

试验研究

# 低品质铁矿石经济性综合评价

王良周,方贻留,王新安,杨雄文,韩克峰

(济钢集团有限公司,山东 济南 250101)

**摘要:**介绍了低品质铁矿石的传统评价方法及其存在的问题,提出一种低品质铁矿石经济性评价新方法,即采用低品质铁矿石配到以传统料为骨架的中和料中,计算烧成后的烧结矿冶金价值,并结合高炉炉料结构评价其经济性和预测铁水成分。计算结果表明,该评价方法更能实际反映铁矿石冶炼的经济性,并用计算实例分析了消化某高磷铁矿对降低铁水成本的贡献。

**关键词:**铁矿石;低品质;经济性;综合评价

**中图分类号:**TF521

**文献标识码:**A

**文章编号:**1004-4620(2011)06-0025-02

## 1 前言

随着高品质铁矿石资源价格日益上涨,钢铁企业不断开拓品位低、杂质元素含量高的低品质矿的使用方法,以满足降低铁水成本的需要。

铁前系统通过使用低品质矿来达到降低炉料成本的目的,但低品质矿不同于传统的优质矿,突出表现在SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>及S、P元素含量高,导致高炉冶炼过程中入炉料品位低、渣量大、燃料和熔剂消耗增加、产量降低等不利影响。因此,提出了如何综合评价消化低品质矿的经济性的问题。

品质不是判断是否经济的标准,能否给系统带来综合效益才是判断的标准。经济性评价是一个相对指标,存在一定的参照系。经济料可以简单理解为相对于质量降低的速度,成本具有更大的降低速度,或者表述为牺牲的质量可换取较大的成本。

## 2 传统矿石评价方式

在评价低品质矿时,习惯的吨度价评价方式只是对单一铁元素的评价。比吨度价进一步的评价方式就是考虑了碱性和酸性脉石含量对冶炼的影响。

巴甫洛夫冶金价值对评价直接入炉铁矿石是比较实际的,考虑了矿石的含铁品位、熔剂的用量以及焦比的影响,可计算出铁矿石的最高到厂价格。矿石的经济价值就是冶金价值减去到厂价格<sup>[1]</sup>。

对烧结含铁原料的评价,有文献<sup>[2-3]</sup>用矿石的单烧值来进行经济分析,把铁矿石配成自熔性单烧烧结矿,计算出它的含铁品位、化学成分、烧结矿总成本和消耗,再计算单烧烧结矿的冶金价值。

实际上,不可能将单一劣质矿进行烧结,而是

将其以一定量配入中和料,有利于铁矿石之间的优势搭配。特别是在对低品质杂质元素含量很高的矿石进行单烧模式评价时,要配入大量的熔剂,计算冶金价值时,易使计算走入极端,而没有反应真实情况,不能准确反映实际冶炼的相对经济性。

## 3 低品质矿经济性综合评价

本研究提出的低品质矿经济性综合评价的思想不是单一评价某铁矿粉,而是将其纳入到企业整个炼铁系统中,采用替代其他矿种的方式配加到烧结工序中,从而全面、如实反映低品质矿对炼铁系统的影响,继而对其进行经济性综合评价分析。

整个评价系统分为中和料计算、烧结计算、冶金价值计算、高炉配料计算,4个模块运算有机地结合,测算铁矿石使用的经济性。

在烧结中和料中,配加一定比例新低品质矿,替换全部或部分原有矿种,得到新的中和料成分、价格,再用烧结模型把新中和料配成高碱度烧结矿,其中添加所需的含Ca、Mg熔剂,保证同样的烧结二元碱度和MgO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,计算出其含铁品位、化学成分、烧结矿总成本和消耗。

再用M.A.巴甫洛夫关于铁矿石的冶金价值的计算方法进行烧结矿的冶金价值计算,将烧结矿的冶金价值比烧结矿矿石消耗算出单位矿石的冶金价值。烧结矿的冶金价值减去烧结矿成本是烧结矿的经济价值,将烧结矿的经济价值比烧结矿矿石消耗算出单位矿石的经济价值。

借鉴文献[1]并对冶金价值公式进行适当修正,结合高炉炉渣性能特点,高炉造渣时不仅考虑二元碱度,还要注意MgO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>成分的要求,因此增加镁质熔剂时要考虑炉渣MgO/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>。

$$p_1 = (F/f) \{ p - C_1(1-0.02\delta)p_2 - C_2p_3 - (94.5/F)[(1.3 \times \text{SiO}_{2\text{矿}} - \text{CaO}_{\text{矿}})/\text{CaO}_{\text{熔剂}} \times p_4 + (0.65 \times \text{Al}_2\text{O}_{3\text{矿}} - \text{MgO}_{\text{矿}})/\text{MgO}_{\text{熔剂}} \times p_5] - g(1-0.02\delta) \}。$$

收稿日期:2011-09-02

作者简介:王良周,男,1980年生,2005年毕业于北京科技大学冶金与生态工程学院,硕士。现为济钢生产部工程师,从事炼铁生产管理工。

式中: $p_1$ 为矿石的冶金价值,元/t; $F$ 为矿石的含铁量,%; $f$ 为生铁含铁量,%; $p$ 为车间允许的最高生铁成本,元/t; $C_1$ 为计算基准期焦比,t/t; $\delta$ 为矿石品位与入炉品位之差,%; $p_2$ 为焦炭价格,元/t; $C_2$ 为喷煤比,t/t; $p_3$ 为煤粉价格,元/t; $\text{SiO}_2_{\text{矿}}$ 为矿石中的 $\text{SiO}_2$ 含量,%; $\text{CaO}_{\text{矿}}$ 为矿石中的 $\text{CaO}$ 含量,%; $\text{CaO}_{\text{熔剂}}$ 为熔剂中的 $\text{CaO}$ 含量,%; $p_4$ 为钙质熔剂的价格,元/t; $\text{Al}_2\text{O}_3_{\text{矿}}$ 为矿石中的 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量,%; $\text{MgO}_{\text{矿}}$ 为矿石中的 $\text{MgO}$ 含量,%; $\text{MgO}_{\text{熔剂}}$ 为熔剂中的 $\text{MgO}$ 含量,%; $p_5$ 为镁质熔剂的价格,元/t; $g$ 为计算基准期的车间制造费,元/t。

最后利用评价系统的高炉配料单元,在高炉炉料结构中以新获得的烧结矿替代原烧结矿,预测铁水成分,以便于判断低品质矿中含有的杂质元素对铁水成分的影响,以及评估高炉 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Pb}$ 、 $\text{Zn}$ 等有害元素负荷。

## 4 低品质矿评价举例

### 4.1 经济性排名

现有一组铁矿石,分别是矿1、矿2、矿3、矿4,分别利用方式A、方式B、方式C和方式D对其进行经济性评价,结果如表1所示。其中:方式A为传统吨度价;方式B为考虑脉石后的吨度价;方式C为单烧单位矿石经济价值;方式D为在烧结工序配入10%比例的该铁矿石后综合单位矿石的经济价值,即本研究探讨的评价方式。

表1 各种铁矿石经济性评价结果

矿石	方式A		方式B		方式C		方式D	
	吨度价	排名	吨度价	排名	经济价值	排名	经济价值	排名
矿1	10.43	1	13.79	1	176.05	2	46.66	3
矿2	14.40	2	17.64	2	192.13	1	56.07	1
矿3	15.06	3	18.89	3	78.79	4	41.75	4
矿4	19.79	4	22.13	4	114.47	3	50.97	2

从表1可见,用传统的两种吨度价评价方式(方式A和方式B),经济性排名是一致的,矿1都是最经济的,其次是矿2,而矿4经济性最差;用方式C评价,矿2是最经济的,其次是矿1,而矿3经济性最差;但采用本研究的评价方式(方式D),矿2经济性

最佳,其次是矿4,而矿3经济性最差。生产实践表明,采用本研究探讨的评价方式其评价结果与实际生产使用效果最接近。

### 4.2 高磷铁矿经济性

有一高磷铁矿石资源,由于其磷含量超标,炼铁无法使用,但其价格相对便宜。系统考虑,适量配加该矿粉,可以降低铁水成本,同时保证铁水中的P控制在炼钢要求的上限范围以内应是可行的。

若在烧结系统配加3%高磷铁矿,烧结矿中的P达到0.090%,高炉配料计算预测铁水中的P为0.125%,满足炼钢对铁水中的 $P \leq 0.13\%$ 的要求。而配加3%比例的该矿粉使得中和料单位矿石经济价值由41.75提升至54.71,烧结矿成本降低9.3元/t,高炉铁水成本相应降低11.9元/t。

## 5 结语

对低品质铁矿石的经济性进行单独的评价,有失偏颇,而结合钢铁企业实际资源情况对其进行综合性评价分析,才更科学合理,同时要注意杂质元素的合理控制,为更好地降低铁水成本服务,从而实现利用低品质原料与增加经济效益的完美结合。

铁矿石的综合评价还要以各种矿石烧结性能试验的基本数据为基础,增加烧结矿冶金性能试验研究及烧结矿矿相分析数据,对其进行综合评判;一些低品质铁矿具有较高碱金属及有害元素含量,在配加消化此类铁矿石时,一定要进行碱金属有害元素负荷评估,并且在高炉使用期间实施开路外排制度,进行除尘灰集中处理。各钢铁企业应加强铁矿石数据库建设和使用评价管理,为铁矿石经济性评价积累经验。

### 参考文献:

- [1] 刘正平.铁矿石经济价值合理评价方法的探讨[J].烧结球团, 2004,29(5):1-5.
- [2] 孟世民.铁矿石评价方法分析[J].河北冶金, 1993(6):16-18.
- [3] 梁迪超.进口铁矿的物化性能及技术经济评估[J].烧结球团, 1992,17(2):10-12.

## Comprehensive Evaluation of Low Grade Iron Ore's Economic Value

WANG Liang-zhou, FANG Yi-liu, WANG Xin-an, YANG Xiong-wen, HAN Ke-feng

(Jinan Iron and Steel Group Corporation, Jinan 250101, China)

**Abstract:** This article introduced the traditional evaluating methods of low grade iron ores and their problems. It put forward a new method of evaluation, namely, mixing low grade iron ore into traditional framework of sinter blending materials, calculating the metallurgic value of the sinter, then according to burden structure in blast furnace, evaluating the economic value of iron ore and forecasting the hot metal's composition. The calculation result showed that the new method of comprehensive evaluation can more faithfully reflect the iron ore's economic value. It also analyzed contribution of using high-phosphorus iron ore to reduce the cost of hot metal through the calculation of an example.

**Key words:** iron ore; low grade; economic value; comprehensive evaluation