

工程实践 和创新教学

探索与研究

主编 李双寿 李生录

主审 严绍华

工程实践 和创新教学

探索与研究

主编 李双寿 李生录

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是华北地区高校从事工程教育实践教学的教师、指导人员和管理人员近年来开展工程教育实践教学改革创新与实践的经验总结,以论文的形式发表。本书涉及的内容包括工程训练中心及实践教学基地建设与能力培养、课程改革与建设、工程实践教师资队伍建设、教材建设、教学方法改革与创新等,论文中所涉及的实践教学改革创新理念与观点,都是作者本人结合实践育人工作中的体验提出的。本书由年会组委会和论文学术评审委员会审阅和定稿,入选论文集的论文均为作者首次发表的教学研究论文,具有较高的学术交流价值。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工程实践和创新教学探索与研究/李双寿,李生录主编.--北京:清华大学出版社,2014
ISBN 978-7-302-36938-7

I. ①工… II. ①李… ②李… III. ①金属加工-教学研究-高等学校-文集 IV. ①TG-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 138453 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社总机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:26.25

字 数:604 千字

版 次:2014 年 8 月第 1 版

印 次:2014 年 8 月第 1 次印刷

定 价:80.00 元

产品编号:060793-01

华北金工研究会第八届理事会暨第十一届学术年会

组 委 会

主 任 李双寿（清华大学）

委 员 （按姓氏笔画排列）

丁洪生（北京理工大学）

王鹏程（内蒙古工业大学）

车建明（天津大学）

刘群山（河北科技大学）

李 理（内蒙古民族大学）

李生录（清华大学）

严绍华（清华大学）

张文建 [华北电力大学（河北保定）]

张玉洲（天津职业技术师范大学）

姚宪华（太原理工大学）

郝兴明（太原理工大学）

华北金工研究会第八届理事会暨第十一届学术年会

学术评审委员会

主 任 李双寿（清华大学）

严绍华（清华大学）

委 员 （按姓氏笔画排列）

丁洪生（北京理工大学）

王鹏程（内蒙古工业大学）

车建明（天津大学）

李 理（内蒙古民族大学）

李生录（清华大学）

汤 彬（清华大学）

陈金水（天津大学）

杨润泽（军械工程学院）

姚宪华（太原理工大学）

郝兴明（太原理工大学）

翟丰安（北京化工大学）

前 言

2014年8月,华北金工研究会将在山西省大同市召开5省(区、市)高校第十一届金工教学及工程训练学术年会。年会组委会收到华北地区高校提交的论文113篇,经年会学术评审委员会隐名、回避评审,其中92篇论文入选本论文集,21篇论文由研究会汇编成册,作为学术年会书面交流资料。论文集和论文汇编以工程训练中心及实践教学基地建设与能力培养、课程改革与建设、工程实践教学师资队伍建设、教材建设、教学方法改革与创新为主题,力求比较全面、真实地反映近年来华北地区高校工程教育实践教学改革的主要进展,同时为广大同仁,也为我国高等工程教育提供一份有价值 and 可供借鉴的教学改革经验交流资料。

从我国的国情出发,在理工科高校中大力加强工程训练中心和实践教学基地建设,推进工程教育实践教学改革,加强实践能力和创新能力培养是近十多年来国内高等教育改革与发展中受人们密切关注的一件大事。全国许多高校在这方面都非常重视,进行了卓有成效的改革和深入的研究与实践。其投入之多、规模之大、学生受益面之广,都是前所未有的。但是,我们必须清醒地意识到,实践育人特别是实践教学依然是高校人才培养中的薄弱环节,与培养高素质创新型人才的要求还有差距。工程教育实践教学作为我国高等教育的重要组成部分,是增强学生的工程实践能力,提高综合素质,培养创新精神和创新能力的有效途径,也是学生在本科学习期间不可或缺的重要教学环节,进一步加强工程教育实践教学是体现我国高校实践育人特色的重要举措。

向本届年会投稿的论文作者,既有在工程教育实践教学岗位上辛勤耕耘几十年的教授、副教授、高级工程师和高级实验师,又有从事工程教育实践教学资历虽然不长,但富有进取精神和热心实践育人事业的年轻讲师、工程师和实验师;既有在第一线承担工程教育实践教学的教师、实验技术人员、工程技术人员和实习指导人员,又有主要承担工程教育实践教学管理的教学管理人员。论文中所涉及的实践教学改革理念与观点,都是作者本人结合实践育人工作中的体验提出的。这种结合育人实践深入思考与研究的精神值得提倡,不少经验有借鉴和推广价值,其中有些观点可能值得商榷和进一步完善。

本论文集由华北金工研究会本届年会组委会和论文学术评审委员会审阅和定稿,由清华大学李双寿、李生录任主编,严绍华任主审。若有不妥之处,诚盼批评指正。

华北金工研究会

2014年6月

目 录

第 1 部分 工程训练中心与实践教学基地建设

工程训练中心建设发展展望	李双寿	3
校际实践教学资源共享的探索与实践	刘 华, 吴 波, 李合增, 等	10
科学、创新、艺术与工程训练	李占龙, 靳 松, 苏龙江, 等	14
努力构建科学完善的工程训练安全保障体系	王鹏程, 葛素霞, 徐明娜, 等	18
加强工程训练中心在大学生创新能力培养中的地位与作用	成志芳, 马树奇, 赵力更, 等	25
金工实践教学质量保证与监控体系建立的研究与实践	刘晓微, 邢 军	30
大学生创新实践基地建设的探索与实践	张文建, 房 静	35
优化教学环节设计, 合理配置教学资源	李生录, 梁志芳, 左 晶, 等	39
在 MOOC 环境下的工程训练课程探索	梁志芳, 初 晓, 杨兴华, 等	45
整合教学资源, 培养创新意识和创新能力的探索——谈焊接综合训练教学改革	姚启明, 霍太平, 高党寻, 等	49
努力发挥工程训练中心在职教师资培训方面的作用	洪 亮	53
彰显任务驱动, 创新教学模式, 提高工程素质		
——谈 CO ₂ 气体保护焊训练的教学实践探索	高党寻, 姚启明, 严绍华	56
基于网络环境的金工实习评教系统的设计与实现	武 静, 初 晓, 卓启芳	61
工程训练中的制造信息化方案——网络 DNC 在工程训练中的应用	左 晶, 杨建新, 荣 健, 等	65
强化内涵建设, 注重外延发展, 一流工程实训中心建设模式的探索与实践	张玉洲, 鲁璇璇, 张 瑞	69
关于工程实践教学改革的理念与探索	李卫国, 姚宪华, 郝兴明	77
农业工程类专业实践环节质量监控体系的建设和实践	邢泽炳, 刘中华, 崔清亮, 等	80
构建金工实习多媒体网络教学平台的探索	杜素梅, 刘志平, 朱 征, 等	83
浅谈“工程训练”的教学管理	李景平, 万 华	87
金工实训基地教学改革与实践	张 巍, 谭跃生, 任 翀, 等	90
新形势下的工程素质培养模式——制造工程体验课感悟	高建兴, 梁志芳, 初 晓, 等	93
利用网络 DNC 创新数控实习教学	荣 健, 左 晶, 刘娟蕾	97

第2部分 课程改革与建设

在机械制造实习课程中构建工程素养矩阵的探索.....	汤彬, 李双寿, 梁志芳, 等	105
以金工类课程为例改进专业基础课教学效果的研究		
.....	张翼飞, 张治, 叶明慧, 等	110
MOOC 时代的思考与金工系列课程建设	车建明, 万淑敏, 李清, 等	114
先进制造技术训练改革的思考	马鹏举, 张兴华, 尚金英, 等	120
浅谈高校工程训练与通识教育课程建设	徐伟国, 卢达溶, 王坦, 等	125
从工程训练课程体系建设看创新能力培养	付铁, 丁洪生, 马树奇, 等	130
依托实践平台构建工程创新实践课程的研究与实践		
.....	陈琪, 吴波, 单希林, 等	135
CAD/CAM 课程实践平台搭建与实验教学改革	于源, 李方俊, 何亚东	139
“机械工程训练”课程改革	张宾, 农克俭, 连福群, 等	143
挖掘实验室资源, 提升《机械工程训练》水平	巴国召, 刘谦, 李振波, 等	146
浅谈金工系列课程“学习型”实验课	赵芳, 叶明慧, 张治, 等	150
金属工艺学与机械工程基础课程体系建设	万淑敏, 车建明, 李清, 等	153
控制工程技术训练的研究与实践	齐海涛, 王亮, 陈博, 等	158
控制技术工程训练的构思与实践	何立新, 徐鹏飞, 齐海涛, 等	161
基于卓越工程师培养的创新实践教学改革探索	王玉果, 李清, 车建明, 等	165
工程训练教学目标与内容的探索	马树奇	169
快速原型技术与工程训练	付俊杰, 李方俊	174
充实训练内容, 提高工程训练的综合效果	李长虹, 张励忠, 张桃, 等	181
基于工科专业特点的“金工实习”教学内容整合与改革的研究		
.....	蓝蕊, 邹静, 王建武, 等	185
军校机械工程训练课程建设初探	刘谦, 巴国召, 唐修检, 等	189
工程基础训练实践教学的改革与研究	翟改华	194
浅谈数控加工技术实训课程体系的改革与设想	张燕, 张海涛, 张世龙, 等	197
以培养高层次应用型人才为目标的金工实训课程体系建设		
.....	黄丽明, 朱征, 杜素梅	201
工程训练与相关课程合理衔接探析	王利利, 贾翠玲, 李卫国, 等	205
提高金工实习中先进制造技术实践环节比例的教学改革研究		
.....	刘健, 贾文军, 王晓敏, 等	210
努力开创数控线切割多元化教学模式	裴文中, 刘钊, 马运, 等	213
电子工艺实习课程改革探索	韦思健	220
电子工艺实训内容与教学方法的改革与实践	郝俊青, 姚宪华, 郝兴明, 等	224
电工电子实训课程教学研究与改革	寇志伟, 徐明娜, 韩文颖, 等	230

电子工艺实训课程教学改革与探索	李文军, 寇志伟, 郭长青	234
三相异步电动机控制实训教学探索	徐明娜, 寇志伟, 葛素霞, 等	237
在非理工科专业开展工程制造技术教育的必要性	许东晖	240
课程改革让金工实习真正“实”起来	唐香璿, 张 治, 赵 芳, 等	244
关于金工实习教学改革的探讨	陈园园	247
基于“慕课”理念的《金工实习》网络课程建设	赵 冉, 韩 凯, 付 佳, 等	250
创新教学模式, 激发学习兴趣, 增加课程挑战度, 提高工程素质培养质量	刘 钊	254

第3部分 师资队伍建设、教材建设、教学方法改革及其他

顺应科技发展与人才培养需求, 主编高质量特色创新教材	傅水根	261
创建勤工助学平台, 提高大学生综合工程素质	杨学军, 姚宪华, 郝兴明, 等	268
浅论如何上好车床实训的第一次课	李鸿梅	274
信息化技术在实验教学中应用的几点体会	叶明慧, 赵 芳, 尹晓春, 等	279
工程训练教学改革之研究生助教	卫青珍, 肖 强, 高崇仁, 等	282
工程训练数控实习教学团队建设探讨	杨增玲, 刘 贤, 崔 涛, 等	285
工程训练师资队伍建设的思考	佟 杰, 殷 辉, 王景和	290
贯穿“无碳小车”项目驱动与创新能力培养的实践教学	王 坦, 傅水根, 裴文中, 等	293
项目驱动式教学方法探究	张秀海, 裴文中, 高 炬, 等	297
任务驱动法在金工课程教学中的实践	史成坤, 张兴华, 马鹏举	301
以项目驱动模式促进金工实习课程改革与实践	张 治, 杨润泽, 刘家儒, 等	304
基于 CDIO 模式下的机械制造专业课程教学资源平台建立	王利华	307
项目教学在《金工实习》教学改革中的探索	范丽荣, 任 翀, 侯学元, 等	311
基于 CDIO 的卓越工程师试点班金工实习课程改革的探索	景微娜, 贺 毅	314
依托自制教学设备研发改革工程实践课程教学过程的探索与实践	王浩程, 张彦春, 贾文军	320
基于建构主义的工程训练教学改革思考与探索	初 晓, 梁志芳, 杨兴华, 等	325
立足清华 面向全国 打造精品——清华社工程训练系列教材建设三部曲	庄红权	330
数控实训中的安全问题	张秀海, 荣 健, 杨兴华, 等	334
探索工程训练中常规加工与现代 CAD/CAM 技术的整合	左 晶, 苟焕英, 李 睿, 等	340
逆向工程教学研讨	靳永卫, 王秋红	344
分层次、多模块工程训练课程中创新实践教学研究	赵 晶, 黄艳芳, 郭立群	350
工程训练开放教学方法探索	马玉琼	353

工程训练中开放式教学方法研究	毕海霞, 张艳蕊, 王铁成	356
基于开放模式的工程训练教学方法研究	王 伟	359
开放式金工实习课程体系初探	于松章, 刘 彬, 王国俊, 等	362
个性化电子实习教学方法研究	崔 剑, 李 坚, 杨 开	366
数控车床教学总结	刘嫚丽	371
普通车床实训指导教学体会	肖 刚	376
激光加工工程训练教学的探索与实践	赵大钢, 靳 松	382
由钱班课程探讨工程训练的深度	王豫明, 王天曦	386
培养学生工程素质及能力的教学实践与思考	马春利, 张哲江	391
基于培养学员创新能力的工程实践与思考	刘 亮	395
信息商务学院金工教学改革与实践	叶 云, 郝晓东	399
高职“2+1”教学模式中工程实践锻炼环节设计	韩俊霞, 谷志胜	403

第 1 部分

工程训练中心与实践教学 基地建设

工程训练中心建设发展展望

李双寿

(清华大学基础工业训练中心)

摘要: 我国经济转型升级和“四化同步”发展等一系列战略部署,对工程教育提出了新要求。清华大学基础工业训练中心结合学校发展规划以及人才培养目标的转变,明确中心建设发展定位为:工程基础训练基地,为卓越工程师培养服务;工程创新活动支撑平台,为拔尖创新人才培养服务;工程文化素质教育基地,为复合型人才培养服务;拓展工程训练特色的科研方向,成为高水平科研转化和服务的平台。在学校 985 三期建设项目支持下,训练中心紧密结合我国经济转型升级和制造业发展现状,挖掘内涵、拓展外延,探索并实施了融传授制造工程知识、培养工程实践能力与提高工程素质和创新意识为一体的工程训练教学体系,建设成效显著。

关键词: 工程训练;建设定位;复合型、创新性人才培养;卓越工程师培养

1 建设背景

工程训练是高等工程实践教育的重要组成部分。工程教育的核心特征就在于其实践性。金融危机后,奥巴马于 2010 年签署《美国制造业促进法案》,引发新世纪的“再工业化”和“回归制造”。世界各国都根据自己的国情采取各种模式强化工程实践教育,以培养出高质量的工程师。西方发达国家高等教育与产业界有着良好的产学合作传统,因而在高等工程教育的教学计划和培养过程中,校内的工程实践教学和校外的工程实践培训已经成为一个有机的整体。中国正处于工业化过程中,企业和社会还难以接受大规模的学生工程训练。

2010 年,《国家中长期教育改革和发展规划纲要》指出,战略主题的重点是面向全体学生、促进学生全面发展,着力提高学生服务国家人民的社会责任感、勇于探索的创新精神和善于解决问题的实践能力。2012 年,“教育部等部门关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见”指出,“实践育人特别是实践教学依然是高校人才培养中的薄弱环节,与培养拔尖创新人才的要求还有差距。要切实改变重理论轻实践、重知识传授轻能力培养的观念,注重学思结合,注重知行统一,注重因材施教,以强化实践教学有关要求为重点,以创新实践育人方法途径为基础,以加强实践育人基地建设为依托,以加大实践育人经费投入为保障,积极调动整合社会各方面资源,形成实践育人合力,着力构建长效机制,努力推动高校实践育人工作取得新成效、开创新局面。”教育部等部门《关于进一步加强高校实践育人工作的若干意见》指出:“实践教学方法改革是推动实践教学改革和人才培养模式改革的关键。”

我国高校工程训练起源于传统的工科机械类专业的金工实习和电子工艺实习,是随

随着我国高等工程教育改革发展起来的新型工程实践教学模式,符合教育发展规律,具有中国特色,已成为本科培养过程中不可或缺的重要的实践教学环节。世界银行贷款、211工程、985工程和质量工程的实施对我国高校工程训练中心的规模发展和内涵建设都给予了强有力的引导和推动,从国家、地方到各学校,对工程训练中心建设的重视程度和经费投入力度都有显著提高。在全国高校中,已评出35个国家级综合性工程训练实验教学示范中心,100多个省级工程训练实验教学示范中心。教育部关于示范中心评审的文件中提出,在高校建设工程训练示范中心的目的是“根据国家经济社会发展、走新型工业化道路对现代工程技术人才的需求,引导学校加强学生实践能力和创新能力的培养,营造突出综合性、实践性、设计性、研究性、创新性为特点的工程实践和创新环境。训练学生的动手能力、工程应用能力和工程管理能力等,使学生了解工程环境,建立工程意识,得到现代工业生产、工艺、技术、管理等工业方面的基本知识和基本训练,掌握操作和实验技能,激发创新精神,提高综合素质。”工程训练中心已经成为我国高等工程实践教育的重要优质教育资源。工程训练中心的设备、场地等硬件条件有了很大的改善,教学体系、内容及方法的改革提升显得更为迫切。

清华大学“十二五规划”指出,“以大力提升人才培养水平为核心,以教育创新为动力,全面实施优势转化战略,引导学生把文化知识学习和思想品德修养紧密结合起来,把全面发展和个性发展紧密结合起来,着力提高实践能力、创新能力和综合素质,努力造就高素质、高层次、多样化、创新型人才”。为期一年的清华大学第24次教育工作讨论会主题为“创新教育模式,激发学术志趣,提高培养质量”。训练中心根据学校十二五建设发展规划纲要以及建设世界一流大学的总体目标,以国家级综合性工程训练实验教学示范中心建设和精品课程建设为核心,整合优化基础训练,提升强化创新训练,努力将多方面的实践教学资源优势转化为人才培养的资源,服务于对学生的创新性的工程实践教学要求。训练中心建设发展定位为:

- (1) 工程基础训练基地,为卓越工程师培养服务;
- (2) 工程创新活动支撑平台,为拔尖创新人才培养服务;
- (3) 工程文化素质教育基地,为复合型人才培养服务;
- (4) 拓展工程训练特色的科研方向,成为高水平科研转化和服务平台。

近年来,训练中心建设成效显著,通过国家级综合性工程训练实验教学示范中心、教育部全国职业教育师资培养培训重点建设基地验收,获评北京市高校示范性校内创新实践基地,北京市高校定点实习基地,首都科技条件平台开放实验室。

2 建设工程基础训练基地,为卓越工程师培养服务

我国经济转型升级和“四化同步”发展等一系列战略部署,对工程教育提出了新要求。《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》将“卓越工程师教育培养计划”作为改革试点项目,引领工程教育改革。2013年,《华盛顿协议》全会一致通过接纳我国为第21个成员该协议签约成员。工程学位的互认是通过工程教育认证体系和工程教育标准的互认实现的。我国的工程教育认证由中国工程教育认证协会组织实施,

对外由中国科协代表中国加入《华盛顿协议》。清华大学已决定申请 ABET 国际工程教育专业认证,促进规范的教学质量管理体系的建立,提升本科人才培养的制度化、科学化和国际化。

训练中心每年承担全校 2600 余名学生的认识实习、机械制造实习、电子工艺实习等工程实践课程;此外,中心积极配合相关院系的实践教学改革,为专业实验课程开放实践教学资源,让设计变成为产品,目前已经承担了机械学院、信息学院、电机系等部分院系专业课程设计实验中 CDIO 项目的实施。这些工程实践教学课程和环节,传授制造工程知识,培养工程实践能力,提高综合素质(包括工程素质),进而培养创新精神与创新能力。

训练中心紧密结合现代制造业的发展趋势,在 985 三期建设经费支持下全面更新机械制造实习基地和电子制造实习基地的教学设备,正在将虚拟化、物联网、计算机仿真与现代制造技术相结合,建设开放的数字制造信息化平台,将实习基地提升为集工程基础训练、先进制造技术训练和创新实践训练为一体的工程实践教学基地。

(1)机械制造实习基地更新并优化了铸造、锻压、焊接、车削、铣削、磨削、钳工等常规实训室,升级和建设包括数控车削、数控铣削、独立制造岛、加工中心、数控线切割、激光加工、3D 打印、机器人焊接、柔性制造单元、汽车车身自动化装配线、立体仓储、CAD/CAM/CAPP 集成等先进制造设施;电子制造实习基地建设全面更新了学生用教学仪器和工具,更新升级了 SMT 教学生产线的核心设备多功能贴片机。

(2)结合 985 三期建设,中心接受企业约 1000 万元的先进制造设备和软件的捐赠,校企合作共建现代化数字制造车间,以适应工程训练和创新训练的教学发展需要。数字制造车间涵盖机、电、控、管等多学科训练内容,能够覆盖绝大部分专业,是培养学生创新意识、创造性思维、系统思维和综合能力的先进实验教学平台。数字制造车间建设全面反映了真实数字化制造水平的综合教学系统,使学生学习机电一体化知识,认识现代企业的运行过程,掌握解决综合系统问题的能力。

(3)全方位完善教学环境:①训练环境安全防护,各种设备维修保养,重点实验场所的安全监控,消除教学安全隐患,建设安全教学环境;②购买典型工程系统模型、电子展示屏幕,设计制作挂图、标语等,完善工程实践教学环境;③解决教学环境中的噪声和污染等问题,建设绿色教学环境;④教学信息化建设,完善网络信息环境。

中心组织队伍对新购教学设备消化吸收,开展教学研究与开发,用教学研究促进教学改革,用研究成果转化实现实验技术与实验方法的升级。在教学内容上,将机电常规实习转变为在现代制造大工程背景下,包括机械、电子、控制和管理等综合性的现代工程实践教学。教学方法和模式上,实训环节全面引入 CDIO 教学模式,推行基于项目的教学方法,设计创新报告、创新小设计、课内竞赛等创新型实验教学环节,加强综合性实践科目设计和应用,开发出防爆排雷机器人、3D 打印机等挑战性训练项目,支持学生开展研究性学习、创新性实验和创业模拟活动。

此外,相关院系的 PROTEL 电路设计、数字逻辑电路设计、机械创新设计实践、生物医学测量、高频电路系统设计、集成电路设计实践等教改课程的项目训练,以及 SRT

等各种创新实践项目的学生也在基地开展设计开发工作。训练中心把学生的“学有所用”和训练中心的“教有所践”紧密地结合起来,将“知识—能力—素质”的教学链条,与“学—做—思”的目标链条结合在一起,形成了一个完整的教学提升的“链条体系”。

3 建设工程创新活动支撑服务平台,为拔尖创新人才培养服务

自20世纪90年代以来,世界各国的高等教育都非常重视创新人才的培养。美国率先开展创新人才的培养,英国、德国、日本等国的培养目标在相互效仿中也形成了各自的特色。我国“十七大”提出“提高自主创新能力,建设创新型国家”和“促进以创业带动就业”的发展战略。教育部关于大力推进高等学校创新创业教育和大学生自主创业工作的意见指出,“在高等学校开展创新创业教育,积极鼓励高校学生自主创业,是教育系统深入学习实践科学发展观,服务于创新型国家建设的重大战略举措;是深化高等教育教学改革,培养学生创新精神和实践能力的重要途径;是落实以创业带动就业,促进高校毕业生充分就业的重要措施。”注重创新人才的培养已成为世界各国高等教育发展的共同目标。

清华大学以训练中心为主体建设校内工程创新实践基地。校内工程创新实践基地打造开放的“三创(创意、创新、创业)”活动支撑服务平台,于2014年获评北京市高校示范性校内创新实践基地。创新基地通过整合学校相关创新实践资源,完善创新实践教学体系,以志趣为导引,以创新实践活动为手段,理工、人文、社会学科相融合,知识传授、能力培养和价值塑造协调发展,为拔尖创新人才培养服务。

基地围绕新型创新实践教学体系的实施,多途径、全方位完善创新实践条件和环境,为创新实践活动的开展做好保障。

(1) 建设创新工作坊。整合内部的创新实践场地,建成了由机电工程创新实验室和创新开放室组成的创新工作坊,使用面积近 1200m^2 ,满足学生课内外创新活动的需求。同时,实践教学场地全方位面向学生创新实践活动开放,建成了开放的学生课外科技创新活动支撑和服务平台。创新活动支撑服务平台既是学生开展创新实践项目时的设计、制造、安装、调试平台,也是学生最终完成不同学科项目的数据采集和分析处理全过程的试验平台。此外,正在建设学生创新实践平台管理系统,可为训练教室和创新实验室的开放管理发挥作用。

(2) 构建创客交叉融合空间。联合美术学院、工业工程系以及团委、科协等,着力构建创客交叉融合空间。开设创新创业课程,服务创新创业赛事,吸引创新团队入驻,营造浓郁的以学生为主体的创新实践环境,取得了良好的教学效益和社会影响。

(3) 整合创新教学资源,通过以下途径全面升级了学生开展创新活动所需的设备条件:①学校专项建设,更新设备,并适量补充3D打印、双面电路板制作等前沿性高端创新制作设备;②校企合作共建,广泛开展与国内外知名企业合作,吸引高新技术设备与软件落户;③内部资源整合,将分散放置的先进创新制作设备集中规划。

(4) 吸引创客团队入驻。在广泛调研国内外高水平大学创新实践教学情况的基础上,基地提炼出了“开设创新创业课程、开展创新创业赛事、吸引创新团队入驻”的全面带

动学生创新实践活动的运行方式。创客团队、创新社、天空工场等学生社团, X-Lab、校团委 13 个创业项目等入驻中心创新实践基地, 营造浓郁的以学生为主体的创新实践环境。

(5) 建设信息开放平台。利用我校“数字校园”建设学生自主式学习环境和网络信息平台, 使广大师生了解基地的创新实践资源、创新实践服务和创新实践活动安排, 有利于基地创新实践教学成果的动态刷新和对外交流, 进一步发挥好示范辐射作用。

(6) 队伍建设。制定科学有效的激励机制, 通过人才引进、择优招聘和内部培训等多途径, 形成了结构合理的富有创新实践教学指导和服务经验的教学队伍。训练中心安排了工程技术骨干协助学生开展创新项目, 在开发过程中为项目把好制造设计关和工艺关, 使得创新科技作品在加工之前就具备了良好的工艺性, 缩短了开发周期, 提高了工作效率。

基地每年接纳学生科技创新活动 8000 多人次。创新实践指导和服务工作主要从以下三方面开展: ①承担和参与机械、信息、能源等相关学科的科技竞赛的组织和加工服务工作, 包括机械创新设计大赛、大学生工程训练综合能力竞赛、电子系统设计大赛等十余项科技竞赛; ②承担机械、电子信息等类学生课外科技社团活动的指导和管理; ③承担和支持创新实践类课程的教学工作, 训练中心开设了近 10 门面向全校学生的创新设计与制作课程, 例如《先进制造技术与创新制作》、《创意设计制造》、《电子系统设计综合实践》、《基于 Pro/ENGINEER 的 CAD/CAM》、《创业认识与实践》等。

4 建设工程素质教育基地, 为复合型人才服务

复合型人才是具有宽阔的专业知识和广泛的文化教养, 具有多种能力和发展潜能, 以及和谐发展的个性和创造性的人才。科学和工程学的发展日益要求来自多门不同学科的学者之间的合作。当代任何重大的经济、社会和科技问题都是相当复杂的综合性问题, 难以仅靠一门学科知识解决。开展跨学科通识素质教育, 已成为世界各国高等教育的一种新趋势。2001—2006 年, 美国国家科学院、国家工程院和国家研究理事会共 50 名院士联合完成了题为“2020 年的工程师”项目研究, 分别做出《新世纪工程学发展的远景》和《适应新世纪的工程教育》两个总结报告。报告认为, 适应未来的教育必须确定综合化的思路, 创建综合化的课程; 呼吁和规划工程专业教育的改革。这些概念的提出一方面出自时代对工程应该提高人文性的呼唤, 另一方面也是其他学科教育从工科教育的成功方面汲取营养以适应社会需要的结果。

近年来, 训练中心致力于工程文化素质课程建设, 成为我校理、工、人文社科与艺术等学科交叉融合的重要结合点。2012 年 12 月, 清华大学国家大学生文化素质教育基地、基础工业训练中心和教务处联合主办“工程文化素质课程建设高级研讨会”, 国内十余所高校参会代表就如何认识并推进工程文化素质教育进行了交流和讨论。袁驷副校长在致辞中指出, 围绕“工程文化素质”的概念, 进行理论、实践方面的探讨, 是非常有意义的探索和有创新性的尝试。工程学科是清华的重要优势, 目前清华大学正在实施“优势转化”战略, 从工程学科中挖掘文化要素, 使其转化为推动工程文化素质教