

本课题得到新华都商学院的支持

Renewable Energy
in China:

Towards a Green Economy

中国的可再生能源问题 走向绿色经济

1

主 编◎石定寰 刘曼红

副主编◎黄海峰 Mike Henry



中国发展出版社
CHINA DEVELOPMENT PRESS

Renewable Energy
in China:
Towards a
Green Economy

中国的可再生能源问题
走向绿色经济 ①

主 编◎石定寰 刘曼红
副主编◎黄海峰 Mike Henry



中国发展出版社
CHINA DEVELOPMENT PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

中国的可再生能源问题：走向绿色经济 / 石定寰，刘曼红主编.
北京：中国发展出版社，2015.5
ISBN 978-7-5177-0118-7

I. ①中… II. ①石… ②刘… III. ①再生能源—能源发展—
研究—中国 IV. ①F426.2
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 047751 号

书 名：中国的可再生能源问题：走向绿色经济

著作责任者：石定寰 刘曼红

出版发行：中国发展出版社

(北京市西城区百万庄大街 16 号 8 层 100037)

标准书号：ISBN 978-7-5177-0118-7

经 销 者：各地新华书店

印 刷 者：三河市东方印刷有限公司

开 本：700mm × 1000mm 1/16

印 张：43.5

字 数：744 千字

版 次：2015 年 5 月第 1 版

印 次：2015 年 5 月第 1 次印刷

定 价：120.00 元 (全三册)

联系电话：(010) 68990630 68990692

购书热线：(010) 68990682 68990686

网络订购：<http://zgfcbs.tmall.com/>

网购电话：(010) 88333349 68990639

本社网址：<http://www.developress.com.cn>

电子邮件：bianjibu16@vip.sohu.com

版权所有 · 翻印必究

本社图书若有缺页、倒页，请向发行部调换

闽江学院新华都商学院

新华都商学院是由福建新华都慈善基金会出资建立的公立性高等教育机构。学院以成为“具有中国内涵的世界一流商学院”为目标，培养具有创新能力与创业精神的青年才俊和国际化人才，为中国经济注入原动力。新华都商学院的使命是关注中国企业的实际问题，为提升中国企业在世界范围内的竞争力提供支持。在成立之初，新华都商学院便定位于创业创新方向，从办学模式、治理结构、教学模式上大胆创新，因此被推荐为教育部综合教育改革试点单位。

作为学院的领导——新华都商学院理事长何志毅教授在带领团队做好办学工作上功不可没。何教授的主要研究领域为战略管理、市场营销、企业社会责任、企业文化及中华商业文明。何教授曾任中国国民经济管理学会副会长、秘书长，世界管理学学者协会联盟（IFSAM）理事及政府干部、国有企业总经理、股份制企业和民营企业董事长等职务，具有丰富的实践经验。何志毅教授特别强调“创新”、“创业”与“创投”三位一体的关系及“三创”对企业经营和社会发展的重要作用，要创建一个生态系统，激发市场、高校、政府等各类主体的创造潜能，形成大众创业、万众创新的生动局面。



何志毅

值得一提的是，新华都商学院创业MBA项目，是中国开展MBA教育20年来，教育部批准的首个创业创新方向MBA学位点，该项目填补了国内创业与创新硕士教育人才培养的空白。新华都商学院聚合了全球创业创新教育领域的一流教授，其中包括2006年诺贝尔经济学奖得主埃德蒙·费尔普斯教授。该项目同时也整合政府、企业、社会等多方面资源，突破传统的教学模式，通过“三导师”的制度，重点培养学生创业以及企业发展过程中的实践能力。

新华都商学院创业MBA项目以“培养具有社会责任感的创业家”为目标，主要办学特色包括：

- 一流师资授课。学院所有师资均为全球创业与创新领域的一流师资，达到国内一流 EMBA 师资标准，其中包含诺贝尔经济学奖得主。
- “三导师”全程指导创业。学院实行传统师徒制式的“三导师制”——学业导师、企业导师和创业导师，为学生提供全方位的创业帮助。
- 极具创业特色的课程体系。学院围绕创业者需求，设计了课堂集中学习与企业实践相结合的学习模式，学习指导创业，创业促进学习。
- 海外名校名企游学。学院为所有学生提供海外名校名企游学活动，开拓学生的国际视野。
- 搭建强大创业平台。学院不断聚集国内优秀的创业家和创投家，持续搭建扩展人脉、汇聚资源的强大创业平台。
- 千万基金鼎力扶植创业。学院为优秀毕业生提供20万~100万元的公益创业基金和创投机构的推荐评审机会。

河南莲花味精股份有限公司

河南莲花味精股份有限公司(以下简称“莲花股份”)最早创立于1983年,于1998年8月在上海证券交易所挂牌上市(股票名称:莲花味精;股票代码:600186)。莲花股份以食品生产经营为主营业务,产品主要包括以“莲花”牌味精、“莲花”牌鸡精、“九品香”调味料为主的调味品系列,以小麦谷朊粉为主的植物蛋白系列、以“六月春”牌面粉为主的小麦面粉系列,以及小麦淀粉系列。同时,莲花股份以消费需求为导向,不断开发新型产品,推进产品升级。



董事长：刘向东

目前,莲花股份由刘向东先生担任董事长。刘向东先生为中共党员,工商管理硕士,高级会计师。曾任项城市农业综合开发公司总经理,项城市财政局副局长。现任北京信息科技大学企业成长研究中心兼职研究员、中国风险投资协会常务理事、河南省农业综合开发公司副总经理、河南联创投资股份有限公司总经理,兼任河南省漯周界高速公路有限责任公司董事长等职务。在刘向东先生的领导下,2014年企业品牌价值44.62亿元,第十一次入选“中国500最有价值品牌”。

莲花股份以“诚信、互利、共赢;规范、创新、提升”为经营理念。主要发展特色和取得的成绩为:

中国重要的味精生产和出口基地。莲花股份年产销味精30万吨,“莲花”牌味精长期占据中国市场主导地位,被商务部评为味精行业最具市场竞争力品牌,

是最受消费者欢迎的品牌之一，长期在中国家庭消费市场占有行业主导地位，被中国绿色食品发展中心认定为“绿色食品”。

国家商标战略实施示范企业。2014年莲花品牌价值为44.62亿元，位居中国500最具价值品牌389位。2010年5月，莲花股份被国家工商行政管理总局确定为国家商标战略实施示范企业，为首批全国41家国家商标战略实施示范企业之一，是味精行业唯一入选企业，也是河南省唯一一家商标战略实施示范企业。

国家农业产业化重点龙头企业。莲花股份致力于粮食深加工技术，确保提供安全健康的食品。年加工转化粮食超过100万吨。

粮食深加工与食品发酵专业技术。莲花股份设有经国家人事部批准设立的“博士后科研工作站”，下辖五个重点实验室：小麦深加工实验室、氨基酸实验室、淀粉糖实验室、质量控制实验室、生物工程实验室，承担国家、省重大项目8项，取得科研成果36项，申请专利近百项。在氨基酸发酵生产、葡萄糖生产、环保技术、发酵副产物综合利用和小麦深加工等方面拥有大批具有自主知识产权的核心技术，技术水平居国内领先地位，为提供安全、美味的食品奠定了坚实的技术基础。

产品畅销国内国际市场。莲花股份在味精行业率先获得ISO9001质量体系认证，2007年，公司相继通过了HACCP体系认证、HALAL认证、美国犹太证书认证等认证，并获国家实验室CNAS认证。莲花股份在巩固国内市场主导地位的同时，积极开拓国际市场。目前，莲花味精、莲花鸡精、莲花谷朊粉出口量迅速增长，销往美国、欧洲、东南亚、中亚、俄罗斯等世界100多个国家和地区。

序

成思危

从 2000 ~ 2013 年，世界经济增长率是 3.59%，能源需求的增长率是 2.3%，弹性系数大概为 0.64，如果世界经济在今后 10 年中保持平稳 4% 的增长率，能源需求年增长率要达到 2.56% 左右，而中国对能源的依赖程度更大。能源的价格波动也对消费国的经济产生很大影响。受到金融市场上过度投机等因素的影响，能源价格的波动远远超过了供求关系所决定的水平。以石油为例，近几年全球需求量的波动也就是正负 5% ~ 10%，但是石油价格的波动却达到了正负 50%，甚至个别情况下达到了正负百分之百。中国 2011 年、2012 年、2013 年进口量超过 2 亿吨，这样大的价格波动给经济带来了很大的影响。与此同时，化石燃料燃烧必然造成温室气体的排放，具体到中国而言，其能源消费结构不合理，煤炭、石油、天然气等化石能源占整个能源消费的 90%，已经对大气造成严重污染。为应对能源问题，我们从开源和节流两个方面入手。

开源即是通过开发新能源替代传统化石能源，而作为绝大部分均隶属于新能源的可再生能源自然步入人们的视野。可再生能源因其广泛存在于自然环境中，其使用几乎不对环境造成污染，在新千年后备受各国青睐，太阳能、风能、生物质能在 21 世纪第一个十年间发展迅速，成为全球能源体系重要的支柱。然而具体到中国，尽管目前整体发展态势不错，但是仍然存在多方面的挑战，应该从技术、经济和政治三个层面来处理好这些问题。

首先，在技术层面。目前，中国可再生能源方面的自主创新还不够多，中国是一个可再生能源设备生产大国，但还不能称之为可再生能源应用大国。要通过自主创新和引进技术相结合，在重大技术上取得突破。只有在技术角度真正解决问题，才能够使可再生能源得以利用。其次，技术问题也要结合可再生能源成本

成思危，曾任第九、第十届全国人民代表大会常务委员会副委员长和中国民主建国会中央委员会主席，现为民建中央顾问。现任中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心主任，中国科学院大学管理学院院长，华东理工大学名誉校长，中国科学院、中国社会科学院、北京大学光华管理学院、南开大学等院校的兼职教授和博士生导师。主要研究领域包括化工系统工程、软科学和管理科学，以及用复杂性科学来研究与中国改革和发展相关的问题。他也推动了中国风险投资的发展。

过高问题考虑。一方面，可以通过技术突破来解决，另一方面，应该通过计算环境成本来给可再生能源一定的补贴。第三，应该重视利用现在国际上所谓清洁发展机制 CDM 来取得一定补偿。但是这里还存在一个碳交易市场的建设问题，目前，中国在这方面还处于刚刚开始阶段。第四，企业通过供应链的优化，可以提高附加值。最后就是加强国际合作。发展低碳经济、发展可再生能源也好，应对气候变化也好，绝对不是一个国家自己可以做到的，这是世界的问题，必须加强各国间的合作。

节流主要是降低能耗，减少碳排放，提高能源利用率。中国是发展中国家，不可能承担与发达国家同样的责任。从历史看，中国累计排放量只占全球 10% 左右。从人均看，中国人均碳排放量只有美国的 1/4。虽然发展中的中国同样面临碳排放问题，但中国已承诺降低排放强度，走低能耗、低排放、低污染之路。

第二是经济层面，主要涉及五个领域。一是财税政策，新能源生产成本高于传统能源，因而应当给予一定的进网补贴，同时应对火电企业征收碳税，以补偿它们对环境的损耗，而这些税收应用于支持新能源发展。二是货币政策，国家应对从事绿色生产的企业给予有差别的信贷政策。三是构建金融平台，使绿色企业能够通过股市、债市融资。四是建立健全碳交易市场，通过碳交易保持企业的减排压力和革新动力。五是风险投资，新能源要降低成本、扩大应用，最终还是要靠技术创新，而风险投资可有力地支持创新和技术产业化。

发展可再生能源的第三个层面是社会观念。可再生能源是绿色经济的一个重要部分，而绿色经济不仅是一种产业模式，也意味着人类生活方式的转变。社会的每个成员都要从点滴做起，节约一度电、一升油，树立人与自然和谐相处的绿色理念，融入环保和低碳生活。目前，我国的绿色产业和德国等西方国家既有合作，当然也不可避免地有摩擦和竞争。但要警惕，绿色经济不能被当作政治筹码，各国应在了解国情差异的基础上形成相互谅解和妥协，为发展可再生能源营造良好国际环境。

刘曼红教授等学者主编的这本新书，重点关注了中国可再生能源和能效问题，对中国可再生能源发展历程、现状和面临挑战做出了全面而细致的分析。除了理论探讨外，本书还收集了 25 个案例。国内外众多相关领域专家、学者和业内人士的参加使本书兼具理论与现实意义。

我们希望本书的出版能够引起各方面的有识之士对可再生能源问题的关注与思考，吸引更多人参与到中国可再生能源的理论与实践的探索中，为中国可再生能源的发展而努力做出贡献。

2013 年 6 月 24 日于北京

编者序

刘曼红

《中国的可再生能源问题：走向绿色经济》（原著英文版名为 *Renewable Energy In China: Towards a Green Economy*）是我们绿色经济系列丛书的第二本。我们的第一本书——《绿色经济及在中国的实施》（原著也是英文版：*Green Economy and Its Implementation in China*）于2011年5月由天窗出版社出版。

《中国的可再生能源问题：走向绿色经济》的中文版由中国发展出版社出版，本书的编辑和出版得到河南莲花味精股份有限公司和新华都商学院的鼎力支持。

正如我们的第一本书，这本书也是由来自中国、斯里兰卡、加拿大、美国、欧洲、澳大利亚等国内外权威专家共同参与完成，主要有：著名经济学家、前人大常委会副委员长成思危先生，诺贝尔奖获得者 Mohan Munasinghe 教授，中国可再生能源学会会长石定寰先生，欧盟地区委员会秘书长 Gerhard Stahl 博士，中欧社会论坛前主席 Pierre Calame 博士，著名能源经济学家林伯强教授，中国环保部周国梅女士，国际太阳能协会前主席 Monica Oliphant 教授，国际生态联盟主席 David Ness 教授，等等。

中国的可再生能源问题不仅仅对于中国经济发展和人民生活至关重要，而且关系到全球。一个国家的绿色能源，以及更清洁的环境不再仅属于这个国家本身，它属于全世界。我们生活在同一个地球上，我们同是地球村的村民。基于这种概念，我们的这本书希望从中国及国际的角度分析中国的可再生能源问题。

在这里，我强调这样几个问题。

刘曼红，现任中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心风险投资研究室主任以及中国人民大学风险投资研究中心主任、教授和博士生导师。担任中国风险投资研究院理事、《中国风险投资》杂志主编、生态发展联盟国际技术研究院副院长和中国股权投资研究院高级副院长，中关村私募股权投资企业协会荣誉会长、中国天使投资人联盟理事、世界天使投资协会理事、国际生态发展联盟联席理事长和香港致富集团董事长。于1994年获得康奈尔大学经济学博士，曾在哈佛大学研究院工作。其主要研究领域是股权投资、风险投资、绿色投资、金融伦理、中国金融系统改革和天使投资。

第一，这本书题目是可再生能源，但它实践囊括了能源效益等问题。我们认为要达到中国的可再生能源发展的目标：2020年中国可再生能源占总能源耗费的15%，我们一方面要增加这个比率的分子，另一方面也要减小它的分母。能源效益问题一直是我国能源政策中的重大问题。

第二，读者可能会发现本书中探讨同类问题的数据有所差异。我们曾经力图解决这个问题，但我们最终放弃了这个努力。由于各个作者采用不同的数据来源，而中国目前还缺乏统一的可再生能源数据库。

第三，在我国，无论是政府、企业，还是个人，都在大力推动可再生能源的发展。这是无可置疑的事实。然而，我们也存在大量的问题。我们最初希望所征集的案例中，既有正面的又有反面的，既有感人的成功事迹，又有失败的事件。但我们的意愿终归仅是意愿，我们最终得到的大都是好的、正面的、成功的案例。

最后，我们的书题目是关于可再生能源，但读者可以看出“可再生能源”和“新能源”在我们书中并用。例如我们在书中讨论了水利问题，它是一种可再生能源，但它不是新能源。另一方面，我们也讨论了核能，它是一种新能源，却不属于可再生能源范畴。我们认为，水能和核能都是我国重要的能源问题，我们都需要认真探讨。

我想借这个机会衷心感谢对这本书作出贡献的所有人士、学校及单位：中国科学院虚拟经济与数据科学研究中心风险投资研究室，中国管理现代化研究会风险投资研究专业委员会，能源基金会（中国），加拿大 MacEwan 大学商学院，四川胜泽源农业集团有限公司。

从我个人的角度，我真心感谢香港致富集团。2011年，致富集团在香港成功地举办了我们第一本绿色经济书《绿色经济及其在中国的实施》的发布仪式。致富对于我本人的一贯支持，帮助我成功出版了这本书：《中国的可再生能源问题：走向绿色经济》。

此外，我们还真诚感谢中国可再生能源学会、国际生态联盟、中国人民大学风险投资发展研究中心、北京大学汇丰商学院绿色经济研究中心、北京工业大学中国经济转型研究中心、北京益地友爱国际环境技术研究院、深圳市绿色经济发展研究会、宏齐光电子（深圳）有限公司。最后，还要感谢中国人民大学博士生刘智毅和李阳，没有他们二位的努力，这本书是不可能顺利出版的。

2014年9月

介 绍

可再生能源在能源可持续发展中的关键作用

Mohan Munasinghe

基本框架

背景

继 1992 年在里约热内卢举行的地球峰会，2002 年在约翰内斯堡举行的世界可持续发展峰会（WSSD）和 2012 年在里约热内卢举行的“里约 + 20”峰会，可持续发展已成为世界公认的一个重要的和可接受的概念。全球决策者通过进行中的联合国邮政—2105 议程的讨论正在找寻一个更加可持续的发展道路，这一议程的讨论包括如绿色经济（GE）和可持续发展目标（SDG）等关键性主题。他们都能希望能找到许多关键问题的综合解决方案，包括传统的发展问题（如能源短缺、经济停滞、贫困、饥饿和疾病），以及较新的挑战（如气候变化和全球化）。可持续能源发展（SED）是这种方法的一个关键要素，涉及对人类所使用的能源资源的治理，这种治理方式应能够支持持久发展。可再生能源在可持续能源发展框架中将越来越重要。在描述可持续发展在能源方面的应用之前，我们先

Mohan Munasinghe，是位于斯里兰卡科伦坡的 Munasinghe 发展研究所主席，曼彻斯特大学可持续消费研究所可持续发展领域的教授。同时任淡水河谷可持续发展研究所和 Para 联邦大学教授，以及北京大学的杰出客座教授。他于 2007 年获得诺贝尔和平奖，也获得了许多其他国际奖项。他在剑桥、麻省理工、麦吉尔和康卡迪亚大学获得了工程、物理和发展经济学的硕士学位，以及几个荣誉博士学位。担任斯里兰卡总统的能源和信息科技的高级顾问，美国总统委员会的环境质量顾问，以及世界银行的高级顾问。出版和发表 95 本著作和 350 多篇科技论文，是多个国际科学院的资深会员。

来回顾一下可持续发展本身。世界环境与发展委员会最初定义可持续发展为“发展，不仅要满足当代人的需要，又不损害后代人满足其自身需求的能力”。在后来的许多定义中，图1中的可持续发展三角形显示了一个广为接受的概念，这一概念由笔者在1992年里约热内卢的地球峰会上提出。它包括三个主要观点：经济、社会和环境。每一个观点对应一个域（和系统），具有其独特的动力和目标。经济主要通过提高商品和服务的消费来提高人类福利。环境领域的重点是对生态系统的完整性和弹性的保护。社会领域强调人际关系的丰富，个人和团体的成就，以及价值观和制度的加强。

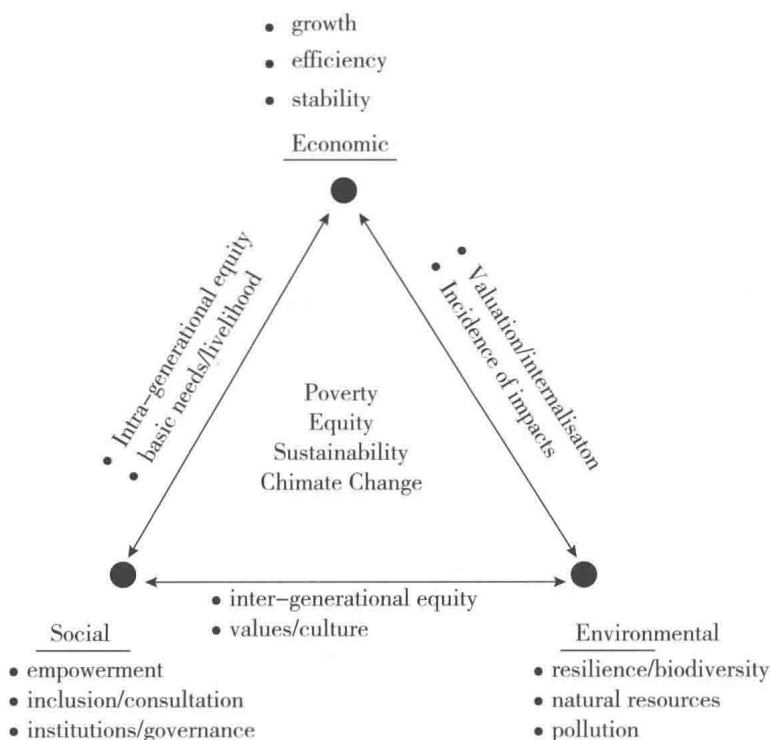


图1 可持续发展三角形——协调经济、社会和环境方面

资料来源：穆纳辛格，1992。

与此同时，能源已经成为一种关键资源，这极为符合可持续发展的经济、社会和环境方面的相互作用。首先，它一直被视为经济进步背后的一个主要驱动力，反过来，经济增长本身进一步刺激能源需求。其次，能源的生产和使用与环境紧密相连。第三，能源是人类的基本需求，其显著影响着贫困和社会福利。最近，不断增长的能源需求也与全球气候变化息息相关——给人类提出了一个前所

未有的挑战。本文分析了能源与可持续发展之间广泛的相互联系，特别是可再生能源的作用。

目前发展前景所面临的风险

目前，世界正面临着多种经济、社会 and 环境的威胁，它们能够形成灾难性的互动，除非他们能够被迅速地以综合性的方式解决——通过促使发展变得更为可持续。因为这些问题是相互关联的，所以零零碎碎的解决方式已被证明是无效的。能源的可持续发展是解决方案的一个关键组成部分。

经济、社会和环境威胁

经济崩溃是最紧迫、最明显的全球性问题（见图 2）。由投资者的贪婪所驱动的资产“泡沫”使得金融工具的价值迅速膨胀，远远超出了这些基本的经济资源的真正价值。2008 年，这一泡沫的破裂引发了全球经济衰退。

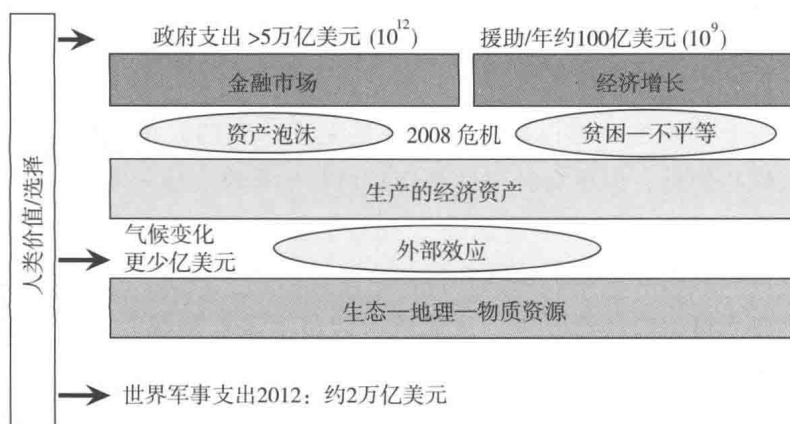


图 2 多重全球性危机以及人类优先权

图 2 也显示了如贫困、不平等的主要社会问题，其继续削弱近期的经济增长所带来的好处，但不包括数十亿刚获得生产资源和基本生活必需品的贫困人口。2000 年，全世界人口中收入在前 20% 人口的消费是最贫穷的 20% 人口消费的 60 多倍。如今经济衰退使得贫困加剧，失业恶化，基本生存更加艰难。

最后，人类面临着重大的环境问题，因为短视的经济活动继续严重损害人类福利所最终依赖的自然资源基础。气候变化是一个主要的全球性后果，但当地的水、空气和土地资源的退化也是同样严重的问题。它是一种强效的风险乘数，系统地恶化前面描述的其他危机。讽刺的是，气候变化的最坏影响将落在穷人身上，而穷人对此问题并无责任。

不幸的是，我们目前的政策重点不足以迎接这些挑战。政府很快找到了 5 万多亿美元来拯救银行和刺激消费需求。然而，每年只有约 1000 亿美元用于减贫，而用于应对气候变化的资金则更少。而每年近 2 万亿美元的军事开支是用于支持发展的资金的 20 倍。资产泡沫（超过 100 万亿美元）远远超过每年全球的 GDP（60 万亿美元），而 GDP 中的高贸易份额（>30%）强调全球的连通性，而全球的连通性增加系统性风险。此外，经济衰退挫伤了解决更严重的可持续发展问题的积极性。

思坦的元素

由于缺乏具体的处理方法和实用框架来定义、分析和实施可持续发展，在 1992 年的里约地球峰会上，笔者提议把思坦框架作为跨学科的、综合的、全面的、均衡的、启发式的和实用的荟萃框架来使发展变得更加可持续。

思坦框架将可持续发展描述为一个在保证经济、社会和环境系统的恢复力的同时，可以扩大某些机会的范围的过程，这些机会是指：在一段持续的时期范围内，单独的人类个体和社区实现自己的愿望和潜能。对可持续发展的精确定义和实现仍然是一个理想的、难以捉摸（或许是无法达到的）的目标。思坦提出了一个不那么雄心勃勃，但更有针对性和切实可行的策略，这一策略的目的只在于“使发展更可持续”。这样一个增加的（或基于梯度的）方法是比较实用的，因为许多不可持续的活动更容易识别和排除。此方法以一种更低的资源利用强度来使得现有生命质量得以持续改进，从而给后代留下未被削弱的生产性资产（如：人造的、自然的和社会的资本），这将增加改进其生活质量的机会。

决策者们总是优先考虑如增长、贫困、粮食安全、失业和通货膨胀等眼前的问题。抓住他们注意力的最好方法是找到一个整体性的方法，此方法在一个全国性的可持续发展战略下，可以解决所有问题。由于许多重要的决定是关于经济的，所有经济分析在国家决策中有特殊作用。实用的和整体的思坦框架的目的是克服主流（新古典主义）经济政策的缺点，它的制定往往忽略了许多关键性的环境和社会方面的因素。

思坦的原则

首先，主要目标是使发展更为可持续（MDMS）。这是一种循序渐进的方法，使人们采取更为实用的及时性措施，这是比较实用的、一步一步的方法，因为许多不可持续的活动，很容易识别和消除。在实施这样的渐进措施之时，

我们也继续平行努力实现长期可持续发展的目标。一键测试潜在的气候政策将检测他们是否会使开发更多（或更少）可持续。

其次，政策问题需要从三个主要方面出发采取平衡的、综合的分析：社会、经济和环境（如图1所描述）。这三个领域之间的互动也很重要。

第三，我们需要超越由学科、空间、时间、利益相关者的观点和价值观所限制的传统界限。用合理的道德原则（包括利他主义和开明的自私自利）取代不可持续的价值观（如贪婪、自私自利）是至关重要的。这是一个较长的任务，涉及教育、沟通和领导阶层，尤其是专注于年轻人。跨学科分析需要找到跨越传统学科的、创新的解决方案，来解决可持续发展和气候变化的复杂问题。空间分析的范围必须从地方扩大到全球——通常是从社区到跨越江河流域边界到行星的范围。时间范围需要扩大到几十年或几百年。交叉利益相关者的数据共享、透明与合作（特别是民间社团和与政府相关企业）需要通过促进包容、赋权和参与来加强。

最后，思坦框架使用多种实用性的全周期工具——无论是新的还是传统的方法。人们创新地使用这些工具来完成整个操作周期：从最初的数据收集到实际政策执行、监督和反馈。穆纳辛格在全球和国家层面上描述了思坦的实用性工具，包括综合评估模型（IAMs）、宏观和部门的建模、环境调整的国民收入核算（SEEA）、贫困分析和行动影响矩阵（AIM）。在项目层面，可持续发展分析（SDA）的其他有用的方法有：成本效益分析（CBA）、多标准分析（MCA）、环境和社会评估（EA，SA）以及环境和社会影响的经济价值。在各个层面，适当的可持续发展指标的选择也是非常重要的，从基本的经济—社会—环境指标（2007年UNCSD）得出。

政策工具的范围既包括经济手段（如价格、税收和收费、可交易的许可证、投资和财政奖励），也包括非经济手段（如法规和标准、数量控制、自愿协议、信息传播以及研究和开发）。

一般而言，思坦得出了以下的解决方案。第一，垃圾应该被在环境同化能力内的速率产生。第二，稀缺的可再生资源应该被以低于自然生产率的速率使用。第三，不可再生资源的使用率应该取决于这些资源和技术进步之间的可替代性。废物和自然资源的输入量都可能会减少，从线性生产量到闭环（或回收）模式。最后，内部和代内的公平和扶贫、多元性和包容性的决策、增强的社会价值观和制度都是重要的附加因素。

可持续能源发展 (SED)

能源利用与可持续发展之间的联系

能源和经济的联系

随着商业能源的大量使用，能源已经成为现代经济的推动力。从图 3 可以看出，过去的能源供应主要是化石燃料，如石油、天然气和煤炭，而可再生能源的份额预计从 2009 年的 17% 急剧上升到 2050 年的 30% ~ 75%——从不同的未来增长情景 (GEA, 2012) 来看。2009 年，主要可再生能源是传统生物质能和水力发电 (图 4)，但 2050 年，新的可再生能源 (如风能、太阳能、地热能和海洋能) 将成为主导，因为它们的技术潜力要大得多 (表 1)，并且相对成本会下降。据估计，为了达到 2050 年的目标，260 亿 ~ 1120 亿美元将被投资于可再生能源。技术进步和效率的提高降低了经济生产 (如每单位经济产出对身体能量需求变得更低) 中的能源使用强度。电力，作为一种安全、清洁、方便的能源，将继续发挥越来越重要的作用。

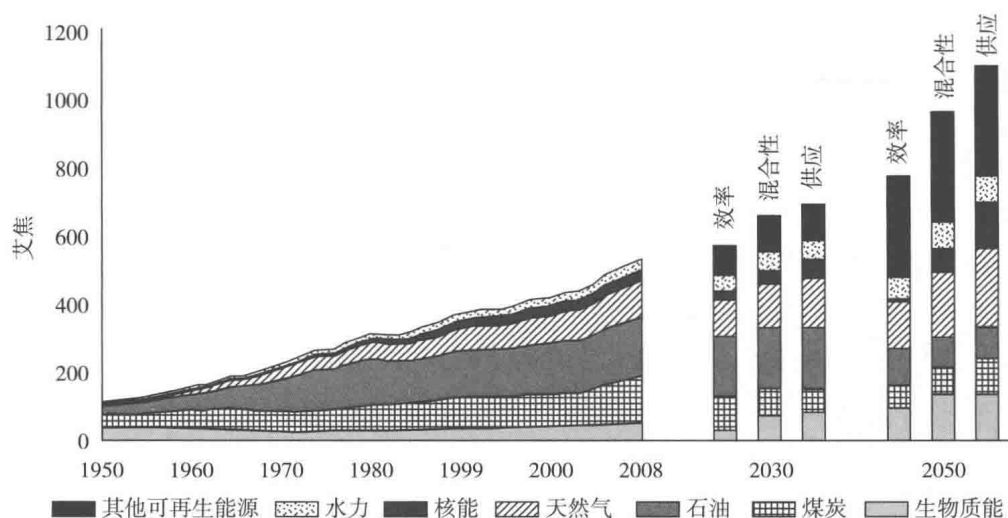


图 3 1950 ~ 2008 年世界主要能源的增长，由全球能源评估 (GEA) 开发的三个未来情景

资料来源：全球能源评估，2012。