



多工位级进模 设计与制造

○ 陈炎嗣 编著



TG385.2

20

2006

多工位级进模设计与制造

陈炎嗣 编著

机械工业出版社

本书共 10 章,第 1 章对多工位级进模的特殊作用、特点、使用条件等方面作了论述。第 2 章至第 7 章,分别就以下几方面作了较为系统的阐述:①级进模设计基础与冲压工艺分析;②排样的优化设计;③带料多工位连续拉深排样设计和工艺计算;④步距与定距定位方式;⑤凸、凹模的结构和固定;⑥多工位级进模的结构件及有关装置的设计方法、要点、技巧、结构形式等。第 8 章介绍了实用多工位级进模 32 例,如空调器翅片模,带有冲裁、压弯、成形的级进模,微型壳类件连续拉深模,硬质合金长寿命级进模等。在这些实例中,传统与现代相结合,更多的现代的“三高”模具结构,从不同角度可以了解这些模具的具体结构特点。第 9 章介绍了级进模材料的选用与热处理。第 10 章介绍级进模的制造和装配要点,关键零件加工举例,以及级进模的试冲、调整、维修、保养要领等。最后为附录,选编了模具设计中常用的一些参数。

本书可供从事冲模设计的技术人员和相关工艺人员使用,也可供有关专业院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

多工位级进模设计与制造/陈炎嗣编著. —北京:机械工业出版社, 2006.9

ISBN 7-111-19521-3

I. 多... II. 陈... III. ①冲模—设计 ②冲模—制模工艺
IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 073928 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曲彩云 责任编辑:李建秀 版式设计:霍永明

责任校对:张晓蓉 封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷

2006 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·38.5 印张·952 千字

0001—4000 册

定价:68.00 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)68326294

编辑热线电话(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

前言

模具作为特殊的工艺装备,在现代制造业中越来越重要。有了模具,企业有可能向社会提供品种繁多、质优价廉的商品,满足人们日益增长的多方面的消费需要。有了模具,人们的衣、食、住、行,可直接或间接地变得丰富多彩。说得具体一点,人们日常接触到的如:汽车、手表、手机、电话、电脑、空调器、传真机、复印机、彩电、冰箱、照相机、儿童玩具等,可以说一切用品,大到飞机、轮船、火车、火箭,小到一根缝衣针,都离不开用模具加工或生产其中某个零件。模具的广泛应用,不仅得到了人们普遍的认识,同时,模具水平的高低,关系到现代制造业的发展与进步,关系到经济建设的速度。大力提高制造模具水平,是提升模具技术档次的关键。

多工位级进模是冲压模具中的一种,它是在单工序冲压模具基础上发展起来的多工序集成模具,在一副模具中可以完成冲裁、压弯、成形、拉深等多种冲压工序,它可以将复杂的制件外形或型孔,经分解变成简单的冲压。相对而言,多工位级进模的单个工位的冲压难度比单工序模要简单多了,因而能够将复杂的零件用一副级进模冲压而成,并且可以在无人操作的情况下进行高速冲压。模具可以采用优质、高强度、高耐磨材料制造,模具的加工采用先进的CNC制模设备和合理工艺。因此,多工位级进模具有高效、高精度、长寿命的特点,它已成为实现大生产、降低生产成本的最佳选择。它是当代先进冲压模具的代表,因此深受人们重视,被指定为我国“十一五”规划中重点发展的模具之一。

多工位级进模的结构比较复杂,模具制造精度要求高,在进行模具设计时要考虑的内容比较多,要求模具设计师的水平也高。能够设计与制造高精度、高功能、长寿命的多工位级进模,一般需要经验丰富的理论与实践相结合的模具专业人才和较为配套的先进精密制模设备才能有保障。

当前,设计与制造多工位级进模,国内已有一定基础,个别企业生产的产品已有较高水平,但大部分企业仍有较大差距,总量供不应求,进口较多。

为了满足模具行业从业人员的需要,加快掌握和应用精密多工位级进模的设计与制造技术,我们在几十年工作实践的基础上,总结并参考了国内外有关资料,编写了这本《多工位级进模设计与制造》。本书没有深奥的理论、复杂的计算公式,但内容丰富,由浅入深,图文并茂,实例充分,无论对初学者或者在职的模具专业人员都比较实用。

本书内容包括设计与制造,共10章,并附有附录。各章针对题目均作了比较详细的分析与介绍。其中排样设计是多工位级进模设计中的重点之一。排样也是模具结构设计的基础和主要依据,须在模具结构设计之前作好这项工作。排样设计的好坏,关系到模具结构的繁简和冲压工艺的合理安排,即能否经济而合理地冲出合格的制件来,它需要设计人员有多年的实践经验积累和理论指导下的灵活运用技巧,文内作了较多的论述。

在模具的结构方面,第7章中详细剖析级进模中目前常用的各零部件及装置,其中对不太被重视的新型弹性元件选用,如强力弹簧、聚氨酯橡胶、氮气弹簧等作了较为详细的介绍,在附录中选编了一些型号与参数,供读者参考选用。第8章为典型应用范例,有片形件多工位级进模;冲裁、压弯、成形多工位级进模;连续拉深级进模;硬质合金多工位级进模等共三十几副不同结构形式,其中比较系统介绍的空调器翅片模,是本书的一大亮点。硬质合金多工位级进模是长寿命模具的保证,较长时期因加工制造困难,其应用受到限制,如今这个问题已不是难题。本书在硬质合金的加工制造方面,用了较多篇幅作了介绍,从而拓宽了硬质合金的实用性。书中的图例较多,都是生产中的实例,有较高的参考价值。

本书由陈炎嗣编著。董华宁、王德华、邵金亮、沈丽、陈炎裔、刘航辉、乔春英、陈麒元、陈加沛、毕加齐、卓昌明等参加了部分工作和提供有关资料。限于编者水平,书中疏漏和谬误之处恐难避免,恳请指教。

编 者

2006年10月

目 录

前言

第1章 概论 1

- 1.1 多工位级进模的特殊含义 1
- 1.2 多工位级进模的冲压特点与功能 2
- 1.3 多工位级进模的分类和命名 3
- 1.4 多工位级进模的使用条件与合理应用 4

1.4.1 多工位级进模使用的基本条件 4

1.4.2 多工位级进模的合理应用 6

- 1.5 多工位级进模设计步骤和注意事项 6
- 1.6 多工位级进模的基本结构 11

第2章 级进模设计基础与冲压工艺

分析 13

- 2.1 级进冲裁与工艺性 13
- 2.2 级进弯曲与工艺性 25
- 2.3 级进拉深与工艺性 28

2.1.1 级进冲裁工艺性应注意的问题 13

2.1.2 合理选用冲裁间隙 16

2.1.3 冲裁凸模、凹模刃口尺寸及制造公差确定 20

2.2 级进弯曲与工艺性 25

2.3 级进拉深与工艺性 28

第3章 排样的优化设计 30

3.1 排样的作用与重要性 30

3.1.1 排样的作用 30

3.1.2 排样的重要性 31

3.2 排样时应考虑的问题 32

3.2.1 冲压工艺与冲压生产 32

3.2.2 原材料供应 35

3.2.3 模具结构与加工工艺 36

3.3 载体的种类与特点 38

3.3.1 载体、搭边及作用 38

3.3.2 载体的基本类型与特点 38

3.4 条料的排样技巧 42

3.4.1 制件在条料上获取的冲压方法 42

3.4.2 工序件的携带方法 42

3.4.3 提高材料利用率 43

3.4.4 工位数的多少 50

3.4.5 工序的先后安排 50

3.4.6 分段切除余料的连接方式 53

3.4.7 侧刃和导正销孔位置的安排 54

3.4.8 合理选用载体 56

3.4.9 合理排样的其他技巧 57

3.5 排样图的画法与表示 58

3.5.1 对于平板形制件 58

3.5.2 对于弯曲成形件 60

3.5.3 对于拉深件 60

3.6 排样实例 60

3.6.1 片状件 60

3.6.2 成形件 68

3.6.3 多件混合排样 82

第4章 带料多工位连续拉深排样设计

和工艺计算 85

4.1 带料多工位连续拉深的特点和应用 85

4.1.1 带料连续拉深的特点 85

4.1.2 带料连续拉深的分类和应用 86

4.2 带料连续拉深的毛坯直径、料宽和步距的计算 88

4.2.1 毛坯直径 D 的计算 88

4.2.2 工艺切口形式与带料宽度 B 、步距（进距） A 的计算 97

4.3 带料拉深系数和相对拉深高度 99

4.4 带料连续拉深工艺计算 102

4.4.1 带料连续拉深工艺计算基本步骤 102

4.4.2 各次拉深直径的计算 103

4.4.3 各次拉深凸、凹模圆角半径的确定 103

4.4.4 各次拉深高度 103

4.4.5 整带料连续拉深经验算法 105

4.5 带料连续拉深工艺计算示例 105

4.5.1 带料有工艺切槽的窄凸缘件连续拉深 105

4.5.2 带料有工艺切缝的单孔焊片对排连续拉深 108

4.5.3 带料无工艺切口的管壳连续拉深	112	长度	182
4.6 带料连续拉深工序(排样)图例	114	6.4 凸、凹模的互换性	183
第5章 步距与定距定位方式	125	第7章 多工位级进模的结构件及有关装置	185
5.1 步距的确定与步距精度	125	7.1 冷冲模架与导向装置	185
5.1.1 步距的确定	125	7.1.1 冷冲模架的基本类型与合理选用	185
5.1.2 步距精度	126	7.1.2 模架的导向装置类型	190
5.2 料宽的确定	128	7.1.3 导柱、导套的基本结构与安装方式	191
5.2.1 导料板有侧压装置时的料宽	128	7.1.4 模柄	199
5.2.2 导料板无侧压装置时的料宽	129	7.2 卸料装置	200
5.2.3 采用侧刃定距时的料宽	129	7.2.1 固定卸料装置	200
5.3 条料的一般定距定位	130	7.2.2 弹压卸料装置	201
5.3.1 挡料定位	130	7.3 弹性元件	209
5.3.2 侧刃和侧刃挡块	134	7.3.1 圆钢丝圆柱螺旋压缩弹簧	209
5.3.3 侧压装置	138	7.3.2 强力弹簧	212
5.4 条料的导正定距定位	139	7.3.3 碟形弹簧	217
5.4.1 凸模上导正销	139	7.3.4 工业用普通橡胶(橡皮)垫	219
5.4.2 独立式(凸模式)导正销	141	7.3.5 聚氨酯橡胶弹簧	220
5.5 条料的混合定距定位应用	145	7.3.6 氮气弹簧	229
5.5.1 挡料钉与导正销混合使用	146	7.4 导料装置	240
5.5.2 侧刃与导正销混合使用	147	7.4.1 导料形式与导料板	240
5.5.3 自动送料装置(机构)与导正销混合使用	148	7.4.2 导料杆和条料浮顶杆	243
第6章 凸、凹模的结构和固定	150	7.5 顶出装置	246
6.1 凸、凹模的作用与设计原则	150	7.6 限位装置	248
6.1.1 凸、凹模的作用	150	7.7 斜楔与滑块装置	249
6.1.2 凸、凹模的设计原则	150	7.7.1 斜楔、滑块的功能与分类	249
6.2 凸模	151	7.7.2 斜楔、滑块的角度与尺寸计算	251
6.2.1 凸模的种类和标准结构	151	7.7.3 斜楔、滑块装置应用示例	253
6.2.2 常见的凸模形式与固定方法	152	7.7.4 斜楔、滑块的基本技术要求和安装	257
6.2.3 凸模的防转安装	158	7.8 倒冲装置	257
6.2.4 凸模工作高度可调结构	159	7.9 间歇切断装置	259
6.2.5 级进模的凸模固定示例	160	7.9.1 棘轮凸轮间歇切断机构	259
6.2.6 凸模长度的确定	162	7.9.2 可编程控制器间歇切断机构	264
6.2.7 凸模的强度验算	163	7.10 微调装置	265
6.3 凹模	165	7.10.1 垂直微调装置	265
6.3.1 凹模的基本分类	165	7.10.2 水平微调装置	266
6.3.2 凹模的常用结构	166	7.11 安全监测保护装置	267
6.3.3 凹模刃口形式	178	7.11.1 自动保护装置	267
6.3.4 凹模外形尺寸的确定	179	7.11.2 典型线路分析	275
6.3.5 凹模的固定螺孔和定位销孔大小及间距	181	7.12 防止废料(制件)的上浮与下堵	277
6.3.6 螺钉拧入深度和圆柱销配合			

7.12.1 废料上浮的原因	277	8.4.8 电位器外壳自动连续拉 深模(一)	384
7.12.2 防止废料上浮的方法	278	8.4.9 电位器外壳自动连续拉 深模(二)	385
7.12.3 废料下堵与防止方法	280	8.4.10 电动机外壳级进模	392
7.13 其他零部件及设计要素	282	8.5 硬质合金多工位级进模	395
7.13.1 凹模表面废料或制件的清理	282	8.5.1 硬质合金模具在设计和选材时 应考虑的几个问题	395
7.13.2 固定板	283	8.5.2 硬质合金模具结构的一些特点	396
7.13.3 垫板	283	8.5.3 簧片硬质合金多工位级进模	398
7.13.4 螺钉和销钉	284	8.5.4 双排无搭边定转子硬质合金级 进模	403
第8章 多工位级进模应用范例	286	8.5.5 定转子铁心自动叠装硬质合金 级进模(一)	406
8.1 空调翅片多工位级进模	286	8.5.6 定转子铁心自动叠装硬质合金 级进模(二)	411
8.1.1 翅片的特点与冲压工艺分析	286	8.5.7 弯曲铁心硬质合金级进模	414
8.1.2 翅片模	289	8.5.8 钢结硬质合金凹模的级进模	416
8.1.3 翅片冲压设备	301	第9章 级进模主要零件材料与热 处理	418
8.2 冲裁多工位级进模	304	9.1 选用模具材料的基本要求与原则	418
8.2.1 密封条钢芯级进模	304	9.1.1 模具材料的基本要求	418
8.2.2 转子片级进模	308	9.1.2 模具材料的选用原则	419
8.2.3 14脚与50脚引线框级进模	312	9.2 级进模用材料	420
8.3 冲裁、压弯多工位级进模	317	9.2.1 级进模用材料分类	420
8.3.1 隔离片压包、切弯、冲孔、落料 级进模	317	9.2.2 几种优质冷作模具钢的介绍	425
8.3.2 阳极冲孔、冲废料、成形、落料 级进模	319	9.2.3 硬质合金	431
8.3.3 弹簧钩级进模	321	9.2.4 钢结硬质合金	434
8.3.4 丝架级进模	324	9.2.5 粉末冶金高速钢	437
8.3.5 细长簧片级进模	329	9.2.6 各种钢号冷作模具钢的特性与 用途	438
8.3.6 收录机机芯的开门推板级进模	333	9.3 级进模零件材料选用与热处理要求	441
8.3.7 接线片级进模	340	9.3.1 级进模凸、凹模的常用材料与 热处理要求	441
8.3.8 軋铁件综合成形级进模	344	9.3.2 级进模一般零件的材料选用与 热处理要求	444
8.3.9 支架级进模	347	9.3.3 冷作模具钢退火状态硬度、淬 火温度及硬度	445
8.3.10 侧弯支座级进模	349	第10章 级进模的制造与装配要点	446
8.3.11 25工位导电片级进模	351	10.1 级进模的加工特点与制模设备	446
8.3.12 耳环集成式级进模	357	10.1.1 级进模的加工特点	446
8.3.13 多个制件混排级进模	361	10.1.2 级进模的加工工艺流程	448
8.4 带料连续拉深级进模	365		
8.4.1 带料连续拉深级进模 设计要点	365		
8.4.2 撕拉盖级进模	369		
8.4.3 压簧圈级进模	371		
8.4.4 隔离罩级进模	373		
8.4.5 管帽级进模	376		
8.4.6 管壳整带料自动连续拉深模	379		
8.4.7 多用途管座整带料自动连续拉 深模	382		

10.1.3 级进模加工用基本设备配置	449	10.8.2 凸、凹模等零件加工工艺过程 举例	508
10.2 级进模制造工艺规程的制定	451	10.9 级进模的装配	519
10.2.1 工艺规程制定的基本步骤	451	10.9.1 凸、凹模冲裁间隙的调整	519
10.2.2 毛坯的选择和要求	452	10.9.2 级进模装配用工具和设备	520
10.2.3 定位基准的选择	453	10.9.3 冲模（级进模）入库时应具备的 条件	523
10.2.4 加工顺序的安排	456	10.9.4 冲模（级进模）装配后应达到的 技术要求	523
10.3 冲模（级进模）零件加工过程中各 工序的加工要点	457	10.9.5 冷冲模装配顺序的确定	525
10.3.1 刨	457	10.9.6 级进模的加工及装配要点	526
10.3.2 车	458	10.9.7 多工位级进模装配举例	527
10.3.3 平磨	459	10.10 级进模的试冲与调整	536
10.3.4 铣	460	10.10.1 试冲的作用与目的	536
10.3.5 坐标镗	460	10.10.2 试冲过程中的调整	537
10.3.6 划线	461	10.11 级进模的保养与维修	541
10.3.7 钳工	462	10.11.1 冲模的日常例行检查	541
10.3.8 热处理	462	10.11.2 冲模的维护与保养	541
10.3.9 成形磨	466	10.11.3 冲模的维护性修理	542
10.3.10 外圆磨	474	附录	546
10.3.11 内圆磨	474	附录 A 标准公差数值与基孔制优先、常用 配合	546
10.3.12 光学曲线磨	475	附录 A1 标准公差数值（GB/T1800.4— 1999）	546
10.3.13 坐标磨	478	附录 A2 基孔制优先、常用配合 （GB/T1801—1999）	547
10.3.14 数控线切割	481	附录 B 冲压常用材料的性能和规格	548
10.3.15 电火花加工	484	附录 B1 黑色金属的力学性能	548
10.3.16 加工中心与高速切削	485	附录 B2 有色金属的力学性能	549
10.4 不同加工方法可能达到的精度和表面 粗糙度	486	附录 B3 非金属材料抗剪强度	551
10.5 硬质合金的加工	491	附录 B4 加热时非金属材料抗剪 强度	551
10.5.1 硬质合金毛坯与坯料加工	491	附录 C 弹簧	552
10.5.2 硬质合金电火花加工	492	附录 C1 圆钢丝螺旋压缩弹簧的规格	552
10.5.3 硬质合金的磨削加工	493	附录 C2 常用的圆钢丝螺旋压缩弹簧基本 性能（摘自 GB/T2089— 1994）	558
10.6 钢结硬质合金的加工	500	附录 C3 碟形弹簧规格	560
10.6.1 钢结硬质合金的切削加工	500	附录 C4 扁钢丝圆柱螺旋压缩弹簧 （强力弹簧）	561
10.6.2 钢结硬质合金的磨削加工	501	附录 C4-1 超轻型（FL）	561
10.7 硬质合金与钢结硬质合金工件的 研磨	502	附录 C4-2 轻型（L）	563
10.7.1 研磨剂	503	附录 C4-3 中型（M）	567
10.7.2 研磨剂的配制	505		
10.7.3 研磨工艺	505		
10.8 凸、凹模等关键零件加工工艺过程 举例	507		
10.8.1 级进模关键零件加工工艺过程 注意事项	507		

附录 C4-4 重型 (H)	571	格表	591
附录 C4-5 超重型 (EH)	575	附录 E 几种高速压力机技术参数	594
附录 C5 [日] 东京发条中载荷 (TM) 强力弹簧规格和使用特性	578	附录 E1 J21G—25 开式高速压力机技术 参数	594
附录 C6 氮气弹簧	583	附录 E2 J21G 系列开式高速精密压力机 技术参数	595
附录 C6-1 TU 型氮气弹簧技术参数 (额定 充气压力 15MPa)	584	附录 E3 JFC21 系列开式高速高精密压力 机技术参数	596
附录 D 模具材料	586	附录 E4 JK21 系列开式快速压力机技术 参数	597
附录 D1 国内研制开发的模具钢代号、 简称及主要化学成分 (质量分 数, %)	586	附录 E5 SH 系列开式超高速精密压力机 技术参数	598
附录 D2 进口冷作模具钢的钢号、特性 及应用	587	附录 E6 J75G 系列闭式双点高速精密压 力机技术参数	599
附录 D3 进口高速工具钢的钢号、特性 及应用	589	附录 E7 J76 系列闭式双点高速精密压力 机技术参数	600
附录 D4 进口硬质合金的钢号、特性及 化学成分	589	参考文献	601
附录 D5 福仕德美国优质硬质合金规			

第1章 概 论

1.1 多工位级进模的特殊含义

冲模按其功能和模具结构,有单工序模、复合模和级进模之别。它们都是借助压力机,将被冲的材料放入凸、凹模之间,在压力机的作用下使材料产生变形或分离,完成冲压工作。

单工序模,指在压力机的一次行程中,完成一道冲压工序的冲模。

复合模,指模具只有一个工位,并在压力机的一次行程中,完成两个或两个以上冲压工序的冲模。

级进模,又称跳步模、连续模和多工位级进模。指模具上沿被冲原材料的直线送进方向,具有至少两个或两个以上工位,并在压力机的一次行程中,在不同的工位上完成两个或两个以上冲压工序的冲模。常见的冲压工序有冲孔(圆孔和异形孔、窄缝、窄槽等)、压弯(一次压弯和多次压弯)、拉深、再拉深、整形、成形、落料等。由于冲件各不相同,所完成的冲压工序性质和工位数也各不相同,内容非常丰富。其所用的模具在统称级进模的前提下,一般用制件名称或多少工位加制件名称冠在级进模的前面,以此称呼其不同的级进模,如簧片级进模、10工位簧片级进模等。

级进模在过去,因技术水平的限制(主要是制造高精度困难),工位数相对较少,3~5个常见,10个工位的就算多了,10个工位以上的就很少见了,所以多工位这个词过去很少听到。近年来由于对冲压自动化、高精度、长寿命提出了更高要求,模具设计与制造高新技术的应用与进步,工位数已不再是限制模具设计与制造的关键,从目前了解到的情况,工位间步距精度可控制在 $\pm 3\mu\text{m}$ 之内,工位数已达几十个,多的已有70多个。冲压次数也大大提高,由原来的每分钟冲几十次,提高到每分钟冲几百次,对于纯冲裁高达1500次/min(带弯曲的加工500~600次/min),级进模的重量亦由过去的几十公斤增加到几百公斤,直至上吨。冲压方式由早期的人工送料、手工低速操作,发展到如今的自动、高速、安全生产。调整好后模具在有自动检测的情况下实现无人操作。模具的总寿命由于新材料的应用和加工精度的提高,也不是早先的几十万次,而是几千万次,上亿冲次。当然级进模的价格和其他模具相比要高一些,但在冲件总成本中,模具费所占的比例还是很少很少。

由此可见,多工位级进模是当代冲压模具中生产效率最高、最适合大量生产应用,已越来越多地被广大用户认识并使用的一种高效、高速、高质、长寿的实用模具。

多工位级进模的应用,反映在模具结构设计方面,它代表了对板料冲压工艺和变形规律的全面认识,以及对该方面实践经验的综合应用的水平高低。反映在模具制造方面,集中体现了当代最先进的精密模具加工技术的发展与实践。例如精密电火花线切割、精密成形磨、坐标磨、光学曲线磨等工艺的成熟运用。

因此,多工位级进模的广泛应用,展示了现代冲压模具水平的一个重要标志。

1.2 多工位级进模的冲压特点与功能

就其冲压而言，多工位级进模和其他冲模相比，其主要特点如下：

1) 所使用的材料主要是黑色或有色金属，材料的形状多为具有一定宽度的长条料、带料或卷料。因为它是在连续的几乎不间断的情况下进行冲压工作，所以要求使用的条料应越长越好，对于薄料长达几百米以上、中间不允许有接头、料厚为 $0.1 \sim 6\text{mm}$ ，多数使用 $0.15 \sim 1.5\text{mm}$ 的材料，而且有色金属居多。料宽的尺寸要求必须一致，应在规定的公差（通常小于 0.2mm ）范围内，且不能有明显的毛刺，不允许有扭曲、波浪和锈斑等影响送料和冲压精度方面的缺陷存在。

为了保证制件在尺寸和形位误差方面有较好的一致性，要求材料有较高的厚度精度和较为均匀的力学性能。尤其对于有压弯和成形的制件，如果材料厚度误差大，材料的软硬状态从料头至料尾，边缘和中间都不均匀，相对轧制方向的各向异性较大，则弯曲后角度误差、弯曲边长度误差等都会很大。

料宽根据制件的排样决定，太宽了，影响送料通畅，宽度太小，影响定位。

2) 所用的压力机刚性要足够，精度好，而且滑块要能长期承受较大的侧向力。一旦发生故障，压力机有急停功能。

压力机的行程相对较小（因冲压过程中模具的导柱导套一般不能脱开），最适宜使用可调行程的压力机，在模具工位数较少、冲压力较小和冲压次数较低的情况下，开式压力机用得较多；而在模具工位数较多、冲压力较大和冲次较高的情况下，使用闭式压力机比较合适。

一般都配有自动送料器，对于厚料，还要有相应的开卷、校平机。

3) 送料方式为按“步距”间歇或直线连续送给。不同的级进模“步距”的大小是不相等的，具体数值在设计排样时确定，但送料过程中“步距”精度必须严格控制，才能保证冲件的精度与质量。多工位级进模“步距”精度的控制是由压力机上的送料装置和模具上的用于定位的导正装置等共同精确定位得到保证的。模具的“步距”精度可以控制在小于 $\pm 5\mu\text{m}$ 。“步距”等于前后两工位间距，在同一副模具，要求这个距离加工成绝对一致。

4) 冲压的全过程在未完成成品件前的毛坯件始终不离开（区别于多工位传递模）条料和载体。在级进模中，所有工位上的冲裁，那些被冲掉下的部分都是无用的工艺或设计废料，而留下的部分被送到模具的下一工位上继续被冲压，完成后面的工序。各工位上的冲压工序虽独立进行，但制件与条料始终连接在一起，直到最后那个工位需要落料时，合格制件才被分离条料冲落下来（一般由凹模落料孔中下落，也有冲落后的制件又被顶入到条料的原位，在后面的工位再顶出）。如果有些制件因后步工序的需要，冲制成的制件仍要求留在载体上，则不设落料工序，此时被冲成的制件连在载体上被成卷包装起来，这类制件如电器产品的中小电流端子、橡胶密封条骨架等。也有的制件要求每冲 10 个或 20 个制件为一个单元并需留在载体上时，则在模具上须设置特殊的切断装置，此时每当冲压 10 次或 20 次……，切断装置便工作一次将料切断，落下来的长条上便是每一条具有 10 个或 20 个独立制件的冲件，如集成电路引线框、晶体管引线框等。空调器内散热片（翅片）更多的采用宽的薄带料，在特殊的级进模上经多个工位冲压后通过纵向剖切、横向切断后实现其大量

生产。

5) 适合大批量中小型定型产品零件的生产, 冲压精度高, 相当于 IT10 ~ IT13。尺寸一致性好, 冲件均具有很好的互换性。

6) 生产率高。由于排样采用多排, 一次冲压可以出多件。采用高速冲压 (常用 700 ~ 800 次/min, 纯冲裁 1200 ~ 1500 次/min, 带弯曲冲压 400 ~ 600 次/min, 连续拉深小于等于 100 次/min), 每分钟冲次比普通冲压高出十多倍, 生产率很高。

7) 在一副模具的不同工位上, 可以完成多种性质的冲压工序。例如冲孔、冲窄槽、落料、压弯、压包、压筋、翻边、翻孔、镦压、拉深、切边、叠压、压铆、攻螺纹、锁紧等。经冲压生产出来的不再只是大批量的单个零件, 也可以是成批的组件, 如触头与支座的组件、各种微型电动机、电器及仪表的铁心叠片组件。所以多工位级进模是集各种冲压于一体, 功能最多的高效模具, 它只需用一台压力机, 而单工序模则需用多副模具、多台压力机完成同类的加工。

工位数决定于冲压工序的需要, 原则上多少不受限制, 一般情况下, 只要是中小型件, 不论其复杂程度怎样, 都可以采用一副级进模冲压完成。

8) 模具综合技术含量高。模具结构比较复杂, 加工精度和制造技术要求高 (以 μm 提出精度要求)。没有较先进的精加工设备和熟练而有经验的模具钳工, 加工、装配、调试和维修均难于获得完满效果。

9) 可以实现自动化生产。当模具调整好后, 带料或卷料经开卷机、矫平机、弛长式控制器、送料器、压力机和模具、制件收集器将废料切断或收卷等。可以不用人在设备旁长期守着, 一旦冲压过程异常, 由于模具上装有安全保护装置, 设备会自动停机, 故能实现冲压自动化生产。

10) 模具制造周期较长、成本高。多工位级进模随着工位数的增加, 相应要加工的模具零件数也多了, 其中工作零件除采用常规方法加工外, 精加工都要采用高精度的精密设备 (例如坐标磨床、光学曲线磨床、慢走丝线切割机床等), 不仅加工周期长, 而且工时费比普通加工高许多, 所以成本比普通冲模高。

11) 工作零件采用超硬材料制造, 模具寿命长。由于多工位级进模可以将复杂的内外型分解成由若干个工位冲成, 每个工位的冲压复杂性相对比较简单。工作零件 (凸模和凹模) 采用硬质合金或钢结硬质合金, 不但制造比较容易, 也便于维修更换, 使模具的使用寿命大大延长, 寿命最长的达亿次以上。

1.3 多工位级进模的分类和命名

级进模的分类与名称因前提不同而不同, 大致有如下几种:

1) 按冲压的特点分: 如以冲裁为主的有冲孔—落料级进模; 以弯曲为主的冲废料—压弯—切断级进模; 以拉深为主的多工位连续拉深模和冲窄缝—拉深—多次拉深—整形—落料级进模; 以成形为主的冲孔—翻孔—压包—落料级进模等。总之, 由于冲裁是级进模的基本冲压内容, 级进模又是冷冲模中的一种, 所以根据多工位级进模中常见的弯曲、拉深、成形等, 相应的各种级进模分类如图 1-1 所示。

2) 按被冲压的制件名称分: 28L 集成电路引线框级进模、传真机左右支架级进模、动

簧片多工位级进模、端子接片多工位级进模等，这些名称目前用得最多。

3) 按工位数 + 制件名称分：32 工位电刷支架精密级进模、25 工位簧片级进模、50 工位刷片级进模等。

4) 按被冲压的制件名称 + 模具工作零件所采用特殊材料分：电池极板硬质合金级进模、极片钢结合金级进模、定转子铁心自动叠装硬质合金级进模等。

5) 按模具使用特征分：带自动挡料销级进模、带定长切断装置的级进模、自动送料冲孔分段冲切级进模等。

6) 按级进模排样的方式不同分：可分为封闭形孔连续式级进模和分段切除多段式级进模。

① 封闭形孔连续式级进模。其特点是模具的工作形孔与被冲制件上的形孔及制件外形（对于弯曲件指制件展开外形）完全一样。制件上的不同形孔分别安排在适当的工位上，材料沿各工位经过连续冲压，往往在最后工位为落料，即冲下来的是所要求的制件。用这种方法设计的级进模称为封闭形孔连续式级进模。

② 分段切除多段式级进模。其特点是对较为复杂的制件异形孔和外形通过级进模（排样）分段逐步切除多余废料的方法，最后得到所需的制件。

分段切除多段式级进模的工位数，相对于封闭形孔连续式级进模，增加许多。目前，许多大批量的电器产品中接插用小零件，都采用分段切除多段式级进模生产。其工位数少则十几个，多达几十个，故有多工位级进模之称。

7) 按模具的结构，分为独立式级进模和分段组装式级进模。独立式级进模，工位数不论多少，各工位都在同一块凹模上完成；分段组装式级进模，按排样冲压工序特点将相同或相近冲压性质的工位组成一个独立的分级进模单元，然后将它固定到总模架上，成为一副完整的多工位级进模。分段组装式级进模简化了制模难度，故在大型、多工位、加工较困难的级进模中常用。

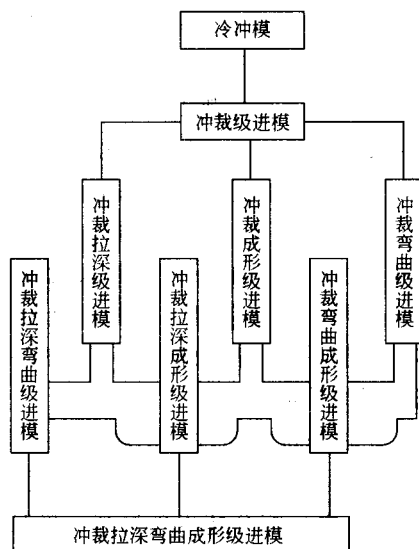


图 1-1 多工位级进模按
冲压特点分类的图示

1.4 多工位级进模的使用条件与合理应用

如前所述，多工位级进模有许多特点与功能，但它的结构比较复杂，加工制造比一般模具要求高，而且使用条件也并非太简单。因此，对它的应用要从技术和经济方面慎重考虑。

1.4.1 多工位级进模使用的基本条件

1. 必须有一副合格的多工位级进模

所谓合格，应该是具有一定精度、一定功能并能实现稳定、连续、正常生产。现在有许多模具都是委托专业模具厂制造的。用户在接受该模具时，必须严格检查该模具是否达到正

常使用要求。模具结构、冲压工艺方案设计、试冲样件方面等有无缺陷和不足；在履行合同的有关技术条款中，有无未尽事宜，或属于用户事先未提及的事，到了事后才提出而引起不必要的纠纷或麻烦等。模具交付使用时，必须经过试冲合格验收通过。

2. 必须有会调整、维修、保养、刃磨修理的技术能力

多工位级进模在使用过程中，刃口磨损或局部可能出现故障，这是常见的事。例如小凸模的折断，冲压过程中发现毛刺过大，刃口变钝了，凸、凹模镶件要更换或进行修理等。

多工位级进模的刃磨与一般模具不同，它不是简单地将某个凸模或凹模磨去多少就完事。对于那些有弯曲、拉深成形的多工位级进模，在刃磨凸、凹模刃口时，还要相应地修正其他部分的相对高度，使刃磨或修理后的各凸、凹模之间仍保持原设计应有的原始差量。对于这种刃磨和修理，必须要求修理人员，具有较高的专业理论和实践技能（维修人员在拆卸模具前要了解模具的结构原理和凸、凹模相互间尺寸关系等）。用户也应为之配置供刃磨、维修使用的精密磨削加工和检测用的必备设备。

3. 必须拥有能满足多工位级进模连续冲压生产要求的冲压设备

这种冲压设备与普通压力机相比，要求精度、刚度更好一些，功率、冲次、台面尺寸更大一些，制动系统可靠稳定。还应具备行程可调（一般都使用行程可调的偏心压力机）等功能，便于级进模的调试。

用多工位级进模进行冲压生产时，选取压力机的行程是不大的，一般以保证冲压能顺利进行和送料能正常为原则。因此，不同的级进模，由于制件的不同，所取行程大小虽不完全相同，但总的来说都是一个较小的范围。多工位级进模取小行程冲压，可以保持模架的导柱、导套工作过程始终不脱开，这样有利于保证冲压精度。而采用较小行程对实现高速冲压，也是十分有利的。

冲压设备还应附有高精度的自动送料装置和安全保护装置，这在自动冲压无人看管的情况下，保持连续安全工作十分重要。

4. 必须有稳定的高质量的适合多工位级进模生产的冲压用料

用多工位级进模冲压生产，属于高效率大生产，所以对冲压用料是比较严的。冲压过程中，不会因为料有质量问题而影响生产。

所谓提供的料要稳定、高质量，主要指材料的牌号、力学性能，每批料都应一致，符合该材料所规定的技术条件，软硬符合使用要求，料的厚薄和宽度尺寸应在规定公差范围内，表面状态良好。

多工位级进模冲压用材料，大多是长的带料，常用分条机裁切成一定宽度，要求料宽的直线性好，绝不允许有“镰刀”弯之类缺陷存在，否则将直接影响送料。正常生产条件下，带料的长度必须有保证。

即使是在试模，也要严格地按正常生产用料用于试模。哪怕是试模用的料冲下的件不一定都得上，而被当作废品处理掉，但这一点投入是必要的。在实际工作中，往往不太重视试模用合格材料而临时凑合，随意捡一块料用来试模，当试不出合格制件时，就只在模具上找原因，当然试模的主要目的是找模具还存在哪些问题，需要改进，以求达到圆满。但试模用料不合适，模具再好，照样冲不出合格的制件，这对于拉深或弯曲成形等工序最为突出，许多例子告诉我们，在带有弯曲、成形和拉深的级进模中，同一副模具，由于使用的料质量不同，冲出的制件质量就截然不同，这就证明冲压用料的重要性。使用多工位级进模，冲压

用料必须达到使用要求，千万不能用不合格的料。

5. 制件应具备适合多工位级进模冲制的条件

- 1) 制件的产量比较大，一般不少于 5 万件。
- 2) 制件的精度适中，一般为大于 IT10 级，近几年随着模具加工技术的进步，多工位级进模的制造精度明显有了提高，从而使制件精度也提高，有的达 IT8 级以内。
- 3) 用单工序模不经济，用复合模又难于冲压加工的情况下，只能用多工位级进模。
- 4) 用单工序模不便定位和冲压加工，只能用多工位级进模生产的某些小而复杂的微型或超小型件。

1.4.2 多工位级进模的合理应用

尽管多工位级进模有许多特点，但由于制造周期相对长些，成本相对高些原因，应用时必须慎重考虑，合理选用多工位级进模，应符合如下情况：

- 1) 制件应该是定型产品，而且需要量确实比较大。
- 2) 不适合采用单工序模冲制。如某些形状异常复杂的制件，如弹簧插头、接线端子等。需要多次冲压才能完成制件的形状和尺寸要求，若采用单工序冲压是无法定位和冲压的，而只能采用多工位级进模在一副模具内完成连续冲压，才能获得所需制件。
- 3) 不适合采用复合模冲制。如某些形状特殊的制件，例如集成电路引线框、电表铁心、微型电动机定、转子片等，使用复合模是无法设计与制造模具的，而应用多工位级进模能圆满解决问题。
- 4) 冲压用的材料长短、厚薄比较适宜。多工位级进模用的冲件材料，一般都是条料，料不能太短，以致冲压过程中换料次数太多，生产效率上不去。料太薄，送料导向定位困难；料太厚，无法矫直，且太厚的料长度一般较短，不适合用于级进模，自动送料也困难。
- 5) 制件的形状与尺寸大小适当。当制件的料厚大于 5mm，外形尺寸大于 250mm 时，不仅冲压力大，而且模具的结构尺寸大，故不适宜采用级进模。
- 6) 模具的总尺寸和冲压力适用于生产车间现有的压力机大小，必须和压力机的相关参数匹配。

1.5 多工位级进模设计步骤和注意事项

多工位级进模的结构一般都比较复杂，其复杂程度随制件的复杂而变化。制件简单，级进模也简单，制件复杂，级进模结构也复杂，造价当然也高。因此，在设计级进模时，必须持慎重态度，周密而仔细地考虑每一个环节，将级进模设计好。

简单地说，级进模设计步骤就是设计者从接到设计任务后到完成出模具图样，这中间所进行的工作先后次序。由于设计所采用的具体方法不同，有用先进的 CAD 进行设计的，有用人工智能通过绘图板设计的，但不管是采用什么方法设计，其想要达到的目的和结果是一致的，即用较少的时间，要设计出质量最好的经济而实用的多工位级进模。

有关多工位级进模的设计步骤，没有固定的模式，但基本顺序差异不大，图 1-2 所示为其设计与制造的简明流程图。

从这个简单的方框图中可以了解到，设计多工位级进模的步骤和其他冲模的设计步骤没

有什么区别，主要差别在于设计内容不同。下面就一些具体问题作些说明。

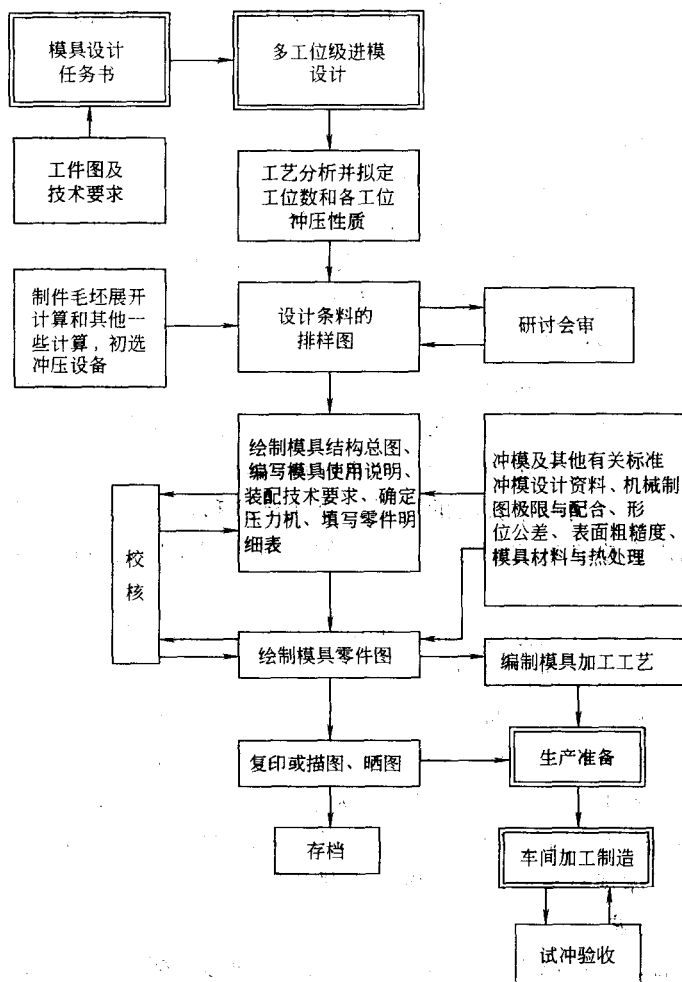


图 1-2 多工位级进模的设计与制造简明流程图

1. 模具设计任务书

这是提供给模具设计的主要依据之一。这也是模具制造部门向模具用户索要的必需资料。设计任务书中应向模具设计者提供最重要的资料为产品图（又称制件图、工件图或零件图等，本书统称为制件图），包括技术要求。从该图中，模具设计者可以了解该制件的形状、结构、尺寸、公差精度、材质和一些技术条件。从中分析能否采用多工位级进冲压，冲压的难点在何处，用什么方法解决，有无地方需要和用户商量修改等。需要指出的是，个别用户只是简单地拿来一张草图，尺寸公差也不标注清楚，或者只拿来一个样件就代替任务书了，应该说，这是不规范不完整的一种方式，是不能接受的，但可以这样做，当用户的确拿不出正式的制件图时，模具制造部门可以协助，但制件图必须经用户签字后才算有效。从关系上讲，制件图总是由用户提供的，模具设计制造是根据用户提供的制件图进行的，这一点