

高职高专机电工程类规划教材

模具课程设计指导

梅 伶 主编



高职高专机电工程类规划教材

模具课程设计指导

主 编 梅 伶

副主编 徐盛学

参 编 闫 玲



机械工业出版社

本书简述了模具课程设计目的、任务、基本过程、设计注意事项、常见模具设计方法及特点,详细叙述了冷冲模具、塑料模具设计的基本要点和范例,并汇编冷冲压件和塑料件 60 套图样,供学习者选择练习。书中还简要介绍了常用模具设计软件,供学习者参考选用。本书最后汇编了模具设计所需的常用标准和相关资料,供学习者设计练习时方便查找。

本书内容浅显易懂,图文并茂,特别适合于初学者。它既有简单的理论指导,又有实例参考,实用性强;它既有设计题目供读者由浅入深开始设计工作,又有基础资料可供查用,解决了初学者不知如何选择设计课题,不知道从何处查找资料两大难题。

本书是针对应用型本科院校、高等职业院校及中专、技校模具专业编写的,也可对有意从事模具设计的工程技术人员提供良好的入门指导。

图书在版编目(CIP)数据

模具课程设计指导/梅伶主编. —北京:机械工业出版社, 2006.12

高职高专机电工程类规划教材

ISBN 978-7-111-20504-3

I. 模... II. 梅... III. 模具—设计—高等学校:技术学校—教材
IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 150568 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:王海峰 责任编辑:王海峰 葛晓慧

版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉 封面设计:马精明

责任印制:李妍

北京地质印刷厂印刷

2007 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 11.5 印张 · 281 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20504-3

定价:18.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

各院校模具专业教学计划中,在前期已经完成工程制图、机械设计基础、冷冲模具设计、塑料模具设计、模具 CAD 等课程的学习后,一般都安排几周的模具课程设计。模具课程设计目的是巩固理论知识,训练学生的设计能力、创新能力、知识综合应用能力,全面提高学生综合素质。

本书作者长期从事模具专业的教学和实践,深知第一次完成一套模具设计对于初学者来说,难度很大。编写此书目的就是帮助初次从事模具设计人员完成他们第一个作品。本书编者力图使全书通俗易懂,方便读者学习。

书中编有系统的模具设计要点、完整的典型模具设计实例、充足的设计课题题库、清晰的设计绘图技巧、一定的设计资料,可方便初学者依据自己的知识基础和兴趣在图库中,由浅入深地选择设计课题,并借鉴实例和设计要点,采用合适的设计手段完成一套模具设计。

全书由梅伶主编。全书共有 5 章,其中第 2 章的 2.1 节和 2.2 节,第 3 章的 3.1 节、3.2 节、3.3 节由梅伶编写;第 4 章由徐盛学编写;第 1 章、2.3 节、3.4 节由徐盛学和梅伶共同编写;第 5 章由闫玲和梅伶共同编写。

该书得到了广州番禺职业技术学院机电系杨勇主任和广东白云学院机电系的支持和帮助,在此一并表示感谢。由于时间仓促、水平有限,本书难免出现纰漏和错误,敬请读者批评指正,并将意见发到 ML98098@163.com,不胜感激。

编 者

目 录

前言

第 1 章 模具课程设计概述	1
1.1 模具课程设计的目的、任务和要求	1
1.1.1 模具课程设计的目的	1
1.1.2 本课程学习的任务	1
1.1.3 模具课程设计的要求	2
1.2 模具课程设计的一般过程与注意事项	3
1.2.1 模具课程设计的一般过程	3
1.2.2 模具课程设计时的注意事项	3
1.3 常用设计方法介绍	4
1.3.1 现代设计方法与传统设计方法的比较	4
1.3.2 优化设计	5
1.3.3 可靠性设计	6
1.3.4 计算机辅助设计 (CAD)	6
1.4 编写设计计算说明书和准备答辩	6
1.4.1 设计说明书的作用	6
1.4.2 设计说明书的内容格式	7
1.4.3 设计说明书的要求	8
1.4.4 答辩准备	8
第 2 章 冷冲压模具设计	9
2.1 冷冲压模具概述	9
2.1.1 冷冲压模具的分类	9
2.1.2 冲压件的主要工艺性分析	10
2.2 冷冲压模具设计实例	11
2.2.1 冲模设计程序与要点	11
2.2.2 冲压模具设计实例	17
2.3 冲压件零件图汇编	28
第 3 章 塑料模具设计	49
3.1 塑料模具概述	49
3.1.1 塑料制品成形方法	49
3.1.2 塑料模具分类	49
3.2 塑料模具设计程序	50

3.3 塑料模具设计实例	54
3.4 塑件图汇编	64
第 4 章 模具 CAD 技术应用	89
4.1 模具 CAD 技术使用的优势	89
4.2 机械工程 CAD 制图规则	89
4.2.1 图幅尺寸的国家标准	89
4.2.2 设置图层、颜色、线型、线宽	90
4.2.3 绘制图纸边界线、图框线、标题栏	93
4.2.4 填写标题栏的文字	93
4.2.5 保存图形文件	94
4.3 AutoCAD 绘图软件介绍	95
4.3.1 AutoCAD 常用绘制命令	95
4.3.2 AutoCAD 基本编辑命令	97
4.3.3 AutoCAD 尺寸标注	100
4.4 Pro/E 软件介绍	101
4.4.1 Pro/E 零件设计流程	101
4.4.2 Pro/E 模具设计流程	101
4.4.3 Pro/E 模具设计实例	101
第 5 章 模具设计常用标准	112
5.1 冷冲压模具设计常用标准	112
5.1.1 冷冲压成形中常用的工程材料	112
5.1.2 冷冲压成形常用设备	118
5.1.3 冷冲模设计中常用的技术要求	121
5.1.4 冷冲模设计中的常用件和标准件	129
5.2 塑料模具设计常用标准	140
5.2.1 热固性塑料	140
5.2.2 热塑性塑料	151
5.2.3 模塑成形工艺及设备	159
5.3 模具类文献信息检索导航	171
参考文献	178

第1章 模具课程设计概述

1.1 模具课程设计的目的、任务和要求

1.1.1 模具课程设计的目的

模具课程设计是在完成冷冲模具设计、塑料模具设计、CAD 软件等相关专业课程学习之后, 一个重要的综合训练环节。

1. 模具课程设计的目的

学生通过完成模具课程设计, 综合应用和巩固模具设计课程及相关课程的基础理论和专业知识, 系统地掌握产品零件的成形工艺分析、模具结构设计的基本方法和步骤、非标准模具零件的设计等模具设计基本方法。

同时, 学生应该学会正确运用技术标准和资料, 培养认真负责、踏实细致的工作作风和严谨的科学态度, 强化质量意识和时间观念, 形成从业的基本职业素养。

2. 模具设计与模具课程设计的区别和关系

“模具设计”课程教学重点是讲授零件成形工艺、模具结构设计及相关计算方法等模具设计理论。“模具课程设计”课程教学重点是使学生能通过综合运用相关课程的专业理论知识, 参照典型零件模具设计范例, 在指导教师的指导下, 独立完成选定课题的模具设计训练过程。“模具设计”课程是“模具课程设计”课程的理论基础, “模具课程设计”是“模具设计”课程后续的强化、训练过程, 两者相互衔接, 缺一不可。

1.1.2 本课程学习的任务

本课程主要完成零件成形工艺规程编制、绘制模具总装图及非标准模具零件图、编写设计说明书。模具课程设计的任务以任务书的形式布置给学生。任务书包括: 成形件图样及其技术信息, 课程设计的内容及要求, 其形式可参见表 1-1。

1. 成形件图样及其技术信息

模具课程设计题目为中等复杂程度的成形件, 一般来源于生产第一线, 满足教学要求和生产实际的要求, 详见 2.3 节的冷冲压件图库和 3.3 节的塑件图库。

在任务书中成形件图形必须清晰, 技术说明齐全, 详细提供零件材料、生产批量、现有设备等技术信息。

2. 课程设计的内容及要求

考虑到课程设计的时间限制, 模具课程设计主要是完成:

1) 绘制该工件制作所需的模具总装图。

2) 绘制该模具的凸模、凹模零件图一套, 对于其他非标准件的尺寸和结构只需在说明书中注明, 不再要求绘制零件图。

表 1-1 课程设计任务书

课程设计任务书	
姓名	学号 班级
课题名称:	
工件图:	
见 2.3 节和 3.4 节图库内容	
设计要求: 1. 绘制该工件制作所需的模具总装图。 2. 绘制该模具的凸模、凹模零件图一套。 3. 编写完善设计说明书。 4. 将说明书和图样装订成册。(按 A4 尺寸装订)	
指导教师	教研室 时间

3) 编写、完善设计说明书。

4) 将说明书和图样装订成册 (按 A4 尺寸装订)。

1.1.3 模具课程设计的要求

1. 知识准备

模具课程设计时, 学生必须具备本专业基础知识、模具设计的专业知识; 金工实习和生产实习等实践教学环节, 也是保证学生顺利进行模具课程设计的必要知识准备。

2. 工具准备

模具课程设计前, 学生必须准备好相应资料、手册、图册、绘图工具、图板 (或计算机)、图纸、设计计算纸等。

3. 总体要求

树立正确的设计思想, 结合生产实际, 综合地考虑经济性、实用性、可靠性、安全性及先进性等方面的要求来进行模具设计。

1.2 模具课程设计的一般过程与注意事项

1.2.1 模具课程设计的一般过程

1. 了解课程设计任务

认真阅读课程设计任务书,明确设计要求。通常,要求每个学生有一个独立的设计课题,可依据学生的基础和能、课程设计任务要求,在指导教师的帮助下确定难度适合的设计课题。

2. 设计准备

了解原始资料:产品样件或零件图、生产批量、材料牌号与规格、现有成形设备的型号与规格等。

3. 成形工艺设计

对指定的产品零件进行工艺设计:包括产品零件工艺性分析及成形方案选择、工艺计算、工艺方案的确定、模具类型和成形设备的选择等,制定成形零件工艺过程卡片。

4. 确定模具设计方案

成形工艺方案论证后,经指导教师认可,结合指定工序,确定模具类型和结构形式,进行必要的设计计算,确定各主要零件结构尺寸。

5. 绘制模具总装图、选取标准件

根据以上步骤的分析、计算、方案论证,画出模具的结构草图,经指导教师确认后,绘制模具总装配图。

6. 绘制非标准件零件图

对于模具的非标准零件,如:冷冲模的凸凹模、塑料模具的成形零件,设计、绘制模具工作部分零件图。

7. 编写设计计算说明书

设计计算说明书包括设计过程中的各项计算、选用依据和分析论证等,是课程设计的总结性技术文件,要求条理清楚,图文并茂,充分表达自己设计中的思想。

1.2.2 模具课程设计时的注意事项

(1) 模具课程设计是比较全面的训练,它的意义在于为今后的设计工作打基础,学生在设计过程中只有严肃认真、刻苦钻研、一丝不苟、精益求精,才能在设计思想、方法和技能各方面都获得锻炼与提高。

(2) 模具课程设计是在教师的指导下由学生独立完成的,学生必须发挥设计的主动性,认真查阅资料,主动积极地思考问题、分析问题、解决问题,而不能仅依靠指导教师给数据、解答案。

(3) 设计中要正确处理原有的参考资料与创新的关系,学生不能盲目地、机械地抄袭资料,必须具体分析各种资料和吸收新的技术成果,运用现代设计方法,创造性的进行设计。

(4) 绘制模具总装图时应注意:

1) 遵守机械制图国家标准的规定,详细可参见第4章内容。

2) 利用各种图样表达方法,清楚地表达零件之间的相互关系。

3) 在图样的右上角应画出工件图,并注明材料、名称、厚度以及必要的尺寸。

(5) 绘制凸、凹模零件图。对于凸、凹模零件的工作部分尺寸必须通过正确地计算来确定,并严格控制尺寸公差,以此确保模具精度。对于非工作部分尺寸,则依据相配合零件尺寸确定,注意相互之间的衔接,避免出现相互矛盾的现象。

凸、凹模零件图中,关键部位应标明表面粗糙度和形位公差,材料热处理方式,相应的硬度要求及其他技术要求。

1.3 常用设计方法介绍

总体来说,机械产品设计的常用方法可划分为传统设计方法和现代设计方法两大类。模具设计是根据设计任务要求,运用各种合适的设计方法,经过一系列规划、分析和决策,获得一个满足使用要求的图形、文字、数据等信息的创新过程。随着设计经验的积累,以及科技进步速度日益加快,特别是计算机技术的高速发展,设计领域相继出现了一系列新兴的理论与方法,如:优化设计、可靠性设计、计算机辅助设计等等。为区别于过去常用的传统设计理论与方法,把这些新兴的设计理论与方法统称为现代设计方法。

1.3.1 现代设计方法与传统设计方法的比较

传统设计方法是以经验总结为基础,运用力学和数学或实验而形成的经验、公式、图表、设计手册等作为设计依据,通过经验公式、简化模型或类比改造等方法进行设计。传统设计在设计应用中不断得到完善和提高,是符合当代技术水平有效方法之一,故模具设计课程中介绍的设计方法大多属于传统设计。现将两类设计方法从以下几个方面进行比较。

(1) 系统性 现代设计方法是系统的设计方法,用从抽象到具体的发散的思维方法,以“功能—原理—结构”框架作为模型的横向变异和纵向综合;现代设计方法用计算机构造多种方案,评价选出最优方案。

传统设计方法是经验、类比的设计方法。用收敛性的思维方法,过早地进入具体方案,功能原理分析既不充分又不系统,不强调创新,也很难得到最优方案。

(2) 社会性 现代设计开发新产品的整个过程,从产品的概念形成到报废处理的全寿命周期中的所有问题,都以面向社会、面向市场为指导思想进行全面考虑、解决。设计过程中的功能分析、原理方案确定、结构方案确定、造型方案确定,都要随时按市场经济规律进行尽可能定量的市场分析、经济分析、价值分析,以并行工程方法指导企业生产管理体制的改革和新产品设计工作。

传统设计是由专业技术主管指导设计,设计过程中注意技术性,设计试制后进行经济分析、成本核算,很少考虑社会性问题。

(3) 创造性 现代设计强调激励创造冲动,突出创新意识,力主抽象的设计构思、扩展发散的设计思维、多种可行的创新方案、广泛深入的评价决策,集体运用创造技法,探索新工艺试验,不断寻求最优方案。

传统设计一般是封闭收敛的设计思维,过早进入定型实体结构,强调经验类比,直接主观的决策。

(4) 最优化 现代设计重视综合集成,在性能、技术、经济、制造工艺、使用、环境等各种约束条件下和广泛的学科领域之间,通过计算机以高效率综合集成最新科技成果,寻求最优方案和参数。

传统设计属于自然优化。在设计—评定—再设计的循环中,凭借设计人员有限的知识、经验和判断力选取较好方案。受人和效率的限制,难以对多变量系统在广泛的影响因素下进行定量优化。

(5) 动态化 现代设计在静态分析的基础上,考虑载荷谱、负载率等随机变量,进行动态多变量最优化。根据概率论和统计学方法,针对载荷、应力等因素的离散性,用各种设计方法进行可靠性设计。

传统设计以静态分析和少变量为主,将载荷、应力等因素作集中处理,由此考虑安全系数,与实际工况相差较远。

传统设计是人工计算、绘图,使用简单的工具,设计的精度、稳定性和效率都受限制,修改设计也不方便。

但一般来说,在现阶段,传统设计方法还是模具设计的主体方法。随着计算机和机械设计与分析软件的开发和普及,现代设计方法将会逐渐取代传统设计方法,成为课程设计,乃至机械产品设计的主体方法。

1.3.2 优化设计

最优化的设计方案、最优化的结构,以最低的成本取得最好的性能是设计者的目标。从数学的观点看,工程中的优化问题,就是求解极大值或极小值问题,即极值问题。所谓优化设计就是借助最优化数值计算方法和计算机技术求取工程问题的最优设计方案。

优化设计包括以下内容:

1) 建立数学模型,即将设计问题的物理模型转化为数学模型。建立数学模型包括选取适当的设计变量,建立优化问题的目标函数和约束条件。目标函数是设计问题所要求的最优指标与设计变量之间的函数关系式;约束条件反映的是设计变量取值范围和相互之间的关系。

2) 采用适当的最优化方法,求解数学模型。

3) 优化设计的数学模型。优化设计是用数学规划理论来求解最优设计方案,首先把工程问题用数学方法来描述,建立一个数学模型。优化设计的数学模型,可写成

$$\begin{aligned} & \text{求} && \min F(X) \quad X \in D \in R^n \\ & \text{s.t.} && g_u(X) \leq 0 \quad u = 1, m \\ & && h_v(X) = 0 \quad v = 1, p \end{aligned}$$

按已建立的数学模型,可求得问题的最优解:

最优方案 $X^* = [x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*]^T$

最优值 $F(X^*)$

在数学模型中, X 是设计变量, $F(X)$ 是目标函数, $g_u(X)$ 、 $h_v(X)$ 是约束函数。

模具优化设计就是在给定的设备或环境下,在成形零件的形状、几何尺寸及其他因素的限制(约束)范围内,以满足零件成形工艺的模具结构及尺寸为优化对象,选取设计变量,建立目标函数和约束条件,并使目标函数获得最优。

1.3.3 可靠性设计

可靠性是指产品在规定条件下和规定时间内，完成规定功能的能力。

可靠性设计是以概率论和数理统计为基础，为了保证所设计的产品可靠性而采用的一系列分析与设计技术。它的任务是在预测与预防产品所有可能发生的故障的基础上，使所设计的产品达到规定的可靠性值的目标值。

可靠性设计具有如下特点：

- 1) 可靠性设计法认为作用在零部件上的载荷（在可靠性设计中，凡引起零件失效的因素，包括温度、湿度、腐蚀等均称为载荷）和材料性能等都不是定值，而是随机变量，具有明显的离散性质，在数学上必须用分布函数来描述。
- 2) 由于载荷和材料性能等都是随机变量，所以必须用概率统计的方法求解。
- 3) 可靠性设计法认为所设计的任何产品都存在一定的失效可能性，并且可以定量地反映产品在工作中的可靠程度，从而弥补了常规设计法的不足。

1.3.4 计算机辅助设计（CAD）

计算机辅助设计（CAD）是利用计算机硬件、软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法与技术，包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动，它是一种新的设计方法，也是一门多学科综合应用的新技术。

CAD 涉及以下一些基础技术：

- 1) 图形处理技术，如：自动绘图、几何建模、图形仿真及其他图形输入、输出技术。
- 2) 工程分析技术，如：有限元分析、优化设计及面向各种专业的工程分析等。
- 3) 数据管理与数据交换技术，如：数据库管理、产品数据管理、产品数据交换及接口技术等。
- 4) 文档处理技术，如：文档制作、编辑及文字处理等。
- 5) 软件设计技术，如：窗口界面设计、软件工具、软件工程规范等。

模具课程设计中的 CAD 技术，不是针对模具设计开发或扩展 CAD 软件功能，而是将现有 CAD 软件的功能应用于典型模具设计过程中，将 CAD 技术做为模具设计的工具。

1.4 编写设计计算说明书和准备答辩

1.4.1 设计说明书的作用

设计说明书作为产品设计的重要技术文件之一，是图样设计的基础和理论依据，也是进行设计审核、教师评分的依据。因此，编写设计计算说明书是设计工作的重要环节之一。对于课程设计来说，设计计算说明书是反映设计思想、设计方法以及设计结果等的主要文件，是评判课程设计质量的重要资料。设计计算说明书是审核设计是否合理的技术文件之一，主要在于说明设计的正确性，故不必写出全部分析、运算和修改过程。但要求分析方法正确，计算过程完整，图形绘制规范，语句叙述通顺。

从课程设计开始，设计者就应随时逐项记录设计内容、计算结果、分析见解和资料来

源。每一设计阶段结束后，随即整理、编写出有关部分的说明书，课程设计结束时，再归纳、整理，编写正式说明书。

1.4.2 设计说明书的内容格式

1. 封面

说明书封面格式可参考表 1-2。

表 1-2 模具课程设计说明书封面

装 订 线	模具课程设计计算说明书	
	设计课题：_____	
	班级：_____	
	学号：_____	
	指导教师：_____	
	完成时间：_____	
	(学校名称)	

2. 前言

前言主要是对设计背景、设计目的和意义进行总体描述，让读者对该设计说明书有一个总的了解。

3. 目录

目录应列出说明书中的各项标题内容及页次，包括设计任务书和附录。

4. 设计任务书

设计任务书一般包含设计要求、使用条件、图样及主要设计参数等。

5. 说明书正文

说明书正文格式可参考见表 1-3。

表 1-3 模具课程设计说明书正文格式

	设计项目	设计过程	设计结果
装订线			

说明书正文内容包括：制件成形工艺规程，拟定零件的工艺性分析（零件的作用、结构特点、结构工艺性、关键部位技术要求分析等），制订零件成形工艺规程；制件工艺计算（制件成形工艺计算包括：排样计算、毛坯尺寸计算、工艺力计算等）；模具总装图结构确定、论证、描述；非标准件的结构形状和尺寸公差等计算、确定；标准件的选用。

6. 其他需要说明的内容及设计心得体会

7. 参考文献

文献前编排列序号，以便正文引用。

1.4.3 设计说明书的要求

说明书要求内容完整，分析透彻，文字简明通顺，计算结果准确，书写工整清晰，并按合理的顺序及规定的格式编写。计算部分只须写出计算公式，代入有关数据，即直接得出计算结果，不必写出全部运算及修改过程。

编写设计计算说明书应注意：

- 1) 设计说明书应按内容顺序列出标题，做到层次清楚，重点突出。计算过程列出计算公式，代入有关数据，写出计算结果，标明单位，并写出根据计算结果所得出的结论或说明。
- 2) 引用的计算公式或数据要注明来源，主要参数、尺寸、规格和计算结果，可在每页右侧计算结果栏中列出。
- 3) 为清楚地说明计算内容，说明书中应附有必要的简图（如总体设计方案图、零件工作简图、受力图等）。
- 4) 设计说明书要用钢笔或用计算机按规定格式书写或打印在 A4 纸上，按目录编写内容、标出页码，然后左侧装订成册。

1.4.4 答辩准备

答辩是课程设计教学过程的最后环节，准备答辩的过程也是系统回顾、总结和学习的过程。总结时应注意对以下方面深入剖析：总体方案、受力分析、材料选择、工作能力计算、主要参数及尺寸确定、结构设计、设计资料和标准的运用、工艺性和使用维护性等。全面分析所设计模具的优缺点。

在做出系统总结的基础上，通过答辩，找出设计计算和图样中存在的问题和不足，把还不甚清晰或尚未考虑到的问题分析理解清楚，深化设计成果，使答辩过程成为课程设计中继续学习和提高的过程。

通过课程设计答辩，教师可根据设计图样、设计说明书和答辩中回答问题的情况，并考虑学生在设计过程中的表现，综合评定成绩。

第2章 冷冲压模具设计

2.1 冷冲压模具概述

2.1.1 冷冲压模具的分类

1. 按冲压工序来分类

按冲压工序分类的冷冲压模具，如图 2-1 所示。

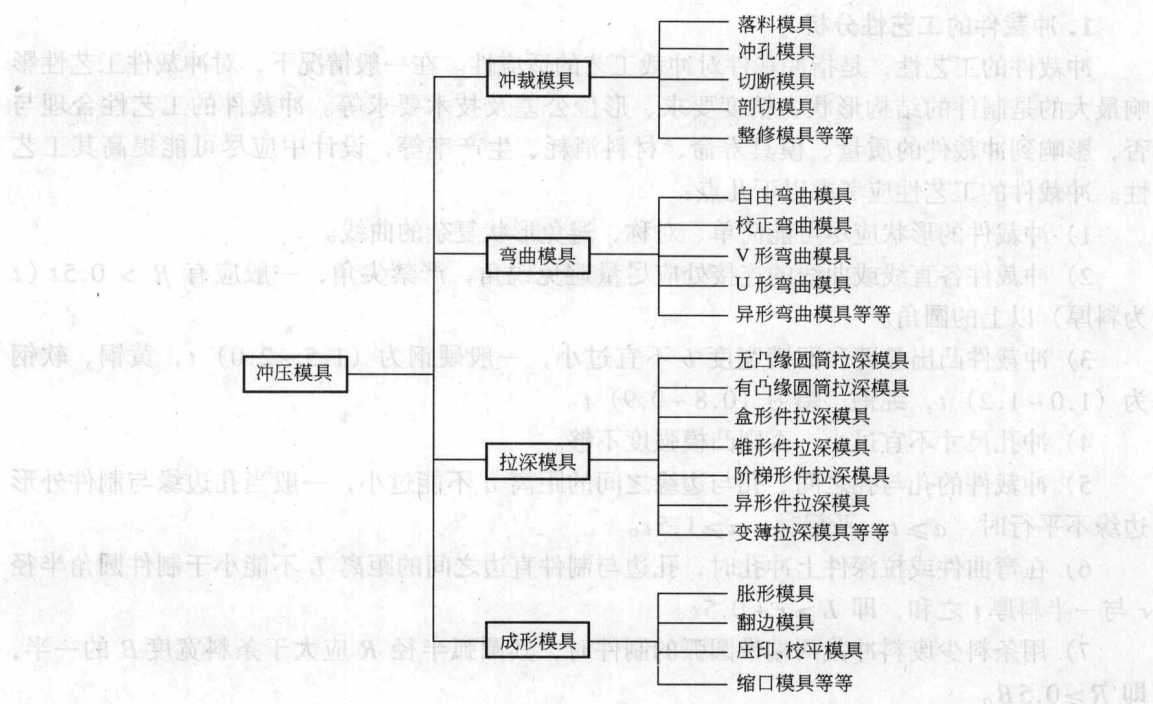


图 2-1 冲压模具类型

2. 按工序组合程度来分类

按工序组合程度可分为简单模、复合模、级进模三类，三种类型模具的特性比较见表 2-1，设计者可以根据产品的设计需要选择冷冲压模具的类型。

表 2-1 简单模、复合模、级进模比较

类别	工作状况	工作精度	模具结构	生产率	模具寿命	模具成本
简单模	完成一个工序		简单	低	低	低
复合模	同时完成几个工序	较高	较复杂	高	较高	较高
级进模	连续完成几个工序	高	复杂	高	高	高

3. 按模具有无导向装置和导向方法来分类

按模具有无导向装置和导向方法可分为无导向的开式模和有导向的导板模、导柱模。

4. 按送料、出件及排除废料的自动化程度来分类

按送料、出件及排除废料的自动化程度可分为手动模、半自动模和自动模。另外,按送料步距方法不同可分为挡料销式、导正销式、侧刃式等模具。按卸料方法不同可分为刚性卸料式和弹性卸料式等模具。按凸、凹模材料不同可分为钢模、硬质合金模、钢带冲模、锌基合金模、橡皮冲模等。按冲裁件质量的高低可分为精密冲模和普通冲模。按模具体积大小可分为小型模具、中型模具、大型模具。

对于一副冲模,上述几种特征可能兼有,如:导柱导套导向、固定卸料、侧刃定距、中型、精密的冲孔落料级进模。

2.1.2 冲压件的主要工艺性分析

1. 冲裁件的工艺性分析

冲裁件的工艺性,是指冲裁件对冲裁工艺的适应性。在一般情况下,对冲裁件工艺性影响最大的是制件的结构形状、精度要求、形位公差及技术要求等。冲裁件的工艺性合理与否,影响到冲裁件的质量、模具寿命、材料消耗、生产率等,设计中应尽可能提高其工艺性。冲裁件的工艺性应考虑以下几点:

- 1) 冲裁件的形状应尽可能简单、对称,避免形状复杂的曲线。
- 2) 冲裁件各直线或曲线的连接处应尽量避免锐角,严禁尖角,一般应有 $R > 0.5t$ (t 为料厚) 以上的圆角。
- 3) 冲裁件凸出悬臂和凹槽宽度 b 不宜过小,一般硬钢为 $(1.5 \sim 2.0)t$, 黄铜、软钢为 $(1.0 \sim 1.2)t$, 纯铜、铝为 $(0.8 \sim 0.9)t$ 。
- 4) 冲孔尺寸不宜过小,否则凸模强度不够。
- 5) 冲裁件的孔与孔之间、孔与边缘之间的距离 a 不能过小,一般当孔边缘与制件外形边缘不平时, $a \geq t$; 平时, $a \geq 1.5t$ 。
- 6) 在弯曲件或拉深件上冲孔时,孔边与制件直边之间的距离 L 不能小于制件圆角半径 r 与一半料厚 t 之和,即 $L \geq r + 0.5t$ 。
- 7) 用条料少废料冲裁两端带圆弧的制件时,其圆弧半径 R 应大于条料宽度 B 的一半,即 $R \geq 0.5B$ 。
- 8) 冲裁件的经济精度不高于 IT11,一般要求落料件精度最好低于 IT10,冲孔件精度最好低于 IT9。

2. 弯曲件的工艺性分析

弯曲件的工艺性影响到工艺过程的简化、弯曲件精度的提高及原材料的节约。因此,只有在特殊情况下,而且工艺上采取特定的保证措施后,才允许弯曲件设计超出工艺要求。弯曲件的结构工艺性应满足以下要求:

- 1) 弯曲件的形状与尺寸应尽量对称,否则不易保证尺寸精度。
- 2) 弯曲件的最小弯曲半径不得小于各种材料所许可的最小弯曲半径,否则会使变形区外层材料弯裂。
- 3) 当弯曲成 90° 时,为保证弯边有足够的变形稳度,弯曲件的直边高度不宜过小,其

值应为 $H > 2t$ 。若 $H < 2t$ ，则需预先压槽或加高直边，弯曲后切掉多余部分。

4) 如弯边在弯曲件内侧局部弯边，则应事先在落料制件上加冲工艺孔或工艺槽，以防止弯曲处撕裂。

5) 孔与弯曲部位的最小距离：有孔的毛坯在弯曲时，如果孔位于弯曲区附近，弯曲时孔会变形。为了避免这种缺陷出现，必须使这些孔分布在变形区之外。孔边到弯曲半径 r 中心的距离 s 为 $s \geq t$ ($t < 2\text{mm}$)， $s \geq 2t$ ($t \geq 2\text{mm}$) (t 为坯料厚度)。

6) 边缘有缺口的弯曲件，要在缺口处留出连接带，待弯曲成形后，再把它切除，否则会出现叉口现象，严重时无法弯曲成形。

3. 拉深件的工艺性分析

1) 拉深件的形状应尽量简单、对称。除在结构上有特殊需要外，一般拉深件必须避免异常复杂及非对称形状，尽量避免曲面空心零件的尖底形状，拉深部分深度应尽量小。

2) 对于有凸缘的筒形件，凸缘的外廓最好与拉深部分的轮廓形状相似，凸缘宽度尽可能保持一致，并避免凸缘半径太大。比较合适的凸缘宽度为： $d + 12t \leq d_1 \leq d + 25t$ (d_1 为凸缘直径； d 为制件拉深部分直径； t 为板料厚度)。

3) 拉深件的圆角半径对拉深过程有很大的影响，为了使拉深顺利进行，在设计拉深件时应注意圆角半径不能过小，应满足 $r_1 \geq t$ ， $r_2 \geq 2t$ ， $r_3 \geq 3t$ (r_1 为拉深底部内侧圆角半径； r_2 为凸缘内侧圆角半径； r_3 为拉深周边内侧圆角半径)。

4) 对于半敞开及非对称的空心件，宜采用成对拉深。

5) 在拉深件上冲孔时，应注意孔的位置，为保证能将孔顺利冲出，有关尺寸应符合下列关系 $h > 2d + t$ ， $D_1 \geq (d_1 + 3t + 2r_2 + d_2)$ ， $d \leq d_1 - 2r_1 - t$ (h 为拉深件上侧孔定位高度； d_1 为拉深件内孔直径； d_2 为拉深凸缘上孔直径； D_1 为拉深凸缘上孔的中心直径)。

6) 不变薄拉深件的厚度允许有一定量的改变，多次拉深件在其外壁或凸缘表面允许有多次拉深产生的连接印痕。

7) 在一般情况下，不要对拉深件的尺寸公差要求过严，一般圆筒形件可达到 IT8 ~ IT10，对于异形拉深件一般要低 1~2 级。

2.2 冷冲压模具设计实例

2.2.1 冲模设计程序与要点

1. 冲模设计程序

(1) 确定冲压工艺方案和模具结构形式 工艺方案的制定是冲压生产中非常重要的一项工作，对于产品质量、劳动生产率、工人的劳动强度和生产安全性都有重要影响。制定工艺方案时，应以产品图样、现有生产条件为出发点，尽量采用国内外先进技术，并对各种可能采用的加工方案进行分析、比较，以制定出最合理的工艺方案。制定工艺方案的内容和步骤如下：

1) 分析制件的冲压工艺性。在确定工艺方案前，应根据产品图样，对冲压件的形状特点、尺寸大小、技术要求、所用材料等是否符合冲压工艺要求进行分析，必要时可对产品设计提出合理的修改意见。

2) 分析比较和确定工艺方案。根据制件的结构形状,按各工序的变形性质和应用范围确定工序的性质。在一般情况下,可以从零件图上直接看出所需工序的性质,有时还需通过计算才能确定。在此基础上充分考虑各类工序有无合并的可能性,以确定工序的数目,并据材料的变形规律、制件的精度及定位要求合理安排工序的顺序,要注意前后工序不应互相妨碍,以保证制件的质量要求。

3) 确定冲模类型及结构形式。根据确定的工艺方案及生产批量、生产条件、制件的结构特点等确定模具的类型及结构形式。

4) 选择冲压设备。根据制件的工艺性质和采用的方案,选择冲压设备的类型,并按照冲压加工所需的总冲压力和零件尺寸,选定冲压设备的吨位。

(2) 工艺计算 在确定工艺方案的过程中,应对毛坯展开尺寸、排样方法、材料利用率、各种冲压力、模具压力中心、凸凹模的工作部分尺寸等进行计算,以合理确定模具的结构形式,并对某些模具进行必要的特殊工艺计算。

(3) 模具总体设计 在完成上述计算的基础上,进行模具结构的总体设计。在设计时应考虑到凸凹模的结构形式、制件的定位方式、送料方式、卸料及顶料机构的结构、模具的导向方式等,并确定冲压设备、模具的闭合高度和模具的安装方式。

综合上述设计结果,绘制出模具总装图。总装图应有足够说明模具构造的投影图及必要的断面图、剖视图。总装图主要包括:

1) 主视图。绘制模具在工作位置(也可在开起状态)的剖视图,表达各零件间的相互关系。

2) 俯视图。一般是绘制下模部分的俯视投影视图,也可以一半绘制上模从上到下(包括下模)的投影视图,另一半只绘制下模投影视图。

3) 侧视图、仰视图、局部剖视图。这些视图只有在主、俯视图未表达清楚时才绘制。

4) 制件图。在绘制模具总装图时,一般在其右上角绘制制件图(或本工序的工序图),应标明尺寸、公差、材料、厚度及要求,以便试模时检查制件。

5) 排样图。对于落料模、尤其是级进模应绘制排样图。排样图一般绘制在制件图旁或下面。

在模具总装图中,必须注明必要的尺寸,如模具闭合高度、轮廓尺寸、压力中心及靠装配保证的有关尺寸和精度、模具间隙等,说明所选用的冲压设备型号,填写详细的零件明细表和技术要求。

(4) 非标准零件设计 在模具总体方案确定以后,就要进行有关非标准零件的设计。它主要有凸模、凹模的设计,卸料弹簧(橡胶)的选择,推杆长度、卸料螺钉长度和卸料螺钉窝的尺寸确定,垫板、凸模固定板等零件的尺寸计算等。在确定这些尺寸时,要注意使模具的闭合高度与所选的压力机的闭合高度相符。

(5) 冲模标准模架和零件

1) 模架已有国家标准,一般不用自行设计,只要选用即可。

2) 模柄虽有国家标准,但在实际中选用的却不够多,一般需自行设计。

2. 冲压模具设计要点

(1) 冲裁模设计要点

1) 冲裁材料的经济性。冲裁件的材料占总成本的60%以上,尤其对于一些非铁金属及