



“十三五”国家重点出版物出版规划项目
“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材
普通高等教育工程造价类专业“十三五”系列规划教材

工程造价 (专业) 概论

PROJECT COSTS

第2版

李建峰 等编著
陈起俊 主 审



双色印刷



免费电子课件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

“十三五”国家重点出版物出版规划项目
“十二五”普通高等教育工程及规划教材
系列规划教材

工程造价（专业）概论

第2版

编 著 李建峰 赵 健 王淑芳 房 伟
孟 乐 张 艳 徐丽娇 勾利娜
主 审 陈起俊

机械工业出版社

本书是工程造价专业“工程造价概论”或“工程造价专业概论”课程教材,也是一本对学生进行专业教育的教材。全书共8章,依次介绍了工程与工程建设、土木工程、工程造价及其管理、工程造价专业人才培养目标和要求、工程造价专业人才培养方案与课程体系、大学学习原理与专业学习方法、工程造价专业人士制度、工程造价专业人才需求与择业导向等内容。

本书的作用在于指导大一新生及早了解本专业的基本情况和行业发展态势,明确学习目标和任务,掌握学习规律和方法,增强学习的目的性、主动性和责任感,为今后学好专业课程、掌握专业技能和从事相关工作打下坚实基础。

本书可作为普通高等学校、高等职业院校工程造价专业教学用书,也可作为学生自学的参考资料,还可作为土木工程技术人員了解工程造价的参考书。

本书配有电子课件,免费提供给选用本书作为教材的授课教师。需要者请登录机械工业出版社教育服务网(www.cmpedu.com)注册免费下载,或根据书末的“信息反馈表”索取。

图书在版编目(CIP)数据

工程造价(专业)概论/李建峰等编著.—2版.—北京:机械工业出版社,2017.4

“十三五”国家重点出版物出版规划项目 “十二五”普通高等教育本科国家级规划教材 普通高等教育工程造价类专业“十三五”系列规划教材

ISBN 978-7-111-56588-8

I. ①工… II. ①李… III. ①工程造价—高等学校—教材 IV. ①TU723.32

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第071881号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘涛 责任编辑:刘涛 郭克学

责任校对:潘蕊 封面设计:马精明 责任印制:李飞

北京振兴源印务有限公司印刷

2017年4月第2版第1次印刷

184mm×260mm·11.75印张·271千字

标准书号:ISBN 978-7-111-56588-8

定价:29.80元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工官博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

普通高等教育工程造价类专业系列规划教材

编 审 委 员 会

主任委员：尹贻林

副主任委员：吴佐民 王传生 陈起俊 李建峰 周和生

刘元芳 邹 坦

委 员（按姓氏笔画排序）：

马 楠 王来福 李 伟 刘 涛 闫 瑾

严 玲 张建平 张敏莉 陈德义 周海婷

柯 洪 荀志远 徐学东 陶学明 晏兴威

曾繁伟 董士波 解本政 谭敬胜

序 一

1996年,建设部和人事部联合发布了《造价工程师执业资格制度暂行规定》,工程造价行业期盼多年的造价工程师执业资格制度和工程造价咨询制度在我国正式建立。该制度实施以来,我国工程造价行业取得了三个方面的主要成就:

一是形成了独立执业的工程造价咨询产业。通过住房和城乡建设部标准定额司和中国建设工程造价管理协会(以下简称中价协),以及行业同仁的共同努力,造价工程师执业资格制度和工程造价咨询制度得以顺利实施。目前,我国已拥有注册造价工程师近11万人,甲级工程造价咨询企业1923家,年产值近300亿元,进而形成了一个社会广泛认同独立执业的工程造价咨询产业。该产业的形成不仅为工程建设事业做出了重要的贡献,也使工程造价专业人员的地位得到了显著提高。

二是工程造价管理的业务范围得到了较大的拓展。通过大家的努力,工程造价专业从传统的工程计价发展为工程造价管理,该管理贯穿于建设项目的全过程、全要素,甚至项目的全生命周期。造价工程师的地位之所以得以迅速提高就在于我们的业务范围没有仅仅停留在传统的工程计价上,是与我们提出的建设项目全过程、全要素和全生命周期管理理念得到很好的贯彻分不开的。目前,部分工程造价咨询企业已经通过他们的工作成就,得到了业主的充分肯定,在工程建设中发挥着工程管理的核心作用。

三是通过推行工程量清单计价制度实现了建设产品价格属性从政府指导价向市场调节价的过渡。计划经济体制下实行的是预算定额计价,显然其价格的属性就是政府定价;在计划经济向市场经济过渡阶段,仍然沿用预算定额计价,同时提出了“固定量、指导价、竞争费”的计价指导原则,其价格的属性具有政府指导价的显著特征。2003年《建设工程工程量清单计价规范》实施后,我们推行工程量清单计价方式,该计价方式不仅是计价模式形式上的改变,更重要的是通过“企业自主报价”改变了建设产品的价格属性,它标志着我们成功地实现了建设产品价格属性从政府指导价向市场调节价的过渡。

尽管取得了具有划时代意义的成就,但是必须清醒地看到我们的主要业务范围仍然相对单一、狭小,具有系统管理理论和技能的工程造价专业人才仍很匮乏,学历教育的知识体系还不能适应行业发展的要求,传统的工程造价管理体系部分已经不能适应构建我国法律框架和业务发展要求的工程造价管理的发展要求。这就要求我们重新审视工程造价管理的内涵和任务、工程造价行业发展战略和工程造价管理体系等核心问题。就上述三个问题笔者认为:

1. 工程造价管理的内涵和任务。工程造价管理是建设工程项目管理的重要组成部分,它是以建设工程技术为基础,综合运用管理学、经济学和相关的法律知识,为建设工程项目的工程造价的确定、建设方案的比选和优化、投资控制与管理提供智力服务。工程造价管理的任务是依据国家有关法律、法规和建设行政主管部门的有关规定,对建设工程实施以工程造价管理为核心的全面项目管理,重点做好工程造价的确定与控制、建设方案的优化、投资风险的控制,进而缩小投资偏差,以满足建设项目投资期望的实现。工程造价管理应以工程造价的相关合同管理为前提,以事前控制为重点,以准确工程计量与计价为基础,并通过优化设计、风险控制和现代信息技术等手段,实现工程造价控制的整体目标。

2. 工程造价行业发展战略。一是在工程造价的形成机制方面,要建立和完善具有中国

特色的“法律规范秩序，企业自主报价，市场形成价格，监管行之有效”的工程价格的形成机制。二是在工程造价管理体系方面，构建以工程造价管理法律、法规为前提，以工程造价管理标准和工程计价定额为核心，以工程计价信息为支撑的工程造价管理体系。三是在工程造价咨询业发展方面，要在“加强政府的指导与监督，完善行业的自律管理，促进市场的规范与竞争，实现企业的公正与诚信”的原则下，鼓励工程造价咨询行业“做大做强，做专做精”，促进工程造价咨询业可持续发展。

3. 工程造价管理体系。工程造价管理体系是指建设工程造价管理的法律法规、标准、定额、信息等相互联系且可以科学划分的整体。制订和完善我国工程造价管理体系的目的是指导我国工程造价管理法制建设和制度设计，依法进行建设项目的工程造价管理与监督。规范建设项目投资估算、设计概算、工程量清单、招标控制价和工程结算等各类工程计价文件的编制。明确各类工程造价相关法律、法规、标准、定额、信息的作用、表现形式以及体系框架，避免各类工程计价依据之间不协调、不配套，甚至互相重复和矛盾的现象。最终通过建立我国工程造价管理体系，提高我国建设工程造价管理的水平，打造具有中国特色和国际影响力的工程造价管理体系。工程造价管理体系的总体架构应围绕四个部分进行完善，即工程造价管理的法规体系、工程造价管理标准体系、工程计价定额体系以及工程计价信息体系。前两项是以工程造价管理为目的，需要法规和行政授权加以支撑，要将过去以红头文件形式发布的规定、方法、规则等以法规和标准的形式加以表现；后两项是服务于微观的工程计价业务，应由国家或地方授权的专业机构进行编制和管理，作为政府服务的内容。

我国从1996年开始实施造价工程师执业资格制度。天津理工大学在全国率先开设工程造价本科专业，2003年才获得教育部的批准。但是，工程造价专业的发展已经取得了实质性的进展，工程造价业务从传统概预算计价业务发展到工程造价管理。尽管如此，目前的工程造价管理体系还不够完善，专业发展正在建设和变革之中，这就急需构建具有中国特色的工程造价管理体系，并积极把有关内容贯彻到学历教育和继续教育中。

2010年4月，笔者参加了2010年度“全国普通高等院校工程造价类专业协作组会议”，会上通过了尹贻林教授提出的成立“普通高等教育工程造价类专业系列规划教材”编审委员会的议题。我认为，这是工程造价专业发展的一件大好事，也是工程造价专业发展的一项重要基础工作。该套系列教材是在中价协下达的“造价工程师知识结构和能力标准”的课题研究基础上规划的，符合中价协对工程造价知识结构的基本要求，可以作为普通高等院校工程造价专业或工程管理专业（工程造价方向）的本科教材。2011年4月中价协在天津召开了理事长会议，会议决定在部分普通高等院校工程造价专业或工程管理专业（工程造价方向）试点，推行双证书（即毕业证书和造价员证书）制度，我想该系列教材将成为对认证院校评估标准中课程设置的重要参考。

该套教材体系完善，科目齐全，笔者虽未能逐一拜读各位老师的新作，进而加以评论，但是，我确信这又将是一个良好的开端，它将打造一个工程造价专业本科学历教育的完整结构，故笔者应尹贻林教授和机械工业出版社的要求，欣然命笔，写下对工程造价专业发展的一些个人看法，勉为其序。

中国建设工程造价管理协会

秘书长 吴佐民

序 二

进入 21 世纪,我国高等教育界逐渐承认了工程造价专业的地位。这是出自以下考虑:首先,我国三十余年改革开放的过程主要是靠固定资产投资拉动经济的迅猛增长,导致对计量计价和进行投资控制的工程造价人员的巨大需求,客观上需要在高校办一个相应的本科专业来满足这种需求。其次,高等教育界的专家、领导也逐渐意识到一味追求宽口径的通才培养不能适用于所有高等教育形式,开始分化,即重点大学着重加强对学生的人力资源投资通用性的投入以追求“一流”,而对于大多数的一般大学则着力加强对学生的人力资源投资专用性的投入以形成特色。工程造价专业则较好地体现了这种专用性,它是一个活跃而精准满足上述要求的小型专业。第三,大学也需要有一个不断创新的培养模式,既不能泥古不化,也不能随市场需求而频繁转变。达成上述共识后,高等教育界开始容忍一些需求大,但适应面较窄的专业。在十余年的办学历程中,工程造价专业周围逐渐聚拢了一个学术共同体,以“全国普通高等院校工程造价类专业教学协作组”的形式存在着,每年开一次会议,共同商讨在教学和专业建设中遇到的难题,目前已有几十所高校的专业负责人参加了这个学术共同体,日显人气旺盛。

在这个学术共同体中,大家认识到,各高校应因地制宜,创出自己的培养特色。但也要有一些核心课程来维系这个专业的正统和根基。我们把这个根基定为与大学生的基本能力和核心能力相适应的课程体系。培养学生基本能力是各高校基础课程应完成的任务,对应一些公共基础理论课程;而核心能力则是今后工程造价专业适应行业要求的培养目标,对应一些高校自行设置、各有特色的工程造价核心专业课程。这两类能力和其对应的课程各校均已达成共识,从而形成了这套“普通高等教育工程造价类专业系列规划教材”。以后的任务则是要在发展能力这个层次上设置各校特色各异又有一定共识的课程和教材,从英国工程造价(QS)专业的经验看,这类用于培养学生的发展能力的课程或教材至少应该有项目融资及财务规划、价值管理与设计方案优化、LCC 及设施管理等。这是我们协作组今后的任务,可能要到“十三五”才能实现。

那么,高等教育工程造价专业的培养对象,即我们的学生应如何看待并使用这套教材呢?我想,学生应首先从工程造价专业的能力标准体系入手,真正了解自己为适应工程造价咨询行业或业主方、承包商方工程计量计价及投资控制的需要而应当具备的三个能力层次体系,即从成为工程造价专业人士必须掌握的基本能力、核心能力、发展能力入手,了解为适应这三类能力的培养而设置的课程,并检查自己的学习是否掌握了这几种能力。如此循环往复,与教师及各高校的教学计划互动,才能实现所谓的“教学相长”。

工程造价专业从一代宗师徐大图教授在天津大学开设的专科专业并在技术经济专业植入工程造价方向以来,在 21 世纪初,由天津理工大学率先获得教育部批准正式开设目录外专业,到本次教育部调整高校专业目录获得全国管理科学与工程学科教学指导委员会全体委员投票赞成保留,历时二十余载,已日臻成熟。期间徐大图教授创立的工程造价管理理论体系至今仍为后人沿袭,而后十余年间又经天津理工大学公共项目及工程造价研究所研究团队及

开设工程造价专业的高校同行共同努力，已形成坚实的教学体系及理论基础，在工程造价这个学术共同体中聚集了国家级教学名师、国家级精品课、国家级优秀教学团队、国家级特色专业、国家级优秀教学成果等一系列国家教学质量工程中的顶级成果，对我国工程造价咨询业和建筑业的发展形成强烈支持，贡献了自己的力量，得到了高等工程教育界的认同，也获得了世界同行的瞩目。可以想见，经过进一步规划和建设，我国高等工程造价专业教育必将赶超世界先进水平。

天津理工大学公共项目与工程造价研究所（IPPCE）所长

尹贻林 博士 教授

前 言

《工程造价(专业)概论》第1版出版已有五年多,多次重印,受到广大读者的关注和厚爱。随着我国工程造价专业和行业的不断发展壮大,社会对工程造价专业人才需求的不断提高以及《高等学校工程造价本科指导性专业规范》(2015年版)的正式发布,编者深感教材内容已略显陈旧,不能完全适应我国工程造价专业的教学需要。因此,修订出版第2版就成了必然。

本书在整个修订过程中,坚持“紧跟时代、吐故纳新、完善内容、贴近教学、突出实用”的指导思想,使教材内容更加符合当前工程造价专业的发展和教学要求。本书再版主要修订了以下内容:

- 1) 更新了我国近几年的工程实例,增加了著名工程、超级工程纪录片的观看网址。
- 2) 根据《高等学校工程造价本科指导性专业规范》(2015年版),对我国工程造价专业人才培养目标、要求、培养方案以及课程体系进行了修订。
- 3) 根据章节重点,每章后面增加了习题。
- 4) 针对工程造价领域的人才需求,为工程造价专业毕业的学生提出了更多的择业建议。
- 5) 在保持原版教材风格的基础上,对语言和内容进行了锤炼,使内容更加充实精练、贴近教学。

全书共8章,包括工程与工程建设、土木工程、工程造价及其管理、工程造价专业人才培养目标和要求、工程造价专业人才培养方案与课程体系、大学学习原理与专业学习方法、工程造价专业人士制度、工程造价专业人才需求与择业导向等内容。

全书由长安大学李建峰教授策划,李建峰、赵健、王淑芳、房伟、孟乐、张艳、徐丽娇、勾利娜等编著。

本书由山东建筑大学陈起俊教授担任主审。陈教授为本书提供了许多建设性的意见,在此深表谢意。

本书的再版基于我们教学研究团队的努力,也有历届读者、同行的中肯建议,更有出版社的大力支持;另外,在修订过程中参阅了大量的文献和资料,在此对这些文献的作者和所有关心本书的同行、使用者、支持者深表谢意。

由于诸多原因,本书仍会存在一些不足,恳请各位读者不吝赐教,我们将不胜感激。

编著者

教学建议（学习导言）

1. 教学导航

“工程造价（专业）概论”是一门在大一开设的专业教育启蒙课程，其内容涉及与工程造价（专业）相关的多方面知识。本教材在编写过程中，不仅考虑到专业基础知识的介绍，还与其他相关课程有着很好的衔接。教材的内容安排包括专业基础知识、专业教育起点与专业培养体系、专业学习指导和专业就业指导四大模块，具体的框架体系和知识要点如图1所示。



图1 本书框架体系和知识要点

2. 课内外教学内容及学时分配

使用本教材的课内外教学内容及学时安排可参考表1。

表1 课内外教学内容及学时安排参考表

章节	内 容	课 内 学 时	课 外	课 外 时 数
1	工程与工程建设	2	观看超级工程纪录片至少两次；参观实际工程项目至少一次；可以完成一份调研报告（内容是对土木工程及分类的认识）	6
2	土木工程	3~4		

(续)

章节	内 容	课 内 学 时	课 外	课 外 时 数
3	工程造价及其管理	2~3	写一份自我介绍,包括爱好、兴趣、上大学的目的及对大学的印象	3
4	工程造价专业人才培养目标和要求	2		
5	工程造价专业人才培养方案与课程体系	2	参观本专业优秀学生作业、毕业设计,组织一次师生(也可邀请高年级学生)思想、学习交流;可以完成一份调研报告(内容是对工程造价专业的认识及四年大学生生活的规划)	3
6	大学学习原理与专业学习方法	1		
7	工程造价专业人士制度	2	可请专业人士做职业报告	2
8	工程造价专业人才需求与择业导向	2		
合计		16~18		14

本教材的各章内容均多于相应学时分配,教师在运用时可有选择性地讲授,其余内容可供学生自学。

3. 教学方法

本课程的教学方式有教师教授法、师生交谈法、共同讨论法、读书指导法以及翻转课堂。这几种方法的交叉使用,既可发挥教师的指导作用,又可调动学生的学习积极性。

学生在学习过程中,也应该重视实践环节,创造机会到实际工程现场等参观和感受,以期使感性认识和理性认识更好地融合。

考核可采用开卷形式,内容包括对工程建设、工程造价及其管理的认识,对土木工程的了解,对大学和本专业的认识,重点放在对大学期间的学习规划和如何使自己成为国家所需要的优秀专业人才上。课程成绩应结合平时作业、日常表现及试卷综合评定。

4. 相关学习资料与网站

在课余时间,同学们可查阅相关参考文献,也可登录以下网站,以扩充自己的知识:

中华人民共和国住房和城乡建设部: <http://www.mohurd.gov.cn>。

中国建设工程造价管理协会: <http://www.ceca.org.cn>。

中国工程造价信息网: <http://www.costcn.net>。

中国工程建设网: <http://www.chinacem.com.cn>。

建设工程投资增值网: <http://www.bqcost.com>。

筑龙网: <http://www.zhulong.com>。

国际造价工程师联合会: <http://www.icoste.org>。

国际工程管理学术研究网: <http://www.sttr.org/Index.html>。

各省市地区的工程造价信息网等。

目 录

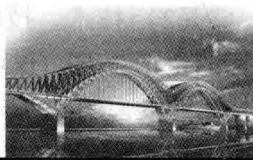
序一	
序二	
前言	
教学建议 (学习导言)	
第1章 工程与工程建设	1
学习要点	1
1.1 工程	1
1.2 工程建设	7
1.3 工程建设法规与管理制度	14
本章小结	18
习题	19
第2章 土木工程	20
学习要点	20
2.1 土木工程概述	20
2.2 土木工程类型	26
2.3 土木工程施工	41
本章小结	56
习题	57
第3章 工程造价及其管理	58
学习要点	58
3.1 工程造价概述	58
3.2 工程造价管理概述	64
3.3 工程造价相关理论	71
3.4 现代工程造价管理发展模式	78
本章小结	84
习题	84
第4章 工程造价专业人才培养目标和要求	85
学习要点	85
4.1 工程造价专业概述	85
4.2 工程造价专业人才培养目标	86
4.3 工程造价专业人才的要求与培养	88
本章小结	91
习题	91
第5章 工程造价专业人才培养方案与课程体系	93
学习要点	93
5.1 高等学校教育特点及教育体系	93
5.2 专业人才培养方案与教学安排	98
5.3 专业课程设置与主要课程介绍	109
本章小结	115
习题	115
第6章 大学学习原理与专业学习方法	117
学习要点	117
6.1 大学学习原理	117
6.2 专业学习方法	125
本章小结	139
习题	140
第7章 工程造价专业人士制度	141
学习要点	141
7.1 工程造价专业人士和专业人士	

制度	141
7.2 中国内地造价工程师执业资格 管理制度	148
7.3 中国内地造价工程师的执业 环境	153
本章小结	157
习题	157

第8章 工程造价专业人才需求与择业 导向	159
学习要点	159
8.1 工程造价专业人才需求	159
8.2 工程造价专业择业导向	162
本章小结	171
习题	171
参考文献	173

第1章

工程与工程建设



学习要点 本章介绍工程造价基本知识——工程与工程建设的概念、分类和工程建设程序，我国工程建设法规与管理体制。通过本章的学习，要求了解工程与工程建设的基本概念，熟悉工程与工程建设项目的分类，明确工程相关的科学技术以及工程建设在国民经济中的地位和作用，重点掌握工程建设程序以及我国现行的工程建设法规与管理体制。

1.1 工程

1.1 工程的相关概念

1. 科学、技术及工程的概念

工程的含义涉及很多方面，为了更好地理解工程的含义，首先需要了解几个与工程相关的名词术语。

(1) 科学 科学是指运用范畴、定理、定律等思维形式反映现实世界各种现象、本质、规律的知识体系，是对一定条件下物质变化规律的总结。科学的任务是探索自然界和社会的本质及其发展规律。

按照不同的划分依据，科学一般有以下几种分类方法：

1) 按研究对象的不同，科学可分为自然科学、社会科学和思维科学，以及总结和贯穿于三个领域的哲学和数学。自然科学是指研究无机自然界和包括人的生物属性在内的有机自然界的各门科学的总称，如数学、物理、化学、天文学等都属于自然科学的研究领域；社会科学是指用科学的方法，研究人类社会的各种现象的各学科总体或其中任一学科，如政治学、经济学、管理学等都属于社会科学的研究范围；思维科学是指研究人的意识与大脑、精神与物质、主观与客观的综合性科学。

2) 按与实践的不同联系，科学可分为理论科学、技术科学和应用科学等。理论科学是指偏重理论总结和理性概括，强调较高普遍的理论认识而非直接实用意义的科学，如数学、天文学、生物学等；技术科学是指偏重指导生产技术的基本理论学科，如理论力学、结构力学、电子学、电工学等；应用科学是指把基础理论转向实际应用的科学，如施工技术与组织、工程招标投标、项目管理等。

3) 按人类对自然规律利用的直接程度，科学可分为自然科学和实验科学两类。自然科学在前面已经介绍过，这里不再重复；实验科学是指以实验为基础，将人类已经认识的自然规律，用一定的手段汇集在一起的科学。

4) 按是否适合用于人类目标，科学可分为广义科学和狭义科学两类。广义科学是指将

传统的实验科学的定义域外延，从三维空间拓展到 N 维空间的理论体系，是虚拟中的科学；狭义科学是指广义科学中适合人类生存的科学。

(2) 技术 技术是指根据自然科学原理和生产实践经验，通过改造环境以实现特定目标的生产工艺、作业方法等。技术的任务是利用和改造自然，以其生产的产品为人类服务。技术主要具有以下三个特性：

1) 条件性。技术是有条件的，由于科学规律是客观的，技术必须符合科学规律才能发挥作用，它必然要受到客观环境的制约，只有在特定的条件下才能发挥作用。技术的条件性要求我们在应用技术时，需认真考查目标环境是否适合技术的应用。

2) 目的性。技术是有目的的，它是以满足人的需要为前提的，正因如此，技术才体现出它的价值。具有目的性的行为方法才能称之为技术，才有技术意义。技术的目的性要求我们在应用技术时，要认真注意这种技术除了形成我们想要的结果之外，是否还可能存在一些意想不到的结果，产生一些间接意义。

3) 抽象性。技术是抽象的，一种技术实际上是总结出来的一种方法，而不是一项活动，它源于实践活动又高于实践活动。技术的抽象性要求我们在应用技术时，必须把技术和实际联系起来，把抽象的技术具体化。

不断发展的技术促进了人类物质文明的发展，推动了人类社会的进步。但是，技术进步也带来某些不良的影响，如环境污染问题日益严重等，这也越来越引起全人类的关注和思考。

(3) 工程 工程是指以科学技术为依托，通过科学知识的应用，并结合经验的判断、自然资源的经济利用，以最短的时间和精而少的人力做出高效、可靠且对人类有用的东西。工程的任务是解决实际需要的问题。

在现代社会中，“工程”一词有广义和狭义之分。广义的工程是指为达到某种目的，按一定的计划和组织，在一个较长时间周期内，应用有关的科学知识和技术手段，将投入的各种资源最好地为人类服务而进行协作活动的过程；狭义的工程是指应用有关的科学知识和技术手段，通过有组织的活动将某个（或某些）现有实体（自然的或人造的）转化为具有预期使用价值的人造产品的过程。

2. 科学、技术和工程的关系

科学、技术和工程是三个不同的概念，它们之间既有紧密的联系又有明显的区别，三者之间的区别见表 1-1。科学是技术的理论指导和理论基础，结合科学进行开发研究，得出新材料、新工艺、新品种的方法就是技术；技术是科学的实际运用，是科学和生产的中介，没有技术，科学对生产就没有实际意义；工程则是以科学与技术为依托，解决现实生活中的实际问题，工程和技术对科学也有巨大的反作用，在技术开发和工程实践过程中所出现的新现象和提出的新问题，可以扩展科学研究的领域，工程和技术能为科学研究提供必要的仪器设备。

表 1-1 科学、技术与工程的区别

项 目	科 学	技 术	工 程
目的	创造知识的研究活动	创造方法、技巧	创造对人类有用的东西
任务	回答“是什么”“为什么”	回答“做什么”“怎样做”	回答“怎样满足实际需求”
研究内容	发现、探索未知活动	发明、创造实践活动	寻求为人类服务的活动
研究成果	知识形态	知识形态和物质形态	物质形态
侧重点	理论研究	介于理论和经验之间	实际经验
方法	侧重分析	侧重综合	侧重运用
评价标准	正确与否	有效与否	适用与否

3. 科学家和工程师

(1) 科学家 科学家是指对真实自然及未知生命、环境、现象及其相关现象统一性的客观数字化重现与认识、探索、实践、定义的专业类别贡献者,包括自然科学家和社会科学家。所有自然科学和社会科学的研究人员,达到了一定的造诣,获得有关部门和行业内的认可,均可以称为科学家,如数学家、物理学家、化学家、哲学家和思想家等,都属于科学家的范畴。

成为一名科学家并不是一蹴而就的,优秀的科学家必须具备以下素质:

1) 好奇心。好奇心是一名科学家首先应该具备的素质,对自然的好奇,对普通事物的好奇,对事物规律的好奇,都促使他们对事物的本质进行探知,并把对个别事物的认知归纳成为最基本的简单而重要的法则。

2) 恒心。优秀的科学家必须具有恒心,在科学研究的道路上会遇到很多困难和挫折,恒心能够促使他们在研究过程中不断努力,锲而不舍,坚持自己的科学研究事业。

3) 自信心。优秀的科学家应该有很强的自信心,任何研究成果的出现都是一项创新,只有拥有足够的自信心、相信自己判断的科学家才能坚持自己的成果,从而其成果才有可能被大家所验证而成为科学成就。

(2) 工程师 工程师是指具有从事工程系统操作、设计、管理和评估能力的人员。在欧洲的一些国家,工程师称谓的使用被法律所限制,它必须用于持有学位的人士,而其他没有学位的人士使用工程师的称谓属于违法行为。在美国大部分州及加拿大一些省份也有类似法律存在,通常只有在专业工程考试取得合格时才可被称为工程师。在美国,工程师(Engineer)一词也用于指操作机械发动机(Engine)的人,也可以将工程师理解为工程的原动力、启动者。工程师必须具有以下几个方面的素质:

1) 政治素质。政治素质主要体现在工程师有能为国家和社会的进步与发展献身的精神,即必须具备良好的民族精神,并将民族精神寓于自己的个体意识之中,将民族精神作为基本素质来要求自己、提高自己。工程师还应该拥有很强的责任心,有一种造福后代和振兴民族的强烈责任感。

2) 知识素质。知识素质主要体现在工程师不仅应具有扎实的基础科学知识和工程科学知识,还应该具备经济、社会、文化、管理等方面的知识。某些专业的工程师还应该具备很好的审美观,如建筑工程师。另外,工程师还应该具备很好的再学习能力和终生学习的能力,对知识的灵活运用能力。

3) 能力素质。能力素质主要体现在工程师除了具有扎实的基础科学知识和广博的知识面等知识素质外,还应具备与社会相适应的能力素质,包括社会适应能力、创新能力、交流合作能力、组织管理能力、全局思维能力、独立解决问题的能力、自学能力、实践能力等。工程师的能力素质与其知识素质具有同等重要的地位,有时甚至更为重要。

4) 竞争素质。具有竞争力是一名工程师的必备核心素质。竞争力是知识、理解力、创造性、经验和完成任务能力的综合体现,是工程师对从未遇到过的问题进行判断的能力和利用各种技能解决这些问题的能力。工程师的知识越多,理解力和创造性越强,经验也越丰富,对企业的发展贡献越大。

(3) 科学家和工程师的差异 科学家和工程师往往容易混淆,但两者的概念仍然存在很多差异,两者的差异见表1-2。科学家努力探索大自然,以便发现一般性法则;工程师则

遵照此既定原则，通过科学解决一些技术问题。

表 1-2 科学家和工程师的差异

项 目	科 学 家	工 程 师
工作意向	研究和发现未知世界的本质及发展规律	开发新技术和新设计创建新事物
工作特征	探索世界以发现普遍法则	使用普遍法则以设计实际物品
才能要求	好奇心、恒心、自信心、探索求知	竞争力、能规划、能预见、能评价

1.2 工程的分类

随着人类文明的发展，人们可以创造出结构和功能都更加复杂的产品，工程也逐渐发展成为一门独立的学科和技艺。按照科学技术应用领域的不同可以将工程分为土木工程、市政工程、园林工程、交通工程、机械工程、生物工程等。

(1) 土木工程 土木工程是建造各类工程设施的科学技术的统称。它既指所应用的材料、设备和所进行的勘测、设计、施工、保养维修等技术活动，也指工程建设的对象，即建造在地上或地下、陆上或水中，直接或间接为人类生产、生活、军事、科研服务的各种工程设施，如房屋、道路、铁路、运输管道、隧道、桥梁、运河、堤坝、港口、电站、飞机场、海洋平台、给水排水以及防护工程等。

例如，北京大兴国际机场（图 1-1）又称北京第二国际机场、北京首都机场，是建设在北京市大兴区礼贤镇、榆垓镇与河北廊坊市广阳区的超大型国际航空综合交通枢纽。2016 年，机场主体工程已开工建设，配套设施已完成设计并将陆续开工。机场 T1 航站区建筑群总面积 143 万 m²，航站楼主体面积 103 万 m²，分为三个标段，分别由北京城建、北京建工、中建八局实施，总工期 1218 个日历天，计划于 2019 年 7 月 15 日交付。截至 2016 年，航站楼主体及 5 个指廊的近 9000 根基础桩已全部施工完毕。



图 1-1 北京大兴国际机场规划图

(2) 市政工程 市政工程是指建造各类市政设施的科学技术的统称。它是指在城市市区、镇（乡）规划建设范围内设置、基于政府责任和义务为居民提供有偿或无偿公共产品和服务的各种建筑物、构筑物、设备等。城市生活配套的各种公共基础设施建设都属于市政工程范畴，如常见的城市道路、桥梁、地铁，与生活紧密相关的各种管线、广场、城市绿化等的建设。



图 1-2 西安地铁二号线

例如，西安市地铁二号线（图 1-2）是西