

工业废渣建筑制品丛书

粉煤灰硅酸盐砌块

(生产与应用)

中国建筑工业出版社

工业废渣建筑制品丛书

粉煤灰硅酸盐砌块

(生产与应用)

上海市建筑工程局

中国建筑工业出版社

本书主要介绍粉煤灰硅酸盐砌块的原材料要求及配合比,生产工艺,设备选型以及材料性能和应用情况,并对砌块建筑的施工技术和结构构造等内容作了较详细的介绍。内容丰富、实用,文字通顺易懂,可供从事砌块生产与施工的工人、技术人员阅读,也可供科研、设计人员参考。

本书由上海市建筑工程局组织上海硅酸盐制品厂、上海市第二建筑工程公司、上海市建筑科学研究所组成“三结合”编写小组进行编写,由韩庭藻、潘德基、郑华、徐勤才、谈孚雄等同志执笔,编写过程中,得到沈旦申、余永年等同志的协助,还有许多单位提供了资料,参加了书稿的评阅工作。

工业废渣建筑制品丛书
粉煤灰硅酸盐砌块
(生产与应用)
上海市建筑工程局

*

中国建筑工业出版社出版(北京西郊百万庄)
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
河北省固安县印刷厂印刷

*

开本: 787×1092毫米1/32 印张: 6 字数: 133 千字

1976年1月第一版 1979年4月第二次印刷

印数: 8,531—14,590册 定价: 0.40元

统一书号: 15040·3268

前 言

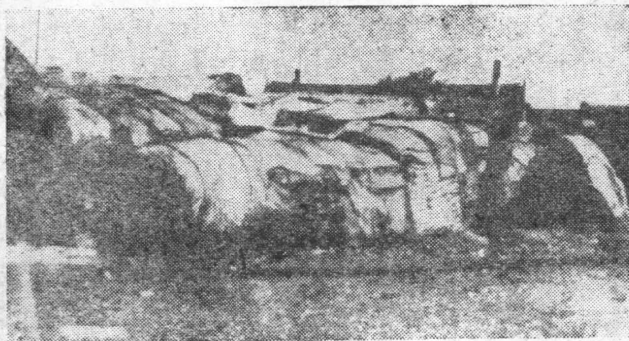
粉煤灰硅酸盐砌块（以下简称粉煤灰砌块或砌块）是以工业废渣为主要原料制成的新型墙体材料。它是用粉煤灰、石灰、石膏作胶凝材料，煤渣作骨料（也可用高炉硬矿渣等作骨料），按一定的比例配合，再加入一定量的水，经过搅拌，振动成型，蒸汽养护而制成的。

随着我国工业的蓬勃发展，粉煤灰和煤渣等工业废渣的排放量逐年增加。通常，一个十万千瓦的燃煤的火力发电厂每年要排出十多万吨废渣（其中主要是粉煤灰）。这些废渣如果不加以治理，就要占用土地，污染环境，并耗费大量处理费用（主要是装运费）。治理废渣的积极措施就是综合利用，而利用废渣制造新型墙体材料则是综合利用的一条重要的途径。一九五八年，在党的社会主义建设总路线指引下，我国建筑业战线广大工人、干部和技术人员在大搞综合利用的群众运动的基础上，破除迷信、解放思想，利用粉煤灰和煤渣等工业废渣研制成功粉煤灰砌块。一九六三年经过全国技术鉴定，粉煤灰砌块得到了进一步发展和推广。无产阶级文化大革命以后，各地深入开展“工业学大庆”的群众运动，在生产、科研、设计、施工各个方面，大搞技术革新和技术改造，促使粉煤灰砌块的生产和应用又有了新的发展。现在全国已陆续建成了一批粉煤灰砌块厂，上海市采用这种砌块建造了三百多万平方米的五至六层住宅建筑，中小城市如福建三明市也建造了二十多万平方米的砌块建筑。

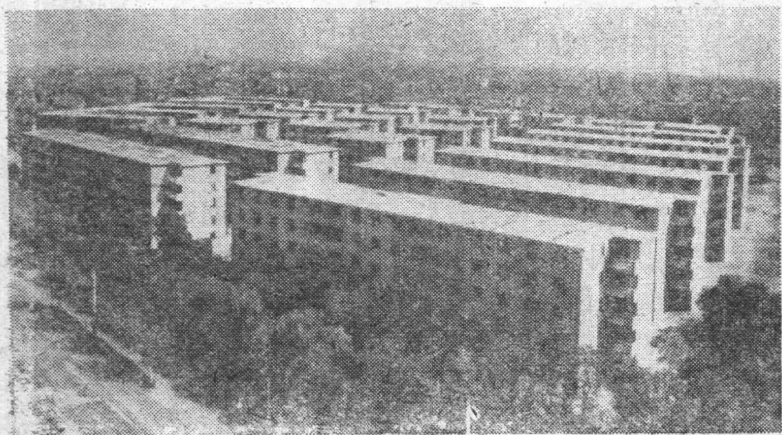
十多年来的实践证明，生产和使用粉煤灰砌块，是我国墙体改革的一项有效的技术措施。目前上海市大量建造的住宅建筑中，已有70%采用了这种砌块，在加快城市建设步伐，改善劳动人民的居住条件方面起了很大作用。例如上海工人新村蕃瓜弄，原来是一个十分拥挤的棚户区。解放前有一千九百多户近两万劳动人民住在阴暗破烂的草棚和“滚地龙”^①中（图），饱受风吹雨打，过着饥寒交迫的悲惨生活。解放后，党和政府十分关心改善劳动人民的居住条件，对原有的一些棚户区，逐步进行改造。一九六三年，进行了蕃瓜弄工人新村的建设，使蕃瓜弄的面貌发生了翻天覆地的变化。在组织拆迁、分批建造的过程中，充分发挥了砌块建筑设计标准化、施工机械化的优越性以及砌块在施工中的灵活性。在短短两三年内，就建成了以五层砌块住宅建筑为主体的建筑群（图），建筑面积达六万多平方米，从而迅速改善了劳动人民的居住条件。

回顾粉煤灰砌块的发展过程，也是有曲折的。在采用什么样的养护方法上，某些外国专家认为，这类材料非用高压釜蒸压不可，否则后期强度会逐渐衰退，直至酥松粉化。我国建筑工业战线广大工人、干部和技术人员遵照毛主席的教导，从我国实际情况出发，在缺乏经验，缺少资料的困难条件下，通过大量的试验研究和生产实践，终于采用常压蒸汽养护方法，成功地生产了粉煤灰砌块。经过长期实践证明，用这种方法生产的粉煤灰砌块的耐久性能是好的，用这种砌块建成的建筑物，其抗冻性和碳化稳定性都良好；使用十多年来，没有发生酥松粉化现象（详见第三章）。各地

① 解放前，上海劳动人民居住的最简陋的一种窝棚叫“滚地龙”。



解放前上海蕃瓜弄的“滚地龙”



解放后建成的上海蕃瓜弄砌块建筑群

土法上马，土洋结合，各地因陋就简地建立了一些砌块厂，并且从小到大较快地发展起来。在这种材料的推广过程中克服了因循守旧的习惯势力的阻挠，坚持一切通过试验，坚持革新。有些地区还采取了一系列扶植新产品的政策和措施，促进了砌块建筑的发展。

发展粉煤灰砌块建筑，还有一个综合研究和配套发展的问题，把建筑物作为整体定型的工业化产品，配套地解决房屋设计、材料与制品生产、施工工艺和设备等科学技术问题，逐步形成具有特点的建筑体系。在砌块的研究和发展过程中，坚持科研、生产、设计、施工等方面的协作，找出了保证砌块质量和耐久性的合理配合比和常压养护制度；创造和革新了简易的施工机具和合理的施工工艺；提出了砌块建筑的结构措施和计算方法，从而配套地解决了砌块建筑技术的几方面的关键问题。

发展砌块建筑在我国国民经济中具有重要的政治和经济意义：

第一，变废为宝，大量利用工业废渣。一个十万立方米的中等规模的粉煤灰砌块厂，一年可以利用粉煤灰、煤渣等废渣十五万吨以上。上海市已生产砌块一百三十多万立方米，利用废渣约二百万吨。这样不仅保护了环境，减少了污染，还节约了废渣处理费用。

第二，节约土地，支援农业。生产十万立方米的砌块相当于近七千万块标准粘土砖，每年可以节约制砖用地约七十多亩，同时还可以节约大量堆灰用地（通常每二千万吨粉煤灰要占用堆灰用地一亩左右）。这样，生产墙体材料就支援了农业，有利于工农联盟，符合“以农业为基础、工业为主导”的发展国民经济的总方针。

第三，促进墙体改革，有利于实现建筑工业化。推广砌块建筑有利于促进设计标准化、施工机械化和预制装配化，是建筑工业化的有效途径之一。此外，生产这种砌块，生产工艺简单，设备系通用机械，投资少，收效快；生产成本可低于或接近粘土砖；劳动生产率比粘土砖高两倍多。砌块施工可采用小型吊装机械，能改变手工砌筑的落后面貌，大大减轻工人劳动强度。从上海地区的调查分析来看，砌块墙面与砖墙面相比，其造价降低四分之一，劳动生产率提高三分之一，工期缩短一半，水泥用量节约一半以上。采用这种砌块，还减轻建筑物自重，并且有足够的结构稳定性，在新建大量住宅建筑中有普遍推广意义。

毛主席教导我们：“一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。”我们必须不断总结经验，进一步提高材料性能和扩大利用废渣途径；进一步提高砌块建筑设计标准化水平，改善建筑使用功能，不断提高建筑质量；进一步提高砌块生产的机械化、自动化水平，不断提高劳动生产率，降低生产成本；进一步提高砌块建筑的预制装配化程度，减少施工程序，减轻劳动强度，降低工程造价。

编 者

一九七五年九月

目 录

前 言

第一章 原材料和配合比.....	1
第一节 原材料技术要求.....	1
一、粉煤灰.....	1
二、石灰.....	4
三、石膏.....	7
四、骨料.....	7
五、水	8
第二节 配合比设计.....	9
一、强度形成原理.....	9
二、配合比的设计原则	12
三、配合比中各组分的用量	12
四、配合比计算实例	20
第二章 砌块的生产工艺	23
第一节 工艺流程和车间布置.....	24
一、工艺流程	24
二、车间工艺布置	24
第二节 原材料贮存和加工处理.....	33
一、原材料贮存	33
二、粉煤灰脱水	35
三、骨料的破碎	41
四、石灰、石膏的粉磨	44
第三节 混合料制备.....	54
一、配料计量	55
二、搅拌.....	58

三、有关设备	62
第四节 制品成型	63
一、振动台构造和工作原理	63
二、工艺参数	64
三、振动台的操作要点	65
四、有关设备	66
第五节 制品养护	71
一、养护制度	73
二、养护设备	77
三、缩短养护周期的技术措施	80
第六节 成品堆放	81
一、成品堆存面积的计算	82
二、成品堆场运输与堆放设备	82
第七节 产品质量和生产检验	84
一、产品质量	84
二、生产检验	87
第三章 砌块的性能	89
第一节 砌块的物理力学性能	90
一、容重	90
二、强度及其它力学性能	90
三、吸水性	92
四、导热性能	93
五、收缩性	94
六、防火性	95
第二节 砌块的耐久性	96
一、耐水性	96
二、抗冻性	98
三、碳化稳定性	101
四、综合耐久性	103

第四章 砌块建筑和构造	107
第一节 砌块建筑的设计依据	107
第二节 砌块的使用范围	109
第三节 砌块规格的确定	111
一、确定砌块规格的几个因素	112
二、几个生产厂的砌块规格	115
第四节 砌块建筑的结构构造	116
一、建筑设计	116
二、结构构造	117
第五章 砌块建筑的施工技术	122
第一节 施工机具	122
一、砌块夹具	123
二、装卸机械	125
三、运输机具	125
四、安装机械	128
五、其它工具	132
第二节 施工准备	133
一、施工计划	133
二、吊装路线	134
三、砌块排列图	136
四、现场平面布置	138
第三节 砌筑工艺	141
一、劳动组织	141
二、吊装方法	142
三、操作技术	149
四、砌筑砂浆	153
五、砌块吊装的安全技术	154
六、砌块施工的劳动生产率	156
第四节 施工质量	157

一、砌块砌体的验收要求	157
二、砌块与砂浆的粘结强度	157
三、特殊气候下施工措施	159
第五节 粉刷	161
一、砌块墙面特点	161
二、粉刷基层的处理	162
三、墙面粉刷	162
四、粉刷砂浆	166
附录一 砌块厂的劳动定员表	169
附录二 检验方法	171
一、原材料检验	171
二、混合料检验	173
三、物理力学性能检验	174
四、砌块外观与尺寸检验	175
附录三 砌块建筑结构设计实例	177

第一章 原材料和配合比

粉煤灰砌块的原材料基本上是工业废渣。它采用粉煤灰、石灰、石膏组成了廉价而有效的胶凝材料，并且采用来源较广的煤渣作轻骨料，符合就地取材，就地生产，就地使用的原则。

生产粉煤灰砌块时，首先要确定原材料的技术条件和设计配合比。要“吃掉”废渣，必须要“吃透”废渣，才能发挥它的优点，尽可能克服它的缺点，充分加以利用。选择配合比时，应在掌握原材料特性的基础上，综合考虑产品质量和工艺上的要求，以及影响生产成本的各种经济因素，通过系统试验和生产实践，决定经济合理的配合比。

在砌块的发展过程中，我国建筑工业战线工人、干部和技术人员，遵照毛主席“破除迷信，解放思想”和“一切经过试验”的教导，在研究原材料特性和设计配合比时，进行了反复试验和生产实践，确定了原材料的技术要求和配合比。为粉煤灰砌块的正式投产，创造了条件。

第一节 原材料技术要求

粉煤灰砌块中胶凝材料所用原材料为粉煤灰、石灰、石膏，骨料用煤渣或高炉硬矿渣和膨胀矿渣等。

一、粉煤灰

粉煤灰是火力发电厂排出的废渣；它是煤粉在粉煤炉内

燃烧后收集下来的细灰。煤粉在燃烧过程中，产生少量烧结的多孔块状炉渣，集中在粉煤炉的底部，叫炉底灰，其数量约占灰渣总量的10~20%。大部分细灰就随着烟道气一同进入烟道排出来，这就是粉煤灰。由于火力发电厂采用煤种及粉煤灰的细度不同，在炉内的燃烧温度不同（一般在1350~1550℃），因此，粉煤灰的化学成分、矿物组成亦有波动。

目前发电厂收集和排出粉煤灰的方法有干法和湿法两种。生产粉煤灰砌块以干排灰为好，但是我国发电厂多采用湿法排灰。湿排灰可用来生产砌块，但需经脱水处理，如果湿排灰脱水处理不符合要求，就会影响砌块的质量。

粉煤灰的化学成分主要是氧化硅（ SiO_2 ）、氧化铝（ Al_2O_3 ）和氧化铁（ Fe_2O_3 ）等。其矿物组成主要是玻璃体（约占70~80%）和结晶矿物莫来石、石英及少量未燃尽炭粒。玻璃体是一种无定形物质，具有较高的化学活性，主要由活性氧化硅和活性氧化铝组成。粉煤灰的结构特征是多孔性颗粒，它的比重一般为1.9~2.4，松散容重为600~700公斤/米³。粉煤灰的细度波动较大，尤其在和炉底灰合排时，中粗颗粒大大增加。

几个砌块厂所用粉煤灰的化学成分和细度列于表1-1。

粉煤灰是蒸养粉煤灰砌块胶凝材料的主要组分。在蒸汽养护过程中，粉煤灰中的活性氧化硅和活性氧化铝与石灰、石膏在水热条件下生成水化产物，使粉煤灰砌块获得强度。

粉煤灰的质量与它的含炭量（即可燃物，一般以烧失量表示）、细度、氧化硅和氧化铝的含量以及排灰方法等因素有关。

粉煤灰中含炭量对砌块强度有显著影响。从图1-1中可以看出，随着粉煤灰烧失量的增加，混合料用水量增大，砌

几个砌块厂所用粉煤灰的化学成分和细度 表 1-1

生 产 厂	化 学 成 分 (%)						细 度 (4900孔/厘米 ² 筛余%)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	烧失量	
上海硅酸盐制品厂	51.15	37.32	4.42	3.82	0.24	3.42	33.5
福建省第一建筑工程公司预制厂	53.42	36.66	5.99	1.75	1.01	6.19	
常州硅酸盐厂	50.86	34.24	3.46	3.09	1.06	5~9	19~36
广州市建材一厂	49.65	29.92	3.98	3.2	0.72	11.34	30~33.5
济南硅酸盐砌块厂	49.60	34.48	4.60	1.63	0.65	5.70	
青岛砌块厂	47.38	26.59		2.32	0.68	15~25	20~50

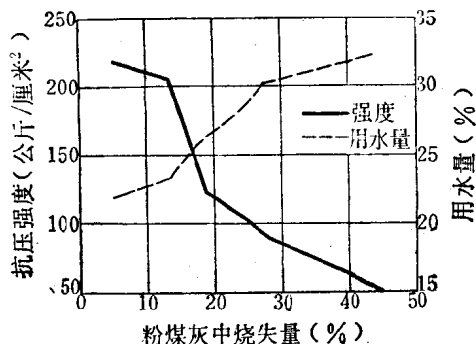


图 1-1 粉煤灰中烧失量对用水量与强度的影响 (采用干粉煤灰制作的试件)

块密实度较差, 强度降低。但是烧失量在15%以下时, 对强度影响较小。

粉煤灰细度对砌块质量有较大影响。粉煤灰颗粒细, 则表面积增加, 有利于加速胶凝材料的水化反应, 使水化产物数量增加, 从而提高砌块的强度; 粉煤灰颗粒粗, 则能起水

化作用的表面积减少，水化速度减缓，其活性不能充分发挥，砌块强度显著降低。采用湿排粉煤灰时，在灰渣合排情况下，粉煤灰颗粒太粗，有时4900孔/厘米²筛筛余量高达50%左右，以致影响砌块的质量。在这种情况下生产时，应考虑将粗细灰搭配使用。另外，必要时，工艺上可采取球磨机磨细或轮碾机碾磨等措施，加强粉煤灰颗粒表面活化，促进水化反应，增加密实度，提高砌块的强度和耐久性。

粉煤灰中活性氧化硅、氧化铝含量较高，砌块强度也能提高。工厂试验室一般不测活性氧化硅、氧化铝的含量，仅作化学成分分析。实践证明氧化硅、氧化铝的含量较高时，有利于提高砌块的强度。

制作粉煤灰砌块时所用粉煤灰应符合下列要求：

- (1) 烧失量不大于15%；
- (2) 氧化硅含量不低于40%；
- (3) 氧化铝含量不低于15%；
- (4) 细度：在4900孔/厘米²筛筛余量不大于20%^①。

二、石灰

石灰是粉煤灰砌块的重要组分。适当的石灰用量可以确保砌块具有足够的强度和耐久性。

生产砌块宜采用生石灰。生石灰的主要化学成分是氧化钙(CaO)。生石灰消化时能放出大量的热，有利于提高砌块的初始强度，有利于提高砌块抵抗蒸汽养护过程中的温度应力和冷凝水软化的能力，避免砌块表面产生酥松裂缝。而且生石灰在加水搅拌后才开始消化，生成的初生态氢氧化钙

① 为了合理使用粉煤灰，在900孔/厘米²筛上的筛余部分，配料时作为骨料计算，通过900孔/厘米²筛的部分，作为胶凝材料计算。

[Ca(OH)₂]活性较高，容易与粉煤灰中的活性氧化硅和活性氧化铝进行水化反应。同时，采用生石灰可以减少用水量，它在消化时，又可吸收混合料中的游离水分，提高砌块的强度和耐久性。

在石灰化学分析中，氧化钙的量，是代表氧化钙、氢氧化钙和碳酸钙等组成的氧化钙总量，而石灰中能与粉煤灰反应的有效成分是氧化钙和氢氧化钙，这些有效成分通常叫做有效氧化钙（A-CaO）。它对砌块强度有很大的影响。当石灰中有效氧化钙含量较低时，为维持胶凝材料达到一定的有效氧化钙含量，可以采取增加石灰用量的办法。但试验也说明，如用有效氧化钙为50%以下的生石灰时，即使采用这一办法，也由于石灰用量增加，相应增加了碳酸钙量，而减少了粉煤灰、煤渣的用量，相应减少了活性氧化硅和活性氧化铝等原因，导致砌块强度下降。

生石灰中氧化镁（MgO）含量一般要求不大于5%，但试验表明，当石灰煅烧温度在1000°C以下时，氧化镁含量在5~10%，对粉煤灰砌块质量没有影响。

生石灰比重一般为3.2左右。松散容重为800~1000公斤/米³。

生产粉煤灰砌块可用块状生石灰，也可用炼钢厂、化工厂的下脚料碎石灰。

几个砌块厂所用石灰的质量情况见表1-2。

采用消石灰（消石灰主要化学成分为氢氧化钙）生产砌块，不仅强度低，而且砌块表面往往容易疏松分层，抗冻性和碳化稳定性均差，因此不宜采用。如果在工艺上采取混合湿碾等措施，则有助于克服由于采用消石灰而产生的上述缺点。