

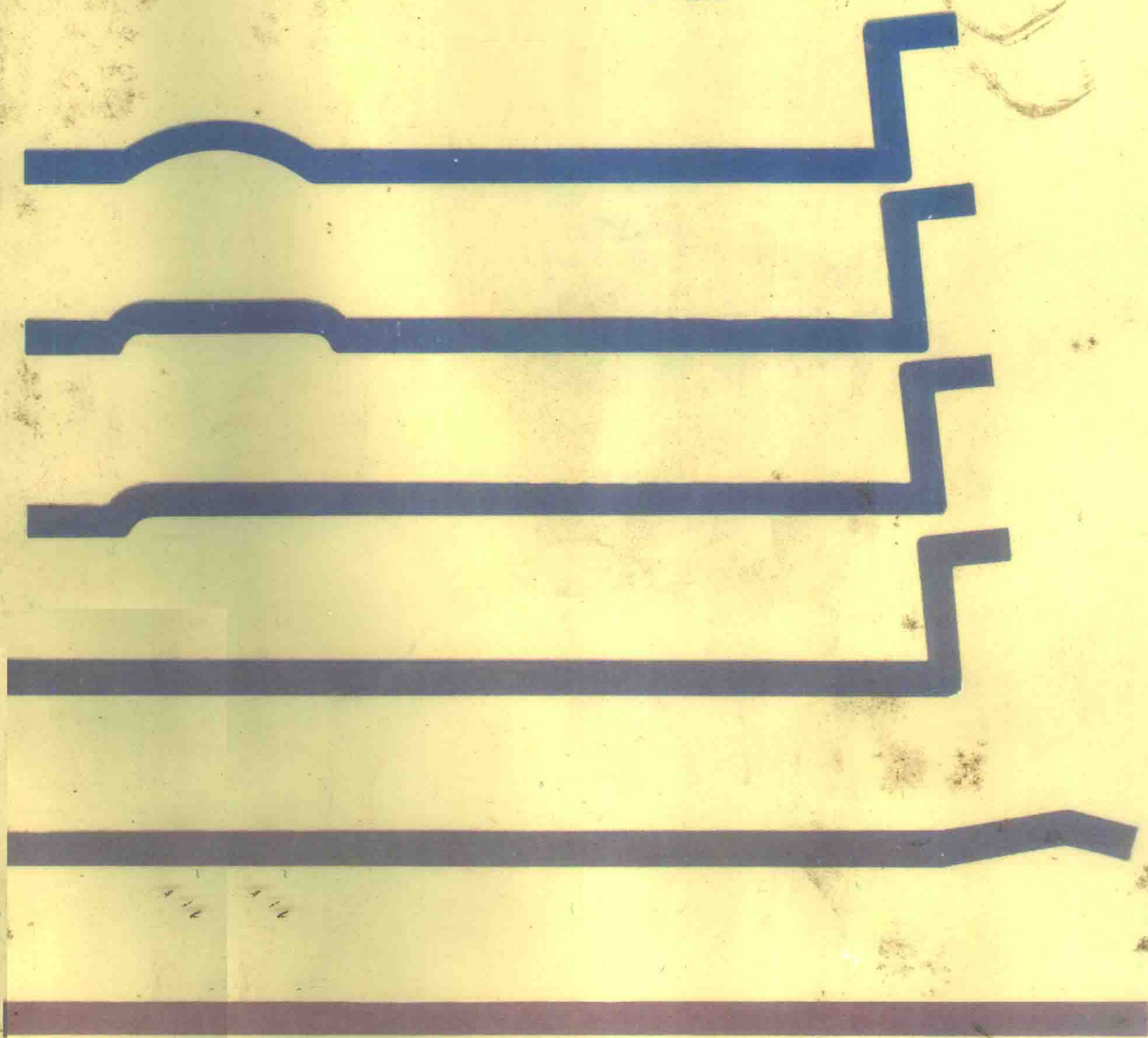
多工位级进模设计

邱永成 编著

5777

-

7735



多工位级进模设计

邱永成 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书共分七章，主要介绍了多工位级进模条料排样图的设计，步距计算和定距方式；凸模、凹模的结构和安装；对卸料装置、导料系统、浮动送料、侧冲与倒冲机构和模具紧固与安装等也作了论述。在第七章，通过对多工位级进模的典型结构分析介绍了某些设计思路。

全书内容结合生产实际，叙述简明、扼要、易懂。

本书可供从事冷冲模设计、制造的技术人员、模具工人阅读，也可供有关专业师生参考。

多工位级进模设计

邱永成 编著

国防工业出版社

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京市平谷县大华山印刷厂印刷

787×1092 1/16 印张13½ 319千字

1987年4月第一版 1987年4月第一次印刷 印数：0,001—4020 册

统一书号：15034·3159 定价：3.10元

前 言

冲压模具是冷冲压工艺必不可少的工艺装备。冲压模具设计得好坏、水平高低，将直接影响产品质量、成本、生产效率与操作者的安全。

多工位级进模是冲压模具的一种。它在提高生产效率、降低成本、提高质量和实现冲压自动化等方面有着非常现实的意义。多工位级进模可以对于一些形状十分复杂的冲压件进行冲裁、弯曲、拉深、成形加工。对大批量生产的冲压零件尤其应当采用多工位级进模进行冲制。

多工位级进模的结构比较复杂，模具制造精度高，这对模具设计者来说需要考虑的内容很多，尤其是级进模条料排样图的设计，模具各部分结构的考虑等都是十分重要的。

该书是在本人八〇年中国电子学会首届工装设计年会上发表《多工位级进模设计》论文基础上，又加上多年来的工作实践，并搜集国内外先进经验编写的。由于个人水平所限，书中难免有不足之处。敬请读者提出批评指正。本人深表感谢。

北京模具厂顾问张荫朗高级工程师，北京工业大学机械系锻压教研室孙政元副教授，许丽瑛讲师对本书提出了许多宝贵意见。书中引用不少工厂的宝贵经验和许多专家、学者的论文资料，在此一并致谢。

本书编写过程中，承中国电子学会工装设计学会，北京市技术交流站模具队，北京模具厂等单位负责同志的协助与支持，在此表示感谢。

编 者

序 言

上溯级进模的历史，迄今不过六十年。六十年来，机械工业、电信工业、电子工业、轻工业的发展，迅如雷电。其所以达到如此地步，除基础科学，工艺技术的进步之外，冲压技术、模具制造技术的发展，也非常重要。现代化成批大量生产的工业中，冲压技术为其主要生产手段之一，而冲压技术中，多工位级进模占主要地位。对于级进模的设计、制造、使用，除个别大厂之外，尚不多见。尤以多工位级进模的设计制造，均视为畏途；而设计资料亦颇为贫乏。永成同志亲临生产模具第一线凡二十余年，自六十年代中即注意研究多工位级进模的设计与制造技术，凡有所发现均留意搜集，总结经验，并参考外国技术，历时七年有余，编纂成书，在我国今日四化建设进程中，多工位级进模实属电气工业之所必需。多工位级进模的设计，在冷冲模设计中颇为困难，其排样布局、力量平衡，模具强度，冲片质量，冲件排出等等，往往数易其方案才有成功之望。永成同志有感于此，今将其亲历之经验，公之于世，是难能可贵的。

张荫朗

目 录

第一章 概论.....	1
§ 1-1 多工位级进模的分类	1
§ 1-2 采用多工位级进模的条件	8
§ 1-3 多工位级进模设计步骤	12
第二章 条料排样图	14
§ 2-1 排样图的设计	14
§ 2-2 条料排样图设计步骤	33
第三章 步距精度与定距方式	34
§ 3-1 步距和步距精度	34
§ 3-2 定距方式与导正钉	37
第四章 凸模凹模结构和安装	48
§ 4-1 凸模凹模设计的原则	48
§ 4-2 凸模	48
§ 4-3 凹模	61
第五章 多工位拉深级进模尺寸计算	74
§ 5-1 设计拉深级进模注意事项	74
§ 5-2 多工位拉深级进模尺寸计算	76
第六章 多工位级进模的各种机构	83
§ 6-1 卸料装置	83
§ 6-2 导料系统	94
§ 6-3 侧向冲压机构.....	103
§ 6-4 倒冲机构.....	121
§ 6-5 铆实装置.....	126
§ 6-6 限位装置.....	127
§ 6-7 顶出装置.....	128
§ 6-8 监测装置.....	130
§ 6-9 防护装置.....	132
§ 6-10 废料排除与制件提取	133
§ 6-11 辅助装置	134
第七章 模具结构分析	142
§ 7-1 冲裁多工位级进模.....	142
§ 7-2 冲裁弯曲多工位级进模.....	153
§ 7-3 冲裁拉深多工位级进模.....	169
§ 7-4 冲裁成型多工位级进模.....	172

附录.....	177
附录—I 凸凹模材料选用与热处理	178
附录—II 冷冲模常用零件选用材料与热处理	179
附录—III 国内常用的和正在推广使用的冷冲压模具钢	180
附录—IV 条料排样图四十四例	182

第一章 概 论

冲压工艺具有生产效率高, 材料利用率高, 冲压设备比较简单, 对操作工人技术等级要求不高等优点, 所以在工业生产中, 应用广泛, 并已成为不可缺少的重要加工手段之一。

一个冲压零件, 如用简易模具冲制, 一般说来, 每项冲压工序, 如冲裁(冲孔、冲切或落料)、弯曲、拉深、成型等, 就需要一副模具。这对于一个比较复杂的冲压零件来说, 则需要几副模具才能完成。因此这种简易模具的生产效率, 相对来说仍是较低的。对于那些大批量生产的定型产品, 用简易模具进行生产是极不适应的。

级进模是冷冲模的一种。级进模又称为跳步模, 它是在一副模具内, 按所加工的零件, 分为若干个等距离工位, 在每个工位上设置一定的冲压工序, 完成冲压零件的某部分加工。被加工材料(一般为条料或带料)在控制送进距离机构的控制下, 经逐个工位冲制后, 便得到一个完整的冲压零件(或半成品)。这样, 一个比较复杂的冲压零件, 用一副多工位级进模即可冲制完成。在一副多工位级进模中, 可以连续完成冲裁、弯曲、拉深、成型等工序。一般地说, 无论冲压零件的形状怎样复杂, 冲压工序怎样多, 均可用一副多工位级进模冲制完成。

级进模, 尤其是多工位级进模, 配合高速冲床, 实现高速自动化作业, 能使冲压生产效率大幅度提高。如图1-1所示的冲压件, 如用简易冲模加工需三副冲模, 三台冲床, 三个工人方可完成, 每个零件的冲压加工费为0.057元。由于经过几次定位, 冲件精度较差。

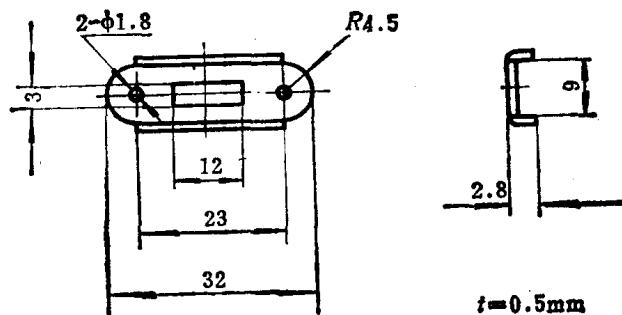


图 1-1 冲压零件图

如在高速冲床上用多工位级进模加工, 每个零件的加工费仅为0.0041元, 原来一班只生产4500件, 采用多工位级进模后, 一班可生产五万多件。这充分说明了采用多工位级进模的重大意义。一般说来, 冲件的形状越复杂, 采用多工位级进模的经济效果就越明显。

正是因为级进模具备上述特点, 所以已成为冲压模具发展中很有前途的一种模具。

§ 1-1 多工位级进模的分类

多工位级进模可按模具的设计方法或按它所包含的冲压工序性质进行分类。

一、按级进模设计方法分类

1. 封闭形孔连续式级进模

这种级进模的各个工作形孔（除定距形孔外）与被冲零件的各个形孔以及零件的外形（对于弯曲件即是零件展开外形）的形状完全一样，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，最后得到一个个冲压零件或半成品。用这样方法设计的级进模称为封闭形孔连续式级进模。

图1-2是图1-1所示零件的展开图和条料排样图。条料排样图共分三个工位。

第①工位：冲侧刃边距；

第②工位：冲2个 $\phi 1.8$ 孔与长方孔；

第③工位：落料。

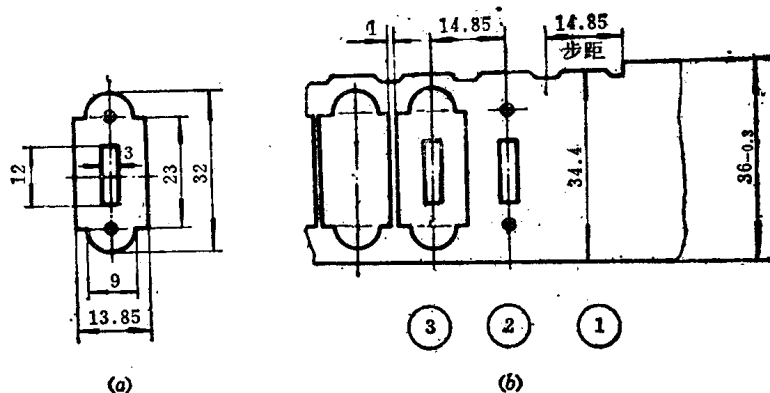


图 1-2 图1-1所示零件的展开图；条料排样图

(a)零件展开图；(b)条料排样图。

通过条料排样图可以看清楚这副级进模冲制过程的顺序与各形孔的形状。将条料排样图与工件展开图对照起来看，模具中的各工作形孔（除侧刃孔为工艺性形孔）与工件的每个形孔及工件的展开外形完全一样。三个内孔设置在前一工位，外形落料设置在后一工位。这样，条料连续送进便可以冲出需要的半成品。这个排样图是一个典型的封闭形孔连续式级进模的条料排样图。图1-3是冲制上述零件的普通级进模的装配图。

从这副级进模可以看出，封闭形孔连续式级进模精度偏低，而且产生累积误差，所以只适合冲制一些形状简单、精度在IT12~IT14（7~8级）的零件。采取一些措施后，可以冲制IT10级（5级）精度的零件。如果零件形状复杂，凸模和凹模的加工就困难。形状特别复杂的零件，其封闭形孔的凸、凹模往往无法加工。所以这种模具的局限性较大。

2. 分断切除多段式级进模[⊖]

这种级进模是对冲压零件较为复杂的异形孔和整个零件外形是采取分断开切除多余废料（以后简称余料）的方式进行的。也就是说，在前一工位先切除一部分余料，在以后的工位再切除一部分余料；而对于零件的一些简单形孔，模具上的相应形孔可与零件上的形孔做成一样。经过逐工位的连续冲制，最后就能获得一个个完整的零件或半成品。

分断切除多段式级进模的工位数显然较封闭形孔连续式级进模要增加较多。但是在分

⊖ 分断是切断的意思。

断切除余料的过程中,就可以伴随着对零件进行弯曲、拉深、成形等冲压加工,所以对于形状非常复杂,甚至包含多种冲压工序的冲压零件,在设计级进模时,都是按分断切除多段式级进模的设计思路进行设计的。

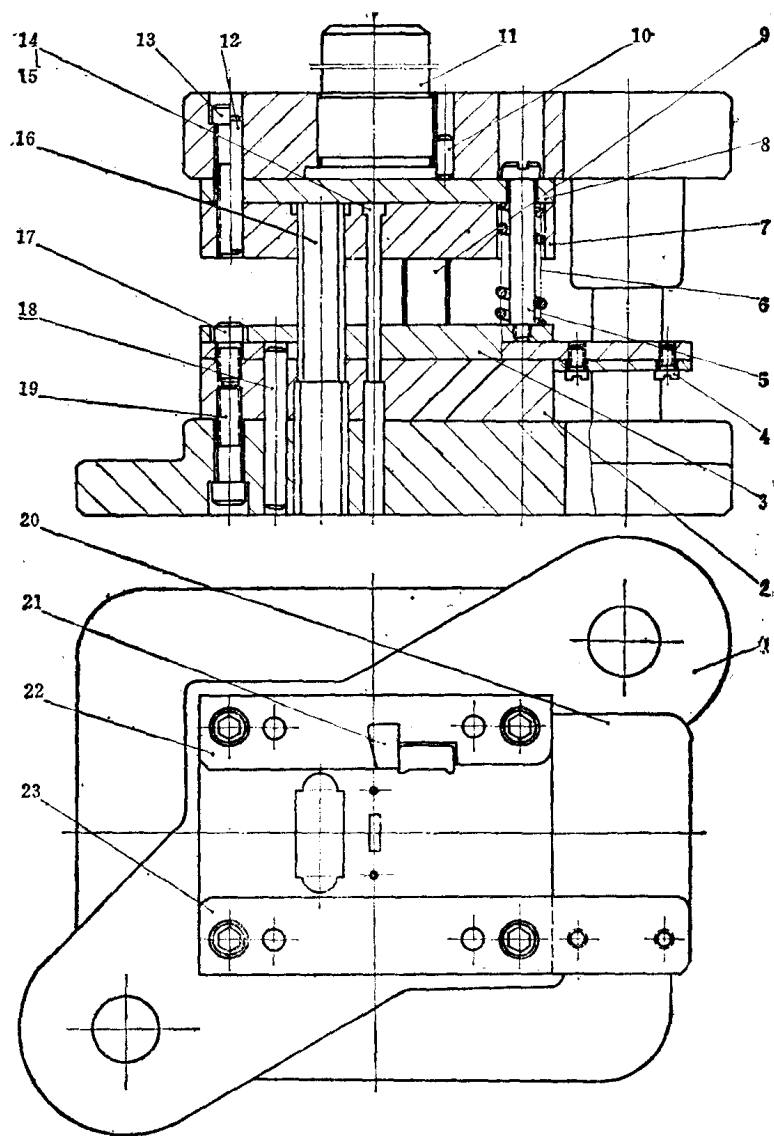


图 1-3 封闭形孔连续式级进模示例

1—对角模架, 2—凹模, 3—卸料板, 4—开口螺钉, 5—卸料螺钉, 6—弹簧, 7—固定板, 8—垫板, 9—侧刃凸模, 10—销钉, 11—模柄, 12—销钉, 13—螺钉, 14—方凸模, 15—圆凸模, 16—落料凸模, 17—螺钉, 18—销钉, 19—螺钉, 20—承料板, 21—挡块, 22—后导料板, 23—前导料板。

图1-4是图1-1零件图分断切除多段式级进模的条料排样图。整个排样图共分 8 个工位, 虽比图1-2排样图多了5个工位, 但是, 由于采用了分断切除余料的设计方法, 所以每段切除的形孔十分简单, 给模具设计和制造创造了有利条件。在排样图中包含了对零件进行弯曲加工, 这样, 这副模具便完成了零件的全部冲压加工。

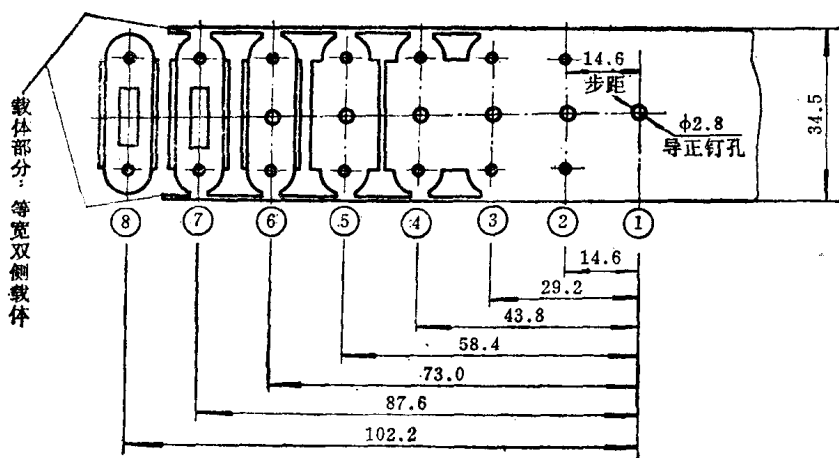


图 1-4 图1-1所示零件以分断切除多段式级进模条料排样图

第①工位: 冲导正钉孔; 第②工位: 冲2个 $\phi 1.8$ 圆孔; 第③工位: 空位; 第④工位: 冲切两端局部余料; 第⑤工位: 冲两工件之间的分断槽余料; 第⑥工位: 弯曲加工; 第⑦工位: 冲中部长方孔; 第⑧工位: 载体切断(即将零件从条料上切断)。

图1-5是这副多工位级进模的装配示意图。

一个零件所用的模具, 由于要求不同, 设计模具的指导思想也就不同, 其冲压效果当然也不一样。封闭形孔连续式级进模适于手工送料, 一般只能冲出半成品; 分断切除多段式级进模是全自动连续冲压, 并能冲出完整的零件。

封闭形孔连续式级进模和分断切除多段式级进模是两种截然不同的设计方法, 但有时也可以把两者结合起来考虑, 以便于解决生产中的实际问题。图1-6所示是电子计算机中的一个弹簧片。其形状比较复杂, 精度要求较高。图1-7是图1-6所示零件的排样图, 共分5个工位, 安排得比较紧凑。冲压此零件的关键是下半部的两个对称的曲线弹性夹腿, 如果分断切除的连接点选择不当, 就可能造成废品。这个排样图对工件的外形采用了全型落料的方式。这个方案是在考虑了制造比较复杂的多工位级进模条件较差和设计经验不足的情况下, 而采取了这种以封闭形孔连续式级进模为基础, 逐渐向分断切除多段式级进模方向发展的设计思路。

图1-8所示是个新型仪表插座的零件图和展开图。这个零件很小, 形状比较复杂, 包含有冲裁、冲切、弯曲(卷圆)、成形(收口)等加工内容。图1-9是这个零件的条料排样图。排样图共分20工位, 模具的有效工位仅有10个, 其余全部属于空位工位。③~⑤3个工位对零件外形四周余料进行分断切除, ⑥、⑦两工位对零件进行压弯, ⑧工位是冲切去一端的条料载体(属于余料切除的一部分), 以便于⑨、⑩两工位进行卷圆、收口加工。最后工位⑪将零件从条料的载体上切下来。

分断切除多段式级进模就是本书所指的多工位级进模。

二、按级进模包含的冲压工序性质分类

多工位级进模中有冲裁、弯曲、拉深、成形几种工序, 而冲裁是最基本的加工内容。

图1-10是按冲压工艺进行分类的多工位级进模简明分类图。

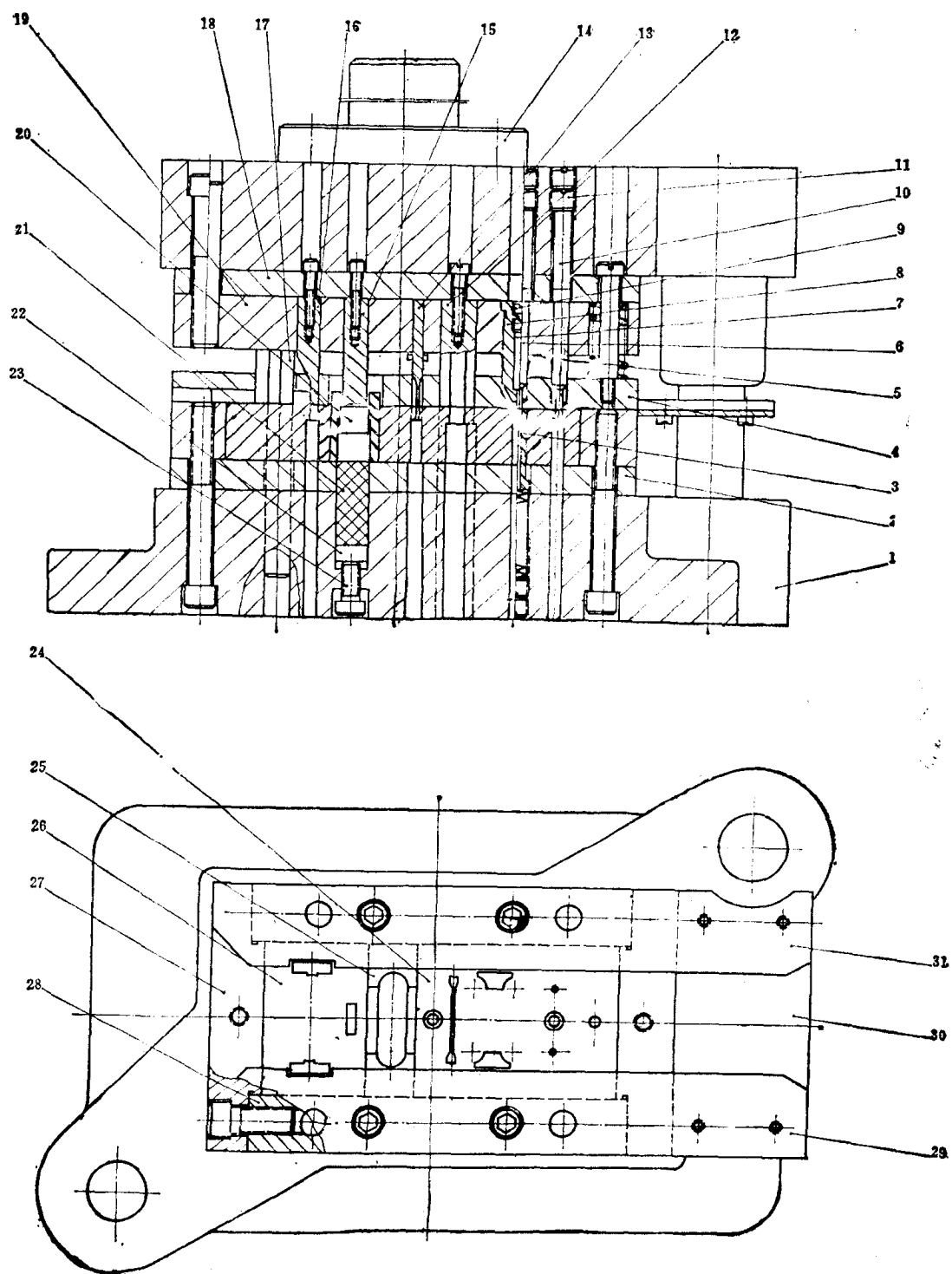


图 1-5 冲图1-1零件的多工位级进模示例

1—模架；2—下垫板；3—套式浮顶器；4—卸料板；5—圆凸模；6—导正钉；7—圆凸模；8—保护套；9—丝堵；10—垫柱；11—丝堵；12—凸模；13—凸模；14—模柄；15—压弯凸模；16—方孔凸模；17—切断凸模；18—上垫板；19—固定板；20—顶件器；21—硬橡皮；22—托垫；23—调整螺钉；24—第一段凹模；25—压弯凹模；26—第三段凹模；27—围框板；28—围框板；29—前导料板；30—承料板；31—后导料板。

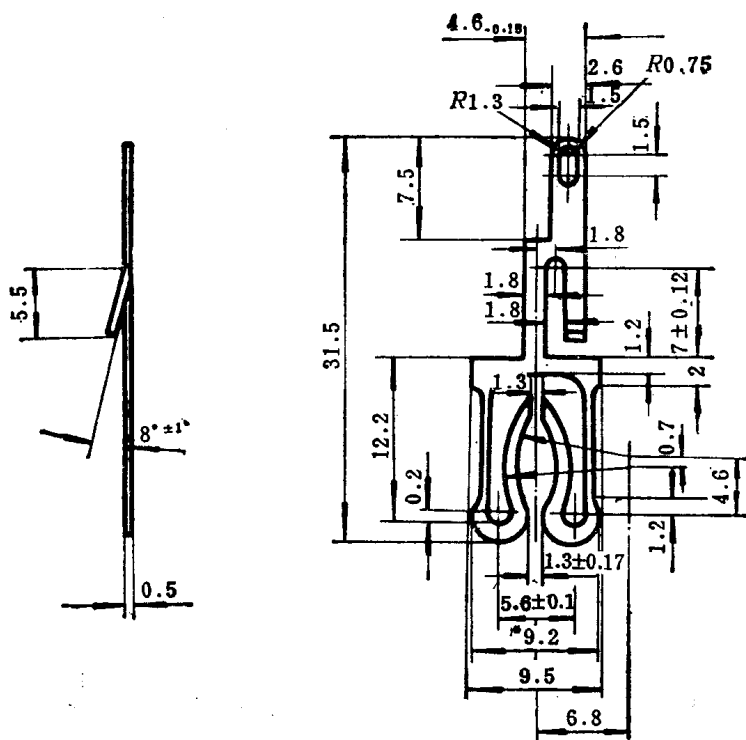


图 1-6 形状复杂的冲压零件图

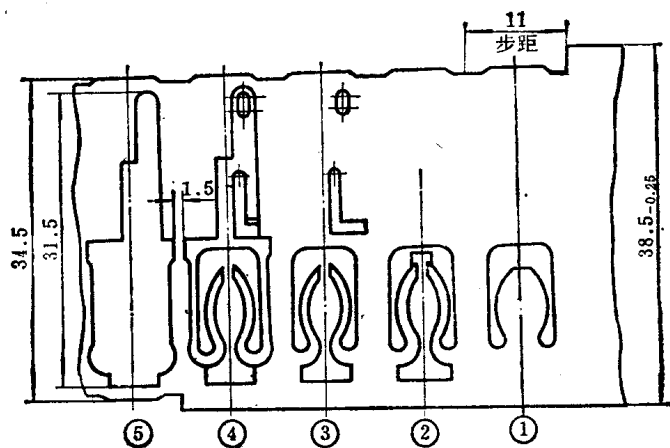


图 1-7 图1-6零件排样图

从图1 10中可以看出：级进模是属于冷冲模的一种模具，冲裁多工位级进模是多工位级进模基本形式。

由冲裁分别包含弯曲、拉深、成形某一种工序则有：冲裁弯曲多工位级进模；冲裁拉深多工位级进模；冲裁成形多工位级进模。

由冲裁分别包含弯曲、拉深、成形某两种工序则有：冲裁弯曲拉深多工位级进模；冲

裁弯曲成形多工位级进模；冲裁拉深成形多工位级进模。

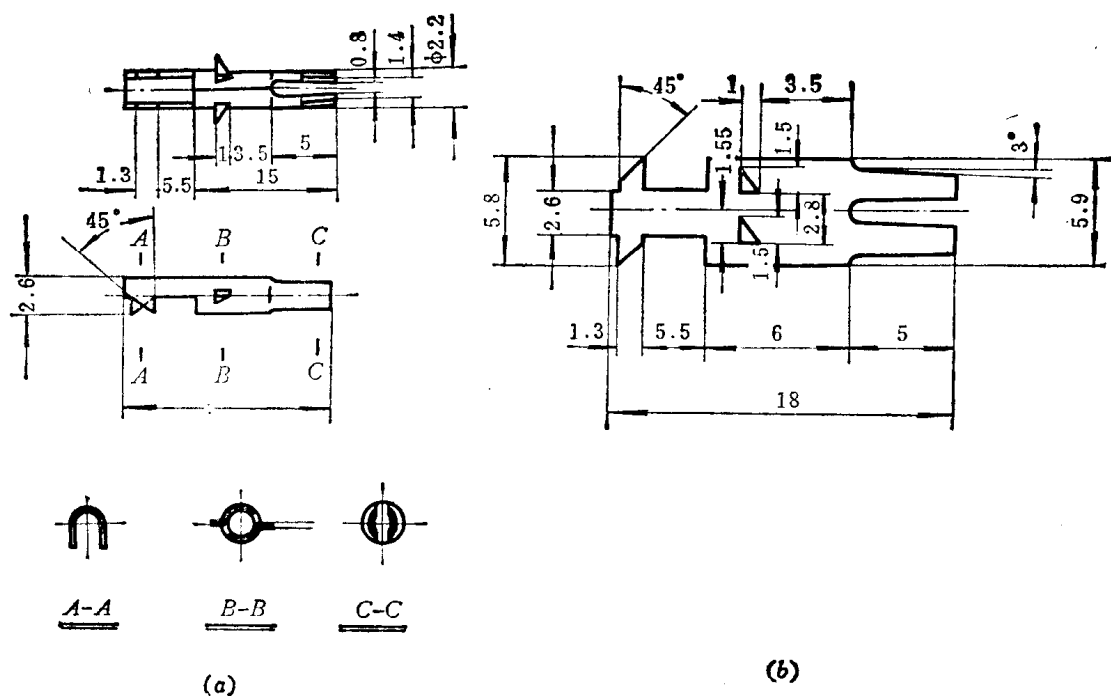


图 1-8 新型仪表插座零件图和零件展开图

(a)产品零件图, (b)零件展开图。

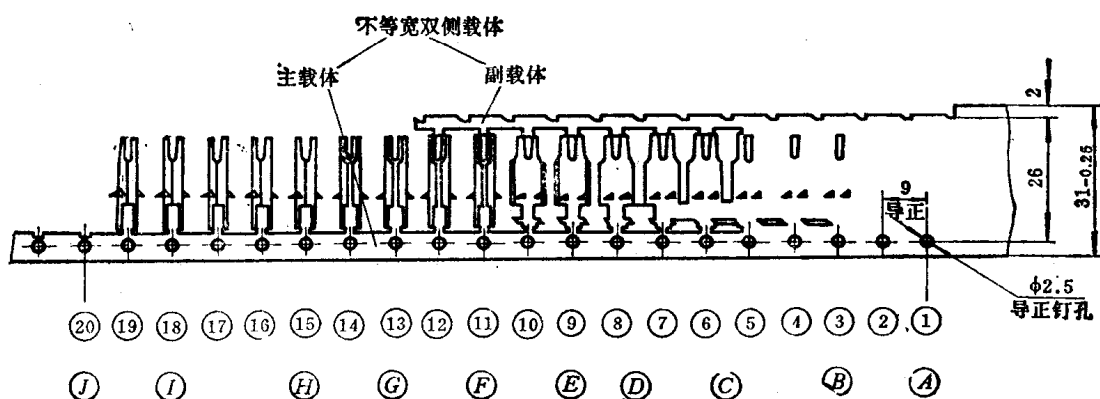


图 1-9 图1-8零件的条料排样图

由几种冲压工艺交合在一起则有：冲裁、弯曲、拉深、成形多工位级进模。

冲裁、弯曲、拉深、成形多工位级进模是生产中极为少见的。可以想像在一个冲压零件中包含各种冲压工序也是少有的。要设计这样一副多工位级进模其模具结构之复杂，制造精度之高都是很重要的课题。总之多工位级进模设计与制造是复杂的，困难的。

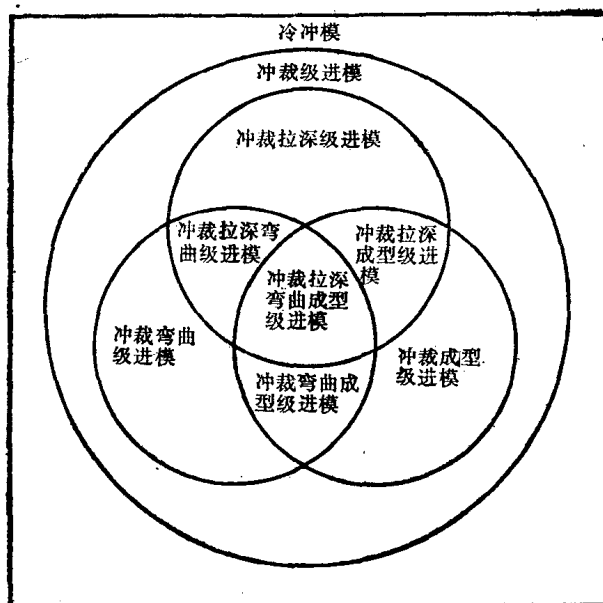


图 1-10 多工位级进模按冲压工艺分类简图

§ 1-2 采用多工位级进模的条件

多工位级进模有很多优点。然而结构相当复杂，制造精度比一般模具要求高得多。为此一个零件是否采用多工位级进模应当考虑以下条件。

一、对机床设备和技术力量的要求

1. 要有能够对多工位级进模进行维修、刃磨的技术力量。

多工位级进模在使用过程中需要经常刃磨和维修，尤其是一些细小凸模，镶件磨损或损坏后必须及时更换。多工位级进模的刃磨与一般模具不同。对于那些带有弯曲、拉深、成形的多工位级进模，在刃磨凸模、凹模的刃口时，同时要修正其它部分的相对高度。由于对有弯曲、拉深、成形的多工位级进模是属于立体冲压，即三度空间冲制，其冲裁部分的凸模、凹模的高度也往往不相同。所以刃磨后必须保持原设计要求的相对差量。对于这样的维修与刃磨，必须要有一定技术水平的维修工人和必要的设备（比较精密的通用磨床和必要的专用机床）。

多工位级进模在每批量生产以后都必须经过一次检修、刃磨，并经过试冲合格后方可入库待用。只有这样才能够保证采用多工位级进模持续稳定生产。

2. 冲床应当具有能够承受多工位级进模连续作业的足够的刚性、功率和精度，要有较大的工作台面，以及良好可靠的制动系统。

采用多工位级进模生产应当选用偏心冲床或高速冲床为好，必须保持模架导向系统不能脱开，冲床的行程不宜过大。连续冲压振动是很大的，如果选用高速冲床振动更大。一般应当在冲床额定能力的80%以下进行工作。

在高速连续作业的情况下，对送料机构的精度、灵敏度要求是很高的，但有时误差与故障也是难免的。所以在多工位级进模中应当设置条料送进故障的检出机构，一旦送料

发生故障，其检出机构应立即发出信号，此刻冲床的制动系统必须能够立即停车，以免损坏模具或机床。所以高速冲床的制动系统的灵敏度要十分可靠。

二、要有质量稳定的被加工材料

由于多工位级进模的被加工零件有弯曲、拉深、成形等加工内容，所以选定的被加工材料牌号应当适宜。其机械性能必须相对稳定。尤其是在连续多次拉深、弯曲加工，在多工位级进模冲制过程中，不允许进行中间退火处理和不便于在加工中增加润滑。对于每批进厂的材料必须按规定化验检查。

对于材料厚度要求是十分严格的，一般，对于多工位级进模选用材料厚度为A~B级精度。

用多工位级进模冲压零件时，所用材料为带料，必须提出材料宽度公差和料边平直度，因为它们将直接影响冲制效果和条料的送进。有些单位用滚剪机滚切带料，料边滚切出微小的“蛇形”状曲线，这样的带料在模具内形成曲线送进，致使零件产生疵病。

三、冲件应具备适合于多工位级进模冲制的条件

1. 被加工的零件的产量和批量要足够大，以便能够比较稳定而持久地生产，实现高速连续作业。这是冲压零件选用多工位级进模的最基本因素。因为多工位级进模的造价高，制造周期长，所以大批量生产的定型产品才适宜选用多工位级进模进行生产。

冲压零件生产的批量很难用一个确切的数值来区分，各地区、厂家也有各自的看法，而且还因各单位模具制造水平不同，模具的寿命不同，其看法也不同，在国外一些企业每批产量在5~15万件以上者，总产量在300万以上者均普遍采用多工位级进模冲制。但有时低于上述产量的冲件仍可采用多工位级进模冲制。对于一些冲压件中的标准件、通用件，如引线片、接线片、铁芯冲片、电机定子片和转子片等也广泛采用多工位级进模冲制。

2. 多工位级进模在材料利用率这一因素上比其它模具都要低。在保证条料有足够强度下，可以尽量减小条料的宽度和搭边尺寸。因此，对于某些用贵重材料冲制的零件在考虑选用多工位级进模加工时，尤其要慎重，必须从经济效果出发。如果选用贵重材料的零件必须采用多工位级进模冲制时，一定要采用其它措施提高材料利用率，再者做到对废料的回收利用。

图1-11所示是采用0.2毫米钢板冲制的零件。零件本身不大，由于零件形状所致，加上条料必要宽度，这样，这个零件的材料有效利用率仅有41.7%。图1-12是这个零件的条料排样图。

图1-13所示是采用0.3毫米的磷青铜冲制的零件。这个零件的用量很大，为了提高生产效率，仍采用多工位级进模冲制。模具设计者为了提高材料利用率和提高生产效率，采用双排排样方案设计模具。即使这样，它的材料利用率仍在50%以下。图1-14是这个零件的条料排样图。

上述两例虽然从材料上讲浪费很多，但由于多工位级进模高效率这一特点，已

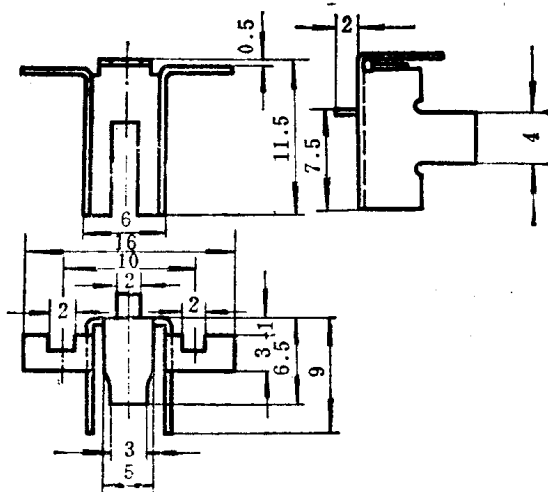


图 1-11 小型冲压零件图

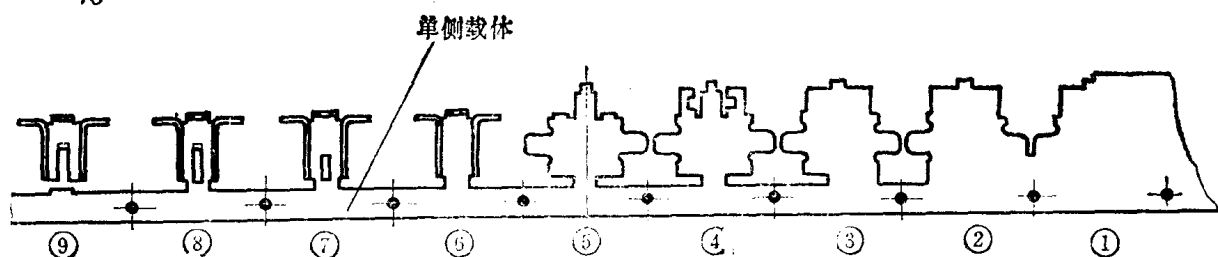


图 1-12 图1-11零件条料排样图

弥补了上述之不足。结果不仅产品上去了，成本也大幅度下降。

3. 由于送料精度和各工步之间的累积误差，不至使零件精度降低。

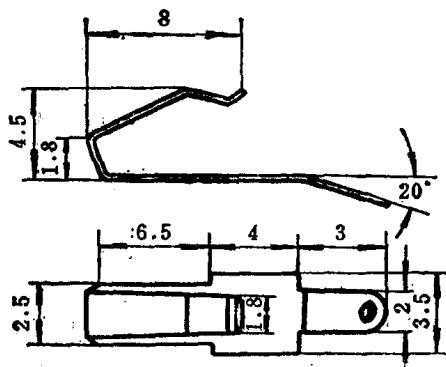


图 1-13 小型冲压件图

多工位级进模虽然采取措施可使累积误差限制在很小范围。IT10级（5级）精度以下的零件（这里是指零件的外形部分，不是指零件中的某个内孔）。只要多工位级进模设计得当，制造良好，是完全能够保证的。对于某些高于IT10级（5级）精度的冲压件用多工位级进模冲制，仍能获得满意的效果。

4. 零件的形状异常复杂，经过冲制后不便于再单独重新定位的零件，采用多工位级进模在一副模具内连续完成最为理想。如椭圆形的零件，小型和超小型零件，有些软质材料的零件以及难以检出方向性的零件。

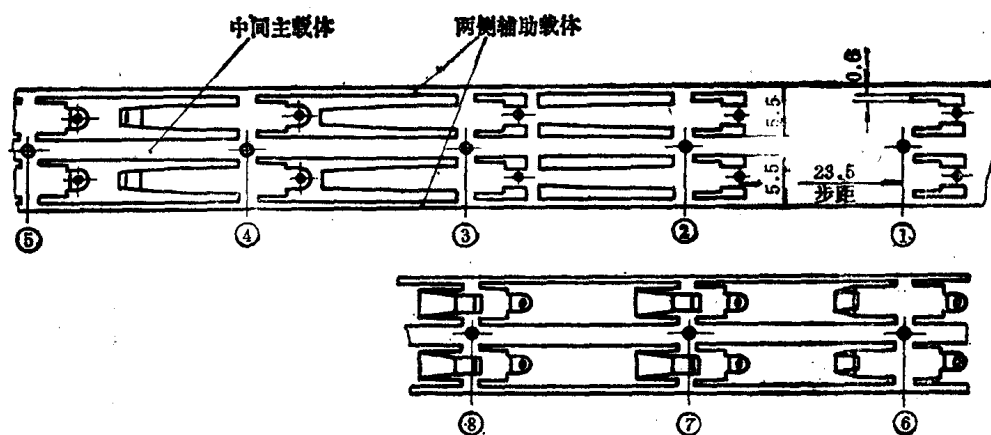


图 1-14 图1-11零件双排排样材料利用率偏低示例

5. 对于某些形状特殊的零件，在使用简易冲模或复合模都无法设计模具或制造模具的情况下，采用多工位级进模却能解决问题。

图1-15是一种电表铁芯冲片，由于零件的形孔特别复杂，采用了一副4工位级进模却顺利地完成了零件的冲制，而采用其他模具则无法加工。

图1-16是这个零件的排样图。对整个内形孔采用分断切除的方式，获得了满意的效果。