

唐鋼译丛

唐山钢铁公司钢研所情报室

一九八三年十二月

目 录

1. 在合成的脱氧渣下浇铸半镇静钢	张盖楚 (1)
2. 氧枪喷头与熔池液面距离的控制	王海之 (3)
3. 提高在保护渣下浇铸的半镇静钢钢锭质量	何 群 (6)
4. 透气陶瓷在炼钢中的应用	刘贵富 (9)
5. LD-HC顶底复合吹炼法的应用和发展	刘国杰 (19)
6. 底吹转炉吹氧和燃料的效果分析	张盖楚 (27)
7. 氧气底吹转炉的生产过程	张盖楚 (31)
8. 电炉和氧气顶吹转炉用的镁碳质耐火材料的研制及其发展	刘贵富 (36)
9. Fe-Cr和Fe-Cr-Ni合金钢液的吸氧速度	刘国杰 (49)
10. 水平连铸实验取得良好结果 ——意大利丹内利连铸设备	赵连庆 (57)
11. 炼钢技术的最新发展和前景	方竹林 (66)
12. 高炉设备技术的最新进步	刘梁山 (76)
13. 石灰粉在钢中的脱磷作用	张光远 (86)
14. 顶底复合吹炼转炉的冶金特性	张光远 (87)
15. 200吨顶底复合吹炼转炉底部喷口布置对冶金反应的影响	张光远 (89)



B 085923

在合成的脱氧渣下浇铸半镇静钢

〔苏〕 И.И. 博尔那茨基等

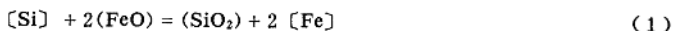
目前,半镇静钢主要是在钢包中用锰铁和硅铁合金来脱氧。但是,半镇静钢也采用其他方法脱氧。然而,半镇静钢的现有脱氧工艺并不能经常保证达到合理的脱氧度,因而造成一次冶炼的金属损耗增大。

半镇静钢的脱氧过程以及钢水出炉和浇铸时的二次氧化作用均是不稳定的。保护钢水不氧化的合理方法之一,是按顿涅茨工学院和叶那基耶夫钢铁厂共同研制的工艺在合成保护渣下浇铸半镇静钢。

叶那基耶夫钢铁厂转炉车间所进行的炼钢试验表明,在脱氧渣(由65%的炼钢后期渣和萤石合成)下浇铸半镇静钢,由于降低了二次氧化作用,以及钢水较稳定地吸收了硅,获得合理脱氧度钢锭的几率增大。此时,钢锭和钢坯的表面质量改善,轧材纵向的机械性能较稳定,切头率和一次冶炼的废品率平均降低1%。

下面我们列出硅铁中的硅与合成渣熔解于钢水中的氧化亚铁以及硅与溶解于钢水中的氧相互作用的试验结果,同时也示出半镇静钢在合成渣下浇铸时氧在渣相与金属相间的分布情况。

所形成的合成渣混合物在钢锭模内熔化的过程中,部分硅铁转入钢水中,而另一部分硅铁则与氧化亚铁进行下列反应:



根据文献资料,反应式(1)的平衡常数可写成下式:

$$\lg K_{(\text{Si})} = \frac{a_{\text{SiO}_2}}{[\text{Si}](a_{\text{FeO}})^2} = \frac{18360}{T} = 6.68 \quad (2)$$

半镇静钢与合成渣相互作用时氧化亚铁和二氧化硅活度的变化

钢水与合成渣相互作用时间(秒)	合成渣化学成分(%)											温度(K)	活度					K _Y _P
	FeO	SiO ₂	CaO	MgO	MnO	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	S	CaF ₂	%CaO	%SiO ₂		FeO				SiO ₂	
													[4]	[5]	[6]	平均活度	[6]	
合成渣原始成分	19.57	17.26	47.29	4.60	5.28	0.80	1.23	0.160	4.47	2.74	0.05	1873	0.347	—	0.754	0.545	0.168	—
9	9.50	25.48	46.75	3.87	6.20	1.01	1.02	0.120	6.05	1.84	0.06	1868	0.281	0.195	0.327	0.268	0.273	63.3
45	5.02	27.78	45.60	3.43	8.04	1.20	0.35	0.060	8.52	1.64	0.07	1863	0.141	0.109	0.158	0.136	0.261	201.6
90	3.56	28.77	45.03	2.97	8.70	1.17	0.33	0.050	9.47	1.57	0.08	1858	0.123	0.077	0.111	0.104	0.286	330.6

注:反应式(1)的平衡常数值是根据公式(2)求出的,在温度为1858K时其值为1583。

可以运用多种方法来计算渣系成分的活度，特别是氧化亚铁的活度可以按B. A. 柯热乌罗夫、H. M. 楚伊柯、A. F. 波诺马连柯等人提出的方法来计算。

根据表中数据可以作出下述结论:

当FeO含量 $\leq 10\%$ 时,按上述方法计算氧化亚铁的活度能得出相当近似的结果。当合成渣中FeO含量更高时,分别利用A.Γ.波诺马连柯和B.A.柯热乌罗夫的方法所求出的 a_{FeO} 值的差值增大。

在温度为1858K时, 反应式(1)的平衡常数按公式(2)计算为1583。

钢水

有关文献中示出温度为1500和1600℃时氧的平衡浓度与钢水中硅含量的关系数据:

1500 °C	0.0225	0.0158	0.0113	0.0081
---------	--------	--------	--------	--------

温度为1550℃和硅浓度为0.05%时,氧的平衡浓度为0.0178%。

度。将所测得的氧活度值与文献数据加以对比可以得出下述结论：半镇静钢在合成渣下浇铸后，在硅与溶解于钢水中的氧之间出现接近于平衡的状态。

氧在合成渣与钢水间的分布系数可按下式确定：

$$K_o = a_{(FeO)} / a_{[O]} \quad (3)$$

B.A.柯热乌罗夫进行了冶炼试验，在试冶炼中研究了氧在钢水与碱性渣间的分布情况。当温度间隔为1530~1550℃时，合成渣与钢水间的氧的分布系数 $K_o = 5.45$ 。

如果往方程式（3）中代入用计算法求出的 $a_{(FeO)}$ 值和用实验法确定的 $a_{[O]}$ 值，便可求出

$$K_o = a_{(FeO)} / a_{[O]} = 0.168 / 0.0174 = 9.08$$

由此可知，半镇静钢在脱氧的合成渣下浇铸后，渣中的氧化亚铁与溶解于钢水中的氧之间便不会出现平衡状态。

结论 所研制的半镇静钢在脱氧渣下脱氧和浇铸的新工艺，能减弱钢水的二次氧化作用，能大大改善钢锭和钢坯的表面质量，能提高钢材的机械性能，能增大金属的收得率。半镇静钢在合成渣下浇铸后，其主要的物理化学性能是：溶解于钢水中的硅与氧之间存在着接近于平衡的状态；硅铁中的硅与渣中的氧化亚铁的相互作用逐渐接近于平衡，但并不能达到平衡；渣中的氧化亚铁与溶解于钢水中的氧二者不能达到平衡。

张盖楚译自《苏联高教通信》1983年第3期

王海之校

氧枪喷头与熔池液面距离的控制

克里沃罗格冶金厂、莫斯科钢与合金学院

А.И.别里钦柯、В.И.雅沃依斯基

Н.А.索罗金、В.С.包古舍夫斯基

В.Н.奥科罗科夫

熔池氧化程度、吹炼温度及造渣制度均取决于氧枪喷头与熔池液面间的距离大小。此外，过分降低枪位将引起熔池中的金属氧化物还原，并且还会发生吹坏炉底的现象。随着氧枪喷头与金属液面间的距离的增大，渣中氧化铁增加，金属收得率减少。

苏联转炉的氧枪喷头与熔池液面间的距离是借助于自调式同步监测系统定位的，这种系统的参数由装在操纵台上的二次仪表来记录。

但是，随着炉子使用越久，由于炉衬耗损率和转炉装入量发生变化，熔池液面也显著改变。因此，必须由操作者周期地（一班一次）对氧枪喷头位置的读数进行校核。为此，应测量从喷头端面到熔池液面的真实距离（用焊在喷头端部的操纵杆来测量）。

这一校核工作，苏联已经采用自动校正控制系统来完成。该系统包括的函数关系有：装入量的波动值和炉衬耗损率的信息。

氧枪喷头端到熔池液面的距离（图1） H （米）可由下式确定：

定：

$$H = L_1 - L - h_0 \quad (1)$$

式中 L_1 和 L ——从氧枪喷头端部停止位置 HP （图1）到炉底内表面的距离（米）和到其下部端面（工作状态时）的距离（米）；

h_0 ——新开炉时额定装入量的高度（米）。

新开炉时，转炉底部锥体的当量圆柱体的直径 D_{30} （米）可根据 h_0 （米）来确定：

$$h_0 = \frac{4 \cdot 10^3 \bar{G}}{\pi \rho_M D_{30}^2} \quad (2)$$

式中 $\bar{G}$ ——额定装入量（吨）；

ρ_M ——液态金属的密度，公斤/米³。

图1 新开炉时氧枪喷头端部的工作位置与熔池液面的距离示意图
（图上符号的意义已在文中说明）

利用转炉炉衬耗损率的几何模型并按公式（2）来求转炉工艺过程的有效参数值时，氧枪喷头端部与熔池液面间的距离 H （米）的表达式，可根据转炉不同炉期的装入量和炉衬耗损率来确定：

$$H = L_1 - L - \frac{4 \cdot 10^3 \bar{G}}{\pi \rho_M (D_{30}^2 + \frac{40 \bar{g} \xi \bar{G}_q N}{\pi L \rho})} \quad (3)$$

式中 $\bar{G}$ ——装入量（吨）；

$\bar{g}$ ——转炉炉衬每炉的平均耗损率，可根据 MgO 在熔池中的平衡值（公斤/100公斤生铁）来确定；

ξ ——考虑熔池下部锥体部位的炉衬耗损程度而采用的系数；

$\bar{G}_q$ ——每炉平均的铁水装入重量（吨）；

N ——炉龄；

L ——转炉炉衬体积的当量空心圆柱体长度（米）；

ρ ——炉衬材料的密度，公斤/米³。

随着50~130吨转炉的焦油白云石镁质砖炉衬使用越久，平静熔池的深度发生变化的情况如图2所示；计算值与试验值的最大偏差不得超过 ± 0.05 米。根据文献数据，130吨转炉的这一偏差稍大，这大概是其装入量波动较大所致。

装入量 $\bar{G}$ 和炉龄 N 对枪位的影响可按下式确定：

$$\frac{\Delta H}{\Delta \bar{G}} = \frac{-4 \cdot 10^3}{\pi \rho_M [D_{30}^2 + (\frac{40 \bar{g} \xi \bar{G}_q N}{\pi L \rho})]} \quad (4)$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta N} = \frac{160 \cdot 10^3 \bar{g} \xi \bar{G}_q G}{\pi^2 \rho_M \rho L (D^2 \xi_0 + \frac{40 \bar{g} \xi \bar{G}_q N}{\pi L \rho})^2} \quad (5)$$

这些关系的曲线示于图3。对于克里沃罗格冶金厂的130吨转炉来说,其氧枪喷头端部与熔池液面相对位置发生变动的数据同炉衬损耗率之间的关系,与文献中所介绍的资料完全一致。

为了根据炉衬损耗率校正氧枪喷头与熔池液面的相对位置,作者研究出一种如图4所示的装置。动铁式函数变换器 $\Pi\Phi\Phi$ 通过计量减速器 Δ 与升降氧枪 δ 的卷扬机 Γ 的轴相联。从动铁式函数变换器 $\Pi\Phi\Phi$ 来的信号进入二次仪表 $B\Pi$ 和电子调节器 $\mathcal{E}P$ 。由氧枪定位器 $\Delta 3\Phi M$ 来的和从校正盘 $BK\Pi\Phi$ (根据炉衬损耗率校正枪位)的变换器(动铁式)来的综合信号也进入电子调节器 $\mathcal{E}P$ 的输入端。氧枪位置校正盘 $BK\Pi\Phi$ 的输入端与冶炼炉数确定盘 $BOK\Pi$ 相联。图2所示的关系曲线是由氧枪位置校正盘 $BK\Pi\Phi$ 来绘制的。

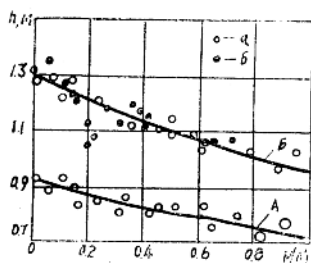


图2 在不同炉龄期,由于焦油白云石镁质砖炉衬的损耗率不同,55吨转炉(A)和130吨转炉(B)的熔池平静液面深度的变化

N/N_1 ——已冶炼的炉数与炉衬寿命(炉数)之比;

a——额定装入量时的试验点;

b——文献数据。

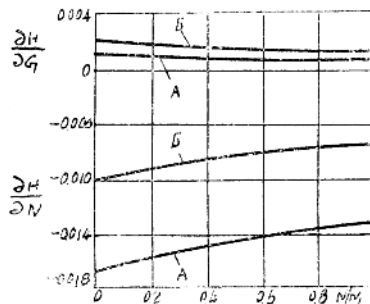


图3 55吨(A)和130吨(B)转炉的氧枪喷头端部与熔池液面相对位置的变化同焦油白云石镁质砖炉衬损耗率和装入量增量的计算关系曲线

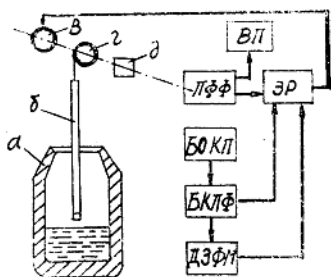


图4 根据炉衬损耗率控制和校正氧枪位置的装置示意图(图上符号的意义已在文中说明)

冶炼初期,当氧枪 δ 降入转炉a(图4),并往冶炼炉数确定盘 $BOK\Pi$ 输入氧气时(输1.5~2分钟,输氧是防止补吹产生误动作),根据炉龄期确定炉数的计算便增加一个单位(一炉)。于是就引起氧枪位置校正盘 $BK\Pi\Phi$ 的输出信号发生相应的变化。调节器 $\mathcal{E}P$ 根据氧枪位置校正盘 $BK\Pi\Phi$ 、枪位定位器 $\Delta 3\Phi M$ 和动铁式函数变换器 $\Pi\Phi\Phi$ 的综合信号差来控制操纵机构B,而氧枪位置的控制和记载则由二次仪表 $B\Pi$ 来完成。

王海之译自《Сталь》张盖楚校

提高在保护渣下浇铸的半镇静钢钢锭质量

〔苏〕И·И·博尔那茨基等

在保护渣下浇铸Ст. 3 пс和Ст. 5 пс半镇静钢，可以减弱钢水出炉和浇铸时的二次氧化作用。通常，在脱氧前，根据ГОСТ进行计算，按中限配锰，并用65%的硅铁进行脱氧，使包内钢水含0.04~0.05% Si。其余的硅则进入固体合成渣中，合成渣由最终冶炼渣、65%的硅铁和萤石组成。

叶那基耶夫冶金厂转炉车间72炉次的试验结果证明，在脱氧渣保护下浇铸半镇静钢，可以减弱钢水的二次氧化作用，可以提高钢锭中硅含量的稳定性。因此，采用这种浇铸工艺能获得合理氧化度的钢锭，能提高钢锭和坯料的表面质量，并可改善钢材纵向机械性能。此外，钢锭废品率和切头率平均可降低1%。

为了确定Ст. 3 пс和Ст. 5 пс半镇静钢在合成保护渣下浇铸对钢锭组织结构、化学均质性和非金属杂质含量的影响，曾研究了试验钢锭和普通钢锭的中轴线纵向剖面（见图1）。试验钢锭A和普通钢锭B用同一炉钢水浇铸，而另一普通钢锭B则是用另一炉钢水浇

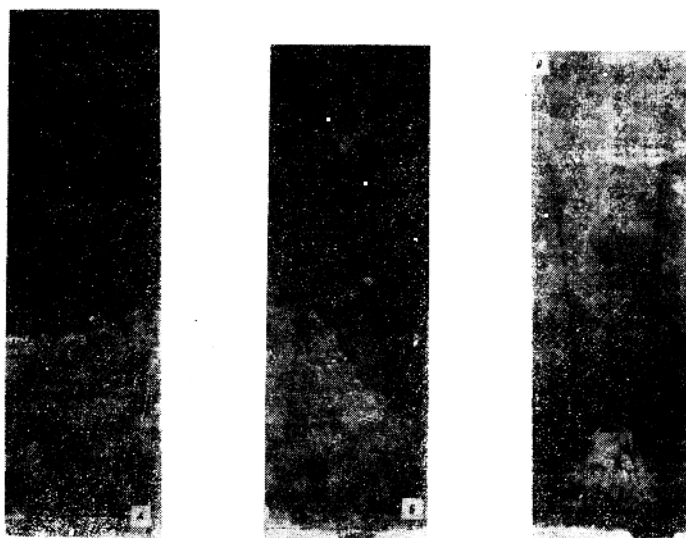


图1 试验钢锭(A)和普通钢锭(B,B)中轴线纵向剖面硫印对比

铸的。试验钢锭A系在合成保护渣（由最终转炉渣、65%硅铁和萤石组成）下浇筑而成；此时合成渣是钢水注入钢锭模高度30%时加入的。钢锭A浇筑结束时未发现钢水冒火花。在钢锭的凝固过程中其上端呈现平滑表面，并覆盖一层厚度为0.004~0.005米的炉渣。钢锭模内的普通钢锭B的脱氧度是用铝来控制的，钢水冒火花的时间为23秒，钢锭上端也呈平滑表面。

浇筑钢锭B时，未使用铝来控制钢水的脱氧度，结果钢水冒火花的时间持续35~40秒，凝固后钢锭头部金属桥出现不大的裂口。

我们根据钢铁研究所的方法对总重为8.7吨的各个钢锭的中轴线纵向剖面进行了研究。在全部钢锭上都发现有集中的气囊，气囊上面有0.09~0.12米厚的金属桥与大气隔绝。在钢锭顶部的侧面和端面也发现有表面的皮下气泡，而钢锭头部（距上端5%的钢锭长度上）则是一个蜂窝气泡区。钢锭A下部水平线上的气泡呈圆形，其位置在侧表面0.02米以外。钢锭B和B的下部水平线上也有蜂窝气泡的痕迹。此外，在离钢锭B顶部10%和25%的水平线上发现有蜂窝气泡，而在离钢锭B顶部25%的水平线上却没有蜂窝气泡。

表明钢锭A、B和B的金属宏观组织特点的数据如下：

	A	B	B
金属桥厚度（离钢锭顶部长度占锭身高的%）	5.33	4.17	4.64
气囊深度（离钢锭顶部长度占锭身高的%）	21.53	26.00	24.54
气囊的延伸深度（离钢锭顶部长度占锭身高的%）	43.07	46.06	55.56
钢锭顶部的蜂窝气泡区尺寸（米）：			
离钢锭顶部的距离	0.23~0.25	0.49~0.50	0.52~0.57
气泡区宽度	0.08	0.06	0.06
气泡长度	0.005~0.030	0.005~0.040	0.010~0.040
皮下气泡长度	0.002~0.006	0.003~0.010	0.002~0.010

钢锭B和B的轧材表面质量比钢锭A差，因裂纹造成的废品率也高于钢锭A。

曾在五炉钢锭上取样进行试验，试验是沿钢锭长度每隔6%距离选取一块。钢锭A中的氧含量平均为0.011~0.018%，而钢锭B和B中则为0.012~0.030%（其中的较大值为钢锭下部的含氧量）。降低钢锭A中的氧含量对改善其结构有利。

在所有钢锭的硫印中发现中轴线以外存在明显的不均质性（见图1），这种不均质性在离钢锭底部0.35~0.4米处便消失。在中轴线区域内主要的气囊下面有一个二次收缩孔，其内积聚大量杂质。钢锭A、B和B中的气囊延伸深度分别是钢锭高度的43%、46%和45%。试验钢锭下部的延伸深度之所以减小，是因为合成保护渣具有某种保温作用。

根据示意图2进行取样做化学分析证明，这些钢锭中轴线纵向剖面的截面和高度上的磷、碳和硫的分布特点基本相同。

在距钢锭顶部15%~30%的水平线上发现偏析元素含量最高。尽管试验钢锭和普通钢锭截面的化学元素是按一般规律分布的，但其偏析程度却不一致。在保护渣下浇筑，由于减弱了钢水的二次氧化作用，提高了炉渣的精炼效应，因而为消除非金属杂质创造了条件，结果整个钢锭中的化学元素分布较为均匀。试验钢锭距顶部15%和25%的水平线中心部分，其

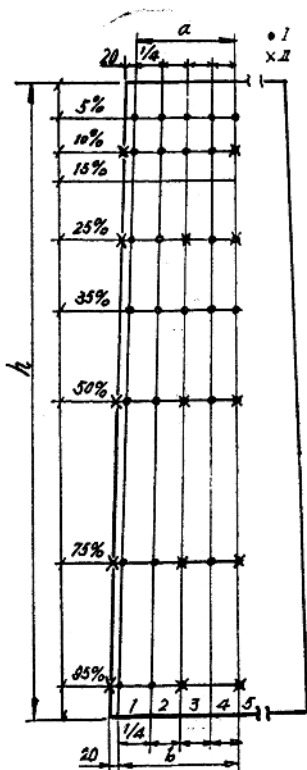


图2 从钢锭A、B、B取样做化学分析(I)和确定非金属杂质(II)示意图

碳、硫和磷的化学非均质性的最大值为33%、100%和320%，而普通钢锭则分别为70%、100%和320%。此外，试验钢锭最上部的全部基本化学元素的负偏析程度最低。在合成保护渣下浇铸的钢锭，其硅含量比熔化成成分增大0.02~0.03%。试验钢锭纵横方向的硅含量波动值均比普通钢锭小。所有钢锭的锰成分分布的不均匀性均不大。

钢中非金属夹杂物的鉴定是根据ГОСТ1778—70的标准进行的。

所有钢锭的纵截面上均无宏观夹杂物，非金属夹杂物主要是氧化物、硅酸盐和硫化物，它们为圆形或椭圆形，一般是单个或呈链条状存在。在钢锭上还发现有点状硫化物。试验钢锭A与普通钢锭B和B相比，其特点是氧化物(OK)、硫化物(CΦ)和硅酸盐(CA)的含量均较低：

	CΦ (%)	CA (%)	OK (%)
A	2.58	4.09	2.45
B	3.25	4.15	2.67
B	3.40	3.88	3.34

半镇静钢钢锭A、B和B的非金属夹杂物含量分别为0.00241%、0.00301%和0.00342%。试验钢锭的非金属夹杂物含量之所以降低，是因为合成保护渣具有精炼效果，浇铸时减弱了钢水的二次氧化作用，纵横方向上的化学元素分布比钢锭B和B更为均匀。

结论 在合成保护渣下浇铸半镇静钢，可以改善钢锭和坯料的表面质量及轧材的纵向机械性能，可以提高金属收得率(平均提高1%)。在合成保护渣下浇铸的钢锭与普通钢锭相比，其蜂窝气泡的分布位置较合理，气囊的长度较小。

从试验钢锭和普通钢锭的轧材上沿轧制方向取样进行分析表明，其氧含量分别为0.011~0.018%和0.012~0.030%。

与普通钢锭相比，试验钢锭纵横方向的硫、磷和碳元素的化学偏析较小，且这种非均质性主要存在距钢锭顶部15%和25%的水平线中心部分。钢锭A中的非金属杂质含量比钢锭B和B低20%。

译自苏联《Сталь》1983 №3

何群译 王海之校

透气陶瓷在炼钢中的应用

西方世界普遍采用连铸技术，但世界上没有一个国家能比得上日本发展的这样快，它能正常连续浇铸10~20炉。随着这项技术的发展，要研制更先进的陶瓷，以便使该项技术付诸实现。日本的大部分冶金工作者以及Aikoh公司联合开发这种新型陶瓷业。

Feslente英国沙土工业公司冶金分公司是日本Aikoh公司在欧洲的仅有的代办。Aikoh公司不仅生产中间罐、内衬、熔剂绝热材料、透气塞和陶瓷喷管等产品，而且研制新产品，满足钢材质量方面的要求，特别是在节能方面的新技术，本公司也颇为重视，因此，Feslente在钢铁工业上起着重要的作用。

Aikoh自成立以来，就意识到提供优质产品的重要性，钢铁工业是一个庞大而复杂的体系，各类产品存在着内在联系，互相影响，互相制约，由于认识到了商品的这种关系，因此他们的产品控制着市场，特别是在连铸方面尤为显著。

由于生产的发展，对金属的纯度提出了更高的要求，在生产期间以及热处理以后，使用纯净的气体越发显得重要。通常情况下，钢的净化是在钢包中进行的，基本上消除了钢的杂质，均匀了钢液，调整了温度。

Feslente-Aikoh供应范围为透气耐火制品，能满足当代炼钢的需要。有些产品是相当重要的，是专门为中间罐以及对提高金属质量起着重要作用的部位用的陶瓷而设计的。

顶底喷气

使用喷管顶部吹入的气体不如从底部吹入的气体作用大，速度也不如底吹的快，因为混合和搅拌的作用只是在喷管附近，整个钢包内气泡的均匀程度是很差的，非金属夹杂物很难上浮，势必延长了调整温度所需要的时间。在预想的部位固定喷管并不总是可行的，这就要确保喷管不能插得太深，否则将会侵蚀钢包底部耐火材料。使用多孔陶瓷水口在钢包底部形成的气泡作用较大，其控制能力远远超过搅拌的作用，同时比起温度的控制、氧化物和非金属物质的消除所产生的效果还大，某些控制能力超过 $H_2 + O_2$ 浓度的作用（一般来说需要5~6分钟）不需要把钢包运送到喷射台上，就可在连铸机的上方进一步喷吹处理（参看图B）。

透气塞

多年来，炼钢家们由于考虑到安全，确实不愿意使用透气塞。最近，日本已证实，底吹确能提高钢材质量，是一种安全可靠的好方法。

Aikoh公司把这项技术做为科研项目，设计了透气的范围，每件产品都能满足用户的特殊要求，不仅在技术上有独特之处，整体设计也是合理的，确保安全可靠。

透气塞可成套生产，技术先进，每个部件具有特殊的功能，具有良好的抗热震性和耐腐蚀性，并能防止浸透金属。产品密度均匀，所成气泡小而均匀，消除纵向裂纹的影响。由于允许大气流在低压下通过，吹头接触面积增大，效果好；增加了透气塞的作用。这些优点确保了透气塞

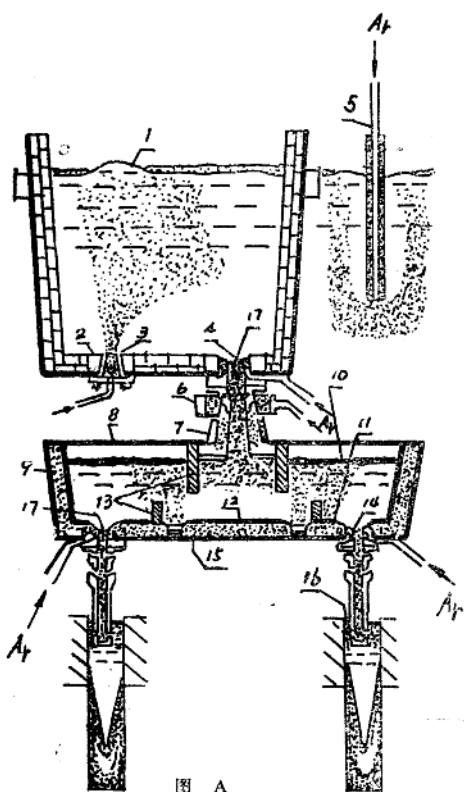
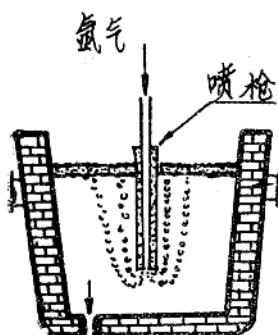


图 A

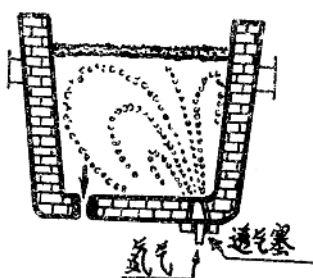
1. 绝热粉;
2. 水口砖;
3. 透气砖塞头;
4. 透气水口;
5. 吹枪;
6. 气体密封环;
7. 用于密封气体的绝热套;
8. 中间压盖内衬材料;
9. 内衬砖;
10. 凝结剂;
11. 中间压衬;
12. 发热器;
13. 耐火材料门;
14. 透气水口;
15. 透气塞;
16. 连注溶剂;
17. 水口通道凝结。



顶吹

图 B

顶吹气泡



底吹

底吹气泡

的使用寿命。

过去在钢水包上使用透气塞时，曾出现过严重问题，但经日本多年的试验，终于成功地制造出简单而可行的Aikoh装置。在热状态下，便于透气塞的安装和拆卸。（参见图C）

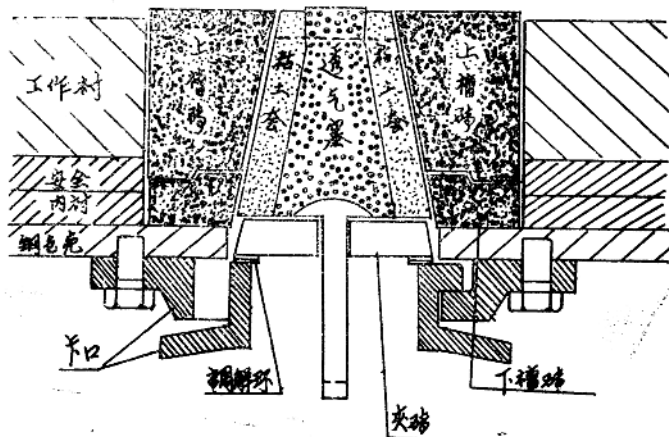


图 C

透气塞成功的先决条件就是质量控制，产品都经过严格的检查和测试，出厂前验收。由于严格的质量把关，Aikoh装置的质量是有保证的。

显然，这种方法比从钢水包上部插入吹管要麻烦，但优点甚多，钢包内气体分布均匀，耐火材料潜入侵蚀面积小，尽管吹管构件昂贵，在安装操作上略有困难，但和它的优点相比，则微不足道。

- 平衡钢水包内钢液温度
- 减少钢液中氢氧含量
- 非金属夹杂物能上浮到钢液表面
- 钢包内所加的合金元素分布均匀
- 钢水包内钢液温度下降到最佳浇铸温度

A. 平衡钢水包内的钢液温度

a) 图1 —— 钢包内温度分布情况

图2 —— 浇铸时，吹氩与否对钢液温度的影响

由于钢水包内钢液的对流，钢液温度分布不均匀，如图1所示。

B. 消除氢气

氢气对钢是有害的元素，它使钢的机械性能下降，同时也会引起白斑，因此，应尽量降低钢中氢的含量。

C. 去氧

钢中的氧会产生氧化物夹杂，因此，在生产像轴承钢、不锈钢以及飞机制造业用的高级

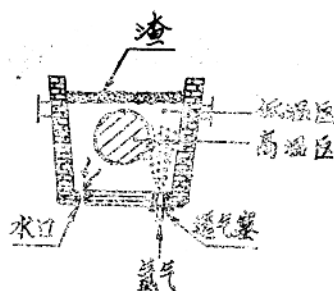


图1 出钢时，吹氩对钢液温度变化的影响
(若出现图内所示温差时，就会引起偏析)

氩气350~400升/分，3公斤/厘米²，吹氩时间12分钟，钢液体积150吨

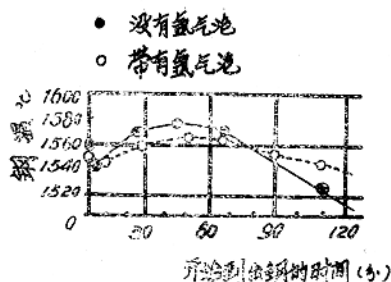


图2 底吹氩气实例。不吹氩，钢液温差超过50℃，吹氩时，钢液温差低于20℃

钢时，消除夹杂物是很重要的。

项 目	吹 氩 条 件	测 定 时 间	氢 浓 度 (ppm)	下 降 速 度
钢 液 体 积	25 吨	出 钢 前	2.52	0 %
钢 种	碳素钢 C: 0.35 Mn: 0.60	吹氩后 1 分钟	2.50	0.8
Lp-plug 透 气 塞	直径: 110毫米×250毫米 (4 11/32"×9 27/32")	吹氩后 2 分钟	2.38	5.6
氩 气 压 力	4.0~5.0公斤/厘米 ² (57.1~71.4/时 ²)	吹氩后 3 分钟	1.89	25.0
氩 气 量	2.0~2.5米 ³ (70.63~88.29呎 ³)	出 钢 流 时	1.42	43.6

图3 吹氩对氢浓度的影响。氢浓度下降4%以下

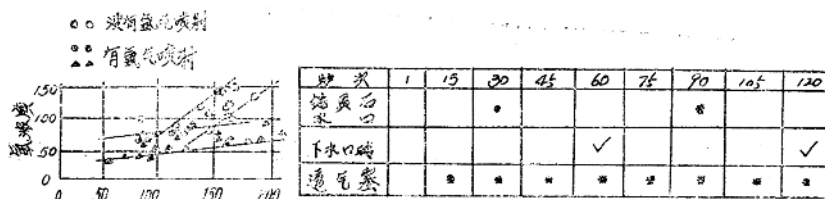


图4 吹氩的脱氧效果，出钢前的氧浓度和钢水包的氧浓度之间的关系

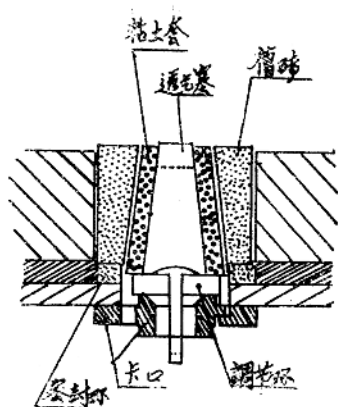


图 5

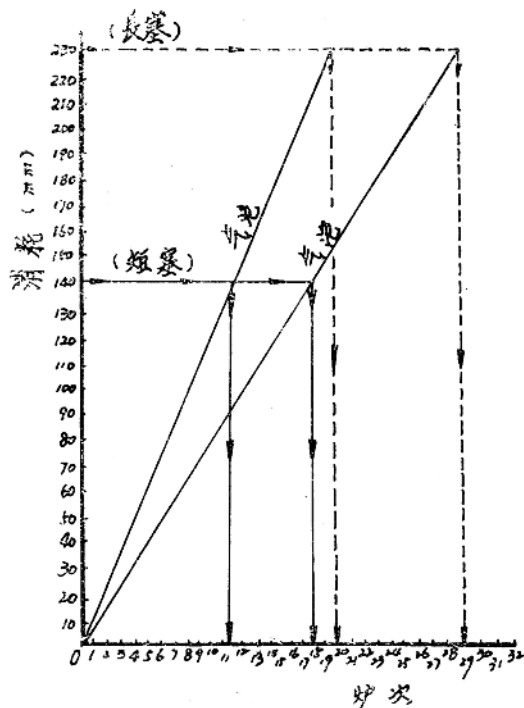


图 6 各炉次和透气塞耗损之间的关系

脱氧条件

a) Si—Mn脱氧

Si—0.5~0.8%

Mn—1.2~1.7% (炉内)

b) Al脱氧

Al—向炉内加Al 0.5kg/吨

c) 碱性渣1.4~2.6

应用透气塞典型实例:

a) 操作程序

电炉——出钢——气体净化

钢锭 连续铸锭

b) 条件

钢液温度 1570—1680℃

金属规格 0.16—0.40 C

范围 0.20—0.28Si 0.64—1.40Mn

气体喷射压力 5 公斤/厘米²

总的喷射时间 245 分钟

炉数 13

上水口砖 锆英石

下水口砖铝——低质

c) 带有内衬 (86~87% Al₂O₃) 的

PO4C-2 型透气塞

钢包寿命 120 炉各炉次情况

炉次	1	15	30	45	60	75	90	105	120
错英石水口砖			*				*		
下水口砖					✓				✓
多孔水口砖		*	*	*	*	*	*	*	*

透气砖口

现代炼钢技术, 虽说经过多年的革新改造, 但仍存在着堵塞水口的问题。

生产铝镇静钢, 酸熔铝含量超过 0.02% 时, 堵塞水口事故屡见发生。

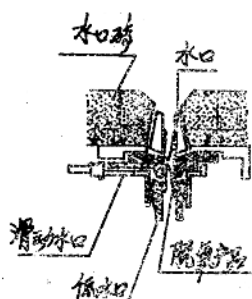
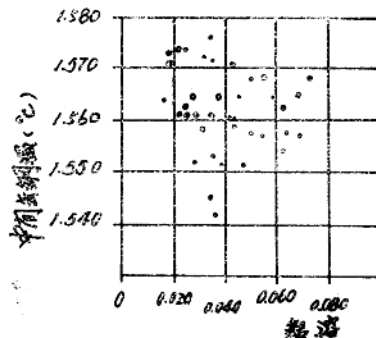


图 7



水口堵塞程度: ○ 严重
○ 中等
○ 轻微

图 8 酸溶铝含量和水口堵塞之间的关系

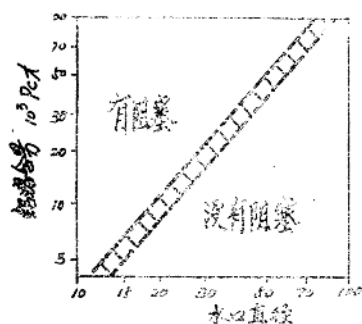


图 9

水口直径 (mm)

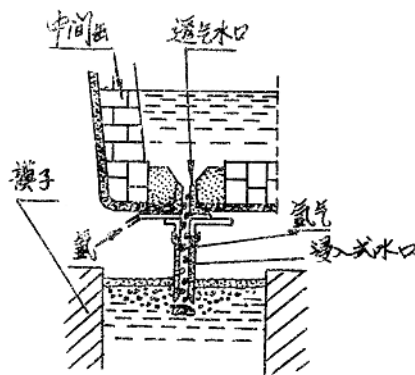


图 10

1. 通过上部透气砖
2. 通过滑动水口 (在滑板上装有一个滑片)
3. 通过浸入式水口 (使用可透塞或环)
4. 通过塞棒 (参见图11)

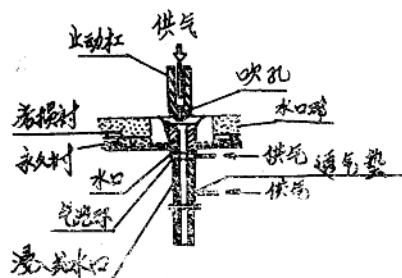


表1 酸溶铝含量过高堵塞水口而不间断浇铸

TS 水 口	酸 溶 铝 含 量	寿 命
PO—8 A	0.020—0.040	6
PO—6 H—P ₀ —8 A	0.020—0.025	11
PO—4 A	0.015—0.030	超 过 3
PO—6 H	0.028	超 过 2