

论可持续发展与生态工业革命

On the Sustainable Development and the Revolution of the Ecologic Industry

童 昕 王缉慈 李天宏¹

(北京大学城市与环境学系、环境科学中心¹

北京 100871)

1972 年罗马俱乐部发表《增长的极限》,引发人们对危及人类未来持续发展的一系列全球性问题进行深刻反思。1992 年,里约热内卢世界环境与发展大会上,人类的可持续发展问题正式在全球范围达成广泛共识。此后,有关什么是可持续发展,以及如何评价可持续发展,采用哪些评价指标体系等理论问题引起了学术界广泛深入的讨论。可持续发展的概念也从生态环境、资源利用扩展到历史文化、

社会制度等诸多方面。

在各种理论探讨不断深入的同时,更为迫切的实践工作也在逐步展开。近年来,发达国家不少有识之士已经认识到工业化引发的危机,必然要从工业本身入手,来实现发展的可持续性。对现有的工业体系不能仅仅进行局部的修修补补,诸如制订越来越严格的“三废”排放标准、增加各式各样的末端处理装置(小到汽车尾气净化装置、大到填埋处理

战略,这无疑是一个历史性的进步。但对我国 21 世纪可持续发展的形势和困难,应有清醒的认识。

1. 20 世纪留下的生态、环境难题 我国自然环境的脆弱性,再加上近半个世纪的粗放、掠夺式开发,已给我国的生态环境造成巨大的冲击;长期以来,对环境污染的治理和退化生态的恢复与重建,投资严重不足,全国欠下的大量环境赤字、生态赤字,都是留给 21 世纪的难题。还清这种历史欠债,是 21 世纪实施可持续发展战略的首要任务。在这个过程中,将面临克服传统开发模式中重经济、轻环境,重眼前、轻长远,重自身利益、轻国家利益,重开发、轻治理,重数量、轻质量,重粗放、轻集约等决策惯性和偏好的艰巨任务。

2. 低人口素质的阻力 如上所述,可持续发展是一个自觉的过程,而不是一个自然的过程。因此,可持续发展能否顺利实施并达到预定目标,需要人类自身的觉醒,需要有正确的理论指导和哲学思维,需要全民族的理解和支持。而这,需要全体居民对生态、环境、人口、资源、社会、经济、发展等领域都有一定的知识(不一定是专家水平)基础,这就要求全体居民要有较高的文化知识水准。显然,21 世纪初期我国人口总体的教育水平和知识水平距此要求甚远。在我国,可持续发展要变成大多数人的自觉行动,难度很大;而若无广大民众的自觉性作基础,可持续发展的实施和推行,就将大打折扣。

3. 赶超型战略的挑战 可以预见,21 世纪上半叶,我国的经济发展战略主体上是赶超型战略。这

样,如何在赶超条件下实现可持续发展,又是一个严峻的问题。应该承认,赶超型战略不是(或不等于)可持续发展战略,历史的过程已说明这一点。

(1) 赶超型战略,决策偏好必定是强调速度;而高速的开发,对生态与环境造成超负荷冲击往往难以避免。(2) 赶超型经济在高速下运行,容易引起系统的不稳定,即大起大落、强烈的震荡。(3) “赶超”往往只体现为经济的赶超,忽略社会、文化、教育和思想的同步发展,若此,则将加大人文环境与经济环境的不协调,引发新的社会危机。(4) 我国对发达国家的赶超,是在科技水平、知识经济水平相对落后的条件下的赶超,赶超的动力主要不是来自于高新技术、新经济模式、新经济增长点,而是来自于对资源、环境的强化型和粗放式开发。

总起来说,21 世纪我国的可持续发展面临的形势是严峻的,任务是艰巨的,对此,不能掉以轻心。当前,可持续发展还处于启蒙阶段,未来任重道远,只有不懈努力,自觉奋斗,才能有所进步。

参考文献

- [1] 陈国阶. 中国可持续发展的战略选择. 载: 李政道、周光召主编,绿色战略——21 世纪中国环境与可持续发展. 青岛出版社,1997,63—73.
- [2] 李德顺. 从“人类中心”到“环境价值”. 新华文摘, 1998(5), 28—31.
- [3] 陈国阶. 经济与环境协调发展的意义和类型. 载: 中国地理学会自然、人文、经济三个专业委员会,区域可持续发展研究. 中国环境科学出版社,1997,43—47.

(责任编辑 王宏章)

核废料的庞大设施),以及在原范式、模式下改变设计以达到有限提高能源使用效率的目的等等,已无根本性意义;而是必须从整体上重新规划工业体系,对其进行一场革命性的调整和再造,这可称为生态工业革命。而着手进行重新规划的参照样板就是已经经历了数十亿年发展历程,目前依然欣欣向荣的地球生态系统。生态工业革命已经在经济理论研究、社会政策研究和专业工程技术领域,乃至更广阔的社会范围形成广泛的共识,为可持续发展理念走向实践指出了—个充满希望的方向。

然而直到目前,对许多发展中国家和地区来说,利用廉价的劳动力和土地成本优势,模仿复制发达国家现有工业体系似乎仍然是实现现代化的唯一途径。一方面,全球范围内的市场自由化浪潮,使跨国资本更加方便地攫取这些低成本资源,继续维持其高额收益;另一方面,落后国家和地区在推行出口导向的发展政策时,却面临越来越复杂的各种非关税壁垒,包括环境保护标准、劳动标准等,在自由市场的讨价还价中处于不利地位。如果不能深刻理解发达国家内部酝酿的这一生态工业革命,那么我们可能不仅会在日益深入的全球化进程中付出高昂的发展代价,而且将再次错失发展的良机。

一、生态工业的理论与实践

苏伦·埃尔克曼在《工业生态学》一书中回顾了20多年来生态工业的理论发展,指出可持续工业必须实现从末端治理的被动环保主义向物质能量循环一体化的工业体系转变。这种工业体系“完全可以像一个生物生态系统那样循环运行:植物吸取养分,合成枝叶,供食草动物食用,食草动物本身又为食肉动物所捕食,而他们的排泄物和尸体又成为其他生物的食物。”^[1]

该书总结了工业生态学的三个基本要素:“(1)工业生态学是一种关于工业体系的所有组成部分及其同生物圈关系问题的全面的、一体化的分析视角;(2)工业体系的生物物理基础,亦即与人类活动相关的物质和能量流动与储存的总体,是工业生态学研究的范围,与目前常见的学说不同,工业生态学的观点主要运用非物质化的价值单位来考察经济;(3)科技的动力,亦即关键技术种类的长期发展进化,是工业的一个决定性(但不是唯一)因素,有利于从生物系统中获得知识,把现有体系转换为可持续发展的体系。”

生态工业革命在价值观上对传统经济理论提出了挑战,这一理念付诸实践将对社会产生深刻影响。从表面上看,至少有两点非常明显。

首先是对发达国家社会生活方式的影响。在提交罗马俱乐部的一份新报告《Factor Four》中,可以看

到生态工业将影响到人们衣食住行的各个方面,而重要的是,所有这些改变都有现成的技术作为保证。该书的作者不遗余力地对所有的技术和方法改进进行价格成本分析和生态成本分析,力图告诉读者,采用新技术、新方法使生活方式更加符合生态可持续性要求,不但没有额外的成本负担,反而有利可图。这种在维持消费效用至少不降低的基础上谋求生态可持续发展的立场,显然比依靠单纯说教让已经习惯于舒适生活的人们采用降低生活标准的方法节约物质能量消耗,要有魅力得多。

其次是对生产组织形式的改变。这一点主要体现在生态工业园区的建设和日渐风靡上。事实上工业生态学本身的发展是与生态工业园区的自发性实践过程密不可分的。其中有关工业生态系统的一个经典案例——卡伦堡工业共生体系是从50年代以来逐渐自发形成的,到80年代以后才开始为世人所关注。在这个人口不足2万的丹麦小城,几家工厂通过互相连接的管道,实现废物和热能的循环利用,从而减少了本地工业对环境的干扰,提高了资源利用效率。随着可持续发展引起世人关注,生态工业园区的价值开始受到重视。近年来,许多国家纷纷规划筹建自己的生态工业园区。目前美国已有16个生态工业园区项目,包括以沿海工业为特色的弗吉尼亚的查尔斯港工业区,以老工业区改造为特色的巴尔的摩的费尔菲德工业区、查坦努加工业区,专门从事工业废物交易的德克萨斯的布朗斯维尔市场,以及各种绿色产品和环保技术产业园区。加拿大有9个主要的生态工业区计划,主要工作尚处在试验阶段。同时还有相当数量的工业区在规划建设部分借鉴了生态工业的思想。欧洲、日本在生态工业园区建设方面也各具特色。各种专门从事生态工业研究的机构应运而生,如国际联系与发展研究会(Research Triangle Institute and Indigo development International)、美国可持续发展总统研讨会等。许多大学还开办了相应的课程,研究推广相关技术的思想。

二、生态工业革命的社会背景

如果我们把上面所说的生态工业革命仅仅看作环境保护主义的进一步发展,或者新一轮基于环保时尚的生产生活方式改变,以为只要通过引进先进的环保技术,我们一样能够像模仿传统工业模式一样把发达国家的生态工业园区样板连同时尚的生活方式一起复制过来,恐怕太简单了。透过表面现象,考察更深层次的推动这一变革的社会基础就会发现,除了环保观念以外,生态工业革命还涉及其他社会背景。

60年代以来,科技进步与世界市场自由化趋势

推动了新一轮的经济活动全球化浪潮。一些发展中国家和地区抓住这一机遇,利用廉价的土地和劳动力资源,以及发达国家开放的广大市场,实现了经济腾飞。这一发展奇迹的示范效应带动了众多的发展中国家纷纷采取出口导向型发展战略,力图快速实现工业化和现代化。而对于发达国家的传统工业区域来说,经济活动全球化给地方产业发展带来了更加激烈的竞争和不确定的市场环境。生产活动随着资本转移到世界的其他地点,导致了地方劳动就业率下降、生产条件恶化、经济发展停滞等问题。发达国家引以为豪的社会福利体系也面临入不敷出的困境。许多关于地方产业区的研究开始关注在全球低成本竞争日趋激烈的背景下,发达国家内部仍然能够保持繁荣的区域,以及这一类区域的地方竞争优势所在。人们在硅谷发现了高科技,在日本、意大利发现了高度一体化的本地企业网络;人们从技术创新追溯到制度创新,乃至社会文化基础。究其根本,区域需要在一种社会共识的整合下形成一种合力,这种合力是一种社会资本,可以促进有利于实现社会共同目标的竞争与合作,优化市场的功能,提高创新能力。这种社会共识可以内化到法律、制度、传统,甚至地方文化与大众心态中,从而使本地的经济活动得以在当地扎根,进而在全球竞争中获得更为长期的优势。其中,可持续发展理念已在各种层次的社会共识中脱颖而出,成为当今最具广泛号召力的人类目标。在这一理念指引下的生态工业革命事实上是针对所有上述的社会问题而展开的,当然其对社会的影响也不会仅仅局限于发达国家内部,而是有可能对全球贸易和生产活动都产生深远影响。

三、生态工业革命对全球贸易和生产活动格局可能造成的影响

1. 物质产品出口市场压缩,生态环境保护壁垒将成为强有力的贸易非关税壁垒

按照“生态脚印”的理论,我们每个人、每个城市所消耗的能源物质远远超过本身占据的空间所能提供的,这些负担将由更大范围的地球生态系统来承载。这种负担被形象地比喻为“生态脚印”。不同的生活方式产生的“生态脚印”大小是不一样的,纽约的城市居民与非洲土著部落相比,可能相差几十倍甚至上百倍。采取可持续的生活方式,就必须减小“生态脚印”,在不降低生活水平的前提下,尽量就地取材,提高能源物质使用效率,回收利用各种废弃物。为了鼓励这种生态化的生活方式,就必须对市场机制进行调整,把生态负担计算到消费品价格中去,很多设想的办法已经在尝试之中。比如,德国就采用生态认证的办法,对不同来源的产品的

生态负担进行量化,并公之于众,让有环保意识的公众自己选择。其结果,最直接的就是使需要长途运输的产品丧失竞争力(因为运输行为本身的“生态脚印”就大得惊人)。此外,减少废弃物的要求被仔细地纳入立法当中,产品的耐用性重新受到重视,这必将压缩物质产品制造业的规模,而出租、维修、翻新等典型的本地化服务活动将会受到市场青睐。美国著名的Dow化学品公司甚至想出了出租有机溶剂的高招,用户用完了以后,由公司负责回收再利用,免得因废弃有机溶剂惹来官司。毫无疑问,这种在降低生态负担的同时,又可扩大本地就业的思路对于发达国家内部的普通大众是十分有吸引力的。而资本雄厚的跨国公司即使不情愿,也不得不顾及公司自身的形象,采取合作的姿态。这种倾向已经发展成为一种新贸易保护主义,蒂姆·朗和科林·海兹在《新贸易保护主义》一书中就写道:“自力更生应该成为国家内部以及一个地区的国家之间的一个共同目标,这样可以使他们在力所能及的范围内最大程度地满足需要和提供服务。如果经济活动是为自力更生提供服务,那么,它们对国际贸易的依赖程度就会降低,经济增长受无情竞争的影响也会减少。当生产和就业必须一致为了满足地方需要而服务时,就应该重新将经济活动定位,使其摆脱出口导向的模式”^[42]。

同时发达国家产品的生态标准越来越严格。以冰箱耗能为例,按每升容量计,1972年美国出售的机型平均消耗3.36千瓦时/年;1987年当加利福尼亚州能源适用标准生效后,降到1.87千瓦时/年;1990年颁布了一项新的联邦标准,禁止出售比1.52千瓦时/年更高的产品;1993年,联邦标准的限制值又降到1.16千瓦时/年;而美国主要的生产厂家在1997年允诺到1998年可以将该标准减到低于0.86千瓦时/年^[3]。至于汽车、空调、食品等各种产品的绿色标准更是层出不穷。这些基于高新技术的产品的绿色标准构成了一道无形的屏障,把依靠引进模仿推动技术改进的落后生产者排斥在市场之外。以降低贸易壁垒,促进国家间贸易为宗旨的GATT也在Article XX中为环境保护目标提供了例外条款,允许“为保护人、动物和植物的生命和健康”而采取贸易限制措施。尽管如此,发达国家的环境保护势力仍然不满WTO(前身为GATT)对此条款采用的狭义的解释,认为其为促进国际贸易而牺牲了生态环境^[41]。这次针对西雅图世贸会的一些抗议活动的起因就是人们发现世贸组织作出的有些裁决违背了美国旨在保护生物多样性和治理大气污染的法律^[5]。

2. 生态工业园区将加强发达国家工业生产活动的本地植根性

我们知道过去几十年中,经济活动全球化加剧了新旧产业空间的兴衰更迭以及彼此之间的激烈

竞争。在现代信息技术和交通技术的帮助下,跨国公司控制的生产链把位于世界各地的产业区连成全球生产网络,国际贸易已经从最终产品交易向不同阶段产品的空间流动(既包括物质流动,也包括信息流动)转变,生产活动的区位选择自由度大大增加了。发展中国家的低成本优势在这种长脚的工业面前具有较强的竞争力。但是基于生态工业革命的生产组织形式变革,将打击发展中国家利用低成本优势模仿发达国家传统工业区的努力。生态工业园区的发展目标就是要尽可能实现本地生产过程中的物质能量循环,通过本地生产生活系统的有机结合,减少系统内外的物质能量交换。也就是说,这种发展模式最终会使产业区从物质产品输出为主,转向技术、服务等非物质形态产品输出为主。而目前发展中国家和地区的传统工业区大多依靠向发达国家市场大规模输出产品来维持高速增长。刚刚无果而终的西雅图世贸组织会上,有关发达国家提议开放全球服务贸易市场的倡议,成为南北双方分歧的焦点之一^[6],其中的缘由也就不难理解了。

尤其是生态工业园区通过企业间的网络化联系实现相互之间的物质能量交换,这种关系反过来又加强了本地企业之间的相互依赖。很多生态化改进建立在企业之间长期合作的基础之上,从而大大增加了企业的本地植根性。尽管早先的生态工业园区存在为了环境利益而使居民牺牲经济利益的情况,如前面提到的卡仑堡工业共生体系为了让居民使用热电厂的余热取暖,而拒绝引入相对廉价得多的天然气;但近年来,越来越多的生态工业园区开始研究并注重发掘本地企业的网络化联系在降低地方整体生产成本和提高生产效率方面的潜力。理论上讲,成功设计的生态工业园区,应当不仅能把企业的生产活动留住,而且能为它们提供更加持久的竞争优势,既包括成本上,也包括技术创新、企业形象等方面。如果说,把绿色屏障作为一种贸易保护手段还会受到市场自由化势力的阻挠,那么这种立足于地方竞争优势的变革更能博取广泛的认同。

四、应对之策

由于环境保护主义兴起还不到50年,生态工业思想的提出更是最近一二十年的事,其对国际贸易、全球生产活动的实际影响,还有待实证检验,但从人类社会可持续发展的角度来说,对原有工业体系进行结构性的改革却是势在必行。很显然,利用全球市场自由化迅速实现工业化的机会一去不复返了,即使有,也要担负巨大的生态环境成本,乃至生态灾难的风险。积极面对生态工业革命,未尝不是抓住了一个新的发展机遇。我国在环境保护方面虽然一向态度积极,但是生态工业强调的三个基本

点:改革一体化、引入非物质的价值评判标准和技术长期演进性,却应当引起足够重视。

首先,要把可持续发展目标引入市场机制,确定非物质的价值评判标准。波特曾经指出提高环境标准,有利于激发这方面的技术创新^[7],但是具体的环保政策如何制订却很复杂,关键在于可持续发展目标涉及大量的非物质的价值评判标准。目前通行的经济发展指标GDP并不能反映可持续发展的要求,也不见得能全面反映人民生活质量的提高。比如说,在环境优美、安全宁静的街道上骑自行车是一种有利身心健康,对环境也没有破坏的活动,但是,这种快乐却无法反映在GDP的增长上;而汽车工业的产值无疑在拉动国民生产总值提高方面具有重要意义,于是我们不得不花费巨大的成本保护国内低效率的汽车工业,在城市里让自行车、行人统统给汽车让路,把大量的城市土地用于修建高标准的道路、停车场,再花更多的钱给汽车安装尾气净化装置。短短几年时间,在中国的大城市里,汽车数量激增已经成了许多令人头疼的问题的根源,为解决这些问题而额外投入的人力物力都可以转化到GDP的增长中,但这些与改善广大人民生活质量却没有多大关系。再看看国外的情况,自行车工业一直是德国长盛不衰的制造业部门之一,目前的表现甚至比飞机工业还要好;美国是世界上年消耗自行车最多的国家,若按人均消费量算日本和欧洲国家更高。如果城市规划、产业规划和市场调控手段运用合理的话,不一定需要巨大的投入,就可以使自行车产业成为国民经济的一个重要增长点。这要求我们在设计环保政策的时候,有一种一体化的眼光,合理地运用市场机制反映我们真正的需要。

其次,引进和推广生态工业园区的设计思想时,研究国外已有的生态工业园区的成功案例固然重要,但更要深入分析、了解自身的实际。正如前面所介绍的,生态工业园区必须建立在地方企业之间相互信任、长期合作的基础上。很多技术本身并不复杂,但是没有系统的配套合作,就无法采用,这也是技术的长期演进性所决定的。目前我国企业之间、部门之间条块分割、相互隔绝、相互封闭的状态,对于推广这一社会性较强的生产组织形式十分不利,但是不能因为困难而放弃。一个比较现实的办法是从较小规模的区域层次做起,从新工业区做起,或者在工业区的规划改造过程中部分引入生态工业的思想。这里,我们不愿意使用“示范”一词,就是因为生态工业园区的建设必须结合地方实际。地方企业网络的形成是一个复杂的动态过程,不恰当的人为干预可能会事与愿违,起不到促进地方经济可持续发展的作用。

我国目前要力争保持一个较快的经济增长速
(下转第13页)

HFC-134a 相当。第二是 CO₂ 热泵热水加热器。1998 年和 1999 年报道的试验结果,比采用电能或天然气燃烧加热,可节能 75%,水温可从 8℃ 升高 60℃。第三是在复叠式制冷系统中,CO₂ 用作低压级制冷剂,高压级用 NH₃ 或 HFC-134a 作制冷剂。目前欧洲已有 20 台安装于超市中,运行情况表明技术上是可行的。这种系统还适用于低温冷冻干燥。CO₂ 的再次引入,在现代化技术条件下,似乎被认为是制冷空调行业发展中许多有意义的领域之一。

3. 新一代替代工质的开发与实用化

从热力学角度说,新的高效、绿色环保制冷剂,必须具有高的临界温度和低的液相摩尔热容,例如为了替代 HCFC-22,新的替代物的临界温度必须高于 100℃。目前已经有人关注 R161 和 R1311,它们的临界温度分别为 102.2℃ 和 120℃。它们均溶于矿物油,ODP 为零,GWP 值很低。但它们均有一定的急性毒性,R161 还有一定的可燃性,R1311 的稳定性也不够理想。对于这两种化合物,还需要进行长期的理化试验和研究开发工作。

HFC-245ca 被认为是替代 CFC-11 和 HCFC-123 的一种具有前景的替代物,它具有与 CFC-11 相近的饱和压力,呈现出好的稳定性及低的毒性,并且对漆包线的侵蚀比 HCFC-123 有所减轻,但有一定的可燃性。目前还尚需进行深入研究,以确认机组效率和着火的风险性。HFC-245ca/R133mccp 混合物也正在研究中。

HFC-236fa 目前正被考虑用作高温热泵中 HCFC-124 的替代物,其运行压力比 HCFC-124 更接近于 CFC-114,美国海军正考虑用于军用冷水机组中作为一种很有潜力的长期替代物。近年来正在对其效率、设备改造要求、稳定性、材料相容性及毒性等问题进行研究。混合物 HFC-236fa/R134a/R600a 也正研究中。日本提出了用 HFE-245 作为 HCFC-124 的替代,已进行了 8 年研究,尚在进一步研究。

总之,为了适应环保的要求,21 世纪制冷空调行业的发展方向是:绿色环保,高效节能,减少排放,加强回收,注重培训,研究开发。

四、对我国的启示及应采取的对策

1. CFC 与 HCFC 替代工作,是大势所趋,时间紧

(上接第 9 页)

度,快速的工业化和城市化的过程是无法避免的,但其中也面临着道路选择的问题。从发达国家的经验看来,人们对自身生活环境的关注会随着生活水平的提高而提高。因此,按照我国的发展目标,在 21 世纪环境问题将更加受到社会的普遍重视。生态工业所倡导的一体化的思想和自力更生的发展方向对我们这个世界第一的人口大国如何规划未来是有重大借鉴意义的。

参考文献

- [1] 苏伦·埃尔克曼. 工业生态学. 1999, 经济日报出版社
- [2] Tim Lang and Colin Hines: The New Protectionism, Earthscan, Publications Ltd., London, 1994, p. 3, p. 126

迫。从我国情况看,当前应首先抓好 CFC-12、CFC-11、R502 等含 CFC 物质的转轨工作;而 HCFC 类物质替代物是近来发达国家的研究开发重点,发展迅速,我们应积极跟踪,及时掌握动向,进行必要的研究工作,以期开发出适合我国国情的替代物。

2. 替代物发展呈现“百花齐放”格局。一方面是由于一些大公司激烈的市场竞争,另一方面也反映了替代物自身各自存在优缺点的状况,而且看来在相当长一段时间内仍将呈现共存局面。因此,国内在实现转轨过程中,出现几种方案也在所难免,不宜匆忙采取硬性的“统一”政策。

3. 正确认识混合制冷剂的作用,给予其足够的重视和“地位”。事实上,不但 HCFC-22 和 R502 的替代物主要都是混合物,即使 CFC-12 的替代物中,混合物也占了相当份额。究其原因,混合物可以充分发挥“优势互补,取长补短”的作用,例如在发挥环保性能、热工性能和使用性能好的易燃工质(包括碳氢化合物,HFC-32 和 HFC-152a)优势的同时,采用可抑制其易燃性的其他工质构成混合物,从整体上更易较好地满足和折衷诸多方面的要求,特别是有些混合物,可以更好地具有低 GWP、高效、安全、直接充灌、降低转轨成本等优点。

4. 一个企业以至整个行业在实现替代物的转轨工作中,必须面临一种选择。应该根据自身特点、条件以及实际需要,全面权衡安全、环境、能效、投入等诸多方面,从技术与经济上作出折衷考虑,以达优化平衡,走有利于发展我国民族工业的路子。具体地说,在能采用过渡方案时,宜尽量采用,而不必盲目追求“一步到位”。这样一方面可以在尽量少投入的条件下,达到保护环境的需要,另一方面还可以争取主动,避免盲目跟踪,以留有足够的时间和余地,静观国际上替代物的发展趋向,作出合适的决策。

5. 从空调制冷行业来看,国际上已要求在 2040 年前实现 HCFC-22 的替代,注意开发 HFC 制冷剂的利用技术,同时考虑保护臭氧层和气候变暖的问题。我国应该加强低 GWP 值、高效节能的新制冷剂的跟踪、开发和利用,包括 HCFC-123 制冷剂替代物的评价和探索,以及提高能效和减少泄漏技术的开发和研究。

6. 积极跟踪,注意天然工质的研究开发。

(责任编辑 王宏章)

- [3] E. V. Weizsacher, A. B. Lovins, L. H. Lovins (1997), Factor Four, London: Earthscan, P34-35
- [4] Kym Anderson (1996), 'Environmental Standards and International Trade', Annual World Bank Conference on Development Economics 1996, Washington: World Bank, P317-318
- [5] 世贸体制受到自身成就的威胁. 参考消息, 1999-12-5, 第 4 版
- [6] 南北分歧, 西雅图会议气氛紧张. 参考消息, 1999-12-4, 第 4 版
- [7] Porter M. E., C. van der Linde (1996), 'Towards a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship' Journal of Economics Perspectives 9(4): P97-118

(责任编辑 王宏章)