

高效精密冲模 设计与制造

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

全书共分为十四章,按照冲模设计与制造的特点,作了精心的安排。由模具精度入手,到整副模具设计制造成功,系统地阐述了高效率、高精度和高寿命的多工位级进模、典型复合模、多工位传递模和多滑块弯曲机模的设计原理、模具结构、模具制造、自动送料、安全保护、典型示例等,说明了各有关部分的技术关键所在。通过本书的学习,读者不仅能掌握设计原理,而且也能解决实际问题。与普通冲模书籍相比,本书是一部精练、简洁、传播新技术的模具专著,可作为中、高级模具技术培训教材以及大专院校有关师生的参考书,是中、高级模具技术人员的得力助手,也是模具制造高级技工的必读之书。

高效精密冲模设计与制造

张春水 祝俊昶 编著

陈良杰 审校

责任编辑 杨兵

西安电子科技大学出版社出版发行

空军工程学院印刷厂印刷

新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 524 千字

1989年6月第1版 1989年6月第1次印刷 印数 1-3 000

ISBN 7-5606-0107-3/TH·0007

定价: 4.35 元

序

随着工业生产和人民生活用品的发展,一些制品的产量很大,且有些制品的精度和质量要求越来越高。工业生产过程的高效、优质、精密及自动化发展的需要,对模具在精度、效率和寿命上不断提出新的要求,高精度、高效率、高寿命模具已成为模具制造技术主要的发展方向之一,也是衡量一个国家模具技术水平高低的主要标志。

“三高”冲压模具主要有四种:(1)一般冲裁、弯曲、拉深成形件的多工位级进模;(2)连续多次拉深件的传递模;(3)连续多次弯曲件的多向弯曲模;(4)要求耐磨损的高寿命硬质合金模。这些模具的设计制造,要求有较高的技术水平和丰富的实践经验。近几年来,国内有些厂家随着产品的引进,同时引进了部分国外模具图纸,在翻版的基础上制造了部分“三高”模具,但国内独立设计这些模具还缺乏经验,制造周期也较长,而且国内迄今还没有一本有关“三高”冲压模具设计与制造的指导性图书。

张春水、祝俊昶两同志多年从事模具设计与制造工作,近年来,通过在国外进修和吸收引进的模具技术资料,对“三高”模具的设计与制造作了亲身尝试,积累了一定的经验。在此基础上,他们参阅了大量模具技术文献,撰写了《高效精密冲模设计与制造》一书,系统地阐述了“三高”模具的设计原理、模具结构、自动送料、安全保护、典型示例、模具制造等,用文字和插图说明了工序的分布、结构的特点及各有关部分的技术关键。它是国内一本较好的指导“三高”模具设计与制造的专著,这样详细、系统的技术书籍,在国外也不多见。它的出版,将受到模具界的欢迎,促进“三高”模具国产化的步伐,为模具工业作出贡献。

陈良杰
庄礼庭

前 言

当代科学技术的发展,离不开基础工业的支持。众所周知,产品要具有竞争能力,除了应具有先进的技术水平、稳定的使用性能、结构新颖、更新换代快等特点外,还必须具有价格竞争优势。这就需要采用先进、高效的生产手段,不断降低成本。要达到上述目的,途径是多方面的,模具就是其中的重要因素之一,它的重要性早已为国内外所重视,并为工业发达国家的发展过程所证实。

高效率、高精度和高寿命的模具技术已成为衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一。我国执行开放政策以来,各行各业引进的生产线不断增加。这些先进的生产线都配备了适应现代化生产的专用模具,没有专用模具作为保证条件,这些生产线是发挥不了作用的。因此,对这类专用模具的消耗补充、开发和推广,已经引起了广泛的注意。

笔者多年来从事模具设计与制造,尤其是近年来通过出国学习和消化、掌握大量引进模具技术资料,加上设计与制造此类模具的实践,参阅了大量模具技术文献,编著了《高效精密冲模设计与制造》一书献给同行们。在书稿编写过程中,得到了我国模具行业老前辈、西安交通大学原校长庄礼庭教授和中国模具协会顾问陈良杰高级工程师的大力支持,并由陈良杰高级工程师对本书进行审校。此外,还得到了陕西彩色显象管总厂和工具科有关领导及同志们的大力支持。同时,本书得以早日问世,与西安电子科技大学出版社同志们的辛勤工作和支持是分不开的。在此一并表示衷心的感谢。

由于笔者水平有限,缺乏经验,不当之处在所难免,敬希读者提出宝贵意见。

编著者

1988年1月

目 录

第一章 互换性冲模

一、模具零件互换	1
(一) 模具损坏	1
(二) 互换基础	1
(三) 互换条件方程	2
(四) 参数分析	2
二、互换的实现	9
(一) 互换精度	9
(二) 设计与工艺措施	11
三、模具寿命	13
(一) 凸模和凹模的磨损	13
(二) 界限寿命条件	14

第二章 硬质合金冲模

一、概述	16
二、硬质合金的特性	17
(一) 硬质合金的特点	17
(二) 硬质合金的性能	18
三、热等静压处理(HIP 处理)	20
(一) 热等静压处理概况	20
(二) 热等静压处理对孔隙度 的影响	22
(三) 热等静压处理对抗弯强度 的影响	22
四、硬质合金冲模的设计	23
(一) 设计的基本要求	23
(二) 硬质合金的种类及其选择	24
(三) 硬质合金的固定	25
五、硬质合金的加工	30
(一) 电火花加工	30
(二) 磨削与研磨	34
(三) 硬质合金加工示例	37

第三章 模具主要零部件设计

一、凸模	41
(一) 凸模强度	41

(二) 冲裁凸模切入深度

与固定方法	46
二、凹模	49
(一) 凹模的结构型式	49
(二) 凹模刃口型式及参数	58
(三) 凸凹模最小壁厚	58
三、小孔冲裁模	59
(一) 小孔冲裁的特点	59
(二) 凸模的强化	59
(三) 小孔冲裁模的结构	61
四、卸料装置	64
(一) 卸料板	64
(二) 弹压螺钉	67
(三) 弹簧	68
五、定位件	75
(一) 销钉	76
(二) 键和斜楔	76

第四章 级进模的特殊零部件

一、导料装置	78
(一) 导料型式	78
(二) 浮动导料装置	79
(三) 常用浮动导料装置	80
二、条料定位装置	81
(一) 条料的一般定位	81
(二) 条料导正定位	85

第五章 级进模条料的工序排样

一、条料的载体设计	90
(一) 边料载体	90
(二) 原载体	91
(三) 单载体	91
(四) 双载体	92
(五) 中载体	93
(六) 载体的其它型式	94
二、条料的定位精度	95

三、条料的工序排样	95
(一) 级进冲裁	96
(二) 级进弯曲	101
(三) 级进拉深	110
(四) 级进落料复位	113
四、工序排样设计示例	114
五、条料的工序排样检查	118
第六章 级进模设计示例	
一、级进模设计方法	120
(一) 级进模设计顺序与注意事项	120
(二) 级进模结构设计要点	120
(三) 级进模设计后的检查	122
二、膜片级进模	123
(一) 制件要求	123
(二) 条料工序排样	123
(三) 模具结构	124
(四) 模具设计要点	124
三、文架级进模	132
四、丝架级进模	137
五、双筒制件级进模	142
(一) 双筒制件拉深时的金属流动规律	142
(二) 双筒薄片级进模	144
第七章 多工位传递模设计	
一、多工位传递模有关参数及注意事项	146
二、多工位传递模模架	149
三、机械手设计	150
四、多工位传递模的结构设计	152
(一) 结构设计要点	152
(二) 典型结构	152
五、典型制件的工艺设计	161
第八章 多滑块弯曲机模设计	
一、多滑块弯曲机的构造特点	179
二、制件的工艺和模具设计	180
三、凸轮设计	182
四、弯曲成形过程及典型制件工艺、工序分解图	185

第九章 模架

一、模架的应用	191
二、模架的类型	191
(一) 后侧导柱模架	193
(二) 中间导柱模架	193
(三) 对角导柱模架	193
(四) 四导柱模架	193
(五) 特型模架	194
三、模架的导向型式	194
(一) 滑动导向	194
(二) 滚珠导向	194
(三) 滚柱导向	195
四、模架的主要零件	196
(一) 导柱	196
(二) 滚珠、滚柱保持圈	200
(三) 导套	202
(四) 模柄	205
五、倒装模架	205
(一) 倒装模架的特点	206
(二) 倒装模架导柱、导套的组合型式	206
(三) 倒装模架导向各有关参数的计算	207
六、模架精度及其选择	209

第十章 自动送料装置

一、辊轴式送料装置	213
(一) 辊轴式送料装置的工作原理	213
(二) 辊轴式送料的类型	213
(三) 辊轴式送料装置的运动特性	215
(四) 带滚柱超越离合器的辊轴式送料装置	217
(五) 超越离合器	218
(六) 蜗杆凸轮送料装置	223
(七) 数字程序控制辊轴式送料装置	224
(八) 送料精度不良的原因及对策	225
二、夹持式送料装置	227
(一) 夹钳式送料装置	227
(二) 夹刃式送料装置	227

(三) 夹滚式送料装置	228
三、气动送料器	230
(一) 送料器的结构及性能	231
(二) 气动送料器的工作原理	232
(三) 压力机与送料器的同步关系	234
(四) 送料器有关部件的调整	235
四、多工位压力机送料装置	237
(一) 二向机械手送料装置	237
(二) 三向机械手送料装置	238

第十一章 模具的安全保护

一、模具的安全检测装置	240
(一) 概述	240
(二) 检测装置的应用	241
二、废料回升和废料堵塞	248
(一) 废料回升	248
(二) 废料堵塞	251
三、模具表面制件和废料的清理	253

第十二章 模具常用材料及热处理

一、对材料的基本要求	255
二、模具主要零件的材料及热处理	255
三、模具材料的真空热处理	262
四、硬质合金	264
五、钢结硬质合金	264
六、模具表面强化处理	265

第十三章 模具零件加工

与模具装配

一、模具制造技术动向	268
------------------	-----

二、精加工设备的工艺性

(一) 平面磨削	269
(二) 光学曲线磨削	272
(三) 座标磨削	274
(四) 线切割加工	279

三、基准的选择

(一) 常用基准形式	281
(二) 产生基准不良的现象及对策	283

四、典型零件的加工工艺过程

(一) 凸模、凹模的加工工艺过程	284
(二) 板类零件的加工工艺过程	295

五、模具装配机

(一) 模具装配机的主要参数及特点	296
(二) 模具装配机的工作原理	297

六、模具装配过程

(一) 部件装配过程	299
(二) 模具总装配过程	306

第十四章 典型复合模的设计，

与制造示例

一、电子屏蔽复合模	312
(一) 模具概况	312
(二) 火焰淬火	313
二、荫罩成形复合模	318
(一) 模具的设计原理与结构	319
(二) 模具的计算与设计	328
(三) 模具的加工与测量	334
(四) 模具使用中的问题及其对策	340

第一章 互换性冲模

在大批量生产中,不仅要求模具效率高,而且更重要的是模具零件一旦损坏,要求零件更换迅速、方便、可靠,这就要求模具零件具有互换性。这类模具零件具有互换性质的冲模,叫做互换性冲模。

一、模具零件互换

(一) 模具损坏

模具零件互换主要指凸模和凹模等易损件的互换。凸模和凹模主要损坏方式有开裂、啃口、掉块、磨损、折断等,造成模具损坏的因果关系如图 1-1 所示。



图 1-1 模具损坏因果图

(二) 互换基础

级进模中一般以制件的冲裁工序要求最严,所以取冲裁工序为研究对象,要求具有互换性的模具零件,以满足制件质量要求为互换基础。制件质量包括两个方面:一方面是制件尺寸精度;另一方面是制件表面质量。影响制件尺寸精度的因素如图 1-2 所示;影响

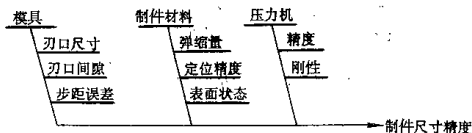


图 1-2 影响制件尺寸精度的因素

制件表面质量的因素如图 1-3 所示。

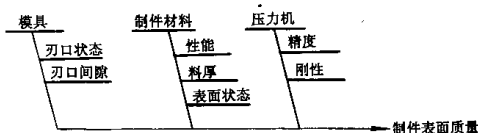


图 1-3 影响制件表面质量的因素

(三) 互换条件方程

对影响制件尺寸精度和表面质量的主要因素分别建立公差平衡方程。

1. 按制件精度建立方程

$$\Delta_i - (\delta_j + \delta_{jm} + \Sigma \delta_{ij} + \delta_a) = 0$$

$$\text{则} \quad \delta_j + \delta_{jm} + \Sigma \delta_{ij} + \delta_a = \Delta_i \quad (1-1)$$

式中 Δ_i ——制件不同部位的公差；

δ_j ——基准件制造公差。所谓基准件是指决定制件尺寸的模具零件，冲孔时指凸模零件，落料时指凹模零件；

δ_{jm} ——基准件的储备量。它包括刃口的磨损量和修理磨量；

$\Sigma \delta_{ij}$ ——辅助件误差引起基准件的步距误差。所谓辅助件是指固定基准件和配合件的零件，如模座、垫板、固定板等；

δ_a ——制件的公差余量。它包括制件加工的工序定位、压力机等引起的误差和制件精度安全量。

2. 按制件表面质量建立方程

$$\Delta z_{\max} - (\delta_j + \delta_b + \Sigma \delta_i + \delta_{jb}) = 0$$

$$\text{则} \quad \delta_j + \delta_b + \Sigma \delta_i + \delta_{jb} = \Delta z_{\max} \quad (1-2)$$

式中 $\Delta z_{\max}$ ——冲裁工序中刃口间隙最大偏差值。其大小一般不允许超过刃口间隙设计值 z_0 的 20%，即取 $\Delta z_{\max} = 0.2z_0$ ；

δ_b ——配合件制造公差。所谓配合件是指与基准件配合，共同加工制件的模具零件，冲孔时指凹模零件，落料时指凸模零件；

$\Sigma \delta_i$ ——辅助件误差引起基准件与配合件刃口轴线的误差；

δ_{jb} ——压力机理论动态精度误差引起基准件与配合件刃口轴线的误差。

方程(1-1)和(1-2)是模具刃口件互换的精度条件方程。换句话说，只有刃口件精度同时满足了方程(1-1)和(1-2)，才能加工出合格的制件。

(四) 参数分析

互换条件方程中参数很多，各参数的关系和影响程度需要加以分析。应当指出，在

一般情况下,由方程(1-2)决定的模具精度均能满足方程(1-1)的要求。因此,重点分析方程(1-2)。

1. 最大刃口间隙偏差值 $\Delta z_{\max}$

$\Delta z_{\max} = 0.2z_0$, z_0 是模具刃口间隙设计值,其取值主要是依据制件质量要求和制件材料而定。冲裁间隙值及其对制件表面质量影响情况如表 1-1 所示。

表 1-1 冲裁间隙(双面)及制件表面质量

制件		分类	I 类	II 类	III 类
		间隙比值 $t\%$			
材	低碳钢 08F、10F、10、20、A3		6~14	>14~20	>20~25
	中碳钢 45 不锈钢 1Cr18Ni9Ti、4Cr13 可伐合金		10~18	>18~25	>25~30
	高碳钢 T8A、T10A 65Mn 钢		16~25	>25~32	>32~38
	纯铝 L2、L3、L4、L5 铝合金(软态)LF21 黄铜(软态)H62 紫铜(软态)T1、T2、T3		4~10	>10~15	>15~20
	黄铜(硬态) 铅黄铜 紫铜(硬态)		6~12	>12~18	>18~24
	铝合金(硬态)LY12 锡磷青铜 铝青铜 铍青铜		8~15	>15~22	>22~28
	镁合金 硅钢 D41		3~5 5~10		
表面质量	塌角	占厚度比例 $t\%$	4~7	6~8	8~10
	剪切带(光亮)		35~55	25~40	15~25
	断裂带(粗糙)		35~50	50~60	60~70
	毛刺		较小	最小	小
	斜度		4°~7°	7°~8°	8°~11°
	挠度		较小	小	较大

注:①本表适用于材料厚度为 10 mm 以下的金属材料,厚料间隙比值取大些;

②非金属材料间隙比值:红纸板、胶纸板、胶布板的间隙比值分二类。

相当于 I 类时,取 1~4;相当于 II 类时,取 4~8。纸、皮革、云母纸的间隙比值取 0.5~1.5;

③硬质合金冲裁模的冲裁间隙比钢模大 25~30%。

2. 基准件公差 δ_j 、配合件公差 δ_b 和辅助件误差引起刃口轴线的误差 $\Sigma\delta_i$ 。

以冲孔为例，凸模为基准件，凹模为配合件。

凸模公差 δ_j 包括凸模刃口的制造误差和刃口面与固定面的同轴度误差；凹模公差 δ_b 包括凹模刃口的制造误差、刃口与外形的同轴度误差和凹模孔对基准面的垂直度误差；模座、垫板、固定板等辅助件误差引起凸模和凹模刃口轴线的误差 $\Sigma\delta_i$ 。

为便于推导计算，作如下规定：

理想基准面——假设模具上模座与下模座平行，则通过上模座下表面的平面在上理想基准面；通过下模座上表面的平面为下理想基准面。

理想中心线——级进模的理想中心线设定为等于步距公称尺寸且与理想基准面垂直的直线。

理想状态——当计算某参数时，设定其它参数处于理想状态。

(1) 上模座平行度误差 δ'_1 ：凸模固定后，上模座平行度误差 δ'_1 引起凸模刃口中心与理想中心的偏差 δ_1 如图1-4所示。

设定上模座绕轴 o 转动而成，则有

$$\begin{aligned}\delta_1 &= (L + H_1)\sin\alpha_1 - L_1\sin\alpha_1\sin\alpha_1 \\ &= (L + H_1)\sin\alpha_1 - L_1\sin^2\alpha_1\end{aligned}$$

式中 L ——凸模长度；

H_1 ——垫板厚度；

L_1 ——轴 o 中心到理想中心线的距离；

L_1 ——上模座长度；

α_1 ——上模座下平面与上理想基准面的夹角。由图中几何关系可得

$$\alpha_1 = \sin^{-1}(\delta'_1 / L_1)$$

参数 L 、 H_1 、 L_1 、 L_1 是上模零件结构尺寸。

α_1 与上模座平行度误差 δ'_1 和 L_1 有关，所以凸模固定后，其刃口中心与理想中心偏差 δ_1 ，不仅与上模座平行度误差 δ'_1 有关，还与上模零件结构尺寸大小有关。

(2) 上垫板平行度误差 δ'_2 ：凸模固定后，上垫板平行度误差 δ'_2 使凸模刃口中心与理想中心偏差为 δ_2 ，如图1-5所示。

$$\delta_2 = L\sin\alpha_2$$

$$\alpha_2 = \sin^{-1}(\delta'_2 / L_2)$$

式中 L_2 ——上垫板长度。

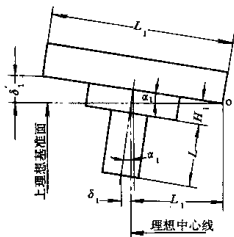


图1-4 δ_1 计算简图

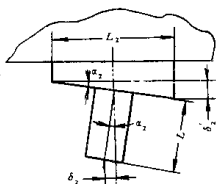


图 1-5 δ_1 计算简图

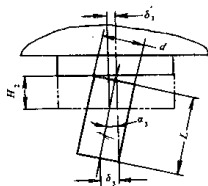


图 1-6 δ_3 计算简图

(3) 凸模固定孔垂直度误差 δ'_3 : 凸模固定后, 凸模固定孔垂直度误差 δ'_3 使凸模刃口中心与理想中心偏差为 δ_3 , 如图 1-6 所示。

$$\delta_3 = (L + \frac{d}{2} \operatorname{tg} \alpha_3) \sin \alpha_3$$

$$\alpha_3 = \operatorname{tg}^{-1}(\delta'_3 / H_2)$$

式中 d ——凸模直径;

H_2 ——凸模固定板厚度。

(4) 凸模固定孔的制造误差 δ'_4 : 凸模固定后, 凸模固定孔的制造误差 δ'_4 使凸模刃口中心与理想中心偏差 $\delta_4 = \delta'_4$ 。

(5) 凸模固定孔的位置误差 δ'_5 : 凸模固定后, 凸模固定孔的位置误差 δ'_5 使凸模刃口中心与理想中心偏差 $\delta_5 = \delta'_5$ 。

(6) 下垫板平行度误差 δ'_6 : 凹模固定后, 下垫板平行度误差 δ'_6 使凹模刃口中心与理想中心偏差为 δ_6 , 如图 1-7 所示。

$$\delta_6 = H_3 \sin \alpha_4$$

$$\alpha_4 = \operatorname{tg}^{-1}(\delta'_6 / L_3)$$

式中 H_3 ——凹模厚度;

L_3 ——下垫板长度。

(7) 凹模镶件固定孔中心线对基准面的垂直度误差 δ'_7 : 凹模固定后, 固定孔中心线对基准面垂直度的误差 δ'_7 使凹模刃口中心与理想中心偏差 $\delta_7 = \delta'_7$, 如图 1-8 所示。

$$\alpha_5 = \operatorname{tg}^{-1}(\delta'_7 / H_3)$$

(8) 凹模镶件固定孔的制造误差 δ'_8 : 凹模固定后, 凹模镶件固定孔的制造误差 δ'_8 使凹模刃口中心与理想中心偏差 $\delta_8 = \delta'_8$ 。

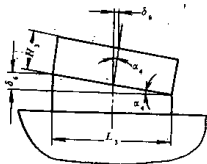


图 1-7 δ_s 计算简图

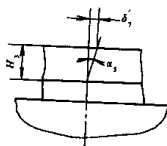


图 1-8 δ_s 计算简图

(9) 凹模镶件固定孔的位置误差 δ'_s : 凹模固定后, 凹模镶件固定孔的位置误差 δ'_s , 使凹模刃口中心与理想中心偏差 $\delta_s = \delta'_s$.

3. 凸模公差 δ_j 、凹模公差 δ_b 和凸模与凹模刃口轴线误差 $\Sigma\delta_i$ 的组合

(1) 间隙最大误差值的计算: 设由凸模公差为 δ_j 的凸模, 凹模公差为 δ_b 的凹模, 以及引起凸模与凹模刃口轴线误差 $\Sigma\delta_i$ 的辅助件装配后, 在级进模的某一工位上, 间隙最大误差为 $\delta_{\max}$, 上模的最大偏差为 $\delta_{j\max}$, 下模的最大偏差为 $\delta_{b\max}$, 则

$$\delta_{\max} = |\delta_{j\max}| + |\delta_{b\max}|$$

上模和下模装配后, 间隙最大误差情况如图 1-9 所示。

上模的最大偏差值为

$$\begin{aligned}\delta_{j\max} = & \delta_1 + \delta_5 + \delta_2 \cos \alpha_1 \\ & + \delta_3 \cos(\alpha_1 + \alpha_2) \\ & + (\delta_4 + \delta_j) \cos(\alpha_1 \\ & + \alpha_2 + \alpha_3)\end{aligned}$$

下模的最大偏差值为

$$\begin{aligned}\delta_{b\max} = & \delta_6 + \delta_9 + \delta_7 \cos \alpha_4 \\ & + (\delta_8 + \delta_b) \cos(\alpha_4 + \alpha_5)\end{aligned}$$

(2) 各参数的影响: 间隙最大误差值计算中的组合情况, 是假设在条料送进方向上, 上模和下模的各误差参数最大值方向相反。实际上这是几乎不可能出现的极端情况, 没有实际意义, 但其计算图却直观地表达了各参数的影响情况及模具的结构状况。

按概率论原理, 参数越多, 各参数的不同值在某一方向上出现的几率相等。因而各参数的组合误差实际值远远小于最大值。

在级进模中, 由于工位多、模具长, 模架平行度误差对凸模和凹模刃口位置影响大。

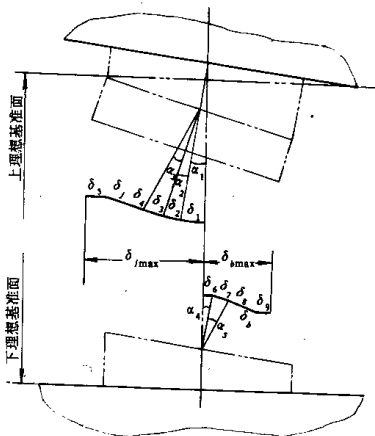


图 1-9 上、下模刃口间隙最大误差情况

凸模和凹模的精度误差及其固定孔的位置精度误差,是刃口间隙误差的直接影响因素,因而它们是模具零件互换的关键精度参数。

4. 压力机动态精度误差 $\delta_{j\mu}$

压力机动态精度是指压力机空载或加载运转状态下的精度。它是影响制件质量的重要因素之一。由于压力机动态精度与多种因素有关,多用试验方法测得。

(1) 空载动态精度:取压力机滑块和台面的中心为坐标原点,台面左右方向为 X 轴,前后方向为 Y 轴,过坐标原点垂直于 XY 平面的直线为 Z 轴。空载试验得出:滑块在下死点位置时,滑块与台面的相对位移在 X 方向无变化,在 Z 方向的相对位移如图1-10和图1-11所示。

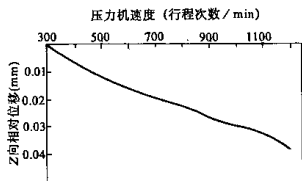


图 1-10 压力机速度对 Z 向位移的影响

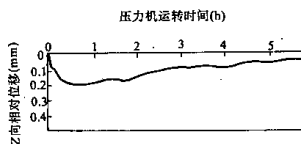


图 1-11 压力机运转时间对 Z 向位移的影响

压力机的运转条件不同,对压力机的动态精度影响程度也不同。图1-10是压力机运转速度对 Z 方向位移的影响;图1-11是压力机运转时间对 Z 方向位移的影响。

(2) 偏心载荷时的动态精度:偏心载荷时的动态精度,在55t的C型曲轴压力机上进行测试。如图1-12所示,取滑块和台面上各对应点分别为 H 、 H' 、 I 和 I' ,使 $HH' = II' = 300$ mm, $HI' = H'I = 220$ mm,矩形 $II'HH'$ 为载荷作用范围。用 9×10^4 N的载荷作用于 I 、 I' 、 H 、 H' 和原点 O 上,用 10^3 N的偏心载荷分别作用于点 D 、 E 、 F 和 G 上。

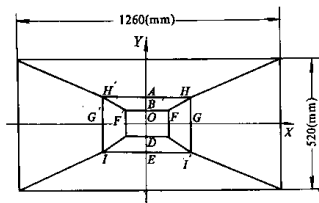


图 1-12 滑块与台面的对应点

图1-13表示 Y 轴上偏心载荷使滑块与台面各对应点产生的相对位移,横轴表示载荷偏心距。图(a)表示对应点在 Y 方向上的相对位移,偏心载荷的偏心距在 $O \sim D$ 区时,产生极小的相对位移,可认为在此区间偏心载荷不产生相对位移,而后随着偏心载荷偏心距的增大,位移量增大;图(b)表示对应点在 Z 方向上的相对位移,随着载荷偏心距的增大,C型压力机开口变大, A 点和 B 点的位移减小,而 D 点和 E 点的位移增大, Z 方向上最大相对位移量达1.4 mm,但对制件加工质量并无多大影响;图(c)表示各对应点在 X 方向上的相对位移,其值极小,可

认为是与载荷偏心距大小无关的定值。

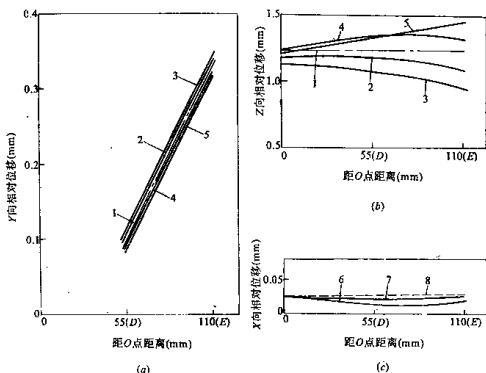


图 1-13 Y 轴上偏心载荷产生的相对位移

1—O 点；2—B 点；3—A 点；4—D 点；5—E 点；6—H 点；7—G 点；8—I 点

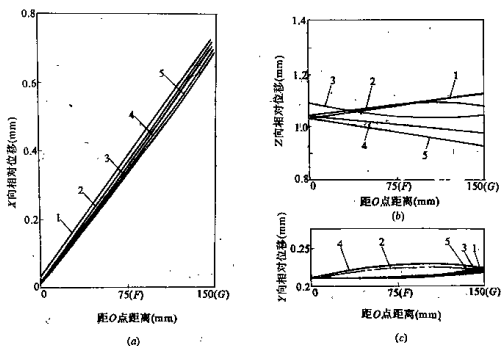


图 1-14 X 轴上偏心载荷产生的相对位移

1—G 点；2—F 点；3—O 点；4—F' 点；5—G' 点

图 1-14 表示 X 轴上偏心载荷使滑块与台面各对应点产生的相对位移。图(a)表示对应点在 X 方向上的相对位移, 随着载荷偏心距的增大而增大; 图(b)表示对应点在 Z 方向上的相对位移, 在 Z 方向上产生最大的相对位移量; 图(c)表示对应点在 Y 方向上的相对位移, 位移极小, 可认为是与载荷偏心距大小无关的定值。

(3) 实际冲裁时的动态精度: 实际冲裁加工时, 上模和下模的最大相对位移量为压力机的实际动态精度误差 δ'_{jd} 。它的大小是由压力机的精度、刚性和模具结构, 以及冲裁力的偏心情况等因素所决定的。图 1-15 是压力机冲裁加工时, 上模和下模相对位移的实测值。

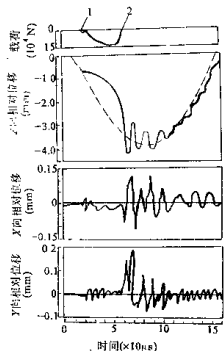


图 1-15 冲裁加工时上模与下模的相对位移
1—冲裁开始点; 2—冲裁结束点

二、互换的实现

互换条件方程(1-1)和(1-2)是确定模具精度的基础。由互换条件方程可知, 除了模具本身和压力机的精度外, 另一个制约因素是冲压加工的制件精度。冲压加工的制件精度及其分级如表 1-2 所示。

精度级别不同的制件, 可采用相应的模具精度。同一个制件不同位置或不同尺寸的不同精度, 在级进模中不同工位上可采用不同的模具精度与之对应。互换条件方程中各参数的分析, 明确了各参数的影响情况, 是确定互换精度和为实现互换而采用设计与工艺措施的有力依据。

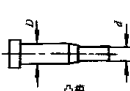
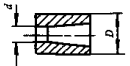
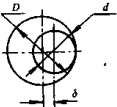
(一) 互换精度

模具零件的互换精度是与制件质量和材料厚度密切相关的。但是, 目前多数厂家生产具有互换性的模具, 并不考虑材料厚度, 而按精密设备能达到的最佳精度生产, 硬质合金模具尤其是这样。模具零件互换常用精度如表 1-3 所示; 锻件互换常用精度如表 1-4 所示。

表 1-2 冲压加工制件精度及其分级

加工部位及形状尺寸			精 度 (mm)		
			粗 级	中 级	精 级
冲 裁 加 工	孔位置 尺寸	单工位	± 0.13	± 0.05	± 0.025
		多工位	± 0.20	± 0.13	± 0.05
	外形尺寸		± 0.13	± 0.05	± 0.025
	轮廓角度		$\pm 15'$	$\pm 10'$	$\pm 5'$
	轮廓最小半径		$R0.5$	$R0.25$	$R0.13$
	最小冲裁孔径		$1.5t$	$1t$	$0.7t$
	剪切面长度		$0.2t$	$0.3t$	$0.5t$
	最大毛刺高度		0.13	0.05	0.025
	挠度		0.15	0.10	0.05
弯 曲 加 工	弯曲尺寸		± 0.20	± 0.13	± 0.05
	弯曲角度		1°	0.5°	0.2°
	最小弯 曲半径	铝、铜	$1t$	$0.5t$	$0.25t$
		冷轧钢	$1.5t$	$1t$	$0.5t$
		不锈钢	$2t$	$1.5t$	$1t$

表 1-3 模具零件互换常用精度(mm)

 凸模	精 度 零 件	尺 寸		位 置	形 状		步 距 误 差	
		轴	孔	同轴度 δ	不圆度	粗糙度(μm)	单步	积累
 凹模嵌块	凸 模	$+0.002$		0.0015	0.0015	$D \ 1.0$ $d \ 0.5$	± 0.002	± 0.02
 凹模嵌块			0.003	0.0025	$D \ 0.0015$ $d \ 0.002$	$D \ 1.0$ $d \ 0.8$		