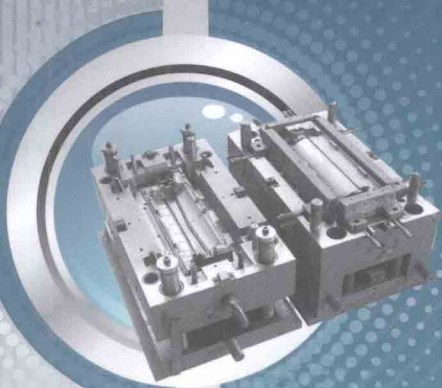


冲压模具设计技巧、经验及实例

钟翔山 等编著

CHONGYA MUJU SHEJI JIQIAO
JINGYAN JI SHILI



冲压模具 设计技巧、经验及实例

钟翔山 等编著

CHONGYA MUJU SHEJI JIQIAO
JINGYAN JI SHILI



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计技巧、经验及实例/钟翔山等编著. —北京: 化学工业出版社, 2011. 5
ISBN 978-7-122-10675-9

I. 冲… II. 钟… III. 冲模-设计 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 034840 号

责任编辑: 贾 娜
责任校对: 洪雅姝

文字编辑: 闫 敏
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装厂
787mm×1092mm 1/16 印张 21½ 字数 568 千字 2011 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

前 言

冲压模具是实现冲压加工的主要工艺装备。随着冲压件在机械、电子、仪器仪表、家用电器、玩具、生活日用品等领域中所占比例的不断增加，冲压模具也得到了很大的发展。然而，冲压模具的设计是一项非常艰辛而又极富创造性的工作。它除了要求设计者具有丰富的专业理论知识外，更要具有极强的实践经验。一个具有相当理论知识的模具设计人员，要经过长时间的工作磨炼和实践检验，积累相当的实际设计经验、技巧，并且广泛涉猎各种应用领域，才能逐步成为一个成熟的设计师。本书根据作者在冲压模具设计过程中积累的经验教训、方法技巧、注意事项和学习心得，归纳介绍了各类冲模设计的思路、技巧、经验，各类零件加工易出现的问题以及如何在模具上加以解决等内容，并精选了有代表性的成熟设计实例作为例证。

本书实用性强，内容涵盖了冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模、复合模和级进模各个方面，分类、分问题、有针对性地逐一介绍，并对相关实例进行讲解、说明，供读者对照，以加深理解。从而逐步帮助读者完成从如何设计冲模、用什么方法设计冲模，到如何设计好冲模，再到为什么要这样设计的转变，同时对设计的理由、设计时应注意的问题、如何去分析进行了剖析和解答，以迅速提高冲模设计技能及实际工作能力。本书可供从事冲压模具设计的工程技术人员，以及高校相关专业师生学习参考。

本书由钟翔山主笔并负责整理统稿，钟翔屿、孙东红、钟静玲、曾冬秀、周莲英、陈黎娟、彬林、刘梅连、钟师源、孙雨暄参与了部分编写工作。全书由钟礼耀主审。在本书的编写过程中，得到了同行及有关专家的热情帮助、指导和鼓励，在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平所限，不足之处在所难免，敬请广大读者和专家批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 冲模设计方法及步骤	1
1.1 冲模的种类与选用	1
1.2 冲模的设计方法	7
1.3 冲裁模设计步骤及示例	10
1.4 弯曲模设计步骤及示例	13
1.5 拉深模设计步骤及示例	15
1.6 成形模设计步骤及示例	19
1.7 复合模设计步骤及示例	21
1.8 级进模设计步骤及示例	24
第 2 章 冲裁模设计技巧、经验及实例	28
2.1 冲裁模常见结构及设计应用要领	28
2.2 冲裁模零件的设计要领及应用实例分析	34
2.3 不封闭缺口冲切模的设计要领	45
2.4 通用冲裁模的设计及应用	48
2.5 型材冲裁模的设计及应用	51
2.6 异型材切断模的设计及应用	54
2.7 圆钢裁切模的设计及应用	58
2.8 管料切断模的设计及应用要领	62
2.9 管料有芯冲孔模的设计及应用要领	66
2.10 管料无芯冲孔模的设计及应用条件	70
2.11 悬臂式冲孔模的设计要领	74
2.12 深孔冲模的设计要领	77
2.13 切边模设计及应用分析	84
2.14 侧壁冲裁模设计及应用要领	92
2.15 简易冲裁模设计及应用分析	98
2.16 精冲模设计及应用分析	107
第 3 章 弯曲模设计技巧、经验及实例	114
3.1 弯曲模常见结构及设计应用要领	114
3.2 弯曲模零件的设计要领及应用实例分析	123
3.3 通用弯曲模的设计应用	128
3.4 凹模转动式 U 形弯曲模的设计及应用	131
3.5 转轴式弯曲模的设计及应用	133
3.6 夹箍类弯曲模的设计及其难点分析	137
3.7 多部位弯曲模的设计及要领	142
3.8 多方向弯曲模的设计及要领	147
3.9 圆管弯曲模的设计及难点分析	150
3.10 螺旋式弯曲模的设计分析及应用	157
第 4 章 拉深模设计技巧、经验及实例	164
4.1 拉深模常见结构及设计应用要领	164
4.2 拉深模零件的设计要领及应用实例分析	178
4.3 通用拉深模的设计应用	184
4.4 阶梯形拉深件拉深模的设计要领	189
4.5 两阶梯相差悬殊拉深件的拉深工艺分析	193
4.6 锥形件的拉深工艺及模具分析	197
4.7 浅锥形件拉深模设计分析	204
4.8 大型拉深模的设计	207
4.9 复杂件拉深模的设计	209
第 5 章 成形模设计技巧、经验及实例	217
5.1 成形模常见结构及设计应用要领	217
5.2 翻边模零件的设计要领及应用实例分析	225
5.3 胀形模的结构特点及应用实例分析	228
5.4 端罩凸肩镦压成形工艺计算及模具设计	231
5.5 安装板成形模设计分析	233
5.6 缩口模的结构特点及应用实例分析	235
5.7 扩口模的设计要领及应用实例分析	238
5.8 冷却油管压形模的设计要领	242
5.9 整形模的设计要领及应用实例分析	244
5.10 旋压模的设计要领及应用实例分析	245
5.11 滚动压印模的设计及应用	248
第 6 章 复合模设计技巧、经验及实例	250
6.1 复合模常见结构及设计应用要领	250
6.2 复合模零件的设计要领及应用实例分析	258
6.3 拉深、冲孔类复合模设计要领及应用实例分析	262
6.4 缩口、胀形类复合模设计分析	264
6.5 半球形件正、反拉深复合模的设计及要领	268
6.6 端盖拉深成形工艺及模具设计分析	270

6.7	拉深、成形类复合模的设计及要领	271	7.4	成形类级进模设计技能及实例分析	298
6.8	落料、拉深、成形类复合模的设计及要领	274	7.5	多次弯曲级进模设计技能及实例分析	308
6.9	防尘罩落料、拉深、切边、冲孔复合模设计改进	276	7.6	自动模设计要点及实例分析	315
6.10	前脸灯框翻边、成形复合模的设计及要领	279	附录		323
第7章	级进模设计技巧、经验及实例	283	附录 A	冲模零件的材料和热处理硬度	323
7.1	级进模常见结构及设计应用要领	283	附录 B	冲压模零件的加工精度及其相互配合	324
7.2	级进模零件的设计要领及应用实例分析	290	附录 C	冲模零件的表面粗糙度	324
7.3	车门垫板冲孔、切断级进模设计分析	295	附录 D	冲模用螺钉的选用原则	324
			附录 E	冲模常用销钉及选用原则	325
			附录 F	冲模零件的技术要求	325
			附录 G	常用冲压设备的规格	327
			参考文献		328

第 1 章 冲模设计方法及步骤

1.1 冲模的种类与选用

1.1.1 冲模的分类

冲模是在常温下通过压力机对材料施加压力，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，它是冷冲压加工方法中所用的重要工艺装备。

一般来说，冷冲压加工的不同工序都是由与之相对应的冲模来完成的，根据冷冲压加工变形性质的不同，可划分为分离类工序和变形类工序两大类。因此，冲模总体上分为分离类冲模和变形类冲模两大类。

分离类冲模主要包括冲裁（冲孔、落料）模、切口模、切断模、切边模、剖切模等，各分离类冲模结构简图和与之相对应的分离工序见图 1-1。

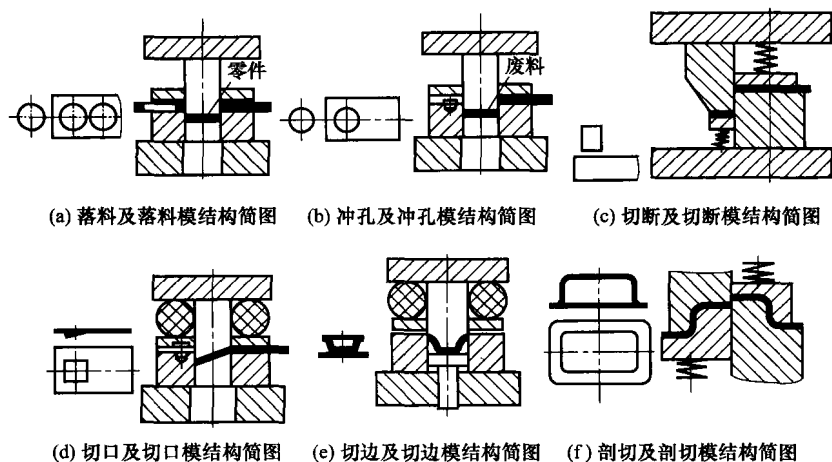


图 1-1 分离工序及分离类冲模结构

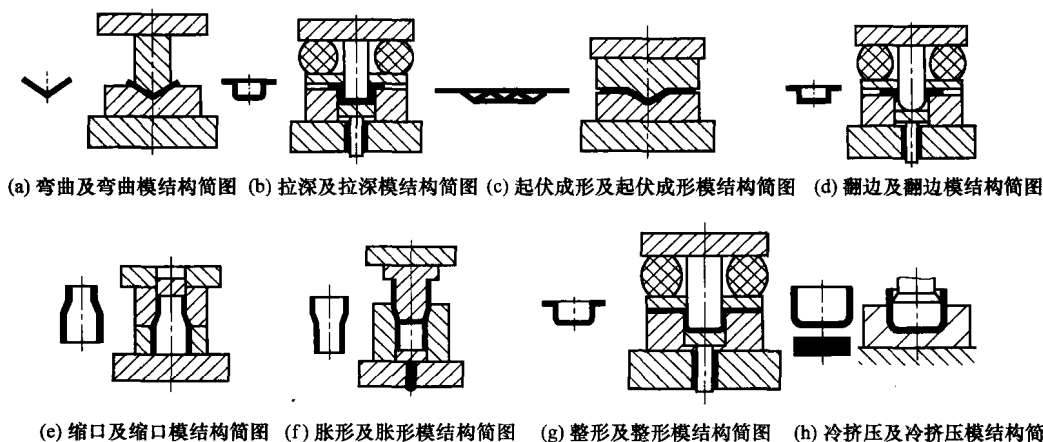


图 1-2 变形工序及变形类冲模结构

变形类冲模主要包括弯曲模、拉深模、成形（翻边、缩口、胀形、起伏成形、整形）模、冷挤压模等，各变形类冲模结构简图和与之相对应的变形工序见图 1-2。

1.1.2 冲模的种类及适用范围

按冲模适用于冲压零件生产批量大小的不同，冲模总体分为适用于小批量多品种生产用的简易冲模和普通冲模两大类，而普通冲模按其结构繁简及制模费用大小、冲压精度高低，大致可划分为：通用冲模、组合冲模、普通全钢冲模、精冲模、大型、高精度与高寿命冲模等，各种类冲模及其适用范围分述如下。

(1) 简易冲模

适用于新产品试制，单件、小批生产的冲压零件。具有模具制造工艺简便、周期短、造价低等优点，但模具使用寿命低。其种类及适用范围关系见表 1-1。

表 1-1 简易冲模的种类及其适用范围关系

类型	名称与结构形式	模具结构特点	适用冲压工序	加工范围	技术经济效果
低熔点合金模	铋基低熔点合金成形模	采用铋-锡二元共晶合金，设置钢压边圈与凹模板，使用电加热线管加热，用铸造法制模	拉深、压筋、弯曲等成形工序	料厚 $t \leq 1\text{mm}$ 的大、中型成形件	模具制造简单、周期短，冲压零件成本低，模具寿命为 1 千~数千
	锌基低熔点合金成形模	采用锌-铝-铜三大元素合金，并加入微量的镁，用铸造法制模		料厚 $t \leq 1.5\text{mm}$ 的中小型成形件	
	锌基低熔点合金冲裁模	采用锌-铝-铜三大元素合金，并加入微量的镁，用铸造法制模，一般落料凹模和冲孔凸模采用锌基合金制造，而落料凸模和冲孔凹模仍用模具钢制造	冲孔、落料、切口、冲槽孔等	料厚 $t < 3\text{mm}$ 的中小型冲裁件	
钢带冲模	常规式钢带冲模	凸、凹模刃口都用钢带嵌入硬木制成，模体用硬木	冲孔、落料	料厚 $t < 3\text{mm}$ 的中小型冲裁件	与全钢冲模相比，节省模具钢 90%，模具制造成本低、周期短，模具寿命为数千~数万
	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 LY12M、厚度 20mm 的铝合金板		料厚 $t \leq 1.2\text{mm}$ 的中小型冲裁件	
	样板式钢带冲模	凸模用厚 20mm 的钢板制造，凹模用钢带嵌入硬木制成		料厚 $t < 6\text{mm}$ 的大尺寸冲裁件	
橡胶冲模	普通橡胶冲模	普通工业橡胶作凸模或凹模，其对应部分用钢材	冲孔、落料	料厚 $t < 0.2\text{mm}$ 的薄小尺寸冲裁件	模具制造简单、周期短，冲压零件成本低，模具寿命为 1 千~数千
	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 0.5~1.5mm 的间隙		料厚 $t < 0.3\text{mm}$ 的薄小尺寸冲裁件	
	聚氨酯橡胶成形模	聚氨酯橡胶凹模通用，配钢凸模，采用敞开成形法	成形、弯曲	料厚 $t < 2\text{mm}$ 的中小尺寸弯曲成形件	
薄板冲模	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	与全钢冲模相同	与全钢冲模相同	制模简单、换装模芯容易，模具寿命为数千~数万
	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上	冲孔、落料	料厚 $t < 2\text{mm}$ 的小尺寸冲裁件	模具制造简单、周期短，模具寿命为数千~数万
	电磁式薄板冲模	凸、凹模用 8~15mm 厚钢板制造，模具安装在磁力座上			
	通用薄板式冲模	模架通用，凹模用 0.5~1.5mm 薄钢板制成，多层重叠		料厚 $t < 3\text{mm}$ 的小型复杂冲裁件	

(2) 通用冲模与组合冲模

适用于中小生产批量、多品种、精度低的冲压零件生产。通用冲模通过调节定位装置、快速更换工作零件等方式能完成同一类型、不同尺寸冲压件的加工，实现一模多用；组合冲模通过将待冲零件分解成多种工序，利用许多预先制好的各种不同形状、规格尺寸的元件，使用时按加工零件的需要选择其中一部分元件采取不同的组合或变换其安装位置，装配成各种各样的模具，如冲孔模、切边模及弯曲模等来完成零件的加工。

(3) 普通全钢冲模

适用于成批与大量生产各类冲压零件，是应用广泛的冲模。其种类及适用范围关系见表 1-2。

表 1-2 普通全钢冲模的种类及其适用范围关系

普通全钢冲模的 结构类型	制模精度		冲压精度		说 明
	冲模制造精度 (IT)	刃口、模腔表面 粗糙度 $Ra/\mu\text{m}$	冲压零件尺寸 精度(IT)	冲压零件形位精度 (同轴度、位置度、 对称度)/mm	
1. 单工序冲模(单 冲模)	在压力机的一次行程中只完成一个基本冲压工序的冲模				无导向敞开放式冲 裁模有用橡胶套在 凸模上卸料, 以及 凹模刃口旁装卸料 钩或卸料块卸料的 多种形式
(1)分离类冲模	在压力机上, 用模具刃口使材料分离的冲模				
① 无导向敞开式 冲裁模	12~14	1.6~0.8	<14	0.20~0.50	
② 无导向固定卸 料冲裁模	10~12	1.6~0.8	<14	0.20~0.50	
③ 固定卸料导板 式冲裁模	9~10	0.8~0.4	11~12	0.10~0.15	
④ 导柱模架固定 卸料冲裁模	9~10	0.8~0.4	11~12	0.08~0.12	
⑤ 导柱模架弹压 卸料冲裁模	8~10	0.4~0.2	10~12	0.05~0.10	
(2)成形类冲模	在压力机上, 用模具型腔使材料按模腔形状变形的冲模				大多为弯曲、拉 深、卷边、压印、胀 形、缩口等成形翻 边模, 其他成形模 较少
① 无导向敞开式 成形模	12~14	0.8~0.4	<14	0.20~0.50	
② 无导向固定卸 料成形模	11~13	0.8~0.4	13~14	0.20~0.50	
③ 固定卸料导板 式成形模	9~10	0.4~0.1	11~12	0.10~0.25	
④ 导柱模架固定 卸料成形模	9~10	0.4~0.1	11~12	0.10~0.25	
⑤ 导柱模架弹压 卸料成形模	8~10	0.4~0.1	10~12	0.05~0.12	
2. 多工位级进模	在压力机的一次行程中, 在模具的不同工位上完成数个基本冲压工序的冲模				
(1)多工位冲裁级 进模	仅有冲孔、切口、落料等分离工序的级进模				
① 无导向固定卸 料冲裁级进模	10~12	0.8~0.4	12~14	0.20~0.50	

续表

普通全钢冲模的结构类型	制模精度		冲压精度		说 明
	冲模制造精度 (IT)	刃口、模腔表面粗糙度 $Ra/\mu m$	冲压零件尺寸精度 (IT)	冲压零件形位精度 (同轴度、位置度、对称度)/mm	
② 固定卸料导板式冲裁级进模	9~10	0.4~0.1	11~12	0.10~0.25	级进模亦称连续模、跳步模、顺序模等
③ 导柱模架固定卸料冲裁级进模	9~10	0.4~0.1	11~12	0.10~0.20	
④ 导柱模架弹压卸料冲裁级进模	8~10	0.4~0.1	10~12	0.08~0.15	
⑤ 导柱模架弹压卸料导板式冲裁级进模	7~9	0.2~0.1	9~11	0.05~0.12	
(2) 多工位复合级进模	含有拉深、弯曲等其他基本成形工序或与其分离工序复合的级进模				考虑到冲压动作的复合,也兼顾不同工位上工艺作业性质的复合而命名为复合级进模
① 无导向固定卸料复合级进模	10~12	0.8~0.4	12~14	0.20~0.50	
② 固定卸料导板式复合级进模	9~10	0.4~0.1	11~12	0.10~0.25	
③ 导柱模架固定卸料复合级进模	9~10	0.4~0.1	11~12	0.10~0.20	
④ 导柱模架弹压卸料复合级进模	8~10	0.4~0.1	10~12	0.08~0.15	
⑤ 导柱模架弹压卸料导板式复合级进模	7~9	0.2~0.1	9~11	0.05~0.12	
3. 单工位复合模 (简称复合模)	在压力机的一次行程中,在模具的同一工位上完成两个冲压加工工序以上的冲模				—
① 冲裁式复合模 (复合冲裁模)	7~8	0.2~0.1	9~10	0.05~0.10	
② 综合式复合模 (含拉深或翻边等成形工序)	8~9	0.4~0.1	10~11	0.05~0.15	

(4) 精冲模

适用于各种精冲工艺专用的精冲模具。其种类及适用范围关系见表 1-3。

(5) 大型、高精度与高寿命冲模

适用于大量生产的汽车覆盖件冲模、高精度硅钢片硬质合金模等。

1.1.3 冲模的选用

冲模的选用首先要考虑的是所选用设计的模具能保证待加工零件的形状、尺寸精度要求;其次,选用的模具类型及加工工艺方法简便、可靠、经济,能满足零件生产批量的要求,表 1-1~表 1-3 所列出的冲模种类及其适用范围关系是冲模选用的重要依据,设计时可参照选用。但需要说明的是由于各企业均有其自身的特点,且受自身生产设备、制模能力、周边配套设施等因素的影响,因此,并不能完全机械地套用上述关系来选择模具类型,还应充分考虑到本企业自身生产加工的特点。

表 1-3 精冲模的种类及其适用范围关系

精冲工艺类别	精冲工艺名称	精冲模名称、形式	精冲模结构特点	精冲件工艺水平	说 明
用普通压力机的精冲工艺	使用普通压力机,采用非标准特殊结构专用冲模,对普通冲裁毛坯冲切面进行整修或直接对板料进行光洁冲裁,以获取光洁、平直的冲切面,取代切削加工				材料加工范围广泛
	整修	用高精度导柱模架,单边 $C=(0.05\% \sim 0.1\%)t$ 的微间隙、锋利刃口整修模,冲切普通冲裁毛坯,获取光洁、平直的冲切面			整修亦称修边,类似切削加工
		外缘整修模	多为导柱模架单工序专用整修模,设有强力压料及卸料板及可靠定位系统,模具承载大、整体刚性好	尺寸精度可达 IT6~IT9 级,冲切表面粗糙度 $Ra \geq 0.4\mu\text{m}$,塌角小,垂直度好	冲切面光洁,尺寸精度高,先要进行普通冲裁,难以实现自动化
		内孔整修模			
		叠料整修模			
		振动整修模			
	光洁冲裁	用高精度、微间隙或负间隙、圆角刃口或台阶式多层刃口冲模冲裁板料获取光洁、平直冲切面的冲压零件			只适用于高塑性材料的加工
		圆角刃口光洁冲裁模	多用加厚模座高精度模架,采用强力压料板兼卸料板,落料凹模洞口为直壁,刃口有 $R0.1 \sim 0.2\text{mm}$ 的小圆角,定位系统精度高	尺寸精度可达 IT8~IT10 级,冲切表面粗糙度 $Ra \geq 0.4\mu\text{m}$	冲切面光洁,模具简单,不需要专用压床,但塌角大,弯曲大,有锥度
		负间隙光洁冲裁模			
		台阶式凸模精冲孔模			
		无毛刺冲裁模			
		挤压光洁冲裁模			
	简易精冲	在普通压力机上用液压模架或三动特殊结构冲模实施强力压边、对向凹模等精冲法,精冲小型精冲件			在无专用精冲机时,采用的简易精冲法,适用于塑性材料的加工
		强力压边精冲模	模具结构复杂,制造技术要求高。液压模架要配液压装置	尺寸精度可达 IT7~IT10 级,冲切表面粗糙度 $Ra \geq 0.8\mu\text{m}$	—
		对向凹模精冲模			
		杆料精密剪断模			
用专用精冲机的精冲工艺	已推广普及的精冲法都在专用精冲机上实施,采用精冲工艺专用的特殊结构精冲模,实施特定的精冲方法,精冲各种板料及不同形状的高精度冲压零件				—
	强力压板精冲(FB)	用不同结构形状的强力压料板与下部反顶压板,夹紧板料,以 $\leq 0.5\%t$ 的微小精冲间隙实施精密冲裁			—
		用 V 形齿圈的强力压板精冲模	模架承载大,刚性好,导向精度高,强力压板与反顶压板强度大,承载不变形,落料凹模为直壁刃口,带 $R0.1\text{mm}$ 小圆角	尺寸精度可达 IT6~IT9 级,冲切表面粗糙度 $Ra \geq 0.2\mu\text{m}$,有塌角和毛刺	带 V 形齿圈的强力压板精冲模在生产中应用广泛,冲切面光洁,尺寸精度高,弯曲小,需要专用压力机,模具造价高
		用锯齿形强力压板精冲模			
		用锥形强力压板精冲模			
		用平的或带凸台的强力压板精冲模			

续表

精冲工艺类别	精冲工艺名称	精冲模名称、形式	精冲模结构特点	精冲件工艺水平	说 明
用专用精冲机的精冲工艺	对向凹模精冲(OD)	利用平面切削原理,采用上下对应的成对凸模与凹模,按规定程序分次冲切。凹模刃口有小圆角,采用 0.01~0.03mm 的冲切间隙,可冲切硬脆材料,使用专用精冲机			此工艺为日本发明并应用于生产,国内尚未推广应用
	往复精冲	在一个精冲过程中,有多次往复运动,亦采用专用压力机			未推广用于生产
	杆料精密剪切	有多种精密剪切工艺,轴向加压剪切质量最好,径向加压工艺使用广泛。其精密剪切模结构大同小异,多为环状刃口			

通常,在正常生产条件下,冲模的费用占冲压件生产成本的比例为 15%~40%,为追求最大的经济效益,所有企业在设计、选用冲模时,不容忽视的另一个重要方面是:必须考虑用最经济的手段稳定地生产出合格的产品。由于冲压件批量生产的性质,决定了冲模选用时还需较多地考虑其冲压零件的生产批量大小,表 1-4 列出了冲压零件生产成本的构成及其冲模的选用。但应指出的是,由于不同企业生产条件、生产能力、生产产品的不同,其对冲压零件生产批量大小数额的界定并不完全相同,因而表 1-4 中列出的冲压件生产批量大小划定的数值仅供参考,不可照搬照套。

表 1-4 冲压零件生产成本的构成及其冲模的选用

冲压零件的类别	冲压零件的生产性质					
	单件小批	小批小量	中批	大批	大量	常年大量
	数量/万件					
大型件(>500mm)	<0.025	0.25	2.5	25	250	>250
中型件 (≥250~500mm)	<0.05	0.5	5	50	500	>500
小型件(<250mm)	<0.1	1	10	100	1000	>1000
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、工位不多的简单级进模、复合模	多工位级进模、复合模及小型半自动冲模	多工位级进模、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	
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 $\sum C$	100	100	100	100	100	100

注:1.表中数值适用于普通薄板冷冲压。

2.材料费包括板、条、带、卷料等原材料购置费;辅助生产材料,如润滑油剂、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术、管理人员工资、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 冲模的设计方法

冲模的设计是一项艰辛而富有创造性的工作,需要全面、仔细地汲取前人和国内外同行的设计经验及创造的成果,并充分地发挥自己的创造力与智慧,才能做好这项开拓性工作。

一般来说,一个成熟冲模设计师的成长,往往是先从最初的选用典型组合标准模具结构设计及套用仿照现成模具结构设计开始,随着不断地对各类典型及成熟模具结构的吸收、消化及实践经验的逐步增加,才可在后续的设计中,将各种经典结构、加工工艺相互弥补、融合,最终才可能有所创新、有所超越。具体说来,依次可以采用以下几种冲模设计方法。

(1) 选用典型组合标准设计法

冷冲模的常用普通结构类型,已纳入了机械行业标准 JB/T 8065~8068—1995,共计四大类、14种冷冲模典型结构组合标准,并分规格成套配全了每个规格所用标准零部件,可供设计选用。设计冲模时,只要按冲压零件的形状、尺寸及其冲压加工工序所需的冲模,选定上述典型组合的结构形式,便可按标准规格给定的成套标准零部件列出冲模的零部件明细表,设计时,只需完成模具工作部分零件的设计,补齐工作零件凸模、凹模、定位与推卸系统零件的加工图等,即可轻松完成冲模的整体结构设计。

一般地说,在使用冲模数量多的工厂和以制造中小型冲模为主的专业模具生产厂家,为缩短冲模的设计与制造周期,降低制模成本,企业通常都结合自己的生产特点和实际需要,有针对性地强化宣贯并采用冷冲模相关国标(GB)及机械行业标准(JB);为方便制造并满足更多用户的要求,编制自己的《冷冲模厂标》、《冷冲模典型结构图册》、《冷冲模设计与制造守则》等技术文件,对定为厂标的冲模结构形式,都设定多组成套规格并配齐所用不同尺寸标准、半标准的冲模零部件,可供设计者随时选用。制模生产准备中,可成批预制与购买标准和半标准零部件,从而缩短制模周期。

选用典型组合标准设计法是最基础的冲模设计方法,它既是初涉冲模设计者行走的“手杖”,又是成熟冲模设计者奔跑的“基石”,因此,必须熟练掌握。

一般来讲,根据冲压件形状、精度、生产加工批量以及冲压加工设备的不同,都有不同类别的冲模与之相对应,各类冲压模的典型模具结构形式将在本书后续各章节的冲模结构及设计应用要领中详细介绍。

(2) 套用仿照设计法

这种设计方法是根据待加工零件的形状与尺寸、冲压加工工艺及其欲用的冲模类型与结构,在已生产过的冲压零件、已使用过的冲模中,寻找相同的、类似的以及形状与尺寸虽有差异,但稍加改动即可套用的冲模,进行套用仿照设计。这种设计方法是在现场和初涉冲模设计者经常采用而又非常可靠、极为迅速的一种设计方法。

选择套用的冲模结构的范围是非常广泛的,可以是相关技术图书、手册中介绍的,也可以是通过技术交流、计算机网络获得的,但首先应选用本企业生产及使用过的成熟结构,因为其最符合企业现场的生产及设备加工的条件。

图1-3为冲裁带有槽孔与凹口的平板零件所用的冲裁级进模。根据零件结构图可知,该零件需由冲孔及落料两个基本工序完成加工,因外形尺寸较小且槽孔与凹口均较细长,若采用单工序冲孔模和落料模两套模具完成,由于零件细小,则操作安全性差,不宜选用;若采用一次冲孔、落料复合模完成,则使凹模槽孔强度太差,易造成早期损坏,也不宜选用;因此,应选用级进模加工。

在模具中,由于加工零件的精度不高,故该冲模的送料定位系统,由始用挡料装置和固定挡料销构成。为使冲孔凸模离开落料凸模并保持一个安全距离,使两凸模在其固定板上有足够的安装位置,也使匹配的两个凹模刃口远远离开,提高凹模的强度和寿命,在冲孔与落

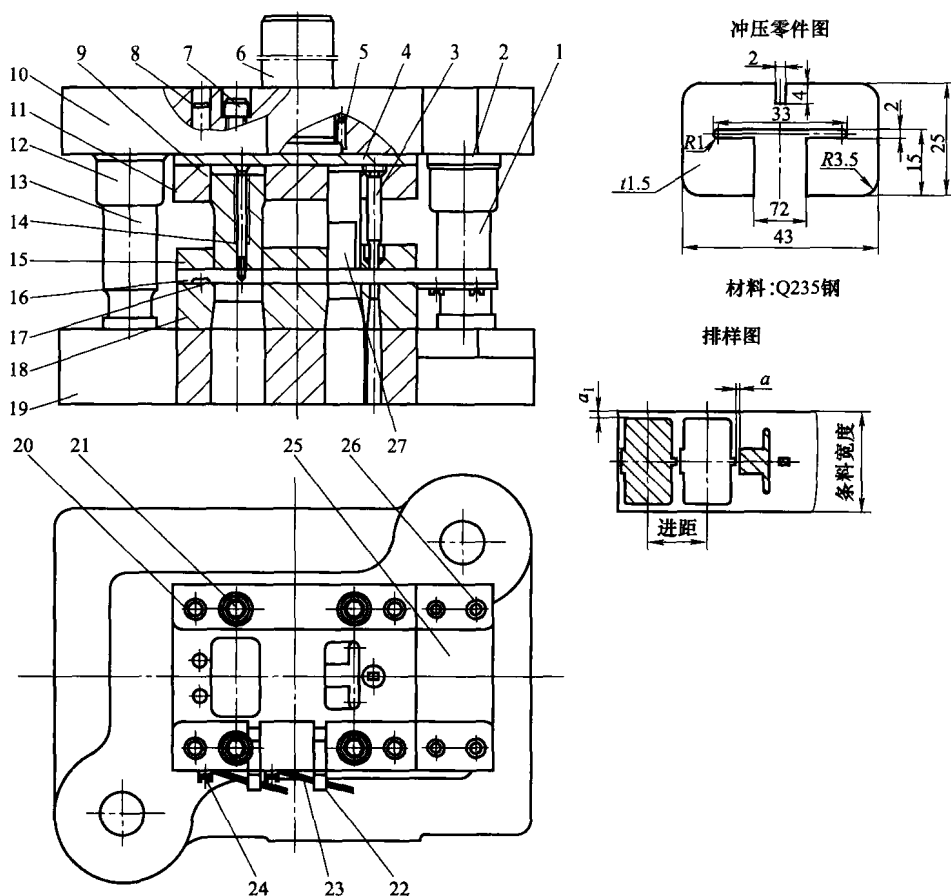


图 1-3 带槽孔与凹口件的冲裁级进模

- 1,13—导柱; 2,12—导套; 3,27—冲孔凸模; 4—垫板; 5,8,20—销钉; 6—模柄; 7,21,24,26—螺钉; 9—凸模;
10—上模座; 11—凸模固定板; 14—导正销; 15—固定卸料板; 16—导料板; 17—固定挡料销;
18—凹模; 19—下模座; 22—始用挡销; 23—弹簧; 25—承料板

料的两个工位之间, 增加一个空工位, 使整个排样变成三工位级进模, 因此, 须使用两组始用挡料装置。

根据对图 1-3 所示级进模的分析, 可确定选定该模具进行套用仿照设计的注意点在于以下几点。

① 当相邻工位间的凸模太近, 可以在其间加空工位, 使凸模在固定板上有足够的安装位置, 同时使相邻工位的凹模获得安全间距, 以提高模具寿命。

② 由始用挡料装置与固定挡料销配套构成的级进模送料定位系统, 多用于工位数不多的级进模中, 因为始用挡料装置要用手推拉运作, 超过 4 组将给操作带来困难, 采用始用挡料装置的数量等于总工位减 1。

③ 套用仿照设计时, 除了应修改相应工作零件的形状及相关尺寸外, 必要时还应进行相关工艺及结构参数的计算、复核等。

图 1-4 为可直接套用仿照图 1-3 所示级进模进行设计的部分冲裁件结构。

图 1-5 为一次性落料拉深小型矩形盒的落料拉深复合模结构, 该冲模也可加工拉深圆筒、方盒、异形盒等形状零件。

图 1-6 为可直接套用仿照图 1-5 所示复合模进行设计的部分拉深件结构。在进行此类拉

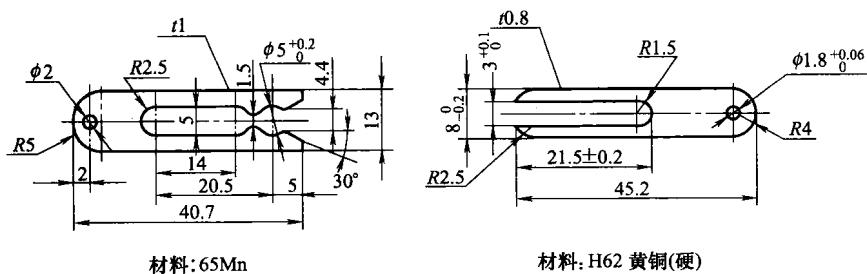


图 1-4 可套用仿照设计的部分零件

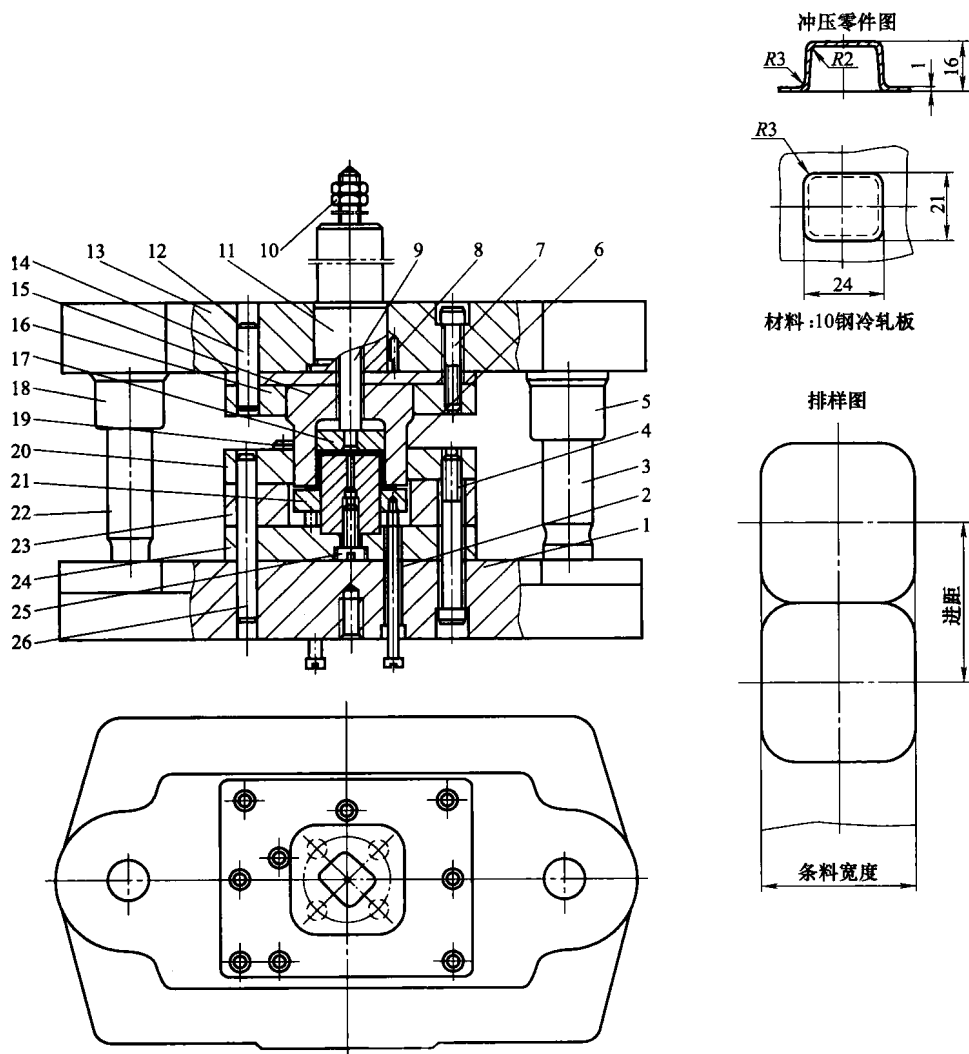


图 1-5 落料拉深复合模

- 1—下模座；2—顶杆；3, 22—导柱；4, 7, 25—螺钉；5, 18—导套；6—拉深凸模；8, 14, 26—销钉；
9—打棒；10—螺母；11—模柄；12—垫板；13—上模座；15—落料凸模；16—凸模固定板；
17—打料板；19—挡料销；20—凹模；21—顶板；23—空心垫板；24—拉深凸模固定板

深件模具结构的套用仿照设计时，除了修改凸、凹模及相关零件的形状与尺寸外，还应注意依据拉深件高度核对冲压设备的行程。

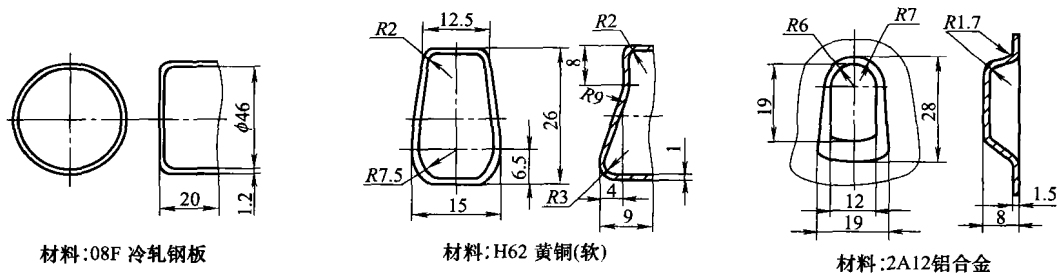


图 1-6 可套用仿照设计的部分拉深件

(3) 特殊冲模结构的常规设计法

选用典型组合标准冲模结构进行设计尽管简单、方便、迅速,但冲模的类型、结构与尺寸随冲压零件加工图样及冲压工艺、加工条件等的变化而发生变化。对于特殊冲压零件加工用冲模,因其模具结构并没有纳入标准冲模之列,如:模具零部件尺寸超越标准规定范围,冲压零件需要冲压方向以外的冲模,冲模本身需要设置非标准及无标准的推卸与送料机构等,这类冲模结构的设计,可参考典型组合的标准冲模结构形式,对其非标准或改进部件采用常规模具的基本设计方法进行仿照设计。该类设计法属于初级的创新设计。

(4) 组合设计法

在冲压加工中,每种冲压零件都会因冲压设备不同、供应材料变化,甚至现场生产与制模技术水平差异等因素,而有多种不同的冲压工艺方案。为使加工方案合理、有效,需要分析、研究相应模具设计的可行性,此时往往要运用冲模的组合设计法。组合设计法是冲模设计创新的主要形式,它往往与冲压加工工艺方案的创新相互联系。

一般来讲,组合设计法应在充分掌握并分析各类型组合标准冲模结构,各类推卸与送料机构的基础上,根据冲压加工件的具体结构及冲压加工的工艺要求,对上述各选定的冲模有关结构进行借用仿照综合加工,通过有选择性地组合或再设计,从而设计出新型的冲模。

比如:具有拉深、弯曲、翻边、打扁、压凸、压印、校形等成形类工艺加工的冲压零件,往往采用单工序成形模加工。若需采用多工位级进模加工工艺方案时,则可套用多种成形工位的结构重新进行设计,并有选择地组合其他的定位、卸料机构,完成冲压件的加工。

采用组合设计法设计的要领及模具结构将在本书后续各章节中陆续介绍。

(5) 嫁接设计法

嫁接设计法是把其他工种常用的加工方法或工序移植到冲模结构中实现的冲压加工,属冲压设计加工的进一步开拓,这种设计方法,在冲模结构设计上虽有较大难度,但对扩大冲压加工范围有重大现实意义。

目前,已经嫁接成功的有棒料切断、管料切断、管料冲孔等利用冲模的加工,相关内容的具体设计要领及模具结构将在本书后续各章节中陆续介绍。

1.3 冲裁模设计步骤及示例

1.3.1 冲裁模设计步骤

习惯上,将冲孔与落料工序加工模具统称为冲裁模,属于分离类冲模。由于广义的冲孔加工是切舌(切开)、冲口、冲任意形状孔的通称;广义的落料加工包含剪切、剪裁、切边、剖切、整修等分离冲切工序。因此,广义的冲裁模也包含切舌(切开)模、冲口模、剪切模、切边模、剖切模等模具。

设计冲裁模时,首先根据冲件的形状、尺寸、精度要求、材料性能、生产批量、冲压设备、模具加工条件等多方面的因素作综合的分析,研究和考虑冲裁件的工艺性以便制定合理

的工艺方案, 然后根据工艺方案设计零件的排样方式, 计算冲裁力并选定设备, 便可进行模具的总体设计, 同时计算模具各工作部件的受力, 最后进行零件的设计。

冲裁模的设计具体概括起来, 一般可采取如下步骤。

① 根据取得的资料, 分析零件的冲压工艺性, 确定工艺方案。

② 进行必要的计算, 主要包括如下。

a. 选择排样方法、确定搭边值、计算送料步距、画出排样图。

b. 计算冲压力(冲裁力、卸料力、顶件力等)。

c. 压力中心的计算。

d. 确定凹模的外形尺寸及厚度。

e. 弹性元件(弹簧或橡皮)的选用与计算。

f. 计算其他主要零件的工作部分尺寸等。

g. 必要时, 对模具主要零部件进行强度验算。

③ 模具总体设计。

④ 模具主要零件的设计。

⑤ 选择压力机的型号或验算已选的设备。

⑥ 绘制模具总图。

⑦ 绘制模具非标准零件图。

事实上, 上述的设计步骤并没有严格的先后顺序, 具体设计时, 这些内容往往是交错进行的。

1.3.2 垫板落料模设计示例

零件名称: 垫板, 结构见图 1-7。

材料: 料厚 2mm 的 Q235-A 钢板。

生产批量: 小批量。

(1) 根据取得的资料, 分析零件的冲压工艺性, 确定工艺方案

该零件外形简单、对称, 精度要求不高, 采用冲裁加工即可。因零件小批量生产, 决定零件采用导板式落料模进行加工。

(2) 排样

查有关的冲压手册, 得最小搭边值 $a=2.0\text{mm}$, $a_1=2.5\text{mm}$ 。

考虑到材料利用率的提高, 采用斜排的排样方式, 如图 1-8 所示。

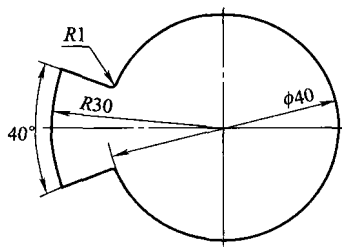


图 1-7 垫板结构图

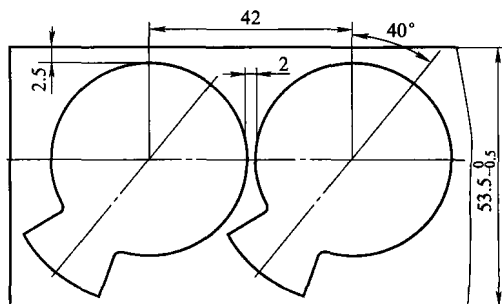


图 1-8 排样图

(3) 进行必要的计算

1) 冲裁力的计算

采用刚性卸料和下出料方式。

落料力 $F_1 = L t \sigma_b = 152.57 \times 2 \times 380 = 115953.2 \text{ (N)}$