

工业废渣建筑制品丛书

蒸养煤渣砖

中国建筑工业出版社

工业废渣建筑制品丛书

蒸 养 煤 渣 砖

上海市房地产管理局
同济大学建材系

中国建筑工业出版社

204517

蒸养煤渣砖是以煤渣、石灰、石膏为原料，经原材料加工，混合料制备，砖坯成型和蒸汽养护而成的一种新型墙体材料。

本书主要介绍蒸养煤渣砖的生产工艺，对原材料和设备的要求，生产检验项目和检验方法，以及产品性能和应用情况。书中总结了上海地区多年来的生产实践经验和部分技术革新成果，对蒸养煤渣砖生产过程中常见的质量问题进行了分析，并提出了一些改进措施。

本书由上海市房地产管理局组织上海南市、杨浦和卢湾等煤渣砖厂工人、干部和技术人员三结合编写，同济大学建材系教师也参加了编写工作。在编写过程中，编写单位进行了必要的调查研究和试验研究工作，召开了多次座谈会，广泛听取工人的意见。

本书文字较通顺，内容比较丰富，结合生产实际，可供蒸养煤渣砖厂生产工人和技术人员阅读，也可供学校有关专业师生参考。

参加本书编写工作的有成国华、杨锡珩、李宗德、毛信能、范圣贤、薛挺秋、宋德荫等同志。

工业废渣建筑制品丛书

蒸 养 煤 渣 砖

上海市房地产管理局

同济大学建材系

*

中国建筑工业出版社 (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 1/32 印数 4 8/8 字数: 107千字

1975年11月第一次印刷 1979年1月第二次印刷

印数 7 531—173 590 册 定价 0.32 元

统一书号: 15040·3260

目 录

第一章 概述.....	1
第一节 蒸养煤渣砖的发展过程.....	1
第二节 发展蒸养煤渣砖生产的意义.....	3
第三节 蒸养煤渣砖的生产工艺.....	5
第二章 原材料.....	7
第一节 煤渣.....	7
第二节 石灰.....	10
第三节 石膏.....	13
第四节 水.....	15
第三章 混合料的配合比.....	16
第一节 配合比的要求.....	16
第二节 配合比的选择.....	17
第三节 配合比的计算.....	21
第四节 配料方法.....	23
第四章 原材料加工.....	26
第一节 煤渣的筛分.....	26
第二节 煤渣的除铁处理.....	28
第三节 煤渣的破碎.....	31
第四节 石灰和石膏的粉磨.....	35
第五章 混合料的制备.....	40
第一节 搅拌.....	40
第二节 陈化.....	43
第三节 轮碾.....	47

第六章 砖坯成型	59
第一节 砖坯成型工艺	59
第二节 成型设备	63
第三节 成型工序的安全操作与设备维修	73
第七章 砖坯的蒸汽养护	77
第一节 运坯和码坯	77
第二节 静停	80
第三节 蒸汽养护	82
第四节 蒸汽养护设备	85
第五节 养护工序的安全操作和注意事项	88
第八章 生产检验和质量控制	90
第一节 生产工艺中的检验项目	90
第二节 生产中常见的质量问题	93
第九章 检验方法	98
第一节 原材料的检验方法	98
第二节 混合料的检验方法	104
第三节 半成品的检验方法	105
第四节 成品的外观检验方法	106
第五节 成品的物理检验方法	109
第十章 蒸养煤渣砖的性能与应用	115
第一节 物理力学性能	115
第二节 蒸养煤渣砖的应用	117
附录一 蒸养煤渣砖质量标准(草案)	123
附录二 蒸养煤渣砖的体积查阅表	126
附录三 相对含水率和绝对含水率换算表	132
附录四 抗折强度计算系数查阅表	133
附录五 抗压强度查阅表	134

第一章 概 述

煤渣是块煤燃烧后的残渣，是一种量大面广的工业废料。蒸养煤渣砖就是以煤渣为主要原料，加入一定量的石灰和少量石膏，经原材料加工，混合料制备，砖坯成型和蒸汽养护而成的一种新型墙体材料。

十多年来的生产和使用实践证明，蒸养煤渣砖的生产简便，易于土法上马，质量稳定，使用性能良好，也便于生产大块，空心制品，是一种有发展前途的新型墙体材料。

第一节 蒸养煤渣砖的发展过程

蒸养煤渣砖是一九五八年开始搞的，广大工人、干部和技术人员遵照毛主席“独立自主，自力更生”和有关综合利用的伟大教导，因陋就简，土法上马。

蒸养煤渣砖在上海等地试制成功后，受到各级领导和广大工人群众的重视。但是，这一制品生产初期，由于缺乏经验，产品质量不够稳定，当时有人就持怀疑态度。某些外国专家也曾片面地提出，这类制品一定要用高压釜蒸压养护，否则它的后期强度会逐渐衰退，直至全部酥松。加之生产初期，由于缺乏经验，产品质量一度不够稳定。当时有些地区曾规定，蒸养煤渣砖不能用于基础、承重墙及地下工程，不能盖楼房，只能修修补补，砌砌围墙。但是，由于发展蒸养煤渣砖符合毛主席亲自制定的社会主义建设总路线精神，生

产蒸养煤渣砖不仅可以综合利用工业废渣，并且具有就地取材、就地生产和就地使用的特点，建材工业和施工单位的广大工人、技术人员和干部，大搞科学研究，不断试验、逐步解决了生产技术上的几个关键问题，改革了不少机具、设备，制定了行之有效的工艺制度，使煤渣砖的质量日益稳定，产量大大提高；通过研究和使用实践，进一步证明，蒸养煤渣砖是一种水硬性材料，采用蒸汽养护生产的煤渣砖，其后期强度不但不会下降，反而有所提高。这就破除了原有的一些条条框框，为蒸养煤渣砖的生产和应用，打开了新的局面。

近些年来，蒸养煤渣砖的生产发展更快，生产规模逐年扩大，产品质量稳定上升，生产的机械

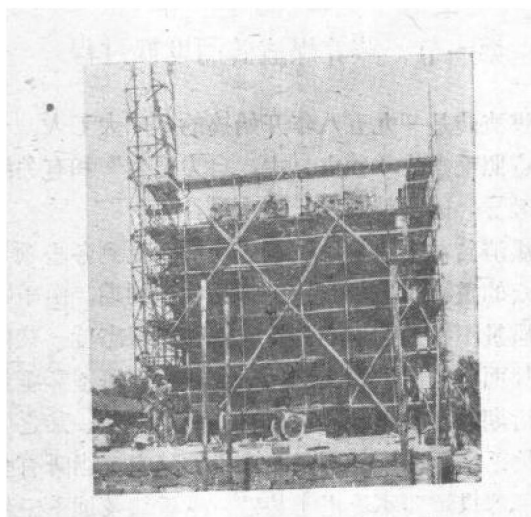


图 1-1 施工中的情况

化程度逐步提高，产品规格也逐渐向大块、空心、多品种方向发展。蒸养煤渣砖的使用范围也进一步扩大，现在有些地区不仅可用于建造5~6层楼房，而且还可用于基础、人防、烟囱、水塔等工程，使用效果良好。



图 1-2 用蒸养煤渣砖建造的楼房

第二节 发展蒸养煤渣砖生产的意义

随着我国基本建设事业的迅速发展，对墙体、屋面材料提出了新的更高的要求。如果继续沿用旧法，生产粘土砖瓦，在一些平原地区，由于土源紧张，无法满足需要，如果毁田造砖，就会影响农业生产。发展蒸养煤渣砖等新型墙体材料，不但可以改变毁田造砖的状况，有力地支援农业生产，而且在利用工业废渣，变废为宝，保护环境卫生，节省

废渣处理费用方面，也有显著效果。

据统计，在平原地区每生产1亿块粘土砖，就要挖土毁田100亩左右。如果以煤渣砖代替粘土砖，则每生产1亿块蒸养煤渣砖，就可节约农田100亩；处理废渣25万吨，节省废渣处理费用50万元（每吨废渣运费以2元计算）。以上海为例，仅房地局系统从1958年到1974年，共生产了蒸养煤渣砖约16亿块，利用了工业废渣近400万吨，节约运费800万元；相应少毁农田1600亩。如果以每亩农田年产粮食800公斤计，则可增产粮食128万公斤。从全国范围来看，发展蒸养煤渣砖生产的经济意义就更为可观。

蒸养煤渣砖与粘土砖的技术经济比较①

表 1-1

指 标	上海南市 煤渣砖厂	上海跃进 粘土砖瓦厂	备 注
年 产 量	2671万块	2888万块	均为八五砖 ^②
全厂土地面积	4682米 ²	79820米 ²	
其中建筑面积	2300米 ²	6890米 ²	
全厂职工人数	197人	262人	} 跃进厂季节性合同工不包括在内
其中生产工人数	163人	210人	
燃料消耗	285.6公斤/万块	344.2公斤/万块	跃进厂系内燃砖 ^③
电力消耗	56万度	111万度	全年耗电
产品成本	200.54元/万块	240.18元/万块	以八五砖计
劳动生产率(生产工人)	16.39万块/年	13.75万块/年	以八五砖计
全员劳动生产率	13.56万块/年	11.03万块/年	以八五砖计

① 表内系1974年统计数字；

② 八五砖即长、宽、厚各为216、105、43毫米的小砖；

③ 跃进厂还生产少量粘土瓦，燃料消耗没计算在内。

此外，蒸养煤渣砖还有如下特点：

1. 它的生产工艺简单，设备投资省，各地可因陋就简地建厂；
2. 与粘土砖相比，蒸养煤渣砖厂的劳动生产率高，燃料消耗低，产品成本也略低（见表1-1）；
3. 蒸养煤渣砖的生产周期短，受季节、气候条件影响小；
4. 蒸养煤渣砖的生产灵活，便于生产大块、空心、多规格制品，有利于墙体材料的技术改造。

第三节 蒸养煤渣砖的生产工艺

现在，全国各地煤渣砖厂生产的品种很多，有砖、大方砖、吸声砖和拱壳砖等，规格也大同小异。现将上海地区常用的蒸养煤渣砖规格介绍如下（见图1-3）。

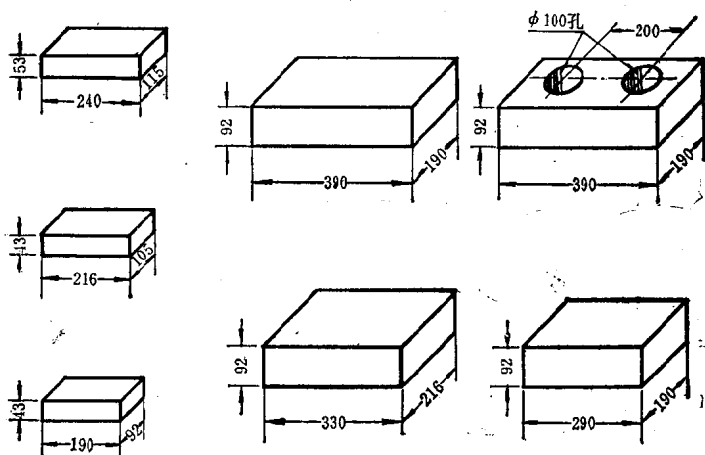
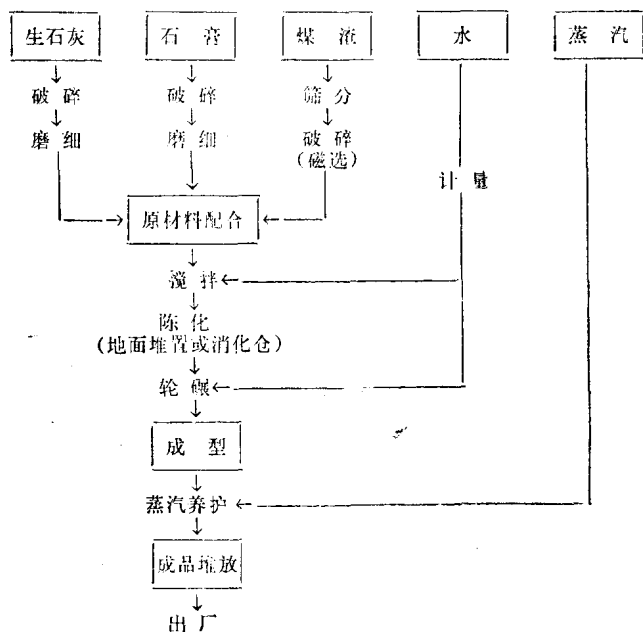


图 1-3 上海地区常用的蒸养煤渣砖规格

蒸养煤渣砖的生产工艺，基本上由原材料加工，混合料制备，砖坯成型，蒸汽养护等工序组成。各地根据不同的资源情况及气候、设备条件，在选择具体的工艺流程时，略有不同。现将蒸养煤渣砖的一般生产工艺流程介绍如下。



第二章 原 材 料

第一节 煤 渣

煤渣是蒸养煤渣砖的主要原料。它是原煤经高温燃烧后排出的残渣。一般，煤渣排量是原煤量的25~35%。煤渣在煤渣砖中，除一部分颗粒作骨料外，其余可与石灰结合，形成胶结材料。

煤渣的矿物成分，主要有钙长石、莫来石、石英以及磁铁矿、黄铁矿、玻璃质和未燃烬的炭粒等。玻璃质部分，是偏高岭土（ $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ ）、活性二氧化硅（ SiO_2 ）和活性三氧化二铝（ Al_2O_3 ）。它们是煤渣中的主要活性成分，含量愈高，煤渣的活性愈好。它们具有烧粘土质水硬性混合材的性质，本身不具有独立的水硬性（即其粉末拌和水后不具有自行凝结硬化的特性），但与氧化钙（石灰等物质）起水合作用后，即成为水硬性胶凝物质。

煤渣的化学成分参见表 2-1，它含有较多量的二氧化硅（ SiO_2 ）、三氧化二铝（ Al_2O_3 ）及少量的三氧化二铁（ Fe_2O_3 ）、氧化钙（ CaO ）、氧化镁（ MgO ）、硫酸酐（ SO_3 ）及可烧物等。

煤渣中二氧化硅和三氧化二铝含量愈多，特别是活性二氧化硅和活性三氧化二铝含量愈多，它们与气硬性石灰化合后的胶凝性能也愈好，产品强度就愈高。因此，煤渣中的二

煤 渣 化 学 成 分

表 2-1

用 渣 单 位	化 学 成 分 (%)						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	烧失量
北京炉渣砖厂	46.74	27.36	4.67	3.30	0.91		13.53
北京石景山电厂炉渣	55.55	14.58	4.72	7.05	1.87	0.48	13.28
上海杨浦煤渣砖厂	53.4	20.34	7.58	4.51	0.38		10.56
上海卢湾煤渣砖厂	43.26	29.21	5.17	2.95		1.17	16.33
上海闸北煤渣砖厂	50.96	26.28	4.62	3.29	0.62	0.26	13.86
辽宁沈阳化工厂	54.76	12.54	14.52	6.80	1.5		5.41
山东淄博炉渣砖厂	38.20	27.37	18.41	2.98	0.68	0.59	6.48
江西南昌煤渣砖厂	56.20	25.64		1.37		0.07	9.05
安徽淮南水泥制品厂	51.72	34.12	5.91	3.44	0.99	0.37	3.93

氧化硅和三氧化二铝是制砖的有益成分。其中，三氧化二铝愈多，对大气稳定性也愈好。

煤渣中所含的未燃烬炭是有害的成分。含炭量多的煤渣中，活性的二氧化硅和三氧化二铝的成分就减少，而且由于煤屑是含有有机物的，容易在空气中氧化，煤渣中含炭量多时，易吸水软化，造成膨胀，使制品膨胀开裂。煤渣中含炭量高或含有过烧石灰质僵块时，其体积稳定性与大气稳定性也差，在成型前无法完全消解，致使在蒸养甚至使用过程中还继续消解，使制品容易出现风化、裂缝、酥松和剥落等不良现象。体积稳定性不合格的煤渣，应作堆存处理，泼水

煤 渣 的 技 术 要 求

表 2-2

SiO ₂	Al ₂ O ₃	SO ₃	未燃烬组分	体积稳定性	垃圾杂物
>40%	>15%	<4%	<20%	良 好	不得含有

后堆放一段时间，经过检验，待体积稳定性合格后，方可使用。

煤渣中的硫化物是一种有害成分。若煤渣中含有较多量的硫酸盐及硫酸镁等，会造成制品体积膨胀、酥松或微裂，使制品强度降低、外观破坏。

生产蒸养煤渣砖时对煤渣的技术要求参见表2-2。

煤渣的物理化学性质，取决于煤的种类、燃烧方法和燃烧温度等因素。因此，质量的波动范围是较大的。一般说来，发热量高的无烟煤其氧化铁含量高（18~20%），燃烧后是块状渣，呈蜂窝状结构，熔结为玻璃质状，活性好，外观为灰褐色，煤渣坚固耐久；烟煤燃烧后是粉状和细颗粒渣，呈多棱形结构，外观为淡灰色，煤渣质量比较差；褐煤含铁量低，煤渣粘性差、酥松，质量最差。在自然状态下，无烟煤渣松散容重是800~1000公斤/米³，比重在2.5左右；烟煤渣的松散容重是700~900公斤/米³，比重在2.48~2.52之间。一般情况下，原煤的燃烧温度在1150~1500℃之间。燃烧完全的煤渣，未经水淬而自然冷却则活性较好。干煤渣比湿煤渣活性好。因为，煤渣中活性成分偏高岭土经水处理后，会进行分解，引起煤渣活性的下降。但是，考虑到生产操作的需要，往往是采用半干湿煤渣投产的。

生产蒸养煤渣砖时，还要求煤渣内不得含有泥土、草根、树皮、纸壳、铁钉等杂物。天冷时，特别要防止冰块混入，以免影响砖的质量。

随着工业废渣综合利用工作的积极开展，在某些地区，煤渣资源日见缺乏。这时，可本着充分利用各种废渣的精神，积极寻找各种代用废渣。据目前了解的情况看，代用渣源有含炭量较低的粉煤灰，居民生活用的煤球灰，冲天炉酸

性水淬渣，废模型砂^①，石屑，碎砖，破瓦等。其中除粉煤灰、煤球灰、水淬渣等具有一定活性成分外，其余一般只能起填充料作用。这些废渣的化学成分见表 2-3。对这些代用废渣的技术要求，标准不宜过高，以便大量的工业废渣（包括某些城市垃圾）能得到充分的利用。一般来说，影响制品质量，和影响后期强度以及影响工人身体健康的废渣，需反复试验，找出合适的配合比或解决劳动防护措施后方能采用，其它应就地取材，尽量加以利用。

几种代用废渣的化学成分

表 2-3

原材料名称	化 学 成 分 (%)								烧失量 (%)
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O	Na ₂ O	
粉煤灰	52.30	26.94	5.37	1.73	0.80				10.3
煤球灰	60.18	24.60	6.13	2.26	1.40				1.8
冲天炉水淬渣	45.44	10.53	13.07	26.42	0.70				
液态渣	44.36	43.34	5.91	3.88	0.18	0.66			
废模型砂	75.91	10.12	4.15	3.05	1.52				
钾残渣	60.00	20.00	6~9	<0.5			3.5	9	

第二节 石 灰

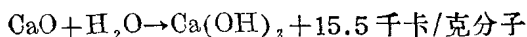
作为建筑材料的石灰，有气硬石灰和水硬石灰两种。气硬石灰是石灰岩、镁质石灰岩或白云岩经 900~1200℃ 煅烧而成的。气硬石灰只能在空气中硬化，并保持和发展其强度。它的硬化，主要靠其中的氧化钙的作用。生石灰的主要成分是氧化钙（CaO）和氧化镁（MgO）。生石灰中含氧化

① 铸铁后废弃的模型砂。

镁在 20~40% 的，叫高镁质石灰；含氧化镁在 5~20% 的，叫镁质石灰；含氧化镁在 5% 以下的，叫低镁石灰。在蒸养煤渣砖中，通常都使用低镁石灰。

煅烧石灰岩等得到的生石灰块，它的颜色与成分有关。纯粹的石灰为白色（杂质含量小于 4~5%）；含铁质的石灰呈现不同程度的黄色和红色。正常生石灰的重量较轻，平均比重 3.2，松散容重为 800~1000 公斤/米³，颜色淡，断面呈白色，硬度均匀。由于实际中燃烧温度不均匀、石灰岩块大小不同等原因，常会形成过火石灰或欠火石灰。

由低镁石灰岩质煅烧成的生石灰，遇水消化（熟化）变成消（熟）石灰。其化学反应是：



石灰在消化后，氧化钙变成氢氧化钙，并放出大量热量，体积膨胀 1~3.5 倍，由块状变成粉末状。

石灰消化的速度，常与石灰成分和煅烧质量有关。过火石灰的表面，有玻璃状的硬壳，不但消化速度慢，而且未消化的颗粒也多。当石灰未彻底消化前，如用到制品中，必然会因它的继续消化，使制品发生裂缝、凸起或局部爆裂，破坏了制品的外观，降低了制品的强度。欠火石灰中，有碳酸钙硬块，消化后往往渣子较多。若石灰中欠火石灰含量较多，则有效氧化钙含量降低，对制品质量不利。因此，在生产蒸养煤渣砖时，必须要控制石灰中过烧和欠烧的数量、消化温度和消化速度。

根据生产中消化方式的不同，对生石灰的技术要求见表 2-4。

值得注意的是，石灰中的氧化钙（CaO）总含量与有效氧化钙（A-CaO）是两个概念。前者包括碳酸钙、硅酸钙

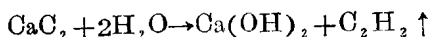
表 2-4

混合料消化方式	化学成分(%)		过烧量	欠烧量	消化温度	消化速度
	A-CaO	M ₂ O	(%)	(%)	(°C)	(分)
仓式消化	>60	<5	<5	<7	>60°	<15
地面堆置消化	>50	<5	<5	<10	>50°	<30

以及其他钙盐中的氧化钙含量,而后者仅指那些今后可以与氧化硅、氧化铝和氧化铁结合的那部分氧化钙。通常以生石灰中有效氧化钙含量,作为衡量石灰质量的一项重要指标。生石灰中有效氧化钙含量一般在50~80%左右。

为开展综合利用,可用炼钢厂的下脚石灰,或化工厂的下脚——电石渣,作为石灰的代用材料。

电石渣是电石经水解获得乙炔气后所排出的残渣。其化学反应是:



从上述反应可见,电石渣实际上就是消石灰。电石渣的细度为4900孔/厘米²筛余15~25%,比重2.15~2.3,容重约600~700公斤/米³,含水率较高,平均在50%左右。新鲜电石渣中有效氧化钙较高;但水分较多,且含有乙炔,宜存放待稍干后使用。

电 石 渣 的 技 术 要 求

表 2-5

化学成分(%)		细 度 (%)		自然含水量	其 他
A-CaO	MgO	900 孔/厘米 ² 筛余	4900 孔/厘米 ² 筛余	(%)	
>50	<5	<5	<30	<40	不含残余乙炔气