

建筑工程概论

严征涛 编著

武汉工业大学出版社

前 言

《建筑工程概论》是一本多学科的综合性工程技术知识教材。本书在内容上既力求包容建筑、结构、材料、施工等主要基本知识，又力求文字精练，深入浅出；在结构体系上既体现出相关学科之间的内在逻辑性，又突出建筑构造这条主线。其目的是为学习编制、审核工程预算和基建管理与经济核算提供比较全面、系统而实用的建筑工程知识基础，同时对于一般工程技术人员学习工程设计、施工也有一定参考价值。

本书编著期间正值国家最新修订的工程建设《标准》、《规范》发布或即将发布之际，为适应形势发展和贯彻施行新《标准》、新《规范》的需要，本书内容均以新《标准》、《规范》为依据，并采用了建筑结构设计通用符号、法定计量单位和基本术语，从而保证了本书在未来较长时间的适用性。

本教材系作者根据在军事经济学院多年讲授和反复修改的讲稿写成，并吸取了自己在工程设计部门长期从事国防工程和民用建筑设计、施工实践的有益经验。本书承蒙中南财经大学基建经济系副主任雷祖模副教授和武汉工业大学刘声扬副教授审阅并提出许多宝贵意见，在此谨致衷心感谢！

严 征 涛

1989年7月于武汉

内 容 提 要

本书紧密结合基本建设经济类专业的教学 and 实际工作的需要, 根据我国最新修订的有关《规范》、《标准》, 以房屋的基本组成部分为主线, 将建筑构造、建筑材料、建筑结构、建筑施工与施工图识读融为一体, 综合阐述房屋建筑工程的基本原理和基本知识。本书体系独特, 内容通俗, 实用性强。主要内容包括: 绪论、建筑材料、地基与基础、墙体、楼盖、楼梯、屋顶、门窗和其它工程。

本书除用作基建经济类专业的教材外, 同时还适合于一般工程技术人员、概(预)算人员、管理人员的培训、自学和工作参考之用。

建 筑 工 程 概 论

严征涛 编著

※

武汉工业大学出版社出版
核工业中南三〇九印刷厂印刷

※

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 15.75 字数: 393 千字
1989年11月第一版 1995年10月第三次印刷 印数: 7001—10000 册
ISBN7—5629—0248—8/TU·0019 定价: 15.00 元

目 录

绪 论	1
第一章 建筑材料	8
第一节 建筑材料的基本性质	8
第二节 砖、瓦、砂、石	13
第三节 水泥、石灰、砂浆、混凝土	17
第四节 木材、钢材、钢筋混凝土	24
第五节 防水、保温材料	30
第二章 地基与基础	36
第一节 地基	36
第二节 基础的埋置深度和底面尺寸	42
第三节 基础的构造	47
第四节 基础识图与施工	57
第三章 墙体	62
第一节 墙体概述	62
第二节 墙体的构造	66
第三节 墙体细部	76
第四章 楼盖及楼地面	83
第一节 钢筋混凝土结构基本知识	83
第二节 现浇梁、板的计算与构造	101
第三节 预制装配式楼盖	124
第四节 楼地面的构造	132
第五节 阳台和雨篷	135
第五章 楼梯	142
第一节 楼梯的种类和要求	142
第二节 楼梯的组成和基本尺度	143
第三节 现浇钢筋混凝土楼梯	150
第四节 小型预制装配式楼梯	157
第五节 楼梯施工图识读	160
第六节 台阶与坡道	166
第六章 屋顶	169
第一节 屋顶概述	169
第二节 坡屋顶的构造	171
第三节 坡屋顶的承重结构	183
第四节 平屋顶的构造	201
第七章 门窗	211
第一节 门窗概述	211

第二节	木门.....	212
第三节	木窗.....	217
第四节	木门窗的安装与识图.....	222
第五节	钢门窗.....	230
第六节	门窗油漆工程.....	233
第八章	其他工程.....	236
第一节	抹灰.....	236
第二节	变形缝.....	240

绪 论

一、基本建设工程与房屋建筑

马克思说：“任何一个社会，如果不是不断地把它的一部分产品再转化为生产资料或新生产的要素，就不能不断地生产，即再生产。”而人类社会的存在和发展，离不开物质资料的再生产。基本建设就是为生产、生活服务的重要物质资料的再生产过程。因此，基本建设是国民经济的重要组成部分，它所创造的固定资产是衡量国家经济实力和生产力发展水平的主要标志。基本建设对于增强国民经济的物质技术基础、加快农业、工业、国防科学技术的发展，不断提高人民的物质和文化生活水平等，都具有十分重大的意义。

基本建设工程是指基本建设中的建筑工程，即各种房屋和构筑物的建筑，如厂房、仓库、住宅、办公楼、车站、码头、桥梁等。基本建设工程既是基本建设中的主要内容之一，又是其它基本建设活动的先决条件。如机器设备的安装离不开厂房的建筑。而且，基本建设工程一般具有技术复杂、建设周期长、成本费用高等特点。基本建设工程的好坏对基本建设的经济效益和使用效益具有极其重大的影响。

在基本建设工程中，无论是生产的或生活的，都离不开各种房屋建筑。用来供人们生活居住、从事生产及文化福利等活动的各种房屋，统称为房屋建筑。房屋建筑是基本建设工程中量大面广的一项工作，同时房屋建筑技术又是工程技术的基础。房屋建筑是人类最早的生产活动之一，从原始时代构筑巢穴到现代化的地下城市和摩天大楼，经历了几千年的发展演变，形成了一门包括建筑力学、建筑物理、建筑材料、建筑技术、建筑经济、建筑艺术以及环境规划等许多领域的综合性科学。

我国在发展国民经济的第一个五年计划期间，提出了“适用、经济、在可能条件下注意美观”的建筑方针，正确地指出了建筑功能、建筑物质技术条件和建筑形象三要素的辩证关系，体现了我国社会主义初级阶段的建设原则。在基本建设工程中，必须继续全面贯彻党的建筑方针，为社会生产和城乡人民生活提供更多更好的各类房屋建筑、设施和良好的生态环境。

二、房屋建筑的分类、等级

(一) 房屋建筑的分类

房屋建筑分类方法比较多，主要有以下两种。

1. 按使用性质分类

(1) 工业建筑

凡是用于工业生产的建筑，都叫工业建筑。如各种厂房、车间、发电站、锅炉房以及各种原材料、半成品或成品仓库。

(2) 农业建筑

指用于农业生产的建筑，如饲养牲畜、贮存粮食、农具和农付产品等房屋以及农机站等各种农业用房。

(3) 民用建筑

民用建筑是泛指一切非生产性的建筑，包括居住建筑和公共建筑两大类。

居住建筑系供人们生活起居用的房屋，如住宅、宿舍、招待所等。

公共建筑系供人们政治、文化、娱乐活动、行政办公以及生活服务等公共福利事业用的房屋。如学校、医院、邮局、商店、影剧院、办公楼、体育馆、车站、码头、宾馆等。

2. 按主要结构的材料分类

房屋中起着骨架作用的整个受力系统，叫做结构。组成房屋结构的每一个单元，叫构件。如房屋的梁、板、柱、屋架等。因为主要结构材料和型式不同，房屋建筑大致可以分为：

(1) 砖木结构

砖木结构房屋建筑是指砖墙、砖柱、木楼板、木屋架组成的结构类型的房屋。

(2) 混合结构

混合结构房屋建筑系采用砖墙、砖柱、钢筋混凝土现浇或预制梁、板建造而成。这是目前相当普遍的一种类型。

(3) 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构房屋建筑系指结构的主要承重构件采用钢筋混凝土制成，而砖墙不承受其它构件传来的重量，只起填充作用。这种类型多用于高层或大跨度的房屋建筑，如图 0—0—1 所示。

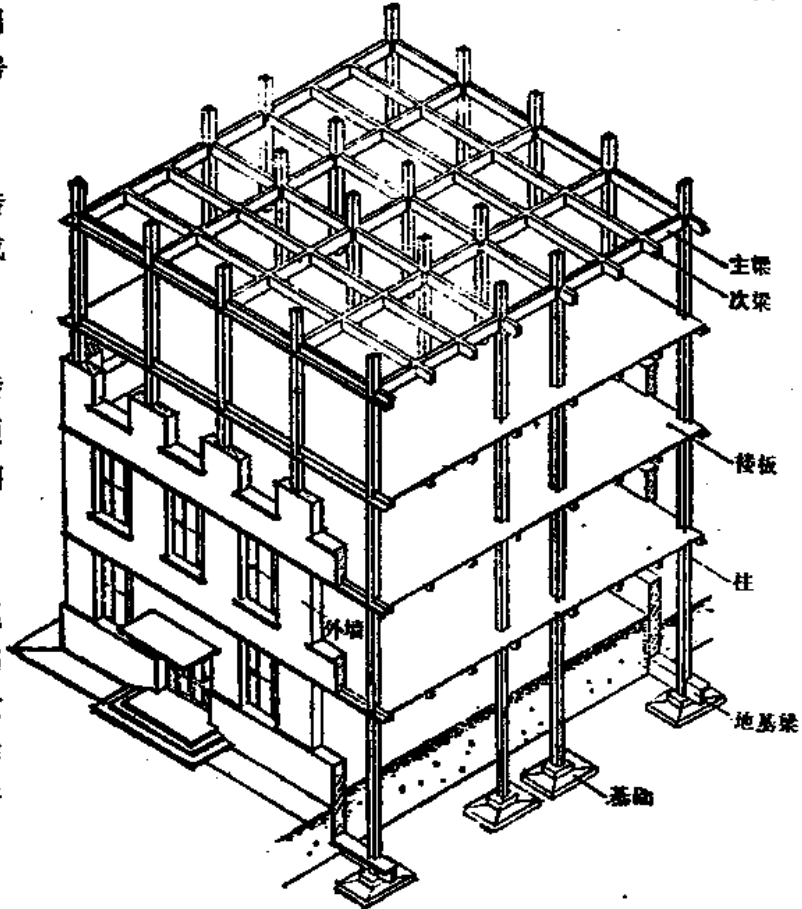


图 0—0—1 钢筋混凝土结构房屋

3. 按建筑高度与层数分类

(1) 房屋建筑按层数划分为：1～3 层为低层建筑；4～6 层为多层建筑；7～9 层为中高层建筑；10 层以上为高层建筑。

(2) 公共建筑及综合性建筑总高度超过 24m 者为高层建筑（不包括高度超过 24m 的单层主体建筑）。

(3) 建筑物高度超过 100m 时，不论住宅或公共建筑均为超高层建筑。

(二) 房屋的等级

根据房屋建筑在国民经济和政治文化中所起的作用不同，要求的耐久程度也不一样。房屋建筑的等级是建筑设计的重要依据，一般按主体结构确定的建筑耐久年限分下列四级：

一级	100年以上	适用于重要的建筑和高层建筑;
二级	50~100年	适用于一般性建筑;
三级	25~50年	适用于次要的建筑;
四级	15年以下	适用于临时性建筑。

三、房屋建筑的基本组成及功能

一切作为固定工程形态的房屋,都离不开建筑本身所固有的基本特征。解剖一幢房屋,都是由基础、墙(柱)、楼盖、楼梯、门窗和屋顶等六大部分所组成(图0—0—2)。各个部分在建筑中所处的位置不同,发挥着各自的功能,共同构成有机的整体。由于建筑形式的多样性,决定了各个组成部分在不同类型的房屋中表现形式的灵活性。如屋顶的形式就有坡屋顶、平屋顶和各种曲面屋顶等很多类型。

(一)基础

万丈高楼从地起,位于房屋最下部的叫做基础,它承受着上部结构传来的全部重量,并将整幢房屋的重量(包括基础自重)传递给直接支承着基础底面的土层,发挥着承上传下的重要作用。

(二)墙(柱)

房屋建筑的根本目的是为了取得人为的活动空间,即采用建筑材料把自然空间中的某一部分与周围分隔开来。房屋的外墙就是包围这一空间的主要外壳,起着挡风遮雨、隔热御寒,保护人们的正常活动免受自然气候干扰的作用,也叫做围护作用。

为了合理有效地利用空间,避免互相干扰,需要用内墙把房屋的整个内部空间沿竖向分隔成若干个小的空间。实践证明,房屋内部隔墙越多,房屋的整体性能越好。这是因为内墙起着垂直支撑的作用,使房屋不易发生倾斜变形。

在砖木结构和混合结构的房屋中,屋顶、楼盖、楼梯等重量都要传递到支承着这些构件的墙(柱)上,再由墙(柱)传递到基础。所以墙(柱)是房屋结构中的重要承重构件。

(三)楼盖

楼盖直接承受着各种家具、设备、人员的重量,并把这些重量传给支承它的墙(柱)上。

楼盖又是楼房中划分空间的水平分隔构件,与竖向分隔构件(内墙)共同组成各个独立的房间。同时楼盖对房屋还起着水平支撑的作用,增强房屋的整体性能和抗震能力。

(四)楼梯

楼梯是各个楼层之间进行垂直联系的交通设施。

(五)屋顶

屋顶是房屋顶部的外围部分,抵御风、霜、雨、雪、寒、暑从房屋上部入侵,具有遮雨蔽日、隔热防寒的围护作用。

同时屋顶也是构成房屋整体骨架的上部结构,承受着风压、雪压或其他使用荷载。

(六)门窗

门窗与墙体紧密相连,具有活动、透明等特点。因此它们既具有墙体的围护作用,又具有出入、采光、通风、眺望等特殊的功能。

以上是构成房屋建筑固定工程形态的六大部分及其基本功能,其中承重和围护是最主要的两种功能。此外,还有为人们使用要求的和建筑物本身不可缺少的各种配件和设施,如阳

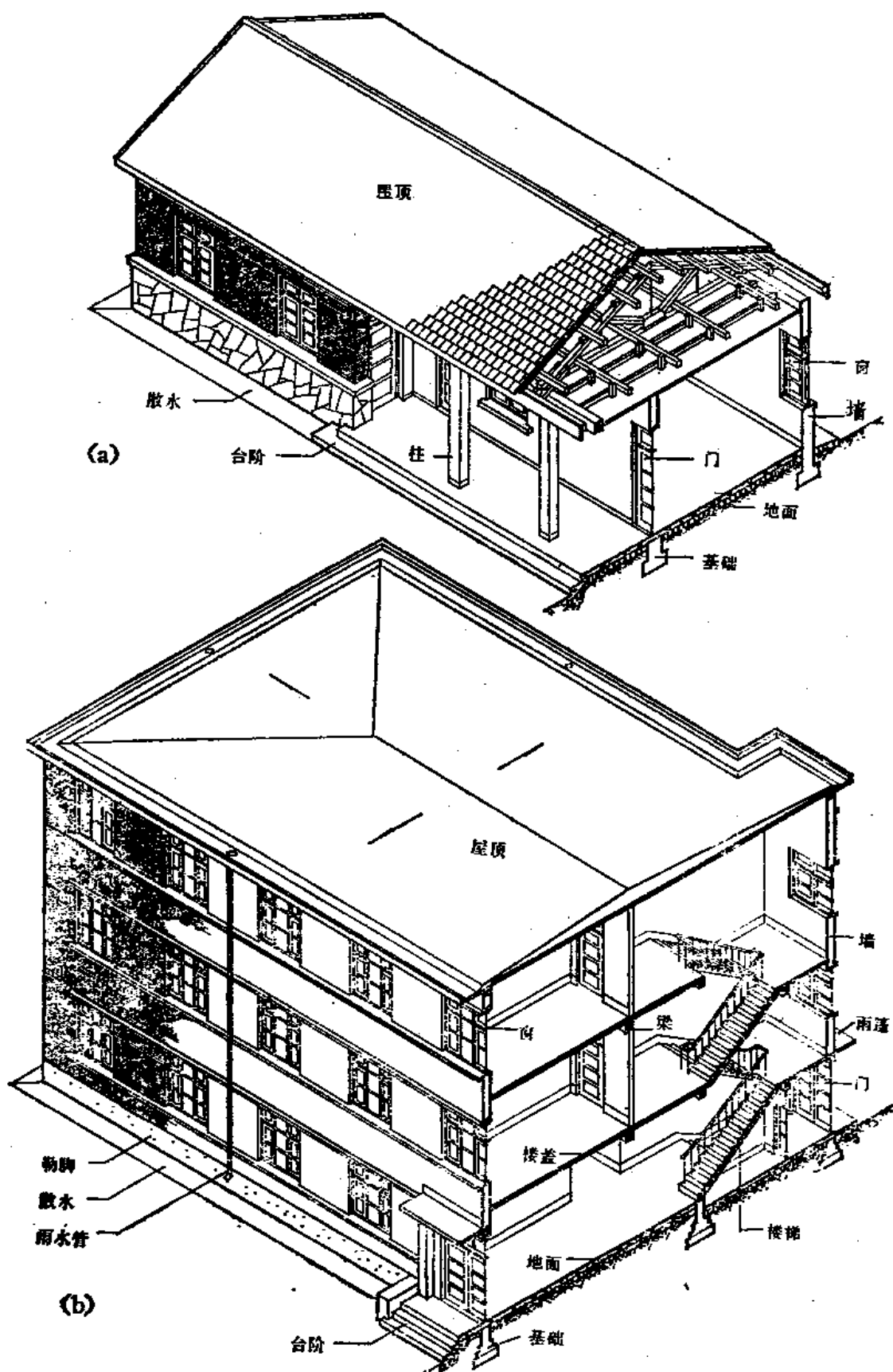


图 0—0—2 房屋的基本组成

台、雨篷等，在以后各章中将一并加以介绍。

四、影响房屋建筑构造的主要因素

建筑构造是根据房屋各个组成部分的功能要求和受力情况，研究材料选用、连接方式、施工技术和形状尺寸等问题，从而提供坚固适用、经济美观的合理方案。

建筑构造也是一门综合性很强的工程技术，必须处理好各个方面的关系。影响房屋建筑构造的因素很多，主要有以下几方面：

(一) 力的作用

组成房屋结构体系中的基础、墙柱、楼盖、屋顶等基本构件承受着各种力的作用，以保证建筑空间的坚固性、稳定性和整体性。作用在房屋上的力或力系统统称为外力，在工程中叫做荷载（图 0—0—3）。

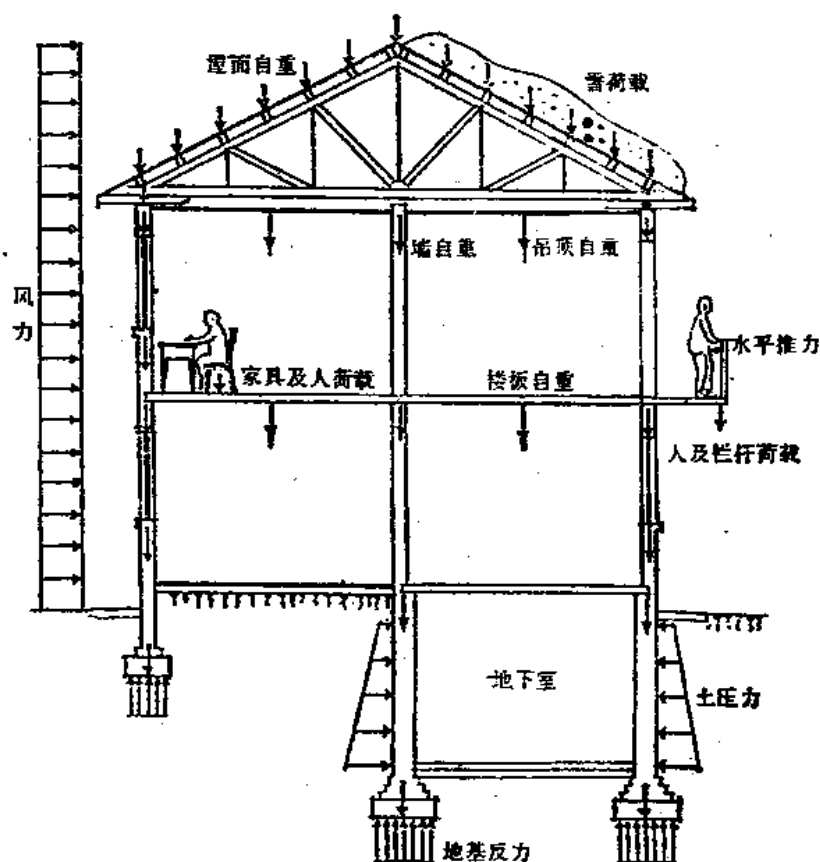


图 0—0—3 屋房受承的荷载

荷载按作用的性质可分为：

1. 静荷载

指房屋建成后永久作用、大小不变的荷载，又叫恒荷载。通常是指构件材料的重量（自重），如梁板自重、砌体的自重等，其大小等于材料重力密度乘以构件体积。

2. 活荷载

指房屋在建造和使用的过程中,荷载作用的大小、方向、位置随时间变化的荷载。如人员、家具、设备的重量,风压、雪压和地震力等,都叫活荷载。活荷载应严格按现行荷载规范取值,不得随意提高或降低使用。

显然,为了确保房屋的安全和正常使用,建筑构造必须根据其所受荷载的性质、大小决定材料、形状、尺寸和连结方式,使之符合力学的原理。

(二) 自然环境

房屋建筑与自然环境的关系十分密切。我国幅员辽阔广大,自然环境复杂多变,自然资源千差万别,从而使各地的房屋建筑无不表现出自己丰富多采的艺术风格和地方特色。如北方寒冷干燥地区,房屋封闭厚实,具有较强的防寒保温能力;南方炎热潮湿地区,房屋轻而开敞,有利于隔热,通风、防潮。又如冰冻、地下水、地震等自然现象对建筑的破坏性也是不容忽视的。所以必须因地制宜,针对不同的自然环境条件对房屋的相关部位采取切实可靠的防范措施。

(三) 人为因素

人们在生产、生活及其他活动中对房屋所造成的各种不利因素称为人为因素。如工业三废(废水、废气、废渣),战争、火灾、机械振动、噪音和化学腐蚀等。为了防止人为因素对房屋的不利影响,建筑构造要求采取防火、防腐、防振、隔音等有关措施。

五、建筑工业化与模数

(一) 建筑工业化的概念

几千年来,人类建造房屋,是靠手工操作,劳动强度大,生产周期长,耗费人工多。建筑工业化的概念是指在基本建设工程中,用现代工业的机械化生产方式取代传统的手工业生产方式,以提高生产效益,加快建设速度。

建筑工业化的基本特征是设计标准化、施工机械化、生产工厂化和科学化管理。设计标准化是前提,只有建筑产品规格标准化,才能符合机械化施工的需要。施工机械化是核心,机械化程度越高,劳动强度就越低,劳动效率则越高。生产工厂化是必要条件,有利于改善工作条件,提高产品质量。科学化管理是现代工业生产的重要保证。总之,这四个方面是建筑工业化缺一不可的有机的整体。建筑工业化是改变建筑的落后面貌,实现建筑现代化的根本方向,也是本世纪不可逆转的发展潮流。

(二) 建筑模数

建筑模数是建筑标准化的必然要求。模数是一种选定的标准尺度单位,它作为建筑与其构配件尺寸相互协调统一的基本尺度,从而提高建筑产品的通用性和互换性。

我国制定了“建筑统一模数制”国家标准,规定以100mm为基本模数,代号为 M_0 。为了满足不同的使用需要,又导出了分模数和扩大模数。分模数的代号和长度分别为: $1/10M_0$, 10mm; $1/5M_0$, 20mm; $1/2M_0$, 50mm。扩大模数的代号和长度分别为: $3M_0$, 300mm; $6M_0$, 600mm; $15M_0$, 1500mm; $30M_0$, 3000mm; $60M_0$, 6000mm。

以模数为基数和进级,在规定幅度内展开的数值系统称为模数系列。例如,基本模数系列为:100, 200, 300, ..., 1500 (mm)。扩大模数系列为:300, 600, 900, ..., 6000 (mm)。各种模数系列的适用范围是:

$1/10M_0$ 、 $1/5M_0$ 、 $1/2M_0$ 分模数系列主要用于缝隙、构造节点、建筑结构配件的截面及建筑

~ 6 ~

制品的尺寸:

$1M_0$ 、 $3M_0$ 、 $6M_0$ 扩大模数系列主要用于建筑构件截面、建筑制品、门窗洞口、建筑物配件及建筑物的跨度(进深)、柱距(开间)、层高的尺寸;

$15M_0$ 、 $30M_0$ 、 $60M_0$ 的扩大模数系列主要用于建筑物的跨度、柱距、层高及建筑构配件的尺寸。

六、房屋建筑的基本程序

基本建设程序是我国多年实践经验的总结,是基本建设客观规律的反映,是顺利进行基本建设的重要制度保证。基本建设工程的房屋建筑,大致分为设计和施工两大基本程序。

(一)设计程序

根据上级机关批准下达的设计任务书(计划任务书),设计部门在充分调查研究的基础上展开设计工作。一般房屋建筑的设计可按初步设计和施工图设计两阶段进行。

1.初步设计

主要包括总平面图、建筑平面图、立面图和剖面图,结构类型及设备筒要文字说明、工程概算。初步设计及概算是上级批准基建投资的重要依据。

2.施工图设计

施工图设计应根据批准的初步设计文件进行。其设计深度应满足设备、材料的安排和制作、施工图预算的编制和组织施工的要求。施工图设计要求完整、准确地表达设计意图,力求功能合理、技术先进、经济节约。

施工图设计主要包括各工种的平、立、剖面图和各種构造详图、设计总说明和材料(包括设备)统计表格。施工图设计经审定签发后,具有法律效力,任何人不得随意更改。

(二)施工程序

从单幢房屋的施工程序而言,大体又要经历以下四个阶段:

1.准备阶段

首先根据总平面图规定的房屋方位,确定建筑物的场地。接着要做“三通一平”:路通、水通、电通和平整场地。同时要搭设临时工棚,做好组织材料供应及各工种配备等各项开工前的准备工作。

2.基础工程阶段

基础工程阶段包括基槽(坑)放线开挖、浇筑基础、回填夯实等工作。基础工程属隐蔽工程,须经验收合格后才可用土回填覆盖,以免留下隐患。

3.结构工程阶段

结构工程系从地坪 ± 0.00 以上至屋顶的结构部分的施工,如墙柱、楼梯、楼盖、阳台、雨篷及屋顶。这一阶段工作量大,施工期长,是整幢房屋的主体工程。

4.装修工程阶段

装修工程包括:抹灰、油漆、楼地面、屋面防水、门窗设备安装等。装修工程细致、复杂、技术性强、要求高。

以上四个阶段是按施工的顺序划分,但不是绝对不变的。在各个阶段,各工种应合理调配,灵活穿插,有机衔接,以缩短建设周期提高劳动效率。

第一章 建筑材料

建筑材料，是基本建设工程的重要物质基础。在一般建筑工程的造价中，建筑材料费用约占60~70%。在施工过程中，建筑材料的贮存、加工和搬运等工作量，相当繁重。尤其是建筑材料的规格、品种及质量、性能与建筑工程的适用性、坚固性和耐久性关系十分密切，并直接影响着工程结构形式和工程施工方法。建筑材料应用非常广泛，特别是钢材、木材和水泥（简称三材），是国家经济建设中不可缺少的重要原材料。因此，了解与掌握建筑材料的基本性质和合理使用，对于保证工程质量、提高基本建设工程的经济效益，有着极其重要的意义。

第一节 建筑材料的基本性质

基本建设工程中的各种构件，由于所处部位和工作的环境条件的不同，承受的各种物理和化学的作用也不一样。因此，材料的基本物理性质和力学性质必需符合建筑工程的需要，以保证工程构件坚固耐久和正常使用。

一、材料的物理性质

（一）密度与相对密度

材料单位体积的质量是评定材料性质的重要物理指标之一。而材料的体积一般分为自然状态下的体积与绝对密实状态下的体积。所谓自然状态下的体积即包括材料结构内部的空隙，而绝对密实状态下的体积不包括材料结构内部的空隙（图1—1—1）。对于结构完全密实的材料，如钢铁、玻璃等，其自然状态与绝对密实状态的体积相等。

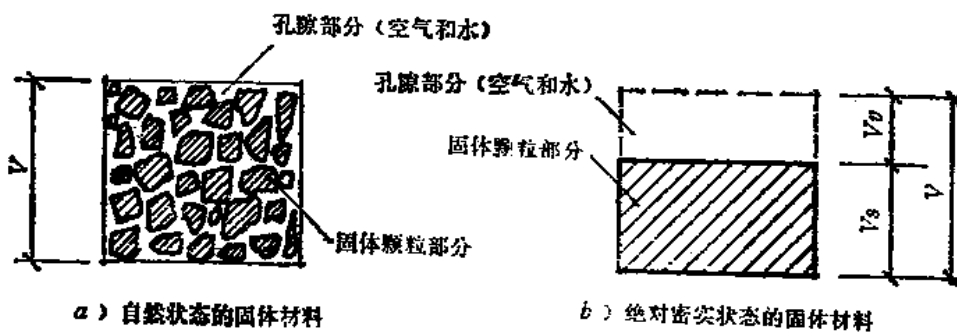


图1—1—1 固体材料的体积

1. 密度 ρ 、重力密度 γ

材料在自然状态下，单位体积内的质量叫密度，可用下式表示：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1-1)$$

式中 ρ ——材料的密度 (g/cm^3 ; kg/m^3);

m ——材料在自然状态下的总质量 (g ; kg);

V ——材料在自然状态下的体积 (cm^3 ; m^3)。

在自然状态下, 单位体积的材料所受到的重力作用叫重力密度或重度, 即:

$$\gamma = \rho g \quad (1-2)$$

式中 γ ——重力密度或重度 (kN/m^3);

g ——重力加速度, 可取 $g = 10 \text{ m}/\text{s}^2$ 。

2. 相对密度 d_s

材料在绝对密实状态下, 其质量与同体积的 4°C 水的质量之比叫相对密度或比密度。在工程实际中, 相对密度即指材料在绝对密实状态下单位体积内的质量, 可用下式表示:

$$d_s = \frac{m_s}{V_s} \quad (1-3)$$

式中 d_s ——相对密度或比密度 (g/cm^3);

m_s ——绝对密实状态下材料的质量 (g);

V_s ——绝对密实状态下材料的体积 (cm^3)。

必须指出, 因为材料的密度随含水量的大小而变化, 所以表示密度时应说明材料的含水率大小。通常情况下除木材外, 所表示的材料密度均系含水率为零时的密度, 不包括空气、水的质量。

由上述可知, 密度与相对密度虽然都是表示材料单位体积质量的物理量, 但是它们所处的状态不同。显然因为自然状态下的多数材料都具有空隙, 所以对同一种材料而言, 密度比相对密度要小些, 而且密度与含水率有关, 相对密度与含水率无关。

密度是材料的一项重要物理指标, 常用来计算材料的密实程度、质量和体积。另外, 材料的密度还与强度、导热性密切相关。一般密度越大, 强度越高, 导热性越好。

(二) 密实度与孔隙率

密实度是指材料体积内被固体物质充实的程度, 而空隙率则为材料内部孔隙体积与总体积之比的百分率。

材料的密实度常以 D 表示:

$$D = \frac{V_s}{V} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中 V ——材料的总体积 (m^3);

V_s ——固体物质的体积, 即绝对密实状态下的体积 (m^3)。

材料的孔隙率以 P 表示:

$$P = \frac{V_v}{V} = \frac{V - V_s}{V} \quad (1-5)$$

式中 V_v ——孔隙体积 (m^3);

V ——材料的总体积 (m^3)。

由 (1-5) 式可得孔隙率与密实度的关系式为:

$$P = 1 - D \quad (1-6)$$

或

$$P + D = 1 \quad (1-7)$$

以上材料的孔隙率与密实度的关系说明，同一材料孔隙率越大，则密实度越小。对于完全密实材料，因 $V_s=V$ ， $V_v=0$ ，所以 $D=100\%$ ， $P=0$ 。两者从不同的角度表明了材料的同一性质，即固体物质致密的程度。故工程上常用孔隙率表示材料的密实度。材料的密实度对其它性质有着极大的影响，如质量、强度、保温性和吸水性等。

(三) 吸水性与吸湿性

1. 吸水性

材料在水中吸收水分的能力叫吸水性，以吸水率表示。吸水率又分为质量吸水率和体积吸水率。

材料所吸收水分的质量占烘干至恒重时质量的百分比，叫质量吸水率。材料所吸收水分的体积占自然状态下材料体积的百分比，叫体积吸水率。吸水率分别以下式表示：

$$\text{质量吸水率} \quad W_m = \frac{m - m_s}{m_s} \times 100\% \quad (1-8)$$

$$\text{体积吸水率} \quad W_v = \frac{m - m_s}{V} \times 100\% \quad (1-9)$$

式中 W_m ——质量吸水率；

W_v ——体积吸水率；

m ——材料吸水后的总质量 (g; kg)；

m_s ——材料烘干至恒重时的质量 (g; kg)；

V ——材料自然状态下的体积 (cm^3 ; m^3)。

注意，在 (1-9) 式中 $m - m_s$ 所表示的是材料吸水的体积数量。多数情况工程中常用质量吸水率表示，但对于某些轻质材料，如泡沫塑料、软木等，因质量吸水率往往大于 100%，故一般采用体积吸水率表示。

各种材料的吸水率差别很大，如花岗岩为 0.5~0.7%，普通混凝土为 2~3%，粘土砖为 8~20% 等。材料的吸水性取决于孔隙率大小和孔隙的构造特征。在孔隙率相同情况下，封闭的孔隙水分不易渗入，粗大连通的孔隙又不利于保留水分，故只有具有连通而微小的孔隙的材料，吸水性才特别强。

2. 吸湿性

吸湿性是材料在潮湿空气中吸收水分的能力，它用含水率表示。材料所吸收空气中水分的质量与烘干至恒重时的质量之比，叫含水率或湿度，可用下式表示：

$$W = \frac{m - m_s}{m_s} \times 100\% \quad (1-10)$$

式中 W ——含水率。

比较 (1-8) 式和 (1-10) 式发现，二式完全相同，因为它们都是以质量之比表示材料吸收水分的性质的。但是二者所处的环境条件完全不一样，前者是在水中，后者则在空气中。

材料含水率的大小决定于本身的组织构造、化学成分和周围环境中空气的相对湿度、温度。一般空气相对湿度越大，温度越低时，其含水率越高。

材料吸水对材料性能会产生一系列的影响，如密度增大、导热性增强、体积膨胀和强度

降低等。

(四) 耐水性、抗冻性与抗渗性

1. 耐水性

一般情况,材料随着含水量的增加,强度将会有所降低。如花岗岩长期浸泡在水中,强度将下降3%。这是因为水分透入材料微粒之间的缝隙内,破坏了微粒之间的连结力。同时水分还会软化材料中的不耐水成分,如粘土、有机物等,使强度降低。

材料在吸水饱和状态下,抵抗水的破坏作用而保持强度的能力,叫耐水性。耐水性以软化系数表示,即材料在吸水饱和状态下的抗压强度(MPa)与干燥状态下的抗压强度(MPa)之比。软化系数小于1,通常软化系数大于0.8的材料可视为耐水材料。对于某些工程部位的结构选材,软化系数是一个重要控制指标。如长期浸水或处于潮湿环境中的重要结构,其材料的软化系数应大于0.85,次要结构或受潮湿较轻的结构,要求软化系数大于0.75,经常处于干燥环境中的结构,可以不考虑材料的软化系数。

2. 抗冻性

抗冻性是材料在吸水饱和状态下,抵抗冻结和融化的循环交替作用的能力。

水在微小的毛细孔中,当温度下降到 -15°C 以下时将冻结,上升到 20°C 时开始融化。从冻结到融化的一个周期称为一次冻融循环。冰冻对材料的破坏作用是比较严重的,这是因为孔隙中的水分冻结时体积膨胀9%,从而对孔壁产生巨大压力(高达100MPa),可使孔壁开裂,材料产生裂缝。随着由表及里、交替作用的冻融循环,将导致材料首先从表面剥落、裂纹,质量减轻,强度降低。

一般情况,把材料的抗冻性作为衡量其耐久性的主要标志之一。抗冻性以材料的强度降低值不超过25%,或质量损失值不大于5%时,所能经受的冻融循环次数的多少划分为材料的抗冻标号,如M10、M15、M25等,材料的抗冻标号取决于本身的组织构造、强度、吸水性、耐水性等综合因素,也和水分的饱和程度有关。

材料抗冻标号的选择,必须根据建筑物的等级、所处环境及气候条件等决定。对寒冷地区冬季设计温度低于 -15°C 的重要工程所用的墙体、覆面材料,其抗冻性应符合要求。

3. 抗渗性

材料抵抗压力水渗透的性能称为抗渗性。材料的抗渗性可用渗透系数或抗渗标号表示。渗透系数反映材料在单位时间内单位水头作用下,通过单位面积及厚度的渗透水量。渗透系数愈大,材料抗渗性愈差。而抗渗标号则是材料抵抗渗透时所能承受的最大水压力。如混凝土的抗渗标号按标准试件在28天龄期所能承受的最大水压力确定。

材料抗渗性的大小与本身孔隙率和孔隙构造特征有关。一般具有封闭的孔隙或完全密实的材料是不透水的,而孔隙率大和连通的孔隙则透水性好。地下建筑物和水工建筑物,因长年受到压力水的作用,选材一定要考虑抗渗性要求。对于屋面覆盖材料和其它防水材料等,抗渗性要求更高。

(五) 导热性

材料具有在温度变化时吸收热量或放出热量并能传导热量的性质。当材料的两表面间存在温差时,热量可由温度高的一面传导到温度低的一面,这就是导热性,可用导热系数来表示。导热系数小于 $0.15\text{W}/(\text{m}\cdot\text{k})$ 的材料称为隔热材料。导热系数与材料的孔隙构造有密切关系,孔隙率较大孔隙不连通者隔热性好。材料受潮或受冻后,导热性会大大提高。研究材

料的导热性对于建筑节能和保持建筑物内部温度稳定性具有重要意义。

二、材料的力学性质

材料的力学性质是材料最主要的技术性质之一。材料在使用时会受到多种多样外力的作用，而每种材料能够承受的外力大小因力作用方式不同而存在很大差异。

(一) 强度

当材料承受外力作用时，内部就产生了应力。应力随外力的增加而增大，直到超过质点间所能承受的最大应力时，材料即告破坏。所谓强度，就是材料在外力作用下抵抗破坏的能力。材料破坏时的极限应力值叫做极限强度，单位为MPa。

材料在建筑物中所承受的外力的作用方式主要有拉、压、弯、剪等。材料抵抗这些外力

作用的能力，分别叫做抗拉强度 f_t 、抗压强度 f_c 、抗弯强度 f_{cm} 和抗剪强度 f_v （图1—1—2）。

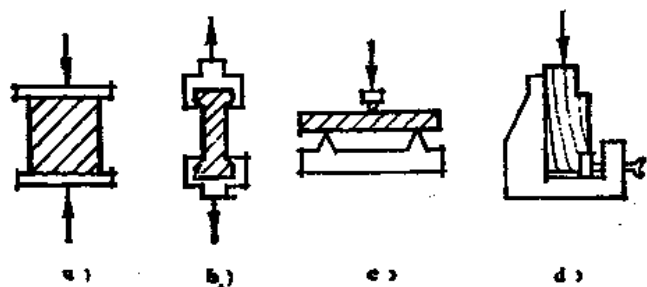


图1—1—2 外力作用方式示意

a、抗压；b、抗拉；c、抗弯；d、抗剪

材料的强度主要取决于材料的成分、结构和构造。如前所述，孔隙率及构造特征对强度影响极大，强度与孔隙率具有近似的线性反比例关系。材料强度的测定必须严格按照规定的试验方法进行。

材料的强度是结构工程中因材施用、控制工程质量的最重要的根据，也是发挥材料的优势，节约材料的有效途径。

(二) 弹性与塑性

弹性与塑性是材料承受外力时的变形性质。材料在外力作用下产生变形，当外力取消后凡能够完全恢复到原来状态的变形，称为弹性变形。弹性变形与外力的关系，表现为正比例的线性关系，即符合物理学中的虎克定律。材料在外力作用下产生变形，当外力取消后，变形仍然保持并不发生裂纹的性质，称为塑性变形。当外力保持不变并持续作用时，材料的变形随时间延长而增加的性质称为徐变，徐变是材料的一种塑性变形。

由力学试验可知，在材料所受的外力逐渐增大时，前期处于外力与变形成正比例的弹性阶段内。当外力增大至某一数值保持不变，而变形却继续增大，它标志着材料从弹性阶段进入了塑性阶段。

在弹性阶段，材料的弹性性能可用弹性模量来表示。弹性模量指应力与应变（在应力作用下产生的变形）的比值。材料的弹性模量越大，越不易变形。所以弹性模量是衡量材料抵抗变形能力的一个重要指标。

材料的变形性质与材料的组成、结构、构造和温度条件等有关，大部分建筑材料都兼备弹性和塑性两种性质。弹性是建筑材料的一种优良性质，如钢材、木材的弹性对结构受力十分有利。建筑制品的成型和散体的粘结都离不开材料的塑性，如水泥、沥青及其制品等。

(三) 脆性与韧性

当材料受到外力作用达到一定限度后，突然产生破坏，且破坏前没有出现明显的塑性变形以预告材料的破坏征兆，这种性质称为脆性。脆性材料抗压强度比抗拉强度大得多，抵抗冲击荷载或震动作用的能力很差。