

焦化企业工业共生模式实证研究

毛玉如, 孙启宏, 乔琦, 沈鹏

(中国环境科学研究院国家环境保护生态工业重点实验室, 北京 100012)

摘要:介绍了我国焦化行业发展现状、面临的问题与挑战。按照某一共生单元(企业)在共生链网中的地位 and 作用, 系统地识别和划分了主导型工业共生、平等型工业共生和依附型工业共生 3 种主要链网模式, 总结了各自结构特点和运行模式, 并对焦化企业进行了实证研究。主导型工业共生模式往往是以独立型焦化厂为主构成的, 一些焦化厂在加强焦化下游产品的开发同时发展了钢铁、化工等耗焦炭量大的产业, 构建起平等型工业共生模式, 焦炭部分外销; 依附型工业共生模式往往是焦化企业在钢铁、化工、动力等流程型生产环节内组成的共生链网, 主要通过焦炭供应、焦炉煤气利用构建链网关系, 焦炭一般不外销。

关键词:焦化; 共生; 模式; 实证

中图分类号: F062.2

文献标识码: C

文章编号: 0253-4320(2006)02-0006-04

Empirical study on symbiosis pattern in coke-oven plants

MAO Yu-ru, SUN Qi-hong, QIAO Qi, SHEN Peng

(SEPA Key Laboratory on Eco-Industry, Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: The status quo, also some problems and challenges of coke-oven industry in China were introduced. According to unit structure and function in the symbiosis network, the industrial symbiosis pattern could be classed into three types, i. e. dominant type, equal type, and adherent type. The character of the three types was summarized and analyzed, and the empirical study on symbiosis pattern in coke-oven plants was carried out. Symbiosis in stand-alone coke-oven plants is always the dominant type. The symbiosis construction is through utilization of coal tar and coke gas, accommodation of steam and hot water, nearly all coke is sold as a product. Symbiosis of equal type is always developed from stand-alone coke-oven plants. Such plants develop its downstream products and form steel works as an extended industrial chain. The symbiosis construction is through utilization of coke gas and accommodation of coke. Part of coke is accommodated to steel production, else is sold as a product. Symbiosis in coke-oven plants in iron and steel complex, chemical industry or power is always the adherent type. The symbiosis construction is through utilization of coke gas and accommodation of coke. Nearly all coke is accommodated to the production in its group.

Key words: coke-oven; symbiosis; pattern; empirical study

焦化行业是冶金、化工等工业用焦的支柱产业, 是诸多领域的“工业之母”, 也是工业和民用煤气主要气源供给行业之一, 对国民经济发展和人民生活水平提高起着举足轻重的作用。焦炭是世界各国竞争的重要生产资料, 我国是全球第 1 位的焦炭生产大国、消费大国和出口大国。

注重煤焦油化学产品, 集中深加工和增强焦炉煤气的有效利用, 是焦化行业综合发展、提升竞争能力的重要方向^[1-2]。煤焦油中有上万种有机化合物, 可提炼的有 400 多种, 目前有利利用价值并可经济提取的约有 50 余种。但目前国内煤焦油加工工艺技术落后, 加工深度低、资源回收利用率低和能源消耗高, 煤焦油未经加工直接作为燃料油使用的现象比较严重。在现代炼焦生产中, 扣除自身加热用煤气后有 45% ~ 50% 的焦炉煤气可作为优质的能源

外供和作为还原气和合成气的原料。但我国目前大量的焦炉煤气得不到有效利用, 直接排放或燃烧排放现象经常发生。

1 工业共生

“共生”的概念最早是由德国生物学家德贝里 (Anion de Bary) 于 1879 年提出的, 指的是由于生存的需要, 两种或多种生物之间必然按照某种模式互相依存和相互作用地生活在一起, 形成共同生存、协同进化的共生关系。在自然界中处于同一环境下两个或多个种群相互依存而共生的现象是很普遍的。生物学和生态学研究表明, 自然界的许多生物种群在漫长的进化过程中形成了极其精确而完善的系统, 它们具有经济而精巧的结构, 可靠而协调的功能, 能高效率地使用物质和能量。丹麦卡伦堡

收稿日期: 2005-11-07

基金项目: 国家科技攻关计划项目“循环经济理论与生态工业技术研究”课题(2003BA614A-02)资助

作者简介: 毛玉如(1974-), 男, 博士, 副研究员, 主要从事清洁生产、生态工业、循环经济、能源与环境系统工程等方面的理论和实证研究, 010-84913901, maoyr@cras.org.cn, maoyuru@tom.com。

(Kalundborg)公司出版的《工业共生》一书中,对工业共生的定义为:“工业共生是指不同企业间的合作,通过这种合作,共同提高企业的生存能力和获利能力,同时,通过这种共生实现对资源的节约和环境保护。在这里这个词被用来着重说明相互利用副产品的工业合作关系”。Lambert 和 Boons 将工业共生定义为企业之间开展的设备共享、废物流集中处理和废弃物、多余能量的交换^[3]。

目前,国内外已广泛开展工业共生实践^[4-6],美国各州开展的以工业共生为特征的生态工业园建设项目已经超过 80 个,加拿大正在建设的生态工业园已逾 40 个。在世界其他地方,如欧洲、南美洲、大洋洲、非洲等地也纷纷开展了生态工业园建设项目。亚洲也是对生态工业园关注较早的一个地区,包括中国在内的日本、印度尼西亚、菲律宾、泰国、印度等国家均在实施生态工业园区建设。与国外相比,我国起步较晚,但进展较快,且力度较大。1999 年以来,国家环保总局将发展循环经济、建设生态工业园区作为实现区域可持续发展、经济和环境“双赢”的一个重要举措,在全国范围内从不同的层次、角度和领域推动了生态工业园区建设工作的进行。

按照某一共生单元(企业)在共生链网中的地位和作用,其参与共生链网主要有以下 3 种模式:主导型工业共生、平等型工业共生和依附型工业共生。

2 主导型工业共生

2.1 模式特点

主导型工业共生是有行业特点的生态工业园中最基本和最广泛存在的一种链网模式。这种链网模式的形成往往是由于存在一家或几家大型核心企业,许多中小型企业分别围绕这些核心企业进行运作,或者存在某一种企业集群,吸附企业共同为其进行产品加工或副产品处理,从而形成工业共生链网。核心企业或企业集群往往被视为主导型工业共生链网的缔造者,具有不可替代的作用,它决定了共生链网能否持续发展的技术可行性,吸附企业在各自的核心企业下从事核心企业分工结构中的某一项任务活动。核心企业的经营环境、工艺调整、产品创新、材料更换等都会对它的吸附企业产生非常大的影响,最终将直接影响链网的稳定性^[5,7]。

根据共生链网中核心企业的数目不同,主导型工业共生可以分为单核心主导型工业共生(图 1)和多核心主导型工业共生(图 2)。一般情况下,单核心主导型工业共生链网中的核心企业对生产资源的

需求量或为吸附企业提供副产品的供应量基本上是丰富而稳定的,具有规模优势。多核心主导型工业共生链网中的各核心企业之间不一定存在非常强的依赖性,与那些依附于它们的吸附企业相比,各核心企业之间存在着相对的独立性。多核心主导型工业共生的出现提高了整体链网的稳定性,企业之间在互利、竞争过程中相互模仿学习,有助于技术、管理方面的提高,经常交往建立起来的伙伴信任关系大大降低了交易费用以及其他方面的改善,形成了区域整合效应。

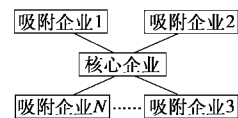


图 1 单核心主导型工业共生链网示意图

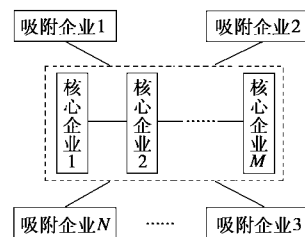


图 2 多核心主导型工业共生链网示意图

炼焦炉不是“多功能厅”,建成后难做他用,独立型焦化企业的工业共生往往是主导型工业共生,主要通过焦炉煤气、煤焦油等的综合利用和蒸汽、热水等的供应建立起链网关系。焦炭一般作为产品销售出去,在国内焦炭市场,主要用于弥补钢铁联合企业焦化生产能力不足的差额;在国际市场,主要供应日本、欧洲等国家钢铁生产对焦炭的需求。独立型焦化企业可以随时根据市场的变化,调节其产品结构,既可以生产优质的铸造焦、冶金焦,又可以根据客户需求,生产质量较差的化工焦炭、焦粒等产品。

2.2 焦化单核心主导型工业共生

上海焦化有限公司是以煤为主要原料的综合性大型企业,近年来一直进行焦化副产品的深加工及其燃料化工产业的发展。公司现拥有年产商品冶金焦 180 万 t、甲醇 35 万 t、各类精细化工原料及产品 20 余万 t 和日产城市煤气 320 万 m³ 的生产能力,并正在建设新的焦化厂。1988 年以来,以上海焦化有限公司为核心,逐步在其周边地区建立了一些合资吸附企业,通过不断加大技术革新和技术改造的力度,较好地解决了该公司排放的煤气、热水、蒸汽、二氧化碳、氮气和炭黑尾气等资源的循环利用问题,生

产工艺中各种资源之间配置合理,构建起了稳定的工业共生链网(图 3),走出了一条独立型焦化厂的健康发展之路。

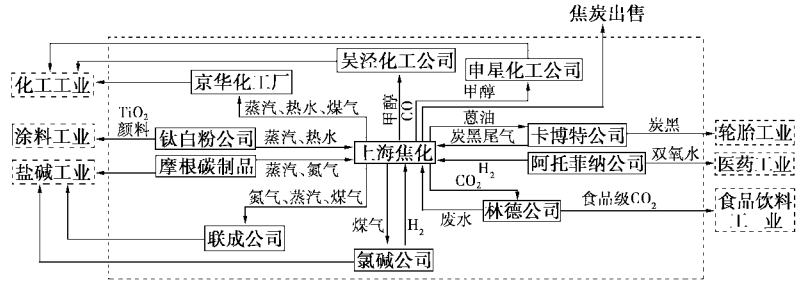


图 3 上海焦化有限公司单核心主导型工业共生链网示意图

2.3 焦化多核心主导型工业共生

对布局较为集中的炼焦企业群,应在焦油深加工、粗苯精制、焦炉煤气的利用方面统筹规划,以实现规模化和高效、经济生产。内蒙古乌海市西来峰工业园区目前已形成 300 万 t/a 机焦的生产能力,周边还有较强的焦化生产能力,园区内正在建设 30 万 t/a 煤焦油加工项目,白灰、腐殖酸钠、泡花碱、石膏、耐火材料等的加工企业正好可以利用焦炉煤气气源,形成资源相互利用和循环,能量梯级利用的工业共生链网(图 4)。

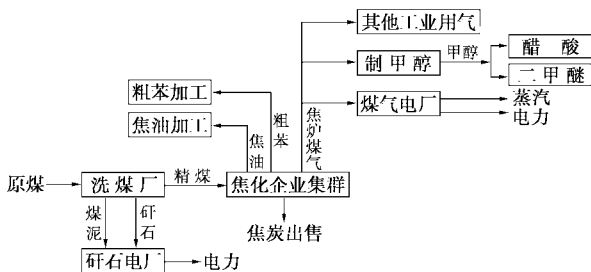


图 4 内蒙古乌海市西来峰焦化生产集中区多核心主导型工业共生链网示意图

3 平等型工业共生

3.1 模式特点

平等型工业共生是指企业之间通过开展多渠道、多层次的原料替代和资源利用,达成紧密合作关系,彼此间相互获利,但可独立生存(图 5)。平等型工业共生链网的最大特点就是参与企业之间在业务关系上是平等的,企业注重柔性化生产和资源循环利用,这种模式有利于链网的迅速形成和发展。平等型工业共生企业对对方的贡献都不会太大,共生企业主要通过挖掘内部资源优势,不断延伸和拓展共生链条,广泛地与同行业企业、上下游相关产业建

立互惠互利关系,以便扩展提高生态效益^[5]。

焦化厂具有一旦投产就不能停产,只能通过延长结焦时间降低产能的特性,导致焦化厂即使遇到市场不佳,需求减少状况,对精煤需求也不能大幅减少,从而使经营状况恶化。目前,一些独立型焦化厂在加强焦化下游产品开发的同时也在尝试产业链的延伸,发展钢铁、化工等耗焦炭量大的工业生产,从而形成横向耦合、纵向闭合效应。应当说,这种产业链的延伸在短期内对企业规模的膨胀发挥了很大作用,但是必须符合国家的产业发展政策和企业规模化发展的要求,不能搞“小而全”,否则产业链延伸以后,整个产业链都存在较大的政策和市场风险。

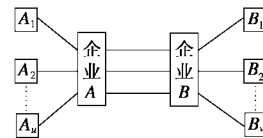


图 5 平等型工业共生链网示意图

3.2 焦化-钢铁平等型工业共生

山西安泰集团股份有限公司外托山西的资源优势,内靠严格的管理,经过多次技术改造和扩建,企业由单一的炼焦发展成为现在的集科、工、贸、产、运、销为一体的民营企业集团公司。通过 20 多年的发展,安泰集团公司走上了“以焦化龙头,以“三废”治理与开发为方向,以产业链型结构为基点,向高科技产业快速发展”的路子,形成了 300 万 t/a 机焦、200 万 t/a 钢铁生产能力,焦炭除供应钢铁生产外,大部分销往国内外,同时大力发展焦化下游产品,形成了焦化、钢铁两大产业的平等型工业共生链网结构(图 6)。

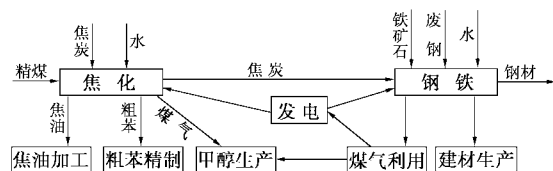


图 6 山西安泰焦化-钢铁平等型工业共生链网示意图

4 依附型工业共生

4.1 模式特点

依附型工业共生是由企业之间通过原材料、产品、副产品等的交流建立共生链网(图 7)。企业间

资源相互利用和循环、能量梯级利用的比例占各自输入量相当大的比重。在地域空间范围和候选企业数目有限的条件下,共生依存度比较大。

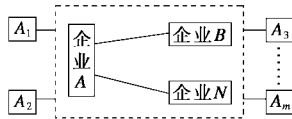


图7 依附型工业共生链网示意图

依附型工业共生往往是焦化企业在钢铁、化工、动力等流程型生产环节内组成的共生链网,主要通过焦炭供应、焦炉煤气利用建立起链网关系,形成了横向耦合、纵向闭合、区域整合效应,增强了合作企业之间相互依赖和相互凝聚的整体性,提高了共生链网的稳定性。

4.2 焦化-钢铁工业流程式依附型工业共生

钢铁工业是国民经济的重要基础产业,也是能源、水资源、矿产资源、废钢资源消耗量很大的资源密集型产业,钢铁工业的主产业链主要是建立在长流程:铁矿+煤→选矿→烧结-焦化→炼铁→炼钢-精炼-连铸→轧钢→产品,也即钢铁工业共生体系的核心功能区。

济南钢铁集团总公司的核心功能区内焦化厂、炼铁厂、炼钢厂、轧钢厂等之间具有频繁的产品、副产品交换活动,它们构成了整个工业共生链网的主体框架。在如图8所示的济南钢铁集团公司工业共生链网示意图中的钢铁模块中就含有焦化、烧结、高炉、转炉、轧钢等主要生产企业。围绕这些核心企业有大量的中小型企业,如水泥厂和污水处理厂等,这些企业与核心功能区内企业建立稳定的交换关系,同时与其他中小型企业也存在业务来往,形成错综复杂的链网系统。一般情况下,焦化生产能力随钢铁生产能力的变动而变动。

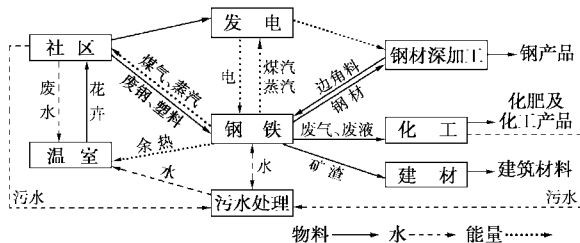


图8 济南钢铁集团总公司焦化-钢铁工业流程式依附型工业共生链网示意图

4.3 焦化-能源动力多联产依附型工业共生

对生产过程中消耗的原材料和能源进行科学的分配来生产不同产品,或者对资源进行深加工,对副

产物进行充分开发利用,都可实现多产品联产。多种产品的联合生产可以较大幅度地提高资源利用效率。

谢克昌院士等提出的焦炉煤气和气化煤气多联产工艺示意图如图9所示。该工艺将焦炉煤气富氢、气化煤气富碳的特点相结合,采用焦炉煤气与气化煤气共重整技术^[8],进一步使气化煤气中的CO₂和焦炉煤气中的CH₄转化成合成气,这样不仅可以提高原料气的有效成分,调解氢碳比,而且可以实现低成本、高效率、少污染的电力、石油替代燃料、焦与焦油联产和CO₂、NO_x减排。以焦炉煤气与气化煤气双气头为基础的多联产系统是全新的热转功热力循环与化工过程有机结合的多联产系统,是符合我国可持续发展战略的新一代化工-能源动力多联产系统。

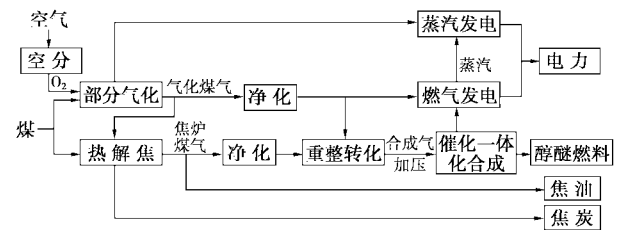


图9 焦炉煤气和气化煤气多联产工艺示意图

5 结语

目前的工业共生研究主要是从共生企业之间的相互关系进行研究,而对某类企业在参与不同类型的工业共生中的结构功能的研究较少。通过焦化企业工业共生模式的实证分析可以看出,主导型、平等型和依附型这3种主要工业共生链网模式各有特色,应根据企业自身特点、吸附企业情况、区域特点和条件等有选择地采用。同时随着共生内企业的兴衰发展,共生模式也可能会发生变化。独立型焦化企业和钢铁等联合型企业中的焦化厂都应严格遵守和落实国家焦化行业产业政策,积极推进清洁生产,依据焦化企业在工业共生中的结构和功能,增强共生的柔性和自组织性,提高企业竞争力,促进焦化行业可持续发展。

参考文献

- [1] 郑文华,刘洪春,周科.中国焦化工业的现状与发展思路[J].煤化工,2003,31(1):11-16.
- [2] 范维雄,杜铭华.中国煤化工的现状与展望[J].煤化工,2005,33(1):1-5.

的经济利益使管理难度不断加大。矿石大量外销,造成我国化工企业正常的矿石需求不能得到很好的供应,经常发生重点化工企业矿石供应紧张的情况。我国天青石、重晶石矿石资源未得到合理配置,大量出口,不利于我国钡、镉盐化工企业做大做强,很难形成具有强大竞争力的行业优势。

5 用循环经济理念促进钡、镉盐行业可持续发展

5.1 采用减量原则充分认识钡、镉矿资源管理的重要性

循环经济操作原则的第一原则是减量原则,就是要减少生产过程中的消耗,这就要求从生产的源头抓起,首先要减少矿物资源的消耗,在开采时就要注意对矿石资源的保护,同时加强对生态环境的保护。

一是要树立大局意识。矿石资源是化工的重要原料,也是国家的重要资源。必须从大局出发,从全局着眼,局部服从整体,克服地方保护主义,抛弃不应有的地方利益。

二是要树立长远意识。不能用消耗资源、污染环境的方式实现当地经济的增长和财政收入的增加,要落实科学发展观,把发展经济与保护资源结合起来,实现经济的健康、可持续发展。

三是要树立紧迫意识。钡、镉矿产是不可再生的稀缺资源,我国虽然储量较大,但按照现在的采掘和浪费速度,资源消耗过快。因此,必须增强矿产资源保护的紧迫感和危机感,采取切实有效措施保护资源。要优化资源配置,限制或禁止矿石出口,限制新上低水平重复建设项目,延长资源使用寿命。

5.2 采用再用原则加强对生产的管理,节能降耗

循环经济操作原则的第二原则是再用原则,要加强对生产过程物料消耗的管理,将生产过程产生的尾气进行再利用,钡、镉盐生产中产生的大量废渣,可用作建材等行业的原料,必须加以利用,生产中产生的污水也必须进行再利用。企业应采用先进

技术,节能降耗,并进行技术创新,延伸产业链,发展精细产品,龙头企业应努力做大、做强、做优。企业和有关科研部门应开展对中低品位矿资源加工技术的科学研究,采用新技术,降低能耗,提高矿石资源综合利用水平,发展循环经济,把矿石资源优势转化为经济优势。

5.3 采用循环原则对物料进行循环利用

循环经济操作原则的第三原则是循环原则,就是要对生产的全过程进行优化。一个企业如发展单个装置,要对生产产生的废物进行循环利用;如建设多个装置的大型生产企业,要在规划阶段就充分考虑产业链的相互衔接,使产品之间尽量有机地联系起来,形成上下游产业关系,原料及产品间尽量能互相利用,尽量减少废物的排放。有条件的地方发展化工产业要努力形成产业集群,规划发展是尽量考虑园区式的建设方式,以便以集约化的方式对物料、能源、公用工程的供应和废物的排放综合考虑,形成物料循环利用的生态园区。

(4) 发展建议

经过多年的发展,目前我国已成为世界主要的钡、镉盐生产大国,在国际市场上有很大影响力,并且已具备了控制国际市场的实力。行业的同仁应该协同一致,有效地联合起来,采用循环经济的理念,努力在资源开发利用、生产工艺改进、“三废”治理、产品进出口管理等方面共同努力,实现长足的进步,使得我国钡、镉盐这一传统行业在国际竞争日益激烈的今天,能够处于优势地位。

要加强技术开发工作,改变现有的产品结构单一,技术含量低,高档产品近乎空白的情况,从根本上实现我国碳酸钡产业的升级换代。要积极发挥行业协会作用,努力进行行业内自我协调、自我约束和自我管理,加强各成员企业之间的合作与协调,避免无序竞争。各主要生产厂家应联合起来,共同保护我国碳酸钡市场,共同冲破国外以反倾销和贸易救济措施为代表的关税和非关税贸易壁垒,使我国钡、镉盐产业能够走上可持续发展之路。■

(上接第9页)

- [3] Lambert A J D, Boons F A. Eco-industrial parks: stimulating sustainable development in mixed industrial parks [J]. *Technovation*, 2002 (22): 471 - 484.
- [4] Klee R J, Williams R. Emerging international eco-Industrial projects; casebook, Asia, The Pacific and Africa. Report for the USEPA office of policy, planning and evaluation[R]. Washington DC, 2003: 251 - 255.

- [5] 郭莉, 苏敬勤. 基于 Logistic 增长模型的工业共生稳定分析[J]. *预测*, 2005, 24(1): 25 - 29, 6.
- [6] 李同升, 韦业权. 工业生态学研究现状与展望[J]. *生态学报*, 2005, 25(4): 869 - 877.
- [7] 王兆华, 尹建华. 生态工业园中工业共生网络运作模式研究[J]. *中国软科学*, 2005(2): 80 - 85.
- [8] 谢克昌. 煤利用技术研发现状及发展趋势[J]. *煤田地质与勘探*, 2004, 32(1): 8 - 17. ■