

HOW BUSINESS AND SOCIETY THRIVE BY BUILDING LOOP CITY

# 循环城市

北京环境危机与城市新陈代谢系统构建

黄海涛 著



工业化与城市化两股力量共同塑造了现代城市文明。而单向行驶的工业化列车却抛下了一座垃圾山，给城市套上了巨大的环境枷锁。

如何医治城市周围不断隆起的“大脓包”，让城市肌体恢复健康，考验着人类的智慧！

环境保护部副部长 **潘岳** 中国工程院院士 **钱易** 世界城市研究专家 **连玉明**  
中国工程院院士 **王连铮** 垃圾经济学创始人 **王维平** 北京大学教授 **夏文斌**

郑重推荐



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn



# 循环城市

北京环境危机与城市新陈代谢系统构建

黄海涛 著



中国水利水电出版社  
www.waterpub.com.cn

## 内 容 提 要

本书以北京为例,首次系统分析了现代城市环境危机的主要物质因素:雾霾、生活垃圾、活性污泥、餐厨垃圾、垃圾渗滤液、粪便、园林绿化废弃物等,对这些环境问题的危害、成因、治理技术进行了系统评价,指明了其产生根源是城市新陈代谢综合症。人口暴涨、环境承载极限、资源短缺是城市发展的限制条件。要实现城市的可持续发展,必须向大自然学习,建立符合自然物质代谢规律的城市新陈代谢系统,使进入城市的各种能源、物质能够得到有效利用,并最终还原成人类社会和自然环境能够利用的水、炭、金属、塑料等物质。作者大胆预言:自然资源再生产业是未来社会的朝阳产业,循环城市是现代城市发展的必由之路,是未来生态文明社会的基石。

本书可作为高等院校环境、地理、生态、城市规划、城市管理等专业的参考书,还可为环保人士、城市规划者、城市管理者、生态保护者、科研人员、商业精英开拓视野提供有益启示。

## 图书在版编目(CIP)数据

循环城市:北京环境危机与城市新陈代谢系统构建 / 黄海涛著. — 北京:中国水利水电出版社, 2015.1  
ISBN 978-7-5170-2911-3

I. ①循… II. ①黄… III. ①城市环境—环境危机—环境管理—研究—北京市 IV. ①X321.21

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第023232号

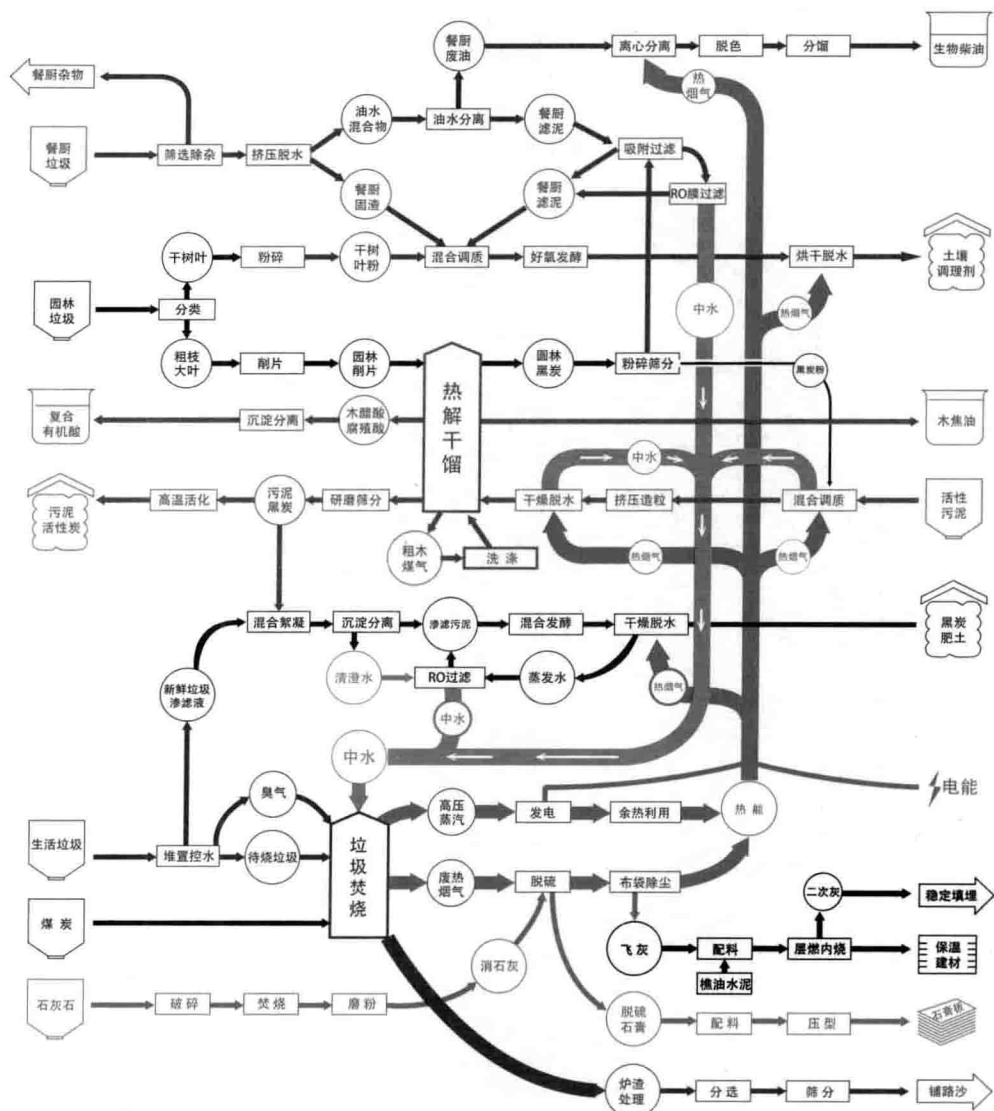
策划编辑:杨庆川 责任编辑:杨庆川 封面设计:李 佳

书 名 循环城市:北京环境危机与城市新陈代谢系统构建  
作 者 黄海涛 著  
出版发行 中国水利水电出版社  
(北京市海淀区玉渊潭南路1号D座100038)  
网 址: www.waterpub.com.cn  
E-mail: mchannel@263.net (万水)  
sales@waterpub.com.cn  
电 话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水)  
经 售 北京科水图书销售中心(零售)  
电话: (010) 88383994、63202643、68545874  
全国各地新华书店和相关出版物销售网点  
排 版 北京万水电子信息有限公司  
印 刷 北京蓝空印刷厂  
规 格 170mm×240mm 16开本 22印张 395千字 4彩插  
版 次 2015年1月第1版 2015年1月第1次印刷  
印 数 0001—3000册  
定 价 68.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

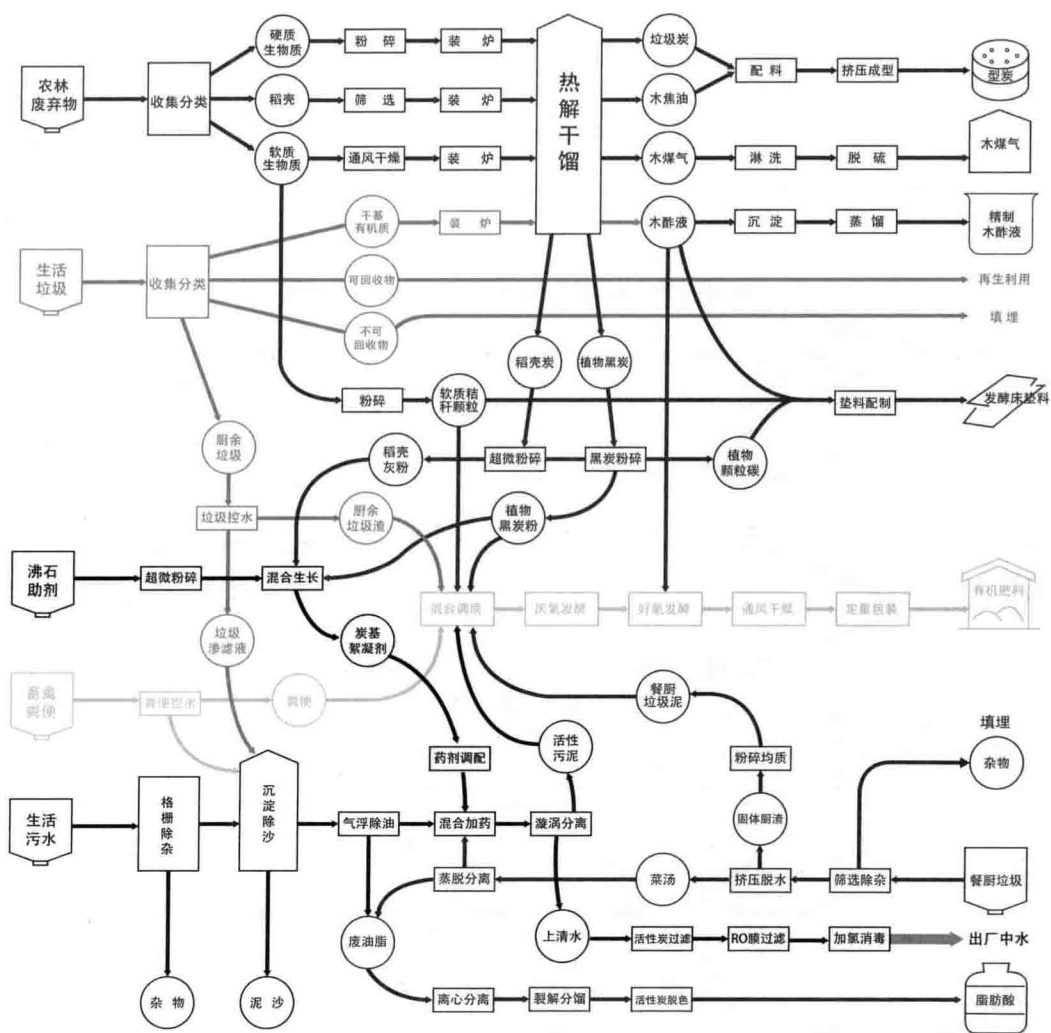
版权所有·侵权必究





城市生物质新陈代谢技术模式

- |             |             |          |          |          |           |
|-------------|-------------|----------|----------|----------|-----------|
| 1.  生物质原料   | 3.  生物质固体产物 | 5.  中间状态 | 7.  物质流向 | 9.  中水回收 | 11.  保温建材 |
| 2.  生物质液体产物 | 4.  无害化产物   | 6.  技术节点 | 8.  热能流向 | 10.  电 能 | 12.  石膏建材 |



城镇生物质新陈代谢技术模式

- |             |             |          |          |
|-------------|-------------|----------|----------|
| 1.  生物质原料   | 3.  生物质固体产物 | 5.  中间状态 | 7.  物质流向 |
| 2.  生物质液体产物 | 4.  无害化产物   | 6.  技术节点 | 8.  中水回收 |



# 序言

## 掘金北京“城市矿山”

人类社会的历史就是一部发掘利用自然资源的历史。

自然资源包括自然界的一切物质资源和自然产生过程，通常是指在一定技术经济环境条件下对人类有益的资源。随着人口剧增，全球对资源的需求也不断扩大，自然资源的开发利用强度也越来越高。起源于18世纪的工业革命，使人类进入了开发利用自然资源的新阶段。人类在最近二百多年中开发利用的自然资源，比过去一切世代开发利用的总和还要多，由此创造了比过去所有时代都更多的财富。

工业革命催生了现代城市，现代城市又极大地促进了工业发展，二者犹如一对孪生兄弟互相促进，由此推动了人类社会的繁荣发展。现代城市扩张吸引了大量人口进入，目前全世界已经有一半多人口居住在城市，城市由此成为现代社会最大的自然资源消耗区域。借助于强大的机械力量，大量自然资源从几千米深的地下和海洋深处被发掘出来，运到城市消耗利用。石灰石进入城市变成了高楼大厦、公路桥梁，铁矿石进入城市变成了汽车、家电，煤炭进入城市变成了电力、热能，石油进入城市变成了汽油、塑料，粮食、蔬菜、水果进入城市变成了粪便、垃圾……这些自然资源经过人类的消费利用，最终进入城市周围的垃圾填埋场，变成一座座垃圾山包围着城市，成为我们每天不得不面对的大难题。

联合国环境规划署发布的一份报告显示：经过工业革命200多年的掠夺式开采，全球80%以上可作为工业原料的矿产资源，已从地下转移到地上，并以“垃圾”的形态堆积在我们周围，总量高达数千亿吨，而且每年以100亿吨的数量在增加。人类如果不减少废弃物的排放，我们的生存空间就会被“垃圾”堆满。

一切自然资源都有可利用的价值，所有城市废弃物都是可再生利用的资源，对垃圾的认识可以衡量一个国家的文明程度。人类社会在经济发展过程中产生了大量现代工业废弃物，它包括蕴藏于城市各个角落的废旧机电设备、电线电



缆、通讯工具、汽车、家电、电子产品、金属和塑料包装物等。这些废弃物通过一定的技术手段能够提取出可以循环利用的钢铁、有色金属、贵金属、塑料、橡胶等资源，如同堆积在城市里的矿山。1988年，日本东北大学南条道夫教授针对废弃资源再生循环利用，提出了“城市矿山”这一形象概念。

1994年，我在日本出版了《垃圾经济学》一书，阐述了“垃圾是放错了位置的资源”的思想。什么是资源呢？资源是指自然界和人类社会中可以用以创造物质财富和精神财富的具有一定量的积累的客观存在形态，包括土地资源、矿产资源、森林资源、海洋资源、石油资源、人力资源、信息资源、可再生资源等。令人欣慰的是，全国有上千万人从事再生资源的开发利用，从垃圾堆中分拣出大量的废金属、废塑料、废纸张、废橡胶等，再把它们转化为新资源重新利用。开发“城市矿山”已成为社会各界的广泛共识，城市矿产产业已成为全球发展最快的产业之一。

毫无疑问，拥有2100多万常住人口的首都北京也蕴藏着丰富的“城市矿产”。2013年北京市产生了657万吨生活垃圾、7000万吨建筑垃圾、520万吨园林绿化废弃物、140万吨活性污泥、210万吨餐厨垃圾、1125万吨工业废物、200万吨垃圾渗滤液、60万吨垃圾渗滤泥。此外还产生了500万吨废旧物资，其中废纸270万吨、废塑料75万吨、废旧轮胎700万条、废旧电器7万吨、报废汽车30万吨。这些城市废弃物如能循环利用，不仅可以减少环境污染，而且能部分替代原生矿产资源，对北京的和谐宜居之都建设具有重要战略意义。

目前，世界范围内的“城市矿山”开发主要集中在废纸、废塑料、废橡胶、废旧电子、报废汽车、废旧纺织品和工业固体废弃物等人工合成物质方面，对于活性污泥、餐厨垃圾、粪便、垃圾渗滤液、垃圾渗滤泥、园林绿化废弃物等自然有机代谢废物的研究还处在浅层次，开发利用才刚刚起步。

《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》一书的出现，为开发“城市矿山”化解城市环境危机提供了全新的解决方案。该书不仅系统介绍了废金属、废纸、废旧塑料等“城市矿产”的开发前景，还系统分析了引发城市环境危机的主要物质因素，对生活垃圾、活性污泥、垃圾渗滤液、工业固体废物等城市有机废弃物的产生原因、成分构成、危害程度、产生总量、主要处理技术进行了重点研究，并且进一步指明了这些城市废弃物综合作用的必然结果——“城市新陈代谢综合症”。对于城市新陈代谢废弃物的处理，作者采用兼收并蓄的方法，对现有环保技术进行整合，创造性地提出了“城市新陈代谢系统”这一新理论。城市新陈代谢系统是按照生态学的物质循环和能量流动方

式，对城市区域内自然、人类、社会产生的新陈代谢废物进行分类整理、集中处理、再循环利用的工程技术体系，它实现了群落内部、群落之间、生产生活之间、人类社会与自然界、城市乡村之间的物质循环和能量梯次使用。

对于北京市的新陈代谢废弃物，城市新陈代谢系统采用的技术原理是对这些污染物进行消毒、钝化，解决病毒、重金属的残留与危害，然后加工成对环境有益的土壤改良剂、盐碱地治理剂，用于沙化土壤改良、盐碱地治理、有机农业生产。这里的关键技术是有机代谢废弃物的热解干馏技术，通过热解干馏将垃圾、污泥中的病毒分解，使其中的重金属失去活性不能被作物吸收，从而不能进入食物链。这些物质经过热解干馏分别成为植物黑炭、热解气体、热解液。其中植物黑炭用于改良土壤、固碳，热解气体继续用于垃圾的治理，热解液具有腐殖酸性质，可以作为液体肥料。这样就将城市的有机废弃物变成了农田生态系统的营养液，实现了城市环境治理与农田生态保育两大目标。

《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》一书运用系统化的创新思维，将城市里的各种新陈代谢废弃物集中起来，按照不同的特性进行分类处理，再通过一定的技术流程进行相互作用，用“废物”治理“废物”，最终实现资源化利用的目标。从循环城市、城市新陈代谢系统、技术群落、循环城市群等概念的提出，到“螳螂捕蝉”“同流合污”“吃干榨尽”“以毒攻毒”“煮豆燃萁”等技术原则的总结，再到“园林绿化废弃物生产泥炭”“医疗垃圾制造复合型融雪剂”“餐厨垃圾制造有机肥”“垃圾渗滤液制造盐碱地改良剂”等技术的创立，都体现了理论与技术的原创性。本书是中国传统生态文明思想与现代系统科学的有机融合，是集感性创新方法的成功应用，其前景令人欢欣鼓舞。

古人诗云：不识庐山真面目，只缘身在此山中。现代人看不清楚城市全貌也是因为所站高度不够。高度决定视野，视野奠定格局，格局支撑战略，战略决定成败。《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》一书对北京环境危机的分析解读，精微处触及城市雾霾、生活垃圾、活性污泥，鞭辟入理作出细致分析，宏大处囊括这些废弃物的总量、危害程度、产生原因，高屋建瓴给出解决方案，那就是构建城市新陈代谢系统，将所有城市废弃物综合利用起来，变成对生态环境有益的物质，进而实现城市与农业环境的物质代谢和有效循环。

在未来较长时间内，城市化进程是影响中国与世界的重大事件，其作用范围之大还难以估量。循环城市理论的创立必将引领中国城市化发展进入循环时

代，有助于经济社会环境的可持续发展。《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》是一部影响中国城市化进程的创新之作、战略之作。

欣喜之余，乐为此序。

致公党中央科技委员会 主任  
北京市市容市政管理委员会 副总工程师 王维平

# 引领与嘉勉

生态文明社会是一种理想的社会制度，是人类饱尝了工业文明副作用之后的理性思辨。西方的学者们尽管看到了这个必然趋势，却把实现这个理想的目标锁定在东方的中国，因为他们知道在现行资本主义制度的土壤上不可能结出生态文明的硕果。中国不仅有“天人合一”的生态文明种子，还有农业文明长期积淀的土壤，更具备中国特色社会主义制度的保护和浇灌，可以说，实现人类历史上第一个生态文明国度非中国莫属。《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》中的城市新陈代谢系统构建为生态文明的实现提供了工程方面的基础。

著名生态文明学者、环境保护部副部长 潘岳

资本主义工业化发展方式改变了人类的文明进程，但是其线性增长的发展模式也蕴含着天然的副作用，这就是城市生态系统与农田生态系统的“新陈代谢断裂”，其实马克思早在一百多年前就注意到这个问题了。今天的资本主义世界尽管利用全球化、高科技解决了许多自身的矛盾，却仍然没有解决“新陈代谢断裂”这个基本问题，使之演化成全球性的生态环境灾难。社会主义也需要运用工业化、城市化的重要手段来实现经济发展和社会进步，但是却不能把生态环境问题转嫁给别的国家和我们的后代，这个问题必须由当代人自己消化。城市新陈代谢理论的创立为全球性生态环境危机的解决提供了一种全新的思路，使马克思所担忧的“新陈代谢断裂”问题有了比较现实的答案，是科学发展观的重要内涵，也为有中国特色社会主义理论体系建设提供了更加丰富的材料。

北京大学中国特色社会主义理论体系研究中心副主任、教授 夏文斌

粮食安全是国家安全的基石，是重中之重。我国耕地有限，工业化和城镇化对土地的争夺已经不是单纯控制可以解决的。超负荷的粮食生产使农田生态系统的营养物质大量流失，有机质不断下降，不得不依靠大量补充化肥来维持农业生产。长期下来的结果就是：土壤板结、重金属积累、地力下降、农业化学品效率降低、食物品质下降，进而可能威胁国民健康。从总体上看，农业生态环境局部改善、整体恶化的势头没有明显改变。《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》中的城市新陈代谢系统可以将生活垃圾、活性污泥、餐厨垃圾等城市有机代谢废弃物转化成无毒无害的农田营养物质，改良土壤、增强地力，消除面源污染，提高粮食产量和质量，解决了城市向农田的物质反哺问题，确实值得期待。

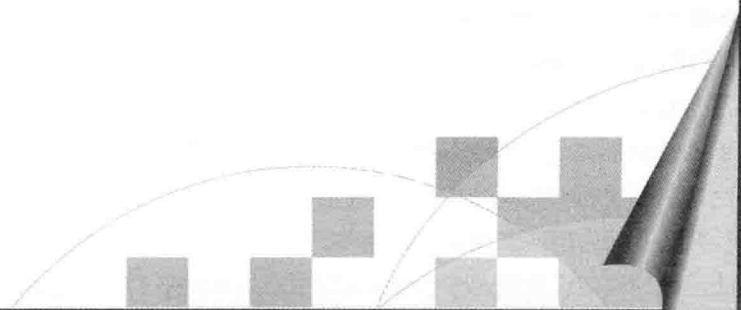
中国工程院院士、中国农业科学院原院长 王连铮

首都经济圈建设面临的重大问题有水危机、环境污染和生态保育。水危机包括：水资源短缺、水污染严重和洪水季节的洪涝灾害。生活垃圾的污染是一种公认的城市病，目前世界上有了新的观点，即城市垃圾实际上是“城市矿山”，可以回收再利用。开发“城市矿山”，可以收到减少自然资源开采、消耗和减轻垃圾污染等多重效果，是发展循环经济的重要组成部分。《循环城市：北京环境危机与城市新陈代谢系统构建》一书对于水资源的利用，对于城市生活垃圾、活性污泥、餐厨垃圾、垃圾渗滤液、园林绿化废弃物等城市新陈代谢废弃物的资源化利用，提出了系统的解决方案，这就是城市新陈代谢系统的构建，将这些废弃物转化成农田生态系统的营养物质，对于周围生态系统的保育有着重要意义。该书立论正确，观点鲜明，内容丰富，文字生动，真是一本很有价值的好书，我完全支持这个中国特色的理论创新。

中国工程院院士、清华大学教授 钱易

北京正在建设国际一流的和谐宜居之都。衡量和谐宜居的一个重要标准就是生态环境质量，这恰恰是最难解决的一个系统性问题。与北京高速发展的城市建设和人口过快膨胀相比，生态环境治理的相对滞后影响了城市运行的总体质量。对于世界级的大都市而言，除了经济总量、国际影响力等因素，城市的竞争力还体现在生态总体质量上。城市新陈代谢系统的构建将大大改善城市环境质量，促进城市区域体系生态环境优化，提升整个区域的发展质量，将有助于北京走出一条具有中国特色的世界城市可持续发展之路。

北京国际城市发展研究院院长、中央党校研究员 连玉明



# 致 谢

这本书的写作源于我的乒乓球好友、北京环卫集团第二分公司总经理陈永生的提议。2008年夏天，打完一场球后，永生说，老黄，现在城市的环境问题已经很严重了，北神树填埋场已经填了大半，不能老是这么堆在城市里，我们应该从更大的范围更高的视角来看待城市垃圾，垃圾处理不能只靠填埋、焚烧这几种办法，必须采用新的技术思路。于是我们商定从技术角度对城市的环境危机进行研究，争取弄出一个整体解决方案，一种顶层设计。

我们总共搜集了1100多篇技术文献，300多本参考书目，搜集的资料有5000多万字。这些技术文献既有国内的也有国外的，包括公开发表的科技论文、专利技术文献、技术法规、工艺技术规程等。对城市环境问题的梳理用了整整一年的时间，包括污水、污泥、生活垃圾、垃圾渗滤液、渗滤污泥、城市粪便、餐厨垃圾、地沟油、园林绿化废弃物、农业生物质等十几类城市有机废弃物，还有废塑料、废纸、报废汽车、废旧电子电器、废钢铁等“城市矿产”。对已有技术的适用性、使用效果、工艺技术成熟度也进行了初步的评估。

我们先后走访了北京主要的垃圾转运站、垃圾填埋场、垃圾焚烧厂、粪便消纳站、污水处理厂、污泥堆肥场、渗滤液处理厂、餐厨垃圾堆肥场、园林绿化废弃物处理机构等几十个单位，对现行的主要工艺进行了细致的分析评估，对北京新陈代谢废弃物的处理水平有了较为清晰的认识。

对于城市环境危机的根源用一个什么词汇表述呢？由于我和永生都患有糖尿病，这种代谢失调导致的疾病困扰着一亿多中国人，受此启发，我们把城市环境危机的根源归结为“城市新陈代谢综合症”。对于治理城市环境危机的整体性工程系统，我们把它命名为“城市新陈代谢系统”，希望使城市的生活垃圾、活性污泥、餐厨垃圾、园林绿化废弃物等都能得到很好地利用。

虽然这本书由我执笔写成，但并非仅仅由我来完成的，还有很多人提供了宝贵意见。北京环卫集团总经理办公室主任梁燕妮女士多次参与我们的讨论，书名“循环城市”就是她确定的。海淀区环卫中心的孙卫东、郑秀山、孙开开、胡志鹏、李立新、王宝平，石景山环卫中心的张华、杨斌，通州污物处理站的程宝民先生，昌平污水处理中心的朱振华、庄伟先生都身处环保一线，

他们的实际经验对本书帮助很大。

对于城市环境危机的认识，我们也吸收了许多专家观点。北京环卫科研所的教授级高工苏昭辉先生是生活垃圾处理专家，北京排水集团教授级高工周军先生是污水处理专家，北京建材研究总院杨飞华博士是建筑垃圾处理专家，北京排水集团高工周国胜先生是污泥处理专家，中国农业科学院土肥所研究员程宪国先生是土壤保护专家，中国农业科学院蔬菜花卉研究所研究员李宝聚先生是植保专家，北京林业大学教授孙向阳先生是园林绿化废弃物处理专家，北京市昌平区农业技术推广中心高级农艺师陈怀勖先生是蔬菜种植专家，他们在各自领域的卓越成果和专业理论给我们很多启发，使我们获益良多。

北京市市容市政管理委员会副总工程师王维平先生是中国著名的城市垃圾处理专家、“垃圾经济学”的创始人之一，对我们的研究成果颇为赞赏，对本书的理论体系、技术原理、工艺装备都仔细询问，并亲自撰写序言。

环境保护部副部长潘岳先生是著名生态文明学者，清华大学教授、中国工程院院士钱易先生是著名环保学者，北京大学教授夏文斌先生是中国特色社会主义理论研究著名学者，中国工程院院士、中国农业科学院原院长王连铮先生是著名农业学者，北京国际城市发展研究院院长、中央党校研究员连玉明先生是著名世界城市学者，他们杰出的学术思想、宽阔的人文情怀让我们能更上一层楼登高望远，他们为本书题写的推荐语令我们欢欣鼓舞。

北京环卫集团总经理张农科先生是一位作家、经济学博士，对本书的写作给予了宝贵支持，鼓励我们开扩思路、勇于创新，并审阅了全部书稿。他对于城市新陈代谢系统的建立非常支持，对于生活垃圾提取物治理沙化土地和盐碱地十分关注，认为这是城市环境保护与自然生态恢复的最佳结合方式。北京环卫集团已经率先启动了“城市矿山”开发工程。

球友王耀东先生是《文汇报》高级记者，文笔流畅、行文严谨，先后多次审阅书稿，挥笔斧正，并对本书的参考文献进行了整理，一一核定。好友孙宏兵先生是《金融文化》的副总编，尽管工作繁忙，还是抽出宝贵时间审阅了全书，提出了重要修改意见。中国水利水电出版社万水出版分社社长杨庆川女士十分关心本书的写作进度，经常询问，并主动担任本书的出版人。

我的家人、我的同事给予了我很大的宽容，因为写作我错过了许多重要的场合，我感谢他们的支持，如果没有身边人的支持和理解，我很难静下心来写作。我的父亲是一位作家，在修身立志和写作上给了我深刻影响，经常来电话询问书稿的进展。我的母亲是一位环保达人，坚持垃圾分类几十年，她的行为



影响了周围许多人，本书也是对她老人家最好的纪念。

对于各位大师、好友的关心支持，在此一并致谢，是他们给了我们前行的力量和信心，让我们能把这一课题完成。金无足赤，一项新理论的创立肯定是一个不断纠错的过程，所有在事实上、阐释上和引用上出现的错误皆归于我。

黄海涛

2014年10月于北京玉泉书斋