

# 对我国氮肥工业的全方位评价

王小伍<sup>1,2</sup>, 华 贲<sup>1</sup>

(1. 华南理工大学强化传热与过程节能教育部重点实验室, 广州 510641;

2. 华南理工大学应用物理系, 广州 510641)

**摘要:**全方位评价是一种以生命周期评价为基础, 将全球经济、环境、资源视为整体, 从时间、空间两维方向入手, 对产业的经济效益、环境负荷、资源耗费进行综合评价的体系。以全方位评价方法探讨了我国氮肥工业的发展策略, 提出从继续以煤为燃料的氮肥厂的节能降耗工作、海外投资建厂、直接进口化肥的 3 个方面改变我国氮肥工业现状的方案。

**关键词:**天然气; 氮肥; 全方位评价

中图分类号: TQ44; F205

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2005)04-0005-04

## Global scope assessment of China's nitrogenous fertilizer industry

WANG Xiao-wu<sup>1,2</sup>, HUA Ben<sup>1</sup>

(1. Key Laboratory of Enhanced Heat Transfer and Energy Conversion by State Ministry of Education,

South China University of Technology, Guangzhou 510641, China;

2. Department of Applied Physics, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China)

**Abstract:** Considering the worldwide economy, environment, resources as a whole, global scope assessment is a system that based on life cycle assessment, synthetically evaluates the economic effect, environmental burden, resources consumption of a nitrogenous fertilizer industry from time and space dimensions. In term of global scope assessment, this paper discusses the growing strategies of China's nitrogenous fertilizer industry, puts forward three pieces of plans: ① continuing to do energy conservation work in coal-based nitrogenous fertilizer plant; ② attraction of oversea investment; ③ proximate nitrogenous fertilizer imports.

**Key words:** natural gas; nitrogenous fertilizer; global scope assessment

## 1 我国化肥工业现状

我国是农业大国, 长期以来化肥工业的发展是国家政策扶持的项目。近年来, 我国化肥工业得到了快速发展, 化肥总产量(纯养分)为 3 600 多万 t, 保持在世界第一位, 化肥消费量占世界总量的 30% 左右, 其中尿素为 28%。按农业部的预测, 我国的化肥需求量与生产量之间还存在缺口, 因此我国化肥的生产还有一定的空间。

我国的化肥行业的发展经历了许多挑战, 至今仍存在一些问题: ①生产规模不合理。我国有大氮肥厂 29 家, 中氮肥厂 55 家, 小氮肥厂 800 多家, 生产能力分别为整个化肥行业的 30%、18%、52%, 规模小的企业占多数, 抗风险能力比较差。②生产所用的原料结构不合理。天然气占 21%, 煤焦占 64%, 其余 15% 为渣油和石脑油。大氮肥以天然气为原料的有 15 套, 占大氮肥总能力的 52%, 以轻油为原料的 5 套, 占 17%, 以渣油为原料的 7 套, 占 24%, 以煤为原料的 2 套, 占 7%。中氮肥以煤(焦)

为原料的占中氮肥总产量的 62%, 气为原料的占 18%, 渣油为原料的占 20%。小氮肥的合成氨原料以煤(焦)为主, 气为原料的占总产量不到 10%<sup>[1]</sup>。③生产成本过高, 企业缺乏竞争力。一方面由于煤炭、天然气价格和电力价格不断上涨, 另一方面是生产装备、管理落后, 节能型设备少, 能源利用率低, 污染重, 造成国内大部分化肥企业开工不足, 亏损严重。

## 2 化肥工业当前和长远的能源形势

众所周知, 能源与当今世界众多问题都有关系, 能源是制约经济发展的一个重要因素, 能源也是化肥工业必须面对的一个发展瓶颈。我国的能源结构中, 天然气只占一次能源的 2%, 石油一直都很紧缺, 而煤则占能源消耗的主导地位, 考虑到我国的国情和经济实力, 这种能源结构在未来的 20 年内都难有重大改变。无论从资源的稀缺还是从企业发展的经济利益来看, 以油为原料发展化肥工业都是不合理的, 这类企业在行业中也是亏损最为严重的。在我国的化工原料中, 90% 以上的天然气就是用来生

产化肥,从技术上讲,用天然气作原料的合成氨能耗、污染物排放量都最少,而且投资也最少,因此看起来好像最经济,国家经贸委公布的氮肥工业的近期发展规划中鼓励以天然气为原料的大氮肥厂继续增产 35%~65%,中氮肥厂进行以天然气为原料的改造。但是考虑到天然气供应量本身的不足以及天然气对环境的珍贵属性,我们不禁疑问:以天然气为原料发展化肥工业真的物有所值吗?过去由于没有考虑到天然气的供应而盲目投资天然气化肥工业,致使损失惨重的教训十分深刻,洞庭氮肥厂、湖北化肥厂等都是依据“川气出川”而设计成以天然气为原料,结果由于天然气出川不具备条件改用烧油,仅仅修改设计费用就花掉了数百万美元,而现在烧油的企业同样又面临困境,又得耗巨资改为用煤。

那么,兼顾到我国的国情,从能源—环境—经济互动的角度出发,我们该如何决策我国化肥行业的走向?本文从我国氮肥工业(主要是高浓度氮肥,即尿素)的能源结构出发,以全方位评价体系(GSA, Global Scope Assessment)探讨了我国氮肥工业的发展战略设想,指出仅仅从 GDP 增长或仅仅片面考虑到进出口贸易差和对民族工业的保护是无法填补能源的消耗代价、环境代价的。

### 3 全方位评价体系的建立

生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)是在发达工业国家必须履行的方法。然而在经济快速发展、能源环境形势日益严峻的国情和经济全球化的国际大气候下,对一个项目仅仅开展以它发展的时间为线索并局限在它自身的环境、经济、资源范围内的生命周期评价是不够的,无法实现对资源最优、最经济的利用,在开展生命周期评价的基础上,同时应该进行以空间为线索更高意义上的广域周期分析。从空间上开展的广域周期评价考虑的是项目的是否必要,是否可以采用更有效的资源利用方案满足对某项产品的需要。广域周期评价与生命周期评价这两者紧密结合起来就是全方位评价,能够更完整地服务于协调资源、环境、经济的关系,促进社会的可持续发展。

全方位评价方法可以用纵横网络框架结构描述。纵向指的是时间上的生命周期评价,从原材料开采纵向排列到产品的最后处置;横向表示的是项目空间上的广域周期评价,按一定次序横向铺展。全方位评价以纵向生命周期评价为基础,首先开展项目可行性分析,接着向横向拓展资源最佳利用方

案的评价,横向的次序为:①是否存在与项目功能相同且效益更好的替代方案。对那些需要绝对保证安全供应的产品,可能污染会很重,资源利用会很多,经济效益会很小,但仍然必须在国内保证生产,这时应该重点考虑替代生产方案。②是否存在产业调整以获得更好的社会效益的可能。国家的资源有限,环境承载力有限,应该停产那些社会效益透支的产业,将有限的资源投入到更有利于提高国家经济实力、发挥国家自身优势的产业领域中。③是否应该考虑国际分工合作。各个国家的资源优势不同,技术水平有差异,环境承载力不一样,如果把一样产品的产业链的各个环节放到最具优势的国家,往往可以实现对资源、环境的最有效利用。

对产品进行 GSA 分析的必要性有:①环境这一商品,多一人受益不会增加成本,而多一份环境污染,全球人都要受害,而且无论污染在哪个国家、哪个地区产生,最终的损害都是全球性的。地球上各个国家或地区的自然资源和人文条件都不一样,经济发展程度和对污染处理力度也不一样,因此,本着对资源的最经济利用和环境损害的最小化目的,客观上有必要将全球看成一个整体,在全球范围内开展产品生产的经济分析。②经济发展的全球化趋势、信息交通技术的进步以及全球新时代下的和平发展气候允许在全球范围内进行经济活动。③随着发展水平的变化,全球对环境压力和环境政策的认识也在变化,可持续发展已经成为全球人追寻的发展方式。在工业化初期,人类采用的是污染控制政策,但污染控制政策并不能解决问题,于是采取改革工艺过程、提高能源使用效率政策,但时代在变,经济全球化的新形势下只有采取放眼全球来调整经济结构的最有效的环境政策才不至于被时代抛弃,更何况在全球范围内开展经济活动对各个国家实现可持续发展都有利而无害,因此主观上也有必要发动全球范围的产业结构调整。④GSA 方法有助于一个国家制定产业结构、能源环境调整规划,制定国家税收制度。

### 4 以煤为原料的氮肥工业生产状况

氮肥工业以煤为原料生产过程中若按炭税 90 元/t、SO<sub>2</sub> 排污费 0.2 元/kg<sup>[2]</sup>的低限计算氮肥厂对大气的污染,则与吨尿素相关的大气污染费为 30 元(先进企业 24 元),约占总成本的 3%(先进企业 2%),污染主要来自煤的运输及电力的生产。由于化肥行业的特点,化肥工业的氨氮、氧化物排放量在

全国各行业之首。目前还不存在技术成熟、经济合理的氨氮、氰化物水处理措施。

以煤为原料的氮肥工业生命周期数据见表1<sup>[2-4]</sup>。

表1 以煤为原料的氮肥工业生命周期相关数据<sup>①</sup>

能耗		CO <sub>2</sub> 排放 量/kg	SO <sub>2</sub> 排放 量/kg	污水/ t
原材料生产阶段				
氨 568 kg	原料煤 648 kg 燃料煤 103(568 kg) 电 711(568) kW·h			34
运输阶段		122(92)	3.6(2.7)	
运行阶段	电 150 kW·h			
能源生产				
电 861(718) kW·h		194(161)	5.8(4.8)	
总计		316(253)	9.4(7.5)	34

注:①数据取自全国平均水平,括号内数据代表实现了“四个一”的企业。

不考虑环境代价时,以2002年的原料、能源价格以及管理费用计算,国产氮肥尿素的成本为1050元/t左右,合成氨单元是主要的能耗、成本单元,原料煤费用占合成氨制造的50%,电费占35%<sup>[2]</sup>,可见化肥行业中能耗高低是决定行业生存的重要因素,一些企业从节能降耗入手,吨氨两煤消耗少于1000kg,电耗少于1000kW·h,成本低于1000元,达到国际水平,在市场竞争中取得了优势地位。

## 5 以天然气为原料的氮肥工业生产状况

以天然气为原料的氮肥工业生命周期数据见表2<sup>[5]</sup>。

表2 以天然气为原料的氮肥工业生命周期相关数据

能耗		CO <sub>2</sub> 排放 量/kg	SO <sub>2</sub> 排放 量/kg	污水/ t
原材料生产阶段				
氨 568 kg	天然气 454 m <sup>3</sup> 电 284 kW·h	0.1	0.2	29
运行阶段	电 150 kW·h			
能源生产				
电 434 kW·h		97.0	2.9	
总计		97.1	3.1	29

若按碳税90元/t、SO<sub>2</sub>排污费0.2元/kg的低限计算氮肥厂对大气的污染,则与吨尿素相关的大气污染费为9元,约占总成本的3%。若以38MJ/m<sup>3</sup>计天然气的热值,以22.4MJ/kg计煤的热值,比较表1和表2,可以看出以天然气为原料的氮肥工业在能耗、环境污染方面都好于以煤为原料的氮肥工业。此外,以年产30万t合成氨、52万t尿素生产规模为例,以天然气为原料的氮肥工业的投资在22亿元

左右,而以煤为原料的氮肥工业的投资为35亿元左右,当天然气价格为0.8元/m<sup>3</sup>时,天然气为原料的氮肥工业的生产成本大约为1000元/t尿素,因此,从企业效益上看,以天然气为原料的氮肥工业也好于以煤为原料的氮肥工业<sup>[6]</sup>。

虽然天然气为原料的氮肥工业有如此独厚的优势,但是应该看到在我国的能源结构中,天然气只占一次能源的2%,天然气其实与油是同样的稀缺,而由于煤在国内储量丰富,未能形成垄断,价格低廉,天然气的情形就不同,以天然气为原料的氮肥工业现在的日子好过并不意味着将来也如此,在国外也有过因为天然气的价格上涨而破产的氮肥工业的先例,如果其他条件不变,当天然气价格超过0.9元/m<sup>3</sup>,以天然气为原料的氮肥企业就不能处于竞争优势了,到时候又得浪费国家财富花上几百万美元来进行原材料设计改产。另外,由于天然气得天独厚的优良性质,天然气在其他很多领域的应用都具有好过煤燃料的特性,而且这些领域所创造的利润(或生产总值)也高于氮肥工业,比如用天然气为原料的分布式能源站在相同的天然气用量下所创造的利润为氮肥工业的3倍以上,生产总值也大于氮肥工业,更何况分布式能源站是生产能源,氮肥工业是消耗能源,分布式能源站不产生难以处理的氨氮污水、氰化物污水。

## 6 从全方位评价体系看我国氮肥工业的对策

洞庭氮肥厂、湖北化肥厂的例子告诉我们,决策时必须考虑到能源问题,否则就将会受到惩罚。从以上的分析来看,以煤为原料的氮肥工业污染大,能耗高,利润低,而从长远的能源角度出发,大力发展污染小、能耗少、利润理想过以煤为原料的氮肥工业的天然气氮肥工业尚需慎重,那么是不是说中国的氮肥工业已经到了末路,没有必要再发展呢?

我国是人口大国,我国以世界上7%的耕地养活了世界上22%的人口,粮食问题是关系到国家存亡的头等大事,而粮食增产的30%~40%就得依靠化肥。我国的化肥总产量(纯养分)为3600多万t,保持在世界第一位,化肥消费量占世界总量的30%左右。若我国的化肥全部从国外进口,势必引起国际上化肥价格的暴涨,因此国内必须保持一定的化肥供应量。

依据GSA思想,笔者认为解决化肥问题的途径有:

(1)着手进行已有的以煤为原料的氮肥工业的节能减排工作,尽量在企业内部实现物料循环利用,

达到降耗、减排、减低成本的目的。事实上,一则在已经攻克出很多氮肥行业的清洁生产方案,如“合成氨生产蒸汽自给”、“两水闭路循环”、“硫磺回收工艺”等,这些方案本身能创造一定收益,投资回收期也较短,再则国内也不乏一些由于注重能源管理而实现了吨氨两煤耗小于 1 000 kg、电耗小于 1 000 kW·h、总能耗小于 41 868 GJ、成本低于 1 000 元,获得了很好效益的氮肥企业先例。

(2)停止国内天然气供应并不占优势的天然气氮肥工业的生产,充分利用邻国——俄罗斯的天然气能源优势,将当前已有设备争取在俄罗斯境内建厂或融资,所产化肥返销国内,实现对资源的最优利用。俄罗斯的天然气是东欧国家中最低的,每立方米为 0.2 元,电力也很便宜,每度不到 1.5 美分,在俄罗斯每吨合成氨的能源成本不到 54 美元,而我国为 540 元左右人民币。俄罗斯政府出于社会稳定和出口创汇的原因,对化肥工业给予很多优惠,比如出口化肥免征天然气原料的增值税及化肥铁路运输实行 5% 的折扣等。这种途径既可以避免已有投资的荒废,继续设备的利用,完成设备的服役期,又可以稳定国内化肥市场,其创造的价值也属于国民生产总值(GNP)范畴;同时,还可以充分利用国际资源,降低成本,提高自身企业的国际竞争力;最后,由于俄罗斯地广人稀,环境自净能力强,污染承载力高,氮肥工业所产生的环境污染也相对降低了。

(3)直接从俄罗斯进口化肥。从质量上看国产化肥与进口化肥差距不大,而真正威胁国内化肥行业的是国外化肥低廉的能源价格。俄罗斯化肥可以通过铁路运输进入我国,运输费用也不高。俄罗斯化肥的到岸成本在 950 元/t 左右,与国产化肥成本(1 050 元/t)比较,进口化肥具有一定优势。我国进入 WTO 后,对进口化肥放宽限制,实行配额制,配额

内关税 4%,2002 年尿素配额量为 130 万 t,节约成本 1.3 亿元左右,节约天然气约 5.9 亿 m<sup>3</sup>。若按进口天然气算,节约的外汇也在亿元以上。如果将节约的成本 1.3 亿元再投资那些产品出口俄罗斯的行业,不但可以缓解进出口贸易逆差,而且同样在国内提供了就业机会。

## 7 结论

GSA 将全球经济看成一个整体,以充分有效利用地球上有限的能源资源为宗旨,力求将对地球的环境损害达到最小,兼顾各国国情和经济发展的需要来综合评价一个产业的规划和布局。化肥工业是我国的能耗大户、污染大户,行业利润率也不高,从 GSA 来看我国的化肥工业,我们认为我国的化肥产业应该慎重考虑到以下几个方面:

(1)加大对现有以煤为原料的化肥企业的节能降耗工作,节能就是减排,就是降低成本,从而为企业赢得竞争优势;

(2)鼓励以天然气为原料的化肥企业将投资用到有能源、环境优势的国外,节省下来的天然气资源在国内更有战略前途的领域;

(3)按部就班地认真落实化肥产品的进口管理工作,真正利用进口化肥的有利之处,严防类似于进口大豆一类事件的发生。

## 参考文献

- [1] 龚七一,沈勤家.[J].化肥工业,2004,31:3-10.
- [2] 李志东,张坤民,周凤起,等.中国能源环境研究文集[M].北京:中国环境科学出版社,2000.
- [3] 孔祥琳.[J].小氮肥,2003,(1):1-6.
- [4] 袁一,王文善.尿素[M].北京:化学工业出版社,1997.
- [5] 董志强,马晓茜,张凌,等.[J].天然气工业,2003,23:126-130.
- [6] 袁俊斌,刘一男,齐红卫,等.氮肥制造业清洁生产审核指南[M].北京:化学工业出版社,2004. ■

## 《中国科技期刊引证报告》对本刊的评价指标

据中国科技信息研究所《2004 年版中国科技期刊引证报告》,2003 年本刊的总被引频次为 603,在 1 576 种中国科技论文统计源期刊中名列第 247 位,在 59 种化工类期刊中名列第 5 位;影响因子 0.520,在 1 576 种中国科技论文统计源期刊中名列第 276 位,在 59 种化工类期刊中名列第 7 位。

据中国科技信息研究所《2003 年版中国科技期刊引证报告》,2002 年本刊的总被引频次为 463,总排名第 242 位,化工类排名第 5 位;影响因子 0.318,总排名第 509 位,化工类排名第 14 位。

据中国科技信息研究所《2002 年版中国科技期刊引证报告》,2001 年本刊的总被引频次为 376,总排名第 234 位,化工类排名第 6 位;影响因子 0.405,总排名第 272 位,化工类排名第 9 位。

据中国科技信息研究所《2001 年版中国科技期刊引证报告》,2000 年本刊的总被引频次为 262,化工类排名第 9 位;影响因子 0.222,化工类排名第 21 位。

	总被引频次			影响因子		
	本刊	化工类 排名	总排名	本刊	化工类 排名	总排名
2003 年	603	5	247	0.520	7	276
2002 年	463	5	242	0.318	14	509
2001 年	376	6	234	0.405	9	272
2000 年	262	9	—	0.222	21	—
1999 年	166	13		0.121	39	