

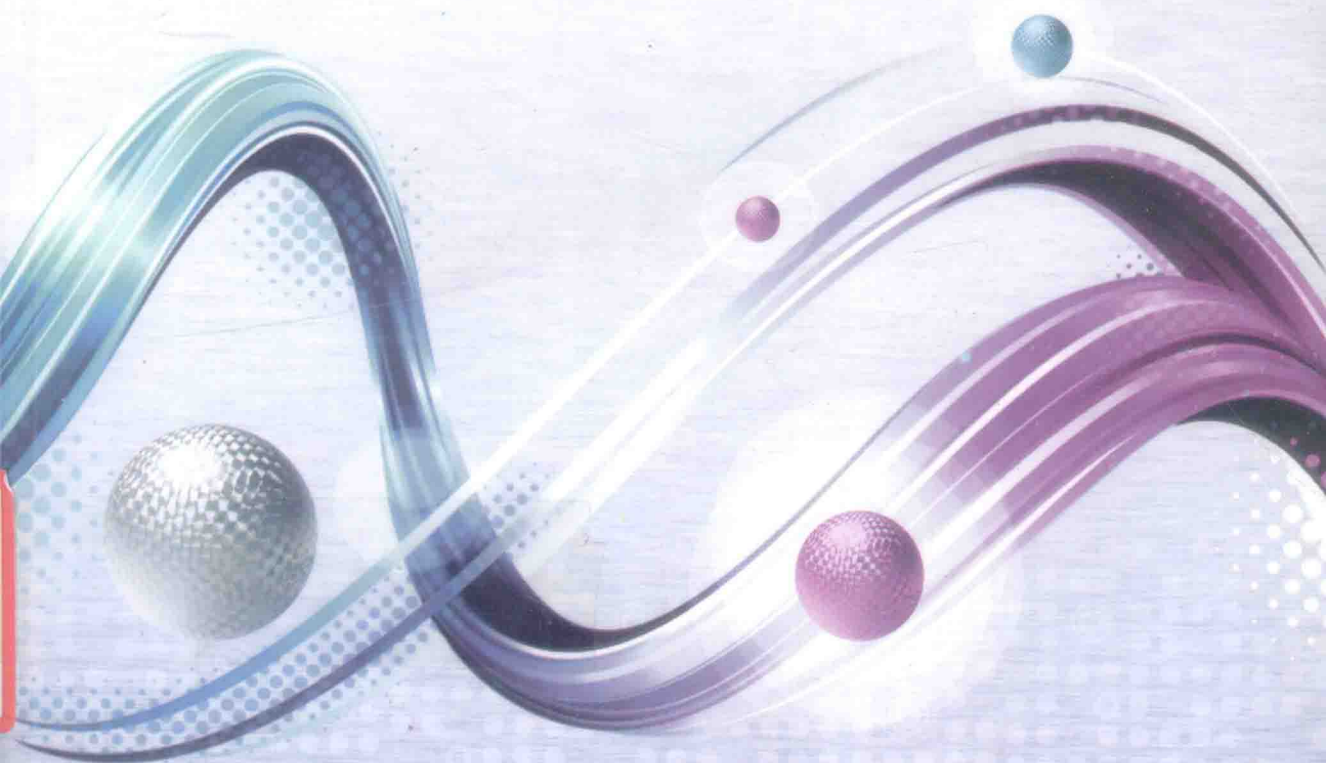


高等学校电子信息类“十三五”规划教材
应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

信息技术工程导论

(卓越工程师计划)

张仕斌 李飞 王海春 编著



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等学校电子信息类“十三五”规划教材

应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

信息技术工程导论

(卓越工程师计划)

张仕斌 李 飞 王海春 编著

西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书是在近年来作者所在单位实施“卓越工程师教育培养计划”的成果和多年来作者在教学与科研实践经验的基础上,以工程技术为主线,为帮助学生明确本专业的学习目标,成为一名合格的工程师而编写的信息技术类专业“工程导论”课教材。

全书共6章,介绍了工程教育概论、工程学概论、卓越工程师教育、工程项目解决方案、产品设计与开发、创新创业与知识产权等内容,每章后都配有思考题。学习本书内容可帮助读者理解和掌握现代工程教育的理念与内涵,明确自己在大学阶段的学习目标,尽早规划自己未来的职业。另外,从本书中还可以了解现代工程师应该具备的知识、能力和素质,掌握工程项目的构思、设计(开发)、实施和运行的流程,为学习后续各类课程奠定坚实的工程基础。

本书既可以作为信息安全、信息对抗技术、网络工程、物联网工程、计算机科学与技术、软件工程、通信工程、电子信息工程等信息技术类相关专业低年级本科生的教材或参考书,也可供工程项目设计、产品研发、技术管理人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

信息技术工程导论/张仕斌,李飞,王海春编著

—西安:西安电子科技大学出版社,2016.2

高等学校电子信息类“十三五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3997-0

I. ① 信… II. ① 张… ② 李… ③ 王… III. ① 信息技术—高等学校—教材
IV. ① G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 022380 号

策 划 李惠萍

责任编辑 马武装 秦媛媛

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西华沐印刷科技有限责任公司

版 次 2016年2月第1版 2016年2月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张15

字 数 347千字

印 数 1~3000册

定 价 29.00元

ISBN 978-7-5606-3997-0 / G

XDUP 4289001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

序

进入 21 世纪以来,信息技术迅速改变着人们传统的生产和生活方式,社会的信息化已经成为当今世界发展不可逆转的趋势和潮流。作为一种重要的战略资源,信息与物资、能源、人力一起已被视为现代社会生产力的主要因素。世界各国围绕着信息获取、利用和控制的国际竞争日趋激烈,网络与信息安全问题已成为一个世纪性、全球性的课题。党的十八大报告明确指出,要“高度关注海洋、太空、网络空间安全”。党的十八届三中全会进一步决定设立国家安全委员会,成立中央网络安全和信息化领导小组,并把网络与信息安全列为国家发展的最高战略方向之一。这为包含网络空间安全在内的非传统安全领域问题的有效治理提供了重要的体制机制保障,是我国国家安全体制机制的一个重大创新性举措,彰显了我国政府治国理政的战略新思维和“大安全观”。

人才资源是确保我国网络与信息安全第一位的资源,信息安全人才培养是国家信息安全保障体系建设的基础和必备条件。随着我国信息化和信息安全产业的快速发展,社会对信息安全人才的需求不断增加。2015 年 6 月 11 日,国务院学位委员会和教育部联合发出“学位[2015]11 号”通知,决定在“工学”门类下增设“网络空间安全”一级学科,代码为“0839”,授予工学学位。这是国家推进专业化教育,在信息安全领域掌握自主权、抢占先机的重要举措。

新中国成立以来,我国高等工科院校一直是培养各类高级应用型专门人才的主力。培养网络与信息安全高级应用型专门人才也是高等院校责无旁贷的责任。目前,许多高等院校和科研院所已经开办了信息安全专业或开设了相关课程。作为国家首批 61 所“卓越工程师教育培养计划”试点院校之一,成都信息工程大学以《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》、《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020 年)》、《卓越工程师教育培养计划通用标准》为指导,以专业建设和工程技术为主线,始终贯彻“面向工业界、面向未来、面向世界”的工程教育理念,按照“育人为本、崇尚应用”、“一切为了

学生”的教学教育理念和“夯实基础、强化实践、注重创新、突出特色”的人才培养思路，遵循“行业指导、校企合作、分类实施、形式多样”的原则，实施了一系列教育教学改革。令人欣喜的是，该校信息安全工程学院与西安电子科技大学出版社近期联合组织了一系列网络与信息安全专业教育教学改革的研讨活动，共同研讨培养应用型高级网络与信息安全工程技术人才的教育教学方法和课程体系，并在总结近年来该校信息安全专业实施“卓越工程师教育培养计划”教育教学改革成果和经验的基础上，组织编写了“应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材”。本套教材总结了该校信息安全专业教育教学改革成果和经验，相关课程有配套的课程过程化考核系统，是培养应用型网络与信息安全工程技术人才的一套比较完整、实用的教材，相信可以对我国高等院校网络与信息专业的建设起到很好的促进作用。该套教材为中国电子教育学会高教分会推荐教材。

信息安全是相对的，信息安全领域的对抗永无止境。国家对信息安全人才的需求是长期的、旺盛的。衷心希望本套教材在培养我国合格的应用型网络与信息安全工程技术人才的过程中取得成功并不断完善，为我国信息安全事业做出自己的贡献。

高等学校电子信息类“十三五”规划教材
应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

名誉主编(中国密码学会常务理事)

何大可

二〇一五年九月

中国电子教育学会高教分会推荐

高等学校电子信息类“十三五”规划教材

应用型网络与信息安全工程技术人才培养系列教材

编审专家委员会名单

名誉主任：何大可（中国密码学会常务理事）

主任：张仕斌（成都信息工程大学信息安全学院副院长、教授）

副主任：李 飞（成都信息工程大学信息安全学院院长、教授）

何明星（西华大学计算机与软件工程学院院长、教授）

苗 放（成都大学计算机学院院长、教授）

赵 刚（西南石油大学计算机学院院长、教授）

李成大（成都工业学院教务处处长、教授）

宋文强（重庆邮电大学移通学院计算机科学系主任、教授）

梁金明（四川理工学院计算机学院副院长、教授）

易 勇（四川大学锦江学院计算机学院副院长、成都大学计算机学院教授）

杨瑞良（成都东软学院计算机科学与技术系主任、教授）

编审专家委员：（排名不分先后）

范太华	叶安胜	黄晓芳	黎忠文	张 洪	张 蕾	贾 浩
赵 攀	陈 雁	韩 斌	李享梅	曾令明	何林波	盛志伟
林宏刚	王海春	索 望	吴春旺	韩桂华	赵 军	陈 丁
秦 智	王中科	林春蕾	张金全	王祖俪	蔺 冰	王 敏
万武南	甘 刚	王 焱	闫丽丽	昌 燕	黄源源	张仕斌
李 飞	王海春	何明星	苗 放	李成大	宋文强	梁金明
万国根	易 勇	杨瑞良				

前言

当今世界瞬息万变、日新月异，全球化的技术革新驱使工程在社会发展中起着越来越重要的作用，世界各国对工程师在知识经济社会中的作用寄予厚望。以美国为首的西方发达国家早已意识到科学、技术和工程对国家安全和经济竞争力具有至关重要的作用。进入 21 世纪以来，美国已经发布了众多关于工程与国家安全、经济竞争力的报告，比如 2003 年发布的《临危决策——科学、能源与国家安全》，2005 年发布的《迎接风暴——为美国美好的经济未来补充能量》和《工程研究与美国未来——迎接全球化的挑战》，2006 年发布的《美国竞争力计划》，2007 年发布的《美国竞争法案》。这些报告强调为了更好地满足 21 世纪全球化知识驱动型社会的需要，工程扮演的角色尤为重要，工程实践、工程研究和工程教育在未来几十年中将发生重大变化。英国在 2007 年发布的《卓越竞赛——英国政府科技创新政策回顾》中指出，“未来的科学家和工程师是英国竞争力的重要人力资源，对需求与供给而言，需要坚实的科学、技术、工程和数学技能”；在 2008 年发布的《创新国家白皮书》中指出，“创新与技能紧密相连，当今世界的创新需要先进的管理技能，采用高效的工作方法，并具备创造性的技能及大量的软技能(指的是交流沟通、团队合作、表达理解、领导、终身学习、危机处理以及自信程度等非技术能力)”。这些影响国家创新水平的技能，对工程教育提出了新的挑战。

改革开放以来，中国经济的高速发展令世界瞩目。进入 21 世纪以来，我国实施了工程教育一系列的改革行动：教育部于 2006 年发布了《面向创新型国家的工程教育改革研究》总报告；教育部与财政部于 2007 年联合推出了《本科教育质量提升工程》(简称《质量工程》)，其中“工程教育人才培养模式创新试验区”作为重点内容专题立项；2008 年颁布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要》；2010 年颁布了《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020 年)》等。这些报告和规划纲要蕴涵了全球化知识经济时代国家对科学、技术和工程的发展、人才和教育的期望，表明我国政府教育主管部门已从战略高度认识到了工程教育应“回归工程实践”的时代趋势，并从宏观策略和人才培养过程两方面进行了部署。

目前，工程教育改革以前所未有的广度和深度令全世界关注。这是由于工程教育肩负着培养亿万工程人才的重任，而正是这些人才创造了或正在创造或将创造人世间的工程、技术乃至一切物质文明，推动经济和产业的发展，影响着人们的思维和生活方式。我国目前虽是世界工程教育大国，却不是工程教育强国；我国工程教育人才培养的数量虽多，但质量还有待进一步提高。2006 年，周兴铭院士指出我国高等工程教育“重理论轻实践、重知识轻(实际动手)能力的倾向已经到了相当严重的地步”；2007 年，朱高峰院士指出“在理工科高等院校中，基本上是学科导向，模式单一，工程教育的工科特色不明显；学生规模剧增使工科专业必需的实践环节被削弱，具有工程实践经验的老师也严重缺乏”。当前，全球化经济时代的产业巨手，已经着手将工程教育拉到“回归工程”的轨道。为落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》和《国家中长期人才发展规划纲要

(2010—2020 年)》重大改革项目的精神,2010 年 6 月 23 日,我国教育部联合中国工程院、工信部、人社部、财政部等 22 个部门和 20 多家企业正式召开了“卓越工程师教育培养计划”启动会,批准了 61 所高等院校为首批“卓越工程师教育培养计划”试点院校。随着工程教育理念研究的深入和各高等院校“卓越工程师教育培养计划”试点专业工作的展开,我国正在从工程教育大国向工程教育强国的大道上迈进。

本书就是在上述背景下,按照《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020 年)》、《国家中长期人才发展规划纲要(2010—2020 年)》、《卓越工程师教育培养计划通用标准》的要求,结合近年来作者所在单位实施“卓越工程师教育培养计划”的成果和多年来作者的教学与科研实践经验,编写的信息技术类工科专业教材。本书在编写过程中,始终遵循这样一个原则:为普通高等院校信息安全、信息对抗技术、网络工程、物联网工程、计算机科学与技术、软件工程、通信工程、电子信息工程等信息技术类相关工科专业低年级本科生提供一本工程领域的入门教材,也可供工程项目设计、产品研发、技术管理人员及相关人员学习使用。

在编写本书的过程中,我们始终贯彻“面向工业界、面向未来、面向世界”的工程教育理念,按照“育人为本、崇尚应用”、“一切为了学生”的教学教育理念和“夯实基础、强化实践、注重创新、突出特色”的人才培养思路,遵循“行业指导、校企合作、分类实施、形式多样”的原则,以社会需求为导向,以工程技术为主线,以实际工程为背景,着力提高学生的创新创业意识、工程素质和工程实践能力。

在本书编写过程中,编者还参考了国内外一些书籍及 Internet 上公布的相关资料,这些书籍和资料都尽量在参考文献中列出。但由于网上资料数量众多且杂乱,可能无法把所有文献一一注明出处。但是这些资料来源于众多大学、研究机构、商业公司及个人,他们在推动信息技术类专业人才培养方面做出了贡献,在此表示衷心的感谢。编者写作过程中所参考的资料,其原文版权属于原编者,特此声明。

本书由张仕斌教授组织编写并进行统稿,其中第 1 章、第 6 章和附录由张仕斌教授编写,第 2 章和第 3 章由李飞教授编写,第 4 章和第 5 章由王海春教授编写。

本书的编写还得到了成都信息工程大学信息安全工程学院、西安电子科技大学出版社及相关高等院校老师的大力支持和热情帮助,在此一并致以诚挚的谢意。

为了便于多媒体教学,本书配有电子教案(PPT),可到西安电子科技大学出版社网站(<http://www.xduph.com>)免费下载。

由于作者水平有限,书中难免有不足之处,敬请斧正。

编 者

二〇一五年十月于成都

目 录

第 1 章 工程教育概论.....	1
1.1 认识工程教育.....	1
1.1.1 工程教育.....	1
1.1.2 工程教育的层次与共性.....	3
1.2 工程教育的起源、转型及现状.....	3
1.2.1 国外工程教育的起源.....	3
1.2.2 国内工程教育的起源与发展.....	7
1.2.3 国外工程教育的转型及现状.....	8
1.2.4 国内工程教育的转型及现状.....	13
1.3 高等工程教育的培养目标及要求.....	14
1.3.1 高等工程教育的培养目标.....	14
1.3.2 现代工程师应具备的知识、能力结构与素质要求.....	15
1.4 高等工程教育改革的成功实践.....	16
1.4.1 工程教育的旗帜——美国麻省理工学院.....	16
1.4.2 基于项目的教学——美国伍斯特理工学院.....	22
1.4.3 工程教育的创新奇葩——香港理工大学工业中心.....	25
思考题 1.....	29
第 2 章 工程学概论.....	30
2.1 科学、技术与工程.....	30
2.1.1 科学、技术与工程的基本概念.....	30
2.1.2 科学、技术与工程的关系.....	31
2.2 工程学分支及工程学科、工程项目的特性.....	32
2.2.1 工程学分支.....	32
2.2.2 工程学科的特性.....	35
2.2.3 工程项目特点与特性.....	35
2.2.4 工程师的思维习惯.....	36
2.2.5 高等工程教育的特色及分类.....	37

2.3 工程学与社会的关系.....	38
2.4 工程设计的演化.....	41
思考题 2.....	43
第 3 章 卓越工程师教育	44
3.1 工程师及其发展简史.....	44
3.2 工程师的素质.....	44
3.2.1 工程师的职业要求.....	45
3.2.2 工程师的职业道德.....	47
3.2.3 工程师必备的技能.....	49
3.3 工程师教育在我国的发展之路.....	51
3.3.1 我国工程师的现状.....	52
3.3.2 我国工程师教育培养制度.....	54
3.4 中国卓越工程师教育培养计划.....	54
3.4.1 “卓越计划”的基本情况.....	55
3.4.2 “卓越计划”的教育理念.....	55
3.4.3 “卓越计划”培养体系和标准.....	56
思考题 3.....	57
第 4 章 工程项目解决方案	58
4.1 概述.....	58
4.2 工程项目的前期策划——需求分析.....	59
4.2.1 项目需求分析说明.....	59
4.2.2 需求分析的理解.....	61
4.2.3 项目开发中的沟通.....	63
4.2.4 需求分析中的沟通和确认.....	65
4.3 项目解决方案中的设计说明书.....	66
4.3.1 概要设计.....	66
4.3.2 详细设计说明书.....	69
4.3.3 工程项目解决方案的其他部分.....	70
4.4 工程解决方案案例.....	72
4.4.1 智能停车场管理系统工程解决方案.....	72
4.4.2 四川农产品气候品质认证平台工程解决方案.....	78
4.4.3 气象局彩信制作系统工程解决方案.....	89

4.4.4 基于云安全的恶意代码动态扫描平台.....	91
思考题 4.....	106
第 5 章 产品设计与开发.....	107
5.1 产品设计与开发概述.....	107
5.1.1 产品设计与开发的涵义.....	107
5.1.2 产品设计与开发的一般过程.....	111
5.1.3 新产品设计与开发的基本方式.....	112
5.2 新型产品设计与开发.....	113
5.2.1 新型产品设计与开发的类型.....	113
5.2.2 新型产品设计与开发的模式.....	113
5.3 产品设计与开发的流程.....	114
5.3.1 产品设计与开发流程概述.....	115
5.3.2 产品设计与开发流程分析.....	116
5.4 产品设计与开发是企业可持续发展的必然选择.....	118
5.4.1 产品的生命周期.....	118
5.4.2 开发与设计产品质量的重要性.....	119
5.4.3 提高产品设计与开发效能的重要环节.....	120
5.4.4 我国在产品设计与开发环节所面临的挑战.....	120
5.5 产品设计与开发战略.....	124
5.5.1 正确选择新产品设计与开发策略.....	124
5.5.2 正确选择产品设计与开发及上市时机.....	125
5.5.3 树立正确的产品设计原则.....	125
5.5.4 寻找最佳产品创意的方法.....	125
5.5.5 正确选择新产品开发的基本方式.....	126
5.5.6 新产品开发的并行工程.....	127
5.5.7 典型的产品创意设计案例.....	128
思考题 5.....	132
第 6 章 创新创业与知识产权.....	133
6.1 创新及创新方法.....	133
6.1.1 创新与技术创新.....	133
6.1.2 创新的途径.....	135
6.1.3 创新方法.....	136

6.2 创业及大学生创业模式	142
6.2.1 创业及相关问题	142
6.2.2 大学生创业的各种模式	150
6.3 知识产权	159
6.3.1 知识产权及保护	159
6.3.2 知识产权的申请	162
6.3.3 专利请求书/专利说明书/专利权利要求书(模板)	171
思考题 6	179
附录	180
附录 1 “工程导论”课程的考核	180
附录 2 信息安全专业人才培养方案	189
附录 3 网络工程专业人才培养方案	198
附录 4 信息对抗技术专业人才培养方案	207
附录 5 物联网工程专业人才培养方案	216
附录 6 创新创业教育学分说明	225
参考文献	227

第1章 工程教育概论

工程教育作为一种技术教育,是服务于人类社会,以技术科学为其主要基础学科,以应用技术为其主要专业内容,以培养技术科学和应用技术研究、开发和应用人才为目标的。当前,工程教育与产业正面临着新的挑战,重新审视工程教育并进行改革势在必行。本章主要介绍工程教育的概念,工程教育的层次与共性,工程教育的起源,国内外工程教育的转型及现状,高等工程教育的目标,现代工程师应具备的知识、能力和素质要求,高等工程教育改革的成功实践案例等内容。

1.1 认识工程教育

1.1.1 工程教育

1. 教育

教育是一种社会现象,是培养人的社会活动,它传递着人类生产的知识和技能,促进了社会生产的发展和社会的繁荣;它传承着人类社会的思想意识和行为规范,促进了人类自身的发展,是构成社会的一个重要方面。正是教育的作用,才使人类社会得以延续和发展壮大。因此,社会不可能没有教育,教育也不可能脱离社会而独立存在。教育在这种交融与共的发展中,形成了自己的两条基本规律:① 教育作为一种社会活动,它与社会发展之间存在着必然的联系,反映了一定的社会特点,适应社会发展的需要,它既受到社会的制约,又反作用于社会,影响着社会的发展;② 教育作为培养人的活动,它与人发展存在着必然的联系,既要满足人的身心发展需要,又必须遵循人的身心发展规律,促进人类个体的社会化。这两条规律既相互联系,又相互制约。办好教育、培养人才,既要主动适应、促进社会和人的发展,又要受到一定社会的经济、政治、科技、文化发展的制约,遵循人才培养和成长的规律。

2. 高等教育

高等教育是在普通教育基础上进行的专门教育,按其性质划分,可以分为科学教育和技术教育。

1) 科学教育

科学的任务在于揭示事物发展的规律,探求客观真理,作为人们改造世界的指南(摘自1979年上海辞书出版社出版的《辞海》)。普通高等院校的理科主要是指以数学和自然科学为基础的基础性学科,一般包括数学、物理学、化学、天文学、地质学、地理学、生物学、海洋学、气象学等学科,以及由这些学科相互交叉、渗透形成的一些新兴和边缘学科。其主要任务是认识自然,研究和发现自然规律,建立新概念、新理论及探索新的应用背景。

高等院校的理科教育以数学和自然科学为其主要学科基础,以培养从事数学和自然科学的基础性研究、教学和应用人才为目标,同时这种人才应当具有良好的科学素养(是指具有宽广的知识面,较为扎实的数学和自然科学理论基础,受到较严格的科学思维和科学实验训练,善于探索未知,勇于创新),属于科学教育的范畴。

2) 技术教育

应用技术是根据实践经验和科学原理而发展成的各种操作方法和技能的综合(摘自1979年上海辞书出版社出版的《辞海》),属于技术科学的范畴。技术科学是应用技术的理论基础,是介于数学和自然科学与应用技术之间的一种科学和桥梁,在学科结构中处于相当重要的地位。高等工程、农林、医药教育是以技术科学为主要学科基础,以应用技术为主要专业内容,以培养技术科学和应用技术研究、开发、应用人才为目标的技术教育,属于技术教育的范畴。由于服务和应用的对象不同,在高等工程、农林、医药教育中还有着各自不同的主要技术科学基础和不同的应用技术专业内容。

3. 高等工程教育及其特点

1) 高等工程教育

高等工程教育作为一种技术教育,以技术科学为其主要基础学科,以应用技术为其主要专业内容,以培养技术科学和应用技术研究、开发和应用人才为目标。高等工程教育以工程应用为其主要服务对象,以此与农林、医药教育相区别,这样就构成了高等工程教育区别于其它性质的高等教育的矛盾——技术科学基础与工程应用对象间的矛盾,也正是由于这种矛盾才形成了高等工程教育区别于其它性质的高等教育的许多特点。

2) 高等工程教育的特点

(1) 工程意识。从本质上来说,工程意识也是一种价值观。只有树立了正确的价值观,并深刻认识到工程科学技术工作在社会发展中的历史地位和作用,才能树立强烈的工程意识和奉献精神,这也是高等工程教育必须优先考虑的。

(2) 工程技术问题涉及多学科(数学、自然科学、人文和社会科学等)的综合。由于工程技术问题不仅要有坚实的学科基础,而且也离不开社会大环境,往往涉及政治、经济、法律、资源、地域、心理和生理等诸多因素,这就要求在高等工程教育中既要重视数学和自然科学的教育,也要重视人文科学和社会科学的教育,并把它们同工程技术科学教育有机地结合起来。

(3) 有较扎实和宽广的工程技术科学基础和工程技术专业知识。这是工程技术人才区别于其它专门人才的显著特征,因而在高等工程教育中应当以工程技术科学基础和工程技术专业知识教育为主要基础和重点。具有较扎实和宽广的工程技术科学基础和工程技术专业知识是指:具有较扎实的工程技术科学的基础理论,较宽广的工程技术专业知识和技术经济、工业管理知识,必需的工程制图、运算、实验、测试、计算机应用和一定的工艺操作技能,了解工程科学新技术的发展。

(4) 工科本科专业主要按工程应用对象范围划分。按照工程应用对象范围划分的工科专业,必须有明确的主干工程技术科学为其主要学科基础。主干工程技术科学是指在一定范围内的工程应用对象所涉及的起主导作用的一个或多个工程技术科学。

(5) 工程技术人才既要有扎实的理论基础,又要有独立分析、解决工程实际问题的能

力。因此,在高等工程教育中必须坚持科学教育与工程训练并重的原则。这里的“并重”不是指时间比例,而是要把工程训练放在与科学教育同等重要的地位,并把这一原则贯穿到工程技术人才培养的全过程中去。

(6) 工程技术人才是通过学校教育和工程实践教育培养出来的。仅仅通过学校的课堂教育是培养不出工程技术人才的,必须将课堂教学与工程实践结合起来,通过产学研合作(实行教学、科研和工程实践的三结合)才能培养出合格的工程技术人才。

(7) 培养合格的工程技术人才,必须要有一支合格称职的师资队伍。建设一支具有良好的科学素养、工程实践经验和科学管理经验的师资队伍,是培养合格的工程技术人才的关键。

(8) 解决好当前与未来培养工程技术人才中出现的新问题。工程技术人才的培养与社会需求间会呈现出变动的、多样化的趋势,使得高等工程教育层次、类型之间,高等工程教育、高等理科教育与高等职业教育之间,高等工程教育的当前与未来、基础与应用之间,存在各种错综复杂的问题,必须妥善地予以解决。

1.1.2 工程教育的层次与共性

根据学历的高低,我国工程教育由高到低分为五个层次:博士研究生、硕士研究生、本科(学士)、大专(含高职)、中专(含职高)。前四个层次属于高等教育的范畴,其中大专由专科院校和高级职业技术学院承担,本科由高等学校承担(也有部分高等院校既有本科,也有专科),承担硕士研究生和博士研究生工程教育的大部分是高等院校(也有一部分是科研院所)。中专属于中等教育的范畴,由中等专业学校和职业高中(即职高)承担。

中专、大专和本科工程教育都是工程技术教育,尽管它们对毕业生规划的知识和能力结构有所不同,但培养目标都是工程技术人才,这是工程教育的主要共性之一。另外,本科毕业达到相关要求,可以授予工学学士学位。研究生教育的培养目标则有所区别,硕士有工程硕士和工学硕士之分,博士也有工程博士和工学博士之分。工程硕士和工程博士侧重于工程技术,工学硕士和工学博士侧重于工程科学。尽管如此,工程和工学之间并没有明显的界限,工程中不会一点学术含量都没有,而工学中也不会一点都不涉及工程技术问题。

无论这五个层次的工程教育的教育对象在毕业时应具有的知识结构和能力结构要求有多大的不同,实践教育教学环节是必不可少的,这也是它们的主要共性。

1.2 工程教育的起源、转型及现状

1.2.1 国外工程教育的起源

工程活动自古有之。工程教育的起源,最早可以追溯到11世纪西方国家的“学徒制(Apprenticeship)”。在中世纪,学徒制发展达到鼎盛时期。由于18世纪后期欧美各国发生的工业革命,家庭和手工场作业逐渐被机器大工业代替,学徒制日渐衰退。随着大规模工业生产的发展,社会对技术人员的需求不断增加,一些专业技术院校开始登上了工程教育的历史舞台(正式意义上的学校高等工程教育,诞生于17世纪的法国)。随后,工业生产的

大规模化和日常用品需求的增加,导致工程实践的形式多样化,也影响着工程教育的发展。

1. 法国的工程教育

1675年,法兰西王国路易十四建立了军事工程学校,为争夺海外殖民地培养急需的军事人才。路易十五继位后,于1715年建立路桥学校,1720年建立了炮兵学校,1747年创立了国立桥梁公路工程学校。国立桥梁公路工程学校这个源于军用工程实践的三年制学校按照冬天在学校学习理论,夏天到现场实习的教学模式进行教学。该校的理论联系实践的工程教育模式后来被其他学校效仿,因而被誉为世界工程教育之父。

1792年成立的巴黎理工学院,强调工程教育既学习科学基础又进行工程实践训练的教学模式,开启了民用工程教育的新时代;1794年由拿破仑创办的土木工程学校,为当时的法国在公共交通领域培养了一批工程师。这些学校的创办使法国保持着工程教育的领先地位。

进入19世纪前期,法国高等工程教育偏向于把理工类学校办成传播高深科学理论与文化的学府,偏离于工程实践;19世纪中后期,正值筑路、采矿、兴修水利等工业化发展需要大批工程师的时期,工程教育的重要性日渐显现。随后,工程与科学研究分离,科学技术发明的多产与工业开发的落后形成了鲜明的对比。保守派推崇传统的工程教育模式(偏向于高深科学理论);反对派指出,为了迎接工业生产带来的挑战,工程教育必须广开门户,强调科学研究与实践研究的方法,并把它们和工业实践相结合。

2. 德国的工程教育

1765年,在弗雷贝尔格成立了皇家矿业学院,主要用于采矿和冶金技术人员的培训;1799年,在柏林成立了另一所皇家矿业学院,其办学宗旨是培养“具备理论与实践的娴熟的测绘技能,培养国内外的土木和水利工程师”。19世纪初,由于普法战争失败,德国拟用学校作为帮助赶超英国和法国工业的手段,因此,十分重视工程教育。从1817年开始,德国各地纷纷成立工业学校,随后在这些学校的基础上建立了中央工业学校(柏林大学的前身),形成了当时支撑德国工程技术教育的学校体系。1821年,德国仿效法国的巴黎理工学院成立了卡尔斯鲁厄多科学技术学校,并随后在此基础上建立10多所多科学技术学校,奠定了当今德国拥有世界主要工业大学的基础。但是,这些多科学技术学校在当时属于中等教育,主要偏向于应用性实践教学,其毕业生比传统大学毕业生的就业层次低。1864年,德国质量协会和多科学技术学校协会共同起草了《关于多科学技术学校组织的基本原则》草案,得到了社会各界的承认。1870年起,各地多科学技术学校纷纷升格为“工业大学”,归属高等工程教育领域,开启了德国高等工程教育新纪元。1890年,德国又将技工和机械师从事的工作经过理论演绎发展为机械工程,并在德国技术专科学院建立实验室,1899年该校建立了工程博士学位,确立了工程的学术地位。

进入20世纪,大规模工厂的增加导致社会对高级工程师和低级技术人员需求的分化,德国的大学更加坚定了培养工程师和科学家的“二元”信念。到1933年,德国不仅在科学教育上,还在应用科学解决工业实际问题方面都处于世界领先地位。

3. 英国的工程教育

英国的工程教育也是在工业革命中成长起来的,但英国对于工程教育的认识远远落后于法国。在英国,工程被视为属于实践、工艺的领域,因而被排除在大学和科学之外,工程被认为是二等职业。18世纪中叶,英国工商业空前发达,需要大量的技术人员来承担商

业项目所需的各种技术工作。到18世纪末,英国的工程师参与了大型的民用工程建设,后来发展为土木工程,成为英国工程领域专业化的开端(不同于法国最早的民用工程师来源于在军队谋职的工程师,英国早期的工程师源于自学成才或“学徒制”下的手工业者,以及对科学研究探索感兴趣的人员)。

进入19世纪,工业的进步带动了英国工程教育的发展。在1851年的伦敦万国博览会上英国感到了法国工程迅速发展带来的挑战,但并没有引起足够的重视,因此这一时期提供工程教育的学校很少。1867年,法国巴黎万国博览会给英国落后的工业以沉重打击。为了振兴制造业并与法国、德国等国抗衡,英国开始建立包括工业在内的行业组织。1889年,颁布的《技术教育法案》使得大学从传统的文理扩展到工程技术教育,这也意味着以自由教育为主的传统英国大学开始接受专业教育(工程、法律与医学等)。到19世纪末,10所城市学院相继诞生,成为英国培养工程师的重要基地。

4. 美国的工程教育

美国的工程教育可以追溯到18世纪后期。1776年,独立后的美国重视多才多艺的工艺者和善于解决问题的机智者,促进了发明创造的倍增和工业的发展。1802年,美国公认的第一所工程院校——西点军校成立,该校毕业生在美国众多军事工程建设和战争中立下了汗马功劳。美国民用工程教育始于19世纪初期,1819年,仿效西点军校创办了一所集文、理、军事于一体的学院,1834年更名为诺维奇大学,成为美国第一所民用工程学校。1824年,在纽约创办了仑斯洛理工学院,该校的教育强调学生的实践和工农业生产经验,较少强调数学和科学。19世纪中后期成立的农机学院、赠地学院,以及1861年成立的麻省理工学院,更加强化了与工业界紧密结合的合作教育模式。1862年,美国的《莫里尔法案》颁布实施后,出现了大量的农业和机械学院,工程教育由此作为四年制本科教育步入正轨。在随后的10年中,各类工程学校也相继成立,如1864年哥伦比亚大学设立矿冶学院。

19世纪末,大规模商品生产带动了汽车工业的发展,工业从业人员的需求迫使美国工程教育与国家工业化保持紧密联系,使得工程教育参与到日益复杂的产品加工和设备的维修、保养与改善的过程中,电力工业和工程管理学就是在这一阶段发展起来的。随后,工程教育依赖科学与技术的趋势日益明显。1885年,康奈尔大学(1868年建立)意识到科学对工程教育的重要性,决定提高入学标准,增加了数学课程的要求。1893年,美国工程教育促进会(SPSS)成立;1908年该学会对工程教育学位的授予及标准化做出了贡献;1903年,伊利诺伊大学创立了第一个试验工作站,并制定了工程试验计划。

综上所述,法、德、英、美等国的工程教育起源表明,国外工程教育源于军用或民用的需要,面向工程实践。当时的工程实践形态与本国的社会、政治、经济与工业发展背景相一致,但世界各国的发展并不平衡,工程教育根植于工程实践的土壤中。

5. 国外工程教育起源阶段的特点

1) 工程教育从学徒制向学校教育转变

在“学徒制”的教育模式中,师傅通过“动手做”的方式和方法,将知识与经验传递给徒弟。在当时的欧洲,随着各国的独立和工业革命的推进,技术变得日益复杂,“学徒制”培养的技术人员已无法满足需求。对既懂技术又具有较强实践动手能力的人员的需求大增。为培养工业实践所需的实践型工程师,“学徒制”开始转向学校工程教育,学校工程教育应运而生。