

冲压工艺及模具设计教学的几个工艺问题讨论

施于庆

(浙江科技学院 机械与汽车工程学院,杭州 310023)

摘要: 冲压工艺及模具设计课程讲授结构设计比较多,而讲授制造和装配比较少。通过几个模具制造或装配中的工艺问题实例,将冲压模具结构设计教学与工艺设计相结合,使学生能更方便地掌握教学中的抽象概念;并运用工艺设计实例拓展学生思路,调动他们的学习积极性,提高他们学习的兴趣。这样做,明显地激发了学生的学习动力,并提高了教学效果和教学质量。

关键词: 冲压工艺及模具设计;结构设计;工艺;装配;教学方法

中图分类号: G642.0;TG386.32

文献标志码: A

文章编号: 1671-8798(2017)03-0235-06

Discussion on several technical problems in teaching of the course of press-works process and press-tools design

SHI Yuqing

(School of Mechanical and Automotive Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

Abstract: In teaching the course of press-works process and press-tools design, construction designing tends to be overemphasized while manufacturing and assembling tend to be ignored. Through the case study of several technical problems in die manufacturing or assembling, teaching of construction designing is combined with technical design of press-tools, which facilitates students' understanding of the abstract concepts in the course, broadens their perspectives, and mobilizes their learning enthusiasm. In this way, the students' motivation of learning is greatly stimulated, which enhances the teaching quality and teaching effect.

Keywords: press-works process and press-tools design; construction designing; technique; assembling; teaching method

冲压工艺及模具设计课程是一门实践性、专业性并且理论性很强的课程,相对而言,传统的教学方法和手段比较难适应现阶段社会对人才培养的要求,而从创新的角度来看,传统的教育教学方法及理论存

收稿日期: 2017-03-15

基金项目: 浙江科技学院教学研究项目(2013-k1)

通信作者: 施于庆(1959—),男,浙江省杭州人,教授,硕士,主要从事板材料成形研究。E-mail:syul63@163.com。

在相对不足之处。因此,要研究和探索新的教育教学理论和方法,找寻发现问题、分析问题和解决问题的新思路及新方法^[1-5],而项目化教学就是目前运用在冲压工艺及模具设计课程教学中比较成功的一种教学方法^[6-10]。

塑性是指金属在外力并借助于工艺装备(模具)的作用,能稳定地发生永久变形而不破坏的能力^[11]。而冲压是金属塑性成型的基本方法之一,是利用安装在压力机上的模具对板料施加压力,使其产生分离或塑性变形,从而获得所需的一定形状、尺寸和性能的零件的一种压力加工方法^[12]。作为工艺装备的冲压模具设计除了要满足冲压原理及动作要求之外,还与其工艺设计息息相关。工艺设计的优劣关系到模具结构设计完成后的加工、装配及操作等方方面面。作为冲压技术之一的冲压工艺及模具设计课程是浙江科技学院材料成形及控制工程专业的方向必修课,机械设计制造及其自动化和车辆工程专业的选修课,主要内容为冲裁、弯曲及拉深等冲压工艺分析和模具设计基本方法。该课程的要求是使学生具有分析和解决一般冲压问题和设计模具的能力。但此门课程只能从最基本的概念开始讲授,讲授主要集中在模具结构设计上,而涉及工艺设计的不多。相对而言,要掌握结构设计,学生可借助于一些工程绘图软件来理解冲压动作,这并不困难。然而在模具设计完成后的制造过程中,还大量涉及模具材料、加工方法、装配、调试、返修、操作等,对模具设计者而言,并不是仅仅完成了图纸的结构设计就算完成了任务,而是以最终能否生产出合格或者优良的冲压件为标准的。于是,模具设计者就要全程参与并跟踪后续工作,无论是在装配还是制造或调试中遇到什么技术问题,模具设计者必须要具备解决问题的能力。而学生在缺乏工程背景和经验不足的情况下,要在较短的时间内掌握这些工艺设计注意事项是有很难度的^[13-14]。可是,这部分内容无论对模具还是对其他机械或装备的设计恰恰又是十分重要的。

浙江省内模具规模企业众多,是模具制造大省。材料成形及控制工程专业培养的学生主要为浙江企业输送懂材料成形的技术人才。目前如何从模具制造的数量向能生产加工高品质的模具转变,其任重而道远,例如从简单的冲压模具设计制造逐渐转向复杂高端的大型冲压模具设计制造。今天,学生虽然能够在制造之前通过采用数值模拟技术将冲压动态变化和可能产生的缺陷显示出来,但这些预测、评估、优化工艺参数,都是在假设模具结构设计无误并且工艺设计比较优良的基础上,分析得到的比较可行结构或工艺方案。如果模具结构设计尚可,但工艺设计不太合理同样能得到冲压件,然而其质量是难以保证的。鉴于此,笔者结合教学和科研工作经历,探讨工艺设计与冲压模具设计制造的关系。

1 冲压模具的设计流程

模具的初始设计,主要是以考虑模具的结构能否满足生产冲压件的冲压动作为主。这个阶段一般较少考虑模具设计细节上的工艺问题。冲压模具设计的一般步骤^[15]为:1)尽可能多收集和分析原始资料。2)对冲压件进行工艺分析和计算。3)确定冲压工艺方案。4)选取模具结构类型。5)进行必要的模具结构设计计算,具体包括计算冲裁力、卸料力、推件力及顶件力等,初选压力机的吨位,工作台尺寸等;计算模具压力中心;计算凸、凹模工作部分尺寸并确定制造公差;弹性元件(弹簧或橡胶)的选用与计算;必要时对模具的主要零件进行强度及刚度的校核。6)选择模具的主要零部件的结构与尺寸。7)对所选压力机的型号进行确认及验算。8)绘制模具总装配图及各非标零件图。

模具设计过程如图 1 表示。有许多生产企业一般是先由冲压工艺员具体分析冲压件的生产可行性、生产成本和效率等因素,然后再专门下达模具设计任务书给模具设计者。这个过程类似于学校在进行毕业设计时下达的模具设计任务书,所不同的是,下达的任务书一般是由指导教师来完成的,学生只要按任务书设计完成全部的装配图、零件图,在装配图上能反映出各个零件的装配关系并能保证模具工作原理正确就算完成了设计任务。而企业设计模具后还要进行模具的制造等许多工作,并且在制造中还会遇到许多生产或制造问题。因而学生就难以进一步学习到这个阶段的有关知识。因此,教师要在讲解模具结构设计时穿插讲解一些工艺设计要领,使学生能够全面地了解并掌握模具设计和制造的知识。

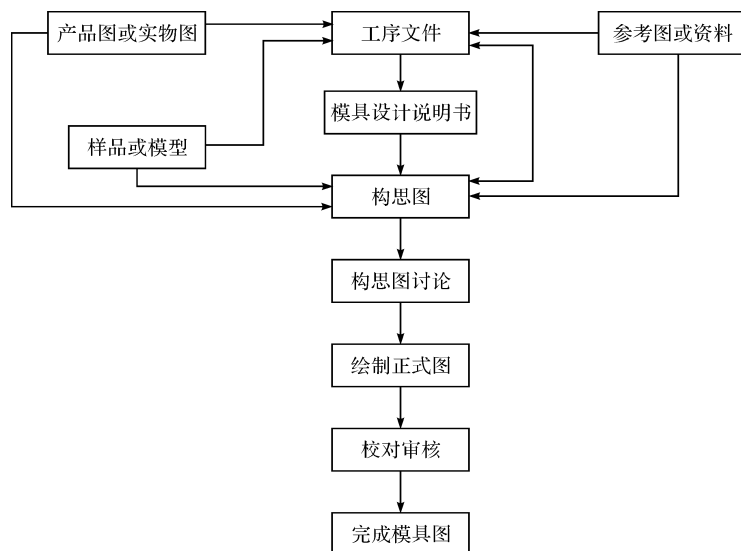


图1 冲压模具的设计流程

Fig. 1 Design process of press-tools

2 模具结构和零件工艺设计的相互关系

在模具结构或零件设计时考虑工艺设计的作用是十分重要的。工艺设计包括设计出的零件可加工性与装配性能良好,模具操作使用方便且模具使用寿命长,模具维修时更换零件方便,模具零件材料的选择,等等,但最重要的是能够生产出高品质的冲压件。一直以来,在冲压工艺及模具设计教学过程中比较强调模具结构设计的重要性,而忽略了工艺设计的问题,过分关注了模具零件的作用功能,在零件设计细节上不顾及对结构设计的影响。事实上,许多机械产品往往是细节决定品质。只有考虑比较完善的结构设计加上比较缜密的工艺设计,才能生产或制造出高品质的模具。模具结构设计和零件工艺设计是一个不可分割的整体,而细致的工艺设计是保证生产或制造高品质模具的前提。

3 模具结构与工艺设计实例

列举4个关于模具结构与工艺设计的实际例证。

3.1 凸模与凸模固定板

图2所示是垫板冲压件,工艺要求冲出2个孔。按照模具设计手册冲小圆孔的凸模与凸模固定板的结构设计分别如图3(a)和(b)所示,由于凸模在设计时有过渡的圆角,但凸模固定板相应装配处并未设计出倒角,所以装配后的效果,如图3(c)所示,是不容易达到平整的效果的,并且凸模可能会产生歪斜,使得冲出的冲压件的孔难以达到精度要求。对此,改进的工艺设计只需在凸模固定板装配平面处加工出倒角(图4)或凸模加工出退刀槽(图5)。这样,凸模与凸模固定板装配工艺就比较良好,相对而言就比较容易保证冲孔质量。

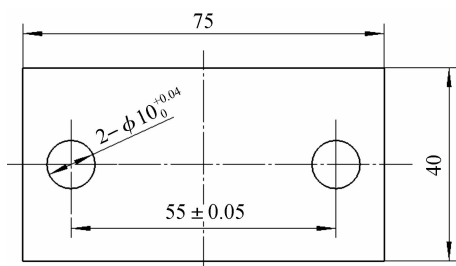


图2 垫板冲压件

Fig. 2 Base plate stamping

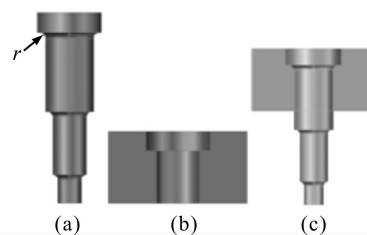


图3 凸模与凸模固定板装配工艺不佳

Fig. 3 Undesirable assembly of punch and punch holder

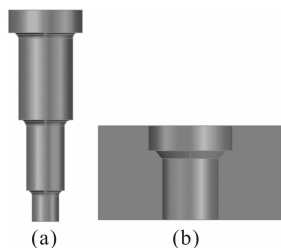


图 4 有圆角凸模与凸模固定板装配

Fig. 4 Assembly of punch and punch holder with fillet

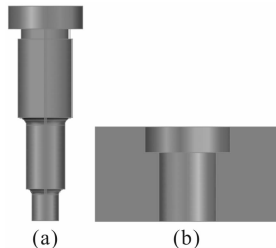
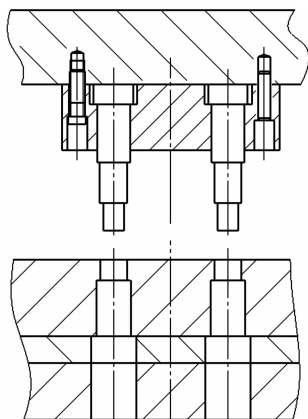


图 5 退刀槽凸模与凸模固定板装配

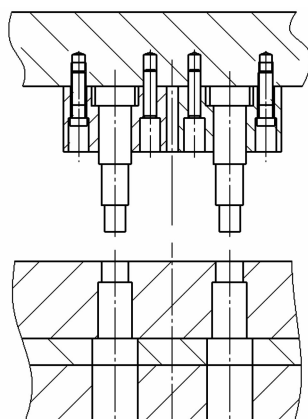
Fig. 5 Assembly of pun and punch holder with run-out groove

3.2 模具结构与装配关系

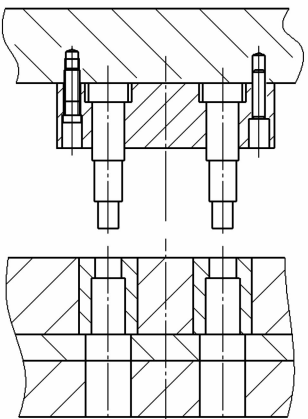
由于多孔冲孔的孔与孔之间有形状、位置和尺寸的精度要求,如果空间位置足够,为了安装调试方便,凸模固定板要设计成尽可能将凸模分开固定,同时凹模也要采用固定在凹模固定板中的方式,或者至少凸模或凹模分开固定。如图 2 所示的垫板冲压件,两孔距离有尺寸精度要求,其凸模和凹模可有 4 种设计方法,如图 6 所示,相比较而言,图 6(a)凸模和凹模设计方法比较难保证安装后达到孔距要求,而且凹模是整体凹模,磨损后修磨凹模须要修磨整个平面,修磨成本比较高。使用时间一长,报废也只能是整体凹模都报废,因此只有在两孔间距太小,无法分别安装凸模或凹模时才采用。如果两孔距离有足够的尺寸空间,图 6(d)的凸模和凹模设计方法最能保证安装后达到孔距要求。图 6(b)和(c)的设计方法居于图 6(a)与(d)之间。学生一般能够设计成图 6(a)结构,虽然从结构上看没什么问题,但若通过上述的分析来讲清楚这几种结构的差异及优劣,那么学生就能对结构设计和加工装配有一个清晰的概念。



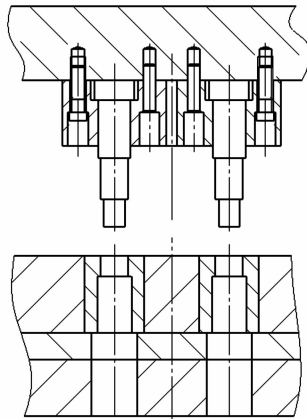
(a) 整体式凸、凹模固定板



(b) 分开凸模固定板与整体凹模固定板



(c) 分开凹模固定板与整体凸模固定板



(d) 分开凸模固定板与分开凹模固定板

图 6 多孔冲孔凸、凹模安装形式

Fig. 6 Assembly forms for punches and dies

3.3 考虑到模具安全生产的工艺设计

图2的垫板冲压件,其冲孔模具设计结构如图7所示,学生一般将压料圈设计成平板矩形,凹模固定板设计成矩形块。分析后得知,虽然这种结构设计没什么问题,但具体操作时,在上料和取件的过程中,操作者的手可能会误入卸料板下方因受到压料力而受伤。于是可在设计时稍加改进零件的加工工艺,压料圈和凹模固定板挖去一定材料,目的是给操作者在作业过程中留出手放入坯料和拿取工件的空间,避免接触到压料板这类工件。这种改进的工艺结构不影响冲压作业,反而会使操作更安全。这样,改进后的模具如图8所示。在讲解这个问题时,可让学生设想一下自己作为操作者的体会,其印象就会更加深刻。进一步还可以考虑能够提高生产效率的模具结构,使冲孔和切断同时进行。原工艺安排在剪床上剪下块料,剪床先剪下条料再剪成块料,这样做比较费时;现在改为在剪床上直接剪下条料即可,条料送入模具中,冲孔和块料同时冲切完成(图9)。

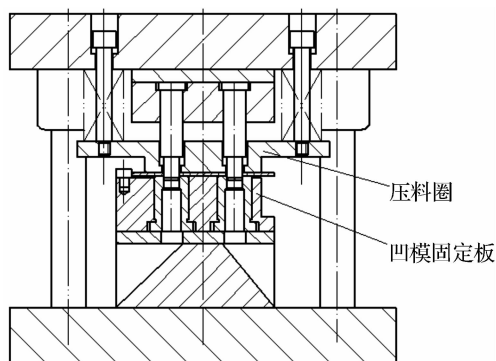


图8 改进的冲孔模具

Fig. 8 Improved base plate press-tools

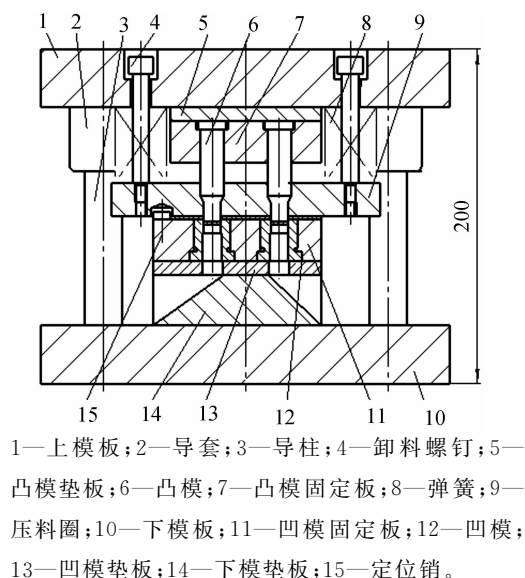


图7 垫板冲孔模

Fig. 7 Base plate press-tools

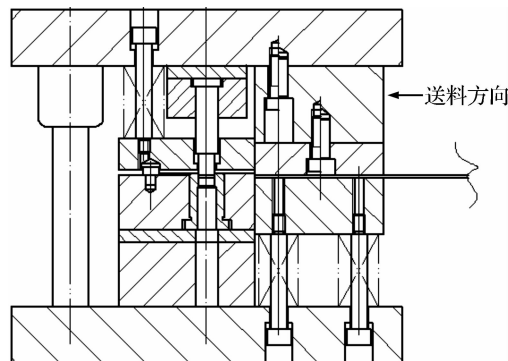


图9 考虑到生产效率后改进的模具

Fig. 9 Improved press-tools with productivity concerns

3.4 排样有利于冲压作业的工艺设计

对于排样设计,不但要考虑到排样的经济性,还要考虑到冲压作业人员的操作习惯和劳动强度;手工操作时,板料送入、抽回不能往复多次,一般最多是两次完成冲裁工作。即一次送料送入冲完后,转向再冲一次。送入的条料长度也要根据操作者能提起的重量来计算。如图10的冲压件,假设条料送入先从冲左边开始,冲裁完成后翻转一次接着冲右边。如果按图11(b)排样,虽然材料利用率与图11(a)相比有所提高,但需要翻转3次操作才能完成。这样就加重了操作的复杂程度,而冲压作业强调愈简单愈好。无论模具设计制造得有多么复杂,提供给操作者的冲压操作必须是最简单和最方便的,这也是模具设计、制造的一个最基本要求。在讲授这个问题时可让学生设想作为一名排样员或操作者,设身处地思考一下模具设计者与操作者或排样员的关系,那样他们就会更重视此类问题。

通过上述讲述,可以使形象又生动地理解板料冲压工艺及模具设计与工艺设计的相互关系等,从而避免传统教学的不足,使学生容易理解,也能加深印象。学生在理解的基础上就能进一步理解冲压工艺及模设计与工艺设计的要求。

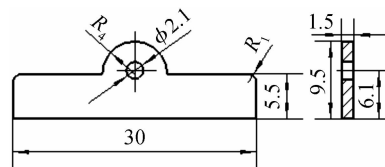


图10 冲压件

Fig. 10 Sheet metal workpiece

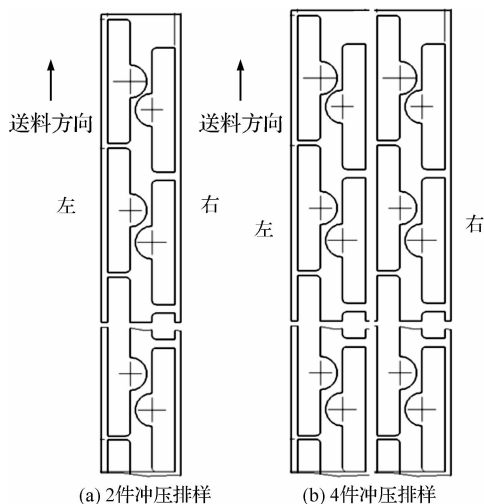


图 11 排样与冲压作业

Fig. 11 Blank layout and press-works

4 结 语

冲压工艺分析和模具设计虽然能采用有限元分析技术来预测、评估和优化工艺参数,进而分析得到比较可行的工艺方案和设计符合工艺要求的模具结构^[5];但是,它不能取代企业生产实际加工制造、调试等后续工作。在讲授冲压工艺及模具设计有限的课时里,教师虽然不能面面俱到地讲到工艺设计问题,但是通过以上实例的讲授能对学生起到抛砖引玉的作用;并且,将模具结构要求与工艺问题结合起来考虑设计,会使冲压工艺方案设计得更合理,模具结构更完善,加工装配更方便。

参考文献:

- [1] 彭清和,周著学,何其明.《冲压成型工艺及模具设计》课程理论与实践结合教学探讨[J]. 机电产品开发与创新,2016,29(1):113.
- [2] 欧艳华.基于校企合作模式下的《模具制造工艺学》课程改革探索[J]. 模具工业,2015,41(4):65.
- [3] 姜峰,索忠源,张志浩,等.《冲压工艺及模具设计》课程设计教学改革与实践[J]. 吉林化工学院学报,2016,33(12):45.
- [4] 冒国兵,张光胜,张海涛,等.材料成型及控制工程专业课程设计改革与实践[J]. 安徽工业大学学报(社会科学版),2009,26(6):121.
- [5] 罗红梅.冲压工艺及模具设计课程综合型实验的开发与研究[J]. 广西轻工业,2011(11):156.
- [6] 肖亚慧.《冲压工艺与模具设计》课程项目化教学改革实践[J]. 职业技术教育,2015,36(5):44.
- [7] 王相,凌华.项目化教学法在模具教学中的应用[J]. 广西轻工业,2011(1):127.
- [8] 陈开源,王颖,欧积瑞,等.基于项目化教学的《塑料成型工艺与模具设计》课程改革与实践[J]. 模具工业,2016,42(1):71.
- [9] 张玉华,孙育竹.基于《冲压工艺与模具设计》课程项目导向教学方案的研究[J]. 轻工科技,2014(7):207.
- [10] 于辉.《冲压工艺与模具设计》课程项目化教学实践经的关键问题的探讨[J]. 产业与科技论坛,2014,13(17):153.
- [11] 施于庆.冲压工艺及模具设计[M]. 杭州:浙江大学出版社,2012:50.
- [12] 施于庆,祝邦文.金属塑性成形原理[M]. 北京:北京大学出版社,2016:13.
- [13] 施于庆.数值模拟在冲压工艺及模具设计教学中的应用[J]. 浙江科技学院学报,2016,28(6):479.
- [14] 杨俊杰,李尧,余五新,等.《冲压工艺及模具设计》课堂教学方法改革[J]. 教育教学论坛,2014(20):45.
- [15] 施于庆,李凌丰.板料拉深有限元模拟冲模速度研究[J]. 兵器材料科学与工程,2010,33(3):75.