

高校土木工程
专业指导委员会规划推荐教材

土木工程概论

沈祖炎 主编

中国建筑工业出版社

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

土 木 工 程 概 论

沈祖炎 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程概论/沈祖炎主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2009

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

ISBN 978-7-112-11038-4

I. 土… II. 沈… III. 土木工程-高等学校-教材 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 096044 号

本书为土木工程专业及相关学科的学生提供了帮助其了解所学专业和未来从事本行业工作的一本概论性教材。本书从不同的角度介绍了宽口径土木工程学科的若干分支领域, 如土木工程材料、建筑工程、桥梁工程、轨道交通工程、隧道工程、水工结构物、海洋工程结构、土力学与基础工程、水利工程和减灾。

本书可作为大学本科土木工程概论课程的教材和阅读材料, 也可供从事土木工程设计、研究的专业人员参考。

* * *

责任编辑: 王 跃 吉万旺

责任设计: 赵明霞

责任校对: 陈晶晶 梁珊珊

高校土木工程专业指导委员会规划推荐教材

土木工程概论

沈祖炎 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×960 毫米 1/16 印张: 10 $\frac{3}{4}$ 字数: 220 千字

2009 年 9 月第一版 2009 年 9 月第一次印刷

定价: 18.00 元

ISBN 978-7-112-11038-4

(18285)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

前 言

土木工程是一个覆盖面非常广阔的工程学科,按工程对象的不同,有以下分支:建筑工程、桥梁工程、岩土工程、隧道和地下工程、轨道交通工程、道路与机场工程、港口工程、矿井工程等,国际上还包括水利工程、给水排水工程、暖气通风工程等;按工作内容的不同,有以下分工:设计、施工、管理、咨询、监理、投资、教育、研究、开发等的技术或管理工作;按工作性质的不同,有以下几种职业:工程技术人员、教师和研究人員等。

在高等学校内设置土木工程专业就是为了培养土木工程所需的各类人员。在土木工程专业开设的课程中,一般都在第一学期为入学的新同学开设土木工程概论课程。其目的就是让刚进入土木工程专业学习的学生通过土木工程概论课程的学习能够对土木工程的工作对象、工作内容和工作性质有一概略且较完整的了解,有助于学生能够结合自己的特点和兴趣,对大学四年的学习作出合理的考虑和安排。

鉴于此,我们在编写土木工程概论时,做了如下的考虑。第1章和第2章主要介绍什么是土木工程、土木工程师的职业内容、土木工程师是怎样工作的、土木工程师应具有的知识结构和能力结构以及学生应怎样适应大学的专业教育环境。第3章到第12章则分别介绍土木工程的分支,分别为土木工程材料、建筑工程、桥梁工程、轨道交通工程、隧道工程、水工结构物、海洋工程结构、土力学与基础工程、水利工程和减灾。由于学习的学生都是刚入学的新生,在介绍土木工程的各分支时,尽量避免出现难于理解的专业内容,而把注意力放在各分支工程的具体类型、结构体系、组合和功能、荷载的传递、各组成的截面形式、所用的材料以及受力特点等,使学生得以了解土木工程各分支的主要内容。

2005年我们根据这一考虑撰写并由中国建筑工业出版社出版了英文版的土木工程概论(Introduction of Civil Engineering),同时也作为双语教学的英语教材使用。现应中国建筑工业出版社的要求,对它作了少量修改后,用中文出版,以期在达到双语教学目的的同时,能够让更多的刚进入土木工程专业学习的学生更早地了解土木工程和土木工程专业。

本书由沈祖炎院士主编,各章的执笔编写人为:陈世鸣教授(第1章)、陈以一教授(第2章)、孙振平教授(第3章)、童乐为教授(第4章)、徐栋教授(第5章)、周顺华教授(第6章)、张子新教授(第7章)、祁德庆教授(第8、9章)、张子新教授(第10章)、苏小卒教授(第11章)、葛耀君教授(第12

章)。全书由沈祖炎院士修改定稿。对邹晶硕士所作的图形绘制和文字输入工作表示感谢。

本书难免会有不足之处，敬请读者批评指正。

同济大学 土木工程学院

2009 年 5 月

目 录

第1章 土木工程和土木工程师	1
1.1 什么是土木工程	1
1.2 土木工程的分支	3
1.3 若干位历史记载的著名土木工程师	5
1.4 科学、技术和工程	8
1.5 土木工程师的工作做什么	10
1.6 土木工程师是怎样工作的	12
1.7 土木工程师职业	13
1.8 土木工程的明天	15
思考讨论题	15
第2章 为土木工程师准备的大学教育	16
2.1 土木工程师应当具有哪些必要的知识	16
2.2 大学的专业教育能为学生提供什么	18
2.3 未来土木工程师应有怎样的能力	20
2.4 怎样适应大学的专业教育环境	22
2.5 树立终身学习的理念	24
2.6 我国土木工程专业教学指导意见	25
思考讨论题	25
第3章 土木工程材料	27
3.1 概述	27
3.2 木材	27
3.3 金属材料	31
3.4 水泥	33
3.5 混凝土	34
3.6 砂浆	38
3.7 沥青材料	39
3.8 合成高分子材料	40
3.9 墙体材料	41
思考讨论题	42
第4章 建筑工程	43
4.1 建筑工程的特点	43
4.2 建筑的组成和功能	44

4.3 建筑分类	47
4.4 建筑的结构体系	48
4.5 特种工程结构	53
思考讨论题	54
第5章 桥梁工程	55
5.1 桥梁的组成和分类	55
5.2 桥梁的结构体系	61
5.3 世界和中国主要桥型的纪录跨径	67
思考讨论题	67
第6章 轨道交通工程	69
6.1 铁道的产生	69
6.2 铁道的组成与今后发展	72
6.3 我国铁道建设的发展	80
6.4 高速轨道交通系统	82
思考讨论题	85
第7章 隧道工程	86
7.1 引言	86
7.2 隧道类型与隧道结构	87
7.3 隧道施工	89
7.4 未来发展展望	93
思考讨论题	94
第8章 水工结构物	95
8.1 水工结构的基本类型	95
8.2 水流特点	99
8.3 大坝结构设计	101
8.4 明渠流	103
8.5 长江三峡水利枢纽工程介绍	103
思考讨论题	104
第9章 海洋工程结构	105
9.1 海洋工程结构设计	105
9.2 海洋结构实例	106
9.3 海洋平台结构分析	110
9.4 环境荷载	111
思考讨论题	113
第10章 土力学与基础工程	114
10.1 引言	114
10.2 土的分类和结构	115
10.3 土的工程特性	117

10.4 土力学理论的应用·····	118
10.5 基础工程·····	120
思考讨论题·····	124
第11章 水利工程 ·····	125
11.1 引言·····	125
11.2 作为土木工程一部分的水利工程·····	128
11.3 水文学概要·····	130
11.4 水工结构和径流调节·····	132
11.5 水力发电·····	132
11.6 灌溉、排水和防洪·····	134
11.7 给水·····	136
11.8 水利工程的其他领域·····	136
思考讨论题·····	138
第12章 防灾减灾 ·····	139
12.1 引言·····	139
12.2 灾害概念定位·····	139
12.3 灾害易损性分析·····	141
12.4 能力评估·····	143
12.5 防灾减灾措施·····	146
思考讨论题·····	147
附录一 土木工程专业本科教育(四年制)培养目标和毕业生基本规格 ·····	148
附录二 土木工程专业本科(四年制)培养方案 ·····	150
参考文献 ·····	158

第1章 土木工程和土木工程师

1.1 什么是土木工程

什么是土木工程？根据历史记载，土木工程是人类有史以来最古老的工程技术之一，其历史至少可追溯到 5000 年前的古埃及金字塔、古罗马庙宇、古代水利灌溉工程和许多古代著名建筑（工程）。尽管随着历史变迁，“土木工程”涵盖的意义发生了很大的变化，但其基本内涵仍然是运用科学技术和人类的发明创造来解决实际的工程问题。

根据伦敦英国皇家土木工程师宪章（1818 年）记载：土木工程是“构成土木工程师职业的一门学科，是引导绝大多数种类的自然力量为人类服务的一种艺术”。

在最新一版的中国大百科全书中，土木工程被定义为：“土木工程是建造各类工程设施的科学技术的总称，它既指工程建设涉及的工程材料和设备相关的勘测、设计、施工和保养维修等技术活动，也指工程建设的对象，如房屋、道路、铁路、运输管道、隧道、桥梁、运河、堤坝、港口、电站、机场、海洋平台、给水排水以及防护工程等。”

土木工程的英文是 Civil Engineering，其中“Civil”源于单词“civilization”，其意为“民用”，所以 Civil Engineering 的直译也称为民用工程。人类文明进步和许多方面都与土木工程有关。可以说：土木工程是伴随人类追求美好生活、改变自然环境的科学技术活动的一种形式。土木工程的英文词汇还是涵盖各类建设工程的统称。

古代的土木工程在历史上有很长的时间跨度，大致可以从公元前 500 年新石器时代最原始的土木工程活动记载，到 16 世纪末意大利的文艺复兴时期，文艺复兴也导致了土木工程的迅速发展，前后经历了两千多年。早期古代社会没有土木工程师和建筑师的区分。古埃及的金字塔（图 1-1），中国古代的万里长城（图 1-2），古罗马的公路、道路、水渠、桥梁、运河和港口等在那时都被认为是建筑师的作品和成就。直到 18 世纪，从事公共建筑设施规划设计、建造和保养维修的专业人士开始称自己为“土木工程师”。1761 年，著名的 Eddy 灯塔的设计和建造者 John Smeaton 成立了土木工程协会（又称 Smeatonian 协会），并第一个称自己为“土木工程师”，使公众开始了解土木工程师的职业和他们所从事的工作。



图 1-1 埃及的金字塔（公元前 2550），
坐落在撒哈拉沙漠的 King Zoser

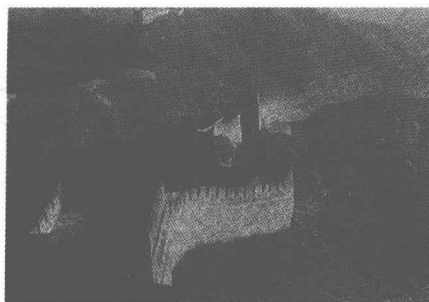


图 1-2 中国长城

土木工程和近代科学技术密切联系在一起，使得近代和现代的土木工程区别于历史上的土木工程。其最重要的区别，就是近现代的“土木工程”成为一门系统的学科。虽然古代的土木工程项目也只有在符合科学原理的基础上才能实现，但从事土木工程项目建设的人们对科学原理的认识，主要是通过经验的积累来感受和获取。近现代的土木工程则不再仅仅依赖经验，而更依托于建立在观察和系统试验基础上的科学理论，包括力学和材料科学的理论，而这些理论的掌握还有赖于广泛的数学知识。

土木工程与我们的日常生活密切相关，并在人类的发展历史中起到了非常重要作用。今天，土木工程师则面临更加复杂的问题。水库堤坝和发电厂（图 1-3）的建设需要土木工程师，各种大大小小的工程结构的建造，不论是在设计、规划还是在工程的管理上，都需要土木工程师来完成。提供我们生活的洁净安全水的水处理工厂和系统建造、运营需要土木工程师的技术专长。土木工程师还通过规划和处理人类生活垃圾的技术来减少人类对空气、土地和水的污染，保护我们的大自然环境。

总的来说，土木工程是一门古老的学科，它已经取得了巨大的成就，未来的土木工程将在人们的生活中占据更重要的地位。由于地球环境的日益恶化，人口的不断增加，人们为了争取生存，为了争取更舒适的生存环境，必将更加重视土木工程。在不久的将来，一些重大项目将会陆续兴建，插入云霄的摩天大楼，横跨大江大河的桥梁，更加便捷的交通将不再是梦想（图 1-4）。科技的发展以及地球不断恶化的环境也将促使土木工程向太空和海洋发展，为人类提供更广阔的生存空间。另外，各种工程材料新技术的涌现也将推动土木工程的进步。传统的工程材料主要是钢材、钢筋、混凝土、木材和砖材。在未来，传统材料将得到改观，一些全新的更加适合建筑的材料将问世，尤其是化学合成材料将推动建筑走向更高点。同时，设计方法的精确化，设计工作的自动化，信息和智能技术的全面引入，将会使人们有一个更加舒适的居住环境。

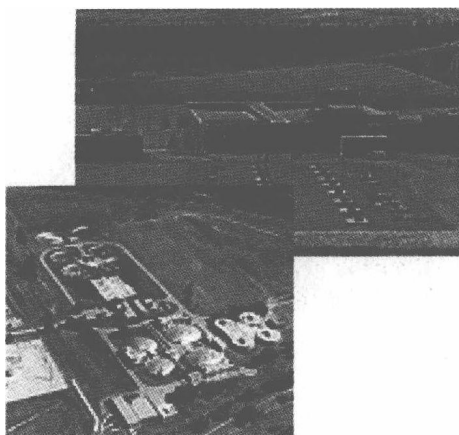


图 1-3 堤坝和发电厂

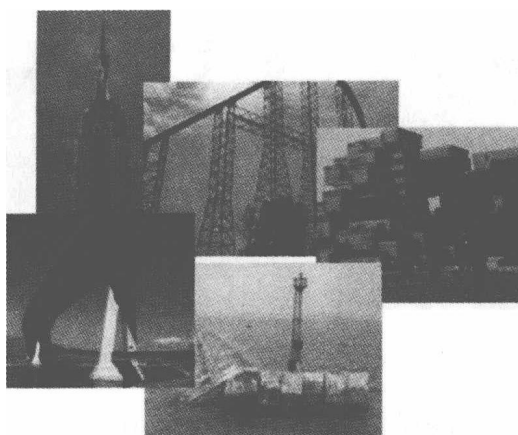


图 1-4 形式多样的结构

1.2 土木工程分支

土木工程涉及相当广泛的技术领域。建筑工程、交通土建工程、井巷工程、水利水运设施工程、城镇及建筑环境设施工程、防灾减灾工程，都属于广义的土木工程范围。此外土木工程还包括：减少和控制空气和水的污染、旧城改造、规划和建设新的居住区、城市的供水、供电、高速地面交通系统等，这些基础设施的建设都是土木工程师所涉及的技术领域。大坝、建筑、桥梁、隧道、发电厂、公路和港口等设施的建设还关系到自然环境与人类需求之间的和谐。经过多年的发展演变，今天的土木工程已被分为许多分支，如：结构工程、水利与水资源工程、环境工程、交通工程、测量工程和岩土工程等。现代土木工程技术不仅包括对工程的理论分析、设计、规划、建造、维护保养、修缮和管理，还涉及应对和处置遍布全球各类基础设施涵盖的工程项目对自然环境可能造成的影响。

结构工程 (Structural engineering) 是与建筑和桥梁结构设计及建造相关的科学技术 (图 1-5、图 1-6)。任何结构形式，不管其功能何用，都会承受自然环境 (如风荷载和地震作用) 和人 (如货物和汽车交通) 引起的荷载，这些结构必须经过设计计算，使其能承受各种可能的荷载作用。结构可以包括建筑、桥梁、管道、机器、汽车甚至是航天飞机。结构工程师的主要工作通常是进行新结构的设计、评估和改进既有结构的承载能力，防止其在地震中遭到损坏。为此，结构工程师必须具备扎实的专业知识，知晓结构的变形特性、材料性能、荷载属性、大小以及发生概率、结构设计原理、设计规范以及计算机程序的应用等。

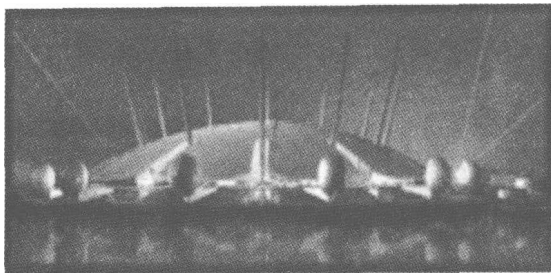


图 1-5 千年穹顶（英国，格林威治）



图 1-6 澳大利亚的悉尼歌剧院

水资源工程 (Water resources engineering) 涉及水供应和水系网络、洪水和洪涝灾害的控制、水利和水质相关的环境问题以及水质环境的遥感预测的规划、管理、设计和营运等。水资源工程中常常会用流体力学原理来解决水流动的相关问题，也包括解决固液混合的半流体力学问题。工程水利学可定量分析水环境中的水的流动与分布等水利学问题，如：洪涝、沉淀物的流动、水量供应、水浪产生的力、水力机械学以及水源地表的保护与形成等。水利和水力工程师还在应用数学、实验室和建设现场等方面进行大量的试验和研究。

环境工程 (Environmental engineering) 不仅涉及水的环境质量，还包括空气质量和土地的使用。环境工程师关注大气污染、水污染、固体废料处理、放射性有害物质控制、昆虫灾害控制和安全洁净水的供应等与环境有关的问题。他们设计了供应安全饮用水及能控制和防止水、空气和土地污染的系统。在水资源的管理等许多方面，起到了关键作用，如供水的处理与配置以及废水处理系统的设计等。这一领域是目前迅速成长起来的新兴行业。世界各国每年在水源配置和水环境处理、固体废料处理以及有害污水的处理方面都投入了亿万资金。



图 1-7 城市环形高架道路

交通工程 (Transportation engineering) 是采用某种方式将人群或物体有序高效地从一个地方运送到另一个地方的科学技术 (图 1-7)。交通系统的设计和作用不仅为人们提供了出行的便利，而且在相当长的时间里，对相关地域经济发展模式和发展程度会产生重要影响。交通工程技术集中反映在交通系统的规划、设计、建造和管理中，并形成包括交通的基础设施、

运行车辆、交通管理控制系统和交通管理策略在内的有效交通系统，以保障人员和货物的运送。

测量工程 (Survey engineering) 是对地表进行精密测量以获取工程项目所在位置的可靠信息。通常, 在工程设计开始之前, 测量工程人员就已经在现场工作。现代测量工程师会采用大量的电子仪器甚至借助卫星技术 (可提供精密的俯视图) 来进行工程测量。有些工程建设项目测量会跨越几十平方公里范围。另外, 海洋上的工程测量, 可以借助 GPS 定位系统, 以确定工程的精确位置。

岩土工程 (Geotechnical engineering) 是土木工程中处理工程项目设计施工中与土、岩石和地下水相关的专门技术 (图 1-8、图 1-9)。有时也称为土体或地下工程。岩土工程师专事分析土体和岩石的性能, 这些性能会影响土体和岩石所支承的上部结构、路面以及地下结构的结构特性。岩土工程师评估建筑可能出现的沉降, 测算填土和边坡的稳定, 评估地下水渗漏和地震的影响。参与大体量土石结构 (如水坝和大堤等)、建筑基础以及一些特种结构的设计与施工, 如海洋平台、隧道和大坝以及深开挖等其他施工技术。

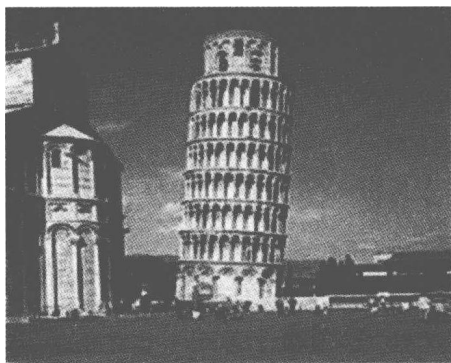


图 1-8 意大利比萨斜塔



图 1-9 土体滑坡 the Vaiont Dam (1963) Italy

1.3 若干位历史记载的著名土木工程师

土木工程作为一门独立学科最早出现在 1716 年创建法国桥梁和公路协会的时候, 1747 年该协会演变为法国国立桥梁和公路学校。在土木工程历史记载上, 有许多对今天的技术和社会有着很大影响的先驱。下面的一些名字只是他们其中的一部分, 他们提醒着我们, 土木工程领域中一些重要的技术发明和进展对人类社会进步所起的作用和影响。

约瑟夫·阿斯普丁 (Joseph Aspdin, 1779—1855) 是一位英国利兹的建造商, 1824 年发明了一种称为“波特兰”的新水泥材料, 其名字主要是由于这种水泥材料与英国一个叫波特兰的地方用于砌筑房子的天然石头相似而得名。阿斯普丁用车轮将石灰石路面的石子碾碎, 并与细黏土混合磨成粉状, 经养护, 获得高强水泥。波特兰水泥获得了巨大的商业成功。为了保持其制作秘密, 阿斯普丁

在制作中最后喷洒了一些“神秘的盐”。阿斯普丁的发明导致了用山区原材料来生产水泥粉的水泥工业。

丹尼尔·伯努利 (Daniel Bernoulli, 1700—1782) 和雷哈德·欧拉 (Leonhard Euler, 1707—1783) 是俄罗斯圣彼得堡的两位数学教授, 他们既是同事又是多年的好友。伯努利出版了流体静力学和流体动力学著作, 首次记录了流体力学现象并发现了用其名字命名的流体运动方程。欧拉则比他的同事对数学显示了更大的兴趣。事实上, 是欧拉推导了以他的朋友名字命名的流体运动方程, 发表了数百篇研究论文, 仅论文题目排列起来就有 50 多页厚。

克劳德·伯赛 (Claude H. Birdseye, 1878—1938) 是美国摄影测量技术协会的创建者并任协会的第一任主席, 该协会成立于 1934 年, 现通称为美国摄影测量和遥感技术协会。作为一名摄影测量的先驱, 伯赛承担了距鲍德市东北部有 7 英里远的大黑峡谷急流河道的测绘工作, 该峡谷后建成为胡佛水坝。由于大黑峡谷地形险要, 沿克劳拉德河两侧都是悬崖峭壁, 传统的测绘方法根本无法使用。伯赛发明了摄影测绘方法, 在峡谷里设置了精确的测绘控制网点, 在胡佛水坝修建竣工之前, 他带领着一支测量考察队, 7 年里, 深入到克劳拉德河道所有地方, 寻找建造大坝的位置。胡佛水坝最终在 1936 年完成修建, 水坝坝高有 726 多英尺 (是全美国第二高的坝体), 峡谷中形成的密德湖也成为全美国最大的人工湖 (水库)。

艾赛巴德·金·布鲁乃 (Isambard Kingdom Brunel, 1806—1859) 是泰晤士运河隧道建造者马齐艾赛巴德·布鲁乃的儿子, 生于英格兰的朴次茅斯。和他父亲一样, 布鲁乃的职业生涯是与一个又一个宏大工程联系在一起的, 其中最著名的应该是英格兰铁路工程。19 岁时, 布鲁乃在他父亲负责的泰晤士运河隧道工程中担任一名现场工程师。1833 年, 他完成了伦敦到布里斯托之间铁路线施工前的测量, 该线路后来成为大英西线铁路。布鲁乃的工作还包括为火车设计了 7 英尺宽的轮距, 使火车在高速下行驶更加平稳。总之, 布鲁乃为英格兰西、英格兰中部和南部威尔士建造了 1600 多英里的铁路线路。后来, 他又将兴趣转向航海, 建造了世界上第一艘采用蒸汽动力横跨大西洋的轮船。

莱昂纳多·达·芬奇 (Leonardo Da Vinci, 1452—1519) 是一位著名的意大利艺术家、发明家和科学家, 同时对土木工程也作出了巨大贡献。小学毕业后, 达·芬奇跟随艺术家安德鲁 (Andrea del Verrocchio) 学徒, 1482 年, 达·芬奇来到米兰, 受雇于米兰公爵, 作为公爵的专用画师和工程师。在此位置上, 达·芬奇对大教堂的建造提出了许多建议, 许多设想和建议都与水利工程和机械工程有关。1500 年, 法国人占领了意大利, 达·芬奇为法国人工作, 绘制了许多城堡设计图纸并设计了后来连接米兰和 Lake Como 湖的 Adda 运河。达·芬奇吸引人的才智和手记都与机械有关, 涉及非常复杂的吊车机械、钻机、水下呼吸机和第一个飞行器的设计。他还是一名军事工程师, 发明了许多攻击性武器、浮桥和

蒸汽动力船舟。

查尔斯·埃利 (Charles Ellet, 1810—1862) 是历史上第一位设计悬索桥的美国人, 又称为“美国的布鲁乃”。埃利 1828 年在 Chesapeake 和 Ohio Canal 作为一名测量技术员和助理工程师开始了他的职业生涯。1832 年, 国会否决了埃利在华盛顿波特玛克河上建造一座悬索桥的方案, 10 年后, 埃利在费尔芒德的歇凯尔河上建造了他的第一座悬索桥。该悬索桥主跨 858 英尺, 采用了在法国已经使用了多年的一种技术, 用许多细绳索制作出主缆绳。在美国南北战争前, 埃利在美国各地建造了许多大跨度桥梁, 其中包括世界上第一座大跨度悬索桥, 该桥主跨 1010 英尺, 跨越在惠灵的俄亥俄河上。

约翰·劳顿·麦克达姆 (John Loudon McAdam, 1756—1836) 是一个英格兰工程师, 他的主要杰出成就在道路工程方面。约翰年轻时生活在美国, 1783 年麦克达姆回到了英国, 1827 年被任命为英国所有道路的工程总督官。他提出了碎石路面施工方法, 在压实的土基上, 铺设一层大石垫层, 然后上面铺设一层小碎石垫层, 再铺设路面, 道路两侧铺设排水沟槽。到 19 世纪末, 欧洲大部分的道路都采用了这样的技术。麦克达姆是一位道路工程技术的推进者, 共写了三本道路工程方面的专著, 另外还提供奖金吸引更多的人进入道路工程这个行业。

约翰·斯米顿 (John Smeaton, 1724—1792) 出生在英国, 是历史上第一位称自己为土木工程师的人, 以区别于当时的军事工程师。1771 年, 斯米顿成立了历史上第一个工程专业协会, 即土木工程师协会 (他去世后被称为斯米顿协会)。斯米顿以设计和建造英国 Eddy 灯塔而著名, 该灯塔迄今仍在使用。他还有许多发明和技术革新, 如: 发明了测量不同材料膨胀系数的仪器。他还通过试验证明了水轮车和风车采用上射式轮叶方法产生的功率是采用传统的下冲式轮叶方法的两倍。

卡尔·太沙基 (Karl Terzaghi, 1883—1963) 是土力学之父, 并将土的固化、侧压、承载能力和稳定理论引进了土力学。1925 年他在维也纳首次报告了他的科学发现, 当时他还在土耳其的伊斯坦布尔技术大学和堡伽之兹大学工作。太沙基著有许多有影响的技术专著, 如 1925 年出版的基于土和土体物理的土力学, 1943 年出版的理论土力学, 可以说这两本书集中代表了他在土力学方面的主要研究成就。在该著作中, 太沙基提出并详细阐述了土的固化理论、土的沉降计算方法、土的承载力理论、土的侧压效应、挡土墙原理、土的抗剪理论以及边坡稳定理论。为了使工程师们能应用这些理论和方法, 太沙基在书中附录了许多设计和计算图表。他提供的技术咨询和指导遍布世界各地。1938 年, 当德国占领了奥地利, 太沙基离开了自己祖国去了美国, 并在美国哈佛大学任教。太沙基直到 1956 年退休后还担任了各种学术技术工作, 为公众提供其特长和专业学识。他在美国各地大学和专业学术机构里担任客座教授, 去世时, 享年 80 周岁。

詹天佑 (1861—1919) 是江西婺源人, 中国杰出的爱国工程师、铁路工程专

家。1872年,12岁的詹天佑考取了第一批幼童赴美留学班。在美国中学读书的时候,他发奋学习自然科学。1878年,17岁的詹天佑考入了美国耶鲁大学,学习土木工程和铁路专业,毕业成绩优异。1881年回国。1888年在当时的中国铁路公司任工程师。在他开始任职的80天里,就完成了塘沽到天津的铁路铺轨任务,后来又建成了滦河大桥。1894年英国工程研究会正式接纳詹天佑为会员。1905年清政府任命詹天佑为总工程师,主持修建我国自建的第一条铁路——京张铁路。

茅以升(1896—1989),土木工程学家、桥梁专家、工程教育家,是中国近代桥梁事业的先驱。20世纪30年代,他主持设计并组织修建了钱塘江公路铁路两用大桥,成为中国铁路桥梁史上的一个里程碑,在我国桥梁建设上做出了突出的贡献。他主持我国铁道科学研究院工作30余年,为铁道科学技术进步做出了卓越的贡献,是积极倡导土力学学科在工程中应用的开拓者。在工程教育中,始创启发式教育法,坚持理论联系实际,致力教育改革,为我国培养了一大批科学技术人才。长期担任学会领导工作,是我国工程学术团体的创建人之一。

1.4 科学、技术和工程

许多人很难分清“工程”与另两个词汇“科学”和“技术”之间的区别。这主要是对工程在社会中所起的作用缺乏理解。

什么是工程?工程是将科学理论应用于人们社会实践活动的一门专业艺术,工程的主要作用是把自然资源转化为人类服务。工程定义为“创新性地应用科学原理来进行结构、机械、仪器设备或者整个制造工艺的设计和生 产,其设计和生产的内容可以是其中单一个体,也可以是许多单体的组合,所有的东西都可依据设计重复制造生产出来,其在特定使用条件下的性能是可预知的,并符合产品的功用、经济性和安全性要求”。(选自美国工程师协会的工程师职业发展章节)。

工程师这一单词来源于拉丁文“ingenium”这一单词,其原意表示“有天赋、有才能、聪明和天生有能力”。古代的士兵最早被认为是工程师,因为他们能制作战场上使用的兵器,并很有天赋。所以最早的工程师都是兵器工程师(或称军事工程师)。以后,逐渐需要非“兵器”工程师,又称为“民用”工程师或土木工程师,土木工程师的作用开始被人认识,其职责是指导道路、桥梁运河和水利灌溉工程的建造。后来,又出现了许许多多工程专业分支。今天,工程师具备更一般、更广泛的含义。今天的工程师是“掌握并运用科学理论知识和数学工具,具备专业技术能力和良好职业道德,具有创新意识,解决问题满足人类需求的专业技术人员”。工程师应该兼具科学家和数学家的素质,具有创新意识,知任善断,善于解决问题,工程师应具备良好职业道德和为公众社会服务的责任心,工程师还应是一位改革创新者,要充分意识技术变革对社会将产生巨大的影响。

与工程密切联系在一起的是浩瀚广博的各种专业知识和专业知识应用的强化训练和专业实践的准备。各种工程技术标准由众多专业技术协会致力建立并不断修订。在这些地区和国家的专业协会组织中，每一成员都充分意识到自己的公共责任要比对雇主和协会其他成员的更为重要。

专业工程的实践不仅要具备各种工程材料物理属性的知识，而且还应掌握数学分析的逻辑推演、系统和过程的运作原理，社会、物质和经济条件的各种制约、公众利益的保护以及现在乃至未来社会和环境的内容。职业工程师不仅是某一个具体技术领域的专家，还应该是知晓其他知识的通才，这样才能在真实世界中充分展示自己的专长。工程活动的核心是设计，是承担独创、想象力、知识、技能、学科和基于经验判断等活动的艺术。

与科学家不同的是，工程师不能根据个人兴趣来自由选择要解决的问题，他必须解决所面临和发生的问题，其结果还需符合充满分歧的要求。通常，高效率要花费金钱，安全性会增加复杂程度，改善性能会增加重量，因此，工程方案的最终解决是考虑众多因素后所得到的一个优化结果。其结果可能是在重量允许值内最可靠的，在满足安全要求下最简单的，或者在给定的价格内最有效的。在许多工程问题中，工程的社会影响是至关重要的。

“技术”这个词汇最早来源于古希腊文字，含有艺术和手工艺的意义。技术的最基本含义是指：人运用自己的知识，采用工具或其他方式使人们生活得更方便或舒适。人类利用技术来改善和提高工作能力。通过技术，人们能更好地相互通信交流。技术使人们能用上更好的产品。例如，我们居住的房屋，因为技术的使用而越建越好；因为技术的进步，人们能以更舒适、更快的方式旅行。今天，技术给人的印象是与计算机、激光、机器人和其他精密复杂的仪器设备联系在一起的，所以常被称为高科技。但是，我们必须清楚地明白，人类运用技术已经有几千年的历史。

科学和技术常常是密切关联的。有句名言说得好：“科学是技术得以存在的基础”。因此，技术可以看作为科学理论的应用。根据此观点，可以认为：通过科学研究，形成科学理论，然后技术就是将这些科学理论应用到解决实际问题，服务于我们的生活和社会。但这仅是其中的一部分，在人类的技术发展史上，技术似乎与科学没有很大关联。今天，社会发展对技术的要求实际上也促进了科学的进步，即科学和技术进步相辅相成。一个领域的技术进步往往还取决于其他领域的进展。

尽管今天绝大多数的技术都是工程师努力工作的结果，但并不是所有技术都是由工程师的活动所发展形成的。可以说，我们今天是生活在一个充满工程活动的技术世界中。

科学家工作的主要目的是获取和增加人类对自然的知识和了解。在追求新知识的进程中，科学家要进行系统的研究。研究中，科学家常常会提出一些假说，