



十二五

普通高等教育机械类“十二五”规划系列教材

模具设计与制造

MUJU SHEJI YU ZHIZAO

张文琼 主 编

李 平 副主编



Mechanical
Design



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育机械类“十二五”规划系列教材

模具设计与制造

曾 斌 张文琼 主 编

肖书浩 李 平 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

内 容 简 介

本书由冷冲压模具设计、塑料模具设计、模具制造工艺共三大部分组成。本书全面介绍了模具材料及表面热处理, 模具零件的设计与制造工艺, 模具生产工艺、装配与调试等该行业的基本知识及技术。本书对行业中最先进的技术也有基本知识介绍及案例分析, 如有限元分析在冲压或塑料成型工艺的应用、先进的快速成型技术等。

本书可供机械及模具类专业的本科生使用, 也可供有关工程技术人员参考。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

模具设计与制造/曾斌, 张文琼主编. —北京: 电子工业出版社, 2015.2

ISBN 978-7-121-25098-9

I. ①模… II. ①曾… ②张… III. ①模具—设计—高等学校—教材②模具—制造—高等学校—教材
IV. ①TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 290635 号

策划编辑: 赵玉山

责任编辑: 靳 平

印 刷: 北京嘉恒彩色印刷有限公司

装 订: 北京嘉恒彩色印刷有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 23.75 字数: 638 千字

版 次: 2015 年 2 月第 1 版

印 次: 2015 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 48.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。

服务热线: (010) 88258888。

前 言

随着汽车制造业的发展与塑料产品的需求不断增强,模具设计与制造行业的发展日新月异。新的设计理念、新的制造技术不断得到应用。有限元分析应用在模具的优化设计中,使模具设计更合理。特种加工的技术使模具制造空间更大。本书在介绍模具设计的常规手段及模具制造工艺的同时,对模具设计的新方法及模具制造新工艺也做了充分介绍。

本书共分 14 章:第 1~6 章介绍冷冲压模具设计及应用 eta/DYNFORM 进行冲压模具优化设计;第 7~9 章介绍塑料注射模具及其他塑料模具设计;第 10 章为塑料成型模流分析,应用 C-MOLD 的 Process Solution 对塑料模具进行模拟分析;第 11~14 章介绍模具制造工艺及模具的特种加工技术。

在本书的编写过程中,作者力求体现应用型本科教育的性质、任务和培养目标,坚持“以就业为导向、以能力培养为本位”的原则,突出教材的实用性、适用性和先进性。本书从培养应用型、实用型本科人才的目的出发,采用案例配合的教学方法,深入浅出、循序渐进地引导读者学习和掌握本课程的知识点。每章后面均附有习题与思考题,可供读者自我测试之用。

本书实例中所用到的一些人名、通信地址和电话号码均为虚构,若有雷同,实属巧合。

本书由曾斌、张文琼、肖书浩、李平、严小黑、熊小琴、李婷、曾真、周严、吴修玉、王文艺、张美林、王伟艺编写。参加本书编写的肖文完成了表格及部分图片的绘制,在此一并致谢。

由于作者水平所限,书中疏漏和错误之处在所难免,欢迎广大读者提出宝贵意见。

曾 斌

目 录

第 1 篇 冷冲压模具设计	(1)
第 1 章 冷冲压模具	(1)
习题与思考题	(6)
第 2 章 冲裁	(7)
2.1 冲裁变形过程	(7)
2.1.1 冲裁变形的 3 个阶段	(7)
2.1.2 冲裁变形区及受力	(8)
2.1.3 冲裁断面的 4 个特征区	(9)
2.2 冲裁件的质量分析及控制	(10)
2.2.1 尺寸精度	(10)
2.2.2 形状误差	(11)
2.2.3 断面质量	(11)
2.2.4 毛刺高度	(12)
2.3 冲裁力	(13)
2.3.1 冲裁力的计算	(13)
2.3.2 降低冲裁力的措施	(14)
2.3.3 卸料力、推件力和顶件力	(15)
2.3.4 总冲压力	(16)
2.4 冲裁间隙	(16)
2.4.1 冲裁间隙对模具寿命的影响	(17)
2.4.2 冲裁间隙对冲裁力及卸料力、推件力、顶件力的影响	(17)
2.4.3 合理冲裁间隙的选用	(18)
2.5 冲裁模工作部分尺寸的计算	(21)
2.5.1 计算原则	(22)
2.5.2 计算方法	(22)
2.5.3 应用实例	(26)
2.6 冲裁件的排样	(28)
2.6.1 排样原则	(29)
2.6.2 排样方法	(30)
2.6.3 搭边	(32)
2.6.4 送料步距与条料宽度	(33)
2.6.5 排样图	(35)
2.7 冲裁工艺设计	(35)
2.7.1 冲裁件工艺性分析	(35)
2.7.2 冲裁工艺方案确定	(40)
2.7.3 应用实例	(42)

2.8 精密冲裁	(44)
2.8.1 精密冲裁的特点	(44)
2.8.2 精密冲裁的机理	(46)
2.8.3 精密冲裁的过程	(46)
2.9 半精密冲裁和整修	(47)
2.9.1 半精密冲裁	(47)
2.9.2 整修	(48)
习题与思考题	(49)
第3章 弯曲及弯曲模设计	(51)
3.1 弯曲过程分析	(51)
3.2 弯曲件的回弹和弯曲时的偏移	(51)
3.2.1 弯曲件的回弹	(51)
3.2.2 弯曲时的偏移	(52)
3.3 弯曲件的工艺性	(53)
3.4 弯曲工艺计算	(54)
3.4.1 弯曲件坯料展开尺寸计算	(54)
3.4.2 弯曲力的计算	(56)
3.5 弯曲模工作部分尺寸的设计	(57)
3.5.1 凸模圆角半径	(57)
3.5.2 凹模圆角半径及凹模深度	(57)
3.5.3 凸、凹模间隙	(59)
3.5.4 凸、凹模的宽度尺寸计算	(59)
3.6 弯曲模典型结构	(60)
3.6.1 V形件弯曲模	(60)
3.6.2 U形件弯曲模	(60)
3.6.3 Z形件弯曲模	(62)
3.6.4 帽罩形件弯曲模	(62)
3.6.5 圆形件弯曲模	(63)
3.6.6 其他形状弯曲件的弯曲模	(64)
3.6.7 通用弯曲模	(65)
3.6.8 复合弯曲模	(65)
3.7 弯曲模设计实例	(66)
3.7.1 零件的工艺性分析	(66)
3.7.2 弯曲模结构方案的确定	(67)
3.7.3 有关设计计算	(68)
习题与思考题	(70)
第4章 拉深工艺及拉深模设计	(72)
4.1 拉深变形过程分析	(72)
4.1.1 拉深变形过程及特点	(72)
4.1.2 拉深过程中坯料内的应力与应变状态	(73)
4.1.3 拉深件的主要质量问题及控制	(74)

4.2 拉深件的工艺性	(76)
4.2.1 拉深件的形状、尺寸及精度	(76)
4.2.2 拉深件的材料	(77)
4.3 旋转体拉深件坯料尺寸的确定	(77)
4.3.1 坯料形状和尺寸确定的原则	(77)
4.3.2 简单旋转体拉深件坯料尺寸的确定	(78)
4.3.3 复杂旋转体拉深件坯料尺寸的确定	(80)
4.4 圆筒形件的拉深工艺计算	(81)
4.4.1 拉深系数及其极限	(81)
4.4.2 圆筒形件的拉深次数与工序尺寸的计算	(83)
4.5 圆筒形件的拉深力、压料力与压料装置	(91)
4.5.1 拉深力的确定	(91)
4.5.2 压料力的确定	(92)
4.5.3 压料装置	(92)
4.5.4 拉深压力机标称压力及拉深功的确定	(94)
4.6 典型拉深件的深度	(95)
4.6.1 阶梯圆筒形件的拉深	(95)
4.6.2 轴对称曲面形状件的拉深	(98)
4.6.3 盒形件的拉深	(103)
4.7 拉深中的辅助工序	(103)
4.7.1 润滑	(103)
4.7.2 热处理	(104)
4.7.3 酸洗	(104)
4.8 拉深模设计	(104)
4.8.1 拉深模的分类及典型结构	(104)
4.8.2 拉深模工作零件的设计	(108)
习题与思考题	(111)
第5章 其他冲压成型方法	(112)
5.1 胀形	(112)
5.1.1 胀形变形特点	(112)
5.1.2 平板坯料局部胀形	(112)
5.1.3 空心坯料胀形	(115)
5.2 翻边	(118)
5.2.1 圆孔翻边	(118)
5.2.2 外缘翻边	(121)
5.2.3 非圆孔翻边	(122)
5.3 扩口	(123)
5.3.1 扩口变形特点与扩口系数	(124)
5.3.2 扩口坯料尺寸和制件精度	(125)
5.3.3 扩口力的计算	(126)
5.4 缩口	(126)

5.4.1 缩口变形特点及缩口系数	(127)
5.4.2 缩口模具基本结构	(128)
5.4.3 缩口工艺计算	(128)
习题与思考题	(130)
第6章 基于 eta/DYNAFORM 的冲压模具有限元仿真	(131)
6.1 冲压成型分析软件 eta/DYNAFORM 功能简介	(131)
6.1.1 菜单栏 (Menu Bar)	(132)
6.1.2 图标栏 (Icon Bar)	(132)
6.1.3 显示窗口 (Display Window)	(134)
6.2 分析实例 (Analysis Example)	(135)
习题与思考题	(150)
第2篇 塑料模具设计	(152)
第7章 常用塑料基础知识	(152)
7.1 塑料	(152)
7.2 塑料的特性及分类	(154)
7.2.1 塑料的特性	(154)
7.2.2 塑料的分类	(154)
7.3 塑料的成型工艺性能	(157)
7.4 塑件的工艺性	(159)
7.5 塑料注射成型工艺与设备	(161)
7.5.1 普通注射成型工艺	(161)
7.5.2 特种注射成型工艺	(162)
7.5.3 塑料注射机的类型和结构组成	(163)
7.5.4 塑料注射机的规格及其与模具的关系	(163)
7.5.5 注射成型工艺条件	(166)
7.6 塑料挤出成型	(167)
7.6.1 挤出方法和原理	(167)
7.6.2 挤出成型设备	(168)
7.6.3 管材挤出成型工艺条件	(168)
7.7 压缩成型和压注成型	(169)
7.7.1 压缩成型原理和过程	(169)
7.7.2 压注成型原理和过程	(169)
7.7.3 成型工艺条件	(170)
7.7.4 塑料液压机及其选用	(170)
习题与思考题	(171)
第8章 塑料注射模具设计	(172)
8.1 塑件的工艺性	(172)
8.1.1 塑件的尺寸、公差和表面质量	(172)
8.1.2 塑件的形状	(174)
8.1.3 带嵌件的塑件设计	(177)
8.2 塑料注射模具的分类和典型结构	(178)

8.3 塑料制件在模具中的成型位置	(180)
8.3.1 型腔数量和排列方式	(181)
8.3.2 分型面的选择	(181)
8.4 成型零件的设计	(183)
8.4.1 成型零件的结构设计	(183)
8.4.2 成型零件工作尺寸的计算	(187)
8.4.3 模具型腔翻壁和底板厚度的设计	(193)
8.5 浇注系统设计	(193)
8.5.1 浇注系统组成及设计基本原则	(193)
8.5.2 热流道浇注系统的设计	(204)
8.5.3 排气系统的设计	(205)
8.6 结构零件的设计	(206)
8.6.1 合模导向装置的设计	(206)
8.6.2 支承零件的设计	(209)
8.7 推出机构设计	(211)
8.7.1 推出机构的结构组成及各部分的作用	(211)
8.7.2 简单推出机构	(212)
8.7.3 推出机构的导向与复位	(214)
8.8 侧向分型与抽芯机构的设计	(214)
8.8.1 侧向分型与抽芯机构	(214)
8.8.2 斜导柱分型与抽芯机构	(216)
8.8.3 斜滑块分型与抽芯机构	(220)
8.9 模具加热与冷却系统设计	(220)
8.9.1 加热与冷却系统	(220)
8.9.2 冷却系统设计	(220)
8.9.3 加热装置的设计	(222)
8.10 塑料模具的设计程序	(223)
习题与思考题	(226)
第9章 其他塑料模具	(227)
9.1 压缩模具	(227)
9.1.1 压缩模具结构及分类	(227)
9.1.2 压力机有关参数的校核	(229)
9.1.3 压缩模具的设计	(231)
9.2 压注模具设计	(235)
9.2.1 压注模具类型与结构	(235)
9.2.2 压注模具结构设计	(238)
9.2.3 排气槽设计	(240)
9.3 挤塑模具设计	(241)
9.3.1 挤塑模具典型结构分析	(241)
9.3.2 挤塑模具分类和设计原则	(241)
9.3.3 管材挤塑模具	(242)



9.3.4 异型材挤塑模具	(245)
习题与思考题	(246)
第 10 章 塑料成型模流分析	(247)
10.1 模流分析及薄壳理论	(247)
10.2 模流分析软件的未来发展	(248)
10.3 C-MOLD 软件与模型网格	(248)
10.4 设计范例	(251)
10.4.1 C-MOLD Filling EZ 简易充填模拟分析	(251)
10.4.2 执行 C-MOLD Filling & Post Filling 最佳化	(252)
习题与思考题	(255)
第 3 篇 模具制造工艺	(256)
第 11 章 模具制造基础	(256)
11.1 模具制造	(256)
11.1.1 生产过程和工艺过程	(256)
11.1.2 机械加工工艺过程的组成	(256)
11.1.3 生产纲领和生产类型	(258)
11.1.4 工艺规程	(260)
11.2 基准的概念	(261)
11.2.1 设计基准	(261)
11.2.2 工艺基准	(261)
11.3 工件的安装	(262)
11.3.1 工件的六点定位原理	(263)
11.3.2 工件的夹紧	(267)
11.4 获得加工精度的方法	(273)
习题与思考题	(275)
第 12 章 工艺规程的制定	(276)
12.1 概述	(276)
12.1.1 机械加工工艺规程的作用	(276)
12.1.2 制定机械加工工艺规程的原则	(276)
12.1.3 制定工艺规程的原始资料	(277)
12.1.4 制定工艺规程的步骤	(277)
12.2 零件的工艺分析	(277)
12.2.1 产品的零件图和装配图分析	(277)
12.2.2 零件的结构工艺性分析	(278)
12.3 毛坯的选择	(279)
12.3.1 毛坯种类的选择	(279)
12.3.2 毛坯尺寸和形状的确定	(280)
12.4 定位基准的选择	(281)
12.4.1 精基准的选择	(281)
12.4.2 粗基准的选择	(283)
12.5 工艺路线的拟订	(284)

12.5.1 表面加工方法的选择	(284)
12.5.2 加工阶段的划分	(287)
12.5.3 工序的集中与分散	(288)
12.5.4 加工顺序的安排	(288)
12.5.5 机床、工艺装备的选择	(290)
12.6 确定加工余量、工序尺寸及其公差	(290)
12.6.1 加工余量的概念	(290)
12.6.2 影响加工余量大小的因素	(292)
12.6.3 确定工序尺寸及其公差	(293)
12.6.4 工艺尺寸链	(294)
习题与思考题	(295)
第 13 章 特种加工	(298)
13.1 特种加工概述	(298)
13.1.1 特种加工的产生和发展	(298)
13.1.2 特种加工的分类	(299)
13.1.3 特种加工的工艺特点	(299)
13.1.4 各种特种加工技术经济指标对比	(300)
13.2 电火花加工	(302)
13.2.1 电火花加工 (EDM) 的基本原理与特点	(302)
13.2.2 电火花加工的一些基本规律	(304)
13.2.3 电火花加工的基本设备	(306)
13.2.4 电火花成型加工工艺	(311)
13.3 电解加工和电解磨削	(313)
13.3.1 电解加工的基本原理与规律	(313)
13.3.2 电解加工的特点及应用	(315)
13.3.3 电解磨削的基本原理	(317)
13.3.4 电解磨削的特点及应用	(319)
13.4 超声波加工	(319)
13.4.1 超声波加工的基本原理与特点	(319)
13.4.2 超声波加工设备	(320)
13.4.3 超声波加工的基本工艺规律	(321)
13.4.4 超声波加工的应用	(322)
13.5 激光加工	(323)
13.5.1 激光加工的基本原理	(323)
13.5.2 激光加工的基本规律	(325)
13.5.3 激光加工的特点与应用	(327)
13.6 其他特种加工	(328)
13.6.1 电子束加工	(328)
13.6.2 等离子体加工	(331)
13.6.3 磨料喷射加工	(332)
13.6.4 电铸成型	(334)

13.6.5 液力加工	(338)
习题与思考题	(340)
第14章 精密加工和超精密加工	(341)
14.1 概述	(341)
14.1.1 精密、超精密加工的概念	(341)
14.1.2 精密、超精密加工的意义与重要性	(342)
14.1.3 精密加工和超精密加工的工艺特点	(342)
14.1.4 超精密加工的共性技术及其发展	(343)
14.2 精密、超精密加工方法	(344)
14.2.1 精密切削加工	(345)
14.2.2 精密磨削加工	(349)
14.2.3 珩磨	(352)
14.2.4 纳米级加工——原子、分子加工单位的加工方法	(354)
14.3 基于微机器人的超精密加工技术	(358)
14.4 精密加工和超精密加工	(359)
14.4.1 国外水平与发展趋势	(360)
14.4.2 我国在超精密加工方面的主要研究方向及目标	(364)
习题与思考题	(365)

第 1 篇 冷冲压模具设计

第 1 章 冷冲压模具

冲压——是指在室温下，利用安装在压力机上的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力的加工方法。

冲压模具——是指在冷冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊的工艺装备，也称为冷冲压模具（俗称冷冲模）。

在冲压零件的生产中，合理的冲压成型工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素。

1. 冲压工艺分类

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同，所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冷冲压工序分为分离工序和成型工序两类。

分离工序——是指坯料在冲压力作用下，变形部分的应力达到强度极限 σ_b 以后，使坯料发生断裂而产生分离。分离工序主要有剪裁和冲裁等。

成型工序——是指坯料在冲压力作用下，变形部分的应力达到屈服极限 σ_s ，但未达到强度极限 σ_b ，使坯料产生塑性变形，成为具有一定形状、尺寸与精度制件的加工工序。成型工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压等。

冲压模具是冲压生产必不可少的工艺装备，是技术密集型产品。冲压件的质量、生产效率及生产成本等与模具设计和制造有直接关系。模具设计与制造技术水平的高低是衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志之一，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

冲压模具的形式很多，一般可按以下几个主要特征分类。

1) 根据工艺性质分类

(1) 冲裁模 沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具，如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等。

(2) 弯曲模 使板料毛坯或其他坯料沿着直线（弯曲线）产生弯曲变形，从而获得一定角度和形状的工件的模具。

(3) 拉深模 是把板料毛坯制成开口空心件，或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。

(4) 成型模 是将毛坯或半成品工件按凸、凹模的形状直接复制成型，而材料本身仅产生局部塑性变形的模具，如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成型模、翻边模、整形模等。

2) 根据工序组合程度分类

(1) 单工序模 在压力机的一次行程中，只完成一道冲压工序的模具。

(2) 复合模 只有一个工位，在压力机的一次行程中，在同一工位上同时完成两道或两

道以上冲压工序的模具。

(3) 级进模（也称连续模）

在毛坯的送进方向上，具有两个或更多的工位，在压力机的一次行程中，在不同的工位上逐次完成两道或两道以上冲压工序的模具。

2. 冷冲压模具设计的内容及步骤

1) 冷冲压模具设计的内容

冷冲压模具设计分课程设计和毕业设计两种形式。课程设计通常在学完冷冲压模具设计课程后进行，时间为1~2周，一般以设计较为简单的、具有典型结构的中小型模具为主，要求学生独立完成模具装配图一张，工作零件图3~5张，设计计算说明书一份。

2) 冷冲压模具设计步骤

(1) 分析冲压件的工艺性。

根据设计题目的要求，分析冲压件成型的结构工艺性，分析冲压件的形状特点、尺寸大小、精度要求及所用材料是否符合冲压工艺要求。如果发现冲压件工艺性差，则需要对冲压件产品提出修改意见，经产品设计者同意后方可修改。

(2) 制订冲压件工艺方案。

在分析了冲压件的工艺性后，通常可以列出几种不同的冲压工艺方案（包括工序性质、工序数目、工序顺序及组合方式），从产品质量、生产效率、设备占用情况、模具制造的难易程度和模具寿命高低、工艺成本、操作方便和安全程度等方面，进行综合分析、比较，然后确定适合于工厂具体生产条件的最经济合理的工艺方案。

(3) 确定毛坯形状、尺寸和下料方式，并确定材料的消耗量。

在最经济的原则下，决定毛坯的形状、尺寸和下料方式，并确定材料的消耗量。

(4) 确定冲模类型及结构形式

根据所确定的工艺方案和冲压件的形状特点、精度要求、生产批量、模具制造条件、操作方便及安全的要求，利用现有通用机械化、自动化装置的可能，选定冲模类型及结构形式，并绘制模具结构草图。

(5) 进行必要的工艺计算。

① 计算毛坯尺寸，以便在最经济的原则下进行排样和合理使用材料。

② 计算冲压力（包括冲裁力、弯曲力、拉深力、卸料力、推件力、压边力等），以便选择压力机。

③ 计算模具压力中心，防止模具因受偏心负荷作用影响模具精度和寿命。

④ 计算或估算模具各主要零件（凹模、凸模固定板、垫板、凸模）的外形尺寸，以及卸料橡胶或弹簧的自由高度等。

⑤ 确定凸、凹模的间隙，计算凸、凹模工作部分尺寸。

⑥ 对于拉深模，要计算是否采用压边圈，并计算拉深次数、半成品的尺寸和各中间工序模具的尺寸分配等。

(6) 选择压力机。

压力机的选择是模具设计的一项重要内容，设计模具时，必须把所选取用的压力机的类型、型号、规格确定下来。

压力机型号的确定主要取决于冲压工艺的要求和冲模结构情况。选用曲柄压力机时，必须满足以下要求。

- ① 压力机的公称压力 F_g 必须大于冲压计算的总压力 F , 即

$$F_g > F$$

- ② 压力机的装模高度必须符合模具闭合高度的要求, 即

$$H_{\max} - 5\text{mm} \geq H_m \geq H_{\min} + 10\text{mm}$$

式中 $H_{\max}$ 、 $H_{\min}$ ——分别为压力机的最大、最小装模高度 (mm);

H_m ——模具闭合高度 (mm)。

当多副模具联合安装到一台压力机上时, 多副模具应有同一个闭合高度。

- ③ 压力机的滑块行程必须满足冲压件的成型要求。对于拉深工艺, 为了便于放料和取料, 其行程必须大于拉深件高度的 2~2.5 倍。

- ④ 为了便于安装模具, 压力机的工作台面尺寸应大于模具尺寸, 一般每边要大 50~70mm。台面上的孔应保证冲压件或废料能漏下。

(7) 绘制模具总图和非标准零件图。

根据上述分析、计算及方案论证后, 绘制模具总装配图及零件图。

(8) 编写设计计算说明书。

(9) 设计总结及答辩。

3. 冷冲压模具设计应注意的问题

冷冲压模具设计的整个过程是从分析总体方案开始到完成全部技术设计, 这期间要经过计算、绘图、修改等步骤。在设计过程中应注意以下问题。

1) 合理选择模具结构

根据零件图样及技术要求, 结合生产实际情况, 提出模具结构方案, 分析、比较、选择最佳结构。

2) 采用标准零部件

应尽量选用国家标准件及工厂冲模标准件。使模具设计典型化及制造简单化, 缩短设计制造周期, 降低成本。

3) 其他

(1) 定位销的用法。

冲模中的定位销常选用圆柱销, 其直径与螺钉直径相近, 不能太细, 每个模具上只需两个销钉, 其长度勿太长, 其进入模体长度是直径的 2~2.5 倍。

(2) 螺钉用法。

固定螺钉拧入模体的深度勿太深。拧入铸铁件的深度是螺钉直径的 2~2.5 倍, 拧入一般钢件的深度是螺钉直径的 1.5~2 倍。

(3) 打标记。

铸件模板要设计出加工、定位及打印编号的凸台。

(4) 对导柱、导套的要求。

模具完全对称时, 两导柱的导向直径不宜设计为相等, 避免合模时误装方向而损坏模具刃口。导套长度的选取应保证开始工作时导柱进入导套 10~15mm。

(5) 取放制件方便。

设计拉深模时, 所选设备的行程应是拉深深度的 (即拉深件高度) 的 2~2.5 倍。

4. 冷冲压模具的成本分析

在冷冲压模具设计中, 常常要提到模具成本问题, 即经济性。所谓经济性, 就是以最小

的耗费取得最大的经济效果。在冲压生产中,既要保证产品质量,完成所需的产品数量,又要降低模具的制造费用,这样才能使整个冷冲压的成本得到降低。

在模具设计中,主要考虑的问题是如何降低模具的制造成本。因为产品的成本不仅与材料费(包括原材料费、外购件费)、加工费(包括工人工资、能源消耗、设备折旧费、车间经费等)有关,而且与模具费有关。一副模具少则几万,多则上百万,所以必须采取有效措施降低制造成本。

1) 小批生产中的成本问题

试制和小批量冲压生产中,降低模具费是降低成本的有效措施。除制件质量要求严格,必须采用价高的正规模具外,一般采用工序分散的工艺方案。选择结构简单、制造快且价格低廉的简易模具,用焊接、机械加工及钣金等方法制成,这样可降低成本。

2) 工艺合理化

冲压生产中,工艺合理是降低成本的有力手段。由于工艺的合理化能降低模具费,节约加工工时,降低材料费,所以必然降低零件总成本。

在制定工艺时,工序的分散与集中是比较复杂的问题。它取决于零件的批量、结构(形状)、质量要求、工艺特点等。一般情况下,大批量生产时应尽量把工序集中起来,采用复合模或级进模进行冲压,很小的零件采用复合或连续冲压加工,既能提高生产率,也能安全生产。而小批量生产时,则以采用单工序模分散冲压为宜。

根据实践经验,集中到一副模具上的工序数量不宜太多,对于复合模,一般为2~3个工序,最多4个工序,对于级进模,集中的工序可以多些。

3) 多个工件同时形成

产量较大时,采用多件同时冲压,可使模具费、材料费和加工费降低,同时有利于成型表面所受拉力均匀化。

4) 冲压过程的自动化及高速化

从安全和降低成本两方面来看,自动化生产将成为冲压加工的发展方向,今后不仅大批量生产中采用自动化,在小批量生产中也可采用自动化。在大批量生产中采用自动化时,虽然模具费用较高,但生产率高,产量大,分摊到每个工件上的模具折旧费和加工费比单件小批量生产时要低。从生产安全性考虑,在小批量多品种生产中采用自动化也是可取的,但自动化的经济性问题急待研究。

5) 提高材料利用率,降低材料费

在冲压生产中,工件的原材料费占制造成本的60%左右,所以节约原材料、利用废料具有非常重要的意义。提高材料利用率是降低冲压制件成本的重要措施之一。特别是材料单价高的工件,此点尤为重要。

降低材料费的方法如下。

- (1) 在满足零件强度和使用要求的情况下,减少材料厚度。
- (2) 降低材料单价。
- (3) 改进毛坯形状,合理排样。
- (4) 减少搭边,采用少废料或无废料排样。
- (5) 由单列排样改为多列排样。
- (6) 多件同时成型,成型后再切开。
- (7) 组合排样。
- (8) 利用废料。

6) 节约模具费

模具费在工件制造成本中占有一定比例。对于小批量生产,采用简易模具,因其结构简单、制造快速、价廉,所以能降低模具费,从而降低工件制造成本。

在大批量生产中,应尽量采用高效率、长寿命的级进冲模及硬质合金冲模。硬质合金冲模的刃磨寿命和总寿命比钢模具大得多。总寿命为钢模具的20~40倍,而模具制造费用仅为钢模具的2~4倍。

而对于中批量生产,首先应尽量使冲模标准化,大力发展冲模标准件的品种,推广冲模典型结构,最大限度地缩短冲模设计与制造周期。

5. 模具装配图设计

图纸幅面尺寸按国家标准的有关规定选用,并按规定画出图框,最小图幅为A4。

1) 总图

模具视图主要用来表达模具的主要结构形状、工作原理及零件的装配关系。视图的数量一般为主视图和俯视图两个,必要时可以加绘辅助视图;视图的表达方法以剖视为主,以表达清楚模具的内部组成和装配关系。主视图应画模具闭合时的工作状态,而不能将上模与下模分开来画。主视图的布置一般情况下应与模具的工作状态一致。

图面右下角是标题栏。标题栏上方绘出明细表。图面右上角画出用该套模具生产出来的制件形状尺寸图,其下面画出制件排样图。

(1) 标题栏。

装配图的标题栏和明细表的格式按有关标准绘制。目前无统一规定,可采用图1-1所示的格式。

(2) 明细表。

明细表中的件号自下往上编,从1开始为下模板,接着按冲压标准件、非标准件的顺序编写序号,同类零件应排在一起。在备注栏中,标出材料热处理要求及其他要求。标题栏与明细表格式尺寸均符合国标要求。

序号	零件名称		数量	材料	备注
			比例	重量	第 张
					共 张
制图	姓名	日期	(图号)		
校核	姓名	日期			
			(单位)		

(a) 装配图的标题栏

零件名称			比例	数量	材料	(图号)
制图	姓名	日期	(单位)			
校核	姓名	日期				

(b) 零件图的标题栏

图 1-1

2) 制件图及排样图

制件图严格按比例画出,其方向应与冲压方向一致,复杂制件图不能按冲压方向画出时