


多工位级进模排样 设计及实例精选

金龙建 编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

多工位级进模排样设计 及实例精选

金龙建 编著



机械工业出版社

本书全面系统地介绍了级进模的排样设计,以实用、通用为目的。主要内容有:冲压工艺计算技巧、多工位级进模的排样设计技巧、多工位级进模排样图设计步骤、多工位级进模排样设计实例精选及相关附录。书中第5章共收集了158个典型的多工位级进模排样设计实例,内容包括冲裁排样设计,冲裁、弯曲排样设计,冲裁、拉深排样设计及冲裁、成形排样设计,每一实例中均按照制件图、展开图(部分)及排样图的顺序编排,总结了这些级进模排样工艺的要点,并对每幅排样图的每一工位做了详细的解说。

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

图书在版编目(CIP)数据

多工位级进模排样设计及实例精选/金龙建编著. —北京:机械工业出版社, 2015.6

ISBN 978-7-111-50978-3

I. ①多… II. ①金… III. ①模具-设计 IV. ①TG76

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第170941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 安桂芳 责任校对:刘雅娜

封面设计:马精明 责任印制:李洋

三河市国英印务有限公司印刷

2016年11月第1版第1次印刷

184mm×260mm·23.5印张·634千字

0001—2500册

标准书号:ISBN 978-7-111-50978-3

定价:79.00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

封面无防伪标均为盗版

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

在现代科学技术迅猛的发展下，使冲压技术得到越来越广泛的应用。冲压模具是作为重要的生产装备和工艺发展方向。它具有生产率高、加工成本低、材料利用率高、制品尺寸精度稳定，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。

级进模是冲压模具中一种先进高效的冲压模具。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，可在一副级进模上冲制完成。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。

级进模的排样首先要依靠合理冲压工序来设计。在工艺设计合理的前提下，级进模的排样设计就显得极其重要。如载体设计、侧刃与导正销孔设计、废料的切除设计、空工位设计，以及工序的先后顺序设计，一一反映到级进模的排样图中，因此排样图是级进模设计的重要依据。

本书针对级进模排样设计应用的实际状况，从工程实用角度出发，通过对级进模排样设计基本工艺的特点，工艺参数及工艺计算，进行了详细的论述。在编写中，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，同时应用了大量的排样设计图例来解说，力求做到通俗易懂，且内容全面，实用性强。

为了使更多模具工作者系统、全面地了解并掌握级进模排样设计的基本方法，进一步提高级进模的设计水平，受机械工业出版社的委托，并在同行的大力支持和鼓励下，在作者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，广泛吸收国内外级进模排样设计的先进工艺，从而编写了本书。

本书共分为5章，并附有附录。各章针对题目均做了比较详细的分析与介绍，从实用角度和生产程序出发。内容包括冲压工艺计算技巧、多工位级进模的排样设计技巧、多工位级进模排样图设计步骤及多工位级进模排样设计实例精选。在选材上力求内容体系完整，反映当今级进模技术的最新成果和先进经验。在编写上，着重与生产实践相结合，采用图形结构与文字阐述相结合，突出排样工艺设计的重点，以方便读者阅读参考。

本书第5章共收集了158个典型的多工位级进模排样设计实例，内容包括冲裁排样设计，冲裁、弯曲排样设计，冲裁、拉深排样设计及冲裁、成形排样设计，每一实例中均按照制件图、展开图（部分）及排样图的顺序编排，总结了这些级进模排样工艺的要点，并对每幅排样图的每一工位做了详细的解说。

书中的内容具有丰富的经验数据图和表格，资料完整，文、图、表紧密配合，便于读者使用。在取材上有简有详，对一般图样讲解从简；对复杂图样讲解从详，做到完整阐述。使读者掌握级进模中的排样设计方法，了解全面的工艺技术，为合理设计模具结构打

下必要的基础。

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

本书由金龙建编写，在编写中，陈杰红、金龙周、金欢欢、杨金权等工程师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、洪慎章教授及吴公明教授的热情帮助和指导，同时，临海市欧中汽车模具有限公司提供了宝贵的技术资料，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，敬请读者批评指正。

金龙建

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 1

1.3 多工位级进模排样的分类 4

1.3.1 按冲压工序性质及其排列顺序
分类 4

1.3.2 按排样的方式不同分类 7

第 2 章 冲压工艺计算技巧 9

2.1 冲裁工艺计算技巧 9

2.1.1 冲裁间隙 9

2.1.2 冲裁力及卸料力、推料力、顶料力
计算 12

2.2 弯曲工艺计算技巧 13

2.2.1 弯曲工艺质量分析 13

2.2.2 弯曲件展开尺寸计算 18

2.2.3 弯曲力、顶件力及压料力 22

2.3 拉深工艺计算技巧 23

2.3.1 带料圆筒形连续拉深工艺计算 24

2.3.2 带料拉深系数、拉深次数和相对
拉深高度 31

2.3.3 整体带料连续拉深经验算法 34

2.3.4 各次拉深凸、凹模圆角半径的
确定 35

2.3.5 拉深高度计算 37

2.3.6 压边力、拉深力及拉深总工艺力
的计算 38

2.4 成形工艺计算技巧 41

2.4.1 翻边 41

2.4.2 翻孔 43

2.4.3 校平 49

2.4.4 起伏成形 50

2.5 压力中心计算 53

第 3 章 多工位级进模的排样设计 技巧 55

3.1 排样图设计原则 55

3.2 排样图设计时应考虑的因素 58

3.3 排样设计技巧 62

3.3.1 排样的类型及方法 62

3.3.2 材料利用率的计算 70

3.3.3 工艺废料与设计废料 70

3.4 载体设计 72

3.4.1 工序件在载体上的携带技巧 72

3.4.2 制件在带料上获取的冲压方法 73

3.4.3 载体的类型与特点 75

3.5 分段冲切废料设计 80

3.6 空工位设计 81

3.7 多工位连续拉深排样设计 82

3.7.1 带料连续拉深的应用范围 82

3.7.2 带料连续拉深工艺切口形式、料宽
和步距的计算 84

3.7.3 带料连续拉深排样设计步骤 85

3.8 步距基本尺寸及步距精度的确定 86

第 4 章 多工位级进模排样图设计 步骤 90

4.1 冲裁排样图设计步骤 90

4.2 冲裁、弯曲排样图设计步骤 98

4.3 冲裁、拉深排样图设计步骤 101

4.4 冲裁、成形排样图设计步骤 107

第 5 章 多工位级进模排样设计实例 精选 113

5.1 冲裁排样设计 113

5.1.1 过滤网 113

5.1.2 三角形垫片 114

5.1.3 铁心片 115

5.1.4 插片 116

5.1.5 异形垫片 116

5.1.6 M10 六角螺母 117

5.1.7 接触片 117

5.1.8 引线框骨架 118

5.1.9 无搭边小电动机定、转子片 119

5.1.10 微电动机定、转子片 120

5.1.11 磁电动机转子 121

5.1.12 电动机铁心片 121

5.1.13 电器接触片 124

5.1.14 电动机定、转子冲片 124

5.1.15	微电动机垫片	126	5.2.43	接线端子	185
5.2	冲裁、弯曲排样设计	126	5.2.44	连接器 PJ、BS 簧片	187
5.2.1	挂钩转动连接架	126	5.2.45	扣件	189
5.2.2	电器插座	129	5.2.46	汽车零部件安装支架	191
5.2.3	防护盖	130	5.2.47	B 形插座端子	193
5.2.4	弹性接触卡座	130	5.2.48	集装箱封条扣锁	194
5.2.5	侧弯支座	131	5.2.49	杠杆	196
5.2.6	空气开关支架	132	5.2.50	电器弹簧片	198
5.2.7	活络挡耳	133	5.2.51	开关插套	199
5.2.8	方形垫片	134	5.2.52	弹簧片连接端子	202
5.2.9	CN7954 弹片	135	5.2.53	固定卡箍连接件	203
5.2.10	连接支架	136	5.2.54	电器弹性卡座	205
5.2.11	滑板	137	5.2.55	黄铜触片	206
5.2.12	接线座支架	138	5.2.56	微型卡钩	209
5.2.13	铰链支座	140	5.2.57	接触簧片	210
5.2.14	蜂巢帘铝上梁	141	5.2.58	HSJ 接触端子	211
5.2.15	电器升降支架	143	5.2.59	节温器体衬套	213
5.2.16	U 形连接支架	144	5.2.60	铰链转轴支座	215
5.2.17	窗帘支架弹片	145	5.2.61	管子卡箍件	217
5.2.18	安装连接支座	146	5.2.62	电源连接器面板	218
5.2.19	铰链	147	5.2.63	电器连接支架	222
5.2.20	电器外壳	148	5.2.64	计算机接插件端子	223
5.2.21	爪件	150	5.2.65	USB 插座外壳	224
5.2.22	龙骨架	150	5.2.66	JDS 接触端子	227
5.2.23	盖板	151	5.2.67	电器接线插头	229
5.2.24	电器接线座	153	5.2.68	弹片连接器	231
5.2.25	板簧	154	5.2.69	191°折弯端子	233
5.2.26	多脚弯曲簧片	155	5.2.70	多向复杂弯曲件	235
5.2.27	卡座	156	5.2.71	GMN 接线端子	236
5.2.28	安装座	157	5.2.72	汽车连接端子	239
5.2.29	ATM 弹片	159	5.2.73	连接器接线端子	241
5.2.30	DY 消枕臂	160	5.2.74	接线端子	245
5.2.31	合页扣件	162	5.2.75	弓形铜片	248
5.2.32	汽车夹面板	164	5.3	冲裁、拉深排样设计	251
5.2.33	升降器安装座	165	5.3.1	筒形件	251
5.2.34	保险丝帽卷圆接插件端子	167	5.3.2	摩托车大灯泡尾部外壳	251
5.2.35	安装支座	169	5.3.3	六角螺母	252
5.2.36	卡簧	171	5.3.4	消声罩	252
5.2.37	侧弯接触弹片	174	5.3.5	SKC-35 凸缘件	254
5.2.38	键盘接插件外壳	176	5.3.6	小圆筒形件	255
5.2.39	汽车接插件端子	177	5.3.7	阶梯锥形件	255
5.2.40	电器容槽	177	5.3.8	微电动机端盖	256
5.2.41	阶梯接线片	180	5.3.9	集装箱封条锁上盖	257
5.2.42	合页卷圆件	183	5.3.10	烤盘零件	258

5.3.11	电动机盖	258	5.4.6	外链板	305
5.3.12	护罩	260	5.4.7	电器内板	306
5.3.13	管底	261	5.4.8	电梯按钮	307
5.3.14	集装箱封条锁下盖	261	5.4.9	瓶塞压臂	308
5.3.15	内齿圈壳体	263	5.4.10	基板	310
5.3.16	方孔焊片	265	5.4.11	桥形加强内板	310
5.3.17	长圆筒形件	266	5.4.12	高速列车零件安装板	311
5.3.18	屏蔽内罩	268	5.4.13	前隔板侧板	315
5.3.19	方形端盖	269	5.4.14	空调散热片安装座	318
5.3.20	蒸发器上盖	271	5.4.15	双极板	319
5.3.21	止动帽	271	5.4.16	GMB 外罩壳	319
5.3.22	弹簧罩壳	273	5.4.17	罩壳	321
5.3.23	热保护器外壳	275	5.4.18	高速列车导轨	322
5.3.24	装饰灯罩壳	277	5.4.19	壳体	323
5.3.25	管壳	278	5.4.20	长圆形连接片	326
5.3.26	插头外套	279	5.4.21	汽车座椅连接件	327
5.3.27	带凸缘弹簧罩壳	280	5.4.22	电子元件触片	329
5.3.28	天线外壳	281	5.4.23	底座	330
5.3.29	电动机端盖	282	5.4.24	盒形件	332
5.3.30	凸缘正方盒	283	5.4.25	小支撑件	333
5.3.31	小电动机外壳-1	284	5.4.26	小盖板	334
5.3.32	焊片	285	5.4.27	桥形卡箍	335
5.3.33	阶梯圆筒形件	286	附录		340
5.3.34	不锈钢阶梯拉深、翻孔圆筒形件	288	附录 A	冲压常用材料的性能和规格	340
5.3.35	JLJ-1105 阶梯拉深筒形件	289	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	350
5.3.36	A 侧管	290	附录 C	国内外常用金属材料对照	356
5.3.37	微型电动机外壳	291	附录 D	冲压件的尺寸公差、角度公差、形状和位置未注公差 (GB/T 13914、13915、13916—2013)、未注公差尺寸极限偏差 (GB/T 15055—2007)	359
5.3.38	管帽	293	附录 E	常用材料密度对照	364
5.3.39	小电动机外壳-2	295	附录 F	冲模零件的表面粗糙度	365
5.3.40	异形电动机外壳	295	附录 G	筒形拉深件的直径、高度、壁厚偏差及回跳量与圆度	365
5.3.41	电动机外壳	297	参考文献		367
5.4	冲裁、成形排样设计	302			
5.4.1	仪表底盘	302			
5.4.2	碟形弹簧	302			
5.4.3	通孔凸缘	303			
5.4.4	环形撕拉盖	303			
5.4.5	密封盖	305			

第 1 章 概 述

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。

1.1 多工位级进模在工业生产中的地位

近年来，由于对冲压自动化、高精度、长寿命提出了更高要求，随着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每分钟几百次，对于纯冲裁高达 $1500\text{次}/\text{min}$ （带弯曲的加工可达 $500\sim 600\text{次}/\text{min}$ ），级进模的质量也由过去的几十千克增加到几百千克，直至几十吨。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冲次，而是几千万冲次，甚至达到 1 亿~2 亿冲次以上。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率高、很适合大量生产应用，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十分激烈，不仅在制件质量方面，更重要的是制件成本方面，应用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起十分重要的作用，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. 级进模的实质

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，且因部件在冲压中重复定位，质量不稳定，生产率低，生产成本低，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带料（或条料）送进方向的几个工序上分别完成一系列冲裁、弯曲、成形等工序，如图 1-1 所示。带料（或条料）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。制件无论其形状的复杂程度，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。

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。

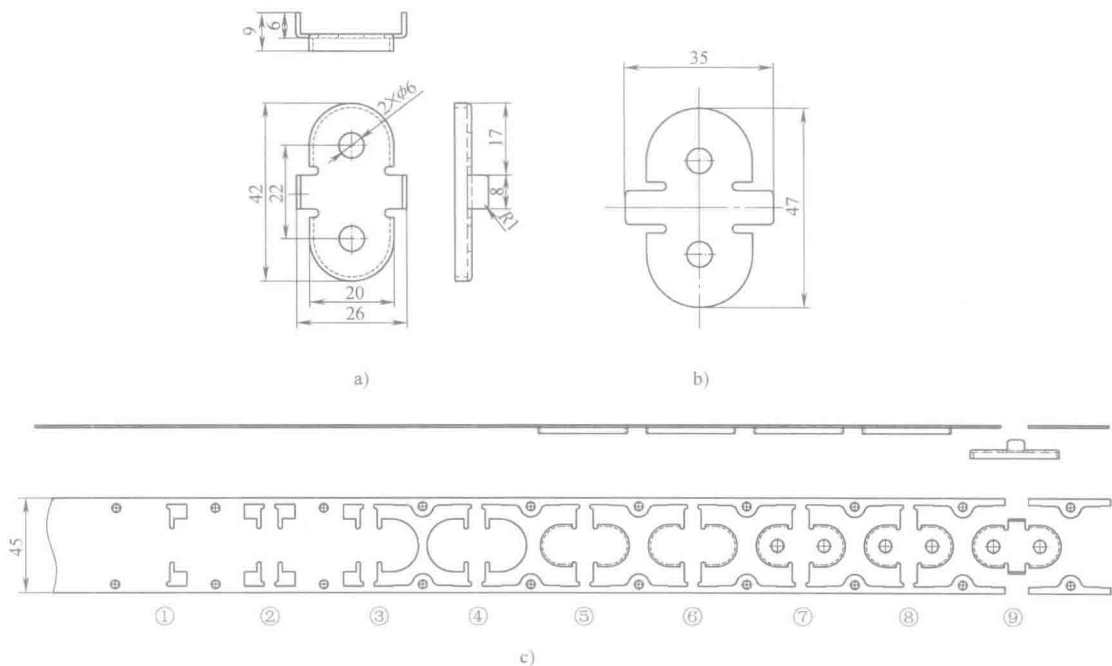


图 1-1 冲裁、弯曲、成形级进模

a) 制件图 b) 展开图 c) 排样图

工位①冲孔、冲切废料；工位②、③、④冲切废料；工位⑤成形；工位⑥空工位；
工位⑦冲孔；工位⑧空工位；工位⑨切断、弯曲（复合工艺）。

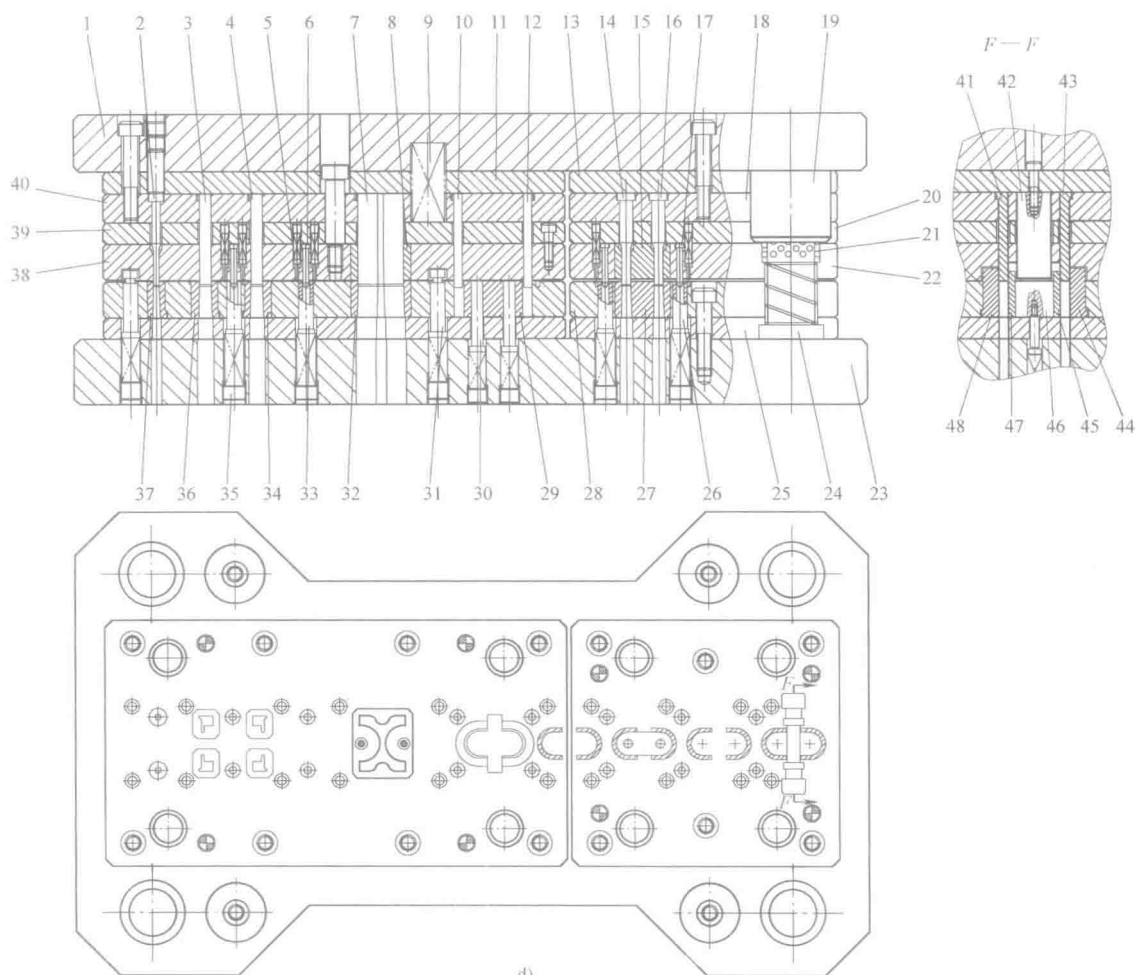


图 1-1 冲裁、弯曲、成形级进模 (续)

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

2. 级进模的特点

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冲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，省去半成品运输及存储仓库。

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) 级进模属于自动化冲模，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的废料多数往下漏，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 多工位级进模排样的分类

多工位级进模排样主要分为冲裁排样，冲裁、弯曲排样，冲裁、拉深排样，冲裁、成形排样四大类。

1.3.1 按冲压工序性质及其排列顺序分类

(1) 冲裁排样

冲裁排样主要分为冲孔排样、落料排样和剪切排样。

1) 冲孔排样。如图 1-2 所示为隔离网冲孔排样图。

2) 落料排样。如图 1-3 所示为支承片落料排样图。

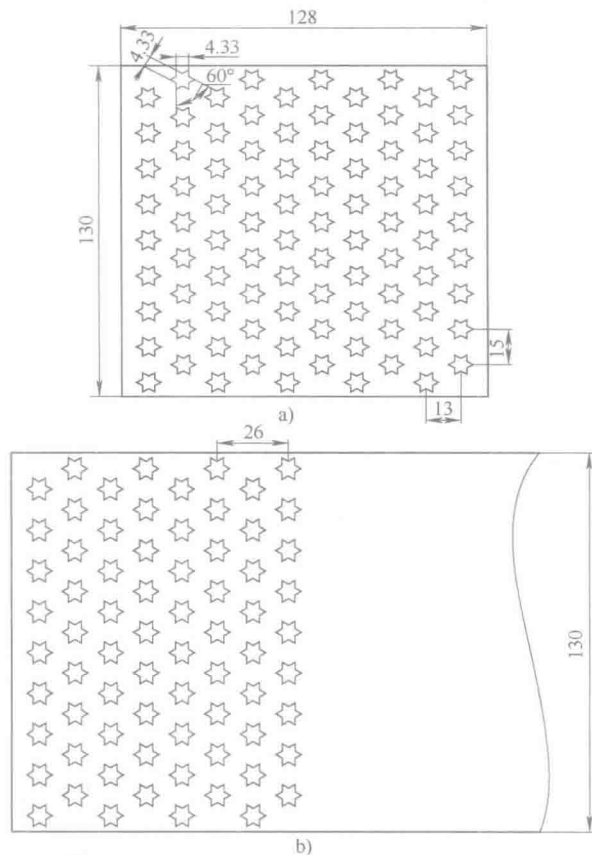


图 1-2 隔离网冲孔排样图

a) 制件图 b) 排样图

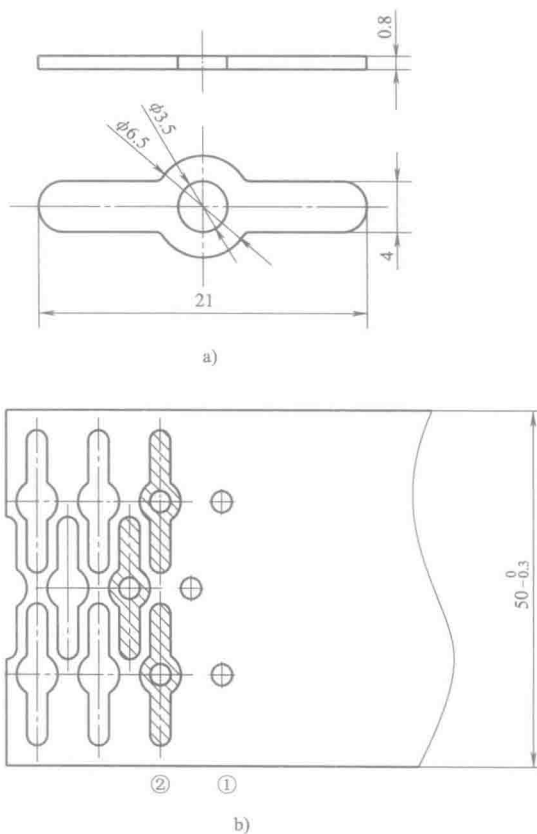


图 1-3 支承片落料排样图

a) 制件图 b) 排样图

工位①：冲孔；工位②：落料。

3) 剪切排样。如图 1-4 所示为方形垫板剪切排样图。

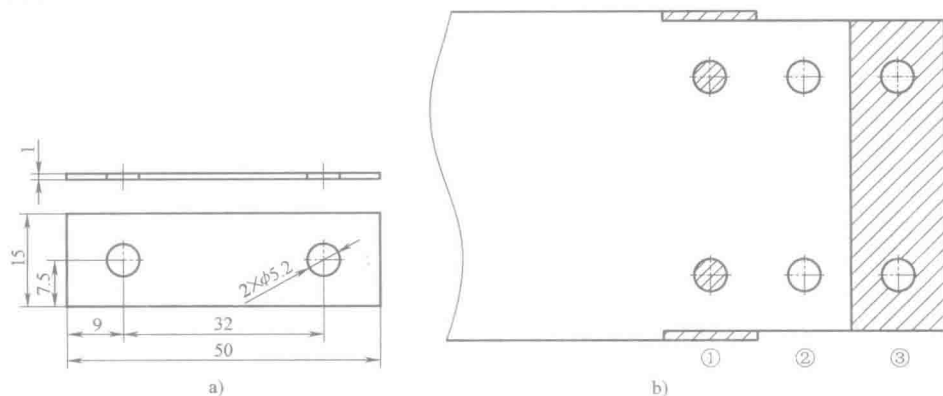


图 1-4 方形垫板剪切排样图

a) 制件图 b) 排样图

工位①: 冲孔, 冲切侧刃; 工位②: 空工位; 工位③: 切断。

(2) 冲裁、弯曲排样

如图 1-5 所示为液晶显示器铰链冲裁、弯曲排样图。

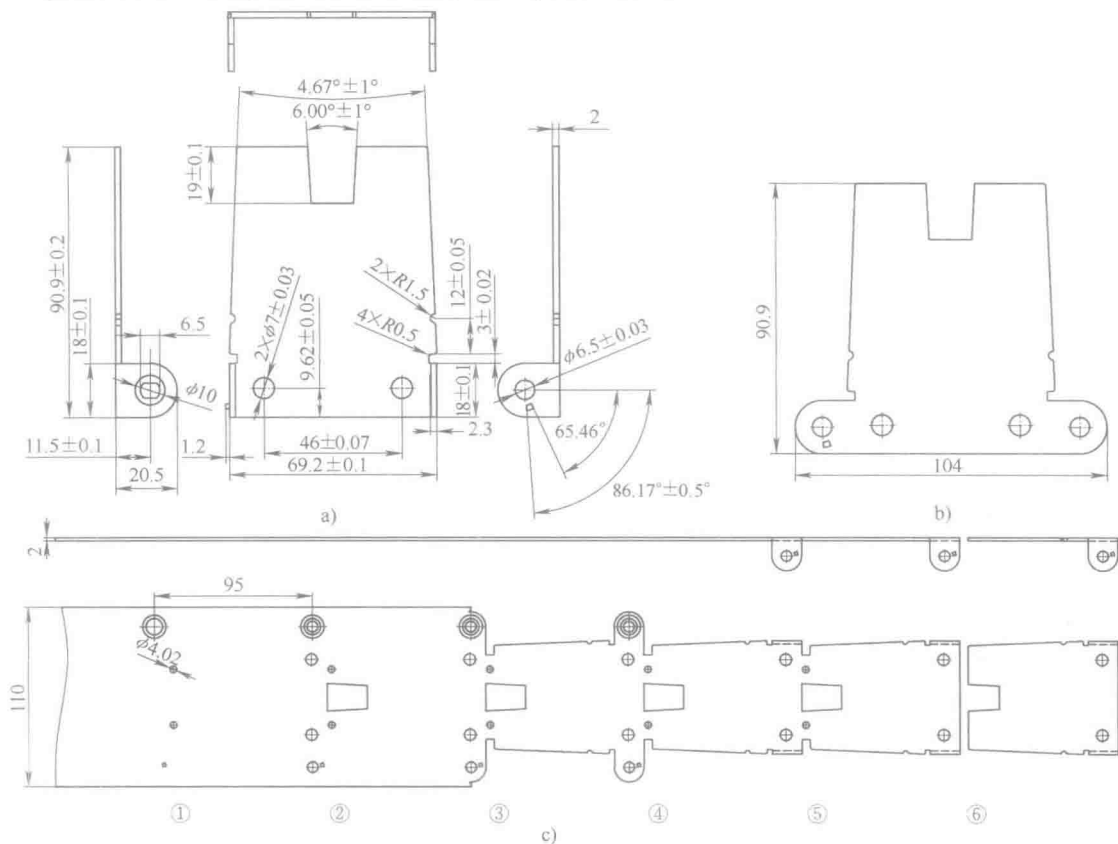


图 1-5 液晶显示器铰链冲裁、弯曲排样图

a) 制件图 b) 展开图 c) 排样图

工位①: 冲孔 (包括导正销孔)、压圆环凸台、压凸点; 工位②: 冲切中部废料; 工位③: 冲切外形废料; 工位④: 弯曲; 工位⑤: 空工位; 工位⑥: 冲切载体 (制件与载体分离)。

(3) 冲裁、拉深排样

如图 1-6 所示为端盖冲裁、拉深排样图。

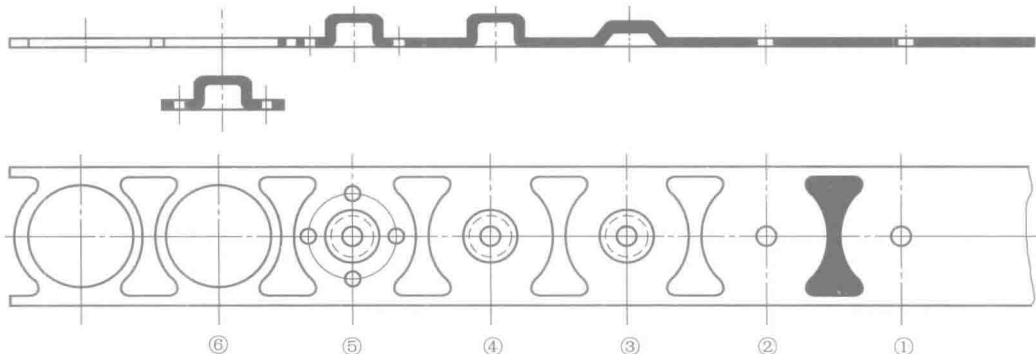


图 1-6 端盖冲裁、拉深排样图

工位①：预冲孔，冲切拉深毛坯外形废料；工位②：空工位；工位③：首次拉深；
 工位④：二次拉深；工位⑤：冲孔；工位⑥：落料（制件与载体分离）。

(4) 冲裁、成形排样

如图 1-7 所示为微型接触片冲裁、成形排样图。

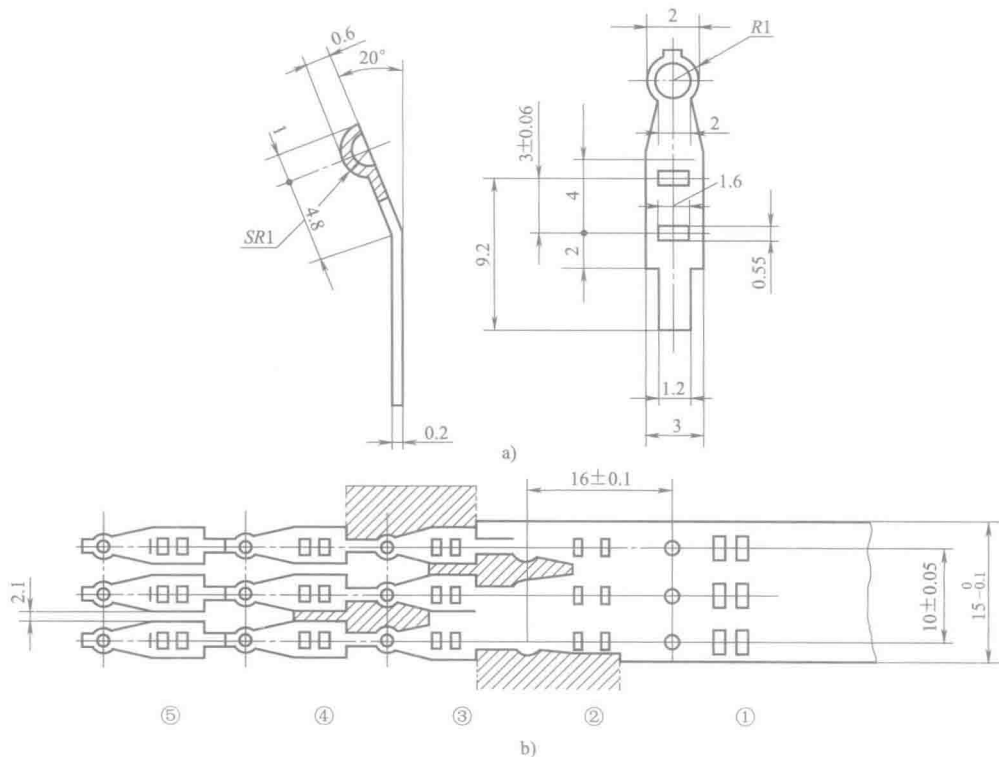


图 1-7 微型接触片冲裁、成形排样图

a) 制件图 b) 排样图

工位①：冲矩形孔，凸包成形；工位②：冲切侧刃，冲切外形废料；工位③：冲切侧刃，
 冲切外形废料；工位④：空工位；工位⑤：切断，弯曲复合冲压。

除以上图 1-2 ~ 图 1-7 介绍外, 还有冲裁、弯曲、拉深排样, 冲裁、弯曲、成形排样; 冲裁、拉深、成形排样及冲裁、弯曲、拉深、成形排样等。

1.3.2 按排样的方式不同分类

按排样方式的不同可分为封闭型孔连续式排样和分段切除多段式排样。

(1) 封闭型孔连续式排样

这种排样方式的各个工作型孔 (除定距侧刃型孔外) 与被冲制件的各个孔及制件外形 (弯曲件指展开外形) 的形状一致, 并把它们分别设置在一定的工位上, 材料沿各工位经过连续冲压, 最后获得所需制件。用这种方法设计的排样称为封闭型孔连续式排样。如图 1-8 所示为封闭型孔连续式排样图。从图 1-8b 所示排样图上可以看出该制件分为两个工位冲压, 分别为: 工位①冲两个“工”字形异形孔及两个 $\phi 2.6\text{mm}$ 圆孔; 工位②落料。

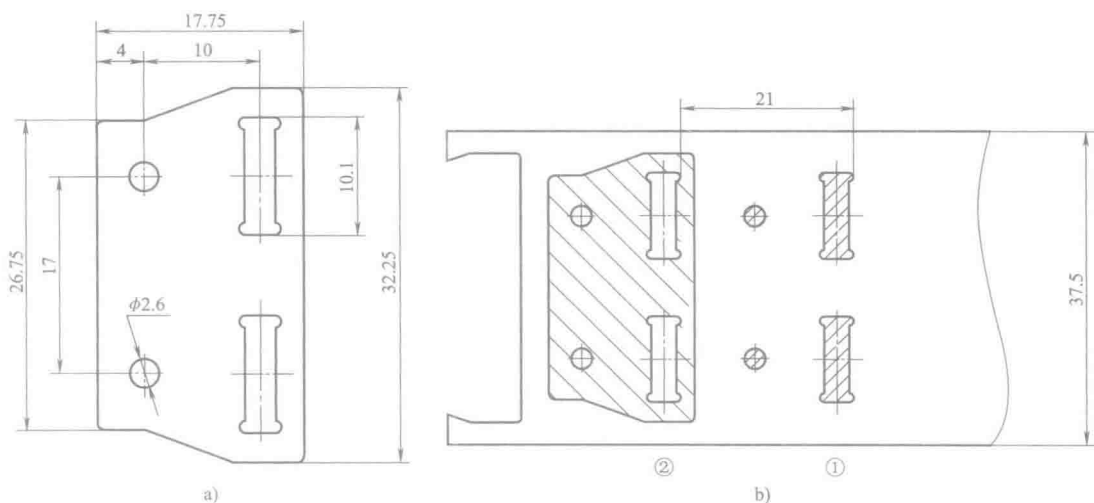


图 1-8 封闭型孔连续式排样图

a) 制件图 b) 排样图

通过图 1-8b 中的条料排样图可以清楚地看到这副级进模冲制过程顺序与各型孔的形状。模具中的各型孔与制件的每个型孔及制件的外形完全一样。

封闭型孔连续式级进模的特点: 结构较简单, 制造容易, 一般用于冲制形状简单、适合高速送料或手工送料和冲制半成品。

(2) 分段切除多段式排样

这种排样方式对冲压制件的复杂异形孔和制件的整个外形采用分段切除多余废料的方式进行。即在前一工位先切除一部分废料, 在以后工位再切除一部分废料, 经过逐步工位的连续冲制, 就能获得一个完整的制件或半成品, 对于制件上简单型孔, 模具上相应的型孔可与制件上的型孔做成一样。

如图 1-9 所示, 该制件采用分段切除多段式排样工艺, 其排样图如图 1-9b 所示, 共分 8 个工位:

工位①: 冲导正销孔。

工位②: 冲切 $2 \times \phi 1.0$ 孔。

工位③: 空工位。

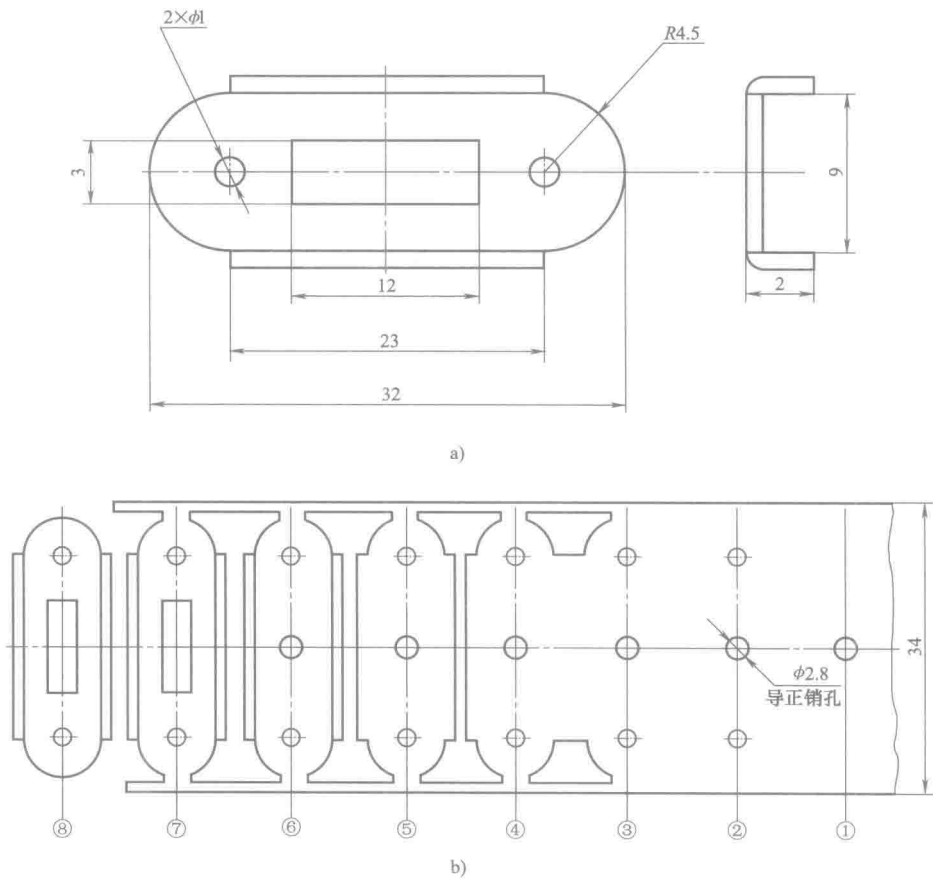


图 1-9 分段切除多段式排样图

a) 制件图 b) 排样图

工位④：冲切两端废料。

工位⑤：冲切中部废料。

工位⑥：“U”形弯曲。

工位⑦：冲中部 $3\text{mm} \times 12\text{mm}$ 长方孔。

工位⑧：冲切载体。

由于要求不同，设计模具的指导思想也不一样。分段切除多段式排样的工位数比封闭型孔连续式排样的工位数多；在分段切除废料的过程中可以进行弯曲、拉深、成形等工艺，一般采用全自动连续冲压。这种模具结构复杂，制造精度高；由于能冲出完整制件，所以生产率和冲件的精度都会很高。在设计多工位级进模时，还应根据实际生产中的问题，将这两种设计方法结合起来，灵活运用。

第2章 冲压工艺计算技巧

2.1 冲裁工艺计算技巧

级进模冲裁是利用模具内的凸模和凹模对带料（条料）产生分离的一种冲压工序。从广义上讲，冲裁是分离工序的总称，它包括落料、冲孔、切断、修边、切舌、剖切等多种工序。在多工位级进模中，冲裁主要是指落料和冲孔工序。

冲裁在多工位级进模中应用较为广泛，它既可以直接冲出所需形状的成品制件，又可以其他成形工序制备毛坯。如多工位级进模中有弯曲、拉深、成形等工序，那么应先冲出制件要成形的部位。

2.1.1 冲裁间隙

冲裁凸模和凹模之间的间隙，不仅对冲裁件的质量有极重要的影响，而且影响模具寿命、冲裁力、卸料力和推件力等。因此，间隙是冲裁凸模与凹模设计的一个非常重要的参数。

1. 间隙对冲裁件质量的影响

冲裁件的质量主要通过切断面质量、尺寸精度和表面平直度来判断。在影响冲裁件质量的诸多因素中，间隙是主要的因素之一。

(1) 间隙对断面质量的影响

冲裁件的断面质量主要指塌角的大小、光面（光亮带）约占板厚的比例、毛面（断裂带）的斜角大小及毛刺等。

间隙合适时，冲裁时上、下刃口处所产生的剪切裂纹基本重合。这时光面约占板厚的 $1/2 \sim 1/3$ ，切断面的塌角、毛刺和斜度均很小，完全可以满足一般冲裁的要求。

间隙过小时，凸模刃口处的裂纹比合理间隙时向外错开一段距离。上、下裂纹之间的材料，随冲裁的进行将被第二次剪切，然后被凸模挤入凹模洞口。这样，在冲裁件的切断面上形成第二个光面，在两个光面之间形成毛面，在端面出现挤长的毛刺。这种挤长的毛刺虽比合理间隙时的毛刺高一些，但易去除，而且毛面的斜度和塌角小，冲裁件的翘曲小，所以只要中间撕裂不是很深，仍可使用。

间隙过大时，凸模刃口处的裂纹比合理间隙时向内错开一段距离。材料的弯曲与拉伸增大，拉应力增大，塑性变形阶段较早结束，致使断面光面减小，塌角与斜度增大，形成厚而大的拉长毛刺，且难以去除；同时冲裁件的翘曲现象严重，影响生产的正常进行。

若间隙分布不均匀，则在小间隙的一边形成双光面，大间隙的一边形成很大的塌角及斜度。普通冲裁毛刺的允许高度见表 2-1。

表 2-1 普通冲裁毛刺的允许高度

(单位: mm)

材料厚度	≤ 0.3	$>0.3 \sim 0.5$	$>0.5 \sim 1.0$	$>1.0 \sim 1.5$	$>1.5 \sim 2$
生产时	≤ 0.05	≤ 0.08	≤ 0.10	≤ 0.13	≤ 0.15
试模时	≤ 0.015	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05