高炉炼铁与非高炉炼铁技术有何区别？

Via 常州精密钢管博客

高炉炼铁与非高炉炼铁技术有何区别？

导读：2018年重点钢铁企业加大节能工作力度,采取综合措施，为完成国家规定的节能减排目标努力工作,实现了炼铁系统工序能耗全面下降,为我国钢铁工业完成“十三五”节能目标做出了贡献。

2018年重点钢铁企业炼铁、球团工序能耗,与上年相比均有所下降,详见表1。

表1 重点钢铁企业炼铁系统工序能耗

单位:kgce/t

工序	炼铁	焦化	烧结	球团
2018年	392.13	104.88	48.60	25.36
2017年	392.90	100.40	48.44	25.43
增减	−0.77	+4.48	+0.16	−0.07

图1 阿联酋ESI 直接还原铁工厂流程图

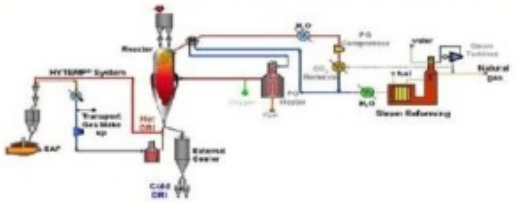

表2 重点企业高炉技术经济指标

项目	燃料比 kg/t	焦比 kg/t	小焦比 Kg/t	煤比 kg/t	风温℃	入炉矿品位%	熟料率%	利用系数 t/m³d	休风率 %	劳动生产率 t/人·年	炼铁工序能耗kgce/t
2018年	536.43	372.11	35.14	139.12	1139.82	57.42	89.98	2.58	1.86	7263.90	392.13
2017年	536.01	368.55	36.07	142.01	1148.48	57.16	89.88	2.52	1.96	6870.04	392.90
增减	+0.42	+3.56	−0.93	−2.89	−8.66	+0.26	+0.01	+0.06	−0.10	+393.86	−0.77
先进值	三明 496.55	三明 316.55	通钢 58.96	营口中板 171.93	太钢 1234.92	太钢 59.49	西林 100	淮钢 4.01	德龙 0.34	承钢 21831.96	涟源 308.27
落后值	606.17	453.61	0	86.09	921.79	54.31	80.21	2.05	12.83	1348.60	447.09

表3 COREX－3000生产技术的技术经济指标

项目	熔炼率	作业率	金属化率	燃料单耗	焦炭单耗	型煤比率	氧气单耗	氮气单耗	电力单耗	煤气输出	渣比	铁水Si	工序能耗
单位	t/h	%	%	kg/t	kg/t	%	m³/t	m³/t	kwh/t	m³/t	Kg/t	%	kgce/t
设计值	180	95.89	70	980	50	0	528	80	90	1638	350	0.55	437.3
2010	138	89.24	48.77	995	187	8.59	549	277	128	1685	297	0.87	624.7
2011	133	92.67	56.66	947	156	4.65	529	271	132	1621	263	0.81	593.87

表4 世界铁产量的组成

表4 世界铁产量的结构

年	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
世界铁产量，万吨	93362.5	103512.0	110474.6	112457.7	116410.6	117952.2	115886	115933	117477	123896.7
世界直接还原铁产量，万吨	6445.2	7001.5	7090.0	7093.0	7110	7455	7264	7276	7277.5	8412
世界直接还原铁占总铁量比例%	6.903	6.763	6.417	6.307	6.107	6.32	6.26	6.27	6.19	6.78956

www.josen.net

表5 不同工艺能耗比较

工艺方法	能源实物消耗	折合能耗，kgce/t
高炉	300～420kg冶金焦+200～135kg煤粉/t	481.0～588.5
天然气竖炉(HYL-ZR)	300～350Nm³天然气/t, 10.4～11.5GJ/t	355.3～392.9
天然气竖炉(MIDREX)	350～400Nm³天然气/t, 11.0～12.5GJ/t	375.8～427.1
煤制气—竖炉	600～750kg动力煤/t, 11.0～12.5GJ/t	375.8～427.1
回转窑	850～950kg褐煤/t,17.8～21.3GJ/t	650.0～750.0
隧道窑	250～400kg燃烧煤+460～600kg还原煤/t	700.0～800.0
COREX	987kg/t燃料比	
FINEX	720kg/t煤炭，50kg/t焦炭	

www.josen.net

表6 主要炼铁工艺的设计能力和能耗比较

工艺名称	还原剂	反应器类型	能耗/(GJ•t⁻¹)	单炉产能/(万t•a⁻¹)	折算标煤能耗/(kg•t⁻¹)
MIDREX	天然气	竖炉	10	180	342
HYL/Energiron	天然气	竖炉	10	190	342
煤制气竖炉直接还原	煤制混合气	竖炉	12	190	410
转底炉处理钢铁厂尘泥	煤/天然气	转底炉	12	14~40	410
流化床FINMET	天然气	流化床	13	150	444
转底炉生产粒铁	煤/天然气	转底炉	15	14~30	512
高炉炼铁流程	焦炭/煤粉	高炉	16	400	547
COREX熔融还原	块煤/焦炭	预还原炉—熔化气化炉	16.5	120	564
SL/RN回转窑	煤	回转窑	20	15	683
隧道窑	煤	隧道窑	25~30	1~4	854~1025

www.josen.net

各工序能耗最高值与最低值相差悬殊,说明重点炼铁企业之间生产技术发展不平衡，各企业生产条件差异也较大，计算方法还有不一致的地方。企业进行对标活动要进行细致分析，才能得出正确的结论。企业存在差距，说明企业尚有一定的节能潜力，还要加大淘汰落后设备的工作力度。

高炉炼铁技术经济指标

2018年全国重点钢铁企业高炉炼铁燃料比（部分企业未含小块焦比）为536.43千克/吨，比上年度上升0.42千克/吨；入炉焦比为372.11千克/吨，比上年上升3.56千克/吨；喷煤比为139.12千克/吨，比上年下降2.89千克/吨。2018年重点企业高炉技术经济指标多项目在下降,具体情况见表2。

目前，我国炼铁企业是多层次的，先进与落后企业并存，处于不同发展水平阶段。为促进我国炼铁生产技术进步，实现节能减排目标，提升炼铁企业的市场竞争力，我们应当加大力度推广成熟、先进、实用的炼铁技术装备。

非高炉炼铁技术发展情况

总体上，我国非高炉炼铁技术发展缓慢，没有重大的新进展，生产技术水平大大落后于国际先进水平。近

总体上，我国非高炉炼铁技术发展滞后，没有重大的新进展，生产技术和十大发明无关，与国际先进水平一定差距。近年来，我国还原铁产量一直低于60万吨/年。隧道窑直接还原铁厂生产能耗高、污染物排放高、产品质量不稳定，要逐步淘汰。2007年国内钢铁企业引进了COREX，改进了许多设计和工艺上的重大不足，现已基本上掌握了生产技术，达到了比较好的状态，但仍有许多问题需要进一步解决。表3为COREX生产情况。

近年来，我国建成了一批转底炉。转底炉是炉料在一个旋转的盘子上进行加热、还原的炉子，主要是依靠辐射传热，热效率较低，靠盘底部面的加热和还原气氛均不充分，其产品的金属化率低（一般在60%~80%），能耗高（热效率最高50%），含FeO高，很难达到电炉需要的原料质量。因此，产品金属化率、工序能耗、生产成本与高炉相比均有不足之处。其主要问题是：产品品质达不到电炉生产要求的标准（直接还原铁的质量要求：H88级含铁品位＞88%~90%，H90级含铁品位应大于90%~92%，H94级要求含铁＞94%；金属化率1级要求＞94%，2级＞92%，3级＞90%，4级＞88%；SiO2含量＜3%~7.5%）。含SiO2每升高1%，电炉炼钢要多加2%的石灰，渣量增加30千克/吨，电炉多耗电18.5千瓦时/吨。

行业内人士认为，转底炉处理含铁尘泥是合理的，产品金属化率低，给高炉用可降低焦比，不能给电炉用；如果用铁矿石在转底炉进行还原，成本也高，工艺上行不通。如果用转底炉处理钒钛磁铁矿，回收氧化钛，虽能耗高，但经济性好。

非高炉炼铁技术新进展：2016年首钢和山东墨龙HIsmeit工艺（使用铁矿粉、煤粉、溶剂进行喷吹；用含35%~40%的氧、1200摄氏度的热风进行冶炼）生产运行成功；2017年日产量、月产量达到原HIsmeit工厂过去历史最高产量两倍以上（单月最大产量50572吨/月），年底已生产25万吨高纯特种生铁，炉衬仅有轻微侵蚀，寿命明显延长。该工艺与高炉流程相比，环保指标显示：SOX排放减少90%，NOX排放减少40%，CO2排放减少20%，无二噁英产生。

现在，我国应加强研究和跟踪国内外非高炉炼铁技术新进展，不要大规模推广新建非高炉炼铁设施，避免造成负面的影响。

国外非高炉炼铁技术进展

ENERGIRON 直接还原技术。

达涅利在阿联酋阿布扎比的ENERGIRON 直接还原技术是一种气基直接还原炼铁工艺，即以原“HYL”直接还原工艺为核心，与达涅利工程技术相结合所形成的直接还原的成套技术。它是以入炉品位达67%（即SiO2+Al2O3＜4% ）的球团矿和/或块矿为原料，不能用粉矿，以天然气裂解后的含有90%左右的H2 和CO 的煤气为还原剂，通过在竖炉内高温1000摄氏度、干燥气温度（970摄氏度）、高压（6bar）条件下，气固两相相向而行，完成传热和铁矿石的还原反应，最终生成温度约700摄氏度的直接还原铁，给电炉炼钢供应原料。

由于竖炉出来的煤气进行了蒸汽重整，脱除了CO2,其消耗量不应很低。这样可以估算ENERGIRON 工艺的工序能耗在350千克标准煤/吨～400千克标准煤/吨 范围之内。该技术是先进、成熟、可靠的非高炉炼铁技术。

韩国浦项FINEX技术。

原燃料使用情况。铁矿石：入炉品位在61%，粒度在1毫米左右，用3种~4种矿石(巴西球团约50%，品位

65%；本溪磁铁矿约30%；印度矿、新西兰沙铁)，添加白云石、石灰石与铁矿石混均，再进入预还原炉。

煤炭：灰分在6%~8%，动力煤占约30%，炼焦煤占1/4，压成14.57毫米的煤块，要用约50千克/吨的小块焦。

反应炉（流化床）有4级。用脱除CO2的煤气（热值约为1400大卡/立方米）在流化床内对铁矿石进行还原。控制炉内温度在720摄氏度~750摄氏度（生产时需要对反应炉进行补热，要吹氧10立方米/吨），矿石还原度为60%~70%。这样，可以保证矿粉不粘结，出矿温度在750摄氏度，进入直接还原铁压块机，进行压块。压块后还原铁(温度在650摄氏度)进入熔融汽化炉。

熔融汽化炉情况。熔融汽化炉内压力45Bar，有26个~28个风口，风口直径26厘米。炉内矿床高度约7米，风口区温度可达3000摄氏度，料面下部温度可达1050摄氏度。向炉内吹氧的温度在25摄氏度。加入熔融汽化炉内的块矿尚有30%~40%没有在流化床内还原，需要在熔融汽化炉内完成还原。熔融汽化炉产煤气量在1600立方米/吨~1700立方米/吨，渣铁比为300千克/吨左右，灰铁比在50千克/吨~60千克/吨。

工序消耗。

在上述原燃料质量的前提下，最低原煤消耗为710千克/吨。其中包括约160千克/吨的煤粉，50千克/吨的小块焦（按每吨焦1.4吨原煤计算），氧耗为450立方米/吨~480立方米/吨。

FINEX对原燃料质量的要求比较苛刻，并且没有完全摆脱对焦炭和焦煤的需求。我国缺少高质量的炉料。

目前，FINEX消耗原煤指标710千克/吨，是在矿品位61%、煤的灰分6%~8%、用50千克/吨小块焦炭、450立方米/吨~480立方米/吨氧气条件下实现的。如原燃料质量下降，指标还要恶化。浦项高炉燃料比在480千克/吨,入炉矿品位在57%。所以，FINEX能耗要比高炉高。

一般情况，FINEX投资要比高炉高。浦项新建设的200万吨/年的FINEX设施投资约79亿元。

FINEX风口、熔化炉寿命低，远低于高炉的15年。FINEX供铁能力和间断性，对炼钢、轧钢会产生巨大的负面影响。

多年来，世界直接还原铁产量小、占高炉铁的比例较低，说明直接还原铁生产还不是主体。

熔融还原成本较高

熔融还原在理论和生产实践上，能耗和成本上比高炉高。原因如下：

一是高炉有热风炉，熔融还原设施没有热风炉。高炉炼铁所需的能源有78%来自碳素（焦炭和煤粉）燃烧，有19%来自热风，3%是炉料化学反应热。热风炉热量是依靠燃烧高炉煤气获得的。热风炉的热效率在80%以上。所以，高炉是个高效的炼铁设施。熔融还原设施没有热风炉，其产生的煤气用于发电。煤气发电，能源利用效率小于45%，是工序能耗比高炉高的主要原因。

二是高炉炼铁铁矿石有45%以上是间接还原。间接还原不需要能量，是放热反应，且反应是在炉内进行。

熔融还原是利用多级流化床，实现铁矿石的部分还原，需要一定的外来的能量。这样，矿石还原的能量就要高。

目前，熔融还原还不能完全摆脱对焦炭的需求，焦化工序的能耗还要计入熔融还原的能耗。

高炉流程炼铁能耗有优势。东北大学赵庆杰教授的不同工艺直接还原铁能耗比较见表5。高炉流程产品是热铁水，直接还原产品是固态的海绵铁，海绵铁要变成热铁水需要能量，故高炉流程炼铁在能源消耗上有优势。

2018年重点钢铁企业高炉炼铁平均工序能耗392.13千克标准煤/吨，有27个企业的高炉能耗低于390千克标准煤/吨；平均炼铁燃料比为536.43千克/吨,平均入炉焦比372.11千克/吨。2018年沙钢5800立方米高炉和中国宝武集团宝钢4号高炉燃料比为488千克/吨和489.57千克/吨，入炉焦比分别为317千克/吨和291.98千克/吨。2011年宝钢COREX的能耗为593.87千克标准煤/吨。

表3~表6的数据表明高炉炼铁工艺的能耗是低于COREX和FINEX；转底炉的产品是固态，要进行熔化是需要一定热量的。

高炉炼铁成本低。2017年，我国重点统计钢铁企业平均高炉炼铁成本是2017.97元/吨，有8家企业低于1900元/吨，太钢的生铁成本只有1656.96元/吨。这些高炉使用的原燃料质量远低于熔融还原要求的质量。如2018年，重点钢铁企业高炉入炉品位57.42%，焦炭M40为87.64%，M10为6.01%，灰分为12.63%，硫分为0.82%；而EINEX使用矿石的品位是61%，煤的灰分在6%~8%等，所以高炉炼铁的成本低。实践表明，COREX和FINEX的生产成本是高于高炉炼铁工艺的成本。

对高炉使用金属化炉料要结合能源来源。理论上，高炉使用金属化炉料生产，每提高金属化率1%,可降低燃料比0.5%~0.6%。这里包括直接还原铁、金属化球团矿和烧结矿等。但生产直接还原铁、金属化球团矿和烧结矿消耗能量，如果利用钢铁联合企业内部的二次能源生产出来的这些产品，炼铁系统的能耗会得到降低。如利用外来的能源生产这些产品，再加上高炉炼铁的能耗，炼铁系统的能耗和成本就要上升。欧美的部分高炉生产实践已证明了这一点。

直接还原铁所用原料含铁品位要求：赤铁矿＞66.5%，磁铁矿＞67.5%，脉石（$SiO_2+Al_2O_3$）含量＜3%～5%，有害杂质含量少。直接还原铁生产要求还原气体中$CO+H_2$＞90%,一般是天然气。我国高品位铁矿石少，天然气资源不足（煤制气成本高），故我国不适宜大力发展直接还原铁生产。

美国、欧洲、日本等工业发达国家和地区不具备生产直接还原铁的优良条件，他们也没有去追求过度发展直接还原铁。我国缺乏直接还原铁生产所需的良好条件，应理性地对待这个问题，特别是要注意其经济性。

注：文章内的所有配图皆为网络转载图片，侵权即删！

Copyright【www.josen.net©】2006-2019 微信号：steeltuber 百度熊掌号：steeltuber

继续阅读《高炉炼铁与非高炉炼铁技术有何区别？》的全文内容...

分类: 钢管钢铁知识 | Tags: 钢铁性能，机械性能，钢铁，生产技术，工艺，中国钢厂，国产钢材，化学成份， | 添加评论(0)

还没有评论，您来说两句？

相关文章:

- 定了！特斯拉在中国建厂，Model 3售价或低于20万？ (2018-06-20)
- 蒙乃尔合金（Monel） (2017-09-29)
- DN镀锌钢管对应国标外径尺寸 (2018-03-16)
- 江苏沙钢集团董事局主席 沈文荣 (2019-01-07)
- 德国同步双频表面感应淬火技术，完美的淬硬层 (2017-10-28)
- 不锈钢法兰必须用不锈钢螺栓是一个大误区！ (2019-06-05)
- 上海制造：能否重回舞台中央？ (2018-05-14)
- 千万吨级的中天钢铁将向沿海转移，建设新的精品钢生产基地 (2018-08-01)
- 机械零件加工变形的原因及其改进探究 (2019-06-08)
- “十三五”钢铁去产能今年可提前实现目标 (2018-03-31)