

# 基于虚拟仿真技术的焊接实训课程改革

葛安亮 唐俊 李相坤\*

中国海洋大学 山东青岛 266100

**摘要:** 针对目前焊接实训课程存在的几个关键问题, 引入虚拟焊接技术, 探讨基于虚拟仿真技术的焊接实训课程改革方案。

**关键词:** 虚拟仿真; 焊接实训; 课程改革

## Reform of welding training course based on virtual simulation technology

Ge Anliang, Tang Jun, LI Xiangkun\*

Ocean University of China, Qingdao 266100, China

**Abstract:** In view of several key problems existing in current welding training courses, virtual welding technology is introduced to explore the reform scheme of welding training courses based on virtual simulation technology.

**Keywords:** virtual simulation; Welding training; The curriculum reform

### 前言:

尽管自动化焊接技术的发展迎合了行业对于生产效率和质量的需求, 但是手工电弧焊因其超强的灵活性与适应性还是焊接产业的最主要力量。通过焊接实训教学, 可以使学生了解焊接, 掌握焊接的基本操作。

在保证安全的前提下, 如何让学生在焊接实训中学到更多, 是开展焊接实训课程的目标。但是由于焊接实操的危险性, 导致实训内容较单一, 学生收获不大。本文针对目前焊接实训课程存在的几个关键问题, 提出了一种突破传统教学模式的焊接实训课程改革方案, 在进行焊接实操前, 先通过虚拟焊接系统全面了解焊接的工作原理、操作步骤、焊接位置、焊接参数、安全注意事项等, 对焊接实操进行逼真的预体验, 使学生通过虚拟系统提前了解焊接, 最大程度地减少实操过程中安全事故的发生, 使课程开展内容更加丰富, 学生操作更加得心应手。

### 一、目前焊接实训课程存在的问题

**基金项目:** 中国海洋大学本科教育教学研究基金项目“工程训练实训课程建设”(2021JY097)

**通讯作者简介:** 李相坤, 中国海洋大学, 山东青岛, 邮编: 266100, E-mail: lixiangkun@ouc.edu.cn。

手工电弧焊是目前焊接实训课程中最主要的实训内容。手工电弧焊是利用电弧产生的热量来熔化焊条和部分工件, 从而使两块金属连成一体的人工操作的焊接方法, 它所使用的设备简单, 操作灵活方便, 适应性强, 因此成为熔焊中应用最广泛的一种焊接方法。但是目前焊接实训课程存在诸多问题, 导致课程开展效果不佳。主要存在以下问题:

#### (1) 学生自身安全意识不高

由于大部分学生第一次接触焊接操作, 出于好奇和兴奋, 学生对于焊接实操的安全隐患重视程度不足, 容易发生安全事故。

#### (2) 焊接实训操作危险性高

由于焊接电路是在高电压下工作, 一旦电路发生故障, 触电事故就会发生; 手工电弧焊熔化金属产生的高温最高可达6000℃, 因此高温烫伤风险极高, 严重时还会引发火灾或者爆炸; 同时电弧产生的弧光很容易灼伤眼睛; 燃烧产生的有害气体和烟尘会对操作者的呼吸系统造成严重的损害。

#### (3) 焊接位置和焊接参数的单一性

考虑到焊接操作的危险性和学生操作能力有限, 在焊接实训中, 主要开展最基础的平焊位置焊接, 不开展立焊、横焊、仰焊的焊接训练。除此之外, 焊接参数

(工件尺寸、焊条直径、焊接电流、焊接速度、运条方式等)都是提前设计好的,学生无法体验调节焊接参数对焊接质量带来的影响,从而导致学生无法根据焊接质量好坏来调节焊接参数。

由于存在以上问题,导致焊接实训课程效果不佳,学生在焊接实训课程中体验和学习的內容较少,且安全事故也时有发生。

## 二、虚拟焊接系统简介

随着仿真技术的不断发展,焊接仿真具有了更实际地应用价值,虽然焊接仿真不能完全代替真实的焊接训练,但它对于刚接触焊接的学生无疑能发挥较大的作用。通过虚拟焊接仿真系统,学生可以体验各种焊接方法和各个空间位置的焊接,一方面可以加深学生对于焊接工艺的理解,另一方面可以提前熟知焊接操作的安全隐患,保证学生在实操时的安全。最重要的是,通过虚拟焊接的体验,可以使学生在实操时更快地掌握操作要领,节省了实操训练时的焊条消耗,大大降低了实训成本。



焊接训练模拟器

虚拟焊接系统详细参数如下:

组成结构:散热侧箱、中枢控制台、焊枪、高清液晶显示器、焊具、焊接桌面、支架、HTC手柄、头盔等;

系统模块:理论学习、视频资料、实操训练、任务接受、模拟考试;

集成技术:分布式仿真实训、虚拟现实、微机测控、位置追踪、声音仿真及计算机图像实时生成技术;

显示系统:VR-TouchControler+液晶屏双显示系统呈现3D立体画面;

模拟焊种:手动电弧焊、CO<sub>2</sub>气体保护焊、氩弧焊;

焊接位置:平焊、仰焊、立焊、横焊;

模拟运动:引弧、运条(直线运条、直线往返运条、锯齿形运条、月牙形运条、正三角形运条、斜三角形运条、圆形运条等)、收弧;

模拟场景:港口工况、工厂工况、石油管道工况、

工程机械工况、船坞工况、电网铁塔工况。每个场景下设计包括钢板、工件、工况制品、管道、油罐、石化制品、船板船舱、船体零件、船舶弦侧修复、港口港机设备、集装箱、工程机械铲斗、吊具、履带等各种焊接道具;

系统特点:配合立体视觉头盔,呈现真实的焊接3D场景和实时的火花飞溅和熔滴效果;追踪头部姿态控制主视角和主画面,使学生获得身临其境的感受,沉浸在虚拟环境中;实时观测与焊件的空间距离,同步立体显示操作动作及细节;采用双工位实物焊接训练,高效、环保,有效降低成本,无需消耗焊接焊材,无强电磁、化学、光学等污染。

针对学生实训的手工电弧焊,在本系统中,根据真实电弧焊作业的不同焊材设置多种焊条分类选择模式,分为碱性和酸性药皮,可适应各种不同材质工作,焊条直径从1.6mm到8mm规格,可适应各种板材厚度。焊接过程中焊条会根据实际消耗实时变短,并且根据焊接习惯反馈出焊材消耗情况。在操作过程中,视觉效果、操作手感与真实一致,学生可以看到焊接电弧以及熔液从生成、流动到冷却的过程,同时听到相应的焊接音效。

该系统设计更符合人体工学,让焊接仿真训练更接近真实设备,配合焊接仿真系统软件的使用,让学生可以通过真实场景、真实工况、真实焊接道具满足各类焊接训练需求,更真实的体验平焊、仰焊、立焊、横焊等各种焊接位置和姿势。系统采用声音、光、文字等提示内容,实时查看焊接作业中的参数信息,并采用标准图形示范(包括焊接位置、焊枪角度、焊枪与工件的距离和角度、焊缝质量等)及语音提示帮助学生校正操作姿势和手法,辅助指导学生培训过程与应用。

通过虚拟焊接模拟系统,学生不仅可以获得与传统实训相同的操作经验,同时通过系统内置的数据采集、智能专家辅助模块和量化考核评价系统等一系列先进独特的教学功能,配合合理明晰的焊接知识穿插讲解,使学生可以获得在传统教学实践过程中难以量化的精确焊接实训指导,大幅度提升学生在实训过程中的方向性和目的性,有效缩短学生的实训周期,降低教师的教学负担,达到以低成本、低投入实现“精教、精学、精炼”的焊接实训课程。

## 三、焊接实训课程改革措施

### 1.焊接实训课程具体开展形式

基于虚拟仿真技术的新形式焊接实训课程主要分为两部分:虚拟焊接系统训练和焊接实操训练。

#### (1)虚拟焊接系统训练

①指导教师介绍虚拟焊接系统的使用步骤;

②学生通过系统内的视频资料学习手工电弧焊焊种的理论知识和安全注意事项;

③进行手工电弧焊的实操训练, 主要包括: 焊条的夹取、工件的摆正、划擦引弧、基础运条和收弧运动;

④练习不同焊接位置、不同运条运动的焊接, 保证每位学生至少练习三种不同的运条运动;

⑤切换至具体的工况进行实物焊接练习, 保证每位学生至少练习两个不同工况下的实物焊接;

⑥进入模拟考试模式, 学生依次进行模拟考试, 根据考试系统随机分配的焊接工况, 进行实操考试。模拟考试结果由系统自带的评分机制得到, 主要依据整个焊接过程中操作的规范性和焊缝质量。考试不合格需重新进行考试, 直至考试合格。虚拟焊接模拟考试不合格的学生不允许参加焊接实操训练。

#### (2) 焊接实操训练

①指导教师简单介绍手工电弧的原理和主要焊接设备, 着重强调焊接过程中的安全隐患和注意事项;

②指导教师亲自示范整个焊接过程, 包括焊接设备的连接和调试、工件的摆放和焊接要求、划擦法引弧的动作要领、三种常见的运条运动(直线运条、锯齿形运条、圆形运条)、收弧运动、焊渣的处理、焊缝质量的检测等等。期间整个过程中, 再次强调每个环节的安全注意事项;

③学生开始练习, 首先是最基础的划擦引弧, 保证可以产生稳定的电弧;

④电弧稳定之后, 在单个矩形工件上进行直线运条运动练习, 直到可以根据焊缝熔池来合理控制焊接速度;

⑤基本运条运动掌握之后, 练习焊条的更换和收弧运动, 保证在10S之内顺利更换焊条, 收弧时做到焊液填满弧坑;

⑥最基本的焊接操作掌握之后, 进行锯齿形运条和圆形运条运动的练习;

⑦运用锯齿形运条或圆形运条方式, 进行两块矩形工件的对接焊接训练;

⑧实操检验考试, 学生根据老师随意指定的焊接工件(不同厚度的矩形板材), 自行设定焊接参数, 进行两块矩形工件的对接焊接。焊接完成之后, 学生自己清理焊渣, 由指导教师检验焊缝质量。指导教师打分主要依

据学生的操作规范性、焊接参数设置的合理性、焊缝的质量三方面。实操考试不合格需重新进行考试, 直至考试合格。

⑨考试合格的学生可以进行平焊和立焊的练习, 受限于焊接台的结构, 学生不允许进行仰焊练习。同时, 学生还可以进行其他运条运动的练习。

⑩课程结束后, 学生将所有焊接设备关闭整理到位, 所有工件和焊渣清理干净。

#### 2. 实训课程特点与效果

采用虚拟仿真技术的焊接实训课程改革是利用先进仿真技术, 突破传统教学模式的一次创新尝试, 总结分析新形式的焊接实训课程, 主要有以下特点:

(1) 采用虚实结合方式, 丰满了课堂内容, 提高了课堂质量;

(2) 提前在虚拟系统内对焊接进行了体验和练习, 学生实操时上手更快, 效率更高, 发生安全事故可能性大大降低;

(3) 避免了大量的失误操作和练习过程, 节省了焊接材料, 降低了成本;

(4) 虚拟系统的代入感和新鲜感强, 更容易激发学生兴趣;

(5) 利用仿真环境, 可以练习更多焊接内容, 同时系统对于焊接动作和焊缝质量的实施评估, 更有助于提高学生的焊接水平。

#### 四、结束语

焊接实训一直以来都因为其危险性导致实训效果差, 本文提出了一种采用虚实结合的焊接实训课程改革方案, 首先在虚拟仿真系统内进行焊接练习, 然后再进行实操训练。通过对新形式的焊接实训课程的实际应用发现, 改革后的焊接实训课程更加高效、环保、节约, 学生在课堂上的收获更加丰富。

#### 参考文献:

[1]纪良博.浅谈金工实训的焊接教学[J].山东工业技术, 2016(2): 1.

[2]段胜祥.焊接技术实训课程改革的研究[J].武汉工程职业技术学院学报, 2014(2): 86-87.

[3]马天凤, 任爱梅.以实训引领焊接检验课程的教学改革[J].河南机电高等专科学校学报, 2015, 23(6): 4.