

洁净炼铁新技术的探讨

Discussion on the Clean Iron Smelting Technology

王立新 许志宏 谢裕生 杨章远
(中国科学院化工冶金研究所计算机化学开放实验室 北京 100080)

一、钢铁能耗与污染态势

钢铁行业既是能量消耗的大户, 又是污染大户。1996 年我国的钢产量为 9 602 万吨, 生铁产量为 8 977 万吨, 吨钢能耗平均为 1. 392 吨标准煤。因为钢铁生产的主要能源为化石类低效能源, 转化过程中会释放大量的二氧化硫、氮氧化物、温室气体(二氧化碳) 以及粉尘等影响环境质量的物质^[2], 所以也就成为污染物的排放大户。生产 1 吨粗钢大约可产生 2. 3 吨 CO₂、2. 2 公斤 SO₂ 和 2. 3 公斤 NO_x,

另外, 还有 3m³ 废水、110 克氨、8 克苯酚和氰化物等, 以及 1. 6 公斤悬浮固体。

高炉作为钢铁生产的主要设备, 其炼铁过程中的主要污染环节包括: 烧结过程、炼焦过程、热风炉和高炉尾气。相互关系如图 1 所示。

为了解决高炉污染问题, 很多国家都在致力研究可直接用铁矿和煤炼铁的新工艺, 其中, 熔融还原技术(COREX) 工艺已成功地投入了工业运行。

但除了环境污染问题以外, 钢铁业还面临着能源和原材料等问题。在我国, 适于炼焦、制气的煤只占全部储量的 1/3(其中主焦煤只占 1/5 左右)。目

元。另据四川省的调查, 农户养猪每公斤增重仅消耗精料 1. 86 公斤, 不及规模养猪的一半, 主要靠青饲料(22 公斤)。对粮食饲料的依赖性小, 是我国畜牧业的一大特点。我国肉类总产量 1995 年突破 5 000 万吨, 居世界之首, 比第二位的美国多出一半左右。美国每年消耗饲料粮约 2 亿吨, 以此推算, 我国需 3 亿吨左右, 而实际约 1 亿吨。这就节约了粮食 2 亿吨。

为了使畜牧业成为农民增收的重要途径, 大力发展面向国际市场的畜牧业是可行的。当今世界, 那些人多地少、原来依靠进口饲料发展畜牧业的国家和地区, 随着国内生产成本的上升和对环境质量要求的提高, 纷纷改进口饲料为直接进口畜产品, 致使世界畜产品贸易量大增。我国是发展中国家, 增加收入是当务之急, 应针对国际市场变动的新趋势, 鼓励发展面向国际市场的畜牧业。当然, 国际市场对畜产品质量要求是非常严格的, 为此我国必须在提高产品品质上下功夫。

四、促进农户饲养业健康持续发展的几点建议

我国目前的畜牧业经营格局有能力保证社会对畜产品的需求, 在此情况下, 政府没有必要再直接干预畜牧业的发展, 而应致力于以下几个方面。

1. 大力培育市场经济, 建立全国统一的畜产品大市场, 使各地的畜牧业优势充分发挥出来, 首先实现畜牧业区域专业化, 以降低畜产品成本, 扩大社会需求量。

2. 大力扶持畜牧业科研工作, 增加科技储备, 加强畜种改良, 选育出饲料转化率高、品质好的畜(禽) 品种。同时, 高度重视和加强适用、先进的畜牧技术在农户中的推广力度, 提高普及面, 以弥补农户饲养饲料转化率低的不足。这样, 先进技术和农户饲养相结合, 不仅可以满足全社会的畜产品需求, 而且能够更有效地节约饲料粮, 减轻粮食压力。

3. 加快交通设施建设, 为畜牧业未来大发展创造条件。我国目前畜产品在运输中所占比重很低, 1993 年农产品占全国铁路货运量和货物周转量的比重分别只有 4. 2% 和 6. 5%。事实上, 目前的交通条件根本承担不起畜牧业大规模发展所带来的运输量。或者说, 我国畜牧业大规模发展的交通条件根本不具备。跟发达国家相比, 我国农村交通条件严重落后。美国公路超过 500 万公里, 其中 85% 是农村公路。早在 1969 年, 就有 80% 的美国农场靠近有路面的公路。日本农村公路四通八达, 路面质量也非常好。改善农村交通, 不仅对畜牧业, 对农村所有其他产业, 意义都将是长远的, 切不可因近期成效不显而不加重视。

(责任编辑 孙立明)

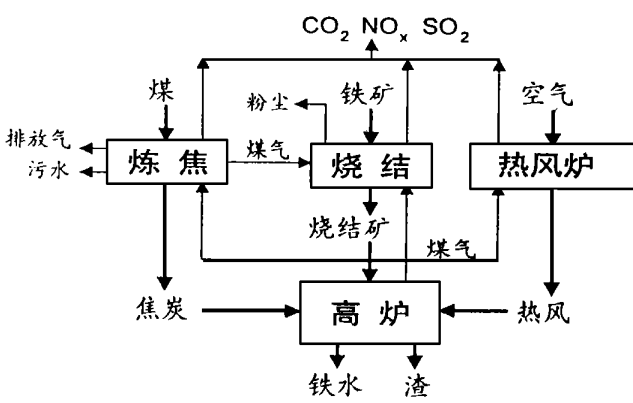


图1 高炉炼铁工艺的主要污染源示意图

前主要通过高炉喷煤来缓解。由于国内的铁矿大部分是贫矿,故不适于采用 COREX 工艺。

二、在过程内消除污染

根据上述分析可以看出, 仅仅通过现有工艺的

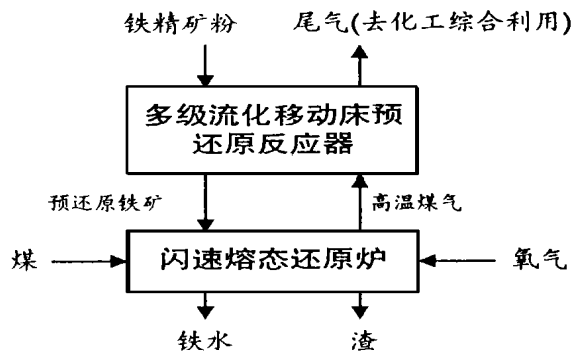


图2 无污染铁精矿熔态还原工艺示意图

技术改造, 尚无法彻底解决问题。

在充分考察了世界各国的研究经验和成果的基础上, 李业民与本文作者之一的许志宏于 1996 年 9 月提出了一种能直接处理精矿粉的熔态还原工艺, 可以很好地解决上述问题。新设计的多级流化移动床预还原反应器, 解决了精矿粉在预还原过程中的粘结问题。块煤可直接加入熔态还原炉内, 在炉内依次进行气化和铁还原过程(参见图 2)。概括而言, 该过程有如下特点: (1) 精矿粉可直接加入过程中, 省去了烧结单元; (2) 由于可直接利用块煤, 省去了煤粉磨制单元和炼焦单元; (3) 向熔炼炉内吹入氧气, 而不是空气, 可减少尾气总量并消除其中的 NO_x, 同时省去了热风炉。

因为省略了烧结、炼焦单元和热风炉, 使洁净炼铁有了可能, 也可节省大量的投资和运行费用。

三、熔态还原炼铁与汽油合成技术的集成

尽管上述的融态还原过程克服了高炉工艺的污染问题, 但过程中大量产生的煤气尚待处理。而对于某些化工过程, 这些煤气实际上是很有价值的原料, 如用于合成汽油、羰基化合成醋酸及合成甲醇等。对于石油资源缺乏的国家, 由煤气制油是极富吸引力的, 且其技术已基本成熟。南非的萨索尔工艺已运转多年, 中国山西煤化所也已进行了 3 000 小时的原型实验。从熔态还原过程中排放的煤气经水煤气转换和脱 CO₂ 后, 即可用于合成汽油, 将熔态还原过程与汽油合成过程集成, 既利用了上游过程的尾气, 又节省了原下游过程的煤气化单元。如此, 过程集成充分展现了它的灵活和效率,

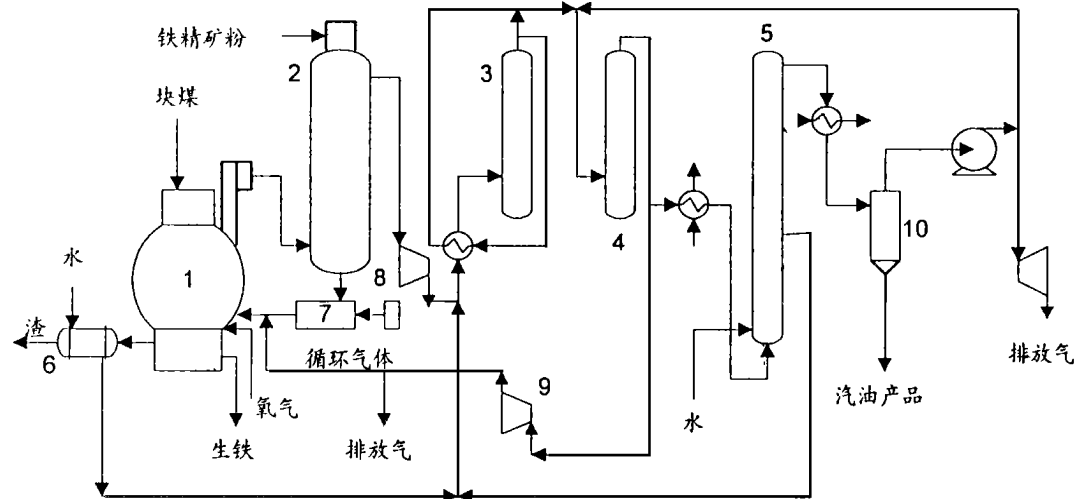


图3 氧煤制铁和制油的联合流程示意图

1. 熔态还原炉, 2. 流化移动床预还原反应器, 3. 水煤气转化器, 4. 脱 CO₂ 塔, 5. 汽油二段合成塔,
6. 炉渣换热器, 7. 螺旋送料器, 8. 压缩机, 9. 膨胀机, 10. 油气分离器

为我们解决类似的问题提供了新的思路和方法,图3给出了氧煤制铁和制油的联合流程示意图。

四、物流和能量的有效利用

由于采用了“瀑布”式能量流动方式,系统内的能量可以得到充分的利用,如图4所示,从熔态还原炉中排出的煤气,将部分显热和潜热传递给预还原反应器中的铁精矿,然后经改质后进入汽油合成单元。在全流程中各物料的温度依次降低,而且可以利用汽油合成过程中产生的热量和高温炉渣,生产煤气改质所需的水蒸汽。

从煤气的物料流程可以看出该系统对有效资源的利用效率,以及消除污染的情况。图5为炼铁

与制油集成生产系统的主要物流和能量分配图。

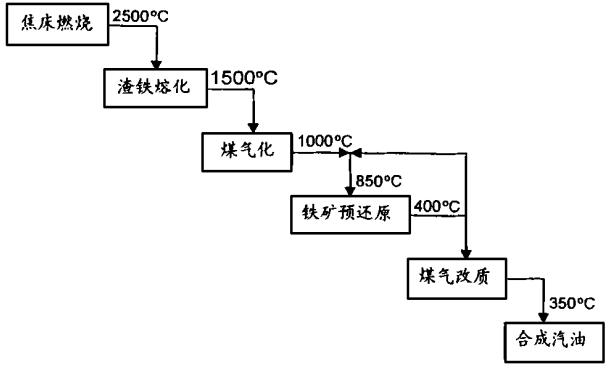


图4 制铁和制油集成生产系统中煤气温度变化图 (瀑布式能量流动方式)

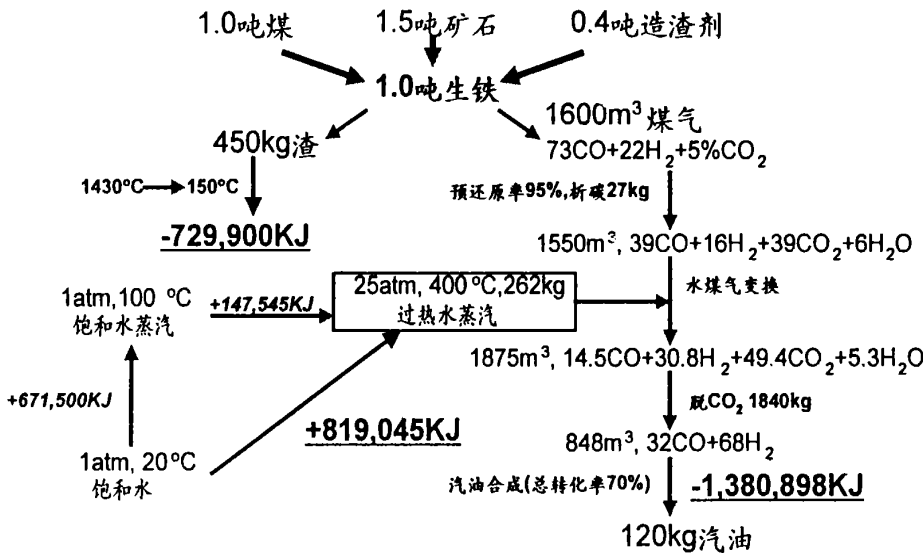


图5 集成生产系统中主要物流与能量分配图

五、结 论

综上所述,依据已经成熟的高炉技术,通过过程内的技术创新,可以从根源上消除污染,变废为宝,提高有限资源的利用率。过程集成能够充分利用现有的各种工艺技术,通过将一系列过程优化组合,实现洁净生产。

现有的特别是吨铁煤耗超过1.3吨的小炼铁厂,它们在高耗能的同时,又向大气中排放了大量的污染物。若为此而投入巨额资金装备环保设备,无论经济效益,还是社会效益,都不宜不妥。如果采用本文上述介绍的工艺,则比较理想。

参考文献

[1] 肖泽强、潘公平,熔融还原炼铁新工艺,唐山钢铁公

司, 东北大学, 1993, P23 ~ 39
[2] 张志勋, 钢铁, 1997, 32(增刊), P4 ~ 7
[3] 殷瑞钰, 钢铁, 1997, 32(增刊), P16 ~ 28
[4] Katsukiyo Marukawa and Zen- ichiro Morita, International Symposium on Global Environment and Iron and Steel Industry Proceedings, 1998, Beijing, P36 ~ 45
[5] 西田礼次郎, 熔融还原技术, 1996, 北京
[6] Yemin Li and Zhihong Xu, Smelting Reduction Process for Iron and Chemicals, IUPAC CHEMPAWN IX proceeding, Cl- 3, p295- 301, September, 1996, International Union of Pure and Applied chemistry, The Korean Chemical society
[7] 李业民, 计算机辅助熔态还原流程开发研究(博士论文), 中国科学院化工冶金研究所, 1997
(责任编辑 蔡德诚)