● 今日铸造 Today Foundry ●

DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.05.021

砂型铸造实践教学的改革与创新

马 运,汤 彬,邢小颖,姚启明
(清华大学 基础工业训练中心,北京 100083)

摘 要:铸造实践教学作为高校传授学生制造工程知识和实践能力的一个主要教学模块,是理论联系实际,培养和锻炼学生实践能力、创新能力和综合素质的重要环节。因此,教学内容的不断优化和教学模式的持续改进,有助于学生更好地了解、掌握相应的教学知识点和技能;通过对砂型铸造实践教学内容以及教学模式的改革与创新,使学生了解砂型铸造基本工艺、特点及应用的同时,又能对砂型铸造相关知识有系统化的全面认识。结果表明,该教学改革初步取得良好效果。

关键词:实践教学;制造工程;实践能力;改革与创新;砂型铸造

中图分类号:G642 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8365(2020)05-0498-03

Reform and Innovation of Practice Teaching of Sand Casting

MA Yun, TANG Bin, XING Xiaoying, YAO Qiming
(Fundamental Industry Training Center, Tsinghua University, Beijing 100083, China)

Abstract: Foundry practice teaching, as a major teaching module for imparting manufacturing engineering knowledge and practical ability to college students, is an important link in integrating theory with practice and training practical ability of students, innovation ability and comprehensive quality. Therefore, the continuous optimization of teaching content and the continuous improvement of teaching mode will help students better understand and master the corresponding teaching knowledge points and skills. Through the reform and innovation of teaching content and teaching mode of sand casting practice, students can understand the basic process, characteristics and application of sand mold casting and have a systematic and comprehensive understanding of the relevant knowledge of sand casting. The results show that the teaching reform has achieved good results initially.

Key words: practical teaching; manufacturing engineering; practical ability; reform and innovation; sand casting

铸造实践教学是金工实习课程的重要组成部分。如何通过砂型铸造实践教学内容优化和教学模式的改进,在激发学生学习兴趣同时,又能使学生对砂型铸造相关知识有系统化的全面认识是本文研究的重点内容。本文将原有的砂型铸造教学环节和改进后的教学环节进行对比,重点从改进后的砂型铸造实践教学的三个教学模块即:砂型纪念币制作,合金流动性螺旋实验和铸造虚拟仿真为切入点,探索以砂型铸造教学模式改革与创新为导向的工程训练对学生知识能力培养的重要性[1]。

1 原有砂型铸造教学环节安排

1.1 了解砂型铸造工艺特点

铸造作为我校金工实习课程的一个重要教学模块,其教学内容由砂型铸造、消失模铸造、和3D精密铸造组成。由于实习时间有限,因此学生只有1天时间进行砂型铸造实践学习。原有的砂型铸造实习内容包含整模、挖砂和分模3种基本造型方法;整模造型先由指导老师进行示范讲解,学生在基础上进行整模造型实践操作;挖砂造型采用启发引导式教学,首先引导学生在挖砂造型时面临的困难以及分析模样的最大横截面与分型面之间的关系,学生通过实践操作中存在问题以及指导老师示范讲解,从而巩固学习内容。分模造型主要让学生了解模样的结构特点以及了解砂芯、芯头的作用;由于铸件最大截面在中间位置,为了方便起模,要把模样制作成分开模样,从而引出分模样造型;学生在两箱分模造型时,分型面和分模样重合,学生通过指导老师的概念引导以及示范讲解,最终独立制作一套砂型并完成浇注以及落砂清理。但是由于原有实践教学内容枯燥单一、教学模式略显僵化、给予学生的主动发挥空间不足,学生的学习兴趣度不高,也没有建立起对砂型铸造的整体性认识,无法达到预期的教学效果。

收稿日期:2019-12-09

作者简介:马 运(1990-),陕西咸阳人,工程师.研究方向:3D精密铸造工艺优化控制、铸造虚拟仿真、消失模铸造、砂型铸造.电话:13581950265,
E-mail:mayun@Tsinghua.edu.cn

图 1a-c 是学生实践练习的模样及对应浇注的铸件。

2　改革后的砂型铸造教学环节安排

通过前期查阅相关资料以及对教学方法探索，在保证原有砂型铸造基础教学内容不变的同时，对教学内容进行优化，对教学模式进行改进：增加纪念币创新设计环节，激发学生的学习兴趣；开设合金流动性螺旋实验，加深对铸造的深度认识；和铸造模拟仿真相结合，了解铸造体系全过程。通过以上教学内容改进和教学模式更新，一方面做到了激发学生的学习兴趣，另一方面也使学生对砂型铸造有了更深刻的认识和更全面的了解。

2.1　增加纪念币创新设计环节

在整模造型环节中，融入纪念币设计、制作模块。学生将个性化构思的图形利用剪刀、雕刻笔等工具制作成剪纸，并且粘贴在纪念币模板上，最后通过砂型铸造工艺实现制作过程。纪念币图案设计环节，坚持以学生为主体，并且给学生充分展示个性的空间，使学生感受到自主创新与工艺制作的乐趣；在增强学生实践学习热情的同时，又能营造出自主设计和创新制作的氛围，有利于培养学生的实践能力和创新意识[2]。图 2a-c 分别为纪念币模板、粘贴在纪念币上的剪纸以及铸造并后处理的成品照片。

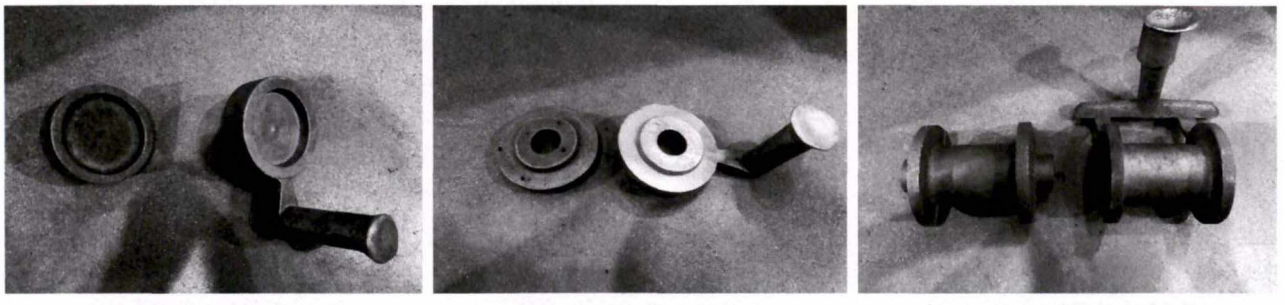
2.2　开设合金流动性螺旋实验

通过增设合金流动性螺旋实验，使学生更深入的学习铸造相关知识。该实验通过不同浇注温度、浇注速度和铸型条件作为前提，通过浇注两种类型合金（分别为 ZL101 和铝硅共晶合金），同时利用凝固曲线测温仪记录两种合金的凝固过程，最终对所形成的螺旋铸件的长度进行测量。通过合金流动性螺旋实验教学环节，深入浅出地使学生了解铸造合金流动性和充型能力的概念，并且使学生对影响铸造合金充型能力的因素有较为直观的认识。图 3a-b 分别为金属型浇注的单螺旋铸件和不同浇注温度、浇注速度条件下的砂型铸造单螺旋铸件。

2.3　铸造模拟仿真

为了使学生对铸造有相对完整的系统性认识，因此增设了铸造虚拟仿真教学模块。将学生浇注的实际铸件和铸造虚拟仿真相结合，使学生通过虚拟仿真软件可以预测充型凝固过程、并对可能出现的铸造缺陷以及凝固阶段温度变化等一系列铸造过程进行模拟结果展示。这种模拟仿真实验和现场实践环节相互结合的方式，使学生产生了极大的视觉冲击，对最新的铸造技术有了一定的了解，并且对铸造全过程也产生了初步的系统性认识，使学生在理论知识和实践动手能力方面均得到一定程度的提高，可以有效地提高学生的动手能力和创新能力[3]。图 4a-c 为铸造虚拟仿真模拟结果。

改革前、后的砂型铸造实习教学方案对比见表 1。



(a)整模造型模样及铸件　(b)挖砂造型模样及铸件　(c)分模造型模样及铸件

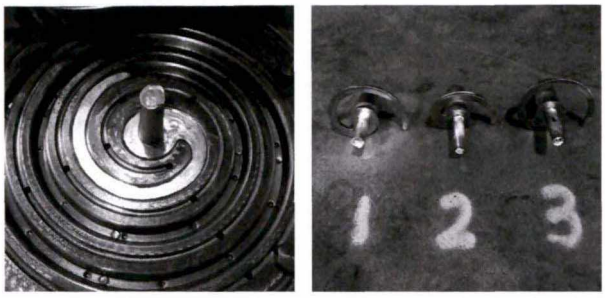
图 1 学生实操练习的模样及对应浇注的铸件

Fig.1 Patterns and corresponding castings for student practical teaching and operation

(a)纪念币模板　(b)粘贴在纪念币模板上的剪纸　(c)铸造并后处理的成品

图 2 纪念币制作过程

Fig.2 Commemorative coin casting process



(a)金属型浇注的铸件　(b)砂型铸造浇注的铸件

图 3 金属型和砂型浇注的螺旋流动性试样

Fig.3 Spiral fluidity samples poured in metal (left) and sand (right) molds

3 结束语

在原有的砂型铸造教学环节中，学生进行了整模造型、挖砂造型、分模造型和铸造生产等实践操作内容。由于整个砂型铸造教学环节，存在教学内容单一且枯燥现象，因此存在学生学习兴趣度不高，并且缺乏对砂型铸造的整体性认识。

改进后的砂型铸造实践教学，强化了以学生为主体的教学地位，从教学内容和教学模式方面均有了较大改进，增加纪念币创新设计环节和合金流动性螺旋实验，并通过和铸造模拟仿真对比学习，调动起了学生的学习兴趣，激发了学生的创新意识，并对砂型铸造知识有了进一步的认识和了解，有助于学生形成砂型铸造的整体感，有助于培养学生的工程素养和整体意识。

(a)充型顺序模拟　(b)缩孔位置预测　(c)凝固阶段温度变化

图 4 虚拟仿真模拟结果

Fig.4 Virtual simulation results

表 1 铸造实习教学安排

Tab.1 Casting practice teaching arrangement

时间	原有的砂型铸造学习方案	改进后的砂型铸造学习方案
上午	1. 砂型铸造实践操作示范讲解 2. 整模造型实践操作 3. 挖砂造型实践操作以及示范讲解 4. 分模造型示范讲解	1. 砂型铸造实践操作示范讲解 2. 整模造型实践操作 3. 挖砂造型实践操作以及示范讲解 4. 分模造型示范讲解
下午	1. 整模造型浇注 2. 砂型铸造落砂清理 3. 砂型铸造工艺纠正改错 4. 砂型铸造实习总结	1. 整模造型和创意纪念币浇注 2. 砂型铸造落砂清理 3. 砂型铸造工艺纠正改错 4. 合金流动性实验 5. 铸造虚拟仿真软件学习 6. 砂型铸造实习总结

参考文献：

[1] 王章豹，刘光复，吴玉程. 强化工科实践教学 培养学生的工程实践与创新能力[J]. 合肥工业大学学报(社会科学版), 2006(4):1-5.

[2] 李晓春，曲晓海，杨洋. 工程训练教学改革探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(1):229-232.

[3] 李化芳，韩军武，代秋芬，等. 仿真技术在铸造合金流动性实验教学中的应用[J]. 铸造技术，2011, 32(5)：726-727.

欢迎到当地邮政局(所)订阅 2020 年《铸造技术》杂志

国内邮发代号：52-64　国外发行号：M855　国内定价：25 元/本　海外定价：25 美元/本