



電子工業出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材·模具设计与制造专业  
模具数字化设计与制造丛书

# 冷冲压工艺与模具设计

王树勋      主编  
廖红宜  
黄志辉      主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本教材以工作过程为参照系,针对行动顺序的每一工作过程环节来传授冷冲压工艺与模具设计课程的内容,将整个课程设计分为五个冲压件项目来讲授,实现了陈述性知识与过程性知识的整合、实践技能与理论知识的整合,使本课程具有高职课程的职业性、实践性以及开放性的显著特点。

在设计的这五个项目中,融入了冲裁、弯曲、拉深、成形工艺分析与模具设计知识点,还就级进模作了较详细的解析。学生通过这五个项目的学习,就能掌握冷冲压工艺与模具设计方面的基本知识。对于这五个项目没有涉及的且学生有必要了解的内容,则采用知识拓展的形式列出,供学生选用学习。为了让学生在学习中抓住重点以及培养学生思考问题的能力,我们在每章的开头列有本章知识点,每章末尾附有思考与练习题,供教学时选用。

本教材适合于高等职业技术学院的模具设计与制造专业使用。

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

冷冲压工艺与模具设计/王树勋,廖红宜主编. —北京:电子工业出版社,2009.6  
新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材. 模具设计与制造专业  
ISBN 978-7-121-08352-5

I. 冷… II. ①王…②廖… 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(2009)第 053893 号

策 划:陈晓明  
责任编辑:陈晓明 特约编辑:王 芳  
印 刷:北京市顺义兴华印刷厂  
装 订:三河市双峰印刷装订有限公司  
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:787×1092 1/16 印张:17 字数:435 千字  
印 次:2009 年 6 月第 1 次印刷  
印 数:4 000 册 定价:26.00 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](mailto:zltz@phei.com.cn),盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线:(010)88258888。

# 前 言

本教材是按照基于工作过程的课程观进行编写的。

首先，在课程内容选择的标准上，强调的是涉及经验以及策略方面的过程性知识，而不偏重涉及事实、概念以及理解、原理方面的陈述性知识。课程注重“怎样做”和“怎样做更好”，而不强调“是什么”和“为什么”的问题。如本课程将传统的冲压变形基本理论部分中金属的塑性变形、应力与应变、加工硬化略去，不列入讲授内容，遇到这类问题，学生可以自己查阅有关资料。而设计的五个项目所收入的教学内容主要是工艺分析和模具设计过程，如怎样分析冲裁件工艺性、怎样排样、怎样计算凸凹模间隙、怎样计算压力中心等过程性知识。

其次，在课程内容的排序标准上，选择的是行动体系框架。课程的内容是按照行动顺序，即实际的职业工作顺序这种串行结构来编排。而不是按照学科体系的框架，根据结构庞大而逻辑严密的学科顺序编排的。如本课程的内容编排是通过某一具体冲压件的引入，然后按照工作顺序来解决这个问题，第一步该做什么？怎样做？第二步该做什么？怎样做？……直到最后，将生产这个冲压件的模具设计出来。

本教材以工作过程为参照系，针对行动顺序的每一工作过程环节来传授冷冲压工艺与模具设计课程的内容，将整个课程设计为五个冲压件项目来讲授，实现了陈述性知识与过程性知识的整合、实践技能与理论知识的整合，使本课程具有高职课程的职业性、实践性以及开放性的显著特点。

在设计的这五个项目中，融入了冲裁、弯曲、拉深、成形工艺分析与模具设计知识点，还就级进模作了较详细的解析。学生通过这五个项目的学习，就能掌握冷冲压工艺与模具设计方面的基本知识。对于这五个项目没有涉及的且学生有必要了解的内容，则采用知识拓展的形式列出，供学生选用学习。为了让学生在学习中抓住重点以及培养学生思考问题的能力，我们在每章的开头列有本章知识点，每章末尾附有思考与练习题，供教学时选用。

全书共分为7个模块。模块1由王树勋编写，模块2由武晓红编写，模块3由杨海鹏编写，模块4由王尚林编写，模块5由徐宝林编写，模块6由廖红宜编写，模块7由李平编写，附录由梅伶编写。王树勋对全书进行了规划和统稿。苏州工业园区职业技术学院黄志辉主审了全书。

基于工作过程的项目教学法是一种新的教学方法，编写配合这种教学方法的教材我们也是首次，由于水平有限，对高职教学认识的深度不够，以及编写时间仓促，书中难免会有不妥或出现编校错误，恳请各位读者和使用本教材的教师及时批评指正以便调整和改进。

本教材适合于高等职业技术学院的模具设计与制造专业使用。

王树勋

2008年11月于广东江门

参加“新编 21 世纪高等职业教育电子信息类规划教材”  
编写的院校名单（排名不分先后）

|              |                |
|--------------|----------------|
| 桂林工学院南宁分院    | 湖北孝感职业技术学院     |
| 江西信息应用职业技术学院 | 江西工业工程职业技术学院   |
| 江西蓝天职业技术学院   | 四川工程职业技术学院     |
| 吉林电子信息职业技术学院 | 广东轻工职业技术学院     |
| 保定职业技术学院     | 西安理工大学         |
| 安徽职业技术学院     | 辽宁大学高职学院       |
| 杭州中策职业学校     | 天津职业大学         |
| 黄石高等专科学校     | 天津大学机械电子学院     |
| 天津职业技术师范学院   | 九江职业技术学院       |
| 福建工程学院       | 包头职业技术学院       |
| 湖北汽车工业学院     | 北京轻工职业技术学院     |
| 广州铁路职业技术学院   | 黄冈职业技术学院       |
| 台州职业技术学院     | 郑州工业高等专科学校     |
| 重庆工业高等专科学校   | 泉州黎明职业大学       |
| 济宁职业技术学院     | 浙江财经学院信息学院     |
| 四川工商职业技术学院   | 南京理工大学高等职业技术学院 |
| 吉林交通职业技术学院   | 南京金陵科技学院       |
| 连云港职业技术学院    | 无锡职业技术学院       |
| 天津滨海职业技术学院   | 西安科技学院         |
| 杭州职业技术学院     | 西安电子科技大学       |
| 重庆职业技术学院     | 河北化工医药职业技术学院   |
| 重庆工业职业技术学院   | 石家庄信息工程职业学院    |
| 广州大学科技贸易技术学院 | 三峡大学职业技术学院     |

桂林电子工业学院高职学院  
桂林工学院  
南京化工职业技术学院  
湛江海洋大学海滨学院  
江西工业职业技术学院  
江西渝州科技职业学院  
柳州职业技术学院  
邢台职业技术学院  
漯河职业技术学院  
太原电力高等专科学校  
苏州经贸职业技术学院  
金华职业技术学院  
河南职业技术师范学院  
新乡师范高等专科学校  
绵阳职业技术学院  
成都电子机械高等专科学校  
河北师范大学职业技术学院  
常州轻工职业技术学院  
常州机电职业技术学院  
无锡商业职业技术学院  
河北工业职业技术学院  
天津中德职业技术学院  
安徽电子信息职业技术学院  
合肥通用职业技术学院  
安徽职业技术学院  
浙江工商职业技术学院

河南机电高等专科学校  
深圳信息职业技术学院  
河北工业职业技术学院  
湖南信息职业技术学院  
江西交通职业技术学院  
沈阳电力高等专科学校  
温州职业技术学院  
温州大学  
广东肇庆学院  
湖南铁道职业技术学院  
宁波高等专科学校  
南京工业职业技术学院  
浙江水利水电专科学校  
成都航空职业技术学院  
吉林工业职业技术学院  
上海新侨职业技术学院  
天津渤海职业技术学院  
驻马店师范专科学校  
郑州华信职业技术学院  
浙江交通职业技术学院  
江门职业技术学院  
广西工业职业技术学院  
广州市今明科技公司  
无锡工艺职业技术学院  
江阴职业技术学院  
南通航运职业技术学院

# 目 录

|                              |      |
|------------------------------|------|
| 模块 1 冷冲压加工概述 .....           | (1)  |
| 1.1 冷冲压加工及冲压分类 .....         | (1)  |
| 1.1.1 冷冲压的概念 .....           | (1)  |
| 1.1.2 冷冲压加工的特点及其应用 .....     | (1)  |
| 1.1.3 冷冲压工序的分类 .....         | (2)  |
| 1.2 冷冲压材料 .....              | (3)  |
| 1.2.1 对冲压材料的基本要求 .....       | (3)  |
| 1.2.2 常用冷冲压材料 .....          | (4)  |
| 1.2.3 冷冲压成形模具常用材料 .....      | (8)  |
| 1.3 冲压设备及技术参数 .....          | (9)  |
| 1.3.1 曲柄压力机的主要结构类型 .....     | (9)  |
| 1.3.2 曲柄压力机的基本组成 .....       | (10) |
| 1.3.3 曲柄压力机连杆及滑块的结构及调整 ..... | (10) |
| 1.3.4 压力机的主要技术参数 .....       | (11) |
| 习题 1 .....                   | (13) |
| 模块 2 冲裁工艺与模具设计 .....         | (14) |
| 2.1 冲裁件的工艺性 .....            | (15) |
| 2.1.1 冲裁变形过程分析 .....         | (15) |
| 2.1.2 冲裁件工艺分析 .....          | (15) |
| 2.2 排样设计 .....               | (19) |
| 2.2.1 排样设计原则 .....           | (19) |
| 2.2.2 排样的分类 .....            | (19) |
| 2.2.3 排样的方式 .....            | (20) |
| 2.2.4 排样设计 .....             | (20) |
| 2.2.5 搭边 .....               | (21) |
| 2.2.6 送料进距 .....             | (21) |
| 2.2.7 条料宽度 $B$ .....         | (22) |
| 2.2.8 排样图 .....              | (24) |
| 2.2.9 材料利用率 .....            | (24) |
| 2.2.10 冲压材料 .....            | (24) |
| 2.3 冲裁力和压力中心计算 .....         | (25) |
| 2.3.1 冲裁力的计算 .....           | (25) |
| 2.3.2 卸料力、推件力、顶件力的计算 .....   | (25) |
| 2.3.3 总冲压力的计算 .....          | (26) |
| 2.3.4 降低冲裁力的方法 .....         | (26) |

|             |                        |             |
|-------------|------------------------|-------------|
| 2.3.5       | 压力中心的计算 .....          | (28)        |
| 2.3.6       | 冲压设备的选用 .....          | (29)        |
| 2.4         | 冲裁模的典型结构 .....         | (29)        |
| 2.4.1       | 冲裁模的分类 .....           | (29)        |
| 2.4.2       | 冲裁模的典型结构分析 .....       | (30)        |
| 2.4.3       | 选择衬套落料和冲孔模模具结构 .....   | (32)        |
| 2.5         | 冲裁模主要零、部件设计 .....      | (33)        |
| 2.5.1       | 模具零件的分类 .....          | (33)        |
| 2.5.2       | 凸模与凸模组件的结构设计 .....     | (34)        |
| 2.5.3       | 凹模的结构设计 .....          | (38)        |
| 2.5.4       | 凹模和凸模的镶拼结构 .....       | (41)        |
| 2.5.5       | 定位零件 .....             | (43)        |
| 2.5.6       | 常用卸料装置和推(顶)件装置 .....   | (47)        |
| 2.5.7       | 导向及支承固定零件 .....        | (51)        |
| 2.6         | 冲裁模间隙 .....            | (53)        |
| 2.6.1       | 冲裁间隙对模具质量的影响 .....     | (54)        |
| 2.6.2       | 合理间隙值的确定 .....         | (55)        |
| 2.6.3       | 凸、凹模刃口尺寸的确定 .....      | (56)        |
| 2.7         | 冲裁模设计过程 .....          | (63)        |
| 2.7.1       | 冲裁模设计步骤 .....          | (63)        |
| 2.7.2       | 衬套落料模和冲孔模设计过程实例 .....  | (63)        |
| 习题 2        | .....                  | (71)        |
| <b>模块 3</b> | <b>弯曲工艺与模具设计 .....</b> | <b>(73)</b> |
| 3.1         | 项目引入 .....             | (73)        |
| 3.2         | 弯曲变形过程分析 .....         | (73)        |
| 3.2.1       | 弯曲变形过程 .....           | (74)        |
| 3.2.2       | 弯曲变形特点 .....           | (74)        |
| 3.2.3       | 弯曲变形应力与应变状态 .....      | (76)        |
| 3.3         | 弯曲件的质量控制 .....         | (76)        |
| 3.3.1       | 弯曲裂纹及其控制 .....         | (76)        |
| 3.3.2       | 弯曲回弹及其控制措施 .....       | (78)        |
| 3.3.3       | 偏移及其控制 .....           | (80)        |
| 3.4         | 弯曲件的工艺性 .....          | (82)        |
| 3.4.1       | 弯曲件的形状 .....           | (82)        |
| 3.4.2       | 弯曲件的尺寸 .....           | (83)        |
| 3.4.3       | 弯曲件的精度 .....           | (84)        |
| 3.5         | 弯曲件毛坯尺寸计算 .....        | (84)        |
| 3.5.1       | 弯曲件中性层位置的确定 .....      | (84)        |
| 3.5.2       | 弯曲件毛坯尺寸计算 .....        | (85)        |

|             |                        |              |
|-------------|------------------------|--------------|
| 3.6         | 弯曲力计算 .....            | (87)         |
| 3.7         | 弯曲件的工序安排 .....         | (88)         |
| 3.8         | 弯曲模典型结构 .....          | (89)         |
| 3.8.1       | 弯曲模的分类与设计要点 .....      | (89)         |
| 3.8.2       | 弯曲模的典型结构 .....         | (90)         |
| 3.9         | 弯曲模工作零件设计 .....        | (97)         |
| 3.9.1       | 凸模圆角半径 .....           | (97)         |
| 3.9.2       | 凹模圆角半径 .....           | (97)         |
| 3.9.3       | 凹模深度 .....             | (97)         |
| 3.9.4       | 凸、凹模间隙 .....           | (97)         |
| 3.9.5       | 凸、凹模宽度尺寸 .....         | (98)         |
| 3.10        | 弯曲模设计实例 .....          | (99)         |
|             | 习题 3 .....             | (103)        |
| <b>模块 4</b> | <b>拉深工艺与拉深模具 .....</b> | <b>(104)</b> |
| 4.1         | 概述 .....               | (104)        |
| 4.1.1       | 项目的引入 .....            | (104)        |
| 4.1.2       | 拉深的概念和类型 .....         | (104)        |
| 4.2         | 拉深过程分析 .....           | (105)        |
| 4.2.1       | 拉深变形过程 .....           | (105)        |
| 4.2.2       | 拉深过程中材料的应力应变状态 .....   | (105)        |
| 4.2.3       | 拉深中的起皱与拉裂 .....        | (106)        |
| 4.3         | 拉深件的工艺性 .....          | (109)        |
| 4.3.1       | 对拉深件形状的要求 .....        | (109)        |
| 4.3.2       | 拉深件圆角半径的要求 .....       | (109)        |
| 4.4         | 拉深件毛坯尺寸的确定 .....       | (110)        |
| 4.4.1       | 修边余量的确定 .....          | (110)        |
| 4.4.2       | 简单旋转体拉深件毛坯尺寸的确定 .....  | (111)        |
| 4.4.3       | 复杂旋转体拉深件毛坯尺寸的确定 .....  | (112)        |
| 4.5         | 无凸缘圆筒形件的拉深 .....       | (117)        |
| 4.5.1       | 拉深系数 .....             | (117)        |
| 4.5.2       | 拉深次数 .....             | (120)        |
| 4.5.3       | 拉深件工序尺寸计算 .....        | (122)        |
| 4.6         | 有凸缘圆筒形件的拉深 .....       | (125)        |
| 4.6.1       | 窄凸缘圆筒形件的拉深 .....       | (125)        |
| 4.6.2       | 宽凸缘圆筒形件的拉深 .....       | (126)        |
| 4.7         | 压边力和拉深力的确定 .....       | (132)        |
| 4.7.1       | 压边装置的应用 .....          | (132)        |
| 4.7.2       | 压边装置的形式 .....          | (132)        |
| 4.7.3       | 压边力的确定 .....           | (134)        |

|             |                        |              |
|-------------|------------------------|--------------|
| 4.7.4       | 拉深力的确定 .....           | (135)        |
| 4.7.5       | 压力机的选取 .....           | (136)        |
| 4.8         | 拉深模典型结构 .....          | (137)        |
| 4.8.1       | 单动压力机首次拉深模 .....       | (137)        |
| 4.8.2       | 单动压力机后次拉深模 .....       | (138)        |
| 4.8.3       | 单动压力机复合拉深模 .....       | (139)        |
| 4.8.4       | 双动压力机拉深模 .....         | (139)        |
| 4.9         | 拉深模工作部分设计 .....        | (140)        |
| 4.9.1       | 凸、凹模的结构形式 .....        | (140)        |
| 4.9.2       | 凸、凹模间隙 .....           | (141)        |
| 4.9.3       | 凸、凹模工作部分尺寸及公差 .....    | (143)        |
| 4.9.4       | 凸、凹模圆角半径 .....         | (144)        |
| 4.10        | 其他形状拉深件的拉深 .....       | (145)        |
| 4.10.1      | 阶梯形旋转件的拉深 .....        | (145)        |
| 4.10.2      | 球形件的拉深 .....           | (145)        |
| 4.10.3      | 锥形件拉深 .....            | (147)        |
| 4.10.4      | 抛物线形件拉深 .....          | (150)        |
| 4.11        | 其他拉深工艺 .....           | (151)        |
| 4.11.1      | 软模拉深 .....             | (151)        |
| 4.11.2      | 变薄拉深 .....             | (153)        |
| 4.12        | 拉深模设计实例 .....          | (154)        |
|             | 习题 4 .....             | (158)        |
| <b>模块 5</b> | <b>成形工艺及模具设计 .....</b> | <b>(159)</b> |
| 5.1         | 翻边成形工艺与模具设计 .....      | (159)        |
| 5.1.1       | 项目引入 .....             | (159)        |
| 5.1.2       | 翻边成形的基本概念 .....        | (159)        |
| 5.1.3       | 内孔翻边 .....             | (159)        |
| 5.1.4       | 伸长类翻边 .....            | (166)        |
| 5.1.5       | 压缩类翻边 .....            | (167)        |
| 5.1.6       | 变薄翻孔 .....             | (168)        |
| 5.1.7       | 固定套翻边模的设计 .....        | (169)        |
| 5.2         | 胀形工艺与模具设计 .....        | (170)        |
| 5.2.1       | 项目引入 .....             | (170)        |
| 5.2.2       | 胀形的基本概念 .....          | (171)        |
| 5.2.3       | 胀形的变形特点 .....          | (171)        |
| 5.2.4       | 平板胀形 .....             | (171)        |
| 5.2.5       | 空心毛坯的胀形 .....          | (173)        |
| 5.2.6       | 胀形方法及模具 .....          | (176)        |
| 5.2.7       | 罩盖胀形模设计实例 .....        | (177)        |

|             |                                  |              |
|-------------|----------------------------------|--------------|
| 5.3         | 缩口成形工艺与模具设计 .....                | (178)        |
| 5.3.1       | 项目引入 .....                       | (178)        |
| 5.3.2       | 缩口及其变形特点 .....                   | (179)        |
| 5.3.3       | 缩口工艺计算 .....                     | (181)        |
| 5.3.4       | 缩口模结构 .....                      | (182)        |
| 5.3.5       | 小口气瓶缩口模设计举例 .....                | (182)        |
| 5.4         | 校形工艺与模具设计 .....                  | (184)        |
| 5.4.1       | 平板零件的校平 .....                    | (184)        |
| 5.4.2       | 拉深件整形 .....                      | (186)        |
| 5.5         | 旋压成形工艺与模具 .....                  | (186)        |
| 5.5.1       | 普通旋压及变形特点 .....                  | (186)        |
| 5.5.2       | 强力旋压成形 .....                     | (188)        |
| 5.6         | 成形模设计综合实例——落料、冲孔，翻边成形复合模设计 ..... | (191)        |
| 5.6.1       | 工艺性分析 .....                      | (191)        |
| 5.6.2       | 主要工艺参数计算 .....                   | (191)        |
| 5.6.3       | 主要工作部分尺寸计算 .....                 | (192)        |
| 习题 5        | .....                            | (193)        |
| <b>模块 6</b> | <b>多工位级进模 .....</b>              | <b>(194)</b> |
| 6.1         | 概述 .....                         | (194)        |
| 6.1.1       | 项目的引入 .....                      | (194)        |
| 6.1.2       | 级进模概念 .....                      | (194)        |
| 6.2         | 多工位级进模的分类 .....                  | (195)        |
| 6.3         | 多工位级进模排样设计 .....                 | (196)        |
| 6.3.1       | 排样设计应遵循的原则 .....                 | (197)        |
| 6.3.2       | 载体的设计 .....                      | (197)        |
| 6.3.3       | 排样图中各冲压工位的设计要点 .....             | (201)        |
| 6.3.4       | 步距精度与条料的定位误差 .....               | (202)        |
| 6.3.5       | 排样设计后的检查 .....                   | (203)        |
| 6.4         | 多工位级进模结构设计 .....                 | (204)        |
| 6.4.1       | 模架 .....                         | (205)        |
| 6.4.2       | 凸模 .....                         | (205)        |
| 6.4.3       | 凹模 .....                         | (207)        |
| 6.4.4       | 导正定位 .....                       | (208)        |
| 6.4.5       | 条料的导向和顶料装置 .....                 | (212)        |
| 6.4.6       | 卸料装置 .....                       | (214)        |
| 6.4.7       | 限位装置 .....                       | (215)        |
| 6.4.8       | 加工方向的转换机构 .....                  | (216)        |
| 6.4.9       | 微调装置 .....                       | (217)        |
| 6.5         | 安全检测装置 .....                     | (218)        |

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| 6.6 级进模设计实例 .....            | (219) |
| 6.6.1 插片冲压工艺分析 .....         | (220) |
| 6.6.2 插片冲压工艺方案的确定 .....      | (220) |
| 6.6.3 插片冲压工艺计算 .....         | (221) |
| 6.6.4 插片级进模主要零部件的设计 .....    | (222) |
| 6.6.5 插片级进模装配图的设计绘制 .....    | (222) |
| 6.6.6 插片级进模零件图的设计绘制 .....    | (222) |
| 习题 6 .....                   | (230) |
| <b>模块 7 冷冲压工艺规程的制定</b> ..... | (231) |
| 7.1 冷冲压工艺规程制定的步骤和内容 .....    | (231) |
| 7.2 工艺规程制定实例 .....           | (234) |
| <b>附录 A 冲压件零件图汇编</b> .....   | (241) |
| <b>参考文献</b> .....            | (259) |

# 模块 1 冷冲压加工概述

## 本模块知识点

冷冲压加工的特点及其应用。冷冲压工序的分类。常用冷冲压材料。冷冲压模具常用材料。冲压设备及技术参数。

## 1.1 冷冲压加工及冲压分类

### 1.1.1 冷冲压的概念

冷冲压是在常温下利用冲模在压力机上对材料施加压力，使其产生分离或变形，从而获得一定形状、尺寸和性能的零件加工方法。它是压力加工方法的一种，是机械制造中先进的加工方法之一。

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）的一种特殊工艺装备，称为冷冲压模具，简称冷冲模。冷冲模在实现冷冲压加工中是必不可少的工艺装备，没有先进的模具技术，先进的冲压工艺就无法实现。

### 1.1.2 冷冲压加工的特点及其应用

冷冲压工艺与其他加工方法相比，有以下特点：

（1）用冷冲压加工方法可以得到形状复杂、用其他加工方法难以加工的工件，如薄壳零件等。

（2）冷冲压件的尺寸精度是由模具保证的，因此，尺寸稳定，互换性好。

（3）材料利用率高，工件重量轻、刚性好、强度高，冲压过程耗能少，故工件的成本较低。

（4）操作简单，劳动强度低，易于实现机械化和自动化，生产率高。

（5）冲压加工中所用的模具结构一般比较复杂，生产周期较长，成本高。因此，单件、小批量生产采用冲压工艺受到一定限制，冲压工艺多用于成批、大量生产。近年来发展的简易冲模、组合冲模、锌基合金冲模等为单件、小批量生产采用冲压工艺创造了条件。

由于冷冲压有许多突出的优点，在机械制造、电子电器等各行业都得到了广泛的应用。大到汽车的覆盖件，小到钟表及仪器仪表元件，大多是由冷冲压方法制成的。目前，采用冷冲压工艺所获得的冲压制品，在现代汽车、拖拉机、电机电器、仪器仪表及各种电子产品和人们日常生活用品中都占有十分重要的地位。据粗略统计，在汽车制造业中有 60%~70% 的零件是采用冲压工艺制成的，冷冲压生产所占的劳动量为整个汽车工业劳动量的 25%~30%。在机电及仪器仪表生产中有 60%~70% 的零件是采用冷冲压工艺来完成的。在电子产品中，

冲压件的数量约占零件总数的 85% 以上。在飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产中冲压件所占的比例也相当大。人们日常生活中用的金属制品，冲压件所占的比例更大，如铝锅、不锈钢餐具、搪瓷盆，都是冷冲压制品。学习、研究和发展冷冲压技术，对发展我国国民经济和加速工业建设，尽快实现四个现代化具有重要意义。

### 1.1.3 冷冲压工序的分类

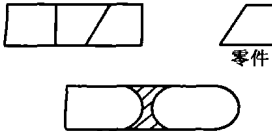
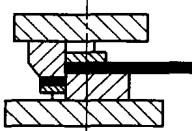
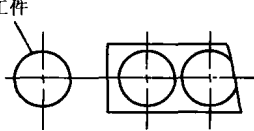
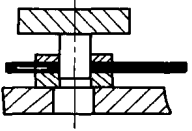
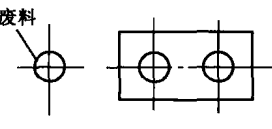
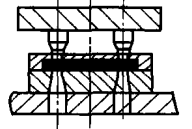
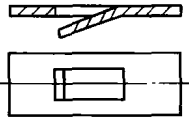
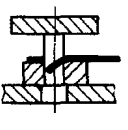
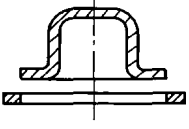
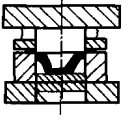
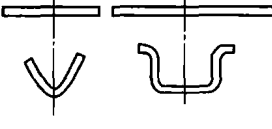
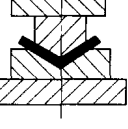
由于冲压件的形状、尺寸和精度要求不同，使冷冲压加工的方法多种多样。根据材料的变形特点，冷冲压的基本工序可分为分离工序与塑性变形工序两大类。

分离工序是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离，并获得一定断面质量的冲压加工方法。分离工序主要包括落料、冲孔、切口、剖切等工序。

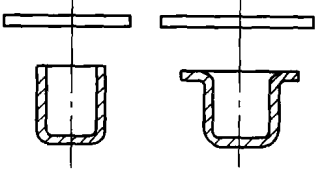
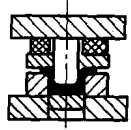
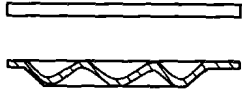
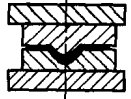
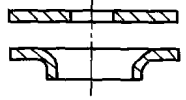
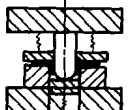
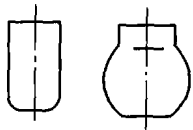
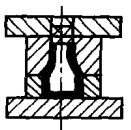
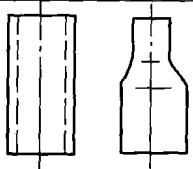
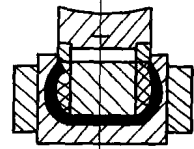
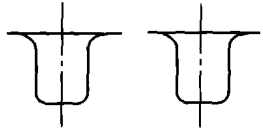
成形工序是使冲压毛坯在不破裂的条件下发生塑性变形，以获得所要求的形状、尺寸的零件的冲压加工方法。成形工序主要包括弯曲、拉深、翻边、胀形等工序。

每一种基本工序又有多种不同的加工方法，以满足各种冲压加工的要求（见表 1-1）。

表 1-1 主要冲压工序的分类

| 类别       | 工序名称 |    | 工序简图                                                                                | 工序特征                        | 模具简图                                                                                  |
|----------|------|----|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 分离<br>工序 | 切断   |    |    | 用剪刀或模具切断板料，切断线不是封闭的         |     |
|          | 冲    | 落料 |   | 用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为工件        |    |
|          |      | 冲孔 |  | 用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为废料        |   |
|          | 切口   |    |  | 用模具将板料局部切开而不完全分离，切口部分材料发生弯曲 |  |
|          | 切边   |    |  | 用模具将工件边缘多余的材料冲切下来           |  |
|          | 弯曲   |    |  | 用模具使板料弯成一定角度或一定形状           |  |

续表

| 类别       | 工序名称 |            | 工序简图                                                                                | 工序特征                          | 模具简图                                                                                 |
|----------|------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 变形<br>工序 | 拉深   |            |    | 用模具将板料压成任意形状的空心件              |   |
|          | 成形   | 起伏<br>(压肋) |    | 用模具将板料局部拉伸成凸起或凹进的形状           |   |
|          |      | 翻边         |    | 用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁              |   |
|          | 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 |   |
|          | 胀形   |            |   | 用模具对空心件加向外的径向力, 使局部直径扩张       |  |
|          | 整形   |            |  | 将工件不平的表面压平; 将已成形弯曲件或拉深件压成正确形状 | 同拉深模具                                                                                |

## 1.2 冷冲压材料

### 1.2.1 对冲压材料的基本要求

冲压所用的材料, 不仅要满足产品设计的技术要求, 还应当满足冲压工艺的要求和冲压后的加工要求(如切削加工、电镀、焊接等)。冲压工艺对材料的基本要求主要有以下几点。

#### 1. 对冲压成形性能的要求

对于成形工序, 为了有利于冲压变形和制件质量的提高, 材料应具有: 良好的塑性(均匀伸长率 $\delta_0$ 高)、屈强比( $\sigma_s/\sigma_b$ )小、板厚方向性系数大、板平面方向性系数小、材料的屈服强度与弹性模量的比值( $\sigma_s/E$ )小。不同冲压工序对板材性能的具体要求见表 1-2 所示。

对于分离工序, 并不需要材料有很好的塑性, 塑性越好的材料, 越不易分离。

表 1-2 不同冲压工序对板材性能的具体要求

| 工序名称 | 性能要求                                                        |
|------|-------------------------------------------------------------|
| 冲裁   | 具有一定的塑性，在进行冲裁时板料不开裂；材料的硬度一般应低于冲模工作部分的硬度                     |
| 弯曲   | 具有足够的塑性、较低的屈服极限和较高的弹性模量                                     |
| 拉深   | 高塑性、屈服极限低和板厚方向性系数大，板料的屈强比（ $\sigma_s/\sigma_b$ ）小，板平面方向性系数小 |

## 2. 对材料厚度公差的要求

材料的厚度公差应符合国家规定标准。因为一定的模具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，还可能导致模具或者压力机的损坏。

## 3. 对表面质量的要求

材料的表面应光洁平整，无分层和机械性质的损伤，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，工件表面质量也好。

选择材料时要认真考虑材料供应情况以及经济因素，应最大限度地利用材料的冲压性能。必要时，应修改一些过高的设计要求和工艺要求，或采用代用材料。

### 1.2.2 常用冷冲压材料

冷冲压用材料大部分是各种规格的板料、带料和块料。板料的尺寸较大，一般用于大型零件的冲压。对于中、小型零件，多数是将板料剪裁成条料后使用。带料（卷料）有各种规格的宽度，展开长度可达几十米，适用于大批量生产的自动送料，材料厚度很小时也可做成带料供应。块料只用于少数钢号和价钱昂贵的有色金属的冲压。

冷冲压常用材料有：

（1）黑色金属。普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、碳素工具钢、不锈钢、电工硅钢等。

对冷轧钢板，根据国家标准 GB708—1988 规定，按轧制精度（钢板厚度精度）可分为 A、B 级：

A——较高精度；

B——普通精度。

对厚度 4mm 以下的优质碳素结构钢冷轧薄钢板，根据 GB13237—1991 规定，按钢板表面质量可分为 I、II、III 三组。按拉深级别又分为 Z、S、P 三级：

I——高级的精整表面；

II——较高级的精整表面；

III——普通的精整表面；

Z——最深拉深级；

S——深拉深级；

P——普通拉深级。

（2）有色金属。纯铜、黄铜、青铜、铝等。

(3) 非金属材料。纸板、胶木板、橡胶板、塑料板、纤维板和云母等。

在冲压工艺资料和图样上，对材料的表示方法有特殊的规定。现以优质碳素结构钢冷轧薄板标记为例。

例如，08 钢，尺寸 1.0×1000×1500mm，普通精度，较高级的精整表面，深拉级的冷轧钢板表示为：钢板

B-1.0×1000×1500-GB 708-88  
08-II-S-GB 13237-91

黑色金属材料的牌号、规格和性能见表 1-3 所示。

有色金属材料的牌号、规格和性能见表 1-4 所示。

表 1-3 黑色金属的力学性能

| 材料名称               | 牌 号                            | 材料状态 | 抗剪强度 $\tau$<br>(MPa) | 抗拉强度 $\sigma_b$<br>(MPa) | 伸长率 $\delta_{10}$<br>(%) | 屈服强度 $\sigma_s$<br>(MPa) |
|--------------------|--------------------------------|------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 电工用钝铁<br>$C<0.025$ | DT1、DT2、DT3                    | 已退火  | 180                  | 230                      | 26                       | —                        |
| 电工硅钢               | D11、D12、D21                    | 已退火  | 190                  | 230                      | 26                       | —                        |
|                    | D31、D32<br>D41~48、<br>D310~340 | 未退火  | 560                  | 650                      | —                        |                          |
| 普通碳素钢              | Q195                           | 未退火  | 260~320              | 320~400                  | 28~33                    | —                        |
|                    | Q215                           |      | 270~340              | 340~420                  | 26~31                    | 220                      |
|                    | Q235                           |      | 310~380              | 380~470                  | 21~25                    | 240                      |
|                    | Q255                           |      | 340~420              | 420~520                  | 19~23                    | 260                      |
|                    | Q275                           |      | 400~500              | 500~620                  | 15~19                    | 280                      |
| 优质<br>碳素结构钢        | 05                             | 未退火  | 200                  | 230                      | 28                       | —                        |
|                    | 05F                            |      | 210~300              | 260~380                  | 32                       | —                        |
|                    | 08F                            |      | 220~310              | 280~390                  | 32                       | 180                      |
|                    | 08                             |      | 260~360              | 330~450                  | 32                       | 200                      |
|                    | 10F                            |      | 220~340              | 280~420                  | 30                       | 190                      |
|                    | 10                             |      | 260~340              | 300~440                  | 29                       | 210                      |
|                    | 15F                            |      | 250~370              | 320~460                  | 28                       | —                        |
|                    | 15                             |      | 270~380              | 340~480                  | 26                       | 230                      |
|                    | 20F                            |      | 280~390              | 340~480                  | 26                       | 230                      |
|                    | 20                             |      | 280~400              | 360~510                  | 25                       | 250                      |
| 优质<br>碳素结构钢        | 25                             | 未退火  | 320~440              | 400~550                  | 24                       | 280                      |
|                    | 30                             |      | 360~480              | 450~600                  | 22                       | 300                      |
|                    | 35                             |      | 400~520              | 500~650                  | 20                       | 320                      |