

以气代焦 天然气与冶金市场双赢

徐 志 刚*

(吐哈油田公司)

徐志刚. 以气代焦, 天然气与冶金市场双赢. 天然气工业, 2000; 20(5): 86~ 90

摘 要 能用于冶金的优质炼焦煤占煤总储量的比例很小, 经逐年大量开采储量锐减, 价格上扬; 同时, 传统的冶金工业所排气体是严重的污染源。为缓解优质炼焦煤的不足和达到日趋严格的排放标准, 发展了用天然气代替焦炭的非高炉直接还原炼铁法, 将固体铁矿石直接还原成海绵铁。由于天然气不含灰分、硫、磷等有害杂质, 从而大大提高了生产效率和钢铁质量。本文结合我国钢铁工业现状, 分析了钢铁企业用能特点, 天然气在炼铁高炉喷吹, 以及钢铁冶炼直接还原中使用天然气的工艺技术效能优势; 进行了天然气市场价格比较及冶炼应用增效推算。提出了在我国天然气市场发展早期, 首先应开发冶金用气市场, 发挥天然气可为终端用户使用的一次能源优势; 通过市场合作, 实现双赢增效, 加快西气东输步伐。

主题词 冶金 天然气 焦炭 替代能源 经济效益 分析

钢铁企业用能特点

我国能源消费结构中钢铁占 18. 2%。钢铁工业是耗能大户, 每吨钢综合能耗为 0. 7~ 0. 9 t 标准煤, 联合企业每吨钢消耗电能 400~ 600 kW·h。

钢铁生产所用的能源有炼焦煤、动力煤、燃料油和天然气等, 而钢铁生产工艺主要使用的是焦炭、电力、气体燃料和蒸气等。在各种燃料中, 气体燃料的燃烧最容易控制, 热效率也最高, 是钢铁厂内倍受欢迎的燃料。生产的钢铁燃料消费成本占总成本的 41%, 投入的一次能源约有 40% 转变成为工艺副产煤气, 其中焦炉煤气为 46%; 高炉煤气为 45%; 转炉煤气为 9%。钢铁企业的生产车间基本上都使用各种不同热值的气体燃料, 气体燃料在钢铁生产的热能平衡中占有重要地位。天然气中的烃类气体, 热值高, 经转化后可得到以 H₂ 和 CO 为主的还原性气体, 可供铁矿石还原培烧、高炉喷吹和铁矿石的直接还原等, 是气体燃料中最受欢迎的一种。

通常钢铁企业的炼铁系由焦化、烧结、高炉工序组成, 所消耗的能源占钢铁生产总能耗的 30% 以上。特别是要用焦炭。我国的煤炭资源虽然丰富, 但是用于冶金的焦煤资源不足, 保有储量中, 炼焦煤仅占 5. 9%, 而且地理分布不均。焦煤数量不足, 质量下

降是限制我国钢铁生产发展的薄弱环节。80 年代以来重点企业冶金焦炭质量不断下降, 近十年中, 灰分由 13. 58% 上升到 14. 58% (比国外高 3% ~ 4%), 含硫量由 0. 66% 上升到 0. 72%。焦炭质量成了影响我国钢铁生产的重要因素之一。

近年来, 国内冶金企业对焦炭的需求使弱粘结富产气的气、肥等配焦煤在炼焦配比中不断增加, 导致焦炭碎焦增多, 质量下降。焦煤干燥无灰基挥发分: $V_{daf} > 20\% \sim 28\%$, 煤气产率 $V_t = 270 \sim 310 \text{ m}^3/\text{t}$; 肥煤 $V_{daf} > 28\% \sim 37\%$, $V_t = 310 \sim 410 \text{ m}^3/\text{t}$; 气煤 $V_{daf} > 37\%$, $V_t = 410 \sim 1\,000 \text{ m}^3/\text{t}$; 另外, 先进的燃气—蒸气联合循环发电方式在冶金企业得到了较好的应用, 这些都为天然气以低成本优势进入冶金市场提供了良好的机遇。

天然气与炼铁高炉喷吹技术

高炉炼铁是目前钢铁冶炼获得生铁的主要手段。近年来, 为缓解优质炼焦煤的不足, 发展了综合喷吹技术。高炉可以喷吹各种气体、液体、固体燃料。气体燃料有天然气、焦炉煤气等。天然气的主要成分是 CH₄ (90% 以上); 焦炉煤气的主要成分是 H₂ (55% 以上) 和 CO, 它们含碳量高, 灰分少, 发热值高。固体燃料有无烟煤和烟煤, 其成分与焦炭基本

* 徐志刚, 高级工程师, 1964 年生; 1985 年毕业于西南石油学院采油工程专业, 1995 年获该院油田开发硕士学位; 主要从事油气田开发工艺技术和科技信息管理工作。地址: (838202) 新疆鄯善 61 号信箱。电话: (0995) 8373822, 8374773。

相同, 缺点是灰分高, 硫含量高。1981 年前, 我国重点钢铁企业高炉炼铁大多数喷吹重油, 此后政策性改油为煤, 目前全部为喷吹煤粉。

为提高炼铁高炉燃料利用率和热效率, 降低后续炼钢炉外脱硫等工序成本, 目前又发展了炉身喷吹高温还原气体工艺。该工艺是将碳氢化合物燃料先在炉外分解, 制成高温($1\ 000\ ^\circ\text{C}$ 左右)、还原性强的气体, 再从炉腰或炉身下部间接还原激烈反应区喷入高炉, 减少高温区的热支出, 可以大幅度地降低高炉燃料消耗。国外炼铁高炉喷吹由天然气高温转换的还原气体, 每吨铁天然气耗量为 $150\ \text{m}^3$ 。使焦比(每炼 $1\ \text{t}$ 生铁所需的焦炭量, $K = \text{每日燃烧焦炭量} / \text{日产生铁, kg/t}$)降到了每吨铁 $300\ \text{kg}$ 以下, 高炉利用系数(每立方米高炉有效容积一昼夜生产的生铁吨数, $\eta_v = \text{日产量} / \text{有效容积, t/m}^3 \cdot \text{d}$)提到 2.4 以上(我国平均焦比为每吨铁 $600\ \text{kg/t}$, 高炉利用系数为 1.7)。

80 年代以来, 由于世界天然气的大量开采、有效输送以及价格相对平稳, 使美国、英国、法国等国家的也有相当部分高炉炼铁选用了喷吹天然气工艺。

现有的各种固体燃料因含有灰分等杂质, 气化方法都不能提供合格的冶金还原煤气。以重油为主的液体燃料对部分氧化法在理论上是可行的, 但存在较多问题, 尚需进一步试验发展。冶金还原煤气的主要气体燃料是天然气, 其他还有石油气及焦炉煤气, 其转化反应的目的是把 CH_4 变成可利用的 CO 和 H_2 。焦炉煤气的转化尚无定型方法。我国因存在天然气供给问题, 使炼铁高炉喷吹高温还原气没有得到很好地发展。但是, 天然气在高炉炼铁中有着相当大的市场空间。

天然气与钢铁冶炼直接还原技术

全世界炼焦煤仅占煤总储量的 10%, 随着逐年大量开采, 储量锐减, 价格上涨。另外据联合国环保组织调查, 传统的钢铁工业是严重的污染源, 所排放的有害气体(CO_2 、 CO 、 NO_x 、 SO_2)造成使全球变暖, 海洋扩大的温室效应。90 年代以来, 国内外逾来逾严格的环境污染排放标准, 促使企业选择新的生产流程。

世界各国冶金工作者致力于开发用天然气作还原剂, 发展了不用焦炭的非高炉直接还原炼铁法(以下简称直接还原法)。将固态铁矿石直接还原成海绵铁, 也称为直接还原铁 DRI。

直接还原法是在固态温度下进行的, 得到的直

接还原铁未能充分渗碳而含碳量较低($< 2\%$), 因此海绵铁具有钢的性质, 而且实际上也多作为废钢代用品使用。直接还原法具有直接把铁矿石炼成钢的一步法特征。由于直接还原渣铁不能分离, 实际生产中直接还原铁仍需要用电炉精炼成钢, 但电炉精炼的作用主要是熔化脱出杂质和调整钢的成分, 而不是氧化脱碳。由于是直接还原法和电炉精炼生产钢, 就产生了新的钢铁冶金生产短工艺流程。直接还原法对于 $15 \times 10^4 \sim 30 \times 10^4\ \text{t}$ 特钢厂具有无限的生命力。

直接还原法工业化试验起始于 20 世纪 50 年代, 但是到 60 年代后期随着天然气的大量开采和 1968 年美国 Midrex 法成功, 直接还原才得到迅速发展。尽管近年来世界钢铁生产一直徘徊在 $8 \times 10^8\ \text{t}$ 左右, 但采用直接还原法的短流程钢铁企业产量自 1975 年以来, 却以平均每年 12.31% 的速度增长。日本学者认为, 2020 年直接还原—电炉法将与高炉—转炉法冶炼平分秋色, 达到 45% 以上。

1. 直接还原法发展的背景

直接还原法发展生产海绵铁的客观原因有:

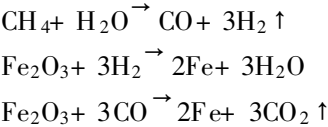
(1) 世界多数国家严重缺乏焦煤, 其中不少国家有优质丰富的铁矿以及天然气和烟煤资源, 它们借助本国资源发展直接还原法工厂, 委内瑞拉、印度尼西亚、墨西哥等国有丰富天然气及优质铁矿, 主要发展气基竖炉, 以 1995 年统计产量达 $2\ 829 \times 10^4\ \text{t/a}$, 占 DRI 总产量的 92%。

(2) 随着电炉流程生产线的发展, 电炉钢产量日益增长, 1997 年世界钢产量 $7.8 \times 10^8\ \text{t}$, 氧气转炉钢产量占 57%, 电炉炼钢占 33%, 平炉钢占 13%。近年来世界制钢生产中连铸比迅速增长, 已占 72.7%, 钢铁联合企业自产优质废钢减少, 发展中国家由于废钢量不足, 势必发展直接还原法; 发达国家涂层钢用量日增, 使拆除返回中有害杂质急增(据美国材料咨询局统计, 美国近 25 年内废钢中锡、锌增加两倍, 废钢中铜增加 20%), 必须采用掺入 30%~50% 的 DRI 海绵铁来稀释。

(3) 近十年来钢铁工业受到高分子材料及硅酸盐材料的竞争, 世界钢的总产量有停滞不前的趋势, 自 1988 年达到 $7.83 \times 10^8\ \text{t}$ 后, 始终未有突破。但以质量、性能及品种产品取胜的小型特殊钢厂则如雨后春笋, 蓬勃发展。电炉钢选择原料, 自然更多选择 DRI, 如不锈钢厂首先选择低碳粒铁或低碳海绵铁作原料。为发展精品, 提高附加值, 直接还原法低碳海绵铁用于直接生产电工纯铁、铁氧体及工业铁料。

2. 气基竖炉直接还原法

气基 Midrex 直接还原法由供料系统、还原竖炉、烟气处理、天然气处理、天然气重整炉组成。铁矿石经计量后从炉顶布入炉内。经过预热,在还原区与工艺燃料天然气反应,反应约 6 h 即完成冶炼,再由冷空气直接冷至 100℃以下,最后产品由炉底排出。冶炼产生废气仍含约 70%CO+ H₂,再补充加入天然气在重整炉进行裂解,使气体中 CO+ H₂ 浓度上升到 90%~ 95%,温度为 900℃,重新进入竖炉循环使用。其反应反应为:



气基法能耗低,效率高,质量好,易操作,作业温度低,产品无需再分选。气基法生产 DRI 对于天然气丰富地区具有生命力。

3. 气基 DRI 法主要指标及技术经济优越性

(1) 钢中有害元素 Sn、Sb、As、Bi 含量大幅度降低,提高了钢材断裂韧性、热加工塑性、冷加工可塑性。

(2) 钢中 S、P 含量降低,提高钢材冲击韧性,降低脆性转变点温度。

(3) 缩短电炉精炼期,提高 Ni、Mo 等有价值元素收得率。

(4) 降低钢中[H]及[N]含量。

(5) 用 DRI 炼优质合金钢热变形能力良好,适合于作深冲钢板(见表 1)。

表 1 气基 DRI 指标

项 目	气基 DRI
单炉生产能力(10 ⁴ t/a)	15~ 16
窑利用系数(t/m ³ ·d)	9~ 12
燃 料(m ³ /t)	400(天然气)
电 耗(kW·h/t)	约 100
热 能(GJ/t)	11
TFe(%)	> 93
金属化率(%)	> 93.4
C 含量(%)	0.77~ 1.07
S 含量(%)	< 0.003

4. 我国应用直接还原法的情况

我国具有有一定的 DRI 资源条件。并先后在福建、辽宁、吉林和河南等地推广了直接还原法技术,但受制于天然气来源的限制,全部采用的是煤基回转窑炉,且生产能力较小。

天然气市场价格比较及
冶炼应用增效推算

在冶金还原反应过程中,碳烃能源兼有夺取矿石含氧量的还原剂及提供反应热量的燃料热载体两个作用。天然气进入冶金流程主要是作为还原剂,代替部分焦炭使用,因此按能源热品值(热值及灰、硫分)计价惯例,可以焦炭为基准,与天然气热值市场价进行比较,并推算炼铁高炉喷吹天然气效益。

1. 天然气价格比较

按优质洗精煤和焦炭含灰分 12%,含硫 0.7%;以及冶炼还原含硫每增加 0.1%,影响效率 2%;天然气不含灰分和特徵含硫等因素,可推算比较主要地区焦炭与天然气的价格,见表 2。

表 2 主要城市焦炭与天然气价格比较¹⁾

城 市	焦 炭 (元/t)	焦炭热 值价格 (元/GJ)	理想焦炭热值价格(元/GJ)				天然气接受价(元/GJ)	
			无 灰		无灰无硫		一般工业用户	化工用户
			简单价	标准价	简单价	标准价		
呼和浩特市	410							
兰州市	450	16.94	18.97	31.17	21.63	35.53	18.79~ 21.47	18.25
西安市	410							
重庆市	540							
成都市	520	21.20	23.74	39.01	27.06	44.47	21.47~ 24.15	18.25
天津市	450							
石家庄市	530							
济南市	420	18.52	20.74	34.08	23.64	38.85	21.47~ 24.15	21.47
合肥市	460							
郑州市	455							
沈阳市	537							
长春市	541							
大连市	580	22.18	24.84	40.81	28.32	46.52		
哈尔滨市	560							
杭州市	560							
厦门市	810							
深圳市	890	29.11	32.60	53.56	37.16	61.06	29.52~ 37.57	26.83
南京市	760							
广州市	619							

注: 1) a. 计算参数: 焦炭热值 25 MJ/kg, 含灰分 2%, 含硫 0.7%; 天然气热值 37.26 MJ/m³; b. 理想焦炭热值价格计算依据: 无灰简单升值+ 12%; 无灰标准升值 84%; 无灰无硫升值在无灰基础上+ 14%(冶炼还原含硫每增加 0.1%,影响效率 2%)。

对于目前天然气的价格,与作为工业部门炉料及化工原料应用广泛,且价位较高的焦炭对比可看出:

(1) 市场可接受的天然气高端价格与焦炭的简单无灰热品值比较价基本一致;说明一般工业燃料用户基本上仅仅是简单认可了天然气高热值、易控

制、无灰分等优越性。

(2) 以化工原料为主的低于焦炭的简单热品值比较价: 受计划调拨政策影响, 化工用天然气价格严重扭曲, 广大南方及其沿海地区普遍低于当地焦炭的热值价格, 貌视高价的天然气实为当地优质廉价的原燃料。

(3) 目前天然气的接受价格偏离了国家制定的能源按热品值比较计价体系; 说服天然气作为精料的工艺技术优势未被充分开发和应用, 并为社会所共识。

由表 2 可看出, 天然气价格市场调节初期与焦炭的简单无灰无硫热品值价挂钩, 具有一定的合理性和用户可接受性。如果先期注重开发冶金用还原气为代表精料的应用市场, 体现天然气无灰, 无硫或易脱硫, 易转换, 燃烧完全且稳定等诸多优势, 发挥有助于工业产品质量上档、效率提高等精料优点, 市场调节下的天然气价格则可能更趋势合理。

2. 炼铁高炉喷吹天然气效益推算

在高炉炼铁过程中, 一般说高炉焦硫分每增加 0.1%; 焦比即升高 1% ~ 3%, 而生铁产量则降低 2% ~ 5%。高炉焦灰分每升高 1%, 焦比约上升 2% ~ 3%, 而生铁产量则降低 2% 左右。天然气在炼铁高炉中作为部分代焦喷吹还原气使用, 由于上述原因, 国外经验表明高炉系数可由目前的 1.7 提高到 2.4, 提高生产效率 41.2%(见表 3)。

表 3 天然气代替煤粉高炉铁喷吹效益推算表

喷 吹 燃 料		焦 比 (kg / t)	喷吹比 (kg / t 铁) (m ³ / t 铁)	高炉系数 (t 铁 / m ³ d)	备 注	
煤 粉		550	85	1.7	国内重 点钢铁企 业平均指 标	
天然气		400 (kg / t 铁)	150 (m ³ 气 / t 铁)	2.4	有关文献 提供国外 高炉冶炼 指标	
冶炼燃料参考价		焦炭成本 (元 / t 铁)	煤 / 气 耗成本 (元 / t 铁)	工效成本 (元 / t 铁)	生铁成本 (元 / t 铁)	降本增效 (%)
焦炭	(450 元 / t)					
煤粉	(200 元 / t)	247.5	17	535.5	800	
天然气	(0.8 元 / m ³)	180	120	314.9	614.9	23.1
天然气	(1.0 元 / m ³)	180	150	314.9	644.9	19.4

由表 3 可看出, 尽管炼铁高炉喷吹天然气转换还原气较煤粉增加了单位成本, 但由于工艺过程总效能的提高, 仍将增加 20% 以上的效益。说明天然气应用于冶金具有较好的市场前景。

建立互惠双赢市场的可能性

天然气作为一种特殊的商品, 它不易储存的特

性, 决定了资源一旦开发就要相对连续地消费, 天然气开发利用是一项上下游一体化、跨地区、跨行业的系统工程。天然气工业的发展规律受制于市场的约束远比石油强烈。

用户不足, 始终是制约天然气工业发展的“瓶颈”。目前的天然气市场开发大多集中在讨论改善大气环境和发电方面, 而城市建设改造的复杂性、电力工业的垄断性和居民用户的多样选择性, 使得这一市场的开拓举步维艰。

就我国目前的经济技术水平而言, 将天然气作为原料发展其加工业, 需要投入巨额资金, 而且产品的销路还将面临着国内外激烈的市场竞争。发展独立的天然气电业, 在中国的西部和北方地区与煤电、水电比较, 没有更多的价格优势。从商品经济学观点看, 优质产品应当首先满足社会终端消费, 而不是再进行加工转换。天然气用于发电和化工都是加工转换过程, 增加了能源利用的工序和投资, 忽略了发挥天然气作为少有的, 可为终端用户使用的一次能源的优势。

世界天然气市场上, 冶金工业用气占很大的比例, 如俄罗斯冶金工业用气占总量 15%, 发电 40%; 欧佩克国家冶金建材用气为 27%, 发电 32%; 均仅次于发电的比例。而冶金工业同时又是电力的最大用户。尽管我国已成为世界钢铁生产第一大国, 2000 年预计将达到 1.2 × 10⁸ t, 但由于结构性相对过剩, 每年的进口却有增无减, 有关资料表明, 1997 年进口钢材 1 100 × 10⁴ t, 1998 年 1 380 × 10⁴ t, 1999 年达到了 1 500 × 10⁴ t。虽然石油行业不是钢铁消耗最多的用户, 但由于石油材质要求较高, 却是进口钢材的第一大户, 占到 40% 左右。“西气东输”工程的实施将带来优质钢材消耗的高峰, 利用优质原料生产合格的替代进口的钢材, 无疑会给国内钢铁企业和天然气生产企业的发展带来双重的机遇和效益。

在天然气市场发展的早期, 需要确定发展方向, 即在众多的可以利用天然气的领域中, 选出首先可发展的市场。国外的实践经验表明, 由于各国天然气资源、经济发展水平以及能源消费结构的差异, 早期天然气市场的发展方向相差较大。美、英等发达国家, 由于煤制气十分发达, 因此, 天然气工业发展初期, 往往是首先用天然气逐步置换煤制气并最终取代煤制气, 就是说首先发展民用市场。发展中国家, 由于经济水平的限制, 民用煤制气不发达, 因而缺少相应的可利用煤制气的基础设施。天然气发展初期, 主要用于生产化肥和发电等。前苏联天然气

发展早期,也是走的这条路线。近年来,随着我国经济建设的发展,电力供应市场富裕;而化工生产利用天然气毕竟有限(世界大部分国家小于 10%),同时产品还面临着 WTO 入关后的竞争;煤制气的基础设施则更为薄弱。因此照搬国外经验并不适合实际。面对国内优质焦煤资源的缺口,钢铁生产的量大而质不高,需求精料入炉的市场情况,探索符合我国实际的天然气市场早期发展方式是必要的。

具有高炉、转炉、焦炉生产系统的钢铁联合企业,由于焦炉、高炉和转炉等煤气以及分离空气阶段高产的特性,大多数都拥有完备的气体分类净化厂、大型的燃气平衡贮气柜,以及完善的工业与民用输配供气系统;其气体原燃料的平衡和回收利用能力一般都高于常规的化工企业。若实施炼铁以气代焦工艺后,可以合作将其部分设施直接置换为天然气所用,减少管道建设调峰和工业与民用供气设施的投资。

西气东输实施过程中,开发冶金用天然气市场,改变原燃料结构,只需要门对门的管输自身投资。天然气生产企业和钢铁企业若能成为直接的耗材和耗能互供配循环系统,可以形成紧密的互惠关系,加速驱动天然气工业的发展。直接的互惠贸易,会大幅度降低交易成本,提高资本运行效率,可使拥有天然气资源的勘探开发上游企业直接实现末端市场增效。

结 束 语

新疆天然气西气东输工程已确定为西起轮南,途径库尔勒、鄯善、哈密、柳园、武威、中卫、靖边、榆林、郑州、南京至上海,设计为 $\phi 1118\text{ mm}$ 双管线,全长 4167 km ,初期输气量 $120 \times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$,管道建设工程固定资产投资 384 亿元,第一期工程投资约 1200 亿元*。沿途九省市钢产量占全国的 1/3,如果 $3000 \times 10^4\text{ t/a}$ 的高炉炼铁综合喷吹由目前的煤粉改为天然气, $1000 \times 10^4\text{ t}$ 电炉炼钢掺用 40% 气基直接还原海绵铁,天然气的消费量可达 $61 \times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ 。西气东输首先开发冶金用气,具有启动天然气早期市场的巨大潜力。

西部各钢铁企业纷纷将产品的相当一部分定位于石油天然气行业用户,如新疆第八钢厂、青海西宁钢厂生产的抽油杆钢,甘肃酒泉钢厂生产的可满足

高压容器以及大口径直缝埋弧焊接高压输油气管道用的幅宽 $2800\text{ mm} \times$ 厚 $15 \sim 45\text{ mm}$ 的中厚板材,它们的产品已通过各种渠道源源不断地进入了西部油气田。市场供需的相互匹配,为西部天然气生产企业开发周边市场,随西气东输工程启动即实现双赢增效创造了一个良好的物质基础。

充分重视潜在市场的开发、培育及销售渠道的延伸,谁优先创造了消费和购买条件,谁就可能优先开发和占领市场。对既有潜在且现实的天然气互惠市场的开发,以资源换市场,促进能源结构的改变和区域经济的发展,会增加对油气产品的内需,而且一旦实施就将立即起到油、气、管、钢和区域经济市场多车头驱动,互相内需增力拉动,快速发展,加快西气东输步伐的作用。对冶金用天然气市场的开发,将会收到以管道建设促天然气发展,以管道建设促管道建设,以管道建设促进区域经济发展的多重经济效益。

参 考 文 献

- 1 郑楚光主编. 洁净煤技术. 武汉: 华中理工大学出版社, 1996
- 2 刘麟瑞、王丕珍编. 冶金炉料手册. 北京: 冶金工业出版社, 1992
- 3 杨天均、苍大强、丁玉龙编著. 高炉富氧煤粉喷吹. 北京: 冶金工业出版社, 1996
- 4 白尚显、唐文俊主编. 燃料手册. 北京: 冶金工业出版社, 1994
- 5 梁爱生主编. 钢铁生产新技术. 北京: 冶金工业出版社, 1993
- 6 李正邦著. 钢铁冶金前沿技术. 北京: 冶金工业出版社, 1997
- 7 唐其烈等. 塔里木盆地天然气市场分析与东输方案探讨. 天然气工业, 1999; 19(2)
- 8 王协琴. 通过市场合作, 扩展用气领域. 天然气工业, 1998; 18(4)
- 9 高寿柏. 世界天然气市场发展给我们的启示. 国际石油经济, 1999(4)
- 10 李吟天. 从陕京线天然气使用现状谈天然气市场开发问题. 国际石油经济, 1999(4)

(收稿日期 2000-05-08 编辑 王瑞兰)

* 经济日报, 2000 年 3 月 4 日。

Method, Technique, Principle, Industry, Project, Selection

Liu Yong (*engineer*), born in 1970, graduated from Sichuan University with a doctorate in chemical engineering in 1998. He has published five theses and now he is engaged in the petrochemical project planning and management. Add: No. 3, Section 1, Fuqing Road, Chengdu, Sichuan (610051), China
Tel: (028) 6011877

.....

ANALYSIS OF THE PLAN TO REPLACE OIL WITH LNG FOR OIL-FIRED ARCHITECTURAL CERAMICS KILN

Xu Changsheng (Project Advisory Company of Quanzhou municipality, Fujian Province). *NATUR. GAS IND.* v. 20, no. 5, pp. 83 ~ 85, 9/25/ 2000. (ISSN 1000- 0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: The quantity of the LNG for replacing oil used for oil-fired architectural ceramics kiln in Fujian and Guangdong provinces is very great. Through an analytical comparison of the burning mechanism, selling price, investment in two sets of equipments and environmental protection between the oil and natural gas, it is shown that the plan to replace oil with LNG for oil-fired architectural ceramics kiln is feasible technically and paying economically, and is easy to manage and operate, which not only can bring a better economic benefit for the enterprise, but also is beneficial to environmental protection.

SUBJECT HEADINGS: Fuel oil, Natural gas, Liquefied natural gas, Substitute energy, Environmental protection, Economic benefit

Xu Changsheng (*engineer*), born in 1949, graduated in metallography at Shanghai Mechanical Institute. Now he is assistant manager of Project Advisory Company of Quanzhou municipality and person in charge of “ the gas consumption investigation and study item for the consumer market in Quanzhou ” under the head of “ the LNG project for Southeast Fujian ”. He has published several theses in domestic publications. Add: Fifth floor, Fengze information building, Quanzhou, (362000), Fujian, China Tel: (0595) 2980971

.....

REPLACING COKE WITH GAS—A WAY BENEFICIAL TO BOTH NATURAL GAS

MARKET AND METALLURGIC ONE

Xu Zhigang (Tuha Oil Field Co.). *NATUR. GAS IND.* v. 20, no. 5, pp. 86 ~ 90, 9/25/ 2000. (ISSN 1000- 0976; **In Chinese**)

ABSTRACT: The high-quality coking coal that can be used in metallurgic industry occupies only a very small proportion in the total coal reserves and its reserves have decreased and its price is going up due to the large production made year by year. In addition, the gas exhausted from traditional metallurgic industry is a grave pollution source. In order to ease the shortage of high-quality coking coal and to come up to the effluent standard that is stricter and stricter day by day, the direct-reduction iron-smelting method by replacing coke with natural gas for which the blast furnace is not used is developed, making the solid iron ore be directly reduced to sponge iron. Because natural gas does not contain such pernicious impurities as ash content, sulfur and phosphorus, the production efficiency and the iron and steel quality can be greatly improved. In this paper, in view of the actual situation of the steel industry in China, the characteristics of energy consumption in steel industry and the technologic efficacy superiority of natural gas used for iron-smelting furnace and for direct-reduction iron-smelting are analyzed. The market prices of natural gas are compared and the benefit raised as a result of using natural gas for iron-smelting is calculated. It is proposed that in the early development stage of the gas market in China, the gas market for metallurgic industry should be first developed to give play to the advantage of natural gas as a primary energy used for the terminal users and to realize increase in the benefit, quickening thus the step of “transporting gas from the western region to the eastern region”.

SUBJECT HEADINGS: Metallurgy, Natural gas, Coke, Substitute energy, Economic benefit, Analysis

Xu Zhigang (*senior engineer*), born in 1964, graduated in oil production engineering from Southwest Petroleum Institute in 1985 and received his Master’s degree in oil field development in 1995. He is mainly engaged in the oil and gas field development technique and technology and scientific information management. Add: P. O. Box 61, Shanshan, Xinjiang (838202), China
Tel: (0995) 8373822 or 8374773

（ 翻译 刘方槐
文楚雄
编辑 蒋静萍 ）