

多工位级进模 设计实用手册

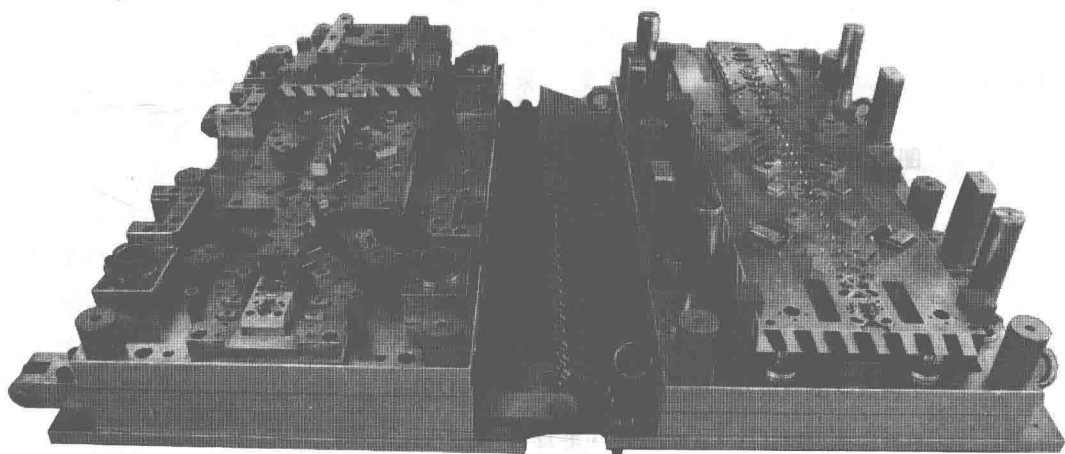
金龙建 编著

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



多工位级进模设计实用手册

金龙建 编著



机械工业出版社

多工位级进模是冲压模具的先进代表。在一副多工位级进模中可以完成冲裁、弯曲、拉深、成形等多个冲压工序，其工序集成度高、功能广，是其他单工序模无法相比的。本书结合现代模具企业对模具设计师的工作要求，以先进、实用、通用为目的，介绍了多工位级进模在工业中的生产地位、冲压变形的基本原理、多工位级进模的设计步骤和注意事项、相关工艺参数及工艺计算、排样设计、零部件设计、多工位级进模的结构精解、自动监测与安全保护和高速压力机等。本书在后面的章节还编写了丰富的多工位级进模排样设计实例、多工位级进模结构设计实例及全套详细的多工位级进模设计图解实例。无论对初学模具设计与制造者，还是有一定基础的模具技术人员来说，都能起到快速易读易懂的效果。本书所介绍的实例，角度不同，各有特点，都具有较好的借鉴和参考价值。

本书可供从事冲压模具设计及制造的工程技术人员使用，也可供大专院校相关专业的师生学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

多工位级进模设计实用手册/金龙建编著. —北京: 机械工业出版社, 2015.2

ISBN 978-7-111-49477-5

I. ①多… II. ①金… III. ①连续模-设计-技术手册 IV. ①TG76-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 041301 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: 曲彩云 责任校对: 闫玥红 张 征

封面设计: 路恩中 责任印制: 乔 宇

北京市四季青双青印刷厂印刷

2015 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 57.5 印张 · 1392 千字

0 001-3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-49477-5

定价: 158.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

编辑热线: 010-88379782

封面防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

模具作为现代制造业中的特殊工艺装备,越来越广地被应用到各领域。冲压是一种先进的少、无切屑加工方法,它具有生产率高、加工成本低、材料利用率高、制件尺寸精度稳定,易于达到产品结构轻量化、操作简单、容易实现机械化与自动化等一系列优点,在汽车、航空航天、仪器仪表、家电、电子、通信、军工、玩具、日用品等产品的生产中得到了广泛的应用。因此,世界上一些工业发达国家的冲压生产和模具工业得到高度重视并迅速发展,据有关资料介绍,某些国家模具总产值已超过了机床工业的总产值。

多工位级进模是冲压模具中一种先进高效的冲压模具。它是在单工序冲压模具上发展起来的多工序集成模具。对某些形状较为复杂的,具有冲裁、弯曲、成形、拉深等多工序的冲压零件,可在一副多工位级进模上冲制完成。多工位级进模是实现自动化、半自动化的生产装备,是确保冲压加工质量稳定的一种先进模具结构形式。合理的模具结构既要保证生产产品的各项技术指标要求,又要缩短模具制造周期,降低模具制造成本,以满足现代化工业生产对模具高质、高效、低成本的要求。

随着市场经济体制的建立,科技进步和产业结构的调整,机械行业对高级应用型人才的综合能力要求越来越高,对复合型人才的要求越来越多。因而在应用型人才的培养中就需要拓宽他们的知识面,以适应社会发展的需要。

本书针对多工位级进模应用的实际状况,从工程实用角度出发,对多工位级进模基本工艺的特点、工艺参数及工艺计算、排样设计、零部件设计与模具结构设计进行了详细的论述。

为了使更多从事模具工作的技术人员系统、全面地了解并掌握多工位级进模的基本结构和设计方法,进一步提高多工位级进模的设计水平,受机械工业出版社的委托,并在同行的大力支持和鼓励下,作者在长期从事冲压工艺及级进模设计、制作、生产的基础上,不断地总结实践中的经验,广泛吸收国内外多工位级进模的先进工艺和典型结构编写了本书。

本书共分为12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。本书从实用角度和生产程序出发,内容包括概述、冲压变形的基本原理、多工位级进模设计步骤和注意事项、多工位级进模设计一般资料、多工位级进模的排样设计、多工位级进模主要零部件设计、多工位级进模的结构精解、多工位级进模的自动监测与安全保护、高速压力机、多工位级进模排样设计实例、多工位级进模结构设计实例及多工位级进模设计图解。

第12章中的内容除了制件的工艺分析、排样设计、模具总装图设计及冲压动作原理以外,还附有全套详细的模具零件图,着重与生产实践相结合,并对每副模具作了详

细的解说，读者可直观地了解每个模具零件的形状尺寸、几何公差、表面结构等要素及有关技术要求等，无论对初学模具设计与制造者，还是具有一定基础的模具技术人员来说，都能起到快速易读易懂的效果。

本书的编写兼顾了理论基础和生产实践两个方面，使用简洁明了的语言，避免晦涩难懂的理论分析，同时应用了大量的模具结构图及模具零部件图来解说，力求做到通俗易懂，且内容全面，实用性强。

本书根据社会对模具人才的需要，结合现代科技的发展形势编写而成，本书的特点如下：

(1) 内容完整 旨在使读者掌握模具设计方法，了解全面工艺技术，为合理设计模具结构打下必要的基础。

(2) 体系全面 系统符合现代设计的要求，全书列出各类模具设计，着重介绍模具结构分析，便于讲授和自学。

(3) 重点突出取材有简有详 对一般模具结构设计从简，对复杂模具结构设计从详，做到完整阐述。

(4) 图、表丰富 书中有丰富的经验数据图、表，资料完整，文、图、表紧密配合，可供生产中实际应用参考。

本书可供生产一线的冲压工程技术人员、工人在现场使用，也可供相关专业在校师生作为参考书。

本书由金龙建编写，在编写过程中陈杰红、金龙周、金欢欢、陈波、陈月霞、金小霞、郑春喜、金哩哩、吴金宵等工程师及洪慎章教授参加了书稿的整理工作，在此表示衷心的感谢！

本书在编写过程中得到了陈炎嗣高级工程师和上海交通大学塑性成形技术与装备研究院洪慎章教授的热情帮助和指导。同时，书中部分实例由台州旭瑞精密模具有限公司担任制作，在制作和调试过程中提供了宝贵的意见，在此表示衷心的感谢！除此之外，还借鉴了相关企业的技术资料，除参考文献有说明外，可能还有遗漏，在此一并向相关人士表示真诚的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大专家和读者批评指正。

金龙建
于上海
2014年4月

目 录

前言	
第1章 概述	1
1.1 多工位级进模在工业生产中的地位	1
1.2 多工位级进模的实质和特点	2
1.3 多工位级进模应用的必要条件	4
1.4 多工位级进模的应用	5
1.5 多工位级进模的组成及分类	6
第2章 冲压变形的基本原理	13
2.1 金属塑性变形的基本概念	13
2.1.1 塑性变形的物理概念	13
2.1.2 塑性变形的基本形式	13
2.1.3 金属的塑性与变形抗力	15
2.1.4 影响金属塑性和变形抗力的主要因素	15
2.2 冲压应力应变状态	17
2.2.1 应力状态	17
2.2.2 应变状态	18
2.2.3 应力与应变的关系	19
2.2.4 硬化与硬化曲线	19
2.3 冲压成形中的变形趋向性	22
2.4 变形趋向性的控制及其运用	22
第3章 多工位级进模设计步骤和注意事项	25
3.1 多工位级进模设计步骤	25
3.2 多工位级进模设计注意事项	28
第4章 多工位级进模设计一般资料	29
4.1 冲压件形状、尺寸及几何公差的精度分析	29
4.2 冲裁工艺	30
4.2.1 冲裁过程工艺分析	30
4.2.2 冲裁间隙	32
4.2.3 冲裁凸、凹模刃口尺寸计算	37
4.2.4 冲裁力及卸料力、推料力、顶料力计算	41
4.2.5 纯冲裁级进模冲压设备的选择	42
4.2.6 降低冲裁力的措施	42
4.3 弯曲工艺	43
4.3.1 弯曲变形分析	43
4.3.2 弯曲工艺质量分析	44
4.3.3 弯曲件展开尺寸计算	51
4.3.4 弯曲件工作部分尺寸设计	56
4.3.5 弯曲力、顶件力及压料力	59
4.4 拉深工艺	60
4.4.1 拉深变形过程及特点	61
4.4.2 拉深变形中毛坯的应力应变	63
4.4.3 带料圆筒形连续拉深工艺计算	64
4.4.4 带料拉深系数、拉深次数和相对拉深高度	73
4.4.5 整体带料连续拉深经验算法	76
4.4.6 各次拉深凸、凹模圆角半径的确定	77
4.4.7 拉深高度计算	79
4.4.8 各次拉深凸、凹模间隙的确定	80
4.4.9 拉深凸、凹模工作部分尺寸确定	82
4.4.10 压边力及拉深力的计算	83
4.5 成形工艺	88
4.5.1 翻边	88
4.5.2 翻孔	89
4.5.3 校平	99
4.5.4 起伏成形	100
4.6 压力中心计算	103
第5章 多工位级进模的排样设计	105
5.1 排样图设计原则	105
5.2 排样图设计时应考虑的因素	107
5.3 排样设计技巧	113
5.3.1 排样的类型及方法	113
5.3.2 材料利用率率的计算	122
5.3.3 工艺废料与设计废料	122
5.4 载体设计	124
5.4.1 工序件在载体上的携带技巧	125
5.4.2 制件在带料上获取的冲压方法	125
5.4.3 载体的类型与特点	127
5.5 分段冲切废料设计	132

5.6	空工位设计	135	6.7.2	弹压卸料装置	341
5.7	步距精度及步距尺寸的确定	135	6.8	顶出装置	348
5.8	排样图设计步骤	139	6.9	斜楔、滑块、侧向冲压与倒冲机构	349
5.9	多工位连续拉深排样设计	142	6.9.1	斜楔、滑块的分类	350
5.9.1	带料连续拉深的应用范围	142	6.9.2	侧向冲压斜楔与滑块的设计要点	351
5.9.2	带料连续拉深工艺切口形式、料宽和步距的计算	144	6.9.3	常用侧向冲压滑块的复位结构	353
5.9.3	带料连续拉深排样设计步骤	146	6.9.4	斜楔、滑块与侧向冲压凸模的安装	354
5.9.4	带料连续拉深工艺计算实例	146	6.9.5	常用侧向机构的应用	357
第6章 多工位级进模主要零部件设计			6.9.6	倒冲机构	360
6.1	模架、模座、导向装置	154	6.10	微调机构设计	364
6.1.1	模架	154	6.11	限位装置	367
6.1.2	级进模铸件标准模架的种类、规格	155	6.11.1	限位装置的功能与应用	367
6.1.3	级进模钢板标准模架的种类、规格	175	6.11.2	限位装置的种类与特点	367
6.1.4	上、下模座	196	6.11.3	常用限位装置应用实例	367
6.1.5	级进模铸件标准模座的种类、规格	199	6.12	模柄	369
6.1.6	级进模钢板标准模座的种类、规格	223	6.13	螺钉与销钉	375
6.1.7	导向装置	241	6.13.1	螺钉	375
6.2	带料(条料)导料、浮料装置设计	267	6.13.2	销钉	376
6.2.1	导料装置	267	6.13.3	螺钉孔及销钉孔距离的确定	377
6.2.2	浮顶装置	283	第7章 多工位级进模的结构精解		
6.3	带料(条料)定距机构设计	288	7.1	多工位级进模的基本结构	379
6.3.1	侧刃定距及侧刃挡块	288	7.2	多工位级进模的典型结构	380
6.3.2	切舌定距	294	7.3	纯冲裁多工位级进模	381
6.3.3	侧压装置	295	7.3.1	过滤网多工位级进模	381
6.3.4	导正销	296	7.3.2	垫圈多工位级进模	385
6.4	凸、凹模设计	304	7.3.3	连接板多工位级进模	386
6.4.1	凸模设计	305	7.3.4	变压器铁心多工位级进模	388
6.4.2	凹模设计	315	7.3.5	多种垫圈套料多工位级进模	389
6.5	固定板、垫板设计	327	7.3.6	小电动机定、转子片套冲多工位级进模	392
6.5.1	固定板设计	327	7.3.7	微电机转子片与定子片多工位级进模	395
6.5.2	垫板设计	328	7.3.8	模内带自动送料装置的卡片多工位级进模	398
6.6	防止废料回跳或堵料	329	7.4	冲裁、弯曲多工位级进模	403
6.6.1	废料回跳原因及解决方法	329	7.4.1	端罩多工位级进模	403
6.6.2	废料堵塞的原因及防止凹模废料堵塞的方法	336	7.4.2	U形支架多工位级进模	404
6.7	卸料装置设计	340	7.4.3	电器插座多工位级进模	408
6.7.1	固定卸料装置	340	7.4.4	机芯自停连杆多工位级进模	409
			7.4.5	侧弯支座多工位级进模	413

7.4.6	方形垫片多工位级进模	415	8.1	传感器的种类	522
7.4.7	小连接板连续弯曲多工位级进模	418	8.2	自动检测保护装置设计与应用时应注意的问题	524
7.4.8	爪件多工位级进模	420	8.3	自动检测保护装置的应用	525
7.4.9	65Mn 钢窗帘支架弹片多工位级进模	423	第9章 高速压力机		533
7.4.10	铰链多工位级进模	429	9.1	高速压力机的特点	533
7.4.11	连接板多工位级进模	433	9.2	高速压力机的分类及选用	533
7.4.12	安装板多工位级进模	436	9.3	高速压力机的技术参数	534
7.4.13	键盘接插件外壳多工位级进模	437	第10章 多工位级进模排样设计实例		546
7.4.14	扣件多工位级进模	442	10.1	冲裁工艺排样设计	546
7.4.15	带自动攻螺纹缝焊机支架多工位级进模	447	10.1.1	隔离网	546
7.4.16	不锈钢铁链 U 形钩多工位级进模	452	10.1.2	插片	547
7.4.17	导电片多工位级进模	455	10.1.3	接地片	547
7.5	冲裁、拉深多工位级进模	459	10.1.4	N ₂ 光驱压盘簧片	548
7.5.1	压扣多工位级进模	459	10.2	冲裁、弯曲工艺排样设计	549
7.5.2	小凸缘无底筒形件多工位级进模	460	10.2.1	窗帘固定支架	549
7.5.3	端盖多工位级进模	461	10.2.2	液晶显示器铰链	551
7.5.4	电位器外壳多工位级进模	463	10.2.3	弹性接触卡座	552
7.5.5	黄铜管帽多工位级进模	469	10.2.4	支架	553
7.5.6	长圆筒形件多工位级进模	471	10.2.5	接线座	553
7.5.7	天线外壳多工位级进模	475	10.2.6	蜂巢帘铝上梁	556
7.5.8	正方盒多工位级进模	479	10.2.7	U 形连接支架	557
7.5.9	焊片多工位级进模	486	10.2.8	电器外壳	558
7.5.10	阶梯圆筒形件多工位级进模	490	10.2.9	安装连接支座	560
7.5.11	石英晶体振荡器管帽多工位级进模	492	10.2.10	龙骨架	561
7.5.12	不锈钢管帽多工位级进模	496	10.2.11	安装座	563
7.5.13	等离子电视连接支架多工位级进模	499	10.2.12	卡座	564
7.6	冲裁、成形多工位级进模	506	10.2.13	机箱排风扇支架	566
7.6.1	撕拉盖多工位级进模	506	10.2.14	ATM 弹片	567
7.6.2	外链板多工位级进模	508	10.2.15	汽车夹面板	568
7.6.3	瓶塞压臂多工位级进模	510	10.2.16	弹簧垫片	571
7.6.4	消音器前盖多工位级进模	512	10.2.17	卡簧	572
7.6.5	三极管引线框架多工位级进模	514	10.2.18	合页卷圆件	573
7.6.6	耳环集成式多工位级进模	517	10.2.19	箍圈	574
第8章 多工位级进模的自动监测与安全保护		522	10.2.20	集装箱封条扣锁	576
			10.2.21	黄铜触片	578
			10.2.22	微型卡钩	579
			10.2.23	转轴支座	581
			10.2.24	接线端子	582
			10.3	冲裁、拉深工艺排样设计	585
			10.3.1	摩托车大灯泡尾部外壳	585

10.3.2	消声罩	586	11.1.12	微电动机垫片级进模	643	
10.3.3	SKC-35 凸缘件	587	11.2	弯曲级进模	645	
10.3.4	集装箱封条锁上盖	588	11.2.1	电子表离合杆级进模	645	
10.3.5	护罩	589	11.2.2	角片级进模	646	
10.3.6	集装箱封条锁下盖	591	11.2.3	铰链支座级进模	646	
10.3.7	管底	592	11.2.4	滑板级进模	649	
10.3.8	方形端盖	593	11.2.5	连接支架级进模	651	
10.3.9	蒸发器上盖	594	11.2.6	接触器触头托片级进模	653	
10.3.10	热保护器外壳	595	11.2.7	弹簧卡片级进模	655	
10.3.11	双孔拉深筒形件	596	11.2.8	接线片级进模	657	
10.3.12	不锈钢阶梯拉深、翻孔圆筒 形件	597	11.2.9	蓝牙屏蔽盖级进模	659	
10.3.13	JLJ-1105 阶梯拉深筒形件	599	11.2.10	弹簧钩级进模	661	
10.3.14	微电机外壳	600	11.2.11	电器接片级进模	663	
10.3.15	异形电动机外壳	602	11.2.12	弯曲压板级进模	665	
10.3.16	电动机外壳	604	11.2.13	电源连接器面板级进模	667	
10.4	冲裁、成形工艺排样设计	606	11.2.14	USB 插座外壳级进模	669	
10.4.1	电器内板	606	11.2.15	191°折弯端子级进模	672	
10.4.2	电梯按钮	607	11.3	拉深级进模	675	
10.4.3	基板	608	11.3.1	限位盖板级进模	675	
10.4.4	桥形加强内板	609	11.3.2	筒形件级进模	676	
10.4.5	空调散热片安装座	610	11.3.3	六角螺母级进模	678	
10.4.6	双极板	610	11.3.4	小圆筒形件级进模	680	
10.4.7	GMB 外罩壳	614	11.3.5	阶梯锥形件级进模	681	
10.4.8	高速列车导轨	616	11.3.6	外壳基座级进模	684	
10.4.9	罩壳	616	11.3.7	晶体管管座级进模	686	
10.4.10	电子元件触片	619	11.3.8	烤盘零件级进模	687	
10.4.11	桥形卡箍	621	11.3.9	压簧圈级进模	690	
第 11 章 多工位级进模结构设计			11.3.10	方孔焊片级进模	692	
实例			623	11.3.11	止动帽级进模	694
11.1	冲裁级进模	623	11.3.12	连接片级进模	696	
11.1.1	微形网孔级进模	623	11.3.13	双孔焊片级进模	698	
11.1.2	支承片级进模	625	11.3.14	管壳级进模	700	
11.1.3	调整片级进模	626	11.3.15	插头外套级进模	701	
11.1.4	长形触片级进模	628	11.3.16	电动机端盖级进模	703	
11.1.5	铁心片级进模	629	11.3.17	锥形件级进模	705	
11.1.6	垫片级进模	631	11.4	成形级进模	708	
11.1.7	磁电机转子级进模	632	11.4.1	仪表底盘级进模	708	
11.1.8	拨叉级进模	634	11.4.2	通孔凸缘级进模	710	
11.1.9	电动机铁心片级进模	637	11.4.3	碟形弹簧级进模	711	
11.1.10	电器接触片级进模	639	11.4.4	电表指针级进模	713	
11.1.11	电动机定、转子铁心片级 进模	641	11.4.5	密封盖级进模	715	
			11.4.6	压簧级进模	716	
			11.4.7	电动机离合器支架级进模	718	

11.4.8 灯座三角盘级进模	720	12.3.4 模座设计	807
11.4.9 长圆形连接片级进模	723	12.3.5 模板设计	809
11.4.10 汽车卡箍级进模	725	12.3.6 模具零部件设计	838
第12章 多工位级进模设计图解	728	12.3.7 冲压动作原理	872
12.1 铁链垫片冲孔落料一出二级进模	728	附录	873
12.1.1 工艺分析	728	附录 A 冲压常用材料的性能和规格	873
12.1.2 排样设计	728	附录 B 多工位级进模常用冲压材料力学性能 指标、种类、用途及化学成分	884
12.1.3 模具总装图设计	729	附录 C 国内外常用金属材料对照	891
12.1.4 模座设计	731	附录 D 冲压件的尺寸、角度公差、形状和 位置未注公差 (GB/T 13914、13915、 13916—2002)、未注公差尺寸的 极限偏差 (GB/T 15055—2007)	895
12.1.5 模板设计	733	附录 E 常用材料密度对照	901
12.1.6 模具零部件设计	739	附录 F 常用冲模材料及热处理要求	902
12.1.7 冲压动作原理	746	附录 G 冲模零件的精度、公差配合及表面 粗糙度	903
12.2 管子卡箍多工位级进模	746	附录 H 常用英制粗牙螺纹 UNC 攻螺纹 前用的钻孔径对照	905
12.2.1 工艺分析	746	附录 I 各种硬度值对照	906
12.2.2 排样设计	747	参考文献	907
12.2.3 模具总装图设计	749		
12.2.4 模座及托板设计	753		
12.2.5 模板设计	757		
12.2.6 模具零部件设计	775		
12.2.7 冲压动作原理	801		
12.3 A 侧管连续拉深多工位级进模	801		
12.3.1 工艺分析	801		
12.3.2 排样设计	802		
12.3.3 模具总装图设计	803		

第1章

概述



多工位级进模是一种先进、高效的冲压模具。它是在单工序冲压模具上发展起来的多工序集成模具。对某些形状较为复杂的，具有冲裁、弯曲、成形、拉深等多工序的冲压零件，可在一副多工位级进模上冲制完成。多工位级进模是实现自动化、半自动化的生产装备，是确保冲压加工质量稳定的一种先进模具结构形式。合理的模具结构既要保证生产产品的各项技术指标要求，又要缩短模具制造周期，降低模具制造成本，以满足现代化工业生产对模具高质、高效、低成本的要求。

1.1 多工位级进模在工业生产中的地位

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，常为3~5个工位，10个工位的级进模算多的，10个工位以上的级进模就很少见了，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、长寿命提出了更高的要求，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。目前在多工位级进模技术领域，国内已经能够生产出精度达 $2\mu\text{m}$ 的精密多工位级进模，工位间步距精度可控制在 $\pm 3\mu\text{m}$ 之内，工位数已达几十个以上，多的已有160多个。冲压速度也大大提高，由原来的每分钟几十次，提高到现在的每分钟几百次，对于纯冲裁高达1500次/min（带弯曲的加工500~600次/min），级进模的质量也由过去的几十公斤增加到几百公斤，直至几十吨。冲压方式由早期的人工送料、人工低速操作，发展到如今的自动、高速、安全生产。调整好的模具在有自动检测的情况下可实现无人操作。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，达1亿~2亿冲次。当然级进模的价格和其他模具相比要高一些，但在制件总成本中，模具费所占的比例还是很少的。

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、长寿命的实用模具。

进入21世纪，国际市场产品的竞争是十分激烈的，不仅在制件质量方面，更重要的是在制件成本方面，先进的多工位级进模就能有效地解决这两方面的关键技术问题。

模具工业发展的关键是模具技术的进步，模具技术又涉及多学科的交叉。模具作为一种高附加值产品的技术密集型产品，其技术水平的高低已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。世界上许多国家，特别是一些工业发达国家，都十分重视模具技术的开发，大力发展模具工业，积极采用先进技术和设备，提高模具制造水平，已取得了显著的经济效益。

模具是基础工艺装备，属于高新技术产品。作为基础工业，模具的质量、精度、寿命对其他工业的发展具有十分重要的促进作用，在国际上被称为“工业之母”。随着工业生产的迅速发展，模具工业在国民经济发展过程中将发挥越来越重要的作用。

1.2 多工位级进模的实质和特点

1. 级进模实质

冲压加工中，如某制件有落料、冲孔、翻边、弯曲、成形、整形六个工序，用一般普通冲压工艺加工需六副模具，且因制件在冲压中重复定位，质量不稳定，生产率低，生产成本低，从而难以适应大批量、多品种制件的生产。

级进模技术源自跳步模（连续模）的延伸与拓展，是在跳步模基础上发展起来的一种更多工艺加工、更多工序组合的冲压模具。

在压力机的一次行程中，级进模在依次分布于条料送进方向的几个工位上分别完成一系列冲裁、弯曲、成形等工序（见图 1-1），条料从第一工位到最后工位相继成形，因此压力机每动作一次，即可获得一个完整的制件或工序件。

如图 1-1 所示，级进模可在一副模具上完成一个制件的全部冲压加工。无论制件形状有多复杂，只要科学、合理地进行工艺分析与工序组合，均可用一副模具冲压出来。

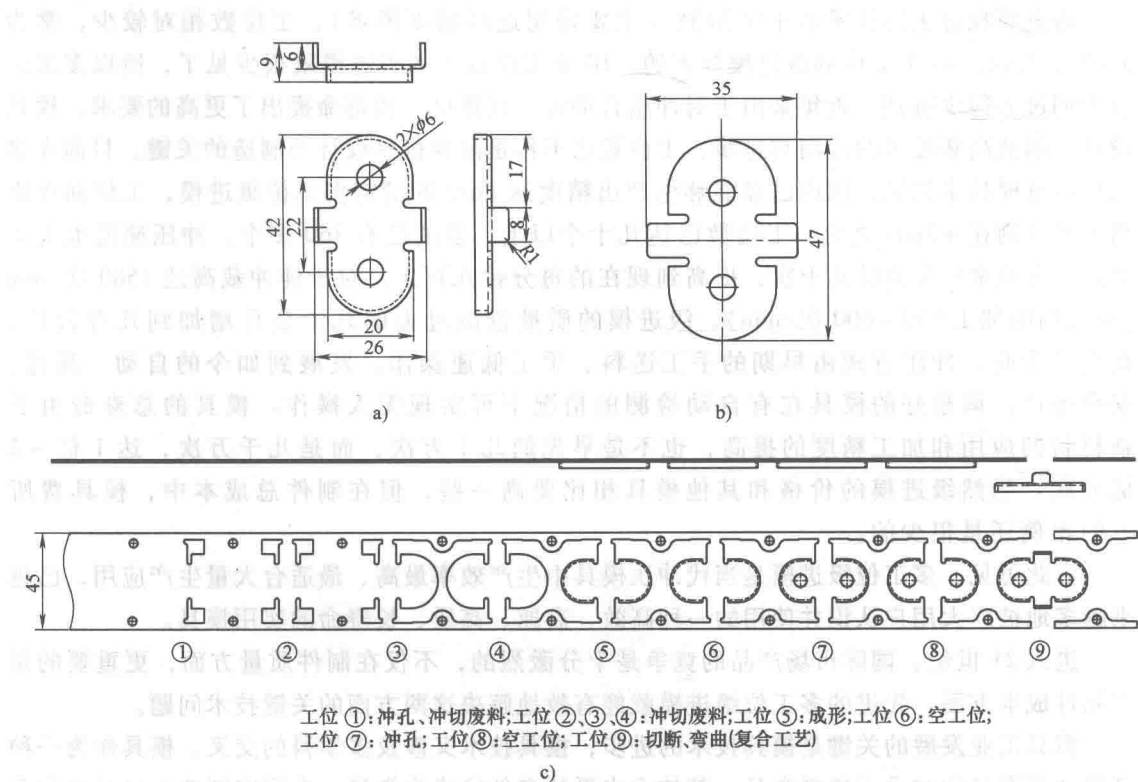
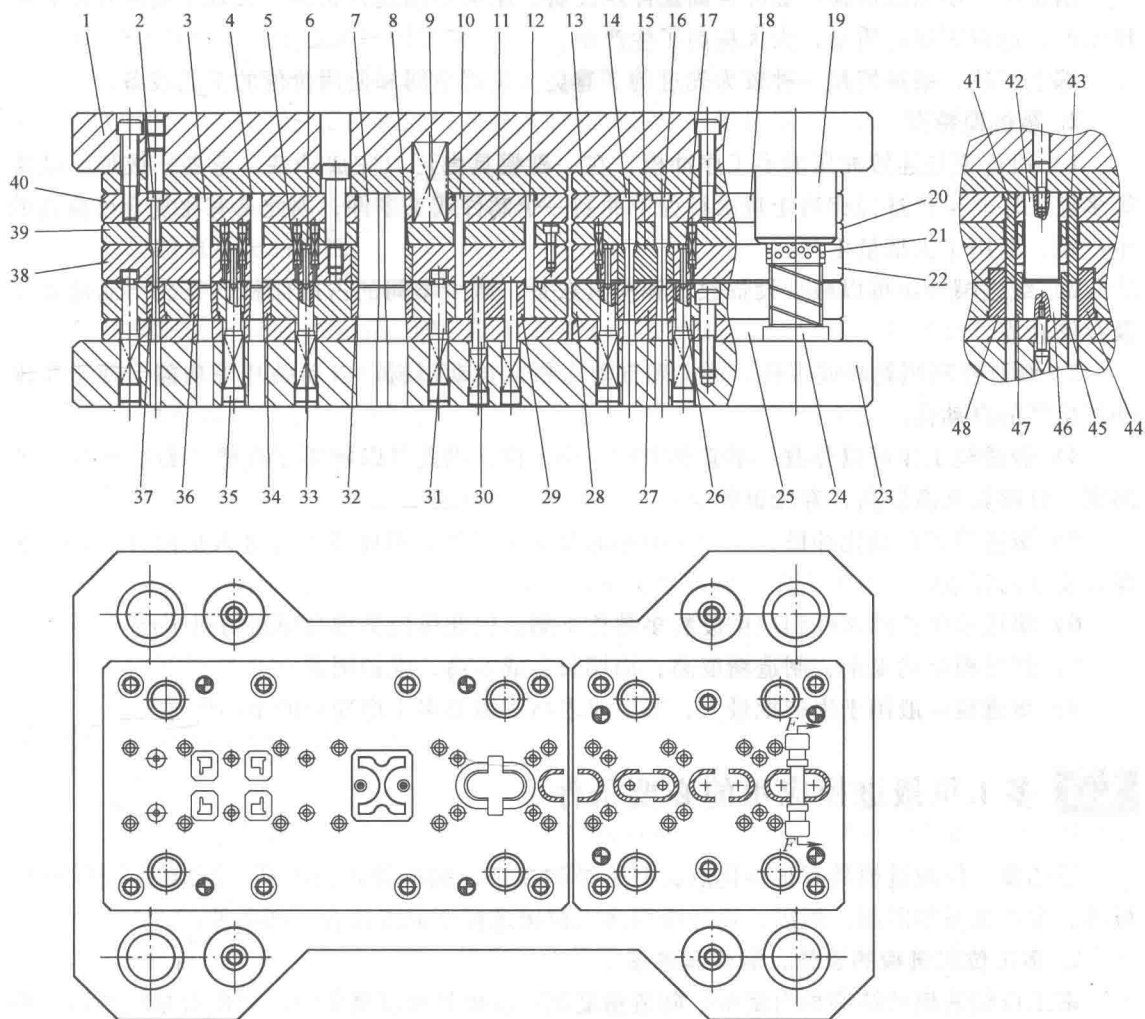


图 1-1 冲裁、弯曲、成形级进模

a) 制件图 b) 展开图 c) 排样图



d)

图 1-1 冲裁、弯曲、成形级进模 (续)

d) 模具结构图

- 1—上模座 2、14、16—冲孔凸模 3、4、7—异形凸模 5—顶杆 6、17—导正销 8、15—卸料板镶件
 9—弹簧 10、12—成形凸模 11、13—固定板垫板 18、40—固定板 19—导套 20、39—卸料板垫板
 21—保持圈 22、38—卸料板 23—下模座 24—导柱 25—下模板垫板
 26、33—套式顶料杆 27—凹模 28—下模板 29—成形凹模 30—顶杆
 31—浮动导料销 32、34、36—异形孔凹模 35—螺塞 37—冲孔凹模
 41、43—切断凸模 42—弯曲凸模 44、48—切断凹模
 45、47—切断凹模及弯曲凹模 (共用) 46—顶块

级进模可把一个制件进行工序分解后,按一定顺序、规律,划分成若干个等距离的冲压加工工位,设置在模具内。带料(或条料)由配备或附设的送料机构送入模具,经连续、等距离的送进冲压,完成制件所需的全部冲压工序后得到所需要的成品制件。

级进模改进了一般跳步模冲裁毛刺面可能不在一个平面,有的制件在弯曲、成形后仍需二次加工,有的制件尺寸不稳定,精度难以达到要求的缺陷。

精密中、小型级进模一般配合高速冲压设备，附加自动送料机构，实现了高速自动化冲压生产，稳定了制件质量，大大提高了生产率。

综上所述，级进模是一种较为先进的、有更多发展空间和使用价值的工艺装备。

2. 级进模特点

1) 级进模是连续冲压的多工序冲模，在一副模具内可以完成冲裁、弯曲、成形、拉深等多道工序。生产过程相当于每次行程中冲制一个制件或工序件，因此具有比复合模更高的生产率，适用于大批量生产。

2) 级进模冲压可以减少设备数量和模具数量，减少车间的占地面积，省去半制品运输及存储仓库。

3) 级进模利用卷料或带料，可实现自动送料、自动出料、自动叠片等功能，便于实现冲压生产的自动化。

4) 级进模工序可以分散，不必集中在一个工位，因此可以解决复合模“最小壁厚”的问题，且模具强度较高，寿命也较长。

5) 级进模属自动化冲模，在冲压中不需要手工操作，因此手不必进入危险区域，具有操作安全的特点。

6) 级进模生产的制件和产生废料多数往下漏，因此可以采用高速压力机生产。

7) 级进模结构复杂，制造精度高，周期长，成本高，维护困难。

8) 级进模一般用于生产批量大，精度要求高，需要多工序冲裁的小制件加工。

1.3 多工位级进模应用的必要条件

虽然多工位级进模具有很多优点，但是结构复杂，制造技术要求高，同时还受压力机、板料、生产批量等限制，所以，设计使用多工位级进模还需要符合下列条件：

1. 多工位级进模的设计、制作和维修

多工位级进模的结构相当复杂，制造精度比一般模具要求高得多。每次批量生产以后都必须经过一次检修，并经过试冲合格后方可入库待用。一些细小凸模，镶件磨损或损坏后必须及时进行修理或更换。弯曲、拉深、成形的多工位级进模，刃磨凸模、凹模的刃口时，同时还要在刃磨凸模、凹模后面垫上相应的垫片，使刃磨或修理后的凸模、凹模之间仍保持原设计应有的尺寸数据，还必须要有一定技术水平的维修工人和比较精密的通用和必要的专用设备。

2. 适用的压力机

多工位级进模使用的压力机应当具有足够的强度、刚度、功率、精度、较大的工作台面和可靠的制动系统。高速连续冲压时，压力机行程不宜过大，以保证多工位级进模模架导向系统工作时上模和下模不脱开。一般应在压力机公称压力的80%以下进行工作。多工位级进模中应设置条料送进或在模具内部设置故障的检测机构，检测机构发出信号后制动系统必须能够使压力机立即停车，以免损坏模具或机床。

3. 良好的被加工材料

多工位级进模冲制过程中，不能进行中间有退火的工序，因此要求冲压材料的力学性能必须相对稳定性好、符合使用要求；多工位级进模冲压对所用带料的宽度和厚度公差以及料

边平直度有较高的要求，因为它们将直接影响自动送料和制件的质量。

4. 冲压件应适合于多工位级进模冲制

1) 被加工的制件产量和批量要足够大，通常批量在5万件~15万件以上者，总产量在100万件以上者才采用多工位级进模冲制。一些冲压件中的标准件、通用件等也可采用多工位级进模冲制。

2) 多工位级进模在材料利用率上比其他模具都要低。贵重材料的制件选用多工位级进模加工时应慎重考虑经济性。

3) 由于送料精度和各工步之间的累积误差，不致使制件精度降低。多工位级进模采用措施可使累积误差限制在很小范围。IT10精度以下的制件（这里是指制件的外形部分，不是指制件中的某个内孔），只要多工位级进模设计得当，制造良好，是完全能够保证的。

4) 制件的形状复杂且经过冲制后不便于定位的制件，采用多工位级进模最为理想，如椭圆形的制件、小型和超小型制件、有些软制材料的制件以及难以检出方向性的制件。

5) 某些使用简易冲模或复合模都无法冲压的形状特殊的制件，采用多工位级进模却能解决问题。

6) 材质、料厚完全相同，尺寸间有相互关系甚至有配合关系的两个冲压件，可将两个冲压件合并在一副多工位级进模上同时冲制，有配合关系的位置由同一凸模、凹模进行冲裁，可以保证制件的配合要求，以分断切除的方式设计模具可提高材料利用率。

1.4 多工位级进模的应用

尽管多工位级进模有许多特点，但由于制造周期相对长些，成本相对高的原因，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，而且需求量确实比较大。

2) 不适合采用单工序模冲制。某些形状异常复杂的制件，在单工序模冲压难以定位或冲压工序较多，重复定位质量不稳定，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。某些形状特殊的制件，如集成电路引线框、电表铁心、微型电动机定子片、转子片等，使用复合模是无法设计与制造模具的，而采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，一般都是带料或条料，料不能太短，以免冲压过程中换料次数太多，导致料头、料尾多，使材料浪费大，生产率也较低。料太薄，送料导向定位困难；料太厚，必须要有相应的整平机校直，且太厚的料长度一般较短，不适合用于多工位级进模，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8mm、外形尺寸大于500mm，冲压力较大；当制件的料厚在0.5~2.0mm、外形尺寸大于2000mm时，模具的结构尺寸大，故都不适宜采用多工位级进模。

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 多工位级进模的组成及分类

1. 多工位级进模的组成

多工位级进模结构如图 1-2 所示，一般在大型模具中使用此种结构，小型或闭合高度低的中、大型模具，就不必用上托板、上垫脚、下垫脚、下托板。

模板厚度的选取原则：考虑弹簧长度、标准凸模长度、凹模厚度及闭模高度等。一副完整的多工位级进模分为上模与下模两大部分。工作时，上模与压力机滑块连接在一起，并随压力机滑块上下往复运动。中、小型模具采用模柄与压力机滑块连接（大型模具用夹模器连接固定在滑块底平面）。下模则用夹模器连接固定在压力机的下台面上，工作中不能移动位置。

(1) 多工位级进模的上模组成部分

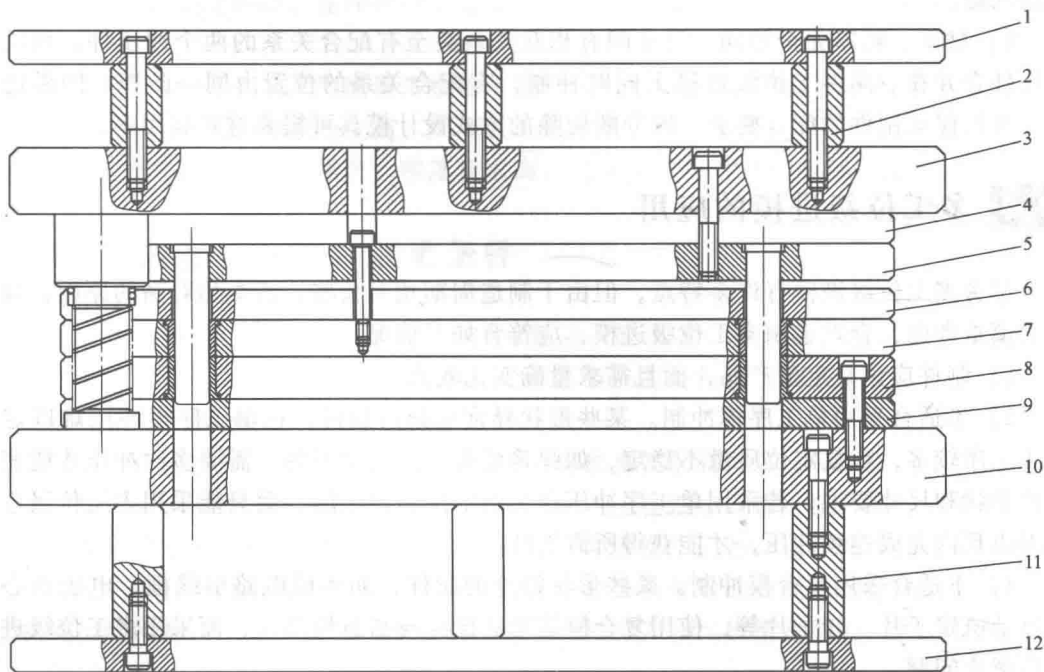


图 1-2 多工位级进模结构

1—上托板 2—上垫脚 3—上模座 4—固定板垫板 5—固定板 6—卸料板垫板
7—卸料板 8—下模板 9—下模板垫板 10—下模座 11—下垫脚 12—下托板

1) 上托板。上托板是将上模部分通过夹模器连接固定在冲压设备的滑块上，可使模具的上模随冲压设备上下运动。

2) 上垫脚，又称上模脚或上垫块。上垫脚位于上托板与上模座之间，起垫高作用，根据需要调整其高度，可使模具适用于不同的冲压设备，并可保证夹模器有足够的安放空间。上垫脚排布的位置会影响到整个受力状况，从而影响到模具的工作质量。

3) 上模座。上模座是上模部分及外导柱或外导套的固定板，没有上托板时，还具有上

托板的功能。

4) 固定板垫板, 又称上垫板。固定板垫板承受凸模的作用力, 保证弹簧有足够的压缩行程。

5) 固定板, 又称上夹板。固定板对凸模和小导柱等零部件起夹持与定位的作用。

6) 卸料板垫板。卸料板垫板承受卸料组件和卸料板镶块的冲击载荷。

7) 卸料板。卸料板具有卸料、压料、导向的作用。模具合模时, 卸料板先把带料(条料)压紧在下模板上, 保证条料不产生移动、走料、扭曲的现象; 模具分模时卸料板起卸料的作用。

(2) 多工位级进模的下模组成部分

1) 下模板, 又称凹模固定板。下模板用来固定凹模镶件, 与卸料板一起压紧带料(条料), 也可以作为刃口使用, 通常也称凹模板。

2) 下模板垫板, 又称凹模垫板。下模板垫板承受凹模或凹模镶件的作用力。

3) 下模座。下模座是下模部分及外导套或外导柱的固定板(一般比上模座厚5mm或10mm)。

4) 下垫脚, 又称下模脚或下垫块。下垫脚位于下托板与下模座之间, 起垫高及方便排废料的作用, 根据需要调整此高度, 可使模具适用于不同的冲压设备。下垫脚排布位置也会影响整副模具的受力状况, 从而影响各模板的工作质量及产品质量。

5) 下托板。下托板是将模具的下部分通过夹模器连接固定在冲压设备的工作台上。

2. 多工位级进模的分类

多工位级进模的分类方法主要有如下几种:

(1) 按冲压工序性质及其排列顺序分类

1) 落料级进模。图1-3所示为落料级进模。

2) 剪切级进模。图1-4所示为剪切级进模。

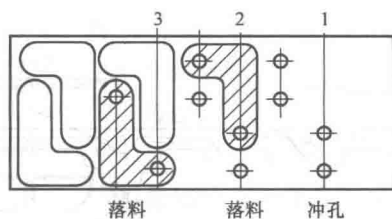


图 1-3 落料级进模

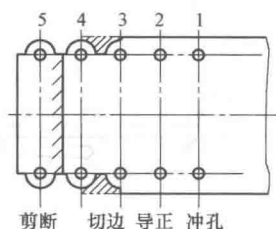


图 1-4 剪切级进模

3) 冲裁、弯曲级进模。图1-5所示为冲裁、弯曲级进模。

4) 冲裁、拉深级进模。图1-6所示为冲裁、拉深级进模。

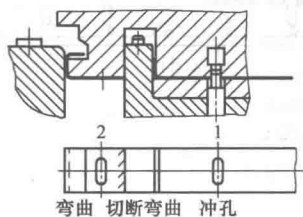


图 1-5 冲裁、弯曲级进模

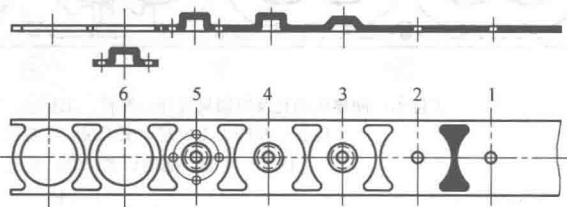


图 1-6 冲裁、拉深级进模