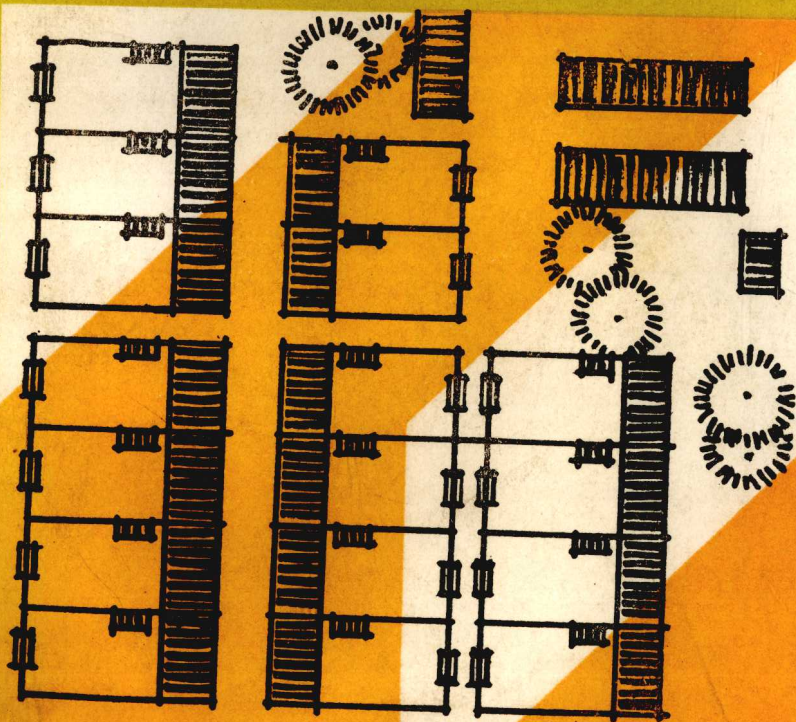


农村建筑丛书

怎样烧石灰

时文 何添 编写



中国建筑工业出版社

农村建筑丛书

怎样烧石灰

时文 何添 编写

中国建筑工业出版社

本书主要介绍了普通立窑烧制石灰的工艺技术问题。书中扼要地阐明了石灰的性质、品种与用途，烧制石灰的原料、燃料的选择，立窑的构造、砌筑和技术操作、事故处理等一系列工艺技术问题，还对普通立窑煅烧石灰的原理及如何提高石灰产、质量等技术和管理工作，结合实践作了通俗的探讨并提出了一些看法。书中还较详细地介绍了土窑烧砖的操作技术。本书可供各地从事石灰工业的工人、技术、管理人员阅读参考。

农村建筑丛书
怎样烧石灰
时文何添 编写

中国建筑工程出版社出版(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
中国建筑工程出版社印刷厂印刷(北京阜外南礼士路)

开本：787×1092毫米 1/32 印张：2 $\frac{1}{2}$ 字数：64千字
1984年5月第一版 1984年5月第一次印刷
印数：1—12,100册 定价：0.25元
统一书号：15040·4616

前 言

石灰是很古老的传统建筑材料。在我国，石灰的生产和使用具有悠久的历史，陕西省西安半坡出土的一块石灰板距今已有四千多年。秦汉时期就用石灰砂浆砌筑了中外闻名的万里长城。

在近代，石灰的用途更为广泛，不仅用于建筑工程和建材工业中，而且在冶金工业、轻工业、化学工业中也都需要大量的石灰。此外，在农业生产、土壤改良、植物保护等方面，也广泛使用着石灰。

解放三十多年来，我国石灰生产有了很大发展，据不完全统计，目前我国石灰年产量为3000万吨以上，其中社队企业生产的为2100万吨。

随着国家建设事业的发展，特别是近年来新型墙体材料的发展，对石灰的需求量将会日益增大。但是，当前我国石灰工业的工艺设备比较陈旧，窑炉结构不尽合理，技术操作各厂很不一致，燃料消耗、产品质量、生产成本各地差异很大。我们在总结江苏常熟建筑材料厂生产石灰的经验基础上，参考“全国石灰企业生产座谈会”上的材料并到南方几个地方组织土窑生产人员座谈，编写了这本小册子。内容是以普通立窑生产为主具体介绍石灰窑的结构、操作技术、事故的处理以及生产管理办法，供各地县办石灰企业及社队石灰厂的工人、技术人员、干部参考。

由于作者水平有限，书中的缺点和错误之处，希同志们批评指正。

作者

一九八三年八月

目 录

第一章 石灰的性质、品种与用途	1
第一节 石灰的成分与性质	1
第二节 石灰的品种与用途	2
第二章 生产石灰的原料与燃料	7
第一节 原料	7
第二节 燃料	9
第三章 生产石灰的主要设备	17
第一节 生产过程与工艺流程	17
第二节 几种煅烧石灰窑	19
第三节 普通立窑的选择	21
第四节 土窑	32
第四章 普通立窑煅烧石灰的原理	47
第一节 煅烧反应	47
第二节 窑内各带与传热	52
第五章 普通立窑的技术操作	55
第一节 普通立窑烧石灰的特点	55
第二节 提高普通立窑产质量的技术途径	56
第三节 开窑、停窑操作	64
第四节 生产事故的处理	68
第六章 石灰生产管理	74
第一节 工艺条件	74
第二节 技术管理	75
第三节 班组生产责任制	76

第四节	安全生产.....	79
第五节	石灰的质量检验.....	81
第六节	石灰的包装、运输和贮藏.....	82
附 录:	某厂石灰成本分析.....	84
参 考 文 献		86

第一章 石灰的性质、 品种与用途

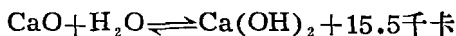
第一节 石灰的成分与性质

石灰是用主要成分为碳酸钙(CaCO_3)的石灰岩作原料,经过适当温度煅烧所得的一种气硬性胶凝材料,其主要成分为氧化钙(CaO),也叫做生石灰。

石灰的外观具有细微裂缝、多孔,呈乳白色的块状物。含杂质多的石灰往往呈灰色、淡黄色,过烧石灰则显现灰黑色。

石灰块松散易碎、塑性好,容重 $0.8\sim 1.0$ 吨/米³,过烧石灰容重较大,可达 $1.3\sim 1.7$ 吨/米³,硬度也大。

石灰(CaO)极易吸收水分。石灰遇水后进行熟化(亦称消化)。熟化后的石灰,称为熟石灰或消石灰 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 。石灰熟化的原理是氧化钙与水作用生成氢氧化钙。其反应式为:



石灰在熟化过程中放出大量热,每克分子 CaO 放出15.5千卡的热量,或1公斤 CaO 放热277卡。放热速度十分剧烈,会产生沸腾现象。石灰消化成熟石灰后体积膨胀,由块状变为粉末或浆状,容重降低。

石灰消化时,理论需水量为石灰重量的31.2%,但实际

用水量比理论需水量多得多。因为石灰消化时产生的大量热量使水分生成水蒸汽被蒸发掉。一般消石灰粉中水分含量不超过4%。在建筑工地上制作的石灰膏含水量达50%左右。

生石灰遇水生成消石灰，消石灰和空气中的二氧化碳（ CO_2 ）化合，便还原成碳酸钙（ CaCO_3 ），这个过程称为石灰的硬化，也可称为石灰的碳化。石灰的硬化过程相当缓慢。这是因为由于空气中的二氧化碳较稀薄，反应进行较慢，又由于表面层先结成的碳酸钙薄层会阻碍二氧化碳的继续深入，并阻碍内部水分的继续蒸发，而硬化必须是把氢氧化钙中的水分都蒸发掉。

应该指出，纯石灰浆硬化时会发生收缩干裂现象。所以在工程上使用消石灰时，常常掺以粘土、砂子或其它材料。

第二节 石灰的品种与用途

一、石灰的品种

石灰，有气硬性和水硬性两种。建筑工程上习惯所说的石灰，系指气硬性石灰。根据GB1594—79建筑石灰国家标准规定，按品种分为生石灰、消石灰粉。按氧化镁含量多少，分为钙质石灰、镁质石灰。分类界限见表1。

石 灰 分 类 界 限

表 1

品 种	钙 质 石 灰	镁 质 石 灰
	氧 化 镁 含 量 %	
生 石 灰	≤ 5	> 5
消 石 灰 粉	≤ 4	> 4

生石灰的品质指标见表 2。

生石灰的品质指标

表 2

项 目	钙 质 石 灰			镁 质 石 灰		
	一等	二等	三等	一等	二等	三等
有效钙+氧化镁含量不小于(%)	85	80	70	80	75	65
未消化残渣含量 ^{5毫米圆孔筛筛余} 不大于(%)	7	11	17	10	14	20

对石灰的质量要求:

1. 石灰活性。

石灰活性是指石灰中活性氧化钙和氧化镁含量的总和。活性氧化钙和氧化镁是指能与含硅材料发生化学反应产生胶凝物质的化合物，在国家标准中则称它为有效钙和氧化镁，（并以符号A-CaO和A-MgO表示），其指标(%)，钙质灰：一等不小于85，二等不小于80，三等不小于70；镁质灰：一等不小于80，二等不小于75，三等不小于65。

2. 氧化镁含量。

石灰中氧化镁的含量是一种有害的物质。这是因为碳酸镁的分解温度较低（730~760℃），而碳酸钙的分解温度却较高（900℃）。在实际生产中，石灰的煅烧温度常在1000~1200℃。因此，氧化镁在该温度下常被煅烧成“死烧”状态，其结构致密，消化十分缓慢，如果用于硅酸盐制品生产和其它工程上，常常是在后期才逐渐消化，此时，体积膨胀，构件或工程遭到破坏，产生裂缝，强度下降。

为了克服氧化镁的含量过多造成有害影响，国家标准规定了它的含量在钙质石灰中 $\leq 5\%$ 。如果 $> 5\%$ ，不称钙质石灰，而是镁质石灰。

3. 过烧石灰。

过烧石灰是指石灰石在高温煅烧下（如1400℃以上）重结晶为粗大的氧化钙晶粒（大于10微米）。过烧石灰晶粒粗大，结构致密，比重大，消化缓慢，施工后发生膨胀、变形，带来危害。因此，石灰中含过烧石灰是不好的。

4. 欠烧石灰。

欠烧石灰是石灰石在窑内煅烧时还没有完全分解成氧化钙的那一部分石灰石，亦即未分解的碳酸钙。它在胶凝材料的混合物中一般起着惰性填料的作用，虽无其它危害，但欠烧石灰含量过多，石灰活性、塑性相应降低。

国家标准对于上述过烧石灰、欠烧石灰虽无明确规定具体含量多少。但在标准中确定了一项石灰中未消化残渣含量的指标。钙质石灰：一等7%，二等11%，三等17%；镁质石灰：一等10%，二等14%，三等20%。

关于消石灰粉的品质指标见表3：

消石灰粉的品质指标

表 3

项 目		钙质消石灰粉			镁质消石灰粉		
		一等	二等	三等	一等	二等	三等
有效钙+氧化镁含量不小于(%)		65	60	55	60	55	50
含水率不大于(%)		4	4	4	4	4	4
细 度	0.71毫米方孔筛筛余不大于(%)	0	1	1	0	1	1
	0.125毫米方孔筛累计筛余不大于(%)	13	20		13	20	

二、石灰的用途

石灰在国民经济的各个部门中有着广泛的用途。

在建筑工程中，石灰常与砂或纤维材料（纸筋、稻草等）

调成石灰膏，用于墙壁抹灰；用石灰调制的石灰乳，加适量粘合剂，直接用作建筑物的粉刷；石灰和砂一起拌制的石灰浆具有良好的可塑性和粘附性，用于建筑物的砖石砌体；石灰和水泥、砂一起拌制的混合砂浆，不仅增加了可塑性，而且加速了砂浆的硬化，提高了水硬性强度，可砌墙和砌筑地下构筑物。

在建材工业中，石灰也是生产无熟料水泥的原料之一，如石灰矿渣水泥，石灰火山灰质水泥。

石灰又是制作各种硅酸盐建筑制品的一种主要原材料。以石灰和某些含氧化硅为主的材料混合成型后，经过湿热处理或在碳化下硬化，可制成各种墙体材料或大型屋面板等。

在农业上，常用磨细石灰去中和土壤，改良土壤，涂抹树干，水稻浸种，棉籽熏蒸，制作农药，防止虫害，植保蚕桑等。用于农业水利建设和农房建设的石灰量也是很大的。

石灰在冶金工业中具有特殊的作用，无论是高炉炼铁，平炉、电炉、转炉炼钢，尤其是现代氧气转炉炼钢对造渣剂提出了需用高纯度、低杂质的优质石灰。这种石灰脱硫、脱磷效果很好。每炼一吨钢，需用石灰80~100公斤。

在化学工业中，石灰被称作化工之“母”，用量最大的是电石生产，理论上制得一吨电石，需石灰875公斤。在制碱、漂白粉、造纸、医药、污水处理等其它化学工业中也都离不开石灰。

在石油工业中使用石灰作填充剂、中和剂、接触剂、添加剂。

皮革工业用石灰作脱毛剂。

制糖工业用石灰作净化分离剂。

纺织工业染色以前，使用石灰乳作固定媒染剂。

在环境保护中，石灰用作烟气脱硫的吸收剂。

在石灰的生产过程中同时产生二氧化碳气体（ CO_2 ）。生产一吨石灰，大约产生700~800公斤二氧化碳。在石灰生产中回收二氧化碳气体，综合利用有重要价值。因为它的用途非常广泛。二氧化碳的经济价值比石灰高得多，一吨二氧化碳售价约为商品石灰售价的10~15倍。

第二章 生产石灰的原料与燃料

第一节 原 料

生产石灰用的原料是一种天然石灰质原料，以石灰岩为主，泥灰岩、大理岩次之，个别也有使用白垩、贝壳等。

石灰岩是一种天然的沉积岩，亦称水成岩。化学成分以 CaCO_3 为主。什么样的石头是石灰岩？只要把少量稀盐酸滴在岩石上，就会发出嘶嘶声，放出二氧化碳气泡的便是石灰岩。这是一种识别石灰岩的简便方法。

石灰岩的颜色因所含各种杂质而不同。质地纯、含杂质少的石灰岩呈青灰、淡灰色；有碳化物和沥青杂质的为灰色、黑色；有微细沉积的黄铁矿与有机杂质的呈微蓝、黑色；有海绿石或低铁氧化物的为浅绿色。灰黄、灰褐、红黑、棕色者含有铁、锰的氧化物；米色、淡粉红色者，没有光泽，含有较多的氧化镁；乳白色有结晶光泽的，含有大量的氧化硅；色泽较淡的，含硫化氢较少；颜色较深的，硫化氢含量较多。

根据已探明的情况，我国天然石灰岩原料贮量十分丰富，地区分布也很广，为发展我国的石灰（水泥）工业提供了良好的条件。

石灰岩俗称“灰岩”或“青石”，从地理分布看，我国东北辽东半岛、华北、西北、西南、中南、华东、台湾都有丰富的石灰石矿。许多旅游胜地的奇异山洞几乎都由石灰岩

形成。

石灰岩矿床一般呈层状，主要矿物是方解石，常含有白云石、石英及粘土矿物等杂质。常见的结构类型有隐晶、结晶粒状、生物、鲕状等结构。方解石是六角形晶体，属三方晶系，比重为2.72，硬度为3，抗压强度为800~1200公斤/厘米²。

石灰岩的品质分类如表4。

石灰岩的品质分类

表 4

岩石名称	CaCO ₃ 含量(%)	CaO 含量(%)	MgO 含量(%)	用 途
纯 石 灰	>97	≥54	<1	用于制造：白色等特种水泥
石 灰 岩	95~86	53~48	<2.5	用于制造石灰、水泥
石 灰 岩	85~81	47~45	<3	用于制造石灰、水泥
白云石灰岩	80~63	44~35	10~20	用于制造镁石灰

石灰岩品质的好坏关系到石灰质量。生产石灰原料的选择，应该根据因地制宜的原则。用于制造气硬性石灰的原料，通常都含有碳酸镁、粘土、硅石等杂质。烧石灰用的石灰石等级大体可分为三级如表5。

烧制石灰的石灰石品质分级

表 5

成 分	单位	一 级 品	二 级 品	三 级 品	备 注
CaCO ₃ 含量不小于	%	95	82	50	
MgCO ₃ 含量不大于	%	2.5	10	40	
粘土等杂质不大于	%	2.0	8	8	

有关地区石灰厂使用的石灰石品质资料分析见表 6。

有关地区石灰石品质分析

表 6

石灰石产地	CaCO ₃ 含量 (%)	MgCO ₃ 含量 (%)	粘土等杂质含量 (%)	品质等级
辽宁大连	97.18	1.99	2.26	一级品
江苏吴县	97.87	0.65	4.02	一级品
湖南湘潭市	87.53	12.73	0.9	二级品
北京周口店	83.72	3.32	11.44	二级品
广西桂林市	67.65	32.0	0.81	三级品
江苏宜兴	60.04	38.62	0.99	三级品

必须指出，各地的石灰石的硬度不一，有的结构致密坚硬，也有的酥松。后者容易碎成小块和粉末，阻塞石灰煅烧窑的通风，妨碍石灰窑的正常操作。因此，在选择石灰的原料时，一般应采用结构致密的石灰石煅烧石灰。

此外，不宜在旅游地区开山采石烧制石灰。

第二节 燃 料

石灰工业是消耗大量燃料的工业之一，燃料费用一般要占石灰生产全部成本的百分之三十以上，有的高达四、五十。

一、燃料的种类

燃料按其物理状态的不同，分为固体、液体、气体三种。

固体——如煤炭、矸石、柴草、泥炭、油页岩；

液体——如气油、煤油、柴油、酒精；

气体——如天然气（甲烷）、人造煤气（石油加工煤

气、焦炉煤气、水煤气)等。

二、生产石灰用的燃料

石灰生产的方式不同和工艺设备不一,使用燃料也不一样。例如,农村山区间歇性的土窑,使用的燃料多数是稻草、秸杆、竹木材。连续性生产的立窑、机械立窑使用的燃料主要是煤和焦炭。现代化的回转窑生产石灰使用的燃料主要是液化石油气,也有用煤的。

普通立窑烧制石灰,一般采用固体燃料,以煤炭为主。煤的成分主要是碳。其它还有氢、氧、氮、硫、灰分、水分。根据煤的物理、化学特征和含碳量多少,煤可分成无烟煤、烟煤、泥煤、褐煤等。煤的发热量(热值)指单位重量燃料完全燃烧所放出的热量,一般用千卡/公斤表示。它是表示燃料质量的重要指标之一。

立窑烧石灰主要用无烟煤。无烟煤又称白煤、硬煤,是一种炭化程度最深、挥发分含量低(小于10%)的煤。有金属光泽,比重大,含碳量高,着火点高(450~700℃),燃烧火焰短,发热量较高(一般为5000~6500千卡/公斤)。

山西阳泉无烟煤品质指标如表7所示。

山西阳泉无烟煤品质指标

表 7

等 级	4	5	6	7	8	9
粒度规格	混 末	混 末	混 末	混 末	混 末	混 末
挥发分含量(%)	9	9	9	9	9	9
灰分含量(%)	10~12	12~15	15~18	18~21	21~24	24~29
含 硫(%)	0.5	1.0	1.4	0.8	2.0	2.0
发热量(千卡/公斤)	6500	6200	6100	6000	5800	5500

其它几种无烟煤的品质指标见表8。

晋城、京西、焦作无烟煤品质指标

表 8

煤 种	晋 城	京 西	焦 作	地方小煤矿
粒度规格	混 末	混 末	统 煤	统 煤
灰分含量(%)	15~20	18~30	20~28	16~35
发热量(千卡/公斤)	5500~6000	5200~5600	5000~5500	3500~4500

各地县、社石灰厂就地取材，用地方小煤矿的低质煤炭烧制石灰，替代优质无烟煤，取得了一些经验。如广东台山阳岭石灰厂、四川省崇庆县建材厂，湖南省湘潭市石灰厂、贵州贵阳建材总厂、浙江省湖州市、长兴县石灰厂、江苏省宜兴、溧阳县石灰厂多年来利用地方小煤矿的劣质煤烧出了上百万吨石灰。

劣质煤的灰分较高，一般在30%以上，发热量较低，一般在3000~4500千卡/公斤左右。燃烧时需要较多的人窑风量，石灰石在窑内停留的时间要长一些。因此，使用劣质煤烧石灰，入窑石灰石块度应适宜。

三、燃料热值和标准煤统一的计算方法

热值有高位热值和低位热值之分，发热量可用量热计测定，或由燃料组成计算求出，也可根据经验公式估算。燃料热值和标准煤的计算方法应统一，以便于作技术经济分析。为此，一九八〇年十月国家建材工业部(80)建材水字第864号文件规定：

(一)煤热值应以氧弹量热器实测值为基准。但许多企业尚不具备采用这种方法测量，希望积极创造条件，逐步实现。目前可采用煤的工业分析进行计算。

(二)全国各建材企业凡用工业分析结果计算热值和折