

冲压设计资料

重庆大学王孝培 主编

机械工业出版社

冲压设计资料

重庆大学王孝培 主编

机械工业出版社

冲压设计资料

重庆大学王孝培 主编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

中国建筑工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $34 \frac{1}{2}$ · 字数 844 千字

1983 年 12 月北京第一版·1983 年 12 月北京第一次印刷

印数 00,001—18,800 · 定价 4.25 元

*

统一书号: 15033 · 5448

前 言

本书是根据一九七八年四月《高等学校一机部对口专业座谈会》和同年十二月《高等学校一机部对口锻压专业教材编审计划会议》的决定，以及一九八〇年五月召开的《冲压工艺设计资料》编写大纲讨论会修订的《冲压设计资料大纲》的精神编写的。全书共十一章，主要介绍冲裁、弯曲、拉深、成形和挤压工艺的有关资料。对于冲压设备、冲模标准件、模具结构、材料和热处理、简易冲模、硬质合金模设计、冲压生产的环境保护和安全防护、以及冲压加工的经济性等方面的内容均作了介绍。还编入了典型零件工艺制定及模具设计实例，一般设计数据和公式，弹性元件的选用等方面的内容。

本书与教材《冲压工艺学》配合使用，是高等院校锻压专业学生学完冲压工艺课之后，进行工艺和模具设计的主要资料，同时可供从事冲压生产、科研单位的工程技术人员和工人参考。因此本书各部分内容的先后顺序与教材的顺序基本一致，在总体和章节的编写上具有一定的系统性和完整性，在内容的选择上，以国内资料为主，并力求反映国外先进的科技成就。

本书第一、二、六、八章由重庆大学王孝培编写，第四、十、十一章由西安交通大学储家佑编写，第五、七、九章由合肥工业大学戴翔九编写，第三章由山东工学院刘玉德、王兰菊编写。主编是重庆大学王孝培，主审是湘潭大学金会栋，责任编辑是第一机械工业部教材编辑室黄循。

在编写过程中，一机部桂林电器科学研究所姜文华、徐怀，华中工学院周士能，武汉工学院张德修，上海交通大学吴公明，华南工学院陈擎宇，哈尔滨工业大学杨玉英，湘潭大学杨凌云参加了审阅，并得到工厂、学校和研究部门等许多单位的热情支持和帮助，谨此表示衷心感谢。由于编者水平所限，深入实际不够，书中难免存在不少缺点和错误，敬请读者批评指正。

目 录

第一章 一般设计资料	1	(一) 冲裁力	57
一、冲压工序的分类	1	(二) 卸料力、推件力和顶件力	59
二、冲压加工的经济性	5	八、凹模设计	60
(一) 冲压件的成本分析	5	(一) 凹模孔口型式及主要参数	60
(二) 降低制造成本的措施	7	(二) 凹模外形尺寸	61
(三) 技术经济分析	11	(三) 凹模的刃口与边缘, 刃口与刃口之间的距离	62
三、冲压常用公差配合表	14	(四) 凸凹模的最小壁厚	63
四、冲压件未注公差尺寸的极限偏差	17	(五) 凹模上螺钉孔、圆柱销孔的最小距离	64
五、各种常用截面的重心位置	20	(六) 凹模强度校核	65
六、各种常用截面形状的面积与其最小轴惯矩的计算公式	22	九、凸模设计	65
七、弹簧的选用与计算	24	(一) 凸模型式	65
(一) 圆柱螺旋压缩弹簧	24	(二) 凸模长度	66
(二) 碟形弹簧	29	(三) 凸模强度校核	67
八、橡皮的选用和计算	31	(四) 凸模垫板承压计算	69
第二章 冲裁	33	十、冲小孔凸模导向结构	70
一、冲裁件的工艺性	33	(一) 凸模的导向结构	70
(一) 冲裁件的形状和尺寸	33	(二) 凸模护套的设计	70
(二) 冲裁件的精度和光洁度	35	十一、凹模与凸模的镶拼结构	72
(三) 冲裁件的尺寸基准	38	(一) 凹模与凸模镶拼结构的型式	72
二、搭边与条料的宽度	39	(二) 设计凸模和凹模镶拼结构的一般原则	74
(一) 搭边	39	(三) 镶块的尺寸	78
(二) 条料的宽度和导尺间距离的计算	40	十二、凸模与凹模的固定	78
三、冲裁件的排样	41	(一) 机械固定	78
四、冲模的压力中心	44	(二) 物理固定	79
(一) 解析法	44	(三) 化学固定	80
(二) 作图法	48	十三、定位装置	83
五、凸、凹模间隙	49	(一) 挡料销	83
(一) 常用间隙表	49	(二) 定位板或定位销	85
(二) 耐热不锈钢 1Cr18Ni9Ti 的间隙值	51	(三) 导正销	86
(三) 非金属材料的间隙值	51	(四) 定距侧刃	87
六、凸、凹模工作部分尺寸和公差	52	(五) 侧压	88
(一) 尺寸计算原则	52	十四、卸料及顶件装置	89
(二) 尺寸计算公式	52	(一) 卸料及顶件装置的型式	89
七、冲裁时的压力	57	(二) 卸料板(顶件器)与凸模之间	

的间隙.....90	四、弯曲力的计算.....136
(三) 卸料机构中关系尺寸的计算.....92	(一) 自由弯曲力.....136
十五、连续模中挡料销位置的确定.....93	(二) 校正弯曲力.....136
十六、排除工件或废料的漏料孔和排出槽.....93	(三) 顶件力或压料力.....137
(一) 漏料孔.....93	(四) 弯曲时压力机压力的确定.....137
(二) 排出槽.....93	五、弯曲凸、凹模的间隙.....137
十七、冲模闭合高度.....94	六、弯曲模工作部分尺寸计算.....138
十八、提高冲裁件质量和精度的工艺方法.....95	(一) 凸、凹模宽度尺寸计算.....138
(一) 提高冲裁件质量的几种冲压工	(二) 凸、凹模的圆角半径与弯曲凹
艺方法.....95	模深度的确定.....138
(二) 精密冲裁.....96	七、弯曲件的工序安排及模具结构设计.....139
十九、简易冲裁模具.....104	(一) 弯曲件的工序安排.....139
(一) 钢皮冲模.....104	(二) 弯曲模的结构设计.....141
(二) 薄板冲模.....106	八、斜楔的计算.....146
(三) 聚氨酯冲裁模.....108	(一) 斜楔尺寸、角度的计算.....147
(四) 锌合金冲模.....113	(二) 楔块的受力状态.....147
二十、硬质合金模具.....115	(三) 斜楔的结构.....148
(一) 硬质合金材料性能与选择.....115	九、提高弯曲件精度的工艺措施.....148
(二) 硬质合金冲裁工艺及模具设计	(一) 减少弹复的具体措施.....148
特点.....116	(二) 防止弯裂的措施.....149
(三) 硬质合金的固定方法.....116	(三) 克服偏移的措施.....150
二十一、非金属材料的冲裁.....118	十、弯曲件产生废品原因及消除方法.....151
二十二、冲裁件质量分析.....119	第四章 拉深.....153
第三章 弯曲.....124	一、拉深件的工艺性.....153
一、弯曲件的工艺性.....124	二、圆筒形件的拉深工序计算.....156
(一) 最小弯曲半径.....124	(一) 修边余量的确定.....156
(二) 弯曲件直边高度.....124	(二) 毛坯尺寸计算.....157
(三) 弯曲件孔边距离.....125	(三) 圆筒形拉深件的拉深系数和拉
(四) 增添工艺孔、槽和转移弯曲线.....125	深次数.....173
(五) 连接带和定位工艺孔.....126	三、阶梯形、锥形、半球形及抛物线形
(六) 对称性工件圆角半径的设置.....126	件的拉深.....189
(七) 弯曲件的精度.....126	(一) 阶梯形件.....189
二、弯曲件的弹复.....127	(二) 锥形件.....191
三、弯曲件毛坯尺寸计算.....131	(三) 半球形件.....194
(一) 圆角半径 $r > \frac{1}{2}t$ 的弯曲件.....131	(四) 抛物线形件.....195
(二) 无圆角半径或圆角半径 $r < \frac{1}{2}t$	四、盒形件拉深过程计算.....197
的弯曲件.....132	(一) 盒形件的毛坯计算.....198
(三) 铰链式弯曲件.....133	(二) 盒形件的拉深系数、拉深次数
(四) 棒料弯曲件.....133	及工序尺寸的计算.....201
(五) 弯曲部分展开长度的辅助公式.....134	五、带料连续拉深.....212
(六) 弯曲 90° 角的工件弯曲部分中	(一) 带料连续拉深的分类及应用范
性层的弧长.....134	围.....212

(二) 带料连续拉深的料宽和进距的 计算	213	五、整形(校平)	285
(三) 带料连续拉深的拉深系数和拉 深相对高度	214	六、压印与精压	286
(四) 带料连续拉深的工序计算程序	216	(一) 压印	286
(五) 小型空心件带料连续拉深的经 验算法	221	(二) 精压	287
六、变薄拉深	223	七、旋压	289
(一) 变薄拉深的特点	223	(一) 不变薄旋压	289
(二) 变薄系数	224	(二) 变薄旋压	291
(三) 变薄拉深工序计算程序	224	第六章 冷挤压	294
七、大型覆盖零件拉深	228	一、冷挤压件的工艺性	294
(一) 大型覆盖零件的拉深特点和分 类	229	(一) 挤压件的合理形状及尺寸	294
(二) 大型覆盖零件的拉深工艺性	230	(二) 挤压件的尺寸精度	297
(三) 复杂曲面零件对原材料的要求	232	二、毛坯确定	301
(四) 制定大型覆盖零件拉深工序的 工艺要素	233	(一) 冷挤压件图的制订	301
八、特种拉深	241	(二) 毛坯尺寸计算	302
(一) 软模拉深	241	三、冷挤压毛坯的软化处理	306
(二) 温差拉深	246	四、冷挤压的润滑处理	311
(三) 脉动拉深	248	五、冷挤压件的变形程度计算和许用变 形程度	316
(四) 径向推力拉深	248	(一) 变形程度的表示法	316
九、拉深模的凸凹模间隙确定	249	(二) 变形程度计算公式	316
十、拉深模工作部分尺寸的确定	250	(三) 许用变形程度	317
十一、拉深凸模与凹模的圆角半径	252	六、冷挤压压力的计算	320
十二、压边圈的采用及其类型	253	(一) 图算法确定挤压力	320
十三、拉深力及拉深功的计算	256	(二) 计算法确定挤压力	330
十四、拉深典型零件工序安排实例	260	(三) 镦粗变形力的计算	332
十五、辅助工序(退火、酸洗、润滑)	266	七、冷挤压模具设计	334
(一) 退火	266	(一) 工作零件的设计	334
(二) 酸洗	267	1. 凸模	334
(三) 润滑	267	2. 凹模	337
十六、拉深件的废品种类、产生原因及 预防方法	269	3. 顶杆、垫板的设计	338
第五章 成形	273	(二) 凸模、凹模工作部分尺寸 计算	339
一、起伏成形	273	(三) 冷挤压组合凹模设计	339
二、翻边	275	(四) 组合凹模的压合方法	341
(一) 孔的翻边	276	八、冷挤压件的典型工艺	342
(二) 外缘翻边	279	九、温热挤压	344
三、胀形	281	(一) 温度选择	344
四、缩口	283	(二) 变形力计算	345
		(三) 润滑剂的选择	348
		(四) 模具结构特点	350
		十、冷挤压件质量分析	352
		十一、冷挤压件工艺实例	360

第七章 材料和热处理	379	二、压力机的选择	485
一、冲压常用材料	379	第十章 冲压生产的环境保护和安	
二、常用金属材料牌号对照表	380	全防护	494
(一) 我国与一些国家常用钢号对照表	380	一、冲压生产中的声害及防治	494
(二) 我国与一些国家常用变形铝及		(一) 噪声产生的原因	494
变形铝合金牌号对照表	385	(二) 噪声的危害及允许标准	494
(三) 我国与一些国家常用变形镁合		(三) 噪声的控制和消减	496
金牌号对照表	386	二、冲压生产的安全防护	497
三、冲压用主要材料的化学成分和机械		(一) 压力机上的安全技术措施	497
性能	386	(二) 模具结构安全化的基本要求	503
(一) 深拉深用冷轧薄钢板的化学成		第十一章 典型零件工艺制定及模	
分和机械性能	386	具设计	504
(二) 各种常用材料的机械性能	392	一、工艺制定及模具设计的工作程序	504
四、冲压常用金属材料规格	397	二、微型电机转子冲片的工艺制定及模	
五、冷拉棒料的直径公差	403	具设计	505
六、冲模常用材料及热处理要求	404	(一) 分析零件的冲压工艺性	505
(一) 冲模材料的选用原则	404	(二) 分析比较和确定工艺方案	506
(二) 冲模常用材料及热处理要求	405	(三) 模具结构形式的选择	509
七、冷挤压模具材料	406	(四) 计算压力、选用压力机	511
八、常用冷压模具钢的热处理规范	407	(五) 模具工作部分尺寸及公差	512
九、模具新材料介绍	411	三、玻璃升降器外壳的工艺制定及模具	
(一) 硬质合金	411	设计	516
(二) 硬质合金的分类及常用牌号	411	(一) 分析零件的冲压工艺性	516
(三) 钢结硬质合金	412	(二) 分析比较和确定工艺方案	517
(四) 低熔点合金	413	(三) 主要工艺参数的计算	521
(五) 聚氨酯橡胶	413	(四) 编写冲压工艺过程卡片	525
十、冲模主要材料的许用应力	416	(五) 模具设计	525
十一、常用材料密度表	416	附录	533
十二、钢铁硬度值和极限抗拉强度对照		附表1 计量单位名称及符号	533
表	417	附表2 SI 词头	533
第八章 冲模零部件及其技术要求	419	附表3 单位换算	534
一、冲模制造公差	419	附表4 习惯用单位	534
二、冲模零件的表面光洁度	420	附表5 新国标与旧国标公差等级对照表	535
三、冲模常用螺钉与销钉	421	附表6 旧国标与新国标基孔制配合的	
四、冲模上有关螺钉孔的尺寸	428	轴公差带对照表	535
五、部分冲模标准件	429	附表7 部分旧国标与新国标极限偏差	
六、冷冲模零部件技术要求	477	数值对照表	536
第九章 压力机	481	主要参考资料	540
一、常用压力机的分类和规格	481		

第一章 一般设计资料

一、冲压工序的分类

冲压工艺按其变形性质可以分为材料的分离与成形两大类，每一类中又包括许多不同的工序。表 1-1 中列出了基本工序的分类和性质。

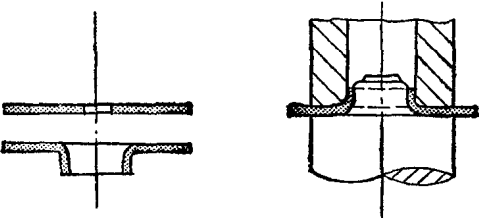
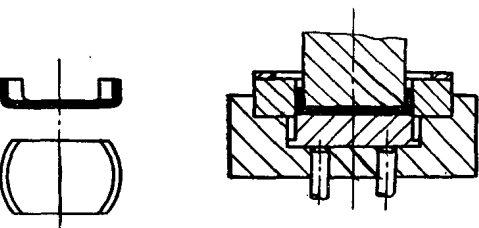
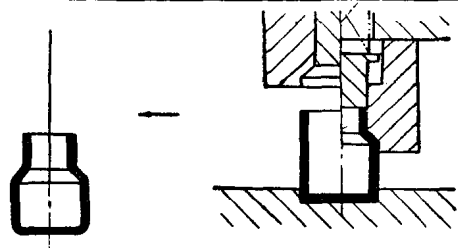
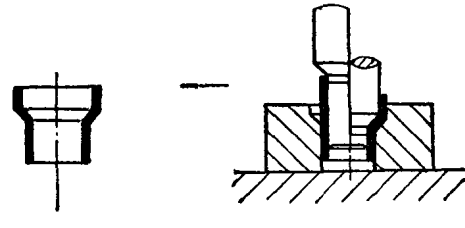
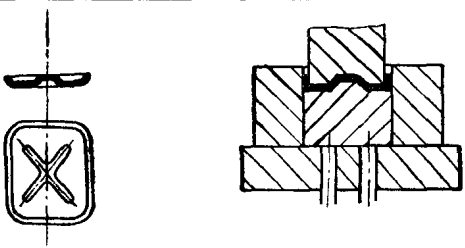
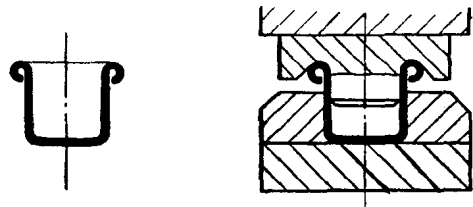
表1-1 冲压的基本工序

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
分	冲 落 料		用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为工件，其余部分为废料
	冲 孔		用模具沿封闭线冲切板材，冲下的部分是废料
离	剪 切		用剪刀或模具切断板材，切断线不封闭
	切 口		在坯料上将板材部分切开，切口部分发生弯曲
	切 边		将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉

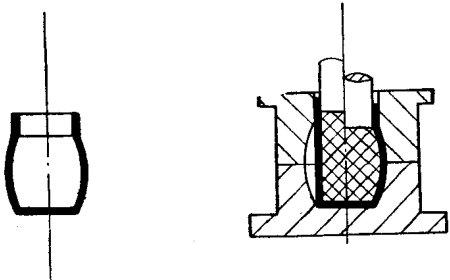
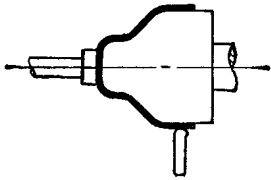
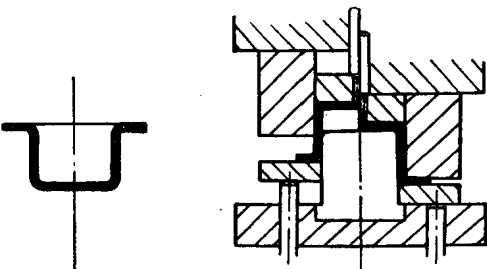
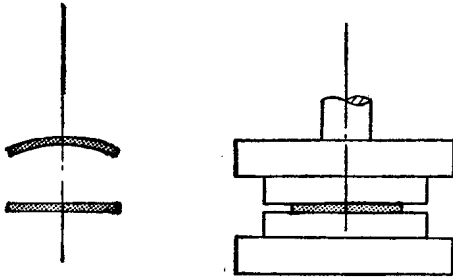
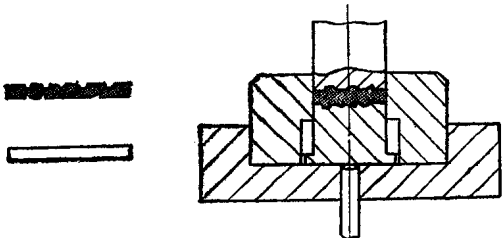
(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
成形	分离		将半成品切开成两个或几个工件， 常用于成双冲压
	弯曲		用模具使材料弯曲成一定形状
	卷圆		将板料端部卷圆
	扭曲		将平板坯料的一部分相对于另一部分 扭转一个角度
	拉深		将板料压制空心工件，壁厚基本 不变
形	变薄拉深		用减小直径与壁厚，增加工件高度 的方法来改变空心件的尺寸，得到要 求的底厚、壁薄的工作

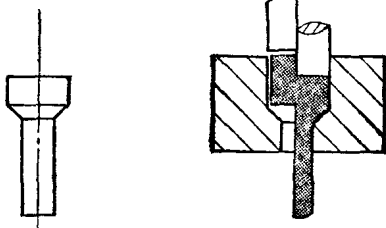
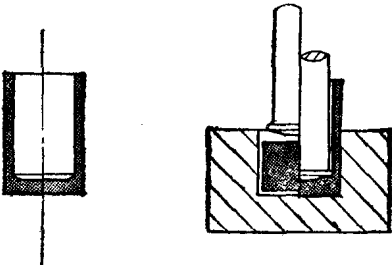
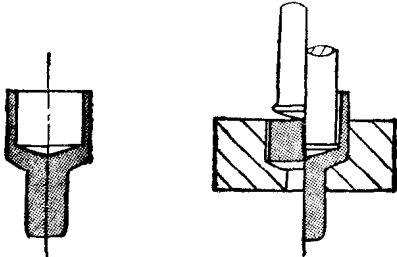
(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
形 成	翻 边		将板料或工件上有孔的边缘翻成竖立边缘
	外 缘 翻 边		将工件的外缘翻起圆弧或曲线状的竖立边缘
	缩 口		将空心件的口部缩小
	扩 口		将空心件的口部扩大, 常用于管子
	起 伏		在板料或工件上压出筋条、花纹或文字, 在起伏处的整个厚度上都有变薄
	卷 边		将空心件的边缘卷成一定的形状

(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
成形	胀形		使空心件(或管料)的一部分沿径向扩张, 呈凸肚形
	旋压		利用赶棒或滚轮将板料毛坯赶压成一定形状(分变薄与不变薄两种)
	整形		把形状不太准确的工件校正成形
	校平		将毛坯或工件不平的面或弯曲予以压平
	压印		改变工件厚度, 在表面上压出文字或花纹

(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
成形	正挤压		凹模腔内的金属毛坯在凸模压力的作用下, 处于塑性变形状态, 使其由凹模孔挤出, 金属流动的方向与凸模运动方向相同
	反挤压		金属挤压过程中, 沿凸模与凹模的间隙塑流, 其流动方向与凸模运动方向相反
	复合挤压		正挤与反挤的结合

二、冲压加工的经济性

所谓经济性, 就是以最小的耗费取得最大的经济效益。也就是生产中的“最小最大”原则。在冲压生产中, 保证产品质量, 完成产品产量、品种计划的前提下, 产品成本越低, 说明企业经济效益越大。

为了进行经济分析, 首先必须研究产品成本所包含的内容。

(一) 冲压件的成本分析

冲压件的制造成本 C_z 应包括:

$$C_z = C_{\text{材}} + C_{\text{工}} + C_{\text{模}}$$

式中 $C_{\text{材}}$ ——材料费。包括原材料费、外购件费;

$C_{\text{工}}$ ——加工费。包括工人工资、设备折旧费、车间经费等;

$C_{\text{模}}$ ——模具费。

产品的制造成本, 受产量的影响较大, 特别是冲压生产尤为突出。产量的增减, 将会引起制造成本中某些费用的变化, 其结果使得制造成本发生波动。

例如, 投资总额中的模具费、设备费一般是与产量无关的, 加工费中的固定工资部分和各种经费在一定时期内, 基本上是不变的, 因此, 把这些费用叫做固定费 Q_0 。而材料费、外购件费、外协件加工费等, 是随企业产量变化的, 称之为可变费 Q_1 (单件费用)。

由此 $C_x = C_0 + Q C_1$

式中 Q ——产量。

可见, 产品制造成本是由固定费和可变费这两部分组成的。所以只要设法降低固定费或可变费, 都能使产品制造成本降低, 利润增加, 为社会主义建设积累资金。产品的制造成本、利润和产量之间有着密切的关系, 可用图 1-1 进行分析。

由图 1-1 看出:

1) 产品成本中的固定费 C_0 是不随产量变化的, 但随着产量 Q 的增加, 单件产品的固定费用逐渐下降, 所以产品总成本与销售量的关系不是正比例增长的, 但销售金额与销售量却是成正比例增长的。

2) 销售量为 Q_0 时, 销售金额线与产品成本线相交于 G 点。这时盈亏相抵消, 该点叫盈亏平衡点。

盈亏平衡点的产量

$$Q_0 = \frac{C_0}{J - C_1}$$

实际上企业不亏本的产量为:

$$Q_1 = \frac{C_0}{J - C_1 - J\varphi}$$

式中 φ ——产品销售税率。

因此

$$Q_1 > Q_0$$

当产量为 Q_0 时, 盈亏相抵消。

这时盈利 ΔY 应为零

即

$$\Delta Y = Q_0 J - (C_0 + Q_0 C_1) = 0$$

则 企业利润 $I = \Delta Y - Q_0 J \varphi = -Q_0 J \varphi$ 企业亏损了。

企业不亏损的产量为:

$$Q \geq Q_1 = \frac{C_0}{J - C_1 - J\varphi}$$

(如 $Q_2 > Q_1$ 则盈利额为图 1-1 AB 线段的值)

即

$$\Delta Y = QJ - (C_0 + QC_1) = QJ - QC_1 - C_0 = Q(J - C_1) - C_0$$

则利润额

$$I = \Delta Y - QJ\varphi = Q(J - C_1) - C_0 - QJ\varphi = Q(J - C_1 - J\varphi) - C_0$$

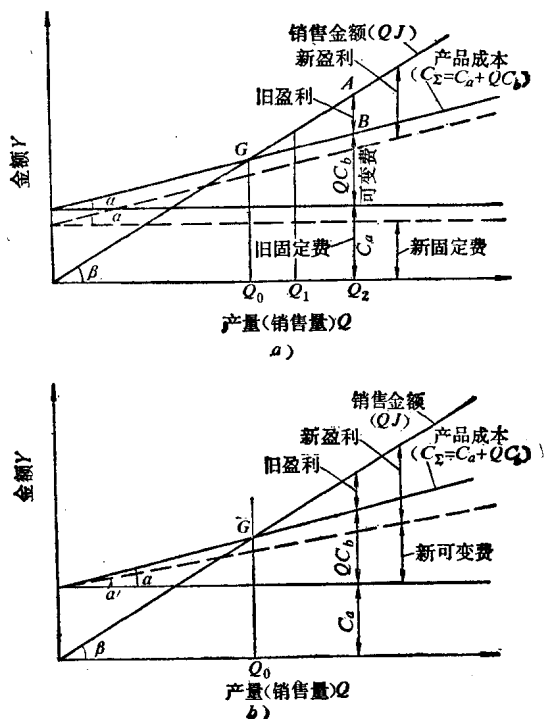


图1-1 产品产量与企业盈亏的关系

a) 降低固定费 b) 降低可变费

C_x —产品总成本 C_0 —产品固定费 C_1 —产品可变费(单件费)。 $C_1 = \tan \alpha$ J —产品销售单价。
 $J = \tan \beta$ G —盈亏平衡点 Q_0 — G 点的产量
 Y —金额

3) 由上式看出:

利润 I 是随 Q 的增加, C_a 、 C_b 的减少而增加的。当产量 Q 一定时, 降低固定费 C_a 或降低可变费 C_b 都可增加利润。图 1-1 a) 是降低固定费的情况, 图 1-1 b) 是降低可变费的情况。实际上, 在生产中是 a)、b) 两种情况都同时考虑的, 以达到有效地降低产品成本, 增加利润的目的。

4) 分析图 1-1 可知, 降低固定费或降低可变费都使盈亏平衡点 G 向左移动, 即 Q_0 减少。但降低固定费时, Q_0 的减少值比起降低可变费时要大。所以在批量减小时, 设法降低固定费能得到更好的经济效益。

5) 上述结论在 $\tan \alpha < \tan \beta$ (即单件成本小于销售单价) 的条件下适用。如果 $\tan \alpha > \tan \beta$, 则其结果相反, 产量越大, 亏损越多。这时主要的矛盾是降低制造成本。

(二) 降低制造成本的措施

降低产品成本, 包括增产、节约两个方面。增产可降低产品成本中的固定费用, 相对地减少消耗, 节约便能直接降低消耗, 它们都是降低成本的重要途径。

冲压件的成本包括材料费、加工费、模具费等项。因此, 降低成本, 就是要降低以上各项费用。以下讨论降低成本的措施:

1) 小批量生产中的成本问题

试制和小批量冲压生产中, 降低成本的途径可由图 1-1 的分析中得知, 降低成本中的固定费能取得较好的经济效益, 其中降低模具费, 是降低成本的有效措施。除工件质量要求严格, 必须采用价高的正规模具外, 一般情况下是采用工序分散、结构简单、制造快速, 而价格低廉的简易模具, 用焊接、机械加工及板金等方法制成。

对外形尺寸小的工件, 采用通用模、简单模、甚至钢丝钳、剪刀等工具生产; 外形尺寸大的可采用剪床、电动工具、火焰切割等方法。典型简易模的种类, 适用范围和模具寿命见表 1-2。

2) 工艺合理化

冲压生产中, 工艺合理化是降低成本的有力手段, 一般在制定新产品工艺时进行。当产量发生变化, 模具寿命短或因事故发生损坏时, 由于更改产品设计而改变模具时, 以及变更设备等生产条件发生变化时, 要重新讨论(研究)产品工艺。

由于工艺的合理化能降低模具费、节约加工工时、降低材料费等, 所以必然降低零件总成本。例如, 制造灯头, 过去采用的方法是: 落料、拉深、切边、冲孔、滚螺纹和铣槽等六道工序。而后改为落料、压卷成杯形件(图 1-2 b)、压制螺纹(图 1-2 c)和冲孔(图 1-2 d)四

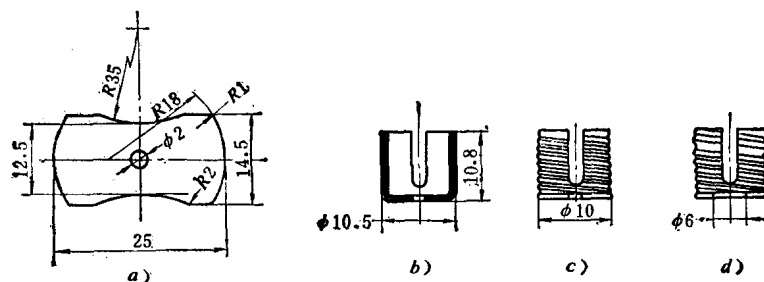


图1-2 制造灯头程序

a) 第一工序 b) 第二工序 c) 第三工序 d) 第四工序

表1-2 简易模的种类及适用情况

名 称	用 途	适用范围 (t = 板厚)	模具寿命 (件数)	备 注
薄 板 模	冲 裁	$t \leq 3$ 毫米的形状一般的中小型板件	数千~数万	多用于电器仪表和电子工业
钢 皮 模	冲 裁	$t \leq 6$ 毫米的形状简单的大、中型板件, 非金属材料 软金属材料	数千~数万	多用于汽车、拖拉机、飞机的板件冲裁
组 合 冲 模	修边、冲孔 弯曲、拉深	$t \leq 3$ 毫米的中、小板件	1000~10000	可重复使用
橡 皮 模	冲裁、成形	$t \leq 1.5$ 毫米的小零件	数千~1万	可重复使用
聚 氨 酯 模	胀形、弯曲			
锌 合 金 模	落料、拉深	冲裁 $t \leq 1$ 毫米 成形 $t \leq 1$ 毫米大、中、 拉深 小零件	2000	熔解再使用
	成形、弯曲		1000	
低熔点合金模	成 形	成形薄板零件	1千~数千	熔解再使用
喷焊刃口模	外 形 落 料	$t \leq 1$ 毫米大型零件	10000	可重复使用
喷镀精密模	冲裁、成形	小零件	1000	
超塑性材料模	冲 裁	冲裁薄板件 $t = 0.8$ 毫米	4000	再使用时, 性能变差
特殊材料模	成 形	大零件	1000	

道工序。由于取消了铣槽工序, 材料厚度由 0.5 减至 0.35 毫米, 节约材料达 56%。

又如图 1-3 所示的汽车前大灯外壳, 在保证使用要求的前提下, 形状改进后, 使生产过程由拉深五次, 酸洗退火两次减为一次拉深成功, 节省材料, 降低了成本。

在制定工艺时, 工序的分散与集中是比较复杂的问题。它取决于零件的批量、结构(形状)、质量要求、工艺特点等。对于板材冲压件, 一般说来, 在大批量生产情况下, 应当尽量把工序集中起来, 采用复合或连续模进行冲压, 很小的零件, 适合于复合或连续冲压加工, 这样既提高了生产率, 又能安全生产。复合模

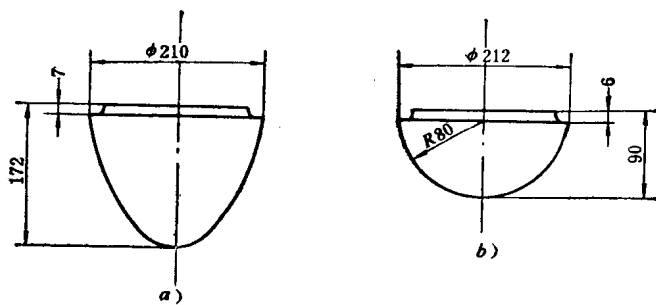


图1-3 汽车前大灯外壳形状的改进

a) 改进前 b) 改进后

对于大的零件也是适合的, 因为一付大的复合模, 有时比两付同样大小的单工序模的费用低, 而小批量生产时, 则以采用单工序模分散冲压为宜。

根据实践经验, 集中到一付模具上的工序数量不宜太多, 对于复合模, 一般为 2~3 个工序, 最多 4 个工序, 对于连续模, 集中的工序数可以多些。

冷挤压加工工序数量对模具费用有影响, 在稳定生产的情况下, 工序数量与模具费用的

关系,如图1-4所示。

由图可见,工件在4道工序以前,其模具费用随工序数的增加略有增加,大致为一直线。而超过4道工序时,曲线急剧变陡。若用模具消耗率来表示 $\left(\text{模具消耗率} = \frac{\text{破损或磨损的模具费用}}{\text{新模具制造费用}}\right)$,则有2~3道工序的工件,模具消耗率最小。

这种情况是由于一次成形,变形程度大,单位压力大,模具容易损坏或磨损,而在4道工序以上时,则是由于模具磨损或损坏而进行修复的费用增多之故。所以,从模具损耗程度来看,以采用2~3道工序为宜。

3) 多个工件同时成形

产量较大时,采用多件同时冲压,可使模具费、材料费和加工费降低,同时有利于成形表面拉力均匀化。图1-5是在一个工件上同时成形4个工件的例子。

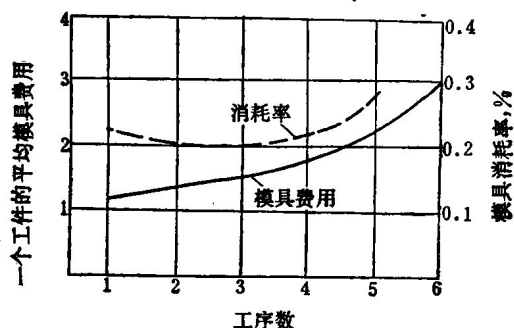


图1-4 冷挤压成形工序数和每一工件模具费的关系

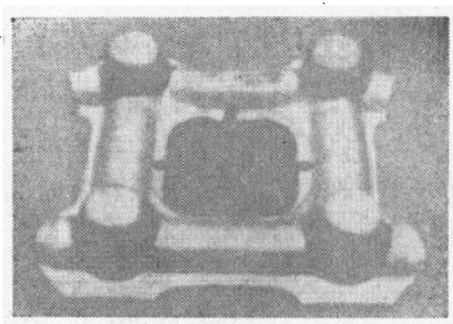


图1-5 同时成形4个工件

左右对称成形时,不仅可使变形均匀,改善受力状况,同时还降低了成本。如图1-6所示。

4) 冲压过程的自动化及高速化

自动化生产,从安全和降低成本两个方面来看,将成为冲压加工的发展方向。今后不仅大批量生产中采用自动化,在小批量生产中也可采用自动化生产。

在大批量生产中采用自动化时,虽然模具费用较高,但生产率高,产量大,分摊到每个工件上的模具折旧费和加工费却比单件小批生产时要低。

从生产安全性考虑,在小批量多品种生产中采用自动化也是可取的,但自动化的经济性问题,急待研究。

在自动化生产中,降低成本的手段是高速化。与高速化并行的是多列化,这样可以降低加工费用和提高材料利用率。

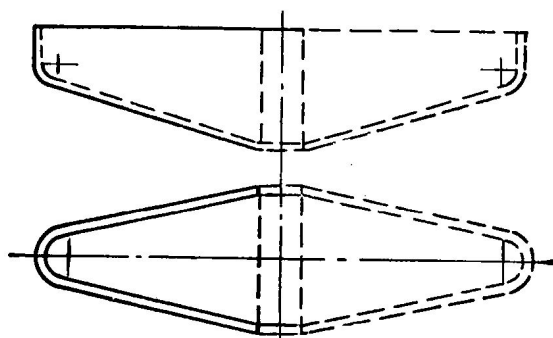


图1-6 左右同时成形

为实现压力机的高速化,需要相应解决噪音振动和延长模具寿命问题。高速压力机要求足够的刚度和精度,一般以闭式双点结构为宜,为减少噪音和振动,倾向于铸铁机身,而且