

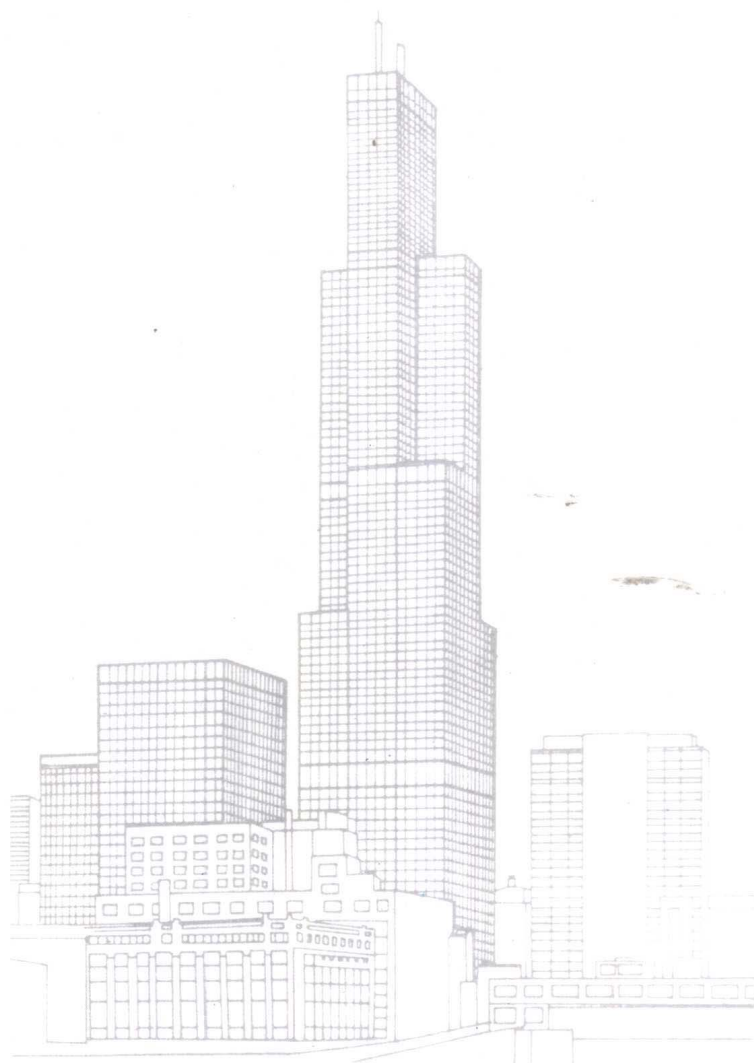
普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审定

土木工程(专业)概论

(第二版)

T M G C G L

罗福午 主 编



WUTP

武汉工业大学出版社

普通高等学校土木工程专业新编系列教材
中国土木工程学会教育工作委员会 审定

土木工程(专业)概论

(第二版)

主 编	罗福午
参 编	刘伟庆
	王毅红

武汉工业大学出版社

内 容 提 要

《土木工程(专业)概论》是一本供土木工程专业所开设“土木工程概论”课程用的教科书,也是一本对学生进行专业思想教育的教材。其内容围绕以下4个方面展开:①为什么学习——阐述了土木工程专业的培养目标和对所培养人才的素质要求。它是学习的目的;②学习什么——概述了土木工程,其中着重介绍了建筑工程、桥梁工程、道路工程、铁路工程和隧道工程,以及土木工程建设中的若干主要问题。它是学习的对象;③怎样学习——介绍了土木工程专业的课程设置、教学安排和学习方法要点。它是学习的内容;④为何这样学习——讲述了大学学习的规律、原则和主要原理。它是学习的理论。

本书的作用是指导大一新生了解专业,引导他们适应大学生活,遵循学习规律,掌握学习方法,建立热爱土木工程的感情和对土木工程事业的责任心,为今后积极主动地学好课程,培养自主学习的能力打下思想基础。

本书也可供高等专科学校、高等职业技术学校教学用,以及供土建工程技术人员了解土木工程用。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程(专业)概论/罗福午主编. —武汉:武汉工业大学出版社,2001.6 重印
ISBN 7-5629-1670-5

I. 土… II. 罗… III. ①土木工程-高等学校-教材 IV. TU

出版者:武汉工业大学出版社(武汉市:武昌珞狮路122号 邮编:430070)

印刷者:武汉工业大学出版社印刷厂

发行者:各地新华书店

开 本:880×1230 1/16 印张:12.5 插页:2 字数:414千字

版 次:2001年3月第2版 2001年6月第5次印刷

书 号:ISBN 7-5629-1670-5/TU·173

印 数:23001—30000册

定 价:19.00元

(本书如有印装质量问题,请向承印厂调换)

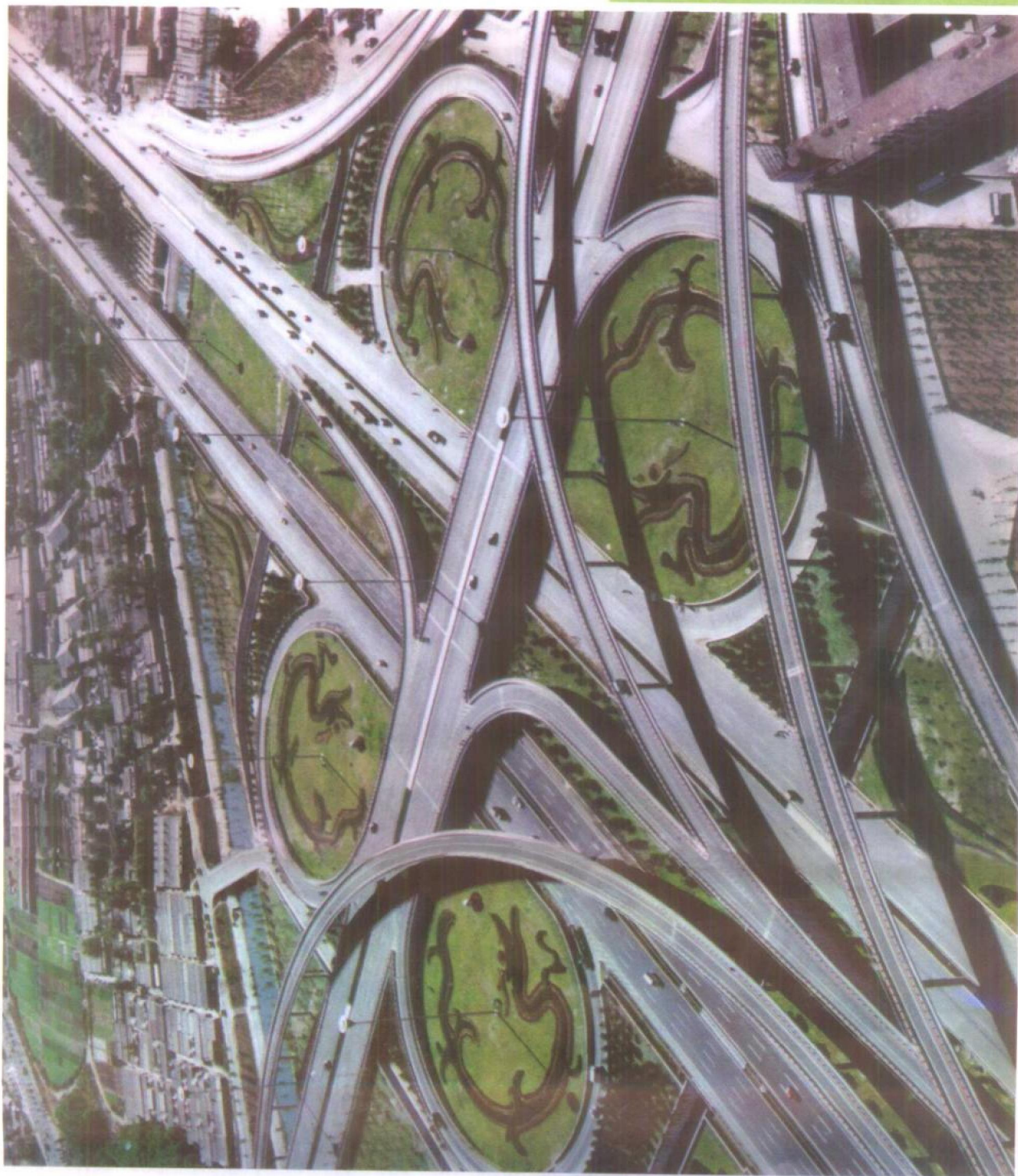


深圳地王大厦

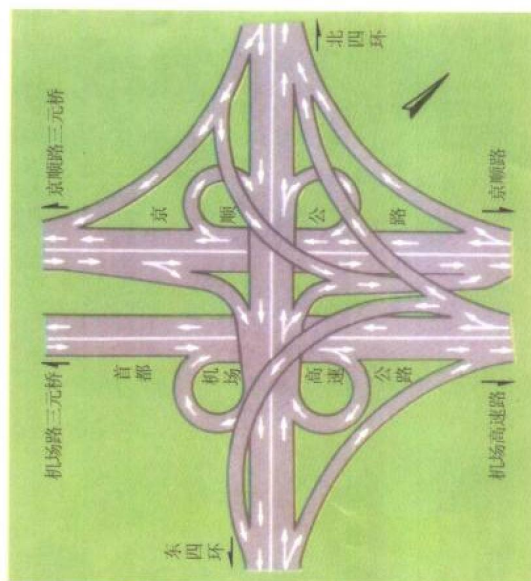
四元桥

四元桥是北京目前规模最大的道路立交桥，为四层苜蓿叶形加定向型互通式立交，由26座桥梁组成。总占地50万 m^2 ，桥面积29.058万 m^2 。桥面由多联预应力连续梁构成，最大跨度为47.2m，最长达618m。

该桥由北京市政设计院设计，建成于1993年。



行车示意图



普通高等学校土木工程专业新编系列教材

编 审 委 员 会

顾 问:成文山 滕智明 罗福午 魏明钟 李少甫
甘绍熺 施楚贤 白绍良 彭少民 范令惠

主 任:江见鲸 吕西林 高鸣涵

副主任:朱宏亮 辛克贵 袁海庆 吴培明 李世蓉
苏三庆 刘立新 赵明华 孙成林

委 员:(按姓氏笔画顺序排列)

于书翰	丰定国	毛鹤琴	甘绍熺	白绍良
白晓红	包世华	田道全	成文山	江见鲸
吕西林	刘立新	刘长滨	刘永坚	刘伟庆
朱宏亮	朱彦鹏	孙家齐	孙成林	过静君
李少甫	李世蓉	李必瑜	吴培明	吴炎海
辛克贵	苏三庆	何铭新	汤康民	罗福午
周 云	施楚贤	赵明华	赵均海	柳炳康
姚甫昌	胡敏良	桂国庆	顾敏煜	徐茂波
袁海庆	高鸣涵	蒋沧如	陈志源	谢用九
俞 晓	尚守平	彭少民	覃仁辉	蔡德明
燕柳斌	魏明钟			

总责任编辑:刘永坚 田道全

秘 书 长:蔡德明

出版说明

1998年7月,教育部颁布了新的普通高等学校本科专业目录,1999年全国高等学校都已按新的专业目录招生。新的土木工程专业专业面大大拓宽,相应的专业业务培养目标、业务培养要求、主干学科、主要课程、主要实践性教学环节等都有了不同程度的变化。原有的教材已经不能适应新专业的培养目标和教学要求,组织一套新的土木工程专业系列教材成为众多院校的翘首之盼。武汉工业大学出版社在中国土木工程学会教育委员会的指导和帮助下,经过大量的调研,组织国内29所大学的土木工程学科的教授共同编写了这套系列教材。

本套教材的主、参编人员及编委会顾问遵照1998年1月建设部全国土木建筑工程专业教学指导委员会昆明会议和1998年5月上海的全国土木工程专业系主任会议的精神,经过充分研讨,决定首批编写出版28种主干课程的教材,以尽快满足全国众多院校的教学需要,以后再根据专业方向的需要逐步增补。中国土木工程学会教育委员会组织专家审查了本套教材的编写大纲,决定将其作为“中国土木工程学会教育委员会审定教材”出版。作为一套全新的系列教材,本套教材的“新”体现在以下几点:

体系新——本套教材从“大土木”的专业要求出发,从整体上考虑专业的课程设置和各门课程的内容安排,按照教学改革方向要求的学时统一协调与整合,组成一套完整的、各门课程有机联系的系列。整套教材的编写除正文外,大多增加了本章提要、本章重点、例题详解、思考题、习题等,以使教材既适合教学需要,又便于学生自学。

内容新——本套教材中各门课程教材的主、参编人员特别注意了教材内容的更新和吸收各校教学改革的阶段性成果,以适应21世纪土木工程人才的培育要求。

规范新——本套教材中凡涉及土木工程规范的全部采用国家颁布的最新规范。

本套教材是新专业目录颁布实施后的第一套土木工程专业系列教材,是面向新世纪、适应新专业的一套全新的教材。能为新世纪土木工程专业的教材建设贡献微薄之力,自是我们应尽的责任和义务,我们感到十分欣慰。然正因其为第一套,故此,尽管我们的编审者、编辑出版者夙兴夜寐、尽心竭力,不敢稍有懈怠,它也一定会存在缺点和不足。嚶其鸣矣,求其友声,我们诚恳地希望选用本套教材的广大师生在使用过程中给我们多提意见和建议,以便我们不断修改、完善全套教材,共同为教育事业的发展作出贡献。

武汉工业大学出版社

2000.2

第二版前言

《土木工程(专业)概论》出版后,及时得到不少兄弟院校采用它作为“土木工程概论”课教科书后的返回信息:

不少大一学生反映——入学时,虽然面对一个五彩缤纷的新世界,但是却不知道自己所学专业究竟要培养什么人才?望着来往于教室和宿舍间的人群,不知哪条路是我该走的?走进宽大的图书馆,找不出哪个门是我该进的?高班同学形容大一时期为“断奶期”、“彷徨期”,我今后该怎么办?正在这时,土木系开了“土木工程概论”这门课,用了这本书。它告诉我们土木工程宏伟的前景和令人鼓舞的培养目标,指点我们大学期间的学习内容和应具备的学习方法。这就使我们学习的主动性有了依托,学习的积极性能够发挥。

讲这门课的教师则反映——大一学生是以很大热情来学这门课、读这本书的。有了这门课、这本书,教育学生搞好学习,已不再是拳拳说教,那些高耸矗立的楼宇、跨越江河的大桥,以及当前土木工程的飞速发展前景,能给他们以感性的动力;教育学生提高素质,也不单是泛泛言谈,那些专业培养目标、工程师素质要求、四年教学安排,以及大学阶段学习的重要意义,能赋予他们理性的自觉。有的学校以前土木系大一学生参加全校数学统考,未曾取得过好名次,这次学完“土木工程概论”课,却拿了个第一。

《土木工程(专业)概论》作为一本教科书,是为教师在学生入学时进行专业教育,和为学生正确对待学习任务服务的。上述教师和大一学生的反映告诉我们,应该不断听取广大师生的意见,经常充实和及时更新书中的内容,并尽可能地为各校教师改进教学方法创造条件。于是,在《土木工程(专业)概论》出版发行后不到一年的时间内,我们就着手修订它的第二版。第二版在首版基础上重点增加和更改了第2章的内容:其中第2章2.2.1节“建筑工程”有较多更改和增添,由王毅红执编;2.2.3节“桥梁工程”、2.2.8节“海洋工程”和2.3节“土木工程的展望”等3部分只有少量更改,由罗福午、王毅红执编;2.5节“土木工程中的灾难”,由罗福午增编;原2.5节内容不变,改为2.6节。

令人高兴的是,济南大学于吉太在不到一年的时间内,已按照《土木工程(专业)概论》(第二版)的章节和内容编制了配套电子课件,所用图片是从搜集整理的数万张照片中精选出来的。该课件不仅紧扣教科书,而且在很大程度上可以丰富使用教科书进行教学的内容;尤其图片资料详实,可以充分发挥计算机辅助教学的优势,有助于教学现代化。

由于时间匆忙,第二版及其电子课件一定有不少缺点乃至错误,请读者提出批评指正,以便再版时更正。

编者

2001年3月

前 言

在跨入高等学校大门,准备接受土木工程专业教育的时候,每个学生都渴望了解:

——土木工程在我国社会主义建设中的地位和作用,当前土木工程的概貌和未来土木工程的发展。

——学校将通过哪些途径把自己培养成具有怎样素质的土木工程技术人才?

——自己在学校环境里将学到哪些知识,获得哪些方法,培养哪些能力?

——在大学接受高等教育和在中学接受中等教育有何区别,怎样适应大学学习生活,怎样最大限度地调动自己的学习潜能,发挥自己的学习主动性,施展自己的特长和才华?

“土木工程概论”就是在入学之初,为引导土木工程专业新生正确认识和处理上述4方面问题而设置的一门课程。其目的是,使学生认识土木工程的地位和作用,了解土木工程专业培养目标和教学内容,树立正确的学习观和工程意识,为今后在校学习,激发自己的学习潜能,打下良好的思想和方法基础。

为了达到这个目的,本课程要选择适宜的教学体系和教学内容,组成这本与课程名称相似的教科书,为课堂教学作准备;同时,还要采用恰当的教学方法,在专业培养和个人发展的“需要”,以及学生当前消化吸收的“可能”之间,架设一座“桥梁”。

本书第1章“专业培养目标和人才素质要求”,是土木工程专业素质教育的起点;第2章“土木工程概述”中的技术问题、管理问题以及第3章“土木工程专业教学安排”,是土木工程专业教学内容的核心;第4章“学习方法要点”,总结了大学学习方法的要领;第5章“学习原理”,从“学习论”的高度揭示学习的客观规律,激励学生的自主学习动力。

与本教科书相应的教学环节应采用多种教学方式相结合。它们是:

——理性传授和多媒体感性展现相结合;

——课堂讲解和现场教学参观相结合;

——课内教学和课外专业思想讨论相结合;

——言教和身教、认知教育和情感教育相结合;

.....

在上述教学环节中,教学过程不只是一个教师讲、学生听的过程,还是一个师生思想沟通、感情交流的过程。教师对土木工程事业的挚爱和敬业精神,会在很大程度上激发学生的学习热情。

与本教科书相应的“土木工程概论”的课程学时分配(参考)如下:

学时分配参考表

章次	内 容	学 时
1	专业培养目标和人才素质要求	2
2	土木工程概述	8~10
3	土木工程专业教学安排	3
4	学习方法要点	
5	学习原理	3
	合 计	16~18

本书各章内容多于相应学时分配。教师在教学过程中可以有选择地应用。不同专业方向更应该有所侧重地选用不同内容。教师不讲的其余内容,留待学生自学。本书的第1、3、4、5章适用于大学的全学习过程,可以作为大学生在校期间完成学习任务的“参谋”。

本教科书为普通高等学校土木工程专业新编系列教材之一,由普通高等学校土木工程新编系列教材编审委员会组织撰稿。其中第1、3、4、5章由罗福午编写;第2章2.1、2.2.2~2.2.5、2.4由刘伟庆编写;第2章2.2.1、2.4.2由王毅红编写;第2章2.2.6~2.2.10、2.3、2.5由罗福午编写。全书由罗福午修改定稿。

编 者

1999年12月

目 录

1 专业培养目标和人才素质要求	(1)
1.1 土木工程和土木工程专业	(1)
1.2 我国高等学校土木工程专业的培养目标	(1)
1.2.1 关于科学、技术、工程和工程师的概念	(3)
1.2.2 对于我国高等学校土木工程专业培养目标的理解	(6)
1.3 当前土木工程专业对所培养人才的素质要求	(6)
复习思考题	(8)
2 土木工程概述	(9)
2.1 土木工程的内涵和发展简史	(9)
2.1.1 土木工程的内涵	(9)
2.1.2 土木工程的发展简史	(9)
2.2 土木工程的类型	(15)
2.2.1 建筑工程	(15)
2.2.2 桥梁工程	(61)
2.2.3 公路与城市道路工程	(75)
2.2.4 铁路工程	(81)
2.2.5 隧道工程	(86)
2.2.6 水利工程	(89)
2.2.7 港口工程	(92)
2.2.8 海洋工程	(92)
2.2.9 给水和排水工程	(94)
2.2.10 环境工程	(94)
2.3 土木工程的展望	(96)
2.3.1 建筑材料向高性能、多品种和组合利用方向发展	(96)
2.3.2 工程项目向更高、更深、更快的方向发展	(97)
2.3.3 发展可持续性的土木工程	(98)
2.3.4 大力发展计算机技术在土木工程中的应用	(101)
2.3.5 土木工程的生产技术和生产方式将发生重大变化	(103)
2.3.6 大力改善和提高人们的生活水平和工作质量	(103)
2.3.7 向海洋和沙漠进军	(104)
2.4 土木工程的建设与使用	(104)
2.4.1 建设程序	(104)
2.4.2 建筑施工	(106)
2.4.3 竣工验收	(113)
2.4.4 建筑业的经营和管理制度	(113)
2.5 土木工程中的灾害	(117)
2.5.1 火灾	(117)
2.5.2 地震灾害	(119)
2.5.3 风灾	(124)
2.5.4 工程事故灾难	(125)
2.6 我国建设法规简介	(128)
复习思考题	(131)

3 土木工程专业的教学安排	(134)
3.1 高等学校的教育特点	(134)
3.2 土木工程专业的课程设置	(136)
3.2.1 课程的概念和工科课程的类型	(136)
3.2.2 本专业自然科学和技术类课程的系列、分布和比例关系	(137)
3.3 土木工程专业的教学方式	(139)
3.4 课外教育活动的意义和内容	(141)
3.4.1 课外教育活动的意义	(141)
3.4.2 课外活动的类型和特点	(142)
复习思考题	(144)
4 学习方法要点	(146)
4.1 怎样学好理论课	(146)
4.1.1 怎样听课	(146)
4.1.2 怎样记笔记	(147)
4.1.3 怎样预习、复习和练习	(148)
4.1.4 怎样解决疑难问题和思考题	(150)
4.1.5 怎样查阅参考文献	(151)
4.1.6 怎样正确地对待考试	(153)
4.2 怎样学好实践课	(153)
复习思考题	(156)
5 学习原理	(157)
5.1 学习的概念	(157)
5.2 学习的作用和工科大学生的学习任务	(157)
5.3 智力、能力、素质、学风和个性特征的概念	(158)
5.4 大学生的学习过程	(161)
5.4.1 学习过程的基本阶段	(161)
5.4.2 大学学习过程的层次	(162)
5.5 学习的客观规律、基本原则和大学生应有的学习观念	(163)
5.5.1 学习规律和学习原则	(163)
5.5.2 大学生应具有的学习观念	(165)
5.6 对学习有重要影响的若干方面	(166)
5.6.1 学习的需要、动机和目标	(166)
5.6.2 学习中的迁移及其利用	(168)
5.6.3 学习中的记忆和遗忘	(169)
5.6.4 学习中思维的指导作用	(171)
5.6.5 学习中兴趣、情感、意志和个性的作用	(173)
5.6.6 大学生学习过程中的自我评价	(174)
附录 1 埃及金字塔(Pyramids)	(177)
附录 2 土耳其索菲亚大教堂(Hagia Sophia)	(179)
附录 3 法国埃菲尔铁塔(Eiffel Tower)	(181)
附录 4 美国米格林-拜特勒大厦(Miglin-Beilter Building)(方案)	(184)
附录 5 对“土木工程概论”课程教学大纲的建议	(186)
参考文献	(187)

1 专业培养目标和人才素质要求

1.1 土木工程和土木工程专业

土木工程是建造各类工程设施的科学、技术和工程的总称。它既指与人类生活、生产活动有关的各类工程设施,如建筑工程、公路与城市道路工程、铁路工程、桥梁工程、隧道工程等,也指应用材料、设备在土地上进行勘测、设计、施工等工程技术活动。土木工程是社会和科技发展所需要的“衣、食、住、行”的先行官之一;它在任何一个国家的国民经济中都占有举足轻重的地位。

土木工程需要解决的问题(见图 1.1),首先表现为形成人类活动所需要的,功能良好和舒适美观的空间和通道^①;它既有物质方面的需要,又有精神方面的需要。这是土木工程的根本目的和出发点。

土木工程需要解决的问题,其次表现为能够抵御自然或人为的作用力。前者如地球引力、风力、气温和地震作用等;后者如振动、爆炸等。这是土木工程之所以存在的根本原因。

土木工程需要解决的问题,第三表现为充分发挥所采用材料的作用。土木工程都是应用石、砖、混凝土、钢材、木材乃至合金材料、塑料等在地球表面的土层或岩层上建造的。材料所需的资金占土木工程投资的大部分。材料是建造土木工程的根本条件。

土木工程需要解决的问题,第四表现为怎样通过有效的技术途径和组织手段,利用各个时期社会能够提供的物质设备条件,“好、快、省”地组织人力、财力和物力,把社会所需要的工程设施建造成功,付诸使用。这是土木工程的最终归宿。

为解决上述问题所进行的土木工程活动,一般包括两个方面:①技术方面,有勘察、测量、设计、施工、监理、开发等;②管理方面,有制定政策和法规、企业经营、项目管理、施工组织、物业管理等,见图 1.1。

土木工程具有以下 4 个基本属性:

- (1)社会性 土木工程随社会不同历史时期的科学技术和管理水平而发展。
- (2)综合性 土木工程是运用多种工程技术,进行勘测、设计、施工工作的成果。
- (3)实践性 由于各种影响土木工程的因素既众多又错综复杂,使得土木工程对实践的依赖性很强。
- (4)技术、经济和艺术统一性 土木工程是为人类需要服务的,它必然是每个历史时期技术、经济、艺术统一的见证。

发展土木工程的根本因素是培养大批掌握土木工程科学技术,懂得土木工程基本属性,具有能解决上述 4 方面问题的人才。土木工程专业就是为培养这类人才所设置的学业门类。

土木工程专业在两类学校里设置:一是高等学校(包括普通高等学校,高等专科学校和高等职业技术学校),培养的是未来的土木工程师;二是中等专科学校,培养的是未来的土木工程技术人员。

1.2 我国高等学校土木工程专业的培养目标

我国高等学校土木工程专业的培养目标是:培养适应社会主义现代化建设需要,德智体全面发展,掌握土木工程学科的基本理论和基本知识,获得土木工程师基本训练(大专和高职提获得土木工程师初步训练)的,具有创新精神的高级工程技术人才(大专和高职提高级工程技术应用人才)。毕业生能从事土木工程的设计、施工与管理工,具有初步的工程项目规划和研究开发能力。

作为刚跨进高等学校大门的学生,理解本专业的培养目标,就是懂得“为什么学习”这个根本问题。这是由高等教育区别于中等教育的特点所决定的。

^① 土木工程需要解决的问题,还表现为防水患、兴水利以及环境治理等方面。由于当前我国规定的“土木工程专业”未涉及这些方面,它们分属于“水利工程专业”和“环境工程专业”,故本书对于这些方面未展开叙述,在图 1.1 中也仅以虚线表示。

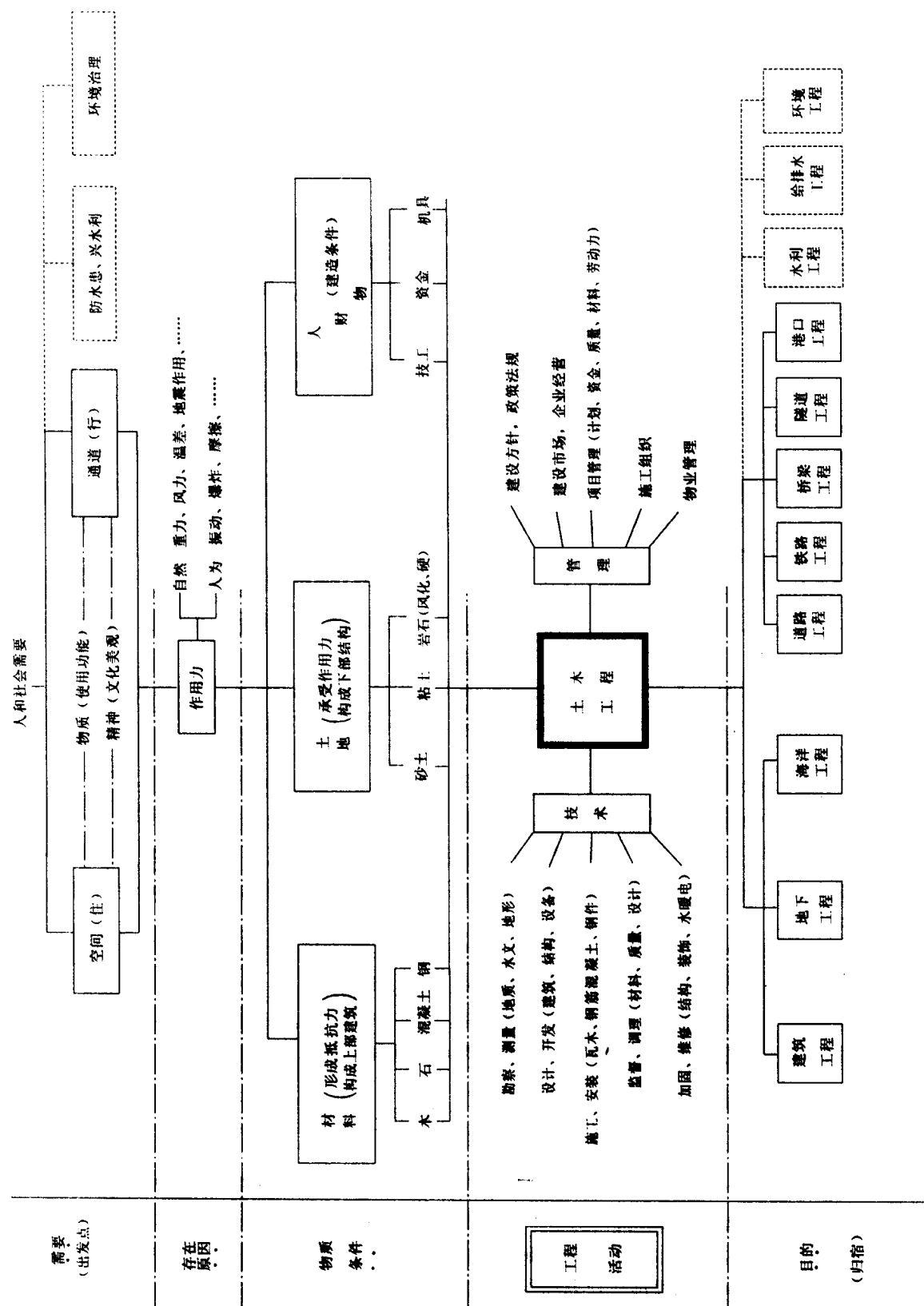


图 1.1 土木工程要素和目的

高等教育,就广义上说,是指一切建立在普通教育(中学进行的就是普通教育)基础上的专业教育。高等学校里任何一个专业的培养目标,就是这个专业教育活动的基本出发点和归宿,也是高等学校所培养人才在毕业时预期的素质特征。大学生在学习过程中要按照这个目标接受教育,进行学习,在思想、知识、技能、能力、体魄等各方面严格要求自己。毕业时,用人单位将根据这个目标评价和选择每个毕业生;学生自己则要按照这个目标进行自我评价,选择适合自己发展的工作岗位。

1.2.1 关于科学、技术、工程和工程师的概念

为了认清土木工程专业的培养目标,需要讨论关于科学、技术、工程和工程师的概念。

(1)科学

科学指关于事物的基本原理和事实的有组织有系统的知识。科学的任务是研究关于事物和事实(自然界和社会)的本质和机理,以及探索它们发展的客观规律。其中,基础科学(Basic Science)如数学、物理、化学、天文、地学、生物等,其任务是研究自然界最基本的客观规律。近百余年来发展了技术科学(Technological Science),如固体力学、流体力学、机械学、电工学、电子学等,其任务是研究相邻几门工程方面共同性的自然规律。科学家(Scientist)则是从事科学研究的专门家,包括自然科学家和社会科学家。

(2)技术

技术指根据生产实践经验和自然科学原理而发展成的各种生产工艺、作业方法、操作技能、设备装置的总和。技术的英文名词有两个:Technology 和 Technique。前者全名为技术学,是一种学术,有它的理论基础,也有实用技术;后者是单纯经验性的技术。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。其中工程技术有土木、机械、电机、电讯、化工、计算机等;农业技术有种植、畜牧、造林、园艺等。技术家(Technologist)则是从事技术工作的专门家,工程师、农艺师、医师等都称为技术家。

(3)科学和技术的区别和联系

科学和技术是两个不同的概念。它们的区别可以用表 1.1 加以概括(也见图 1.2)。

科学和技术的区别 表 1.1

	科 学	技 术
范 畴	知 识	实 践
目 的	解决是什么(What)和为什么(Why),以发现为己任	解决怎么做(How),以应用、革新、发明为宗旨
目 标	相对确定的[如图 1.1(a)]	相对不确定的[如图 1.1(b)]
方 法	侧重于分析,探索规律	侧重于综合,受到各种约束
评价标准	正(准)确与否	有效与否

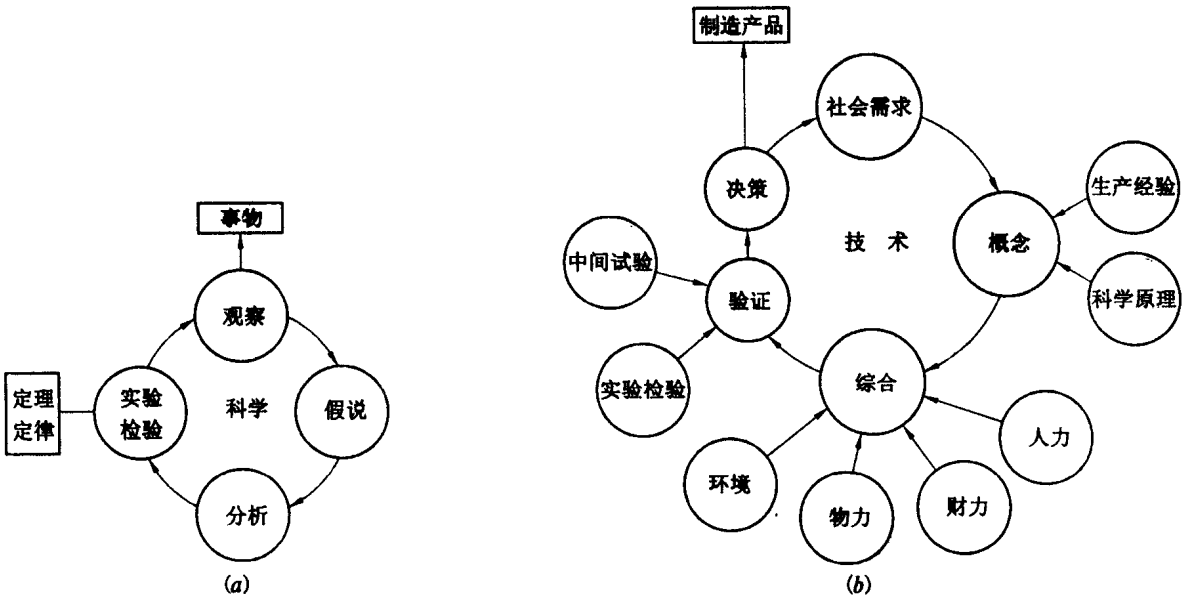


图 1.2 科学和技术的区别

但是,科学与技术又有联系。远古时期,生产力低下,人类凭借在生存中获得的经验形成各种技术,如种植技术、畜牧技术等。逐渐地,人类开始有目的地观察自然现象,有意识地认识物质运动状态,从而产生了科学。到了中古时期,随着封建社会的兴盛,科学和技术都得到发展:如哲学、天文学、物理学、医学等有较大发展,我国的火药、指南针、印刷术的技术发明对世界作出贡献,各国的建筑技术、航海技术等相继兴起。但是封建制度较长时期的存在总的还是抑制了科学技术发展。例如,在中国,古代教育中多讲儒学,很少涉及科学和生产技术知识;在欧洲,学校教育内容主要讲修辞、神学、算术、天文学,而技术指匠人传授技艺,不能进入学校。从18世纪中叶到19世纪末,是近代科学技术发展时期。这时,科学促进技术进步,逐渐发展了技术学;技术又推动新的科学理论不断涌现。例如人们对热现象的科学研究促进了蒸汽机的发明和改进,也为热力学的产生准备了条件,而热力学的研究又指导了内燃机的研制。19世纪末,很多大学开设了科学和技术的课程,技术学进入了大学。到了20世纪,科学和技术紧密相连,如现代物理学推动了原子能利用,电子技术产生了电子计算机带动着一切学科的发展等等。与此同时,技术科学得到迅猛发展,它们愈来愈成为大学中的重要学科,与各种工程相应的工程技术课程也得到应有发展。

从上述科学技术发展简史看,科学是基础,应用科学原理可以开发技术;技术的发展,会出现新的现象和问题,人们对它们进行研究,就能进一步发展科学。所以,科学与技术相互促进,相辅相成,而且互相渗透,两者之间没有明确的界限。但是,科学与技术毕竟是两个不同的概念。

(4) 工程

工程是将自然科学的原理应用到工农业生产部门中去而形成的各学科的总称……,其目的在于利用和改造自然来为人类服务(《辞海》);但工程并不等于科学。

工程是应用科学知识使自然资源最佳地为人类服务的一种专门技术(《简明大英百科全书》);但工程并不等于技术,它还受到政治、经济、法律、美学等非技术内容的影响。工程是利用和改造自然的实践过程;技术存在于工程之中。

工程中含有丰富的艺术内涵,包括工程形象的创造、工程管理的艺术以及工程师的想象力和创造力……,但工程不等于艺术。

工程的完整概念是运用科学原理、技术手段、实践经验,利用和改造自然,生产开发对社会有用的产品和实践活动的总称;任何工程都是工程师(含建筑师、工艺师等)的艺术作品和全体工程人员的劳动成果。

工程和各方面的关系见图1.3(a),以房屋建造为例如图1.3(b)。

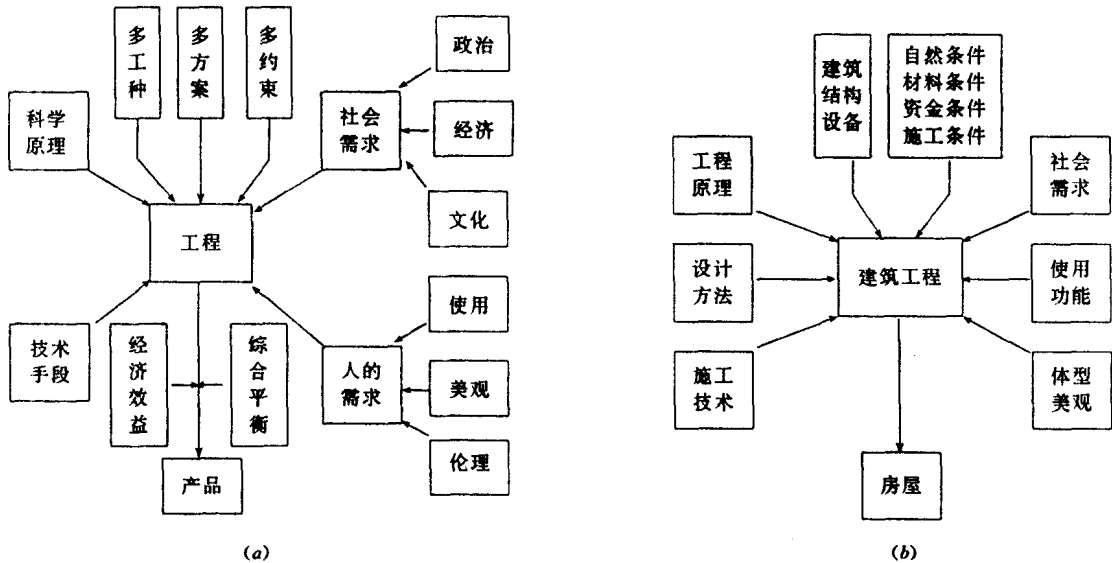


图1.3 工程和各方面的关系

(a)一般过程;(b)建筑过程

(5) 与工程有关的科学技术概貌

以土木工程为例,如图1.4所示。

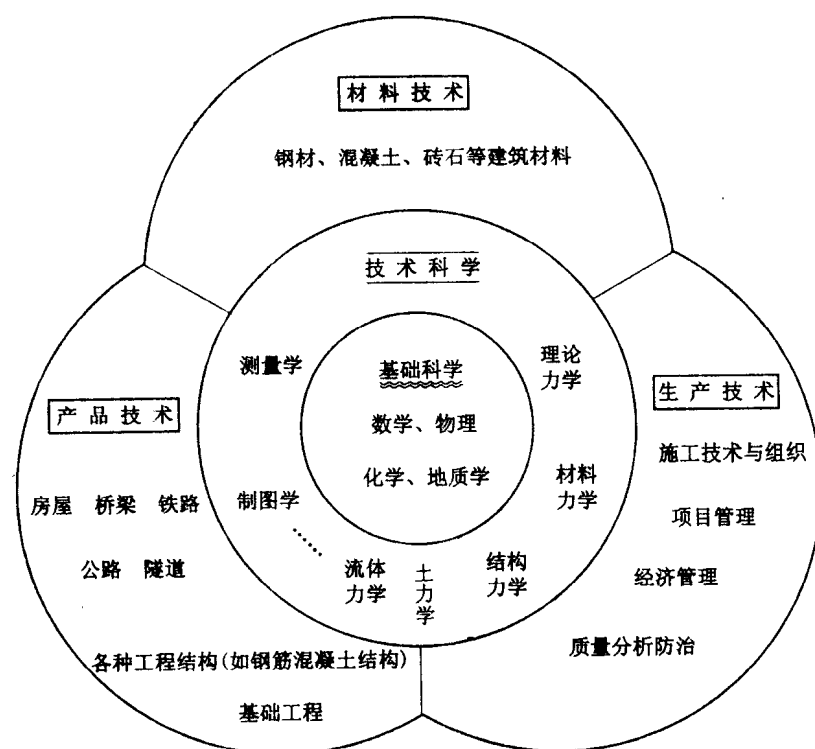


图 1.4 土木工程和有关科学、技术的关系

(6) 工程师

工程师是从事工程活动的技术家。工程师具有的特征可以从其英文名词 $\text{Engineer} = \text{Engine} + \text{er}$ 上看起来。Engine 指发动机,是实现一个目标的原动力;它的同义词 ingenuity 指创造性。可见,工程师必须具有创新精神,是工程的原动力、启动者;工程师的核心职能是革新和创造。工程师有 3 种类型:

①技术实施型 他们是在工业生产第一线从事工程设计、制造、施工、运行等技术工作的人才。他们应该善于解决工程实施中出现的各种复杂的技术问题。这类人才约占工程师总数的 55%~65%。

②研究开发型 他们是从事工程技术开发研究、工程基础研究(或称技术科学研究)的人才。他们应该具有开发新材料、新工艺、新产品,使工业生产具有竞争力的能力。这类人才约占工程师总数的 15%。

③工程管理型 他们是以技术背景为主的从事决策、规划、管理、经营、销售等工作的人才。他们的知识面要宽、组织能力要强,对工业生产的发展有洞察力和识别力。他们约占工程师总数的 20%~30%。

在工程实践中,这 3 类工程师往往因工作需要而互换。每个成为工程师的人都应该胜任这 3 类工程师的工作。因而,对工程师的素质要求应该是:

①有较强的基础科学和技术科学的理论基础(包括数学、物理、化学以及与工程有关的技术科学、工程技术)和较宽的知识面(包括政治、经济、社会学、伦理学、环境学、法律、美学、方法论等)。

②具备以下几方面的能力:

- a. 设计能力 进行工程的设计和技术标准、法规的制订。
- b. 实施能力 掌握生产工艺、技术设施,主持生产运行,能解决实践中遇到的复杂问题。
- c. 开发能力 具有新概念,对工程发展有预见,具备开发新技术的能力。
- d. 管理能力 能够系统地进行决策、规划、管理、经营,使工业生产在尽可能少的投入下获得尽可能多的社会效益和经济效益。
- e. 评价能力 对现有工程进行政治、经济、技术、质量、效益等方面的评价。

显然,具有本科学历的工程师和具有大专或高职学历的工程师(可称技术工程师)所从事的工作和对人才的素质要求是不一样的。后者主要从事工业第一线的制造、施工、运行、维修、测试等方面的工艺、技术、管理工作,能解决工程实施中遇到的一般性问题;他们在理论基础方面的要求可以较低一些,但知识结构带有很强的实用性;他们在基本技能方面(如制图、测试、工艺操作等)应有较高的要求。

科学家、具有本科学历的工程师和具有大专学历的技术工程师在工作意向、工作特征、才能要求方面的区别如表 1.2 所示。

科学家、工程师、技术工程师的差异

表 1.2

	科 学 家	工 程 师	技术工程师
工作意向	对自然或社会现象为什么会发生和怎样发生有兴趣 有志于研究和发现未知世界的事实及其规律	对工程技术问题为什么会发生和怎样发生有兴趣 有志于研究、开发新技术和新设计,即在已有社会中创造尚没有的世界	对工程技术问题怎样做,怎样解决有兴趣 有志于一般性的设计、制造、试验、检查、质量控制、工程管理,即实现、完善、改进已有的世界
工作特征	开展基础理论、应用科学或技术科学原理的研究	发展用于未来的新技术、新设计、新工艺、新材料、新方法	将已有的科技知识应用于日常生产,节约材料、节约能源,进行技术革新
才能要求	探索者 开拓者 发现者 新概念创造者	设计者 开发者 新技术形成者 标准制订者 能规划 能预见 能系统地处理问题 能评价	生产技术的管理者 技术标准的执行者 技术措施的处理者 技术革新的推行者 能设计 能制造 能组织 能判断

1.2.2 对于我国高等学校土木工程专业培养目标的理解

(1)高等学校土木工程专业培养人才的目的,是塑造能为祖国社会主义现代化建设服务的第一线的土木工程师。由于在校进行的是工程师的基本(或初步)训练,学生毕业后只能是助理工程师。他们必须经过一定的实践锻炼和考核,才能成为工程师。

(2)土木工程专业所培养的未来工程师,属于技术家的范畴。本科生在学习过程中既要重视基础科学和技术科学的学习,又要重视本专业工程技术的学习;其中更为重要的是打好扎实的技术科学理论基础。大专生则要在学好基本的基础科学和技术科学理论上,更加重视本专业工程技术知识和技能的学习和应用。

(3)由于我国目前土木工程企事业部门多数还不能承受学生大学毕业后的专业技术培训任务,大学本科或专科都是一个“独立的培养阶段”;所以在大学教学和大学学生的学习过程中必须既要重视基础理论的学习,又要重视与工程实践有关的技能和能力训练,还要重视工程意识和创新精神的培养和形成,以便使学生毕业后较快地担任工程任务。

(4)社会对人才的需求和学校对人才的培养之间存在着两个根本矛盾:①社会需求的多样性和学校培养人才的规格较为单一之间的矛盾;②社会需求的可变性和学校教学的相对稳定性之间的矛盾。此外,人的个性发展需要和学校规定的学习内容之间也不一定协调。因此,学生在学好本专业规定的必修课之外,还应该具备一些其他知识面,以适应多样和多变的社会需求和个性发展的需要。

(5)培养目标“高级技术人才”中的“高级”二字,是相应于高等工程教育,相对于中等工程教育而言的。高等教育培养的人才只有 4 个层次:①博士生;②硕士生;③本科生;④大专或高职生。所培养的人才都称为“高级……人才”;只有属于中等教育的中学和中专,所培养的人才才称为“中级……人才”。必须十分清楚,培养高级技术人才绝不是说工科大学生毕业后就成为高级工程师。高级工程师的称号是取得工程师称号的人经过较多的实践锻炼并在工程实践中作出较大贡献后才能获得的。

1.3 当前土木工程专业对所培养人才的素质要求

人的素质,按心理学解释,指“人的先天的主要在神经系统和感觉器官方面的生理解剖特点”,是人的心