

冷冲压模具设计与制造

余最康 陆子茹 编著

LENGCHONGYA MOJU
SHEJI YU ZHIZAO

江苏科学技术出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了冲裁模、压弯模、引伸模(拉延模)和其它成型模具的设计计算以及包括模具热处理在内的制造方法,并对冷冲压加工过程中常见的问题和疵病进行了具体分析,提出了改进或消除的意见。可供从事机械和电器零件加工的工程技术人员和模具的设计与制造人员阅读、参考。

冷冲压模具设计与制造

余最康 陆子茹 编著

出版:江苏科学技术出版社

发行:江苏省新华书店

印刷:镇江前进印刷厂

开本787×1092毫米 1/32 印张13.5 插页2 字数300,000

1983年10月第1版 1983年10月第1次印刷

印数1—12,600册

书号 15196·115 定价 1.50元

责任编辑 孙广能

前 言

具备了冲压机床和合理的模具，就能生产出符合质量要求的机器零件和仪表零件。这些零件不仅具有准确的尺寸和形状，而且制造工艺简单、效率高、成本低廉。所以，冲压加工在大量生产或中等批量的生产中，已经得到了愈来愈广泛的应用；在一些产品中，这一工艺的比重早已超过了金属切削加工。

模具的正确设计和制造，是获得满意的冲压工艺效果，从而生产出优质、富有竞争能力的产品的必要条件。笔者在工作中发现，一些工厂企业，特别是某些中、小工厂企业的模具设计和制造人员，由于缺乏必要的理论知识和实践经验，在模具的设计和制造方面还存在着一些问题，以致影响产品的精度、性能和加工效率。编写本书的目的，也就是为他们在从事模具设计与制造这一艺术性的、有创造力的工作中，提供一位能够解决实际问题的朋友，虽然它肯定不是万能的，但至少是有益的。

本书在编写过程中得到了史庭惠、黄葵同志的鼓励和同事们们的热情帮助，他们提供了不少资料和宝贵意见。全书经国营晨光机器厂谢传庆等同志审校，王瑾同志描绘了全部图件，她的细致和出色的工作使本书稿得以顺利完成。在此一并致谢。

由于编者水平有限，谬误必多，衷心地欢迎读者对本书提出补充、改进意见。

编者 1982年12月

目 录

第一章 材料及冷冲压一般要求	1
第一节 冷冲压零件的常用材料	1
一、机械性能	1
二、材料规格	5
第二节 冷冲压零件的尺寸要素	13
一、加强槽(窝)	14
二、减轻孔	16
三、弯边高度	19
四、下陷	22
第三节 冷冲压零件的一般尺寸公差	24
第二章 冲裁模	30
第一节 冲裁件的工艺性	30
一、冲裁件合理外形	30
二、最小冲孔及冲孔最小边距尺寸	33
三、冲裁件剪断面毛刺及光洁度	35
第二节 冲裁模设计	36
一、排样	36
二、有关力的计算	46
三、刃口形式设计	54
四、凸、凹模的间隙及制造公差	61
五、主要零组件的典型结构	76
第三节 冲裁模结构	103
一、落料模与冲孔模	103
二、复合模	106
三、连续模	112

第四节 冲裁常见疵病	121
一、毛刺	121
二、断面粗糙	124
三、挠曲	127
四、模具磨损及制件尺寸超差	129
五、凸模折断	131
第三章 压弯模	135
第一节 弯曲零件的工艺性	135
一、最小弯曲半径	135
二、孔与弯曲处的最小距离	139
三、最小弯边高度	139
四、工艺孔、槽及缺口	140
五、板纹及弯曲线与板纹的合理夹角	142
第二节 压弯模设计	144
一、弯曲件展开长度计算	144
二、回弹及补偿	147
三、弯曲力计算	158
四、凸、凹模工作部分尺寸的确定	160
第三节 压弯模的典型结构	166
一、弯曲件的工序安排	166
二、典型结构	170
第四节 压弯常见疵病	180
一、底部不平服	180
二、翘曲、扭曲及端面不平	182
三、弯曲部厚度变薄	187
四、表面擦伤及裂痕	189
五、弯曲精度问题	192
六、压弯模的磨损	198
第四章 引伸模	201
第一节 引伸件的工艺性	201
一、引伸件尺寸要求	201

二、引伸件外形要求	203
三、引伸件圆角半径	204
第二节 引伸模设计	206
一、引伸件展开尺寸及形状	206
二、引伸系数、引伸顺序及引伸次数	229
三、引伸压力的计算	276
四、引伸模工作部分尺寸及间隙	278
五、引伸过程的润滑及热处理	288
第三节 引伸模的典型结构	294
第四节 引伸常见疵病	299
一、起皱	299
二、裂纹和破裂	304
三、底破及底部其它疵病	307
四、侧壁双曲度凹陷及回弹	310
五、擦伤及高温粘结	311
六、“耳”的问题	313
七、不锈钢引伸困难的问题	315
八、模具磨损问题	317
第五章 其它成型模具	319
第一节 翻边模	319
一、孔翻边的工艺性	319
二、毛坯尺寸的计算	320
三、孔的翻边系数	321
四、凸、凹模形状	323
五、凸、凹模间隙	324
六、翻边力的计算	326
七、矩形(方形)孔的带底翻边	327
八、外缘翻边	331
九、壁部变薄的翻边	332
十、翻边模的典型结构	334
第二节 胀形模	338

第三节	缩口模	342
第四节	起伏成型模具	344
第五节	压印模和压花模	348
第六章	模具制造	351
第一节	模具主要零件的加工	351
一、概述		351
二、机械加工		358
三、电火花加工		361
四、数控线切割加工		375
第二节	冷压冲模零件材料的选用	381
第三节	模具钢的热处理	386
一、加热和保温		387
二、冷却		390
三、淬火过程		392
四、回火		394
五、合金模具钢的热处理特性		397
六、模具零件的表面处理		402
第四节	橡皮的计算与选用	403
第五节	弹簧的计算与选用	407
一、圆柱形螺旋弹簧		407
二、碟形弹簧		413
第七章	冲床选用	418
第一节	冲床选用	418
一、冲床的工作范围		418
二、模具和冲床的闭合高度及工作台面尺寸		421
第二节	推杆卸件的装置	424
附录		426
主要参考资料		426

第一章 材料及冷冲压一般要求

第一节 冷冲压零件的常用材料

一、机械性能

从自行车、缝纫机、洗衣机、电风扇、电冰箱、电视机等家庭用机械和电器到工业用机床、机器设备、运输车辆、军用武器以及宇航器材等等的各种金属的或非金属的零件，都按照它们各自的使用条件，对材料提出不同的性能要求。

当前机械加工的各行业正面临蓬勃发展的新时期，许多工厂、设计制造公司以及专业企业系统，为了发展生产，降低成本从而提高产品在市场上的竞争能力，正在特别注意产品品种的多样化和产品型号的更新换代。这样，充分地了解材料的机械性能，不仅在设计产品时，可以根据产品零件的作用和如上所述的性能要求而选择满足最佳设计和使用要求的材料，而且在加工产品时，也可能据此获得最经济的加工手段。这对于提高产品质量、提高劳动生产率和降低成本，是极有意义的。同时，冷冲压零件所用材料的机械性能，对于零件的冷冲压工艺是十分重要的，它和冷冲压模具的设计与制造以及冲压的全过程都有直接关系。因此，特别是对于从事模具的设计和制造的工作者来说，了解冷冲压零件材料的机械性能，尤为重要。

所谓材料的机械性能，是指材料在一定供货状态下的抗

剪强度、抗拉强度、延伸率以及屈服极限等表示材料机械特性的参数。

现将冷冲压零件常用材料的机械性能列表于下。

1. 碳钢及合金钢的各种板材的机械性能（表1-1）

表 1 - 1 冷冲压零件常用黑色金属板材的机械性能

材料名称	材料牌号	材料状态	抗剪强度 τ (公斤/毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	延伸率 δ_5 (%)	屈服点 σ_s (公斤/毫米 ²)
电工用纯铁 C<0.025	DT1、DT2、 DT3	退火	18	23	26	--
电工硅钢	D11、D12、 D21、D31、 D32、D41-44	退火	19	23	26	—
普通碳素钢	A0	未退火	(26~38)	32~47	18~22	19
	A1		(26~32)	32~40	28~33	—
	A2		(27~34)	34~42	26~31	22
	A3		(31~33)	44~47	21~25	24
	A4		(34~42)	49~52	19~23	26
	A5		(40~50)	58~62	15~19	28
优质碳素结构钢	08	正火	(26)	33	33	20
	10		(26)	34	31	21
	15		(27)	38	27	23
	20		(28)	42	25	25
	25		(32)	46	23	28
	30		(36)	50	21	30
	35		(40)	54	20	32
	45		(42)	58	19	34
	50		(44)	61	16	36
	55	正火	(55)	66	13	39
	60		(55)	69	12	41
	65		(60)	71	10	42
碳素工具钢	30Mn	正火	—	55	20	32
	45Mn		—	63	15	38
	65Mn		—	75	9	44
碳素工具钢	T7~T12 T7A~T12A	退火	(60)	75	10	—
合金结构	10Mn2	低温	(32~46)	43	25	25
	30Mn2		—	80	12	65
	40Mn2		—	100	10	80
	35SiMn		—	90	15	75
	20Cr		—	85	10	55
	30Cr		—	90	11	70
	40Cr		—	100	9	80
	20CrMn		—	95	10	75

构 钢	40CrMn	退	—	100	9	85
	30CrMnSi		—	110	10	90
	20CrV		—	85	12	60
	20CrMnTi	火	—	110	10	85
	42CrMo		—	110	12	95
	38CrMoAl		—	100	14	85
弹 簧 钢	65Mn	退火	(69)	75	9	44
	60Si ₂ Mn	低温退火	(72)	90	10	
	60Si ₂ MnA 65Si ₂ MnWA	冷作硬化	(64~96)	80~120	10	—

2. 不锈钢与耐酸钢板材的机械性能（表1-2）

表 1 - 2 冷冲压常用不锈钢与耐酸钢的机械性能

材 料 牌 号	材 料 状 态	抗剪强度 τ (公斤/毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸长率 δ_{10} (%)	屈 服 点 σ_s (公斤/毫米 ²)
1Cr13	软 态	(38)	60	20	42
2Cr13		(40)	66	16	45
1Cr18Ni9 2Cr18Ni9	软 态	(46)	55	45	20
	冷作硬化	(80)	(100~110)	(38)	(22)

3. 有色金属板材及带料的机械性能（表1-3）

表 1 - 3 冷冲压常用有色金属板材的机械性能

材 料 名 称	材料牌号	材料状态	抗剪强度 τ (公斤/毫米 ²)	抗拉强度 σ_b (公斤/毫米 ²)	伸长率 δ_{10} (%)	屈 服 点 σ_s (公斤/毫米 ²)
工 业 用 铝	L2、L3、	已 退 火	(8)	≤11	20	—
	L5、L6	冷作硬化	(10)	14	4	—
防 锈	LF21	已 退 火 半冷作硬化	(7~10) (10~14)	10~15 19	22 4	—
铝 合 金	LF2	已 退 火 半冷作硬化	(13~16) (16~20)	17~23 27	18 4	—
超 硬 铝 合 金	LC4	已 退 火	(17)	≤25	10	—
		淬 火 经 人工时效	(35)	50	4	42

(续)

硬 铝 合 金	LY12	已 退 火 经 火	(10.5~15)	≤24	12	—
		淬 火 然 时 效	(28~31)	43.5	10	34
		自 然 火 后 化	(28~32)	46.5	8	35
紫 铜	T2、T3、 T4	软	(16)	20	30	—
		硬	(24)	30	3	—
黄 铜	H62	软	(26)	30	40	—
		半 硬	(30)	35	20	—
		硬	(37)	42	10	—

4. 非金属材料抗剪强度 (表1-4)

表 1-4 冷冲压常用非金属材料的抗剪强度

材 料 名 称	抗 剪 强 度 τ (公斤/毫米 ²)	
	用尖刃凸模冲裁	用平刃凸模冲裁
纸胶板	10~13	14~20
布胶板	9~10	12~18
玻璃布胶板	12~14	16~19
金属箔的玻璃布胶板	13~15	16~22
金属箔的纸胶板	11~13	14~20
玻璃纤维丝胶板	10~11	14~16
石棉纤维塑料	8~ 9	12~18
有机玻璃	7~ 8	9~10
聚氯乙烯塑料、透明橡胶	6~ 8	10~13
赛璐珞	4~ 6	8~10
人造橡胶、硬橡胶	4~ 7	2~ 8
人造云母	12~15	14~18
绝缘纸板	4~ 7	6~10
红 纸 板		14~20
绝 缘 板	15~16	18~24

5. 钢在加热状态下的抗剪强度（表1-5）

表 1 - 5 钢在加热状态下的抗剪强度

材 料 牌 号	加热到以下温度（℃）时的抗剪强度 τ （公斤/毫米 ² ）					
	20	500	600	700	800	900
A1、A2、10 15	36	32	20	11	6	3
A3、A4、20、25	45	45	24	13	9	6
A5、30、35	53	52	33	16	9	7
A6、40、45、50	60	58	38	19	9	7

- 注：1. 用厚板料冲裁毛料，因冲床力量不足而需将材料加热时，采用表列数据；
2. 在计算所需冲裁力时，应以材料在冲压时的温度为准；
3. 钢在冲压时温度最好在700~900℃，不低于700℃；
4. 在100~400℃时，易钢的蓝脆范围，由于脆性增加很大，故在此温度范围内不作任何加工。

二、材料规格

按照关于材料规格及厚度允许偏差的标准，将有关数据列于下表中，供设计和制造模具时选用。

1. 轧制薄钢板的厚度、宽度、长度尺寸以及厚度的允许偏差（表1-6）

2. 热轧厚钢板的厚度、宽度、最大长度以及厚度的允许偏差（表1-7）

表 1-6 轧制薄板钢的厚度、宽度、长度尺寸及厚度允许偏差(GB708-65) (毫米)

厚度	厚度允许偏差			宽度												
	较高精度		普通精度	度												
	普通和优质钢板															
	冷轧和热轧			长												
厚度	全部宽度			宽度<1000			宽度≥1000			度						
	0.2~0.40	±0.04	±0.06	±0.06	±0.06	±0.06	—	1200	—	1000	—	—	—	—		
	0.45~0.50	±0.05	±0.07	±0.07	±0.07	±0.07	1000	1500	1000	1500	1500	1500	1500	1500		
	0.55~0.60	±0.06	±0.08	±0.08	±0.08	±0.08	1500	1800	1420	1800	1800	1700	1800	1500		
	0.70~0.70	±0.07	±0.09	±0.09	±0.09	±0.09	—	2000	1800	2000	2000	1800	2000	1900		
	0.80~0.90	±0.08	±0.10	±0.10	±0.10	±0.10	—	—	2000	—	—	2000	2000	2000		
	1.0~1.1	±0.09	±0.12	±0.12	±0.12	±0.12	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1.2~1.25	±0.11	±0.13	±0.13	±0.13	±0.13	1000	1200	1000	1500	1500	1500	1500	1500		
	1.4	±0.12	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	1500	1420	1420	1500	1800	1700	1500	1500		
	1.5	±0.12	±0.15	±0.15	±0.15	±0.15	2000	1800	1800	1800	2000	1800	2000	1900		
1.6~1.8	±0.14	±0.16	±0.16	±0.16	±0.16	—	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000		
2.0	±0.15	±0.15	+0.15	+0.15	+0.15	—	600	1000	1000	1500	1500	1500	1500	1500		
2.2	±0.16	±0.16	+0.15	+0.15	+0.15	±0.18	500	1200	1420	1500	1500	1700	1500	1500		
2.5	±0.17	±0.17	+0.16	+0.16	+0.16	±0.19	1000	1500	1800	1800	1800	1800	1800	1800		
			-0.20	-0.20	-0.20	±0.20	1500	1800	2000	2000	2000	2000	2000	2000		
2.8~3.0	±0.18	±0.18	+0.17	+0.17	+0.17	±0.22	—	—	—	—	—	—	—	—		
3.2~3.5	±0.20	±0.20	-0.22	-0.22	-0.22	±0.25	600	1200	1420	1500	1500	1700	1500	1500		
3.8~4.0	±0.22	±0.22	+0.20	+0.20	+0.20	±0.30	1000	1800	1800	1800	1800	1800	1800	1800		
			-0.30	-0.30	-0.30		2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—	—	—	—		
							—	—	—	—	—					

3. 电工用硅钢薄板的厚度、宽度、长度尺寸及厚度的允许偏差（表1-8）

表 1-8 电工用硅钢薄板的厚度、宽度、长度尺寸及厚度的允许偏差（YB73-70）（毫米）

钢 号	厚度	厚 度 偏 差						宽 度	长 度	
		热 轧 钢 板		冷 轧 钢 板						
				宽 度 ≤ 600		宽 度 > 600				
		普 通	较 高	普 通	较 高	普 通	较 高			
D11、D12	1.0	± 0.1						750	1500	
								860	1720	
								1000	2000	
D11、D12、 D13、D21、 D22、D23、 D31、D32、	0.5	± 0.05	± 0.04	± 0.03	+ 0.02 - 0.03	± 0.04	± 0.03	600	1200	
								670	1340	
								750	1500	
								860	1720	
								1000	2000	
D11、D32、 D41、D43、 D44、	0.5	± 0.05	± 0.04	± 0.03	+ 0.02 - 0.03	± 0.04	± 0.03	600	1500	
								750		
								860	1720	
									1000	2000
									600	
750									1500	
860									1720	
DG41、DR41、 DR42、DH41、 DH42	0.35	± 0.04	± 0.03	± 0.02	+ 0.01 - 0.02	± 0.03	± 0.02	1000	2000	
								750	1500	
								700	720	
		0.20	± 0.02		± 0.02		± 0.02		1400	
									0.10	± 0.02
D1100、D1200、 D1300、D3100、 D3200、D310、 D320、D330、 D340	0.5	± 0.05	± 0.04	± 0.03	+ 0.02 - 0.03	± 0.04	± 0.03	600	1200	
								1500		
								670	1340	
								750	1500	
								860	1720	
D310、D320 D330、D340	0.35	± 0.04	± 0.03	± 0.02	+ 0.01 - 0.02	± 0.03	± 0.02	1000	2000	
								240		
								600	1500	
								750		
								1000	2000	

4.冷轧不锈钢带的厚度及其允许偏差（表1-9）

表 1 - 9 冷轧不锈钢带的厚度及其允许偏差（YB532-65）
（毫米）

厚 度	厚 度 允 许 偏 差			
	冷 作 硬 化 钢 带		软 钢 带	
	钢 带 宽 度			
	≤400	≤400	≤400	>400
0.05	-0.05	—	-0.02	—
0.10	-0.02	-0.03	-0.03	-0.05
0.12、0.15	-0.03	-0.04	-0.04	-0.05
0.20、0.25		-0.05	-0.05	-0.07
0.30、0.35、0.40、0.45	-0.04	-0.06	-0.06	-0.08
0.50、0.55、0.60、0.65	-0.05	-0.07	-0.07	-0.09
0.70、0.75、0.80、0.90	-0.06	-0.09	-0.09	-0.11
1.00、1.10、1.20	-0.08	-0.12	-0.10	-0.14
1.30、1.50	-0.10	-0.14	-0.12	-0.16
1.65、1.80	-0.13	-0.16	-0.15	-0.18
2.00、2.20	-0.16	-0.18	-0.18	-0.20
2.50	-0.18	-0.20	-0.20	-0.22

5.冷轧黄铜板料的厚度及其允许偏差（表1-10）

表 1-10 冷轧黄铜板料的厚度及其允许偏差（YB460-71）
(毫米)

厚 度	宽		度		
	200~500	>500~600	>600~700	>700~800	>800
	允 许 偏 差				
0.20~0.30	-0.06				
0.35	-0.07				
0.40					
0.45		-0.07			
0.50			-0.09		
0.60	-0.08	-0.08			
0.70			-0.10		
0.80		-0.09			
0.90	-0.09	-0.10		-0.12	
1.00	-0.10	-0.11	-0.12	-0.14	
1.10		-0.12	-0.12		-0.18
1.20			-0.14	-0.16	
1.35		-0.14	-0.16	-0.18	-0.21
1.50					
1.65	-0.12	-0.15	-0.16	-0.18	-0.21
1.80					
2.00			-0.18	-0.20	
2.25				-0.22	-0.24
2.50	-0.14	-0.16			
2.75			-0.21	-0.24	
3.00					
3.50	-0.16	-0.20	-0.24	-0.27	-0.30
4.00	-0.18				
4.50	-0.20	-0.22	-0.27	-0.30	-0.35
5.00			-0.30	-0.35	-0.37