建筑概论

张明　主编

电子科技大学出版

“十二五”职业教育规划教材

JIANZHU GAILUN

建筑概论

主　编　张　明
副主编　陆双燕

电子科技大学出版社

图书在版编目（CIP）数据

建筑概论 / 张明主编. —成都：电子科技大学出版社，2014. 8

ISBN 978–7–5647–2456–6

Ⅰ. ①建… Ⅱ. ①张… Ⅲ. ①建筑学 Ⅳ. ①TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2014）第 135849 号

“十二五”职业教育规划教材

建 筑 概 论

主 编 张 明

副主编 陆双燕

出　　版： 电子科技大学出版社（成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦　邮编：610051）
策划编辑： 谢晓辉
责任编辑： 谢晓辉
主　　页： www.uestcp.com.cn
电子邮箱： uestcp@uestcp.com.cn
发　　行： 新华书店经销
印　　刷： 金华市三彩印业有限公司
成品尺寸： 185mm×260mm　　**印张** 9.75　　**字数** 228 千字
版　　次： 2014 年 8 月第一版
印　　次： 2014 年 8 月第一次印刷
书　　号： ISBN 978-7-5647-2456-6
定　　价： 19.90 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本社发行部电话：028-83202463；本社邮购电话：028-83201495。
◆ 本书如有缺页、破损、装订错误，请寄回印刷厂调换。

前　　言

本书是浙江省上虞市职业中等专业学校国家级中等职业教育改革示范学校建筑工程施工专业课程改革成果教材，根据浙江省中等职业学校建筑工程施工专业教学指导方案及《建筑概论》课程标准编写而成。

本课程是中等职业学校建筑工程施工类专业的一门专业核心课程。通过本课程的学习，使学生了解其中外建筑史；了解建筑业的概况，促进职业意识形成；了解建筑法规、施工安全管理等基本知识；对建筑物的基本构造有一般的了解；激发学生对本专业学习的兴趣，使学生对建筑工程施工有总体的认识，为其他专业课程的学习和从事建筑技术工作打好基础。

本书针对中职学校的生源现状，面向建筑工程施工专业所涉及的职业岗位群，从培养完成工程施工所需要的基础知识出发。课程的设计依据培养目标和中职学生的认知能力，按照必需、够用的原则，适当加以拓展，使学生了解其建筑史、法规、安全知识，掌握建筑物的基本构造和一般做法。本课程旨在通过师生共同参与，共同努力，达成教学目标。

本课程建议教学总学时为 108 学时，各部分内容学时分配建议如下：（仅供参考）

序号	项目名称	学时
项目一	步入建筑	10
项目二	建筑法规	18
项目三	建筑施工安全常识	22
项目四	建筑构造	58
总计		108

本书由上虞市职业中等专业学校张明担任主编，章锦杰、夏斌参与编写。临海市职业高级中学叶开宇老师对本书编写的大力支持，在此表示衷心感谢。

由于建筑施工具有地区性的特点，加上编写水平有限和时间仓促，书中难免会存在疏漏和不足之处，恳请广在读者批评指正。

编　者

2014 年 6 月

目　录

项目一　步入建筑 1

任务一　明确本课程的学习任务 1
任务二　了解建筑的发展历史 3
任务三　展望建筑业的未来 9

项目二　建筑法规 15

任务一　了解建筑法规与《建筑法》 15
任务二　学会办理建筑工程施工许可证 19
任务三　学习建设工程发包与承包 24
任务四　学会起草建筑工程合同 31

项目三　建筑施工安全常识 40

任务一　学习建筑施工安全管理常识 40
任务二　掌握常用安全防护用品的使用方法 51
任务三　熟悉建筑施工安全技术与防护措施 59

项目四　建筑构造 79

任务一　民用建筑的构造组成及作用 79
任务二　基础构造类型 85
任务三　墙体构造 91
任务四　楼地面构造 103
任务五　门窗构造 109
任务六　了解垂直交通设施 123
任务七　屋面构造 133

核心课程+教学项目
建筑类专业课程改革成果教材
《建筑概论》

项目一　步 入 建 筑

导言

从建筑的起源发展到现在，经历了千万年的变迁，“建筑是石头的史书”，“建筑是凝固的音乐”。在人类漫长的发展史中，祖先留下了辉煌灿烂的建筑。今天，随着社会生产力和经济的不断发展，建筑业的前景也是一片光明。本项目通过建筑物实例，了解古今中外的建筑发展史，感受、传播和弘扬建筑文化。培养学生热爱专业、热爱建筑职业的思想情感，激发学习的兴趣。

学习目标

- 了解中外古今的建筑发展史，感受、传播和弘扬建筑文化。
- 了解建筑业的发展趋势，促进职业意识的形成。
- 培养热爱建筑专业、热爱建筑职业的思想情感，激发学习的兴趣。

任务一　明确本课程的学习任务

任务要求

1．了解建筑业的发展趋势。

2．通过了解建筑业的发展趋势，明确现在建筑业中的岗位分类，并且明确以后学习的奋斗目标。

【案例】曾经一位学生说：“我想从事建筑这个行业，原因也比较简单，就是有证、有技术后能比其它行业来钱快。”因为在初中的时候，时间都花在了玩上了，所以没能学到什么，现在他爸让读职业高中，准备一边学习建筑理论知识，一边跟着他父亲一个朋友学施工管理，说学会了到时可以管工程，然后考证，他不怕苦，他想知道他现在这样做行吗？他愿意脚踏实地，就是想知道从事建筑业的工作应该先学会什么，接着干什么？这样的疑问普遍存在于学生当中，通过本任务开始解决这些疑问。

知识准备

作为刚刚跨进中职校门、并且选择了土木工程专业的同学们来说，非常关心的问题是：“土木工程”包括哪些内容？“土木工程”专业的学生要学习哪些知识？掌握哪些基本技能、具备哪些能力？怎样才能学好？回答这些问题便是本书的主要任务。

什么是“土木工程”？中国国务院学位委员会在学科简介中定义为：“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”。可见土木工程的内容非常广泛，它和广大人民群众的日常生活密切相关，在国民经济中起着非常重要的作用。

土木工程，英语为“Civil Engineering”，直译是民用工程，它的原意是与军事工程“Military Engineering”相对应的，即除了服务于战争的工程设施以外，所有服务于生活和生产需要的民用设施均属于土木工程。后来这个界限也不明确了，现在已经把军用的战壕、掩体，碉堡，浮桥，防空洞等防护工程也归入土木工程的范畴。

英语的民用工程(Civil Engineering)怎么会译成土木工程呢？原来中国古代哲学（五行学说）认为，世界万物是由五大类物质：金、木、水、火、土组成的。而在几千年漫长的时间内，土木工程所用的材料，主要是五行中的“土”（包括岩石，砂子，泥土，石灰以及由土烧制成的砖、瓦和陶、瓷器等）和“木”（包括木材、茅草，藤条，竹子等植物材料），古代常将大兴土木作为大搞工程建设的代名词。因而将“Civil Engineering”翻译成土木工程。

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、铁路工程、桥梁工程、隧道工程、机场工程、地下工程、给水排水工程，港口、码头工程等。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。人民生活离不开衣、食、住、行，其中“住”是与土木工程直接有关的；“行”则需要建造铁道、公路、机场、码头等交通设施，与土木工程关系也非常紧密；“食”需要打井取水、筑渠灌溉、建水库蓄水、建粮食加工厂、粮食储仓等；“衣”的纺纱、织布、制衣，也必须在工厂内进行，这些也离不开土木工程。此外，各种工业生产必须要建工业厂房，即使是航天事业也需要建发射塔架和航天基地，这些都是土木工程人员可以施展才华的领域。正因为土木工程内容如此广泛，作用如此重要，所以国家将工厂、矿井、铁道、公路、桥梁、农田水利、商店、住宅、医院、学校、给水排水、煤气输送等工程建设称为基本建设，大型项目由国家统一规划建设，中小型项目也归口各级政府有关部门管理。

对以上介绍的各种类型的土木工程设施的规划、勘测、设计、施工、管理和维修便构成了土木工程专业所要学习的核心内容。作为入门，本书在以下各章，将对以上各种类型的土木工程作简要的介绍。

任务实施

试一试

通过各种方式了解你所在城市建筑业的近况和发展趋势。

想一想

通过本任务的学习，思考一下你准备成为一位怎样的建筑业从业人员。

说一说

说说建筑业管理岗位人员的报考条件和岗位职责（土建施工员、安全员、资料员、材料员、造价员）。

做一做

在模拟建筑企业中各管理岗位人员的职责和合作。

任务拓展

讲讲你所了解的建造师、造价师等建筑业管理人员报考条件和工作职责。（管理人员名称 1 分/个，报考条件 1 分/项，岗位职责 1 分/项）。

任务二　了解建筑的发展历史

任务要求

1．了解中国各时期建筑的特点和标志性建筑物。

2．能认识自己家乡各时期的代表性建筑物

【案例】故宫始建于公元 1406 年，1420 年基本竣工，是明朝皇帝朱棣始建。故宫南北长 961m，东西宽 753m，面积约为 720000m^2。建筑面积 155000m^2。相传故宫一共有 9999 间房，实际据 1973 年专家现场测量故宫有大小院落 90 多座，房屋有 980 座，共计 8707 间（而此“间”并非现今房间之概念，此处“间”指四根房柱所形成的空间）。宫城周围环绕着高 12m，长 3400m 的宫墙，形式为一长方形城池，墙外有 52m 宽的护城河环绕，形成一个森严壁垒的城堡。故宫宫殿建筑均是木结构、黄琉璃瓦顶、青白石底座，饰以金碧辉煌的彩画。故宫有 4 个门，正门名午门，东门名东华门，西门名西华门，北门名神武门。面对北门神武门，有用土、石筑成的景山，满山松柏成林。在整体布局上，景山可说是故宫建筑群的屏障。

依照中国古代星象学说，紫微垣（即北极星）位于中天，乃天帝所居，天人对应，是以故宫又称紫禁城。明代第三位皇帝朱棣在夺取帝位后，决定迁都北京，即开始营造这座宫殿，至明永乐十八年（1420 年）落成。1911 年，辛亥革命推翻了中国最后的封建帝制——清王朝，1924 年逊帝溥仪被逐出宫禁。在这前后五百余年中，共有 24 位皇帝曾在这里生活居住和对全国实行统治。

近十几年来，故宫博物院平均每年接待中外观众 600 万～800 万人次，而且，随着旅游事业的发展，观众的人数有增无减，可见人们对紫禁城的兴趣长盛不衰。

知识准备

土木工程的发展经历了古代、近代和现代三个阶段。

一、古代土木工程

古代土木工程的历史跨度很长，它大致从旧石器时代（约公元前 5000 年起）到 17 世纪中叶。这一时期的土木工程说不上有什么设计理论，修建各种设施主要依靠经验。所用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，古代还是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，有的甚至令人难以想象。

西方留下来的宏伟建筑（或建筑遗址）大多是砖石结构。如埃及的金字塔，建于公元前 2700 至前 2600 年间，其中最大的一座是胡夫金字塔，该塔基底呈正方形，每边长 230.5 m，高约 140 m，用 230 余万块巨石砌成。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。公元 532 年～537 年间，在土耳其伊斯坦布尔修建的索菲亚大教堂为砖砌穹顶，直径约 30 m，穹顶高约 50 m，整体支承在用巨石砌成的大柱（截面约 7m×10 m）上，非常宏伟。

中国古代建筑大多为木结构加砖墙建成。公元 1056 年建成的山西应县木塔（佛宫寺释伽塔），塔高 67.3 m，共九层，横截面呈八角形，底层直径达 30.27 m。该塔经历了多次大地震，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建筑也有伟大成就。最著名的当数万里长城，它东起山海关，西至嘉峪关，全长 5000 余 km。又如公元 605 年～618 年在河北赵县液河上建成的赵州桥为单孔圆弧弓形石拱桥，全长 50.82 m，桥面宽 10 m，单孔跨度 37.02 m，矢高 7.23 m，用 28 条石条拱砌成，拱肩上有 4 个小拱，既可减轻桥的自重，又便于排泄洪水，且显得美观，经千余年后尚能正常使用，确为世界石拱桥的杰作。

我国一直有兴修水利的优良传统。传说中的大禹因治水有功而成为我国受人敬仰的伟大人物。四川都江堰市的都江堰水利工程，为秦昭王（公元前 256 年）时由蜀太守李冰父子主持修建，建成后，使成都平原成为“沃野千里”的天府之乡。这一水利工程，至今仍造福于四川人民。在今天看来，这一水利设施的设计也是非常合理、十分巧妙的，许多国际水利工程专家参观后均十分叹服。隋朝时开凿修建的京杭（北京——杭州）大运河，全长 2500 km，是世界历史上最长的运河。至今该运河的江苏、浙江段仍是重要的水运通道。

在交通工程方面，古代也有伟大成就。秦朝统一中国后，以咸阳为中心修建了通往全国各郡县的驰道，主要干道宽 50 步（古代长度单位，1 步等于 5 尺），形成了全国的交通网。在欧洲，罗马帝国也修建了以罗马为中心的道路网，包括 29 条主干道和 322 条联系支线，总长度达 78 000 km。

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。其中比较有代表

性的为公元前 5 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。

二、近代土木工程

一般认为，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。1683 年意大利学者伽利略发表了“关于两门新科学的对话”，首次用公式表达了梁的设计理论。1687 年牛顿总结出力学三大定律，为土木工程奠定了力学分析的基础。随后，在材料力学、弹性力学和材料强度理论的基础上，法国的纳维于 1825 年建立了土木工程中结构设计的容许应力法。从此，土木工程的结构设计有了比较系统的理论指导。

从材料方面来讲，1824 年波特兰水泥的发明及 1867 年钢筋混凝土开始应用是土木工程史上的重大事件。1859 年转炉炼钢法的成功使钢材得以大量生产并应用于房屋、桥梁的建筑。由于混凝土及钢材的推广应用，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。

这一时期内，产业革命促进了工业、交通运输业的发展，对土木工程设施提出了更广泛的需求，同时也为土木工程的建造提供了新的施工机械和施工方法。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。

这一时期具有历史意义的土木工程很多，下面列举的一些例子只是其中的一小部分。

1875 年法国莫尼埃主持修建了一座长达 16 m 的钢筋混凝土桥。

1883 年美国芝加哥在世界上第一个采用了钢铁框架作为承重结构，建造了一幢 11 层的保险公司大楼，被誉为现代高层建筑的开端。

1889 年在法国建成了高达 300m 的艾菲尔铁塔，该塔有 18 000 余个钢质构件，将这些构件联结起来用了 250 万个铆钉，铁塔总重 8500t。该塔已成为巴黎乃至法国的标志性建筑，至今观光者络绎不绝。

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，长 21 km，1869 年美国建成了横贯东西的北美大陆铁路。

1863 年英国在伦敦建成了世界上第一条地下铁道，随后美、法、德、俄等国均在大城市中相继建设地下铁道交通网。

在水利建设方面宏伟的成就是两条大运河的建成通航，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接起来，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。金门

大桥为跨越旧金山海湾的悬索桥，桥跨 1280 m，是世界上第一座单跨超过千米的大桥，桥头塔架高 277 m。主缆直径 1.125 m，由 27 572 根钢丝组成，其中每 452 根钢丝先组成一股，由 61 股再组成主缆索，索重 11 000t 左右。锚固缆索的两岸锚锭为混凝土巨大块体，北岸混凝土锚锭重量为 130 000 t，南岸的小一些，也达 50 000 t。帝国大厦共 102 层，高 378 m，钢骨架总重超过 50 000 t，内装 67 部电梯，这一建筑高度保持世界纪录达 40 年之久。

这一时期的中国，由于清朝采取闭关锁国政策，土木工程技术发展缓慢。直到清末开始洋务运动，才引进了一些西方先进技术，并建造了一些对中国近代经济发展有影响的工程。例如，1909 年詹天佑主持修建的京张铁路，全长 200 km。当时，外国人认为中国人依靠自己的力量根本不可能建成，詹天佑的成功大长了中国人的志气，他的业绩至今令人缅怀。1934 年，上海建成了 24 层的国际饭店，直到 20 世纪 80 年代广州白云宾馆建成前，国际饭店一直是中国最高的建筑。1937 年，茅以升先生主持建造了钱塘江大桥，这是公路、铁路两用的双层钢结构桥梁，是我国近代土木工程的优秀成果。

三、现代土木工程

第二次世界大战以后，许多国家经济起飞，现代科学技术迅速发展，从而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．功能要求多样化

近代的土木建筑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，而不满足于仅要土木工程提供“徒有四壁”、“风雨不浸”的房屋骨架。由于电子技术，精密机械，生物基因工程，航空航天等高技术工业的发展，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。

2．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 200 m 以上的就有 100 余座。许多发展中国家在经济起飞过程中也争相建造高层建筑。近十多年来，中国、马来西亚、新加坡等东南亚国家的高层建筑得到了迅猛发展。现在，阿联酋的哈利法迪拜塔高度为 828.14 米，居世界第一，上海中心大高 632 米，居世界第二，韩国仁川双子大楼高 614 米，居世界第三。城市为了解决交通问题，光靠传统的地面交通已无能为力，于是一方面修建地下交通网，另一方面又修建高架公路网或轨道交通。随着地下铁道的兴建，还有地下商业街、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。而高架道路的造价比地下铁道要经济得多，因而大中城市纷纷建设高架公路、高架轨道交通。高架道路与城市立交桥的兴建不仅缓解了城市交通问题，而且还为城市的面貌增添风采。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。

3．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”，这是运输高速化的结果。

高速公路出现于第二次世界大战前，但到战后才在各国大规模兴建。据不完全统计，全世界 50 多个国家和地区拥有高速公路总长超过 170 000km。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。速度在 150～200 km/h 以上的高速铁路先后在日本，法国和德国建成。中国的高速铁路的建设始于 1999 年所兴建的秦沈客运专线。经过 10 多年的高速铁路建设和对既有铁路的高速化改造，中国目前已经拥有全世界最大规模以及最高运营速度的高速铁路网。截止 2013 年 9 月 26 日，中国高铁总里程达到 10463 公里，“四纵”干线基本成型。上海计划引进磁悬浮高速铁道系统，其试验速度已达 500 km/h 以上。飞机是最快捷的运输工具，但成本高、运输量小。二战以后飞机的容量愈来愈大，功能愈来愈多，对此许多国家和地区相继建设了先进的大型航空港。巴黎最主要机场的戴高乐机场是二次世界大战以后修建的，运输区面积达 740 英亩，占整个机场的 10%，且还在不断扩大中。戴高乐机场现在共有戴高乐 T9（T9），戴高乐 1（CDG1）及戴高乐 2（CDG2）三个分机场，其中 T9 专门为租用飞机及团体旅行飞机起降用。又如美国芝加哥国际机场，年吞吐量 4 000 万人次，高峰时每小时起降飞机 200 架次，居世界第一。我国在北京、上海、香港新建或扩建的机场均已跨入世界大型航空港之到。这种庞大的空中交通设施，对机场的导航系统，客货出入分流系统，安全检查系统，故障紧急救援系统均有很严格的要求，这样巨大的航空港建设没有现代土木工程技术是不能实现的。

4．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。

古代建设交通道路是“逢山开路，遇水架桥”，但真的遇到大江大河或高山险岭，还是得绕行。如我国长江，直到 1956 年才有了第一座跨江大桥。在有了现代化的施工技术后，跨江河甚至跨海湾的大桥陆续建成。自 1937 年美国金门悬索桥一跨超过千米以后，目前已有 6 座悬索桥的跨度超过了金门大桥。其中日本明石海峡大桥，主跨 1 991 m，于 1998 年建成，它连接了日本的本州与四国岛，是目前世界上跨度最大的悬索桥。居世界第二位的是丹麦的大贝尔特东桥，跨度 1 624 m。第三大跨为英国的恒伯尔桥，主跨 1 410 m。值得自豪的是，中国于 1999 年建成的江阴长江大桥，主跨 1 385 m，香港于 1997 年建成的青马大桥主跨 1377 m，分别居世界第四、第五位。

在拱桥方面，南斯拉夫克尔克二号混凝土拱桥跨度达 390 m，在相当长时间内位居世界第一。但中国于 1997 年在四川万县建成一座跨长江的混凝土拱桥，拱跨 420 m，跃居世界第一。同时，中国黄河上的江界河混凝土拱桥跨度 330 m，广西邕江大桥，采用了钢筋混凝土组合拱结构，跨度 312 m，均已成为世界名桥。在钢拱桥方面，悉尼港湾桥，跨度 503 m，为悉尼的标志性建筑之一。美国的奇尔文科钢拱桥，跨度 503.6 m，略超悉尼港湾桥，列世界第一。

斜拉桥是二战以后出现的新桥型。1993 年在上海建成的杨浦斜拉桥，主跨 602 m，

当时居世界第一。现在跨度最大的斜拉桥为法国的诺曼底桥，跨度达 856 m。上海南浦斜拉桥，跨度 423 m 与杨浦大桥及高架公路配合，组成内环交通线，不仅解决了上海浦东的交通问题，此二桥也是显示上海新风貌的宏伟工程。

在隧道方面，近代开凿了许多穿过大山或越过大江、海峡的通道。目前世界上最长的山区隧道是挪威的山岭隧道，全长 25.8 km，其次为瑞士的圣哥大隧道，长 16. 91km，于 1980 年建成。1980 年德国、意大利之间开凿了开尔其隧道，全长近 13 km。中国京广复线开凿的大瑶山隧道，全长 14.295 km。跨海峡的隧道常比穿山隧道要长，目前穿越英吉利海峡的隧道长 50.3 km，于 1993 年建成，日本于 1985 年建成的青函海底隧道，长 53.8 km，居世界第一。

在高层建筑方面，1972 年美国纽约建成了世界贸易中心大楼，110 层，高 417 m，1974 年美国芝加哥建成的西尔斯大厦，也为 110 层，高 443 m。目前中国最高的建筑为上海金茂大厦，88 层，高 420.5 m，其他有代表性的高层建筑有：深圳地王大厦，高 325 m；广州中天广场，高 321.9 m；广东国际会议中心，高 200 m。

在高耸结构方面，加拿大多伦多电视塔，横截面为 Y 形，高 549 m，为世界之冠。第二位则为 1967 年建成的莫斯科电视塔，高 537 m。我国上海于 1995 年建成的上海东方明珠电视塔，高 468 m，居世界第三。以下依次为吉隆坡电视塔，高 421 m；天津电视塔，高 406 m；北京电视塔，高 380 m。

在大跨度建筑方面，主要是体育馆，展览厅和大型储罐。如美国西雅图的金群体育馆为钢结构穹球顶，直径达 202 m。法国巴黎工业展览馆的屋盖跨度为 218 m×218 m，由装配式薄壳组成。北京工人体育馆为悬索屋盖，直径为 90 m。日本于 1993 年建成的预应力混凝土液化气储罐，容量达 $14\times10^4m^3$，在瑞典、挪威、法国等欧洲国家，在地下岩石中修建不衬砌的油库和气库，其容量高达几十万甚至上百万立方米。

为了满足日益增长的能源要求，海上采油平台，核发电站等也加快了建造速度。20 世纪 50 年代才开始和平利用核能建造原子能电站，到 80 年代已有 277 座核电站分布于 23 个国家，在建的尚有 613 座，分布于 40 个国家。目前我国已有大亚湾、秦山与连云港核电站，核电站的土木工程非常复杂，为防辐射泄露及防爆的核安全壳就是要求十分严格的特种结构。再如海上采油平台，全世界已有 300 多座，中国在渤海、东海和南海也建有多座采油钻井平台，正在开采海底石油。这种平台所处环境恶劣、荷载复杂，施工困难而功能要求很高，平台的建造可以显示其土木工程的技术水平。

水利工程中筑坝蓄水，对灌溉、航行、发电有许多益处。目前世界上最高的混凝土重力坝为瑞士的大狄克桑坝，高 285 m，其次为俄国的萨杨苏申克坝，高 245m，我国于 1989 年建成的青海龙羊峡大坝，高 178 m。为了减小坝体断面，减少工程量，二战后发展了钢筋混凝土拱坝。当今世界上最高的双曲拱坝是俄国的英古里坝，坝高 272 m，我国贵州乌江渡坝为拱形重力坝，坝高 165m。在装机发电容量方面，超过 1×10^7kW 的电站有美国大古里水电站，总装机容量 1030×10^4 kW；委内瑞拉水电站，装机容量 1083×10^4 kW；巴西—巴拉圭的伊泰普水电站，总装机容量为 1260×10^4 kW。我国已建成的三峡水利枢纽，水电站主坝高 190m，总装机容量预计为 1820×10^4kW，列世界第一。中国近期建成的水电站还有四川二滩水电站，拱坝高 242 m，装机容量 300×10^4 kW；黄河小浪底

水利枢纽，主坝为堆石坝，坝高 154 m，总装机容量 180×10^4 kW，均属世界先进水平。

综观土木工程历史，中国在古代土木工程中有光辉成就，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，这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，显示中华民族正在开始复兴。这一进程仅仅是开始，有志于土木工程建设的同学们是非常幸运的，可望在未来土木工程的建设中贡献才华，亮丽人生。

任务实施

试一试

通过各种方式了解世界十大最高建筑物。

想一想

简述新古典主义、浪漫主义和折中主义的主要特征。

说一说

我国古代建筑主要用材及其特点。

做一做

西方古代建筑主要用材及其特点。

任务拓展

讲述世界八大建筑奇迹是什么？（建筑物名称 1 分/个，建筑物特色 1 分/个）

任务三　展望建筑业的未来

任务要求

1．了解建筑业的发展趋势。

2．通过了解建筑业的发展趋势，明确现在建筑业中的岗位分类，并且明确以后学习的奋斗目标。

【案例】在美国洛杉矶好莱坞附近一座全美最有名的住宅，1988 年专门为一位重要的电视制作人建造，有 123 个房间，5388.2m^2。除了对采暖、通风、湿度控制、烟火检测和热水供应系统等设备进行控制外，庄园中还有很多特殊的区域要求有复杂的管理。如保龄球室与卧室有截然不同的要求，酒窖与花房的控制要求也有所不同，剧场不能与玩具展厅同样处理，一个巨大的艺术品收藏必须严格地进行温湿度控制以及特殊的保安消防措施等，为了解决好对上述这些功能不同设备的控制，该住宅采用了 LONWORKS 网

络，通过 100 个监视和控制屏幕进行庄园的更新操作，并能进行远程访问、监视、系统维护和软件升级，使硬件部分比传统的解决办法节约成本 25%，同时提高了系统管理的方便性和灵活性。

知识准备

土木工程是一门古老的学科，它已经取得了巨大的成就，未来的土木工程发展的前景怎样，首先要弄清目前人类社会所面临的挑战和发展机遇。土木工程目前面临的形势是：

世界正经历工业革命以来的又一次重大变革，这便是信息（包括计算机、通讯、网络等）工业的迅猛发展，可以预计人类的生产、生活方式将会发生重大变化。

航空、航天事业等高科技事业的发展，月球上已经留下了人类足迹，对火星及太阳系内外星空的探索已取得了巨大进步。

地球上居住人口激增，目前世界人口已达 70 亿，预计到 21 世纪末，人口要接近百亿。而地球上的土地资源是有限的，并且会因过度消耗而日益枯竭。

生态环境受到严重破坏，如：森林植被被破坏，土地荒漠化，河流海洋水体污染，城市垃圾成山，空气混浊，大气臭氧层破坏等，随着工业的发展、技术的进步而人类生存环境却日益恶化。

人类为了争取生存，为了争取舒适的生存环境，预计土木工程必将有重大的发展。

一、重大工程项目将陆续兴建

为了解决城市土地供求矛盾，城市建设将向高、深方向发展。例如高层建筑，目前最高的建筑为阿联酋的哈利法迪拜塔高度为 828.14 米，居世界第一。上海中心大高 632 米，居世界第二。韩国仁川双子大楼高 614 米，居世界第三。日本竹中工务店技术研究所提出了一个摩天城市（sky city）的方案，底座为 400 m×400 m，地下深 60 m，地上高 1 000 m，总建筑面积 800 万 m^2，可居住 3～4 万人。在我国除了修建标志性的大厦以外，还要大量修建商品住房。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。考虑到我国人口基数巨大，加上城市化进程加速，对住宅的需求压力是很大的。这也为今天的学生、明天的工程师们提供了广泛的就业机会和施展才能的舞台。

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。已经设想的环球铁道和环球高速公路已有多种方案。这一工程实现以后，人们可以从南美洲阿根廷的火地岛合恩角北上经中美洲、北美洲，从阿拉斯加穿白令海峡到俄国，经中、蒙、俄到东欧，西欧，再从西班牙穿直布罗陀海峡到摩洛哥，经北非，穿撒哈拉大沙漠到南非，直达好望角。其中跨白令海峡和直布罗陀海峡的大桥已有设计方案，并在土木工程有关杂志上发表。

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。“五纵”是从南到北的五条干线，它们是从黑龙江的同江南下直达海南省的三亚市，其间要穿越渤海湾，长江口和琼州海峡，所以不仅要筑路，且有多座大桥或隧道要建设。以下几条是从北京到福州，北京到珠海，内蒙古二连浩特到广西

河口，重庆到湛江。“七横”是横贯东西的七条主干线，计有绥芬河到满洲里，丹东到拉萨，青岛到银川，连云港到新疆霍尔果斯，上海到成都，上海到云南瑞丽，衡阳到昆明。这些干线贯通了首都、直辖市和各省市自治区的省会或首府，连接了人口 100 万以上的大城市和很多 50 万人口以上的城市。这个系统有完善的安全保障、通讯和综合服务系统。为各城市间提供了快速，直达舒适的运输系统。

在铁路建设方面，北京到上海的高速铁路、上海到杭州的磁悬浮铁路已在运营之中。普通铁道中江苏北部到福建的南北铁路，四川内江到昆明线，西安到南京线均已建成。此外，从昆明经缅甸、孟加拉国到印度的铁路，从昆明经仰光到曼谷，或从仰光经马来西亚到新加坡的国际铁道也已经过一些国际会议研究，在技术上已无重大障碍，只要投资及利益分配得到落实，21 世纪前半叶建成通车是有希望的。

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。

二、土木工程将向太空、海洋、荒漠地开拓

地球上的海洋面积占整个地球表面积的 70%左右，陆地面积太少，首先想到可向海洋发展。向海洋开拓近代已经开始。为了防止噪音对居民的影响，也为了节约用地，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，在岛上建跑道和候机楼。香港大屿山国际机场劈山填海，荷兰 Delf 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，工人在平台上一工作就是几个月，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。但大规模改造沙漠，首先要解决水的问题。目前设想有以下几种可能：①首先在沙漠地下找水，如利比亚已发现撒哈拉大沙漠有丰富的地下水，现已部分开始利用；②从南极将巨大的冰山拖入沙漠地区，如沙特阿拉伯曾进行可行性研究，运输不成问题，如何利用冰山才符合成本要求，仍有待解决；③海水淡化，海水淡化方法有多种，但成本均居高不下，如果随着技术进步，成本降低，这是最有希望成为沙漠水源的。沙漠的改造利用不仅增加了有效土地利用面积，同时还改善了全球生态环境。

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。美籍华裔科学家林柱铜博士利用从月球带回来的岩石烧制成了水泥。可以设想，只要带上的氢、氧到月球能化合成水，则可在月球上就地制造混凝土。林博士预计在月球土建造一个圆形基地，需水泥 100 t，水 300 t 和钢筋 360 t。而除水以外，其他材料均可从月球上就地制造。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蜂房式基地，用钢铁制成，可以拼接扩大，内部造成人工气候，使之适合人

类居住。随着太空站和月球基地的建立，人类可向火星进发。与地球相似的是火星，但火星上缺氧，如何使火星地球化，人们设想利用生物工程，将制氧微生物及低等植物移向火星，使之在较短时间内走完地球几亿年才走完的进程，使火星适于人类居住，那时人类便可向火星移民，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。

三、工程材料向轻质、高强、多功能化发展

近百年来，土木工程的结构材料主要还是钢材、混凝土、木材和砖石。21 世纪在工程材料方面希望有较大突破。

（1）传统材料的改性

混凝土材料应用很广，且耐久性好，但其强度（比钢材）低，韧性差，建造工程笨重而易开裂。目前混凝土强度常用可达 C50～C60（强度为 50 N/mm^2～60 N/mm^2）特殊工程可达 C80～C100，今后将会有 C400 的混凝土出现，而常用的混凝土可达 C100 左右。为了改善韧性，加入微型纤维的混凝土，塑料混合混凝土正在开发应用之中。对于钢材，主要问题是易锈蚀，不耐火，必须研制生产耐锈蚀（甚至不锈）的钢材，生产高效防火涂料用于钢材及木材。

（2）化学合成材料的应用

目前的化学合成材料主要用于门窗、管材、装饰材料，今后的发展方向是向大面积围护材料及结构骨架材料发展。一些化工制品具有耐高温、保温隔声、耐磨耐压等优良性能，用于制造隔板等非承重功能构件很理想。目前碳纤维以其轻质、高强、耐腐蚀等优点而用于结构补强，在其成本降低后可望用作混凝土的加筋材料。

四、设计方法精确化，设计工作自动化

在 19 世纪与 20 世纪，力学分析的基本原理和有关微分方程已经建立，用于指导土木工程设计也取得了巨大成功。但是由于土木工程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还只能比较粗糙，有一些还主要依靠经验。三峡大坝，用数值法分析其应力分布，其方程组可达几十万甚至上百万个，靠人工计算显然是不可能的。高速电子计算机的出现，使这一计算得以实现。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。

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：土木工程中的由各个杆件分析到整体结构分析；工程结构的定型分析到按施工阶段的全过程仿真分析；工程结构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。

五、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越来越广泛的应用，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。现举一些例子加以说明。