

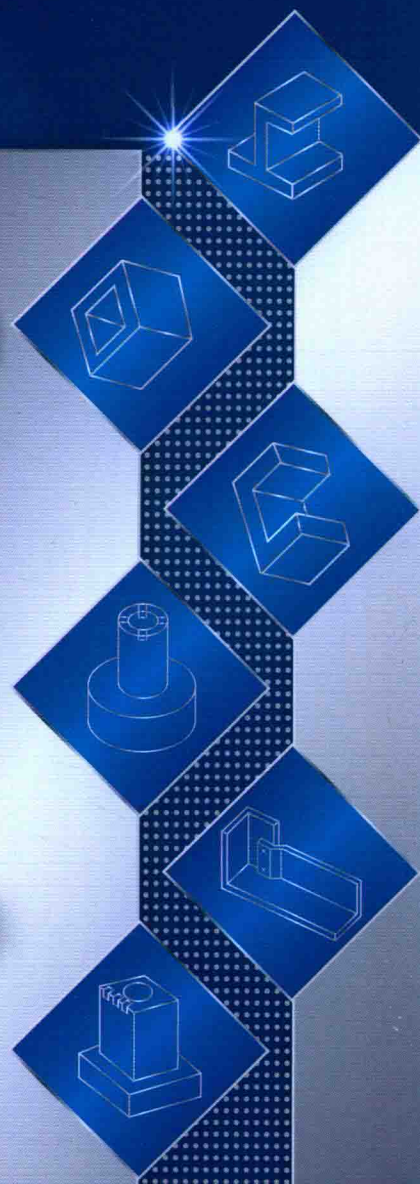
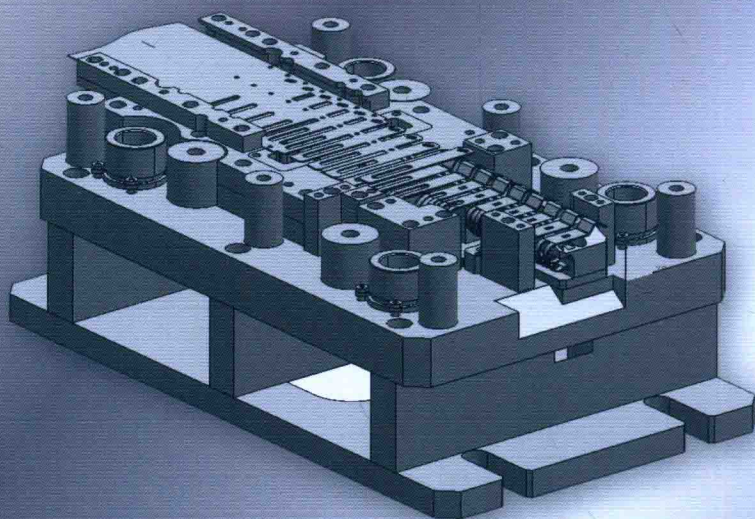
CHONGYA MUJU SHEJI
SHIYONG SHOUCHE

陈炎嗣 主编

冲压模具设计 实用手册

高效模具卷

复合模 · 聚氨酯橡胶模 · 多工位级进模



化学工业出版社

冲压模具设计 实用手册

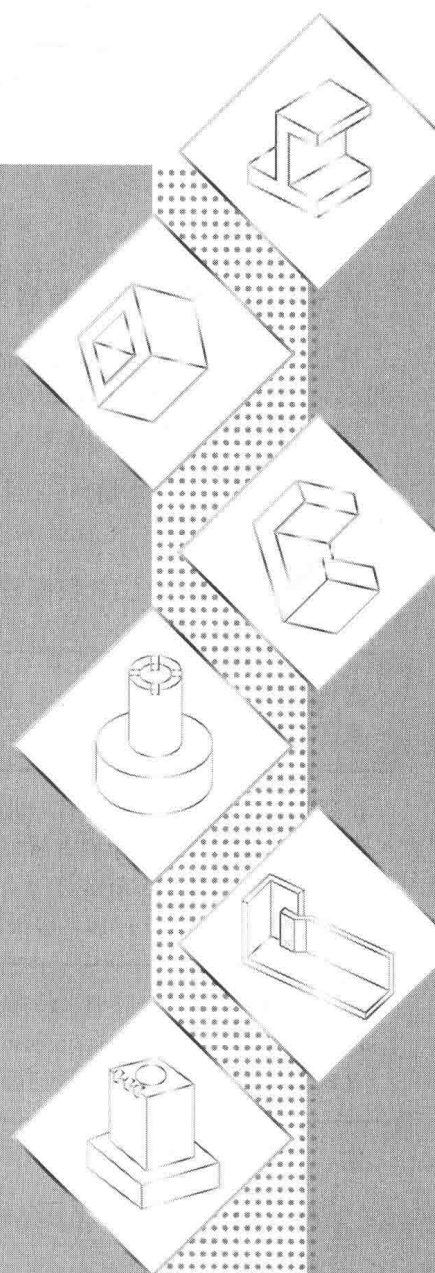
高效模具卷

陈炎嗣 主编



化学工业出版社

· 北京 ·



本手册基于科学性、先进性和实用性特点, 兼顾理论基础和设计实践两个方面, 根据设计人员在冲压模具设计过程中的需要, 系统地介绍了冲压模具中常见高效模具的设计标准、原则及设计步骤与方法, 并列举了大量先进实用、全面可靠的结构范例。

主要内容包括: 复合模、聚氨酯橡胶模的设计方法; 多工位级进模的应用条件、设计方法和要点; 冲压用材料等。对于不同类型的冲模, 每章均介绍了新颖的典型结构, 有些图例为首次发表。

本手册可为从事冲压模具设计的工程技术人员提供帮助, 也可供高校相关专业的师生查阅参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计实用手册. 高效模具卷/陈炎嗣主编.

北京: 化学工业出版社, 2016. 3

ISBN 978-7-122-26260-8

I. ①冲… II. ①陈… III. ①冲模-设计-手册
IV. ①TG385. 2-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 024879 号

责任编辑: 贾 娜

文字编辑: 谢蓉蓉

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 刘丽华

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 刷: 北京永鑫印刷有限公司

装 订: 三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 17½ 字数 415 千字 2016 年 5 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: 69.00 元

版权所有 违者必究



模具是现代制造业中重要的工艺装备。各个行业直接或间接地与模具有关。模具的主要功能是直接生产出形状复杂、具有一定功能的制品或制件。模具的应用非常广泛，在汽车、电子、通信、仪器仪表、航空航天、交通运输、五金建材、医疗器械、军工、日用品、玩具、新能源、节能减排等行业产品中，60%~80%的零部件都依靠模具直接成形，不需再加工。用模具生产制件所达到的四高两低的特点，即高一致性、高精度、高复杂程度、高生产效率和低成本、低能耗是其他工艺装备难以胜任的。模具可用来支撑产品的开发和结构的调整，并促进产业的发展和升级。因此，模具在制造业中的地位越来越重要。

模具技术水平的高低，已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志，模具在很大程度上决定了产品的质量、生产效益和新产品开发能力。而模具的质量和水平是靠模具的合理设计和先进的加工技术制造出来的，但首先决定于模具结构设计的好坏，决定于模具设计者的设计水平。

冲压模具的设计是一项非常细致、艰辛而又极富创造性的技术工作，要求设计者具有丰富的专业理论知识并要经过长时间工作的磨炼及实践经验的积累。设计师要善于在工作中学习，把理论和实践很好地结合，并灵活应用实践中吸取到的许多好经验，做到参考而有创新、习旧而不照搬，坚持以实际需要为原则，开拓创造，才能设计出结构先进合理、使用维修方便、造价低、耐用并符合要求的各种模具。因此，设计出经济、实用、安全、可靠的模具结构是每一位模具设计师的职业追求和崇高目标。

冲压模具是模具中应用最为广泛的模具之一。怎样设计冲模？有什么指导性的资料？如何应用这些资料设计好冲模？《冲压模具设计实用手册》帮助冲模设计者回答了这三个问题。

《冲压模具设计实用手册》是冲模设计者日常工作必备实用的工具用书，手册内容注重体现实用、简明、精练、全面、先进的特点，没有深奥的理论和复杂的计算公式，层次清楚，陈述清晰，图文并茂，突出图表及典型图例，数据可靠，便于查阅应用。

为适应读者的不同需要，《冲压模具设计实用手册》分成两卷出版。《核心模具卷》主要包括：冲模设计基础、冲压工艺性、冲裁模、弯曲模、拉深模、成形模的设计和典型结构剖析。《高效模具卷》主要包括：复合模、聚氨酯橡胶模、多工位级进模、冲压用材料。

相信本手册的出版和应用将为提高我国模具人才的技术水平发挥作用。

上海交通大学塑性成形技术与装备研究院
洪慎章



前言

FOREWORD

冲压件大量生产时，应优先考虑采用高效冲模生产，这样可以满足生产的需要，而且成本可大大降低。

最常用的高效冲模有复合冲模、级进模、多工位传递模、自动弯曲机模具等。这些模具都离不开精密高效先进的冲压设备和品质优良的高规格原材料的配置。冲模、冲压设备、原材料，三者相互配合，构成冲压生产三要素，少了谁都不行。本手册重点介绍最常用的复合模、级进模的设计和应用。此外，还介绍了一种简易高效的聚氨酯橡胶模的设计和应用。冲压用材料也放在本手册中介绍。

复合模最大特点是在同一工位上能完成两个或两个以上不同冲压工序，因此对冲件的位置精度要求特别高时，尤其是片状件常优先考虑采用，但它受凸凹模最小壁厚的限制，所以广泛应用有一定困难。但作为高效精密冲模仍有较好的应用空间，尤其像中小件的落料拉深复合模应用很多，本手册中用了一定篇幅对复合模的设计要点、应用情况、结构设计进行了介绍。

级进模，尤其是多工位级进模，由于它是在单工序冲压模具基础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、拉深和攻螺纹等多工序的冲压件，可在一副多工位级进模上冲制完成。这种模具能采用自动化送料，可在高速（目前冲速已超过2000次/min）压力机上生产，并可实现无人冲压生产，模具采用合理结构，选用优质、高强度、高耐磨材料，先进的现代加工方法，能满足高精密、长寿命的需要，所以，多工位级进模已成为实现大生产、提高效率、降低成本的最佳选择。多工位级进模被誉为现代“高精密、高效率、长寿命”的三高模具。它是当代先进冲压模具的代表，因此深受人们重视，被我国模具行业指定为重点发展的“高精尖”模具之一。

多工位级进模结构比较复杂，模具制造精度要求高，在进行模具设计时要考虑和具备的专业知识和实际经验要求比较高，对模具设计师的要求也高。本手册针对这些情况，从工程应用角度出发，对多工位级进模基本工艺特点、工艺参数及工艺计算、排样设计、零部件设计、模具结构设计和典型图例分析等方面，进行了详细论述，读者从中可以得到帮助和指点。

聚氨酯橡胶模是利用聚氨酯橡胶的变形将压力机压力以单位压力形式传递到待冲压加工的坯料上，使坯料按预定的要求发生分离或变形的工艺。聚氨酯橡胶模结构简单，制造周期短，能用于冲裁、浅拉深、弯曲、成形、翻边等工序。成形的制件质量高，特别适合于冲压厚0.01~0.5mm甚至更薄的板料零件，对于新品试制、批量不大（年产2.5万件内）和制模能力不高的情况下，采用聚氨酯橡胶做模具有很高的技术和经济价值。

本手册由陈炎嗣主编并负责全书的统稿工作。沈永娣、陈鹤皋、董华宁、陈炎裔、金龙建、聂兰启、汪义尧、卓昌明、里佐梁、王德华、朱汝道、陈贯一、袁人瑞、邵今亮、申敏、周安、孙敬、陈天恩、葛明辉、姜沁、吴梅芬、吴宝洋、张雪松、赵仲春、乔晓建、唐激扬、吴幼一、苑春龙、刘晓燕、温利荣、周杰、俞爱娣、周雪娟、陈利一、崔熙珉、袁咪咪、张明华、寇承香、藏学君、乔春英参加了资料的搜集、整理和部分编写工作。手册编写过程中，得到了有关专家的帮助和支持，在此表示衷心感谢！

希望本手册的出版对冲模设计师的工作有一定的指导和帮助。

本书涉及较多的专业知识，由于水平所限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2016年3月



目录

CONTENTS

第1章 复合模

1.1 复合模的特点、种类和选用	1	1.2.6 设计复合模的注意事项	13
1.1.1 复合模的特点与种类	1	1.3 复合模结构	14
1.1.2 复合模的选用	4	1.3.1 冲裁(冲孔、落料)复合模	14
1.2 复合模设计	5	1.3.2 一模出多件的冲裁复合模	20
1.2.1 复合模冲压加工先后次序的安排	5	1.3.3 非金属材料(云母及其他料)冲孔、落料复合模	23
1.2.2 复合模选择曲柄压力机与许用压力曲线的关系	5	1.3.4 冲裁、弯曲复合模	29
1.2.3 冲裁复合模中凸凹模最小壁厚	6	1.3.5 落料、拉深、切边复合模	31
1.2.4 复合模的推件装置与顶件装置	7	1.3.6 多工序集成复合模	33
1.2.5 复合模模架的选用	12		

第2章 聚氨酯橡胶模

2.1 聚氨酯橡胶的性能与选用	42	2.3.5 顶(推)杆的设计	53
2.1.1 聚氨酯橡胶的性能与特点	42	2.3.6 聚氨酯橡胶冲裁搭边值与冲裁力计算	54
2.1.2 聚氨酯橡胶的选用	43	2.4 常用聚氨酯橡胶模具	55
2.2 聚氨酯橡胶冲裁件精度与冲裁的工艺性	45	2.4.1 聚氨酯橡胶冲裁模	55
2.2.1 聚氨酯橡胶冲裁原理	45	2.4.2 聚氨酯橡胶冲裁成形复合模	58
2.2.2 聚氨酯橡胶冲裁的工艺性	45	2.4.3 聚氨酯橡胶冲裁模常见的故障及排除方法	60
2.2.3 聚氨酯橡胶冲裁件的精度	49	2.5 聚氨酯橡胶弯曲模结构设计注意点与成形方法	62
2.3 聚氨酯橡胶冲裁模主要零件的设计与有关参数的确定	49	2.5.1 聚氨酯橡胶弯曲模结构设计时应注意的问题	62
2.3.1 凸模与凹模的设计	49	2.5.2 各种弯曲件所用的橡胶容框结构与成形方法	62
2.3.2 容框(模框)的设计	50		
2.3.3 聚氨酯橡胶垫的设计	51		
2.3.4 压板(压边圈)的设计	52		

第3章 多工位级进模

3.1 多工位级进模的特点、功能与使用条件	64	3.1.4 多工位级进模的合理应用	67
3.1.1 多工位级进模的性质	64	3.1.5 多工位级进模和其他高效冲模使用特点比较	68
3.1.2 多工位级进模的特点与功能	64	3.2 多工位级进模的分类和基本结构组成	70
3.1.3 多工位级进模使用的必要条件	66		

3.2.1	多工位级进模的分类	70	应用	126	
3.2.2	多工位级进模基本结构的组成及特点	75	3.5.9	带料连续拉深工艺计算示例	127
3.3	多工位级进模设计步骤和设计要点	77	3.6	多工位级进模的有关零部件与结构设计	132
3.3.1	多工位级进模设计步骤	77	3.6.1	凸模和凹模	132
3.3.2	多工位级进模的设计要点	77	3.6.2	卸料装置	134
3.4	多工位级进模排样图和冲压工序(工位)的设计	78	3.6.3	导料、托料装置	147
3.4.1	级进模排样的作用与重要性	78	3.6.4	顶出装置	155
3.4.2	级进模排样图设计原则和应考虑的因素	80	3.6.5	限位装置	156
3.4.3	制件在带料上如何获取与工序件的携带方法	89	3.6.6	侧向冲压装置	157
3.4.4	载体的种类与合理选用	90	3.6.7	倒冲机构	169
3.4.5	工位数的多少与空工位的设置	97	3.6.8	微调装置	172
3.4.6	工序的先后安排	98	3.6.9	安全检测保护装置	177
3.4.7	分段冲切设计——分段切除余料(废料)的连接方式	100	3.6.10	防止废料或制件上浮的对策	179
3.4.8	侧刃和导正销孔位置的安排	104	3.6.11	防止废料或制件下堵的方法	184
3.4.9	步距的确定与步距精度	105	3.6.12	凹模表面废料或制件的清理方法	185
3.4.10	定距定位方式的选择与设计	107	3.6.13	间歇切断机构	186
3.5	带料连续拉深工艺计算和工序(排样)设计	113	3.7	多工位级进模典型结构	191
3.5.1	连续拉深的特点和应用	113	3.7.1	模内带自动送料装置的卡片冲孔、落料级进模	191
3.5.2	带料工艺切口形式与带料宽度 B 、步距(进距) A 的计算	115	3.7.2	冲裁、弯曲多工位级进模标准化典型结构	194
3.5.3	带料拉深系数和相对拉深高度	117	3.7.3	一出二小型接线片冲裁、弯曲、落料级进模	194
3.5.4	带料连续拉深工艺计算基本步骤	119	3.7.4	25 工位导电片冲裁、压包、多向弯曲级进模	201
3.5.5	连续拉深的各次拉深直径的计算	125	3.7.5	带自动攻螺纹连接支架多工位级进模	203
3.5.6	连续拉深的各次拉深凸、凹模圆角半径的确定	125	3.7.6	小型管壳整带料自动送料连续拉深模	207
3.5.7	连续拉深的各次拉深高度的计算	125	3.7.7	端盖冲裁、拉深、成形多工位级进模	209
3.5.8	整带料连续拉深经验算法		3.7.8	硬质合金多工位级进模(定、转子铁芯自动叠装硬质合金级进模)	211

第4章 冲压用材料

4.1	冲压用料的合理选择	218	代号	221	
4.1.1	选择冲压材料应具备的基本条件	218	4.2.1	冲压常用材料的种类	221
4.1.2	冲压用材料的质量要求	218	4.2.2	钢产品标记代号	221
4.1.3	各类冲压加工对板材性能的要求	220	4.2.3	冷轧钢板和钢带的分类和代号	223
4.2	冲压常用材料的种类与钢产品标记		4.3	冲压常用金属材料(板料、条料、带料)品种、用途与性能	224
			4.4	冲压用材料的规格	230

4.4.1	冲压用料的一般规格	230	4.6.2	带料的圆盘滚剪机滚切备料	246
4.4.2	钢板钢带常用规格与料厚偏差	231	4.6.3	卷材的开卷校平纵向剪切备料	247
4.4.3	有色金属材料常用规格	237	4.7	冲压用新材料	247
4.4.4	常见冲压用非金属材料规格	240	4.7.1	高强度钢板	248
4.5	冲压用料的质量计算	241	4.7.2	双相钢板	248
4.5.1	材料理论质量的通用计算式	241	4.7.3	耐腐蚀钢板	249
4.5.2	板(带)料尺寸计算速查	242	4.7.4	涂层板	249
4.6	冲压材料的备料	245	4.7.5	复合板材	250
4.6.1	条料的剪板机裁切备料	245	4.8	国内外常用冲压金属材料对照	251

附录

附录 A	标准公差数值与基孔制、基轴制优先、常用配合	254	附录 C	模内攻牙(螺纹)机型号、规格与挤压螺纹底孔尺寸	264
附录 B	冲压常用材料的性能	260	附录 D	金属材料力学性能符号对照表	267

参考文献

1.1 复合模的特点、种类和选用

1.1.1 复合模的特点与种类

(1) 复合模的特点

复合模的特点与应用见表 1-1。

表 1-1 复合模的特点与应用

序号	名称	内容	说明
1	定义	压力机的一次行程中,在模具的同一工位上,材料无须进给移动,就能同时完成两个或两个以上冲压工序的模具,称为复合模	适合于制造形状较复杂、精度和表面质量要求高、产量比较大的制件 复合模作为高效、精密冲模在冲压生产中被广泛应用
2	使用优点	①生产效率高	由于它是多工序模具,一副模具能完成多个冲压工序,生产效率比采用单工序模显著地提高
		②冲件质量高	由于不同冲压工序均在同一工位上完成,不用重复定位,冲件内外形同轴度精度高,一般可达 $\pm 0.02 \sim \pm 0.04\text{mm}$,特别适合薄料冲裁。尺寸精度可达 IT9~IT11 级,高的可达 IT8 级,制件平直
		③生产成本低	比用单工序模生产,可节省模具数量、减少使用冲压设备,减少操作人员,降低了人工费用和管理成本
		④用料和对用料尺寸规格要求不严	由于没有二次送料问题,所以对条料的尺寸要求不严,一般不受条料形状尺寸限制,可以充分利用短料、边角余料。适宜冲制薄料、软料和脆性材料等
		⑤模具结构紧凑、要求压力机工作台面积较小	与级进模相比,冲模外形尺寸较小,冲模在压力机台面上所占面积小
3	使用缺点	①模具结构较复杂、成本高	比单工序模结构复杂。复合模具动作多,这就要求模具各部件在运动过程中互不干涉、平稳可靠、协调一致。因此,对复合模的制造精度要求较高、加工难度较大、制造周期相对较长,制造成本明显增加
		②凸凹模壁厚不能太薄	制件的内形与外形之间、内形与内形之间的尺寸应受到一定限制,尺寸不能太小,否则会使模具强度受到影响,使模具不能正常使用
		③带成形工序的复合模模具维修不方便	在修磨冲裁刃口时,成形模部分为了保持相对高度相应地要变动,刃磨不方便,比较麻烦

续表

序号	名称	内容	说明
4	模具结构	主要工作零件——凸凹模	复合模中的凸凹模是一个既是落料凸模又是冲孔凹模的模具工作零件。凡是复合模,结构中必定有这个起核心作用的关键零件。凸凹模的外缘与产品制件外形相当,即作为凸模与冲模的凹模作用完成落料。而凸凹模的内孔与产品制件孔相当,作为凹模与模具中的冲孔凸模相互作用完成冲孔或拉深、弯曲
5	不宜应用提示	①凸凹模壁厚过小时强度不够	冲硬料或厚料时应慎重考虑,适宜冲料厚 $<4\text{mm}$
		②多个工序集成组合应用时模具维修困难 ③复合工序多于4个时	由于冲裁部分常需刃磨而成形部分一般使用寿命长而不需经常维修时,应考虑多个工序集中一起的弊病,尽量采用少工序的复合组合。生产中最常用的为两个工序组合的复合模

(2) 复合模的种类

复合模的种类(称呼)常见的有下列几种分类。

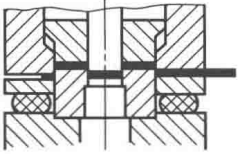
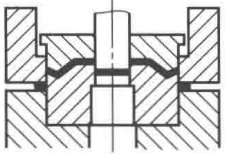
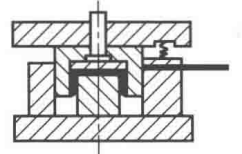
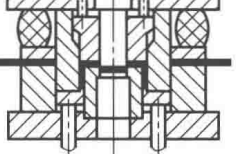
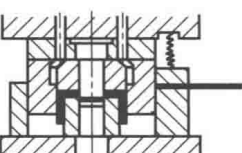
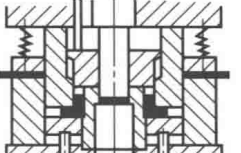
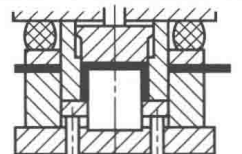
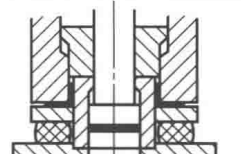
① 按冲压工序性质分(见表1-2)。

表 1-2 复合模按冲压工序性质分类

序号	名称	特点	说明
1	冲裁复合模	同一工位上的冲压工序均属于冲裁性质	如落料冲孔复合模;切断冲孔复合模等
2	冲裁弯曲复合模	同一工位上有切断、弯曲或切断、弯曲、冲孔等冲压工序	如切断弯曲复合模;切断弯曲冲孔复合模等
3	冲裁成形复合模	同一工位上有冲裁和各种成形变形性质的冲压工序	如落料拉深复合模;落料拉深冲孔复合模;落料拉深冲孔翻边复合模;拉深切边复合模等

② 按工序组合方式分(见表1-3)。

表 1-3 复合模多工序组合方式示例

工序组合方式	模具名称与模具结构简图	工序组合方式	模具名称与模具结构简图
落料、冲孔	 落料冲孔复合模	冲孔、切边	 冲孔切边复合模
切断、弯曲	 切断弯曲复合模	落料、拉深、冲孔	 落料拉深冲孔复合模
切断、弯曲、冲孔	 切断弯曲冲孔复合模	落料、拉深、冲孔、翻边	 落料拉深冲孔翻边复合模
落料、拉深	 落料拉深复合模	冲孔、翻边	 冲孔翻边复合模

续表

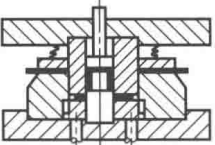
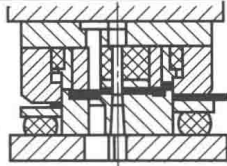
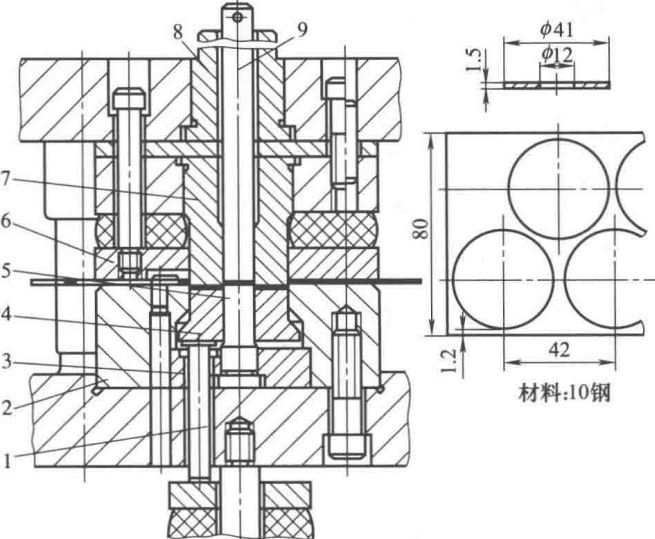
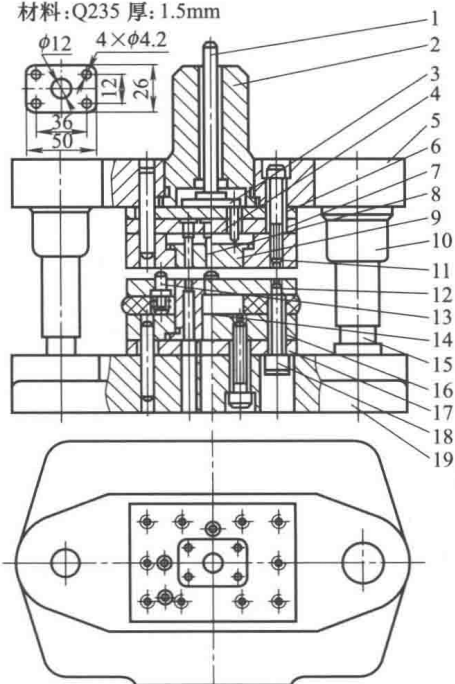
工序组合方式	模具名称与模具结构简图	工序组合方式	模具名称与模具结构简图
落料、拉深、切边	 落料拉深切边复合模	落料、胀形、冲孔	 落料胀形冲孔复合模

表 1-4 复合模的结构形式与特点

类型	图 例	特点与结构设计建议
正装式复合模	 <p>1—顶件杆；2—落料凹模；3—冲孔凸模固定板；4—推件块； 5—冲孔凸模；6—卸料板；7—凸凹模；8—模柄；9—推件杆</p> <p>材料:10钢</p>	<p>①正装复合模,模具结构紧凑,也较简单。落料凹模2被螺钉紧固后,冲孔凸模5通过凸模固定板3也被紧固,这样易保证同轴度。靠弹性卸料板6卸料。冲孔废料由推件杆9推出,上模通过模柄8固定在压力机滑块上</p> <p>②适合于薄料冲裁。在冲裁时制件部分材料及外部的余料均处于压紧状态下进行分离的,所以制件冲出来更平整,尺寸精度也高</p> <p>③操作不方便,不安全。制件和废料都是从分模面排除的,需要及时清除,并需二次清理。操作不如倒装复合模方便,且不太安全</p> <p>④有利于减小凸凹模的最小壁厚。废料不会在凸凹模孔内聚积,每次冲压后由打杆打出,可减少孔内废料的胀力</p> <p>⑤装凹模的面积较大,有利于复杂制件用拼镶结构</p> <p>⑥正装复合模需在下模座下增设弹顶装置,方可将制件从凹模中顶出</p>
倒装式复合模	 <p>材料:Q235 厚:1.5mm</p> <p>1—推杆；2—模柄；3—推板；5—上模座；6,17—垫板；7—凸模固定板； 8—冲孔凸模；9—推件板；10—导套；11—薄料凹模；12—卸料板； 13—活动挡料销；14—凸凹模；15—导柱；16—凸凹模固定板； 18—卸料螺钉；19—下模座</p> <p>倒装复合模</p>	<p>①倒装复合模的凹模是装在上模,其凸凹模安装在模具下模座上,倒装复合模冲孔的废料由下模部分直接漏下,而制件是从上模的凹模内由顶出器推出,使两者自然分开,无需二次清理,比较简便,因此操作方便安全。此外由于倒装复合模易于安装送料装置,生产效率较高,一般企业多采用倒装复合模结构</p> <p>②由于在冲裁时制件部分材料无压紧力,其制件的平整度略不如正装复合模。但对于一些薄料冲裁件在有更为平整要求的情况下,设计倒装复合模时,可在上模内增设足够的弹压力,如碟形弹簧等,均可达到满意的效果</p> <p>③废料在凸凹模孔内聚积,凸凹模要求有较大的壁厚,以增加强度</p> <p>④如凸凹模外形较大,可直接将凸凹模固定在下模座上,省去固定板</p>

③ 按落料凹模在模具中安装位置不同分,复合模有正装式和倒装式两种。落料凹模装在下模的,称为正装式复合模(也称顺装式复合模);落料凹模装在上模的,称为倒装式复合模,具体结构见表 1-4。

1.1.2 复合模的选用

(1) 选择复合模的原则

确定是否选用复合模,要考虑以下几个方面。

① 生产批量的大小 由于复合模结构比较复杂,且成本较高,所以小批量试制性生产,采用几副单工序模完成制件加工,往往要比一副复合模成本还低。故只有在大批量生产时适合使用复合模。

② 冲压件的精度 若冲压件的尺寸精度、同轴度、对称度等要求较高时,应考虑采用复合模。复合模冲压精度一般可达 IT9 级以下,高的可达 IT8 级,这是单工序模或级进模难以达到的。

③ 冲压件的形状 若冲压件的形状比较复杂,重新定位可能产生较大误差时,应采用复合模。

④ 复合工序数量 一般复合模工序数量应在四个以下,否则模具过于复杂,同时模具的强度、刚度、可靠性也随之下降。复合模的工序数量多了,往往由于某个工序不协调或磨损需维修而影响使用,造成停产时间长的现象应引起注意。

(2) 倒、正装复合模的比较(见表 1-5)

表 1-5 倒、正装复合模的比较

项 目		倒装式复合模	正(顺)装式复合模
工作零件 在模具中 装配位置	凸模	在上模部分	在下模部分
	凹模	在上模部分	在下模部分
	凸凹模	在下模部分	在上模部分
出件方式		采用顶杆、推板自上模(凹模)内将冲件推出,下落至模具的工作面上(对于小件一般用压缩空气吹入存件器内)。故又称上出件复合模	采用弹顶器自下模(凹模)内将冲件顶出至模具的工作面上。故又称下出件复合模 出件不如倒装复合模方便
冲压件的平整度		不能达到平整要求	较好。对于薄料件能达到平整要求
废料的排除		废料在凸凹模内积聚到一定程度后,便从下模部分的漏料孔或排出槽排出	废料不在凸凹模内积聚。压力机回程时,废料即从凸凹模内被推出
凸凹模的强度和寿命		凸凹模承受的张力较大,为增加其强度,凸凹模的最小壁厚应严格控制 模具寿命较高	受力情况比倒装复合模好,但凸凹模的尺寸易磨损会促使间隙增大 模具寿命较差
生产操作		废料自漏料孔中排出,有利于清理模具的工作面,生产操作较安全	废料自上而下落下,和制件一起汇集于模具的工作面上,对生产操作不方便,不安全
适应范围		对冲件平整度要求不高,凸凹模强度足够,为了操作安全、方便和提高生产率,应尽量采用	适用于薄料冲裁,平整度要求较高、以及壁厚较小、强度较差的凸凹模

(3) 复合模正装与倒装的选择

① 倒装结构的采用

- 复合模一般优先考虑采用倒装式结构。
- 冲裁复合模常用倒装式结构。
- 要求冲孔废料不要落在模具工作区域,使冲孔废料通过凸凹模孔向下漏出时。
- 凹模外形尺寸较大时,上模能够布置下,应优先采用倒装结构。

② 正装结构的采用

a. 凸凹模壁厚较小时, 为了保证凸凹模强度, 应该采用正装结构。

b. 对制件平整度有较高要求时, 当采用倒装复合模上模的推板内可以加上弹性装置时, 也可对制件的平整度具有较好效果。在这种状况下, 还是优先考虑采用正装结构。

1.2 复合模设计

1.2.1 复合模冲压加工先后次序的安排

复合模从冲压模具设计的方法与步骤上与单工序模设计相比差别不大, 但因复合模在一副模具的同一工位要完成多个冲压性质不同的工序(分离、成形), 因而形成了一些与单工序模在设计上的不同点或特点。首先, 用复合模冲压加工, 冲压工序的先后次序如何安排, 才能保证制件的加工质量。下面几种情况来自实践总结, 供参考。

① 设计冲孔、落料复合模时, 为便于凸凹模刃口的刃磨, 应使冲孔和落料工作同时进行。

② 设计冲裁、成形复合模时, 为便于成形的顺利进行, 应先安排工序或采取措施保证成形质量, 一般应先安排落料再成形。

若还有其他冲裁加工且其冲裁部位在成形变形区域内, 则应在成形部分完成或即将完成后再进行冲裁。

③ 设计落料、拉深、冲孔复合模时, 应按先落料再拉深, 最后冲孔的顺序进行。

④ 设计落料、局部成形、冲孔复合模时, 由于板料局部成形主要是依靠该处的料厚变薄形成, 当其局部成形不影响到制件外形, 则可采取先局部成形, 再落料、冲孔或局部成形与落料同时进行同步加工, 最后再冲孔的加工步骤。

⑤ 设计成形类复合模时, 应具体分析各工序相互间影响, 按既有利于制件成形, 保证产品质量, 又要有利于模具的制造、修理和使用。

1.2.2 复合模选择曲柄压力机与许用压力曲线的关系

选用压力机总的原则是冲压力曲线不能超过曲柄压力机的许用(公称)压力曲线, 否则设备将因超载而损坏。但由于复合模工作时, 所用压力机的行程中有较大比例的工作行程, 这样就容易造成超载。尤其对于落料、拉深复合模, 由于落料在先, 拉深在后, 落料力一般较大, 拉深力较小, 而设备压力曲线的变化趋势则相反, 所以极易产生超载, 如图 1-1 所示为压力机压力曲线与冲压力的关系曲线。这就要求我们在选用压力机公称压力时, 应当注意压力机的许用载荷曲线, 使落料冲压力与拉深力分别落在压力机的许用载荷曲线以内, 而不能简单地将落料力与拉深力相加后去选择压力机。

其他工序的复合模具, 在选择压力机时也应注意压力机的许用载荷曲线, 特别是当模具工作行程较大时更应注意。

为选用方便, 一般可按下式估算确定:

$$P_{\text{压}} \geq (1.25 \sim 2) P_{\text{冲}}$$

式中 $P_{\text{压}}$ ——压力机的公称压力, N;

$P_{\text{冲}}$ ——计算的冲压力, N。

式中系数在深拉深时取大值, 浅拉深时取小值。

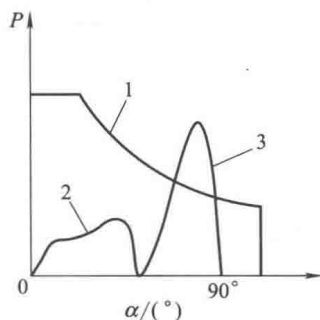


图 1-1 压力机压力曲线与冲压力的关系曲线

1—许用载荷曲线; 2—拉深段的载荷曲线; 3—冲裁段载荷曲线

1.2.3 冲裁复合模中凸凹模最小壁厚

(1) 凸凹模最小壁厚 (表 1-6)

凸凹模是复合冲裁模中的一个特殊的工作零件。其内形刃口起冲孔凹模作用,其外形刃口超落料凸模作用。

a. 设计关键是如何保证内孔与外形之间壁厚的强度。壁厚太薄,易发生开裂。

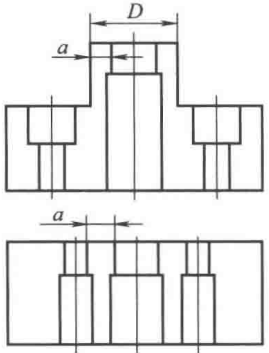
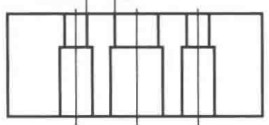
b. 对于不积累废料的凸凹模,其最小壁厚 a 为

冲裁硬材料时 $a \geq 1.5t$

冲裁软材料时 $a \geq t$

表 1-6 凸凹模最小壁厚 a 数值

mm

	料厚	0.2	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	1.65
	最小壁厚 a	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.7	3.2	3.8	4.0
	最小直径 D	15						18			21	
	料厚	1.8	2.0	2.1	2.5	2.75	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
	最小壁厚 a	4.4	4.9	5.0	5.8	6.3	6.7	7.8	8.5	9.3	10	12
	最小直径 D	21		25		28		32		35		40

注: 制件材料为低碳钢时, 凸凹模允许的最小壁厚为 $(2 \sim 3)t$, 并且不小于 1.2mm; 采用一定措施后, 最小壁厚可小到 $1.2t$ 。

(2) 凸凹模设计的注意事项

① 复合冲裁模上的关键零件凸凹模, 是直接使坯料成形的工作零件, 凸凹模应满足如下两点要求:

- 不能在冲压过程中断裂或破坏, 所以应有足够的强度;
- 为了防止硬度太高而脆裂, 对其材料及热处理应有适当要求。

② 凸凹模内孔按一般冲孔凹模设计, 外形按一般落料凸模设计。

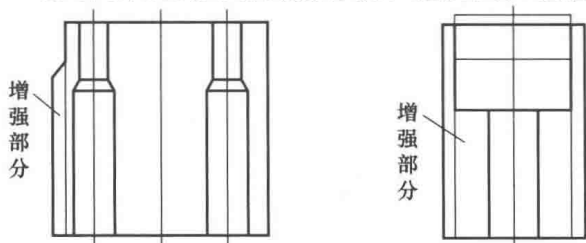
③ 倒装式复合模中, 凸凹模的最小壁厚由经验确定, 也可查表 1-6; 对于正装式复合模, 由于凸凹模装在上模, 内孔不积存废料, 胀力较小, 因此最小壁厚可比倒装式的小一些。

(3) 提高凸凹模和小凸模强度的方法

① 增加凸凹模有效刃口以下的壁厚, 如图 1-2 (a) 所示。

② 采用如图 1-2 (b) 所示的增加凸凹模内形壁厚, 且将废料反向顶出的方法。

③ 采用正装式结构复合模, 减少凸凹模模孔废料的积存数目, 减小推件力。



(a) 增加有效刃口尺寸以下壁厚

(b) 增加壁厚且使废料反向顶出

图 1-2 增强凸凹模壁厚的方法

④ 当凸凹模的壁厚较薄时, 为防止胀裂, 可取较大冲裁间隙来提高凸凹模强度 (落料双面间隙可取料厚的 10%; 冲孔凹模双面间隙可取料厚的 15%)。

⑤ 对于有积聚废料的凸凹模, 冲孔刃口直接采用 1° 锥度线切割加工, 刃口无直边, 可减少废料对凹模孔的胀力, 确保冲孔废料顺利排出。

⑥ 采用阶梯冲裁，冲孔凸模比落料凹模低 1~2mm，凸凹模进入凹模后才冲孔，落料废料紧紧地包在凸凹模外面，相当于一个预应力圈，起到保护凸凹模的作用。

⑦ 对于复合模中的冲孔小凸模（一般指 $<\phi 2\text{mm}$ ），采用尽量短和高强度材料来提高强度外，设计时利用配合性质的不同，即使凹模中的推板与凹模孔的配合间隙小于推板和小凸模的配合间隙，达到保护小凸模并提高小凸模强度和使用寿命。

⑧ 凸凹模、小凸模使用高强度、高韧性的模具钢制作，如 LD、LM1、65Nb 等。

1.2.4 复合模的推件装置与顶件装置

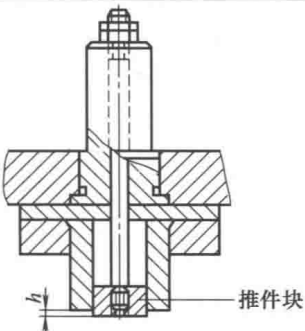
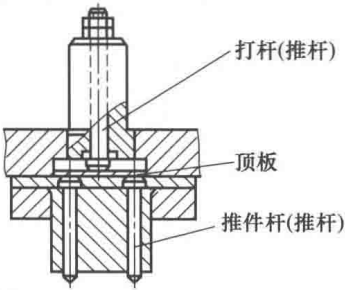
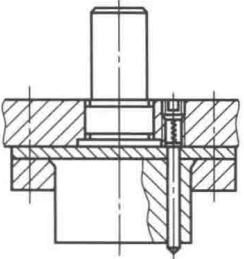
(1) 推件装置结构形式与特点

复合模的卸料装置形式与单工序模具相同。其内容与单工序模又有些不同，正装式复合模的冲孔废料嵌在上模的凸凹模内，必须通过推件装置（推件杆）将废料打下。推件装置的形式随制件的形状不同而不同，倒装式复合模工作时制件嵌在上模部分的凹模中。推件装置推件块须根据制件形状设计，复合模推件装置的结构形式与特点见表 1-7。

(2) 顶板的设计

为使推件力分布均匀，将打杆的一点力分为几点力，就需要顶板这样一个模具零件作为过渡。即顶板是打杆（推杆）与推杆间传递推力的板件。顶板通过推杆，将力均匀地传递到推件块上，使推件块平稳地将制件推下。

表 1-7 复合模推件装置的结构形式与特点

类型	序号	简图	特点
正装式复合模	1		为在制件中心冲单孔的推件形式，图中推板（亦称推件块、推件板）直接固定在打杆上
	2		是冲双孔(多孔)且孔距不大的情况下的推件形式，打杆推动顶板，顶板推动两根(多根)推件杆将冲孔废料推出
	3		为制件孔的中心与模具中心相距较远时的推件形式，冲孔废料是由装在上模座内的推杆在弹簧力作用下推出的

续表

类型	序号	简图	特点
倒装式复合模	1		为制件中心有孔时常用的推件形式,由打杆推动顶板、推杆,最后由推件块将制件推下
	2		是制件上的几个孔位于中心四周时的推件形式,由打杆直接推动推件块将制件推下
	3		是推件装置的另一种形式。目的是增加上模座的强度,故而将顶板运动区域放在垫板内

注:装配后的模具,推件块应高出凹模平面,取 $h=0.2\sim 0.5\text{mm}$ 。

顶板的形状按制件的形状来设计,既要推杆(着力点)少,又要能平稳地推下制件,且不能因顶板而过多地削弱模柄或上模座的强度。常用的顶板厚度一般不小于 4mm 。选用时可采用表1-8尺寸规格。其中A型常用于正装复合模制件孔较多的情况,这时必须用凸缘模柄或旋入式模柄。

B、C、D型常用于倒装及正装复合模,可采用压入式模柄,但要保证在模柄中开槽时不影响模柄的刚度和强度。否则,可采用带台式模柄。

(3) 顶杆

它是连接顶板与推件块之间传递力的圆杆件(见表1-7简图)一般取 $2\sim 4$ 件,长短必须加工一致,且有一定硬度,为保持运动灵活,与相配件之间有 $0.1\sim 0.3\text{mm}$ 单边间隙。

(4) 打杆(推杆)

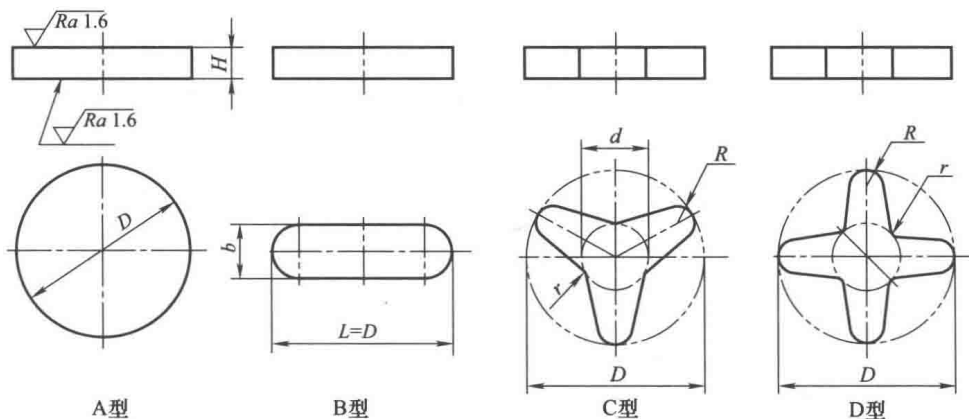
穿过模柄孔,把压力机滑块横梁上的力传给顶板的杆件称为推杆。习惯称打杆。表1-9为机械行业标准JB/T 7650.1—2008带肩推杆。

(5) 顶件装置

顶件装置常用的力弹性结构,如从正装复合模中的落料凹模上顶出制件,或从有顶出装置的落料模中顶出制件,如图1-3所示,一般由顶件块、顶杆和装在下模座上的弹顶器组成。

表 1-8 顶板 (JB/T 7650.4—2008)

mm



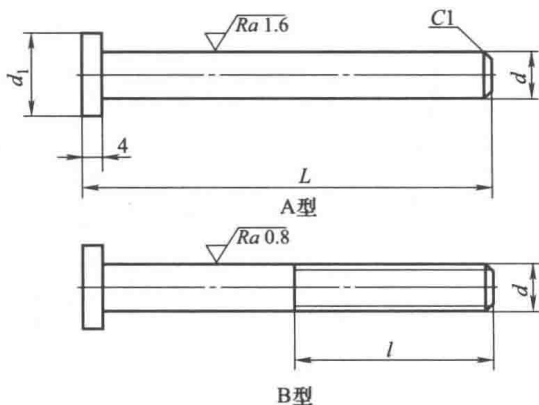
材料: 45钢
硬度: 43~48HRC

示例: $D=40\text{mm}$ 的 A 型顶板标记为
顶板 A40 JB/T 7650.4—2008

D	d	R	r	H	b
20	—	—	—	4	8
25	15	4	3		
32	16			5	
35	18	6	4		6
40	20				
50	25	5	4	7	12
63					
70	30	6	5	9	
80					
90	32	8	6	12	16
100	35				
125	42	9	7	16	18
160	55	11	8		
200	70	12	9	18	24

表 1-9 带肩推杆 (JB/T 7650.1—2008)

mm



材料: 45钢
硬度: 43~48HRC

示例: 直径 $d=8\text{mm}$ 、长度 $L=90\text{mm}$ 的 A 型带肩推杆标记为

带肩推杆 A8×90 JB/T 7650.1—2008