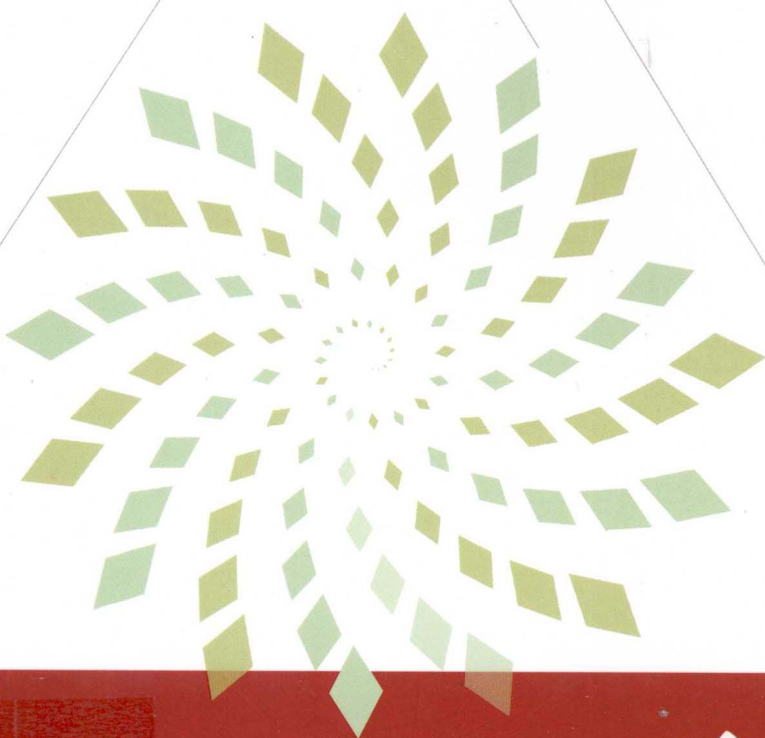




普通高等教育“十二五”规划教材



工程导论

INTRODUCTION TO ENGINEERING

主 编 姚立根 王学文

副主编 陈希军 李继勇
李少波 方 兴

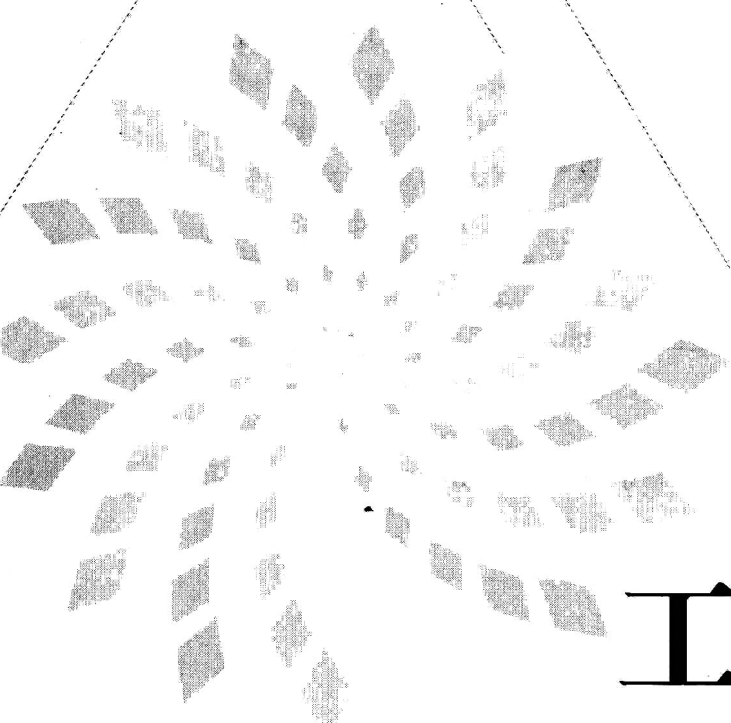


电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



普通高等教育“十二五”规划教材



工程导论

INTRODUCTION TO ENGINEERING

主 编 姚立根 王学文

副主编 陈希军 李继勇
李少波 方 兴

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书系统、综合地介绍了工程知识体系,注重理论联系实际,吸收前沿理论,注意运用案例分析方法激发兴趣、拓展视野。本书共 10 章,包括四大类知识体系:第一,介绍了土木工程、水利水电工程、矿业工程等属于第一产业、第二产业的“硬工程”;第二,介绍了工业工程、可靠性工程、标准化工程、系统工程、价值工程、质量工程等“软工程”;第三,介绍了工程建设与管理中必需的工程管理、工程经济分析等经济管理知识;第四,介绍了工程的利益相关者、工程共同体、工程理念与工程思维、工程教育的目标,大学工程教育对知识、能力、素质的基本要求等工程建设与管理有关的人文社会科学知识体系。

本书每章章首配有学习目标,章后附有本章小结、复习思考题、案例简介供读者参考,提高学习效果。本书可作为高等学校文科、理科类学生培养工程素养、实施素质教育的教科书;同时,本书的大工程、工程思维和工程经济管理等内容也为工科类学生实施“卓越工程师”培养计划提供了优秀的教材。此外,本书也可作为工程技术人员和社会相关人员进行工程知识培训的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容
版权所有,侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

工程导论/姚立根,王学文主编. —北京:电子工业出版社, 2012.8

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-17506-0

I. ①工… II. ①姚… ②王… III. ①工程技术—高等学校—教材 IV. ①TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 147464 号

策划编辑:王志宇

责任编辑:王志宇

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.75 字数:431 千字

印 次:2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数:3000 册 定价:35.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前言

PREFACE

高等教育专业类型按学科可划分为十三大门类,授予相应的十三类学位,人们通常将其概括为文科、理科和工科三大类。工程是现代社会的重要标志,工程活动也是现代社会的主要活动。工程强调的是系统、集成、整体,是安全、经济,还要与环境和社会相协调。为适应教育部启动实施“本科教学工程”“专业综合改革试点”项目和“卓越工程师”培养计划的要求,作者从工程的社会性和大工程的视角,编写了《工程导论》教材,以满足文科、理科类学生培养工程素养、实施素质教育的要求;同时,本书的大工程、社会工程和工程思维等内容也为工科类学生实施“专业综合改革试点”教育和“卓越工程师”培养计划提供了优异的教材。

从人类发展和工程活动的历史来看,工程是直接和现实的生产力,工程活动是人类最古老的、最重要的活动和生存方式,也是人类社会存在和发展的物质基础。工程是人类以利用和改造客观世界为目标的实践活动,也是人类利用各种要素的人工造物活动。人类的吃、穿、住、行等日常生活无一例外依赖于工程的成果——人工造物。人类几千年来就是通过不断地工程造物来实现和满足自身的发展要求,工程实践也成为了人类最主要的实践活动。三峡大坝、高速公路、青藏铁路等现代大工程投资巨大、建设和运行周期长,专业技术水平和合作要求高,社会效应和社会影响巨大,对环境和人类的影响深远,产生了工程的社会性问题。工程的社会性,首先表现为实施工程的主体(设计师、决策者、协调者、各种层次的执行者、使用者、供应商、社区居民等众多的利益相关者)的社会性;其次,表现为工程对社会的经济、政治和文化的发展不仅具有直接的、显著的影响和作用,而且具有间接的、潜在的经济效果、社会效果和生态效果。简而言之,文科、理科类学生在今后的生活、工作和学习中必然要与工程打交道,是工程的利益相关者。因此,文科、理科类学生需要在大学期间学习工程知识,培养工程素养,实施必要的工程教育。

本书内容包括四大类知识体系:第一,介绍了土木工程、水利水电工程、矿业工程等属于第一产业、第二产业的“硬工程”;第二,介绍了工业工程、可靠性工程、标准化工程、系统工程、价值工程、质量工程等“软工程”;第三,介绍了工程建设与管理中必需的工程管理、工程经济分析等经济管理知识;第四,介绍了工程的利益相关者、工程共同体、工程理念与工程思维、工程教育的目标,大学工程教育对知识、能力、素质的基本要求等工程建设与管理有关的人文社会科学知识体系。常言道,“磨刀不误砍柴工”,通过学习这四大类知识,可以使学习者在学习和工作中起到“事半功倍”的效果。因此,本书也是工科类学生实施“卓越工程师”培养计划首选的优秀教材。

本书系统、综合地介绍了工程知识体系,注重理论联系实际,吸收前沿理论,注意运用案例

分析方法激发兴趣、拓展视野。每章章首配有学习目标,章后附有本章小结、复习思考题、案例简介供读者参考,提高学习效果。本书是一本提供给高等学校学生进行工程教育的优秀教材,此外,本书也可作为工程技术人员和社会相关人员进行工程知识培训的教材。读者可登录华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)免费注册下载本书配套教学资源。

本书由姚立根教授和王学文教授提出编写意图和编写大纲,听取校内外专家学者意见后,对编写框架几次修改。初稿编写和总纂工作主要由姚立根教授和王学文教授负责。参加本书编写的人员有陈希军、李继勇、李少波、方兴、王英臣、卢红卫。

编写过程中参考了国内外专家学者的著作和文献,在参考文献中未能一一列举,在此向作者和同仁致以衷心的感谢;编写工作中,一些专家教授也对本书的编写提出了宝贵意见,在此一并感谢;学校教务处及相关学院的有关领导对本书的编写工作给予了大力支持,电子工业出版社的王志宇编辑为本书的出版付出了辛勤劳动,在此一并致谢。

由于时间紧迫和作者水平有限,本书内容难免有不够成熟之处,希望同行专家和广大读者多提建议,不吝赐教,您的建议和意见是对我们最大的鼓励和支持。咨询、意见和建议可反馈至本书责任编辑邮箱:wangzy@phei.com.cn。

姚立根 王学文

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

CONTENTS

第1章 大学工程教育的培养目标	1
1.1 培养目标概述	1
1.1.1 培养目标的	1
1.1.2 培养目标的	2
1.2 大学工程教育培养目标的	
基本要求	3
1.2.1 高等工程教育培养目标的	
基本要求	3
1.2.2 我国高等工程教育培养	
目标的反思	4
1.2.3 我国高等工程教育培养	
目标的界定	5
1.3 工程的概念和大学工程教育对	
知识的基本要求	7
1.3.1 工程的概念	7
1.3.2 大学工程教育对知识的	
基本要求	9
1.4 能力的概念和大学工程教育对	
能力的基本要求	9
1.4.1 能力的概念	9
1.4.2 大学工程教育对能力的	
基本要求	10
1.5 素质的概念和大学工程教育对	
素质的基本要求	10
1.5.1 素质的概念	10
1.5.2 大学工程教育对素质的	
基本要求	11
1.5.3 现代工程师的素质结构	
及其要素分析	12
1.6 基于“以人为本”理念的高等工程	
教育目标分析	14
1.6.1 高等工程教育要与社会发展	
相适应	14
1.6.2 高等工程教育要与人的全面	
发展相适应	14
1.6.3 高等工程教育要与人与社会	
和谐发展相适应	15
1.6.4 高等工程教育应分层次确定	
培养目标	15
本章小结	16
复习思考题	16
案例简介	17
第2章 工程概述	20
2.1 工程的特点	20
2.1.1 “工程”一词的产生与演变 ..	20
2.1.2 工程的内涵	23
2.2 工程理念与工程思维	24
2.2.1 工程理念	24
2.2.2 工程思维	25
2.3 工程的社会性与工程利益	
相关者	27
2.3.1 利益相关者理论的提出	27
2.3.2 工程的社会性	28
2.3.3 工程的利益相关者	30

2.4 第一产业涉及的工程	35	3.4.1 信息技术的发展趋势	58
2.4.1 农业工程	35	3.4.2 信息产业的发展趋势	60
2.4.2 林业工程	36	本章小结	61
2.4.3 畜牧工程	37	复习思考题	61
2.4.4 渔业工程	38	案例简介	61
2.5 第二产业涉及的工程	38	第4章 土木工程	63
2.5.1 制造工程	38	4.1 土木工程的性质和特点	63
2.5.2 电力工程	40	4.1.1 土木工程的概念	63
2.5.3 燃气工程及自来水工程	41	4.1.2 土木工程的基本属性	63
2.6 第三产业涉及的工程	41	4.1.3 土木工程的培养目标	64
2.6.1 电子商务工程	41	4.2 土木工程的发展历史及其展望	64
2.6.2 金融工程	43	4.2.1 土木工程发展历史概述	64
2.6.3 医学工程	44	4.2.2 古代土木工程	65
2.7 大科学工程	44	4.2.3 近代土木工程	66
2.7.1 概述	44	4.2.4 现代土木工程	67
2.7.2 分类	44	4.2.5 土木工程的未来展望	69
2.7.3 我国的大科学工程	45	4.3 土木工程分类	71
2.7.4 国际大科学工程	47	4.3.1 建筑工程	71
本章小结	49	4.3.2 地下工程	73
复习思考题	50	4.3.3 道路与铁道工程	74
案例简介	50	4.3.4 桥梁与隧道工程	77
第3章 信息技术和信息产业	52	4.4 土木工程施工	80
3.1 信息产业及其行业概述	52	4.4.1 基础工程施工	80
3.1.1 信息与信息技术	52	4.4.2 结构工程施工	82
3.1.2 信息产业及其行业	53	4.4.3 施工组织	86
3.2 电子信息工程	54	4.5 土木工程项目管理	87
3.2.1 电子信息工程概述	54	4.5.1 项目管理的发展历史及	
3.2.2 电子信息工程相关		基本概念	87
技术简介	54	4.5.2 项目管理的知识体系和	
3.3 信息技术和信息产业在社会		项目管理过程	88
发展中的作用	56	4.5.3 项目组织管理与项目经理	89
3.3.1 加快全球信息化的进程	56	本章小结	90
3.3.2 促进社会文明进步	56	复习思考题	90
3.4 信息技术和信息产业的		案例简介	90
发展趋势	58		

▶ 第5章 水利水电工程	92	6.1.3 矿产资源定义与分类	108
5.1 水利水电工程概述	92	6.2 矿山企业设计	109
5.1.1 我国水资源的现状和基本特点	92	6.2.1 矿山企业设计的基本内容	110
5.1.2 水利工程概述	93	6.2.2 评价矿山企业设计的主要技术经济指标	114
5.1.3 水资源开发与利用的基本原则	94	6.3 矿山生产系统	117
5.2 水利水电工程规划、设计和施工	95	6.3.1 井田开拓与井巷掘进	117
5.2.1 水利水电工程建设项目的划分	95	6.3.2 矿山地面生产系统	120
5.2.2 水利水电工程建设程序	96	6.3.3 矿山地下生产系统	122
5.2.3 水利枢纽布置设计的原则	97	6.4 矿山安全与环境保护	126
5.2.4 水利水电工程施工	97	6.4.1 矿山自然灾害及其防治	126
5.3 水利水电工程对环境的影响	99	6.4.2 矿山环境保护	129
5.3.1 水利水电开发对环境的影响	99	本章小结	131
5.3.2 水利水电开发保护环境的措施	100	复习思考题	131
5.4 中国的水利水电工程建设	100	案例简介	132
5.4.1 当今世界水利水电建设的发展特点	100	▶ 第7章 工业工程	133
5.4.2 中国水利水电建设的工程展望	102	7.1 工业工程概述	133
5.4.3 积极开发水电,实现人与自然的和谐发展	103	7.1.1 工业工程的产生和发展	133
本章小结	103	7.1.2 工业工程的概念	134
复习思考题	104	7.1.3 工业工程的内容体系	136
案例简介	104	7.1.4 工业工程人才的素质结构	138
▶ 第6章 矿业工程	106	7.2 工业工程基础应用技术	140
6.1 矿业工程基本知识	106	7.2.1 生产率管理	140
6.1.1 矿业工程概述	106	7.2.2 工作研究	142
6.1.2 矿业工程在我国国民经济中的地位和作用	107	7.2.3 程序分析	144
		7.2.4 操作分析	148
		7.2.5 动作分析	149
		7.2.6 作业测定	151
		7.3 人因工程	152
		7.3.1 人因工程概述	152
		7.3.2 人体测量	155
		7.3.3 作业能力与作业疲劳	156
		7.3.4 作业空间设计	158
		7.3.5 人机系统	159
		7.4 物流工程	160

7.4.1	物流工程概述	160	8.4.1	价值工程的产生与发展 ...	205
7.4.2	设施规划与设计	163	8.4.2	价值工程的概念	207
7.4.3	企业物流系统设计与仿真 ...	165	8.4.3	价值工程的工作程序	209
7.4.4	物料搬运系统设计	167	8.4.4	改进方案的制定	212
7.4.5	库存控制与仓库规划	169	8.5	质量工程	213
7.4.6	物流运输管理	171	8.5.1	质量与质量工程概述	213
7.5	现代制造系统	172	8.5.2	质量工程的基本工具	215
7.5.1	制造系统概述	172	8.5.3	质量工程管理	217
7.5.2	典型的现代制造系统	173	本章小结		219
7.5.3	先进制造装备及技术	177	复习思考题		220
本章小结		178	案例简介		221
复习思考题		179			
案例简介		179			
第8章 现代工程的拓展	182		第9章 工程管理	223	
8.1	可靠性工程	182	9.1	工程项目管理	223
8.1.1	可靠性工程的产生和发展 ...	182	9.1.1	项目	223
8.1.2	可靠性的概念	183	9.1.2	项目管理	224
8.1.3	可靠性的常用指标	185	9.1.3	项目管理知识体系	225
8.1.4	可靠性设计	188	9.1.4	项目范围管理	229
8.1.5	可靠性模型	188	9.1.5	项目时间管理	231
8.1.6	可靠性预测	188	9.1.6	项目成本管理	235
8.1.7	可靠性分配	189	9.2	工程监理与审计	241
8.1.8	可靠性试验	190	9.2.1	工程监理	241
8.2	标准化工程	190	9.2.2	工程审计	244
8.2.1	标准化工程概述	190	本章小结		245
8.2.2	标准种类及标准体系	192	复习思考题		246
8.2.3	标准化的形式	195	案例简介		246
8.2.4	标准化的制定与实施	196			
8.2.5	标准化的经济效果评价	197	第10章 工程经济分析	247	
8.3	系统工程	198	10.1	工程经济概述	247
8.3.1	系统工程科学的提出	198	10.1.1	工程与工程经济分析 ...	247
8.3.2	系统工程学的界定	200	10.1.2	工程经济分析的作用和 意义	248
8.3.3	系统工程科学与系统科学 ...	200	10.1.3	工程经济分析的原则 ...	248
8.3.4	系统工程科学的体系结构 ...	201	10.2	资金时间价值与等值计算 ...	249
8.4	价值工程	205	10.2.1	资金时间价值的 基本概念	249
			10.2.2	现金流量图	251

10.2.3	资金的等值计算	252	10.4.2	投资方案的评价和 选择	263
10.3	工程经济分析的基本要素 ...	255	10.4.3	投资方案的不确定性 分析	266
10.3.1	投资	255	本章小结	268	
10.3.2	费用和成本	256	复习思考题	268	
10.3.3	固定资产折旧	258	案例简介	269	
10.3.4	销售收入、利润和税金 ...	258	参考文献	271	
10.4	经济效果评价方法	260			
10.4.1	经济效果的评价指标	260			

第 1 章

大学工程教育的培养目标

【学习目标】

通过本章的学习,掌握培养目标的概念,了解大学工程教育培养目标的基本要求,理解工程的概念和大学工程教育对知识的基本要求,掌握能力的概念和大学工程教育对能力的基本要求,理解素质的概念和大学工程教育对素质的基本要求,了解基于“以人为本理念”的高等工程教育目标。

1.1 培养目标概述



1.1.1 培养目标的概念

目标泛指“到达的境地和标准”。培养目标是依据国家的教育目的和各级各类学校的性质、任务提出的具体培养要求。我国普通高等教育分为研究生教育、本科教育和专科教育等层次,其中研究生教育又分为博士和硕士两个层次。不同层次的高等教育对人才培养的要求是不一样的。例如,本科教育的培养目标是较好地掌握本专业的基础理论、专业知识和基本技能,具有从事本专业工作的能力和初步的科学研究能力;对硕士研究生的要求是掌握本专业坚实的理论基础和系统的专门知识,具有从事科学研究和独立担负专门技术工作的能力;而博士研究生则要掌握本学科坚实宽广的理论基础和系统深入的专门知识,具有独立从事科学研究的能力,在科学或专门技术上做出创造性成果。上述培养目标还是基于精英教育的理念提出的,对受教育者在学术水平和专业知识方面的要求比较高。

我国高等工程教育的培养目标可以概括为培养适应社会主义现代化建设需要,德、智、体全面发展,获得必要的工程师训练的高级工程科技人才。学生毕业后主要去工业、工程第一线,从事设计、制造、施工、营销、运行、研究和管理等工作,有的也可以去科研、教育部门从事研究、教学工作。这个培养目标的特点是突出了“工”,强调为工业、工程第一线培养人才,学生要获得必要的工程训练,这是高等工程教育的核心。工程人才培养就是未来工程师的培养,20 世纪八九十年代的工科院系、高校都把自己看做“工程师的摇篮”。既然是工程师,不仅要有扎实的理工科基础知识,又要有很强的实践动手能力;最重要的是要有较高的工程素养和相当的人文素养,同时创新力也是不可或缺的。

综上所述,可总结如下:

(1) 学校教育的培养目标指的是“通过学校的教育活动, 学生在毕业时应该具有的知识 and 能力(含技能)水平、思想和行为特征、体魄和心理状态”。

(2) 培养目标的依据是教育目的, 也是教育目的的具体化。教育目的是为社会发展的需要培养人才; 培养目标则指社会对教育所要培养人才的质量标准和规格要求的总设想。确定学校教育的培养目标就是回答学校教育要培养“什么样的人”这个根本问题。

(3) 培养目标既反映了学校同社会发展之间的关系(即社会发展对人才的需求), 又体现了学校同学生个人发展之间的关系(即学生提高自身素质的需求)。

(4) 培养目标是学校价值的体现: 它既有反映社会需要的政治、经济、文化、科技价值; 也有反映学生需要的谋生求职和个性发展价值; 还有反映学校自身发展需要的教育价值。

目前, 我国部分高等工科院校的实践教学环节大幅度减少, 对学生的工程训练被严重削弱。除了办学条件方面的原因, 主要问题出在认识上, 有些学校单纯强调加强基础、拓宽专业, 而忽视培养学生的基本职业技能和工程实践能力。

需要指出的是, 高等学校是具体实施高等教育的机构, 各高校由于在办学条件、师资结构和水平、服务面向、生源等方面存在差异, 决定了它们的培养目标也各不相同。

1.1.2 培养目标的作用

在高等教育管理实践中, 专业培养目标又被看做培养规格。高等学校培养人才不仅划分层次和科类(如工学博士、文学硕士、理学学士), 每一层次的人才又分为不同类型(如学术型、应用型), 每一科类的人才再细分为不同专业。因此, 需要将培养目标进一步细化, 形成每一个专业更加具体的人才培养标准和规范。虽然国家教育行政部门在制定学科专业目录的同时, 就规定了各学科专业的培养规格, 但仍是非常原则的规定。所以, 各学校必须根据自己的实际情况, 提出各层次和各学科专业明确、具体的培养规格。学校教育目标的各层面均由多个要素构成。我国学者在传统上把教育目标分为德育、智育和体育三个方面, 称为“三要素说”。后来又有文献分别增加了美育和劳动教育, 形成“四要素说”和“五要素说”。简单分析即可发现, 德育、智育、体育、美育和劳动教育等概念都比较宽泛, 而且相互间还有不少交叉、重复, 它们更适于描述较高层面的教育目标。实际上, “使受教育者在德育、智育、体育几方面都得到发展”最早就是毛泽东同志作为教育方针, 即国家总的教育目的提出来的。近年来, 有的学者提出, 培养目标的基本构成要素包括知识、技能和素质三方面。这些教育目标的构成要素比较具体, 并有较好的操作性, 适合用来描述专业培养目标和教学目标。

专业的培养目标规定毕业生在知识、技能、个人品质等方面应达到的水平, 它是制定专业教育计划、设置课程、安排各种教学环节的基本依据, 也是评价专业人才培养质量的重要标准。所以, 制定科学、规范的培养目标, 对于办好专业非常关键。

(1) 培养目标反映向社会输出人才产品的质量, 因而培养目标是学校与社会发生关系的连接点, 也是社会现实对学校教育制约作用的集中体现。

(2) 培养目标是学校各项教育活动的基本出发点和归宿。学校的各项教育活动都是为了使达到培养目标而组织的(出发点); 培养目标决定着学校所有教育活动的广度、深度和最终评价教育质量的依据(归宿)。

(3) 培养目标是学生在校全部学习活动的动力和期望;如果能在学生入学之初就使他们了解学校对他们的培养目标,就能在很大程度上调动他们自主学习的自觉性、主动性和积极性。

我国社会正在高速发展中,社会对工程人才的需要十分迫切,且这种需求的数量越来越大,品种越来越多,要求越来越具体,这就需要各类学校的培养目标更具有针对性。工程教育是一个长期过程,大学工程教育只是它的一个重要阶段。这意味着大学工程教育不可能“闭门造车”,它关注自己的“接口”,必须与它所培养人才的“用户”一起来做接口设计,包括对人才规格和质量标准的共同制定。因此,高等院校制定准确的培养目标十分迫切。

1.2 大学工程教育培养目标的基本要求

培养目标指社会对教育所要培养人才的质量标准和规格要求的总设想。培养目标既反映了学校同社会发展之间的关系,即社会发展对人才的需求,又体现了学校同学生个人发展之间的关系,即学生提高自身素质的需求。因此,确定学校教育的培养目标就是回答学校教育要培养“什么样的人”这个根本问题。从宏观上讲,高等工程教育主要是围绕人才培养目标和人才培养模式,即需要培养什么样的人的问题和如何培养所需人才的问题而展开的。高等工程教育培养目标的提出,一方面需要深刻把握新世纪的发展趋势,洞察国外高等工程教育人才培养的变化;另一方面,要求我们对传统的高等工程教育培养目标进行反思,从而确立一种新的人才培养观念。

“工程”与“科学”和“技术”不同,它强调的是系统、集成、整体,是安全、经济,还要与环境和社会相协调。作为未来的工程师,不仅要掌握必要的工程基础知识以及本专业的基本理论、基本知识,还要具有从事工程工作所需要的相关数学、自然科学知识和一定的经济管理知识;了解本专业的前沿发展现状和趋势;了解相关的职业和行业的生产、设计、研究与开发的法律、法规,熟悉环境保护和可持续发展方面的方针、政策和法律、法规;要具有较好的人文社会科学素养、较强的社会责任感和良好的工程职业道德。

作为未来的工程师,要具有创新意识,具有研究、开发和设计新产品、新工艺、新设备和推出新技术的能力,即集成创新的能力。比如,石油化工行业的许多工程问题都属于过程控制。作为现代过程控制的工程师,必须懂得流体的化学反应过程、流体在流动中的热力学与动力学原理,才能针对不同流体实施不同的温度、压力等方面的控制,还要在计算机软、硬件技术上是行家里手。

1.2.1 高等工程教育培养目标的基本要求

培养目标简单讲是培养什么样的人的问题,即人才的规格和质量标准。以大学本科教育为例,它的培养目标可以表述为:“工科本科教育要培养适应社会主义现代化建设需要的、‘有理想、有道德、有文化、有纪律’的、德智体美全面发展的、获得工程师基本训练的高级工程人才;学生毕业后可以去工业生产第一线,从事设计、制造、运行、研究、开发、营销和管理等工作;也可以攻读工程专业的高级学位或其他专业的学位,继续深造。”在培养目标的下面应附有基本规格,也就是学生毕业时在政治思想、知识、能力、素质方面的质量标准和基本要求,这些基本要求是学生经过努力应该能够达到的。

因此,一般要求可表述为:

(1)要符合党和国家的教育方针(为现代化建设服务,人的全面发展,教育与生产相结合,侧重实践能力和创新能力的培养)。

(2)要符合社会、科技和工程发展的需求和趋势。

(3)要体现多层次工程教育的不同需要。

(4)能对学校开展的各种教育活动起指导作用;具有可操作性和可衡量性。

(5)培养目标的表述要落实以下四个方面:

① 正确的政治方向和人的全面发展。

② 本教育层次、本专业领域相对应的工程人才职称。

③ 学生毕业后的主要服务面向和工作范围。

④ 相对应工程人才在校学习时应该掌握的知识、具有的能力和具备素质的程度。

本科工程人才按照培养规格主要可归纳为六种类型:科学研究型、工程设计型、技术应用型、复合应用型、服务应用型和职业应用型。而按照培养模式来划分,高等工程教育的培养目标通常有两种类型:通才型目标和专才应用型目标。通才型目标以普通本科为典型。比如,某大学土木工程专业的培养目标是:本专业努力将学生培养成为具备健全人格、社会责任、国际视野,具有坚实的理论基础、实践技能和其他学科知识,创新意识强、团队协作好、综合素质高,能在建筑工程、市政工程、地下工程、隧道工程、道路与桥梁工程等土木工程相关部门的设计、规划、研究及管理工作的的高素质、多样化人才。土木工程专业人才培养目标应该注重人才的知识、能力、创新意识,以及随之而必需的协调能力和工程能力。通才型土木工程专业的人才培养定位在培养研究型人才的规格上,该定位具有两个层面的含义:其一为具有持续学习以及研究能力,能够进一步学习深造的专业人才;其二为具有扎实基础理论和实践能力,可以在土木工程以及相关领域从事设计、规划、研究及管理的专业背景人才。

专才应用型目标以高职学校为典型。比如,某大学建筑工程专业的培养目标是:培养掌握工程力学、土力学、测量学、房屋建筑学和结构工程学科的基础理论和基本知识,具备从事土木工程的项目规划、设计、研究开发、施工及管理的能力,能在房屋建筑、地下建筑、隧道、路桥、矿井等的设计、研究、施工、教育、管理、投资、开发部门从事技术或管理工作的高级工程技术人才。

1.2.2 我国高等工程教育培养目标的反思

我国高等工程教育存在的主要问题是:部分工科院校培养目标定位不明确;个别工科院校培养模式更新速度慢;少数工科院校实践性课程安排少;某些工程专业与社会缺乏联系;工科院校学生还缺乏必要的人文知识;工程技术人员理论水平较高,但缺乏创新意识与创造能力。1997年中国工程院朱高峰、张维院士等向国家提交了《我国工程教育改革与发展》的报告。该报告着眼于21世纪科技发展和经济全球化的挑战,在广泛深入进行企业和高等院校调研的基础上,从培养目标、体制、专业划分、工程教学等方面分析了我国高等工程教育目前存在的主要问题。特别指出在培养目标上,学校的工程教育主要是为了培养未来工程师

的目标不够明确,突出工程的特色不够,基本上是按照学科体系来组织教学,与经济、产业的实际需要结合不够紧密。时至今日,这些问题还不同程度地存在,尤其在以下两方面表现突出。

1. 人才培养规格过于单一

目前,我国的高等教育是国家主导型的高等教育体系,实行的是高度集中的统一办学体制。我国高等教育的专业设置是20世纪50年代院系调整中学习前苏联高等教育的产物,工科基本是按照工艺、装备、产品、行业设立的,学生毕业后能较快对口、适应当时工业建设的需要。这种专业教育模式突出的特点是人才培养规格的单一性。由于专业划分过细,口径过窄,使得人才知识面偏窄,技术单一,这种过细、过精、过深的偏窄规格,使学生只懂一种技术,不懂相关技术,无法与相关专业融合,社会应变能力差,更难以适应创造性的工作。

随着科学技术与社会经济的发展,新兴、边缘学科越来越多,厚基础、宽口径的改革思路已经成为综合性或多科性高等学校的共识。同时,强化课程、淡化专业的改革思想也正在探索之中。

2. 培养目标的专业性和功利性

长期以来,我国大学的本科教育追求的是一种单一而狭窄的“专业教育模式”,这种模式的培养目标是在计划经济体制下沿袭前苏联模式建立起来的,定位囿于一种“专业——行业对口”的十分狭窄的意识,把培养“处方式的专家”作为培养目标,带有强烈的专业性和功利导向。具体表现为专业设置较多地强调与应用对口,致使专业划分越来越细,专业数越来越多。在社会经济迅速发展,当代科学技术在高度分化的基础上、日益高度综合化的形势下,这种人才培养目标定位的弊端日益呈现,如不少工科大学重专业教育、轻通识教育,重科学教育、轻人文教育等。在这种培养目标引导下,一些工科院校专业单一,学科结构不合理、专业口径过窄、课程体系综合化程度不高、课程结构缺乏整体优化,使学生的理论基础不扎实、知识结构单一、视野不够开阔、人文底子不足、创造力不强,呈现出过弱的文化陶冶、过窄的专业教育、过重的功利导向、过强的共性制约的局面,使普通高等教育特别是高等工程教育带有较强的职业教育的特征。这就从根本上暴露出教育思想和人才培养模式的缺陷。



1.2.3 我国高等工程教育培养目标的界定

从国外的经验和国内教育现状反思看,我国工程教育的培养目标应该是具有现代工程教育理念和创新精神的工程师。

1. 具有现代工程教育理念

现代工程教育理念的核心是在教育工作中坚持人文精神、科学素养、创新能力的统一,这是现代人的基本特征。人文,不是指一般的人文知识,而指的是人文精神,泛指人对自然、社会、他人和自己的基本态度。现代工程师要具有这样的人文精神,即心系祖国、自觉奉献的爱国精神;求真务实、勇于实践的科学精神;不畏艰险、勇于创新的探索精神;团结合作、

淡泊名利的团队精神。科学素养的基本要求有四个方面：一是全面掌握人文、社会科学和现代自然科学技术的基本理论、基本知识、基本技能；二是具有分析解决专门实际问题的能力；三是养成实事求是、追求真理、独立思考、勇于创新的科学精神；四是要有良好的心理素质。创新能力是一种综合能力，主要包括创新意识、坚实基础、综合智能、创造能力。人文精神、科学素养、创新能力融合统一的教育理念，体现了人才培养要注重素质教育，注重创新能力的培养，注重个性发展的要求，也表达了现代工程教育应该把传授知识、培养能力、提高素质三者结合起来融为一体。

2. 具备完整知识结构和知识层次

作为 21 世纪的工程师，一个完整的知识结构至少应在实践、理论和计算三个方面都有很好的训练。这三个方面包括：第一，要有足够的工程实践知识，不仅在工科教育方面，还应包括人文教育方面；第二，要有扎实的理论训练，学会一种严格的思维方式，夯实基础理论知识；第三，强化在理论和实践之间的计算，计算是理论与实践之间一个很重要的联系。这种三角形的结构关系，构成了工程师完整的知识结构。就知识层次来说，完整的知识层次是由分析、系统和高技术三个层次组成：分析是指定量分析与定性分析的结合，用适当牺牲定量分析的精度来保证定性分析的完整，这是第一个层次；做好定量分析与定性分析的接口要靠系统工程，在工程中加入系统工程的思想十分重要，这是第二个层次；第三个层次是在传统的设计中，与高技术相结合，用计算机进行辅助设计(CAD)，充分利用现有的软件包来提高工程设计的质量和效益。

3. 突出创新能力的培养，形成自身特色

在全球经济一体化和国际制造业产业结构调整的局面下，随着我国从“世界制造中心”向“世界设计中心”、“世界创造中心”的转变，以及生产模式从 OEM (Original Equipment Manufacturer, 原始设备生产商) 向 ODM (Original Design Manufacturer, 原始设计制造商) 和 OBM (Own Branding & Manufacturing, 自有品牌制造商) 的转移，多元化的国际市场不仅对产品的 T (时间或速度)、Q (质量)、C (成本)、S (服务) 提出了更加苛刻的要求，更对产品的内在科技含量、外在功能、性能和设计理念提出了要求。因此，提高学生的“创新能力”应该是高等工科院校(本科)工程教育的首要目标。只有这些未来的工程师们具备了创新思维和创新能力，才能从根本上解决问题。

当前，我国高等教育办学模式趋同、特色不明显、办学定位模糊。在这种情况下，高等工程院校必须对自己的自身实力和优势进行分析评估，在正确的人才培养目标引导下，追求自身办学特色。也就是要求在新形势下根据社会要求和市场要求，准确定位，确定特定的服务对象，凭借自身的优势和条件，加强特色建设，努力追求办学的个性化，以满足特定需求并服务于社会主义现代化建设。在整个办学过程中，要时刻注意围绕培养目标选择特色、设计特色、创造特色、保持特色、强化特色，以发展特色学科为突破口，带动学校整体实力的提升。