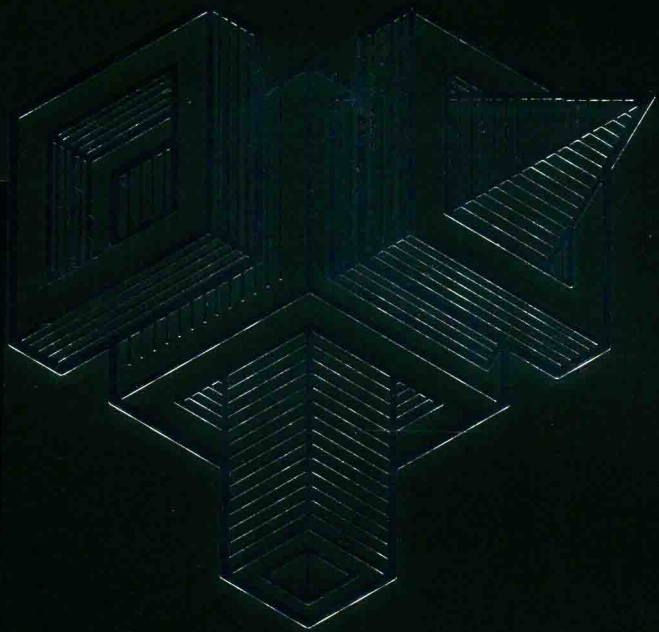


实用模具设计与生产 应用手册

挤压模与热锻模

SHIYONG MUJU SHEJI YU
SHENGCHAN YINGYONG SHOUCHE
JIYAMU YU REDUANMU

刘志明 编著



化学工业出版社



四十年模具设计与生产经验总结：作者在飞机制造厂、电机厂等企业从事模具设计制造工作四十余年，实践经验丰富，如首次设计制造的电机壳体压铸模，亲自与油泵厂的工程师及试模师合作顺利试模成功；自行设计制造微电转子压铸模，采用机械压铸加工方法在油压机上试模与生产，解决了产品组织疏松、气孔等问题；为华为公司早期试制电话机铝合金底壳，设计斜锥矩形件拉深模，其材料为0.6mm铝合金，采用拉深与胀形方法，解决了拉深模的合理间隙与凸、凹模的圆角半径以及拉深时润滑剂的合理选用等关键问题。



实用可靠：数据资料均为企业实际数据，对一线模具技术人员、技术工人很有帮助，例如相关实例中的模具材料选用及热处理硬度要求，模具工作表面渗氮淬硬要求均为生产实际数据，资料可靠。



表格化编排：作者编制了大量图、表，查阅方便。

ISBN 978-7-122-34024-5



9 787122 340245 >

销售分类建议：机械/模具

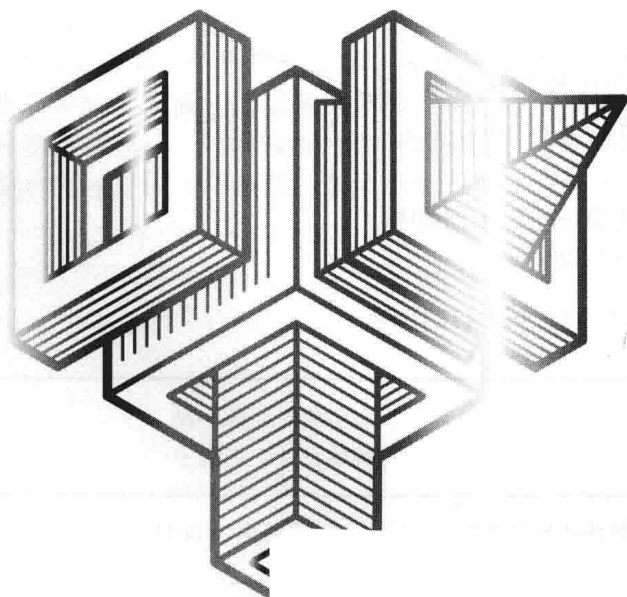
定价：128.00元

实用模具设计与生产 应用手册

挤压模与热锻模

SHIYONG MUJU SHEJI YU
SHENGCHAN YINGYONG SHOUCHE
JIYAMU YU REDUANMU

刘志明 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

本书是笔者基于多年一线设计与生产工作经验的基础上完成的,是多年实践经验的总结。本书内容丰富、简明、图文并茂、重点突出,便捷查阅,紧贴生产实际,以实用为目的。本书分上、下两篇:上篇为冷挤压模,重点介绍了冷挤压基础知识(工艺性、挤压毛坯制备、挤压力计算、挤压温度等)、挤压模具设计、特种挤压技术、冷挤压用材料、冷挤压模图例和冷挤压机;下篇为热锻模,重点介绍了模锻件的结构工艺性、锤上锻模设计、胎膜设计、螺旋压力机用锻模设计、平锻机用锻模设计、热模锻压力机用锻模设计、热模锻设备和热作模具钢。

本书可供从冷、热挤压模具和热加工锻压模具设计等相关工作的工程技术人员参考,也可供高等院校、职业院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

实用模具设计与生产应用手册. 挤压模与热锻模/刘志明编著. —北京:化学工业出版社, 2019.6

ISBN 978-7-122-34024-5

I. ①实… II. ①刘… III. ①模具-设计-手册②挤压模-设计③锻模-设计 IV. ①TG762-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 041410 号

责任编辑:张兴辉 金林茹

文字编辑:陈 喆

责任校对:宋 夏

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:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张25½ 字数684千字 2019年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888 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:128.00元

版权所有 违者必究



前言 PREFACE

在现代机械工业生产中，随着坯料品的制备与精加工工艺的进步，热锻压技术与挤压工艺技术无疑成为机械加工中无切削加工的重要工艺手段。机械产品中的许多零件并不是直接用原材料加工而成的，而是要先经过锻压来改善内部组织结构，消除片状碳化物，使组织结构细化均匀，纤维流向一致，以增强钢制零件的刚度与强度。

锻压工艺按锻压设备可分为锤模锻、螺旋压力机用模锻、平锻机用锻模、热模锻压力机用锻模等。在通用机械制造中，锻压技术广泛用于坯料制品与无切削加工的产品中。

在机械加工中也可将金属材料直接经过模具挤压成精度较高的零件。挤压技术也是无切削加工的重要的加工工艺。挤压技术的装备是挤压模具，该模具必须具有高强韧性、高硬度、高耐磨性才能满足被挤压金属产品的要求。挤压成型工艺也是现代机械制造业少切削加工的先进工艺技术。冷挤压用的材料有纯铝与铝合金、纯铜和无氧铜、纯镍、锌与锌镉合金、纯铁与碳素钢、低合金钢、不锈钢、轴承钢等。挤压成型的零件不仅精度高，而且表面光洁，表面粗糙度可达 $Ra0.4 \sim 1.4 \mu m$ 。被挤压的零件强度和刚度大大提高，可用低强度的钢材代替高强度的钢材。挤压成型模具也是模具工业的重要工艺装备。随着现代化工业的高速发展，其应用范围也越来越广。

本书是笔者基于多年从事模具设计的实践经验编写的，将模具设计中应用的相关基础理论与实践经验相结合，较为详细地介绍了挤压成型技术和热锻模具成型技术。本书内容丰富、简明、实用、图文并茂、重点突出，力求使读者易懂，便捷查阅。本书分上、下两篇：上篇为冷挤压模，重点介绍冷挤压基础知识（工艺性、挤压毛坯制备、挤压力计算、挤压温度等）、挤压模具设计、特种挤压技术、冷挤压用材料、冷挤压模图例和冷挤压机；下篇为热锻模，重点介绍了模锻件的结构工艺性、锤上锻模设计、胎膜设计、螺旋压力机用锻模设计、平锻机用锻模设计、热模锻压力机用锻模设计、热模锻设备和热作模具钢。

由于笔者专业知识水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编著者



目录

Contents

上篇 冷挤压模

第 1 章 冷挤压的分类和工艺性	2
1.1 冷挤压的分类	2
1.2 冷挤压件的合理形状和尺寸	4
1.3 挤压件的精度和表面粗糙度	6
1.3.1 热挤压件的精度和表面粗糙度	6
1.3.2 冷挤压件的精度和表面粗糙度	6
1.3.3 温挤压件的精度和表面粗糙度	9
第 2 章 挤压毛坯的制备及处理	10
2.1 冷挤压工艺对毛坯的要求	10
2.2 毛坯的尺寸计算	10
2.3 毛坯的软化处理	14
2.4 毛坯的表面处理与润滑	17
2.4.1 有色金属的表面处理	19
2.4.2 钢材的表面处理	20
第 3 章 冷挤压变形程度与挤压力的计算	21
3.1 变形程度的表示方法	21
3.2 变形程度计算公式	22
3.3 许用变形程度	23
3.4 挤压力的计算	24
3.4.1 冷挤压力的计算	24
3.4.2 温挤压力的计算	34
3.4.3 热挤压力的计算	36
第 4 章 挤压温度	41
4.1 挤压温度的选择原则	41
4.2 温挤压温度的选择	41
4.3 热挤压温度的选择	42
4.4 挤压模具的预热与冷却	44
4.4.1 挤压模具的预热	44
4.4.2 挤压模具的冷却	44
第 5 章 挤压模具设计	45
5.1 冷挤压模具设计	45
5.1.1 冷挤压模具的设计要求	45
5.1.2 冷挤压模具工作零件设计	45
5.2 温挤压模具设计	60
5.2.1 温挤压整体模具设计	60
5.2.2 温挤压组合凹模设计	61

5.3	热挤压模具设计	61
5.3.1	热正挤压凸模设计	61
5.3.2	热反挤压凸模设计	61
5.3.3	热正挤压凹模设计	62
5.3.4	热反挤压凹模设计	63
5.3.5	热挤压组合凹模设计	64
5.3.6	镦挤模的设计与计算	67
5.3.7	热挤压凸模与凹模的间隙	69
5.4	挤压模结构设计	69
5.4.1	挤压模凸模的紧固方式	69
5.4.2	挤压模凹模的紧固方式	71
5.4.3	挤压模架设计	71
5.4.4	卸件和顶出装置	72
5.4.5	垫板的设计	76
5.4.6	模具导向装置的设计	76
5.4.7	挤压模的冷却装置	80
第6章	特种挤压技术	81
6.1	静液挤压	81
6.1.1	静液挤压的特点	81
6.1.2	静液挤压分类及应用范围	81
6.1.3	静液挤压的液体介质	82
6.1.4	静液挤压工艺参数	83
6.2	高压介质的选用	83
6.3	静液挤压模具	83
第7章	冷镦和冷挤压用材料	85
7.1	冷镦和冷挤压用钢的化学成分	85
7.2	冷镦和冷挤压用钢的力学性能	86
7.3	冷镦和冷挤压用钢的特性和用途	87
7.4	常用冷作模具材料的选用	89
7.5	热挤压模的材料选用举例及其要求的硬度值	90
7.6	常用冷挤压模的热处理规范	90
第8章	冷挤压模图例	91
8.1	黑色金属正挤压模	91
8.2	黑色金属可调式挤压模	92
8.3	有色金属反挤压模(1)	94
8.4	有色金属反挤压模(2)	96
第9章	冷挤压机	97
9.1	J87系列曲轴式冷挤压机技术参数	97
9.2	J88系列肘杆式冷挤压机技术参数	97
9.3	UKR系列冷挤压机技术参数	98
9.4	Y61系列金属冷挤压液压机技术参数	98
9.5	J2系列冷挤压机技术参数	98

下篇 热 锻 模

第 10 章 模锻件的结构工艺性	100
10.1 模锻件的分类	100
10.1.1 锤上模锻件的分类	100
10.1.2 螺旋压力机上模锻件的分类	100
10.1.3 热模锻压力机上模锻件的分类	101
10.1.4 平锻机上模锻件的分类	102
10.1.5 胎模锻件的分类	103
10.2 模锻件设计注意事项	104
10.3 模锻件的尺寸公差和加工余量	108
10.3.1 确定模锻件公差和机械加工余量的主要因素	108
10.3.2 钢质模锻件公差	109
10.4 模锻斜度	119
10.5 圆角半径	120
10.6 凸台与筋的结构	121
10.7 冲孔连皮与压凹	122
10.8 锻件图的技术条件	123
第 11 章 锤上锻模设计	124
11.1 制坯工步的选择	124
11.1.1 圆饼类锻件制坯工步的选择	124
11.1.2 长轴类锻件制坯工步的选择	126
11.1.3 计算毛坯图	127
11.1.4 模锻方法的选择	129
11.2 毛坯尺寸计算	130
11.3 锻锤吨位计算	130
11.4 制坯模膛设计	132
11.5 终锻模膛设计	138
11.5.1 热锻件图	138
11.5.2 飞边槽	139
11.5.3 钳口	141
11.6 预锻模膛设计	143
11.7 锤上锻模结构设计	146
11.7.1 锻模紧固方法	146
11.7.2 键块尺寸和垫片尺寸	149
11.7.3 中间模座尺寸	149
11.7.4 模膛布排	149
11.7.5 锁扣设计	152
11.7.6 模块结构设计	154
11.7.7 锤锻模块规格标准	170
11.7.8 模膛主要尺寸公差与表面粗糙度	170
11.7.9 锤上锻模设计实例	171
第 12 章 胎模设计	179

12.1	胎模分类	179
12.2	胎模锻工艺	180
12.3	胎模锻工艺选择	184
12.4	锻件图设计	187
12.4.1	胎模锻件的机械加工余量及公差	191
12.4.2	胎模锻件的收缩率	192
12.4.3	胎模锻件的技术要求	193
12.5	坯料计算及选择	193
12.5.1	坯料质量的计算公式	193
12.5.2	坯料尺寸的计算公式	193
12.6	胎模锻设备吨位的确定	194
12.6.1	套筒模成型	194
12.6.2	合模成型	194
12.6.3	垫模成型	194
12.6.4	跳模成型	194
12.6.5	各种空气锤的胎模锻造能力	195
12.7	胎模设计	196
12.7.1	胎模设计特点与要求	196
12.7.2	胎模结构	196
12.7.3	胎模锻实例	211
第 13 章 螺旋压力机用锻模设计		215
13.1	螺旋压力机的模锻特点	215
13.2	模锻工艺确定	215
13.3	模锻工步的选择	216
13.4	螺旋压力机吨位的选择	217
13.5	模膛和模块设计	217
13.6	精锻模设计	222
13.7	模架设计	224
13.7.1	模架种类	224
13.7.2	整体式圆形模块模架	224
13.7.3	整体式矩形模块模架	228
13.7.4	组合式圆形模块模架	229
13.7.5	组合式矩形模块锻模模架	231
13.7.6	斜楔和 T 形紧固螺钉	236
13.7.7	锻模技术要求	237
13.8	螺旋压力机上锻模结构实例	237
第 14 章 平锻机用锻模设计		241
14.1	平锻工艺性	241
14.1.1	平锻机的工作特点和工艺特点	241
14.1.2	锻件图设计	242
14.1.3	棒料直径的确定	244
14.2	平锻机压力计算和设备选择	245
14.2.1	平锻机压力计算	245

14.2.2	平锻机吨位选择	246
14.2.3	平锻机的技术规格和安模空间主要参数	247
14.3	模膛、凸模和凹模设计	251
14.3.1	终锻模膛设计	251
14.3.2	预锻模膛设计	255
14.3.3	聚集模膛设计	257
14.3.4	夹紧模膛设计	260
14.3.5	卡细模膛设计	261
14.3.6	扩径模膛设计	262
14.3.7	穿孔模膛设计	262
14.3.8	切边模膛设计	265
14.3.9	切断模膛设计	267
14.3.10	管料镦粗(聚集)模膛设计	268
14.4	平锻模模具设计	272
14.4.1	模具总体结构	272
14.4.2	凸模夹持器	275
14.4.3	凹模体	279
14.4.4	平锻模常用材料及热处理硬度	280
14.4.5	模具主要尺寸公差和表面粗糙度	282
14.5	挤压模设计	288
14.5.1	水平分模平锻机挤压工艺特点	288
14.5.2	挤压模结构及工作部分主要尺寸	288
14.5.3	热挤压模设计实例	289
14.6	平锻模设计实例	293
第15章	热模锻压力机用锻模设计	313
15.1	热模锻压力机的模锻特点	313
15.2	热模锻工步选择	314
15.3	锻件图制定	315
15.4	坯料计算	315
15.5	设备吨位的确定	316
15.6	模膛设计	317
15.6.1	终锻模膛设计	317
15.6.2	预锻模膛设计	318
15.6.3	制坯模膛设计	320
15.7	锻模设计	322
15.7.1	锻模总体结构和高度尺寸设计	322
15.7.2	模架设计	323
15.7.3	模块设计	334
15.7.4	锁扣设计	337
15.7.5	顶料装置	339
15.7.6	导向装置	346
15.8	热模锻压力机上模锻实例	352
15.8.1	倒挡齿轮锻模	352

15.8.2	套管叉锻模	355
15.8.3	十字轴锻模	357
15.8.4	连杆锻模	359
15.8.5	磁极锻模	362
第 16 章	热模锻设备	364
16.1	锻锤	364
16.1.1	空气锤、蒸汽-空气自由锻锤和模锻锤的技术参数	364
16.1.2	锻锤的生产能力	366
16.1.3	气液锤	367
16.1.4	电液锤	368
16.1.5	数控液压锻锤	369
16.1.6	对击液气锤	370
16.1.7	无砧座模锻锤的主要技术参数	370
16.1.8	消振液压锤	370
16.1.9	高速锤	371
16.2	螺旋压力机	371
16.2.1	摩擦螺旋压力机	371
16.2.2	离合器式螺旋压力机	372
16.2.3	液压螺旋压力机	373
16.3	热模锻曲柄压力机	373
16.4	平锻机	373
16.5	水压机	374
16.5.1	自由锻造水压机	374
16.5.2	模锻水压机	376
16.5.3	切边水压机	377
16.6	油压机	378
16.7	精压机	378
16.8	轧锻压力机	379
16.9	胎模锻设备选用	380
第 17 章	热作模具钢	383
17.1	模具钢锻造工艺	383
17.1.1	模具钢锻造工艺规范	383
17.1.2	常用模具钢的临界温度	384
17.1.3	热作模具钢的分类	385
17.1.4	热作模具钢的用途	385
17.1.5	常用热作模具钢的化学成分	386
17.1.6	常用热作模具材料的性能比较	386
17.1.7	锤锻模具材料及其硬度	387
17.1.8	其他类型热锻模材料的选用举例及其硬度	387
17.1.9	热挤压模具材料的选用	388
17.1.10	胎模锻的胎模材料及其硬度	389
17.1.11	螺旋压力机锻模用钢及其硬度	389
17.2	常用热作模具钢的热处理	390

17.2.1	常用热作模具钢的热处理规范.....	390
17.2.2	常用热作模具钢的回火硬度与回火温度的关系.....	395
17.2.3	常用热作模具钢的高温硬度.....	396
17.2.4	常用热作模具钢的强韧化热处理规范.....	396
参考文献.....		397
后记.....		398

上篇

冷挤压模

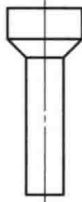


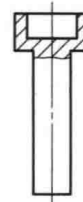





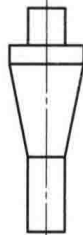
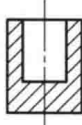
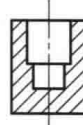
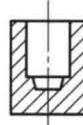
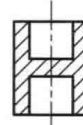
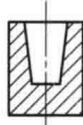
第1章

冷挤压的分类和工艺性

1.1 冷挤压的分类

按冷挤压件的形状和成型特点可分为六种基本类型：阶梯轴类、空心类、凸缘类、盘形类、锥形类、齿形类等。冷挤压件的分类见表 1-1，各种毛坯冷挤压的方法示例见图 1-1。

表 1-1 冷挤压件的分类

类别	形状特征	冷挤压件分组				
		单台阶	多台阶	端面带凹	端面带浅孔	锥形过渡
阶梯轴类	单向台阶					
	双向台阶					
空心类	盲孔	直孔	阶梯孔	带凹窝	双向带孔	锥孔
						

续表

类别	形状特征	冷挤压件分组				
		直孔	阶梯孔	带凹窝	双向带孔	锥孔
空心类	带有凹体					
	通孔					
凸缘类	一端带凸缘					
	中间带凸缘					
盘形类	扁平					
	附有凸起					
锥形类	外锥					
	锥孔					
齿形类	外齿	普通直齿	多段直齿	带槽直齿	带孔齿	锥齿
	内齿及异形齿	内齿	螺旋齿		内棘齿轮	

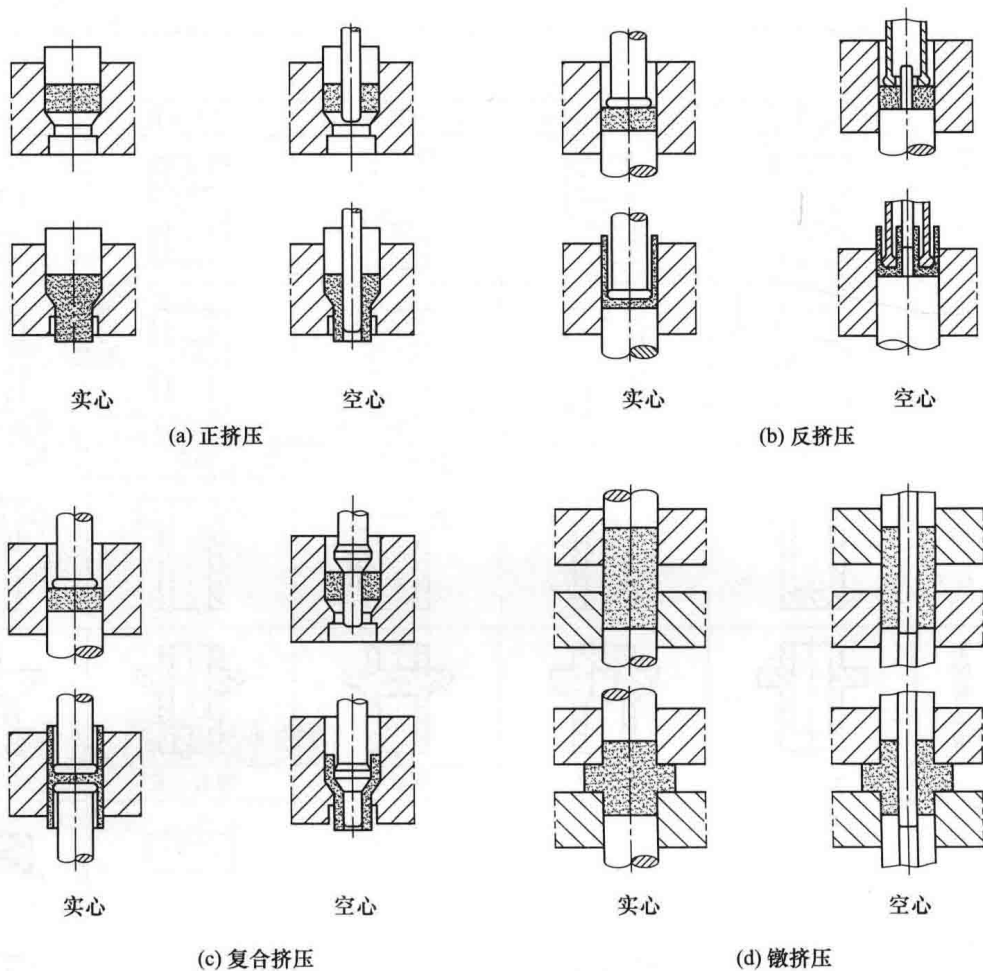


图 1-1 冷挤压的方法示例

1.2 冷挤压件的合理形状和尺寸

① 对于轴向非对称零件的挤压，金属流速差较大、凸模因偏负荷大而易折断，零件成型困难。

② 径向孔和轴向两端小而中间大的阶梯孔不能直接挤出，当径向局部有凸、凹部分，如凸耳、凹槽、加强筋等零件（见图 1-2）。可先挤成对称形状，然后用切边或切削加工方法去掉不必要的部分或采用分别制造、焊接方法组合而成。

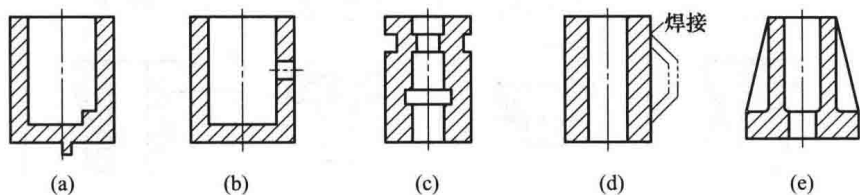


图 1-2 不能直接挤出的零件

③ 冷挤压件的转角处应避免锐角，否则锐角处造成金属流动困难，阻力较大，容易使模具磨损和开裂，故应将冷挤压件的锐角处改为圆角。

④ 冷挤压件有较小的深孔时，其直径小于 10mm 即孔深大于直径的 1.5 倍或挤压前截

面积与挤压后的环形截面积之比小于 1.5 倍时, 则应在挤压之后安排钻孔, 采用挤压是不经济的。

冷挤压件的合理尺寸见表 1-2~表 1-4。

冷挤压件的锐角改为圆角, 推荐表 1-5 供参考。

表 1-2 正挤压的合理尺寸

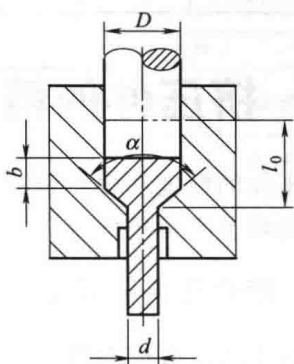
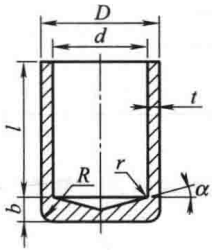
类型	代号	参数		简 图
		钢	有色金属	
正挤压	挤出入模角 α	90°~120°		
	挤出直径 d	$\geq 0.5D$	$\geq 0.1D$	
	坯料长度 l_0	$\leq 10D$		
	挤出余料厚度 b	$\geq 0.5d$	$\geq 0.2 \sim 0.3\text{mm}$	

表 1-3 反挤压的合理尺寸

	代号	钢	有色金属
	挤压凸模角 α	5°~7°	0°~2°
	挤压件底厚 b	$\geq t$	$\geq 0.8t$
	挤压件壁厚 t	$\geq D/15$	纯铝 $> D/200$, 黄铜 $> D/25$
	挤压件内径 d	$\leq 0.86D$	$\leq 0.99D$
	挤压件内高 l	$\leq (2.5 \sim 3)d$	$\leq (6 \sim 7)d$
	挤压凸模圆角半径 r	$\geq 0.5\text{mm}$	$\geq 0.5\text{mm}$
	挤压件外角半径 R	$\geq 0.8\text{mm}$	$\geq 0.2 \sim 0.4\text{mm}$

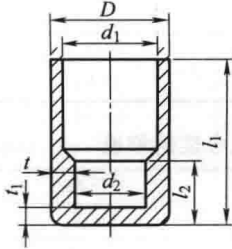
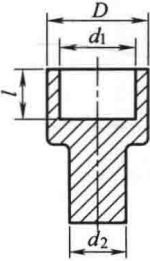
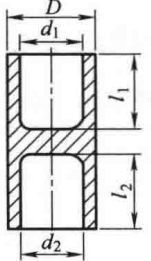
	钢: $d_1 \leq 0.86D$ 有色金属 $d_1 \leq 0.99D$	
		$d_2 \leq 0.86d_1$ $l_1 \leq (2.5 \sim 3)d_1$ $l_2 \leq 3d_2$ $t_1 \geq t$ (也适用正挤压凸缘厚度)

表 1-4 复合挤压的合理尺寸

	$d_1 \leq 0.86D$		$d_1, d_2 \leq 0.86D$	
	$l \leq 2.5d_1$			$l_1 \leq 3d_1$
	$d_2 \leq 0.45D$			$l_2 \leq 3d_2$