

新时代 工程实践和 创新教学

主编 李双寿 杨建新
主审 严绍华

新时代 工程实践 和 创新教学

主编 李双寿 杨建新



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、实验技术人员和管理人员近两年来开展工程教育实践教学改革研究与创新实践的经验总结,以论文的形式发表。本书涉及的内容包括工程训练教学理念与基地建设、教学研究与课程建设、师资队伍建设、教学方法改革与创新等,论文中所涉及的实践教学改革理念、观点及方法,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及清华大学出版社的老师审阅和定稿,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

新时代工程实践和创新教学/李双寿,杨建新主编.—北京:清华大学出版社,2018
ISBN 978-7-302-50935-6

I. ①新… II. ①李… ②杨… III. ①工程技术—教学实践—高等学校 ②工程技术—教学研究—高等学校 IV. ①TB-4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 190429 号

责任编辑:赵 斌

封面设计:傅瑞学

责任校对:王淑云

责任印制:丛怀宇

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:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:27.25 字 数:594 千字

版 次:2018 年 9 月第 1 版 印 次:2018 年 9 月第 1 次印刷

定 价:118.00 元

产品编号:081180-01

华北金工研究会第九届理事会暨第十三届学术年会

组 委 会

主 任 李双寿（清华大学）

委 员 （按姓氏笔画排列）

车建明（天津大学）

付 铁（北京理工大学）

刘群山（河北科技大学）

孙长山（河北建筑工程学院）

李 理（内蒙古民族大学）

李生录（清华大学）

李金良（燕山大学）

严绍华（清华大学）

张玉洲（天津职业技术师范大学）

杨建新（清华大学）

姚宪华（太原理工大学）

郝兴明（太原理工大学）

郭连考（内蒙古工业大学）

梁建明（河北建筑工程学院）

华北金工研究会第九届理事会暨第十三届学术年会

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）

孙长山（河北建筑工程学院）

李 清（天津大学）

李生录（清华大学）

范胜波（天津大学）

杨建新（清华大学）

郝兴明（太原理工大学）

张建国（晋中学院）

郭连考（内蒙古工业大学）

梁建明（河北建筑工程学院）

前 言

2018年8月,华北金工研究会在河北省张家口市召开5省(区、市)高校第十三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115篇,经年会学术评审委员会隐名、回避评审,其中91篇论文入选本论文集,24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教学理念与基地建设、教学研究与课程建设、师资队伍建设、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,同时为广大同人,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颇受关注的大事。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。但同时,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,其中有些观点可能值得商榷和进一步完善,但不少经验有借鉴和推广价值。

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以及清华大学出版社的老师审阅和定稿,由清华大学李双寿、杨建新任主编,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

2018年6月

目 录

第 1 部分 工程实践教育教学理念与基地建设

新时代工程训练中心建设理念及探索	李双寿, 杨建新, 王健美	3
转化科研优势, 创新跨学科工程教育模式	汤 彬, 李双寿	9
打造创新沃土: 基于 O2O 模式的创客教育平台建设		
陈娇娇, 马鹏举, 史成坤, 刘雅静		17
机械工程实践教学信息化管理平台的建设	范胜波, 窦一喜, 温 洋, 魏 华	23
工程训练创新创业模式的探索与实践		
..... 隋金玲, 吴立志, 单希林, 马丽梅, 刘 华, 陈 琪		28
浅谈高校工训中心精密测量实验室的建设		
..... 王 群, 徐伟国, 杨建新, 左 晶, 陈远洋, 刘 怡		32
创新创业教育融入工程实训和毕业设计的探索与实践		
..... 刘敬远, 张 军, 秦建军, 窦蕴平, 高振莉, 袁美霞, 许东晖, 化凤芳		36
双创教育背景下工训中心职能的拓展	许东晖, 吴海燕, 刘敬远, 化凤芳	40
新时期工程训练课程体系的建设和思考	付 铁, 丁洪生, 高守锋, 李春阳	46
工程训练中心开展北京市开放实践活动的探索与思考		
..... 庞 璐, 付 铁, 马树奇, 丁洪生		50
以学科竞赛为基础的综合创新实践教学资源建设		
..... 李春阳, 付 铁, 靳 松, 郑 艺, 庞 璐		55
工程实践仿真教学平台的建设与应用		
..... 吴 波, 单希林, 隋金玲, 陈 琪, 马丽梅, 刘践丰		62
电力虚拟仿真技术在工程训练中的应用及实验室建设与研究		
..... 吴 鹏, 王秀梅, 房 静		67
新建应用型本科院校工程训练中心建设实践		
..... 解继红, 李晓明, 张建国, 崔向东		72
科技创新人才培养与开放式实验室的智能管理模式		
..... 韩文颖, 赵明君, 春兰, 臧 琛, 李文军		75
培养工科大学生向实用型和创新型人才的体系探讨	李新杰	79
坚持校地合作办学, 努力打造工程实践教学新体系		
..... 左中鹄, 郝兴明, 田建涛, 郭 岳, 冯 辉		83
基于 ISO 9001 质量管理体系的高校实践教学质量管理体系的构建与实施		
..... 许旺蓓, 张 巍, 牛兴华, 刘艳玲, 刘玲玲, 李 楠		89
基于 OBE 的面向通识教育人才培养实践课程		
..... 徐伟国, 王 群, 姚启明, 左 晶, 王 旭, 陈 凯, 李双寿		94

第2部分 教学研究与课程建设

跨学科双创教育体系建设的路径与方法	杨建新, 王健美, 李双寿	101
新时代下工程训练中心面临的发展机遇与挑战	宋志坤	106
构建工程训练教学质量监控体系的思考	郑 艺, 赵力更, 付 铁, 马树奇	110
新工科建设对工程训练模式的思考	邢泽炳	113
浅谈在工程训练中心开展创客教育	王守谦, 薛桂娟	117
基于 CDIO 理念的新工科工程训练研究实践	陈 琪, 吴立志中, 隋金玲, 许恩江, 赵 晶	120
基于物联网的电工实践教学探究	赵路佳	125
新工科下金工实习的教与学	赵 凯	131
激光加工教学思考	奚艳玲	135
工程训练成绩管理探索	马树奇	138
从安全与工艺角度剖析普车教学	肖 刚, 刘嫚丽	144
工程训练中的大数据	李占龙, 马树奇	151
数控车床教学实践与思考	刘嫚丽, 肖 刚	155
增材制造在金工教学中的安排	高 充, 夏延秋	161
金工实训课程中的教学反思	唐香琚, 刘 亮, 韩 凯, 赵 芳, 杨润泽, 张翼飞	166
基于信息化的金工类翻转课堂教学设计实例	张翼飞, 韩 凯, 潘传增, 唐香琚, 刘 亮, 程兆刚	169
机械工程训练对促进军校人才综合素质培养的思考	刘 谦, 唐修检, 姚巨坤, 杨军伟	172
基于 CDIO 理念的大学生课外科技创新能力培养	王利利, 李卫国	176
FDM 快速成形在金工实习中的教学方法探索	李艳茹, 任 翀, 侯学元	178
金工实训——数控铣削教学改革探索	杨振玲, 卫青珍	182
浅谈电子工艺实习中智能机器人的实践教学	田建涛, 段妙珍, 吴 波, 李 帅, 赵 焱, 郝兴明	186
机器人工程实训浅谈	李卫国, 李新杰	189
金工实习成绩的评定与改进	贺立军, 阴 杰	192
3D 打印技术实习教学方法探索与创新	陈 宏, 张 良, 周大武	196
工程训练进阶式分层次教学模式初探	赵 庆, 王 斌, 李 丹, 赵鹏飞	199
基于项目教学法的激光加工实训应用研究	王 斌, 赵 庆, 赵鹏飞, 朱振云	204
以工程实践教育基地为载体, 努力强化学生实践能力与素质培养的研究与实践	王浩程, 王晓敏, 刘 健, 张彦春	210
3D 打印实训教学在工程训练中的探索与应用	刘 姿, 孔为民	217

弧焊机器人焊缝自动追踪系统在实践教学中的应用	周冰科, 高党寻, 王龙兵, 姚启明	220
消失模铸造实践教学的探索与思考	王姣姣, 汤 彬, 姚启明, 马 运, 张子光	227
如何理解数控铣床加工工艺与对刀		
——制作孔明锁案例分析	陈远洋, 左 晶, 王 群, 刘 怡	231
弧焊机器人焊缝跟踪系统	徐江波	234
铸造教学中 3D 砂型打印工艺研究与探索	邢小颖, 汤 彬, 马 运	239
基于钨极氩弧焊与激光切割相结合的实践教学探索	乔 佳, 姚启明, 高党寻	245
工程人的成长之路	李亚鹏, 张余益, 李 睿, 梁迎春	250
实践教学中探索性和创新性教学方法之运用	高党寻, 李 睿, 姚启明, 乔 佳	257
激光切割在教学中的应用	王龙兵, 赵萌, 周冰科, 徐江波	261

第 3 部分 师资队伍建设与教学方法改革

3D 打印课程建设的几点思考	张秀海, 姚启明, 王 佐, 杜 平	267
仿真与实践结合的移动机器人实验教学	王健美, 刘 怡, 罗 勇, 章鹏飞	275
“三主五步”教学法在“工程材料”课程中的应用与探索		
	赵 芳, 王建江, 李俊寿, 唐香琚, 刘 亮	280
基于数字化工厂的数控加工工程训练教学模式研究	王 敏, 赵 凯	287
基于项目研究的多维度机械制造技术教学改革与实践		
	王永涛, 李方俊, 付俊杰, 于洪杰	290
以项目组为单元的创新团队建设模式		
	化凤芳, 许东晖, 张翰韬, 郑 娇, 刘敬远	293
“互联网+”环境下工程训练实践教学的思考		
	庞 璐, 付 铁, 马树奇, 丁洪生	297
工程训练教学改革与创新	殷 莹	301
智能制造新形势下工程训练的发展思路探讨		
	高守锋, 付 铁, 马树奇, 丁洪生	304
“互联网+”时代下数控铣削实习的教学改革		
	梅 梅, 殷业财, 隋金玲, 李合增	308
新时期非机类学生金工实习教学的改革方向	翟改华, 崔伟清	311
新工科背景下机器人实训课程教学改革	谢东岩, 夏延秋	315
基于任职需求的金工实训教学改革探索		
	韩 凯, 张翼飞, 刘 亮, 潘传增, 唐香琚, 赵 芳	318
以军事需求为牵引, 推动金工实习类课程内容体系的改革		
	潘传增, 尹玉军, 张翼飞, 韩 凯, 程兆刚	321

“工程技术训练”课程“翻转课堂”的具体实施	
.....赵冉, 唐香珺, 赵芳, 付佳, 刘亮, 韩凯, 张翼飞, 潘传增	326
“工程技术训练”课程“翻转课堂”的设计与建设	
.....赵冉, 付佳, 张翼飞, 唐香珺, 赵芳, 刘亮, 韩凯	335
新工科背景下机器人教学平台建设	李卫国, 王利利 345
以课程改革促进工程训练教学水平的提升	王景磊, 王凤坤 347
CAXA 制造工程师在数控实训教学中的改革探索	邱晓云, 李艳茹, 范丽媛 351
基于创新创业教育的工程实训项目教学改革与实践	
——以“特种加工”为例	肖强, 张宇, 王桂枝 355
创建大学生智创社团, 促进工程教学实践改革	
.....郝兴明, 段妙珍, 王兴艺, 郭北星, 富晓乾	361
为提高学生综合工程实践能力的金工实习教学改革	
.....刘健, 贾文军, 张江亭, 王浩程, 淮旭国, 毕胜, 郭玲	365
3D 打印技术与金工实习铸造课程的结合与创新实践	
.....田腾飞, 李红凤, 贾文军, 淮旭国, 蔡军	368
以培养“工匠精神”为导向的工程训练教学改革探索	
.....王晓亮, 张江亭, 贾文军, 李慧莹, 田腾飞	372
“工程教育专业认证”背景下的工程训练	
——浅谈数控线切割教学的实践创新	邢玉龙 376
传统工程训练教学方式改革与探究	陈曦 382
基于 PLM 虚拟仿真教学平台的工程实践教学改革与创新	
.....周坤涛, 牛兴华, 许旺蓓, 刘玲玲	387
基于 OBE 模式的金工实习课程改革	
——3D 打印技术	王三众, 王雪姣, 李金良, 于辉, 刘利刚, 韩雪艳 392
CO ₂ 焊实践教学改革与探索	高党寻, 王龙兵, 乔佳, 周冰科, 王姣姣 397
智造平台项目教学探索	陈远洋, 左晶, 王群 401
基于 AR 辅助的工程教育方法	金晖, 王德宇 405
基于铣削工艺的创意产品制造实验课程探究	张余益, 杨建新, 张秀海 409
面向 OBE 课程改革培养多工种跨学科师资队伍的策略	
.....罗勇, 王德宇, 陈凯, 高炬	415

第 1 部分

工程实践教育教学理念与基地建设

新时代工程训练中心建设理念及探索

李双寿, 杨建新, 王健美

(清华大学基础工业训练中心, 北京, 100084)

摘要: 在分析新时代、新经济、新业态对工程教育的新要求基础上, 针对我国工程训练中心建设存在的问题, 提出“工程训练、通识教育、双创教育、社会服务”相融合的新型建设理念。工程训练中心的建设, 要树立传承工匠精神、弘扬创客文化的新型工程实践教育理念; 以学生学习成效为导向, 重塑课程培养目标; 建设创客交叉融合空间, 探索创客驱动的工程训练教学模式; 重构教学内容和体系, 创建先进的、开放的、自主实践的校企深度融合大工程实践教学平台, 适应新工科人才培养的需求。

关键词: 新工科; 工程训练; 实践育人; 建设理念

1 引言

当前, 国家推动创新驱动发展, 以新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展。新经济快速发展, 迫切需要新型工科人才支撑, 需要高校面向未来探索更加多样化和个性化的人才培养模式, 培养具有创新创业能力和跨界整合能力的工程科技人才。相对于传统工科人才侧重于在某一学科专业上学业精深, 新经济模式下需要的是工程实践能力强、高素质复合型、创新创业能力突出、具备国际竞争力的“新工科”人才。工程训练是工程教育重要的一环, 也面临新的挑战 and 机遇, 需要探索新型建设理念和培养机制。

2 新时代对工程训练提出新要求

当前, 我国工程教育改革发展面临的外部环境正在发生快速的变化。创新驱动的新兴产业逐渐成为推动全球经济复苏和增长的主要动力, 引发国际分工和国际贸易格局重构, 全球创新经济发展进入新时代。从国际看, 近年来主要发达国家都在推动发展新经济, 抢占产业和科技革命的制高点, “工业 4.0”、分享经济、虚拟现实和人工智能技术的发展风起云涌。从国内看, 我国经济正处在新旧动能转换的关键时期。新经济的创新周期越来越短, 技术开发和产业化的边界日趋模糊, 技术更新和成果转化更加快捷, 产业更新换代不断加快。这些均要求工程技术人才必须建构起符合新经济要求的思维方式, 具备创新创业的意识和能力。

新经济是一个跨行业、跨领域的概念。从新经济的发展路径来看, 新经济强调以产业链整合替代传统专业化分工, 涌现了“互联网+”“设计+”等新业态, “软产业”与“硬产业”互动融合, 不断向产业链和价值链高端环节延伸。从新经济的技术背景来看, 互联网作为新一轮科技和产业革命的核心, 有着极强的跨界渗透能

力,体现在互联网的一整套规则和观念对其他产业的改造上,“互联网+”的产业创新模式要求工程科技人才在行业专精的基础上,进一步拥有跨行业、跨学科的知识储备。从新经济的依托学科来看,以绿色、智能、泛在为特征的群体性技术革命具备典型的“学科交叉融合”特征。因此,面向新经济的工程科技人才应具有交叉复合特征,具备跨学科、跨产业的跨界整合能力。

新经济产业形态的多样性决定了工程教育培养模式的多样性。新经济的“新”同时强调了传统产业和新兴产业两方面,不只涉及新技术、新产业、新业态,传统产业也能产生新经济。当前我国产业发展不平衡,既有太量的劳动密集型产业、一定量的资本密集型产业,也有知识密集型产业。个性化是培养创新创业能力、跨界整合能力的内在要求,也是对新时期工程教育对象学习和思维习惯的响应。因此,在人才培养定位上要体现人才多样性的要求。

针对“新工科”人才培养新需求,目前的工程训练存在以下不足:

(1) 培养目标与产业需求有所脱节,教学理念和方法转变缓慢,教育质量评价亟需更新。

(2) 缺乏“与时俱进”的工程实践教育体系,教学建设与新产业发展的对接不具备系统明确的实施路径。现有的工程训练以机械制造或电子工艺实践为载体,学科单一,不支持多学科交叉教学的开展,无法更好地落实多学科交叉的培养方案,限制了创新能力的培养;同时,通识教育与工程教育衔接相对脱节、工科人才普遍视野偏窄、通识素养不足、创新意识偏弱。

(3) 实践环节校企深度融合较为薄弱,体现在平台建设与运行机制多个方面。

因此,需要针对新工科人才培养的需求,在广泛调研的基础上,树立面向“新工科”人才培养的工程实践教育新理念,构建“工程训练、通识教育、双创教育、社会服务”相融合的工程实践教学体系和内容,探索“学生主体、创客驱动、项目导引、团队合作、交叉融合”的新型教学模式,健全以学生为本、以成效为核心的教育质量评价与监控体系,形成校企深度融合的跨学科实践平台和运行机制,提供“新工科”工程实践教育改革的示范经验。

3 新时代工程训练中心的功能再定位

创新是在对传统的事物中的优良的事物进行继承的基础上进行新的提高。近年来,清华大学基础工业训练中心引来了新的发展契机,着力打造清华 iCenter,落实以学生学习与发展成效为核心的教育质量观,切实推动学生价值观塑造和升华,培育科学批判精神和创新精神,强化实践能力和创新创业能力培养。基于“i”的内涵“工业级(industry)、学科交叉(interdisciplinary)、创新型(innovation)、国际化(international)和以学生为主体(I)”,挖掘内涵、拓展外延,聚合学校相关创新教育资源,率先在我国高校建设创客交叉融合空间,打造跨学科创客实践平台,探索融传授知识与文化、培养能力与提高素质为一体的富有时代特征的训练模式,适应新经济对未来人才的能力需求。

清华 iCenter 对功能进行再定位（如图 1 所示）：



图 1 清华大学 iCenter 功能定位

（1）工程能力训练基地，为卓越工程师培养服务。工程训练不仅是高等工程实践教育的重要组成部分，也是主要实施途径。清华 iCenter 近年来以制造业产品全生命周期为教学内容载体，结合 ABET 认证中评价学生学习成效的 11 项能力指标以及我国工程教育认证标准等，采用 OBE 理论，对工程训练系列课程教学大纲和教案进行了系统化改进。在课程中引入 CDIO 教学模式，重点推行“基于问题、基于项目、基于案例”的教学方法和学习方法，加强综合性实践项目设计和应用，把设计活动贯穿于实践教学全过程。在“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”的教学理念下，进一步从强调教学过程转变为强调学生学习成效，强调实现培养目标的持续改进。

（2）工程文化素质教育基地，为跨学科复合型人才服务。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。清华 iCenter 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。制造工程体验课程采用项目导引训练教学模式，创业认识与实践课程让学生体验产品创意设计、创新制作和创业生产的全过程，实验室科研探究课程以真实的科研实验室为课堂。这些课程共同构建出多学科交叉融合的课程教学体系，培养学生既具备科学与基础理论修养，形成对宏大或复杂工程的系统视野，又能从多学科的视角审视，同时还要具备人文情怀和管理素养。

（3）创新创业教育支撑平台，为拔尖创新创业人才培养服务。深化创新创业教育改革已成为推进我国高等教育综合改革的突破口。清华 iCenter 打造开放的“三创（创意、创新、创业）”活动支撑服务平台，通过优化整合相关资源，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。训练中心创建了面上普及、重点提高和综合创新、课内外结合、理论与实践结合、因材施教的分层次创新创业教育实践教学体系，把创新创业教育融入工程教育的全过程，着力

培养学生创新精神、创业意识和创造能力。

(4) 高水平科技和双创服务平台, 为社会服务。深入实施产教融合、科教结合、校企合作的协同育人, 重视国际交流合作。

综上所述, 需要从多维度探索新时代工程训练中心的建设理念和机制。以基于“智能制造+互联网”的产业级创客空间建设为核心, 提供孵化场地、技术培训、产品开发、加工制作、管理咨询等方面的支撑条件, 通过学校相关院系、教师、学生、国内外企业以及全球创客社群等的主动参与, 建设开放的创客实践平台。建设包含课程、项目和活动等创客教育体系, 探索从创意实现、创新实践到创业项目孵化的一站式服务模式, 通过开放、共享的机制, 让学生参与符合创客精神的正式学习活动, 激发学生的内在创新动力。以学生志趣为导引, 通过一系列常态性的创新创业教育活动, 在校园里营造良好的创意、创新、创业氛围, 充分释放师生巨大的创新潜力, 激活校园成为一个更具创造力的学习空间。

4 新时代工程训练中心建设探索

4.1 新时代工程训练中心建设理念

清华 iCenter 着力探索构建“工程训练、通识教育、双创教育、社会服务”相融合的新工科实践教育体系与平台, 如图 2 所示。

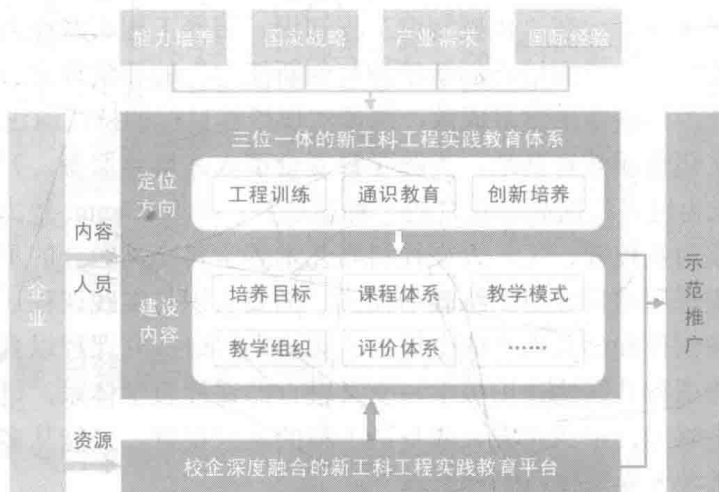


图 2 整体框架

(1) 加强社会、行业及企业调研, 进行现代社会人才需求和变化趋势分析, 重新梳理培养目标; 探索创新驱动、项目导引、团队合作、交叉融合等新的工程训练教学模式; 并基于 OBE (outcomes-based education), 健全以学生为本、以成效为核心的教育质量评价与监控体系。

(2) 形成融合工程实践训练、工程文化素质培养、跨学科创新创业教育的新型工程实践教学体系, 并与专业教学体系有机结合, 形成系统化教学方案; 根据新产

业发展,优化重组现有课程、规划建设新课程,整合不同专业学科教学资源;从而打破学科界限,丰富知识结构,提升综合素养,锻炼创新能力,实现“新工科”人才培养的有效落地。

(3) 构建校企深度融合的跨学科实践平台,以及长期稳定的运行机制。校内形成以公共教学机构为主体,服务全校不同专业学生,不同形式的课程、活动、竞赛的实践支撑平台。校外对接企业,提出政府、高校、企业三方合作的有效对策,为“企业引进来,学生走出去”的落地提供示范经验。

构建支撑上述教学体系的教学组织形式。工程训练、通识教育、双创教育的融合,必须依赖于不同学科、不同专业教育资源的有效整合。为了打破院系樊篱,建设教务处顶层统筹,公共教学机构为实施主体,有效联合各院系的组织方式。以基础工业训练中心为枢纽,统筹工程实践、工程文化素质课程、技术创新辅修专业的教学管理、人员组织、资源协调、平台支撑等,实现不同学科的汇集与紧密合作。

4.2 新时代工程训练中心建设重点

清华 iCenter 以“互联网+制造+创客空间”建设为核心,面向产业前沿,突出学生实践,支持开放共享,打造国内领先、世界一流的工程实践与创新创业教育基地。将先进的单元技术、具有前瞻性的系统建设,融入到双创教育环节中;通过拓展创新创业服务,建设新型可重组、动态、数字化、开放的创新创业活动基地,充分培养学生创新思维和实践能力,同时实现双创资源和知识的最大范围覆盖。主要内容包括:

1) 面向工业 4.0 的智能制造平台建设

智能制造平台主要由智能精密制造单元、智能精密测量单元、工业机器人实践教学系统、数字化制造虚拟仿真系统、数字化铸件创新制作平台、数字化焊接件创新制作平台、电子产品设计与定制化制造系统、SMT 生产线组成。

工业 4.0 代表了制造业的未来发展方向,我国的部分企业也在工业 4.0 的建设方面展开了探索。高校作为培养未来高水平人才的摇篮,需要把制造业创新作为重要教学内容。平台建设中,可分两个层面开展工业 4.0 的教学资源建设:一是面向单项技术,形成先进的制造单元环节,实现对学生单项技术创新能力的培养;一是面向系统,创建涵盖设计、加工、检测、物流等产品实现全过程的智能制造平台,实现仿真与实战的虚实结合,培养学生的系统创新思维和能力,建立对“中国制造 2025”等国家重要发展方向的认识和知识储备。

2) 跨学科共享平台建设

依托国家级虚拟仿真实验教学中心,在现有设计工作坊、制作工作坊、跨学科实践工作室、创智讲堂等条件基础上,建设虚拟现实、高端快速原型制造两个实验室,创客交互开发、可计算内容管理、学习行为分析三大开放平台,以及双创基地智能空间的整体升级。打破学科限制,拓宽知识边界,激发创新思维。实现多学科融合,建立开放共享平台。由于涵盖范围广,如何有针对性、切实有效、便捷地服务于双创活动的各个环节,是共享平台建设的难点。在创新产品开发、实现、展示