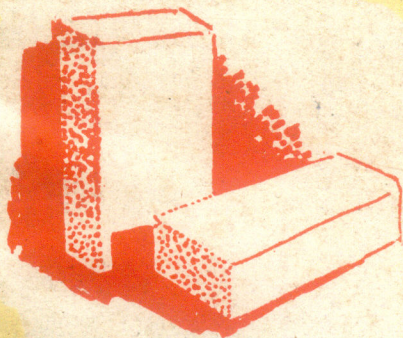


砌砖制造工艺

吳万安編写



辽宁人民出版社

砂 磚 制 造 工 艺

吳 万 安 編 写

江苏工业学院图书馆
藏 书 章

辽 宁 人 民 出 版 社

1959年 沈阳

砂 磚 制 造 工 艺

吳 万 安 編 写

☆

辽宁人民出版社出版（沈阳市沈阳路二段宫前里2号） 沈阳市书刊出版业营业许可证文出字第1号
沈阳新华印刷厂印刷 辽宁省新华书店发行

787×1092毫米·2%印张·54,000字·印数：1—1,000 1959年12月第1版
1959年12月第1次印刷 统一书号：T15090·159 定价(6)0.22元

前 言

在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下,在以鋼为綱,全面跃进的方針指导下,我国的鋼鉄工业获得了迅速的发展。随着鋼鉄工业的发展,耐火材料也出現空前跃进的局面。在大跃进的1958年里,耐火材料的总产量比1957年增长了三倍。

矽磚生产也得到了迅速的发展,1958年焦爐矽磚的产量比1957年增加了二倍多。

为了适应我国以鋼为綱工业全面跃进的新形势,使高爐吃饱吃好,必須大力增加焦炭和兴建炼焦爐,因而給矽磚生产带来了繁重任务,既要高产,又要优質、多品种。

这本书就是根据一些厂制造矽磚的經驗,其中主要是本溪鋼鉄公司的生产經驗并参考有关資料編写而成的。由于編者水平有限,占有材料不全面,錯誤在所难免,希望讀者批評、指正。

編 者

1959年7月于本溪

目 录

第一章 矽磚主要化学物理性質	1
1. 耐火度	1
2. 耐压强度	2
3. 高温荷重軟化温度	4
4. 真 比 重	5
5. 气 孔 率	6
6. 残余膨胀和加热膨胀	7
7. 化学成分	7
第二章 制造矽磚用原料	9
1. 矽石的分类	9
2. 矽石的主要性質	11
3. 代用原料——天然矽砂	17
第三章 原料的粉碎	18
1. 原料的粗碎	19
2. 原料的粉碎	20
3. 球 磨 粉	22
4. 防 尘	23
第四章 矽磚的配料作业	23
1. 石灰和石灰乳	24
2. 矿 化 剂	27
3. 顆粒組成	31
4. 配料作业	35

第五章 矽磚的成型.....	39
1. 手工成型	40
2. 机械成型	44
第六章 矽磚的干燥.....	47
第七章 矽磚的燒成.....	49
1. 矽磚燒成中物理化学变化	49
2. 矽磚的燒成制度.....	56
第八章 其他矽質制品	64
1. 高密度高矽質矽磚	64
2. 矽 鉻 磚	68
3. 輕質矽磚	70
4. 矽石火泥	77

第一章 矽磚主要化学物理性質

矽磚是指在磚中含有 93% 以上的 SiO_2 (二氧化矽), Al_2O_3 (三氧化二鋁) 含量在 1.5% 以下, 耐火度在 1690°C 以上的耐火材料。它广泛地使用于煉鋼平爐頂、前后牆、電爐爐頂、煉焦爐爐體上, 是鋼鐵工業重要筑爐材料。此外玻璃工業和有色金屬冶煉工業也使用矽磚。

矽磚广泛地使用在高温冶煉爐上, 因为它和別种耐火材料比較, 有較高的高温荷重軟化溫度, 抵抗酸性熔渣侵蝕力較強, 以及在高于 600°C 以上使用溫度下, 體積變化較小。但由于它的急冷急熱抵抗性較別种耐火材料差, 也限制了它的使用範圍; 間歇窑爐及溫度變化較大的爐子不用矽磚。它的主要性質分述于下:

1. 耐火度

耐火度是指在高温作用下制品不发生熔化的性質, 是耐火材料主要性質及檢定指标之一。耐火度不是熔点, 熔点是表示物質固相与液相之平衡溫度。而耐火度則是在一定的条件下, 由于产生液体而变形軟化之溫度。

表 1

各类矽磚的耐火度

用 途	耐 火 度
平 爐 頂 矽 磚	大于1710°C
电 爐 頂 矽 磚	大于1710°C~1720°C
焦 爐 矽 磚	大于1690°C
其 他 热 工 設 备	大于1690°C

影响矽磚耐火度的因素是：原料的純度（特別是氧化鋁、氧化鐵及硷性化合物，对矽磚耐火度影响更大），及配料中矿化剂的种类、数量。因此在制造电爐頂矽磚中，矿化剂的使用比其他磚种要少。制造矽磚用的矽石原料，耐火度要大于1750°C。

2. 耐压强度（亦称机械强度）

热工設備所砌之耐火材料，都承受着一定的負荷，或在工作时受到矿物、气流等摩擦，因此要求耐火材料要具有一定的机械强度。簡而易行的鉴定耐火材料机械强度的办法，就是在常温下测定单位面积上磚体所承受的压力；又称为常温耐压强度。以公斤/公分²为表示单位。

矽磚的耐压强度，一般要求达到125~250 公斤/公分²，实际上砌体中磚所承受的压力远远小于此数，只达1~2 公斤/公分²左右。而檢定耐压强度还可以說明許多其他性質。例如：燒結良好的磚耐压强度高，其抗渣性也較强。气孔率低的磚，耐压强度也較大。工艺过程也影响着耐压强度的指标，如原料的

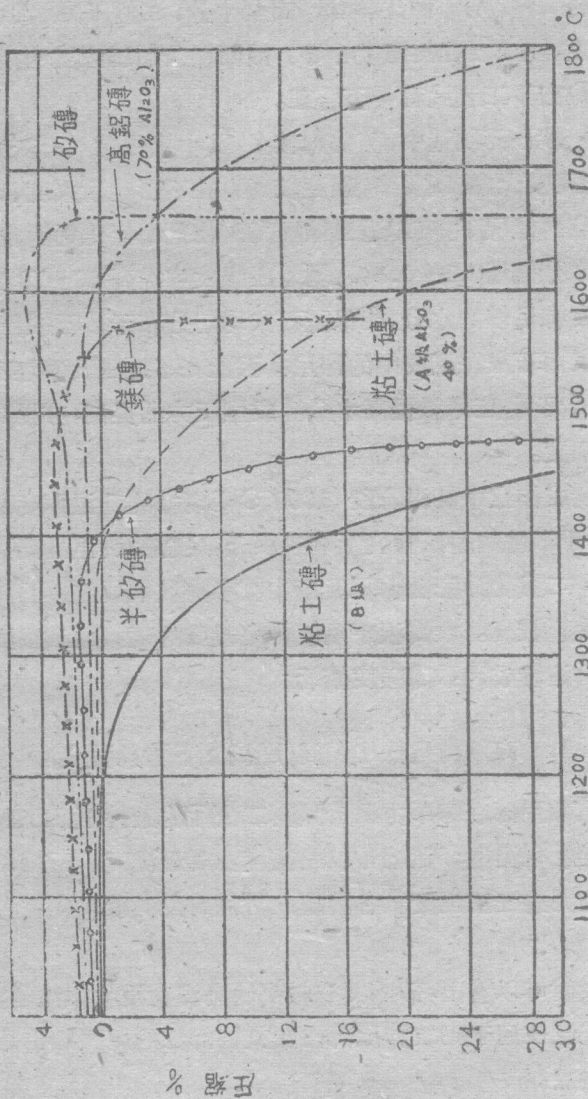


图 1 各种耐火制品高温荷重软化温度曲线

顆粒組合、礦化劑的種類、數量、成型水分、成型壓力、泥料混合均勻程度、燒成溫度及速度等等。因而檢查耐壓強度的指標，也間接地檢查了工藝過程是否合理。

在一般矽磚製造中，礦化劑較多，其中氧化鈣（石灰）量較多，則強度較大；玻璃質多，強度較高。在不影響耐火度、高溫荷重軟化點的情況下，可以適當地提高礦化劑中氧化鈣的含量。泥料成型水分提高0.1~0.5%，則耐壓強度可提高20~70公斤；泥料內含有足夠的水分，能保證石灰均勻分布于矽石顆粒表面，更好地發揮石灰在燒成中的作用。因此在不過壓及磚坯不發生變形的情况下，應盡量提高水分。成型壓力的提高，亦提高了磚的機械強度。

在燒成作業中高溫階段（1300°C 以後）的升溫速度及保溫時間，對於矽磚的耐壓強度影響也很大，足夠的高溫時間，可以使磚體中二氧化矽完整轉化及產生較多的玻璃質（液相），因而耐壓強度也較高。在高溫下用氧化焰燒成的磚，耐壓強度比用還原性火焰燒成的矽磚強度較低。

3. 高溫荷重軟化溫度（即高溫下結構強度）

一般採用磚在每平方公分負荷二公斤的條件下，壓縮0.6%表示開始軟化溫度；壓縮4%之溫度稱變形溫度，壓縮40%之溫度稱為完整變形溫度。各種耐火材料高溫荷重軟化溫度如圖1所示。

從上面可以看出，矽磚具有較高的高溫荷重軟化溫度；這就是矽磚廣泛使用於砌築爐頂部位及支柱部位的原因，也是矽磚的主要特點。

由于矽磚中的矿物成分主要是石英的異型同素體〔注〕的結晶物，液相物很少（10~15%），因而與其他耐火材料比較（如粘土磚），開始變形溫度與完整變形溫度間隔較小，而且接近于耐火度的指標。例如：粘土磚的耐火度為1710~1730°C 的範圍，而高溫荷重軟化開始溫度則在1250~1350°C 的範圍；變形間隔溫度為200~250°C 的範圍；矽磚的耐火度為1690~1720°C，高溫荷重軟化溫度則達1640~1660°C，變形間隔溫度僅為10~30°C。凡耐火制品中含有粘性較高的非晶形（玻璃質）物質，則間隔溫度便較大。

影響矽磚的高溫荷重軟化溫度，主要是與原料的潔淨程度及加入的礦化劑多少有關。例如：以1公斤/公分²負荷試驗不同成分矽磚的荷重軟化溫度時發現：在磚內含有2% Al_2O_3 並有 CaO 、 Fe_2O_3 存在，比不含 Al_2O_3 時荷重軟化溫度降低了125°C；若 Al_2O_3 到6% 並有 CaO 、 Fe_2O_3 存在時，則比不含 Al_2O_3 時降低了275°C。

4. 真 比 重

真比重是衡量矽磚質量好壞的一項重要指標。因為真比重可以表達矽磚中石英轉化的程度。例如：鱗石英——方石英化的矽磚，真比重為2.33~2.35到2.39~2.42，而石英矽磚真比重則高於2.42。這種矽磚一般是不合乎使用要求的。

〔注〕 異型同素體是化學成分相同，但形態不一。

表 2

矽磚的真比重与矿物組成

真 比 重	鱗 石 英 %	方 石 英 %	石 英 %	玻 璃 質 %
2.33	80	13	~	7
2.34	72	17	3	8
2.37	63	17	9	11
2.39	60	15	9	16
2.40	58	12	12	18
2.42	53	12	17	18

真比重小的磚，由于結晶轉化較為完全，因此在使用上殘余膨脹和加熱膨脹較小（見圖 2），使用安全，烘爐時間短。

在生产中影响真比重的主要因素是：矽石原料的性質、夹杂物多少、燒成止火温度的高低和高温時間的长短等。在原料既定的情况下，后者是决定因素。一般是：脉石英矽石在同样制造方法下，較結晶性矽石及胶結性矽石具有較高的比重，原料中杂质多，特别是粘板岩多，也影响比重的增加。燒成温度低及高温時間短，真比重較高。

5. 气 孔 率

在耐火制品中，气孔分为显气孔（又称开口气孔）和封閉气孔两种。真气孔是两者的总和。耐火材料在使用中，开口气孔具有实际意义：开口气孔多，則冶金爐中的熔渣、气体、尘埃等物質容易滲入磚中起侵蝕作用。因此一般只檢查开口气孔。开口气孔的体积与磚体积之比的百分数，称为显气孔率。习惯上

一般把显气孔率称为气孔率。

气孔率的大小,可以表示磚体结构的致密程度。气孔率大,組織松散,抗渣性不好,热傳导率差。除輕質磚外,一般都要求气孔率小。近来都趋向于高密度磚方向发展。高密度矽磚气孔率达到14~16% (一般为20~25%),耐压强度达到600公斤/公分²以上(一般为125~350公斤/公分²)。

影响气孔率的因素是:原料的致密程度和燒成中松散性質、顆粒的組成、配料比例、矿化剂的种类、成型压力的大小以及燒成制度等等。因此,檢查气孔率指标也可以反映出工艺过程的情况。例如:配料中廢磚粉过多,而气孔率則增大。

6. 残余膨脹和加热膨脹

在矽磚产品技术条件中,还应檢定焦爐矽磚的残余膨脹。

残余膨脹是指矽磚在加热至1450°C、保温二小时冷却后測定的綫膨脹百分率。残余膨脹的产生,主要是矽磚中残余石英的方石英——鱗石英化,真比重降低,体积发生膨脹。而加热膨脹是物質的一般物理現象:热脹冷縮。图2是表明不同真比重的矽磚加热膨脹情况。图3是矽磚的加热膨脹及冷却收縮情况;图中未收縮完整的部分,即残余膨脹。从图2可以看到,真比重越大,加热膨脹越大,这是由于未轉化的残余石英含量較大。真比重大的矽磚在高温中膨脹(1250°C以上)剧烈。而真比重低的矽磚,在600°C以上膨脹很小,体积稳定。

7. 化 学 成 分

測定化学成分可以代表磚的純度(原料也同样)。在矽磚

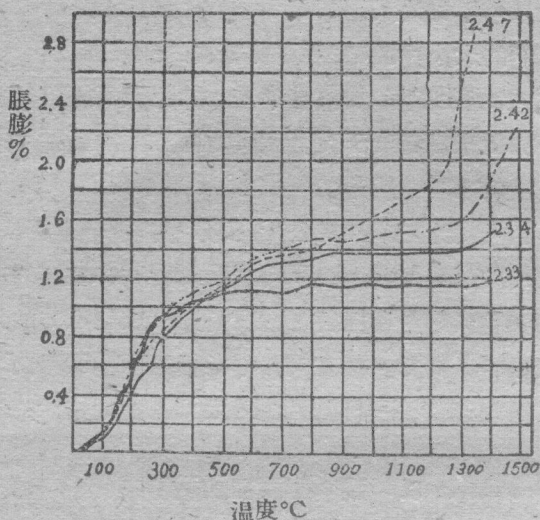


圖 2 不同真比重砂磚的热膨胀

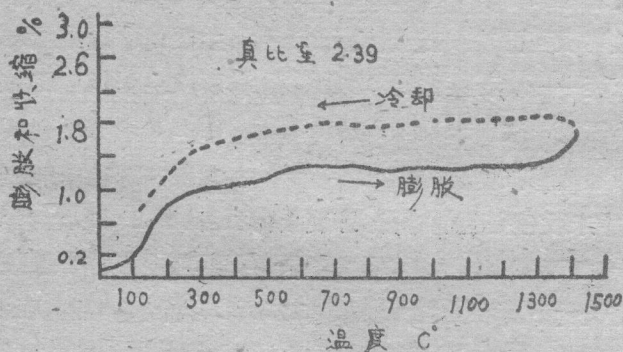


圖 3 真比重为2.39的砂磚加膨胀及冷却收缩

中氧化矽含量高其高温荷重軟化温度、耐火度也相对地提高,可以使用較高的作用温度。如电爐爐頂砂磚要求 SiO_2 含量大于

95~96%，平爐頂矽磚要求大于94.5%，焦爐矽磚要求大于93%。

矽磚中其他成分都会降低磚的高温荷重、軟化温度及耐火度。

第二章 制造矽磚用原料

制造矽磚的主要原料是矽石，这种物質在自然界中普遍存在。我国各省都有。如辽宁省石門、南芬，青海省南宁，河北省开灤，內蒙古自治区都拉哈拉，河南省洛阳鉄門，吉林省江密峰等地都有这种矽石。

1. 矽石的分类

(1) 按矿物学分类

矽石矿岩主要有以下四类：

脉石英类——酸性岩浆在分异以后，当冷却时由于气化作用和热液作用而形成的岩石，它主要是由結晶的集合体連生在一起組成的，呈脉状，硬度很大。另有一种无胶結物的变質石英岩石，它的結構和性質类似脉石英，但結晶粒細。我国吉林省江密峰矽石，辽宁省錦西矽石都屬于脉石英类。

結晶性石英类——这类岩石主要由石英粒在高温高压情况下，熔解并重新結晶，胶結性物質很少。我国辽宁省石門、南芬、大石桥，河南省洛阳鉄門山，內蒙古自治区都拉哈拉等地的矽石都屬于这一类，已被矽磚厂广泛采用。

胶結性矽石岩——这类矽石岩是由氧化矽胶結石英所形成的，均匀地含有少許雜質胶結物，我国山西五台山矽石属于此类。这种矽石轉化較易，裂紋性能良好。

矽石角岩类——是由于次生石英岩有时还带有蛋白石等雜質。这类矽石岩雜質多，耐火度低，不适于制造矽磚。

根据矽磚制造經驗，一般是广泛地使用結晶性矽石及胶結性矽石。我国除太原使用胶結性五台山矽石外；鞍山、本溪、撫順等厂都用結晶性矽石制磚。脉石英岩裂紋多，在外国認為难以制成矽磚。但是，我国鞍鋼耐火厂在苏联专家帮助下，用脉石英岩江密峰矽石制成了平爐、电爐爐頂矽磚。中国科学院金屬研究所在1954年用它試制成了高矽質、高密度矽磚。

使用这类矽石时，應該注意采取較細的顆粒組成。

（2）按轉化速度分类

在矽磚工业上，又把可以制造矽磚用的矽石根据在 1450°C 燒成后真比重降低之数值大小，以轉化快慢来分为四类（見表3）。

表 3 矽石按轉化速度的分类

矽 石 名 称	加热至 1450°C 后真比重
高 速 轉 化 矽 石	2.40
中 速 轉 化 矽 石	2.4 ~ 2.45
低 速 轉 化 矽 石	2.45 ~ 2.50
特 慢 轉 化 矽 石	大于 2.50

表 4 我国几种矽石加热至1450°C 后的真比重

矽石矿名	加热至1450°C后的真比重	試 驗 单 位
五台山矽石	2.30	中国科学院金属研究所
都拉哈拉矽石	2.55	“
江密峰矽石	2.52	“
南芬矽石	2.50	本 鋼 耐 火 厂
石門矽石	2.50	“

轉化較慢的矽石，应在制造中加入較多量的矿化剂及采取較細的顆粒組成。

2. 矽石的主要性質

原料的性質对于制品的性質及工艺过程的选择有极大的影响。

(1) 化学成分及耐火度

化学成分及耐火度对制造矽磚关系极大，耐火度必需大于1750°C，大于1730°C 的矽石原料只可部分地使用。二氧化矽的含量，根据制品要求而定。本溪鋼鉄公司耐火厂对于矽石分級使用的規定如表 5。

表 5 矽石的等級及用途

等級	化学成分要求%		耐 火 度 °C	块 度 (公厘)	用 途
	SiO ₂	Al ₂ O ₃			
I	≥98.5	≤0.7	≥1750	≥25	制电爐、平爐頂高矽質矽磚
II	≥97.5	≤1.0	≥1750	≥25	制 甲 类 一 般 矽 磚
III	≥96.5	≤1.3	≥1750	≥25	制焦爐矽磚制乙类矽磚

概括地講：原料中 SiO₂ 含量应比产品要求的 SiO₂ 含量大