



上海现代建筑设计(集团)有限公司 译

the **ZED**book
solutions for a shrinking world

建筑

比尔·邓斯特/ Bill Dunster
克雷格·西蒙斯/ Craig Simmons
鲍比·吉尔伯特/ Bobby Gilbert
陈硕/ Chen Shuo 著

零能耗技术

——针对日益缩小世界的解决方案

大连理工大学出版社



上海现代建筑设计（集团）有限公司 译

建筑零能耗技术

——针对日益缩小世界的解决方案

the ZEDBook

solutions for a shrinking world

比尔·邓斯特/Bill Dunster
克雷格·西蒙斯/Craig Simmons
鲍比·吉尔伯特/Bobby Gilbert 著
陈硕/Chen Shuo

大连理工大学出版社

The ZEDbook: Solutions for a Shrinking World, 1st Edition/ by Bill Dunster, Craig Simmons and Bobby Gilbert / ISBN:9780415391993

Copyright © 2008 by Taylor & Francis, a member of the Taylor & Francis Group

Authorized translation (P1-P248) from the English language edition published by Taylor & Francis, a member of the Taylor & Francis Group. 本书原版由Taylor & Francis出版集团旗下Taylor & Francis出版公司出版, 并经其授权翻译出版 (P1-P248)。版权所有, 侵权必究。

Simplified Chinese Edition © Dalian University of Technology Press, 2009
简体中文版©大连理工大学出版社, 2009

Copies of this book sold without a Taylor & Francis sticker on the cover are unauthorized and illegal. 本书封面贴有Taylor & Francis公司防伪标签, 无标签者不得销售。

著作权合同登记06-2008年第439号

版权所有·侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

建筑零能耗技术/(英)邓斯特(Dunster, B.); (英)西蒙斯(Simmons, C.); (英)吉尔伯特(Gilbert, B.); (中)陈硕(Chen, S.)著; 上海现代建筑设计(集团)有限公司译. —大连: 大连理工大学出版社, 2009.6

书名原文: The ZEDbook: Solutions for a Shrinking World
ISBN 978-7-5611-4910-2

I. 建… II. ①邓…②西…③吉…④陈…⑤上… III. 建筑-节能-研究 IV.TU111.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第092402号

出版发行: 大连理工大学出版社
(地址: 大连市软件园路80号 邮编: 116023)

印刷: 上海美雅延中印刷有限公司

幅面尺寸: 210mm × 285mm

印 张: 21.5

出版时间: 2009年6月第1版

印刷时间: 2009年6月第1次印刷

责任编辑: 房 磊

封面设计: 苏儒光

责任校对: 张媛媛

书 号: ISBN 978-7-5611-4910-2

定 价: 298.00 元

发 行: 0411-84708842

传 真: 0411-84701466

E-mail: a_detail@dutp.cn

URL: <http://www.dutp.cn>

中文版前言

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础，人类文明的每一次重大进步都伴随着能源的改进和更替。如今中国的改革开放已迈入第三十一个年头，从一路摸索到科学发展，中国越来越意识到只有节约能源，降低排放，保护环境，与自然和谐共处，才能真正实现可持续发展。因此，我国已把节能减排作为一项基本国策，生态文明应成为中华民族文化建设的重要内容。

纵观建筑发展史，建筑技术的发展与人类能源利用形式息息相关。人类所营造的环境是当时技术水准相适应的特定表现，建筑技术应用的方法直接决定了建筑的能量消耗。2008年5月，我们邀请比尔·邓斯特 (Bill Dunster) 到上海现代建筑设计集团进行绿色建筑学术讲座。期间他向我们赠送了他所著的《The ZED Book》(建筑零能耗技术) 一书。这是一本介绍零能耗建筑以及生活方式的著作。此书不但有适合专业技术人员阅读参考的零能耗设施的实现原理及技术，同时也为普通读者提供了零能耗生活的理念。全书虽为系统的专业著作，但文字风格通俗易懂，促进节能、减排的思想能够更广泛深入地根植于人心。鉴于目前国内关于节能减排的书籍往往停留于形式，多从理论上阐述，他山之石，可以攻玉，我们希望通过将该书介绍给关心节能减排以及可再生能源应用的有识之士，并通过他们的实践活动，为促进节能减排在我国建筑领域中的应用贡献一份力量。因此，征得原书作者的同意，现代集团技术中心组织技术人员翻译了这本书，这项工作进展十分顺利，不到半年时间该书译稿即将正式出版。

《建筑零能耗技术》是由比尔·邓斯特 (Bill Dunster)、克雷格·西蒙斯 (Craig Simmons)、鲍比·吉尔伯特 (Bobby Gilbert) 和陈硕 (Chen Shuo) 合著的。全书分为三大部分，由浅入深地介绍了ZED (Zero Energy Development) 生活理念的产生和基本概念，实现ZED所涉及的各项条件及可行性方案，以及ZED在房屋、乡村、城市乃至人们的生活工作中实现的案例分析。在第三部分中，作者还针对中国读者，特意增加了ZED在中国长沙以及深圳这两个城市实践的内容 (需要特别指出的是，为满足中国读者的需求，该书的作者用中文编写了部分内容)。本书不仅要向人们传达ZED零能耗这个概念，更希望通过对过去与未来的节能减排经验和前景的提炼，得出具有活力的原则、价值和技术，结合当前节能减排新技术，与未来建筑规划设计完美地融合，从而最大限度地借助自然的力量，创造人与自然环境和谐共生的美好世界。正是基于此，本书成果获得了2008年度“英国皇家建筑师协会科研大奖 (The RIBA President's Award for Research for Outstanding Professional Practice-located Research) ”。

现代建筑设计集团不仅参与了大量具有社会影响的标志性建筑物的设计,为中国的城市化发展和城市建设做出了重要贡献,而且还积极参与并推进建筑学科和科研的发展。为了加快我国绿色建筑发展步伐,现代设计集团将积极推荐和翻译国际上的有关最新学术专著,介绍最新的理论动态和技术实践,继去年出版《建筑与太阳能——可持续建筑的发展演变》之后,今年又翻译了《建筑零能耗技术》这一新作。

本书译校工作由集团技术中心承担,参加翻译的人员有:张家华、陶祎珺、王潇俊、金丽婷、王瑾、瞿燕、夏麟、卢旦、侯胜男、郑宁、隋郁、邹勋、安东亚、崔家春、范太珍、何忆江、马騫、徐哲恬;校对工作主要由张家华承担完成。另外高钢、凌颖松等同志参加了部分翻译工作,在此深表感谢;同时,我们非常感谢对本书的译校工作做出无私、真诚奉献的其他单位和个人。限于时间及水平,有不当之处,敬请读者批评指正。



上海现代建筑设计(集团)有限公司
2009年2月3日

致陈硕先生的一封信兼序

中国正处于气候变化的前沿地区。中国的城市扩张面积几乎每年等同于新增一个伦敦，在能源基础建设上平均每周新增一座燃煤发电站——中国如何才能在实现现代化的同时使自身成为世界上最先进的低碳排放经济体之一，这一问题十分关键。真正的竞争不仅仅存在于对可再生能源技术的应用方面，还在于抢先他国利用巨大的国内市场实现产品规模经济效应，并形成稳健的低碳排放工业供应链。这一策略不仅可节约中国在节能和可再生能源技术方面的投入，还可创造价值巨大的出口市场。这一基础能源措施将使C21克服对化石能源的依赖，而中国则将成为世界上这一基础技术的最主要供应国。

本书试图展示如何在建筑结构中结合运用简单的被动设计措施，从而将能源需求降低至可再生能源变得切实可行之点。设计时不仅应谨记低碳排放总体规划的重要战略地位，还要意识到不同的居住密度要求不同的环境策略。最重要的一点是：要设计一种崭新的建筑设计语言，以应对这个美丽国度上所发生的重大气候变化威胁。这种语言中的每个设计决策、每座建筑的每个立面和构件，都将有助于营造一个鲜活、生动的有机体，这一有机体的美丽之处在于符合达尔文适者生存的进化论，符合我们这一时代能源流动的限制条件。这一“整体性”的系统思想因为敢于梦想实现一个零碳、零能耗的社会而超越了当下的实用主义建设进程。在气候变化加剧并达到石油峰值之前，各国都只有大约15年的时间。此后，各国将不得不以今日我们所目击之速度将自然资源投入到大规模的基础设施建设之中。今日之世界需要中国以睿智的方式进行投资和发展，从而摒弃C20数十年来以石油为主导的思维方式，率先进入一个和平、不会因能源供应萎缩而产生冲突的世纪。

比尔·邓斯特
伦敦及上海零能耗工厂技术总监



图1
零能耗轮盘——显示一个典型英国居民全年的碳足迹

序 言

我们是

- 第一代去做一些改变气候的事；
- 第一代去为未来承担个人责任；
- 第一代去摆脱被动的消费文化；
- 第一代去用再生能源创造未来。

新“货币”——碳

未来的四代人如果按照现有的生活模式，普通英国家庭将产生足以改变气候的温室气体CO₂，他们对处于气候变化热点地区大量人口的生活所受到的严重影响将负有直接责任。这个数据会随着气候变化的加剧而逐年升高。如果大气中碳排放量继续保持在当前的水平，那么全球平均气温会上升3°C~5°C，这可能导致世界上2/3具有生产能力的农场的消失。这一点主要归咎于缺水所造成的农作物死亡（见图3）。因饥荒失去数以亿计生命的可能性几乎无法避免。现在我们可以预测，每个英国居民所增加的碳消耗会夺走他人数天的生命。

我们认识到这种变化改变了所有的规则。每一则汽车广告、每一次去地中海和时尚之都的廉价航班，蓦地都变成了一次负罪的行程。那些梦想拥有法拉利或四轮驱动车的人们，从消费者变成了气候罪犯。飞往佛罗里达州迪斯尼乐园的一次长途航班，可能彻底摧毁处在气候敏感点、遭受干旱的整个村庄。



图2
Jubilee码头的零碳咖啡馆

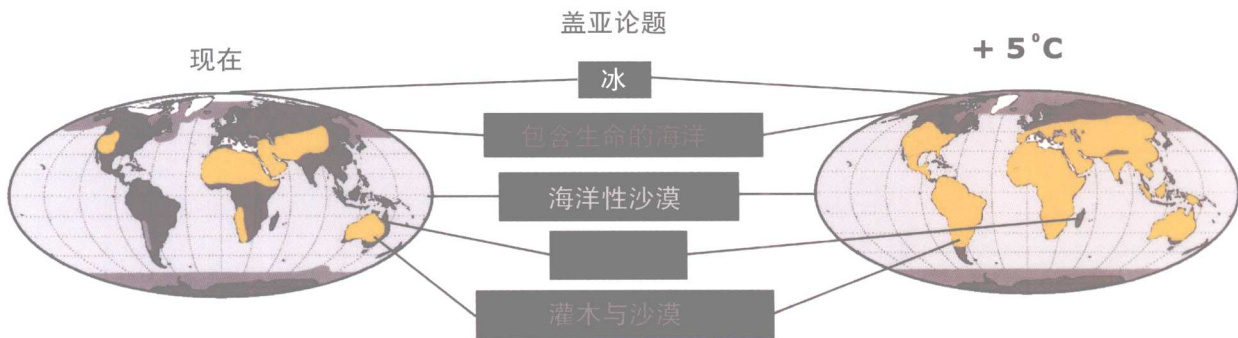


图3
如果本世纪末气温上升5°C，那么全球将丧失2/3具有生产能力的农田

对气候变化和使用矿物燃料这两者间关系的漠视或自我否定，变成一种危险的并且反社会的立场。有人已经用战争手段来争夺稀少的食物和水资源。除非工业化国家出台关于降低碳排放的条款，气候变化可能使“让贫穷成为历史运动”提出的救援计划一直超负荷运行。

忧患意识蓦地变得很重要。标志着强势、富饶或社会地位的活动所产生的二氧化碳，正成为麻木不仁、愚蠢和自私的象征。时尚会变，产品会变。最独特和令人满意的产品将是具有最低碳足迹的，而并非最高的。“低”碳或零矿物能源正成为一种令人满意的产品，而非那些仿效郊区“优质生活”的事物。几乎任何活动都能用碳足迹来测量——这向我们每个人提出了仔细地构建碳的“排放”习惯的要求——不能超越我们公平共享的权利去污染和他人共有的星球，这正成为我们每个人应当承担的责任。

节能

从农业和食物生产到交通和建筑，如今我们社会的方方面面，都在依赖廉价的矿物燃料。过去的一个世纪，地球人口从10亿增长到60亿，主要因为有可利用的低成本矿物燃料。我们将贮存了数千年的碳转化成能源以促进人类经济的发展，它所产生的大气中的二氧化碳是导致温室效应和加剧气候变化的缘由。

同样令人担心的是，可开采的新矿物燃料储备正在减少。不久，全球矿物燃料将供不应求，从而导致石油和天然气价格逐年的急剧增长，并且供应量的萎缩将加剧国际间的冲突。

英国北海的石油储量将维持大约十年，天然气缩减到五年，并且产量每年在减少，鉴于这种状况，英国加大了对其中一些处于地球上政治最动荡的国家的能源依赖性。在石油丰富的中东进行军事干预而造成国家支出以及死亡人数增加，必定会令人对英国现有的碳密集生活方式产生争议。降低个人碳的排放以及远离几乎完全依赖矿物燃料的生活方式，可以提高我们的生活质量和拯救本国以外的生命。

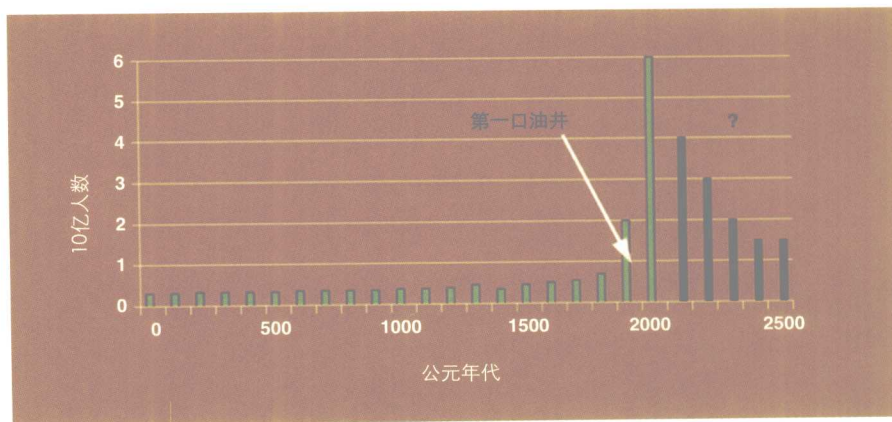


表1

地球人口数量是否和可利用的廉价能源成直接的正比？

人们总会开发出新的“零”碳化技术，并且生活如我们所知道的也不发生太大的变化，这是很有吸引力的。例如核电技术，从理论上讲就是建立更多的发电站，同时汽车和交通工具也将逐渐地使用使用氢燃料电池的马达，用便宜到可以忽略不计的核电制造出无限量的氢。事实上，即使不考虑受储存数千年后的放射性废料会发生泄漏的噩梦，核原材料也足以维持工业化国家12至15年之用。人们也将会研发其他相似的技术，例如从煤炭中提取碳的技术，因为石油高峰期开始体现出的集体意识已获得了大型工业公司的支持。任何一种从地下开采矿物储备来解决短期问题的方法，都具有使生态和气候失衡的风险，从而在相对较短的地质时间内耗尽储备。

零能耗技术团队以审视的态度看待这些新兴的技术，并不盲目投资。以我们的经验而言，越高的技术越具备不受欢迎的负面影响，越能加快能源的最终耗尽。高科技似乎需要大量的研究和开发预算，这只有大型跨国企业才能办到；它还可能需要大规模、高投入的基础设施——通常涉及大量资金和碳。一旦出错，整个国家会受到多年影响——前苏联的切尔诺贝利事件足以佐证。

对一个稳定的社会来说，惟一有意义的方案就是建立在必须用本国以内可获取的有限再生能源之上的。

在低碳的未来，在国际市场上未必会有许多国家用多余的能源进行交易。大多数工业专家认为，即使英国采用所有已知的再生能源策略，也只能满足现在总体需求量的30%。

新的政治风貌

大公司都不出意外地倾向于大的工程解决方案。权威金字塔结构中的任何大型组织都会寻求规模相似的组织所提供的能源和基础设施解决方案。现今，任何拥有大量土地的开发商都抵制额外的支出——如微型发电系统或者节能方案所增加的施工成本，因为这会影响他们土地资本的身价。我们可以用同样的逻辑来解释投资异地零碳发电——据称它更合算。最大的公司——英国政府——以这个逻辑为由投资核能源。在异地实现降低相同CO₂的目标总会是一个比较经济的方式，所以这个主意就是尝试将个人和地方的问题输出到其他地方去解决。用同样的逻辑在第三世界国家植树来弥补航空旅行的排放——这是典型的补偿安排。如果我们不是生活在这个过度拥挤的国家、过度拥挤的世界，那么这些都会极其合理，并且有效。然而在英国境内，完全不再有弥补或者建立异地发电的机会，去满足现在或未来的需求。这就是为什么许多成功的政府能源目标是用近海风力提供多至15%的国家电力需求——因为这实际上是一台在500米网格间距、50米宽的有限范围的大陆架上最大发电量可达到2兆瓦的风力发电机。基于这个原因，零能耗标准已经设计制定了新建筑可行的CO₂目标，然后谨慎升级现存建筑的供给，以与国家再生绿色电网可用的供给相匹配。

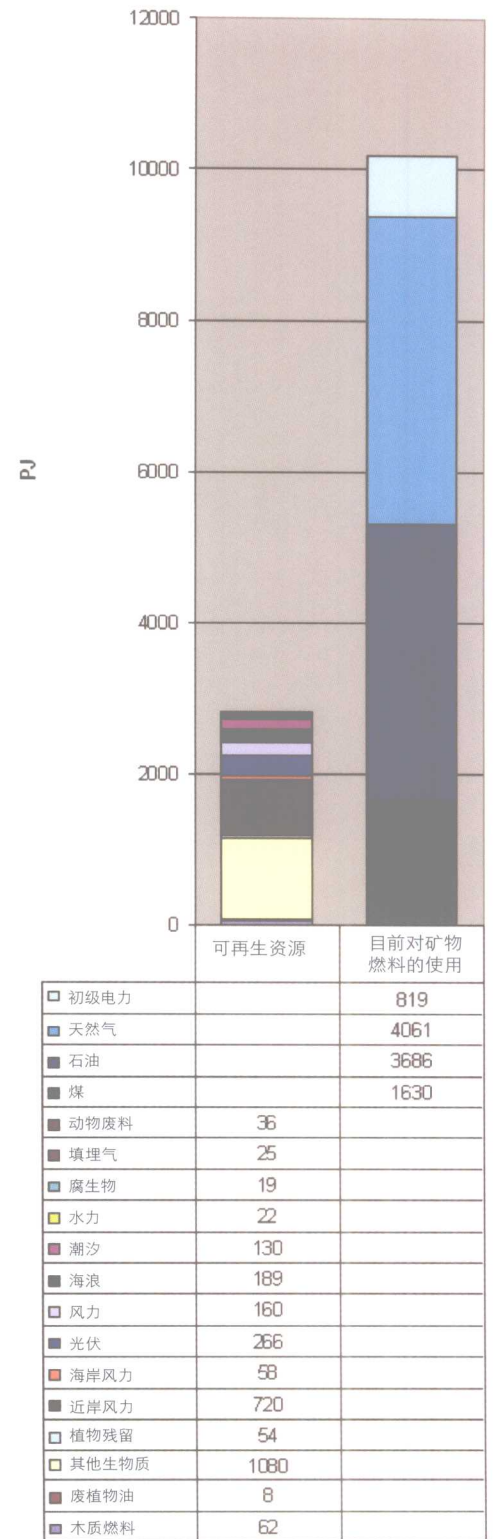


表2

挑战的规模。英国潜在的可再生能源与矿物燃料的使用相比较（单位：千万亿焦耳）。我们必须降低对能源的需求，同时转向再生资源



一台225千瓦的维斯塔斯风力发电机架设在伦敦北岸，为圣诞景观供电，几乎没有可察觉的声响或灯光闪烁的问题，受到大多数公众的欢迎。如果将近海的社区规模型的风力发电与我们现存的和新建的城市结构仔细相结合，那么也许会很有成效

使用这种策略完全可能用足够的经济规模来降低和分摊可再生能源成本，从而达到零能耗标准——而且小人物也能制造大不同。与新建筑和改造项目的要求相同，修缮现存建筑也需要能源高效供应链和微型发电系统配套。所以我们是选择一条“由上而下”的宏观商业战略——采用核能，还是“由下至上”战略——使用“草根”们强调的微型发电节能措施？

收购他人多余的碳去弥补碳足迹，这是欺骗和推脱。虽然为发展中国家拨款开发降低碳排放技术是值得的，但并没有给予人们在生活或工作中继续过量排放碳的个人权利。

即使建立大规模的风电场、潮汐坝、波能电场、生物质或废能发电站，这些能源也只能满足公共交通、食物生产和配给以及可能的公共服务需求。对于你我在家和工作中的所需而言，已所剩无几，更没有剩余的去做那些能源短缺的历史建筑运行，而这些历史建筑是为了历史文化得以传承，其中许多是我们想保留的。我们已经彻底没有弥补的机会——在矿物燃料耗尽前及时阻止气候变化，从而建立一个稳定平等的社会。支付给他人一些金钱在近海或在威尔士的山坡上安放风力发电机，而又不窃取他人未来可再生能源发电的机会，这已经不可能了。当前，关键是每个人都要意识到：当英国境内再生能源耗尽后，他们不可能到其他地方寻求解决方案。要利用每个可再生能源发电的机会——即在社区范围内最大程度地整合微型发电系统，同时又采用社区和城市规模的再生能源方案。这种实现应停止关于城市新建筑用大规模风电场好过再生能源的破坏性的和不必要的争议。更重要的是，除非本地已采用了微型发电技术，否则任何建筑项目声称有权建立异地大规模再生能源系统来形成城市零碳，都是有争议的。即使新的或修缮的项目可以在未来安装微型发电系统，这总好过忽略未来零碳发电的可能性。

再生能源的配置与城市类型相匹配变得非常重要。至关重要，当城市废树木片已足够热电联产之用时，就不需要再运输稀缺的生物燃料。在英国，城市郊区为国家能源战略所做的贡献就是一个很好的例子。

零能耗事实与数据

70%的英国城镇结构是低于每平方公里5000间住宅（每公顷50间住宅）的。在这个密度下是有可能达到以下再生能源目标的：

- 全年住宅热水的60%由太阳热能供应；
- 其余40%由在国家生物质配额内的自动化木屑颗粒锅炉供应；
- 80%的空间用气密性的改良、超隔热及被动热回收通风系统降温；
- 其余20%用被动太阳能得热降温；
- 夏季被动散热100%依靠建筑结构本身；
- 全年电力需求的80%由建筑中安装的光伏系统提供；
- 其余20%由微型或社区型风力发电装置提供；
- 电网高峰期通过起初的合并回收电池所储存的半天电量来降低；在十年内升级使用燃料电池——以有效的循环发电避免投资中央发电系统。

这降低了对国家有限生物能源的需求，降到每人每年低于250千克生物质原料需求，同时避免了失去农田——基本上生物质只在阳光不足的冬天用来提供家用热水。像热泵这种高耗电的设备还没有被使用，因为它消耗双倍的电能，它需要的光伏面积超过了可提供的——即使在有最佳太阳能城市布局的地方。由于光伏具有低维护优势和低技术风险，它在12年内可获投资回报，因此，不在这些新城区结构周边规划新兴的微型发电系统是不负责任的。在改建现存住宅和工作场所中可以使用同样的供应链——但很难达到高水平的热效率，因此需要略高的个人生物质份额。

如果我们可以用平均每年5%的增长率去更换或改造大部分的城市结构，以达到性能指标，那么我们有可能在气候变化带来的石油峰值和通货膨胀使投资城市结构不可能之前，降低节能和快速批量生产微型发电系统的成本。引入能源按揭系统可以消除高成本的阻碍，用不购买矿物燃料所省下的钱来投资节能和安装微型发电系统。这一战略使得剩余的生物能源配额可被自由分配到高密度的城区——这些地区需要采用零能耗规范或欧洲大陆“低耗能房屋 (passivhaus)”水平的高效能源结构 (至少20%的能源要来自于当地的可再生发电)。即使对一幢八层楼来说，这也是可以实现的，因为最上面二到三层可享受有像郊区一样的太阳能和通风。零能耗工厂已经设计实现了每平方公里17500间 (每公顷175间) 住宅，且能源需求每年低于500千千克生物质——这一数据保持在未来国家生物份额内，不需要将粮食耕地转为能源耕地。即使将住宅、工作场所的能量需求与使用木屑燃用热电联产系统的城市再生项目恰当地结合在一起，高份额的生物质也只能支持余下30%的全国性结构运行。使用超过个人公平享有的生物质份额来达到碳中和是草率的，开发商使用这种招数时不惜以提高未来运行成本为代价来降低目前的资金成本，他们的这种做法实际上是窃取了未来国家公共的再生能源储备。

最近，国家奖励机制已经明显提高了实现这些长远战略目标的几率。针对2016年后的所有新建筑，《可持续住宅法规》会强制性制定类似于1996年用于设计“霍普敦项目”的规范以及1998年用于贝丁顿零能耗开发项目的规范。同时，“新住宅信息包”将提供所有待售住宅的节能等级。公众将第一次拥有充分的工具，参与到由大众所参与制定的重大金融投资决策中来。如果每所待售住宅都提供节能等级，并在公众中广为宣传未来气候变化和石油消耗的危害，同时配合在全国范围内引入低成本微型发电系统，那么，我们就会看到人口的重要力量——每位房主都将决定加入解决问题的行列中，而不是加快环境危机。

贝丁顿零能耗开发项目的社区规模型生物能热电联产——最新的清洁燃料技术对于高密度的城市社区来说是一个有效的方法，所提供的自然生物能份额用来限制对稀缺能源的过度消耗



零能耗事实与数据

零能耗区城市概念

所有老的欧洲城市都用政治/宗教/种族划分，然而多数时间是和谐共存的。我们想提议一个新的文化区——以环保为基础的再生区域。

“地区零能耗”就是由新的和现有建筑共同组成的新城区，在这里，不同宗派、信条和背景的人因同一个愿望而团结——建立零废弃和零碳的社会——实现一步到位：降低环境污染，同时提高普通人的生活质量。

这些社区只生活在属于它们的“地球份额”内——努力实现同一星球的生活和工作方式——期待一种没有负罪感或没有绝望的未来。

它们将创造新的文化价值，这将大大扩大一座大城市的生机，同时提供整洁、绿色的未来示范生活。

“地区零能耗”将通过共识得以推广——向外辐射、修复周围受损城市结构。

可用三个“P”来总结这本书：在某种程度上它具有正向激发性 (provocative)，也具有预言性 (prophetic)，但更重要的是它提供了可能性 (possible)。这是一本出色的图书，设计师（学生和从业者）、决策者和政治家都需要阅读。毕竟建筑排放了超过30%的全球温室气体……这本前瞻性的图书将带领大家走向未来。

杰夫·莱弗莫尔 (Geoff Levermore)
建成环境学教授，曼彻斯特大学



贝丁顿零能耗开发项目的成熟空中花园，达到了Soho的居民密度。我们如何能在降低碳足迹的同时提高集体的生活质量？

前言

正如我们通常所听到的，预言家在自己的领域里是不受尊敬的。不得不说其原因就是他们一般善斗好争，令人不自在，尤其是在当今时代，人们对预言家们不断预言的事情持有根深蒂固的否认态度。

“不受尊敬”这一概括显然不适用于本书的作者。他们得到建筑师、环境学家、土地使用专家和那些受其预言结合实践所鼓舞的人的真诚尊敬。

但问题是在这片尚处于生态盲目状态的土地上，他们并未受到足够多的“决策制订人”的足够尊敬。且不看这几年沸沸扬扬的有关气候变化和对我们生活的影响的科学争议，“低碳”已经被提出了至少十年。然而，政府官员、建设者、规划委员会主席和大部分建筑实践者一直都忽略它，故意将他们的视线从这个极度令人不安的事实上转移：如果要达到降低CO₂和其他温室气体排放这一迫切需求，我们将不得不彻底改变我们对待住宅建设和建成环境的方式与方法。

许多人都喜欢发表关于气候变化的雄辩演讲，他们会常常提到贝丁顿零能耗开发项目——比尔·邓斯特在默顿区的里程碑式零碳住宅发展项目，它第一次证明了用最低碳足迹达到高品质住宅的可能性，这是一个杰出的作品，受人爱戴，并将一直如此。最近我上过一个关于可持续消费的电视节目，我吃惊（甚至有点沮丧）地发现贝丁顿零能耗开发项目“仍旧”是英国住宅的最好实例（当然很有名）。

终于，这开始改变了。政府已经对住宅建设者制定了高要求的目标——在2016年后建立的所有新住宅都必须达到零碳标准。此外，社区部门和当地政府也制定了关于生态镇的提案，这代表了真正的突破，新的住宅绿皮书比以往将更注重可持续发展。由此带来的结果是许多住宅建设者已经开始考虑更多的零碳和可持续建筑技术、材料和供应链。

随着数据的好转，我们完全可以保证零能耗团队会更快、更进一步地壮大，这提醒我们所有人（有时候感到很不安！）——在这个关键的领域内还需要做什么以及如何正确地开始。

乔纳森·波利特 (Jonathon Porritt)

“未来论坛”发起人、理事
英国可持续发展委员会主席

