

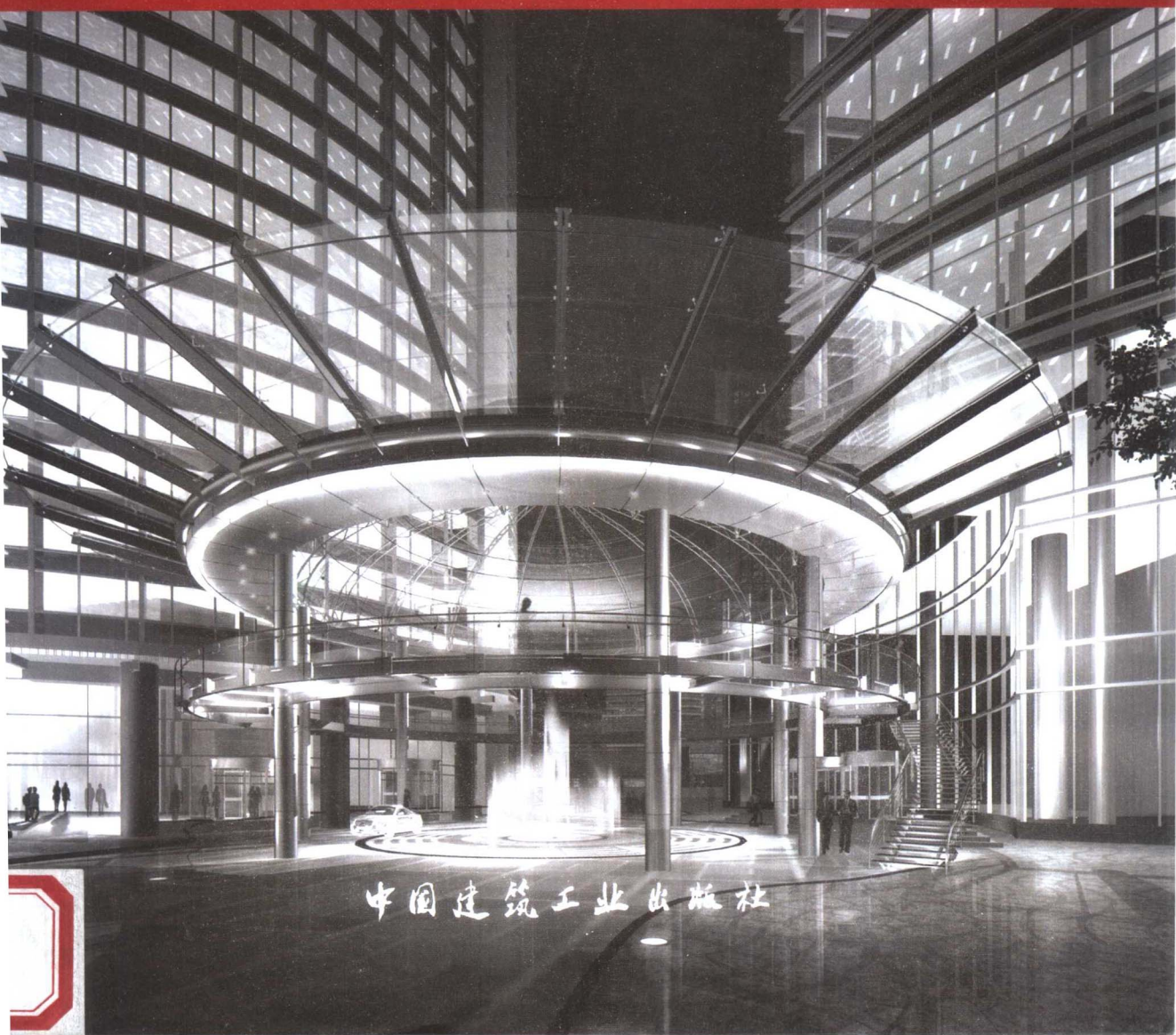


高等学校规划教材

GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

土建及水工结构基础

肖作义 主编



中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

土建及水工结构基础

肖作义 主编
王利平 主审



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土建及水工结构基础/肖作义主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2007

高等学校规划教材

ISBN 978-7-112-08916-1

I. 土… II. 肖… III. ①土木工程-高等学校-教材②水工结构-高等学校-教材 IV. TU TV34

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 024643 号

**高等学校规划教材
土建及水工结构基础**

肖作义 主编

王利平 主审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 18 插页: 1 字数: 440 千字

2007 年 6 月第一版 2007 年 6 月第一次印刷

印数: 1—3000 册 定价: 26.00 元

ISBN 978-7-112-08916-1

(15580)

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)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

全书共分 11 章。第一章至第三章为土建基本知识，全面阐述了土建知识、建筑结构与构造、民用建筑设计方法、工程材料和读图与作图的基本要求；第四章至第八章为钢筋混凝土结构基本构件理论设计与计算方法，较系统地介绍了钢筋混凝土材料的力学性能和钢筋混凝土受弯、受剪、受压、受拉构件的承载力计算；第九章和第十章分别介绍了水工程结构中水池与中小型地面泵房结构设计计算方法，同时分别给出了中小型地面泵房结构和钢筋混凝土结构水池的设计与计算实例；第十一章介绍了地基与基础的基本知识和一般设计方法。且在每章后附有思考题与习题。

本书依照我国新标准和规范要求，注重基本理论知识与工程实践能力的培养和应用，力求由浅入深，循序渐进，突出重点，贯彻少而精的原则。本书适用于非土木与建筑工程专业技术人员及从事给水排水工程专业、环境工程专业的师生使用，同时也可供市政工程专业、建筑环境与设备工程专业和测绘专业的学生学习时参考。

* * *

责任编辑：李 明 齐庆梅

责任设计：董建平

责任校对：陈晶晶 张 虹

前 言

我国的给水排水工程学科建立于 20 世纪 50 年代初。本书是根据高等学校给水排水工程专业指导委员会通过的“给水排水工程专业本科教育（四年制）培养目标和毕业生基本规格”中关于“土建工程基础”课程教学基本要求和基本内容编写的。在土建工程专业的基础上，考虑给水排水工程专业要求土建工程基础的教学需要，兼顾专业方向共同点，在内容上可以侧重专业方向的重点进行选学，并参照我国南北方地区的不同特点，力求内容精炼，叙述清楚，反映当前新技术、新方法、新材料的应用。

根据高等教育专业指导委员会的精神，贯彻新教学大纲的实施，针对给水排水工程专业人员的实际工作需要，结合目前教学要求，课程时数安排，以及其他专业少学时选修课的需要（比如市政工程、环境工程、建筑设备与环境工程、测绘学专业）而编写了此套教材，原教材经过在校生四届本科生试用，在不断补充和完善取得的实际经验的基础上，经过组织、优化，将给水排水工程专业所需要的土建基本知识及工程结构设计基础整合为一门课程，更好地为给水排水工程专业工艺设计和施工奠定基础，为其他专业提供必要的基础知识。

给水排水工程通常都是由各类构筑物和建筑物所组成的。常用的构筑物有水池、水塔、沟渠、管槽、检查井、处理池等，而建筑物则包括泵房以及其他生产、管理等用的房屋。《土建及水工结构基础》这门课程所讨论的就是这些构筑物和建筑物的构造原理与结构设计问题。具体内容有：

（1）掌握给水排水工程中有关土建的基本知识以及建筑材料的性能、应用和施工要求；

（2）了解土建的基本结构和构造，掌握其各部分的组成原理、使用方法及基本构件的设计计算，尤其水工程结构的施工技术要求；

（3）熟悉地基及基础、防渗、防水、变形等构造要求，能较处理好给水排水工程与土建工程、工程结构之间的关系。

本教材内容共分 11 章。全书由肖作义副教授主编，王利平教授主审，李义科教授、任雁秋教授和王伯林副教授担任副主编。其中绪论由荀勇、周友新编写，第一章至第六章由肖作义编写，第七章和第八章由李义科、任雁秋和肖作义编写，第九章由孙梅、肖作义编写，第十章由孙英、宋继强编写，第十一章由王伯林编写，全书制图由孙英、甄树聪绘制，附录表格由孙梅整理。在编写过程中得到各学校有关领导及部分专业教师的大力支持，同时参考了大量文献资料，引用了其中部分内容，在此，谨向这些文献的作者表示感谢。

限于作者水平有限，调研不够，书中缺点错误在所难免。恳请各位读者、同行批评指正。

目 录

绪论	1
第一章 土建基本知识	7
第一节 建筑基本三要素	7
第二节 建筑的分类与分级	8
第三节 建筑统一模数制与定位轴线标定原则	10
第四节 建筑识图及基本内容	11
思考题与习题	17
第二章 民用建筑设计	18
第一节 概述	18
第二节 单一建筑空间设计	23
第三节 建筑空间组合设计	28
第四节 建筑体型及立面设计	30
思考题与习题	32
第三章 工程材料与民用建筑构造	33
第一节 工程材料	33
第二节 基础与地基	40
第三节 砖墙组成与构造	46
第四节 楼板层与首层地面	56
第五节 楼梯	60
第六节 屋顶	63
第七节 门窗	75
第八节 变形缝与构造措施	78
第九节 民用建筑抗震及措施	82
思考题与习题	83
第四章 钢筋和混凝土的力学性能	85
第一节 钢筋	85
第二节 混凝土	88
思考题与习题	91
第五章 钢筋混凝土受弯构件正截面承载力计算	93
第一节 单筋矩形梁正截面承载力计算	93
第二节 双筋矩形梁正截面承载力计算	107
第三节 截面构造规定	112
思考题与习题	114

第六章 钢筋混凝土受弯构件斜截面承载力计算	117
第一节 斜截面受剪破坏形态及受力特点.....	117
第二节 斜截面受剪承载力计算.....	120
第三节 箍筋及弯起钢筋的构造要求.....	130
思考题与习题.....	131
第七章 钢筋混凝土受压构件承载力计算	133
第一节 轴心受压构件.....	133
第二节 偏心受压构件.....	139
思考题与习题.....	150
第八章 钢筋混凝土受拉构件承载力计算	151
第一节 轴心受拉构件.....	151
第二节 偏心受拉构件.....	155
思考题与习题.....	161
第九章 泵房泵站结构设计	162
第一节 泵房的结构组成及作用.....	162
第二节 刚性方案房屋墙体计算.....	162
第三节 砌体抗压强度.....	169
第四节 无筋砌体构件的承载力计算.....	170
第五节 中小型地面泵房二级泵站结构设计（实例）.....	180
思考题与习题.....	189
第十章 钢筋混凝土水池结构设计	190
第一节 钢筋混凝土水池的类型和结构形式.....	190
第二节 水池荷载与水池结构受力分析.....	192
第三节 地基承载力与水池的抗浮稳定性验算.....	200
第四节 水池截面设计和施工图绘制.....	201
第五节 圆形钢筋混凝土清水池结构设计（实例）.....	204
思考题与习题.....	226
第十一章 地基基础	227
第一节 土的物理性质及工程分类.....	227
第二节 地基应力分析与压缩变形.....	234
第三节 建筑地基基础计算.....	240
第四节 深基础概述.....	254
第五节 建筑地基处理技术.....	259
思考题与习题.....	263
附图	插页
附表	270
主要参考文献	279

绪 论

给水排水工程和环境工程通常是由各类构筑物和建筑物所组成的。常见的构筑物有水池、水塔、取水井、各种水处理单元体、沟渠、管槽、检查井、防渗墙等；而建筑物则包括办公用房以及为生产、管理服务用房，如泵房、化验、仓库、检修、食堂等。这些构筑物和建筑物的功用、生产能力和相互作用由工艺设计来确定。但是，任何一项工程设计，只有工艺设计不足以付诸实施，还必须进行建筑和结构设计，满足构造要求。在给水排水工程和环境工程中，构筑物和建筑物的结构部分往往占相当大一部分基本建设投资，而结构设计的质量又直接关系到给水排水工程和环境工程的坚固性、适用性和经济性。因此，结构设计是给水排水工程和环境工程设计中的一个相当重要的组成部分。

给水排水工程和环境工程结构设计一般是由工艺、结构、建筑环境等内容相互配合共同完成的。结构设计是给水排水工程及环境工程设计中的一个有机组成部分，它和工艺设计以及建筑环境设计之间存在着既相互联系又相互制约的辩证关系。

结构设计的任务是根据工程任务中所提出的各项条件和要求（如工程地点、工程性质、供水水源情况、所处理的水质性质、设计规模、投资及占地面积等），结合当地的工程基础、工艺和建筑环境设计特点，选择结构方案和结构形式，再根据各个构筑物或建筑物的受力特点和地质条件，确定计算范围，以及钢筋品种和混凝土强度等级，然后根据内力分析结果计算截面尺寸和配筋数量，并采取必要的构造措施，最后完成结构施工图。

给水排水工程和环境工程的结构设计应全面符合坚固适用、经济合理、技术先进的设计原则。设计人员通常需要通过深入的调查研究，全面掌握与工程项目设计有关的第一手资料。在此基础上，根据结构本身的特定规律，对各种影响因素进行综合分析对比，正确处理可能出现的各种矛盾。比如，在设计中常需要对能够满足工艺要求的各种构筑物的布置方式或结构方案，进行技术经济指标的综合分析对比，以确定最佳施工方案。又如，在确定结构的受力体系和计算简图时，由于给水排水工程、环境工程构筑物的受力情况和结构体系往往比较复杂，设计人员常需要根据具体情况对结构体系进行某种简化，以使用比较简单的计算方法求解内力。这时，关键是简化后的计算结果应尽可能正确地反映结构的实际受力情况。否则，即使计算再精确，其结果也必然是不可靠的。

一、土建基础与给水排水工程和环境工程专业的关系

土建工程是建造各类工程设施的科学技术的总称。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、市政工程、道桥工程、隧道工程、给水排水工程、环境工程、机场、港口码头等，也指运用材料、设备在土地上的勘测、设计、施工、安装等工程技术活动。人民生活离不开衣、食、住、行，其中“住”是与土建工程直接相关的，“行”是为方便人们出行及增强物流而建造的铁路、公路、机场、码头等交通土建工程，与土木工程关系非常密切。“食”是满足人们生存需要及改善环境而打井取水、筑坝蓄水、筑渠灌溉、建造粮食加工厂、水加工厂等。而“衣”的纺纱、织布、制衣，也必须在工厂

内进行，这些也离不开土建工程。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发射塔架和航天基地。因此，可以说土建工程是社会进步和科学技术发展所需要“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。

土建工程需要解决的问题，首先表现为形成人类活动需要的、功能良好和舒适美观的空间和通道，它既有物质方面的要求又有精神方面的需要，这是土建工程的根本目的和基本出发点；其次表现为能够抵御自然或人为的作用力，这是土建工程存在的根本原因；第三表现为充分发挥所采用的材料的作用，土建工程都是应用石、砖、混凝土、钢材、木材乃至合金材料和管材等新型节能建筑材料在地球表面的土层或岩层上建造的，材料是建造土木工程根本条件；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、物力和财力，把社会所需要的工程设施建造成功，付诸使用，这是土建工程的最终归宿。

土建工程具有以下五个属性：

(1) 社会性：土建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：土建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：由于各种影响土建工程的因素既众多又错综复杂，使得土建工程对实践的依赖性很强。

(4) 安全性：土建工程的质量关系到人们的生命财产，使得土建工程对安全的要求很高。

(5) 技术经济和艺术的统一性：土建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。

现代土建工程具有以下四方面的特点：

(1) 功能要求多样化：现代土建工程已经超越原本意义上挖土盖房、架梁筑桥的范围。

(2) 城市建设立体化：随着经济发展和人口增长，迫使房屋建筑向高层发展，这就使得高层建筑的兴起几乎成了城市现代化的标志。

(3) 交通工程快速化：由于市场经济的繁荣与发展，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。现在人们常常感触“地球越来越小了”，这就是运输高速化的结果。

(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，当代大型的土建工程已陆续建成并投入使用。

给水排水工程是用于水的提升、输送、净化、供给；废水的收集、治理、排放和水质改善的工程。给水排水工程的设计工作由工艺设计、结构设计、建筑设计等工种相互配合，共同完成。此外，在建筑物内部也有室内供应水和排除污水的设施，习惯上称建筑给水排水工程，它隶属于整个给水排水工程，又具有相对独立性。

给水排水工程是土建工程的一个分支，但它与房屋、桥梁、市政工程不同的是学科特征有差异。给水排水工程的学科特征是：(1) 用水文学和水文地质学的原理解决从水体内部取水和排水的有关问题。(2) 用水力学原理解决水的输送问题。(3) 用物理、化学和微生物学的原理进行水质处理和检验。因此，物理、化学、水力学、水文学、水文地质学和微

生物学等是给水排水工程的基础学科。

1. 给水工程

给水工程一般由给水水源、取水构筑物、输水系统、给水处理厂和给水管网四部分组成，分别起到集输送、改善水质和水到用户的作用。在一般的地形条件下，这个系统中还要包括必要的输水（水池、水塔等）和抽升（水泵站）设施。它们之间的关系如图 1 所示。

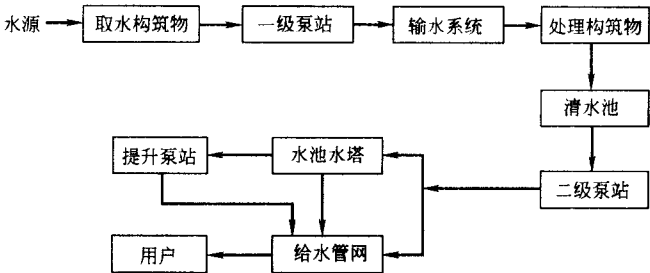


图 1 给水工程组成

2. 建筑给水排水工程

它包括生活、生产及消防上的用水器具、管道系统和附属设备，有以下几个系统，如图 2 所示。

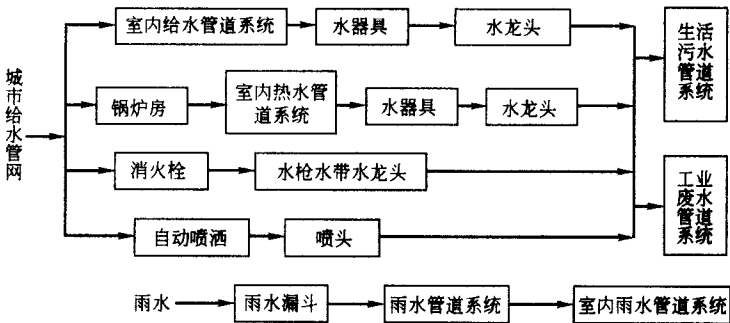


图 2 建筑给水排水系统组成

- (1) 冷水系统：供应生活、生产用水的给水系统，与城市给水管网连通，终端是供水用户的受水器。
- (2) 热水系统：供应生活、生产用的热水，与锅炉房引出的热水管道连通。
- (3) 雨水系统：通过雨水漏斗收集屋面雨水并将其排放至接受雨水的排水系统。
- (4) 消防系统：供建筑消防用水。包括消火栓消防系统、自动喷淋消防系统、气体灭火消防系统等。
- (5) 污废水系统：排除生活污水或生产废水的管道系统。将建筑内使用的污废水通过室内排水管道排至城市污水管道。

3. 排水工程

排水工程一般有排水系统、污（废）水处理厂和最终处置设施三部分组成，如图 3 所示。排水管系起收集输送废水的作用，分成分流制和合流制两种系统。

4. 环境工程

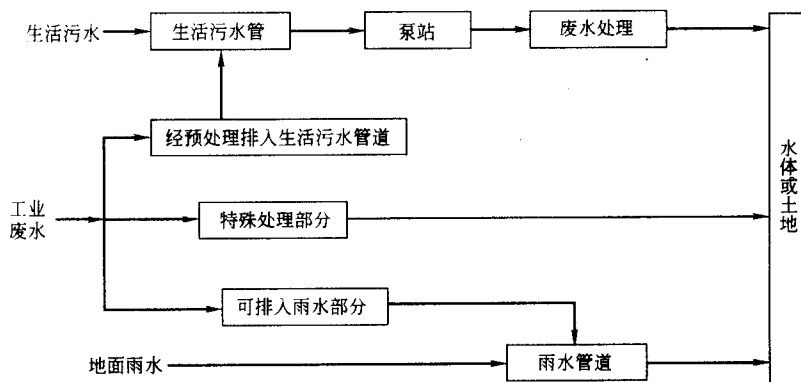


图3 分流制排水工程组成

环境工程是研究和从事防止污染和提高环境质量的科学技术。它包括水体污染控制、生活（工业）污（废）水治理、大气污染控制、固体废弃物处置、噪声污染控制及放射性污染控制等。

人类活动必然会导致环境污染，但自然环境受污染后有一定的自净能力，只要污染物的含量不超过一定量，环境仍能维持正常，自然生态也能维持平衡。随着工业生产的迅猛发展和城市人口的急剧增加，自然环境受到的冲击和破坏愈来愈严重。原来土建中的市政卫生工程分支逐渐发展为独立的学科——环境工程（它包括给水排水工程、垃圾处理、环境卫生、水污染控制工程、大气污染控制工程及物理污染等内容），但它和土建工程保持着密切的联系。

水体污染物有病菌、病毒、寄生虫卵、来源于动植物的排泄物和残体、有毒有害的化学品（如含氟农药）、重金属盐类、放射性物质等，还有其他如油脂、酸、碱等物质。水体污染的控制措施有加强污染源的管理，建设完善的排水管和废水处理设施等。

大气污染物有烟尘燃料燃烧不完全产生的一氧化碳、烧煤锅炉和炉灶产生的二氧化硫、汽油燃烧不完全产生的碳氢化合物等。大气污染的控制措施主要有能源、设备和操作的革新，以及过滤洗涤、离心分离、静电或声波沉降等方法的废气处理等。目前，地区性及全球性的宏观控制日益重要。

固体废弃物有城市垃圾、工业废渣（如高炉矿渣、粉煤灰）、农业固体废弃物（如秸秆、畜粪）等。城市垃圾处理方法主要是掩埋、焚化、堆肥。工业废渣应加以应用于建筑材料。例如，混凝土中可掺一定比例的粉煤灰取代部分水泥。农业固体废弃物可用沼气发酵法加以处理。

噪声主要来自机器（工业噪声）和交通工具（交通运输噪声）。控制噪声的方法首先是改革工艺，选择机械的构造和材料，采用隔声罩隔振机座，在土建工程中应用隔声屏障（如墙、土丘等）或在建筑表面多用吸音隔声材料。

二、建筑物和构筑物

在给水排水工程或环境工程中常提到“建筑物”和“构筑物”，建筑本身包含了两个概念，建就是建筑或建筑物，筑就是构筑物。两者合起来就是建造房屋和从事其他的土木工程活动，同时又表示这种活动的成果。土建工程上通常把建筑分成建筑物和构筑物。建

筑物是人们从事生产生活和进行各种社会活动的需要，利用和掌握的物质技术条件，运用科学规律和美学法则而创造的社会生活环境。如：住宅、厂房、宾馆、歌舞厅、商场、体育馆等。构筑物是仅仅满足生产、生活的某一方面的需要而建造的某些工程设施。如：烟囱、汽车库、菜窖、泵房、水库大坝、各类水池、水处理设施等。可见，建筑物和构筑物体现的功能范围不同，他们之间有明显的区别。

建筑物是人类活动的产物，建筑的发展代表着各个时代的政治、经济、文化、宗教、信仰等。让我们翻开历史的画卷，便会了解建筑的产生。在原始社会，人们利用树枝、石块这样的天然材料经过粗略加工盖成树枝棚和石屋，用来躲避风雨和野兽的侵袭，开始了最原始的建筑活动。如：西安半坡村遗址。这说明在 5000 年前的新石器时代对房屋的构造技术已积累了相当的经验。在奴隶社会奴隶主可以大量的无偿使用劳动力，建筑的规模不断扩大。比如：古埃及的金字塔，就是每批 10 万奴隶轮流劳作 30 年建成的。它以庞大、沉重、稳固的大块头屹立在一望无垠的沙漠上，给世人留下了宝贵的物质财富和文化财富。还有古希腊雅典卫城的帕提农神庙，以其建筑独特、气势宏大代表了当时希腊建筑的最高成就。到了封建社会，建筑的发展已经有了一定的基础，人们的建筑思想渗透到了建筑当中，以哥特式为代表的天主教堂广泛流行，追求神的气氛很浓。到了后期建筑的巴黎圣母大教堂，更使人们对神崇拜得五体投地。就连美国国会大厦都受到了神的思想的影响。进入 20 世纪 20 年代，现代建筑进入了高潮，最有名的有美国纽约的西格拉母大厦，高 158m，用青铜挤压成形的工字形竖筋镶嵌，建筑立面效果突出，具有技术和艺术的结合。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。目前中国最有代表性的高层建筑有：上海金茂大厦，88 层，高 420.5m；深圳帝王大厦，高 325m；广州白天鹅宾馆，高 321.9m；广东国际会议中心，高 200m；上海东方明珠塔，高 468m，居世界第三。世界上容量最大的瑞典马尔墨水塔，容量为 10000m³，顶上设有旋转餐厅。目前世界上最高的重力坝为瑞士的大狄克桑坝，高 258m；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 1820×10^4 kW，建成后将列世界第一。著名的建筑家有德国的格罗皮乌斯，法国的柯布西耶，美国的赖特。随着社会生产力的发展，出现了硅酸盐水泥，钢筋混凝土材料，建筑的类型更加多样化，质量和美观也大大提高。今天的薄壳结构、折板结构、悬索结构、网架结构等就是跨时代的象征。

我国的建筑发展也很快，大致经历了夏、商、西周、春秋、唐宋、明清时代，著名的秦始皇陵、万里长城、少林寺砖塔等都经历了历史的考验。比如建造在天津蓟县的独乐寺内的观音阁，它以历史悠久、建筑独特而驰名中外，是我国现存最古老的木结构高层楼阁。至今已经历了 28 次地震，其中 1679 年平谷三河一带大地震和 1976 年唐山大地震都安然无恙。可见建筑技艺之高超。如今，改革开放，我国建筑正赶超世界先进行列，能设计和建造现代化的高级宾馆，大跨度和高层公共建筑，解决了高层建筑中的结构造型、地基与基础、垂直交通、防火防灾、给水排水、供热通风、环境保护等多方面的技术问题。比如：上海金茂大厦以其绿色建筑标志着我国现代建筑的环保理念思想，它将作为人类建筑史上的里程碑而载入史册。新中国成立后，经过半个多世纪大规模的经济建设，取得了辉煌成就，建国初期党曾提出以适用、经济、在可能条件下注意美观作为我国的建筑方针。1986 年建设部总结了以往建设的实践经验，结合我国实际情况，制定了新的建筑技术政策，明确指出建筑业的主要任务，全面贯彻“适用、安全、经济、美观”的方针，在

该政策文件中归纳如下论述：

——适用是指恰当地确定建筑面积，合理的布局，必要的技术设备，良好的设施以及保温、隔热、隔声的环境。

——安全是指结构的安全度，建筑物耐火及防火设计，建筑物的耐久年限等。

——经济主要是指经济效益，包括节约建筑造价，降低能源消耗，缩短建设周期，降低运行、维修和管理费用等，既要注意建筑物本身的经济效益又要注意建筑物的社会和环境综合效益。

——美观在适用、安全、经济的前提下把建筑美和环境美列为设计的重要内容。搞好室内外环境设计，为人们创造良好的工作和生活条件。政策中还提出了对待不同建筑物不同环境有不同的美观要求。总之应区别不同的建筑，处理好适用、安全、经济、美观之间的关系。

三、给水排水工程结构和环境工程结构的基本概念

给水排水工程和环境工程结构作为结构工程中的一个专门领域是在我国解放后才形成的。在 20 世纪 50 年代成立了一批专门从事给水排水工程或环境工程设计与科研的设计院和研究所，促使专业工程机构的设计与研究走向专业化。结构设计是给水排水工程、环境工程中的一个有机组成部分，它和工艺设计以及建筑设计之间存在着既相互联系又相互制约的辩证关系。

给水排水和环境工程结构无论从使用要求、结构形式、作用荷载及施工方法等方面来说都有其特殊性。给水排水和环境工程构筑物大多是形状比较复杂的空间薄壁结构，对抗裂、抗渗漏、防冻保温及防腐等有较严格的要求。在荷载方面一般工程除可能遇到重力荷载、风、雪荷载及水压力、土压力外，给水排水构筑物还常需对温度作用、混凝土收缩及地基不均匀沉降等引起的外加变形或约束变形进行较缜密考虑。因此，给水排水和环境工程的结构设计应全面符合坚固、适用、经济合理、技术先进的设计原则。针对专业工程结构的特殊性，给水排水和环境工程专家经过多年的研究和实践，对水环境工程（特别是水处理构筑物）结构的设计、计算有了自己完整的体系。尤其在结构及构件的合理形式、荷载取值、内力计算方法、钢筋混凝土的抗裂及裂缝宽度计算，防止和限制裂缝的构造措施、预应力混凝土水池的设计计算方法等方面，取得了丰富的研究成果和实践经验。于 1984 年完成，1985 年颁布施行的《给水排水工程结构设计规范》（GBJ 69—84），直到 2002 年《给水排水工程构筑物结构设计规范》（GB 50069—2002）进一步修订完善。可以说是给水排水工程专业的一次飞跃、一个里程碑，一个新型的专业从此有了理论依据。同时由多家权威性的市政设计院和给排水专业设计院合编了《给水排水工程结构设计手册》。这是一部内容浩繁、篇幅巨大的工具书，在一定程度上反映了我国给水排水工程专业 30 多年的宝贵设计经验。

进入 21 世纪，科学技术突飞猛进，特别是电子计算机的普遍应用，使结构设计的可靠度增大，CAD 辅助设计、结构受力过程分析、计算力学等方面取得了可喜的成绩。目前，在给水排水工程设计和环境工程设计的研究领域上，应用有限单元法或较精确的计算方法对复杂结构进行分析计算已相当普遍，这在很大程度上提高了设计的质量和效率。

总之，给水排水工程和环境工程结构作为一门应用科学技术课程，我们在学习过程中，应随时注意本学科及相关学科的最新发展。

第一章 土建基本知识

第一节 建筑基本三要素

建筑构成的基本要素是：建筑功能、物质技术条件和建筑形象。

建筑功能，即指建筑的实用性，是房屋的使用需要，它体现了建筑的目的性，任何建筑都有为人所用的功能，如建厂是为了生产，建住宅是为了满足居住、生活和休息，建剧院是为了满足文化的需要等等，所以生产、生活和文化就分别是建厂、住宅、剧院的功能要求。

建筑功能的要求不是一成不变的，是随着社会生产力的发展，经济的繁荣，物质文化生活水平的提高，人们对建筑功能的要求也将日益提高，满足新的建筑功能的房屋也应运而生。以我国的住宅为例：在 20 世纪 60~70 年代，人均居住面积不到 4m^2 ，且大多居住在平房里。到 20 世纪 90 年代，人均居住面积达到 $7\sim 8\text{m}^2$ ，且居住在楼房里。由此可得出：建筑功能是受历史条件限制的，不同时期的建筑，满足不同的建筑功能需要。

物质技术条件是实现建筑的手段，它包括建筑材料（比如钢筋、水泥、木材等），结构与构造（比如砖混结构、框架结构等），设备与施工技术（比如垂直升降机、塔机、滑模升降机等）。建筑水平的提高，离不开物质技术条件的发展，而物质技术条件的发展又受社会生产力和科学技术的制约。以高层建筑在西方国家发展为例：19 世纪中叶后期，由于蒸汽动力升降机的出现，高层建筑才有了可能，而随着建筑设备的完善，新材料的出现，新结构体系的产生，才为促进高层建筑的广泛发展奠定了基础。

建筑形象是指建筑物的内外观感，它包括建筑体型（矩形、塔形、L 形、圆形等）、立面处理（横向分格、竖向分格等）、内外空间的组织装修、色彩应用等。建筑形象反映了建筑物的物质、时代风采、民族风格、地方特色等。比如：住宅，外形简单朴素给人以亲切、宁静的气氛；剧院，巨大的观众厅，高耸的舞台、体量、高低的对比反映了剧院建筑的特性；人民英雄纪念碑，庄严、肃穆、雄伟、崇高，有强大的思想性和艺术感染力，唤起人们对历史事件或历史人物的怀念。

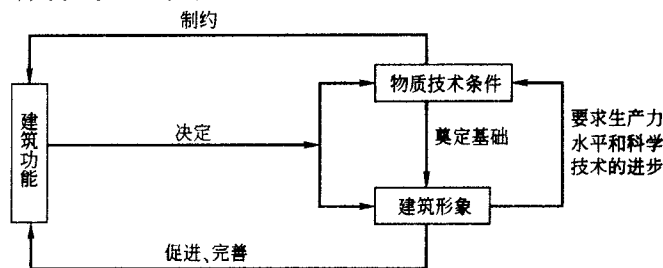


图 1-1 建筑功能、物质技术条件和建筑形象三者之间的辩证关系

总之，建筑功能、物质技术条件和建筑形象三者是辩证统一的。建筑功能是建筑的目的、主导因素，一般情况下，对物质技术条件和建筑形象起决定性作用，但后者也不是消极被动的，在一定条件下能对建筑功能起相当的制约和促进作用，如图 1-1 所示。

第二节 建筑的分类与分级

一、建筑物的分类

通常按下列几种方法进行分类：

（一）按建筑的使用性质分

- （1）民用建筑——非生产建筑，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——指农副业生产建筑，如粮仓、畜禽饲养场等。

（二）按主要承重结构材料分

- （1）砖木结构建筑：用砖墙、木楼层和木屋架建造的房屋。
- （2）砖混结构建筑：用砖墙、钢筋混凝土楼板层、钢（木）屋架或钢筋混凝土屋面板建造的建筑。
- （3）钢筋混凝土结构建筑：建筑物主要承重构件全部采用钢筋混凝土。如装配式大板、大模板、滑模等工业化方法建造的房屋，钢筋混凝土的高层、大跨度、大空间结构的建筑。
- （4）钢结构建筑：全部用钢柱、钢屋架建造的房屋。
- （5）其他结构建筑：如土建筑、塑料建筑、充气塑料建筑等。

（三）按层数分

- （1）住宅建筑：1~3 层为低层住宅，4~6 层为多层住宅，7~9 层为中高层住宅，10 层及 10 层以上为高层住宅；
- （2）公共建筑及综合性建筑：建筑物总高度在 24m 以下者为非高层建筑，总高度在 24m 以上者为高层建筑（不包括建筑高度大于 24m 的单层公共建筑）。
- （3）建筑物高度大于 100m 时，不论住宅或公共建筑均为超高层建筑。
- （4）工业建筑（厂房）：单层厂房、多层厂房、混合层数的厂房。

二、建筑物的分级

设计和建筑房屋，应根据建筑物的使用年限选择相应的材料和结构类型，为了便于掌握和控制，常把建筑物按耐久年限和耐火等级来划分。

（一）建筑物的耐久年限

建筑物的耐久年限是依据建筑物的重要性的建筑的质量标准而定的，是作为建筑投资、建筑设计和选用材料的重要依据，如表 1-1 所示。

（二）建筑物耐火等级

建筑物的耐火等级是由组成建筑物的墙、梁、楼板等主要构件的燃烧性能和耐火极限决定的，共分四级，如表 1-2 所示。各级建筑物所用构件的燃烧性能和耐火极限不应低于规定的级别和限额。耐火等级的选择主要应由建筑物的重要性和其在使用中的火灾危险来确定。根据我国国情，并参照其他国家的标准，《高层民用建筑设计防火规范》把高层民

按主体结构确定的建筑耐久年限分级

表 1-1

级 别	适用建筑范围	耐久年限(年)
一	重要性建筑和高层建筑	>100
二	一般性建筑	50~100
三	次要性建筑	25~50
四	临时性建筑	<20

注：引自《民用建筑设计通则》(GB 50352—2005)

建筑物构件的燃烧性能和耐火极限

表 1-2

构 件 名 称		耐 火 等 级			
		一级	二级	三级	四级
		燃烧性能和耐火等级(h)			
墙	防火墙	非燃烧体 4.00	非燃烧体 4.00	非燃烧体 4.00	非燃烧体 4.00
	承重墙、楼梯间、电梯井的墙	非燃烧体 3.00	非燃烧体 2.50	非燃烧体 2.50	难燃烧体 0.50
	非承重外墙、疏散走道两侧的隔墙	非燃烧体 1.00	非燃烧体 1.00	非燃烧体 0.50	难燃烧体 0.25
	防火隔墙	非燃烧体 0.75	非燃烧体 0.50	难燃烧体 0.50	难燃烧体 0.25
柱	支承多层的柱	非燃烧体 3.00	非燃烧体 2.50	非燃烧体 2.50	难燃烧体 0.50
	支承单层的柱	非燃烧体 2.50	非燃烧体 2.00	非燃烧体 2.00	燃烧体
梁		非燃烧体 2.00	非燃烧体 1.50	非燃烧体 1.00	燃烧体 0.50
楼板		非燃烧体 1.50	非燃烧体 1.00	非燃烧体 0.50	难燃烧体 0.25
屋顶承重构件		非燃烧体 1.50	非燃烧体 0.50	燃烧体	燃烧体
疏散楼梯		非燃烧体 1.50	非燃烧体 1.00	非燃烧体 1.00	燃烧体
吊顶(包括吊顶隔栅)		非燃烧体 0.25	难燃烧体 0.25	难燃烧体 0.15	燃烧体

用建筑耐火等级分为一、二级；《建筑设计防火规范》分为一、二、三、四级，一级最高，四级最低。一般要求的民用建筑采用一、二级耐火等级；居住建筑、商店、学校、菜市场可采用一、二、三级耐火等级；如不超过二层，占地面积不超过 600m² 时，可采用四级耐火等级。

燃烧性能是建筑材料在明火或高温作用下的特征反应。我国国家标准《建筑材料燃烧性能分级方法》(GB 8624—97) 将建筑材料的燃烧性能分为以下几种等级。即 A 级：不燃性建筑材料（比如金属、砖、石、混凝土等），B1 级：难燃性建筑材料（钢丝网抹灰、石棉板等），B2 级：可燃性建筑材料（条板抹灰墙等），B3 级：易燃性建筑材料（木柱、

木吊顶等)。

耐火极限是某一建筑构件从受到火的作用起到失掉支持能力或发生穿透性裂缝或背火一面温度达 220°C 时的这段时间,用“h”表示。

第三节 建筑统一模数制与定位轴线标定原则

为了实现设计标准化、生产工厂化、施工机械化,由计划出版社出版了《建筑模数协调统一标准》(GBJ 2—86),作为统一与协调建筑尺度的基本标准。

一、模数数列

模数,是选定的标准尺度单位,作为建筑物、建筑构配件、建筑制品及有关设备尺寸相互协调的基础。模数数列是以选定的模数基数为基础而展开的数值系统。

《建筑模数协调统一标准》中规定,100mm 为模数尺寸的基本数值,叫基本模数,以 M_0 表示。模数数列中还包括扩大模数和分模数。前者是基本模数整倍数的模数尺寸,它们是 $3M_0$ 、 $6M_0$ 、 $15M_0$ 、 $30M_0$ 、 $60M_0$ 。后者是基本模数的分倍数的模数尺寸,有 $\frac{1}{10}M_0$ 、 $\frac{1}{5}M_0$ 、 $\frac{1}{2}M_0$ 。基本模数、扩大模数和分模数构成一个完整模数数列。分模数用于缝隙、构造节点、建筑构配件的截面及建筑制品尺寸;扩大模数用于建筑构件截面、建筑制品、门窗洞口、建筑配件及建筑的跨度(进深)、柱距(开间)、层高尺寸以及工业建筑的跨度、柱距、层高及有关配件尺寸。

二、四种尺寸

为了保证设计、生产、施工各阶段建筑制品,建筑构配件等有关尺寸的统一与协调,必须明确标志尺寸、构造尺寸、实际尺寸和技术尺寸的定义及相互关系。

标志尺寸用以标注建筑物定位轴线之间的距离以及建筑制品、建筑构配件、有关设备界限之间的尺寸,标志尺寸必须符合模数数列的规定。构造尺寸是建筑制品、建筑构配件的设计尺寸,一般情况下,构造尺寸加上缝隙尺寸即等于标志尺寸。缝隙的大小也应符合模数数列的规定。实际尺寸是建筑制品、建筑构配件等的实有尺寸,实际尺寸与构造尺寸之间的差数,应由允许偏差幅度加以限制。技术尺寸是建筑功能、工艺技术和结构条件在经济上处于最优状态下允许采用的最小尺寸,通常指构配件的截面、厚度等。

三、定位轴线的标定

定位轴线是用来确定房屋主要结构的位置及其尺寸的基线,通常应用于平面时称平面定位轴线;用于竖向时称竖向定位轴线。定位轴线之间的距离应符合模数制,如附图一所示。定位轴线的标定是按照建筑结构的类型确定的。一般分砖混结构和框架结构。对砖混结构来说其标定原则为:①外墙:对承重墙,一般自建筑物顶层墙身墙内缘半砖的倍数处通过,也可以自顶层墙身厚度的一半处通过;对于非承重外墙,除按承重外墙布置外,也可以与顶层非承重外墙内缘重合。②内墙:不论承重与否,均自顶层墙身中心线处通过。③对于楼梯间和中走廊两侧墙体:定位轴线自顶层楼梯或走廊一侧墙半砖处通过。

对框架结构,柱与平面定位轴线的联系原则是:中柱(中柱的上柱或顶层中柱)的中