世界资源研究所
WORLD RESOURCES INSTITUTE

工作论文

中国城市温室气体清单应用的领域、挑战和建议

USES, CHALLENGES AND RECOMMENDATIONS FOR THE APPLICATION OF CITY GREENHOUSE GAS INVENTORIES IN CHINA

蒋小谦 房伟权 著

执行摘要

城市温室气体清单（以下简称“清单”）的定位不仅仅是“摸清家底”，还应该为低碳发展决策作出支持。如何推进清单的编制和应用，对于地方乃至全国的低碳发展意义重大。然而，中国在这一领域的研究和实践主要集中在温室气体排放核算方法和具体的清单编制工作，在后续分析和应用清单结果方面的实践较少。本篇工作论文梳理了清单在中国可能的应用领域，分析了清单应用面临的挑战，初步探讨了解决方案，希望就数据分析在决策支持中的作用引起管理者的重视，并辅以案例让读者对清单的应用有更直观的认识。

结合中国政策背景以及国内外城市编制清单的目的，作者总结清单在中国主要可以应用于两个领域。第一，支持目标制定与考核。一方面，通过清单提供的历史排放信息以及清单与其他分析相结合对未来减排潜力的预测，为制定减排目标提供依据。另一方面，将清单结果作为法定依据，对目标完成情况进行年度追踪和期末考核。第二，支持碳排放影响分析进而支撑决策。可以利用清单对既有政策措施的有效性和拟采取政策措施的减排潜力进行量化分析，包括对经济发展、人口政策、产业和行业结构调整、能源结构变化、环境协同效应等因素的碳排放影响等。

尽管识别了上述应用领域，目前清单在中国的应用仍然非常有限，原因可以归纳为来自以下三方面的挑战。一是清单编制支撑体系中存在的问题对清单结果应用间接造成影响。主要问题包括统计基础薄弱、部门间协调不畅和资金能力欠缺。二是清单本身相关因素如滞后性、内容不足等对决策支持产生限制。主要体现在清单的滞后性影响其在追踪目标完成情况中的应用，以及现有清单内容不能完全满足碳排放影响分析需求。三是城市管理者意愿和认识不足导致清单应用难。意愿不足体现在应对气候变化在地方政府工作议程中优先级别较低，认识不足体现在管理者对数据和分析支持决策的作用不够重视。

目录

执行摘要 1
前言 2
城市温室气体清单编制现状 2
　城市的定义 2
　政策背景 3
　城市温室气体清单编制进展 4
　城市温室气体清单编制目的 5
城市温室气体清单的应用领域 6
　支持目标制定与考核 7
　支持碳排放影响分析 9
城市温室气体清单应用的挑战 18
　清单编制支撑体系中存在的问题对清单结果应用间接造成影响 18
　清单本身不完善对决策支持产生限制 18
　城市管理者的意愿和认识不足 19
　不同类型城市的挑战 19
建议 20
　加强城市温室气体清单编制的支撑体系 20
　持续改进城市温室气体清单质量 20
　转变发展理念和管理观念 20
　给不同类型城市的建议 21
注释 22
参考文献 23

免责声明：“工作论文”包括初步的研究、分析、结果和建议。“工作论文”用于促进讨论、征求反馈，以及对新事物的争论施加影响。多数工作论文最终将以其他形式发表，内容可能会修改。

引用建议：蒋小谦、房伟权. 中国城市温室气体清单应用的领域、挑战和建议. 北京：世界资源研究所 *2015. http://www.wri.org.cn/cityinventorychallenges*

上述三方面挑战环环紧扣。清单编制支撑体系的改善有助于促进清单本身技术性问题的改善，展示技术可行性和成功案例有助于改变管理者的意愿和认识，而管理者意愿和认识的改进又有助于解决清单编制支撑体系的问题。本文建议从完善清单编制支撑体系、持续改进清单质量，以及转变发展理念和管理观念三方面来解决清单应用面临的问题和挑战。

前言

城市温室气体排放的核算、报告、分析和应用是一系列连续且相辅相成的工作。城市温室气体清单（以下简称“清单”）的定位不仅仅是“摸清家底”，还应该为低碳发展决策提供支撑。如何推进清单的编制和应用，对于地方乃至全国的低碳发展意义重大。然而，中国在这一领域的研究和实践主要集中在温室气体排放核算方法和具体的清单编制工作，在后续分析和应用清单结果方面的实践较少。

为此，世界资源研究所正着手编写《城市温室气体清单编制与应用的国内外经验》，旨在为分析和应用清单结果提供经验借鉴和指导。图 1展示了世界资源研究所在清单编制与应用领域已经和即将开展的研究工作。本篇工作论文是《城市温室气体清单编制与应用的国内外经验》报告的前期研究，主要梳理了清单在中国可能的应用领域，分析了清单应用面临的挑战，初步探讨了解决方案，希望就数据分析在决策支持中的作用引起管理者的重视，并辅以案例让读者对清单的应用有更直观的认识。

文章第一部分介绍了中国城市的清单编制现状，包括城市的定义、政策背景、清单编制进展，并对清单编制目的的调研结果进行了梳理。第二部分总结出清单在中国的两个主要应用领域：支持目标制定与考核，以及支持碳排放影响分析。第三部分讨论了清单在上述领域应用面临的问题和挑战。第四部分提出了建议。

本文在完成过程中经历了文献调研、问卷调查、实地调研和访谈、专家评审等环节，但由于时间限制，仍存在不尽完善之处，主要包括：对清单应用领域和应用方法的介绍不尽完善，更多案例有待深入挖掘。此外，对国内城市调研时，一是样本数量没有覆盖所有已经编制了清单的城市，二是绝大多数受采访对象为研究机构和清单编制执行机构，对政府部门的调研不够。作者将在接下来的《城市温室气体清单编制与应用的国内外经验》报告中就上述问题进行补充完善，开发更加详尽生动的案例。

城市温室气体清单编制现状

城市的定义

城市的定义对于讨论温室气体清单的编制与应用十分重要。城市有两种理解方式，一是指人口、社会经济活动的聚集地，与农村相对应，例如建成区的概念。西方国家对城市的定义，以及“城市化”、“城镇化”所指的“城市”、“城镇”都是采用这一概念。在中

图 1 | 世界资源研究所在城市温室气体核算、报告、分析与应用领域的工作

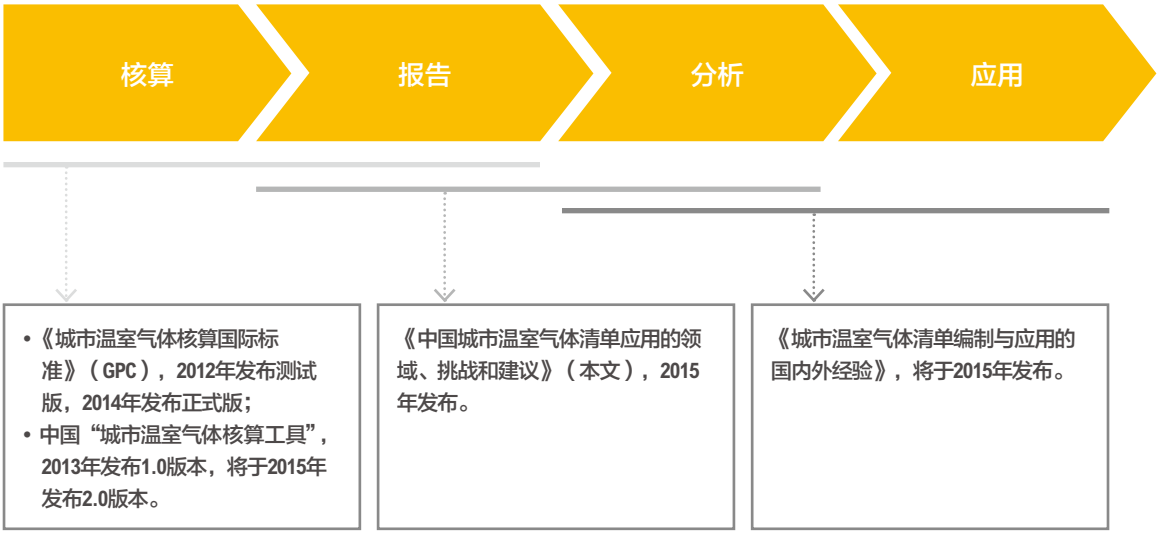
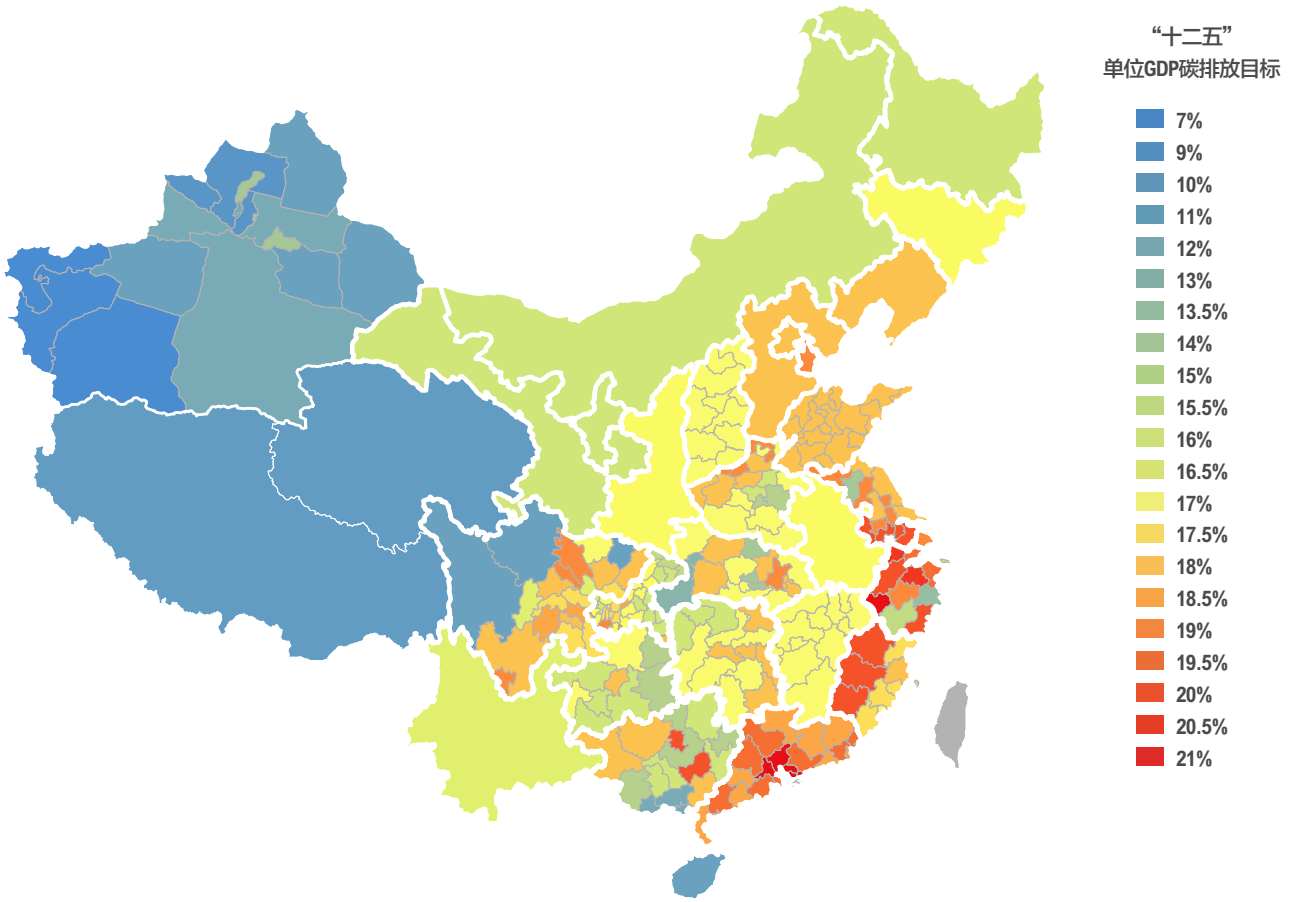


图 2 | 中国省级和地级行政区“十二五”单位GDP二氧化碳排放下降目标（截至2014年12月）



注：图中信息来自对 31 个省、自治区、直辖市政府公开信息的盘点，主要来自省级《“十二五”控制温室气体排放工作方案》等文件。未制定或未公开地级市目标信息的省份用省级目标表示。

国，城市通常被定义为“国家按行政建制设立的直辖市、市、镇”，包括人口和社会经济活动聚集的建成区，也包括非建成区和农村地区。本文即采用这一定义，即行政区划的概念。具体的，本文所指的城市可以是直辖市、省会城市，也可以是地级市、区县，甚至可以是温室气体排放特征和基础数据特点等与区县相似的镇。明确城市的定义和类型有着重要意义，不同类型城市面临的清单编制与应用的挑战可能不同，采取的解决措施也可能不同。本文在第三、第四章中除了阐述中国城市普遍面临的挑战和相应的建议外，也专门阐述了不同类型城市各自面临的挑战和相应的建议。

政策背景

为应对全球气候变化，中国政府制定了碳排放强度下降目标并进行了逐级分解。2009年11月，中国在《联合国气候变化框架公约》第十五次缔约方大会前宣布了2020年全国单位国内生产总值二氧化碳排放比2005年下降40%~45%的目标，并作为约束性指标纳入国民经济和社会发展中长期规划。2011年12月，国务院印发《“十二五”控制温室气体排放工作方案》，提出到2015年全国单位国内生产总值二氧化碳排放比2010年下降17%的目标，并为31个省、自治区、直辖市分配了省级目标，各省目标从10%至19.5%不等，总体分布特征为东部沿海经济发达地区较高，中西部地区相对较低。之后，部分省区陆续向地级市下达目标。根据对各地公开资料的调研，截至2014年12月，共有323个地级市领到了上一级政府分配的“十二五”单位国内生产总值二氧化碳排放下降目标（图2）。一些城市甚至为下辖区县制定了碳强度下降目标，或制定了重点行业领域目标。目前，“十二五”已经接近尾声，各级政府都面临着目标完成情况考核的任务。。

在刚刚结束的2014年亚太经济合作组织（APEC）会议上，中美两国发表《中美气候变化联合声明》，中国承诺2030年左右

二氧化碳排放达到峰值且将努力早日达峰，并计划到2030年非化石能源占一次能源消费比重提高到20%左右。这意味着中国城市未来可能将面临更为严格的碳排放约束，而目标的制定与考核都需要完备的数据支撑，清单的作用将更加凸显。

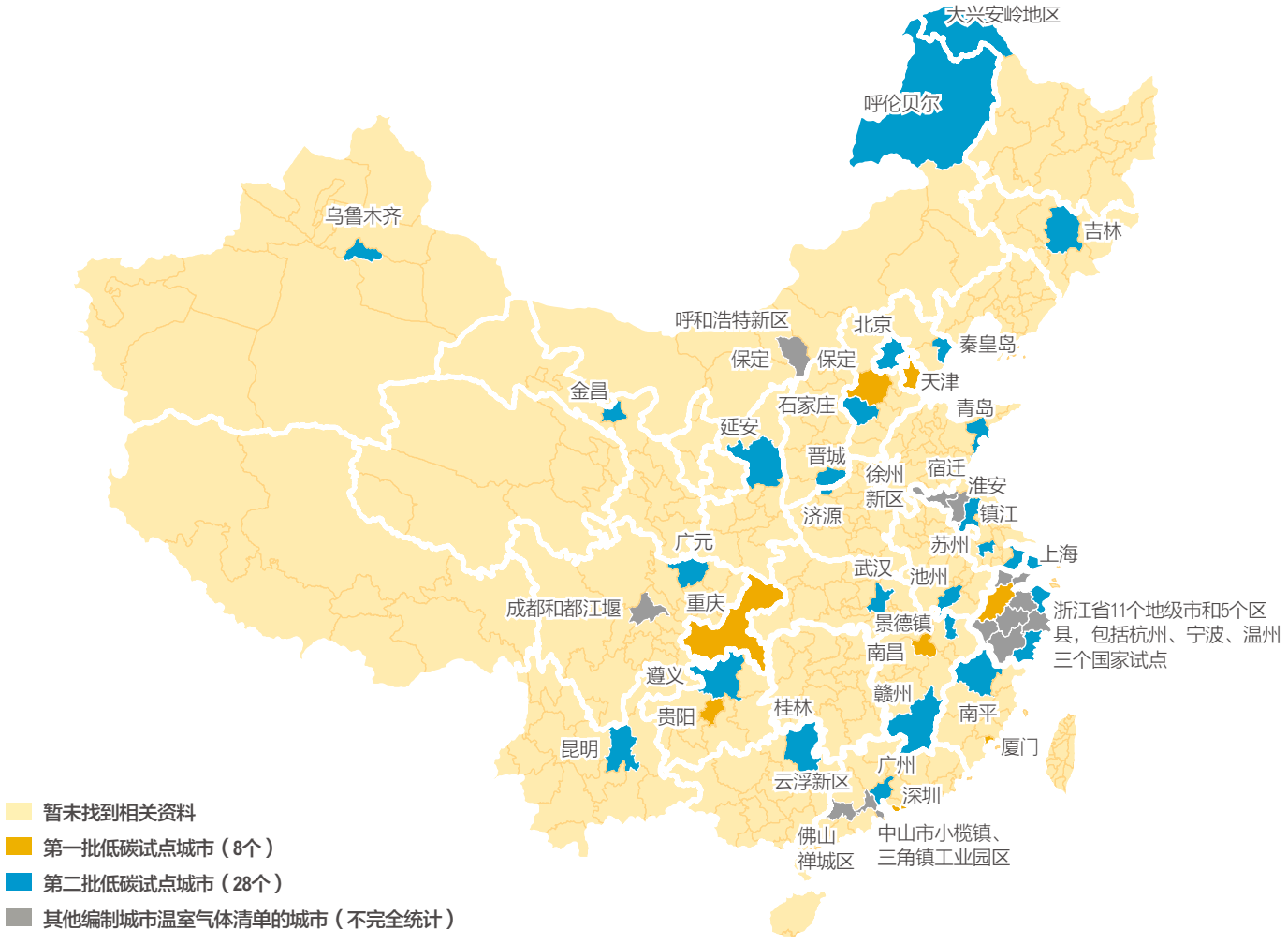
此外，开展地方低碳试点也是中国为应对气候变化开展的主要行动之一。2010年国家发改委确定了第一批五省八市低碳试点，2012年确定了第二批29个省市（1省28市）低碳试点，其中对两批试点都要求编制低碳发展规划，对第二批试点更明确增加了编制温室气体清单的要求。对两批试点的要求、国家《“十二五”控制温室气体排放工作方案》，以及最新出台的《国家应对气候变化规划（2014-2020年）》等文件都提出要“建立健全温室气体排放基础统计制度”、“加强温室气体排放核算工作”、“构建国家、地方、企业三级温室气体排放基础统计和核算工作体系”等要求。

城市温室气体清单编制进展

在上述政策背景下，越来越多城市尝试开展清单编制工作。两批国家低碳试点中的全部36个城市（包括北京、天津、上海和重庆）已经或正在编制其城市清单，一些非试点城市甚至是区县、园区等也在积极探索清单编制工作。据不完全统计，截至2014年12月，中国有近60个城市（包括区县和园区）已经完成或正在编制清单（图 3）。

在众多尝试中，浙江省走在了前列。2014年3月，浙江启动了省—市—县三级清单常态编制工作，要求11个地级市以及每个地级市的一个区县试点在2014年年底之前完成2010—2013年的清单编制，2015年起各地级市以及下辖的90个区县都需要编制清单。此外，杭州、温州和宁波作为国家低碳试点城市，还出台了相应的工作实施方案，提出2014年年底之前完成2005—2013年的市级清单报告，2015年起将清单编制常态化[2]。

图 3 | 中国城市温室气体清单编制一览（截至2014年12月）



中国城市的清单编制主要可以从以下几个方面概括：

- **城市类型：**主要是地级（以上）市，也有部分区县、镇和工业园区尝试编制清单。图3显示的已经或正在编制清单的58个城市中有4个直辖市、42个地级市、10个区县、1个镇和1个工业园区。
- **清单编制年份：**大多数城市只编制了2010年的清单，少数城市编制了2005—2010年、2010—2013年的清单。
- **清单涵盖的部门与温室气体种类：**与《IPCC国家温室气体清单编制指南》（以下简称《IPCC国家清单指南》）和《省级温室气体清单编制指南（试行）》（以下简称《省级清单指南》）的要求保持一致，包括能源活动、工业生产过程、农业、土地利用变化和林业以及废弃物处理五大部门，涵盖二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亚氮（N_2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）和六氟化硫（SF_6）六种温室气体。部分城市没有《省级清单指南》中规定的涉及工业生产过程排放的11个行业，或者这部分排放所占比例非常小，因此只计算了CO_2、CH_4和N_2O三种温室气体。对于2013年《京都议定书》修正案新规定加入的第七种温室气体三氟化氮（NF_3），暂时还没有城市进行计算。
- **清单涵盖的“范围”（专栏1）：**所有城市都计算了“范围一”排放。大多数城市只计算了净调入/净调出电力相关的排放，而没有报告电力、热力等总消费相关的排放，即“范围二”排放。

专栏 1 | **“范围”的定义**

2014年12月，世界资源研究所（WRI）、C40城市气候领袖群（C40）和倡导地区可持续发展国际理事会（ICLEI）在利马发布了全新的《城市温室气体核算国际标准》（GPC）[3]。这一全新标准的制定是基于2012年发布的《城市温室气体核算国际标准》（测试版）以及在全球35个城市的试点工作。GPC对城市温室气体排放核算中的“范围”这一概念进行了如下定义：

- “范围一”排放：在城市地理边界内发生的排放。
- “范围二”排放：城市地理边界内活动消耗的来自电网的电力相关的排放，以及来自集中供暖和供冷的热力、蒸汽和/或冷力相关的排放。
- “范围三”排放：除“范围二”排放以外由城市边界内活动引起的其他边界外排放。

需要注意的是，“范围二”排放的定义并非净调入/净调出的概念，而是总消费量相关的排放。此外，非上网电力，以及分布式供暖、供冷方式的热力、蒸汽和/或冷力不算作“范围二”排放。“范围三”排放主要包括跨边界交通、跨边界废弃物处理和电网损失相关的排放。

净调入/净调出电力排放反映的是城市与外界的联系，在考虑不同城市减排任务公平性时较为重要，而“范围二”排放则反映了城市对电力、热力等二次能源的需求，对制定需求侧减排政策更为关键。基本没有城市计算“范围三”排放，如跨境废弃物处理产生的排放、城际交通排放等。不计算“范围三”排放的原因一是《省级清单指南》未作要求，二是跨边界交通等“范围三”排放的计算难度较大。

城市温室气体清单编制目的

为了更好地理解清单在支持低碳发展决策方面的作用，作者以问卷调查和访谈的形式对中国城市编制清单的目的进行了调研。由于无法对每个进行了清单编制的城市进行调研，作者采取了简化的方式，针对了解情况的清单编制方法研究机构和具体执行清单编制的技术支持机构进行调研。调查问卷提供了“上级政府要求”、“支持目标制定”、“追踪目标完成情况”、“支持低碳发展规划”、“研究项目任务要求”、“参与自愿报告项目”、“数据公开”、“法律规定”和“其他”等9个选项，受访者可以最多选择三个选项，也可以在“其他”中注明问卷未提到的情况。10个受访机构中有9个给予了反馈，提供了33个中国城市的情况，其中包括12个国家低碳试点城市。

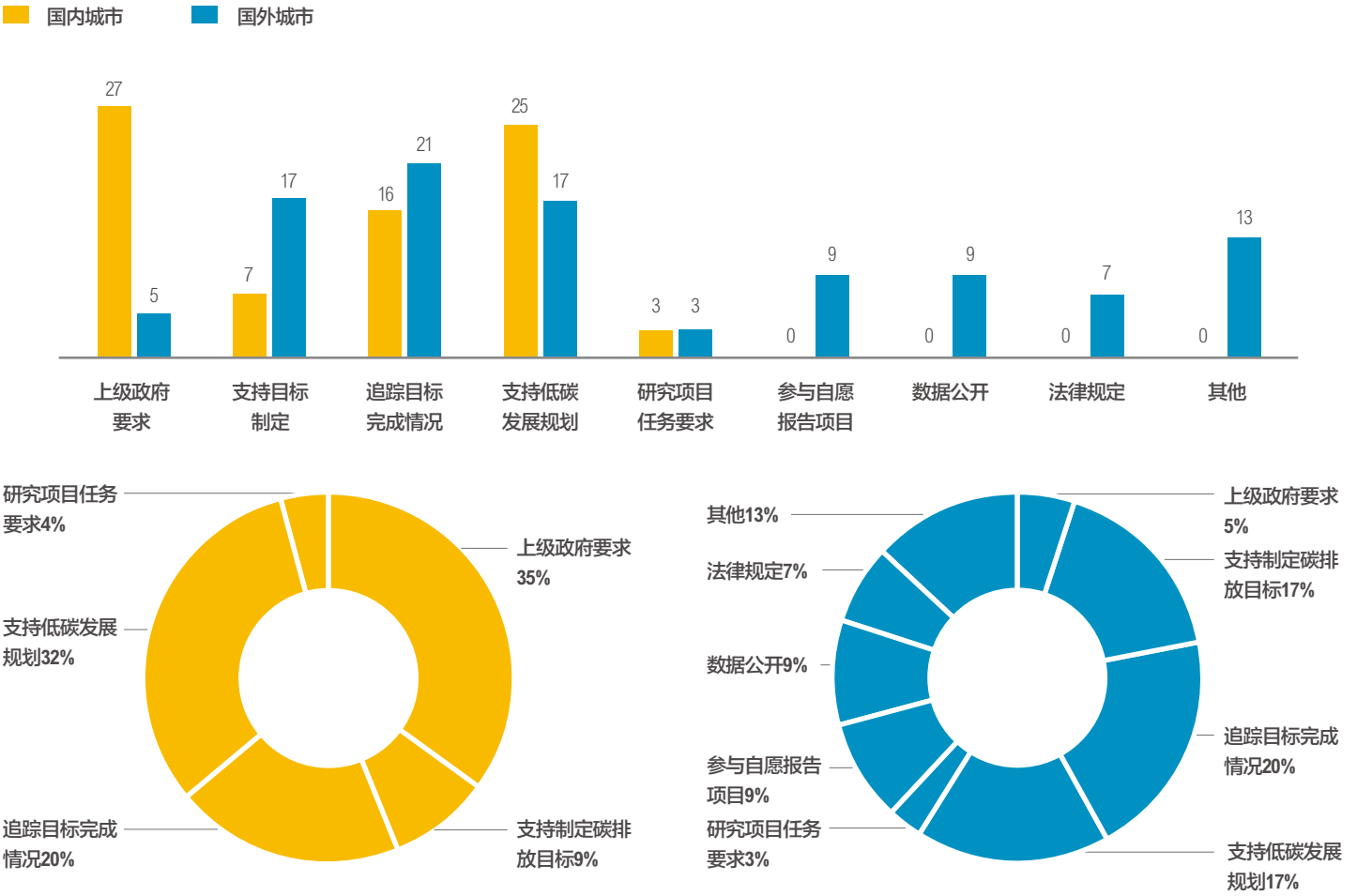
从调研结果可以看到，中国城市编制清单的主要目的如下：

- **“上级政府要求”是中国城市编制清单的首要原因。**27个城市选择了“上级政府要求”，占总票数的35%。
- **“支持低碳发展规划”是中国城市编制清单的第二大原因。**一方面，调查问卷的反馈显示有25个城市选择了“支持低碳发展规划”，占总票数的32%，其中有4个城市只是出于为城市低碳发展规划、城市总体规划等提供数据支持这一目的而编制清单。但是另一方面作者也了解到，尽管大多数中国城市在编制低碳发展规划时考虑了温室气体排放因素，但很多城市的低碳发展规划并没有以全面、完善的清单作为基础。这反映了清单的作用还没有受到充分认识，另一方面也是由于数据基础还较为薄弱，例如，除了部分较为发达地区的城市和部分省会城市，绝大多数地级市都没有或者不公开能源平衡表这一关键数据来源，使得城市难以通过清单为低碳发展规划提供数据支持。

作为对比，作者也对国外35个城市编制清单的目的进行了调研，35个国外城市的受访者与城市为一一对应关系，即每个受访者代表一个城市，问卷内容和回答方式要求与针对中国城市的调研相同。35个城市中有27个进行了反馈。图4显示了中外城市的调研结果对比，可以看到，中外城市编制清单的目的有一定差异，主要体现在以下几个方面：

- **中国城市编制清单的目的较为集中，国外城市则较为多样化。**中国城市的目的只集中在五个选项，即“上级政府要求”、

图 4 | 中外城市温室气体清单编制目的调研结果



注：柱状图中的数字代表城市数量，环状图中的百分数代表该选项得票数占总得票数的百分比。

"支持目标制定"、"追踪目标完成情况"、"支持低碳发展规划"和"研究项目任务要求"，而国外城市的投票则分布于10多个选项，除上述目的外，还包括"参与自愿报告项目"、"数据公开"、"法律规定"，以及问卷中未提供的选项，例如建立和完善应对气候变化统计核算体系、能力建设等。

- **中国城市主要受上级政府要求编制清单，而国外城市更多从自身需要角度出发编制清单。**仅5个国外城市投给了"上级政府要求"这一选项。

- **"追踪目标完成情况"是国外城市编制清单的首要原因，但在中国的应用较少。**国外城市清单编制目的中得票最多的是"追踪目标完成情况"，占得票数的20%。"追踪目标完成情况"在中国城市中的得票虽然也占20%，排在清单编制目的的第三位，但这些城市全部来自浙江省，即除了浙江省正尝试探索将清单用于城市碳排放目标考核外，中国其他地区尚未有利用清单考核目标这方面的尝试。

城市温室气体清单的应用领域

城市温室气体清单最基础的作用是"摸清家底"，目前已经编制了清单的城市基本达到了这个目的，但清单还应该为城市的低碳发展决策提供支撑。结合中国政策背景以及国内外城市编制清单的目的，作者总结清单在中国主要可以应用于两个领域：

- 支持目标制定与考核：一方面，通过清单提供的历史排放信息以及清单与其他分析相结合对未来减排潜力的预测，为制定减排目标提供依据。另一方面，将清单结果作为法定依据，对目标完成情况进行年度追踪和期末考核。

- 支持碳排放影响分析：可以对既有政策措施的有效性和拟采取政策措施的未来减排潜力进行量化分析，包括对经济发展、人口政策、产业和行业结构调整、能源结构变化、环境协同效应等因素的碳排放影响等。

支持目标制定与考核

支持目标制定

支持目标制定是清单应用领域中最复杂的一项，需要准确数据支撑定量分析、假设和论证。同时，目标制定还需要结合经济社会发展、成本等非排放因素。国家目标制定的背后有大量研究支撑，城市目标制定也应该如此。《中美气候变化联合声明》中宣布的中国2030年峰值目标意味着地方政府可能面临更严格的碳排放约束。如果碳强度目标的制定还可以参考节能目标，那么峰值相关的总量目标则必须有排放数据和分析进行支撑。在当前中国政府工作体制下，通过分解将压力传导至地方政府的可能性更大，因此，利用清单支持目标制定对于需要将目标分解至地级市的省级主管部门，以及需要将目标分解至区县的地级市主管部门将会起到非常重要的作用。专栏2阐述了碳排放目标的制定不应该仅仅依赖于节能目标的原因。中国城市应该尽快建立温室气体排放数据信息体系，为“十三五”和中长期目标的制定奠定基础。

专栏 2 | 碳排放目标的制定与考核不应仅仅依赖于节能目标的原因

现阶段，中国省、市、区县碳强度目标主要由上级政府分配，且分配过程主要参考了节能目标，这是中国制定地方温室气体排放目标的一大特点。在省级层面，黑龙江、西藏和青海的单位GDP碳排放下降目标与节能目标相同，福建、广东、四川和云南比节能目标高1.5个百分点，其他省份比节能目标高1个百分点[4]。地级市和区县层面碳排放目标的制定方法也基本相同，有的将上级行政单位的碳排放目标作为统一值分配给下属地市、区县，有的则将目标分为不同档次。例如，成都市将目标分为17.5%、18%、19.5%三档分配给下辖20个区县[5]。

中国能源活动产生的温室气体排放约占总排放的80%[6]，节能目标在很大程度上可以反映碳排放目标情况，参考节能目标制定和考核碳排放目标有一定的科学性。但是，节能目标和碳排放目标不能完全划等号，原因有三：

第一，节能只针对能源活动，而碳排放除了能源活动外还涉及工业生产过程、农业、土地利用变化和林业，以及废弃物处理。尽管中国2020年目标只针对二氧化碳一种温室气体，但长期来看温室气体排放目标应该包括七种气体、全面涵盖所有排放源。

第二，能源结构对单位GDP碳排放下降率会产生影响，除非能源结构完全不发生变化，能源强度变化情况和碳强度变化情况不能划等号。高碳能源（参见专栏8）所占比重增加的情况下，碳强度下降幅度小于能源强度下降幅度；相反，低碳能源所占比重增加的情况下，碳强度下降幅度大于能源强度下降幅度。

第三，尽管都涉及能源活动，节能目标和碳排放目标的测算在能源数据的选择上有所区别。能源消费量可以从部门、消费环节和能源类别三个方面进行阐述。部门包括一产、二产、三产和居民生活，消费环节包括能源加工转换、终端消费和运输管理过程中的损失量，能源类别包括化石能源、非化石能源和生物质能源。表1 总结了量化节能目标和碳排放目标的能源数据需求，两者的相同点和区别在于：

- 从部门划分看，计算节能目标和碳排放目标使用的能源消费量均涉及一产、二产、三产和居民生活，二者没有差异。
- 从消费环节看，计算节能目标使用的能源消费量包括所有终端能源消费量（一次能源和二次能源），以及加工转换过程和运输管理过程中的所有损失量。计算碳排放目标使用的能源消费量则包括加工转换过程中用于火力发电和供热的投入量、一次终端能源消费量，以及运输管理过程中的二次能源损失量。主要区别在于，计算温室气体排放采用的能源消费量不包括能源加工转换过程中的物理损失量，因为这部分能源并没有燃烧产生排放，同理，也不计算运输管理过程中的一次能源损失量，但运输管理过程中的二次能源损失因为在生产时已经产生了排放，所以需要计入。
- 从能源类别看，温室气体排放计算中，非化石能源的排放通常假设为零，因此不计算其排放，而能耗统计则需要将非化石能源一次电力计入能源消费总量。在生物质能源方面，能耗统计只包括作为商品的生物质能源，而温室气体排放还需要计算非商品生物质能源燃烧产生的排放，例如农村居民生活中的秸秆、薪柴燃烧等。

表 1 | 节能目标与碳排放目标涉及的能源数据需求对比

		数据范围	节能目标	碳排放目标
按部门		一产	√	√
		二产	√	√
		三产	√	√
		居民生活	√	√
按消费环节	能源加工转换	用于火力发电和供热的投入量		√
		其他能源加工转换行业的投入量		
	终端能源消费量	一次能源，包括一次电力	√	√
		二次能源	√	√[a]
	损失量	能源加工转换中的损失量	√	
		能源运输管理中的一次能源损失量	√	
		能源运输管理中的二次能源损失量	√	√[b]
按能源类别		化石能源	√	√
		非化石能源一次电力	√	
		商业生物质能源	√	√
		非商业生物质能源		√

注：a为“范围二”排放数据需求，b为“范围三”排放数据需求，其他均为“范围一”排放数据需求。

支持目标追踪与考核

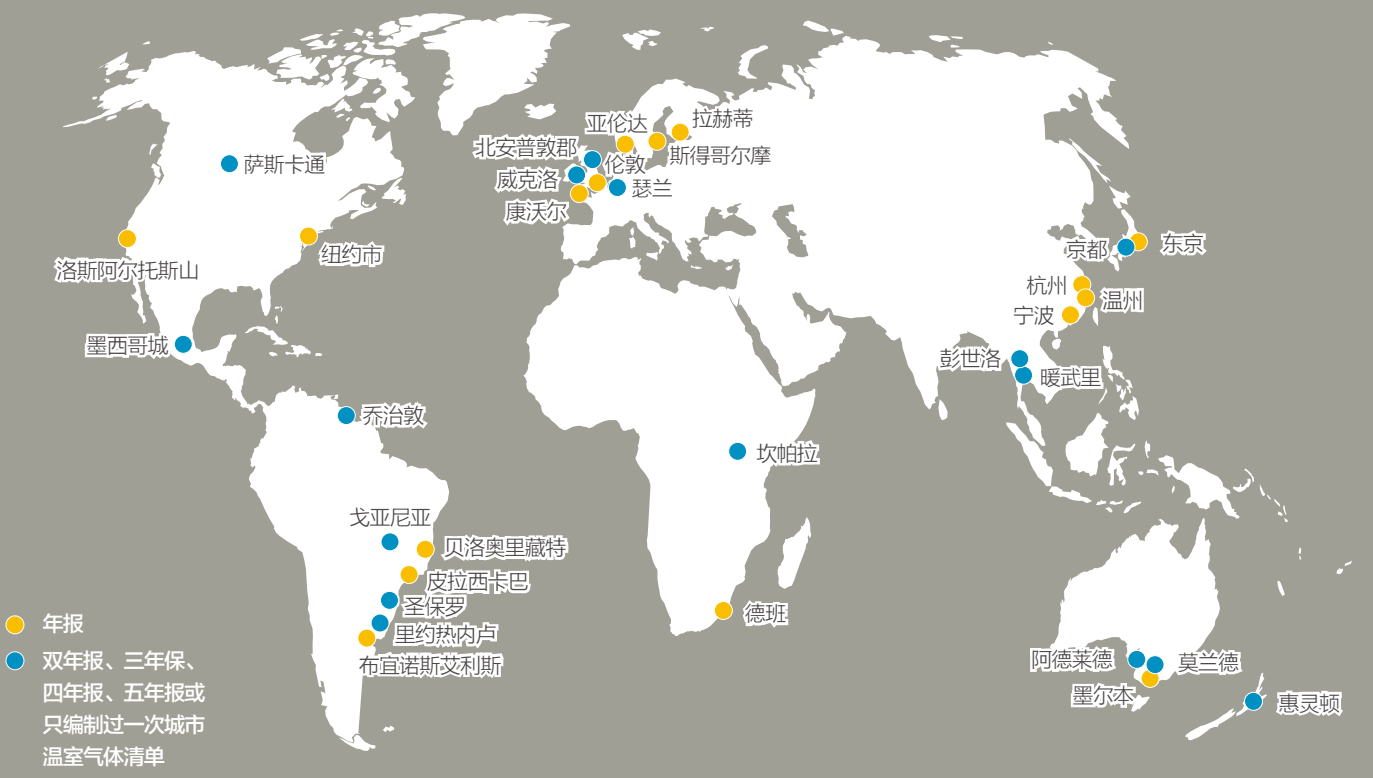
如果没有目标完成情况的量化追踪与考核，目标就形同虚设，没有约束力也没有意义。及时、准确的目标追踪可以帮助城市管理者监测目标完成进度，警示目标是否可以按期完成。2014年8月国家发改委发布的《单位国内生产总值二氧化碳排放降低目标责任考核评估办法》（以下简称《考核办法》）中规定，省级人民政府单位国内生产总值二氧化碳排放降低目标考核总分共计100分，其中年度目标完成得25分，累计进度目标完成得25分。此外，“将二氧化碳排放降低目标分解落实到所辖地、市、州或行业，得1分；发布本地区控制温室气体排放考核实施方案，并对所辖地、市、州或行业开展评价考核，得1分”。《考核办法》还对目标完成情况的测算数据也做出了规定，利用简化的能源消费数据作为考核目标是否完成的依据。

作者认为，国家考核各省目标未使用省级清单作为依据，主要原因是目前资源和能力有限，各省还无法将清单编制工作常态化，且清单编制所需时间也无法满足国家当年考核上一年目标完成情况的需求，因此只能使用简化的化石能源消费数据作为依据，数据上报时只考虑全省分能源品种的能源消费量，不考虑行业划分。但长期来看，将全面、准确的清单作为法定考核依据是国际通行实践。国外经验也证明，清单滞后性缩短至一年，以清单作为依据进行目标追踪与考核是完全可行的。专栏3介绍了清单编制常态化的城市，一些城市的清单滞后性仅为一年，例如纽约，以及中国的杭州、温州、宁波等。专栏4则介绍了纽约利用滞后一年的清单对其2030年温室气体排放目标进行追踪的情况。

专栏 3 | 不同城市的温室气体清单编制频率

本研究对全球41个城市的清单编制年份和频率进行了调研。结果显示（根据调研发生的时间，部分城市数据截至2013年年底，部分城市数据截至2014年年底），东京是清单编制最完善的城市，清单数据年份包括1970年、1980年，以及1990年以来共计25个年份。其他清单编制常态化较好的城市还包括斯德哥尔摩（1996—2012年）、伦敦和布宜诺斯艾利斯（2000—2012年）、贝洛奥里藏特（2000—2010年）、杭州、温州和宁波（2005—2013年）、纽约（2007—2013年）等。也有一些城市实行双年报（墨西哥城）、三年报（惠灵顿）、四年报（里约热内卢）或五年报（圣保罗）。 不同城市的清单编制频率如图5所示。

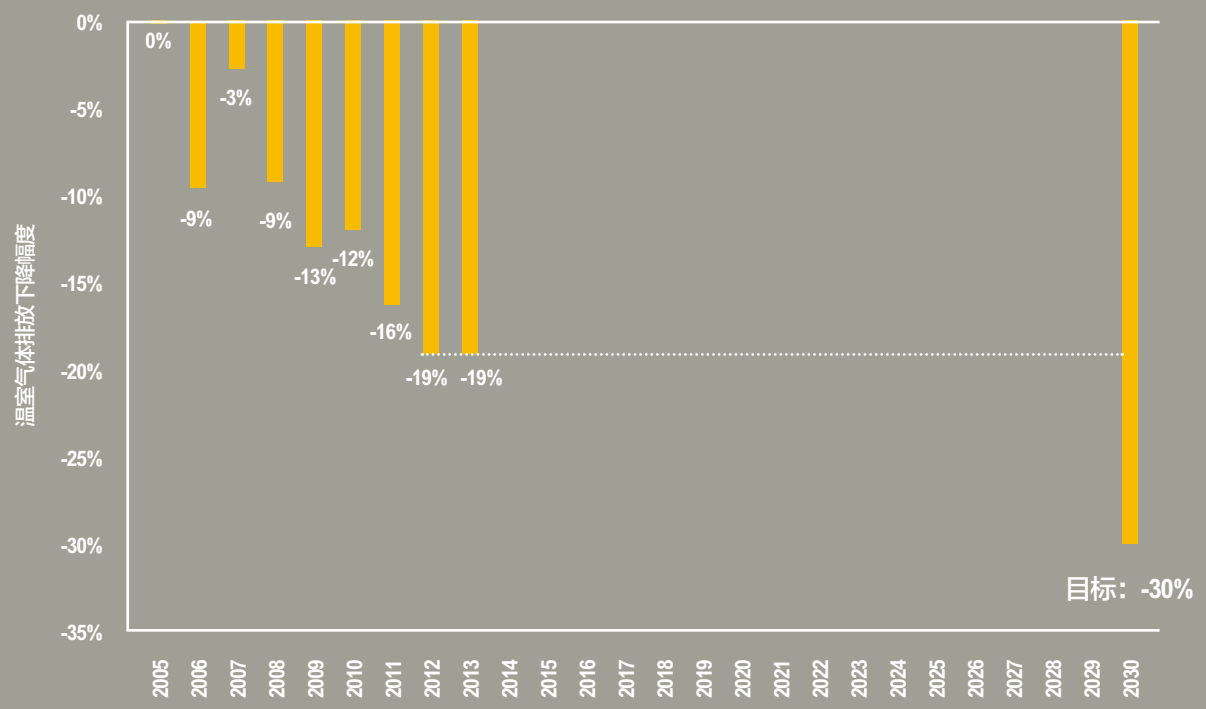
图 5 | 不同城市温室气体清单编制频率调研结果



专栏 4 | 纽约利用温室气体清单对2030年温室气体排放目标完成情况进行追踪

2007年，纽约市立法提出到2030年比2005年减少30%温室气体排放的战略目标，同时承诺考核体系力争做到透明且可量化，每年公布上一年度的任务完成进度。纽约将温室气体排放数据收集、整理、分析体系作为所有应对气候变化工作的基础。这个体系包括历年温室气体排放数据，还包括对排放源及变化原因的分析，以支撑更为精准的减排方案设计。自2007年以来，纽约市每年都会在相关网站上（PLANYC 网址：http://www.nyc.gov/html/planyc/html/home/home.shtml）发布上一年的城市清单，其中详尽且准确的城市温室气体排放数据为商界、政界、民间决策者提供了非常丰富的信息，是指导纽约市减排措施设计、设定目标、调整实施方案的基础。从纽约市历年清单中的数据可以看到（图6），2005年以来纽约市温室气体排放量呈下降趋势，2013年比2005年排放降低了19%，距2030年30%的目标已经完成过半。

图 6 | 纽约市2030年温室气体排放目标完成进展



数据来源：纽约市 2007—2013 年历年温室气体清单报告

支持碳排放影响分析

支持排放影响因素的综合分析

日本学者Yoichi Kaya在1990年提出卡亚（Kaya） 公式，认为地区碳排放量取决于人口、经济发展（以人均GDP表示）、能源强度和单位能耗排放四大因素。这一公式和相关扩展模型已经被广泛用于国家、省和城市层面的碳排放影响因素分析（专栏5例举了青岛市的案例）。此外，纽约市将排放增减贡献因素主要分为外部因素、效率因素和活动水平因素，每个因素下再进行细分（专栏6）。日本《地方政府应对气候变化行动计划（开发手册）》则将排放增减贡献因素分为活动量、单耗和二氧化碳强度，之后再按照工业、住宅建筑、商业建筑和交通等领域进行细分。

进行碳排放影响分析会受到清单编制方法和质量的影响。清单详细程度决定了分析的深度，例如，分析产业、行业、能源结构的排放影响首先需要有产业、行业和反映能源结构的排放数据。此外，排放计算方法也会对分析产生影响。例如，在计算交通排放时，如果依靠能源消费总数或加油站数据计算，则只能对总排放量、排放趋势进行分析，如果活动水平数据分类够详细，也可以对不同交通工具的排放、能源结构等方面进行分析，但此种计算方法无法分析燃油经济性、单位周转量能耗等效率因素的贡献。

专栏 5 | 2001—2010年青岛市碳排放影响因素分析

有研究人员利用KAYA公式对青岛市2001—2010年碳排放的影响因素进行了分析，青岛市人口、经济发展、单位GDP能耗和单位能耗碳排放的影响分析见表 2，具体如下：

- 人口和经济发展对青岛市碳排放的影响为正。人口影响程度相对较小，主要原因是青岛市十年间人口总数波动不大。而人均GDP的贡献率非常大，除2002年和2003年以外贡献率均超过了100%，2008年甚至高达246%，说明经济发展是驱动碳排放增长的最大因素。
- 单位GDP能耗对青岛市碳排放的影响为负，表明青岛市单位GDP能耗在过去十年间下降，带动其碳排放有所下降。
- 单位能耗碳排放对青岛市碳排放的总体影响为正，个别年份为负，但影响程度不大。这表明青岛市的能源结构并未得到优化，高碳能源的比重甚至有所上升。

表 2 | 2001—2010年青岛市碳排放量驱动因素影响方向和影响程度

	人口		经济发展		单位 GDP 能耗		单位能耗碳排放		总效应
年份	变化量（万吨）	比重（%）	变化量（万吨）	比重（%）	变化量（万吨）	比重（%）	变化量（万吨）	比重（%）	变化量（万吨）
2001									
2002	22.54	6.12%	428.43	116.31%	-3.35	-0.91%	-79.26	-21.52%	368.36
2003	24.41	4.49%	477.07	87.85%	-3.75	-0.69%	45.31	8.34%	543.04
2004	58.17	12.02%	473.14	97.77%	-128.68	-26.59%	81.30	16.80%	483.93
2005	60.25	18.38%	593.27	180.98%	-200.11	-61.04%	-125.60	-38.31%	327.81
2006	55.18	12.40%	597.14	134.15%	-232.46	-52.22%	25.27	5.68%	445.13
2007	60.57	35.05%	413.31	239.12%	-283.67	-164.12%	-17.37	-10.05%	172.84
2008	25.65	14.04%	449.96	246.31%	-353.45	-193.48%	60.53	33.13%	182.68
2009	10.05	3.05%	621.40	188.79%	-325.00	98.74%	22.70	6.90%	329.15
2010	5.62	2.36%	454.45	190.62%	-246.01	-103.19%	24.35	10.21%	238.41
总效应	322.44	10.43%	4508.16	145.83%	-1776.46	-57.47%	37.23	1.20%	3091.36

来源：张占贞，2013，基于 Kaya 模型的青岛市碳排放及驱动因素分析

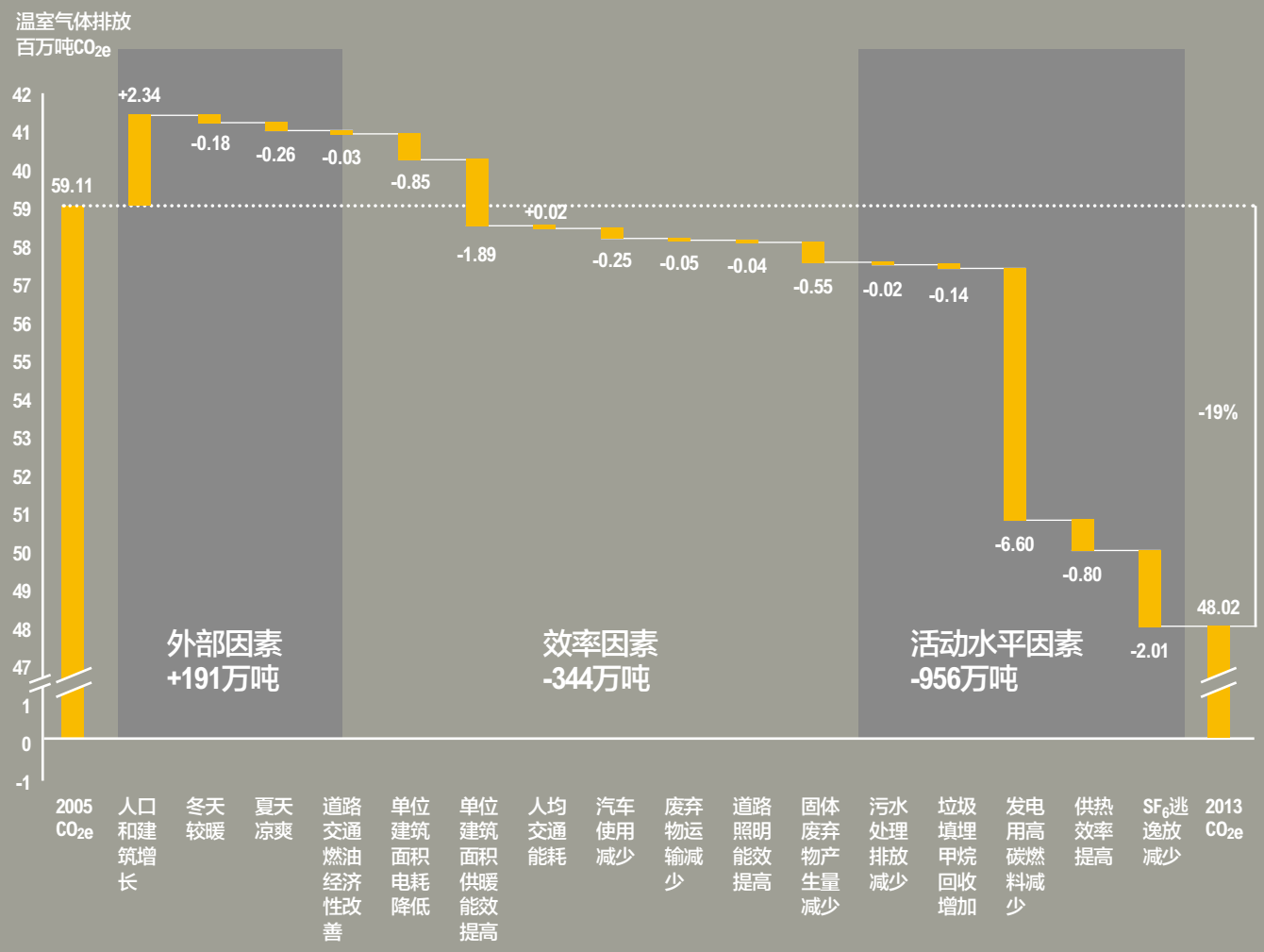
专栏 6 | 2005—2013年纽约市温室气体排放影响因素分析

纽约市2014年发布的最新温室气体清单显示，2013年纽约的排放为4802万吨二氧化碳当量（CO_{2e}），比2005年的5911万吨下降了19%。纽约市将2005—2013年期间排放下降的贡献因素总结为三方面，如图7所示，具体如下：

- 外部因素：包括人口和建筑增长，以及夏季和冬季气温对空调、供暖的影响。这些因素的效果相互抵消，使纽约市增加了191万吨CO_{2e}排放。
- 效率因素：包括道路交通燃料经济性改善、街道照明效率提高、单位建筑面积电耗和热耗下降、热力生产效率提高等。这些因素累计使纽约市减少了344万吨CO_{2e}排放。
- 活动水平因素：包括汽车使用量减少、固体废弃物产生量减少、跨边界固体废弃物处理量减少（导致用于运送废弃物的交通运输量减少）、垃圾填埋甲烷回收量增加、发电燃料低碳化（天然气替代煤炭）、SF_6排放减少等。这些因素累积使纽约市减少了958万吨CO_{2e}排放。

在上述减排贡献因素中，人口和建筑面积增加是唯一导致排放增加的因素，其他因素都在不同程度上对减排做出了贡献。其中，天然气替代煤发电的贡献最大，帮助纽约市在八年间减少了660万吨CO_{2e}排放，占总减排量的60%。

图 7 | 2005—2013年纽约市温室气体减排驱动因素及量化分析结果



来源：Executive Summary, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2013

支持行业的排放影响分析

行业减排是减缓气候变化的重要抓手之一。城市温室气体清单应该为各个行业的历史减排潜力和未来减排潜力提供依据。专栏7介绍了清单在支持东京市碳交易市场建立中起到的作用，即通过分析不同行业的排放趋势为碳交易制度的规则制定提供依据，特别是确定纳入碳交易体系的行业范围。

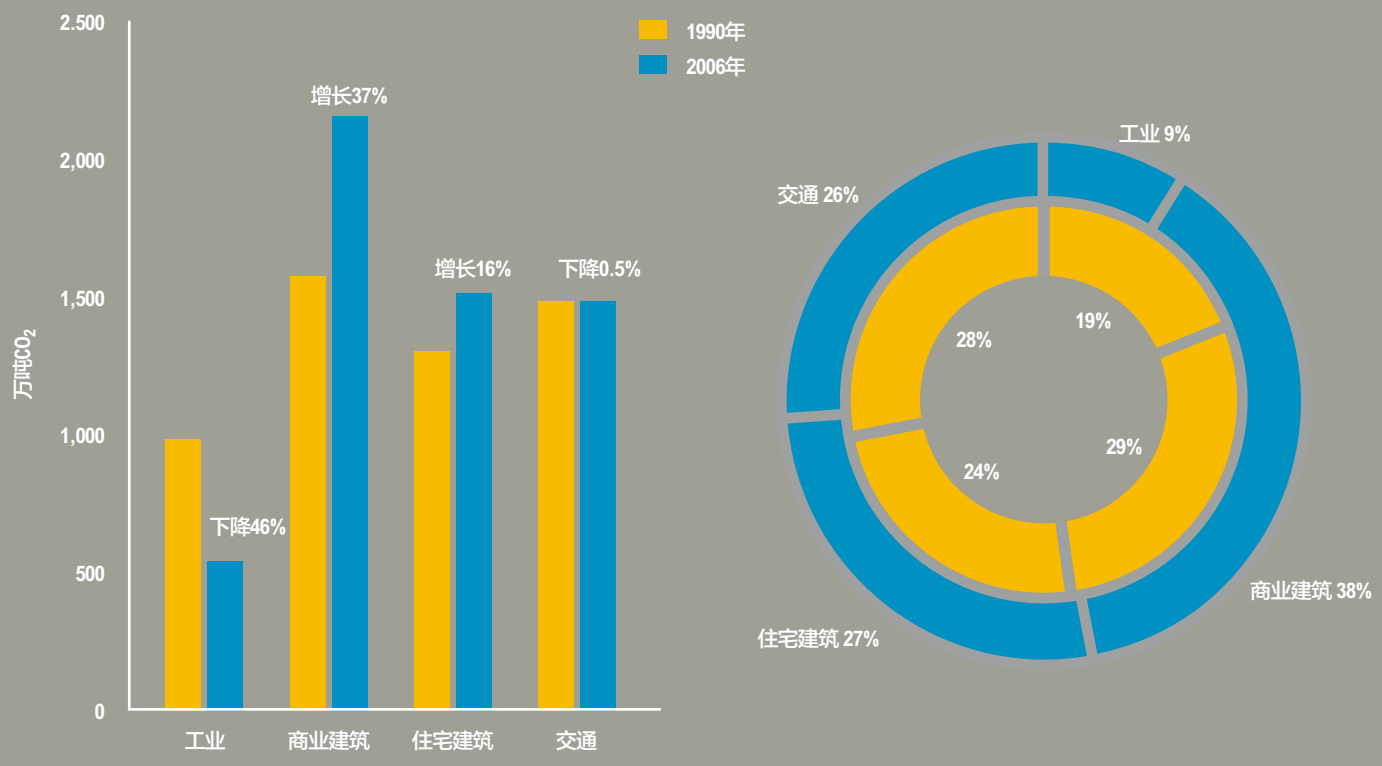
专栏 7 | 利用行业温室气体排放支持政策制定：东京市在碳交易计划中纳入商业建筑

2007年6月东京市政府宣布“东京气候变化战略”后，花了一年时间研究如何制定具体的政策措施以实现2020年在2000年基础上减排25%的目标。东京市对其1990—2006年的温室气体排放进行了分析，主要以工业、商业建筑、住宅建筑和交通四个领域的能源排放为主。分析结果显示：

- 从四个领域绝对排放量的变化来看（图8左），工业排放在16年里下降了46%，商业建筑排放增长了37%，住宅建筑排放增长了16%，交通排放下降了0.5%。
- 从四个领域所占的比例变化来看（图8右），工业排放从1990年的19%下降到2006年的9%，商业建筑排放从1990年的29%增加到2006年的38%，住宅建筑排放和交通排放的比例变化较小，分别从24%上升到27%、28%下降到26%。

基于上述研究成果，东京市决定在当时即将实施的碳排放交易中纳入商业建筑，从消费端着手控制排放，而不是直接针对电力和热力的生产进行控排。这与世界上其他碳交易体系有所不同，例如，欧盟碳排放交易体系（EU ETS）就只纳入了电力生产端而不包括消费端。

图 8 | 1990年和2006年东京市能源活动CO_2排放构成



来源：Bureau of the Environment, Tokyo Metropolitan Government, 2010, Tokyo Cap-and-Trade Program: Japan's First Mandatory Emission Trading Scheme

支持能源结构的排放影响分析

能源结构调整是我国实现温室气体排放控制目标的主要手段之一，包括非化石能源比重的提高和高碳化石能源比例的降低。高碳是相对的概念，根据单位能源排放量的大小，煤相对于油、气和非化石能源是高碳的，油相对于气和非化石能源是高碳的，气相对于非化石能源是高碳的（专栏8）。由于非化石能源的使用不产生排放，清单中只能反映化石能源结构变化带来的排放影响，如需分析非化石能源的影响则需要额外数据支撑。专栏9介绍了北京不同化石燃料的排放影响。

专栏 8 | 高碳能源的解释

不同燃料的热值和单位热值含碳量不同，对应的折标煤系数和CO_2排放因子不同，由此换算出的单位标煤能源对应的CO_2排放量也不同。煤炭（以原煤为例）、石油（以原油为例）、天然气和非化石能源一次电力的单位实物量CO_2排放因子分别为1.981吨CO_2/吨、3.02吨CO_2/吨、21.622吨CO_2/万立方米和0吨CO_2/吨，折标煤系数分别为0.7143吨标煤/吨、1.4286吨标煤/吨、1.33千克标煤/立方米和3.6千克标煤/千瓦时（等价值）。折算后，相当于1吨标煤的煤的CO_2排放最高，为2.77吨CO_2，其次是相当于1吨标煤的油2.11吨CO_2、相当于1吨标煤的气1.63吨CO_2，非化石能源一次电力一般被认为不产生温室气体排放，对应的CO_2排放为零，如图9所示。

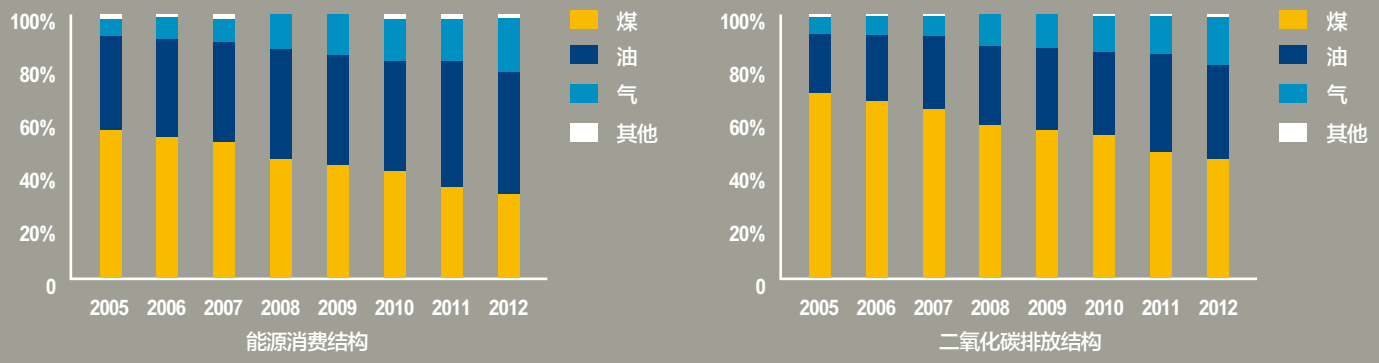
图 9 | 一吨标煤不同能源的CO_2排放

数据来源：煤、油、气的实物量排放因子是根据根据《省级温室气体清单编制指南（试行）》和《中国能源统计年鉴》中的相关参数计算，折标煤系数来自《中国能源统计年鉴 2013》。

专栏 9 | 北京市能源结构相关的碳排放影响分析

2005—2012年期间北京市的化石能源结构改善十分明显，从能源消费结构来看（图10左），煤占能源消费总量的比例从56%下降到32%，油和气所占比例分别从36%和7%上升到47%和20%。从排放量看（图10右），煤产生的排放占比由2005年的70%下降到2012年的40%，油和气产生的排放占比相应上升。如果保持2005年的能源结构不变，2012年北京市将比实际多排放350万吨CO_2。

图 10 | 2005-2012年北京市能源结构相关的碳排放影响分析



来源：作者计算。其中活动水平数据来自 2006—2013 年《中国能源统计年鉴》中的“北京能源平衡表（实物量）”，排放因子根据《省级温室气体清单编制指南（试行）》和《中国能源统计年鉴》中的相关参数计算。

支持电力消费相关的排放影响分析

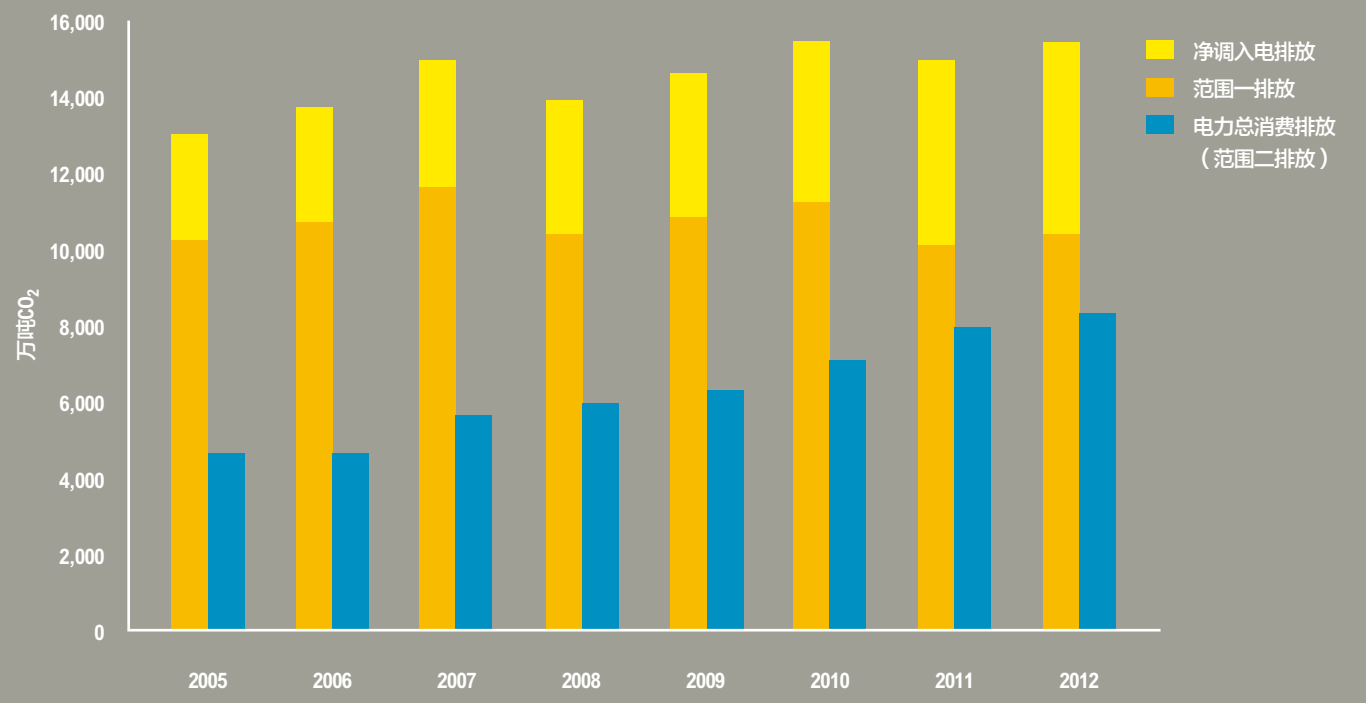
化石燃料和电力的比例调整也会对排放产生影响。与化石燃料不同，电力消费本身并不产生排放，而是在电力生产过程中消耗化石燃料时产生排放。电力消费增加、化石能源消费减少会导致“范围一”排放减少，但对城市总排放的影响则与电力排放因子相关，取决于电力中火电和非化石能源电力的比重。为避免重复计算，一些区域温室气体核算方面的指导文件未将电力、热力消费相关的排放纳入，即专栏1中定义的“范围二”排放，或者只考虑净调入/净调出电力相关排放。例如，《IPCC国家清单指南》对电力消费相关的排放未作要求，《省级清单指南》只要求将净调入/净调出电力相关排放作为附加信息报告，中国对各省“十二五”《单位国内生产总值二氧化碳排放降低目标责任考核评估办法》也只要求将考虑净调入电力排放后的排放作为考核目标完成情况的依据。

电力、热力总消费相关的“范围二”排放反映了城市对二次能源的需求，对制定需求侧减排政策更为关键。全国来看，工业和建筑是电力消费的两大主要来源，其中电力消费排放占工业排放的近50%，占建筑排放的60%[7]。在城市层面，电力消费所占的比例因城市不同而异，在一些服务业发达的大城市，电力排放所占比例则较高。以北京为例，2012年净调入电力排放为5050万吨，而电力总消费相关排放为7613万吨，相当于总排放的约50%，在考虑需求侧减排时不能只针对净调入电而需要全面考虑电力总消费。此外，北方城市冬季居民住宅集中供暖是一大主要的排放源，了解城市的热力“范围二”排放对制定针对集中供热采取的节能减排措施十分必要，但如果按照“净调入/调出”的概念，城市间的热力输送非常少甚至没有，因此会忽略了对这部分排放的管理。专栏10介绍了以北京市为例的电力消费相关的排放影响分析。

专栏 10 | 北京市的电力“范围二”排放

2005—2012年期间北京市的“范围一”排放已无明显上升趋势，呈平缓波动变化。如图11所示，2012年“范围一”排放为1.04亿吨CO_2，比2005年的1.02亿吨CO_2只增长了1.4%。而电力“范围二”排放（即图中的“电力总消费排放”）的增长明显，2012年为7613万吨CO_2，比2005年的4360万吨增长了75%。净调入电相关排放增长更快，2012年为5050万吨，比2005年的2782万吨增长了81.5%。

图 11 | 2005—2012年北京市的“范围一”、电力“范围二”和净调入电排放



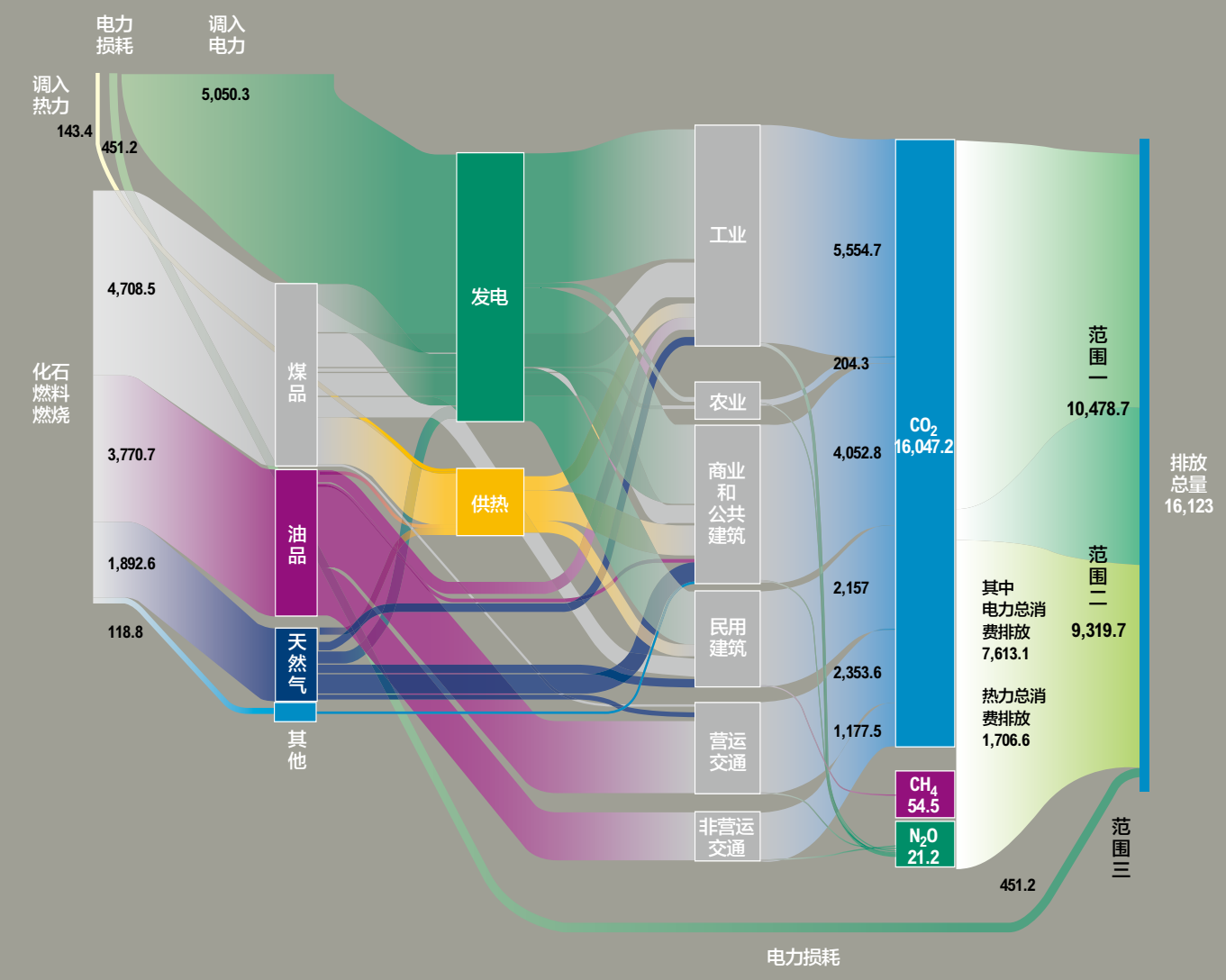
专栏 10 | 北京市的电力“范围二”排放（续）

能流图反映的是“从哪来”，碳流图则反映了“到哪去”。图12为反映北京市2012年化石燃料燃烧产生的温室气体排放的“碳流图”。主要目的是以较生动的形式展现城市排放的流向。

其中，“范围一”排放为1.04亿吨CO_2，“范围二”排放为9319万吨CO_2，包括电力消费排放7613万吨和热力消费排放1706万吨。“范围一”和“范围二”排放重叠的部分为北京市内火力发电和供热产生的排放约3400万吨CO_2。此外，电力损耗相关排放为“范围三”排放，约为451万吨CO_2。

图 12 | 北京市2012年化石燃料燃烧温室气体排放的碳流图

单位：万吨CO_2当量



来源：活动水平数据来自2006—2013年《中国能源统计年鉴》中的“北京能源平衡表（实物量）”。排放因子根据《省级温室气体清单编制指南（试行）》和《中国能源统计年鉴》中的相关参数计算，电力排放因子来自国家发改委发布的《2010年中国区域及省级电网平均二氧化碳排放因子》和《2011年和2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》，其中2005—2009年采用了2010年排放因子。

支持环境协同效应的排放影响分析

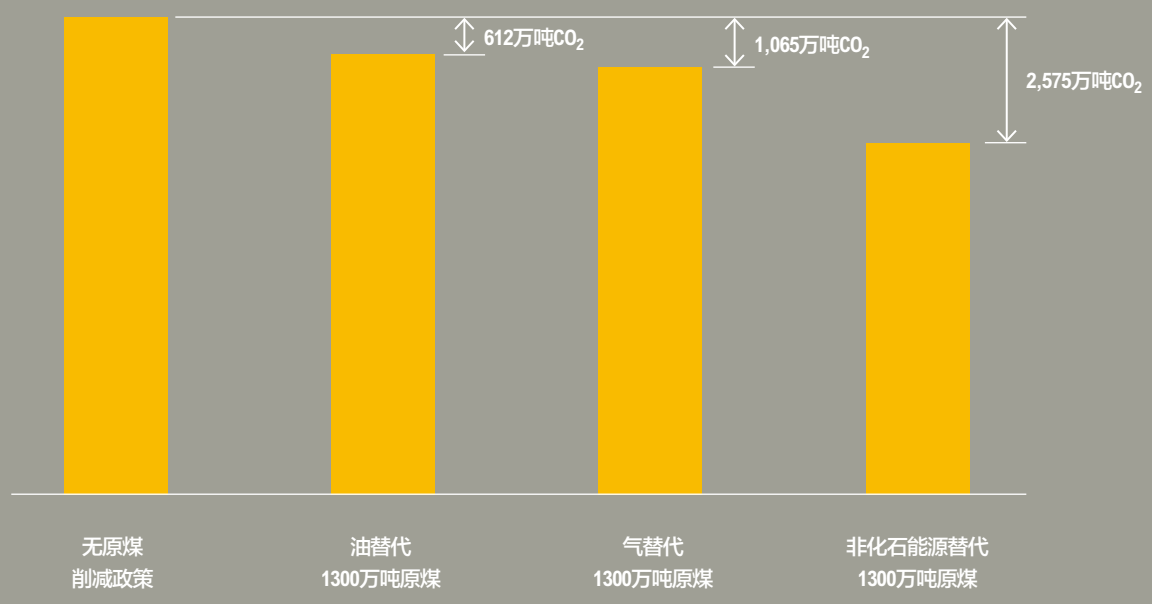
中国在快速城镇化发展过程中面临了能源和资源过度消耗、温室气体排放迅速增长、空气污染、交通拥堵等一系列问题。在解决这些问题的同时，也促进了城市的低碳发展，为减缓气候变化做出了积极贡献。2012年以来中国空气污染事件频发，空气质量成为公众广泛关注的议题。温室气体和目前中国主要空气污染物PM2.5的排放来源有很高的一致性。根据北京市环境保护局公布的数据，北京市全年PM2.5来源中区域传输贡献约占28%~36%，本地污染排放贡献占64%~72%，排在本地源前三位的分别是机动车排放（31.1%）、燃煤排放（22.4%）和工业生产排放（18.1%），这些PM2.5污染物排放源同时也是温室气体排放源。在北京这样的特大城市，城市能源消费向优质商品能源转化，不允许高污染低质量的能源在城市内使用等，既改善了能源结构，减少了污染物排放，也帮助了温室气体排放的削减，因此环境问题与气候变化问题的改善有着协同效应。专栏11中的案例表明，《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》中北京市2017年1300万吨原煤的削减计划将产生612~2575万吨CO_2减排量，相当于北京市2012年排放的1/16~1/4。

专栏 11 | 空气污染治理与温室气体减排的协同效应：以北京为例

2013年9月，国务院发布了《大气污染防治行动计划》，当月环境保护部发布了《京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则》，其中提到“2017年底，北京市净削减原煤1300万吨”。经计算，如果用同等热值的油、气或非化石能源替代原煤，每替代1吨原煤可以分别减排0.471吨、0.8198吨和1.981吨CO_2排放。

利用上述测算结果量化“1300万吨原煤削减”的减排效果，假设1300万吨原煤全部由油代替，将产生612万吨CO_2减排量，相当于北京市2012年“范围一”排放的1/16；如果全部由天然气代替，将产生1065万吨CO_2减排量，相当于北京市2012年“范围一”排放的1/10；如果全部由非化石能源代替，则可产生2575万吨CO_2减排量，相当于北京市2012年“范围一”排放的1/4。北京市“1300万吨原煤削减”计划的减排效果如图13所示。

图 13 | 北京市“1300万吨原煤削减”计划的减排效果



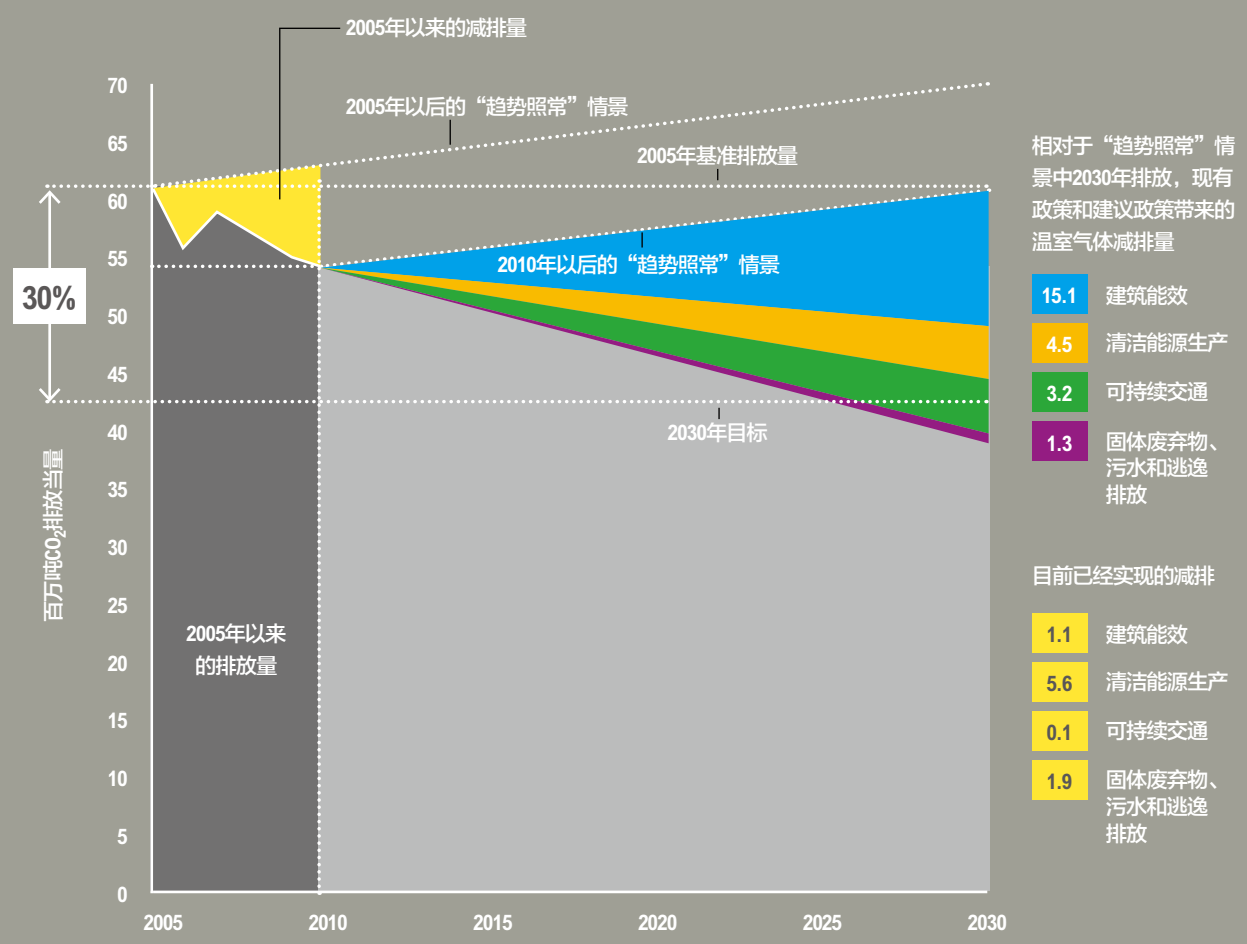
支持对未来的减排潜力进行识别和预测

清单不仅应为既有政策行动的碳排放影响评估作出支持，更为重要的是结合其他分析为排放预测做出支撑。城市清单本身并不具有预测的功能，但是可以为情景分析等预测的关键假设提供依据。专栏12是纽约市在制定其城市低碳发展规划时，基于历史排放数据和对未来减排潜力的预测，识别了未来的四大主要减排途径：建筑能效提高、清洁能源生产、可持续交通，以及废弃物处理和逃逸排放，并分别量化了减排潜力。

专栏 12 | 纽约市分析历史减排贡献因素并预测未来减排贡献因素

对于制定减排政策，了解历史减排贡献因素并不足够，更重要的是知道未来哪些因素会对减排产生贡献。纽约市对2030年实现30%排放下降目标的减排潜力进行识别分析，将减排贡献因素概括为四个领域：建筑能效提高、清洁能源生产、可持续交通，以及废弃物处理和逃逸排放。在2005—2010年期间，四者已经贡献的减排潜力分别为110万吨、560万吨、10万吨和190万吨，即清洁能源生产是过去几年中纽约市控制排放最主要的贡献因素。未来，建筑能效提高会成为最大的减排贡献者，将产生1310万吨减排量，清洁能源生产将贡献450万吨，可持续交通将贡献320万吨，废弃物处理和逃逸排放将贡献130万吨。换言之，纽约市未来的减排潜力会主要集中在建筑节能，约占总减排潜力的60%。2010-2030年纽约市温室气体减排潜力分析如图14所示。

图 14 | 2010-2030年纽约温室气体减排潜力分析



来源：PlaNYC 2011

城市温室气体清单应用的挑战

尽管识别了应用领域，但目前城市清单在中国的应用非常有限，原因可以归纳为三方面：

第一，清单编制支撑体系中存在的问题对清单结果应用间接造成影响。主要问题包括统计基础薄弱、部门间协调不畅，以及能力和资金欠缺。

第二，清单本身不完善对决策支持产生限制。主要体现在清单的滞后性影响其在追踪目标完成情况中的应用，以及现有清单内容不能完全满足碳排放影响分析需求。

第三，城市管理者的意愿和认识不足导致清单应用难。意愿不足体现在应对气候变化在地方政府工作议程中优先级别较低，认识不足体现在管理者对数据分析支持决策的作用不够重视。

清单编制支撑体系中存在的问题对清单结果应用间接造成影响

数据基础薄弱。缺乏清单编制所必需的活动水平数据导致清单质量难以保证，而没有相当质量的清单信息不能加以应用。特别是在目标完成情况考核、温室气体排放影响分析等领域，如果清单质量不过关，极有可能引起争议，对考核、影响分析的结论产生质疑。国家主管部门已经意识到这个问题，2013年国家发改委和国家统计局联合下发了《关于加强应对气候变化统计工作的意见的通知》，省级政府各部门也陆续开始开展相关工作，但应对气候变化统计体系的改进与完善是一项长期的工作，目前清单编制需要的数据基础薄弱仍然是制约清单编制与应用的最主要问题之一。

部门间协调不畅。清单编制工作涉及领域较广，特别是数据收集环节需要协调统计、经信、发改、交通、住建、环保、农林等各个部门，集齐各部门数据需要花费较长的时间，甚至可能“要不到数据”。此外，现有管理体系导致清单编制与应用中的部分内容权责不明，如交通主管部门并不统计非营运交通如私人小汽车的排放情况，在对小汽车减排中起到的作用有限。部门间协调不只是中国城市面临的问题，国外城市同样面临这一难题，比较好的解决方案是在市长层面建立领导小组统筹协调相关工作。清单成果不只对某一个职能部门的决策有用，而可以对涉及的各个职能部门的工作起到支持作用。

能力和资金欠缺。清单编制工作属于相对较新的工作领域，相关专业人才缺乏，从良好的技术标准到实际操作中的正确应用还需假以时日。同时，清单编制除了人力和时间投入外，也需要资金支持。决策支持往往需要连续多年的清单数据作为参考，缺乏持续资金支持也是清单应用面临的障碍。在看到问题的同时我们也应该认识到，能力、资金的缺乏和清单编制、应用工作本身是可以互相促进的。政府投入一小部分资金可以吸引、撬动更多的国内外资源，先行启动和循序渐进的清单编制与应用工作也可以对清单质量、人员能力建设等方面起到不断完善促进的作用。更为重要同时也常常被忽略的一点是，及时、权威的温室气体排放影响分析可以帮助地方政府和企业获得全球碳融资系统的资金支持。在发展中国家，很多有着显著减排效益的创新项目获取国际碳金融基金支持的障碍之一就是无法对减排效果进行系统评估，而城市温室气体排放清单正弥补了这一缺陷，有助于帮助地方政府为低碳城市发展筹集资金。

清单本身不完善对决策支持产生限制

清单的滞后性影响其在追踪目标完成情况中的应用。对碳排放目标完成情况的追踪与考核通常滞后两年，包括统计数据发布滞后的一年，以及清单编制需要的四个月至半年甚至更长时间。最典型的案例是《联合国气候变化框架公约》秘书处利用滞后两年的国家温室气体清单对《京都议定书》缔约方的履约情况进行年度追踪并最终裁定其是否完成履约。此种做法的优点在于裁决依据的准确性高，但缺点在于滞后性略大，无法对目标完成进展不好的情况作出预警，责任主体无法及时采取行动进行补救。

也有一些城市或国家的实践较为超前。在城市层面，前文已经介绍了纽约市利用滞后一年的城市清单对目标完成情况进行年度追踪。在国家层面，中国从2013年开始对各省上一年度碳排放目标完成情况进行考核，包括单位GDP二氧化碳排放年度降低目标和“十二五”单位GDP二氧化碳排放累计进度目标。中国在节能领域的做法更为超前，2005年开始实施节能目标责任制，每年6月底向社会公布上一年度各省万元GDP能耗及其降低率数据，2010年起更是实施了季度预警，按季度向社会公布节能目标季度预警晴雨表。此种做法的优点在于及时掌握目标完成情况，但是绝大多数中国城市清单编制普遍滞后两年，无法满足只滞后一年甚至季度追踪的要求。因此，如何在及时性和准确性方面做到平衡，是利用清单进行目标追踪的重要问题。

现有清单内容不能完全满足城市的碳排放影响分析需求。由于中国垂直行政管理的特点，为和上一级行政单位的清单保持一致，城市在编制清单时基本按照《省级清单指南》中的报告要求，而《省级清单指南》又和《IPCC国家清单指南》要求基本一致，因此中国城市温室气体清单和国家温室气体清单在报告内容和模式上没有差别。保持纵向一致的好处是有利于上下级数据对接，但《IPCC国家清单指南》是为国家温室气体清单编制开发，主要目的是为了追踪《京都议定书》缔约方的履约情况，其报告模式在支持碳排放影响分析方面存在不足。现有清单内容与城市碳排放影响分析需求不匹配主要体现在：

- 缺乏反映详细行业结构的排放信息。中国现有城市清单没有按照政府部门职能分工将排放清晰地划分为工业、建筑、交通领域，且行业内部细分不够。
- 缺乏反映能源结构的排放信息。一是缺乏反映一次能源结构的

排放信息，二是缺乏反映电力、热力等“范围二”排放的信息，即不只报告净调入/净调出电力排放，还需要报告全部电力、热力消费相关的排放，有利于从需求侧进行排放管理。

- 缺乏分析，而没有分析就没有应用。现有清单报告呈现的是计算方法、数据来源和排放结果，并不要求对结果进行分析，而数据分析才是清单应用的基础。按照分析方法，清单结果分析可以概括为结构分析、趋势分析、减排贡献因素分析和比较分析等；按照数据情况，清单结果分析可以是单个城市一年数据分析、单个城市多年数据分析、多个城市一年数据分析或多个城市多年数据分析等（专栏13）。
- 最后，清单没有很好地与其他分析相结合对未来的碳排放影响进行预判。尽管排放预测并不是清单本身具备的功能，但是清单可以提供历史趋势，为预测需要的关键假设提供依据。

专栏 13 | **城市温室气体清单结果分析方法**

各城市可根据数据情况将不同分析方法结合使用，表3给出了城市清单结果的分析方法。

- 如有一年排放数据，则可以对排放结构进行分析。包括能源活动、工业生产过程、农业、土地利用变化和林业，以及废弃物处理五大部门排放所占比例，能源活动中工业、交通、建筑排放结构，以及三产排放结构等。如清单详细程度允许，还可以加入行业内详细结构分析。
- 如有多年排放数据，则可以进行趋势分析，包括排放总量趋势、结构趋势变化分析。在进行历史趋势分析时，最好结合情景分析对未来排放趋势进行预判。
- 如有多年排放数据，还可以进行减排贡献因素分析。
- 如果同时拥有多个城市的数据，则可以将具有可比性的指标进行城市间比较，例如人均排放、单位GDP排放等。
- 结合情景分析、成本效益分析等，分析城市未来排放，以及经济社会成本方面的影响。

表 3 | **城市温室气体清单结果分析方法**

	结构分析	趋势分析	减排贡献因素分析	比较分析
单个城市一年数据	√			
单个城市多年数据	√	√	√	
多个城市一年数据	√			√
多个城市多年数据	√	√	√	√

城市管理者的意愿和认识不足

意愿不足。应对气候变化是全球性、长期性的问题，与经济发展、就业、改善空气质量等地方性、短期性问题相比，其负面影响的可见度和紧迫程度相对较低。低碳发展的压力与动力一方面来自气候变化国际谈判，另一方面则源于自我意识觉醒，但目前来看不论是压力还是动力都主要在国家层面，低碳工作的推行主要依靠自上而下压力传导的方式。在地方层面，政府需要在多个管理目标之间分配财政和行政资源，与其他领域如节能、环保等工作相比，低碳工作缺乏实际或强硬的手段，如节能有经济激励政策，环保有罚款等，导致低碳发展在地方政府工作议程中的优先级别较低。然而，城市管理者应该意识到，减少温室气体排放与应对中国在快速城镇化发展过程中面临的能源和资源过度消耗、空气污染等诸多问题具有协同效应，是一举多得的举措。

认识不足。如前所述，绝大多数中国城市编制清单源于上级政府要求而非自身低碳发展需要，造成“为了编清单而编清单”，清单报告完成后“放在一边”，忽略了清单编制的最本质目的——应用。这也源于城市管理者尚未认识到数据分析对决策的支持作用，造成政策的制定和评估与定量分析脱节。虽然地方政府在没有量化的温室气体排放数据作支撑的情况下也可以做出大方向一致的低碳决策，例如调整产业结构、节能和提高能效、优化能源结构、增加森林碳汇等，但长期来看，这种粗放型的政策选择方式可能造成减排效果、成本收益等并非最优，而详细的温室气体排放数据以及相关的情景分析、成本效益分析等能够帮助决策者从众多政策中作出最优选择。中国一些先进的政府主管部门已经认识到了清单的作用，例如用于目标考核，从碳排放的角度为城市未来的产业选择提供支持等。这些先进城市应该起到表率作用，相关经验值得推广。

不同类型城市的挑战

不论规模大小，所有城市都或多或少面临上述三方面的挑战，但城市类型不同，在不同领域面临的挑战程度可能不同。

直辖市：直辖市在清单编制方面受到与省级行政单位一样的要求，且在统计数据基础、人员能力、管理者意识等方面基础相对较好，各方面面临的挑战程度最低。例如，国家从2009年就开始了针对省级清单编制的能力建设；一些直辖市编制了市级甚至区县（地市级）一级的清单；此外，直辖市也具备清单编制非常关键的数据来源之一——历年能源平衡表。

省会城市和地级市：总的来说，省会城市的情况略好于地级市，东部沿海地区城市好于中西部地区城市。随着低碳发展工作的推进，一些地级市对清单编制工作的认识也有了从无到有的

转变。地级市层面清单编制与应用面临的最大挑战是统计数据基础，同时还受到数据收集过程中部门间协调因素的影响。因此，应对气候变化统计体系以及机构间协调是地级市层面编制和应用清单亟待解决的问题。

区县：与地级市相比，区县层面清单编制与应用的难点与特点主要体现在三个方面。第一，区县层面的数据基础更为薄弱，但有利之处在于区县边界小，涵盖的排放源数量也相对较少，采用自下而上[9]方式收集数据的可行性更大，因此针对区县层面推荐使用自下而上数据收集方法来弥补统计数据缺失是很多专家学者的共识。然而受到清单编制机构人力、资源和意愿的限制，此种方法执行起来仍有困难。第二，区县层面是否需要编制全口径的清单是一个值得探讨的问题。一方面，受到边界小、交通活动流动性大的影响，区县层面交通排放核算结果的准确性较低，要解决这一问题需要大量数据进行支撑，或建立复杂的交通模型，或进行出行调查等，这对于温室气体核算工作还处于初期阶段的绝大多数中国城市来说难度较大。另一方面，相比直辖市、省会城市或地级市等，区县政府在一些事务上的处置权相对小，例如大型基础设施建设、交通规划等，在考虑是否纳入此类排放源时可以有一定的灵活性。第三，区县排放量相对较小，如当地存在新上大项目对排放影响很大，往往一年数据不能准确反映这一类区县的排放情况，在决策支持时需要考虑这一点。

建议

清单编制支撑体系中存在的问题、清单本身不完善，以及城市管理者的意愿和认识不足这三方面挑战环环紧扣。清单编制支撑体系的改善有助于促进清单本身技术性问题的改善，展示技术可行性和成功案例有助于改变管理者的意愿和认识，而管理者意愿和认识的改进又有助于解决清单编制支撑体系的问题。本文建议从完善清单编制支撑体系、持续改进清单质量，以及转变发展理念和管理观念三方面来解决清单应用面临的问题与挑战。

加强城市温室气体清单编制的支撑体系

建议从以下几个方面改善统计基础薄弱、部门间协调不畅，以及能力和资金欠缺的问题：

城市能源平衡表编制工作常态化。不断完善城市统计部门和职能部门的应对气候变化统计核算体系，包括建立健全温室气体排放基础统计制度，加强温室气体排放核算工作，建立数据管理体系等。其中最为重要的是加强能源活动统计数据基础的完善，没有能源平衡表的城市应将编制能源平衡表的工作常态化。

建立部门间协调机制。在市长层面建立统一协调机制，在清单编制过程与应用过程中协调统计、经信、发改、交通、住建、环保、农林等各个部门。

培育本地温室气体核算队伍。通过能力建设和实际清单编制工作培养城市自己的温室气体统计核算报告队伍，此种做法也有利于保持不同年份清单结果的一致性。

持续投入资金支持。保障清单编制领域的持续财政资金投入，同时撬动其他国内外低碳资源。

持续改进城市温室气体清单质量

建议从以下几个方面改善清单本身质量问题进而减少对决策支持的限制：

通过清单编制常态化缩短滞后性。仅仅编制一、两年的清单并不算是真正“摸清了家底”，建议城市编制2010—2015年甚至更早年份的清单，2016年开始将清单编制工作常态化。在温室气体统计核算报告体系建立健全后，将清单滞后时间由两年缩短至一年，即在发布上一年相关统计数据后立即更新排放数据。

完善城市温室气体清单报告内容。主要包括：

- 加入反映产业和行业详细结构的排放报告，细化工业、建筑、交通三大领域内部的行业划分。
- 加入反映全市和各领域能源结构的排放报告。
- 除报告电力净调入/净调出相关排放外，还应报告电力和热力总消费相关排放以及电力和热力结构，如火电和非化石能源电力的比例等。
- 加入排放结果分析，包括结构分析、趋势分析、减排贡献因素分析和比较分析等。

将清单和其他分析相结合，对未来排放进行预测。通过情景分析等方法，结合历史排放趋势，对城市未来的排放进行预测，对完成目标需要的政策措施进行判断。

转变发展理念和管理观念

建议从以下几个方面促进管理者的意愿和认识：

认识到低碳与其他政策的协同效应。加强政策间的协调，不论是低碳、节能、环保、绿色生态还是新型城镇化，其本质都是引导城市以集约、智能、可持续的方式发展。

各相关方充分发挥作用。城市主管部门应从低碳发展需求本身出发编制清单。从“被动式”变“主动式”，城市管理者甚至可以对清单结果提出需求，并真正在决策中加以应用，重视量化分析对政策制定和评估的支持。上级主管部门可以在初始阶段推动工作起到关键作用。尽管清单是城市一级的工作，但上级主管部门的要求可以在意愿和认识、统计基础、能力建设、人员培养等方面起到推动作用。例如，省级主管部门发挥对地级市的引导

和管理，地级市主管部门发挥对区县的引导和管理。研究机构应该加强城市清单编制与应用优良案例的总结和推广，帮助更多城市了解清单编制与应用的实践与作用，也向城市管理者展示数据分析对政策制定的支撑作用。

实施城市目标责任考核评估，将城市温室气体清单作为依据。在考核地级市和区县的单位GDP二氧化碳排放降低目标时，以清单作为定量依据。为考核“十二五”碳排放目标完成情况，城市至少需要编制2010年和2015年的清单。

将低碳发展规划与清单相结合。在编制城市低碳发展规划时必须以完整的清单为基础，将二者有机结合。

给不同类型城市的建议

不同类型城市面对不同问题的挑战程度不同，相应的解决方案也应该有所侧重。建议直辖市在清单内容和报告形式完善方面带头创新；地级市首先应加强清单支撑体系特别是基础统计数据的完善，而区县则应该在完善基础统计数据的同时，在清单编制方法例如数据收集方面有所区别和侧重。此外，同一类型城市在清单编制和应用方面的进展程度也不一致，有先进经验的城市应加强相关工作的总结和分享，为其他城市提供好的经验借鉴。

注释

[1] 山西省人民政府，2012，《山西省“十二五”控制温室气体排放工作方案》http://www.shanxigov.cn/n16/n8319541/n8319612/n8321663/n15770612/n15770663/n15770664/16945834.html
江苏省人民政府，2013，《江苏省“十二五”控制温室气体排放工作方案》
http://zhanghong5528.blog.163.com/blog/static/90219398201322259611 2/
浙江省人民政府，2014，《浙江省控制温室气体排放实施方案》
http://www.zj.gov.cn/art/2014/1/9/art_13102_1069131.html
福建省人民政府，2013，《福建省“十二五”控制温室气体排放实施方案》
http://www.fujian.gov.cn/zfxxgkl/xxgkml/jgzz/hjnyzcwj/201302/t20130216_567114.htm
江西省人民政府，2012，《江西省“十二五”控制温室气体排放实施方案》
http://xxgk.jiangxi.gov.cn/fzgh/fzgh/201207/t20120716_749061.htm
山东省人民政府，2012，《山东省“十二五”控制温室气体排放工作实施方案》
http://news.bjx.com.cn/html/20121123/403566.shtml
http://www.doc88.com/p-9999964598127.html
河南省人民政府，2012，《河南省“十二五”控制温室气体排放工作实施方案》
http://www.henan.gov.cn/zwgk/system/2012/11/26/010348383.shtml
湖北省人民政府，2012，《湖北省“十二五”控制温室气体排放工作实施方案》
http://www.hbepb.gov.cn/zwgk/zcwj/szfwj/201301/t20130114_58539.html
湖南省人民政府，2013，《湖南省“十二五”控制温室气体排放工作方案》
http://guoqing.china.com.cn/gbbg/2013-08/19/content_29763468.htm
广东省人民政府，2012，《广东省“十二五”控制温室气体排放工作实施方案》
http://zwgk.gd.gov.cn/006939748/201208/t20120828_341198.html
广西壮族自治区人民政府，2013，《广西壮族自治区“十二五”控制温室气体排放工作方案》
http://www.gxzf.gov.cn/zwgk/zfwj/zzqrmzfwj/201307/t20130730_423624.htm
重庆市人民政府，2012，《重庆市“十二五”控制温室气体排放和低碳试点工作方案》
http://www.cq.gov.cn/publicinfo/web/views/Show!detail.action?sid=3939195
四川省人民政府，2012，《关于下达“十二五”各市（州）碳强度下降目标的通知》
http://www.sc.gov.cn/10462/10883/11066/2012/9/12/10225693.shtml
贵州省人民政府，2013，《贵州省“十二五”控制温室气体排放实施方案》
http://www.gzgov.gov.cn/zwgk/show.aspx?id=836e8718-e885-4799-8d13-5b47d207542e
新疆维吾尔自治区人民政府，2012，《新疆维吾尔自治区“十二五”控制温室气体排放实施方案》
http://egov.xinjiang.gov.cn/xxgk/gwgb/zfwj/2012/211927.htm

[2] 相关信息来自对浙江省应对气候变化和低碳发展合作中心的调研，以及浙江省部分城市政府网站:
温州市人民政府，2013，《温州市温室气体清单编制工作实施方案》http://www.wenzhou.gov.cn/art/2013/5/7/art_4741_8981.html
宁波市人民政府，2013，《宁波市温室气体排放清单编制工作实施方案》http://gtog.ningbo.gov.cn/art/2013/11/13/art_20712_1044859.html
江山市人民政府，2014，《江山市温室气体清单编制工作方案》
http://www.czjs.gov.cn/xxgk/rmzf/fgwj/zfwj/201404/t20140430_106823.htm

[3] GPC网址http://www.ghgprotocol.org/city-accounting

[4]《“十二五”国家温室气体排放控制工作方案》

[5] 成都市人民政府，2013，《关于下达“十二五”各区（市）县碳强度下降目标的通知》http://www.chengdu.gov.cn/wenjian/detail.jsp?id=iDEvxLEUuZ6hzm7cOgfn

[6]《中华人民共和国第二次国家信息通报》

[7] IDDRI, SDSN. 2014, Pathway to Deep Decarbonization Interim Report

[8] http://www.bjepb.gov.cn/bjepb/323474/331443/331937/333896/396191/index.html

[9] 参见世界资源研究所等编写的《城市温室气体核算工具指南（测试版1.0）》中的章节“3.4数据收集”。

参考文献

1. Bureau of the Environment, Tokyo Metropolitan Government, 2010, Tokyo Cap-and-Trade Program, Japan's First Mandatory Emission Trading Scheme
2. IDDRI, SDSN, 2014, Pathway to Deep Decarbonization Interim Report
3. NYC, 2008, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2007
4. NYC, 2009, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2008
5. NYC, 2010, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2009
6. NYC, 2011, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2010
7. NYC, 2012, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2011
8. NYC, 2013, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2012
9. NYC, 2014, Executive Summary, Inventory of New York City Greenhouse Gas Emissions 2013
10. WRI, C40, ICLEI, 2014, Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Inventories (GPC)
11. 世界资源研究所，中国社会科学院城市发展与环境研究所等. 2013，城市温室气体核算工具指南（测试版1.0）
12. 中美气候变化联合声明，新华网，http://news.xinhuanet.com/energy/2014-11/13/c_127204771.htm
13. 白卫国，庄贵阳，朱守先. 地方政府控制温室气体排放的能力调研与政策建议[J]. 工程研究——跨学科视野中的工程，2012, 4(3): 204-311
14. 傅增清. 山东省温室气体排放影响因素及发展趋势[J]. 山东工商学院学报，2013, 27(5): 29-33.
15. 周丽，张希良. 关于地方碳强度下降目标考核的若干建议[J]. 科技导报，2013, 31(023): 11-11.
16. 周健，邓一荣. 城市温室气体排放清单体系研究——以广州为例[J]. 环境，2013, 1.
17. 国务院. 2011，“十二五”控制温室气体排放工作方案
18. 国家发改委. 2010，关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知
19. 国家发改委. 2010，“十二五”国家温室气体排放控制工作方案
20. 国家发改委. 2012，关于开展第二批国家低碳省区和低碳城市试点工作通知
21. 国家发改委. 2014，单位国内生产总值二氧化碳排放降低目标责任考核评估办法
22. 国家发改委. 2014，国家应对气候变化规划（2014-2020年）
23. 国家统计局. 2006，中国能源统计年鉴2005
24. 国家统计局. 2007，中国能源统计年鉴2006
25. 国家统计局. 2008，中国能源统计年鉴2007
26. 国家统计局. 2009，中国能源统计年鉴2008
27. 国家统计局. 2010，中国能源统计年鉴2009
28. 国家统计局. 2011，中国能源统计年鉴2010
29. 国家统计局. 2012，中国能源统计年鉴2011
30. 国家统计局. 2013，中国能源统计年鉴2012
31. 国家统计局能源司. 能源统计工作手册[M]. 中国统计出版社，2010. 2
32. 大卫·萨特斯韦特. 人口增长和城市化对气候变化的影响[J]. 人口与计划生育，2011 (2): 61-61.
33. 王海鲲，张荣荣，毕军. 中国城市碳排放核算研究——以无锡市为例[J]. 中国环境科学，2011, 31(6): 1029-1038.
34. 环境保护部，国家发展和改革委员会，工业和信息化部，财政部，住房和城乡建设部，国家能源局. 2013，京津冀及周边地区落实大气污染防治行动计划实施细则
35. 白卫国，庄贵阳，朱守先，等. 中国城市温室气体清单核算研究——以广元市为例[J]. 城市问题，2013(8): 13-18.
36. 陈潇. 论中国碳排放控制目标省级分配方法中的问题与对策[J]. 现代经济信息，2012 (9).
37. 黄洵，黄民生，黄飞萍. 福建省温室气体排放影响因素分析[J]. 热带地理，2013, 33(6): 674-680.
38. 齐晔. 中国低碳发展报告（2013）：政策执行与制度创新 [M]. 社会科学文献出版社，2013. 1
39. 齐晔. 中国低碳发展报告（2014）[M]. 社会科学文献出版社，2014. 3
40. 国家发展和改革委员会应对气候变化司. 中华人民共和国气候变化第二次国家信息通报[M]. 北京：中国经济出版社，2013.
41. 张占贞. 基于 Kaya模型的青岛市碳排放及驱动因素分析[J]. 青岛科技大学学报：社会科学版，2013, 29(3): 84-87.

关于作者

蒋小谦是世界资源研究所研究分析员。邮件：xqjiang@wri.org

房伟权是世界资源研究所高级研究员。邮件：wkfong@wri.org

致谢

在此向为本文提供了宝贵建议的专家表示诚挚谢意（按姓氏拼音顺序）：

程纪华　浙江省应对气候变化和低碳发展合作中心
高　红　深圳市城市发展研究中心
耿　宇　可持续环境能源研究所
胡秀莲　国家发展和改革委员会能源研究所
廖翠萍　中国科学院广州能源研究所
刘　莹　北京市交通行业节能减排中心
孙小明　清华同衡规划设计研究院生态城市研究所
田之滨　中节能咨询有限公司
王新民　贵州环境能源交易所
熊小平　国家发展和改革委员会能源研究所
杨宏伟　国家发展和改革委员会能源研究所
赵奇峰　北京环境交易所
庄贵阳　中国社会科学院城市发展与环境研究所
邹　涛　清华同衡规划设计研究院生态城市研究所

在本文编写过程中，世界资源研究所各位领导与同事也给予了大力支持，在此特别向世界资源研究所科学与研究副主席Janet Ranganathan、中国区首席代表李来来，以及方琬丽、宋苏、王亚敏、徐嘉忆、袁敏、朱晶晶等同事表示感谢。此外，感谢实习生邹雪阳和雷磊进行数据分析工作、傅秋子绘制2012年北京市碳流图。感谢谢亮对文章进行校对，感谢张烨对文章进行排版设计。

关于世界资源研究所

世界资源研究所关注环境与社会经济发展的相互关系。我们不只是研究，而且把想法转化为行动，与全世界的政府、企业和民间组织合作，制定改革性的解决方案，保护地球，改善人民生活。

对于紧急的可持续性挑战的解决方案

世界资源研究所采用改革性的思路，保护地球，促进发展，推进社会平等，因为只有实现可持续性，才能满足人类当今的需要，达成人类未来的理想。

实用的变革战略

世界资源研究所采用实用的变革战略和有效的变革工具，促进变革进程。我们衡量成功与否的方式是，是否制定了新政策，采用了新产品，采取了新措施，改变了政府的工作方式、企业的运营方式和人民的行为方式。

全球行动

我们的活动遍及全球，因为当今的问题没有边界。我们渴望交流，因为世界各地的人们均需要思想的激发，知识的启迪，通过相互了解，积极做出改变。我们通过准确、公平、独立的工作，为地球可持续发展提供了创新性的路径。

WITH SUPPORT FROM:

Ministry of Foreign Affairs of The Netherlands

creative commons

Copyright 2015 World Resources Institute. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 License. To view a copy of the license, visit http://creativecommons. org/licenses/by/4.0/