



书名：建筑概论

ISBN：978-7-307-13782-0

作者：李竞克 侯琳

出版社：武汉大学出版社

定价：38.00元

前 言

《建筑概论》介绍了建筑工程的基本知识和国内外建筑技术的新进展,着重阐述了工业与民用建筑设计、建筑物构造、建筑材料、施工的应用技术。编写中注重结合国家新规范、新标准,广泛联系科学技术的发展现状,概念准确,突出重点的同时将一些知识点整合,方便学习和理解。全书共5个模块,包括:概述、建筑材料、建筑力学、建筑结构、建筑施工。

本书内容广泛,可作为高等学校非建筑学、土木建筑工程专业高职高专院校学生的教材,也可供从事与土木建筑工程有关的工程技术人员和管理人员参考,而且在内容编排上,也考虑了建筑设备及工程项目管理等专业的需求。

本书在编写过程中引用了大量的规范、专业文献和资料,在本书中未一一注明出处,在此,对相关作者表示衷心的感谢!并对为本书付出辛勤劳动的编辑同志表示衷心的感谢!

限于编者水平有限,加之时间仓促,疏漏之处在所难免,恳切地希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

CONTENTS

模块 1

建筑概述

- ◎ 项目一 建筑及其分类 1
- ◎ 项目二 建筑结构及其类型 15
- ◎ 项目三 建筑活动 27
- ◎ 习 题 36

模块 2

建筑材料

- ◎ 项目一 建筑材料的定义和分类 37
- ◎ 项目二 建筑材料的基本物理性质 38
- ◎ 项目三 建筑材料的基本力学性质 42
- ◎ 项目四 常用建筑工程材料 45
- ◎ 习 题 73

模块 3

建筑力学

- ◎ 项目一 静力学 75
- ◎ 项目二 材料力学 84
- ◎ 项目三 结构力学 91
- ◎ 习 题 100

模块 4

建筑结构

- ◎ 项目一 建筑结构的概念和分类 101
- ◎ 项目二 建筑结构的基本设计原则 103
- ◎ 项目三 砌体结构 106
- ◎ 项目四 混凝土结构 115
- ◎ 项目五 木结构 121
- ◎ 项目六 钢结构 122
- ◎ 项目七 桁架和拱 128
- ◎ 项目八 框架 137
- ◎ 项目九 高层结构 139

模块 5

参考文献

◎ 项目十 空间结构	146
◎ 项目十一 地基与基础	152
◎ 习 题	166

建筑施工

◎ 项目一 主体工程	167
◎ 项目二 装饰工程	216
◎ 项目三 防水工程	221
◎ 习 题	2287
.....	228

建筑概述



学习描述

本模块学习目标

本模块从建筑学的基本概念入手，系统地介绍了建筑、建筑结构以及建筑活动涉及的相关知识，旨在帮助读者对建筑工程有一个初步的、概括的了解。本模块是学习后续章节内容的基础。



项目一 建筑及其分类

一、建筑的基本概念

英语建筑一词为 architecture，来自拉丁语 archi-tectura，可理解为关于建筑物的技术和艺术的系统知识，我们称为建筑学。汉语“建筑”是一个多义词，建筑既表示建筑工程或土木工程的营造活动，又表示这种活动的成果。

从学科的角度讲，建筑学科内容包括技术和艺术两个方面，在历史的发展过程中逐渐分化成几个主要专业：建筑学、城市规划、土木工程、建筑环境与设备工程、给排水专业。建筑工程是土木工程的一个专门分科。土木工程一般按专门分科分为建筑工程、桥梁工程、公路与城市道路工程、铁路工程、隧道工程、水利工程、港口工程、海洋工程、给水排水工程、环境工程等。

建筑作为工程实体，是指建筑艺术与工程技术相结合，营造出的供人们进行生产、生活或其他活动的环境、空间、房屋或场所。建筑工程是兴建房屋的规划、勘察、设计、施工的总称，目的是为人类生产与生活提供场所。典型的建筑工程是房屋建筑，也包括纪念性建筑、陵墓建筑、园林建筑和建筑小品等。

人们对房屋的基本要求是“实用、美观和经济”。房屋主要由建筑、结构、设备三部分构成，一幢建筑中建筑、结构、设备三成分的比重要随其功能要求而定，各类建筑物又不一样；人类建房之初没有设备，而近现代建筑中，设备成分的比重却越来越大。结构与建筑永远共存共亡。有人说，结构是骨，建筑是肉，设备就是形式多样的循环系统。

建筑是建筑物和构筑物的通称。具体来说，供人们进行生产、生活或其他活动的房屋或场所称为建筑物，如住宅、商店、学校、厂房等；人们不能直接在其内进行生产、生活的建筑称为构筑物，如水池、烟囱、桥梁、电视塔等。无论是建筑物还是构筑物，都是为了满足一定功能，运用一定的物质材料和技术手段，依据科学规律和美学原则而建造的相对稳定的人造空间。

建造房屋是为满足人们的生活和工作需要的。不论是居民住宅，还是学校的教学楼等

各种不同功能的房屋，尽管它们在使用要求、空间组合、外形处理、结构形式、构造方式以及规模的大小等各个方面分别有各自的特点，但简单地说是具有顶盖、柱梁和墙壁的建筑物。

一幢现代的建筑物，一般由承重结构、围护结构（包括装饰）和设备与其他设施等几个部分组成。它们按其部位和功能的不同，通常又可分为 10 个部分：

- (1) 埋在地下的基础和地下室。
- (2) 承挡外力并传力到基础的柱、楼板、梁、框架、墙、屋盖及支撑体系。
- (3) 四周的围护结构和内部的间隔墙。
- (4) 房屋内外的建筑装饰。
- (5) 控制环境的供暖、通风、空气调节、照明、防火消防和隔声等系统。
- (6) 楼梯间、电梯和自动扶梯等垂直运输系统。
- (7) 闭路电视、电话、计算机网络等通信系统。
- (8) 电力系统，如大型建筑物的备用发电设备等。
- (9) 卫生设备和给排水系统。
- (10) 垃圾处理系统。

由于科技的进步，建筑的给水、排水、采暖、通风、空气调节、照明、消防、隔声、防尘等设备得以不断改进，使人类生产与生活环境日趋舒适。特别是随着计算机技术的不断发展，智能化建筑不断得到发展与完善。

二、建筑构成要素

建筑物构成的基本要素是建筑功能、建筑的物质技术条件和建筑形象，简称“建筑三要素”。

1. 建筑功能

建筑功能，即建筑的实用性，是指建筑物在物质和精神方面必须满足的使用要求。任何建筑物都具有为人所用的功能，如住宅供人生活起居，学校是教学活动的场所，园林建筑供人游览、观赏和休息，纪念碑可以陶冶情操，满足人们精神生活要求等。建筑的功能要求是建筑物最基本的要求，也是人们建造房屋的主要目的。

建筑的基本功能包括三个方面：①人体活动尺度的要求；②人的生理要求；③使用过程中和特点的要求。

建筑功能要求是随着社会生产和生活的发展而发展的，从构木为巢到现代化的高楼大厦，从手工业作坊到高度自动化的大工厂，建筑功能越来越复杂多样，人们对建筑功能的要求也越来越高，新的建筑功能也就不断涌现。

不同的功能要求产生了不同的建筑类型，例如各种生产性建筑、居住建筑、公共建筑等。不同的建筑类型又有不同的建筑特点，所以建筑功能是决定各种建筑物性质、类型和特点的主要因素。

2. 建筑的物质技术条件

建筑的物质技术条件包括材料、结构、设备和建筑生产技术（施工）等重要内容。材料和结构是构成建筑空间环境的骨架；设备是保证建筑物达到某种要求的技术条件；而建筑生产技术则是实现建筑生产的过程和方法。例如，钢材、水泥和钢筋混凝土的出现，从材料上解决了现代建筑中大跨、高层的结构问题；电脑和各种自动控制设备的应用，满足

了现代建筑中各种复杂的使用要求，而先进的施工技术，又使这些复杂的建筑得以实现。这些都是达到建筑功能、艺术和要求的物质技术条件。

建筑的物质技术条件是受社会生产水平和科学技术水平制约的。例如，随着生产和科学技术的发展，各种新材料、新结构、新设备不断出现，同时工业化施工水平不断提高，建筑的物质技术条件也出现了新的面貌，而建筑的物质同技术条件进一步现代化，必然会给建筑功能和建筑形象带来新的变化。新的功能要求由于技术上可能而产生了，如多功能大厅、超高层建筑等；新的建筑形象由于材料、结构的改变而出现了，如薄壳、悬索等结构的建筑形象。同样，建筑在满足社会的物质要求和精神要求的同时，也会反过来向物质技术条件提出新的要求，推动物质技术条件进一步发展。

总之，物质技术是建筑发展的重要因素，只有在物质技术条件具有一定水平的情况下，建筑的物质功能要求和艺术审美要求才有可能充分实现。

3. 建筑形象

根据建筑的功能和艺术审美要求，并考虑民族传统和自然环境条件，通过物质技术条件的创造，构成一定的建筑形象。构成建筑形象的因素包括建筑群体的单体的体形、内部和外部的空间组合、立面构图、细部处理、材料、色彩和质感以及光影和装饰的处理等。如果对这些因素处理得当，就能产生良好的艺术效果，给人以一定的感染力，如庄严雄伟、朴素大方、轻松愉快、简洁明朗、生动活泼等。

建筑形象并不单纯是一个美观问题，它还常常反映社会和时代的特征，表现出特定的时代的生产水平、文化传统、民族风格和社会精神面貌；表现出建筑一定的性格和内容。例如，希腊的神庙、中世纪的教堂、中国古代的宫殿、近现代出现的摩天大楼等，它们都有不同的建筑形象，反映着不同的社会文化和时代背景。

由于建筑首先是一种物质资料的生产，因此建筑形象就不能离开建筑的功能要求和物质技术条件而任意创造。

在上述三个基本构成要素中，满足功能要求是建筑的首要目的；材料、结构、设备等物质技术条件是达到建筑目的手段；建筑形象则是建筑功能、技术和艺术内容的综合表现。这三者之中，功能常常是主导，对技术和建筑形象起决定作用；物质技术条件是实现建筑的手段，因而建筑功能和建筑形象一定程度上受到它的制约；建筑形象也不完全是被动的，在同样的条件下，根据同样的功能艺术要求，使用同样的建筑材料和结构，也可创造出不同的建筑形象，达到不同的美学要求。在优秀的建筑作品中，这三者是辩证统一的。

三、建筑的分类

各种建筑物都有不同的使用要求和特点，为便于根据不同类型的建筑特点，分析研究同类建筑的共性，制定规范、定额、指标，提出明确的设计和施工任务，便于总结各种类型建筑设计的特殊规律，以提高设计水平，方便研究由于社会生活和科学技术的发展而提出的新的功能要求，了解建筑类型发展的远景，以保证建筑设计更符合实际要求和掌握建筑标准，合理控制投资等目的，特对建筑物进行分类。建筑的分类方法很多，主要有如下几种。

（一）按使用性质分

建筑按其使用情况分类的体系，称为建筑类型。一般分为生产性建筑、居住建筑和公共建筑三类。

1. 生产性建筑

生产性建筑主要指供工农业生产用的建筑物及构筑物，包括各种工业建筑和农业建筑。

（1）工业建筑

工业建筑是专供生产用的建筑物、构筑物。产业革命后最先出现于英国，其后各国相继兴建了各种工业建筑。我国从 20 世纪 50 年代开始大量建造各种工业建筑。由于工业部门种类很多，工业建筑主要按生产的产品种类划分，如冶金业建筑、纺织业建筑、化工业建筑、仪表业建筑、机械业建筑、食品业建筑以及铁路、公路、桥梁、码头等。各类中又有很多不同的工厂，如钢铁厂、造船厂、糖果厂、毛纺厂等。而在一个工厂中，又可按其生产中的用途分为：

- ①生产类建筑。包括各种主要生产车间。
- ②仓储类建筑。包括各种材料、原料及成品仓库。
- ③动力类建筑。包括热电站、煤气站、压缩空气站、变电站、锅炉房等。
- ④辅助类建筑。包括机修、工具等车间。

（2）农业建筑

主要指用作农业生产资料的固定资产，如畜牧建筑、仓储建筑、灌溉设施、防洪设施等。

2. 居住建筑

居住建筑主要指供家庭和集体生活起居用的建筑物，包括各种类型的住宅、公寓和宿舍等。

3. 公共建筑

公共建筑主要指供人们从事各种政治、文化、福利服务等社会活动用的建筑物。公共建筑种类繁多，如科研性建筑、交通性建筑、展览性建筑、商业性建筑、文教性建筑、行政性建筑、观赏建筑、园林建筑，以及以精神功能为主的纪念性建筑等。近来为了提高经济和社会效益而建造的集商业、行政办公和居住等功能于一体的综合大楼也属公共建筑。其中包括：

- ①行政办公建筑。如政府机关、工矿、企业、学校办公楼等。
- ②学校建筑。如中、小学校，各类专科学校以及高等学校的教学楼等。
- ③文化、科技性建筑。如少年宫、文化宫、俱乐部、图书馆以及各种科技馆、实验楼等。
- ④集会及观演性建筑。如会堂、电影院、剧院、音乐厅、杂技场等。
- ⑤展览性建筑。如各种展览馆、博物馆、美术馆等。
- ⑥体育建筑。如健身房、运动场、体育馆、游泳池等。
- ⑦商业建筑。如各种商店、市场、百货公司等。
- ⑧生活福利及服务性建筑。如托儿所、幼儿园、食堂、饭店、旅馆、浴室、银行等。
- ⑨医疗建筑。如卫生站、门诊所、综合性医院、各种专科医院、疗养院等。

- ⑩ 邮电、通信、广播建筑。如电信局、电话局、广播电视台、卫星地面转播站等。
- ⑪ 交通建筑。如汽车站、火车站、地下铁道站、航空港、轮船码头等。
- ⑫ 纪念性建筑。如陵园、纪念碑、纪念堂等。
- ⑬ 风景园林建筑。如公园游廊、亭台茶室，以及动、植物园等。

(二) 按建筑层数或高度分

层数是房屋建筑的一项非常重要的控制指标，一般要结合建筑高度和不同的使用情况综合考虑。

1. 住宅和公共建筑的分类

我国《民用建筑设计通则》(GB 50352—2005)中将民用建筑按层数划分为低层、多层、中高层和高层(表1-1)。

要注意的是各国对于高层和超高层建筑划分的标准是不同的。

表 1-1 各类建筑层数分类

层次	公共建筑	住宅建筑	
非高层	建筑总高度 24 m 以下	底层	1~3 层
		多层	4~6 层
		中高层	7~9 层
高层	建筑总高度 24 m 以上	10 层以上	

建筑物高度超过 100 m 时，不论住宅或公共建筑，均为超高层。为了简化应用，我国有关部门将无论是住宅建筑还是公共建筑的高层建筑范围，一律定为 10 层及 10 层以上。

联合国 1972 年国际高层建筑会议将高层建筑按高度分为四类：

第一类：9~16 层（最高到 50 m）。

第二类：17~25 层（最高到 75 m）。

第三类：26~40 层（最高到 100 m）。

第四类：40 层以上（即超高层建筑）。

2. 工业建筑的分类

工业建筑有单层厂房、多层厂房及工业大厦几种类型。工业大厦是一种非专业性的工业建筑，最早出现于英国，其主要特点是：统一的大空间内部分隔成若干较小单元，各有出入口、卫生间、办公室、楼电梯间。厂家可以租用或购买一至几个单元、几层、几栋等。

(三) 按结构类型分

结构类型是以承重构件的选用材料与制作方式、传力方法的不同而划分的，一般分为以下几种：

1. 砌体结构

砌体结构的竖向承重构件是采用黏土、多孔砖或承重钢筋混凝土小型砌块为主的墙体，水平承重构件为钢筋混凝土楼板及屋顶板。这种结构一般用于多层建筑中。

2. 框架结构

框架结构的承重部分是由钢筋混凝土或钢材制作的梁、板、柱形成骨架，墙体只起围护和分隔作用。这种结构可以用于多层和高层建筑中。

3. 钢筋混凝土墙板结构

钢筋混凝土墙板结构的竖向承重构件和水平承重构件均采用钢筋混凝土制作，施工时可以在现场浇注或在加工厂预制，现场吊装。这种结构可以用于多层和高层建筑中。

4. 特种结构

特种结构又称为空间结构。它包括悬索、网架、拱、薄壳、空间折板等结构形式。这种结构多用于大跨度的公共建筑中。

当然从承重构件的材料还可以有其他一些类型。如砖木结构建筑、钢筋混凝土结构建筑、钢结构建筑、混合结构建筑（用砖墙、柱，钢筋混凝土楼板，钢、木屋架或钢筋混凝土屋面板建造的房屋，又称砖混结构）和钢-钢筋混凝土结构建筑（有的也归入混合结构建筑）等。

（四）按施工方法分

施工方法是指建造房屋所采用的方法，它分为以下几类：

1. 现浇、现砌式

现浇、现砌式施工方法是指主要构件均在施工现场砌筑（如砖墙等）或浇注（如钢筋混凝土构件等）。

2. 预制装配式

预制装配式施工方法是指主要构件在加工厂预制，施工现场进行装配。

3. 部分现浇现砌、部分装配式

部分现浇现砌、部分装配式施工方法是一部分构件在现场浇注或砌筑（大多为竖向构件），一部分为预制吊装（大多为水平构件）。

四、建筑物的等级

建筑物按其性质和耐久程度分为不同的建筑等级。设计时应根据不同的建筑等级，采用不同的标准和定额，选择相应的材料和结构。

1. 建筑物的耐久等级

建筑物耐久等级的指标是使用年限。使用年限的长短是依据建筑物的性质决定的。影响建筑寿命的主要因素是结构构件的选材和结构体系。《建筑结构可靠度设计统一标准》（GB 50068—2001）对结构的设计使用年限做了规定（表 1-2）。

表 1-2 按建筑物等级划分的耐久年限

建筑等级	建筑物性质	耐久年限
一	具有历史性、纪念性、代表性的重要建筑物，如纪念馆、博物馆等	100 年以上
二	重要的公共建筑物，如一级行政机关办公楼、大城市火车站、大剧院等	50 年以上
三	比较重要的公共建筑和居住建筑，如医院、高等院校、工业厂房等	40~50 年
四	普通的建筑，如文教、交通、居住建筑及一般性厂房等	15~40 年
五	简易建筑和使用年限在 15 年以下的临时建筑	15 年以下

2. 建筑物的耐火等级

建筑物耐火性能标准，主要是由建筑物的重要性和其在使用中的火灾危险性来确定的。例如，具有重大政治意义的建筑或使用贵重设备的工厂和实验楼，以及使用人数众多的大型公共建筑或使用易燃原料的车间和热工车间等，都应采用耐火性较高的建筑材料和结构形式。有些建筑为了保证在3~4 h燃烧时间内不发生结构倒塌，还必须在结构设计中通过耐火计算，包括由于局部高温、钢筋混凝土强度降低、断面出现塑性铰时的结构内力分布的计算，以确定钢筋混凝土构件断面与配筋的构造尺寸。一般住宅或金属冷加工的机械车间，则可采用耐火性能较低的建筑材料和结构形式。

耐火等级取决于房屋的主要构件的耐火极限和燃烧性能，其单位为小时（h）。耐火极限是指从受到火的作用起，到失去支持能力或发生穿透性裂缝，或背火一面温度升高到220℃时所延续的时间。按材料的燃烧性能把材料分为燃烧材料（木材等）、难燃烧材料（木丝板等）和非燃烧材料（砖石等）。用上述材料制作的构件分别叫燃烧体、难燃烧体和非燃烧体。

大体上说，一级耐火建筑为钢筋混凝土楼板、屋顶、砌体墙组成的钢筋混凝土混合结构；二级耐火建筑和一级基本相似，但所用材料的耐火极限可较低；三级耐火建筑为木屋顶、钢筋混凝土楼板和砖墙组成的砖木结构；四级耐火建筑为木屋顶，及难燃体楼板和墙组成的可燃结构。

(1) 多层建筑的耐火等级

多层建筑物的耐火等级按我国现行的《建筑设计防火规范》（GB 50016—2006），分为四级，其划分方法见表1-3。

表 1-3 多层建筑的耐火等级

燃烧性能 和耐火极 限/h 构件名称	耐火等级			
	一级	二级	三级	四级
承重墙和楼梯间的墙	非燃烧体 3.00	非燃烧体 2.50	非燃烧体 2.50	难燃烧体 0.50
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	难燃烧体 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
吊顶（包括吊顶搁栅）	非燃烧体 0.25	非燃烧体 0.25	非燃烧体 0.25	燃烧体
屋顶的承重构件	难燃烧体 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
框架填充墙	非燃烧体 1.00	非燃烧体 0.50	非燃烧体 0.50	难燃烧体 1.00
隔 墙	非燃烧体 1.00	非燃烧体 0.50	难燃烧体 0.50	非燃烧体 1.00
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

一个建筑物的耐火等级属于几级，还取决于该建筑物的层数、长度和面积。《建筑设计防火规范》对此也做了详细的规定（表1-4）。

表 1-4 民用建筑的耐火等级、层数、长度和面积

耐火等级	最多允许层次	防火区分		备注
		最大允许长度/m	每层最大允许建筑面积/m ²	
一、二级	1. 1~9 层及 9 层以下的住宅（包括底层设置商业服务网点的住宅）和建筑高度不超过 24 m 的其他民用建筑以及建筑高度超过 24 m 的单层公共建筑； 2. 单层、多层和高层工业建筑； 3. 地下民用建筑	150	2 500	1. 体育馆、剧院、展览建筑等的观众厅、展览厅的长度和面积可以根据需要确定。 2. 托儿所、幼儿园的儿童用房及儿童游乐厅等儿童活动场所不应设置在四层及四层以上或地下、半地下建筑内。
三层	5 层	100	1 200	1. 托儿所、幼儿园的儿童用房及儿童游乐厅等儿童活动场所和医院、疗养院的住院部分不应设置在三层及三层以上或地下、半地下建筑内。 2. 商店、学校、电影院、剧院、礼堂、食堂、菜市场不应超过两层。
四层	2 层	60	600	学校、食堂、菜市场、托儿所、幼儿园、医院等不应超过一层。

注：①重要的公共建筑应采用一、二级耐火等级的建筑。商店、学校、食堂、菜市场如采用一、二级耐火等级的建筑有困难，可采用三级耐火等级的建筑。

②建筑物的长度，系指建筑物各分段中线长度的总和。如遇有不规则的平面而有各种不同量法时，应采用较大值。

③建筑内设置自动灭火系统时，每层最大允许建筑面积可按本表增加一倍。局部设置时，增加面积可按该局部面积一倍计算。

④防火分区间应采用防火墙分隔，如有困难时，可采用防火卷帘和水幕分隔。

⑤托儿所、幼儿园及儿童游乐厅等儿童活动场所应独立建造。当必须设置在其他建筑内时，宜设置独立的出入口。

（2）高层民用建筑的耐火等级

高层民用建筑的耐火等级分为二级，其划分方法见表 1-5。

表 1-5 高层民用建筑构件的燃烧性能和耐火极限

燃烧性能和耐火 极限/h		耐火等级	
		一级	二级
构件名称			
墙	防火墙	不燃烧体 3.00	不燃烧体 3.00
	承重墙、楼梯间、电梯井和住宅单元之间的墙	不燃烧体 2.00	不燃烧体 2.00
	房间隔墙	不燃烧体 0.75	不燃烧体 0.75
	柱	不燃烧体 3.00	不燃烧体 3.00
	梁	不燃烧体 2.00	不燃烧体 1.50
	楼板、疏散楼梯、屋顶承重构件	不燃烧体 1.50	不燃烧体 1.00
	吊顶	不燃烧体 0.25	不燃烧体 0.25

高层民用建筑分为两类，主要依据建筑高度、建筑层数、建筑面积和建筑物的重要程度来划分，在《高层民用建筑设计防火规范》（GB 50045—2005）中做了详细的规定，详见表 1-6。

表 1-6 高层民用建筑的分类

名称	一类	二类
居住建筑	高级住宅 19层及19层以上的普通住宅	10~18层的普通住宅
公共建筑	1. 医院； 2. 高级旅馆； 3. 建筑高度超过 50 m 或每层建筑面积超过 1 000 m ² 的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财贸金融楼； 4. 建筑高度超过 50 m 或每层建筑面积超过 1 500 m ² 的商住楼； 5. 中央级和省级广播电视楼； 6. 网局级和省级电力调度楼； 7. 省级邮政楼、防灾指挥调度楼； 8. 藏书超过 100 万册的图书馆、书库； 9. 重要的办公楼、科研楼、档案楼； 10. 建筑高度超过 50 m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等	1. 除一类建筑以外的商业楼、展览楼、综合楼、电信楼、财政金融楼、商住楼、图书馆、书库。 2. 省级以下的邮政楼、防灾指挥调度楼、广播电视楼、电力调度楼。 3. 建筑高度不超过 50 m 的教学楼和普通的旅馆、办公楼、科研楼、档案楼等。

一类高层的耐火等级应为一类，二类高层应不低于二级，裙房应不低于二级，地下室应为一类。

3. 工程等级

建筑物的工程等级以其复杂程度为依据，共分 6 级，其具体方法详见表 1-7。

表 1-7 建筑物的工程等级

工程等级	工程主要特征	工程范围举例
特级	1. 列为国家重点项目或以国际性活动为主的特高级大型公共建筑。 2. 有全国性历史意义或技术要求特别复杂的中小型公共建筑。 3. 30 层以上建筑。 4. 高大空间有声、光等特殊要求的建筑物。	国宾馆、国家大会堂、国际会议中心、国际体育中心、国际贸易中心、国际大型航空港、国际综合俱乐部、重要历史纪念建筑、国家级图书馆、博物馆、美术馆、剧院、音乐厅、三级以上人防。
一级	1. 高级大型公共建筑。 2. 有地区性历史意义或技术要求复杂的中、小型公共建筑。 3. 16 层以上、29 层以下或超过 50 m 高的公共建筑。	高级宾馆、旅游宾馆、高级招待所、别墅、省级展览馆、博物馆、图书馆、科学试验研究楼（包括高等院校）、高级会堂、高级俱乐部、300 床位医院、疗养院、医疗技术楼、大型门诊楼、大中型体育馆、室内游泳馆、室内滑冰馆、大城市火车站、航空站、候机楼、摄影棚、邮电通信楼、综合商业大楼、高级餐厅、四级人防、五级平战结合人防等。
二级	1. 中高级、大小型公共建筑。 2. 技术要求较高的中小型建筑。 3. 16 层以上、29 层以下住宅。	大专院校教学楼、档案楼、礼堂、电影院、部、省级机关办公楼、300 床位以下（不含 300 床位）医院、疗养院、地、市级图书馆、文化馆、少年宫、俱乐部、排演厅、报告厅、风雨操场、大中城市汽车客运站、中等城市火车站、邮电局、多层综合商场、风味餐厅、高级小住宅等。
三级	1. 中级、中型公共建筑。 2. 7 层以上（含 7 层）、15 层以下有电梯的住宅或框架结构的建筑。	重点中学、中等专业学校、教学楼、试验楼、电教楼、社会旅馆、饭馆、招待所、浴室、邮电所、门诊所、百货楼、托儿所、幼儿园、综合服务楼、1~2 层商场、多层食堂、小型车站等。
四级	1. 一般中小型公共建筑。 2. 7 层以下无电梯的住宅、宿舍及砌体建筑。	一般办公楼、中小学教学楼、单层食堂、单层汽车库、消防车库、消防站、蔬菜门市部、粮站、杂货店、阅览室、理发店、水冲式公共厕所等。
五级	1~2 层单功能、一般小跨度结构建筑。	同特征。

4. 抗震设防类别

建筑抗震设防类别根据其使用功能的重要性划分为甲、乙、丙、丁四类。

- ①甲类建筑。属于重大建筑工程和地震时可能发生严重次生灾害的建筑。
- ②乙类建筑。属于地震时使用功能不能中断或需尽快恢复的建筑。
- ③丙类建筑。属于除甲、乙、丁类以外的一般建筑。
- ④丁类建筑。属于抗震次要建筑。

5. 建筑物的设计等级

民用建筑设计等级与建筑类型、特征有关,分为特级、一级、二级和三级,详见表1-8。

表 1-8 民用建筑设计等级

类型	特征	工程等级			
		特级	一级	二级	三级
一般公共建筑	单体建筑面积/m ²	>80 000	20 000~80 000	5 000~20 000	≤5 000
	立项投资/千万元	>20 000	4~20 000	1~4	≤1
	建筑高度/m	>100	50~100	24~50	≤24
住宅、宿舍	层数		20层以上	12~20层	12层以下
住宅小区等	总建筑面积/m ²		>100 000	≤100 000	
地下工程	地下空间(总建筑面积)/m ²	>50 000	>10 000~50 000	≤10 000	
	附建式人防(防护等级)		四级以上	五级以下	
特殊公共建筑	超限高层建筑抗震要求	抗震设防区特殊超限高层建筑	抗震设防区建筑高100 m及以下的一般超限高层建筑		
	技术复杂、有声、光、热、振动、视线等特殊要求	技术特别复杂	技术比较复杂		
	重要性	国家级经济、文化、历史、涉外等重点工程项目	省级经济、文化、历史、涉外等重点工程项目		

其他类型项目的设计等级一般按生产能力、投资额或建筑面积划分为大型项目、中型项目和小型项目。

6. 建筑物的危险性等级

危险房屋(简称危房)是指结构已严重损坏,或承重构件已属危险构件,随时可能丧失稳定和承载能力,不能保证居住和使用安全的房屋。

房屋危险性按下列等级划分:

①A级。结构承载力能满足正常使用要求,未发现危险点,房屋结构安全。

②B级。结构承载力基本能满足正常使用要求,个别结构构件处于危险状态,但不影响主体结构,基本满足正常使用要求。

③C级。部分承重结构承载力不能满足正常使用要求,局部出现险情,构成局部危房。

④D级。承重结构承载力已不能满足正常使用要求,房屋整体出现险情,构成整幢危房。

五、建筑的发展

建筑的发展经历了古代、近代和现代三个历史时期。

（一）古代建筑

古代建筑有着很长的时间跨度，它大致从新石器时代（约公元前 5000 年起）开始至 17 世纪中期。

1. 主要特征

①建筑材料。建筑工程所用的材料，最早只是当地的天然材料，如泥土、砾石、树干、树枝、竹、茅草、芦苇等。后来发展了土坯、石材、砖、瓦、木、青铜、铁、铅以及混合材料如草筋泥、混合土等。

②工艺技术。最早只是利用石斧、石刀等简单工具，后来发展了斧、凿、钻、锯、铲等的青铜和铁制工具，兴起了窑洞和锻烧加工技术，以及打桩机、桅杆起重机等施工机械。工程上的分工也日益细致，工种分化有木工、瓦工、泥工、土工、窑工、雕工、石工、彩画工等。

③理论。在这个历史时期内，除了有一些经验总结和形象描述土木工程的著作，如我国公元前 5 世纪的《考工记》、北宋李诫在公元 1100 年编写成书的《营造法式》、意大利文艺复兴时期阿尔贝蒂著的《论建筑》外，土木工程缺乏理论上的依据和指导。

2. 代表性建筑

①中国黄河流域的仰韶文化遗址（公元前 5000—前 3000 年，我国新石器时代的一种文化称为仰韶文化，1921 年首次发现于河南绳池仰韶村，分布于黄河中下游流域），如西安半坡遗址有很多圆形房屋的痕迹，经分析是直径为 5~6 m 圆房屋的土墙，墙内竖有木桩，支撑着用茅草做成的屋面，茅草下有密排树枝起龙骨作用，现仍遗存有木桩底的浅穴和一些地面建筑残痕。

②埃及帝王陵墓建筑群（金字塔群），建于公元前 2700—前 2600 年。其中以古王国第四王朝法老胡夫的金字塔最大。该塔塔基呈方形，每边长 232 m，高约 146 m，用 230 余万块巨石砌成，塔内有甬道、石阶、墓室等。

③公元前 770 年秦襄公时期，人们曾以木材（截面尺寸约为 150 mm×150 mm 的方材）和青铜质金红做成的木框架建造房屋。

④公元 532~537 年间建造在君士坦丁堡的圣索菲亚大教堂。该教堂为砖砌穹顶（圆形球壳），直径 32.6 m，穹顶下空间深 68.6 m，高 55 m，穹顶外覆盖铅皮，穹顶支撑在截面尺寸为 6 m×8 m 的巨型石拱柱上。

⑤公元 590—608 年间建造在河北省赵县河上留存至今的隋代敞肩式单孔圆弧弓形石拱桥，即赵州桥。该桥全长 50.82 m，桥面宽约 10 m，跨度 37.02 m，采用 28 条并列的石条砌成拱券形成。拱卷高 7.23 m。拱上设有四个小拱，既能减轻桥身自重，又便于排洪，且增加美观。

⑥公元 1056 年建成的山西应县木塔（佛宫寺释迦塔），塔高 67.3 m，八角形，底层直径 30.27 m。该塔共九层，其中八层是用 3 m 左右长的木柱支顶重叠而成，为一内外两环柱网，用交圈的扶壁拱组成的双层套筒式结构，是现存的最高的木结构之一。

⑦中国历代封建王朝建造的大量宫殿和庙宇建筑，都系木构架结构。它是用木梁、木柱做成承重骨架，用木制斗拱做成大挑檐，四壁墙体都是承重的隔断墙。

⑧西欧各国以意大利比萨教堂和法国巴黎圣母院为代表的教堂建筑，都采用了砖石拱卷结构。

(二) 近代建筑

近代建筑的时间跨度为从 17 世纪中叶至 20 世纪中叶的 300 年间。

1. 主要特征

①有力学和结构理论作为指导。

②砖、瓦、木、石等建筑材料得到日益广泛的使用；混凝土、钢材、钢筋混凝土以及早期的预应力混凝土得到发展。

③施工技术进步很大，建造规模日益扩大，建造速度大大加快。

2. 重大事件

①意大利学者伽利略在 1638 年出版的著作《关于两门新科学的谈话和数学证明》中论述了建筑材料的力学性质和梁的强度，首次用公式表达了梁的设计理论。

②英国科学家牛顿在 1687 年总结了力学三大定律，它们是建筑工程设计理论的基础。

③瑞士数学家欧拉 1744 年出版的《曲线的变分法》建立了柱的压屈理论，得到计算柱的临界受压力的公式，为分析建筑工程结构物的稳定问题奠定了基础。

④1825 年纳维建立了建筑工程中结构设计的容许应力分析法；19 世纪末里特尔等提出极限平衡的概念。他们都为建筑工程的结构理论分析打下了基础。

⑤1824 年英国人阿斯普丁取得了波特兰水泥的专利权，1850 年开始生产。这是形成混凝土的主要材料，使得混凝土在土木工程中得到广泛应用。后来，在 20 世纪初，有人发表了水灰比等学说，才初步奠定了混凝土强度的理论基础。

⑥1859 年发明了转炉炼钢法，使得钢材得以大量生产，并能愈来愈多地应用于土木工程。

⑦1867 年法国人莫尼埃用铁丝加固混凝土制成花盆，并把这种方法推广到工程中，建造了一座蓄水池，这是应用钢筋混凝土的开端。1875 年，他主持建造了第一座长 16 m 的钢筋混凝土桥。

⑧1883 年美国在芝加哥建造的 11 层保险公司大楼，是世界上最先用铁框架（部分钢梁）承受全部大楼里的重力，外墙仅为自承重墙的高层建筑。1889 年法国在巴黎建成高 300 m 的埃菲尔铁塔，使用钢约 8 500 t。它们是近代高层建筑结构的萌芽。

⑨1886 年美国杰克逊首先应用预应力混凝土制作建筑配件，后又用它制作楼板。1930 年法国工程师弗涅希内将高强度钢丝用于预应力混凝土，克服了因混凝土徐变造成所施加的预应力完全丧失的问题。于是，预应力混凝土在建筑工程中得到广泛应用。

⑩铁路、公路、桥梁建设得到大规模发展。如 1825 年英国人斯蒂芬森在英格兰北部斯多克顿和达林顿之间修筑了世界第一条长 21 km 的铁路；接着，1863 年英国又在伦敦建成了世界第一条地下铁道。1779 年英国用铸铁建成跨度为 30.5 m 的拱桥；1826 年英国用锻铁建成第一座跨度 177 m 的悬索桥；1890 年英国又建成两孔主跨达 521 m 的悬臂式桁架梁桥。这样，现代桥梁的三种基本形式（梁式桥、拱桥、悬索桥）相继出现。1931—1942 年，德国率先修筑了长达 3 860 km 的高速公路网。

⑪1906 年美国旧金山大地震，1923 年日本关东大地震，这些自然灾害推动了结构动力学和工程抗震技术的发展。

(三) 现代建筑

现代建筑为 20 世纪中叶第二次世界大战结束后至今的建筑工程。

1. 主要特征

(1) 社会经济建设对建筑工程提出日益复杂和高标准的要求

它一般表现为以下三个方面:

①建筑工程功能化。即建筑工程日益同它的使用功能或生产工艺紧密结合。如公共和住宅建筑物要求建筑、结构、给水排水、采暖、通风、供燃气、供电等现代技术设备结合成整体。

②工业建筑物往往要求恒温、恒湿、防微振、防腐蚀、防辐射、防火、防爆、防磁、除尘、耐高(低)温、耐高(低)湿,并向大跨度、超重型、灵活空间方向发展。

③发展高新技术和新技术对土木工程提出高标准要求。如发展核工业需要建造安全度极高的核反应堆和核电站,研究微观世界需要建造技术要求极高的加速器工程;发展海洋采、炼、储油事业要求建造多功能的海洋工程如海上钻井平台、海上炼油厂、海底油库等。

(2) 城市建设立体化

20世纪中叶以来,城市建设有三个趋向:

①高层建筑的大量兴起。由于不少国家城市人口大量集聚,密度猛增,造成城市用房紧张、地价昂贵,因此就迫使建筑物向空间发展,不少国家的高层建筑几乎占整个城市建筑面积的30%~40%。美国的高层建筑数量最多,高度在160~200 m的建筑就有100多幢。近十多年来,日本、法国、罗马尼亚、比利时、荷兰、中国香港等国家和地区,高层建筑得到很大的发展。

②地下工程的发展。如地下铁道、地下商业街、地下停车库、地下体育馆、地下影剧院、地下工业厂房、地下仓库等,在有些城市已经形成规模宏大的地下建筑群。

③城市高架公路、立交桥大量涌现。如我国首都北京自20世纪60年代中到80年代末,共建成各种形式和不同类型的道路立交桥40余座。它们的修建,不仅缓解了城市交通的拥挤、堵塞现象,同时又为城市建设的面貌增添了风采。

(3) 交通运输高速化

其标志是:

①高速公路的大规模修建。至2002年底,我国修建高速公路,总长达到20 000 km,高速公路已在一定程度上取代了铁路的职能。

②铁路电气化的形成和大量发展。如日本“新干线”电气铁路的行车时速达到210 km,为普通铁路列车行车时速的三倍。法国巴黎到里昂的高速铁路运行时速更高,达到260 km。

③长距离海底隧道的出现。如日本过津轻海峡的连接本州(青森)与北海道(函馆)的青函海底隧道长达53.85 km,是世界上最长的海底铁路隧道。1990年10月贯通的英法海峡隧道总长也达38 km。我国1970年9月建成通车的第一条水底隧道(黄浦江打浦路隧道)全长为2.76 km。

2. 发展趋势

(1) 建筑材料的轻质高强度

其中尤其发展迅速的是普通混凝土向轻骨料混凝土、加气混凝土和高强混凝土方向发展,使混凝土的单位重量由 20.4 kN/m^3 降至 $6.0\sim 10 \text{ kN/m}^3$,抗压强度由 $20\sim 40 \text{ N/mm}^2$ 提高到 $60\sim 100 \text{ N/mm}^2$ 。此外,钢材也向低合金、高强度方向发展;一批轻质高强材料,如铝合金、建筑塑料、玻璃也得到迅速发展。

(2) 施工过程的工业化、装配化

土木工程的施工出现了在工厂里成批生产房屋、桥梁的各种构配件、组合体,再将它们运到建设现场进行拼装的方式。此外,各种先进的施工手段如大型吊装设备、混凝土自动搅拌输送设备、现场预制模板、石方工程中的定向爆破等也得到很大发展。

(3) 设计理论的精确化、科学化

它表现为理论分析由线性分析到非线性分析,由平面分析到空间分析,由单个分析到系统的综合整体分析,由静态分析到动态分析,由经验定值分析到随机分析乃至随机过程分析,由数值分析到模拟试验分析,由人工手算、人工做出比较方案、人工制图到计算机辅助设计、计算机优化设计、计算机制图。此外,土木工程学的学科理论,如可靠性理论、土力学和岩体力学理论、结构抗震理论、动态规划理论、网络理论等也得到迅速发展。



项目二 建筑结构及其类型

结构是指房屋建筑及其相关组成部分的实体。但从狭义上说,是指各种工程实体的承重骨架。应用在工程中的结构称为工程结构,如桥梁、堤坝、房屋结构等;局限于房屋建筑中采用的工程结构则称为建筑结构。根据所用材料的不同,结构有金属结构、混凝土结构、钢筋混凝土结构,木结构、砌体结构和组合结构等。

房屋结构除满足工程所要求的性能外,还必须在使用期内安全、适用、经济、耐久地承受外加的或内部的各种作用。

一、建筑结构上的作用

(一) 作用的概念

结构通常是为一个确定的目的而建造的。一般来说,建筑结构是通过将一定的空间从露天中完全或部分隔离出来以达到其使用目的,这一空间不一定需要完全封闭起来,如体育场看台的悬挑屋顶就是将观众遮蔽在一未封闭的空间内。不同的使用目的,用不同的空间,也就需要不同的结构,但所有结构所共有的一个简单的事实是它们都要承受而且必须抵抗各种作用。

结构上的作用指施加在结构上的一组集中力或均布力,或指形成结构外加变形或约束变形的原因(如地震、基础沉降、温度变化、钢材焊接等)。前者称直接作用,后者称间接作用。

(二) 作用的分类

国家《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)对建筑结构上的作用做了明确分类,主要有以下几种类型。

1. 按随时间变异分类

(1) 永久作用

在设计基准期内量值不随时间变化或其变化与平均值相比可以忽略不计的作用。如结构自重、上部结构重力、土重产生的土压力、结构施工造成的外加变形或由钢材焊接或混

凝土收缩变形产生的作用、水压产生的水压力、基础沉降或矿坑下陷产生的作用、预应力作用。其中直接作用称为永久荷载或恒荷载，简称恒载。

房屋是由基础、墙（柱）、梁、板这样一些较重的结构构件组成的。它们首先要承受自身重力，这就是恒载。除上述结构构件外，地面、屋面、顶棚、墙面上的门窗和抹灰层等都是恒载。

(2) 可变作用

在设计基准期内，其量值随时间变化，且其变化与平均值相比较不可忽略的作用。如使用或占用荷载、施工阶段的某些外加自重、安装荷载、各种可移动的荷载、风荷载、雪荷载、冰荷载、地震作用、水位变化产生的作用、温度变化产生的作用、波浪荷载。其中直接作用称为可变荷载，习称活荷载，简称活载。

作用于建筑物楼板上的荷载的变化大小取决于使用人群、情况、家具的分布、机器的质量或者所储放的货物，而规范用“等效荷载”来代替这些荷载。例如，在实际中没有哪一住宅楼面的荷载是均匀分布的，但规范将其活载取 1.5 kN/m^2 （或 2.0 kN/m^2 ）的常数，它是经过大量统计得到的住宅楼面活载最不利分布时的等效值，如图 1-1 所示。

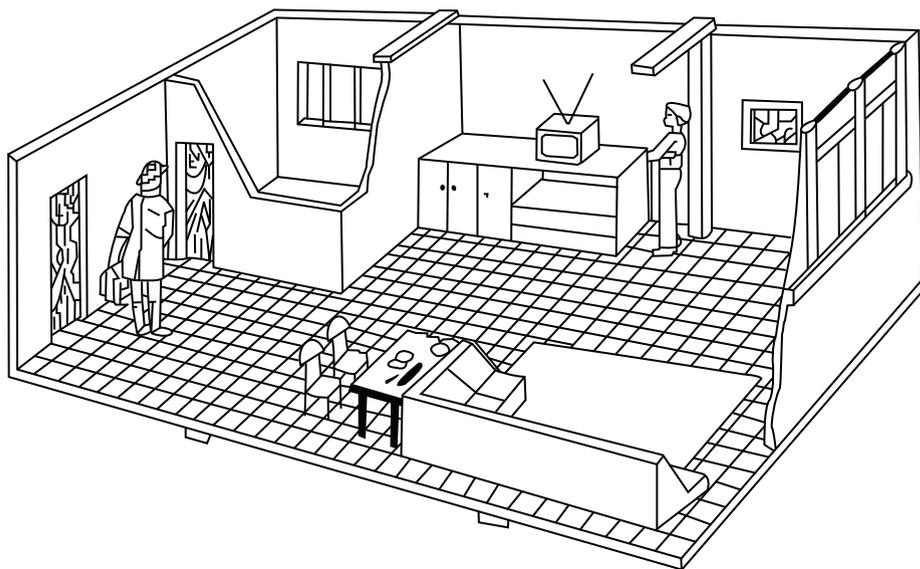


图 1-1 建筑的荷载

(3) 偶然作用

在设计基准期内不一定出现，而一旦出现其量值很大且持续时间很短。如撞击、爆炸、洪水、龙卷风、罕遇的地震、火灾、严重腐蚀等所引起的作用。

2. 按随空间位置变异分类

(1) 固定作用

在结构上具有固定分布的作用。如静水压力、固定设备、结构构件自重等。

(2) 自由作用

在结构上一定范围内可以任意分布的作用。如楼面的人员荷载、桥面车辆荷载。

3. 按结构的反应特点分类

(1) 静态作用

使结构产生的加速度可以忽略不计的作用。如结构自重、一般的楼面活荷载等。

(2) 动态作用

使结构产生的加速度不可以忽略不计的作用。如地震作用、大型设备振动作用、高耸结构风荷载等。

(三) 地震作用

地壳运动一直在缓慢进行,日积月累就在地壳内产生很大内应力,到一定时候就可能在最薄弱处发生地壳的突然断裂或错动,并以地震波传到地面,产生地面运动,这就是地震。

震级是地震强弱的级别,震级以震源处释放能量的大小确定。一次里氏5级地震所释放的能量,相当于在花岗岩中爆炸2万吨TNT炸药,每增加一级,释放的能量增加31.5倍。至今记录的世界最大的地震是1960年智利大地震为8.9级。

烈度是某地区各类建筑物遭受一次地震影响的强烈程度。一次地震只有一个震级,却有很多个烈度区。这就像炸弹爆炸后不同距离处有不同破坏程度一样。烈度与震级、震源深度、震中距、地质条件、房屋类别等有关。1976年唐山大地震,震级为7.8级,震中烈度为11度;受唐山地震的影响,天津市地震烈度为8度,北京市烈度为6度。再远到石家庄,太原就只有4~5度了。

2008年5月12日,四川省阿坝藏族羌族自治州汶川县发生8.0级地震,破坏超过10万平方米,震中烈度达11度。是中华人民共和国成立以来破坏力最大的地震。汶川地震共造成69 227人死亡,374 643人受伤,17 923人失踪。

地震引起的地面运动会使房屋在竖向或水平方向产生加速度反应。这种加速度反应值与房屋本身质量的乘积,就形成地震对房屋的作用力,即地震作用。

(四) 由温差和地基不均匀沉降引起的内力

房屋因昼夜温差和季节性温差,每时每刻都在改变着形状和尺寸,当这种改变受到约束时,就会使房屋结构受到内力效应,这也是一种“内在的”作用。例如,一根不受约束的20 m长的钢梁,在冬季0℃时安装完毕,到夏季气温35℃时会伸长8.4mm。它虽很短,只有总长度的1/2 380,但如果梁的两端被约束不能自由伸长,这根梁就会产生压应力。这种温差变化一般不会使结构遭到破坏,却会使梁、柱以及它们连接处受到额外的内力效应。同样,房屋因地基土质不均发生不均匀沉降时,也会在梁、柱及其连接处受到内力效应。

在近些年的国内外建筑实践中发现,具有钢筋混凝土平屋顶与砖石砌体承重。墙的混合结构,以及用各种轻型砌块填充的框架结构的某些工程中出现了与结构变形变化(温度、收缩、不均匀沉降)有关的裂缝,主要是正、倒八字形裂缝。一般认为,墙体顶部的正八字或倒八字(少见)裂缝是由温度收缩应力引起的。

除了岩石以外,土中的应力及变形状态都是随时间变化的。结构物承受外荷载造成的应力状态,必然因地基变形引起附加的应力和应变,这一状态具有“变形变化”的特点。在设计施工中如不注意它的特点。往往导致建筑结构的开裂,影响使用。

地基不均匀沉降裂缝是多种多样的,有些裂缝尚随时间长期变化,裂缝宽度有几厘米至数十厘米之多。一般情况下,地基受到上部传递的压力,引起地基的沉降变形呈凹形,常叫做“盆形沉降”。这种沉降使建筑物形成中部沉降大,端部沉降小的弯曲,结构中下部出现正八字形裂缝;局部不均匀沉降,也会引起的正八字裂缝。墙体裂缝越靠近地基和门

窗洞部位越严重。当地基中部有回填砂、石，或中部地基坚硬而端部软弱，或由于荷载相差悬殊，建筑物端部沉降大于中部时，会形成斜裂缝。地基的不均匀沉降还可能引起整体弯曲破坏。

二、建筑结构荷载

习惯上，将结构上的直接作用称为荷载。在实际中最常遇的荷载并不每次、分别进行估算，而是由规范为设计者做了统一的建议甚至是规定。

(一) 荷载分类

国家《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)将建筑荷载分为以下三类：

1. 永久荷载

在结构使用期间，其值不随时间变化，或其变化与平均值相比可以忽略不计，或其变化是单调的并能趋于限值的荷载。如结构自重、土压力、预应力等。

2. 可变荷载

在结构使用期间，其值随时间变化，且其变化与平均值相比不可以忽略不计的荷载。如楼面活荷载、屋面活荷载和积灰荷载、吊车荷载、风荷载、雪荷载等。

3. 偶然荷载

在结构使用期间不一定出现，一旦出现，其值很大且持续时间很短的荷载。如爆炸力、撞击力等。

永久荷载很容易理解，本书主要介绍常遇的风荷载。

(二) 风荷载

风荷载属于可变荷载，有时做动载考虑，有时做静载考虑。动载对房屋的作用效应比它们自身作为静载的绝对值要大。对于低层房屋（刚度较大），它是静载；对于高层房屋（刚度较小），它是动载。

房屋所承受的风载在不同地区不一样（如沿海大，内陆小），同一地区每时每刻不一样，同一时刻在房屋的不同高程和不同部位不一样（如5 m 高程处和50 m 高程处风载可能差一倍多，迎风面受到的是压力，背风面受到的是吸力）。荷载规范中的风载是考虑这三个“不一样”，按照50年一遇的10 min 平均最大风速换算得到的，如图1-2所示。

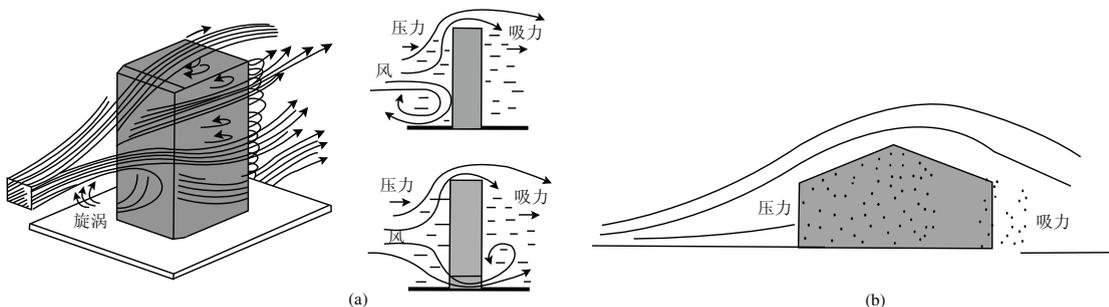


图 1-2 风对房屋的作用

(a) 高层房屋；(b) 单层房屋

三、建筑结构形式

建筑结构形式又称建筑结构体系，是指组成建筑实体包括基础在内的承重骨架体系。

(一) 房屋基本构件

一幢房屋必须有它的结构。结构破坏，房屋就要倒塌。组成房屋结构的基本单元，称为基本构件。每一幢房屋的承重结构体系都是由若干个结构构件连接而成的，这些结构构件的形式虽然多种多样，但可以从中概括出几种典型的基本构件。图 1-3 表示一个预制构件组成的房屋分解为基本构件的情况。

房屋结构一般是由下列基本构件组成的：

1. 板

板的长、宽两方向的尺寸远大于其高度（也称厚度）。板承受施加在楼板的板面上并与板面垂直的重力荷载（含楼板、地面层、顶棚层的恒载和楼面上人群、家具、设备等活载）。板的作用效应主要为受弯。

2. 梁

梁的截面宽度和高度尺寸远小于其长度尺寸。梁承受板传来的压力以及梁的自重。梁受荷载作用的方向与梁轴线相垂直，其作用效应主要为受弯和受剪。

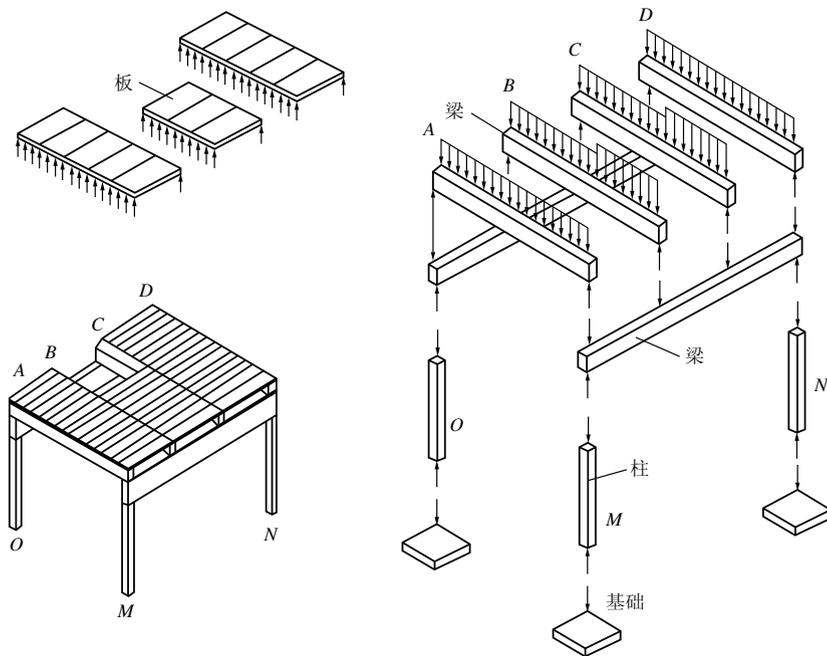


图 1-3 预制构建房屋的结构分解

3. 墙

墙的长、高两方向尺寸远大于其厚度，墙承受梁、板传来的压力及墙的自重。但荷载作用方向与墙面平行（与板不同），其作用效应为受压（当荷载作用于墙的截面形心轴线上时），有时还可能受弯（当荷载偏离形心轴线时）。

4. 柱

柱的截面尺寸远小于其高度。柱承受梁传来的压力以及柱自重。荷载作用方向与柱轴线平行。当荷载作用于柱截面形心时为中心受压；当偏离截面形心时为偏心受压（既受压又受弯）。

5. 杆

杆是截面尺寸远小于其长度的构件，主要承受轴向压力或拉力。在房屋结构中经常由它们组成平面桁架或空间网架承受荷载。

6. 基础

基础承受墙、柱传来的压力并将它扩散到地基上去。严格意义上说，基础一般属于结构部件。

（二）构件组合

在实际房屋结构中，常看到以上几种基本构件组合而成的结构构件，主要有楼板（盖）、桁架及框架等。从广义上说，组成承重结构的基本构件一般有刚性和柔性两大类。

刚性构件在形式上又可分为杆（梁、柱均可看成杆）、板（墙也可看成板）、筒和盒四种基本形式。其中直线形杆件组成的承重结构有框架、桁架、网架。刚性曲线杆件组成的承重结构有拱、网壳和网格式穹窿等。刚性平板式结构有装配式大型板材，其他如砖石砌筑或混凝土浇筑的纵横墙以及折板式屋顶也可视为刚性平板式结构；刚性曲面板式结构即壳体 and 穹窿。刚性的筒式和盒式结构就是四面或六面平板形结构组合的整体结构形式，常见的有单筒、套筒和束筒以及筒体与框架、悬挂等相结合的结构形式；盒式结构则多为预制装配的组合结构。

柔性的承重结构也可分为线形和面形两类，前者如悬索结构和悬挂结构等，后者如薄膜建筑中的篷帐建筑和充气建筑等。它们都是建筑中的特种结构形式。

（三）承重结构的传力体系

结构的主要任务之一是抗衡并传递外部作用。外部作用有两大类：竖向作用（恒载、雪载、活载等）和水平作用（风荷载、地震作用等）。因此，房屋结构各主要受力构件所组成的承重结构的传力体系，也可划分为水平分体系和竖向分体系。水平向的承重结构体系，一般由屋盖、楼盖组成；竖直向的承重结构体系由墙、柱组成。水平向和竖直向的承重结构合在一起，才成为整幢房屋的完整的承重结构（图 1-4）。

水平向的承重结构主要承受竖向荷载的作用，有多种不同形式的结构体系，如交梁楼面、密肋楼面、无梁楼面、无檩屋面、有檩屋面、薄壳、折板、网架、索网等。

1. 竖直向的承重结构

竖直向的承重结构主要承受水平荷载的作用以及由水平向承重结构传来的竖向荷载，也有多种不同形式的结构体系，如框架结构、承重墙结构、筒体结构等。

2. 混合式的结构体系

有时在同一幢房屋中，将不同形式的结构结合起来，成为混合式的结构体系。例如，在水平向，不同楼层或同一楼层的不同部位采用不同形式的楼面。又如，在竖直向，采用框架承重墙结构（框架与承重墙的结合）或框架筒体结构（框架与筒体的结合）等。

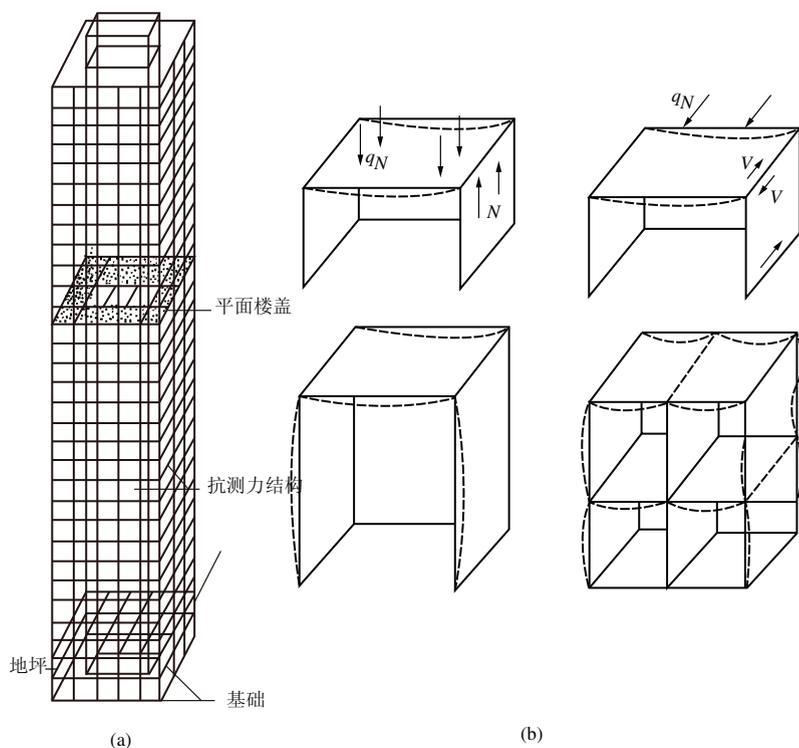


图 1-4 房屋的结构传力体系

(a) 结构体系; (b) 结构分体系

基础可以做成水平方向结构,如筏片基础(也称满堂红基础)、联合基础、条形基础;也可以做成竖向结构,如柱下单独基础、深入坚实土层或岩层的桩基础;还可以做成兼有水平和竖向结构的箱形基础。

房屋的水平方向结构和竖向向结构的关系十分密切。竖向向结构的间距愈大,其所用材料固然可以少些,但是水平结构的跨度和所需要的截面高度就会加大,所用材料就必然增多。拱和壳兼有水平结构和竖向向结构的功能,它们往往是较好的结构方案。

在各种荷载作用下,水平结构体系和竖向结构体系不仅直接承受荷载,而且借助相互间的可靠连接,形成总体结构体系,以便更好地抵抗外荷载。结构的竖向分体系和水平分体系的结合,使得它们互为支撑,大大提高了各自的刚度和承载能力,从而也提高了房屋总体的刚度和承载力。应当指出,在建筑结构总体系中,结构构件间的可靠连接是十分重要的,只有可靠的连接,才能保证构件或结构分体系之间力的传递,形成结构总体系。

(四) 结构类型

建筑结构有各种分类方式。

- ①按承重结构传力体系,有水平分体系和竖向分体系。
- ②按结构的形态,有单层、多层、高层和大跨度结构等。
- ③按结构计算模式,有平面结构和空间结构等。

建筑结构的类型随着建筑材料与工程力学的进展和人类生产生活的需要的不断发展,由简单到复杂。但基本构件按其受力特点仍分成梁、板、柱、拱、壳与索(拉杆)六大类。

这些构件可以单独作为结构使用，在多数情况下它们组成多种多样的结构类型使用，如桁架、框架、壳体结构、网架结构、悬索结构、剪力墙、筒体结构、板柱结构、悬吊结构、充气结构等。见图 1-5~1-8 所示。

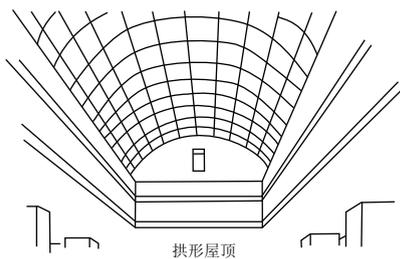


图 1-5 拱形屋顶

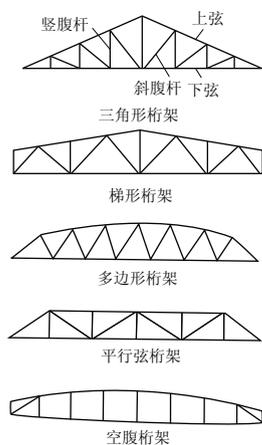


图 1-6 桁架类型

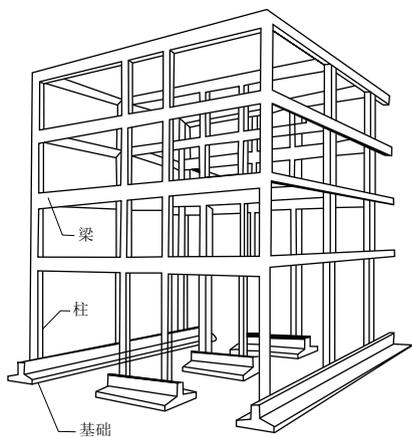


图 1-7 框架

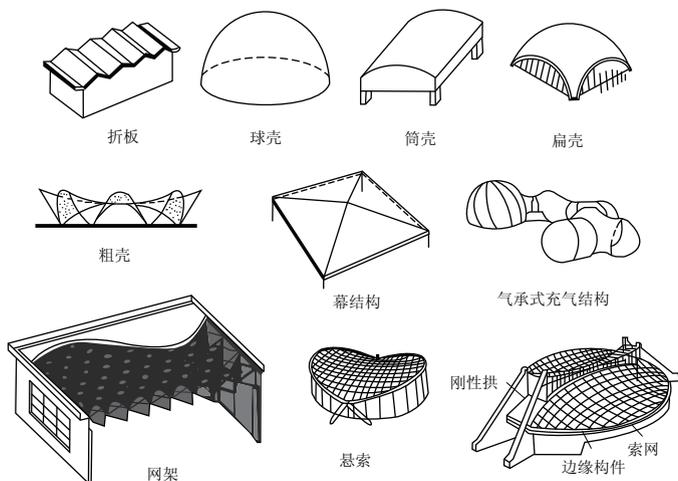


图 1-8 空间结构类型

结构体系是随着建筑而发展的，并且在一定程度上受到自然界实物的启发。自然界早就大量存在着各种结构典型。人类穴居时代的住房都是自然形成的土穴与岩洞。人类有了工具之后，开始仿效天然结构的外形，挖掘人造居穴，继而揣摩其所以然，甚至创新发明，

用树干、竹竿、条石等材料立柱架梁建居所。植物茎秆（如竹竿等）与动物骨骼的空心截面，更是发挥材料强度潜力的有效截面形式，对柱与压杆尤其如此。它是环形截面杆件的原形。

自然界不仅存在着明显的梁、柱、拱等基本构件的典型，还潜伏着现代结构的雏形。例如，禽蛋、贝蚌、果核等都是壳，既薄而又强度高，是最省料的高强结构形式。如果藤条是抗拉缆索的原始材料，那么，蛛网就是悬索与张力结构全貌的缩影。另外，乔木树冠是伞形结构与高层悬挑结构的雏形，棕搁树叶是悬挑折板梁的典型。

四、各种材料的房屋结构

（一）结构材料

构成承重结构的材料一般有木、砖、石、钢、混凝土和钢筋混凝土等。结构是由材料构成的，如何用材这一课题是古往今来贯穿结构体系发展的一条纵线。围绕这一中心问题，结构体系不断推陈出新，结构自重不断下降，结构用材越来越轻。

由于材料性能各不相同，有利的一面，也有弊的方面，衡量结构材料利弊的主要性能有四个方面：质量、强度、耐久性和弹塑性。各种材料的性能简要介绍如下。

1. 单一材料

（1）砖、石、混凝土

材料自重大，抗拉强度与极限拉应变都很低，易裂，抗压强度好，属脆性材料。它们是以抗压为主的好材料。

（2）木材

材料自重轻，抗压、抗拉强度都好，但其致命缺点是有天然缺陷（节疤等），使抗拉强度不能充分利用，它是抗压的好材料。因其天然生长较慢，目前我国木材供应非常紧张，不宜大量采用。

（3）钢材

匀质（且各向同性）、高强、弹性模量大，是理想的弹性体，又具有很好的塑性，是目前最可靠的结构材料。钢材相对密度大，但因强度高，杆件截面小，结构自重反而轻，且加工、运输、安装均方便，预制加工工业化程度高、精度高、能大批生产、装配方便。唯一缺点是不耐火、易受侵蚀，维护费用多，杆件细长，稳定问题大。由于钢结构的实际受力状况与理论计算结果非常相符，准确可靠，遂成为近代结构的柱石。

2. 组合材料

单一材料既有利也有弊，为合理用材，取长补短，使多种材料各得其所，遂产生了组合材料。

（1）钢筋混凝土

钢筋混凝土的出现是合理用材，取长补短的典型。它比钢结构造价低、耗钢少、刚度大、整体性强、耐火、耐久、外观整洁、维护费用少。现浇的优点是整体性强，但模板和脚手架用量大，人工费高。预制装配的优点是节约模板，构件可薄而轻，节约水泥，工业化程度高，工程质量好，在工地拼合，吊装固定，能缩短工期，并能全年施工，利于交叉流水作业。但装配式结构的整体性差。为了兼备两者的优点，克服各自的缺点，遂出现了装配整体式结构。

(2) 预应力混凝土

预应力混凝土的出现是结构的又一大革命，它解决了钢筋混凝土裂缝的致命缺点，从而使其优点能更充分发挥出来，结构变形减少，自重进一步降低，以致在大跨结构中能与钢结构竞争。

预应力也在发展，它不仅作为抗裂的手段，也作为提高结构刚度，减少变形的手段，而且作为构件分段拼装的手段。预应力技术不仅用于混凝土，也能用于钢结构。

(二) 各种材料的房屋结构

建筑材料是结构最根本的物质基础，没有它们不可能组成结构（图1-9）。制作与安装是结构必要的实现手段。其施工方式有预制装配、现场制作及两者混合等多种方式。从使用不同的材料区分，房屋结构主要有以下几种类型：①砌体结构；②木结构；③砖木建筑；④钢筋混凝土结构；⑤钢筋混凝土组合结构；⑥钢结构。

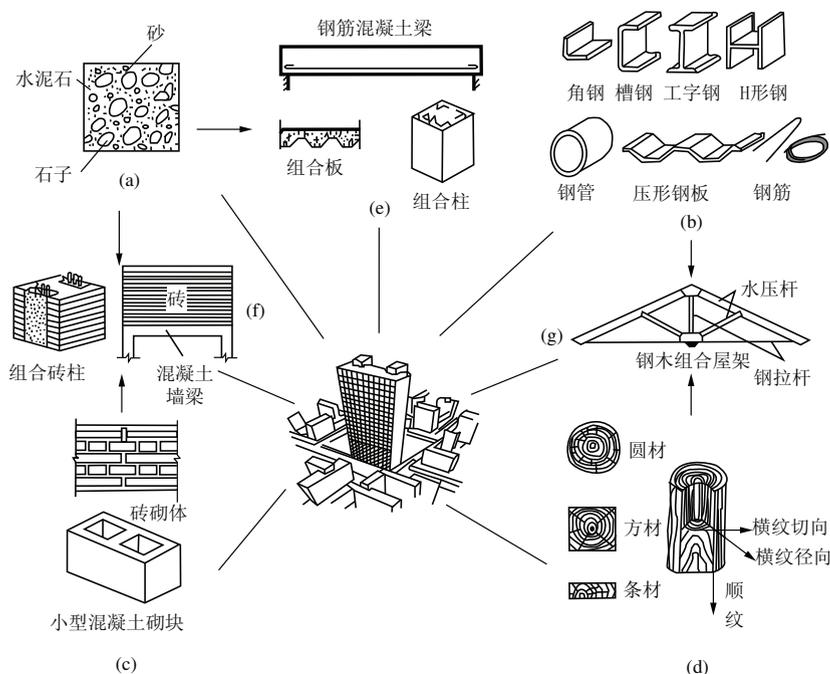


图 1-9 材料与结构

在钢结构形式中，近年来网架结构有快速的发展。这是由多根杆按照一定的网格形式通过节点连接而成的空间结构，具有空间受力、质量轻、刚度大、整体性强、稳定性好、抗震性能好等优点，一般应用于大跨度建筑的屋盖。

五、结构的基本要求

房屋结构要根据房屋的用途、当地建筑材料供应情况、施工技术条件、地质、地形、自然气候条件、造型要求与技术经济指标等选定经济合理的结构方案，既要满足结构的强度、刚度、稳定性、耐久性和经济性的要求，也需考虑建筑艺术的要求，尽量使结构造型优美，与建筑融为一体。

结构的最基本功能是安全。建筑物的结构在施工与使用期间，能承受得起应该预计到

的任何方式的作用,就可以保证房屋坚固不塌,安全可靠。公元前32—22年间维特鲁威的《建筑十书》一书中,把建筑三要素定为“坚固、适用、美观”,把坚固列于首位,可见当时就十分重视安全。

建筑结构的安全应包括平衡、稳定、强度、刚度、耐久性等诸方面。

(一) 平衡

平衡的基本要求,就是要保证建筑物或它的任何一个部分不致发生运动。显然,这一要求不能绝对化,因为有些运动是不可避免的和必要的;不过,建筑物的允许位移与其尺寸比较起来总是非常小,以致肉眼看来建筑物似乎是静止的和无变形的。

保证结构平衡的某些基本条件很容易理解。如果一重500 kN的水池安装在一基座上,则基座对水池产生一个500 kN的向上支撑力。如果基座所产生的向上支撑力小于此值,则水池会跌落,而不足以平衡。这浅显的例子说明,如果作用在一物体上的某一方向内的力互相抵消,则此物体在这个方向内不会发生运动。作用在给定方向上的一个力必须与作用在相反方向上的一个相等的力相对抗。凡是出现了这样的状态,我们就说在那个方向内存在着平衡,或者称为“直线平衡”。

(二) 强度

强度要求是指结构或它的每一个部分在任一或全部预计的荷载作用下保持完好,也就是结构体系能够把房屋在施工和使用过程中所承受的各种荷载,通过结构构件传递到地基上,并保持建筑物在正常工作情况下的安全性。结构的强度通常按照规范的规定和法则进行计算,一般包括选择所用材料的强度和验算构件的承载能力。

(三) 刚度

刚度是结构或构件受到外力作用时抵抗变形的能力,也是传递能力的标志。结构和构件的刚度与结构的形式、几何尺寸及所选用材料有关。不能把“刚度”和强度混为一谈,在同样的荷载作用下,两个结构强度可能是相等的,但一个结构的变形可能会比另一个大,即一个结构的刚度比另一个小。刚度是衡量结构承受温度变化、不均匀沉降和动力荷载时的柔韧性的一个标志。

结构的过度柔性可能损害其适用性。房屋建筑对结构允许变形的规定是根据使用要求确定的。例如,楼板的挠度限值是根据装饰与美观的要求确定的;吊车梁的挠度限值是根据吊车行走坡度的要求规定的;高层建筑抗震缝间距的限值是根据结构在遭受地震后,为避免结构振动碰撞而规定的等。这是保证结构正常工作的一项内容。

(四) 稳定

结构受到外力作用,除要求满足强度和刚度要求外,结构的整体与局部尚需满足稳定性的要求。结构的整体稳定分基础与结构本身两个方面。在基础方面,要防止地基不均匀沉降而引起的倾斜倒塌和基础或地基在水平力作用下的滑移。当一高耸建筑物受到飓风的作用而又未可靠地固定在地基上或者未能被其自重所平衡时,建筑物就会在未遭破坏的情况下倾倒,建筑在抗颠覆方面是不稳定的。高而窄的建筑物特别容易出现这种情况。

建筑物不够均衡或支撑于不均匀的地基上时,也会有倾覆失稳的危险。如果建筑物的

地基沉陷不均匀，建筑物就会转动。著名的意大利比萨斜塔是个比较典型的案例。该塔共计8层，全高54.25 m，于1350年完工。虽目前尚未倒塌，但倾斜已很严重。斜塔倾斜的原因，并非塔身结构有问题，其根本原因在于地基土壤含水量的差异。含水量大的一侧，基础沉降较少，导致不均匀沉降，使塔身倾斜。今日已有许多土力学专家推荐各种方案，不是扶正它，而是稳定目前倾斜的状态。虽该塔因倾斜而闻名于世，使之列为世界七奇之一，吸引无数好奇游客来观光，但在结构设计上是不允许发生这么大偏斜的。

在结构方面有整体稳定和局部稳定的问题。在结构施工中，要防止结构尚未形成整体时的失稳，如单层厂房排架施工和升板结构提升阶段的群柱失稳等。对结构的本身要防止不稳定的平衡状态的结构设计，如单层厂房排架结构，除用屋面板或檩条作水平连接外，还需布置屋面支撑和柱间支撑，以抵抗水平力。局部稳定是指结构本身的局部或结构中的杆件在受力时产生屈曲现象，如压杆的失稳、梁的受压翼缘的失稳，薄壁结构腹板的失稳等。在钢结构中尤其要注意稳定问题。

（五）耐久性

结构的耐久性问题已引起世界各国的高度重视，结构的耐久性可从两个方面考虑，即环境条件对结构的腐蚀和受力状态对结构耐久性的影响。解决环境条件的影响问题，目前采取的措施是选用耐环境腐蚀的材料、加大保护层、涂刷保护层、选用合理的形状和连接构造等。

六、建筑结构安全

（一）结构的安全等级

安全等级是为了使结构具有合理的安全性，根据破坏可能产生的后果（危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等）的严重性而划分的建筑结构设计等级。

在国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》中将建筑结构的的安全等级分为一、二、三级，分别反映破坏后果很严重（重要房屋的破坏）、严重（一般房屋的破坏）、不严重（次要房屋的破坏）。结构中构件的安全等级一般取与结构相同，必要时也可适当调整。

（二）结构的失效

1. 作用效应

作用效应是指因各种荷载使房屋结构的构件受拉、受压、受弯、受剪和受扭（或称承受着拉力、压力、弯矩、剪力和扭矩等作用力）等，以及使房屋结构因承受着各种作用力而产生的拉伸、压缩、弯曲、剪切和扭转变形。房屋结构的目的是屋所受荷载经过板、梁、柱、基础传给地基，由于房屋大、荷载多，荷载的传递是个复杂现象，是土木工程中的重要问题之一。

2. 抗力

抗力即抵抗能力，指由材料、截面及其连接方式所构成的抗拉能力、抗压能力、抗弯能力、抗剪能力和抗扭能力，以及结构所能经受的变形、位移（位置的移动量）或沉陷量。即抵抗结构构件上作用效应的承载能力和抵抗变形的能力。

3. 失效

对于各种作用的效应，结构构件应具有相应的各种抗力。就是结构构件的抗力必须大于或等于结构构件上作用所产生的效应。这样的结构是安全、有效的。房屋结构的失效，意味着结构或者属于它的构件不能满足各种功能的要求。结构的失效有下列几种现象：

(1) 破坏

指结构或构件截面抵抗作用力的能力不足以承受作用效应的现象，如拉断、压碎等。

(2) 失稳

指结构或构件因长细比（如构件长度和截面边长之比）过大而在作用力不大的情况下突然发生作用力平面外的极大变形的现象，如柱子压屈、梁在平面外扭曲等。

(3) 发生影响正常使用的变形

指楼板、梁的过大挠度或过宽的裂缝；柱、墙的过大侧移；房屋有过大的倾斜或过大的沉陷；人在室内有摇晃的感觉等。

(4) 倾覆

指整个结构或结构的一部分（如挑檐、阳台）作为刚体失去平衡而倾倒的现象。

(5) 结构所用材料丧失耐久性

指钢材生锈、混凝土受腐蚀、砖遭冻融、木材被虫蛀蚀等化学、物理、生物现象。



项目三 建筑活动

一、建筑业及建筑从业单位

(一) 建筑业

建筑业是从事房屋建筑和土木工程勘察设计、施工营造、线路设备安装及工程修缮的行业，是国民经济的一个重要物质生产部门。它的产品是各类建筑物和构筑物，又称不动产。按照三类产业划分的方法，建筑业属于第二产业。根据国民经济行业分类标准划分，它是独立的产业部门。

纵观近代各国发展的历程，不同的国家在不同的历史时期都有自己的支柱产业，但把建筑业作为经济发展的支柱，几乎是所有发达国家都走过的共同道路。这是由建筑业自身的特点和作用所决定的。建筑业除了为国民经济各部门建造物质技术基础，为人民建造住宅，为社会提供文化福利设施外，还对国民经济发展起着以下几个方面的作用。

1. 调节作用

房屋作为一种生产和生活设施，它的价值最高，具有吸附资金的巨大功能。实现住宅商品化，可以调节社会需求，改善消费结构，有利于整个国民经济的协调发展。

2. 带动作用

建筑业生产活动具有较大的关联性，产品分布广，就业容量大，原材料消耗多，能带动相关产业的发展。当总需求大于总供给时，通过紧缩建筑规模，它可促进经济稳定协调发展。

3. 积累资金作用

建筑业有机构成低，不但自身能提供较多的劳动积累。还可通过房地产业室内装饰业、

金融保险业，为国家集聚资金。

（二）建筑从业单位

《中华人民共和国建筑法》规定，建筑活动是指各类房屋建筑及其附属设施的建造和与其配套的线路、管道、设备的安装活动。建筑活动包括房屋及其附属设施、管道、设备的新建、改建、扩建、维修、拆除、装饰等施工，以及各类配套线路、管道、设备的安装，同时也包括建设单位及其主管部门的投资决策活动以及征用土地、勘察、设计、工程监理和相应的技术咨询等工作。

根据我国现行法规，除了政府的管理部门（如行政管理、质量监督等部门）和建设单位及建筑材料设备供应商之外，我国从事建筑活动的单位主要有房地产开发企业、工程总承包企业、工程勘察设计公司、工程监理单位、建筑业企业以及工程咨询和服务单位。

1. 建设单位

建设单位，国际上通称业主，是指拥有相应的建设资金，办妥项目建设手续，以建成该项目达到其经营使用目的的政府部门、事业单位、企业单位和个人。

2. 房地产开发企业

房地产开发企业是指在城市及村镇从事土地开发、房屋及基础设施和配套设备开发经营业务，具有企业法人资格的经济实体。房地产开发企业有专营和兼营两类。专营企业是指以房地产开发经营为主的企业；兼营企业是指以其他经营项目为主，兼有房地产开发经营业务的企业。

3. 工程总承包企业

工程总承包企业是指对工程从立项到交付使用的全过程进行承包的企业。工程总承包企业可以实行工程建设全过程的总承包，也可进行分阶段的承包；可独立进行总承包，也可与其他单位联合总承包。

4. 工程勘察设计公司

工程勘察设计公司是指依法取得资格，从事工程勘察、工程设计活动的单位。

5. 工程监理单位

工程监理单位是指取得监理资质证书，具有法人资格的单位。工程建设中，监理单位接受建设单位（业主）的委托和授权，根据有关文件和监理合同，对工程建设项目实施阶段进行监督与管理，建设单位与承包单位之间和建设合同有关的联系活动要通过监理单位进行。

6. 建筑业企业

建筑业企业，在国际上一般称为承包商，是指从事土木工程、建筑工程、线路管道设备安装工程、装饰工程的新建、扩建、改建活动的企业。建筑业企业分为施工总承包、专业承包和劳务分包三个序列。

7. 工程咨询和服务单位

工程咨询和服务单位主要向业主提供工程咨询和管理等智力型服务。除了勘察设计公司 and 监理单位外，从事工程咨询和服务的单位还很多，如信息咨询、工程造价咨询、工程质量检测、工程招标代理、房地产估价、房地产测绘等单位。

二、建设程序

工程建设程序是在认识工程建设客观规律基础上总结提出的，是工程建设全过程中各

项工作都必须遵守的先后次序。它也是工程建设各个环节相互衔接的顺序。所以,世界各国对这一规律都十分重视,都对之进行了认真探索研究,不少国家还将研究成果以法律的形式固定下来,强迫人们在从事工程建设活动时遵守,我国也制定颁行了不少有关工程建设程序方面的法规。

依据我国现行工程建设程序法规的规定,工程建设程序共分五个阶段,每个阶段又各包含若干环节。一般情况下,各阶段、各环节的工作应按规定顺序进行。当然,工程项目的性质不同,规模不一,同一阶段内各环节的工作会有一些交叉,有些环节可以简化,在具体执行时,可根据本项目的特点,在遵守工程建设程序的大前提下,灵活开展各项工作。

1. 工程建设前期阶段

工程建设前期阶段,也称决策分析阶段,包括投资机会分析、项目建议书、可行性研究、审批立项等环节。

2. 工程建设准备阶段

工程建设准备阶段,包括规划、获取土地使用权、拆迁、报建、工程发包与承包等环节。

3. 工程建设实施阶段

工程建设实施阶段,包括勘察设计、设计文件审批、施工准备、工程施工和生产准备等环节。

4. 工程验收与保修阶段

工程验收与保修阶段,包括竣工验收、工程保修等。

5. 终结阶段

终结阶段,包括生产运营或交付使用、投资后评价等。房屋建造过程是形成房屋实体的整个过程,处于工程建设程序的实施阶段,包括工程地质勘察、建筑设计和建筑施工三个主要环节。

三、建筑设计

建筑设计是指为满足建筑物的功能和艺术要求,在建筑物建造之前对建筑物的使用、造型和施工做出全面筹划和设想并用图纸和文件表达出来的过程。广义地说,建筑设计的工作范围包括为了建造一座建筑物所要进行的全部事先的筹划和设想,主要涉及建筑学、结构学以及给水、排水、供暖、通风、空气调节、电气、消防、自动控制、建筑声学、建筑光学、建筑热工学、建筑材料、工程概预算等知识领域,而且还和哲学、美学、社会学、人体工程学、行为与环境心理学等诸多边缘学科有关。因此,需要与各学科技术人员共同协作。狭义上说,建筑设计的工作范围指的则是“建筑学”所囊括的内容。

(一) 设计程序

在我国建筑设计的程序通常包括资料搜集阶段、方案设计阶段、初步设计阶段和施工图设计阶段等,因设计项目的规模和复杂程度不同而有所增减。在国际上,多数国家的建筑设计公司(事务所)主要从事方案设计,施工图设计一般由承包商完成。

①根据房屋工程设计任务书进行选址,搜集选定地区的自然环境资料(风、雪、气温变化、地震设防等)。

②进行选定地区的地形测量,进行工程地质和水文地质勘察,确定所设计房屋的地面

标高和房屋基础坐落的土层和埋置深度。

③根据以下资料进行初步设计，通过结构的初步设计确定房屋的结构型式、结构采用的材料以及房屋屋顶、楼面、墙体的布置并算出所需要的设计概算。这些资料有：建筑设计和设备设计提出的初步要求；自然环境资料；建筑材料和结构构件半成品的来源；可能采用的施工方法；允许的建筑造价。

④解决结构设计中的各种技术问题，进行技术设计。这些技术问题包括：结构和各种结构构件的受力计算；进行各种结构构件的设计计算；解决结构设计、建筑设计和设备设计之间必然存在的矛盾和技术问题。

⑤将各种结构构件的设计结果，按实际施工或制造的要求，绘制全部施工图纸并编制设计文件。

（二）设计内容

设计的主要内容包括总体设计、工艺设计、建筑专业设计及其各专业设计及概（预）算等。

①总体设计。总体设计是根据建设单位的功能要求和当地规划部门的专门要求，设计建筑物的总体布局，进行空间处理、建筑方案设计，解决好房屋体型和外部环境协调的问题。

②建筑专业设计。根据批准的总体设计，合理布置和组织房屋室内空间，确定建筑平面布置、层数、层高，以及为达到室内采光、隔声、隔热等建筑技术参数要求和其他环境要求所采取的技术措施。

③工艺设计。工艺设计一般为工业项目的要求，部分公共建筑（如酒店）也有相应的要求。工艺设计要依据总体设计和当地环保、卫生、劳动、消防等部门对“三废”治理、工业卫生、消防安全、劳动保护的具体要求，对设计方案具体化。

④结构专业设计。根据自然条件、功能的要求和施工环境确定结构选型和房屋结构承受的荷载，地基处理方案，变形缝的设置，解决好结构承载力、变形、稳定、抗倾覆等技术问题，特殊使用要求的结构处理，新结构、新技术、新材料的采用，主要结构材料的选用等。

⑤给水排水工程设计。依据项目对水量、水质、水压、消防的要求进行室内给水设计，根据项目生活、生产污水及雨水排放量对室外排水⑥电气工程设计。对电力照明、电力、供电、自动控制、自动调节以及建筑物防雷保护进行设计，确定是否需要变电所等。

⑦电信工程。对电话、通信、广播、电视、火警、信号等进行设计。

⑧采暖通风设计。对工程采暖、通风、除尘、空调、制冷等进行设计。

⑨动力设计。主要是对锅炉房、压缩空气站、室内外动力管道等进行设计。

⑩概（预）算。概（预）算属于设计经济文件。概算是在初步设计阶段进行，预算是在施工图设计阶段进行。概算确定投资，预算确定造价，前者要起控制后者的作用。

（三）设计图纸

建筑工程图纸从称谓上有原图、底图和复制图之分。原图是指经审核、认可后，可作为原稿的图，一般用绘图纸或透明度较高的描图纸绘制而成。根据原图制成的可供复制的图称为底图。由原图或底图复制成的图，称为复制图。施工图纸大多复制成蓝色的，因此俗称蓝图。

四、建筑施工

(一) 建筑施工的概念

建筑施工是指通过有效的组织方法和技术途径,按照施工设计图纸和说明书的要求,建成供使用的建筑物的过程,它是建筑结构施工、建筑装饰施工和建筑设备安装的总称。

(二) 建筑施工的内容

建筑施工包括建筑施工管理和建筑施工技术两大部分。建筑施工管理工作以施工组织设计为核心,将全部施工活动,在时间和空间上科学地组织起来,合理使用人力、物力、财力,使建筑工程获得最好的效果。建筑施工技术则着重研究确定分部分项工程的最佳施工方案,使建筑工程质量好、工期短、工效高、成本低,满足使用功能要求。

将设计的施工图纸转变为实际的建筑物,必须经过建筑施工。建筑施工一般由施工准备、施工组织设计、施工实施和工程验收四个主要环节组成。

1. 施工准备

施工准备是为工程施工建立必要的技术和物质条件,它不仅存在于开工之前,而且贯穿在施工过程之中。施工准备工作的主要内容有以下几个方面:

①技术准备。包括熟悉、审查施工图纸、掌握工程地质、水文和地区的自然环境(气候、地形、地貌情况)、编制施工预算和施工组织设计。

②现场准备。包括“四通一平”(用水、用电、道路、通信畅通,平整场地)、测量放线和搭建施工临时用房等。

③物资准备。包括建筑材料、机具设备、模板、脚手架和冬、雨季施工物资以及供应商的落实等。

④人员准备。包括组建项目班子、技术人员和劳动力配备以及工程分包商的落实等。

2. 施工组织设计

施工组织设计是施工单位(承包商)编制的,用以指导整个施工活动从施工准备到竣工验收的组织、技术、经济的综合性技术文件,是编制建设计划、组织施工力量、规划物资资源、制订施工技术方案的依据。它又分施工组织总设计、单位工程施工组织设计和分部分项工程施工组织设计三类。施工组织设计一般有下列基本内容:

①工程概况及其特点分析。

②施工部署及施工方案。施工部署即各单项工程分期分批建设的程序。施工方案包括施工程序和流程、选择施工技术方案和施工机械、制定技术组织措施等。

③施工进度计划。施工进度计划指根据实际现场条件安排施工的进度,以及劳动力和资源的需求。通常采用横道进度表或网络图来表达施工进度。

④施工总平面图。

⑤主要技术经济指标。

3. 施工实施

完成建筑物的建造,除科学严密的组织管理外,主要进行的是各项具体的施工实施,它包括的内容极其丰富,例如土石方工程、基础工程、砌筑工程、钢筋混凝土工程、装饰工程等。施工实施过程的重点是做好工程质量控制和安全生产工作。

4. 工程验收

工程验收就是对工程施工质量进行鉴定。它不仅存在于完工之后的竣工验收，而且贯穿在施工过程之中。

建筑工程施工质量验收标准中，验收的概念是指建筑工程在施工单位自行质量评定的基础上，参与建设活动的有关单位，共同对分项、分部、单位工程的质量进行抽查复验，根据相关标准以书面形式对工程质量达到合格与否做出确认。一般分项工程由监理工程师或建设单位技术人员组织施工单位相关人员进行验收；分部工程由总监理工程师或建设单位项目负责人组织施工单位相关人员进行验收，其中地基与基础、主体结构分部工程的勘察、设计单位的相关人员也参加相关分部工程验收；单位工程完工后，由建设单位（项目）负责人组织施工、设计、监理等单位进行单位（子单位）工程验收。单位工程质量验收合格后，建设单位还要按规定向建设行政管理部门备案。

（三）施工项目的划分

为了方便施工管理和质量验收，建设工程一般划分为建设项目、单项工程、单位工程、分部工程和分项工程。

1. 建设项目

建设项目是指按照一个总体设计进行建设的各工程的总和，如兴建一个学校、一个住宅小区等。

2. 单项工程

单项工程也称工程项目，是指有独立设计文件，建成后可以独立发挥设计文件所确定效益的工程。一个建设项目有的有几个单项工程，有的只有一个单项工程。如住宅小区可以包括多个住宅单体和配套设施，其中的某一幢住宅，即是一个单项工程。

3. 单位工程

单位工程是指建筑物具有独立施工条件和能形成独立使用功能的部分。一个单项工程有的有几个单位工程，有的只有一个单位工程。如一幢住宅楼，可以分成建筑工程、室外安装工程等单位工程。

4. 分部工程

分部工程是按建筑物的主要部位或专业性质对单位工程的细分，如建筑工程可以分为地基基础、主体结构、装饰、屋面、给排水及采暖、建筑电气等分部工程。当分部工程较大或较复杂时还可以再细分为子分部工程，如地基基础分部，可以细分为地基及基础处理、地下防水、桩基等。

5. 分项工程

分项工程是按主要工种、施工工艺、设备类别等对分部工程的再划分。如地基基础或主体结构分部工程可以再分为钢筋、混凝土、模板等分项工程。

五、房屋的使用与维护

房屋建设的目的，就是为了使用，但房屋建成后必须经过法定的程序，才能交付使用。同时，房屋应当按照房屋建筑设计用途合理使用，并及时保养、维修。

（一）竣工验收

竣工验收，是工程项目建设程序的一个环节，是全面考核工程项目建设成果，检验设

计和施工质量的重要环节。所有建设项目，在按批准的设计文件所规定的内容建成后，都必须组织竣工验收。

建设工程竣工验收应当具备下列条件：

- ①完成建设工程设计和合同约定的各项内容。
- ②有完整的技术档案和施工管理资料。
- ③有工程使用的主要建筑材料、建筑构配件和设备的进场试验报告。
- ④有勘察、设计、施工、工程监理等单位分别签署的质量合格文件。
- ⑤有施工单位签署的工程保修书。

建设工程经验收合格的，方可交付使用。

竣工验收以建设单位为主，组织设计、施工、工程监理等有关单位共同进行，建设单位要按照国家规定将竣工验收报告、有关认可文件或者准许使用文件报有关管理部门备案。

房屋建筑工程竣工验收后，在保修期限内出现的质量缺陷，承包单位要进行修复，这称为房屋建筑工程质量保修。在正常使用下，房屋建筑工程的最低保修期限为：地基基础和主体结构工程，为设计文件规定的该工程的合理使用年限；屋面防水工程、有防水要求的卫生间、房间和外墙面的防渗漏，为5年；供热与供冷系统，为2个采暖期、供冷期；电气系统、给排水管道、设备安装为2年；装饰工程为2年。

（二）房屋的安全使用

房屋使用安全与否直接危及人们的生命安全，通常影响房屋安全的主要因素有受力因素、自然因素和人为因素三个方面。房屋使用过程中应当定期对房屋进行查勘，发现损坏及时维修，才能保障房屋建筑结构安全和设备设施的正常使用。

1. 房屋受力因素

当房屋整个主体结构在承受能容许的外力后，能够保持稳定，没有不正常的变形和裂缝，才能使人们安全使用。这些作用有永久性的，如房屋本身的自重；有可变性的，如房屋使用中人群的活动、家具、设备、物资、风雪的作用等。房屋的设计、施工都是按照一定的使用功能进行的。因此，房屋应当按照房屋建筑设计用途合理使用，不能随意改变房屋的使用性质。同时房屋的使用者在装修过程中，也不应擅自变动房屋建筑主体和承重结构。

2. 自然界的影响

房屋是建造在大自然的环境中，它必然受到风吹、日晒、雨淋、冰冻、地震等影响，空气中各种有害物质的侵蚀与氧化作用，会加速房屋的各种结构、装饰部件的建筑材料的老化，设计、施工中所产生的缺陷，或受到外界震动力的影响，或受蚁患的蛀蚀等都会造成房屋的自然损坏。

3. 各种人为因素的影响

房屋在使用中，因生活或生产活动，结构、装饰部件受到磨、碰、撞击或使用不慎不当，都会发生局部损伤或损坏。影响房屋安全使用的人为因素很多。如机械振动、化学腐蚀、装饰时拆改、火灾及可能发生的爆炸和冲击。再比如：在房屋建筑上设置高耸物、搁置物或者悬挂物；在屋顶、露台搭建房屋建筑；在屋顶堆放物品或者在阳台、平台、露台超荷载堆放物品；在房屋外墙搭建阳台或者利用房屋挑檐搭建各类建筑设施；倚墙堆放有损墙体的物品等。

（三）房屋的维护

房屋维护的目的是为了保证使用者的安全，保持房屋各种功能，防止、减少、控制房屋的损坏，延长房屋使用寿命，改善使用条件。从经济学的观点来说，维修与保养房屋是延长其最经济寿命的主要途径。房屋建成后，需花费 5~6 倍于建设投资的资金去维护。因此，世界各国对房屋维护都很重视。根据有关资料，在很多发达国家中，建筑总投资的 40% 以上用于修复和维护现结构，而不足 60% 用于建造新结构。

房屋建成交付使用后，即开始损坏，这是自然规律。由于空气中的水汽和侵蚀性水和气体将使钢结构锈蚀，因此钢结构必须在经过一定的时间后做防锈处理，如涂刷防锈漆。木结构也需更新油漆。在空气污染日益加剧的情况下，工程结构受腐蚀的情况更趋严重，维修防护问题尤为重要。对钢筋混凝土及预应力混凝土结构中的钢筋，在侵蚀情况下或在有水分渗入的条件下，也将锈蚀，甚至严重锈蚀。混凝土材料在水灰比较大时以及由于施工质量等原因，其抗风化能力会降低。在特殊情况下，如受到盐碱等影响时，不仅钢筋，混凝土本身也同样受到腐蚀。对有积灰和积雪很多的建筑物，应及时扫灰和扫雪，以免堆积过厚而影响结构的安全。这种事故在实践中是发生过的。

六、建筑法律环境

建筑活动的顺利进行需要建设法律、法规的维护。建设法律法规是指由国家制定的规范建设活动文件的总称，包括建设法律规范和建设工程标准两大类。

（一）建设法律规范

建设法律规范指的是由国家制定或认可、由国家强制力保证其实施的行为规则。建设法律规范包括国家立法机关或其授权的行政机关制定的，旨在治理国家及其有关机构、企事业单位、公民之间在建设活动中发生的各种社会关系的法律、法规、规章。

目前，根据《中华人民共和国立法法》有关立法权限的规定，我国建设法律规范体系由五个层次组成。

1. 建设法律

建设法律指由全国人民代表大会及其常务委员会制定颁行的属于国务院建设行政主管部门业务范围的各项法律。它们是建设法规体系的核心和基础。

2. 建设行政法规

建设行政法规指由国务院制定颁行的属于建设行政主管部门业务范围的各项法规。

3. 建设部门规章

建设部门规章指由国务院建设行政主管部门或其与国务院其他相关部门联合制定颁行的规章。

4. 地方性建设法规

地方性建设法规指由省、自治区、直辖市人民代表大会及其常务委员会制定的或经其批准颁行的由下级人民代表大会或常务委员会制定的建设方面的法规。

5. 地方建设规章

地方建设规章指由省、自治区、直辖市人民政府制定颁行的或经其批准颁行的由其所辖城市人民政府制定的建设方面的规章。

（二）建设工程标准

标准主要是用来调整人与自然的关系，是人们在生产建设中利用自然资源和生工具等应遵循的行为规则。建设工程标准指的是由主管机构批准，以特定形式发布，作为工程建设各方共同遵守的准则和依据。

1. 标准的分级

标准是对重复性事物和概念所做的统一规定。它以科学、技术和实践经验的综合成果为基础，经有关方面协商一致，由主管机构批准，以特定形式发布，作为共同遵守的准则和依据。规范、规程都是标准的表达形式。

国际标准是指国际标准化组织（ISO）和国际电工委员会（IEC）所制定的标准，以及ISO确认并公布的其他国际组织制定的标准。

《中华人民共和国标准化法》确立了标准的法律地位，明确了依法执行标准的义务，以及违反标准应承担的法律责任。我国标准分为以下四级：

①国家标准。它是在全国范围内实施的标准。对需要在全国范围内统一的通用技术要求，以及国家需要控制的其他技术要求，通常制定国家标准。

②行业标准。它是在全国某一行业范围内实施的标准。对没有国家标准而又需要在全国某一行业范围内统一的通用技术要求和对某一事物的专用技术要求，通常制定行业标准。

③地方标准。它是在某一地区范围内实施的标准。对没有国家标准、行业标准而又需要在某一地区范围内统一的技术要求，通常制定地方标准。

④企业标准。它是在某一企业、事业单位范围内实施的标准。对没有国家标准、行业标准、地方标准而又需要在某一企业、事业单位范围内统一的技术要求，通常制定企业标准。对于已有国家标准、行业标准、地方标准的，企业、事业单位也可制定严于这些标准的标准。

过去，我国各部门还发布过部标准和专业标准，这些标准已按《中华人民共和国标准化法》的规定逐步转化为相应级别的标准或废止。

2. 标准的分类

我国标准分为两类：强制性标准和推荐性标准。

①强制性标准。它是发布后必须执行的标准。保障人身、财产安全的标准，保障人体健康的标准，法律、行政法规规定必须执行的标准，均属于强制性标准。强制性标准具有法律属性，在规定的适用范围内必须严格执行。在工程建设活动中，工程建设强制性标准是指直接涉及工程质量、安全、卫生及环境保护等方面的工程建设标准强制性条文，而不是现行的整个强制性标准文本。

②推荐性标准。它是发布后自愿执行的、具有指导作用的标准。推荐性标准具有技术上的权威性，经过合同或行政性文件确认采用后，在确认的范围内也具有法律属性。

标准发布后，一般每隔5年由标准的批准部门或其委托的单位组织一次复审，以确定该标准继续有效、需要修订或废止。标准也可根据生产建设或科学技术的发展，进行局部修订。

3. 标准的编号

土木工程标准的编号由标准的代号、标准发布的顺序号和标准发布的年号（过去使用发布年份的后两位数字）构成。标准代号一般由汉语拼音缩写而成，使用大写字母。

国家标准的代号，过去多采用 GBJ，一度采用过 TJ。在 1991 年以后，按照新的规定，对强制性标准采用 GB，对于推荐性标准采用 GB/T。常用工程标准代号及含义见表 1-9。

表 1-9 常用工程标准代号及含义

代码	意义	代码	意义
ISO	国际标准化组织标准	CECS	中国工程建设标准化委员会标准
IEC	国际电工委员会标准	JGJ	建筑工程行业标准（强制性）
GB	中华人民共和国标准（强制性）	JGJ/T	建筑工程行业标准（推荐性）
GB/T	中华人民共和国标准（推荐性）	CJJ	城镇建设行业标准（强制性）
GBJ	中华人民共和国工程建设标准（旧编号）	CJJ/T	城镇建设行业标准（推荐性）



习 题

1. 简述对“建筑”的理解。
2. 建筑的功能有哪些？
3. 建筑的分类依据是怎样的？
4. 建筑物等级划分的主要内容是什么？
5. 建筑结构上的作用有哪些？
6. 荷载分为哪几类？
7. 房屋的基本构件有哪些？各起什么作用？
8. 结构的基本要求有哪些？
9. 建筑活动的主要从业单位有哪些？
10. 土木工程常用标准的编号有哪些？