

冷冲压及 塑料成型工艺与 模具设计资料

虞传宝 主编

机械工业出版社

冷冲压及塑料成型工艺 与模具设计资料

虞传宝 主编



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书共分两篇，第一篇冷冲压工艺及冲模设计，共九章，主要内容包
括：冷冲压工艺及其经济性，冲裁、弯曲、拉深、成形、冷挤压工艺与模
具，级进模设计，典型冲压件的工艺和模具设计示例，以及冷冲模主要零
部件的国家标准；第二篇塑料成型工艺及塑料模具设计，共七章，主要内
容包括：常用塑料种类与性能，塑料制件结构的工艺性，压缩模、压注模
及注射模设计，国外注射模标准结构及标准件，其它模具等；附录介绍了一
般常用资料和通用标准件。全书资料系统、全面，文图并茂，叙述简明
扼要。本书是供中专模具专业学生进行课程设计和毕业设计的主要参考资
料，也可供从事模具技术工作的技术人员和工人以及有关的教学和科研单
位的专业技术人员参考。

冷冲压及塑料成型工艺与模具设计资料

虞传宝 主编

*

责任编辑：杨 燕 责任校对：贾立群

封面设计：刘 代 版式设计：胡金瑛

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码：100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经营

*

开本 787×1092¹/₁₆·印张 39·插页 2·字数 961 千字

1992年12月北京第1版·1992年12月北京第1次印刷

印数 0 001—7 400 定价：24.00元

*

ISBN 7-111-03266-7/TG·712

前 言

本书是根据原国家机械工业委员会中等专业学校“模具设计与制造”专业1986~1990年教材出版规划和“冷冲压及塑料成型模具设计资料编写大纲”精神编写的。与《冷冲压与塑料成型—工艺及模具设计》教材配套使用，为辅助教材，适用于中专模具专业使用，也可供有关科技人员参考。

全书共分两篇，第一篇冷冲压工艺及冲模设计，共九章，主要介绍冲压工艺及其经济性，冲裁、弯曲、拉深、成形、冷挤压工艺与模具，级进模设计，典型冲压件的工艺及模具设计示例，冷冲模国家标准零部件等有关资料；第二篇塑料成型工艺及塑料模设计，共七章，主要介绍常用塑料种类与性能；塑料制件结构设计的工艺性，压缩模、压注模及注射模设计，国外注射模标准结构及标准件，其它模具等有关资料。附录介绍了一般常用资料和通用标准件。

参加本书编写的有杭州机械工业学校虞传宝（绪论、第一篇第一章、第五至八章、第二篇第一、二、五、六章）；山东机械工业学校陈中兴（第一篇第二、三、四、九章）；杭州机械工业学校印有芬（第二篇第三、四、七章）。全书由虞传宝主编，杭州机械工业学校翁心权主审，还经浙江大学张振强、机电部杭州照相机研究所殷岱嶽审阅。

参加本书审稿会议的有重庆机器制造学校俞伟民、福建机电学校翁其金、咸阳机器制造学校周晓明、上海电机制造技术专科学校裘维涵、杭州机械工业学校李小青等同志。在编写过程中，还得到山东无线电厂周学礼和杭州电机总厂徐铄庭两同志的帮助，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，书中存在缺点和不妥之处在所难免，恳请行家 and 读者批评指正。

目 录

绪 论	1
-----------	---

第一篇 冷冲压工艺及冲模设计

第一章 冲压工序及其经济性	3	第九节 凹模与凸模的镶拼结构	43
第一节 冲压工序分类和模具结构简图	3	一、镶拼结构的型式	43
第二节 冲压加工的经济性	9	二、镶拼结构设计的一般原则	45
一、冲压件的成本分析	9	第十节 凸模与凹模的固定	46
二、降低冲压件成本的途径	11	一、机械固定	46
三、技术经济分析	15	二、物理固定	46
第二章 冲裁工艺与冲裁模设计	16	三、化学固定	47
第一节 冲裁件的工艺性	16	第十一节 定位装置	49
一、冲裁件的形状和尺寸	16	一、导料板、侧压装置、导料销	49
二、冲裁件的尺寸精度和断面的粗糙度	17	二、挡料装置	51
第二节 冲裁件的排样与搭边	20	三、定位板和定位销	51
一、排样	20	四、导正销	53
二、搭边	21	五、侧刃	54
三、条料宽度和导尺间距离的计算	22	第十二节 卸料装置	55
第三节 冲裁间隙	24	一、卸料板	55
第四节 凸、凹模工作部分尺寸与公差	27	二、推件器、顶件器	59
一、尺寸计算原则	27	三、排料板设计	60
二、尺寸计算公式	28	第十三节 漏料孔和排出槽	61
第五节 冲裁工艺力	30	一、漏料孔	61
一、冲裁力	30	二、排出槽	61
二、卸料力 $F_{卸}$ 、推件力 $F_{推}$ 、 顶件力 $F_{顶}$	31	第十四节 冲模的闭合高度	61
三、压力机公称压力的选择	31	第三章 弯曲工艺与弯曲模	63
第六节 冲模的压力中心	32	第一节 弯曲件的工艺性	63
一、复杂形状冲裁件模具的压力中心	32	一、最小弯曲半径	63
二、多凸模冲裁时模具的压力中心	33	二、弯曲件直边高度	63
第七节 凹模设计	33	三、弯曲件孔边距离	63
一、凹模孔口型式及主要参数	33	四、增添工艺孔、槽	64
二、整体式凹模的尺寸	34	五、切舌弯曲	64
第八节 凸模设计	37	六、加添连接带	64
一、凸模型式	37	七、定位工艺孔	65
二、凸模长度	39	八、对称弯曲	65
三、凸模强度校核	40	九、弯曲件的精度	65
四、凸模垫板承压计算	41	第二节 弯曲件的回弹	67
		一、影响回弹的因素	67

二、回弹角的大小.....67	三、半球形件.....109
三、减小回弹的措施.....69	四、抛物线形件.....109
第三节 弯曲件展开尺寸计算.....71	第五节 盒形件拉深的工艺计算.....111
一、圆角半径 $r > 0.5t$ 的弯曲件.....71	一、盒形件坯料的确定.....112
二、无圆角半径或圆角半径 $r < 0.5t$ 的弯曲件.....73	二、盒形件的工艺计算程序.....114
三、铰链式弯曲件.....74	第六节 凸、凹模工作部分设计.....117
四、棒料弯曲件.....74	一、凸、凹模结构及尺寸.....117
第四节 弯曲力的计算.....75	二、凹模、凸模圆角半径.....118
一、自由弯曲力.....75	三、拉深模间隙.....121
二、校正弯曲力.....75	四、凸、凹模工作部分的尺寸和公差.....122
三、顶件力或压料力 F_176	第七节 压边圈的采用及其类型.....123
四、弯曲时压力机公称压力的确定.....76	一、采用压边圈的条件.....123
第五节 弯曲模的间隙.....76	二、压边力的计算.....123
第六节 弯曲模工作部分尺寸计算.....77	三、压边装置的类型.....123
一、凸、凹模的圆角半径及凹模的深度.....77	四、压边圈的形式.....124
二、凸、凹模工作部分的尺寸与公差.....78	第八节 拉深力的计算.....126
第七节 弯曲件的工序安排及模具结构设计.....79	一、计算拉深力的实用公式.....126
一、弯曲件工序安排的一般原则.....79	二、压力机公称压力的选择.....127
二、弯曲模的结构设计注意要点.....80	第五章 成形工艺与成形模.....129
三、常见弯曲件的模具结构.....81	第一节 翻孔和翻边.....129
第四章 拉深.....85	一、翻孔.....129
第一节 拉深件的工艺性.....85	二、外缘翻边.....132
一、拉深件的圆角半径.....85	第二节 胀形.....134
二、拉深件的形状.....85	一、胀形(扩径)工序与胀形模.....134
三、拉深件的尺寸精度.....85	二、胀形变形程度.....134
第二节 旋转体拉深件坯料尺寸计算.....86	三、胀形力 F 的计算.....135
一、切边余量的确定.....86	第三节 起伏成形.....136
二、坯料尺寸的确定.....86	一、用途.....136
第三节 圆筒形拉深件的拉深系数和工序计算.....96	二、工艺计算.....136
一、拉深系数.....96	三、压制加强肋时所需的力.....137
二、无凸缘筒形件的拉深系数、拉深次数及半成品尺寸.....97	第四节 缩口.....137
三、有凸缘筒形件的拉深系数及工序尺寸计算.....99	一、缩口变形程度的计算.....138
四、筒形件拉深工序示例.....102	二、缩口后材料厚度的变化.....138
第四节 阶梯形、锥形、半球形及抛物线形件的拉深.....104	三、缩口的坯料计算.....139
一、阶梯形件.....104	四、缩口力 F 的计算.....139
二、锥形件.....105	第五节 旋压.....140
	一、工艺特点.....140
	二、旋压的分类及示例.....140
	第六节 校平和整形.....144
	一、校平和整形的应用.....144
	二、模具校平的压力 F144
	第六章 冷挤压.....146
	第一节 冷挤压件的工艺性.....146

一、冷挤压件的合理形状和成形极限	146	二、工艺分析	188
二、冷挤压件的尺寸精度	146	三、级进模的设计	189
第二节 坯料的确定和表面处理	149	四、级进模主要零部件的结构设计	202
一、冷挤压坯料的确定	149	五、级进模设计图纸尺寸和精度的合理标注	214
二、冷挤压坯料的处理	151	六、级进模设计示例	216
第三节 冷挤压压力的确定	160	第八章 典型冲压件的工艺和模具设计示例	219
一、冷挤压件的变形程度	160	第九章 冷冲模主要零部件(国家标准)	252
二、挤压力的确定	163	一、模架	252
第四节 冷挤压件工艺实例	169	二、模座	258
第五节 冷挤压模具设计与计算	171	三、导柱、导套结构及尺寸	274
一、工作零件的设计	171	四、模柄	281
二、冷挤压模的典型结构	181	五、冲裁凸、凹模	294
第六节 冷挤压模具设计示例	183	六、定位装置	298
一、工艺计算部分	183	七、卸料和弹顶零件	319
二、模具设计部分	184	八、模板、垫板	325
第七节 冷挤压设备	186	九、冷冲模零件技术条件(摘要 GB2870—81)	327
一、冷挤压用压力机的要求	186		
二、目前常用的压力机类型(1000kN~10000kN)	186		
第七章 级进模设计	188		
一、级进模的分类	188		

第二篇 塑料成型工艺及塑料模设计

第一章 常用塑料种类及性能	329	三、加强与防止变形的形状结构	355
第一节 热固性塑料	329	四、轮毂	358
一、酚醛塑料粉的型号和命名	329	五、孔	358
二、常用热固性塑料的性能、技术指标、工艺参数	330	六、螺纹	359
三、热固性注射成型塑料	336	第二节 塑件的尺寸精度	360
第二节 热塑性塑料	337	一、塑件产生尺寸误差的主要因素	360
一、热塑性塑料种类、缩写代号与国内外名词对照	337	二、塑件的尺寸误差与模具结构的关系	361
二、常用热塑性塑料的性能	340	三、有关注射成型塑件尺寸公差的标准	362
三、各种注射成型塑料的成型条件	343	第三节 设置金属嵌件的塑件设计	368
四、影响注射成型件收缩的各种因素	346	第四节 塑件设计要点	370
五、各种热塑性塑料的主要技术指标	346	第三章 压缩模设计	375
六、常用热塑性塑料注射成型工艺参数	346	第一节 概述	375
第二章 塑料制件结构设计的工艺性	353	一、压缩模分类及应用范围	375
第一节 塑料制件的几何形状	353	二、压缩模的结构特征	375
一、脱模斜度	353	第二节 压缩模用压机的选择	378
二、壁厚	355	一、压机的分类	378
		二、模具压缩成型对压机的有关要求	378
		第三节 模具设计要点	389

一、压缩加压方向的选择.....	389	第二节 注射模的标准模架.....	509
二、凸、凹模的结构形式及有关尺寸.....	390	一、模架与注射成型机规格的推荐标准.....	503
三、凸模结构及其固定形式.....	400	二、标准(JIS)模架模板尺寸、导柱直径与位置.....	503
四、凹模结构及其组合形式.....	400	三、模板(JISB5106—1964)尺寸系列.....	516
五、型芯结构及其固定形式.....	400	四、导柱(JISB5107—1964)、导套(JISB5110—1964).....	516
第四节 模具机构设计.....	403	第三节 浇注系统的标准件.....	518
一、导向机构.....	403	一、浇口套(JISB5112—1964).....	518
二、推出和开模机构.....	406	二、拉料杆、拉料及推出.....	518
三、抽芯机构.....	411	第四节 侧型芯机构.....	522
四、通用模架及其它零件.....	414	一、侧型芯的种类与应用范围.....	522
第五节 典型结构图例.....	418	二、侧型芯滑动导向的应用示例.....	523
第四章 压注模(传递模)设计.....	420	三、侧型芯滑动部分——滑块.....	524
第一节 概述.....	420	四、侧型芯导向部分——滑座.....	524
一、特点.....	420	五、侧型芯的滑块导轨槽.....	525
二、类型.....	420	六、侧型芯滑块的动作(开模分型)和闭模锁紧.....	526
第二节 主要结构设计.....	421	第五节 注射模的推出及复位机构.....	530
一、加料腔的设计.....	421	一、推杆、推管的标准(JISB5108—1964).....	530
二、柱塞.....	424	二、推杆、推管的应用示例.....	533
三、加料腔与柱塞的配合及有关尺寸.....	424	三、复位杆及其应用.....	535
四、浇注系统设计.....	424	四、推出机构中的其它零件.....	536
第三节 典型结构图例.....	431	第六节 反向定距开模机构.....	538
第五章 注射模设计.....	435	第七节 注射模控温系统组件.....	542
第一节 注射模具分类及组成.....	435	一、冷却水管用接头.....	542
一、分类.....	435	二、焖头螺钉及其应用.....	544
二、注射模各组成部分.....	435	三、O型圈(密封圈).....	546
第二节 注射模各组成部分的设计要点.....	435	第八节 注射模的定位与安装.....	548
一、分型面(P.L).....	435	一、注射模在注射机上的定位.....	548
二、浇注系统.....	439	二、注射模的安装.....	549
三、侧向分型与抽芯机构.....	457	三、模具的装卸起吊.....	551
四、有螺纹塑件的处理方法.....	463	第九节 注射模的精度及其标准.....	552
五、推出机构.....	468	一、模具结构精度.....	552
六、模具成型零件设计及模板(模块)刚度的计算.....	479	二、模具一般尺寸偏差.....	553
七、模具的导向机构.....	494	三、模具一般尺寸偏差的解释.....	553
八、模具的安装定位机构.....	494	四、注射模尺寸公差标准(德意志工业标准DIN16749Blatt2).....	554
九、模具的温度控制系统.....	495	第七章 其它模具.....	555
第三节 注射模具的设计步骤和投产.....	500	第一节 挤出成型的模具设计.....	555
第六章 注射模主要零部件及其标准(JIS).....	503		
第一节 注射模的典型结构及选材.....	503		
一、典型结构及特点.....	503		
二、日本(JIS)塑料模具各种零件的材料.....	503		

一、挤出机机头的结构设计.....	555	二、有关计量单位换算(附表3).....	579
二、机头材料.....	564	三、常用材料密度(附表4).....	580
三、机头与挤出机的关系.....	564	四、冲压常用材料厚度公差(附表5~附表9).....	581
第二节 包装用聚苯乙烯泡沫塑料发泡成型模.....	567	五、冲压常用材料的力学性能(附表10~附表13).....	584
一、成型方法和成型设备.....	567	六、常用国内外金属材料牌号对照表(附表14~附表15).....	588
二、聚苯乙烯发泡塑件的成型设计要点.....	568	七、冲压模具常用材料技术要求及许用应力(附表16~附表20).....	595
三、模具结构.....	568	八、常用冲压与注射用设备规格与参数(附表21~附表27).....	598
四、模具各部分的设计.....	569	九、有关标准件(附表28~附表32).....	604
五、模具结构举例.....	570	十、(JIS)螺旋弹簧的计算及规格(附表33~附表34).....	608
第三节 低发泡注射成型用模具的设计.....	571	十一、关于橡皮选用的计算方法(附表35~附表39).....	611
一、低发泡注射成型的特点.....	571	十二、热固性和热塑性塑料燃烧性能的鉴别(附表40).....	613
二、模具结构设计.....	571	十三、酚醛塑料命名和酚醛模塑料(附表41~附表42).....	614
三、模具材料.....	573	主要参考文献.....	616
四、典型模具结构图.....	573		
第四节 中空吹塑模设计.....	575		
一、模具结构.....	575		
二、模具设计.....	576		
三、模具材料.....	578		
附录.....	579		
一、公差配合和表面粗糙度(附表1~附表2).....	579		

绪 论

工业生产中普遍采用模具成型工艺方法,有效地保证了产品的生产率和质量,使操作技术简化,还能省料、节能、获得显著的经济效益。

由于产品的材料和工艺特性不同,生产用的设备也各异,模具种类繁多,但用得最为广泛的大约有以下几种:冷冲压模、塑料成型模、锻造模、精密铸造模、压铸模、粉末冶金模、橡胶成型模、玻璃成型模、窑业制品模、食品糖果模、建材用模等等。其中以冷冲压模、塑料成型模和压铸模等技术要求和复杂程度较高。

据不完全统计,飞机、汽车、拖拉机、电机电器、仪器仪表等产品的零件,有60%左右是用模具加工的;自行车、手表、洗衣机、电冰箱、电风扇等轻工产品,有85%的零件需由模具来制造。至于标准件中的紧固件、轴承、日用五金、餐具、塑料制品、玻璃器皿、皮鞋等的大批量生产,完全靠模具来保证。例如生产海鸥牌照相机,其占总数92%的零件就需500套模具,又如解放牌汽车改型后约需模具400套,其总重量达2500t。即使一个自动玩具的生产也需模具近90套。显而易见,模具作为一种专用的工艺装备,在生产中的决定性作用和重要地位越来越被人们所公认。

近代工业发达国家的模具工业发展速度很快,模具年总产值逐年大幅度上升,1984年美国为60亿美元、联邦德国为53亿马克、日本已超过100亿日元,与其1957年相比,27年来增长了近100倍。这些国家的模具总产值都超过了各自的机床工业的总产值,模具工业的发展速度均超过机床、汽车、电子等行业。

我国实行对外开放政策以来,有计划引进各类专利技术和生产线,同时要求工业战线迅速上产品、上品种、上技术水平和提高经济效益,扩大产品出口。实践证明,只有依靠先进的科学技术,广泛地采用新技术、新工艺、新材料和新设备,加强科学管理,才能促进生产的持续和有效发展。而要完成上述新课题和新项目就离不开精密、复杂、大型、长寿命模具的及时供应。

由于种种历史原因,我国模具工业的现状与当前工业的发展还很不适应。无论是在设计制造技术和生产能力方面,还是在管理水平方面,均远远不能满足需要,严重影响工业产品生产的品种、质量和生产周期,削弱了在国际市场上的竞争能力,也妨碍了引进技术和生产线的持续使用和扩散推广,还耗费大量外汇。例如随设备进口一套18吋彩电外壳模要花28万美元,一套双缸洗衣机内桶模需50万美元,一套汽车驾驶室覆盖件模具要花费100万美元。以后不随设备进口,其价格还将提高50%~100%。为此,我国要保证国民经济发展速度,实现四个现代化的宏伟目标,成为工业发达国家,振兴和大力发展模具工业,实为当务之急。

在振兴我国模具工业的许多工作中,重要的任务之一,就是对模具专业人才的培养。满足模具工业发展的人才需要,提高模具专业人才的技术素质,造就掌握现代化的模具设计和制造技术的优秀后备力量,这是一项带根本性的战略措施。

编写本书的目的是为了在培养模具专业初级技术人才的教学过程中,加强其工程实践能力和专业技能的综合训练,本书力求提供一套较系统、全面的设计资料,也衷心希望通过教学后的验证,再进一步充实完善该书的内容,也希望工矿企业的专业技术人员和工人在生产实践中引用和考核,使它更具有实用性。

第一篇 冷冲压工艺及冲模设计

第一章 冲压工序及其经济性

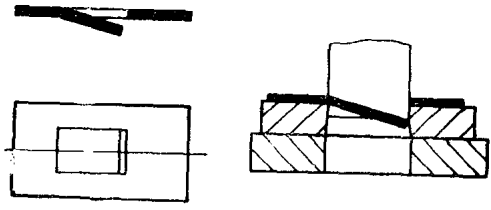
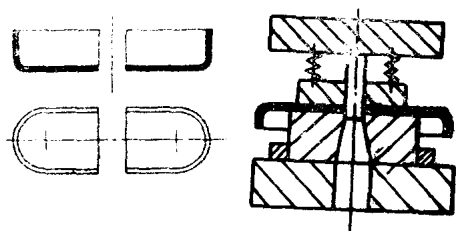
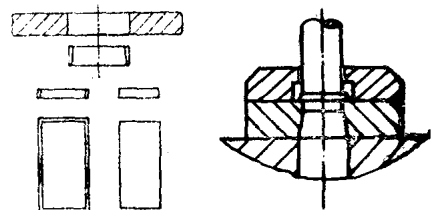
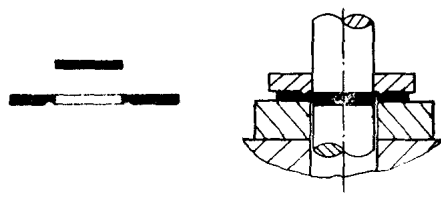
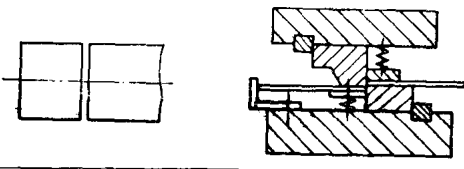
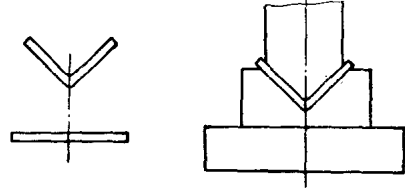
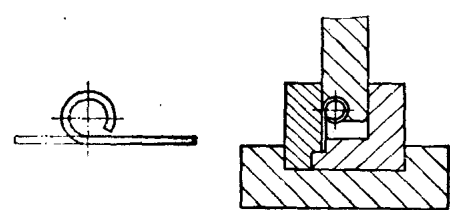
第一节 冲压工序分类和模具结构简图

冷冲压工艺按变形性质基本上可分为两大类，即分离和成形。在每一类中又可分成若干工序，其内容和冲模结构示意图见表1-1-1。

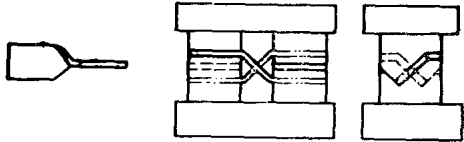
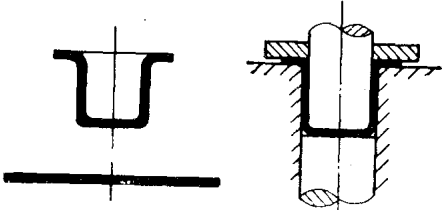
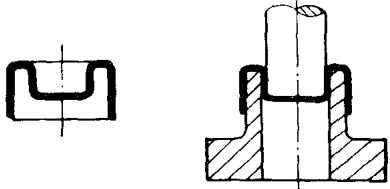
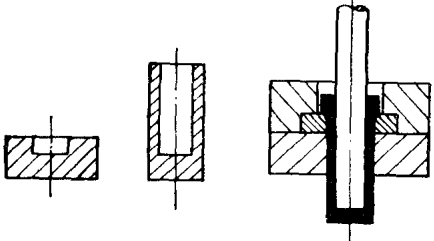
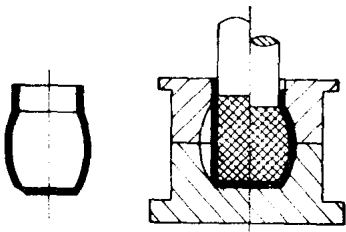
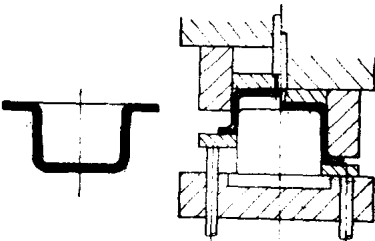
表1-1-1 冲压的基本工序

类别	工 序		图 例	工 序 性 质
分离	冲裁	落料		沿封闭的轮廓将工件或坯料与板料分离
		冲孔		在坯料或板料上，沿封闭轮廓分离出废料得到需要的孔
	切边			切去成形冲压件多余的边缘材料
	切口			从坯料或半成品的内外边缘上沿不封闭的轮廓分离出废料

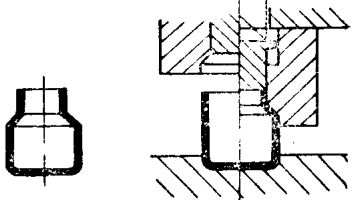
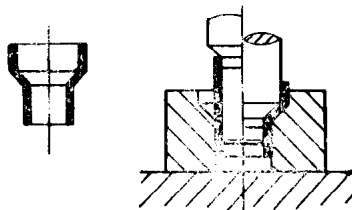
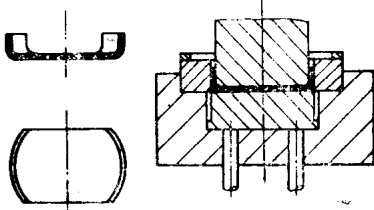
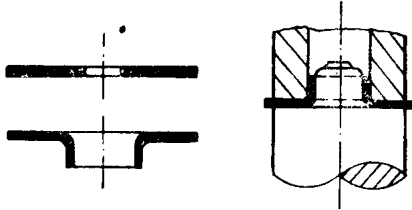
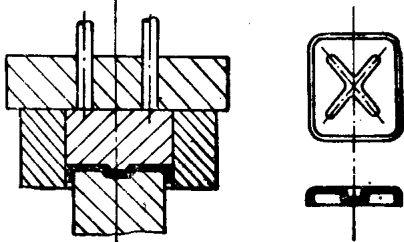
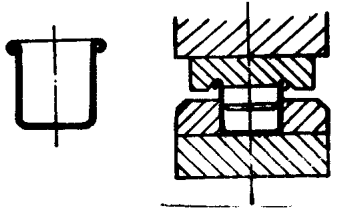
(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
分离	切舌		沿不封闭轮廓将部分板料切开并使之下弯
	剖切		沿不封闭轮廓将半成品切离为两个或数个工件
	整修		沿冲裁件的外缘或内孔修切掉一层材料, 以提高尺寸精度, 降低冲裁切断面粗糙度
	精冲		使板料处于三向受压的状态下进行冲裁, 冲出切断面无裂纹和撕裂、尺寸精度高的冲压件
	切断		将板料沿不封闭的轮廓分离
成形	弯曲		将坯料或半成品沿弯曲曲线弯成一定角度和形状
	卷边		把板料端部弯曲成接近封闭圆形

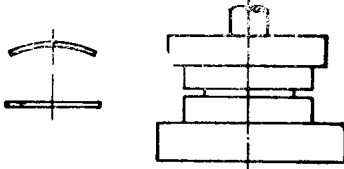
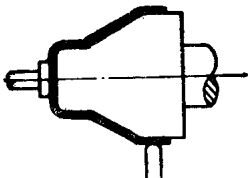
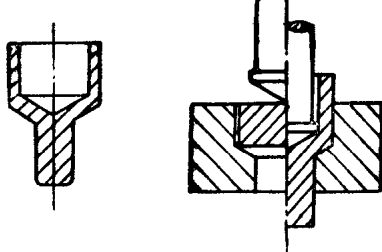
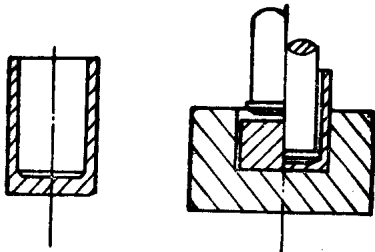
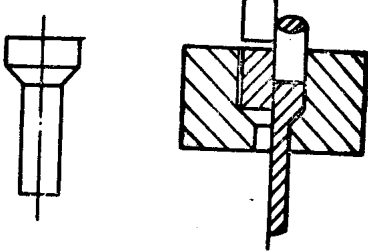
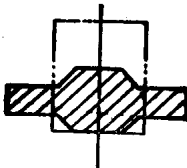
(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
成形	扭曲		给坯料以扭矩，使其扭转成一定角度
	拉深		把板料拉压成空心件，或对空心坯料进行再拉压，以改变形状尺寸，板厚没有明显变化
	反拉深		凸模从初拉深获得的空心件的底部反向加压，完成与初拉深相反方向的再拉深从而形成更深的空心件
	变薄拉深		凸、凹模之间间隙小于空心件壁厚，使其侧壁厚度变薄，高度增大，底厚大于壁厚
	胀形		使坯料内部在双向拉应力作用下产生塑性变形获得凸肚形工件
	整形		校正半成品使其形状和尺寸准确

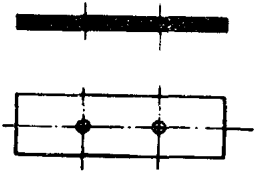
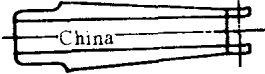
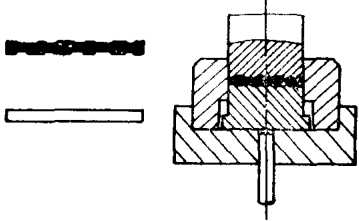
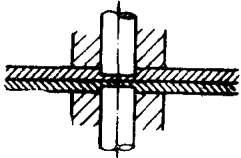
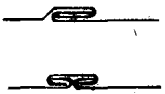
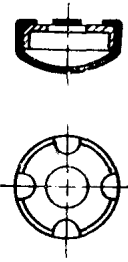
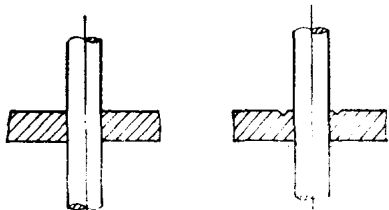
(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
成形	缩口		使空心件或管状坯料端部的径向尺寸缩小
	扩口		使空心件或管状坯料端部的径向尺寸扩大
	翻边		使坯料的平面或曲面部分的边缘沿一定曲线翻成直立的竖边
	翻孔		在预先制好孔的半成品上或未经制孔的板上冲出沿孔周围的直立竖边
	起伏		在坯料上压出筋条、花纹或文字, 起伏处产生塑性变形
	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	校平		将坯料或工件不平的面予以压平
	旋压		利用赶棒或滚轮将板状坯料赶压成一定形状 (分变薄与不变薄两种)
	正挤压		凹模腔内的金属坯料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		金属坯料挤压过程中, 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
	径向挤压		在挤压成形时, 金属在凸模压力的作用下沿径向流动

(续)

类别	工 序	图 例	工 序 性 质
成形	冲眼		在坯料或工件表面上冲出备以后钻孔用的小盲孔
	打印		在工件表面上打上数字说明等标记
	压印		改变工件厚度, 在表面上压出文字或花纹
装配	冷焊		在比金属屈服点高的压力下使两个工件结合起来
	折边连接		用弯曲边缘法使两个工件结合起来
	弯口连接		使某一工件局部弯曲, 把两个工件连在一起
	压合		用压入法使二个零件连接在一起