

高等工程教育创新 理论与实践

崔玉祥 艾红 著



科学出版社

高等工程教育创新理论与实践

崔玉祥 艾红 著

教育部人文社科专项任务项目（工程科技人才培养研究，12JDGC004）

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书根据我国建设创新型国家及新型工业化发展的新要求,把高等教育创新放在国家创新体系大系统中,以国家创新驱动发展战略需求为逻辑起点,以观念创新为先导,初涉体制机制创新这一“深水区”,在纵深方向对改革人才培养模式、改革课程体系、建立产学研合作实践教学体系等方面开展深入研究。书中分别对高等工程教育理念创新、高等工程教育管理体制与运行机制创新、高等工程教育人才培养模式创新、高等工程教育人才培养体系创新、高等工程教育教学体系创新、高等工程教育产学研合作人才培养机制构建、创新型工程科技人才培养体系构建、高等工程教育教师培养体系构建、高等工程教育人才培养质量评价体系构建等方面进行了深入的阐述。

本书可供从事高等教育研究及管理的专家学者,以及致力于高等教育研究的教师、研究生阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

高等教育创新理论与实践/王玉祥,艾红著. —北京:科学出版社,2015
ISBN 978-7-03-045589-0

I. ①高… II. ①崔…②艾… III. ①高等教育-工科(教育)-教学研究
IV. ①G642.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 045589 号

责任编辑:裴 育 王晓丽 / 责任校对:郭瑞芝
责任印制:张 倩 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015 年 2 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2015 年 2 月第一次印刷 印张:17 1/2

字数:334 000

定价:95.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

实现中华民族伟大复兴的中国梦，坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，需要“突出培养造就创新型科技人才，努力造就一批世界水平的科学家、科技领军人才、工程师和高水平创新团队，注重培养一线创新人才和青年科技人才”。人才培养，高等教育责无旁贷；工程科技人才培养，高等工程教育责任担当。2010年6月，教育部启动了“卓越工程师教育培养计划”，旨在主动适应国家战略要求，积极服务行业企业需求。面向工业界，面向世界，面向未来，培养造就一大批具有理论与实际相结合的知识结构，科学与技术相融合的工程实践能力，科学与人文精神相渗透的综合素质的创新型工程科技人才，为建设创新型国家及新型工业化发展奠定坚实基础，增强我国的核心竞争力和综合国力。

“适应新型工业化发展需要的工程科技人才培养体系研究”项目，通过对我国高等工程教育现状的深入调查分析，重点从三个层面开展研究：一是理论层面，高等工程教育创新的时代要求、高等工程教育观念创新；二是制度层面，高等工程教育体制机制创新、高等工程教育培养体系创新；三是实践层面，高等工程教育培养模式创新、高等工程教育教学体系创新、高等工程教育教师培养体系构建、高等工程教育人才培养质量评价体系构建。

本书把工程科技人才培养放在社会大环境中进行思考与探索，通过查阅大量文献资料，对学校和企业实地调查研究，访谈专家学者和学生，分别对高等工程教育理念创新、高等工程教育体制机制创新、高等工程教育人才培养模式创新、高等工程教育人才培养体系创新、高等工程教育教学体系构建、高等工程教育产学研合作人才培养机制构建、高等工程教育教师培养体系构建、工程科技人才培养质量评价体系构建八个专题进行深入研究，研究取得的成效及成果主要有以下五个方面。

(1) 明确高等工程教育在我国经济发展和工业化进程中的定位及目标。高等工程教育是为国家新型工业化发展培养具有完整科学知识结构、突出工程实践能力、强烈改革创新精神的工程科技人才。

(2) 高等工程教育观念创新。在大工程观和全面工程教育观念的指导下，把高等工程教育作为一个开放系统，建立广泛的外部联系。建立以政府政策牵动，学校作为教育的主体，企业参与培养工程科技人才的联合体或战略联盟，把培养人才作为全社会的责任。以此建立适应我国新型工业化发展需要的高等工程教育

人才培养体系和模式。

(3) 高等工程教育体制机制创新。从高等工科院校内部管理体制与运行机制的基本概念入手,剖析管理体制与运行机制存在的问题,找到内部管理体制与运行机制创新的途径。构建高等工程教育产学研合作人才培养的体制;构建一个加大政府政策引导性投入、高校与企业共同投入、广泛吸收民间资本的多元化投资体制;构建高等工程教育产学研合作人才培养的机制体系,形成高等工科院校与行业企业产学研合作协同育人的有效机制。

(4) 高等工程教育培养模式创新。基于对今后工程人才培养模式发展趋势与我国工程教育中存在问题的认识,提出构建创新型工程人才培养模式的理论基础与基本原则。围绕“多元交叉”,从人才培养目标、课程体系构建、教学方式与手段、教师培养与教师队伍建设、教育评价等几个方面,构建多维立体的创新型工程科技人才培养模式。

(5) 工程科技人才培养实践创新。项目研究成果在国家“卓越工程师教育培养计划”试点专业——哈尔滨理工大学自动化专业实行。校企联合建立学生实践基地及联合实验室,探索行业参与校企协同培养模式,加强学生工程素养,提升学生工程应用能力。

高等工程教育的根本任务是通过教育实践与工程实践培养工程科技人才,产学研合作教育是培养创新型工程科技人才的必由之路。实现高等工程教育创新、提高高等工程教育质量的有效途径,就是要建立由国家政策主导的高校与科研院所及行业企业联合,产学研合作培养工程科技人才制度与机制体系、实践教学与课程体系,构建高校与企业相互依存、相互补充的产学研合作工程科技人才培养工程实践体系。全面推进高等工程教育真正走向“开门办学”道路,使高校与科研院所、企业成为人才培养、科学研究、技术创新的共同体,最终形成一个有效的校企协同产学研紧密结合的工程科技人才培养的教育平台及其运行体系。

由于高等工程教育过程是一项长效性的系统工程,人才培养需要一个周期性的循环,其成果和效应都会滞后,所以实践性研究还较欠缺,这也就使得理论创新有一定的局限性。工程科技人才培养是政府、高校、社会、行业企业共同协作的系统工作,是以政府为主导、高校为主体、社会和行业企业积极参与的系统工程。因此,打破体制机制的壁垒,实现政府政策主导下校企协同高等工程教育创新体系尚需要进一步研究和探讨。

崔玉祥

2014年9月

于哈尔滨理工大学

目 录

前言

基 础 篇

第 1 章 高等工程教育研究的基本概念	3
1.1 工程与高等工程教育	3
1.1.1 工程的概念	3
1.1.2 工程教育	4
1.1.3 高等工程教育	5
1.2 体制与机制	5
1.2.1 体制的含义	5
1.2.2 机制的含义	6
1.3 管理体制与运行机制	6
1.3.1 管理体制	6
1.3.2 运行机制	6
1.3.3 高等工科院校管理体制与运行机制	7
1.3.4 体制与机制的关系	7
1.4 创新与创新型工程科技人才	8
1.4.1 创新的含义	8
1.4.2 创新型工程科技人才	8
1.5 人才培养模式与人才培养体系	11
1.5.1 模式的含义	11
1.5.2 人才培养模式	11
1.5.3 人才培养体系	12
1.6 产学研合作与产学研合作教育	13
1.6.1 产学研合作	13
1.6.2 产学研合作教育	13
1.7 高等工程教育专业认证	14
1.7.1 认证及工程教育专业认证	14
1.7.2 国际工程教育专业认证协议简介	15
参考文献	16

第2章 高等工程教育研究综述	18
2.1 高等工程教育体制与机制研究	18
2.1.1 国内高等工程教育体制与机制研究	18
2.1.2 国外工程教育管理体制与机制研究	24
2.2 工程科技人才培养模式研究	27
2.2.1 国内工程科技人才培养模式研究	27
2.2.2 国外工程科技人才培养模式研究	29
2.3 产学研合作教育研究	31
2.3.1 国内产学研合作教育研究	32
2.3.2 国外产学研合作教育研究	37
2.4 高等工程教育课程体系研究	40
2.4.1 国内高等工程教育课程体系研究	40
2.4.2 国外高等工程教育课程体系研究	42
2.5 产学研合作人才培养体制与机制研究	44
2.5.1 国内产学研合作人才培养体制与机制研究	44
2.5.2 国外产学研合作人才培养体制与机制研究	47
2.6 创新型工程科技人才培养体系研究	49
2.6.1 国内创新型工程科技人才培养体系研究	49
2.6.2 国外创新型工程科技人才培养体系研究	51
2.7 高等工程教育教师培养体系研究	53
2.7.1 国内高等工程教育教师培养体系研究	53
2.7.2 国外高等工程教育教师培养体系研究	57
2.8 高等工程教育人才培养质量评价体系研究	60
2.8.1 国内高等工程教育人才培养质量评价体系研究	60
2.8.2 国外高等工程教育人才培养质量评价体系研究	62
参考文献	64
第3章 王大珩教育与科学技术思想的研究	68
3.1 卓育人才的大工程教育观	68
3.1.1 教学、研究、生产三结合的教育思想	68
3.1.2 亦能亦德全面发展的人才观	69
3.2 科学与教育结合培育工程科技人才	72
3.2.1 基础科学与工程技术结合的工程教育理念	72
3.2.2 大工程项目中培养高层次工程科技人才的战略思维	74
3.3 德学双馨润育科技英才	76
3.3.1 民族危亡中立志科学救国的爱国情怀	76

3.3.2 崇尚科学的人生中养成严谨的治学作风	76
3.3.3 凡人小事中更伟大学者的高尚情操	77
参考文献	78

理 论 篇

第4章 高等工程教育理念创新	83
4.1 全面工程教育理念	83
4.1.1 新工业革命呼唤全面工程教育	83
4.1.2 全面工程教育理念的内容	84
4.2 工程观与高等工程教育观念	86
4.2.1 工程观的界定	87
4.2.2 大工程观的提出	87
4.2.3 大工程观的表述	89
4.2.4 大工程观的含义及特征	90
4.3 高等工程教育人才培养观	94
4.3.1 人才培养理念	94
4.3.2 人才培养目标理念	95
4.3.3 人才培养过程理念	96
4.3.4 大工程观视域的高等工程教育	100
参考文献	102
第5章 高等工程教育体制机制创新	103
5.1 高等工科院校管理体制与运行机制存在的问题	103
5.1.1 “行政化”的管理体制	103
5.1.2 “学院式”的办学体制	104
5.1.3 “条块化”的内部管理体制	105
5.1.4 单一的学术评价制度	106
5.2 深化综合改革及完善治理结构	107
5.2.1 完善高等学校决策体制	107
5.2.2 规范校长依法治校	109
5.2.3 健全教职工代表大会制度加强民主监督	111
5.2.4 建立教育资源共享的校内资源管理体制	114
5.3 建立科学的学术评价制度	116
5.3.1 明晰评价主体	116
5.3.2 规范评价程序	116
5.3.3 坚持评价标准	117

5.3.4	恪守学术道德	117
5.4	建立面向社会需求的开放办学机制	118
5.4.1	加强校企互动融合	118
5.4.2	跟踪企业需求找课题	118
5.4.3	积极推进校企合作	118
5.4.4	建立合理利益机制	119
5.5	产学研合作教育的机制创新	119
5.5.1	产学研合作教育的动力机制	120
5.5.2	产学研合作教育的运行机制	121
5.5.3	产学研合作教育的保障机制	123
	参考文献	125
第6章	高等工程教育人才培养模式创新	126
6.1	工程人才培养模式演变	126
6.1.1	近现代工程人才培养模式演变	126
6.1.2	当前工程人才培养的典型模式	130
6.1.3	工程人才培养模式发展趋势	135
6.2	多元交叉工程人才培养模式	137
6.2.1	工程教育人才培养模式存在的问题及原因	138
6.2.2	构建多元交叉工程人才培养模式的基本原则	139
6.2.3	多元交叉创新型工程人才培养模式的理论基础	140
6.2.4	多元交叉工程人才培养模式的培养目标	144
6.2.5	多元交叉工程人才培养模式的课程体系	145
6.2.6	多元交叉工程人才培养模式的教学方法与教学手段	147
6.3	多元交叉工程人才培养模式的教师队伍建设	149
6.3.1	树立终身学习的理念	150
6.3.2	培育基本的教育素养	150
6.3.3	培养创新精神与工程实践能力	151
6.3.4	建立科学的选拔和考评机制	151
6.4	多元交叉创新型工程人才培养模式的教育评价	151
6.4.1	评价对象要体现多元化	151
6.4.2	教育评价注重过程评价	152
6.4.3	评价方法多元化	152
6.5	产学研合作教育模式	152
6.5.1	校内外实训基地建设	152
6.5.2	订单式培养	153

6.5.3	工学交替模式	153
	参考文献	155
第7章	高等工程教育课程体系创新	157
7.1	高等工程教育课程体系创新的基本原则	157
7.1.1	适应人才培养目标的根本需要	157
7.1.2	体现学科专业整体的继承和发展	158
7.1.3	突出学校人才培养特色	159
7.1.4	体现学生主体发展的最终价值	161
7.2	建构模块化课程体系	162
7.2.1	层次化课程体系结构	162
7.2.2	模块化课程体系结构	163
7.2.3	“平台+模块”课程体系结构	164
7.3	拓展与整合课程体系	164
7.3.1	加强人文与社会科学课程	165
7.3.2	注重知识结构的系统性和知识点布局的全面性	165
7.3.3	处理好通识教育课程与专业教育课程的关系	166
7.3.4	能力的培养贯穿于整个课程体系	168
7.4	课程体系的优化	169
7.4.1	处理好必修课与选修课的关系	169
7.4.2	加强实践课程模块的建设	171
7.4.3	重视课外学习的补充作用	172
7.4.4	构建与国际接轨的课程体系	173
7.4.5	校企合作开发课程和教材建设	173
7.5	教学内容与教学方法手段的改革更新	174
7.5.1	课程教学内容与教学方法手段改革的原则	174
7.5.2	改革基础课程教学内容	175
7.5.3	改革专业课程教学内容	175
7.5.4	改革教学方法与教学手段	177
	参考文献	178

实 践 篇

第8章	高等工程教育教学体系的构建	181
8.1	高等工程教育教学体系构建的基本原则	181
8.1.1	基础化原则	181
8.1.2	综合化原则	181

8.1.3	理论与实践相结合原则	182
8.1.4	产学研一体化原则	182
8.2	高等工程教育教学体系的基本框架	182
8.2.1	加强基础理论的教学体系	183
8.2.2	大专业小学科的教学体系	183
8.2.3	强化实践的教学体系	185
8.3	理论教学体系构建	186
8.3.1	教学体系结构	186
8.3.2	教学内容	188
8.3.3	教学改进实施	190
8.4	实践教学体系构建	190
8.4.1	实践教学体系环境要求	191
8.4.2	实践教学体系结构	191
8.4.3	实践教学内容	192
8.4.4	实践教学实施平台建设	194
8.5	教学体系运行保障系统	197
8.5.1	优化配置课程结构	197
8.5.2	科学设置课程评价体系	198
8.5.3	强化政策保障体系	200
	参考文献	201
第9章	高等工程教育产学研合作人才培养体制与机制构建	203
9.1	高等工程教育产学研合作人才培养体制构建	203
9.1.1	树立产学研合作协同育人的理念导向	203
9.1.2	建立产学研合作人才培养政策法规	206
9.1.3	设置产学研合作人才培养组织机构	208
9.1.4	建立产学研合作人才培养投资体制	209
9.1.5	完善产学研合作中介服务体系	210
9.2	高等工程教育产学研合作人才培养机制构建	212
9.2.1	动力机制	212
9.2.2	选择机制	213
9.2.3	运行机制	214
9.2.4	激励机制	217
9.3	产学研合作人才培养体制机制实施	218
9.3.1	学校内部环境建设	218
9.3.2	社会外部环境建设	219

参考文献	221
第 10 章 高等工程教育教师培养体系构建	222
10.1 高等工程教育教师的特征规格	222
10.1.1 多维知识结构	222
10.1.2 工程实践能力	224
10.1.3 创新意识与创新能力	225
10.1.4 工程教育教学能力	226
10.1.5 社会责任感与敬业精神	227
10.1.6 社会适应能力	228
10.2 高等工程教育教师培养的基本途径	229
10.2.1 高等工程教育教师的遴选与聘任	229
10.2.2 构建“双师型”教师队伍	231
10.2.3 校企合作协同培养教师	232
10.3 高等工程教育教师培养体系构架	234
10.3.1 专业知识和工程设计能力培养	234
10.3.2 工程教育实践能力培养	235
10.3.3 工程教育教学基本功培养	236
10.3.4 科学研究与技术创新能力培养	238
10.4 高等工程教育教师培养体系的运行与实施	239
10.4.1 高等工程教育教师培养的制度保障	239
10.4.2 高等工程教育教师培养的政策激励	242
10.4.3 高等工程教育教学团队的培育	244
参考文献	247
第 11 章 工程科技人才培养质量评价体系构建	249
11.1 构建工程科技人才培养质量评价体系的基本原则	249
11.1.1 科学性原则	249
11.1.2 可行性原则	249
11.1.3 可操作性原则	250
11.1.4 可持续性原则	250
11.1.5 主体多元性原则	251
11.2 工程科技人才培养质量评价体系构成要素	251
11.2.1 人才培养定位	251
11.2.2 专业培养方案	252
11.2.3 课程体系改革	252
11.2.4 教学方法改革	252

11.2.5	行业企业合作	253
11.2.6	教师队伍建设	253
11.2.7	学校内部管理	253
11.2.8	政策机制导向	254
11.3	工程科技人才培养质量过程监控	254
11.3.1	选定质量监控点	254
11.3.2	评价监控点质量	255
11.3.3	比较质量评价结果	255
11.3.4	分析质量问题原因	255
11.3.5	纠正偏差改进质量	255
11.4	工程科技人才培养质量评价的方法和途径	256
11.4.1	教学规范性检查	256
11.4.2	专家现场听课	256
11.4.3	阶段性检查	257
11.4.4	学生评教	257
11.4.5	座谈会	258
11.5	工程科技人才培养教学质量评估	259
11.5.1	教学质量监控组织机构	259
11.5.2	教学质量评估系统	261
11.5.3	教学质量评估信息管理系统	263
11.5.4	教学质量评估监控反馈系统	263
	参考文献	264
	后记	265

基 础 篇

基础篇由高等工程教育研究的基本概念、高等工程教育研究综述、王大珩教育与科学技术思想的研究等构成。

本篇对全书运用的高等工程教育研究的工程与高等工程教育、体制与机制、创新与创新型工程科技人才、人才培养模式与人才培养体系、产学研合作与产学研合作教育、高等工程教育专业认证等专业术语及其核心概念进行确证性研究与界定。探究著名科学家、教育家王大珩院士精深的科学教育思想。对国内外工程科技人才培养过程中的人才培养模式与课程体系、产学研合作人才培养体制与机制、创新型工程科技人才培养体系、高等工程教育教师培养体系、高等工程教育人才培养质量评价体系进行了比较研究与评述。为全书提供清晰的概念，奠定坚实的理论基础。

第1章 高等工程教育研究的基本概念

高等工程教育创新理论与实践问题的研究,其核心概念是工程与高等工程教育、体制与机制、创新与创新型工程科技人才、人才培养模式与人才培养体系、产学研合作与产学研合作教育。首先要对这些基本概念进行清晰界定,才能够深入研究高等工程教育创新问题。

1.1 工程与高等工程教育

1.1.1 工程的概念

英语中“工程”一词的词根 engine 源于拉丁文 ingenerare (意为“创造”),而英语中 engine 这一动词的最初含义是“发明、设计”。《中国大百科全书》给出的工程的定义是应用科学知识使自然资源最佳地为人类服务的专门技术,有时也指具体的科研或建设项目。

比较世界不同时期较为权威的工具书及文献对工程的定义,得出的结论是:工程是运用科学与数学的原理,通过艺术的手段改造自然、造福人类的社会活动过程。工程是人类综合应用科学理论和技术手段,改造世界、创造财富的实践活动,是物质领域中的活动,一般是科技创新的实体或对旧的实体进行改造,使之具有新的功能和价值。工程的内容既包括建设项目、技术改造、科研开发等活动,也包括它们的前期工作,如规划、战略、设计等活动。工程与科学的最根本差别是分析与综合。工程师的兴趣在于组合人力物力,制造出要求的结果或这种结果的合理复制品。这是一个综合的过程,即把事物配置在一起以实现一个确定目的。科学家的主要兴趣在于探讨在给定原因下有什么样的结果发生,在于探讨自然现象是什么和为什么。

从上述定义中可以总结出工程有以下基本特征:

(1) 实践性。工程所要解决的问题均来源于生产生活实际,工程就是工程师应用科学理论和技术手段改造客观世界的活动。

(2) 系统性。工程是人们通过研究、设计、制造等一系列活动对资源加以以改造、开发、分析和利用,分析解决问题,从而产生人的因素与物的因素综合作用的结果。

(3) 复杂性。一项工程的完成,需要诸多领域知识的有效融合,同时也涉及

伦理道德、经济文化、各学科知识的综合运用。

需要指出的是,工程一词是一个动态发展的概念,伴随着科学技术的发展而不断变化,内涵得到不断扩展。例如,在很长一段时期内,工程仅指向物质生产领域,如今它已扩展到经济管理、计算机科学、教育等多个领域。随着科学技术的进步和社会生产力的发展,工程领域不断扩大,工程活动不断延伸,工程定义不断演进,但其内在的实践性始终未变。为了人类生活得更好,创造、发明、设计和建造仍是现代工程的基本含义。美国麻省理工学院认为,现代工程概念应为:工程是关于科学知识和技术的开发与应用,以便在物质、经济、人力、政治、法律和文化限制内满足社会需要的一种有创造力的专业。

综上,工程就是按照人类的目的而使自然界人工化的过程,是组织设计和建造人工物以满足某种明确需要的实践活动。可以认为,工程就是为了满足人类某种明确需要,在政治、经济、环境、人文和社会等因素的制约下,进行科学知识和技术的开发与应用,利用和改造自然的实践性和创造性活动。

1.1.2 工程教育

关于工程教育内涵的界定,学界一直处于探讨之中。早在1925年美国就开始使用工程教育(engineering education)一词,同一时期的欧洲却找不到与之直接对应的词。这一时期,在欧洲使用得更多的词是技术教育(technical education),常被用来指对技术、工业类专业人才的培养过程。技术教育在德国或其他欧洲国家用得非常宽泛,它主要指对不同种类、不同层次以及与工业有关人才的培养过程。后来,还有一个相似的概念——科技教育(technology education),它是指学生学习科学技术知识的过程,一般通过学生参加各种不同程度的实验室工作来达到学习目标。

随着工业的发展,工程教育的含义也逐渐得以充实。在美国,工程教育是指中学、学院和大学等不同层次的院校,为那些以从事工程职业为目的的求学者或为普及科学技术知识,通过科学、数学和动手实践,以增进学习者对技术职业的兴趣而进行的教育教学活动。美国的工程教育一般从K-12的技术教育课程开始,一直延续到学院和大学的技术教育活动中,明确分为高、中、低三个层次。

可见,工程教育是教育的一个科类,是人类历史发展的产物,其发展史本身就是人类解决自身发展所遇到的问题的过程。工程教育广义上讲是培养人的一种社会现象,是传递生产经验和社会生活经验的必要手段;狭义上讲就是主要依托学校教育的工程人才培养活动。

工程教育是以技术科学为主要学科基础,注重培养工程技术人才,并突出创新意识与实践能力的专门教育。总的来看,工程教育是一个动态的范畴,它会随着社会的发展和科技的进步而不断发生变化。