

砌体结构研究论文集

# 砌体结构 研究论文集

砌体结构设计规范GBJ3—88背景材料

《砌体结构设计规范修订组》编

钱义良 施楚贤主编

083

湖南大学出版社



编：范理 沈双  
设计：谭子厚

86.23083  
Q 44



142017

ISBN 7-314-00405-6/TU·13

定价 7.00 元

# 砌体结构研究论文集:

砌体结构设计规范GBJ 3—88背景材料

1                   《砌体结构设计规范修订组》编

钱义良 施楚贤 主编

湖南大学出版社

## 内 容 简 介

本书系新颁行的《砌体结构设计规范GBJ3—88》的背景材料，也是近十几年来我国在砌体结构方面的重要科研成果汇编，主要内容有：无筋及配筋砌体结构可靠度分析，砌体的各类强度及其基本力学性能，砌体结构构件的偏心受压和局部受压计算方法，墙梁、挑梁及配筋砖砌体构件设计，砌体结构房屋的空间工作。

本书可供工程结构设计、科研、施工人员和大专院校土建专业师生参考。

### 砌体结构研究论文集

(砌体结构设计规范GBJ3—88背景材料)

《砌体结构设计规范修订组》编

钱义良 施楚贤 主编

责任编辑 范理 沈双

☆

湖南大学出版社出版发行

(长沙岳麓山)

湖南省新华书店经销 湖南省长沙市华中印刷厂印刷

☆

787×1092 16开 22.25印张 514千字

1989年4月第1版 1989年4月第1次印刷

印数：1—8000册

ISBN 7-314-00405-6/TU·13

定 价：7.00 元

## 前 言

根据国家基本建设委员会(81)建发设字第546号文的要求,在全国有关设计、科研和高等院校的大力协作下,砌体结构设计规范的编制工作已经完成。在规范修订前后的十几年中,全国许多从事砌体结构的专家和科研人员,进行了约十个专题的研究。如所周知,砌体结构不仅其强度变异较大,而且试件笨重,数量多,测试要求也高,参加试验研究工作的同志是相当艰苦的。

这次进行的专题研究计有:砌体结构的可靠度、多层房屋的空间工作、偏心受压、局部受压、石结构、砖拱、砌块房屋、配筋砌体、墙梁、挑梁和试验方法等。这些专题研究的成果,都具有较高的学术水平,并经过同行专家的鉴定,得到很高的评价。这些专题的研究成果是制定新规范的主要依据。

规范中具体反映了上述专题研究的成果,但往往是十分扼要的。此外,有的成果有时不一定完全被规范所采用,却仍具有一定的学术价值。这些对加深理解和熟练使用新规范,对促进砌体结构学科的发展,都具有重要的价值。为了更好地发挥这些研究成果的作用,使广大主建设计、施工、科研人员和大专院校师生全面了解新规范的依据和背景,我们选编了这本论文集,相信对他们有所裨益。书中不足之处,希望大家提出宝贵意见。

《砌体结构设计规范》主编和副主编:钱义良、胡秋谷、施楚贤、智琦、严家熺、霍宏耀。

参加编制工作的有:王增泽、刘季、唐岱新、李雪岩、张英、冯铭硕、易文宗、王庆霖、石国彬、莫庭斌、顾怡荪、蒋廷伟、张保印、龚绍熙、宋雅涵、张保善、张金岭、柏傲冬、陈行之、张兴武、高本立、李坚权、陈茂义

本书主编:钱义良、施楚贤。

参加编辑人员即各篇论文的作者。

编者

一九八八年七月

# 目 录

无筋砌体结构的可靠度分析和工程试设计	(1)
砌体的强度及其变异	(14)
子样变异系数 $\delta_x$ 的极限分布及其应用	(26)
影响砖砌体抗压强度的几个因素	(32)
砖砌体早期承受压应力对其抗压强度的影响	(45)
关于砌体轴心抗拉、弯曲抗拉和抗剪等三项强度	(51)
粘土空心砖砌体受压、受剪强度和变形特征的试验研究	(62)
七孔粘土空心砖砌体的力学性能	(88)
粉煤灰中型砌块的砌体抗剪强度及其墙片受剪承载力	(94)
无筋墙体的抗震剪切强度	(103)
砌体的受压弹性模量	(116)
砖砌体泊松比 $\nu$ 的试验研究	(123)
砌体结构构件的偏心受压	(132)
砖砌体偏心受压构件的承载力分析	(142)
偏压砖柱的强度相关公式	(153)
砌体结构局部受压试验及计算方法	(163)
砌体房屋构造措施调查报告	(193)
墙梁试验研究与考虑组合作用的墙梁设计	(196)
框支墙梁的有限元法分析及近似计算	(223)
挑梁的试验研究	(236)
雨蓬和悬臂楼梯的试验研究	(251)
用有限元法分析挑梁结构	(260)
网状配筋砖砌体受压构件的承载力	(273)
纵配筋组合砖柱的试验研究及设计	(282)
配筋砌体结构可靠度的校准	(297)
组合砖砌体受压构件可靠度分析	(311)
多层房屋的空间作用问题	(323)
多层砖石结构房屋空间作用的实测与分析	(330)
《砌体基本力学性质试验方法》中几个技术问题的确定	(344)

# 无筋砌体结构的可靠度分析和工程试设计

浙江大学 严家熺\*

**摘要** 本文汇总了对原规范以概率理论为基础的可靠度校准资料,介绍了在此基础上用一次二阶矩法确定的《砌体结构设计规范》的材料性能分项系数。对新、老规范无筋砌体受压构件截面承载力进行了比较,并就住宅、办公楼、无吊车厂房试设计的结果作了分析。

《砖石结构设计规范》(GBJ3-73)(以下简称原规范)系采用多系数分析、经验系数调整、单一安全系数表达的总安全系数方法进行设计,总安全系数的数值是根据半概率半经验的原则确定的,其可靠度分析方法基本上属于定值法的范畴。随着结构可靠度理论的发展,用概率法计算和分析结构可靠度已进入实用阶段,我国近几年在理论和有关参数的统计分析上进行了大量工作,新编的《建筑结构设计统一标准》已规定各类建筑结构设计规范应根据以概率理论为基础的极限状态设计方法进行设计,这是我国结构可靠度工作的重大进展。

## 一、《砌体结构设计规范》中结构可靠度的修订内容

砌体结构的设计由半概率半经验的总安全系数法转变为以概率理论为基础的极限状态设计法,从可靠度的概念、可靠度的度量和结构设计表达式等方面都有本质上的变化,反映在规范修订中有以下几个方面:

1. 《砌体结构设计规范》(以下简称《砌体规范》)依据《建筑结构设计统一标准》(以下简称《统一标准》),在分析和确定规范可靠度水平时,采用以概率理论为基础的非确定性数学模型,用概率和数理统计的方法确定有关设计参数。众所周知,影响砌体结构可靠度的各种因素都具有随机性,作用在结构上的荷载和构件抗力都是随机变量,结构设计不可避免的存在着种种不定性。在《砌体规范》修订前,砖石结构安全度研究组经过几年的努力取得了比较丰富的砌体结构抗力的统计参数,为《砌体规范》的可靠度修订打好了基础。

2. 《砌体规范》构件的可靠度分析采用了近似概率法,构件的可靠度以可靠指标 $\beta$ 来度量。可靠指标 $\beta$ 是与失效概率有内在联系的衡量可靠度相对水平的量化指标,虽然在设计表达式中 $\beta$ 并不出现,但修订规范时,以 $\beta$ 值控制了构件设计表达式的可靠度水平。

3. 《砌体规范》给出了砌体强度平均值 $\mu_f$ 、砌体强度标准值 $f_k$ 和砌体强度设计值 $f_d$ 三个强度,这与原规范单一的砌体强度有很大的不同。

强度平均值 $\mu_f$ 是指试验回归得出的强度。

\* 参加研究工作的有云南建筑技术发展中心胡秋谷、上海建筑材料工业学院钱义良。

强度标准值 $f_k$ 是考虑了强度变异性有明确分位值的强度指标,《砌体规范》的 $f_k = \mu_f(1 - 1.645\delta_f)$ 。

强度设计值 $f_d = f_k/\gamma_f$ , $\gamma_f$ 为砌体结构材料性能分项系数, $\gamma_f$ 是涉及到影响砌体结构可靠度诸因素的综合性影响系数。

4.《砌体规范》采用了《统一标准》规定的设计表达式,表达式中的三系数 $\gamma_G$ 、 $\gamma_Q$ 、 $\gamma_R$ 虽为定值的形式,但其实质不同于过去三系数法中的荷载系数、材料匀质系数和工作条件系数。《砌体规范》中的荷载分项系数 $\gamma_G$ 和 $\gamma_Q$ 已由《统一标准》按可靠度指标 $\beta$ 值不变的原则通过优化选定,砌体结构的抗力系数 $\gamma_R$ 则由砌体结构的可靠度的校准分析决定。

《砌体规范》可靠度修订工作,按以下步骤进行。

(1) 统计和分析各类砌体结构在各种受力情况下的砌体强度、截面几何特性和抗力计算公式的不定性,计算各类砌体结构的抗力统计参数。

(2) 对原规范以一次二阶矩验算点法进行可靠度分析,取得原规范以可靠指标 $\beta$ 表达的可靠度水平,为《砌体规范》修订提供可靠度的参考水平。

(3) 综合各通因素,选定设计表达式的目标可靠指标,在规定的 $r_G$ 和 $r_Q$ 的条件下,确定各类砌体的结构抗力系数 $r_R$ 。

(4) 通过对设计表达式抗力项的等量转换,选译砌体结构材料分项系数 $r_f$ ,建立砌体结构的强度设计值 $f_d$ 。

(5) 根据修订的砌体强度公式和抗力计算公式,重新统计修订后的抗力项统计参数,计算各类砌体构件的可靠指标。

(6) 进行新、老规范各类砌体构件截面水载能力对比计算,进行房屋试设计。

## 二、原规范各类砌体构件的抗力统计参数和可靠度校准

对原规范进行校准时,荷载统计参数系取《统一标准》的规定值:

恒载 $G$ :  $\chi_G = 1.060$   $\delta_G = 0.070$

办公楼楼面活载 $Q$ :  $\chi_Q = 0.6980$   $\delta_Q = 0.2882$

住宅楼面活载 $Q$ :  $\chi_Q = 0.8585$   $\delta_Q = 0.2326$

风荷载 $W$ :  $\chi_W = 0.998$   $\delta_W = 0.1930$

砌体结构的荷载效应比值 $\rho$ 较小,一般在0.1~0.5范围内变化,校准时采用 $\rho = 0.1$ 、0.25、0.5三个比值。荷载效应采用恒载加办公楼活载、恒载加住宅楼面荷载和恒载加风载三种组合。

砌体结构各种受力状态下的材料强度、截面几何特征和计算模式不定性的统计参数汇总在表1、表2和表3。

砌体结构各类构件的抗力统计参数 $\chi$ 、 $\delta_R$ 汇总在表4。

用一次二阶矩验算点法,依据荷载统计参数和表4的抗力统计参数计算得到的原规范的可靠指标 $\beta$ 列于表5。

校准的原规范 $\beta$ 值表明,原规范各类砌体结构在各种受力状态下的 $\beta$ 值并不一致,砖、小块和中块砌体的轴压构件的可靠指标均能满足 $\beta = 3.7$ 的要求;对偏心受压构



砌体材料强度的统计参数

表 1

砌体类别	构件类别	$\mu_{\Omega_f}$	$\delta_{\Omega_f}$
砖砌体	轴压	1.15	0.20
	偏压 ( $e_0 \leq 0.5y$ )	1.10	0.20
		( $e_0 > 0.5y$ )	1.05
	轴拉	1.00	0.22
	齿缝受弯	1.00	0.22
	通缝受弯	1.00	0.24
	受剪	1.00	0.24
混凝土小块砌体	轴压	1.00	0.14
	通缝受剪	1.00	0.24
混凝土中块砌体	轴压	1.00	0.22
粉煤灰中块砌体	轴压	1.00	0.17

砌体截面几何特征的统计参数

表 2

砌体类别	构件类别	$\mu_{\Omega_a}$	$\delta_{\Omega_a}$
砖砌体	轴压	1.0	0.023 (a)
	偏压 ( $e_0 \leq 0.5y$ )	1.0	0.023 (a)
		( $e_0 > 0.5y$ )	1.0
	轴拉	1.0	0.023 (a)
	齿缝抗弯	1.0	0.036 (I)
	通缝抗弯	1.0	0.036 (I)
	抗剪	1.0	0.036 (I)
混凝土小块砌体	轴压	1.0	0.014 (a)
	偏压	1.0	0.014 (a)
混凝土中块砌体	轴压	1.0	0.010 (a)
	偏压	1.0	0.010 (a)
粉煤灰中块砌体	轴压	1.0	0.023 (a)
	偏压	1.0	0.023 (a)

砌体构件的计算模式及不定性

表 3

砌体种类	构件类别	$\mu_{\Omega_p}$	$\delta_{\Omega_p}$
砖砌体	轴压	1.053	0.147
	偏压 $e_0 \leq 0.5$	1.143	0.226
		$e_0 > 0.5$	1.166
	轴拉	1.025	0.071
	齿缝受弯	1.060	0.096
	通缝受弯	1.069	0.098
	受剪	1.017	0.126
混凝土小块砌体	轴压	1.359	0.224
	通缝受剪	1.180	0.155
中型砌块砌体	轴压	1.199	0.134
	偏压	1.304	0.183

无筋砌体各类构件的抗力统计参数

表 4

砌体种类	构件类别	$\chi$	$\delta_R$
砖砌体	轴压	1.211	0.2495
	偏压 $e_0 \leq 0.5y$	1.257	0.3025
		$e_0 > 0.5y$	1.224
	轴拉	1.025	0.2323
	齿缝受弯	1.06	0.2427
	通缝受弯	1.069	0.2617
	受剪	1.017	0.2734
混凝土小块砌体	轴压	1.359	0.265
	通缝受剪	1.180	0.288
中型砌块砌体	轴压	1.199	0.259
	偏压	1.304	0.287

注：表中 $\chi$ 、 $\delta_R$ 均以原规范和规程的取值计算。

件，砖砌体较低，中块砌体满足 $\beta=3.7$ 的要求，小块砌体无数据；对受剪构件，砖砌体的 $\beta$ 较低，小块砌体略低，中块砌体无数据。

原规范和规程的可靠指标  $\beta$

表 5

砌体种类	构件类别	可靠指标 $\beta$
砖砌体	轴压	3.89
	偏压 $e_0 \leq 0.5y$	3.35
		$e_0 > 0.5y$
	轴拉	3.81
	受弯 齿缝	3.79
		通缝
	受剪	3.23
小块砌体	轴压	4.13
	受剪	3.62
中块砌体	轴压	3.76
	偏压	3.69

### 三、砌体结构的材料性能分项系数

砌体结构承载能力极限状态设计表达式为：

$$\gamma_0(\gamma_G C_G G_K + \gamma_Q C_Q Q_{1K} + \sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} \psi_{Ci} Q_{iK}) \leq R(f_d, a_K \dots \dots)$$

对于安全等级为二级的砌体结构，当仅有一项活载时，设计表达式可简化为：

$$1.2C_G G_K + 1.4C_Q Q_K \leq \frac{R_K}{\gamma_R}$$

式中  $R_K$ —原规范的结构抗力标准值，

$\gamma_R$ —结构抗力分项系数。

为了计算方便，《砌体结构设计规范》以强度设计值 $f_d$ 为材料强度计算指标。对上式的抗力项 $\frac{R_K}{\gamma_R}$ 作等效变换即可转变成由强度设计值、标准几何特性等因素组成的结构

设计抗力 $S_d$ 。以轴压砌体（短柱）为例，

$$S_d = \frac{R_K}{\gamma_R} = \frac{\mu_R}{K_R} \cdot \frac{1}{\gamma_R} = \frac{\mu_{R新}}{\alpha} \cdot \frac{1}{K_R \gamma_R} = \frac{\mu f a_K}{\alpha K_R \gamma_R} = \frac{f_K a_K}{\gamma \alpha K_R \gamma_R}$$

$$\text{取 } \gamma_f = \gamma \alpha K_R \gamma_R$$

$$\text{则 } S_d = \frac{f_k a_k}{\gamma_f} = f_d a_k$$

- 式中  $\mu_R$ —原规范的砌体结构抗力平均值；  
 $K_R$ —原规范结构抗力平均值和设计用的抗力标准值的比值， $K_R = \mu_R / R_k$ ；  
 $\mu_{R\text{新}}$ —《砌体规范》的砌体结构抗力平均值；  
 $\alpha$ —《砌体规范》和原规范结构抗力平均值的比值， $\alpha = \mu_{R\text{新}} / \mu_R$ ；  
 $\mu_f$ —《砌体规范》的砌体强度平均值；  
 $\gamma$ —《砌体规范》砌体强度标准值和强度平均值的比值， $\gamma = f_k / \mu_f = 1 - 1.645 \delta_f$ ；  
 $\delta_f$ ；  
 $\gamma_f$ —材料性能分项系数。

由以上抗力项的等效转换可知，材料性能分项系数的数值与结构抗力分项系数 $\gamma_R$ 、砌体材料的强度变异系数 $\delta_f$ 和新、老规范抗力平均值，和抗力标准值的取值有关，它是一个综合性影响系数，本质上不同于材料匀质系数，因此，由 $f_k$ 和 $\gamma_f$ 确定的强度设计值 $f_d$ ，它的取值不仅与砌体强度有关，而且与影响砌体结构可靠度的各因素有关。

#### (一) 轴压砌体的材料性能分项系数

依据对原规范可靠度校准取得的原规范的可靠度水平，以尽可能调平各类砌体的 $\beta$ 值，并适当考虑原规范的可靠度水平的确定原则，选取规范的目标可靠指标。对轴压砌体，规范修订时选取了二组比较合适的方案进行了比较。

第一组方案，砖砌体取 $\beta = 3.8$ ；小块砌体 $\beta = 3.9$ ；中块砌体 $\beta = 3.7$ 。该方案砖砌体和中块砌体的 $\beta$ 保持在原规范的水平，降低了小块砌体的 $\beta$ 水平。

第二组方案是以砖砌体为准，拉平各类受压砌体的 $\beta$ 值，三类砌体均采用 $\beta = 3.8$ 。用一次二阶矩验算点法计算的二组目标可靠指标的 $\gamma_R$ 值列在表6。

轴压砌体抗力分项系数 $\gamma_R$

表6

可靠指标 $\beta$	砌体种类	荷载效应比值 $\rho$			
		0.1	0.25	0.5	平均 $\gamma_R$
3.7	砖	1.8584	1.7865	1.7273	1.7907
	小块	1.7527	1.678	1.6258	1.6855
	中块	1.9434	1.8606	1.8043	1.8694
3.8	砖	1.9061	1.8327	1.7734	1.8374
	小块	1.8004	1.7305	1.6718	1.7357
	中块	1.9951	1.9179	1.8539	1.9223
3.9	砖	1.9551	1.8800	1.8209	1.8853
	小块	1.8493	1.7778	1.7185	1.7819
	中块	2.0482	1.9692	1.9054	1.9743

《砌体规范》根据在全国范围内所进行的调查统计分析确定各类受压砌体的强度变异系数，除毛石砌体外，均为0.17。按平均强度和标准强度的关系式求得 $\gamma = 0.72$ 。

对 $K_R$ 和 $\alpha$ 二个比值的乘积化简，

$$K_R \alpha = \frac{\mu_R}{R_K} \cdot \frac{\mu_{R新}}{\mu_R} = \frac{\mu_{R新}}{R_K} = \frac{\mu_f}{R}$$

分别统计新、老规范砌体强度表中块体和砂浆强度等级的砌体强度比值 $\mu_f/R$ ，最后的统计平均值 $\mu_f/R$ 列在表7。本次规范修订对抗压标准砌体的截面尺寸进行了修改，由

$\mu_f/R$ 值 表7

砖砌体	小块砌体	中块砌体
1.112 (1.025)	1.117 (1.117)	1.12 (1.033)

原规范的 $370 \times 490$ 改为 $240 \times 370$ ，《砌体规范》中的强度指标均已换算为 $240 \times 370$ 标准截面的强度。表7中砖砌体和中块砌体的 $\mu_f$ 为 $240 \times 370$ 截面的数据， $R$ 则为 $370 \times 490$ 截面的数据，故 $\mu_f/R$ 值较大。括号内的数据为 $\mu_f$ 和 $R$ 取相同截面尺寸的比值。小砌块砌体因现行规程的标准试件尺寸和 $240 \times 370$ 相当，故表7中二个数值相同。

将计算的 $\gamma$ 、 $K_R \alpha$ 、 $\gamma_R$ 数值代入 $\gamma_f = \gamma \alpha K_R \gamma_R$  计算式，计算的 $\gamma_f$ 值列在表。表8中材料性能分项系数 $\gamma_f$ 方案表 表8

方 案	$\gamma_f = \gamma \alpha K_R \gamma_R$		
	砖 砌 体	小 块 砌 体	中 块 砌 体
方案1 砖3.8、小块3.9、中块3.7	1.467	1.611	1.526
方案2 砖、小块、中块 均为3.8	1.467	1.570	1.596

二个方案的 $\gamma_f$ 值变化范围不大，规范组考虑了各方面的因素，并经反复调整，最后选定轴压砌体的材料性能分项系数 $\gamma_f$ 统一取1.5。已 $\gamma_f = 1.5$ ，经过计算，可求得轴压砌体（短柱）设计表达式中的内涵可靠指标，列于表9。表9中的可靠指标 $\beta$ 变化在3.677~3.877范围内，均在 $\beta = 3.45 \sim 3.95$ 允许变动的范围内，说明 $\gamma_f = 1.5$ 的取值是可行的。

轴压砌体（短柱）设计表达式内涵可靠指标

表9

砌体类别	$\rho = 0.1$	$\rho = 0.25$	$\rho = 0.5$	平均 $\beta$ 值
砖 砌 体	3.7335	3.8874	4.0093	3.877
小块砌体	3.6290	3.7768	4.0294	3.812
中块砌体	3.5332	3.6833	3.8134	3.677

注：表9中的数据计算，涉及强度的均已换算成统一的试件尺寸。



## (二) 受剪砌体的材料性能分项系数

根与历年工程设计和工程实践经验,原规范砌体抗剪的可靠度偏低,本文表5列出的原规范的抗剪可靠指标 $\beta$ 的水平也低于《统一标准》 $\beta=3.7$ 的水平。因此必须适当提高砌体抗剪的可靠度水平。修订组采用与分析轴压砌体(短柱)强度同样的方法,求得通缝抗剪的材料分项系数 $\gamma_f=1.5$ ,此值和轴压分项系数相同,按 $\gamma_f=1.6$ 计算得到的通缝抗剪砌体设计表达式的内涵可靠指标 $\beta$ 值列于表10。表10中的平均 $\beta$ 表明,采用 $\gamma_f=$

通缝受剪砌体设计表达式内涵可靠指标 $\beta$

表10

砌体类别	$\rho=0.1$	$\rho=0.25$	$\rho=0.5$	平均 $\beta$	原规范 $\beta$
砖砌体	3.4234	3.5684	3.6994	3.5637	3.23
小块砌体	3.7652	3.9027	4.0239	3.8973	3.62

注:中型砌块砌体因缺少可靠度分析的统计资料来工分析。

5.5后,通缝抗剪砌体的可靠指标较原规范的 $\beta$ 有了明显的提高,提高幅度大致为0.21 $\beta$ ,从安全可靠和材料用量增加二个方面来考虑提高的幅度是可以接受的。

## 四、新、老规范无筋受压砌体可靠度对比

《砌体规范》中无筋受压砌体构件强度计算和《砖石结构设计规范》以及中、小砌块设计规程的受压计算相比作了以下修改:

1. 荷载效应采用了《统一标准》的计算方法;
2. 采用设计强度为砌体强度材料指标;
3. 采用了新的砌体受压构件计算公式 $N = \phi Af$ 。

由于以上的修改,按新、老规范设计的砌体受压构件其截面承载力和材料耗用量将有一定的变化。本节以按公式计算的理论截面承载力、房屋设计和国外同类规范三个方面的有关数据对新、老规范的可靠度进行比较。

### (一) 新、老规范无筋砌体受压截面承载力对比

新、老规范无筋砌体受压计算承载能力比值 $I$ 可表达为

$$I = \frac{N_{\text{新}}}{N_{\text{老}}} = \frac{\phi_{\text{新}} Af / \gamma_s}{\alpha \phi \eta AR / K} = \frac{K \phi_{\text{新}} f}{\gamma_s \alpha \phi \eta R}$$

式中 $\gamma_s$ 为平均荷载系数

$$\gamma_s = \frac{1.2 C_G G_K + 1.4 C_Q Q_K}{C_G G_K + C_Q Q_K}$$

$\gamma_s$  表

表11

$\rho = \frac{C_Q Q_K}{C_G G_K}$	0	0.1	0.25	0.5
$\gamma_s$	1.2	1.218	1.24	1.267

对比计算时取  $K=2.3$ ;  $\rho=0.25$ ,  $\gamma_s=1.24$ , 则  $I$  值计算可简化为

$$I = 1.8549 \frac{f}{R} \cdot \frac{\phi_{\text{新}}}{\alpha \phi \eta}$$

$I$  值的计算取值范围为:

偏心 ( $\frac{e_0}{y}$ ) 0、0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7;

高乱比 ( $\beta$ ) 3、6、9、12、15、18、22、24;

块体强度等级 (MU): MU5、MU7.5、MU10;

砂浆强度等级 (M): M2.5、M5、M7.5、M10。

$I$  值的统计值见表12

新、老规范受压砌体承载力  $I$  值表

表12

类别	统计量	轴压构件	偏压构件		
			$e_0/y=0.2$	$e_0/y=0.4$	$e_0/y=0.6$
砖砌体	平均值	0.998	0.8485	0.7802	0.8741
	变异系数	0.031	0.0528	0.072	0.0808
混凝土 小块砌体	平均值	1.009	0.8570	0.7870	0.8808
	变异系数	0.028	0.0614	0.0775	0.0976
混凝土 中块砌体	平均值	0.986	0.8657	0.7959	0.8915
	变异系数	0.10	/	/	/

表12的  $I$  值表明, 各类砌体的轴压构件承载力以新、老规范进行设计, 材料耗用量基本一致。对于偏压构件, 由于原规范的偏压计算公式是依据短柱偏压试验为基础扩展而成, 公式计算的截面承载力与近年进行的长柱偏压试验比较, 计算承载力偏高, 且计算公式也不尽合理, 原规范制定后, 四川省建科所等单位进行了大量的长柱偏压试验, 《砌体规范》的偏压公式是以近年进行的长柱偏压试验结果为基础通过分析而建立的, 纠正了原规范偏压计算承载力偏高的缺点, 因此表12中反映的  $I$  值较低是与实际情况符合的。

## (二) 工程实例试算

工程试算选用了砌体结构常用的住宅、办公楼、单层单跨无吊车房屋和单房单跨有吊车房屋四种房屋类型。试设计时分别以新、老规范计算了设计内力和截面承载力, 取影响最大的构件截面计算对比指标  $I$  值。

### 1. 住宅建筑

试算了四种不同墙体材料的承重横墙, 房屋开间取3.3m和3.6m两种, 房屋层数为六层, 楼面和屋面为一般常见的构造。计算的  $I$  值列在表13。

### 2. 四层砖混结构办公楼

六层住宅建筑横墙的 I 值

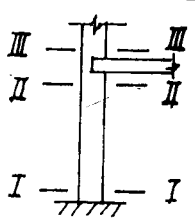
表13

房屋种类	四层楼面		三层楼面		二层楼面		底 层	
	3.3	3.6	3.3	3.6	3.3	3.6	3.3	3.6
砖	MU5	M2.5	MU7.5	M2.5	MU7.5	M2.5	MU7.5	M5
	1.047	1.047	1.407	1.047	1.047	1.407	0.975	0.975
混凝土小块	MU5	M2.5	MU7.5	M2.5	MU7.5	M5	MU7.5	M5
	0.943	0.943	0.965	0.956	0.980	0.980	0.980	0.980
混凝土中块	MU5	M2.5	MU5	M2.5	MU7.5	M2.5	MU7.5	M5
	0.857	0.857	0.855	0.855	0.895	0.895	1.043	1.043
粉煤灰中块	MU5	M2.5	M7.5	M2.5	MU7.5	M5	MU7.5	M5
	0.859	0.859	0.897	0.897	0.986	0.986	0.985	0.985

四层办公楼楼面和屋面为装配式梁板结构，纵墙承重，层高为3.4米，一层墙体材料为MU7.5、M5，二、三、四层为MU7.5、M5。本例计算了一层、二层墙体截向的I值（见表14）。

四层砖混结构办公楼的 I 值

表14

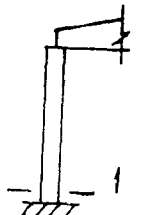
截面位置	截 面	荷载比值 $\rho$	$e_0$ (mm)	I
	I—I	0.187	0	1.039
	II—II	0.151	3.3	0.865
	III—III	0.1346	0	0.974

### 3. 单跨无吊车房屋

单跨无吊车房屋采用组合屋架槽瓦檩条系统屋盖，纵向带壁柱砖墙承重，墙体材料为MU7.5、M2.5，房屋跨度12m，基础顶面至屋架下弦高度为5.5m，本例给出的是基础顶面墙身截面的I值（见表15）。

单跨无吊车房屋的 I 值

表15

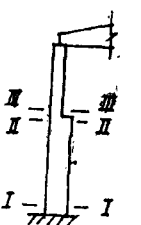
截面位置	截面内力 组 合	$e_0$ (mm)	I
	I	81.3	0.889
	II	-100.2	0.858
	III	73.8	0.877
	IV	-96.6	0.836

## 4. 单跨有吊车房屋

单跨有吊车房屋采用有檩轻型屋面,带壁柱砖墙承重,墙体用 MU75、M2.5,跨度15m,基础顶面至屋架下弦高度为8m,没有2台5吨中级工作制电动单梁吊车。本例给出的是上柱和下柱截面的I值(见表16)。

单跨有吊车房屋的 I 值

表16

截面位置	截 面	$e_0$ (mm)	I
	上柱 II-II	-144.5	0.648
	下柱 I-I ①	-275	0.953
	下柱 I-I ②	+190	0.930
	下柱 I-I ③	-147	0.905

四种类型房屋试设计的结果归纳为:

- (1) 住宅建筑横墙为轴压构件,新、老规范用材基本相当。
- (2) 多层纵墙承重房屋在纵墙梁下墙截面上,新规范计算承载力有一定的降低。
- (3) 单层无吊车房屋,基础顶的墙截面上,作用着弯矩和轴力,新规范的截面承载力有一定的降低。
- (4) 有吊车房屋的上柱属偏心距较大的偏压构件,按新规范计算,承载力有较大的降低,设计中遇到这类房屋时,对上柱截面的选择应加注意。

(三) 《砌体规范》和《砌体结构设计和施工的国际建议》(CIB58)砌体材料性能分项系数的比较

为了取得国内外砌体结构可靠度水平的比较资料,本节对《砌体规范》和(CIB58)两本规范的 $\gamma_t$ 和 $\gamma_m$ 作了比较。

(CIB58)是以设计方法水准1为基础的,属半概率的计算法。但其设计表达式中