

苏联中央建筑情报研究所

磚石結構的新成就

5
建筑工程出版社

內容提要 本書介紹了磚石結構的設計和計算的主要原則，簡述了在配筋磚石結構、綜合結構、有效磚牆材料、輕砌體牆和冬季施工的磚石砌體等方面的成就；此外，並列有多層居住房屋和有厚度最小的磚石承重牆而不用骨架的工業廠房、倉庫的施工实例。

本書系供設計單位和施工單位的工程技術人員參考之用。

全書由黑色冶金設計總院專家工作室土建組趙久若、姜淑云兩同志翻譯，徐新民、紀海德同志校對。

原本說明

書 名 ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

編 著 者 Центральный институт информации по строительству

出 版 者 Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре

出版地点 及 年 份 Москва — 1955

磚石結構的新成就

黑色冶金設計總院專家工作室 譯

*

建築工程出版社出版（北京市東城門外南風土路）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第052號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書 號 656 字 數 21 千 字 787×1092 $\frac{1}{32}$ 印 張 1 $\frac{1}{4}$

1957年3月第1版

1957年3月第1次印刷

印 數：1—2,350冊

定 價（11）0.28元

目 录

序 言.....	2
I. 磚石結構計算的基本問題.....	4
II. 配筋磚石結構.....	13
III. 輕材料牆和輕砌体牆.....	15
IV. 砌筑砂漿.....	20
V. 砌筑磚石建築物的实例.....	23
1. 多層居住房屋.....	23
2. 工业廠房	25
3. 倉庫	28
4. 双曲薄壁磚石拱	32
VI. 磚石結構的冬季施工.....	35
VII. 磚石工程的基本組織設計	37

序 言

磚石結構在現代的住宅建筑、公共建筑 和工业建筑中占着很大的比重。

分析基建投資一百万盧布的材料費用表明，磚石結構(基础、牆壁等)占居住房屋造价的 21—22 %左右，占工业建筑物造价近 20%。

根据莫斯科高 5—10 层的居住房屋之計算得知：磚石結構重量約占有所有房屋結構重量的66%。

工业建筑物磚石結構重量占有所有建筑物結構重量的50%。

为了節約鋼材和降低建筑造价，在各种建筑中广泛地采用磚石結構，有着很大的意义，它可使得在很多情况下不必采用金屬骨架和鋼筋混凝土骨架。

目前，仅在个别情况下，居住房屋的牆才采用骨架結構；而工业建筑物的牆仅当吊車荷重在 15 吨以上时，才采用骨架結構。所以很显然，在无骨架建筑物中，作为主要承載構件的磚石結構是起着多么重大的作用。

創立磚石結構的新科学是苏联科学家們的巨大成就。苏联科学家所进行的一系列的理論工作和試驗工作(天然石、磚、混凝土块和陶土块以及大型砌块等 各种砌体的研究)使有可能彻底地来改进磚石結構設計和施工的方法。

磚石結構新的計算方法和新的設計方法，各种新型的有效磚石材料的生产以及磚石工程施工組織中的先进方法的运用，使得我們在建筑實踐中能够砌筑最經濟、最先进和質量優良的結構物，

并可以建造牆厚比从前小得多的房屋。

本报告概述了苏联科学家和建筑工作者在磚石結構方面的最新成就。

“建筑法規”已于1955年1月1日起，由苏联部長會議国家建設委员会正式頒布施行。法規之磚石結構部分的基本原理在本报告內有所闡明。

本报告是由中央建筑情报研究所一級科学研究员技术科学碩士Л.А.施列伊娜写成的。

中央建筑情报研究所

I. 磚石結構計算的基本問題

多年來，磚石結構的計算都是按砌體的容許應力進行的。

根據多年建築經驗得出的容許應力值，被規定為各個部門的標準。

這些標準沒有很大的區別，其中僅包括幾種主要的砌體。

1930年，根據各個部門施行的標準編制了統一的設計標準。

因為對砌體的实际強度研究得很不夠，所以只得拿砌體強度的假定值作為根據，並採取很大的安全係數($K = 5$)。

墩柱和牆壁的作用力和力矩系根據很不合理的靜力圖計算的，也就是說，認為牆壁和墩柱與建築物其它構件(樓板)不是共同工作的，而作用於牆壁和墩柱上的力全部由牆壁和墩柱單獨地承受。

當同時受壓和彎曲(偏心受壓)時，結構計算按材料力學的一般公式進行。

這種計算方法沒有估計到磚石結構的实际工作情況，結果得出過大的構件截面，從而增大了砌體體積，而建築物的層數也就受到限制。

計算磚石結構的上述方法，某些國家直到現在還在採用。

我國的科學家和工程師所創立的磚石結構的計算和設計方法，大大地促進了蘇聯磚石結構的發展。

為了研究磚石砌體的強度、耐久性、熱工性能、經濟性及施工方法等問題，近二十五年以來在許多科學研究院和設計機構中進行了一系列的試驗和理論研究工作。

1932年，全蘇建築研究院(現為中央工業建築科學研究院)在

Л. И. 奥尼西克教授的倡議和領導之下，設立了磚石結構試驗所，試驗所的主要任務是對磚石結構施工和創立新的磚石結構計算方法進行試驗性研究。

Л. И. 奥尼西克教授的理論著作和在他領導下的試驗所全體科學研究人員：技術科學碩士 А. С. 德米特里也夫、В. А. 卡美伊科、И. Т. 柯托夫、Н. И. 克拉夫捷尼、С. А. 謝明佐夫、А. А. 希施金等所進行的試驗工作，以及在戰後時期技術科學碩士 М. Я. 皮里吉施、С. В. 波里雅柯夫和 А. И. 拉比諾維奇等的試驗工作，闡明了磚石結構工程的許多特性，使蘇聯在世界上第一個創立了磚石結構的計算理論。

其他機構——建造部建築科學研究院，蘇聯建築科學院 建築技術研究所，烏克蘭、格魯吉亞和 阿爾明尼亞蘇維埃社會主義共和國等科學研究院——對磚石結構亦作了進一步的研究。

各設計機構——工業建築設計院、城市建築設計院、橋梁設計院、國立採礦工業設計院、國立標準設計和技術研究院（原為標準設計和技術研究局）——所積累的豐富的設計經驗，在頗大程度內促進了磚石結構計算方法的研究工作。

1939 年以前，磚石結構曾按材料力學的公式進行計算。1939 年，上述公式根據 OCT90038-39 採用了修正系數。

這些精確的方法，雖然在某種程度上使理論與結構的實際工作情況漸趨相符，但仍然不能概括砌體內所產生的全部現象。

磚石結構中，砌體強度的概念是極其複雜的。

研究磚塊砌體在受壓時之受力狀態，證明了在最簡單的情況下，即在均勻受壓時，砌體內也產生非常複雜的受力狀態。原來除了因砌體灰縫傳遞壓力不均勻而引起的彎曲應力之外，因受壓時灰縫中部分砂漿的橫向膨脹要比磚的橫向膨脹大得多，磚還要受到相當大的拉力。

試驗証明，砌体的破坏 不是由于磚在压应力影响下的破坏而发生的，而是由于压力、弯曲力、拉力和剪力的共同作用而发生，因此砌体强度限只是磚强度限的一部分。

对砂漿和磚的强度及彈性之研究，証明了砂漿和磚具有物理結構上的特点。这些特点是抗压强度不相同和应变与应力之間有着复杂的关系。

砌体内有着复杂的受力状态，是磚石結構 在偏心受压和弯曲时存在着跟 按材料力学公式計算 所得之結果 有重大誤差 的原因之一。

在偏心受压状态下断裂荷載要比按材料力学公式求出之荷載大得多。这个情况現在設計磚石結構时，已考虑到了。

根据多次試驗証明，磚石砌体按容許应力計算是毫无根据的，因而提出了按破坏力計算（采用統一的結構安全系数）的方法；混凝土和鋼筋混凝土結構計算方法的原則也与此相同。

采用这一方法，就有可能 确定在破坏力表現最明显时的破坏值，从而有可能得出更近于真实的磚石 砌体和配筋磚石砌体强度的安全系数。

新的計算方法要求在試驗的基础上創立新的計算公式。

目前，当計算建筑物和結構物的磚石結構时，構件中所产生的内力系当作匀質体和彈性体并按建筑力学的規則來計算。

截面按破坏阶段計算，并且偏心受压时允許砌体灰縫裂开。

縱向配筋磚石結構之構件按破坏阶段計算，不考虑 砌体受拉区域的抗力。

最近制定了建筑結構（其中包括磚石結構和配筋磚石結構）的統一的按极限状态計算的方法，这个方法載于“建筑法規”第二卷（苏联建筑書籍出版社，1954年）。

按断裂荷載計算时 所采用的 統一的結構 强度安 全系数分三

种:結構或結構物超載系数(n);結構物工作条件系数(m)和材料勻質系数(k)。

随着磚石結構方面建筑技术的发展 and 材料質量的改善,磚石結構計算方法也不断地改进,同时 磚石結構和配筋磚石結構設計标准所采用的安全系数也减小了。

在磚石砌体統一設計标准(1939年前所使用的)中曾取安全系数为 5。至 1939 年的标准(OCT90038-39)和 1943 年設計标准(Y 57-43)中强度安全系数为 3,而在 1949 年設計标准(H 7-49)及 1951 年磚石結構和配筋磚石結構 設計的临时指示(Y57-51)中規定为 2.5。用其他石材砌成之砌体的安全系数亦相应地降低了。

試驗証明,在偏心受压和磚石砌体承受断裂荷載的时候,在砌体截面中心的边緣处,試驗的断裂 荷載超过根据材料力学公式得出的計算荷載的百分之五十,同时,偏心距不断增大时,偏差也随着不断地增大。

結果得出了計算偏心受压結構的簡單公式,有了这个 公式就能广泛地应用經試驗方法得出的备用强度(Резервы прочности),該公式既能計算不配筋的磚石結構,亦能計算配筋的磚石結構。

这些公式逐渐得到改进,一天比一天完备。

最近广泛采用的偏心受压的磚石結構較精确之 計算方法,与 1943 年設計标准中所 示之計算方法相比較,断裂荷載平均增加 30%。因而有可能大大地减小砌体的体积:当偏心距 $e = 0.6y$ 时,减小 8%,当 $e = 0.7y$ 时,减小 28%,当 $e = 0.8y$ 时,减小 55%*。砌体之体积平均减小 30%。

苏联第一次創立了砌体縱向弯曲的 新計算法,这个新的計算法能减小可以建筑之結構的砌体体积达 29%,并能采用高厚比較大的結構。

* y ——自結構截面重心至最大應力平面的距離。

磚石材料与彈性材料(鋼材,木材)相反,应力与应变間无比例关系。

如果說金屬的应力和应变之間 保持有比例关系(在彈性极限內),而且彈性模数为常数的話,那么对于磚石砌体說来,則無論应力如何变化,彈性模数 不是保持常数,而是 随着应力的 增加而不断减小。

根据对砌体彈性进行广泛試驗研究的結果,得出了縱向弯曲系数的实际数值,并考虑了砌体的可变彈性模数。

因此,計算砌体截面时,特別是 当高厚比很大时,断裂荷載大大地增加,可詳見下表。

磚石結構縱向撓曲系数的比較

高 厚 比 $\frac{l^*}{d}$	縱 向 撓 曲 系 数		斷 裂 荷 載 增加的百分数
	1930—1938年 統 一 標 准	“建筑法規”第二卷 第二篇第二章第七節	
4	0.90	0.99	10
6	0.73	0.96	32
8	0.65	0.92	42
10	0.60	0.88	47
12	0.57	0.84	54

* l —牆壁高度; d —牆壁厚度。

从上表看出,將“建筑法規”之計算縱向弯曲的公式与 1930—1938年統一标准之公式比較,前者能減輕砌体重量平均为37%,并可采用高厚比較大的結構。

容許高厚比值的提高是 磚石結構方面的很大成就;从而有可能砌筑一磚厚和半磚厚的薄壁牆。因此,在少层 居住房屋定型設計中,业已規定內牆和楼梯間的牆砌成为一磚厚(25公分)或一混凝土块厚(19公分)。

建筑物的外牆开始有可能砌成半磚厚(帶壁柱)和一磚厚(內部用隔热材料鋪成保温层)。

近来多层建筑物的上部楼层亦开始采用薄壁的磚石內牆和外牆，并且产生很大的經濟效果，因为上部楼层重量的減輕，減輕了下部楼层承受的荷載，从而整个建筑物高度的牆厚就可减小半磚。

旧的设计标准大大地限制了磚石牆壁和墩柱的高厚比限值。

当规定的高厚比限值为10（楼层高和牆厚之比）时，不得采用小于一磚半厚的牆，但这只有对用强度不大的材料砌成的砌体来说才是有根据的。

在苏联曾对砌体的彈性性能和砌体的稳定性作了广泛的試驗，結果根据磚石种类、标号以及砂漿标号，將砌体分成四組（“建筑法規”第二卷第二篇第二章第六节）。

厚度在30公分以上的外牆和承載內牆的高厚比限值第Ⅰ組为25—20，第Ⅱ組为22—15，第Ⅲ組为17—14，第Ⅳ組为14—13。

現在在选择磚石建筑物計算图的問題上有了根本的改进。

磚石建筑物是一个复杂的結構体系，其中包括垂直構件（牆壁和柱子）和水平構件（楼板）。

建筑物的空間剛性視各单独構件的長短和構件的相互連接而定。

过去所采用的磚石建筑物計算方法是不合理的；采用过去的計算方法时，將每道牆都看作单独承受荷載的結構，而与建筑物的其它構件无关，这种計算方法，特别是当建筑物层数增多的时候，就显得更不合理。很明显，建筑物內之楼板和橫向牆，当风荷載和縱向偏心荷載作用于外牆时，会大大提高外牆的稳定性。

按过去認為牆是独立結構的計算图来計算磚石結構，牆中的計算弯曲力矩愈往下增加就愈大，因而一般建筑物的高度不能超过8层。

研究牆的受力情况可以看出，全部建筑物可以划分为有空間剛性結構图的（居住房屋）和无空間剛性結構图的（工业建筑物）。

兩種。

當橫牆(居住房屋)布置很密時，所有由風力和樓板偏心支承力所產生的水平荷載，可認為由橫牆承受。在這種情況下，樓板可當作牆壁和墩柱的固定隔板，當上述荷載作用于牆壁和墩柱上時，它起支座的作用，並將荷載傳遞到橫牆上去。

對有空間剛性圖之多层民用房屋的牆來說，主要計算荷載為垂直力所產生的荷載，其中包括牆的自重和層間樓板和屋頂所產生的支點反力。

風荷載因影響不大，往往就不計算了。

縱向牆主要承受垂直荷載和一层樓內所有荷載的彎曲力矩；這些力矩比按舊的結構圖計算建築物時，將上部各樓層所產生的力矩相加所得的值要小得多。

用新結構圖計算建築物也影響到計算結果。

建築物的最大層數現在不是受彎曲力矩的限制，而是受垂直荷載的限制。

在牆很高，橫向牆間距或其它穩定性結構間距很大的單層工業建築物內樓板不能起傳遞壓力于橫向牆上的固定支座的作用。然而在此種情況下全部構件都連成一個整體系；內牆和外牆以及墩柱協同地工作。由於有一部分內力傳遞到與所計算的牆相共軛的牆壁和墩上，因此這種結構應採用特殊靜力計算圖，這種計算圖考慮到作用于牆上的彎曲力矩值 B 大大縮減。

長度大而沒有橫牆的工業建築物屬於上述建築物一類。根據新圖計算，有重吊車荷載的工業建築物能砌築輕型承載牆。

現代的磚石結構計算和設計方法能大大地擴大該結構的使用範圍，並且由於減小了牆的厚度而大量節省了建築材料。

中央工業建築科學研究院曾經按1930年和1949年標準來計算高11層和8層的建築物的牆砌體體積；牆的厚度在按1949年的標準

的計算結果中,比按1930年的標準的計算結果小了很多(圖1)。同時,11層的建築物可節約牆砌體體積18%,基礎體積32%,而8層的建築物可節約牆砌體體積16%,基礎體積30%,

圖2所示為按1930年和1949年的標準計算所得的牆壁和樁柱的截面圖。

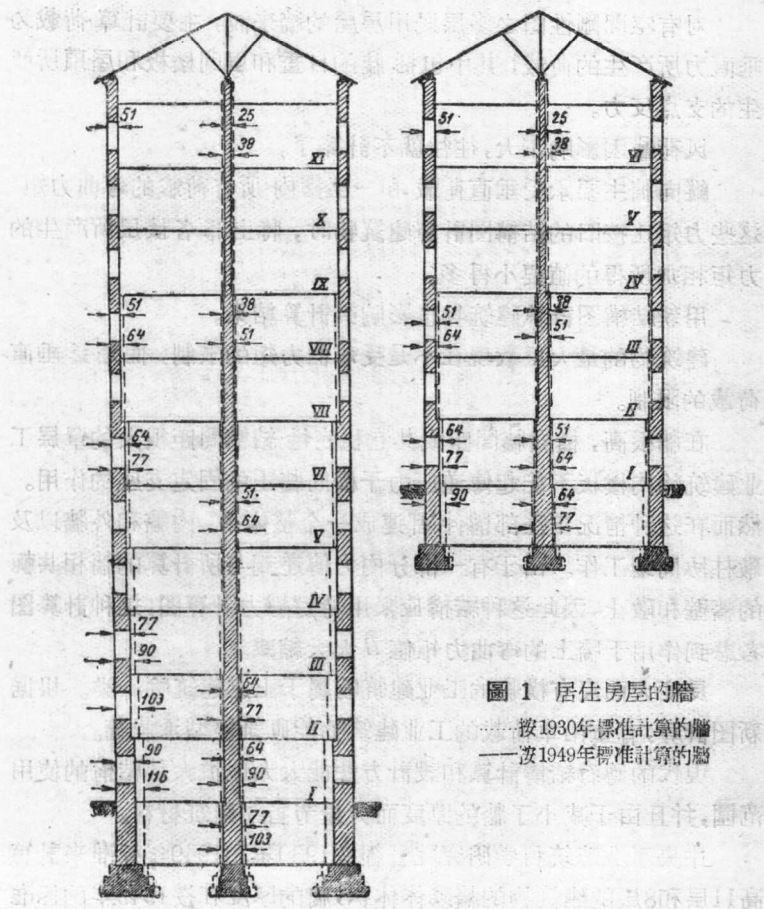


圖1 居住房屋的牆

.....按1930年標準計算的牆
——按1949年標準計算的牆

磚石結構的新的計算理論容許工业建築物砌築承受吊車荷載的高牆而不用骨架。當承受吊車荷載時，牆用磚石壁柱加固。在虽无吊車荷載但比較重要的工业結構物內往往亦采用磚石壁柱。在工业建築物的結構中采用无骨架的設計能大量节省鋼材。

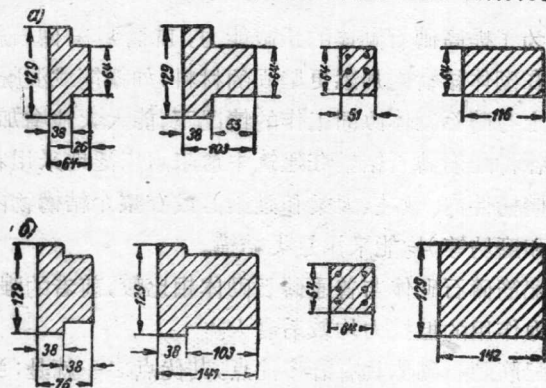


圖 2 牆壁和砌柱的截面

a—按1949年標準計算的；б—按1930年標準計算的

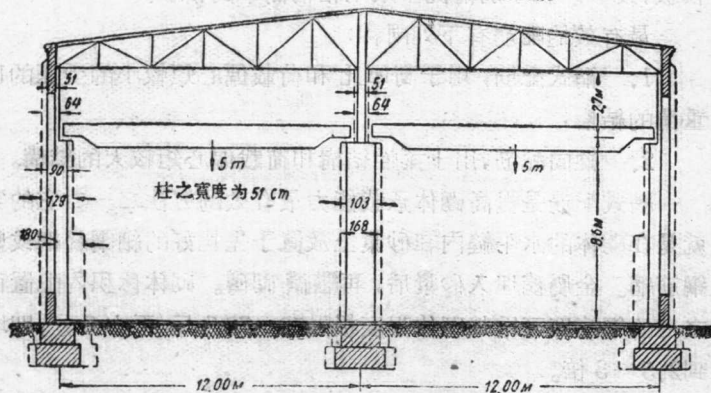


圖 3 按1949年和1930年(虛綫)標準計算的工业建築物的牆

中央工业建筑科学研究所的比較計算証明，按1949年標準計算工业建築物的牆和基础砌体体积能節約40%(圖3)。

Ⅱ. 配筋磚石結構

为了提高磚石砌体的承載能力，就需要在磚石結構中配置鋼筋。在砌体結構內加添更堅固的材料，如鋼筋或混凝土，在鋼筋或混凝土與磚石砌体協同工作的情况下，能大大地增加砌体的强度。

各种配筋磚石結構在建筑中愈来愈广泛地采用着。不論在个别結構構件內（墩柱、大梁和过梁），或在整個結構物內（塔形貯槽、粮仓和磨坊等）均能采用这类結構。

配筋磚石砌体与普通磚石砌体相比較，前者的强度、抗震性和对动力作用的抵抗力均較后者大。

配筋磚石砌体具有許多优点，其优点之一就是：当灌筑混凝土和鋼筋混凝土構築物时，必須采用模板，而配筋磚石結構无需采用模板，或者只在个别情况下采用結構簡單的模板。

最有效的配筋有下列两种：

1. 網式配筋，用于高厚比和荷載偏心矩較小的受压的已負重荷的結構；

2. 縱向配筋，用于柔性結構和荷載偏心矩較大的結構。

網式配筋是提高砌体承載能力最有效的方法之一。它的實質就是在砌体的水平縫內在砂漿上放置预先扎好的細鋼絲網或盤条鋼筋網。金屬網埋入砂漿后，再繼續砌磚。砌体体積內配置百分之一的鋼筋即可增加砌体强度极限50—70公斤/平方公分，即增加到2.5—3倍。

應該指出，当偏心受压时，上述配筋的能效却大大地降低了。

当偏心受压而荷載偏心矩大或当砌筑高厚比較大的結構时，会产生拉力，对此拉力砌体亦产生了若干抗力。这种情况往往使

結構加重和浪費材料。

在上述情況下，最好採用縱向配筋的方法。

承受拉力的鋼筋能大大地提高砌體的承載能力。鋼筋配置有兩種方法：置於砌體內或置於砌體的外表面上。

為了承受彎曲構件和偏心受壓構件（砌柱、牆壁、塔形貯槽等）之拉力，採用縱向配筋是合適的。

當水平內力作用時，為了增加穩定性和強度，薄牆和間壁之縱向配筋產生很好的效果。

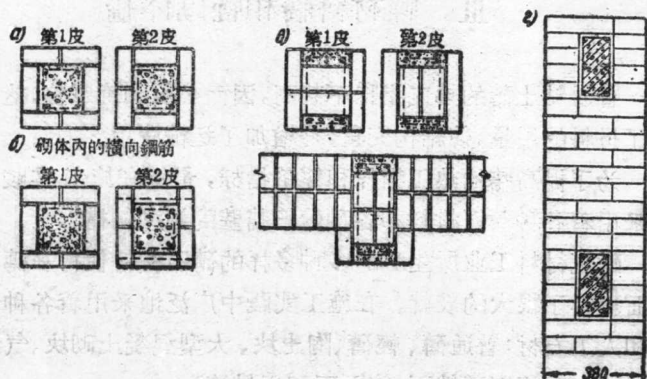


圖 4 綜合結構截面圖

a和b—內部有鋼筋混凝土心的砌柱之截面；a—外部有鋼筋混凝土塊的砌柱和壁柱之截面；c—綜合結構的圓塔形貯槽的牆截面

配筋磚石結構截面根據計算鋼筋混凝土結構的公式計算，但須考慮到砌體的特性。

在多层居住和公共的骨架建築物以及吊車荷載很大的工業廠房牆壁中磚石砌體通常起着圍壁的作用。在這種情況下，磚石砌體是骨架的荷載，因此必須加重骨架。

為了使磚石砌體在建築物承載構件共同工作中取得最大的承