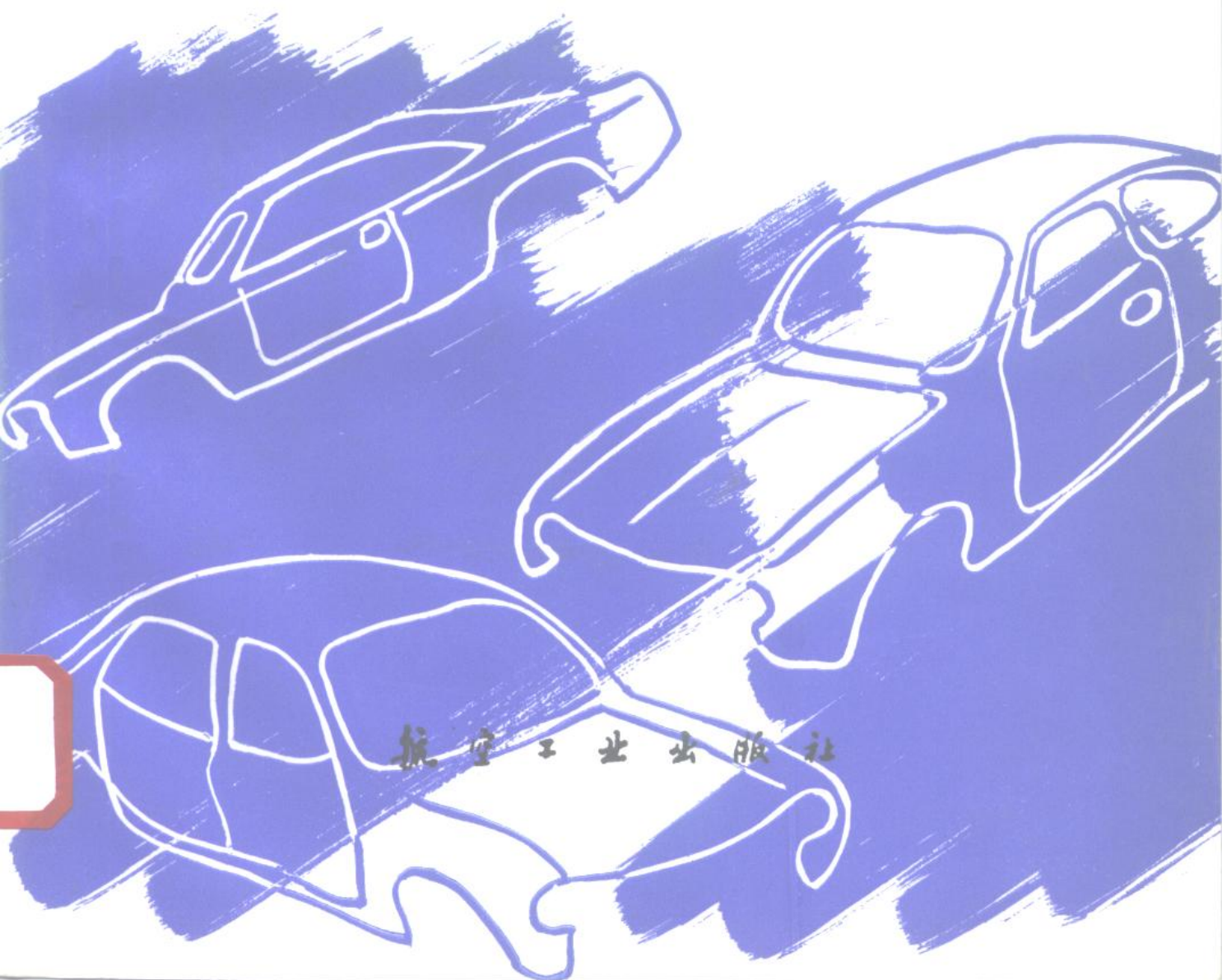




冲模设计基础

田嘉生 马正颜 编



航空工业出版社

冲模设计基础

田嘉生 马正颜 编

航空工业出版社

1994

(京)新登字161号

内 容 提 要

本书从模具结构入手,给出了冲模主要零部件和常用机构的设计、计算方法,并附有必要的例题和练习,便于学习、掌握。本书所选内容力求简明、扼要,除最新和必要的数据、公式外,其它内容不予罗列。

全书共分七章,除包括冲裁、弯曲、成形模设计的基础知识外,对当前冲模的两大前沿——多工位级进模和汽车车身模作了较为详尽的介绍。

本书作为国内第一本高等院校冲模设计教材,除可供模具及相关专业本科、专科教学使用外,亦可供短训班选用。由于其内容新颖、实用,也是模具专业技术人员必备的最新参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

冲模设计基础/田嘉生,马正颜编. —北京:航空工业出版社, 1994.9

ISBN 7-80046-766-X

I. 冲… II. ①田… ②马… III. 模具-冲模-设计-基本知识 IV. TG385

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第04734号

航空工业出版社出版发行

(北京市安定门外小关东里14号 100029)

北京地质印刷厂印刷

全国各地新华书店经售

1994年9月第1版

1994年9月第1次印刷

开本: 787×1092 1/16

印张: 10.25

字数: 247 千字

印数: 1—3000

定价: 7.50 元

前 言

模具是现代工业生产的主要工艺装备，模具工业是国民经济中的基础工业。近年来，随着我国模具技术的飞速发展，培养高级模具技术人才已成为当务之急。为此，原航空航天工业部教材规划领导小组决定在我院试用教材的基础上出版这本冲模设计教材。

本书的指导思想是在广大模具工作者的实践经验和国内外学者的最新研究成果的基础上，将模具设计的基本知识介绍给读者，注重基础知识的学习和设计方法与技能的训练，力求做到简明扼要，理论联系实际。

全书共分七章，第一章重点介绍国内外模具现状；第二、三、四章分别介绍冲裁、弯曲、成形三类基本模具的典型结构及主要工作零件和机构的设计与计算方法。第五、六章则对当前冲模两大前沿——多工位级进模和汽车覆盖件模的基本特点和设计方法作了较详细的介绍。第七章着重介绍了模具常用材料和表面硬化方法，也给出了最新模具材料的使用情况。

本书适用于本科、专科模具专业以及相关专业模具设计课程教学使用，也可供专业技术人员参考。适于40~50学时使用。

本书是在笔者20多年的设计与教学经验的基础上，参考了国内外公开发表的资料编写的，部分内容引用了有关单位与个人的研究成果（详见参考文献），在此不一一列举，谨致以深切的谢意。

本书在编写过程中得到有关部门的大力支持与协助。全书由北京航空航天大学平申教授审阅，沈阳航空工业学院何光武副教授对CAD部分提出了宝贵意见，曙光电机厂魏富贵同志负责绘图，田耕同志负责书稿整理，在此一并致以诚挚谢意。

由于笔者水平有限，书中不足甚至错误之处在所难免，敬请广大读者在使用过程中提出宝贵意见，以便进一步修改。

沈阳航空工业学院 田嘉生 马正颜

1993年6月于沈阳

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 模具在工业生产中的地位.....	(1)
第二节 模具的历史发展与现状.....	(1)
第三节 模具的分类.....	(3)
第二章 冲裁模设计	(5)
第一节 中小型冲裁模的典型结构.....	(5)
一、落料模的典型结构.....	(5)
二、切边模的典型结构.....	(6)
三、冲孔模的典型结构.....	(7)
四、复合模的典型结构.....	(11)
五、连续模的典型结构.....	(12)
第二节 冲裁模的零件设计.....	(13)
一、凹模设计.....	(13)
二、凸模设计.....	(18)
三、凸、凹模型面工作尺寸计算与标注.....	(21)
四、冲裁模卸料机构的设计.....	(28)
五、冲裁模的导向装置.....	(36)
六、冲压件的定位装置.....	(38)
七、模具的出件与废料排除部分.....	(40)
第三节 冲模设计程序及有关问题.....	(41)
一、有关冲压件的工作程序.....	(41)
二、冲模的设计程序.....	(41)
第三章 弯曲模设计	(48)
第一节 弯曲模的典型结构.....	(48)
一、V形弯曲模.....	(48)
二、U形弯曲模.....	(48)
三、带凸缘的U形弯曲模.....	(49)
四、W形弯曲模.....	(49)
五、Z形弯曲模.....	(50)
六、卷圆模.....	(50)
七、卷边模.....	(51)
八、咬口模.....	(51)
九、侧弯模.....	(52)
十、带侧向抽芯的卷圆模.....	(54)
十一、倒冲弯曲模.....	(54)

第二节 弯曲模的零件设计.....	(54)
一、凸、凹模设计.....	(54)
二、弯曲模其它零件设计.....	(63)
第三节 弯曲模设计程序.....	(65)
第四章 成形模具设计.....	(66)
第一节 冲压成形分类.....	(66)
一、冲压成形的定义.....	(66)
二、冲压成形的分类原则及分类.....	(66)
三、冲压成型的主要变形方式及类别.....	(66)
四、科学分类的力学意义.....	(67)
第二节 成形模具的典型结构.....	(67)
一、拉深模.....	(67)
二、缩口模.....	(70)
三、扩口模.....	(70)
四、胀形模.....	(71)
五、翻边模.....	(71)
第三节 成形模具零件设计.....	(72)
一、凸、凹模设计.....	(72)
二、压边装置设计.....	(76)
第四节 成形模具设计程序及有关问题.....	(79)
一、毛坯尺寸计算.....	(80)
二、成形极限与成形系数.....	(81)
三、确定成形方式进行工序设计.....	(91)
四、成形力、成形功及压力机床的选用.....	(91)
第五章 多工位级进模设计.....	(98)
第一节 多工位级进模的概念与应用.....	(98)
一、多工位级进模的概念.....	(98)
二、多工位级进模的应用.....	(98)
第二节 多工位级进模排样设计.....	(105)
一、零件在条料上的排列与连接.....	(105)
二、条料的送进与定位.....	(111)
三、工步设计.....	(112)
四、条料排样的搭边值.....	(114)
五、条料排样图的设计步骤.....	(115)
第三节 精密级进模的结构特点.....	(116)
一、模具的精密性和可靠性.....	(116)
二、条料的正常送进及其精密性.....	(119)
三、自动检测保护装置.....	(122)
四、保证模具的使用寿命.....	(123)

五、保证模具维修简便·····	(123)
六、高速冲压用级进模的结构特点·····	(125)
第四节 多工位级进模冲裁尺寸的计算与标注·····	(126)
一、级进模基准型面的构成与意义·····	(126)
二、级进模凹模型面尺寸计算·····	(126)
三、多工位级进模型面尺寸的标注方法·····	(126)
四、整体式凹模尺寸计算与标注示例·····	(127)
第六章 汽车车身模具设计 ·····	(130)
第一节 概论·····	(130)
一、现代汽车车身模具设计、制造特点和一般程序·····	(130)
二、车身模具设计依据·····	(131)
第二节 车身的工艺设计·····	(133)
一、成形性的讨论·····	(133)
二、加工工艺和工序的设计·····	(134)
三、工艺设计注意事项·····	(135)
第三节 车身件模具设计·····	(141)
一、作拉深线图时应注意的事项·····	(141)
二、确定模具结构时应注意的事项·····	(142)
三、模具设计时应注意的事项·····	(143)
四、在模具结构和自动化的关系上应考虑的事项·····	(144)
第四节 汽车覆盖件拉深模的准备和调整·····	(145)
一、准备、调整程序·····	(145)
二、覆盖件拉深缺陷的消除方法·····	(145)
第七章 模具材料 ·····	(147)
第一节 模具常用材料·····	(147)
一、模具材料的选用原则·····	(147)
二、凸、凹模常用材料·····	(149)
三、冲模一般零件常用材料·····	(150)
四、冲模常用材料的机械性能与许用应力·····	(150)
第二节 模具钢的表面处理·····	(150)
一、模具钢的表面硬化·····	(150)
二、模具钢的减摩措施·····	(152)
第三节 硬质合金材料·····	(153)
一、硬质合金·····	(153)
二、硬质合金的分类及常用牌号·····	(153)
三、钢结硬质合金·····	(154)
附表 1 基准件标准公差数值表 ·····	(155)
附表 2 冲模零件表面粗糙度表 ·····	(155)
参考文献 ·····	(156)

第一章 绪 论

第一节 模具在工业生产中的地位

模具是大批量生产同形产品的工具，是工业生产的主要工艺装备。模具工业是国民经济的基础工业。

采用模具生产零部件，具有生产效率高、质量好、成本低、节约能源和原材料等一系列优点，已成为当代工业生产的重要手段和工艺发展方向。现代工业品的发展和技术水平的提高，很大程度上取决于模具工业的发展水平。因此模具工业对国民经济和社会发展将起越来越大的作用。1989年3月国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》中，把模具列为机械工业技术改造序列的第一位、生产和基本建设序列的第二位（仅次于大型发电设备及相应的输变电设备），确立了模具工业在国民经济中的重要地位。

据统计，在家电、玩具等轻工行业，近90%的零件是靠模具生产的；在飞机、汽车、农机和无线电行业，这个比例也超过60%。例如飞机制造业，某型战斗机模具使用量超过三万套，其中主机八千套、发动机二千套、辅机二万套。从产值看，80年代以来，美、日等工业发达国家模具行业的产值已超过机床行业，并且有继续增长的趋势。据国际生产技术协会预测，到2000年，产品零件粗加工的75%、精加工的50%将由模具完成；金属、塑料、陶瓷、橡胶、建材等工业制品大部分将由模具完成；50%以上的金属板材、80%以上的塑料都将通过模具转化成制品。

第二节 模具的历史发展与现状

模具的出现可以追溯到几千年前的陶器和青铜器铸造，但其大规模使用却是随着现代工业的崛起而发展起来的。19世纪，随着军火工业（枪炮的弹壳）、钟表工业、无线电工业的发展，冲模得到广泛使用。二次大战后，随着世界经济的飞速发展，它又成了大量生产家用电器、汽车、电子仪器、照相机、钟表等零件的最佳方式。从世界范围看，当时美国的冲压技术走在最前列——许多模具先进技术，如简易模具、高效率模具、高寿命模具和冲压自动化技术，大多起源于美国；而瑞士的精冲、德国的冷挤压技术，苏联对塑性加工的研究也处于世界先进行列。50年代，模具行业工作重点是根据订户的要求，制作能满足产品要求的模具。模具设计多凭经验，参考已有图纸和感性认识，对所设计模具零件的机能缺乏真切了解。从1955年到1965年，是压力加工的探索 and 开发时代——对模具主要零部件的机能和受力状态进行了数学分析，对金属塑性加工工艺及原理也进行了深入探讨（如对薄板成形性能的探讨），并把这些知识不断应用于现场实际，使得冲压技术在各方面有了飞跃的发展。其结果是归纳出模具设计原则，并使得压力机械、冲压材料、加工方法、模具结构、模具材料、模具制造方法、自动化装置等领域面貌一新，并向实用化的方向推

进,从而使冲压加工从仅能生产优良产品的第一阶段,进入70年代向高速化、自动化、精密化、安全化发展的第二阶段。在这个过程中不断涌现各种高效率、高寿命、高精度的多功能自动模具。其代表是多达50多个工位的级进模和十几个工位的多工位传递模。在此基础上又发展出既有连续冲压工位又有多滑块成形工位的压力机-弯曲机。在此期间,日本站到了世界最前列——其模具加工精度进入了微米级;模具寿命,合金工具钢制造的模具达到了几千万次,硬质合金钢制造的模具达到了几亿次;每分钟冲压次数,小型压力机通常为200至300次,最高为1200次至1500次。在此期间,为了适应产品更新快、周期短(如汽车改型、玩具翻新等)的需要,各种经济型模具,如锌基合金模具、聚氨酯橡胶模具、钢皮冲模等也得到了很大发展。

从70年代中期至今可以说是计算机辅助设计、辅助制造技术不断发展的时代。

随着模具加工精度与复杂性不断提高,生产周期不断加快,模具业对设备和人员素质的要求也不断提高。依靠普通加工设备,凭经验和手艺越来越不能满足模具生产的需要。60年代以来,机械技术和电子技术紧密结合,发展了NC机床,如数控线切割机床、数控电火花机床、数控铣床、数控坐标磨床等。而采用电子计算机自动编程、控制的CNC机床提高了数控机床的使用效率和范围。近年来又发展出由一台计算机以分时的方式直接管理和控制一群数控机床的DNC系统。

随着计算机技术的发展,计算机也逐步进入模具生产的各个领域,包括设计、制造、管理等。国际生产研究协会预测,到2000年,作为设计和制造之间联系手段的图纸将失去其主要作用。模具自动设计的最根本点是必须确立模具零件标准及设计标准。要摆脱过去以人的思考判断和实际经验为中心所组成的设计方法,就必须把过去的经验和思考方法,进行系列化、数值化、数式化,作为设计准则储存到计算机中。因为模具是单件生产,绝大多数产品的零件形状千变万化,所以模具构成元件也千差万别。要搞出一个能适应各种零件的系统化、数值化、数式化的设计软件几乎不可能。但是有些产品的零件(如电机定、转子冲片,集成电路框架等)形状变化不大,模具结构有一定的规律,故可总结归纳,为自动设计提供软件。如日本某公司的CDM系统用于级进模设计与制造,其中包括零件图形输入、毛坯展开、条料排样、确定模板尺寸和标准、绘制装配图和零件图、输出NC程序(为数控加工中心和线切割编程)等,所用时间由手工的212小时减少到35小时;美国某公司从1982年开始采用CAD/CAM系统设计制造级进模,已完全取消手工绘图。一般模具设计人员,只需3~5个月便能熟练掌握。从80年代初日本就将三维的CAD/CAM系统用于汽车覆盖件模具。目前,在实体件的扫描输入,图线和数据输入,几何造形、显示、绘图、标注以及对数据的自动编辑,产生数控机床控制系统的后置处理文件等方面已达到较高水平;计算机仿真(CAE)技术也取得了一定成果。在高层次上,CAD/CAM/CAE应是集成的,即数据是统一的,可以互相直接传输信息,实现网络化。目前,国外仅有少数厂家能够做到。

当前国际上CAD/CAM发展趋势为:继续发展几何图形系统,以满足复杂零件和模具的要求;在CAD/CAM的基础上建立生产集成系统;开展塑性成形模拟技术(含物理模拟和数学模拟)的研究,以提高工艺分析和模具CAD的理论水平和实用性;开发智能数据库和分布式数据库,发展专家系统和智能CAD;采用超级微机工作站和新型外部设备,以便于实际应用和推广;努力降低软、硬件的价格/功能比。

我国现代模具是19世纪末、20世纪初随着军火与钟表业引进第一台压力机而发展起来的。从那时直至50年代初,多采用作坊生产方式,凭工人经验,用简陋加工手段进行制造。在以后的十几年中,随着国民经济的大规模发展,模具业进步很快。当时大量引进苏联的先进经验和图纸、设备,其水平并不低于工业发达国家。从那以后直至70年代末,由于错过了世界经济发展的大浪潮,模具工业也没有跟上世界的发展,保持了“几十年一贯制”。主要差距为:标准化程度低,模具品种少、效率低,模具制造精度低、周期长,模具寿命短、材料利用率低,技术水平落后,管理水平较差。到80年代,伴随家电、轻工、汽车生产线的模具大量进口和模具国产化的呼声日益高涨,先后引进了一批现代化的模具加工机床,在此基础上,参照已有的进口模具,成功地复制了一批替代品。至1990年全国“模展”,多工位级进模已达57个工位,精度达微米级,刃磨寿命达几十万至上百万次。一些大型、超小型以及多功能模具的制造技术都有一定的发展,如成功地复制了一些汽车覆盖件模具,缩小了与国外水平的差距,但在某些相关条件、相关技术(如弹性元件、微动开关、安全检测装置等)方面,还不能适应高速冲压的要求,计算机应用方面的差距也不小。

我国冲模CAD/CAM从80年代起步,基本上属于低水平重复开发,所需基础软件也靠引进(如图形软件、数据库软件、NC软件等),缺乏实用和商品化价值;由于人员素质低、不配套,对引进的许多CAD/CAM系统缺乏二次开发能力,不能获得显著效益;由于国产计算机不能满足使用要求,大量引进的各种计算机和工作站种类繁多、价格昂贵、硬件维修和软件交流都很困难。至90年代初,全国拥有数控加工设备近万台,绝大部分没有配备自动编程系统,机床利用率极低。针对上述情况,我们认为应首先在现有数控机床上广泛采用自动编程,减少手工编程,提高数控设备的开工率。下一步工作应加强直接CAM技术——应用几何设计程序,生成所需数据和指令。计算机辅助设计方面,应努力完善标准化、规范化,提高模具零部件的标准化程度,提高国产计算机的功能,抓紧人才培养,特别是在模具技术人员中普及计算机知识,加强软件的二次开发能力;建立智能数据库和专家系统,制止盲目引进;分工合作,大力开发适合中国国情的CAD/CAM系统。

第三节 模具的分类

模具如何分类目前尚无统一标准,有的是按加工对象的材料划分,如橡胶模、玻璃模、陶瓷模、石膏模和粉末冶金模,但通常是按加工工艺来划分,如冲模、冷镦模、冷挤模、锻模、吸(吹)塑模、塑压模、注塑模、压铸模等。其加工对象包括各种金属、非金属,如钢板、塑料、皮革、橡胶、纸张以及食品等。各种模具中冲模及塑压模(含注塑模)约占总数的60%~70%,其中塑料成形模具所占的比重有上升的趋势,据日本统计资料,1965到1985年间,塑料成形模具从18%上升至35%,冲模从55%下降至36%,这个数据反映了这两类模具已成鼎足之势。

冲模主要用于金属及非金属板材的压力加工,其加工方式可分为分离与成形两大类。

1. 分离工序

包括剪切、切断、切槽、切口、切边、落料、冲孔等几大类,其划分依据主要是被加工材料的形态及受力状态。分离工序所加工的板材可以是平面的,也可以是立体的,当然

也可以加工型材、棒材等。其所用的冲模可通称为冲裁模。其中有代表性的为落料模、冲孔模、切边模以及包含复合工序的复合模和连续模。

落料模通常用来在平板上封闭冲裁出所需零件。

冲孔模通常用来在零件上封闭冲去多余的材料，得到所需要的孔。

切边模通常用来在毛坯或零件上冲去多余的边料。

其余分离工序各包括有不同个数的冲裁面，均不封闭。

2. 成形工序

广义成形工序指利用永久变形将固态坯料制成所需形状和尺寸的制作加工。

狭义成形是指保持作为板坯的板料状态而改变其外观的加工。

狭义成形通常包括拉深、胀形、翻边、扩口、缩口等工序，弯曲也可以划为成形的一种。广义成形除包括狭义成形所含的内容以外还包括其他压力加工，如锻造、轧制、镦压、挤压等。这些压力加工所用模具不在本课程讲授范围之内。

冲模除按加工方式划分外，还可按加工工序的组合程度划分——单工序模、复合模、级进模以及多工位机床用的传递模。此外，还有一些划分方法，如经济模，自动模，汽车制造业的大、中、小冲模等，不一一列举。

思 考 题

1. 模具在现代工业生产中起什么作用？
2. 当代模具技术发展现状及我国差距与对策。
3. 模具都包括哪些类型？

第二章 冲裁模设计

第一节 中小型冲裁模的典型结构

一、落料模的典型结构

(一) 最简单的落料模

图 2-1 所示结构适用于非金属薄料冲裁。图 2-2 为该类结构模具的凸模刃口形式。

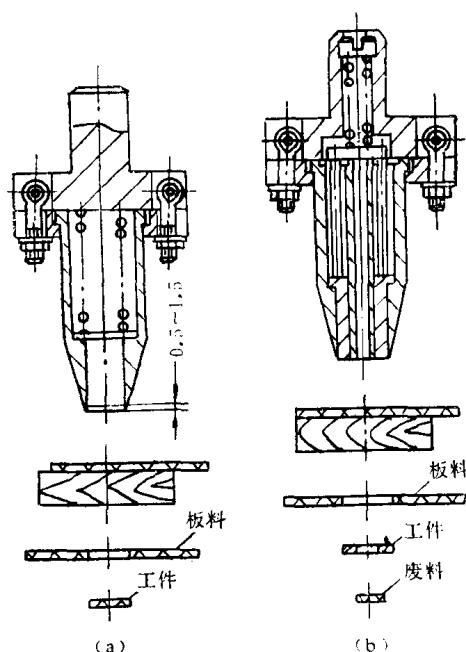


图 2-1 冲模典型结构
(a) 落料模; (b) 复合模

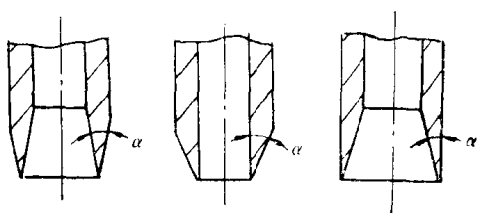


图 2-2 凸模刃口形式

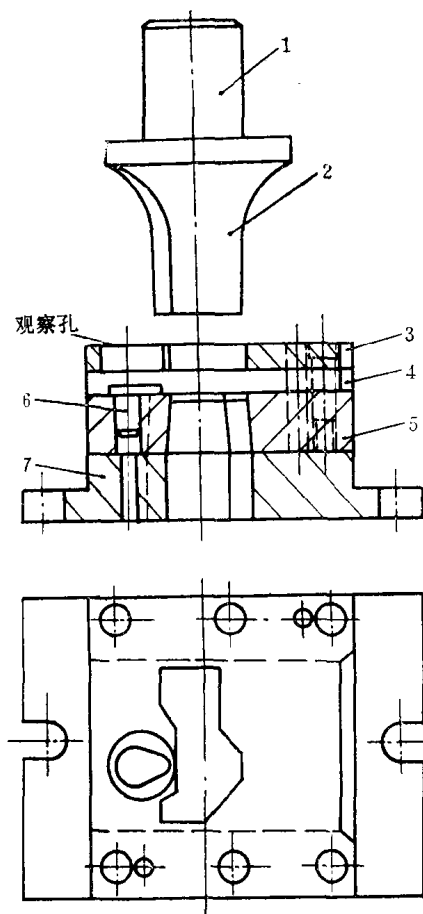


图 2-3 敞开式落料模

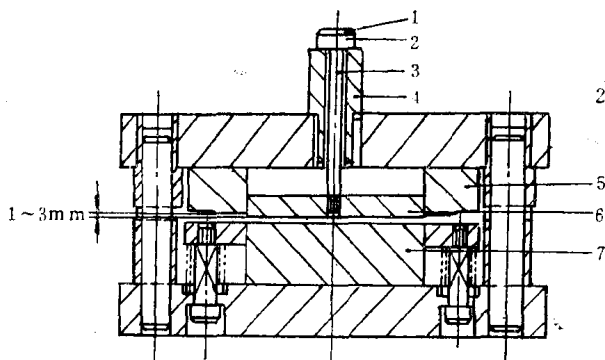
1—模柄; 2—凸模; 3—卸料板; 4—导料板;
5—凹模; 6—挡料销; 7—下模座。

(二) 带固定卸料定位板的落料模

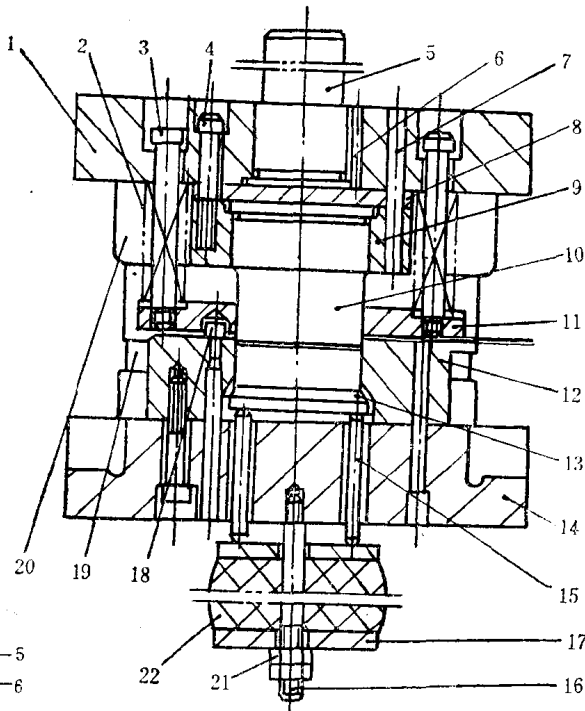
如图 2-3 所示结构, 模柄与凸模为一整体, 便于制造。上模靠固定卸料板定位, 称为导板模。凸模与凹模组成一对冲裁刃口, 可用于一般金属、非金属冲裁, 但不适用于冲

(三) 带弹性卸料板的落料模

1—行程限制器；2—定位高度限制器；3—弹销。



1—销子；2—挡圈；3—打料杆；4—模柄；5—凹模；
6—打料板；7—凸模。



1—上模板；2—弹簧；3—卸料螺钉；4—内六角螺钉；5—模柄；6、7—圆柱销；8—垫板；9—固定板；10—凸模；11—卸料板；12—凹模；13—顶出器；14—下模座；15—顶杆；16—螺栓；17—圆板；18—挡料销；19—导柱；20—导套；21—螺帽；22—橡胶（或聚氨酯）。

图 2-5 所示结构与下出件落料模相比, 取件较为困难, 但可以得到更为平整的制件。

图2-6所示结构与上出件落料模类似，但采取了倒装的方式。该结构增加了打料机构。开模时，打料机构将冲件由上模打出，这样便于用机械手接取或用风吹走零件。此种出件方式与下出件方式都不适用于大型落料件，得到的冲件也都不如上出件落料模平整。

二、切边模的典型结构

(一) 凸缘切边模

常用的凸缘切边模类似于落料模，也有上出件、下出件和打料出件的结构形式，但应注意解决工件的定位、切边废料的切断和冲裁毛刺的方向。

(二) 横向切边模

某些工件需要将立边修平整或冲出缺口,可采用图 2-7 至图 2-9 的结构。图 2-7 结构用于凸缘根部圆角半径较小时,冲切端面质量较差,但可以与拉深工序同时进行。图 2-8 所示结构可获得较好的冲切端面,但需多次冲切才能完成整个端面的修边。图 2-9 所示结

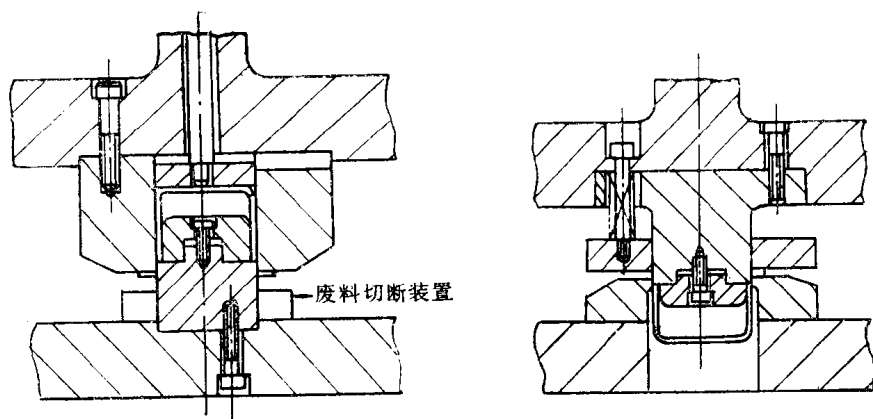


图 2-7 修边模

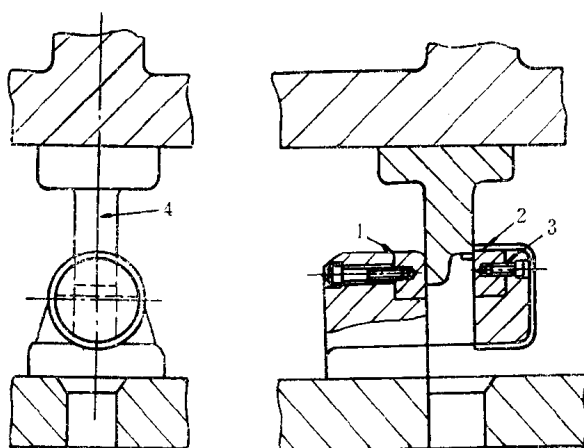


图 2-8 悬臂式修边模

1—后挡块；2—凹模；3—成形件用的定位件；4—凸模。

构可一次完成立边的横向切边。其工作原理是：当凸模下降到一定深度时，限位柱与凹模接触，使得凸、凹模共同下降，而凹模在四块导板的作用下依次产生四个方向的水平运动，从而完成修边。对于大型零件亦可采用斜楔式修边模，但在四周应设置足够的滑块，互相不得干涉，并不留冲切死角。

（三）纵向剖切模

在成形工序中，某些对称成形件常两件一起冲压，然后剖切开。沿着纵向剖切立边的模具称纵向剖切模，其结构如图 2-10。

三、冲孔模的典型结构

（一）普通冲孔模

普通冲孔模类似于落料模，也有固定和弹压两种卸料板型式，但冲孔往往是在冲件上进行，所以应注意解决好制件的定位和取件的方便。

（二）小孔精密冲模

对于小孔冲模，其凸模易折断，因此在结构上应予以保护。其方法是保护凸模端部，防止其失稳或移位，或者减小凸模长度。图2-11所示结构在卸料板上增加了小导柱，前者

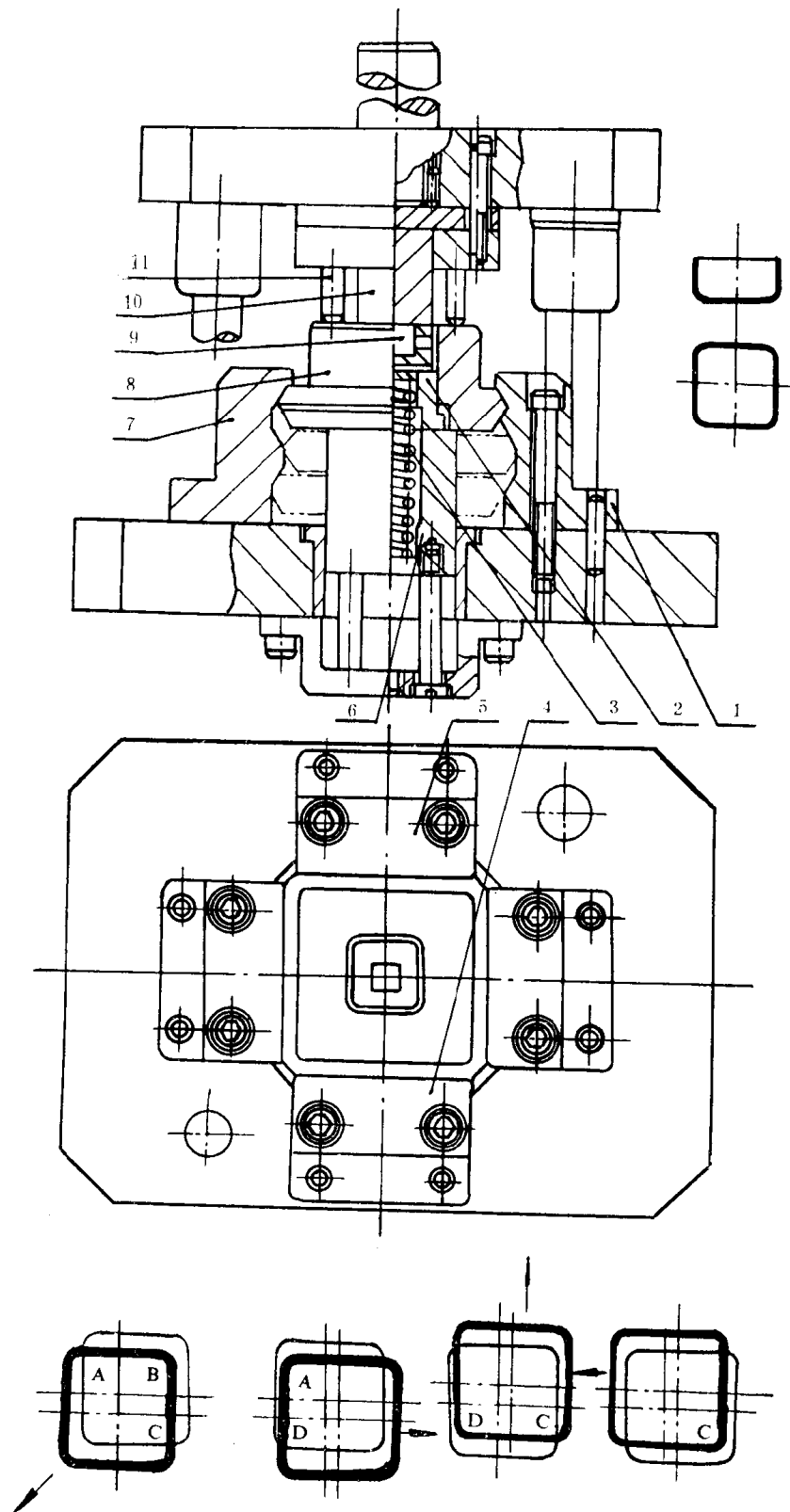


图 2-9 浮动式切边模⁽¹⁾

1—右导板；2—顶板；3—弹簧；4—前导板；5—后导板；6—凹模托板；7—左导板；8—凹模；9—芯子；10—凸模；11—限位柱。

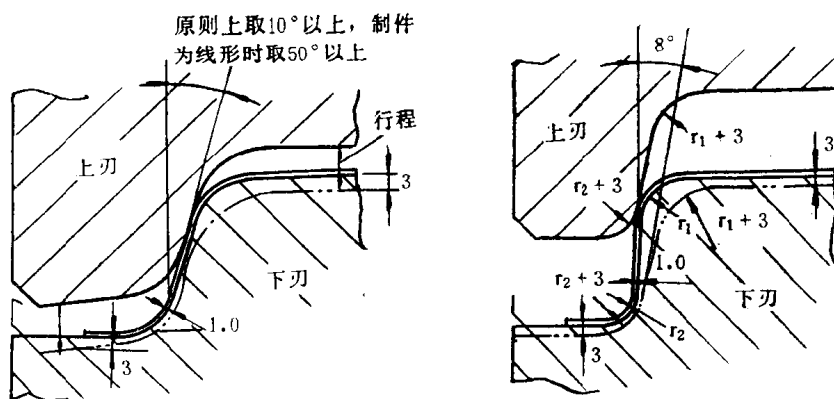


图 2-10 纵向剖切模示意图

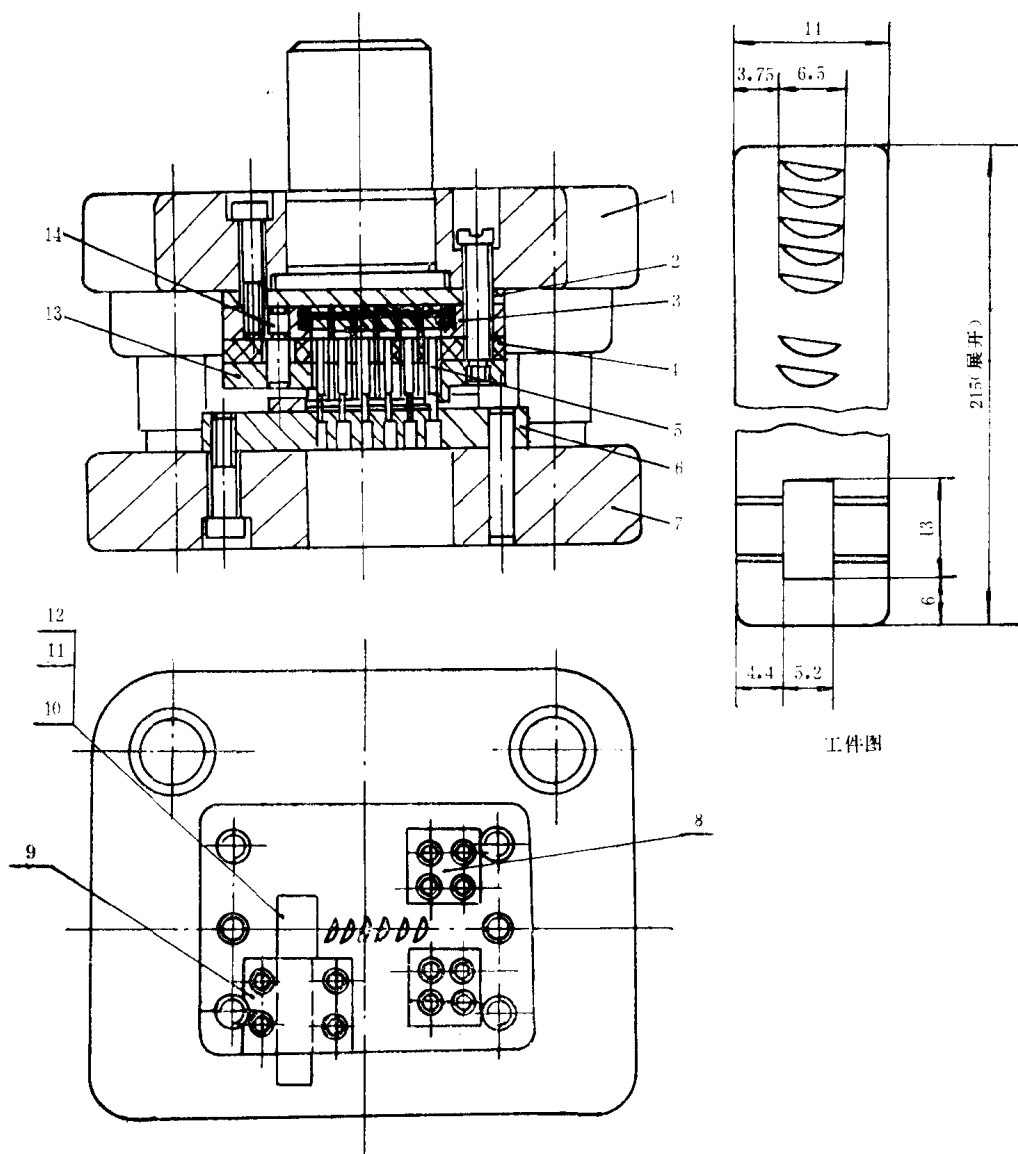


图 2-11 冲孔模

1—上模座；2—垫板；3—固定板；4—橡皮；5—凸模；6—凹模；7—下模座；8—定位板；9—导板；
10、11和12—定位板；13—卸料板；14—小导柱。

又与凸模滑配，可增加凸模刚度，对细小凸模起保护作用。小导柱可按需要设置。

图2-12所示结构中，起导向（对凸模）作用的卸料板与大导柱滑配合，与小导柱（见图2-11）相比，更适合于大批量生产。该结构通过可以伸缩的凸模导套，加长了对凸模的保护，从而可以更好地提高凸模刚性。凸模与凸模座可采用精度较低的松动配合。

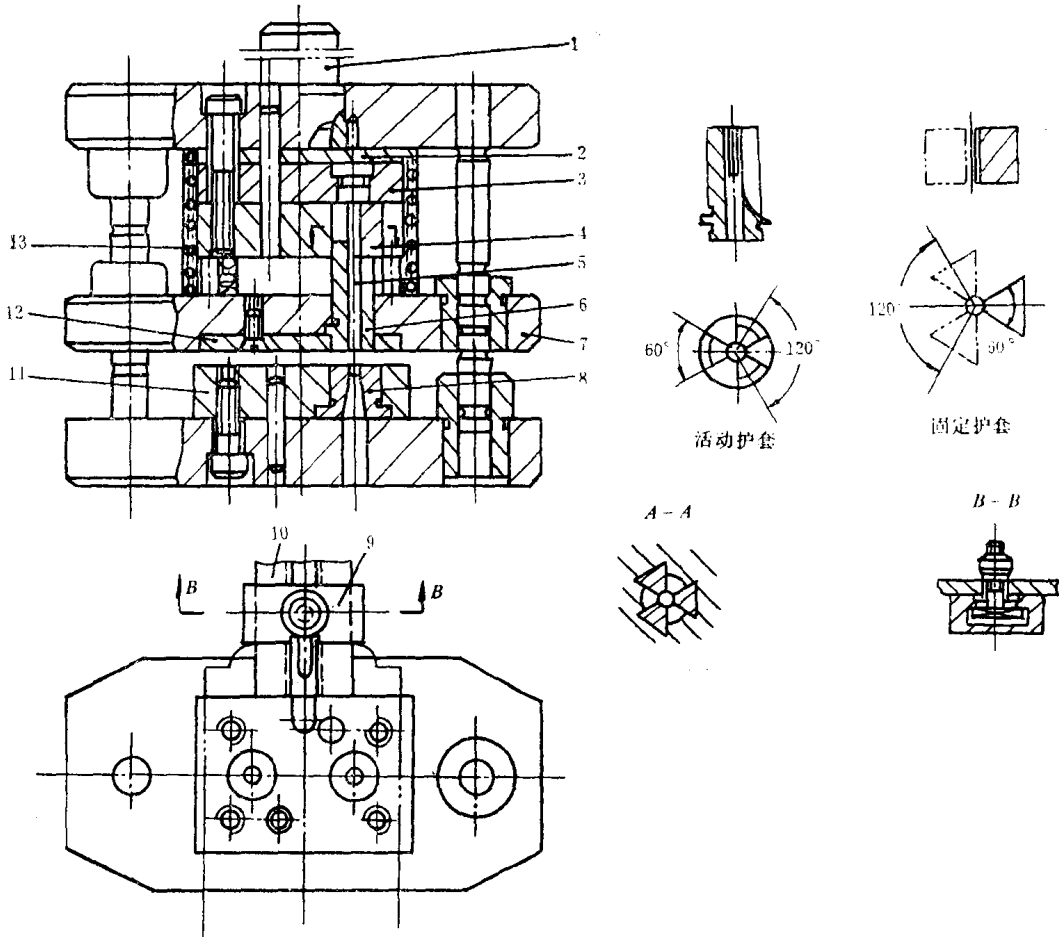


图 2-12 小孔冲模

1—模柄；2—垫板；3、11—固定板；4—固定护套；5—凸模；6—活动护套；7—卸料板；8—凹模；9—定位板；10—支持板；12—卸料镶板；13—弹簧。

工件上分布若干小孔，相互间距又小，不适合于采用加长护套时，缩短凸模长度是一种更为简捷的方法（参见图2-13）。其缺点是凸模有效工作部分较短，使用到一定时候，必须更换凸模。

（三）悬臂式冲孔模

图 2-14 和图 2-15 所示模具结构可以解决上、下孔的同心问题。

图2-15所示结构下面的孔是通过上面孔的废料切出的，因此冲裁间隙应尽量小，以避免下面孔过大。

（四）滑块式侧向冲孔模

该结构常用于壳体件立边的轴向多孔冲切，以保证各孔的位置。由于工件的形状及冲孔要求各异，其模具结构通常比较复杂，应注意保证滑块工作时的可靠性（参见第三章）。