

精冲模具间隙与刃口尺寸及公差的确定方法

刘天聪

(宁夏大学农学院食品系, 银川 750021)

摘要: 分析了精冲模具间隙和断面质量并制订了间隙列线图, 论述了模具加工过程的刃口尺寸控制方法及技术要求, 归纳了精冲模具间隙与刃口尺寸公差的确定原则, 改善了制造效果, 并介绍了降低成本及缩短生产周期和简化生产工艺, 提出了较详尽的精冲模具刃口尺寸公差的确定方法。

关键词: 精冲模具; 间隙; 尺寸及公差

中图分类号: TG385.2 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-6457(2010)01-0073-04

The Method to Determine the Clearance and Edge Size and Tolerance of Fineblanking Die

LIU Tian-cong

(The Food Department of Agriculture College, NingXia University, Yinchuan 750021, China)

Abstract: This paper analysed the fineblanking die clearance and section quality and lay down the arrangement lines figure of the clearance. The control methods and technical specification of the edge size for the die machining process were discussed. The principles to determine properly the size and tolerance of fineblanking die edge and clearance were included. The machining result was improved. The reducing cost and shortening production cycle and simplifying process were introduced. The method to determine the size and tolerance of fineblanking die edge was presented in detail.

Key words: fineblanking die; clearance; size and tolerance

精冲技术采用微细间隙, 齿圈压板, 凹模加顶件板起反凸模作用, 可使冲裁件获得较高的尺寸精度和表面粗糙度值。在某些工业发达的国家, 模具工业的加工精度已进入微米级, 在一定的条件下, 可取代切削加工。精密冲裁模具有如下优点。

1) 精冲件的尺寸精度可达到 IT7 ~ IT8 级, 剪切断面的表面粗糙度 $R_a 2.4 \sim 0.4 \mu\text{m}$, 有较高的垂直度与平行度;

2) 与切削加工相比, 精密冲裁技术一般可提高工效 10 倍;

3) 可节约大量切削机床和切削加工所消耗用的电能, 精冲后的工件表面呈加工硬化, 可取消后续

的淬火工序;

4) 可广泛采用精冲复合工艺, 它与其他成形工序(如弯曲、挤压、压印等)合在一起进行复合或级进冲压。现采用精冲复合工艺生产的零件, 占全部精冲件的 20% 以上。

1 选择合理的精冲间隙

合理的精冲间隙应能在保证裁切面质量的前提下有效的延长模具寿命。有些专业公司认为, 精冲的间隙应尽量小, 根据精冲材料的厚度和性能, 推荐取 $0.005 \sim 0.025 \text{ mm}$ 。这样小的间隙会增加制模困

收稿日期: 2009-12-13

作者简介: 刘天聪(1953-), 男, 宁夏中卫人, 双学士, 副教授, 主要研究方向为模具技术的开发。

难,加大精冲时模具的荷载和磨损,因而降低模具寿命。实践证明,精冲间隙随冲裁料厚的增加可以在一定范围内加大,但必须均匀。目前,各专业公司制定了确定精冲间隙的列线图,如图1所示。根据国内试验和生产的实践经验,一般都认为按图选择的精冲间隙较为适用、合理。对于图1有如下几点说明。

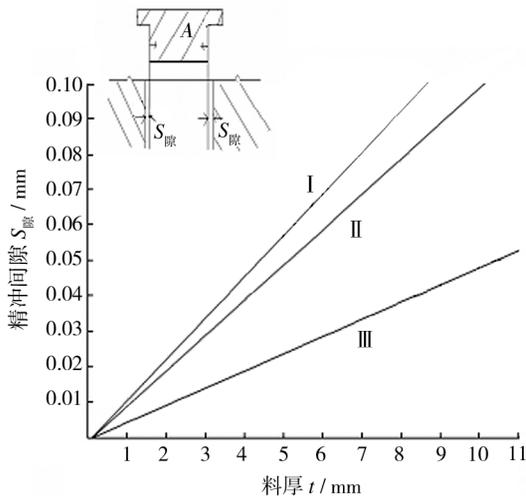


图1 确定精冲间隙的列线

Fig.1 The arrangement lines to determine the fineblanking die clearance

- 1) 列线图用于确定精冲模单面冲裁间隙 $S_{\text{隙}}$ 。
- 2) 图中规定: I用于凸模尺寸 A 为 $(0.6 \sim 0.8)t$, 取 $S_{\text{隙}} = 1.2\%t$; II用于凹模尺寸 A 为 $(0.8 \sim 1.2)t$, 取 $S_{\text{隙}} = 1\%t$; III用于凸模尺寸 $A > 1.2t$, 取 $S_{\text{隙}} = 0.5\%t$ 。
- 3) 精冲模冲裁间隙值取决于凸模尺寸 A 和精冲料厚 t 。示例: 已知精冲料厚 $t = 4 \text{ mm}$, 凸模尺寸 $A > 1.2t$, 图标精冲间隙 $S_{\text{隙}} = 0.02 \text{ mm}$ 。

2 精冲间隙对冲裁件断面质量的影响

精冲间隙的确定与冲压零件的材料厚度、凸模尺寸 A 、材料性质等有关系。间隙的大小直接影响冲裁零件的断面质量和模具的使用寿命,对于能量的消耗也有一定的影响。

2.1 间隙过小时的断面质量

精冲间隙过小,冲裁时板料受到压应力,这时应变状态首先发生在凹模刃边,靠凹模一面的板料先

出现剪切裂纹,相继凸模刃边出现新的剪切裂纹。从凸模和凹模刃边开始的剪切滑移线不相重合,冲裁件断面出现隔陷现象。这时有拉毛和挤毛刺产生,这种毛刺去除困难,冲裁件外尺寸略大于凹模实际尺寸。

2.2 间隙合理时的断面质量

精冲间隙合理时,冲裁时凸模刃边的剪切滑移线与凹模刃边的剪切滑移线几乎重合,所以能获得良好的剪切断面。这时毛刺几乎不出现,冲件外形尺寸接近凹模实际尺寸。

综上所述,要想提高精冲件断面质量必须采用合理间隙。不同性质的材料,不同的凸模,凹模尺寸,尺寸 A 的合理间隙的数值并不一样。

3 精冲间隙对冲件尺寸的影响

当精冲模具冲裁较厚材料时,由于弹性变形,一般冲件外形尺寸接近于凹模尺寸,内孔尺寸小于凸模尺寸。当间隙不合理时,冲件靠刃口部分的材料受力更加复杂,除了拉、压力外,还有弯曲应力。这些应力综合作用的结果使冲件断面斜度增大,直线部分(光亮带)减小,再加上弯剪作用,冲件外形尺寸一般比凹模小 $0.05 \sim 0.08 \text{ mm}$ 。材料越厚,尺寸变小越多,对于精密冲裁零件必须考虑这一因素^[1]。

4 精冲模刃口尺寸及公差的确原则

根据精密冲裁变形过程的基本特点及机械加工的相关知识,为使冲裁件获得较高的尺寸精度和表面粗糙度值,可归纳出精冲模刃口尺寸及公差的确原则^[2]。

1) 刃口尺寸应接近于极限尺寸。落料时,落料制件的尺寸精度取决于凹模刃口尺寸,因此,在加工落料模时,应使凹模尺寸接近于冲制件的最小极限尺寸,以保证凹模磨损至一定的尺寸范围内,也能冲出合格的冲制件。同理冲孔时,冲制件孔的尺寸精度取决于凸模刃口的尺寸,因此加工冲孔模应使凸模尺寸接近于冲制件孔的最大极限尺寸。

2) 必须有合适、均匀的冲裁间隙。在制造冲裁模时,考虑精冲变形特点和热应力交替变化因素,凹

凸模之间必须有一个合适、均匀的冲裁间隙。

3) 凸凹模零件的制造公差等均取“单向入体”公差。制造凸凹模时,凸模的公差取负值(即 d_s^0),凹模尺寸的公差取正值(即 D_0^{+0})。非孔非轴类尺寸取对称分布公差($1 \pm \delta$)制造公差的取值方法有2种:按T5~T6级公差等级确定;取冲制件公差的1/3~1/5,即: $\delta = (1/3 \sim 1/5) \Delta$,但 δ 不得小于线切割机床的脉冲当量。

4) 凸、凹模刃口的制造公差之和应小于冲裁间隙的变化范围,即: $\delta_n + \delta_M \leq Z_{\max} - Z_{\min}$ 。

5 精冲模刃口尺寸计算及标注方法

确定一副精冲模的主要标准是:模具结构和凹、凸模成形部位的尺寸,前者是实现后者所必须的,而后者是确保冲制件形状、冲制件精度以及冲制件质量的关键。因此,需要计算和调整凹、凸模成形部位尺寸。计算和标注成形部位尺寸的依据主要是:冲件精度(即公差大小),冲裁间隙冲裁形状以及模具制造公差。根据上述可知,由于选择的制造加工方法不同,所以凸、凹模刃口尺寸计算和标注方法也不同^[3]。对此分析如下。

5.1 配制的凹、凸模刃口尺寸计算和标注方法

所谓配制加工就是先加工好凸模或凹模,然后以此加工好的凸模或凹模为基准,由钳工或磨加工配制对应的凹模或凸模,使间隙在允许的范围之内。因落料尺寸决定于凹模,冲孔内形尺寸决定于凸模,因此计算和标注方法如下所述^[3]。

5.1.1 落料凹模的计算公式

落料模一般以凹模为基准,配制凸模,其计算公式是:

$$D_M = (D - K\Delta)^{+\delta_M} \quad (1)$$

$$D_n = (D - K\Delta - Z_{\min}) \quad (2)$$

冲件公差为单向负偏差时公式(1)、(2)才适用,如果冲件为单向正偏差或正负偏差时,则应改变冲件尺寸注法,使其符合单项负偏差这一形式,如 $80^{+0.2}$ 应写成 $80.2_{-0.2}$, 50 ± 0.3 应写成 $50.3_{-0.6}$ 等。

公式(2)有如下3种情况。

1) 间隙值的变化范围是 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$ 。当最小间隙 $Z_{\min} \leq 0.02$ mm时,在图纸上标注的凸模名义尺

寸就是 $D_n = D - K\Delta$;

2) 当最小间隙 $Z_{\min} > 0.02$ mm时,为避免增加工艺修量和加工余量,在图纸上标注的凸模名义尺寸应为: $D_n = D - K\Delta - Z_{\min}$;

3) 配制的凸模名义尺寸不标注制造公差,但需在凸模图纸上标注:凸模按凹模实际尺寸配制,保证间隙 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$ 。

5.1.2 冲孔凸模的计算公式

冲孔模一般以凸模为基准,配制凹模,计算公式如下:

$$d_n = (d + K\Delta')_{-\delta_n} \quad (3)$$

$$d_M = (d + K\Delta' + Z_{\min}) \quad (4)$$

冲件公差为单向正偏差时公式(3)、(4)才适用,如果冲件为单向负偏差或正负偏差时,则应改变冲件尺寸注法,使其符合单向正偏差这一形式。如: $80_{-0.2}$ 应写成 $79.8^{+0.2}$, 50 ± 0.3 应写成 $49.7^{+0.6}$ 等。

公式(4)有如下3种情况。

1) 间隙值的变化范围为 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$ 。当最小的冲裁间隙值 $Z_{\min} \leq 0.02$ mm时,在图纸上标注的凹模名义尺寸就是: $d_M = d + K\Delta'$;

2) 当最小的冲裁间隙 $Z_{\min} > 0.02$ mm时,在图纸上标注的凹模名义尺寸就是 $d_M = d + K\Delta' + Z_{\min}$;

3) 配制的凹模名义尺寸不标注制造公差。但需在图纸注出:凹模按凸模实际尺寸配制,保证间隙 $Z_{\min} \sim Z_{\max}$ 。

5.2 分开制造的凸、凹模刃口尺寸计算和标注方法

对于冲裁模计算出凸、凹模名义尺寸后,再分别标注合理的制造公差,可以单独进行成形加工。目前,由于成形磨削水平的不断提高,电火花加工精度的提高,以及数控线切割工艺的应用,单独进行加工凹、凸模已成为可能,并且已开始应用。由于加工精度水平大约是100 mm内误差不小于0.012 mm,故分开加工的方法只适用冲裁材料厚度0.8 mm以上的模具。其凸凹模尺寸和标注方法分别如下。

1) 分开制造的落料凹模的计算公式

冲件外形是由凹模决定的,凹模是基准,计算公式如下:

$$D_M = (D - K\Delta)^{+\delta_M} \quad (5)$$

$$D_n = (D - K\Delta - Z_{\min})_{-\delta_n} \quad (6)$$

2) 分开制造的冲孔凸模的计算公式

冲件内形是由凸模决定的,凸模是基准,计算公式如下:

$$d_n = (d + K\Delta')_{-\delta_n} \quad (7)$$

$$d_M = (d + K\Delta' + Z_{\min})^{+\delta_M} \quad (8)$$

公式(5)、(6)对冲件尺寸标注要求与公式(1)、(2)相同。公式(7)、(8)对冲件尺寸标注要求与公式(3)、(4)相同。

3) 符合意义说明:

D 为冲件外形名义尺寸; d 为冲件内形名义尺寸; Δ 为冲件外形制造公差; Δ' 为冲件内形制造公差; D_M 为落料凹模名义尺寸; D_n 为落料凸模名义尺寸; Z_{\min} 为最小冲裁间隙; Z_{\max} 为最大冲裁间隙; K 为系数,根据冲件精度可取如下数值,当冲件精度在 IT8 级以下时, K 为 $4/5 \sim 1$,当冲件精度在 IT7 级时, K 为 $2/3 \sim 3/4$,当冲件精度在 IT7 级以上时, $K = 1/2$; δ_M 、 δ_n 分别为凹模和凸模的制造公差;为确保凸模、凹模制造的经济精度,应使 $|\delta_M| + |\delta_n| \leq \Delta Z$, $\Delta Z = Z_{\max} - Z_{\min}$,而 ΔZ 在凹凸模上的分布,一般根据外形(凸模)比内形(凹模)制造较为容易的原则分布如下:

$$\delta_M = (3/5 \sim 4/5) \Delta Z,$$

$$\delta_n = (1/5 \sim 2/5) \Delta Z$$

以上是某专业公司在生产实践积累的一些经验,仅供参考。

6 结语

精冲模具是目前应用越来越广泛的模具之一,其刃口尺寸和公差的确原则及标注方法应引起足够的重视。随着加工工艺的发展,其确定原则和标注方法也应有所适应。合理的确定精冲模具间隙和刃口尺寸及公差,不仅可保证冲裁件的尺寸精度,且能提高模具的使用寿命,改善制造效果,降低加工成本,缩短生产周期,简化生产工艺,制造出高质量的模具。

参考文献:

- [1] 上海市技术革新展览会编.实用冲压技术[M].上海:上海科技出版社,1985:131-148.
- [2] 何从俊.冷冲模修配[M].北京:机械工业出版社,1978:48-54.
- [3] 王先逵.机械制造工艺学[M].北京:清华大学出版社,1984:152-158.

欢迎订阅《精密成形工程》杂志

《精密成形工程》杂志前身为创办于1983年的中国科技核心期刊《金属成形工艺》。为了适应时代要求,扩大刊物影响力,2009年经新闻出版总署批准,《金属成形工艺》杂志正式改版更名为《精密成形工程》杂志。

《精密成形工程》是由中国兵器工业第五九研究所、国防科技工业精密塑性成形技术研究应用中心主办的科技核心期刊,面向国内外公开发行,是目前唯一以“成形工程”命名的科技期刊。

《精密成形工程》目前已组建了由才鸿年(院士)、阮雪榆(院士)、曾苏民(院士)、宋玉泉(院士)、苑世剑、杨合、张士宏等30多位全国知名的院士、学者、专家组成的编委会。

主要报道内容覆盖金属材料成形(锻压、铸造、焊接成形等)、非金属材料(高分子材料、陶瓷材料)成形、复合材料成形等制造技术学科领域。

《精密成形工程》杂志为双月刊,国际刊号:ISSN 1674-6457,国内统一刊号:CN 50-1199/TB,邮发代号:78-235,大16开本,每期订价为15元,全年90元,全国各地邮局(所)均可订阅,逾期可随时与编辑部联系补订。

地址:重庆市九龙坡区石桥铺渝路33号59所 邮编:400039

开户行:中国银行重庆市高新支行 户名:重庆五九期刊社 帐号:839939105788091001

电话:023-68792294 传真:023-68793154 电子信箱:jmcxgc@163.com