



2014 执业资格考试丛书

一级注册结构工程师专业考试 规范条文熟悉·理解·应用 砌体结构 木结构 钢结构

孙惠镐 编著

中国建筑工业出版社

执业资格考试丛书

一级注册结构工程师专业考试
规范条文熟悉·理解·应用
砌体结构 木结构 钢结构

孙惠镐 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

一级注册结构工程师专业考试规范条文熟悉·理解·应用 砌体结构 木结构 钢结构/孙惠镐编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2014. 1

(执业资格考试丛书)

ISBN 978-7-112-16301-4

I. ①一… II. ①孙… III. ①建筑结构-工程师-资格考试-自学参考资料 IV. ①TU3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 004439 号

责任编辑: 何玮珂 向建国

责任设计: 李志立

责任校对: 张颖 刘梦然

执业资格考试丛书
一级注册结构工程师专业考试
规范条文熟悉·理解·应用
砌体结构 木结构 钢结构
孙惠镐 编著

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京建筑工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 20 $\frac{3}{4}$ 字数: 515 千字
2014 年 3 月第一版 2014 年 3 月第一次印刷

定价: 48.00 元

ISBN 978-7-112-16301-4
(25050)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本书为参加一级注册结构工程师专业考试的“应试”教材。本书以现行各本结构规范为核心展开，以让考生最大程度的熟悉、理解规范条文并最终能灵活运用规范条文快速正确解题为最终目的，因此本书的章节顺序和内容与相对应的结构规范的章节顺序和内容完全一致。本书通过系统阐述结构规范条文和历年真题、详解各类综合选择题和连体计算题、总结快速解题思路 and 技巧等方式作为帮助考生正确理解和应用规范条文的重要实践环节。本书主要内容为一级注册结构工程师专业考试中砌体结构、木结构和钢结构等部分的内容。

本书可供参加一、二级注册结构工程师专业考试的考生考前复习使用，也可作为结构工程师日常学习规范条文的工具书。

前 言

作者自 1998 年参加孙芳垂、徐建主编的《一级注册结构工程师专业考试复习教程》，至 2011 年参加徐建主编的《一、二级注册结构工程师专业考试复习教程》（第六版）和《一、二级注册结构工程师专业考试应试题解》（第五版）。

2013 年作者编写《砌体结构、木结构一级注册结构工程师辅导教材》和《钢结构一级注册结构工程师辅导教材》，并在北京四个培训班讲课，获得听课学员一致好评。因此，从 2014 年起陆续出版一级注册结构工程师考前指导教材。教材拟分为四册：

1. 砌体结构 木结构 钢结构
2. 地基与基础
3. 高层建筑结构 高耸结构与横向作用
4. 混凝土结构 桥梁结构

一级注册结构工程师从 1997 年~2012 年已经历了 15 次考试，从历年统计的通过率可以看出，在 2011 年前通过率为 1/6，2011 年 1/8，2012 年 1/9。从考试的通过率可以看出，2011 年前后有比较明显的变化，2012 年通过率继续下滑。

目前，一级注册结构工程师考前辅导教材有两种思路：一种是以历年考题为中心展开，延伸到规范条文、计算公式、图表以及计算方法等；另一种是教材内容以各种结构规范条文为中心展开，首先让读者熟悉规范条文，辅以正确理解规范条文进行适当展开，并将历年考题作为正确理解和应用规范条文的一个实践环节。本书是按照后一种思路进行编写。

例如：第一章砌体结构

第一节~第六节，按《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011 第 3 章~第 9 章的内容分为六节进行编写。

第七、八节按《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2011 中有关砌体结构抗震设计内容进行编写。

第九节按《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 - 2011 进行编写。

第十节是为了提高选择题和计算题的应试能力，提高解题速度进行编写。

再如：第三章钢结构

第一节~第八节按《钢结构设计规范》GB 50017 - 2003 第 3 章~第 11 章的顺序进行编写。

第九节根据历年钢结构考题情况，将单层工业厂房钢结构编成一节。

第十节为解题指导。

第十一节根据《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2011 的相关内容编写单层钢结构厂房抗震设计。

由于大多数考生在工作过程中很少接触钢结构设计。在解钢结构考题时会遇到一些困

难。所以钢结构部分编写时加强了以下一些内容：

1. 受力分析，着重加强焊缝连接和螺栓连接的内力、应力分析；
2. 常用的钢结构、钢构件：钢结构有钢平台、钢框架、单层钢结构厂房；钢构件有钢梁、钢柱（实腹式、格构式）、吊车梁；
3. 连接构造，有钢梁与钢柱的连接，吊车梁与钢柱的连接，钢梁的拼接等。

增加了上述内容后，有利于读者理解钢结构考题中的要求。因为钢结构考题往往要从：钢结构（构件）→构造→受力分析→钢结构规范中的计算公式→解题这样一个思路来考虑。

由上可知，作者编写一级注册结构工程师考前指导教材时考虑：

1. 教材内容与考试要求紧密结合。即熟悉规范条文、正确理解规范条文和正确应用规范条文作为教材编写的一条主线。
2. 教材内容要少而精。所谓“精”是教材内容应包括考试需要的规范条文；所谓“少”是教材中不应将某些理论分析、公式推导包括在内。
3. 要有一定数量（7~8年）的历年考题（砌体结构 94 题，木结构 14 题，钢结构 114 题），这是熟悉、理解、应用规范条文的实践环节。
4. 为了提高读者的应试能力，砌体结构部分增加一节提高选择题和计算题的应试能力的内容；钢结构中增加一节解题指导的内容。

虽然作者长期从事一级注册结构工程师专业课的教材编写和培训工作，积累了一些这方面的经验，与读者也有一定沟通。但这是一种新的教材编写的思路，而且作者承担土木工程专业本科教学工作；一级注册建筑师教材编写和培训教学；一级注册结构工程师基础课教材编写和培训教学。由于工作繁重、时间短促，况且年事已高，书中不妥之处或错误的地方在所难免，望读者予以批评指正。

本书编写练习题时，有刘安民、叶锦秋、孙家其等人参与解答工作，作者对几位参与者表示感谢。

作者 孙惠镐

2013 年 10 月 30 日

目 录

第一章 砌体结构	1
第一节 材料	1
第二节 基本设计规定	8
第三节 无筋砌体构件.....	17
第四节 砌体房屋设计的构造要求	33
第五节 圈梁、过梁、墙梁及挑梁	47
第六节 配筋砖砌体和配筋砌块砌体构件	63
第七节 多层砌体房屋和底部框架—抗震墙砌体房屋抗震设计	73
第八节 配筋混凝土小型空心砌块抗震墙房屋抗震设计	97
第九节 砌体结构工程施工质量	103
第十节 提高选择题和计算题的应试能力	107
第二章 木结构	123
第一节 材料和基本设计规定.....	123
第二节 木结构构件和连接计算	129
第三节 普通和轻型木结构	142
第四节 木结构防火、防护和施工	143
第三章 钢结构	146
第一节 基本设计规定	146
第二节 疲劳和连接计算	159
第三节 构造要求	185
第四节 受弯构件的计算	201
第五节 轴心受力和拉弯、压弯构件	226
第六节 塑性设计	258
第七节 钢管结构	262
第八节 钢与混凝土组合梁	265
第九节 单层工业厂房钢结构.....	277
第十节 解题指导	301
参考文献	324

第一章 砌体结构

必备规范:

1. 《砌体结构设计规范》GB 50003 - 2011
2. 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 - 2011
3. 《建筑抗震设计规范》GB 50011 - 2010

第一节 材 料

由块体和砂浆砌筑而成的墙、柱作为建筑物的主要受力构件称为砌体结构；是砖砌体、砌块砌体和石砌体的统称。

一、块体

1. 砖

1) 烧结普通砖、尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ ，烧结多孔砖、尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ ，孔洞率不大于 35%。两者均以黏土、页岩为主要原料经焙烧而成；区别在于后者高 90mm、抗弯强度提高，有孔洞减少材料用量。但孔洞率 $>35\%$ 的多孔砖其折压比较低，且砌体开裂提前呈脆性破坏，故对孔洞率加以限制。最低强度等级 MU10。

2) 蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖、尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ 。由于材料不同、生产工艺（蒸高压）不同，使砖密实、表面光滑、吸水率也较小，由于表面光滑，影响砖与砌筑砂浆的粘结，如用普通砂浆（用 M 表示），使墙体的抗剪强度较烧结普通砖低 1/3。故采用工作性能好、粘结力高、耐候性强且方便施工的专用砂浆砌筑（用 M_s 表示）。这类砌体的专用砂浆，必须保证砌体的抗剪强度不低于烧结普通砖砌体的取值。

考虑到砌体耐久性的要求，承重结构块体的最低强度等级的要求为 MU15。这类砖不得用于长期受热 200°C 以上，受急冷急热和有酸性介质侵蚀的建筑部位。

3) 混凝土普通砖、尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 53\text{mm}$ ，混凝土多孔砖、尺寸为 $240\text{mm} \times 115\text{mm} \times 90\text{mm}$ 。这种砖用水泥、砂、石加水搅拌，经振动加压成型，自然养护而成。最低强度等级 MU15，为了提高砌体抗拉、抗剪和弯曲抗拉强度，应用混凝土块体专用砌筑砂浆（用 M_b 表示）。

2. 混凝土砌块、轻集料混凝土砌块，其主规格尺寸为 $390\text{mm} \times 190\text{mm} \times 190\text{mm}$ ，空心率为 (25~50)%。混凝土砌块的壁、肋厚度很小为 30mm，因此用专用砂浆砌筑（用 M_b 表示）。最低强度等级为 MU5。

3. 石材：(1) 毛石，形状不规则，中部厚度不应小于 200mm；(2) 毛料石，外形大致方正，块体高度为 (180~350) mm。最低强度等级为 MU20。

4. 自承重墙空心砖、轻质砌块

由于这类砌体用于填充墙的范围越来越广，一些强度低、性能差的块材用于工程，出

现墙体开裂、地震时垮塌现象。因此，规定空心砖最低强度等级为 MU3.5，轻集料混凝土砌块最低强度等级也为 MU3.5。

二、砌筑砂浆

1. 砂浆的种类

1) 混合砂浆：由水泥、掺合料（石灰等）、砂与水拌合而成。其主要特点是有气硬性材料，适宜于地面以上使用，但流动性、保水性好，利于砌筑。

2) 水泥砂浆：由水泥、砂和水拌合而成。适用于潮湿环境，但流动性、保水性差。

3) 专用砌筑砂浆：专用砌筑砂浆有两种：一种适用于砌筑混凝土砌块（砖）以 Mb 表示；另一种适用于蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖以 Ms 表示。

2. 砂浆最低强度等级

各种类型砖（混凝土砖除外）	M2.5
蒸压灰砂（粉煤灰）普通砖	Ms5.0
各种混凝土砖和砌块	Mb5.0
毛料石、毛石	M2.5

确定砂浆强度等级时，应采用同类块体为砂浆强度试块底模。

三、砌体抗压强度设计值

各种块体的砌体抗压强度设计值（ f ），均以龄期 28d、毛截面计算和施工质量等级为 B 级查下列各表确定。

1. 烧结普通砖和烧结多孔砖

烧结普通砖和烧结多孔砖的砌体抗压强度设计值，按表 1-1 采用。

烧结普通砖和烧结多孔砖砌体的抗压强度设计值 (MPa)

表 1-1

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

注：当烧结多孔砖的孔洞率大于 30% 时，表中数值应乘以 0.9。

2. 混凝土普通砖和混凝土多孔砖

混凝土普通砖和混凝土多孔砖的砌体抗压强度设计值，按表 1-2 采用。

混凝土普通砖和混凝土多孔砖砌体的抗压强度设计值 (MPa)

表 1-2

砖强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	Mb20	Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	
MU30	4.61	3.94	3.27	2.93	2.59	1.15
MU25	4.21	3.60	2.98	2.68	2.37	1.05
MU20	3.77	3.22	2.67	2.39	2.12	0.94
MU15	—	2.79	2.31	2.07	1.83	0.82

3. 蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖

蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖，采用普通砂浆（M）砌筑和专用砂浆（Ms）砌筑，砌体的抗压强度设计值均按表 1-3 采用。

蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖砌体的抗压强度设计值（MPa） 表 1-3

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	
MU25	3.60	2.98	2.68	2.37	1.05
MU20	3.22	2.67	2.39	2.12	0.94
MU15	2.79	2.31	2.07	1.83	0.82

注：当采用专用砂浆砌筑时，其抗压强度设计值按表中数值采用。

4. 单排孔混凝土砌块和轻集料混凝土砌块

对孔砌筑、承重墙单排孔混凝土砌块和轻集料混凝土砌块砌体抗压强度设计值见表 1-4、图 1-1 和图 1-2。

单排孔混凝土砌块和轻集料混凝土砌块对孔砌筑砌体的抗压强度设计值（MPa） 表 1-4

砌块强度等级	砂浆强度等级					砂浆强度
	Mb20	Mb15	Mb10	Mb7.5	Mb5	
MU20	6.30	5.68	4.95	4.44	3.94	2.33
MU15	—	4.61	4.02	3.61	3.20	1.89
MU10	—	—	2.79	2.50	2.22	1.31
MU7.5	—	—	—	1.93	1.71	1.01
MU5	—	—	—	—	1.19	0.70

注：1 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；

2 对 T 形截面墙体、柱，应按表中数值乘以 0.85。

5. 双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块

双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块，通常用于框架结构的填充墙，其砌体抗压强度设计值见表 1-5 和图 1-3。

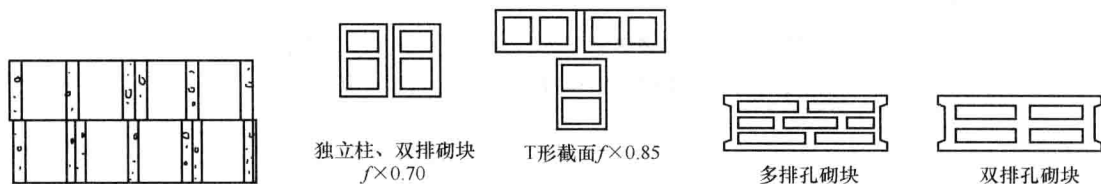


图 1-1 砌块对孔砌筑

图 1-2

图 1-3

双排孔或多排孔轻集料混凝土砌块砌体的抗压强度设计值（MPa） 表 1-5

砌块强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	Mb10	Mb7.5	Mb5	
MU10	3.08	2.76	2.45	1.44
MU7.5	—	2.13	1.88	1.12

续表

砌块强度等级	砂浆强度等级			砂浆强度
	Mb10	Mb7.5	Mb5	0
MU5	—	—	1.31	0.78
MU3.5	—	—	0.95	0.56

注：1 表中的砌块为火山渣、浮石和陶粒轻集料混凝土砌块；

2 对厚度方向为双排组砌的轻集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。

6. 单排孔混凝土砌块灌孔砌体抗压强度设计值 f_g

灌孔混凝土砌块砌体的抗压强度设计值 f_g ，按下式进行计算：

$$f_g = f + 0.6\alpha f_c \quad (1-1)$$

$$\alpha = \delta\rho \quad (1-2)$$

式中： f_g ——灌孔混凝土砌块砌体的抗压强度设计值，该值不应大于未灌孔砌体抗压强度设计值的 2 倍；

f ——未灌孔混凝土砌块砌体的抗压强度设计值，应按表 1-4 采用；

f_c ——灌孔混凝土的轴心抗压强度设计值；

α ——混凝土砌块砌体中灌孔混凝土面积与砌体毛面积的比值；

δ ——混凝土砌块的孔洞率；

ρ ——混凝土砌块砌体的灌孔率，系截面灌孔混凝土面积与截面孔洞面积的比值，灌孔率应根据受力或施工条件确定，且不应小于 33%。

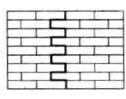
混凝土砌块砌体的灌孔混凝土，由于孔洞尺寸 130mm×130mm 左右，灌孔高度在 2.8m 左右。因此灌孔混凝土采用高流动性、高粘结性、低收缩性的细石混凝土（用 Cb 表示）。强度等级为 Cb20，且不低于 1.5 倍的块体强度等级，其原因是使芯柱混凝土与砌块砌体受力后变形协调，不致使砌块砌体产生不利的应力。

四、砌体轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值

各种块体的砌体轴心抗拉 (f_t)、弯曲抗拉 (f_{tm}) 和抗剪 (f_v) 强度设计值，均以龄期 28d、毛截面和施工质量为 B 级时查表 1-6 采用。

沿砌体灰缝截面破坏时砌体的轴心抗拉强度设计值、
弯曲抗拉强度设计值和抗剪强度设计值 (MPa)

表 1-6

强度类别	破坏特征及砌体种类	砂浆强度等级				
		≥M10	M7.5	M5	M2.5	
轴心抗拉	 <p>沿齿缝</p>	烧结普通砖、烧结多孔砖	0.19	0.16	0.13	0.09
		混凝土普通砖、混凝土多孔砖	0.19	0.16	0.13	—
		蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖	0.12	0.10	0.08	—
		混凝土和轻集料混凝土砌块	0.09	0.08	0.07	—
		毛石	—	0.07	0.06	0.04

续表

强度类别	破坏特征及砌体种类	砂浆强度等级				
		≥M10	M7.5	M5	M2.5	
弯曲抗拉	 沿齿缝	烧结普通砖、烧结多孔砖 混凝土普通砖、混凝土多孔砖 蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖 混凝土和轻集料混凝土砌块 毛石	0.33 0.33 0.24 0.11 —	0.29 0.29 0.20 0.09 0.11	0.23 0.23 0.16 0.08 0.09	0.17 — — — 0.07
	 沿通缝	烧结普通砖、烧结多孔砖 混凝土普通砖、混凝土多孔砖 蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖 混凝土和轻集料混凝土砌块	0.17 0.17 0.12 0.08	0.14 0.14 0.10 0.06	0.11 0.11 0.08 0.05	0.08 — — —
抗剪	烧结普通砖、烧结多孔砖 混凝土普通砖、混凝土多孔砖 蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖 混凝土和轻集料混凝土砌块 毛石	0.17 0.17 0.12 0.09 —	0.14 0.14 0.10 0.08 0.19	0.11 0.11 0.08 0.06 0.16	0.08 — — — 0.11	

- 注：1 对于用形状规则的块体砌筑的砌体，当搭接长度与块体高度的比值小于1时，其轴心抗拉强度设计值 f_t 和弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} 应按表中数值乘以搭接长度与块体高度比值后采用；
- 2 表中数值是依据普通砂浆砌筑的砌体确定，采用经研究性试验且通过技术鉴定的专用砂浆砌筑的蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖砌体，其抗剪强度设计值按相应普通砂浆强度等级砌筑的烧结普通砖砌体采用；
- 3 对混凝土普通砖、混凝土多孔砖、混凝土和轻集料混凝土砌块砌体，表中的砂浆强度等级分别为：≥ Mb10、Mb7.5 及 Mb5。

应注意：

1. 轴心抗拉和抗剪强度设计值与块体的种类和砂浆强度等级有关；而弯曲抗拉强度设计值不仅与上述两个因素有关，还与破坏特征（沿齿缝或沿通缝）有关。

2. 混凝土普通砖、多孔砖表中数值是用 Mb 砂浆砌筑；混凝土和轻集料混凝土砌块，由于有孔洞，接触砂浆的壁、肋仅有 30mm 左右，虽然用 Mb 砂浆砌筑，但轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值均很低。

3. 蒸压灰砂砖和粉煤灰砖表中所列三种强度设计值是用普通砂浆 M 砌筑的。如果用专用砂浆 Ms 砌筑，表中所列三种强度设计值可采用烧结普通砖的数值，但专用的 Ms 砂浆需经研究性试验和技术鉴定。

4. 单排孔混凝土砌块对孔砌筑时，灌孔砌体的抗剪强度设计值 f_{vg} ，按下式计算：

$$f_{vg} = 0.2f_g^{0.55} \quad (1-3)$$

式中： f_g ——灌孔砌体的抗压强度设计值（MPa）。

五、砌体强度设计值的调整和砌体施工

1. 下列情况的各类砌体，其砌体强度设计值应乘以调整系数 γ_a ：

1) 对无筋砌体构件，其截面面积小于 $0.3m^2$ 时， γ_a 为其截面面积加 0.7；对配筋砌体构件，当其中砌体截面面积小于 $0.2m^2$ 时， γ_a 为其截面面积加 0.8；构件截面面积以

“m²”计；

2) 用中、高强度水泥砂浆砌筑的砌体，对砌体的抗压强度和抗剪强度无不利影响，故砂浆强度 $f_2 \geq 5\text{MPa}$ 时可不作调整；当 $f_2 < 5\text{MPa}$ 时，砌体抗压强度设计值 $f \times 0.9$ 调整系数，轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值乘调整系数 0.8。

3) 当验算施工中房屋的构件时 $\gamma_a = 1.1$ 。

2. 施工阶段砂浆尚未硬化的新砌砌体的强度和稳定性，可按砂浆强度为零进行验算。对于冬期施工采用掺盐砂浆法施工的砌体，砂浆强度等级按常温施工的强度等级提高一级时，砌体强度和稳定性可不验算。配筋砌体不得用掺盐砂浆施工。

六、砌体的弹性模量、线膨胀系数和收缩系数

1. 砌体的弹性模量，按表 1-7 采用：

砌体的弹性模量 (MPa)

表 1-7

砌体种类	砂浆强度等级			
	$\geq M10$	M7.5	M5	M2.5
烧结普通砖、烧结多孔砖砌体	$1600f$	$1600f$	$1600f$	$1390f$
混凝土普通砖、混凝土多孔砖砌体	$1600f$	$1600f$	$1600f$	—
蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖砌体	$1060f$	$1060f$	$1060f$	—
非灌孔混凝土砌块砌体	$1700f$	$1600f$	$1500f$	—
粗料石、毛料石、毛石砌体	—	5650	4000	2250
细料石砌体	—	17000	12000	6750

注：1 轻集料混凝土砌块砌体的弹性模量，可按表中混凝土砌块砌体的弹性模量采用；

2 表中砌体抗压强度设计值 f 不进行调整；

3 表中砂浆为普通砂浆，采用专用砂浆砌筑的砌体的弹性模量也按此表取值；

4 对混凝土普通砖、混凝土多孔砖、混凝土和轻集料混凝土砌块砌体，表中的砂浆强度等级分别为： $\geq M10$ 、M7.5 及 M5；

5 对蒸压灰砂普通砖和蒸压粉煤灰普通砖砌体，当采用专用砂浆砌筑时，其强度设计值按表中数值采用。

2. 单排孔且对孔砌筑的混凝土砌块灌孔砌体的弹性模量，应按下列公式计算：

$$E = 2000f_g \quad (1-4)$$

式中： f_g ——灌孔砌体的抗压强度设计值。

3. 砌体的剪变模量 $G = 0.4E$ ， E 为砌体的弹性模量。

4. 砌体的线膨胀系数和收缩率，可按表 1-8 采用。

砌体的线膨胀系数和收缩率

表 1-8

砌体类别	线膨胀系数 ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	收缩率 (mm/m)
烧结普通砖、烧结多孔砖砌体	5	-0.1
蒸压灰砂普通砖、蒸压粉煤灰普通砖砌体	8	-0.2
混凝土普通砖、混凝土多孔砖、混凝土砌块砌体	10	-0.2
轻集料混凝土砌块砌体	10	-0.3
料石和毛石砌体	8	—

注：表中的收缩率系由达到收缩允许标准的块体砌筑 28d 的砌体收缩系数。当地方有可靠的砌体收缩试验数据时，亦可采用当地的试验数据。

七、练习题

题 1. 设置钢筋混凝土构造柱的多层砖房, 采用下列何项施工顺序才能更好地保证墙体的整体性?

- (A) 砌砖墙、绑扎构造柱钢筋、支模板, 再浇筑混凝土构造柱
- (B) 绑扎构造柱钢筋、砌砖墙、支模板, 再浇筑混凝土构造柱
- (C) 绑扎构造柱钢筋、支模板、浇筑混凝土构造柱, 再砌砖墙
- (D) 砌砖墙、支模板、绑扎构造柱钢筋, 再浇筑混凝土构造柱

答案: (B)

解答: 根据《砌体结构设计规范》(以下简称《砌规》) GB 50003-2011 第 2.1.14 条, 按构造配筋, 先砌墙后浇混凝土柱的施工顺序制成的混凝土柱, 通常称为混凝土构造柱。

题 2. 试判断下列说法中哪种不正确?

- (A) 砌体的抗压强度设计值以龄期为 28d 的毛截面面积计算
- (B) 石材的强度等级应以边长为 100mm 的立方体试块抗压强度表示
- (C) 一般情况下, 提高砖的强度等级比提高砂浆强度等级对增大砌体抗压强度的效果好
- (D) 在长期荷载作用下, 砌体强度还有所降低

答案: (B)

解答: (A) 见《砌体结构设计规范》第 3.2.1 条, 正确;

(B) 见砌规附录 A.0.2 条, 石材的强度等级, 可用边长为 70mm 的立方体试块的抗压强度表示。

(C) 根据砌体抗压强度试验结果是正确的。

(D) 在长期荷载作用下, 由于砌体徐变的影响, 使砌体强度有所降低。

题 3. 设单排孔混凝土砌块为 MU5, 采用 Mb7.5 专用砂浆对孔砌筑, 砌块孔洞率为 30%, 采用 Cb25 灌孔混凝土, 灌孔率 66.7%。灌孔砌体的抗压强度设计值 f_g (MPa) 与下列何项数值接近?

- (A) 5.04
- (B) 4.32
- (C) 3.61
- (D) 7.22

答案: (A)

解答: 查《混凝土结构设计规范》表 4.1.4-1,

$$f_c = 11.9 \text{ MPa}$$

查《砌体结构设计规范》表 3.2.1-4, $f = 3.61 \text{ MPa}$

由砌规公式 (3.2.1-1) 和公式 (3.2.1-2)

$$\begin{aligned} \alpha &= \delta \times \rho = 0.3 \times 0.667 = 0.2 \\ f_g &= f + 0.6\alpha f_c = 3.61 + 0.6 \times 0.2 \times 11.9 \\ &= 5.04 \text{ MPa} < 2f = 2 \times 3.61 = 7.22 \text{ MPa} \end{aligned}$$

题 4. 灌孔砌体抗压强度 $f_g = 5.04 \text{ MPa}$, 灌孔砌体的抗剪强度设计值 f_{vg} (MPa) 与下列何项数值接近?

- (A) 0.449
- (B) 0.487
- (C) 0.416
- (D) 0.537

答案: (B)

解答: 根据《砌体结构设计规范》公式 (3.2.2),

$$f_{vg} = 0.2 f_g^{0.55} \\ = 0.2 \times (5.04)^{0.55} = 0.487 \text{MPa}$$

第二节 基本设计规定

砌体结构采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以可靠指标 β 度量结构构件的可靠度，采用分项系数的设计表达式进行计算。

砌体结构有两种极限状态：1. 承载能力极限状态，如受压构件、局部受压、受弯构件等，用相应的计算公式进行验算；2. 正常使用极限状态，一般情况下由相应的构造措施来保证，其中墙、柱的高厚比验算是重要的构造要求。

砌体结构和构件在设计使用年限（一般按 50 年）内，在正常维护（通常指正常设计、正常施工、正常使用和正常维修）下，必须保证满足使用要求，而不需要大修或加固。

一、砌体结构按承载能力设计

1. 第一种最不利基本组合（永久荷载分项系数 $\gamma_G = 1.2$ ，第一个可变荷载分项系数 $\gamma_Q = 1.4$ ），可变荷载起控制作用：

$$\left\{ \begin{aligned} \gamma_0 (1.2 S_{Gk} + 1.4 \gamma_L S_{Q1k} + \gamma_L \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} \psi_{ci} S_{Qik}) &\leq R(f, a_k \dots) & (1-5) \\ \gamma_0 (1.2 S_{Gk} + 1.4 \gamma_L S_{Qk}) &\leq R(f, a_k \dots) & (1-6) \end{aligned} \right.$$

2. 第二种最不利基本组合（永久荷载分项系数 $\gamma_G = 1.35$ ，可变荷载分项系数 $\gamma_Q = 1.4$ ），下列表达式以永久荷载起控制作用：

$$\gamma_0 (1.35 S_{Gk} + 1.4 \gamma_L \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{Qik}) \leq R(f, a_k \dots) \quad (1-7)$$

3. 三个系数

1) 结构重要性系数 γ_0 。按结构构件的安全等级、设计使用年限并考虑工程经验确定。

对安全等级为一级或设计使用年限为 50a 以上的结构构件，不应小于 1.1；对安全等级为二级或设计使用年限为 50a 的结构构件，不应小于 1.0；对安全等级为三级或设计使用年限为 1a~5a 的结构构件，不应小于 0.9。

2) 结构构件的抗力模型不定性系数 γ_L 。对静力设计，考虑结构设计使用年限的荷载调整系数，设计使用年限为 50a，取 1.0；设计使用年限为 100a，取 1.1。

3) 砌体结构的材料性能分项系数 γ_f

砌体的强度标准值 $f_k = f_m - 1.645 \sigma_f$ ；

砌体的强度设计值 $f = f_k / \gamma_f$ ；

一般情况下，宜按施工质量控制等级为 B 级，取 $\gamma_f = 1.6$ ，调整系数 $\gamma_a = 1.0$ ；

施工质量 C 级时， $\gamma_f = 1.8$ ， $\gamma_a = 0.89$ ；

施工质量 A 级时 $\gamma_f = 1.5$ ， $\gamma_a = 1.05$ 。

4. 组合值系数 ψ_{ci} 。一般情况下应取 0.7；对书库、档案库、储藏室、通风机房或电梯机房应取 0.9。

5. 当工业建筑楼面活荷载标准值大于 4kN/m^2 时，式中系数由 1.4 改为 1.3。

6. 将砌体结构视作刚体，验算其整体稳定性按下列两个公式的最不利组合进行验算：

$$\gamma_0 (1.2S_{G2k} + 1.4\gamma_L S_{Q1k} + \gamma_L \sum_{i=2}^n S_{Qi k}) \leq 0.8S_{G1k} \quad (1-8)$$

$$\gamma_0 (1.35S_{G2k} + 1.4\gamma_L \sum_{i=1}^n \psi_{ci} S_{Qi k}) \leq 0.8S_{G1k} \quad (1-9)$$

式中： S_{G1k} ——起有利作用的永久荷载标准值的效应；

S_{G2k} ——起不利作用的永久荷载标准值的效应。

1) 计算整体稳定性时，必须注意对整体稳定有利和不利问题。起有利作用的永久荷载效应 S_{G1k} 放在等号右边，起不利作用的永久荷载效应 S_{G2k} 放在等号的左边。

2) 从可靠度考虑， S_{G1k} 的分项系数 $\gamma_G = 0.8$ ，而 S_{G2k} 的分项系数取 1.2 或 1.35。

3) 可变荷载效应与永久荷载效应符号相反，应放在等号左边并乘分项系数 1.4 和结构构件模型不定性系数 γ_L 。

二、房屋的静力计算

房屋的静力计算，首先要确定房屋按刚性方案、刚弹性方案和弹性方案中哪一个方案进行计算。确定上述三种方案实质是水平荷载传递问题。例如风荷载作用在外纵墙上见图 1-4。

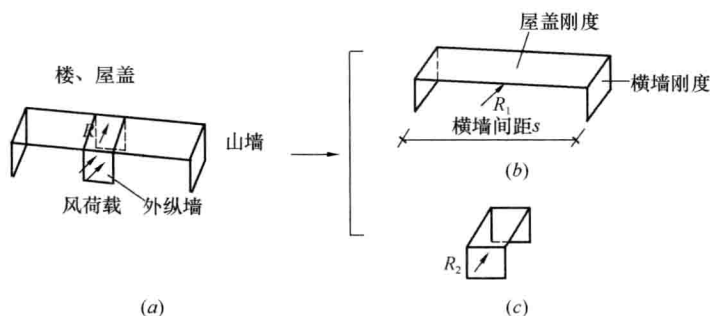
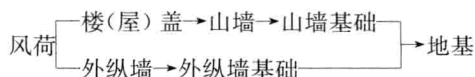


图 1-4 风荷载的传递

(a) 外墙计算单元；(b) 空间传力体系；(c) 平面传力体系

风荷载的传递路线：



1. 风荷载的传递路线与楼（屋）盖的刚度和横墙间距 s 有关。设计时，可按表 1-9 确定静力计算方案。

房屋的静力计算方案

表 1-9

	屋盖或楼盖类别	刚性方案	刚弹性方案	弹性方案
1	整体式、装配整体和装配式无檩体系钢筋混凝土屋盖或钢筋混凝土楼盖	$s < 32$	$32 \leq s \leq 72$	$s > 72$
2	装配式有檩体系钢筋混凝土屋盖、轻钢屋盖和有密铺望板的木屋盖或木楼盖	$s < 20$	$20 \leq s \leq 48$	$s > 48$
3	瓦材屋面的木屋盖和轻钢屋盖	$s < 16$	$16 \leq s \leq 36$	$s > 36$

注：1 表中 s 为房屋横墙间距，其长度单位为“m”；

2 当屋盖、楼盖类别不同或横墙间距不同时，可按本规范第 4.2.7 条的规定确定房屋的静力计算方案；

3 对无山墙或伸缩缝处无横墙的房屋，应按弹性方案考虑。

2. 如果按刚性和刚弹性方案计算, 房屋的横墙应具有一定的刚度。

1) 横墙中开有洞口时, 洞口的水平截面面积不应超过横墙截面面积的 50%;

2) 横墙的厚度不宜小于 180mm;

3) 单层房屋的横墙长度不宜小于其高度, 多层房屋的横墙长度不宜小于 $H/2$ (H 为横墙总高度)。

注: 1 当横墙不能同时符合上述要求时, 应对横墙的刚度进行验算。如其最大水平位移值 $u_{\max} \leq$

$\frac{H}{4000}$ 时, 仍可视为刚性或刚弹性方案房屋的横墙;

2 凡符合注 1 刚度要求的一段横墙或其他结构构件 (如框架等), 也可视为刚性或刚弹性方案房屋的横墙。

3. 单层房屋的计算简图

单层房屋三种静力计算方案的计算简图见图 1-5。

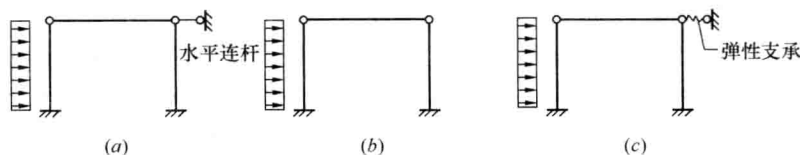


图 1-5 三种静力计算方案的计算简图

(a) 刚性方案上端带水平连杆的不动铰支承下端嵌固于基础顶面; (b) 弹性方案上端屋盖处铰接下端基础顶面固接 (平面排架); (c) 刚弹性方案上端带弹性支承的不动铰支承下端固接

4. 多层房屋的计算简图

1) 计算单元

计算多层房屋的纵墙时, 通常选择建筑中荷载较大及截面较弱的部位, 截取一个开间宽度的墙体作为计算单元 (图 1-6)。

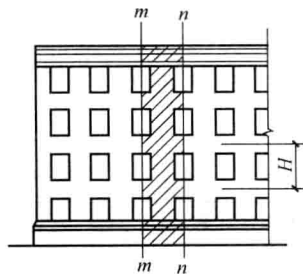


图 1-6

2) 计算简图

(1) 竖向荷载作用下, 由于楼盖的梁板伸入墙内, 削弱了墙体截面的连续性, 在竖向荷载作用下, 为了简化计算可假定墙体在楼盖处为铰接 (不传递弯矩), 即墙、柱在每层高度范围内, 可近似地视作两端铰支的竖向构件 [图 1-7 (a)、(b)]。墙体在基础顶面处的轴向力很大, 而弯矩很小, 也假定为铰支座。经这样简化以后, 每层楼盖通过梁或板传下来的轴向力 N_l , 只对本层墙体产生弯矩, 上面各层传下来的

轴向力 N_0 , 则认为通过上一层墙体截面中心线传来的集中力 (不产生弯矩)。取本层楼盖梁端支承压力 N_l 到墙内边的距离为 $0.4a_0$ [图 1-7 (d)]。

(2) 水平荷载作用下: 作用在墙、柱上的水平荷载通常为风荷载。墙、柱的计算简图可取为竖立的多跨连续梁, 屋盖和各层楼盖为连续梁的不动铰支座, 基础顶面处也视为不动铰支座 [图 1-7 (c)]。