

钒钛磁铁精矿高负压烧结实践

何木光 易 凯 蒋大军 张文德

(攀钢钒公司炼铁厂, 四川 攀枝花 617022)

摘要: 通过分析风量和负压对烧结产质量的影响关系, 找出钒钛磁铁精矿烧结实施高负压大风量的措施及技术改进实施, 360 m²烧结机的负压由14 520 Pa提高到15 340 Pa后, 料层提高15 mm, 利用系数上升0.047 t/m²·h, 转鼓指数提高0.94%, 固体燃耗下降0.82 kg/t。

关键词: 钒钛磁铁精矿; 高负压; 烧结实践

中图分类号: TD 927 文献标识码: B 文章编号: 1671-8550 (2013) 01-0024-04

0 引言

攀枝花钒钛磁铁精矿由于粒度粗成球性差, 且在烧结的干燥阶段受机械挤压和强热气流作用, 精矿从核粒上脱落, 使透气性更加恶化, 鉴于钒钛磁铁精矿的原料特点, 根据烧结负压与风量对烧结指标的影响规律, 要获得较高的产质量, 必然要求采取高负压大风量烧结, 而且其高负压水平与烧结机单位面积的风量亦有别于普通矿烧结, 其负压水平与单位面积的风量远高于普通矿烧结, 其主风机的设计水平远高于普通矿烧结, 同时采取一整套的配套技术及改进, 发挥高负压大风量烧结的作用与效果。

1 现状与存在的主要问题

攀枝花钒钛磁铁矿属于世界上难烧矿石之一, 其精矿粒度粗, <0.074 mm粒级仅55%左右, 呈较规则的圆球状, 比表面积仅491.17 cm²/g, 其在核粒上的粘附力弱, 成球性极差; 在烧结的干燥阶段受机械挤压和强热气流作用, 精矿从核粒上脱落, 使透气性更加恶化; 严重影响制粒与烧结性能。同时精矿TiO₂含量高达12.5%~13.2%, Al₂O₃高达4%~5%, 烧结产生的液相量少, 影响烧结矿质量, 对烧结和炼铁都不利。用这种钒钛磁铁精矿烧结由于透气性差, 烧结风量不足, 在没有采取有效的强化措施下, 采用一般负压约10 000 Pa进行烧结, 烧结机利用系数不到1.0 t/m²·h, 转鼓强度约65%, 成品率约50%。由于钒钛精矿烧

结透气性差, 烧结阻力大, 采用低负压小风量难以满足钒钛精矿烧结, 利用系数、成品率及转鼓强度等较低。

2 高负压烧结对产量影响的理论分析

2.1 负压与产量的关系模型

根据烧结理论与气体力学推导出的公式:

$$\text{利用系数: } r = \frac{60kP}{Q_s} \cdot \frac{\Delta P^n}{h^n} \quad (1)$$

式中 P ——透气性指数; h ——料层高度, m; ΔP ——抽风负压, Pa; Q_s ——通过料层的空气量, m³/min, 在物料条件基本一致时, 烧结1 t混合料所需空气量基本为一值; k ——成品率, %。

用式(1)可以从多角度定量地分析产量与负压及其它因素的关系。设负压由 ΔP_1 变化到 ΔP_2 状态, 则产量从状态1变化到状态2的关系为:

$$\frac{q_2}{q_1} = \left(\frac{k_2}{k_1}\right) \cdot \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \cdot \left(\frac{\Delta P_2}{\Delta P_1}\right)^n \cdot \left(\frac{h_1}{h_2}\right)^n \quad (2)$$

式(1)说明产量与成品率、透气性指数、负压、料层、原料性质(n)有关。式(2)表明提高负压可增加产量, 提高成品率与改善透气性指数也能增加产量, 但是提高料层会降低产量, 产量最终增加与否取决于这些因素的升降幅度。实际生产中, 提高负压必然提高料层, 致使成品率提高, 这时产量增加; 但是如果料层提高幅度大于负压提高幅度, 则有可能导致减产, 要保持不减产则只有改善透气性指数 P 。

2.2 与国内已有的高负压烧结经验模型对比

根据已有烧结实践与试验结果, 有以下的经验模型与结论: 烧结矿产量 $q = c_1 \cdot v_{\perp}$, 而 $v_{\perp} = c_3 \cdot Q^{0.9}$, $\Delta P = c_2 \cdot Q^{1.8}$, 则 $v_{\perp} = c_4 \cdot (\Delta P)^{0.5}$, $q = c_5$

收稿日期: 2012-07-20

作者简介: 何木光 (1967—), 男 (汉族), 四川人, 攀钢钒公司炼铁厂烧结高级工程师。

• $(\Delta P)^{0.5}$, 即产量与负压的 0.5 次方成正比, 要提高产量, 可提高负压; 但是电耗 $\bar{U} = c_6 \cdot Q^{1.9} = c_7 \cdot (\Delta P)^{1.06}$, 几乎与负压成直线上升, 即提高负压则产量增加不多, 而电耗上升的幅度大得多。出现此问题主要是只考虑了负压因素, 而忽略了其它因素如漏风率、成品率的影响, 或是特定条件下得出的结果。

但是在现实生产中, 提高风机负压后, 甚至是大幅度提高负压后, 产量增加, 而电耗不但未升反而下降, 则用另一推导公式 $\bar{U} = \frac{N_m}{q} = \frac{\mu Q_s}{60k(1-f)}$ • ΔP 可以解释, 式中 $\bar{U}$ 为电耗; f 为抽风系统的总漏风率; μ 为与风机电机效率有关的常数。该式说明电耗与成品率、漏风率有关, 负压只是影响因素的一个方面。

3 360m²烧结机高负压大风量烧结技术改进

3.1 采用高负压大风量转子

360 m² 烧结机主抽风机两台: 风量 19 800 m³/min (工况); 风机进口负压 16 500 Pa; 单位烧结面积风量 $Q = 39\ 600/360 = 110\text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{min}$ 。

3.2 配合高负大风量烧结采取配套技术, 推行厚料层烧结

——采用高负压 (16 500 Pa)、厚料层 (700 mm, 台车栏板高 720 mm) 烧结工艺, 为高产量、高质量、低燃耗创造了良好的条件, 为今后进一步提高烧结矿产、质量打下了基础。

——加强混合作业, 二段混合时间合计 7 分钟, 进一步提高混合料造球性能, 以改善料层透气性。

——为提高混合料温度, 改善料层透气性, 减少或消除过湿层, 二次混合机内通蒸汽预热混合料, 一、二次混合机内采用加热水来提高混合料温度, 使混合料温度达到 65℃ 以上。

——对鼓风环式冷却机高温段的废气进行回收, 生产蒸汽, 用来预热混合料和废热气用于烧结机料面保温, 以降低能源消耗。

——各种原料按设定的比例进行自动配料, 以稳定混合料成分; 同时采用大配比的生石灰与活性灰 (其配比和 6%~8%), 强化制粒和改善混合料的烧结性能, 实现厚料层烧结。

——选用双斜带式点火炉和低负压点火工艺, 为此对机头点火器下面 1[#]~3[#] 风箱的开度实行严格控制, 通过特殊的装置将风箱负压控制在 3 000

~6 000 Pa, 实现低负压点火。

——采用铺底料工艺, 铺料厚度 20~40 mm, 即可减少过湿层, 保护箅条, 又可降低烟气粉尘浓度。

——采用生石灰和固体燃料二次分加工工艺, 有利于提高强度和降低固体燃料消耗。

3.3 实行全风烧结

烧结主风机的负压高低是由风机风门的开度决定的, 在生产过程中, 作到风机风门全开, 实施全风烧结。采取主管风箱负压与风量合理分配制度, 烧结机机头、机尾风箱分布的风量与负压要低, 中段风箱的负压与风量实行全风烧结。

3.4 降低抽风系统管网的漏风率

360 m² 烧结机采用高负压烧结, 高负荷运转, 管道磨损极易抽漏。对风箱穿洞、漏风严重问题, 每次检修焊补处理, 对烟道胀缩节漏风采用了外包堵风处理, 对机头除尘器进出口处的漏风采用外包围子进行处理, 对连接法兰漏风, 采用石棉绳填充处理; 对已损坏的热风烧结管道伸缩节采用铁皮包围处理; 对烧结机 20 个风箱进行“包盒子”, 风箱的密封采用双层抗性石棉板外包钢丝网, 对机头机尾的风箱尾密封盖板处采用重力式压紧装置, 解决减少漏风; 同时对风箱温度保温, 提高了烧结机操作的稳定性和烧结机台时产量。

4 钒钛磁铁精矿高负压烧结技术效果

4.1 负压主要技术经济指标的影响

——负压与利用系数的关系。随着负压的上升, 利用系数几乎成直线上升, 负压上升 1%, 则利用系数上升 0.98%, 与国内已有模型 $q = c_5 \cdot (\Delta P)^{0.5}$ 相比, 负压上升 1% 产率上升 0.5% 差别较大, 见图 1。

——负压与电耗的关系。随着负压的上升, 烧结矿电耗几乎成直线下降, 负压每上升 1%, 则电耗下降 1.07%, 与国内已有的模型 $\bar{U} = c_6 \cdot Q^{1.9} = c_7 \cdot (\Delta P)^{1.06}$ 结论完全相反, 该模型负压上升 1%, 则电耗上升 1.06%。主要是钒钛精矿烧结由于透气性差, 采用高负压烧结后料层几乎成直线上升, k 提高幅度大, 同时采取先进技术降低漏风率, 因此电耗随负压大幅下降, 这种情况在国内可能并非特例, 见图 2。

——料层与负压。由图 3 知, 随着负压的上升, 料层几乎成直线上升, 负压每上升 $10 \times 10\text{ Pa}$, 则料层上升 9.2 mm。

——负压与垂直烧结速度。由图4知,该模型置信度差与负压的相关性不强。主要原因是垂直烧结速度由多方面因素决定的,如混合料粒度组成,烧结终点与温度,液相形成与结晶等,而且生产中的垂直烧结速度是计算值,而非检测数。

——单位料层压降与产量、电耗的关系。用烧结负压除以料层高度,得到单位料层高度上的平均压力降即 $\Delta P/h$,与产率、电耗等作图寻求它们之间的关系,由图5~8可见,随着单位料层压降($\Delta P/h$)的上升,利用系数下降,电耗上升,料层下降,相关性极强,模型精度也很高,变化趋势与以负压为变量的模型完全相反,说明单位料层阻力过大对增产与节电是不利的。在负压一定的条件下,要提高产量、降低电耗、提高料层,必须通过改善混合料的透气性指数降低单位料层上的阻力来实现。

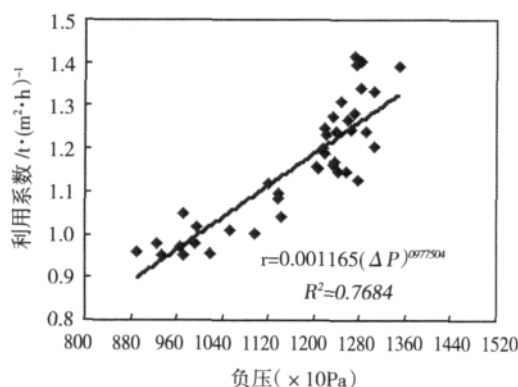


图1 负压与利用系数的关系

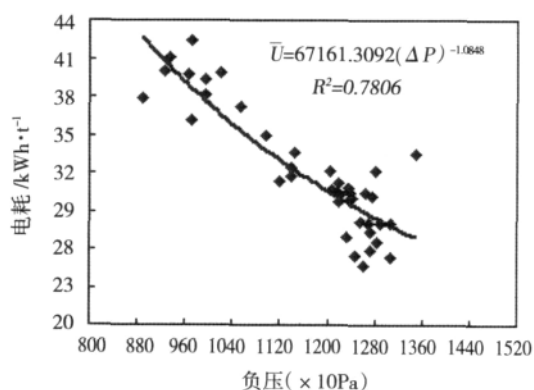


图2 负压与电耗的关系

4.2 360 m²烧结机高负压大风量烧结运行效果

由表1可见,360 m²烧结机在高负压大风量风机运行条件下,随着负压的上升820 Pa,料层提高15 mm,利用系数上升0.047 t/m²·h,转鼓指数提高0.94%,固体下降0.82 kg/t。高负压大风量烧结是钕钽磁铁精矿强化烧结、提高产量的最有效

措施之一。

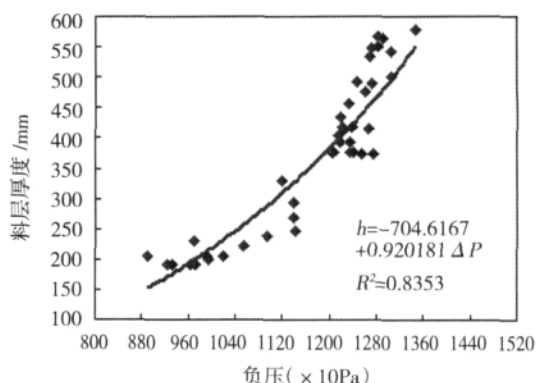


图3 负压与料层厚度的关系

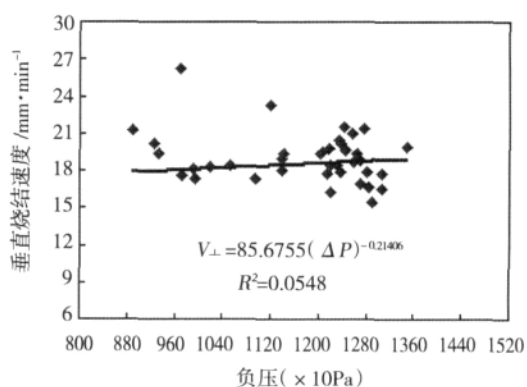


图4 负压与垂直烧结速度的关系

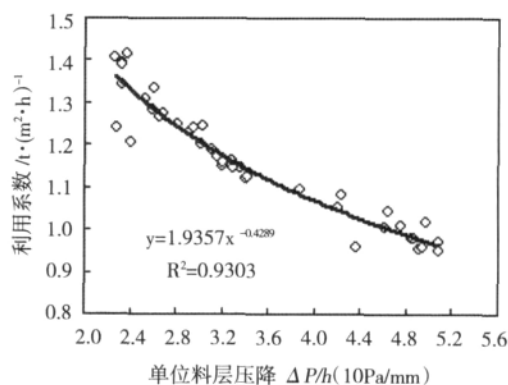


图5 单位料层压降与利用系数的关系

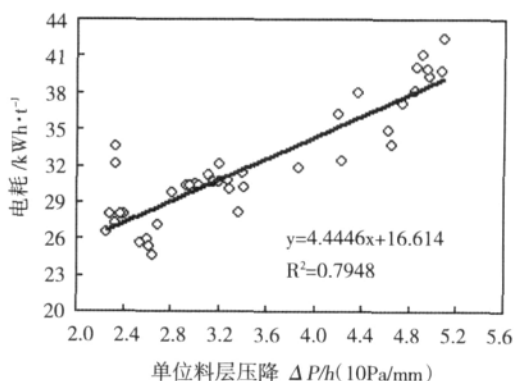


图6 单位料层压降与电耗的关系

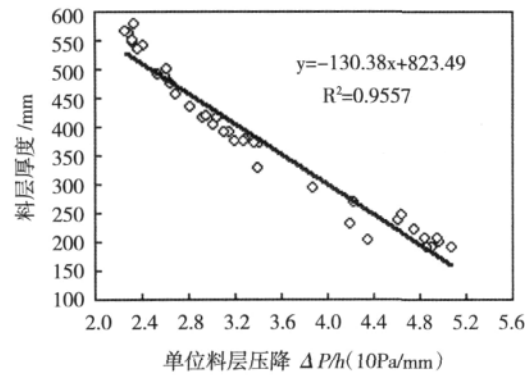


图 7 单位料层压降与料层关系

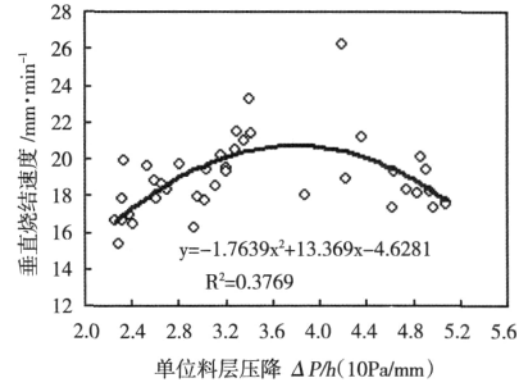


图 8 单位料层压降与垂直烧结速度的关系

表 1 2010 年新 1# 360 m² 烧结机高负压大风量烧结技术效果

批次	主管负压 /×10Pa	料层厚 /mm	利用系数 /t (m²·h) ⁻¹	转鼓指数 (%)	固体燃耗 /kg·t ⁻¹	机速 /m·min ⁻¹	烟气温度 /℃	点火温度 /℃
一季度	1 452	665	1. 398	72. 71	44. 66	2. 25	174	1 056
二季度	1 494	673	1. 431	73. 21	43. 22	2. 22	150	1 064
三季度	1 496	681	1. 437	73. 52	44. 52	2. 08	149	1 059
四季度	1 534	680	1. 445	73. 65	43. 84	2. 20	148	1 043
四季度~一季度	82	15	0. 047	0. 94	-0. 82	-0. 05	-26	-13

表 2 攀钢不同规格烧结机不同负压条件下主要技术经济指标

批次	烧结负压 /+Pa	料层厚 /mm	利用系数 /t (m²·h) ⁻¹	固体燃耗 /kg·t ⁻¹	转鼓强度 (%)	机速 /m·min ⁻¹	点火温度 /℃	烟气温度 /℃
1	9 859	205	0. 983	70. 32	66. 65	4. 56	1 279	116
2	11 045	275	1. 069	65. 87	67. 38	3. 68	1 215	113
3	11 878	396	1. 190	59. 70	68. 86	2. 50	973	95
4	12 279	426	1. 222	57. 64	68. 02	2. 49	998	96
5	12 809	550	1. 315	47. 95	70. 43	1. 63	1 060	115
6	14 406	669	1. 414	45. 61	73. 28	2. 23	1 076	155
7	15 288	682	1. 503	45. 38	72. 84	1. 79	1 060	120

4.3 不同规格烧结机高负压大风量烧结运行效果

攀钢钒钛磁铁精矿烧结从 70 年代投产，高负压烧结经过历次改造，期间负压经历了以下历程：10 000、12 500、13 500、14 500、16 000 和 16 500 Pa。特别是近年来的技术升级改造，风机负压达到了16 500 Pa，实际负压15 200 Pa 以上。由表 2 可见，随着负压上升，烧结机利用系数与料层厚度上升，在高产与厚料层作用下，固体燃耗降低，转鼓强度上升。

5 结语

——从烧结基本理论推导可知，产量增加与否取决于负压、成品率、透气性指数、原料性质、料

层厚度的综合效果；而电耗则由成品率、漏风率、负压共同决定，电耗不是随负压提高而一定上升。

——高负压大风量烧结必须采取配套技术，才能达到风机安全运行与增产的综合效果。

——钒钛磁铁精矿烧结由于透气性差，采用了高负压大风量烧结，生产实践表明，利用系数几乎与负压呈直线上升关系而电耗下降。

——一台360 m² 烧结机成功实现了高负压大风量烧结，当负压由14 520 Pa 提高到15 340 Pa 后，随着负压上升820 Pa，料层提高15 mm，利用系数上升0.047 t/m²·h，转鼓指数提高0.94%，固体下降0.82 kg/t。

• 炸药与爆破 •

庙沟铁矿大块与根底产生的原因及对策

高岚岚 许雁超 郁平 贾英杰

(河北钢铁集团矿业有限公司庙沟铁矿, 河北 秦皇岛 066501)

摘要: 对庙沟铁矿深孔爆破中大块和根底产生的原因进行了分析和总结, 提出了切实可行的解决方案。提高了爆破质量, 降低了根底和大块率, 为采矿生产顺利进行提供有利保障。

关键词: 庙沟铁矿; 爆破; 大块; 根底; 对策

中图分类号: TD 235.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-8550(2013)01-0028-03

1 矿区地质与爆破现状

穿孔爆破是矿山生产中的首道工序, 它决定着铲装、运输、破碎等各个工艺环节的效率及经济效益, 对整个矿山的生产及技术经济指标具有较大的影响。矿岩爆破大块率和根底率是衡量爆破质量的两项重要指标, 因此, 寻求有效减少爆破大块率和根底率的方法是露天矿生产的当务之急。在露天矿中深孔爆破生产中, 产生大块、根底与很多因素有关, 结合庙沟铁矿的生产实践, 对上述问题进行系统的分析。

1.1 矿区地质

庙沟铁矿经过20多年开采, 目前已采至456 m标高附近。矿区位于中朝准地台燕山台褶带山海关抬拱中部, 安子岭穹隆的东南部。地层主要

分布有变质表壳岩地层(相当于晚太古代双山子群茨榆山组)和新生界第四系地层。区域构造轮廓为一卵形穹隆构造。区内变质基底伴随区域变质变形作用改造, 岩石变形变质强烈, 以广泛发育的片理、片麻理、韧性变形为主。断裂构造十分发育, 区内具有一定规模的断裂构造有十几条, 按走向可分为北北东向、北东向和近南北向三组。区内变质深成岩属新太古代早期安子岭片麻岩套, 主要由角闪斜长片麻岩和黑云斜长片麻岩组成, 分布广泛, 构成本区的变质基底。区内岩浆活动主要为太古代变质深成侵入岩和燕山期响山花岗岩体, 区内脉岩种类繁多, 基性—酸性—碱性脉岩均有出露, 以燕山期形成的脉岩为主。

1.2 爆破概况

庙沟铁矿爆破起爆方式(采用高精度雷管联线)实现了逐孔起爆。台阶高为12 m, 孔深一般在14~15.5 m。孔网参数多采用(矿石)6.5 m×6.5 m和岩石依据硬度不同分为7×7; 7.5×7.5;

收稿日期: 2012-08-08

作者简介: 高岚岚(1984—), 女(汉族), 河北钢铁集团矿业有限公司庙沟铁矿助理工程师。

High negative—pressure sintering of vanadium—titanium magnetite concentrates

HE Muguang, YI Kai, JIANG Dajun, ZHANG Wende

(Iron Making Plant of Vanadium Company of Panzhihua Iron & Steel Group Corporation, Panzhihua 617022, China)

Abstract: On the basis of analyzing the influence of draft volume and negative pressure on quality & quantity of sinter product, the high negative—pressure and great draft volume and other improvement measures are adopted in sintering of vanadium—titanium magnetite concentrates. The negative pressure of 300m² sinter machine is increased from 14520Pa to 15340Pa, which brings result that sintering bed depth increases by 15mm, sinter machine utilization factor increases by 0.047 t/h, sinter tumbler index raises by 0.94% and solid fuel consumption reduces by 0.82 kg/t.

Key words: vanadium—titanium magnetite concentrates; high negative—pressure; practice of sintering