



工程训练一流课程建设中塑性加工实训模块 教学的探索与实践

张红哲, 薛冰*, 梁延德, 钱希兴

(大连理工大学机械工程学院, 大连 116024)

摘要: 金属冷塑性成形在工业制造中的应用十分广泛, 对社会多个行业和领域的发展起到了重要作用。目前高校工程训练课程中关于金属冷塑性成形的加工实训内容, 普遍存在内容偏少或缺失、知识点不完整以及教学方式单一等问题。为使学生在工训课程中掌握相关内容, 设计了“金属盒制作”项目, 利用学习通网络平台和自主开发的视频互动网络平台, 采用线上线下混合式教学模式实施, 以全过程评价、师生共评, 实现了对学生知识、能力、素质一体化的培养。

关键词: 塑性加工; 工程训练; 混合式教学; 实验教学

中图分类号: G642

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230095

Exploration and Practice of Plastic Processing Training Module Teaching in the First-class Curriculum Construction of Engineering Training

ZHANG Hongzhe, XUE Bing*, LIANG Yande, QIAN Xixing

(School of Mechanical Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The application of metal cold plastic forming in industrial manufacturing is very extensive and has played an important role in the development of multiple industries and fields in society. At present, there are common problems in the processing training content of metal cold plastic forming in engineering training courses in universities, such as insufficient or missing content, incomplete knowledge points, and single teaching methods. In order to enable students to master relevant content in engineering training courses, a “Metal Box Making” project has been designed. Through the Learning Pass network platform and a self-developed video interactive network platform, a blended online and offline teaching mode is adopted for implementation, with full process evaluation and collaborative evaluation between teachers and students, achieving the integrated cultivation of students’ knowledge, abilities, and qualities.

Key words: plastic processing; engineering training; blended teaching mode; experiment teaching

金属材料的塑性加工(变形加工)是主要的制造技术之一, 与材料的去除加工和增材加工并列构成现代机械制造业的三大类基本加工方法, 且随着技术的进步和工业应用的拓展, 塑性加工在工业制造中的比重也在逐渐加大^[1-3], 属于工程训练实践课程的必修内容, 对于大学生工程实训教育具有十分重要的作用, 也是高校工程训练课的主要内容之一。本文在深入调研分析的基础上, 按照当前一流课程建设“两性一度”的要求, 针对现行工程训练教学中存在塑性加工-钣金工艺实

训环节薄弱、模式落后、内容普遍陈旧或缺失, 严重滞后于工业制造技术发展等问题^[4-6], 进行了塑性加工模块的探索与实践, 并根据新工科对本科人才培养的要求和知识、能力、实践、创新、素质(knowledge、ability、practice、innovation、virtur, KAPIV)一体化项目式教学设计思想进行了塑性加工模块教学的设计与实施。

1 当前塑性加工模块存在的问题

经过对多所高校工程训练课程的调研分析发

收稿日期: 2023-02-27; 修回日期: 2023-11-26

基金项目: 国家本科教学工程项目——《工程训练》国家级线上线下混合式一流课程建设(2023年)。

作者简介: 张红哲(1970-), 女, 博士, 副教授, 主要从事工程训练实践教育方面的研究。

*通信作者: 薛冰(1984-), 女, 博士, 工程师, 主要从事工程训练实践教育方面的研究。E-mail: xuebing@dlut.edu.cn

现,由于师资、条件、安全性等诸多原因,高校工程训练教学中塑性加工-钣金工艺实训环节薄弱,具体体现在以下3个方面。

1) 内容普遍偏少或缺失

现有内容一般为钣金基础知识及设备的介绍,缺少以产品为导向的实操项目,这也在一定程度造成了工训教学内容的冷热不平衡,即车铣刨磨等冷加工内容较多,冲压、锻造等热加工内容较少,与工业实际情况不符^[7-8]。

2) 知识点不完整

很少涉及弯曲回弹及其检测和质量控制等问题,内容的高阶性体现不足。更缺少与智能制造技术的关联,以及新工科交叉教学模式。

3) 教学方式单一

一般只采用现场讲解,尤其缺少学生动手实际操作,体验感不强,只局限于固定的现场教学,严重滞后于当前的信息化教学^[9-10]。

2 塑性加工模块教学设计

2.1 教学设计目标

为使工程训练中金属冷塑性成形的加工实训内容与其在工业制造中的重要性相对应,教学知识点与新工科要求的学生知识体系相关联,实训能力点与工程技术人才培养需求相匹配,本文从知识、能力和素质3个方面着手设计教学目标,具体内容有以下3个方面。

1) 知识目标

让学生了解金属板料冷塑性变形的过程和钣金作业安全要求,理解材料拉伸曲线和屈服强度特性、板料弯曲成形产生回弹的原因及其特点、冲压成形中影响成形精度的因素及控制对策。

2) 能力目标

学习钣金展开图及画线,学会使用量具和专用量规;运用塑性加工知识解决实际工程问题的能力,能主动探索、大胆质疑,培养团队协作能力。

3) 素质目标

遵守职业道德规范,能吃苦耐劳、责任担当,磨炼意志,培养工程素质。

2.2 塑性加工模块具体教学内容设计

本文根据具体的教学设计目标及教学要求,以钣金产品制作项目为教学内容主线,要求学生独立制作一个满足精度要求的金属盒,如图1所

示。该金属盒材料为Q235冷轧钢板,厚度为1 mm,箱体尺寸为100 mm×80 mm×27 mm,盒口四周平齐,外观整洁美丽,且要求金属盒侧壁间接触良好,具有很好的密封性。



图1 金属盒外形图

项目内容如图2所示,把钳工训练和钣金工艺操作相互融通,将材料性能、板料成形及质量控制等多方面知识集中体现,学生全程独立完成。学生在实际操作中获得设计、工艺、加工、质检等多种工程角色的真实体验,培养了学生的工程能力和工程意识^[11-12]。金属盒项目设计有深度、有广度、有思政教育,是一个入门简单、知识点比较全面的综合实训项目,图2所示的项目任务工艺流程中还体现了“两性一度”的理念。

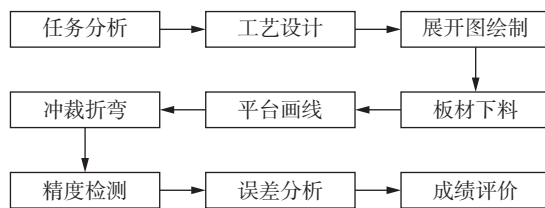


图2 项目任务工艺流程图

1) 高阶性

金属盒的制作综合了钳工技能、钣金工艺、材料力学和冲压成型的基本知识;同时,该制作过程将设计计算与实操制作以及质量控制关联起来,引导学生关注塑性加工中影响质量的关键性因素及其控制方法。如金属盒设计部分会引导学生深入思考板厚对尺寸的影响、四角的接触方式对密封性的影响、折弯时材料回弹对尺寸及密封性的影响等,使学生逐步建立工程思维方法,提升分析和解决实际工程问题的能力。工程训练课程塑性加工模块与同期进行的机械加工工艺基础理论课程学习形成“理实衔接”,为后续本科高年级专业课程学习打下较好的工程实践基础。

2) 创新性

塑性加工模块自主设计专用量具——量规,如图3所示,让学生利用通止法可以简单快捷地判

断出所制作的金属盒的形状、尺寸是否满足要求。以往,学生对游标卡尺类通用量具都比较熟悉,对于专用量具了解甚少。该模块让学生学习使用了一种新的专用量具——量规,较游标卡尺大大提高了测量效率,使学生在工程中了解效率推动未来,同时为后续专业课打下良好的基础。塑性加工模块引入关于实践素养的情感评价体系,重点评价学生在实训过程中的实训态度、合作精神、交流能力、解决问题的能力等实践素养指标。

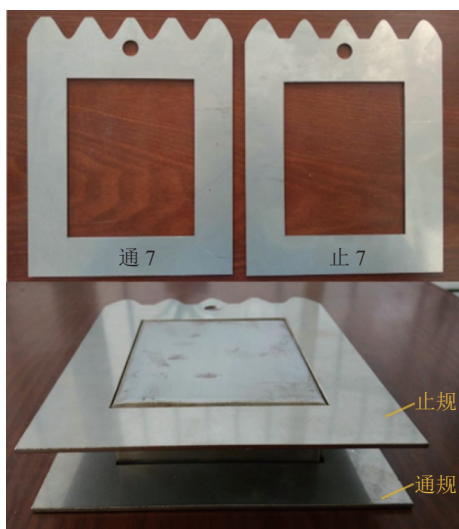


图 3 自主设计的专用量具——量规

3) 挑战度

看似简单的金属盒,要满足尺寸精度、形位精度、密封性等要求,充满了挑战度。画线尺寸设计、折弯工序安排、金属回弹的影响、四角接触方式设计,以及在高度尺寸没有要求的情况下,如何保证四边高平齐,这些都需要学生在实际操作前进行深入的思考,激发学生发现问题和探究能力。前一步骤的小小疏忽都可能导致后续步骤的失败,使学生深刻理解精益求精、追求卓越的工匠精神。引导学生课后自己设计适合检测金属盒的量规,使其更加有利于加工过程中的工艺分析,培养学生的创新能力。

3 教学实施与评价

3.1 教学实施

在具体教学实施过程中,本项目通过学生线上学习,线下教师现场讲解与学生现场实操制作相结合的混合式教学形式开展项目教学,充分利用教学微视频等线上教学资源建设,开启线上

线下混合教学运行模式。学生在完成线上学习和预习后再进行线下实操作业,显著提高了学生的学习效果。同时,教师可以在线下实训中少讲、精讲、多问、多扩展,有利于对学生的个性化指导和拔高性引导,提高了实训现场的学生实操时长比和教师教学效率,保证了教学质量。学生在小组作业中得到了交流沟通和团队合作能力的培养。线上教学资源的使用和混合式教学的运行在 2021—2022 年的新型冠状病毒肺炎疫情防控期间发挥了重要的作用,保证了停课不停学,质量不缩水,同时,积累了宝贵的教学改革经验。

采用“实训前—实训中—实训后”阶段性教学,循序渐进逐步深入学习。

实训前学生进行线上预习,通过“大连理工超星金课平台”的教学微视频,如图 4 所示,学习金属板料成形加工相关知识,了解金属盒钣金制作工艺过程及其特点,以及了解板料成形使用设备、工具和量具的操作要求。对线下实训内容有了初步了解,同时对金属盒尺寸进行思考并完成初期设计。

实训中,教师明确塑性加工模块的教学目标和任务,以“问题导向”的方式检查学生线上学习情况;进一步讲解金属盒加工技术要求、操作要点、成绩评定指标,引导学生思考每道工序实际操作过程中需要充分考虑的因素,所提方案可以通过哪种方法和工艺实现,和老师示范的工艺相比有什么优缺点;重点考核学生的实训态度、合作精神、交流能力、解决问题的能力等。学生根据线下老师的讲解,对线上金属盒尺寸的初设计进行修改;观看激光金属切割机下料过程,比较与剪板机下料的区别;读懂金属盒的形状及尺寸要求,注意板厚对尺寸的影响,通过画线充分理解工程制图所学理论,正确尺寸与实际加工尺寸在实际加工中的应用。金属盒展开图如图 5 所示,其中蓝色虚线为画线示意图;直角剪切工序掌握对线要领,冲头刃口压线,骑线样冲窝半露,体会样冲对加工的意义与应用,图中红点为剪切工序样冲窝,蓝色虚线为剪切线;折弯工序选择合适的分刀压板、合理安排四边折弯顺序、充分考虑金属的回弹,确保盒口四边平齐及密封性,图中蓝点为折弯工序样冲窝,黑色双点画线为折弯线;检查金属盒尺寸,比较量规与通用量具的区别。

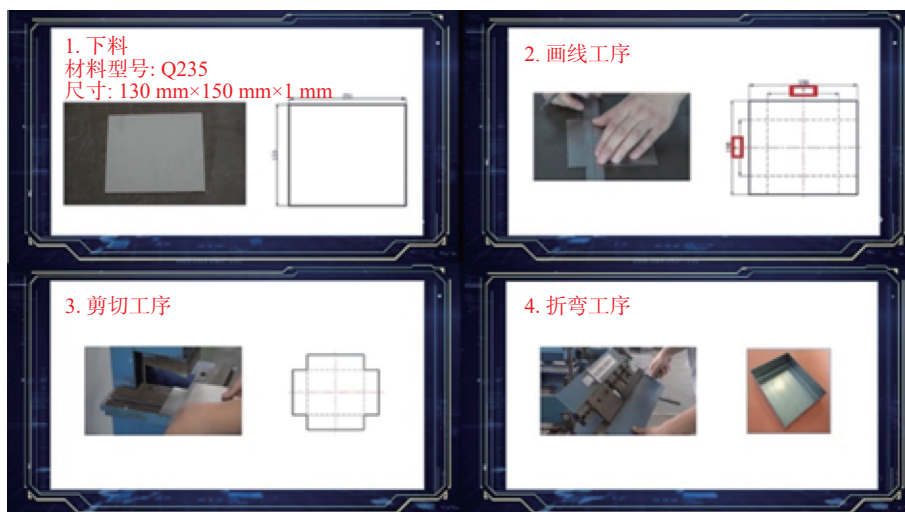


图4 线上平台塑性加工模块实训项目内容

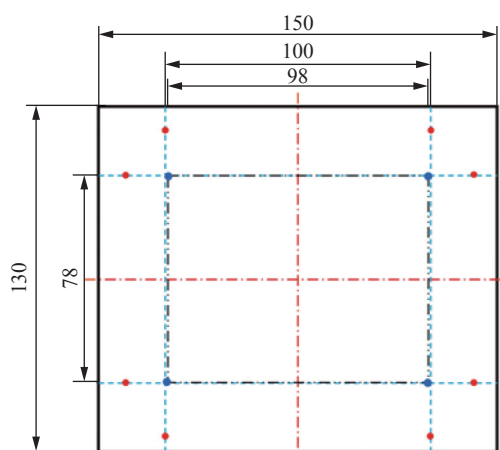


图5 金属盒展开图画线(单位: mm)

实训后,学生与教师进行讨论与再学习。通过专用量规的使用,让学生们讨论使用的方孔量规是否存在弊端。在通规通过的情况下,若100和80中有一个过小但另一个合格的话,也会出现止规不过(合格)的时候,即出现误收。那么如何设计量规才能更适合测量这个金属盒呢,是不是只测量两边长就可以防止这个问题?如果直角超差呢,出现斜边平行四边形,这种情况检测哪个数据可以保证是方形呢?通过讨论互动的方式,对问题逐层深入,引导有能力的学生自己设计量规,培养学生发现问题、解决问题和创新实践能力。利用线上平台,让学生针对自己制作的金属盒和整个实训过程进行总结,思考如果再做一次,将会从哪些方面进行改进,从而培养学生常态化实验反思意识和精益求精的科学素养。实训后很多学生都表示,初看这个实训项目觉得很简单,没想到每个步骤都有许多细节需要提前考虑,

做成一个满足要求的金属盒还真不是一件容易的事。

整个教学过程形成闭环,从实训前预习、布置任务,实训中教师提问、讲解、演示、学生实操训练,再到实训后教师对实训过程中存在的突出问题进行再次讲解和总结、线上讨论,有效提高了教学成效。

3.2 评价

利用线上学习平台实现线上线下教学的一体化管理,通过详实的数据记录分析、解决教学问题,建立规范的教学全过程评价。根据项目的特点,本课程的评价体系主要由线上及线下两部分成绩构成,其中线上成绩占20%,线下成绩占80%(由实际实操和实训报告,课堂表现、安全纪律、卫生清扫两大部分构成,两者成绩占比为70%和30%)。同时,基于“评价是深入学习”的理念,采用了师生共评的方式。教师指导学生参与打分评价,并将此过程作为整个教学内容的一部分,调动学生的积极性和主动性,有效引导学生对知识的深度学习。如要求学生使用专用量具(通规、止规)和通用量具(塞尺、直角尺等),进行自检和互检金属方盒的尺寸、角度、缝隙(密封性)和平面度,并给出定量分值,引导学生进行误差原因分析和讨论,培养客观、求实、公正的工程素养,构建合理的评价体系。同时,教师在课后根据学生表现与成绩,进行相关内容的总结与反思,不断改进和提升授课水平。

4 结束语

本文从当前塑性加工模块存在的实际问题出

发, 建立了一个以具体产品驱动为导向的综合性金属冷塑性成型模块教学体系。该教学体系通过线上线下混合式教学, 让学生在互动式教学及工程实训过程中完成图纸设计、工艺选择、设备使用、产品评价综合性训练, 较好地满足了“两性一度”的课程建设标准。学生在动手加工制作过程中, 综合利用绘图设计、板材剪切下料、材料弯曲成形、接口加工成形和机械测量等方面的知识点和操作技能技巧, 使所学知识和技能得到一个综合的应用, 形成知识技能体系、课程任务完成的过程。学生不仅学到了知识, 锻炼了动手操作的能力和手、眼、脑的协调能力, 还锻炼了分析问题、解决问题的能力, 促进了学生知识能力素质的有机融合, 培养了学生解决复杂问题的综合能力和高级思维。

为保证塑性加工实训教学内容紧跟技术发展与时俱进, 更好地培养有深度、有广度、有创新能力的人才, 在金属冷塑性成型模块实训教学方面还可以从以下两方面进行持续改进。一方面可以根据学校的办学定位和培养目标, 本着教学内容与当前主流技术相衔接的原则, 按照“两性一度”的标准, 调整传统制造技术在教学内容的占比, 整合传统经典技术, 删减非主流技术, 实现内容优化, 为新技术、新内容的引入提供时间和空间上的可能; 另一方面立足当前工业主流技术, 将新兴技术引入实训教学内容, 如虚拟仿真教学、机器人送料自动冲压教学, 促进多学科交叉融合, 实现基础性内容与前沿性技术的协同。

参考文献

- [1] 董湘怀, 黄树槐, 李志刚, 等. 塑性加工技术的发展趋势[J]. *中国机械工程*, 2000(9): 1074-1077.
- [2] 李德群. 塑性加工技术发展状况及趋势[J]. *航空制造技术*, 2000(3): 27-28.
- [3] 丁洪生, 周郴知, 杨志兵, 等. 工程训练实践教学体系的改革与创新[J]. *实验技术与管理*, 2005, 22(6): 1-4.
- [4] 殷志锋, 栗伟周, 李瑞华, 等. 应用型高校工程训练教学模式构建与实践[J]. *天津中德应用技术大学学报*, 2021(6): 33-38.
- [5] 王昌福. 塑性成形工艺及模具设计核心课程教学改革研究[J]. *湖北开放职业学院学报*, 2021, 34(23): 140-141.
- [6] 胡蔓, 赵云龙, 栾晓娜, 等. 新工科背景下工程训练时间教学模式探索[J]. *实验技术与管理*, 2022, 39(3): 256-259.
- [7] 宋春艳, 侯培国, 王雪姣, 等. “双一流”建设背景下工程实训教学转变的探索实践[J]. *科技与创新*, 2022(5): 142-144.
- [8] 孙昌迎. 冲压与注塑成型在机械工程训练中的建设实践[J]. *现代制造技术与装备*, 2021, 57(10): 191-194.
- [9] 王秀梅, 韩靖然. 新工科背景下工程训练中心存在的问题与实践转向[J]. *实验技术与管理*, 2019, 36(9): 8-11.
- [10] 廉爱东, 朱瑞富, 牟琳, 等. 开发冲压工艺实验探索创新性工程训练[J]. *实验室研究与探索*, 2013, 32(5): 124-126.
- [11] 李楠. 基于工程意识培养的实训教学文化建设研究[J]. *实验室科学*, 2021, 245(4): 210-212.
- [12] 陈建, 朱鲁闯, 王杰, 等. 新工科背景下工程训练创新实践课程体系研究[J]. *实验科学与技术*, 2021, 19(6): 84-88.

编辑 张俊