



普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程概论

主 编 董 莪 黄林青
副主编 郝进锋 邓夕胜
王作文 张伯虎



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

土木工程概论

主 编 董 莪 黄林青

副主编 郝进锋 邓夕胜

王作文 张伯虎



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

前言

本书是由武汉工业学院、重庆科技学院、东北石油大学、西南石油大学四所高校的专业教师经过多次讨论,结合当前教学要求和土木工程发展现状联合编写而成的。

本书着重介绍了土木工程专业的基本内容,以简明、新颖、实用的特点帮助学生了解土木工程所涉及的范围、内容和最新发展等情况。教材编写以高等教育课程建设和教学改革为指导,以针对性、应用性、实践性为原则,争取成为满足院校需求、高质量、有所突破和创新的精品教材。

本书除可作为土建类本科和专科有关专业的必修课和选修课教材外,也可供水利、石油类专业参考使用,亦可作为建设管理、设计、施工、投资等单位及相关工程技术人员的参考用书,同时可供其他工程类、人文类专业学生的选修课教材以及供高职、高专与成人高校师生使用。

本书编写紧密结合相关专业人才培养目标和行业规范,按照课程的教学大纲要求,在编写中贯穿相应的教学指导思想;从内容选材、教学方法、学习方法、实践配套等方面突出高等教育的特点;注重应用能力的培养,摆脱重理论、轻实践的编写模式。在知识的实用性、综合性上下功夫,理论联系实际,加强实践技能的培养,把应用创新能力培养、融汇于教材之中,并贯穿始终。

本书内容覆盖了土木工程领域标准要求的所有知识点,编写以满足知识构架和实践需要为前提,呈现适应学生的知识基础和认知规律,深入浅出,正确阐述本学科的科学理论,完整表达本课程应包含的知识,结构严谨,理论联系实际,注重结合基础知识、基本训练以及实践等活动,培养学生分析和解决实际问题的能力。

本书绪论、第一章和第三章由武汉工业学院董莪、刘杰胜、余启明编写;第二、第六章由重庆科技学院黄林青编写;第四、第五章由东北石油大学郝进锋编写;第一章第九节、第七、第八章由西南石油大学王作文、张伯虎、

邓夕胜编写；全书由董莪、黄林青主编，董莪统稿。

本书在编写过程中还得到了中国水利水电出版社领导和编辑同志们的大力支持和帮助，并提出了很好的修改意见和建议，在此一并表示感谢。

编 者

2011年6月

目录

前言

绪论	1
第一章 土木工程的主要类型	9
第一节 建筑工程	9
第二节 地下工程	24
第三节 道路与铁路工程	28
第四节 桥梁与隧道工程	37
第五节 给排水及环境工程	46
第六节 水利水电工程	59
第七节 港口与海洋工程	66
第八节 机场工程	78
第九节 油田工程	84
习题	91
第二章 基础工程	92
第一节 概述	92
第二节 土木工程地质勘察	94
第三节 地基与基础	113
第四节 基础工程的设计方法	126
习题	129
第三章 土木工程材料与制品	130
第一节 土木工程材料的发展历史与发展趋势	130
第二节 土木工程材料的组成、结构、构造与性能	131
第三节 土木工程材料的分类与作用	139
第四节 土木工程中常用材料	140
第五节 土木工程中的功能材料	161
第六节 土木工程材料试验	166
习题	171
第四章 土木工程结构的设计方法	173
第一节 工程结构的受力分析	173

第二节	现代结构设计理论与方法	210
第三节	土木工程结构设计	217
第四节	土木工程设计规范简介	221
习题		225
第五章	土木工程施工	227
第一节	基础工程施工	227
第二节	结构工程施工	238
第三节	其他工程施工	247
第四节	现代施工技术	264
第五节	施工组织	266
第六节	施工技术的发展趋势及展望	272
习题		274
第六章	土木工程建设项目管理	275
第一节	建设程序与建设法规	275
第二节	土木工程项目的招投标与承包	280
第三节	土木工程项目管理	287
第四节	土木工程建设监理	293
习题		300
第七章	土木工程防灾和减灾	301
第一节	灾害的含义与类型	301
第二节	工程灾害	303
第三节	工程结构抗灾	317
第四节	工程防灾减灾的新成就与发展趋势	320
习题		322
第八章	计算机技术在土木工程中的应用	323
第一节	人与计算机的关系	323
第二节	CAD 的基本概念及其在土木工程中的应用	324
第三节	计算机模拟仿真在土木工程中的应用	328
第四节	施工管理的信息化与现代化	331
第五节	计算机在智能化建筑中的应用	335
第六节	土木工程专业中计算机辅助教学与网络教学	336
习题		337
参考文献		338

绪 论

一、土木工程的性质、任务和培养目标

1. 土木工程的概念

“土木工程”在中国是一个古老的名词，是指建筑房屋等工事，如把大量建造房屋称作大兴土木。古代建房主要依靠泥土和木料，所以称土木工程。在国外，土木工程一词是1750年设计建造艾德斯通灯塔的英国人——斯米顿首先引用的，即民用工程，以区别于当时的军事工程。至1828年，伦敦土木工程师学会为土木工程下的定义为：土木工程是利用伟大的自然资源为人类造福的艺术，它是所有工程中发展最早、内容最广的工程学科，是人类改造和建设生活、生产环境的先行基本手段；它所建造的各种工程设施，满足了当时的生活和生产的需求，也反映了各个历史时期的社会、经济、文化和科学技术的面貌。中国国务院学位委员会在学科简介中将土木工程定义为：土木工程是建造各类工程设施的科学技术的总称，它既指工程建设的对象，即建在地上、地下、水中的各种工程设施，也是指所应用的材料、设备和所进行的勘测设计、施工、保养、维修等技术。

2. 土木工程的范围

土木工程的范围非常广泛，它包括房屋建筑工程、公路与城市道路工程、铁道工程、桥梁工程、隧道工程、港口工程、机场工程、地下工程、给水排水工程、环境工程及海洋工程等。国际上，运河、水库、大坝、水渠等水利工程也包括于土木工程之中。土木工程也是指建设这些工程设施的科学技术活动的总称，建造任何设施都包含勘测、设计、施工等过程，随着科技的进步，每一个环节都需要理论的指导和实施的组织，从而使工程设施能达到安全、经济和美观的建设要求。

3. 土木工程的培养目标

土木工程专业培养掌握工程力学、流体力学、岩土力学和市政工程学科的基本理论和基本知识，能够面向基层，具有时代气息和开放意识，能在房屋建筑、地下工程、桥梁等设计、施工、管理、投资、开发等部门从事技术或管理工作，并获得工程师基本训练的应用型、复合型的土木工程技术和管理人员。

在校学习期间，学生可获得建筑结构设计能力、施工技术问题解决能力、施工组织与管理能力及工程项目管理能力；掌握工程造价评估能力、工程监测和工程质量鉴定与评价能力、工程监理的初步能力；具有建筑设计的初步能力。

土木工程专业人才的培养面临从教学内容、方法到组织形式与专业实践、工程环境的塑造、职业意识的培养等方面，努力培养出一种复合型的、具有广泛社会适应性的应用型人才和创造性人才。

二、土木工程的发展历史与未来展望

(一) 土木工程的发展历史

土木工程的发展经历了古代、近代和现代三个阶段。

1. 古代土木工程

古代土木工程的历史大致是从旧石器时代（约公元前 5000 年起）到 17 世纪中叶。这一时期的土木工程没有设计理论，修建各种设施主要依靠经验。所用的材料主要取之于自然，如石块、草筋、土坯等，在公元前 1000 年左右开始采用烧制的砖。这一时期，所用的工具也很简单，只有斧、锤、刀、铲和石夯等手工工具。尽管如此，古代的土木工程还是给后人留下了许多有历史价值的建筑，有些工程即使从现代角度来看也是非常伟大的，有的甚至难以想象。

如建于公元前 2700～前 2600 年间的埃及金字塔；又如希腊的帕特农神庙，古罗马斗兽场等都是令人神往的古代石结构遗址。

中国古代建筑大多为木结构加砖墙建成。1056 年建成的山西应县木塔，原名“佛宫寺释迦塔”，该塔全部用优质松木建成，塔高 67.13m，呈八角形平面，塔的第一层有高 10m 的释迦像，木塔结构设计精巧，经历了多次大地震，历时近千年仍完好耸立，足以证明我国古代木结构的高超技术。其他木结构如北京的故宫、天坛，天津蓟县的独乐寺观音阁等均为具有漫长历史的优秀建筑。

中国古代的砖石结构也有伟大的成就。最著名的即是中国人民引以为自豪的万里长城，它东起山海关，西至嘉峪关，全长 5000 余 km。又如 590～608 年在河北赵县洹河上建成的赵州桥，经千余年后尚能正常使用，为世界石拱桥的杰作。

在水利工程方面，我国一直有兴修水利的优良传统。公元前 306～前 251 年四川灌县的都江堰水利工程的兴建，使成都平原成为“沃野千里”的天府之乡，至今仍造福于四川人民。

在交通工程方面，古代也有伟大成就。以咸阳为中心修建了通往全国各郡县的驰道，形成了全国的交通网。

这一时期还出现了一些经验总结和描述外形设计的土木工程著作。其中最具有代表性的为公元前五世纪的《考工记》，北宋李诫的《营造法式》，意大利文艺复兴时期贝蒂著的《论建筑》等。

2. 近代土木工程

近代土木工程的时间跨度为 17 世纪中叶到第二次世界大战前后，历时 300 余年。在这一时期，土木工程逐步形成为一门独立学科。

在材料方面，1824 年波特兰水泥及 1859 年转炉炼钢法的发明，使得钢筋混凝土和预应力混凝土开始应用于土木工程。使得土木工程师可以运用这些材料建造更为复杂的工程设施。在近代及现代建筑中，凡是高耸、大跨、巨型、复杂的工程结构，绝大多数应用了钢结构或钢筋混凝土结构。

这一时期，土木工程中一些新的施工机械和施工方法，如打桩机、压路机、挖土机、掘进机、起重机、吊装机等纷纷出现，这为快速高效地建造土木工程提供了有力手段。

这一时期的代表作如：1889 年在法国建成了高达 300m 的埃菲尔铁塔，该塔已成为巴

黎乃至法国的标志性建筑，至今观光者仍络绎不绝。1886 年美国首先采用了钢筋混凝土楼板；1928 年预应力混凝土被发明，随后预应力空心板在世界各国广泛使用。1825 年英国修建了世界上第一条铁路。1863 年英国伦敦建成了世界上第一条地下铁道。

在水利建设方面世界的两大运河的建成通航，一条是 1869 年开凿成功的苏伊士运河，将地中海和印度洋连接起来，这样从欧洲到亚洲的航行不必再绕行南非；另一条是 1914 年建成的巴拿马运河，它将太平洋和大西洋直接联系起来，在全球运输中发挥了巨大作用。

在第一次世界大战后，许多大跨、高耸和宏大的土木工程相继建成。其中典型的工程有 1936 年在美国旧金山建成的金门大桥和 1931 年在美国纽约建成的帝国大厦，共 102 层，高 378m，这一建筑高度保持世界纪录达 40 年之久。

这一时期我国建造的有影响的工程有：1909 年詹天佑主持修建的京张铁路；1934 年上海建成了 24 层的国际饭店；1937 年茅以升先生主持建造的钱塘江大桥等。

3. 现代土木工程

随着社会的发展，土木工程达到了一个新的高度。现代科学技术迅速发展，为土木工程的进一步发展提供了强大的物质基础和技术手段，开始了以现代科学技术为后盾的土木工程新时代。这一时期的土木工程有以下几个特点：

(1) 设计理论科学化。主要体现在土木工程的设计、施工过程中，充分利用计算机的功能，实现信息自动采集、精确分析、房屋和设备的智能检测和控制等。

(2) 施工过程信息化。所谓信息化施工是在施工过程中所涉及的各部分、各阶段广泛应用计算机信息技术，对工期、人力、材料、机械、资金、进度等信息进行收集、存储、处理和交流，并加以科学地综合利用，为施工管理及时、准确地提供决策依据。

(3) 功能要求多样化。现代的土木工程已经超越本来意义上的挖土盖房，架梁为桥的范围。公共建筑和住宅建筑要求周边环境，结构布置，与水、电、煤气供应，室内温、湿度调节控制等现代化设备相结合；许多工业建筑提出了恒湿、恒温、防微振、防腐蚀、防辐射、防磁、无微尘等要求，并向跨度大、分隔灵活、工厂花园化的方向发展。

(4) 城市建设立体化。随着经济发展和人口增长，城市人口密度迅速加大，造成城市用地紧张，交通拥挤，地价昂贵；这就迫使房屋建筑向高层发展，使得高层建筑的兴建几乎成了城市现代化的标志。美国的高层建筑最多，其中高度在 200m 以上的就有 100 余幢。近十多年来，中国、阿联酋、马来西亚等国家的高层建筑得到了迅猛的发展，建造了多栋高度在世界上领先的建筑。

城市为了解决交通问题，一方面修建地下交通网；另一方面又修建高架公路和轨道交通。随着地下铁道的兴建，地下商业街、地下停车场、地下仓库、地下工厂、地下旅店等也陆续发展起来。现代化城市建设是地面、空中、地下同时展开，形成了立体化发展的局面。

(5) 交通工程快速化。由于经济的繁荣与发展，对运输系统提出了快速、高效的要求，而现代化技术的进步也为满足这种要求提供了条件。现在人们常说：“地球越来越小了”，这是运输高速化的体现。

据统计，目前全世界 50 多个国家和地区拥有高速公路。铁路运输在公路、航空运输

的竞争中也开始快速化和高速化。我国在北京、上海、香港新建或扩建的机场工程已跨入世界大型航空港之列。交通工程快速化主要标志体现在高速公路的大规模修建、铁路电气化的形成和大量发展、长距离的海底隧道的出现。

(6) 工程设施大型化。为了满足能源、交通、环保及大众公共活动的需要,许多大型的土木工程在二战后陆续建成并投入使用。高层建筑、高耸结构、大跨度建筑、大跨度桥梁等工程陆续建成并投入使用。

综观土木工程历史,中国在古代土木工程中就有光辉成就,至今仍有许多历史遗存,有的已列入世界文化遗产名录。在近代土木工程中,进展很慢,与封建时代末期落后的制度有关。在现代土木工程中,我国在近 20 年来取得了举世瞩目的成就。以往在列举世界有名的土木工程时,只有长城、故宫、赵州桥等古代建筑,而现在无论是高层建筑,大跨桥梁,还是宏伟机场,港口码头,中国在前十名中均有建树,有的已列前三名,甚至第一名,这些成就均为改革开放以来取得的。土木工程的发展可以从一个侧面反映出我国经济的发展,显示中华民族走向复兴之路。

(二) 土木工程的未来展望

在 21 世纪,由于新材料、新结构、新工艺、新施工方法的出现,人类将有可能从事规模巨大的土木工程建设,从事土木工程的人们将为改造世界作出新的贡献,取得新的突破。未来土木工程的发展主要体现在如下几个方面。

1. 将陆续兴建重大工程项目

为了解决城市土地供求矛盾,城市建设将向高、深方向发展。目前,世界上拟建的更高的建筑有,美国芝加哥 Mgin - Beitler 大厦,高 610m, 141 层。日本东京计划建造摩天城市,高 1000m, 共 800 层,可居住 3 万~4 万人。

在我国除了修建标志性的大厦以外,还要修建大量的商品住房。目前我国城市人口人均住房面积在 10m^2 左右,而发达国家多在 20m^2 以上。考虑我国人口基数巨大,加上城市化进程加速,对住宅的需求压力是很大的。

目前高速公路、高速铁道的建设仍呈发展趋势,交通土建工程在 21 世纪将有巨大的进步。在中国,交通土建工程也有宏伟的规划。在“十五”期间,我国以“五纵、七横”为骨干建成全国公路网。在铁路建设方面,北京到上海的高速铁路、上海到杭州的高速铁路。以及其他城市之间的高速铁路已经陆续建成通车。

在航空港及海港和内河航运码头的建设也会在不久的将来取得巨大的进步。

2. 将向海洋、荒漠、太空开拓

地球上海洋的面积占整个地球表面积的 70% 左右,陆地面积太少,故要向海洋发展。为了节约用地,防止噪音对居民的影响,许多机场已开始填海造地。如中国的澳门机场,日本关西国际机场均修筑了海上的人工岛;中国的香港大屿山国际机场劈山填海,荷兰 Delft 围海造城都是利用海面造福人类的宏大工程。现代海上采油平台体积巨大,在平台上建有生活区,工人在平台上每次工作都会持续几个月,如果将平台扩大,建成海上城市是完全可能的。另外,从航空母舰和大型运输船的建造得到启发,人们已设想建造海上浮动城市。海洋土木工程的兴建,不仅可解决陆地土地少的矛盾,同时也将对海底油、气资源及矿物的开发提供立足之地。

全世界陆地中约有 1/3 为沙漠或荒漠地区, 千里荒沙、渺无人烟, 目前还很少开发。沙漠难于利用主要是缺水, 生态环境恶劣, 日夜温差太大, 空气干燥, 太阳辐射强, 不适于人类生存。近代许多国家已开始沙漠改造工程。在我国西北部, 利用兴修水利, 种植固沙植物, 改良土壤等方法, 已使一些沙漠变成了绿洲。

向太空发展是人类长期的梦想, 在 21 世纪这一梦想可能变为现实。因为月球上有丰富的矿藏, 美国已经计划在月球上建造一个基地。日本人设想在月球上建立六角形的钢制蜂房式基地。随着太空站和月球基地的建立, 人类可向火星进发。而火星到地球可用宇宙飞船联系, 人们的生活空间将大大扩展。

3. 工程材料向轻质、高强、多功能化发展

随着科学技术发展, 土木工程在工程材料领域也将取得巨大的发展, 如传统土木工程材料——钢材将朝着高强、具有良好的塑性、韧性和可焊性方向发展。日本、美国、俄罗斯等国家已把屈服点为 700N/mm^2 以上的钢列入了规范; 如何合理利用高强度钢也是一个重要的研究课题。高性能混凝土及其他复合材料也将向着轻质、高强、良好的韧性和工作性能方面发展。C120 的混凝土已开始使用, 今后将有 C400 混凝土。另外, 在一些化学合成材料方面也将有所发展, 如利用高分子聚合制备具有耐高温、保温隔声、耐磨耐压等优良性能的化工制品。

4. 设计方法精确化、设计工作自动化

以往的土木工程, 由于结构的复杂性和人类计算能力的局限, 人们对工程的设计计算只能比较粗糙, 有一些还依靠经验。计算机的出现, 彻底改变了这种局面; 类似的海上采油平台, 核电站, 摩天大楼, 海底隧道等巨型工程, 有了计算机的帮助, 便可以合理地进行数值分析和安全评估。此外, 计算机的进步, 使设计由手工走向自动化。目前, 许多设计部门已经丢掉了传统的制图板而改用计算机绘图, 这一进程在 21 世纪将进一步发展和完善。另外, 数值计算的进步使过去不能计算或带有盲目性的估计变为较精确的分析。例如: 工程结构的定型分析按施工阶段的全过程仿真分析; 工程结构中在灾害载荷作用下的全过程非线性分析, 与时间有关的长时间徐变分析和瞬间的冲击分析等。

5. 信息和智能化技术全面引入土木工程

信息、计算机、智能化技术在工业、农业、运输业和军事工业等各行各业中得到了愈来愈广泛的应用, 土木工程也不例外, 将这些高新技术用于土木工程将是今后相当长时间内的重要发展方向。主要体现在: 信息化施工、智能化建筑、智能化交通、土木工程的仿真系统。

6. 土木工程的可持续发展

建设与使用土木工程的过程与能源消耗、资源利用、环境保护、生态平衡有密切关系, 如何使土木工程可持续发展, 解决好能源、环境和资源的关系将是未来土木工程的一个新的课题。

面临人口的增长, 生态失衡、环境污染, 人类生存环境恶化, 一些学者呼吁: “我们只有一个地球”, 并提出“冻结繁荣, 停止发展”的口号。这一口号不仅受到发达国家人士的批评, 更是受到发展中国家的一致反对。如果“停止发展”, 则发展中国家永远停留在落后状态, 这是不能接受的。20 世纪 80 年代提出了“可持续发展”的原则, 已为大多

数国家和人民所认同。可持续发展是指“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的发展构成危害”。例如，一代人过度消耗能源（如石油）以致枯竭，则后代人无法继续发展，甚至保持原有水平也不可能。我国政府已将“可持续发展”与“计划生育”并列为两大国策，土木工程的工作者对贯彻这一原则有重大责任。

三、土木工程专业特点及学习方法建议

（一）土木工程专业特点

土木工程所提出的课题是特殊的，因为几乎所有的建筑物和构筑物都是独特的，难得有一个建筑物（构筑物）与另外一个是完全相同的。即或有些建筑物（构筑物）看起来似乎相同，但建筑场地的条件，或其他因素，一般都会引起一些改动。例如水坝、桥梁或隧道这样的大建筑物就可能与以前的这类建筑物有实质上的区别。因此，土木工程师必须随时准备并乐于应对新的复杂问题。

土木工程具有以下四个基本特点：

- （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。

（二）学习方法建议

大学对学生的教学和培训主要的形式有课堂教学、实验、工地实习和设计训练等。

1. 课堂教学

课堂教学是学生主要学习的主要形式，大学的课堂教学与中学有很大区别，一是进度快、内容多。中学时很薄的一本书会反复讲、反复练，而大学中很厚的一本书，很快就讲过去了；二是中学班级小，几十个人一个班级，老师认识每一个学生；大学许多课程按专业甚至按院系上课，经常有2~3个班级一起上课，老师不可能熟悉每一个同学，听课效果好坏，主要靠学生自主努力；三是中学的教学内容是成熟的理论，而大学教学，必须随时代发展增添新的内容。有时教材上还未编入的内容而教师只能根据最新发展情况讲解，这时学生除了要认真听讲以外，还应做必要的笔记。

2. 实验教学

通过实验手段掌握实验技术，弄清科学原理。其中，物理、化学等均开设实验课，与中学时差别不大，不过内容更加现代化，方法更为先进。在土木工程专业中还开设材料试验、结构检验的实验课，不仅是学习基本理论的需要，同时也是学生熟悉国家有关试验、检测规程，熟悉实验方法及学习撰写试验报告的需要。不应有重理论、轻实验的思想，应认真做好每一次试验，并鼓励学生自主设计、规划试验。

3. 工地实习

贯彻理论联系实际的原则，使学生到施工现场或管理部门去学习生产技术和相关知识。通常一个工地往往很难容纳一个班（几十人）的学生，因此，施工实习常在统一要求下分散进行。不仅是对学生能否在实践中学习知识技能的一种训练，也是对学生的敬业精

神、劳动纪律和职业道德的综合检验。主动认真进行施工实习，虚心向工地工人、工程技术人员请教，可以学到在课堂上学不到的许多知识和技能；但如果马马虎虎，仅为完成实习报告而走过场，则会白白浪费自己宝贵的时间。能否成为土木工程方面的优秀人才，施工实习至关重要。

4. 设计训练

设计是综合运用所学知识，提出自己的设想和技术方案，并以工程图及说明书来表达自己的设计意图，在根本上培养学生自主学习、自主解决问题的能力。

设计土木工程项目一定会受到多方面的约束，这种约束不仅有科学技术方面的，还有人文经济等方面的。使土木工程项目“满足功能需要，结构安全可靠，成本经济合理、造型美观悦目”是设计的总体目的，要做到这一点必须综合运用各种知识，而其答案也不是唯一的，这对培养学生的综合能力，创新能力有很大作用。

四、应用型土木工程人才素质和培养方案

(一) 培养目标

我国高等学校土木工程专业的培养目标是：德智体全面发展，具有扎实的基础理论和宽口径的土木工程学科基本知识，获得工程师基本训练，具有较强的应用、研究、开发能力和创新精神的高级土木工程技术人才。学生毕业后可以从事土木工程的设计、施工、管理、研究开发及土木工程教育等工作。

(二) 培养要求

本专业学生的培养要求是：主要学习工程力学、岩土力学和土木工程学科的基本理论，受课程设计、试验仪器操作和现场实习等方面的基本训练，具有从事土木工程的设计、施工、研究、管理的基本能力。土木工程专业是一门综合性较强的学科，通过对土木工程专业的学习，学生各种基本素质都要求达到一定的水平，应用型土木工程人才的培养还应包括以下几个方面。

1. 综合分析能力的培养

学生必须应用所掌握的建筑知识，对不同类型的建筑单元和环境规划进行明确的解释、分析与综合，最终设计出既能解决工程实际问题，又充满新意的空间环境。提高学生的综合分析能力，首先需要拓宽学生的知识面，不仅要学习建筑工程科技知识，还要了解哲学、文化、生态等方面的知识；其次要能多角度、多途径地构思空间方案，思维敏捷，目光敏锐，不墨守成规；第三要善于总结经验教训，注重知识积累，加强自信，使学生具备良好的创造性心理品质。

2. 自学能力的培养

21 世纪，新理论新技术日新月异，土木工程专业学生要适应社会发展，所学知识要能同步更新，因此，仅仅学习课本知识是远远不够的，还应培养自学能力，主动通过网络和其他途径掌握土木工程理论的最新动向。这样才能开拓知识领域，才能将所学领域的知识融会贯通。

3. 创造性思维和创新能力的培养

土木工程专业的发展体现了以信息化和国际化的时代特征，它的发展离不开创新思维和创新能力的培养。21 世纪，各类土木工程专业理论层出不穷，多种设计思想此起彼伏，

新型建筑材料不断发明，先进施工工艺纷纷涌现。建筑科技的发展必须与时俱进，土木工程专业理论必须推陈出新。

土木工程专业学生的创新能力的培养需要有深厚的土木工程专业知识作基础，但知识不等于创新能力。创新意识、创造性思维与创造性实践相结合，才能培养出创新能力。土木工程创新意识是指具有敏锐、强烈的空间设计动机；创造性思维是指空间想象丰富，风格新颖独特，能冲破传统模式、独辟蹊径的思维模式；创造性实践是指为了达到预期创造性目标，勤奋探索、刻苦钻研、科学严谨、百折不挠的实践活动。只有将这三者有机地结合在一起，才有利于土木工程专业学生创新能力的培养。

第一章 土木工程的主要类型

第一节 建 筑 工 程

一、概述

建筑是人们为满足生产、生活或其他活动需要的有组织的空间环境。建筑物就是供人们进行生产、生活或开展其他活动的房屋或场所。人类最初的建筑只是为了躲避风雨和防止野兽而建造。人们用树枝、石块构筑巢穴，开始了最原始的建筑活动，见图1-1。

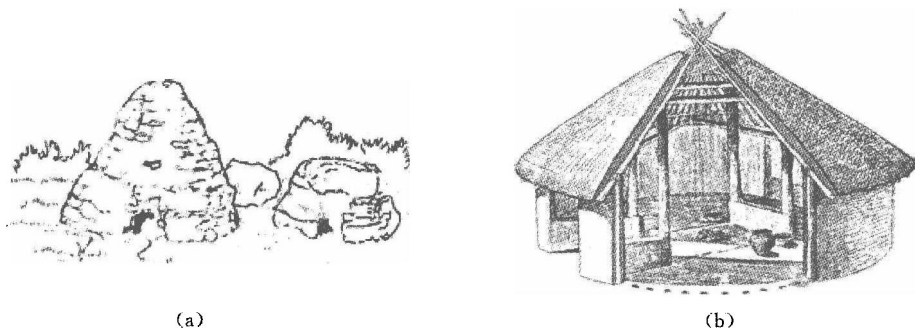


图 1-1 原始建筑物

随着社会生产力的不断发展进步，人类对建筑物的要求也日趋复杂和多样，建筑物的类型也日益丰富和美观；其布局更加合理、设施更加完善、结构更加安全、造价更加经济；并且在环保、节能方面有了巨大的突破，取得了辉煌的成就，例如上海浦东陆家嘴建筑群，见图1-2。



图 1-2 上海浦东陆家嘴建筑群

二、建筑工程的分类

- (1) 民用建筑——非生产性建筑，如：住宅、学校、商业建筑等。
- (2) 工业建筑——工业生产性建筑，如主要生产厂房、辅助生产厂房等。
- (3) 农业建筑——农副业生产建筑，如粮仓、畜禽饲养场、种子库等。

三、结构基本构件

每一栋建筑都是由基础、墙、柱、梁、板等基本构件所组成的。

1. 基础

基础指建筑物底部与地基接触的承重构件，它的作用是把建筑上部的荷载传给地基。因此，地基必须坚固、稳定可靠。基础是房屋、桥梁、码头及其他构筑物的的重要组成部分。

按使用的材料分为：灰土基础、砖基础、毛石基础、混凝土基础、钢筋混凝土基础。按埋置深度可分为：浅基础、深基础。埋置深度不超过 5m 者称为浅基础，大于 5m 者称为深基础。按受力性能可分为：刚性基础和柔性基础。按构造形式可分为条形基础、独立基础、满堂基础和桩基础；满堂基础又分为筏形基础和箱形基础。

2. 墙

墙是承受板、梁传来的压力及墙的自重的竖向垂直构件，它是民用建筑中的主要组成部分，它不仅关系建筑物的质量，同时直接影响建筑物的自重、材料消耗、工期和造价；墙在建筑物中主要起承重、围护、分隔的作用。

墙的结构布置要合理；有足够强度和稳定性；具有一定的保温和隔热能力；有一定的隔声能力；有防水防潮能力；满足防火要求。墙体结构改革要趋于自重轻、强度高、能尽量采用装配式构件和机械化施工。

按位置分为内墙和外墙。沿建筑物短轴方向布置的墙称为横墙，沿长轴方向布置的墙称为纵墙，位于建筑物两端的外墙称为山墙。

按受力情况分为承重墙和非承重墙，建筑物内部只起分隔作用的非承重墙称为隔墙。在框架结构中，大多数墙是嵌在框架之间的，称为填充墙。支承或悬挂在骨架上的外墙称为幕墙。

按所用材料分为砖墙、石墙、土墙、混凝土墙以及各种天然的、人工的或工业废料制成的砌块墙、板材墙等。

按构造方式分为实体墙、空体墙和组合墙三种类型。实体墙由一种材料构成，如：普通砖墙、砌块墙等。空体墙也是一种材料构成，但材料本身具有孔洞或由一种材料构成墙内留有空腔的墙；例如：空斗墙等。组合墙则是由两种或两种以上材料组合而成的墙。

3. 柱

柱是工程结构中主要承受压力，有时也同时承受弯矩的竖向构件。柱按截面形式可分为方柱、圆柱、管柱、矩形柱、工字形柱、H 形柱、L 形柱、十字形柱、双肢柱、格构柱；按所用材料可分为石柱、砖柱、砌块柱、木柱、钢柱、钢筋混凝土柱、劲性钢筋混凝土柱、钢管混凝土柱和各种组合柱；按柱的破坏特征或长细比可分为短柱、长柱及中长柱；按受力特点可分为轴心受压柱和偏心受压柱。

钢柱常用于大中型工业厂房、大跨度公共建筑、高层建筑、轻型活动房屋、工作平台、栈桥和支架等。钢柱按截面形式可分为实腹柱和格构柱。钢筋混凝土柱（见图 1-3）是最常见的柱，广泛应用于各种建筑。钢筋混凝土柱按制造和施工方法可分为现浇柱和预制柱。

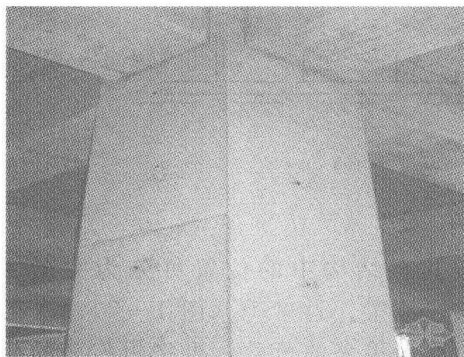


图 1-3 钢筋混凝土柱



图 1-4 钢管混凝土柱

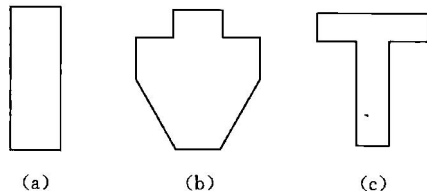
劲性钢筋混凝土柱是在钢筋混凝土柱的内部配置型钢，与钢筋混凝土协同受力，可减小柱的断面，提高柱的刚度，但用钢量较大。

钢管混凝土柱是用钢管作为外壳，内浇混凝土，是劲性钢筋混凝土柱的另一种形式（见图 1-4）。

4. 梁

梁是工程结构中的受弯构件，通常水平放置，有时也斜向设置以满足使用要求，如楼梯梁。梁的截面高度与跨度之比一般为 $1/8 \sim 1/16$ ，高跨比大于 $1/4$ 的梁称为深梁。梁的截面高度通常大于截面的宽度，但因工程需要，梁宽大于梁高时，称为扁梁。梁的高度沿轴线变化时，称为变截面梁。

梁按截面形式可分为矩形梁、T形梁、倒T形梁、L形梁、Z形梁、槽形梁、箱形梁、空腹梁、叠合梁等。按所用材料可分为钢梁、钢筋混凝土梁、预应力混凝土梁、木梁以及钢与混凝土组成的组合梁等（见图 1-5）。

图 1-5 钢筋混凝土梁的截面类型
(a) 矩形梁；(b) 花篮梁；(c) T形梁

按梁的常见支承方式可分为：简支梁 [图 1-6 (a)]：梁的两端搁置在支座上，但支座仅使梁不产生垂直移动，可自由转动。为使整个梁不产生水平移动，在一端加设水平约束，该处的支座称为铰支座；另一端不加水平约束的支座称为滚动支座。

悬臂梁 [图 1-6 (b)]：梁的一端固定在支座上，使该端不能转动，也不能产生水平和垂直移动，称为固定支座；另一端可以自由转动和移动，称为自由端。一端简支另一端固定梁 [图 1-6 (c)]：在悬臂梁的自由端加设滚动支座。两端固定梁 [图 1-6 (d)]：梁的两端都是固定支座。连续梁 [图 1-6 (e)]：具有两个以上支座的