

乡镇建筑技术丛书——

建筑结构设计初步

栗秀文 贾清华



西安交通大学出版社

乡镇建筑技术丛书——

建筑结构设计初步

栗秀文 贾清华

西安交通大学出版社

内 容 简 介

本书是《乡镇建筑技术丛书》之一，主要读者对象是具有初中以上文化程度，从事乡镇建筑技术工作的专业人员和管理人员。

本书从介绍建筑结构设计基本知识入手，分钢筋混凝土结构、砖石结构、木结构和地基基础四部分，叙述了有关设计原理和计算方法。本书的特点是内容面宽，简明扼要，概念明确，侧重实用。

本书还可供土建设计施工人员培训班和中等建筑技术专业学校师生参考。

建 筑 结 构 设 计 初 步

栗秀文 贾清华

责任编辑 林全

*

西安交通大学出版社出版

(西安市咸宁路28号)

西安交通大学出版社印刷厂印装

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/32 印张 10.5 字数：146 千字

1987年 月第1版 1987年 月第1次印刷

印数：1—2000册

定价：2.50元

目 录

第一章 结构设计概述	(1)
第一节 有关结构和结构设计的基本知识.....	(1)
第二节 结构计算简图的确定.....	(3)
第三节 结构承受的荷载.....	(10)
第四节 结构抗震设计概念.....	(14)
第五节 结构形式和结构体系的选择.....	(29)
第六节 结构施工图的阅读和绘制.....	(31)
第二章 钢筋混凝土结构	(34)
第一节 钢筋和混凝土在建筑结构中的应用.....	(34)
第二节 钢筋和混凝土的材料性能.....	(36)
第三节 钢筋混凝土结构设计计算原理.....	(43)
第四节 简支梁和连续梁的设计.....	(47)
第五节 柱的设计.....	(89)
第六节 楼梯、过梁和悬挑构件设计.....	(105)
第七节 预应力混凝土构件设计.....	(121)
第八节 构件标准图的选用.....	(128)
第九节 框架房屋设计.....	(131)
第十节 底框架房屋设计概念.....	(137)
第十一节 单层厂房设计概念.....	(139)
第二章 附录.....	(144)
第三章 砖石结构	(156)
第一节 概述.....	(156)

第二节	砖石结构所用材料及其力学性能·····	(158)
第三节	砖石结构构件的计算原理·····	(171)
第四节	砖石结构构件的强度计算·····	(187)
第五节	弹性和刚弹性房屋的计算·····	(204)
第六节	砖石房屋的构造要求·····	(216)
第七节	多层混合结构房屋的抗震计算·····	(225)
第四章	木结构 ·····	(233)
第一节	概述·····	(233)
第二节	结构用木材·····	(233)
第三节	木结构的联接和计算·····	(243)
第四节	木结构构件的计算·····	(258)
第五节	木屋盖的组成和设计·····	(266)
	第四章 附录·····	(276)
第五章	地基和基础 ·····	(277)
第一节	地基基础及其与上部结构的关系·····	(277)
第二节	土的物理性质·····	(278)
第三节	地基土的分类和容许承载能力·····	(280)
第四节	基础底面应力和地基中的应力·····	(284)
第五节	地基设计原则·····	(290)
第六节	基础沉降量的计算·····	(292)
第七节	软弱地基和黄土地基的人工处理·····	(294)
第八节	工程地质勘察报告的分析和应用·····	(301)
第九节	天然地基上几种常用浅基础设计·····	(303)
第十节	边坡稳定分析·····	(312)
	第五章 附录·····	(314)

第一章 结构设计概述

第一节 有关结构和结构设计的基本知识

一、构件和结构

构件是组成房屋并具有独立功能的材料单元。构件分为建筑构件(如天棚、填充墙、门窗、地坪、粉刷、扶手等)和结构构件(如承重墙、柱、梁、板、屋架、基础等)两类。结构构件的基本功能是承受自重和其他外力。

结构是由结构构件组成的受力骨架,它的功能是形成建筑功能所要求的基本空间和体型。

二、建筑和结构的关系

建筑是人们运用一定的物质材料创造所需空间和环境的一种技术和艺术。建筑离不开物质材料,结构是形成建筑的物质基础之一。建筑推动结构理论的发展,结构促进建筑形式的创新。

三、结构设计的原则和目的

结构设计的原则是在保证安全的前提下,满足建筑使用要求,实现技术先进、经济合理和施工方便。为此,设计中应做到结构与建筑形式协调;注意充分发挥材料强度;保证刚度和稳定,增加延性以改善结构工作性能。

结构设计的目的是根据建筑布置和荷载大小,选定结构类型和结构布置方案,并确定结构各部分用料、尺寸和构造方法,以体现上述结构设计原则。

四、结构设计的依据

结构设计的合法依据是设计规范。规范提供了合理的结构型式、材料选用的标准、可靠的计算方法以及荷载取值的依据。规范是国家建设方针和技术政策在本专业工作中的体现，具有法律效力，必须遵照执行。

现行结构设计规范有荷载规范，钢筋混凝土结构设计规范，砖石结构设计规范，钢结构设计规范，木结构设计规范，地基基础设计规范，抗震设计规范，高层建筑结构设计规范等。

由于科学技术不断发展，规范的时间性很强，在执行旧规范的同时，新规范已在酝酿之中。因此，在执行规范过程中，如要突破规范的某些规定时，必须持慎重态度，做到安全合理、论据充分、审批手续齐全。

正在酝酿修订的钢筋混凝土结构设计新规范在以下几方面将有较大的改进：计量单位、符号和基本术语采用法定单位和国际通用符号，基本术语与国际协调，结构安全度采用以概率论为基础的分析方法，采用经过改进的抗弯、抗剪、抗扭以及复杂受力情况下的新计算模式，改进了结构构件设计及一般构造措施的内容，新增了迭合构件和深梁等设计方法，还新增了结构构件抗震设计的有关内容。

五、设计工作的步骤和程序

结构设计应与建筑设计以及其他工种设计配合交互进行。整个设计程序一般分为初步设计、技术设计和施工图设计三步进行，有时也可将初步设计和技术设计合并进行，称扩大初步设计，即可按两步进行。

初步设计主要提供本建设项目的可行性分析，确定基本

规模、重要工艺和设备及工程项目的方案设计，以及核定概算总投资等原则问题。

技术设计是在初步设计文件批准的基础上，解决工艺技术标准、主要设备类型、主要工程项目的建筑结构形式和控制尺寸以及单项工程预算等主要技术问题。

施工图设计是在技术设计文件批准的基础上，全面提出满足施工要求的全部图纸和文字资料，其施工图预算应满足决算的要求。

单项工程施工图设计的步骤大致如下：

- (1) 建筑专业提出较成熟的初步建筑方案设计。
- (2) 结构专业根据建筑方案进行结构选型和结构布置，并确定有关结构尺寸，对建筑方案可作必要的修正。
- (3) 建筑专业根据修改后的建筑方案进行建筑施工图设计。
- (4) 结构专业根据建筑图进行荷载计算、内力分析、截面设计、构造设计并绘制结构施工图。
- (5) 其他水、暖、电、通等专业应配合进行。

第二节 结构计算简图的确定

把实际结构抽象为结构计算简图，是结构设计中至关重要的一环，它既影响计算结果的可靠性，又决定计算工作的难易程度和工作量的大小。计算简图确定得不恰当，可能造成计算结果不能反映结构实际工作状态，以致发生危险和出现浪费，也可能造成计算工作量的成倍增加，以致无法计算。

计算简图一经确定，还应注意采取适当构造措施，使设

计的结构尽量体现简图的特点。因此,选定符合实际结构的计算简图和在构造上采取措施保证计算简图特点的实现,是一个问题的两个方面,必须统筹考虑。

一、支座简图

1. 支座简图必须与支座的实际构造和变形特点相符合。支座通常可简化为固定铰支座(图 1-1(a)), 滚轴铰支座(图 1-1(b))和固定支座(图 1-1(c))三种:

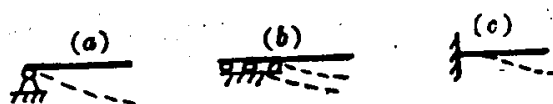


图 1-1

固定铰支座不能约束杆件端部自由转动(即不能承受弯矩作用), 但能约束上下或左右移动(即可承受垂直力和水平力作用)。滚轴铰支座不能约束杆件端部自由转动和水平移动, 但能约束上下移动, 故只能承受垂直力作用。固定支座既能约束杆件端部自由转动, 也能约束上下左右移动, 故可承受弯矩作用, 也可承受垂直力和水平力作用。

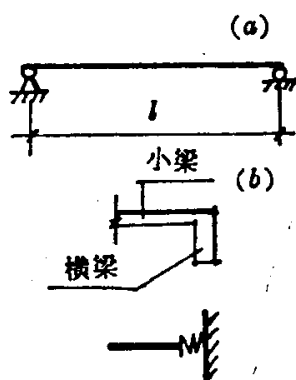


图 1-2

当然有时支座实际构造介于滚轴铰支座和固定支座之间或固定铰支座和固定支座之间, 这类支座通称弹性支座。在复杂的或特别重型的结构中应考虑这种支座对内力的影响。

两端支承在砖墙上的梁, 可取一端滚轴铰支座, 一端固定铰支座的计算简图(图 1-2(a)),

这是因为上下砖墙对各梁端的约束很小，几乎不影响梁端自由转动，所以不能取为固定支座；但如两端均取为滚轴铰支座，则表示梁不能承受少许水平力，而实际结构中梁总是承受一些风力等水平力的作用，并未引起梁的左右滑动；如两端均取为固定铰支座，梁的工作性质将发生很大改变，引起计算工作的复杂化，因此对主要承受垂直荷载的梁可取图1-2(a)计算简图，计算结果既符合结构实际情况，计算又非常简便。

如梁端整浇支承在另一根横梁上，则此支座对小梁端转动有所约束(使小梁端受弯，但又不完全约束)，称为弹性支座(图1-2(b))。如按弹性支座计算比较复杂，工程设计中常按固定铰支座计算内力，但应在梁的支座端适当配置相应的受弯负钢筋。

2. 柱和基础的连接一般有现浇和预制两种类型。图1-3(a)为现浇方式，基础对柱端约束非常强大，故柱的支座简图应取为固定支座。图1-3(b)为预制方式，柱和基础之间填料为细石混凝土时，简图应取为固定支座；填料为沥

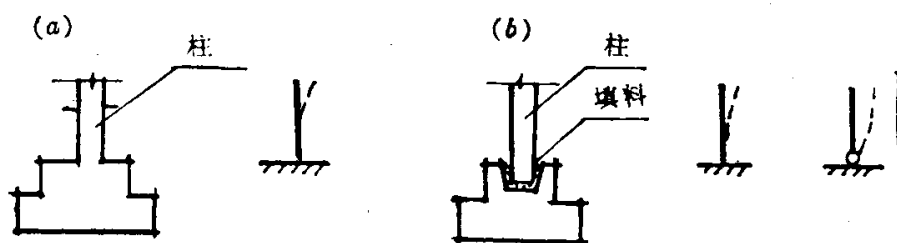


图 1-3

青麻丝时，简图应取为固定铰支座。当地基很软弱且基础尺度很小时，虽柱和基础固接，但因基础不能对柱端形成固

接，此时简图仍应取为固定铰支座。

二、结点简图

屋架（或屋面梁）支承在钢筋混凝土柱顶上，一般需加垫板焊接，此结点简图应取为铰结点（图 1-4(a)），这是因为加垫板焊接只能约束屋架水平滑移，柱并不能约束屋架端部的自由转动。

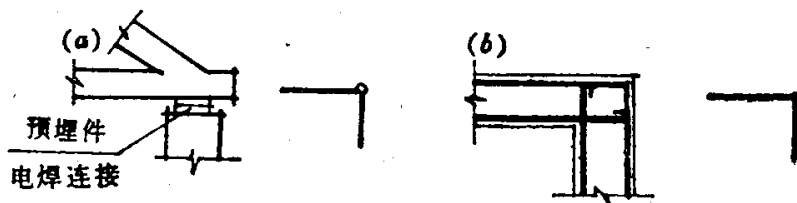


图 1-4

当横杆和竖杆现浇为整体时，其结点简图应取为刚性结点（图 1-4(b)），这是因为两杆互相约束自由转动和相对移动。如一杆粗而短，另一杆细而长，则粗杆可以约束细杆的转动和相对移动；细杆不能约束粗杆的转动，但最少可以约束一个方向的相对移动，故计算粗杆内力时，结点简图取为固定铰支座，计算细杆内力时，取为固定支座。

三、构件简图

构件的截面尺寸一般远小于长度，将构件简图取为构件中心线位置上的、长度为两端结点距离的杆件，在计算内力时不会造成大的误差。

对变截面竖杆件，其顶端结点为铰接时，杆件简图取下段杆形心线位置，可使计算简便；刚接时，杆件简图取上段杆形心线位置，可保证上柱和横梁的安全（下梁稍偏于保守），计算也简便。如取在下柱形心线位置，则计算出的内

力对上柱和横梁偏于不安全，如再进行修正，又会增加计算工作量，参见图 1-5。

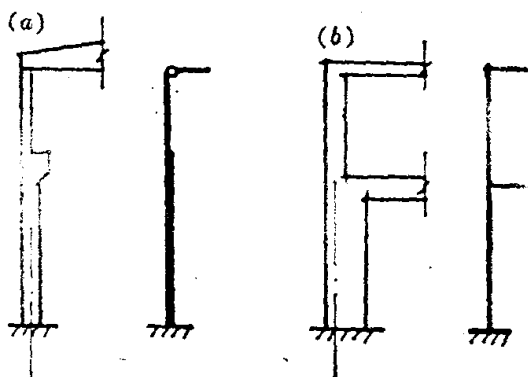


图 1-5

四、结构计算简图

(一) 简化为平面结构

一般结构都是由几个平面内的杆件相连而成，近似于整体空间结构。空间结构受力比较合理，但构造复杂并给计算带来很大困难。鉴于一般建筑物平面的横向宽度较纵向长度为短，横向刚度较差（刚度是变形难易程度的指标，刚度差时易变形），而横向水平荷载又较大（如风力、桥式吊车轮压产生的横向弯矩等），故应设法加强其横向受力性能；另外将建筑物设计成主要由横向结构受力（即大部分垂直和水平荷载由横向结构承担）的空间结构，施工也很方便，这些都为简化成平面结构创造了条件。

如图 1-6(a) 为一单层厂房平面，柱顶与屋架相连，柱侧面由吊车梁和连系梁等纵向构件相连，为一复杂的空间结构。如取横向两根柱和柱上屋架组成的骨架为一计算单元(图 1-6(b))，略去纵向构件的影响，即简化为平面结构，这样不

但计算简便，计算结果也符合实际。

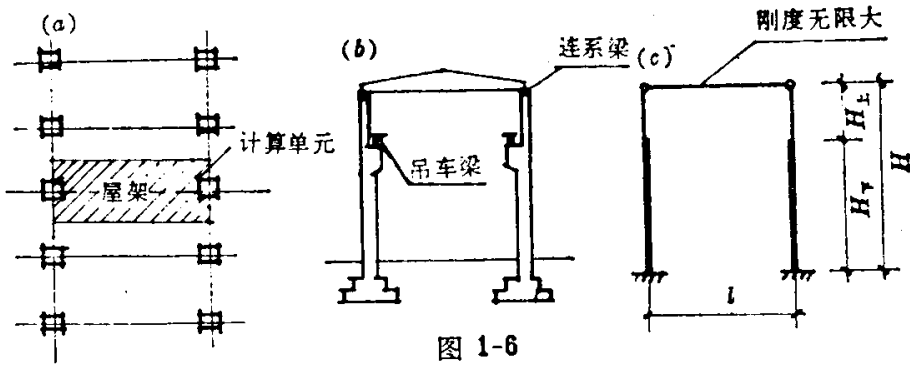


图 1-6

图 1-7(a) 为多层房屋平面，各柱由纵横向梁相联系，也为一空间结构。计算时仍沿横向取一个计算单元，按平面结构进行分析(图 1-7(b))。但横向平面结构刚度较小，受到宽度 S 内的风力；而中间纵向平面结构刚度较大，受到宽度 t 内的风力，由于 t 一般大于 S ，所以纵向平面结构受到的风力大于横向。此时为了确保结构的安全，纵横向平面结构都应适当加强，都应进行计算，所以还应再按纵向平面结构(图 1-7(c))进行分析。如果纵向柱列很多时，风力对每根柱所产生的内力很小，也可只计算横向。由于水平地震力是惯性力，与风载性质不同，地震荷载下，纵向柱列不论多少，两个方向都要进行计算。

(二) 框架结构计算简图

图 1-7 中，取上柱形心轴线位置作柱，以确定跨度，取各层梁的形心轴位置作横梁，以确定层高，底层层高取第一层梁形心轴至地坪的距离再加一米（这是根据对柱端的实际约束情况而规定的）。如为整体筏形基础或箱形基础，底层

层高应取第一层梁形心轴至基础顶面的距离。

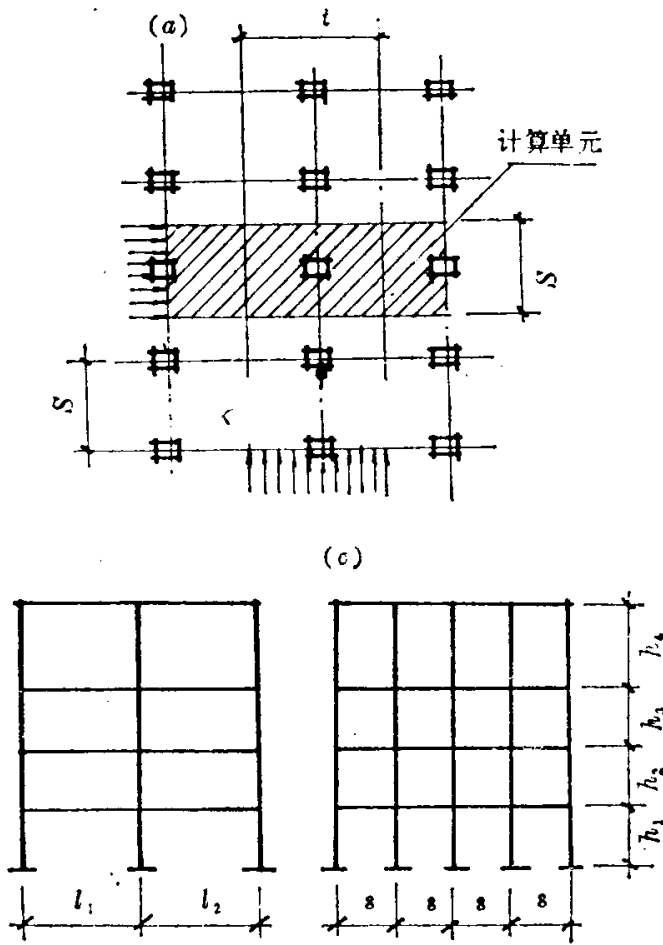


图 1-7

(三) 单层厂房结构计算简图

图 1-6 中取下柱形心轴作柱，以确定跨度，取上柱顶面至基础顶面（或至地坪再加 1 米）作横梁标高，以确定柱高。上、下柱高度以牛腿（搁置吊车梁的外挑短臂）顶面标高为分界线。由于横梁代表整体屋架、檩条和屋面板体系，

故可视为一不会发生变形的刚体。

(四) 砖柱、砖墙构成的混合结构计算简图

取形心轴作柱，以确定跨度，取楼层至楼层的距离为层高，底层层高可取第一层楼面至基础台阶顶面的距离，二层层高取第一层楼面至第二层楼面的距离。

第三节 结构承受的荷载

荷载大小是进行结构设计的重要依据，取值偏大，将使构件截面增大，造成浪费；取值偏小，则会导致结构不安全，影响正常使用。

作用于结构的荷载大体分：

使用荷载：楼面上的堆放物和人、屋面上的雪及堆放物等，又称活载。

自重荷载：建筑材料的自重，又称恒载或静载。

吊车荷载：是另一种使用荷载，但作用形式多样。

风荷载：空气流动产生的荷载，也是另一种使用荷载。

地震荷载：在抗震设防区地震对结构作用的荷载。

各种荷载的取值标准，除地震荷载根据《抗震规范》确定外，均根据《荷载规范》的确定，《荷载规范》中未包括的荷载，可通过认真广泛调查研究后慎重确定。

以下介绍常用的恒载、活载取值方法。地震荷载在下节介绍。

一、恒载

根据构件和构造层的实际尺寸和容重（或单位面积重）计算确定，其中容重按《荷载规范》中常用材料和构件重量表取值。

二、雪荷载

各地区空旷平坦地面上积雪的标准雪荷载 S_0 （称基本雪压），可由《荷载规范》中全国基本雪压分布图查出。

屋面上的雪荷载随屋面坡度而不同；局部屋面（如天沟、阴角等处）还可能因风吹而形成雪堆，造成局部屋面雪压增大，该范围水平投影面的雪压 S （图 1-8）按下式计算：

$$S = CS_0 \quad (1-1)$$

式中 C ——积雪分布系数，按《荷载规范》表确定。

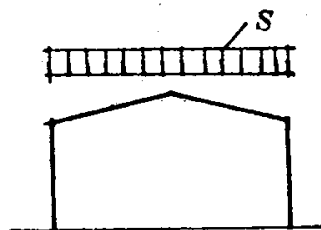


图 1-8

三、活载

1. 民用建筑楼面的标准活载随使用功能不同按《荷载规范》表 1 确定；工业建筑楼面的标准活载除《荷载规范》附录三中几种车间按表确定外，其他车间的设备、运输工具、重型物体等集中荷载（一般应将集中荷载布置在梁上，不布置在板上，并按弯矩等效的原则换算为等效均布荷载）和楼面均布使用荷载应根据实际情况合理确定。

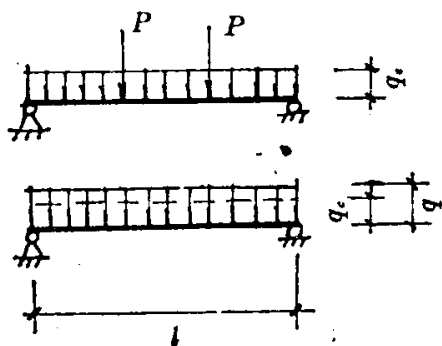


图 1-9

如图 1-9 所示，梁上均布使用荷载为 q_c ，（由人群、工具、零星材料等产生，一般车间按 3922Pa 计算），梁上两个重型物体为 P ，可按如下方法换算出等效均布荷载 q ；

由集中荷载 P 和均布荷载 q , 可计算出跨中弯矩 M , 令 M 等于等效均布荷载 q 产生的弯矩, 即可按下式求出 q ,

$$M = \frac{1}{8}ql^2$$

如果集中荷载是可行走的车辆, 或者使用功能上不但要求弯矩等效, 而且要求挠度也等效时, 都有相应的方法可计算出等效荷载 q 。

2. 屋面活载分上人屋面和不上人屋面两种:

(1) 上人屋面活载: 取使用荷载 1470.99Pa (不再考虑雪荷载)。

(2) 不上人屋面活载: 取雪载, 或者取施工荷载 980.66Pa , 以较大者为准。

屋面活载在某些车间还应考虑积灰的影响。

3. 风荷载: 风载大小取决于风速, 风速随时间变化, 还随离地面高度而变化, 愈高处风速愈大。各地区的基本风压 W_0 (单位为 Pa) 是离地面 10m 高、30 年内可能出现的 10 分钟最大平均风压, 由《荷载规范》中**全国基本风压分布图**可查出。

作用于房屋表面的计算风压 W 可按下式求出:

$$W = K K_z W_0 \quad (1-2)$$

式中 W_0 ——按地区的基本风压; 由《荷载规范》可查出,

K_z ——风压高度变化系数, 按图 1-10 确定,

K ——风载体型系数, 考虑房屋体形尺度对基本风压值的影响, 坡屋面房屋各部位 K 值, 如图 1-10, 其他各种体型的房屋各部位的 K 值《荷载规范》中均有规定。