

民房的结构计算与施工

黎景鸿 编

李烈轩 校

广东科技出版社

民房的结构计算与施工

黎景鸿 编

李烈轩 校

广东科技出版社

目 录

第一章 房屋建筑的基本知识	1
一、认识房屋的基本构造	1
二、房屋的设计和施工过程	4
三、建造房屋的主要材料	7
四、结构计算的主要内容和方法	20
第二章 屋架——屋顶结构最古老的形式	26
一、屋架的基本知识	26
二、屋架是怎样组成的	31
三、如何选用和制作屋架	32
第三章 怎样设计梁和板	33
一、梁、板的受力情况	39
二、梁的计算简图	51
三、梁、板的具体计算过程	55
第四章 柱、墙、楼梯和过梁等构体的计算	132
一、柱	132
二、砖墙	151
三、楼梯	156
四、过梁、圈梁和雨篷	165
五、简易抗震构造	172
第五章 基础	175
一、怎样知道地基土的承载能力	176
二、基础设计	180
三、基础的埋置深度及加固措施	185
第六章 基本施工技术	193
一、基础	193

二、墙体	198
三、钢筋混凝土楼板	207
四、批荡(抹灰)、地台	232
五、土瓦屋面构造	239
第七章 双向板、连续梁和刚架的计算	249
一、双向板	249
二、弯矩分配法计算连续梁	269
三、计算刚架的近似法	285
附录 I 计算实例(结构计算书)	307
附录 II 常用材料和构件重量表	357

主要应用表格索引

各种水泥特性、用途表	10
水泥新旧标号对照表	11
钢筋的力学指标	15
住宅楼面、屋面均布活荷载表	21
圆木屋架选用表	34
单跨简支梁弯矩公式表	44
单向板配筋表	61
连续板弯矩系数表	69
梁自重表	74
单跨简支梁剪力公式表	87
矩形梁弯矩配筋表	91
梁内选用钢筋组合表	112
矩形和 T 形梁抗剪箍筋表	117
等跨连续梁在常用荷载作用下的内力系数	128
轴心受压钢筋混凝土构件的纵向弯曲系数表	135
轴心受压钢筋混凝土柱配筋表	136
矩形砖柱极限高度表	149

轴心受压砖柱承载能力表	150
砖墙极限高度表	153
每米长的轴心受压砖墙承载能力表	154
中小型住宅建筑常用墙厚表	156
砖砌平拱允许均布荷载表	167
钢筋砖过梁允许均布荷载表	168
雨篷板、梁尺寸及配筋表	170
承重横墙最大间距表	173
土的工地简易鉴别方法及其承载力估测表	178
基础选用表	183
各种厚度砖墙每平方米用料表	204
各种方砖柱每米高度用料表	204
每立方米砌筑用砂浆配合比参考表	206
每立方米混凝土配合比参考表	223
各种批荡(抹灰)做法	231
各种地台做法	237
每平方米土瓦屋面用料表	248
双向板计算系数表	251
双向板支承梁内力计算公式	267

第一章 房屋建筑的基本知识

动手建造房屋，自然要考虑怎样才能使房子造得牢固、实用、经济和美观。要达到这些目的，首先得弄清楚——

房屋是由哪些基本部分组成的？各个组成部分起着什么作用？

房屋的各部分受到哪些力的作用？这些力是怎样传递到基础上去的？怎样计算这些力的大小？

房屋的各个部分是由什么材料做成的？各种材料的性质如何？怎样使用这些材料？

这些，都是学习建造房子必须弄清楚的基本问题。

我们日常接触得最多的是民用建筑。民用建筑分为居住建筑（如住宅、宿舍、旅馆等）和公共建筑（如剧院、商店、教学楼等）两大类。与我们日常生活关系最为密切的住宅，同其他建筑物一样，是用屋顶、墙、地面围成的空间。尽管房屋因建造者的要求不同而在外形、构造上千差万别，但其设计和建造的过程都遵循着一定的规律。

一、认识房屋的基本构造

房屋是人类与大自然作斗争的产物。人们建造房屋，是

为了能在里面起居、休息、学习及从事生产活动。房屋的构造，要符合人们的这些需要。

住房首先要能挡风遮雨，夏季隔热，冬天防寒，平日要有“安全感”。因此，要有屋顶、外墙。

为了更好地利用土地，要把房子分成若干层，成为楼房，而每层又分成若干个房间。这就要设置楼板和内墙。

为了便于进出和通风、采光，要在墙上开门窗；而为了楼层与地面及楼层之间的交通联系，就要设置楼梯。

要使房屋牢固地屹立在土地上，在墙的下部要有基础。整幢房屋的重量，就是靠承重墙和柱子传递给基础，再传给地基的。

总而言之，在房屋的构造组成中，基础、墙、柱、楼板、屋顶等是房屋的主要组成部分；门、窗、楼梯、台阶、挑檐、栏杆等则是房屋的附属部分。图 1-1 是一幢常见的民房示意图，从图中可以看到它的各个主要结构及其承受重力的情况。屋顶要承受杂物重①、墙重②， $① + ② = ③$ 传到二层的墙上。楼板要承受人和物的重量⑤与楼面自重、阳台及栏杆自重⑥，墙要承受风力⑦及墙自重④，这些力都同时传到底层墙上，即 $⑧ = ① + ② + ③ + ④ + ⑤ + ⑥ + ⑦$ 。再往下，与底层墙自重⑩及其承受的风力⑨传到基础上，即 $⑪ = ⑧ + ⑨ + ⑩$ 。⑪又与基础自重一起成为对基底的压力⑫（即 $⑫ = ⑪ + \text{基础自重}$ ）传到地基上。这就是整幢房屋的受力过程。上述的这个承重系统通常叫做房屋的结构系统。起承重作用的构件如梁、板、柱、屋架等就叫做结构构件。结构构件承受的重量或力量叫做荷载。

要设计和建造一所房屋，就必须清楚地知道房屋的结构系统的承重情况。结构构件是房屋的“骨架”，在设计时进行

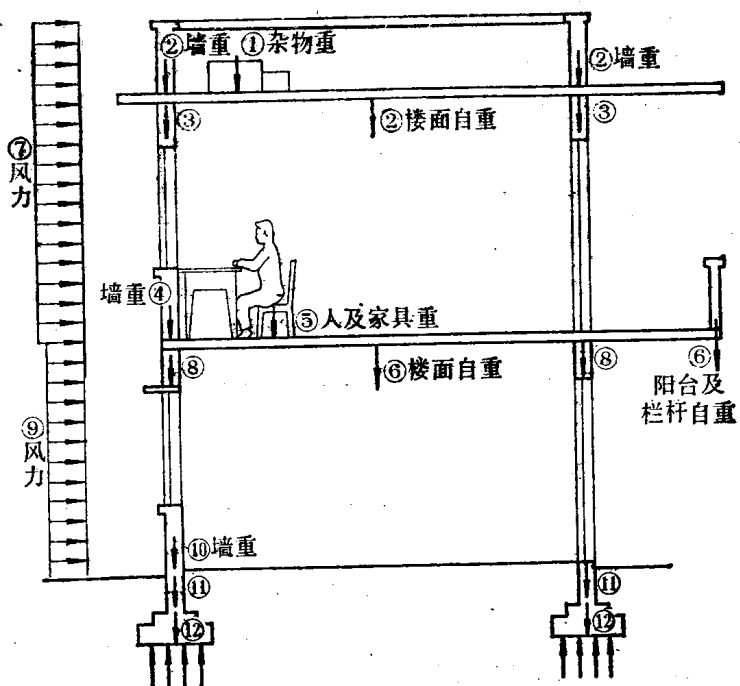


图 1-1

的结构计算，就是根据结构系统的承重情况来算出梁、板、柱、屋架等构件的受力大小，以决定这些构件的截面应取多大，要用什么材料来制作，各个构件应该用什么方法组合起来。

目前常用的房屋建筑材料，有钢材、水泥、木材和砖、瓦、灰、砂、石等。根据所用材料的不同，房屋的结构系统又分为砖木结构、钢筋混凝土结构、钢结构、混合结构等结构类型；按照结构的承重方式，又分为承重墙结构和框架结构两类。小型民用住房的结构系统往往采用混合结构（承重墙承重）。混合结构的主要承重结构构件由两种以上的材料做

成，如一所房子，有砖石（或混凝土）基础、砖墙、砖柱、钢筋混凝土楼板、钢筋混凝土或木屋架屋顶等。这种结构，由于材料的使用较为灵活，便于就地取材，又适应我国传统的建筑施工习惯，因而是城乡民房中使用得最普遍的结构形式。本书要介绍的，就是这种结构形式的民房的结构计算和基本施工方法。

二、房屋的设计和施工过程

（一）设计过程

建房屋和生产其他一切产品一样，有一个从设计（包括规划、计算、绘图）到施工、竣工验收、交付使用的过程。

在着手设计和建造房屋之前，首先得决定基本建筑设计方案。例如，你要盖的房屋是平房还是楼房？若是楼房，有多少层？朝向怎样？占地面积多大？采取哪一种结构形式？建成后应达到哪一级标准？等等。

决定基本设计方案，要考虑到环境、气候、地形、地质、材料供应情况和施工条件。往往要根据实际情况提出几种经济、实用、技术上可行的方案来进行比较，才能把所设想的房子的基本面貌确定下来。

为了把建筑设计方案清楚、准确地表现出来，通常要绘制建筑总平面图、立面图、剖面图及透视图。有时甚至要制作模型。

决定建筑设计方案的过程，实际上是房屋的初步设计过

程，而初步设计拟定的基本方案，是进行房屋技术设计的根据。结构设计和计算，是技术设计的主要内容。

在进行结构设计时，首先按使用要求和房子受力情况，考虑房子的结构布置，即决定哪里设一条梁，哪里立一条柱，哪一面是承重墙，并按经济、合理、安全、美观的要求反复推敲和改进，使结构布置不仅能符合建筑设计方案的要求，而且传力路线合理而又清楚。结构布置设计，实际上是在纸面上把房屋的骨架子搭起来。

结构布置设计完毕，就可以着手进行结构计算了。结构计算可以验证结构布置是否正确，它将决定房子的命运——是能在大地上屹立几十年、几百年，还是摇摇欲坠，甚至倒塌。

在结构计算的过程中，往往会发现结构布置不够合理的地方，这就要对结构布置进行修改。

经过结构计算并进行验证得出成果后，技术设计的工作便告完成。

绘制施工图是房屋设计的最后一步工作。根据初步设计、技术设计阶段得到的成果，绘制成正式的施工图纸和编制出工程预算。施工图是房屋设计的总结，又是施工过程的依据，是工程人员的共同语言，因而在绘制图纸时，一定要严格按照国家规定的制图标准和图例。

施工图一般包括：建筑立、平面图、结构布置图（基础结构平面图、楼盖结构平面图、屋顶结构平面图）、各结构构件详图和构造详图，以及必要的说明等。

施工图绘制好并经校对、审定，设计过程便告结束。这时，得到的是图纸上的房子。施工图纸由设计部门交给施工部门，便开始了房屋的施工过程。

(二) 施 工 过 程

从图纸上的房子到真正的房子，要经过施工准备、组织施工、竣工验收等步骤。具体施工过程，又可分为如下几个阶段。

1. 场地与基础的准备

施工开始之前，应先做到“三通一平”，即路通、水通、电通，施工现场平整。临时工棚、材料堆放场地、运输工具以及卷扬机、搅拌机等机具也应同时准备好。

施工开始，应按总平面图的要求，用仪器把房屋位置确定在施工现场上（若待建房屋与现有建筑物的相对位置尺寸要求不严时，也可以用一般测量工具），定下轴线桩，并把基坑（槽）的灰线放好。

在一般情况下，开挖房屋基坑（槽）的工作，在场地平整好之后进行。但场地的地形较为平坦时，也可以先开挖基坑，后平整场地，以减少重复挖、填土方的数量，缩短工期。

基坑开挖后，即砌筑砖基础或捣制混凝土基础。如因地形、土质等情况而要作地基处理，也在此时进行。

2. 结构施工

这是施工过程的主要阶段。砌墙、捣制楼板、制作楼梯、铺屋面板或盖瓦等，都在这个阶段进行。

3. 装修

在装修阶段，要进行地面批荡或铺阶砖、内外墙面批荡（抹灰）、门窗和阳台栏杆安装、屋面的防水隔热处理和油漆、粉刷等工作。一幢可供使用的房子，还要有完善的上下水管道（多层楼房往往还有楼面的水池，楼底层的水泵

房)、电气照明等设施。这些,在施工的各阶段中应一并考虑,穿插进行。

三、建造房屋的主要材料

准备用些什么材料建造房屋?这些材料有什么特性?怎样使用这些材料才经济合理?这些也是我们设计和建造房屋必须具备的知识。例如,混凝土最怕受拉力,如果不在混凝土构件的受拉部位配上抗拉性能最好的钢筋,混凝土构件受拉就会开裂而破坏。又如,不懂得石头的抗压性能极好,而去购买水泥配制混凝土来作浅基础,就会白白花费不少钱。

(一)钢筋混凝土

混凝土是房屋建设中的重要建筑材料,在工程中的应用已有一百多年的历史了。它是一种人造石材,按其组成材料的不同可以分为水泥混凝土、石膏混凝土、沥青混凝土等等。这里主要介绍最常用的水泥混凝土(或称普通混凝土,简称混凝土)的一些基本知识。

混凝土是由石子、砂子、水泥和水按照实际工程所需要的配合比,拌合均匀后,灌注在预先制好的模板内并捣固密实,经养护而成的。混凝土能承受很大的压力,但是抵抗拉力的能力却很差,只有抗压能力的十分之一左右。混凝土受拉时很容易断裂,而在实际工程中,往往要求混凝土构件承受弯矩和拉力。例如梁、板等,在受力时是上部受压而下部受拉,如图1-2所示。如用混凝土做这类构件,受力后就

会因为经受不了太大的拉力而断裂。怎么办呢?如图 1-3 所示,在构件的受拉部位配上一种抗拉能力很强的材料——钢筋,让混凝土和钢筋合作,共同受力,使它们发挥各自的特长,分别承担两种不同性质的力量(一个受拉,另一个受压),就可以弥补混凝土只能受压不能受拉的缺点。这种配有钢筋的混凝土就叫做钢筋混凝土。

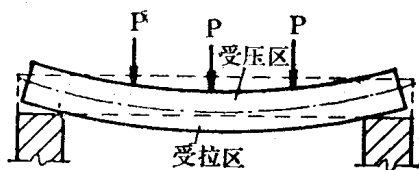


图 1-2

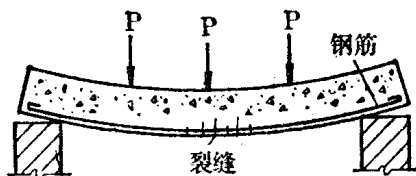


图 1-3

混凝土除能承受很大的压力外,还有许多优点。例如有较高的强度*,在外力的作用下变形较小;能根据工程的需要做成各种不同形状和大小的构件;耐久性好,寿命长;可以连续捣制成一个整体,比较稳固;是较好的耐火材料;可以就地取材,建成后维修费用较少等等。

混凝土所用的水泥品种,要根据工程特点和要求选择。一般工程多用普通水泥和矿渣水泥。砂石本身价格虽然比水

* 混凝土的强度指标一般有150号和200号两种,在小型的民用建筑中,通常以使用150号混凝土为主。

泥便宜，但用量很大，运输费用高。所以砂石的费用在工程总造价中仍占不小的比例，在施工时要注意就地取材和节约用料。砂一般多用河砂，根据实际情况，也可采用海砂、山砂（中砂和粗砂）。石子可用卵石或碎石（主要决定于当地材料来源）。但碎石与水泥浆粘结能力比卵石好。

砂石常带有粘土和杂质，这些东西会降低水泥粘结力，影响混凝土的强度和耐久性。如果砂中的粘土和杂质多于5%、石子中多于2%时，就必须用水冲洗后才能使用。

拌制混凝土，不能用海水、工业废水以及其他含有油类、酸类和其它有机杂质的水。一般来说，能饮用的水都可用来拌制混凝土。

（二）水 泥

混凝土常用的水泥有三种：普通硅酸盐水泥（简称普通水泥）、矿渣硅酸盐水泥（简称矿渣水泥）、火山灰质硅酸盐水泥（简称火山灰水泥）。

将石灰质原料和粘土质原料经适当配合后，在1450℃高温下烧至部分熔融，就得到以硅酸钙为主要成分的“熟料”，将“熟料”与一定数量的石膏混磨成细粉，就是硅酸盐水泥。在磨细时，还可根据需要均匀地掺入不超过水泥重量15%的活性混合材料（火山灰类物质或粒状高炉矿渣），或同时加入不超过10%的惰性混合材料（石英砂等）。但当火山灰类物质的掺入量达到20~50%时，就称为火山灰水泥。当矿渣掺入量达到20~85%时，就称为矿渣水泥。

上述三种水泥的特性和用途，可参阅表1-1。

表 1-7

各种水泥特性、用途表

水泥 品种	特 性		适 用 范 围	
	优 点	缺 点	适 用 于	不 适 用 于
普通硅酸盐水泥	1. 28天以前早期强度比其他两种水泥高 2. 低温环境下（10℃以下），凝结硬化速度比其他两种水泥快 3. 耐冻性比其他两种水泥好	耐腐蚀性较差	1. 混凝土、钢筋混凝土及预应力混凝土的地上、地下和水中结构，其中包括受反复冰冻作用的结构 2. 早期强度要求较高的工程	1. 大体积混凝土工程 2. 受化学作用浸蚀的工程
火山灰质硅酸盐水泥	1. 耐腐蚀性（含烧粘土的火山灰质硅酸盐水泥除外）和耐水性较强 2. 水化热比普通水泥低 3. 蒸养强度发展比普通水泥快 4. 在潮湿环境中后期强度增进率较大	1. 早期强度低，凝结缓慢 2. 耐冻性比普通水泥差 3. 干缩性比普通水泥大 4. 吸水性比普通水泥稍大	1. 混凝土、钢筋混凝土的地下及水中结构 2. 蒸养构件 3. 大体积工程	1. 受反复冻融循环及干湿变化作用的构筑物 2. 处在干燥环境中的结构 3. 对早期强度要求较高的结构
矿渣硅酸盐水泥	1. 耐腐蚀性和耐水性比普通水泥强 2. 耐热性比其他两种水泥好 3. 水化热比普通水泥低 4. 蒸养强度发展比普通水泥快 5. 潮湿环境中后期强度增进率较大	1. 早期强度低，凝结缓慢 2. 耐冻性比普通水泥差 3. 干缩性比普通水泥大 4. 粘性较差，常有泌水现象 5. 和易性较差	1. 混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土的地上、地下和水中结构 2. 大体积工程 3. 蒸养构件	对早期强度要求高的工程

我们都知道，每包水泥的包装袋上都写着一个数字，或400，或500等。这个数字就是水泥的标号，它是用来表示水泥的强度大小的。标号越大，水泥强度就越高。目前，我国正处在新、旧标号同时使用的阶段，新旧标号的对照见表1-2，设计时可参照使用。

水泥遇水受潮，或因堆放时间过久吸收空气中水分之后，将发生水化，结成硬块，影响水泥的质量和使用。水泥贮存时间一般不应超过三个月，并要注意防水防潮，例如可用木板垫高堆放，露天要用防雨篷布盖严等。水泥应先到先用，贮存时间过长的水泥，须经过试验，才能使用。特别是受潮后的水泥，应按表1-3中的处理方法处理后再用。

表 1-2

水泥新旧标号对照表

普 通 硅 酸 盐 水 泥		矿 渣 水 泥 或 火 山 灰 质 水 泥	
新 标 号	旧 标 号	新 标 号	旧 标 号
168	200	140	200
211	250	181	250
225	266	221	300
255	300	225	305
275	324	275	367
325	382	302	400
341	400	325	428
425	497	383	500
428	500	425	552
514	600	525	675
525	613	625	799
601	700		
625	728		

表 1-3

水泥受潮后的处理及使用

受潮程度	适用情况	处理方法
有松动的结块，可以用手捏成粉末，但没有硬块	试验后根据实际标号使用	用木棍捣压成粉末后使用，适当增长搅拌时间
部分结成硬块，但硬块所占比例不大	试验后根据实际标号使用，最好用于次要的、受力小的部位，也可用于砌墙砂浆	筛去硬块，压碎初结成的团块后使用，加强搅拌
硬块	不能直接使用	压成粉末后掺入新鲜水泥(不超过25%)经试验后使用

还有一点需要注意的是，同一个构件，甚至是同一层楼板，必需用同一工厂生产的同一种类水泥，切忌随便将不同厂生产的或不同种类的水泥混合使用（墙体砌筑用的砂浆除外）。

（三）砂

根据来源的不同，砂可分河砂、海砂、山砂和由土壤层中开挖出来的砂。但它们都是由岩石风化而形成的。一般来说，河砂比较洁净，海砂常夹杂有贝壳、盐分等杂质。山砂颗粒有棱角，表面较其他的砂粗糙，与水泥的胶结能力较强，但不如河砂洁净，常含有粘土等杂质，并且颗粒较细。所以在建筑工程中一般以用河砂为多。但根据就地取材，减少工程费用的原则，在一些山砂资源丰富的山区，采取一定