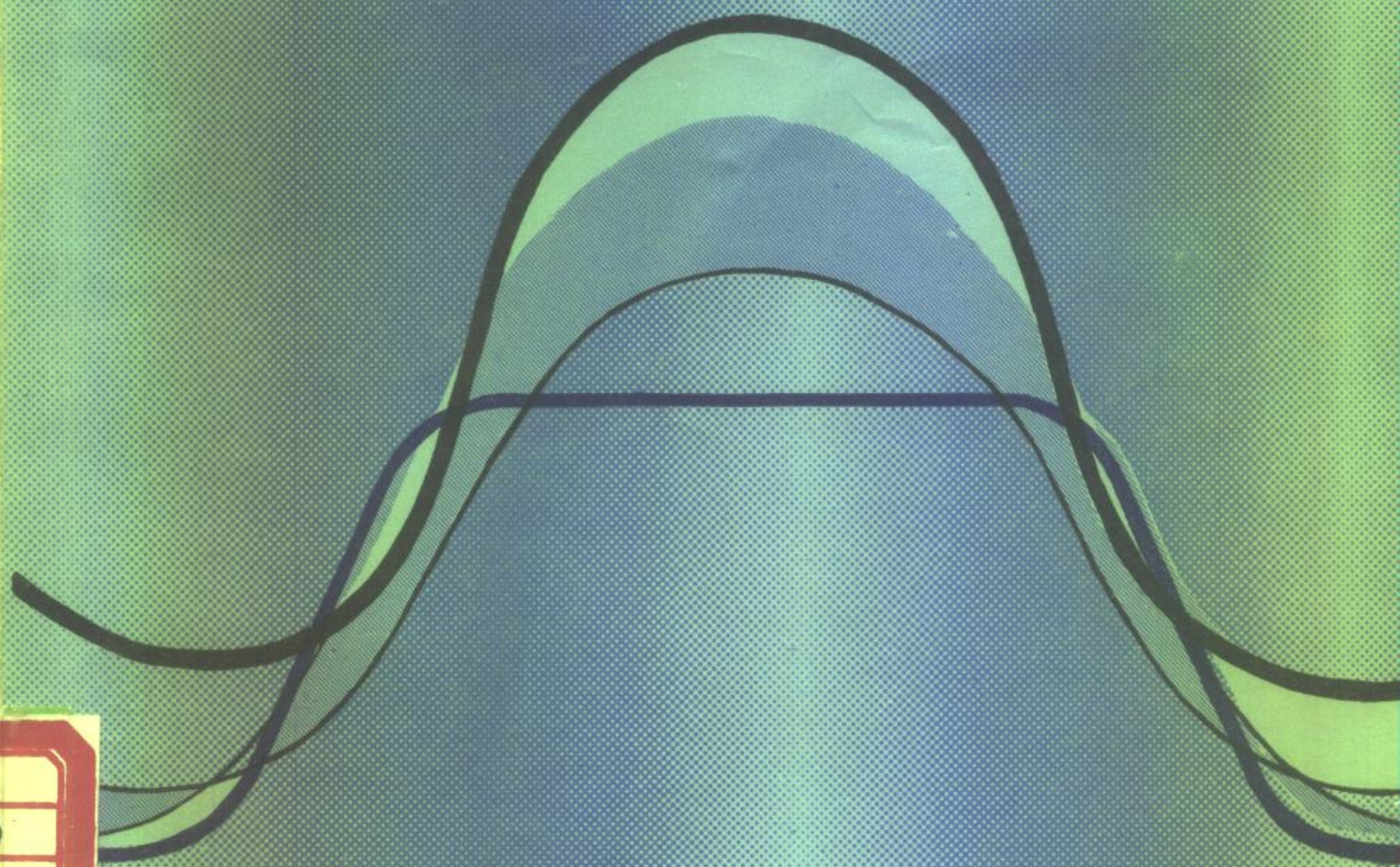


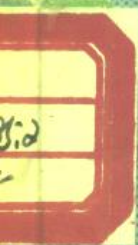
冲压模具结构与设计图解

冲压模具 结构与设计图解

〔日〕太田哲 著



国防工业出版社



国防工业出版社

冲压模具结构与图解

〔日〕太田 哲 著

张玉良 孙士珍 高乃昌 译
刘晓祯 周琴芳
张荫朗 周开华 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书系根据1977年1月出版的〔日〕太田哲所著《図解プレス型構造とその設計》一书译出。

主要内容包括：各种冲压模具的结构及设计要求，如：冲裁、修边、拉深、弯曲、成形、斜楔等。此外，还对定位、输送（成品、废料）、安全等进行了介绍。其特点是以图解为主，文字为辅，把设计、制造冷冲模的要点作了简明扼要的介绍。对从事冲压模具设计、制造的技术人员和工人有参考价值。

図解プレス型構造とその設計

太田 哲

日刊工業新聞社昭和52年（1977）1月25日

※

冲压模具结构与设计图解

〔日〕太田 哲 著

张 玉 良 等 译

张 荫 朗 等 校

*

国防工业出版社 出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张15¹/₂ 353千字

1980年5月第一版 1980年5月第一次印刷 印数：00,001—23,000册

统一书号：15034·1886 定价：1.60元

6101/09/29

原 序

金属模具是冲压加工必不可少的工装。有充分理由可以说，金属模具设计的好坏对产品的质量、效率的提高，以及操作的安全有着决定性影响。

现在的模具设计虽然可以根据制件图来编制合适的工序，从而绘制模具草图，可是大多数还需要最终试模验证和修改的阶段，才能最后完成合格品。

正是由于必须依靠试验和经验这一原因，而阻碍了模具成本的降低；生产周期长；并且带来模具质量低的结果。

由于模具的制造依靠过去的小生产者，靠少数熟练者的经验，所以就整个企业界来说，对金属模具的重要性认识还很不足；同时，对金属模具的资料采取保密主义，资料很少公开，所以有关金属模具结构设计的文献汇编和参考书就很少。因此，要想在短时间内系统地掌握金属模具结构的设计是非常困难的，即使是有经验的人，也是难以毫无失败地完成多种多样的模具设计工作的。

适巧，前年秋天，日刊工业新闻社发行的《冲压技术》上刊载了冲压加工资料专集，有人建议把它汇集成册出版，并希望整理有关金属模具的经验，尽可能地使它成为一本供从事冲压加工、金属模具设计及制造人员在设计模具结构及绘图时的参考书。

考虑到便于读者能够在短时间内理解其要点，因而本书内容以图解为主，解释为辅，仅对设计观点作简单的文字说明。尤其对于金属模具的安全问题，今后应作为绝对必须要考虑的重要项目，所以，本书最后部分还特别强调了必须注意的安全要点。

今后，如能得到专业内的前辈阅读，指出不足之处而惠予进一步学习的机会，则实为欣慰。

富士铁工所的矢野顺路先生对本书提出了宝贵意见，书内还引用了各位先辈的论文、资料作为参考，在此一并致谢。

最后，对日刊工业新闻出版社，以及《冲压技术》编辑部各位先生，尤其是规划负责人的恰当建议，深表谢意。

大田 哲

1977年1月

译者的话

为落实华主席“抓纲治国”的伟大战略决策，为我国早日实现四个现代化，我们在北京市技术交流站的领导和组织下，翻译了本书，以适应当前模具行业大干快上形势的需要，弥补冲压模具参考资料较为缺乏的现状。

本书从实用观点出发，以图解和简要文字的形式，系统地、全面地介绍了各种冲压模具的结构及设计方法，特别是对拉深模、斜楔模作了较为详细的说明，对安全问题作了特别的强调。这些方面不仅在国内缺乏参考资料，而且在国外资料中也极少报导。因此，我们认为，该书对我国今后冲压加工的发展，将具有一定的参考价值和实用价值。

本书内所有视图均按原文采用第三象限投影法，与我国机械制图的国际图示方法不同，请读者注意。

本书在译校过程中，得到桂林电器科研所模具室、上海静安区技术交流站、清华大学机械系锻压教研室等有关同志的热情帮助，在此表示感谢。

由于我们水平有限、经验不足，难免有缺点和错误，希望广大读者给予批评指正。

目 录

1. 模具设计计划	1
1.1 模具设计程序	1
1.2 工艺方案	1
1.3 模具设计任务书	2
1.4 绘制构思图前须确定的事项	2
1.5 构思图	3
2. 冲裁	5
2.1 冲裁力	5
2.2 剪切刃的侧压力	6
2.3 退料力的近似公式	6
2.4 间隙	6
2.5 间隙及剪切面的形状	7
2.6 倾斜面的冲裁	7
2.7 冲裁力中心的求法	8
2.8 搭边	11
2.9 冲裁加工界限	12
2.10 冲裁方法	14
3. 冲裁(外形冲裁)模	15
3.1 设计冲裁模时应注意的事项	15
3.2 中小件冲裁模具的结构	17
3.3 大件冲裁模的结构	20
3.4 关于冲裁模的几点说明	26
4. 切边模	29
4.1 切边法的种类	29
4.2 切边法选择的基本要点	29
4.3 中小件修边模的结构	30
4.4 大件修边模的结构	34
4.5 大件修边刃的形式与断面形状	35
4.6 修边刃口的装配及其刃口部分的说明	37
4.7 刃口部分的形状	38
4.8 剪切角的选取	38
4.9 倾斜面的修边法	39
4.10 纵向切削法	39
4.11 剪切刃的接缝	40
4.12 卸料板的空刀槽及间隙	41
4.13 托板的配合面	41
4.14 凸模的配合及空刀槽	42

4.15	处理废料的注意事项	42
4.16	废料刀的配置	43
4.17	废料刀	44
4.18	修边废料的处理	45
5.	冲孔模	48
5.1	冲孔模设计的基本要求	48
5.2	中小件冲孔模的种类	49
5.3	大件冲孔模的结构	51
5.4	小直径凸模的安装结构	52
5.5	凹模尺寸标准	55
5.6	凹模的拼合法	57
5.7	拼合模块的固定法	58
5.8	小孔冲孔法	60
5.9	小孔防止废料堵塞的办法	60
5.10	筒状凹模的安装结构	62
6.	拉深基础	63
6.1	拉深力的计算	63
6.2	压边力的计算	65
6.3	拉深系数	66
6.4	凸模圆角半径(r_p)和凹模圆角半径(r_d)	67
6.5	拉深间隙	67
6.6	拉深件的拉深高度计算	70
6.7	求旋转体表面积公式	71
6.8	求旋转体拉深制件的表面积和坯料直径的方法	72
6.9	矩形拉深的适宜条件	76
6.10	变薄加工	76
7.	拉深件的工序设计	78
7.1	有关制件成形性的探讨	78
7.2	无凸缘圆筒形件	78
7.3	有凸缘圆筒形件	81
7.4	圆台形拉深制件	82
7.5	带曲面锥的圆筒形件拉深	86
7.6	阶梯圆筒制件的拉深	89
7.7	头部带凹形的圆筒形件的拉深	94
7.8	矩形件	95
7.9	截棱锥制件	97
8.	中小件拉深模的基本结构	99
8.1	中小件的单动初拉深模	99
8.2	中小件单动多次拉深模	102
8.3	中小件用的单动反向多次拉深模	103
8.4	中小件的双动初拉深模	105
8.5	中小件的双动多次拉深模	105
8.6	中小件的双动反向多次拉深模	105

9. 大中件成形加工模	106
9.1 大中件成形时的措施	106
9.2 大中件拉深模的结构及其主要零件	108
9.3 大件单动拉深模	110
9.4 增阻棱	114
9.5 导向部的结构	116
9.6 坯料预成形	120
10. 有关弯曲、凸缘加工的基本内容	122
10.1 弯曲加工压力计算	122
10.2 最小弯曲半径	123
10.3 决定弯曲件展开长度的方法	124
10.4 V形凹模回弹调整方法	127
10.5 制件进模深度	128
10.6 加工凸缘时防止回弹的措施	130
10.7 凹模的镶拼	130
11. 弯曲顺序和模具结构	132
11.1 V形弯曲模和端部弯曲模	132
11.2 折边模	133
11.3 弹簧锁模	134
11.4 槽形模	135
11.5 卷边模	137
11.6 管子成形模	138
11.7 波形模和R成形模	139
11.8 带肋咬口模	140
11.9 双弯折弯模和匣形模	141
11.10 异形弯曲件的工序实例	142
12. 大件凸缘模结构	143
13. 斜楔模	145
13.1 斜楔模所需的压力	145
13.2 斜楔滑块的防磨板所承受的垂直负荷	146
13.3 斜楔图表	147
13.4 斜楔的形状设计	150
13.5 复位机构	153
13.6 斜楔衬垫	157
13.7 斜楔模的结构	159
14. 内缘翻边加工	170
14.1 基本要点	170
14.2 模具结构	172
15. 卸料板的作用与结构	174
15.1 卸料板的作用	174
15.2 设计要点	174

15.3	卸料板的种类	174
15.4	弹销(销卸料板)的结构	176
15.5	卸料板弹簧的安装方法	178
16.	定位	179
16.1	定位的基本要领	179
16.2	坯料定位装置一览表	180
16.3	定位销	180
16.4	带弹簧的定位销	182
16.5	带导向槽升降器	183
16.6	焊接定位销	183
16.7	气垫顶杆	184
16.8	整体定位	184
16.9	可调式定位块	185
16.10	板式导料板	185
16.11	大模用定位块	186
16.12	大模用侧定位块	187
16.13	大模用后定位块	188
16.14	角定位块	188
16.15	弹簧定位装置、弹簧式坯料定位装置	188
16.16	成形定位	189
16.17	模型定位装置	189
16.18	隐式定位和引入式定位	190
16.19	楔入式定位	191
16.20	弹簧式楔入定位	191
16.21	推式导料定位和推式导料板	192
16.22	辊式侧定位, 导向辊式装置和辊式坯料导向	193
16.23	模外定位和模外定位装置	194
16.24	进料定位挡板, 手动限位器和手动限位装置	194
16.25	挡销	195
16.26	侧刃定位器	195
16.27	闸式挡料装置和弹键挡料装置	196
16.28	杠杆式定位	197
16.29	定位卸料板	197
16.30	自动停止器	198
17.	上下模的导向	199
17.1	基本要领	199
17.2	导柱和导套	200
17.3	导板	200
17.4	导块	201
17.5	背靠块导向	201
18.	送料、出件装置	204
18.1	送料的注意事项	204

18·2	小件一次加工用自动送料装置	204
18·3	小件二次加工用自动送料装置	205
18·4	大件自动送料装置	205
18·5	出件的基本要点	206
18·6	各种取出方法与制件形状的关系	206
18·7	提升器	207
18·8	抛掷器	210
18·9	顶出装置	211
18·10	钩杆顶出	212
19.	钩式搬运	213
19·1	搬运的基本要点	213
19·2	插销吊钩	213
19·3	铸嵌式吊钩	214
19·4	螺栓吊钩	215
19·5	焊接吊钩	215
19·6	板式钩	216
19·7	吊环螺栓	216
19·8	起吊螺钉	217
19·9	整体结构吊钩	217
19·10	铸造通孔	218
19·11	吊钩搬运措施	218
20.	铸造模的模具构造	219
20·1	铸造模设计的基本要求	219
20·2	考虑了铸造工艺的模具结构	219
20·3	大中件单动拉深模铸造结构的厚度实例	221
21.	螺栓及定位销(圆柱定位销)的使用方法	222
21·1	螺栓及定位销离端面的距离	222
21·2	紧固部分的尺寸	222
21·3	螺栓及定位销的直径	223
21·4	定位销(圆柱定位销)的使用方法	223
21·5	剪刀刃的固定	224
22.	导销的形状	225
23.	压印和压缩成形加工需要的力	227
24.	对安全作了考虑的金属模具设计	229
24·1	事故发生实况统计表	229
24·2	冲压加工的四种危险	229
24·3	设计安全模的原则	229
24·4	安全化原理	230
24·5	事故发生经过的分析法	230
24·6	金属模安全化的基本考虑	230
24·7	为实现加工安全化, 模具结构的必要条件	231

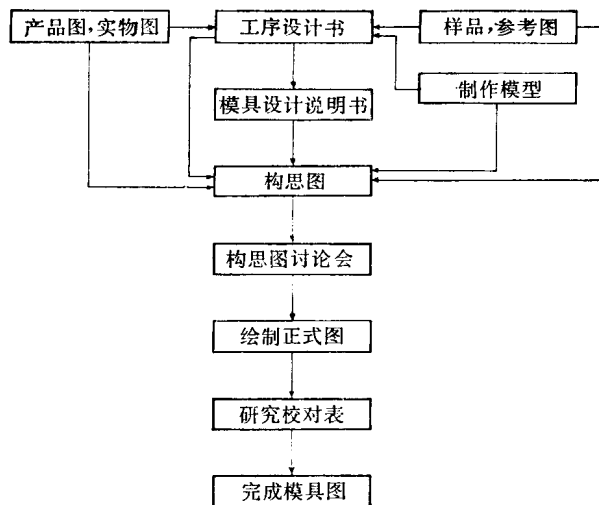
24·8	结构上的基本要求	232
24·9	制件的正确导向	233
24·10	运送制件的安全化	233
24·11	制件的正确卸料	233
24·12	清除废料的措施	234
24·13	滑动部分的安全措施	234
24·14	模具安装、搬运、储藏的安全事项	237

1. 模具设计计划

1.1 模具设计程序

进行模具设计时，设计者首先要收集必要的资料；经充分理解、研究和确定内容之后，便可着手绘制模具构思图；在绘制草图阶段要召开讨论会，以防止发生设计上的重大错误，然后，再绘制正式图。而在对于已具有同类型的经验或者结构比较简单的场合，则可详细地绘出略图，有时也可兼作构思图用。

一般设计图可按下列步骤完成：



1.2 工艺方案

工序设计书包括“工艺路线图”，“工艺卡”，“工夹具设计任务书”或“工具设计任务书”等等。工艺方案的基本内容是以制件的工艺路线为依据，进一步明确加工方法，模具结构，作业方法以及各工序间的相互关系的工艺文件。

工序设计书必须记入的事项：

- (1) 冲压工序数和工序顺序；
- (2) 单位时间的生产量；
- (3) 作业人数与配置；
- (4) 被冲压材料的性质、板厚及其坯料尺寸；
- (5) 各工序制件的进料、出件方法与处理；
- (6) 各工序所使用的自动化装置；
- (7) 各工序的冲压加工形状与加工部位；

- (8) 各工序的冲压加工方向;
- (9) 各工序的加工基准;
- (10) 各工序的模具闭合高度;
- (11) 模具结构形式;
- (12) 确定使用的冲床;
- (13) 为确保冲件精度的指示;
- (14) 其他应特殊注明的事项。

1.3 模具设计任务书

模具设计任务书是根据工艺方案来制定各工序模具结构的基本内容。

有代表性的内容举例:

- (1) 零件的名称、图号;
- (2) 模具结构略图;
- (3) 模具的长、宽、高尺寸;
- (4) 模具的概算重量;
- (5) 模具的等级;
- (6) 模具主要结构零件用的材料;
- (7) 零件的送入、取出及搬运方法;
- (8) 零件的送料方向;
- (9) 零件的定位法、导向法;
- (10) 上下模的导向方法;
- (11) 模具的安装方法;
- (12) 闭合位置的确定方法;
- (13) 搬运及存放模具的相应措施;
- (14) 涂油方法;
- (15) 模具的给油方法;
- (16) 类似参考图的准备。

1.4 绘制构思图前须确定的事项

设计者在绘制构思图前,为了确保制作的可能性、经济性、作业性、安全性以及质量等,设计者必须对工艺方案,模具设计任务书及制件图加以研究,有了把握后再着手设计。

如果零件形状简单,或过去已有设计类似零件的经验时就很方便。但如遇到零件形状复杂,又缺乏设计经验时,由于对加工无把握,则必须着手收集缩尺模型、手工制件以及文献资料等并充分理解之。另外,在设计中间工序时,有时可采用左右同时成形。有时为了成形方便,可采用与制件形状不一样的凸模来成形。因为有时要省掉后面的工序,所以,对自己承担的属于前工序的凸模形状和冲压方向就要有充分的把握。

探讨内容:

- (1) 零件图是否适合冲压加工的形状。
 - (a) 零件的工艺性是否合适;
 - (b) 零件是否可使模具设计得简便;
 - (c) 如改变零件的设计形状和尺寸精度, 是否可以减少工序;
 - (d) 如稍加改变零件设计, 是否可提高原材料利用率。
- (2) 零件图、工艺方案、模具设计任务书之间的关系编排得是否合理。
 - (a) 为了降低模具成本, 减少作业时间, 可否改变工序或合并工序;
 - (b) 设计中是否有不合理的成形要求;
 - (c) 尺寸精度是否得到了保证;
 - (d) 模具规格是否与产量要求相适应;
 - (e) 生产人员配备及自动化设计是否合理;
 - (f) 零件的生产流程是否正确;
 - (g) 零件设计的变更部分是否全部包括进去了;
 - (h) 模具能否按预定工时制造;
 - (i) 模具能否按概算价格制造;
 - (j) 在成形性方面存在疑问多时, 是否要制作缩小尺寸的样品, 以证实其成形性。

1.5 构思图

模具构思图是为了使零件图、工艺方案、模具设计任务书、模型等所规定的内容具体化, 而在设计前开始绘制的草图。其内容不仅要有可供讨论的模具概略尺寸、构造及附属装置配备等, 而且还应有模具大致结构。这是预防重大差错的重要图纸。

有时, 当零件形状简单, 不致发生问题, 或者与曾经设计过的零件形状非常相似, 而根据已有经验, 对设计比较有把握, 估计讨论阶段也不会对构思图有什么修正时, 即可着手绘制正式图。也有不绘构思图而把草图作为构思图来讨论的。

对小件模具, 如其工序安排与模具的规格研究得比较充分, 发生错误的情况比较少时, 经常可省略构思图。但是, 对于经验较少的设计者来说, 最好还是先绘制构思图, 讨论一下, 以防止发生差错。

当采用自动化或顺序送料时, 因模具结构复杂, 附属装置也配备得多, 所以, 仍然要有构思图。

绘制构思图的要领:

- (1) 用纸: 描图纸。
- (2) 大小: 任意。
- (3) 比例: 采用与正式图一样的比例, 或大于正式图。

由于简图或无尺寸比例图在讨论时易产生错误, 因而不宜使用。

(4) 图纸: 需绘制下模平面图, 上模平面图, 主要断面图。必要时可相应地简单绘制零件图, 部分断面图。

(5) 应注明的内容: 作为零件略图, 应注明零件大小、各工序加工略图与加工部位、

加工基准、公差、印记加工、送料、出件的相应部分。为了加工方便，如需改变凸模形状时，还须注明其形状和部位，以及涂油方法、零件流向等。

作为金属模具略图，要注明模具前后左右的尺寸，模具的高度，送料线高度以及表示零件的放置方法和尺寸。如讨论方案需要时，要注明详细尺寸。

模具的主要零件，如：凸模、凹模、固定板、上下模座、垫板、模具导向、定位装置、提升装置、顶件器、废料切断装置，对带斜楔机构的模具，与斜楔有关部件等的结构和配置，均应绘制到能理解的程度。对铸造结构图，应绘出加强筋、铸造孔（例如用于减轻重量、连接空气管路和油管、提升、顶起、搬运、模具加工、观测、清除切屑、排除废料、防止铸芯漂浮等）等均不应遗漏。另外，也应绘制出安全面、吊钩、侧销等。

2. 冲 裁

2.1 冲 裁 力

通过计算的冲裁力来选用冲床时，最低限度要增大 20~30%。冲裁力是与刃口的磨损、润滑状况、间隙大小、板厚公差、多次拉深后的板厚增加、加工硬化等因素有关。对高速冲裁的冲床，仅用其冲压力的 10% 左右。这是基于振动、噪音、模具寿命等方面的考虑。

(1) 无剪切角时

$$P = lK_s$$

式中 P ——冲裁力 (kg);

l ——剪切轮廓长度 (mm);

t ——板厚 (mm);

K_s ——抗剪强度(kg/mm²)。

软钢板下料时，若 $K_s = 35\text{kg/mm}^2$ ，则

$$P = 35lt \text{ (kg)}$$

软钢板冲孔时，如孔径为 ϕd mm，将 $l = \pi d$ 代入，则

$$P \approx 110dt \text{ (kg)}$$

(2) 有剪切角时

(a) 冲裁力超过冲床额定能力的 50% 时，要考虑剪切角 (φ)。

(b) 剪切角在外形冲裁 (图 2-1) 时，应设计在凹模上；而冲孔 (图 2-2) 时，则设计在凸模上。剪切角如果过大，则条料翘曲亦大，故在连续冲裁时，剪切角应取板厚的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ 。

$$P = l \cdot t \cdot K_s \cdot K$$

$H = t$ 时， $K = 0.4 \sim 0.6$ ； $H = 2t$ 时， $K = 0.2 \sim 0.4$ 。

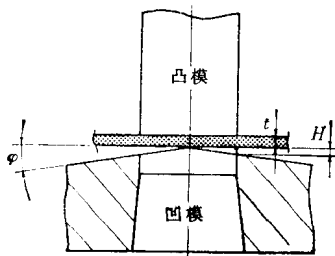


图2-1 外形冲裁

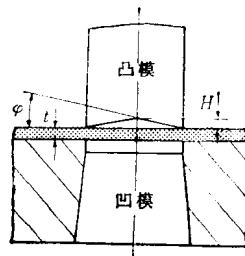


图2-2 冲孔

2.2 剪切刃的侧压力

侧压力大约为冲裁力的 $1/3$ 。

$$N = \frac{1}{3} P = \frac{1}{3} l t K_s \text{ (kg)}$$

若将冲裁软钢板时的 $K_s = 35 \text{ kg/mm}^2$ 代入，则侧压力

$$N = \frac{35}{3} l t \approx 12 l t \text{ (kg)}$$

2.3 退料力的近似公式

(a) 间隙为板厚的 10% 以下时，退料力显著增大。

(b) 一般，退料力为冲裁力的 $2.5 \sim 20\%$ 。

(c) 黄铜、软钢、不锈钢、铝合金等，间隙约为板厚的 20% 时，退料力最小 (图2-3)。

(d) 如冲制剪切面大的精密零件，间隙小时，退料力有时也与剪切力相同。

(e) 一般的冲孔加工时，退料力为冲裁力的 $15 \sim 20\%$ 。

$$P_s = K l t K_s$$

式中 P_s ——退料力 (kg)；

K ——系数 ($0.025 \sim 0.2$)；

l ——剪切轮廓长度 (mm)；

t ——板厚 (mm)；

K_s ——剪切强度 (kg/mm^2)。

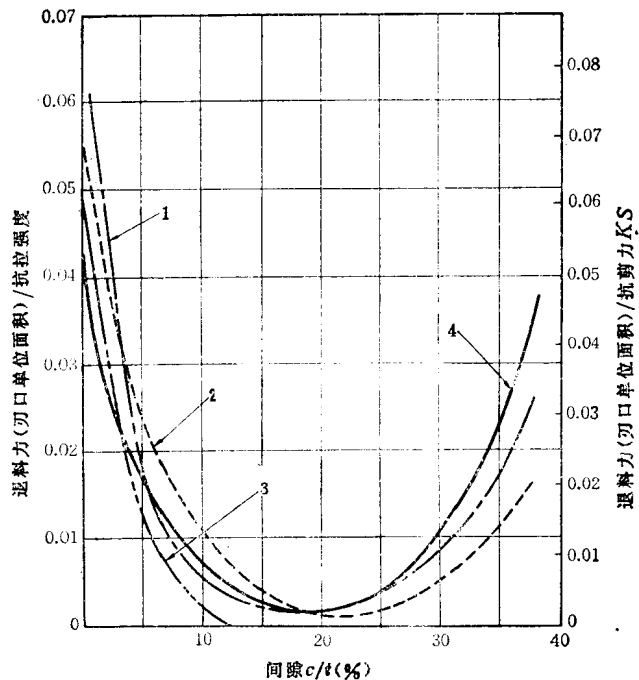


图2-3 退料力与间隙的关系

1—软钢；2—不锈钢；3—铝合金；4—黄铜。

2.4 间隙

(a) 剪切加工中，凹模和凸模的间隙对剪切力、剪切功率、断面形状都有很大影响。

(b) 如加快冲裁速度，可提高制件剪切面的特性。

(c) 制件的尺寸精度一般的倾向，是当间隙（单边）在板厚的 5% 以下时，制件尺寸随间隙的增大而减小；而从 5% 到 25% 则无甚大变化；如再增大间隙，制件尺寸将又变小；另外对于金属件，当间隙（单边）在 2% 以下时，冲裁制件的尺寸可能稍大于凹模孔的尺寸。

(d) 要使复杂形状制件的剪切刃口面整齐，必须使凹形部分间隙比其他部分间隙大。