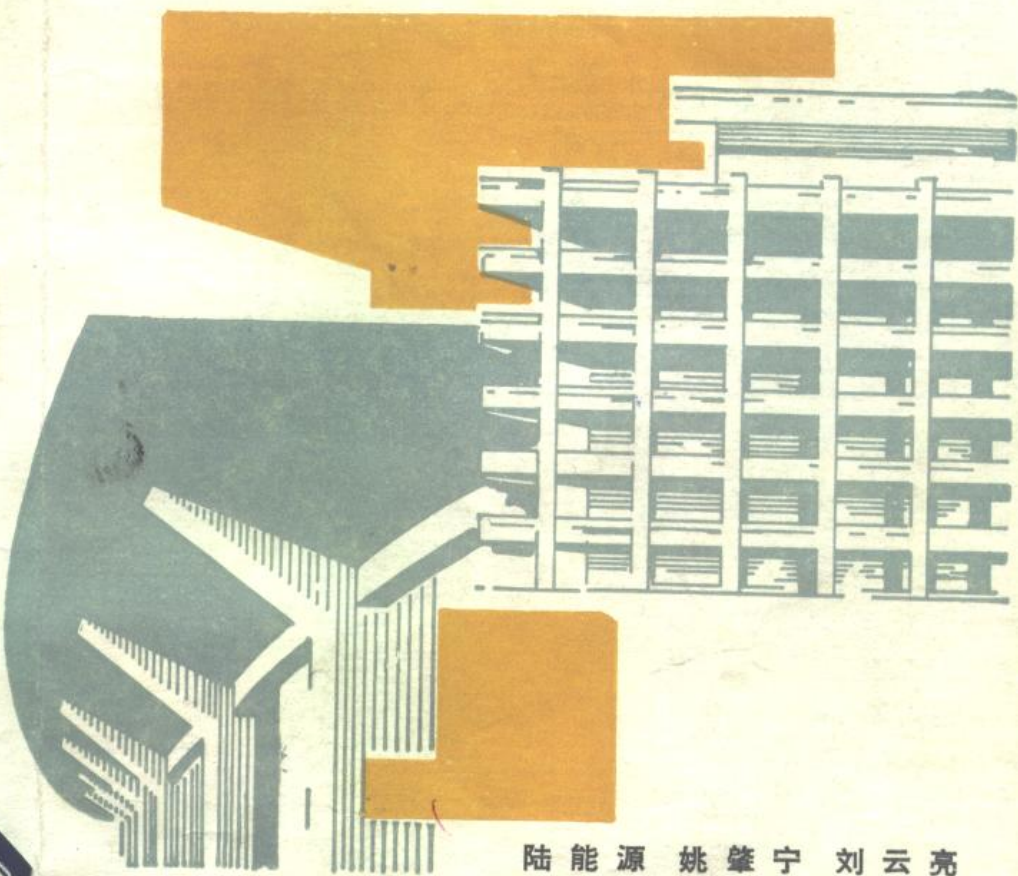


建筑结构基本知识丛书



陆能源 姚肇宁 刘云亮

砖石结构构件计算

中国建筑工业出版社

建筑结构基本知识丛书

砖石结构构件计算

(第二版)

陆能源、姚肇宁、刘云亮

中国建筑工业出版社

EQ74/27

本书是《建筑结构基本知识丛书》(第二版)之一,主要介绍房屋建筑的砖石结构构件的计算方法。全书共分五章:房屋建筑中的砖石构件,砖石材料标号及砌体强度,砖柱、砖墙和带壁柱墙的计算,门窗过梁的计算以及砖拱、砖水池的计算。另附有常用材料重量和墙、柱承载能力的附录。

这套《建筑结构基本知识丛书》包括建筑力学、建筑结构和构件计算等方面的基本知识,按专题分册出版,每册力求重点突出,并有一定的独立性,以便读者根据需要选读。第二版对原丛书各册的内容作了某些补充或修改。

本书可供具有初中以上文化水平的基本建设战线职工和青年自学参考,也可作为职工培训用书。

建筑结构基本知识丛书

砖石结构构件计算

(第二版)

陆能源 姚肇宁 刘云亮

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

*

开本: 787×1092毫米 1/32 印张: 4 $\frac{1}{2}$ 字数: 104 千字

1981年12月第二版 1986年12月第四次印刷

印数: 245,711—268,960册 定价: 0.60元

统一书号: 15040·4174

目 录

第一章 房屋建筑中的砖石构件	1
(一) 概述	1
(二) 砖石构件的种类及作用	4
(三) 各种砖石构件的受力情况	8
第二章 砖石材料标号及砌体强度	14
(一) 砖石材料和砂浆的种类、标号及选用	14
(二) 砖石砌体的强度指标	23
(三) 土墙的强度指标	33
第三章 砖柱、砖墙和带壁柱墙的计算	35
(一) 砖柱、砖墙受力情况及破坏现象	35
(二) 柱、墙高厚比的概念及对承载力的影响	38
(三) 偏心荷载对承载力的影响	45
(四) 砖柱、砖墙、带壁柱墙的计算及例题	51
(五) 窗间墙的计算及例题	73
(六) 局部受压的计算	81
(七) 土墙计算的介绍	87
第四章 门窗过梁的计算	91
(一) 过梁的工作特征及适用范围	91
(二) 过梁的荷载	93
(三) 过梁的构造要求	95
(四) 过梁的计算及例题	96
第五章 砖拱及砖水池的计算	102
(一) 砖拱结构在房屋中的应用	102

(二)	砖拱的计算及例题	107
(三)	砖水池的种类, 适用范围和构造	114
(四)	小尺寸圆形砖水池的计算	117
(五)	小尺寸矩形砖水池的计算	128

附 录

附表 1	机制粘土砖墙体自重表 (kg/m^2)	138
附表 2	常用材料重量表	139
附表 3	砖100号, 宽 1 m 墙砌体轴心受压承载能力 N 表 (t)	140
附表 4	砖75号, 宽 1 m 墙砌体轴心受压承载能力 N 表 (t)	141
附表 5	1 米长 1 砖厚空斗墙轴心受压承载能力 N 表 (t)	142
附表 6	矩形砖柱轴心受压承载能力 N 表 (t)	143
附表 7	矩形砖柱的面积、自重和受压安全系数表	144

第一章 房屋建筑中的砖石构件

(一) 概 述

砖石建筑是人类最古老的一门建筑技术。大约在五千多年前，人们已开始采用加工的石块来建造建筑物。我国在西周末已开始烧制和使用陶瓦，在战国时已能生产陶砖。

随着人类生产实践经验的积累，砖石建筑得到不断的改进和发展。砖石结构在房屋建筑中一直占有极重要的地位。

我国广大劳动人民对砖石结构的发展作出了伟大的贡献。目前，古代遗留下来的砖石建筑物还很多。例如万里长城，就是我国古代的一项伟大夯土砖石建筑工程，始建于公元前五世纪春秋战国之际，秦统一中国后，作了大规模的扩建，此后汉、北齐、隋、金、明各代均有增筑和修缮。修筑万里长城的夯土和砖石，如果用来修筑一道厚一米、高五米的墙，这道墙能环绕地球一周有余，为世界古代工程中的一个奇迹。它表现了我国古代劳动人民的高度智慧和毅力，也反映了我国古代砖石建筑技术的巨大成就。又如河南登封嵩岳寺塔，建于北魏（公元523年），高约40米，为砖砌密檐式塔。再如河北赵县的安济桥，建于隋大业年间（公元605～618年）。桥为石造，是由一道弧形大券建成，跨河大券净跨为37.37米，合长50.82米，拱高7.2米，为世界上最早的

敞肩式石拱桥，结构合理，外形美观。明代是我国古代砖石建筑进一步发展的时期，出现了一些完全拱券结构的无梁殿，如南京灵谷寺大殿、天坛斋宫等。

虽然我国砖石建筑具有数千年的宝贵实践经验，但在长期的封建统治和解放前旧中国的半封建半殖民地的制度下，科学落后，致使我国砖石结构的发展缓慢。解放后，在中国共产党的正确领导下，社会主义革命和社会主义建设欣欣向荣，科学研究蓬勃开展，我国的砖石结构和其他科学一样才真正获得了迅速的发展。

近年来，砖石材料日益发展，砖的品种和质量不断提高，扩大了砖石结构的使用范围。全国建造了许多用空斗墙承重的多层房屋和用多孔空心砖承重的多层房屋。采用地方材料和各种工业废料(如炉渣、矿渣、烟灰等)做成的各种硅酸盐砖块，取得了良好的效果。同时，还采用了各种大型、中型砌块的装配式墙体结构，大大加快了砖石结构的施工进度。

此外，砖薄壳结构也得到了发展。1958年，我国大量采用了砖薄壳结构作为房屋的屋盖和楼盖。近年来，又推广使用到砖薄壳基础和砖薄壳桥梁上。南京试验成功的拱壳砖，在砌筑砖薄壳和砖拱时不需采用模板，这对推广砖薄壳结构提供了有利的条件。

在生产实践和科学实验的基础上，1973年颁布了《砖石结构设计规范》(GBJ3-73)(试行)，这是我们进行砖石结构构件计算的依据。

砖石结构在我国基本建设中占有重要的位置。它具有下列主要优点：

1. 砖石为地方性材料，来源方便，可因地制宜，就地取

材，还可以利用工业废料。这对节约钢、木、水泥三大建筑材料具有很大的意义。

2. 砖石材料具有很好的化学稳定性，在天然环境中不易蚀损，耐久性好。同时，由于砖石材料为非燃物体，故耐火性能亦很好。

3. 砖石结构的施工技术易于普及，砌筑时不需特殊的施工设备，由一个工种进行施工，不要求如钢筋混凝土结构那样的多工种互相配合，因此施工较为简便。

砖石结构也有一些缺点：

1. 由于砖石砌体强度较低，一般来说，砖石构件截面、体积较大，自重也就比较大。

2. 砌筑工程量繁重，一般来说机械化程度较低。

3. 砖砌构件中砖的用量很大，需用大量粘土烧制，常需占用较多的耕地，对农业有影响。

采用小块粘土砖作为墙体材料的缺点很多，必须进行墙体改革。墙体改革的方向，应从实际出发，因地制宜，就地取材，充分利用工业废渣和地方资源，独立自主，自力更生，从发展中、小型空心砌块，逐步过渡到轻质、高强、大块的新型材料，逐步改革手工砌筑小块粘土砖的落后状态。

目前，大多数民用房屋及公共建筑都是采用砖墙作承重结构。中小型工业厂房也常用砖石墙、柱作承重结构。在大型工业厂房中，多采用砖石结构作为外墙（围护结构）和填充墙。

至于构筑物方面，也很多是采用砖石结构建造的。例如挡土墙、烟囱、水池、水塔、中小型贮仓等。另外，在小型桥梁、隧道、水坝、涵洞等工程中也广泛采用。

在这本小册子里，我们主要叙述房屋建筑中砖石构件的计算方法。至于构筑物方面，我们将在最后介绍一下最常用的砖石水池的计算方法。

（二）砖石构件的种类及作用

房屋建筑结构一般是由三部分构件组成：

1. 屋盖和楼盖；
2. 墙和柱；
3. 基础。

图1-1所示为一座房屋的部分透视图。屋盖和楼盖的荷

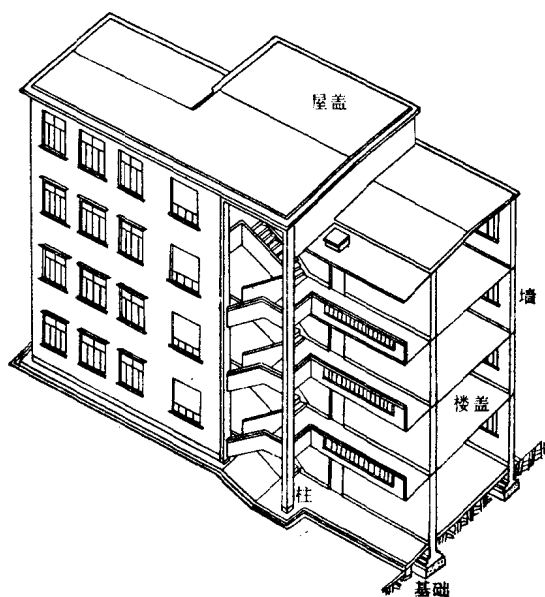


图 1-1

载，一般通过楼板、次梁和主梁传到墙和柱上去，然后再通过墙和柱传到基础和地基上去。房屋的屋盖、楼盖、墙、柱、基础等构件可以采用各种材料来建造，如钢筋混凝土、木、钢、砖石等。但是，许多房屋是采用混合结构的。例如，采用瓦屋面木屋架屋盖、砖柱、砖墙及砖基础的混合结构；采用钢筋混凝土屋盖和楼盖、砖柱、砖墙及砖基础的混合结构。下面举几个例子来说明。

1. 简易开敞仓库（图1-2）

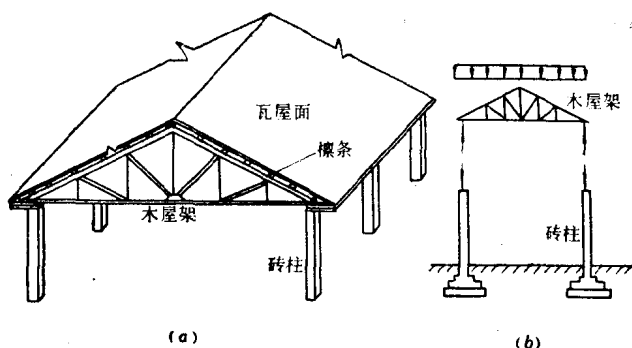


图 1-2

（a）仓库的部分示意图；（b）荷载示意图

这个仓库的屋盖是由瓦屋面及木屋架构成，而木屋架是由截面为1砖半乘1砖半的砖柱来支承。瓦屋面的荷载，通过檩条传到木屋架上。木屋架承受着屋盖的荷载，它通过木屋架的支座反力传到砖柱和基础上去（图1-2b）。这样，组成这个仓库结构的构件，除了屋面是木结构以外，主要的砖石构件就是砖柱及砖基础。

2. 集体宿舍 (图1-3)

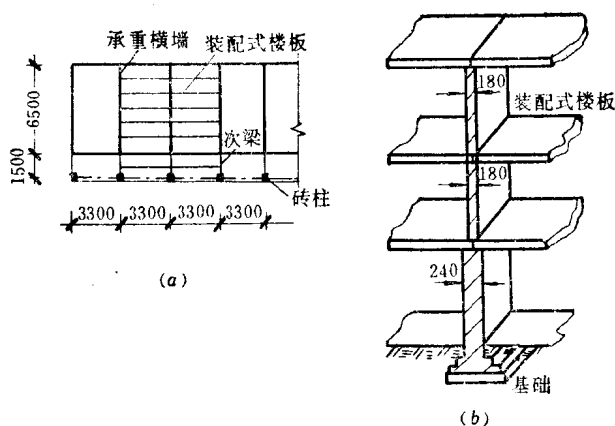


图 1-3

(a) 宿舍的部分平面图; (b) 承重横墙示意图

这座三层集体宿舍的屋盖和楼盖都是采用预制装配式钢筋混凝土楼板, 用砖砌的横墙来承受楼板传来的荷载(图1-3 b), 最后把荷载传到砖砌的墙基础上去。至于走廊部分, 则楼板荷载通过次梁传到砖柱和砖墙上去。从这里可以看到, 这幢混合结构的集体宿舍的构件, 除了屋盖、楼盖为钢筋混凝土楼板外, 承重构件主要是砖墙、砖柱和砖基础。

3. 中小学课室 (图1-4)

这里主要研究一下窗间墙的作用。所谓窗间墙, 就是两个相邻的窗洞之间的墙壁, 图1-4 b 阴影部分所示是窗间墙的宽度(两相邻窗洞中轴线之间距离是窗间墙承重范围的宽度), 图1-4 c 是窗间墙的剖面图。课室楼板的荷载通过主梁传到窗间墙上, 然后再传到基础。在这种情况下, 窗间墙

是房屋建筑中主要的承重砖石构件。

综上所述,在大多数混合结构房屋建筑中,除屋盖和楼盖是木结构的瓦屋面或钢筋混凝土结构的楼板外,房屋的砖石构件的主要类型为:

1. 砖柱和砖墙——

例如独立砖柱、承重的内墙和外墙、窗间墙等。它的作用主要是承受由屋盖和楼盖传来的荷载,并把荷载传递到基础上去。一般来说,它们都是受压构件,是房屋建筑中的主要砖石构件。

2. 砖石基础——可

以是柱基础或墙基础。

砖柱和砖墙的基础一般多采用砖石建造,它的作用是把砖柱和砖墙传

来的荷载传递到地基上去。基础大多数是采用大放脚的形式。由于在本丛书中的《房屋地基基础》里已详细叙述,这里不拟再作介绍。

在房屋建筑中,除了主要采用砖柱、砖墙和砖石基础等

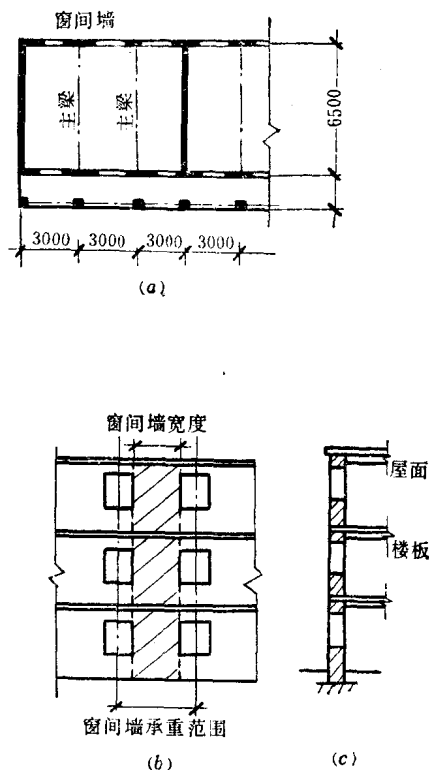


图 1-4

(a) 平面图; (b) 窗间墙示意图;

(c) 窗间墙剖面图

砖石构件外，有时在屋盖或楼盖中也采用砖拱结构或砖薄壳结构。

(三)各种砖石构件的受力情况

砖石房屋的主要砖石构件就是砖柱和砖墙。砖柱和砖墙，视情况的不同，一般来说，有如下三种受力情况。

1.受压构件

如上述仓库建筑结构（图1-2），屋面荷载通过檩条传给木屋架。木屋架承受着屋面荷载，由两端支座的支座反力 N 来平衡。这个反力 N 反过来作用在砖柱上，砖柱的受力情况如图1-5a所示。这根砖柱承受两部分荷载：（1）屋架的支承压力（支座反力） N ；（2）砖柱的自重。这两个力都使砖柱受到压缩作用，称为压力。因此，砖柱是受压构件。

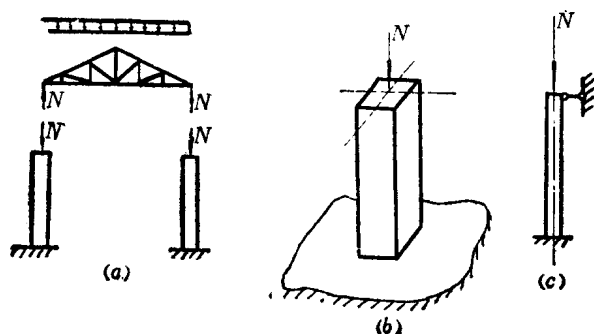


图 1-5

若屋架支座的位置恰好在砖柱横截面的重心处，则屋架的支座反力 N ，反过来作用在砖柱的位置亦恰好通过砖柱横

截面的重心（图 1-5 b、c）。这时，砖柱的荷载 N 和自重都通过砖柱横截面的重心，称为轴心受压或中心受压。

若屋架支座的位置不放在砖柱横截面的重心，而是有一个偏心距 e_0 ，如图 1-6 a、b 所示。由于有这一个偏心距 e_0 ， N 的作用，对柱截面重心来说，除了纵向力 N 外，还相当于引起一个弯矩 $M (=Ne_0)$ ，如图 1-6 c 所示，这称为偏心受压。在实际工程中，一般是把屋架支座放在砖柱横截面重心的位置上。

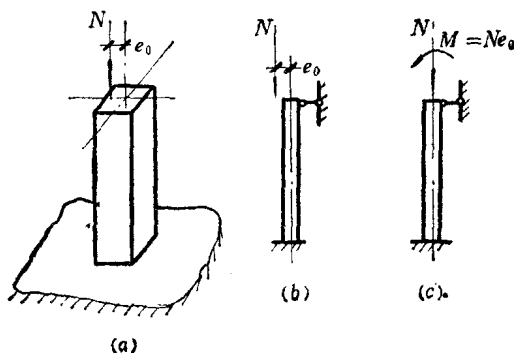


图 1-6

又如图 1-3 所示集体宿舍的承重横墙，宽 650 厘米，在计算时，可以截取 1 米宽的砖墙来计算，如图 1-7 a 所示。各层楼板传来的荷载 N_1 、 N_2 、 N_3 都作用在横墙上，每层横墙都是受压构件。若每层楼板传来的荷载的合力的作用位置恰好在横墙的横截面的重心处，则横墙的受力情况是轴心受压。横墙的计算简图，如图 1-7 b 所示。压力的数值就是所验算的截面以上的荷载（包括楼板传来的恒载、活荷载和墙的自重）的总和。

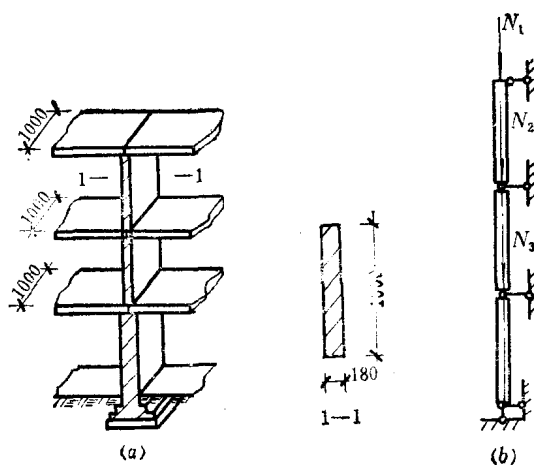


图 1-7

再如中小学课室的例子(图1-4)。它的窗间墙的宽度取相邻两个窗洞边缘之间距离,如图1-8a所示阴影部分。窗间墙的计算简图如图1-8b所示,它的受力情况仍然是受压的,但已不是轴心受压了,一般都是有偏心作用的,因为对于刚性方案多层房屋来说,如图1-8c所示,在计算本层楼层传来的竖向荷载时,应考虑主梁端支承压力的对墙、柱的实际偏心影响。当主梁支承于砖墙上时,梁端支承压力 N_e 的作用位置到墙内边的距离可取 $0.4a_e$, a_e 为梁端有效支承长度。因此, N_e 对砖墙轴线就有了偏心距。而由上面楼层传来的荷载 N_1 ,可视为作用于上一层楼砖墙的截面重心处,如图1-8c所示。如果砖墙在此处刚好是改变截面厚度时, N_1 对下层砖墙也有偏心作用。如果上下两层砖墙厚度相同,则此 N_1 对下层砖墙是没有偏心作用的。由此看来,由于 N_1 和 N_e 的共同作用,窗间墙一般来说是处在偏心受压的受力情况。

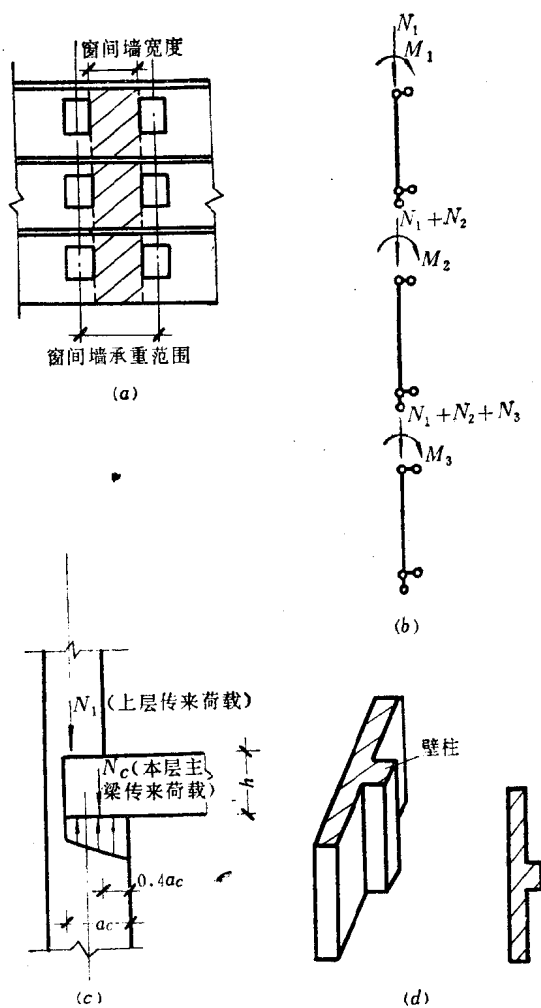


图 1-8

(a)窗间墙的宽度；(b)窗间墙计算简图；(c)梁端支承压力位置；
(d)带壁柱的砖墙

窗间墙有时由于窗洞限制，不能过宽，此时，可以设置壁柱来增大墙的横截面面积，以帮助承受压力（图 1-8 d）。这样，它的截面就不是矩形，而变为 T 形截面了。

综上所述，砖石房屋建筑中的砖柱和砖墙，承受着屋盖和楼盖传来的竖向荷载作用，一般是受压构件。同时，视受力情况不同，可能是轴心受压，也可能是偏心受压。至于截面的形状，砖柱的截面一般是矩形或方形，而砖墙的截面一般为不带壁柱（通常截取 1 米宽来计算的矩形截面）或带壁柱（T 形截面）的两种截面形式。

2. 门、窗砖过梁

在砖石房屋建筑中，砖墙上往往开有一些门、窗洞口。在门、窗洞口上面，常常砌有一定高度的砖墙砌体，如图 1-9 a 所示，这部分砖墙砌体称为砖过梁。它的作用如一根梁一样，如图 1-9 b 阴影部分所示，它承受着楼板传来的荷载和砖过梁砌体本身的重量。在这样荷载作用下，砖过梁将产生弯矩 M 及剪力 Q ，要按受弯构件来验算它的强度。

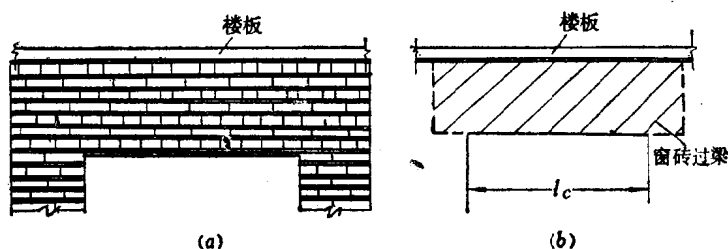


图 1-9

3. 局部受压

屋盖和楼盖的梁或屋架搁置在砖墙、砖柱上，其支座与