

能源经济预测与展望研究报告

FORECASTING AND PROSPECTS RESEARCH REPORT ON ENERGY ECONOMY

CEEP-BIT-2016-006 (总第 22 期)



“十三五”北京市新能源汽车 节能减排潜力分析

2016 年 1 月 6 日

北京理工大学能源与环境政策研究中心

www.ceep.net.cn

特别声明

北京理工大学能源与环境政策研究中心出版若干系列研究报告。如果需要转载，须事先征得本中心同意并且注明“转载自北京理工大学能源与环境政策研究中心系列研究报告”字样。

“十三五”北京市新能源汽车节能减排潜力分析

执笔人：唐葆君 马 也 魏一鸣 余 畅 袁潇晨

作者单位：北京理工大学能源与环境政策研究中心

联系人：唐葆君

研究资助：国家自然科学基金（71521002, 71573013, 71273031）；北京市自然科学基金（9152014）；北京社科基金研究基地重点项目（15JDJGA084）；北京电动车辆协同创新中心。



CEEP-BIT

北京理工大学能源与环境政策研究中心

北京市海淀区中关村南大街5号

邮编：100081

电话：010-68918013, 68918551

传真：010-68918651

邮箱：tbj@bit.edu.cn

网址：www.ceep.net.cn

Center for Energy and Environmental Policy Research

Beijing Institute of Technology

No.5 Zhongguancun South Street, Haidian District

Beijing 100081, P.R. China

Tel: 86-10-68918013, 68918551

Fax: 86-10-68918651

E-mail: tbj@bit.edu.cn

Website: www.ceep.net.cn

“十三五”北京市新能源汽车 节能减排潜力分析

2015年9月29日国务院总理李克强主持召开会议，确定支持新能源汽车发展措施，促进新能源汽车发展，推动汽车产业结构优化和消费升级、培育新的经济增长点。随着节能减排标准日益严厉（或成为全球最严的京六标准拟于2017年实施），节能汽车和新能源汽车成为各车企未来主要发展方向，各大车企公布的“十三五”规划也均把节能和新能源汽车作为未来发展重点。中国工信部官方数据显示，仅2015年1-10月，新能源汽车累计生产20.69万辆，同比增长3倍。但是，无论是从国家政策还是从企业的关注程度来看，已推广的新能源汽车带来的节能减排效果，特别是为北京这类容易拥堵的特大城市缓解空气污染的效果如何，都直接影响“十三五”期间整个新能源汽车产业发展的方向。

一、北京市电动汽车节能减排效果评估

本研究采用车用燃料生命周期分析法，针对北京市重点推广的公共交通领域新能源汽车节能减排效果展开研究。研究北京市全部在运的电动出租车、电动公交车、电动环卫车，以及新能源汽车租赁服务的部分汽车。结合北京市发电能源结构，在相同行驶里程的统一核算口径下，对以上几种车型的节能和碳减排效应进行分析，探寻影响新能源汽车碳排放的主要因素，并在《北京市电动汽车推广应用行动计

划（2014-2017年）》等规划情景下，对北京市“十三五”期间新能源汽车节能减排效果进行模拟，并提出政策建议。

“北京市电动汽车监控与服务中心”对北京电动出租车、电动公交车、电动环卫车、电动汽车租赁等分别从2012年7月、2014年1月、2013年1月、2015年6月开始实施监控。与2012年7月监控中心初始录入电动车辆总计290辆相比，截止2015年11月，监控中心录入电动车辆总计已达4229辆，增长了13.6倍。监控车辆共计3771辆，监控比例达89.2%，北京市新能源电动车的推广和实施在“十二五”期间已经取得一定进展。以下研究依托于该监控数据平台完成，下文中简称“监控中心”。

（一）北京市出租车的节能减排分析

1、2012年7月至2015年11月北京电动出租车总计节能5781.4万kWh。

2011年，首批北汽福田“迷笛”纯电动出租车在延庆县示范运行。从2012年4月开始，陆续在延庆、房山、密云、平谷、大兴、昌平、怀柔、通州、顺义等区县推广，按规划至2017年在全市10个郊区县运行车辆总数达5000辆以上。

截止2015年11月，监控中心录入电动出租车辆总计2479辆，监控车辆数为2298，监控比例92.7%，累计行驶里程12793万公里。研究结果显示，2012年7月到2015年11月，电动出租车总计节能5781.4万kWh，折合为482.8万吨汽油。电动出租车对燃油出租车有明显的节能替代效应，但近五年电动出租车保有量大幅增加，导致出

租车能耗总量快速上涨。

2、2012年7月至2015年11月北京电动出租车总计减排5369.5吨。

基于车用燃料全生命周期对电动出租车的二氧化碳排放量进行核算，结果表明，2012年7月到2015年11月电动出租车总计减排5369.54吨，具有减排优势。在控制出租车总量的前提下，加之北京相比其他城市发电结构更优，所以大力推广电动出租车，对北京这类特大城市而言减排效果将更明显。

(二) 北京市公交车的节能减排分析

1、2014年1月至2015年11月电动公交车总计节能380.9万kWh。

截止2015年11月，监控中心录入电动车辆总计391辆，比2014年1月增长了39.6%，累计行驶里程为316.3万公里。分析结果显示，2014年1月到2015年11月电动公交车总计节能380.9万kWh，折合为31.8万吨汽油。

2、电动公交车的二氧化碳排放量仅为燃油公交车的79.3%。

2014年1月到2015年11月电动公交车总计减少排放625.9吨，电动公交车的二氧化碳排放量仅为燃油公交车的79.3%，“十三五”期间增加公交车的运营数量、特别是增加电动公交车的运营数量，具有较大的减排优势。

(三) 北京市环卫车的节能减排分析

2013年1月电动环卫车辆总计871辆，其中2吨环卫车807辆、8吨环卫车33辆、16吨环卫车31辆。截止2015年11月，电动环卫

车辆总计 1324 辆， 2 吨和 8 吨的环卫车数量分别增长 51.1%和 139.4%， 16 吨环卫车数量降低 16%， 总量增长 52%。

1、电动环卫车能耗仅为燃油环卫车的 77.1%。

2013 年 1 月至 2015 年 11 月电动环卫车总计节能 53.6 万 kWh，折合为 4.3 万吨汽油，电动环卫车能耗为燃油环卫车的 77.1%。

北京市环卫集团推广使用新开发的纯电动环卫车续航里程可以达到 360 公里、连续作业时间达 7 小时，作业效率相当于 20 个环卫工人的工作量，可以节省 80% 以上的劳动量，但使用和维护成本还不到传统环卫车的三分之一，节能和成本节约效果明显。

2、电动环卫车碳排放量为燃油公交车的 92.3%。

基于 2013 年 1 月到 2015 年 11 月环卫车运营数据，电动环卫车总计减少排放 48.53 吨，碳排放量为燃油公交车的 92.3%。相比公交车和出租车，电动环卫车的减排优势并非特别突出，究其原因，电动环卫车的电力系统除了需要供给车辆本身的驱动之外，还需要满足环卫车本身的清洁作业需求，而传统燃油环卫车的清洁作业工序能耗则不计入百公里油耗。如果采用统一计算口径，电动环卫车的减排效果更乐观。

（四）北京市汽车租赁的节能减排分析

2015 年 6 月电动汽车租赁服务的部分汽车纳入监控中心监测系统，监控车辆数从 6 月的 17 辆上升到 11 月的 35 辆，数量有限。

1、新能源电动汽车租赁市场占有率仍然很低。

2015 年 6 月到 2015 年 11 月，租赁电动车节能 5.23 万 kWh，折

合为 4227.7 吨汽油。但是 35 辆监控车辆显示的市场占有率太有限。

2、消费者接受意愿和程度影响租赁商业模式推广。

2015 年 6 月到 2015 年 11 月，电动汽车租赁减少二氧化碳排放量为 4.86 吨。新能源电动汽车租赁服务推广、实施力度以及消费者的接受意愿和程度，依然极大地影响着这一商业模式的推广。

二、电动汽车碳排放及其影响因素分析

电动汽车的能源利用效率比传统燃油汽车高出 46% 以上，并具有 13%~68% 的二氧化碳减排潜力，但其减排潜力受诸多因素影响。本研究从发电能源结构、车用燃料类型（单位燃料的 CO₂ 排放系数）、汽车类型（百公里能耗）、城市交通状况（时速）、煤电技术供电路线、电池类型（重量、能效）等六个因素对电动汽车燃料生命周期碳排放的影响效果进行比较分析。

（一）北京市发电能源结构的影响

根据《北京市“十二五”时期能源发展建设规划》、《北京统计年鉴》、国家统计局相关数据，2014 年、2020 年全国的发电结构和 2015 年北京市的发电能源结构中，发电能源结构如表 1 所示：

表 1 全国和北京市发电能源结构表

能源 年份	区域	煤电	气电	水电	核电	风电	光伏	其他	合计
2014	全国	70.6%	4.6%	19.2%	1.7%	1.8%	0.5%	1.6%	100%
2020	全国	59.5%	4.0%	19.6%	3.0%	9.9%	2.5%	1.5%	100%
2015	北京	13.5%	55.59%	1.5%	0%	4.41%	6%	19%	100%

选取监控中心 2012 年 7 月至 2015 年 11 月北京市电动出租车为研究对象，在车辆总数、累计行驶里程、百公里能耗等参数不变的情

景下，纯电动出租车汽车在 2014 年全国发电结构下减排了 5370 吨；在 2020 年全国发电结构下预计减排空间为 8475 吨；在北京 2015 年电网能源发电结构下减排 10245 吨，是 2014 年全国发电结构下排放的 48.5%。由此可见，不同的发电结构能够很大程度影响电动出租车的二氧化碳排放量，而且以北京 2015 年电网能源发电结构进行计算，车辆的减排效应甚至高于全国 2020 年发电结构情景下的减排量。主要因为北京市电网中火力发电比例较低，且有部分电力从外省调入，因而较全国电网能源结构更清洁。

（二）车用燃料类型（单位燃料的 CO₂ 排放系数）的影响

在累计行驶里程、累计车辆总数等参数不变的情景下，空调能耗不计，依据 2015 年北京电网公布的发电能源结构，在耗电行驶生命周期阶段，纯电动公交车减排 893 吨、燃气公交车减排 400 吨，占比分别为 70.5%、81.2%。可见，车用燃料类型直接影响单位燃料的 CO₂ 排放系数，与燃油和燃气公交车相比，电力驱动的公交车减排效果最好。

（三）汽车类型（百公里能耗）的影响

在年均行驶里程、CO₂ 排放系数等参数不变的情景下，对不同车型碳排放进行比较分析。图 1 显示，公交车的排放水平最高，环卫车其次，最低排放的车型是出租车。环卫车的排放水平约为公交车的 47.6%，而出租车的排放水平约为公交车的 16.7%。

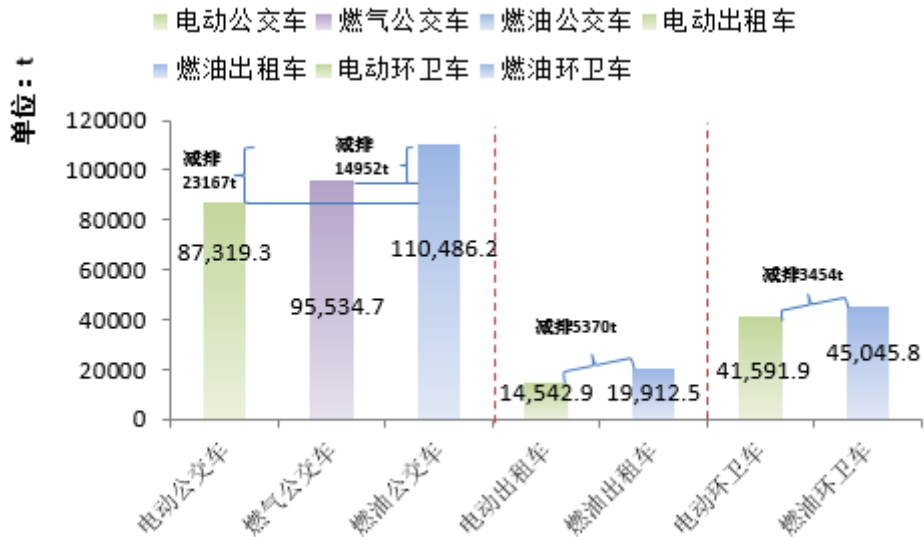


图 1 不同汽车类型情景下的碳排放与减排空间

(四) 北京市城市交通状况 (时速) 的影响

目前北京市车速为 $20\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的拥堵时间为日均 1.75 h，畅通时速约 $50 \sim 60 \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ ，行驶距离为 35km。在累计车辆、累计形式里程以及 CO₂ 排放系数、效率等参数不变的情景下，计算 2012 年 7 月至 2015 年 11 年燃油出租车和电动出租车行驶过程中由拥堵到畅通的碳排放量。核算结果表明，当车速由 $60\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 降低到 $20\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 时，燃油出租车的碳排放是低速的 29.4%，纯电动出租车的二氧化碳排放则是低速的 36%。畅通情景下，电动出租车的碳排放为燃油出租车的 75.9%；而拥堵情景下，电动出租车的碳排放更低，仅为燃油出租车的 62%。随着车速的降低，电动汽车相对于燃油车减排优势愈发明显。

(五) 不同煤电技术供电路线的影响

以监控中心北京市电动出租车为研究对象，在运营汽车数量、百公里能耗、累计行驶里程等参数不变的情景下，对比分析不同煤电技

术供电路线与汽油车路线生命周期的碳排放量。

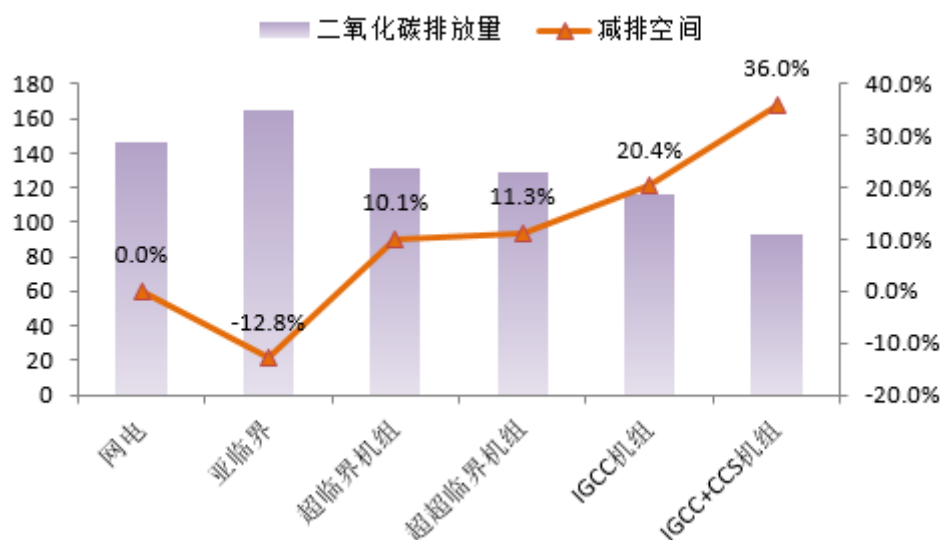


图 2 不同煤电技术路线的碳排放量与碳减排潜力

应用 IGCC 与 CCS 组合技术减排效果最显著，相比网电技术，有高达 36% 的减排空间，应用此技术既降低供电煤耗，还能对 CO₂ 进行捕捉和收集，和 IPCC 报告提出的“煤电 IGCC 工厂应用 CCS 技术能降低约 20% 的电力输出，同时捕捉 85%~95% 的 CO₂。”结论一致。煤电技术对减排效果起关键作用。

（六）电池类型（重量、能效）的影响

假定北汽“迷迪 EV200”纯电动出租车分别以磷酸铁锂电池、锰酸锂电池、铅酸电池为动力行驶，在耗电行驶生命周期下，磷酸铁锂电池二氧化碳排放量是锰酸锂电池的 87.4%、铅酸蓄电池的 88.5%。磷酸铁锂电池驱动电动车碳减排性能明显优于锰酸锂电池、铅酸蓄电池驱动车。

三、“十三五”北京市新能源汽车节能减排效果预测

“十二五”期间电动车保有量占全部车辆的 4.9%，但能耗仅占总能耗的 2%，二氧化碳排放量仅占全部车辆排放量的 2.86%，燃油车仍占很大比重。“十三五”期间增加新能源汽车的占比，有很大的节能减排空间。

根据 2010-2014 年五年间北京市出租车、公交车、环卫车的数据的平均增长率，以及《关于加快新能源汽车推广应用的实施意见（征求意见稿）》、《北京市电动汽车推广应用行动计划（2014-2017 年）》等规划要求，“2017 年北京市电动环卫车数量占总环卫车数量的 50%；到 2020 年，京津冀地区新增或更新城市公交车、出租汽车和城市物流配送车辆中，新能源汽车比例不低于 35%。”综合预测出 2020 年底出租车、公交车和环卫车的保有量分别为 68648 辆、45295 辆和 15817 辆。

预测结果表明，至 2020 年底，三种车型合计能耗为 154769 万 kWh。其中，出租车总能耗为 61691 万 kWh，新能源出租车能耗占 44.8%；公交车的总能耗为 91832 万 kWh，新能源公交车的能耗占总能耗的 63.64%；环卫车的总能耗为 1245 万 kWh，新能源环卫车的能耗占总能耗的 43.2%。至 2020 年底，三种车型合计排放二氧化碳量为 39.4 万吨。其中出租车总排放为 6.6 万吨，新能源出租车排放占总排放的 57.5%；公交车总排放 23.4 万吨，新能源公交车排放占比 61.5%；环卫车总排放为 0.43 万吨，新能源环卫车排放占比为 56.1%。

2020 年出租车保有量较 2015 年增加了 0.9%，公交车增加了 8.8%，环卫车增加了 47%，但三种车型总能耗却减少 4.6%，二氧化

碳的总排放仅增加了 7.1%，减排效果较明显。按车辆燃料全生命周期核算，能源的开采、运输以及电网发电结构仍然对结果有较大影响，因而在未来五年中，提高能源的开车运输效率以及调整电网发电结构依然是重要的发展目标。

四、主要结论与“十三五”政策建议

（一）增加新能源公交车数量的同时，还应考虑适合的新能源车型

电动公交车的二氧化碳排放量仅为燃油公交车的 79.3%，具有较大的减排优势。新能源公交车节能减排效果随有效载客量、空调开启时长的不同，差异很大，因此应结合区域特点，选择合适的新能源公交车型。

（二）控制出租车总量的前提下，加大电动出租车占比

电动出租车有巨大的节能减排优势，不论是按月份平均还是累计的车辆节能减排情况，其效果都很显著。“十三五”期间北京市应在控制出租车总量的前提下，加大新能源电动出租车对燃油出租车的替换力度。

（三）推广新能源汽车租赁商业模式，健康发展租赁市场

新能源电动汽车的推广和实施力度，以及消费者的接受意愿和程度，极大地影响着新能源汽车租赁这一商业模式的推广实施。进一步促进北京市交通部门绿色、低碳和健康发展，仍需要加大推广新能源

汽车租赁服务，让新能源汽车租赁在整个汽车租赁的市场上，逐步占据主导地位。

（四）有效改善能源结构，大力推广电动汽车节能技术

在不同煤电技术供电路线下，电动汽车耗电行驶生命周期阶段减排效率差异明显，和网电技术相比，应用 IGCC 与 CCS 组合技术减排效果最显著，具有高达 36% 的减排空间。北京市在减少煤炭发电，提高新能源发电比例的同时，应积极采用 IGCC、CCS 等节能减排技术，降低供电煤耗是减少电动汽车碳排放最有效的途径。

（五）发挥北京特有的“产学研”优势，实现关键技术突破

磷酸铁锂电池的二氧化碳排放量分别是锰酸锂电池、铅酸蓄电池的 87.4%、88.5%，磷酸铁锂电池驱动电动车碳减排性能明显优于锰酸锂电池、铅酸蓄电池驱动车。“十三五”期间，在“产学研”结合的技术革新模式上占有绝对优势的北京，应围绕动力电池技术、煤电技术、车身轻量化技术、绿色轮胎技术等方面率先实现关键技术的突破和推广。

（六）改善北京城市路况，避免交通拥堵带来的巨大能耗和碳排放

当车速由 60km/h 降低到 20km/h，燃油出租车的碳排放是低速的 29.4%，纯电动出租车的二氧化碳排放则是低速的 36%。“十三五”期间应合理布局北京城市交通道路、有效控制车辆保有量，出台相应政策减少出行车辆，避免由于交通拥堵产生的额外能耗损失和碳排放增

加。

（七）交通拥堵状态下，电动汽车相对于燃油车减排优势愈发明显

在拥堵的情景下，电动出租车的碳排放仅为燃油出租车的 62%，与通畅情景相比下降了 13.9%。很显然，交通拥堵状态下，电动汽车相对于燃油车减排优势愈发明显。在交通压力短期内无法得到有效改善、而发电结构相对更优的特大城市，发展电动汽车节能减排效果更为显著。

北京理工大学能源与环境政策研究中心简介

北京理工大学能源与环境政策研究中心是 2009 年经学校批准成立的研究机构，挂靠在管理与经济学院。能源与环境政策中心大部分研究人员来自魏一鸣教授 2006 年在中科院创建的能源与环境政策研究中心。

北京理工大学能源与环境政策研究中心（CEEP-BIT）面向国家能源与应对气候变化领域的重大战略需求，针对能源经济与气候政策中的关键科学问题开展系统研究，旨在增进对能源、气候与经济社会发展关系的科学认识，并为政府制定能源气候战略、规划和政策提供科学依据、为能源企业发展提供决策支持、为社会培养高水平专门人才。

中心近期部分出版物

魏一鸣，廖华，王科，郝宇等著. 《中国能源报告（2014）：能源贫困研究》. 北京：科学出版社, 2014.

魏一鸣，焦建玲，廖华编著. 《能源经济学》（第二版）. 北京：清华大学出版社, 2013.

魏一鸣，焦建玲编著. 《高级能源经济学》. 北京：清华大学出版社, 2013.

魏一鸣，张跃军主编. 《中国能源经济数字图解 2012-2013》. 北京：科学出版社, 2013.

张跃军，魏一鸣著. 《石油市场风险管理：模型与应用》. 北京：科学出版社, 2013.

唐葆君著. 《新能源汽车：路径与政策研究》. 北京：科学出版社, 2015.1.

中心近年“能源经济预测与展望”报告

- CEEP-BIT-2011-001 (总第 1 期): “十二五”中国能源和碳排放预测与展望
- CEEP-BIT-2011-002 (总第 2 期): 2011 年国际原油价格分析与走势预测
- CEEP-BIT-2012-001 (总第 3 期): 2012 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2012-002 (总第 4 期): 我国中长期节能潜力展望
- CEEP-BIT-2012-003 (总第 5 期): 我国省际能源效率指数分析与展望
- CEEP-BIT-2013-001 (总第 6 期): 2013 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2013-002 (总第 7 期): 2013 年我国电力需求分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2013-003 (总第 8 期): 国家能源安全指数分析与展望
- CEEP-BIT-2014-001 (总第 9 期): 中国能源需求预测展望
- CEEP-BIT-2014-002 (总第 10 期): 2014 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2014-003 (总第 11 期): 我国区域能源贫困指数
- CEEP-BIT-2014-004 (总第 12 期): 国家能源安全分析与展望
- CEEP-BIT-2015-001 (总第 13 期): 经济“新常态”下的中国能源展望
- CEEP-BIT-2015-002 (总第 14 期): 2015 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2015-003 (总第 15 期): 我国新能源汽车产业发展展望
- CEEP-BIT-2015-004 (总第 16 期): 我国区域碳排放权交易的潜在收益展望
- CEEP-BIT-2016-001 (总第 17 期): “十三五”及 2030 年能源经济展望
- CEEP-BIT-2016-002 (总第 18 期): 能源需求预测误差历史回顾与启示
- CEEP-BIT-2016-003 (总第 19 期): 2016 年国际原油价格分析与趋势预测
- CEEP-BIT-2016-004 (总第 20 期): 2016 年石油产业前景预测与展望
- CEEP-BIT-2016-005 (总第 21 期): 海外油气资源国投资风险评价指数
- CEEP-BIT-2016-006 (总第 22 期): “十三五”北京市新能源汽车节能减排潜力分析
- CEEP-BIT-2016-007 (总第 23 期): “十三五”碳排放权交易对工业部门减排成本的影响