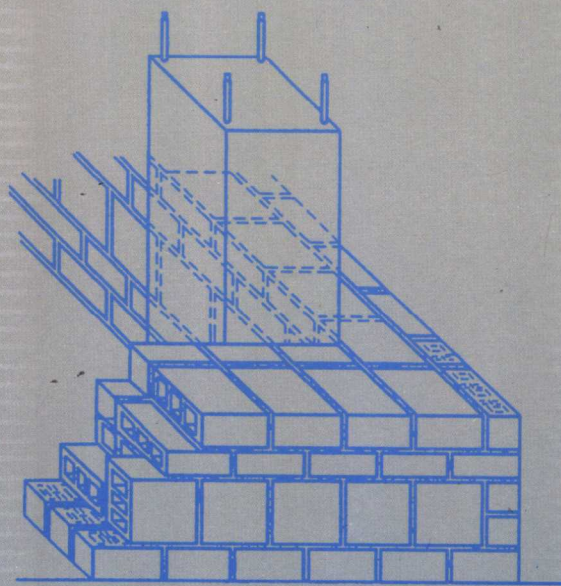


新型建筑材料与施工系列丛书

建筑砌体 材料与施工

应枢德◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



TU52/5

2008

新型建筑材料与施工系列丛书

建筑砌体材料与施工

应枢德 编著



机械工业出版社

砌体材料是房屋建筑材料中的重要部分，因为它是组成建筑的基本材料。随着建筑材料科学的发展，以及节约能源、节省土地资源的需要，近些年来在砌体材料方面涌现了各种材质的各具特色的板材、块材。对于新材料，设计人员、施工技术人员如何设计、如何施工，本书就此给出答案。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑砌体材料与施工/应枢德编著. —北京：机械工业出版社，2008. 3
(新型建筑材料与施工系列丛书)

ISBN 978-7-111-23586-6

I. 建… II. 应… III. ①砌块结构—墙体材料②砌块结构—墙—工程施工
IV. TU522 TU765

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 026608 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑：闫云霞 责任编辑：范秋涛 责任校对：陈延翔

封面设计：马精明 责任印制：杨 曦

三河市国英印务有限公司印刷

2008 年 4 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 17.25 印张 · 424 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-23586-6

定价：37.00 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

砌体材料系指由一定规格的砖或砌块按一定组合，采用砂浆砌筑建筑物墙体的材料。

有关资料表明：在我国墙体材料的生产中，砌体材料产量约占全部墙体材料产量的98%，而砌体材料中黏土实心砖的产量约占全部砌体材料的97%（日本仅为3%）。最近几年我国黏土实心砖的产量高达6000亿块标准砖，其生产能耗约为6000多万t标煤，更兼黏土实心砖保湿隔热性能差，每年建筑供热能耗高达1.1亿t标煤，两种能耗之和则约占我国全年能源消耗的16%。与发达国家相比较，同体积材料的生产能耗我国要高出一倍；供热能耗则高出两倍，可见差距之大，此外，由于生产黏土实心砖要毁坏大量农田，这造成的损失更大。因此，加快我国块体材料（最主要的是砌体材料）的产品结构改革是迫在眉睫的任务。

在砌体材料中，首先要改变以黏土实心砖为主导地位的状况，这就要大力发展一些生产能耗低，节省土地资源而保温、隔热性能好的砌体材料，诸如：多孔砖、空心砖、混凝土小型空心砌块、利用各种工业废渣生产的空心砖与砌块、加气混凝土砌块和石膏砌块等。

在本书中，除了对于砌体材料的分类及强度等级、砌体的各种设计强度及参数、各种砌体构件的承载能力的计算等相关基本知识进行了简要的介绍外，重点介绍了各种砌体材料，如多孔砖、空心砖、混凝土小型空心砌块、中型空心砌块、加气混凝土砌块和石膏砌块等产品的品种、规格和性能以及在设计和施工中的相关内容，并附有详细的节点构造图，以供读者参考。

承蒙曾怡、张伟、应敏、高钰、周志宏、杨春荣、朱传根、宋建军、杜琴甫、杨岗、曹强、于洪波、任文涛、高展、范然、张建民、李书娴、朱淑慧、李昇晗等同志给予本书大力协助，在此表示感谢。

限于编者水平，书中错误在所难免，恳请广大读者批评指正。

目 录

前言

第一章 基本知识	1
第一节 材料及砌体的结构设计.....	1
一、材料的分类及强度等级.....	1
二、砌体的强度.....	2
三、砌体的其他参数.....	6
四、混凝土、钢筋的强度和弹性模量.....	7
五、砌体结构的设计原则.....	9
第二节 无筋砌体构件的承载力计算	11
一、受压构件	11
二、局部受压	55
三、轴心受拉、受弯及受剪构件	58
第三节 配筋砌体构件的承载力计算	60
一、网状配筋砖砌体构件	60
二、组合砌体构件	76
第四节 砌体房屋的静力计算	81
一、静力计算方案的分类及选用	81
二、刚性方案房屋的计算	83
三、弹性方案房屋的计算	86
第二章 多孔砖、空心砖	92
第一节 多孔砖	94
一、特性及构成	94
二、品种、规格和性能	95
三、多孔砖的应用设计.....	107
四、多孔砖的施工.....	115
五、特殊部位的节点结构.....	117
第二节 空心砖.....	127
一、特性及构成.....	128
二、品种、规格和性能.....	128
三、空心砖的应用设计.....	134
四、空心砖的施工.....	136
五、特殊部位的节点结构.....	137

第三章 混凝土小型空心砌块（普通混凝土小型空心砌块、轻集料混凝土小型砌块）	147
一、特性及构成	148
二、品种、规格和性能	149
三、混凝土小型空心砌块的应用	157
四、混凝土小型空心砌块的施工	181
五、特殊部位的节点结构	186
第四章 中型空心砌块	205
一、特性及构成	205
二、品种、规格和性能	205
三、砌体的应用	207
四、砌体的施工	212
第五章 加气混凝土砌块	214
一、特性及构成	214
二、品种、规格和性能	214
三、墙体的设计	217
四、墙体的施工	230
五、墙体特殊部位的节点结构	232
六、加气混凝土制品用粘结砂浆	241
第六章 石膏砌块	242
一、特性及构成	242
二、品种、规格和性能	243
三、石膏砌块的应用	244
四、石膏砌块的施工	245
五、特殊部位的节点结构	245
第七章 砌体工程的质量控制	247
第一节 砌体工程的基本规定与砌筑砂浆	247
一、砌体工程的基本规定	247
二、砌筑砂浆	249
第二节 砖砌体工程	250
一、一般规定	250
二、主控项目	250
三、一般项目	251
第三节 混凝土小型空心砌块砌体工程	252
一、一般规定	252
二、主控项目	253

三、一般项目·····	253
第四节 石砌体工程·····	253
一、一般规定·····	253
二、主控项目·····	254
三、一般项目·····	255
第五节 配筋砌体工程·····	255
一、一般规定·····	255
二、主控项目·····	256
三、一般项目·····	256
第六节 填充墙砌体工程·····	257
一、一般规定·····	257
二、主控项目·····	257
三、一般项目·····	257
第七节 冬期施工·····	259
第八节 子分部工程验收·····	260
附表 砌体工程检验批质量验收记录·····	261
参考文献·····	266

第一章 基本知识

在建筑中，砌体材料是应用的最早、最广泛的材料，可以说在任何建筑中都会使用砌体材料。

在本章中，将介绍砌体材料的分类及强度等级；砌体的各种设计强度及参数；各种砌体构件承载能力的计算等相关内容。

第一节 材料及砌体的结构设计

本节将介绍砌体材料的分类、基本技术指标以及砌体结构设计的方法和原则。此外，对于应用于砌体结构中混凝土、钢筋的相关知识亦予以介绍。

一、材料的分类及强度等级

（一）材料的分类

砌体结构是用块体和砂浆砌筑而成的结构。有时为了提高砌体结构的强度，尚需配置一定的钢筋和与钢筋混凝土组合而构成配筋砌体结构。

1. 块体

块体一般有以下几种：

（1）砖 包括：烧结普通砖（黏土砖和硅酸盐砖）、非烧结硅酸盐砖和多孔砖、空心砖。由它们组成的砌体称为砖砌体。

（2）砌块 分为小型砌块和中型砌块两种。高度在 180 ~ 350mm 的块体称为小型砌块，目前国内的小型砌块多为高度为 190mm 的混凝土空心砌块。高度在 360 ~ 900mm 的块体称为中型砌块，它又有混凝土空心砌块和粉煤灰实心砌块两种。

（3）石材 根据其形状和加工程度分为毛石和料石（六面体）两大类。料石又分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石。

2. 砂浆

砂浆一般有以下几种：

（1）水泥砂浆（水泥和砂）；

（2）混合砂浆（水泥、石灰和砂）；

（3）石灰砂浆（石灰和砂）。

3. 混凝土和钢筋

在配筋砌体结构中，由于砌体强度较低，所以混凝土和钢筋的强度不宜过高。一般为：混凝土采用 C15、C20。

钢筋采用 I 级、II 级钢筋和冷拔低碳钢丝等。

(二) 材料的强度等级

各种块体和砂浆按其强度分为若干等级,称为强度等级。块体的强度等级用符号 MU 表示,砂浆强度等级用符号 M 表示。它们的强度等级有:

1. 砖

MU30 (300)、MU25 (250)、MU20 (200)、MU15 (150)、MU10 (100)、MU7.5 (75)。

2. 砌块

MU15、MU10、MU7.5、MU5、MU3.5。

3. 石材

MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15、MU10。

4. 砂浆

M15、M10、M7.5、M5、M2.5、M1、M0.4。

这里,砖和砌块的强度等级都是用实际砖和砌块的强度确定的,石材的强度等级则是采用 70mm × 70mm × 70mm 立方体为标准试件确定的。

二、砌体的强度

1. 砌体的抗压强度设计值

龄期为 28d 以毛截面计算的各类砌体抗压强度设计值,根据块体和砂浆的强度等级应分别按下列规定采用。

(1) 烧结普通砖、非烧结硅酸盐砖和承重黏土空心砖砌体的抗压强度设计值,应按表 1-1 采用。

(2) 一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值,应按表 1-2 采用。

(3) 块体高度为 180 ~ 350mm 的混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值,应按表 1-3 采用。

(4) 块体高度为 360 ~ 900mm 的混凝土中型空心砌块砌体和粉煤灰中型实心砌块砌体的抗压强度设计值,应按表 1-4 采用。

表 1-1 砖砌体的抗压强度设计值 f

(单位: N/mm²)

砖强度等级	砂 浆 强 度 等 级							砂浆强度
	M15	M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU30 (300)	4.16	3.45	3.10	2.74	2.39	2.17	1.58	1.22
MU25 (250)	3.80	3.15	2.83	2.50	2.18	1.98	1.45	1.11
MU20 (200)	3.40	2.82	2.53	2.24	1.95	1.77	1.29	1.00
MU15 (150)	2.94	2.44	2.19	1.94	1.69	1.54	1.12	0.86
MU10 (100)	2.40	1.99	1.79	1.58	1.38	1.26	0.91	0.70
MU7.5 (75)	—	1.73	1.55	1.37	1.19	1.09	0.79	0.61

注:灰砂砖砌体的抗压强度设计值,应根据试验确定。

表 1-2 一砖厚空斗砌体的抗压强度设计值 f (单位: N/mm^2)

砖强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU20 (200)	1.65	1.44	1.31	1.26	0.98
MU15 (150)	1.24	1.08	0.98	0.94	0.73
MU10 (100)	0.83	0.72	0.65	0.63	0.49
MU7.5 (75)	0.62	0.54	0.49	0.47	0.37

注: 一砖厚空斗砌体包括无眠空斗、一眠一斗、一眠二斗和一眠多斗数种。

表 1-3 混凝土小型空心砌块砌体的抗压强度设计值 f (单位: N/mm^2)

砌块强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU15	4.29	3.85	3.41	2.97	2.02
MU10	2.98	2.67	2.37	2.06	1.40
MU7.5	2.30	2.06	1.83	1.59	1.08
MU5	—	1.43	1.27	1.10	0.75
MU3.5	—	—	0.92	0.80	0.54

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砌块的砌体, 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. 对用不低于砌块材料强度的混凝土灌实的砌体, 可按表中数值乘以 φ_1 , $\varphi_1 = [0.8/(1-\delta)] < 1.5$, δ 为砌块的空心率。

表 1-4 中型砌块砌体的抗压强度设计值 f (单位: N/mm^2)

砌块强度等级	砂浆强度等级				砂浆强度
	M10	M7.5	M5	M2.5	0
MU15	4.89	4.77	4.57	3.98	3.38
MU10	3.26	3.18	3.04	2.65	2.26
MU7.5	2.44	2.39	2.28	1.99	1.69
MU5	—	1.59	1.52	1.32	1.13
MU3.5	—	—	1.06	0.93	0.79

注: 1. 对错孔砌筑的单排方孔空心砌块砌体, 当空心率 $\delta > 0.4$ 时, 应按表中数值乘以系数 φ_2 , $\varphi_2 = 1 - 1.25(\delta - 0.4)$ 。

2. 对用不低于砌块材料强度的混凝土灌实的砌体, 可按表中数值乘以系数 φ_1 , φ_1 应按表 1-3 注 4 采用。

(5) 砌块高度为 180~350mm 的毛料石砌体的抗压强度设计值, 应按表 1-5 采用。

表 1-5 毛料石砌体的抗压强度设计值 f (单位: N/mm^2)

石材强度等级	砂 浆 强 度 等 级				砂 浆 强 度
	M7.5	M5	M2.5	M1	0
MU100	5.78	5.12	4.46	4.06	2.28
MU80	5.17	4.58	3.98	3.63	2.04
MU60	4.48	3.96	3.45	3.14	1.76
MU50	4.09	3.62	3.15	2.87	1.61
MU40	3.66	3.24	2.82	2.57	1.44
MU30	3.17	2.80	2.44	2.22	1.25
MU20	2.59	2.29	1.99	1.81	1.02
MU15	2.24	1.98	1.72	1.57	0.88
MU10	1.83	1.62	1.41	1.28	0.72

注: 对下列各类料石砌体, 应按表中数值分别乘以系数; 细料石砌体 1.5; 半细料石砌体 1.3; 粗料石砌体 1.2; 周边密缝石砌体 0.8。

(6) 毛石砌体的抗压强度设计值, 应按表 1-6 采用。

表 1-6 毛石砌体的抗压强度设计值 f (单位: N/mm^2)

石材强度等级	砂 浆 强 度 等 级					砂 浆 强 度
	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4	0
MU100	1.35	1.20	1.04	0.61	0.45	0.36
MU80	1.21	1.07	0.93	0.54	0.40	0.32
MU60	1.05	0.93	0.81	0.47	0.35	0.28
MU50	0.96	0.85	0.74	0.43	0.32	0.25
MU40	0.86	0.76	0.66	0.38	0.29	0.22
MU30	0.74	0.66	0.57	0.33	0.25	0.19
MU20	0.60	0.54	0.47	0.27	0.20	0.16
MU15	0.52	0.46	0.40	0.24	0.18	0.14
MU10	0.43	0.38	0.33	0.19	0.14	0.11

2. 砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值

龄期为 28d 以毛截面计算的各类砌体的轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪强度设计值 f_t 、 f_{tm} 和 f_v ，可按表 1-7 和表 1-8 采用。

表 1-7 沿砌体灰缝截面破坏时的轴心抗拉强度设计值 f_t 、弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} 和抗剪强度设计值 f_v (单位: N/mm^2)

序号	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	M1	M0.4
1	轴心抗拉强度 f_t		黏土砖、空心砖	0.20	0.17	0.14	0.10	0.06	0.04
			混凝土小型空心砌块	0.10	0.08	0.07	0.05	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.08	0.06	0.05	0.04	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.05	0.04	0.03	0.02	—	—
			毛石	0.09	0.08	0.06	0.04	0.03	0.02
2	弯曲抗拉强度 f_{tm}		黏土砖、空心砖	0.36	0.31	0.25	0.18	0.11	0.07
			混凝土小型空心砌块	0.12	0.10	0.08	0.06	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.09	0.08	0.06	0.04	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.06	0.05	0.04	0.03	—	—
			毛石	0.14	0.12	0.10	0.08	0.04	0.03
			黏土砖、空心砖	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04
			混凝土小型空心砌块	0.08	0.07	0.06	0.04	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.06	0.05	0.04	0.03	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.04	0.03	0.03	0.02	—	—
			毛石	0.22	0.20	0.16	0.11	0.07	0.04
3	抗剪强度 f_v		黏土砖、空心砖	0.18	0.15	0.12	0.09	0.06	0.04
			混凝土小型空心砌块	0.10	0.08	0.07	0.05	—	—
			混凝土中型空心砌块	0.08	0.06	0.05	0.04	—	—
			粉煤灰中型实心砌块	0.05	0.04	0.03	0.02	—	—
			毛石	0.22	0.20	0.16	0.11	0.07	0.04

注: 1. 硅酸盐砖 (包括烧结与非烧结) 砌体的 f_t 、 f_{tm} 和 f_v 值, 应根据试验确定。

2. 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比值小于 1 时, 其 f_t 和 f_{tm} 应按表中数值乘以比值后采用。

表 1-8 沿块体截面破坏时的烧结普通砖砌体的轴心抗拉强度设计值

 f_t 和弯曲抗拉强度设计值 f_{tm} (单位: N/mm^2)

序号	强度类别	砖强度等级					
		MU30 (300)	MU25 (250)	MU20 (200)	MU15 (150)	MU10 (100)	MU7.5 (75)
1	轴心抗拉强度 f_t	0.29	0.28	0.26	0.23	0.20	0.18
2	弯曲抗拉强度 f_{tm}	0.44	0.42	0.38	0.35	0.31	0.28

3. 砌体强度设计值的调整系数 γ_a 。

影响砌体强度设计值的因素很多，有些在设计中必须反映，可将砌体强度设计值乘以调整系数 γ_a ，见表 1-9。

另外，对施工阶段砂浆尚未硬化的新砌砌体，可按砂浆强度为零确定其砌体强度。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。这是因为，在冬期施工中采用掺盐砂浆法施工的砌体，其砌体强度值已经降低，一般相当于降低砂浆等级一级。

表 1-9 调整系数 γ_a 。

使用 情况		γ_a
有起重机房屋和梁跨度大于 9m 的多层房屋 构件截面面积 $A < 0.3\text{m}^2$		0.9 $0.7 + A$
用水泥砂浆砌筑的各类砌体 ^①	抗压强度	0.85
	一般砌体的抗拉、弯、剪强度	0.75
	对粉煤灰中型实心砌块砌体	0.5
验算施工中房屋的构件时		1.10

①对于表 1-8 的强度设计值，仍取 $\gamma_a = 1$ ，即不进行此项调整。

三、砌体的其他参数

1. 砌体的弹性模量

砌体的弹性模量见表 1-10。

表 1-10 砌体的弹性模量 E (单位: N/mm^2)

序号	砌 体 种 类	砂 浆 强 度 等 级					
		M10	M7.5	M5	M2.5	M1	M0.4
1	黏土砖、空心砖；空斗砌体	1500 <i>f</i>	1500 <i>f</i>	1500 <i>f</i>	1300 <i>f</i>	1100 <i>f</i>	700 <i>f</i>
2	硅酸盐砖	1000 <i>f</i>	1000 <i>f</i>	1000 <i>f</i>	900 <i>f</i>	700 <i>f</i>	500 <i>f</i>
3	混凝土小型空心砌块	1600 <i>f</i>	1500 <i>f</i>	1400 <i>f</i>	1200 <i>f</i>	—	—
4	混凝土中型空心砌块	2300 <i>f</i>	2100 <i>f</i>	1900 <i>f</i>	1700 <i>f</i>	—	—
5	粉煤灰中型实心砌块	1100 <i>f</i>	1000 <i>f</i>	950 <i>f</i>	850 <i>f</i>	—	—
6	粗料石、毛料石、毛石	7300 <i>f</i>	5650	4000	2250	1250	850
7	细料石、半细料石	22×10^3	17×10^3	12×10^3	6750	3750	2550

2. 砌体的剪变模量

砌体的剪变模量可近似取 $G = 0.4E$ 。

3. 砌体的线〔膨〕胀系数 α_l

砌体的线〔膨〕胀系数 α_l 见表 1-11。

表 1-11 砌体的线〔膨〕胀系数 α_l

序 号	砌 体 种 类	线〔膨〕胀系数
1	黏土砖、空心砖、空斗砌体	$5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
2	砌块和硅酸盐砖	$10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$
3	料石和毛石	$8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

4. 砌体的摩擦系数 μ

砌体的摩擦系数 μ 见表 1-12。

表 1-12 砌体摩擦系数 μ

序 号	材 料 类 别	摩 擦 面 情 况	
		干燥	潮湿
1	砌体沿砌体或混凝土滑动	0.70	0.60
2	木材沿砌体滑动	0.60	0.50
3	钢沿砌体滑动	0.45	0.35
4	砌体沿砂或卵石滑动	0.60	0.50
5	砌体沿砂质黏土滑动	0.55	0.40
6	砌体沿黏土滑动	0.50	0.30

四、混凝土、钢筋的强度和弹性模量

1. 混凝土、钢筋的强度

砌体结构中所采用的混凝土、钢筋的强度见表 1-13、表 1-14。

表 1-13 混凝土强度设计值

(单位: N/mm^2)

强 度 种 类	符 号	混 凝 土 强 度 等 级											
		C7.5	C10	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55	C60
轴心抗压强度	f_c	3.7	5	7.5	10	12.5	15	17.5	19.5	21.5	23.5	25	26.5
弯曲抗压强度	f_{cm}	4.1	5.5	8.5	11	13.5	16.5	19	21.5	23.5	26	27.5	29
抗拉强度	f_t	0.55	0.65	0.9	1.1	1.3	1.5	1.65	1.8	1.9	2	2.1	2.2

注: 1. 计算现浇钢筋混凝土轴心受压及偏心受压构件时, 如截面的长边或直径小于 300mm, 则表中混凝土的强度设计值应乘以系数 0.8; 当构件质量 (如混凝土成型, 截面和轴线尺寸等) 确有保证时, 可不受此限。

2. 离心混凝土的强度设计值, 应按有关规定取用。

表 1-14 钢筋强度设计值

(单位: N/mm^2)

种 类	f_y 或 f_{py}	f'_y 或 f'_{py}
热轧钢筋	I 级 (A_3 、 AY_3)	210
	II 级 (20MnSi 、 20MnNb (b))	
	$d < 25$	310
	$d = 28 \sim 40$	290
	III 级 (25MnSi)	340
冷拉钢筋	IV 级 ($40\text{Si}2\text{MnV}$ 、 45SiMnV 、 $45\text{Si}2\text{MnTi}$)	500
	I 级 ($d < 12$)	250
	II 级 $d < 25$	380
	$d = 28 \sim 40$	360
	III 级	420
热处理钢筋	IV 级	580
	$40\text{Si}2\text{Mn}$ ($d = 6$)	
	$48\text{Si}2\text{Mn}$ ($d = 8.2$)	1000
	$45\text{Si}2\text{Cr}$ ($d = 10$)	400
冷拔低碳钢丝	甲级:	I 组、II 组
	$\phi 4$	460 430
	$\phi 5$	430 400
	乙级:	
	$\phi 3 \sim \phi 5$	
	用于焊接骨架和焊接网时	320
	用于绑扎骨架和绑扎网时	250

注: 1. 在钢筋混凝土结构中, 轴心受拉和小偏心受拉构件的钢筋抗拉强度设计值大于 $310\text{N}/\text{mm}^2$ 时, 仍按 $310\text{N}/\text{mm}^2$ 取用; 其他构件的钢筋抗拉强度设计值大于 $340\text{N}/\text{mm}^2$ 时, 仍按 $340\text{N}/\text{mm}^2$ 取用; 对于直径大于 12mm 的 I 级钢筋, 如经冷拉, 不得利用冷拉后的强度。

2. 当钢筋混凝土结构的混凝土强度等级为 C10 时, 光面钢筋的强度设计值应按 $190\text{N}/\text{mm}^2$ 取用, 变形钢筋 (包括月牙纹钢筋和螺纹钢筋) 的强度设计值应按 $230\text{N}/\text{mm}^2$ 取用。

3. 构件中配有不同种类的钢筋时, 每种钢筋根据其受力情况应采用各自的强度设计值。

2. 混凝土、钢筋的弹性模量

砌体结构中所采用的混凝土、钢筋的弹性模量见表 1-15、表 1-16。

表 1-15 混凝土弹性模量 E_c (单位: N/mm^2)

混凝土强度等级	弹性模量 E_c	混凝土强度等级	弹性模量 E_c
C7.5	1.45×10^4	C35	3.15×10^4
C10	1.75×10^4	C40	3.25×10^4
C15	2.20×10^4	C45	3.35×10^4
C20	2.55×10^4	C50	3.45×10^4
C25	2.80×10^4	C55	3.55×10^4
C30	3.00×10^4	C60	3.60×10^4

表 1-16 钢筋弹性模量 E_s (单位: N/mm^2)

种 类	E_s
I 级钢筋、冷拉 I 级钢筋	2.1×10^5
II 级钢筋、III 级钢筋、冷拔低碳钢丝	2.0×10^5

五、砌体结构的设计原则

1. 以概率理论为基础的极限状态设计法

《砌体结构设计规范》(GB 50003—2001) 采用以概率理论为基础的极限状态设计方法, 以可靠指标度量结构构件的可靠度用分项系数的设计表达式进行计算。

砌体结构应按承载能力极限状态设计, 并满足正常使用极限状态的要求。

所谓承载能力极限状态是指结构或结构构件达到了最大承载能力或者产生了使结构或结构构件不能继续承载的过大变形, 从而丧失了完成安全性功能的能力的一种状态。当结构或结构构件出现下列状态之一时, 即可认为达到了承载能力极限状态。

- (1) 结构构件或连接因达到材料强度而破坏;
- (2) 由于某些截面或部位的受力性能在荷载增大过程中发生变化 (例如产生塑性转动) 而使结构变为机动体系;
- (3) 结构或构件丧失稳定;
- (4) 结构或构件发生倾覆、滑移或漂浮, 从而丧失位置平衡。

对于砌体结构, 一般是考虑第 (1) 种情况; 对于某些构件 (如挑梁、挡土墙) 还应考虑第 (4) 种情况。

所谓正常使用极限状态是指使结构或构件失去适用性和耐久性的状态。例如出现过大的变形、过大的裂缝、过大的振动等而影响正常使用, 即认为达到了正常使用极限状态。砌体结构一般可由相应的构造措施来保证满足正常使用极限状态的要求。对于受压构件的偏心距超过极限偏心距时, 才计算拉应力以控制裂缝宽度不致过大。

2. 建筑结构的安全等级

根据建筑结构破坏可能产生的后果 (危及人的生命、造成经济损失、产生社会影响等) 的严重性, 建筑结构可按表 1-17 划分为三个安全等级, 设计时应根据具体情况适当选用。

表 1-17 建筑结构的安全等级

安全等级	破坏后果	建筑物类型
一级	很严重	重要的工业与民用建筑
二级	严重	一般的工业与民用建筑
三级	不严重	次要的建筑物

注: 1. 对于特殊的建筑物, 其安全等级可根据具体情况另行确定。

2. 对地震区的砌体结构设计, 应按《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2001) 根据建筑物重要性区分建筑物类别。

3. 按承载能力极限状态设计的表达式

砌体结构按承载能力极限状态设计的表达式为:

$$\gamma_0 S \leq R(f_d, a_k, \dots) \quad (1-1)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数。对于安全等级为一级、二级、三级的砌体结构构件,可分别取 1.1、1.0、0.9;

S ——内力设计值,分别表示为轴向力设计值 N 、弯矩设计值 M 和剪力设计值 V 等;

R ()——结构构件的承载力设计值函数;

f_d ——砌体的强度设计值;

a_k ——几何参数标准值。

S 的一般表达式为:

$$S = \gamma_G C_G G_K + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1K} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK} \quad (1-2)$$

式中 γ_G ——永久荷载分项系数,一般情况采用 1.2;

γ_{Q1} 、 γ_{Qi} ——第一个和其他第 i 个可变荷载分项系数,一般情况采用 1.4;

G_K ——永久荷载的标准值;

Q_{1K} ——第一个可变荷载的标准值,该可变荷载标准值的效应大于其他任意第 i 个可变荷载标准值的效应;

Q_{iK} ——其他第 i 个可变荷载的标准值;

C_G 、 C_{Q1} 、 C_{Qi} ——永久荷载、第一个可变荷载和其他第 i 个可变荷载的荷载效应系数;

ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载的组合值系数,当风荷载与其他可变荷载组合时,可采用 0.6。

对于一般单层和多层房屋,可采用下列简化的极限状态设计表达式:

$$\gamma_0 (\gamma_G C_G C_K + \psi \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{iK}) \leq R(f_d, a_k, \dots) \quad (1-3)$$

式中, ψ 为简化设计表达式中的荷载组合系数,当风荷载与其他可变荷载组合时,可采用 0.85。

当砌体结构作为一个刚体,需验算整体稳定性时,例如倾覆、滑移、漂浮等,可采用下列设计表达式:

$$0.8 C_{G1} G_{1K} - 1.2 C_{G2} G_{2K} - 1.4 C_{Q1} Q_{1K} - \sum_{i=2}^n 1.4 C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK} \geq 0 \quad (1-4)$$

式中 G_{1K} ——起有利作用的永久荷载标准值;

G_{2K} ——起不利作用的永久荷载标准值;

C_{G1} 、 C_{G2} ——分别为 G_{1K} 、 G_{2K} 的荷载效应系数;

Q_{1K} 、 Q_{iK} ——起不利作用的第一个和其他第 i 个可变荷载的标准值;

C_{Q1} 、 C_{Qi} ——分别为第一个可变荷载和其他第 i 个可变荷载的荷载效应系数;

ψ_{Ci} ——第 i 个可变荷载的组合系数,其取值同前。