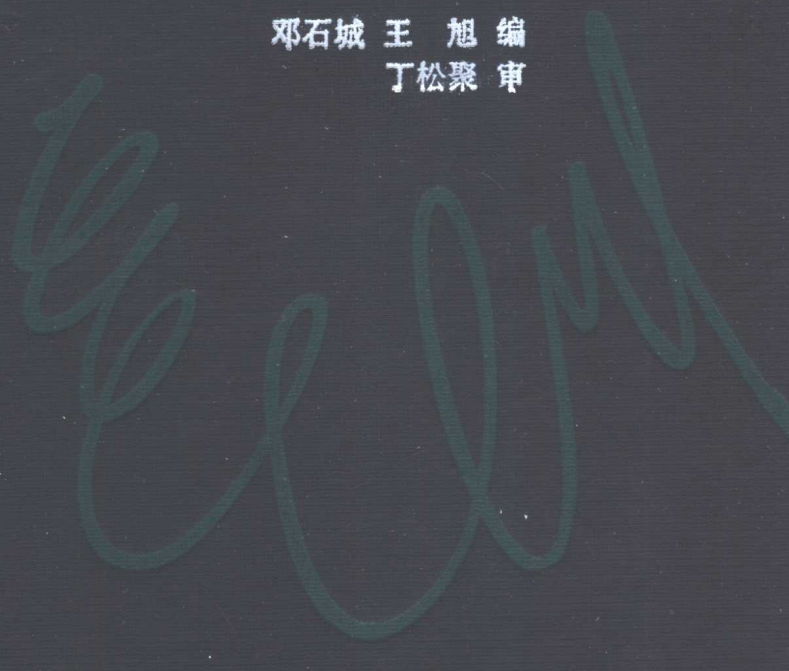




上海科技教育出版社

实用模具技术手册

邓石城 王 旭 编
丁松聚 审



实用模具技术手册

邓石城 王 旭 编

丁松聚 审

上海科技教育出版社

特邀编辑 钮国俊

实用模具技术手册

邓石城 王 旭 编

丁松聚 审

上海科技教育出版社出版发行

(上海冠生园路 393 号 邮政编码 200233)

各地新华书店经销 常熟市文化印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 20 字数 445 000

2000 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—3000

ISBN 7-5428-1750-7/T·19

定价:35.00 元

图书在版编目(CIP)数据

实用模具技术手册 / 邓石城, 王旭编. — 上海 : 上海科技教育出版社, 2000. 3

ISBN 7-5428-1750-7

I. 实… II. ①邓… ②王… III. 模具—工艺—手册 IV. TG76-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 38886 号

内 容 提 要

本手册共五章。前三章分别介绍冷冲模、注塑模及其他模具(冷挤压模、压铸模、橡胶模、粉末冶金模)的设计。在冷冲模一章中,叙述冷冲模主要零件的设计、计算,还编入实用的冲裁模设计资料。在注塑模一章中,叙述注塑模工作机构的原理与结构。第四章介绍模具制造,着重叙述在模具制造中运用先进的加工中心和数控加工技术。最后一章简述模具的材料与热处理。各章都收有若干典型实例。

本手册可供模具设计人员、模具制造工人和塑性成形操作工阅读,也可供大学、中专相应专业的师生作教学参考。

前 言

模具是工业生产中使用极为广泛的一种工艺装备,现代工业的发展和技术水平的提高都离不开模具。

用模具生产零部件具有生产效率高、质量好、成本低等一系列优点,已成为当代工业生产的重要手段和应用广泛的工艺。据国际生产加工研究会(CIRP)预测,到2000年,工业品零部件粗加工的75%、精加工的50%将由模具成形来完成。因此,模具工业已成为国民经济的基础工业之一。

国务院1989年3月颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中,把支持发展模具工业摆到了发展国民经济的重要战略地位。

振兴我国模具工业的根本任务之一是加强人才培养,尤为迫切的是抓好模具设计、数控机床编程及操作人员、模具制造高级工的培训。这就需要有一本既对从事模具技术的工程技术人员(包括高级模具工)、又对意欲转向模具技术的其他行业人员都有用的模具技术参考书。我们就承担起此项任务,编写了本手册。

手册中包含模具设计技术、模具制造工艺及模具设计相关资料,着重于近年来从国外引进的先进模具结构及其设计制造技术。

手册中还列举了典型模具实例,以使冲压工艺性分析与模具设计有机地联系起来,使设计计算与制造工艺有机地联系起来。这对较全面地掌握模具设计与制造本领是十分有益的。

全书共分五章,前三章为冷冲模、注塑模及其他模具设计,第四章为模具制造,第五章为模具材料与热处理。在冷冲模设计内容中,突出多工位连续模技术。在注塑模设计内容中,较详细介绍了热浇道。在模具制造内容中,着重介绍数控加工技术。

我们力图赋予本手册这样的特点:在众多模具种类中选择最常用的;在一副模具的诸多零件中扼要阐明工作零件的设计计算;还收集编入了我国企业目前常用的先进高效模具的结构、参数、图表及工艺等,从而达到实用性、先进性与针对性的统一。

第一、三、五章由邓石城编写,第二、四章由王旭编写,全稿经丁松聚审阅。在编写过程中,得到有关工厂、科研单位、高等院校的大力支持,提供宝贵资料,我们在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,手册中恐有讹误不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

1998年9月

目 录

第一章 冷冲模设计	1
第一节 冲裁模设计	1
一、冲裁件工艺性	1
二、冲裁模种类和结构	4
三、冲裁模设计资料	48
四、冲裁件质量分析	63
第二节 弯曲模设计	64
一、弯曲件工艺性	64
二、弯曲模结构	69
三、弯曲件工序安排	88
四、弯曲件坯料尺寸计算	89
五、弯曲件回弹	94
六、弯曲模工作部分设计	100
七、弯曲力计算	103
八、弯曲件质量分析	104
第三节 拉伸模设计	104
一、拉伸件工艺性	104
二、拉伸模结构	107
三、拉伸模设计资料	124
四、拉伸工艺中辅助工序	167
五、典型拉伸件实例	169
六、拉伸件质量分析	178
第四节 成形模设计	179
一、起伏成形	179
二、翻边	181
三、胀形	194
四、缩口	195
五、校平	196
六、罩圈折边	197

第五节 精密、高效、长寿命冲模	202
一、精冲模	202
二、精密多工位级进模	215
三、硬质合金冲模	254
第六节 其他冲模	261
一、组合冲模	261
二、专用冲模	264
第七节 冲模与压力机关系	270
一、冲模与压力机型式的配合	270
二、冲模与压力机力和功的配合	271
三、冲模与压力机尺寸的配合	272
四、冲模与压力机刚度的配合	273
第二章 注塑模设计	274
第一节 注塑模设计顺序	274
一、设计前需确定的事项	274
二、模具设计初步探讨	276
三、确定模具结构	277
四、详细设计	278
五、设计校核	278
第二节 注塑件设计	279
一、塑件设计要点	279
二、有利于模具制造的塑件设计	283
三、有利于成型的设计	284
四、保证塑件精度的设计	284
五、保证使用安全性的设计	285
六、改善塑件设计实例	285
第三节 注塑模基本结构	290
一、按注塑模基本构成要素的分类方法	291
二、以脱模系统为主的分类方法	292
三、注塑模基本结构实例	295
第四节 塑料收缩率和模具尺寸	302
一、塑料收缩率及其影响因素	302
二、模具尺寸和制造公差	310
第五节 注塑模强度计算	317

一、矩形型腔的壁厚计算	317
二、圆筒形型腔的壁厚计算	322
三、型腔的增强	323
四、垫板强度计算	325
五、接触面强度	327
六、型芯强度	328
第六节 注塑模型腔、型芯的排布和结构	330
一、型腔排布	330
二、型腔和型芯的结构	333
三、型腔、型芯的镶拼和镶件	336
第七节 浇口和浇道	340
一、进料口	341
二、浇道	343
三、浇口	350
第八节 热浇道和无浇道成形	358
一、集流腔保温方法	358
二、内加热和外加热的熔料流通路径设计	361
三、热浇道构件的材质	365
四、浇口密封方式	368
五、采用热浇道前考虑的事项	372
六、设计热浇道模具的注意事项	374
七、集流腔加热	374
第九节 注塑模排气槽	376
一、排气不良诱发的成形缺陷	376
二、排气槽设计	377
第十节 带凹槽塑件的脱模	382
一、脱卸塑件侧面凹槽的方式	382
二、滑动型芯驱动机构	391
三、脱卸螺纹的旋转机构	393
第十一节 注塑模顶出机构	395
一、推杆顶出机构	397
二、推管顶出机构	402
三、卸料板顶出机构	402
四、气动顶出机构	404

五、两级顶出机构	405
六、先复位机构	407
七、从定模一边顶出	410
八、叠层式模具的顶出机构	410
九、塑件所需的推顶力	411
第十二节 注塑模温度控制	412
一、模具温度	413
二、最适宜的模具温度和最短成形时间	413
三、模具吸收的热量	415
四、冷却水路设计	421
第三章 其他模具	427
第一节 冷挤压模	427
一、冷挤压件工艺性	427
二、毛坯确定	428
三、毛坯软化与润滑处理	433
四、变形程度	433
五、冷挤压压力计算	434
六、冷挤压模结构设计	436
七、冷挤压凹、凸模设计	441
八、冷挤压件质量分析	442
第二节 压铸模	446
一、压铸件工艺性	446
二、压铸模种类	447
三、压铸模设计	452
四、模具零件表面粗糙度	470
五、模具预热和冷却	470
六、压铸模与压铸机关系	471
第三节 橡胶模	472
一、橡胶模种类	472
二、橡胶压模设计	474
三、橡胶压模举例	476
第四节 粉末冶金模	477
一、粉末冶金模种类	477
二、粉末冶金模结构设计	479

三、模具工作零件设计	482
四、模具工作零件精度和表面粗糙度	488
五、粉末冶金模举例	489
第四章 模具制造	494
第一节 模具加工技术的发展	494
一、模具加工程序	494
二、模具加工方法分类	498
三、各种加工方法的精度	498
四、模具切削加工的常用刀具	500
五、数控加工基础知识	503
第二节 模具零件形状加工	506
一、坐标镗床	507
二、深孔钻床	513
三、仿形铣床	516
四、数控铣床	523
五、加工中心	531
第三节 模具零件精密加工	537
一、成形磨床	538
二、坐标磨床	544
三、高精度型腔电加工	552
四、高精度线切割加工	563
第四节 模具制造中特种工艺	570
一、铸造工艺	570
二、电铸工艺	573
三、表面装饰纹加工	577
第五节 模具抛光及装配	581
一、模具零件抛光	582
二、自动化抛光装置	585
三、模具装配要点	590
四、对模机	590
五、模具装配中的攻螺纹工作	592
第六节 模具制造中测量技术	597
一、模具零件一般测量方法	597
二、常用测量工具	598

三、特种测量工具	600
四、三坐标测量机	602
五、模具零件及制件测量实例	609
第五章 模具材料与热处理	612
第一节 模具工作部分材料应具有的性能	612
一、冷作模具钢应具有的性能	612
二、热作模具钢应具有的性能	613
第二节 常用模具钢种类和化学成分	614
一、常用冷作模具钢及其化学成分	614
二、常用热作模具钢及其化学成分	614
第三节 模具钢热处理	617
一、热处理方法	617
二、热处理规范	619
三、模具热处理质量分析	619
四、模具热处理实例	623
参考文献	624

第一章

冷冲模设计

第一节 冲裁模设计

冷冲压是在常温下利用压力机并依靠模具将材料分离或变形,使材料达到一定形状、尺寸与精度的加工方法。

冲裁是利用冲模使部分材料或工序件与另一部分材料、工序件或废料分离的一种冲压工序。为了更好地保证冲裁件的质量,达到更高的生产效率与经济效益,就要正确设计和制造模具。而冲裁件的外廓形状和尺寸的正确设计,对保证模具的正确设计、顺利制造等,也有着根本的影响。所以在冲裁件设计时,以及在根据冲裁件设计模具时,都应周密考虑冲裁件的工艺性。

一、冲裁件工艺性

冲裁件的工艺性是指冲裁件结构设计对冲压工艺的适应性。工艺性设计良好的零件,方有可能用最简单、最经济的方法制造出来,达到用料节省、工序较少、模具加工较易、模具寿命较长、冲压生产操作方便及产品质量稳定等要求。

(一) 冲裁件结构工艺性

冲裁件的形状力求简单、对称,达到合理排样、减少废料的要求。

冲裁件的外形应避免尖角。只有在采用少废料、无废料排样或镶拼模具结构时,可不要圆角。表 1-1 为冲裁件(软钢)转角处的最小圆角半径。

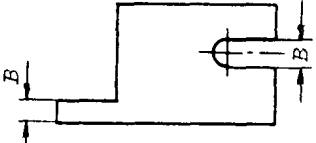
表 1-1 冲裁件(软钢)转角处最小圆角半径

工 序	线 段 夹 角	圆 角 半 径
落 料	$\geq 90^\circ$	$\geq 0.25 t$
	$< 90^\circ$	$\geq 0.5 t$
冲 孔	$\geq 90^\circ$	$\geq 0.3 t$
	$< 90^\circ$	$\geq 0.6 t$

注: t 为材料厚度,当 $t < 1\text{mm}$ 时,均以 $t = 1\text{mm}$ 计算。

冲裁件外形上凸出或凹入部分的宽度不宜过小,并应避免过长的悬臂及狭槽,见表 1-2。

表 1-2 冲裁件凸出或凹入部分的宽度

简 图	材 料	B
	黄铜、紫铜、铝、软钢	$\geq 1.5t$
	硬钢	$\geq 2t$

注: t 为材料厚度,当 $t < 1\text{mm}$ 时,均以 $t = 1\text{mm}$ 计算。

冲孔时,由于受到凸模强度的限制,孔的尺寸不宜过小,其数值与孔的形状、材料的力学性能、材料的厚度有关。冲孔的最小尺寸见表 1-3。

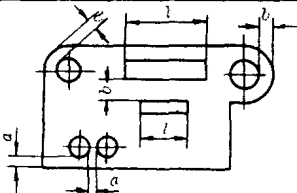
表 1-3 冲孔最小尺寸

材 料	自由凸模冲孔		精密导向凸模冲孔	
	圆 形	矩形短边	圆 形	矩形短边
黄铜、铜、软钢	$1.0t$	$0.7t$	$0.35t$	$0.3t$
铝	$0.8t$	$0.5t$	$0.3t$	$0.28t$
酚醛层压布(纸)板	$0.4t$	$0.35t$	$0.3t$	$0.25t$
硬钢	$1.3t$	$1.0t$	$0.5t$	$0.4t$

注: t 为材料厚度。

孔的边缘离外形的距离应受到一定的限制,其值见表 1-4。

表 1-4 冲裁件的最小孔边距

简 图	材 料	a		b	
		分 开 冲	同 时 冲	分 开 冲	同 时 冲
				$l/t \leq 10$	$l/t > 10$
	硬钢	$1.3 \sim 1.5t$		$2 \sim 2.3t$	$1.3t + 0.1l$
	黄铜、软钢	$0.9 \sim 1.0t$		$1.4 \sim 1.5t$	$0.5t + 0.1l$
	紫铜、铝	$0.75 \sim 0.8t$		$1.1 \sim 1.2t$	$0.2t + 0.1l$
	酚醛层压布(纸)板	$0.7 \sim 0.75t$		$0.9 \sim 1.0t$	$0.1l$

注: t 为材料厚度。 $1.3 \sim 1.5t$ 指 $1.3t \sim 1.5t$,下同。

在弯曲件或拉伸件上冲孔时,孔边与工件直壁之间的距离 a 不能小于图 1-1 所示要求。如距离过小,孔边进入工件底部的圆角部分,冲孔时凸模将受到水平方向推力。

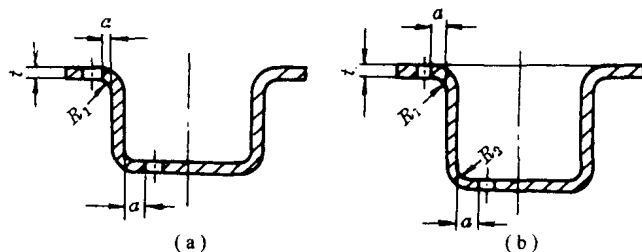


图 1-1 孔边距最小值

(a) 弯曲件, $a \geq R_1 + 0.5t$; (b) 拉伸件, $a \geq R_2 + 0.5t$

用条料少废料冲裁两端带圆弧的工件时,其圆弧半径 R 应大于 $B/2$, B 为条料宽度。否则,由于条料宽度有偏差会使工件产生凸肩,如图 1-2 所示。

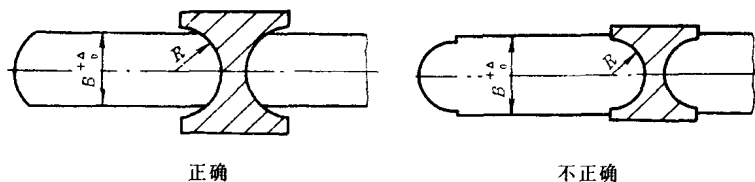


图 1-2 少废料冲裁两端带圆弧的工件

表 1-5 冲裁件尺寸公差等级

材料厚度 t (mm)	内孔、外形			孔中心距、孔边距		
	普通级	精密级	超精密级	普通级	精密级	超精密级
≤ 1	IT12	IT9	IT7	IT12	IT10	IT9
$> 1 \sim 4$	IT13	IT10	IT9	IT13	IT11	IT10
> 4	IT14	IT11	—	IT14	IT12	—

注: 1. 表中超精密级是指必须采用精密冲裁或通过增加整修工序等手段才能达到的公差等级。

2. 孔距公差采用 $\pm \frac{IT}{2}$ 。

3. 加热或非金属冲裁只适用普通级,并按表中精度相应降低一级。

(二) 冲裁件精度和毛刺

1. 精度 冲裁件的尺寸公差等级见表 1-5。

冲裁件线性尺寸的极限偏差数值见表 1-6。

表 1-6 线性尺寸的极限偏差数值(mm)

公差等级	尺寸分段							
	0.5~3	>3~6	>6~30	>30 ~120	>120 ~400	>400 ~1000	>1000 ~2000	>2000 ~4000
f(精密级)	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m(中等级)	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c(粗糙级)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v(最粗级)	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

冲裁件未注角度公差等级见表 1-7。

表 1-7 未注公差角度的极限偏差

公差等级	短边长度(mm)				
	~10	>10~50	>50~120	>120~400	>400
m 级	±1°	±30′	±20′	±10′	±5′
c 级	±1°30′	±1°	±30′	±15′	±10′
v 级	±3°	±2°	±1°	±30′	±20′

2. 毛刺 冲裁是通过凸、凹模的刃口像剪子似的作用,使材料剪裂而将工件从板料上分离的。在板料冲裁中,剪裂断面的毛刺是不可避免的。表 1-8 列出冲件允许的毛刺高度,正常的毛刺高度见表中 I 类,较高要求的冲件见 II 类,特高要求的冲件见 III 类。

二、冲裁模种类和结构

冲裁模按工序的性质分,有以下 9 类:

切断模 从坯料中沿敞开轮廓分离出成品或半成品的工件。

落料模 从坯料中沿封闭轮廓分离出成品或半成品的工件。

冲孔模 在工件上沿封闭轮廓分离出废料。

冲槽模 将工件外周上局部材料沿敞开轮廓分离出来。

切口模 将工件沿敞开轮廓局部切开,而不完全分离。

剖切模 将弯曲或空心的半成品分离成两个或两个以上的工件。

切边模 将空心件或立体实心件的外边切除。