

# 顶吹转炉三孔喷枪

首钢炼钢厂 北京钢铁学院 编著  
首钢研究所 北京钢铁研究院

# 目 录

## 前 言

## 第一章 三孔喷枪的使用

|     |                |    |
|-----|----------------|----|
| 第一节 | 三孔喷头的构造和制作     | 1  |
| 第二节 | 三孔喷枪的吹炼工艺特点    | 5  |
| 1.  | 供氧强度提高         | 5  |
| 2.  | 枪位稳定           | 14 |
| 3.  | 化渣好            | 16 |
| 4.  | 操作平稳, 喷溅少      | 18 |
| 5.  | 其它特点           | 20 |
| 第三节 | 三孔喷枪的使用寿命      | 21 |
| 1.  | 喷头损坏机理         | 21 |
| 2.  | 烧枪的原因          | 34 |
| 3.  | 提高喷头寿命的途径      | 35 |
| 第四节 | 三孔喷枪的使用效果      | 39 |
| 1.  | 吹炼时间缩短, 冶炼强度提高 | 39 |
| 2.  | 辅助时间减少, 体力劳动减轻 | 40 |
| 3.  | 金属收得率提高        | 41 |
| 4.  | 热效率提高          | 41 |
| 5.  | 化渣快, 去磷效果好     | 42 |
| 6.  | 炉衬寿命提高         | 42 |

## 第二章 三孔喷枪的理论探讨

|     |                    |    |
|-----|--------------------|----|
| 第一节 | 超音速喷头的基本条件和喷头参数的计算 | 44 |
|-----|--------------------|----|

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. 超音速喷头的基本条件·····         | 44 |
| 2. 三孔喷头（三喉式）的计算·····       | 48 |
| (1) 供氧量的计算·····            | 48 |
| (2) 理论计算氧压的选定·····         | 49 |
| (3) 喷头喉口直径的计算·····         | 51 |
| (4) 出口直径的计算·····           | 53 |
| (5) 喷孔夹角的选定·····           | 54 |
| (6) 扩张段长度的选定·····          | 56 |
| (7) 冲击深度、冲击压力和喷枪高度的计算····· | 57 |
| (8) 有效冲击面积的计算·····         | 60 |
| 3. 单三式三孔喷头的计算·····         | 63 |
| (1) 单三式三孔喷头的由来·····        | 63 |
| (2) 单三式喷头的结构特点及其影响·····    | 64 |
| (3) 单三式喷头的计算·····          | 67 |
| 第二节 三孔喷头流股测定的初步结果·····     | 70 |
| 1. 测定装置·····               | 70 |
| 2. 单三式喷头的测定·····           | 72 |
| 3. 三喉式喷头的测定·····           | 76 |
| 4. 小孔夹角扩大的单三式喷头的测定·····    | 78 |
| 5. 其它测定·····               | 81 |
| 6. 初步结论·····               | 82 |
| 第三节 喷头断面的计算·····           | 83 |

## 附 录

|                  |    |
|------------------|----|
| 喷头断面计算公式的推导····· | 95 |
|------------------|----|



面积为 1592.8 毫米<sup>2</sup>；三孔总面积与收缩喉口的断面积比为 1.333。喷枪底部从中心向两端与水平面以 8° 角相交，喷孔与底部垂直。

1972 年上半年，为改善现有三孔喷枪的冶炼效果所试验的  $\phi 43-3 \times \phi 29$  单三式喷头和小孔为拉瓦尔型的  $3 \times \phi 26 / \phi 33$  三喉式三孔喷头，其构造见图 2 和图 3。

炼钢厂的三孔喷枪使用原来单孔喷枪的枪体结构和原来的铜头毛坯尺寸。

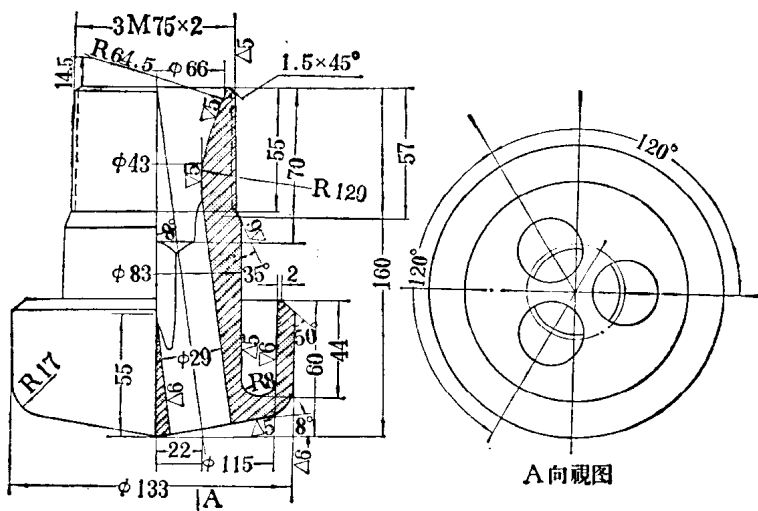


图 2  $\phi 43-3 \times \phi 29$  单三式试验喷头

喷头的加工工艺除钻孔外与单孔喷头相同。三孔喷头钻孔在车床上进行，为了加工带一定倾角的喷孔，在车床卡盘上固定两块带 8° 锥度的垫板，垫板外边成 8° 锥度与所固定的喷头部分圆弧一致，垫板外边成 8° 锥度，这样直接钻孔后喷孔与喷头中心线便自然成 8° 交角。钻孔时先钻成比所要求孔径

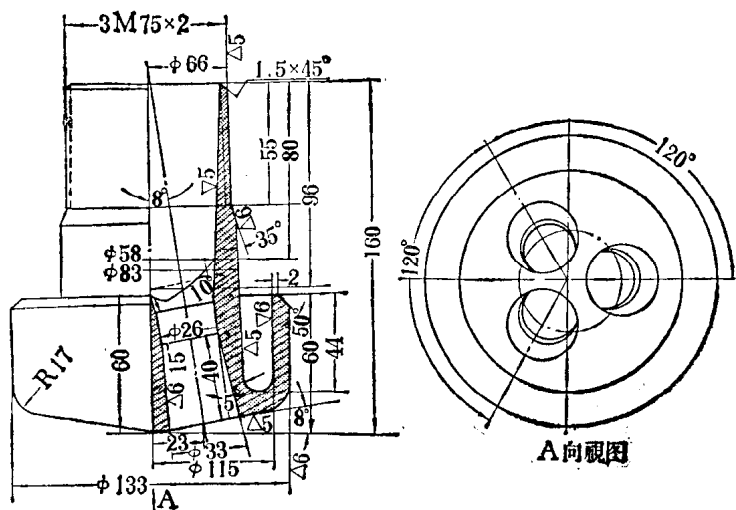


图 3  $3 \times \phi 26 / \phi 33$  三喉式试验喷头

小 1 毫米的孔，然后用刀具进行精加工。喷头加工要求严格符合图纸规定尺寸和精度。喷孔里端的毛刺要打净。加工单三式喷头时，喉口前的钻孔位置要固定（影响到喉口以下“台阶”的位置）。以上几点都影响到喷头使用时的氧流与氧压的关系，对冶炼效果关系甚大。同样氧气流量下，压力可因上述加工中的差异而最大可差 1 公斤/厘米<sup>2</sup>。在车床上用这种方法钻孔，由于固定喷头的松紧不一致，喷孔倾角误差可能达到半度，因此操作中应注意。这种加工方法有待进一步改进。

喷头采用有焊药的电解紫铜焊条及直流反极性电焊机焊接。由于它是利用电弧焊接，两种不同金属能溶化混合成一体，故结合强度较大。焊接在一个简单的专门机械上进行。喷头与过渡段钢管坡口要对严，加热和焊接时可以由人工控

制自由转动（见图4）。用氧、乙炔焰均匀加热，将铜喷头与无缝钢管同时加热至 $700\sim 830^{\circ}\text{C}$ 。当喷头加热到出现樱桃红色时便可进行焊接。焊接要注意速度，快一些较好。采用短弧焊接，焊接时向前移动，以免使铜焊内膨胀而产生气孔。焊好后用小锤轻轻敲打一遍。焊接要坚持一次完成，以免过多产生氧化铜。



图4 喷头焊接

喷枪由三根无缝钢管套合而成，钢管尺寸为： $\phi 133\times 9$ 毫米长10450毫米， $\phi 102\times 4$ 毫米长10600毫米， $\phi 76\times 5$ 毫米长11000毫米。头部加速段钢管尺寸为 $\phi 133\times 9$ 毫米、 $\phi 106\times 6$ 毫米、 $\phi 83\times 8.5$ 毫米。在内管中管外壁四周每隔

600毫米散焊三根 20 毫米长的限位筋。装配前要除锈和刷防锈漆。使用新管要用四氯化碳脱脂。装配时把管分三点放稳支平；装管抽管时，禁止使用大锤或硬金属直接敲打喷枪管和喷头。氧管与喷头以丝扣相接。管端与喷头以  $35^\circ$  的剖口相接，这种联接方法比国外普遍采用的焊接要简单得多。喷枪内外管的配合及焊接，必须保持同心，所有喷枪管都要求笔直。

为了保证喷枪不漏水，要用手压泵进行三次试压。第一次铜头与管的焊口试压，第二次铜头与氧管的加速管连接处试压，第三次整体试压。每次试压均须保证上水压力 22 公斤/毫米<sup>2</sup>，停压15分钟不得渗水。在冬季，喷枪试压水必须倒净，以防氧管冻坏或变形。制作完毕的喷枪经检查合格后即可吊往转炉使用。

## 第二节 三孔喷枪的吹炼工艺特点

三孔喷枪的吹炼工艺与单孔相比，主要特点是：供氧强度提高，枪位稳定，化渣快和操作平稳，喷溅少。现分述如下：

### 1. 供氧强度提高

供氧强度是影响转炉生产率的重要因素。随着供氧强度的提高，供氧量加大，吹炼时间缩短，转炉的冶炼强度和生产率显著增长，在这方面有很大的潜力。一座30吨转炉，当供氧强度为  $3.5\text{米}^3/\text{吨钢}\cdot\text{分}$  时，其生产率相当于一座供氧强度只为  $2.5\text{米}^3/\text{吨钢}\cdot\text{分}$  的50吨转炉。

当转炉的炉容比固定和原材料条件不变时，限制提高供氧强度的环节，主要是化渣和喷溅。在设计和使用合理时，用三孔喷枪代替单孔喷枪可以改善吹炼条件，使成渣速度加快，喷溅大为减少，因而为提高供氧强度创造了条件。



首钢炼钢厂过去采用拉瓦尔型单孔喷枪，其供氧制度见表1。当炉龄在100炉以前，供氧强度为2.78米<sup>3</sup>/吨钢·分，冶炼强度为1.56吨/分时（见表2），此时已有相当数量的喷溅，因此不允许再提高供氧强度，否则喷溅损失更大，造成许多不良影响。

表1 三孔喷枪（1971年8月以前）与单孔  
喷枪供氧制度比较

| 项 目                        | 炉 龄  |      |       |        |         |         |      |
|----------------------------|------|------|-------|--------|---------|---------|------|
|                            | 1    | 2~15 | 16~50 | 51~100 | 101~150 | 151~250 | >250 |
| 三孔 氧流量，米 <sup>3</sup> /时   | 5200 | 5400 | 6000  | 6300   | 6600    | 6800    | 7000 |
| 喷枪 参考氧压，公斤/厘米 <sup>2</sup> | 8.2  | 8.5  | 9.5   | 10.0   | 10.5    | 11.0    | 11.5 |
| 单孔 氧流量，米 <sup>3</sup> /时   | 4600 | 4800 | 5200  | 5400   | 5600    | 5800    | 5800 |
| 喷枪 参考氧压，公斤/厘米 <sup>2</sup> | 7.7  | 8.0  | 8.7   | 9.0    | 9.3     | 9.6     | 9.6  |

表2 三孔喷枪与单孔喷枪在供氧强度等方面的对比  
（一些典型炉役）

| 炉座 | 喷枪<br>类型 | 炉龄区间    | 每炉吹氧<br>时 间<br>分·秒 | 每炉钢<br>耗氧量<br>米 <sup>3</sup> | 每炉产<br>钢锭量<br>吨 | 单位耗<br>氧 量<br>米 <sup>3</sup> /吨钢 | 供氧强度<br>米 <sup>3</sup> /<br>吨钢·分 | 冶 炼<br>强度<br>吨/分 |
|----|----------|---------|--------------------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
| 1  | 三孔       | 134~415 | 15'50"             | 1795                         | 32.23           | 55.70                            | 3.52                             | 2.04             |
|    | 单孔       | 90~409  | 18'39"             | 1778                         | 31.85           | 55.85                            | 2.99                             | 1.71             |
| 2  | 三孔       | 93~347  | 16'33"             | 1794                         | 31.89           | 56.20                            | 3.39                             | 1.93             |
|    | 单孔       | 94~302  | 18'32"             | 1803                         | 32.16           | 56.10                            | 3.02                             | 1.74             |
| 3  | 三孔       | 2~101   | 17'03"             | 1628                         | 29.15           | 57.00                            | 3.34                             | 1.71             |
|    | 单孔       | 2~112   | 19'50"             | 1708                         | 30.92           | 55.20                            | 2.78                             | 1.56             |

首钢炼钢厂经过试验，改用具有单喉和三个8°直孔的单三式 $\phi 39-3 \times \phi 26$ 三孔喷枪以后，改变了以前的供氧制度（见表1）。当炉龄在100炉以前，供氧强度为3.34米<sup>3</sup>/吨

钢·分，冶炼强度为 1.71 吨/分；当炉龄在中后期，供氧强度达到  $3.39 \sim 3.52 \text{ 米}^3/\text{吨钢} \cdot \text{分}$ ，冶炼强度达到  $1.94 \sim 2.04$  吨/分（见表 2）。这种喷枪比过去使用单孔喷枪时，供氧强度有了很大的提高，同时在其他方面也得到了较好的指标（见第四节三孔喷枪的使用效果）。

为了保证化渣良好又不出现大的喷溅条件下，寻求供氧强度的再提高，挖掘生产潜力，首钢炼钢厂曾进行提高  $\phi 39-3 \times \phi 26$  三孔喷枪的供氧强度（见表 3）的试验。与此同时，当炉龄在 100 炉及 150 炉以后，还分别把装入量提高了 1 吨和 3 吨。通过典型炉役的数据看，平均冶炼强度达到  $2.12 \sim 2.20$  吨/分<sup>①</sup>。但因氧气的流量加大，氧压过高，喷溅情况恶化。试验结果表明，由于供氧强度提高，冶炼强度由月平均 1.946 吨/分提高到 2.054 吨/分，但吹损率也由月平均 8.70% 增加到 10.36%，同时每班重新需要吊起炉咀结钢结渣（本来使用三孔喷枪后，这几乎已是不需要的了），并且炉下吊渣斗的次数也增加了，炉龄也由月平均 528 炉降为 499 炉。这是首钢炼钢厂使用三孔喷枪以来，在原材料质量下降和装入量不稳定的情况下，过度提高供氧强度的教训。

因此，自 1972 年 3 月至 6 月，又两次将规定的供氧量和氧压向下调整（见表 3）。然而，喷溅和造渣情况及综合指标未见好转（见表 4），主要原因是操作不稳定，装入量控制不准，前期炉经常超装（通过典型炉役调查，超过规程规定的装入量在 1.5 吨以上的炉次，一般在 30% 以上，最高达 56.6%）。尽管全炉役的平均冶炼强度不一定高，但在炉龄

---

① 此阶段由于氧气流量计不准，读数偏低，故无法以供氧强度与过去直接比较，只能用冶炼强度间接对比供氧强度的变化。

表 3 三孔喷枪供氧制度的变化情况

| 阶 段      | 项 目                        | 炉 龄  |      |       |        |         |                   |                |      |
|----------|----------------------------|------|------|-------|--------|---------|-------------------|----------------|------|
|          |                            | 1    | 2~15 | 16~50 | 51~100 | 101~150 | 151~300           | 300~400        | >400 |
| 1970.11~ | 氧气流量<br>米 <sup>3</sup> /时  | 5200 | 5400 | 6000  | 6300   | 6400    | (151~250)<br>6800 | >250<br>7000   |      |
| 1971.7   | 参考氧压<br>公斤/厘米 <sup>2</sup> | 8.2  | 8.5  | 9.5   | 10.0   | 10.5    | 11.0              | 11.5           |      |
| 1971.8~  | 氧气流量<br>米 <sup>3</sup> /时  | 5400 | 5700 | 6400  | 6800   | 7200    | 7400              | (>300)<br>7600 |      |
| 1972.2   | 参考氧压<br>公斤/厘米 <sup>2</sup> | 7.5  | 8.0  | 9.1   | 9.8    | 10.6    | 11.0              | 11.5           |      |
| 1972.3~  | 氧气流量<br>米 <sup>3</sup> /时  | 5000 | 5200 | 5800  | 6200   | 6500    | 6800              | 7000           | 7200 |
| 1972.6   | 参考氧压<br>公斤/厘米 <sup>2</sup> | 7.8  | 8.2  | 9.0   | 10.2   | 11.3    | 11.5              | 12.0           | 12.2 |
| 1972.6以后 | 氧气流量<br>米 <sup>3</sup> /时  | 5000 | 5200 | 5600  | 6000   | 6300    | 6700              | 7000           | 7200 |

\* 此阶段氧气流量计指出的读数偏低, 故实际供氧量比规程还要高一些。

表 4 各阶段供氧和其它一些指标的变化情况

| 顺<br>序 | 阶 段            | 技 术 指 标  |                             |                       |                    |               |               |                        | 备 注          |
|--------|----------------|----------|-----------------------------|-----------------------|--------------------|---------------|---------------|------------------------|--------------|
|        |                | 喷枪<br>种类 | 一炉钢<br>的平均<br>冶炼时<br>间<br>分 | 平均<br>冶炼<br>强度<br>吨/分 | 平均<br>吹损<br>率<br>% | 平均<br>炉龄<br>炉 | 平均<br>枪龄<br>炉 | 平均炉<br>产量<br>吨<br>(钢锭) |              |
| 1      | 1969.1~1970.9  | 单孔       | 18.89                       | 1.47                  | 10.80              | 250           | —             | 29.4                   |              |
| 2      | 1970.11~1971.7 | 三孔       | 16.01                       | 1.94                  | 8.70               | 528           | 504           | 31.1                   |              |
| 3      | 1971.8~1972.2  | 三孔       | 16.12                       | 2.06                  | 10.36              | 499           | 265           | 33.3                   | 供氧强度<br>过度提高 |
| 4      | 1972.3~1972.6  | 三孔       | 16.24                       | 2.02                  | 11.47              | 426           | 165           | 32.8                   | 前期炉超<br>装炉次多 |
| 5      | 1972.7~1972.8  | 三孔       | 17.13                       | 1.94                  | 8.95               | 505           | 275           | 33.2                   |              |

前期却偏高。这点可由图 5 所示的曲线说明。曲线 1 和曲线 2，分别表示前期炉超装炉次多和严格控制装入量的两个炉役在冶炼强度上的变化情况。喷溅、造渣情况及综合指标未见好转的另一原因是原材料条件恶化，首先是石灰质量变差（由正常含有效CaO 80%左右，严重时变为不足 50%），以及铁水含Si的普遍增高和波动大（1972年1~6月平均铁水含Si大于0.8%的炉役数占38.2%）。表 5 所列数据表明，由于石灰质量降低，尽管石灰加入量增高，但渣子碱度反而低，造成一些指标下降。图 6 说明铁水含Si量对炉龄的影响。

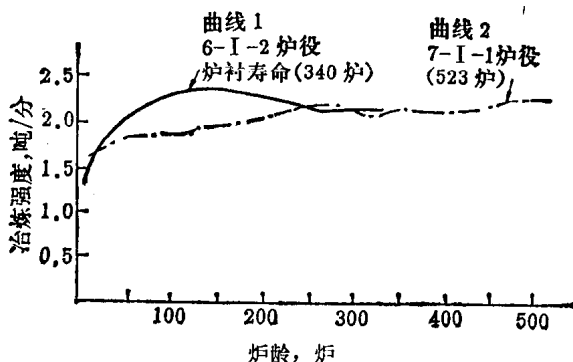


图 5 不同炉龄期的冶炼强度变化

7-I-1炉役—平均炉产量32.08吨/炉

6-I-2炉役—平均炉产量31.843吨/炉

为了改变这种情况，首钢炼钢厂大力进行了稳定操作方面的努力，供氧制度仍按1972年6月12日的规定（见表3）。在原材料条件也有了一些改变的情况下，一些指标重新达到1970年11月~1971年7月的历史最佳水平。上述各阶段的供氧和其他一些指标的变化情况见表4。

通过实践得出结论：每一种喷枪，供氧强度的提高都应有一定的限度。这是因为当喷枪的结构不变时，氧流量的增

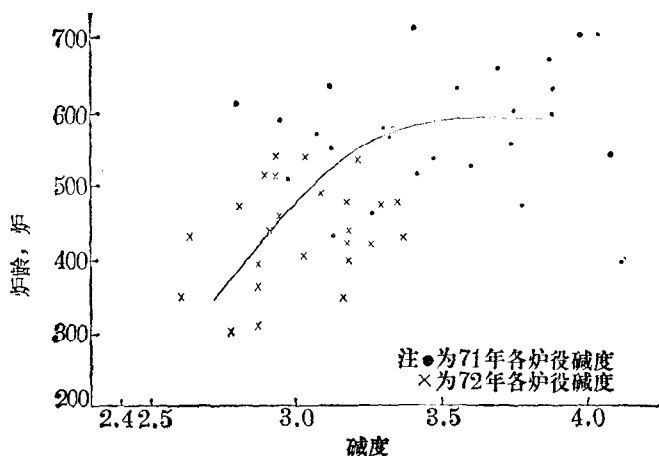


图 6 炉渣碱度对炉衬寿命的影响

表 5 石灰质量降低的影响

| 时 间    | 鉄水含<br>Si, % | 石灰有效<br>CaO, % | 石灰量<br>公斤/吨鋼 | 終渣碱度  | 吹損, % | 平均枪龄 | 平均炉龄 |
|--------|--------------|----------------|--------------|-------|-------|------|------|
| 1971.6 | 0.8          | 約 80           | 91.72        | 3.347 | 10.14 | 394  | 554  |
| 1972.6 | 0.795        | 約 50           | 130.63       | 2.855 | 11.16 | 106  | 404  |

加是靠增大氧压来实现的，而每种喷枪都各有其合适的使用氧压范围。对于 $\phi 39-3 \times \phi 26-8^\circ$ 单三式三孔喷枪，此范围大约为9~11公斤/厘米<sup>2</sup>，在低于或超过此范围时，许多指标将下降。如要进一步再提高供氧强度，则必须改进喷枪结构，设计新的喷头。

针对扩大装入量和提高 $\phi 39-3 \times \phi 26-8^\circ$ 三孔喷枪供氧强度以来在生产上出现的问题，为了达到既要早化渣，化好渣，减少喷溅，提高枪龄、炉龄，又要适当地提高供氧强度和冶炼强度的目的，又进一步研究了三孔喷枪结构的改进。

表 6 喷 枪 试 验 情 况

| 喷 头 型 式                                           | 試驗時間                     | 氣 壓(公斤/厘米 <sup>2</sup> )<br>氣流量(米 <sup>3</sup> /小時)                                  | 噴 头 寿 命, 炉                                             | 吹 炼 特 点                                                                |
|---------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| $\phi 39-3 \times 26-8^{\circ}$                   | 現生产使用                    | 2# 炉<br>氣 壓: 7.8 8.2 9 10.2 11.3 11.8 12<br>氣流量: 5000 5200 5800 6200 6500 6800 7000  | 1971年<br>平均 364.95<br>波动 23~1199<br>1972年一季度<br>平均 172 | 生产使用基本正常,<br>使用效果好, 化渣快,<br>噴嘴小, 扩大装量<br>及提高供氧强度后噴<br>头不适应, 使用效果<br>变差 |
| $\phi 45-3 \times \phi 25/34-8^{\circ}$           | 1972年<br>4月17日~<br>4月19日 | 3# 炉<br>氣 壓: 10 10.2 10.5<br>氣流量: 6900 7000 7200                                     | 79                                                     | 前期化渣快, 灵敏                                                              |
| $\phi 52-3 \times \phi 26/34-7^{\circ}$           | 1972年<br>4月5日~<br>4月18日  | 3# 炉<br>氣 壓: 7.5 8 8.6 10 10.5 11<br>氣流量: 5000 5500 6000 7000 7400 7700              | 188                                                    | 前期化渣慢, 全程化<br>渣不太理想                                                    |
| $\phi 52-3 \times \phi 27/34-7^{\circ}$           | 1972年<br>4月18日~<br>4月19日 | 3# 炉<br>氣 壓: 8.5 9 9.5 10<br>氣流量: 6200 6400 6800 7100                                | 36                                                     | 化渣比上一支枪好一<br>些, 但不稳定                                                   |
| $\phi 41-4 \times \phi 23-8^{\circ}$              | 1972年<br>4月11日~<br>4月12日 | 2# 炉<br>氣 壓: 10 10.5 10.7 11.2<br>氣流量: 5600 5800 6000 6100                           | 31                                                     | 前期化渣慢, 全程化<br>渣不好                                                      |
| $\phi 41-3 \times \phi 27-8^{\circ}$              | 1972年<br>1月~2月           | 2# 炉<br>氣 壓: 10.6<br>氣流量: 7400                                                       | 試驗 8 支<br>平均枪龄 117                                     | 第一枝化渣好, 后几<br>枝化渣不好, 金属噴<br>嘴較大                                        |
| $\phi 43$<br>$\phi 43-3 \times \phi 29-8^{\circ}$ | 1972年<br>5月~7月           | 2# 炉<br>氣 壓: 8.2 8.5 9.0 9.5 10 10.5 11.0<br>氣流量: 5200 5500 6000 6400 6800 7000 7500 | 使用 4 个炉役,<br>平均枪龄 182 炉                                | 中后期炉子化渣好,<br>噴嘴少                                                       |
| $\phi 58-3 \times \phi 26/33-8^{\circ}$           | 1972年 5 月                | 2# 炉<br>氣 壓: 8.5 9.5 10 7.0<br>氣流量: 6400 7400 7800 5400                              | 182                                                    | 与 $\phi 39-3 \times \phi 29$ 型渣<br>不多                                  |

表 7 各 种 喷 枪

| 喷 头 型 式                               | 炉 龄              | 平均使<br>用氧压             | 平均使<br>用流量             | 平均冶<br>炼时间 | 平均供<br>氧 量            | 每吨钢<br>耗氧量             | 供氧强度                     |
|---------------------------------------|------------------|------------------------|------------------------|------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|
|                                       | 炉                | 公斤/<br>厘米 <sup>2</sup> | 米 <sup>3</sup> /<br>小时 | 分·秒/<br>炉  | 米 <sup>3</sup> /<br>炉 | 米 <sup>3</sup> /<br>吨钢 | 米 <sup>3</sup> /<br>吨钢·分 |
| $\phi 45-3 \times \phi 25/34-8^\circ$ | 186~264          | 10.2                   | 7000                   | 16'10"     | 1986                  | 58.90                  | 3.71                     |
| $\phi 52-3 \times \phi 26/34-7^\circ$ | 209~300<br>1~96  | 9.7                    | 6778                   | 15'32"     | 1816                  | 57.90                  | 3.77                     |
| $\phi 52-3 \times \phi 27/34-7^\circ$ | 97~132           | 9.5                    | 6736                   | 15'43"     | 1739                  | 51.97                  | 3.31                     |
| $\phi 41-4 \times \phi 23-8^\circ$    | 86~116           | 11.06                  | 6219                   | 16'31"     | 1692                  | 54.13                  | 3.28                     |
| $\phi 41-3 \times \phi 27-8^\circ$    | 281~311          | 10.6                   | 7400                   | 15'42"     | 2028                  | 59.60                  | 3.8                      |
| $\phi 39-3 \times \phi 26-8^\circ$    | 134~415          | 10~<br>11.5            | 6300~<br>7000          | 15'50"     | 1795                  | 55.70                  | 3.52                     |
| $\phi 43-3 \times \phi 29-8^\circ$    | 267~349          | 10.7                   | 7072                   | 14'35"     | 1632                  | 47.30                  | 3.24                     |
| $\phi 58-3 \times \phi 26/33-8^\circ$ | 1~109<br>346~419 | 8.8                    | 6900                   | 14'40"     | 1707                  | 53.87                  | 3.67                     |

注:  $\phi 39-3 \times \phi 26-8^\circ$  喷头冶炼参数系1970年12月统计数据。

# 的 试 验 结 果

| 平均<br>鉄水<br>含Si量 | 平均終渣成分<br>%          |      | 平均渣料加入量  |          |          |             | 平 均<br>出鋼量 | 平均冶炼<br>强 度 |
|------------------|----------------------|------|----------|----------|----------|-------------|------------|-------------|
| %                | $\Sigma(\text{FeO})$ | R    | 白灰<br>公斤 | 矿石<br>公斤 | 螢石<br>公斤 | 螢石/<br>白灰,% | 吨/炉        | 吨/分         |
| 1.07             | 12.5                 | 2.77 | 2800     | 1100     | 275      | 8.56        | 33.70      | 2.08        |
| 0.75             | 16.1                 | 3.34 | 2888     | 772      | 384      | 13.40       | 31.56      | 2.04        |
| 0.73             | 13.98                | 3.21 | 2494     | 846      | 394      | 15.8        | 33.46      | 2.13        |
|                  |                      |      | 2728     | 471      | 403      | 14.8        | 31.26      | 1.90        |
| 1.04             |                      |      |          |          |          |             |            |             |
|                  | 13.09                | 3.14 |          |          |          | 8.96        | 32.23      | 2.04        |
| 0.66             | 11.78                | 2.86 | 2822     | 786      | 328      | 11.61       | 34.52      | 2.36        |
| 0.70             | 15.19                | 3.22 | 2430     | 716      | 284      | 11.6        | 31.69      | 2.15        |



曾试验过几种喷枪,多数未得到满意的结果(见表6及表7),而 $\phi 43-3 \times \phi 39-8^\circ$ 的单三式三孔喷头,出现了好的记录。冶炼强度达到2.36吨/分,化渣和喷溅情况有所改善。根据128炉的统计,炉渣严重返干的只有3炉,没有出现大喷的炉次,而发生中等喷溅的只有2炉。这种喷枪的使用效果已经可以肯定,但如何提高炉龄和枪龄还要继续做工作。

## 2. 枪位稳定

首钢炼钢厂采用单孔喷枪时,根据早化渣和少喷溅的原则,按分期恒流量制度供氧。在吹炼过程中,不断调节喷枪高度,曾总结出四段和六段的操作经验(见图7)对生产的提高起了一定作用。

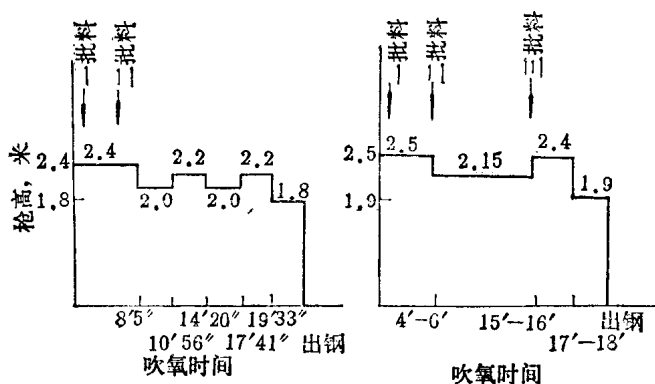


图7 单孔喷枪的四段和六段操作经验

在改用三孔喷枪后,搅拌条件改善,前期渣化得快,中期渣返干的强度和幅度减小,而且还可以用少量萤石调节,脱碳速度比较均匀。根据这些特点,经过不断实践和总结,改变了过去动枪较勤的操作,而使喷枪枪位比较稳定,动枪幅度减小。这样做,操作简便,容易掌握,炉内反应平稳,不容