



21世纪高职高专规划教材·数控技术/模具设计与制造专业

冷冲压工艺与模具设计

主编 康俊远 副主编 姬裕江 徐勇军



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书是为满足高等职业教育的需要而编写的,它是高职、高专“模具设计与制造”专业教学的基本内容。该教材以社会需求为目标,以技术应用为主线。基础部分以应用为目的,以够用为度;工艺部分尽可能简明扼要,加强模具设计的内容。内容力求具有针对性、应用性;叙述方法上力求通俗易懂,深入浅出,增加图示和典型实例的比重;部分章后附有思考题和习题。

本书主要介绍各种冲压工艺的工艺性、工艺计算、工艺制订,各类模具的结构及其特点以及各种冲模零件的设计要点。除了介绍几大冲压工艺的工艺性和工艺计算方法外,按照模具的类型,以大量的实例和插图介绍了模具的结构及特点;按照模具零件的功能类型,介绍了冲模零件的形式及设计要点;对汽车覆盖件成形的工艺特点、模具结构及设计,做了介绍。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压工艺与模具设计/康俊远主编. —北京:北京理工大学出版社,
2007.2

21 世纪高职高专规划教材

ISBN 978 - 7 - 5640 - 0844 - 4

I. 冷… II. 康… III. ①冷冲压 - 工艺 - 高等学校:技术学校 - 教材
②冷冲模 - 设计 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 008679 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 22.25

字 数 / 434 千字

版 次 / 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数 / 1 ~ 4000 册

定 价 / 33.00 元

责任校对 / 郑兴玉

责任印制 / 李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

当前，高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一，成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

如今，中国已成为制造业大国，但还不是制造业强国。我们要从制造业大国走向制造业强国，必须大力发展以机电一体化为主的先进制造技术，提高计算机辅助设计与制造（CAD/CAM）的技术水平。

制造业要发展，人才是关键。尽快培养一批高技能人才和高素质劳动者，是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育既担负着培养高技能人才的任务，也为自身的发展提供了难得的机遇。

为适应制造业的深层次发展和机电一体化技术的广泛应用，根据高等职业教育发展与改革的新形势，北京理工大学出版社组织知名专家、学者，与生产制造企业的技术人员反复研讨，以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想，确立了“满足制造业对人才培养的需求，适应行业技术改革，紧跟前沿技术发展”的思路，编写了这套高职高专教材。本套教材力图实现：以培养综合素质为基础，以能力为本位，把提高学生的职业能力放在突出位置，加强实践性教学环节，使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者；以企业需求为基本依据，以就业为导向，增强针对性，又兼顾适应性；课程设置和教学内容适应技术发展，突出机电一体化、数控技术、模具等应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法；教学组织以学生为主体，提供选择和创新的空間，构建开放、富有弹性、充满活力的课程体系，适应学生个性化发展的需要。

本套教材的主要特色有：

1. 借鉴国内外职业教育先进教学模式，顺应现代职业教育教学制度的改革趋势；
2. 以就业为导向，进行了整体优化；
3. 理论与实践一体化，强化了知识性和实践性的统一。

本套教材适合于作为高职高专院校机电一体化、数控技术、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的课程教学和技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

冷冲压在机械制造、电子电器及日常生活中占有十分重要的地位，为了获得良好的冲压制品，必须考察工件的工艺性，进行工艺计算及制订工艺路线，最后设计出合理的模具。

冲压加工在汽车、电子、电器、仪表、航空和航天产品及日用品生产中得到了广泛的应用。20 多年来，我国工业发展迅速，产品更新换代很快。因此，许多工业部门对冲压技术人员的需求在逐年增加，全国高等职业技术学院模具专业的招生人数也在逐年增加。但各校普遍感到缺乏一本理论联系实际、便于教学的教材。

本书具有理论联系实际、实用性较强的特点，主要冲压件的工艺设计方法均以例题形式给出，特别是第三章冲裁模设计，对初学者是很有参考价值的。本书的模具图例不仅数量较多，而且具有一定的先进性和实用性。

本书是为满足高等职业教育的需要而编写的，它是高职、高专“模具设计与制造”专业教学的基本内容。该教材以社会需求为目标，以技术应用为主线。基础部分以应用为目的，以够用为度；工艺部分尽可能简明扼要，加强模具设计的内容。内容力求具有针对性、应用性；叙述方法上力求通俗易懂，深入浅出，增加图示和典型实例的比重；部分章后附有思考题和习题。

本教材的参考学时为 90 学时。其主要特色是在阐明冲压工艺的基础上，详细叙述了正确设计冲压工艺与冲压模具结构的基本方法。客观地分析了冲压工艺、冲模结构、冲压设备、冲压材料、冲压件质量和冲压件经济性的关系。主要介绍了冲裁工艺及冲裁模具设计、弯曲工艺及弯曲模具设计、拉深工艺及拉深模具设计；并根据冲压技术的发展，在传统内容的基础上又增加了多工位精密级进模的设计与制造；同时引入了汽车覆

盖零件的成形方法。全书在内容上各章相互独立又相互联系；语言上简明精练通俗易懂；技术上既有理论分析又结合生产实际选编了各种典型结构，加强了实用性。

本书在编写时，以技术应用为出发点，做到理论少而精，重点突出应用能力的培养，实用性较强；内容讲述通俗易懂，由浅入深，便于自学。本书适用于高等专科学校、高等职业技术学院、工程技术学院及成人高校模具专业、机械专业使用，亦可供从事模具设计和制造的工程技术人员和自学者参考使用。

本教材由康俊远编写第1、2、3、4、6、8章；姬裕江编写第7、9章，徐勇军编写第5章，另外其他人也做了许多工作，在此表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 冲压加工基本知识	(1)
1.1 冲压加工及分类	(1)
1.1.1 冲压加工的特点与应用	(1)
1.1.2 冲压工艺的分类	(2)
1.1.3 冷冲压加工工序的特点	(4)
1.1.4 冲压及其模具技术发展	(5)
1.2 冲压材料	(5)
1.2.1 冲压工艺对板料的基本要求	(5)
1.2.2 板料的冲压成形性能及其与板料的力学性能的关系	(6)
1.2.3 常用冲压材料与力学性能	(6)
1.2.4 常用冲压材料的规格	(7)
1.3 冷冲压设备的选择	(7)
1.3.1 冲压设备类型的选择	(7)
1.3.2 冲压设备规格的选择	(7)
1.4 模具材料选用	(10)
1.4.1 冲压对模具材料的要求	(10)
1.4.2 冲模材料的选用原则	(10)
1.4.3 冲模常用材料及热处理要求	(10)
第2章 冲压加工的理论基础	(12)
2.1 冲压应力应变状态	(12)
2.1.1 应力状态	(12)
2.1.2 应变状态	(13)
2.1.3 应力与应变关系	(14)
2.1.4 引例	(14)
2.2 材料的塑性、变形抗力及影响因素	(15)
2.2.1 塑性与变形抗力的概念	(15)

2.2.2 变形速度对塑性变形的影响	(16)
2.3 常用材料的力学性能	(16)
第3章 冲裁工艺及模具设计	(20)
3.1 冲裁变形和质量分析	(20)
3.1.1 冲裁变形过程	(21)
3.1.2 变形区的应力分析	(22)
3.1.3 断面质量	(23)
3.1.4 尺寸精度	(25)
3.2 冲裁模具的间隙	(26)
3.2.1 冲裁间隙的定义	(26)
3.2.2 间隙对冲裁力的影响	(26)
3.2.3 间隙对模具寿命的影响	(26)
3.2.4 间隙确定的理论依据	(27)
3.2.5 间隙值的确定	(28)
3.3 凸模与凹模刃口尺寸的计算	(32)
3.3.1 刃口尺寸的计算依据与原则	(32)
3.3.2 凸、凹模分开加工时的尺寸计算	(32)
3.3.3 凸、凹模配合加工时的尺寸计算	(36)
3.4 冲裁力和压力中心的计算	(39)
3.4.1 冲裁力的计算	(39)
3.4.2 降低冲裁力的措施	(40)
3.4.3 冲裁功的计算	(42)
3.4.4 压力机所需总压力的计算	(43)
3.4.5 冲模压力中心的确定	(45)
3.5 冲裁件的排样设计	(50)
3.5.1 冲裁件的排样	(50)
3.6 冲裁件的工艺性	(57)
3.7 冲裁模设计	(61)
3.7.1 冲裁模的分类	(61)
3.7.2 单工序冲模的结构	(62)
3.7.3 复合冲裁模的结构	(67)
3.8 精冲工艺及精冲模结构	(70)
3.8.1 精冲冲裁	(70)

3.8.2 精冲力	(73)
3.8.3 精冲的工艺参数	(74)
3.8.4 精冲模结构	(77)
3.9 冲裁模主要零部件结构设计	(80)
3.9.1 冲模零件的分类	(80)
3.9.2 工作零件	(81)
3.9.3 定位零件	(91)
3.9.4 卸料、顶件、推件零件	(99)
3.9.5 模架及零件	(106)
3.9.6 模具的闭合高度与压力机的关系	(109)
思考与习题	(110)
第4章 弯曲及弯曲模具设计	(112)
4.1 弯曲变形过程及特点	(112)
4.1.1 弯曲过程	(112)
4.1.2 弯曲变形的特点	(113)
4.2 弯曲件的回弹	(114)
4.2.1 回弹的概念和原因	(114)
4.2.2 回弹分析	(114)
4.2.3 影响回弹的因素	(116)
4.2.4 回弹量的确定	(116)
4.2.5 减小和控制回弹的措施	(118)
4.3 弯曲件成形的工艺性设计	(120)
4.3.1 弯曲件的工艺性	(120)
4.3.2 弯曲模具设计及计算	(124)
4.4 弯曲工艺方案的确定	(130)
4.4.1 弯曲模具结构	(130)
4.4.2 弯曲件的工序安排	(136)
4.4.3 弯曲模工作部分的尺寸设计	(137)
思考与习题	(141)
第5章 拉深模	(142)
5.1 拉深过程变形与应力分析	(142)
5.1.1 拉深变形过程	(142)

5.1.2	拉深过程中毛坯各部分的应力、应变状态分析	(144)
5.1.3	拉深变形的力学分析	(146)
5.1.4	拉深时的主要工艺问题	(147)
5.2	筒形件的拉深	(148)
5.2.1	旋转体拉深件毛坯尺寸的计算	(148)
5.2.2	拉深系数	(151)
5.2.3	拉深次数的确定	(155)
5.3	筒形件在以后各次拉深时的特点及其方法	(156)
5.3.1	以后各次拉深的特点	(156)
5.3.2	以后各次拉深的方法	(157)
5.4	压边力与拉深力的计算	(158)
5.4.1	压边形式与压边力	(158)
5.4.2	拉深力的计算	(160)
5.4.3	拉深时压力机吨位选择	(161)
5.5	拉深模工作部分结构参数的确定	(163)
5.5.1	拉深模的间隙	(164)
5.5.2	拉深凹模和凸模的圆角半径	(166)
5.5.3	拉深凸模和凹模的结构形式	(167)
5.5.4	凸模、凹模工作部分尺寸及其公差	(169)
5.5.5	拉深凸模和凹模的制造	(171)
5.6	拉深模具的典型结构	(172)
5.6.1	首次拉深模	(172)
5.6.2	后续各工序拉深模	(174)
5.6.3	其他典型的拉深模具结构	(175)
5.7	其他形状零件的拉深特点	(177)
5.7.1	带凸缘筒形件的拉深	(177)
5.7.2	阶梯圆筒形零件的拉深	(181)
5.7.3	曲面形状零件的拉深	(182)
5.7.4	盒形件的拉深	(187)
5.8	拉深工艺设计	(192)
5.8.1	拉深件的工艺性	(192)
5.8.2	工序设计	(194)
5.9	拉深工艺的辅助工序	(195)
5.9.1	润滑	(195)

5.9.2 热处理	(197)
5.9.3 酸洗	(198)
5.10 拉深模设计与制造实例	(199)
5.11 其他拉深方法	(204)
5.11.1 软模拉深	(204)
5.11.2 差温拉深	(206)
5.11.3 变薄拉深	(207)
第6章 成形工艺及模具设计	(210)
6.1 起伏成形	(210)
6.1.1 起伏成形的变形极限	(210)
6.1.2 起伏成形的压力计算	(211)
6.2 翻边与翻孔	(212)
6.2.1 翻边	(212)
6.2.2 翻孔	(214)
6.3 胀形	(218)
6.3.1 胀形的变形程度	(218)
6.3.2 胀形工艺计算	(219)
6.4 缩口	(220)
6.4.1 缩口的变形程度	(220)
6.4.2 缩口次数	(221)
6.5 校平与整形	(222)
6.5.1 校平	(222)
6.5.2 整形	(224)
6.6 成形模具的典型结构	(225)
第7章 多工位级进模	(230)
7.1 采用多工位级进模的条件	(230)
7.1.1 概述	(230)
7.2 多工位级进模的排样设计	(232)
7.2.1 排样设计的遵循原则	(232)
7.2.2 带料的载体设计	(233)
7.2.3 排样图中各工位的设计要点	(237)
7.3 多工位级进模零部件设计	(241)

7.3.1	凸模	(241)
7.3.2	凹模	(244)
7.3.3	带料的导正定位	(248)
7.3.4	带料的导向和托料装置	(250)
7.3.5	卸料装置	(252)
7.3.6	限位装置	(255)
7.3.7	加工方向的转换装置	(255)
7.3.8	成形凸模的微量调节机构	(257)
7.3.9	级进模模架	(257)
7.4	多工位级进模的安全保护	(258)
7.4.1	防止制件或废料的回升和堵塞	(258)
7.4.2	模面制件或废料的清理	(260)
7.5	多工位级进模的典型结构	(262)
7.5.1	冲裁、压平自动切断级进模	(262)
7.5.2	膜片级进模	(265)
第8章	汽车覆盖件成形及模具	(272)
8.1	汽车覆盖件	(272)
8.1.1	汽车覆盖件简介	(272)
8.1.2	对覆盖件的要求	(272)
8.1.3	覆盖件的分类	(273)
8.1.4	覆盖件冲压工艺和模具的特点	(274)
8.2	覆盖件冲压成形的冲压工艺设计	(275)
8.2.1	覆盖件冲压工艺方案	(275)
8.2.2	覆盖件冲压工艺的基本工序	(275)
8.2.3	工序件图	(276)
8.2.4	确定工序件在模具中的位置	(277)
8.2.5	覆盖件的展开	(277)
8.2.6	覆盖件的修边	(277)
8.2.7	覆盖件的翻边	(278)
8.2.8	拉延件在修边时和修边以后的定位	(279)
8.2.9	确定模具中心线	(280)
8.2.10	拉延毛坯的尺寸和外形	(280)
8.2.11	拉延毛坯的预弯	(280)

8.3 拉延件设计	(281)
8.3.1 确定拉延方向	(281)
8.3.2 工艺补充部分	(284)
8.3.3 确定压料面	(286)
8.3.4 确定凹模圆角	(288)
8.3.5 工艺切口	(288)
8.4 拉延模设计	(289)
8.4.1 拉延模的结构特点和结构尺寸参数	(289)
8.4.2 拉延筋	(292)
8.4.3 凹模结构	(296)
8.4.4 压料圈内轮廓和凸模外轮廓之间的间隙	(298)
8.4.5 导向	(299)
8.4.6 通气孔	(301)
8.5 修边模设计	(302)
8.5.1 修边模的分类	(302)
8.5.2 修边镶块	(303)
8.5.3 斜楔滑块结构	(306)
8.5.4 斜楔滑块中滑块的返回行程和返楔	(307)
8.5.5 修边凹模镶块的交接	(308)
8.5.6 修边模主要零件的设计	(310)
8.6 翻边模设计	(313)
8.6.1 翻边模分类	(313)
8.6.2 翻边凸模的扩张结构	(314)
8.6.3 翻边凸模的缩小结构和翻边凹模的扩张结构	(315)
8.6.4 翻边凹模镶块的交接	(315)
思考题与习题	(317)
 第9章 冲压工艺规程制定及模具设计步骤	(318)
9.1 制定冲压工艺规程的程序	(318)
9.1.1 制定冲压工艺规程的原始资料	(318)
9.1.2 制定冲压工艺过程的程序及方法	(319)
9.2 冲压工艺规程制定实例	(327)
9.3 冷冲压模具设计步骤	(332)
9.3.1 模具设计前应注意的工艺问题	(332)

9.3.2	模具设计应注意的问题	(333)
9.3.3	模具装配图设计	(334)
附录		(336)
附录 A	冲压常用材料的性能和规格	(336)
附录 B	钢板厚度公差 (GB708—1988)	(338)
附录 C	普通碳素钢冷轧带钢分类	(338)
附录 D	普通碳素冷轧钢带尺寸	(338)
附录 E	轧制薄钢板的尺寸 (GB708—1988)	(339)
附录 F	中外主要模具用材料对照表	(340)

——第 1 章

冲压加工基本知识

冲压：是利用安装在压力机上的模具，对模具里的板料施加变形力，使板料在模具里产生变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的产品零件的生产技术。由于冲压加工经常在材料的冷状态（室温）下进行，因此也称冷冲压。

冲压模具：是指将板料加工成冲压零件的专用工艺装备。是为工艺中某一特定工序服务的；工艺依附于模具，没有先进的模具技术，先进的冲压工艺无法实现。

冲压工艺及冲模设计与制造就是根据冲压零件的形状、尺寸精度及技术要求，制定冲压加工方案，设计冲压模具，并对模具零件进行加工、装配、试模和检验的全部过程。

1.1 冲压加工及分类

1.1.1 冲压加工的特点与应用

冲压生产靠模具和压力机完成加工过程，与其他加工方法相比，在技术和经济方面有如下特点：

1. 优点

- ① 互换性好。
- ② 可以获得其他加工方法所不能或难以制造的壁薄、重量轻、刚性好、表面质量高、形状复杂的零件。
- ③ 既节能又省料。
- ④ 效率高。
- ⑤ 操作方便，要求的工人技术等级不高。

2. 缺点

- ① 噪声和振动大。
- ② 模具要求高、制造复杂、周期长、制造费用昂贵，因而小批量生产受到限制。

③ 零件精度要求过高，冲压生产难以达到要求。

由于冲压工艺具有上述突出的特点，因此在国民经济各个领域得到了广泛应用。例如，航空航天、机械、电子信息、交通、兵器、日用电器及轻工等产业都应用冲压加工。

冲压可制造钟表及仪器的小零件，也可制造汽车、拖拉机的大型覆盖件。冲压材料可使用黑色金属、有色金属以及某些非金属材料。

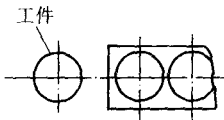
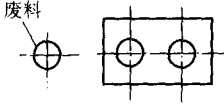
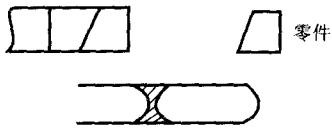
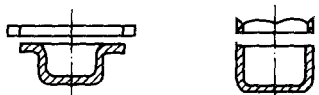
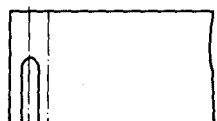
1.1.2 冲压工艺的分类

生产中为满足冲压零件形状、尺寸、精度、批量、原材料性能等方面的要求，采用多种多样的冲压加工方法。概括起来冲压加工可以分为分离工序与成形工序两大类。

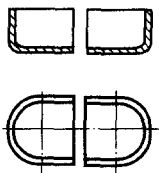
1. 分离工序

分离工序是在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，如表 1-1 所示。

表 1-1 分离工序

工序名称	简 图	工序特征	应用范围
落料		用模具沿封闭轮廓冲切板料，冲下的部分为工件	用于制造各种形状的平板零件
冲孔		用模具沿封闭轮廓冲切板料，冲下的部分为废料	用于冲平板件或成形件上的孔
切断		用剪刀或模具切断板料，切断线不是封闭的	多用于加工形状简单的平板零件
切边		用模具将工件边缘多余的材料冲切下来	主要用于立体成形件
冲槽		在板料上或成形件上冲切出窄而长的槽	用于制造平面零件

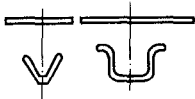
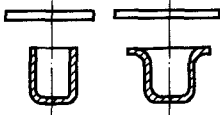
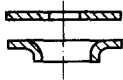
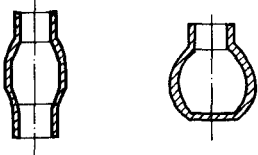
续表

工序名称	简 图	工序特征	应用范围
剖切		把冲压加工成的半成品切开成为两个或数个零件	多用于不对称的成双或成组冲压之后

2. 成形工序

成形工序是毛坯在不被破坏的条件下产生塑性变形，形成所要求的形状和尺寸精度的制件，如表 1-2 所示。

表 1-2 成形工序

工序名称	简 图	工序特征
弯曲		用模具将板料弯曲成一定角度的零件，或将已弯件再弯
拉深		用模具将板料压成任意形状的空心件，或将空心件作进一步变形
翻边		用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁
胀形		用模具对空心件施加向外的径向力，使局部直径扩张
缩口		用模具对空心件口部施加由外向内的径向压力，使局部直径缩小