

模具制造基础知识

〔日〕高松英次著

翁心权译

责任编辑：任路平

封面设计：罗小华

模具制造基础知识

〔日〕高松英次 著

翁心权 译

*

浙江科学技术出版社出版

浙江新华印刷厂印刷

浙江省新华书店发行

开本：787×1092 1/32 印张6.75 字数149,000

1984年12月第 一 版

1984年12月第一次印刷

印数：1—13,000

统一书号：15221·69

定 价： 0.72 元

前 言

欧美的汽车、电机工业，几年内就作一次产品更新。在日本，每年也有新的机种投放市场，并引起消费者的关注。模具和这些行业的发展始终保持着密切的关系，在质量、交货日期、价格等各个方面都必须满足用户的严格要求。其结果是促使模具制造工业随着有关企业的蓬勃发展而飞速发展。

模具按其用途可分很多种，其结构也是复杂多样的。因此，模具的制造方法已从依靠手工操作扩大到使用数控机床、甚至 CAD/CAM 系统及装置的各个领域。

本书用了很多插图，以便读者理解。但由于篇幅所限，为了能全面地描述模具概况，对每种模具只能作简要的说明。对于希望进一步深入研究的读者，建议查阅列在本书末页的参考文献。

在编写本书的过程中，承蒙各位前辈提供参考文献和资料，在出版之际，又得到编辑部幡垣修三氏的多方协助，在此一并致谢。

著者 1982年11月

第二章 各类模具

一、冲裁模	(20)
(一) 冲切模	(20)
(二) 切断模	(20)
(三) 切口模	(23)
(四) 落料模	(23)
(五) 冲孔模	(24)
(六) 切边模	(25)
(七) 连续模	(26)
(八) 复合模	(27)
(九) 整修模	(28)
(十) 拼合模及镶嵌模	(28)
(十一) 精冲模	(29)
二、弯曲模	(30)
(一) V形弯曲模	(30)
(二) U形弯曲模	(31)
(三) 复合弯曲模	(31)
(四) 双动弯曲模	(34)
(五) 靠模式弯曲模	(35)
(六) 压圆模	(36)
(七) 聚氨酯模	(37)
三、成形模	(38)
(一) 凸缘成形模	(38)
(二) 内缘翻边模	(39)
(三) 卷边模	(40)
(四) 胀形模	(41)

第二章 各类模具

一、冲裁模	(20)
(一) 冲切模	(20)
(二) 切断模	(20)
(三) 切口模	(23)
(四) 落料模	(23)
(五) 冲孔模	(24)
(六) 切边模	(25)
(七) 连续模	(26)
(八) 复合模	(27)
(九) 整修模	(28)
(十) 拼合模及镶嵌模	(28)
(十一) 精冲模	(29)
二、弯曲模	(30)
(一) V形弯曲模	(30)
(二) U形弯曲模	(31)
(三) 复合弯曲模	(31)
(四) 双动弯曲模	(34)
(五) 靠模式弯曲模	(35)
(六) 压圆模	(36)
(七) 聚氨酯模	(37)
三、成形模	(38)
(一) 凸缘成形模	(38)
(二) 内缘翻边模	(39)
(三) 卷边模	(40)
(四) 胀形模	(41)

(五) 起伏成形模	(41)
四、拉深模	(43)
(一) 无凸缘拉深模	(43)
(二) 带弹性压边圈的拉深模	(43)
(三) 反向拉深模	(43)
(四) 多次拉深模	(45)
(五) 复合拉深模	(45)
(六) 大型制品拉深模	(47)
五、压缩加工模	(49)
(一) 锻锻模	(49)
(二) 锻形模	(51)
(三) 浮雕加工模	(52)
(四) 压印模	(53)
(五) 压凹模	(54)
六、连续模	(55)
七、简易模、通用模	(59)
(一) 简易模	(59)
1. 钢板模	(59)
2. 钢带模	(59)
3. 靠模机床冲压模	(61)
4. 锌基合金模	(62)
(二) 通用模	(62)
1. 通用模	(62)
2. 打孔机(单组)	(62)
3. 多位模	(62)
八、塑料模	(65)
(一) 塑料的种类	(65)

(二) 塑料模具的种类.....	(66)
1.注射成形模.....	(66)
2.压制成形模.....	(69)
3.塑料压铸成形模.....	(70)
4.挤出成形模.....	(72)
5.吹塑成形模.....	(72)
6.真空成形模.....	(73)
九、金属压铸模	(74)
(一) 直接型腔模具.....	(75)
(二) 嵌镶式模具	(75)
(三) 组合式模具	(76)
十、铸造模	(77)
(一) 重力铸造模	(77)
(二) 低压铸造模	(78)
(三) 壳型铸造模	(79)
(四) 失蜡铸造模	(80)
十一、锻造模	(81)
(一) 落锤模	(81)
(二) 特殊锻模	(82)
十二、其他模具	(84)
(一) 玻璃模具	(84)
(二) 橡胶模	(85)
(三) 粉末冶金模	(87)

第三章 模具的制造与使用

一、模具的制造过程	(90)
(一) 估价	(92)

(二) 模具设计	(92)
(三) 零件加工	(93)
(四) 完工、装配、检验	(94)
(五) 试模	(95)
二、模具材料	(96)
(一) 模具用钢材的种类	(96)
1. 碳素工具钢 (SK)	(96)
2. 合金工具钢	(96)
3. 高速钢 (SKH)	(97)
4. 合金结构钢	(97)
5. 普通结构用轧制钢材 (SS)	(98)
6. 机械结构用碳素钢 (S—C)	(98)
7. 不锈钢 (SUS)	(99)
(二) 模具钢材的选择标准	(99)
(三) 特种模具材料	(104)
1. 硬质合金	(104)
2. 制模用有色金属合金	(106)
3. 橡胶	(106)
三、模具的热处理与表面处理	(108)
(一) 模具的热处理	(108)
1. 热处理的平衡图	(108)
2. 热处理的种类	(109)
3. 各种模具钢的热处理	(112)
4. 热处理设备	(121)
5. 热处理中的质量问题及解决措施	(126)
(二) 模具的表面处理	(128)
1. 表面热处理法 (表面淬火法)	(129)
2. 扩散处理	(129)

3. 蒸镀处理..... (131)
4. 表面镀覆硬层法..... (132)
5. 电火花强化..... (132)

四、模具制造工艺 (133)

(一) 利用机械加工制造模具 (133)

1. 普通切削加工用机床..... (133)
2. 精密切削加工用机床——坐标镗床..... (140)
3. 成形切削加工用机床..... (141)
4. 普通磨削加工用机床..... (146)
5. 精密磨削加工用机床——坐标磨床..... (148)
6. 成形磨削加工用机床..... (149)
7. 模具加工用的工具..... (156)
8. 磨削工具..... (165)

* (二) 用铸造方法制造模具 (178)

1. 用锌合金制造模具..... (178)
2. 用肖氏造型法制模具..... (180)
3. 用塑料制作模具..... (181)

(三) 用特种加工方法制造模具 (182)

1. 冷挤压制模法..... (182)
2. 电火花加工..... (183)
3. 线切割电火花加工..... (186)
4. 电解加工..... (188)
5. 电解磨削..... (189)
6. 电铸..... (190)
7. 腐蚀..... (191)

电

五、模具的保养与管理 (193)

- (一) 保养 (193)
- (二) 管理 (193)

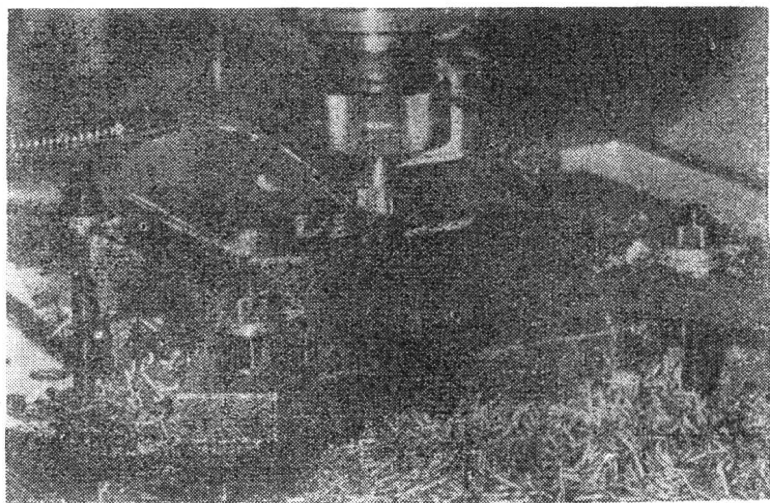
六、模具的标准化	(196)
(一) 模具制造上的标准化	(197)
(二) 模具使用上的标准化	(197)
参考资料: JIS中有关模具部分的一览表...	(200)
参考文献	(203)

第一章 模具的作用

一、什么是模具

所谓模具，就是通过冲压、铸造、锻造等工序，成形同一形状制品，主要用金属材料制成的模型的总称。

模具中使用的成形材料种类繁多，有金属、树脂、橡胶、陶瓷粉末等。而且，需要模具的领域很广，有家用机械，办公器械、光学机器、运输机械、工业机械、电气机械、玻璃器皿、建筑器材、玩具、杂货等等。模具作为大量生产制品的生产手段，在工业生产部门起着很大的作用。



二、模具的种类与分类

模具按用途的不同，有很多种类。其成形材料、结构和材料性质、甚至制造方法也各不相同。这些模具有各种各样的分类方法，下面所示为其中一例。

冲压模	冲裁模	连续模
	弯曲模	挤压模
	成形模	冷墩模
	拉深模	爆炸成形模
锻模		
铸造模	重力铸造模	壳型铸造模
	低压铸造模	失蜡铸造模
压铸模		
塑料模	注射成形模	挤塑成形模
	压塑成形模	吹塑成形模
	连续成形模	真空吸塑成形模
粉末冶金模		
其他模具	玻璃模	陶瓷模
	橡胶模	

三、模具的基本理论

(一) 剪切加工的基础知识

1. 剪切过程

材料的剪切按如下顺序进行：

(1) 第一阶段(塑性变形)——如图1·1(a)所

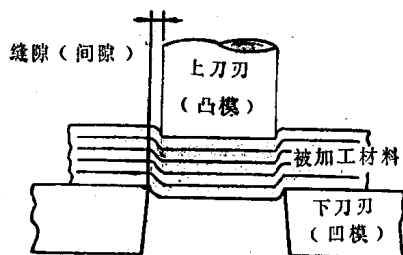
示, 上刀刃 (凸模) 下降并和放置在下刀刃 (凹模) 上的材料接触。随着上刀刃的下降, 材料受到的剪切变形增大, 并由弹性变形转变为塑性变形。

(2) 第二阶段 (切入) ——如图1·1 (b) 所示, 上刀刃切入材料内部, 与上刀刃接触的那部分材料被挤压到下孔中去。这时, 上刀刃和下刀刃缝隙 (间隙) 部位的材料受到了大的拉伸变形。

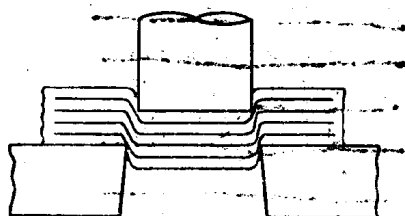
(3) 第三阶段 (断裂) ——作用在上刀刃上的载荷增大, 当上刀刃进一步下降时, 如图1·1 (c) 所示, 终于在上刀刃和下刀刃的刃口部位, 材料产生裂纹。此裂纹不断扩大, 直至上刀刃部位和下刀刃部位的裂纹互相重合时, 材料的剪断过程结束。

2. 间隙

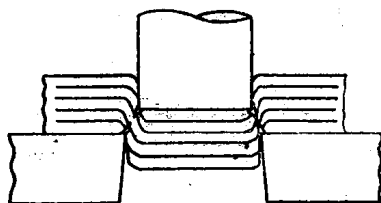
经过上述三个阶段, 被剪断制品的切口如图1·2所示。即可分为塑性变形阶段形成的“塌角”部分; 挤压阶段形成的“光亮带”部分; 以及断裂阶段形成的“断裂带”



(a) 第一阶段 (塑性变形)



(b) 第二阶段 (切入)



(c) 第三阶段 (断裂)

图1·1 剪断过程

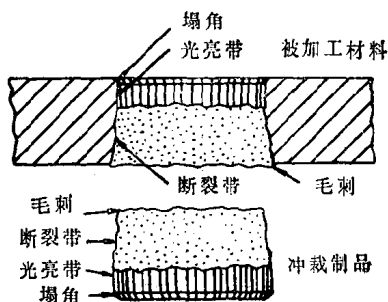


图1·2 剪切截面（合理间隙）

刃口磨损时，毛刺开始变大。

在间隙过大的情况下，如图1·3所示，塌角和断裂带变大，毛刺也增大，而光亮带构成了狭窄的切口。与此相反，间隙过小时，虽然塌角小了，但将出现如图1·4那样的二次光亮带及二次断裂带。

为了得到如图1·2所示的那种切口，把各种材料的合理间隙表示于图1·5上。

由图可知，厚度为1.6mm的软钢板，可从D组斜线的交点上得到

和“毛刺”部分。

观察切口，即可了解凸模和凹模之间的间隙是否合理，以及凸模和凹模的中心是否偏移。当间隙合理时，切口的塌角较小，光亮带较宽，对于软钢板和黄铜板，其光亮带约为板厚的1/3。此外，在

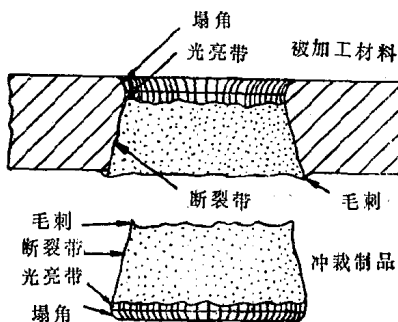


图1·3 剪切截面（间隙过大）

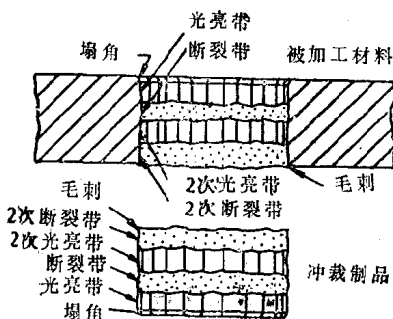


图1·4 剪切截面（间隙过小）

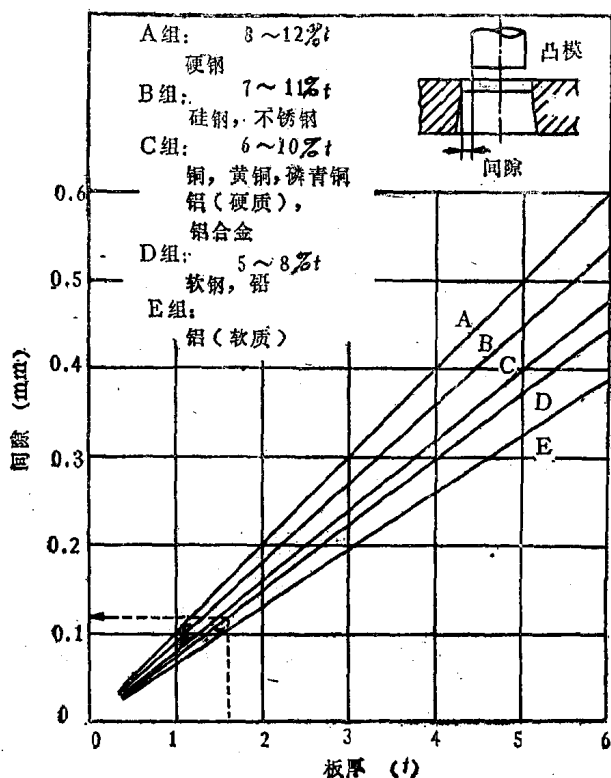


图1-5 各种材料的常用冲裁间隙

0.12mm的间隙值。

自然，当用凸模和凹模进行冲裁时，在落料的情况下，以凹模的尺寸为准，而在冲孔的情况下，则以凸模的尺寸为准。从而，各自将对方的尺寸进行加减，给予合理的间隙。

3. 冲裁力

在选择冲床的时候，如果不知道冲裁所需的压力，那末，或者给压床造成超负荷，或者选用的压床过大造成使用上的浪

费。对于平刃的凸模和凹模，其冲裁力（吨）可用下式计算：

$$P = l \times t \times K_s \times \frac{1}{1000}$$

式中： l ——冲裁周边长度（mm）

t ——板厚（mm）

K_s ——材料抗剪强度（kg/mm²）见表1.1

表1.1 各种材料的抗剪强度

材 料	抗 剪 强 度 (kg/mm ²)	材 料	抗 剪 强 度 (kg/mm ²)
软 钢	32~40	黄铜(硬质)	35~40
硬 钢	55~90	黄铜(软质)	22~30
硅 钢	45~56	铝(硬质)	13~18
不 锈 钢	52~56	铝(软质)	7~11
铜(硬质)	25~30	铝合金(硬质)	38
铜(软质)	18~32	铝合金(软质)	22
磷 青 铜	50	铅	2~3

〔例〕在板厚为1.6mm的软钢板（抗剪强度40kg/mm²）上冲裁直径10mm的圆孔所需的压力是：

$$P = 10 \times 3.14 \times 1.6 \times 40 \times \frac{1}{1000} \approx 2(\text{吨})$$

图1.6为冲裁各种厚度的软钢板时，其冲裁形状（圆孔时为直径，异形孔时为周边长）和所需压力的一览表。

4. 斜角

象剪板机刀刃那样，把凸模和凹模的一方或双方的刀刃做成倾斜，以减小冲裁力，这种模具叫斜刃模具。刀刃的倾斜角

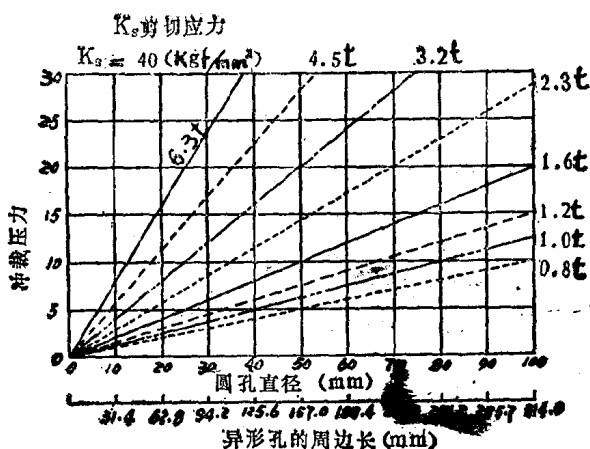


图1-6 冲裁压力一览表

ϕ 称为斜角。当冲裁力超过冲床额定能力的50%时，就要考虑斜角。

如图1-7所示，在模具上作成斜角之后，冲裁工作就不是瞬间完成了，而要经过一段时间，因此减少了冲裁时的冲裁力和冲击振动。如图中 (a)、(b) 那样，在凸模有斜角的情况下，废料和凸模刀刃形状相同，而制件仍保持平整。反之，如图中 (c) 那样，在凹模上有斜角时，则落料件是平整的，而外侧的废料发生变形。

通常，斜刃高度 S 取板厚的 1~2 倍左右，而在连续冲裁的情况下，为了防止板的变形，取板厚的 $1/3 \sim 1/2$ 。另外，如图中 (a) 那样的单斜刃形式，斜角大于 $10 \sim 12^\circ$ 时，板料容易走动，所以做成图中 (b) 或 (c) 那样双斜刃形式，可以防止板料走动。

5. 凹模斜度