

试谈生态工业园^{*}

王波 李成

(东南大学 建筑系 南京 210096)

摘要: 从自然生态的角度出发,运用“工业生态学”的原理,结合我国工业企业发展现状,初步探讨了建设生态工业园的理念和思路;通过国外两个生态工业园实例分析,为中国工业园区的生态规划以及工业企业的清洁生产提供参考。

关键词: 工业生态学 自然生态系统 企业生态链 清洁生产 生态工业园

ANALYSIS ON ECOLOGICALLY INDUSTRIAL GARDEN

Wang Bo Li Cheng

(Architectural Department of Southeast University Nanjing 210096)

Abstract: By using natural ecological views and studying the development of our industrial enterprise, this paper preliminary analyses the theory and ideas about construction of ecologically industrial garden by applying the principle in industrial ecology analysed. Two ecologically industrial gardens are discussed in order to offer references and advice for the ecologically planning and clean production in our industrial area.

Keywords: industrial ecology natural ecological system enterprise ecological chain clean production ecologically industrial garden

0 前言

产业革命的兴起是人类社会发展的里程碑,它极大地促进了人类文明的发展进程,但同时产业革命对于人类生存环境的破坏也是触目惊心的。产业革命以前人类生产和生活排放的有限污染物在自然界物理化学和生物作用下可以得到自然净化,人类因此享受着田园牧歌似的生活。随着产业革命的逐渐兴起,西方国家先后经历了纺织、造纸、制革等轻工业和煤炭、发电、钢铁等基础工业以及20世纪50年代以后的化学工业等不同发展时期;每一个特定的阶段都伴有相当多的工业污染物排入大自然,其中有些污染物极难分解或不能分解,有的剧毒,有的致癌。这些污染物对自然界的破坏作用超过了自然生态系统(Natural Ecological System)自我调节的“生态阈限”,导致自然生态系统平衡失调甚至慢性崩溃。世界上有记载的大的环境污染事件中,工业污染占相当大的比例;可以说以产业革命为代表的近现代科学技术这把双刃剑,在创造物质财富的同时也极大地破坏了大自然原有的生态平衡,直接威胁着人类自身的生存。人类作为产业革命的创造者无形中扮演着破坏自然生态的角色。人类现在应该从根本上重新认识“物质文明”的真正内涵,恢复与自然环境的协调共存。我国环境污染中工业污染所占比例比西方发达国家高许多,工业污染治理作为环境污染治理工作中的重中之重,理应受到重视。目前在西方发达国家悄然兴起的“生态工业园”(Ecologically Industrial Garden)建设引起人们的广泛关注。当前我国经济迅猛发展,大量工业园区如雨后春笋不断涌现,为了切实贯彻我国工业园区环境可持续发展战略,借鉴发达国家“生态工业园”建设的成功经验,结合中国

国情,建设有中国特色的“生态工业园”是十分必要的。

1 自然生态系统与“工业生态学”

自然生态系统经过数十亿年的演化,一种有机体排出的废物是另一种有机体的物质和能量的来源,从而形成了完善的生态循环体系。如图1所示,自然界中的物质和能量通过绿色植物的光合作用吸收进入食物链,然后转移给食草动物,进而转移给食肉动物,最后被微生物分解与转化回到自然环境中,这些释放到环境中的物质又再一次被植物吸收利用,重新进入食物链,参加生态系统的物质循环。现实的工业生产中,一家企业排放或弃之不用之副产品对另一家企业可能是宝贵的原材料资源,这些企业存在着共生、伴生或寄生等依存关系,人们受到自然生态物质循环的启发,开始考虑将产生废物的工业生产过程相衔接,相关企业形成“企业生态链”(Enterprise Ecological Chain),在整个工业园区内部形成完整类似大自然的循环体系,从而最大限度地利用自然资源,尽量减少工业废物的排放。经过系统的理论分析与归纳总结,该原理将形成一门新的学科——“工业生态学”(Industrial Ecology),按照上述理念规划建设工业园区就称为“生态工业园”。

工业生态学(Industrial Ecology)研究工业生产中资源产品

^{*}江苏省博士后基金资助(2001)项目编号:1660691015。

感谢东南大学建筑系博导柳孝图教授的悉心指导!

第一作者:王波男 1965年4月出生 博士研究生

收稿日期:2001-11-28

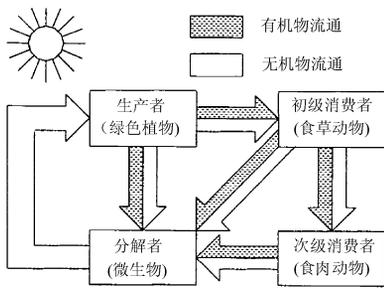


图1 自然生态系统物质循环示意

及废弃物的代谢规律和耦合方法,促进资源的有效利用和环境的正面影响。工业生态学要求工业界对更多的资源做循环利用,充分利用原料,使副产品减少到最低限度。

2 国外生态工业园的实践

2.1 世界上第一个零排放的工业园区

美国查塔努加市作为全美钢铁制造业的中心,20世纪60年代是美国污染最严重的城市。为了治理城市污染,该市政委员会运用“工业生态学”原理,将旧的钢铁企业改造成“以太阳能为动力的水晶宫,使之成为一台用来处理污水的有生命力的机器”,用于处理相邻的一家肥皂厂产生的污水,肥皂厂生产过程中产生的副产品恰好是相邻的另一家企业生产的原材料。上述企业利用共生关系相互依存,共同发展,巧妙地达到了减少和消除废物和污染的目的,成为世界上第一个零排放的工业园区。查塔努加市这个昔日工业污染的反面典型,因其在可持续发展方面的“最佳实践”而受到联合国的赞誉,成为传统产业工业污染综合治理的典范。

2.2 丹麦卡隆堡生态工业园

位于丹麦哥本哈根近郊的卡隆堡生态工业园由一家制药厂、一家发电厂、一家炼油厂和一家石膏厂共同组成;发电厂将蒸汽输往炼油厂、制药厂和居民家中,额外回收的热能供给附近的养鱼场,发电厂的副产品硫酸钙供应给石膏厂作为生产原料,石膏厂还利用炼油厂排出的可燃气体烘干炉膛,炼油厂把冷却水输入发电厂用作清洗和锅炉用水,制药厂的营养液用作农田和养鱼场的肥料和饲料,养鱼场产生的有机淤泥也可以用作农田肥料。图2所示为该工业园物质循环示意,上述组合使工业园各企业形成类似“自然生物链”的“企业生态链”(Enterprise Ecological Chain),与相邻的养鱼场和农田形成良好的生态循环体系,这种企业生态网络系统有效地解决了上述4家企业单独运营中可能产生的污染问题,化废为宝,充分体现了“工业生态学”的规划理念和思想。生

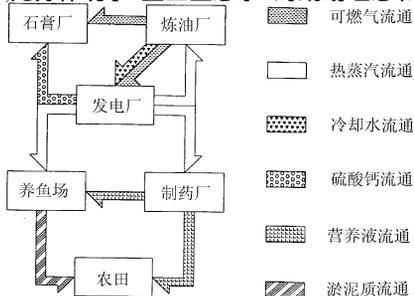


图2 丹麦卡隆堡生态工业园物质循环示意

态工业园的建设为卡隆堡这个海滨小镇每年节水 120 万 t,二氧化碳排放量减少 13 万 t,节省燃油 1.9 万 t,节省燃煤 3 万 t,同时还为 4 家企业节省了大量资金。

3 我国工业污染的特点和现状

3.1 工业污染的特点

工业污染是指工业生产过程中产生的有害物质对自然界造成的污染,除了工业噪声以外主要包括工业大气污染、工业废水污染和工业固体废物污染。工业大气污染主要来自燃料燃烧和生产加工过程,这些废气中含有大量的烟尘和二氧化硫等污染物,已成为城市大气污染的主要污染源;工业废水是指从工矿企业生产过程中排放的废水,包括含有大量杂质及有害物的生产污水和相对清洁的冷却水。生产性污水由于来源不同可以是酸性污水、碱性污水、含油污水等,有些污水甚至含有砷、氟、酚、重金属及放射性物质。工业性固体废物是指工矿企业生产过程中产生的在一定时间和地点不再需要而丢弃的固体和半固体物质。粉煤灰和矿渣是典型的工业性固体废物。有人说废物是“在错误时间放在错误地点的原料”。大自然赋予人类的万物都有它自身特有的价值,上述有害物质如果能够合理回收利用,都可以造福人类。例如,放射性物质可以致癌但同时也可以治病,污水中的重金属回收起来可以成为宝贵的工业原料等等。在当今自然资源日趋枯竭的形势下,人类有责任善待并设法利用这些宝贵资源。“生态工业园”的规划理念为我们最终实现“工业无废物”的美好理想指明了方向。

3.2 我国工业污染的现状

我国工业污染量大面广,种类繁多,性质复杂。随着经济体制的急剧转轨,近几年许多国有企业陷入亏损困境,企业缺乏应有的资金用于环境保护,环保工作出现停滞、滑坡趋势,环境治理项目无法立项,环境设施得不到维修,已有的环保科研成果得不到应用,企业环境保护队伍缩减,这些都严重阻碍了企业环境保护工作的开展。我国乡镇企业作为经济发展的生力军,近些年发展势头很猛,为国家的经济发展做出了很大贡献,但这些企业多数设备简陋,资源和能源利用率低,管理粗放,环境保护和可持续发展意识不强,缺乏足够的资金和有效技术用于污染治理。随着乡镇企业的迅速发展,这些企业污染物的排放量呈现迅速增加的势头,有些地区已经超过当地产量和产值的增加速度。在污染严重的乡镇企业比较集中的地区,环境污染与生态破坏日趋严重,这些企业的存在无疑对当地环境造成极大危害。对企业来讲,环保资金的投入虽然带来环境和社会效益,但环保资金增加了生产成本,加之工业环保所需资金巨大,所以企业领导往往将环保工作当作一种负担,因而缺乏应有的积极性,环保工作只是被动的处理,这些因素都造成工业环保工作在企业中难以开展。有些企业即使拥有治理污染的专用设备,但各自为政,其污染治理也仅仅是“头疼医头,脚疼医脚”,缺乏一种宏观的系统治理意识;政府各部门尽管投入了相当的人力和物力用于污染的治理,但这些工作也只是处于“先污染再治理”或“只治理不预防”状况。太湖告急,滇池告急,酸雨侵蚀加剧,沙尘暴肆虐,恶性肿瘤发病率上升——所

有这些都是大自然对人类的错误行为的无情报复。

4 中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书

1994 年我国政府颁布“中国 21 世纪议程——中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书”，白皮书从中国国情和人口、环境与发展总体联系出发，提出促进经济、社会、资源和环境相互协调和可持续发展的总体战略、对策和行动方案，针对工业建设，白皮书将“建立资源节约型工业体系，推行清洁生产（clean production），大力推广清洁生产工艺技术，努力实现废物产出最小量化和再生资源化”作为新世纪工业企业发展目标。“清洁生产”是指可满足人们的需要又可合理使用自然资源和能源，并保护环境的实用生产方法和措施，其实质是一种物料和能源消耗最少的人类生产活动的规范和管理；“工业生态学”的实践——“生态工业园”建设的目标就是为了实现工业园企业生产的废物减量化、资源化和无害化，这很好地体现了“清洁生产”（clean production）的基本思路。当前我国经济迅猛发展，大量工业园区如雨后春笋不断涌现。为了实现上述目标，切实贯彻环境可持续发展战略，借鉴发达国家“生态工业园”建设的成功经验，结合中国国情，建设有中国特色的“生态工业园”是大有可为的。

5 建设中国的“生态工业园”

中国已成功加入 WTO，中国企业面临着全面与国际接轨的严峻挑战，工业企业环境保护作为企业今后发展的重要工作，理应得到重视。认真分析我国工业企业发展的特点和现状，探索出一条适合我国国情的工业污染治理的新路已成当务之急。“生态工业园”（Ecologically Industrial Garden）的建设思路为中国工业园区的规划与建设提供了有益的借鉴。建设中国的“生态工业园”应该做好三方面工作。

5.1 更新观念，加强环保意识

过去人类习惯于以大自然的主宰自居，依靠自己所谓的“高智力”，向大自然一味地索取自己所需要的一切，“征服自然”一度曾经成为时髦的口号，好像大自然是人类可以任意驱使的奴仆。以往的发展概念趋向于显示人类征服自然所获得的经济利润，却掩盖了在自然环境上的巨额成本，以致人类所取得的每一个征服自然的胜利，都无形中为人类赢得了相应的更大报复，现在是人类重新认识自我，学会与大自然为友的时候了；我们的祖先“天人合一”的思想很好地体现了“与自然为友”的理念。人类只有放下“主宰者”的自尊，虚心向大自然学习，努力发现并遵循自然生态运动的规律，利用自身掌握的知识，采用高智能化的手段，协调与大自然的依存关系，化“克”为“生”，只有这样才能从根本上扭转我们所面临的生态危机。工业生态治理工作关系着我国整个生态环境保护的全局，我们有责任肩负起这一历史使命。

5.2 开展工业企业生产及污染的调查研究

“没有调查就没有发言权”，只有对全国范围的工业企业的分布情况、生产状况和污染情况进行认真的调查摸底，掌握

第一手的准确资料，才能为下一步的工业生态规划提供依据。

5.3 运用“工业生态学”原理建设中国的“生态工业园”

“工业生态学”的核心就是将“自然生态学”与“工业规划”有机地结合，化多个学科的优势为综合学科的优势，在与环境协调的过程中形成自己独特的学科体系。“生态工业园”恰恰是“工业生态学”理论的具体应用。“生态工业园”（Ecologically Industrial Garden）的建设既不需要增加额外的过多投资，又能为各企业节省单独污染治理所需费用，同时可增加原料的来源，因而易于为各生产企业所接受。建设中国特色的“生态工业园”需要我们建立全局意识，通过调查研究，认真分析工业企业生产及污染的现状，打破传统的地区和部门的条块分割，充分发挥社会主义制度宏观调控的优势，利用现有的工业污染治理的成功经验和相关学科的高科技手段，运用“自然生态学”原理，按照企业生产和污染的不同种类，通过优化、整合及重组，相应建立相互依存、相互信任、互惠互利的新型关系。总之，“生态工业园”的建设思路很好地体现了经济效益、环境效益和社会效益的高度统一，具有广阔的发展前景。

以消耗大量资源和能源的现代产业社会，已无法单靠大自然生态系统的自我调节作用来净化工业生产造成的污染，必须建立工业产业自身的净化系统，努力将工业生产所造成的环境负荷控制在自然环境允许的范围内，以便建立新型的环境协调型的工业生态系统，生态工业园的建设理念——根据“自然生态学”原理，通过建立“企业生态链”的方法，将废物资源化、减量化以致实现工业生产的“清洁化”和“零排放”——为我们指明了方向。如图 3 所示，生态工业园区的建设是一个系统工程，它需要工艺设计、工业规划及工业管

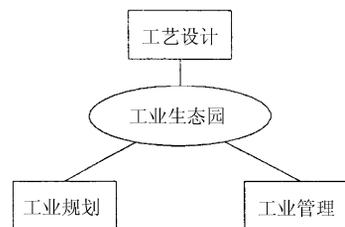


图 3 工业生态园系统工程示意

理的齐抓共管和通力合作。目前开展的企业“关停并转”及“企业重组”为中国建立符合生态保护要求的“企业生态链”创造了有利条件。随着新工艺、新技术的不断涌现，加之工业规划理念的日益更新以及工业管理水平的提高，我国生态工业园区的建设一定会有长足的发展。

参考文献

- 曹凤中,刘亿.绿色的热点.北京:中国环境科学出版社,1998
- 柳孝图.城市物理环境与可持续发展.南京:东南大学出版社,1999
- 王如松,周启星,胡聘.城市生态调控方法.北京:气象出版社,2000