



高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

Practice and Innovative Ability Training of
Steel Structure Course

钢结构课程实践与 创新能力训练

· 建筑工程方向 ·

董 军 唐柏鉴 邵建华 编著
曹平周 夏长春 主审



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

钢结构课程实践与创新能力训练

董 军 唐柏鉴 邵建华 编著
曹平周 夏长春 主审



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

钢结构课程实践与创新能力训练/董军,唐柏鉴,邵建华编著. —武汉:武汉大学出版社, 2015. 2

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

ISBN 978-7-307-14752-2

I. 钢… II. ①董… ②唐… ③邵… III. 钢结构—高等学校—教学参考资料 IV. TU391

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 257657 号

责任编辑:蔡巍 鲁周静

责任校对:邓瑶

装帧设计:吴极

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:whu_publish@163.com 网址:www.stmpress.cn)

印刷:武汉科源印刷设计有限公司

开本:880×1230 1/16 印张:15.25 字数:552千字 插页:8

版次:2015年2月第1版 2015年2月第1次印刷

ISBN 978-7-307-14752-2

定价:33.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材

学术委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:周创兵

副主任委员:方 志 叶列平 何若全 沙爱民 范 峰 周铁军 魏庆朝

委 员:王 辉 叶燎原 朱大勇 朱宏平 刘泉声 孙伟民 易思蓉
周 云 赵宪忠 赵艳林 姜忻良 彭立敏 程 桦 靖洪文

编审委员会名单

(按姓氏笔画排名)

主任委员:李国强

副主任委员:白国良 刘伯权 李正良 余志武 邹超英 徐礼华 高 波

委 员:丁克伟 丁建国 马昆林 王 成 王 湛 王 媛 王 薇
王广俊 王天稳 王曰国 王月明 王文顺 王代玉 王汝恒
王孟钧 王起才 王晓光 王清标 王震宇 牛荻涛 方 俊
龙广成 申爱国 付 钢 付厚利 白晓红 冯 鹏 曲成平
吕 平 朱彦鹏 任伟新 华建民 刘小明 刘庆潭 刘素梅
刘新荣 刘殿忠 闫小青 祁 皓 许 伟 许程洁 许婷华
阮 波 杜 咏 李 波 李 斌 李东平 李远富 李炎锋
李耀庄 杨 杨 杨志勇 杨淑娟 吴 昊 吴 明 吴 轶
吴 涛 何亚伯 何旭辉 余 锋 冷伍明 汪梦甫 宋固全
张 红 张 纯 张飞涟 张向京 张运良 张学富 张晋元
张望喜 陈辉华 邵永松 岳健广 周天华 郑史雄 郑俊杰
胡世阳 侯建国 姜清辉 娄 平 袁广林 桂国庆 贾连光
夏元友 夏军武 钱晓倩 高 飞 高 玮 郭东军 唐柏鉴
黄 华 黄声享 曹平周 康 明 阎奇武 董 军 蒋 刚
韩 峰 韩庆华 舒兴平 童小东 童华炜 曾 珂 雷宏刚
廖 莎 廖海黎 缪宇宁 黎 冰 戴公连 戴国亮 魏丽敏

出版技术支持

(按姓氏笔画排名)

项目团队:王 睿 白立华 曲生伟 蔡 巍

特别提示

教学实践表明,有效地利用数字化教学资源,对于学生学习能力以及问题意识的培养乃至怀疑精神的塑造具有重要意义。

通过对数字化教学资源的选取与利用,学生的学习从以教师主讲的单向指导的模式而成为一次建设性、发现性的学习,从被动学习而成为主动学习,由教师传播知识而到学生自己重新创造知识。这无疑是锻炼和提高学生的信息素养的大好机会,也是检验其学习能力、学习收获的最佳方式和途径之一。

本系列教材在相关编写人员的配合下,将逐步配备基本数字教学资源,其主要内容包括:

课程教学指导文件

- (1)课程教学大纲;
- (2)课程理论与实践教学时数;
- (3)课程教学日历:授课内容、授课时间、作业布置;
- (4)课程教学讲义、PowerPoint 电子教案。

课程教学延伸学习资源

- (1)课程教学参考案例集:计算例题、设计例题、工程实例等;
- (2)课程教学参考图片集:原理图、外观图、设计图等;
- (3)课程教学试题库:思考题、练习题、模拟试卷及参考解答;
- (4)课程实践教学(实习、实验、试验)指导文件;
- (5)课程设计(大作业)教学指导文件,以及典型设计范例;
- (6)专业培养方向毕业设计教学指导文件,以及典型设计范例;
- (7)相关参考文献:产业政策、技术标准、专利文献、学术论文、研究报告等。

 本书基本数字教学资源及读者信息反馈表请登录www.stmpress.cn下载,欢迎您对本书提出宝贵意见。

丛书序

土木工程涉及国家的基础设施建设,投入大,带动的行业多。改革开放后,我国国民经济持续稳定增长,其中土建行业的贡献率达到1/3。随着城市化的发展,这一趋势还将继续呈现增长势头。土木工程行业的发展,极大地推动了土木工程专业教育的发展。目前,我国有500余所大学开设土木工程专业,在校生达40余万人。

2010年6月,中国工程院和教育部牵头,联合有关部门和行业协(学)会,启动实施“卓越工程师教育培养计划”,以促进我国高等工程教育的改革。其中,“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划”由住房和城乡建设部与教育部组织实施。

2011年9月,住房和城乡建设部人事司和高等学校土建学科教学指导委员会颁布《高等学校土木工程本科指导性专业规范》,对土木工程专业的学科基础、培养目标、培养规格、教学内容、课程体系及教学基本条件等提出了指导性要求。

在上述背景下,为满足国家建设对土木工程卓越人才的迫切需求,有效推动各高校土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,促进高等学校土木工程专业教育改革,2013年住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会启动了“高等教育教学改革土木工程专业卓越计划专项”,支持并资助有关高校结合当前土木工程专业高等教育的实际,围绕卓越人才培养目标及模式、实践教学环节、校企合作、课程建设、教学资源建设、师资培养等专业建设中的重点、亟待解决的问题开展研究,以对土木工程专业教育起到引导和示范作用。

为配合土木工程专业实施卓越工程师教育培养计划的教学改革及教学资源建设,由武汉大学发起,联合国内部分土木工程教育专家和企业工程专家,启动了“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划系列规划教材”建设项目。该系列教材贯彻落实《高等学校土木工程本科指导性专业规范》《卓越工程师教育培养计划通用标准》和《土木工程卓越工程师教育培养计划专业标准》,力图以工程实际为背景,以工程技术为主线,着力提升学生的工程素养,培养学生的工程实践能力和工程创新能力。该系列教材的编写人员,大多主持或参加了住房和城乡建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会的“土木工程专业卓越计划专项”教改项目,因此该系列教材也是“土木工程专业卓越计划专项”的教改成果。

土木工程专业卓越工程师教育培养计划的实施,需要校企合作,期望土木工程专业教育专家与工程专家一道,共同为土木工程专业卓越工程师的培养作出贡献!

是以为序。



2014年3月于同济大学四平路校区

前 言

本书是“高等学校土木工程专业卓越工程师教育培养计划教学改革研究与课程教材示范建设项目”成果之一。本书遵循土木工程专业卓越工程师教育培养计划的精神和原则,在总结作者多年钢结构教学经验和广泛调研钢结构行业发展的基础上,经专题研究而成。本书既可作为高等学校土木工程专业本科生教材或学生自学参考书,又可供相关工程技术人员参考。

卓越工程师教育培养计划对学生的实践能力和创新能力提出了更高、更明确的要求,结合课程加强对学生的实践能力和创新能力的培养是亟待探索的重要课题。钢结构作为建筑业最重要和最有前景的部分,行业发展十分迅速,对人才的需求十分旺盛,尤其是大量钢结构工程不但规模宏大,而且技术难度高、创新性强,对钢结构人才的实践能力和创新能力提出了越来越高的要求。而现有钢结构教学体系对学生实践能力的培养还不够系统深入,对创新能力的培养还十分薄弱,必须切实加强。

本书围绕有效加强学生钢结构实践能力和创新能力的培养展开。全书共分7章,第1章为实践与实践能力训练,介绍实践能力的概念、钢结构实践能力的内涵以及提高钢结构实践能力的途径;第2章为创新与创新能力训练,介绍创新能力的概念、内涵以及培养创新能力的策略;第3章为专业课堂训练——钢结构施工详图设计,介绍钢结构施工详图设计基础知识,通过对常见的轻型门式刚架结构和钢框架结构详图设计进行详细的案例分析,帮助学习者有效培养钢结构详图的设计能力;第4章为工学结合训练——钢构件制作训练,在介绍钢构件制作基础知识的基础上,详细介绍典型构件的制作流程和方法,对常见的钢结构门式刚架、框架和网架进行详细的案例分析,以帮助学习者有效培养从事钢构件制作需要的技术和能力;第5章为场学结合训练——钢结构安装训练,围绕门式刚架、框架、网架这三种常见的结构形式,介绍多种钢结构的安装方法,并给出了详细的案例,便于有效培养学习者从事钢结构安装所需的综合能力;第6章为实验室训练,通过介绍典型的钢结构课程实验,提供钢结构课程实验室训练的示范;第7章为创新能力训练,通过对预应力钢结构、自适应结构、高层消能隔震结构等非传统结构原理及构成的介绍,提供钢结构课程创新能力培养的示范。为便于读者学习、思考和教师组织研讨,每章最后附有独立思考。

本书由南京工业大学董军,江苏科技大学唐柏鉴、邵建华编著;江苏科技大学沈超明、裴星洙、王飞,南京工业大学彭洋、池沛参与了部分编写工作。

本书是对钢结构教学改革的一次全新尝试,由董军教授提出基本思路,同时联合唐柏鉴副教授拟订编写大纲,经课题组成员讨论后分头负责开展相关研究。课题组调研了相关高校和典型钢结构企业,进行了多次深入交流研讨,最终形成了本书。其中第1、2章由董军、唐柏鉴编写;第3、4、5章由邵建华、唐柏鉴编写;第6章主要由唐柏鉴编写,其中沈超明编写了6.5节;第7章主要由唐柏鉴、董军编写,其中彭洋和池沛编写了7.2节,裴星洙编写了7.3节,王飞编写了7.5节,鲁班公司谈健息提供了7.6节中的部分工程图。全书由董军统稿,对各章尤其是课前导读和独立思考等关键部分进行了反复推敲,希望能奉献给广大读者一本精品教材。

河海大学曹平周教授、南京市建筑设计研究院有限责任公司夏长春总工程师担任本书主审,提出了很多宝贵的意见。

在本书编写过程中,编著者参阅、借鉴和引用了许多优秀教材、专著和文献资料,同时,也引用了多个高校的教学资料,在此一并致以诚挚的谢意。

由于作者的学识和能力有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。



2014年3月10日于南京工业大学地坤楼

目 录

1 实践与实践能力训练	(1)	3 专业课堂训练——钢结构施工详图设计	(18)
1.1 实践能力	(2)	3.1 钢结构施工详图设计的基础知识 ...	(19)
1.1.1 实践及实践能力的基本概念	(2)	3.1.1 钢结构施工详图构造设计与连接计算	(19)
1.1.2 实践能力内部结构	(2)	3.1.2 钢结构施工详图的绘制	(21)
1.1.3 实践能力培养策略	(3)	3.2 钢结构施工详图案例分析	(32)
1.2 钢结构实践能力的内涵	(5)	3.2.1 轻型门式刚架施工详图	(32)
1.2.1 钢结构工程师的特征	(5)	3.2.2 钢框架施工详图	(32)
1.2.2 钢结构工程实践能力的内涵	(6)	知识归纳	(33)
1.2.3 影响学生钢结构实践能力培养的因素	(6)	独立思考	(33)
1.3 提高钢结构实践能力的途径	(7)	参考文献	(33)
1.3.1 课堂教学	(8)	4 工学结合训练——钢构件制作训练	(34)
1.3.2 实验	(8)	4.1 钢构件制作的基础知识	(35)
1.3.3 毕业设计、课程设计	(8)	4.1.1 钢结构零部件的加工	(35)
1.3.4 校内实践基地	(8)	4.1.2 典型钢构件的工艺编制及制作流程	(65)
1.3.5 校外实习基地	(9)	4.2 钢构件制作案例分析	(75)
1.3.6 大学生研究训练计划	(9)	4.2.1 钢结构门式刚架的制作	(75)
1.3.7 第二课堂	(9)	4.2.2 钢结构框架的制作	(90)
知识归纳	(10)	4.2.3 钢结构网架的制作	(93)
独立思考	(10)	知识归纳	(100)
参考文献	(10)	独立思考	(100)
2 创新与创新能力训练	(11)	参考文献	(100)
2.1 创新能力	(12)	5 场学结合训练——钢结构安装训练	(101)
2.1.1 创新及创新能力的基本概念 ...	(12)	5.1 钢结构安装的基础知识	(102)
2.1.2 创新能力的构成要素	(12)	5.1.1 门式刚架安装	(102)
2.2 创新能力的内涵	(13)	5.1.2 框架安装	(112)
2.2.1 创新能力与实践的关系	(13)	5.1.3 网架安装	(120)
2.2.2 创新能力与实践能力的关系 ...	(14)	5.2 钢结构安装案例分析	(142)
2.2.3 创新能力的本质	(15)	5.2.1 轻钢门式刚架安装	(142)
2.3 创新能力培养策略	(15)	5.2.2 多高层钢框架安装	(162)
2.3.1 主动实践是创新能力培养的关键	(15)	5.2.3 平板网架安装	(170)
2.3.2 创新能力培养机制与模式	(16)	知识归纳	(176)
知识归纳	(17)	独立思考	(176)
独立思考	(17)	参考文献	(177)
参考文献	(17)		

6 实验室训练	(178)	7.1.1 问题提出及创新过程演示	(194)
6.1 钢结构实验基本知识	(179)	7.1.2 数值试验可行性分析	(196)
6.1.1 钢结构基本原理实验课程的目的	(179)	7.1.3 缩尺模型试验验证	(198)
6.1.2 实验准备	(179)	7.2 自适应结构体系	(200)
6.1.3 实验报告	(180)	7.2.1 自适应结构体系的概念	(200)
6.2 轴心受压杆件稳定实验	(180)	7.2.2 工程实例	(200)
6.2.1 实验目的	(180)	7.2.3 自适应结构体系的形式	(201)
6.2.2 实验原理	(180)	7.2.4 自适应结构体系实验验证	(201)
6.2.3 实验设计	(181)	7.2.5 应用前景	(203)
6.3 简支钢桁架实验	(182)	7.3 高层消能隔震结构	(204)
6.3.1 实验目的	(182)	7.3.1 问题提出及创新简介	(204)
6.3.2 实验内容	(182)	7.3.2 高层隔震结构	(206)
6.3.3 试验荷载图式与测点布置	(183)	7.3.3 高层消能结构	(208)
6.3.4 实验步骤	(183)	7.4 攀达拱	(215)
6.4 高强度螺栓连接抗剪实验	(183)	7.4.1 攀达穹顶的概念	(215)
6.4.1 实验目的	(183)	7.4.2 模型仿制	(215)
6.4.2 实验原理	(184)	7.4.3 结构创新	(217)
6.4.3 实验设计	(184)	7.5 最小重强比加载模型	(219)
6.5 焊接工艺评定实验	(185)	7.5.1 审题	(219)
6.5.1 实验目的	(185)	7.5.2 结构选型	(220)
6.5.2 实验原理	(185)	7.5.3 模型设计	(222)
6.5.3 实验步骤与方法	(190)	7.5.4 模型制作材料	(224)
6.5.4 实验结果的评价指标	(190)	7.5.5 模型制作及质量检验	(224)
6.5.5 实验数据的处理	(190)	7.6 建筑信息模型化(BIM)	(227)
知识归纳	(191)	7.6.1 BIM 的基本概念	(227)
独立思考	(191)	7.6.2 BIM 的特点	(227)
参考文献	(192)	7.6.3 BIM 应用	(228)
		7.6.4 鲁班 BIM	(230)
		7.6.5 仿真模型构建训练	(234)
7 创新能力训练	(193)	知识归纳	(234)
7.1 全局布索预应力钢框架	(194)	独立思考	(234)
		参考文献	(235)

实践与实践能力训练

课前导读

▽ 内容提要

培养和提高土木工程专业大学生钢结构方面的工程实践能力，首先要科学掌握钢结构实践能力的内涵和培养途径。本章从实践与实际能力的基本原理出发，建立钢结构实践能力培养的科学依据。

▽ 能力要求

通过本章的学习，学生应熟悉在校期间的实践环节，并从概念上了解钢结构工程设计、制作、安装的一般流程。

1.1 实践能力 >>>

1.1.1 实践及实践能力的概念

实践是指在认识指导下解决问题的过程。人的一切外在的、客观性的活动都可以称为实践活动。实践活动是人的社会性的表现形式,人的生存价值就体现在实践活动中。

实践能力是指人们运用已有的知识和技能有目的地解决实际问题过程中所表现出来的能力和素质。实践能力以其解决问题的层次和质量为衡量指标。实践能力具有如下基本特征:① 实践能力是人们在实践过程中形成和发展起来的;② 实践能力可以在人的一生中保持持续的发展态势;③ 实践能力虽然与认识能力有一定的关系,但认识能力强并不意味着实践能力强,比如某个个体在学业方面表现出较高的水平,但不一定能顺利解决实际问题,反之亦然。

1.1.2 实践能力内部结构

实践能力是一个复杂而统一的身心能量系统,包含实践动机、一般实践能力、专项实践能力和情境实践能力 4 个基本构成要素。实践能力的基本构成要素如图 1-1 所示。

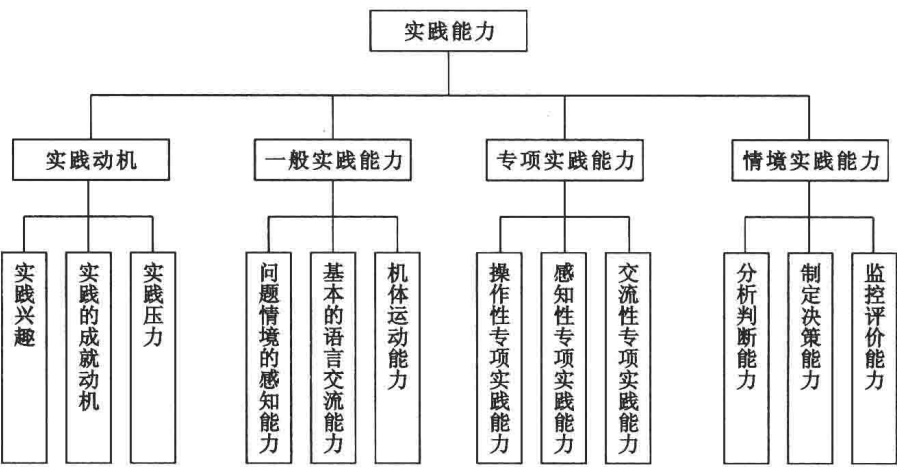


图 1-1 实践能力的基本构成要素

实践动机是指由实践目标或实践对象所引导、激发和维持的个体活动的内在心理过程或内部动力。适度的动机有助于提高完成工作效率。实践动机是人类实践活动的前提,对个体的实践活动具有激活、指向、维持和调整的功能。实践动机能够推动个体参加实践活动,促使个体将认识转化为实践;实践动机能使个体的实践活动指向一定的对象或目标;实践动机有助于个体维持其进行的实践活动。实践动机主要由实践兴趣、实践的成就动机和实践压力构成。实践兴趣是个体从事实践活动的心理倾向。实践兴趣一旦形成,个体就会对实践活动产生积极的情感体验。实践兴趣也会随着实践活动的顺利进行而不断被强化。实践的成就动机是个体希望从事对他有重要意义的、有一定困难的、具有挑战性的实践活动,在活动中能取得优异的成绩,并能超过他人的动机。实践的成就动机对个体实践的效果有重要作用。实践压力是指客观环境对个体施加的参与实践的要求,它迫使个体从事实践活动。实践压力具有一定的外在性和情境性,它不是个体内在的心理需要,但却可以转化为个体内在的实践动机。在实践动机的三个构成中,实践兴趣和实践的成就动机占主导地位,实践压力也可以激起个体的实践活动,但是它唯有在转化成实践兴趣或实践的成就动机时,才具有维持个体主动参与实践的功能。

一般实践能力包括个体在实践中的基本生理和心理机能,构成个体实践能力的生理和心理基础。简而言之,一般实践能力就是个体解决各种实际问题需要的最基本的能力和素质,包括问题情境的感知能力、机

体运动能力和基本的语言交流能力。它不指向解决具体问题,但却影响个体问题解决的效果。其测量指标有感知、动作灵敏性、精确性、定时性以及各种感知、动作的协调性和稳定性,还有语言表达的流畅性和准确性。

专项实践能力指个体在解决问题中所表现出来的专项技能。任何一项具体任务的解决都包含某些专项实践能力。它是在认识指导下的运用各种感知能力和肢体运动能力完成具体任务的能力,包括操作性专项实践能力、感知性专项实践能力和交流性专项实践能力。因为解决专项任务的过程、方法是相对固定的,受情境因素影响较少,所以专项实践能力的形成,要求学习者具有恒心和毅力。

一般实践能力与专项实践能力之间既有明显的区别,也存在密切的联系。就区别而言,一般实践能力不指向解决具体问题,但专项实践能力包含解决具体问题的专门取向。一般实践能力是个体在诸多实践领域中必须具备的,是在多个实践领域中运用频率较高的那部分实践能力;专项实践能力是在某个或某些特定实践情境中为解决特定问题所需要的专门实践能力。一般实践能力的发展水平对个体的实践能力有长远的、全面的和基础性的影响。一般实践能力具有普遍性和概括性,专项实践能力则具有具体性和针对性。因此,专项实践能力较一般实践能力更易测量和评估。就联系而言,一般实践能力是专项实践能力的前提和基础。一般而言,如果个体的一般实践能力因素有缺陷或发展水平不高,那么其专项实践能力的发展必然受到限制或影响。但不是说必须等到个体一般实践能力发展成熟后,才能开始从事专项实践活动。在一般实践能力发展的不同阶段,个体需要从事与之匹配的专项实践活动,从而使其一般实践能力和专项实践能力都得到强化和提高。

情境实践能力是指在具体、真实的情境中,实践者根据自身能力和具体情境条件的相互关系,恰当地决定行动路线并付诸实现的能力要素。专项实践能力与情境实践能力的区别在于:前者指的是解决某一问题所需要的专门技能要素,实践者如果没有这些技能要素,就很难解决问题。而情境实践能力指的是,当实践者面临具体情境中的具体问题时,在综合考虑包括动机、一般实践能力基础、专项实践能力水平和环境条件的匹配关系后,作出行动决定并具体实施的能力要素。正是由于情境实践能力的情境性,因此情境实践能力与现实情境变化有直接的关系,在解决实际问题中,参与问题解决的情境实践能力的各种要素成分最多,是解决问题的核心能力,也是实践能力的重要构成要素。

可见,对于解决问题来说,实践动机、一般实践能力、专项实践能力和情境实践能力缺一不可。以为邻居刘大妈修理电灯这一任务为例,帮助有困难的人是实践者的内在动机;具有基本攀登能力和交流本领是一般实践能力;会使用电笔则是专项实践能力;而决定是单独修理还是请人协助,并具体实施则属于情境实践能力。

1.1.3 实践能力培养策略

实践能力的培养应当以实践能力的内部结构为依据,基于上述实践能力构成要素的分析,对大学生实践能力培养可得到如下启示。

① 激发学生的实践动机是培养学生实践能力不可缺少的前提条件。

实践动机是个体从事实践活动的原动力。没有相应的实践动机,个体根本不可能从事实践活动。因为实践能力是个体在实践过程中产生和发展起来的,所以缺少实践动机的个体的实践水平注定是有限的。因此,应当把培养学生的实践动机作为培养学生实践能力不可缺少和必须首先启动的重要内容。首先,要善于给予学生适度的实践压力,使学生能在教师的要求下参与相应的实践活动。其次,要善于保护学生参与实践的兴趣。可以说,任何健康的生活、生产和社会性实践兴趣对学生实践能力的培养都有重要意义。最后,要善于提升学生的实践成就动机。实践成就动机源于主体获得认可、称赞的内在需要。对学生来说,从一个成功实践走向另一个成功实践,更容易激发起他们不断实践和探索的欲望。

② 关注学生生理和心理素质综合协调发展是促进学生实践能力发展的基础性条件。

如前所述,个体相关的基本生理和心理发展水平(一般实践能力),是构成个体实践能力的重要基础。

当前我国高等教育这方面存在的问题是:仅仅重视与学习有关的心理素质的发展,忽视其他心理和生理素质的协调发展,解决问题的能力得不到应有发展。

③ 在解决具体问题过程中,实施具有针对性的专门训练是提高学生实践能力的重要途径。

解决任何一个具体问题几乎都包含有相应的专项技能。专业化水平越高的领域,要求实践者具备的专项技能的项目越多,水平和层次越高。因此,专项技能构成了实践能力必不可少的结构要素。不同实践领域所需要的专项实践能力因素不尽相同,但一些专项技能尤其是同一实践领域的专项技能是可迁移的。因此,要提高学生的实践能力,培养其专项实践能力十分必要。依据学生的兴趣,提高他们与职业相关的专项实践能力。每一种职业都要求就职者具备相应的专项技能,而就职者专项技能的水平又直接影响其工作绩效。个体在很早就具备一个或几个领域的专业潜质,教育者以学生的潜质和职业兴趣为出发点,有的放矢地增强其与职业相关的专项实践能力,必然会为学生日后在各自的岗位上表现出高水平的实践能力打下坚实的基础。

④ 在真实的情境中提出解决真实问题的要求和条件,是提高学生实践能力的关键环节。

在具体情境中解决一个真实问题是非常紧张而复杂的过程,因为真实的问题往往受诸多条件的影响和制约,要求实践者具备相应的实践动机、一般实践能力、专项实践能力。情境实践能力是在反复实战的基础之上,才能最终达到实践者对自身能力与具体情境关系的评估非常切合实际,对实践过程中各环节可能遇到的困难作出详尽的预案,在实践中能瞬间对突发的问题作出准确的判断和决策。教育者应当向学生提供各种丰富、真实的问题情境,让他们在切实解决问题的过程中,锤炼其情境实践能力。实际上,这样的问题情境随时随处都会出现,只要教育者用心发现、合理利用,它们都可以成为培养学生情境实践能力的教育契机。

上面从实践能力的内部结构,讨论了实践能力的培养策略。若外化到大学生的实践过程,依据上述实践能力理论,大学生实践能力培养的方法还可以进一步具体化。一个完整的实践活动过程,包括实践动机启动过程、问题表征过程、问题分析过程、解决方案的选择与设计过程、解决方案的执行过程、问题解决中的监控和评价过程。那么,大学生实践能力是指大学生完成一个完整的实践过程所必须具有的条件,包括实践兴趣、理解力、策划力、执行力、表达力。

实践兴趣是大学生实践能力中的先导性因素。通过观察、感知各种实践场景而产生的兴趣是感觉兴趣,这种兴趣是原始的,一般是不稳定、不持久的;通过亲自动手操作来获得实践现象所产生的兴趣是操作兴趣,只要能按既定的操作步骤,把相关的实践现象“做”出来,这种兴趣就可以得到满足;通过探究实践现象产生的原因和规律而形成的一种实践兴趣是探究兴趣,这种兴趣具有稳定、持久的特点,是实践最基本和最重要的动力;在运用所学知识、技能和方法进行一些创造性的实践活动中所形成的兴趣是创造兴趣,这种兴趣是实践兴趣的最高水平,是大学生实践最强劲的动力。

理解是通过思考去弄清实践对象的特征、性质和联系,理解力是大学生实践能力的基础。理解力包括质和量两个方面。从质的方面讲,是指思考问题的思路、认识实践对象的视角。从量的方面看,是指懂得实践活动的已知条件、起始状态和目标状态,对实践情境中问题的条件、性质、关键环节、可能存在的障碍、变化趋势等作出较为全面、切合实际的反应。

策划力是在具体实践情境中提出实践方案的能力,是大学生实践能力的核心。实践策划是以实践活动的特定目标为中心,根据具体实践情境中的知识和信息,来全面构思、设计和选择合理可行的实施方案。策划力强才能做出好的策划,才能减少实施方案过程的盲目性,最大限度地消除不确定因素,提高实践成功的机会。

执行力就是把实践方案付诸实践的能力,是一种储存在大脑中的以往执行过程中成功的知识和熟练的技能。执行是将实践方案在作出主观的综合性归纳的基础上,转变为行动计划,通过选用相应的“工具”,安排合理的“工序”来完成任务的过程。执行力是实践成功的一个充分必要条件。当实践方案已经确定后,执行力就变得最为关键。

表达力是大学生在具体实践活动完成后能清晰交流、陈述的能力,是大学生实践能力区别于其他主体实践能力的规定。表达主要包括口头和书面两种形式。同学之间、师生之间的交流,有助于激励思想。表达是总结实践和提升智力的过程,也是评定实践效果的有效依据。

实践兴趣、理解力、策划力、执行力、表达力这些要素是前后紧密联系、彼此相互影响的。任何一种要素的变化,必然引起大学生整体实践能力的变化。实践兴趣是推动大学生迈开实践活动的第一步,是激活和

维持大学生实践活动的源泉。尤其是良好的实践探究兴趣和创造兴趣,会使大学生在某种精神力量的支配下参加实践活动,同时产生较强的实践能动性,对实践过程中出现的问题自觉、认真思考。理解力、策划力是大学生完成实践活动的思维力,执行力、表达力更多体现为行动力。大学生具有的上述实践能力要素,会作为内部能量保留下来,成为其顺利完成各种实践任务、提高自身素质所必备的内部条件和内在的可能性。这种内部能量在不同实践情境中的运用,就成为大学生实践能力的各种外在表现形式。

1.2 钢结构实践能力的内涵 >>>

钢结构实践是指钢结构工程生产全过程中的各项活动。

钢结构实践能力是指在钢结构工程生产全过程中解决各种各样问题的能力和素质。

一般钢结构工程生产全过程涵盖钢结构施工图设计、详图设计、构件加工制作、现场安装、加固、拆卸回收等主要环节;广义地讲,其还可以包括钢材的冶炼等前端过程。

1.2.1 钢结构工程师的特征

钢结构工程师可以概括为以土木工程甚至更广泛的工程技术科学为基础,以钢结构工程应用为目标,同时具备崇高思想品德的工程师,其归根结底属于工程师范畴。根据工程的完整概念,即运用科学原理、技术手段、实践经验,利用和改造自然,生产、开发对社会有用产品的实践活动的总称,工程的本质就是实践。因此,钢结构工程师的核心素质是实践能力。其应具备如下特征。

(1) 工程综合、工程集成是现代工程师的基本特征

现代社会中工程师的基本作用是一种集成作用,其任务是构建整体。因为现代工程问题覆盖范围广泛,系统非常复杂,往往涉及多门学科的综合知识。从钢结构本身的工程技术来看,包括钢结构研究、设计、制作加工、现场安装、维修保养、拆卸等;从社会环境看,涉及政治、经济、社会、法律、地域、资源、人文、心理和生理等各种各样的因素。因此,工程本身就是一个集成的过程。

工业发达国家批评其工程师的两句话很有意思,其中一句话是“技术上狭窄的”(technically narrow),即仅熟悉某一种或某一类技术。如建筑工程师不懂暖通、水电,钢结构工程师不熟悉基坑问题、混凝土工程问题等。这个问题在我国的工程师中似乎很严重。另一句话则是“狭窄于技术的”(narrowly technical),即仅仅掌握工程技术,对于软学科素养,如经济成本、经营、管理、人文等,非常缺乏。这个问题在我国同样存在。作为一个合格的钢结构工程师,针对一个具体的钢结构工程,应解决好“会不会做”(该具体工程涉及的技术问题能否解决)、“值不值得做”(考虑人、财、物、时间等因素,能否经济合理地完成该工程)、“可不可以做”(从法律、政策、环境等层面考虑,是否允许这样的工程进行)。因此,一个合格的钢结构工程师,不仅应掌握土木工程基础理论和实践知识,还要懂得工程与社会、人、环境等因素之间的复杂关系,扩展人文、社会及管理科学等方面的知识,成为具有良好综合素质的、全面发展的现代钢结构工程师。

(2) 实践能力要求高是钢结构工程师的最显著特点

钢结构工程同其他工程技术一样,一方面它依赖于基础科学和技术科学提供的理论知识;另一方面,因其具有综合性、复杂性、应用性,并以造福于人类为目的,以及在多重的约束条件下寻求最优化方案等特点,决定了它还依赖于源自工程实践的经验定律和经验法则。因此,合格的钢结构工程师,工程理论知识学习和工程实践训练二者缺一不可,应同时具备“智慧脑”和“灵巧手”,而实践能力是工程师的灵魂。即使作为常年坐在办公室的钢结构设计师,不仅要会操作电脑将钢结构图绘制出来,更要了解钢结构构件的加工制造、现场安装;不仅要了解这些实践操作技术,还要了解设备,否则设计出来的钢结构工程经常是“空中楼阁”,无法实现。

总之,作为新时代的钢结构工程师,应该是复合型、创造型人才,具有较强的适应能力、发展能力和竞争能力,具有扎实的理论基础、深厚的知识和较强的工程意识、创新意识以及解决工程实际问题的能力。

1.2.2 钢结构工程实践能力的内涵

钢结构工程实践能力是一个综合范畴。从哲学意义上讲,实践能力是一种有目的、有意识地改造主观世界和客观世界的能力。它体现在主观见之于客观的活动之中,是联系主、客观的桥梁,是人类各种能力的整体显现和实际运用,是人类最基本的能力。可见,钢结构工程实践能力绝非仅指实际动手能力、操作能力,它涵盖从事钢结构工程过程中所需要的各种能力,如应变能力、观察能力、表达能力、动手能力、社交能力、信息处理能力等。

通常钢结构工程实践能力至少包含两个层面的能力,即基本能力和综合能力。

(1) 基本能力

基本能力指完成某一指定专门业务活动或具体工作任务的能力,比如某钢结构工程详图设计、现场安装等专门环节。能力的大小主要以完成该任务的质量与效果来衡量。基本能力主要包括工程技术动手能力、加工操作能力、绘图能力、数学运算能力、语言表达能力、人际交往能力、信息检索与处理能力、外语能力、计算机能力等,视不同专业和将来从事职业的需要而有不同的侧重。完成任务质量好、效率高的人,从事该项任务的实践能力就强,反之就弱。

基本能力的特点,首先体现为基本属于“单项技能”的层次。这是最初步的能力,主要涉及任务中某一类学科方面的业务内容,比较单纯,因此培养这种能力,一般可以按统一计划进行。大学现有的课程实验和课程设计,大都要求学生严格按照指导书、手册等规范完成任务,因此基本上都属于基本能力训练。

对于钢结构工程师而言,诸多能力当中的语言表达能力容易被忽视。这里的语言表达能力包括口头表达能力和书面表达能力。钢结构工程师进行方案可行性论证答辩,向总工程师等上级领导汇报工作,作学术报告,进行技术谈判,向普通技术人员进行技术交底或技术宣讲,都需要口头表达能力;撰写学术论文、技术报告、实验报告、工作计划、工作总结、技术任务书、设计说明书,就要有书面表达能力。若钢结构工程师缺乏语言表达能力,就无法同别人交流思想、讨论问题,就会影响自身其他能力的发挥。对于在校学生而言,表达能力主要包括完成毕业设计(论文)能力、课程演讲能力、课程论文能力、文化活动能力、社会交往能力和社会调查能力。

(2) 综合能力

综合能力是指独立办事和分析解决问题的能力,能力大小和水平主要看解决或处理困难问题所取得的效果。这种困难,一般具有宏观性、系统性、新颖性。综合能力的特点在于具有综合性、独立性与主动性、一定程度的创造性。它集中反映了工程师适应环境,接受知识,观察、分析、判断、处理和解决实际问题的整体能力水平,包括组织管理能力、社会适应及应变能力、设计能力、科研能力、创新能力等。

综合性是指解决问题时常常要综合考虑技术本身、成本计算、社会价值、可行性等方方面面的因素。如钢结构设计,需要与用户沟通,充分了解其需求,采用先进的、合适的技术,尽可能降低工程造价,满足环境要求等问题。只有全面考虑问题,才能提出恰当的解决办法。

独立性与主动性是指接受任务的人不是依照别人的指示,亦步亦趋地被动工作,而是自信地独立把任务担当起来,积极开动脑筋,对遇到的每一个问题都尽量采取对策。

一定程度的创造性是指具体问题具体分析,不生搬硬套统一模式去解决不同的任务。每一个实际问题不可能完全一样,即使相同的问题处于不同的环境或者由不同的人来操作,也不可能用固定的方法来解决。针对某一个具体的问题,都需要独特的解决问题的方法,就需要反映一定程度的创造性。很多钢结构工程师热爱钢结构工程,就是因为没有两个完全相同的钢结构工程,每一个工程都有它的“新”点,从而激发了他们的兴趣。

1.2.3 影响学生钢结构实践能力培养的因素

影响学生钢结构实践能力培养的因素主要有以下几个方面。

① 理论知识是基础。增强感性认识、学好专业技术课程、掌握基本概念和原理是实践能力培养的基础。许多学生在面对实际问题时不知所措,除了没有受到足够的工程训练外,还有可能是没有学好专业课程而造成的。比如,高等数学、大学物理、力学等没有学好,几乎不可能学好后续的钢结构课程;若没有很好地掌

握钢结构原理,同样不可能学好钢结构设计、施工等技术工程。没有坚实的理论基础,就算动手能力很强,也不可能形成解决实际钢结构工程问题的能力。

② 工程意识是前提。强化现代工程意识培养,这是钢结构实践能力培养的前提。现代工程意识是一个内涵丰富的概念,它不仅包含能使工程项目更加完美,更符合社会需求的意识,如质量意识、创新意识、求美意识等;还包含能在工程项目的实施过程中,使其与整个社会(包括实施者本身)更加协调,并能保持社会整体持续发展的意识,如环保意识、安全意识、人本意识等;也包含能使工程和生产取得更高价值和效益的意识,如效益意识、优化意识、市场意识、协作意识、竞争意识和开放意识等。

虽然工程意识是工程师深厚功底和长期大量实践的结果,但是在学校中就培养必要的工程意识,可以取得事半功倍的效果,为工作之后较快地呈现素质优势,较快地取得成绩以及进一步发展奠定良好基础。

③ 结合实际是重点。设身处地地处理、解决问题,在真实或者接近真实的工程背景中锻炼实践能力。学生在学校都会学习各种钢结构构件以及工程的设计、构件的各种加工制作、常见钢结构的现场安装技术等,但更多的仅仅是“记住”,就像毕业设计,很多都是根据虚构的标准条件,对规则结构进行计算、分析;至于施工组织及技术,更是几乎没有约束条件,完成即可。显然,这样的设计和施工与实际工程相差很大,实际工程都有很多条件和约束。工程师第一步工作就是分析条件和约束。根据有关专家分析,毕业设计做得很棒的学生,其毕业设计大多是在企业完成的。这些学生和工人打成一片,虚心向一线技术人员请教。因此,学生一定要置身于实际环境中分析问题、解决问题,特别是钢结构工程环节很多,往往是从事设计的人不从事施工,从事构件加工制作的人不从事现场安装,更需要学生在实践中锻炼,掌握经验。

④ 勤于思考是关键。勤于思考、敢于提问,是培养实践能力的关键。缺乏独立性,不爱提问,依赖性强是“应试教育”之下学生的通病。学生遇到难题,按自己的思路无法解决时,要学会从习惯思维中解放出来,如用逆向思考的方法,打破习惯思维的局限性,以创新的思路去解决问题。

1.3 提高钢结构实践能力的途径 >>>

提高钢结构实践能力,最直接、最根本的途径应该是积极投身到钢结构生产的各个过程中,可以根据个体的薄弱部分而投身到相应的生产环节,从事实际生产。

对于在校学生,提高钢结构实践能力的途径则要广泛得多。一般来说,实践教学体系(图 1-2)包含三个方面的内容:一是理论教学中的实践性理论教学环节;二是与理论教学环节相对应的实践性教学环节,包括实验、实训、实习以及毕业设计等各种实践性活动;三是实践教学衍生的各种学生课外活动,即被普遍识别为第二课堂的活动。

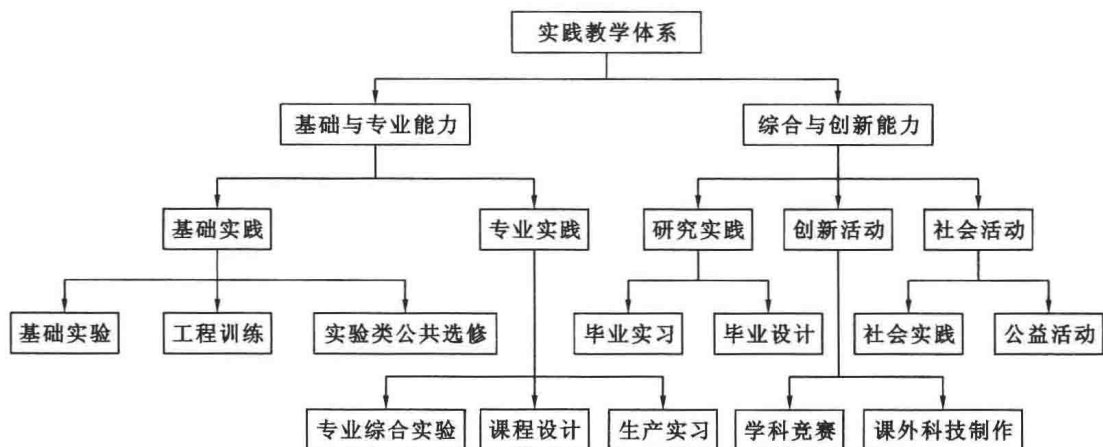


图 1-2 实践教学体系

1.3.1 课堂教学

学生钢结构实践能力的培养,不仅仅依赖于实践教学环节,还应贯穿整个教学计划,通过完善课程设置培养并提高学生的钢结构实践能力。

课程设置应在保证有扎实的教学和科学基础的前提下,改革现有的课程体系,使之尽早面向工程实际,更好地面向课程交叉、动手实验、工程实践、团队工作、系统思考和创新设计等;应在尽量提高实践教学环节比例的同时,改变以课堂和书本为中心的教学方式,将与实践密切联系的课程放在实践中教学。

目前,大学生的大部分时间都花在了课堂上,因此,应从课堂教学改革入手,培养学生的实践能力。例如,工程案例法,通过分析案例,启发学生理解有关知识、原理,树立工程观念,增强实践意识。

1.3.2 实验

根据钢结构培养目标,同济大学开设了三层次的教学实验,很有示范价值。

(1) 基础层次的教学实验

基础层次的教学实验适用于一般本科生教学,主要以认知性实验、演示性实验和技能操作性实验为主。在认知性实验中,学生观看实验录像,参观并感性认识典型钢构件及连接的实物特征和破坏形态,初步了解钢结构的实验流程和方法。演示性实验则以稳定和连接这两个钢结构基本原理课程的教学难点为突破口,开设钢结构构件稳定性能与钢结构连接工作机理的验证性实验,包括工字形截面、T形截面、L形截面、十字形截面柱的整体稳定实验,工字形截面柱的局部稳定实验以及工字形截面梁的整体稳定实验。这类实验着重让学生观察破坏模式,处理实验数据,解读实验现象,同时进行规范化实验操作程序的训练。

(2) 综合层次的教学实验

综合层次的教学实验适用于学有余力的本科生教学,主要以突出学科知识综合运用的实验为主。学生可根据预先设定的实验目的,自己独立制订实验方案,利用小型切割机和焊机加工实验模型,并动手完成实验。如对比不同截面形式、长细比、端部约束条件等参数对构件整体稳定性的影响,不同构造方式对节点转动能力的影响等,具体包括截面形式、长细比、钢材强度和约束条件对轴心受压柱整体稳定性的影响,加载方式和边界约束对梁整体稳定性的影响,加劲肋对梁腹板局部稳定性的影响,焊缝连接和螺栓连接的传力特点、破坏模式以及连接方式对梁柱节点转动性能的影响等。通过该类实验,培养学生独立思考、综合运用所学知识解决实际问题的能力。

(3) 创新层次的教学实验

创新层次的教学实验适用于优秀本科毕业生及研究生的创新课题研究,以设计性、研究性实验为主。学生可结合大学生创新计划项目或毕业论文选题开展具有一定探索意义的工程试验研究,如新型构件或节点的性能试验、低周反复拟动力试验等。该类试验着重在更高层次上引导学生通过自主选题、自设方案、试验与分析相结合等手段完成将所学知识向应用转化的训练,培养学生的创新意识和创新能力。

1.3.3 毕业设计、课程设计

目前高校普遍存在的问题是对毕业设计、课程设计重视不够,不能很好地实现教学目标。

毕业设计、课程设计是培养学生创造性思维方法的重要教学环节,选题要结合生产、科研、教学的实际,优化选取既能满足教学基本要求,又能联系生产、科研实际的题目,力争真题真做,使学生在学习掌握本专业的最新研究与工程设计方法的同时,亲身参加面向生产与科研实际的课题研究,提高其科研水平和实践能力。

1.3.4 校内实践基地

校内实践基地一般包括校办工厂、工程训练中心等。

校内实践基地比实验室更贴近社会和工程实际,与校外的实训基地相比更便于教学,既提供给学生一个近乎真实的工程环境,又能灵活地配合工程理论和实践教学;既是一个训练场所,又是学校产学研的基地。