

首钢炼铁工序能源现状分析

孙浩娜

(首钢炼铁厂, 北京 100041)

摘 要 通过对首钢炼铁工序能源结构的分析, 找出了炼铁节能降耗的关键要素, 并从优化高炉操作、加强余能余热回收、强化管理等几个方面详细介绍了近年来首钢炼铁工序所采用的节能降耗措施, 指出炼铁行业要高度重视能源的回收利用。

关键词 炼铁 能源 分析 措施

The Analysis of Shougang Ironmaking Energy Status

Sun Haona

(The Ironmaking Factory of Shougang, Beijing, 100041)

Abstract Based on the analysis of Shougang iron-making energy structure, the iron -making key elements of energy saving are found. The article introduces the adopted energy-saving measures of the Shougang iron-making factory in three aspects of the optimization of blast furnace operation, the recycling of waste heat and energy and strengthening management in recent years . the iron-making industries should pay attention to the recycling of energy.

Key words ironmaking, energy, analysis, measures

1 引言

首钢炼铁厂始建于1919年, 到90年代, 各高炉进行了大修扩容改造, 形成了五座高炉, 总有效容积9934 m³的生产规模。2001年北京申办奥运成功, 绿色奥运是北京向全世界的庄严承诺, 首钢在北京兑现这个承诺的舞台上扮演着重要角色。为兑现这一承诺, 首钢炼铁厂五高炉、四高炉、二高炉分别于2006年6月、2007年12月、2008年5月停产, 在2008年奥运会期间, 一高炉单炉生产。由于产能的降低, 首钢炼铁工序能耗呈上升趋势(见图1)。

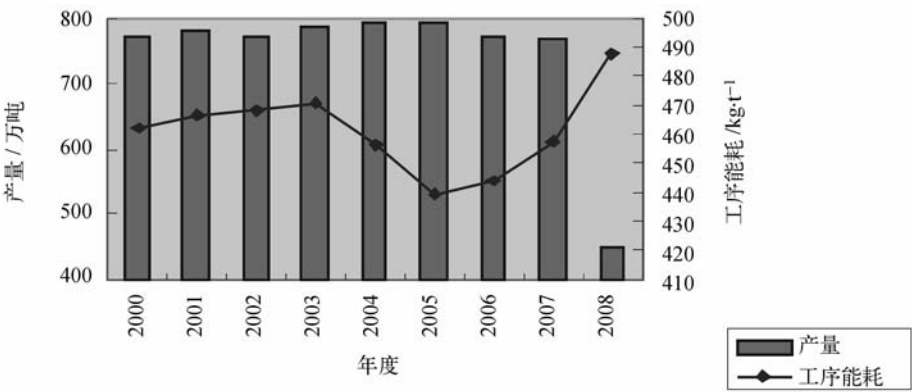


图1 近年来首钢炼铁工序能耗、产量变化趋势图

2 首钢炼铁工序能源结构分析

首钢炼铁工序能源消耗结构包括燃料项、动力项、回收项。燃料项包括焦炉煤气、高炉煤气、焦炭、煤粉, 动力项包括蒸汽、鼓风、电、工业水、氧气、压缩空气、氮气、净水。从表1可以看出, 首钢炼铁

能源扣除回收项，燃料消耗占 90%，动力项占 10%，因而，炼铁厂的节能降耗的重点应放在如何降低燃料消耗上。另外，能源回收对炼铁工序能耗影响很大，抓好回收对炼铁节能降耗是一项十分有力的措施。炼铁能源回收包括高炉水渣余热回收、高炉煤气回收、热风炉烟气热量回收、TRT 发电。目前，首钢炼铁能源回收有高炉煤气回收、热风炉烟气热量回收、TRT 发电。过去，首钢水渣余热曾用于首钢居民区供暖，随着北京市热力管道的铺设而停用。

表 1 首钢炼铁能耗指标

项 目	单 位	2006 年	2007 年	2008 年
燃料项	单耗/kgce · t ⁻¹	545.92	552.70	577.85
	比例/%	90.38	90.33	89.40
动力项	单耗/kgce · t ⁻¹	58.11	59.17	68.53
	比例/%	9.62	9.67	10.6
回收项	/kgce · t ⁻¹	-160.07	-154.42	-158.60
炼铁能耗	/kgce · t ⁻¹	443.96	457.45	487.78

3 首钢炼铁工序节能降耗措施

从表 1 可以看出，炼铁工序节能降耗的关键在燃料消耗和能源回收。首钢炼铁厂紧紧围绕这两方面开展各项节能工作。

3.1 优化高炉操作，降低燃料比

3.1.1 实施精料方针

精料是高炉稳定顺行、节能降耗的物质基础。为提高入厂原燃料质量，首钢炼铁厂在 2006 年采用了供应链管理新模式，专业人员与供应公司一起到厂家实地考察原燃料质量，做到“触角前伸打外围”，全面掌握进厂原燃料质量、数量变化趋势。对出现的质量问题专业人员及时向高炉反馈，最大限度减少原燃料质量波动对高炉生产的影响。随着高炉陆续停产，外购焦用量逐渐减少，焦炭质量的稳定性得到了保证（图 2 是近年来首钢焦炭用量分布）。为满足高炉操作对焦炭热性能的需求，焦炭热性能的检验由过去的抽测改为目前的日常检验，做到实时监测。

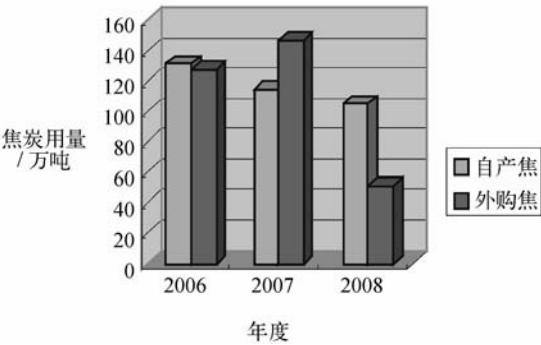


图 2 焦炭用量分布图

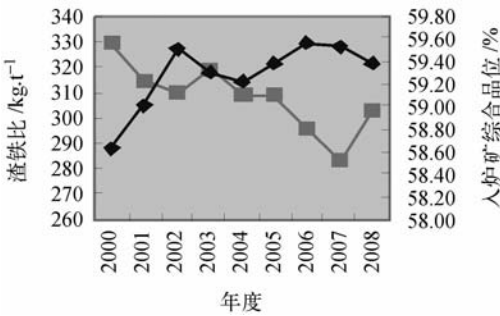


图 3 入炉矿综合品位、渣铁比变化趋势图

■渣铁比 (kg/t)；◆入炉矿综合品位

在抓好入厂原燃料质量同时，通过改善自产烧结矿质量和优化炉料结构，提高了入炉矿的综合品位，降低了渣比（图 3）。首钢高炉的炉料结构为 69% 烧结矿 + 18% 球团矿 + 13% 生矿，入炉品位提高到 59%~60%。近年来，首钢炼铁相继对焦筛、矿筛进行了改造，改造后的筛子透孔率增加，改善了高炉料柱的透气性。另外，加强了筛分管理，特别是冬、雨季严格按管理办法执行，减少了粉末入炉量。

3.1.2 富氧鼓风

高炉富氧有三大优点：一是提高冶炼强度，增加产量；二是有利于改善喷吹燃料的燃烧；三是富氧后

氮气量减少使炉腹 CO 浓度相对增加，有利于间接反应进行，提高了炉顶煤气热值，有利于提高风温。

首钢高炉富氧起步较晚，受制氧能力的限制富氧率偏低，直到 2007 年，个别高炉富氧率才超过 1%。随着富氧量的提高，高炉各项技术经济指标不断改善。表 2 是一高炉近年来技术经济指标。

表 2 一高炉近年来技术经济指标

年 份	利用系数/ $t \cdot d^{-1} \cdot m^{-3}$	入炉焦比/ $kg \cdot t^{-1}$	喷煤比/ $kg \cdot t^{-1}$	富氧率/%	风温/ $^{\circ}C$
2004	2.164	449	58.9	0	1012
2005	2.287	358.9	113.8	0.23	1119
2006	2.37	329.4	140.9	0.52	1147
2007	2.391	325.5	143.2	1.02	1179

3.1.3 不断提高喷煤比

高炉风口喷吹煤粉，一方面以资源丰富的非炼焦煤资源代替高炉中近半数的焦炭量，不仅缓解了炼焦煤资源短缺的问题。而且减少了焦炭冶炼过程对环境的污染；另一方面，高煤比操作，以煤代替焦炭，降低了吨铁成本，增强了高炉炼铁的竞争力。提高喷煤比要注意控制未燃粉的数量，一般要求未燃粉的数量要低于喷煤量的 15%~20%。超量的未燃粉随煤气进入料柱会对高炉产生不利的影响，因此在生产中，提高煤粉在风口前燃烧率是提高喷吹量的重要课题。首钢通过选用燃烧性能好的混合煤、适当控制煤粉粒度、富氧、适时调整装料制度、采用斜风口等措施提高煤粉的燃烧速率，在煤比不断提高时保持了相对较低的燃料比（图 4）。

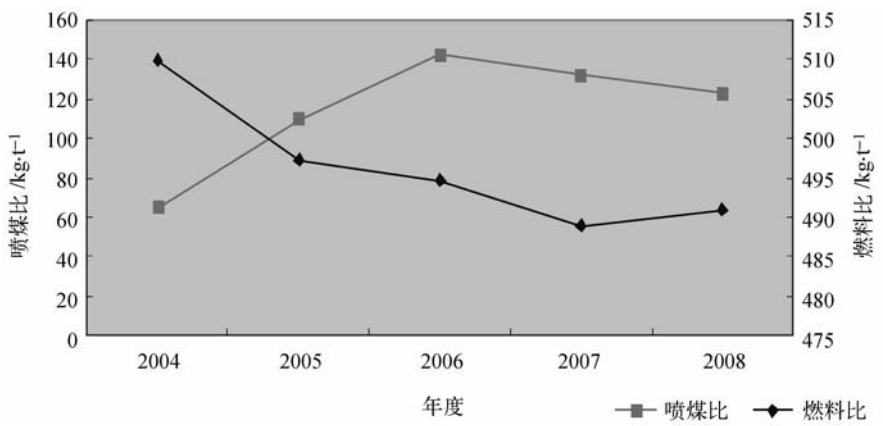


图 4 近年来首钢喷煤比、燃料比变化趋势

3.1.4 加强热风炉操作，改进设备和工艺，全面提高风温水平

热风带入炉缸的高温热量是高炉的重要热源，也是节能降耗的重要手段。首钢炼铁从三方面入手抓好热风炉操作：一是提高煤气富化比；二是合理控制燃烧送风周期，增加燃烧时间，保持蓄热平稳均衡；三是及时调整空气、煤气配比，密切注意拱顶温度、废烟气温度变化，实行快速燃烧。在改进操作的同时大力投入科研项目，在一、三高炉安装了热风炉自动燃烧系统，实现了燃烧过程操作自动化。该系统的使用对稳定和提高高炉的风温、节约煤气有显著的效果。由于设备老化，一高炉热风炉空气预热和三高炉热风炉煤气预热的换热器换热能力降低，利用高炉检修的机会分别于 2006 年、2008 年对设备进行了更换。通过采取上述措施，首钢风温水平得到了改善，表 3 是近年来首钢高炉风温的情况。

表 3 近年来首钢高炉风温变化

年 份	2004	2005	2006	2007	2008
风温/ $^{\circ}C$	985	1068	1146	1139	1125

3.1.5 保持合理的煤气分布，提高煤气利用率

合理的煤气分布是高炉炼铁的核心，存在两个层面：一是确保炉况的稳定顺行；二是提高煤气利用率，降低燃料比。首钢高炉根据外围变化勤于调整装料制度、送料制度，特别是布料方式由角度布料改成

了档位布料，能有效地控制中心煤气与边缘煤气，保持了合理的煤气分布，煤气利用率呈上升趋势，表 4 是首钢近年来煤气利用率情况。

表 4 近年来首钢高炉煤气利用率变化

年 份	2004	2005	2006	2007	2008
煤气利用率/%	41. 847	42. 354	43. 777	43. 376	43. 590

3.2 充分利用余热余能

3.2.1 热风炉废烟气余热利用

高炉热风炉的烟气温度为 250 ~ 350℃，烟气量大具有较多的余热。回收高炉热风炉烟气余热，预热热风炉所用煤气及助燃空气是提高风温、降低燃料比的有效措施。首钢一高炉热风炉使用了助燃空气单预热，预热后的空气温度在 120℃，三高炉使用空气、煤气双预热，预热后的温度均在 100℃，大大改善了热风炉工况，不仅提高了风温，还节约了焦炉煤气。首钢近年来又引用热风炉烟气余热干燥喷吹煤粉，代替原来动力锅炉产生的废烟气，解决了喷吹烟煤的安全问题。

3.2.2 提高炉顶压力，增加压差发电量

高炉炉顶煤气余压发电是利用炉顶煤气剩余压力使气体在透平内膨胀做功，推动透平转动，带动发电机发电。这种发电方式不消耗燃料，发电成本低，是高炉冶炼工序的重大节能项目，经济效果显著。首钢一、三高炉均安装了 TRT 装置，运行效果良好，年发电量在 9000 万 kW · h。

3.3 加强管理，节能降耗

3.3.1 加大节能宣传力度，制定动力能源考核办法

积极组织开展一年一度的节能宣传周活动，以黑板报、条幅、发放宣传品等形式宣传节能工作的重要性和紧迫性，增强职工的节能意识、资源意识和环保意识。公司下达的工序能耗指标逐级分解纳入到绩效考核中，与职工的效益工资直接挂钩。制定了动力能源管理考核办法，并严格按此办法对各车间进行检查监督，做到奖罚分明，有效地提高了全厂职工的节能意识，促进了各项节能措施的落实。

3.3.2 高炉操作实现规范化管理

首钢一业多地的发展需要更多的骨干、技术人员，许多精英被输送到新基地，这对高炉操作带来很大影响。针对这一情况，首钢炼铁提出了规范化操作，高炉操作参数采取定量化。根据目前高炉生产状况，技术人员共同探讨制定了统一的操作参数标准及攻守退措施，高炉操作者严格按此标准执行，保证了高炉重负荷下的炉况顺稳。

3.3.3 加强设备点检管理，降低非计划休风率

4 结束语

- (1) 近年来，首钢通过优化高炉操作、加大余热余能回收、加强管理，节能降耗工作取得了一些进步，但与宝钢相比，在风温、喷煤比、工序能耗等技术经济指标仍存在较大的差距。
- (2) 2008 年，首钢面临搬迁调整和北京市召开奥运会，炼铁产能降低，一些辅助设施未停，造成工序能耗指标升高。
- (3) 加大能源回收利用是炼铁节能降耗和降低成本的重要措施，炼铁行业要高度重视，合理配置。

参 考 文 献

[1] 王筱留. 高炉生产知识问答. 北京:冶金工业出版社,2004:272 ~ 301.

[2] 由文泉. 实用高炉炼铁技术. 北京:冶金工业出版社,2002:238 ~ 249.

[3] 敖爱国,居勤章. 宝钢高炉节能降耗生产实践. 第五届全国大高炉炼铁学术年会论文专辑,2004:14 ~ 19.