

我国制造业循环经济模式发展的探讨

唐德才, 李廉水, 杜凯

(东南大学 经济管理学院, 南京 210096)

摘要:以循环经济理论为依据,分析了1995-2004年我国制造业循环经济模式的发展状况,并且对制造业进行了循环经济的3R原则检验,并在此基础上提出了我国制造业发展循环经济模式的合理路径。

关键词:循环经济;制造业;3R原则;发展路径

中图分类号:F062.9 **文献标志码:**A

一、循环经济的理论内涵

从西方经济学的演变过程来看,传统经济学发展观认为经济增长是不受到资源与环境边界限制的,市场价格会向人们传达资源稀缺的信号,所以人们不必为了保护环境而放弃增长。随着增长与环境的矛盾日益激化,传统的经济学发展观逐渐受到理论的挑战。以持续增长不可能性为代表的发展观就认为随着经济系统的不断扩大和延伸,经济增长必将到达资源与环境所能承载的极限^[1]。其实,关于经济增长与生态环境的问题一直受到理论界的高度关注,传统经济增长模式的资源配置对于当代人来说是可以起到改善作用的,但是这也仅仅局限于当代人之间。如果超出代际范围,那么传统的经济增长模式就不能发挥其改善资源配置的作用了。由于“看不见的手”造成私人和社会成本之间的失衡,导致“看不见的脚”产生,这只脚会肆意地践踏社会公众利益,造成增长与环境、资源之间矛盾的激化。

20世纪60年代,美国经济学家鲍尔丁在研究经济与环境的问题上提出了“宇宙飞船理论”^[2],他认为飞船是一个孤立无援、与世隔绝的独立系统,靠不断消耗自身资源而存在,最终它将因资源耗尽而毁灭。惟一使之延长寿命的方法就是实现飞船内部的资源循环,尽可能少地排出废物。地球经济系统实际上也如同一艘宇宙飞船,尽管其自身资源系统

很丰富,寿命也很长,但是地球的绝对资源毕竟是有限的。只有循环地利用资源,地球才能得以长存。鲍尔丁的“宇宙飞船理论”可以看作是循环经济的早期代表。其后,鲍尔丁又在“The Economics of the Coming Spaceship Earth”一文中依据热力学定律对环境经济学进行了深化。热力学第一定律认为由于生产和消费中产生废弃物的物质形态没有消失,因此必须考虑环境吸纳废弃物的容量;热力学第二定律认为,熵是指热力学体系中不能利用来做功的热能。经济过程是能量可获得性变小的过程,也就是普遍的熵增加的过程,其实质就是把有价值的自然资源(低熵物质)转化为废弃物(高熵物质)的过程。由此鲍尔丁主张建立既不会使资源枯竭,又不会造成环境污染和生态破坏、能循环使用各种资源的循环式经济,以代替过去的单程式经济。随后,循环经济的思想逐渐地得到推广和深化,经济与环境的研究成为经济学家们研究的热点。随着人们对传统经济发展模式的不断反思和对可持续发展观的普遍认同,1992年联合国环境发展大会签署了具有里程碑意义的可持续发展宣言,标志着一种全新的经济发展模式——循环经济的诞生。传统经济是由“资源-产品-污染排放”所构成的物质单向线性流动的开环式经济过程。循环经济倡导的是环境保护、清洁生产、绿色消费和废弃物的再生利用等环节的整合和互补,是一种建立在物质不断循环利用基础上

收稿日期:2006-05-30

基金项目:国家自然科学基金(70573045)。

作者简介:唐德才(1966—),男,江苏射阳人,东南大学经济管理学院副教授,管理科学与工程专业博士生,主要从事创新管理及循环经济研究;李廉水(1957—),男,江苏泰州人,南京信息工程大学校长,教授,东南大学博士生导师,主要从事技术创新与管理研究;杜凯(1983—),男,安徽蚌埠人,东南大学经济管理学院硕士生,主要从事创新管理研究。

的经济发展模式,是对传统线性经济的革命^[3]。它要求经济活动按照自然生态系统的模式,组织成一个“资源-产品-资源再生”的闭环反馈式循环过程,以期实现“最佳化的生产、最适度的消费,最少量的废弃”。

二、循环经济对先进制造业的补充

先进的技术水平对于制造业来说是决定性的,也是制造业竞争力的核心。先进制造业技术(Advanced Manufacturing Technology)的最初被定义为制造业技术的革新,不仅包括在制造业的生产实践而且包括管理系统和产品设计与改造。随后,对AMT内涵的定义不断深化,AMT不仅包括硬技术如以计算机为中心的数字化生产技术,而且包括软技术如管理能力、及时式生产技术^[4]以及制造资源计划^[5]。随着AMT的推广和应用,许多制造业建立了柔性制造系统(flexible manufacturing system)。FMS可以提高制造柔性,减少存货和建筑面积,对市场需求的变化快速做出调整,降低管理时间,延长设备使用寿命^[6-8]。但是,先进制造技术仅仅局限于在生产、技术以及管理和销售等微观领域,往往忽略了影响生态环境的中观和宏观领域,环境的污染和破坏问题是AMT技术无法解决的。随着制造业对环境造成的负外部性越来越大,将发展、生态环境与经济学理论相结合趋势也越来越明显,制造业未来的发展急需一种全新的理论为指导。循环经济理论的提出给制造业解决资源和生态约束提供了科学的理论指导。随着循环经济理论本身在实践中不断发展和完善,其对制造业的引导作用也越来越明显。工业生态学(Industrial ecology)就是在这种背景下发展起来的。作为循环经济的理论基础,它为制造业提供一种建立在促进经济活动效率和减少工业活动负外部性的生态系统,同时也为制造业的可持续发展提供了理论框架。因此,制造业在发展循环经济时应该以工业生态学为理论基础,实现工业生态学与循环经济的结合^[9]。循环经济理论中强调的资源循环利用可以提高制造业生产率,建立一种柔性的资源储备系统,为制造业提供可供预测的资源需求^[10],进一步为制造业在生产过程中提出合理的资源利用模式,实现了柔性资源储备系统与柔性制造系统的互补。环境创新能够缓解制造业发展过程

中对环境造成的压力,但是加强环境的管制不能给制造业企业提供更多的环境创新激励,因此建立一种减少污染、资源的回收与再利用以及清洁能源使用的创新性环境标准是十分必要的。归纳上述观点,就是应该在先进制造技术的基础上建立循环经济的发展模式,实现制造业产业循环的发展。循环经济理论对于制造业的生产质量、生产成本、能源以及污染排放方面具有非常实际的指导意义,进而可以促进环境友好型制造业的建立。

三、我国制造业循环经济模式的发展状况

(一)我国制造业的发展概况

制造业是国民经济的基础,也是一国经济的命脉。随着发展战略的确立以及本国劳动力优势的充分利用,我国已经成为世界第四大制造业国家,“中国制造”的影响已经扩散到世界各地。表1反映了1995-2004年以来我国制造业的发展状况。可以看出,近十年来我国制造业的工业产值贡献度是非常高的,年平均水平达到了86.97%,是工业经济的绝对主体。我国目前正处于工业化中期,制造业的发展将决定着工业化程度的高低。但是,在制造业迅猛发展的背后,仍然存在着一个尴尬的问题:增加值率偏低,年平均仅为26.09%。根据统计资料显示,世界制造业大国如美国制造业的增加值率将近48%,日本是42%,德国是46%,法国接近40%,相对于发达国家的制造业,虽然我国制造业的规模和地位已经迅速达到世界先进水平,但是增加值率较低意味着我国制造业仍然不能摆脱以劳动力资源无限供给为优势的加工型产业,仍然处于产业链的低端,国际竞争力低下。

(二)阻碍制造业循环经济理念应用的因素

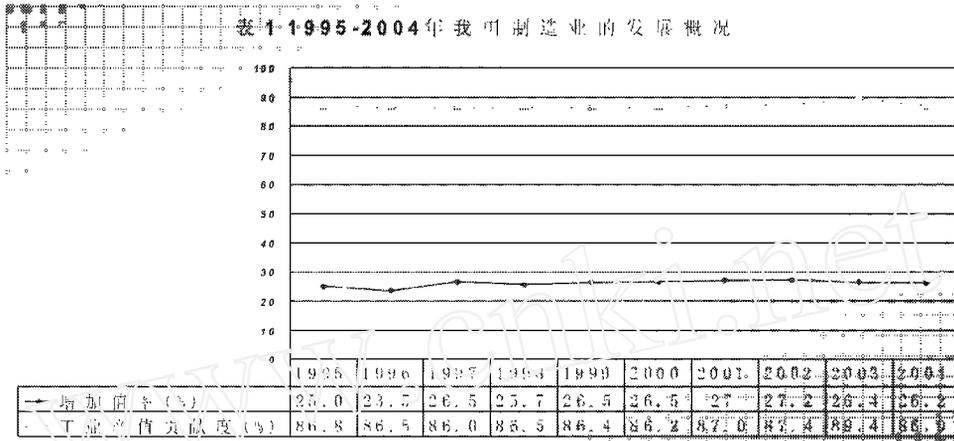
我国制造业的发展属于传统的经济模式,能源资源消耗大、能源使用效率低以及生态环境污染严重不仅是我国制造业面临的主要问题,而且也是制造业推行循环经济模式的最大障碍。能源消耗的问题解决不好,循环经济模式也就无法更好地应用和推广。表2反映的是1995-2004年我国制造业的生产能耗状况。1995年,我国制造业的生产能耗为1.64千克标准煤/元,2000年下降为0.94千克标准煤/元,2004年进一步下降为0.67千克标准煤

工业产值贡献度 = 制造业工业产值 / 工业总产值 × 100 %

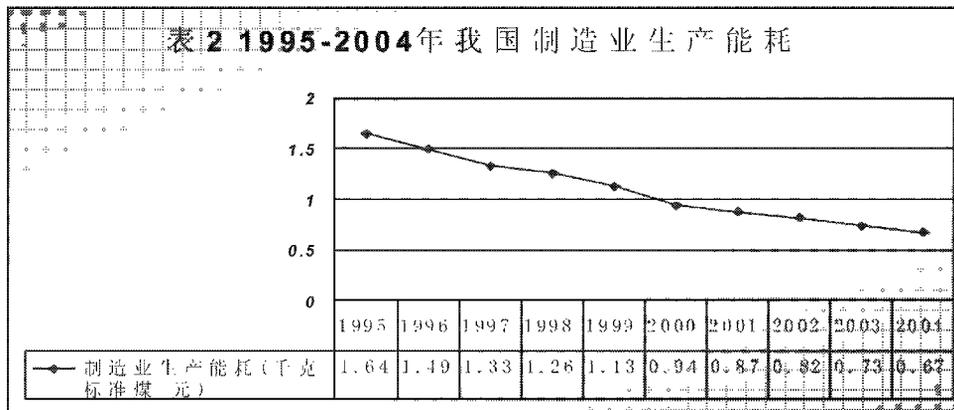
制造业生产能耗 = 制造业工业总产值 / 制造业能源消耗总量 × 100 %

/元。总体来看,虽然我国制造业的生产能耗是呈下降趋势的,但是在我国这样一个人口众多,资源相对稀缺的国家来说,制造业能耗仍然是比较高的。目

前我国制造业每创造单位产值就要消耗 0.94 千克标准煤,这一能耗对于我国来说仍然很高,我国制造业仍然属于比较粗放型的增长。



数据来源:根据中经网统计数据库、中国统计年鉴 2000—2005 计算整理得到



数据来源:根据中经网统计数据库、中国统计年鉴 2000—2005 计算整理得到

我国制造业不仅资源本身消耗量大,而且由于资源使用效率低下导致高排放和高污染,由此给生态环境带来了巨大压力。“三废”排放是衡量循环经济模式发展状况的重要标准,也是循环经济模式解决的主要问题。所以,制造业发展循环经济,需要首先解决“三废”排放问题。表3列出了1995-2004年我国制造业的“三废”的排放情况和综合利用产值情况。1995年制造业的废水排放量为2,218,943万吨,2004年的排放量为1,978,378万吨,十年间仅仅降低了10.84%;1995年制造业的废气排放量为107,478亿标立方米,2004年的排放量为237,696亿标立方米,十年间增加了121.16%;1995年制造业固体废物的排放量为2242万吨,2004年的排放量为1,761.951万吨,仅下降了21.41%,其中2002年排放量还高居2635万吨,仅仅在近两年才开始有所下降。我国制造业“三废”排放量不仅没有

得到很好的改善甚至还有上升的趋势,这就给循环经济的发展造成了很大的障碍。

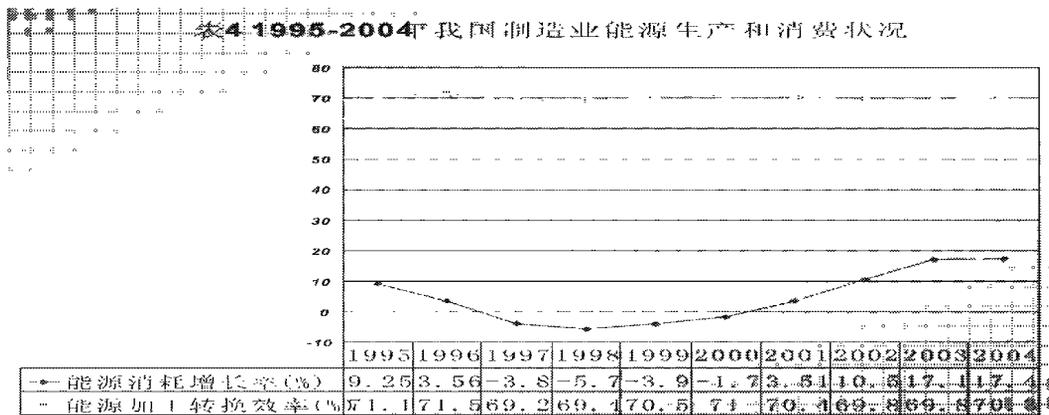
表3 1995 - 2004 年我国制造业“三废”排放及综合利用产值

年份	废水排放量 (万吨)	废气排放量 (亿标立方米)	固体废物排放量 (万吨)	“三废”综合利用产品产值 (万元)
1995	2,218,943	107,478	2242	2,036,052.2
1996	2,058,881	111,196	1690	2,247,660.3
1997	1,883,296	113,375	1549	2,084,290
1998	2,006,331	121,203	7048	2,675,207
1999	1,973,036	126,807	3880	2,573,700
2000	1,942,405	138,145	3186	3,104,793
2001	2,026,282	160,863	2894	3,446,149
2002	2,071,885	175,257	2635	3,856,329.5
2003	2,122,527	198,906	1941	4,410,121
2004	1,978,378	237,696	1761.951	5,733,245.8

(三) 我国制造业发展的 3R 原则检验

可持续发展是我国制造业未来应该遵循的发展方向,实现资源与环境的可持续发展是制造业产业可持续发展的重要前提。循环经济正是制造业实现可持续发展的主要模式,也是必经途径。循环经济起源于工业经济时代,正是针对传统的粗放型工业增长而产生和发展起来的。制造业作为工业经济的主体,能否有效地在遵循循环经济模式将决定着循环经济模式的建立和推广。将循环经济模式的理念应用到制造业中,就是应该重点把握制造业的生产与消费的环节,强调制造业生产与消费有机地结合。同时,也只有把握好了这两个环节,我国制造业才能合理地遵循循环经济模式,把握循环经济的核心。循环经济的检验主要是看是否符合循环经济的“3R”原则:资源利用的减量化(Reduction)原则,即在生产的投入端尽可能少地输入自然资源;产品的再使用(Reuse)原则,即尽可能延长产品的使用周期,并在多种场合使用;废弃物的再循环(Recycle)原则,即最大限度地减少废弃物排放,力争做到排放的无害化,实现资源再循环。因此从能源的使用来

看,近几年我国制造业的能源消耗增长率是比较大的。2001年我国加入WTO,经济外向程度进一步扩大,同时随着外资的涌入以及打造国际性制造基地战略的确定,我国制造业逐渐形成了以珠江三角洲和长江三角洲为主体的制造业发展格局,发展潜力巨大。但是不断膨胀的发展需求也导致了能源资源约束程度的进一步加剧,我国制造业的能源消耗增长率从2000年的负增长迅速上升到2004年17.4%的增长率(见表4)。在2003年全部行业的能源消费构成中,制造业就消费了83.4%的原油、35.8%的煤炭、51.6%的天然气以及50%的电力。快速的能源消费增长率导致了我国制造业的发展并不满足资源利用的减量化(Reduce)原则,究其原因,主要还是生产和开发技术水平的落后所致。从表4中的制造业能源生产状况可以看出,近十年间我国制造业的能源加工转换效率基本保持在70%左右,也就是说每单位投入量的能源经过加工、转换后只能得到70%的能源产出量。Reduction原则要求资源利用的减量化,但是目前我国制造业离这一原则相差较远。



数据来源:根据中经网统计数据库、中国统计年鉴2000—2005计算整理得到

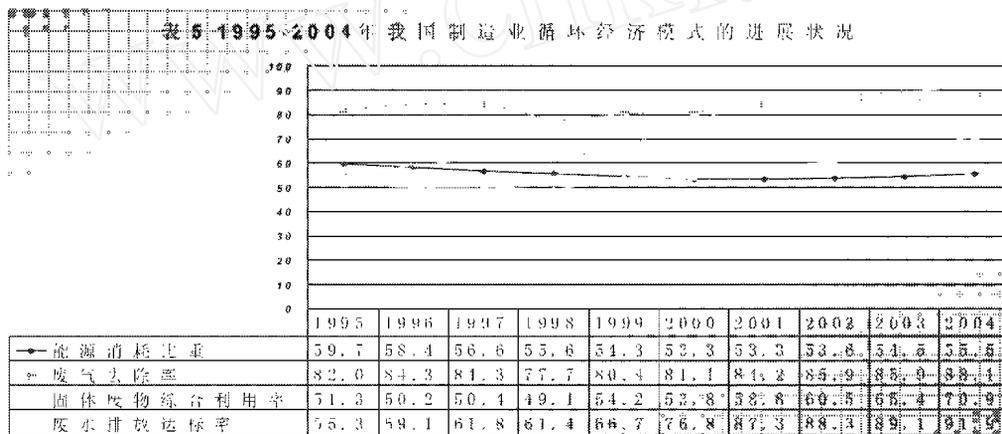
产品的再使用(Reuse)和废弃物的再循环(Recycle)原则是检验是否遵循循环经济模式的主要原则。循环经济要求以环境友好的方式对待资源的开采和利用,实现经济活动向自然生态循环的方向发展,其技术的支撑就是环境无害化技术和资源综合利用技术,以及资源循环利用技术等环境友好技术。由此建立一种以物质不断循环利用为特征的经济,从而达到可持续发展所要求的经济、社会和环境的目标,即在自然资源和环境不退化,甚至得到改善的情况下,促进经济增长和社会发展的目的。由此可

见,环境保护和废物再利用是检验我国制造业循环经济发展状况的重要方面,因此采用时间序列数据可以更加具有说服力。从表5中可以看出,制造业一方面是工业经济贡献的主导力量,另一方面也是能源消耗的大户,其能源消耗占能源总消耗的一半以上,2004年制造业能源消耗占行业总消耗的55.5%。在环境保护方面,废水排放达标率是制造业改善比较明显的环节,1995年制造业废水排放达标率仅为55.3%,截至2004年这一比率上升到91.9%,废水排放难题基本已经解决;其次,废气去

资料来源:根据中国统计年鉴2005,7-9按行业分能源消费量,计算整理得到

除率也在处于稳步的上升过程中。1995年制造业废气去除率为82.0%，截至2004年这一比率上升为88.1%，基本上是一种渐进改善的过程；对排放废弃物的回收利用创造生态和经济价值是循环经济的一个重要特点，也是循环经济立论的核心。随着环保意识以及环保需求的不断升级，我国制造业对废物的综合利用还是取得了一定的成绩。纵观1995-2004年制造业“三废”的时间序列数据(表3)可以看出，我国制造业“三废”综合利用产品产值总体上呈现增长的趋势。1995年我国制造业“三废”综合利用产品产值为2,036,052.2万元，2004年为5,

733,245.8万元，增长的效果比较明显的，说明我国制造业在废物的再回收利用环节取得了一定的成效。另一方面虽然制造业的固体废物综合利用率相对较低，但是比起1995年的51.3%，2004年的70.9%应该算是改善比较快的，而且要注意从2000年以来，我国制造业固体废物综合利用率的的增长是十分明显的，并且未来的潜力也是比较大的。从以上结论可以看出，我国制造业还是基本满足循环经济模式中产品再使用(Reuse)和废弃物的再循环(Recycle)原则的。



数据来源:根据中经网统计数据库、中国统计年鉴2000—2005计算整理得到 单位: %

四、发达国家制造业循环经济模式的经验借鉴

美国是当今世界上信息产业和信息化最发达的国家，服务业在国民经济中的比重超过四分之三，但是美国也是制造业最强大的国家之一，始终把制造业作为“经济实力的脊梁”。美国是循环经济的先行者，循环经济已经成为美国经济体系的重要组成部分。美国的循环经济不仅涉及到造纸、炼铁、塑料、橡胶等传统的制造业，而且也包括家用电器、计算机、电子和通信设备等新兴的制造业。在如何将循环经济理论推广到制造业时，美国政府主要通过三个方面：一是实行了一系列政策奖励和税收优惠措施，建立了制造业企业资源回收和再利用的激励机制；二是通过以政府立法作为循环经济的制度保证，强制推行循环型制造；三是注重宣传，提高公众的循环经济意识，因为公众才是制造产品的最终消费者，消费者最终需求的转型是制造业企业改变生产模式的关键。

德国是欧洲循环经济发展水平最高的国家之一，建立了特色鲜明的双轨制回收系统(DSD)。

DSD是一个专门组织对生产制造中排除的废弃物进行回收利用的非政府组织，大大提高了废弃物循环利用的效率。同时德国还根据制造业行业的不同情况，制定了具体的资源和废弃物再利用法规，而且成立了循环经济监督管理机构，作为推行循环制造的保证。另外，德国还成立了提供废弃物再利用服务的公司，服务对象主要就是那些废物回收和再利用效率比较低的制造业企业。

日本是一个岛国，具有资源储备先天性的劣势。但是日本制造业却保持了世界先进水平，成为世界制造业强国。究其原因，除了“科技立国”的战略思想，致力于循环经济模式的打造也是日本制造业成功的重要原因。1994年12月，日本内阁制定环境基本计划，首次提出“实现以循环为基调的经济社会体制”。其后，日本颁布了健全的法律体系对发展循环经济提供了强有力的政策支持。同时，日本政府也十分注重循环经济理念的培养，加大了循环经济研发的财政支出力度，建立了以科技领先为基础、环境友好型的制造业发展战略，是循环经济在制造业中合理运用的典范。

纵观当今世界上所有经济发达国家，在发展制

业的过程中几乎都面临过资源能源紧张、环境污染严重,自然生态受到程度不同破坏的情形。为了实现制造业可持续发展,减轻环境污染资源短缺的压力,发达国家都选择了走循环经济增长模式之路。有所不同的只是各国由于国情不同推进措施的力度和见效快慢等方面有些差异。

五、我国制造业发展循环经济模式的路径选择

随着国际竞争的日益加剧,发展先进制造业已经成为我国工业化进程中的核心问题。但是先进制造业的发展必须建立在保护生态环境的基础上,实现发展与环境的和谐统一。循环经济模式正是制造业实现可持续发展的主要途径,也是我国制造业未来主要的发展方向。因此对于我国来说,实现循环经济与制造业的结合应该遵循以下发展路径:

(一) 加强政府的作用,培育良好的循环制造环境

合理的制度可以建立良好的激励机制,引导微观主体的行为动机。循环经济本身也是一种制度经济,需要一系列的制度、规则来规范、实施和保障,循环制造同样也需要以循环经济制度创新为保证。因此,一方面政府应该加快循环经济立法,为制造业循环经济模式的发展提供良好的法制环境;另一方面可持续发展的制造产品是不存在的,循环制造关键是取决于消费者的消费行为是可持续性的还是不可持续性的(Gerda. Casimir, 2003)。所以政府应该加强循环经济的宣传,提高公众与制造业企业的参与程度,为制造业循环经济模式的发展提供良好的社会环境。

(二) 运用 3R 原则检验循环制造的发展

3R 原则是循环经济的基本原则,并且可以作为检验循环制造发展的准则。我国制造业目前在 Reuse 和 Recycle 标准上取得了不小的进步,但是距离 Reduce 标准仍然比较遥远。3R 原则的检验反映了我国制造业能源消耗量大,能源加工转换效率低的主要问题。因此,以 3R 原则作为我国制造业循

环经济发展的理论依据,可以明晰制造业发展过程中各个环节出现的具体问题,所以 3R 原则的检验标准具有十分广泛的现实意义。

(三) 加快制造业技术创新,灌输循环制造理念

制造业的技术创新是发展循环经济模式的关键。循环经济模式中要求的废弃物回收再利用和资源利用效率的提高实际上是建立在先进的生产技术基础上的,生产制造技术的高效率是循环制造的根本保证。因此,加快绿色设计技术、绿色材料选择技术、绿色工艺技术、绿色包装技术以及绿色使用和回收技术的研究,对于循环制造理念的灌输十分重要。

参考文献

- [1] Paul A. Smuelson, William. D. Nordhaus, Economics-16th ed., The McGraw-Hill Companies. Inc., 1998.
- [2] Kenneth E. Boulding, Cutler, and Robert Kaufmann, Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process. New York: John Wiley & Sons, 1968.
- [3] Strategy and Mechanism Study For Promotion of Circular Economy and Cleaner Production in China, Task Force of Circular Economy & Cleaner Production, 2003. 9. 8
- [4] H K Gules. Manufacturing technology and the supply chain[J]. European Journal of Purchasing & Supply Management, 1996, 2(1): 31 - 38, .
- [5] T F Burgess. Buyer-supplier relationships in firms adopting advanced manufacturing technology[J]. J. Eng. Technol. Manage. 1998(15): 127 - 152.
- [6] Buzacott. Flexibility and productivity in manufacturing systems [J]. Proceedings of IIE Conference, Chicago, 1985: 404-413.
- [7] Hutchinson. A quantification of the value of flexibility [J]. Journal of Manufacturing Systems, 1989(8): 47-57.
- [8] Rangone. An analytical hierarchy process framework for comparing the overall performance of manufacturing Departments [J]. International Journal of Operations & Production Management, 1996(16): 104-119.
- [9] Arun J. Basu. Industrial ecology framework for achieving cleaner production in manufacturing industry [J]. Journal of Cleaner Production 2006(14): 299e304.
- [10] J. Ashayeri. Circular production in manufacturing industry [J]. Int. J. Production Economics, 2006 - 02 - 01.

Analysis on Development of China's Country Manufacturing Industry Circulation Economy Mode

TANG De-cai, LI Lian-shui, DU Kai

(School of Economics & Management, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: Taking circular economy theory as the basis, this article has analyzed the development of our country manufacturing industry circulation economy mode from 1995 to 2004, carried on the circulation economy 3R principle examination to the manufacturing industry, and proposed the our country manufacturing industry development circulation economic type reasonable path.

Key words: circular economy; manufacturing industry; 3R principle; development path