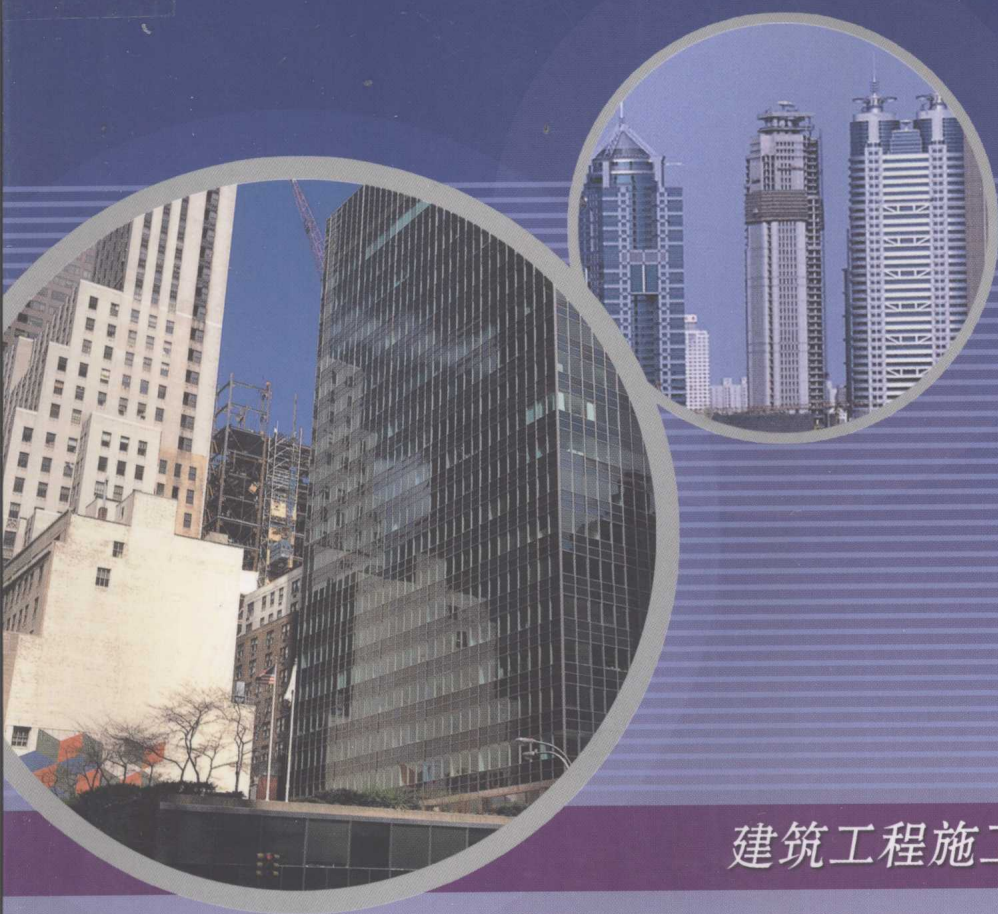




建筑工程施工计算系列丛书

主体结构工程施工计算

(含PKPM计算软件)

徐 伟 骆艳斌 时春霞 主编

中国建筑工业出版社

2008

建筑工程施工计算系列丛书

主体结构工程施工计算

徐 伟 骆艳斌 时春霞 主编

中國建築工業出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

主体结构工程施工计算/徐伟, 骆艳斌, 时春霞主编.

—北京: 中国建筑工业出版社, 2007

(建筑工程施工计算系列丛书)

ISBN 978-7-112-09520-9

I. 主… II. ①徐…②骆…③时… III. 结构工程—
工程施工—工程计算 IV. TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 134443 号

本书为建筑工程施工计算系列丛书之一。内容包括: 砌筑施工计算、钢筋工程施工计算、混凝土工程施工工艺计算、大体积混凝土工程施工计算、预应力混凝土工程施工计算、结构吊装工程施工计算、钢结构工程施工计算和木结构工程施工计算。

本书具有适用面广、实用性强、内容全面、数据齐全、系统完整、配套新颖、理论与实践相结合等特点, 给第一线的施工技术人员和设计师提供直接指导, 也可作为在校学生拓展专业知识面、掌握现代化施工计算的专业参考书。

* * *

责任编辑: 郇锁林

责任设计: 董建平

责任校对: 孟楠 王金珠

建筑工程施工计算系列丛书

主体结构工程施工计算

徐伟 骆艳斌 时春霞 主编

*

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

北京华艺制版公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 29¼ 字数: 727 千字

2008 年 4 月第一版 2008 年 4 月第一次印刷

印数: 1—4000 册 定价: 69.00 元 (含光盘)

ISBN 978-7-112-09520-9

(16184)

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)

前 言

改革开放近三十年来,国家综合实力进一步增强,进入全面建设小康社会的新阶段,我国建筑施工技术有了飞速发展,取得了举世瞩目的成就,建设了一大批规模宏大、施工难度大的建筑物和构筑物。随着中国加入WTO,建筑市场逐渐开放,市场竞争日趋激烈,知识经济将代替传统的工业经济,建筑企业必须依靠科学技术和提高管理水平来促进其发展,其中很重要的一项技术就是贯穿整个施工过程中的施工计算,因为从施工方案的编制、优化到技术安全措施的控制,再到工程质量的检测与控制等过程中都需要进行严格的定量分析,使施工活动更加准确和可靠,确保工程质量和安全。施工计算除了需要应用一般专业知识外,还常需要把其他各专业科学渗透融合到施工中应用,它涉及面广,计算难度较大。

本书为建筑工程施工计算系列丛书之一,主要是为了满足从事建筑施工的广大技术人员的迫切需要,为其提供简明、实用的施工计算参考,助其解决一些施工现场实际计算问题。本书主要涉及建筑主体结构工程施工计算,内容包括:砌体施工计算、钢筋工程施工计算、混凝土工程施工工艺计算、大体积混凝土工程施工计算、预应力混凝土工程施工计算、结构吊装工程施工计算、钢结构工程施工计算和木结构工程施工计算。

本书在编写方面力求做到简明扼要,深入浅出,基本概念清楚,数据齐全,并使富有启发性,对每项计算除介绍基本原理、计算公式外,还附有一些实用图表,对所列公式有的作了简单推导,在每项计算末尾都附有计算实例,使读者在明了原理的基础上,能较快地掌握要领,举一反三。本书根据国家新修订的设计规范、施工验收规范以及新颁布的技术标准规程,法定计算单位、符号等进行编写,具有适用范围广、实用性强、内容全面、数据齐全、系统完整、配套新颖、理论与实践相结合等特点,给第一线的施工技术人员和设计师提供直接指导,也可作为在校学生拓展专业知识面、掌握现代化施工计算的专业参考书。

本书由徐伟、骆艳斌、时春霞主编。第一章由徐伟、周光华、胡晓依编写,第二章由骆艳斌、时春霞编写,第三章由时春霞、徐伟编写,第四章由高吉龙、徐伟编写,第五章由徐伟、时春霞、李明雨编写,第六章由徐伟、周光华、骆艳斌编写,第七章由骆艳斌、李明雨、马锦明编写,第八章由周光华、徐伟、胡晓依编写。全书由徐伟、骆艳斌统稿。

本书在编写过程中,参考了大量书籍和资料,在此深表谢意。

由于编者水平有限,书中难免有遗漏和不妥之处,敬请广大读者批评、指正。

目 录

第 1 章 砌筑施工计算	1
1.1 砌筑砂浆配合比的计算	1
1.2 砂浆强度的换算	8
1.3 砖墙用料的计算	10
1.4 砖墙排砖计算	14
1.5 砖拱圈楔形砖加工规格及数量计算	16
1.6 砖墙、柱施工允许自由高度的计算	19
1.7 砖含水率、砂浆灰缝厚度和饱满度对砌体强度的影响计算	21
1.8 砖烟囱砌筑楔形砖加工规格及数量计算	22
1.9 砖烟囱砌筑稳定性的验算	25
第 2 章 钢筋工程施工计算	28
2.1 钢筋代换计算	28
2.2 钢筋配料计算	44
2.3 钢筋用料计算	61
2.4 钢筋吊环计算	65
2.5 钢筋冷拉计算	67
2.6 钢筋冷拔计算	72
第 3 章 混凝土工程施工工艺计算	74
3.1 混凝土配合比计算	74
3.2 砂的细度模数和平均粒径计算	110
3.3 混凝土浇灌计算	112
3.4 混凝土拌制配料计算	116
3.5 泵送混凝土施工计算	118
3.6 补偿收缩混凝土计算	126
3.7 混凝土强度的换算和推算	127
3.8 混凝土强度验收评定计算	129
3.9 蒸汽养护参数计算	134

第 4 章 大体积混凝土工程施工计算	137
4.1 混凝土温度变形值计算	137
4.2 混凝土和钢筋混凝土极限拉伸计算	137
4.3 混凝土热工性能计算	138
4.4 混凝土拌合温度和浇筑温度计算	142
4.5 混凝土水化热温升值计算	146
4.6 混凝土收缩值和收缩当量温差计算	151
4.7 各龄期混凝土弹性模量计算	153
4.8 混凝土徐变变形和应力松弛系数计算	154
4.9 大体积混凝土裂缝控制施工计算	159
4.10 混凝土温度控制计算	169
4.11 混凝土和钢筋混凝土结构伸缩缝间距计算	171
4.12 混凝土和钢筋混凝土结构位移值计算	173
4.13 混凝土冬季施工计算	174
第 5 章 预应力混凝土工程施工计算	221
5.1 预应力混凝土台座工程	221
5.2 混凝土台面计算	240
5.3 预应力筋张拉力和张拉力控制力计算	243
5.4 预应力张拉设备选用计算	245
5.5 预应力筋张拉伸长值计算	247
5.6 预应力筋下料长度计算	252
5.7 预应力筋应力损失值计算	258
5.8 预应力筋分批和叠层张拉计算	269
5.9 预应力筋放张计算	271
5.10 预应力筋电热张拉工艺计算	274
第 6 章 结构吊装工程施工计算	282
6.1 吊装索具设备计算	282
6.2 卷扬机牵引力及锚固压重计算	308
6.3 锚碇计算	315
6.4 吊装设备选用和稳定性计算	322
6.5 柱绑扎计算	335
6.6 柱子吊装裂缝宽度验算	350
6.7 重型柱吊装工艺	352
6.8 柱子稳定性验算	361
6.9 梁、板绑扎起吊位置及吊索内力计算	363

6.10	屋架吊装验算	367
6.11	升板法施工计算	380
第7章	钢结构工程施工计算	394
7.1	钢材重量计算	394
7.2	钢结构零件加工计算	395
7.3	钢结构焊接连接计算	400
7.4	钢结构焊接连接板长度计算	404
7.5	钢材含碳量计算	408
7.6	高强度螺栓施工计算	409
7.7	钢桁架杆件长度及内力系数	414
7.8	钢桁架安装稳定性验算	416
7.9	钢网架施工计算	420
第8章	木结构工程施工计算	427
8.1	木材材积计算	427
8.2	木材性质指标计算	432
8.3	木材斜纹抗压强度设计值确定计算	438
8.4	木结构拉压构件计算	439
8.5	木结构齿连接计算	442
8.6	木屋架杆件内力及长度系数计算	448
8.7	木结构坡度系数计算	452
8.8	木结构圆弧、圆拱计算	454
8.9	木门窗用料计算	456
	参考文献	460

第 1 章

砌筑施工计算

◆ 1.1 砌筑砂浆配合比的计算

砌筑砂浆对原材料有如下要求：

1. 水泥

水泥的强度等级应根据设计要求进行选择。水泥砂浆采用的水泥，其强度等级不宜大于 32.5 级；水泥混合砂浆采用的水泥，其强度等级不宜大于 42.5 级。

2. 砂

砂宜用中砂，其中毛石砌体宜用粗砂。砂的含泥量：对水泥砂浆和强度等级不小于 M5 的水泥混合砂浆不应超过 5%；强度等级小于 5% 的水泥混合砂浆，不应超过 10%。

3. 石灰膏

生石灰熟化成石灰膏时，应用孔径不大于 3mm × 3mm 的网过滤。熟化时间不得少于 7d；磨细生石灰粉的熟化时间不得少于 2d。沉淀池中贮存的石灰膏，应采取防止干燥、冻结和污染的措施。配置水泥石灰砂浆时，不得采用脱水硬化的石灰膏。

4. 黏土膏

采用黏土或粉质黏土制备黏土膏时，宜用搅拌机加水搅拌，通过孔径不大于 3mm × 3mm 的网过筛。用比色法鉴定黏土中的有机物含量时应浅于标准色。

5. 电石膏

制作电石膏的电石渣应用孔径不大于 3mm × 3mm 的网过滤，检查时应加热至 70℃ 并保持 20min，没有乙炔气味后，方可使用。

6. 粉煤灰

粉煤灰的品质指标应符合表 1-1 的要求。

粉煤灰品质指标 表 1-1

序	指标	级别		
		I	II	III
1	细度 (0.045mm 方孔筛余), % 不大于	12	20	45
2	需水量比, % 不大于	95	105	115
3	烧失量, % 不大于	5	8	15
4	含水量, % 不大于	1	1	不规定
5	三氧化硫, % 不大于	3	3	3

7. 磨细生石灰粉

磨细生石灰粉的品质指标应符合表 1-2 的要求。

建筑生石灰粉品质指标

表 1-2

序	指标		钙质生石灰粉			镁质生石灰粉		
			优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
1	CaO + MgO 含量, % 不大于		85	80	75	80	75	70
2	CO ₂ 含量, % 不大于		7	9	11	8	10	12
3	细度	0.90mm 筛筛余, % 不大于	0.2	0.5	1.5	0.2	0.5	1.5
		0.125mm 筛筛余, % 不大于	7.0	12.0	18.0	7.0	12.0	18

1.1.1 水泥砂浆、混合砂浆配合比计算

砂浆的配合比应采用重量比, 并应最终由试验确定。如砂浆的组成材料(胶凝材料、掺合料、骨料)有变更, 其配合比应重新确定。

下面介绍一下水泥砂浆、水泥混合砂浆配合比设计过程中的一些基本步骤。

1. 确定砂浆的试配强度 f_p

试配砂浆时, 应按设计强度等级提高 15%, 以保证砂浆强度的平均值不低于设计强度等级, 砂浆的试配强度可按下列式计算:

$$f_p = 1.15f_m \quad (1-1)$$

式中 f_p ——砂浆的试配强度, 精确至 0.1 (MPa);

f_m ——砂浆的设计强度(即砂浆抗压强度平均值)(MPa);

2. 确定每立方米砂浆中的水泥用量 Q_{co}

根据砂浆试配强度 f_p 和水泥强度等级计算每立方米砂浆中的水泥用量, 可由下列式计算:

$$Q_{co} = \frac{f_p}{\alpha f_{co}} \times 1000 \quad (1-2)$$

式中 Q_{co} ——立方米砂浆的水泥用量 (kg/m^3);

α ——经验系数, 其值见表 1-3;

f_{co} ——水泥的强度等级。

3. 确定掺加料用量 Q_{po}

根据计算得出的水泥用量, 水泥混合砂浆中的掺加料用量可由下列式计算:

$$Q_{po} = Q_A - Q_{co} \quad (1-3)$$

式中 Q_{po} ——每立方米砂浆中的掺加料用量 (kg);

Q_{co} ——每立方米砂浆中的水泥用量 (kg);

Q_A ——每立方米砂浆中胶结料和掺加料的总用量 (kg)，一般应在 250 ~ 350kg 之间。

注：在试配时所用石灰膏的稠度应为 12cm，当石灰膏稠度不同时，可由表 1-4 的换算系数进行换算。

经验系数 α 值

表 1-3

水泥强度等级	砂浆强度等级				
	M10	M7.5	M5	M2.5	M1
52.5	0.885	0.815	0.725	0.584	0.412
42.5	0.931	0.885	0.758	0.608	0.427
32.5	0.999	0.915	0.806	0.643	0.450
27.5	1.048	0.957	0.839	0.667	0.466
22.5	1.113	1.102	0.884	0.698	0.486

石灰膏不同稠度时的换算系数

表 1-4

石灰膏稠度 (mm)	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30
换算系数	1.00	0.99	0.97	0.95	0.93	0.92	0.90	0.88	0.87	0.86

4. 确定砂用量 Q_s

含水率为零的过筛净砂，每立方米砂浆中用 0.9m^3 的砂子；含水率为 2% 的中砂，每立方米砂浆中的用砂量为 1m^3 ；含水率大于 2% 的砂，应酌情增加用砂量。

5. 根据砂浆的稠度确定用水量 Q_w

每立方米砂浆中的用水量 Q_w (kg) 可通过试拌，在满足砂浆的强度和流动性的要求下确定用水量或按表 1-5 选用。

每立方米砂浆中用水量选用值

表 1-5

砂浆品种	混合砂浆	水泥砂浆
用水量 (kg/m^3)	260 ~ 300	270 ~ 330

注：1. 混合砂浆中的用水量，不包括石灰膏或黏土膏中的水；

2. 当采用细砂或粗砂时，用水量分别取上限或下限；

3. 稠度小于 70mm 时，用水量可小于下限；

4. 施工现场气候炎热或干燥季节，可酌量增加水量。

6. 砂浆的试配、调整与确定

试配时应采用工程中实际使用的材料；应采用机械搅拌。搅拌时间，应自投料结束算起，对水泥砂浆和水泥混合砂浆，不得少于 120s；对掺用粉煤灰和外加剂的砂浆，搅拌时间不应少于 180s。

首先，按查表所得或计算配合比进行试拌，并测定拌合物的稠度和分层度；若不能满足要求，则应调整用水量或掺加料用量，直到符合要求为止，然后确定为试配时的砂浆基

准配合比。

试配时应至少采用三个不同的配合比，其中一个按以上试样确定的砂浆基准配合比，另外两个配合比的水泥用量按基准配合比分别增加、减少 10%，在保证稠度、分层度合格的条件下，可将用水量或掺加料用量作相应调整。

按国家现行标准《建筑砂浆基本性能试验方法》(JGJ 70—90) 的规定对三个不同的配合比经适当调整后制作试件，测定砂浆强度；并选定符合强度要求的且水泥用量较少的为最终使用的砂浆配合比。

注：1. 试配时采用的材料与实际使用的材料以及搅拌方法与施工时采用的方法均应相同。

2. 砂浆配合比确定后，当材料有变更时，其配合比必须重新通过试验确定。

常用的砌筑砂浆的参考配合比见表 1-6。

常用的砌筑砂浆配合比参考表

表 1-6

砂浆强度等级	重量配合比			材料用量 (kg/m^3)			外加剂掺量
	水泥	石灰膏	砂子	水泥	石灰膏	砂子	
M1.0	1	1.53 ~ 1.57	17.0 ~ 15.3	85 ~ 95	130 ~ 150	1430 ~ 1450	1 ~ 3
M2.5	1	0.92 ~ 1.00	12.0 ~ 11.2	120 ~ 130	110 ~ 130	1430 ~ 1450	1 ~ 2
M5.0	1	0.52 ~ 0.58	8.53 ~ 7.63	170 ~ 190	90 ~ 110	1430 ~ 1450	1 ~ 2
M7.5	1	0.33 ~ 0.39	6.9 ~ 6.3	210 ~ 230	70 ~ 90	1430 ~ 1450	1
M10.0	1	0.15 ~ 0.22	5.6 ~ 5.2	260 ~ 280	40 ~ 60	1430 ~ 1450	0

注：石灰膏稠度为 12cm；机械拌合。

【例 1-1】某工地欲配置强度等级为 M7.5 的水泥石灰砂浆，稠度要求 70 ~ 100mm，采用堆积密度为 $1500\text{kg}/\text{m}^3$ 、含水率为 2% 的中砂，32.5 级的普通硅酸盐水泥，掺加稠度为 100mm 石灰膏，试确定该水泥石灰砂浆的配合比。

【解】(1) 计算砂浆试配强度 f_p

已知 $f_m = 7.5\text{MPa}$,

由式 (1-1) 得：

$$f_p = 1.15 \times 7.5 = 8.6\text{MPa}$$

(2) 计算每立方米砂浆中的水泥用量 Q_{co}

$$\begin{aligned} \text{由式 (1-2) 得：} \quad Q_{co} &= \frac{f_p}{\alpha f_{co}} \times 1000 \\ &= \frac{8.6}{0.915 \times 32.5} = 290.0\text{kg} \end{aligned}$$

(3) 计算每立方米砂浆中的石灰膏用量 Q_{po}

取 $Q_A = 350\text{kg}/\text{m}^3$

那么

$$Q_{po} = Q_A - Q_{co} = 350 - 290.0 = 60.0\text{kg}$$

由表 1-4 把石灰膏稠度 100mm 换算成 120mm：

$$60.0 \times 0.97 = 58.2\text{kg}$$

(4) 确定砂用量 Q_s 。

根据砂子的堆积密度和含水量计算砂用量, 如下:

$$Q_s = 1500 \times 1 = 1500 \text{kg}$$

(5) 选定用水量 Q_w

根据表 1-5 选择试配时的用水量 $Q_w = 300 \text{kg}$

(6) 确定配合比

由以上计算出的砂浆试配时各种材料用量的比例为:

$$\begin{aligned} \text{水泥: 石灰膏: 砂: 水} &= 290.0: 58.2: 1500: 300 \\ &= 1: 0.2: 5.17: 1.15 \end{aligned}$$

即为水泥石灰砂浆的最终配合比。

1.1.2 粉煤灰砂浆配合比计算

下面介绍粉煤灰水泥砂浆、粉煤灰水泥混合砂浆配合比的基本计算步骤:

1. 确定砂浆试配强度 f_p

试配砂浆时, 应按设计强度等级提高 15%, 以保证砂浆强度的平均值不低于设计强度等级, 砂浆的试配强度可按式计算:

$$f_p = 1.15f_m \quad (1-4)$$

式中符号的意义与 1.1.1 节中的相同。

2. 确定水泥用量 Q_{co}

根据砂浆试配强度 f_p 和水泥强度等级计算每立方米砂浆中的水泥用量, 可由下式计算:

$$Q_{co} = \frac{f_p}{\alpha f_{co}} \times 1000 \quad (1-5)$$

式中符号的意义与 1.1.1 节中的相同。

3. 确定石灰膏用量 Q_{po}

按式 (1-5) 求出的水泥用量, 由下式可计算石灰膏用量:

$$Q_{po} = Q_A - Q_{co} \quad (1-6)$$

式中符号的意义与 1.1.1 节中的相同。

4. 计算粉煤灰砂浆中的水泥用量 Q'_{co}

先选择水泥取代率, 每立方米粉煤灰砂浆中的水泥用量, 可由下式计算:

$$Q'_{co} = Q_{co}(1 - \beta_{m1}) \quad (1-7)$$

式中 Q'_{co} ——每立方米粉煤灰砂浆的水泥用量 (kg);

β_{m1} ——取代水泥率 (%), 见表 1-5;

Q_{co} ——每立方米不掺粉煤灰砂浆的水泥用量 (kg)。

5. 计算粉煤灰砂浆的石灰膏用量 Q'_{po}

先选择石灰膏取代率, 则每立方米粉煤灰砂浆中的石灰膏用量, 可由下式计算:

$$Q'_{po} = Q_{po}(1 - \beta_{m2}) \quad (1-8)$$

式中 Q'_{po} ——每立方米粉煤灰砂浆中的石灰膏用量 (kg);

β_{m2} ——石灰膏取代率 (%), 此取代率可通过试验确定, 但不宜超过 50%;

Q_{po} ——每立方米不掺粉煤灰砂浆的石灰膏用量 (kg)。

6. 计算粉煤灰砂浆中的粉煤灰用量 Q_m

先选择粉煤灰超量系数, 每立方米粉煤灰砂浆中的粉煤灰用量, 可由下式计算:

$$Q_m = \delta_m [(Q_{co} - Q'_{co}) + (Q_{po} - Q'_{po})] \quad (1-9)$$

式中 Q_m ——每立方米粉煤灰砂浆中的粉煤灰用量 (kg);

δ_m ——粉煤灰的超量系数;

其他符号意义同前。

7. 计算砂用量 Q'_s

根据水泥、粉煤灰、石灰膏和砂的绝对体积, 求出粉煤灰超出水泥部分的体积, 并扣除同体积的砂用量, 则得到每立方米粉煤灰砂浆中的砂用量, 可按下列式计算:

$$Q'_s = Q_s - \left(\frac{Q'_{co}}{\rho_{co}} + \frac{Q_m}{\rho_f} + \frac{Q'_{po}}{\rho_{po}} - \frac{Q_{co}}{\rho_{co}} - \frac{Q_{po}}{\rho_{po}} \right) \rho_s \quad (1-10)$$

式中 Q'_s ——每立方米粉煤灰砂浆中的砂用量 (kg);

Q_s ——每立方米砂浆中的砂用量 (kg);

ρ_{co} 、 ρ_f 、 ρ_{po} 、 ρ_s ——分别为水泥、粉煤灰、石灰膏、砂的相对密度;

其他符号意义同前。

8. 确定用水量 Q_w

通过试拌, 按粉煤灰砂浆稠度及流动性确定用水量。

9. 试配与配合比的调整

试配与配合比调整的方法同 1.1.1 节。

砂浆中粉煤灰取代水泥率及超量系数见表 1-7。

砂浆中粉煤灰取代水泥率及超量系数

表 1-7

砂浆品种		砂浆强度等级				
		M1	M2.5	M5	M7.5	M10
水泥石灰砂浆	β_m (%)	15 ~ 40			10 ~ 25	
	δ_m	1.2 ~ 1.7			1.1 ~ 1.5	
水泥砂浆	β_m (%)	—	25 ~ 40	20 ~ 30	15 ~ 25	10 ~ 20
	δ_m	—	1.3 ~ 2.0		1.2 ~ 1.7	

注: 表中 β_m 为粉煤灰取代率; δ_m 为粉煤灰超量系数。

【例 1-2】 采用 42.5 级的普通硅酸盐水泥, 含水率为 2% 的中砂, 砂的堆积密度为 1600 kg/m^3 , 粉煤灰取代率 $\beta_{m1} = 15\%$, 取代石灰膏率 $\beta_{m2} = 40\%$, 取粉煤灰超量系数 $\delta_m =$

1.4, 石灰膏稠度 120mm, 试配制砌筑砖墙用 M7.5 水泥石灰混合砂浆, 计算配合比。

【解】 (1) 计算砂浆试配强度

已知 $f_2 = 7.5 \text{ MPa}$, 由式 (1-4) 可得:

$$f_{m,0} = 7.5 \times 1.15 = 8.6 \text{ MPa}$$

(2) 计算不掺粉煤灰砂浆水泥用量 Q_{co}

$$\text{由式 (1-5) 得, } Q_{co} = \frac{f_p}{\alpha \times f_{co}} \times 1000 = \frac{8.6}{0.855 \times 42.5} = 237.4 \text{ kg}$$

(3) 计算不掺粉煤灰砂浆石灰膏用量 Q_{po}

取 $Q_A = 350 \text{ kg/m}^3$

由式 (1-6) 得:

$$Q_{po} = 350 - 237.4 = 112.6 \text{ kg}$$

(4) 计算粉煤灰砂浆中的水泥用量 Q'_{co}

由式 (1-7) 得:

$$Q'_{co} = Q_{co}(1 - \beta_{m1}) = 237.4 \times (1 - 0.15) = 201.8 \text{ kg}$$

(5) 计算粉煤灰砂浆中的石灰膏用量 Q'_{po}

由式 (1-8) 得:

$$Q'_{po} = Q_{po}(1 - \beta_{m2}) = 112.6 \times (1 - 0.4) = 67.6 \text{ kg}$$

(6) 计算粉煤灰砂浆中的粉煤灰用量 Q_{f0}

由式 (1-9) 得:

$$\begin{aligned} Q_{f0} &= \delta_m [(Q_{co} - Q'_{co}) + (Q_{po} - Q'_{po})] \\ &= 1.4 \times [(237.4 - 201.8) + (112.6 - 67.6)] \\ &= 112.8 \text{ kg} \end{aligned}$$

(7) 计算粉煤灰砂浆水泥用量 Q'_s

取 $\rho_{co} = 3.0$, $\rho_f = 2.2$, $\rho_{po} = 2.8$, $\rho_s = 2.6$, $Q_s = 1600 \times 1 = 1600 \text{ kg}$, 由式 (1-10) 得:

$$\begin{aligned} Q'_s &= Q_s - \left(\frac{Q'_{co}}{\rho_{co}} + \frac{Q_{f0}}{\rho_f} + \frac{Q'_{po}}{\rho_{po}} - \frac{Q_{co}}{\rho_{co}} - \frac{Q_{po}}{\rho_{po}} \right) \rho_s \\ &= 1600 - \left(\frac{201.8}{3.0} + \frac{112.8}{2.2} + \frac{67.6}{2.8} - \frac{237.4}{3.0} - \frac{112.6}{2.8} \right) \times 2.6 \\ &= 1539.3 \text{ kg} \end{aligned}$$

(8) 确定用水量 Q_w

根据表 1-5 选择试配用水量为 300 kg/m^3 。

(9) 试配与调整配合比

由以上计算出的每立方米粉煤灰砂浆材料的用量为:

$$\begin{aligned} \text{水泥: 石灰膏: 粉煤灰: 砂: 水} &= 201.8: 67.6: 112.8: 1539.3: 300 \\ &= 1: 0.33: 0.56: 7.63: 1.49 \end{aligned}$$

假定符合要求, 故不需作调整。

1.2 砂浆强度的换算

砂浆的强度等级是在标准养护条件下 ($20 \pm 3^\circ\text{C}$)、28d 的标准龄期的试块抗压强度, 分 M15、M10、M7.5、M5 和 M2.5 等五个等级。

砂浆的强度随龄期的增加而提高, 不同的温度下, 其强度的增长情况也不相同, 温度高强度也高, 温度低强度也低。因此, 砂浆在各种温度下强度增长的数值, 施工中常常需要参照应用。例如, 砂浆强度等级是以在标准养护条件, 龄期为 28d 的试块抗压结果确定的, 而施工现场的试块往往并不是在 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 的温度下, 故为了确定砂浆强度等级需要按温度来进行强度换算; 又例如, 砖过梁、筒拱等是否可以拆除模板, 都需要根据砂浆实际的强度来确定, 此时必须按龄期和温度进行强度换算。因此, 这个问题在施工中具有重要的实用意义。

1.2.1 按实际养护温度进行强度换算

可参照《砖石工程施工及验收规范》附录一中列出的砂浆在不同温度养护条件下, 不同龄期的砂浆强度增长情况进行换算, 见表 1-8 ~ 表 1-10。

用 325 号、425 号的普通硅酸盐水泥拌制的砂浆强度增长表

表 1-8

龄期 (d)	不同温度下的砂浆强度百分率 (以在 20°C 时养护 28d 的强度为 100%)							
	1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
1	4	6	8	11	15	19	23	25
3	18	25	30	36	43	48	54	60
7	38	46	34	62	69	73	78	82
10	46	55	64	71	78	84	88	92
14	50	61	71	78	85	90	94	98
21	55	67	76	85	92	98	102	104
28	59	71	81	92	100	104	—	—

用 325 号的矿渣硅酸盐水泥拌制的砂浆强度增长表

表 1-9

龄期 (d)	不同温度下的砂浆强度百分率 (以在 20°C 时养护 28d 的强度为 100%)							
	1°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C
1	3	4	5	6	8	11	15	18
3	8	10	13	19	30	40	47	52
7	19	25	33	45	59	64	69	74
10	26	34	44	57	69	75	81	88
14	32	43	54	66	79	87	93	98
21	39	48	60	74	90	96	100	102
28	44	53	65	83	100	104	—	—

由表可知,如已知配置砂浆的水泥种类、标号、养护温度和龄期,即可推算出相当标准养护温度下的砂浆强度。当养护温度高于 25℃ 时,表内虽未列出 28d 的强度百分率,考虑到温度较高时对强度发展的有利因素,可以按 25℃ 时的百分率,即只要砂浆试块的强度达到设计强度的 104%,即认为合格。当自然温度在表列温度值之间时,可以采用插值法求取百分率。

用 425 号的矿渣硅酸盐水泥拌制的砂浆强度增长表

表 1-10

龄期 (d)	不同温度下的砂浆强度百分率 (以在 20℃ 时养护 28d 的强度为 100%)							
	1℃	5℃	10℃	15℃	20℃	25℃	30℃	35℃
1	3	4	6	8	11	15	19	22
3	12	18	24	31	39	45	50	56
7	28	37	45	54	61	68	73	77
10	39	47	54	63	72	77	82	86
14	46	55	62	72	82	87	91	95
21	51	61	70	82	92	96	100	104
28	55	66	75	89	100	104	—	—

1.2.2 按实际龄期进行强度换算

表 1-8 ~ 表 1-10 中列出的龄期最多为 28d,至于龄期在 $28d \leq t \leq 90d$ 的强度,可按下式推算:

$$R_t = \frac{1.5tR_{28}}{14+t} \quad (1-11)$$

式中 R_t ——龄期为 $t(d)$ 时的砂浆强度 (MPa);

t ——龄期 (d);

R_{28} ——龄期为 28d 的砂浆抗压强度 (MPa)。

式 (1-11) 适用于混合砂浆和水泥砂浆在温度为 $20 \pm 3^\circ\text{C}$ 的情况。

【例 1-3】 某工地采用强度等级为 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥拌制 M5.0 的水泥砂浆,两组试块均采用现场自然养护,养护期间 (28d) 的平均温度分别为 10℃ 和 30℃,养护结束后砂浆试块的抗压试验结果分别为 3.90MPa 和 5.15MPa。试判断该两组试块是否达到设计要求。

【解】 已知养护温度分别为 10℃ 和 30℃、养护期限 28d,由表 1-7 可以查得应达到强度等级的百分率分别为 81% 和 104%。

试块的强度值判别分别如下:

$$5.0 \times 0.98 \times 0.81 = 3.97\text{MPa} > 3.90\text{MPa}$$

$$5.0 \times 0.98 \times 1.04 = 5.10\text{MPa} < 5.15\text{MPa}$$

可知,养护温度为 10℃ 的一组试块不满足砂浆设计强度等级要求,养护温度为 30℃ 的一组试块可以满足设计强度等级要求。

【例 1-4】 已知一组龄期为 30d 混合砂浆试块的平均强度为 3.81MPa，试推算该组试块在标准养护温度（20±3℃）下，龄期为 28d 和 50d 的平均强度。

【解】 由式（1-11）可得龄期为 28d 的强度为：

$$3.81 = \frac{1.5 \times 30 \times R_{28}}{14 + 30}$$

$$R_{28} = \frac{1.5 \times 30 \times 3.81}{14 + 30} = 3.90 \text{MPa}$$

则龄期为 50d 的砂浆强度为：

$$R_{50} = \frac{1.5 \times 50 \times 3.90}{14 + 50} = 4.57 \text{MPa}$$

1.3 砖墙用料的计算

砌筑砖砌体前，砖应提前一天浇水润湿，润砖的效果，从含水率上看，烧结普通砖、空心砖宜为 10%~15%；灰砂砖、粉煤灰砖宜为 5%~8%。含水率以水重占干砖重的百分数计。以烧结砖为例，从程度上看，是砖截面的四个边浸入水痕 10~15mm 为宜。砖不能现用现润，高温季节严禁干砖上墙。砖的品种、强度等级必须符合设计要求，并应规格一致。用于清水墙、柱表面的砖，尚应边角整齐、色泽均匀。

此外，通常还需要计算砖、砌筑砂浆和砂浆材料等砖墙用料的用量。

1.3.1 砖及砂浆用量的计算

烧结普通砖的规格为 240mm×115mm×53mm，其他砖应以砖的平均长度、宽度、厚度或按出厂合格证上砖的规格尺寸进行计算。设砖长 = a ，砖宽 = b ，砖厚 = c ，再按规范要求，确定灰缝厚度，设竖缝厚度为 d_1 ，横缝厚度为 d_2 ，则：

1. 砖墙每平方米需要砖及砂浆的数量，根据砖墙厚度（图 1-1）按下式计算：

(1) 半砖墙

$$\text{砖数} \quad A = \frac{1}{(a + d_1)(c + d_2)} (\text{块}) \quad (1-12)$$

$$\text{砂浆量} \quad B = b - A \cdot a \cdot b \cdot c (\text{m}^3) \quad (1-13)$$

(2) 一砖墙

$$\text{砖数} \quad A = \frac{1}{(b + d_1)(c + d_2)} (\text{块}) \quad (1-14)$$

$$\text{砂浆量} \quad B = a - A \cdot a \cdot b \cdot c (\text{m}^3) \quad (1-15)$$

(3) 一砖半墙

$$\text{砖数} \quad A = \frac{1}{(a + d_1)(c + d_2)} + \frac{1}{(b + d_1)(c + d_2)} (\text{块}) \quad (1-16)$$

$$\text{砂浆量} \quad B = (a + b + d_1) - A \cdot a \cdot b \cdot c (\text{m}^3) \quad (1-17)$$

(4) 两砖墙