• 今日铸造 Today Foundry •
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.08.024

3D 打印精密铸造在实践教学中的应用

马 运,汤 彬,杜 平,张秀海,邢小颖
(清华大学 基础工业训练中心,北京 100083)

摘 要:3D 精密铸造是先进铸造技术方法,运用了 3D 建模设计、3D 打印、石膏型精密铸造等多种技术手段;实践教学环节结合上述技术手段,给学生提供自主创意设计与创新制作机会;结合 3D 精密铸造在实践教学中的应用,使学生了解先进铸造技术的同时,又培养了学生的创新思维和创新设计能力。

关键词:3D 精密铸造;3D 建模;3D 打印;实践教学;创新思维;创新能力

中图分类号:G642 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-8365(2020)08-0798-03

Application of 3D Printing Precision Casting in Practice Teaching

MA Yun, TANG Bin, DU Ping, ZHANG Xiuhai, XING Xiaoying
(Basic Industrial Training Center, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: 3D precision casting is an advanced casting technology method, using 3D modeling design, 3D printing, gypsum type precision casting and other technical means; The practical teaching links combine the above technical means to provide students with independent creative design and innovative production opportunities; Combined with the application of 3D precision casting in practice teaching, it not only enables students to understand advanced casting technology, but also cultivates innovative thinking and innovative design ability of students.

Key words: 3D precision casting; 3D modeling; 3D printing; practical teaching; creative thinking; innovation capacity

工程训练是高校人才培养的一门重要实践性课程,对于学生创新思维和创新设计能力的培养起到至关重要的作用[1],本文将以学生在铸造实训中的 3D 精密铸造教学环节作为切入点,介绍以学习产出为导向的工程训练对学生知识能力培养的重要性。

1 3D 精密铸造教学系统介绍

清华大学基础工业训练中心铸造实验室的 3D 精密铸造教学系统建立于 2017 年底,实训室承担了清华大学本科生实践课程教学任务以及硕士生培养,其开设的课程共计 10 门,分别为金工实习、材料加工系列实验、汽车现代制造技术与管理、工业系统基础、数字化制造课程、制造工程体验、制造工程实践、实验室科研探究、现代加工技术与实践、3D 打印与设计。

在教学研究方面,铸造实训室一直在不断努力尝试改进教学模式和方法,从而使学生在实践能力、创新思维和创新设计能力方面迈向一个新的台阶,最终达到预期的教学目的;3D 精密铸造教学模块使学生从最初的模型设计到 3D 模型打印,再到最终采用石膏型精密铸造工艺制作金属工艺品,整个制作过程学生均会参与其中并且学习每个制作环节的工艺,对于学生知识能力的培养起到至关重要的作用。

2 3D 精密铸造课程开发

铸造实验室现阶段依托 3D 精密铸造教学系统开发课程共 5 个模块,分为 4 学时类型教学、8 学时类型教学、12 学时类型教学、16 学时类型教学和 24 学时类型教学,见表 1;本文结合"个性化 3D 设计与实现"课程重点介绍 8 学时类型教学的 3D 精密铸造课程模块设计及教学方案。

2.1 "个性化 3D 设计与实现"课程介绍

"个性化 3D 设计与实现"课程主要让学生了解 3D 打印技术原理及发展趋势,并尝试运用该技术进行产品创新性设计与制造;通过该课程学习,学生可以了解先进的 3D 打印技术的基本原理、特点及应用,感受其带来的技术与社会层面的深远影响,并能够运用该技术简单操作 3D 相关打印设备,同时进

收稿日期:2020-05-06

作者简介:马 运(1990-),陕西咸阳人,本科,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

表1 3D精密铸造教学方案
Tab.1 3D precision casting teaching program

学时	4 学时	8 学时	12 学时	16 学时	24 学时
环节 1	3D 精密铸造教学系统介绍	3D 精密铸造教学系统介绍	3D 精密铸造教学系统介绍	3D 精密铸造教学系统介绍	3D 精密铸造教学系统介绍
环节 2	注蜡机制模	电脑设计	手工雕刻蜡模	油泥模型制作	电脑设计
环节 3	焊蜡树	3D 打印蜡模	焊蜡树	模型 3D 扫描	CNC 精雕介绍
环节 4	铸型灌浆	焊蜡树	铸型灌浆	3D 打印蜡模	CNC 蜡模雕刻
环节 5	铸型脱蜡	铸型灌浆	铸型脱蜡	焊蜡树	焊蜡树
环节 6	真空浇注	铸型脱蜡	真空浇注	铸型灌浆	铸型灌浆
环节 7	后处理	真空浇注	后处理	铸型脱蜡	铸型脱蜡
环节 8	--	后处理	--	真空浇注	真空浇注
环节 8	--	--	--	后处理	后处理

行团队协作式的创新型设计和制造，培养学生的团队精神和创新思维，并对此技术展开如知识产权及保护、环保污染等一系列伦理思考。

“个性化 3D 设计与实现”课程教学安排见图 1。

第1讲: 从想象到现实-3D打印
第2讲:3D打印的基本过程+分组
第3、4讲:3D打印的设计体验和3D精密铸造
第5、6讲:3D打印的个性化设计与熔融挤压

图 1 教学安排
Fig.1 Study schedule

2.2 8 学时的 3D 打印设计体验和 3D 精密铸造教学方案设定

(1)3D 打印技术讲解（2 学时） 首先通过 3D 打印理论讲解，主要让学生对 3D 打印技术原理、3D 打印技术历史、3D 打印技术分类（见图 2 所示）和 3D 打印技术应用 4 个方面有所了解。

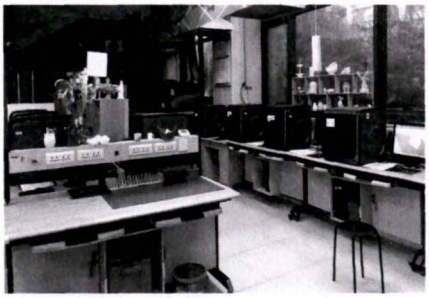
(2)3D 建模讲解（2 学时） 通过 3D One Plus 三维设计软件讲解，使学生熟悉并掌握 3D 精密铸造前期设计，培养学生的创新设计能力，并最终完成戒指模型的设计见图 3。

(3)3D 精密铸造（4 学时）学生设计的三维模型通过 3D 打印机完成蜡模或者树脂模的打印，在此基础上直接制作石膏型壳，再高温焙烧型壳进行脱蜡处理，即可进行铸件浇注成形[2]，最终的铸件经过打磨抛光处理即可获得一枚表面光滑的戒指见图4。

通过 3D 精密铸造实践环节的学习，使学生体验到工艺品制作的乐趣，在培养创新意识的同时，又能提高学生的工程认知，使技术与艺术完美结合。

3 结语

通过 3D 精密铸造教学系统在“个性化 3D 设计


(a)桌面级塑料3D打印机

(b)全彩树脂3D打印机

(c)金属3D打印机

(d)陶瓷3D打印机、蜡模3D打印机

图 2 实验室现有 3D 打印机分类
Fig.2 Classification of existing 3D printers in the laboratory

图 3 模型设计
Fig.3 Model design

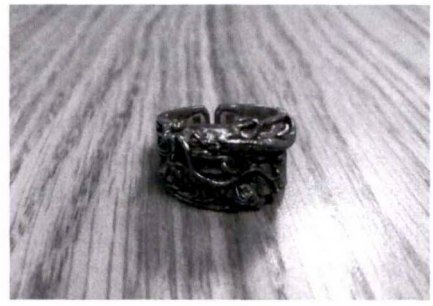


图 4 戒指
Fig.4 Ring

与实现"课程中的应用,使学生学习和了解先进铸造技术的同时,又能培育学生的创新思维和创新设计能力,对于学生知识能力的培养起到至关重要的作用。

参考文献:

[1] 李双寿,杨建新,王德宇,等. 高校众创空间建设实践——以清华大学 i.Center 为例[J]. 现代教育技术,2015,25(5):5-11.

[2] 汤彬,马运,邢小颖. 3D 精密铸造技术在艺术品还原和批量化生产中的应用[J]. 铸造技术, 2018, 39(11):2497-2500.

招贤纳士

襄阳聚力新材料科技有限公司

一、招聘销售工程师

任职要求:

1. 本科及以上学历,铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业,熟悉二维、三维绘图软件者优先考虑。
2. 2 年以上铸造行业耐火材料销售或铸造涂料销售经验者。
3. 2 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 2 年以上铸造行业铁合金生产或销售经验者。
5. 2 年以上耐火材料技术研发或产品应用经验者。
6. 2 年以上铸造涂料技术研发或产品应用经验者。
7. 2 年以上有在铸造厂工作经验,对中频炉熔炼或造型工艺熟悉者。
8. 在压铸厂或铝厂工作 2 年以上,对有色金属铜铝熔炼工艺流程熟悉者。

二、招聘销售经理

任职要求:

1. 大专及以上学历,铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业,熟练掌握办公软件,懂产品市场宣传,营销策划者优先考虑。
2. 5 年以上铸造行业耐火材料销售、铸造涂料或类似工业品销售经验者。
3. 5 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 性格外向,诚信可靠,乐观向上,抗压力强。
5. 逻辑思维清晰,做事干净利落,工作效率高。
6. 善于多部门或多层次沟通协调。

三、销售助理

任职要求:

1. 男性,30 岁以下,本科学历,身体健康,适合经常出差。
2. 性格外向,诚信可靠,乐观向上,抗压力强。
3. 逻辑思维清晰,做事干净利落,工作效率高。
4. 善于多部门或多层次沟通协调。

有意向者请将简历发送至邮箱 wuhaiyan@xyjllc.com