

不 烧 澆 鋼 磚

冶 金 工 业 出 版 社

不 熔 浇 铸 砖

編輯：徐忠本 設計：周广、朱駿英 校對：楊維琴

1959年3月第一版 1959年3月北京第一次印刷 8,000 册

850×1168· $\frac{1}{32}$ 25,000 字·印张 $1\frac{1}{32}$ ·定价 0.14 元

中央民族印刷厂印 新华书店发行 書号 1462

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市書刊出版业營業許可証出字第 093 号

編 者 的 話

在耐火材料生产中，烧成是一个消耗大量燃料的作业。同时，由于受到烧成窑的设备容量的限制，耐火材料的产量就有一定影响，而且产品的成本很高。为了适应我国钢铁工业的大跃进，使耐火材料，特别是铸锭用耐火制品的产量满足钢铁生产的要求，我国的一些耐火材料厂和車間先后試制和試用了不烧烧鋼磚，并取得了預期的結果。

本書就是介紹我国在这方面的試驗和試用情况，共包括六篇文章。其中最后一篇是苏联“馬格列吉特”工厂用亚硫酸盐酒精紙漿廢液結合的不烧鎂質鑄口磚的試制和試用經驗。本書对今后的試驗和正式生产不烧烧鋼磚将有一定作用。

本書适用于耐火材料工厂和冶金工厂工程技术人員。

目 录

不燒澆鋼磚的試制与試用 (一)	1
不燒澆鋼磚的試制和試用 (二)	8
不燒澆鋼磚的試制	14
水玻璃結合的不燒澆鋼磚	17
提高不燒澆鋼磚机械强度的試驗	20
鑄錠用不燒鎂質鑄口磚	24

不燒澆鋼磚的試制與試用 (一)

重慶鋼鐵公司耐火材料車間

經過全民整風運動在政治戰綫和思想戰綫上取得偉大的勝利，全國工農業生產出現躍進高潮，鋼鐵工業扛起了主帥紅旗，高速度的飛躍發展。耐火材料如何滿足鋼鐵需要，負擔起前哨的責任，就給予耐火材料生產一個艱巨而光榮的任務。我們在黨的正確領導下，破除了迷信，解放了思想，又在黨的直接領導和支持下，根據我們制品的特性，試制了不燒鑄錠用制品。經過九次的使用試驗，實踐證明不燒鑄錠用制品是完全能滿足要求的。現已正式進行了工業製造。我們是採取直接工業試制，因此工作很粗糙，進一步改進和完善以及擴大使用範圍的工作還得進一步進行試驗研究。

眾所周知，粘土磚的燒成主要是獲得制品的必要燒結和致密，而且具有適當的機械強度及獲得必要的體積固定性，保證在使用條件下能承受各種機械力的作用和能保持體積的穩定性而有尽可能小的體積變化。事實上一般窯爐耐火制品所承受的压力均不超過 $1\sim 2$ 公斤/公分²，而在使用中，小的體積變化是可以通过工藝操作來獲得的。文獻敘述，不燒高嶺土制品用于熔鋼爐內衬的使用壽命比一般燒成粘土制品提高二倍，而用于化鐵爐內衬同樣比燒成粘土制品消耗量大大降低。對粘土質不燒制品，近年來蘇聯曾進行了試驗研究。我國科學研究機關和兄弟廠礦對不燒高鋁制品亦進行試驗，這說明不燒粘土質制品有着廣闊的前途。

下鑄用制品經受 1500°C 以上高溫急劇的熱沖擊作用。在湯道內鋼水的流速 1 公尺/秒以上，并有 $1\sim 2.0$ 大氣壓的压力作用，因此制品受着劇烈的沖刷和磨損，同時在澆鑄過程中，還受着鋼液還原生成物化學作用的破損，但此種化學相互作用，由于澆鑄時間很短（一般為 $3\sim 10$ 分鐘）僅在表面有某種程度的發生。

許多研究工作說明，在使用半酸性耐火制品澆鑄普通炭素鋼時，當鋼水與磚的表面接觸時，由於相互理化的反應，在湯道內生成一種粘度很高和具有光澤的玻璃狀軟化層，在此層後面就是緊密的凝固作用層，保護了制品被繼續浸蝕的作用。

試驗證明澆鋼磚參與鋼的非金屬夾雜物數量僅0.13%，也就是澆鋼磚對鋼質量的影響是微不足道的。

我們的澆鑄用磚是半矽制品，由於 SiO_2 的膨脹（轉型關係）與粘土的收縮能相互抵償，因此它不存在使用過程中的體積變化因素，因此下鑄用磚能具有致密的組織，一定的機械強度和較好的耐急冷急熱性是可完全滿足需要的，而耐急冷急熱性能具有更重要的意義。實踐證明，不燒制品比燒成制品有較好的耐急冷急熱性。

如上所述，對於下鑄用磚，我們認為，根據我們具體情況採取適當的工藝操作，使用不燒制品是完全可能滿足澆鑄要求的，試驗結果獲得了實踐的證明。

一、工 藝 試 驗

1. 原 料

我們的下鑄用磚是半矽制品，是充分利用四川蘊藏量極為豐富到處皆是的白泡沙石。此種泡沙石是一種粘土結合的半酸性材料，它與粘土熟料（樂山熟料）及結合粘土（奉節粘土）按一定比例配制的產品，原料的基本理化性能列於表1。

半矽制品使用原料的理化性能

表1

化 學 成 份, %								物 理 性 能	
名 稱	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	R_2O_3	灼減	耐 火 度	質比重
樂山粘土熟料	45.36	52.94	1.75	0.41	0.15			1700°C	2.00
泡沙石	85.38	9.49	0.50	0.56			3.12	1620~1650°C	
奉節粘土	57.79	28.52	1.28	0.20	0.52		11.67	1680°C	2.5~2.6

2. 配 料

根据燒鑄用磚的使用特性，对不燒燒鑄制品应考虑以下几个問題：

(1) 結合粘土加入量的影响：不同結合粘土的加入量不單純对制品磚坯强度有影响，而在燒鑄过程中，由于磚体受热后粘土中結晶水的分解所产生的气体会严重影响燒鑄工作的正常进行，因此結合粘土的加入量应有严格的限制。我們采用了10%和20%进行了比較。应当說明，加入結合粘土在急剧受热时将产生不均匀的体积收縮，引起制品的破損，而在我們半砂制品中由于 SiO_2 的膨脹（轉型关系）而抵偿，故对于体积收縮的影响問題在加入一定限度粘土量时可不予考虑，但对一般粘土制品这一点也是很重要的。因此，我們認為，在所有不燒粘土制品中結合粘土加入量最高以不超过10~15%为宜。

(2) 結合剂：不燒制品主要依賴結合剂的加入而提高其强度，同时还考虑到加入部份結合剂适当降低其耐火性質。在使用过程中促其表面能迅速的燒結和組成粘性大的軟化层，提高其冲刷抵抗性能，因此同时使用了水玻璃与廢紙液两种結合剂。

(3) 抗水性能：对不燒制品是很重要的，因为磚坯极易吸收空气中的水分，降低其强度而不能保管运输。我們计划在磚体表面浸潤焦油，以提高其抗水性。由于此种原料在本地不易採購，故未进行試驗。

配料顆粒及其他技术条件未另作考虑，按正常生产工艺进行。原料的粉碎粒度，配料成分与泥料顆粒組成分別列于表2和3。

原 料 粉 碎 粒 度

表 2

名 称	混 合 比 例		粒 度 分 析, 公厘		
	乐山熟料	泡沙石	2.38~0.54	0.54~0.125	10.125
混合粉碎料	45%	55%	35.35	45.4	19.25
寧节生料				8.54	91.44

配料成份与泥料顆粒組成

表 3.

試料編号	混合粉碎料	牽节粘土	水玻璃	紙 漿 廢 液	
				規 定	实 际
1	80%	20%	5	4.0	2.5
2	90%	10%	5	4.0	2.5

混碾在混碾机内进行。水玻璃与紙漿廢液攪拌均匀后一同加入。水玻璃的比重为1.78。紙漿廢液的比重为1.16。由于紙漿廢液的比重小，未进行濃縮，故无法达到加入规定的数量。

3. 成 型

鑄管磚与漏斗磚在80吨摩擦压磚机上成型，流鋼磚是手工成型。在成型过程中沒有发现不正常現象，但在压制几块标准磚时，有輕微的层裂。

4. 干 燥

干燥是不燒制品的最后一个工序。成型后的磚坯在空气中晾置3小时，即进烘房与普通磚一同干燥。干燥温度为80~120°C。经过48小时，檢驗水分仍达4.05%，此时一般的磚的殘留水分已降至0.2%以下。不燒磚比普通制品干燥緩慢的原因可能是由于加入水玻璃妨碍水分迅速蒸发的結果。

我們曾进行了快速干燥試驗，即將磚坯放在試驗窖內在1小时將溫度升至150~200°C。經3小时后，水分由4.0%迅速降至0.44%以下。这样試驗的結果，只有个别的流鋼磚产生細小的裂紋，我們認為提高干燥溫度和快速升溫干燥是可能的。

不燒磚的干燥程度是很重要的，因为它將影响澆鑄工作的正常进行。因此，干燥好的磚坯殘存水分应不超过0.2%，最好完全干燥。

干燥好的磚坯都具有很好的坚硬性和溫度，不燒下鑄制品性

能試驗結果列于表 4。

不燒下鑄制品的性能

表 4

名 称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	气孔率	密度	耐 火 度	耐压强度
鑄管磚	64.28	27.81	1.35	0.24	0.70	21.3	2.07	1580~1600°C	239.4 公斤/公分 ²
流鑄磚	"	"	"	"	"	20.1	2.13	"	
燒成制品						19~21		1620~1640°C	

从試驗結果看出，加入 5 % 水玻璃，耐火度降低 30~40°C。同时說明，用机械成型比手工成型有較低的气孔率和較高的密度。

二、試 用 情 况

試用是在大平爐进行的，一共进行了十次試驗。几次是沸騰鋼錠，一次是鎮靜鋼錠。

第一、二次是小型試驗，只用流鑄磚在最后單澆的一根鋼錠試驗，未发生任何不正常現象，磚的表面情况良好。然后用 1~2 底盤，最多使用 3 个半底盤进行試驗，每个底盤八根鋼錠（鋼錠單重为 1.3~1.5 吨）。除二次同在一底盤中用燒成制品与不燒制品各砌筑三根湯道以作比較外，其他次数，所有漏斗磚、鑄管磚和流鑄磚均使用不燒制品。

在使用三个半底盤的試驗中，第二底盤是用燒成制品和不燒制品，各砌筑了三条湯道，鑄管磚和漏斗磚全为不燒制品，第三、四、五个底盤全部使用不燒制品。第二个底盤澆鑄正常。此时塞头未关住，当澆鑄第三盤时，开始即以大鑄流澆鑄，发生漏斗被气体冲起現象。連續达二次后，將鋼水压小，仍繼續进行了正常的澆鑄。到第四五盤时情形又趋正常，此次发生中鑄管内气体上冲漏斗的現象，不能說是完全是不燒磚的原因关系，因为这一爐鋼冶炼不正常，比正常冶炼時間延長了一倍時間。溫度不

好，气体較重是有关系的。同时开始即以大鋼流澆鑄也有影响，当然不燒磚有一定气体的产生是一种原因。

其他的几次澆鑄过程中，只有一次因开始澆鑄怕产生气体影响，鋼流过小时鋼水温度不好产生三根短錠，此外澆鑄均属正常。

根据煉鋼工作同志观察結果，使用不燒制品，当鋼水在模內开始上升約 150 公厘高度內，比正常有較大的翻滾沸騰現象（以后正常沸騰），这是可能的。不过沒有冶煉經驗的尚看不出有明显的差別。

此次試用中，沒有分別試驗粘土加入量的多少对澆鑄的影响，是一缺点。毫無疑問，加入的結合粘土多，是不适当的。我們正式生产是采用 10% 的結合粘土。

为了測定流鋼磚的浸蝕程度，使用前后均測定了湯道直徑。結果由于磚的表面产生一层玻璃質的外皮，故使用后的內徑，不但沒有扩大，相反的稍有縮小。

使用后的鑄管磚和流鋼磚，均取样进行了檢查。鑄管磚大多表面光滑，有些表面附着球狀鋼粒。流鋼磚表面均生成有亮綠色玻璃狀花紋外皮与燒成制品毫無差別。由于脫模关系，不易找到完整的流鋼磚，但从所采集的样品中，很少发现有裂紋的产生。个别的裂紋，其深度較正常磚为淺（断面观察）。流鋼磚表面玻璃狀外皮化学分析結果如表 5。

使用后流鋼磚表面亮綠色花紋的性能

表 5

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	耐火度, °C
60.28	19.08	5.2	1.5	4.82	1020

不燒磚对鋼的內在非金属夾杂和其他性能（如气体）是否有影响，我們每次均分別取样作鋼材性能的檢驗，結果尚未得出。

三. 我們的看法

1. 多次實踐証明，不燒下鑄用磚是可以完全滿足澆鑄要求的，對於澆鑄用耐火材料开辟了新的途徑。

2. 从澆鑄过程中观察与煉鋼部門同志的意見，对不燒磚的使用主要是气体問題，因此对結合粘土加入量和結合剂的使用应进一步研究。

3. 加入水玻璃的不燒磚，干燥緩慢是一特点，我們認為可以采取快速升温和較高溫度干燥操作，但干燥后的殘余水分必須愈低愈好。

4. 不燒磚的抗水性是不好的，我們初步檢查吸收空气中水分的結果証明，吸水是較快的。如何提高其抗水性能，解决今后大量生产、运输、保管問題，是值得詳細研究的問題。

5. 扩大不燒制品的使用范围，是有重要意义的。我們在烘鋼爐頂（吊磚）作了初步試驗，情况良好。鋼桶機磚亦进行了試驗，結果是滿意的。我們認為：进一步扩大到化鉄爐、加热爐、平爐格子室等部份的使用是完全可能的。

6. 此次我們是完全用工业生产方法进行試制和試用的，因此工作很粗糙，資料不全，仅將我們工作情况意見提供參考，比較詳細的試驗尙在进行，希望各兄弟厂相互交流經驗提出指正，共同完成此一工作，并請各研究机关，予以技术指导。

不燒澆鋼磚的試制和試用 (二)

鞍山鋼鐵公司中心試驗室

為着解決因鋼鐵工業大躍進所引起的耐火材料供應嚴重不足的問題，我們在粘土磚工藝的革新，磚型的改進，以及耐火料的搗打和噴塗方面的廣泛應用等問題進行了一些探索，以期在迅速提高粘土質耐火材料的生產能力或大量降低使用時的消耗量上收到效果。不燒澆鋼磚，就是這些試驗項目中的一個。磚的試制和試用，基本上均直接在生产廠中進行的，由於改變了習慣上先作試塊和大量取樣檢驗等程序(較系統的工藝研究擬補充進行)，因此工作較比粗糙。在最近三個月的試制和試用過程中，基本上已收到了預期效果，為便於兄弟單位交流經驗，特將有關資料整理如下：

一、不燒澆鋼磚的首次試制

試制品是C34型、內徑50毫米的流鋼磚，G7型鑄管磚，G27型、內徑50毫米六孔分道中心磚。

1. 配 料

採用的配料全部是熟料，外加入6%的水玻璃，水份調整至適合於成型的需要。

沒有為試制這批磚來檢驗熟料，我們用耐火材料廠生產所用熟料，是用牛心台硬質粘土燒成的，質量很穩定；上半年情況是：

灼減量	SiO ₂	Al ₂ O ₃
0.07~0.44%	50.1~51.3%	44.28~44.90%
Fe ₂ O ₃	CaO	MgO
1.71~2.50%	0.14~1.44%	0.05~0.44%
TiO ₂	R ₂ O	耐火度
1.39~1.51%	0.26~0.36%	1730~1750°
真比重		
2.67~2.69		

水玻璃的成份是：灼減量（可以看作是水份）46%， SiO_2 36%， Na_2O 17%。

2. 成型及干燥

（1）流鋼磚：在耐火厂制作。在每批重为 135 公斤的小型湿碾中，配料加入水玻璃及水，混合 15 分鐘，粒度是 >3 毫米者 0.5~0.7%，3~0.5 毫米者 34~41%， <0.088 毫米者 45~50%。在高冲程摩擦压磚机中成型，水份以 5.5~6.5% 为适当。在隧道干燥器内干燥，热风入口温度为 $120\sim125^\circ\text{C}$ ，通过干燥器的时间为 6 小时。因为检查出磚的断面仍潮湿，再送入隧道干燥器内，通过时间约为 10 至 11 小时。

（2）鑄管磚是用鉄模型，中心磚是用木模型在試驗室內手工成型。从耐火厂运来的熟料经过檢驗，耐火度是 1750°C ，真比重是 2.70。熟料在电爐内于 1450°C 燒一次后，真比重为 2.73。將熟料放在每批为 30 公斤重的湿碾中混合，加入 6% 的水玻璃及水。料的粒度是： >3 毫米者 0%，3~0.5 毫米者 37~39%， <0.088 毫米者 33~40%，水份是 7.5~8.5%。曾加入过 3% 的膨潤土以使料便于成型，但是不加也很好成型。空气干燥时间沒有控制，大概在空气中放置八小时磚即坚实，然后移入試驗室的干燥室內，温度保持在 $50\sim60^\circ\text{C}$ 。干燥室內沒有控制时间，試用的磚均在 24 小时以上。

不論是这三个型号的那一种，在干燥后均有很好的坚实程度，在正常的情况下搬运，不会有損失。

3. 一些檢驗結果

測定一次：耐火度是 1730°C 。这說明加入了水玻璃后耐火度降低了約 29°C 。用煤油测定了显气孔率。在同一块流鋼磚上兩端均为 22%，中間为 24%；鑄管磚上端为 19%，下端为 20%，中間为 19%；中心磚一面为 20%，另一面为 21%。

用整块的流鋼磚和中心磚在电烘箱内于 $100\sim120^\circ\text{C}$ 烘烤約 6 小时，失重約为 2%。

测定了兩块正常生产流鋼磚的耐急冷急热性，裂紋时间是 42

秒和56秒。测定了三块试制不烧流鋼磚的耐急冷急热性,有兩块到10分鐘未裂紋,有一块到14分30秒时裂紋。在电烘箱內烘烤过的流鋼磚則在2分14秒鐘裂紋。在1300°C于电爐內燒过的試制磚長度縮小1.6~2%,分別在35秒、37秒、1分1秒及1分17秒裂紋。

二、不燒磚的試用

1. 第一次試用——所有的試用都是澆鑄的約五吨重鑄錠,是沸騰鋼平3。

先是局部試用,各試一块流鋼磚兩次,情况良好。再在一个由三块不燒流鋼磚組成的流鋼爪上局部試用并逐步增至五个爪和一个中心磚。証明情况良好后,于八月三日試了最后一次,包括七节鑄管磚,一个中心磚及四个爪,共12节流鋼磚的整盤共四个鋼錠的試用。

在試用过程中有过这样的情况:一次是試用三个爪的流鋼磚,因鋼水溫度低,鑄了半截錠,临时改为上鑄;又一次在試用五个爪及一个中心磚时,有兩個爪鋼水未通过,這兩個錠改为上鑄,未通过的原因不明。其他試用情况正常,鑄錠時間一般为10分鐘左右。

与正常生产磚对照檢查結果列于表1。

表 1

		試用的不燒磚	正常生产磚
流 鋼 磚	檢查块数	36	15
	用前內径	49.5毫米	49.5毫米
	用后內径, 平均	52.6毫米(檢查19块)	52.3毫米(檢查9块)
	扩大量	3.1毫米	2.8毫米
	用后发现裂紋块数	1	6
鑄 管 磚	檢查块数	7	一般情况有产生裂紋的
	裂紋块数	0	

2. 第二次試用——澆鑄鋼種為鋼三，每個錠的重量為6.1噸。

試驗是在鑄車上進行的，共鑄兩盤半。除尾磚和漏斗磚外，其中C47澆鋼磚50塊，G27中心磚3塊及G7鑄管磚18塊均為試制品，試制磚和生產磚同時使用後的結果比較如表2。

表2

		不燒澆鋼磚	正常生產磚
流 鋼 磚	檢查塊數	50	
	用前內徑(毫米)	50	50
	用後內徑，平均	55	54.3
	擴大量(毫米)	5	4.3
	用後發現裂紋塊數	5	
鑄 管 磚	檢查塊數	18	
	用前內徑(毫米)	90	
	用後內徑(毫米)	98	
	用後發現裂紋塊數	2	
中 心 磚	檢查塊數	3	
	擴大情況	良好	
	裂紋情況	良好	

三、不燒澆鋼磚的再次試制

制磚中使用的水玻璃，不但價格較高，而且供應困難。為了降低成本和解決材料供應問題，我們試用膨潤土代替了水玻璃作結合劑，也在保有水玻璃的加入情況下以部份矽石粉代替粘土熟料的試驗，其情況概略如下。

膨潤土的化學成分如表3所示。

膨潤土的化學成份，%

表3

	灼減	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O
細粉	7.06	87.67	15.06	1.81	1.72	2.58	0.09	0.72	0.43
原塊	6.56	66.71	14.98	1.88	1.80	2.42	0.09	0.60	0.30

細粉为原块加工所得每吨价 55 元，原块每吨 17 元。

膨潤土結合磚是用 10% 膨潤土加入粘土熟料內。泥料粒度如表 4 所示。

表 4

10~3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0.088	<0.088
15.0	12.5	13.4	5.9	15.0	38.2

矽石粉加入物是以30%的筒磨矽石粉代替粘土熟料，泥料內外加有約 5 % 的水玻璃。加工后的泥料粒度如表 5 所示。

表 5

10~3	3~2	2~1	1~0.5	0.5~0.088	<0.088
14.0	12.0	12.2	5.4	15.2	41.2

泥料在湿碾机上加工后，用生产厂的高冲程摩擦机成型 G47 流鋼磚。膨潤土結合硬坯在100°C左右干燥的强度为130公斤/平方公分，在200°C时干燥的强度为160公斤/平方公分。

制品的耐急冷急热性試驗結果是：膨潤土結合者为 1 分55秒至 2 分零 1 秒，加有矽石粉者为 1 分零 1 秒至 1 分32秒。

制品磨細后的耐火度：膨潤土結合者为 1690°C~1710°C，加矽石粉者为1670°C~1690°C。

四、再次試制品的試用

加有膨潤土或矽石粉的不燒澆鋼磚，分別在下鑄 4.5 吨的鋼錠底盤上試用，膨潤土結合者用后良好，而加有矽石粉者有小孔狀蝕損，且扩大較多。

五、几点看法和意見

1. 試用的数量不多，但可以肯定澆鋼磚可以不燒并能够滿

足不漏鋼的使用要求。

2. 本次試制和試用是企圖迅速地解決各耐火廠的熱工設備不足和新建廠的熱工設備投資比重大而作的初步探討性工作，並不是提出工藝方案。這有待於進一步的研究工作，目前我們沒有條件系統地進行，希各兄弟廠能在各自的具體條件下廣泛的考慮和試驗不燒粘土磚，也期希科學研究部門能給我們以指導。

3. 這種方法所制的澆鋼磚，很難簡單地在生產中驅除全部水份，是否會造成一些重要鋼種的氫夾雜，需要進行研究。

4. 我們認為沖蝕量可以在工藝中研究解決。這次試用說明沖蝕掉的量比正常燒成磚大一點。

5. 如果有的廠願意用水玻璃作結合劑，我們的意見是可以降低用量。