

砌体结构设计新规范 应用讲评

唐岱新等 编著

中国建筑工业出版社

砌体结构设计新规范 应用讲评

唐岱新等 编著

中国建筑工业出版社

(京)新登字 035 号

本书着重介绍《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)中计算公式的科学依据、背景材料、新旧规范公式的关系和重点章节的修改内容。部分内容反映了作者的研究成果和对一些问题的评述。

本书可供土建工程设计、科研、施工技术人员以及土建院校师生学习参考。

砌体结构设计新规范应用讲评

唐岱新等 编著

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

中国建筑工业出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本: 850×1168毫米 1/32 印张: 7⁵/₈。字数: 205 千字

1992年10月第一版 1992年10月第一次印刷

印数: 1—10,200册 定价: 4.70元

ISBN7—112—01658—4/TU·1242

(6690)

目 录

第一章	概述	1
第二章	砌体材料及其力学性能	5
第一节	砌体材料种类和强度等级	5
第二节	砌体分类	14
第三节	砌体的抗压强度平均值	18
第四节	砌体的抗拉、抗弯、抗剪强度平均值	28
第五节	砌体的变形性能	35
第三章	砌体结构的可靠度	41
第一节	砌体结构可靠度设计准则	41
第二节	荷载与抗力的统计参数	46
第三节	分项系数设计表达式	51
第四节	抗力分项系数与材料分项系数	55
第五节	砌体强度计算指标	58
第六节	新旧规范结构可靠度对比	61
第四章	无筋砌体受压构件及受剪构件承载力计算	65
第一节	受压构件承载力计算方法分析	65
第二节	附加偏心距法	74
第三节	砌体受剪构件承载力计算	81
第四节	偏压构件计算方法的讨论	85
第五章	砌体结构局部受压计算	89
第一节	砌体截面局部均匀受压	89
第二节	梁端有效支承长度	98
第三节	梁端砌体局部受压	104
第四节	垫块下砌体局部受压	115
第五节	有关局压的几个问题讨论	122

第六章	配筋砖砌体构件	128
第一节	网状配筋砖砌体构件	128
第二节	组合砖砌体构件	136
第七章	墙梁设计	152
第一节	墙梁计算方法综述	152
第二节	墙梁的受力特点与破坏形态	156
第三节	简支墙梁设计	161
第四节	框支墙梁设计	183
第五节	连续墙梁设计建议	190
第六节	构造措施和施工要求	204
第八章	悬挑构件设计	208
第一节	受力特点和破坏形态	208
第二节	挑梁设计	210
第三节	雨篷设计	219
第九章	砌体房屋的静力计算	222
第一节	砌体房屋静力计算的三种方案	222
第二节	单层刚弹性房屋的计算	225
第三节	多层房屋空间工作特性与多空间作用系数	227
第四节	多空间作用系数的确定与计算	230
第五节	新规范中多层刚弹方案砌体房屋的计算方法	232
第六节	上柔下刚多层房屋的计算方法	233
第七节	上刚下柔多层房屋的静力计算方法	235
第八节	横墙刚度的要求与计算	237

第一章 概 述

砌体结构是砖砌体、砌块砌体、石砌体建造的结构统称。这些砌体是将粘土砖、空心砖、各种砌块或石材等块体用砂浆砌筑而成的。由于过去大量应用的是砖砌体和石砌体，所以习惯上称为砖石结构。

众所周知，砖、石是地方材料，用之建造房屋符合“因地制宜，就地取材”的原则。和钢筋混凝土结构相比，可以节约水泥和钢材。砖石材料具有良好的耐火性、较好的化学稳定性和大气稳定性。在施工方面，砖石砌体砌筑时不需要特殊的技术设备。此外，砖石砌体特别是砖砌体，具有较好的隔热、隔声性能。由于上述这些优点，砖石结构得到了广泛的应用，并已有悠久的历史。闻名世界的中国万里长城和埃及金字塔就是古代砖石结构的光辉典范。

我国劳动人民几千年来在建造砖石房屋方面积累了丰富的经验。建国之后，砖石结构又有了较快的发展。采用了各种承重和非承重空心砖、硅酸盐砖、各种混凝土砌块和大板。有关资料指出，目前我国墙体结构中砖石砌体约占95%以上，粘土砖的年产量已达三千亿块。砌体结构已大量应用于多层住宅、中小型单层工业厂房、影剧院、食堂等公共建筑以及各种构筑物。砌体结构是我国建筑工程中量大面广的最常用的结构型式。

砌体结构也存在许多缺点：与其他材料结构相比，砌体的强度较低，因而必须采用较大截面的墙、柱构件，体积大，自重较大，材料用量多运输量也随之增加；砂浆和块材之间的粘结力较弱，因此砌体的抗拉、抗弯和抗剪强度较低，抗震性能差，使砌体结构的应用受到限制；砌体基本上采用手工方式砌筑，劳动量

大，生产率较低。此外，我国大量采用的粘土砖与农田争地的矛盾已十分突出。针对上述种种缺点人们采取了许多办法加以克服和改进。

采用混凝土中、小型砌块和粉煤灰砌块取代粘土砖能节省耕地节约能源，生产和施工简单易行，成本不高。特别是混凝土小型空心砌块近几年来在各地得到较广泛应用，发展迅速。1980年全国产量为165万立方米，到1989年已增至600万立方米。利用配筋芯柱提高抗震性能，使其应用范围扩展到7度甚至更高的抗震设防地区。砌块的强度等级已达MU10~MU20，南宁、本溪等地已经建造了配筋砌块砌体承重的10~11层高层住宅楼。

空心砖砌体比实心粘土砖砌体节约一部分土源和能源，减轻了自重，增强墙体的保温隔热性能，是国家今后相当一段时期内大力推广应用的砌体类型。利用空心砖和空心砌块的孔洞竖向配筋可以提高砌体的抗弯、抗剪强度，提高砌体的抗震性能。

根据国家对建筑节能的要求，北方寒冷地区采用了轻骨料（火山灰、浮石、陶粒等）混凝土空心砌块墙体、粘土砖或空心砖复合高效保温材料的复合墙体大力开展墙体改革，一些地方陆续出现了建筑节能小区住宅群体。

采用中型和大型砌块或墙板，可以实现机械化施工，对减轻劳动强度，加快建造速度，提高劳动生产率有明显效果，但是必须在有条件的地区才能适用，目前尚难以大面积推广。

在国外，砌体结构和钢结构、钢筋混凝土结构都得到同样的发展。从材料、计算理论、设计方法到工程应用都有不少进展。粘土砖的强度等级高达100MPa，砂浆的强度等级用到20MPa。为了得到高抗压强度的砖砌体，还可以在砂浆中掺入有机化合物形成高粘合砂浆，砌体的抗压强度可达35MPa以上。用砖石结构承重修建十几层或更高的高层楼房已经不很困难，实际上在一些国家已经建成。例如，1958年瑞士苏黎世建成空心砖承重的19层塔式住宅，墙厚仅380mm；美国圣地亚哥用配筋砌体建造了16~18层的公寓；新西兰允许在地震区用配筋砌体建造7~12层

的房屋，因为它们在一定范围内与钢筋混凝土框架填充墙相比具有较好的适用性和经济价值。

对于砖石结构的设计计算，起初人们并不知道如何着手，构件截面尺寸完全是凭经验确定的。十九世纪弹性理论出现以后，砖石结构开始应用容许应力法设计，即将砌体视为各向同性的理想弹性体，用材料力学公式计算其应力，控制在规定的容许应力以内。四十年代初，苏联提出了考虑材料塑性应力分布的破损阶段设计法，在一定程度上弥补了按理想弹性体计算的缺陷，但安全系数的确定仍然依靠经验。1955年苏联规范采用了多系数表达的极限状态设计法，其中部分荷载系数和材料性能系数采用了数理统计的方法加以确定，使计算方法前进了一步。

我国建国初期，由东北人民政府工业局拟定出砖石结构设计的临时标准（1952年），规定结构分析和设计应基于弹性理论和允许荷载。1955年国家建筑工程部公布了砖石及钢筋砖石结构临时设计规范，这是参照苏联破损阶段设计法结合我国情况修订的。1960年和1966年规范修订组提出了砖石结构设计规范草案，这是在苏联1955年按极限状态设计规范颁布后结合我国实际情况修订的。但没有正式颁布，实际上设计工作是采用苏联1955年规范。

1973年在大量试验研究和总结建国以来工程实践经验基础上颁布了《砖石结构设计规范》（GBJ3—73），它和钢筋混凝土结构设计规范一样采用了多系数分析，单一安全系数表达的极限状态设计法。在静力计算方案方面首次提出了刚弹性构造方案并考虑了房屋整体空间工作，这是根据我国国情，总结自己的工程实践经验的第一本砖石结构设计规范。它的颁布实施对于这一历史时期指导规模宏大的基本建设工作起了良好的作用。

《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）颁布后，国家有关部门即组织全国一些科研、设计和教学单位有计划地开展科研工作，取得了大批数据和科研成果，为新的砌体结构设计规范的修订提供了可靠的依据。这本砌体结构设计新规范和其他几本结构设计新

规范一样是我国历史上变动最大的一次。主要的有以下几个方面：计算理论由多系数分析，经验系数调整，单一安全系数表达的总安全系数法改为按我国《建筑结构设计统一标准》（GBJ68—84）规定的以概率理论为基础的极限状态设计法；新规范的符号、计量单位和技术术语一律按照《建筑结构设计通用符号、计量单位和基本术语》（GBJ83—85）的规定采用；反映我国的建设经验和新的科研成果；计算公式的表达形式在符合我国试验研究结果的情况下尽量向国际标准靠拢。

新修订的规范的内容相对于《砖石结构设计规范》（GBJ3—73）作较大变动的有：采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，并以分项系数的设计表达式进行计算；补充了混凝土中型、小型砌块房屋的设计；考虑空间整体工作的多层房屋的静力计算方案；增加了考虑组合作用的墙梁和挑梁的设计方法；修改了砌体的基本强度表达式、偏心受压长柱、局部受压和配筋砌体的计算公式等。其中有些内容的研究已达到国际先进水平。

我国是国际标准化组织砌体结构技术委员会（ISO/TC 179）的成员，而且担任配筋砌体分委员会（SC 2）的秘书国。目前正在负责起草配筋砌体国际规范的工作，并积极参与国际学术交流和技木合作。

综观砌体结构在国内外的技术进步和发展应用，可以认为古老的砌体结构在与其他材料的竞争中呈现出新的生命力，在我国今后的建设工程中，特别是在城乡居住建筑及其他建筑的墙体工程中，仍将是一种主要的结构材料和承重结构体系。

第二章 砌体材料及其力学性能

第一节 砌体材料种类和强度等级

1. 块体材料

砌体结构用的块体材料一般分成天然石材和人工砖石两大类。人工砖石有经过焙烧的烧结普通砖、粘土空心砖以及不经过焙烧的硅酸盐砖、混凝土中型、小型空心砌块和粉煤灰中型实心砌块。新修订的《砌体结构设计规范》(GBJ3—88)^[2-1](以下简称新规范),关于块体的种类比《砖石结构设计规范》(GBJ3—73)^[2-2](以下简称73规范)有所增加,但是也不是包括所有的各种块体,对于新规范未包括的或今后新增加的一些材料制作的块体,应在确保其材性指标并通过构件试验确定有关计算指标、满足使用功能和保证耐久性的情况下,可参考应用新规范。

1) 烧结普通砖

以粘土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要原料,经过焙烧而成的实心 and 孔洞率不大于15%的砖称为烧结普通砖。其中实心粘土砖是主要品种,是目前应用最广泛的块体材料。其他非粘土原料制成的砖的生产和推广应用,既能利用工业废料,又保护土地资源,是砖瓦工业发展的方向。

烧结普通砖具有全国统一的规格,其尺寸为 $240 \times 115 \times 53$ mm。具有这种尺寸的砖通称“标准砖”。

2) 硅酸盐砖

以硅质材料和石灰为主要原料压制成坯并经高压釜蒸汽养生而成的实心砖统称硅酸盐砖。常用的有灰砂砖、粉煤灰砖、炉渣

砖、矿渣砖等。其规格尺寸与实心粘土砖相同。

灰砂砖是以石英砂和石灰为主要原料，也可加入着色剂或掺和料，经坯料制备，压制成型，蒸压养护而成的。用料中石英砂约占80~90%，石灰约占20~10%。色泽一般为灰白色。这种砖不能用于温度长期超过200℃，受急冷急热或有酸性介质侵蚀的部位。

粉煤灰砖又称烟灰砖，是以粉煤灰为主要原料，掺配一定比例的石灰、石膏或其他碱性激发剂，再加入一定量的炉渣或水淬矿渣作骨料，经加水搅拌、消化、轮碾、压制成型、高压蒸汽养护而成的砖。这种砖的抗冻性，长期强度稳定性以及防水性能等均不及粘土砖，可用于一般建筑。

炉渣砖又称煤渣砖，是以炉渣为主要原料，掺配适量的石灰、石膏或其他碱性激发剂，经加水搅拌、消化、轮碾和蒸汽养护而成。这种砖的耐热温度可达300℃，能基本满足一般建筑的使用要求。

矿渣砖是以未经水淬处理的高炉矿渣为主要原料，掺配一定比例的石灰、粉煤灰或煤渣，经过原料制备、搅拌、消化、轮碾、半干压成型以及蒸汽养护等工序制成的。

以上各种硅酸盐砖均不需焙烧，新规范列为非烧结硅酸盐砖。这类砖不宜用于砌筑炉壁、烟囱之类承受高温的砌体。

尚应指出，制成标准砖尺寸的混凝土砖也属于硅酸盐砖。目前南方一些地方，如湖北、贵州等地常以此砖代替强度等级大于MU7.5的红砖。

3) 粘土空心砖(简称空心砖)

为了减轻墙体自重，改善砖砌体的技术经济指标，近期以来我国部分地区生产应用了具有不同孔洞形状和不同孔洞率的粘土空心砖。这种砖自重较小，保温隔热性能有了进一步改善，砖的厚度较大，抗弯抗剪能力较强，而且节省砂浆。应该指出，粘土砖生产与农田争地的矛盾日益尖锐，所以，作为近期节土的重要措施，大力推广应用粘土空心砖受到了各方面的重视。

粘土空心砖按其孔洞方向分为竖孔和水平孔两大类，前者用于承重，后者用于框架填充墙或非承重隔墙。在我国凡孔洞率在15%以上的砖，统称为空心砖。

根据我国1975年颁布的国家标准《承重粘土空心砖》(JC 196—75)规定，粘土空心砖主要有以下三种型号：

KM 1 型 规格尺寸为 $190 \times 190 \times 90\text{mm}$ ；

KP 1 型 规格尺寸为 $240 \times 115 \times 90\text{mm}$ ；

KP 2 型 规格尺寸为 $240 \times 180 \times 115\text{mm}$ 。

型号中字母K表示空心，M表示模数，P表示普通。普通空心砖KP1规格单一，轻重适宜，砍砖容易，不需配砖，而且可与标准砖配合使用，普通空心砖KP2也能与标准砖配合使用，相互组合后可砌筑各种厚度的墙体，但需要辅助规格的配砖，否则砍砖较多，而且砍砖困难。模数空心砖KM1符合建筑模数，但不能与普通标准砖配合使用，为解决拐角、丁字形接头砌筑的错缝要求，还需要辅助规格的配砖。国家标准对空心砖的孔洞率、孔洞形状及布置方式未作统一规定，因而各地生产的空心砖其孔型和孔洞率不尽相同。一般来说竖孔承重空心砖，其孔洞率不宜超过40%，以免强度降低过多影响使用。而水平孔非承重空心砖可采用较大的孔洞率，如40~60%，以取得更好的隔热、隔声性能。

图2-1为部分地区生产的空心砖规格和孔洞型式。

4) 砌块

砌块是比标准砖尺寸大的块体，用之砌筑砌体可以减轻劳动量和加快施工进度。制作砌块的材料有许多品种：南方地区多用普通混凝土做成空心砌块以解决粘土砖与农田争地的矛盾；北方寒冷地区则多利用浮石、火山渣、陶粒等轻骨料做成轻混凝土空心砌块，既能保温又能承重，是比较理想的节能墙体材料；此外，利用工业废料加工生产的各种砌块，如粉煤灰砌块、煤矸石砌块、炉渣混凝土砌块、加气混凝土砌块等也因地制宜地得到应用，既能代替粘土砖，又能减少环境污染。

砌块按尺寸大小和重量分成用手工砌筑的小型砌块和采用机

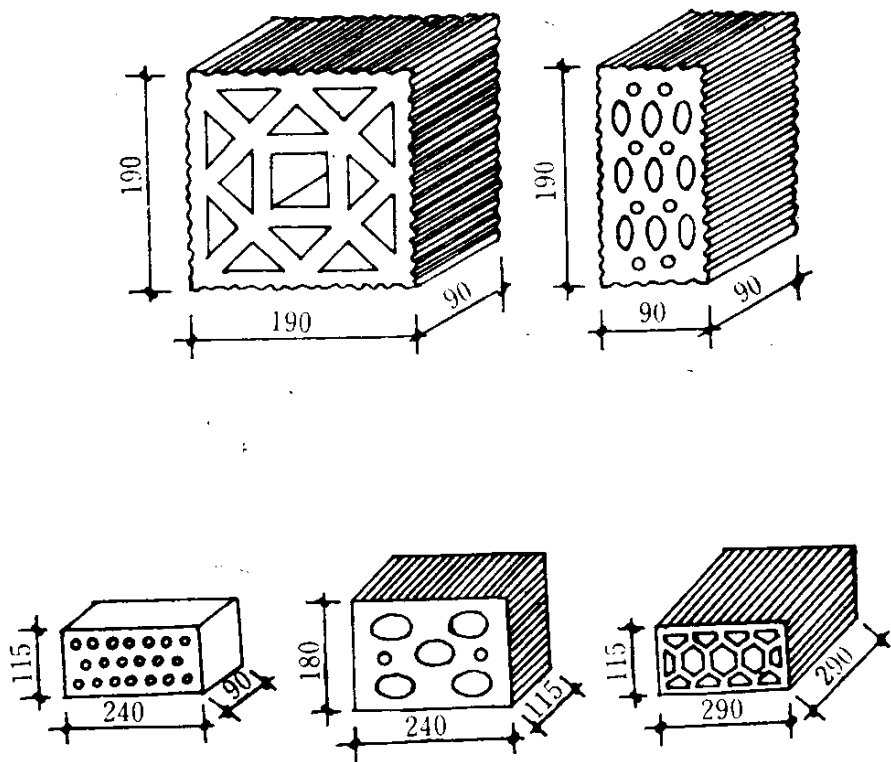


图 2-1 几种空心砖的规格和孔洞型式

械施工的中型和大型砌块。高度为180~350mm的块体一般称为小型砌块；高度为360~900mm的块体一般称为中型砌块；大型砌块尺寸更大，由于起重设备限制，很少应用。

编入新规范的砌块是那些研究比较成熟，而且已有实践经验的品种。主要的有普通混凝土中型、小型空心砌块和粉煤灰中型实心砌块。正在编制的行业标准《混凝土小型空心砌块建筑设计与施工规程》还将收入轻骨料混凝土小型空心砌块^[2-3]。

已在南方地区较广泛应用的粉煤灰中型实心砌块的规格有：880×190×380mm，580×190×380mm，430×190×380mm，280×190×380mm四种。

我国从七十年代以来，南方各省已经用混凝土小型空心砌块修建了数十万平方米的房屋，获得了丰富的经验。小型砌块的主规格尺寸为390×190×190mm，与目前国内外普遍采用的尺寸基本一致。配以必要的辅助规格砌块后，可同时适用于2M₀和3M₀的建筑模数制，使用十分灵活。图2-2为这种砌块的主要块

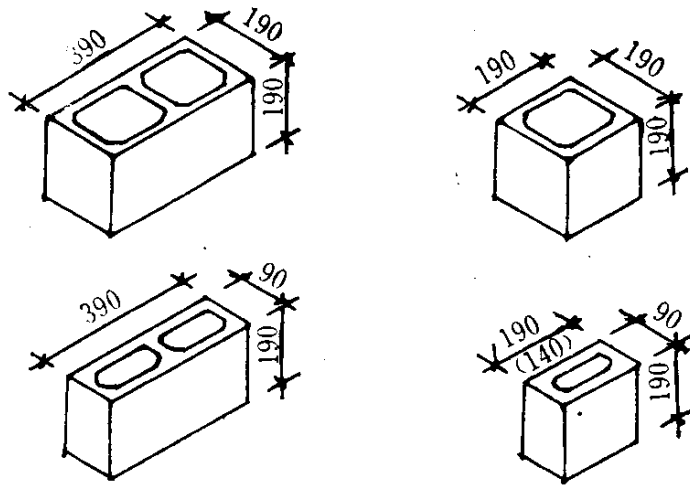


图 2-2 混凝土小型空心砌块块型

型与孔型。壁厚及肋厚采用25~30mm，孔洞率为50%左右。孔洞的型式可以是贯通的，为了铺浆方便也有采用半封底的^[2-4]。

5) 天然石材

天然石材，当重力密度大于 18kN/m^3 的称为重石（花岗岩、砂岩、石灰石等），重力密度小于 18kN/m^3 的称为轻石（凝灰岩、贝壳灰岩等）。重石材由于强度大，抗冻性，抗水性、抗气性均较好，故通常用于建筑物的基础、挡土墙等，在石材产地也可用于砌筑承重墙体。

天然石材分为料石和毛石两种。料石按其加工后外形的规则程度又分为细料石、半细料石、粗料石和毛料石。毛石是指形状不规则，中部厚度不小于200mm的块石。

石砌体中的石材应选用无明显风化的天然石材。

2. 块体的强度等级

块体的强度等级是块体力学性能的基本标志，用符号“MU”表示。块体的强度等级是由标准试验方法得出的块体极限抗压强度的平均值确定的，单位用MPa。但对于标准砖和空心砖，因为其厚度较小，在砌体中可能由于弯剪而过早断裂，所以确定强度等级时，还应符合抗折强度的指标。

按国家标准《烧结普通砖》（GB5101-85）规定的强度指标

烧结普通砖的强度

表 2-1

砖的标号	抗压强度MPa(kgf/cm ²)		抗折强度MPa(kgf/cm ²)	
	五块平均值不小于	单块最小值不小于	五块平均值不小于	单块最小值不小于
200	19.62(200)	13.73(140)	3.92(40)	2.55(26)
150	14.72(150)	9.81(100)	3.04(31)	1.96(20)
100	9.81(100)	5.89(60)	2.26(23)	1.28(13)
75	7.36(75)	4.41(45)	1.77(18)	1.08(11)

见表2-1。

表2-1中括号内为工程制单位的数据，其换算关系为 $1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 0.0981\text{MPa}$ 。试验结果的四项数值，按全部都能达到强度指标者确定其强度等级。表中“标号”是原来的叫法，其值基本上和取整后的MPa值相对应（个别的保留一位小数）。新规范规定烧结普通砖、硅酸盐砖和承重粘土空心砖的强度等级划分为MU30（300）、MU25（250）、MU20（200）、MU15（150）、MU10（100）和MU7.5（75）。考虑到《烧结普通砖》（GB 5101-85）中仍保留了工程制单位，为了便于对照，所以上述括号内加写了工程制单位的数值。

空心砖的强度等级是由试件破坏荷载值除以受压毛面积确定的，这样在设计计算时就不需要再考虑孔洞率的影响。

按标准《承重粘土空心砖》（JC196—75）规定的空心砖强度指标见表2-2。

表2-2中抗折荷重是指由试验所得抗折破坏荷载按块体规格进行换算而得的数值，用该值与表中规定的指标衡量确定其强度等级（标号）。

与73规范相比，新规范取消了砖强度等级“MU5”（相当于标号50的砖），这是因为，调查发现砖的强度等级低于MU7.5后，耐久性较差，容易腐蚀风化，特别是处于潮湿环境或具有腐蚀介质时更为突出。同时也考虑到为促进我国建材工业发展的需

承重粘土空心砖的强度

标号	抗压强度(kgf/cm ²)		抗挤荷重(kgf)	
	五块平均值不小于	单块最小值不小于	五块平均值不小于	单块最小值不小于
200	200	140	945	615
150	150	100	735	475
100	100	60	530	310
75	75	45	430	260

要。而且，砖的国家标准中也已取消了这个等级。

砌块的抗压强度，按单块受压的试验方法确定；对于空心砌块和空心砖一样，其抗压强度也是按毛面积计算。新规范对于中型、小型砌块的强度等级规定为MU15、MU10、MU7.5、MU5和MU3.5。比原来的规程增加了“MU15”一级。

石材的强度等级的确定，原来采用边长为200mm的立方体试块作为试验抗压强度的标准。由于石材抗压强度较高，一般压力试验机的测力范围不易满足，所以，新规范改为以边长70mm的立方体试块作为标准。如果试块的边长为其他尺寸时，可乘以表2-3的强度换算系数。

石材强度等级的换算系数

表 2-3

立方体边长(mm)	200	150	100	70	50
换算系数	1.43	1.28	1.14	1	0.86

新规范规定的石材强度等级有：MU100、MU80、MU60、MU50、MU40、MU30、MU20、MU15和MU10。

3. 砂浆的种类和强度等级

砌体是用砂浆将单块的块体砌筑成为整体的。砂浆在砌体中的作用是使块体与砂浆接触表面产生粘结力和摩擦力，从而把散放的块体材料凝结成整体以承受荷载，并因抹平块体表面使应力

分布均匀。同时，砂浆填满了块体间的缝隙，减少了砌体的透气性，从而提高砌体的隔热、防水和抗冻性能。

砂浆是由砂、无机胶结料（水泥、石灰、石膏、粘土等）按一定比例加水搅拌而成的。对砌体所用砂浆的基本要求主要是强度、可塑性（流动性）和保水性。

砂浆的强度等级符号用“M”表示，以边长为70.7mm的立方体试块进行抗压试验，每组试块为6块，取其抗压强度平均值（以MPa为单位）作为确定砂浆强度等级的依据。新规范规定的砂浆强度等级为：M15、M10、M7.5、M5、M2.5、M1和M0.4，比73规范增加了M15和M7.5两个档次。此外强度为零的砂浆是指施工阶段尚未凝结或用冻结法施工解冻阶段的砂浆。

为使砌筑时能将砂浆很容易且很均匀地铺开，从而提高砌体强度和砌筑效率，砂浆必须具有适当的可塑性；此外，砂浆的质量在很大程度上取决于其保水性，亦即在运输、砌筑过程中保持相等质量的能力。在砌筑过程中，砖将吸收一部分水分，这对于砂浆的强度和密实性是有利的，但如果砂浆保水性很小，新铺在砖面上的砂浆中水分很快被吸去，则使砂浆铺平困难，影响正常硬化作用，降低砂浆强度。砂浆的可塑性用标准锥体沉入砂浆的深度来测定，砂浆的保水性由分层度试验方法确定。

纯水泥砂浆的可塑性及保水性较差，其强度等级虽然符合要求，但砌筑质量较差，所以规范规定用这种砂浆砌筑的砌体强度应予折减。为使砂浆具有适当的可塑性和保水性，砂浆中除水泥外应另加入塑性掺合料，如粘土、石灰等组成水泥混合砂浆。但是，也不宜掺得过多，否则会增大灰缝中砂浆的横向变形，反而降低了砌体的强度。

砂浆按其配合成分可分为水泥砂浆、水泥混合砂浆和非水泥砂浆三种。无塑性掺和料的纯水泥砂浆，由于能在潮湿环境中硬化，一般多用于含水量较大的地基土中的地下砌体。水泥混和砂浆（水泥石灰砂浆、水泥粘土砂浆）强度较好，施工方便，常用于地上砌体。非水泥砂浆有：石灰砂浆，强度不高，气硬性（即