



循环经济的基本理论

国际社会和学界对 21 世纪全球经济走向提出了两大趋势：一是知识经济(Knowledge Economy 简称 KE) 二是循环经济(Recycle Economy 简称 RE)。知识经济(KE)是基于知识和信息的生产、分配和使用之上的经济(联合国教科文组织对知识经济的定义)。知识经济是通过知识流和信息流来整合、优化物质流与能量流 使之高效化、合理化的经济运行方式 旨在实现智力资源对物质资源的替代,实现经济活动的知识化。循环经济(RE)是以生态优先和物质循环理念,重构传统的经济流程和工业发展模式,以清洁生产技术、生态化产业链集成技术、环境无害化技术、废物回收和再资源化技术为基础,以环境友好的方式 永续利用自然资源 以和谐的方式 处理人与自然环境的关系 实现资源消耗减量化和高效化、废弃物再资源化和无害化、经济活动生态化和循环化。因此 我国政府把“ 大力发展循环经济 建设资源节约型和环境友好型社会”理念 作为一项国家的战略任务纳入“ 十一五”规划 既符合未来全球经济发展的基本方向,也是中国经济增长方式转变的客观要求。

第一节 循环经济产生的时代背景

循环经济是 21 世纪全新的发展观,是人类对传统经济发展模式反思的结果 是可持续发展理念的具体体现。循环经济是一种全新的经济观 是用循环经济理念重构传统的经济流程,运用生态学原理和规律来指导经济发展的可循环模式。循环经济是一种全新的生产观,倡导最大限度地优化配置自然资源,提高自然资源的利用效率和使用效益,充分考虑自然生态系统的承载能力,尽可能地节约自然资源和减少废弃物的排放。循环经济是一种全新的科技观 它要求科学技术发展应有利于统筹“ 人与自然”的关系 实现和谐发展。循环经济倡导的是一种全新的消费观 提倡人类物质财富的适度消费 并在消费的同时考虑废弃物的回收利用和资源化,从而减轻环境的污染。循环经济也是一种全新的社会观 倡导构建资源节约型和环境友好型社会 是走向小康

社会、和谐社会和文明社会的必由之路。总之，发展循环经济是人类面向 21 世纪的发展模式和发展道路的理性选择，将对人类未来产生重大而又深远的影响。因此 循环经济的产生和发展有深刻的时代背景，一方面源于对人类所面临的资源环境与经济增长之间矛盾的认识，另一方面则是对传统的工业文明发展的反思和对人类未来发展的思考所致。

一、人类共同面临着资源环境与经济增长的矛盾

人类从来没有像今天这样关注资源与环境问题，因为这是人类赖以生存的根基，也是人类经济发展的基础。而加剧资源环境与经济增长之间矛盾的始作俑者也是人类自身。

千百年来 人类一直在想方设法从大自然中获得资源 千方百计从资源中获得财富。传统工业化的早期 人们普遍认为自然界有取之不尽、用之不竭的资源，之所以出现匮乏并不是自然资源的短缺，而是人类开发资源能力的不足。在现代科学技术和人类生存需要的双重驱动下，在近 100 年内 地球上的人口增长、资源消耗、经济规模呈指数增长（如图 1—1 所示），人们突然发现地球生态系统是一个特定常数，而经济增长却是一个无限变量。全球经济总量快速增长不仅引发了资源短缺，而且带来了环境污染和生态破坏。

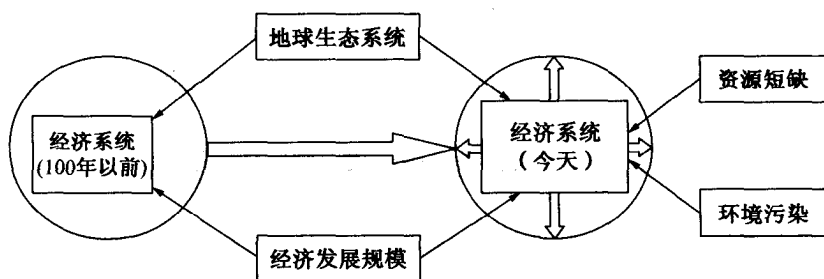


图 1—1 地球生态系统与人类经济系统交互所带来的矛盾

最先关注资源环境与经济增长之间矛盾的是具有世界影响力的国际学术团体——罗马俱乐部。20 世纪 60 年代末期，当西方发达国家在为战后经济空前繁荣而喝彩时，来自 10 多个国家的科学家、教育家、经济学家、人类学家、实业家聚会于罗马猗猗山猫科学院，共同探讨事关人类发展前途和未来的问题，并对传统的经济发展模式提出了最严厉的批判。1972 年，罗马俱乐部发表了著名的《增长的极限》研究报告。罗马俱乐部的学者运用当时最先进的系统动力学方法，构建了世界经济系统的数学

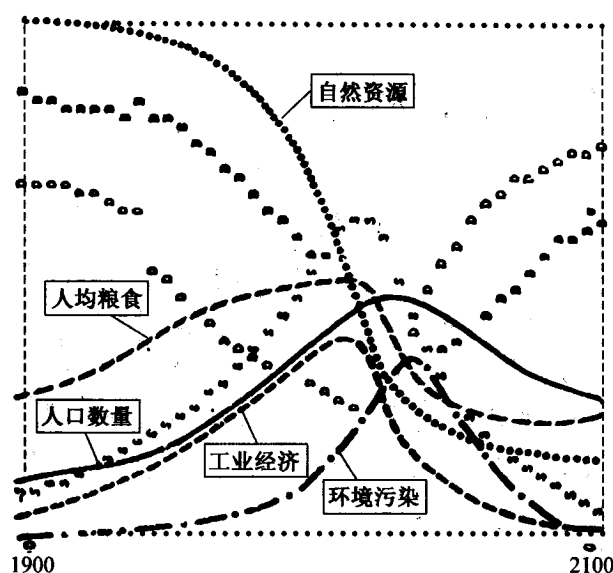


图 1—2 世界模型的标准趋势

资源来源：Dennis L. Meadows, *The Limits to Growth—A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, (1972) [美]丹尼斯·米都斯：《增长的极限——罗马俱乐部关于人类困境的报告》，吉林人民出版社 2004 年版 第 90 页。

模型(如图 1—2 所示)第一次把人口、资源、环境与经济发展等纳入同一个世界模型之中来加以思考和认识，这是具有划时代意义的。尽管人们并不能完全理解罗马俱乐部构建的“世界动力学模型”的所有内涵和细节，但“世界动力学模型”直观地告诉人们：自然资源的供给是呈“下降通道”，而环境污染的情况是呈“上升趋势”，工业经济增长的“拐点”将出现。这个模型并假设如果全球自然资源储藏量加倍被探明，资源消耗继续增长，环境污染就会急剧上升，经济增长就会停顿甚至直线下降(如图 1—3 所示)；《增长的极限》研究报告的最后结论是耸人听闻的：“如果世界人口、工业化、污染、粮食生产和资源消耗按现在的趋势发展下去的话，全球经济增长的极限将在今后 100 年中发生”。

事实上，20 世纪 70—80 年代西方发达国家正陶醉在高增长、高消费的“黄金时代”，对于这种惊世骇俗的警告不以为然。加上 70—80 年代中东等地区大油田的相继发现和一些矿产资源的探明，使人们对未来全球经济的发展普遍表现出一种乐观态度。1981 年美国著名学者 J. L. 西蒙出版的《最后的资

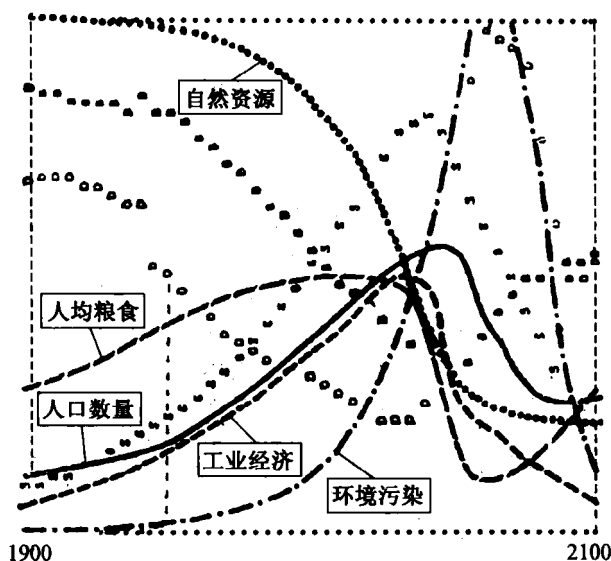


图 1—3 自然资源储藏量加倍的世界模型

资源来源：Dennis L. Meadows, *The Limits to Growth—A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, (1972) [美]丹尼斯·米都斯：《增长的极限——罗马俱乐部关于人类困境的报告》，吉林人民出版社 2004 年版 第 92 页。

源》(*The Ultimate Resource*) 就是乐观派的代表。由于该书是针对罗马俱乐部的观点而作 因此 中国学者把书名翻译为《没有极限的增长》以示对‘增长的极限’观点的反动。该书中强调‘科技发展能为解决资源环境问题开辟新道路’的观点值得赞赏 但西蒙提出的‘自然资源是无限的’观点 也遭到了许多专家和学者的质疑。

知识链接



20 世纪 60 年代中后期，一个由来自 10 多个国家的科学家、教育家、经济学家、人类学家、实业家所组成的，具有世界影响力的国际学术团体——罗马俱乐部 聚会于罗马猗猗山猫科学院 共同探讨事关人类发展前途和未来的

人口、资源、环境等一系列重大问题。1972年，他们发表了著名的《增长的极限——罗马俱乐部关于人类困境的研究报告》（*The Limits to Growth—A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*）。对传统的经济发展模式提出了最严厉的批判。罗马俱乐部提出的全球经济“零增长”的观点被称之为未来学研究的“悲观派”。

由美国著名学者丹尼斯·米都斯（Dennis L. Meadows）等人出版的《增长的极限》一书曾轰动全球，被翻译成34种文字，发行量达上千万册。全书不足15万字，却使用了大量的全球人口、资源、环境、经济的数据、图表和模型，运用计算机模拟方法，来论证全球均衡发展的理念。《增长的极限》一书共分五个部分：（1）指数增长的本质，（2）指数增长的极限，（3）世界系统中的增长，（4）技术和增长的极限，（5）全球均衡状态。罗马俱乐部第一次把人口问题、资源问题、环境问题、经济问题、发展问题，以及人类的未来纳入全球视野之中，通过大量的数据分析，运用系统动力学方法，建立多要素交互的世界模型，并对未来全球经济发展作出了多种预测和假设，指出人口膨胀、资源枯竭、生态破坏、环境污染必然会带来全球灾难性的后果。《增长的极限》研究报告的最后结论是耸人听闻的：“如果世界人口、工业化、污染、粮食生产和资源消耗按现在的趋势发展下去的话，全球经济增长的极限将在今后100年中发生。”

尽管罗马俱乐部的许多观点当时并没有被人们所接受，但是，从客观上来说，它把一个自人类诞生以来从未深入思考过的问题，以及资源环境与经济增长之间不可回避的矛盾摆在了人类的面前，为人类的未来敲响了警钟。事实上，20—30年以后，罗马俱乐部的研究成果为人类“可持续发展”理念的形成，循环经济思想的成熟奠定了重要的理论基础。因此，罗马俱乐部的《增长的极限》研究报告具有划时代的意义。

尽管悲观主义和乐观主义在资源环境与经济增长问题上的争论仍然会长期存在，但是，经过10—20年的实践与发展，1992年，在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会上，接受了罗马俱乐部所提出的“人类同舟共济于一个地球”、“自然资源和环境容量是有限的”等主要观点，制定了《21世纪议程》，确立了“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”的可持续发展（Sustainable Development）理念，倡导人类应该超越个人、团体、民族、国家的利益，关爱地球，呵护自然，珍惜资源，善待环境。大会一致认为，近代工业革命以来所沿用的那种以“大量消耗资源”和“大量排放废物”为主要特征的经济粗放型发展模式必须予以摒弃。

循环经济是在“可持续发展”理念引领下应运而生的。循环经济是关注自然资源高效利用和生态环境有效保护的一种新的经济发展模式。例如，现代农业是建立在石化矿物质资源基础之上的，化肥和农药成为现代农业发展必不可少的物质基础，而化肥和农药的生产和使用过程不仅消耗了大量不可再生的石化矿物质，如石油、天然气、煤炭等，而且其生产和运输过程也消耗着大量的能源。因此，现代农业与传统生态农业相比，不仅在资源消耗上付出了沉重的代价，而且对生态环境也带来了深刻的影响，如化肥的使用致使土壤贫瘠，农药的使用致使人类对生态食物链的安全性充满着担忧。因此，全球经济发展已受到了资源环境等全方位的制约和影响，出路何在？这是人类面临的共同课题。

知识链接



1992年，有180多个国家和70多个国际非政府组织参加了在巴西里约热内卢召开的联合国环境与发展大会。会议的中心议题是：人类社会的可持续发展（Sustainable Development），它是人类形成新的“发展观”的重要里程碑。可持续发展观的核心思想是“既要满足当代人的需要，又不对后代人满足其需要的能力构成危害的发展”。其目的是使人类通过变革现有的生产方式和消费方式，来与地球的有限承受能力相适应，使人类社会的发展建立在以破坏环境为代价的基础之上。大会还通过了《21世纪议程》，倡导人类应该超越个人、团体、民族、国家的利益，关爱地球，呵护自然，珍惜资源，善待环境。大会一致认为，近代工业革命以来所沿用的那种以“大量消耗资源”和“大量排放废物”为主要特征的经济粗放型发展模式必须予以摒弃。

二、传统的工业文明和发展模式受到挑战

全球资源环境与经济增长的尖锐矛盾仅仅是一种表象，其引发的深层次原因是传统的工业文明和发展模式的缺陷。众所周知，人类文明的历史既长又短，早期人类与自然界相安无事，和谐共处，大自然以其母亲般的乳汁滋润着人类脆弱的农业文明。2500年前，在古希腊自然哲学家播下科学文明的种子以后，人类有了认识自然的工具和方法。16世纪，在F.培根第一次提

出“知识就是力量”后，人类有了改造自然的信念和手段，从自然界获取资源、积累财富成为400多年工业文明的共同价值取向。然而，20世纪传统的工业文明在科技革命的推动下，以前所未有的速度和方式大规模地开采自然资源，大量生产、大量消费、大量排放成为一个国家富有的标志。人类在享受工业文明所带来的成果和财富的同时，也深深感受到了人类赖以生存的自然资源与生态环境正面临着巨大挑战，从而不得不思考人类未来经济发展的方向和模式。

（一）传统工业文明对自然资源进行无节制地掠夺性开发。

传统工业文明之初，由于生产力水平和科技发展水平的限制，人们一直坚信自然界有取之不尽、用之不竭的资源，唯一不足的是人类索取自然资源的能力有限。但是，随着科技进步和生产力水平的不断提高，人类对自然资源的利用逐步由农业社会利用动植物等可再生资源，转向工业社会以石油、天然气、煤炭、铁、铜、铝等不可再生资源的开发为主要特征。传统工业文明发展的内在动力来自于市场主体不断追求物质财富的无限增长，这导致人们对自然资源不断进行大规模地掠夺性开采。这种高增长、高投入、高消耗、高排放、高污染的发展方式，使得传统工业文明渐渐陷入了不能自拔的危机之中。传统工业文明是建立在对自然资源免费索取和利用基础上的。市场主体追求利益最大化与社会付出的成本是不对称的。这种只追求个体或利益集团局部经济利益的最大化，而对人类自身赖以生存的生态破坏和环境污染毫不关心的行为，导致了传统工业文明危机四伏。

循环经济是对以人类无计划、无节制、高强度地将地球上的物质资源作为“免费的午餐”过度开采为特征的传统工业文明进行深层次反思的结果。循环经济倡导的是一种与地球资源与自然环境相协调、互为依存的经济发展模式，因而被称之为“生态文明”或“生态工业文明”。它要求把经济活动建立在对物质财富的丰富、经济数量的增长、文化水平的提高、产业结构的优化、人口规模的合理等社会经济指标与生物多样性、土地承载力、环境容量、可供使用的资源数量等资源环境指标进行综合协调和合理规划的基础上，以实现经济社会的可持续发展。要求把经济活动组成一个“资源—产品—再生资源”的反馈式非线性经济，所有的物质和能源在这个不断进行的经济循环过程中得到最大限度的、合理的和持久的利用，从而把经济活动破坏自然资源和污染环境等不利影响降到尽可能低的程度。

（二）传统工业模式对生态环境先污染、再治理。

传统工业模式认为生产过程消耗资源、排放废物是天经地义的事。传统

经济本质上是将自然资源变为产品 产品变成废物的过程 其以反向增长的环境代价来实现经济上的短期增长 对资源的利用是粗放型、一次性的。从热力学两大定律的角度看 它是不断地将有用物质变成“废物”使自然界熵值不断提高的过程。由此不仅导致了在经济数量上的不可持续性增长，同时也严重影响了社会发展水平和质量上的改善，是一种不可持续性的发展。

20世纪 60—70 年代 发达国家主要关注环境污染、环境保护、环境治理等问题 关注的仅仅是人类经济活动造成的环境后果和生态影响 以及产生污染后的末端治理方式，力图把经济对环境和生态造成的影响降低到最低限度。但是它们并没有从经济运行机制和传统经济流程的缺陷上揭示出产生环境污染和生态破坏的本质，也没有从经济和生产的源头上寻找问题的症结所在。因此“边生产 边污染 边治理”，先生产 后污染 再治理 成为当时的普遍现象。尽管各国都制定了严格的排放标准、严厉的惩罚措施、健全的环境质量监控体系 但随着工业规模不断扩大 环境保护和治理的费用直线上升 生产成本不断提高。到 20 世纪 90 年代初，美国化学工业用于环保的费用高达 1000 亿美元 清理已污染地区花去了 7000 亿美元。这种现象引起了有社会责任感的科学家的反思：环境污染的治理究竟是治标，还是应该治本？

就如何破解人类所共同面临的资源与环境难题，发达国家的许多专家进行了大量的探索。社会学家从社会体制上找原因，科学家从科学技术上寻出路，经济学家从发展模式上探根源。因为循环经济所倡导的是一种与地球资源和自然环境相协调、互为依存的社会经济发展模式，所以它被作为一种新经济发展模式而得到推广。

（三）传统工业流程 开环式、单程型的线性经济。

众所周知 传统的工业文明范式是一种“资源—产品—污染—排放”的单程型线性经济，其显著的特征是“两高一低”（资源的高消耗、物质和能量的低利用、污染物的高排放）。同时传统工业采用低利用率的工艺进行加工生产，导致大量“无使用价值的污染物”产生 并将其大量地排放到自然环境中。自 18 世纪产业革命以来，人类社会开始了工业化进程，它所创立的社会化大生产方式是建立在自然资源和生态环境的免费使用之上，它所采用的技术范式具有单向线性不可逆性，它所面临的矛盾是生产无限扩大的趋势与自然资源有限供给的约束，它所实行的经济制度是私人资本的获利性与生态环境的无价性。随着经济的发展，产业系统的投入、产出无论是单体规模还是地域规模 无论是资源转换速度还是转换效率 都在线性技术不断进步的作用下以指数形式加速增长 使工业化在创造出辉煌成就的同时 也造就了全球范围内的

环境污染、生态破坏和资源枯竭。以线性经济为主导的增长模式成了有史以来最为剧烈的反生态化进程。

循环经济是一种全新的经济观，它是用循环经济理念重构传统的经济流程，运用生态学原理和规律来指导经济发展的可循环模式。传统的经济系统必须改变原有对自然界无限索取的运转方式，向循环利用自然资源和开发再生资源的方向转变，向恢复自然生态和扩充环境容量的方向转变。实现这种转变需要对传统经济活动和经济流程进行生态化改造，模拟自然生态系统的运行方式。在原有传统线性经济的基础上增加反馈回路，通过废弃物的循环再生，实现资源的可持续利用。在循环经济的理论中，人们根据生态学理论，用生态循环的理念来重构经济系统，通过模仿自然生态系统，试图参照生态系统物质循环和能量流动规律来重构经济系统，使传统的经济系统逐步纳入自然生态系统的循环过程之中。

1. 传统经济：开环型线性经济流程。众所周知，传统经济流程是一种自然而然的自发过程：资源—产品—排放（Resource—Product—Castoff），可称之为“R—P—C”开环型经济流程（如图 1—4 所示）。

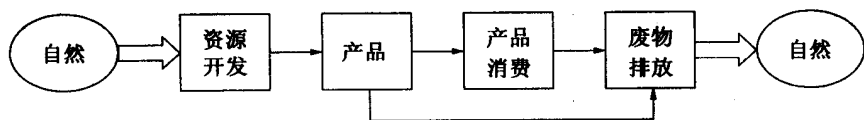


图 1—4 传统经济流程图

据统计，工业化生产的终极消费产品占资源开发原料的 20%—30%，即 70%—80% 成为工业废弃物。而消费产品不同的使用寿命周期又决定了它必然作为废弃物排放，成为城市垃圾的一部分。自然环境已不堪承受“R—P—C”开环型经济流程的废物排放，尤其是有毒、有害、危及人类生命和健康的危险废弃物的排放。

2. 循环经济：闭环型非线性经济流程。现代循环型经济流程是一种关爱自然的自觉过程：资源—产品—再利用（再资源化）（Resource—Product—Reuse），可称之为“R—P—R”循环型经济流程（如图 1—5 所示）。循环经济按照生态规律组织生产、消费和废物处理的整个过程，要求所有的物质和能源在经济活动和经济循环中得到合理、持久和优化的利用，最大限度地提高资源环境的效率和配置，把经济活动对自然环境的影响尽可能地降低到最低程度。循环经济使废弃物从以被动的“末端处理”为主，转向以生产和消费的源头控制、废物产生的“管端预防”为主。

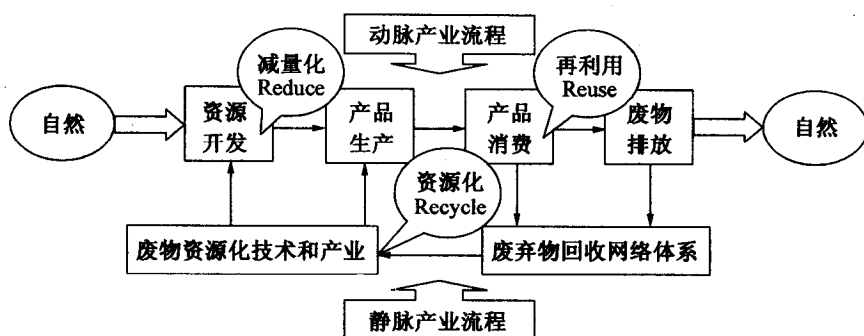


图 1—5 循环经济流程图

三、两个有限性：自然资源和环境容量

以美国麻省理工大学的丹尼斯·米都斯 Dennis L. Meadows 为代表的罗马俱乐部提出的“零增长”的全球均衡发展思想，尽管在学术界、理论界引起了很大的争议，一些学者认为罗马俱乐部的结论过于悲观。但是，罗马俱乐部所提出的“一个地球，两个有限性”的观点，经过实践的发展已经成为全球的共识。

（一）自然资源是有限的。

地球的自然资源是有限的。有限资源是不能满足经济无限增长以及人类对物质财富的无限需求的。人们通常把“资源”特指为“自然资源”。联合国环境规划署（UNEP）曾经对自然资源作过界定：“自然资源”是指“在一定的条件下，能够产生经济价值以提高人类当前和未来福利的自然环境因素的总称，既包括各类资源形成的物质基础或终极来源，也包括人们生产和生活的自然环境”。地球表面的物质存在被统称为自然资源，自然资源包括不可再生资源 and 可再生资源两类（如图 1—6 所示）。

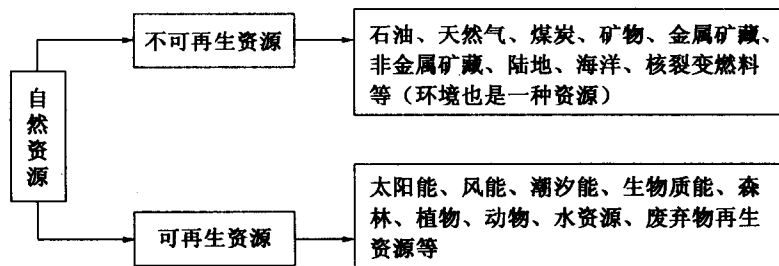


图 1—6 自然资源的分类

自然资源的特点是满足物质不灭、能量守恒的原则。自然资源 尤其是不可再生资源在总量上是有限的。据有关专家统计, 与人类关系密切的自然资源 能源 中, 可以连续利用的时间分别为: 石油 50—60 年, 天然气 60—80 年, 煤炭 280—340 年。其他矿产资源 特别是金属矿产 少则几十年 多则数百年 也将消耗殆尽。

传统的工业化和现代化, 是建立在石化矿物燃料基础之上的。地球表面经过千百万年的演化, 为人类提供了大量储藏在地表以下的石油、煤炭 以及其他矿产资源。这些自然界恩赐给人类的物质存在 成为人类创造财富、创新生活的物质基础 成为人类生存和发展的重要物质来源。有专家统计 按照传统工业对资源进行一次性消耗的方式 以及目前所使用的速度 地球上许多矿产等自然资源在不久的将来就会耗竭。面对掠夺式的开采, 许多常规能源资源频频亮起了红灯。资源的有限性尤其表现在金属矿产资源方面。有关资料显示 到目前为止 世界上已发现矿产近 200 种 其中较为丰富的有铁、钒等, 其静态储量的保证年限在 312—151 年之间 而较为紧张的有铜、铅、锌和镁等 其静态保证年限在 30 年左右或不足 30 年。

表 1—1 世界主要矿产产量、储量和静态保证年限

矿 产	产 量				储 量	静态 保证 年限
	单位	1980 年	1990 年	2000 年		
铁矿石	亿吨	9.114	9.910	9.04	1500 亿吨	151
锰矿石	万吨	2538	2469	2000	8 亿吨	40
钨	吨	53559	50780	31672	230 万吨	58
铝	万吨	10.35	11.67	9.08	550 万吨	56
钒	吨	37727	30527	26700	1000 万吨	312
铜	万吨	79.7	910.3	930.7	3.1 亿吨	33
锌	万吨	633.0	731.1	722.9	1.4 亿吨	19
镁	万吨	30.73	34.45	30.36	25 亿吨	长期
金	吨	1228.2	1871.3	2216.5	4.2 万吨	19
银	吨	10931	14752	14139	2.8 万吨	20
硫	百万吨	54.59	61.22	57.43	14 亿吨	25

资源来源:《世界银行 2000 年度报告》。

（二）环境容量是有限的。

地球生态环境是大自然恩赐给人类的生存基础、物质基础、能量基础和空间基础，是人类赖以生存和发展的综合体。自然界在太阳提供的能量中，昼夜交替，四季循环，万物生长，生命繁衍。自然界的生态环境对人类文明进程有一种承载能力和包容能力。这种能力包含了以下四个方面：（1）对于维系人类生存与发展的外部环境稳定能力。（2）对于人类活动所释放的废弃物的缓冲能力。（3）对于各类有毒物质的自然降解能力。（4）对于各类干扰和破坏生态系统平衡的抗逆能力。（5）对于生态系统受到破坏后的修复能力。专家和学者称此为“环境自净能力”，即自然环境可以通过大气、水流的扩散和氧化作用，以及微生物的分解作用，将污染物化为无害物。正因为自然生态环境具有这样一种承载能力和包容能力，所以长期以来，人类能与自然界和谐共处，相安无事。

然而，随着人类活动范围的拓展，无休止地对自然资源进行摄取，无节制地向自然环境排放废弃物，使得局部环境恶化开始达到或超越生态阈值。自然环境受到了永久性损害，并直接危及人类自身的生存条件。人类才开始意识到自然生态环境的承载能力和包容能力是有限的，自然界的自净能力是有限的。自然环境对人类经济活动所排放的废弃物的吸纳和降解能力是有限的，有限的环境容量根本难以承载无限的废弃物侵入。学术界为此专门提出了一个表征环境自净能力、承载能力和包容能力的指标——“环境容量”（Environmental Capacity）。环境容量是指在一定空间内容纳某种物质的能力，即在人类生存和自然生态不受危害的前提下，某一环境所能容纳的污染物的最大负荷量。它是衡量和表征环境系统结构和状态相对稳定性、表征环境同化能力的一个重要概念。就环境污染而言，污染物存在的数量如果超过环境容量，那么，这一环境的生态平衡和正常功能就会遭到破坏。

循环经济的“3R”原则中，最重要的是减量化（Reduce）原则，即资源消耗的减量化和废弃物排放的减量化，这是基于自然资源和環境容量均是有限的这一认识。我们决不能认为既然自然生态环境具有自净能力、缓冲能力、降解能力、抗逆能力和修复能力，就可以毫无顾忌、理所当然地向其排放废弃物，要知道生态系统会以一种新的方式危及人类——生物富集。生物富集是指生物体通过对环境中某些元素或难以分解的化合物的积累，使这些物质在生物体内的浓度超过环境中浓度的现象。人类排放到环境中的废弃物和有害物质进入生物体后，通过新陈代谢被生物体吸收，多余物质分解掉并且排出体外，而少数不容易分解的物质（如 DDT）和重金属长期残留在生物体

内。有害物质伴随生物富集或生物放大后，会通过食物链对人类健康构成危害。

人类生产和生活过程中废弃物和污染物向环境排放，一方面导致一些生物的死亡，破坏了原有环境生物多样性的格局；另一方面，有害污染物在不同的生物体内经吸收后逐级传递，不断积聚和浓缩，最后形成了生物富集或生物放大作用，最终危害人类。这种不太容易引起人们注意的环境破坏，不仅危及当代人，而且会给我们的子孙后代也带来影响。因此，我们必须充分认识到人类生存和发展的环境容量是有限的，环境的生态阈值是有限的，环境的承载能力是有限的，这也是大力发展循环经济的基本的认识基础。循环经济范式强调在环境生态阈值的范围内，合理利用自然资源，提高资源生产率，促进经济增长，减少资源消耗量和废弃物排放量，在尊重自然权利的基础上，切实有效地保护生态系统的自组织能力，实现经济发展和环境保护的“双赢”。

四、循环经济产生的两个重要的思想来源

循环经济是一种新的发展模式，是以资源减量化、环境友好型、经济生态化为特征的全新的闭环式、循环化的经济模式。它的产生有两个重要的思想来源。

（一）“生态系统的自组织和自循环理论”

何谓“循环”？《辞海》曰：“周而复始也。”物理学把“物质系统从某一状态经过一系列变化回复到初始状态的过程”称之为“循环”。生态学把“生产者（植物）—消费者（动物）—分解者（微生物）之间完成的能量流动和物质交换的过程”称之为“循环”。自然界的生态系统之所以生生不息、演化发展、源远流长，是由于自然界的生物种群和群落之间的物质和能量是循环的。植物通过光合作用吸收了太阳能，进入动物的食物链网，草食性动物又为肉食性动物提供物质和能量，微生物再把所有的动植废物分解、消纳，并释放到环境中，成为植物生长的养分，周而复始，循环不息。因此，生态系统的能量流动和物质循环的方式成为循环经济理念的重要思想来源之一。

人们通过对生态系统自然演化和循环过程的研究，意识到既然生态系统可以演化成一个物质和能量消耗降至最低的完美生态循环系统，那么，人类完全可以通过模仿自然生态系统的演进过程，把传统的经济流程系统重构成一个物质消耗少、环境损耗小的生态化和循环化的经济体系。传统的经济增长模式忽视了经济结构内部各产业之间的有机联系和共生关系，忽视了经济系统和生态系统间的物质、能源和信息的传递、迁移和循环的内在规律。根

据“物质不灭定律”自然界的物质是可以不断循环利用的 能量是可以梯级使用的。太阳能是各种能源形式的终极来源,如何充分利用太阳能,把人类的经济活动与地球生态活动有机地融为一体,使之成为生态系统网络中的一个组成部分,而不是像传统经济发展那样去打破生态平衡,是循环经济的重要思想来源。

(二)宇宙飞船内物质循环的生存理论。

循环经济另一个重要的思想来源 可以追溯到 20 世纪 60 年代 美国经济学家 K. 鲍尔丁根据当时“阿波罗”登月计划中宇航员的“物质循环的生存方式”提出了经济发展的“宇宙飞船理论”。鲍尔丁认为 地球就像在太空中飞行的宇宙飞船,这艘飞船靠不断消耗自身有限的资源而生存。如果人类发展经济还像过去那样不合理地开发资源和破坏环境,一旦超过了地球的承载能力 就会像宇宙飞船那样走向毁灭。因此 未来经济增长方式和发展模式应该以新的“循环式经济”代替旧的“单程式经济”把过去以物理学线性规律为特征的经济流程转变为以服从生态学反馈规律为特征的循环经济流程。

经济发展的“宇宙飞船理论”是循环经济的思想萌芽。从理论上讲 宇宙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赖以存在,最终它将因资源耗尽而毁灭。但唯一使之延长寿命的方法就是实现宇宙飞船内的资源循环利用 如将呼出的二氧化碳进行分解 使之转化为氧气 将尚存营养成分的排泄物进行科学分解 从而提取出营养物进行再利用 尽可能少地排出废物等。尽管现代宇宙空间站的工作人员,可以定期地得到食物补充 但如果没有资源的循环利用 单单宇航员的饮用水就难以保证。同理 地球经济系统也可被视为一艘宇宙飞船。尽管地球资源系统要大得多,其寿命也长得多 但是 只有大力发展循环经济 通过对自然资源的循环利用 与地球生态环境系统和谐共生 地球才能得以长存 人类社会才能持续发展。

知识链接



《京都议定书》是根据 1992 年《联合国气候变化框架公约》(UNFCCC)的要求 在 1997 年于日本京都召开的第三次缔约方大会 (COP3)上,形成的关于限制二氧化碳等温室气体排放量的成文法案,并以当届大会举办地京都命名。

《京都议定书》是世界上第一个为全面控制二氧化碳等温室气体的排放，以应对全球气候变暖给人类经济和社会带来不利影响的国际公约，也是国际社会在对付全球气候变化问题上进行国际合作的一个基本框架。

《京都议定书》成文法案共有 28 个条款及 A、B 两个附件。内容主要包括：(1) 各国温室气体减排的目标（2008—2012 年）把二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)和六氟化硫(SF₆) 等 6 种温室气体的排放总量在 1990 年的基准上至少减少 5.2%。(2) 确定“联合履行”(Joint Implemented, 简称 JI)、“清洁发展机制”(Clean Development Mechanism, 简称 CDM)和“排放贸易”(Emission Trade, 简称 ET) 三种域外减排和减排额交易的灵活机制，简称为“京都三机制”。其核心在于，发达国家可以通过这三种机制在本国以外取得减排的抵消额，缓解国内减排压力。《京都议定书》附件 A 为温室气体种类、部门以及源类别，附件 B 为各国具体的量化减排目标。

根据《京都议定书》提出的“共同而又有区别的责任”的原则，发达国家应该在温室气体减排中承担更多的责任。具体来说，各发达国家从 2008—2012 年必须完成的削减目标是：与 1990 年相比，欧盟削减 8%、美国削减 7%、日本削减 6%、加拿大削减 6%、东欧各国削减 5%—8%，新西兰、俄罗斯和乌克兰可将排放量稳定在 1990 年的水准上，中国、印度、巴西等国作为发展中国家暂时不承担减排义务和责任。

《京都议定书》允许采取以下四种减排方式：(1) 两个发达国家之间可以进行排放额度买卖的“排放权交易”，即难以完成削减任务的国家可以花钱从超额完成任务的国家买进超出的额度。(2) 以“净排放量”计算温室气体排放量，即从本国实际排放量中扣除森林所吸收的二氧化碳的数量。(3) 可以采用绿色开发机制，促使发达国家和发展中国家共同减排温室气体。(4) 可以采用“集团方式”，即欧盟内部的许多国家可视为一个整体，采取有的国家削减、有的国家增加的方法，在总体上完成减排任务。发达国家可通过《京都议定书》的清洁发展机制(CDM)降低自身的减排成本，而发展中国家的企业可以从发达国家获得资金和技术支持。因此，《京都议定书》对中国而言既是机遇也是挑战。

目前，《京都议定书》已拥有 189 个缔约方。公约缔约方会议(COP)是本协议的最高机构。

第二节 循环经济的基本理念和核心思想

一、循环经济的定义

“循环经济”一词 2005 年被收入中国新版《现代汉语词典》(第 5 版)中,这标志着循环经济理念已从学界、政界和业界层面进入到社会公众层面。《现代汉语词典》(第 5 版)经反复斟酌修改,将这个词的释文定稿为:“运用生态学规律,以资源的节约和反复利用为特征,力求有效地保护自然资源、维护生态平衡、减少环境污染的经济运行模式。”这一释文从整体上反映了循环经济的基本理念和概念内涵。

理论界对循环经济(Recycle Economy 或 Circular Economy)的定义有许多,目前还没有统一标准,但其基本的内涵包括:循环经济以清洁生产技术、环境无害化技术、产业链系统集成技术、废弃物回收利用和再资源化技术为先导,以资源节约和环境友好为特征,以生态化的友好方式利用自然资源,使传统的经济流程实现从开环型向循环型转变,通过元素代谢、工业共生、物质循环的方式,构建物质流、能量流和信息流高效耦合的生态化的产业链,实现资源消耗减量化和利用高效化,废弃物再资源化和无害化,经济活动生态化和循环化。

概括地说,循环经济是一种以资源的高效利用和循环利用为核心,以减量化、再利用、资源化为原则,以低投入、低消耗、低排放和高效率为基本特征,符合可持续发展理念的经济发展模式。

循环经济与传统经济的根本区别在于:循环经济要求在各生产系统内部及不同生产部门之间,以互联的方式进行物质和能量的交换与传递,最大限度地利用进入系统的物质和能量,从而获得资源低消耗、污染物低排放、物质和能量高效利用的理想结果;而传统经济系统的各部门之间,其各项经济活动是一些相互不发生关系的线性物质流的叠加,其能量的利用是低效且单向的,这不仅导致进入和流出这些系统的有效物质和能量远远大于系统内部相互交流的物质和能量流,而且导致进入系统的有效物质和能量远远高于通过生产系统而获得的有益物质和能量,未参与相互交流、在生产系统未得到充分利用的物质和能量则成为“废物”被排放,从而大大提高环境的熵值,造成了经济活动“高开采、低利用、高排放”的低效特征。

从生态化和循环化的角度看,循环经济需要构建四大循环体系:(1)企

业内部循环体系，以清洁生产和节能降耗为特征。(2) 企业之间循环体系 以工业园区生态化改造为载体 通过企业间生态化产业链的“对接”和“延伸”形成“工业共生”。(3) 城市社区循环体系。即在社会消费领域中，城市生活废弃物的回收和再资源化。(4) 农业农村循环体系。主要发展短程生态农业和高效有机农业，减少化肥和农药的使用量，减少畜禽等养殖业的面源污染等。循环经济要实现的目标可概括为“七个化”即生产清洁化、资源再生化、废物减量化、工业共生化、产业生态化、环境友好化和经济循环化。

二、生态经济与生态工业理论

工业生态学 Industrial Ecology 是循环经济发展的重要学科基础 是现代工业发展的前沿领域，尽管工业生态学从概念提出到落实再到实际的发展时间并不长 但是 其已成为现代工业发展备受关注且最为活跃、发展最快的领域。工业生态学将自然界的生态学原理和方法 应用到工业生产体系的设计中 将工业生产过程类比为生态系统中的一个自我循环体系 用生态化产业链的方式架构企业之间的循环体系。即一个企业或生产环节产生的“废物”或副产品 变成另一个环节的“营养物”或原料。这样 彼此相近的工业企业就可以形成一个相互依存、类似于自然生态中食物链的“工业生态系统”推动企业资源消耗的减量化和废弃物排放的减量化 甚至达到废弃物的“零排放”。按照工业生态学中“工业共生”、“工业代谢”的概念来设计企业之间的“生态”联系 不仅体现了可持续发展中生态效率原则的精髓 也是循环经济发展的重要内容。

传统工业经历了几个发展阶段：最早是围绕产品生产的独立的单个企业，然后为了缩短产业链的空间跨度，把相关的企业集中在同一个工业园区，形成企业集群。因此 传统的工业园区是企业共存的形式 而不是工业共生的方式。随着可持续发展理念不断向工业领域的渗透和影响，人们试图模仿生态系统的自身运行和循环规律，如物质循环规律以及能量流动规律来重构工业系统。事实上 工业园区中的“企业共存”为“工业共生”提供了物质基础 不同工业流程和不同行业之间可以产生横向共生，即通过不同企业或工艺流程间的横向耦合及资源共享 为废物找到下游的“分解者”建立工业生态系统的“食物链”和“食物网”从而形成生态化的产业链 使“物尽其用”、“用尽其利”成为可能。因此，生态化工业园区的设计和建设成为现代工业发展的全新走向。与此同时，对传统的工业园区进行生态化改造也成为现代工业发展的新趋势。