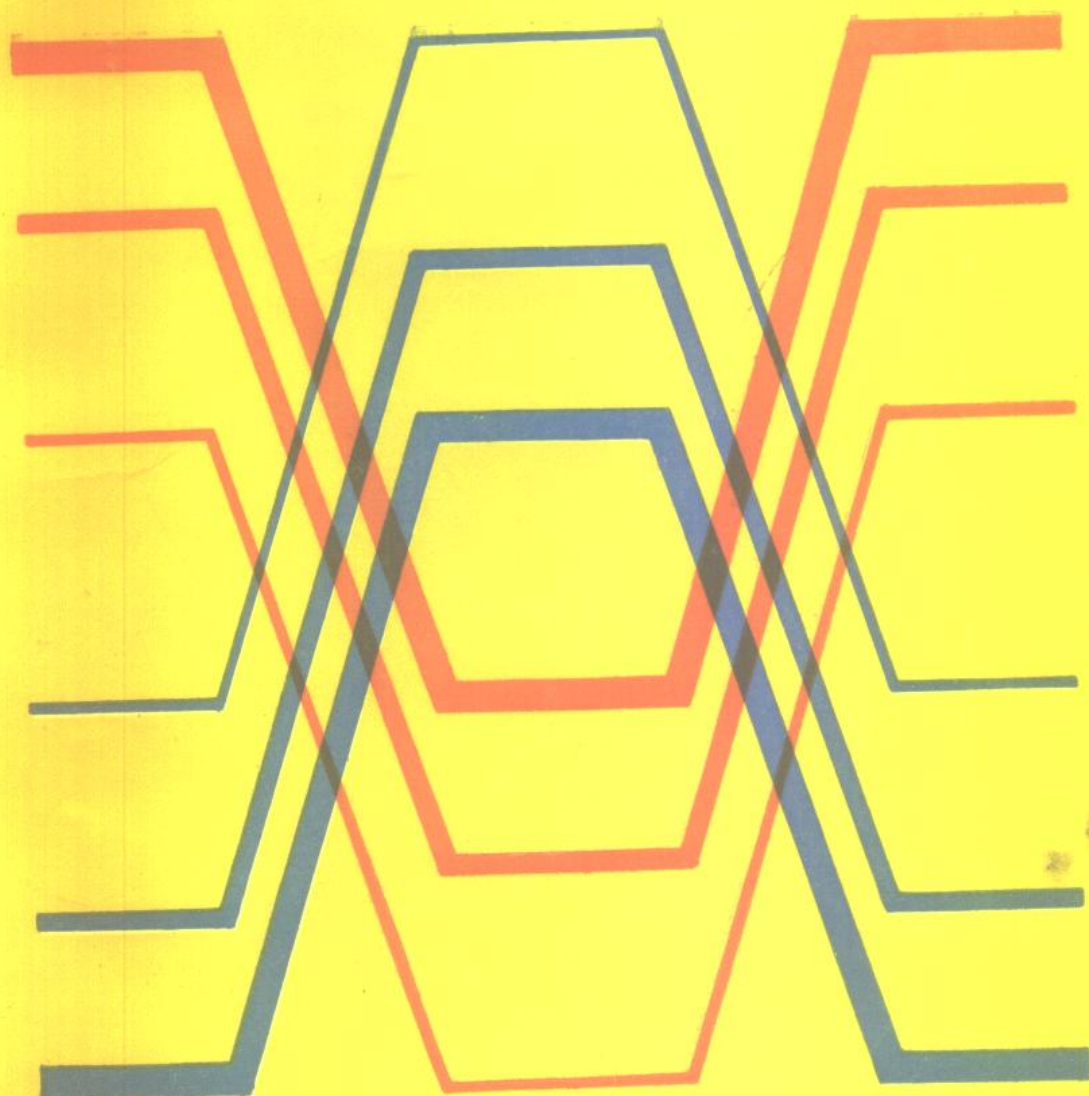


实用冲压 设计技术

王同海 孙胜 肖白白 编著



机械工业出版社

机

382

4

版

社

实用冲压设计技术

王同海 孙胜 肖白白 编著

机械工业出版社

(京)新登字054号

本书共分六章。第一~四章主要从实用设计技术的角度出发,介绍了冲压与模具设计的基本内容、原则、方法、经验、技巧及其设计实例。第五、六章概括介绍了反求工程技术和计算机技术在冲压设计中的应用。

该书集实用性和新颖性于一体,文字叙述通俗易懂,工艺计算及模具零部件结构均归纳成图表形式,有较强的实用性。

本书既可供工厂企业的工程技术人员参考使用,也可作为高等院校、中等专业学校锻压专业和模具专业的教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

实用冲压设计技术/王同海等编著. —北京:机械工业出版社, 1995.4
ISBN 7-111-04379-0

I. 实… I. 王… I. 冷压-工艺设计-技术 IV.TG382

中国版本图书馆CIP数据核字(94)第07792号

出版人:马九荣(北京市百万庄南街1号 邮政编码100037)
责任编辑:杨燕 版式设计:霍永明 责任校对:姚培新
封面设计:肖晴 责任印制:王国光
机械工业出版社京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
1995年4月第1版·1995年4月第1次印刷
787mm×1092mm¹/₁₆·17.25印张·421千字
0 001—3 500册
定价:19.80元

前 言

冲压设计包括工艺设计和模具设计两方面内容，它既是冲压生产技术准备工作的基础，又是组织正式生产的依据。冲压设计的根本目的，是为生产提供技术上先进可行、经济上相对合理的冲压工艺规程文件和模具制造用图样，以便最大限度地提高工厂企业的技术经济效益。因此，冲压设计工作在冲压生产中占有极其重要的地位。

冲压设计是一项技术性极强的工作，其设计过程实质上是一个综合地分析研究问题、反复地设计计算及修改的创造性劳动。在实际生产中，由于影响、制约冲压设计的因素繁多，往往给设计工作带来一定的困难。尤其是开始从事冲压设计的工程技术人员，更是希望能尽快掌握或借鉴前人总结积累的设计经验与技巧，以便少走弯路，更好地适应冲压生产日益发展的需要。为此，我们在广泛收集冲压生产设计经验及有关资料的基础上，结合多年从事冲压教学、研究及设计的工作实践与体会，将冲压设计的基本内容、原则、方法、经验及技巧等总结整理归纳分类，编纂成《实用冲压设计技术》一书，以期对冲压设计工作有所助益。

本书对冲压设计技术的基本内容及其应用作了比较全面系统的阐述，力求文字简洁，通俗易懂，图表、公式实用性强。除此之外，为了有益于开拓思路，增强创造性思维能力，本书还对反求工程技术和计算机技术在冲压设计中的应用分别作了概括的介绍，这有益于冲压设计在设计方法及手段上的更新与发展。

本书分为六章。第一、二章和第三章一至九节及第十二节由王同海编写，第五、六章由孙胜编写，第四章和第三章第十、十一、十三、十四节由肖白白编写。

本书在编写过程中，曾得到有关工厂、院校、研究所等单位的热情帮助，提供了不少宝贵资料，并较广泛参考了国内外学者的有关文献、资料，引用了部分资料和插图，在此一并致以衷心的感谢。由于编者水平有限，书中谬误之处，恳请读者批评指正。

编 者

1994年3月

目 录

第一章 冲压设计概论	1	第五节 工序性质、数量的确定	20
一、冲压设计在冲压生产中的地位	1	一、工序性质的确定	20
二、冲压设计的基本内容	1	二、工序数量的确定	22
三、冲压设计的基本要求	2	第六节 工序顺序的安排	24
四、冲压设计的一般工作程序	2	一、平板冲裁件的工序顺序安排	24
五、冲压设计中必须考虑的若干问题	3	二、弯曲件的工序顺序安排	24
六、冲压设计技术的发展	3	三、拉深件的工序顺序安排	26
第二章 冲压工艺设计	5	第七节 工序组合方式的选择	31
第一节 工艺设计的原始资料	5	一、工序组合的必要性	31
一、冲压件的产品图样及技术条件	5	二、工序组合的可行性	31
二、原材料的尺寸规格、性能及供应状况	5	三、工序组合方式	32
三、产品的生产批量及定型程度	6	四、工序组合方式的选用原则	35
四、冲压设备条件	6	第八节 工序定位基准与定位方式的选择	36
五、模具制造条件及技术水平	6	一、定位基准的选择	36
六、其他技术资料	7	二、定位方式的选择	38
第二节 工艺设计的基本内容与步骤	7	第九节 冲压半成品形状与尺寸的确定原则	39
一、分析产品零件图的冲压工艺性	7	一、半成品尺寸应根据冲压工序的极限变形参数确定	39
二、确定冲压工艺方案	7	二、半成品尺寸应保证冲压变形时金属的合理分配与转移	40
三、选择模具类型	8	三、半成品的过渡形状与尺寸应有利于下道工序的冲压成形	40
四、选择冲压设备	8	四、半成品的过渡形状与尺寸应有利于保证冲压件的表面质量	40
五、编写冲压工艺过程卡(简称工艺卡)	8	五、半成品的形状与尺寸应能满足模具强度和定位方便的要求	41
第三节 冲压件的工艺分析	9	第十节 冲压工序草图	41
一、冲压加工对冲压件形状和尺寸的要求	9	一、工序草图的主要内容	41
二、冲压加工对冲压件精度的要求	13	二、绘制工序草图时的注意事项	41
三、冲压加工对冲压件材料的要求	15	第十一节 冲压工艺卡片	42
四、冲压加工对冲压件尺寸标注的要求	15	第十二节 冲压设备选择	44
五、冲压加工的经济性分析	17	一、设备类型的选择	44
第四节 冲压工艺方案的制定	19	二、设备规格的选择	44
一、制订工艺方案时的主要内容	19	第十三节 常用冲压工艺计算公式与数据	45
二、制订工艺方案时的基本要求	19		
三、制订工艺方案时的一般步骤	19		
四、选择工艺方案时的注意事项	20		

一、变形程度计算.....45	第九节 连接与固定零件设计115
二、冲压工艺力计算.....46	一、模柄115
三、毛坯尺寸计算.....49	二、上、下模板(座).....115
四、工序尺寸计算.....54	三、固定板117
第三章 冲压模具设计64	四、垫板117
第一节 模具类型及其选择.....64	五、螺钉与销钉117
一、模具分类.....64	第十节 模具零件的公差配合、形位
二、模具零件分类.....65	公差及表面粗糙度要求120
三、模具类型选择.....65	一、模具零件的公差配合要求120
第二节 模具典型结构.....67	二、模具零件的形位公差要求120
一、冲裁模典型结构.....67	三、模具零件的表面粗糙度要求121
二、弯曲模典型结构.....72	第十一节 模具常用材料及热处理要
三、拉深模典型结构.....75	求122
四、翻边模典型结构.....77	一、模具材料的选用原则122
第三节 模具设计的基本内容与步骤.....78	二、模具材料的种类及性能123
一、重新审查产品零件图和冲压工	三、模具常用材料及热处理要求124
艺卡.....78	四、模具主要材料的许用应力125
二、进行模具的总体设计.....78	第十二节 模具设计要点127
三、进行模具的主要零部件设计.....78	一、冲裁模设计要点127
四、绘制模具总装图和零件图.....78	二、弯曲模设计要点129
五、校核模具图样.....78	三、拉深模设计要点130
六、编写模具设计计算说明书.....78	四、复合模设计要点131
第四节 模具总体设计.....79	五、级进模设计要点132
一、确定模具结构型式.....79	第十三节 模具图的绘制与校核134
二、确定模具压力中心.....82	一、模具总装图的要求及绘制方法134
三、确定模具外形尺寸.....83	二、模具零件图的要求及绘制方法137
第五节 工作零件设计.....84	三、模具图样的校核238
一、冲裁模工作零件.....84	第十四节 模具设计计算说明书140
二、弯曲模工作零件.....95	第四章 冲压设计实例142
三、拉深模工作零件.....97	第一节 冲压工序设计实例142
第六节 定位零件设计100	第二节 冲压模具设计实例152
一、用于单个毛坯的定位零件100	第五章 冲压工艺形态及反求工
二、用于控制条料送进的定位零件101	程技术的应用171
第七节 卸料、出件及压料零件设计106	第一节 概述171
一、卸料装置106	第二节 冲压工艺及冲模的形态模型173
二、出件装置106	一、工艺过程的形态模型及基本要
三、压料装置108	素173
四、弹性元件的选用与计算109	二、冲压工艺过程及其形态模型177
第八节 导向零件设计113	三、冲模结构及其形态模型178
一、滑动式导柱和导套113	第三节 反求工程的分析技术181
二、滚动式导柱和导套113	一、反求功能分析181
三、导板114	二、反求材料分析187

三、反求精度分析与设计	190	二、盒形件拉深设计系统	237
第四节 反求工程设计的基本方法	196	第四节 计算机绘图概述	241
一、技术软件反求设计法	196	一、图形处理的矩阵方法	242
二、影象反求设计法	202	二、绘图程序设计	246
三、实物反求设计法	206	第五节 计算机数值模拟问题	250
第六章 冲压设计中的计算机应		一、杆系机构的运动学分析	250
用简介	213	二、筒形件拉深过程的数值模拟	253
第一节 概述	213	第六节 专家系统的初步应用	254
第二节 计算机在工程计算中的应用	215	一、专家系统的基本结构	255
一、设计资料中数表的计算机处理	215	二、专家系统在塑性成形设计中的	
二、工程科学计算	222	应用	258
第三节 软件工程方法的应用	233	附录	263
一、SA-SD-SP方法	235	参考文献	270

第一章 冲压设计概论

冲压工艺是一种先进的金属加工方法，它在汽车、电机、电器、仪表、仪器、农机、通讯、化工、轻工、纺织以及航空航天等工业部门中占有非常重要的地位，应用范围十分广泛。

随着冲压技术的不断进步和冲压生产的迅速发展，对冲压设计工作提出了愈来愈高的要求。冲压设计是一项技术性很强的工作，其设计过程实质上是再创造的劳动过程。冲压设计质量的优劣，不仅直接影响冲压产品的质量、成本及生产效率，而且也影响着冲压生产的组织与管理。因此，冲压设计工作不仅要求设计人员具有较好的理论基础、丰富的实践经验、熟练的设计技能和认真负责的工作态度，而且还要求设计人员能在不断积累总结设计经验的基础上，及时获取最新科学技术知识，尽快掌握现代化的设计计算手段。只有这样，冲压设计工作才能适应工业生产迅速发展的需要。

一、冲压设计在冲压生产中的地位

冲压设计既是冲压生产准备工作的基础，也是组织正式生产的依据。冲压设计水平标志着冲压生产工艺的先进性、合理性以及生产成本的经济性，它在很大程度上反映了工厂的生产技术水平。

生产实践证明，合理的工艺方案和模具结构，不仅为稳定产品质量、降低冲压成本提供了技术上的保证，而且也为生产的组织与管理创造了有利的条件。反之，冲压设计的任何失误或差错，都会给生产带来不应有的损失，乃至造成人身、设备的重大事故。比如，在制定工艺方案时，本来可以合并而且也应该合并的工序而没有合并，致使工序数量增加，不仅降低了生产效率，而且造成了人力、工时及设备的浪费，难以满足大批量生产的要求。再如，由于模具结构设计不合理，而使送料或出件困难，这就为冲压操作带来了不便，难以保证安全生产。又如，在安排工序顺序时，由于没有很好地考虑冲压变形时的金属流动规律，而使工序顺序的安排不合理，因而导致冲压件产生质量缺陷甚至报废等等。所有这些均说明冲压设计是一项严谨、细致而复杂的技术工作，它必须经受生产的检验。无疑地，只有首先保证成功的冲压设计，才有可能谈得上成功的冲压生产。因此，冲压设计作为冲压生产的技术准备工作，在冲压生产中占据重要地位。

二、冲压设计的基本内容

冲压设计包括工艺设计和模具设计两方面内容。

冲压工艺设计是针对给定的产品图样，根据其生产批量的大小、冲压设备的类型规格、模具制造能力及工人技术水平等具体生产条件，从对产品零件图的冲压工艺性分析入手，经过必要的工艺计算，制定出合理的工艺方案，最后编写出冲压工艺卡的综合性的分析、计算、设计过程。冲压工艺方案的确定包括工序性质、数量的确定，工序顺序的安排，工序组合方式及工序定位方式的确定等内容。因此，冲压工艺设计实质上就是冲压的工艺制定，而表达工艺制定内容的文件就是冲压工艺规程（即冲压工艺卡）。

冲压模具设计则是依据制定的冲压工艺规程，在认真考虑毛坯的定位、出件、废料排除诸问题以及模具的制造维修方便、操作安全可靠等因素后，构思出与冲压设备相适应的模具

总体结构,然后绘制出模具总装图和所有非标准零件图的整个设计绘图过程。概言之,模具设计的实质就是要完全实现工艺设计的内容。而模具设计的整个过程,则是在考虑具体生产条件并综合分析研究相应设计要素后,经过反复构思、修改,直至绘制出模具图样的创造性劳动过程。

在冲压设计中,尽管工艺设计和模具设计的工作性质不同,但两者之间却存在着相互渗透、相互补充、相互依存的关系。比如在工艺设计过程中,既要考虑模具结构、模具制造的可行性,又要考虑冲压设备、原材料供应状况等生产条件的局限性。只有这样,才能制定出技术上先进、经济上合理的最佳工艺规程。而在模具设计过程中,相应地也必须熟悉有关的工艺设计知识,才能清楚了解工艺设计的意图,从而构思出合理的模具结构,完成工艺规程规定的模具设计任务。多年来,我国从事冲压生产的大型工厂,一般是将工艺设计和模具设计分为两个独立的技术部门,分别完成工艺设计和模具设计任务。而对于中小型工厂,大都没有明显的技术部门分工,其工艺设计和模具设计一般是在一个技术部门完成的。但无论如何,由于设计中涉及的影响因素太多,难以使设计达到尽善尽美、理想无缺的程度,因此两个设计环节之间允许相互协商、相互补充、相互修订。由此表明,无论工艺设计者还是模具设计者,要想很好的完成冲压设计工作,要求同时具备工艺设计和模具设计两方面的知识及经验技能,这点是尤为重要的。

三、冲压设计的基本要求

如上所述,作为冲压生产的技术准备工作(为生产提供工艺规程和模具图样),冲压的工艺设计和模具设计,具有不同的工作性质及内容,因此应提出不同的要求。

(一) 工艺设计的基本要求

- (1) 冲压原材料利用率要高,即材料消耗应尽可能少。
- (2) 根据工厂的具体生产条件,制定的工艺方案应技术上先进可行,经济上合理。
- (3) 工序组合方式和工序排列顺序应符合冲压变形规律,能确保冲压出合格的工件。
- (4) 工序数量应尽可能少,生产效率尽可能高。
- (5) 制定的工艺规程,应方便工厂的生产组织与管理。

(二) 模具设计的基本要求

- (1) 模具结构及其尺寸参数应保证能冲压出形状、尺寸、精度均符合图样要求的零件。
- (2) 模具结构应尽可能简单,制造维修方便,成本低廉。
- (3) 模具要坚固耐用,能满足生产批量的要求。
- (4) 模具要操作方便,工作安全可靠,工人劳动强度要低。
- (5) 生产准备周期要短。

四、冲压设计的一般工作程序

在实际生产中,冲压件的形状、尺寸及其精度要求各异,且具体生产条件也不尽相同,这常给开始从事冲压设计工作的人员带来一定困难。但从另一方面看,只要遵循冲压变形的基本规律,搞清楚冲压基本工序的各自变形特点,尽管冲压件的形状、尺寸及精度要求不同,冲压设计的基本原则与方法则还是大同小异的。一般情况下可按以下工作程序进行:

- (1) 搜集冲压设计必需的原始资料;
- (2) 分析产品零件图的冲压工艺性;
- (3) 确定冲压工艺方案;
- (4) 确定模具类型;

- (5) 选择冲压设备;
- (6) 编写冲压工艺过程卡;
- (7) 重新审查产品零件图和冲压工艺过程卡;
- (8) 进行模具的总体设计;
- (9) 进行模具的主要零部件设计;
- (10) 绘制模具总装图和零件图;
- (11) 校核模具图样;
- (12) 编写模具设计计算说明书。

在此应当说明,上述冲压设计的工作程序并非一成不变,在某些情况下有时需交叉进行,这在设计过程中应视具体情况灵活掌握。

五、冲压设计中必须考虑的若干问题

冲压设计与生产实际关系密切。为使工艺设计和模具设计最大限度地适合于实际生产条件,保证冲压出质量与尺寸精度均满足图样要求的产品零件,既要做到技术上先进可行又要在经济上合理,因此在冲压设计过程中,要考虑多方面问题,概括起来应主要包括以下内容:

- (1) 产品零件的质量及尺寸精度要求;
- (2) 产品零件对冲压加工的适应性;
- (3) 产品零件的生产批量(试制、小批量、中等批量、大批量、大量);
- (4) 冲压设备条件;
- (5) 模具制造条件及技术水平;
- (6) 冲压原材料性能、规格及供应状况;
- (7) 操作方便与安全生产;
- (8) 工厂的企业管理水平。

由上述可见,冲压设计中涉及的问题较多,其工艺方法的选择、工艺方案的制定、模具类型的选择及其模具具体结构的确定,都不应该也不允许仅以上述的一两个方面作为依据,而应当综合研究各方面的问题,通过认真的分析比较,最终确定出合理的工艺方案,设计出合理的模具结构。

六、冲压设计技术的发展

随着科学技术的不断进步和工业生产的迅速发展,冲压加工作为现代工业领域内重要的生产手段之一,更加体现出其特有的优越性。在现代工业生产中,由于冲压产品的更新换代日趋频繁,且朝着复杂化、多样化、高性能、高质量方向发展,因此各工业部门对冲压生产技术的发展也提出了愈来愈高的要求。冲压设计作为冲压生产前的技术准备,其设计方法和手段也在不断地更新和发展。尤其是近些年来计算机在冲压设计领域内有了较广泛的应用,既涉及到了工艺设计,也涉及到了模具设计与制造,因此可以预言,它在不久的将来会取得较为迅速的进展。冲压设计技术的发展,可概括为以下几个方面:

(一) 工艺设计技术的现代化

传统的工艺设计方法主要是依靠设计人员的经验技能和可供查阅的现有设计资料,针对具体的冲压零件,从冲压工艺的分析、计算入手,到分析、比较和确定工艺方案及有关工艺参数,表现为人工的大量复杂而重复性的劳动过程,使设计周期延长,难以满足产品快速更新换代的要求。随着计算机技术的飞跃发展和塑性成形理论的进一步完善,近年来国内外已

开始研究塑性成形过程的计算机模拟技术,即利用有限元等理论分析方法模拟金属的成形过程,以预测某一工艺方案对零件成形的可能性和将会发生的问题,其结果既可在计算机屏幕上显示,也可将全部数据打印出来,以供设计人员进行修改和选择。如美国福特汽车公司中心研究室已开始采用有限变形的弹塑性有限元法,对汽车覆盖件的冲压成形过程进行应力应变分析和计算机模拟,若设计者对某一工艺方案尚不满意,便可修改工艺方案和相应的工艺参数,重新进行分析计算,直到满意为止。这样,不仅大大缩短了工艺设计周期,而且可以逐步建立一套能紧密结合生产实际的先进设计方法,既促进了冲压工艺的发展,也使塑性成形理论对生产实际起到更大的指导作用。

(二) 模具设计与制造技术的现代化

模具是实现冲压工艺要求的主要工艺装备。按照传统的手工设计与绘图方法,往往要进行大量的重复性劳动,不仅延长了模具设计周期,而且也严重影响了产品更新换代。因之,许多工业发达国家先后进行了模具计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)的研究与开发,使得这一新技术在近十年来取得了重大进展,并已在生产中开始应用。根据国外经验,采用CAD/CAM技术后,一般可提高模具设计制造效率2~3倍,使模具生产周期缩短1/2~2/3。随着这一技术的不断开发和完善,其最终目标要达到CAD/CAM一体化,而模具图样将只是作为检验模具之用。

(三) 计算机专家系统的开发与应用

由于计算机技术的应用范围日趋扩大,在塑性成形工艺和模具设计制造方面,国外正在开展人工智能的研究。而计算机专家系统则是人工智能的一个分支,主要用于模拟人的智能活动,达到分析解决问题的目的。在冲压设计中,无论是目前还是未来相当长的时间内,不可否认经验仍将在设计中起着极其重要的作用。因此,将众多专家的经验知识汇集起来,构成所谓的计算机专家系统,模仿专家的经验知识来分析和处理问题,其实用价值是不言而喻的,它将是冲压设计工作在手段和方法上的一个重大突破。就目前而言,有关冲压设计的专家系统国内外均有所报道,尚处于研制阶段。可以预言,计算机专家系统的研制与开发,将对冲压设计技术的进步产生重大影响。

(四) 反求工程技术的开发与应用

反求工程是针对消化吸收先进技术而提出的一系列分析技术和设计方法,它是一门跨学科、跨专业的综合工程,属于现代设计方法的范畴。冲压设计服务于冲压生产,面对由国外引进的冲压制品或模具,人们往往产生诸如“它是怎么做出来的”疑问,这在主观上就是一种反求要求。事实证明,技术引进在促进国家科技进步、推动经济建设方面起了很大的作用。但要取得最佳的技术经济效益,不是仅从国外引进先进的技术后就万事大吉,还应善于对引进的技术进行深入研究、分析、吸收和消化,并在此基础上有所创新,形成自己的技术体系,发展自己的新技术,开发自己的新产品。将反求工程的分析技术与设计方法应用于冲压工艺及模具设计,是作者的一个初步尝试,目的是为有兴趣于反求工程技术及其在冲压设计中应用这一新方法的读者抛砖引玉。尽管这仅是初步尝试,但它对在冲压设计中开拓思路及培养创造性思维能力无疑是有益的。

总之,冲压设计作为生产准备工作的基础,无论是现在还是将来,无论采用传统的设计方法还是应用最新科技手段,都将会对冲压生产、产品质量及制造成本等有直接影响,因而是一项极其重要的技术工作。

第二章 冲压工艺设计

冲压工艺设计是冲压工艺过程设计的简称,是冲压设计工作的重要组成部分。工艺设计主要包括冲压件的工艺分析和工艺方案制订两方面内容。即对于具体的冲压零件,首先从其结构形状、尺寸大小、精度要求及原材料选用等方面入手,进行冲压工艺性审查,必要时提出修改意见;然后根据具体的生产条件,并综合分析研究各方面影响因素,从而制定出一种技术上先进可行、经济上相应合理的工艺方案。其中包括工序数量的确定,工序顺序的排列,工序的组合方式确定,以及与实现工序内容有关的模具类型、设备规格、工艺定额的确定等。因此,冲压的工艺设计实质上就是制定冲压工艺规程。

冲压工艺规程作为表达工艺设计内容的技术文件,既是生产准备的基础,又是模具设计部门进行设计和生产管理部门用于指挥生产的重要依据。冲压工艺规程的编制,是一项严谨而复杂的技术工作,它对于产品的质量、成本、生产效率以及减轻劳动强度和保证安全生产都有重要影响。一种合理的工艺规程,不仅能确保产品质量和降低生产成本,而且能达到安全而方便地组织生产的目的。反之,若工艺规程编制的不合理,则会造成产品大量报废、成本提高或使生产周期长、效率低、模具返工维修频繁、不利于生产组织与管理等一系列不良后果。所以,冲压工艺规程的合理编制与设计,是冲压生产前不可缺少的一项重要技术工作。

在实际生产中,为能编制出合理的冲压工艺规程,不仅要求工艺设计人员本身具有良好的工艺设计知识和丰富的冲压生产实践经验,而且还要求其在实际工作中,与产品设计人员、模具设计人员、模具制造工人及冲压生产工人紧密结合,及时采纳他们的合理化建议,不断吸取国内外的先进经验并将其贯穿到工艺设计中。同时,在分析和制定工艺规程时,应从工厂的具体生产条件出发,综合考虑能保证产品质量、提高生产效率、降低生产成本、减轻工人劳动强度和保证安全操作等各方面因素,以便制定的冲压工艺规程技术上先进、经济上合理。

第一节 工艺设计的原始资料

冲压工艺设计应在收集、调查研究并掌握有关设计的原始资料的基础上进行,以便做到有的放矢,避免工作的盲目性。工艺设计的原始资料主要包括如下内容。

一、冲压件的产品图样及技术条件

产品图是工艺设计的依据。产品图样应视图完备,尺寸标注清晰、无遗漏,符合国家制图标准。技术条件应明确、合理。由此可对冲压件的结构形状、尺寸、精度要求以及装配关系、使用性能等有全面的了解,以便制定工艺方案,选择模具类型和确定模具精度。当产品仅有样件而无图样时,应对样件测绘后绘制出产品图样,以作为设计依据。

二、原材料的尺寸规格、性能及供应状况

冲压原材料的选用对工艺设计有着直接影响。在一定程度上说,工艺设计不能不受冲压用

材的制约。例如是板料还是条料、卷料或是废料利用等,则使制定的工艺方案亦有所不同。当用边角余料或结构废料作为冲压原材料时,只能考虑用单工序模或复合模冲压生产,而无法考虑用级进模。再如冲压材料的力学性能和工艺性能,与冲压件的质量密切相关,这也将直接影响工艺方案的制定。比如拉深加工某个冲压件,若所用板料具有较小的屈强比,较大的板厚向异性系数,则拉深加工就相当容易,有可能用较少的拉深次数甚至一次便可拉深成功。反之,若采用硬度高、屈强比大、板厚向异性系数小的材料,则难于进行拉深加工。在此情况下,为保证拉深件质量,在工艺设计中不得不考虑增加拉深次数或其他辅助工序等。由上述可见,充分了解冲压原材料的详细情况,将有助于后续的工艺设计工作。

三、产品的生产批量及定型程度

产品的生产批量及定型程度,是工艺设计中必须考虑的重要内容。任何一个产品的生产,都存在生产批量及定型程度的问题。在工艺设计前,了解产品是试制、少量还是批量或大量生产,由此确定加工方法和选择模具类型,是采用冲压方法加工还是用其他方法加工,是采用简易模具结构还是用较复杂的模具结构。一般来说,不同的生产批量亦有不同的加工方法,这应以满足生产需要、保证产品质量、降低生产成本为目的。

若考虑用冲压方法生产时,对具有相当生产批量和大批量生产的产品,在保证产品质量的前提下,工艺设计中应注重提高生产效率,尽可能减少工序数量,采用复合模、级进模或高寿命的硬质合金模、高效率的多工位自动级进模。对多品种、小批量或试制产品,应采用低熔点合金模、锌基合金模、聚氨酯橡胶模等简易模具,以缩短制模周期,降低生产成本。

四、冲压设备条件

工厂现有的冲压设备情况,不仅是模具设计时选择设备的重要依据,而且也对工艺方案的制定有直接影响。换句话说,不同的冲压设备条件,就相应有不同的工艺方案和模具结构。例如,对某个厚板冲裁件采用复合冲压工艺,当冲压工艺力超过工厂现有设备吨位时,该复合冲压方案就必须更改,而采用单工序冲裁方案分两道工序冲压,以降低冲压工艺力,或进行复合冲压时在模具结构上采取降低冲压力的措施(例如采用阶梯冲裁法),以使冲压力适应设备吨位的要求。再如拉深某个工件,工厂在具有双动压力机的情况下,制定工艺方案时应选用双动拉深模具结构,这可简化模具的设计与制造,并容易保证拉深件质量。

五、模具制造条件及技术水平

工厂现有的模具制造条件及技术水平,对工艺设计和模具设计均有直接影响。即应充分考虑工厂的制模能力及其习惯的加工方法,为工艺方案的制定和模具的结构设计提供可行性依据。一般来说,若工厂的制模能力较差,就不宜采用复合冲压或连续冲压的工艺方案,以免复合模或级进模的制造达不到设计要求。反之,若工厂的制模条件及技术水平较高,且产品为大批量生产时,应采用多工序的复合冲压或多工位的连续冲压工艺方案,以满足大批量生产的要求。

模具制造条件及技术水平,主要指模具加工设备条件,热处理和技术检验的条件,模具材料、规格及标准件的供应状况,模具制造工人的加工、装配技术水平等。随着冲压技术的不断进步,模具加工设备也在不断发展和更新,如各种精密镗床、仿形铣床、成形磨床、光学曲线磨床、电火花线切割机床及加工中心等精密机床已逐渐取代常规加工设备,向着高效、精密、大型及自动化方向发展。所谓加工中心,实际上是将数控铣床、数控镗床、数控钻床的功能组合起来,再附加一个刀具库和一个自动换刀装置后构成的综合数控机床,即工件经一

次装夹后,通过机床自动换刀可连续完成铣、钻、镗、铰、攻螺纹等多种工序。

六、其他技术资料

主要包括冲压手册、冲模设计手册、冲模图册、冷冲模国家标准、部颁标准及其企业标准和机械设计手册、材料手册等有关的技术参考资料。利用这些技术资料,将有助于设计者设计计算和选用材料及尺寸精度等,故可简化设计过程,缩短设计周期,提高设计工作效率。

第二节 工艺设计的基本内容与步骤

在清楚了解并掌握上述原始资料的基础上,工艺设计的基本内容与步骤如下:

一、分析产品零件图的冲压工艺性

冲压工艺性是指冲压件对冲压工艺的适应性,亦即冲压件的结构形状、尺寸大小、精度要求及所用材料等方面是否符合冲压加工的工艺要求。一般说来,工艺性良好的冲压件,可保证材料消耗少,工序数目少,模具结构简单,产品质量稳定,成本低,还能使技术准备工作和生产的组织管理做到经济合理。在工艺设计时,首先分析冲压件的工艺性,目的是为制定工艺方案奠定基础。分析冲压件的工艺性,主要包括如下两方面内容:

(一)对产品图进行工艺性审查

根据产品图样,认真分析研究该冲压件的形状特点、尺寸大小及精度要求,所用材料的力学性能、工艺性能和使用性能,产生回弹、翘曲、歪扭、松弛等弊病的可能性,由此了解它们对冲压加工难易程度的影响情况。在分析产品图时,要特别注意零件的极限尺寸(如最小冲孔尺寸、最小窄槽宽度、最小孔间距和孔边距、最小弯曲半径、最小拉深圆角半径等)、尺寸公差、设计基准及其他特殊要求。因为这些要素对所需的工序性质、数量、排列顺序的确定以及冲压定位方式、模具结构形式与制造精度的选择均有显著影响。总之,对产品图进行工艺性审查,其目的就在于明确该零件是否适合冲压加工的工艺特点,用冲压方法制造是否经济合理及需要解决的主要技术问题有哪些。

(二)对产品图提出修改意见

经过上述的分析研究,如果发现冲压件的工艺性很差,则应会同产品设计人员,在不影响产品使用要求的前提下,对冲压件形状、尺寸、精度要求乃至原材料的选用等进行适当的修改。必要时,应建议产品设计部门重新设计。具体说来,若发现产品图中零件形状过于复杂,或尺寸精度和表面质量要求太高,或尺寸标注及基准选择不合理,或通过适当改变其局部形状和尺寸,能有利于排样和节约原材料的,或能用薄料代替厚料、用黑色金属代替有色金属,均可向产品设计部门提出修改意见。

二、确定冲压工艺方案

在对冲压件进行工艺性分析的基础上,根据生产批量和工厂现有生产条件并综合考虑产品质量、生产效率、模具寿命、材料消耗及操作方便安全等因素后,通过对各种方案的仔细分析、比较,然后确定一种最佳工艺方案。冲压工艺方案的确定,要求工艺人员能在一系列技术和经济特征等具体条件下,通过对各种方案反复研究,从中寻求最合理、最有效的工艺方案。工艺方案的确定一般可按如下步骤进行:

(一)进行必要的工艺计算

根据产品图样,计算毛坯展开尺寸(如弯曲件毛坯展开长度,拉深件毛坯展开形状及尺

寸等)、工序间的半成品尺寸(如拉深件的各次拉深直径及高度,翻边件的预冲孔尺寸等)、冲压力(如冲裁力、弯曲力、拉深力、压边力、卸料力等)。上述工艺计算,无疑是确定工艺方案所必需的。比如拉深件,若不计算其毛坯尺寸和半成品尺寸,就无法知道拉深次数,也就无法确定其工艺方案。

(二) 提出各种可能的工艺方案

在上述有关工艺计算的基础上,通过对冲压件的工序性质、工序数量、工序顺序及工序组合方式的综合分析,提出各种可能的工艺方案。冲压件的工序性质是指该工件所需的工序种类,如落料、冲孔、弯曲、拉深、翻边等基本工序,一般可根据冲压件的结构形状直观确定。工序数量主要取决于工件的复杂程度、尺寸精度要求及材料的冲压工艺性能。冲压工序顺序的安排,既要考虑冲压件质量的稳定性,又要保证经济上的合理性,它主要取决于各工序的变形特点和尺寸要求。对冲压件的工序性质、数量和工序顺序初步确定之后,还应考虑这些工序的组合问题。工序的组合要考虑组合的必要性、可行性与组合方式三个方面。组合的必要性取决于生产批量,可行性则受冲压变形特点、工件质量、模具结构及制模条件的限制。组合方式目前主要是复合冲压和连续冲压两种。

(三) 选择一种最佳工艺方案

任何一个冲压件往往可有几种不同的冲压工艺方案,因此需综合考虑各方面的因素,并通过分析、比较,从中选择一种在技术和经济上都较为合理的最佳方案。所谓最佳工艺方案总是相对而言的,它与工厂的具体生产条件有关。因此,在确定工艺方案时,应从工厂现有的生产条件出发,在保证产品质量和满足生产批量要求的前提下,寻求以最经济合理的方式完成冲压件的加工过程。此外还应注意,对某些组合冲压件或有特殊要求的冲压件,尚须考虑非冲压辅助工序,如钻孔、铰孔、车削等机加工工序,焊接、铆合、热处理、表面处理及去毛刺等工序。这些辅助工序应视具体情况作出合理安排,有的可放在冲压工序之间进行,有的可置于冲压工序前或后进行。

三、选择模具类型

工艺方案确定后,即确定了冲压加工的工序数量、顺序以及工序的组合方式。选择模具类型时,需综合考虑冲压件的使用要求(尺寸大小、精度要求及形状复杂程度)、生产批量大小、冲压设备情况及模具制造能力等各方面的因素。通过分析比较,最终确定出是采用简易模、单工序模,还是采用复合模或级进模。一般来说,简易模(聚氨酯橡胶模、低熔点合金模、锌基合金模、板模及钢带冲模等)寿命低、成本低,通常适用于试制、小批量生产。对于生产批量大、精度要求较高的冲压件,应选用复合模或级进模。当冲压件尺寸很大时,为便于制造模具及简化模具结构,应采用单工序模;当冲压件尺寸小且形状复杂时,为便于生产操作,常采用复合模或级进模。有关模具的类型及其选择原则详见第三章第一节。

四、选择冲压设备

冲压设备选择是工艺设计中的一项重要内容。它直接关系到设备的安全及合理使用,并对产品质量、模具寿命、生产效率和生产成本等有着重要影响。设备选择主要包括设备类型和设备规格选择两个方面。一般来说,设备类型的选择主要取决于冲压的工艺性质、生产批量、工件的几何尺寸及精度要求等因素,而设备规格的选择主要与冲压力、模具闭合高度及其轮廓尺寸等因素有关。有关冲压设备的选择详见本章第十二节。

五、编写冲压工艺过程卡(简称工艺卡)

在经过上述工作程序后,即确定了冲压件以加工工艺路线和实施其工艺路线所需的工序

数量、顺序、相应的模具与设备类型及其他辅助工序后，据此应正式编制出冲压工艺过程卡。工艺过程卡作为冲压设计的重要工艺文件，不仅是模具设计的基本依据，而且也是指导生产过程及其有关生产环节的主要依据。

为方便工厂的生产组织与管理，应根据生产类型的不同，编写出不同详细程度的工艺过程卡。一般说来，在大批量生产中，需分别编制冲压件的工艺过程卡、每道工序的工序卡和材料的排样卡片。在成批或小批量生产中，需编制冲压件的工艺过程卡。但也有的工厂在小批量生产中，只填写工艺路线表。冲压工艺卡的格式及内容详见本章第十一节。

第三节 冲压件的工艺分析

冲压产品图是分析和制定冲压工艺方案的重要依据之一。对冲压产品图进行工艺分析，既是冲压工艺设计的起点，又往往贯穿于整个设计过程。

工艺分析包括技术和经济两方面内容。在技术方面，根据产品图样，主要分析该冲压件的形状特点、尺寸大小、精度要求和材料性能等因素是否符合冲压加工的要求，即审查冲压件的工艺性。在经济方面，主要根据冲压件的生产批量，分析产品成本，阐明采用冲压加工可以取得的经济效益。因此，冲压件的工艺分析，主要是讨论在满足零件使用要求的前提下，能否以最简单最经济的方法冲出零件，从而为制订工艺方案奠定基础。

一、冲压加工对冲压件形状和尺寸的要求

不同形状和尺寸的冲压件，需采用不同的冲压加工方法，因此有不同的工艺要求。兹将各种冲压加工对冲压件形状及尺寸的具体要求分述如下：

(一) 冲裁加工

(1) 冲裁件的形状应尽可能简单、对称，避免复杂形状的曲线，以使排样时废料最少。

(2) 冲裁件的形状及内孔的转角，在一般情况下不能有尖角，均应采用 $R \geq 0.5t$ 的圆角过渡 (R 为圆角半径)，冲裁件的内外形要求如图2-1所示。若工件的转角处以尖角过渡时，不仅会使凹模热处理时易发生淬裂，而且冲压时在凸、凹模尖角处也容易磨损，影响冲裁件的加工精度。

(3) 冲裁件上应避免细长的悬臂与窄槽，以使模具结构简单，制造维修方便。若工件要求带有悬臂和窄槽时，其悬臂和窄槽的宽度应大于料厚的2倍，即 $b > 2t$ (图2-2)。此时凸、凹模在悬臂与窄槽处最薄弱，宜采用镶拼结构。

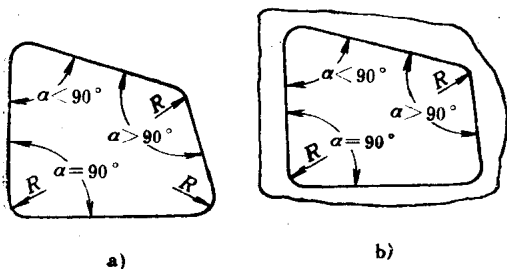


图2-1 冲裁件的内外形要求

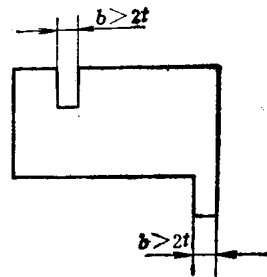
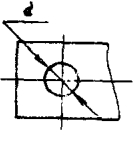
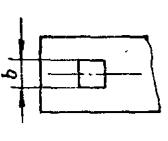
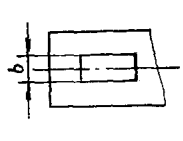
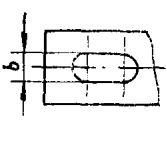


图2-2 带有悬臂和窄槽的工件

(4) 冲裁件上的孔, 因受冲孔凸模强度的限制, 孔尺寸不能过小, 其最小冲孔尺寸与材料种类、性能 (τ)、孔的形状及模具结构有关, 见表2-1和表2-2。

表2-1 自由凸模冲孔的最小尺寸

材 料				
钢 $\tau > 700 \text{ MPa}$	$d \geq 1.5t$	$b \geq 1.35t$	$b \geq 1.2t$	$b \geq 1.1t$
钢 $\tau = 400 \sim 700 \text{ MPa}$	$d \geq 1.3t$	$b \geq 1.2t$	$b \geq 1.0t$	$b \geq 0.9t$
钢 $\tau = 400 \text{ MPa}$	$d \geq 1.0t$	$b \geq 0.9t$	$b \geq 0.8t$	$b \geq 0.7t$
黄铜、铜	$d \geq 0.9t$	$b \geq 0.8t$	$b \geq 0.7t$	$b \geq 0.6t$
铝、锌	$d \geq 0.8t$	$b \geq 0.7t$	$b \geq 0.6t$	$b \geq 0.5t$
纸胶板、布胶板	$d \geq 0.7t$	$b \geq 0.6t$	$b \geq 0.5t$	$b \geq 0.4t$
纸	$d \geq 0.6t$	$b \geq 0.5t$	$b \geq 0.4t$	$b \geq 0.3t$

注: t 为材料厚度; τ 为材料的切应力。

表2-2 带护套凸模冲孔的最小尺寸

材 料	硬 钢	软钢、黄铜	铝、锌
圆形孔径 d	$0.5t$	$0.35t$	$0.3t$
矩形孔宽 b	$0.4t$	$0.3t$	$0.28t$

注: t 为材料厚度。

(5) 冲裁件的孔与孔之间、孔与边缘之间的距离 b 、 b_1 不应过小, 否则会影响凹模强度、寿命及冲裁件的质量, 一般取 $b \geq 1.5t$, $b_1 \geq 1t$, 如图2-3所示。

(6) 冲裁件端部带有圆形状时, 若采用落料工艺应取圆弧半径 $R = B/2$; 若采用切断工艺应取 $R > B/2$, 这样便于保证工件质量。否则, 当条料为正偏差时仍取 $R = B/2$ 进行切断加工, 会使两端出现台肩, 如图2-4所示。

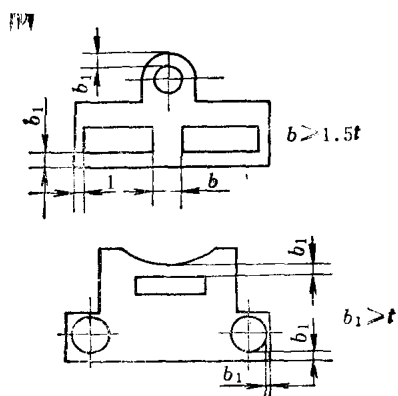


图2-3 冲裁件孔与孔及孔与边缘之间的最小距离

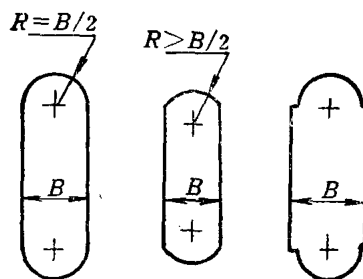


图2-4 冲裁件端部的圆弧半径要求

(7) 在弯曲或拉深件凸缘上冲孔时, 其孔壁与工件直壁之间应保持一定的距离, 即 $L \geq R + 0.5t$ (图2-5)。若距离太小, 冲孔时会使凸模受水平推力, 尤其当凸模细长时往往因受