cr13,厚度 0.3mm。

退火后的材料力学性能分别为:抗剪强度 $\tau = 320 \sim 380 \text{MPa}$,抗剪强度 τ 不高,有利于冲裁分离工序的完成,有利于保证制件质量和延长模具寿命;抗拉强度 $\sigma_b = 400 \sim 470 \text{MPa}$,抗拉强度适中,有利于拉深成形和弯曲成形制件加强筋;伸长率也较大,材料有较大的塑性变形和塑性变形稳定性;拉深成形制件不易破裂。因此,1Cr13 不锈钢材料,可冲压成形工艺性良好,能够满足冲孔、落料、拉深、弯曲各道成形工序的冲压成形工艺的要求。

1.3 制件冲压成形工艺分析

(1) 制件成形工艺分析

本章采用的制件形状不复杂,制件的精度要求、制件材料和生产批量均符合冲裁工艺要求。制件的成形工艺方案有如下几种。

方案(一)

落料:根据制件成形需要用单工序模冲落外形坯料,达到一定尺寸要求。

冲孔:根据制件要求,用单工序模在冲落外形坯料上冲裁加工 $8\text{mm} \times 8\text{mm}$ 方孔。

拉深:根据制件要求,用拉深模对已落料、冲孔而得的坯料进行拉深成形。

弯曲:根据制件要求,用弯曲模对已拉深成形的坯料分别进行两道弯曲成形,成形加工出具有接触密封性良好的加强筋。

检验:对制件按图样要求进行检测验收。

方案特点:

此方案的特点是能按部就班分道实施。各道工序要求明确,模具结构简单,便于加工实施。但每道工序需一副模具,批量生产均各占用一台设备。制件精度受多道工序加工误差的影响,制件生产成本较高。

方案(二)

冲孔落料：根据制件要求，用级进模分别完成冲孔、落料两道工序。

拉深：根据制件要求，用拉深模完成拉深工序，保证制件弯曲精度。

弯曲：分两道工序弯曲成形加强筋。

检验：对制件按图样要求进行检测验收。

方案特点：

冲孔、落料用级进模分两道工序一模完成。提高了设备使用率，但冲孔位置精度受导料销和冲孔落料凸、凹模加工与装配精度的影响，也就是不易保证冲孔、落料的制件同轴度要求。

方案(三)

冲孔落料：冲孔、落料两道工序用复合模一次冲压完成。

拉深：拉深并为后道弯曲工序做准备。

弯曲：弯曲成形加强筋分两道工序完成。

方案特点：

冲孔落料用复合模一次冲压完成，保证了冲孔与落料过程的同轴度要求。其余工序与方案(二)相同，但结构较复杂，模具加工与装配难度较大。

(2) 成形工艺与制件精度

成形工艺对制件精度的保证起着决定性作用。只有合理的成形工艺才能使制件精确成形，较顺利地取出制件，保证制件精度，尽可能缩短每冲次间的间隔时间，提高经济效益，实现冲压生产机械化、自动化，尽可能降低劳动强度。

成形工艺的优化选择，应结合制件形状特点、制件精度、制件材料等因素，以保证制件精度为目的。只有能保证制件精度、模具简单、操作安全方便、能合理地使用设备的方案才是最优的。

(3) 选择方案

本章制件冲压成形工艺方案应选择方案(三)，它具有能保证冲孔落料工序的同轴度要求，拉深与弯曲两道工序，以内孔定位，

能保证制件的综合精度，能合理使用冲压设备、制件生产周期短、经济效益高等优点。

复习思考题

1. 用游标卡尺适宜测量哪类精度的制件？
2. 常见的电饭锅盖有几种形式？一般采用哪种冲压成形工艺生产制件？
3. 制件材料与制件精度有什么关系？
4. 成形工艺与制件精度有什么关系？
5. 制件材料力学性能主要指什么？
6. 冷冲压工艺对制件材料力学性能的基本要求是什么？
7. 优化成形冲压工艺方案应考虑哪些因素？
8. 冲压成形工艺方案（三）具有哪些优点？

2.1 单工序模设计与结构原理

(1) 冷冲压成形工序与制件工序

① 冷冲压成形工序 冷冲压制件往往需要经过多道冲压成形工序才能完成。如模块一所述制件需经冲孔、落料、拉深、弯曲等多道成形工序完成。由于冲压件的形状、尺寸、精度、生产批量、原材料等的不同，其冲压成形工序也是多样的，但大致可分为分离工序和塑性成形工序两大类。

分离工序是冲压过程中，使冲压件与板料沿一定的轮廓线相互分离的工序，如冲孔、落料、切断等。

塑性成形工序是材料在不破裂的条件下产生塑性变形，从而获得一定形状、尺寸和精度要求的零件，如弯曲、拉深、成形、冷挤压等。

② 制件成形工序与模具 在冲压的一次成形过程中，只能完成一个冲压工序的模具，称为单工序模。如制件成形过程中，落料、冲孔、拉深、修边、弯曲五道工序分别用五副模具来完成冲压成形，这五副模具均为单工序模。

在冲压的一次成形过程中，在不同的工位上同时完成两道或两道以上冲压工序的模具称为连续模（级进模）。如制件成形过程中，冲孔落料、拉深修边、弯曲成形等五道工序分别用三副模具来完成冲压成形，其中冲孔落料的模具称为连续模。

在冲压的一次成形过程中，在同一工位上，完成两道或两道以上冲压工序的模具，称为复合模。如制件成形过程中，冲孔、落料、拉深、弯曲成形等工序分别用四副模具来完成冲压成形，其中冲孔落料的模具称为复合模。

(2) 单工序模的结构设计与冲压原理

单工序模结构简单,但冲压原理与连续模、复合模是一致的或相近的。它是了解、掌握冲压成形过程工作原理的基础,因此本节以冲孔单工序模为例,逐一添加,分析设计原理与模具零件结构功能。

① 按制件冲孔形状分别设计凸模和凹模,并用固定板将它固定。一次冲压过程后,冲孔后的废料从凹模孔内掉下,冲孔制件紧紧地包紧在凸模外形面上,如图 2-1 所示。

② 要顺利地进行后续冲压,就必须将包紧在凸模上的坯料卸下来,方可进行后续冲压,因此就必须添加卸料零件,来完成卸料,并用限位螺钉防止卸料板与凸模脱离,如图 2-2 所示。

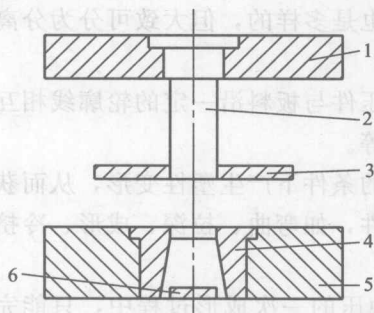


图 2-1 单工序冲孔模冲孔示意

1—凸模固定板; 2—凸模; 3—冲孔制件; 4—凹模; 5—凹模固定板; 6—冲孔废料

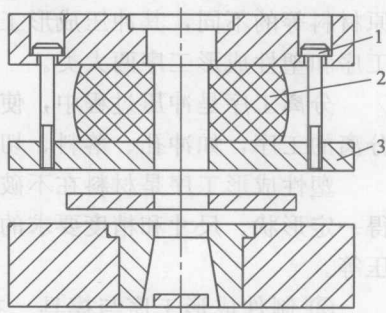


图 2-2 单工序冲孔模(带卸料装置)冲孔示意

1—限位调节螺钉; 2—弹性元件; 3—卸料板

③ 模具在冲压过程中,为了防止凸模受力向上窜动,便于上、下模与模座的安装,需添加上下垫板。

凸模与凹模在每个冲压过程中,为使每次分合时凸模都能准确地进入凹模中间,并且使冲裁间隙均匀,保证制件精度要求,需添加上、下模座和导向零件。

为了防止冲压过程中模具零件位置产生移动,需添加定位销和螺钉,如图 2-3 所示。

(3) 单工序典型零件与功能

① 工作零件 它是直接对坯料、半成品制件进行冲压加工的模具零件。它是决定制件形状和尺寸精度的主要零件。如图 2-1 中的凸模 2 和凹模 4。

② 定位零件 它是确定冲孔坯料在冲模中正确位置的零件。它是保证制件冲出的孔与制件外形同轴度达到要求的主要零件。

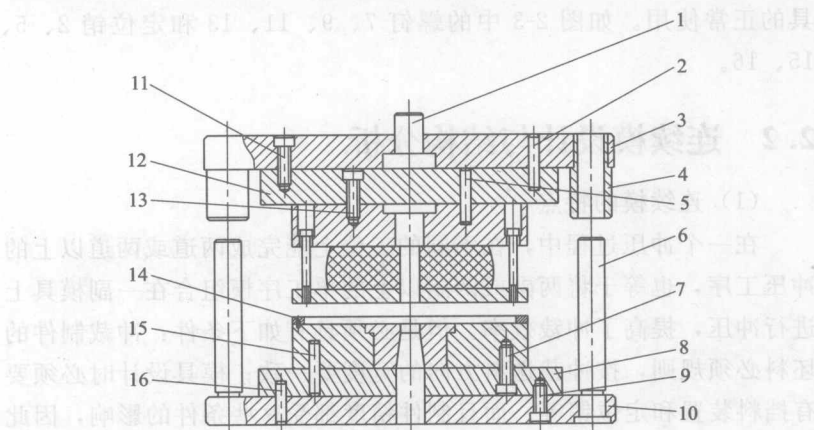


图 2-3 单工序冲孔模结构示意图

1—模柄；2,5,15,16—定位销；3—上模座；
4—导套；6—导柱；7,9,11,13—内六角螺钉；
8—凹模垫板；10—下模座；12—凸模垫板；14—定位圈

③ 卸料和压料零件 它是将冲裁后的制件或废料从模具凹模或凸模中卸下来的零件。它是保证后续加工顺利、缩短制件生产周期的主要零件。如图 2-2 中的卸料板 3、弹性元件 2、限位调节螺钉 1。

④ 导向零件 它是用以确定上、下模的相对位置，保证运动过程中导向精度的零件。它是决定上、下模分、合运动位置一致的主要零件，是保证冲裁过程中刃口间隙始终如一的关键零件。如图 2-3 中导套 4 和导柱 6。

⑤ 固定零件 它是将凸、凹模固定于上、下模上，以及将上、

下模固定在压力机上的零件。它将凸、凹模分别固定，并与压力机相连，是将压力机的上下冲压往复运动和冲压力传递到凸、凹模上的零件。如图 2-1 凸模固定板 1、凹模固定板 5 和图 2-3 中的上模座 3、下模座 10、模柄 1、凹模垫板 8 和凸模垫板 12。

⑥ 紧固零件 它是把模具上所有的零件连接成一个整体的零件。它的作用十分重要，如果紧固连接达不到要求，就无法保证模具的正常使用。如图 2-3 中的螺钉 7、9、11、13 和定位销 2、5、15、16。

2.2 连续模设计与结构分析

(1) 连续模的特点

在一个冲压过程中，在不同的工位上能完成两道或两道以上的冲压工序，也等于将两副或两副以上的单工序模组合在一副模具上进行冲压，提高了冲裁效率。但是必须具有如下条件：冲裁制件的坯料必须规则，按冲裁送料方向的宽度要一致；模具设计时必须要有挡料装置和定位销等。而且制件精度都受这些条件的影 响，因此在模具设计制造过程中，都必须重视这些因素。

(2) 连续模结构设计与工作原理

① 按制件的两道冲裁工序，在两个不同的工位上，分别设计两个凸模和两个凹模，并用固定板将凸、凹模固定，第一次冲压完成一道冲孔工序，第二次冲压前，冲孔后的坯料前移，至落料凸模

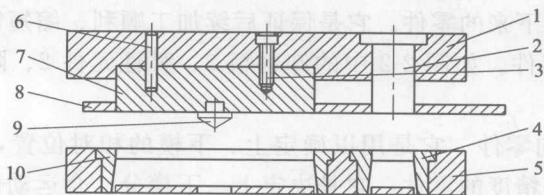


图 2-4 连续模冲孔落料示意

- 1—凸模固定板；2—冲孔凸模；3—内六角螺钉；4—冲孔凹模；5—凹模固定板；
6—定位销；7—落料凸模；8—制件坯料；9—导正销；10—落料凹模