区域低碳发展战略

2012年11月

劳伦斯伯克利国家实验室

周南、Lynn Price、David Fridley、Stephanie Ohshita、郑昕

能源基金会

胡敏

能源研究所

胡秀莲

BERKELEY LAB

The China Sustainable Energy Program
中国可持续能源项目

致谢

本项工作通过美国能源部，由能源基金会中国可持续能源项目所资助，合同编号为 DE-AC02-05CH11231。

免责声明

本文件编写工作由美国政府资助。同时，虽然本文件中的信息被认为是准确的，但是无论是美国政府及其机构，加州大学董事会或是其雇员都既不对文件的准确性，完整性，信息的有用性，仪器，产品，以及披露的过程，或是其使用不侵犯私有权进行明示或暗示的保障，也不负法律责任。此处提到的任何具体商业产品，过程或有商标名称，商标，制造商名的服务，并不一定构成或暗示美国政府或其机构，加州大学董事会的认可，推荐，或偏袒其使用。作者在这里表达的观点和意见，并不一定代表美国政府及其机构，或加州大学董事会。
劳伦斯伯克利国家实验室是一个机会均等的雇主。

目录

引言.....1

6 大部门的 23 条政策措施摘要.....2

1. 工 业.....9

政策 1.1 对高能耗企业推广能源管理方案并提供支持.....10

政策 1.2 确定基准线: 同类企业和城市比较以及与基准的差距.....13

政策 1.3 能效评估: 了解企业节能减排的潜力.....16

政策 1.4 延伸目标: 自愿承诺额外节能行动.....19

政策 1.5 能源税和退税：激励和返还.....21

参考文献.....24

2. 建筑和电器设备.....27

政策 2.1 更严格的建筑能效标准.....28

政策 2.2 领先的电器能效标准.....31

政策 2.3 净零能耗建筑目标：推广净零能耗建筑.....33

政策 2.4 税收和财政激励.....36

参考文献.....38

3. 电 力.....41

政策 3.1 购买绿色电力:可再生能源配额和绿色电力调度.....42

政策 3.2 价格信号: 分时电价、阶梯电价和差别电价.....44

政策 3.2 需求侧节能：需求侧管理和公益基金.....47

参考文献.....49

4. 消费和废弃物管理.....52

政策 4.1 减量化：废弃物的减量和再利用.....53

政策 4.2 回收利用和堆肥.....55

政策 4.3 填埋气甲烷回收.....57

参考文献.....59

5. 交通运输与城市组织.....61

政策 5.1 充满活力的社区和街道.....63

政策 5.2 综合运输发展.....65
政策 5.3 更短的距离、更通畅的流动性: 货物和乘客.....67
政策 5.4 高效、低碳交通工具.....69
参考文献.....71
6. 农业和林业.....73
政策 6.1 本地农业和健康食品.....74
政策 6.2 有机农业和安全的食品.....76
政策 6.3 城市森林: 保护和清洁.....79
政策 6.4 城市绿色空间.....81
参考文献.....84

引言

世界各地的城市都在实施旨在降低温室气体排放、节约能源、降低成本、保护区域和全球环境的政策措施。在中国，低碳发展已经成为 “第 12 个五年计划”（以下简称十二五规划）中的重要内容，中国已经开始在 5 省 8 市开展低碳试点以探索低碳发展的路径。

图 1 呈现低碳发展的重点步骤。在十二五规划的指导之下，各省市已经承诺会通报其能耗量及能源强度数据。根据这些能源数据，可进一步编制碳排放清单。接下来是要识别潜在节能减碳的机会，并制定具体的执行目标。之后则要选择可完成目标的战略与政策；本手册的用意正是要支持中国城市完成这项工作。下一步是要努力认真地执行获选的政策措施。低碳发展最后的重要步骤是要对执行的成效进行监测与评估，以便对采用的战略进行改善。

图 1. 低碳发展的步骤

本手册旨在为政府官员、政策制定者、项目设计者和实施机构、省级和市级的城市规划机构以及相关的参与方，提供在地区和区域层面可供操作的低碳发展路径的战略和方案。本手册介绍的区域低碳发展战略是取自自世界各地的成功经验。

本手册介绍的低碳行动方案扩及：(1)工业部门；(2)建筑和电气设备部门；(3)电力部门；(4)消费和废弃物管理部门；(5)交通部门；(6)农业和林业部门。每个领域都提供政策的描述、相关方、要成功实施的条件、对节能减排的贡献、成本效益分析以及案例研究。其中，相关案例都是已经在世界某些地区实际实施的案例。

虽然有很多可供选择的低碳政策，本手册旨在提供那些最成功的、影响最大的、最具有成本效益优势的区域和地区低碳发展战略。

6 大部门的 23 条政策措施摘要

1. 工业					
推荐的政策措施	**1.1 能源管理方案**	**1.2 确定基准线: 同类企业和城市比较以及与基准的差距**	**1.3 能效评估**	**1.4 自愿节能减排目标**	**1.5 能源税和退税**
政策措施描述	针对企业规划的一个综合性方案，目的在于提高工业设施的能源利用效率。	基准线能够描述企业和城市在同类型企业和城市比较中所处的位置和国家的整体水平。	旨在了解企业使用能源的情况并确定可以节能减排的领域，初步审计和详细审计是两类不同的审计类型。	工业部门或企业提出自愿的节能减排目标，可以是企业的个体行为或在政府项目的支持下提出。	对工业企业征收能源税，能够鼓励企业在节能领域进行更多的投入并奖励那些成功的企业。
相关方	• 企业高层 • 企业内负责实施能源管理方案的管理人员 • 政府办理的能源效率项目	• 参与的企业 • 负责节能减排、能效和减缓温室气体排放的政府相关机构	• 专责能效评估方案的政府机构或其他单位 • 能源服务公司 • 参与企业	• 参与企业 • 政府相关机构	• 大型工业企业 • 政府税务部门和相关政策决策机构（也包括支持决策的第三方机构）
实施条件	企业高层的支持，包括包括对企业内相关的能源管理系统，提供财务支持，并对能源管理人员给予充分的资金、授权和责任。	参予的企业或城市必须提供正确的能耗数据。	强有力的政策指引以及配套的奖励措施、工具、培训等，最好能来自国家层面的管理机构。	有关企业生产量、能源消耗和二氧化碳排放数据、未来生产趋势的数据和能效潜力分析。	完善的能源税或碳税方案，必须要能将盈余再导入整体经济，并将其中的一部份盈余，用于资助节能或可再生能源改善工程。
对节能减排的贡献	采用能源管理方案的企业，可实现大量的节能减排。	能对促进企业采取行动提高其排名并超过基准线产生显著的推动作用。	如果实施恰当，能源审计能够显著为工业企业节能。	荷兰 LTA 项目支持下，企业到 2000 年平均在 1989 年的基础上提高能效 20%。	在欧洲国家的能源或对二氧化碳排放征税能够显著减少二氧化碳以及氮氧化物（NOx）、硫氧化物（SOx）和其他空气污染物的排放。
成本-效益	成功的能源管理方案可以识别具有成本效益的节能技术和措施，并加以执行。	整体的经济性高，特别是当确定基准线的数据可得的情况下。	是一个经济型较高的措施。可补助参予方评估所需的费用，或完全免费。可通过补贴来降低实施成本。	对荷兰 LTA 项目的评估表明这类措施能够帮助企业更多的关注能效，找到符合投资回报要求的节能技改项目。	政府间气候变化专门委员会（IPCC）的研究证实，“排放税能够同时兼顾成本效益和环境效益”。
障碍	• 缺乏持久承诺和责任分配 • 缺乏专业人员和投资 • 缺乏能源数据 • 纠正症状而不是解决问题 • 关注领域局限不足以解决整个企业能源管理问题	• 缺乏可比的能源和生产数据 • 缺乏清晰的关注点和范围 • 缺乏指南和工具 • 缺乏可比的产品产出	• 缺乏标准化的审计和数据分析方法，工具和培训 • 缺乏具有审计资格的人员 • 缺乏资金支持	• 缺乏对节能潜力的充分认知 • 缺乏政府对更高节能目标的支持（技术，资金等） • 缺乏有效的激励机制	• 能源税率和退税额设计不合理 • 缺乏负责征收能源税和退税责任部门 • 能源税未能合理地重新分配到能效或低碳发展项目
案例	美国 CalPortland 水泥公司	挪威的乳业公司	美国的 Kaiser Aluminum 公司	美国能源部“更好的工厂”项目	英国气候变化税和气候变迁协议

2. 建筑和电器设备				
推荐的政策措施	**2.1 更严格的建筑能效标准**	**2.2 最低能源效率标准**	**2.3 净零能耗建筑**	**2.4 税收和财政激励**
政策措施描述	建筑能效标准为建筑能效规定了最低的能效指标，对新建建筑和既有建筑的改造都适用，通常对居住和商用建筑同样适用。建筑能效标准越严格，新建建筑的能效基准线就越高。	为家用电器和商用设备规定了强制性的能效要求。最低能效标准（MEPS）设定一个基准，通过禁止生产、进口和销售低于最低能效要求的设备，来推动整个产品的效率提升。	净零能耗建筑是指一个建筑具有非常高的能效水平，能源需用量很低，且可在该建筑内以可再生能源进行发电和供电，最终从外部获得的能源量很低甚至接近为零。	政府以税收减免和奖励等形式提供财政补贴，有助于部分抵消节能设备的较高的初始投资成本，减少新技术的推广壁垒。税收减免和激励同样有利于影响公众的行为，提高节能技术的市场占有率。
相关方	• 建筑设计者 • 标准实施者 • 房地产建筑商与承包商 • 建筑所有者和运营者 • 工业和建筑业的厂家 • 公共事业公司 • 倡导节能的团体	• 政府监管者、工作人员和承包商 • 设备制造商和相关工厂 • 消费者 • 公共事业公司 • 倡导环境/能源节约的机构	• 政府和政策制定者 • 建筑设计委员会：建筑师、设计师、机电工程师 • 开发商和承包商 • 建筑业主和运营商 • 建筑业的工厂和制造商 • 公共事业公司和可再生能源开发商 • 倡导能效提高的团体	• 政府（政策制定者，税务机关，相关项目例如 ENERGY STAR 的管理机构） • 建筑设计委员会：建筑师、设计师、机电工程师 • 开发商和承包商 • 建筑业主和运营者 • 工业、制造业、建筑行业的分销商、零售商和装修人员 • 公共事业公司 • 倡导节能的团体
实施条件	实施过程中采用、履行和实施同样的标准。	执行领先的电器能效标准需要一定的技术和经济能力，需要技术经济分析来支持和设定标准，并且遵照标准进行检测。对于一个地区执行这类措施的一个关键条件是执法机构是否有权利对国家级标准中没有覆盖的产品采纳新的标准或者对国家级标准中已经规范的产品采纳更加严格的标准。	政策必须首先对于“净零能耗建筑”及其边界给予明确的界定，特别是在对可再生能源进行量化时要对边界给予非常明确的规定。需要研究通过建立一个更大的适用“净零能耗建筑”的建筑设计、技术和产品市场来降低整个净零能耗建筑的成本，这是净零能耗建筑指标成功的关键。	对节能项目的税收减免和激励政策要有充足的资金，这是政策成功实施的重要先决条件。花费较低的交易成本（比如时间和精力）来操作对具体项目的税收减免和激励也是政策成功执行的重要标准。
对节能减排的贡献	美国采用及实施的建筑能效标准比 2006 年国际节能标准严格 30-50%。到 2015 年，全美国将减少建筑一次能源消耗 1,800 万吨标煤/年，到 2030 年减少 1.26 亿吨标煤/年。	很多国家，MEPS 被设定在一个确保消费者能够确实从全生命周期中成本低而高效率的产品中获益的能效水平。据计算，2010 年 30 种采用美国 MEPS 标准的商品减少用电量 280 百万兆瓦时，截至 2030 年累计可能节约能源 7.2 亿吨标煤。	欧盟对修订的净零能耗建筑指令进行的评估发现，与其他提高建筑能效的政策相比，净零能耗建筑具有最大的节能和减排潜力。	在大多数情况下，税收减免和激励对节能减排的影响依据安装的能效改进措施的不同而有所不同。美国对住宅开发商的税收减免减少了新建住宅能耗的 50%，估计潜在生命周期内节约电力 876 百万兆瓦时，随着时间的延长可节约化石燃料 2,080 万吨标煤。

2. 建筑和电器设备 (续)				
推荐的政策措施	**2.1 更严格的建筑能效标准**	**2.2 最低能源效率标准**	**2.3 净零能耗建筑**	**2.4 税收和财政激励**
成本-效益	建筑标准被认为是成本效益最好的建筑能效政策之一。如果美国全国采用较目前更严格 30-50%的建筑守则，到 2015 年美国建筑所用者每年将节约 270 亿人民币的能效费用，到 2030 年每年可以节约高达 2,020 亿人民币。	在美国，户外照明设备、商用自动造冰机等产品的 MEPS 标准都具有很高的效益成本比，通常比率会高于 8。	尽管政府对净零能耗建筑政策的行政成本和负担并不高，但是在短期内由于较大的额外初始投资，净零能耗建筑本身并不具有显著的成本效益。	税收减免和激励政策的成本效益随着政策细节的不同而有所变化。一些情况下，税收减免和激励的成本效益会受到获得补贴需要投入的精力的价值所影响，即接受补贴者的交易成本。此外，该政策的成功还取决于接受者是否在没有这项政策时就已经会投资相关节能技术，即搭便车效益。
障碍	• 能效标准更新不及时 • 能效标准指标和建筑能效表现衔接不足 • 基于描述的能效标准和基于表现的能效标准衔接不够 • 缺乏地方能效标准	• 家电制造商的反对 • 缺乏资金支持和组织资源 • 发展和执行地方标准时，地方政府机构的职责不清晰	• 缺乏清晰的定义 • 缺乏前期研发和示范的资金投入 • 缺乏市场激励机制	• 税收和财政激励设计不合理 • 缺乏技术支持
案例	加利福尼亚 24 号文件	加利福尼亚的地方性领先电气设备能效标准	英国 2020 年零碳建筑目标	意大利既有建筑能效提升的税收减免政策

3. 电力			
推荐的政策措施	**3.1 可再生能源配额和绿色电力调度**	**3.2 价格信号：分时电价、阶梯电价和差别电价**	**3.3 需求侧管理和公益基金**
政策措施描述	可再生能源配额（RPS）是一个以市场为基础的政策措施，由国家或地方政府要求电力公司和其他电力供应商必须满足在其发电量或供电量中有一定量（绝对量或比例）的可再生能源。RPS 指定必须获得可再生能源电量证书（REC）的主体和对未满足这一目标的主体采取的处罚措施。	动态电价机制不同于传统的固定电价，电力零售企业可以更加及时的把电力成本和成本的波动通过价格信号传递给用户（住宅，商业，工业）。通过动态的、可变的价格调整，能够更好地反映真实的发电成本，促进提高整体经济的效率、并维持可靠的电力供应和消费。包括分时电价、阶梯电价和差别电价。	需求侧管理（DSM）是通过改变消费者的电力消费活动以达到提高能效的目标。公益基金（PBFs）是从每个用户电费单中收取小部份费用，作为持续支持能效方案的经费来源，每千瓦时收取 0.0002 至 0.02 人民币的费用。
相关方	• 政府/政策制定者 • 电力和天然气公用事业公司 • 公用事业监管机构（公用事业委员会） • 公共事业的客户（住宅、商业和工业部门的能源消费者） • 可再生能源发电项目的开发商 • 环境、能源和公用事业的政策拥护者	• 政府/政策制定者 • 电力和天然气公用事业 • 公用事业监管机构（公用事业委员会） • 公共事业的用户（住宅、商业和工业） • 环境、能源和公用事业的政策推动者	• 政府和政策制定者 • 电力和天然气公用事业 • 公用事业监管机构（公用事业委员会） • 消费用户（住宅，商业，工业） • 高效节能技术/措施的制造商、零售商、安装机构 • 公共部门和私营部门的能源效率的服务商 • 能源、环境、消费者相关的政策团体
实施条件	RPS 政策成功实施所必需的关键条件包括：充足的可再生资源、足够的传输能力、并网和可再生能源优先调度、有效和适当的惩罚机制。在某些情况下，可能需要进行跨区域协调，以确保 RPS 更具成本效益的实施。	教育和提高认识的努力是必要的，不仅是为了帮助客户了解这些非传统的定价机制，更是为了促使他们有意识的减少需求、接纳自动调温器和智能电表等新技术。同样，对于较大的工业和商业用户，需要提供技术援助，以帮助他们适应和应对新的定价机制。	在供电企业的营收和利润主是来自电力销售的情况下，能效方案要有成效，必须要消除一些不利因素。对于采用用户侧管理的供电企业，要制定有能够评估实际节能量的措施与协议。
对节能减排的贡献	RPS 和环境友好调度的主要目标是，鼓励可再生能源法发电取代化石燃料发电，同时降低发电成本。成功的 RPS 的主要影响将通过增加可再生能源发电（而不是直接的节能减排）和减少化石燃料发电产生的 CO2 排放量。	虽然降低系统的峰值电力需求可以通过不同的电价方案，但峰谷分时电价在纽约被证明能够成功降低系统的峰值需求 10%～16%。在中国实施的行业差别电价政策，在 2004 年至 2009 年间，减少用电量 115 百万兆瓦时，二氧化碳排放 8,200 万吨。	在 1994 年至 2005 年间，在美国估计每年节约 50 至 59 吉瓦时的电力。在 2000 年至 2003 年之间，各州公益基金每年总共投入 58.6 亿人民币，结果节约用电量 2.8 百万兆瓦时，减少的二氧化碳排放量达 180 万吨。
成本-效益	美国的研究表明，实施 RPS 的 15 个州，其可再生能源的利用和化石燃料发电量的减少，均超过了全国平均水平。特别是在德克萨斯州，在 2002 年首次采用 PRS 的 5 年内，新增可再生能源装机容量 5.5 万千瓦，将可再生能源在能源结构中的比重从 2001 年的 0.6%提高到 2007 年的 2.3%	虽然难以量化，但是可变电价能够带来多方面的好处，包括降低峰值需求与建设新的峰值功率的成本，降低燃油成本和输配电投资，为客户降低电费。	DSM 一般公认是极具经济性的。在 1996 年美国对 DMS 的评估显示其成本为 0.283 人民币/千瓦时。2002 年至 2003 年间，12 州实施公益基金的平均节能成本为一千瓦时 0.02 人民币，远低于新能源电力的价格和绝大多数国际电力的平均零售价格。
障碍	能源价格波动和新能源的成本变化削弱 RPS 目标的可行性； 缺乏 REC 交易的市场基础和支持； 激励补偿机制难以建立。	增加电力企业运行成本； 基于社会公平的考虑的合理阶梯电价和电量设计是个挑战。	缺乏需求侧节能的技术和信息； DSM 需要系统协调； 需要合理的价格激励机制； 消费者的教育和认识不足； 公益基金的征收、使用、管理和监督。
案例	德克萨斯州实施的 RPS 和 REC	中国高耗能行业的差别电价政策	纽约的需求侧管理计划

4. 消费和废弃物管理			
推荐的政策措施	**4.1 减量化:废弃物的减量和再利用**	**4.2 回收利用和堆肥**	**4.3 垃圾填埋气回收**
政策措施描述	来源减量化是废弃物管理的重要战略措施。实现减量化的关键步骤是推动产品用料减量战略，延长产品和材料的使用期，在设计制造、销售和使用产品和材料的过程中全程减少废物产生。	促进回收和循环利用的政策包括设置回收的目标和要求、回收补贴、税收优惠、饮料容器押金法、垃圾处置费、垃圾附加费和弃置禁令等。 有机废弃物的堆肥利用政策推动能够创造很高的市场需求。相关的政策包括地方政府和大型机构的采购政策、园林绿化和绿色建筑政策、税收返还和肥料的免费使用政策等。	城市固体废物管理产生的甲烷占全球甲烷排放的14%，并以垃圾填埋气（LFG）的方式释放出来。垃圾填埋气中的甲烷捕获和回收的主要方法是提取和收集垃圾堆场竖井和真空系统的气体，收集的气体能够直接用于发电或进行热电联产。
相关方	• 当地政府和相关机构（环境，废弃物处理机构） • 企业，消费者，当地社区团体 • 产品供应链：制造商、运输商、分销商、零售商 • 废弃物管理企业和工厂 • 非盈利研究机构 • 媒体	• 地方政府的相关机构（环境，废弃物管理） • 企业、消费者、社区团体 • 农业、环境和可持续发展团体 • 废弃物物管理公司、回收和堆肥资源的提供商 • 提供回收和堆肥相关服务的企业：运输企业、处理器制造企业、回收的经纪人、回收材料再生的制造商和垃圾堆肥企业	• 当地政府 • 垃圾填埋气能源项目的开发商和承包商 • 执法和规划部门（环境、土地规划和、公共事业委员会，固体废弃物规划机构等） • 金融合作伙伴 • 能源终端用户（商业、工业）和公用事业部门
实施条件	从传统的废弃物管理关注末端治理转向聚焦废弃物产生前的预防和减量化。参予者要了解情况并具备动力。要有持续监测与定期评估的机制。	回收和堆肥政策的成功也取决于公众意识的提高和在资源回收和堆肥等方面做出的实际行动。这往往需要针对不同的消费群体进行教育和宣传。	政府应积极努力促进并对项目进展给予持续的支持承诺。此外，垃圾填埋气项目开发商能够通过政府补贴获得资金支持，如可再生能源基金、税收及其他融资机制也是 LFG 能源项目的启动和维持至关重要的因素。同样，垃圾填埋气回收利用技术和体制机制的建设，也是这类项目的必要条件。
对节能减排的贡献	来源减量化的首要目标是减少废弃物产生的数量，减量化和再利用的战略能够对节能减排产生重要影响。减少废弃物产生量可以直接减少废弃物收集和处理的能源需求，再利用有利于减少提取新材料、制造和运输新产品的能源需求。	2005 年，原材料的回收保守估计能够为美国节约 22 百万吨标煤的能量，减少 48 百万吨的碳排放。严格控制的堆肥也能够显著减少温室气体的排放。	一个典型的 3 兆瓦垃圾填埋气发电项目，一年能减排 34,700 吨碳当量的甲烷，而一个典型的直接利用垃圾填埋气项目能够减排 32,300 吨碳当量的甲烷 。美国现有 520 个 LFG 能源项目，能够有助于减少垃圾填埋场的甲烷排放 4400 万吨碳当量。
成本-效益	推广消费和再利用更持久、使用期更长的产品，与一次性或用完即可丢弃的物品相比，可以降低或消除替换成本，从而节约大量投入。在华盛顿的 King County 地区，政府颁布措施要求采购可循环的、环境有益的商品，2003 年这个措施总计节约 390 万人民币。	回收能够比直接处置提供 10 倍以上的就业机会。研究还表明，回收利用 1 吨废弃物比直接送到垃圾填埋场要多支付 680 人民币的工资，产生 1,851 人民币的额外商品和服务，产生 908 人民币的额外销售。但是堆肥的经济性还不十分明确。	垃圾填埋气能源项目已被证明是非常符合成本效益的项目，电力和能源的收入能够抵消项目的前期投资。
障碍	• 公众缺乏关于废弃物减量的环境好处方面的信息和知识 • 对生产者和消费者提供的激励机制不匹配	• 缺乏废品回收利用基础设施和渠道 • 废品定价不合理 • 环保教育普及不足 • 消费者和生产者未能意识到堆肥的终端用途导致缺乏堆肥市场	• 垃圾填埋气缺乏合理定价 • 缺乏具有专业知识项目开发商和承包商
案例	北卡罗莱纳州，Chatham County 将交易商店（Swap Shop）	旧金山零垃圾目标和强制性回收和堆肥条例	韩国蔚山填埋气直接利用项目

5. 交通运输与城市组织				
推荐的政策措施	**5.1 充满活力的社区和街道**	**5.2 综合运输发展**	**5.3 更短的距离、更通畅的流动性**	**5.4 高效、低碳交通工具**
政策措施描述	混合区域：创建适于人居的混合功能社区，大多数居民通过 20 分钟的步行或骑自行车就能满足基本非工作的生活要求，会极大减少车辆和能源使用，以及二氧化碳的排放量。设计以人为本的街道，鼓励居民非机动车交通。	综合交通规划中，商业及住宅发展沿着公共交通通道集中分布，降低了车辆行驶公里数和二氧化碳排放量。增加公共交通路线，考虑快速公交系统以及轻轨或地铁；并利用公共交通进行信息分享和宣传，鼓励步行、骑自行车和公共交通运输。	交通流量的优化可以通过交通信号计时、可变信息系统、以及高乘载车辆（HOV）专用车道等措施实现。交通流量的控制可以通过牌照限制、高额牌照费等措施实现。征收拥堵费等措施在高峰时段和地点对车辆征收较高的费用，能够提供经济激励以改变交流的运输流量或交通方式。	运输政策的目的是提高车辆的使用效率，并鼓励低碳汽车技术和燃料技术。城市基础设施可以支持电动汽车，包括充电站或电池交换中心等，并鼓励低碳的替代燃料。
相关方	• 城市交通部门 • 商业 • 开发商 • 社区	• 城市政府机构 • 开发商	• 政府机构、 • 企业（客运、货运） • 公众	• 商业车队所有者，政府和企业 • 私人汽车拥有者 • 汽车制造商和零售商 • 燃料供应商和加油站
实施条件	政府各部门的协调机构，包括规划、交通、投资、建设等的协作，对低碳城市的组织是必不可少的条件。	公共交通基础设施的资金必须优先考虑；与房地产和商务区的发展相配合，以确保公共交通被整合到这些项目的开发中。	为实现更短的运输距离和更通常的流动性，需要多种交通管理措施并行。	政府各部门、企业界与汽车制造商的密切配合。
对节能减排的贡献	高密度的城市街区，相比不太密集的城市地区，可以节省 40%的车辆里程（VMT）和 CO2 排放（6 吨/户相比 10 吨/户），在 10 至 20 年内城市可以实现节省 30%的 VMT 和 CO2 排放。	公交和铁路运输相比私家车可节省近 80%的碳排放量。在美国，相比汽车为重点发展的模式，5 个中大城市的 17 个 TOD 项目减少了私家车出行 44%。	城市车辆交通流的优化，对公共投资的规模要求相对较低，私人成本也相对优化，但是可以实现 10%至 15%的节能和二氧化碳减排。控制汽车拍照的数量，可以实现更大的节约。	混合动力汽车是传统乘用车排放量的一半。使用可再生能源的电动汽车排放相比以汽油为动力的汽车减少 70%。
成本-效益	较其他可持续发展的交通措施，实施“完整的街道”将减少温室气体排放量超过 15%，可以减少公共和私人支出。	公共交通导向的发展战略具有相对较低的成本，中等水平的个人支出和中等水平的温室气体减排量（10-15%），总体的经济性处于中等水平。	需求定价和牌照费，与交通流量优化相结合，能够带来显著的净效益。交通拥堵费和牌照费能够创造更多的公共收入，并用于建设公共交通基础设施 。这些措施其它低碳交通措施必要的融资手段，而且能够直接降低能耗和二氧化碳排放量。	由于出租车的行驶里程比私家车高出 6 倍，使用高燃油效率、油电混合出租车可以大量减少温室气体的排放量。在纽约市，油电混合出租车一年减排 29.6 万吨，相当少用了 3.5 万辆车。油电混合出租侔同时一年可以省下 3.5 万人民币的燃料费(以纽约市 2011 年汽油价格为计算基础)。
障碍	• 既有城市改造非常困难；混合区规划与实际需求难以重叠； • 需要不同部门的协调	• 需与其它城市设施协调和系统规划； • BRT、轨道交通对于基础设施的要求高，投资大，建设时间长。 • 需要说服人们选择公交出行	• 技术和管理水平的限制； • 对交通系统规划、组织和协调要求非常高； • 拥堵费难以被公众接受。	• 混合动力、电动汽车成本相对较高，靠补贴难以规模发展； • 对于新能源汽车的认识和接受程度限制； • 充电基础设施投资大，系统协调要求高。
案例	波特兰市	广州的低碳交通	伦敦征收拥堵费	墨西哥城对高效出租车的补贴。纽约州的油电混合出租车方案。

6. 农业和林业				
推荐的政策措施	**6.1 本地农业和健康的食品**	**6.2 有机农业和安全的食品**	**6.3 城市森林: 保护和清洁**	**6.4 城市绿色空间**
政策措施描述	在中国，运输占整个食品行业碳排放的 30%，这凸显了本地食品的重要意义。推动本地食品的供应能够节约能源、减少食品在运输、加工、零售等环节的温室气体排放。从消费红色肉类转向更加健康的食品也将显著减少碳足迹。	中国的农业生产严重依赖化肥和农药，这些产品的生产是能源密集型的高污染的行业 。化肥的使用也会污染土地和水体。城市能够推广有机农业，采用生物肥料、生物杀虫和虫害的综合管理，减少对化肥和农药的使用。	城市森林在炎热的夏季提供树荫，在冬季缓冲寒风，全年为建筑节约能源，并抵消城市热岛效应。由于气候变化，暴雨和极端天气更加普遍的时候，树木对于城市的保护则显得更加重要。	城市应该提升人均的绿色空间，包括公园、开放公共空间、河岸绿色保护带、公园和保护带的绿色连接通道、屋顶花园等。为公众接触绿色空间设定指标，比如每个居民十五分钟内能到达一个公园。将公园和绿化带视为“绿色基础设施”。
相关方	• 农民 • 食品市场 • 政府、商业、学校和餐馆等参与食品购买的机构 • 大众	• 农民 • 零售商 • 政府主导的农产品采购、食品安全 • 学校与社区公众	• 城市规划委员会 • 城市管理和维护部门 • 园艺师 • 开发商 • 卫生机构 • 企业 • 学校及社区公众	• 城市政府 • 开发商 • 企业 • 公众
实施条件	通过鼓励设置农夫市场并准许在城市空地与屋顶从事都市农业，来提高对健康和低碳的食品的重视。植树前要对城市土壤进行检测，以避免城市农林业受到污染。	政府部门、农民、企业和公众的通力协作。制定有机食品的认证标准与认证机构。	城市对保护和建设城市森林提供专门的规划和预算，鼓励公众参与。	绿色空间必须被保护。在审批和土地利用规划中要纳入绿色空间的建设、恢复和维护要求。
对节能减排的贡献	增加本地食品的比例能够显著降低运输排放，鼓励多吃蔬菜、少吃红肉，可大幅减少温室气体的排放量。牛肉生产排放的温室气体量，为豆类、扁豆和豆腐的 13 倍。	减少化石燃料的使用和土壤固碳能力的提高，能够抵消 20%-40%的农业温室气体排放。	城市森林的固碳能力从每棵树每年固碳 16 公斤（小树）到每年固碳 270 公斤（大树）。这些城市森林的间接作用能够减少夏季 8-43%的制冷需求。	绿色空间提供宜居的环境，缓解城市热岛效应，减少建筑制冷和取暖的用能需求。屋顶绿色空间能够实现建筑节能 40-75%。
成本-效益	许多群体都会从本地和健康食品的推广中获益。	依据国际上一项长达 30 年的研究，有机农业的产值是传统农业的 3 倍。	虽然直接的减排效果较小，但是间接的节能和对健康的贡献效益十分显著。	虽然成本和效益很难被量化，但是绿色空间对城市节能减排的经济意义显著。
障碍	• 食品安全的挑战； • 消费者对于素食的认识和接受程度的挑战； • 对于食品多样性和特色需求的挑战。	• 有机食品认证的可信度问题； • 减少或不用农药和化肥对于产量的影响； • 部门协作面临挑战。	• 生物多样性和树种选择的问题； • 需要专门预算和投资；城市各种用地紧张。	• 绿地的保护和维护需专门经费和专人负责； • 其它用地挤占绿色空间，需要预留绿地空间。
案例	波特兰市	古巴城市哈瓦那	纽约“MillionTreesNYC”项目	纽约城市规划“PlaNYC”

1

工业

政策

1 对高能耗企业推广能源管理方案并提供支持

2 确定基准线: 同类企业和城市比较以及与基准的差距

3 能效评估: 了解企业节能减排的潜力

4 延伸目标: 自愿承诺额外节能行动

5 能源税和退税: 激励和返还

1 工业

政策 1.1 对高能耗企业推广能源管理方案并提供支持

政策描述

能源管理方案是针对企业规划的一个综合性方案，目的在于提高工业设施的能源利用效率。 最成功的能源管理方案是实施能源管理标准和系统，持续提高工业设施的能源效率，并加以制度化。基本上，这些系统依循“计划 - 执行 - 检查 - 行动”的方针，目的在于引导工业设备经理按照不断发掘、采纳和记录节能机会的方式来指导营运。能源管理标准已在中国、丹麦、爱尔兰、日本、韩国、荷兰、瑞典、泰国及美国采用。 国际标准化组织（ISO）最近公布 ISO 50001 能源管理方案 要求及使用指南。陶氏化学公司、3M 公司、伊士曼化工公司与通用汽车公司等多家大型工业企业，也采用了能源管理方案。

美国环境保护署指出实施能源管理方案的几项要素：[1]

- 对持续提高工厂的能源效率，要有决心，做法包括指派一位能源主任、建立一个能源管理团队，并制定能源政策。
- 对能效表现，进行评估，做法包括基准线比较（请参阅政策 1.2）与实施能源评估（请参阅政策 1.3）。
- 设定广义的及具体的绩效目标（见政策 1.4）。
- 制定行动计划，以确保节能措施的落实。
- 制定沟通计划，以提高企业内部的认识，并激励员工参与节能活动。
- 评估进度，方法有：跟踪和监测能源利用和节能量，将实际进步的幅度与行动计划进行比较，必要的话，要进行调整。

[1] U.S. EPA, 2012.

- 表彰节能成果，并提供奖励。

相关方

重要的利益相关者有企业高层，以及在企业内负责实施能源管理方案的管理人员。 政府办理的能源效率项目，如美国环保署的能源之星工业项目，可以提供信息和培训，作为对实施能源管理方案的支持。

实施条件

能源管理方案的执行要能成功，企业高层必须提供几项必要条件，包括对企业内相关的能源管理系统，提供财务支持。同时， 对于聘用能源经理，企业高层必须愿意给予支持，并提供充分的资金、授权和责任，以便企业得以成功地实施能源管理方案。

对节能减排的贡献

采用能源管理方案的企业，可实现大量的节能减排。例如，在 1990 年和 2009 年间，陶氏化学公司通过该企业的能源管理系统，将其分布全球各地工厂的能源强度降低了 38%；每个工厂当地聘用的能源经理都很支持这项做法，总共节约了 6,100 万吨标煤，相当加州所有住宅建筑物一年的用电量。[2] 2005 年和 2010 年之间，通用汽车分布全球各地工厂的能耗量，减少了 30%，二氧化碳排放量减少了 315 万吨。[3]

成本-效益

成功的能源管理方案可以识别富有成本效益的节能技术和措施，并加以执行。 例如，3M 公司的能源管理方案识别可采纳的行动，在 2011 年为该公司节省了 2.89 亿人民币的能源成本，这包括 177 项节能项目，总计一年可节省 4,700 万人民币。[4] 伊士曼化工公司的能源管理方案，花费 670 万人民币安装电表，为节能项目的投资编列了 2,800 万人民币的预算，并编列 3,000 万人民币的节能维护预算，计划用于修补蒸汽漏损、改善保温与照明。通过实施这些节能项目，2011 年伊士曼化工公司节省约 8,000 万人民币。[5] 通用汽车公司在美国执行的能源管理方案，通过一个以仪表板方式显示的系统，每分钟监控 250 万个能源数据点，这套系统可识别出提高制造运行能效的节能机会。2011 年，这个能源管理方案，为公司在美国的营运，节省了 2,000 万人民币以上的费用。 通用汽车额外拨出 8,000 万元人民币，用于实施节能项目，该项投资不到一年就回本了。[6]

---

[2] Dow, 2012.
[3] U.S. EPA, 2011a.
[4] U.S. EPA, 2011b.
[5] U.S. EPA, 2011c.
[6] GM, 2012.

障碍和挑战

能源管理在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：企业缺乏持久的节能承诺和清晰的能源管理责任分配，缺乏专业人员和资金，缺乏能源数据，纠正症状而不是寻找低能效的原因，关注领域局限而不足以实现企业层面的能源管理。

案例

2012 年，美国 CalPortland 水泥公司获得美国环保署颁发的"能源管理持续卓越奖"。[7] CalPortland 公司是美国西部专门生产水泥、混凝土、骨料及沥青的大厂。能源管理是该公司规划的可持续发展战略的重点。2011 年，CalPortland 水泥公司的能源管理方案获致的成果如下：

- 能源强度降低了约 1%，总能耗量减少 3.2%，尽管营建业市场不景气，不利于能源效率的改善。
- 制订了一套广泛的内部沟通及信息交流基础架构，用于支持整个公司的能源管理活动，同时有利最佳实践与管理战略能在各个工厂内推广。
- 改造了该公司的采购政策，规定必须要依据该公司的规范进行采购，且仅能采购节能产品。
- 支持预拌混凝土车燃料使用及行车模式方面的研究；促成混凝土车传动装置、待车时间政策、行车路线等方面的调整，节省柴油用量，为该公司节省大量的能源。
- 在成功的能源管理架构上，成立了一个支持能源管理的绿色小组，作为该公司致力于可持续发展的工作内容之一，同时可向更多的员工进行宣导。
- 就制定有关混凝土生产能效的"能源之星-工业聚焦"，提供支持。

图 2. 2012 年美国 CalPortland 水泥公司获得美国环保署颁发的"能源管理持续卓越奖"

[7] U.S. EPA, 2011d

政策 1.2 确定基准线: 同类企业和城市比较以及与基准的差距

政策描述

基准线一词起源于早期的土地调查员，被用来作为测量的依据。二十世纪八十年代中期，许多大公司例如 AT&T，Motorola 和 Xerox 等开始使用基准线作为能效评估指标，作为确认公司本身与其他公司的相对排名，和设定能效目标或能效标准的方法。直到九十年代，政府和非营利组织才开始使用基准线，用于增进工业部门能效方面的知识，以及提高工业能效。

确定基准线战略是一种简单、低成本的政策，用于比较同类型的城市和企业。当城市和企业看到他们的排名后，他们将继续努力提高——想要成为“一流”是所有城市和企业自发的目标。

基于同行的基准线比较并不复杂，需要在给定的时间段内对多家企业单位产量的能源消耗进行监控和计量。这样的基准线尤其适用于生产类似产品的企业，比如钢铁、水泥、铝制品等。如果企业间的生产过程或生产产品存在差异，则需要采用更为复杂的方案，这取决于相关企业数据的可用性。

除了同行的基准线比较，企业可以和国家层面工业能耗绩效标准进行比较，认识企业与最低和先进能耗水平的差距。实行最低能耗标准项目可以帮助企业发掘自身的节能潜力，了解某个企业、城市或省份目前的能效水平，并通过基准线追踪达标进展。

相关方

本政策的相关方包括企业、政府负责能效项目或相关政策的机构和公用事业部门。城市的相关方包括对城市 CO_2 排放、减排目标、能效项目负责的政府相关机构。

实施条件

采用基准线做法的一个重要的考虑是，参予企业或城市能否取得能耗数据，以及能耗数据的质量是否好。如果数据立即就有，而且正确，实施基准线就容易许多。如果数据得经过采集，或者得经过确认，就得花费更多的精力与金钱。另一个重要的考虑是，是否要透露给相关的参与者。通常，在城市层面，这种信息披露不是问题，因为城市的能源消耗数据通常是公开的。对于企业，这个问题的解决方案通常是给每个企业一个专有的代码，用来代替他们的名

字。通过这种方式，每个企业都知道自己的代码（和基准测试的结果），但并不会知道参与企业的名字。但即便如此，每个企业可以清楚地看到他们在整个行业中的位置。

对节能减排的贡献

图 3 显示的是中国不同省份的水泥产业的能源强度，省级政府可以利用这个基准来比较自身与其他省份的差距。中央政府可以使用这一基准来确定哪些省份最需要通过财政支持以达到基本的能源强度要求。该图也比较了中国水泥产业目前的能效水平及与国际最优水平的差距，可以由此判断中国更加“灵活”的节能减排目标和潜力（见政策 1.3）。

确定基准线能够以一个相对较小的成本产生一个相对较大的激励效果，促使企业和城市采取行动来改善他们的排名。确定基准线的成本取决于信息收集的难易程度和需要确定什么级别的基准。

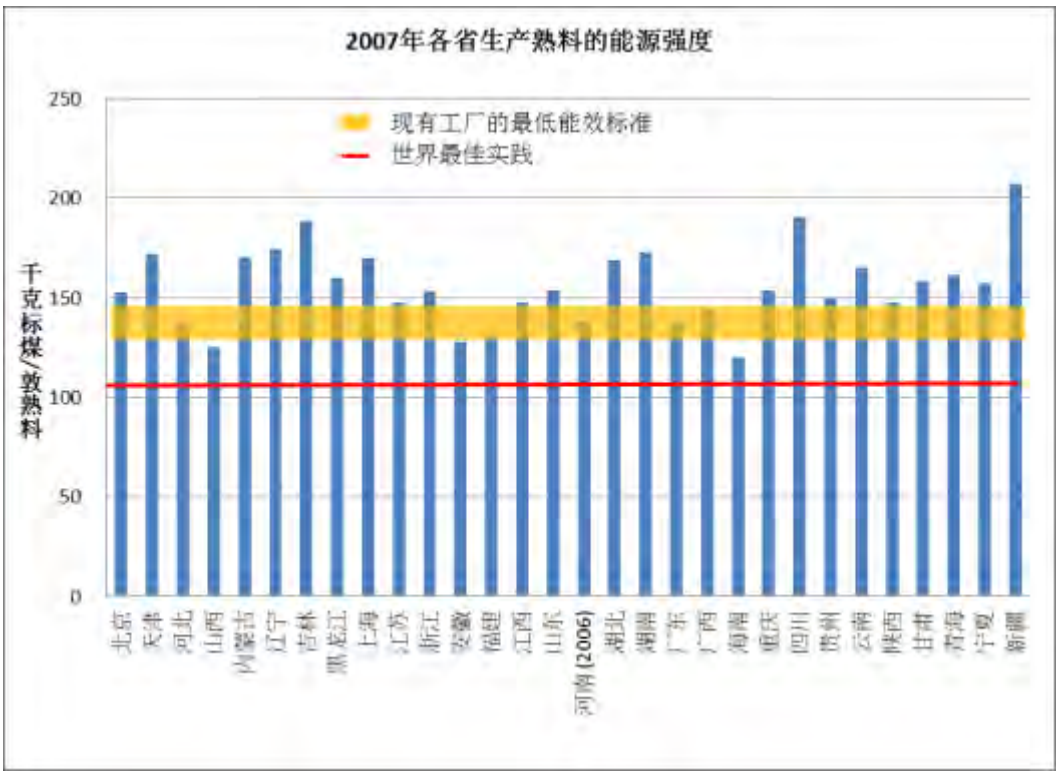

图 3. 确定中国水泥窑炉产业的能源强度基准线

资料来源：中国水泥协会，2008。《2008 年中国水泥年鉴》。北京、中国。国家质量监督检验检疫总局和标准管理委员会，2008。水泥单位产品能耗规范 (GB 16780 - 2007)。

注释：基准线条形图(黄色线)的上限代表的是，目前每日产能不到 1000 吨的水泥厂的最低能效表现标准(145 千克标煤/吨熟料)；基准条形图的下限代表的是，目前每日产能不到 4000 吨的水泥厂的最低能效表现标准(128 千克标煤/吨熟料)。红色线代表的是世界上最佳实践的能源强度。

成本-效益

很难量化确定基本线战略的成本效益。基准线成本主要在于数据采集与分析。基准线的确认需要大量的数据，如果数据是现成的,那么确认基本线的成本就很低。例如，图 3 的数据是由中国的国家统计局收集的，所以不需要进一步的数据收集，因而确定基准线就十分容易。但是如果所需的数据还没有被收集，则需要通过调查或其他形式的数据收集方式来获得，这样将提高整个战略的成本。一个低成本的选择是由企业主动提交数据并参与到整个基准线的确认过程中。额外的成本可能发生在数据收集或验证是由第三方机构来完成。一旦基准线被确定，低效率的企业通常会有强烈的动机进行能源效率的改进以提高他们基于基准线的排名。因此，总体而言确定基准线战略的成本效益可能非常高。

障碍和挑战

基准线在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：缺乏可比的能源和生产数据，企业产出不同而难以设定基准，缺乏辅助指南和工具。

案例

图 4 是挪威多个乳业公司的用电量情况，证明了数据可以用来激发城市和企业采取行动控制自身的能源消耗情况。每个公司都有一个识别代码，用于识别自身生产一升牛奶的能耗水平并与其他企业进行对比。当一个公司经理发现他或她的公司是一个表现最差的公司时，就会有强烈的动力去识别并采取措施改进其能耗水平。

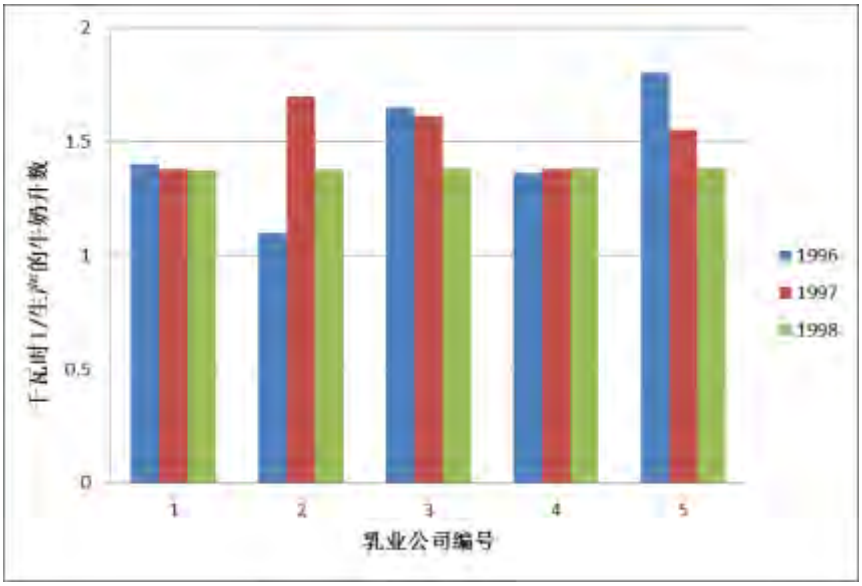

图 4. 挪威几家乳业公司 1996 年至 1998 年间生产 1 升牛奶的电力消费

资料来源：Finden, 2000。

政策 1.3 能效评估：了解企业节能减排的潜力

政策描述

1970 年代的能源危机使人们开始重视使用能效评估方法来提高企业能效。近年来，能效评估方法成为企业节能减排的重要手段。

能效评估（也称为能源审计）是一个常用和有效的了解企业能源使用状况的方法，可识别企业在哪些地方能够减少能源的消耗和二氧化碳排放量。评估的结果可以促使企业采取行动改善他们的能源效率、减少排放并达到标准。

对于企业来说有两种类型的能源评估：初步审计（作业现场巡查）和详细审计。在初步能源审计时，现有可用的数据被用于进行简单的能源使用情况分析和整个企业的整体表现评估。这种类型的审计不需要额外的测量和数据收集，主要依靠现有数据，能够在一个相对较短的时间内得出一个比较宏观的结果，并确定提高能源效率的主要领域。其中，关于能效项目经济的分析通常局仅限于计算简单的投资回报期，或者通过节能来偿还初始投资所需要的时间。对于详细评估，则需要收集更广泛的数据和信息，建立数据清单，实际测量和评估不同能源系统的运行情况（如泵、风机、空气压缩、蒸汽生产、过程加热等等）。这些审计的结果非常有用，因为它们能够更全面、更准确地显示企业的现状并有助于确定更具体的改进建议。在经济分析方面，除进行简单的回收期计算外，还应计算包括内部收益率（IRR）、净现值（NPV）、生命周期成本（LCC）等指标。

相关方

图 5. 美国能源部能源审计专家 Arvind Thekdi 与中国建筑材料学院的技术人员共同执行一个水泥厂的能源评估项目

能源评估的相关方包括政府负责能效政策的相关机构、能源服务公司和其它提供能源设计业务的服务公司，以及参与到能源评估的企业。能源审计的程序、审计准则、方法学和软件工具通常都是由政府开发确定并提供给相关机构、学术团体和公司企业。相关企业人员可以从事能源审计的认证或授权工作。例如，美国能源部工业评估中心（IACs）和“现在节约能源项目”由能源专家或最佳实践专家

负责，对能源审计的评估工具进行系统和有针对性的培训，培训通常需要三到五天。学员必须满足成为一个 合格专业人员所必须的先决条件，参与培训计划，并通过实践和理论考试。如果学员成功通过了测试，他们的名字将公布在美国能源部的网站上，成为一个合格的能源审计专业人士。

实施条件

强有力的政策指导是推行能源审计必不可少要素。只有在这样的指导下，能源审计才能成为一个长期的战略和实施计划，并直接与国家和地方的节能目标、激励和配套措施、能力建设挂钩。国际经验表明，拥有一个国家级的实体组织协调能源评估活动可以有效地扩大实施大规模能源评估的可能性。一个国家级的实体可以促进发展中国家的能源审计，包括提供激励措施,、技术指导、评估工具、培训和信息等。

对节能减排的贡献

如果实施得当，能源效率评估可以在绝大多数工业企业识别显著的节能领域。2006 年 1 月至 2011 年 10 月，美国能源部的“现在节约能源项目”在 1016 个大型能源密集型制造企业进行了能源评估，共识别节能潜力 600 万吨标煤/年，平均为每个企业发现了 6000 吨标煤/年的节能潜力。美国能源部的工业评估中心自 1974 年以来累计完成了 15000 多次中小规模企业的能源审计。从 2006 年 1 月到 2011 年 10 月，该机构共完成 2286 个能源评估项目，识别节能潜力 180 万吨标煤。[8]

成本-效益

能源审计已经成为一项具有成本效益的措施。在美国，能源审计已为中小型工业企业发现平均每家 150 万人民币的节能潜力。对于较大的用能企业，通过“现在节约能源”项目支持的能源审计，为每家企业发现了平均 940 万人民币的潜在节省潜力。[9] 在 2006、2007 和 2008 年的三年间，通过实施 680 个能源审计项目共确定 3823 个节能项目，其中 70%的项目投资回收期少于 2 年。[10]

对企业而言，能源审计的相关成本可以通过获得补贴而减少或者被免费提供。政府可以建立一个补贴上线，比如一个固定的比例或一个绝对补贴数量，或两者兼顾。例如，日本的能

[8] ORNL, 2011.
[9] U.S. DOE, 2011a.
[10] Wright et al., 2010.

源节约中心（ECCJ），在日本政府和私人部门的资金支持下，自 1978 年[11] 以来在日本免费为为注册资本不到 1 亿日元（约 673 万人民币）或少于 300 名员工的企业进行能源评估。[12]

障碍和挑战

能源评估在设计和实施过程中的障碍包括：在实施能源审计以及采集能源评估数据与相关信息上，缺乏标准化的方法，缺乏能源审计工具与数据分析工具，对能源审计人员提供的培训不足，缺乏具有审计资格的人员，以及缺乏实施能源审计的资金。

案例[13]

2006 年，美国能源部（DOE）“现在节约能源”项目下支持的一个在 Kaiser Aluminum 公司位于得克萨斯 Sherman 市的铝厂进行的一个能源审计项目中，通过使用能源部过程加热评估-和测量工具（PHAST）软件，美国能源部能源专家 Janus 技术集团的 Richard Bennett 与工厂员工在一起分析加热系统后，提出了能够显著为熔化炉节能的措施，显著节约了该厂天然气的使用。

Sherman 工厂的员工迅速实现了节能。他们调整燃烧器控制一个主要的反射融化炉以降低其过剩氧水平，并对炉子的门槛和矿柱进行了维护来防止冰冷的空气渗入。通过这些措施该工厂每年节约大约 1,620 吨标煤，并在 2006 年和 2007 年之间降低能源强度 11.1%。项目投资约为 188,496 人民币，但获得的能源节约费用为 240 万人民币。投资回报期小于 1 个月。此外，Kaiser Aluminum 公司采用 PHAST 工具已经评估了超过 5 个其它项目的加热过程。

图 6. Kaiser Aluminum 公司在 Sherman 的工厂运行了三个挤压机生产线将铝废品转换成铝型材锭

[11] ECCJ, 2009.

[12] Galitsky et al., 2004.

[13] 摘自网址：http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/pdfs/42782.pdf

政策 1.4 延伸目标: 自愿承诺额外节能行动

政策描述

自愿节能减排目标和承诺通常由公司独立（通过网站或年度报告）或通过政府项目做出。设立节能减排目标是国际惯例，最近的一项调查发现全球 18 个国家有 23 个类似的项目，其中包括欧洲国家、美国、加拿大、澳大利亚、新西兰、日本、韩国、中国台北（台湾）。[14]

自愿承诺也由可由整个产业共同设定。例如，世界可持续发展工商理事会（WBCSD）发起成立的水泥可持续发展倡议（CSI），由全球 23 家大型水泥企业（100 多个国家拥有工厂）共同签署一份承诺，采用 CSI 二氧化碳协议的方法学，每年公开报告各自企业的二氧化碳排放水平，并共同制定一个减缓排放的战略和目标。[15] 国际铝业研究所已经设定了 14 项可持续发展的目标，包括承诺其成员（约占全球 80%的铝产量）到 2020 年在 2006 年基础上吨铝生产减少全氟碳化物（PFCs）排放至少 50%（相当于在 1990 年基础上减少 93%），在 1990 年基础上到 2010 年减少冶炼厂吨铝冶炼电耗 10%，吨氧化铝的能耗到 2020 年在 2006 年基础上减少 10%[16]

在中国，“万家企业节能目标”已经被分配给主要能耗企业，这些企业被要求进行能源审计。如果一个详细的能源审计能够实现预期的效果，这些企业就将能够了解它们的能源效率/碳减排潜力。在这种情况下，企业就可以提出更加“灵活”的目标，在政府“万家企业节能目标”的基础上设定额外的节能减排目标。

相关方

相关方包括愿意进行额外承诺的企业，以及政府相关机构，能够承诺对企业的额外减排目标提供支持。

[14] Price 2005.
[15] CSI, n.d.
[16] IAI, 2009.

实施条件

制定一个节能或二氧化碳减排承诺需要企业能够非常翔实的掌握自身目前的生产、能源消费、二氧化碳排放、未来产量趋势和设施的节能潜力。节能潜力可以通过能源审计（见政策 1.2）获得。在这些信息基础上，企业才能进入与政府相关机构进行实际的讨论，以确定额外的减排目标和可能获得的支持。

对节能减排的贡献

在荷兰，政府提出了长期协议（LTA）项目。在该项目的支持下，企业的平均能源效率在 1989 年基础上增加了超过 20%。在 LTA 于 2000 年结束时，企业的平均能源效率在整个项目周期中提高了 22.3%。[17] 这一成果的实现有赖于该项目采取了全面的措施来促进节能项目的执行并努力降低或消除采用新型节能技术的壁垒。其中，一揽子的重要措施包括金融、技术和信息等全方位支持。在 2002 年对 LTA1s 的评估显示，30%到 40%的节能效果“相当大的或完全”是由于 LTA 项目的支持。其中，LTA 投资包括：替换现有设备（32%）、改造措施（18%）、热电联产（22%）、家用电器（9%）和其它措施（22%）。[18]

成本-效益

针对荷兰 LTA 项目的评估显示，该措施有助于整个行业将注意力集中在能源效率的提高，并且能够鼓励企业找到符合投资回报要求的节能减排方案。[19]

障碍和挑战

延伸目标在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：企业对自身节能潜力认识不足，缺乏政府对实现更高节能目标的支持（技术服务，资金支持等），缺乏有效的激励机制。

案例

参与美国能源部“更好的工厂”项目的公司必须承诺在 10 年内至少实现 25％的能源强度改善目标。参与项目的公司能够从美国能源部获得美国政府的认可和相应的技术支持。企业每年的能效改善达到或超过 2.5%后，美国能源部会在网站上公布企业的成果，企业在 10 年内实现目标后，美国能源部会颁发证书。此外，项目的宣传

.. 接下页

[17] Nuijen, 1998; Kerssemeeckers 2002; MEA, 2001.
[18] Kerssemeechers, 2002.
[19] Korevaar et al., 1997

.. 接上页

材料、包括项目的 Logo 等都可以提供给参与企业使用，这有助于这些企业对公众进行宣传企业的形象。技术支持包括提供技术专家，帮助企业建立能源使用数据库，分析重要的数据、指标、制定企业的基准线、能源管理计划、识别新兴和高效的节能技术，为企业提供如何识别、确定、实施和推广节能项目的培训，提供关于融资方案、先进技术、节能分析软件、能源管理等方面的培训。企业也能够使用能源部、州政府以及其他合作机构开发的能源分析软件工具和技术资源。[20]

图 7.美国能源部“更好的工厂”项目

资料来源: U.S. DOE, 2012.

相关公司如果有意愿进行额外的节能减排行动，也可以加入美国能源部“更好的工厂挑战伙伴计划”。在这个项目中，企业除了实现在“更好的工厂”项目做作出的承诺和获得的收益外，将进一步评估他们的设施以确定进一步提高能源效率的机会，并公开承诺在未来两年至五年的时间范围内企业的节能目标以及为实现这一目标将采取的计划和措施，并分享相关经验。美国能源部则将提供专业的技术、资金、合作伙伴、合作网络，使得企业实现其目标，并为实现目标的企业和创新的解决方案提供国家认可。目前有超过 300 家的企业参与到这项计划中。[21]

政策 1.5 能源税和退税：激励和返还

政策描述

对工业企业征收能源税，能够鼓励企业在节能领域进行更多的投入并奖励那些成功的企业。由于税收导致能源使用成本的增加，企业将在节能减排等方面获得额外的动力。能源或与能源相关的二氧化碳（CO_2）排放税已经在一些国家发挥了显著作用，能够促进整个行业提高能源管理水平，改变能源的使用方式，投资提高能效的设施。

[20] U.S. DOE, 2012a.
[21] U.S. DOE, 2012b.

能源税与能源相关的碳排放税 20 世纪 90 年代初首次在一些北欧国家施行。目前，包括奥地利、捷克、丹麦、爱沙尼亚、芬兰、德国、意大利、荷兰、挪威、瑞典、瑞士和英国等国都有施行这类税收。在一些设定具体目标的节能减排政策中，如英国的气候变化法案和丹麦的能源效率法案中，都将减少能源税收作为实现目标的奖励机制 。[22]

相关方

相关方通常是大型工业企业、政府税务部门和相关政策决策机构（也包括支持决策的第三方机构），政府或第三方机构监测和评估企业在能耗和排放等方面的行为以及确认企业是否达到其目标。此外，如果该措施包括实现目标的支持政策，则相关方还包括提供节能减排技术支持的所有相关机构。

实施条件

该措施的方案设计十分重要。绝大多是的方案设计都在征收能源税的同时通过降低其他税种，如社会保障税、个人所得税、增值税等回馈社会。相关研究比较发现，欧洲国家的能源或二氧化碳排税，以及与之相配合的能源效率、可再生能源、改善环境的税收一揽子政策，对就业和 GDP 有正面和积极的影响。[23]

对节能减排的贡献

在欧洲国家对能源或对二氧化碳排放征税能够显著减少二氧化碳以及氮氧化物（NOx）、硫氧化物（SOx）和其他空气污染物的排放。[24] 根据最近关于英国气候变化税的评估，在该政策下，英国在 2010 年相比“一切照旧”的情况减少 1360 吨的二氧化碳排放。[25] 参加英国能源税和相关退税计划的公司都持续超额实现其各自节能和二氧化碳减排目标（见案例研究）。

成本-效益

2007 年，英国国家审计办公室在针对该国的气候变化税进行国家评估后证实，该政策及其配套的核查体系的施行，显著提升了参与部门提高能效的潜力，其带来的收益远远超过国家为该措施支付的行政费用。

[22] DEFRA, 2004; Togeby et al., 1999.
[23] Hoener and Bosquet, 2001.
[24] Hoener and Bosquet 2001.
[25] DEFRA, 2006.

据估计，英国气候变化税的成本效益（定义为节省每吨碳的收益扣除成本）为 258.1 人民币/吨二氧化碳。[26] 政府间气候变化专门委员会（IPCC）的研究也证实，“排放税能够同时兼顾成本效益和环境效益”。[27]

障碍和挑战

能源税和退税政策在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：能源税率和退税额设计不合理从而没有达到激励目的，缺乏征收能源税和退税的责任部门，征收的能源税未能重新合理地分配到能效或低碳项目中。

案例

英国“气候变化国家方案”开始于 2000 年，以同时满足该国在 “京都议定书”下，在 2008-2012 年期间在 1990 年基础上减少温室气体排放 12.5%的目标和本国国内到 2010 年在 1990 年基础上减排 20%的目标。[28] 该方案的一个关键组成部分是气候变化税，即针对能源的消费征税（天然气、煤炭、液化石油气、电力），适用于工业、商业、农业和公共部门。通过参与气候变化协议（CCA），高能耗企业与政府谈判确定提高能源效率的目标。CCA 涵盖了英国工业排放的约 90％。

征收的能源税有两种使用方式：1）为参与 CCA 的企业提供服务；2）为实现减排目标的企业提供退税。为参与企业提供的服务包括碳基金（Carbon Trust）、英国提高投资限额计划、提高国内排放量交易能力计划、以及一个“宽松”的能源效率调节政策。碳基金（Carbon Trust）是将部分气候变化税的收益，用于为中小企业识别具有潜力的减排项目并提供免息贷款，支持地方政府的能源金融计划和提高投资限额计划，并建立了一个风险投资团队，投资于早期阶段的碳减排技术和团队，帮助低碳技术的商业化。[29] 此外，企业实现其减排目标后，能够获得 80%的税收返还。这极大提高了企业实现减排目标的积极性。因此，在 2002 年底结束的第一个减排期内，减排的实际成果往往都大幅超过前期谈判确定的减排目标（见表 1）。

… *接下页*

[26] Cambridge Econometrics, 2005; DEFRA, 2006
[27] Metz et al. 2008
[28] DEFRA, 2006
[29] Carbon Trust, 2008.

… 接上页

表 1. 英国气候变化法案规定的二氧化碳减排目标和实际的减排量，2002-2010 年

跟基线情景比 所实现的绝对值减排量	目标减排量 (百万吨二氧化碳/每年)	实际减排量 (百万吨二氧化碳/每年)
目标阶段 1 (2001-2002)	6.0	16.4
目标阶段 2 (2003-2004)	5.5	14.4
目标阶段 3 (2005-2006)	9.1	16.4
目标阶段 4 (2007-2008)	11.1	20.3
目标阶段 5 (2009-2010)	18.0	28.5

参考文献

Cambridge Econometrics and Policy Studies Institute on behalf of HMRC. 2005. *Modelling the Initial Effects of the Climate Change Levy*. http://customs.hmrc.gov.uk/channelsPortalWebApp/channelsPortalWebApp.portal?_nfpb=true&_pageLabel=pageImport_ShowContent&propertyType=document&columns=1&id=HMCEPROD1_023971

Carbon Trust, 2008. http://www.carbontrust.com/home

Cement Sustainability Initiative (CSI). n.d. *The Company Charter of the Cement Sustainability Initiative*. http://www.wbcsdcement.org/pdf/csi_charter.pdf

Department of Environment, Food, and Rural Affairs (DEFRA), 2004. *Climate Change Agreements: The Climate Change Levy.* London: DEFRA.

Department of Environment, Food, and Rural Affairs (DEFRA), 2006. *Climate Change: The UK Programme*. London: DEFRA. http://www.defra.gov.uk/environment/climate/programme/

Dow Chemical Company, 2012. *Dow Energy Plan for America: 2012*. http://www.dow.com/energy/pdf/DEPA_Booklet-611121.pdf

Energy Conservation Center of Japan (ECCJ), 2009. *Japan Energy Conservation Handbook 2009*. http://www.asiaeec-col.eccj.or.jp/databook/2009e/pdf/handbook09_all.pdf

Finden, P., 2000. *The Norwegian Industrial Energy Efficiency Network*. Presentation at Beijing Workshop, 22-23 May 2000. Norway: Institute for Energy Technology.

Galitsky, C., Price, L., and Worrell, E., 2004. *Energy Efficiency Programs and Policies in the Industrial Sector in Industrialized Countries.* Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory (LBNL-54068).

General Motors, 2012. *GM News: General Motors Receives EPA's Top Energy Award.* https://media.gm.com/media/us/en/gm/news.detail.html/content/Pages/news/us/en/2012/Mar/0301_epa.html

Hoerner, J.A. and Bosquet, B. 2001. *Environmental Tax Reform: The European Experience*, Washington, DC: Center for a Sustainable Economy.

http://www.rprogress.org/publications/2001/eurosurvey_2001.pdf
International Aluminium Institute. 2009. *Aluminium for Future Generations/2009 Update*. London: IAI. http://www.world-aluminium.org/UserFiles/File/Update%202009.pdf
Kerssemeeckers, M. 2002. *The Dutch Long-Term Voluntary Agreements on Energy Efficiency Improvement in Industry.* Utrecht, The Netherlands: Ecofys
Korevaar, E., J. Farla, K. Blok and K. Schulte Fischedick. 1997. "A Preliminary Analysis of the Dutch Voluntary Agreements on Energy Efficiency Improvement," *The Energy Efficiency Challenge, Proceedings of the 1997 European Council for an Energy Efficient Economy Summer Study*, Splinderuv Mlyn, Czech Republic, 9-14 June 1997.
Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., and Meyer, L.A. (eds). 2007. *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
Ministry of Economic Affairs (MEA). 2001. *Long-Term Agreements on Energy Efficiency: Results of LTA1 to Year-End 2000*. The Hague: Ministry of Economic Affairs. http://www.senternovem.nl/mmfiles/8EZ--02%2E01%20LTA%20results%202000%20part1_tcm24-198282.pdf, http://www.senternovem.nl/mmfiles/8EZ--02%2E01%20LTA%20results%202000%20part2_tcm24-198283.pdf, http://www.senternovem.nl/mmfiles/8EZ--02%2E01%20LTA%20results%202000%20part3_tcm24-198284.pdf
Nuijen, W. 1998. "Long Term Agreements on Energy Efficiency in Industry," in Martin et al., (eds.) *Industrial Energy Efficiency Policies: Understanding Success and Failure*, Proceedings of a Workshop Organized by the International Network for Energy Demand Analysis in the Industrial Sector. Utrecht, The Netherlands, June 11-12, 1998. (LBNL-42368). http://ies.lbl.gov/iespubs/42368.pdf
Oak Ridge National Laboratory (ORNL), 2011. *Save Energy Now Assessment Results: ESAMS and IAC Databases.* Oak Ridge National Laboratory.
Price, L., 2005. "Voluntary Agreements for Energy Efficiency or Greenhouse Gas Emissions Reduction in Industry: An Assessment of Programs Around the World," *Proceedings of the 2005 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry*. Washington, DC: American Council for An Energy-Efficient Economy.
Togeby, M., Johannsen, K., Ingrslev, C., Thingvad, K., and Madsen, J., 1999. "Evaluations of the Danish Agreement System," *Proceedings of the 1999 American Council for an Energy-Efficient Economy Summer Study on Energy Efficiency in Industry*. Washington, DC: ACEEE.
U.S. Department of Energy (DOE), 2008. *Energy Assessment Helps Kaiser Aluminum Save Energy and Improve Productivity.* http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/pdfs/42782.pdf
U.S. Department of Energy (DOE), 2011a. *Energy-Saving Opportunities for Manufacturing Enterprises*. http://www.nrel.gov/docs/fy11osti/50365.pdf
U.S. Department of Energy (DOE), 2011. *Guide for Better Buildings, Better Plants Program Partners: Taking a Bold Pledge to Reduce the Nation's Energy and Carbon Footprint*. http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/pdfs/betterplants_guide.pdf
U.S. Department of Energy (DOE), 2012a. *Better Plants.* http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_deployment/betterplants/

U.S. Department of Energy (DOE), 2012b. *Better Buildings Challenge.* http://www4.eere.energy.gov/challenge/partners/better-buildings-better-plants

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2011a. *ENERGY STAR Partner of the Year – Energy Management: General Motors Company*. http://www.energystar.gov/index.cfm?c=industry.bus_award_recipients_2012#General_Motors

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2011b*. Award for Sustained Excellence – Energy Management: 3M.* http://www.energystar.gov/index.cfm?c=industry.bus_award_recipients_2012#3M

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2011c. ENERGY STAR Partner of the Year – Energy Management: Eastman Chemical Company. http://www.energystar.gov/index.cfm?c=industry.bus_award_recipients_2012#Eastman_Chemical

U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2011d. *Award for Sustained Excellence – Energy Management: Cal Portland Company.* http://www.energystar.gov/index.cfm?c=industry.bus_award_recipients_2012#CalPortland

U.S. Environmental Protection Agency, 2012. *Guidelines for Energy Management*. http://www.energystar.gov/index.cfm?c=guidelines.download_guidelines

Wright, A., Martin, M., Nimbalkar, S., 2010. *Results from the U.S. DOE 2008 Save Energy Now Assessment Initiative: DOE's Partnership with U.S. Industry to Reduce Energy Consumption, Energy Costs, and Carbon Dioxide Emissions: Detailed Assessment Opportunity Data Report*. Oak Ridge, TN: Oak Ridge National Laboratory. http://info.ornl.gov/sites/publications/files/Pub25191.pdf

2

建筑和电器设备

政策

1 更严格的建筑能效标准

2 领先的电器能效标准

3 净零能耗建筑目标：推广净零能耗建筑

4 税收和财政激励

2 建筑和电器设备

政策 2.1 更严格的建筑能效标准

政策描述

建筑能效标准为建筑能效规定了最低的能效指标，对新建建筑和既有建筑的改造都适用，通常对居住和商用建筑同样适用。建筑能效标准越严格，新建建筑的能效基准线就越高。

建筑能效标准规定了建筑物围护结构（如墙、地板、天花板和门窗等）、暖通和制冷系统和设备（HVAC）、照明系统和设备、水暖系统和设备的能效水平，并提出强制性要求。

- 建筑围护结构：针对特定气候的要求，地板、天花板和墙的保温等级，防止漏风、湿气进入的密封要求；
- HVAC：考虑到建筑能源需求、系统效率和经济节约的要求，自动应用外部空气系统的最低标准；
- 照明和电力系统：高效照明控制、电灯数量和位置、电机和变压器效率（商用建筑）的最低标准；
- 水暖系统：高效加热和热水输送、水暖设备的效率、运维控制系统的最低标准。

国家建筑能效标准是作为基准线进行开发的基本要求，地方政府通常会采纳这个标准并实施。并且通常情况下地方政府会使用比国家标准要求更为严格的地方能效标准。

相关方

- 建筑设计者，包括：建筑师，照明设计师，机电工程师

- 标准实施者，包括：相关标准的制定机构，标准的技术研究机构，国家和地方监管机构
- 房地产建筑商与承包商
- 建筑所有者和运营者
- 工业和建筑业的厂家
- 公共事业公司
- 倡导节能的团体

实施条件

严格的建筑物能效标准能够成功实施的关键因素在于在所有的实施过程中采用、履行和实施同样的标准。如果在不同实施过程中没有采纳统一的标准（比如国家级和地方级），那么混乱的标准会导致项目开发者的实施意愿的降低。作为一个强制性政策，建筑物能效标准的有效性也非常依赖于已有的能力建设和资源支持以确保标准的实施，对建筑从业人员和官员的培训也都十分重要。

对节能减排的贡献

美国建筑能效标准比 2006 国际标准严格 30-50%。到 2015 年，美国将减少建筑一次能源消耗 1,800 万吨标煤/年，到 2030 年减少 1.26 亿吨标煤/年。这将使美国到 2030 年时全国二氧化碳排放比预期目标减少 3%。[30]

成本-效益

建筑能效标准被认为是成本效益最好的提高建筑能效的政策之一。如果美国全国采用较目前更严格 30-50%的建筑标准，到 2015 年美国建筑物业者每年将节约 269 亿人民币的能源费用，到 2030 年每年节约的能源费用高达 2,010 亿人民币。[31] 同样的，如果采纳比 2012 年美国标准严格 32%的标准，则会在建筑生命周期内给消费者带来从 32,065 人民币到 222,863 人民币不等的节能收益，收益差异不同取决于不同的气候和地理环境。[32]

[30] U.S. DOE 2010.
[31] U.S. DOE, 2010.
[32] U.S. DOE, 2012a.

图 8. 更严格的建筑节能标准可促成显著的节能减排效果

障碍和挑战

建筑能效标准在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：建筑能效标准更新不及时，建筑能效标准的指标设计和建筑能效表现衔接不足，基于描述的能效标准和基于表现的能效标准关联性不够，缺乏地方能效标准。

案例

加利福尼亚 24 号文件：最严格的美国建筑能效标准[33]

在美国，加利福尼亚州颁布的建筑能效强制标准（24 号文件），被认为是最严格和实施效果最好的能效标准。在 2005 年，据计算，加利福尼亚州的建筑能效标准已经减少每年 180 兆瓦的能源需求，截至 2011 年，共节约电力和天然气 2,890 亿人民币。加利福尼亚 2008 年修订的建筑能效标准比 2009 年国际标准更加严格，强令所有新建建筑减少 15%的用能、20%的用水和 50%的景观用水。目前，24 号文件的执行也非常严格，需要通过现场核查。

加利福尼亚 24 号文件的成功也归功于它以结果为导向的灵活性和为开发商提供的积极的技术援助。加利福尼亚目前将继续推广更加严格的标准，希望在 2012 年将标准提高到在照明、取暖、制冷、通风和水暖中减少 25%的能耗。

天津领先的地方建筑物能效标准[34]

天津于 1997 年开始实施中国最早的强制性地方建筑能效标准，2004 年在国际援

…接下页

[33] U.S. EPA, 2008; CEC 2012a; ACEEE 2012b.
[34] ESMAP, 2011.

…接上页

助下修订的标准，进一步将标准提高了 30%。与低效的 20 世纪 80 年代的建筑标准相比，天津 2004 年的建筑标准要求允许的热密度减少 65%。2007 年该标准得到进一步加强，增加了关于制冷和通风、遮阳和结构完整性的效率提高要求。天津也采用了一个高效的第三方合规审查的办法确保标准的实施，到 2008 年有接近 100%的报告符合规定。2012 年 7 月 1 日，《天津市建筑节约能源条例》开始施行，该条例明确规定新建建筑的采暖、制冷、热水和照明等，应当优先采用太阳能、浅层地热能等可再生能源，可再生能源利用应当与建筑主体工程同步设计、同步施工、同步验收。据计算，天津每年通过实施建筑能效标准节约电力 870 吉瓦时，减少 40 万吨的二氧化碳排放。实践证明，严格的地方建筑能效标准成本效益较高，投资回收期在 5-7 年。

政策 2.2 领先的电器能效标准

政策描述

最低能源效率标准（Minimum energy performance standards ，英文简称 MEPS）为家用电器和商用设备规定了强制性的能效要求。MEPS 设定的是一个基准，通过禁止生产、进口和销售低于最低能效要求的设备，来推动整个产品的效率提升。作为一项强制性政策，MEPS 也帮助处理购买高效设备的市场障碍，如信息不对称和分散激励等。自从二十世纪七十年代 MEPS 出现以来，它已经被超过 24 个国家（大多数发达国家）用于主要能耗产品，包括美国、加拿大、欧盟、澳大利亚和韩国。MEPS 的结构和内容在不同国家有所不同，但一般包括以下组成部分：

- 特定产品的定义和分类
- 能效度量标准或能耗标准（例如：每年电力消耗度数，电力消耗，能效比率）
- 测量产品能效性能的标准化检测程序

一般由政府做出技术经济分析并咨询相关方（比如工业、制造业和消费群体）之后制定 MEPS，避免针同一产品有不同的地方 MEPS。在有些国家和地区，比如澳大利亚和美国，当地州政府可能也会对国家 MEPS 没规定的产品采用更加严格的标准或者独立的标准。

相关方

- 政府监管者，工作人员和承包商
- 设备制造商和相关工厂
- 消费者
- 公共事业公司
- 倡导环境/能源节约的机构

实施条件

执行领先的电器能效标准需要一定的技术和经济能力，需要技术经济分析来支持和设定标准，并且遵照标准进行检测。对于一个地区执行这类措施的一个关键条件是执法机构是否有权利对国家级标准中没有覆盖的产品采纳新的标准或者对国家级标准中已经规范的产品采纳更加严格的标准。一些国家考虑到贸易壁垒问题不鼓励采纳领先的地方性电器标准，然而也有一些国家鼓励，比如澳大利亚。

对节能减排的贡献

通过提高家用电器的能耗效率，领先的 MEPS 能够保障在提供相同服务的情况下，直接减少家居中的电力需求。在很多国家，MEPS 被设定在一个确保消费者能够确实从全生命周期中成本低而高效率的产品中获益的能效水平。据计算，2010 年 30 种采用美国 MEPS 标准的商品减少用电量 280 百万兆瓦时，截至 2035 年累计可能节约能源 72 亿吨标煤（能量单位，1 库德相当于 2,400 百万吨标准油)。以年为基础，截至 2035 年，美国 MEPS 标准预期节约电力可达 720 百万兆瓦时，总电力消耗减少 14%，每年减少二氧化碳排放量 4.7 亿吨。[35]

成本-效益

由于成本效益通常是制定 MEPS 能效水平的关键要素，MEPS 被认为是一项成本效益明显的政策措施。一项来自美国促进能源效益经济委员会（ACEEE）近期的研究表明，[36] 一些住宅产品、商用产品、工厂设备和照明设备的 MEPS 效益成本比均大于 1，不同产品从 1.2 到 1.8 不同。平均来看，使用全新标准的产品在生命周期内节约的能源价值大于前期增量成本 4 倍，也就是效益成本比率大于 4.1。在美国，户外照明设备、家居浴室龙头、商用自动造冰机等产品的 MEPS 标准都具有很高的效益成本比，通常比率会高于 8。

障碍和挑战

电器能效标准在设计和实施过程中遇到的障碍包括：家电设备制造商的反对，缺乏充足的资金支持和组织资源，发展和实施地方标准时不同政府机构的职责不清晰。

[35] Lowenberger et al., 2012.
[36] Lowenberger et al., 2012.

案例

加利福尼亚的地方性领先电气设备能效标准[37]

1974 年，加利福尼亚成为美国第一个开始对电气设备采用 MEPS 标准的州。从那时开始的很长一段时间内，该州多达 50 多种产品都采用 MEPS 标准，很多产品的标准随后被纳为联邦标准。比如，加利福尼亚在二十世纪七十年代末对空调、热泵、冰箱和冰柜、热水加热器、干衣机采用州级 MEPS 标准，但一直到二十世纪九十年代这些产品才有联邦标准。加利福尼亚的 MEPS 项目减少峰值电力需求 2000 兆瓦，占全州峰值负荷的 5%。目前，加利福尼亚州的 MEPS 项目包括一些美国最为严格的标准，以及一些国家标准中未被监管的产品能效标准，其标准仍然领先全美国。到 2010 年，加利福尼亚州 MEPS 政策在 2002 年基础上减少电力需求 2,485GWh，减少天然气消耗 20.9 立方英尺，相当于累计净节约 127.9 亿人民币。目前加利福尼亚州的电气能效法自 2008 年开始实施，涉及 23 个类别的电器，既有联邦监管的产品也有非联邦监管的产品，包括对金属卤灯装备给予更加严格的州立标准，对商用烹饪电器、电视等未包括在联邦 MEPS 项目中的产品标准等。加利福尼亚州也是美国第一个开发针对电池充电器系统 MEPS 标准的州，该标准将在 2013 年到 2017 年试行。

政策 2.3 净零能耗建筑目标：推广净零能耗建筑

政策描述

除了强制性标准，一些国家还施行了提升净零能耗建筑（NZEBs）或低耗能建筑比例的措施。尽管净零能耗建筑的定义在不同国家和情景下有差别，但它通常是指一个建筑具有非常高的能效水平，能够很大比例的使用可再生能源，最终从外部获得的能源量很低甚至接近为零。[38] 能效水平和可再生能源是净零能耗建筑的两个必要条件，而建筑能源消耗的显著减少是非常

[37] CEC, 2012b; U.S. DOE, 2012c.

[38] 净零能耗建筑常用的其他名称包括净零现场能耗，此时净零能耗建筑需用的能源，全要来可再生能源，且从建筑所在地产出；净零能源指的是净零能耗建筑需用的能源，全要来自可再生能源，来源可为自产或外购；其他名称包括净零能源费用与净零碳排放量。

必要的第一步。因此，净零能耗建筑的指标有助于推广高能效建筑，同时提高节能政策的灵活性，避免给能效设定一个固定的单一目标。

最新的净零能耗建筑政策是 2010 年重修的欧盟建筑能效指令，该指令要求欧盟成员国到 2020 年确保所有新建建筑都是近零能耗建筑，到 2018 年所有公共部门的新建建筑都是近零能耗建筑。欧盟各成员国也设定了与欧盟指令一致的目标，包括爱尔兰提出到 2013 年建筑实现净零能耗，丹麦提出到 2020 年 75%的建筑面积实现净零能耗（在 2006 年既有建筑面积的基础上），匈牙利提出到 2020 年实现建筑零排放，英国提出到 2016 年住宅实现零碳化等。在美国，加利福尼亚州承诺 2020 年所有住宅实现净零能耗，2030 年所有商用建筑实现净零能耗，同时马萨诸塞州计划到 2030 年所有建筑实现净零能耗。

相关方

- 政府和政策制定者
- 建筑设计委员会：建筑师，设计师，机电工程师
- 开发商和承包商
- 建筑业主和运营商
- 建筑业的工厂和制造商
- 公共事业公司和可再生能源开发商
- 倡导能效提高的团体

实施条件

为使净零能耗建筑目标（NZEB）行之有效，政策必须首先对于“净零能耗建筑”及其边界给予明确的界定，特别是在对可再生能源进行量化时要对边界给予非常明确的规定。成本问题的考虑也表明需要研究通过建立一个更大的“净零能耗建筑”的建筑设计、技术和产品市场来降低整个净零能耗建筑的成本，这是净零能耗建筑指标成功的关键。

对节能减排的贡献

净零能耗建筑有显著减少建筑能耗的潜力，从定义上讲净零能耗建筑不消耗或者低消耗能源，能够维持一个能源中和与平衡，即建筑提供自身消耗的能源。美国研究表明要想达到净零能耗，建筑本身的总能耗根据建筑类型的不同平均需要减少 60-90%。[39]

[39] Voss et al., 2011.

因为几乎所有净零能耗建筑都需要其能源需求由可再生能源供应，因而该目标也能显著减少能源相关的二氧化碳排放，非常可能达到零碳排放。欧盟对修订的净零能耗建筑指令进行的评估发现，与其他提高建筑能效的政策相比，NZEBs 具有最大的节能和减排潜力。

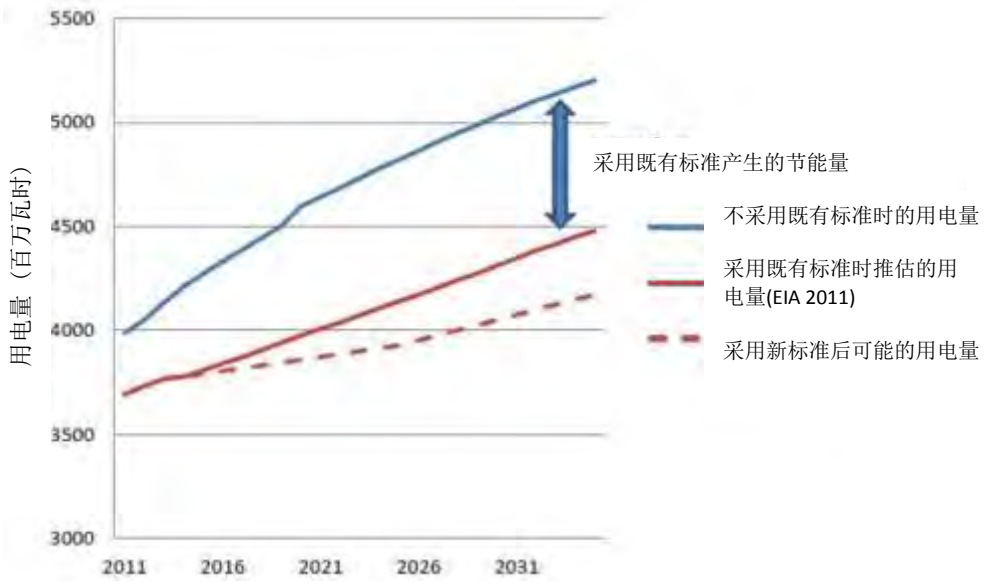

图 9. 采用能效标准对美国每年用电量的贡献

成本效益

尽管政府对净零能耗建筑政策的行政成本和负担并不高，但是在短期内由于较大的额外初始投资，净零能耗建筑本身并不具有显著的成本效益。因为净零能耗建筑是一个相对较新的概念，只有很少的技术和设计能够满足减少建筑总体能耗以实现净零能耗的程度，因此建设成本相对较高。在欧盟，据建筑业的估算，修建净零能耗住房会导致房屋价格大约提高 7%-15%。[40] 虽然一些新近建成的建筑已经接近净零能耗，而且具有高的成本效益。但这些个案还不具有普遍意义，需要更深入的研究和发展新技术并降低成本，提升成本效益。

障碍和挑战

净零能耗建筑在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：缺乏清晰的定义，缺乏对前期研发和示范的资金投入，缺乏市场激励机制。

[40] ECEEE, 2011.

案例

英国 2020 年零碳建筑目标[41]

英国已经为净零能耗建筑设定了更加详细的国家目标，承诺到 2016 年所有新建住宅都达到零碳指标，到 2018 年所有公共建筑实现零碳，到 2019 年，所有非居住建筑实现零碳。在 2009 年，相关政策引发了关于零碳定义的讨论。零碳中心（Zero Carbon Hub）是一个由公共和私营机构共同参与的用以实现该目标的伙伴计划，对在 2016 年前在新建住宅实现零碳提供了实现“零碳”的具体标准，即到 2016 年，独立式住房、其他住房和低层公寓建筑的最大排放分别是 10 公斤二氧化碳/平方米/年，11 公斤二氧化碳/平方米/年和 14 公斤二氧化碳/平方米/年。

对该政策的影响评估表明，该政策执行期内能够减少电力需求约 39 百万兆瓦时，减少二氧化碳排放 2,910 万吨，增加可再生能源发电 27 百万兆瓦时。在整个 39 年到 49 年的政策周期内，总成本估计为 392 亿人民币，总收益 349 亿人民币，计算的净收益为负 43.7 亿人民币。

政策 2.4 税收和财政激励

政策描述

好的节能减排技术可能会遇到前期投资较高的问题，政府以税收减免和奖励等形式提供财政补贴，有助于部分抵消节能设备较高的初始投资成本，减少新技术的推广壁垒。税收减免和激励同样有利于影响公众的行为，提高节能技术的市场占有率。税收减免一般以成本为基础，但是在一些情况下，可能取决于性能和所能达到的节能水平。税收减免和奖励的通常形式包括个人或企业投资的税收减免或减免。除了直接补贴和退税外，其他对节能技术的财政激励政策包括贷款担保和贷款利率优惠。

在美国，对于超过能效标准 50%以上的住宅，业主可享受联邦政府对于窗户、屋顶、隔离、取暖和制冷设备的能效改进成本 30%的补贴，同时住宅开发商可享有 13,464 人民币的税

[41] UK Department for Communities and Local Government, 2011; ECEEE, 2011.

收减免。在商用领域，美国为节能 50%以上的有效措施和取暖、制冷系统的安装提供联邦税收减扣 4.04 人民币至 12.12 人民币/平方英尺。在欧洲，意大利和法国为住宅和企业的效率改进或综合改进措施提供税收减免，政府可承担能源相关成本的 55%。荷兰也提供税收减扣，可承担符合补贴要求的节能技术投资成本的 41.5%。

相关方

- 政府（政策制定者，税务机关，相关项目例如 ENERGY STAR 的管理机构）
- 建筑设计委员会：建筑师、设计师、机电工程师
- 开发商和承包商
- 建筑业主和运营者
- 工业、制造业、建筑行业的分销商、零售商和装修人员
- 公共事业公司
- 倡导节能的团体

实施条件

对节能项目的税收减免和激励政策要有充足的资金，这是政策成功实施的重要先决条件。因为税收减免和激励如果设置的太低，会对促进市场转型和实现节能影响效果有限。同样的，花费较低的交易成本（比如时间和精力）来操作对具体项目的税收减免和激励也是政策成功执行的重要标准。为了通过更加广泛的参与将税收抵扣和激励的影响最大化，需要努力推动和提升公众对税收减免和激励项目的意识，教育消费者了解合格的节能措施的益处。

对节能减排的贡献

税收减免和激励是一类以市场为基础的政策，用于加速市场向节能技术和措施的转移，其对节能减排的影响是通过市场变革而不是直接计算节能减排量。在大多数情况下，税收减免和激励对节能减排的影响依据安装的能效改进措施的不同而有所不同。美国对住宅开发商的税收减免减少了新建住宅能耗的 50%，估计潜在生命周期内节约电力 876 百万兆瓦时，随着时间的延长可节约化石燃料 2.08 亿吨标煤。[42]

成本效益

就节能减排效应来说，税收减免和激励政策的成本效益随着政策细节的不同而有所变化。一些情况下，税收减免和激励的成本效益会受到获得补贴需要投入的精力的价值所影响，即接受补贴者的交易成本。此外，该政策的成功还取决于接受者是否在没有这项政策时就已经

[42] Nadel 2012.

会投资相关节能技术，即搭便车效益。一项 ACEEE 的研究表明，[43] 一定的税收激励，例如延长已有新建住宅的税收减免期，提高商用建筑的税收减免 20.2 人民币/平方英尺，扩展和提升高能效采暖炉、空调、热泵和热水器的现有抵免水平，能够带来较高的成本效益，每节约一百万吨标准煤的成本只有 374 万人民币到 6,732 万人民币。

障碍和挑战

税收和财政激励政策在设计和实施过程中可能遇到的障碍包括：税收和财政激励设计不合理，缺乏技术支持。

案例

意大利既有建筑能效提升的税收减免政策[44]

自 2007 年起，意大利就开始为房屋业主和企业对现有建筑进行单个或全面的改造提供税收减免。这个税收抵扣政策不仅为了提升建筑能效性能，而且刺激了建筑业的增长。税收减免能够涵盖能效项目成本的 55%，范围从更换 HVAC 系统的 281,593 人民币到全面改造措施的 938,643 人民币。这个税收减免政策成功的改善了节能改造项目的投资回报水平，尤其是在住宅领域，2009 年共有 24 万个税收减免申请，总额达 242 亿人民币。作为税收减免政策一部分的安装节能改造措施带来的节能效果范围从窗户改造的 2626 千瓦时/年到全面改造的 21528 千瓦时/年。税收减免支持的改造措施的成本效益都非常好，平均成本都低于 1.68 人民币/千瓦时/年，大多数成本效益好的全面改造措施低至 0.27 人民币/千瓦时/年。

参考文献

American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE). 2012a. “Building Codes.” http://www.aceee.org/topics/building-codes

ACEEE. 2012b. “State Energy Policy: Building Codes.” http://www.aceee.org/sector/state-policy/building-codes

ACEEE. 2012c. “Equipment Standards.” http://www.aceee.org/topics/equipment-standards

CEC. 2012a. “2013 Building Energy Efficiency Standards: Frequently Asked Questions.” Sacramento, California: California Energy Commission. http://www.energy.ca.gov/title24/2013standards/rulemaking/documents/2013_Building_Energy_Efficiency_Standards_FAQ.pdf

CEC. 2012b. “Energy Efficiency Standards in CA.” http://www.energy.ca.gov/appliances/documents/CAEnergyEfficiencyStandards.pdf

[43] Nadel 2012.

[44] Neuhoff et al., 2012.

Doris E., Cochran J. and M. Vorum. 2009. *Energy Efficiency Policy in the United States: Overview of Trends at Different Levels of Government.* NREL/TP-6A2-46532. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory. http://www.nrel.gov/docs/fy10osti/46532.pdf

Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). 2011. "Good Practices in City Energy Efficiency: Tianjin, China – Enforcement of Residential Building Energy Efficiency Codes." http://www.esmap.org/esmap/node/1280

European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE). 2011. "Nearly Zero Energy Buildings: Achieving the EU 2020 Target." Stockholm, Sweden: ECEEE. http://www.eceee.org/buildings/Steering-2-zerobldgs.pdf

Global Environment Facility (GEF). 2010. Promoting Energy Efficiency in Buildings: Lessons Learned from International Experience. New York, NY: United Nations Development Programme. http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/publication/EEBuilding_WEB.pdf

Jensen O.M., K.B. Wittchen, K.E. Thomsen. 2009. *Towards Very Low Energy Buildings*. Esbjerg, Denmark: Aalborg University. http://vbn.aau.dk/files/17023147/SBi_2009-03_Towards_VLEB.pdf

Lowenberger A., Mauer J., deLaski A., DiMascio M., Amann J., and S. Nadel. 2012. *The Efficiency Boom: Cashing in on the Savings from Appliance Standards*. Report Number ASAP-8/ACEEE-A123. Washington, DC: American Council for an Energy-Efficient Economy. http://aceee.org/research-report/a123

Nadel S. 2012. *Energy Efficiency Tax Incentives in the Context of Tax Reform*. ACEEE Tax Reform Series Working Paper. Washington, DC: ACEEE. http://www.aceee.org/files/pdf/white-paper/energy-efficiency-tax-incentives.pdf

Neuhoff K., Stelmakh K., Amecke H., Novikova A., Deason J. and A. Hobbs. 2012. "Financial Incentives for Energy Efficiency Retrofits in Buildings." *Proceedings of the 2012 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings.* Pacific Grove, California: 12 – 17 August 2012. http://www.aceee.org/files/proceedings/2012/data/papers/0193-000422.pdf

United Kingdom Department for Communities and Local Government. 2011. "Zero carbon homes: Impact assessment." London: DCLG Publications. http://www.communities.gov.uk/documents/planningandbuilding/pdf/1905485.pdf

U.S. Department of Energy (DOE). 2010. *Building Energy Codes 101: Training Manual*. http://energycodesocean.org/resource/building-energy-codes-101-introduction

U.S. DOE. 2012a. *National Energy and Cost Savings for New Single- and Multifamily Homes: A comparison of the 2006, 2009 and 2012 Editions of the IECC*. http://www.energycodes.gov/sites/default/files/documents/NationalResidentialCostEffectiveness.pdf

U.S. DOE. 2012b. "Appliance and Equipment Standards Translate to Huge Energy Savings." Building Technologies Program website. https://www1.eere.energy.gov/buildings/appliance_standards/

U.S. DOE. 2012c. "Tax Incentives for Commercial Buildings." Building Technologies Program website. http://www1.eere.energy.gov/buildings/tax_commercial.html

U.S. DOE. 2012d. "Tax Incentives for Residential Buildings." Building Technologies Program website. http://www1.eere.energy.gov/buildings/tax_residential.html

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2006. "The Clean Energy-Environment Guide to Action: Policies, Best Practices and Action Steps for States." Washington, DC: U.S. EPA. http://www.epa.gov/statelocalclimate/resources/action-guide.html

U.S. EPA. 2008. “Building Codes for Energy Efficiency.” U.S. EPA Factsheet. http://www.epa.gov/cleanenergy/documents/suca/buildingcodesfactsheet.pdf

Voss K., Musall E. and M. Lichtmel. 2011. “From Low-Energy to Net Zero-Energy Buildings: Status and Perspectives.” *Journal of Green Buildings* 6 (1): 46-57.

3

电力

政策

1 购买绿色电力：可再生能源配额和绿色电力调度

2 价格信号：分时电价、阶梯电价和差别电价

3 需求侧节能：需求侧管理和公益基金

3 电力

政策 3.1 购买绿色电力:可再生能源配额和绿色电力调度

政策描述

可再生能源配额（RPS）是一个以市场为基础的政策措施，由国家或地方政府要求电力公司和其他电力供应商必须满足在其发电量或供电量中有一定量（绝对量或比例）的可再生能源。 RPS 指定能够获得可再生能源电量证书（REC）的主体和对未满足这一目标的主体采取的处罚措施。RPS 通常不会尝试直接为可再生能源设定价格。通过设置电力结构中可再生能源的定量目标，RPS 旨在推动可再生能源市场和技术的发展，以增加可再生能源在传统电力市场中的竞争力。在美国，RPS 已在 21 个州和华盛顿特区施行，自愿的 RPS 已在 8 个州和 2 个地区落地。此外，RPS 政策也已落实在瑞典、意大利、英国、日本和澳大利亚。

环境友好型调度，通常也被称为可再生能源发电优先调度，是一个配套的政策措施，主要是将可再生能源在电力调度系统中放在优先调度的地位。这将确保可再生能源发电的并网和销售。这一措施能够确保将可再生能源发电并入电网，可以在更公平的竞争环境中，与传统发电电源竞争。采用这种方法可以进一步满足对可再生能源电力的需求，通常的调度顺序是首先满足可再生能源和分布式电源，然后是化石燃料的清洁发电。可再生能源优先调度已在欧盟，包括英国，德国，西班牙等国，以及秘鲁和美国加利福尼亚州实施。

相关方

- 政府/政策制定者
- 电力和天然气公用事业公司

- 公用事业监管机构（公用事业委员会）
- 公共事业的客户（住宅、商业和工业部门的能源消费者）
- 可再生能源发电项目的开发商
- 环境、能源和公用事业的政策拥护者

实施条件

RPS 政策成功实施所必需的关键条件包括：充足的可再生资源、足够的传输能力、并网和可再生能源优先调度、有效和适当的惩罚机制。在某些情况下，可能需要进行跨区域协调，以确保 RPS 的实施更具成本效益，以促进现有电网的连接，跨地区、跨国界的消纳可再生能源。如果地区性的经济体能够协调一致，建立一个符合 RPS 要求的统一的监测体系和 REC 的使用和交易机制，就能够更好的促进 RPS 的实施。为了使可再生能源调度得以有效实施，需要一系列综合的配套措施（比如上网电价）并提高对可再生能源开发商的选择效率。此外，对于电能质量和供电安全的约束和赔偿，特别是针对如风电等间歇性的可再生能源，也同样重要。

对节能减排的贡献

RPS 和环境友好调度的主要目标是，鼓励可再生能源发电取代化石燃料发电，同时降低发电成本。成功的 RPS 的主要影响将通过增加可再生能源发电（而不是直接的节能减排）和减少化石燃料发电产生的 CO_2 排放量。美国的研究表明，实施 RPS 的 15 个州，其可再生能源的利用和化石燃料发电量的减少，均超过了全国平均水平。特别是在德克萨斯州，在 2002 年首次采用 PRS 的 5 年内，新增可再生能源装机容量 5.5 万千瓦，将可再生能源在能源结构中的比重从 2001 年的 0.6％提高到 2007 年的 2.3%。[45] 对于环境友好调度，虽然其影响难以量化，但是其作用与 RPS 是紧密联系在一起的，因为它有利于解决可再生能源发电后替代化石燃料的并网和消纳问题。

成本效益

作为一个以市场为基础的政策措施，RPS 能够以经济的方式实现可再生能源发展的政策目标。对于美国先期采用 RPS 的州进行的评估显示，RPS 对成本的影响微乎其微，仅仅会根据不同地区增加 0.5％到 1％的成本，对于住宅用户而言，每年增加的成本只有几美元。[46] 同样，也需要对全国范围的 RPS 进行整体和一致性评估，以确保没有设置过高的目标而导致成本的显著提高。由于环境友好调度往往是与其它政策措施相结合（如上网电价），其成本效益难以确定，在不同的电网结构和电力系统环境中，其成本可能会有所不同。

[45] Hurlbut, 2008.
[46] U.S. EPA, 2006.

障碍和挑战

能源价格波动和新能源的成本变化削弱 RPS 目标的可行性；缺乏 REC 交易的市场基础和支持；激励补偿机制难以建立。

案例

德克萨斯州实施的 RPS 和 REC[47]

美国德克萨斯州是美国建立 RPS 的第一批州，至今已成功开发出 RPS 以及与之配套的配额交易系统 REC。德克萨斯州在 1999 年到 2009 年的 10 年间，通过 RPS 规定新增可再生能源装机 2000 兆瓦并且将这一目标按照一定的比例分配给全州的电力零售商，2005 年德克萨斯州出台新的 RPS，规定到 2015 年新增可再生能源装机 5880 兆瓦（相当于州电力需求的 5%），到 2025 年新增可再生能源装机 10,000 兆瓦。得克萨斯州还于 2001 年建立了 REC 交易系统，对于不遵守 RPS 的企业给予 337 人民币/兆瓦时的罚款。得克萨斯州的 RPS 成功的促进了超过 67.32 亿人民币的风电投资，并且将其可再生能源发展目标提前了 4 年实现。德克萨斯州的计划成功的因素包括能够推动市场增长的高目标，使用 RECS 以保证目标的实现，对所有电力供应商一视同仁的违规处罚。

政策 3.2 价格信号：分时电价、阶梯电价和差别电价

政策描述

动态电价机制不同于传统的固定电价，电力零售企业可以更加及时的把电力成本和成本的波动通过价格信号传递给用户（住宅，商业，工业）。通过动态的、可变的价格调整，能够更好地反映真实的发电成本，促进提高电力系统整体的经济效率、并维持可靠的电力供应和消费。三类可变电价包括：

1. **分时电价（TOU）**：分时电价给出的是一个具体的时间表，规定在不同时间段内的电价水平，包括高峰、部分非高峰期和非高峰期的不同电价。高峰期电价较高、非高峰期的电价较低。不同于实时定价，TOU 的电价设计是通过对不同时间段内的发电成本

[47] Texas State Energy Conservation Office, 2012.

进行计算和评估后给出的电价水平。 TOU 的关键目标是影响客户的长期消费模式，有助于降低系统的峰值需求，并避免建立新的峰值功率。

2. **阶梯电价**：由基本（固定）用电量和固定的价格以及超出基本电量后阶梯上涨的较高电价构成。例如，在加州北部，对于基本用电量之内的电力，给予每千瓦时 0.86 人民币的基本电价，当用电量处于基本用电量的 101％到 130％、131％到 200％的范围内，分别给予 1.01 人民币/千瓦时、2.02 人民币/每千瓦的电价。通过对超出基本用电量的电价收取阶梯累进的高电价激励用户节能。

3. **差别电价**：根据不同的客户类型设置不同的价格水平。在中国，差别电价已成为遏制高耗能行业的盲目发展和低水平重复建设、淘汰落后生产能力，推进产业结构调整和技术升级、缓解能源供应紧张局面的政策工具。从 2004 年起一直适用于高耗能的工业用户，对于能效水平高的企业则收取较低的电价，有助于激励用户节省能源和提高能源效率，以享受较低的电价水平。

相关方

- 政府（中央和地方）/政策制定者
- 电力和天然气公用事业
- 公用事业监管机构（公用事业委员会）
- 公共事业的用户（住宅、商业和工业）
- 环境、能源和公用事业的政策推动者
- 高耗能行业

实施条件

教育和提高认识的努力是必要的，不仅是为了帮助客户了解这些非传统的定价机制，更是为了促使他们有意识的减少需求、接纳自动调温器和智能电表等新技术。同样，对于较大的工业和商业用户，需要提供技术援助，以帮助他们适应和应对新的定价机制。在设计渐进式定价方案时需要考虑和解决对低收入居民的公平性。

对节能减排的贡献

可变价格所传递的价格信号可以影响消费者，改变他们的能源消费模式，并实现节能减排的目标。虽然降低系统的峰值电力需求可以通过不同的电价方案，但峰谷分时电价在纽约被

证明能够成功降低系统的峰值需求 10%～16%。[48] 2004 至 2009 年中国通过实施差别电价政策，八大高耗能行业中的四个行业减少用电量 115 TWh，减少二氧化碳排放量 8,230 万吨。[49]

成本效益

虽然难以量化，但是可变电价能够带来多方面的好处，包括降低峰值需求与建设新的峰值功率的成本，降低燃油成本和输配电投资，为客户降低电费。可变电价政策的主要成本为技术更新和计量设备的更新，以实现消费者和电力供应商之间的双向计量，增加的成本从每平方米 673 人民币到 3,366 人民币不等，取决于使用双向电表等设备后产生的效果。[50] 因此，可变电价的成本效益依赖于技术的可用性、低成本实现技术的功能、以及在实际操作中帮助客户更有效的应对价格的变化。

障碍和挑战

可能面临的障碍包括：电价改革面临阻碍、电力企业运行成本增加；基于社会公平考虑的合理阶梯电价和电量设计是个挑战。

案例

中国高耗能行业的差别电价政策[51]

2004 年年中国出台了针对电解铝、铁合金、电石、烧碱、水泥、钢铁等 6 个高耗能产业的差别电价政策。2006 年 10 月 1 日起将黄磷、锌冶炼 2 个行业也纳入差别电价政策实施范围。2010 年，国家有关部委联合发文，加大差别电价政策实施力度，继续对上述 8 个行业实行差别电价政策，并进一步提高差别电价加价标准，自 2010 年 6 月 1 日起，将限制类企业加价标准由 2008 年的 0.05 元/千瓦时提高至 0.1 元/千瓦时，淘汰类企业加价标准由 2008 年的 0.2 元/千瓦时提高到 0.3 元/千瓦时。各地也可根据需要进一步提高加价标准。

自该政策实施以来，节电减排作用显著，其中影响最大的是非黑色金属冶炼及轧制和化学工业。一项研究估计，2004 至 2009 年八大行业中的四个行业在实施差别电价后，减少用电量 115 TWh，减少 CO_2 排放量 8,230 万吨。

…接下页

[48] Faruqui, 2010.
[49] Hu et al., 2012.
[50] IEE, 2009.
[51] Hu et al., 2012.

...接上页

福建省从 2007 年 6 月开始在水泥行业实施差别电价政策，截止到 2009 年 6 月，全省共淘汰落后水泥产能 1006 万吨，比全省“十一五”目标任务 1668 万吨增加了 17.4%，超额完成了 290.6 万吨。这些行动为该节省 178 万吨的煤用量，和减少 426 万吨的二氧化碳排放量。

政策 3.3 需求侧节能：需求侧管理和公益基金

政策描述

需求侧管理（DSM）是一类常见的措施，改变消费者的电力消费活动以达到提高能效的目标。具体而言，需求侧管理可以通过对提高能效的宣传活动、技术支持、财政补贴、免费安装节能设备、合同管理等形式展开。在美国，DSM 从 20 世纪 70 年代中期以来开始实施，州和联邦监管机构开始制定鼓励或强制措施，为节能项目或实现节能目标提供资金和补贴。 DSM 包括能源审计、高效的融资安排、安装有效的技术或措施等。DSM 也被引入到不同的欧洲国家，包括奥地利、丹麦、英国、法国、爱尔兰、荷兰、西班牙和瑞典。

除了需求侧管理，公益基金（PBFs），也被称为系统或公益收费，是另一个重要的政策选项，能够为节能项目提供持续的资金支持。PBF 对每一位客户收取附加电费，幅度可能从每千瓦时 0.002 人民币到 0.20 人民币不等，该笔资金收入用于提高能效的计划。20 世纪 90 年代以来，美国已经在 19 个州通过了能源效率和可再生能源的 PBFs，类似的 PBFs 也存在于比利时、巴西、丹麦、荷兰、澳大利亚、挪威、泰国和英国。

相关方

- 政府和政策制定者
- 电力和天然气公用事业
- 公用事业监管机构（公用事业委员会）
- 消费用户（住宅，商业，工业）
- 高效节能技术/措施的制造商、零售商、安装机构
- 公共部门和私营部门的能源效率的服务商
- 能源、环境、消费者相关的政策团体

实施条件

DSM 的实施必须解决来自供电企业的阻碍，在传统的电力销售模式下，供电企业的收入和利润主要来自电力的销售，进行用户侧管理必然减少这些企业的电力销售从而降低其收入和利润。解决问题的办法包括把这些供电企业作为 DSM 的执行主体，为这些企业实现相应的节能减排目标提供激励机制或者将这些企业的利润与电力销售分开。此外，还需要有一定的方法，评估 DSM 的实际效果。

建立 PBF 需要政府赋予相应的部门以征收电力附加的权利。为使 PBF 有效运作，管理机构还需要明确 PBF 的筹资机制、持续时间、分配方法（如竞争性招标等），项目评估方法等。

节能减排的贡献对

DSM 包含的各种提高效率的措施能够带来显着的节能效果，在 1994 年至 2005 年间，在美国估计每年节约 50 至 59 吉瓦时的电力。在 2000 年以后，美国的 DSM 节约的电力接近美国全年电力消费量的 2%。[52]在州一级， DSM 政策在加利福尼亚州和佛蒙特州分别节约州电力消费的 1.2%和 2.5%。在英国，通过 DSM 在从 2002 年中期到 2005 年中期的 3 年间累计节约能源 91 百万兆瓦时，主要措施包括增加建筑保温和高效的供暖设施。[53]

美国的能效附加 PBFs 计划为能效的改进提供了一个稳定的资金平台，其对能效项目的补贴从 2003 年的 91 亿人民币增加到 2010 年的 303 亿人民币。[54] 在 2002-2003 年间，州政府每年通过 PBFs 对能效项目的总投资为 58.56 亿人民币，节约用电 2.8 百万兆瓦时，减少二氧化碳排放 180 万吨。[55]

成本效益

虽然 DSM 的成本效益取决于实际操作的情况以及计算成本效益的方法，但 DSM 一般都被认为是极具经济性的。在 1996 年美国对 DMS 的评估显示其成本为 0.283 人民币/千瓦时，而针对 1992 年到 2006 年的 DMS 效果评估显示其成本为 0.337 人民币/千瓦时。[56]

[52] Arimura et al., 2011.
[53] GEF, 2010.
[54] Sciortino, et al., 2011.
[55] U.S. EPA, 2006.
[56] Arimura et al., 2011.

通过 PBFs 取得的节能效果被认为是非常具有经济性，能够以较低的成本显着减少电力需求和排放。在对 12 个州在 2002-2003 年间实施的 PBF 方案研究得到，平均的节能成本是 0.202 人民币/千瓦时，远低于新能源电力的价格和绝大多数国际电力的平均零售价格。[57]

障碍和挑战

实施需求侧政策可能面临的障碍包括：缺乏需求侧节能的技术和信息；需要系统协调；建立合理的价格激励机制；消费者的教育和认识不足；公益基金的征收、使用、管理和监督上面临的挑战。

案例

纽约的用户侧管理计划[58]

纽约州从 1996 年开始建立能效附加方案，以提高系统的可靠性、减少峰值需求、提高用户的能源效率、降低能源有关的环境影响、促进竞争的电力市场并使终端用户收益。2011 年，纽约州立能源研究和发展局（NYSERDA）为该措施提供的预算为 33.58 亿人民币，其中一半的预算用于商业和工业能效项目，18%用于住宅能效项目，13%用于低收入群体的能效项目，剩余用于公众宣传和管理成本。从 2003 年开始，到 2011 年，每年节约电力约 5.615 百万兆瓦时，减少高峰负荷 2.01 吉瓦，相当于每年节能 68.33 亿人民币，减少排放 266 万吨。

参考文献

Arimura T., Li S., Newell R. and K. Palmer. 2011. *Cost-Effectiveness of Electricity Energy Efficiency Programs*. NBER Working Paper 17556. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. http://www.nber.org/papers/w17556

California Energy Commission. 2005. *Implementing California's Loading Order for Electricity Resources*. CEC-400-2005-043. Sacramento, CA: California Energy Commission. http://www.energy.ca.gov/2005publications/CEC-400-2005-043/CEC-400-2005-043.PDF

Center for Climate and Energy Solutions. 2012. "Public Benefit Funds." http://www.c2es.org/us-states-regions/policy-maps/public-benefit-funds

Crawley D., Pless S. and P. Torcellini. 2009. *Getting to Net Zero.* NREL/JA-550-46382. Golden, CO: National Renewable Energy Laboratory. http://www.nrel.gov/docs/fy09osti/46382.pdf

Energy Programs Consortium. 1999. "The Role of the System Benefit Charges in Supporting Public Benefit Programs in Electric Utility Restructuring." http://www.naseo.org/committees/energyproduction/documents/Role_of_System_Benefit_Charges_in_Support_of_Public_Benefit_Programs_in_Electric_Utility_Restructuring.pdf

[57] U.S. EPA, 2006.

[58] NYSERDA, 2012.

Eto J. 1996. The Past, Present and Future of U.S. Utility Demand-Side Management Programs. LBNL-39931. Berkeley, CA: Lawrence Berkeley National Laboratory. http://eetd.lbl.gov/ea/emp/reports/39931.pdf

Faruqui A. 2010. "The Ethics of Dynamic Pricing." *The Electricity Journal* 23 (6): 13-27.

Hu, J., F. Kahrl, Q. Yan and X. Wang. 2012. "The impact of China's differential electricity pricing policy on power sector CO2 emissions." *Energy Policy* 45: 412-419.

Hurlbut D. 2008. *State Clean Energy Practices: Renewable Portfolio Standards*. NREL/TP-670-43512. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory. http://www.nrel.gov/docs/fy08osti/43512.pdf

Institute for Electric Efficiency (IEE). 2009. *Moving Toward Utility-Scale Deployment of Dynamic Pricing in Mass Markets*. IEE White Paper. http://www.brattle.com/_documents/uploadlibrary/upload779.pdf

International Confederation of Energy Regulators. 2012. Report on Renewable Energy and Distributed Generation: International Case Studies on Technical and Economic Considerations. I12-CC-17-03. http://www.naruc.org/international/Documents/ICER%20RES%20and%20DG%20Report_FINAL.pdf

Irish Wind Energy Association. 2009. "IWEA Position Paper on Priority Dispatch." http://www.iwea.com/index.cfm/page/iweapolicydocuments

Massachusetts Institute of Technology (MIT). 2011. "Chapter 7: The Electricity Grid: Engaging Electricity Demand" in *The Future of Electric Grid*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology. http://web.mit.edu/mitei/research/studies/documents/electric-grid-2011/Electric_Grid_7_Engaging_Electricity_Demand.pdf

National Action Plan for Energy Efficiency. 2009. *Customer Incentives for Energy Efficiency Through Electric and Natural Gas Rate Design*. Prepared by William Prindle, ICF International, Inc. http://www.epa.gov/eeactionplan

National Association of Regulatory Utility Commissioners. 2011. *Dynamic Pricing Evaluation for Washington*. http://www.naruc.org/Publications/SERCAT_Washington_2010.pdf

NYSERDA. 2012. "New York's System Benefits Charge Program Evaluation and Status Report." http://www.nyserda.ny.gov/en/Publications/~/media/Files/Publications/NYES%20Program/2012/2011-nyes-evaluation.ashx

Sciortino M., Neubauer M., Vaidyanathan S., Chittum A., Hayes S., Nowak S. and M. Molina. 2011. *The 2011 State Energy Efficiency Scorecard*. ACEEE Research Report E115. Washington, DC: ACEEE. http://aceee.org/research-report/e115

Texas State Energy Conservation Office. 2012. "Texas Renewable Portfolio Standard." http://www.seco.cpa.state.tx.us/re_rps-portfolio.htm

U.S. Department of Energy (DOE). 2012. "California: Incentives/Policies for Renewables &Efficiency." Database of State Incentives for Renewables & Efficiency. http://www.dsireusa.org/incentives/incentive.cfm?Incentive_Code=CA48R&re=0&ee=0

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 2006. "The Clean Energy-Environment Guide to Action: Policies, Best Practices and Action Steps for States." Washington, DC: U.S. EPA. http://www.epa.gov/statelocalclimate/resources/action-guide.html

Wiser R., Hamrin J. and M. Wingate. 2002. "Renewable Energy Policy Options for China: A Comparison of Renewable Portfolio Standards, Feed-in Tariffs and Tendering Policies." http://www.resource-solutions.org/pub_pdfs/IntPolicy-Feed-in_LawsandRPS.pdf

Wiser R., Murray C., Hamrin J. and R. Weston. 2003. “International Experience with Public Benefits Funds: A Focus on Renewable Energy and Energy Efficiency.” http://www.raponline.org/document/download/id/470

4

消费和废弃物管理

政策

1 减量化：废弃物的减量和再利用

2 回收利用和堆肥

3 填埋气甲烷回收

4 消费和废弃物管理

政策 4.1 减量化：废弃物的减量和再利用

政策描述

来源减量化是废弃物管理的重要战略措施。实现减量化的关键步骤是推动产品用料减量战略，延长产品和材料的使用期，在设计制造、销售和使用产品和材料的过程中全程减少废物产生。同时，鼓励公众购买使用期更长、质量更好的产品，鼓励产品和材料的再利用。目前实施的一些废物来源减量化的例子：

- 在当地政府内部的设施和运营中执行废物减量和再利用
- 在收集和处置环节采取政策对一个特定材料进行减量化或禁止某类材料的使用
- 对制定减量化战略目标的公司和消费者进行教育或经济激励
- 实施废弃物减量化和再利用计划，比如建立废物收集或再利用中心、交换和贸易中心

在美国，50 个州中有 47 个州已经发起了不同形式的减量化计划和行动，31 个州制定了减量化规划，27 个州针对州政府内部开展废弃物减量化行动，23 个州针对居民住宅、39 个州针对商用建筑开展减量化行动。[59]

相关方

- 当地政府和相关机构（环境，废弃物处理机构）
- 企业，消费者，当地社区团体

[59] U.S. EPA, 1998.

- 产品供应链：制造商、运输商、分销商、零售商
- 废弃物管理企业和工厂
- 非盈利研究机构
- 媒体

实施条件

从传统的废弃物管理关注末端治理转向聚焦废弃物产生前的预防和减量化是减量化措施的重要基础。此外，行为方式转变是减量化发挥效益的关键，因此，减量化和再利用的成功实施取决于目标参与者（企业或消费者等）如何被告知和其积极参与的程度。也需要持续的监督和定期的评估，通过记录行为转变和取得的节约效果来确保该措施的持续性。

对节能减排的贡献

来源减量化的首要目标是减少废弃物产生的数量，减量化和再利用战略能够对节能减排产生重要影响。减少废弃物产生量可以直接减少废弃物收集和处理的能源需求，再利用有利于减少提取新材料、制造和运输新产品的能源需求。减少制造和运输新产品的能源需求以及减少废弃物处理的能源需求能够直接减少二氧化碳排放。例如纽约市以废弃的电话目录印刷新目录，减少二氧化碳排放 2.8 吨。[60]

成本效益

研究表明，废弃物的真实成本大约是实际处理成本的 15 倍，因此建议通过减量化战略避免废弃物产生，减量化和再利用的成本效益非常好。[61] 推广消费和再利用更持久、使用期更长的产品，与一次性或用完即可丢弃的物品相比，可以降低或消除替换成本，从而节约大量投入。在华盛顿的 King County 地区，政府颁布措施要求采购可循环的、环境有益的商品，包括再制造墨盒、再精炼防冻剂和机油，2003 年这个措施总计节约 390 万人民币。[62]

障碍和挑战

减量化政策在实施过程中可能遇到的障碍包括：缺乏关于废弃物减量的环境效益方面的信息和知识，对生产者和消费者提供的激励机制不匹配，废弃物定价不合理。

[60] New York Department of Environmental Conservation, 2012.
[61] NSCC, 2007.
[62] ICLEI, 2005.

案例[63]

在北卡罗莱纳州，Chatham County 将交易商店（Swap Shop）整合到固体废弃物和循环收集中心计划，推广废弃物的再利用，并从废弃物中发现出尽可能多的有用物品。早在 1993 年，该地区就开始经营第一个交易商店。目前这样的商店在区域内的每一个固废收集中心都有设置。居民可以将不需要的但是有用的物品放到交易商店，供其他居民来选择，那些两周内没有被交易的物品会被转运到当地的慈善商店或救济机构。这些交易商店建立、运行和管理的成本均较低。交易商店的设立相当大的减少了废弃物产生。工作人员要清点所有放来交易商店的物品。通过统计发现，60%的物品是都可以被再利用，30%的转运到旧货店和其他批发商店来进行再利用，只有 10%最终进入废弃物收运渠道。

政策 4.2 回收利用和堆肥

政策描述

能够有效避免废弃物直接进入垃圾填埋场并回收有价值的材料的两个重要政策选择是废弃物的回收和垃圾堆肥。制定和实施废弃物利用目标有利于垃圾回收和堆肥产业的发展。

回收涉及的废弃材料包括塑料、玻璃、金属、纸张材料等，相关材料被分类、清洁和再加工形成新的再生产品，可以取代通过原材料制成的产品。促进回收和循环利用的政策包括设置回收的目标和要求、回收补贴、税收优惠、饮料容器押金法、垃圾处置费、垃圾附加费和弃置禁令等。这些政策已经在美国的一些州和城市以及部分欧盟国家实施。

有机废弃物（如庭院枝桠废弃物、厨余垃圾等）的堆肥利用（适当加入催化剂以加快有机材料的分解和转化）能够生产肥料和地膜。政策推动能够创造很高的市场需求。相关的政策包括地方政府和大型机构的采购政策、园林绿化和绿色建筑政策、税收返还和肥料的免费使用政策等。在美国，庭院枝桠废弃物的堆肥率已由 1990 年的 12%上升到 57.5%，但是食品废弃物的堆肥率却仍然只有 2.8%，主要原因在于食品废弃物的分类和回收成本较高。[64]

[63] NRC, 1996.
[64] U.S. EPA, 2012a.

相关方

- 地方政府的相关机构（环境，废弃物管理）
- 企业、消费者、社区团体
- 农业、环境和可持续发展团体
- 废弃物物管理公司、回收和堆肥资源的提供商
- 提供回收和堆肥相关服务的企业：运输企业、处理器制造企业、回收的经纪人、回收材料再生的制造商和垃圾堆肥企业

实施条件

与源头减量类似，回收和堆肥政策的成功也取决于公众意识的提高和在资源回收和堆肥等方面做出的实际行动。这往往需要针对不同的消费群体进行教育和宣传，对于住户和多户住宅的居民对于回收的态度可能会有所不同。回收和堆肥的实施还依赖于回收和堆肥服务的提供商。

对节能减排的贡献

回收和堆肥有助于节约能源和减少二氧化碳排放 ，虽然具体的节能和减排潜力由于材料本身特性和回收、堆肥方法的不同而不同。回收的节能效果由利用回收材料和原生材料生产的能量之间的差值决定。以回收铝为例，可以节省 95％的生产原铝所需的能量。总体而言，2005 年，原材料的回收保守估计能够为美国节约 22 百万吨标煤的能量，减少 48 百万吨的碳排放。[65] 有机废弃物的堆肥能够避免有机物在垃圾填埋场产生甲烷，从而显著降低有机垃圾对气候变化的影响。林业和采矿业的有机废弃物在严格控制条件的情况下也可以用于堆肥。

成本效益

回收的收益能够支付回收的费用，也有利于避免建设新的处理能力的成本。回收也被认为能够在创造就业和促进经济发展等方面产生正面效益。研究结果显示回收能够比直接处置提供 10 倍以上的就业机会。研究还表明，回收利用 1 吨废弃物比直接送到垃圾填埋场要多支付 680 人民币的工资，产生 1,851 人民币的额外商品和服务，产生 909 人民币的额外销售。[66] 堆肥的经济性，特别是食品的堆肥还不十分清楚，废弃物的分类回收和堆肥系统的类型都影响成本。

[65] U.S. EPA, 2012b.
[66] US EPA, 2011.

障碍和挑战

回收和堆肥在实施过程中可能遇到的障碍包括：缺乏废弃物回收利用的基础设施，废弃物定价不合理，环保教育普及不足，消费者和生产者未能意识到堆肥的终端用途导致缺乏堆肥市场。

案例

旧金山零垃圾目标和强制性回收和堆肥条例[67]

在 2001 年完成州政府强制的 50%垃圾填埋场废物转化目标后，旧金山于 2003 年 3 月出台了地方性的更为严格的废弃物转化目标，提出到 2010 年 75%的废弃物采用多样性处理方式，到 2020 年实现垃圾填埋场或焚烧场的垃圾零进入。2009 年 6 月，该市还通过了强制回收和堆肥条例，要求所有城市的企业和居民按照堆肥和填埋的处理要求将废弃物分类并放入相应的回收容器。该条例规定，企业、小区业主和租房者将免费获得回收和堆肥的容器、工具包、相关教材和培训，也规定了强制执行的要求和必要的惩罚措施。除了这两个主要的回收和堆肥政策外，旧金山也采取了多种其他配套政策，重点包括强化垃圾生产者的责任、减少塑料袋、食品服务的废弃物减量化、减少建材的包装材料、碎小材料的回收、户内垃圾的回收和收购政策等。

政策 4.3 填埋气甲烷回收

政策描述

城市固体废物管理产生的甲烷占全球甲烷排放的 14%。甲烷是仅次于 CO_2 的第二个重要的温室气体。[68] 垃圾填埋场和露天堆场的甲烷是由于细菌分解有机废物产生，以垃圾填埋气（LFG）的方式释放出来。除了释放到大气中，LFG 可以被捕获并转化成一种优质的能源。垃圾填埋气中的甲烷捕获和回收的主要方法是提取和收集垃圾堆场竖井和真空系统的气体，收集的气体能够直接燃烧使用，特别是用于发电或热电联产。

[67] San Francisco Department of Environment, 2012.
[68] IEA, 2009a.

除了扩大回收和堆肥，甲烷捕获和回收的监管目标，已经在一些国家开始实施，如美国和加拿大都对甲烷的排放量进行了限制并减缓未来排放量的增长。其他实施了垃圾填埋场沼气回收政策的国家，如美国、英国、德国、卢森堡和韩国，涉及的具体政策包括甲烷回收和利用、垃圾填埋气发电纳入可再生能源配额或上网电价政策、规范发电并网要求、为小型垃圾填埋气回收项目提供并网支持、技术开发和示范等政策。

相关方

- 当地政府
- 垃圾填埋气能源项目的开发商和承包商
- 执法和规划部门（环境、土地规划和、公共事业委员会，固体废弃物规划机构等）
- 金融合作伙伴
- 能源终端用户（商业、工业）和公用事业部门

实施条件

垃圾填埋场甲烷回收项目的一个基本条件是对各相关方的利益有充分的考虑。政府应积极努力促进并对项目进展给予持续的支持承诺。此外，垃圾填埋气项目开发商能够通过政府补贴获得资金支持，如可再生能源基金、税收及其他融资机制也是 LFG 能源项目的启动和维持至关重要的因素。同样，垃圾填埋气回收利用技术和体制机制的建设，也是这类项目的必要条件。最后，配套的政策和法规，如购买垃圾填埋气发电项目的发电量和强制并网等，都在推动垃圾填埋场甲烷回收和填埋气体能源项目中扮演着重要的角色。

对节能减排的贡献

垃圾填埋气的能源化利用项目对节能减排有直接的贡献，回收的甲烷通过天然气发电和热电联产系统，或直接在锅炉、干燥器、窑炉中使用，能够替代传统燃料。此外，垃圾填埋气回收项目还可以大量减少甲烷的排放。设计有效的 LFG 能源项目能够减少垃圾填埋场的甲烷排放量 60％至 90％。从垃圾填埋场的实际运行效果来看，一个典型的 3 兆瓦垃圾填埋气发电项目，一年能减排 34,700 吨碳当量的甲烷，而一个典型的直接利用垃圾填埋气的项目能够减排 32,300 吨碳当量的甲烷。[69] 美国现有 520 个 LFG 能源项目，能够有助于减少垃圾填埋场的甲烷排放 4,400 万吨碳当量。

[69] U.S. EPA, 2012c.

成本效益

通过对甲烷回收垃圾填埋气能源项目的主要成本进行评估显示，购买和安装填埋气体回收及发电设备，运行操作和维护成本是该类项目的主要投资。但是，垃圾填埋气能源项目已被证明是非常符合成本效益的项目，电力和能源的收入能够抵消项目的前期投资。极具经济性的 LFG 能源项目的例子包括：[70]

- 格鲁吉亚 3.2 兆瓦的垃圾填埋气发电项目：LFG 系统耗资 3,370 万人民币，但通过不到 5 年的电力销售收入预计可以全部收回成本；
- 北卡罗莱纳州以社区为基础的直接填埋气收集利用项目，为终端用于直接避免燃烧化石能源，直接节省的额外燃料成本远远超过了该项目 670 万人民币的投资。

此外，垃圾填埋场甲烷回收和垃圾填埋气能源项目能够创造就业机会，推动新堆填区附近的企业收集并利用填埋气，减少环境治理的合规成本并使垃圾填埋场符合减排的要求。

障碍和挑战

垃圾填埋气回收实施过程中的障碍包括：缺乏对垃圾填埋气的合理定价，缺乏具有专业知识的项目开发商和承包商。

案例

韩国蔚山填埋气直接利用项目[71]

韩国蔚山的垃圾填埋场甲烷气体回收系统开始运行于 2002 年，是韩国最早的 LFG 能源直接利用项目。该项目收集和运输垃圾填埋气，作为毗邻的化工厂的燃料。与使用天然气的类似化工厂相比，该项目能够节约能源费用 38,931 人民币/天，而且天然气的价格还在不断上涨。该 LFG 能源项目每年还减排温室气体 101,475 吨二氧化碳当量。除了经济和环境效益，蔚山项目的成功也体现了政府和项目开发商建立战略合作伙伴的重要性，政府为项目的融资提供便利，提供能力建设和培训，这些都是项目成功的主要因素。

参考文献

ICLEI – Local Governments for Sustainability. 2005. “Waste Prevention and Sustainability: Case Studies for Local Governments.” http://www.stopwaste.org/docs/casestudiesprint.pdf

[70] U.S. EPA, 2012c.

[71] Larnel Heil and Ha, 2006.

International Energy Agency (IEA). 2009a. *Energy Sector Methane Recovery and Use: The Importance of Policy*. Paris, France: OECD/IEA. http://www.iea.org/papers/2009/methane_brochure.pdf

IEA. 2009b. *Turning Liability into an Asset: the Importance of Policy in Fostering Landfill Gas Use Worldwide*. Paris, France: OECD/IEA. http://www.iea.org/papers/2009/landfill.pdf

Larney C., M. Heil and G.-A. Ha. 2006. *Case Studies from the Climate Technology Partnership: Landfill Gas Projects in South Korea and Lessons Learned*. NREL/TP-710-40428. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory. http://www.nrel.gov/docs/fy07osti/40428.pdf

National Recycling Coalition, Inc (NRC). 1996. *Making Source Reduction and Reuse Work in Your Community: A Manual for Local Governments.* Alexandria, Virginia: National Recycling Coalition, Inc. http://infohouse.p2ric.org/ref/24/23792.pdf

National Specialist Contractors Council (NSCC). 2007. "Reduce, Reuse and Recycle: Managing Your Waste." London: NSCC Limited. http://www.nscc.org.uk/docs/general/002fGuidanceonwaste.pdf

New York Department of Environmental Conservation. 2012. "Case Studies: Climate Smart Waste Reduction and Materials Reuse." http://www.dec.ny.gov/energy/72967.html

San Francisco Department of Environment. 2012. "Zero Waste Legislation." http://sfenvironment.org/zero-waste/overview/legislation

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1998. *Municipal Solid waste Source Reduction: A Snapshot of State Initiatives.* EPA530-R-98-017. Washington, DC: U.S. EPA. http://www.epa.gov/osw/nonhaz/municipal/pubs/snapshot.pdf

U.S. EPA. 2011. "Reducing Greenhouse Gas Emissions through Recycling and Composting." EPA 910-R-11-003. Seattle, Washington: U.S. EPA Region 10. http://www.epa.gov/region10/pdf/climate/wccmmf/Reducing_GHGs_through_Recycling_and_Composting.pdf

U.S. EPA. 2012a. "Composting: Basic Information." http://www.epa.gov/osw/conserve/rrr/composting/basic.htm

U.S. EPA. 2012b. "Communicating the Benefits of Recycling." http://www.epa.gov/osw/conserve/tools/localgov/benefits/index.htm

U.S. EPA. 2012c. "Landfill Gas Energy: A Guide to Developing and Implementing Greenhouse Gas Reduction Programs." http://www.epa.gov/statelocalclimate/documents/pdf/landfill_methane_utilization.pdf

5

交通运输与城市组织

政策

1 充满活力的社区和街道

2 综合运输发展

3 更短的距离、更通畅的流动性: 货物和乘客

4 高效、低碳交通工具

5 交通运输与城市组织

交通排放受到城市结构的影响很大——城市设计、以及基础设施的投资决策都影响交通部门的排放。节能减排在交通部门需要协同土地利用政策和优先的低碳基础设施投资。其他的交通战略，如：交通工具技术、燃料标准、激励措施、出行习惯等，都是由城市布局和基础设施选择来决定的。

优先发展低碳交通模式

对于上述提到的所有措施来说，图 10[72]强调了交通模式的低碳发展优先性，该图的结论在世界范围内减小城市交通碳排放都是有效的，包括从波特兰、纽约到布宜诺斯艾利斯和广州。[73] 这些优先措施直接由土地利用和基础设施决定，首先最大程度地关注人们最低碳的交通选择：步行，骑自行车，公共交通。其次是货运，高效的商用车辆和卡车的货物运输。对于客运车辆，高载客车辆（面包车，客车）优于单独载客车辆。单独载客车辆优先级最低，因为其具有最高的人均碳排放量。

[72] Portland Climate Action Plan, 2009.

[73] 交通及发展政策学院，可持续发展交通奖网址：http://www.itdp.org/get-involved/sustainable-transport-award/

图 10. 交通措施的优先性

来源：Portland Climate Action Plan, 2009

政策 5.1 充满活力的社区和街道

政策描述

混合区域：创建适于人居的混合功能社区，大多数居民通过 20 分钟的步行或骑自行车就能满足基本非工作的生活要求，会极大减少车辆数量和能源使用，以及二氧化碳的排放量。[74] 不同于高层建筑物将人们的日常生活分离，该措施同时将服务、零售、娱乐以及住宿集中建设，就能使所有的设施通过步行到达。对于必须外出到其他区域工作的居民，提供安全的步行和自行车道，以及公共交通的通勤工具。居民和工人、雇主和商业项目，都会受益于日常混合使用区和集中分布的城市设计。[75]

以人为本的街道（“完整街道”）。不采用对行人可能造成危险的长距离超大街区，大约 1.5 公顷的街区面积，是许多城市的理想选择。[76] 所有的交通运输和商业区域，人们都采用步行，从而使街道更安全，对人们的吸引力更大。街道不是巨大的多通道双向交叉路口，而是双通道（耦合）的单向街道，可以为行人提供更简单的交叉路口，同时加快车辆的流动。这一战略已经被人口稠密的城市采用，如多伦多、纽约、旧金山、西雅图和丹佛。人行道的设计应该方便进入零售店、餐馆和其他服务设施，而不是到达混凝土建筑。树木和植被、阴凉的入

[74] Portland Climate Action Plan, 2009; Calthorpe, 2010.

[75] 为维护人民的健康，高污染行业应该接受控管并设于城外，但其他行业可以设在混合使用区。

[76] Calthorpe Associates, 2010.

口、长凳，都能够帮助确保行人的安全。一个自行车网络、自行车停车场和自行车共享计划，有利于非机动车交通，使整个街区更加完整，如广州、杭州、巴黎。[77]

相关方

- 当地交通运输机构：配合市长、地方发展和改革委员会、当地环境部门、地区交通运输局的规划，确保分区、资金和街道改善；
- 本地企业和开发商：实现有利于居民友好的街道、混合使用区；
- 社区：实现低碳、方便进入的优势

实施条件

政府各部门的协调机构，包括规划、交通、投资、建设等的协作，对低碳城市的组织是必不可少的条件。设定短期和长期的目标是“完整街道和社区”项目取得进展的关键。

对节能减排的贡献

高密度的城市街区，相比不太密集的城市街区，可以节省 40％的车辆里程（VMT）相应的 CO_2 排放（6 吨/户相比 10 吨/户），[78] 如果能够避免低密度单一住宅的长途通勤，甚至有可能减少 70％的排放。从现有的城市街区转化成混合用途和完整的街道的城市街区，在 10 至 20 年内城市可以实现节省 30％的车辆里程和二氧化碳排放。[79]

成本效益

较其他可持续发展的交通措施，实施“完整的街道”将减少温室气体排放量超过 15％，可以减少公共和私人支出。[80] 通过步行或自行车即可到达的市场、学校和其他公共服务地点，常常比任何机动化交通基础设施更便宜。“完整的街道”不仅能为当地企业和政府创造收入，同时也提高了社区的生活质量。

障碍和挑战

既有城市改造非常困难；需要不同部门的协调。

---

[77] National Geographic, 2011; SFMTA, 2011.

[78] Calthorpe, 2010. 数据来自北加州湾区(旧金山、奥克兰与 San Ramon).

[79] Portland Climate Action Plan, 2009.

[80] SF MTA, 2011. 以旧金山而言，政府设置完整街道一般要耗时 25 年，费用介于 1 亿至 5 亿美元之间。对中国城市而言，执行成本可能会低些。预期温室气体减排效果会很高，高达 15%以上。

案例

在 2009 年，波特兰市和周边 Multinomah 县设立了一个构建 20 分钟活力社区的目标，其中高达 90%的居民通过步行或骑自行车能满足基本生活需要。目前，市中心已经通过建立轻轨而不是高速公路部分改善了城市的交通状况。为了实现这一目标，城市与社区机构一起工作，以确保每个街道都获得需要的基础设施投资、土地利用计划、公共 - 私营伙伴关系。城市的整体规划也进行了修订，整合各项低碳行动，设定实施时间表和优先资助的低碳项目。目前，初步的项目已经完成，城市已建立起一个 10 英里的街区绿色通道，提供了安全的步行和自行车通道，处理了雨水径流并加强了学校周边的安全。[81]

政策 5.2 综合运输发展

政策描述

在对世界上许多被高度重视的城市的研究发现，与发展私家车相比，公共交通导向发展（TOD）计划，是一个更清洁、更高效的交通战略。综合交通规划中，商业及住宅发展沿着公共交通通道集中分布，降低了车辆行驶公里数和二氧化碳排放量；新建住宅的开发包含公共交通改善、并在开发协议中由政府提供资金，在住宅开发中纳入公共交通通道，而不是过多的考虑停车位，并鼓励雇主提供交通福利，而不是停车位；在公共交通中心里，提供包括自行车和汽车共享的停车场，但是不鼓励私家车停靠在公共汽车中转站；对综合交通体系设立目标，并监控其进展情况；增加公共交通路线，增加载客量，维护或加强公共交通基础设施，考虑快速公交系统（BRT）以及轻轨或地铁（较昂贵的选择）；通过便捷的公交系统和支付方式，并利用公共交通进行信息分享和宣传，鼓励步行、骑自行车和公共交通运输。

相关方

当地政府机构和开发商之间的积极合作，对将公共交通整合到城市建设中必不可少。

[81] Portland Climate Action Plan – Progress Report, 2012.

实施条件

相比针对私家车基础设施的投资，公共交通基础设施的资金必须优先考虑。来自交通缩减措施（如牌照费，拥堵费等，见以下政策 5.3）获得的资金，应该为公共交通基础设施建设，以及为行人和自行车提供的基础设施建设预留资金。基础设施建设应与房地产和商务区的发展相配合，以确保公共交通被整合到这些项目的开发中。

对节能减排的贡献

居民出行方式从低载客车辆到公共交通工具的转变，能够极大的实现节能减排。如 图 11 所示，公交和铁路运输相比私家车可节省近 80％的碳排放量。在美国，相比汽车为重点发展的模式，5 个中大城市的 17 个 TOD 项目减少了 44%的私家车出行量。[82]

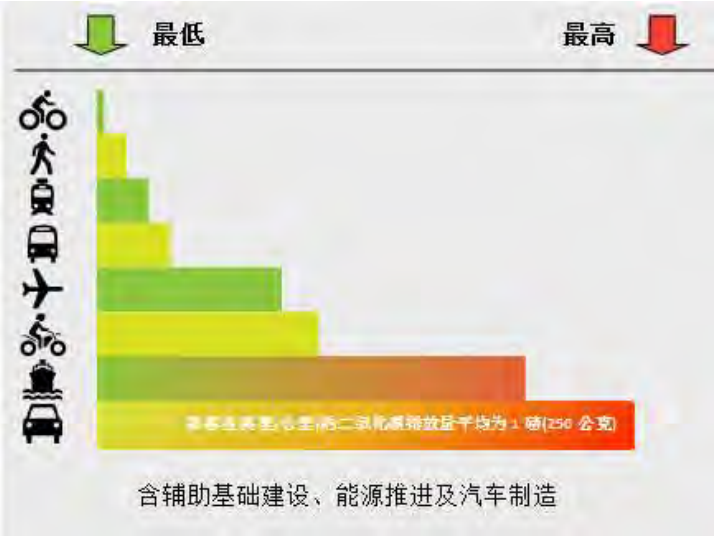

图 11. 不同交通方式下乘客的单位二氧化碳排放量 (旧金山)

资料来源: SFMTA, 2011.

成本效益

公共交通导向的发展战略具有相对较低的成本，中等水平的个人支出和中等水平的温室气体减排量（10-15％），总体的经济性处于中等水平。[83] 在公共交通基础设施选择中，公共汽车与铁路相比，每位乘客每公里的排放量略高，但其资金成本低，是负担得起的公共交通选择。电动轨道，具有更高的运行效率，对高密度城市更有吸引力。 BRT 能够兼顾两方面的好处：公共汽车专用车道效率更高、而成本比铁路低。要确保有足够的收入，运输机构必须有流畅的运行体系，方便的连接和支付系统，以及与乘客共享信息的良好能力。

[82] SFMTA, 2011; Cervero, 2009.
[83] SFMTA, 2011.

障碍和挑战

需与其它城市设施协调和系统规划；BRT、轨道交通对于基础设施的要求高，投资大，建设时间长；需要说服人们选择公共交通。

案例

广州是中国第三大城市，集成的公共交通、步行和自行车系统是其低碳交通的关键。经过多年的规划，到 2010 年 2 月，广州开发了 22.5 公里的快速公交系统（BRT），是亚洲第一个与地铁系统连接的 BRT。[84] 广州 BRT 系统还包括自行车停车站和林荫人行道，自行车共享计划包含城市近 5000 辆自行车和 50 个自行车站。[85] 在 BRT 开放的 18 个月内，广州实现了世界上最高比例的 BRT 乘客密度，平均每天的载客量达到 80.5 万人，仅次于北京的乘客密度，三倍于亚洲其他 BRT 的运载能力。[86] BRT 效率的提高，分别减少了 29%的巴士乘客和 20％私家车的通勤时间，每年减少的燃油消耗相当于减排二氧化碳 8.6 万吨。[87]

政策 5.3 更短的距离、更通畅的流动性：货物和乘客

政策描述

城市在鼓励非机动交通（政策 5.1）和运作良好的公共交通系统（政策 5.2）的同时，城市还需要重视车辆交通的流动性，包括货运和客运。政策 5.3 的指导思想是，减少行驶距离，保持交通流畅，达到减少公里数、少空转、降低燃料消耗和减少二氧化碳排放的目的。

交通流量的优化可以通过交通信号计时、可变信息系统、以及高乘载车辆（HOV）专用车道等措施实现。交通流量的控制可以通过牌照限制、高额牌照费等措施实现。在高峰时段和地点对车辆征收较高的拥堵费用，能够提供经济激励以改变交通运输流量或交通运输方式。在货

[84] Institute for Transportation & Development Policy, History of ITDP; Hughes and Zhu, 2011. http://www.itdp.org/
[85] National Geographic, 2011; ITDP Sustainable Transport Award.
[86] Hughes and Zhu, 2011; ITDP News, http://www.itdp.org/news/guangzhou-brt-reduces-co2-emissions-by-86000-tonnes-annually
[87] Hughes and Zhu, 2011.

物运输方面，居民日常生活的吃穿用品通常都通过卡车、铁路和船舶运输，对货运枢纽的优化、固定通行时间、改变枢纽的位置，鼓励更多的铁路运输代替公路货运等都能够改善货运状况。连接工业区和郊区的交通系统也能够减少货运流量。由于大型货运车辆在起停时消耗更多的燃料，因此交通状况的改观非常有益于这些货运汽车节约燃料。对于柴油车而言，更为通常的交通路线有助于减少黑炭的排放，这是一种温室效应极强的物质。[88]

相关方

交通管理措施需要协调多个政府机构、企业（客运、货运）、以及公众。

实施条件

为实现更短的运输距离和更通畅的流动性，需要多种交通管理措施并行。例如，纽约市过去近 90％的货运由卡车运输完成，造成严重的交通拥堵和污染。通过“纽约规划”，纽约将铁路连接至南布鲁克林海军码头，并延长其它铁路终端，把更多的货运由铁路承担。在曼哈顿中央商务区，卡车交货时间错开高峰，从而明显减少了卡车的空转和排放。该市还进行了详细的外卖模式研究以寻找进一步的减排空间。[89]

对节能减排的贡献

城市车辆交通流的优化，对公共投资的规模要求相对较低，私人成本也相对优化，但是可以实现 10％至 15％的节能和二氧化碳减排。[90] 控制汽车牌照的数量，可以实现更大的节约。

成本效益

需求定价和牌照费与交通流量优化相结合，能够带来显著的净效益。交通拥堵费和牌照费能够创造更多的公共收入，并用于建设公共交通基础设施。[91] 这些已成为实现低碳交通必要的融资手段，而且能够直接降低能耗和二氧化碳排放量。

障碍和挑战

技术和管理水平的限制；对交通系统规划、组织和协调要求非常高；拥堵费难以被公众接受。

---

[88] Portland Climate Action Plan, 2009.
[89] PlaNYC Update, 2011; PlaNYC Progress Report 2012.
[90] SFMTA, 2011.
[91] SFMTA, 2011.

案例

虽然只有富人能进行拍卖，但上海拍卖车牌的做法已经控制了近 200 万辆的汽车，并保持了城市交通的基本通畅。相比之下，北京的政策是采取号码限行的政策，并未有效地控制流量，城市汽车的保有量已经超过 500 万。广州在学习这些经验后，目前正在实施汽车牌照拍卖和摇号相结合政策，这一措施能够减少流量、节能减排、也可使民众较为公平地获得拍照。中国的几个城市正在探索时实施征收拥堵费的可能性。[92]

收取拥堵费[93]能够有效促进运输方式的转变，促进低碳公共交通，能够显著可以减少温室气体排放。例如，在伦敦，每年 52 人民币的拥堵费使城市中心的交通流量减少 12%，其中一半以上被转移到公共交通，此外，车辆行驶距离也减少了 2.11 亿公里（Timilsina 和 Dulal，2008 年）。如果将伦敦的拥堵费政策运用到纽约，预期能够减少日均 9%的车流量。另一项研究显示，如果征收拥堵费，哥本哈根每年可减少 7%的汽车行驶里程，相当于减少二氧化碳排放量 1.54 亿吨（Rich 和 Nielson，2007）。

政策 5.4 高效、低碳交通工具

政策描述

运输政策 5.4 的目的是提高车辆的使用效率，并鼓励低碳汽车技术和替代燃料技术。市级政府有权对本区域内销售的车辆设定能效和排放标准。例如，城市公交车可以由低碳电力、压缩天然气（CNG），或生物柴油等供给能源。波特兰市设置了一个低碳燃料标准，计划到 2030 年减少城市全生命周期的交通燃料排放 20%。[94] 城市可以通过本地的收费或补贴措施，鼓励销售和推广更高效和低排放的私家车。城市基础设施可以支持电动汽车，包括充电站或电池交换中心等，并鼓励低碳的替代燃料。这些政策将间接影响汽车制造商和燃料生产商，为高效、低碳技术创造更大的市场。

[92] "Congested Chinese cities seek best way to issue license plates." WantChinaTimes.com. 2012.9.18.
[93] Excerpted from: Zhou et al., 2011.
[94] Portland Climate Action Plan, 2011.

许多城市都对商业运行的车辆如出租车等通过牌照发放设立一定的能效标准。然而，大多数城市政府没有权力直接监管汽车制造商或车辆使用效率或排放标准。纽约、旧金山、华盛顿特区等美国主要城市正在推广“绿色的士”计划，但仍然必须克服法律的障碍，国家立法到实施的过程较长。[95]

相关方

- 商业车队所有者，政府和企业
- 私人汽车拥有者
- 汽车制造商和零售商
- 燃料供应商和加油站

实施条件

对于所有低碳交通措施，政府机构之间的协调都是非常重要的。城市没有直接制定燃油经济性和排放标准的法定权力，他们必须努力促使省级或国家法律法规的改变，或者使用其他间接的办法，鼓励更高效和低排放的车辆。

对节能减排的贡献

图 12 显示了不同汽车类型的 CO2 排放量。混合动力汽车是传统乘用车排放量的一半。使用可再生能源的电动汽车排放相比以汽油为动力的汽车减少排放 70%。[96]

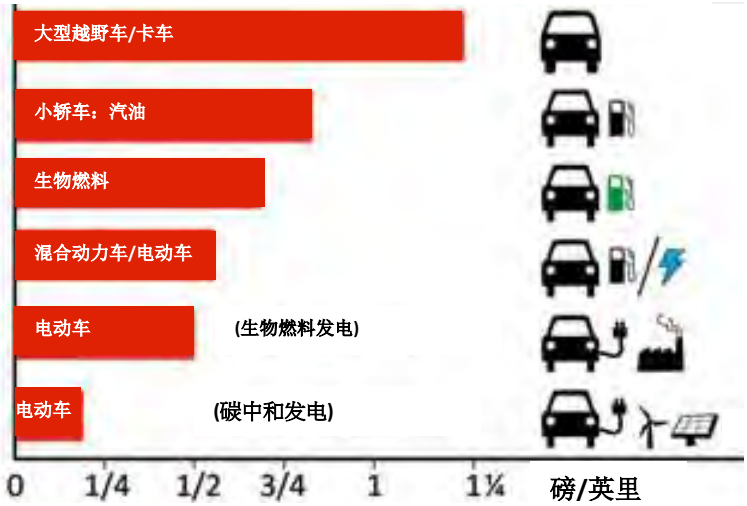

图 12. 不同汽车的温室气体排放

资料来源：Timothy Papandreou, SFMTA 2011.

[95] New York City, Office of the Mayor, 2011.
[96] SF MTA, 2011.

如果城市按照新的欧盟汽车二氧化碳排放标准，他们将看到新增汽车排放量在 2015 年下降至 130 克/公里，到 2020 年下降到 95 克/公里。[97] 绝对排放量方面，欧盟的目标是到 2007 年在 1990 年水平上减少 40%。在英国到 2020 年 CO_2 排放量可减少 700 万吨。

成本效益

提高车辆的燃油效率和采用混合动力汽车可以显著节能减排并降低成本。例如，纽约的出租车一年的行驶里程约为 80000 英里，而一个典型的私家车大约是 15000 英里。每年利用燃油效率提高可以使出租车减少温室气体排放 296000 吨，相当于减少 35,000 辆汽车。根据 2011 年的天然气价格，混合动力出租车的司机可节省燃料费每年平均 35,343 人民币。[98] 这些努力也能够改善空气质量和人类健康，可以减少对肺部损伤的氮氧化物排放量 71%，碳氢化合物 89%。

障碍和挑战

混合动力、电动汽车成本相对较高，靠补贴难以规模发展；对于新能源汽车的认识和接受程度限制；充电基础设施投资大，系统协调要求高。

案例

在墨西哥城市政府要求更换所有 8 年以上车龄的汽车，新汽车必须达到每公升燃油 12.5 公里的效率。当地政府为出租车司机提供每辆车 9,425 人民币的补贴以购买新的出租车。此外，市政府还与本地银行合作，为司机提供担保贷款（约 33,660 人民币），如果贷款在四年内没有还清，政府则取消新车的牌照。在第一轮的更换行动中，政府共投入 283 万人民币[99]。

参考文献

C40 Climate Initiative. 2010. "Mexico City: Fuel efficient taxis." online from http://www.c40cities.org/bestpractices/transport/mexicocity_taxi.jsp

Calthorpe, Peter. 2010. Urbanism in the Age of Climate Change. Island Press.

[97] Zhou et al., 2011; UK Dept. of Transport

[98] New York City, Office of the Mayor, 2011.

[99] C40 Climate Initiative, 2011; World Bank, http://einstitute.worldbank.org/ei/course/trace-how-use-tool-rapid-assessment-city-energy

Calthorpe Associates. 2010. “Urban Design Standards for Low Carbon Community.” China Sustainable Energy Program, Energy Foundation. Report.

Cervero, Robert. 2009. “TOD and Carsharing: A Natural Marriage.” Access, 35, 25-29.

National Geographic. 2011. “Guangzhou, China, Wins Sustainable Transport Prize.” National Geographic Daily News. 24 January. Online: http://news.nationalgeographic.com/news/energy/2011/01/110124-guangzhou-china-sustainable-transport-prize/

EcoVelo. 2011. http://www.ecovelo.info/2011/01/25/sustainable-transport-in-guangzhou-china/

ITDP. Sustainable Transport Award. Institute for Transportation Development and Policy. Online: http://www.itdp.org/get-involved/sustainable-transport-award/

Hughes, Colin, and Xianyuan Zhu. 2011. Guangzhou, China, Bus Rapid Transit: Emissions Impact Analysis. Institute for Transportation and Development Policy (ITDP). May. Online: http://www.itdp.org/news/guangzhou-brt-reduces-co2-emissions-by-86000-tonnes-annually

New York City. 2011. PlaNYC, Update April 2011.

New York City. 2012. PlaNYC Progress Report 2012.

New York City, Office of the Mayor. 2011. “Mayor Bloomberg and Taxi Commissioner Yassky Join Senator Gillibrand and Congressman Nadler To Introduce Green Taxis Act.” Press Release, PR-100-11. 28 March.

Portland, City of, and Multinomah County. 2009. Climate Action Plan.

Portland, City of, and Multinomah County. 2012. Climate Action Plan – Progress Report, 2012.

Rich, J. and Nielsen, O.A. 2007. “A socio-economic assessment of proposed road user charging schemes in Copenhagen.” Transport Policy 14 (4): 330-345.

SFMTA. 2011. Climate Action Strategy. Draft. San Francisco Metropolitan Transportation Agency.

Timilsina, G.R. and H.B. Dulal. 2008. “Fiscal Policy Instruments for Reducing Congestion and Atmospheric Emissions in the Transport Sector: A Review.” Washington, DC: The World Bank.

Zhou, Nan, Lynn Price, Stephanie Ohshita, and Nina Zheng. 2011. A Guidebook for Low-Carbon Development at the Local Level. Lawrence Berkeley National Laboratory. Report 5370E. 193 pp. October

6 农业和林业

政策

1 本地农业和健康食品

2 有机农业和安全的食品

3 城市森林: 保护和清洁

4 城市绿色空间

6 农业和林业

政策 6.1 本地农业和健康食品

政策描述

中国的许多地方都有相当丰富的特产，并在此基础上形成了悠久、丰富的饮食文化，因而可以更好的接受本地的、低碳的食品和农业。许多中国城市已经拥有都市农业的经验。由于农田有限，鼓励都市农业会对所有中国城市有益。[100] 在过去的 20 年间，中国食品行业的碳排放显著增长。[101] 生命周期分析显示增长主要来源于肉类消费的增长、运输距离的增长和厨房冷藏能源消耗的增长。[102] 另一方面，食品加工效率的提高帮助抵消了部分碳排放，但是总体趋势仍然令人忧虑。目前在中国，交通运输占食品相关碳排放的 30%。这凸显了本地食品的重要性。[103] 红色肉类（尤其指牛、羊肉）的碳足迹是谷物的 3 到 10 倍，而且大量的肉类消费会引发健康问题，因此需要鼓励健康食品。[104]

推动本地食品的供应能够节约能源、减少食品在运输、加工、零售等环节的温室气体排放。本地食品能够促进农民和消费者之间更好更好的联系，激励农民和食品消费者对于土地、环境和食品安全共同的责任。一个重要的措施是增加农贸市场的数量和频率，为城市居民购买

[100] 深圳、北京与其他城市已经开始推广都市农业，以便能有更多高质量的食品与更充分的供应。中国都市农业协会是信息来源之一，网址为： www.caass.org.cn.

[101] 食品生产会排放出三种温室气体：用能时排放二氧化碳、牲畜与生产稻米会排放甲烷、化肥及粪肥会排放一氧化二氮。为求简明，本手册使用”碳排放”一词。

[102] Zhi and Gao, 2009.

[103] Zhi and Gao, 2009. 中国在食品的碳排放量上，仍低于美国。中国生产一单位的食品要消耗三单位的能源；在美国，这个比例是 1：10 (Bomford, 2010).

[104] Weber and Matthews, 2008; Portland Climate Action Plan, 2009.

本地产品提供更多的便利。政府需要减少农贸市场的审批要求，从而扭转大型食品超市迅速发展的趋势。公共机构（政府、学校、医院、部队等）需要制定本地食品采购指南，保障大部分或者全部食品采购来源于本地生产。在商场销售的食品在标签上需要标明产地，鼓励公众食用健康、低碳的食品。

相关方

鼓励本地的、健康的食品涉及到：农民、食品市场、政府、企业、餐厅、学校的食品采购部门、当地菜园、健康食品教育机构、以及普通公众。

实施条件

城市政府必须在签发许可证和批准销售用地时优先给予健康的、低碳的、本地的农民以政策倾斜。城市的空地和屋顶应该允许从事都市农业。都市土壤在种植作物之前一定要经过检测，避免污染。

对节能减排的贡献

本地食品能够显著节约运输能源和减少碳排放。从红肉转向蔬菜的植物蛋白也能很大程度上减少温室气体排放，牛肉的碳排量放是猪肉的 2 倍，是鸡肉的 4 倍，是豆类、扁豆和豆腐的 13 倍。见图 13。[105]

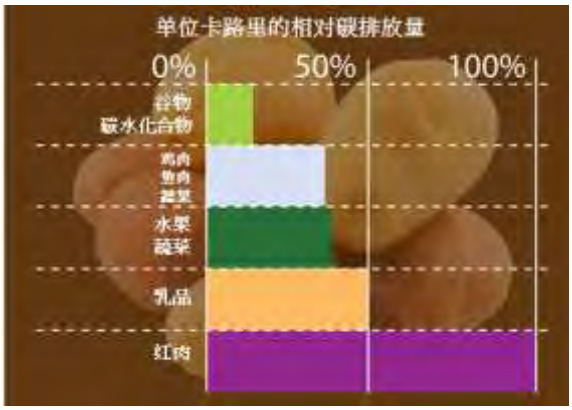

图 13. 食品的碳足迹

资料来源：Weber 和 Matthews，2008；如《波特兰市气候行动计划》中所示，2009

[105] EWG Meat Eaters Guide, 2011.

成本效益

许多群体能够从本地健康食品推广中获益。例如，芝加哥大都市区从本地食品中获得了以下三个方面的收益：[106]

1. 将货币收益保留在本地：本地食品消费增长 20%，(根据芝加哥的经验)能够地区产生约 168 亿人民币的收益；
2. 为农民带来更好的就业和收入：农民从新鲜蔬菜市场获得的收入比销售商品作物（大豆、玉米、谷物）高 5 到 50 倍。生产水果和蔬菜能够产生的就业岗位是生产玉米或谷物的 3 到 7 倍；
3. 支持地方商业：生产、运输、销售和购买本地视频能够支持地方商业的发展，本地小业主获益后也将在本地继续扩大消费。

障碍和挑战

食品安全的挑战；消费者对于素食的认识和接受程度的挑战；对于食品多样性和特色需求的挑战。

案例

波特兰市将食品和农业作为本市气候行动计划中突出的部分，有两个主要目标：（1）减少高碳食品的消费；（2）本地食品的消费显著提升。[107] 该市发现如果居民从消费肉类、乳品转为谷物和蔬菜，哪怕每周只有一天，每年全市能够减少的温室气体排放相当于少开车 10%。[108]

政策 6.2 有机农业和安全的食品

[106] CMAP, Local Food System Benefits.
[107] Portland Climate Action Plan, 2009.
[108] Portland Climate Action Plan, 2009; Weber and Matthews, 2008.

政策描述

在能源密集型、高污染的过程中，中国的农业生产严重依赖化肥和农药，而这些产品的生产与煤、天然气密切相关，是能源密集型的高污染的行业。[109] 化肥的使用已经污染了土地和水体。农田径流中过多的氮元素容易引发河流和湖泊的富营养化和海岸的赤潮。化学杀虫剂和除草剂也被过度使用，它们的生产过程消耗很多能源，而且对人体和其他生物毒性非常强。向有机农业的变革能够节约能源、减少碳排放，同时能够保障食品安全。[110]

推广有机的耕作方式、使用生物肥料、生物农药、进行病虫害的综合治理，能够减少化肥和农药的使用。政府可以对有机食品的认证提供补贴、为从事有机农业的农民提供培训和咨询服务，逐步停止对化肥产业的补贴，逐步把补贴向有机农业产业过渡。此外，政府可以促进本地的有机堆肥，建立堆肥中心，从而减少化肥的使用，同时使得土壤结构更加平衡和健康。[111]

相关方

有机农业需要协调包括农民、食品零售商、负责农业、食品采购和食品安全的相关政府部门。大学等研究机构也需要大力开展有机农业的研究。

实施条件

有机农业的推广需要公共部门、农民、企业以及公众的通力合作。应形成良好的市场机制，确保有污染的和不安全的食品不能以低于有机的和安全的食品低价格出售。

对节能减排的贡献

有机农业能够显著节约能源、修复土壤、提供就业岗位，同时使得人类和生态系统更加安全。使用生物肥料和生物防治来代替或减少化肥和农药的使用，能够减少 15-45%的化石燃料使用。[112] 此外，有机农业能够将土壤对碳的吸收能力提升大约 20%。[113] 综合减少化石燃料的使用和土壤固碳能力的提高，能够抵消 20%-40%的农业温室气体排放。[114] 此外，在中国化肥和杀虫剂的过度使用很普遍，提升化肥和杀虫剂的使用效率也有助于节能减排。[115]

---

[109] Zhou et al. 2010.

[110] Cao et al. 2010; Zhi and Gao, 2001.

[111] 参见本手册有关废弃物管理的部份。

[112] Scialabba and Muller-Lindenlauf, 2010.

[113] Azeez, 2010; Scialabba and Muller-Lindenlauf, 2010.

[114] Azeez, 2010; Scialabba and Muller-Lindenlauf, 2010.

[115] Cao et al. 2010.

FST FACTS

Organic yields match conventional yields.

Organic outperforms conventional in years of drought.

Organic farming systems build rather than deplete soil organic matter, making it a more sustainable system.

Organic farming uses 45% less energy and is more efficient.

Conventional systems produce 40% more greenhouse gases.

Organic farming systems are more profitable than conventional.

成本效益

一项跨度 30 年的研究显示，[116] 有机农业的收益大约比传统农业高出 3 倍。同一个研究表明，通过豆科植物的固氮作用，能够为土地提供足够的氮肥。对 57 个国家 286 个项目的分析显示，在发展中国家，79%的土地经过有机耕种 3 年后，土壤逐步恢复，产量都较之前有所提高。[117] 有机农业可对城市产生多重效益，包括节约能源、减少碳排放、减少污染，提供在极端天气中仍可保持稳定的食品供应，以及提供更多就业岗位。[118]

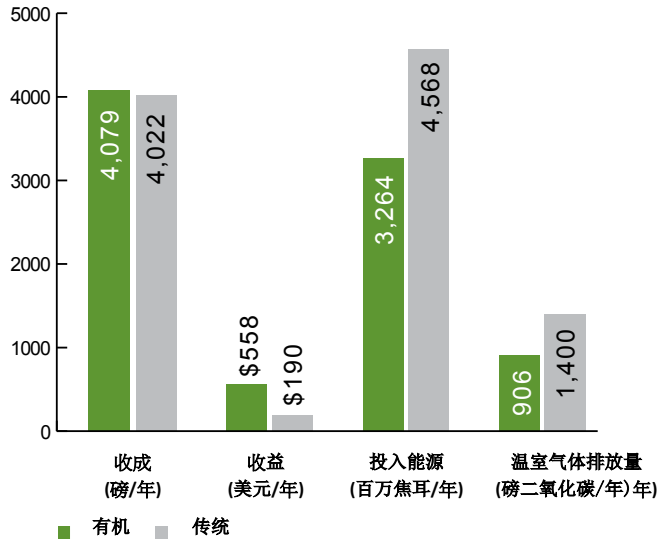

图 14. 有机农业和传统农业对比

资料来源：Rodale 研究所，2011。

障碍和挑战

有机食品认证的可信度问题；减少或不用农药和化肥对于产量的影响；部门协作面临挑战。

案例

古巴的哈瓦那市在古巴失去石油进口后转向发展都市有机农业。在短短几年内，城市供应的大部分食品为自产产品，只需要不足原来三分之一的石油消费，就扭转了

…接下页

[116] Rodale Institute, 2011.

[117] Seaman, 2011.

[118] Seaman, 2011.

…接上页

高度依赖化肥和农药的状况而转向 80%的产品来自有机农业。当地还研究出先进的有机农业技术，如生物肥料和生物杀虫剂，以及多茬复种的耕作方法。随之改变的是公众日常饮食中蔬菜和水果的比例提高，肉和淀粉减少，也提升了居民的健康水平。这种快速向有机农业的过渡，离不开政府强力的支持和对土地的分配，也直接增加了就业机会和农民的收入。[119]

政策 6.3 城市森林：保护和清洁

政策描述

城市森林对城市有多种益处，包括节约能源和减少排放。树木在炎热的夏季提供树荫，在冬季缓冲寒风，全年为建筑节约能源，并抵消城市热岛效应。[120] 树木为步行的人和骑行的人创造出一个有遮蔽的环境，鼓励非机动车出行和公共交通。树木过滤空气，有益健康，减少由于呼吸系统疾病而产生的医疗费用和损失。树木对空气的清洁作用也能够推动居民打开窗户，在户外晾干衣物，节约更多的能源。树木截留雨水，减少暴雨造成的地表径流，保护城市的景观和水道。由于气候变化，暴雨和极端天气更加普遍的时候，树木对于城市的保护则显得更加重要。最后，树木还能从大气中吸收碳，尽管这个效益相对于树木的其他效益来说比较小。

政府应该为保护现存城市树木和种植新树制定计划并提供资金。将城市森林纳入发展和建设规划，聘请有经验的园艺师、景观设计师和能源专家，在合适的地方根据不同目的种植适宜的树种。规划需要考虑不同的目的，包括树荫和遮蔽目的、为建筑和行人服务、为学校和企业服务、或者实现生态系统的多样性。政府应计算城市森林的固碳贡献，作为对城市碳排放的抵消，为城市森林建立经济激励机制，[121] 提升和保护城市中心外面积较大的森林，尤其是沿着河岸走廊带，来实现更大的固碳作用，同时保护城市的流域和水系。许多城市，比如纽约、洛杉矶和加利福尼亚，都将植树和森林维护作为气候行动计划中的一部分。[122]

---

[119] The Power of Community: How Cuba Survived Peak Oil. Documentary.

[120] U.S. Forest Service, 2008.

[121] CCAR, 2010.

[122] 例子请见 CAT, 2006; CARB 2008.

相关方

城市森林的相关方包括城市规划委员会、城市管理和维护部门、园艺师，开发商，卫生机构、企业，学校和社区公众。

实施条件

仅仅是植树还远远不够，树木需要好的土壤、浇灌，除虫，必要的修剪。政府对城市森林的预算需要包括日常维护费用，城市的整体规划必须包括城市森林的保护和拓展。鼓励和教育公众能够帮忙降低维护成本、确保树木的发育。碳交易则可以通过计算树木的固碳效益帮助城市森林增值。

对节能减排的贡献

有一些计算城市森林直接和间接固碳作用的方法学。比如，加利福尼亚气候行动登记处有一个关于固碳效益的协定，[123] 美国林务局的城市生态系统和进程工作组也开发了林木碳计算器来计算直接和间接的碳减排。[124] 城市森林的固碳能力从每棵树每年固碳 16 公斤（小树和长势较慢的树）到每年固碳 270 公斤（大树）。[125] 目前波特兰市的城市森林覆盖率为 26%，每年可以固碳 88,000 吨，约相当于本地碳排放的 1%。[126]

林木通过遮阴、保温和自然通风间接节约能源、减少碳排放和资金需求。这些城市森林的间接作用能够减少夏季 8-43%的制冷需求。[127] 在冬冷夏热的地区，城市森林通过遮荫、蒸腾作用、降低居住建筑物的风速，能够带来 3-15%的减排效果（电力结构和树木布局会影响减排效果）。[128] 清洁空气以直接晾干衣物、鼓励非机动交通等额外效益则较难以量化。

成本效益

在计算城市植树和维护的成本效益时，间接效益需要和直接减排一样被考虑在内。城市森林的直接碳减排作用（通过碳吸收）相比于其他低碳政策措施（比如工业和建筑能效提升）要小，直接成本效益较低。但是，城市森林对节能减排和民众健康发挥的间接效益更具有价值。

---

[123] CCAR 2010.

[124] U.S. Forest Service Tree Carbon Calculator; SMUD Tree Benefit Estimator.

[125] U.S. Forest Service, 2008.

[126] Portland Climate Action Plan, 2009.

[127] U.S. Forest Service, 2008.

[128] Jo and McPherson, 2001. 在寒冷地区植树，要在靠近建筑物北面或西面的墙，并避开南面的墙。

障碍和挑战

生物多样性和树种选择的问题；需要专门预算和投资；城市各种用地紧张。

案例

在纽约，树木被看作是有价值的资产，当地的法律禁止非法损坏任何一个街道、公园、公共土地上的树木。在 2007 年，纽约市推出了一个“MillionTrees NYC”的目标，计划在城市种植并养护百万棵树木。此外，作为纽约恢复计划的一部分，纽约在“公共健康”计划中，为六个儿童哮喘病高发区设立了 60,000 棵树木的植树目标。[129] 此外，树木对提供林荫、防风、涵养水源等方面的作用也被明确提及。

图 15. 凉爽气候中的城市森林

资料来源: 芝加哥城市规划局

波特兰市制定的目标是城市森林覆盖率达三分之一，并强调沿河森林带的建设以应对气候变化。波特兰的目标还强调城市溪流和河流总长度的 50% 必须满足城市供水温度的要求，并将这一要求作为评价流域健康的指标。[130]

政策 6.4 城市绿色空间

政策描述

城市绿色空间（地面和房顶）对于节能减排很有意义，在城市低碳发展规划中非常必要。绿色空间能够通过提供清凉空间，抵消城市热岛效应，缓冲暴雨和收集雨水，减少空气污染。此外，通过种植适合多变气候的植被等方式，能够推动城市更好的适应气候变化。[131]

[129] New York City, PlaNYC Update, 2011.

[130] Portland Climate Action Plan, 2009.

[131] Chicago Climate Action Plan, 2008, section on Adaptation.

城市应该提升人均的绿色空间，包括公园、开放公共空间、河岸绿色保护带、公园和保护带的绿色连接通道、屋顶花园等。为公众接触绿色空间设定指标，比如每个居民十五分钟内能到达一个公园。将公园和绿化带视为“绿色基础设施”。绿色空间能够保护城市交通系统、管网和防洪系统、建筑和生物多样性。政府应将绿色空间管理、维护和扩展纳入政府的投资规划，将鼓励发展屋顶绿色空间作为花园建设、管理雨水和节能的重要措施。

相关方

发展和保护城市绿色空间需要城市政府、开发商、企业和公众的共同合作。

实施条件

绿色空间必须被保护。在审批和土地利用规划中要纳入绿色空间的建设、恢复和维护要求。绿色空间必须连接起来。

“无论空间多大、设计多好，没有一个单独的公园能够为居民提供有益的影响，相反，绿色 空间需要和其他公园连接起来，需要和周围的社区连接起来。”——Frederick Law Olmsted

对节能减排的贡献

绿色空间是“绿色基础设施”，可提供宜居的环境，缓解城市热岛效应，减少建筑制冷和取暖的用能需求。绿色空间能够创造更多渗透性表面，进而更好的管理暴雨雨水径流，保护城市基础设施，实现节能减排。绿色空间能够促进非机动出行和公共交通，减少交通部门的碳排放。屋顶绿色空间为建筑提供隔离层，减少取暖和制冷的能源需求。依据局地气候和绿色屋顶的类型，屋顶绿色空间能够实现节能 40-75%。[132]

成本效益

从芝加哥到纽约，城市都意识到绿色空间能够提升公众健康水平、增加房产土地的价值，吸引企业来促进当地经济。[133] 绿色空间的直接节能减排效益较小，但是间接效益巨大。虽然成本和效益量化困难，绿色空间作为“绿色基础设施”的多种间接效益能够为城市的经济和节能做出显著贡献。

[132] NREL and U.S. DOE, 2004; greenbiz.com News, 2010.

[133] 例子请见 CMAP, Go To 2040.

障碍和挑战

绿地的保护和维护需专门经费和专人负责；其它用地挤占绿地空间，需要预留绿地空间。

案例

《纽约城市规划》（PlaNYC）的一个目标是让所有纽约人在十分钟内可以步行到一个公园。目前纽约有超过 52000 英亩的公园用地，占城市总面积的 25%。面向曼哈顿的布鲁克林海滨就是由于建有绿色通道、游乐场、露天就餐场所和湿地而兴盛起来。

城市中最具创新性的公园之一是高架线公园（High Line），它将一个废弃的高架货运铁路线改造成曼哈顿的亮点。[134] 这个高于地面的公园把旧的交通设施改造成一个公共聚会空间和一件艺术作品，节约了能源，减少了碳排放。通过图 16 和图 17 可以看到高架线公园改建前后的景象。另一个例子是，曼哈顿的纽约邮政服务设施的屋顶绿色空间可以节约 40%的能源需求，在夏天减少降雨产生的污水 75%、冬天减少 40%。[135]

图 16. 高架公园改造前：未使用的高架铁道，从十八大街向北

资料来源：thehighline.org

图 17. 高架线公园改造后：一个城市绿洲

资料来源：Stephanie Ohshita

[134] 网址 thehighline.org

[135] greenbiz.com News, 2010.

参考文献

Azeez, Gundala. 2011. Soil carbon and organic farming. Summary and Full Report. Soil Association.

Bomford, Michael. 2010. "Getting Fossil Fuel Off the Plate." *The Post Carbon Reader*. Post Carbon Institute: Berkeley, California.

California Air Resources Board (CARB). 2008. *Climate Change Scoping Plan*. Prepared pursuant to AB 32 The California Global Warming Solutions Act of 2006.

California Climate Action Reserve (CCAR). 2010. Urban Forest Project Protocol. Online: http://www.climateactionreserve.org/how/protocols/urban-forest/

California Climate Action Team (CAT). 2006. "Climate Action Team Report to Governor Schwarzeneger and the Legislature." Sacramento, CA.

Chicago, City of. 2008. Climate Action Plan. Online: http://www.chicagoclimateaction.org/

Chicago Metropolitan Agency for Planning (CMAP). Local Food System Benefits. Online: http://www.cmap.illinois.gov/food/economic-potential

Chicago Metropolitan Agency for Planning (CMAP). 2010. *Go To 2040*. Online: http://www.cmap.illinois.gov/2040/main

Environmental Working Group (EWG). 2011. Meat Eaters Guide to Climate Change + Health. Online: http://www.ewg.org/meateatersguide/

Greenbiz.com. 2010. "Massive Green Roof Helps Postal Service Deliver Big Energy Savings." Greenbiz.com News, 23 July. Online: http://www.greenbiz.com/news/2010/07/23/massive-green-roof-helps-postal-service-deliver-energy-savings

Jo, H.K., and E.G. McPherson. 2001. "Indirect carbon reduction by residential vegetation and planting strategies in Chicago, USA." *Journal of Environmental Management*, **61**, 165-177.

National Renewable Energy Laboratory (NREL) and U.S. Department of Energy (U.S. DOE). 2004. "Green Roofs." Federal Technology Alert, Federal Energy Management Program (FEMP), Energy Efficiency and Renewable Energy Dept. of U.S. DOE. DOE/EE-0298.

New York City. 2011. PlaNYC, Update April 2011.

New York City. 2012. PlaNYC Progress Report 2012.

Portland, City of, and Multinomah County. 2009. Climate Action Plan.

Portland, City of, and Multinomah County. 2012. Climate Action Plan – Progress Report, 2012.

The *Power of Community: How Cuba Survived Peak Oil*. 2006. Documentary.

Rodale Institute. 2011. The Farming Systems Trial. 30-Year Report. Online: http://www.rodaleinstitute.org/fst30years

Sacramento Municipal Utility District (SMUD). Tree Benefit Estimator. Simple web-based protocol for direct and indirect carbon savings of urban trees. Online: https://usage.smud.org/treebenefit/

Scialabba, N.E., and M. Muller-Lindelauf. 2010. "Organic agriculture and climate change." *Renewable Agriculture and Food Systems*. **25** (2): 158-169.

Seaman, Greg. 2011. "7 Ways Organic Farms Outperform Conventional Farms." 24 October. Online: http://eartheasy.com/blog/2011/10/7-ways-organic-farms-outperform-conventional-farms/

U.S. Forest Service. 2008. "Urban Forest Greenhouse Gas Reporting Protocol." Available at: http://www.fs.fed.us/psw/programs/cufr/products/12/psw_cufr742_UrbanForestProtocol.pdf

U.S. Forest Service. Tree Carbon Calculator. Online: http://www.fs.fed.us/ccrc/tools/ctcc.shtml

Weber, Christopher L. and H. Scott Matthews. 2008. "Food-Miles and the Relative Climate Impacts of Food Choices in the United States." *Environmental Science & Technology*, April 16.

Wong, Julian. 2010**.** *"*The Food–Energy–Water Nexus: An Integrated Approach to Understanding China's Resource Challenges*.*" *Harvard Asia Quarterly.*

ZHI, Jing, and Jixi GAO. 2009. "Carbon Emission of Food Consumption: An Empirical Analysis of China's Residents." Environmental Science and Information Application Technology (ESIAT), Conference Proceedings, **2**: 148-151.

Zhou, Wenji, Bing Zhu, Qiang Li, Tieju Ma, Shanying Hu, Charla Griffy-Brown. 2010. "CO2 emissions and mitigation potential in China's ammonia industry." *Energy Policy*, **38** (7): 3701-3709