

CHONGMU JIEGOU SHEJI FANGFA YAODIAN JI SHILI

冲模结构设计方法、 要点及实例

第2版

张正修 张旭起 主编

从何处入手设计冲模？
用什么方法设计冲模？
为什么这样设计冲模？
这是本书要回答的三个问题。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

冲模结构设计方法、 要点及实例

第 2 版

张正修 张旭起 主编



机械工业出版社

本书从介绍各类冲模结构设计方法入手,以新的视角、丰富的实例,系统全面地介绍了冲模结构设计方法、要点及具体应用实例。全书内容包括冲模结构设计方法、冲裁模的结构设计、复合模与连续式复合模的结构设计、单工序弯曲模与多工位连续弯曲成形模的结构设计、拉深模的结构设计、翻边模的结构设计、板料的冲压成形及模具结构设计、楔传动冲模的结构设计。本书图文并茂,由浅入深,循序渐进,实用性强。

本书可供从事冲压工艺及冲模设计的技术人员使用,也可供相关专业的在校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲模结构设计方法、要点及实例/张正修,张旭起
主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2014.4
ISBN 978-7-111-46118-0

I. ①冲… II. ①张…②张… III. ①冲模-结构设计
IV. ①TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第046576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:陈保华 责任编辑:陈保华
版式设计:霍永明 责任校对:任秀丽 胡艳萍
封面设计:陈沛 责任印制:刘岚
北京京丰印刷厂印刷
2014年5月第2版·第1次印刷
184mm×260mm·34.75印张·850千字
0 001—3 000册
标准书号:ISBN 978-7-111-46118-0
定价:89.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务

社服务中心:(010) 88361066
销售一部:(010) 68326294
销售二部:(010) 88379649
读者购书热线:(010) 88379203

由本社发行部调换
策划编辑电话:(010) 88379734

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>
机工官网:<http://www.cmpbook.com>
机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>
封面无防伪标均为盗版



第2版前言

本书第1版出版后,曾有不少业界同仁、专家及在职教师与作者联系,提出了不少宝贵意见和建议。在此基础上,我们对本书第1版进行了适当的删改和补充。与第1版相比,第2版修订的主要内容如下:

- 1) 错漏改正与补遗。
- 2) 删除了图算各种类型旋转体拉深件展开平毛坯直径的列线图共计26幅。
- 3) 增加了冲裁模主要零部件设计、各类冲模结构设计要点的提示。
- 4) 优选推荐一些冲模的实用典型结构,以剖析应用实例为主线给予详细介绍。

冲模设计说到底,就是冲模的结构设计。现在冲模典型结构组合及冲模模架、冲模零部件,甚至各种模板都有标准与半标准规格及其尺寸系列,真正要进行非标准冲模的结构及其构成零部件的设计是很有限的;在设计过程中需要逐个对冲模构件进行强度计算的情况尤为罕见,主要是时间不允许,在现场进行冲模设计周期都很短,设计周期长了,制模就紧迫,其质量与交货期保证不了。因此,冲模零部件的尺寸与强度,多凭设计师的经验确定,不可能也不允许逐件进行强度计算。在现场每周设计2~3套冲模是正常情况,要求每天完成一套冲模设计是常有的事。有时,为抢占商机或争取客户,甚至上午给出冲压件图和工艺方案,晚班就要设计出模具图,立即投入制模。如果没有快速设计冲模的方法和熟练的冲模设计本领、丰富的冲模设计经验,就无法完成设计任务。为了适应这种状况,本书介绍了几种快速冲模设计方法,例如:套用仿照设计法、冲模的排样化快速设计、填空设计法等。

冲模的标准化、系列化、通用化(简称“三化”),实际上就是在对构成冲模零部件标准化、系列化、通用化的基础上,实现冲模工艺技术功能的通用化及冲模结构的典型化。在冲模零部件“三化”后,将常用冲模结构纳入相关标准,形成常用冲模典型结构的组合标准。这不仅使冲模专业化生产向前迈进了一大步,也为计算机辅助冲模设计(CAD)及计算机辅助冲模制造(CAM)创造了条件。希望本书在这方面可以有所作为,并可成为广大读者的良师益友。

本书第2版由张正修、张旭起主编,第1、2章由中联西北设计研究院的张正修编写,第3、4、7、8章由西安外事学院张旭起编写,第5章由西安黄河仪表有限公司王洋、贾建伟编写,第6章由西安黄河仪表有限公司赵向珍、李欠娃编写,第9章由莱芜精密机械制造有限公司的王湛、雷芬编写。参加本书稿整理工作的还有翁平、范金灵、柯必成等,在此一并表示谢意。

由于作者水平有限,错漏之处在所难免,恳请有关专家及广大读者不吝指正。

作者

第1版前言

冲模设计，难在结构，因件而异，变化万千。设计安全、实用、先进、可靠的冲模结构，是现代冲压技术迅速发展的需要，也是以人为本、可持续发展、坚持科学发展观的要求。

冲模的结构设计是一项涉及面广、技术含量高、富于开拓与挑战、技术综合性和创造性都很强的设计工作。冲模结构设计的优劣，是确保冲压工艺实施并获取高质量冲压零件的关键；是确保操作安全、节能降耗、实现绿色制造的基础；是实现优质高产与冲压过程机械化与自动化的前提；也是拓宽冲压加工范围，广泛推行无切削加工的重要手段。编写本书的目的，不仅仅在于介绍一些冲模典型结构及其简捷设计方法，说明冲模结构设计的程序及重要性，更主要的是以各类普通全钢冲模的实用典型结构的设计为主线，开拓从事冲模设计人员的思路，培养独立掌握冲模结构设计的方法和能力，及时摆脱盲目照抄老结构的设计方法，做到参考而有创新，习旧而不照搬，从而举一反三，开拓创造，设计更多更巧妙的冲模结构。

如何设计冲模？用何法设计冲模？为何这样设计？这是本书要回答的三个问题。根据作者多年从事冲压工艺及冲模设计的经验与亲身体会，通过各种冲模的实际设计范例、实用典型结构，分析了各种冲模的结构特色及设计要点。本书以典型结构实例为主线，论述了从何处入手进行冲模设计；介绍了用什么方法进行冲模设计；分析了为什么这样设计冲模而不那样设计。本书跳出资料汇编的编写模式，以新的视角、丰富的实例，系统全面地介绍了冲模结构设计方法、要点及具体应用实例。

在本书的编写过程中，作者得到了许多同行及有关专家的指导与鼓励，在此一并表示由衷的感谢！

本书由张正修主编。第一、二、四、七、九章由张正修编写，第三、六章由赵向珍编写，第五章由李欠娃编写，第八章由马新梅编写。

由于编者技术水平有限，且成书仓促，错漏之处在所难免，恳请读者及有关专家不吝指正。

作者

目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 绪论 1

1.1 冲压加工及冲模的种类与 选用 1

1.1.1 冲压加工在制造业中的地位 1

1.1.2 冲压加工的优势 1

1.1.3 冲模的种类与选用 2

1.2 各类冲模的结构特点及应用 范围 4

1.2.1 简易冲模的结构特点及应用 范围 4

1.2.2 通用冲模与组合冲模的结构 特点及应用范围 4

1.2.3 普通全钢冲模的结构类型及其 制造与冲压精度 9

1.2.4 精冲模的结构特点及精冲 工艺水平 10

1.3 冲压的基本工序及所用冲 模的主体结构 12

1.4 冲模结构设计简介 17

1.4.1 冲模的结构 17

1.4.2 冲模结构设计任务 19

1.4.3 冲模的设计程序及工作流程 20

第2章 冲模结构设计方法 26

2.1 冲模结构设计的前期准备 26

2.1.1 注意平时技术资料的积累 26

2.1.2 冲模结构设计应掌握的基本功 27

2.1.3 设计前资料的准备 27

2.1.4 利用计算机技术辅助冲模设计 28

2.2 冲模结构设计方法简介 28

2.2.1 套用仿照设计法 29

2.2.2 选用典型组合标准设计法 29

2.2.3 冲模的“三化”设计法 29

2.2.4 冲模的排样化快速设计 29

2.2.5 特殊冲模结构的常规设计方法 30

2.2.6 嫁接设计法 30

2.2.7 组合设计法 30

2.2.8 比较选优设计法 31

2.2.9 填空设计法 31

2.2.10 计算机辅助冲模结构设计 32

2.3 冲模结构的套用仿照设计 32

2.3.1 寻找和选择套用仿照设计对象 32

2.3.2 冲模结构的套用设计 33

2.3.3 冲模结构的仿照设计 34

2.3.4 冲模结构的套用仿照设计实例 34

2.4 选用典型组合标准设计法 41

2.4.1 相关标准中的典型结构组合 41

2.4.2 设计步骤 41

2.4.3 无导向固定卸料冲模结构设计 44

2.4.4 固定卸料导板式冲模结构设计 48

2.4.5 导柱模架固定卸料纵向或横向 送料冲模结构设计 55

2.5 用典型组合标准设计连续式 复合模 60

2.5.1 连续模及其结构特点 60

2.5.2 连续模与连续式复合模的结构 类型 61

2.5.3 用典型组合标准设计连续式 复合模 62

2.6 冲模“三化”及其结构 设计 69

2.6.1 冲模设计、制造与修理的 “三化” 70

2.6.2 冲模“三化”后的结构设 计方法 74

2.6.3 用企业冲模“三化”成套标准 设计高精度冲模 76

2.6.4 冲模“三化”后的成套企业标准 应用与完善 79

2.7 冲模的排样化快速设计 88

2.7.1 排样化快速设计的实质 88

2.7.2 排样化快速设计的一般程序 88

2.7.3 冲模排样化快速设计实例 89

第3章 冲裁模的结构设计 94

3.1 冲裁加工及冲裁模类型	94	3.6.3 简易精冲技术及精冲模结构设计	173
3.1.1 冲裁加工的种类	94	3.7 冲深孔及其模具设计	184
3.1.2 冲裁加工的工艺作业工序及特点	94	3.7.1 冲孔工艺对比	184
3.1.3 冲裁模的结构类型	95	3.7.2 变形特点	185
3.2 单工序冲裁模结构特点及设计	96	3.7.3 冲深孔模设计要点	185
3.2.1 无导向装置的单工序冲裁模	96	3.8 冲裁模主要工作零件的设计与选材	189
3.2.2 有导向装置的单工序冲裁模	101	3.8.1 冲裁模自然失效的原因和选材对策	189
3.3 复合冲裁模结构特点及设计	107	3.8.2 冲裁模主要工作零件的种类及其结构设计	191
3.3.1 复合模与连续模的对比与选择	107	第4章 复合模与连续式复合模的结构设计	201
3.3.2 复合冲裁模的结构形式	107	4.1 复合模的结构类型及设计要点	201
3.3.3 复合冲裁模的结构选型	110	4.1.1 复合模与综合式复合模	201
3.3.4 复合冲裁模的模芯结构设计	111	4.1.2 综合式复合模的结构类型及特点	202
3.3.5 复合冲裁模的典型结构设计要点分析	118	4.1.3 冲裁式复合模与综合式复合模的主要差别	204
3.4 连续冲裁模的结构设计	131	4.1.4 综合式复合模的结构设计要点	205
3.4.1 连续冲裁模结构类型及主要特点	132	4.2 综合式复合模典型结构设计	212
3.4.2 连续冲裁模冲裁件排样要点	132	4.2.1 仪表芯座高精度综合式复合模结构设计	212
3.4.3 连续冲裁模冲裁件排样的类型及方法	133	4.2.2 簧片高精度综合式复合模结构设计	214
3.4.4 连续冲裁模的结构设计要点	142	4.2.3 芯轴架高精度综合式复合模结构设计	217
3.4.5 连续冲裁模典型结构设计分析	148	4.2.4 表盖四工步综合式复合模结构设计	220
3.5 高精度仪表零件的整修与光洁冲裁	160	4.2.5 落料拉深综合式复合模结构设计对比	221
3.5.1 整修及落料—整修复合精冲	160	4.3 综合式复合模典型结构实例	222
3.5.2 复合冲裁—整修与光洁冲孔复合精冲	161	4.3.1 顶盖倒装结构综合式复合模	222
3.5.3 薄料小零件的落料与整修复合精冲	162	4.3.2 接片倒装结构综合式复合模	223
3.5.4 复合冲裁件的复合光洁冲裁	163	4.3.3 外套顺装结构综合式复合模	223
3.5.5 机械压力机允许精冲料厚	163	4.3.4 导电片顺装结构综合式复合模	223
3.5.6 光洁冲裁及其连续模结构设计	164	4.3.5 调节片顺装结构综合式复合模	223
3.6 普通压力机上的简易精冲技术	168		
3.6.1 简易精冲的类型及主要技术特点	168		
3.6.2 采用简易精冲应注意的问题	170		

合模	225	5.1.4 典型结构实例分析及结构设计	286
4.4 连续式复合模的结构类型及设计要点	227	5.1.5 单工序弯曲模结构设计要点	319
4.4.1 连续式复合模与综合式复合模的比较	228	5.2 多工位连续弯曲成形模结构设计	329
4.4.2 连续式复合模的结构类型及特点	228	5.2.1 板料弯曲件的现代冲压工艺技术	329
4.4.3 连续式复合模的结构设计要点	235	5.2.2 选择与设计板料弯曲件连续冲压一 模成形的工艺过程	333
4.5 连续式复合模典型结构设计	251	5.2.3 典型弯曲件及其冲模结构	334
4.5.1 表芯支架连续式复合模结构设计	251	5.3 单角弯曲件连续式复合模典型结构设计	351
4.5.2 定位盘连续式复合模结构设计	253	5.3.1 典型结构分析	351
4.5.3 机芯支架连续式复合模结构设计	255	5.3.2 结构设计	355
4.5.4 连接座多工位连续式复合模结构设计	257	5.4 双角L形弯曲件连续式复合模典型结构设计	357
4.5.5 限位盖板连续式复合模结构设计	261	5.4.1 双角L形弯曲件一模成形连续式 复合模结构设计	357
4.6 连续式复合模典型结构实例	263	5.4.2 L形弯曲件连续式复合模结构设计	359
4.6.1 支架三工位连续式复合模	263	5.5 板料弯曲件的组合对称弯制一模成形	368
4.6.2 钮扣盖三工位连续式复合模	263	5.5.1 传统弯曲工艺的问题及改进	368
4.6.3 角扣六工位一模三件连续式复合模	266	5.5.2 板料弯曲件组合对称弯曲的要求 与条件	369
4.6.4 接线头八工位连续式复合模	268	5.5.3 组合对称弯曲件的冲模结构示例	371
4.6.5 芯套五工位连续式复合模	269	5.6 板料弯曲模结构设计的提示	373
4.6.6 夹板五工位连续式复合模	270	5.6.1 板料弯曲模结构设计要解决的 难题	373
4.7 一模成形多工位连续式复合模结构设计的提示	272	5.6.2 确保弯曲件精度的冲模结构措施	374
4.7.1 沿边、搭边宽度值的确定	272	5.6.3 弯曲模结构选型的一些建议	374
4.7.2 载体的类型及设计	275	第6章 拉深模的结构设计	375
4.7.3 设计多工位连续式复合模的注意事项	283	6.1 板料的拉深成形	375
第5章 单工序弯曲模与多工位连续弯曲成形模的结构设计	284	6.1.1 板料拉深的特点	375
5.1 单工序弯曲模结构类型及设计	284	6.1.2 拉深工艺的种类	375
5.1.1 板料弯曲件的类型	284	6.1.3 拉深件的类型	378
5.1.2 传统的板料弯曲件冲压工艺	285	6.2 拉深件的展开毛坯形状与尺寸	380
5.1.3 单工序弯曲模的类型	286	6.2.1 板料拉深件展形毛坯的特点	380
		6.2.2 拉深件展开毛坯尺寸的计算	380
		6.2.3 任意旋转体拉深件表面积和	

毛坯直径的确定	389	7.3.1 单工序翻边模及翻边兼成形的 单工位翻边复合模	445
6.3 拉深模的结构类型	390	7.3.2 单工位冲孔翻边复合模	448
6.3.1 拉深模的分类	390	7.3.3 多工位连续式翻边复合模	452
6.3.2 不变薄拉深模典型结构形式	392	7.4 薄板零件小螺纹底孔的翻边 成形	454
6.4 拉深模结构的工艺要素及设计 要点	408	7.4.1 变薄翻边成形螺纹底孔的 工艺参数	455
6.4.1 与拉深模结构相关的工艺 要素	408	7.4.2 变薄翻边的工艺计算	457
6.4.2 不同拉深材料的拉深系数	411	7.4.3 小螺纹底孔翻边冲模结构设计 的要点	458
6.4.3 用压边圈拉深方法界定	413	7.4.4 螺纹底孔翻边件连续模实用典型 结构设计实例	459
6.4.4 拉深次数及各次拉深直径的 确定	413	7.4.5 螺纹底孔翻边连续模制造中应注 意的問題	462
6.4.5 拉深模的工艺技术参数	417	7.5 螺纹底孔冷锻成形新技术	463
6.5 连续拉深模的结构设计	419	7.5.1 螺纹底孔的冷锻成形	463
6.5.1 连续拉深工艺的主要优势	419	7.5.2 工艺参数的确定	464
6.5.2 带料连续拉深的基本类型	420	7.5.3 冷锻螺纹底孔模的结构设计	465
6.5.3 拉深工艺的选择	423	7.6 翻边件多工位连续式复合模 典型结构实例	465
6.5.4 工艺切口的类型及其选用	424	7.6.1 底板冲孔、翻边、落料三工位连 续式复合模	465
6.5.5 连续拉深模结构设计的工艺 要素	426	7.6.2 仪表视窗内外缘扳边成形连续式 复合模	467
6.5.6 连续拉深模典型结构	429	7.6.3 连续板冲孔、翻边、落料连续式 复合模	468
6.6 拉深模结构设计的若干提示	431	7.6.4 法兰盘冲孔、翻边、落料连续式 复合模	469
6.6.1 压边力的准确计算与合理调整	431	7.7 翻边模及多工位翻边成形连续式 复合模结构设计的一些提示	470
6.6.2 各种类型拉深件毛坯形状和 毛坯尺寸确定方法	432	7.7.1 采用弹压卸料导板式翻边成形模 结构	471
6.6.3 加整形工序获得高精度拉 深件	435	7.7.2 采用多工位连续式复合模 结构	472
6.6.4 拉深凸模要给出透(泄)气孔	435	7.7.3 仪表及电器元件的产品装配与 组件连接翻边作业模具结构 设计	473
第7章 翻边模的结构设计	436	第8章 板料的冲压成形及模具结构 设计	475
7.1 翻边工艺的类型及特点	436	8.1 板料的冲压成形工艺及种类	475
7.1.1 翻边工艺的类型	436	8.1.1 板料的冲压成形工艺	475
7.1.2 翻边工艺的特点	436	8.1.2 板料的冲压成形工艺种类	475
7.2 翻边模结构设计的工艺 要素	437		
7.2.1 翻边系数	438		
7.2.2 翻边类型及翻边工艺的确定	440		
7.2.3 圆孔翻边的工艺参数	441		
7.2.4 翻边拉深复合冲压的主要 工艺参数	442		
7.2.5 翻边模结构设计中的工艺 要点	443		
7.3 翻边模的种类及其实用结构 形式	445		

8.2 胀形工艺及胀形模结构	
设计	476
8.2.1 平板毛坯的胀形	477
8.2.2 立体形拉深空心坯件胀形	478
8.2.3 典型凸肚胀形零件的冲压工艺 及胀形模结构	479
8.3 缩口与扩口工艺及其模具结构	
设计	488
8.3.1 缩口工艺类型及变形特点	489
8.3.2 缩口成型的主要工艺参数	489
8.3.3 扩口的变形程度及毛坯尺 寸的计算	492
8.3.4 缩口模与扩口模的结构设计	493
8.4 校平与整形	499
8.4.1 校平	500
8.4.2 整形	502
8.5 金属板料旋压成形及模具结构	
设计	503
8.5.1 金属板料旋压成形的工艺 特点	503
8.5.2 旋压成型的基本类型	503
8.5.3 旋压成形的工艺作业形式 及类别	503
8.5.4 旋压模具的结构设计及工艺参 数选择	504
第9章 楔传动冲模的结构设计	507
9.1 冲模的横向冲压作业及 楔的功能	507
9.1.1 冲模的横向冲压动作及其 应用	507
9.1.2 冲模横向冲压结构的种类	507
9.1.3 楔传动机构的功能及楔传动冲 模的类型	508
9.2 冲模用斜楔的基本类型 与结构	508
9.2.1 单作用驱动楔	508
9.2.2 双作用驱动楔	509
9.2.3 单向与多向动作固定楔	510
9.3 楔传动机构的结构形式 及其构成	510
9.3.1 楔传动机构的基本结构形式	510
9.3.2 各种楔传动机构的基本构成	510
9.4 楔传动机构的设计及简化 计算	512
9.4.1 楔角度与楔滑块角度的确定	513
9.4.2 楔及楔传动机构主要功能参 数的计算	515
9.4.3 楔及楔传动机构主要零件尺 寸的确定	516
9.5 用楔传动冲模在圆筒形拉深 件侧壁上冲孔与切槽	517
9.5.1 工艺对比	517
9.5.2 加工零件工艺分析及工艺 选择	517
9.5.3 圆筒形薄壁空心件侧壁冲孔 模结构及设计	518
9.6 有横向冲压工位的连续式 复合模结构设计	522
9.6.1 斜角座连续式复合模结构 设计	522
9.6.2 芯壳全自动多工位连续式复合模 结构设计	527
9.6.3 变截面支架多工位连续式复合模 结构设计	530
9.6.4 吊架全自动楔传动连续式复合模 结构设计	534
9.6.5 仪表齿套楔传动连续式复合模 结构设计	537
9.6.6 表芯齿座楔传动送料与出件连续式 复合模结构设计	538
参考文献	542

第 1 章 绪 论

模具是成批和大量生产各种机电与家电产品必备的基础工艺装备，是进行少无切屑加工的主要工具，是制造业发展的前提。国内模具工业近年持续、稳定、高速的发展，支承并保证了国内制造业持续高速的发展。随着我国逐步发展成世界制造业中心和国际模具市场与制造基地，国内模具产业将获取更大的发展机遇和更广阔的发展空间。

据近年来汽车、开关电器、农机、仪器仪表、各类家电等制造行业的统计，已达到经济生产规模的产品，其生产所使用的模具中，65%左右为冲模，20%左右为塑料模，压铸模和锻模约占5%，其他模具如陶瓷模、橡胶模、玻璃模等合计约占10%。冲模所占比例最大，使用最广。这和板料冲压工艺在制造业中被广泛采用，以及现代冲压技术的不断创新与拓宽加工范围密切相关，也是板料冲压工艺独具的技术和经济优势所决定的。

1.1 冲压加工及冲模的种类与选用

1.1.1 冲压加工在制造业中的地位

冲压工艺作为机械制造业的主导工艺之一，在成批与大量生产的各种机电与家电产品中，占据重要的地位。随着我国国民经济持续、高速、稳定的发展，冲压工艺获得迅猛发展与空前普及。冲模则是实施现代冲压工艺技术，进行各种冲压工艺作业必备的工艺装备，需要量越来越大。从表 1-1 可以看出，现代冲压工艺技术在制造业中的重要性。

表 1-1 现代冲压工艺在几种制造业中的比例

序号	制造业类别	比例（%）			说明
		以质量计	以零件数计	以劳动量计	
1	汽车（轻型汽车、轿车）	50 ~ 70	60 ~ 75	25 ~ 30	每一新品轿车需冲模 1 万套左右
2	中小型电机	50 ~ 60	60 ~ 70	15 ~ 20	
3	电影放映机	20 ~ 35	45 ~ 55	15 ~ 25	16mm 移动式放映机
4	复印机	20 ~ 30	50 ~ 70	20 ~ 35	
5	热工（机械）仪表	15 ~ 30	45 ~ 70	20 ~ 30	压力表等
6	电工仪表、仪器	30 ~ 45	55 ~ 75	25 ~ 30	
7	汽车、拖拉机仪表	30 ~ 45	40 ~ 70	20 ~ 30	
8	燃气灶、炊具	85 ~ 95	90 ~ 95	80 ~ 90	
9	家电产品	60 ~ 75	45 ~ 65	25 ~ 35	空调、冰箱等

1.1.2 冲压加工的优势

成批与大量生产的各类机电与家电产品零部件及半成品坯件，都需要大量的、不同种类

的模具进行加工。其中,约 65% 的零件是用各种金属板、条、带、卷料,冲制成各种形状复杂、精度高、用其他加工方法无法完成的板料冲压零件,所使用的冲模种类繁多,结构各异而又千变万化。

由于冲压工艺技术的先进性和在技术经济上的优越性十分突出,故这种先进的无屑加工工艺,在金属加工及制造业的应用日益广泛,其技术上的发展与提升也十分迅速。

1. 冲压加工在技术上的优势

1) 在压力机滑块上下往复地简单冲击下,使用冲模可以冲制其他加工方法难以制造的、形状复杂的冲压零件。

2) 板料冲压零件质量轻、刚度大,承载能力强,长期使用不变形,耐候性好,是各类机电与家电产品结构轻型化,取代笨重的铸件、锻件及切削加工零部件的首选。

3) 冲压零件的一致性、互换性强,尺寸与几何精度高,一般只需局部切削加工,甚至不再进行切削加工,即可进入产品装配。

4) 板料冲压过程中的冷作硬化效应,能大幅度地提高冲压零件冲切面的硬度、耐磨性,以及冲压零件的刚度,从而提高零件与产品使用寿命。

5) 便于实现冲压过程的机械化、自动化及组建 CNC 连续作业生产线。当设计与使用自动冲模时,也可实现单机自动化作业。

6) 现代冲压高技术的大力推广与实施,可对各种复杂形状冲压零件,用多工位连续模一模成形,实现安全生产,达到优质、高产、低消耗。

2. 冲压加工在经济上的优势

1) 冲压是无屑加工,材料利用率高,一般材料利用率 η 可达 70% 以上,甚至 95% ~ 100%。

2) 生产率高。采用自动冲模进行自动冲压,以及用高速压力机高速自动冲压,生产率更高。以国产中小型机械压力机为例,公称压力为 400 ~ 1000kN,滑块行程次数为 200 ~ 600 次/min,一模一件,一次行程按一件计,则每班产量可达 28000 ~ 90000 件;高速压力机滑块行程次数高达 800 ~ 2000 次/min,每班产量可达 360000 ~ 900000 件。

3) 操作简便,冲压工易培训。

4) 冲压件生产成本低。

5) 更适用于成批与大量生产,而且生产成本会更低。

由于冲压加工在技术、经济方面有上述巨大优势,故在以金属加工为主的机电与家电产品制造业中,广泛采用冲压加工技术。

1.1.3 冲模的种类与选用

按照冲模适用冲压零件生产性质(投产批量大小)、结构繁简及制模费用大小、冲压精度高低,可将冲模大致划分为如下几类:

1) 制造经济的简易冲模,适用于新产品样试与批试。用新材料与新工艺及简易制模方法制造的经济的简易冲模,其制模工艺简便,制模周期短,造价低,但模具使用寿命也低。

2) 万能通用冲模与组合冲模,适用于中小批量、多品种、低精度的冲压零件。万能通用冲模可一模多用;组合冲模是备有多种工作元件,按需要随时组合成各种冲模,将冲压零件分解成多工序,加工用多套组合冲模冲制。

3) 普通全钢冲模, 适用于成批与大量生产的各类冲压零件, 是应用广泛的标准结构与非标准结构的全钢材质普通冲压用冲模。

4) 精冲模, 适用于各种精冲工艺。

5) 大型、特种、高精度与高寿命冲模, 适用于大量生产的汽车覆盖件、高精度硅钢片等。

通常在正常生产条件下, 就板料冲压而言, 模具费占冲压件生产成本的比例为 15% ~ 40%。模具费包括: 模具制造费、刃磨与修理费、由于刃磨与修理模具等原因造成的停工损失费与运输包装等费用。由于这些费用除少量的停工损失费外, 都是一个可以计算而相对不变的常数, 在冲模使用寿命期以内, 冲压零件产量越大, 模具费占冲压零件生产成本的比例越来越小。在常年大量生产的冲压零件成本中, 模具费仅占 15%, 甚至更小。而单件小批生产, 模具费占其生产成本可达 40%。因此, 按冲压零件投产批量, 即生产数量的多少, 选用合适的冲模, 可以达到降低冲压零件生产成本、压缩生产周期的效果。在新产品样试与批试阶段, 所需冲压零件不仅品种多、数量少, 大多仅几件、几十件, 而且尺寸与形状还会有变化, 选用各种简易冲模冲制, 则更经济。对于产量很大的电表变压器铁心片、电机硅钢片等, 总产量达数千万甚至几亿片的冲压零件, 采用高寿命的硬质合金冲模更合算。表 1-2 所示为按冲压零件生产性质选用冲模类型, 具有较好的参考价值。

表 1-2 按冲压零件生产性质选用冲模类型

冲压零件的类别	冲压零件的生产性质					
	单件小批	小批小量	成批、中批	大批	大量	常年大量
	数量/件					
大型件(>500mm)	≤250	2500	25000	250000	2500000	>2500000
中型件(250 ~ 500mm)	≤500	5000	50000	500000	5000000	>5000000
小型件(<250mm)	≤1000	10000	100000	1000000	10000000	>10000000
推荐选用冲模						
冲模类型	各种简易冲模、组合冲模	组合冲模、寿命较高的简易冲模、结构简单的敞开式冲模	单工序冲模、导板式冲模、工位不多的简单结构连续模、复合模	多工位连续模、复合模及小型半自动冲模	用多工位连续模、硬质合金及其他高寿命冲模、自动冲模	用多工位连续模、硬质合金及其他高寿命冲模、自动冲模
生产方式	板裁条料或单个片料、半成品坯料, 手工送料, 分工序间断冲压	板裁条料或带料、单个坯料, 手工送料, 间断冲压	板裁条料、带料, 手工送料	带料或卷料自动或半自动送料; 用板裁条料手工送料也常用	用卷料自动送进, 全自动冲压, 建立多机联动专用生产线或多工位专用压力机自动冲压	用卷料自动送进, 全自动冲压, 建立多机联动专用生产线或多工位专用压力机自动冲压

(续)

冲压零件的类别	冲压零件的生产性质					
	单件小批	小批小量	成批、中批	大批	大量	常年大量
	冲压零件生产成本构成 (%)					
材料费 C_z	< 30	40	50	60	70	80
加工费 C_G	≥ 30	25	20	15	10	> 5
模具费 C_M	40	35	30	25	< 20	< 15
总生产成本 C_Σ	100	100	100	100	100	100

注：1. 表中数值适用于普通薄板冲压。
2. 材料费包括：板、条、带、卷料等原材料购置费；辅助生产材料费，如润滑剂、棉纱、防护包装材料等费用；生产能耗费，如电、水、压缩空气、蒸汽等费用。
3. 加工费包括：工人与技管人员工资、福利和固定资产折旧、车间经费等。
4. 模具费包括：模具制造费、刃磨与修理费、修模误工损失费等。
5. 模具选型得当，模具费会进一步降低。

1.2 各类冲模的结构特点及应用范围

1.2.1 简易冲模的结构特点及应用范围

为了将先进的板料冲压工艺扩展应用于单件小批生产中，在需要冲压零件品种多、数量有限、冲压零件图样随时都要不断改动的科研、新产品样试与批试工作中，推广使用制造经济的各种类型的简易冲模，可以大幅度降低冲模制造费用，显著缩短制模周期，冲压零件的交货期可以提前，为新品提前投放市场争取到时间和商机，从而获取巨大的经济效益与社会效益。简易冲模的种类、结构特点及适用范围见表 1-3。低熔点锌基合金冲模与常规普通全钢冲模经济效益比较见表 1-4。钢带冲模与常规普通全钢冲模经济效益的比较见表 1-5。薄板冲模与常规普通全钢冲模经济效益比较见表 1-6。可以看出，推广应用简易经济冲模在多种品种、小批小量冲压零件生产中具有明显优势。

1.2.2 通用冲模与组合冲模的结构特点及应用范围

在单件小批生产中，采用多用途通用冲模，即在一套冲模上冲制多种孔径的孔，也可用一套冲裁模进行切边、裁角、落料不同尺寸的矩形与方形，以及带不同尺寸凸台与凹口的平板冲裁件，分工步组合冲切。这种通用冲模与普通全钢冲模结构及其零部件构成不同，其定位系统可调，冲孔凸、凹模元件可按冲孔直径更换；切角、切边及切凹口均用一对刃口，而仅调整冲模刃口位置与定位标识。这类多用途通用冲模可以有效减少冲模套数，用于多品种、单件小批生产各种平板冲裁件，十分经济。通用冲模与组合冲模的种类、结构特点及应用范围见表 1-7。组合冲模与常规普通全钢冲模的经济效益比较见表 1-8。

多用途、通用万能冲模，在板料冲压工作量较大的工厂使用很广泛。下面介绍几种最常用的通用万能冲模。

1. 通用剪切模

该模具为单边直线刃口，用于板料剪裁坯料、条带料切断，也可以剪边、切角，其剪切间隙可按剪切料厚 t 调整，是一种简单的多用途通用剪切模。

表 1-3 简易冲模的种类、结构特点及适用范围

简易冲模类型		结构形式	模具结构特点	适用冲压工序	加工范围	技术经济效果	备 注
I	低熔点合金冲模	1 钎基低熔点合金冲模	采用铋-锡二元共晶合金, 设置钢压边圈与凹模板, 使用电加热管加热, 用铸造法制模	拉深、压筋、弯曲等成形工序	大、中型成形件, $t \leq 1\text{mm}$	制模工时仅 4 ~ 6h, 冲压零件成本低, 质量可达钢模水平	t 为冲压零件料厚, 下同
		2 锌基低熔点合金冲模	采用锌-铝-镁四元合金, 铸造法制模	拉深、压筋、弯曲等成形工序	中小型成形件, $t \leq 1.5\text{mm}$	制模简单, 制模周期短, 费用小, 冲压零件成本低	
		3 锌基低熔点合金冲模	采用锌-铝-镁四元合金, 铸造法制模	冲孔、落料、切口、冲槽孔等	中小型冲裁件, $t < 3\text{mm}$	制模简单, 制模周期短, 费用小, 冲压零件成本低	
II	钢带冲模	4 常规式钢带冲模	凸、凹模刃口都用钢带制造, 模体用硬木	冲孔、落料	$L \times B \geq 50\text{mm}$ $\times 50\text{mm}$, $t < 3\text{mm}$	与普通全钢冲模相比, 节省模具钢 90%, 节省制模工时 80%, 制模成本节省 80%	L 和 B 分别为冲压零件的长与宽。钢带嵌入硬木作刃口
		5 切刀式钢带冲模	钢带嵌入硬木作刃口, 钢带最佳刃口角为 45° , 下模板用 2A12 厚度 20mm 的铝合金板	冲孔、落料	中小型冲裁件, $t < 1.2\text{mm}$	与普通全钢冲模相比, 节省模具钢 90%, 节省制模工时 80%, 制模成本节省 80%	
		6 样板式钢带冲模	凸模用厚 20mm 钢板制造, 凹模用钢带嵌入硬木制成	冲孔、落料	大尺寸冲裁件, $t < 6\text{mm}$	与普通全钢冲模相比, 节省模具钢 90%, 节省制模工时 80%, 制模成本节省 80%	
		7 普通橡胶冲模	钢凸模, 普通橡胶板作凹模, 进行无凹模冲制	冲孔、落料	薄小尺寸冲裁件 $t < 0.2\text{mm}$	制模周期短, 费用少, 冲裁件成本低	冲裁件质量较差, 精度低
III	橡胶冲模	8 聚氨酯橡胶冲模	利用装在钢容框中的聚氨酯橡胶作凸模或凹模, 容框与钢刃口有 $0.5 \sim 1.5\text{mm}$ 间隙	冲孔、落料	薄小尺寸冲裁件 $t < 0.3\text{mm}$	凸、凹模不必修配间隙, 制模简便, 冲裁件成本低	
		9 聚氨酯橡胶冲裁模	聚氨酯凹模通用, 配钢凸模, 采用敞开成形法	成形 (弯形)	中小尺寸弯曲成形件, $t < 2\text{mm}$	凸、凹模不必修配间隙, 制模简便, 弯曲件成本低	弯曲件回弹小, 甚至无回弹
IV	薄板冲模	10 换装式薄板冲模	通用快换模架, 模芯元件系列化, 模板厚约 15mm, 用斜楔或夹板固定装入模架	与普通全钢冲模相同	同全钢冲模	制模周期短, 换装模芯方便, 冲压零件成本低	装模芯、调校时间长, 要求技术高, 仅适用于较小尺寸冲压零件
		11 夹板式薄板冲模	凸、凹模用薄板制造, 模芯装在用弹簧钢板制的开口夹板支架内	冲孔、落料	小尺寸冲裁件, $t < 2\text{mm}$	制模简便, 周期短, 冲裁件成本低	
		12 电磁式薄板冲模	凸、凹模用 8 ~ 15mm 厚钢板制造, 模具安装在磁力模座上	冲孔、落料	小尺寸冲裁件, $t < 2\text{mm}$	制模容易, 换模方便, 生产成本低	
		13 通用薄板式冲模	模架通用, 凹模用 $0.5 \sim 0.8\text{mm}$ 薄钢板制成, 多层重叠	冲孔、落料	小型复杂冲裁件, $t < 3\text{mm}$	制模方便, 成本低, 模具寿命稍高	

表 1-4 低熔点锌基合金冲模与常规普通全钢冲模经济效益比较

冲压零件编号	冲压零件材料	料厚 t/mm	比较项目与实际统计数据									
			寿命/千冲次				制模工时/h		模具成本 (%)		耗用模具钢质量/kg	
			锌合金冲模		常规普通钢冲模		锌合金 冲模	常规普 通全钢 冲模	锌合金 冲模	常规普 通全钢 冲模	锌合金 冲模	常规普 通全钢 冲模
			初始 寿命	总寿命	初始 寿命	总寿命						
1	12Cr18Ni9	0.5	1.6	15	30	300	85	175	10.8	100	10	35
2	45 钢	1.0	2.5	20	40	450	92	180	14	100	15	40
3	QBe2 青铜	0.15	5.5	60	60	800	85	200	12	100	10	30
4	Q235 钢	1.0	5.0	30	15	200	6	24	20	100	12	40
5	H62 黄铜	2.0	6.0	50	20	250	4	30	10.5	100	8	20
6	30 钢	1.0	6.5	35	30	300	70	160	36	100	14	35
7	H62 黄铜	3.0	3.5	38	20	250	50	140	26	100	13	32

注：1. 冲压零件全部为平板冲裁件。
2. 初始寿命是指新冲模在首次刃磨前的寿命。

表 1-5 钢带冲模与常规普通全钢冲模经济效益的比较

冲压零件编号	冲压零件材料	料厚 t/mm	比较项目与实际统计数据						备 注
			制模周期/d		耗用钢材质量/kg		模具质量/kg		
			常规普通 全钢冲模	钢带 冲模	常规普通 全钢冲模	钢带 冲模	常规普通 全钢冲模	钢带 冲模	
8	Q235 钢	2.5	7.5	3	15	1.3	45	12.8	冲压零件尺寸：长 × 宽 = 45mm × 55mm
9	Q235 钢	2	16	4	85	1.6	48	14.2	
10	T3 纯铜	3	15	4	80	1.7	45	14.8	还可冲制更厚的纯铜板
11	Q235 钢	2.5	20	12	370	70	350	250	
12	纯铁	4	24	6	88	1.9	75	14.6	目前最厚冲压零件之一
13	30 钢	3	15	9	305	28	420	250	

注：1. 制模尽量采用标准零部件。
2. 硬木加工采用专用木工机床。

表 1-6 薄板冲模与常规普通全钢冲模经济效益比较

比较项目	模具类型	冲模结构类别		
		单工序落料模	连续冲裁模	复合冲裁模
凹模厚度/mm	常模普通全钢冲模	24	20	24
	薄板冲模	0.6	0.6	0.8
制造周期/d	常模普通全钢冲模	7.5 ~ 10	12 ~ 18	15 ~ 22
	薄板冲模	2 ~ 4	3 ~ 5	5 ~ 7
制造成本 (%)	常模普通全钢冲模	100	100	100
	薄板冲模	20 ~ 25	17.5 ~ 24	18.5 ~ 25

注：1. 采用同一种平板冲裁件，在生产条件下比较。
2. 制造成本比较有不大的波动范围。

表 1-7 通用冲模与组合冲模的种类、结构特点及应用范围

冲模类型	结构形式	模具结构特点	适用冲压工序	加工范围	技术经济效益	备 注
I 多用途 通用冲模	1 通用冲孔模	结构型式较多。通用模架、凸、凹模可换；凹模多模孔，凸模可换；专用模架，凸模为快换结构	冲孔、圆片落料	孔径 $\phi 1.5 \sim \phi 30\text{mm}$, $t < 3\text{mm}$	冲模工作元件可以系列化，制模简便，冲孔质量好，成本低，使用广泛	可利用通用冲孔模冲制凹入圆角、圆弧；厚料冲深孔通用冲孔模；还可在管材、型材上冲深孔
	2 通用切边、切角、切半圆弧冲模	无导向敞开式结构；矩形落料刃口用于切边和切角；直角敞开刃口仅用于切角；半圆刃口可按需要设置	非封闭落料，剪裁、切角、切边、切圆角与半圆弧	边长 $L \leq 100\text{mm}$ 的直角及剪裁， $t < 1.5\text{mm}$	冲模结构简单，制造方便，成本低。在开关板制造中应用效益尤为显著	
	3 通用弯曲模	通用模架，可换凸、凹模结构；可换凸模，软凹模采用聚氨酯橡胶装入钢凹模容框的结构	弯曲，主要弯 V、U 形件	弯边长 $L \leq 100\text{mm}$, $t < 3\text{mm}$	冲模结构简单，制造费用小，冲弯工件质量好而成本低	软凹模限 $t < 2\text{mm}$
II 组合冲模	4 分解式组合冲模	采用通用切圆弧、冲孔、弯曲等 8~12 种一整套冲模，将复杂冲压零件按几何形状分解成多工序组合冲压	冲孔、落料，剪裁、弯曲、拉深、成形等	中小型冲压零件， $t < 3\text{mm}$	全套通用冲模均可重复使用，减少多品种冲压零件生产用冲模数量，大幅度降低冲压零件生产成本，冲模结构也较简单	
	5 积木式组合冲模	配备成系列的各种凸、凹模工作元件，按冲压零件分解冲压，临时组装冲模，类似组合夹具	冲孔、落料、弯曲、成形等	中小型冲压零件， $t < 2\text{mm}$	工作元件可重复使用，并可按需要随时组装成各类冲模，一次投资稍大，常年用于多品种单件小批生产，冲压零件成本低	
	6 配套式组合冲模	用标准通用组合模架或快换模架，通用卸料、定位、支承元件及专用刃口件组装冲模	同常规普通钢冲模，如导柱模架复合模	小型精密冲压零件， $t < 2\text{mm}$	制模周期短，适于中、小批生产，冲压零件质量好，精度高，成本低	