

王新华 编著

冲模 设计与 制造 实用计算 手册



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



冲模设计与制造实用 计算手册

王新华 编著



机械工业出版社

本手册将冲模设计与制造过程中的各种计算内容集中在一起,其中包括冲压工艺计算、冲模结构尺寸计算、强度计算、加工计算和测量计算等。手册中的经验公式和经验数据,均来自工厂,并经过长期的生产考验。手册还附有常用的数学公式和数表,以便于现场查阅使用。

本手册适合从事冲模设计与制造的技术人员、检验人员和工人使用,亦可供有关专业人员和大、中专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲模设计与制造实用计算手册/王新华编著. —北京:
机械工业出版社, 2003.3

ISBN 7-111-11246-6

I. 冲… II. 王… III. ①冲模—工艺—计算—手册
②冲模—结构计算—手册 IV. TG385.2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 108922 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:刘彩英 版式设计:张世琴 责任校对:唐海燕

封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

890mm×1240mm A5·11 印张·324 千字

0 001—4 000 册

定价:28.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

在设计和制造冲模的过程中，从毛坯尺寸和冲压工序的确定，到冲模结构尺寸的确定；从冲模的强度核算，到零件的加工和测量，有大量的计算工作。

然而，在冲模设计和制造过程中，有些计算问题，目前还没有一个公认的、统一的计算方法和计算数据。譬如：弯曲件毛坯长度的计算，往往还依靠经验公式和经验数据就是一个例子；而且各种文献的计算方法和数据，又不尽相同。因此，常常为了计算一个问题，需要查阅几本书，有时几本书提供的计算方法和数据不一致。所以，从事冲模设计与制造的专业人员，尤其是现场工作的工人和技术人员，都希望有一本计算方法和数据比较公认的实用计算手册，来提高计算工作的质量和效率。

基于上述情况，笔者在第一汽车制造厂工作期间，曾对生产中经常遇到的计算问题，以第一汽车制造厂在生产中采用的、经长期生产考验过的计算方法和计算数据为基础，参考国内、外有关资料，编印成册，以内部资料的形式，印发给厂内从事本专业工作的工人和技术人员使用。此举得到了广大工人和技术人员的热烈欢迎，他们感到非常实用和方便，并建议做适当修改补充后公开出版。

公开出版的愿望，直到笔者退休后的今天，才能抽出时间来做，并得到了机械工业出版社的大力支持。遗憾的是，当年提出宝贵意见的朋友，大多已年迈退休；本手册只能作为老一代同行共同的心愿和总结，献给年轻一代的同行。

限于水平和时间的关系，手册中难免存在缺点和错误，恳请广大读者批评指正。

编者

2002年6月

目 录

第 1 章 冲压工艺计算	1
1.1 原材料消耗计算	1
1.2 冲裁力计算	2
1.3 卸料力、推件力和顶件力计算	2
1.4 精冲工艺力能计算	3
1.5 弯曲件毛坯长度计算	4
1.6 弯曲力计算	14
1.7 弯曲件回弹计算	15
1.8 圆筒形拉深件毛坯直径计算	21
1.9 圆筒形拉深件拉深次数及工序尺寸计算	22
1.10 带法兰圆筒形拉深件的毛坯直径计算	27
1.11 带法兰圆筒形件拉深工序计算	28
1.12 复杂旋转体拉深件毛坯尺寸计算	37
1.13 矩(方)形拉深件毛坯(展开)计算	53
1.14 矩(方)形拉深件拉深次数及工序尺寸计算	60
1.15 带料连续拉深工艺计算	71
1.16 变薄拉深工艺计算	81
1.17 拉深力、压料力和拉深功的计算	84
1.18 起伏成形工艺计算	92
1.19 翻孔工艺计算	93
1.20 翻边工艺计算	96
1.21 胀形工艺计算	98
1.22 缩口工艺计算	100
1.23 校平(整形)力计算	103
1.24 压印力计算	103
1.25 精压力计算	104

1.26	冷挤压毛坯尺寸计算	104
1.27	冷挤压变形程度计算	107
1.28	冷挤压压力的计算	110
1.29	墩粗变形力的计算	119
1.30	温热挤压变形力计算	121
第2章	冲模结构尺寸计算	124
2.1	冲模闭合高度的计算	124
2.2	冲模压力中心的求法	125
2.3	冲裁模刃口尺寸计算	128
2.4	弯曲模工作部分尺寸计算	130
2.5	拉深模工作部分尺寸计算	131
2.6	冷挤压模工作部分尺寸计算	132
2.7	斜楔滑块的计算	133
2.8	废料刀的最佳夹角计算	138
2.9	精冲模预应力套计算	139
2.10	冷挤压组合凹模的计算	140
2.11	压料装置的尺寸计算	142
2.12	打杆的长度计算	144
2.13	托杆的长度计算	144
2.14	精冲模平衡杆的高度计算	145
2.15	卸料弹簧窝座的深度计算	146
2.16	卸料板螺钉沉孔深度计算	147
2.17	圆柱形螺旋压缩弹簧计算	147
2.18	碟形弹簧的计算	153
2.19	橡胶的计算	156
第3章	强度计算	159
3.1	凸模强度计算	159
3.2	凹模强度计算	161
3.3	下模板的强度计算	162
3.4	模板承压计算	164
3.5	传力杆(顶杆)许用载荷计算	165

3.6	销钉强度计算	166
3.7	螺钉的许用载荷计算	167
3.8	冲模材料的许用应力	168
第4章	加工计算	170
4.1	零件重量计算	170
4.2	车凸模的尺寸计算	170
4.3	车导正销的尺寸计算	170
4.4	车轧辊的尺寸计算	171
4.5	车圆形镶块的加工余量计算	171
4.6	冷绕弹簧时芯轴直径计算	173
4.7	车锥体的加工计算	174
4.8	在窝座斜边上镗工艺孔的坐标计算	176
4.9	在斜面上镗孔的坐标计算	177
4.10	快换凸模固定板的工艺孔坐标计算	178
4.11	圆弧连接的坐标计算	179
4.12	气缸垫的坐标计算	180
4.13	攻螺纹前钻底孔直径的确定	182
4.14	圆切线的角度计算	184
4.15	用正弦夹具磨角度时的计算	185
4.16	修整角度砂轮的计算	186
4.17	修整圆弧砂轮的计算	187
4.18	压筋凸模和凹模磨削角度的计算	188
4.19	成型磨削的计算	191
4.20	在龙门刨床上加工斜面的计算	196
4.21	球面的加工计算	198
第5章	测量计算	203
5.1	用钢球测量孔径的计算	203
5.2	用钢球测量锥孔的计算	204
5.3	圆弧的测量计算	206
5.4	用量棒测量角度的计算	215
5.5	用量棒测量斜面尺寸的计算	219

5.6 V形槽测量计算	220
5.7 燕尾测量计算	222
5.8 螺纹测量计算	224
5.9 齿条齿厚的测量计算	228
5.10 齿轮的测量计算	228
5.11 链轮的测量计算	236
附录 计算常用公式和数表	239
F1 常用数学计算公式	239
F2 常见图形的体积及表面积计算表	241
F3 常用材料密度表	242
F4 冲压常用材料的力学性能	243
F5 圆周等分弦之长度计算表	249
F6 π 之常用函数表	249
F7 乘方、方根、倒数、圆周长及圆面积表	250
F8 三角函数表	253
参考文献	343

第 1 章 冲压工艺计算

1.1 原材料消耗计算

(1) 单件材料消耗

$$g = \frac{LBt\gamma}{n \times 10^6}$$

式中 g ——单个零件的材料消耗(kg);

L ——条(板)料长度(mm);

B ——条(板)料宽度(mm);

γ ——原材料密度, 对于钢材 $\gamma = 7.85\text{g/cm}^3$;

t ——条(板)料的厚度(mm);

n ——条(板)料上可冲零件数。

(2) 材料利用率

单个零件的材料利用率 $K_1 = \frac{n_1 F}{Bh} \times 100\%$

条料的材料利用率 $K_2 = \frac{n_2 F}{LB} \times 100\%$

板料的材料利用率 $K_3 = \frac{n_3 F}{L_0 B_0} \times 100\%$

式中 F ——冲裁件面积(mm^2);

B ——条料宽度(mm);

h ——送料进距(mm);

n_1 ——一个进距内冲件数;

n_2 ——一条条料上冲件总数;

n_3 ——一张钢板上冲件总数;

L ——条料长度(mm);

L_0 ——板料长度(mm);

B_0 ——板料宽度(mm)。

1.2 冲裁力计算

(1) 平刃口冲裁时

$$P = Lt\tau$$

式中 P ——冲裁力(N);

L ——冲裁刃口周长(mm);

t ——材料厚度(mm);

τ ——材料抗剪强度(MPa)。

在生产使用中,考虑到刃口变钝、间隙不匀和材料性能波动等因素,通常按下式计算冲裁力:

$$P = 1.3 Lt\tau \approx Lt\sigma_b$$

式中 σ_b ——材料抗拉强度(MPa)。

(2) 斜刃口冲裁时

$$P_s = KP$$

式中 P_s ——斜刃冲裁力(N);

P ——平刃冲裁力(N);

K ——减力系数,见表 1-1。

表 1-1 斜刃冲裁减力系数 K 值

材料厚度/mm	斜刃高度/mm	斜角/(°)	减力系数 K
<3	$2t$	<5	0.3~0.4
3~10	$t \sim 2t$	5~8	0.6~0.65

1.3 卸料力、推件力和顶件力计算

卸料力 $P_x = K_x P$

推件力 $P_t = n \cdot K_t \cdot P$

顶件力 $P_d = K_d P$

式中 P_x 、 P_t 、 P_d ——分别是卸料力、推件力和顶件力(N);

K_x 、 K_t 、 K_d ——分别是卸料力系数、推件力系数和顶件力系数,其值见表 1-2;

P ——冲裁力(N);

n ——同时梗塞在凹模内的工件数; $n = \frac{h}{t}$, h 为凹模直壁刃口高度(mm), t 为料厚(mm)。

表 1-2 系数 K_x 、 K_t 、 K_d 的数值

材料及厚度(mm)		K_x	K_t	K_d
钢	≤ 0.1	0.065 ~ 0.075	0.1	0.14
	$> 0.1 \sim 0.5$	0.045 ~ 0.055	0.065	0.08
	$> 0.5 \sim 2.5$	0.04 ~ 0.05	0.055	0.06
	$> 2.5 \sim 6.5$	0.03 ~ 0.04	0.045	0.05
	> 6.5	0.02 ~ 0.03	0.025	0.03
铝、铝合金		0.025 ~ 0.08	0.03 ~ 0.07	
纯铜、黄铜		0.02 ~ 0.06	0.03 ~ 0.09	

注: K_x 在冲多孔、大搭边和轮廓复杂时取上限值。

1.4 精冲工艺力能计算

对于强力压边精冲, 常用的力能实用计算公式是:

$$\text{冲裁力} \quad P_1 = 0.9\sigma_b L t$$

$$\text{压料力} \quad P_2 = 4\sigma_b L_0 h_0$$

$$\text{反压力} \quad P_3 = 0.2 P_1$$

$$\text{卸料力} \quad P_4 = (0.1 \sim 0.15) P_1$$

$$\text{总压力} \quad P_t = P_1 + P'_2 + P_3 = P_1 + 0.5 P_2 + P_3$$

$$\text{总功} \quad A_t = (K P_1 + P'_2 + P_3) t = (0.7 P_1 + 0.5 P_2 + P_3) t$$

式中 P_1 ——冲裁力(N);

P_2 ——压料力(N);

P_3 ——反压力(N);

P_4 ——卸料力(N);

P_t ——压力机所需的总压力(N);

P'_2 ——保压压料力, $P'_2 \approx (0.3 \sim 0.5) P_2$, (N);

A_t ——精冲工艺所耗的总功(N·mm);

σ_b ——材料抗拉强度(MPa);

L ——冲裁轮廓周长(mm);

t ——材料厚度(mm);

L_0 ——齿圈周长(mm);

h_0 ——齿圈高度(mm),当采用双齿圈时,取较高的一个齿圈高度;

K ——系数 $K = 0.6 \sim 0.7$ 。

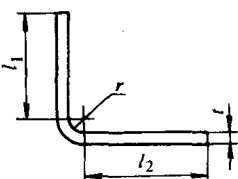
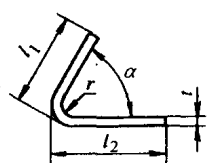
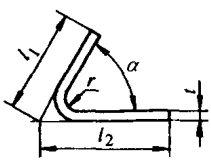
1.5 弯曲件毛坯长度计算

1.5.1 板料弯曲件的展开长度

(1) 一般弯曲件

一般的板料弯曲件,计算毛坯(展开)长度的公式见表 1-3。表 1-4 列出了中性层位移系数 x 值。表 1-5 列出了 V 形弯曲 90° 时圆角部分中性层弧长 l 值。表 1-6 列出了弯曲角 90° 时补偿值 K 的数值。

表 1-3 计算弯曲件毛坯(展开)长度的公式

弯曲形式	简 图	计 算 公 式
单 角 弯 曲		$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi}{2}(r + xt)$
		$L = l_1 + l_2 + \frac{x(180^\circ - \alpha)}{180^\circ}(r + x \cdot t) - 2(r + t)$
		$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi(180^\circ - \alpha)}{180^\circ}(r + x \cdot t) - 2\cot \frac{\alpha}{2}(r + t)$

(续)

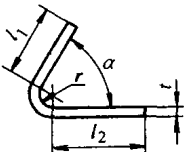
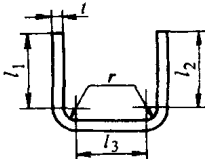
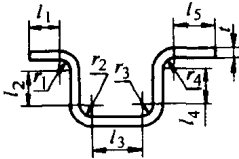
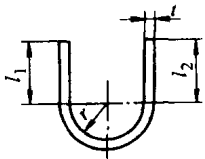
弯曲形式	简 图	计 算 公 式
单角弯曲		$L = l_1 + l_2 + \frac{\pi(180^\circ - \alpha)}{180^\circ}(r + x \cdot t)$
双直角弯曲		$L = l_1 + l_2 + l_3 + \pi(r + x \cdot t)$
四直角弯曲		$L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5 + \frac{\pi}{2}(r_1 + r_2 + r_3 + r_4) + \frac{\pi}{2}(x_1 + x_2 + x_3 + x_4) \cdot t$
半圆弯曲		$L = l_1 + l_2 + \pi(r + x \cdot t)$

表 1-4 中性层位移系数 x 值

r/t	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
x	0.18	0.22	0.24	0.25	0.26	0.28	0.29	0.30	0.32	0.33
r/t	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0	≥ 5.0
x	0.34	0.35	0.36	0.37	0.39	0.40	0.43	0.46	0.48	0.50

注：表中数值适用于低碳钢 90°角 V 形校正弯曲。

表 1-5 V 形弯曲时圆角部

[illegible]

分中性层弧长 l

(单位: mm)

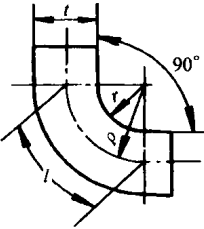
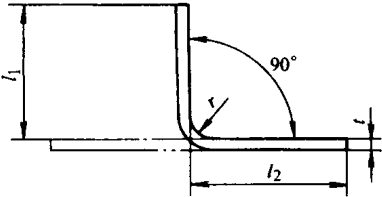
8	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	63	80	100
													
13.19													
13.27													
13.35	16.49												
13.51	16.65												
13.74	16.89	20.03	24.74										
13.92	17.08	20.22	24.94										
14.07	17.28	20.48	25.13	32.99									
14.40	17.59	20.80	25.53	33.38	41.23								
14.64	17.92	21.11	25.92	33.77	41.63								
14.82	18.18	21.49	26.23	34.16	42.02	49.87							
15.08	18.41	21.74	26.55	34.56	42.41	50.27	58.12	65.97					
15.27	18.64	21.95	26.86	34.87	42.80	50.66	58.51	66.37	74.22				
15.47	18.85	22.18	27.17	35.19	43.20	51.05	58.97	66.76	74.61	82.47			
15.63	19.03	22.43	27.40	35.58	43.51	51.44	59.30	67.15	75.01	82.86			
15.80	19.29	22.62	27.61	35.85	43.83	51.84	59.69	67.54	75.40	83.25			
16.11	19.60	23.00	28.07	36.36	44.55	52.40	60.48	68.33	76.18	84.04	104.46		
16.34	19.92	23.37	28.48	36.82	45.4	53.15	61.14	69.12	76.97	84.82	105.24	131.95	
16.55	20.18	23.70	28.86	37.24	45.63	53.63	61.76	69.74	77.75	85.61	106.03	132.73	
16.88	20.42	24.03	29.23	37.70	46.02	54.35	62.36	70.69	78.38	86.39	106.81	133.52	164.93

表 1-6 弯曲角 90°时补偿

[illegible]

值 K 的数值

(单位: mm)

8	10	12	15	20	25	30	35	40	45	50	63	80	100
		 $L = l_1 + l_2 + k$											
-2.81													
-2.73													
-2.65 - 3.51													
-2.49 - 3.35													
-2.26 - 3.11 - 3.97 - 5.26													
-2.08 - 2.92 - 3.78 - 5.06													
-1.93 - 2.72 - 3.58 - 4.87 - 7.01													
-1.61 - 2.41 - 3.20 - 4.47 - 6.62 - 8.77													
-1.36 - 2.08 - 2.89 - 4.08 - 6.23 - 8.37 - 10.51 - 12.66													
-1.18 - 1.82 - 2.51 - 3.77 - 5.84 - 7.98 - 10.13 - 12.27													
-0.92 - 1.59 - 2.26 - 3.45 - 5.44 - 7.59 - 9.73 - 11.88 - 14.03													
-0.73 - 1.36 - 2.04 - 3.14 - 5.13 - 7.20 - 9.34 - 11.49 - 13.63 - 15.88													
-0.53 - 1.15 - 1.82 - 2.83 - 4.81 - 6.08 - 8.95 - 11.09 - 13.24 - 15.39 - 17.53													
-0.37 - 0.96 - 1.59 - 2.60 - 4.42 - 6.49 - 8.60 - 10.70 - 12.85 - 14.99 - 17.14													
-0.20 - 0.73 - 1.38 - 2.39 - 4.11 - 6.17 - 8.16 - 10.31 - 12.46 - 14.60 - 16.75													
+0.11 - 0.41 - 0.99 - 1.93 - 3.64 - 5.45 - 7.59 - 9.52 - 11.67 - 13.82 - 15.96 - 21.54													
+0.34 - 0.08 - 0.63 - 1.52 - 3.18 - 4.89 - 6.97 - 8.86 - 10.88 - 13.03 - 15.18 - 20.76 - 28.05													
+0.55 + 0.19 - 0.30 - 1.14 - 2.73 - 4.44 - 6.37 - 8.24 - 10.26 - 12.25 - 14.39 - 19.97 - 27.27													
+0.89 + 0.42 + 0.03 - 0.77 - 2.30 - 3.98 - 5.65 - 7.64 - 9.31 - 11.62 - 13.61 - 19.19 - 26.48 - 35.07													