

跨学科理解生态文明

钱易 何建坤 金涌 卢风

摘要：清华大学不同院系的四位教授在讨论生态文明的理论与实践时达成了一些共识：现代工业文明已导致全球性的环境污染、生态破坏和气候变化，因而是不可持续的；走向生态文明是人类文明的必由之路；生态文明将是继承工业文明之积极成果而又克服工业文明之致命弊端的更高级的文明，是谋求人与自然和谐共生、协同进化且谋求经济、文化、社会可持续发展的文明；可持续发展与生态文明的提出是人类文明史上的里程碑式的事件；为建设生态文明，人类必须放弃征服自然的念头，重拾“天人合一”的智慧，尊重自然，顺应自然，保护自然；必须改变主流经济学的一些错误，通过制度变革激励绿色创新、绿色产业、绿色消费；必须实现工业的生态化，大大提高资源利用率，大力开发清洁能源，大力发展绿色技术。只有实现了观念、制度和技术这三个维度的协调变革，才能卓有成效地建设生态文明。

关键词：生态文明；可持续发展；绿色经济；能源革命；绿色创新

项目来源：2014年度国家社会科学基金项目，项目名称：《生态文明建设中的伦理问题研究》，项目类别：重点项目，批准号：14AZX021。

作者简介：钱易，清华大学环境学院教授，中国工程院院士；何建坤，清华大学低碳实验室主任、教授；金涌，清华大学化工系教授，中国工程院院士；卢风，清华大学哲学系教授。

清华大学不同院系（工科、理科、文科）的20多名教授都对生态文明建设充满热情，还都有跨学科研究生态文明的兴趣。他们怀着一种使命感，试图通过深入交流和深度合作，为建构全面、系统、完整的生态文明理论体系而努力。这是典型的理科、工科和文科的跨学科交叉合作研究。本文所述就是其中四位教授讨论后所达成的基本共识，主要包括以下内容：对生态文明的理解；对工业文明得失的评价；“生态文明”与“可持续发展”之关系；建设生态文明所必须的观念转变；生态文明建设与工业生态化的关系；生态文明建设与能源革命的关系；生态文明建设与绿色技术创新的关系。

一、生态文明与工业文明的关系

早在2007年，中国共产党“十七大”就提出了生态文明建设的战略目标，“十八大”又把生态文明建设提到了崭新的高度，2015年4月，中共中央和国务院发表了“关于加快推进生态文明建设的意见”。文件开头就指出：“生态文明建设是中国特色社会主义事业的重要内容，关系人民福祉，关乎民族未来，事关‘两个一百年’奋斗目标和中华民族伟大复兴中国梦的实现。”

“生态文明”是一个高度综合性的概念，其内涵十分丰富。当今高度分化的学科中的任何单一学科都不足以清楚地界定这一概念。只有用跨学科

的方法进行研究才能全面、深刻地揭示“生态文明”这一概念所涵盖的丰富内容和启示。

人类文明发展经历了原始文明、农耕文明、工业文明，即将走向生态文明。生态文明是人类文明演化的一个新阶段。生态文明的主要特征就是谋求人与自然的和谐发展，强调人类生活在大自然生物圈之内，应谋求协调、和谐、永续的发展。

只有实现了观念、制度和
技术这三个维度的协调
变革，才能卓有成效
地建设生态文明。

生态文明是一个美好的愿景，我们要加快从工业文明向生态文明的过渡。但这种过渡必将是一个很长的过程，绝不是一年两年的事情。现在讲加强生态文明建设，就是要按照生态文明的理念来改变当前的经济社会发展方向和发展模式，在社会主义现代化建设过程中，要突出生态文明建设。中共“十八大”报告指出，要把生态文明建设融入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设各方面和全过程。社会主义现代化建设是五位一体的，但是要把生态文明建设放在突出的地位，使之融入其他四个建设之中。生态文明建设主要关注的是人与自然的的关系，或经济社会与自然的关系。根据生态文明理念，人类只有与自然相

协调,保护好自然生态系统,经济社会才能进步,生活才会幸福。

在原始文明时期,人们敬畏自然,人们实际上也参与了整个自然生物圈的循环。人们对自然有所取,也有所贡献,没有破坏生态环境。农耕文明对自然已有一些干扰,但它也没有造成大的破坏。农耕文明的经济基本上是一种循环经济。在农耕文明时期,人们种植农作物,生产粮食,吃了粮食,秸秆还田,人类的粪便还田。人们养的牲畜也用于劳动,它们吃的也是农作物,它们的粪便也还田了。在中华农耕文明中,人“赞天地之化育”,即参与了整个自然生物圈的循环,所以,中华农耕文明能持续几千年。但是它对自然生态也有破坏,最主要原因是人口的增长。人口越来越多,农田不够了,就要毁林开荒,扩展农田,这样就会造成生态破坏。但古代农业不用化肥、农药,也不排放什么特别的废物,基本符合大自然的循环规律,所以它能维持几千年。

社会主义现代化建设是五位一体的,但是要把生态文明建设放在突出的地位,使之融入其他四个建设之中。

工业文明大量使用矿产资源,如煤炭、石油、铁矿石等。很多矿产资源是经过几亿年才形成的。大量使用矿产资源会导致大量废物排放,造成严重环境污染和生态破坏。在工业文

明阶段,人类同时向大自然大量排放废物。这些废物不是大自然本身产生的,不能参与地球生物圈的循环导致环境污染。工业文明的发展违背了自然规律,所以,工业文明才经历200多年,就已经不可持续了。如今,还只有发达国家(十亿人口左右)完成了工业文明的发展,大多数国家还没有完成工业化。地球的资源越来越不够用了,人类的生态足迹已超过了地球生物圈的承载限度。如果我们都追求美国人的生活方式和消费水平,那么须有五个地球才够用。

生态文明谋求人与自然的和谐发展。由工业文明走向生态文明是人类文明的必由之路。人类走向生态文明是工业文明种种危机“倒逼”的结果,也是人类从切身的经历中经过长期思考得以醒悟的结果。

向生态文明演化是人类的自觉,是人类被迫的努力。最新科学成果和全球性生态危机都表明工业文明是不可持续的。第一,工业文明的快速发展大量地、迅速地消耗了地球的资源;第二,工业文明期间大量污染物的无节制排放破坏了地球环境,如二氧化碳的排放导致了全球气候变暖,破坏了地球生物圈的节律。所以,我们必须自觉地改变这种不可持续的文明形态和经济发展模式,谋求人与自然的和谐。向生态文明过渡,推动生态文明建设,是一个全球性的紧迫任务。

当然,我们也不能否认工业革命的巨大成就。工业文明为人类发展奠定了物质基础,这是我们向生态文明过渡的保障。人类不可能回到原始文明。原始人刀耕火种,远古时代地球上人很少,现在地球已经有70亿人。若回到过去,就像中国农村贫困

地区一样,经济不发展,反而会出现更严重的污染和破坏。所以,人类不能再回到原始文明,也不能再回到农业文明。如今人口这么多,只能在工业文明的基础上,在经济社会高度发展的基础上向生态文明过渡。工业文明奠定的物质设施、经济基础和科技水平都是生态文明建设的必要条件,例如信息化、互联网、智能城市、智能交通,都有助于我们建设生态文明,都是向生态文明过渡的必要条件。可见,建设生态文明不意味着对工业文明的全盘否定。我们既要看到工业文明的不可持续性,要对它进行革命,又要看到它是变革的基础,它所积累的物质财富、基础设施、科技水平和人民素质都是建设生态文明的有利条件。正因为如此,发达国家理当加快向生态文明转型。

我国还没有全部完成工业文明的建设,即工业化在我国还没有完全实现。现在我们要向生态文明过渡。所以我们必须实现跨越式发展。发达国家在工业化过程中有全球的资源,有廉价的资源如廉价的石油供他们使用,环境空间很大。他们大量排放二氧化碳的时候没人觉得是个严重的事情。如今发展中国家人口这么多,既没有那么多资源,资源也不廉价了。我们也不能再大量排放了,没有环境空间了,容量已经饱和了。所以,我们不能走发达国家老式工业发展的路,不能走传统的工业文明建设的路。我们必须走新型工业化的道路,即有生态文明理念指导的工业化道路。我们要同时建设两种文明,既要完成工业化的任务,同时又要向生态文明过渡,实现跨越式发展,尽早转型,避免走发达国家先完成工业革命,再向生态文明转型的道路。

二、生态文明建设与可持续发展

建设生态文明的根本目标是谋求可持续发展。与生态文明建设相关的概念较多,如“可持续发展”、“循环经济”、“低碳发展”、“低碳经济”、“绿色发展”等等。“生态文明”与“可持续发展”是属于“顶层设计”的概念,而“循环经济”主要是指符合可持续发展战略的经济发展原则,强调的是经济发展模式的改变;“低碳发展”强调的是对碳排放的控制和对全球气候变化的控制,也是可持续发展的一个大课题,但低碳发展并不关注水污染、土壤污染、重金属污染等问题。这些概念都很重要,而且彼此相关,但不在于同一个理论层次。“生态文明”和“可持续发展”是最高层次的概念,而其他都是较低层次的概念。

生态文明是人类文明发展的一个新阶段,可持续发展是人类经济发展的新战略,二者都是由工业革命带来的严重资源、环境、生态问题对人类和地球造成的危害和威胁引发的思考催生出来的新观念、新战略,二者的诞生亦步亦趋,二者的作用相辅相成,生态文明理念是可持续发展战略的思想基础。

在此,我们回顾一下可持续发展战略诞生的历程。

早在20世纪50年代就有人表示了对环境污染带来的灾难的严重关切。1962年美国科学家蕾切尔·卡逊所著的《寂静的春天》出版,问世后立刻受到了广泛关注。她在描写了化学农药的使用给农村带来的巨大变化和可怕灾难后,已经指出了经济发展与环境污染的关系,她说:“我们长期以来行驶的道路,容易被人误认为是一条可以高速前进的平坦、舒适

的高速公路,但实际上,这条路的重点却潜伏着灾难,而另外的道路则为我们提供了保护地球的最后唯一的机会。”她已经指出了改变发展模式的必要性。

生态文明是人类文明发展的一个新阶段,可持续发展是人类经济发展的新战略,二者都是由工业革命带来的严重资源、环境、生态问题对人类和地球造成的危害和威胁引发的思考催生出来的新观念、新战略,二者的诞生亦步亦趋,二者的作用相辅相成

1972年,由10个国家的30名科学家、教育家、经济学家和实业界人士组成的罗马俱乐部发表了他们经过4年研究的研究报告《增长的极限》。他们提出,地球的支撑力将会由于人口增长、粮食短缺、资源消耗和环境污染等因素在某个时期达到极限,使经济发生不可控制的衰退。为了避免超越地球资源极限而导致的世界崩溃,最好的方法是限制增长。

《增长的极限》的出版引起了强烈的反响和尖锐的争论,促进了联合国“人类与环境大会”的召开。大会号召:在决定世界各地的行动时,必须更加审慎地考虑它们对环境产生的后果。大会要求:每个公民、机关、团体和企业都对改善环境负有责任,各国中央和地方政府负有特别重大的责任。这次大会对推动全球的环境保护运动起了十分重要作用。大会决定成立“世界资源与环境委员会”继续研究经济发展和环境保护的关系。后来该委员会不负众望,贡献巨大。

世界资源与环境委员会在1987年发表的研究报告《我们共同的未来》中明确指出,地球的资源能源远不能

满足人类发展的需要,必须为当代人和未来人的利益改变发展模式。我们需要一条新的发展道路,这条道路不是仅能在若干年内、在若干地方支持人类进步的道路,而是一直延伸到遥远的

未来都能支持全球人类进步的道路。报告将这条道路命名为“可持续发展”,这是人类对环境与发展认识的重大飞跃,对世界进步和发展的作用不可估量。

正是在可持续发展理念的鼓舞下,联合国于1992年召开了“环境与发展大会”,会议一致同意把可持续发展战略写入大会宣言,还制定了实施可持续发展战略的“21世纪议程”,即实施可持续发展战略的行动纲领。可以说,这次联合国大会标志着人类纠正工业革命以来发展方向的错误的开始,开辟了将经济发展与环境保护紧密结合的道路,也就是开始了向生态文明转变的新时代。这是人类文明的大转折、大进步。

关于保护生态、尊重生态、利用生态规律来指导工业发展、城市建设的研究和讨论也就是关于生态文明的研究和讨论。生态文明理念的产生和发展与上述可持续发展战略诞生的时段是完全相同的。二者关注的问题相同,得出的结论也相同,一个偏重于经济发展战略和发展模式,另一个则偏重于人文理念和社会价值观。二者

相辅相成、相得益彰。

对于同在地球上生存的生物，人类早就十分关心。“生态学”一词是1866年由德国学者海克尔提出的。20世纪50年代开始，人们对于森林、草原、海洋、湖泊等生态系统与人类活动的关系以及农业、城市、污染等有关的研究的关注，是从保护自然生态开始的，人们关心着自然界生物种群的减少，江河湖海的污染。接着，人类又开始研究仿效、借助、运用自然生态系统的规律和方法，改造、提高人工系统，包括工业系统和城市建设，使其与自然取得和谐的同时，还能提高效率，实现良性循环。

例如，工业生态学是从20世纪50年代起步的，至今，它已经发展成运用生态学理论和方法指导工业设计、技术进步和运行管理的重要学科，在新的工业化进程中成为不可或缺的指南和工具。它的发展和运用，使资源利用率有了数倍甚至数十倍的提高，污染物排放量则有了数倍甚至数十倍的减少。

早在1987年就有人提出了生态城市的概念，指出生态城市是一种理想城市模式，是环境和谐、经济高效、发展持续的人类居住区。美国生态学

家R·雷基斯特提出：生态城市就是可持续发展的城市，是紧凑、充满活力、节能并与自然和谐共存的聚居地，生态城市实质上是人们创造的一个自然—经济—社会复合系统。生态城市是现代城市建设的高级阶段，是人类理想的生存环境。

生态文明和可持续发展战略的诞生，使人类纠正了对环境污染及环保工作的三个错误观点，形成了全新的观点和方向：

1 关于环境问题产生的根源

过去认为，经济发展带来环境污染、资源短缺、生态破坏是必然的。我国有人认为，环境问题是资本主义制度的产物，社会主义中国不可能出现这些问题。现实证明这种看法是错误的。生态文明理念和可持续发展战略更清楚地揭示环境、资源、生态问题是由人类“战天斗地”的错误态度和只顾经济增长，不顾资源、环境约束的经济发展模式造成的，因此，加强生态文明建设，转变经济发展模式，是保护生态、环境唯一正确的发展战略。

2 关于保护生态、环境的途径

在环境问题引起普遍关注以后，各国先后加强了环境保护工作，但走过了一段着重于末端治理的错误道路。虽然末端治理有减轻污染的作用，但经济发展带来的污染增加的速度远高于污染治理的速度，治理污染的过程中又会产生新的污染和环境问题，例如将废水中的有机污染物转化成二氧化碳，在消耗能源的同时增加了温室气体的排放，加剧了全球气候变化。这使人们认识到，解决资源、环境、

保护生态环境就是保护
生产力，改善生态环境
就是发展生产力

生态问题应该从源头做起，应在生产和生活的各个领域，采用绿色科学技术，抱着对人类、子孙后代和地球负责的态度，减少资源消耗量和污染物排放量。

3 对待废水、废气和废物的态度

长期以来，人们视“三废”为害，所做的工作主要是使其无害化。随着生态文明理念的产生和可持续发展战略的提出，环保工作者逐步改变了对“三废”的看法和做法，目前已有了“废物是放错地方的资源”、“开发城市矿山”、“废水全身都是宝”、“要把废水变成再生资源、能源和肥源”等新理念。这些新理念指引了新技术的开发方向，“变废为宝”已成为环保工作的主要原则，环保已可兼收环境效益和经济效益，而不再只是赔钱的事情。

习近平主席说，我们“既要绿水青山，又要金山银山”^①，“绿水青山就是金山银山”，“保护生态环境就是保护生产力，改善生态环境就是发展生产力”，“要把生态文明观念纳入社会主义核心价值观”，“要提倡人人、事事、时时都推进生态文明理念”。习主席在视察了格林美废物回收利用公司后鼓励员工们：“变废为宝，循环利用是朝阳产业”，“把垃圾资源化，化

“要把生态文明观念
纳入社会主义核心价值观”，
“要提倡人人、
事事、时时都推进
生态文明理念”

^①习近平著，《之江新语》，浙江人民出版社，2007年，第153页。

腐朽为神奇，既是科学，也是艺术”。但目前还流行一些不符合生态文明理念的提法和做法，如：提出“发展是第一要务”，强调“创新驱动”时没有明确指出可持续发展需要的是符合生态文明理念的绿色科技创新；提倡要大力发展“战略性新兴产业”，却没有关注传统产业的绿色化；违法排污时有发生。因此，我们必须大力加强制度建设，包括建立政绩考核的绿色指标体系，必须大力提倡生态伦理观，要求官员、企业家、科技工作者乃至各行各业的人和普通消费者，都能尊重自然，仿效自然，关心地球和人类，关心子孙后代，对保护生态环境和建设小康社会负起应尽的责任。

三、建设生态文明需要转变哲学观念

工业文明的主导观念之一是人类中心主义。人想干什么就可以干什么，为建设生态文明，我们必须改变这种观念。按照生态文明理念，人一定要跟自然相协调，要摆正人在自然中的位置，要追求天人合一境界。“天人合一”是中国古代的传统观念。《易经》有言：“夫大人者，与天地合其德，与日月合其明，与四时合其序，……”，这就是天人合一。天人合一并不神秘，指“认识了自然规律，并且能够顺应自然规律”。^①顺应自然规律决不是无所作为，而是按自然规律办事。荀子说：“上不失天时，下不失地利，中得人和，而百事不废。”^②人类很早就开始改造自然环境。如果上得天时，下得地利，中得人和，那就财如泉涌。如果上不得天时，下不得地利，中不得人和，则“天下敖然，若烧若焦。”^③工业文明恰恰背弃了天人合一观念。现在我们就用生态文明的新观念去谋求人和自然的协调。人类必须改变

中共十八大政治报告
提出：“必须树立尊
重自然、顺应自然、
保护自然的生态文明
理念”

自然环境，但是一定要得天时、地利和人和，力求天人合一。

中共十八大政治报告提出：“必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念”^④。这个提法跟工业文明的主导观念完全不同，跟“与天奋斗，其乐无穷，与地奋斗，其乐无穷”的观念完全不同。有些学者着力论证人类必须敬畏自然，但“敬畏自然”太消极了。人类必须按照自然规律办事，应该“仿效自然”。自然生态规律是合理的，自然规律是一个体系，在生物圈中能量、营养是循环的，由太阳能推动，在动物、植物、微生物之间实现能量、营养自然循环。没有人的干扰，自然生态系统一直处在良性循环的状态。我们要向大自然学习，但不必说敬畏。人类必须尊重自然、顺应自然、保护自然。

在工业文明中占主导地位的自然观是机械论自然观，在当代往往被更精致地表述为物理主义自然观。按照这种观念，自然就是一架巨大的机器，或者就只是各种物理实在的总和。随着科学的不断进步，人类将日益逼近对自然奥秘的完全把握。科学的不断进步能确保技术的不断进步，而技术的不断进步能确保人类越来越精准

有力地操控自然、改造自然、征服自然。然而，20 世纪下半叶以来的新科学（包括量子物理学、耗散结构理论、复杂性理论、宇宙学等）都表明，宇宙和宇宙中的万事万物都是处于生成过程中的，大自然是具有创造性的^⑤，是无限复杂的，大自然永远都隐藏着无穷奥秘。因此，大自然是不可征服的。

为了建设生态文明，我们还必须改变道德观念和责任观念。你要关心你身边的人，还要关心整个地球。整个地球都面临着环境问题和气候变化问题，全人类都在同一条“船”上。你在中国，海平面上升不会很快对你产生威胁，但你要关心马尔代夫的人。你不仅要关心其他国家的人，还要关心子孙后代。中国过去的伦理道德，强调的是怎么对待亲属、师长，怎么对待同事、同学、同仁，怎么对待子女、孙子孙女，现在则要求对子孙后代（包括未出生的将来世代）、千秋万代负责任。我们这几代人把资源消耗完了，把生态都破坏了，将来世代如何生存、发展？现在还有不负责任的企业家，为了不花钱地处理污水，就建一个深井，把有毒有害的污水注入深井之中。这种贻害后代的行为该受到强烈的道德谴责和法律制裁。

①金景芳，吕绍纲著，《周易全解》，上海古籍出版社，2005 年，第 34 页。

②《荀子·富国篇第十》。

③《荀子·富国篇第十》。

④胡锦涛，《坚定不移沿着中国特色社会主义道路前进 为全面建成小康社会而奋斗》，2012 年 11 月 8 日。

⑤ Ilya Prigogine,《The End of Certainty: Time, Chaos, and the New Laws of Nature》, The Free Press, 1997, P.72.

四、建设生态文明要求经济学与时俱进

现代经济学是支撑工业文明建设的经济学，是工业革命以后随着大工业生产的发展而发展起来的。经济学理论也在不断发展，不断演化。但总体来讲，现代经济学体系，特别是西方经济学体系，不能适应生态文明建设的需要。不能说它完全不对，但它有严重局限。有许多重要问题是现代经济学所不考虑的，例如，奢侈消费问题和环境成本问题。现代经济学家会认为环境成本是没法算的，因为它是跨时间的，十年前的污染今年才出现，你怎么去计算成本？另外，污染是跨地区、跨流域的，例如，内蒙古的风沙刮到北京、河北，所造成的经济损失也难以估算。

按照现代经济学，经济就是要发展，GDP就是要增长。什么是增长呢？不断增加投资、扩大消费就是增长。生产很多工业品供使用，用得越多，社会需求就越大，拉动力就越强。但这样的增长势必更多地掠夺地球资源。从经济学理论来看，让大家更多地使用工业品，满足大家不断增长的需求，这就是发展。发展的目标是什么呢？提高社会福利。社会福利的提高怎么体现呢？就是消费效用的提高。你喝一杯茶，或者看看电视，都是消费，都有效用。边际效用是递减的，但社会也不断创造新的效用。一般来讲，经济学的目标就是促进社会消费效用最大化，也就是不断地追求经济增长。经济增长了，人们的消费水平就会不断提高。

消费效用函数是一个对数函数，其曲线无限伸展，这意味着消费效用的上升是没有止境的。人们在追求经济增长和消费水平的提高时会不断地

浪费资源，不断地排放废物，不断地破坏生态环境。所以，无止境地追求效用最大化是危险的。保护环境是建设生态文明的必然要求。在现代经济学中，环境、资源只被看成一个约束条件。资源有多少？环境空间有多大？都是一种约束。对此，现代经济学的处理方式是：资源、环境空间紧缺，国家收税，抑制污染。它的核心目标还是保增长。

按照生态文明理念我们必须倡导绿色经济、循环经济，发展绿色科技，使工业生产的资源利用率提高、再提高，污染物排放量减少、再减少，最终达到零消耗、零排放的目标。

按照生态文明理念我们必须倡导绿色经济、循环经济，发展绿色科技，使工业生产的资源利用率提高、再提高，污染物排放量减少、再减少，最终达到零消耗、零排放的目标。倡导绿色消费，而不是无节制的消费。生态文明建设的根本目标是人与自然的和谐。生态环境不仅仅是个约束条件，保护生态环境是一个必须实现的目标。当生态环境不是一个很严重的制约条件时，这个目标不突出。但目前这个目标已经非常突出了。现在越来越多的人在三亚买房，因为三亚的环境好。他们追求的不再是电视机、电冰箱一类的东西，因为他们已经有这些东西了。他们开始追求清洁优美的环境了。

2013年，习近平总书记在海南考察时强调：“良好生态环境是最公平的公共产品，是最普惠的民生福祉。”环境是一种公共产品。在环境面前人人公平。粮食不好，水不好，可以特供，没有烟，没有酒，没有肉，都可以特

供，但空气没法特供。大家都希望有一个好环境，对环境的期待越来越高。所以，环境保护已经变成一个发展的目标，在努力使经济增长的同时一定要保护好生态、环境，取得环境、经济的双赢。

为了保护好环境，需要我们转变经济学观念，包括财富观念。什么是资本主义？无止境地积累财富就是资

本主义。在资本主义工业文明中财富是最受重视的价值。个人财富越多越好。在生态文明中，大家会越来越看重环境这种公共产品的价值。良好生态环境是大家共同追求的目标，是大家共享的公共物品和财富。也就是说公共财富的观念会越来越突出，而不是片面地看重个人财富的积累和个人的享受。

我们的消费观念也必须改变。在工业文明时代人们无节制地消费，消费越多越好，名牌车、大房子……高消费既是财富的象征，又是社会地位的象征。我们要实现建成小康社会的目标，一定要努力使人民脱贫致富。但是在生态文明时代，人们应该适度地消费，要消费但不能浪费，要舒适但不能奢侈。奢侈消费是合法的，但不合理，甚至不道德。

根据生态文明的理念，住大房子，开大排量汽车，意味着占用了别人的环境容量，多排二氧化碳就损害了人

类的利益。所以，适度消费应该是大家共同遵守的准则，保护全球生态健康是大家的共同责任。消费理念要有一次根本转变，要从奢侈消费和个人享受消费理念转向适度消费和绿色消费理念。现代经济学特别重视效率，现代工业文明特别注重提高各种要素的生产率。例如，工业革命以来，工厂化的生产特别注重提高劳动力的劳动生产率。资本也是非常紧缺的要素。现在的企业家更注重的就是提高资本的产出率。在生态文明建设中，我们要保护自然生态，生态系统的环境容量变得越来越紧缺。将来的发展可能会出现这种情况，有人，也有钱，但是没有那么多的环境空间了。未来的经济发展应该注重提高环境空间的产出效益，而不是特别追求资本的产出效益。从市场的发展来看，由于劳动力的紧缺，大量的农民变成工业工人，由劳动力的市场产生了工人阶级。当劳动力是紧缺资源时，要提高产出率，必须有劳动力市场的支撑。当资本紧缺时，要提高产出率，必须有资本市场的支撑。资本要增值，要有利息，投资要有回报，所以资本市场或金融市场非常大。将来要培育保护环境的市场。当环境容量紧缺时，就要提高环境容量的产出率。现在的碳市场，以及其他一些环境交易，就是这样的市场。这种市场需要规划。未来碳市场的发展会是全球性的。2016年中国也将开始建立全国统一的碳市场。

有了碳市场，环境空间的价值就能很好地得以体现。排放二氧化碳是要付出代价的。碳市场的发展是生态文明制度建设的一个重要方面。在未来的生态文明中，碳市场、碳金融等会越来越突出，林业产权和绿色环境的价值会越来越凸显。

发展环境经济学理论，并用于指导实践、制定政策和制度，对于促进生态文明建设具有十分重要的意义。生态文明的一些价值观念和一些理论，要求经济学和社会学做一些修改、完善或补充。当然，这不意味着完全抛弃原有的理论，而是意味着把那些理论加以提升。从总体目标上看，过去的一些经济学观念与生态文明的理念是相抵触的。经济学理论的一些假设是和生态文明思想相违背的。这些假设必须被修改，否则经济学就不能适应生态文明建设的需要。

现在，全球都在应对气候变化。出现了一种发展趋势，叫新气候经济。新气候经济的核心就是要把可持续发展和应对气候变化很好地统筹起来，就是要走低碳发展的道路，既管控未来的风险，又要确保经济社会发展的可持续性。与此相应，中国提出的是绿色发展、循环发展和低碳发展。

绿色发展重点强调环境保护；循环发展重点强调资源的可持续利用；低碳发展主要应对全球气候变化，要求减少二氧化碳排放。把三个加在一起就比较全面了。我们既要保护生态环境，又要确保资源的可持续利用，还要应对全球气候变化。这三条是建设生态文明的路径。通过这三条路径，我们才能由工业文明向生态文明过渡。

五、生态文明建设与新型工业化

生态文明将是超越工业文明的一种更高级的文明，可否实现现代工业的生态化，事关生态文明建设的成败。

怎样把生态文明理念融入到工业发展里头？新工业革命应该有哪些特点？这个问题十分重要。生态工业就是要做到少消耗资源，少排放污染。

绿色发展重点强调环境保护；循环发展重点强调资源的可持续利用；低碳发展主要应对全球气候变化，要求减少二氧化碳排放。这三条是建设生态文明的路径。通过这三条路径，我们才能由工业文明向生态文明过渡。

欧洲十五国在1980—2000的二十年间，总资源消耗只增加3%，但是GDP增长了53%。做到这一点靠什么？就靠资源利用率的提高，又称为“减物质化”、“非物质化”。资源利用率的提高就是污染的减少。提高资源利用率是未来工业发展的关键。一位德国专家和两位美国专家专门写了一本书，叫《四倍跃进》，他们收集了好多例子，说明如何把生态效率提高四倍^①。作者还说将来会提高十倍。西方早在1997年就提出一定要把物质能源的利用率提高十倍，这样的工业才能算是生态工业。中国现在是污染太严重，资源消耗太快，已经出现了72座资源枯竭型城市。中国的严重污染和资源消耗问题必须得到解决。我们希望在2020年把现在的资源消耗量和环境污染排放量降低50%。经过计算，为实现这一目标中国的资源利用效率至少要提高九倍。

^① (德)厄恩斯特·冯·魏茨察克，(美)艾默里·B·洛文斯，(美)L·亨特·洛文斯著，北京大学环境工程研究所，北大绿色科技公司译，《四倍跃进：一半的资源消耗创造双倍的财富》，北京：中华工商联合出版社，2001。

为建设生态文明,必须实现传统产业的绿色更新。造纸、制革、纺织、印染、化工等产业都是人类必不可少的,都必须实现绿色化。绿色化工追求的目标是:生产的产品是绿色的,采用的原料、催化剂、溶剂、助剂都是绿色的,采用的能源也应是绿色的,还要求化学反应也是绿色的,总之,绿色化工行业将不再是污染环境的代名词,而成了造福人类的工业。克林顿担任美国总统时,专门设了一个绿色化学总统奖,对推进绿色化工的发展起了很好的作用。制造业的发展方向则是绿色制造、再制造。

只有绿色技术创新,才真正有助于生态文明建设,才能消除工业发展对生态环境的破坏。

德国提出了工业4.0,大家现在把工业4.0当作工业革命的方向。什么是工业4.0?就是加了互联网技术的制造业^①。其实,只增加互联网技术还不够,加上智能化仍然不够,一定要有绿色化的要求。只关注制造业当然也是远远不够的。

美国人提出的不是工业4.0,而是第三次工业革命。蒸汽机引领第一次工业革命,电气化引领第二次工业革命,绿色科技引领第三次工业革命。

我们中国人的提法非常好。党的十六大提出,新型工业化道路的特点有二,第一是以智能化引领工业化,以工业化推动智能化;第二是科技含

量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥。第二条突出了绿色化的要求,即资源消耗低、环境污染少。

我们不能只盯着GDP的增长。我们一定还要考虑环境约束,一定要遵循生态规律。这要把生态环境保护的各种指标,如资源消耗、生态破坏、环境污染,都纳入总的指标体系内。

如果说建设生态工业是建设生态文明的关键,那么能源革命就是建设生态工业的关键。中国把能源革命提得最高,正推动能源生产和消费的革命。为什么呢?造成环境污染的原因很多,包括工业、农业乃至建筑业和大众消费,主要原因就是化石能源使用量的不断增长。大气污染的70%~90%是由煤炭和汽车尾气造成的,而且化石能源是不可再生的。所以,造成环境污染、资源短缺和生态退化的主要原因就是化石能源的过量使用。这也是气候变化或全球气候变暖的直接原因。

生态文明建设的任务为什么紧迫?到2050年,全球碳排放必须比2010年减少40%~70%,所以,发达国家提了一个碳排放减少50%~60%的目标。到2100年,即本世纪末,全球必须实现0排放。也就是说到本世纪末必须结束化石能源时代,基本建成以可再生能源和新能源为主体的能源体系。我们在生产和消费过程中无时不消耗能源,是否会产生污染和破坏主要取决于我们用的能源是否清洁、是否可再生。也正因为如此,我们才说能源革命是生态文明建设的关键。

我们的经济社会发展既要看当前,要发展经济,改善民生,保护环境,

更要看长远,要具有可持续性。我们要把生态文明建设的长期目标和近期目标结合起来。必须加快能源系统本身的变革,即发展新能源。同时产业体系也必须是绿色和低碳的。绿色、低碳的产业体系才能减少能源消耗,才能降低排放。当然,能源革命要经过一个过程。

六、建设生态文明必须有绿色技术创新

建设生态文明的根本目标是谋求可持续发展。谋求可持续发展离不开发展生态工业,而发展生态工业离不开科技创新。并非任何科技创新都有利于生态文明建设。只有绿色技术创新,才真正有助于生态文明建设,才能消除工业发展对生态环境的破坏。资本主义工业文明也是靠科技创新而发展起来的,在工业文明发展的200多年中,科技创新层出不穷,但它造成了空前的环境污染、生态破坏和气候变化。可见,并非任何科技创新都有利于生态文明建设。当前,农业污染和城市垃圾处理都是亟需解决的问题,只有绿色科技才能解决此类问题。

化肥是农业污染的主要污染源。中国三千年的农业没有施过化肥,中国是世界上最早施粪肥的国家,全世界都不知道施粪肥时中国人就知道了。施肥以保持地力是中国人三千年前的发明,这个发明很重要。猪粪是最重要的肥料,可是现在农民不愿使用了,他们只用化肥了。

现在中国的化肥产量是七千万吨。中国单位面积化肥使用量是美国的五倍,已造成严重的化肥污染。现在的PM2.5有很大一部分就是化肥贡献的。尿素在土壤里最终只被植物吸收35%,65%都分解了。它到土壤里就

^①王喜文著,《工业4.0:最后一次工业革命》,北京:电子工业出版社,2015。

是亚硝酸盐，到水里就是赤潮，最后还要分解到空气中来，变成大量的氨气。PM2.5 中就有氨。七千万吨化肥中起码产生四千万吨氨。

要合理地使用肥料。怎么使用？提高肥料的利用率。怎样保证我们的粮食安全？四千万吨化肥值多少钱呢？很大一笔钱，比农业税还多。能把它省下来给农民该有多好？科技人员做过大颗粒的尿素，多重尿素，它稍微贵一点。农民不买，他们也不会使。现在科技人员提出两个解决办法，一是水肥，这就跟水联系起来了。中国水资源十分稀缺，且百分之六七十的水都用于农业。假如使用滴灌，水的利用率会大大提高。一亩棉田改成滴灌，资源利用率可提高 4~5 倍。有滴灌设备，就可以把肥料放到水里。以前的化肥为什么只有 35% 被吸收呢？化肥十来天就分解了，但吸收要三个月，甚至于半年。所以，利用率低是由不匹配造成的。改为滴灌以后，植物随吃随给，随给随吃。这样，吸收率可以从 35% 提高到 60%。凡是尿素催出来的黄瓜，个儿大，可是不好吃，没黄瓜味，因为它没有代谢。你要用滴灌施肥，因为施肥很慢，分解很慢，这样种的黄瓜就可以叫生态黄瓜，它好吃，品质好。减少化肥用量，使用滴灌，既可提高肥料利用率，又可节水。二是采用大棚，假如把大棚里的二氧化碳浓度提高到 800~1200PPM（大气中的二氧化碳浓度是 400PPM），农业产量会增加 10%~15%。这是一举多得的好事，这就是绿色技术所能收到的效果。

目前，垃圾围城仍是令人头疼的问题。没有绿色技术，垃圾围城不仅污染环境，而且会导致社会冲突。垃圾是放错了地方的资源。我们应该大

力开发利用城市矿山的技术，要把垃圾当作资源来开采。不仅要把它无害化，还要把它资源化、能源化。我国已经有一些企业，可以采用先进技术回收利用废旧电视机、冰箱、洗衣机、计算机等家用电子产品，可以回收报废的汽车，还有餐厨垃圾等。这样既可减少这些废物对环境的污染，又可减少自然资源的消耗，还可以取得丰硕的经济效益，一举三得，何乐不为？应该看到，垃圾种类多，数量大，我国是人口大国，也是垃圾大国，在开发利用城市矿山方面，我们要走的路还很长很长，而且应该马上行动起来。

生活污水是宝贵的资源，经过处理的污水可以用于农业灌溉、工业冷却或清洗，还可以用于城市中洗涤和补充生态用水；生活污水中富含的有机污染物是天然的能源；生活污水还含有氮、磷、钾、镁等化学元素。把它作为肥源，可以减少化肥用量。欧洲和美国已经开始采用生活污水的源头分离技术，从改造厕所和厨房做起，把厕所、厨房里的水至少分成三类，第一类叫灰水，即污染程度很低的。洗手、洗脸的水都是污染程度很低的，可以走一套管道，重复用来冲厕所；第二类叫黄水，即冲小便的水，这类水有机污染物很少，但是富含氮磷钾镁，从这种水中可以回收氮磷钾镁，氮磷钾镁的价值很高；第三类是冲大便的水，被称为黑水，黑水中饱含有机物，可以通过微生物发酵产生沼气，是很好的能源。因此，进行污水处理的新目标是把污水资源化、能源化，同时也达到了无害化的目标。

结论

现代工业文明取得了巨大成就，

由工业文明走向生态文明是人类文明的必由之路

但它的致命弊端是不可持续。20 世纪下半叶以来的自然科学、社会科学和人文成果以及全球性的生态危机都表明，由工业文明走向生态文明是人类文明的必由之路。生态文明是谋求人与自然和谐共生、协同进化的文明，也是谋求经济、文化、社会可持续发展的文明。由工业文明转向生态文明是人类文明的一次革命，也是一个艰巨的过程。中国尚未完全实现工业化的目标，中国必须走跨越式发展的道路——在工业化建设的同时建设生态文明。为建设生态文明，我们必须改变工业文明的主导观念，放弃征服自然的目标，重新找回天人合一的智慧，向大自然学习，尊重自然、顺应自然、保护自然。我们不仅应该对和我们共同生活的人们担负道德责任，还应该对未来世代和生态共同体担负道德责任。为建设生态文明，我们必须更新经济学，变革经济、政治制度，反对奢侈消费，鼓励适度消费和绿色消费，培育碳市场，提高环境容量的产出率；为建设生态文明，必须促成现代工业的生态化，而工业生态化的关键在能源革命和绿色技术创新。简言之，为建设生态文明，必须实现技术、制度和观念这三个维度的协同变革。🌿



扫一扫，查看电子版

（本文由卢风教授执笔）