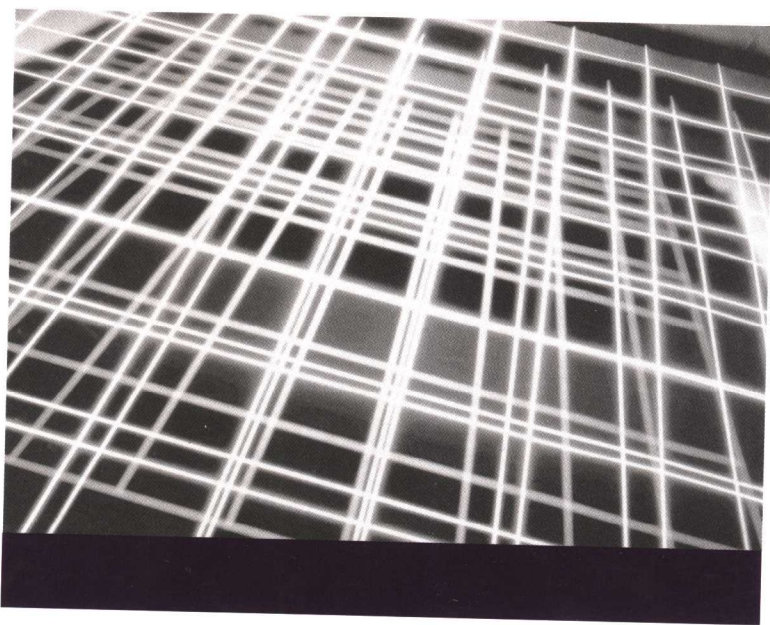


刘 瑛 主编

土木工程概论



Chemical Industry Press



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

土木工程概论

刘 瑛 主编

朱 珊 申建红 赵金先 陈传联 副主编



化学工业出版社
环境科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京) 新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程概论/刘瑛主编. —北京: 化学工业出版社,
2005. 2

ISBN 7-5025-6471-3

I. 土… II. 刘… III. 土木工程-概论 IV. TU

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 136137 号

土木工程概论

刘 瑛 主编

朱 珊 申建红 赵金先 陈传联 副主编

责任编辑: 董 琳

文字编辑: 王金生 王 涛

责任校对: 郑 捷

封面设计: 于剑凝

*

化 学 工 业 出 版 社
环境科学与工程出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 16 字数 285 千字

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6471-3/TU·75

定 价: 30.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

前 言

国家教育部开展关于高等教育专业目录调查后，在经过几年的教学实践和目标培养，以及收集社会需要的反馈信息的基础上，为满足土木工程技术、工程管理等相关学科对工程界专业人才培养、培训的需要，特编写了这本《土木工程概论》。

本书的编写既注重了相关知识体系的科学性、完整性，又注重了实践性，在阐述土木工程知识的基础上，增加了新的知识和学科前沿信息，使学生能够受到系统培训，获得相关专业需要的知识结构和能力训练。本书主要包括：建筑水暖电工程、基础工程、建筑工程、道路工程、铁路工程、桥梁工程、港口工程、飞机场工程、隧道工程、水利水电工程、加固工程及计算机在土木工程中的应用。

本书由刘瑛主编。本书第一章由刘瑛编写，第二章由夏宪成编写，第三章由朱珊编写，第四章由申建红、刘瑛编写，第五章、第六章由赵金先、荣强编写，第七章由浩文年编写，第八章、第九章由于英乐编写，第十章、第十一章由焦春贤、干石松编写，第十二章由刘瑛编写，第十三章由荣强编写。全书由刘瑛统校，由邵婷、龙秋瑛统一编排。

本书可作为土木工程、工程管理、工程造价管理、房地产经营管理、水利交通工程等相关专业的教材，也可作为工程技术人员的培训教材。

本书在编写过程中，借鉴和参考了许多兄弟院校的相关书籍，在此表示衷心的感谢，由于编者时间和水平有限，本书难免有不妥之处，敬请读者批评指正，提出宝贵意见。

编 者

2004 年 9 月

内 容 提 要

本书的编写既注重了相关知识体系的科学性、完整性，又注重了实践性，在阐述土木工程知识的基础上，增加了新的知识和学科前沿信息，使学生能够受到系统培训，获得相关专业需要的知识结构和能力训练。本书主要包括：建筑水电工程、基础工程、建筑工程、道路工程、铁路工程、桥梁工程、港口工程、飞机场工程、隧道工程、水利水电工程、加固工程及计算机在土木工程中的应用。

本书可作为土木工程、工程管理、工程造价管理、房地产经营管理、水利交通工程等相关专业的教材，也可作为工程技术人员的培训教材。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 土木工程的基本概念和特点	1
一、土木工程的基本概念	1
二、土木工程的特点	2
第二节 土木工程的发展历史和未来	2
一、土木工程的发展历史	2
二、土木工程的未来	4
三、土木工程的学习指导	5
第二章 给排水、采暖、电气基础知识	7
第一节 室内给水系统	7
一、室内给水系统及其分类	7
二、给水系统的组成	7
三、给水系统的压力	9
四、室内供水方式的选择	9
五、给水管道的布置和敷设	14
六、管材及附件	17
第二节 消防给水系统	20
一、消火栓消防系统	20
二、自动喷水灭火系统	24
三、水幕自动喷水灭火系统	26
四、其他固定灭火设施简介	27
第三节 室内排水系统	29
一、室内排水系统的分类	29
二、室内排水系统的组成	30
第四节 建筑供暖	35
一、供暖系统概述	35
二、供暖系统的组成	35
三、供暖系统的分类	36

第五节 电气照明	41
一、照明方式和照明种类	41
二、光的本质	42
三、光的度量	43
四、照明电光源	44
五、照明电气设计	47
六、照明供配电	49
七、电气照明施工图	54
第三章 基础工程	58
第一节 地基勘察与试验	58
一、勘察工作规划	58
二、勘察方法	59
三、现场监测	59
四、地基勘察报告	60
第二节 地基和基础	61
一、地基承载力的确定	62
二、地基和基础类型及其选择	63
三、基础埋置深度的选择	67
第三节 地基处理	67
一、地基处理的对象与目的	67
二、地基处理方法与方案选择	68
第四章 建筑工程	75
一、建筑基本构件	75
二、单层工业厂房	81
三、高层建筑结构体系与布置	83
四、结构总体布置及变形缝	108
第五章 道路工程	153
一、道路的分类和组成	153
二、公路	156
第六章 铁路工程	163
一、高速铁路	163
二、城市轻轨与地下铁道	166
三、磁悬浮铁路	168
第七章 桥梁工程	171

一、桥梁基本组成与分类·····	171
二、桥面构造·····	177
第八章 港口工程 ·····	179
第一节 概述·····	179
一、港口的作用·····	179
二、港口分类·····	179
三、港口建设的基本准则·····	179
第二节 港口的组成·····	180
第三节 港口规划与布置·····	182
一、港口规划·····	182
二、港口布置·····	184
第四节 码头建筑·····	186
一、码头的平面布置形式·····	186
二、码头形式·····	187
第五节 防波堤·····	190
一、防波堤的功能·····	190
二、防波堤的平面布置·····	190
三、防波堤的类型·····	192
第六节 护岸建筑·····	195
一、护岸建筑的作用·····	195
二、护岸建筑的分类与构造·····	196
第九章 飞机场工程 ·····	200
第一节 概述·····	200
一、航空运输系统·····	200
二、民航机场的组成·····	200
三、机场分类及飞行区等级·····	201
四、民航机场的发展趋势·····	201
第二节 机场规划·····	202
一、机场规划的目的·····	202
二、机场规划的过程和内容·····	203
第三节 跑道、滑行道·····	205
一、跑道·····	205
二、滑行道·····	212
第四节 航站区规划与设计·····	212

一、航站楼·····	212
二、站坪、机场停车场与货运区·····	216
第五节 机场维护区及环境·····	217
一、机场维护区·····	217
二、机场环境·····	217
第十章 隧道与地下工程·····	219
一、隧道的种类及其作用·····	220
二、隧道的沿革及其发展·····	222
第十一章 水利水电工程·····	227
一、防洪·····	227
二、农田水利·····	229
三、水力发电工程·····	231
第十二章 加固工程·····	235
一、结构可靠性鉴定方法和基本原则·····	236
二、混凝土加固结构受力特征·····	238
三、常用的加固方法·····	239
第十三章 计算机在土木工程中的应用·····	242
一、计算机辅助设计 CAD ·····	242
二、工程结构计算机仿真分析·····	243
三、企业经营管理中的计算机应用·····	245
四、建筑功能上计算机的应用·····	246
参考文献·····	247

第一章 绪 论

第一节 土木工程的基本概念和特点

一、土木工程的基本概念

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”。

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；而“行”则需要建造铁道、公路、机场、码头等交通土建工程，与土木工程关系也非常紧密；而“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；而“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。

根据上面所述可知，土木工程主要由四部分组成：一是包括铁路、公路、码头、机场等在内的交通设施工程；二是包括电站、厂房等在内的工业设施工程；三是包括堤坝、给排水等在内的水利市政设施工程；四是包括剧院、体育馆、图书馆、教学楼、办公楼、旅馆、住宅等公用和民用建筑工程。

二、土木工程的特点

土木工程的任务是设计和建造各种建筑物或构筑物，一般称之为建筑产品。它与其他工业生产的产品相比，具有特有的技术经济特点，这主要体现在产品本身、建设过程和管理上。

① 建筑产品除了有各自不同的性质、用途、功能、设计、类型、使用要求外，还具有固定性、多样性、形体庞大、所涉及的工程技术复杂等共同特点。

② 土木工程建设具有建设周期长，所需人力、物力资源多，受环境和自然条件的影响大以及生产的流动性和复杂性等特点。

③ 土木工程中的建筑管理具有针对性、系统综合性、一次性等特点。

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、管理和加固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做简要的介绍。

第二节 土木工程的发展历史和未来

一、土木工程的发展历史

土木工程的发展大体经历了古代、近代和现代三个阶段。

(1) 古代土木工程的时间跨度大致从旧石器时代到 17 世纪中叶。在这一时期修建各种设施主要依靠经验，没有什么设计理论。所用材料主要取于自然，如石块、草筋、土坯，在公元前一千年左右开始采用烧制的砖。所用工具也很简单，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，有的甚至难以想像。

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、希腊的帕特依神庙、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。如北京故宫、天坛，天津蓟县的独乐寺观音阁等均为具有悠久历史的优秀建筑。中国古代的砖石结构也有伟大成就。最著名的当数万里长城，它东起山海关，西至嘉峪关，全长 5000 余公里。在水利方面，由蜀太守李冰父子主持修建的都江堰水利工程，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。

(2) 近代土木工程的发展大致从 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, 土木工程逐步形成一门独立学科。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、1859 年转炉炼钢法获得成功和 1867 年钢筋混凝土的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, 如 1889 年法国建成的埃菲尔铁塔, 1825 年和 1863 年英国分别修建了世界上第一条铁路和地铁, 1869 年开凿成功的苏伊士运河, 1936 年美国旧金山建成的金门大桥, 1931 年美国纽约建成的帝国大厦以及 1909 年我国建成的京张铁路等。

(3) 二战以后, 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具有功能要求多样化、城市建设立体化、交通工程快速化、工程设施大型化等特点。

在这个时期, 无论是公路、铁路、桥梁、隧道、高层建筑、高耸结构、大跨建筑还是水利工程方面都取得了长足的发展。世界各国取得的成就不胜枚举。

① 在高层建筑方面, 1994 年美国芝加哥建成的西尔斯大厦有 110 层, 高 443m。目前中国最高的建筑为上海金茂大厦, 88 层, 高 420.5m。国内其他有代表性的高层建筑有: 深圳地王大厦, 高 325m; 广州中天广场, 高 321.9m; 广东国际会议中心, 高 200m。

② 在高耸结构方面, 加拿大多伦多电视塔, 横截面为 Y 形, 高 549m, 为世界之冠。第二位是 1967 年建成的莫斯科电视塔, 高 537m。我国上海于 1995 年建成的上海东方明珠电视塔, 高 468m, 居世界第三。以下依次为吉隆坡电视塔, 高 421m; 天津电视塔, 高 406m; 北京电视塔, 高 380m。

③ 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 202m。法国巴黎工业展览馆的屋盖跨度为 218m×218m，由装配式薄壳组成。北京工人体育馆为悬索屋盖，直径为 90m。

④ 在水利工程中为了减小坝体断面，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 272m；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，我国在建的三峡水利枢纽，水电站主坝高 190m，总装机容量预计为 $1820 \times 10^4 \text{ kW}$ ，建成后将列世界第一。

⑤ 在桥梁方面，目前世界上跨度最大的悬索桥是 1998 年建成的日本明石海峡大桥，主跨 1991m；居世界第二位的是丹麦的大贝尔特东桥，跨度 1624m；第三大跨为英国的恒伯尔桥，主跨 1410m。值得自豪的是，中国于 1999 年建成的江阴长江大桥，主跨 1385m，香港于 1997 年建成的青马大桥主跨 1377m，分别居世界第四位和第五位等。

综观土木工程历史，我国在近 20 年来取得了举世瞩目的成就。现在，无论是在高层建筑、大跨桥梁，还是在宏伟机场、港口码头，中国均有建树，这些成就均为改革开放以来取得的。土木工程的发展从一个侧面反映出我国经济的飞速发展。

二、土木工程的未来

地球上可以居住、生活和耕种的土地和资源是有限的，而人口增长的速度在不断加快，目前世界人口已达 60 亿，预计到 21 世纪末，人口要接近百亿。工业革命以后，信息工业的迅猛发展将会使人类的生产、生活方式发生重大变化。

目前生态环境已受到严重破坏，随着工业的发展、技术的进步而人类生存环境却日益恶化。因此，人类为了争取生存，为了争取舒适的生存环境，土木工程的未来至少得向 5 个方向发展。

(1) 向高空延伸 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 $400\text{m} \times 400\text{m}$ ，地下深 60m，地上高 1000m，总建筑面积 800 万平方米，可居住 3~4 万人，称为“空中城市”。

(2) 向地下发展 建造地下建筑将有着改善城市拥挤、节能和减少噪声污染等特点。国外已建成的地下建筑达 7 层。日本户田建设公司“地下城市规划”拟向地下修建十几层的建筑，其中有商场、住宅、游泳池、停车场、穿梭巴士及地下铁路网等设施。

(3) 向海洋拓宽 为了防止噪声对居民的影响，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。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。

(4) 向沙漠进军 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:在沙漠地下找水;从南极将巨大的冰山拖入沙漠地区;海水淡化。沙漠的改造利用不仅增加了有效土地的利用面积,同时还改善了全球生态环境。

(5) 向太空迈进 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。并建议利用在地球上携带的氢、氧到月球化合成水,在月球上制造混凝土。林博士预计在月球上建造一个圆形基地,需水泥 100t、水 300t 和钢筋 360t。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,人们的生活空间将大大扩展。

三、土木工程的学习指导

1. 理论知识的积累

在土木工程学科的系统学习中,广大同学首先应努力掌握土木工程学科的基本理论知识和技能要求。基本理论包括基础理论和应用理论两个方面。基础理论主要包括高等数学、物理和化学等。应用理论内容较多,包括工程力学、流体力学(水力学)、土力学与工程地质学等。

土木工程的专业知识包括建筑结构的设计理论和方法、施工技术与组织管理、房屋建筑学、工程经济、建设法规、土木工程材料、基础工程、结构检验、土木工程抗震设计等。此外还要学习与土木工程相关的专业知识如:给排水、供暖通风、电工电子、工程机械等。

土木工程需要掌握的技能或工具有:工程制图、工程测量、材料与结构试验、外语及计算机在土木工程中的应用等。

2. 实践经验的培养

在不断的学习中，不仅要注意知识的积累，更应注意能力的培养。从成功的土木工程师的实践经验中得出以下几点。

(1) 自主学习能力 大学只有四年，所学的东西总是有限的，土木工程内容广泛，新的技术又不断出现，因而自主学习、扩大知识面、自我成长的能力非常重要。不仅要向老师学、向书本学，而且要注意在实践中学习，善于查阅文献，善于在网上学习。

(2) 综合解决问题的能力 在大学期间大多数课程是单科教学，有一些综合训练及毕业设计是训练综合解决问题的能力，要特别珍惜。实际工程问题的解决总是要综合运用各种知识和技能，在学习过程中要注意培养这种综合能力，尤其是设计、施工等实践工作的能力。

(3) 协调、管理能力 现代土木工程不是一个人能完成的，需要许多人的共同努力才能完成。因此培养自己的协调、管理能力非常重要。同学们毕业参加工作后，总会涉及到管理工作，如：管理一部分人和受人管理。在工作中一定要处理好人际关系，对上级要尊重，有不同意见应当面提出讨论，要努力负责地完成好上级交给的任务，使上级对你的工作“放心”；对同事，既竞争又友好，对下级要既严格要求，又体贴关怀。总之，做事要合情、合理、合法，要有团队精神，这样，工作才能顺利开展，事业发展才能更上一层楼。

第二章 给排水、采暖、 电气基础知识

第一节 室内给水系统

室内给水系统的主要任务是选用适用、经济、合理的最佳供水方式将自来水从室外管道输送给各种卫生器具、用水龙头、生产装置和消防设备，并保证满足用户对水质、水压和水量的要求。

一、室内给水系统及其分类

室内给水系统按用途基本上可分为生活给水、生产给水和消防给水三类。

(1) 生活给水系统 生活给水系统担负着供给居住小区、公共建筑、服务行业和工业企业建筑内的人们日常饮用、烹调、盥洗、洗涤、沐浴等生活上的用水。要求水质必须严格符合国家规定的饮用水水质标准。

(2) 生产给水系统 因各种生产工艺不同，生产给水系统种类繁多，主要用于生产设备的冷却、原料和产品的洗涤、锅炉的软化水给水及某些工业原料的用水等几个方面。生产用水对水压、水量、水质以及安全方面的要求各不相同，一般根据工艺需要来确定。

(3) 消防给水系统 消防给水系统分为消火栓给水系统和自动喷水灭火给水系统。供层数较多的民用建筑、大型公共建筑、某些生产车间的消防用水。消防用水对水质要求不高，但必须按现行的建筑设计防火规范保证足够的水量和水压。

上述各种给水系统在同一建筑物中不一定全部具备，应根据建筑物的用途和性质以及设计规范的要求，设置独立的某几种系统或共用系统。

二、给水系统的组成

室内给水系统的组成如图 2-1 所示。

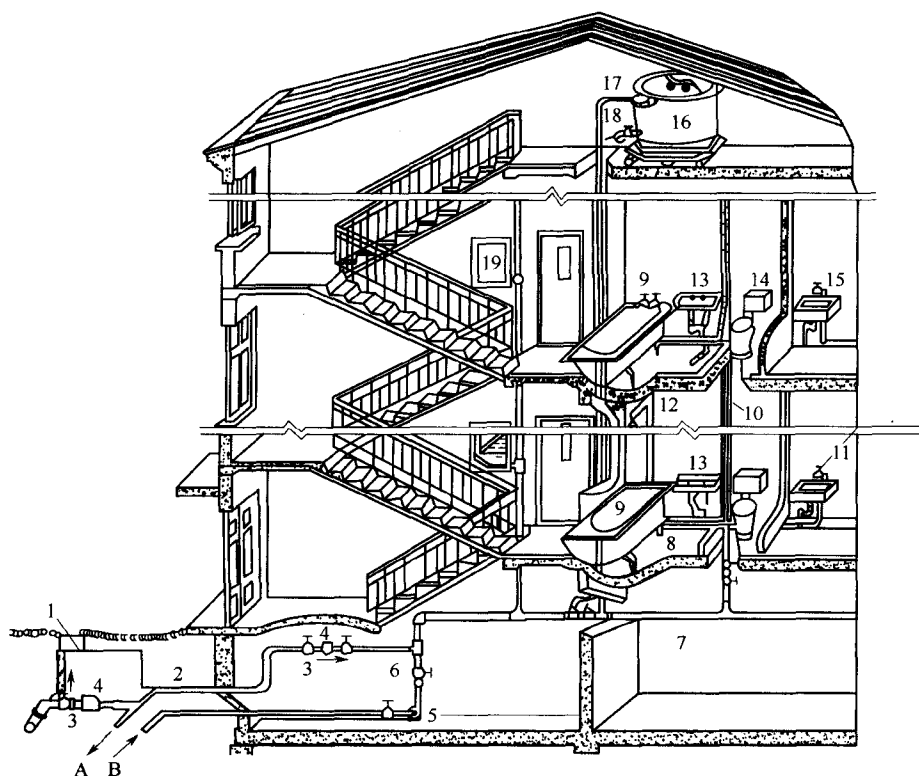


图 2-1 室内给水系统示意

1—阀门井；2—引入管；3—闸阀；4—水表；5—水泵；6—止回阀；7—干管；8—支管；
9—浴盆；10—立管；11—水龙头；12—淋浴器；13—洗脸盆；14—大便器；15—洗涤
盆；16—水箱；17—进水管；18—出水管；19—消防栓；A—入储水池；B—来自储水池

(1) 引入管 是指穿越建筑物承重墙或基础的管道，是室外给水管网与室内给水管网之间的联络管段，也称进户管。

(2) 水表结点 是指装设在引入管上的水表及其前后的闸门、泄水装置等。

(3) 管网系统 是指室内给水水平管或垂直干管、立管、支管等。

(4) 给水附件 是指给水管路上的闸门，止回阀及各种配水龙头。

(5) 升压和储水设备 在室外给水管网压力不足或室内对安全供水、水压稳定有要求时，需设置各种附属设备，如水箱、水泵、气压给水装置、水池等升压和储水设备。

(6) 消防给水设备 按照建筑物的防火要求及规范，需要设置消防给水