

实用 砌体结构计算 与构造

孙培生 孙培华 等编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



个 国 家 编 号 (1005—11005)

孙培生 孙培华 等编



總機服務熱線電話：(010) 8846504

88379643 (010) 88379639 88379641 88379643 88379643

机械工业出版社

本书是根据我国新颁发的《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2001)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2001)编写的。全书共分9章,主要内容包括:第1章砌体结构材料;第2章设计基本规定;第3章无筋砌体构件;第4章配筋砖砌体构件;第5章圈梁、过梁及砌体结构中的特殊构件设计;第6章配筋砌块砌体结构;第7章砌体结构房屋的抗震设计;第8章砌体结构设计中常用的钢筋混凝土构件的计算;第9章砌体结构房屋结构计算实例。

本书特点:每章除简要介绍砌体结构的基本知识外,还附有一定数量的计算例题和计算表格,可供土建专业设计和施工人员应用,亦可作为大专院校(建筑工程专业)高年级学生教学实践的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

实用砌体结构计算与构造/孙培生等编. —北京:机械工业出版社, 2008.3

ISBN 978-7-111-23578-1

I. 实… II. 孙… III. 砌块结构—结构计算 IV. TU36

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第026188号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:何文军 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:姚毅 责任印制:邓博

北京双青印刷厂印刷

2008年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·33印张·817千字

标准书号:ISBN 978-7-111-23578-1

定价:68.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68327259

封面无防伪标均为盗版

前言

前言

砌体结构在我国是最古老的建筑结构形式。早在古代,先人们就开始以烧黏土砖和石材建造起各类房屋。时至今日,我国建造起的大量房屋仍然是以烧结砖为主体结构材料。随着社会发展和科学技术的进步,现代的砌体结构包括有:砖石砌体结构、混凝土小型空心砌块砌体结构,以及由各类工业废渣、废料生产的各类砖、砌块砌体结构。可以预计,将来在很长一段时间内,我国的建筑业还是以各类砌体为主的建筑结构体系,这是由我国的国情决定的。

本书是根据我国最新颁发的《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)和其他与砌体结构相关的规范编写的工具书。主要特点除按新规范观点阐述砌体结构的基本理论知识外,并附有一定数量的例题、表格和构造示图。有些例题因数字较大,计算结果采用了四舍五入的方法归整。关于钢筋混凝土在砌体结构中的应用情况,本书亦有较详细的阐述。

参加本书编写人员还有黄明、范世芬、唐志明、孙树蓉、赵洪久、王彤、刘俊禹。此外还有辽宁科技大学王冬雁老师为本书编写部分例题并对本书做出仔细的校对,在此一并表示感谢。

由于水平所限,书中难免有错误和不妥之处,望专家和读者批评指正。

编者

目 录

前言

第1章 砌体结构材料	1
1.1 砌体结构材料及强度指标	1
1.1.1 块体材料、混凝土及砂浆	1
1.1.2 砌体的强度计算指标	6
1.2 砌体的弹性模量、线膨胀系数、收缩系数和摩擦系数	10
1.2.1 砌体的弹性模量	10
1.2.2 砌体的线性膨胀系数和收缩率	11
1.2.3 砌体的摩擦系数	11
1.3 各类砌体抗压强度平均值的计算公式和强度标准值	12
1.3.1 各类砌体强度平均值的计算公式	12
1.3.2 各类砌体强度的标准值	12
1.3.3 混凝土及普通钢筋的强度标准值	14
1.4 砌体结构所使用材料的最低强度等级	15
1.4.1 一般使用要求	15
1.4.2 地面上房屋的墙、柱采用材料的最低强度等级	15
1.4.3 地下面砌体所用材料的最低强度等级	15
1.4.4 抗震结构对材料的要求	16
第2章 设计基本规定	17
2.1 以概率为基础的极限状态设计法	17
2.1.1 砌体结构的可靠度	17
2.1.2 建筑结构极限状态与结构可靠指标	18
2.2 砌体结构上的荷载	22
2.2.1 荷载的分类及其代表值	22
2.2.2 荷载分项系数、荷载组合值系数及荷载设计值	24
2.3 地震作用	24
2.3.1 抗震设计的基本要求	25
2.3.2 地震作用计算	26
2.4 砌体房屋静力计算的规定	29
2.4.1 静力计算的判别条件	29
2.4.2 刚性方案房屋的内力计算	35
2.4.3 弹性方案房屋的内力计算	40
2.4.4 刚弹性方案房屋的内力计算	48
2.4.5 计算例题	52
2.5 常用设计计算用表	60
2.5.1 常用材料及构件自重表	60
2.5.2 民用建筑楼面和屋面活荷载	67

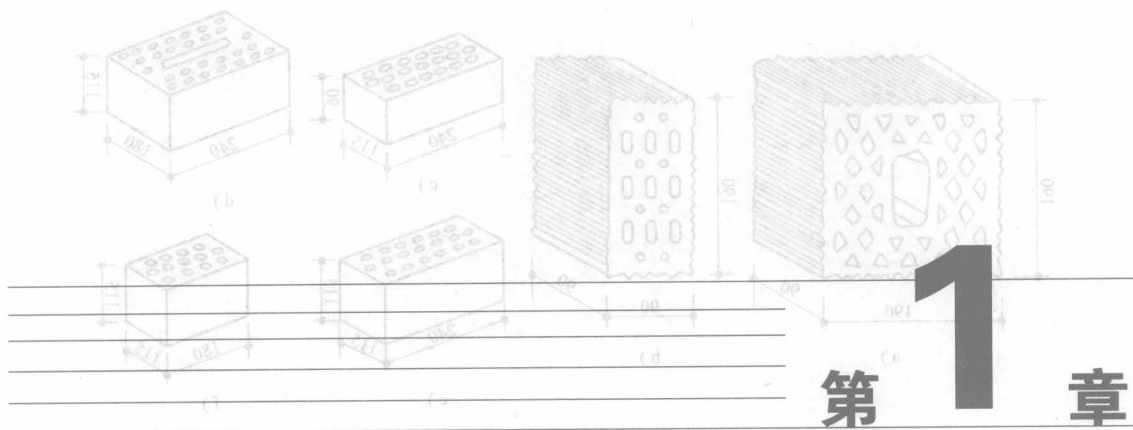
2.5.3	山墙抗风柱截面选用表	69
2.5.4	等截面铰接排架计算公式表	70
第3章 无筋砌体构件		77
3.1	受压构件承载力计算	77
3.1.1	轴向力偏心距	77
3.1.2	受压构件的计算高度 H_0	78
3.1.3	受压构件的承载力计算公式	79
3.1.4	构件高厚比 β 及受压构件承载力影响系数 φ	79
3.1.5	计算例题	81
3.2	轴向受拉构件、受弯构件及受剪构件承载力计算	86
3.2.1	轴心受拉构件承载力计算	86
3.2.2	受弯构件承载力计算	86
3.2.3	受剪构件承载力计算	87
3.2.4	计算例题	87
3.3	局部受压承载力计算	89
3.3.1	砌体局部受压强度提高系数 γ	90
3.3.2	局部均匀受压承载力计算	91
3.3.3	梁端支承处砌体局部受压承载力计算	91
3.3.4	梁端下设有预制或现浇刚性垫块时的砌体局部受压承载力计算	92
3.3.5	梁端下设垫梁时垫梁下砌体的局部受压承载力计算	93
3.3.6	计算例题	94
3.4	无筋砌体结构的构造要求	99
3.4.1	墙、柱高厚比验算	99
3.4.2	对墙、柱的一般构造要求	101
3.4.3	防止墙体开裂的主要措施	103
3.4.4	计算例题	106
3.5	无筋砌体受压构件计算表	110
3.5.1	无筋砌体受压构件承载力影响系数 φ 值表	110
3.5.2	矩形截面砖柱允许高度计算表	117
3.5.3	砖砌体 T 形截面特征值和允许高度值计算表	118
3.5.4	混凝土砌块砌体 T 形截面特征值计算表	136
3.5.5	砖砌体十字形截面特征值和允许高度值计算表	139
3.5.6	混凝土砌块砌体十字形截面特征值计算表	156
3.5.7	砖砌体等边三角形截面特征值计算表	158
3.5.8	砖墙砌体的允许高度值计算表	159
3.5.9	受拉构件砖砌体沿齿缝破坏时受拉承载力设计值 N_u 计算表	162
3.5.10	受弯构件砖砌体沿齿缝破坏时受弯承载力设计值 M_u 计算表	162
3.5.11	受弯构件砖砌体沿通缝破坏时的受弯和受剪承载力设计值 M_u 及 V_u 计算表	163
3.5.12	砖砌体沿通缝受剪构件的承载力设计值 V_u 计算表	164
3.5.13	砌体局部抗压强度提高系数 γ 计算表	171
3.5.14	梁端有效支承长度 a_0 计算表	172
3.5.15	梁端支承压力 N_u 到墙内边距离 $0.4a_0$ 计算表	173
3.5.16	梁端支承处砖砌体的局部受压承载力 N_u 计算表	174

3.5.17	梁端设置预制刚性垫块的砖砌体局部受压承载力 N_{l0} 计算表	182
3.5.18	砖壁柱上刚性垫块的局部受压承载力 N_{l0} 计算表	190
第4章 配筋砖砌体构件 195		
4.1	网状配筋砖砌体构件	195
4.1.1	一般设计规定	195
4.1.2	砌体构件承载力计算	196
4.1.3	网状配筋砖砌体构件的构造措施	197
4.1.4	计算例题	198
4.2	组合砖砌体构件	200
4.2.1	一般设计规定	200
4.2.2	砖砌体和钢筋混凝土面层或钢筋砂浆面层的组合砌体构件	200
4.2.3	砖砌体和钢筋混凝土构造柱组合墙	203
4.2.4	计算例题	204
4.3	配筋砖砌体构件计算表	211
4.3.1	网状配筋砖砌体的强度提高值 f_{yn} 计算表	211
4.3.2	网状配筋砖砌体受压构件承载力影响系数 φ_n 计算表	214
4.3.3	组合砖砌体截面特征值表	227
第5章 圈梁、过梁及砌体结构中的特殊构件设计 228		
5.1	圈梁	228
5.1.1	圈梁的主要作用	228
5.1.2	圈梁的布置	228
5.1.3	圈梁的构造要求	229
5.1.4	圈梁的构造图例	231
5.2	过梁	234
5.2.1	过梁的分类	234
5.2.2	过梁上的荷载	236
5.2.3	砌体上过梁承载力的计算	237
5.2.4	砖砌过梁的构造要求	240
5.2.5	计算例题	240
5.3	墙梁	242
5.3.1	墙梁的定义、应用范围及其分类	242
5.3.2	一般设计规定	243
5.3.3	墙梁的计算简图及各计算参数的选择	243
5.3.4	墙梁的计算荷载	244
5.3.5	墙梁的设计计算	244
5.3.6	墙梁的构造规定	246
5.3.7	钢筋混凝土托梁的构造要求	247
5.3.8	计算例题	248
5.4	挑梁	252
5.4.1	悬挑构件的计算	252
5.4.2	构造要求	254
5.4.3	计算例题	254
5.5	重力式挡土墙及地下室墙的设计和计算	257

22E 5.5.1	重力式挡土墙概述	257
00E 5.5.2	重力式挡土墙的构造	257
10E 5.5.3	重力式挡土墙计算要点	260
10E 5.5.4	地下室墙的设计与计算	278
50E 5.5.5	计算例题	281
第6章 配筋砌块砌体结构		288
2E 6.1	设计一般规定	288
15E 6.1.1	概述	288
25E 6.1.2	配筋砌块剪力墙结构的计算规定	288
10E 6.2	正截面受压承载力计算	289
18E 6.2.1	计算假定	289
58E 6.2.2	轴心受压配筋砌块砌体构件承载力计算	289
58E 6.2.3	偏心受压配筋砌块砌体剪力墙正截面承载力计算	290
58E 6.2.4	T形、倒L形截面偏心受压构件承载力计算	292
2E 6.3	斜截面受剪承载力计算	293
10E 6.3.1	偏心受压和偏心受拉配筋砌块砌体剪力墙斜截面受剪承载力计算	293
70E 6.3.2	配筋砌块砌体剪力墙连梁的斜截面受剪承载力计算	294
0E 6.4	配筋砌块砌体剪力墙构造规定	294
00E 6.4.1	配筋砌块砌体剪力墙中钢筋构造的规定	294
00E 6.4.2	配筋砌块砌体剪力墙、连梁的构造规定及构造图	296
10E 6.4.3	配筋砌块砌体柱构造的规定	298
10E 6.4.4	配筋砌块砌体构件计算例题	300
第7章 砌体结构房屋的抗震设计		307
6E 7.1	多层砖砌体房屋	307
40E 7.1.1	抗震设计的一般要求	307
20E 7.1.2	多层砌体砖房的抗震构造措施	310
20E 7.1.3	多层砌体结构砖房的抗震计算	315
8E 7.2	底部框架—抗震墙房屋	321
51E 7.2.1	概述	321
51E 7.2.2	底部框架—抗震墙砌体房屋抗震设计的基本要求	321
21E 7.2.3	底部框架—抗震墙房屋的计算要点	325
01E 7.2.4	底部框架—抗震墙房屋抗震构造措施	333
1E 7.3	多排柱内框架砌体房屋	341
45E 7.3.1	多排柱内框架砌体房屋抗震设计一般规定	341
08E 7.3.2	地震作用分析及截面抗震验算	342
08E 7.3.3	多排柱内框架砌体房屋抗震构造措施	344
0E 7.4	配筋混凝土小型空心砌块抗震墙房屋抗震设计	344
74E 7.4.1	概述	344
81E 7.4.2	配筋小型混凝土空心砌块房屋设计的一般规定	345
84E 7.4.3	地震作用计算与截面抗震验算	346
08E 7.4.4	配筋砌块抗震墙的构造要求	349
6E 7.5	单层砖柱厂房抗震设计	354
1E 7.5.1	设计一般规定	354

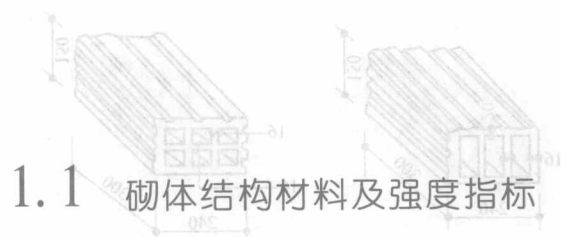
7.5.2 单层砖柱厂房设计要点	355
7.5.3 抗震构造措施	360
7.6 单层空旷房屋抗震设计	361
7.6.1 概述	361
7.6.2 设计的一般规定	362
7.6.3 单层空旷房屋横向抗震计算	362
7.6.4 单层空旷房屋纵向抗震计算	373
7.6.5 主要抗震构造措施	374
7.6.6 计算例题	375
第8章 砌体结构设计中常用的钢筋混凝土构件的计算	381
8.1 概述	381
8.2 钢筋混凝土构件的主要计算公式和适用条件	382
8.2.1 正截面承载力计算公式和适用条件	382
8.2.1.1 承载力计算的一般规定	382
8.2.1.2 受弯构件正截面承载力计算	385
8.2.1.3 受压构件正截面承载力计算	391
8.2.1.4 受拉构件正截面承载力计算	397
8.2.2 斜截面受剪承载力计算	399
8.2.2.1 受弯构件斜截面受剪承载力计算	399
8.2.2.2 偏心受压构件斜截面受剪承载力计算	400
8.2.2.3 偏心受拉构件斜截面受剪承载力计算	401
8.2.3 受扭构件承载力计算	401
8.2.3.1 纯扭构件承载力计算	401
8.2.3.2 剪扭构件承载力计算	403
8.2.3.3 弯剪扭及弯剪扭压构件承载力计算	404
8.2.4 钢筋混凝土底层框架—抗震墙结构抗震计算	405
8.2.4.1 钢筋混凝土底层框架结构抗震计算	405
8.2.4.2 钢筋混凝土抗震墙结构计算	408
8.3 钢筋混凝土构件计算实例	412
8.3.1 受弯构件计算实例	412
8.3.2 偏心受压构件计算实例	415
8.3.3 偏心受拉构件计算实例	419
8.3.4 受扭构件计算实例	421
8.3.5 钢筋混凝土构件抗震验算实例	424
8.4 钢筋混凝土构件计算表	430
8.4.1 矩形截面和T形截面受弯构件正截面承载力计算表	430
8.4.2 矩形截面受弯构件斜截面承载力计算表	436
8.4.3 钢筋的截面面积、质量、周边长度、弯钩长度及排成一行时的梁最小宽度	447
第9章 砌体结构房屋结构计算实例	448
【例题9-1】 多层砌体住宅	448
【例题9-2】 多层小砌块砌体住宅	460
【例题9-3】 多层砖混结构办公楼（非抗震验算）	463
【例题9-4】 某艺术学校练功房（单层刚性方案房屋）	471

【例题 9-5】 某双跨单层砖混结构厂房（单层双跨刚弹性方案房屋）	479
【例题 9-6】 有抗震设防的多层砌体住宅	488
【例题 9-7】 有抗震设防的单层双跨等高砖柱厂房	496
【例题 9-8】 有抗震设防的底部框架上部为住宅的多层砖房	504
【例题 9-9】 有抗震设防的多排柱内框架房屋	511
【例题 9-10】 单层空旷房屋抗震设计	514
参考文献	517



a) b) KMI 真空心臓 c) KPI 真空心臓 d) e) f) KPI 真空心臓

砌体结构材料



1.1 砌体结构材料及强度指标

1.1.1 块体材料、混凝土及砂浆

1. 块体材料

(1) 砖 砖是我国砌体结构中应用最广泛的块体材料。按砖的原材料和加工工艺方法的不同,我国目前生产的标准实体砖有两类,即烧结砖和蒸压砖。烧结砖有烧结黏土砖和以工业废料为主生产的烧结粉煤灰砖、烧结页岩砖、烧结煤矸石砖等;蒸压砖有蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖。它们具有全国统一的规格,其尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$,通称“标准砖”。

蒸压灰砂砖是以石英砂和石灰为主要原料，经坯料制备，压制成型，高压蒸汽养护而成的。它的色泽一般为灰白色。这种砖不能用于温度长期超过 200°C 、受急冷急热或有酸性介质侵蚀的部位。

蒸压粉煤灰砖是以粉煤灰为主要原料，按比例掺加一定量的石灰、石膏或其他碱性激发剂，再加入一定量的活性骨料如水淬矿渣、炉渣等，经加水搅拌、消化、轮碾活化、压制成型后，在高压釜内加压养护而成的砖。这种砖的抗冻性、耐久性及防水性等性能均不及粘土砖，仅可用于一般建筑。

为了减轻墙体的自重和提高其保温隔热性能,我国部分地区也开始生产和应用烧结多孔

砖,如图 1-1 和图 1-2 所示。图 1-1a、b 为 KM1 型空心砖及其配砖,孔洞率分别为 26% 和 18%,中间的大洞尺寸为 40mm×80mm,供砌筑时抓握用。图 1-1c 为 KP1 型空心砖,孔洞率为 25%。图 1-1d、e、f 为 KP2 型空心砖及其配砖。

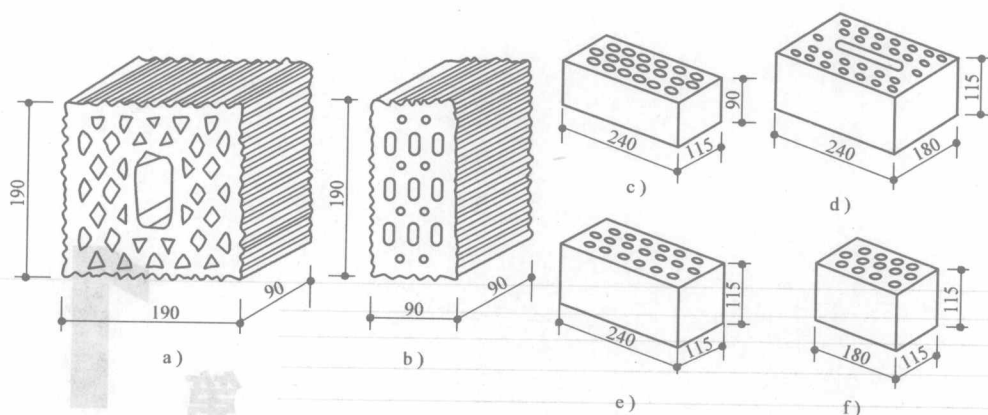


图 1-1 我国主要的空心砖规格

a)、b) KM1 型空心砖 c) KP1 型空心砖 d)、e)、f) KP2 型空心砖

图 1-2 所示的孔洞少而大的空心砖,称为大孔空心砖。用作填充墙、分隔墙的非承重大孔空心砖,孔洞率可达 40%~60%;用作承重墙体的大孔空心砖,为了避免砖的承载力降低过多,其孔洞率不应超过 40%。

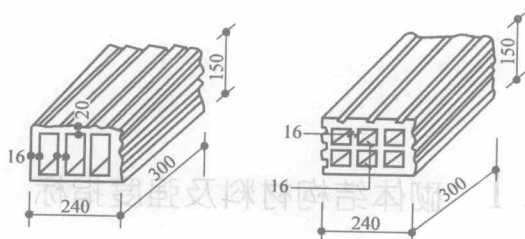


图 1-2 大孔空心砖

我国将烧结普通砖、烧结多孔砖的强度等级定为五级: MU30、MU25、MU20、

MU15 和 MU10;将蒸压灰砂砖、蒸压粉煤灰砖强度等级定为四个等级: MU25、MU20、MU15 和 MU10。并规定:确定蒸压粉煤灰砖和掺有粉煤灰 15% 以上的混凝土砌块的强度等级时,其抗压强度应乘以自然碳化系数;当无自然碳化系数时,可取人工碳化系数的 1.15 倍。

(2) 砌块

1) 普通混凝土小型空心砌块。目前,我国广泛使用的砌块是用普通混凝土生产的小型空心砌块。按建设部批准的国家标准设计图集 02J102 (一)、(二) 推荐的方案,其基本规格按宽度分有 190mm 和 90mm 两个系列,砌块基本规格及特征如表 1-1 及表 1-2 所示。此外还有与其配套用的过梁砌块、芯柱开口砌块等,如表 1-3 所示。

表 1-1 混凝土小型空心砌块系列

(单位: mm)

序号	系列	砌块类型	第一组	第二组	序号	系列	砌块类型	第一组	第二组
1	190 系列	主砌块	390×190×190	390×190×90	2	90 系列	主砌块	390×90×190	390×90×90
		辅砌块	290×190×190	290×190×90			辅砌块	290×90×190	290×90×90
		辅砌块	190×190×190	190×190×90			辅砌块	190×90×190	190×90×90
		辅砌块	90×190×190	90×190×90			辅砌块	90×90×190	90×90×90

注:表 1-1~表 1-3 选自中国建筑标准设计研究院的标准图集《混凝土小型空心砌块》02J102 (一)。

表 1-2 小型空心砌块规格特征

序号	序列	型号	简称	简 图	外形尺寸/mm			外形体积 /m ³	实体积 /m ³	空心率 (%)	每块重量 /kg	用途
					长	宽	高					
1	190 系列	K ₄₂₂	4		390	190	190	0.014079	0.007175	49.04	17.22	主砌块
		K ₄₂₁			390	190	90	0.006669	0.003399	49.03	8.16	
		K ₃₂₂	3		290	190	190	0.010469	0.005918	43.47	14.20	辅助块
		K ₃₂₁			290	190	90	0.004959	0.002803	43.47	6.73	
		K _{322A}	3A		290	190	190	0.010469	0.005251	49.85	12.60	组合芯柱
		K _{321A}			290	190	90	0.004959	0.002487	49.85	5.97	
		K ₂₂₂	2		190	190	190	0.008859	0.003889	43.30	9.33	辅助块
		K ₂₂₁			190	190	90	0.003249	0.001841	43.34	4.42	
		K ₁₂₂	1		90	190	190	0.003249	0.002599	20.00	6.24	辅助块
		K ₁₂₁			90	190	90	0.001539	0.001232	19.95	2.96	
2	90 系列	K ₄₁₂	4		390	90	190	0.006669	0.004410	33.87	10.58	主砌块
		K ₄₁₁			390	90	90	0.003159	0.002090	33.84	5.02	
		K ₃₁₂	3		290	90	190	0.004959	0.003509	29.24	8.42	辅助块
		K ₃₁₁			290	90	90	0.002349	0.001662	29.25	3.99	
		K ₂₁₂	2		190	90	190	0.003249	0.002632	18.99	6.32	辅助块
		K ₂₁₁			190	90	90	0.001539	0.001247	18.99	2.99	
		K ₁₁₂	1		90	90	190	0.001539	0.001539	0.00	3.69	辅助块
		K ₁₁₁			90	90	90	0.000729	0.000729	0.00	1.75	

表 1-3 配套砌块的外形尺寸

序号	序列	型号	简称	简 图	外形尺寸/mm			外形体积 /m ³	用途
					长	宽	高		
1	过梁 砌块	G ₃			290	190	190	0.010469	过梁
		G _{3A}			290	190	190	0.010469	过梁
		G ₂			190	190	190	0.006859	过梁
2	芯柱 开口块	X ₁			390	190	190	0.014079	芯柱底块
		X ₂			390	190	190	0.014079	芯柱底块

砌块规格及尺寸的表示方法如下:

大写字母表示用途		小型字母表示端部有差异	
如K——基本砌块		如A——一端开口	
G——过梁砌块		B——两端有槽	
X——芯柱开口砌块			
Xxxxx		三个数字表示标志长度、宽度及高度, 如422表示400mm×200mm×200mm	

2) 轻骨料混凝土小型空心砌块。轻骨料混凝土小型砌块是在生产空心砌块时使用重量轻的粗细骨料,如火山渣、浮石、陶粒、膨胀珍珠岩、电石渣等。这类小砌块的外形尺寸亦为390mm×190mm×190mm。按照其孔洞率的大小,每立方米砌块的重量仅为700~800kg。对承重多排孔轻骨料砌块应用的限制条件为孔洞率不应大于35%。

考虑到各系列小砌块在使用时能互相匹配,国家颁发的砌块生产标准《普通混凝土小型空心砌块》(GB 8239—1997)只确定了砌块的细部构造及其辅助块的规格,各地可结合当地的实际条件与工程需要自行确定。但混凝土小型空心砌块是一种薄壁承重制品,其侧壁和横肋的厚薄程度直接影响砌块的空心率、强度和产品的合格率等。对此国家颁布的生产标准也规定了砌块的侧壁尺寸和横肋尺寸不得小于表1-4所示的限值。

表1-4 砌块侧壁和横肋的最小尺寸

序 号	砌块模数宽度 /mm	砌块实际宽度 /mm	砌块侧壁最小厚度 /mm	砌块横肋最小厚度 /mm
1	100	90	30	25
2	150	140	30	25
3	200	190	30	25
4	250	240	38	28

《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)将普通混凝土小型空心砌块强度等级划分为五个等级:MU20、MU25、MU10、MU7.5和MU5;将轻骨料(火山渣、浮石、陶粒)混凝土小型砌块强度等级划分为三个等级:MU10、MU7.5和MU5。

(3) 石材 在建筑工程中,一般不采用石材砌筑房屋的外墙。因其导热系数大,导致房屋冬冷夏热。石材多用于砌筑基础、挡土墙或重要建筑的外墙贴面。按加工后石材的外形尺寸,将其划分为料石和毛石两类,它们的规格、尺寸列于表1-5。

2. 混凝土及砂浆

(1) 混凝土 在砌体结构设计中有两种情况要使用混凝土。

1) 组合砌体构件:构造柱、圈梁、底框架及抗震墙等处。

2) 砌块砌体中的芯柱混凝土。

对组合砖砌体及混凝土构件中使用混凝土的要求详见本书中的有关章节的阐述。芯柱混凝土是灌注在砌块孔洞内的混凝土。砌块砌体在插筋的孔洞内一定要灌注芯柱混凝土,这样才能把砌块和钢筋组成一个整体共同承受外荷载的作用。有时砌块孔洞内并无插筋也用芯柱

表 1-5 石材的规格尺寸

序号	石材类型	规格尺寸
1	料石	通过细加工外表规则,叠砌面凹入深度不应大于 10mm,截面的宽度、高度不应小于 200mm,且不应小于长度的 1/4
	半细料石	规格尺寸同上,但叠砌面凹入深度不应大于 15mm
	粗料石	规格尺寸同上,但叠砌面凹入深度不应大于 20mm
	毛料石	外形大致方正,一般不加工或仅稍加修整,高度不应小于 200mm,叠砌面凹入深度不应大于 25mm
2	毛石	形状不规则,中部厚度不应小于 200mm

注:《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)将石材强度划分为七个等级: MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30 和 MU20。

混凝土灌实,用以增加砌块砌体横截面的面积或改善砌体的其他建筑性能。芯柱混凝土又称为灌孔混凝土,其强度等级用 Cb 表示。

3) 芯柱混凝土与普通混凝土的区别:

a. 芯柱混凝土的抗压强度等级不宜太高,也不宜太低。一般控制在 Cb15 ~ Cb30 间,若强度等级高于 Cb30 时会使得砌块砌体的受力变得复杂。为了能与砌块砌体共同工作,芯柱混凝土的抗压强度等级宜控制在砌块砌体抗压强度的 1.2 ~ 1.4 倍。

b. 芯柱混凝土的粗骨料粒径不宜过大,灌注 190mm 厚砌块的芯柱混凝土,粗骨料粒径为 5 ~ 15mm;灌注 240mm 厚砌块的芯柱混凝土,粗骨料粒径为 5 ~ 25mm。

c. 要求芯柱混凝土有较大的流动性。由于砌块空洞的尺寸比较小,且表面凹凸不平,流动性小的芯柱混凝土不易灌实。因此,控制混凝土的坍落度在 200 ~ 250mm 左右。用于抗渗砌块的芯柱混凝土其坍落度取小值 200mm,用于非抗震砌块的芯柱混凝土其坍落度取大值约为 250mm。如果芯柱混凝土中粗骨料用量大时,坍落度可适当降低至 180 ~ 200mm。

(2) 砂浆 砌体是用砂浆将单块的块体砌筑成为整体的。砌体对砂浆质量的基本要求是强度、可塑性(流动性)和保水性。

可塑性是保证砌体在砌筑时能很容易地将砂浆在砌体表面上均匀地铺开,增加块体的沾灰面,以提高砌体的强度和砌筑的效率。

可塑性是用标准锥体沉入砂浆的深度(也称沉入度)测定的。根据砂浆的用途及气候条件规定为:砌砖用的砂浆沉入度约为 70 ~ 100mm;用于砌块砌体的沉入度约为 50 ~ 70mm;用于石材砌体的沉入度约为 30 ~ 50mm。天气干燥、炎热时采用较大值;天气潮湿或寒冷时采用较小值。

保水性是指砂浆在搅拌后,运输到使用地点,砂浆中各种材料分离快慢的性质。保水性能好的砂浆,在铺砌时水分损失慢,能保持良好的流动性,使砌体灰缝均匀密实,与砌块粘结力强。

砂浆的保水性是用分层度仪测定的。保水性好的砂浆分层度小,反之则分层度大。为使砂浆具有较好的保水性,应在砂浆中掺入适量的石灰膏或粉状工业废料等无机掺和料或掺入有机塑化剂等,以改善其保水性。此类砂浆称为水泥混合砂浆。纯水泥砂浆(指用水泥、砂、加水搅拌而成的砂浆)由于水泥用量少,砂浆的保水性差,在运输或存放时会产生分层析水现象,给砌筑增加困难,不宜用于砌筑砖墙。用纯水泥砂浆砌筑的砌体比用混合砂浆

砌筑的砌体强度低。混合砂浆因有较好的保水性能,在工程中常用于砌筑地面以上的承重和非承重的砖砌体。但在配制混合砂浆时塑性掺合料不宜掺得太多,否则将降低砌体的强度。水泥砂浆常用于砌筑片石基础、砖基础、石砌体等。强度等级高的水泥砂浆适于砌筑水塔、烟囱、平拱、钢筋砖过梁及地下的砌体等。

(3) 钢筋 在砌体结构中钢筋主要用于配筋砌体或混凝土结构构件中。由于砌体结构强度一般均较低,所以在设计配筋砌体时不宜使用高强度钢筋,多采用 HPB235 级 (ϕ) 或 HRB335 级 (Φ)。在配有混凝土的组合砌体或钢筋混凝土构件中多用 HRB335 级 (Φ) 钢筋。在网状配筋砖砌体构件中多采用 $\phi 4$ 冷拔低碳钢丝焊接方格网,钢丝抗拉强度设计值取 $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$ 。

1.1.2 砌体的强度计算指标

1. 砌体材料抗压强度标准值

(1) 砌体材料抗压强度的平均值 我国的《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB 50068—2001)规定,设计砌体结构构件时,材料的强度指标有三个,即材料的强度平均值 f_m ,材料强度的标准值 f_k 和材料强度的设计值 f 。材料强度的平均值 f_m 是根据我国的大量试验资料,经统计分析取得的。《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001)提出了一个比较完整,而统一的砌体轴心抗压强度平均值计算公式。即

$$f_m = K_1 f_1^\alpha (1 + 0.07 f_2) K_2 \quad (1-1)$$

式中 f_m ——砌体的抗压强度平均值 (N/mm^2);

f_1 ——块体的抗压强度等级值或平均值 (N/mm^2);

f_2 ——砂浆的抗压强度平均值 (N/mm^2);

K_1 ——随砌体中块体类别和砌筑方法而变化的参数;

α ——与块体高度有关的参数;

K_2 ——低强度等级砂浆砌筑时的砌体强度修正系数。

(2) 砌体材料抗压强度的标准值 砌体材料抗压强度的标准值 f_k 是砌体结构设计时采用材料性能的基本代表值。计算公式为

$$f_k = f_m - 1.645 \sigma_f = f_m (1 - 1.645 \delta_f) \quad (1-2)$$

式中 σ_f ——砌体强度的标准差;

δ_f ——砌体强度的变异系数,其值通过试验结果统计确定。

我国有关部门对各类砌体的抗压、抗拉、抗剪等受力性能做过大量试验研究,并归纳出砌体的轴心受压、轴心受拉、弯曲受拉和抗剪强度的平均值计算公式和对各类砌体强度标准值的取值,详见本章第 1.3 节。

2. 砖砌体材料抗压强度设计值

龄期为 28d 的以毛截面计算的各类砌体抗压强度设计值,当施工质量控制等级为 B 级时,应根据块体和砂浆的强度等级分别按表 1-6 和表 1-7 采用。

3. 砌块砌体抗压强度设计值

单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值,应按表 1-8 和表 1-9 采用。表 1-9 适用于砌块孔洞率不大于 35% 的双排孔或多排孔轻骨料混凝土砌块砌体的抗压设计值。

表 1-6 烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值 f (单位: N/mm^2)

序号	砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
		M15	M10	M7.5	M5	M2.5	0
1	MU30	3.94	3.27	2.93	2.59	2.26	1.15
2	MU25	3.60	2.98	2.68	2.37	2.06	1.05
3	MU20	3.22	2.67	2.39	2.12	1.84	0.94
4	MU15	2.79	2.31	2.07	1.83	1.60	0.82
5	MU10	—	1.89	1.69	1.50	1.30	0.67

注: 砌体工程施工质量等级的划分见表 2-4。

表 1-7 蒸压灰砂砖和蒸压粉煤灰砖砌体的抗压强度设计值 (单位: N/mm^2)

序号	砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
		M15	M10	M7.5	M5	0
1	MU25	3.60	2.98	2.68	2.37	1.05
2	MU20	3.22	2.67	2.39	2.12	0.94
3	MU15	2.79	2.31	2.07	1.83	0.82
4	MU10	—	1.89	1.69	1.50	0.67

表 1-8 单排孔混凝土和轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值 (单位: N/mm^2)

序号	砌块强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
		Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	0
1	MU20	5.68	4.96	4.44	3.94	2.33
2	MU15	4.61	4.02	3.61	3.20	1.89
3	MU10	—	2.79	2.50	2.22	1.31
4	MU7.5	—	—	1.93	1.71	1.01
5	MU5	—	—	—	1.19	0.70

注: 1. 对错孔砌筑的砌体, 应按表中数值乘以 0.8。

2. 对独立柱或厚度为双排组砌的砌块砌体, 应按表中数值乘以 0.7。

3. 对 T 形截面砌体, 应按表中数值乘以 0.85。

4. 表中轻骨料混凝土砌块为煤矸石和水泥煤渣混凝土砌块。

表 1-9 轻骨料混凝土砌块的抗压强度设计值 (单位: N/mm^2)

序号	砌块强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
		Mb10	Mb7.5	Mb5	0
1	MU10	3.08	2.76	2.45	1.44
2	MU7.5	—	2.13	1.88	1.12
3	MU5	—	—	1.31	0.78

注: 1. 表中的砌块为火山渣、浮石和陶粒轻骨料混凝土砌块。

2. 对厚度方向为双排组砌的轻骨料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值, 应按表中数值乘以 0.8。