

## 内 容 简 介

本书是根据苏联1972年冶金工业出版社出版的《氧气转炉炼钢的造渣制度》翻译的。书中介绍了氧气转炉造渣的理论知识,较详细地评述了主要造渣材料——石灰的质量以及石灰质量对造渣工艺的影响,还简述了新的造渣材料。本书是由首钢钢铁研究所和北京钢铁学校的同志合译的,可供氧气转炉炼钢工人和技术人员、研究、设计人员以及大专院校师生参考。

## 氧 气 转 炉 造 渣 制 度

[苏] E. B. 特列恰柯夫等著

《氧气转炉造渣制度》翻译组译

\*

冶金工业出版社出版  
新华书店北京发行所发行  
中国建筑工业出版社印刷厂印刷

\*

787×1092 1/32 印张 4<sup>1</sup>/<sub>8</sub>。字数 88 千字

1975年12月第一版 1975年12月第一次印刷

印数00,001~5,600册

统一书号: 15062·3204 定价(科三) 0.35元

# 目 录

第一章 氧气转炉炼钢造渣机理 .....	1
一、造渣的一般问题 .....	1
二、炉渣熔体熔化石灰的机理 .....	20
第二章 氧气转炉炼钢对石灰质量的要求 .....	38
一、石灰的化学成分 .....	38
二、石灰的反应能力 .....	40
三、生产转炉用石灰的石灰石质量 .....	49
四、石灰块的尺寸 .....	55
五、苏联氧气转炉使用的石灰质量 .....	58
第三章 利用不同造渣材料时转炉的造渣制度 .....	67
一、使用硬烧石灰和软烧石灰的造渣特点 .....	67
二、使用粉状石灰 .....	97
三、应用镁质造渣材料 .....	99
四、应用合成造渣材料 .....	110
第四章 改善造渣材料质量和完善氧气转炉炼钢造渣 制度的展望 .....	118

# 第一章 氧气转炉炼钢造渣机理

## 一、造渣的一般问题

### (一) 炉渣在转炉炼钢中的作用

生铁中杂质的氧化和造渣材料的熔化产生渣相。渣相，或者说任何炉渣，乃是各种元素（铁、钙、锰、镁、铝、磷、铬等）的氧化物熔体。在炼钢过程中，炉渣起着重要的工艺作用。炼钢工的任务不仅在于炼得一定成分和温度的钢，而且要炼得具有一定化学和物理性能的炉渣。没有这种炉渣就不能完成冶炼一定成分和温度的钢的任务。保证得到一定性质炉渣的全部工艺操作，称之为冶炼的造渣制度。

钙铁质炉渣在氧气转炉中完成以下任务：

- 1) 吸收并固定由金属中排出的有害杂质（硫和磷）；
- 2) 在吹炼中利用炉渣强力洗涤金属，吸附外来和内在的细小非金属夹杂；
- 3) 作为保存热量和防止金属吸收大气中的有害杂质（氮和水分）的保护层；
- 4) 保护金属熔池免遭氧气射流的打击，收捕转炉内溅射的细小金属颗粒；
- 5) 防止碱性炉衬的过分侵蚀；
- 6) 将氧气流的氧传递给金属熔池，除反应区内氧气直接氧化杂质之外，在反应区还产生氧化铁以及渣粒，被散布在整个熔池内参与碳和其他杂质的氧化；
- 7) 在冶炼（特别是冶炼低碳钢）时，用以调节金属的氧化性。

只有当正确造渣时，即具有要求的化学成分和一定的粘度时，炉渣才能完成上述任务。

## (二) 炉渣的化学成分

碱度和氧化性是炉渣化学成分的主要指标。

炉渣的碱度代表它从金属中去除硫和磷，并以  $\text{CaS}$ 、 $3\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$ 、 $4\text{CaO}\cdot\text{P}_2\text{O}_5$  的形式固定住硫磷的能力，同时保证炉渣对碱性炉衬具有最低的化学作用。炉渣碱度一般用  $\left(\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}\right)$  比值来定量表示。

炉渣的氧化性代表它对熔池杂质 (C、Mn、Si、P) 的氧化能力，它决定于  $\text{FeO}$  的活度 ( $a_{\text{FeO}}$ )，在工厂条件下，简单地用  $\text{FeO}$  或  $\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$  的总和表示。氧化铁对石灰熔于炉渣和提高炉渣碱度起首要作用。

在目前出现一种提高炉渣碱度的稳定趋向。1970年在利佩茨克召开的一次转炉工作会议上，曾推荐吹炼终点炉渣碱度为3.5~4.0。如果考虑转炉炼钢吹炼时间是20~25分钟（而在多数车间是15~18分钟），其中至少最后四分之一时间应该在造好的炉渣下进行，那末炉渣碱度增长速度应该是每分钟0.25~0.30单位。作为对比，平炉中碱度增长速度不超过每分钟0.015单位。实质上这种情况是和氧气转炉冶炼过程相矛盾，氧气转炉炼钢的实质，在于碳的氧化速度事实上不受限制，而碱性活性炉渣形成速度相对地受到限制。

转炉中成渣速度，主要取决于石灰在吹炼开始硅和锰氧化形成的初期酸性渣中的熔化速度。

由于石灰的溶解，炉渣的化学成分发生变化（图1）。在吹炼5分钟以后，由于硅和锰的氧化，炉渣中二氧化硅和氧化锰达到最大值。在这一期间渣中含有足够多的氧化钙

CaO (25~30%)，这就证明了在吹炼开始石灰熔化速度比较高。在这个时候，氧化铁的含量与吹炼制度和入炉固体氧化剂的数量有关。当通过提高喷枪到2.0~2.5米（装入量为100~130吨的转炉），以及向熔池加入固体氧化剂（铁矿石、球团矿、烧结矿）等方法进行专门造渣时，能增高FeO含量（到20%）。

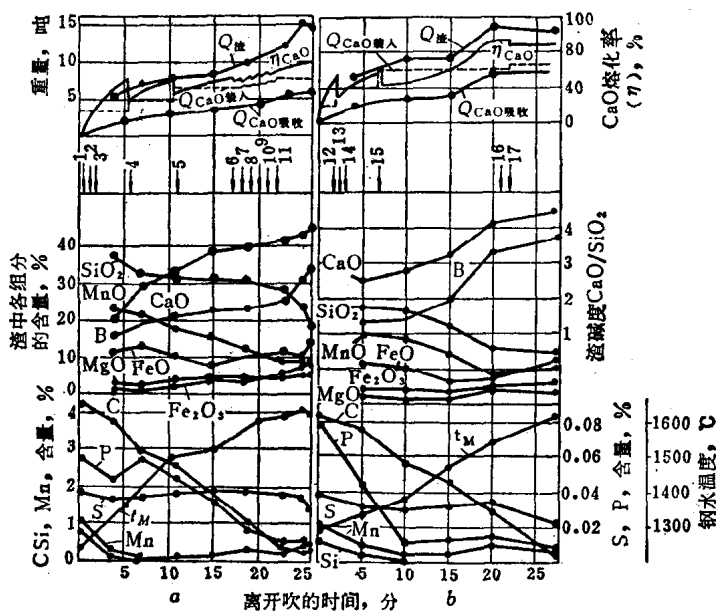


图 1 冶炼过程中主要工艺参数的变化

a—使用硬烧石灰；b—使用软烧石灰；

1—И-4吨；2—P-0.5吨；3—Ш-0.2吨；4—И-2吨；5—И-2吨；6—K-0.4吨；7—K-0.4吨；8—K-0.4吨；9—K-0.4吨；10—K-0.4吨；11—K-0.5吨；12—И-0.3吨；13—Ш-0.25吨；14—P-1.0吨；15—И-2.5吨；16—Ш-0.1吨；17—И-0.5吨

Л—废钢；И—石灰；P—铁矿石；Ш—萤石；K—石灰石

在许多由于超装相应地减小转炉炉容比(到 $0.6\text{米}^3/\text{吨}$ )的氧气转炉车间里,为了避免吹炼中期出现喷溅,冶炼的工艺实际上在吹炼开始不规定专门的造渣。同时由于在原料中大量使用废钢的趋向,在吹炼开始时,固体氧化剂(冷却剂)消耗不大( $5\sim 10\text{公斤}/\text{吨}$ ),而且对炉渣的氧化性影响不大。因此在初期渣中的氧化铁含量对于吹炼过程加速成渣常常是不足的。正如叶那基耶沃和新利佩茨克冶金工厂转炉车间的试验工作所指出那样,在吹炼开始采用初步的造渣工艺,以保证渣中含较高的氧化铁和石灰在渣中有相当大的溶解速度,应该认为是比较合理的,并且应该推广到其他转炉车间。

吹炼过程中炉渣化学成分的变化特点是不断地降低渣中 $\text{SiO}_2$ 和 $\text{MnO}$ 的相对含量,并增加 $\text{CaO}$ 、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{MgO}$ 的相对和绝对含量。石灰的最大溶解速度发生在吹炼的后半期,这与后期炉渣氧化性的增高和温度升高有关。

炉渣的氧化性与渣中 $\text{CaO}$ 的含量紧密相关:即 $\Sigma\text{FeO}$ 含量随碱度的增加而增加,而氧化铁( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )的绝对和相对量同时增长。图2提供的关系,由成渣的化学亲和力所决定。如果在酸性渣中(初期渣) $\text{FeO}$ 是碱性氧化物,那么随

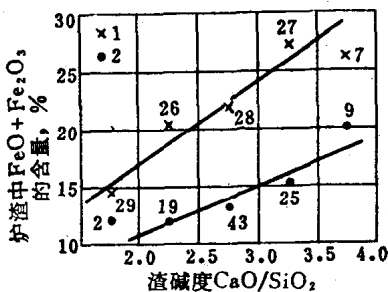


图2 渣中铁的氧化物含量与炉渣碱度间的关系

1—使用硬烧石灰; 2—使用软烧石灰

炉渣碱度的增长，铁的氧化物具有酸性氧化物的特征（即  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ）。

吹炼初期炉渣的主要相乃是钙镁橄榄石，在钙镁橄榄石中，氧化亚铁同其他氧化物（ $\text{MnO}$ 、 $\text{MgO}$ 、 $\text{CaO}$ ）一起与二氧化硅结合的分子式是  $m[(\text{Fe}, \text{Mn}, \text{Mg}, \text{Ca})\text{SiO}_4]$ 。随炉渣碱度增加， $\text{CaO}$ 从钙镁橄榄石组成中挤出其他氧化物，同时形成硅酸钙（ $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ——硅酸二钙和  $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ——硅酸三钙）。在碱度大于2时，出现多余的  $\text{CaO}$ ，由于  $\text{CaO}$ 对酸性氧化物有非常高的结合键，多余的  $\text{CaO}$ 不能以自由  $\text{CaO}$ 的形式保留下来。与二氧化硅结合后，所剩余的全部氧化钙几乎都组成铁酸钙（ $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ）。铁酸钙中的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 起酸性氧化物的作用。正是由于这个原因，随炉渣碱度的增加， $\text{FeO}$ 的活度系数降低。在此时，要保持  $\text{FeO}$ 的活度在相对固定的水平上，就得靠增加渣中总氧化铁含量。B. B. 奥霍特斯基和H. H. 斯普帕尔在研究转炉渣的化学成分时强调指出，虽然氧化铁含量变化大，但在整个冶炼期间  $\alpha_{\text{FeO}}$  波动在很小的范围（0.25~0.50）内。

炉渣的氧化性也与所用的石灰质量有关。用高活性软烧石灰时，在其他条件相同情况下，炉渣氧化性低于用低活性硬烧石灰。例如，伊里奇工厂的转炉车间，在冶炼低碳钢时，这个差别约5%（使用沸腾床和竖窑石灰分别是9.64%和14.66%）。显然这是因为熔化硬烧石灰的化学阻力比较高。硬烧石灰的  $\text{CaO}$ 晶格具有较小的能级，为了与炉渣质点起化学作用，要求高的活化能。化学反应速度的延迟，是由炉渣易熔组元（主要是铁的氧化物）在石灰块纵深加紧迁移引起的。观察浸润的硬烧石灰块的外边与中心之间铁的浓度差达6000公斤/米<sup>3</sup>。从转炉中取出这种石灰块的化学成分列

在表 1。

在转炉中被炉渣浸润的石灰块化学成分 表 1

炉号	块度 (毫米)	取样 方法	化学成分 (%)					
			FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe全	CaO	SiO <sub>2</sub>	MnO
80295	25	中心	4.15	2.93	5.27	79.85	7.20	4.63
		外边	6.54	9.31	10.90	65.02	12.15	5.81
280228	32	中心	—	—	7.00	—	—	—
		外边	13.94	3.35	13.15	—	—	—
37401	40	中心	—	—	4.63	—	—	—
		外边	12.93	5.35	13.80	—	—	—
280271	25	中心	1.78	1.80	2.64	80.50	4.65	2.28
		外边	11.76	3.55	11.60	—	—	—

从表 1 可以看出，铁的氧化物是浸润石灰块的主要炉渣组元，即发生所谓的石灰选择吸收铁质组成的现象。这个现象随之引起液相含铁量增加，同样使钢水收得率降低。

高活性软烧石灰的晶格具有大的内能储备。这样的石灰与炉渣组元快速发生作用。因此氧化铁的迁移过程和它与石灰的化学反应过程同时进行。由于这个原因，往往不能观察到易熔炉渣组元浸润石灰的特征——分区结构。

软烧石灰和硬烧石灰的能级差，可以按照石灰与酸或水作用的活化能差来确定。

渣中氧化铁的含量也取决于石灰的块度组成。在其他条件相同的情况下，使用小块石灰的炉渣氧化性较小。

终渣的氧化性也受金属的化学成份的影响。随碳和锰含量的降低，渣中铁的数量增加。这种增加与含碳低时碳的氧化速度降低，以致熔池搅拌程度相应降低有关。氧在渣和金



属中依照分配定律进行积蓄。冶炼低碳钢时，应该提高吹炼强度，以防止过分增加炉渣和金属的氧化性。

终渣最佳 $\text{FeO}$ 含量取决于一系列要求。一方面必须满足完全熔化石灰。渣中 $\text{FeO}$ 含量愈高，石灰被炉渣熔化愈完全。另一方面炉渣的氧化性直接与金属中含氧量有关，这个氧含量决定了钢的质量和脱氧剂的消耗等。最后，随渣中 $\text{FeO}$ 含量的增加，加剧了对耐火材料的侵蚀，这种侵蚀引起炉衬过早损坏。因此需要寻求满足所有要求的最佳值。在各转炉车间，通过试验规定了炉渣氧化性，它与冶炼钢种、炉渣碱度、原料的成份和原料质量有关。同时还建立了得到这个氧化性的最合理的供氧制度与造渣制度。炉渣的过氧化不大时，允许使用萤石来促使石灰比较完全的熔化。

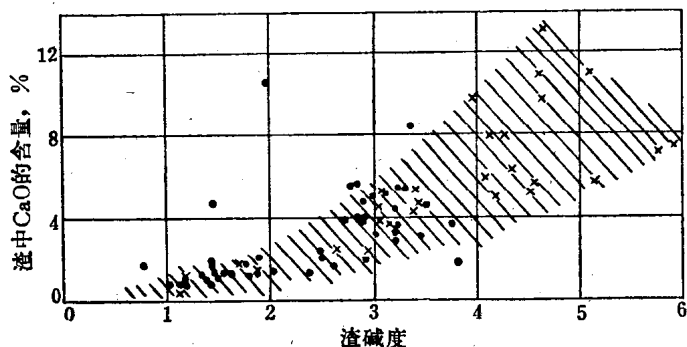


图 3 渣中未熔化的氧化钙数量与炉渣碱度的关系

随炉渣碱度的增加，渣中未熔化的石灰数量增加，这种石灰是单独的固相（图 3）。渣中存在一定数量的未熔石灰是不可避免的，但是这个值必须趋于最小。其中通过增加萤石用量可以达到这个目的。在叶那基耶沃冶金工厂炉容量

130吨，炉渣碱度3.5的情况下，萤石消耗已增加到650公斤。原先不超过300公斤。在这种情况下，不熔石灰的数量从12%降低到8%。

吹炼过程中，炉衬不断地损耗，并且炉衬的组元转入到渣中（以白云石为基础的耐火材料是 $MgO$ 以及 $CaO$ ）。每次熔炼进入炉渣的炉衬量约200到400公斤，这取决于炉衬质量和采用的造渣制度。其结果使渣中 $MgO$ 绝对含量增加。吹炼终期时，由于炉渣温度和氧化性增高，炉衬损坏特别激烈，照例出现氧化镁的相对含量增加（图1）。向炉渣内加入含氧化镁的白云石质石灰或白云石质石灰石是减少炉渣对炉衬侵蚀作用的方法之一。这种工艺特点将在以后叙述。

### （三）炉渣的物理性能

粘度是炉渣的主要物理性能之一。粘度代表炉渣的内摩擦力。它决定着炉渣流动性和熔池精炼动力学过程。过分粘的炉渣含有大量铁珠，引起金属过多损失。另一方面流动性过好的炉渣对转炉炉衬有侵蚀作用。

在转炉的生产实际中，同实际粘度没有关系，而同假粘度有关系。问题在于渣中总是存在固体的不熔质点（石灰、氧化镁、氧化铬），它们使液体中的内摩擦值强烈地畸变。由于炉渣中存在小气泡，泡沫渣的粘度也产生畸变。

同类转炉渣的粘度可用流动式粘度计相对地测出，见图4。粘度计之一（*a*）乃是由厚实的圆柱体组合成的，围绕圆柱表面带有方形螺旋沟槽。炉渣流入沟槽的长度与粘度成比例。另一种粘度计（*b*）是带有盖的厚实圆柱容器，盖上有直径8毫米的标准漏孔。粘度计上有供流进炉渣排出空气的排气孔。用杆把粘度计插进渣层中，并且在渣中保持一定的时间（在本情况下为5秒钟），这段时间炉渣流入螺旋沟槽

或充填圆筒空腔。根据流入沟槽的长度或根据流入炉渣的重量来判断炉渣的粘度。如果根据已知粘度的流体，预先校准试样，那么就可以测出炉渣粘度的绝对单位。

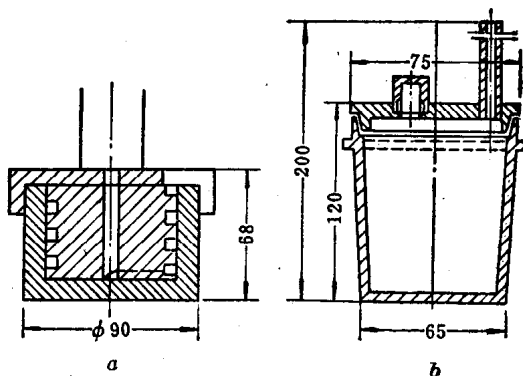


图 4 粘度计

a—围绕圆柱表面，带有方形沟槽螺旋管道的圆柱体；b—带有直径8毫米漏孔盖的圆柱容器

从用流动式粘度计测定粘度的试验可知，只有在炉渣不起泡和不含大块石灰的情况下，才能得到满意的结果，因渣中石灰能塞住漏孔和沟槽。

用数理统计方法整理试验数据的结果，确定了根据炉渣流入螺旋沟槽的长度所测得的炉渣流动性( $\varphi$ )和炉渣化学成份之间的相关关系。

多元回归方程式形式如下：

$$\varphi = 18.3(\%Fe) - 235.3B + 0.12t + 2.0(\%MgO) + 194.7, \text{毫米} \quad (1)$$

多元相关系数  $R = 0.418 \pm 0.079$ 。从公式(1)可以看出，炉渣的流动性与渣中铁和氧化镁的含量，碱度  $B$  和温度  $t$  的

关系。正常全熔炉渣流入管道的深度150~250毫米。

渣中钢珠含量的变化与炉渣粘度有关系(图5)。流动性从20增加到500毫米, 开始使渣中钢珠激烈减少, 随后减少缓慢。从铁损最小的观点来看, 有必要提高炉渣的流动性。但是在考察钢珠带走的金属损耗问题时, 不仅应该考虑在渣中含有钢珠, 而且必须考虑钢珠在渣中的稳定性。钢珠在渣中的稳定性与炉渣的另一个重要的物理性能——渣钢间的相间张力——有关。正如C.И. 萨皮罗的研究所确定的那样, 随渣中氧化铁含量的增加, 钢和渣的粘附功增加, 因此钢珠比较稳定。此外, 事实上渣中氧化铁含量的增加, 伴随着钢水收得率的降低。因此除了最佳的粘度以外, 应该保持炉渣最佳的表面能。通过对于具体条件的最佳炉渣化学成份和温度的控制, 就能满足这两项要求。

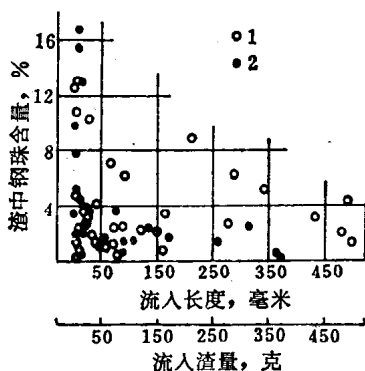


图5 炉渣的流动性对渣中钢珠含量的影响

1—粘度计a(图4); 2—粘度计b

#### (四) 炉渣的矿物组成

结晶炉渣的矿相组成不能完全反映这种炉渣的液态本质, 但是在显微镜下观察冷的炉渣呈现的定性图象, 有助于

说明炉渣形成的许多特点。

炉渣矿物组成的变化与石灰在渣中溶解速度密切相关，因而也与炉渣碱度密切相关。吹炼3~5分钟的低碱度初期渣含有大量玻璃相（ $\text{SiO}_2$ ）和含锰-铁的钙镁橄榄石（见图6）。炉渣中含的氧化钙包含在钙镁橄榄石的组成中—— $m[(\text{Ca}, \text{Mg}, \text{Mn}, \text{Fe})_2 \cdot \text{SiO}_4]$ 。根据德国G.特吕曼等人的数据，钙镁橄榄石是锰橄榄石（ $2\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$ ）、铁橄榄石（ $2\text{FeO} \cdot \text{SiO}_2$ ）和硅酸二钙（ $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ ）的混合结晶。钙镁橄榄石的化学成分很不一样。

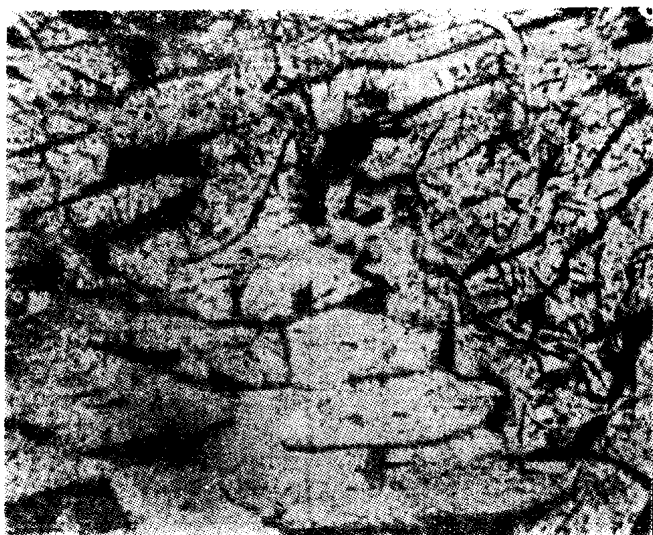


图6 吹炼第五分钟的炉渣显微组织  
柱状结晶——钙镁橄榄石；黑色区——玻璃体

在低温开吹的情况（同时加入大量冷却剂或铁水温度不足）下，炉渣宏观上是玻璃状暗绿色的泡状物质，不含自由

氧化钙夹杂。这种炉渣在显微镜下唯一观察到的是各向同性的硅酸盐玻璃相。

开吹时的钙镁橄榄石和玻璃状炉渣的反应能力很低，因为炉渣中含RO相（自由的氧化物FeO、MnO、MgO、CaO）很少。转炉吹炼渣制度的任务在于使钙镁橄榄石炉渣尽可能快地转变成含有大量RO相的硅酸二钙-硅酸三钙炉渣。

在表2和表3中引用410114试验（伊里奇工厂，炉衬为方镁尖晶石质）吹炼的过程炉渣矿物组成和化学成份的变化。如果用白云石砖砌转炉内衬，则渣中含MgO不超过3%。

炉渣的矿物组成

表 2

取渣样时间分 (从开吹计)	钙镁橄榄石 $2(\text{CaO}, \text{MnO}, \text{FeO}, \text{MgO}) \cdot \text{SiO}_2$	黄长石 $2\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$	铁酸钙 $2\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	褐针铁矿 $4\text{CaO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	硅酸二钙 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$
5	86.71	无	无	无	无
10	92.22	无	无	无	无
14	33.28	1.45	1.72	无	51.63
18	无	1.34	4.12	无	62.90
22	无	无	6.25	3.34	60.20
26(吹炼终点)	无	无	9.25	2.77	51.63

取渣样时间分 (从开吹计)	$3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$	硅酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	R-O相	玻璃相 (过剩 $\text{SiO}_2$ )	未熔石灰 (CaO)
5	—	无	1.64	7.24	1.57
10	无	无	0.09	2.80	3.52
14	无	无	4.88	未发现	6.10
18	3.84	无	17.30	4.43	7.56
22	4.05	1.14	17.46	未发现	4.92
26(吹炼终点)	4.16	3.66	20.37	未发现	5.26

炉渣的化学成分

表 3

取渣样时间 分 (从开吹计)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO
5	37.18	0.48	微量	8.15
10	32.35	0.50	微量	4.39
14	29.72	0.54	1.01	4.88
18	26.60	0.50	2.42	5.00
22	21.35	0.70	4.96	5.45
26(吹炼终点)	18.98	0.58	6.38	7.24

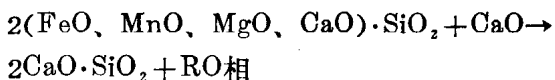
  

取渣样时间 分 (从开吹计)	MnO	CaO	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
5	24.27	25.74	2.18	0.63
10	19.59	37.69	3.69	0.58
14	17.12	40.17	5.05	1.13
18	12.13	46.45	5.50	1.03
22	10.00	49.73	6.25	1.09
26(吹炼终点)	9.98	48.18	6.25	1.13

从表 2 和表 3 看出,在吹炼第二期的中间,钙镁橄榄石完全转变成硅酸二钙和硅酸三钙。吹炼中间短时间里出现个别的硅酸盐相——黄长石 $2\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ 。黄长石结晶具有各种形式:针状的、莲座状的、椭圆形的。随后,黄长石相富含氧化钙,从而转变成硅铝酸四钙 $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{SiO}_2$ (褐针镍矿)。

钙镁橄榄石转变成硅酸二钙和硅酸三钙是借助于氧化钙逐步地从钙镁橄榄石替出其他氧化物而完成的,钙镁橄榄石所含的氧化物与SiO<sub>2</sub>的化学亲合力比CaO要小。在钙镁橄榄石中大量的MnO和FeO被CaO所取代,这种钙镁橄榄石称为多

矿物橄榄石以区别代表开吹特征的单矿物钙镁橄榄石。钙镁橄榄石转变为硅酸二钙和硅酸三钙,可以用以下形式来表示:



分离出来的RO相与 $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 形成低熔共熔体。在形成的瞬间RO相大量渗进硅酸二钙核心。在吹炼后期发生硅酸二钙核心的归并长大,而RO相完全聚集在硅酸二钙结晶之间(图7)。在吹炼终点RO相的数量急剧增加。

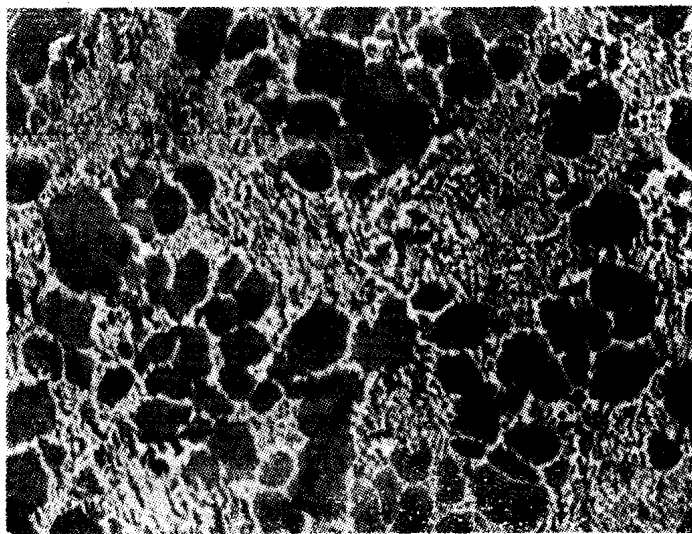


图7 终渣碱度2.3的显微结构

类似圆形的灰色颗粒——硅酸二钙;白色树枝状结晶——RO相

在吹炼终点高碱度炉渣的情况下,形成硅酸三钙 $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ 。硅酸三钙照例产生在未熔石灰粒上。它以长杆状结晶形式呈现出来(图8)。随着炉渣最后的均匀化和使炉渣化



学成份混匀，硅酸三钙分解为硅酸二钙和石灰。石灰照样也与RO相反应，形成铁酸二钙 $2\text{CaO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ 。

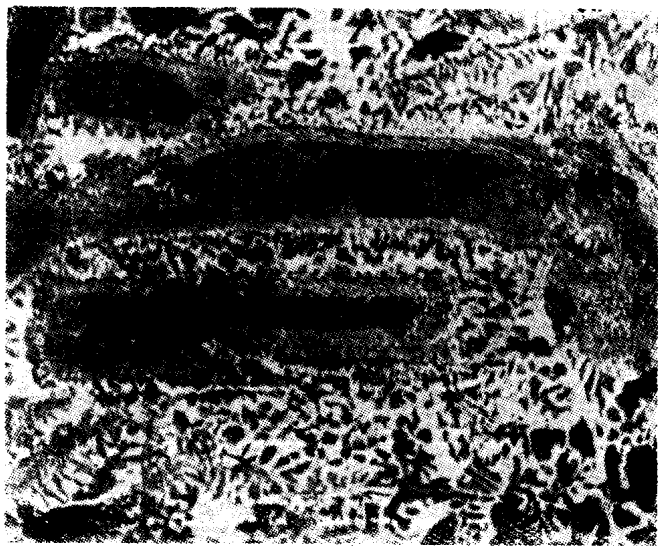


图 8 终渣碱度3.5的显微结构

粗长的结晶——硅酸三钙( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ )；周围细小的结晶——硅酸二钙( $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ )；中间白色的结晶——RO相

正如从表 2 所看到的那样，除硅酸二钙和 RO 相之外，铁酸钙是最有代表性的相。它几乎完全参加共熔体的组成，在共熔体中容易发现它以细小棱晶晶体形式存在。除此之外，铁酸钙还渗进未熔石灰粒中，此处形成铁酸钙是由于易熔炉渣组分的迁移（主要 RO 相形式）和它与 CaO 的相互作用。正如上面所指出那样，未熔石灰的数量是很大的，它与炉渣碱度、所采用的石灰质量和进行熔炼的工艺特点有关系。