

亟待加快天然气工业的发展 ——关于我国过程工业原料路线的探索

〔关键词〕 过程工业 原料路线 天然气 气化 〔中图分类号〕 TE

赵月红 温 浩 郭占成 许志宏

(中国科学院过程工程研究所 北京 100080)

在过去的半个世纪里,我国各类过程工业取得了长足的发展,供求矛盾基本得到解决。目前我国过程工业中的主要矛盾表现为结构失调。长期以来以煤为主的过程工业的原料路线导致投资负担重、环境污染大的严重被动局面。当前,供求矛盾日益尖锐的石油市场上存在的不确定性,以及进厂天然气价格过高等问题,均已成为我国过程工业进一步发展的瓶颈和制约因素。随着我国经济和社会的迅速发展,及时加快天然气工业的发展,改善我国的能源结构,逐步改变过程工业的原料路线,提高天然气等清洁能源的使用比重,已成为一件亟待解决的战略选择。下面拟就我国目前过程工业领域中原料路线的结构性调整问题,进行分析和讨论。

一、煤炭的主导地位及其存在的问题

从我国目前的能源结构和过程工业的原料路线来看,我国是世界上不多的几个以煤为主的国家之一。煤炭在我国一次能源结构中占有很大的比例,2000年统计数据显示,煤炭占我国全部能源和过程工业原料消耗的 67.2%,远高于世界 1998 年

平均水平的 26.2%;而石油和天然气则仅占全部能源和过程工业原料消耗的 21.4%和 3.4%,远低于世界平均水平的 40.0%和 23.8%^[1,2]。

据估计,在今后若干年内,煤在我国能源结构中的比重还要占 50%以上^[3]。目前,我国 80% 的煤是直接燃烧利用,这种落后的煤炭利用方式造成了设备比投资大和环境污染严重的后果。我国目前排入大气中 85% 的 SO₂、70% 的烟尘、85% 的 CO₂ 和 60% 的氮氧化物,均来自于煤的直接燃烧和工业利用^[3]。我国 2000 年因燃烧煤产生的 CO₂ 排放量已达 1 860 万吨^[4]。如果目前的发展趋势不变,到 2025 年,我国将可能超过美国,成为世界第一大 CO₂ 排放国^[5]。我国目前作为发展中国家还不是被主要关注的焦点,但当我国的 CO₂ 排放量成为世界第一的时候,将会处于很被动的地位。

如果我国仍继续大力发展以煤为主的能源工业和过程工业原料路线,则必将增大我国能源工业和过程工业建厂时的设备投资,面临更为严峻的环保问题,届时,必将受到国际上 CO₂ 减排公约的严厉制约。为使我国经济和社会高质量地迅速发展,迫切需要从战略上逐步调整以煤为主的能源结构,

机制为主的补偿机制。通过改革交通税费体制,形成合理而稳定的城市地铁建设投资渠道。在建立专营权制度的基础上,鼓励社会资本和私营部门参与地铁专营服务,同时逐步由市府全部负担地铁补贴的方式改为市政府、沿途地方政府、铁路部门共同参与、联合均担的方式。地方政府主要资金来源是向道路沿线的间接收益者征收的工程收益费,如:可以向因地铁系统而获益的地方公司和企业征收一定的开业费;将距离车站 350~720 米的范围确定为城市轨道交通系统的收益区,对区域内的占地业主和土地租用者按照占地面积和距车站的距离累进收税;对地铁沿线尤其是车站附近的土地经营开发权进行拍卖,或低价将沿线土地划拨给联合开发的投资者进行商业性开发,等等。

第七,积极采用实现地铁赢利的新经营模式。首先,应建立我国地铁独有、统一的服务品牌,在统一品牌下,进入以不同方式包装的载体,如影视、书籍、服装、手表、主题公园等,同时,形成包括线路品牌(如上海地铁明珠线)、出口品牌(可以将冠名权结合起来)、产品品牌等在内的品牌体系。二是进入销售领域,不断延伸商品价值链,控制更多的商品流通渠道或环节,利用品牌知名度和服务文化,为

消费者创造良好的购物或服务环境,如建立遍布全市的地铁零售店、专卖店、餐饮店、书店;建立具有先进视听效果的地铁广告体系,等等。三是发展多种经营、扩大服务品种、延伸服务范围,如除了参与广告、信息咨询、商业、房地产等,还可以延伸到船舶运输业务、旅馆、停车泊位、自动售货机、汽车运输与租赁业务等。

主要参考文献

- [1] 课题组. 青岛市地铁建设调查报告. 青岛社会科学院科技经济与管理研究中心, 2002
- [2] 陆化普等. 城市轨道交通规划的研究与实践. 中国水利水电出版社, 2001
- [3] 韩彪. 交通经济论. 经济管理出版社, 2000
- [4] 郭鸿懋. 城市空间经济学. 经济科学出版社, 2002
- [5] 李京文主编. 铁道与发展. 社会科学文献出版社, 2000
- [6] 工作组. 交通与环境. 中国环境科学出版社, 2001
- [7] [美] Edgar M. Hoover 等. 区域经济学导论. 上海远东出版社, 1992
- [8] [美] 亚德里安·J·斯来沃斯基等. 发现利润区. 中信出版社, 2000
- [9] 课题组. 经济发展、交通与环境. 社会科学文献出版社, 2001

(责任编辑 肖庆山)

向与环境友好的天然气等清洁能源发展,同时要大力发展洁净煤使用技术,以缓解煤炭利用对生态和环境的不利影响。

二、石油供求矛盾和不确定性

近20年来,随着我国经济的快速增长,石油产量的增长已不能满足石油消费需求的急剧增长。从1993年起,我国已经从石油出口国变为石油净进口国,2000年我国的石油进口量已接近7000万吨,对进口石油的依赖程度已超过30%。在未来的10年内,国内石油产量仍将维持在1.6~1.7亿吨左右,近期内难有大幅度增长。而按目前我国经济增长速度计算,根据国际能源机构IEA(International Energy Agency)预测,2005、2010和2015年我国的石油消费量将达到2.43亿、2.96亿和3.6亿吨。石油缺口不断扩大,石油供求矛盾将日益突出^[6]。

石油作为重要的不可再生的能源资源,在世界能源市场有着举足轻重的作用。由于石油资源分布和消费的不均衡性,世界石油需求与供求之间的矛盾,以及风云变幻的国际形势,决定了世界石油市场的不确定性,造成石油价格起伏不定,给世界经济和安全机制带来了巨大波动。图1为1970~1999年30年内世界石油价格的波动情况。

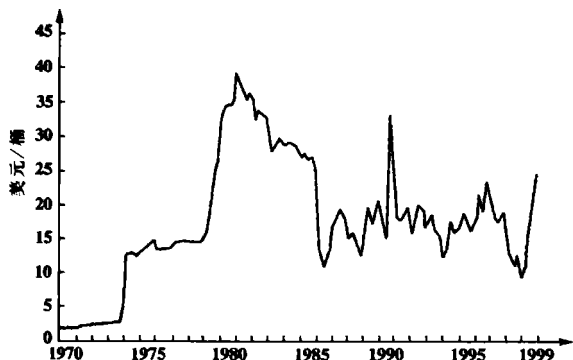


图1 1970~1999年世界石油价格回顾^[7]

在我国石油进口量日益增加的情况下,大量的石油进口不仅意味着消耗大量的外汇,使国家的经济容易受到世界油价动荡和供应中断的影响和冲击,同时国家的能源安全也受到威胁。为了减少对进口石油的依赖程度,除了继续加快石油地质、勘探、开发速度外,大力发展以清洁的天然气和煤为原料的过程工业的生产技术(如GTL, Gas to Liquid; CGTL, Coal & Gas to Liquid)已成为当务之急。

三、天然气资源的开发及其制约因素

近年来世界上天然气的发现有了很大的增长^[1,2],已探明储量有 $150.19 \times 10^{12} \text{ m}^3$,预计还有 $147.05 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 尚待勘探。国际能源界普遍认为,今后世界天然气产量和消费量将会以较高的速度增长,21世纪中后期天然气的产量将会超过煤炭和石油。目前,天然气开发利用已成为各先进国家研究的热点领域。

我国也拥有较为丰富的天然气资源。近年来随着我国地质勘探水平的提高,天然气探明储量有了较大幅度的提高。我国相继在西部地区的塔里木盆地、陕甘宁、内蒙古、柴达木盆地等新发现了一批大型气田,如,2000年在内蒙古苏里格发现了一个特大型气田,已探明储量2204亿 m^3 ,预计最终累计探明储量可达7000亿 m^3 。至2000年,我国常规天然气已发现资源总量估计约为 $38 \times 10^{12} \text{ m}^3$,其中已探明储量约 $1.38 \times 10^{12} \text{ m}^3$,探明率仅为5%左右^[8]。相比之下,我国的天然气资源潜力还很大,预计在未来10~20年内我国天然气探明储量将会迎来快速增长时期。

除了常规天然气外,在我国还发现大量的非常规天然气储量,如,天然气水合物(或称固体可燃冰)。天然气水合物是一种超分子笼型化合物,研究表明,1个单位天然气水合物分解最多可产生164个单位体积的甲烷气体,被视为未来的清洁能源。据了解目前美国、日本、俄罗斯、印度等国都十分关注这种新的资源,在进行开发的前期准备工作。天然气水合物在世界各地分布广泛,大陆斜坡和海岛边缘水深超过300~500m的海域均可能有天然气水合物矿的生成。20世纪90年代末期,我国相继在东海和南海探测到大量的天然气水合物。据预测,仅南海海底的天然气水合物储量就相当于我国现有石油储量的一半,同时我国东海陆坡、东沙和南沙海槽等地域均有形成天然气水合物的良好地质条件^[9,10]。目前,尚不能对天然气水合物进行大规模的经济勘探和开发,它的成功开发将是一个有待研究、探索的问题。

我国的煤层气储量也较丰富,据估算全国在不深于2000m的地层范围内,拥有煤层气资源量约为 $(32 \sim 35) \times 10^{12} \text{ m}^3$ ^[11]。煤层气主要成分是甲烷,与天然气的成分、用途基本相同,下游市场也基本一致。我国已选定辽宁、安徽、山西等省一些条件较好的老煤矿作为开采煤层气的试点,并取得了一定的经验。随着天然气水合物和煤层气理论研究和开发技术的突破,我国将开发出更丰富的天然气资源。

除了我国国内的天然气资源外,与我国邻近的俄罗斯、中亚、中东、亚太四地区天然气资源丰富,是世界天然气的主要生产地和出口地,也是我国可资利用的境外能源。据了解,我国已计划从这些地区引进天然气^[12]。国内外这些可利用的天然气资源潜力,为我国天然气工业的发展提供了广阔的前景。天然气将逐步部分取代煤的趋势是不容置疑的,预期在21世纪我国天然气工业必将有一个大的发展。

应当指出的是,我国除了四川、重庆的天然气田开发较早外,其它气田均发现较晚,开发利用刚刚开始。就我国目前天然气的开采量来看(见表1),我国天然气工业尚处于起步阶段,与世界天然气生产大国相比,有很大的差距。利用天然气大幅度改变我国的能源结构和过程工业原料路线,可能需要有一个较长的过程。

此外,我国丰富的天然气资源大都位于内蒙古、新疆、四川、青海等工业基础较薄弱的中西部地区,远离经济发达的东部消费市场,昂贵的输送费用,使管网天然气价格偏高,这已成为制约我国天

表 1 2000 年世界主要的天然气生产国和我国的天然气产量情况^[5]

国家	天然气产量(10^8 m^3)	世界排名
美国	5 556	1
俄罗斯	5 450	2
加拿大	1 678	3
英国	1 081	4
阿尔及利亚	893	5
印度尼西亚	639	6
伊朗	602	7
中国	277	19

然气工业发展的主要瓶颈问题^[13]。在我国,天然气的价格一般由 3 部分构成:开采费用一般大约为 $0.3 \text{ 元}/\text{m}^3$;管输费用取决于路线长短,约为 $0.3 \sim 0.6 \text{ 元}/\text{m}^3$;城市分配及存储费用约 $0.3 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。目前进京的陕北靖边民用天然气为 $1.8 \text{ 元}/\text{m}^3$,即将建成的西气东输工程,天然气的全线加权平均指导价格为 $1.29 \text{ 元}/\text{m}^3$,这些都高于世界上使用天然气作为原料的过程工业的进厂价格(它们一般入厂价格约为 $0.6 \text{ 元}/\text{m}^3$)。

这种偏高的天然气价格,过程工业企业一般均难以承受。据中国氮肥工业协会测算,我国 15 套大型化肥老装置天然气价格的承受能力在 $0.62 \text{ 元}/\text{m}^3$ 以下^[14]。在我国石油短缺、天然气价格居高不下的情况下,许多过程工业企业为了扭亏,不得不回头讨论“油改煤”和“气改煤”的这类“倒退”问题。其中有些企业因原料供应不足常处于半停产的状态。冶金工业也因一直不能采用天然气进行优质海绵铁的生产,影响了我国优质钢的发展。反过来,有时一个大气田,却因缺少大的工业用户,而不能大规模开发,铺设的输气管路能力也受到用量不大的限制。因此,我国迫切需要发展一种能够符合国情的天然气利用工业和价格体系,以促进我国天然气工业的发展。

四、我国迫切需要发展天然气—煤共气化工艺

综上所述,继续大力发展以煤为主的过程工业,已不符合我国经济可持续发展和国际市场竞争的需要,发展以清洁的天然气为原料的过程工业才是大势所趋。我国虽拥有潜在的、较为丰富的天然气资源,但是由于地质、勘探、开发、输送、管理等方面的滞后,致使我国天然气价格一直偏高,单独以天然气为原料的过程工业也因此起步艰难。针对这一个过渡时期的情况,中科院过程工程所提出了适合我国目前能源状况的天然气—煤共气化的工艺,以期使合成气造气部分的投资可以大幅度节省,提高工艺过程对天然气价格的承受能力。

所谓“天然气—煤共气化的工艺”(CGTL),即以天然气和煤为原料,同时在操作上也能提供、使用其它的原料,如重渣油、焦炉煤气、返回的废聚合物或其它廉价碳氢化合物等。该工艺的核心设备是在退役高炉的基础上,采用氧气鼓风改造成的合成气制备炉。它有以下基本特点。

1. 利用价格低廉的煤炭,用内部燃烧提供热量方式,替代目前普遍应用的天然气蒸汽转化法中所

用的天然气从外部燃烧供热的方式,使天然气和水转化为合成气。此法既大幅度减少了天然气消耗(约少 $1/3$),又提高了工艺过程对天然气价格的承受能力,也改进了生产过程对合成气 H_2/CO 比例的调控能力。

2. 在单独以煤为原料的合成气制备工艺中,造气设备投资比重占总投资的 $60\% \sim 70\%$,而共气化的工艺可利用退役高炉的本体和它的大部分改造后的辅助系统来实现,投资可成倍地降低。

3. 共气化的工艺具有原料选择性宽、操作弹性大的优点。可以根据原料的供应和价格波动情况灵活调整原料配比。这样,在我国煤炭价格相对较低廉、天然气价格偏高的情况下,可以多用煤少用天然气,在将来天然气价格较为适宜的情况下,再逐步增加天然气的用量或全部使用天然气。

4. 在用共气化的工艺(CGTL)生产煤气时,气体出口温度可参照冶金工业中 COREX 新流程的参数,做到以 CO 和 H_2 为主,不含焦油等杂质,使煤气净化负担减小。这是一种清洁的生产工艺。

显然,采用 CGTL 工艺就可以有效降低目前天然气价格偏高的阻碍,从而推动我国天然气工业的快速发展。另外,共气化的工艺也可作为一种洁净煤技术,在一定时期内缓解我国以煤为主的能源结构所带来的生态和环境影响。

五、过程工业的结构性调整

认定了发展天然气清洁能源和原料的方向后,除了技术上的改进外,还需要领导人和企业家从政策角度来考虑过程工业原料路线结构性变革的多种可能性。

首先是要考虑股份制和强—强联合,例如,按照国际竞争的需要,天然气气田或其它气体能源的所有者与过程工业的所有者可进行合资,生产以天然气为原料的化工产品,如甲醇、合成氨或乙烯,并在此基础上再发展多种衍生的产品或者合成优质石化产品。目前在世界上许多地方,如新西兰、西亚和非洲正在兴起的 GTL 的高潮,就是这种性质的一种组合。

当条件允许时,也可以进一步参与国际气田所有者的合资。这就是把大型的 GTL 工厂建设到境外世界级的巨型气田上去,然后将廉价的基本原料型产品再运回我国工业发达区域。

在国内形成天然气—煤联合气体(CGTL)的生产规模,最好的办法是促成化工方面的企业与钢铁企业进行联合。这是因为在未来 $5 \sim 10$ 年内,很多冶金厂的高炉都要实现巨型化转型,有大批的中、小型高炉即将退役,如果将之改成为气化炉,原来中小型高炉的全套原料运输、处理、存贮、厂房等系统,大都可以改造利用,从而使最费钱的气化部分的投资可成倍地降低。同时现代化的冶金企业的剩余焦炉煤气,也可成为过程工业生产的良好原料。

近年来国外大量用氧的过程工业的兴起,促进了巨型制氧机的发展。其先进的生产装置可以大幅度降低氧气成本,并可以生产氮气和多种惰性气体。同时,如果条件合适,一些制造巨型氧气机的公司,也常愿意与过程工业合作,参与投资。

中国农产品加工业跨越式发展的战略选择*

〔关键词〕 农产品加工 跨越式发展 不均衡梯度发展 〔中图分类号〕 S2 TS

张文松¹ 张明玉²(北方交通大学经济管理学院, 博士¹; 博导² 北京 100044)

实施跨越式发展战略, 是几乎所有后发国家经济起飞的成功之路。每个国家和地区都要寻求适合自己的跨越式发展道路。当然, 要想短时间内全面赶上发达国家是不可能的, 但在某个领域、某个阶段的跨越是完全有可能的。经过国内外对比研究和中国农业发展历史的考察, 我们认为, 在农产品加工领域就有可能实现跨越式发展。鉴于此, 我们在《科技导报》2003年第5期发表的论文“我国农产品加工业跨越式发展的路径”里, 详细论述和分析了我国目前为什么要发展农产品加工业、我国农产品加工业发展的路径特征、我国农产品加工业发展面临的现实制度基础以及我国农产品加工业跨越式发展的路径选择。本文在该文的基础上, 进一步对农产品加工业跨越式发展的战略思想、战略目标、战略部署、战略阶段、战略布局等进行论述。

一、战略指导思想

1. 不均衡梯度发展 “不均衡梯度发展”的思想就是“效益优先, 兼顾均衡, 适度倾斜, 充分发挥各地区优势, 促进区域经济协调发展。”具体讲有4方面的含义: 一是在地区间的资源分配和政策投入

* 本研究得到国家“十五”攻关重大专项(项目编号: 2001BA 501A17-10)资助。

多年来我国工业经营一直是按照条、块分割的方式进行的。而在未来的国际竞争中, 必须要有参与全球竞争的思路、眼光, 才能立于不败之地。这就要求国家和企业家都必须放开眼界、扩大思路, 从管理、技术、资金、市场、环保等多方面多环节地进行综合研究, 以解放思想为先导, 从根本上对技术路线和工业组织结构, 进行全盘性的结构性改革。惟此, 我国符合21世纪要求的过程工业和清洁能源、清洁原料的新路线才能真正确立。

参考文献

- [1] 宋武成. 天然气与中国能源. <http://www.spc.com.cn/spcspc/Chinese/tep/2002/200201/js-02.htm>, 2003, 4
- [2] 陈永武. 中国21世纪初期天然气工业发展展望, 天然气工业, 2000, 20(1): 1-4
- [3] 刘江. 中国能源利用战略研究. 北京: 中国农业出版社, 2002
- [4] 钱伯章. 当代洁净煤技术进展. 中国能源, 2002(6): 18-22
- [5] 许志宏, 温浩, 郭占成等. 21世纪绿色过程工程的发展. 北京: 中国石化出版社, 2002

上, 实行适度的地区倾斜与必要的区域补偿相结合; 二是在各地区的产业发展上, 实行适度的地区专业化与必要的多样化相结合; 三是在各种经济活动的空间分布上, 实行适度的地理集中与必要的地理分散相结合; 四是在各种经济活动的时间分布上, 统筹规划, 合理布局, 整体推进, 重点突破。

现在全国经济发展整体上采取的虽然是区域均衡发展战略, 但具体到某一产业的发展则有必要采取不均衡发展战略。从系统论的观点看, 一系统或区域内生产要素由低势向高势移动, 再由高势向低势传递, 从而推动低势能区向上发展, 最终带动整个系统由局部集聚的高势能向高级有序的梯度扩散, 取得系统经济整体功能放大的宏观效果。比如, 农产品加工业受生产力发展水平的制约, 在地域上一般遵从由经济发达地区到次发达地区再到欠发达地区的递进次序; 农产品加工业受农产品生物特性和市场需求弹性的影响, 在行业上一般遵从由畜牧水产业(特别是乳业)到果蔬业再到大田作物的递进次序。

每个国家的农业都有其优势与劣势, 关键是要扬长避短。目前我国绝大部分地区采取的是农户分散经营, 90%的农户的土地还不到1公顷, 有的甚至只有几分地; 而发达国家则多达数百公顷, 生产效率相差悬殊。像粮、棉这类土地密集型农业, 我国比较优势差, 难以同发达国家竞争; 糖、油、奶等农产品,

- [6] International Energy Agency. China's worldwide Quest for Energy Security. <http://www.iea.org/books/studies/2000/china2000.pdf>, 2002, 3
- [7] 世界石油30年回顾(1970-1999). <http://www.worldoilweb.com/asp/oilprice/express/30-years.asp>, 2003, 5
- [8] 舒歌平, 杜淑凤. 中国应加快煤炭直接液化技术产业化步伐. 洁净煤技术, 2000, 6(4): 21
- [9] 我国海底“可燃冰”蕴藏量丰富. <http://www.people.com.cn/GB/channel/15/20001121/321035.html>, 2003, 4
- [10] 天然气——人类第四代能源的首选. http://www.cas.ac.cn/html/Books/061BG/al/2002/3/3_5_2.htm, 2003, 4
- [11] 吴佩芳. 中国煤层气生产面临的机遇和挑战, 2002年第三届国际煤层气论坛论文集. 北京, 2002
- [12] 刘洪岩. 发展我国天然气化工的几点思考. <http://www.chemdevelop.com/>, 2003, 4
- [13] 代小平, 余长春, 沈师孔. 费-托合成制液态烃研究进展. 化学进展, 2000, 3(3): 268-281
- [14] 徐燮寿. 天然气化工利用的关键在于天然气的价格. <http://www.ccaon.com.cn/union/zz/t5.htm>, 2003, 3

(责任编辑 王宏章)