

炼铁原理与工艺

一、高炉炼铁简介

- 钢铁联合企业中的炼铁生产
- 一种是高炉-氧气转炉-轧机流程；一种是直接还原或熔融还原-电炉-轧机流程。前者被称为长流程，后者则被称为短流程。目前长流程是主要流程。但因它必须使用块状原料，需要配用质量好的炼焦煤在焦炉内炼成性能好的冶金焦，粉矿和精矿粉要制成烧结矿或球团矿。这两道生产工序不但能耗高，而且生产中产生粉尘，污水和废气等对环境造成污染。所以长流程面临能源和环保等的挑战，直接还原和熔融还原是用来替代高炉炼铁的两种工艺。
- 直接还原和熔融还原炼铁工艺的特点是，用块煤或气体还原剂代替高炉炼铁工艺所必需的焦炭来还原天然块矿、粉矿或人造块矿（烧结矿或球团矿）具有相当大的适应性，特别适用于某些资源匮乏，环保要求特别严格的地区或国家，但其生产规模较高炉小而且很多技术问题还有待解决或完善。
- 各种炼铁法的设备及生产方式差别很大，但其原理是相同的。

1.1高炉炼铁生产工艺流程

1. 高炉本体
2. 上料系统
3. 送风系统
4. 煤气净化系统
5. 渣铁处理系统
6. 喷吹燃料系统

1.2炼铁原料及评价

1. 铁矿石的分类
2. 对铁矿石的评价:
 - ① 含铁品位
 - $p_1 = (F/f)(P - Cp_2 - Cp_3 - g)$
 - 式中 p_1 为原料的价值； F 为原料的含铁品位； f 为生铁中含铁； p 为生铁的车间成本； C 为焦比； c 为单位生铁消耗的熔剂； p_2 为焦炭的价格； p_3 为熔剂的价格； g 为每吨生铁的车间生产费用。
 - ② 脉石的成分及分布
 - ③ 有害元素的含量.
 1. $S (0.1-0.3) \%$,
 2. 矿最低允许 $P = ([P]_{\text{铁}} - [P]_{\text{焦.熔}}) / K$. K ---单位(吨)生铁矿耗量.
 3. $K = Fe_{\text{生}} / Fe_{\text{矿}}$
 4. $(K, Na) < 2-3 \text{Kg/t铁}$, $Zn < 0.15 \text{Kg/t铁}$
 - ④ 有益元素,矿石的还原性
 - ⑤ 矿石的高温性能
 - ⑥ 矿石的其它性能(强度,粒度,热爆裂性,化学成分的稳定性的)

1.2炼铁原料及评价

3. 矿石入炉前的处理

- ① 整粒.8-30mm
- ② 造块.
- ③ 分级和筛分.

1.3熔剂

1.碱性熔剂

石灰石,白云石 $[(Ca,Mg)CO_3]$,

2.酸性熔剂

硅石(SiO_2)

3.有效熔剂性

$$\text{有效熔剂性} = [w(CaO) + w(MgO)] - w(SiO_2) \times R_2$$

1.4 锰矿

1. 锰矿用途

2. 质量要求(和铁矿石一样)

- $w(\text{Fe允}) = \{100 - [w(\text{C}) + w(\text{Si}) + w(\text{P}) + w(\text{S}) + w(\text{Mn}) + \dots]\} / K$
 $K = w(\text{Mn})\eta \cdot w(\text{Mn})_{\text{矿}}$
- 式中 $w(\text{Fe允})$ ——锰矿允许的极限Fe的质量分数，%；
- K ——冶炼单位重量合金时锰矿消耗量； $w(\text{Mn})_{\text{矿}}$ ——锰矿含Mn品位，%； η ——炉内Mn的回收率，冶炼一般生铁时此值为50%~60%，炼锰铁时此值可达80%~85%。

1.6高炉燃料

1.焦炭

焦炭的作用:

- ① 在风口前燃烧，提供冶炼所需热量
- ② 固体C及其氧化产物CO，是氧化物的还原剂
- ③ 高温区料柱的骨架，煤气通路
- ④ 铁水渗碳

1.6高炉燃料

2.高炉对焦炭质量要求:

化学成分,C,A,W,S,

冷强度:M40,M10

热强度,CSR

反应性.CRI

焦炭质量要求

炉容级别/m ³	1000	2000	3000	4000	5000
焦炭灰分/%	≤13	≤13	≤12.5	≤12	≤12
焦炭含硫/%	≤0.7	≤0.7	≤0.7	≤0.7	≤0.7
M40/%	≥78	≥82	≥84	≥85	≥86
M10/%	≤8	≤7.5	≤7	≤6.5	≤6
CSR/%	≥58	≥60	≥62	≥65	≥66
CRI/%	≤28	≤26	≤25	≤25	≤25
粒度范围/%	75-20	75-25	75-25	75-25	75-30
大于上限/%	≤10	≤10	≤10	≤10	≤10
小于下限/%	≤8	≤8	≤8	≤8	≤8

1.6高炉燃料

3.对煤粉的质量要求

- ①煤的燃烧性能好
- ②煤的灰分越低越好，要求低于12%。
- ③煤的硫分越低越好，一般要求小于0.7%，最高不大于0.8%
- ④煤粉的粒度合适
- ⑤④煤的可磨性好，高炉喷煤需要将煤磨到一定细度，煤的可磨性指数(哈氏HGI)应在60~90之间，低于50的煤很硬，难磨。高于90的烟煤虽然易磨，但往往是粘结性强的煤，可能给磨煤和输煤造成困难。

1.6高炉燃料

- ⑥ 煤的发热值越高越好，烟煤的低位发热值不小于26000kJ/kg，无烟煤的低位发热值不小于29000kJ/kg。
- ⑦ ⑥胶质层越薄越好， $Y < 10\text{mm}$ ，以免在喷吹过程中结焦，堵塞喷枪影响煤粉喷吹和高炉正常生产。
- ⑧ ⑦煤的灰熔点温度，要求高一些。因为灰熔点太低时风口容易结焦和堵塞煤枪。
- ⑨ ⑧流动性和输送性能高。。

1.6高炉燃料

- 气体燃料
- 气体燃料在钢铁企业中有重要作用。天然气、石油气、高炉煤气、发生炉煤气等。
- 根据我国资源条件，不可能普遍使用天然气，而焦炉煤气主要供民用，只有在特殊条件下高炉才使用少量焦炉煤气。故高炉煤气就成为钢铁企业内部的主要气体燃料了。

1.7高炉冶炼产品

1.生铁

炼钢生铁,铸造生铁,铁合金一般不用高炉,用电炉

2.煤气

3.炉渣(水渣)

1.8高炉冶炼主要经济指标

1.利用系数:

$$\eta V = P/V \text{-----} t/(m^3 \cdot d)$$

2.焦比

$$K = Q/P \text{-----} kg/t$$

3.煤比

$$PCI = M/P \text{-----} kg/t$$

4.燃料比

$$K_f = Q_f P$$

式中 K_f ——冶炼1 t生铁消耗的焦炭和喷吹燃料的数量之和;

Q_f ——高炉一昼夜消耗的干焦量和喷吹燃料之和。

1.8高炉冶炼主要经济指标

5. 置换比

- $R=(K_0-K_1+\sum\Delta K)/PCI$

- 式中R——喷吹的辅助燃料的置换比；

- K_0 ——未喷吹辅助燃料前的实际平均焦比；

- K_1 ——喷吹辅助燃料后的平均入炉焦比；

- $\sum\Delta K$ ——其他各种因素对实际焦比影响的代数
数和。

1.8高炉冶炼主要经济指标

6.冶炼强度。

- 冶炼强度 (I) 是冶炼过程强化的程度，即每昼夜 (d) 每1 m³高炉有效容积燃烧的干焦耗用量：
- 冶炼强度=干焦耗用量有效容积×实际工作日t/(m³·d)
- 利用系数 (ηV) =综合冶炼强度(I_f)综合焦比(K_f)t/(m³·d)

1.8高炉冶炼主要经济指标

7. 燃烧强度

- 燃烧强度=一昼夜干焦耗用量炉缸截面积
 $t/(m^2 \cdot d)$
- 由于炉型的特点不同，小型高炉可允许较高的冶炼强度因而容易获得较高的利用系数。为了对比不同容积的高炉实际炉缸工作强化的程度，可对比其燃烧强度。燃烧强度的定义为每 $1 m^2$ 炉缸截面积上每昼夜（d）燃烧的干焦吨数：

1.8高炉冶炼主要经济指标

8.炉腹煤气量指数

炉腹煤气量指数=炉腹煤气量/炉缸面积----
m/min

9.焦炭负荷

10.休风率

11.生铁成本

12.炉龄(时间和单位炉容生铁产量)

13.吨铁工序能耗.400kg标准煤/t铁

2.还原过程与生铁形成

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/848115134010006076>