

doi:10.11835/j.issn.1005-2909.2019.05.019

欢迎按以下格式引用:刘超,潘子超,朱青,等.智能建造背景下的桥梁工程毕业实习教学环节改革研究[J].高等建筑教育,2019,28(5):117-123.

# 智能建造背景下的桥梁工程 毕业实习教学环节改革研究

刘超,潘子超,朱青,阮欣

(同济大学桥梁工程系,上海 200092)

**摘要:**工业4.0时代,智能建造技术变革着桥梁工程行业,桥梁工程专业本科培养方案中,传统的实践教学方式暨生产实习环节,面临全新的挑战。在智能建造背景下,需要用信息技术手段变革传统的实习教学。文章以某届本科生的毕业实习改革为案例进行研究,阐述了各实习环节的设计方法,为类似实习教学提供范例和参考。

**关键词:**智能化建造;桥梁工程专业;毕业实习教学;卓越工程师

**中图分类号:**G642.44;TU997

**文献标志码:**A

**文章编号:**1005-2909(2019)05-0117-07

随着世界范围内生产力的进一步发展,人类社会正迎来第四次工业革命的浪潮。在以机械化、电气化和自动化为核心的前三次工业革命基础上,第四次工业革命突出了“信息化”的基本特点。在新一代工业化的大背景下,德国和美国先后提出了“工业4.0”和“工业互联网”的发展战略。中国也于2014年编制了“中国制造2025规划”<sup>[1]</sup>。

围绕“信息化”的基本特点,第四次工业革命特别强调“智能化”在生产过程中的应用,借助“互联网+”的理念,将存储、物流、交换、消费等全过程进行紧密而有效的结合。智能化、信息化和网络化的大背景不仅对机械、电子、计算机等高尖端学科提出了新的要求,同时给土木工程等学科也带来了新的挑战和机遇<sup>[2]</sup>。

## 一、桥梁工程的智能化建造对实践教学提出挑战

### (一)桥梁智能化建造新趋势

#### 1.物联网技术便于全程监控

信息技术赋予了装配式结构更多智能化的特征,每一个构件都有一个对应的二维码可以全程

监控,规模化的生产线更容易引入人工智能,例如,大型的钢构件加工生产线已经普遍采用焊接机器人等。

## 2. BIM技术的应用

BIM的全称是“Building Information Management”,即建筑信息管理,BIM技术在桥梁工程中的应用可称为BrIM(Bridge Information Management),涵盖施工、运营养护乃至倒塌拆除的全寿命过程<sup>[3]</sup>。对于大型桥梁的养护而言,将每个构件的检测、维修和更换信息数据化并进行保存。这了解大桥的长期性能演变有十分重要的作用<sup>[4]</sup>。

## 3. 机器人技术

机器人技术是新一代工业革命“智能化”的一个重要体现。虽然机器人在桥梁工程中的应用尚属于空白,但目前在研发中的桥梁养护机器人,将融合图像识别、深度学习、自适应分析等技术,已达到“初级工程师”水平。

### (二) 传统的生产实习面临挑战

如上所述,智能建造技术正不断更新着桥梁工程的各环节。传统的桥梁工程实践教学环节,如生产实习,在教学目标、内容、方式、组织、考核等方面面临挑战与变革。

#### 1. 目标不清

卓越工程师培养计划中,实践能力是重要一环。对于土木工程等大多数工科专业而言,实习环节是对课堂教学的补充。但由于受天气、安全等因素的制约,外出实习环节的时间一般较短,传统的桥梁工程专业实践教学往往目标不明确、主题分散,实习演变为走马观花式的参观。经典的力学知识与技术尚且无法体验,先进的智能建造技术更是鲜有涉及<sup>[5]</sup>。

#### 2. 内容滞后

对于桥梁工程而言,实习一般都安排在加工工厂和施工现场。实习内容的选择不能体现该领域的最新发展趋势,略显陈旧。

实践教学本为“卓越工程师”培养计划中的重要环节,学习内容应紧贴当下桥梁智能建造技术的前沿,但实习单位往往由带队教师或所在研究室自行联系,选择性较少,无法整合优势资源,内容过于传统,脱离一线实际工程。

实习环节往往多由中青年教师负责,但在大环境下,青年教师更多专注于理论性学术研究,自身的工程经验本就比较欠缺,无法及时有效解答学生在实习过程中遇到的问题。

#### 3. 教学方式单一

目前,传统的桥梁工程专业实践教学手段多局限于生产实习和毕业实习,实习的教学方式相对单一,带队教师把学生送到工地现场参观,听取设计或施工方简单介绍,学习撰写实习报告。单一的教学方式,往往导致实习结束后,学生只知道去了哪些地方,看了哪些桥梁,但对细节问题知之甚少,而学生最终记住的内容实际上不实习也能够掌握。这些都导致实习“无用论”,从而也得不到学生和教师的重视<sup>[6]</sup>。

#### 4. 教学组织不可控

在以往的实习过程中,带队教师更多地充当了“保姆”的角色,即照顾学生的衣食住行和安全问题。学生和教师在技术、学术方面的沟通较少,在实习中所表现出来的积极性也较低,都以完成教学任务为目的。

对学生的管理略显混乱,缺乏过程性监控,学生的学习过程难以掌握。

### 5. 缺乏有效评价

学生实践评价,往往局限于写实习日记和实习报告,撰写过程缺乏有效指导。由于以上所述的实践教学存在目标不清、内容滞后、方式单一等问题,部分学生的实习报告以参考借鉴为主,缺乏真正的问题意识,实习报告的质量堪忧<sup>[7]</sup>。

## 二、实践教学环节改革案例

同济大学在全国高校率先改革,首度招收“智能建造”专业本科生。作为传统的工科优势高校,同济大学正通过一批新的工科专业建设、多学科交叉课程等加快培养新兴领域的创新型卓越工程科技人才。针对上述各种问题,结合桥梁工程专业的特点,同济大学桥梁工程系率先探索基于桥梁智能建造技术的本科生毕业实习教学改革。

### (一) 改进设计

(1) 首先确定毕业实习的主题与内容,将“智能建造”技术作为主题,并根据主题结合现有资源,联系采用智能建造技术的地点安排实习,确定每个实习点的实习内容。

(2) 将整个实习环节划分为“校内”和“校外”两部分,围绕智能建造的前沿理论与技术进行基础准备。其中,校内讲座邀请与具体工程相关的专业人员给学生讲解,让学生对智能建造技术有大致的了解。校外参观由于时间较短,采用“求点弃面”的原则,即强调对关键点的深入理解,放弃全面但肤浅的走马观花式参观,通过校内、校外环节的相互补充,尽可能提升实习效果<sup>[8]</sup>。

(3) 在教师配备上,采用“后勤+技术”的配置模式,进行智能化联动管理。设立专门负责后勤(食宿、车辆等)的教师,方便异地集中实践活动的安排。技术类教师采用“中年+青年”的配置,由教学和工程经验相对丰富的中年教师负责整个实习的安排、把控,青年教师负责实习中的具体事宜。配备专业人员,分工明确,遵循每个人只做自己最擅长事情的原则。

(4) 优化过程管理。应用手机 APP 等信息化技术在实习期间实现智能化管理和沟通。例如,采用签到系统督促学生积极参加校内讲座,在外期间遵守作息时间表等。通过社交类 APP,每天以知识问答的形式与学生及时沟通,了解学生需求,解答学生的问题,组织学生撰写实习微文并进行推送。采用信息化技术一方面提高了实习管理的效率,另一方面拉近了师生之间的距离,同时也增加了学生参与实习的积极性<sup>[9]</sup>。

(5) 改进评价模式。改变传统的单一结果评价模式,将过程性评价与结果性评价相结合,力求实践实效。同时,在实习期间,以 360° 三维相机采集照片并进行整理。在实习归来后仍可通过非常真实的画面重现实习的整个过程。在此基础上,还可进一步发展虚拟实习课程,让学生在高科技产品的支撑下最有效地开展学习。

### (二) 改进案例

根据上文所述的桥梁工程实习环节改革措施,结合智能化建造的趋势,同济大学桥梁工程系对 2013 级本科毕业实习进行了教学改革。

学生人数共 70 人,由 3 名专业教师和 1 名行政教师带队,分为校内外学习两个环节。4 月 11 日—12 日为校内准备阶段,安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司的几位设计负责人到同济大学桥梁工程系为实习学生进行了 4 场技术报告。4 月 13 日—17 日为现场实践阶段,学生赴芜湖

进行了为期5天的现场学习,主要实习现场有8个。

### 1.目标与内容呼应“智能建造”

首先确定此次毕业实习的主题为“桥梁工程中的智能建造”。围绕这一主题,先后联系了多家预制场、预制车间以及施工现场。所有实习现场均体现了“智能建造”的特点,包括节段预制、智能化(机器人)焊接、BIM技术等(图1~图3)。



图1 混凝土预制节段梁桥信息化管理系统



图2 钢板自动焊接技术

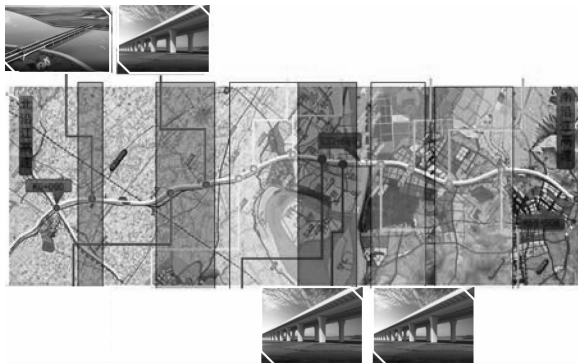


图3 桥梁 BIM 技术

实习地点和主要内容为:芜湖长江公路二桥,重点掌握大跨径斜拉桥的施工工艺(图4);巢芜高速,重点掌握双工字钢板组合梁的构造特点和施工工艺;芜湖二桥引桥,重点掌握预制装配式梁的构造特点和施工工艺(图5);巢芜高速跨裕溪河矮塔斜拉桥,重点掌握部分斜拉桥的施工工艺和挂

篮构造;中泰钢结构加工厂,了解钢结构的制造和加工工艺(图6);裕溪口镇混凝土预制场,对混凝土预制构件的生产有全面的认识,包括场地的布设、预制施工的主要步骤、预制施工的特点、生产及管理要点等,沿途还参观了苏通大桥及其展览馆和江阴大桥。

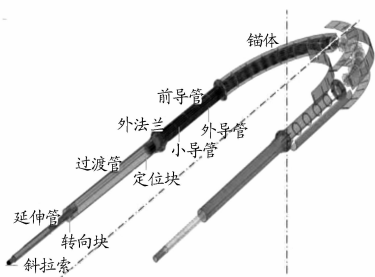


图4 芜湖二桥斜拉索的同向回转新技术(BIM应用)

图5 体外预应力节段拼装桥梁(架桥机施工)



图6 钢板组合梁(工厂化预制、装配化施工)

## 2. 人员配备及行程安排

针对学生数量及学校对实习教学的基本要求,安排了4位带队教师,如图7所示。其中,后勤教师负责学生食宿、车辆、经费和安全等方面的事宜。将所有学生划分为3组,分别由3位技术教师带队。

外出实习环节持续5天的时间。在保证时间的前提下,尽量缩短在外时间,除安全性方面的考

虑,也避免了由学生的新鲜感迅速衰减而造成的懈怠和厌恶情绪。外出实习期间,智能化管理起到了较好的作用。根据实习点的地理方位及交通情况,选择了如图8所示的放射状行程,即核心实习环节只有一个住宿点,给予师生最大的便利,同时加强实习期间的管理<sup>[10]</sup>。

### 3. 过程性评价

改变传统的教学实践终结性评价方式,将过程性评价与结果性评价相结合,控制实践质量。首先以基于信息化的社交类APP实现对整个外出实习阶段的管理。所采用的APP涵盖如下内容:(1)自动签到系统,保证学生在规定的时间返回住宿点。(2)师生问答“晓黑板”,增进技术类话题的讨论和交流。在“晓黑板”中,共有14名学生发帖提问,39名学生参与讨论、回答问题。未参与讨论与提问的学生此项考核成绩为0分,发帖提问的学生得10分,其他参与讨论的学生按次数分别给予2分到10分的评价。

过程性评价还设计了最佳提问、小组总结汇报等指标,引导学生提高参与性学习的质量。

### 4. 评价与反馈

实践教学环节的传统评价形式比较单一,学生撰写一份《实习日记》、一份《实习报告》即可。由于教师缺乏对实习过程的有效控制,学生的报告撰写往往走过场、应付了事。

本研究对学生的实习考评,将过程性评价与终结性评价相结合,并综合了习题、网上讨论、现场小组汇报、实习报告撰写等多种方式。结合实习内容,编制若干题目,共进行3次测试练习,及时提供评价分数,并计入总评。学生在“晓黑板”平台上的问答讨论也按质量分级计入总成绩。实习结束后,学生分组汇报,围绕工业化建造的主题,总结实习内容,并对桥梁工程的未来发展趋势发表自己的见解。最后,综合全过程的各种学习收获,撰写实习报告。

此次实习还通过组织满意度问卷调查来总结经验和发现问题。调查发现,学生对社交类APP的使用以及行程安排最为满意,认为APP的使用增加了实习的乐趣和参与感,而放射状的行程保证了住宿点的稳定,给学生提供了最大程度的便利。学生还提出,在信息化时代,实习日记已经作用不大,电子平台支撑的过程性评价模式提升了实习实效。

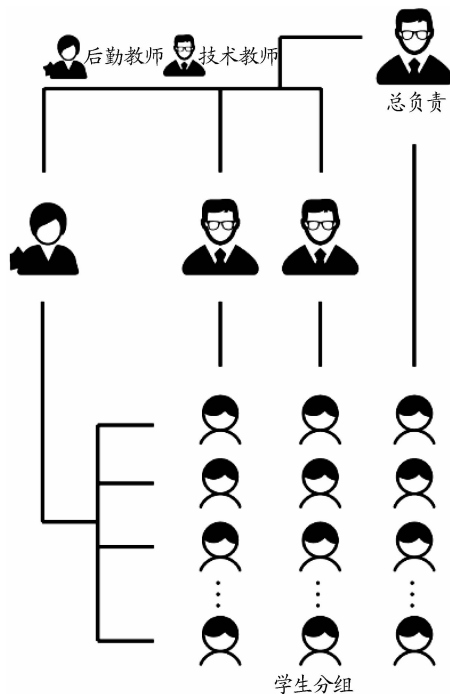


图7 实习教师配置示意图

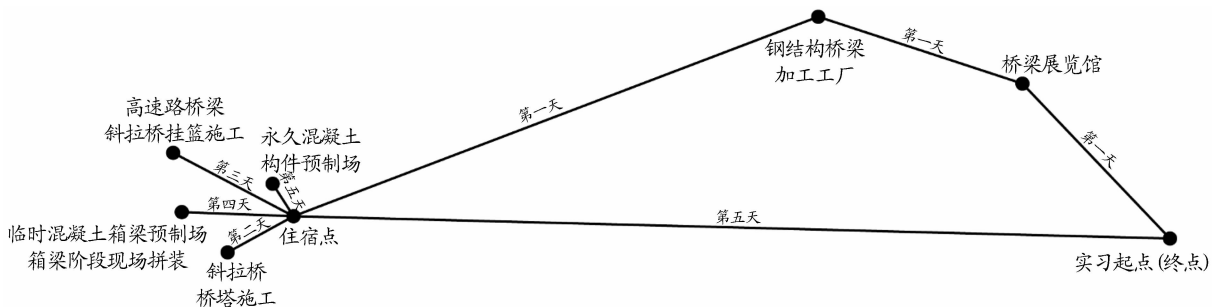


图8 实习行程安排

### 三、结语

土木工程课程,尤其是本科教学内容基本以经典的力学知识为主,已有上百年历史。虽然土木工程领域的创新一直没有停止,但并不能及时在书本和授课中得到体现。面向智能化建造的实习课程设计,在很大程度上弥补了课堂教学的滞后性。

在智能建造的大背景下,信息化和智能化成为新时期各行业发展的主题。这对于土木工程,尤其是桥梁工程而言,既是机遇,又充满挑战。实习目标要与时俱进,以智能化建造技术实践的了解与掌握为主,培养学生的前沿学科能力。实习内容要及时调整,为使学生更好了解学科发展趋势,围绕智能化建造的工程实践,从理论与实践两方面着手安排实习内容。在组织方式、师生互动等方面,借用智能化管理新技术手段,引入实时、全程的智能化管理,提高管理效率与学习效率,加强过程性评价与效果反馈,对高校土木工程专业改进实践教学环节具有一定的参考借鉴价值。

#### 参考文献:

- [1] 贺正楚,潘红玉.德国“工业4.0”与“中国制造2025”[J].长沙理工大学学报(社会科学版),2015,30(3):103-110.
- [2] 叶钟灵.迎接4.0第四次工业革命[J].电子产品世界,2015,22(1):3-6.
- [3] 陈兵,易侃,班鹏,等.基于BIM技术的桥梁工程半智能化施工管理辅助系统[J].城市住宅,2016(11):122-125.
- [4] 刘占省,赵明,徐瑞龙.BIM技术在我国的研究及工程应用[J].建筑技术,2013,44(10):893-897.
- [5] 林健.卓越工程师创新能力的培养[J].高等工程教育研究,2012(5):1-17.
- [6] 宁宝宽,鲍文博,黄杰,等.土木工程专业多元化实践教学与应用型人才培养研究[J].高等建筑教育,2010,19(1):40-43.
- [7] 张鹏,李清富.桥梁工程课程教学改革探讨[J].高等建筑教育,2009,18(6):71-74.
- [8] 廖玉凤.道路与桥梁工程专业生产实习教学实践与改革探索[J].高等建筑教育,2013,22(4):110-113.
- [9] 刘雁,孙锡元,殷为民,等.大数据时代土木工程专业生产实习及其管理新模式[J].高等建筑教育,2016,25(2):130-133.
- [10] 陈泽军,周正,杨晓芳,等.工科专业生产实习效果和教学质量提升探讨[J].高等建筑教育,2011,20(1):142-145.

## Instructional reform of graduation fieldwork for bridge engineering under background of intelligent construction

LIU Chao, PAN Zichao, ZHU Qing, RUAN Xin

(Department of Bridge Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, P. R. China)

**Abstract:** In the era of Industry 4.0, intelligent construction technology is revolutionizing the bridge engineering industry. In the undergraduate training program of bridge engineering, the traditional practical teaching method and production practice are facing new challenges. In the context of intelligent construction, information technology is needed to transform traditional practice teaching. This study takes a graduation fieldwork reform as a case, elaborates on the design method of internship, and provides an example and reference for similar practice.

**Key words:** intelligent construction; bridge engineering; graduation fieldwork teaching; excellent engineer