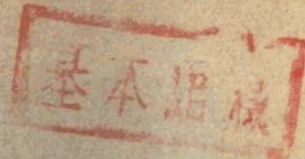
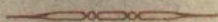


237246



铁水的石灰脱硫



7811

4021

8

冶金工业出版社

鐵水的石灰脫硫

冶金工業出版社

出版者的話

鉄水脱硫問題是上鉄煉鋼操作中的一个重要問題。目前鉄水の脱硫方法有許多种，有的用苏打脱硫，有的用石灰进行脱硫。用苏打脱硫不单成本高，而且大量使用，供应困难。因此，許多地方都在試驗用石灰进行脱硫，初步經驗証明用石灰脱硫的成本低，效果也好。

我們把有关用石灰脱硫的資料編成这本小冊子出版，供讀者参考。

目 录

一、鉄水石灰脱硫.....	1
二、吹石灰鉄水爐外去硫試驗.....	11
三、用石灰混合剂代替苏打粉对鉄水进行爐外脱硫試驗.....	23
四、化鉄爐鉄水脱硫試驗.....	34

一、鉄水石灰脫硫

C.K. 索伯列夫, Г.Н. 奧依克斯

在冶金生产的全部过程中,就是在和硫进行斗争。很多的文献証明了: 硫在鉄水中的活度, 在很大程度上是由于 C.Si.P.Al 的存在而增加。从这一事实告訴我們, 在鉄水中脫硫显然要比在鋼水中容易得多。

近些年来, 在高爐爐外鉄水脫硫的研究工作具有重大的意义。脫硫的方法有許多, 所用的脫硫剂有苏打、鎂粉、碳化鈣、氰化鈣以及食盐等等。近来, 在解决鉄水脫硫这一問題最为流行的方法是采用石灰。从热力学計算証明: 当鉄水温度为 1300°C , 鉄水含硫为 0.3% , 加入固体石灰后則硫的浓度平衡浓度仅为 $2.5 \times 10^{-5}\%$, 应用这种脫硫方法实际生产中, 鉄水和石灰便会得到良好的接触。

为了研究鉄水用石灰脫硫的可能性, 并找出确定这种方法的因素, 我們曾用氮气^① 将石灰粉吹入鉄水进行了脫硫試驗。

实验方法

为了进行研究, 采用了不同化学成份的生鉄, 应用經球磨机粉碎并經各种篩子过了篩的石灰粉作脫硫剂。在一批的爐次中, 将分級的含 CaO 为 91.2% 的石灰用氮气^② 噴吹到鉄水中, 而在另一批爐次中, 石灰則与各种粉状还原剂一同

① 氮气的含氧量不超过 0.6% 。

加入爐內。

生鐵是用放在感應電爐中的鎂質及石墨坩堝熔化的。當生鐵全部熔化後，則從鐵水表面扒去熔渣，用插入式鉑鎢—鉑熱電偶測量鐵水溫度，鐵樣是用石英管來吸取，然後蓋上一個中央有孔的石墨蓋子。石灰粉和粉狀還原劑應用一種特殊設備(圖1)通過一支內徑為4公厘的石墨管吹入鐵水中。

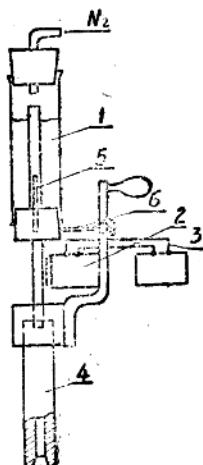


圖 1 噴吹石灰設備圖

1—裝石灰器；2—電磁振動器；3—自耦變壓器；4—石墨管；5—調節石灰量的帶縫金屬管；6—調節螺絲

氮氣從瓶中出來通過流量計到一個裝有石灰粉的玻璃皿中，借電磁振動器的往復振動，石灰粉逐漸流入一個有氮氣流過的管縫中，然後一齊吹入鐵水中。在氮氣流中石灰的平均濃度一般不超過25克/升。在單位時間內石灰粉的噴吹數量由管縫的開度來調節。當往鐵水中噴吹石灰時，爐子停止加熱，一般來說，在噴吹石灰2分鐘以後，鐵水溫度下降70~90℃。

表 1

噴吹时鉄水の脱硫情况

试样 爐号	噴吹后 取 样 时 間 (分)	用 量			石灰顆粒度 (公厘)	温度 °C	生鉄中 S 的 含 量 (%)	脱 硫 率 $\frac{S_{\text{始}} - S_{\text{終}}}{S_{\text{始}}} \times 100$ (%)
		石灰	鋁粉	氮气				
		占生鉄重量的 %		(升)				
1-1						1400	0.107	
1-2	1	1.5	0.06	2	0.7-0.35	1360	0.056	47.6
1-3	2	3.0	0.12	4	0.7-0.35	1380	0.027	75.0
2-1						1410	0.107	
2-2	1	1.5	0.06	2	0.35-0.16	1360	0.048	55.3
2-3	2	3.0	0.12	4	0.35-0.16	1350	0.020	81.5
3-1						1400	0.107	
3-2	1	1.5	0.06	2	0.16	1350	0.035	67.5
3-3	2	3.0	0.12	4	0.16	1320	0.011	90.0
4-1						1400	0.038	
4-2	1	1.5	0.06	2	0.7-0.35	1350	0.030	21.0
4-3	2	3.0	0.12	4	0.7-0.35	1320	0.025	34.0
5-1						1400	0.038	
5-2	1	1.5	0.06	2	0.35-0.16	1360	0.024	37.0
5-3	2	3.0	0.12	4	0.35-0.16	1330	0.017	55.0
6-1						1390	0.038	
6-2	1	1.5	0.06	2	0.16	1350	0.015	60.5
6-3	2	3.0	0.12	4	0.16	1330	0.010	74.0
7-1						1380	0.050	
7-2	1	1.5	0.06	2	0.16	—	0.036	55.0
7-3	2	3.0	0.12	4	0.16	1310	0.022	72.5
8-1						1360	0.030	
8-2	1	1.5	0.06	2	0.16	—	0.025	68.5
8-3	2	3.0	0.12	4	0.16	1300	0.016	80.0
9-1						1500	0.030	
9-2	1	1.5	0.06	2	0.16	1400	0.023	65.0
9-3	2	3.0	0.012	4	0.16	1400	0.013	77.5
9-4	3	4.2	0.016	6	0.16	1350	0.019	76.5
9-5	5	5.3	0.020	10	0.16	1250	0.021	74.0

实验结果

从表 1 所示，噴吹过程中所取鉄样的分析結果証明：当石灰的用量相当于生鉄重量的 3 % 时，則实际上脫硫作用已停止。图 2 是石灰顆粒度对脫硫的影响。从图 2 中我們可以看到，当石灰的顆粒度在 0.16 公厘以下时，脫硫效果最好。根据这些資料，用相当于生鉄重量 3 % 的石灰（石灰与鋁粉的顆粒度不大于 0.16 公厘）在以后的爐次中进行了鉄水脫硫試驗（表 2）。

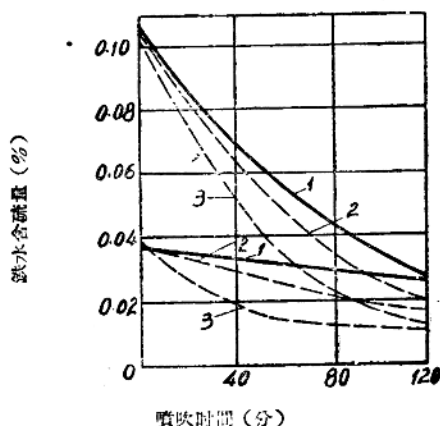


图 2 不同顆粒度的石灰的脫硫效率

1—0.70—0.35 公厘；2—0.35—0.16 公厘；3—<0.16 公厘

在噴吹鉄水过程中，应用石墨盖子是有效的，因为这时氮气的用量不大（1 升/公斤鉄），但却防止不了空气中的氧对鉄水的氧化。在帶石墨盖的坩堝內噴吹鉄水时矽、錳的氧化强度不大也証明了盖子的作用（图 3）。

若不加一些还原剂，则单用石灰粉不能保证铁水的硫含量降低到0.029%以下（第17~19爐），当加入为铁水重量0.18%的铝粉时，则铁水中的硫可降低到0.006~0.010%，这表示了在减少铝粉消耗量情况下，脱硫效率与生铁的质量

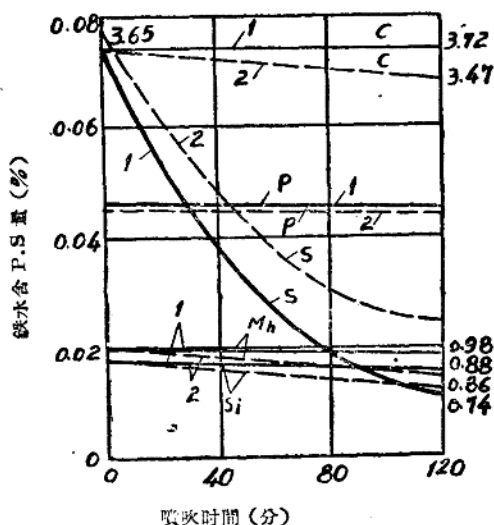


图 3 在石墨坩埚中喷吹铁水时成分之变化

1—用石墨坩埚盖；2—不用盖

是有所改善的。如在吹炼 400 克的铁水时（第30爐），所用之铝粉为生铁重量的 0.4%，而铁水中之硫含量则可降低到 0.015%，如果在相同条件下，吹炼 1500 克铁水时，所用的铝粉为生铁重量的 0.12% 时，则铁水中的硫可降低到 0.010%（第24爐）。图 4 示有铝粉消耗量和铁水脱硫的关系。

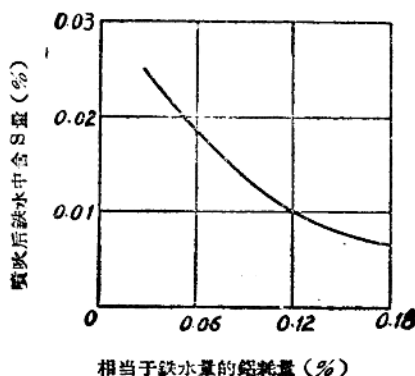


图 4 在石墨坩埚中喷吹石灰与铝粉时，
对铁水脱硫之影响

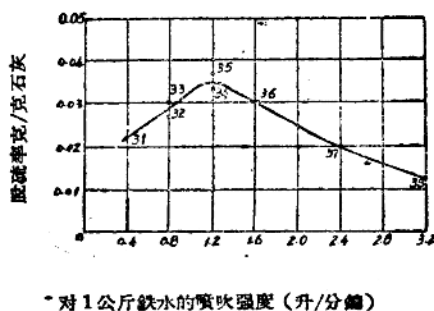


图 5 在石墨坩埚中铁水脱硫初期在不同喷吹强度
条件下，一克石灰对铁水脱硫的作用
(图中圆圈旁的数字为值号)

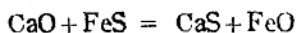
表 2

噴吹石灰之脫硫效果

爐號	鐵水重量 (克)	相當于鐵水重量之%		一公斤生鐵消耗量 (升/分鐘)	開始噴吹時鐵水溫度 (°C)	噴吹時間 (分鐘)	鐵水中 S 量 (%)		脫硫率 (%)	備 注
		石灰	鋁粉				噴吹前	噴吹後		
10	7900	3.0	0.12	0.8	1400	150	0.137	0.026	81.0	鐵質坩堝
11	7500	3.0	0.08	1.0	1430	150	0.168	0.040	77.0	鐵質坩堝
12	8200	2.8	—	0.7	1400	180	0.102	0.052	49.0	鐵質坩堝
13	2000	3.0	0.12	1.0	1400	150	0.056	0.019	16.6	石墨坩堝
14	2090	2.9	0.12	1.0	1420	150	0.056	0.017	76.6	石墨坩堝
15	2000	2.9	0.12	1.0	1400	150	0.056	0.024	57.0	石墨坩堝
16	2110	2.8	0.12	1.0	1415	150	0.056	0.022	61.6	
17	1600	3.1	—	1.0	1380	150	0.030	0.032	60.0	
18	3000	3.0	—	1.0	1400	120	0.080	0.020	63.0	
19	3100	3.2	—	1.0	1400	150	0.047	0.029	89.0	
20	1500	3.0	0.06	1.0	1400	150	0.050	0.020	60.0	
21	1530	3.0	0.10	1.0	1415	150	0.038	0.015	61.0	
22	1570	2.9	0.10	1.0	1400	150	0.045	0.013	71.0	
23	1580	3.0	0.10	1.0	1400	150	0.038	0.015	61.0	
24	1500	3.0	0.12	1.0	1400	150	0.050	0.010	50.0	
25	1500	3.0	0.18	1.0	1400	150	0.050	0.006	88.0	
26	2090	3.2	0.12	1.0	1400	120	0.107	0.011	90.0	
27	2820	3.3	0.18	1.0	1400	120	0.105	0.006	94.3	石墨坩堝帶蓋噴吹
28	400	3.1	0.20	1.2	1400	120	0.038	0.022	42.0	
29	400	3.2	0.30	1.2	1400	120	0.038	0.017	55.0	
30	400	3.2	0.40	1.2	1400	120	0.038	0.015	60.5	
31	3050	1.0	—	0.4	1350	60	0.105	0.032	22.0	鉻克石 灰脫硫 克 / 克
32	3050	1.0	—	0.8	1350	30	0.105	0.078	25.6	
33	3100	1.0	—	0.8	1350	30	0.105	0.076	27.6	
34	1500	1.0	—	1.2	1350	20	0.105	0.072	31.2	
35	3000	1.0	—	1.2	1350	20	0.105	0.068	35.0	
36	3000	1.0	—	1.6	1350	15	0.105	0.074	29.4	
37	1500	1.0	—	2.4	1350	20	0.105	0.085	19.0	
38	1000	1.0	—	3.2	1350	15	0.105	0.091	13.3	

根据噴吹少量鐵水时坩堝氧化爐气的作用頗大的現象，可以确定：加鋁粉不仅有直接脫硫的作用，同时还有脫氧的作用。

石灰石的用量要依化学反应式計算：



在一般試驗的条件下石灰用量不超过生鉄重量的7~8%。根据文献記載，在用固体石灰脫硫时，其用量一般为10~15%，因此值得研究妨碍脫硫过程的因素。

为了探討开始噴吹石灰的过程中，噴吹强度对脫硫效率的影响，故采用了固定成份的生鉄进行研究，其成份如下(%)：

C	Si	Mn	S
3.68	0.85	0.90	0.105

噴吹时管子插入鉄水中的深度为50公厘，試驗方式是：在不同时期內将一定数量的悬浮物吹入鉄水中，借以得到不同的噴吹强度。然后按每公斤鉄水在一分鐘內气体的流量比較了各爐鉄水。

表2中31~38爐的試驗結果示于图5中——当石灰浓度不变时(25克/升，顆粒度<0.16公厘)，1克石灰的脫硫作用与噴吹强度的关系。图5中的曲綫表明，噴吹强度提高到1公斤生鉄1.2克/分鐘最合适。以后如再加大噴吹强度反而会降低脫硫作用。大概是因为随着噴吹强度的增大，气泡也增大，所以就減小了反应的接触面。

根据謝洛夫鋼鉄厂在實驗室条件下用石灰粉脫硫所取得的結果，設計并制造了粉碎石灰和利用气流噴吹石灰两用的工业設備。在生产条件下，应用这种設備于14~25吨盛鋼桶中进行的鑄造鉄水脫硫試驗的結果列于表3。应用压缩空气噴吹石灰。脫硫剂是石灰——鋁粉混合粉料，鉄水的脫硫度为24~45% (含硫量低的鉄水脫硫度亦如此)，这样鉄水中的剩余硫量便可稳定在0.020~0.022%。

表 3

在生产条件下，鉄水用石灰，石灰—鋁粉混合粉剂脫硫結果

爐号 號	鉄水 重量 (吨)	相当于鉄水重量之 %		空气用量 (公尺 ³)	噴吹 時間 (分鐘)	鉄水含硫量 (%)		脫硫率 (%)
		石 灰	鋁 粉			吹煉前	噴吹后	
1	15	1.5	—	15	5	0.040	0.022	45.0
2	22	1.2	—	30	10	0.037	0.026	30.0
3	21	1.2	—	45	15	0.037	0.034	8.0
4	25	1.0	—	30	10	0.024	0.020	17.0
5	20	1.2	—	45	15	0.033	0.028	15.0
6	15	1.0	—	15	3	0.030	0.024	20.0
7	14	0.7	—	25	5	0.024	0.022	9.0
8	20	1.7	—	60	12	0.025	0.022	12.0
9	17	1.5	—	75	15	0.023	0.022	4.0
10	17	1.5	—	20	5	0.029	0.022	24.0
11	15	1.6	—	40	10	0.024	0.022	9.0
12	21	1.2	0.012	20	5	0.029	0.022	24.0
13	23	1.1	0.011	20	5	0.023	0.021	9.0
14	21	1.2	0.024	20	5	0.027	0.020	26.0
15	24	1.1	0.020	20	5	0.031	0.020	36.0
16	20	1.1	0.033	20	5	0.018	0.018	—

結 論

1. 用氮气噴吹石灰，和鋁粉混合粉剂于鉄水中的方法，肯定是有脫硫效用的，在噴吹時間不超过 3 ~ 4 分鐘，石灰用量为生鉄重量的 1.5 ~ 3.0%，鋁粉为 0.12%，氮气为 1 升/公斤鉄时，脫硫率可达 70 ~ 90%。

2. 鉄水的去硫效果与石灰的顆粒度成反比。

3. 脫硫效果与混合粉剂中的鋁含量成正比，特别是在噴吹鉄水量較多时更为显著。

4. 1 公斤鉄水の噴吹強度如果超过 1.2 升/分鐘時，則不会提高脫硫效果。

5. 在生产条件下，在 14~25 吨盛鉄桶中噴吹鑄造生鉄時，所得到的鉄水剩余含硫量稳定在 0.020~0.022%。

王庆奎譯自苏联高等学校学术报告（冶金）1958 年第 2 期

二、吹石灰鉄水爐外去硫試驗

鞍鋼中央試驗室

前 言

探尋最有效的鉄水去硫方法来配合当前鋼鉄大跃进，为当前迫切工作之一（特别是遍地开花的小高爐所煉的鉄，硫高問題更为突出），传统的去硫方法大多是用苏打，因不經濟，已漸为石灰法代替。我們用專門試驗裝置进行了試驗，效果良好，介紹于下供参考。

用壓縮空气将石灰带入鉄水中去硫，在我国现在情况下具有现实意义。用少量空气带多量石灰为去硫效果的关键，一致認為每立方米空气可带石灰30~40公斤，每次去硫約用5~10分鐘（指間斷去硫法），如何分別控制空气及石灰数量，使其充分混合后送入鉄水中，为操作中必須注意的問題，我們用的設備如图1，操作情况如图2、3。

試驗階段

試驗11次共分为三个阶段，第一次試驗3回，是在設備不良情况下进行的，效果最差，见表1。第二次試驗5回，是設備修改后摸索阶段。第三次試驗3回，基本正常，效果亦好，分述于下：

第一次試驗：图1为修改后的設備，与修改前不同的地方是：（1）混合器为方形；（2）仅有压力表A（測石灰

罐中压力)；(3)无开关Ⅲ(放风用)；(4)用单根三角皮带传动，石灰罐鉄板厚35公厘，压缩空气自三通管7引来，分别在混合器及石灰罐中，在流量表中可讀出每小时空气流量，装在石灰罐內的石灰，由螺旋推进器进入混合器

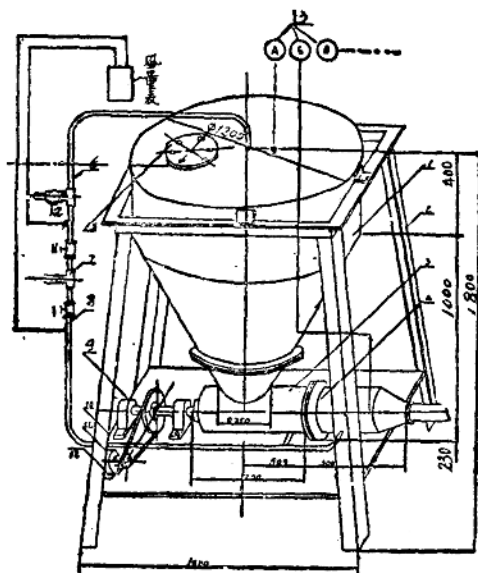
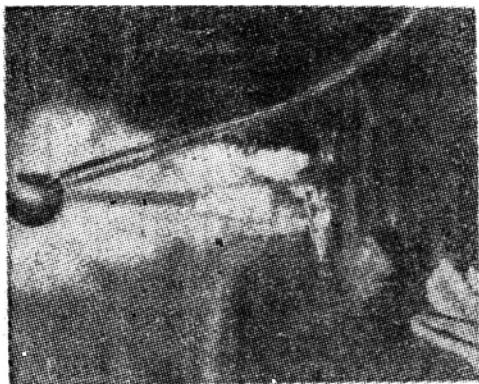


图 1 脱硫器

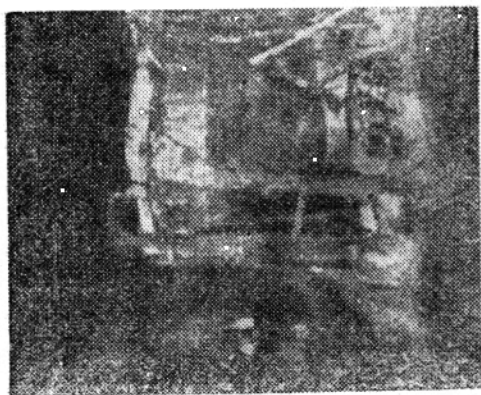
- 1—石灰罐；2—架子；3—螺旋推进器；4—混合器；5—石灰罐盖；
6—石灰罐进风管；7—三通阀；8—混合器进风管；9—轴承；10—
健輪；11—接手；12—马达；13—压力表

后端进，經与石灰混合后自前端順胶皮管送出，經吹灰管（用 $\frac{1}{2}$ "鉄管外涂耐火材料）送入鉄水中。

經測定推进器每分鐘可送灰6~9公斤，如用6~7分鐘处理1.5吨鉄水(本試驗从头到尾完全处理1.5吨鉄水)，



3



2

第 一 次

	去 硫	化 学 成 份					去硫率 (%)	去硫 时间 (分)	石灰 用量 (公斤)
		C	Si	Mn	P	S			
1	前后	3.589	1.97	0.66	0.03	0.06	22.5	5	35
		3.589	1.96	0.65	0.03	0.0465			
2	前后	3.552	1.88	0.65	0.076	0.068	30.15	8	22
		3.529	1.8	0.60	0.033	0.0475			
3	前后	3.497	1.75	0.60	0.074	0.0668	17.3	6	12.7
		3.478	1.7	0.58	0.077	0.0553			

第 二 次

1	前后	3.59	1.676	0.54	0.038	0.0855	69.6	6	36.5
		3.575	1.526	0.55	0.09	0.026			
2	前后	3.575	1.676	0.56	0.092	0.075	57.4	4	60.1
		3.53	1.598	0.56	0.093	0.032			
3	前后	3.688	1.762	0.62	0.092	0.0345	82.0	7	42.8
		3.65	1.616	0.62	0.093	0.0116			
4	前后	3.705	1.972	0.56	0.107	0.03	72.5	8	52
		3.628	1.788	0.56	0.106	0.022			
5	前后	3.65	1.756	0.48	0.077	0.0795	46.6	6	27
		3.61	1.648	0.48	0.077	0.0425			

第 三 次

1	前后	3.562	1.66	0.57	0.088	0.0951	87.4	7	66
		3.664	1.536	0.59	0.09	0.0118			
2	前后	3.543	1.656	0.61	0.07	0.0858	94.17	7	67
		3.743	1.572	0.61	0.075	0.005			
3	前后	3.609	1.764	0.63	0.089	0.033	73.49	7	65
		3.610	1.724	0.65	0.089	0.0221			