



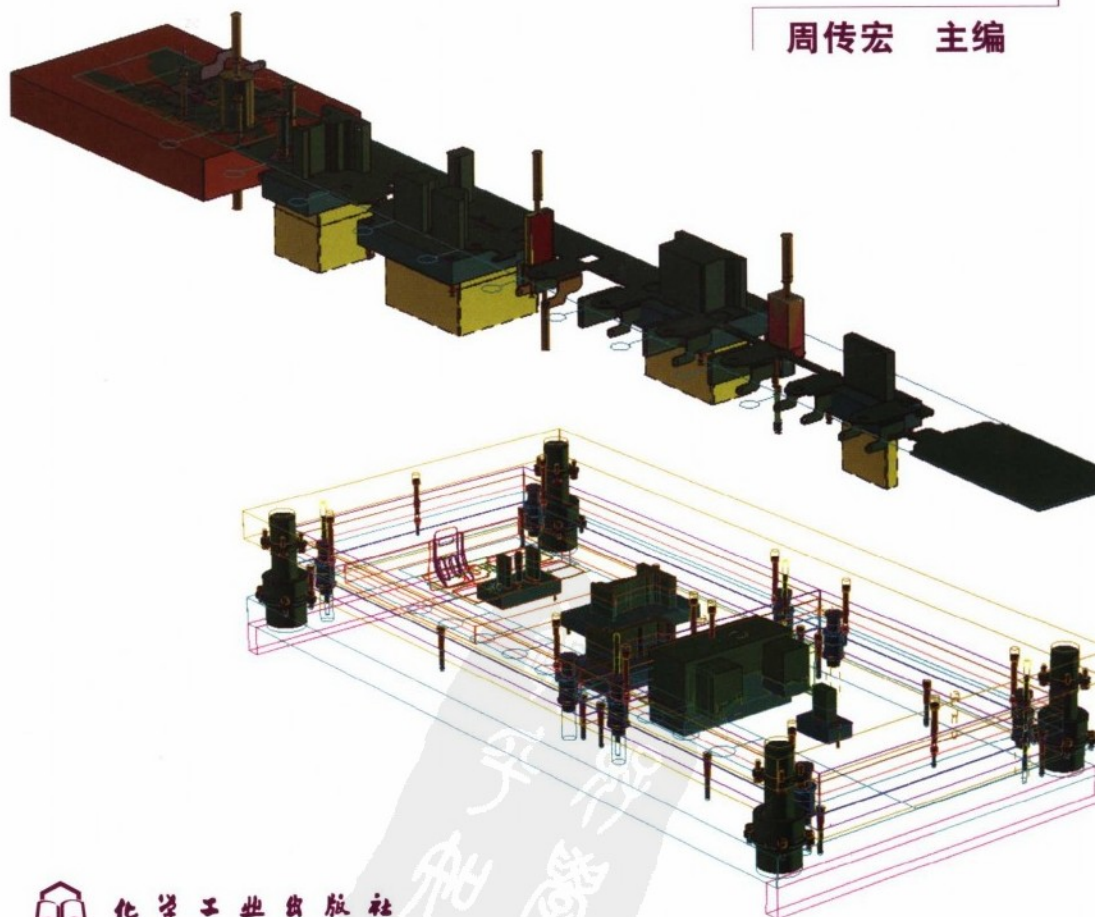
附送光盘一张

UG NX 4.0 JIJINMU SHEJI SHILI - RUMEN DAO JINGTONG

UG NX4.0

级进模设计实例 ——入门到精通

周传宏 主编



化学工业出版社

手书

PDG

UG NX4.0注塑模设计实例——入门到精通

● UG NX4.0级进模设计实例——入门到精通

UG NX4.0 级进模设计实例 ——入门到精通

■ 本书主要介绍 UG NX4.0 版本 PDW 模块的应用。UG NX/PDW 模块支持典型的级进模模具设计的全过程，即从读取产品模型开始，到零件展开、项目初始化、坯料排样、废料设计、条料排样、模架设计、镶件的设计及其标准零部件、让位设计、开孔设计、模具零部件清单等。不仅详细介绍 UG NX/PDW 的软件功能，而且指出利用软件进行模具设计的理论依据。使读者理解软件操作的依据，达到理论联系实际并实现真正的“设计”而不是画图的目的。本书另外的特点是按照设计过程编排章节顺序，每章先理论后实际的软件操作，并且以一个全程案例贯穿全书，全面介绍 UG NX/PDW 的各项功能，而不是简单地罗列。

本书适合模具设计人员、模具 NC 编程人员和具有一定 UG NX 基础的自学者学习，亦可作为 UG NX 专题培训和大中专院校的教材。

ISBN 978-7-5025-9738-2



9 787502 597382 >



www.cip.com.cn

读科技图书 上化工社网

销售分类建议：机械 / 模具设计

定价：38.00元(含1CD)

UG NX4.0 级进模设计实例

——入门到精通

周传宏 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX4.0 级进模设计实例——入门到精通/周传宏
主编. —北京: 化学工业出版社, 2006. 12
ISBN 978-7-5025-9738-2

I. U… II. 周… III. 计算机辅助设计-应用软件,
UG NX4.0 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 144483 号

责任编辑: 周 红

责任校对: 宋 夏

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 河南新丰印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 371 千字 2007 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 38.00 元

版权所有 违者必究

前 言

金属板料冷冲压是一种在工业生产中应用广泛的加工方法。模具作为冲压生产的基本要素，其设计制造技术受到普遍重视，模具工业被认为是国民经济的基础工业。级进模作为现代冲压生产的先进模具，能够在一副模具内完成复杂零件的冲裁、翻边、弯曲、拉深、立体成形以及装配等复杂工序，因其具有生产效率高、操作安全可靠、可以加工复杂零件等特点而受到普遍的重视，应用也日益广泛。

Unigraphics 的 Progressive Die Wizard (PDW) 级进模精灵融合了工业界专门的知识与经验，创立了最有效率的工作流程，把设计技术中那些最复杂的单元提炼为自动化的设计流程并且与灵活性相结合。它为级进冲模设计提供了完整的环境并封装了冲模制造专家知识，具有足够的灵活性以满足客户的特殊需求。目前，国内关于冷冲模设计制造技术方面的教材和资料很多，但有关多工位级进模的则较少，特别是介绍 Progressive Die Wizard 的书更少。

本书的主要特点如下：

1. 编者以 UG NX4.0 为基础，不仅详细介绍 UG NX/PDW 的软件功能，而且指出利用软件进行模具设计的理论依据，使读者理解软件操作的依据，达到理论联系实际并实现真正的“设计”而不是画图的目的。
2. 按照设计过程编排章节顺序，每章先理论后实际软件操作，并且以一个全程案例贯穿全书，全面介绍 UG NX/PDW 的各项功能（而不是简单地罗列），帮助读者更快地掌握各项功能。
3. 多用图形或表格来说明，少用描述性的语言介绍，使内容既浅显易懂又不至于篇幅过大，在内容取舍上强调实用性，而不面面俱到。
4. 书中涉及的实例及实例中应用的模型文件，全部通过光盘提供给读者，并提供操作的屏幕录像（AVI 格式）。

本书第 1 章、第 2 章为级进模设计基础知识，介绍级进模设计的一般知识和 UG NX/PDW 各个模块的功能，使读者了解使用 PDW 进行模具设计的一般思路。第 3 章为模具设计的前期准备阶段，重点介绍钣金零件的展开，为钣金零件的成形做准备。第 4 章、第 5 章、第 6 章为本书重点阐述的章节，也是实际设计工作中最为常用的内容，介绍了钣金零件在板料上排样的相关知识，包括零件的排放、废料的设计等。第 7 章、第 8 章、第 9 章为级进模设计的辅助部分，重点介绍了级进模模架的相关理论和 UG NX/PDW 中的相关操作，包括冲孔、组件设计、标准件管理、让位槽设计和型腔设计等。第 10 章为后续处理。第 11 章为综合训练，通过一个复杂案例，综合运用各个模块功能，完成整个模具设计的过程，使读者对使用 UG NX/PDW 进行模具设计有一个全面的认识，也是对整

个学习过程的一个总结。

参与本书编写的还有徐忠华、吴思达、王强等，在此表示感谢。

由于时间仓促，加上编者水平有限，不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2007 年 1 月

目 录

第 1 章 级进模设计基础知识	1
1.1 级进模概述	1
1.2 冲压工艺	2
1.3 排样	3
1.4 级进模的基本结构	5
1.5 级进模设计的主要原则	9
第 2 章 UG NX Progressive Die Wizard 概述	10
2.1 Progressive Die Wizard (PDW) 简介	10
2.2 Progressive Die Wizard 的设计处理过程	11
第 3 章 设计方案准备阶段	16
3.1 方案分析	16
3.1.1 工艺设计内容	16
3.1.2 工艺方案设计	16
3.2 钣金工具	17
3.2.1 特征识别	17
3.2.2 直接展开	22
3.2.3 钣金成形	22
3.3 PDW 设计工程初始化	38
3.4 特征前处理	39
3.5 全程练习 (一) 创建设计方案	40
3.6 本章知识点总结	46
第 4 章 排样设计——坯料排样	47
4.1 坯料排样	47
4.2 毛坯生成器	48
4.3 PDW 坯料排样	50
4.4 全程练习 (二) PDW 坯料排样	52
4.5 本章知识点总结	52

第 5 章 排样设计——废料设计	55
5.1 废料设计概述	55
5.2 PDW 废料设计	57
5.2.1 废料设计的前期准备	58
5.2.2 废料设计	59
5.3 全程练习（三） PDW 废料设计	68
5.4 本章知识点总结	71
第 6 章 排样设计——条料排样	72
6.1 工序排样	72
6.1.1 工序排样的基本类型	72
6.1.2 空工位	73
6.1.3 载体设计	74
6.2 PDW 条料排样	76
6.3 全程练习（四） PDW 条料排样	84
6.4 本章知识点总结	87
第 7 章 级进模结构设计——概要设计	88
7.1 级进模结构设计方法	88
7.1.1 级进模结构	88
7.1.2 级进模结构设计方法	90
7.2 级进模结构概要设计	91
7.3 PDW 冲压力计算	95
7.4 PDW 模架设计	96
7.4.1 标准模架	96
7.4.2 组件集	98
7.4.3 设计工具	101
7.4.4 客户化模架	107
7.5 全程练习（五） PDW 冲压力计算与模架设计	112
7.6 本章知识点总结	118
第 8 章 级进模结构设计——工作单元设计	119
8.1 工作单元设计概述	119
8.2 冲模设计设置	120
8.3 PDW 冲孔	121
8.4 PDW 组件设计	128
8.4.1 设计折弯凸模/凹模组件	130
8.4.2 设计成形凸模/凹模组件	130
8.4.3 刀具	132
8.5 全程练习（六） PDW 组件设计	135

8.6 本章知识点总结	158
第9章 级进模结构设计——辅助机构设计	159
9.1 辅助机构设计概述	159
9.1.1 卸料机构设计	159
9.1.2 导料与定距机构设计	160
9.1.3 固定机构设计	163
9.1.4 侧冲机构设计	167
9.1.5 安全机构设计	170
9.2 PDW 标准件管理	170
9.2.1 标准件概述	170
9.2.2 客户化标准件	172
9.3 PDW 让位槽设计	175
9.4 PDW 型腔设计	176
9.5 全程练习（七） PDW 让位槽设计及型腔设计	177
9.6 本章知识点总结	179
第10章 后续处理	180
10.1 PDW 物料清单	180
10.2 PDW 装配图纸	180
10.3 全程练习（八） PDW 物料清单及装配图纸	183
10.4 本章知识点总结	186
第11章 具有复杂曲面的级进模设计实例（综合训练）	187
11.1 钣金成形	187
11.2 创建毛坯	189
11.3 创建实体族	197
11.4 项目初始化及导入毛坯体	208
11.5 坯料排样及废料设计	211
11.6 条料排样	213
11.7 模架设计	216
11.8 组件设计	220
11.9 冲孔	231
11.10 型腔设计	236
11.11 装配图纸	237
参考文献	238

第 1 章 级进模设计基础知识

多工位级进模（简称级进模）是冷冲模的一种，属于技术密集型模具，是当前冲模发展方向之一。本章主要对级进模进行简要的介绍。如果读者对级进模已经有很深的认识，可以跳过本章直接进入第 2 章的学习。

1.1 级进模概述

冲压是一类典型的金属加工工艺，它是利用金属材料的塑性变形来改变毛坯材料的形状和尺寸，获得所需产品零件的加工过程。冲裁、弯曲、拉深、成形是四种最基本的冲压加工工序，由此四种工序的组合可以实现复杂产品的冲压加工。

冷冲模就是指进行冲压加工的模具，可分为简单模、复合模和级进模。多工位级进模（简称级进模）是在普通级进模的基础上发展起来的一种高精度、高效率、长寿命的模具。这种模具除进行冲孔落料工作外，还可根据零件结构的特点和成形性质，完成弯曲、拉深等成形工序，甚至还可以在模具中完成装配工序。冲压时，将带料或条料由模具入口端送进后，在严格控制步距精度的条件下，按照成形工艺安排的顺序，通过各工位的连续冲压，在最后工位经冲裁或切断后，便可冲制出符合产品要求的冲压件。为保证多工位级进模的正常工作，模具必须具有高精度的导向和准确的定距系统，配备有自动送料、自动出件、安全检测等装置，所以多工位级进模与普通冲模相比要复杂，具有如下特点。

① 冲压生产效率高。级进模是复合工序冲模，在一副模具内可以完成复杂零件的冲裁、翻边、弯曲、拉深以及装配等工艺，减少了中间转运和重复定位等工作，显著提高了生产效率。而且工位数量的增加不影响生产率，可以生产很小的精密产品零件。

② 操作安全简单。级进模冲压时操作者不需将手伸入模具的危险区域。对于大量生产，还采用自动送料的机构，模具内装有安全检测装置，冲压加工发生误送进或意外时，压力机自动停机，因而表现出操作安全和自动化程度高等特点。

③ 模具寿命长。复杂内形或外形可分解为简单的凸模和凹模外形，分段逐次冲切，工序可以分散在若干工位，不必集中在一个工位，在工序集中的区域还可以设置空位，从而避免了凸、凹模壁厚过小的问题。改变了凸、凹模受力状态，提高了模具强度，延长了模具寿命。

④ 产品质量高。多工位级进模在一副模具内完成产品的全部成形工序，克服了用简单模时多次定位带来的操作不便和累积误差。级进模可以把复杂外形分解，凸模和凹模形状比较简单，配合高精度的导向、定距系统，能够保证产品零件的加工精度。

⑤ 生产成本较低。级进模由于结构比较复杂，所以制造费用比较高，同时材料利用率也往往比较低。但由于使用级进模时生产效率高，压力机占有数少，需要的操作工人数和车间面积小，减少了半成品的储存和运输，因而产品零件的综合生产成本并不高。

⑥ 设计和制造难度大，对经验的依赖性强。级进模结构复杂，技术含量高。设计灵活性大、难度大；设计和制造中的经验、推断和目测工作量大，人才培养时间长，个人之间的差别大；同一产品零件可有多种不同的设计方案，设计的灵活性大。

⑦ 按订单生产，而不是按计划生产，订货受市场影响大，交货期要求短。一般一副模具只设计制造一次，属单件生产，模具制造中的固定费用高。

由于上述特点，级进模得到了广泛的应用，在各类冷冲模具中，级进模所占比例达到27%（见表1-1）。随着设计和制造技术的发展，级进模的工位数逐步增加、精度提高、功能复合。在设计和制造中普遍采用先进的CAD/CAM技术及数控加工技术。

表 1-1 各类冷冲模具应用情况

模具类型	级进模	弯曲模	冲裁模	传递模	拉深模	其他
比例/%	27	19	18	17	14	5

1.2 冲压工艺

冲压工艺设计，就是根据冲压件的要求，合理安排原材料准备、各种加工工序等，使得冲压过程在经济和技术上合理可行。工艺过程设计包括以下几个方面的内容。

(1) 工艺方案设计

工艺方案设计就是根据冲压件的形状、尺寸、材料、生产批量等特点，初步确定出冲压加工内容，并制定出几种可行的加工工艺方案，通过对产品质量、生产效率、设备条件、模具制造和寿命、操作的方便性和安全性、生产的经济性等方面的综合比较，确定出适合具体生产条件的最佳工艺方案。

根据产品零件的技术要求和形状特点，选择获得零件各几何要素的合适的冲压工序，如冲孔、落料、弯曲、拉深、翻边等。

工艺方案设计主要包括以下方面的工作。

① 确定冲压次数和冲压顺序。由于产品零件的形状尺寸、材料等因素的影响，需根据具体情况确定冲压次数。例如拉深件，可根据其形状尺寸和材料的拉深性能确定所需的拉深次数。对复杂弯曲件，在确定弯曲次数时，要充分考虑工艺可行性，并且要有利于保证产品零件质量和简化模具结构。

冲压顺序就是要对各次冲压工艺的先后顺序做出安排。安排冲压顺序时要综合考虑零件技术要求、各工序间的影响、模具结构等方面的因素。

② 工序的组合方式。复杂零件的冲压往往包括多个工序，因此工艺设计时要考虑各工序的组合方式。典型工序组合方式包括简单工序、复合工序和级进工序。影响工序组合方式的主要因素有生产批量、尺寸、精度、经济性等。

③ 辅助工序的确定。辅助工序要根据零件的要求及所采取的冲压工序、顺序及组合方式确定，常用的有表面处理、清理、去毛刺等。

(2) 工艺性分析

冲压件的工艺性是指冲压件进行冲压加工的难易程度,亦即对冲压工艺的适应性。冲压件工艺性分析就是分析具体产品零件的材料性能、几何形状、尺寸和精度要求等是否满足冲压工艺的要求。良好的冲压工艺性是指能用最经济的方式加工出符合使用要求的零件,例如节省材料、模具结构简单、工序少、工人操作方便、产品质量稳定等。

由于不同的工艺方法对零件的工艺要求不同,大多数用级进模加工的零件都要用到几种不同的成形工艺方法,所以,级进冲压加工零件的工艺性分析就要综合考虑各种工艺方法的要求,并要考虑到各工序之间的相互影响。

冲裁件的工艺性是指冲裁件的材料、尺寸、形状、精度等要求对冲裁加工的适应性,即是否满足冲裁工艺的要求。如果弯曲件的工艺性好,则可以保证弯曲件的精度且节省材料,并能简化弯曲工艺过程和模具结构。

(3) 工艺计算

为了进行模具设计和冲压加工,工艺计算首先应根据产品零件的几何形状和尺寸来计算所需毛坯的形状和尺寸,然后按照节约材料、简化模具结构的原则拟定合理的排样方案,并确定板料或条料的规格及下料方式。在模具设计之前,还应根据工艺方案计算成形力和压力中心,合理优选凸模和凹模之间的间隙等。

工艺计算的内容包括毛坯尺寸计算、确定模具工作部分的尺寸、计算冲压力等相关工艺参数。

(4) 确定模具数量及功能要求

工艺设计中还应根据产品零件的工艺方案提出所需的模具数量、各模具的结构类型和基本功能要求。

(5) 编制工艺文件及计算说明书

冲压工艺文件一般指冲压工艺过程卡,内容包括工序名称、工序顺序、草图、模具、设备、检验要求、板料规格及性能、毛坯尺寸形状等。

设计计算说明书的内容包括冲压件工艺性分析、毛坯计算、排样及方案、工序种类及冲压次数确定、过渡形状计算、模具结构形式分析、模具工作部分尺寸计算、模具主要零件强度分析、压力中心计算、辅助零件及设备选择说明等。

1.3 排样

排样,顾名思义就是图样的排列。在多工位级进模设计中,排样的目的旨在确定从毛坯材料转变为产品零件的工序过程。

排样设计是多工位级进模设计的关键之一。排样图的优化与否,不仅关系到材料的利用率、工件的精度、模具制造的难易程度和使用寿命等,而且关系到模具各工位的协调与稳定。

冲压件在带料上的排样必须保证完成各冲压工序、准确送进、实现级进冲压;同时还应便于模具的加工、装配和维修。冲压件的形状是千变万化的,要设计出合理的排样图,必须从大量的参考资料中学习研究,并积累实践经验,才能顺利地完成任务。

排样设计是在零件冲压工艺分析的基础之上进行的。确定排样图时,首先要根据冲压

件图纸计算出零件的展开尺寸, 然后进行各种方式的排样。在确定排样方式时, 还必须对工件的冲压方向、变形次数、变形工艺类型、相应的变形程度及模具结构的可能性、模具加工工艺性、企业实际加工能力等进行综合分析判断。同时全面考虑工件精度和能否顺利进行级进冲压生产后, 从几种排样方式中选择一种最佳方案。完整的排样图应给出工位的布置、载体结构形式和相关尺寸等。

当带料排样图设计完成后, 模具的工位数及各工位的内容; 被冲制工件各工序的安排及先后顺序, 工件的排列方式; 模具的送料步距、条料的宽度和材料的利用率; 导料方式、弹顶器的设置和导正销的安排; 模具的基本结构等就基本确定。所以排样设计是多工位级进模设计的重要内容, 是模具结构设计的依据之一, 是决定多工位级进模设计优劣的主要因素之一。

按照排样所解决的问题及设计过程中所处的阶段, 级进模设计中的排样可分为三类, 即毛坯排样、冲切刃口设计和工序排样。

(1) 毛坯排样

毛坯排样用于确定毛坯在条料上的截取方位和相邻毛坯之间的关系。在所有各类冲压模的设计中都必须进行毛坯排样。毛坯排样方案对材料的利用率、冲压加工的工艺性以及模具的结构和寿命等有着显著的影响。据统计, 在冲压件的成本中, 材料费所占比例在60%以上。因此, 合理排样对提高材料利用率、降低产品成本具有重要意义。

根据排样时是否产生废料, 毛坯排样可以分为有废料排样和无废料排样。冲裁时的废料可分为工艺废料和设计废料。工艺废料指工件之间和工件与条料之间的搭边材料、定位孔和不可避免的料头与料尾所产生的废料。设计废料指由于产品结构形状的需要, 如孔的存在而产生的废料。

搭边是指排样时毛坯外形与条料侧边及相邻毛坯外形之间设置的工艺余料。搭边的作用是保证毛坯从条料上分离, 补偿由于定位误差使条料在送进过程中产生的偏移所需的工艺余料。搭边分为侧搭边和中心搭边。搭边的基本要求是要有足够的强度, 而搭边的强度主要由搭边宽度决定。

搭边宽度是排样时的重要工艺参数。从提高材料利用率来看, 希望毛坯排列密、搭边值小。但搭边值必须与产品的加工方法和加工内容一致。搭边值过小, 冲裁时容易翘曲或被拉断, 增大冲裁件的毛刺, 当板料较薄时, 还有可能被拉入凸模、凹模之间的间隙中, 损坏模具刃口, 降低模具寿命。因此, 搭边宽度应设置合理。

(2) 冲切刃口设计

在级进冲压加工过程中, 零件复杂的几何外形往往被分解为简单几何要素的组合, 这部分工作称为冲切刃口设计, 是工序排样前必须完成的设计工作。

冲压件毛坯的外形轮廓及内形孔从几何上可以看成是各种封闭的几何曲线, 内形或外形轮廓的冲切既可以一次完成, 也可以分几次完成。

在级进模设计中, 为了实现复杂零件的冲压或简化模具结构, 一般总是将复杂外形和内形孔分几次冲切。冲切刃口外形设计就是把复杂的内形轮廓或外形轮廓分解为若干个简单几何单元, 各单元又通过组合、补缺等方式构成新的冲切轮廓的工艺设计过程, 即设计合理的凸模和凹模刃口外形的过程。实际生产中所遇到的冲压件往往十分复杂, 通过刃口外形的分解与重组可以达到如下目的。

- ① 简化凸模和凹模外形, 便于加工, 缩短周期, 提高质量, 降低成本。

② 改善凸模和凹模受力状态,提高模具强度和寿命。

③ 便于工件在模具中送进,如弯曲工件的分离。

④ 满足特殊的工艺需要,如拉深工艺切口。

(3) 工序排样

工序排样确定模具由多少工位组成、每个工位的具体加工工序等,是级进模设计的灵魂。工序排样的目的旨在设计从平板料到产品零件的转变过程,其设计内容主要有以下几个。

① 在冲切刃口外形设计的基础上,将各工序内容进行优化组合形成一系列工序组;对工序组排序,确定工位数和每一工位的加工工序。

② 确定载体形式与毛坯定位方式。

③ 设计导正孔直径与导正销数量。

④ 绘制工序排样图。

空工位简称空位,是指工序件经过时,不作任何冲切加工的工位。在级进模中设置空工位是为了提高模具强度、保证模具的寿命和产品质量以及模具中设置特殊机构等,因而应用非常普遍。

一般冲压产品的加工包括多种工序,例如冲孔、落料、弯曲、拉深和成形等。工序排样的优劣将直接影响产品质量、模具结构、加工方法、制造用时和成本等。工序排样时应遵循的一般原则如下。

① 工序排样要保证产品零件的精度和使用要求。

② 工序应尽量分散,以提高模具寿命,简化模具结构。

③ 合理安排各工序,使压力中心尽可能与模具几何中心接近。

④ 同一工位各冲切凸模应尽量设计为相同的高度,便于刃磨。

⑤ 冲孔在前,外形冲切和落料等在后。

⑥ 为保证条料送进的步距精度,第一工位安排冲导正孔,第二工位设导正销,在其后的各工位上,优先在易窜动的工位设置导正销。

⑦ 设置空位。可以提高凹模、卸料板和凸模固定板强度。

⑧ 工件和废料应能顺利排出。

⑨ 排样方案要考虑模具加工设备条件。

1.4 级进模的基本结构

多工位级进模一般是按其主要冲压加工工序进行分类,有冲孔落料多工位级进模、冲裁弯曲多工位级进模、冲裁拉深多工位级进模三种基本类型。冲孔落料多工位级进模与普通级进模类似,相对较简单。下面主要介绍冲裁弯曲多工位级进模和冲裁拉深多工位级进模。

(1) 丝架级进弯曲模

丝架制件如图 1-1 所示,材料为不锈钢。其工序排样如图 1-2 所示。丝架级进模具结构如图 1-3、图 1-4 所示。其结构特点如下。

① 各工序凹模做成整体或拼块式,嵌入凹模固定板内。这种结构形式适用于较大的嵌

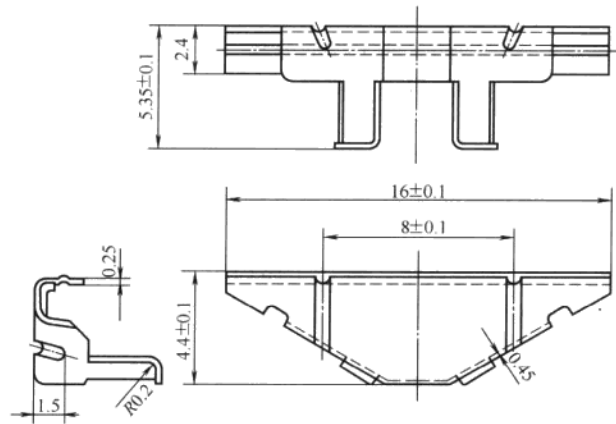


图 1-1 丝架制件简图

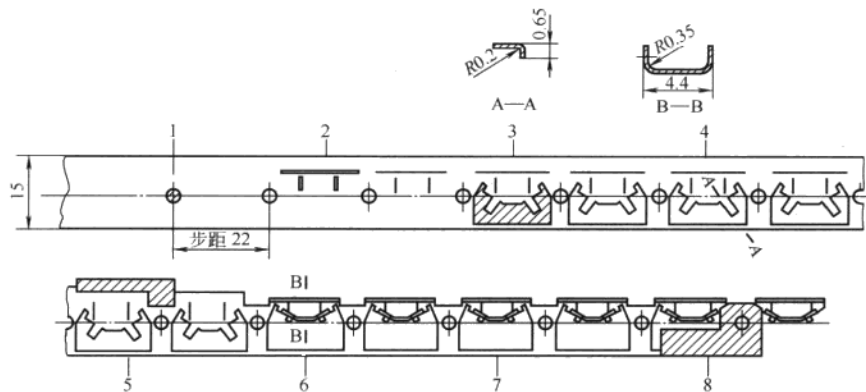


图 1-2 丝架工序排样图

1—冲导正孔；2—压筋；3—冲外形；4—L形弯曲；5—切外形；6—U形弯曲；7—弯曲整形；8—切断分离

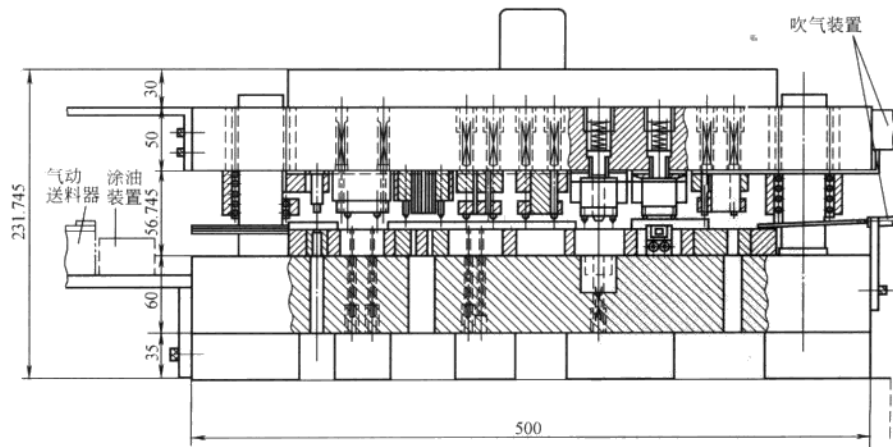


图 1-3 丝架级进模总装图

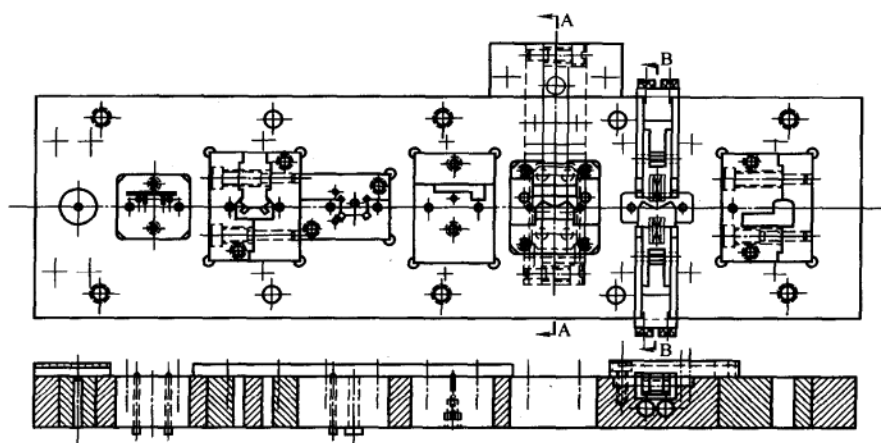


图 1-4 丝架级进模下模图

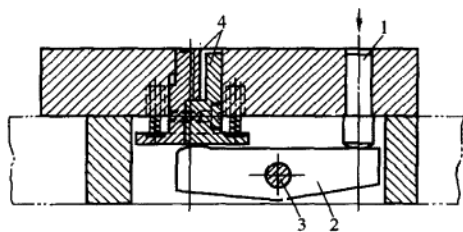


图 1-5 图 1-4 的 A—A 剖视
1—压杆；2—杠杆；3—轴；4—凹模拼块

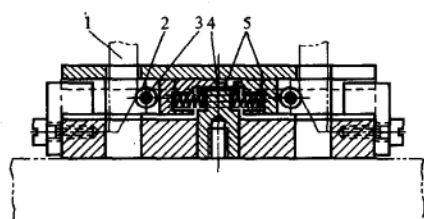


图 1-7 图 1-5 的 B—B 剖视
1—斜楔；2—滚轮；3—轴；
4—芯块；5—活动凹模

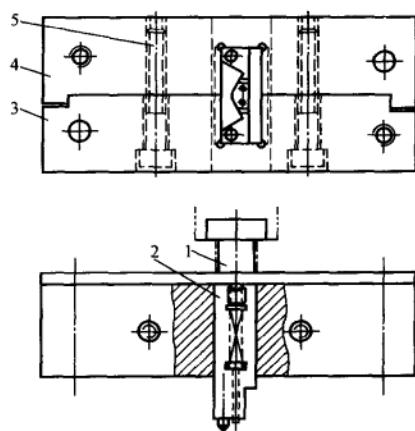


图 1-6 工序 6 的上模图
1—螺钉；2—凸模；3、4—凸
模固定板拼块；5—螺钉

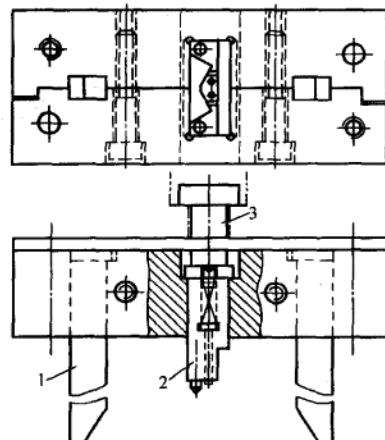


图 1-8 工序 7 的上模图
1—斜楔；2—凸模；3—螺钉

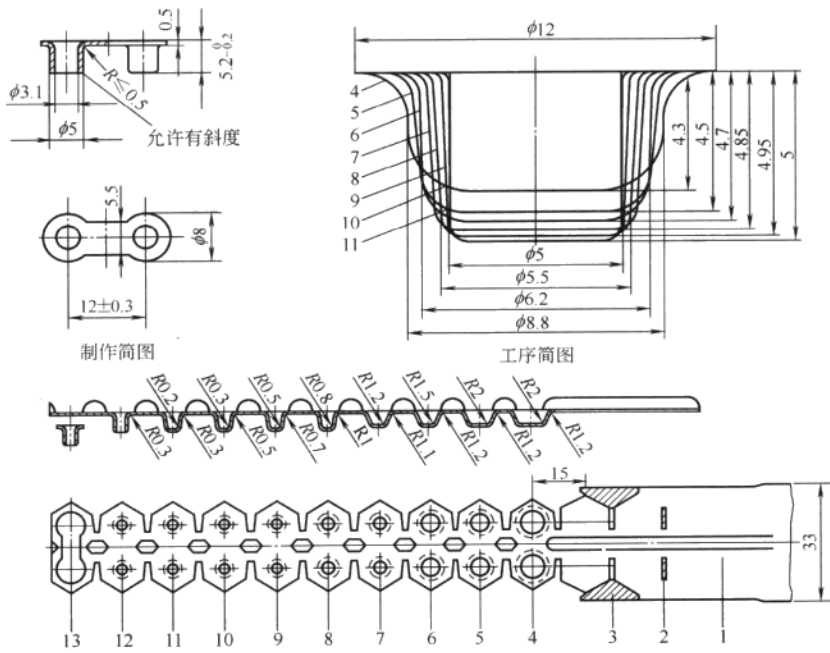


图 1-9 双筒焊片工序排样图

1—压筋；2—冲槽孔；3—切边；4—首次拉深；5~10—第 n 次拉深；11—整形；12—冲底孔；13—落料

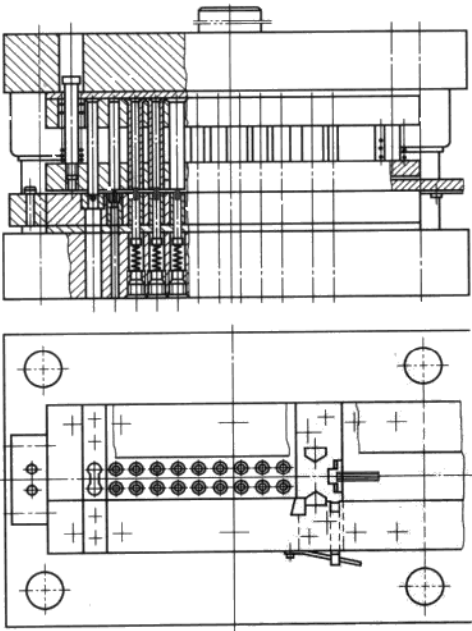


图 1-10 双筒焊片级进模总装图