

导板式冲模 技术及应用

张正修 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



导板式冲模技术及应用

张正修 主编



机械工业出版社

本书以典型结构与实用实例为主线,跳出资料汇编式的传统编写模式,系统全面地论述了冷冲模类型及设计方法,重点介绍了各种导板式冲模技术及其应用。内容包括导板式冲模的类型、导板式冲模设计的基础资料、导板式冲模设计的基本工艺参数、少废料与无废料冲裁、导板式冲模的工作零件设计、导板式冲模的辅助系统及装置设计、导板式冲模的整体结构设计、冲模制造工艺技术的对比与选择、实用导板式冲模典型实例等。

本书可供从事冲压工艺与冲模设计工作的技术人员使用,也可供相关专业在校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

导板式冲模技术及应用/张正修主编. —北京:机械工业出版社,2005.11

ISBN 7-111-17600-6

I. 导… II. 张… III. 冲模-技术
IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 120790 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:陈保华 版式设计:霍永明 责任校对:姚培新

封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2006 年 1 月第 1 版 第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 23.5 印张 · 579 千字

0 001—4 000 册

定价:39.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

序

作为本书的第一位读者，有幸全面、仔细阅读了张正修先生主编的《导板式冲模技术及应用》，受益匪浅。

本书与同类专业手册和类似出版物不同，跳出资料汇编式的传统编写模式，汲取了国外先进的冲压工艺技术，特别是德国的先进冲压工艺技术，结合作者自己的研究成果，从不为人注意的全新视角，由冲模的卸料方式分类，延伸到卸料板导向结构。本书以“以人为本”坚持“可持续发展”为宗旨，以确保冲压安全生产、杜绝压手断指事故为重点，推广应用安全性好、噪声小的导板式冲模。书中提供的冲模科学而全面的分类法、无搭边排样新理论、多工位连续模工位间送进方式以及定位系统的构成模式、多工位连续模冲压精度分析与计算、冲模修理新机制等，都是同类出版物中不曾涉足的难题。我读完后总的感觉是：此书不落俗套，有新意，是一本值得向读者推荐的好书。书中所述内容包含大量的实用资料及各类冲模典型结构实例，对于从事冲压工艺及冲模设计人员、大中专院校相关专业的师生，都是很好的参考资料。张正修先生组织编著这本书是对国内冲压行业一个有益的贡献。首先是我，从一个崭新的角度，系统地了解了冲压工艺及冲模类型及设计；了解到在冲压行业中，尤其以冲压生产多品种、中小零件为主的仪器仪表行业，如何消减冲压噪声和杜绝冲压事故，特别是压手断指的人身伤害事故，坚持“以人为本”、“可持续发展”，做好工艺设计工作。张正修先生懂德语，与来华工作的德国著名冲压专家 S. Lauke 和 L. Füßler 一起工作多年，毕生未脱离冲压专业工艺和技术工作，每年总有 20 篇左右论文发表，著译颇丰，是一位严谨求实，不断追求进取的高级工程技术人员。他的著作多有创意，这本书是一本值得称道和推荐的好书。再一次谢谢张正修等几位先生，为我们提供的冲压工艺技术与冲模设计方面的新鲜美味的技术大餐！

中联西北工程设计研究院技术副院长兼总工程师

杨海峰

前言

模具是大批量生产各种机电与家电产品零件必备的基础工艺装备,是进行少无切削加工的主要工具。模具技术水平的高低,直接影响到产品质量、产量、成本、新产品的投产和老产品更新换代的周期,以及企业产品结构调整速度与市场竞争力。因此,模具技术水平是衡量一个国家制造业技术水平的重要标志,模具工业的发展是国家制造业发展的前提。

模具种类繁多。据有关行业近年来统计分析,汽车、仪器仪表、电器开关、家电、农机等机电产品大量生产中所用的模具,约65%左右为冷冲模,20%左右为塑料模,锻模与压铸模占5%,其他模具,如橡胶模、陶瓷模、玻璃模、粉末冶金模、冷锻冷拉模、精铸用蜡模、硬模等合计约为10%。所有这些模具按其结构特点、工艺作业性质可分为两大类:靠刃口剪切分离原材料的刃口类模具;靠型腔将热、冷态固体或液体及粉状原材料模压成形的成形模。刃口和型腔为模具工作零件的工作部位,通常所说的制模工艺就是指这些具有刃口和型腔的模具工作零件的加工制造方法。

冲模技术是模具技术的重要组成部分。冲模中不仅有量大面广、使用广泛而普及、种类繁多、结构各异的冲裁模、杆料剪断模等刃口类的冲模,还有不同类型的成形模,如拉深、弯曲、胀形、缩口、压花、压筋、打凸等冲模,有的还较复杂,也都属于型腔类模具。因此,冲模含有比例较大的刃口类和一定数量的型腔类模具。冲模技术由冲模结构设计、制造、使用、管理、修理、标准化及专业化生产、“四新”(新技术、新工艺、新材料、新设备)推广应用等方面的相关专业技术构成,并涉及冶金、材料、热加工、有屑及无屑加工、计量等多门学科。

从国内目前模具钢冶炼技术和模具材料推广应用、冲压模具的结构设计、制模工艺及制模新技术与新设备开发应用、冲压模具标准化情况等方面综合分析,国内冲模技术水平与国外先进技术水平相比有较大差距。表现在国民经济五大支柱产业:机械、电子、汽车、石化、建筑,在长期高速发展中,冲模的供求矛盾愈显突出,模具质量差、寿命低、交货期长的状况没有明显改善。在冲压生产中,“以人为本”,改善工作环境的工作有待提升;冲压事故,特别是压手断指的人身伤害事故时有发生,且近年来呈上升趋势;冲压噪声的消减治理等,都一直令人棘手。

一、冲模技术目前存在的问题浅析

当前国内冲模结构设计中,大量采用低档次、无导向敞开式、手工送料入模的单工序(工步)冲模,这是冲压事故多发及冲压噪声普遍超标的祸首。冲模寿命低,交货期长以及修模不及时,甚至拒修、延误修理,则是普遍存在而又十分突出的问题。模具钢不经过精炼,模具锻坯不经过严格锻打,或锻打只求外形而不顾及内在质量,新牌号优质高效模具钢没有推广应用等,是造成模具寿命至今仍很低而又不能迅速提高的主要原因之一。制模工艺落后及制模工艺选用不合理,致使加工的模具工作零件工作面表面粗糙度值过大,表面不耐磨又没有采用研磨抛光新技术及各种表面强化处理等,则是冲模寿命一直偏低的重要原因。制模效率低,高效及专用制模设备没有推广应用,则是制模周期长的主要原因之一。冲模不能按时刃磨修理,修理或刃磨拖期,不仅要加速冲模磨损、缩减冲模寿命,还会贻误压力机正常生产,因而提高产品成本。

采用具有导向装置、安全性能好及低噪声冲模结构,用先进制造技术改造并提升传统的冲模制造技术,国内还有待普及。制模新技术、新设备应用不普遍。国外在精密刃口模制造中,特别是微间隙复合冲裁模、高精度多工位连续冲裁模、精冲复合模制造中,不仅采用高精度 NC 或 CNC 线切割进行粗加工和半精加工,还用 NC 或 CNC 连续轨迹坐标磨床进行超精密磨削实施精加工,最后再研磨抛光。不仅精度可达 $\pm 0.001 \sim \pm 0.0005\text{mm}$,而且表面粗糙度 $R_a \leq 0.2 \sim 0.05\mu\text{m}$ 。用国产线切割机床进行电加工,加工表面粗糙度 R_a 值一般仅为 $1.25 \sim 3.2\mu\text{m}$,其有害电蚀层有显微裂纹,最高尺寸精度 $\geq \pm 0.005\text{mm}$,且硬而脆,极易崩刃,模具寿命必然降低。在模具型腔加工中,国内对中小尺寸型腔虽也用电火花穿孔工艺,但无完善的后续加工。对大尺寸型腔多用通用机床加工,采用数控机床的不多,采用高速铣削的就更少了。国外则普遍采用数控机床加工,高速铣削也已普及。

标准化、通用化及典型化程度低,专业模具厂特别是有自己专长特色的专业模具厂少,而兼业与大企业自备模具厂点多,是目前国内模具行业一大特点。这些特点形成专业化生产的集中度很低,效率不高,效益差。

二、制模工艺的进展及改进

近几年国内模具工业发展很快,尤其是广东与浙江两省发展更为迅速。中西部地区与沿海地区的发展不平衡,差距日趋扩大。模具制造工艺东南沿海地区也与中西部地区的传统制模工艺及管理机制有较大差别。模具制造的专业化程度在中西部地区远不及东南沿海地区,冲模更为典型。虽然在国际市场上国产模具价格低廉,但在国内,尤其是中西部地区,往往价格不能为客户轻易接受。有相关切削设备的厂家自制冲模司空见惯。故制模工艺落后,模具质量及寿命更无从谈起。实施模具制造全面专业化还有待提升和促进。有些制模工艺尽管已趋于淘汰,但在一些乡镇、民营及中小企业中仍在使用。虽然电加工(即电火花成形与线切割)制模工艺使用广泛,但使用国产设备多,大多技术性能有待改进。从日本、瑞士进口的,或由国外公司与国内合资、独资生产的技术性能优异的高精度电火花成形与线切割机,由于价格昂贵,使用厂家不多。

用国产电加工机床制模在国内很普遍,但制模质量与精度有待提高。我国一些有经济实力的企业,靠进口瑞士和日本的 NC 与 CNC 高精度线切割机与电火花穿孔机,引进制模技术及配套设备,进一步推动和提高了国内电加工制模工艺的发展。随着国内引进瑞士菲茵图尔精冲公司(Feintool AG Lyss/Schweiz)的精冲设备、精冲模及整套精冲模制造技术,进口美国穆尔特殊工具公司(Moore Special Tool Co, In, USA)的 NC 与 CNC 连续轨迹坐标磨床,采用精密磨削制模法以及高效高精度组合制模工艺技术,在国内制造高精度、高寿命、高效率的冲模得到了逐步的实施。随着模具 CAD 国家工程研究中心于 1995 年在上海建立,国内制模工艺技术的提高以及模具市场的繁荣与扩展,加上模具标准化程度、模具及其标准零部件商品率的不断提高,进口模具,尤其是一直靠进口的高精度复杂模具和一些特殊模具,可望在以后逐步减少。

三、改进冲模结构设计的起点与积极意义

冲压生产中“以人为本”应体现在把安全生产放在首位。只有在冲压生产中坚持安全第一,才有可能谈及并执行“可持续发展”。生产中噪声对人的危害,主要是由于冲压工作地的噪声超过国家标准限定的 85dB(A) 。在中小型压力机(冲床)为主的冲压车间,噪声往往为 $95 \sim 105\text{dB(A)}$ 。长期在超标噪声场工作,如无有效的噪声治理与防护,据国外权威部

门的研究报告, 对人听力的损伤是必然的, 轻则失听, 重则耳聋。据国内调研, 工作 10 年以上的冲压工, 无一例外的都有听力损伤, 出现“耳背”, 即失听; 在冲压车间工作超过 20 年以上的退休人员中, 耳聋的并不鲜见。在近几年冲压生产中, 压手断指事故在民营与乡镇企业中时有发生, 有关媒体的多次披露, 引起业界的广泛关注。但未能从根本上杜绝。上述问题已成为冲压行业长期棘手的老大难课题。

采用安全、低噪声冲模是实现冲压安全生产、消减冲压噪声, 坚持“以人为本”发展生产, 坚持“可持续发展”的有效途径。

在冲模的结构设计中, 采用有安全防护功能的固定卸料导板式冲模, 在冲模工作区外送料的固定卸料与弹压卸料导板式多工位连续模, 不仅能确保操作安全, 杜绝压手断指事故, 而且噪声小, 其冲压噪声是普通全钢冲模中最低的; 同时这些冲模制模工艺性好, 标准化与商品化程度高, 模具寿命普遍高于其他冲模, 本书将全面介绍这类安全、低噪声冲模的类型、结构、设计、制造及修理。从一个全新的视角, 从冲模的卸料方式分类展开并由浅入深, 淘汰无卸料装置的落后、不安全结构的冲模, 详细介绍在普通全钢冲模中占主导地位的用卸料装置的两大类冲模: 一类是固定卸料板的导板式各种结构冲模; 另一类是活动卸料板的导板式各种结构冲模。

书中多数资料与数据是笔者通过长期的生产实践收集整理的。本书汲取了国内仪表行业冲压技术的新成果, 以及德国工程师协会的技术准则手册 (VDI - Richtlinie) 和德国工业标准 DIN 的有关内容。有关试验与实测数据则是笔者亲自主持和参与的课题的研究结果。本书中的一些内容是笔者与合作伙伴近几年研究和开拓的新成果, 包括以下几方面:

- (1) 冲模的分类细化及其积极意义。
- (2) 无搭边排样的新理论及实践。
- (3) 多工位连续模工位间的送进方式的类型及应用。
- (4) 多工位连续模的送料定位系统构成模式及应用。
- (5) 多工位连续模冲压精度分析与计算。
- (6) 模具的修理周期构成及费率。
- (7) 冲模制造工艺的合理选用。

这些冲模技术的新课题、新内容是迄今为止国内已出版的同类专业图书及手册中不曾涉及的, 而又是冲压专业技术人员及在校相关专业师生需要和应该熟知的内容。

在编写过程中, 得到了作者所在单位领导的大力支持, 得到了仪表行业有关企业和一些科研与大专院校教师的指点。国家特殊津贴获得者、教授级高级工程师、著名锻压与设备设计专家、中联西北工程设计研究院工艺所马世雄教授审阅了本书, 并提出不少宝贵意见。

承蒙中联西北工程设计研究院总工程师、副院长杨海峰研究员审阅并作序。作者在此表示由衷的感谢!

本书由张正修主编并完成第一、三、五、十章, 由 马新梅、张镇完成第二、四、七章, 由赵向珍完成第六、八、九章, 书中附图由中联西北院工艺所同志协助完成。

鉴于笔者学识浅薄, 书中多数资料又首次成书推出, 不足与欠妥之处在所难免, 真诚欢迎广大读者与同行不吝斧正, 待有机会再版补充、修正。

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
第一节 导板式冲模简介	1
第二节 导板式冲模的来源及应用情况	5
一、导板式冲模的来源	5
二、导板式冲模的推广应用情况	5
第三节 长期使用导板式冲模的体会	6
一、冲压事故分析	6
二、推广应用导板式冲模的条件已经 十分成熟	8
第四节 导板式冲模的推广应用前景	8
一、推广应用导板式冲模的必要性	8
二、推广应用导板式冲模的可行性	10
三、推广应用导板式冲模的前景	10
四、存在问题和对策	11
第二章 导板式冲模的类型	12
第一节 冲模的分类方法及基本类型	12
一、冲模的分类方法	12
二、推荐的冲模分类法	14
三、复合模与多工位连续复合模	15
第二节 导板式冲模的类型及典型示例	25
一、固定卸料导板式冲模的类型	25
二、弹压卸料导板式冲模的类型	26
三、各类导板式冲模的典型示例	27
第三节 导板式冲模的主要优势	36
一、评定冲模优劣的方法与项目	36
二、冲压件生产成本与冲模费 用的关系	37
三、导板式冲模的结构与功能优势	39
四、导板式冲模的制造与修理优势	41
五、导板式冲模的寿命优势	42
第四节 导板式冲模的应用范围及条件	45
一、固定卸料导板式冲模的应用范围 及使用条件	45
二、弹压卸料导板式冲模的应用范围 及使用条件	47

第三章 导板式冲模设计的

基本资料

第一节 导板式冲模结构标准化概况	48
一、标准化概况及常用标准资料	48
二、现行冷冲模相关标准	48
三、导板式冲模典型组合 标准的特点	49
第二节 冲压件的工艺性	50
一、冲裁件的工艺性	50
二、冲裁的工艺水平	54
三、弯曲件的工艺性	56
四、拉深件的工艺性	61
第三节 冲压用材料	62
一、对冷冲压用材料的要求	62
二、冲压常用材料	63
第四节 冲压设备	67
一、小型冲压件多品种生产 的工艺流程	68
二、中小型冲压件常用冲压设备	68
第五节 导板式冲模的设计程序 及基本方法	72
一、总则	72
二、冲模设计的一般程序	73
三、导板式冲模设计的要点与提示	76

第四章 导板式冲模设计的基本工

艺参数

第一节 沿边、搭边及材料利用率	79
一、沿边、搭边值的确定	80
二、材料利用率的计算	83
三、常用冲压件排样材料利用率 计算方法	83
第二节 排样图设计	84
一、排样图设计原则	85
二、排样形式的选择及其与冲模类 型和结构的关系	85
三、排样图设计要点	86
四、连续模冲压件的排样类型及方法	88

五、连续模的无废料与少废料冲裁冲件排样法	90	二、凸模的抗压能力及抗纵弯稳定性验算	154
六、非直线送进的连续式复合模冲件排样法	90	第二节 凹模的设计	159
第三节 间隙	93	一、冲裁模凹模的类型	159
一、标准冲裁间隙	93	二、凹模洞口结构类型选择及凹模厚度计算	160
二、适用范围	95	三、多工位连续模凹模板尺寸的标注	161
三、选用依据和方法	95	四、凸模与凹模的固定结构	162
四、推荐参考的不同行业用冲裁间隙值	96	五、凸模与凹模的镶拼结构	163
第四节 冲压力和冲压功	98	第三节 冲模刃口与型腔尺寸的计算	165
一、冲裁力和冲裁功的确定	99	一、凸模与凹模分开加工时的刃口尺寸计算	165
二、弯曲力和弯曲功的确定	103	二、主凹模制模法的凹模刃口尺寸计算	168
三、拉深力和拉深功的确定	106	三、主凸模制模法的凸模刃口尺寸计算	168
四、冷挤压的压力和功的图算法	119	四、成形模模腔尺寸计算的提示	169
五、体积冲压力和功的图算法	122	五、多工位连续模、复合模刃口与型腔尺寸计算的提示	169
第五节 冲压设备的选用	123	第七章 导板式冲模的辅助系统及装置设计	171
一、压力机类型的选择	124	第一节 冲模的辅助系统	171
二、各种压力机的合理使用范围	124	一、送料系统	171
第五章 少废料与无废料冲裁	126	二、定位系统	171
第一节 套裁排样与套料冲裁	126	三、推卸系统	171
一、套裁排样冲压	127	四、夹紧安装系统	171
二、圆垫圈套裁及模具	127	五、安全防护系统	172
第二节 拼裁与混合排样省料冲裁	130	六、其他辅助系统	172
第三节 无搭边排样与少废料及无废料冲裁	135	第二节 冲模的送料系统构成及其设计	172
一、无搭边排样与无废料冲裁	136	一、完善的送料系统是多工位连续模发挥优势的关键	173
二、闭合平面图形及其形成	137	二、多工位连续模装设的送料装置	173
三、“线动成面”造就闭合平面图形	137	三、多工位连续模的工位间送进方式	176
四、改进冲裁件形状实现无搭边排样	141	四、多工位连续模的送料系统设计提示	179
五、无废料与少废料冲模的设计	141	五、典型结构	180
六、提高无废料与少废料冲裁件质量措施	147	第三节 冲模的送料定位系统	183
七、冲模类型的选择及结构设计提示	147	一、送料定位机构与装置类别及其技术性能	183
第四节 节省材料的途径	149	二、送料定位机构与装置的设计总则	185
一、降低材料费对冲件生产成本的影响	149	三、送料定位系统的选定	186
二、提高材料利用率的方法	150	四、送料定位系统设计	186
第六章 导板式冲模的工作零件设计	152	第四节 冲模的进距限位装置	193
第一节 凸模的结构设计	152		
一、凸模的类型	152		

一、进距限位装置的种类	193	三、应用中要注意的问题	272
二、挡料销	194	第七节 排样化快速设计	274
三、导正销	198	一、排样化设计方法及优点	274
四、侧刃	200	二、利用冷冲模典型结构组合标准进行排样化快速设计	275
第五节 始用挡料装置(临时挡料销)	203	三、排样化设计程序	276
一、始用挡料装置的使用场合	204	第八节 多工位连续模的冲压精度	280
二、始用挡料装置的应用	207	一、多工位连续模的冲压精度分析	281
三、连续模进距限位装置的对比	208	二、各类冲模冲压件误差的简化计算	284
四、始用挡料装置的选择	209	第九章 冲模制造工艺技术的对比与选择	288
第六节 冲模的夹紧与联接结构及装夹	210	第一节 冲模制造工艺技术简介	288
一、冲模的联接结构	210	一、常用模具制造工艺	288
二、紧螺纹联接的预紧力	210	二、冲模制造工艺技术的进展	290
三、螺纹的拧紧程度和拧紧力矩	212	第二节 导板式冲模常用制造工艺	292
四、控制螺纹预紧力 Q 的经验算法	213	一、合理选用制模工艺的原则与考虑因素	293
五、扭矩扳手的选择及使用	214	二、冲模的电加工制造工艺	294
第八章 导板式冲模的整体结构设计	216	三、电加工与精密磨削法制模的比较	295
第一节 总则	216	四、模具钢的精炼及模具工作零件锻坯的锻造	295
一、冲模整体结构设计的一般程序	216	第三节 冲模工作零件表面的精加工	296
二、整体结构设计的依据	216	一、冲模工作零件精加工与模具寿命的关系	296
第二节 冲模的卸料板导向结构与导板式冲模	219	二、模具工作零件表面的精加工	297
一、开式压力机精度分析	220	第四节 电加工制模工艺存在的问题与对策	298
二、冲模导向装置的精度浅析	220	一、电加工制模工艺存在的问题	298
三、无模架冲模的导向机构设计	221	二、解决对策	298
四、冲模的弹压卸料板导向结构	225	第五节 提高冲模寿命的途径	299
五、超薄板料冲裁模结构设计与制造	227	一、精心设计合理的模具结构	299
第三节 角钢与型材的剪裁切断模	231	二、合理选用模具材料	299
一、角钢与铝合金型材的剪裁及模具设计	231	三、合理选定冲模制造程序	300
二、棒料的精密剪切及模具设计	237	四、模具接触面的强韧化处理及耐磨覆层	301
三、管料剪裁及模具设计	245	五、板料冲压过程中的摩擦、磨损及润滑	303
第四节 固定卸料导板式连续模设计	251	六、改进和完善制模工艺	306
一、固定卸料导板式连续模的类型及典型结构	252	七、重视冲模的刃磨修理,健全冲模的修理机制	306
二、排样及结构设计	255	第十章 实用导板式冲模典型结构实例	312
三、使用相关标准应注意的问题	260		
第五节 低噪声冲模的结构设计	262		
一、冲压噪声分析	262		
二、工艺技术措施	263		
第六节 导板式冲模的镶拼结构设计	267		
一、采用镶拼结构的场合	267		
二、镶拼结构的设计	270		

第一节 固定卸料导板式冲模典型

结构实例..... 312

一、长圆垫固定卸料导板式落料模..... 313

二、长盖板固定卸料导板式冲孔模..... 313

三、铝板冷挤压毛坯固定卸料导板式

负间隙光洁冲裁落料模..... 314

四、角板固定卸料导板式落料模..... 314

五、接触片固定卸料导板式连

续冲裁模..... 315

六、卡盘固定卸料导板式连续冲裁模..... 316

七、角板固定卸料导板式连续冲裁模..... 318

八、罩壳固定卸料导板式连续复合模..... 318

九、片齿轮固定卸料导板式

连续冲裁模..... 318

十、腰鼓板固定卸料导板式少废料

连续冲裁模..... 320

十一、绝缘垫固定卸料导板式

连续复合模..... 320

十二、底板固定卸料导板式连续

复合模..... 321

第二节 弹压卸料导板式冲模典型

结构实例..... 322

一、山字形硅钢片弹压卸料导板式

硬质合金连续冲裁模..... 323

二、游丝支片弹压卸料导板式

连续冲裁模..... 323

三、基准板弹压卸料导板式光洁

冲裁连续模..... 327

四、不锈钢表芯支架弹压卸料导

板式连续复合模..... 327

五、焊片少废料弹压卸料导板式

连续冲裁模..... 330

六、卡边弹压卸料导板式多工位

连续复合模..... 331

七、方扣环特殊结构导板式冲模..... 331

八、罩壳导板式切边模..... 334

九、弹压卸料导板式厚料冲深孔模..... 334

十、弹簧垫弹压卸料导板式多工位

连续复合模..... 336

第三节 弹压卸料导板式连续模

设计实例..... 337

一、钥匙连续冲压工艺及模具设计..... 337

二、合页冲压工艺及冲模设计..... 341

三、卡环冲压工艺与模具设计..... 346

四、表芯限位杆的冲模设计与制造..... 348

五、接口座冲压工艺及模具设计..... 353

附录 常用数据 356

参考文献 363

第一章 绪 论

近年来,随着各类机电与家电产品制造业的迅猛发展,特别是乡镇与民营企业的大量出现并迅速壮大,板料冲压工艺作为金属加工与制造业的主导工艺之一,也得到空前广泛的普及与扩展。在开关电器、仪器仪表、五金家电,以及汽车、拖拉机、摩托车等冲压工作量大的企业,其产品40%~70%以上的零件是冲压件,产品品种及产量随着经济的发展和市场的拓宽不断增多,冲压工作量不断增加。而安全生产往往被忽视,冲压事故,特别是压手断指的人身伤害事故时有发生且近年来呈上升的趋势。在2000年6月,中央电视台及有关省市的新闻媒体,就先后披露过沿海一个电器开关类产品集中生产的县级市,一年有5000余例压手断指事故发生。当地生产开关电器产品的工厂,绝大部分为民营企业,吸引全国各地的打工者前去打工,多数人未经培训或培训时间很短就上岗工作。私企老板为了以最小投入获取最大的回报,低价购进老式或二手甚至是国企报废的压力机,使用无导向、无安全防护的简单敞开式冲模,完全靠手工送料进行冲压生产。笔者特别注意到,小型开关电器产品,冲压件尺寸小,形状复杂,大多采用多序分模冲制,冲模都是单工序敞开式,全部靠手工将毛坯或半成品送入模位,使用压力机吨位小,滑块行程快,一般每分钟冲压80~100次。操作工必须手脚配合好,手送料,脚踏开关,冲压操作简单枯燥,长时间工作,工人易疲劳,一旦精神不集中,必将出现误操作甚至压手。根据我们的试验与监测,在公称压力为160~630kN的中小型压力机上工作,熟练的冲压手工送料每分钟不超过20~30次是较为安全的。即便如此,也应通过两小时后工间休息或调换工位来消除疲劳,以消减误操作。

成批与大量生产的冲压件,必须淘汰无导向敞开式单工序冲模,特别是手工送料入模,其操作危险性极大。采用固定卸料的导板式冲模,结构简单,有安全防护功能,手工送料在模外,而其制造又特别适于电加工,即电火花成形、线切割等现在普遍采用的制模工艺。这类冲模可以从根本上消除冲压的压手断指事故,但至今这种冲模使用不广,有待推广普及。

第一节 导板式冲模简介

冷冲模的分类方法很多。采用哪种分类方法较为科学、全面而又合理,对冲模的设计、制造、使用、保管、刃磨、修理及其市场流通等一系列工作有利,至今尚无定论。其中有一种分类方法,是按冲模有无导向装置以及采用何种导向装置而进行分类的。无导向装置的冲模简称无导向冲模;有导向装置的冲模简称有导向冲模,包括导板模、导柱模、导筒模等。

无导向冲模只有上、下模,有的甚至只有凸模和凹模,结构十分简单,制造也十分简便,制模周期短,成本很低,至今在国内乡镇与中小型企业,特别是一些民营企业中都相当普遍的使用着。在这些企业中,中小批量生产多数用单工序冲模,特别是冲制料厚大、精度低、外形简单的冲压件,分序进行冲孔、切口、切边、剖切、切断、落料等冲裁分离作业,大都用结构尽量简单,制模方便而周期短、成本低的各种单工序冲模,以及用于压弯(弯曲)卷边、卷圆、拉深、起伏成形、翻边、凸肚、缩径、打凸、校形等成形作业所需的单工

序冲模。多数单工序成形模要比上述单工序冲裁模复杂得多,制造成本也较高。无论是冲裁还是成形的无导向单工序冲模,冲压时上模与下模之间的导向,全靠配套使用的机械压力机的滑块导轨对滑块的导向,因而滑块的导向精度是关键。无导向冲模大多为敞开式。闭模冲压时,如操作工人的手不能及时离开模具工作区,必然发生压手断指的人身伤害事故。据笔者多年的实际调查了解到,绝大多数压手断指事故发生在这类无导向敞开式冲模上。

在有导向冲模中,使用最广的是靠导柱与导套导向的导柱模;其次是靠导板在凸、凹模之间导向的导板式冲模,亦称之为导板模;此外,还有靠导筒导向的导筒模等。有导向装置的冲模,不仅冲压精度高,多数有导向冲模结构具有保护操作安全和降低冲压噪声的双重功能,尤其是固定卸料导板式冲模,这方面作用尤为突出。

图 1-1a 所示为固定卸料导板式冲模的基本结构。从图中可以看出,这种冲模是由七层模板构成模体,加上模柄和模体侧边的承料板组成整套固定卸料导板式冲模。这七层模板、模柄及承料板全是标准件,设计和制造时均可从冷冲模相应标准中选取。非圆断面异形凸模是非标准零件,需按设计图样加工制造。此外,凸模固定板 3、导板 4、凹模板 6 上的模孔,也必须按图样加工出来,而后才能组装成固定卸料导板式冲模。该类冲模的所有标准件,包括待加工模孔的各种模板半标准件,均可在市场上选购。因此,制模十分方便而且周期很短,成本较低。

图 1-1b 所示为固定卸料导板式冲模的派生结构。这种结构的导板模可在滑块行程大而又不可调的压力机上运作。使用时仅需将下模固定压力机台面上,用压力机滑块底面或固定在滑块模柄孔中的触柄来撞击其模柄(触头)即可冲压。上模复位靠凸模固定板与导板间在其两侧装设的弹簧弹起并卸料。

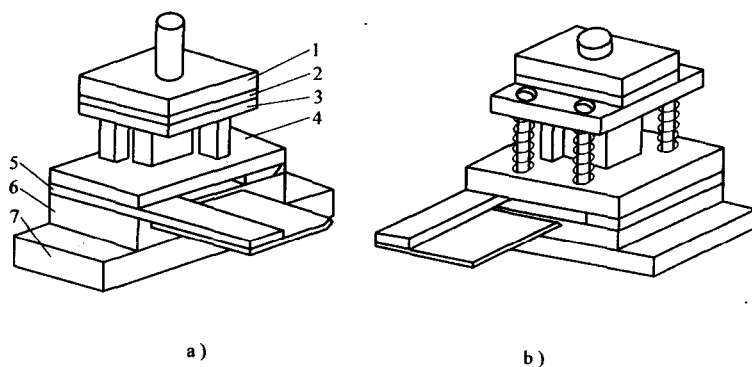


图 1-1 固定卸料导板式冲模结构示意图

a) 固定卸料导板式冲模基本结构 b) 固定卸料导板式冲模派生结构

1—上模座 2—垫板 3—凸模固定板 4—导板 5—导料板 6—凹模板 7—下模座

图 1-2 所示为垫圈冲压件固定卸料导板式二工位连续冲模。该冲模是标准的固定卸料导板式冲模结构。模体由上模座 3、垫板 4、凸模固定板 5、导板 7、导料板 18 和 21、凹模板 10、下模座 11 等厚薄不等、材料不同的七层模板构成。加上模柄 1、承料板 20 组成该冲模。此外,该冲模还装设了完善的送料定位机构。该机构是由始用挡料装置(由件 12、13、14 组成的部件)、固定挡料销 9、导正销 8,以及侧压装置(由件 16、17、18、19 组成的部件)

等多个零部件组成的定位系统。

带料入模前，先用手拉动拉手 19，侧压装置缩回带料进入导料槽。松开拉手 19，而后再送进带料至第一工位，由始用挡料装置 12 挡料定位后冲孔，继续送进带料被固定挡料销 9 挡住后落料。落料凸模 6 端面装有导正销，在落料之前导正销插入上一工位预冲孔，导正送料偏差，从而确保了内外圆的同轴度，不会冲出偏心垫圈。侧压装置始终将带料推向长导料板一侧，使带料沿该导料板送进，不会歪斜。

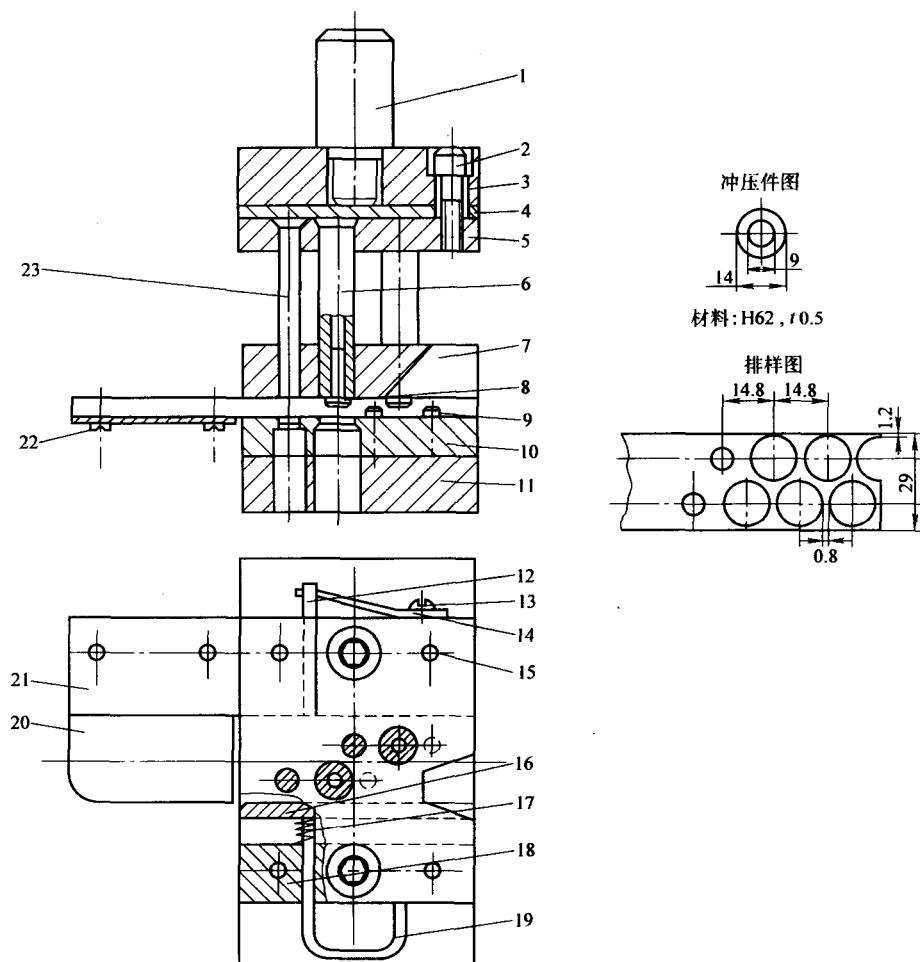


图 1-2 垫圈冲压件固定卸料导板式二工位连续冲模

- 1—模柄 2、13、22—螺钉 3—上模座 4—垫板 5—凸模固定板 6—落料凸模
7—导板 8—导正销 9—固定挡料销 10—凹模板 11—下模座 12—始用挡料装置
14、17—弹簧 15—销钉 16—侧压板 18、21—导料板 19—拉手 20—承料板 23—冲孔凸模

图 1-3 所示是一套典型的弹压卸料导板式冲模。该模具冲压件采用双列对头直排排样进行有结构废料和搭边的有废料两工位连续冲裁。该模具采用两组侧刃 15 对送进原材料定距限位。落料凸模 17 端面装有导正销，落料前导正销先插入在第 1 工位预冲孔内导正，而后落料，确保冲压件内孔 $\phi 6.3_0^{+0.02}$ mm 与外圆 $\phi 12$ mm 的同轴度，不致于出现偏斜。厚厚的

弹压卸料板 7，对凸模进行全行程导向，凸模始终不脱开弹压卸料板。

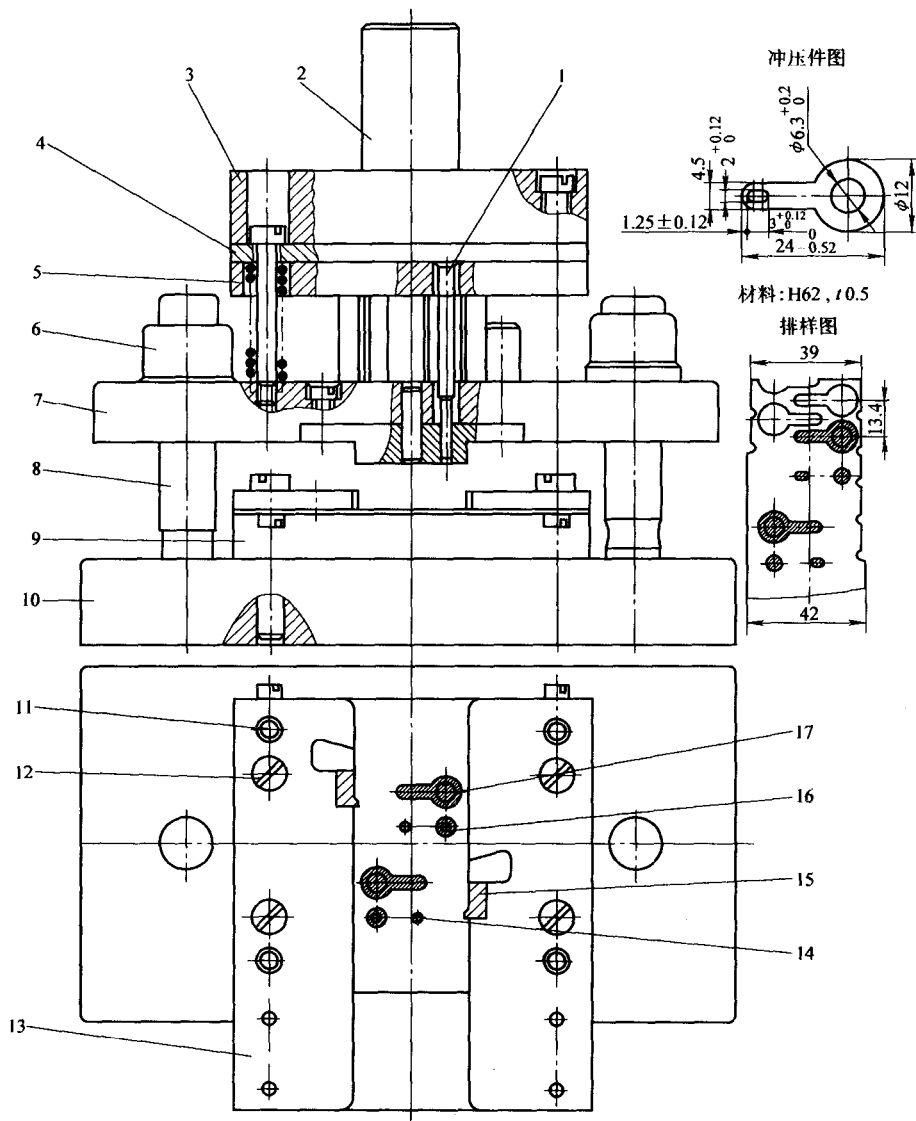


图 1-3 连杆冲压件弹压卸料导板式连续冲模

- 1、14—冲孔凸模 2—模柄 3—上模座 4—垫板 5—固定板 6—导套
7—弹压卸料板(导板) 8—导柱 9—凹模 10—下模座 11—圆柱销 12—螺钉
13—导料板 15—侧刃 16—冲孔凸模 17—落料凸模

其实导板式冲模也与导柱模一样，随着冲制冲压件的形状与尺寸精度不同，其结构也是千变万化的。图 1-1 ~ 图 1-3 仅仅是其两大类中两种最简单、最基本的结构形式。固定卸料导板式冲模用于冲制型材、钢丝(线材)时，导板结构要改变，其凹模在冲制复杂冲压件时，经常设计成镶拼结构；弹压卸料导板式冲模的结构形式更多，仅其改型与派生结构就有六种，使用广泛。

第二节 导板式冲模的来源及应用情况

一、导板式冲模的来源

国内使用导板模的历史,可以追溯到 20 世纪 50 年代末至 60 年代初。当时德国对华援建的西安仪表厂、华北无线电器材厂、上海与华东多家无线电厂、郑州砂轮厂等一批大型骨干企业陆续建成投产。笔者曾作为冲压工艺员兼翻译,同德国来华工作的著名冲压专家 S. Lauke、L. Füller 等人共同工作了几年,目睹并亲身体会到德国的先进冲压工艺技术。通过对德国进口的冲制仪表零件的各类导板模长期观察使用,在德国专家指导下,中国技术人员与工人很快便学会设计与制造导板模。好长一段时间内,人们都只注重宣传和推广优点格外突出的固定卸料导板式冲模;对于弹压卸料导板式冲模,只是在其冲制精密、薄料、小尺寸仪表冲压件的突出作用显现时才引起人们的关注。

改革开放以前,国产机械压力机都是老式结构曲轴压力机,滑块行程大又不可调,不能使用德国进口及后来国内自制的各类导板式冲模进行冲压,尤其是不能用于固定卸料导板式冲模冲压。因此,导板模一直只在几个德国援建的及相关工厂中使用。到 20 世纪 70 年代中期,我国设计和制造出 J12 系列开式单柱活动台行程可调偏心压力机,随后上海、江苏等几个著名锻压设备制造厂,也开始生产不同型号的滑块行程可调的高性能机械压力机,以及少量 J11 系列单柱开式固定台滑块行程可调的机械压力机,推广使用导板模才有了转机。

“一五”期间国内还没有专业模具制造厂。各大中型企业所用模具全部由自己的工具车间或工模具制造工段制作。受前苏联专家与企业“大而全”思想的影响,德国援建的工厂,也强烈要求德国帮助建立规模宏大的工模具车间。为了尽快使技术人员与工人掌握德国的冲压生产技术,应中方要求,德方派遣多位有关专业专家来华帮助与指导建厂工作。

德国著名冲压专家 S. Lauke 等人,在西安仪表厂组织培训技术人员和工人,比较系统地介绍了从德国进口的冲压设备、冲模及冲压生产工艺与实际操作技术。1958 年以后,西安仪表厂开始大量使用导板式冲模冲制仪表类精密、薄料、小尺寸冲压件。几乎是同时,在德方包建的多家工厂陆续建成投产,凡有冲压车间(工段)的工厂,也都以上述形式接触到德国的冲压生产技术,尤其是德国进口的可调行程开式单柱活动台偏心压力机,以及德国设计与制造的大量导板式冲模。

四十多年的冲压生产实践证明,使用导板模冲制工件从未发生过压手断指的人身伤害事故,导板式冲模的良好操作安全性得到充分体现。

二、导板式冲模的推广应用情况

以上简略的历史回顾,说明了导板式冲模的来历。在很长一段时间内,德国提供的导板式冲模图样,如同德方提供的各类仪表产品图样一样,处于严格的保密手段控制之下,一律不对外。导板模仅在当时德国对华援建的仪表厂、无线电厂等一批大型骨干企业中推广应用并获得普及。其他企业,甚至同行业工厂都很少使用导板式冲模,尤其固定卸料结构的导板式冲模。其主要原因可归纳如下几点:

(1) 企业与企业间互相保密。按照当时保密制度的规定,国外提供的图样与技术一律不对外,任何人不得泄漏出去。不同企业同行之间很少在技术上进行沟通和交流。导板式冲模技术只限于在德国包建的一些工厂中应用。

(2) 导板式冲模尤其固定卸料导板式冲模, 对配套使用的机械压力机有一定要求: 用滑块行程可调的压力机, 以确保导板式冲模可以按需要选用较小的行程, 保证凸模在冲压过程中始终不脱开导板, 不会损坏导板导向面。长期以来国内不生产可调行程的压力机。只有国内德方包建的十几家工厂, 使用德国进口的可调行程压力机, 适宜用导板模冲压。在 1960 年以后, 由于众所周知的国际政治风云, 中国已不可能再从前苏联与德国进口什么机械设备了。导板式冲模的推广应用处于停滞状态。

(3) 长期以来, 国产的中小型机械压力机均为老式结构的曲轴压力机, 滑块行程大又不可调, 其技术性能改进与提高不大, 不能使用导板式冲模, 主要是用固定卸料导板式冲模进行冲压作业。到 1974 年底, 哈尔滨锻压机床厂在国内首先设计和制造出 J12 系列开式单柱活动台行程可调偏心压力机, 此后国内一些著名的冲压设备制造厂也开始生产不同型号的行程可调的高性能机械压力机, 为推广应用导板式冲模创造了条件。

改革开放以来, 国内冲压行业欣欣向荣。尤其近几年, 机电产品市场红火, 冲压行业忙得不可开交。但其安全生产的形势不容乐观。除了模具与设备事故不断发生外, 最令人棘手的压手断指人身伤害事故也时有发生, 引起各方面, 特别是中央媒体的广泛关注并进行了调查披露。媒体在分析经常发生压手断指事故的原因时, 归结为“劣质冲床惹的祸”, 实际上冲模结构不良是更主要的原因。据了解, 发生这些事故的根本原因之一是使用的冲模存在结构缺陷, 没有考虑操作工人的安全。在冲模设计中, 应将安全生产放在首位。“以人为本”, 将冲压生产的安全隐患消灭在萌芽中, 充分考虑安全有效的冲模结构, 才能有益于“可持续发展”。导板模, 尤其是固定卸料导板式冲模, 是一种安全型低噪声冲模, 使用中可以保证操作安全, 绝对不会压到操作工手指; 而且冲压噪声要比敞开放式冲模和相当冲压件导柱模噪声小 5~8dB (A)。导板式冲模的这些突出优势, 是其应该获得迅速推广与扩大应用的主要因素。

近些年, 各类导板式冲模, 特别是用于冲制薄料精密冲裁件与复杂成形冲压件的弹压卸料导板式冲模得到了广泛使用。随着市场竞争的日益激烈, 企业对降低机电产品成本, 提高产品的市场竞争力要求日益提高。导板式冲模以其用料省, 制造方便且制模周期短, 制模成本低, 得到广泛关注, 被中小家电与机电产品生产厂商和冲压行业重新认识, 并推广使用这类导板式冲模。

第三节 长期使用导板式冲模的体会

导板式冲模从 20 世纪 50 年代末到 60 年代初由德国传入中国, 至今已有近 50 年的历史。通过对德国进口的大量冷冲模尤其是各种导板模的长期使用, 积累了一些经验, 也接受了不少教训, 希望这些经历对国内冲压行业的同行、相关专业的大专院校师生能有所启迪与帮助。

一、冲压事故分析

各类机电与家电产品生产, 冲压件品种多、数量大、任务重。所需冲模品种多, 数量大, 制模周期长、费用大, 采用自制的结构简单无导向装置、也无安全防护设施的冲模进行生产是一般企业冲压车间, 尤其是中小型民营企业, 至今都经常使用的急功近利的生产手段。这是冲压事故不断发生在近年有上升趋势的原因之一。绝大多数国营企业在中小型冲压