

上海市工业生产比先进比多快好省展览会
重工业技术交流参考资料

碱性转炉

上海钢铁公司编
科技卫生出版社

718



在祖國建設全面大躍進的形勢下，~~中~~~~國~~~~上~~~~海~~~~市~~~~工~~~~業~~~~局~~和市人民委員會為了更好地鼓舞全市職工開展比先進比多快好省運動的積極性，交流想辦法、學科學技術的經驗，促進當前生產高潮及有力地貫徹鼓足幹勁、力爭上游、多快好省地建設社會主義總路綫，在1958年4月至6月間舉辦了比先進比多快好省展覽會。

在這一個展覽會上充分反映了生產高潮的主要情況以及技術革新的先進經驗，真可以說是豐富多采，美不勝收。我們為了緊密配合生產，具體為生產服務起見，在現場收集了很多資料以活頁或簡裝本形式出版了大宗技術交流參考資料。茲為便利外地同志們參考起見，特再分門別類輯為匯編出版。

這些資料大体上歸納為1.重工業；2.輕工業；3.化學工業；4.紡織工業；5.建築工業；6.交通運輸業等幾個大門類。

上海市工業生產比先進比多快好省展覽會
重工業技術交流參考資料

鹼性轉爐

編者 上海鋼鐵公司

*

科技衛生出版社出版

(上海南京西路2004號)

上海市書刊出版業營業許可証出 093 號

上海市印刷四廠印刷 新華書店上海發行所總經銷

*

(原科技版印 10,500 冊)

開本 787×1092 毫米 1/32·印張 1 9/16·字數 34,000

1958年10月新1版

1958年10月第1次印刷·印數 1—30,000

統一書號：15 · 724

定 價：(6) 0.16 元

碱性轉爐

目 录

——上海鋼鐵公司編——

1. 渦鼓形側吹碱性轉爐用低錳生鐵原料..... 1
2. 渦鼓形側吹碱性轉爐高磷生鐵的吹煉..... 7
3. 渦鼓形側吹碱性轉爐吹煉的留渣制度.....17
4. 碱性轉爐爐渣磷肥.....27
5. 碱性渦鼓形轉爐三排風管.....39

渦鼓形側吹鹼性轉爐用低錳生鐵原料

过去一般鹼性轉爐操作中生鐵含錳量都在 1.5~1.8%。但是我国錳矿資源缺乏，在平电炉操作技术的开展中，已經起了是否需要鋼水余錳的爭辯。轉爐操作当然情况不同，但是值得作一些研究，才作减低生鐵含錳量的試驗，結果分述如下。

(一) 对去硫的影响

1956年2~3月曾用不同含錳量 (Mn 1.7%, ~1.2%, ~0.6%) 鐵水进行吹煉試驗，在去硫方面，并不見有显著規律 (見表 1)。低錳鐵水的平均去硫效率反較高錳鐵水为高，当然不能說低錳鐵水有利于去硫，但至少可以認為錳对硫并没有重要的作用 (低錳鐵水

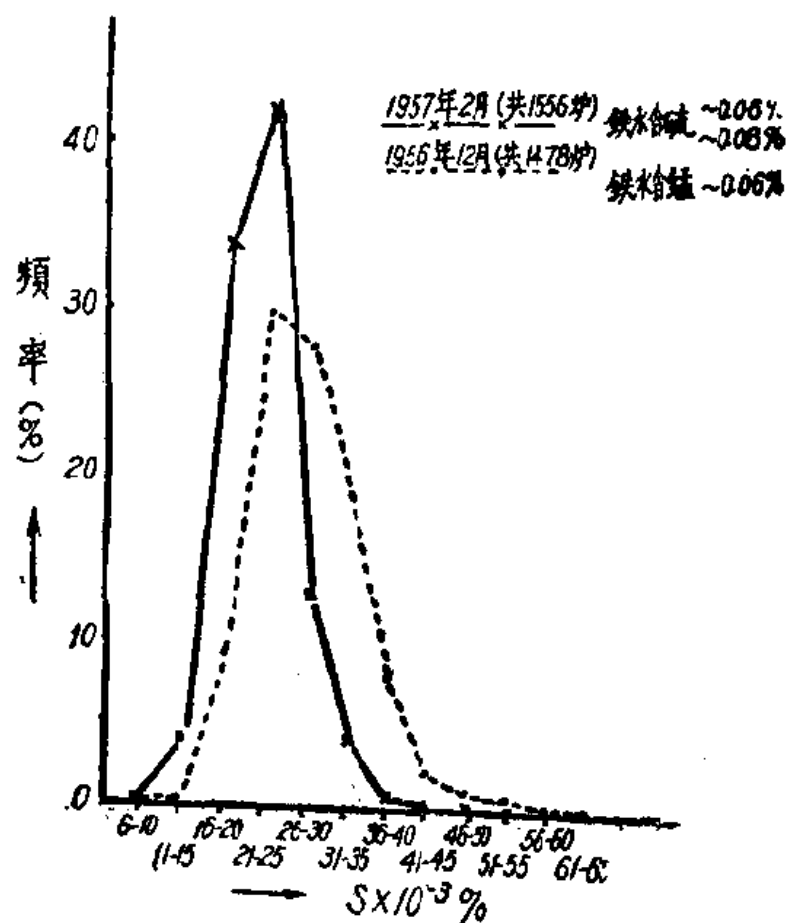


圖 1 不同鐵水含硫量的成品硫頻率

，可作参考。

表 1 不同含錳量鉄水吹煉結果

| 鉄水成分 | | 試驗爐数 | 吹煉終了鋼水成分 | | 平均去硫量% | 平均去硫效率% |
|-----------|-------------|------|-----------|-------------|--------|---------|
| Mn | S | | Mn | S | | |
| 1.35~1.84 | 0.044~0.10 | 10 | 0.20~0.37 | 0.022~0.055 | 0.047 | 57.2 |
| 1.01~1.31 | 0.068~0.11 | 16 | 0.08~0.23 | 0.029~0.049 | 0.042 | 51.3 |
| 0.47~0.80 | 0.059~0.098 | 20 | 0.04~0.08 | 0.021~0.047 | 0.049 | 62.4 |

(二) 廢余錳对鋼材性能影响

1956年4月份以来，都是使用低錳生鉄 (Mn~0.6%)，殘余錳均在~0.07%，因之沒有取得殘余錳高的鋼材性能数据作比較，只是就一般机械性能的检查看来，还是很好的。所以可以肯定，如果按目前生产鋼材的性能要求看，殘錳低无影响。我們曾取五炉鋼材作机械性能检查，其化学成分等数据如表2。由于生产任务的关系，鋼材花色和軋鋼压缩比等稍有差异，因之影响到化学成分与机械性能之对应关系，但从所得之結果来看，尙能找得一定的規律。現就各項檢驗項目分述于后。

表 2 化学成分

| 爐号 | 化学成分 | | | | | | 鋼錠尺寸 | 鋼材花色 | 奧氏晶度 | 夾雜評級 |
|--------|------|------|------|-------|-------|--------|------|-------|------|------|
| | C | Mn | Si | S | P | N | | | | |
| 6-396 | 0.07 | 0.40 | 0.18 | 0.032 | 0.032 | | ∅100 | 22×60 | 2~3 | — |
| 6-307 | 0.08 | 0.48 | 0.22 | 0.036 | 0.050 | | ∅100 | 22×60 | 2~3 | — |
| 6-304 | 0.12 | 0.52 | 0.24 | 0.034 | 0.048 | | ∅100 | 22×60 | 2~3 | — |
| 2-1558 | 0.17 | 0.53 | | 0.024 | 0.047 | 0.0036 | ∅160 | 12×90 | 3 | 2.5 |
| 2-1557 | 0.18 | 0.54 | | 0.022 | 0.043 | 0.0036 | ∅160 | 12×90 | 3 | 3 |

(1) 抗張与冷弯

表3为五炉抗張及冷弯試驗結果，由此可以看出，抗張强度及屈服强度都随着鋼材的炭錳含量升高，而延伸率則稍有下降。值得指出的是，所有这些鋼材，即使在含炭量高至0.18%时，其性能仍超过3号鋼的部頒标准很多。冷弯試驗也全部合格，所以應該認為有必要繼續积累更多的資料，求出化学成分与机械性能的对对应关系，以更合理的控制渦鼓炉的生产。

表3 抗張及冷弯試驗結果

| 爐号 | C% | C+ $\frac{1}{2}$ Mn % | σ_s 公斤/公厘 ² | σ_b 公斤/公厘 ² | δ_5 % | φ % | 冷弯 $\alpha=180^\circ$ |
|--------|------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------|--------------------------|
| 6-396 | 0.07 | 0.17 | 25.7 | 41.8 | 38.1* | 70.5 | 合格 |
| 6-307 | 0.08 | 0.20 | 28.5 | 43.4 | 33.9* | 70.1 | ” |
| 6-304 | 0.12 | 0.25 | 28.9 | 44.2 | 36* | 69.1 | ” |
| 2-1558 | 0.17 | 0.30 | 29.5 | 47.0 | 33.5 | 59.0 | ” |
| 2-1557 | 0.18 | 0.32 | 29.5 | 48.0 | 33.0 | 46.5 | ” |

*系 δ_{10} 換算而得。

(2) 冲击韧性

所有五炉鋼材，除了纵向試样都做了低温冲击試驗以外，2-1557和2-1558两炉的横向試样也进行了同样的試驗，結果見表4。

与抗張試样相适应的是，随着炭錳含量的升高，而冲击韧性有所下降；随着温度下降，冲击韧性也趋低。但是不論从炭錳含量或是从温度的关系来看，冲击韧性的数值始終維持在相当高的水平，即使横向試样的結果也是如此。因之應該肯定，鋼材的低温性能也是优良的。

(3) 时效性能

曾將所有鋼材進行时效敏感性試驗。試樣經拉伸10%后，于拉伸標距內車制試樣，在250°C油中煎一小時后，再作沖擊試驗，結果見表4。时效處理后，沖擊韌性平均下降47%，其絕對值也保持在相當高的數值上，平均達14公斤公尺/公分²。所以可以相信，渦鼓爐鋼在積累丙類鋼資料中（有沖擊及時效要求），一定會取得滿意的結果。

表 4 橫向試驗結果

| 爐 號 | C% | C+ $\frac{1}{4}$ Mn% | 試樣 位置 | 沖擊韌性, 公斤·公尺/公分 ² | | | | 时效沖擊+20 °C 公斤·公尺/ 公分 ² | |
|--------|------|-------------------------|----------|-----------------------------|-------|-------|-------|---|-------|
| | | | | +20°C | -20°C | -40°C | -60°C | (1) | (2) |
| 6-396 | 0.07 | 0.17 | 縱向 | >29.3 | >27.0 | >25.0 | >16.0 | >17.6 | >15.0 |
| 6-307 | 0.08 | 0.20 | „ | >26.8 | >21.4 | >16.9 | >15.9 | >7.5 | >10.8 |
| 6-304 | 0.12 | 0.25 | „ | >26.3 | 23.3 | >13.5 | 4.0 | >12.9 | >14.3 |
| 2-1558 | 0.17 | 0.30 | „ | >25.5 | >18.9 | >9.4 | 1.9 | >18.5 | >16.8 |
| 2-1557 | 0.18 | 0.32 | „ | >20.3 | >14.4 | >14.8 | 8.8 | >9.1 | >12.2 |
| 2-1558 | 0.17 | 0.30 | 橫向 | >7.8 | 3.4 | 2.7 | 1.8 | | |
| 2-1557 | 0.18 | 0.32 | „ | >12.0 | >7.1 | 6.1 | 3.1 | | |

(三) 錳對發熱量的影響

從熱平衡計算中可以看到，錳的發熱量僅占極少的一部分。以原料0.70%錳，吹煉成鋼水殘余錳0.07%，則氧化0.63%錳的發熱量淨得僅有300千卡（每100公斤鐵水）。所以溫度上，錳並不是重要因素。在實際吹煉中，從表5亦可見，低錳鐵水吹煉，對溫度的影響不顯著。因此無論在理論計算上，或實際效果上，都是一致的結論。

表 5 錳对发热量的影响

| 鐵 水 成 分 % | | | 測定爐数 | 平均总鐵 溫 度* | 平均出鋼 溫 度* |
|-----------|---------|---------|------|--------------|--------------|
| Mn | Si | P | | | |
| 1~1.3 | 1~1.4 | ~0.5 | 18 | 1275°C | 1510°C |
| 0.7~1.0 | 0.6~0.9 | 0.5~0.6 | 7 | 1260°C | 1500°C |
| ~0.7 | 0.6~0.9 | 1~1.5 | 34 | 1300°C | 1530°C |

*光学高溫計未校正数

(四)对杂质氧化和噴濺的影响

鐵水含錳高，在吹煉初期会延迟炭和磷的开始氧化時間。在錳降低的同时，溫度增高，使炭突然氧化，增加最大的脫炭速度(图 2)，而炉渣又为大量的 MnO 所稀釋，因之

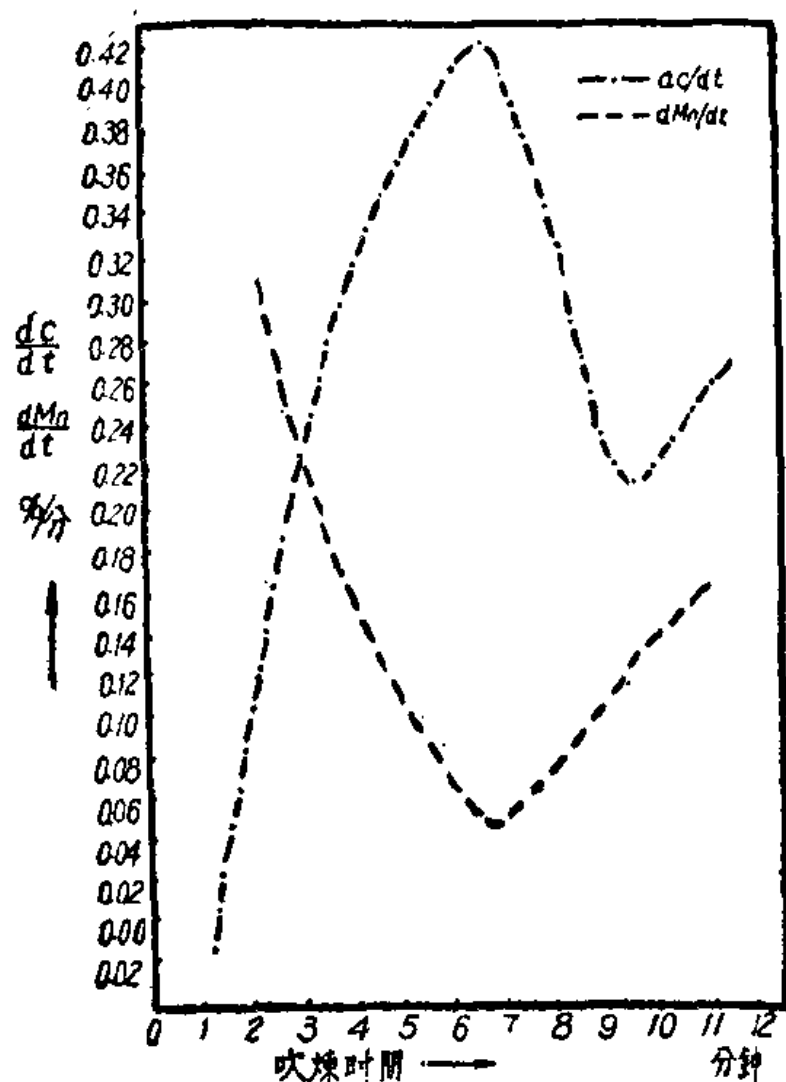


圖 2 935 爐(鐵水 Mn 1.84%)
脫炭速度与時間关系

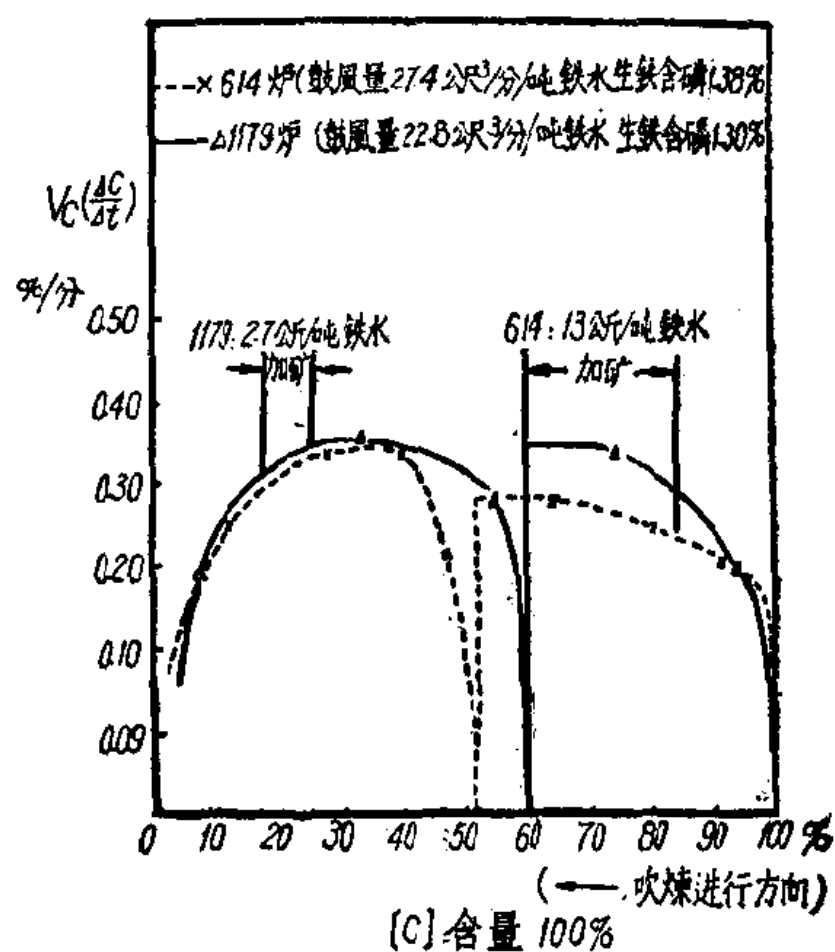


圖 3 吹煉中脫炭速度变化曲綫

引起猛烈噴濺，增加吹損。图 3 是目前低錳生鐵的脫炭速度情况，不仅沒有突起的高峰，且一开始鼓风就有相当的脫炭速度。因此后者是比較优越的。

总的看来，使用高錳鐵水吹炼并不是必要的。因之为了节省国家的錳矿資源和降低成本，應該使用低錳鐵水进行吹炼。自从 1956 年 4 月以来，本厂一直使用低錳生鐵吹炼，質量指标 99.5%，鋼材也完全符合甲类鋼要求。

2

渦鼓形側吹鹼性轉爐高磷生鐵的吹煉

(一)高磷生鐵操作的探討

一般的資料在鹼性轉爐吹煉較高含磷量的原料時，去磷的作用主要在後期，在我們過去吹煉 0.6% P 的經驗中，如在適當的操作條件下，〔P〕可以絕大部分在第一期去掉，使後期操作可以更好的掌握，以保證鋼的質量。當然在〔P〕提得較高時，是不是仍能辦到，這是個問題。然而這個方向，是值得試驗研究的。

為了加強第一期去磷作用，我們考慮了下列的幾個措施。

(1)低 Si 的生鐵成份

第一期吹煉中，Si 有較 P 強的氧親和力(SiO_2 還增加了酸度)，也就成了妨礙去磷的因素，〔Si〕在生鐵中是有一定的含量，而使用於轉爐原料時，常為了提高鋼水溫度而要求較高的硅。如今在中磷生鐵的冶煉中，含磷量達 ~1.3%，假如〔Si〕0.5% 時，其總發熱量已經超過目前操作的化學發熱量。根據計算，〔P〕如果能氧化成渣，則較 Si 有下列

的几点优点：

一、增温：根据炼钢学上册（A. M. 波雅尔科夫著）142页表 13，1% P 及 Si 元素增温的对比，同量的〔P〕可以较〔Si〕增温 1.14 倍。

二、等量的 P 及 Si 需要的 CaO 量，以 P_2O_5 成 $4CaO \cdot P_2O_5$ ， SiO_2 成 $2CaO \cdot SiO_2$ 计算 Si 需要的 CaO 量大。

1 公斤 P 需要 $\frac{224}{62} = 3.6$ 公斤 CaO；

1 公斤 Si 需要 $\frac{112}{28} = 4$ 公斤 CaO。

三、同量的 P 及 Si 造成的渣量亦以 $2CaO \cdot SiO_2$ 较 $4CaO \cdot P_2O_5$ 多。

1 公斤 P 造成 $\frac{366}{62} = 5.9$ 公斤 $4CaO \cdot P_2O_5$ ；

1 公斤 Si 造成 $\frac{172}{28} = 6.15$ 公斤 $2CaO \cdot SiO_2$ 。

故而考虑在温度方面，可以不必再增加 Si 量；而在去磷方面，亦有这个要求。

(2) 留渣及扒渣操作

这是前期去磷的主要武器，已经另有介绍（见参考资料第 X—5 号），不重复再述。

(3) 适当的增加渣料，延长第一期及投掷铁矿

虽然增加了留渣量，适当的增加造渣料还是必需的。增加造渣料所可能遭遇的困难是渣不易化，这在过去的操作中已出现过这现象，那么延长第一期的吹炼时间 $1\frac{1}{2}' \sim 2\frac{1}{2}'$ ，使石灰有较长的溶化时机，使磷有更多的氧化机会是有利的。同时又考虑第一期延长，炭的剧烈氧化会出现，这会夺取大量的氧，使渣内的氧化铁亦降低，又妨碍了去磷作用，决定

在这时投入铁矿，加强氧化作用。

(4) 采取面吹的操作

面吹在加速造渣方面、去磷方面、提温方面都有好处，故而前期的吹炼角度，决定全部面吹后期浅吹，故而除渣量稍为增加外，其余操作均与过去操作相同。

(二) 试炼结果的讨论

(1) 造渣问题

试炼的结果，较正常的操作，在扒渣时金属磷含量大部在 0.25 ~ 0.40%，前期去 P 的频率如图 1。

为促进石灰易于熔化，我厂曾采取将石灰块度减小至 < 25 公厘的试验，就实际的观察，化渣情况有改善。然而最重要的还是留渣。一般说，留渣较多的炉次，化渣情况皆佳，前期去磷效果亦较佳，如图

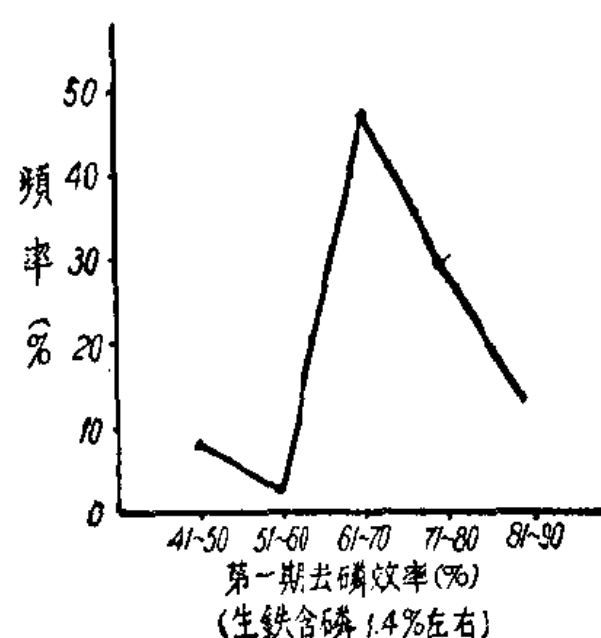


图 1

2 和图 3。留渣 $\frac{1}{2}$ 的去磷效率较留渣 $\frac{1}{3}$ 的为佳。

应该指出，在这次试炼中，温度对去磷的影响较为显著。由于新开炉，炉衬温度低，或者是化铁炉出铁温度低，使整个第一期炉内温度较低，其去磷效果亦较佳。当然我们还是并不希望温度低的。

还有这样的规律，即扒渣 $\frac{1}{2}$ 的炉次，有逐炉出钢时的 (P_2O_5) 不断增加情况。如表 1，从 822 炉扒渣均在 $\frac{1}{2}$ 脱氧前，(P_2O_5) 逐炉累积增加，这除应在前期考虑增加去 [P] 效果，增加渣量不是个根本办法。扒渣量应该增加，后期 (P_2O_5) 积

累情况就可以减少。

新开炉的操作，基本上仍拟按留渣的要求，即将最末一炉的渣子注入于新开的炉。但这需要連續操作，12-

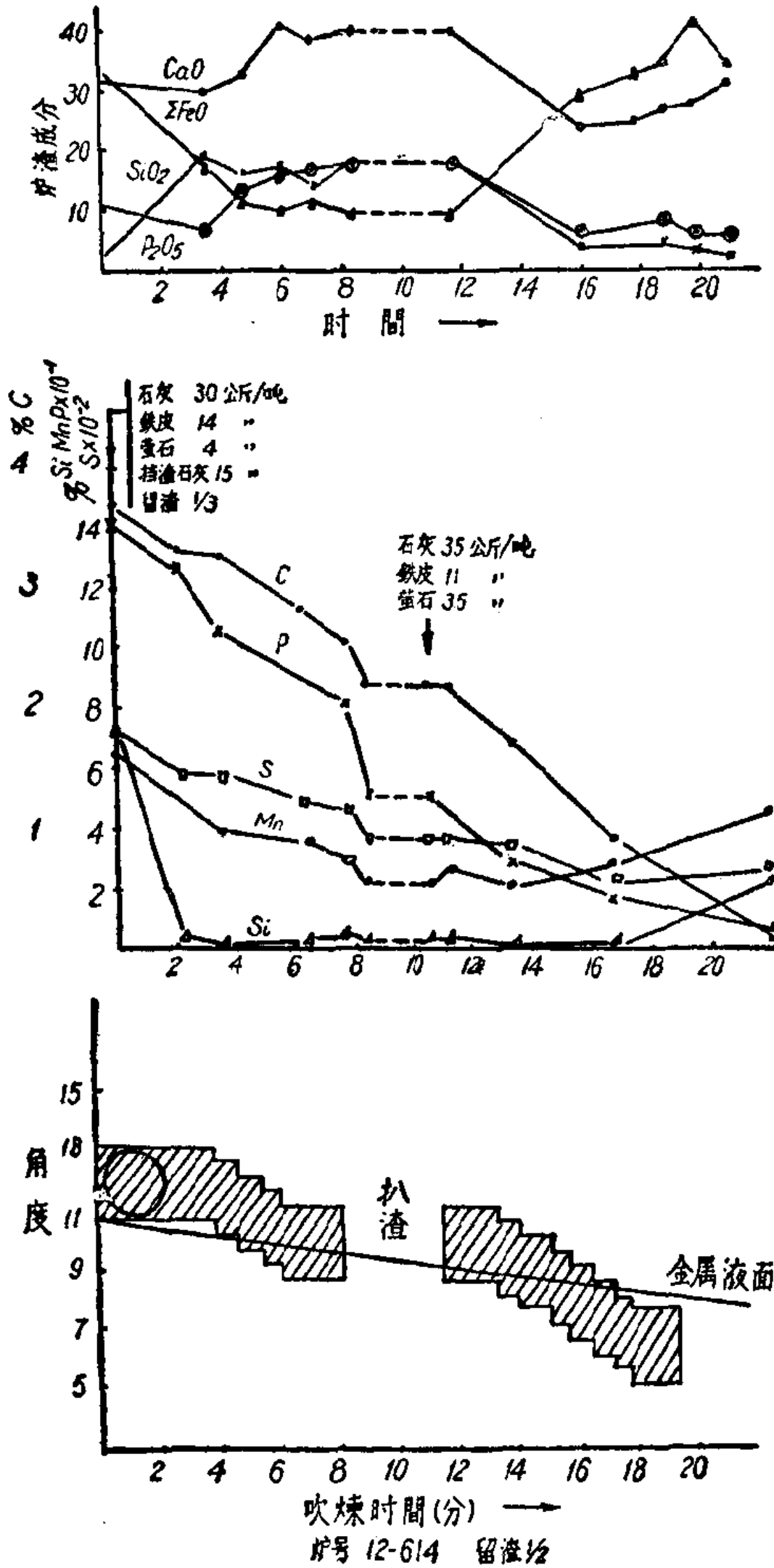


圖 2

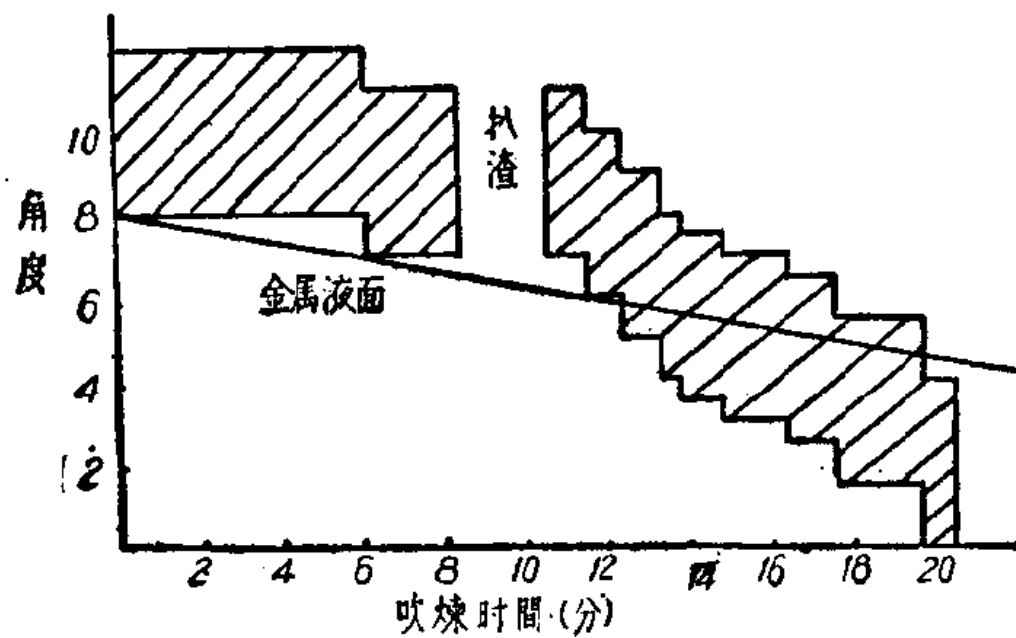
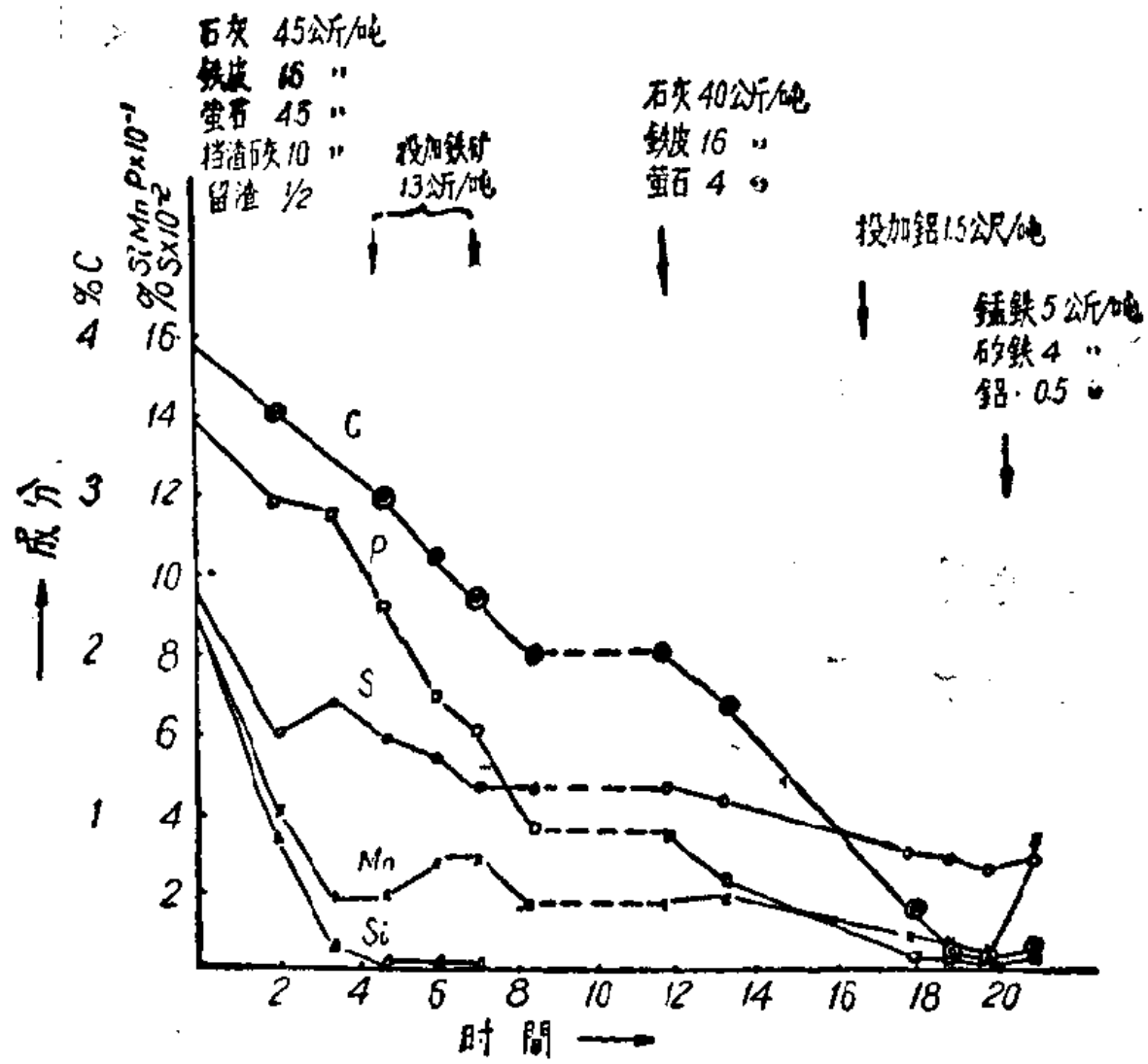
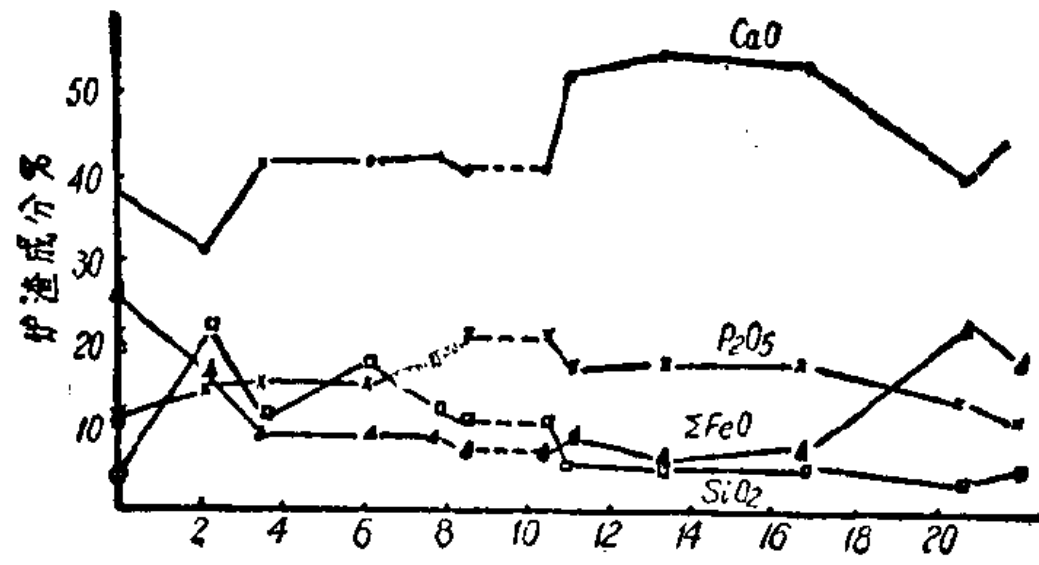


圖 3

表 1

| 爐 号 | 含 [P] 量 | | 扒渣量 | 后期加 石灰量 | 脫氧前 (P_2O_5) |
|-----|---------|-------|-----|------------|---------------------|
| | 扒渣时 | 脫氧前 | | | |
| 822 | | 0.014 | 1/2 | 170 | 5.66 |
| 823 | 0.36 | 0.011 | 1/2 | 170 | 7.58 |
| 824 | 0.35 | 0.015 | 1/2 | 170 | 9.34 |
| 825 | 0.36 | 0.025 | 1/2 | 170 | 9.57 |
| 826 | 0.42 | 0.028 | 1/2 | 170 | 8.75 |

1196 炉曾試用，但因前一炉注毕后，新炉扒焦未毕，只注入极少量在鉄水包內，才又加入冷渣块 15 公斤/吨，其余渣量不变。吹炼情况良好，第一期生鉄 P 1.24%，P 去至 0.27%。又 12-1176 炉因不連續冶炼，第一期在原渣量外，配入冷渣块 25 公斤/吨，第一期生鉄中 P 1.2% 亦去至 0.17%。化渣情况亦佳，故加入冷渣块，在实践中有帮助化渣的效力。

(2) 延长第一期吹炼時間及投加鉄矿的效果

从吹炼过程中，鋼水化学成份变化过程来看，可以发现延长第一期的吹炼時間，对前期去磷带来了极有利的条件。由吹炼过程取样分析的结果，如图 2 和图 3，整个第一期中磷份不断地获得下降。在留渣量正常时，如第一期吹炼時間較平时延长 2 分鐘左右(鼓风 8 分鐘左右)，則前期去磷量可增加 0.3~0.4%。尽管延长第一期的吹炼時間，对前期去磷有着很大的好处，但是从实际吹炼情况看，噴濺也随着加剧，使金属料的消耗大大地增加，这当然是不能容許的。这个矛盾通过在吹炼中途适当地投加鉄矿，获得了初步的解决。实践証明，在炭焰露头时，視鋼水温度情况，适当地投入鉄矿，对压制噴濺有着极大的效用。这对延长第一期的吹炼時

表 2 倒渣操作之去磷效率

| 爐 号 | 操作特点 | 生鉄P % | 扒渣鋼 P % | 前期去 P % | 第一期渣料公斤/吨 | | | 倒渣加入 FeO量 公斤/吨 | 留渣量 | 扒渣量 | 扒渣时碱度 | | ΣFeO |
|--------|-------|----------|------------|------------|-----------|-----|------|----------------------|------------------|------------------|-------|---|------|
| | | | | | 石灰 | 螢石 | 鉄皮 | | | | CaO | SiO ₂ +P ₂ O ₅ | |
| 2-584 | 倒渣 | 1.04 | 0.23 | 77.90 | 37 | 4.7 | 14 | | 2/3 | 1/2 | 1.81 | 12.22 | |
| 2-980 | " | 0.97 | 0.22 | 77.30 | 41.5 | 4.7 | 10 | | 2/3 ⁻ | 1/2 ⁺ | 3.00 | 11.74 | |
| 2-1388 | " | 0.96 | 0.30 | 68.80 | 43.5 | 4.2 | 10 | | 1/2 | 1/2 | 2.20 | 10.02 | |
| 2-591 | " | 1.20 | 0.15 | 87.50 | 40.0 | 5.0 | 15 | | 1/2 | 1/2 | 2.26 | 14.94 | |
| 3-1065 | " | 1.08 | 0.16 | 85.00 | 43.0 | 3.5 | 15.3 | | — | 3/4 | — | — | |
| 3-1066 | " | 1.16 | — | — | 43.0 | 3.5 | 15.3 | | — | 3/4 | 1.91 | 12.17 | |
| 3-1067 | " | 1.12 | 0.088 | 92.20 | 43.0 | 3.5 | 15.3 | | — | 3/4 | 2.52 | 20.04 | |
| 3-1068 | " | 1.12 | 0.140 | 87.50 | 41.0 | 3.5 | 15.3 | | — | 3/4 | 2.28 | 11.89 | |
| 平均 | | | | 82.30 | | | | | | | | | |
| 2-1393 | 倒渣加鉄皮 | 0.98 | 0.19 | 80.70 | 43 | 4.7 | 10 | 10 | 1/2 | 2/3 ⁺ | 1.40 | 13.22 | |
| 2-1465 | " | 1.65 | 0.12 | 92.70 | 43 | — | 26.6 | 8.3 | 2/3 | 3/5 | 1.95 | 15.83 | |
| 2-1472 | " | 1.91 | 0.22 | 88.50 | 43 | — | 26.6 | 8.3 | 1/2 ⁻ | 1/2 | 1.46 | 9.05 | |
| 3-911 | " | 0.91 | 0.14 | 84.70 | 34 | 3.4 | 11.3 | 6.0 | 2/3 | 2/3 | 2.5 | 16.61 | |
| 3-912 | " | 0.91 | 0.043 | 95.30 | 34 | 3.4 | 11.3 | 5.0 | 1/2 | 1/2 | 2.46 | 14.03 | |
| 平均 | | | | 88.30 | | | | | | | | | |

間提供了极有利的因素，間接的对去磷也有所帮助（目前用鉄磷代替鉄矿）。以后曾采取过倒渣扒渣操作，获得了更好的避免噴濺及去磷的效果。即在吹炼4~5分鍾后进行过倒渣，然后繼續照常吹炼，結果如表2。較一般留渣第一期去磷效率(65~80%)有显著提高。在倒渣后，再加入鉄磷，效率更著，噴濺現象基本消除，化渣現象亦有改善，碱度及 $\Sigma(\text{FeO})$ 均較一般留渣为高，然而又增加了一分鍾輔助時間。

(3) 吹炼角度和吹炼時間

我們按照正常角度(开始吹炼时鉄水面恰在风眼下沿)进行吹炼。从这些炉的操作記錄来看，可以認為不需要偏于过度的面吹。至于后吹去磷更是多此一举。在吹炼終了，一般

表 4

| 爐号 | 項 目 | 吹 煉 時 | | | 鼓風 总時間 | 鉄水 量 Kg | 出鋼 溫度 °C | 金 屬 成 分 % | | | | |
|-----|------------|-------|-------|--------|-----------|---------------|----------------|-----------|-------|------|-------|-------|
| | | | 扒渣 | | | | | C | Mn | Si | S | P |
| 822 | 生鉄及留渣 | 7'30" | 2' | 9'08" | 16'38" | 3420 | 1530 | 4.7 | 0.56 | 0.65 | 0.065 | 1.15 |
| | 扒渣前 脫氣前 | | | | | | | — | — | — | — | — |
| 823 | 生鉄及留渣 | 7'30" | 1'50" | 8'27" | 15'57" | 3380 | 1540 | 3.7 | 0.53 | 0.61 | 0.066 | 1.15 |
| | 扒渣前 脫氣前 | | | | | | | 2.2 | — | 痕边 | 0.020 | 0.36 |
| 824 | 生鉄及留渣 | 8' | 2'30" | 9'45" | 17'45" | 3340 | 1540 | 4.1 | 0.63 | 0.73 | 0.064 | 1.24 |
| | 扒渣前 脫氣前 | | | | | | | 2.1 | 0.35 | 痕边 | 0.022 | 0.35 |
| 825 | 生鉄及留渣 | 9' | 2' | 10'05" | 19'05" | 3361 | 1540 | 3.8 | 0.86 | 0.68 | 0.064 | 1.37 |
| | 扒渣前 脫氣前 | | | | | | | 2.0 | 0.39 | 痕边 | 0.022 | 0.36 |
| 826 | 生鉄及留渣 | | | | | | | 4.1 | 0.62 | 0.71 | 0.061 | 1.08 |
| | 扒渣前 脫氣前 | | | | | | | 2.1 | 0.27 | 0.06 | 0.029 | 0.42 |
| | | | | | | | | 0.04 | 0.064 | 痕边 | 0.030 | 0.028 |

注：擋渣石灰为50公斤。