

冶金专题资料

冶金节能降耗

2004年第1期

冶金工业信息标准研究院文献网络中心

二〇〇四年三月

TK61

冶金专题资料

冶金节能降耗

2004年第1期

冶金工业信息标准研究院文献网络中心

二〇〇四年三月

目次

综合评述

- 能源管理及相关技术、方法应用的浅析.....钱明生 (1)
合理利用地方资源 降低宜钢炼铁生产成本.....谢志勇 贾永强 (4)
昆钢高炉长寿技术展望.....杨雪峰 (7)
日本节能高炉炼铁技术的最新进展.....常久柱 苍大强 (10)
技改管理并举 工序能耗降低.....张以波 徐永圣 (13)
高炉喷吹废塑料的现状 & 前景.....李博知 (19)
国内外高炉炉渣综合利用技术的发展及对鞍钢的建议.....胡俊鸽 (22)

延长炉龄

- 武钢 1 号高炉长寿炉身新技术.....许美兰 赵忠仁 (26)
1#高炉长寿实践.....易宏 陈雪梅 (29)
昆钢转炉炉龄的技术攻关.....李金柱 张卫强 陈伟 周绍能 (32)
延长脱硫铁水罐炉底寿命技术研究和应用
.....欧阳德刚 庄汉宁 周明石 刘成秋 (47)

工艺技术

- 连铸辊的长寿化技术.....孙大乐 李小兵 (50)
降低窄带钢热轧机轴承消耗的措施.....苏玉达 (55)
连钢冶金渣的综合利用实践.....周选伍 (57)
80 t 电炉供电系统配置对电极消耗的影响.....周宏脚 (60)
中型厂降低矫直辊消耗的措施.....黄振萌 (63)
安钢小型 $\Phi 300\text{mm}$ 机组加热炉节能改造
.....薛白 任德劲 王锐 刘俊萍 王秀荣 (64)
中厚板轧机轧辊降耗的技术途径.....高存亮 周敏 李庆川 孙斌 (67)
工业炉烟气的余热利用.....丁永健 刘光荣 (70)
开发利用烧结厂烧结带冷机余热资源.....戴顺清 (72)
宝钢高炉高煤比低燃料比生产实践.....徐万仁 吴淑华 曹进 (74)
降低 400m^2 烧结机煤气消耗的措施探讨.....刘其敏 石宝伟 (78)
降低烧结矿固体燃料的探索.....邹凡球 (81)
150t 电弧炉炼钢综合节能技术工业试验.....王雁 宋晓昆 (83)
济钢第二炼钢厂工业供水系统节水技术改造.....蒋苏平 邢丽荣 (88)
降低油耗 减少环境污染.....陈辉 邓炎兵 (90)
提篮式烧结的增产节能实践.....谢斌 王立新 (92)
降低锰铁高炉焦比的措施.....魏刚 (94)

宝钢炼铁节水途径与成效	胡传斌 (98)
降低转炉钢铁料消耗的途径	宋宏 (101)
降低烧结固体燃料生产实践	武延军 (103)
对降低柳钢铁水制造成本的探讨	林春英 王保林 (105)
烟气炉煤气旋流燃烧器改造应用	高海根 尹秀芬 (109)
降低高炉煤气含水量, 提高煤气热值	郭坤祥 高致远 王文涛 (110)
宝钢炼铁节能降耗的生产实践与展望	陈君明 胡传斌 (113)
中板加热炉高效燃烧控制系统	夏升华 (117)
首钢2号高炉开炉达产降焦的实践	马泽军 王涛 王颖生 张贺顺 (120)
蓄热式加热炉控制系统	白洪强 白洪光 (124)
浅议轧辊磨削周期对辊耗的影响	张庆 李丁 莫韶斌 (127)
炼钢余热蒸汽利用方案探讨	彭宝翠 董振东 耿萍 (130)
钢铁工业用能新技术的研究应用	温良英 高家锐 (133)
安钢烧结厂节能降耗的生产实践	姚桐 贾红玉 付朝云 赵志安 (139)
关于抗钢吨钢能耗指标的剖析和探讨	葛敦锦 刘建芬 (143)
除尘工艺过程中的节能技术分析	魏耀东 韩光泽 华贵 (148)
宝钢能源优化模型的研究	陈光 陆钟武 蔡九菊 于庆波 (152)
降低生铁成本的途径	刘琦 (158)
型钢轧辊降耗	赵海燕 (163)
译文	
用组合式薄板坯漏斗形结晶器改进产品质量提高浇铸速度及延长设备寿命	J.B. Sears Jr (166)
钢渣的综合利用	郑宏光 译 (173)
轧机轧辊润滑可减少成本	(英) 壳牌国际石油有限公司 (177)
国外钢铁厂环保节能技术方向	朱敏之 译 (178)

能源管理及相关技术、方法应用的浅析

钱明生

(冷轧板厂)

摘要 本文结合昆钢的发展现状及生产实践,着重分析了当前的能源形势,提出了对能源进行科学管理的必要性,以及工业企业应该如何做好能源管理(即做好能源供应、能源计量、能源统计和能耗定额的制定与考核等)。同时提出了现代工业企业所应该采取的全面节能管理及其措施。通过对以上情况的分析和能源管理模式的探索,可以为进一步提高本企业的能源管理及管理技术水平提供借鉴。

关键词 能源管理 能源计量 能源资源

1 引言

随着现代科学技术的进步以及生产自动化水平的不断提高,能源问题已成为世界各国共同瞩目的重大问题,能源短缺已成为经济发展的严重障碍。目前,虽然我国的节能工作取得了一定的成绩,但由于现有工厂企业的生产工艺比较落后,技术装备比较陈旧,因而能源利用率较低。即便有的企业引进了一些先进的设备,但也还存在能源管理与管理技术落后等不足之处。为此,我们有必要探索一些新的能源管理模式,并将先进的管理技术及方法投入运用。

2 昆钢的发展现状

昆钢由于建厂较早,因此存在部分工艺落后、设备陈旧、能耗大等问题。为了响应国家的能源方针(即:实行能源开发与节约并重,近期把节能放在优先地位,大力开展以节能为中心的技术改造和结构改革的方针),昆钢目前正在大力改进落后的生产工艺,改造生产设备,在开发研制

及引进新型节能产品的同时,限期淘汰陈旧、费能的产品设备。

昆钢板带工程的投产,为调整昆钢产品结构、生产高附加值产品、提高产品竞争力打下了坚实的基础。但要真正让引进的先进设备在运行中做到既经济又节能,还离不开进一步加强能源管理、推广节能新技术,只有这样,能源的综合利用率才会有明显提高,经济发展受能源制约的局面才能有大的改观。

3 能源的科学管理

我国工农业在迅速发展,并维持着较高的增长率。同时,人民生活水平也在不断提高,能源的需求非常急迫,在传统的管理模式中,能源管理只是物资管理的一部分,根本无法进行科学管理,企业的生产工艺落后,技术装备陈旧,也是造成能源利用效率低,产品能耗高的根本原因。因此,针对昆钢现状,抓好固定资产管理,搞好资产的调剂、处理、盘活。做好全司能源平衡,切实降低能源消耗,实现能源管理科学化,积极进行节能技术改造和设

备更新,以期达到合理、有效地提高能源利用率,降低产品能耗,用有限的能源来充分满足生产发展的需要已成为当务之急。

工艺改革和设备改造作为提高能源利用效率,实现节能降耗的根本措施,这些措施所取得的效果也离不开能源管理。这是因为:①生产工艺改革、技术设备更新改造所取得的成效,是以生产组织和管理的合理化为前提的;如组织不当、管理不善,即使工艺和设备都很先进也不会达到应有的能源水平。②虽然先进的生产工艺和技术设备是取得低能耗的有利条件,但是不加强技术管理和能源管理,就不能取得优异的节能效果,二者是相互制约又相互促进的,缺一不可。因此,企业可以按三个阶段来实施节能措施,以提高能源利用率:①通过加强管理取得初步节能成效;②小改小革,实施局部性节能技术改造;③实施生产工艺和技术设备的全面技术改造。这种先易后难、循序渐进的做法是正确的,它符合企业的实际状况。

4 能源管理机构如何实施管理

4.1 企业的能源部门在能源供应中应发挥以下三方面的作用

(1) 平衡企业能源供需关系:要求在符合质量要求的前提下对能源供应的数量和时间提出明确的具体要求,能源供应计划包括年度供应计划、日供应计划和小时供应计划。对于某些难于贮存的能源(如电力、蒸汽等)则应按生产计划做好调度工作。

(2) 核定并检查供应能源的质量:能源的质量是保证能源在使用过程中充分发挥其功能的关键,不同的机械设备对能源的质量有不同的具体要求,企业应根据各

自的条件来制定所供应能源的质量标准。

(3) 检查能源的供应与使用情况:目的是通过检查与分析,找出能源在供应与使用过程中的损耗情况,以便提出改进措施,减少损耗,节约能源,提高企业的能源利用水平。

4.2 做好能源计量工作

(1) 能源计量是实行能源定量管理和能耗定额管理的前提。企业能源计量的基本任务是提供准确、可靠、统一的能源数据。为此,企业必须对能源计量实行集中统一管理,设置专门机构或职能部门汇集并提供计量信息和统计数据;配置完善的计量器具及标准器具,采用正确的计量方法。

(2) 能源计量器具配备的要求:①当企业、车间、班组实行记分计奖、计件工资或定额工资时,要按有关对能源检测率的要求配备能源计量器具。②新建企业必须具备满足要求的能源计量器具。③凡能源计量器具配备不合格的企业,应在完善能源检测的基础上,再实施用能设备的技术改造和节能技术项目措施。④能源计量器具应在额定状态下工作。⑤能源计量器具的标准度要达到有关要求。

(3) 能源计量器具的配备原则:①提高经济效益。②满足工艺流程需要。③分级配备。④分类计量。

4.3 做好能源统计

能源统计一般采用以下几种形式:a.能源消耗原始记录。b.能源统计台帐。c.能源统计图。d.能源统计表。

4.4 能耗定额的制定与考核

在制定能耗定额时,一定要坚持既先进又合理的原则;同时还要做到保质、保量。制订能源消耗定额有三种基本方法:

计算分析法:该法是在耗能设备正常运行条件下,并考虑已达到的先进单耗

水平及推广应用节能技术,新工艺和新设备等诸多因素进行理论计算所确定的能耗定额。

实际测试法:它是根据对用能过程进行实际试验所测试的数据,来确定的能源消耗定额,试验时设备应完整、正常、工艺规程应满足有关标准的规定。

统计分析法:它是根据历年来能源实际消耗的统计数据,并要考虑今后影响能耗定额的变化因素,进行分析计算所确定的能耗定额。

能耗定额的考核,应与能耗定额的制订、审批、贯彻、执行一致,也实行分级管理制,企业由能源专管机构对用能部门实行按车间、班组,主要耗能设备逐级考核,也可按工艺流程实施“一条龙”的考核。能耗定额考核的内容,主要是综合能耗、单项能耗和按能耗定额限额发料方面的执行情况。考核必须与加强班组核算,开展节能竞赛,实行节能奖励等措施结合起来。

5 全面节能管理与措施

全面节能管理是企业能源管理的中心环节,是对从能源供应到厂、转换输送,直至分配使用整个能源过程进行的节约能源管理。其特点可以概括为“四全管理”,即全方位的节能管理、全员参加的节能管理、全过程的节能管理和全部方法手段的节能管理。

节能措施:开展节能工作,首先必须

抓管理工作,坚持管理与技术相结合,从管理中要能源。同时按照科学规律,结合实际情况,在能源领域推行标准化,制定、贯彻各方面的技术标准,不仅是加强能源科学管理的一项基础工作,而且是一项花钱少,行之有效,可以获得显著效果的节能措施。另外,建立健全能源管理体系,做好能源管理的基础工作,搞好企业能源普查和能量平衡测试,合理组织生产,保持设备的经济运行,合理地分配和利用能源,是另一条行之有效的节能措施。

6 结论

能源问题是一个十分引人瞩目的大问题,其开发周期较长和所需资金较多,但只要进一步加强能源管理,推广节能新技术,建立健全各级能源管理机构,完善能源管理制度,使人人都能重视节能,关心节能,并能积极主动地实施节能措施。那么,能源利用水平将会有显著的提高。同时,能源制约国民经济发展的局面亦将会有很大的改观。

参考文献:

- 1 解鲁生主编,能源基础管理与经济.北京:冶金工业出版社,1992
- 2 黄志杰等编,能源管理(培训教材).北京:能源出版社,1982
- 3 周勵志主编,企业能源管理手册.沈阳:辽宁科学技术出版社,1991

合理利用地方资源 降低宣钢炼铁生产成本

技术中心 谢志勇 贾永强

摘 要 本文介绍了近年来宣钢地方铁矿资源的使用情况,并对宣钢今后合理开发和利用地方资源提出了建议。

关键词 铁矿资源 开发利用

1 前言

宣钢是一家大型钢铁生产企业,现有1260m³高炉一座、300m³高炉四座、一座在建450m³高炉,具有年产生铁300万吨的能力。

近年来随着精料方针的深入,烧结大量配用高品位、低SiO₂的进口粉,国产精粉配比逐渐降低,宣钢近年来铁矿粉采购情况见表1。

表1 宣钢近年来国内外铁矿粉进厂量及生铁产量

项 目	进口粉 万吨	国内铁精粉,万吨			生铁产量 万吨	
		外购总量	地方	比例, %		
1999年	33.4	147.1	44.4	30.2	11.27	139.54
2000年	35.0	150.6	60.7	40.3	18.32	163.53
2001年	88.8	175.8	71.8	40.8	23.03	189.69
2002年	158.4	141.6	118	83	28.5	226.23

为了提高炼铁综合效益,最大限度地降低烧结生产成本,宣钢利用2002年进口矿配比提高和国内铁资源阶段性过剩的有利时机,逐渐取消了SiO₂和价格较高的冀东精粉,加大了对具有价格优势的地方铁矿资源的开发和利用力度。

2. 地方铁矿资源概况

地方资源是指距宣钢250公里以内,以汽运到厂的铁精粉,主要分布在河北的赤城、庞家堡、崇礼、涿鹿、怀安、涿源、涿水以及山西灵丘、内蒙兴和等地,总资源量约为350万吨。

宣一赤:这一带包括赤城、庞家堡,是宣钢当地主要的铁精粉供应地,距宣钢30~80km,原矿品位在38%左右,矿石密度大,

难磨难选。现有选厂30多家,年产酸性精粉约70万吨,产品大部分销往宣钢。精粉品位在65%左右, SiO₂在6.5%左右,精粉中有害杂质较少。

崇礼:距宣钢40km,原矿品位在13%~15%之间,露天开采,矿石密度小,易磨易选。当地较大的选厂有5家,年产半自熔精粉约20万吨,主要销往宣钢。由于原矿品位较低,选比较高,精粉品位也较低,一般在62%左右,个别选厂采用干磁选技术,将原矿破碎后经过粗选,原矿品位由13.57%提高到18.80%,然后再进入球磨机选矿,选矿效率得到提高,精粉品位提高到64%以上。

崇礼矿石品位虽低,但是储量丰富,矿石成本极低,容易开采,运输方便,能够引起投资者的兴趣,该地区选矿发展潜力较大。

涿鹿:选厂距宣钢90~150km,原矿品位较高,一般在48%左右。较大选厂有4家,年产自熔性精粉约20万吨,除少量销往长治和沙城外,大部分由中间商送往宣钢,精粉品位在64%左右, SiO_2 在4%左右。

涿源:距宣钢250km,大小选厂有80多个,年产自熔性精粉150万吨以上,产品主要销往石钢、邯钢、宣钢、长治、临汾等地。其中较大的选厂有涿源县京源矿业有限责任公司,年产量25万吨;涿源县浮图峪矿粉源厂,年产精粉10万吨;海德矿业公司,年产精粉5万吨,精粉品位大多在63%左右。

涿源地区生产的自熔性精粉产量大,质量稳定,适合烧结使用,且地处几家钢铁企业之间,资源争夺激烈,宣钢与华能集团共同组建的华宣公司,专门负责当地精粉的采购,年采购量在20~30万吨。

涿水:选厂距宣钢160km。矿石品位较高,一般在46%~52%之间,矿石密度大,含铅、锌、硫等多种矿物元素,选矿工艺中要增加选硫等环节才能控制精粉有害成份,因此选矿成本较高。精粉为自熔或半自熔,年产量约25万吨,品位在63%以上,精粉中含有硫、铅、锌等杂质。

灵丘:在山西境内,距宣钢250km,年产酸性精粉30万吨,是宣钢2001年新开发的原料基地。

其它资源:怀安有寺沟和王虎屯两个选厂,年产酸性精粉5万吨;内蒙兴和有三个小选厂,年产精粉3万吨;在赤城、庞家堡一带,蕴藏着赤铁矿资源,具有年开采15万吨的能力,品位在42%~55%之间。由于产、质量等原因,宣钢基本不使用这些资源。

宣钢炼铁能力达到300万吨后,铁精粉年用量在250万吨(进口矿200万吨),宣钢附近小铁厂每年消耗铁精粉约40万吨,涿源精粉由于价格高、运距远等因素,宣钢年采购量仅在20~30万吨,可见要想满足宣钢发展的需求,必须要加大对地方资源的开发力度。

3 地方资源的特点

(1)品种多,质量参差不齐。宣化、赤城一带生产酸性精粉,崇礼为半自熔精粉,涿源等地是自熔性精粉,2002年宣钢采购的118万吨地方精粉中,自熔或半自熔精粉占60%。同一品种不同矿点的精粉质量也相差很大。由于精粉品种多,来源广,质量波动较大,给生产使用带来不便。而宣钢原料场受料、混料能力较差,一些地方精粉未经混料直接入烧,造成烧结矿成分波动。

(2)选厂多,规模小。宣钢附近地方选厂由于受矿产资源及经济发展状况等因素的影响,规模普遍较小,如宣化、赤城一带有30多家选厂,年产精粉共70万吨,而年产量超过5万吨的选厂仅4家,无1家年产量达到10万吨,多数选厂精粉年产量不足万吨,这些小选厂生产的精粉多由中间商销售,致使进厂精粉矿点不明,给原料管理带来困难。

(3)运距短,价格低。除涿源精粉由于资源紧张、运距远而价格较高外,宣钢周围其它地方精粉最大优势是价格低,一般较外地精粉低50~60元。

4 地方资源使用情况及今后发展趋势

2002年地方资源在烧结生产中的用量大幅增加,是宣钢降成本、增效益的主要原因。由于地方资源具有价格低、不易外流等优势,我们应该以新的观念认识地方资源开发和使用的价值。

宣钢地方资源品种较多,有大量自熔和半自熔精粉,而自熔精粉和半自熔精粉 SiO_2 含量较低, CaO 、 MgO 含量较高,更适合烧结高铁、低硅的要求,应优先采购,特别对精粉品质好,质量稳定的大选厂,尽可能直接采购,如此不但可以降低采购成本,更重要的是能够防止优质资源外流。

宣一赤一带距宣钢较近,精粉主要销往

宣钢,这里选厂多,精粉总量大,质量参差不齐,采购部门要利用价格杠杆,提高精粉质量标准,淘汰那些设备落后、缺乏矿石资源的小选厂,提高本地选矿整体水平,全面改善精粉质量。

培育地方骨干企业。宣钢附近地方选厂数量较多,但规模较小,不利于地方精粉市场的稳定。宣钢对有资金、有实力、有远见的地方骨干企业应给予一定激励政策,促进其发展规模,作大地方精粉市场,保证精粉供应的数量和质量,增加宣钢抵御风险的能力。特别是在公司钢产量即将达到300万吨/年的情况下,我们更要抓住时机,拓展地方资源规模,消除潜在的制约宣钢发展的瓶颈。

平衡国内、国外两个市场的资源。2002年宣钢进口矿粉的使用量首次超过国产铁精粉,并取得了较好的效益,但是随着中国对进口粉需求量的急剧增大,以及国际海运费用居高不下,2003年进口矿价格大幅提高。因此烧结原料结构要进行相应调整,对烧结成本进行动态管理,烧结配料要围绕成本、效益转,让国际、国内两个市场相互促进,取长补短,努力降低烧结成本,提高炼铁整体效益。

宣钢当地及周边铁矿资源品质相差很大,宣一赤一带产酸性精粉,崇礼是半自熔精粉,涿鹿、涑水及涑源地区为全自熔精粉。在使用时要制定严格的管理制度,根据精粉的性质,分堆平铺存放,某个品种达到一定数量,混匀后参加配料,减少汽运精粉直接入仓,保证烧结矿成份相对稳定,降低有害杂质的影响。

宣钢当地低品位精粉(TFe60%~63%)和红矿(TFe50%~55%)价格很低,应考虑在不影响现有精粉收购秩序的情况下,定点收购,合理配用。

解决好精粉采购的中间环节。中间商是商品流通过程中不可缺少的环节,它可以在供求双方起到缓冲和润滑的作用,但是过多的中间环节会增加采购成本,难免出现以次

充好现象,对中间商要加强制度管理和政策引导,使其成为宣钢精粉质量管理、监督的一部分。减少中间环节后,供户的利益得到保证,也能防止优质资源的外流。

建造现代化原料场。宣钢地方资源品种杂,成分波动大,随着炼铁能力的不断提高,原料场混料能力日显不足,大量原料直接入烧或只进行简单混匀必然会影响烧结矿质量,对于宣钢烧结生产吃百家饭的现状,应该增加必要的设施,实现所有含铁原料的平铺混匀,稳定烧结矿质量,最大程度地发挥炼铁效益。

5 效益浅析

宣钢地方精粉(涑源除外)到厂价较外地精粉低50~60元/吨,以2002年与2001年相比,地方精粉增加量为46.2万吨,以每吨50元计,年效益为2310万元。

6 结论

宣钢300万吨钢的实现以及向更高目标的迈进,需要资源的支撑,我们必须从战略的角度出发,占有地方资源。

(1)随着市场竞争的加剧,地方资源的价格优势突出,为了进一步降低生产成本,增强宣钢的市场竞争力,我们必须最大限度利用好地方资源。

(2)宣钢地方资源总量约350万吨,宣钢可获资源不足200万吨,不能完全满足宣钢生产需求,因此我们必须要积极抢占地方资源,同时不断开拓市场。

(3)由于地方资源品质参差不齐,销售环节较多,应加强原料质量管理,杜绝劣质精粉流入宣钢,并对不同品种精粉分类管理,合理使用。

(4)平衡好国内、国际两个市场的资源,炼铁生产始终围绕成本、效益转。

昆钢高炉长寿技术展望

杨雪峰

(技术中心)

摘要 文章回顾了我国高炉长寿技术的发展历史,对六高炉综合采用的长寿技术措施和在实践中取得的效果进行了分析,指出了目前影响我国中小高炉寿命进一步提高的限制性环节,并建议在高炉中下部关键区域推广应用铜质冷却器和纯(软)水密闭冷却的长寿新技术。

关键词 高炉 中下部 结构 冷却 长寿

1 前言

昆钢高炉炼铁已经有60多年的历史,各高炉各代炉役装备水平各异,生产条件差别较大,高炉寿命也参差不齐。但总的来说,就高炉长寿技术进步的历史而言,可以用炉缸、炉底是否使用自焙碳砖和六高炉投产来作一个简单的划分。昆钢高炉炉缸、炉底使用自焙碳砖之前,受K、Na、Zn、Pb等有害元素侵蚀,档次较低的硅铝质耐火材料发生异常膨胀,炉壳胀裂、炉缸烧穿等恶性事故时有发生,炉缸、炉底的寿命较短,一代炉役一般不超过8年。自20世纪80年代开始使用中国人独创的自焙碳砖之后,昆钢高炉的长寿技术有了很大发展,一代炉役中修1次寿命可达11年左右,炉底砖的侵蚀线一般不会超过两层砖的厚度,高炉长寿的关键部位也从炉缸、炉底转移到了高炉中下部。2000m³的六号高炉建成投产,是昆钢高炉长寿的一个新的里程碑,多项先进技术的综合采用可望使该高炉一代炉役不中修、寿命达到8~10年。但是由于高炉中下部短寿的问题没有得到根本解决,中小高炉3~5年中修一次的情况仍然没有改观。虽然高炉表现寿命可达到11年左右,但长寿的质量和含量很差,不符合新世纪高炉长寿新概念的要求。新的长寿概念首先强调不中修,其次要

求单位炉容产铁达到5000~10000t/m³。日本千叶6高炉和水岛3高炉寿命都已经突破20年,下一代炉役已按30年不中修设计。结合昆钢的实际情况,能否解决高炉中下部的短寿问题,将成为高炉长寿技术进步的制约性环节。

2 高炉中下部长寿的新理念

2.1 高炉中下部长寿新理念的建立

高炉中下部是指炉身下部、炉腰和炉腹。该区域是炉内初渣产生、软熔带形成和煤气流改变方向最激烈的部位,热负荷高而且波动大,炉体寿命短。传统的设计方法是加强冷却和改善耐火材料质量,但多年的生产实践表明,无论是碳化硅砖还是刚玉砖,无论是铁素体球墨铸铁冷却壁还是铸钢冷却壁,效果都不理想,不能达到中下部与炉缸、炉底寿命同步、消除中修的目的。于是人们的技术理念逐步转向在高炉中下部建立一个无过热的冷却体系,依靠形成稳定的渣皮来保持操作炉型,延长炉体寿命,因为渣皮本身就是最好的炉衬。具体做法就是使用铜质冷却器配加纯(软)水密闭循环冷却。目前最具代表性的是意大利达涅利集团荷兰霍戈文厂的密集式全铜冷却板加石墨质耐火材料冷却结构和最近20年兴起的轧制

铜板冷却壁配加普通耐火材料的方式。两种模式都已经有过一代炉役寿命超过15年的生产实践。

2.2 传统冷却方式和新冷却方式的比较

纯(软)水冷却和普通工业水冷却相比较的最大优势就是不结水垢,水垢的导热系数为 $0.58\text{W/m}\cdot\text{k}$,是钢管的 $1/87$,每毫米水垢可产生 $60^\circ\text{C}\sim 100^\circ\text{C}$ 水温差。一般生产中的冷却壁的水垢厚度为 $3\sim 5\text{mm}$,可产生 $180^\circ\text{C}\sim 400^\circ\text{C}$ 的温差,很容易造成冷却壁热面烧损,所以使用纯(软)水的冷却效率要比普通工业水高得多。

传统冷却壁导热系数低,仅 $25\sim 30\text{W/m}\cdot\text{k}$,并且水管和冷却壁基体之间存在气隙和防渗碳涂层,其热阻达到总热阻的 50% 左右,冷却效果较差。当冷却壁热面温度达到 760°C 以后,基本材质就会发生晶体相变,继而产生裂纹并破损。铜质冷却器基体导热系数达到 $380\text{W/m}\cdot\text{k}$,并且一般采用直接钻孔方式,不产生气隙和涂层,传热能力达到普通冷却壁的 $10\sim 20$ 倍。实际测定的高炉炉身下部和炉腰处的热流峰值为 $80\text{kW}/\text{m}^2$,而铜冷却器在渣皮脱落时可以承受 $240\text{kW}/\text{m}^2$ 的热流强度,热面温度仍然低于 230°C ,这足以说明铜冷却器能够满足高炉中下部热流强度在峰值情况和正常工作下的要求。铜冷却壁在渣皮脱落后 $5\sim 15\text{min}$ 可重新生成新的渣皮,保持操作炉型完整,冷却壁热面温度实际不超过 100°C ,而普通冷却壁则需要 4h 左右,冷却壁热面温度很容易超过 800°C ,造成冷却壁损坏。国外在高炉生产实践中的测定表明,铜冷却壁的年平均磨损量为 $0\sim 0.3\text{mm}$,因此铜冷却壁的寿命可望达到 $30\sim 50$ 年。

综上所述,采用铜冷却器配合纯(软)水密闭循环冷却系统,可望从根本上解决高炉中下部的短寿问题。

2.3 应用实例

1979年以前就有包括卢森堡C高炉在

内的多家高炉使用过密集式铜冷却板和纯(软)水密闭循环冷却系统;1979年8月汉堡4号高炉使用了两块铜冷却壁,这是世界上高炉第一次使用铜冷却壁;2001年武钢1高炉和本钢5高炉安装了从国外引进的铜冷却壁;2002年3月停产大修的首钢2高炉安装了120块由广东汕头华兴冶金备件厂生产的铜冷却壁,这是我国高炉首次正式使用国产铜冷却壁。

3 昆钢六高炉长寿技术

昆钢六高炉(2000m^3)综合采用了并罐式无料钟炉项、炉缸炉底陶瓷杯结构以及纯水密闭循环冷却系统等多项先进成熟的长寿技术。其中炉底封板下设置排式水冷管,炉缸采用双层炉壳水套冷却,炉腹、炉腰和炉身下部采用密集式铜冷却板冷却,炉身中上部采用铸铁扁水箱冷却。六高炉开炉4年来除27层 15° 铜冷却板外环水道因质量问题烧坏外,其余均完好无损,长寿前景看好。

3.1 六高炉中下部炉体结构

六高炉中下部关键部位采用了密集式纯铜冷却板冷却。与霍戈文厂的高炉冷却方式属同一种结构类型。铜冷却板的间距为 300mm ,内部结构为双流八通道,均达到了国际先进水平。唯一的缺点是铜冷却板之间的国产微孔铝碳砖导热性和热震性能稍显不足,如采用石墨质耐火材料使用效果将会更好。这种冷却方式有两个优点:一是能有效减少风口受到的热冲击,二是能够承受更大范围的热负荷波动,比较适合昆钢高炉的操作特点。六高炉开炉4年以来炉况一直稳定顺行,中下部的热流强度稳定在 $30\sim 50\text{kW}/\text{m}^2$,除27层 15° 铜冷却板外水道因质量问题烧坏外,其余1139块铜冷却板均完好无损。从热电偶监测情况来看,高炉中下部炉衬温度从陡升到回落的时间都非常短,说明渣皮一旦脱落能够及时重新生成。六高炉的生产实践证明,高炉中下部采用铜冷却

器和纯水密闭循环冷却系统的结构是成功的,这对于解决其它中小高炉中下部短寿问题起到了很好的示范带头作用。

3.2 陶瓷杯炉缸、炉底结构

六高炉炉缸、炉底采用了半石墨化低气孔率自焙碳砖+复合棕刚玉陶瓷砌体的“陶瓷杯”结构。开炉以来保温效果较好,节能效益明显,但从第3年下半年开始,发现风口角度普遍上扬,正常的送风制度遭到破坏,技术经济指标一度下滑。调查研究后,得知主要原因是复合棕刚玉陶瓷砌体抗K、Na、Zn、Pb等有害元素的综合侵蚀性能不够,局部发生结构疏松和体积膨胀所致,但整个炉缸、炉底并未受到异常侵蚀,不存在威胁长寿的较大问题。国产陶瓷杯炉缸、炉底结构在生产实践中尚未有取得长寿的先例,主要原因一方面是国内耐火材料的抗渗透性差、气孔率高、气孔直径大,经受不住K、Na、Zn、Pb等有害元素的综合侵蚀;另一方面是自焙碳砖在烘炉和正常生产过程中达不到理想的焙烧温度而容易产生疏松脆化。昆钢六高炉由于铁水含Ti较高,正常情况为0.08~0.10%,炉温高时达到0.20%左右,长年累月的Ti化合物沉积使得护炉效果较好,故外厂发生的陶瓷杯炉缸、炉底破损问题暂未发现,其长寿水平有待在生产实践中进一步检验。

4 昆钢中小高炉长寿技术展望

昆钢中小高炉炉身下部、炉腰和炉腹的冷却壁一般在开炉2~3年后大量损坏,5年左右必须中修一次。比如2000年2月24日开炉的5高炉(700m)中下部冷却壁截止2002年底已经损坏20多块,并于2002年12月安装了18只柱状铜冷却器。可以说,要使昆钢中小高炉真正实现长寿,首先要解决高炉中下部的短寿问题。借鉴六高炉和国内外的成功经验,要解决高炉中下部短寿问题就必须采用铜冷却器+纯(软)水密闭循

环的冷却结构。而采用此项新技术,决策者们最担心的是投资回报问题,为此可以作一个简单的计算。就目前的情况看,五高炉5年左右将中修一次,六高炉不中修一代炉役寿命将可达到10年左右。假如五高炉在中下部关键部位使用4段铜冷却壁,并采用纯(软)水密闭循环冷却,不中修寿命可达到10年左右,则根据当前的市场价格测算,五高炉一次性投入将增加700万元左右。五高炉中修一次大约需要65天,净损失铁产量10.3万t左右,折合经济效益约1000万元;中修一次需要再投入资金约5000万元;另外退役后的铜冷却器还能回收其投资的25~30%。也就是说,使用铜冷却器加纯水密闭循环的效益为投资的10倍左右,仅减少中修期间的停产损失一项就可回收全部投资。所以在昆钢中小高炉中下部关键部位采用铜冷却壁和纯水密闭循环冷却,不但技术上合理,可延长高炉寿命、减少中修、改善技术经济指标,而且在经济上是可行的,收到的效益是投资的10倍左右。笔者建议在昆钢中小高炉的大修改造中大力推广应用此项新技术,最好能借四高炉大修改造的契机,树立一个样板工程,今后加以推广应用。

5 结语

(1) 昆钢高炉长寿的关键部位已经从炉缸、炉底转移到炉身下部、炉腰和炉腹。

(2) 在昆钢高炉中下部关键部位采用铜冷却器+纯(软)水密闭循环冷却新技术,不但技术上可行,能延长高炉寿命、取消中修,而且经济上可行,效益为投资的10倍左右,仅减少中修期间的停产损失一项就可回收全部投资。(3) 昆钢六高炉综合采用了多项先进成熟的长寿技术,在生产实践中收到了比较好的效果,应在今后的中小高炉大修改造中推广应用这些新技术。

日本节能高炉炼铁技术的最新进展

常久柱, 苍大强

(北京科技大学冶金学院, 北京 100083)

摘要:介绍了日本 21 世纪高炉炼铁新技术的最新进展情况, 其中包括该项目的宗旨和主体思路(如寻求一种利用低温化学反应实现节能 50% 炼铁的新技术), 同时介绍了该项目的组织机构以及近期所取得的两项重大突破: 实现了低温煤气化过程的高速化反应和完成了新高炉的基本设计(采用富氧鼓风等措施), 可达到节能 50% 的目的。

关键词:高炉; 节能; 低温反应; 富氧

中图分类号:TF53 **文献标识码:**D **文章编号:**1001-0963(2003)03-0070-04

New Development of Energy Saving Technology

for Blast Furnace in Japan

CHANG Jiu-zhu, CANG Da-qiang

(University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract: The 21 Century blast furnace research project in Japan was introduced, which involves the main idea of the project for searching a new way for lower temperature reaction in order to save 50% energy. The organization of the project and the two new breakthrough of the project were introduced as well, i. e. speeding up low temperature gasification process and the completion of the new BF basic design (blasting with oxygen enrichment, etc.).

Key words: blast furnace; energy-saving; low temperature reaction; oxygen enrichment

2001年9月,日本钢铁协会在日本福冈市组织召开了2001年度秋季钢铁技术学术年会,来自日本的各大学院校、科研机构、各大钢铁公司以及来自美国、韩国、澳大利亚和中国的专家学者400多人参加了大会。

在这次大会开幕的前一天下午,由日本高温过程研究会发布了1999年已列入日本文部科学省科学技术厅重点科研项目的《21世纪高炉炼铁技术》两年来的最新研究成果。该项目是日本北海道大学石井邦宣教授于1999年率先提出的。目前,有18个研究单位、包括新日铁在内的5个钢铁公司、11所大学和2个国家研究部门参与了该项目的研究。

1 《21世纪高炉炼铁技术》项目的宗旨及主体思路

《21世纪高炉炼铁技术》项目的宗旨是:以高炉节能50%为目标,大幅度降低高炉的燃料消耗、减少渣量、CO₂及其它有害物质的排放量。研究开发出综合节能与环保为一体的新一代高炉炼铁技术。

2000年,日本钢铁工业能耗占日本全国总能耗的12%(中国为11%),而仅高炉工序的能耗就占了钢铁工业能耗的70%。如果高炉能耗能够减少一半,钢铁工业能耗将降低35%,全国总能耗将减少4%。21世纪仍占主导地位的高炉炼铁工艺,在

能源利用方面还有很大潜力,投入到高炉中的能量没有100%地发挥作用,仅有50%的CO气体被有效地利用。目前,日本全国高炉的平均焦比为420 kg/t_铁;煤比为120 kg/t_铁(折合成800 kg_{焦炭}/t_铁)。

该项目的主体思路是:以热力学、冶金学以及生产技术方面的研究为基础,寻求一种高炉内低温反应过程。如果平均出铁温度和炉渣温度从1550℃降至1350℃,那么,总煤耗可降到450 kg/t_铁。为此应设法降低高炉炉渣的熔点,提高碳向铁水的渗透率,重点研究铁矿石中矿物成分及其分布的控制技术等。

进一步研究矿石成块技术,将铁矿石适当处理,形成Fe₂O₃到FeO的控制过程,这样,煤耗可降至550 kg/t_铁左右。而目前使用的铁矿石,由于其还原反应是从FeO到Fe的控制过程,要将煤耗减到720 kg/t_铁以下几乎是不可能的。此外,通过降低高炉的内部温度,生铁中的杂质可自动地减少一半,还可省去铁水预处理工序,从而又有可观的节能效果。为此,应制定一系列优化炉内工艺的方法,形成一套适合21世纪高炉操作特点的高炉操作模型,用以控制高炉内复杂的化学反应来指导高炉操作。

2 项目研究的组织机构

为了实现以上目标,日本高温过程研究会组织了以石井邦直部长为首的一个庞大的研究机构,该机构由表1中所示的4个研究小组组成。

表1 研究机构的组成
Table 1 Research group and project

组织	研究题目	负责人
第1小组	实现煤气还原反应的高速化	石井邦直(北海道大学教授)兼务
第2小组	应用于(21世纪高炉炼铁技术)的矿石、石灰石等原料的特性	清水正康(九州大学教授)
第3小组	降低炉渣及还原铁的熔点	水田和宏(东京工业大学教授)
第4小组	建立(21世纪高炉炼铁技术)的化学反应解析及理论操作模型	八木顺一郎(东北大学多元系研究所教授)

3 本次福冈会议发表的科研成果

在反应“高速化”和“低温化”的研究方面,以热

保温带温度700℃、浸碳温度1250℃为目标,从热力学和速度论的角度对炉内的还原、煤气化和浸碳这3个主要反应过程进行了剖析。本次发表的论文主要涉及:还原与煤气化的耦合反应、矿石被碳直接还原、煤气化反应开始温度的低温化、熔融还原与浸碳的同时反应、触媒效果的电显研究;熔融现象的机理剖析和低温点炉渣的热力学特性。

在矿石造块技术和高精度过程控制模型理论的研究中,以节能、低渣量、高反应性为目标,对造块机理进行了剖析,高精度过程控制模型理论的研究也取得了初步成果。本次发表的相关论文有:熔融接合现象的模拟实验、熔融凝固多孔体的组织控制及强度分析、矿石与煤的结合实验、铁矿石低温结合、还原铁的浸碳模拟实验、脆性固体在下降过程中的粉化现象、实现节能30%的智能高炉操作以及综合操作技术——高炉专家系统的开发等。

4 近期取得的两项重大突破

4.1 煤气化反应的高速化和反应开始温度的低温化

为了实现在高炉的低温操作,煤气化反应的高速化和反应开始温度的低温化被列为该项目的重要课题。丰桥技术科技大学工学部的川上正博等研究了低温下各种炭材与CO₂的反应速度K、作用机理以及添加氧后反应速度及反应开始温度的变化情况。实验结果表明,反应速度与炭材结构有一定的关系;在添加1%的氧后,反应速度明显加快,在773K下反应也能顺利进行。

图1示出各种形式的石墨碳在773~1023K下的反应速度。可见,即使在873K以下ΔG为正

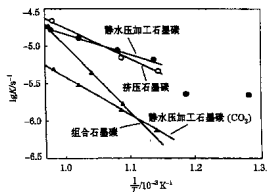


图1 反应速度与温度的关系

Fig.1 Relation between reaction rate and temperature

值时,反应仍在进行。在静水压加工石墨碳中添加1%的氧后,反应速度明显加快。

4.2 21世纪高炉的基本设计

NKK综合研究所的佐藤道贵等论述了21世纪高炉的基本构想。其主要观点是:要想在现有高炉冶炼技术的基础上实现节能50%,并大幅度减少CO₂及其它有害杂质的排放量,采用高氧送风这一措施是不可缺少的。这样可以减少炉内煤气容积,缓和充填层对煤气流的阻力。另外,为了进一步

减少煤气容积,降低排碳量可采取向炉内大量喷吹废塑料、降低间接还原带温度、使用氧化球团、循环使用炉内煤气等措施。随着铁水温度的降低和流量的减少,排碳量下降,热损失也会大幅度减少,再加上开发出的综合高炉专家系统能指导操作者精细操作,实现节能50%的目标是很有可能的。

在上述条件下,由于高炉下部液相炉渣的减少及煤气量的降低,高炉趋于小型化,炉缸直径可减小20%,而其产量可提高70%,如图2所示。如果产

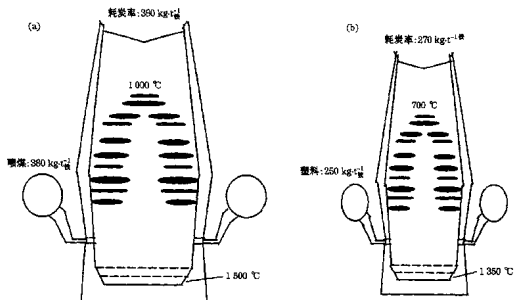


图2 传统高炉(a)和紧凑型高炉(b)的示意图

Fig.2 Schematic of conventional (a) and compact (b) blast furnace

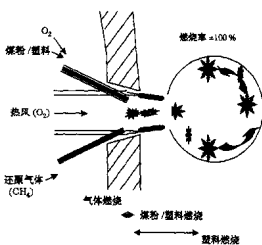


图3 高炉同时喷吹煤粉、塑料和甲烷的示意图

Fig.3 Schematic for BF injection PC, plastic and methane

量和炉容量不变,仍使用原有高炉的话,所用焦炭的强度和粒度范围也可放宽。不过,随着焦炭强度降低,软熔带变厚,料柱对煤气流的阻力会明显增加。这时,使用低温还原性好、初渣熔点低的烧结矿是非常必要的。

随着送风量的降低,氧的过剩率下降,用常规方法喷入高炉的燃料,其燃烧效率会降低,大量的未燃物可能从炉顶排出,因此必须考虑气、固燃料的组合喷吹方法。图3所示是组合喷吹甲烷(CH₄)、煤粉和固体废塑料的方法。CH₄的急剧燃烧加速了煤粉和废塑料的升温,还可延长粒径较大的废塑料颗粒在风中回旋区的停留时间。这样,通过灵活运用不同燃料的特点,可以充分提高喷入燃料的燃烧效率。

技改管理并举 工序能耗降低

中板厂 张以波 徐永圣

1 小组基本情况

1.1 小组概况

中板厂“节能降耗”QC小组成立于2002年元月,是一个由干部、工程技术人员、工人三结合组成的现场型小组,小组成立后一直以工

艺规范为标准全方位进行检查活动,对加热工序、轧制工序、剪切工序以及设备使用进行量化考核,加大设备的技术改造力度,改进管理,在增产的同时进一步降低中板厂的加热炉能耗和工序能耗。

1.2 小组人员组成及分工见表1

表1 小组成员分工表

序号	姓名	性别	年龄	文化程度	职务(工种)	分工
1	达国光	男	53	大学	副厂长	组长
2	侯中华	男	37	大学	厂长助理	副组长
3	刘新宇	男	30	大学	生技部副主任	副组长
4	廖仕军	男	34	大学	工艺主办	工艺与质量
5	徐永圣	男	34	大学	热工主办	负责加热工艺制度制定及技术培训
6	张以波	男	26	大学	热工技术员	负责加热工序现场监督
7	费鸿	男	32	大专	轧钢技术员	负责精整工序现场监督
8	方兴福	男	39	中专	轧钢技术员	负责轧制工序现场监督
9	华长森	男	52	大专	计能员	负责现场检查、数据收集及考核
10	刘春前	男	30	大专	设备员	负责供排水现场监督
11	白雨生	男	52	高中	设备员	负责现场电气
12	秦吉敏	女	33	中专	仪表班班长	负责仪表检测

1.3 小组活动方式

本QC小组从2002年元月份起开展活动,小组每月集中活动一次,活动时间不少于2小时,小组根据PDCA循环的工作方法,全面运用TQC知识分析问题、解决问题,同时做好活动记录。

2 中板生产流程

原料验收、切割→加热→粗除磷→三辊开坯→延伸辊道→精除磷→四辊精轧→热矫→冷却→上表检查→翻板→剪切→下表检查→打印、喷字→成品入库

3 选题理由

中板加工费用中,工序能耗占40%左右,纵向、横向比较,仍有较大差距。

(1)发达国家的同行企业只占12%左右,无法同比。

(2)2001年全国同类型中板厂主要经济指标见表2。

①从年产量上排,南钢中板厂名列第二,仅次于济钢中板厂。

②从品种板比例上排,南钢中板厂名列第二,仅次于重钢五厂。

③从工序能耗上排,南钢中板厂名列第六。重钢五厂是中板行业的排头兵,其品种板比例年年递增,一直处于榜首,其工序能耗也多