



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
五年制高等职业教育数控技术应用专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

冷冲压工艺 及模具设计与制造

韩森和 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
五年制高等职业教育数控技术应用专业教学用书

技能型紧缺人才培养培训系列教材

冷冲压工艺及模具设计与制造

韩森和 主编
吴联兴 沈兴东 主审

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部推荐的数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材之一,是“项目式”教学模式的教改成果教材,是根据数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案中核心教学与训练项目的基本要求,并参照相关的国家职业标准和行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。本书以培养学生从事模具设计与制造的基本技能为目标,将冲压设备、模具拆装、冲压工艺、冲压模具设计与制造有机整合,实现重组优化,突出实用性、综合性和先进性;常用的工序以典型零件为例,按照冲压工艺及模具设计与制造的顺序介绍,以便引导学生一边学习专业基础知识,一边进行课程设计,充分调动学生的学习积极性。

全书共分8章,以通俗的文字和丰富的图表,系统地介绍了常见冲压工序(冲裁、弯曲、拉深)的冲压工艺、冲压模具设计与制造的过程及相关内容,还相应地介绍了胀形、翻边、校形、大型覆盖件成形等的工艺与模具设计,同时根据冲压工艺及模具设计与制造的需要和发展,适度介绍了冷挤压工艺及模具设计和多工位级进模的设计与制造。

本书可作为职业院校和成人教育院校数控技术应用专业和模具设计与制造专业的教材,以及职业院校机械、机电等相关专业教材,也可供相关工程技术人员及自学者参考。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲压工艺及模具设计与制造/韩森和主编. —北京:
高等教育出版社, 2006.2

ISBN 7-04-019477-5

I. 冷... II. 韩... III. ①冷冲压-工艺②冷冲模-设计③冷冲模-制模工艺 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 004311 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京铭成印刷有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 20.25
字 数 490 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2006 年 2 月第 1 版
印 次 2006 年 2 月第 1 次印刷
定 价 26.40 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19477-00

出版说明

2003年12月教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合印发了《教育部等六部门关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》。为了配合该项工程的实施,高等教育出版社开发编写了数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材。该系列教材已纳入教育部职业教育与成人教育司发布实施的《2004—2007年职业教育教材开发编写计划》,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定,作为教育部推荐教材出版。

高等教育出版社出版的教育部推荐数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训系列教材(以下简称推荐系列教材),是根据教育部办公厅、国防科工委办公厅、中国机械工业联合会最新颁布的《中等职业学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》编写的。推荐系列教材力图体现: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的位置,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;职业教育以企业需求为基本依据,办成以就业为导向的教育,既增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应企业技术发展,突出数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法,具有一定的先进性和前瞻性;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放的课程体系,适应学生个性化发展的需要。推荐系列教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新尝试。主要特色有:

1. 以就业为导向,定位准确,全程设计,整体优化。
2. 借鉴国内外职业教育先进教学模式,突出项目教学,顺应现代职业教育教学制度的改革趋势,适应学分制。
3. 理论基础知识教材,以职业技能所依托的理论知识为主线,综合了多门传统的专业基础课程的理论知识。知识点以必需、够用为度。
4. 理论实践一体化教材,缩短了理论与实践教学之间的距离,内在联系有效,衔接与呼应合理,强化了知识性和实践性的统一。
5. 操作训练和实训指导教材,参照国家职业资格认证标准,成系列按课题展开,考评标准具体明确,直观、实用,可操作性强。

推荐系列教材既注重了内在的相互衔接,又强化了相互支持,并将根据教学需求不断完善和提高。

查阅推荐系列教材的相关信息,请登录高等教育出版社“中等职业教育教学资源网”(网址:<http://sv.hep.com.cn>)。

高等教育出版社

2004年12月

前 言

本教材是根据教育部职业教育与成人教育司关于职业技术教学改革意见、职业教育的特点和模具技术的发展以及对职业技术学院学生的要求,在总结近几年模具设计与制造专业教学改革经验的基础上编写的一本“项目式”教学模式的教改成果教材。

本书以培养学生从事模具设计与制造的基本技能为目标,将冲压设备、模具拆装、冲压工艺、冲模设计与制造有机整合,实现重组和优化,突出实用性、综合性和先进性。常用的冲压工序各以一个典型零件为例,按照冲压工艺及模具设计与制造的顺序叙述,以便学生一边学习专业基础知识,一边进行课程设计,充分调动学生的学习积极性。

全书共分8章,以通俗易懂的文字和丰富的图表,系统地叙述了常见冲压工序(冲裁、弯曲、拉深)的冲压工艺、冲压模具设计与制造的过程及相关内容,对应用最普通也最典型的冲裁工序还以一个典型零件为例叙述了工艺过程的编制、冲裁模的设计及冲裁模主要零件的制造和冲裁模的装配方法,以达到“举一反三”的目的。在此基础上介绍了胀形、翻边、校形、大型覆盖件的应用和发展,适度介绍了冷挤压工艺及模具设计与制造和多工位级进模具的设计与制造。

本书由武汉职业技术学院韩森和任主编,江苏信息职业技术学院王南根、无锡商业职业技术学院高汉华任副主编。武汉职业技术学院王立华编写了第1章,韩森和编写了第2章和第8章,欧阳德祥编写了第5章,张四新编写了附录并对书稿的录入做了大量工作;江苏信息职业技术学院王南根编写了第3章和第4章,无锡商业职业技术学院高汉华编写了第6章和第7章。

教育部聘请天津冶金职业技术学院吴联兴和天津职业大学沈兴东审阅了此书,对本书提出了很多宝贵意见。在编写过程中还得到了兄弟院校和有关企业的大力支持和帮助,福建信息职业技术学院张华老师对本书进行了初审并提出了很多宝贵意见,此外还得到了本校其他老师的协助。在此一并表示感谢。

本书可作为五年制职业院校和成人教育院校及中等职业学校数控技术应用专业及模具设计与制造专业的教材,也可作为相关工程技术人员及自学者的参考书。

由于编者水平有限,书中不当和错漏之处在所难免,恳请使用本书的教师和读者不吝指正。

编 者

2005年12月

目 录

第 1 章 冲压加工基本知识	1	2.3.2 搭边及条料宽度的确定	47
1.1 冲压加工及分类	1	2.3.3 材料利用率计算	50
1.1.1 冲压加工的特点与应用	1	2.3.4 确定图 2-1 示例的排样方法, 查出搭边, 计算料宽和材料利用率	50
1.1.2 冲压工艺分类	2	2.4 冲裁压力及压力中心的确定	51
1.1.3 冲压及其模具技术的发展	4	2.4.1 冲裁压力	51
1.2 冲压材料	5	2.4.2 压力中心的确定	52
1.2.1 冲压工艺对板料的基本要求	5	2.4.3 计算图 2-1 示例的冲压力及压力中心	55
1.2.2 板料的冲压成形性能及其与板料力学性能的关系	6	2.5 计算凹模外形尺寸、选择典型组合	55
1.2.3 常用冲压材料及其力学性能	7	2.5.1 计算凹模外形尺寸	55
1.3 冷冲压设备	8	2.5.2 选择典型组合	56
1.3.1 机械压力机的型号	8	2.5.3 图 2-1 示例凹模外形尺寸的计算、选定典型组合	57
1.3.2 常用冷冲压设备	8	2.6 模具主要零部件的设计	57
1.3.3 模具的安装	16	2.6.1 凹模设计	57
1.4 模具材料选用	17	2.6.2 凸模设计	59
1.4.1 冲压对模具材料的要求	17	2.6.3 定位、导料及定距零件的设计	66
1.4.2 冲模材料的选用原则	18	2.6.4 卸料装置	76
1.4.3 冲模常用材料及其热处理要求	18	2.6.5 其他零件的设计	78
1.5 模具零件的加工方法	22	2.7 冲裁变形过程与凸凹模刃口尺寸计算	85
1.5.1 模具制造的特点	22	2.7.1 冲裁变形过程及冲件断面质量	85
1.5.2 模具零件的加工方法	22	2.7.2 冲裁凸模与凹模之间的间隙	86
习题	30	2.7.3 冲裁凸、凹模刃口尺寸计算	89
第 2 章 冲裁及冲裁模设计	31	2.8 其他冲裁模	94
2.1 确定基本冲压工序	31	2.8.1 硬质合金模具	94
2.1.1 冲裁工艺性分析所涉及的问题	31	2.8.2 小孔冲裁模	95
2.1.2 分析图 2-1 示例的工艺性、确定基本冲压工序	33	2.8.3 薄板模和板模	96
2.2 确定冲裁工艺方案	34	2.8.4 聚氨酯橡胶冲模	98
2.2.1 普通冲裁模的结构	34	2.8.5 锌基合金模具	99
2.2.2 确定图 2-1 示例的冲裁工艺方案	45		
2.3 排样图设计	45		
2.3.1 排样设计	46		

2.8.6 超塑材料模具	100	4.3 旋转拉深件毛坯尺寸计算	144
2.9 提高冲件精度的办法	100	4.3.1 计算准则	144
2.9.1 整修	100	4.3.2 计算方法	145
2.9.2 挤光	101	4.4 圆筒形拉深件的工序尺寸计算	149
2.9.3 光洁冲裁	102	4.4.1 拉深系数	149
2.9.4 精冲	102	4.4.2 拉深压边装置的作用及采用 压边圈的条件	152
2.10 非金属材料冲裁	106	4.4.3 凸、凹模圆角半径的确定	153
2.10.1 尖刃凸模冲裁	106	4.4.4 无凸缘圆筒形拉深件的拉深工序 尺寸计算	154
2.10.2 普通冲裁模加推板冲裁	107	4.4.5 带凸缘圆筒形拉深件的 工序尺寸计算	155
习题	107	4.5 其他旋转体拉深件的拉深	159
第3章 弯曲及弯曲模具设计	110	4.5.1 阶梯圆筒形件的拉深	159
3.1 弯曲变形过程及弯曲变形的特点	110	4.5.2 球形件的拉深	160
3.1.1 弯曲过程	110	4.5.3 锥形件的拉深	162
3.1.2 弯曲变形的特点	111	4.6 矩形件的拉深	164
3.2 弯曲件的工艺性	112	4.6.1 矩形件拉深的特点	164
3.2.1 弯曲件的工艺性	112	4.6.2 矩形件工序计算	164
3.2.2 图3-1示例弯曲件的工艺性 分析及措施	116	4.7 拉深模的典型结构	165
3.3 弯曲工艺方案的确定	116	4.7.1 单动压力机用拉深模	165
3.3.1 弯曲模具的结构	116	4.7.2 双动拉深压力机用拉深模	167
3.3.2 弯曲件的工序安排	122	4.8 压边装置和压边力、拉深力 的确定	168
3.3.3 图3-1示例弯曲工艺方案的确定	122	4.8.1 压边装置和压边力	168
3.4 弯曲模具的设计及计算	124	4.8.2 拉深力的计算	170
3.4.1 模具结构设计要点	124	4.9 凸、凹模工作部分的尺寸设计	171
3.4.2 弯曲件的中性层位置及毛坯 长度计算	124	4.9.1 拉深模的间隙	171
3.4.3 弯曲件的回弹	128	4.9.2 拉深凸、凹模工作部分的尺寸	171
3.4.4 弯曲力的计算	133	4.10 带料级进拉深	172
3.4.5 弯曲模工作部分的尺寸设计	135	4.10.1 带料级进拉深的方法	173
习题	138	4.10.2 带料级进拉深的拉深系数	173
第4章 拉深	140	4.10.3 带料级进拉深的工艺计算	175
4.1 拉深变形分析	140	4.11 拉深时的润滑和材料软化处理	177
4.1.1 拉深变形过程	140	4.11.1 润滑处理	177
4.1.2 拉深变形过程中坯料的应力、 应变状态	141	4.11.2 材料软化热处理	178
4.1.3 拉深的变形特点	142	习题	178
4.1.4 拉深工序的主要工艺问题	143	第5章 成形	180
4.2 拉深件的工艺性	143		

5.1 胀形	180	6.5 变形程度和挤压力计算	232
5.1.1 平板的胀形	180	6.5.1 变形程度的表示方法	232
5.1.2 空心毛坯的胀形	182	6.5.2 许用变形程度	232
5.2 翻边	188	6.5.3 挤压力的计算	234
5.2.1 内缘翻边	188	6.6 冷挤压模具及主要零件设计	236
5.2.2 外缘翻边	196	6.6.1 模具设计要求及结构	236
5.3 校形	198	6.6.2 凸、凹模设计	238
5.3.1 校平	199	6.6.3 卸料和顶出装置	245
5.3.2 整形	200	6.7 预应力组合凹模的设计	246
5.4 大型覆盖件的成形工艺 及模具设计	202	6.7.1 组合凹模的应用	246
5.4.1 覆盖件的成形特点和主要 成形障碍	202	6.7.2 层数的选择及各圈尺寸的确定	247
5.4.2 覆盖件冲压成形的工艺设计	206	6.7.3 组合凹模的压合工艺	247
5.4.3 覆盖件成形模具的典型结构和主要 零件的设计	212	习题	248
习题	220	第7章 多工位级进模	249
第6章 冷挤压工艺与模具设计	222	7.1 概述	249
6.1 概述	222	7.1.1 多工位级进模的概念	249
6.1.1 冷挤压的分类	222	7.1.2 多工位级进模的特点	249
6.1.2 冷挤压的优点	223	7.1.3 多工位级进模的类别	249
6.1.3 冷挤压的主要技术问题	223	7.2 工序安排和排样设计	250
6.2 冷挤压金属流动分析	224	7.2.1 工序安排	250
6.2.1 正挤压的金属流动	224	7.2.2 排样布局	251
6.2.2 反挤压的金属流动	224	7.3 级进模的凸、凹模设计	253
6.2.3 影响金属流动的主要因素	226	7.4 卸料和顶料装置	256
6.3 冷挤压件的工艺性	226	7.4.1 卸料装置	256
6.3.1 冷挤压常用材料	226	7.4.2 顶料装置	258
6.3.2 挤压件的合理形状与尺寸	227	7.5 级进模结构设计	260
6.3.3 工艺余块和修边余量	228	7.6 模具设计图纸尺寸的标注	268
6.3.4 切削加工余量及其基准	228	习题	272
6.3.5 冷挤压件的尺寸公差与 表面粗糙度	229	第8章 冲压模具零件的制造与装配	273
6.4 冷挤压件坯料的制备及处理方法	229	8.1 概述	273
6.4.1 冷挤压对毛坯的要求	229	8.2 冲裁模零件的制造与装配	275
6.4.2 毛坯的形状和尺寸	229	8.2.1 冲裁模凸、凹模技术要求 及加工特点	275
6.4.3 毛坯的制取方法	230	8.2.2 凸、凹模加工	275
6.4.4 坯料的软化、表面处理和润滑	230	8.2.3 冲裁模其他零件的加工	278
		8.2.4 冲裁模的装配	280
		8.2.5 冲裁模的调试	283
		8.3 成形模零件的制造与装配特点	285

8.3.1 成形模凸、凹模的技术要求 及加工特点	285	附表 1-12 优质碳素结构钢冷轧钢带的 尺寸及允许偏差	302
8.3.2 成形模凸、凹模加工	286	附表 1-13 低碳钢冷轧钢带的厚度 及允许偏差	303
8.3.3 成形模的装配与调试	288	附表 1-14 不锈钢和耐热钢冷轧钢带的厚度 及允许偏差	303
8.4 多工位级进模零件的制造 与装配特点	290	附表 1-15 晶粒取向硅钢薄带(DG1~DG6)的 尺寸及允许偏差	304
8.4.1 多工位级进模的加工特点	290	附表 1-16 铝及铝合金板的厚度 和允许偏差	304
8.4.2 多工位级进模的装配特点	292	附表 1-17 冷轧锡青铜板的尺寸及厚度 允许偏差	305
附表 1 冷冲压常用材料的性能和规格 ...	293	附表 1-18 冷轧纯铜板的尺寸及厚度 允许偏差	306
附表 1-1 黑色金属的力学性能	293	附表 1-19 冷轧黄铜板的尺寸及厚度 允许偏差	307
附表 1-2 有色金属的力学性能	295	附表 2 压力机的列别、组别和主要 技术规格	308
附表 1-3 非金属材料的抗剪强度	297	附表 2-1 压力机的列别、组别	308
附表 1-4 钢在加热时的抗剪强度	297	附表 2-2 几种开式压力机的主要 技术规格	309
附表 1-5 非金属材料加热时的 抗剪强度	297	附表 2-3 几种闭式压力机的主要 技术规格	309
附表 1-6 深拉深冷轧薄钢板的 力学性能	298	冲压模具相关术语汉英对照表	311
附表 1-7 轧制薄钢板的厚度、宽度 和长度尺寸	299	参考文献	313
附表 1-8 轧制薄钢板的厚度 允许偏差	300		
附表 1-9 深拉深冷轧钢板的厚度 允许偏差	301		
附表 1-10 电工用热轧硅钢薄钢板的规格 和允许偏差	301		
附表 1-11 低碳钢冷轧钢带的宽度 及允许偏差	302		

第 1 章 冲压加工基本知识

冲压加工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。冲压加工也简称冲压。图 1-1 所示是利用凸模和凹模对直径为 D 的圆板料加压，冲制出所需零件。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。冷冲压是金属压力加工方法之一，是建立在金属塑性变形理论基础上的材料成形技术。冲压加工的原材料一般为板料或带料，因此冲压加工也称板料冲压。

冲压工艺是指冲压加工过程和具体方法，包括各种冲压工序。冲压模具是指将板料加工成冲压零件的专用工艺装备。模具是工艺的一部分，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、检验的全部过程。

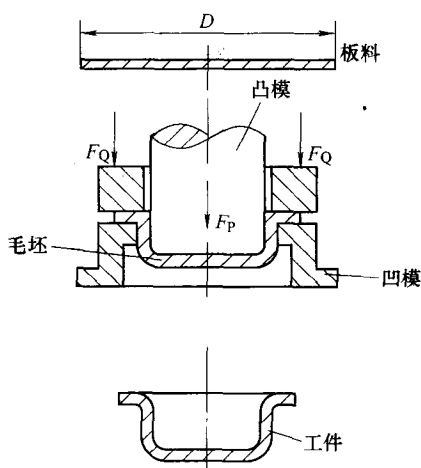


图 1-1 冲压过程简图

1.1 冲压加工及分类

1.1.1 冲压加工的特点与应用

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

- (1) 冲压件的尺寸精度由模具保证，所以其质量稳定，并具有一定互换性。
- (2) 冲压加工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) 冲压加工一般不需要加热毛坯，也不像切削加工那样需大量切削金属，所以既节能又节约金属。
- (4) 普通压力机每分钟可生产几十件冲压件，高速压力机每分钟可生产几百甚至上千件，所以它是一种高效率的加工方法。
- (5) 冲压零件的质量主要靠冲模来保证，所以操作方便，要求的工人技术等级不高，便于

组织生产。

冲压加工也存在一些缺点，主要表现在冲压加工时的噪声和振动方面。这些问题并不完全是冲压工艺及模具本身固有的，而主要是由于传统冲压设备的落后所造成的。另外，冲压加工的模具要求高，制造复杂、周期长，制造费用昂贵，因而小批量生产受到限制。此外，冲压件的精度决定于模具的精度，零件精度要求过高时应用冲压生产难以达到。

1.1.2 冲压工艺分类

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。

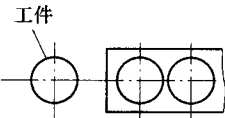
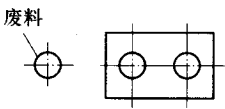
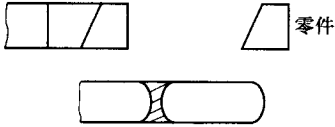
冲压加工可制造钟表及仪器的小零件，也可制造汽车、拖拉机的大型覆盖件。冲压材料可使用黑色金属、有色金属以及某些非金属材料。

生产中，为满足冲压零件在形状、尺寸、精度、批量、原材料性能等方面的要求，采用了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。

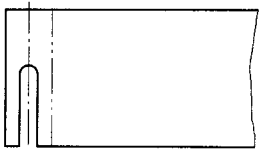
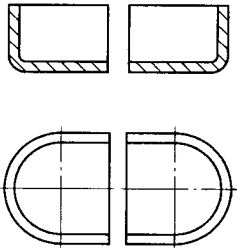
1. 分离工序

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，可分为落料、冲孔和剪切等，见表1-1。

表1-1 分离工序

工序名称	简 图	工 序 特 征	应 用 范 围
落料		用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为工件	用于制造各种形状的平板零件
冲孔		用模具沿封闭线冲切板料，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

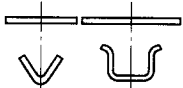
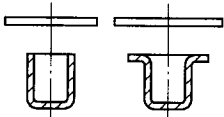
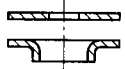
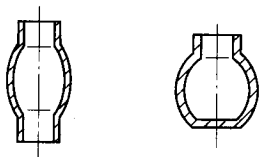
续表

工序名称	简 图	工 序 特 征	应 用 范 围
冲槽		在板料上或成形件上冲切出窄而长的槽	
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

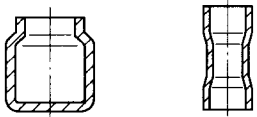
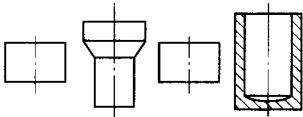
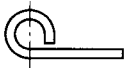
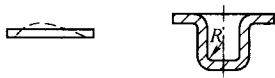
2. 成形工序

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、尺寸和精度的制件。成形工序可分为弯曲、拉深、翻边、胀形、缩口等，见表 1-2。

表 1-2 成 形 工 序

工序名称	简 图	工 序 特 征
弯曲		用模具使板料弯曲成一定角度或一定形状
拉深		用模具将板料拉成任意形状的空心件
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，使局部直径扩大

续表

工序名称	简 图	工 序 特 征
缩口		用模具对空心件局部施加由外向内的径向压力, 使局部直径缩小
挤压		把毛坯放在模腔内, 加压使其从模具空隙中挤出, 以成形空心或实心零件
卷缘		把板料端部卷成接近封闭的圆头, 用以加工类似铰链的零件
扩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位上使其径向尺寸扩大的变形方法
校形		将工件不平的表面压平; 将已弯曲或拉深的工件压成正确的形状

1.1.3 冲压及其模具技术的发展

随着科学技术的不断进步和工业生产的迅速发展, 冲压工艺和冲模技术也在不断地革新和发展。冲压加工技术的最新发展主要表现在以下几个方面。

1. 工艺分析计算现代化

冲压技术与工程数学、计算机技术相结合, 对复杂曲面零件(如覆盖件)进行计算机模拟和有限元分析, 可预测某一工艺方案进行零件成形的可能性与成形过程中将会发生的问题, 供设计人员进行修改和选择。这种设计方法将传统的经验设计升华为优化设计, 缩短了模具设计与制造的周期, 节省了昂贵的模具试模费用等。

2. 模具计算机辅助设计、制造与分析

模具计算机辅助设计、制造与分析(CAD/CAM/CAE)的研究和应用, 将极大地提高模具设计、制造的效率, 提高模具的质量, 使模具设计与制造技术实现 CAD/CAM/CAE 一体化。

3. 冲压生产自动化

为了满足大量生产的需要, 冲压生产正向自动化、无人化方向发展。现在, 利用高速机械压力机和多工位精密级进模已实现了单机自动, 冲压的速度可达每分钟几百至上千次; 大型零件的生产已实现了多机联合生产线, 从板料的送进、冲压加工到最后检验全由计算机控制, 极大地减轻了工人的劳动强度, 提高了生产率。目前, 冲压生产已逐渐向无人化生产形成的柔性

冲压加工中心发展。

4. 大批量与多品种小批量生产共存

为适应市场经济的需求,大批量与多品种小批量生产共存,开发了适宜于小批量生产的各种简易模具、经济模具、标准化且容易变换的模具系统等。

5. 推广和发展冲压新工艺和新技术

冲压加工推广并发展了新工艺和新技术,如精密冲裁、液压拉深、电磁成形、超塑性成形等。制造技术方面采用了高速铣削、数控电火花加工、慢走丝线切割和精密磨削,以实现模具制造的现代化。

6. 不断改进板料性能

与材料科学结合,不断改进板料性能,以提高冲压件的成形能力和使用效果。

7. 不断开发新的模具材料

不断开发新的模具材料,使模具材料适应各类冲压模具的不同需要,并提高模具的使用寿命。

1.2 冲压材料

1.2.1 冲压工艺对板料的基本要求

在冲压对板料要求中,首先要满足对产品的技术要求,如强度、刚度等力学指标要求,其次要满足一些物理化学等方面的特殊要求,如电磁性、防腐性等。此外,还必须满足冲压工艺的要求,即应具有良好的冲压成形性能。为满足上述两方面的要求,冲压工艺对板料的基本要求如下。

1. 力学性能要求

板料的力学性能与冲压成形性能有着密切的关系,力学性能的指标很多,其中尤以伸长率 δ 、屈强比 σ_s/σ_b 、弹性模数 E 、硬化指数 n 和厚向异性系数 r 影响较大。一般来说,伸长率大、屈强比小、弹性模数大、硬化指数高和厚向异性系数大有利于各种冲压成形工序。

2. 化学成分要求

板料的化学成分对其冲压成形性能有很大影响,如钢中碳、硅、锰、磷、硫等元素的含量增加,会使材料的塑性降低、脆性增加,导致材料冲压成形性能变坏。一般低碳沸腾钢容易产生时效现象,拉深成形时出现滑移线,这对汽车覆盖件是不允许的。为了消除滑移线,可在拉深之前增加一道辊压工序,或采用加入铝和钒等脱氧的镇静钢,拉深时就不会出现时效现象。铝镇静钢08Al按其拉深质量分为3级:ZF(最复杂)用于拉深最复杂的零件,HF(很复杂)用于拉深很复杂的零件,F(复杂)用于拉深复杂零件。其他深拉深薄钢板按冲压性能分为Z(最深拉深)、S(深拉深)、P(普通拉深)3级。

3. 金相组织要求

由于对产品的强度要求与对材料成形性能的要求,材料可处于退火状态(或软状态)(M),也可处以淬火状态(C)或硬态(Y)。有些钢板对其晶粒大小也有一定的规定,拉深性能好的钢

板为具有晶粒大小合适、均匀的金相组织,晶粒大小不均最容易引起裂纹。深拉深用冷轧薄钢板的晶粒为6至8级,过大的晶粒在拉深时产生粗糙的表面。此外,钢板中的带状组织与游离碳化物和非金属夹杂物,也会降低材料的冲压成形性能。

4. 表面质量要求

材料表面应光滑,无氧化皮、裂纹、划伤等缺陷。表面质量高的材料,成形时不易破裂,不易擦伤模具,零件表面质量好。优质钢板表面质量分3组:Ⅰ组(高质量表面)、Ⅱ组(较高质量表面)、Ⅲ组(一般质量表面)。

5. 材料厚度公差要求

在一些成形工序中,凸、凹模之间的间隙是根据材料厚度确定的,其中尤其是校正弯曲和整形工序,材料厚度公差对零件的精度与模具寿命会有很大的影响。厚度公差分为A(高级)、B(较高级)和C(普通级)3种。

1.2.2 板料的冲压成形性能及其与板料力学性能的关系

1. 板料的冲压成形性能

板料对冲压成形工艺的适应能力称为板料的冲压成形性能。

板料的冲压成形性能包括抗破裂性、贴模性和定形性等几个方面。

板料的贴模性是指板料在冲压过程中取得与模具形状一致性的能力。成形过程中发生的起皱、塌陷等缺陷,均会降低零件的贴模性。

定形性是指零件脱模后保持其在模内既得形状的能力。影响定形性的主要因素是回弹,零件脱模后回弹会造成零件形状与尺寸的误差。板料的贴模性和定形性是决定零件形状和尺寸精度的重要因素。

材料抗破裂性差,会导致零件严重破坏,且难于修复。因此,在目前冲压生产中主要用抗破裂性作为评定板料冲压成形性能的指标。

板料在成形过程中可能出现两种失稳现象:一种称为拉深失稳,即板料在拉应力作用下局部出现缩颈或断裂;另外一种称为压缩失稳,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叫做成形极限。成形极限反映板料失稳前总体尺寸可以达到的最大变形程度,如极限拉深系数、极限胀形高度和极限翻孔系数等。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。

2. 板料力学性能与板料冲压性能的关系

一般来说,板料的强度指标越高,产生相同变形量所需的力就越大;塑性指标越高,成形时所能承受的变形量就越大;刚性指标越高,成形时抗失稳的能力就越大。

对板料冲压成形性能影响较大的力学性能指标有以下几项:

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,产生相同变形量所需的变形力就越小。另外,当压缩变形时,屈服极限小的材料因易于变形而不易出现起皱,弯曲变形回弹小。

2) 屈强比 σ_s/σ_b

屈强比小,即 σ_s 值小而 σ_b 值大,容易产生塑性变形而不易产生拉裂,或者说,从产生屈服至拉裂有较大的塑性变形区间。对压缩类变形中的拉深变形,屈强比有重大影响,当变形抗

力小而强度高时,变形区的材料不易起皱,传力区的材料又有较高强度而不易拉裂,有利于提高拉深变形程度。

3) 伸长率 δ

拉伸实验中,试样拉断时的伸长率称为总伸长率(简称伸长率 δ)。而试样开始产生局部集中变形(缩颈)时的伸长率称为均匀伸长率(δ_u)。 δ_u 表示板料产生均匀或稳定塑性变形的能力,直接决定板料在伸长类变形中的冲压成形性能。实验证明,大多数材料的翻孔变形程度都与均匀伸长率成正比。一般地说,伸长率或均匀伸长率是影响翻孔或扩孔成形性能的主要指标。

4) 硬化指数 n

单向拉伸硬化曲线可写成 $\sigma = K\epsilon^n$, 其中指数 n 为硬化指数,表示在塑性变形中材料的硬化程度。 n 大说明在变形中材料加工硬化严重,实际压力增加大。板料拉伸时,整个变形过程是不均匀的,先是产生均匀变形,然后出现集中变形,形成缩颈最后被拉断。在拉伸过程中,一方面材料断面尺寸不断减小而使承载能力降低;另一方面由于加工硬化使变形抗力提高,又提高了材料的承载能力。在变形的初始阶段,硬化的作用是主要的,因此材料上某处的承载能力在变形中得到加强。变形总是遵循阻力最小定律,即“弱区先变形”的原则,变形总是在最弱断面处进行,从而使变形区不断转移。因此,变形不是集中在某一个局部断面上进行,在宏观上就表现为均匀变形,承载能力不断提高。但是,根据材料的特性,板料的硬化随变形程度的增加而逐渐减弱,当变形进行到一定程度时,硬化与断面减少对承载能力的影响恰好相等,此时最弱断面的承载能力不再提高,于是变形开始集中在这一局部地区进行,不能转移出去,发展为缩颈,直至拉断。可以看出,当 n 值大时,材料加工硬化严重,硬化使材料强度的提高得到加强,于是增大了均匀的范围。对伸长类变形(胀形), n 值大的材料使变形均匀,变薄减小,厚度分布均匀,表面质量好,增大了极限变形程度,零件不易产生裂纹。

1.2.3 常用冲压材料及其力学性能

冲压最常用的材料是金属板料,有时也用非金属板料。金属板料分黑色金属板料和有色金属板料两种。

1. 黑色金属板料

黑色金属板料按性质可分为:

(1) 普通碳素钢钢板,如 Q195、Q235 等。

(2) 优质碳素结构钢钢板。这类钢板的化学成分和力学性能都有保证。其中碳钢以低碳钢使用较多,常用牌号有 08、08F、10、20 等,其冲压性能和焊接性能均较好,用以制造受力不大的冲压件。

(3) 低合金结构钢板。常用的有 Q345、Q295,用以制造有强度要求的重要冲压件。

(4) 电工硅钢板,如 DT1、DT2。

(5) 不锈钢板,如 1Cr18Ni9Ti、1Cr13 等,用以制造有防腐蚀、防锈要求的零件。

常用的有色金属有铜及铜合金(如黄铜)等,牌号有 T1、T2、H62、H68 等,其塑性、导电性与导热性均很好。另外还有铝及铝合金,常用的牌号有 L2、L3、LF21、LY12 等,有较好的塑性,变形抗力好且轻。

2. 冲压用非金属材料

冲压用非金属材料有胶木板、橡胶、塑料板等。

最常用的冲压材料的形状是板状，板料的常见规格有 710 mm × 1 420 mm 和 1 000 mm × 2 000 mm 等。对于大量生产可采用专门规格的带料(卷料)。特殊情况下可采用块料，它适用于单件小批生产和价值昂贵的有色金属的冲压。

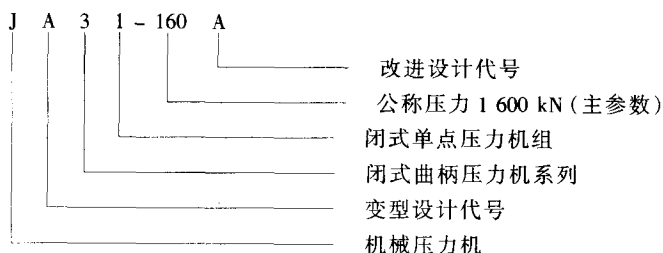
板料有冷轧和热轧两种轧制状态。

常用冷冲压材料的性能、规格及允许偏差见附表 1-1 至附表 1-19。

1.3 冷冲压设备

1.3.1 机械压力机的型号

机械压力机按其结构形式和使用对象分为若干系列，每个系列又分为若干组。压力机型号示例如下：



在型号中：

型号的第一个字母表示类别，“J”表示机械压力机。

型号的第二个字母表示压力机的变型设计代号。即类、列、组和主要规格完全相同，只是次要参数与基型不同的压力机，按变型处理，则在原型号的字母后(数字前)加一个字母 A、B、C 等，依次表示第一种、第二种、第三种等变型。“A”表示第一种变型产品。

字母后面的第一个数字表示压力机的列别，第二个数字表示压力机的组别，如“31”表示闭式曲柄压力机系列中的闭式单点压力机组。列别、组别见附表 2-1。

横线后面的数字代表主参数，表示压力机的公称压力。“160”表示公称压力 1 600 kN。

型号最末端的字母表示压力机重大改进序号，如 A、B、C 等分别表示第一次、第二次、第三次等重大改进。凡型号已经确定的锻压机械，若结构和性能与原产品有显著不同，称为改进。“A”表示第一次重大改进。

开式压力机和闭式压力机的型号和主要技术规格见附表 2-2 和附表 2-3。

1.3.2 常用冷冲压设备

一、常用压力机的结构、运动及特点

在冷冲压生产中，最常用的是曲柄压力机、双动拉深压力机、高速压力机等。

1. 通用曲柄压力机