

气候变化与中国城镇化 ——挑战与进展

美国环保协会 (EDF)
能源基金中国 (EF-China)
可持续发展社区协会 (ISC)
自然资源保护协会 (NRDC)
世界资源研究所 (WRI)

(按照英文名称字母顺序排列)

2014年12月



美国环保协会 (Environmental Defense Fund)

美国环保协会 (EDF) 是著名的美国非赢利性环保组织，目前拥有超过 100 万名会员。美国环保协会自 1967 年成立以来，遵循创新、平等和高效的原则，凝聚科学、法律及经济的思想，以及和各种部门建立起的新型合作关系，始终为最紧迫的环境问题提供解决方案。自 1997 年起，EDF 开始在中国开展项目，探索既有利于环境保护又能促进经济发展的新方法。美国环保协会与中国政府、研究机构及各界合作，取得了诸多成果。

能源基金会中国 (Energy Foundation China)

能源基金会中国于 1999 年在北京成立，是从事中国可持续能源发展的非营利公益组织，其宗旨是推动能源效率的提高和可再生能源的发展，帮助中国过渡到可持续能源的未来。通过资助中国的相关机构开展政策研究、加强标准制定，推动能力建设和传播最佳实践，助力中国应对能源挑战。能源基金会中国项目资助领域包括可持续城市和交通、建筑节能、电力、环境管理、工业节能、低碳发展、可再生能源八个方面。

可持续发展社区协会 (Institute for Sustainable Communities)

可持续发展社区协会 (ISC) 拥有 20 多年从事低碳环保、可持续发展及社区建设的经验，在世界 20 多个国家开展过 90 多个项目。2007 年 ISC 进入中国，先后在广州、北京、上海设立了地区办公室，与中国各方，包括政府、企业、学术界、公益组织一起，着重应对珠三角和长三角的环境保护、温室气体减排、低碳发展等一系列挑战。

自然资源保护协会 (Natural Resources Defense Council)

自然资源保护协会 (NRDC) 是一家国际非营利环保机构，拥有逾 140 万会员及支持者。自 1970 年成立以来，NRDC 的环境律师、科学家及环保专家们一直在为保护自然资源、公众健康及环境而进行不懈努力，在美国、中国、印度、加拿大、墨西哥、智利、哥斯达黎加、欧盟等国家及地区开展工作。NRDC 于 1990 年代中期开始开展中国项目，是首先向中国介绍绿色建筑和城市精明增长理念的国际组织之一。

世界资源研究所 (World Resources Institute)

世界资源研究所是一家独立的非营利性全球研究机构。我们立足科学，致力于环境与可持续发展的研究，与各领域领导者密切合作，将研究成果转化为行动，从而维护构成经济机遇和人类发展根本基础的自然资源。世界资源研究所拥有超过450名专家和员工，工作覆盖50多个国家，在美国、中国、印度、巴西、印度尼西亚设立办公室。世界资源研究所中国办公室着重在四个领域展开研究工作：城市与交通、气候、水、能源。

(按照英文名称字母顺序排列)

目录

致谢.....	I
执行摘要.....	II
1.引言：中国的城镇化与碳减排.....	1
2.土地利用.....	5
2.1 土地利用与碳排放.....	5
2.2 重点解决方向.....	19
2.3 地方实践案例.....	22
1. 上海“无地招商”，增强土地利用强度.....	9
2. 昆明呈贡实践“新城市主义”街区规划.....	10
3. 香港的紧凑立体化开发.....	12
4. 天津滨海新区践行“多规合一”.....	14
5. 无锡市探索集约、绿色的工业园.....	15
6. 广东中山市小榄镇“三旧”改造.....	16
2.4 小结.....	28
3.城市交通.....	17
3.1 城市交通与碳排放.....	19
3.2 重点解决方向.....	19
3.3 地方实践案例.....	22
1. 广州 BRT 领跑中国.....	22
2. 北京研究设立“低排放区”.....	23
3. 国产品牌“比亚迪”——电动汽车的领跑者.....	24
4. “天堂”杭州打造打造自行车城市名片.....	25
5. 鼓励城市步行友好.....	25
6. 上海世博会使“绿色出行”成为一种时尚.....	27

3.4 小结	28
4. 城市能源消费	29
4.1 城市能源消费与碳排放	30
4.2 重点解决方向	30
4.3 地方实践案例	32
1. 开展低碳城市试点	33
2. 可再生能源应用快速发展	34
3. 低能耗建筑试点	36
4. 绿色建筑数目增长迅猛	37
5. 北方地区居住建筑节能改造	38
6. 扬州老城社区低碳改造	38
7. 上海加强对政府建筑和商业建筑运行能耗的管理	39
8. 不断扩大家用电器节能标识	40
9. 佛山市推广绿色照明	40
10. “酷中国”活动倡导个人低碳行动	41
4.4 小结	41
5. 总结与建议	43
5.1 土地利用方面的建议	44
1. 践行“精明增长”理念，实现土地的集约利用	44
2. 倡导紧凑混合的土地开发利用模式	45
3. 协调各层次规划	45
3. 推动土地利用管理方式的转变	45
5.2 城市交通方面的建议	46
1. 实施差异化的公共交通优先发展战略	46
2. 多在交通需求管理上下功夫，而不是一味增加交通供给	46
3. 加快智能化公共交通系统建设，提升公交运营水平	47
4. 提升公共交通服务质量	47
5. 发展多模式一体化公共交通网络，加强城市交通换乘系统建设	47

6. 加强公众宣传教育，鼓励公众选择绿色交通出行	48
5.3 城市能源方面的建议	48
1. 开发并不断完善城市级别的能源低碳规划.....	48
2. 推动绿色建筑规模化发展.....	49
3. 推进城市能源数据信息的统计与发布	49
4. 调动社会资本参与大规模的城市既有建筑及用能设施的节能改造	49
5.4 加强国际社会与中国城市的合作	50
1. 持续开展能力建设，展示最佳实践，分享经验教训.....	50
2. 不忘中国特色，避免国际经验的生搬硬套.....	50
3. 不能忽视中小城镇的重要性.....	51
4. 发挥国际组织特长，帮助城市提高软实力.....	51
参考文献.....	52

图目录

图 1 印度、中国的人口增长预测（左）和二氧化碳排放量增长预测（右）	2
图 2 1979 到 2008 年间中国耕地面积变化.....	3
图 3 原有规划中的超大街区（左）与新规划中的小型混合街区（右）对比.....	11
图 4 香港地铁站附近的高密度开发	14
图 5 中国私人机动车拥有量历年增长	18
图 6 中国城市轨道交通年客运总量变化.....	20
图 7 比亚迪占新能源市场份额的变化趋势	24
图 8 NRDC 中国城市步行友好性评价得分前十名的城市	26
图 9 2009-2011 年全国可再生能源建筑应用示范城市分布图	35
图 10 绿色建筑评价标识项目逐年发展状况	37

致谢

本报告的内容研究、撰写和发表得到了总部在英国伦敦的慈善基金会——儿童投资基金会慷慨的资金支持，我们在此表示诚挚的感谢。儿童投资基金会的雪莉·罗德里格斯女士（Shirley Rodrigues）和胡盈姬女士（Yaki Wo）对报告的方向提供了及时的指导，我们表示诚挚的谢意。

报告的五家作者单位提供了相关资料和信息，特别是得到了以下同事的帮助（按机构字母及姓氏笔划排序）：美国环保协会张灵鸽、张建宇；能源基金会中国何东全、孟菲、简思敏（Jasmine Tillu）；可持续社区发展协会万扬、Karin Janz；自然资源保护协会王雅玲、李也、陈洋、赵雅婧、钱京京、谢鹏飞、熊磊、潘支明、黎庆霞（Judy Li）；世界资源研究所李来来、张海涛。

中国城市与小城镇改革发展中心邱爱军博士和白玮博士对报告的结构和内容提出了很好的建议，并参加了报告的撰写。我们对她们的重要贡献深表感谢。

本报告的主要撰写人员为自然资源保护协会的（按姓氏笔划顺序）李也、陈洋、赵雅婧、钱京京、谢鹏飞、熊磊、潘支明、黎庆霞（Judy Li）。Judy Li、Kate Logan、Collin Smith、Jeffrey Wong、王雅玲、陈笑、赵雅婧、熊磊、潘支明对报告的英文翻译和中英文版的编辑作出了主要贡献。他们的辛勤工作和认真负责的态度令人敬佩。

本报告所表达的观点不一定代表五家作者单位的官方立场。内容和文字出现的遗漏或错误，敬请读者谅解和指正。

2014年12月

执行摘要

本报告的目的旨在揭示中国的城镇化对于全球气候变化的重要意义和巨大影响，总结中国城市在探索可持续发展之路过程中获得的经验教训和取得的最新成就，帮助国际社会更全面地了解中国在应对气候变化和快速城镇化过程中所做出的努力，并就国际社会如何帮助中国走绿色城市发展之路提出建议。

本报告不求全面覆盖城市发展各个领域，而重点关注影响城市环境可持续性的三个主要领域：土地利用，交通和能源。报告阐述了上述三个领域中中国的城市需要重点关注的问题和解决方向，并通过一些地方最佳实践案例展示了应用“精明增长原则”和低碳发展模式对气候变化所产生的正面影响。

快速城镇化的挑战

中国的快速城镇化带来了机遇，同时也蕴含着挑战。低密度的土地利用，低效的能源使用和快速机动化使中国的城镇化产生的碳足迹居高不下。从 1978 年到 2013 年，中国的城镇化率从 18% 增长至 53.7%。快速城镇化进程给中国带来经济增长、贫困人口的减少、和生活水平的提高，同时也带来诸多环境问题。

不合理的土地利用方式，如低密度的土地利用、过于机械的功能分区和城市无序蔓延等，使城市基础设施投资大量增加，城市交通的机动化增强，从而产生“碳锁定”效应。农地转为建设用地会大幅增加碳排放，有研究显示其贡献率相对其他用地类型可高达 96%。

中国已经从“自行车王国”嬗变为“汽车王国”，私人轿车销售和生产均成为世界第一，目前平均每 13 人就拥有一辆轿车。2013 年，尽管美国汽车销售量飙升到一千五百六十万辆，仍然低于中国的两千万辆以上。机动车交通已经成为中国碳排放的主要来源之一，交通运输部门在 2010 年贡献了约 23% 的 CO₂ 排放量，其二氧化碳排放量的年增速在 1991 年至 2009 年间平均高达 15.6%。

提高城市的能源使用效率是碳减排的另一个重要领域，其中建筑是除工业生产以外城市中最大耗能部门。建筑能耗不论是全球范围还是在中国，都占到终端总能耗的

大约三分之一。中国 287 个地级及以上的城市消耗的能源约占全国总能耗的 56%¹，排放的 CO₂ 占全国的 59%。

中国的领导层已经认识到这些问题，今年 3 月正式提出了要走“新型城镇化”的道路，改变过去那种粗放、不可持续的城市发展模式。中国政府决心走出一条“以人为本、四化同步、优化布局、生态文明、文化传承”的具有中国特色的新型城镇化道路。

地方的实践与探索

中国的一些城市已经或开始实践**高效用地**。例如，上海市通过“无地招商”增加土地利用强度；昆明呈贡新区核心区采用公交为导向的混合用地模式；香港在立体化高密度土地开发利用方面经验丰富；天津滨海新区探索“多规合一”的城市发展规划过程。

许多城市开始加快推进绿色、**可持续交通**发展，其中不乏一些模范先行者。例如，规模排在亚洲第一、世界第二的广州快速公交（BRT）系统于 2010 年开通，而目前快速公交系统已在中国 20 多个城市运营，并有更多城市在建造；位于深圳、领先全球电动车市场的比亚迪汽车占有国内近 37% 的新能源汽车市场份额；杭州的公共自行车系统堪称国际典范，目前的运营规模为：配备 78,000 辆公共自行车、2,000 多个租赁点、日租用量最高达到 40 万人次；2010 年上海承办的世界博览会大力宣传和实践绿色出行，使“绿色出行”概念在中国公众中的知晓率直线上升，从 2009 年的 67.7% 升至 2010 年世博会结束时的 98%；武汉一个社区 2009 年就自发组织了颇受欢迎的“邻里合乘”低碳出行项目，当年就有 300 人参加。

越来越多的中国城市开始谈论低碳发展，而一些城市已经采取实际行动、特别是在提高**能源使用效率**方面。例如，国家发改委启动低碳省区和低碳城市试点，引导城市从规划入手迈向低碳；发展绿色建筑上升为国家战略；被动式低能耗、近零能耗建筑纷纷试点，推动建筑节能标准不断提升；既有建筑节能改造在中国北方已经实现了规模化并不断向南方推进；上海市建立大型公共建筑能耗监测平台，加快实现建筑节能的数据化、信息化。另外，中国还有很多公众教育的项目，如“酷中国-全民低碳行动计划”教育和鼓励民众践行个人不难采纳的低碳生活方式。

¹ 此数据包括城市中所有产业的能耗。

我们的建议

本报告描述的诸多案例显示中国近年来在向低碳、可持续发展转型的过程中做了巨大努力，并且取得了阶段性成果。然而，作为一个快速发展中的大国，转变不会一蹴而就，前进的道路上还有许多挑战。在这样一个转型期，中国需要继续扩大国际合作，可以从中获得国际社会的帮助。本报告的作者单位是长期致力于帮助中国城市可持续发展的国际环境组织，根据我们在中国积累的第一手经验和认识，愿意就未来中国城市绿色低碳发展策略和行动，提出一些建议，有些针对政策制定者和执行者，有些针对国际社会。

土地利用

要转变许多中国城市低效和不合理的土地利用模式，本报告强调中国的城市要特别关注城市土地利用密度，以及城市规划与经济 and 土地规划的协调。而中央政府需要尽快改进与土地相关的税收政策。本报告对提高城市土地利用效率提出以下建议：

- 践行“精明增长”理念，实现土地的集约利用，保证较高的土地开发密度最大程度减少耕地的占用；
- 通过执行适当的政策和严格的功能分区规则，并充分利用地上和地下空间进行适当开发和混合使用，倡导紧凑混合的土地开发利用模式；
- 协调各层次规划，要在城市开发或城市改造的最初阶段达成共识，通过协调机制的建立与完善，使土地利用、产业布局、城市功能布局及建筑和基础设施设计之间实现有效衔接；
- 通过改革财税政策，加强对新增建设用地的严格审批，加强土地利用管理，推动土地利用管理方式的转变。

城市交通

要转变增长迅猛的城市私人轿车使用态势，不使私人轿车成为主要交通出行模式，本报告强调中国的城市即要加强城市公共交通，又要关注交通需求管理、以及慢行交通系统。本报告对加强城市交通低碳化和绿色发展提出以下建议：

- 基于城市规模和城市发展阶段，实施差异化的公共交通优先发展战略；
- 抑制私人机动车交通需求，减少私人汽车使用，而非一味增加道路铺设，临时缓解城市交通堵塞；
- 加快以信息化、实时化为核心，以人性化为宗旨的智能公交系统的建设；

- 通过提高公交线网密度和站点覆盖率，增大公交承载能力，提高公众公交出行的方便和可信程度，提升公共交通的服务质量；
- 发展多模式一体化公共交通网络，加强公共交通，自行车，步行和其他绿色交通模式换乘和整合；
- 加强公众宣传教育和公众参与，鼓励公众选择绿色交通出行。

城市能源

城市是大量而集中使用能源 - 特别是电力 - 的地方，因而也是节能减排、提高能效的一个主战场。本报告强调城市要进行能源专项规划，关注建筑运营能耗，支持分布式替代能源应用，以及长期鼓励市民行为节能。本报告对提高城市能源利用效率，节能减排提出以下建议：

- 评估和总结现有示范项目和试点工程，开发政策措施、技术指南，建立考核监督机制，从而开发并完善能源低碳规划；
- 广泛推广绿色建筑，统一绿色建筑标准、能效评估，并将绿色建筑设计及技术与常规建筑设计融合；
- 推进城市能源数据信息的统计与发布，提高能源数据分析，开展能效对标并接受社会监督；
- 调动社会资本参与大规模的城市既有建筑及用能设施的节能改造。

国际社会的帮助

国际社会关心和愿意帮助中国实现可持续发展和绿色城镇化，因为应对全球气候变化和保护地球环境是世界面临的重要挑战。而中国在改革开放后的 35 年里，坚持和欢迎国际合作。因此，我们认为在中国决心走一条新型城镇化道路之时，国际合作的空间和潜力很大，国际社会特别在以下方面可以作出积极贡献：

- 分享国际经验教训和最佳实践，使城市规划者了解不同城市化实践有益且有害的影响，将国际经验与地方实际相结合；
- 避免国际经验的生搬硬套，在规划中融合“中国特色”，唯有“融合”，城市和当地市民才能发挥主动性，不断注入可持续城市发展的活力；
- 增强与中国中小城市的国际合作并提供支持。中小城市人口占中国城市人口的主要份额，因此提高城市可持续性发展能力将获益匪浅；
- 提高中国城市政府的治理能力。国际组织有着十分丰富的城市公共管理和治理经验，国际组织可通过城市化合作项目帮助中国城市提升“软实力”。

1 引言： 中国的城镇化与碳排放



撰写本报告的五个国际非营利组织，长期支持中国推进清洁能源发展和环境保护，在中国多地开展了推动城市可持续发展的合作项目，拥有丰富的第一手经验。我们通过本报告聚焦中国的城镇化，审视和总结正负面经验，提出如何使中国的快速城镇化对全球气候行动发挥积极作用。

城市是世界经济活动的聚集地。城市化过程与经济和社会转变密切相关，它增大了资源的流动性，提高了人民的文化和生活水平及预期寿命¹。从 1950 年到 2014 年，世界城市人口从 7.46 亿迅速增长至 39 亿，目前世界总人口的一半以上居住在城市²。城市区域贡献了 80% 的世界 GDP 总值，承载超过 90% 的世界总资产³。然而，快速的城市化进程在带来经济机遇的同时，也给全球气候变化提出了巨大的挑战。世界范围的城市能源消耗大致占到总能耗和二氧化碳排放量的 70%⁴。

据预测，到 2050 年世界人口还将较现在增加 25 亿，城市化率届时将达到 66%⁵。未来的世界城市化进程将主要发生在非洲和亚洲。其中，中国、印度、和尼日利亚将成为三大主力军⁶。这三个国家在 2014 至 2050 年间的城市人口增长预计将占到世界总城市人口增长的 37%⁷。即使在保守的人口增长预测模式下，到 2040 年前，中国的二氧化碳排放量将会一直急速增长（图 1）。

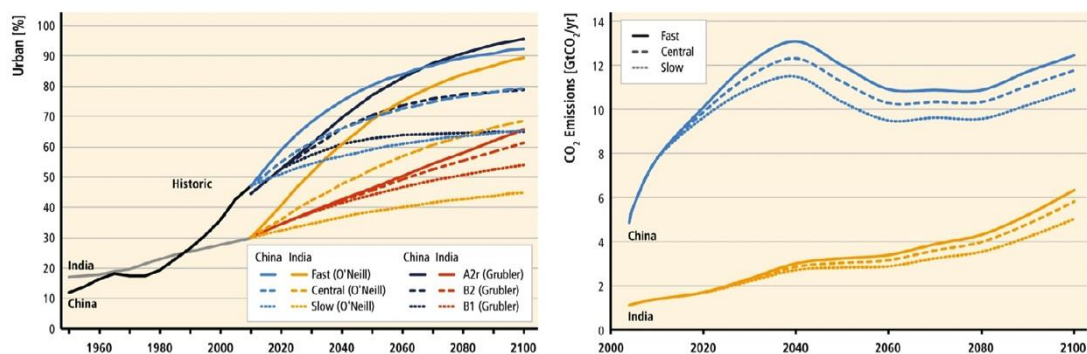


图 1 印度、中国的人口增长预测（左）和二氧化碳排放量增长预测（右）
（来源：O'Neil et al.⁸, 2012; Gruber et al. 2007⁹）

城市的碳排放主要来自于建筑、交通、工业和服务业的能源消耗。工业化国家的城市，因高质量的生活环境、服务业（包括金融、贸易）的发达、及基础工业的外迁，通常建筑和交通是主要碳排放源。而发展中国家的城市则以工业行业的碳排放为主，但是新兴经济体的大中城市，其交通和建筑用能量增长很快。中国就是最典型的例子。

中国城镇化进程的速度史无前例。全国城市人口比例从 1978 年的 18% 上升至 2013 年的 53.7%¹⁰，平均每年约 1500 万农民转成城镇居民。中国雄心勃勃的经济发

展目标和还不高的城镇化率，预示快速城镇化趋势可能还会持续十几到二十年。目前，中国已经拥有全世界最庞大的城镇人口：7.3 亿¹¹，相当于 2.4 倍美国全国人口或 9 倍多俄罗斯人口。中国的城镇人口居住在 658 个城市中，其中 16 个城市人口超过 5 百万¹²。中国政府的发展目标是使常住人口的城镇化率在 2020 年达到 60%左右，这意味着在未来六年里还要有 1 亿多农民住进城市¹³。据预测，2030 年中国的城市人口数量将达到 10 亿¹⁴。快速的城镇化进程给中国带来经济增长、贫困人口减少、生活水平的提高，同时也带来诸多问题和困扰。在环境方面，低密度的土地利用、快速的机动化、落后的能源使用效率使中国城市的碳足迹甚为可观。中国作为世界第一大碳排放国，2013 年的碳排放量达到 95.243 亿吨¹⁵。中国的城市贡献了约 70%与能源相关的碳排放量¹⁶；城市的人均能耗是农村的 3.9 倍¹⁷。

要使中国的城镇化进程走低碳的道路，除了需要大力提高工业能效外，必须特别关注另外三个领域，即土地的集约高效利用、发展绿色交通、以及提高城市能源使用效率。

首先，不合理的土地利用方式，如持续降低城市密度、过度分区、城市边界的不断扩展和蔓延，会引起对基础设施建设的大量投资和城市交通的机动化，具有碳锁定效应，奠定一座城市的交通和建筑用能模式和碳排放¹⁸。中国的城市建设用地总量仅在过去十年（2003-2012）就扩大了 60%，占用的耕地量相当于 20 个纽约市或 10 个伦敦的土地面积¹⁹。从 1979 年中国开始改革开放到 2008 年间，全国的耕地总面积减少了 1300 万公顷，相当于 328 个目前的北京市主城区面积（图 2）。中国过去的城市扩张速度超过了人口增长速度，使城市平均人口密度在过去十年间降低了约 25%²⁰。碳排放强度较低的大量农地转变为城市区域，不仅丢失原有植被和土壤的碳汇功能，也因地上的道路和建筑设施，而大大增强了碳排放强度。

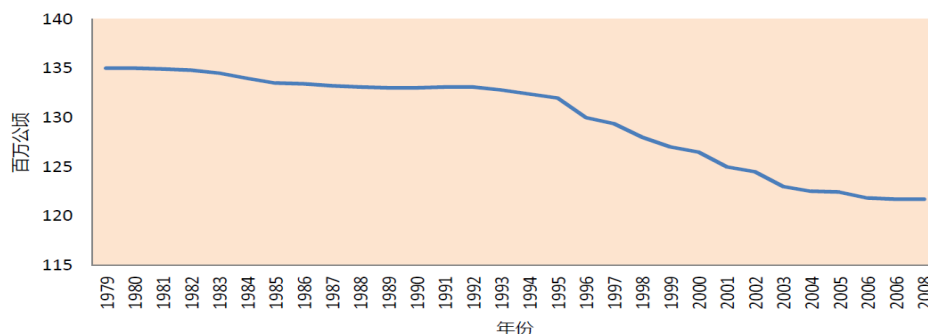


图 2 1979 到 2008 年间中国耕地面积变化
(来源：历年中国国土资源公报)

与土地利用方式密切相关的是城市交通。全球交通运输部门在 2010 年贡献了大致 23% 的 CO₂ 排放量，而 40% 的交通最终能源消耗来自于城市交通²¹。机动车主导的城市发展模式 and 道路建设引导的城市扩张，在一定程度上推动了中国城市机动车拥有和使用的急速增加，同时也导致了慢速交通的衰落。从 1980 年到 2010 的 20 年间，中国的机动车保有量增长了 100 倍。去年达到了 2 亿 5 千万²²。早在 2009 年，中国首次成为世界最大的汽车生产和销售国²³。机动车尾气已经成为中国碳排放的主要来源之一。

随着城镇化进程的推进，更多的碳排放会来自于照明、供暖和制冷等城市能源服务，而其中主要的载体是建筑²⁴。建筑能耗占全球终端能耗约三分之一²⁵。因此，城市能源的使用效率成为减碳的又一关键领域。过去十年中，中国每年平均新建成的房屋面积达 2.6 亿平方米，相当于 1280 个纽约帝国大厦的总面积²⁶。大多数建筑节能性都不高。

有专家预计，中国的城镇化率在 2050 年时可达到 76%²⁷，届时城市人口将再增加 2.92 亿²⁸。如果粗放的城市发展模式继续下去，到 2030 年中国的城市用地会再增加 22 万平方公里²⁹。此外，未来 20 年内，中国的能源需求还将有可能翻倍³⁰。因此，中国怎样走她的城镇化之路，将在很大程度上影响全球应对气候变化的效果。

中国政府近年来开始反思过去不可持续的城市发展模式。2012 年底，中央经济工作会议提出要“提高城镇化质量，趋利避害，积极引导城镇化健康发展”。2013 年 3 月，李克强总理提出走“新型城镇化”道路，强调推进以人为核心的城镇化，防止城市病。2013 年 12 月，中央城镇化工作会议进一步阐明，推进城镇化必须遵循规律，因势利导，使城镇化成为一个顺势而为、水到渠成的发展过程。2014 年 3 月，国务院发布《国家新型城镇化规划 2014-2020》，决心走出一条“以人为本、四化同步、优化布局、生态文明、文化传承”的有中国特色新型城镇化道路³¹。

2 土地利用



2.1 土地利用方式与碳排放

土地是有限的，特别是对有 13 亿人口的中国来说，耕地极为宝贵。中国的人均可耕地面积只有美国的十分之一，也不到世界平均值的一半。但是，中国过去 30 多年的城镇化是以粗放的方式使用土地，各种建设项目正在占用越来越多的耕地。例如，2003 年至 2012 年的 10 年内，全国为城市建设而征用的土地面积为 15,588 平方公里，约相当于 15 个北京的建成区面积或 2 万多个紫禁城的面积³²。目前中国的耕地面积为 18.2 亿亩，距离国家确定的耕地保护红线 18 亿亩，仅剩一步之遥。几乎每个城市都曾热衷于各类“园区”的开发，那里的建筑密度、人口密度都远低于原有城区。中国的中央政府从 2006 年开始清理全国的开发区，对新建开发区有了更多的控制。不过，城市建设用地需求仍然旺盛，土地利用效率低下。

不同的土地利用方式有不同水平的净碳排放。土地的直接碳排放由土壤的有机质含量和植被所决定。林地有吸收和固化二氧化碳的功能，是碳汇。农地上的作物生长时通过光合作用也能够吸收二氧化碳，但耕种方式、施肥、耗能农用设备的使用会排放温室气体。因此综合效果是农地会有一定的碳排放，但通常比工业生产活动的碳排放强度低很多。学术研究显示，2008年中国农用地碳排放量仅占不同地类碳排放总量的1.84%，而居民点用地及工厂矿场用地、及交通用地的碳强度分别为33.64 吨/公顷和 47.81 吨/公顷，远大于农用地的碳排放强度0.03 吨/公顷³³。另一项对江苏省土地利用变化的碳排放研究显示，建设用地相比其他用地方式对碳排放的贡献率高达96%以上。另有研究也同样证实，中国农地转为建设用地会大幅增加碳排放^{34,35}。

从另一个方面看，建设用地是否集约利用也会长期影响碳排放。如果不计经济效益而过度建设城市基础设施，如道路和各类建筑，不但材料生产隐含的碳排放很大，这些设施还会在其几十年到上百年的生命周期里，通过被使用而继续产生碳排放。以城市道路为例，过度铺设宽大的道路，本身有材料和工程方面的碳排放，另外还会有“交通诱导”作用，使更多汽车上路，产生更多碳排放。我们借用亚洲开发银行对其资助的道路建设估算的碳排放因子，可以很粗略的估算中国城市道路建设的碳排放规模³⁶。从2003至2012年的十年里，中国平均每年新建城市道路近13,600公里，仅假定三分之一为四车道的高速公路，三分之二为两车道的公路，则当年道路建设本身的碳排放就达到约3.8亿吨二氧化碳；如果考虑新增道路引起的“交通诱导”作用（即更多机动车上路行驶），每年因新建城市道路所增加的二氧化碳排放可能有5亿吨³⁷。反之，假如城市能更紧凑地发展，减少了道路建设，则可以避免可观的二氧化碳排放。

2.2 重点解决方向

如前节所述，城镇化进程中用好土地，对中国有双重重要性，既是应对气候变化的需要，又是保障粮食供给的根本。一般而言，城市发展中的土地节约集约利用首先需要保证**较高的开发密度**。城市建设中土地开发密度过低会导致城镇土地扩展速度过快，但需要注意的是，土地利用的高密度不等同于简单的高建筑密度或追求高层建筑，而是需要综合考虑容积率、建筑密度、建筑高度和绿地率等指标。合理的土地利用应该是在综合考虑交通运输条件、市场需求、基础设施容量、城市景观需要和生态环境容纳量等因素的基础上，充分、巧妙地对空间进行使用，从而为人们的社会活动和交流提供方便。

节约集约利用好土地资源，还需要确保紧凑发展，避免城市建设区的无序蔓延。很多中国城市在发展一定阶段后，人口迅速增长，而老城区人口容纳量有限，因此客观上产生新城建设的需求。而如果新城中心远离现有城区，就会产生大量重复建设而造成资源的极大浪费，也会给人们的生活带来极大不便。因此，城市规划者应该在现有城区的近邻区域设置紧凑型的次中心，这样不仅可以最大程度减少耕地的占用，而且可以实现公共设施和服务的重复使用，使人们的生活更加便捷，减少新城区与旧城区之间的远距离交通产生的能源消耗和污染物排放。

此外，土地混合利用也是提高土地利用集约度的重要途径。适度的土地混合利用使得居民的日常基本生产和生活需求可以在较小的空间范围内得到满足，有利于提高土地集约利用度、提高基础设施利用效率、减少机动交通压力以及提高城市活力与吸引力³⁸。土地混合利用可分为水平混合和垂直混合。土地的水平混合是指不过分追求严格的功能分区，而是合理混合居住、商业、办公、公共设施服务等不同功能，从而减少交通传输的需求、增加生活和工作的便利性，也避免了“暗区”（由于土地利用单一而使得某一时刻无人使用的空间）的产生。土地垂直混合是指对同一块土地的地上和地下空间进行适当开发和混合使用，可以通过对高层建筑分底层、中层和高层进行商业、办公和居住功能的混合设置，把地铁、停车场、商场等服务设施转入地下的方式实现对空间多功能化利用。此外，还可以对土地进行时间维度的混合利用，如建筑物或公共空间在不同时段提供不同功能，但中国的城市在这方面的实践还比较有限。

除了需要提高对土地利用的规划水平，在中国的国情下，**税收制度改革**也是保证城市化过程中土地高效利用的关键因素。中国在 1978 年实行改革开放以后，逐步削弱计划经济，增加市场经济，并于 1994 年开始实行中央和地方分税制，将税收分为

中央税、地方税、共享税三类。那些税源稳定、税基广、易征收的税种大部分划归中央，而地方税源一般则较为分散，征管难度大，征收成本高。因此，地方政府的收入有限。但是将农村集体所有的土地转为建设用地，是地方政府的权力，将这样的土地出让给开发商时，地方政府可以收取“土地出让金”¹¹。因此，在税收有限的情况下，地方政府热衷于将农用土地转为建设用地，依靠土地出让金补贴财政收入。2001-2003 年我国土地出让金收入合计约为 9,100 亿元，占地方财政收入的比重为 35%；2010 年，土地出让金收入占到了地方财政收入的 69%以上；2012 年，全国土地出让金收入达 26,900 亿元³⁹。

过去 20 年来，城市建设中土地的低密度开发和浪费，与地方政府依靠“土地财政”有很大关系。所幸，今年以来，中央政府启动了对税收体制的深化改革。首先是国家审计署开始了对地方政府财政和负债的全面摸底。另外，中共中央政治局会议最近审议通过了《深化财税体制改革总体方案》。尽管该方案没有对外公布，目前对具体内容还不清楚，但中国的财政部长在 8 月底提到，财税体制改革的一项任务是建立有利于社会公平、市场统一的税收制度。

长期以来，中国城市由于空间规划的不协调，造成了土地资源的低效使用和巨大浪费。不同于多数西方国家实行的单一体系，中国的空间规划体系较为庞杂，属“多规”并行的规划体系：国家发改委主导全国主体功能区规划和区域规划；住房和城乡建设部主导城镇体系规划和各层次城乡规划；国土资源部主导土地利用规划；环境保护部主导生态功能区划等。由于依据、目标、手段、标准、实施期限等的不同，这些不同部门的规划时常会存在交叉、重叠、脱节、矛盾甚至冲突，不利于空间资源的有效配置和管理，以及土地的高效集约统筹利用。近年来，随着中国城镇化的快速发展，急需对空间资源合理分配和整合，统一规划，科学发展。**协调空间规划，实现多规合一**的目标越来越受到政府的重视。2014 年 8 月，国家四部委联合印发《关于开展市县“多规合一”工作的通知》，首批共确定嘉兴、淮安、榆林、厦门、贺州等 28 个城市作为多规合一试点。在此之前，天津、上海、重庆、广东、北京等地已先后进行了“多规融合”的尝试，取得了宝贵实践经验。

¹¹ 中国没有土地私人所有权。农村用地属于地方农民集体所有，而城市和工业用地及所有自然资源所有权属于国家。地方政府可以在各自辖区根据特定用途在规定的期限内授权某一地块的使用。

2.3 地方实践案例

1. 上海“无地招商”，增强土地利用强度

上海作为人口众多、自然资源相对缺乏、环境容量有限的特大城市，“土地约束刚性化”是影响未来可持续发展的核心问题之一，而推进土地集约利用则是践行可持续发展战略的主要任务之一。针对上海市制造业发展较早，城市土地匮乏的现实，部分片区从 2004 年开始推行“无地招商”。“无地招商”打破了“招商引资，土地先行”这一沿袭多年的“惯例”，其主要措施一是在中心城区发展“楼宇经济”，将土地利用集约度高的楼宇经济和现代服务业作为中心城区经济发展的新方向；二是对郊区容积率低的工业园区进行二次改造，在不增加土地要素投入的情况下，提高土地利用效率及其单位面积上的资本、技术等要素的投入强度。对工业园区的改造，一方面是对有多余土地的老企业进行增资扩容；另一方面对单位土地产值低且能耗高、污染重的企业进行清退，腾出厂房和土地，并对有意入区的项目进行包括产业导向、环境保护、用地需求等指标在内的经济社会效益综合评估，引入土地集约利用度更高的优势企业。通过土地的合理置换，在提高土地的利用效率的同时也促进了产业结构的升级，产生了很好的经济效益。

2004 年到 2005 年，上海青浦等 5 个区共淘汰能耗高、产值低、污染重的劣势企业 250 多家，腾出土地 6875 亩。同时，青浦工业园区规定新入园的项目投资密度不低于 3 亿美元/平方公里，产出不低于 30 亿元/平方公里，并明确规定项目用地的建筑密度和容积率的最低标准。嘉定区对 72 个有意入区的项目进行评估，最终准入的 32 个项目平均投资密度达每亩 31.23 万美元。原南汇区对所有企业的生存现状进行“摸底”。对经济运行质量高的企业，鼓励其增资扩股或收购兼并其他企业，在不增加用地的情况下，扩大生产规模，提高单位土地产出率；对一些产品销路不畅、效益低下的企业，则通过腾笼换鸟或收购兼并的办法，让这些企业腾出厂房，引入适合的接替企业。

在上海的示范效应下，长三角地区各地开发区纷纷调高对土地投资强度的要求，有效提升了土地利用的集约程度。各开发区大力推行建设多层标准厂房，苏州工业园内，投资额低于 1000 万美元的项目大都住进了标准产房，大大提高了土地的投资强度。浙江象山经济开发区对六个月以上不开工的项目用地予以收回，对一些用地粗放、经营状况不佳造成厂房闲置的，统一调整项目布局，通过协议收回，安排临时使用等多种方式转让给投资规模大、用地效率高的企业。

2. 昆明呈贡实践“新城市主义”街区规划

昆明呈贡新区于 2003 年启动建设，规划控制面积 160 平方公里。原有规划沿用了中国很多新城建设中采纳的“超大街区”和单一土地利用模式。“超大街区”的城市开发模式以宽阔主干道组成的路网为基础，在平均每边 500 米的地块中设置带有门禁的、单一使用性质的区域，通常街区充满了单一重复的建筑物。这种开发模式试图利用更为宽阔的道路提高行车效率，但却以损害行人的安全性和自行车的通达性为代价。为解决宽马路带来的噪音、污染等问题，人们不得不将建筑后退，牺牲丰富连续的沿街街面，增加行人进入建筑的距离。这些因素妨碍了人们以步行或自行车的方式来使用街道，结果不仅破坏了沿街零售业，还降低了公交的可达性。

2011 年，美国能源基金会与中国住房和城乡建设部合作，在其核心区进行了重新设计，开展了低碳城市建设试点工程。以小型街区取代了巨型街区，采用了以公交为导向的混合利用的土地开发模式。不同于以往划定超大街区并在其中安排单一土地利用和建筑的模式，小尺度的街区富有灵活性，可以将住宅以及其他功用的建筑糅合在一起，从而避免了“暗区”的产生；混合布置高层和低层建筑，整体的开发强度将超过典型的住宅容积率。此外，小尺度的街区有利于自行车和步行，减少机动车的需求，使得公交车与私人小汽车都能更为高效的运行。以公交为导向的混合利用的土地开发模式则将新区的各级中心设置在在公交服务密集的区域，以重要公交节点为中心进行高密度综合开发，在步行可达范围内混合设置工作岗位、服务业、零售商业、娱乐休闲以及住宅。混合利用的街区鼓励步行，而适宜步行的城市能为当地的商业增加活力^Ⅲ。

^Ⅲ 能源基金会对城市规划总结了八项原则：1.建设步行优先的邻里社区；2.优先发展自行车网络；3.创建密集的街道网络；4.支持高质量的公共交通服务；5.建设多功能混合的邻里社区；6.将土地开发强度和公交承载能力相匹配；7.确保紧凑型发展，提倡短程通勤；8.通过规范停车和道路使用，增加出行便利性。



图 3 原有规划中的超大街区（左）与新规划中的小型混合街区（右）对比
(来源：能源基金会和卡尔索普事务所)

“新城市主义”在呈贡的实践中遇到的挑战及解决方案：首先，根据原有规划方案，呈贡新城已有部分建成和在建项目，因此，新规划方案坚持与已建道路结合，与已建和在建项目结合，与昆明本地文化和生活习惯结合，与正在商讨土地出让的项目结合以及与现存的规范、规定结合，从而保证新规划方案的可实施性。其次，新规划中小街区的内在要求与现有的《昆明市城市规划技术管理规定》有所冲突，因此在具体实施过程中，呈贡核心区作为昆明市的低碳试点区域，被列为特殊区域的范畴，可以进行突破。具体涉及的指标如下：

突破的指标	新规划	现有标准
路网密度	13.7km/km ²	5.1km-7.4km/km ²
建筑后退	1-3 m, 3-5 m	10-50 m
街区尺度	100-150 m	300-500 m
停车	减少停车设施的供给	尽量少
容积率 (FAR)	地铁站周边容积率是其他地段 1.5 倍	(无要求)
道路宽度	不超过四车道	最多十车道
混合使用	居住用地中商业设施用地达到 15% 到 20%	没有相应鼓励措施

此外，在中国，政府拥有地权并有偿转让给开发企业，在按照土地面积计价的转让模式下，可售地的面积越大对政府越有利。呈贡小地块开发模式大大增加了政府的管理难度和管理成本。为解决这个挑战，由昆明市规划局、呈贡新区管委会（呈贡区政府）和能源基金会联合成立了昆明市呈贡低碳试点办公室，负责管理和协调开发项目，并提供技术支持。

呈贡核心区的重新设计，通过将超大街区和主干道网络转变成为小型街区和紧致格网，配以多模式的交通基础设施，既保证了通行能力，也使土地利用效率大大提高，更重要的是营造了更便捷和人性化的都市生活环境。通过核心区的“新城市主义”改造，预期可产生的环境效益包括：机动车尾气排放减少 72%；温室气体排放量减少 59%；机动车行驶公里数减少 67%。

不可否认的是现阶段呈贡新城的发展中也存在一些问题。呈贡距离昆明主城区的距离较远，基础设施和商业配套设施还不完善。因此，虽然新城规划中强调职住平衡，为行政机关和大学城的职工都配套了相应的住宅区，但目前住宅入住率仍较低，新城与旧城之间的潮汐交通量很大。此外，由于呈贡与主城区之间的地铁也尚未完全贯通，往返交通中私家车的比例很高。根据 2012 年的统计数据，昆明主城区的人口密度已达到 2200 人/平方公里以上，而呈贡区的人口密度只有 631 人/平方公里。由于人口较少，“新城市主义”规划能够为城市带来的便捷和活力表现尚不突出。这也是中国城市新区建设中尤其需要注意的：新区位置对可持续发展有着深远影响，应该在现有城区内部或邻近区域设置新的紧凑型次中心区，避免无序蔓延。这样做除了保护可耕农田外，还能极大减少新区交通、公用设施和服务的成本，同时减少大多数居民的日常通勤往返。

虽然上述这些问题的存在使呈贡新城短期内无法实现预期的繁荣景象，但“新城市主义”的低碳规划理念，从根本上保证了城市具有健康的肌理。随着城镇化水平的提高带来旧城区人口的进一步膨胀和向外扩散，呈贡新城各项配套设施的不断完善，职住平衡、混合度高、适于步行且以公共交通为导向的用地模式将为多元化出行方式和社会经济活动创造可能，呈贡未来的发展和活力值得期待。

3. 香港的紧凑立体化开发

紧凑立体化高密度的土地开发利用，香港可以说是典型之一。香港的集约用地模式包括以下4方面：

(1) 建筑布局的紧凑化。在香港，任意两个建筑物之间无论是直线距离还是空间距离都较小，从而减少对交通的需求。以香港中环CBD 为例，它占地152.97公顷，由于建筑物之间的水平距离非常小，完全可以以步行的方式游览整个CBD，与北京市朝阳CBD（占地面积约399公顷）和深圳市CBD（占地面积约607公顷）的规模和用地模式差别非常大。

(2) 土地利用的高密度。香港提倡高密度发展模式，一般楼高达200m或更高，通过增加垂直高度，提高土地的利用强度，从而减少建筑物占用土地的面积。

(3) 土地利用的立体化。通常土地的利用分地面、地上和地下三个层面。地面主要用于构建城市的主要交通，地上主要用于修建人行天桥及公用设施，譬如学校、展览馆等，地下主要用于修建地铁和周边的购物场所。

(4) 底层空间开放化。在香港，大多数建筑楼高超过200m，建筑的底层通常采用开放式的开敞或半开敞的样式，底层通常建设成公共平台，平台连接不同建筑物、不同用地类型，平台上设有公园，娱乐场所、医疗场所等，从而将整个社区连接起来。平台还与人行天桥、地面交通及地下地铁相连，保证社区与城市周边交通连接起来，融为一体。大学的底层也用于连接公共交通，而不作为学校的私用空间。以位于九龙西的香港理工大学为例，其底层专门连接两条主干道路，由于规划合理、封闭性好，公共交通并不会影响学校的正常运转。

(5) 以社区为核心的综合用地模式。社区集居住、商业、娱乐、公共配套于一身，各类用途的用地总面积不得超过整个社区面积的2/3。任何社区都是立体使用的，地面以上为私人空间，包括居住，商业等，地面及地下基本属于公共空间。敞开式的设计主要用于连接公共交通和布局公共设施。以九龙城社区为例，该区土地总面积为135403m²，容积率为10。不同用地类型的建设面积比例是住宅42.87%，商业（包括五星级宾馆及办公楼）13.13%，公共用地（包括绿地，社区内的主干道）32.9%，区内的主干道）32.9%，娱乐用途1%，剩余为其他用地。由于规划合理、交通便捷，该区的物业价格达到香港楼价的最高水平。

其具体措施包括：

首先，通过城市规划对用地结构进行科学合理的安排，从而提高土地的投入能力和产出水平。具体而言，香港通过法律及配套法规、法定程序和专业机构三方面来保证城市利用总体规划和详细规划的合理性，提高城市规划的执行力度，真正实现土地的使用以规划为前提、未经规划不得利用的用地理念，从而杜绝用地的盲目性和低密度。

其次，通过加大基础设施的投入，支持高密度混合利用模式。通常交通系统分成三层：地上、地面和地下。架于空中的人行天桥四通八达，几乎连接市内所有市政设施，真正实现人车分流；地面平整，规划合理，主要用于机动车辆的通行；地下地铁

几乎覆盖香港的所有地域。强大的交通体系保证了香港既高密度又井然有序的发展模式。以社区为例，任何多功能社区基本都设置多种交通方式：社区入口与地下多功能地铁连接；社区内道路宽敞，与市政内的主干道相联，方便微型出租车、出租车和私家车的通行；社区外部均与市内的公共交通系统连接。地上通过平台与人行天桥系统相连，可以到达市内主要公共设施。在香港，所有的社区交通模式不会少于5种：多功能地铁、公共汽车、小型出租车、出租车和私家车，所有的交通设施都可以步行到达。另外，可以从交通占地了解香港对公共交通的重视程度。以著名的香港中环CBD为例，CBD总占地面积仅为152.97公顷，其中，约有51公顷用地为交通用地，占1/3。便捷的交通为各种生产、非生产要素提供基础，保证城市土地的集约利用效益。

香港的紧凑型立体化高密度土地开发模式提升了土地的经济价值，同时改善了居住和办公环境，提高了土地的社会效益，真正实现了土地的综合利用⁴⁰。



图4 香港地铁站附近的高密度开发

(来源：http://www.daodao.com/Tourism-g294217-c1-n1224-o10_Lvyouluxian.html)

4. 天津滨海新区践行“多规合一”

城市的新增建设用地寸土寸金。新区规划建设如何才能做到高效低碳地利用土地，天津滨海新区运用“多规合一”的规划模式，为新区开发提供了好的模板。天津滨海新区是国家级新区，总面积2270km²，人口263万。1994年，在天津经济技术开发区、天津保税区基础上，天津市政府决定用十年时间基本建成滨海新区。目前，滨海新区已发展成为中国北方对外开放的门户，高水平的现代制造业和研发转化基地、北方国际航运中心和国际物流中心、宜居生态型新城区，被誉为“中国经济的第三增长极”。

滨海新区之所以能取得成功，得益于其高效务实的规划编制及实施体系。在“多规合一”方面，滨海新区大胆实践，走出了一条符合自身特色的发展之路。首先，滨海新区规划建立统一的一级规划编制体系。以主体功能区规划、城乡总体规划和土地利用总体规划为主体，统筹各专项规划，编制《滨海新区城乡发展总体规划》，作为新区空间开发建设共同纲领，规划期限 20-50 年。其次，建立了统一的规划技术标准体系。各主要规划统一了规划区范围、用地规模与标准、规划基础资料⁴¹，保持统计资料口径及预测基础一致。第三，规划实施由滨海新区管委会（副省级行政级别）统一领导，从而使协调各部门共同实施成为可能。天津滨海新区的“多规合一”实践的有益经验有以下两点：

一、滨海新区的特色之一是将环境规划引入空间规划体系之中，给予了明确的功能定位，并确立了环境优先的基本原则。以往的空间规划往往强调空间资源的布局 and 分配，忽视了生态环境的保护，滨海新区将环境保护总体规划作为与城市总体规划、土地利用总体规划 and 功能区规划并列的重要规划类型之一，融入新区城乡发展总体规划体系。这就使整个空间规划体系更为有机、科学和完善。

二、明确时序，稳步推进。滨海新区之所以能取得“多规合一”的实践成功，原因之一是因为滨海新区属国家级新区，是国家综合配套改革试验区，在体制和机制上被赋予改革创新的任务，享有特殊政策；且新区行政体制、空间布局及协调机制比旧城更适于“多规合一”的实践。国内其他城市，特别是旧城更新中，如果在部门权益协调机制没有充分建立起来的情况下，盲目追求“多规合一”，有可能会将空间矛盾内部化，将空间规划协调带入误区，反而会影响土地使用的效率。“多规合一”是理想的终极目标，地方政府可以先确立“多规协作”的近期目标，再稳步推进，达到“多规融合”，以至最终实现“多规合一”的目标。

5. 无锡市探索集约、绿色的工业园

1993 年 12 月成立的无锡新加坡工业园，是江苏省省级经济开发区。无锡市新区经济发展集团公司与新加坡科技工业集团合资成立了无锡星洲工业园开发有限公司 (WSIP)，负责园区的开发、建设和管理。WSIP 运作模式是作为独立法人和投资主体从政府手里获得尚未开发的土地，然后进行工业性用地的综合开发。WSIP 制定规划时把充分满足投资者要求和充分利用每寸土地结合起。在园区总体规划中，划出了 1km² 启动区。在这 1km² 中，除了规划有基础设施、工业用地外，还划出一小片集中布局有国际小学、诊所、公寓、员工宿舍、银行、便利店、俱乐部等综合配套服务的

绿色小区。同时，国土资源管理部门在对项目用地审核中拥有一票否决的权力，任何项目必须先经国土资源部门的第一轮论证，对土地的超标使用或不符合提供用地标准的情况，有权否决项目上马⁴²。

6. 广东中山市小榄镇“三旧”改造

“三旧”指旧村庄、旧厂房、旧城区。小榄镇是中山市开展“三旧”改造的三个试点之一。90年代中期，小榄镇已开始陆续进行一些旧村庄、旧厂房、旧城区的改造工作。1997年编制旧城区改造规划，调整了道路网络系统，对历史文化建筑逐年进行修复，并完成文化产业基地、江华苑小区等改造项目；又将位于长堤路的原粮仓用地建设成经济适用房，解决旧城区中拆迁或愿意以房换楼的居民的居住问题。2002年修编总体规划，重新调整了空间布局，将北区的工业和散布在镇内有污染的企业全部搬迁至南部工业区。

2003年在北区、西区建设了农民新村，节约了土地30%，引入小区物业管理的模式。2009年又在绩西推行以地换楼集中居住，大大提高了土地利用效率。通过空间布局的调整优化，分区管理以及农民居住的社区化管理，小榄镇实现了土地的集约利用，发挥了较高的效益⁴³。

2.4 小结

中国人均耕地匮乏，而三十多年快速的城镇化又以低效的利用模式占用了太多耕地。这种趋势必须尽快停止，否则不仅给中国本身的粮食保障带来风险，也因对碳排放的锁定效应，会对全球气候变化产生持续的负面影响。当前最关键的步骤，一是普遍实行合理的高密度土地开发；二是调整国家税收政策，以鼓励土地的节约和集约利用。三是提倡政府管理部门在空间规划上的综合协调。我们看到，中央政府对财税体制的改革已经刚刚启动。我们也发现了一些中国城市高效用地及空间规划协调的成功实践。但是，这样的案例还应该更多，规模应该更大，方式应该更多样，才能赶上中国城镇化的快速脚步。

紧凑高效的城市土地利用，是发展可持续交通和提高城市能源使用效率的基础，因此本报告首先讨论了土地利用问题。下一章审视与土地利用关联紧密的中国城市交通问题，可以说是对城市土地利用的更具体的审视。

2 城市交通



3.1 城市交通与碳排放

城市交通包括公共交通、私人交通、慢行交通和货物运输。城市交通中使用的 94% 的燃料来自石油，是产生温室气体排放的主要部门之一⁴⁴。2010 年，全球交通部门共排放了 67.55 亿吨 CO₂，约占全球化石燃料利用二氧化碳排放总量的 22%⁴⁵。同年，中国交通运输部门的 CO₂ 排放量达 7.69 亿吨，占全国总排放量的 11%，按当前趋势，到 2020 年预计将达到 14.63 亿吨，占全国总排放量的 14.6%⁴⁶。

随着持续快速的经济增长及城镇化和工业化的推进，中国城市交通的需求量急剧上升。一组可以大致显示这种趋势的数据是，中国的“交通、运输、仓储、邮政”合计石油消费占全国总石油消费量的比例，在 1990 年为 14.7%，2000 年为 28.4%，2010 年则上升到 34.4%⁴⁷。一项用大量中国城市的历史统计数据 and 函数模型测算的学术研究发现，2008 年中国城市的道路交通油耗和二氧化碳排放是 1978 年水平的 20 倍，分别为 1.19 亿吨和 3.77 亿吨⁴⁸。还有一项中国的研究显示，中国交通部门的二氧化碳排放量从 1991 年的 1.516 亿吨增长到 2009 年的 6.023 亿吨，年均增长率高达 15.6%⁴⁹。世界银行的一项调查发现，在研究的 17 个中国城市中，1993 到 2006 年间，城市交通的能源消费量和二氧化碳排放均在增长，2002~2006 年间的年均增长率为 6%，各市增长率介于 2~22% 之间⁵⁰。

从中国私人汽车保有量的增长速度也可感受城市交通碳排放的惊人增长。当中国在 1978 年打开国门、启动经济改革时，全国几乎没有私人汽车，而 2013 年的全国私人汽车保有量超过了 1 亿辆（图 5）⁵¹。也就是说，现在平均每 13 个中国人就拥有一辆汽车。

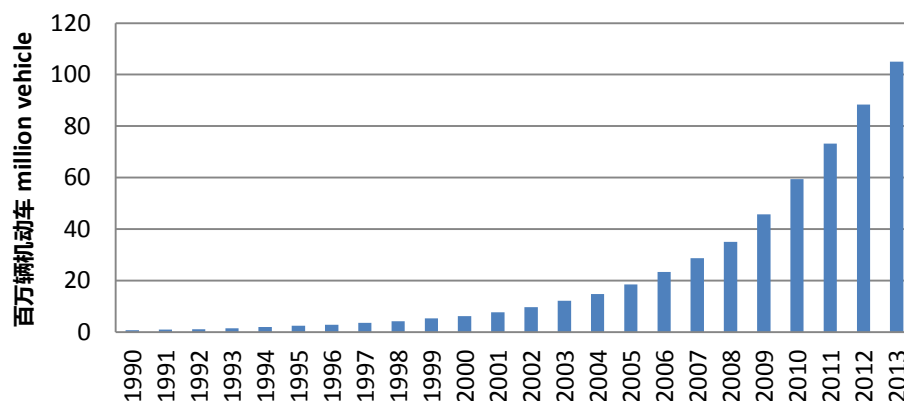


图 5 中国私人机动车拥有量历年增长
(数据来源：中国历年统计年鉴)

中国持续快速的机动化，早已开始引起范围越来越广的城市交通堵塞和空气污染。中国科学院发布的《2010年中国新型城市化报告》显示，50座城市上班途中所花费时间，北京市居首，平均为52分钟，广州市为48分钟，上海市为47分钟，深圳市为46分钟。严重的交通拥堵已经不只是几座特大城市的特有现象，而是中国很多大、中城市很平常的“风景”。城市空气质量方面，中国环境保护部今年8月公布的2014年上半年全国环境质量状况显示，已实施新空气质量标准的161个城市中，152个城市的环境空气质量均未达标，占比超过九成⁵²。

无论是中国城市快速机动化对全球气候变化的影响，还是给当地居民带来的严重交通不便和空气质量恶化，都意味着这种交通增长不可持续，必须尽快向低碳模式转变。低碳交通模式会带来许多益处，除节能减排效应外，还可促进公众健康，增加市民之间的交流，增强出行安全。

3.2 重点解决方向

近年来中国政府和相当多的城市政府已经开始将发展公共交通放到了优先地位，这是非常重要和正确的做法。中国还将持续二三十年的快速城镇化进程，必将伴随着城市交通的快速发展和城市居民生活方式的转变。未来，中国的城市交通究竟继续向着机动化的方向发展，还是通过基础设施和交通需求管理方面的措施，逐步形成合理的交通出行结构，扭转机动化趋势，鼓励市民低碳的出行方式，对中国实现其低碳发展目标，及世界碳排放形势都会造成重要影响。中国未来的城市交通发展，需要坚持推动以下三个方面的措施。

一是坚持优先发展城市公共交通的原则，鼓励有条件的城市发展大容量公共交通方式。公共交通由于其运量大、单位能耗和空间占有率小，是最节能、最低碳的机动化交通模式。公共汽车的单位人公里能耗和碳排放量为小汽车的八分之一，而地铁仅为小汽车的十六分之一⁵³。优先发展公共交通有利于缓解城市交通拥堵、提高空气质量、促进节能减排。

近年来，中国政府陆续出台了一系列政策，鼓励城市在资金安排和规划建设上都确保公共交通的主体地位。2006年，中国政府首次以行政法规的形式将城市公共交通界定为公益性事业，要求政府加大公共交通的投入，将公共交通纳入城市公共财政体系，并要求公共交通实施低票价政策。2012年，中国城市公共交通车辆运营数较

2000 年翻了一番，万人公共交通车辆拥有量增长了 128%⁵⁴。各大城市的公共交通承担率得到了大幅提升。

特别地，轨道交通和快速公交系统（BRT）等大容量交通方式，在政府的政策扶持下，得到了很大的发展。2012 年，中国城市轨道交通客运量达到 87 亿人次，是 2004 年的 6.7 倍⁵⁵（图 6）。截至 2013 年 9 月，全国获批和已做出规划要建设轨道交通的城市已达 37 个，省会城市已有 90% 以上编制了轨道交通规划⁵⁶，全国城市轨道交通线路建设总规模达到了 2300 公里⁵⁷。此外，目前中国已有 20 多个城市拥有 BRT 系统，还有许多城市正在规划建设中。单就重庆和郑州的 BRT 系统，平均每年便能分别带来 21.8 万吨⁵⁸和 17 万吨⁵⁹的碳减排量。

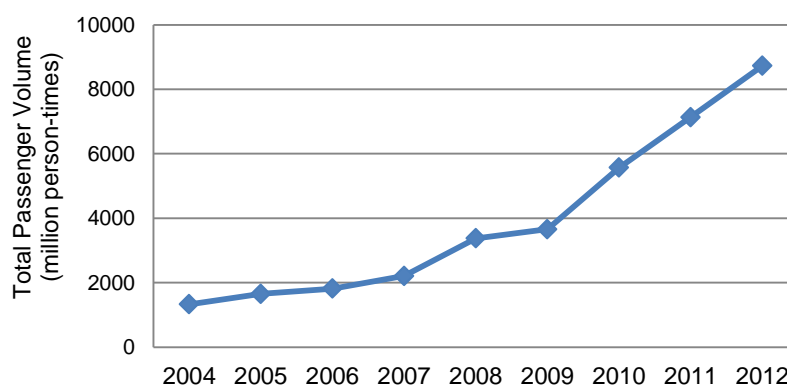


图 6 中国城市轨道交通年客运总量变化
（数据来源：中国统计年鉴 2005-2013）

二是长期注意控制私人小汽车的使用，同时鼓励用低排放的新能源汽车替代燃油汽车。中国每辆小汽车的使用频率是美国的 6 倍，是东京的 3 倍⁶⁰。较高的汽车使用率使得中国城市虽然车辆总数小于国外城市，但实际路上行驶的车辆数量很大。

针对这个问题，中国不少城市开始多方面的交通需求管理尝试，限制小汽车的使用。北京、成都、杭州、广州等城市先后出台小汽车限行措施，以车牌尾号方式控制机动车使用率。北京、上海等城市还利用拍卖、摇号的方式限制小汽车牌照的购买，对私人车辆拥有量的增长带来极大的抑制作用。在停车供给方面，一些城市陆续开展了停车设施规划，推行差别化停车收费政策。同时，中国城市在公共交通和慢行交通上的快速发展，也进一步削减了市民对机动车的依赖。

此外，中国政府还在国家层面推动汽车动力燃料技术转型，鼓励小排量车辆和清洁车辆的使用。中国政府在 2008 年将大排量汽车消费税率上调 10%-20%，小排量汽

车消费税率由 3% 下调至 1%⁶¹。次年，小排量汽车的车购税减半⁶²。为了推动新能源汽车的发展，中国政府早在 2001 年便将三类电动汽车设为“863”重大专项，并从 2006 年起，对混合动力等环保汽车实行一定的税收优惠。2009 年，国务院发放几百亿拨款和贷款资金支持新能源汽车产业发展，并设立 20 个节能与新能源汽车示范推广试点城市，向购买纯电动汽车的消费者提供补贴。同年正式实施的成品油税费改革方案，加大了大油耗车辆的税负压力。2014 年 7 月，新能源车辆消费税也被减免。在众多措施推动下，中国新能源汽车产量迅速增长，2014 年总产量预计将达到 2013 年的 3 倍⁶³，2015 年的目标累计产销量为 50 万辆⁶⁴。

三是通过发展城市慢行交通系统及培养市民低碳出行，控制和减少机动交通需求。慢行交通^{IV}不消耗化石能源，无尾气排放，空间占有率小，属于最绿色的交通模式。

近年来，中国城市开始从城市规划、城市管理和理念引导方面积极推进城市向慢行交通的回归。2005 年，国务院发布《优先发展城市公共交通的意见》；2006 年，建设部、发改委、财政部、劳动和社会保障部联合发布《关于优先发展城市公共交通若干经济政策的意见》；2007 年和 2008 年，相继举办了城市公共交通及无车日活动。2012 年，中国政府发布的《关于加强城市步行和自行车交通系统建设的指导意见》提出，大城市、特大城市应将慢行交通作为中短距离出行和公共交通的接驳换乘的主要方式，中小城市则应将慢行交通作为主要交通方式予以重点发展。《意见》规定了各级别城市的慢行交通分担率发展目标，并要求所有城市在 2015 年前编制完成慢行交通规划。2013 年，住建部发布的《城市步行和自行车交通系统规划设计导则》为慢行交通规划设计提供了具体指导。在多方努力下，截止 2014 年，中国已经有 106 个城市步行和自行车交通系统示范项目，许多城市也已完成并开始实施相关规划。另外，广州、宁波等城市也出台了人行道管理条例，遏制了人行道占用现象，改善了步行环境。杭州、上海、北京、株洲等城市还积极开展公共自行车系统的建设，在供给端鼓励市民采取“公交+自行车”的低碳出行方式。

截止 2012 年 9 月，中国有 153 个城市承诺开展了“城市无车日”活动，涉及 2-3 亿人口。全国居民对无车日活动的知晓率达也逐年上升，2012 年达 78%⁶⁵。政府与民间组织的各种步行和自行车推广活动也比比皆是。自然资源保护协会（NRDC）在

^{IV} 慢行交通（Non-Motorized Transport）亦称非机动车交通，通常指步行、自行车等以人力为空间移动动力的交通方式为主体，以低速环保型助动车（最高车速不大于 20km/h，噪声较低，制动良好）为过渡性补充的非机动交通系统。

2014 年发布的《中国城市步行友好性评价》在为改善中国城市步行环境提供了参考的同时，也进一步宣传了步行理念，强调了城市步行交通的重要性。

3.3 地方实践案例

1. 广州 BRT 领跑中国

广州 BRT 是目前世界上第二大的系统，亚洲第一大系统，是 ITDP (Institute for Transportation & Development Policy) 与广州市政工程设计院合作的项目，是中国首条被 ITDP 评定为“黄金标准”的 BRT 系统⁶⁶。2012 年，还获得了联合国“应对气候变化灯塔项目”。广州 BRT 创新性地使用了“专用走廊+灵活线路”的运营模式，利用具有 86 项功能的国内功能最齐全、最复杂和最先进的智能调度监控系统，实现地面公交快速化及与社会车辆的逐步隔离化，有效将 BRT 干线与超过 80 条公交线路整合，既具有类似地铁的大运力、又保留了公交系统的灵活性。广州 BRT 还创下多个世界第一，包括世界第一的车流量，第一个采取“直达服务”，第一家采用“可变车道控制技术”，和第一个实施与地铁和自行车系统高度整合的 BRT 系统。

值得注意的是，广州 BRT 在站点选择和站台周边环境设计中，还注意了 BRT 与地铁系统、人行过街设施的整合，构建了方便、人性化的换乘系统。其中，中山大道线是世界上首例 BRT 与地铁实现物理整合的系统。全线 6 个站点可实现地铁站厅与快速公交站台的立体无缝接驳。在 BRT 的建设中还结合了与周边用地的综合 TOD 模式开发。另外，其注重运行效率和服务质量的合作式运营模式也十分值得借鉴。广州 BRT 由总共由广州快速公交运营管理公司统一管理，由 8 个公交集团合作运营。各集团在控制中心均有代表。运营商根据基于公交运营公里数，而非乘客数，分配票款，票款分配同时还会根据服务水平进行调整。

自 2010 年开通以来，广州 BRT 不断优化其线路和运营水平，系统运力已经超过亚洲其它系统 3 倍以上，单向客流达到 3.0 万人次/小时，日均客流超过 85 万人次⁶⁷，承载量大于中国大部分的地铁线路，每年至少为广州减少 CO₂ 排放 8.6 万吨、颗粒物排放 14 吨⁶⁸。自信的黄金标准 BRT 系统开放后，公交车平均时速从 15 公里提升到 22 公里，而其他社会车辆速度也提升了 15%左右⁶⁹。

2. 北京研究设立“低排放区”

“低排放区”（Low Emission Zone）指为促进区域空气质量改善，针对机动车等交通工具专门设定污染物排放限值的燃料限制区。数据显示，北京机动车排放的PM_{2.5}约占全市PM_{2.5}排放总量的22.2%，低排放区的建立将有效改善北京空气质量，事实上，城市低排放区已成为世界许多国家和地区用于解决交通空气污染问题的重要措施。

由于二氧化碳等温室气体和大气污染物是化石燃料在燃烧过程中同时排放的，因此，现阶段气候变化与大气污染在形成原因上同根、同源、同步，减少温室气体排放对大气污染控制具有显著的正协同效应⁷⁰。“低排放区”就是一种实现碳排放和主要污染物排放“双减”目标的协同控制策略。依据各国城市的实践经验，“低排放区”将能够使得城市的二氧化碳浓度下降约10%，氮氧化物的排放将能够有效降低约15%，PM₁₀浓度也将会有明显下降。除去空气污染方面的有效改善，其在交通方面也有不错的实际效果：交通量将有效下降19.2%，而通行速度也能有明显改善，根据米兰的实践结果，通行速度约上升11.3%⁷¹。

针对城市居民健康方面的影响而言，“低排放区”的设立将能够使得道路安全性大幅上升，交通噪声减小，环境污染得到有效改善，从而促进城市的宜居性建设。至于该区划政策的经济结果，则是会促进高污染、高排放的汽车逐步退出汽车市场，促进交通行业的清洁化、节能化。

北京于2013年颁布实施的《2013-2017年清洁空气行动计划》中提到，由交通委和环保局牵头制定低排放区和交通拥堵费政策。“规划低排放区，研究制定低排放区交通拥堵费征收政策和智能化车辆电子收费识别系统等配套政策”。2014年初，世界资源研究所（WRI）与北京市交通委员会开始在缓解城市交通拥堵、建设可持续交通体系、抑制交通温室气体排放、绿色交通理念宣传推广等领域开展深入的合作。其中，“低排放区”是北京市目前正在抓紧研究设置的区域。北京市将借鉴国际上主流的伦敦模式、米兰模式以及柏林模式，考量低排放区的设立和征收交通拥堵费用之间的关系，通过经济杠杆，逐渐淘汰排放超标车辆，择机制定低排放区拥堵费相关政策。

3. 国产品牌“比亚迪”——电动汽车的领跑者

比亚迪是中国自主研发的汽车品牌，是全球电动车市场的领先品牌。公司创立于1995年，现拥有IT、汽车和新能源三大产业。目前，公司稳居全球第一大充电电池生产商地位，其中镍镉电池、手机锂电池出货量全球第一。

近两年，中国电动乘用车的销量出现了爆发式的增长，2014年上半年的销量就超过了2013年全年的销量⁷²。而作为电动车领域的领跑者和全球充电电池产业的领先者，比亚迪迅速控制了关系电动汽车成败的关键环节——动力电池核心技术。已经先后推出了全球第一款不依赖充电站的双模电动车和使用自主研发的可降解“绿色”电池的电动车，其中后者最高里程超过50万公里，是目前世界上行驶里程最长的纯电动车。2013年1月，比亚迪荣获全球顶级的扎耶德未来能源奖。尽管2014年比亚迪已经占据了近中国37%的新能源汽车市场份额，但是由于新能源汽车仅仅占到汽车市场的0.4%，所以新能源动力汽车的推广仍然有一段很长的路；据估计，到2020年，新能源汽车占市场比例可升至1.6%⁷³。

就比亚迪而言，其在国内的新能源电动车行业的市场占有率从2010年以来不断上升，并且有着较好的政府合作（其多个品牌进入免征购置税的新能源汽车名录），如果能够在自身的创新研发上更进一步，其发展前景将更为广阔。

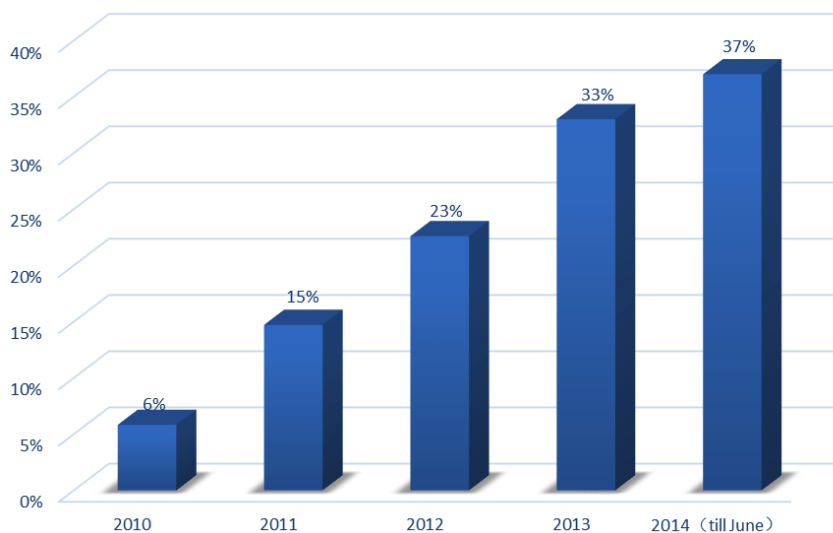


图7 比亚迪占新能源市场份额的变化趋势
(数据来源：比亚迪公司各年度年报)

4. “天堂” 杭州打造打造自行车城市名片

杭州市是中国浙江省省会，人口 885 万，面积 1.6 万 km²。杭州的慢行交通系统规划借鉴了国内外慢行交通体系建设的成功理念与经验，旨在构建一个与城市发展相适应、与公共交通一体化无缝衔接的安全、便捷、高效、低成本的新型慢行交通体系，已成为国际典范。

杭州运用“分区分类”手段。引入慢行区概念，将市区划分为 47 个慢行区，引导非机动车在慢行区内出行。根据地块内主导的土地利用性质、步行人流的主要性质以及市民使用活动的状况，将基本步行单元划分为 8 个类型。针对每种类型步行单元中步行活动的不同特点，有针对性地提出规划措施。其次，杭州引入“规划设计指引”概念。对非机动车交通系统和步行交通系统分别引入设计指引，为今后的慢行交通规划建设提供大量可资借鉴的人性化的技术手段。此外，杭州市还编制完成了《杭州市非机动车交通发展战略规划》，计划在 2020 年完成市区 125 条自行车廊道的建设。

另外，值得一提的是杭州的公共自行车租赁项目。该项目由杭州市政府支持和引导，由杭州公共自行车交通服务有限公司负责运营，属于公益性项目，1 小时内免费。初期由政府资金支持，后期主要通过租赁亭商业开发和广告招商维持运营。目前的运营规模为 78000 辆公共自行车配备⁷⁴，2000 多个自行车租赁点⁷⁵，最高日租用量达到 40 万人次⁷⁶。公共自行车如今已经成为杭州的城市名片，其成功不仅归因于政府引导、市场运营、公众参与的运作模式，还在于合理的规划布点。其租赁点的选择，由交警、城管办、公交集团和所在城区街道共同完成。2009 年杭州市规划局编制完成《杭州市公共自行车交通系统发展专项规划》。其租赁点的规模和选址，还通过网络、热线等平台，在公众的建言监督下，不断完善。此外，杭州市政府还十分注重城市自行车文化的营造，不仅将公共自行车项目和自行车道系统与旅游开发结合在一起，公共自行车车身上“爱护环境、绿色出行”、“共建生活品质之城”等口号也早已深入人心，使自行车出行成为一种城市风尚。

5. 鼓励城市步行友好

步行是健康和最为低碳、绿色的出行方式。步行友好的城市能使居民的日常生活更为便利，提升居民的生活品质；如果能够通过步行或者“步行+公共交通”的方式实现人们日常基本出行需求，还能减少许多家庭的经济开支。步行能增加人与人之间的交流与沟通，使人们更有归属感；增强街道的步行友好性还能促进周边的商业繁荣，提高土地价值，为城市发展带来直接经济收益。提高步行在城市交通中的分担率，可

以减少能源的使用和碳排放，从而改善空气质量，减缓全球气候变化，同时缓解城市交通拥堵。设计和建设步行友好的城市，要求更紧凑的城市空间布局、更节约的土地利用模式，从而帮助抑制城市的无序蔓延。因此，提倡城市加强可步行性，是一项缓解“人车矛盾”的重要策略。

为了提高中国城市的政府和公众对步行友好性的重视，自然资源保护协会（NRDC）于2014年8月发布了对35座大小不同、区位不同的中国城市的可步行性评估结果。总体得分最高的前十位城市如图8所示。

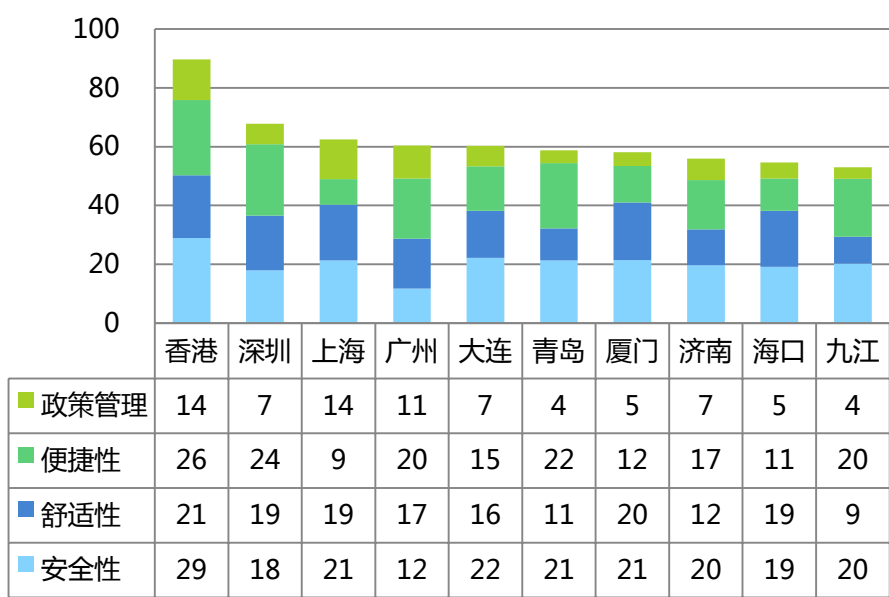


图8 NRDC 中国城市步行友好性评价得分前十名的城市
(来源：NRDC《中国城市步行友好性评价》⁷⁷)

NRDC 从四方面评估一座城市主城区的总体可步行性。第一是道路行走的便捷性，即是否可以靠步行完成人们日常生活中很多事情，如上学、购物、社交、看病等；这要求道路联通性好，路网密度高、街区和道路的尺度要人性化。第二是街道行走的舒适性，如是否有通畅无阻的行人步道、林荫路等。第三是行走时街道环境的安全性，主要与交通安全、空气质量等相关。最后也考虑了城市政府倡导步行和人行道管理方面的作为。

香港因其道路网格密度高、人行步道（包括高架道）四通八达、良好的交通管理状况、好的空气质量而名列第一。深圳的狭长主城区的街道使得步行比较便捷。上海市和广州市政府对慢行系统建设和人行步道管理方面比较明确的政策。例如广州在1985年，就已颁布实施针对人行道的专项管理法规《广州市关于占用马路人行道的管

理暂行规定》；1999 年出台了《广州市城市道路临时占用管理办法》；2000 又颁布《关于整治市区人行道违章停放车辆的通告》。

6. 上海世博会使“绿色出行”成为一种时尚

美国环保协会（EDF）参与推动的上海世博会绿色出行项目，作为一次大型宣传实践活动，影响人群达 1000 多万，创造了迄今世界持续时间最长、参与人数最多的单项低碳活动。

该项目在迎世博阶段立足上海的企业、社区和学校，通过展览、竞赛、培训等方式增强了市民绿色出行的意识。发布的《世博绿色出行指南》为参观者选择绿色的出行方式提供了参考，同时针对如何减少和中和出行过程造成的碳排放等问题提供了相关引导。世博会阶段，鼓励企业种植“世博绿色出行林”，通过发行世博绿色出行低碳交通卡，提供在线“碳计算器”服务，引导公众选择低碳的生活和交通方式，并提供碳中和途径。

通过项目的实施，“绿色出行”的知晓率直线上升，2009 年 67.7%的调查者听说过绿色出行，2010 年世博会结束期间，听说过绿色出行的达到 98%，有 79%的人愿意实践绿色出行。《2010 年上海世博会绿色出行报告》显示，在世博期间，上海绿色交通战略带来的全市 CO₂ 减排量约为 83 万吨，相当于少烧了 3.5 亿升汽油。轨道交通、公交车、旅游巴士及出租车等集约化交通方式占 92%，绿色出行比例高达 94%。

7. 武汉社区“邻里合乘”，享受低碳生活

武汉常青花园社区推出了“邻里合乘”的公益拼车活动，引导普通居民参与，达到减负疏堵、节能减排、融洽邻里关系的目的。经调查显示，高峰时期 80%上下班的汽车内都只有司机一人，因而在社区组织下，面向社区所有有车居民，鼓励他们在出行路线、时间等情况匹配的条件下，选择相互搭车、轮流开车出行的合乘方式。2009 年 10 月，常青花园以二社区为试点开展了邻里合乘活动，当天即有 20 名车主报名参加。10 月底扩展至整个社区，报名车主增至 162 名。截至 2009 年 12 月，参与拼车的车主已经超过 300 名。

尽管邻里合乘有着较好的社会效益、环境效益和经济效益，但是事实上运营两年有余此政策逐渐淡出：由于合乘依照现行法律规定不能收取任何费用以避免“黑车非法营运”的嫌疑，很多邻里都不好意思长期乘坐免费的同乘，而之前愿意“载人一程”的拥有私家车的邻居也不情愿自己掏油钱补贴别人。如何给有车的车主合理的激励，

同时让搭乘的乘客能够坐的心安成为了这一项目能否继续实施的关键因素，当前解决这一问题的主要方式包括：以社区名义为这些私家车提供一定的停车补助，社区洗车优惠等。此外，武汉市也在积极探索一系列方式通过完善法律法规制度来继续推广这一新型环保外出模式。

3.4 小结

总体来说，中国过去三十多年快速的城镇化进程，是伴随着大规模的机动化和机动车主导的城市建设模式的。中国城市已为此付出了沉重的代价。然而，日益突出的城市交通问题，也为中国城市向低碳化发展模式的转型提供了契机。近十年来，中国城市在交通低碳化发展的努力方向是正确的，主要包括以下三方面的措施，一是在规划和资金方面确保公共交通发展在城市交通发展的主体地位，积极鼓励城市发展大容量公共交通系统；二是通过限行、限购、停车管理和税收杠杆进行交通需求管理，限制私人小汽车的使用，并鼓励低排量清洁汽车的使用；三是关注城市慢行系统的发展，积极推进城市编制和实施慢行系统规划，并开展低碳出行理念的宣传和推广。要形成低碳的城市交通结构，必须在控制小汽车使用的同时，提供便捷舒适的公共交通系统和慢行交通基础设施，并宣传低碳健康的生活理念。只有在这三方面措施都得到落实时，公众才会具有足够的外部 and 内部激励选择更绿色的出行方式。然而，中国城市交通的低碳化转型还有很长一段路要走，它的实现还与城市土地利用和城市能源结构息息相关。下面一章将带来中国城市能效提升方面的最新动向与审视。

4 城市能源消费



4.1 城市能源消费与碳排放

世界范围内，能源使用，尤其是化石能源的燃烧一直以来被视作碳排放的主因。在能源消费过程中，能源代谢产物以多种形式排放到大气环境中，在物理和化学作用下影响大气质量和气候变化；同时大气环境质量的改变和气候的变化又影响到各种能源的利用过程，以负反馈的形式影响能源的供应。能源消费导致的二氧化碳排放量在人类活动产生的温室气体中占有绝对主导地位。研究表明，全球能源消费导致的二氧化碳排放量以年均 1.5% 的速度持续增长，约从 1990 年的 55 亿吨碳增长到 2005 年的 70 亿吨碳⁷⁸。因此，能源消费导致的二氧化碳排放问题日渐成为气候变化领域的研究热点之一。

城市是能源资源消耗主体，也因此是碳排放的主要来源。如前文所述，在全球范围内，城市的面积约占地表面积的 3%，却消耗了 75% 的自然能源，排放了 60% 至 70% 的二氧化碳。而在发展中国家，这一比例更大。中国有 600 多个城市，对其中 287 个地级以上市进行统计发现，这些城市的能耗占中国总能耗的 55.48%，二氧化碳排放占中国总排放的 58.84%。近 300 个城市就占到能耗和碳排放总量的一半以上，如果把其余的城市、集镇都加进来，至少要占到社会总能耗的 80% 以上⁷⁹。在飞速发展的中国，城市能源问题正变得十分突出，这其中，有与世界其它城市共性的问题，更多的还是中国城市独特的问题，表现在：首先，中国的城市发展伴随着工业化，而不是发达国家的后工业化产物，在发展的同时，做好能源的集约，挑战更大；其次，城市间发展不均衡表现突出，用能结构也差异较大。大城市往往汇集了人才、资金、政策及关注度，中小城市则面临产业单一，资金、技术和人才的短缺等困境；再者，中国正处于计划经济向市场经济转型阶段，市场还很不完善。这些因素的多层叠加使得城市能源问题更加复杂。

4.2 重点解决方向

城市能源是城市所消费的能源的简称，有的研究者将其分为生产性能耗和消费型能耗两种，更加通行的做法的是从行业上来划分，主要包括工业用能、交通用能和建筑用能三大部分。考虑到中国快速城镇化过程中，建筑用能和交通用能已经、并将持续成为能耗增长最为迅速的两个领域，而交通用能已在上一章得到阐述，本章在谈及城市能源消费时将以城市建筑领域的能源消耗作为重点。解决上述问题，大致可从以下几个方面入手：

首先，需要制定并严格执行城市能源专项规划，从源头上控制城市排放。城市能源问题是多个领域交错的综合问题，实现城市能源消费的低碳化，不是某个部门或领域可以单独实现的，必须从更高层面上权衡、统筹和协调。在城市的层面上编制能源规划，在城市发展和建设中实现能源的优化配置和合理利用，这是实现能源可持续发展战略的关键⁸⁰。只有在城市规划阶段进行节能专项规划，统筹考虑城市节能的方方面面，兼顾供应平衡和末端效率，对城市节能进行顶层设计，才是解决城市节能问题的根本途径⁸¹。纽约城市规划、大伦敦规划都是在城市层面宏观统筹能源利用、降低城市碳排放的范例。

中国现行城乡规划法中有关城市规划节能方面的内容有所缺失，特别是缺乏对中国城市级节能问题的宏观认识和对相应发展现状的理解，也缺乏开展城市级建筑节能工作的基础数据，没有城市级节能的规范性、纲领性、系统性的规划指导、相关政策和标准体系，因而无法从根本上指导城市系统性节能。目前的节能工作或偏重于工业、交通和建筑的某一方面，或偏重于具体的设计、施工等某一后续环节，而工业、交通和建筑三大耗能领域横向之间缺乏内在联系，纵向上也缺乏全过程的系统性指导，三大耗能领域各有行业主管部门，互相之间缺乏联动，因而节能效果相对有限，指导城市和城市片区级的节能问题很有局限性。城市现有的涉及能源的单项规划，如电力、燃气、集中供热等，主要是供应侧规划。以供能可靠性为原则，规划区的人口和规模都是以最大值来设定。这在工业化程度较高的地区，由于负荷相对稳定，这种做法也许是有效的，但在快速城镇化条件下，起初的负荷远低于设定的最高负荷，会造成区域内设施长期低负荷低效率运行。供应侧规划较少涉及用能方式、节能措施等方面，也缺少规划间的协调性。

未来，要通过制订综合性的城市能源战略规划，搞好顶层设计，并严格落实。针对中国当前的特点，尤其应该搞好新城的能源规划。为了缓解城市人口的压力，很多的城市都在建设卫星城，据测算，今后30年中国约需要新建200个人口为20万的新城。这些新建的城市及城区，有更好的可塑性，应该在制定产业规划、土地规划等同时，制定详细的能源专项规划。另外，严格实施规划，定期调整和更新比制定规划本身更加重要。实际上，没有哪个规划能够做到尽善尽美，也不可能因为有一个总体的设计方案，一切就一帆风顺地推进下去，城市发展的动态性就导致了能源专项规划必然更像一个动态跟踪和调整的过程，而非一个标准文件。

其次，从能源供应角度，鼓励替代能源和可再生能源在城市各项活动中的应用。中国能源禀赋造就了城市能源消费对化石能源，尤其是煤炭的依赖过高的现状，煤炭

占中国一次能源消费比例接近 70%，能源结构“清洁度”过低，对城市空气质量带来了不良影响。因此，减少煤炭使用是中国城市能源战略的核心。一方面，优化常规化石能源的供应结构，进一步降低煤炭消费的比重，尤其在终端消费的比重，减少煤炭直接燃烧，例如城市供热。鼓励城市优先使用从城市外调入的更清洁的能源，如水电、风电等。另一方面，着眼于更长远的未来，需要大力发展可再生能源。例如，推动可再生能源分布式发电、在建筑领域规模化推广可再生能源应用与一体化、开发城市地热能等。

再次，提高建筑能效，把握节能重点领域。一般而言，现代服务业越发达的城市，建筑能耗在总能耗中的比例越高。发达国家建筑能耗一般占总能耗的 40%，在纽约、东京等城市，这一比例甚至超过 75%。在中国，由于缺乏长期的统计数据，来自官方的说法是建筑能耗占全社会终端能耗的 27.5%⁸²，也有来自高校的数据称此比例为 20.7%⁸³。然而，对于这一比例未来将快速上升的趋势，大家并无争议。由于中国正处在工业化的中期，绝大多数城市中建筑能耗较之国际发达城市仍然偏低，但是，增长的潜力很大。一方面，新建建筑持续保持快速增长的态势，年均增量超过 20 亿平米，相当于全球每年新建的建筑中，一半坐落在中国；另一方面，居民用能需求不断增高。北方采暖地区冬季室内温度不断提高，中部长江流域的夏热冬冷地区历史上并不属于法定的集中采暖区域，然而，随着人们收入的增加，该地区的采暖需求近年来也日趋强烈。在南方，夏季空调用电近年来也呈现快速增长势头。随着中国城镇化、工业化的快速推进，建筑能耗仍将呈刚性增长趋势。要实现城市的节能减碳，必须紧抓建筑领域，控制增量，严格执行更高水平的新建建筑节能标准；改善存量，提高既有建筑能效，开展既有建筑的节能改造；以建筑节能、绿色建筑发展促低碳社区、低碳城区发展，由点到面带动城市的低碳化。除此之外，家用电器的能效提高、城市的照明节能等等也不容忽视。

最后，引导市民广泛参与，实施行为节能。低碳节能的城市需要每一个市民的配合，需要每一个社区的积极行动，改变用能方式，生活方式，促进城市的低碳运行。

4.3 地方实践案例

为了提高城镇化的可持续性，有效应对气候变化。包括政府、企业和 NGO 社会团体在内的许多部门都将中国的城市能源问题作为首要工作领域之一，取得了许多业绩，也面临着很多新的挑战，需要中国乃至国际社会共同关注，汲取经验，总结教训，确保实现中国城市的低碳发展。

1. 开展低碳城市试点

随着经济快速发展，生态环境恶化逐渐显现，城市生态与低碳建设的呼声在中国也愈来愈高。中国政府历来坚持科研先行，试点示范，制定标准并全面推广的逐步路线，近年来，围绕解决城市的能源问题，在中央层面，多个部门组织开展了多种形式的研究和试点工作。这些项目称呼不尽相同，如生态城市、绿色城市、宜居城市、新能源城市，低碳生态城市等等。尽管各有侧重，但都围绕城市能源节约和低碳化的主线。

1986年江西省宜春市提出了建设生态城市的发展目标，被认为是我国生态城市建设的第一次具体实践。2008年1月，全球性保护组织WWF（世界自然基金会）就在北京正式启动“中国低碳城市发展项目”，以上海、保定为首批试点城市，寻求低碳发展的解决方案，较早地开启了城市低碳发展的实践。2010年国家发展改革委开始组织开展国家低碳省区和低碳城市试点，低碳城市规划和专门的城市能源规划是试点工作的重点之一。2013年1月，国家住房和城乡建设部批准了全国首批8个绿色生态示范城区，包括贵阳市中天·未来方舟生态新区、重庆悦来国际生态城区、长沙市梅溪湖生态城区、深圳市光明生态新区、唐山湾生态城、天津中新生态城、昆明市呈贡生态新区、无锡太湖生态新城。同月，国家环境保护部开展了第五批全国生态文明建设试点工作。据统计，截止到2014年4月，除港、澳、台和西藏、青海外，中国已有29个省市提出了生态新城建设项目（包括生态城、生态新城、生态新区），在建和规划的数量已经达到217个，主要分布于我国经济较为发达的东、中部地区。国家《“十二五”绿色建筑和绿色生态城区发展规划》提出“十二五”期间实施100个绿色生态城区示范建设的目标，目前已有19个项目获批为国家绿色生态示范城区。此外，住房城乡建设部还先后与新加坡、瑞典、美国等国家以及地方政府开展了多个合作共建低碳生态城（市）。

尽管各地的生态城市建设严格说还基本处于探索和尝试阶段，实际效果还有待时间的检验。但是，积极效果已经初步显现。2010年、2012年国家发展改革委先后组织开展了两批共42个国家低碳省区和低碳城市试点。初步评估显示积极效果，各试点地区在低碳规划的指导下，积极采取措施切实控制温室气体排放，2013年上半年，列入试点的10个省市2012年碳强度比2010年下降平均幅度约为9.2%，高于全国6.6%的总体降幅⁸⁴。

为了保障生态城市的健康发展，确保规划目标不折不扣地落实，还应该进一步加强城市低碳生态规划引导，筛选适宜本地的技术和模式，同时，逐步完善保障机制，

推动政府、企业和公众等多元主体积极参与到生态城市的建设与管理中。对于政府部门，应从规划方案阶段深入到规划实施和管理，出台相应的激励政策、措施体系。对于企业，应担负起低碳生态建设的责任，积极进行技术创新实践，完成各类项目并保障其运行。对公众而言，更应从生活方式、消费方式、出行方式上加以改变，切实践行低碳生活。

2. 可再生能源应用快速发展

提高城区清洁能源和可再生能源比例，无疑是有效降低城市碳排放的有效途径之一。2007年9月发布的《可再生能源中长期发展规划》中，中央政府提出可再生能源要在2010年实现占全国能耗比重的10%、2020年15%的目标。全国范围内，可再生能源发展迎来了突飞猛进的发展，根据国家能源局发布的数据，截至今年9月底，全国可再生能源发电累计装机容量达4.0437亿千瓦，占全部电力装机容量比例超过30%，继续保持全球可再生能源利用规模第一大国地位。其中，水电规模以上新增装机容量1565万千瓦，溪洛渡、向家坝等一批西电东送标志性大型水电项目投产运行，累计装机容量超过2.9亿千瓦；风电新增装机容量858万千瓦，累计装机容量达到8497万千瓦；光伏发电新增装机容量400万千瓦，累计装机容量超过2000万千瓦；生物质发电新增装机容量90万千瓦，累计装机容量超过940万千瓦。随着高压、特高压输电线路的建设，这些主要来自长江上游的水电以及来自三北地区的光电、风电被大量输送到大型城市。以上海为例，该市2014年度接受“外来绿电”1300万千瓦，而今年夏季最大电力负荷为2800万千瓦，即，近一半的电力负荷由“绿电”来支撑。粗略估算减少847.60万吨标煤的能源消耗，减少排放9.24万吨二氧化硫和7.97万吨氮氧化物等有害气体⁸⁵。

除了引进“绿电”外，发展城市分布式能源，加快推进可再生能源在建筑中应用能够高效地解决属地化的用能问题。中国是世界上太阳能最丰富的大国之一。在地表水、浅层地下水、土壤中可采集的低温能源也十分丰富，利用潜力巨大。太阳能和浅层地能都属于低品位能源、热值不高，按照分级用能原则，这些能源最能满足建筑生活用能的需要，因此，大力推进太阳能、浅层低能等可再生能源在建筑中的应用，是解决建筑用能的经济合理选择。

在可再生能源在建筑领域应用方面，住房和城乡建设部与财政部联合制定了一系列的鼓励政策，并开展了示范工程和示范城市（图9）。为推广太阳能，多城市推出了地方强制性安装太阳能热水器政策规定。据不完全统计，目前全国已有13个省22个地市出台了太阳能光热利用强制推广政策。其中江苏、安徽、山东、南京市、深圳

等省市提出“新建十二层以下住宅及新建宾馆、酒店、商住楼等有热水需要的公共建筑应当按照规定统一设计、安装太阳能热水系统”；宁波市要求新建 12 层以下及 12 层以上居住建筑的逆 6 层，应当实施太阳能建筑一体化；上海市明确在新建 6 层及以下住宅强制使用太阳能热水系统。截至 2012 年底，全国城镇太阳能光热应用面积 24.6 亿平方米，浅层低能应用面积 3 亿平米，光电建设已建成及正在建设装机容量达到 1079MW⁸⁶。在可再生能源建筑应用规划制定方面，一些省（自治区、直辖市）已出台“十二五”可再生能源建筑应用发展规划或在“十二五”建筑节能专项规划中提出可再生能源建筑规模化应用的目标，如重庆、安徽、北京等。在应用目标的提法上各有不同，重庆市提出“十二五”期间，可再生能源建筑规模化应用 450 万平方米的目标。青岛市提出到 2015 年，浅层地热利用面积达到 1000 万平方米，太阳能光热利用建筑应用面积达到 1300 万平方米。山东省提出到“十二五”末，全省可再生能源建筑应用面积占当年新建民用建筑面积比例达到 50%以上，可再生能源在建筑领域消费比例占建筑能耗的 12%以上。浙江省提出“十二五”期间，将新增可再生能源建筑应用面积约 5000 万平方米。福建省提出“十二五”期间，全省推广可再生能源建筑应用面积 3000 万平方米以上。



图 9 2009-2011 年全国可再生能源建筑应用示范城市分布图
(来源：住房和城乡建设科技发展促进中心)

此外，在地热能利用方面，国家能源局、国土部两部委于今年初联合发布了《关于促进地热能开发利用的指导意见》，明确提出地热发展目标：到 2015 年全国地热供热面积达到 5 亿平方米，地热发电装机容量达到 100 兆千瓦，地热能利用量达到

2000 万吨标准煤。到 2020 年地热能开发利用量达到 5000 万吨标准煤。6 月 25 日，两部委又下发《关于组织编制地热能开发利用规划的通知》，要求各省（区、市）发改委收集整理本地区地热资源勘探评价成果，结合本地地热资源特点及用热、用电市场需求，组织编制地热能开发利用发展规划。

3. 低能耗建筑试点

中国的建筑节能工作是在学习和借鉴国际经验中发展起来的。例如，起初的建筑节能标准较多地借鉴了美国采暖、制冷与空调工程师学会（ASHRAE）标准。而在建筑保温和节能改造技术上则更多地借鉴了欧洲的做法。被动房（德语 Passivhaus）的概念源于德国，它利用杰出的保温、创新的门窗隔热技术和高效的通风热回收实现极低的建筑使用能耗目标。德国目前已经有 3.2 万栋被动式房屋，且正以每年 3000 栋的速度在增长。与德国被动式低能耗建筑相比，中国超低能耗建筑存在这很大的差距。德国被动式房屋的采暖需求仅仅相当于中国同纬度气候相近地区的 1/4 至 1/5。因此，为了推动中国新建建筑标准的提升，从 2009 年起，住房和城乡建设部与德国开展合作，在国内建设示范建筑。秦皇岛“在水一方”被动式低能耗建筑示范项目就是其中的一例。该示范项目按照德国被动式低能耗房屋标准建造完成。经测试，仅采暖一项，就比现行的 65% 节能标准降低 30% 的能耗。与同区域先行节能标准相比，每平米增加的成本仅 627.8 元（100 美元）。

截至目前，已列入住房和城乡建设部示范项目计划的项目达 37 个，总建筑面积约 33 万平米。建筑类型包括住宅、工业厂房、办公楼、幼儿园、教学楼、纪念馆、学生宿舍等，且有两个项目已获得“被动式房屋质量标识”⁸⁷。北方的山东、河北等省还为各所属城市规定了示范建筑面积及比例的目标。

以中国北方地区为例，假设该地区每年新建居住建筑面积为 5 亿平米，其中新增居住建筑 10% 达到被动式低能耗标准要求，则北方每年可节约一次能源约 85 亿千瓦时，约合 105 万吨标准煤，减少二氧化碳排放约 283 万吨⁸⁸。

除此之外，在中美清洁能源联合研究中心建筑节能合作项目支持下，各个气候区也开展了“近零能耗”建筑示范。基于这些示范建筑，更高要求的建筑节能标准正在编制中。

4. 绿色建筑数目增长迅速

绿色建筑除节能外，还有其它环境要求，是对建筑节能的升级。NRDC 从上世纪 90 年代初开始向中国介绍绿色建筑概念，介绍美国 LEED 绿色建筑标识体系。中国自 2006 年制定第一部绿色建筑节能设计标准，并形成了自己的绿色建筑标识，2013 年国务院一号文件发布绿色建筑行动方案后，绿色建筑得到迅速增长。截止到 2013 年 12 月 31 日，全国共评出 1446 项绿色建筑评价标识项目，总面积达到 16270.7 万平方米⁸⁹，绿色建筑在数量和面积上，基本上逐年翻番。

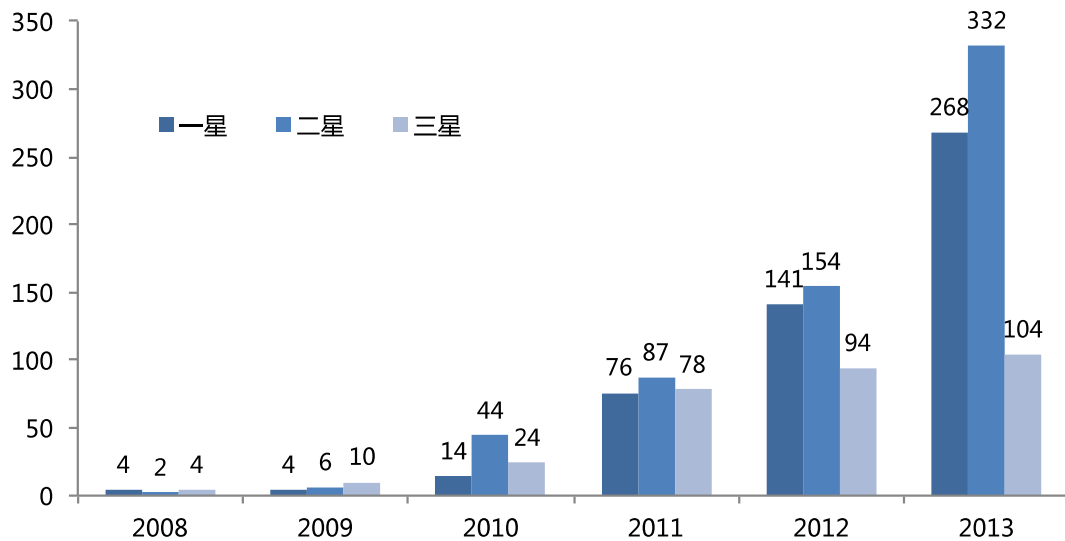


图 10 绿色建筑评价标识项目逐年发展状况
(数据来源：住房和城乡建设部)

目前绿色建筑发展呈现出了两个新方向，一是逐步走向强制，二是由单体向区域扩展。强制化实施是未来绿色建筑发展的一个重要方向，根据住建部要求，2014 年开始，所有政府投资的公益性建筑必须率先强制执行绿色建筑的标准，如办公建筑、学校、医院、机场、博物馆等，与此同时，政府投入建设的保障房也被要求率先绿色化。北京市从 2013 年 6 月起，所有新建建筑在送审施工图阶段，就要求达到一星级以上的绿色建筑标准，否则将不能通过审查。同时，绿色建筑正在从单体建筑的“浅绿”到“深绿”不断提高节能水平的过程中，向区域化发展。作为拥有国内最多绿色建筑的省份，江苏省与 2010 年提出“建筑节能有绿色建筑示范区”概念。2010 年 7 月，苏州工业园区中新生态科技城、昆山花桥国际金融服务外包区为江苏省第一批建筑节能和绿色建筑示范区。截止 2014 年 7 月底，江苏累计创建了 54 个绿色生态区域集成示范项目，包括 37 个建筑节能和绿色建筑示范区，5 个绿色建筑和生态城市区域

集成示范，12 个绿色建筑示范市（县、区），全面覆盖 13 个省辖市。预计绿色建筑示范项目总建筑面积超过 9000 万平米⁹⁰。

5. 北方地区居住建筑节能改造

仅中国北方采暖地区城镇既有居住建筑就有大约 35 亿 m² 需要和值得节能改造。这些建筑已经建成使用 20 年~30 年，能耗高，居住舒适度差，许多建筑在采暖季室内温度不足 10℃，同时存在结露霉变、建筑物破损等现象⁹¹，而由于长期实行的按面积、而非按用热量支付采暖费的做法，也缺乏对用户节能积极性的调动。该地区采暖消耗大量的煤，不仅排放大，且直接导致了冬季北方地区的雾霾天气增加。

为此，中央政府从 20 世纪 90 年代初期开始探索开展节能改造，先后通过中法、中德等双边合作开展了一批示范工程，探索了北方地区居住建筑改造的模式和技术。示范工程有力地带动了建筑节能技术的发展，促进了节能标准的建立。2007 年开始在北方采暖地区十五省市全面推进既有居住建筑供热计量及节能改造，安排专项资金按改造面积进行财政补贴。“十一五”期间的五年内，共完成 1.8 亿平米的节能改造。节能改造既实现了采暖能耗降低的目的，又大大提高了室内舒适度。以河北省唐山市为例，截至 2013 年底，该市累计完成既有建筑节能改造面积 2445 万平方米，改造面积占具有改造价值既有建筑总面积的 70%以上。实施改造后，冬季室温由 15℃提高到 20℃以上，部分建筑改造节能率高达 70%。

2012 年 5 月，住房和城乡建设部发布了《“十二五”建筑节能规划》，提出“十二五”期间，改造实现北方地区居住建筑供热计量及节能改造 4 亿平米的目标。同时，不断将节能改造工作从北方地区推广到长江流域的夏热冬冷地区。

另外，2014 年 7 月 21 日，国务院发布《国务院关于加强棚户区改造工作的意见》，要求加强对城市中低收入群体聚居的棚户区进行改造，并严格执行节能标准。2013 年已改造各类棚户区 320 万户以上，2014 年计划改造 470 万户以上，预期棚户区改造将惠及 1 亿人。棚户区居住条件差，且多未接入城市集中供热系统，冬季多采用小煤炉自采暖，污染大且难于控制。此项政策的有效实施将有助于减少城市中的分散排放源。

6. 扬州老城社区低碳改造

既有建筑的节能改造同样应该逐步规模化，向社区的整体改造，城区的规模化改造发展，将节能改造与城市的综合改造结合起来，全面降低城市、城区的碳排放水平。

社区、城区的综合改造，尤其是老旧城区的改造在中国是一个普遍的难题，一方面要通过改造实质性地提高居民的生活水平，另一方面，还要确保不增加社区、城区的碳排放并兼顾城市历史文化遗产的保护，保存老城的基本风貌、机理和格局。基于此共识，扬州市政府和 ISC 开始携手打造老城低碳社区试点项目。旨在探索并示范扎根本土的老城区低碳改造方案，摒弃大拆大建的城市发展模式，提高居民低碳生活意识，并向中国城市介绍展示投资低碳技术的可行性。

2011 年 7 月，扬州市政府和 ISC 签订合作协议，对原扬州老城区中 4,134 平方米地块进行规划开发，将原本废弃多年的工厂地块改造建设成一个集社区服务、社区低碳展示和示范为一体的综合低碳社区。扬州市政府高度重视本次合作，为此项目划拨 2000 多万专项建设资金。ISC 出资并组织中美专家团队为项目提供全程的技术支持，包括参与式规划设计。合作双方一致达到共识，要将项目打造成一个低碳民生的项目，即在维持老城低碳排放水平的基础上，显著提高老城居民的生活水平。

项目实施过程中，ISC 从美国请来熟谙 LEED for Homes 住宅认证的绿色建筑专家，对扬州当地参与项目的设计方、施工方开展过多次培训和现场指导，系统贯彻 LEED 住宅认证的标准，并最终促成了中国第一个 LEED for Homes 认证的诞生。ISC 还与政府共同举办过多次社区居民讨论会，听取周边居民对项目开发设计的意见，在多方参与、共同协商的前提下制定低碳社区的行动计划并加以实施。项目所采用的低碳技术都是国际成熟技术。这些相对成熟、成本较低的低碳技术，价格虽然“平民”，但通过综合配套使用，使得整个社区在冷热能的收集利用、水资源的循环使用等方面能源效率使用最大化，同时碳排放降到最低。这种技术和硬件的组合配套，使得项目能够达到经济和生态效益的平衡，使项目具有更大的可操作性和借鉴价值⁹²。虽然目前还没有证据表明，该项目已经直接被其他城市复制，但它显著提高了当地市民对采用低碳技术的兴趣及对城市低碳可持续发展问题的关注，项目还吸引了来自世界各地的参观者以及国内媒体的注意。

7. 上海加强对政府建筑和商业建筑运行能耗的管理

中国的建筑节能起步较晚，且实质性的进展主要发生在最近十来年里。用十年的时间走过了西方国家三、四十年经历的路程。一方面，进展举世瞩目，另一方面，快速吸收过程中对西方节能技术、机制的本土化消化不够理想。而且，过快的发展也暴露出了缺乏数据积累的弊病，成为进一步推动城市节能的升级巨大障碍。

上海的建筑能耗占全部终端能耗的比重明显高于其它城市和地区。为有效控制大型公共建筑能耗，加强用能监管，上海市 2012 年开始启动了“1+17+1”能耗监测平台建设。对单体建筑面积 1 万平方米以上的国家机关办公建筑和 2 万平方米以上的公共建筑，实施用能分项计量与能耗联网传输。目标是到 2015 年底，基本建成覆盖全市国家机关办公建筑和大型公共建筑的“1+17+1”（1 个市级平台、17 个区级平台、1 个市级机关平台）能耗监测系统，实现大型公共建筑能耗实时监测及数据上网传输。2013 年，已经完成 1400 栋左右既有国家机关办公建筑和大型公共建筑用能分项计量装置的安装及联网，2014 年，市区内国家机关办公建筑和大型公共建筑能耗监测将基本实现全覆盖，重点用能建筑的节能管理基本实现数字化。

为帮助上海市有效利用建筑能耗数据，能源基金会中国与 NRDC 向上海推介了美国建筑能效对标与数据公示的成功经验，同时，能源基金会中国还联合电网公司等利益群体帮助上海开展城市电力响应试点，应对夏季用电高峰。

8. 不断扩大家用电器节能标识

研究发现，仅通过提高 9 类家电的能效标准，到 2030 年中国累计可减少一万亿度用电，这相当于 403 个中型火力发电厂的发电量，减少碳排放近 10 亿吨⁹³。

为提高家用设备能效，中国实施了强制性能效标准和标识制度。2008 年 4 月 1 日起实施的《节约能源法》（修订版）明确规定要制定端用能产品和设备的强制性能效标准和高耗能产品能耗限额标准。截至 2011 年 12 月，中国已颁布 46 项强制性用能产品能效标准，涉及家用电器、商用设备、照明器具、工业设备、办公设备和交通工具 6 大类产品。据统计，截至 2011 年末，19 类能效标准实施年限较长的产品累计节电量为 6878 亿 kW/h，约折合标准煤 2.48 亿吨，减排二氧化碳 6.4 亿吨，二氧化硫 282 万吨⁹⁴。

目前，国家发展改革委正在研究制定低碳产品推广目录，“优先推广低碳空调、冰箱和电视等家电设备。

9. 佛山市绿色照明推广

近年来，随着国内城市的高速发展、经济的快速繁荣以及人们对生活水平和环境质量要求的不断提高，城市道路照明和城市的夜景照明已经成为城市规划、建设和管理中的一项重要工作。然而，照明的快速发展，也使电能消耗越来越大，在讲求美观的同时我们更应该重视节能。据统计，中国年照明用电量占总发电量的 10%左右，而且以低效照明为主，节能潜力很大⁹⁵。

按照国务院关于节能减排的总体要求，“十一五”期间，各地积极推广城市绿色照明，城市照明设施迅速发展，2010年末，全国657个城市共有道路照明灯约1774万盏，“十一五”期间净增道路照明灯567万盏；道路照明节能取得明显效果，实现节电14.6%。2011年11月4日，住房和城乡建设部发布《“十二五”城市绿色照明规划纲要》，提出以2010年底为基数，到“十二五”期末，城市照明节电率达到15%。

在政策推动过程中，城市主管部门带头示范。佛山市要求市政府部门和下属单位也对管辖的办公大楼进行了照明改造，为推广LED照明作出表率。市政府还多次举办交流会，并通过传媒专题报道、主题展览、建立体验场馆等多种形式，宣传LED照明产品和推广应用项目的成效，提高社会各界对LED照明的认知度，营造有利于LED照明的市场环境和社会氛围。截至2013年4月，佛山市完成LED照明产品推广应用222079盏，其中路灯50040盏，室内照明172039盏⁹⁶。

10. “酷中国”活动倡导个人低碳行动

“酷中国-全民低碳行动计划”（简称酷中国项目）由国家发改委气候司和环保部宣教司指导，环保部宣教中心、国家气候战略中心和美国环保协会主办，中国民促会绿色出行基金承办。该项目致力于倡导公众践行低碳的生活方式，通过学校、社区、企业等渠道，组织个人和家庭在网上开展日常生活的碳计算，2011-2013年，8万多个中小学生计算了家庭的碳排放并作出减排承诺。线下则通过低碳巡展、低碳夏令营等形式，开展面对面的参与式互动，达到提高意识和改善行为的效果。

2013年至2014年，酷中国项目在北京、杭州、广州等地有条件的社区，资助进行低碳场馆的建设，在社区层面建设低碳宣传平台，培养居民低碳绿色的生活和消费方式，并进一步培育社区的低碳文化。

“酷中国-全民低碳行动5省10市倡导低碳并在德班大会引关注”入选2011中国应对气候变化和低碳发展十大新闻。酷中国项目已经连续4次被写入《中国应对气候变化白皮书》。

4.4 小结

城市消耗了全球最多的能源，贡献了主要的温室气体排放。要实现城市的低碳发展，就必须从城市整体层面搞好能源规划，统筹协调各部门、各领域；不断提高可

再生能源在城市能源组合中的比重；通过新建建筑更低能耗标准的强制执行、既有建筑的节能改造、大型公共建筑运营监管、发展绿色建筑、低碳社区等多种手段抓好重点领域，即建筑领域的节能；动员市民参与节能减排，挖掘行为节能潜力。随着中国政府及国际社会对城市能源问题的更加关注，初步的政策法规及标准体系已经建立，一些积极的成效已经显现，更多的成功实践还在不断地试点和涌现。未来，若能适时总结并推广试点经验，进一步夯实基础性工作，如数据积累、精细化节能施工及管理、强化节能工程质量等，必将带动中国城市走上更加低碳的新台阶。

5 总结与建议



伴随着中国三十多年快速经济增长的城镇化和工业化，帮助 6 亿多人口脱离了贫困⁹⁷，也让中国步入了中等收入国家，成就举世瞩目。到目前为止，中国的城镇化也避免了其它发展中国家碰到的一些问题，如大量失业、城市贫民窟、中心区衰落、城市治安恶化等。但是，城市用地的扩张、快速的机动化、资源和能源的低效利用，使中国的城市发展留下了巨大的生态足迹和碳足迹。面向未来几十年，中国政府仍有宏伟的发展蓝图，其中城镇化是主要“引擎”。如果当前的资源浪费的城市发展趋势继续下去，中国的环境及公众健康不能承受，自然资源的供给难以为继，对全球应对气候变化的行动也会有根本性负面影响。

让我们有理由保持乐观的是，中国在认真反思过去的不足，认识到环境、资源、气候方面的硬性约束，近两年来多次宣示了走“以人为本、生态文明”的新型城镇化道路的决心。接下来的问题是，如何让正确的认识和坚定的决心转变成中国众多城市的不打折扣的实际行动。

本报告指出了土地利用、交通和能源是中国城市走低碳之路的关键领域，并对中国在这些领域进行的有益实践做了分析总结，介绍了一些好的实践案例。本章提出我们认为中国需要及时采取的主要政策措施，也根据我们在中国的项目经验，对国际社会如何加强和中国城市的合作提出建议。

5.1 土地利用方面的建议

1. 践行“精明增长”理念，实现土地的集约利用

城市空间的无序开发，建设用地的粗放低效利用，一方面会侵占极其宝贵的耕地资源的浪费，威胁到国家的粮食和生态安全，另一方面使城镇基础设施利用效率低下，大量重复建设造成极大的浪费。第一，城市建设中保证较高的土地开发密度。在综合考虑交通运输条件、市场需求、基础设施容量、城市景观需要和生态环境容纳量等因素的基础上，充分、巧妙地对空间进行使用。在高容量交通枢纽附近地区鼓励高密度的开发，随着与铁路车站及公共交通交汇处距离的增加渐次降低开发密度，同时在高密度开发区域保留必要的绿地和公共空间，保证城市的环境质量和城市活力。第二，通过盘活存量土地解决城市建设用地的需求。建立城镇低效用地再开发和退出激励约束机制，鼓励老城区、旧厂房、城中村改造、利用、和保护性开发。第三，有新增建设用地需求时，应该优先考虑在现有城区的近邻区域设置紧凑型的次中心，这样不仅可以最大程度减少耕地的占用，而且可以实现公共设施和服务的重复使用，使人们

的生活更加便捷，减少新城区与旧城区之间的远距离交通产生的能源消耗和污染物排放。

2. 倡导紧凑混合的土地开发利用模式

以往过于追求功能分区的城市空间布局模式已带来交通拥堵、能源浪费、环境污染、城市缺乏活力等问题。今后应该大力倡导紧凑混合的土地开发利用模式。第一，通过居住、商业、办公、公共设施服务等不同功能的合理混合代替过分严格的功能分区，从而减少交通传输的需求、增加生活和工作的便利性，避免由于土地利用单一而使得某一时刻无人使用的空间的产生。第二，对同一块土地的地上和地下空间进行适当开发和混合使用，通过对高层建筑分底层、中层和高层进行商业、办公和居住功能的混合设置，把地铁、停车场、商场等服务设施转入地下的方式实现对空间多功能化利用。对近期内尚无建设计划的土地进行切合实际的耕作或绿化，从而最大程度上降低碳排放。最后，应该加强试验和示范时间维度的土地多功能利用，例如分享建筑物和公共空间在不同时段的使用。这方面，中国的城市还少有实践，尤其需要政府的鼓励和帮助。

3. 协调各层次规划

以往中国城市的规划分别由不同部门负责，在土地利用、经济社会发展、城市建设、交通基础设施等规划之间的衔接尚不充分，导致各项规划的目标和手段之间存在矛盾，难以落实。因此，要在城市开发或城市改造的最初阶段通过协调机制的建立与完善，使土地利用、产业布局、城市功能布局及建筑和基础设施设计之间实现有效衔接，尽可能减少城市空间规划体系与经济社会发展规划体系之间，以及两者内部不同规划之间的矛盾和冲突，以实现土地资源的最佳配置和合理利用。

4. 推动土地利用管理方式的转变

要破解城市土地粗放利用的问题，必须加强对建设用地的管理。为了能有效地“管住总量、严控增量”，首先需要改革财税政策，增加地方政府税收来源，特别是那些能够促进城市管理和公共服务改善的种类，从而抑制依靠土地转让和开发获取政府收入的冲动。其次，需要加强对新增建设用地的严格审批，尽可能减少新增建设用地的数量，提高现有建设用地的使用效率。在这方面，提高信息透明度和公众监督，可以促进规范的用地审批和土地开发管理。此外，需要努力改变地方政府职能，让他们从过度关注 GDP 增长和吸引投资，转向更多关注如何提高城市公共服务和城市管理。

5.2 城市交通方面的建议

1. 实施差异化的公共交通优先发展战略

尽管中国从 2004 年开始就已明确提出城市公共交通优先发展战略，但对“公共交通优先发展”的内涵，还存在许多认识和实践上的误区。如片面注重公共交通方式自身的规模扩张，忽视效益提升、结构优化和质量提高，忽视与其他交通方式的统筹，忽视城市间的差异等。应采取差异化的公共交通优先发展战略：

要针对具体城市制定符合其自身特征和需求的公交优先发展路径。受空间、资金、环境等多种因素制约，轨道交通等大容量的公交方式很难成为大部分中国城市公共交通的主体，快速公共交通（BRT）也无法适用所有中国城市。对全国 645 个城市公共汽车发展差异性及其要素影响的分析说明，提高不同规模和发展阶段城市的公交吸引力和运营效益的手段不尽相同：部分特大城市和大城市需要引入较公共汽车更高运量的公交服务，而部分中小城市则急需提高公交车辆规模和服务范围⁹⁸。对于特大城市和大城市，应发展“高运量轨道交通+中运量快速公交+公共汽车”的公交体系；对于中等城市，应以“中运量快速公交+公共汽车”的公交体系为主，根据交通需求和地方财政情况谨慎发展中低运量轨道交通；对于小城市，应着力发展以公共汽车为主的公交系统。注重公共交通的结构优化和效益提升，使公共交通引导城市用地合理布局，实现精明增长。

2. 多在交通需求管理上下功夫，而不是一味增加交通供给

交通供给不足和交通需求增加之间的矛盾造成了目前中国城市的交通拥堵。许多城市以为单靠多拓路修路，多配置交通设施以增加交通供应就能解决这一矛盾，这在实践中被证明是一个误区，非但无法解决供需矛盾，而且会陷入“马路越修越堵”的窘境。应通过科学的需求管理措施抑制私人机动车交通需求，缓解供需矛盾。与增加交通供给相比，需求管理费用低而效益高，适用于发展中国家。其具体措施如以紧凑、混合的土地利用规划减少出行需求；以各种经济手段（交通拥堵收费、交通分时段收费、燃油税、公交补贴等）减少私人交通出行需求，鼓励公交和非机动车出行；以停车设施规划和管理（如取消中心城区及大型人流集散地最低停车配建要求，依靠高额收费来分配这些地区稀少的停车空间）抑制机动车出行，以各种制度创新（如弹性上班制，邻里合乘等）提高出行效率，间接减少了出行需求。

3. 加快智能化公共交通系统建设，提升公交运营水平

智能公共交通信息系统作为智能交通系统重要子系统之一，是国际公认的缓解城市交通拥堵、提高城市公共交通运行效率和服务水平的重要途径。中国的智能公交系统技术发展相对落后，虽然在一些大城市已有所应用，但总体来说，应用范围有限，系统信息融合度较低，多数系统数据缺乏深层次应用。未来，中国城市应加快以信息化、实时化为核心，以人性化为宗旨的智能公交系统的建设。具体需重点加快建设的方面包括：建设基于城市公交运行能力的、实时道路交通状况和公交客流量需求状况的完善的智能公交调度系统；进一步拓展公交 IC 卡系统，实现公交 IC 卡在经济带、都市圈的一体化运营；建设人性化的实时智能公交信息服务系统，方便公众出行；实现大范围、大规模运营的公交车辆区域调度，以达到资源的最有效配置和利用。

4. 提升公共交通服务质量

公共交通是否能成为公众出行的首要选择，归根结底还要取决于公共交通的服务质量。从单纯依靠扩大公共交通的规模和数量，到促进公共交通内涵式发展，首先应尽量提高公交线网密度和站点覆盖率，并适当增大大运量公交方式的规模，提高公众公交出行的方便程度。其次，时间成本一般是人们选择何种交通方式的最先考虑因素，因此提高公共交通服务质量的关键，还在于提高公共交通的稳定性并保障正点率，减少公众公共交通出行所花费的时间。另外，还要提高公交系统的舒适便捷程度和人性化服务水平，包括合理的换乘路线规划、优质的工作人员服务、干净整洁的候车和车内环境、以及完整的无障碍设施配置。

5. 发展多模式一体化公共交通网络，加强城市交通换乘系统建设

城市道路系统规划首先应充分考虑为不同类型的交通出行者（机动车、公交车、非机动车、行人等）提供合适的道路空间和流线组织关系，使各种交通方式能够高效、有序、安全地运行。道路规划更应着重体现以公共交通、自行车及步行等绿色交通方式优先的设计理念。为了突破城市公共交通由于衔接不便捷导致的发展瓶颈，城市应注重公交换乘系统的建设，以实现多模式公共交通方式的无缝衔接，促进城市交通系统一体化发展，进一步增加公共交通的吸引力。具体可通过统一票制票价、建设综合换乘枢纽、提供公交站点的停车换乘服务来实现。

特别地，公共交通和慢行交通系统的一体化发展，尤其是自行车系统与公交系统的整合，可以有效解决公共交通的“最后一公里”问题，进一步提高公共交通的吸引

力。目前，中国城市的“最后一公里”难题，已成为阻碍公共交通发展的重要因素之一，公交站点周边道路系统的自行车友好性和步行友好性都较差，自行车停车换乘（B+R）的模式还有待大力推广，换乘系统的供求配置、流线设计和管理维护水平都有待提高。因此，中国城市在进一步发展公共交通系统的同时，绝不能忽视公共交通和慢行交通系统的衔接和整合。对于已有公交站点，应尽可能完善其周边的自行车停车点、租赁点等停车换乘设施配置，重点加快公交站点周边的慢行道路系统建设，推进自行车停放与公交站点的管理一体化，改善人行道和行人过街设施，从硬件设施和管理上共同保障公众在公交和慢行衔接上的安全、便捷和舒适。对于新设置的线路和站点，应注意从土地利用、城市设计、城市管理各个方面，将慢行交通系统与公交系统进行一体化的规划设计和开发利用，因地制宜地编制地方设计导则，从而形成标准化的、本土化的发展模式。

6. 加强公众宣传教育，鼓励公众选择绿色交通出行

我们希望限制私人交通，提倡绿色出行，这些仅靠强制性政策是远远不够的。在政策引导之外，更应配合积极广泛的公众教育及宣传。让市民了解到低能耗汽车、排放标准、交通需求管理等政策的效果，明确绿色出行方式对于自身和社会的益处。同时，要听取市民的意见与反馈，根据传媒学、心理学原理，有针对性地优化宣传方案，增进参与式活动，将绿色出行与城市文化、城市形象打造相结合，让绿色出行理念深入人心，使市民真正主动积极参与，而不是被动接受。国际组织可以利用其优势，向中国城市介绍西方市民社会和绿色交通宣传教育的先进经验。

5.3 城市能源方面的建议

1. 开发并不断完善城市级别的能源低碳规划

从整合现有示范项目入手，对各部委已组织开展的“低碳城市”、“低碳生态城市”、“宜居城市”等各类相关的试点工程进行及时评估和总结。查找问题、凝结经验，在目前零散性和尝试性的实践基础上提炼并发展出成熟的发展框架。从重口号、重设计、重数量增长逐步走向重内容、重实施、重质量。将试点成果凝结成可供推广的政策措施、技术指南等，研究向更多的城市、城区，尤其是既有城区推广，帮助既有城市、城区开发或合理调整低碳发展规划，设计低碳发展路径，并建立考核监督机制，不断推进规划的落实和完善。鼓励城市间经验共享，形成适宜各城市的能源规划及战略。

2. 推动绿色建筑规模化发展

进一步规模化推动绿色建筑，除了目前政策引导的在低碳城市、低碳园区内优先发展绿色建筑，在保障性住房、政府办公建筑等公共财政支持的项目中优先发展绿色建筑以外。进一步扩大绿色建筑示范区、示范城市范围，鼓励更多的新建社区、区域及城市开展更大范围，更深入的示范建设，在不同气候区建立有代表性的成功案例。同时，完善激励机制和标准体系，包括涵盖绿色施工、验收和运行维护的技术标准以及统一的绿色建筑评价基准。通过加强全过程监管，尤其是对施工过程及后期运行过程的管理，保证绿色建筑质量。引导更多的建筑业主在获得设计标识后，积极申报运行标识。把节能量落到实处。从数量和面积的增长落实到节能减排量的增长。引导设计院普及绿色建筑知识和技术，把被动式设计和被动式技术落到实处，在设计前期阶段将绿色建筑设计及技术与常规建筑设计融合。

3. 推进城市能源数据信息的统计与发布

能耗数据等基础信息的可获得性已经成为制约市场力量、国际力量参与低碳发展的主要障碍之一。因此，应对政府部门已掌握的能耗数据等信息进行最大限度的公开。充分整合各部门建设的城市用能相关的统计和监测信息平台。设计合理的公示细则，定期向社会有效公示，并接受社会监督。以既有大型公共建筑能耗监测平台为例，可以加强城市层面的用能数据分析，开展同类建筑的能效对标，并将对标结果，连同标准化处理后的建筑其它信息向社会发布。供节能服务公司、科研机构及社会公众查询和分析研究。

4. 调动社会资本参与大规模的城市既有建筑及用能设施的节能改造

实现城市的深度节能，降低城市能源需求，既要不断提高新建建筑节能标准，鼓励规模化发展绿色建筑与低能耗建筑，更需要下大力气改造和更新既有建筑。中国的既有建筑存量巨大，改造需要数万亿人民币的投入，不可能继续依赖财政补贴来实现。尤其是对公共建筑的节能改造，目前还没有任何城市有大规模节能改造的可借鉴案例。上文所述的能耗基础信息缺失及不透明是障碍之一，与之相关的还有融资困难。为了调动社会资本投入既有建筑节能改造，一方面，需要成功的案例向投资者展示节能改造的收益。另一方面，需要探索建立标准化的流程，确保各参与主体在节能改造的各个环节有章可循，风险可控。这些环节包括建筑基准能耗的确定、节能量的估算、设计施工及运营阶段的能耗计算，能耗的计量和核证等等。通过建立统一的规则，并制

定与之配套的保障政策，充分建立投资者的市场信心，逐步引导社会力量参与大规模的城市既有建筑及用能设施的更新和改造。

5.4 加强国际社会与中国城市的合作

在当今全球化大背景下，人类历史上规模最大、速度最快的中国城镇化过程不可能只是一个本国的发展议题而不产生国际影响。中国的城镇化在推动本国经济增长的同时，将为世界经济复苏与振兴带来红利。更重要的是，中国的城镇化进程如果能走上低碳、可持续发展的道路，将为全球应对气候变化作出巨大贡献，也对人类保护自己唯一的家园“地球村”发挥关键作用。因此，中国城镇化所受到的国际关注在持续增加。在此，我们不谈国际市场和资本对中国城镇化的兴趣，只对国际社会如何为中国城市的绿色发展助一臂之力，分享我们的体会和建议。

1. 持续开展能力建设，展示最佳实践，分享经验教训

工业化国家和拉美国家以往的城市化过程中都有深刻的教训值得中国借鉴，包括都市蔓延造成的过度机动化和空气污染、能源使用的浪费、自然环境的破坏、城市贫民和社会公平性问题等。尽管这些道理在专业人士圈中已广泛知晓，但中国有六百多座城市和两千多个小城镇，并不是所有的城市管理者都真正理解了哪些国际做法值得学习、哪些不值得效仿。而且，很多地方不能及时掌握前沿的、先进的国际理念，将已经被国际上证明不成功的做法当作国际先进经验。因此，分享国际经验教训和最佳实践的能力建设活动需要持续的进行，向基层推进。通过国际援助开展的交流和培训通常都会受到城市的欢迎。但是，我们以下的建议值得同时加以考虑。

2. 不忘中国特色，避免国际经验的生搬硬套

中国渊远流长的历史和文化及政治制度，使其经常表现出多方面的独特性。任何外来的概念和经验，要想对中国真正有所帮助，就必须融合“中国特色”。首先，需要充分了解中国城市面临的特殊问题、中国现行政策和体制的制约、中央政府对国家在近中期的改革与发展规划、不同层面人士在认识上的异同和知识的欠缺、公众的意识水平等。注意中国特色不等于容忍城市发展中对生态环境的忽视，而是在了解了中国特色和问题的基础上，对中国城市发展中的问题进行独立客观的分析，然后设计可行而有效的与当地的合作项目。有时，融合中国特色意味着合作伙伴和合作方式的选

取，有时意味着项目在中国特有体制下的分步进行，有时又意味着如何让本地文化给项目注入活力，如何让城市和当地市民发挥主动性。

3. 不能忽视中小城镇的重要性

无论从城镇人口总数还是城市数量来看，中小城市在中国都占主要份额。中国政府的最新政策也旨在严格控制特大、大城市规模的同时，着重发展中小城镇，将其作为吸纳未来城镇化人口的主要地区。同时，这些中小城镇的发展意愿也十分强劲，都希望在中国经济发展的大潮中顺势提升自己的地位。曾经有不少中等城市希望成为国际都市，有不少小城市致力于成为地区的主要城市，而很多的小城镇期望获得城市的官方称号。有雄心和愿景无可非议，但中小城镇通常对城市可持续发展的国际经验、理念和方法了解不深，准确定位和规划城市发展的能力较弱，缺乏直接的政策引导和监督，容易盲目效仿大城市而忘记自身特点，城市扩张的速度又往往很快。要想帮助中国未来的新型城镇化向绿色低碳方向前进，国际合作与援助需要向量大面广的中国中小城镇倾斜。

4. 发挥国际组织特长，帮助城市提高软实力

长期以来，中国众多的城市政府热衷于招商引资、建设开发区、追求 GDP 的增长，他们在经济发展方面取得了瞩目的成绩、获得了很多经验。但是，今后的“新型城镇化”要求以人为本、关注发展的质量，而这些还不是很多中国城市政府的强项。高质量的宜居城市一定有很好的政府公共管理能力和治理能力，包括在投融资体制创新、公私合作方面的能力，以及在信息公开、宣传倡导、公众参与、听取和回应民意等方面的能力。不少国外的城市在这方面有不少经验、措施、程序、技巧可供中国城市借鉴，而国际组织通常也更擅长开展这类合作项目，帮助地方增加软实力。

参考文献

- 1 UN DESA (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- 2 同上
- 3 Gutman P. (2007). Ecosystem services: Foundations for a new rural–urban compact, *Ecological Economics* 62 383–387 pp. (DOI: 10.1016/j.ecolecon.2007.02.027), (ISSN: 0921-8009).
United Nations (2011). National Accounts Main Aggregates Database, *National Accounts Main Aggregates Database (United Nations Statistics Division)*. Available at: <https://unstats.un.org/unsd/snaama/Introduction.asp>.
- 4 Grubler A., X. Bai, T. Buettner, S. Dhakal, D. Fisk, T. Ichinose, J. Keirstead, G. Sammer, D. Satterthwaite, N. Schulz, N. Shah, J. Steinberger, and H. Weisz (2012). Urban Energy Systems. In: *Global Energy Assessment: Toward a Sustainable Future*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria pp.1307–1400.
- 5 UN DESA (2014). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- 6 同上
- 7 同上
- 8 O’ Neill B.C., X. Ren, L. Jiang, and M. Dalton (2012). The effect of urbanization on energy use in India and China in the iPETS model, *Energy Economics* 34 S339–S345 pp. . Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84870500779&partnerID=40&md5=2246a009568f1dca91083df6a71fd9>.
- 9 Grubler A., B. O’ Neill, K. Riahi, V. Chirkov, A. Goujon, P. Kolp, I. Prommer, S. Scherbov, and E. Slentoe (2007). Regional, national, and spatially explicit scenarios of demographic and economic change based on SRES, *Technological Forecasting and Social Change* 74 980–1029 pp. (DOI: 10.1016/j.techfore.2006.05.023), (ISSN: 0040-1625).
10. 中国国务院 (2014). 国家新型城镇化规划 (2014-2020) . 国务院网站 : http://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm
- 11 中国国务院 (2014). 国家新型城镇化规划 (2014-2020) . 国务院网站 : http://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm .
- 12 中国国家统计局 (2012). 中国统计年鉴—2012. 北京 : 中国统计出版社.

-
- 13 中国国务院 (2014). 国家新型城镇化规划 (2014-2020) . 国务院网站 :
http://www.gov.cn/gongbao/content/2014/content_2644805.htm .
- 14 McKinsey Global Institute (2009). “Preparing for China’ s Urban Billion” , p.16
- 15 BP (2014). BP Statistical Review of World Energy 2014
- 16 Baeumler, A., Ijjasz-Vasquez, E. and Mehndiratta . Sustainable Low-carbon City Development in China: Why it Matters and What Can be Done” . World Bank, 2012
- 17 2050 中国能源和碳排放研究课题组 (2009). 2050 中国能源和碳排放报告, 北京 : 科学出版社 , p.102.
- 18 Jaccard M., and N. Rivers (2007). Heterogeneous capital stocks and the optimal timing for CO₂ abatement, *Resource and Energy Economics* 29 1–16 pp. (DOI: 10.1016/j.reseneeco.2006.03.002), (ISSN: 0928-7655).
- Unruh G.C., and J. Carrillo-Hermosilla (2006). Globalizing carbon lock-in, *Energy Policy* 34 1185–1197 pp. (DOI: 10.1016/j.enpol.2004.10.013), (ISSN: 0301-4215).
- Unruh G.C. (2002). Escaping carbon lock-in, *Energy Policy* 30 317–325 pp. (DOI: 10.1016/S0301-4215(01)00098-2), (ISSN: 0301-4215).
- Unruh G.C. (2000). Understanding carbon lock-in, *Energy Policy* 28 817–830 pp. (DOI : 10.1016/S0301-4215(00)00070-7), (ISSN: 0301-4215).
- 19 China National Bureau of Statistics, Statistical Yearbooks (2004 to 2013),
<http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>.
- 20 Cai, W, and J. V. Henderson (2013). “Distorted Capital Markets in China: The Bias towards Political Cities and State Owned Firms” . Background paper for China Urbanization Study.
- 21 Sims R., R. Schaeffer, F. Creutzig, X. Cruz-Núñez, M. D’ Agosto, D. Dimitriu, M.J. Figueroa Meza, L. Fulton, S. Kobayashi, O. Lah, A. McKinnon, P. Newman, M. Ouyang, J.J. Schauer, D. Sperling, and G. Tiwari (2014): Transport. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- 22 中国国家统计局 (2013). 中国统计年鉴 2013. 北京 : 中国统计出版社.
- 23 中国汽车工业协会 (2010) . Reported by China News :
www.chinanews.com/shipin/news/2010-01-12/news12155.html
- 24 World Bank (2012). *Cities and Climate Change*. Washington, DC: The World Bank.

-
- 25 Lucon O., D. Ürge-Vorsatz, A. Zain Ahmed, H. Akbari, P. Bertoldi, L.F. Cabeza, N. Eyre, A. Gadgil, L.D.D. Harvey, Y. Jiang, E. Liphoto, S. Mirasgedis, S. Murakami, J. Parikh, C. Pyke, and M.V. Vilariño (2014). Buildings. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, page 7
- 26 中国国家统计局 (2013). 中国统计年鉴 2013. 北京: 中国统计出版社.
- 27 UN DESA (2014). World Urbanization Prospects: The 2014 Revision. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- 28 Seto K.C., B. Güneralp, and L.R. Hutyrá (2012). Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools, *Proceedings of the National Academy of Sciences* (DOI: 10.1073/pnas.1211658109), (ISSN: 0027-8424, 1091-6490).
- 29 同上
- 30 McKinsey Global Institute (2009). "Preparing for China's Urban Billion", p.101.
- 31 In addition to "human centered", "spatially balanced" and "eco-friendly" urbanization, this document also emphasizes "synchronization of urbanization with industrialization, information technology development, and agricultural modernization".
- 32 China National Bureau of Statistics, Statistical Yearbooks (2004 to 2013), <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/>.
- 33 Lu Na (2011). Research on Carbon Emission Effects of Land Use Change [D]. Nanjing: Nanjing Agricultural University (in Chinese)
- 34 杨庆媛 (2010). 土地利用变化与碳循环. *中国土地科学*, (10): 7-12
- 35 姜群鸥, 邓祥征, 战金艳等(2008). 黄淮海平原耕地转移对植被碳储量的影响. *地理研究* 27(4): 839-846
- 36 Singru, Narendra, Asian Development Bank (2010). Estimating Carbon Emissions from Highway Projects (powerpoint presentation), <http://www.adb.org/evaluation/reports/ekb-carbon-emissionstransport.asp>
- 37 中国国家统计局 (2004-2013). 中国 2004-2013 统计年鉴. 北京: 中国统计出版社
- 38 龚咏喜, 李贵才, 林姚宇, 段仲渊 (2013). 土地利用对城市居民出行碳排放的影响研究. *城市发展研究*, (09): 112-118.

-
- 39 Huang Guolong and Cai Jiahong (2013). Divided Taxation System as a Root Course for Land-based Local Government Revenue – Strategies for Correction (土地财政的分税制根源及其对策), *Macroeconomics Research*, June 2013.
- 40 同济大学、自然资源保护协会、住房城乡建设部科技发展促进中心 (2014).中国城市低碳精明增长的原则、经验及实践.
- 41 王辰昊 (2009).关于滨海新区实施“多规合一”的探讨.*港口经济*, (8):8-12
- 42 潘锡回、雷涯邻 (2004).土地资源集约利用的成功经验——无锡新加坡工业园个案探讨. *资源产业*, (5)
- 43 中国城市和小城镇改革发展中心(2010). 广东省小榄镇经济社会发展规划 (2010-2020)
- 44 IEA (2011b). World Energy Outlook 2011. International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, 659 pp., (ISBN: 978 92 64 12413 4).
- 45 IEA (2010). CO₂ Emissions from Fuel Combustion (2012 Edition).Paris, International Energy Agency
- 46 张扬.我国交通运输部门碳排放及减排途径分析. *城市交通*
- 47 中国国家统计局 (2013). *中国统计年鉴—2013*. 北京：中国统计出版社.
- 48 刘洋(2012). *中国城市道路交通能耗和碳排放的时空演变*, 清华大学管理学硕士论文.
- 49 池熊伟 (2012). 中国交通部门碳排放分析. *鄱阳湖学刊*, (04).
- 50 Darido, Georges, Mariana Torres-Montoya, and Shomik Mehndiratta (2009). *Transportation and CO₂ Emissions: Some Characteristics in Chinese Cities*, World Bank Working paper 55773, June 2009.
- 51 中国国家统计局 (2013). *中国统计年鉴—2013*. 北京：中国统计出版社.
- 52 中国环保部(2014). 2014 年上半年重点区域和 74 个城市空气质量状况, 2014-7-21, http://www.zhb.gov.cn/gkml/hbb/qt/201407/t20140721_280309.htm,
- 53 周伟、Joseph S. Szlyiowicz (2005). *中国交通能源与环境政策研究*, 北京：人民交通出版社.
- 54 中国国家统计局 (2013). *中国统计年鉴—2013*. 北京：中国统计出版社.
- 55 中国国家统计局 (2005). *中国统计年鉴—2005*. 北京：中国统计出版社.
- 中国国家统计局 (2013). *中国统计年鉴—2013*. 北京：中国统计出版社.
- 56 蔡博峰、冯相昭(2011). 中国交通领域的低碳政策与行动. *环境经济*, (10): 38-45.
- 57 郑汉星 (2013). 全国获批建设轨道交通的城市达 37 个. *浙江日报*, 2013-11-25.
- 58 张银太 (2013). 城市交通与碳减排.*城市问题*, (10): 40-45.
- 59 张华 (2009). 郑州 BRT 每年减排 17 万吨. *郑州晚报*, 2009-12-09.
- 60 江玉林 (2009). *中国城市交通节能政策研究*. 北京：人民交通出版社
- 61 CCTV (2008). 汽车消费税调整 大排量鼓励小排量. *科技资讯网*, 2008-08-14. <http://www.cnetnews.com.cn/2008/0814/1061495.shtml>

-
- 62 梁冬梅(2009). 汽车振兴规划出台 小排量汽车购置税减半. *财经*, 2009-01-14
<http://www.caijing.com.cn/2009-01-14/110048108.html>
- 63 研究机构：中国新能源汽车有望年度销量翻 3 倍. 2014-07-31
<http://news.gxnews.com.cn/staticpages/20140731/newgx53d9a5fb-10849149.shtml>
- 64 刘斐、王珏珍、孟华 (2014). 中国新能源汽车“新政”将产生重大影响. *新华社*, 2014-07-25
http://www.gd.xinhuanet.com/newscenter/2014-07/25/c_1111797500.htm
- 65 www.chinautc.com/templates/H_news/content.aspx?nodeid=1332&page=ContentPage&contentid=72877
- 66 ITDP (2014). 广州快速交通系统. 2013-03-06. <http://www.itdp-china.org/project.aspx?tid=245>, 2014-08-04
- 67 数据来自：<http://www.chinabrt.org>
- 68 胡良光 (2012). 广州 BRT 领回联合国“灯塔奖”. *南方日报*, 2012-12-06.
- 69 交通发展政策研究所(ITDP) (2013). 珠三角城市发展最佳实践, 2013 年 11 月.
- 70 <http://weather.news.sina.com.cn/news/2014/0303/092699049.html>
- 71 柳杨, 刘跃军(2013). 减少机动车排放污染 远离“杀人雾”天气——基于环境经济学视角的国外城市“低排放区”政策分析, *环境保护*, (06) : 72-73
- 72 赵航 (2014). 电动汽车必须以市场为导向来赢得消费者. 中国汽车工业信息网:
http://www.autoinfo.org.cn/autoinfo_cn/content/xwzx/20141031/1387373.html
- 73 普华永道(2014). 预计到 2020 年中国新能源汽车市场份额将达 1.6%. 金融界网：
<http://istock.jrj.com.cn/article,002594,26511488.html>
- 74 自行车租赁相关数据来源: www.bikesharingworld.com
- 75 数据来自杭州公共自行车网站：<http://www.hzzxc.com.cn>
- 76 龚晓怡 (2014). 10 月 10 日杭州公共自行车租用量创历史新高. 杭报在线, 2014-10-10
<http://news-hzrb.hangzhou.com.cn/system/2014/10/12/012796059.shtml>
- 77 自然资源保护协会(NRDC) (2014). *中国城市步行友好性评价 (阶段性报告)*. 北京：2014-8-27
- 78 IPCC1 Climate Change 2007 : Mitigation1 Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change1 Cambridge University Press , Cambridge , United Kingdom and New York , N Y , USA
- 79 仇保兴. (2009). 从绿色建筑到低碳生态城. *城市发展研究*, (07): 1-11.
- 80 徐彦峰(2007). 能源规划在城市规划中的功能定位及编制思路. *和谐城市规划——2007 中国城市规划年会论文集*, 1183-1190
- 81 龙惟定等 (2012). 中国城市化进程中的规划节能问题. *建筑科学*, 1-9.

-
- 82 仇保兴(2006).来源：http://www.gov.cn/jrzq/2006-07/14/content_336140.htm
- 83 江亿 (2006).我国建筑能耗趋势与节能重点. *绿色建筑*. (07): 10-15
- 84 国家发展改革委.推进低碳发展试点示范推动经济发展方式转变.来源：
http://www.sdpc.gov.cn/xwzx/xwfb/201402/t20140214_579117.html
- 85 <http://it.chinanews.com/sh/2014/06-12/6271211.shtml>
- 86 住房和城乡建设部科技发展促进中心 (2014). *中国建筑节能发展报告*, 北京：中国建筑工业出版社.
- 87 张小玲 (2014).被动式房屋在中国的建设示范. *建设科技*. 19
- 88 《黑龙江省被动式低能耗建筑设计标准》编制组 (2014).《黑龙江省被动式低能耗建筑设计标准》背景解析. *建设科技*. (19)
- 89 中国城市科学研究会 (2014). *中国绿色建筑 2014*.
- 90 李湘琳等(2014). 江苏省绿色生态城市示范建设实践. *建设科技*. (15)
- 91 住房和城乡建设部 (2012). *既有居住建筑节能改造指南*.
- 92http://www.iscchina.org/chinese/news/articles/article/20130909_Yangzhou_case_study
- 93 瑞士 Top10 节能中心. top10.cn. 检索日期: 2014 年 7 月 27 日, 来源: top10.cn:
<http://www.top10.cn/news/144/58/.html>
- 94 中国标准化研究院等(2012). 2012 年度中国用能产品能效状况白皮书
- 95 荀波 (2012).城市照明中的节能技术应用. *城市建设理论研究 (电子版)*.
- 96 <http://www.gdstc.gov.cn/HTML/led/jyjl/1364895225148-4654387070951227338.html>)
- 97 Pedro Olinto and Hiroki Uematsu (2013). *The State of the Poor: Where are the Poor and where are they Poorest? (Draft)*. Poverty Reduction and Equity Department, World Bank
- 98 陈小鸿.叶建红.杨涛 (2013).城市公共交通优先发展的困境溯源与路径探寻.*城市交通*, (2): 17-25



美国环保协会 (EDF)

北京市东城区安定门东大街28号雍和大厦东楼C座501室
电话: +86-10-6409-7088
传真: +86-10-6409-7097



能源基金会中国(EF-China)

中国北京市建国门外大街19号国际大厦2403室
电话: +86-10-5821-7100
传真: +86-10-6525-3764



可持续发展社区协会 (ISC)

广州市黄埔大道西76号富力盈隆广场1811室
电话: +86-20-3839-1669
传真: +86-20-3810-3771



自然资源保护协会 (NRDC)

中国北京市朝阳区东三环北路38号泰康金融大厦1706室
电话: +86-10-5927-0688
传真: +86-10-5927-0699



世界资源研究所 (WRI)

北京市东城区东中街9号东环广场写字楼A座7层K-M室
电话: +86-10-6416-5697
传真: +86-10-6416-7567