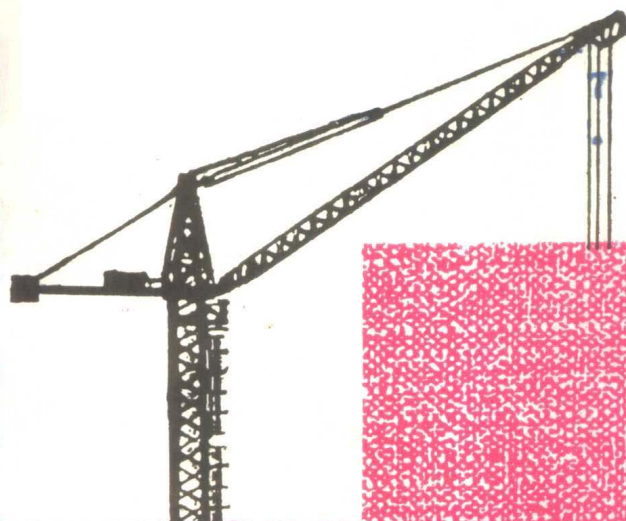


能源出版社



上册

建筑结构

中等专业学校试用教材

中等专业学校试用教材

建 筑 结 构

(上 册)

阎兴华 主编



能 源 出 版 社

一九八七

内容简介

本书是一本以将要颁布执行的最新国家建筑规范为依据的中等专业学校教材，分上下两册。上册共8章，主要讲述建筑结构基本构件。除建筑结构概述外，各章分别讲述钢筋混凝土的力学性能、钢筋混凝土受弯构件、钢筋混凝土受压构件、钢筋混凝土受拉构件、钢筋混凝土受扭构件、预应力混凝土构件和砌体结构。书中文字简练，说理清楚，既有简明透彻的理论阐述，又有实际应用与计算，重要部份的计算都给了例题，还有复习思考题和习题。

本书被城乡建设部教育局选定为职工中专试用教材，也适于作其他大、中专学校同类专业的教材。对于建筑行业科研、设计、施工单位的领导干部、工程技术人员和管理人员也是一部学习新规范和业务进修的重要读物。

建筑结构（上册）

阎兴华 主编

能源出版社出版 新华书店首都发行所发行

华勘517印刷厂印制

787×1092 1/16开本 16.5印张 374千字

1987年12月第一版 1987年12月第1次印刷

印数：10,000

书号：ISBN7-80018-038-7/TU1 定价：3.50元

前 言

为了适应建筑业的改革和发展,培养更加符合建筑施工企业需要的中等技术和管理人材,中国建筑工程总公司教育办公室组织编写了“建筑施工与管理”、“工业与民用建筑”专业主要专业课通用教材。《建筑结构》是其中之一。

本教材是根据即将颁布执行的《钢筋混凝土结构设计规范》(第二次送审稿),《砌体结构设计规范》(送审稿),《钢结构设计规范》(送审稿)《工程与民用建筑抗震设计规范》(征求意见稿)编写的。本教材全面地介绍了新的建筑结构设计理论和构件强度、刚度和稳定性计算方法,并注意反映近年来的试验研究成果。

如果各有关新设计规范正式颁布后,本教材内容与其有不一致的地方,应以新规范为准。

由于我们水平有限,错误和欠妥之处在所难免,恳切希望读者提出批评意见,以便今后修改和补充。

本教材由北京建筑工程学院阎兴华主编。

本教材钢筋混凝土结构和砌体结构部分由清华大学赵光仪主审,钢结构部分由城乡建设环境保护部远距离教育中心龚伟主审。

本教材分上下两册,共十四章。

参加本教材编写工作的有:北京建筑工程学院阎兴华(第一、二、十四章、第三章第一节),周文芳(第四、五章),清华大学朱洪亮(第九章),中国建筑第一工程局许兰(第六、七、十一章),中国建筑第五工程局何新(第八章),中国建筑第四工程局邹金海(第十、十二、十三章),广州市政建设中等专业学校陈思平(第三章第二、三、四、五节)。

编者

一九八七年三月

8A-067

目 录

第一章 建筑结构概述	(1)
第一节 建筑结构的组成与分类.....	(1)
一、建筑结构的作用与组成.....	(1)
二、建筑结构分类.....	(3)
第二节 结构设计的基本原则.....	(15)
一、结构的极限状态.....	(15)
二、以概率论为基础的极限状态设计准则.....	(16)
三、承载能力极限状态实用设计表达式.....	(18)
四、按正常使用极限状态进行验算时的实用表达式.....	(24)
第三节 建筑结构与施工.....	(26)
一、建筑结构设计施工相互关系.....	(26)
二、施工水平对建筑结构发展的影响.....	(27)
第四节 本书的主要内容及有关说明.....	(27)
一、主要内容.....	(27)
二、几点说明.....	(28)
三、本课程的主要特点及学习方法.....	(28)
复习思考题	(29)
第二章 钢筋和混凝土的力学性能及相互作用	(30)
第一节 钢筋.....	(30)
一、钢筋的强度和变形.....	(30)
二、钢筋的种类和级别.....	(31)
三、钢筋的质量检验指标.....	(33)
第二节 混凝土.....	(33)
一、混凝土的强度.....	(33)
二、混凝土的变形.....	(36)
第三节 钢筋和混凝土的相互作用—粘结.....	(41)
复习思考题	(43)
第三章 钢筋混凝土受弯构件概述	(45)
第一节 受弯构件正截面强度计算.....	(48)
一、钢筋混凝土梁正截面抗弯性能的试验研究.....	(48)
二、正截面抗弯强度计算的基本理论.....	(53)
三、单筋矩形截面抗弯强度计算.....	(58)
四、双筋矩形截面的抗弯强度计算.....	(65)
五、T形截面的抗弯强度计算.....	(71)
第二节 受弯构件斜截面抗剪强度计算.....	(79)
一、概述.....	(79)

二、梁的剪切破坏形态及破坏过程	(80)
三、简支梁斜截面抗剪强度计算公式	(83)
四、简支梁斜截面抗剪强度计算方法	(87)
五、连续梁及框架梁斜截面抗剪强度计算	(91)
第三节 受弯构件的变形验算	(93)
一、概述	(93)
二、钢筋混凝土受弯构件变形验算的特点	(94)
三、使用阶段裂缝出现后受弯构件的短期刚度 B_s	(95)
四、使用阶段裂缝出现后的长期刚度 B_t	(98)
五、受弯构件的挠度计算	(100)
第四节 钢筋混凝土受弯构件裂缝宽度验算	(102)
一、概述	(102)
二、受弯构件垂直裂缝的发生和分布	(102)
三、受弯构件裂缝平均间距 l_{cr} 的计算	(103)
四、平均裂缝宽度 W	(104)
五、最大裂缝宽度 W_{max}	(104)
第五节 受弯构件的构造要求	(105)
一、截面的形式和尺寸	(105)
二、构件支承长度	(106)
三、构造钢筋	(106)
四、保护层	(109)
五、纵向钢筋直径选择与在截面上的布置	(110)
六、纵向钢筋的锚固与接头	(111)
七、箍筋构造	(113)
八、纵向钢筋的弯起和切断	(114)
习题	(116)
第四章 钢筋混凝土受压构件	(122)
第一节 概述	(122)
第二节 轴心受压构件	(122)
一、配有纵向钢筋和普通箍筋的柱	(122)
二、配有螺旋式或焊环式间接箍筋的柱	(126)
第三节 偏心受压构件	(127)
一、试验研究结果	(127)
二、大小偏心受压状态的界限	(128)
三、矩形截面大偏心受压构件的强度计算	(129)
四、矩形截面小偏心受压构件的强度计算	(130)
五、偏心距增大系数 η	(131)
六、矩形截面偏心受压构件的截面设计及复核	(133)
七、对称配筋矩形截面偏心受压构件计算	(141)

八、工字形截面偏心受压构件	(143)
九、偏心受压构件的构造要求	(145)
第五章 钢筋混凝土受拉构件	(147)
第一节 轴心受拉构件	(147)
第二节 偏心受拉构件	(147)
矩形截面偏心受拉构件的强度计算	(147)
第三节 受拉构件裂缝宽度计算	(150)
一、裂缝间距计算	(150)
二、裂缝宽度计算	(151)
三、举例	(152)
第六章 钢筋混凝土受扭构件	(153)
第一节 纯扭构件	(154)
一、素混凝土纯扭构件的受力分析及计算方法	(154)
二、钢筋混凝土纯扭构件的破坏分析及强度计算	(155)
第二节 剪扭与弯扭构件的强度计算	(158)
一、剪扭构件的强度计算	(159)
二、弯扭构件的强度计算	(161)
三、弯剪扭构件的强度计算	(163)
第三节 受扭构件的构造要求	(164)
一、抗扭纵筋的构造要求	(164)
二、箍筋的构造要求	(164)
复习思考题	(168)
习题	(169)
第七章 预应力混凝土构件的计算	(170)
第一节 预应力混凝土的基本概念	(170)
一、基本概念	(170)
二、预应力混凝土的优缺点	(172)
三、预应力混凝土的发展与应用	(172)
第二节 预加应力的方法	(173)
一、先张法	(173)
二、后张法	(173)
三、夹具与锚具介绍	(174)
第三节 预应力混凝土的材料	(175)
一、混凝土	(175)
二、钢筋	(176)
第四节 张拉控制应力及预应力损失	(177)
一、张拉控制应力	(177)
二、预应力损失	(177)
第五节 预应力混凝土轴心受拉构件的应力分析	(183)

一、后张法预应力轴心受拉构件各阶段应力状态·····	(183)
二、先张法预应力轴心受拉构件的应力计算·····	(185)
第六节 预应力混凝土轴心受拉构件的计算·····	(188)
一、使用阶段的计算·····	(188)
二、施工阶段的验算·····	(190)
三、后张法结构件锚固区的局部承压计算·····	(191)
第七节 预应力混凝土受弯构件·····	(195)
一、预应力混凝土受弯构件各阶段的应力状态·····	(195)
二、构件的强度计算·····	(196)
三、构件的抗裂度验算·····	(197)
四、施工阶段的验算·····	(198)
五、变形验算·····	(199)
第八节 预应力混凝土构件的构造要求·····	(206)
一、一般规定·····	(206)
二、先张法构件构造要求·····	(208)
三、后张法构件构造要求·····	(208)
小结·····	(209)
复习思考题·····	(210)
习题·····	(210)
第八章 砌体结构基本知识·····	(212)
第一节 砌体材料的种类和力学性能·····	(212)
一、块材的种类、规格和力学性能·····	(212)
二、砂浆的种类和力学性能·····	(213)
第二节 砌体的种类和力学性能·····	(214)
一、砌体的种类·····	(214)
二、砌体的强度·····	(215)
第三节 砌体结构构件的强度计算·····	(223)
一、受压构件·····	(223)
二、局部受压砌体·····	(234)
三、轴心受拉、受弯、受剪构件·····	(240)
四、网状配筋砌体·····	(243)
附录	

第一章 建筑结构概述

第一节 建筑结构的组成与分类

一、建筑结构的作用与组成

建筑结构是建筑物的骨架，它是由梁、板、墙、柱、基础等结构构件所组成的整体空间结构体系。它的作用就是保证建筑物在使用期限内（一般为50年）把受到的各种作用力可靠地承担起来，并在保证房屋的强度、刚度和耐久性的同时，把所有的作用力可靠地传到地基中去。可以说建筑结构是建筑物中的支撑体系和传力体系，是建筑物赖以

存在的物质基础，没有建筑结构就没有建筑物。

组成建筑结构的构件称为基本构件。根据受力特点，可以把基本构件分为受弯构件（如梁或板）、受拉构件（如桁架下弦）、受压构件（如柱或墙）、受扭构件（如雨蓬梁）等。根据空间位置，可以把基本构件分成水平构件和竖向构件。梁、板是典型的水平构件，墙、柱是典型的竖向构件。水平构件相互连接在一起形成楼盖、屋盖一类的水平结构（见图1-1）。

竖向构件之间或竖向构件与水平构件之间相互连接在一起，就形成墙、筒体、框架等竖向结构。见图1-2。

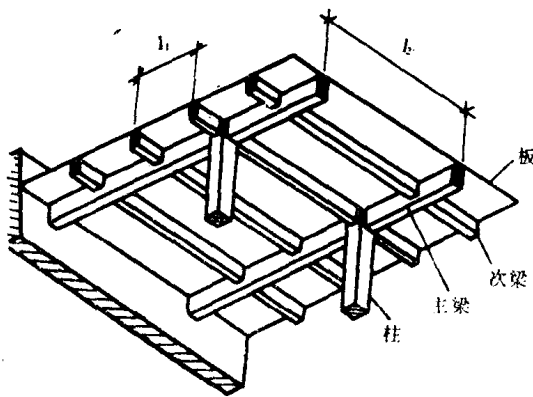


图 1-1 水平结构

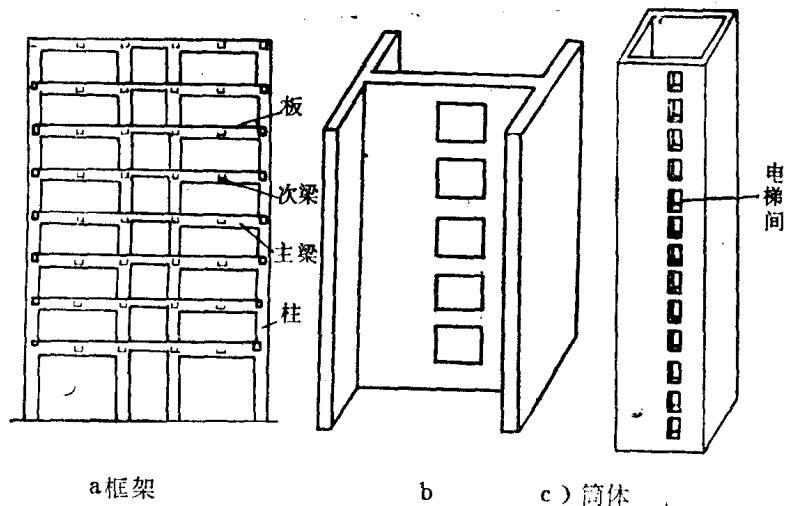


图 1-2 竖向结构

水平结构支承在竖向结构上，把各个竖向结构在楼层和屋盖标高处连系在一起，既保证了竖向结构的侧向稳定，又形成了所有构件共同作用的空间总体结构——建筑结构。见图1—3。

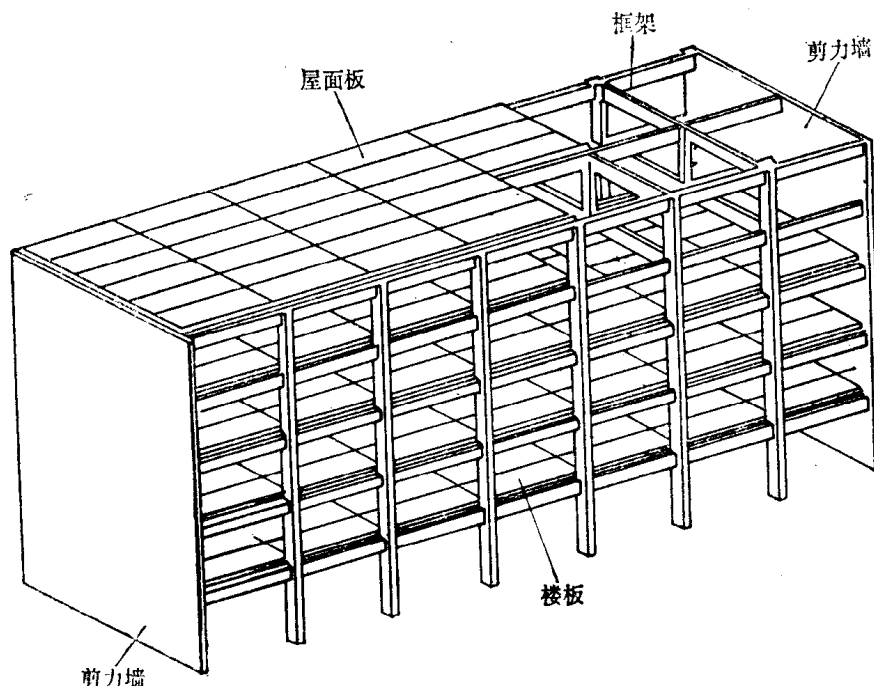


图1—3 总体结构

构件之间相互连接的部位称为结点。根据连接约束的强弱，结点分为刚结点、铰结点及弹性结点。结点是构件形成结构的纽带，其重要性可以从下面的简单框图中看出来：

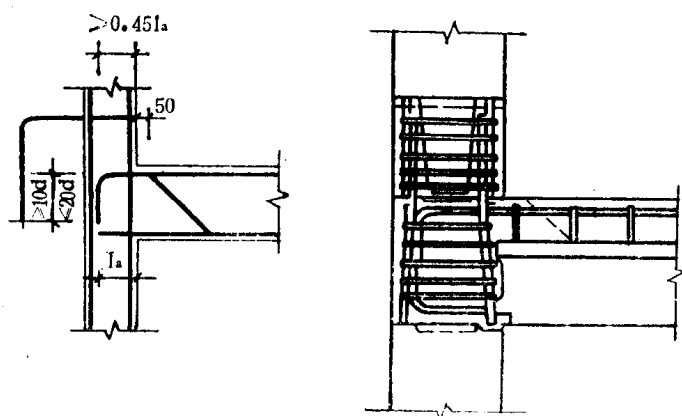
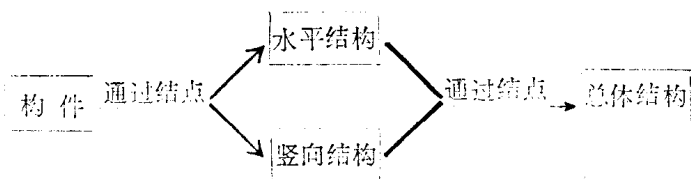
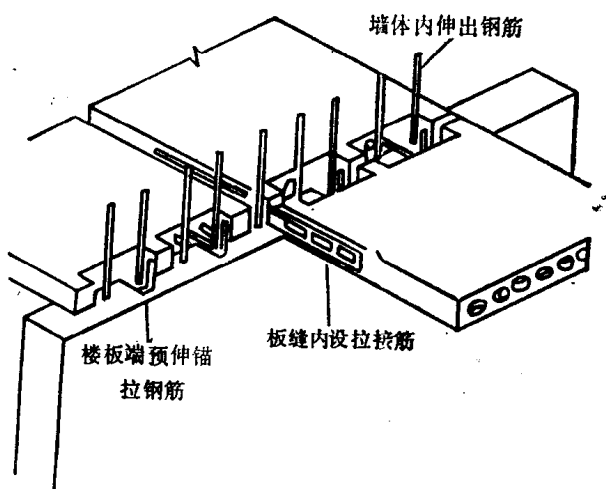


图1—4 a) 现浇梁柱边节点 b) 预制梁柱边节点

结点既是结构的关键部位又是受力和构造非常复杂的部位，因此在设计和施工中，均要认真对待它，确保其质量。图1—4给出了三个结点的例子。

结构的组成既已明确，它又是如何发挥其承受并传递荷载的作用呢？下面以一个单层刚架的例子给予简略地说明。

图1—5a表示一个单层刚架在垂直荷载作用下的情况，图1—5b则表示这个刚架在水平荷载作用的情况。



c) 现浇内墙与卡口楼板的连接

图1—4 结点示例

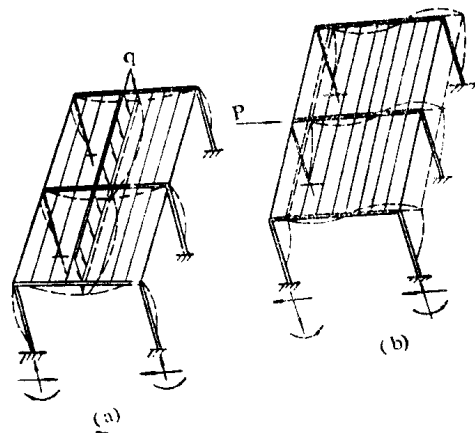
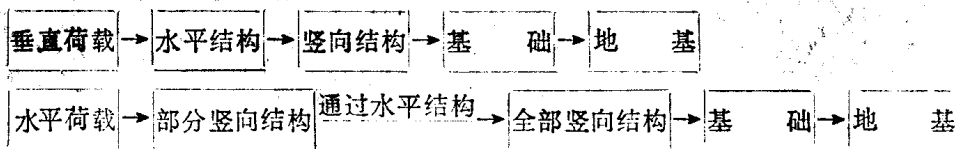


图1—5 荷载承受及传递示意

垂直荷载首先作用在板上，使板弯曲，并把荷载传到刚架横梁上，使梁柱受力并变形，再把荷载传给基础，最后传给地基。

水平荷载首先作用在中间刚架上，然后通过楼盖传给其它刚架，最后通过基础传给地基。

上述建筑结构传递荷载的规律，具有普遍意义，可以归纳为如下两个框图。



二、建筑结构的分类

为了满足不同的使用要求，人们需要建造各种各样的建筑物——厂房、学校、住宅、商店、旅馆、办公楼、体育馆等等，而不同的建筑物则需要采用相应的不同的建筑结构。根据建筑材料、结构型式、施工方法的差异，我们将建筑结构分为如下几种类型。

(一) 根据建筑材料来分

建筑结构根据所用材料的不同可以分为钢结构、钢筋混凝土结构、砌体结构、混合结构等。下面仅就各自的特点和应用作一概括地介绍。

1、钢结构

钢结构的特点是：①钢材强度高，构件断面小、重量轻，运输及架设均比较方便；②钢材是接近各向同性的材料，质地均匀，可靠性高；③钢材具有可焊性，施工简便；④钢材塑性变形能力（延性）好，抗震有利；⑤钢材容易锈蚀，经常性的维修费用高；⑥钢材的耐火性较差。

钢材虽然是优秀的建筑结构材料，但由于我国目前钢材还不是很多，节约用钢仍是结构设计中需要遵循的原则，而钢结构的用钢量大，这就限制了它的使用范围。通常，

钢结构用于如下场合：①大跨度建筑的屋盖结构，如图1—6所示的网架结构即是一例；②高层特别是超高层建筑；③重型工业厂房；④大型容器，如大型储油罐、储气罐、冷却塔等，见图1—7；⑤塔桅结构，如电视塔等。



图1—6 a 上海体育馆练习馆网架结构



图1—6 b 采用顶升工艺施工的巴基斯坦体育馆四柱支承钢网架

2、钢筋混凝土结构

①钢筋混凝土材料

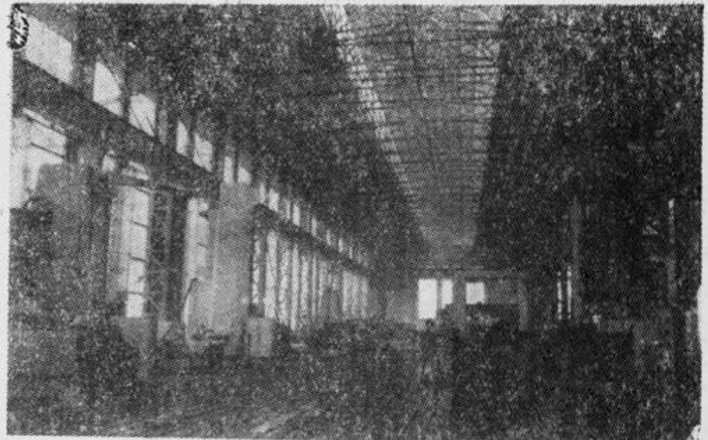
钢筋混凝土是把钢筋以合理的形式浇筑在混凝土内而形成的一种新的结构材料，它既不同于钢材也不同于混凝土，但却把钢材受拉强度高的优点和混凝土受压强度高的优点组合在一起，使材料的优势得以发挥。例如在图1—8所示的梁中，把钢筋布置在受拉区以承受弯矩 M 引起的全部拉力 T ，而压力 C 则由受压区的混凝土承担，于是 $M = T \cdot z = C \cdot z$

钢筋和混凝土之所以能组合在一起共同工作，是因为如下三种原因：第一，钢筋和混凝土之间有较强的粘结力，能保证两种材料的协调变形。第二，钢筋和混凝土有着近乎相同的温度线膨胀系数（钢材为 $1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，混凝土为 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ），

因此，当温度变化时，不会因两种材料的长度变化不同而引起温度应力。第三，包在钢筋外面的混凝土保护层，能有效地保护钢筋不生锈，使钢筋混凝土材料具有耐久性。

②钢筋混凝土结构的特点

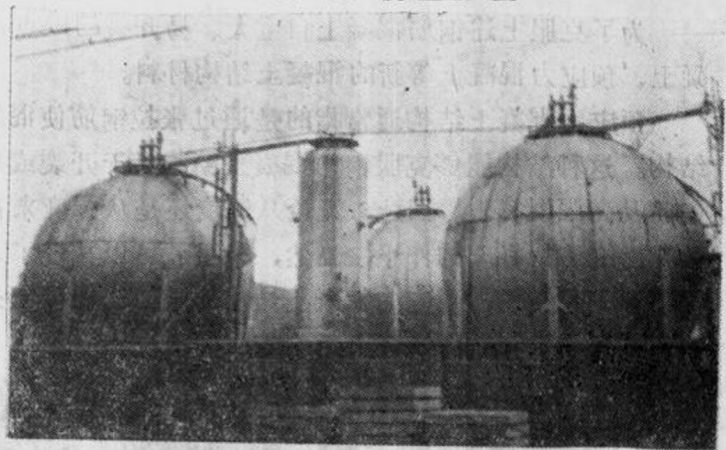
A、优点



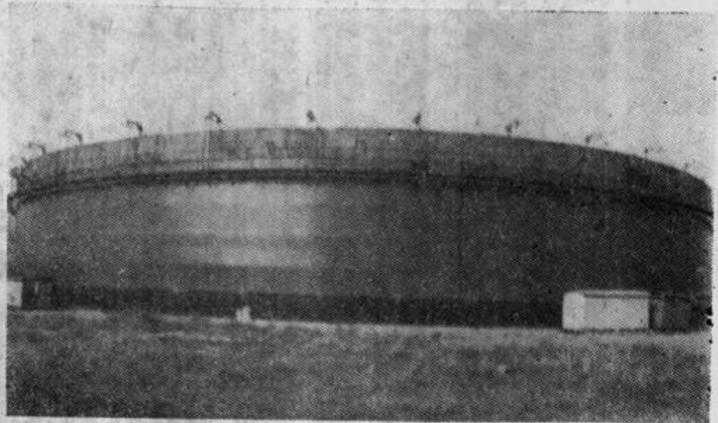
b、重工业厂房



a、我国目前超高层钢结构建筑之一——深圳发展中心大厦，建筑面积 73745m^2 42层，高 165.3m 。钢结构总重 11049t ，钢柱最大截面为 $1070 \times 1070 \times 130\text{mm}$ ，用 130mm 厚的钢板，焊制，最大钢柱重 36.7t 。



北京前进化工厂1,000立方米球罐



北京焦化厂15万立方米气柜

图 1—7

用钢量远低于钢结构，节省钢材；混凝土所用的砂子、石子来源广泛且可就地取材，造价低；可塑性强，易于成型；整体性好，刚度大；当按抗震要求设计和施工时，钢筋混凝土结构可以具有良好的抗震性能；耐水性好；耐久性好，在常规情况下几乎不需要维修保养。

B、缺点

自重大，因负担自重而耗用的结构材料多，因质量惯性而产生的地震力也大；由于

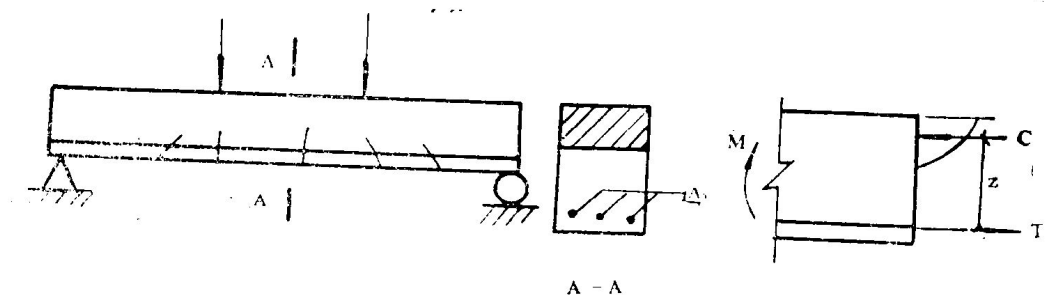


图 1—8

混凝土抗拉强度低，易于开裂，通常钢筋混凝土结构总是带裂缝工作，这就使钢筋混凝土结构的使用范围受到一定程度的限制。

为了克服上述钢筋混凝土自重大、易开裂的缺点，人们创造了轻质混凝土、高强混凝土、预应力混凝土等新的混凝土结构材料。

预应力混凝土结构通常指的是通过张拉钢筋使混凝土在受荷前就预先得得到压应力的结构。这种结构能够克服钢筋混凝土结构易于开裂或裂缝过宽的缺点，并可以使用高强钢筋及高强混凝土。因此，无论从刚度还是从强度来看，预应力混凝土构件的断面均可做得比钢筋混凝土构件小，当然，自重就可以减轻了。材料用量也可以减少了。但是，由于需要张拉钢筋，预应力混凝土结构的施工工艺要复杂一些，施工费用也要高一些。图 1—9 展示了预应力混凝土结构施工的情况。

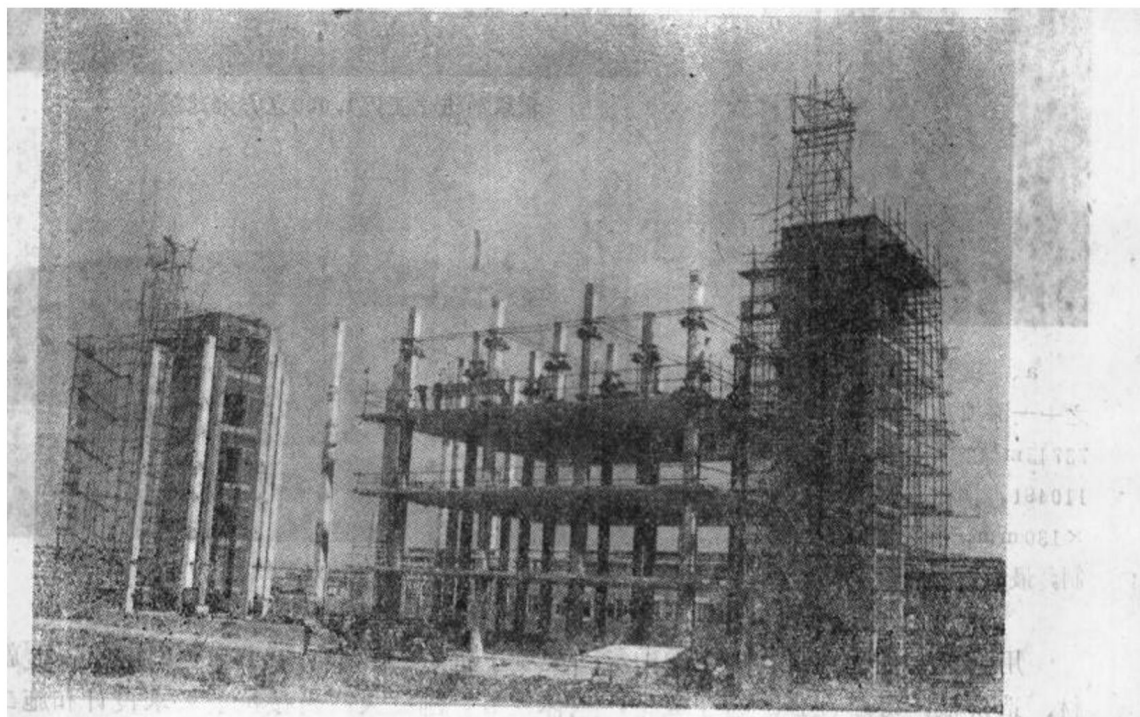


图 1—9 洛阳电话设备厂，系采用预应力锥形柱帽升板结构施工工艺建成，获全国科学大会奖。图为升板施工现场

③钢筋混凝土结构的应用

钢筋混凝土结构由于具有多种优点，是目前建筑工程中应用最广泛的一种结构。用

于一般的民用建筑，如住宅、办公楼、学校、图书馆等。图1—10、图1—11、图1—12给出了三个工程实例。



图1—10 深圳通心岭住宅



图1—11 北京建筑设计院办公楼（预应力板柱结构体系）



图1—12 武汉地质学院地勘大楼

用于高层建筑。近几年来我国的高层建筑发展迅速，图1—13、图1—14、图1—15、图1—16是几个典型的例子。



图1—13 北京饭店

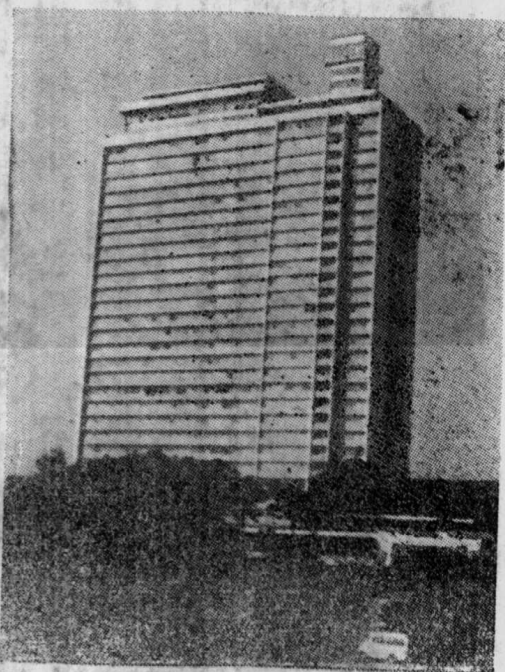


图1—14 广州白云宾馆



图 1—15 深圳国际贸易中心50层，160米，筒中筒结构



图 1—16 北京翠微路住宅区

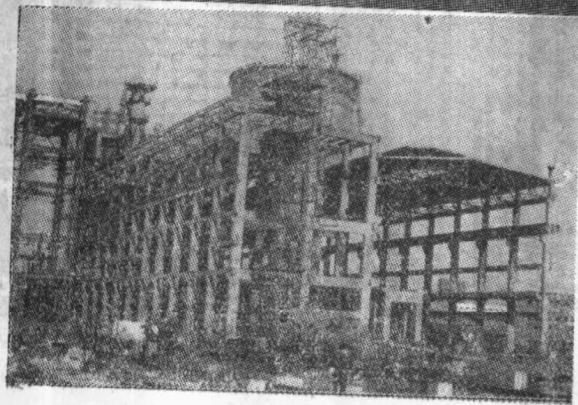
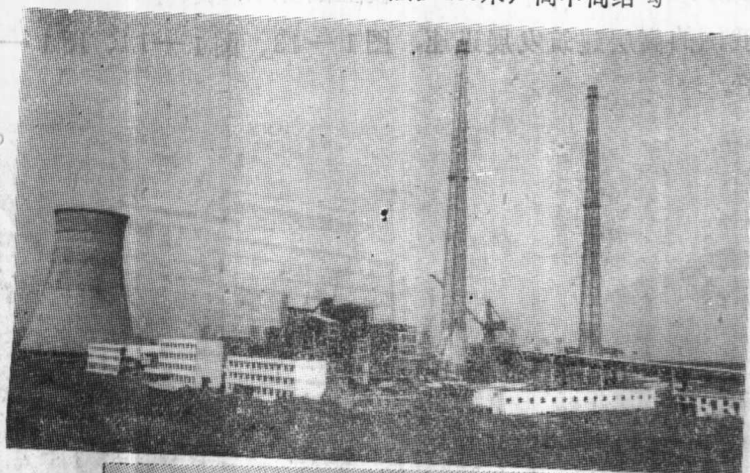


图 1—17 多层工业厂房

用于工业建筑：单层及多层工业厂房，烟囱、水塔、料仓、储罐等工业构筑物。图 1—17、图 1—18 给出了两个工程实例。

用于大跨度建筑。图 1—19 给出了一个工程实例。

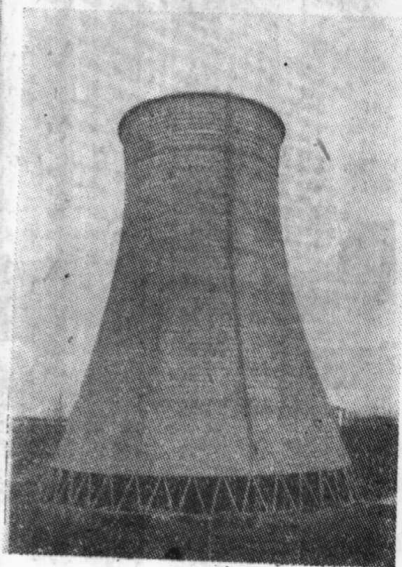


图 1—18 冷却塔



图 1—19

预应力混凝土的应用范围日益扩大，除生产预应力混凝土构件（如预应力楼板，预应力吊车梁，预应力屋架等）外，还用来建造具有整体预应力结构的房屋。图1—9，图1—11就是两个工程实例。

3、砌体结构

砌体结构是指用砖、石以及由轻质混凝土、普通混凝土、硅酸盐等材料做成的砌块用砂浆砌筑而成的结构。

砌体结构的特点是：就地取材，造价低；耐久性、稳定性好；保温、隔热、隔音、防火性能好；便于施工；抗压强度高而抗拉、抗剪强度差；自重大；现场作业量大。

由于砌体结构有很多优点，它广泛应用于中小型公共和民用建筑中以受压为主的墙体和基础，构成竖向承重结构，而水平承重结构则由钢结构（如单层厂房钢屋架）或钢筋混凝土结构组成。通常，我们把由砖墙承重由钢筋混凝土作楼盖和屋盖的结构，称为“砖混结构”，这种结构兼有砌体结构和钢筋混凝土结构的优点，因而应用极为广泛，在今后一个相当长的时期内，特别是在农村，仍将是占主导地位的一种结构型式。鉴于烧制粘土砖需要破坏大量农田，发展各种混凝土砌块及硅酸盐砌块以取代粘土砖，将是必然的趋势。

（二）按结构型式分

建筑结构由水平承重结构和竖向承重结构组成，而每种结构又可以具有多种型式，

这就使得建筑结构呈现出丰富多彩的类别。

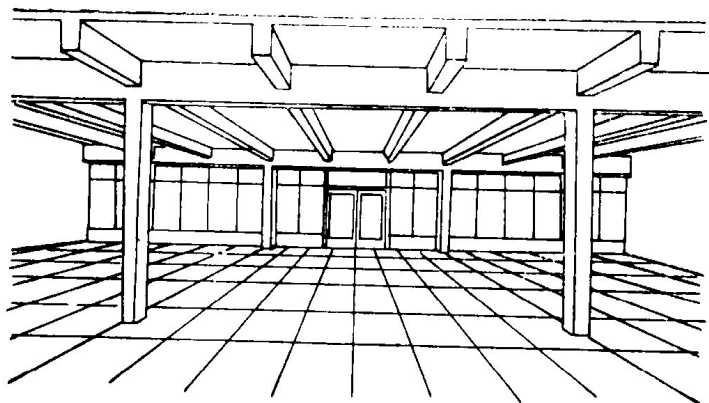


图 1—20 肋梁楼盖

1、水平承重结构

水平承重结构包括楼盖和屋盖。楼盖可以分为两大类：梁式楼盖和无梁楼盖。梁式楼盖又可分为有主次梁之分的肋梁楼盖和无主次梁之分的井字梁楼盖（见图1—20、图1—21）；无梁楼盖又可以分为平板楼盖和双向密肋板楼盖。（图1—2图1—23）

屋盖结构可以分为两类，一类是平面结构，和上述楼盖结构相同，但包括了桁架铺板屋盖，因为桁架可以看作一个掏了若干孔洞的梁，另外，由拱或刚架形成的屋盖结构也属于平面结构的范畴。另一类是空间结构，包括了薄壳结构、网架结构、悬索结构等，这类结构受力合理，能够充分利用材料的强度，所以用料省，又因为具有空间受力特